



This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

(ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجزاء الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلأً.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.



国际电信联盟

CCITT

国际电报电话咨询委员会

蓝皮书

卷 IV.4

测量设备技术规程

O系列建议



第九次全体会议

1988年11月14—25日 墨尔本

1989年 日内瓦



国 际 电 信 联 盟

CCITT

国际电报电话咨询委员会

蓝 皮 书

卷 IV.4

测量设备技术规程

O系列建议



第 九 次 全 体 会 议

1988年11月14—25日 墨尔本

1989年 日内瓦

ISBN 92-61-03435-7



© ITU

中国印刷

**CCITT 图书目录
第九次全体会议（1988 年）**

蓝 皮 书

卷 I

- 卷 I . 1 — 全会会议记录和报告
 研究组及研究课题一览表
- 卷 I . 2 — 意见和决议
 关于 CCITT 的组织和工作程序的建议 (A 系列)
- 卷 I . 3 — 术语和定义 缩略语和首字母缩写词 关于措词含义的建议 (B 系列) 和综合电信统计的建议 (C 系列)
- 卷 I . 4 — 蓝皮书索引

卷 II

- 卷 II . 1 — 一般资费原则 — 国际电信业务的资费和帐务 D 系列建议 (第 III 研究组)
- 卷 II . 2 — 电话网和 ISDN — 运营、编号、选路和移动业务 建议 E. 100-E. 333 (第 II 研究组)
- 卷 II . 3 — 电话网和 ISDN — 服务质量、网络管理和话务工程 建议 E. 401-E. 880 (第 II 研究组)
- 卷 II . 4 — 电报业务和移动业务 — 运营和服务质量 建议 F. 1-F. 140 (第 I 研究组)
- 卷 II . 5 — 远程信息处理业务、数据传输业务和会议电信业务 — 运营和服务质量 建议 F. 160-F. 353、F. 600、F. 601、F. 710-F. 730 (第 I 研究组)
- 卷 II . 6 — 报文处理和查号业务 — 运营和服务的限定 建议 F. 400-F. 422、F. 500 (第 I 研究组)

卷 III

- 卷 III . 1 — 国际电话连接和电路的一般特性 建议 G. 100-G. 181 (第 XII 和 XV 研究组)

- 卷 III. 2 — 国际模拟载波系统 建议 G. 211-G. 544 (第 XV 研究组)
- 卷 III. 3 — 传输媒质 — 特性 建议 G. 601-G. 654 (第 XV 研究组)
- 卷 III. 4 — 数字传输系统的概况; 终端设备 建议 G. 700-G. 795 (第 XV 和第 XVII 研究组)
- 卷 III. 5 — 数字网、数字段和数字线路系统 建议 G. 801-G. 956 (第 XV 和第 XVII 研究组)
- 卷 III. 6 — 非话信号的线路传输 声音节目和电视信号的传输 H 和 J 系列建议 (第 XV 研究组)
- 卷 III. 7 — 综合业务数字网 (ISDN) — 一般结构和服务能力 建议 I. 110-I. 257 (第 XVII 研究组)
- 卷 III. 8 — 综合业务数字网 (ISDN) — 全网概貌和功能、ISDN 用户—网络接口 建议 I. 310-I. 470 (第 XVII 研究组)
- 卷 III. 9 — 综合业务数字网 (ISDN) — 网间接口和维护原则 建议 I. 500-I. 605 (第 XVII 研究组)

卷 IV

- 卷 IV. 1 — 一般维护原则: 国际传输系统和电话电路的维护 建议 M. 10-M. 782 (第 IV 研究组)
 - 卷 IV. 2 — 国际电报、相片传真和租用电路的维护 国际公用电话网的维护 海事卫星和数据传输系统的维护 建议 M. 800-M. 1375 (第 IV 研究组)
 - 卷 IV. 3 — 国际声音节目和电视传输电路的维护 N 系列建议 (第 IV 研究组)
 - 卷 IV. 4 — 测量设备技术规程 O 系列建议 (第 IV 研究组)
- 卷 V — 电话传输质量 P 系列建议 (第 XII 研究组)

卷 VI

- 卷 VI. 1 — 电话交换和信令的一般建议 ISDN 中服务的功能和信息流 增补 建议 Q. 1-Q. 118 (乙) (第 XI 研究组)
- 卷 VI. 2 — 四号和五号信令系统技术规程 建议 Q. 120-Q. 180 (第 XI 研究组)
- 卷 VI. 3 — 六号信令系统技术规程 建议 Q. 251-Q. 300 (第 XI 研究组)
- 卷 VI. 4 — R1 和 R2 信令系统技术规程 建议 Q. 310-Q. 490 (第 XI 研究组)
- 卷 VI. 5 — 综合数字网和模拟—数字混合网中的数字本地、转接、组合交换机和国际交换机 增补 建议 Q. 500-Q. 554 (第 XI 研究组)
- 卷 VI. 6 — 各信令系统之间的配合 建议 Q. 601-Q. 699 (第 XI 研究组)
- 卷 VI. 7 — 七号信令系统技术规程 建议 Q. 700-Q. 716 (第 XI 研究组)
- 卷 VI. 8 — 七号信令系统技术规程 建议 Q. 721-Q. 766 (第 XI 研究组)
- 卷 VI. 9 — 七号信令系统技术规程 建议 Q. 771-Q. 795 (第 XI 研究组)
- 卷 VI. 10 — 一号数字用户信令系统 (DSS 1) 数据链路层 建议 Q. 920-Q. 921 (第 XI 研究组)
- 卷 VI. 11 — 一号数字用户信令系统 (DSS 1) 网络层、用户—网路管理 建议 Q. 930-Q. 940 (第 XI 研究组)

- 卷 VI. 12 — 公用陆地移动网 与 ISDN 和 PSTN 的互通 建议 Q. 1000-Q. 1032 (第 XI 研究组)
卷 VI. 13 — 公用陆地移动网 移动应用部分和接口 建议 Q. 1051-Q. 1063 (第 XI 研究组)
卷 VI. 14 — 与卫星移动通信系统的互通 建议 Q. 1100-Q. 1152 (第 XI 研究组)

卷 VII

- 卷 VII. 1 — 电报传输 R 系列建议 电报业务终端设备 S 系列建议 (第 IX 研究组)
卷 VII. 2 — 电报交换 U 系列建议 (第 IX 研究组)
卷 VII. 3 — 远程信息处理业务的终端设备和协议 建议 T. 0-T. 63 (第 VIII 研究组)
卷 VII. 4 — 智能用户电报各建议中的一致性测试规程 建议 T. 64 (第 VIII 研究组)
卷 VII. 5 — 远程信息处理业务的终端设备和协议 建议 T. 65-T. 101, T. 150-T. 390 (第 VIII 研究组)
卷 VII. 6 — 远程信息处理业务的终端设备和协议 建议 T. 400-T. 418 (第 VIII 研究组)
卷 VII. 7 — 远程信息处理业务的终端设备和协议 建议 T. 431-T. 564 (第 VIII 研究组)

卷 VIII

- 卷 VIII. 1 — 电话网上的数据通信 V 系列建议 (第 XVII 研究组)
卷 VIII. 2 — 数据通信网：业务和设施，接口 建议 X. 1-X. 32 (第 VII 研究组)
卷 VIII. 3 — 数据通信网：传输，信令和交换，网络概貌，维护和管理安排 建议 X. 40-X. 181 (第 VII 研究组)
卷 VIII. 4 — 数据通信网：开放系统互连 (OSI) — 模型和记法表示，服务限定 建议 X. 200-X. 219 (第 VII 研究组)
卷 VIII. 5 — 数据通信网：开放系统互连 (OSI) — 协议技术规程，一致性测试 建议 X. 220-X. 290 (第 VII 研究组)
卷 VIII. 6 — 数据通信网：网间互通，移动数据传输系统，网间管理 建议 X. 300-X. 370 (第 VII 研究组)
卷 VIII. 7 — 数据通信网：报文处理系统 建议 X. 400-X. 420 (第 VII 研究组)
卷 VIII. 8 — 数据通信网：号码簿 建议 X. 500-X. 521 (第 VII 研究组)

卷 IX — 干扰的防护 K 系列建议 (第 V 研究组) 电缆及外线设备的其他部件的结构、安装和防护 L 系列建议 (第 VI 研究组)

卷 X

- 卷 X. 1 — 功能规格和描述语言 (SDL) 使用形式描述方法 (FDT) 的标准 建议 Z. 100 和附件 A、B、C 和 E 建议 Z. 110 (第 X 研究组)
卷 X. 2 — 建议 Z. 100 的附件 D：SDL 用户指南 (第 X 研究组)

- 卷 X.3 — 建议 Z.100 的附件 F.1: SDL 形式定义 介绍 (第 X 研究组)
 - 卷 X.4 — 建议 Z.100 的附件 F.2: SDL 形式定义 静态语义学 (第 X 研究组)
 - 卷 X.5 — 建议 Z.100 的附件 F.3: SDL 形式定义 动态语义学 (第 X 研究组)
 - 卷 X.6 — CCITT 高级语言 (CHILL) 建议 Z.200 (第 X 研究组)
 - 卷 X.7 — 人机语言 (MML) 建议 Z.301-Z.341 (第 X 研究组)
-

蓝皮书卷IV.4 目录

第一部分 — O 系列建议

测量设备技术规程

| 建议号 | 页 |
|-----|---|
|-----|---|

第一章 — 概述

| | | |
|------|-----------------|---|
| O. 1 | O 系列建议的范围与应用 | 3 |
| O. 3 | 测量设备的气候条件和相关的测试 | 6 |
| O. 6 | 1020Hz 参考测试频率 | 8 |
| O. 9 | 评价对地不平衡度的测量装置 | 9 |

第二章 — 维护接入

| | | |
|-------|-------|----|
| O. 11 | 维护接入线 | 17 |
|-------|-------|----|

第三章 — 自动和半自动测量系统

| | | |
|-------|--------------------------------|----|
| O. 22 | CCITT 自动传输测量和信令测试设备 ATME No. 2 | 23 |
| O. 25 | 在电路内的半自动回声抑制器测试系统 (ESTS) | 50 |
| O. 27 | 站内回声抵消器测试设备 | 57 |
| O. 31 | 声音节目电路的自动测量设备 | 64 |
| O. 32 | 声音节目电路立体声对用的自动测量设备 | 72 |
| O. 33 | 快速测量立体声对和单声的声音节目电路、链路和连接的自动设备 | 82 |

第四章 — 测量模拟参数的设备

| | | |
|-------|-----------------------|-----|
| O. 41 | 电话型电路使用的噪声计 | 94 |
| O. 42 | 使用 4 单音交调方法测量非线性失真的设备 | 101 |
| O. 51 | 音量表 | 105 |
| O. 61 | 测量电话型电路中断的简单设备 | 105 |

| | | |
|--------|-------------------------------|-----|
| O. 62 | 测量电话型电路中断的专用设备..... | 107 |
| O. 71 | 电话型电路的脉冲噪声测量设备..... | 109 |
| O. 72 | 宽带数据传输脉冲噪声测量仪的特性..... | 112 |
| O. 81 | 电话型电路的群时延测量设备..... | 113 |
| O. 82 | 范围为 5 至 600kHz 的群时延测量设备 | 119 |
| O. 91 | 电话型电路的相位抖动测量设备..... | 125 |
| O. 95 | 电话型电路的相位和幅度突变计数器..... | 128 |
| O. 111 | 载波通路频率偏移的测量设备..... | 131 |

第五章 — 用于数字和模拟/数字参数测量的设备

| | | |
|--------|------------------------------------|-----|
| O. 131 | 使用伪随机噪声测试信号的量化失真测量设备..... | 137 |
| O. 132 | 使用正弦测试信号的量化失真测试设备..... | 143 |
| O. 133 | 测量 PCM 编码器和解码器性能的设备 | 145 |
| O. 151 | 工作在一次群比特率和更高比特率的数字系统的差错性能测量设备..... | 171 |
| O. 152 | 用于 64kbit/s 通道的差错性能测量设备 | 176 |
| O. 153 | 比特率低于一次群速率的差错性能测量的基本参数..... | 179 |
| O. 161 | 数字系统不中断业务的代码破坏监测器..... | 183 |
| O. 162 | 对 2048kbit/s 信号进行不中断业务监测的设备 | 186 |
| O. 163 | 对 1544kbit/s 信号进行不中断业务监测的设备 | 191 |
| O. 171 | 用于数字系统的定时抖动测量设备..... | 195 |

第二部分 — O 系列建议的增补 (M, N 和 O 系列建议增补的第三章)

3 测量设备技术要求

| | | |
|------------------|-----------------------------------|-----|
| 增补 No. 3. 1 | 测试仪器要求——正弦信号发生器和电平测量仪..... | 207 |
| 增补 No. 3. 2 | 电信电路的噪声测量仪..... | 211 |
| 增补 No. 3. 3 | 音量指示器的主要特性..... | 211 |
| 增补 No. 3. 4 | 有不同设计方案的用于测量量化失真的设备之间配合工作的考虑..... | 211 |
| 增补 No. 3. 5 (取消) | ..... | 211 |
| 增补 No. 3. 6 | 用于同轴载波传输系统的串话测试装置..... | 211 |

| | |
|--|-----|
| 增补 No. 3.7 快速测量电话型电路幅度和相位的测量信号（多个单音测试信号） | 216 |
| 增补 No. 3.8 关于抖动测量的导则 | 219 |

O 系列建议的修改

CCITT 文件第 IV 卷中的重新编排

由于 CCITT 红皮书第 IV 卷中某些重新安排，一些现有的建议已移走（或重新编号）和收入该卷其它章中。

为了方便 CCITT 蓝皮书第 IV 卷的读者，这些改变列于下：

| CCITT 红皮书 | CCITT 蓝皮书 |
|-------------------|------------|
| (马拉加—托雷莫里诺斯，1984) | (墨尔本，1988) |
| O. 121 | O. 9 |
| O. 141 | O. 25 |

卷 首 说 明

- 1 目录中增补的清单包括一些未在蓝皮书中发表的。这些增补的参考资料在目录中指明的页上可以找到。
- 2 在 1989—1992 研究期中，委托每个研究组的研究课题可见该研究组的 No. 1 文件。
- 3 本卷中所用的“主管部门”一词是指电信主管部门和被确认的私营机构两者的简称。

第一部分

O 系列建议

测量设备技术规程



PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

第一章

概述

建议 O.1

O 系列建议的范围与应用

(1988 年订于墨尔本)

1 O 系列建议的范围

CCITT 发表的各种建议包括：

- a) 电信设备的基本规范，和
- b) 操作事件，例如电路投入使用和性能例行检验的程序。

用于检验符合这两类建议的测试的类型基本上不同，这常常导致对测试设备的不同选择。

a) 类测试通常更为广泛。它们的目的（常基于抽样或样机设备的测量）是证明符合设计指标，所以它们可能是设备被接受安装到主管部门的网内的先决条件。不可能经常使用这种测试，通常 CCITT 不会为专用于这种测试的设备制订建议。

但是，b) 类测试是有计划地和重复地使用，它们的普通应用可能需要附加一些考虑，尤其对下述需要：

- 1) 当测试可能使用由多于一个制造厂供应的测试设备来完成时，测试结果的一致性，以及
- 2) 一个共同的测量技术，以保证当在一条国际电路的两端需要测试设备时的相容性。

主要针对这些情况，CCITT 发布了 O 系列建议。

上面几点适用于模拟和数字技术的特性。

2 用于数字传输系统的测量设备的应用

提出本章是为了帮助选择和应用有关用于一次群 PCM 和数据复用器及数字传输系统的测试和测量设备的 O 系列建议中的技术规范。

可将应用划分为两类：

- a) 一次群 PCM 复用设备上的测量和指示；
- b) 数字传输系统，包括数字线路系统，数字电路和数字复用设备上的测量和指示。

图 1/O. 1 和 2/O. 1 分别说明适用于一次群复用设备发送和接收方向测试和测量能力的范围。

表 1/O. 1 和 2/O. 1 说明适用于数字传输系统测试和测量能力的范围。

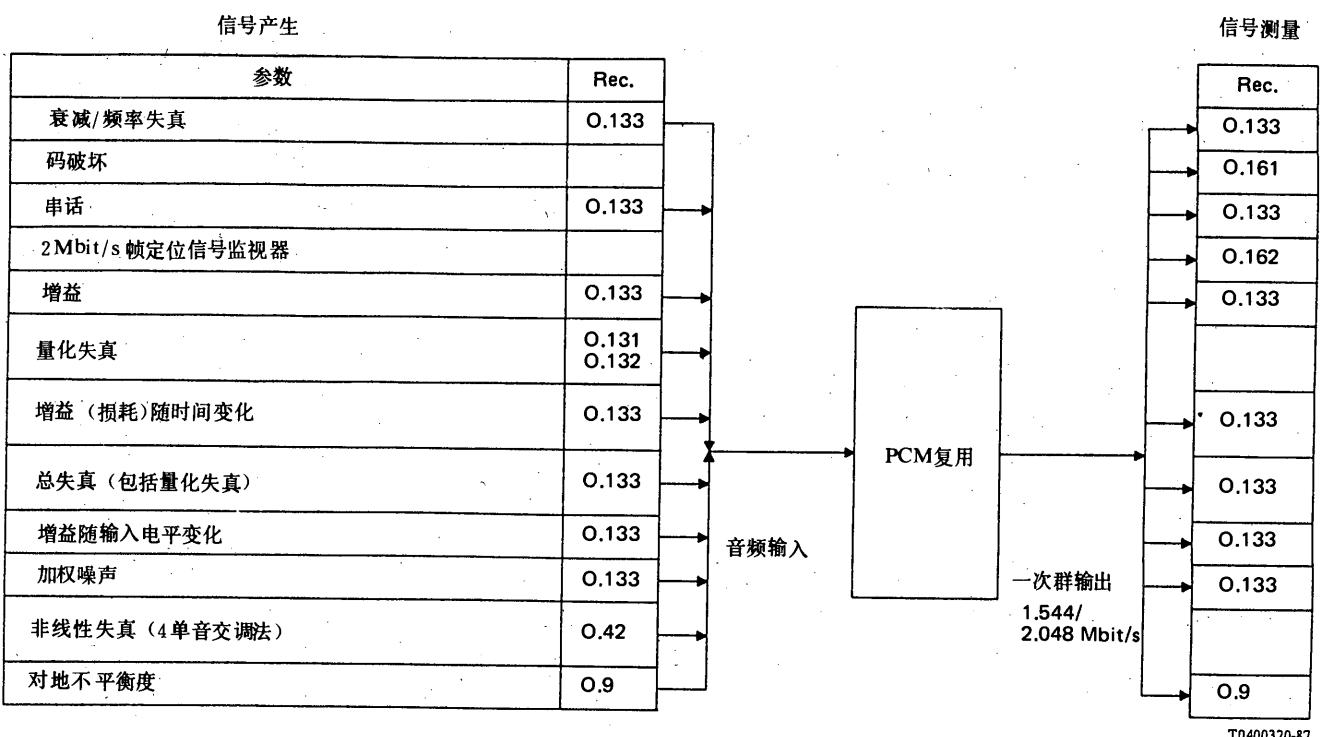
这些图指明相关的适用于每个测试和测量参数的 O 系列建议，也表明了用于测试仪器的连接接口。

例如：

测量一次群复用设备的量化失真；

图 1/O. 1 表明能够使用符合建议 O. 131 和 O. 132 的仪器，连接到发送编码器的音频输入接口。

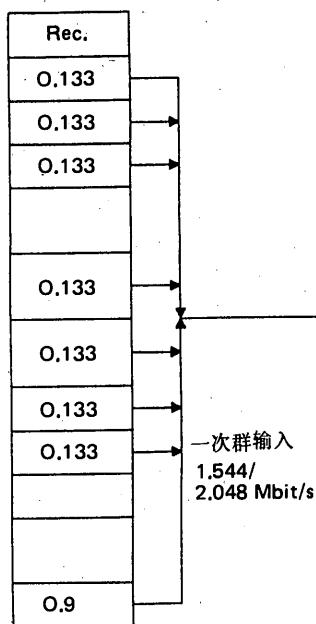
图 2/O. 1 表明将类似的仪器连接到接收解码器音频输出接口以连通测量通道。



注一 经过一次群 PCM 复用设备数字接口完成的测量通常也适用于符合建议 G. 793^[1] 和 G. 794^[2] 的复用转换设备。在相应场所，假定有一个适用的模拟测试信号发生器。

图 1/O. 1
适用于一次群 PCM 复用设备发送方向测试和测量的清单

信号产生



信号测量

| Rec. | 参数 |
|----------------|---------------|
| O.133 | 衰减/频率失真 |
| O.133 | 串话 |
| O.133 | 增益 |
| O.131 O.132 | 量化失真 |
| O.133 | 增益(损耗)随时间变化 |
| O.133 | 总失真(包括量化失真) |
| O.133 | 增益随输入电平变化 |
| O.133 | 加权噪声 |
| O.41 | 加权噪声 |
| O.42 | 非线性失真(4单音交调法) |
| O.9 | 对地不平衡度 |

T0400330-87

注— 经过一次群 PCM 复用设备数字接口完成的测量，通常也适用于符合建议 G.793^[1] 和 G.794^[2] 的复用转换设备。在相应的场所，假定有一个适用的模拟测试信号发生器。

图 2/O.1
适用于一次群 PCM 复用设备接收方向测试和测量的清单

表 1/O.1
适用于数字传输系统发送方向测试和测量的清单

| 系统系列级 | | 一次群 | 二次群 | 三次群 | 四次群 |
|-------|--------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 比特率 | 64 kbit/s | 1544 kbit/s | 6312 kbit/s | 32064 kbit/s | 34368 kbit/s |
| 参数 | 建议 | | | | |
| 差错性能 | O. 152 | O. 151 | O. 151 | O. 151 | O. 151 |
| 定时抖动 | O. 171 | O. 171 | O. 171 | O. 171 | O. 171 |

表 2/O.1
适用于数字传输系统接收方向测试和测量的清单

| 系统系列级 | | 一次群 | 二次群 | 三次群 | 四次群 |
|----------|--------------|---------------------|----------------|-----------------------------------|------------------|
| 比特率 | 64 kbit/s | 1544 kbit/s | 6312 kbit/s | 32064 34368 44736 kbit/s | 139264 kbit/s |
| 参数 | | | | 建议 | |
| 差错性能 | O. 152 | O. 151 | O. 151 | O. 151 | O. 151 |
| 码破坏 | | O. 161 | O. 161 | | |
| 帧定位信号监视器 | | O. 162 (2Mbit/s) | | | |
| 定时抖动 | O. 171 | O. 171 | O. 171 | O. 171 | O. 171 |

3 用于模拟传输系统的测量设备的应用

正在研究。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Characteristics of 60-channel transmultiplexing equipments*, Vol. III, Rec. G.793.
- [2] CCITT Recommendation *Characteristics of 24-channel transmultiplexing equipments*, Vol. III, Rec. G.794.

建 议 O.3

测量设备的气候条件和相关的测试

(1988 年订于墨尔本)

1 概述

O 系列建议规定了广泛应用的测量设备。在维护电信设备和电信网时,可靠的测试设备是重要的先决条件。测量设备的可靠性可能受设备使用时所面临的环境条件的影响。

本建议对 O 系列各建议中规定的测量设备的工作给出了一个气候条件范围。另外,还规定了测量设备运输和存储的气候条件。

为了能够证明已达到本建议的要求，规定了模拟各种环境参数的测试条件。

在可能的地方，本建议是依据其它团体诸如国际电工委员会（IEC）[1]、欧洲邮电管理联合会（CEPT）[2] 制订的标准。

2 测量设备工作的气候条件

2.1 工作在室内场所

考虑到在绝大多数情况下将在防气候影响的地点使用测量设备，在图 1/O. 3 中规定的各正常工作条件定义了气候条件的范围，在该范围中，应当达到设备的技术条件。这些气候条件在正常工作区、办公室、电信中心或敏感产品的存储场所等可以得到。

正常的工作条件由加热、冷却和必要处强制通风来保持。湿度通常不予控制。

图 1/O. 3 意味着测量设备常常在温度约 25°C，相对湿度 45% 下工作。

在图 1/O. 3 的气候图的中心打点号的区域规定在 90% 的时间中所处的气候条件。

在图 1/O. 3 中表示的例外工作条件可能存在，例如，气候控制系统失效后。在这些条件下，测量设备应仍然工作而没有永久性故障。但是测量精度可能较低。

在某些情况，测量设备可能面临太阳辐射和其它热源来的热辐射（例如室内暖气）。直接的太阳辐射应当避免，设备附近的温度应不超过图 1/O. 3 的限定值。

设备也可能由于建筑中的通风装置而面临周围空气的运动（例如通过开着的窗户）。它不应产生冷凝作用。

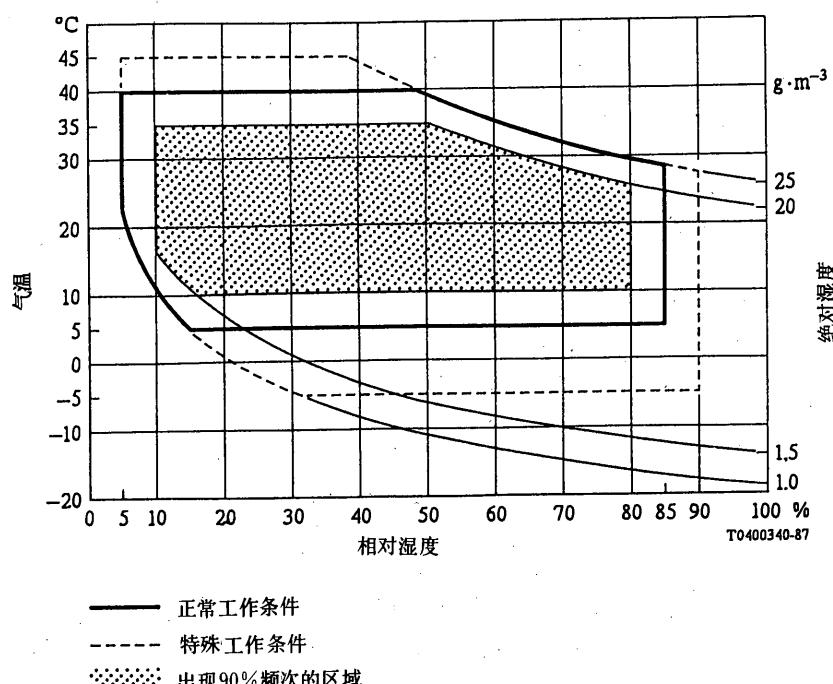


图 1/O. 3
用于测量设备工作的温度—湿度图
(防气候影响的场所)

2.2 测量设备在其它环境中的工作

正在研究。

3 运输和储存

在运输和储存期间，测量设备应允许温度在一40 至+70°C 之间而没有永久性失效。对于相对湿度高于 45% 和温度高于 25°C，任何湿度/温度组合应不超过图 1/O. 3 气候图的限值。在这种情况下，(不中断) 暴露时间限制在 2 个月。

注 1 — 假定测量设备是包装在它的惯用的装运容器内，上述的周围条件是包装物外面的情况。

注 2 — 本要求是暂定的，需要进一步研究。

4 测试条件

4.1 室内测试的气候条件

如果测量设备允许按照 IEC 公布的 68-2-3 [3] 的基本环境测试步骤，则假定其达到了 § 2.1 的要求。

在进行这些测试步骤期间，测量设备应置于测试容器内 4 天。在 2 小时的恢复时间后，测试样品应正常地工作，并应不超过规定的误差限值。

注 — 这些要求是暂定的，需进一步研究。

4.2 其它环境的测试条件

正在研究。

参 考 文 献

- [1] IEC Publication 731-3 *Classification of Groups of Environmental Parameters and their Severities.*
IEC-Publication 721-3-3 *Stationary Use at Weather-Protected Locations.*
- [2] CEPT Recommendation T/TRw, Part B-3 *Environmental Conditions and Environmental Tests for Telecommunications Equipment.* (October 1987).
- [3] IEC-Publication 68-2-3 *Basic Environmental Testing Procedures. Part 2: Test Ca: Damp heat, steady state.*

建 议 O. 6

1020Hz 参考测试频率

(1988 年订于墨尔本)

1 引言

本建议的目的是规定一个标称的参考频率 1020Hz，以便对制造者和主管部门在新设备和系统的设计和操作中提供指导。本建议并不打算去影响现有的设备和系统，除了考虑到互通而需修改的场所。例如，如果在老的模拟交换局和数字交换局间提供电路，则模拟交换局需要有提供新参考频率的能力。

2 途经 PCM 系统的电路上的测试频率

当测试途经 PCM 系统的电路时，选择合适的测试频率是主要的考虑。如果测试频率是 PCM 抽样率的约数，则途经 PCM 系统的电路上可能出现电平测量的误差。在抽样率为 8000Hz，使用 8bit 编码时，测试频率用 800Hz，误差能大到约 ±0.15dB，测试频率用 1000Hz，约 ±0.2dB。另外，在其它参数中的误差，如

总失真，可能甚至更大。

所以，建议应当避免使用是 PCM 抽样率的约数的参考测试频率。CCITT 内的研究揭示，一些主管部门已经使用从 800Hz 或 1000Hz 偏离一个不一致值的标称参考测试频率，但均在 804-860Hz 或 1004-1020Hz 范围内。这些研究已经确认，在不需互通的场所，主管部门在维护中还没有遇到重大问题，现有的测试步骤和设备可以继续使用。

在互通和用于新设备新系统的情况下，各主管部门强烈地认为选择 1020Hz 作参考测试频率更好。

3 新测量设备技术规范的考虑

在 O 系列建议中，对于新的测量设备的技术规范，应当考虑下述几点：

- i) 建议参考测试频率 1020Hz 用于提供参考测试频率的测试频率产生电路或仪器。规定的频率容差应当是 +2 至 -7Hz^①。
- ii) 参考测试频率的标称电平，在用于开放业务设备时，应不大于 -10dBm0 ± 0.1dB。
- iii) 测量电路或利用参考测试频率的仪器，如有可能，应当提供标称范围 1000 至 1025Hz 内任何频率的测量。

在有关各主管部门商定下，在缺乏所需的发送或测量设备时，允许使用 800 至 860Hz 范围内的测量频率。其它关于采用和使用参考测试频率的考虑在建议 M. 20 [1] 中给出。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Maintenance philosophy for analogue, digital and mixed networks, Volume IV, Recommendation M.20.*

建 议 O. 9

评价对地不平衡度的测量装置

(1972 年订于日内瓦；1984 年修改于马拉加-托雷莫里诺斯，1988 年修改于墨尔本)

1 概述

本建议描述测量下列参数的装置：

- 纵向转换损耗；
- 横向转换损耗；
- 纵向转换转移损耗；
- 横向转换转移损耗；
- 输入纵向干扰损耗；
- 共模抑制；
- 输出信号平衡。

实际上，上述参数是七项最重要的不平衡参数。这些参数的限值，对测试终端和所使用的测量频率的专门考虑，在被测项目的相关建议中给出。

^① 负容差 7Hz 是试图允许使用数字方式产生的测试信号，这个测试信号是用足够多的样值数目以取得某些 O 系列建议中规定的测量精度。
(例如建议 O. 133)

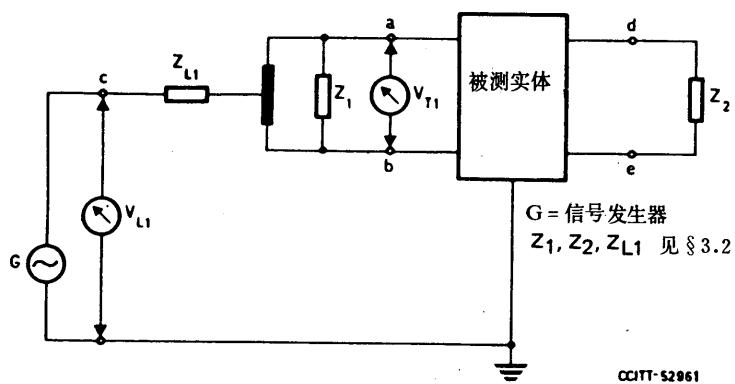
本建议在原则上同意在建议 G. 117 [1] 中论述的原则和定义，它考虑了传输方面的对地不平衡。在下列各章中，建议 G. 117 [1] 的适当的段/图可作为参考。

§ 3 中给出了关于测试桥的构成及其所需各元件值的指导。

2 测量方案

2.1 纵向转换损耗 (LCL)

单端对或二端对网络的 LCL 是无用的横向信号大小的量度（用 dB 表示的一个比值），该横向信号是由于在连接导线上存在纵向信号而在网络的各端子上产生的。它按图 1/O. 9 所示测量。本技术适用于输入端子或输出端子，例如，端子 a 和 b 与 d 和 e 分别换位。（见建议 G. 117 [1] 的 § 4. 1. 3）。



$$\text{纵向转换损耗 (LCL)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_{T1}} \right| \text{ dB}$$

图 1/O. 9
纵向转换损耗的测量

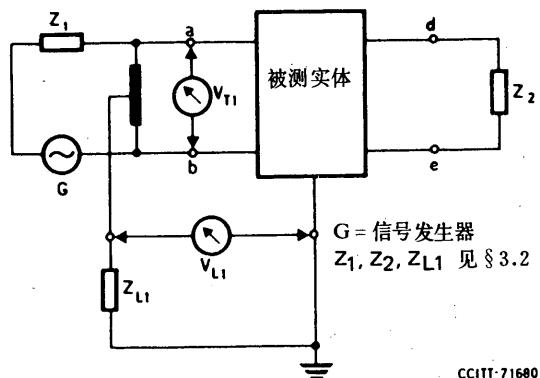
2.2 横向转换损耗

单端对或二端对网络的 TCL 是无用的纵向信号的大小的量度（用 dB 表示的一个比值），该信号是由于在同一端对上存在横向信号而在网络的输入（或输出）上产生的。TCL 按图 2/O. 9 中所示测量（见建议 G. 117 [1] 的 § 4. 1. 2）。

2.3 纵向转换转移损耗 (LCTL)

LCTL 是无用的横向信号的量度（用 dB 表示的一个比值），该信号是由于在输入端对的连接导线上存在纵向信号而在二端对网络的输出产生的。按图 3/O. 9（见建议 G. 117 [1] 的 § 4. 2. 3）中所示测量。

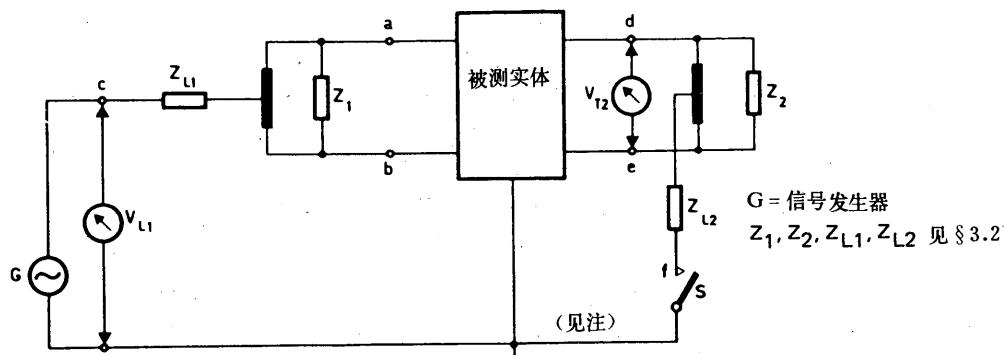
如果被测实体的端对 a/b 和 d/e 之间呈现增益或者损耗，在规定 LCTL 时必须予以考虑。除了 § 3 的一般要求外，测试设备的测量范围也必须计及被测实体的增益和损耗。此外，如果被测实体完成了信号变换（例如，在 FDM 或 TDM 复用器中），则在 V_{T2} 上测量的信号可能与称为 V_{L1} 的激励信号不在同样的频率上。在 V_{T2} 上的信号甚至可能出现编码形式的数字信号。需要进一步研究以规定这些信号和它们的关系。



$$\text{横向转换损耗 (TCL)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T1}}{V_{L1}} \right| \text{ dB}$$

注 — 横向信号用端对 a/b (或 d/e) 上的电压来表示。如果被测实体的输入 (输出) 阻抗等于 Z₁ (Z₂)，则任何技术规格的信号发生器 G 的源电压将得到同样的结果。

图 2/O.9
横向转换损耗的测量



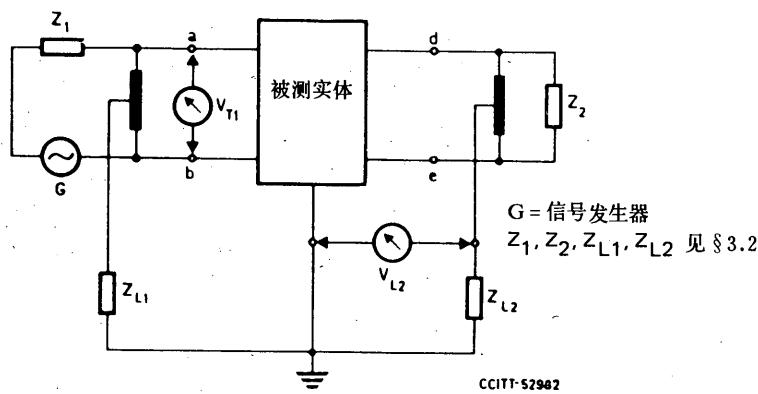
$$\text{纵向转换转移损耗 (LCTL)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_{T2}} \right| \text{ dB}$$

注 — 测量和所规定的限值，正常地是对开关 S 合上时。但是对某些设备，例如在建议 Q.45 [2] 中所描述的，可能必须规定在开关 S 合上和开关 S 断开下 LCTL 的各限值。

图 3/O.9
纵向转换转移损耗的测量

2.4 横向转换转移损耗 (TCTL)

横向转换转移损耗是一个无用的纵向信号的量度（用 dB 表示的一个比值），该信号是由于在输入端对上存在横向信号而在二端对电路输出产生的。它按图 4/O.9 中所示测量。如果由被测实体完成信号的变换（例如在 FDM 或 TDM 复用器中），则在 V_{L2} 上测量的信号可能与称为 V_{T1} 的激励信号不在同样的频率上。施加的激励信号甚至可能是编码形式的数字信号。需要进一步研究以规定这些信号和它们的关系（见建议 G.117 [1] 的 § 4.2.2）。



$$\text{横向转换转移损耗 (TCTL)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T1}}{V_{L2}} \right| \text{ dB}$$

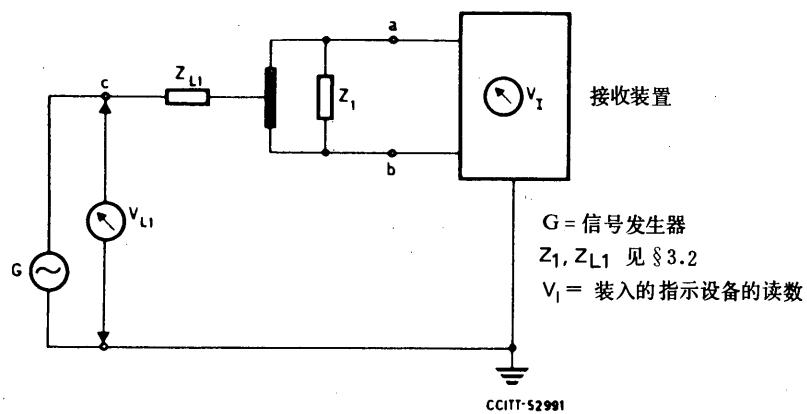
注一 横向信号用端对 a/b 上的电压来表示。任何技术规格的信号发生器 G 的源电压，只要被测实体的输入阻抗等于 Z_1 ，都将得到同样的结果。

图 4/O.9
横向转换转移损耗的测量

2.5 输入纵向干扰损耗 (ILIL)

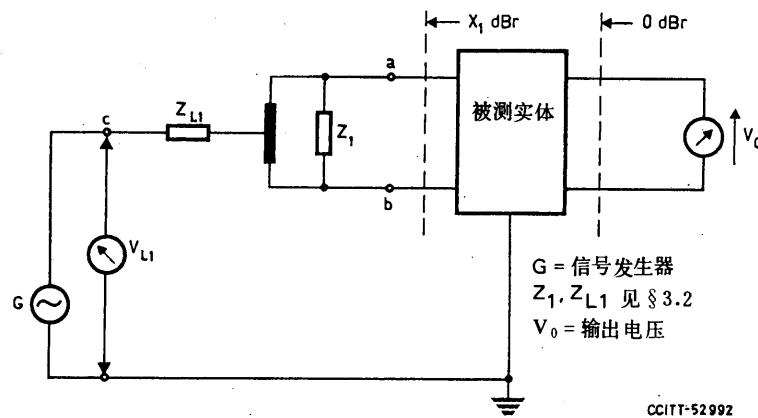
本参数的测量适用于接收装置（例如，放大器，电平表等）。ILIL 是接收装置对纵向干扰灵敏度的量度（用 dB 表示的一个比值）。按图 5a/O.9 和 5b/O.9 中所示测量。原则上它类似于纵向转换损耗 (LCL) 测量。但是，由于测量是在被测实体内部（使用装入的指示设备）或输出完成的，所以不但测得了端对 a/b 上的阻抗平衡，而且也测得了共模抑制的结果（见建议 G.117 [1] 的 § 4.4.1）。

按照图 5b/O.9 的测量，也适用于完成信号变换（例如通路变频设备的 VF/CF 侧，PCM 复用设备的 A/D 侧等。见建议 G.117 [1]，§ 2, f 条）的装置。在这种情况下，在被测装置输出测量需要适当的分析仪，即用于测量通路变频器的选频电平表或测量 PCM 复用器的数字分析仪（见建议 O.133）。在图 5b/O.9 中的等式中，假定 V_o 是在 0dB 点测量。 X_1 是端对 a/b 上的相对电平。



$$\text{输入纵向干扰损耗 (ILIL)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_I} \right| \text{ dB}$$

a) 被测实体包含装入指示设备的输入纵向干扰损耗的测量



$$\text{输入纵向干扰损耗 (ILIL)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_0} \right| \text{ dB}$$

注 — 在计算ILIL时，必须考虑 X_1 的值与0dB的差别。

b) 被测实体具有外部指示装置的输入纵向干扰损耗的测量

图 5/O.9
输入纵向干扰损耗的测量

2.6 共模抑制 (CMR)

共模抑制是适合于接收装置的另一种测量，按图 6/O.9 中所示测量。注意这种安排其输入端是短路的，然后加电压（见建议 G.117 [1] 的 § 5.1）。

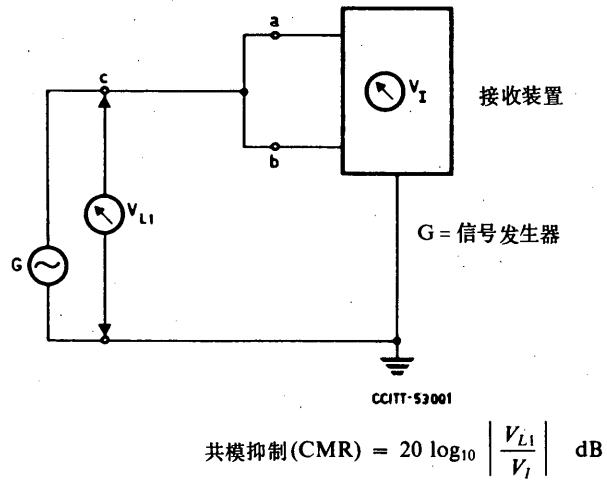
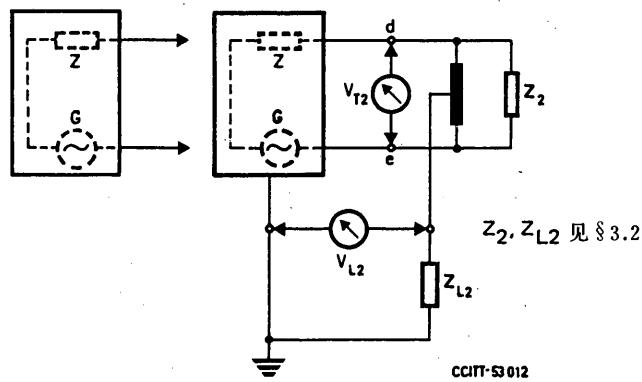


图 6/O.9
共模抑制的测量

2.7 输出信号平衡 (OSB)

本项测量（用 dB 表示的一个比值）适用于信号输出。OSB 是在设备输出的无用纵向信号的量度，按图 7/O.9 所示测量（见建议 G.117 [1] 的 § 4.3.1）。



$$\text{输出信号平衡(OSB)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T2}}{V_{L2}} \right| \text{ dB}$$

图 7/O.9
输出信号平衡的测量

图 7/O. 9 中所示的信号源 G 可能在被测装置的内部或外部。OSB 测量也适用于完成信号变换的装置（例如通路变频设备的 CF/VF 侧。PCM 复用设备的 D/A 侧等。见建议 G. 117 [1] 的 § 2, f 条）。在这种情况下，需要一个适合的外部信号源，即用于通路变频器测量的信号发生器或用于 PCM 复用器测量的数字信号发生器（见建议 O. 133）。

3 测量电路的要求

3.1 固有平衡

在图 1/O. 9 至 7/O. 9 中所示的测量电路包括两个独立的阻抗和如图示用作得到两个值为 $Z/2$ 的匹配阻抗的等效电路的中心抽头的电感器。线圈应是具有精确中心抽头连接的铁芯线圈，两个紧耦合的半个绕组尽可能对称。图 8/O. 9 中所示电路在电气上等效，任一个都能完成本建议中所描述的测量。应当注意，在图 8/O. 9 中选用情况 C)，点 c 到地的连接，必须经过实际上为零的阻抗来构成。对于极低频率，图 8/O. 9 的方案 a) 和 b) 可能不合适，使用图 8/O. 9 方案 c) 并在纵向臂上插入一个小电阻（例如 1 欧）可能更方便，这样能得到纵向电流的量度以导出 $2/4$ 上的等值电压。

在进行测量前，必须决定任何测量方案的固有平衡并达到足够的好。这可以由用第二个测试桥来取代待测设备来完成。测量设备的固有纵向转换损耗应当比为被测实体规定的限值大 20dB。在 a 和 b 端的连接互换时，也应当得到该平衡值。其允许精度约为 ± 1 dB。实际测试桥的例子在建议 G. 117，图 21/G. 117 [1] 中给出。

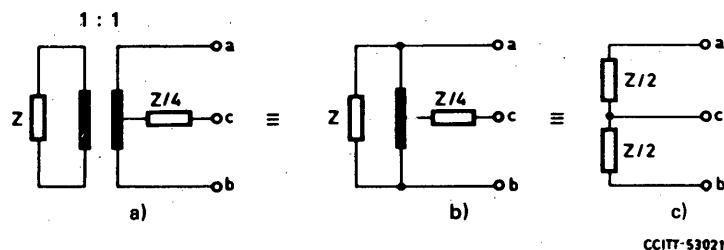


图 8/O.9
中心抽头线圈接法
和中心抽头电阻之间电气上的一致

3.2 阻抗 Z_1 、 Z_2 、 Z_{L1} 和 Z_{L2}

Z_1 和 Z_2 是分别并联接在待测实体输入和/或输出端对的阻抗。 Z_1 和 Z_2 通常在它们所连接的端对的标称阻抗的 $\pm 25\%$ 以内。如果经过高阻输入端对测量，在点 a 和 b 之间应接上外加阻抗 Z_1 。纵向阻抗 Z_{L1} 和 Z_{L2} 正常地分别等于 $Z_1/4$ 或 $Z_2/4$ 。但是，可能使用不同的值。为更好地模拟被测实体的工作条件，可能有必要这样做。在这种情况下， Z_{L1} 和/或 Z_{L2} 的值应由涉及被测实体的建议来规定。

3.3 测量和产生测试信号

电压 V_L 和 V_T 用高阻电压表测量，这样平衡不受到干扰。若测量 V_{L1} ，发生器 G 的内阻抗和 $e.m.f.$ 的实际值是没有关系的。设计被测实体可以强加上一个纵向激励允许幅度的限值。

当如图 1/O.9 中所示的待测设备是一个信号发生装置，则如果需要测量纵向转换损耗而该信号发生器又是在工作的，就必须用选频测量。当测量高损耗时，选频测量也是更可取的。

3.4 其它考虑

在某些测量中可能有必要制订供应 d.c. 线保持电流或 d.c. 线电流终端的条款。在这些情况，包含被测实体要求的建议也应规定这种 d.c. 线电流处置的要求。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Transmission aspects of unbalance about earth* Vol. III, Rec. G.117.
- [2] CCITT Recommendation *Transmission characteristics of an international analogue exchange* Vol. VI, Rec. Q.45.

第二章

维 护 接 入

建 议 O. 11

维 护 接 入 线

(1972 年订于日内瓦；1984 年修改于马拉加-托雷莫里诺斯，1984 年修改于墨尔本)

1 概述

1.1 引言

为了更有效地进行自动电话网中国际电路的人工和自动维护，建议下列各种国际维护接入线：

- a) 一个平衡静噪终端，它一开始就回送一个-10dBm0 的测试音；
- b) 一个维护测试座席或者具有用于话普通信和/或电路测试的多重接入代码的控制台接入线；
- c) 一条终接于回声抑制器测试系统 (ESTS) (见建议 O. 25) 响应器的测试线；
- d) 环回测试线 (模拟或数字)；
- e) 一条终接于回声抵消器测试响应器的测试线；
- f) 一条终接于信令系统功能测试和用于 ATME No. 2 (建议 O. 22) 的传输测量响应器 (a 型) 的测试线；
- g) 一条回送一个用于 ATME No. 2 (也叫 c 型响应设备，见建议 O. 22) 的忙闪信号的测试线。

这些测试线应以模块方式提供，每个主管部门可以就它希望安装在指定中心的每种类型选择其数目。

在上述 a) 至 e) 中所列举的测试线，对于途经使用插空技术的电路倍增系统 (CMS) [这包括经过时分多址接入/数字语音插空 (TDMA/DSI) 通路的电路的场所] 的电路将不能提供可靠的测试结果，所以，除非在测试程序的持续时间内，能够在两个传输方向中形成一个固定中继通路的组合，否则不应使用这些测试线。其理由是如果没有这种中继通路组合，在没有信号和很低信号电平期间，在 CMS 内就可能不能保持电路的连续性。

1.2 静噪终端测试线

静噪终端测试线是一条可拨号的测试线，它一开始就回送一个标称频率为 1020Hz^①、-10dBm0 的单音，历时 13 至 15 秒。在开始回送单音期之后，测试线应当呈现平衡的 600Ω 终端，以模拟标称交换机阻抗。该静噪终端在主叫用户断开之前应保持连接。这种可拨号测试线是打算用作单人人工单向损耗、单向噪声（或带单音的噪声）的测量，或在来自远端交换中心的任何电路上进行脉冲噪声检测。

1.3 测试和/或通信接入线

测试和/或通信接入线是一条打算设置在电路维护测试座席或与国际交换中心有关的测试（控制）台所在地的可拨号接入线。这些接入线预期用作在适当的维护单元的电路维护人员和作为进行各种人工传输测试的测试接入点之间的话音通信。这些接入线作为故障报告点（电路）或故障报告点（网络）和/或测试点（传输）是可能的手段。

对下面描述的每一种接入线类型将分配各自的接入码。这将保证主管部门按照意愿单独使用各种维护功能（即传输测试，转换测试和故障报告）。但是，这些分配不应当阻止那些主管部门希望使用单个接入码兼备一项或多项功能。

1.3.1 传输接入测试线

传输接入测试线是打算置于电路维护测试座席或与国际交换中心有关的测试（控制）台的可拨号测试线。这些测试线要求用作测试接入点，以进行各种人工测试。它们也可用作电路测试的话音通信。

当远端交换中心装设了这种类型的拨号接入设备时，为这些测试线提出的拨号方案能选到一个指定的测试座席或控制台。如果正常测试座席号码（接入号码）已示忙，则要求该呼叫应当经过寻线组按指定路由接到空闲测试座席号码。通常，接入代码的分配应让数字 21（见 § 2.4.2）使来话测试线呼叫接到测试座席或者正常地分配给（通过它产生来话/呼叫的）指定电路群的维护控制台。然后使用数字 22 到 29（非 CCITT6 号信令）让维护人员进行到指定测试座席或远端维护控制台的测试线呼叫。这样将使分配测试座席和控制台都有灵活性，并且也可以缓和所有测试座席或控制台装设同样测试设备的需要。

1.3.2 其它测试和/或通信线

需要提供用于人工交换和信令测试的线和用于故障报告点（电路）或故障报告点（网络）的装备。当完全确定各项要求时，将分配代码给这些线。

1.4 回声抑制器测试线

回声抑制器测试线是一条可拨号的 4 线测试线，用来将回声抑制器测试系统的（ESTS）（见建议 O. 25）响应器终接到国际交换中心。这种测试线将可使在远端交换中心的维护人员使用 ESTS 指挥设备在两个交换中心之间的电路上进行单人半自动回声抑制器测试。

^① 有关选择测试参考频率的进一步资料参见建议 O. 6。

1.5 环回测试线

1.5.1 模拟环回测试线

环回测试线是一个可拨号的测试线，它最初回送一个标称 1020Hz, -10dBm0 的单音，历时 13 至 15 秒。在初始单音之后的 13 至 15 秒，该测试线应对“返回”方向呈现一个平衡的 600Ω 终端。在最初的两个间隔期间，也应在“去”方向终接一个 600Ω 平衡终端。

在第二个间隔之后，应将各 600Ω 终端断开。最后，应将“去”和“返回”方向在测试响应器中以合适的电平连接（环路），直至被主叫站释放。

这种测试装置的目的是在两个方向提供一种完成快速测试（电平和噪声）的单人人工方法。也可以用在主叫站的自动设备来进行占用和快速测试。

1.5.2 数字环回测试线

数字环回测试线提供一个可拨号的 4 线测试线能力，它可用于测量国际数字电路的差错性能和作为检验全数字、非 PCM 编码和混合模/数电路连续性的快速方法。它由在数字基础上接受和环回来自电路的信号的线路组成。测试信号可能是任何数字测试图形或模拟测试信号。

一旦测试者在远端接入测试线，测试者就可以发送所需的模拟测试信号和数字测试图形。由收到的模拟测试信号的功率（或连续性）或数字测试图形的差错性能（或连续性），测试者可以检查返回信号。

对这种测试线提出的拨号方案，使在远端交换中心设置了这种拨号接入装置时，能选择一条指定的线路。如果正常测试线的号码（接入代码）忙，要求呼叫给出忙指示。

1.6 回声抵消器测试线

回声抵消器测试线是一个可拨号的 4 线测试线，它用以终接回声抵消器的测试响应器。

这种测试装置将允许发端交换中心的维护人员对被测电路上的各回声抵消器进行测试。这种测试无论是在两只回声抵消器上进行或只是在被测电路响应器端的回声抵消器上进行，都要由所用指挥器的类型来决定。

1.7 ATME No. 2 测试线

ATME No. 2 测试线是可拨号的 4 线测试线，它用以终接 ATME No. 2 响应器（见建议 O. 22）。响应设备可用于两种方式：

- a) 信令系统功能的测试和传输测量装置 (a 型);
- b) 信令系统功能测试装置 (b 型)。

ATME No. 2 设备，包括去话端的指挥设备和来话端的响应设备，是用于终接于具有 4 线交换的交换局中的所有各种国际电路上进行自动传输测量和信令系统功能测试用。

1.8 忙闪信号测试线

忙闪信号测试线是一个可拨号的 4 线测试线，它可与 ATME No. 2 指挥设备（见建议 O. 22）一起用。该测试线，也指建议 O. 22 中的 c 型响应设备，在用于待测电路上的信令系统提供了一个忙闪信号时是需要的。在交换设备内或由分开的响应设备可以提供这种测试线的功能。

2 接入方法

2.1 通常，接入配置应符合建议 M. 565 [1]。

2.2 接入到来话国际交换局的测试线，将经过在 4 线基础上全部来话和双向电路上的正常交换局接线设备来取得。

2.3 对测试线的布线损耗附加装置，应符合建议 M. 565。

2.4 地址信息

2.4.1 地址信息序列

以下地址信息将用于接入到在来话国际交换局的维护接入线。

i) CCITT No. 4 信令系统

- a) 终端占用信号，
- b) 代码 13，
- c) 代码 12，
- d) 数字 0，
- e) 与要接入的指定国际测试线类型有关的两个数字（见下文 § 2.4.2），
- f) 代码 15。

ii) CCITT No. 5 信令系统

- a) KP1，
- b) 数字 7（非分配的语言位）
- c) 代码 12，
- d) 代码 0，
- e) 与要接入的指定国际测试线类型有关的两位数字（见下文 § 2.4.2），
- f) ST。

iii) CCITT No. 6 信令系统

用于接入测试装置的初始地址消息格式在建议 Q. 258 [2] 和 Q. 259 [3] 中给出。X 位的分配应如下：

- a) 1（对于信令测试和传输测量，ATME No. 2 响应设备 a 型），
- b) 2（仅对信令测试，ATME No. 2 响应设备 b 型），
- c) 3（静噪终端测试线），
- d) 4（回声抑制器测试线），
- e) 5（环回测试线），
- f) 6、7 和 8（传输接入测试线）。（见注），
- g) 9（回声抵消器测试线），
- h) 10（数字环回测试线）。

注 — X 位的分配由第 XI 研究组负责。在 6 号信令系统中，送到线路上的接入代码的各比特（比特图形）不必与维护人员所使用的实际接入代码数完全一样。由于 6 号信令系统将主要与 SPC 交换局一起使用，所以它可能将任何接入代码变换为合适的比特图形。

iv) CCITT No. 7 信令系统

接入到测试装置的初始地址消息格式在建议 Q. 722 [4] 中给出。与要接入的指定国际测试线有关的两位数字在 § 2.4.2 中给出。

v) CCITT R1 信令系统

- a) KP,
- b) 有关各主管部门之间商定的各位数字;
- c) ST。
- vi) CCITT R2 信令系统
 - a) 测试呼叫指示器,
 - b) 代码 I —13,
 - c) 与要接入的指定国际测试线类型有关的两位数字 (见下文 § 2.4.2),
 - d) 代码 I —15 (有要求时)

2.4.2 CCITT No. 4.5.7 和 R2 信令系统的各测试线代码

| | | |
|-------|---------------------------|-------|
| i) | ATME No. 2 响应设备 a 型 | 61 |
| ii) | ATME No. 2 响应设备 b 型 | 62 |
| iii) | 忙闪信号 | 63 |
| iv) | 静噪终端 | 64 |
| v) | 回声抑制器 | 65 |
| vi) | 模拟环回 | 66 |
| vii) | 数字环回 | 68 |
| viii) | 用于传输测试线的多址能力 | 21—29 |
| ix) | 回声抵消器测试线 | 67 |

3 测试线设备技术条件

下列技术条件适用于全部测试线类型 (除非另加说明), 并适用于建议 O.3 中规定的整个气候条件范围。

3.1 单音源特性 (静噪终端和环回测试线)

- a) 标称单音源频率应在 1004 至 1020Hz 之间。单音源频率包括其稳定度和老化应保持在 1002 至 1025Hz 之间。
- b) 输出纯度: 总输出对无用信号之比至少 50dB。
- c) 长期电平稳定度: $\pm 0.03\text{dB}$ 。

3.2 传输电平和定时间隔 (静噪终端和环回测试线)

- a) 传输的测试音电平应为 $-10\text{dBm}0 \pm 0.1\text{dB}$ 。
- b) 静噪终端测试线的单音时间间隔: $14\text{s} \pm 1.0\text{s}$ 。环回测试线的单音和静噪终端时间间隔: $14\text{s} \pm 1.0\text{s}$ 。

3.3 阻抗

- a) 600Ω , 平衡
- b) 在所有情况, 纵向转换损耗 (见图 1/O.9): 在 300 和 3400Hz 之间至少 46dB, 300Hz 以下要增加, 在 50Hz 处至少达到 60dB。

3.4 回损

在 1020Hz 处至少 46dB, 在 300 和 3400Hz 之间至少 30dB。

3.5 频率响应

- a) 300-3400Hz (静噪终端, 回声抑制器, 回声抵消器和环回测试线) ±1dB。
- b) 300-3400Hz (传输接入测试线) ±0.5dB。

3.6 环回测试线电平调整

环回测试线设备应在环回测量通道中提供适当的补偿(损耗或增益), 以调整其电平至所需标称值的±0.1dB 以内。所需的标称值应当采用建议 M.560 [5] 和环回测试线在该点使用的那个参考电平点来确定。

3.7 数字环回测试

数字环回测试线提供一个可拨号的 4 线测试线能力; 该类型测试线接受和环回从数字电路收到的 8 比特组。在环回时, 重新发送该 8 比特组, 所以保留了在 8 比特组内各比特的位置; 即重新发送的最高有效比特相当于所收到 8 比特组的最高有效比特, 等等。

可以将各种环回综合进数字交换机器的交换网络中, 或者可能在单独的方式中提供, 这些环回具有在交换机器上的外部 4 线 64kbit/s 外貌, 类似现有的测试线。

4 信令系统测试线的测试程序

4.1 电路占用

当去话电路被占用并在远端连接到各国际测试线之一时, 按照所使用 (§ 2.4) 信令系统的技术条件传送适当的地址信息。

4.2 测试线应答

当测试线设备接入时, 将发送应答信号(若用 No. 6 信令系统应答, 不计费)。如果该测试线已占用, 应当依据该电路和相关地址的正常信号将忙指示回送到发端。

4.3 未装测试线

当没有装置处理这种类型的测试呼叫的设备的交换中心收到测试线呼叫时, 被叫交换中心应当用所使用的信令系统所采用的标准“未分配号码”作出响应。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Access points for international telephone circuits*, Vol. IV, Rec. M.565.
- [2] CCITT Recommendation *Telephone signals*, Vol. VI, Rec. Q.258.
- [3] CCITT Recommendation *Signalling-system-control signals*, Vol. VI. Rec. Q.259.
- [4] CCITT Recommendation *General function of telephone messages and signals*, Vol. VI, Rec. Q.722.
- [5] CCITT Recommendation *International telephone circuits — principles, definitions and relative transmission levels*, Vol. IV, Rec. M.560.

第三章

自动和半自动 测量系统

建议 O. 22^①

CCITT 自动传输测量 和信令测试设备 ATME No. 2

(1972 年订于日内瓦；1980 年修改于日内瓦，1984 年修改于马拉加-托雷莫里诺斯，
1988 年修改于墨尔本)

1 概述

CCITT 自动传输测量和信令测试设备 (ATME No. 2) 是供各种终接于 4 线交换的交换局的国际电路上进行传输测量、回声抵消器测试和信令系统功能测试^②。

ATME No. 2 将包括两部分，即：

- 1) 在去话端的指挥设备，及
- 2) 在来话端的响应设备。

响应设备适用于下述形式：

- a) 信令系统功能测试和传输测量装置 (a 型)，
- b) 信令系统功能测试装置 (b 型)^③。

对于 a 型和 b 型中的信令系统功能测试装置，不可能去校验忙闪信号。为此目的，必须建立一个单独的使用合适测试代码的测试呼叫。所以要提供一些设备，通过来话国际交换局的设备，迫使被测电路上发送忙闪信号。这可以由检查交换局设备中的测试代码或提供单独的响应设备来进行。作为交换局或电路拥塞的模拟结果，应当发送忙闪信号。对于本规范，提供该忙测试装置的设备将称为 c 型响应设备。

a 型响应设备总是需要的。b 型是任选的；当除了使用 a 型外，要求为进行更经常的不占用传输测量设备的信令测试提供一种经济的方法。当在待测电路上所使用的信令系统提供忙闪线路信号的情况下，需要 e 型响应设备。

对于双向电路，为了进行信令系统的功能测试，两端都需要指挥设备和响应设备。对于在双向电路上的传输测量，去话端通常承担控制站的职责，而来话端承担副控制站的职责。但是，在相互协商后可以互换。

① 本建议的文本由第 IV 及第 XI 研究组负责制订。对本文本的任何修改必须经该两研究组同意。

② 功能测试的概念不包括边际测试。

③ CCITT 指示各主管部门注意提供足够信令系统功能测试装置 (b 型)，以便若干个信令系统的功能测试能同时进行，并有使信令系统比传输测试更加经常进行的好处。(采用 ATME No. 2 时，见建议 M. 605 [1]。)

为了可以只需要包含使用部门所要求的那些特性，设备应当是模块结构。现有的规范已经考虑到在使用 CCITT No. 3、4、5、6、7、R1 和 R2 信令系统的电路上工作。

测量结果应由指挥设备仅在去话端予以记录。然而，各主管部门或有关的运营机构可以作出安排将测量结果用互相认可的方法送到负责来话端的各主管部门和其它想要得到测量结果的点。如果有关的电路倍增系统(CMS)设计得在没有正常地传送信号期间，2800Hz 能用来保持有 CMS 插入的电路，则 ATME No. 2 能够用于这些电路。TASI 是 CMS 的一例，它允许 2800Hz 作为保持音。

2 测量和测试的种类

下述各种传输测量将在具有 a 型响应器的两个传输方向中进行：

- a) 在 1020Hz^④ 上的绝对功率电平测量；
- b) 在 400、1020 和 2800Hz 上的绝对功率电平测量（损耗/频率失真）；
- c) 噪声测量；
- d) 在保持音的各值上（即 -10 和 -25dBm0）信号对总失真比（包括量化失真）的测量；
- e) 一个装在电路上的回声抵消器测试系统 (ECTS) 程序，用来测试在被测电路上近端和远端的两个回声抵消器。ECTS 适合测试符合建议 G. 165 [2] 的回声抵消器；
- f) 在各数字交换局之间的全数字电路上由指挥器产生数字测试图形进行测量，用 a 型响应器环回。除了在建立测试呼叫过程中所需的正常信令测试功能外，也将进行诸如下列线路信号的测试：
 - 拆线，
 - 前向转移，
 - 忙闪（这需要一个单独的测试呼叫到单独的测试线，见建议 O. 11）。

除了在指挥器和响应器之间进行传输测量外，也应当可能从指挥器到建议 O. 11 中所描述的数字环回测试线进行测量。

设备应设计得日后能插入进一步的测量和测试。

3 进行传输测量和处理测量结果的设备

指挥设备和响应设备均应提供如下性能，用于进行绝对功率电平、数字测试图形测试、回声抵消器测试、信号对总失真比和噪声的测量。另外，指挥设备在需要时应具有接收由指挥和响应设备两者所进行的测量的结果，并如下面所讨论的对这些结果作必要的校准，并将这些结果变换到用以传送到输出装置的适当形式。该输出装置也认为是指挥设备的一部分。

3.1 绝对功率电平测量

3.1.1 发送端

将待测通道输入处的接入点连接到发送设备，它将如 §§ 6.3 和 9.1 所规定，送出一个适当频率和电平的单音。

3.1.2 测量端

将待测通道输出处的接入点连接到测量装置，其技术条件在 §§ 6.3 和 9.1 中给出。

测量装置应以 dB 表示的偏差形式给出结果，该偏差是指与接收端虚交换点上电路的标称绝对功率电平的偏差值。这是假定对于响应设备（见 § 3.6），在接收端虚交换点的相对电平是 -4dB。比标称值高的

④ 有关测试信号频率选择的进一步资料参见建议 O. 6

电平应指示为正“+”；而比标称值低的电平应指示为负“-”。对于总失真测量，其结果应给出以分贝表示的信号对总失真比。虚交换点和测量装置之间的转换接入通道的各传输参数应予以考虑（见建议 M. 560 [3]）。

如果设备能够检测测量期间出现的中断和不稳定状况（见 § 10.5），其结果应如表 3/O. 22 中所示方式表示。

3.2 噪声测量

注—当 ATME No. 2 是用数字信号处理技术来完成时，若使用 8kHz 抽样频率，噪声测量内在地受限于 4kHz。

3.2.1 发送端

在待测通道输入的接入点，将接上一个 600Ω 终端电阻或按照 §§ 6.4.19 或 6.4.20 和 9.3 连接一个 CMS 锁定音。

3.2.2 测量端

在待测通道输出接入点将接上噪声测量装置，其技术条件在后面 § 9.2 中给出。

噪声测量装置应当用相对零电平点噪声计加权的绝对功率电平 (dBm0p) 给出结果，对于响应设备，假定在接收端虚交换点的相对电平是 -4.0dB (见 § 3.6)。虚交换点和噪声测量装置之间的转换接入通道的传输参数应予以考虑（见建议 M. 560 [3]）。

3.3 信号对总失真比的测量

3.3.1 发送端

在待测通道输入接入点，将接上发送设备，它将送出如 § 9.1 中所规定的两个不同电平（-10 和 -25dBm0）的单音。

3.3.2 测量端

信号对总失真比测量将按两步进行。

第 1 步

在待测通道输出接入点，将接上装有 1000 至 1025Hz 信号抑制滤波器的噪声测量装置。噪声测量装置和信号抑制滤波器在 § 9.2 中规定。

第 2 步

在待测通道输出的接入点，将接上测量装置，其技术条件在 §§ 6.3 和 9.1 中给出。

测量装置应以分贝表示的信号对总失真比的形式提供结果。由于抑制滤波器引起的有效噪声带宽损失的带宽修正必须计入。

3.4 回声抵消器测试系统 (ECTS)

作为 ECTS 的一部分，指挥设备和响应设备应各自具备如下文所述进行绝对功率电平、回声性能比和

噪声测量的特性。此外，指挥设备应当具有接收由指挥和响应设备两者所进行的测量结果的能力，对这些结果进行如下文所讨论的必要的校准，并把这些结果变换成适当的形式。

3.4.1 绝对功率电平测量

3.4.1.1 发送端

在待测通道输入接入点，将接上发送设备，它将发送如§ 5.2 和 9.4 中规定的适当频率和电平的单音。

3.4.1.2 测量端

在待测通道输出接入点，将接上测量装置，其技术条件在§ 6.7 和 9.1 中给出。

测量装置应以 dB 表示的偏差形式给出结果，该偏差是指与接收端虚交换点上电路的标称绝对功率电平的偏差值。这是假定对于响应设备（见§ 3.6），在接收端虚交换点的相对电平是-4.0dB_r。比标称值高的电平应指示为正“+”；比标称值低的电平应指示为负“-”。虚交换点和测量装置之间的转换接入通道的各传输参数应予以考虑（见建议 M.560 [3]）。

如果设备能够检测测量期间出现的中断和不稳定状况（见§ 11.5），其结果应如§ 3.6 中所述的方式表示。

3.4.2 噪声测量

在回声性能测试步骤 1 中确定回声噪声的最低限度。

3.4.2.1 发送端

在待测通道输入接入点，将按照§ 6.7 和 9.4.3 连接一个 600Ω 终端电阻。

3.4.2.2 测量端

在待测通道输出接入点，将接上噪声测量装置，其技术条件在§ 9.5.1 中给出。

噪声测量装置应当给出噪声比结果，噪声比是指相对于-10(dBm0p)发送电平的噪声计加权相对功率电平，并假定对于响应设备，接收端虚交换点上该相对电平是-4.0dB_r（见§ 3.6）。

注 — 该噪声电平是相对于-10dBm0p 而不是 0dBm0p，以便用它在§ 3.4.3 中回声性能测试的步骤 2 和 3 中表示最小可测量的噪声比。虚交换点和噪声测量装置之间的转换接入通道的各传输参数应予以考虑（见建议 M.560 [3]）。

3.4.3 回声性能比测量

（回声性能测试的步骤 2 和 3）

3.4.3.1 发送端

在待测通道输入接入点，将接上发送设备，它将发送一个如§ 9.4.1e) 中规定的-10dBm0 的噪声测试信号。

3.4.3.2 测量端

在待测通道输出接入点将接上回声性能（噪声）测量装置，其技术条件在 § 9.5.1 中给出。

测量装置应给出用相对于在 § 3.4.3.1 中的 -10dBm0 噪声测试信号的噪声计加权相对功率电平比表示的结果，并假定对于响应设备，在接收端虚交换点上该相对电平是 -4.0dB (见 § 3.6)。虚交换点和噪声测量装置之间的转换接入通道的各传输参数应予以考虑（见建议 M.560 [3]）。

3.5 数字环回测试

3.5.1 数字环回测试线的数字测试图形测试

3.5.1.1 发送端

在待测通道输入接入点，将接上发送设备，它将供给一个如建议 O.152，§ 2 中规定的伪随机数字测试图形。

3.5.1.2 测量端

在待测通道输出接入点，将接上建议 O.152 中规定的接收设备。该测量设备应能测量如建议 G.821 [4] 中所规定的比特—差错比、块—差错比和差错的时间间隔。

3.5.2 数字环回测试线的传输测试

3.5.2.1 发送端

在待测通道输入接入点，将接上发送设备，它将发送一个如 §§ 6.3、9.1、9.2 和 9.3 中规定的适当频率和电平的若干单音。

3.5.2.2 测量端

在待测通道输出接入点，将接上一个提供进行绝对功率电平、噪声、和信号总失真比测量并分别如 §§ 3.1.2、3.2.2 和 3.3.2 中所规定的特性的测量设备。

应当注意，通过数字环回测试线进行的测量，其电路距离和时延特性是远端测量装置所经受的二倍。所以，必须将测量结果与反映双倍电路距离和量化失真单位 (QDU) 的修改了的电路维护限值作比较。

3.6 校准结果

可能用于国际转接连接的电路，工作在标称损耗 0.5dB 的情况，即在接收虚交换点上的相对电平是 -4.0dB。但是，不想用于国际转接连接的电路，可以工作于大于 0.5dB 的标称损耗的情况（见建议 G.131 [5]）。

由响应设备送往指挥端的绝对功率电平偏差和噪声的测量结果，将对所有电路假定一个为 -4.0dB 的虚交换点。因此，在虚交换点相当于 -5.0dBm 的测量值将总是以偏差 -1.0dB 传送到指挥设备对工作于标称损耗大于 0.5dB 的电路，即在虚交换点的实际相对电平比 -4.0dB 更低时，指挥设备应对从响应设备收到的绝对功率电平偏差和噪声的测量结果加以适当校正。由于信号对总失真性能和回声性能测量的结果是分别以 dB 来表示信号对总失真比或噪声信号对回声信号比，因而不受影响。

3.7 输出的记录与表示

输出应以适当的方法予以记录,该方法由相关的主管部门决定。对于在 1020Hz 上的绝对功率电平的测量结果,应当以带有适当代数符号的在虚交换点上与标称绝对功率电平的偏差来表示。在 400Hz 与 2800Hz 上的测量结果应当用与 1020Hz 上测得的绝对功率电平的偏差来表示。噪声测量结果应当用相对 0 电平的 dBm (dBm₀) 来表示。信号对总失真测量是用以 dB 为单位的信号对总失真比的形式来表示。回声性能测量是用以 dB 为单位的噪声信号对回声信号比的形式来表示。

表 1/O. 22 中给出一个用响应设备进行测量的例子。

表 1/O. 22
响应器进行测量的例子

| 测量项目 | 频率 (Hz) | 发送电平为 -10dBm ₀ 时在接收虚交换点上响应设备测得的绝对功率电平 (dBm) | 从响应设备传送到指挥设备的偏差 (假定虚交换点的相对电平为 -4dB _r) (dB) | 读数 | |
|----------------------------------|------------------|--|--|------------------------|----------------------------------|
| | | | | 对于标称损耗为 0.5dB 的电路 (dB) | 对于标称损耗不是 0.5dB 的电路,例如 1.5dB (dB) |
| 电 平 | 1020 | -13.7 | +0.3 | +0.3 | +1.3 |
| | 400 | -14.4 | -0.4 | -0.7 | -0.7 |
| | 2800 | -14.6 | -0.6 | -0.9 | -0.9 |
| | 响应设备在接收虚交换点上的测试值 | | 从响应设备传送到指挥设备的测试值 (假定虚交换点上的相对电平为 -4.0dB _r) | | |
| 噪声功率 (dBm ₀) | -50 | | -46 | -46 | -45 |
| 信号对总失真比 ^{a)} 或 噪声比 (dB) | 34 ^{a)} | | +34 | 34 | 34 |

a) 收到的总失真测试信号电平为 -13.7dBm 和总失真功率为 -48dBm。

在下述状况,将给出性质不同的指示:

- a) 绝对功率电平偏差超过指定的维护限值;
- b) 噪声功率值在指定的维护限值以外;
- c) 信号对总失真比在指定的维护限值以外;
- d) 绝对功率电平偏差太大,以致不能使用;
- e) 噪声功率值太大,以致电路不能使用;

- f) 信号对总失真比太低，以致电路不能使用；
- g) 对于在一端的任何时延值，回声性能比在指定的维护限值以外（当这种情况发生时，测试步骤 1 中所测量的噪声基底值也必须予以记录）；
- h) 数字差错性能值大于指定的维护限值；
- i) 不能完成测试呼叫；
- j) 不能达到信令测试要求。

在情况 i) 和 j) 中应当指出程序中发生失效的那一点。

还未规定输出应采取的形式，并且除了下列打印输出惯例（见表 3/O. 22 和 § 11.5）外，在这一点上，似乎国际上不必要一致：

测量的结果在上限范围以外 + + +
 (打印出三个代码 11 信号的解释)

测量的结果在下限范围以外 - - -
 (打印出三个代码 12 信号的解释)

在绝对功率电平的测量期间，测

量音中断 9XX 或 7XX^⑤

在绝对功率电平测量期间不稳定 8XX 或 6XX^⑤

应当注意，在测量功率电平期间，检测到中断和不稳定两者，则将只记录中断而不给出不稳定指示（见 § 11.5）。

若由输入程序指挥时，则应记录日期和时间（记至最近的分钟）。

应当考虑下述可能性，即应包含提供全部测量和信令测试结果的完整记录以及标识所有因电路被占用或因不能到达响应设备而不能测量或测试的电路的可能性。对后两种情况，应分别给出不同的指示。

此外，应有可能得到一个简短的记录，它省略了有关电路在维护限值以内和电路上没有指示不稳定和中断的资料。

3.8 重复测量和重复测试的安排

为了对初始测量或测试时被占用的电路和不能到达响应设备的电路提供输入数据记录，需要作一些安排。这种输入数据记录应能扩展到除了那些在维护限值以内的电路和没有指示不稳定和中断的电路以外的所有电路。输入数据记录应当是可能用于控制指挥设备的那种形式，以便允许对使用的主管部门所要求的任何组合中的这些电路进行复查。

4 接入方法

4.1 通常，接入安排将符合建议 M. 560 [3]。

4.2 去话国际交换局

在去话国际交换局待测电路的接入应符合建议 M. 565 [6]

4.3 来话国际交换局

在来话国际交换局，经过与正常交换设备一起的维护接入线接入到响应设备。用于接入到 a 型或者 b 型响应设备，或在来话交换局接入到数字环回测试线的地址信息，在建议 O. 11 的 § 2.4 中作了规定。

^⑤ XX 表示测量的结果。

5 操作原则

应当有可能在指挥设备的控制下，在同一条电路上完成 § 2 中提到的任何一种、二种或多种测量和测试。除了当执行忙闪测试或当执行到数字环回测试线的测试时，其它测量和测试不用释放该连接。

5.1 当指挥设备已向响应设备指明要进行测量的种类时，首先，由指挥设备进行测量，此时响应设备送出一个测量音或提供一个 600Ω 终端。然后指挥设备送出测量音或提供 600Ω 终端，而由响应设备进行测量。

5.2 已经接入到装有回声抑制器和/或回声抵消器的电路的指挥设备，必须能提供发送 § 9.3 中规定的回声抑制器/抵消器失效音的装置。指挥设备必须提供为只在装有回声抑制器和/或回声抵消器的路上传输这种信号音的装置。在不接入到这种电路的设备中可以省略这些特性，但是必须作好准备以便在需要时加上这些特性。

5.3 已经接入到含有 CMS 系统的路由上的电路或装有回声抑制器和/或回声抵消器的电路上的指挥和响应设备，必须具有发送如 § 9.3 中所规定的 CMS 锁定音的装置。只在这种路由或电路上，指挥设备中需要这些装置来发送该信号音。如果最初并未提供这些特性，必须作出安排，以便在需要时能加上这些特性。

5.4 指挥设备将一开始就送出回声抵消器测试系统 (ECTS) 信号，以使失效或锁定任何在待测电路上存在的回声抑制器或电路倍增设备。

其次，在两个传输方向将进行损耗测试，以保证电路损耗是在标称值之内。

然后，对电路远端的回声抵消器，相当于由其终端设备所提供的三种电路情况的每一种将进行一系列的回声性能（噪声比）测量：

- a) 传输双方向为静噪终端，
- b) 具有规定时延值的 $2dB$ 增益环路，测试回声抵消器的每一级（级联的时延段），和
- c) 具有规定时延值的 $10dB$ 损耗环路。

然后将过程反过来，以便用被测电路的一个接入口测试远端和近端回声抵消器。

6 信令系统测试和传输测量过程—指挥器和响应器

6.1 连接的建立和信令测试顺序

6.1.1 在去话电路被占用时，按照所使用信令系统的规范，发送适当的地址信息。

6.1.2 当达到接入响应设备时，将发送应答信号（应答，No. 6 信令系统不计费）。如果响应设备被占用，将按照正常电路的信令安排和有关接入安排向指挥设备回送一个忙指示。如果收到忙指示，由指挥设备予以记录，并释放电路（见 § 3.7）。

6.1.3 如果在传送地址信息后的 15 ± 5 秒内，指挥设备没有收到信号，则将记录一个故障并释放电路。

6.1.4 当已经收到应答信号的指示被送到指挥设备，且传输测量需要 a 型响应设备时，传输测量周期可以如 § 6.4 中所描述的进行。这些周期将随着指挥设备发送传输测量程序的终止信号（代码 15）及随后由响应设备按照正常响应顺序发送证实信号（代码 13）而终止。

6.1.5 当已经收到应答信号的指示被送往指挥设备而并不需要进行传输测量时，或者如果响应设备是 b 型，或者如果已经完成传输测量的周期且需要完整的信令功能测试时，指挥设备将发送前向转移信号，或

者如果未提供该信号，则发送代码 11 信号。

这里前向转移信号是信令系统的一部分，指挥设备应当使用它来启动完整的信令功能测试。^⑥

a) 具备前向转移信号

如果已经完成传输测量，指挥设备将在传输测量程序信号结束后 500±100ms 启动前向转移信号。如果尚未完成传输测量，或者如果使用 b 型设备，则指挥设备将在已经收到应答信号的指示被送往指挥设备^⑦后 500±100ms 启动前向转移信号的传输。这些顺序适用于装设或未装回声抑制器/抵消器的各电路。

b) 不具备前向转移信号

如果已经完成传输测量，将在传输测量程序信号结束后发送代码 11 信号。在装设回声抑制器/抵消器的电路上，指挥设备将在代码 15 和代码 11 信号之间发送 CMS 锁定音，以保证回声抑制器/抵消器保持失效。当指挥设备已识别对代码 15 信号的确认，将拆除代码 15 指令信号且在 60ms 内接上 CMS 锁定音。当指挥设备识别指令确认信号的终止时，将移去 CMS 锁定音而在 CMS 锁定音移去后 55±5ms，将接上代码 11 指令信号。如果没有进行传输测量或者使用了 b 型设备，则如 § 6.4.1 中所规定，将在传送代码 11 信号之前传回声抑制器/回声消除器失效音。在指挥设备识别了代码 11 信号的确认（回送代码 13）后，将断开代码 11 指令信号。

6.1.6 如果只是希望进行简化的信令功能测试，则在传输测量未完成而收到应答信号，或当传输测量已完成，接着传输测量程序终止信号之后收到确认信号（代码 13）时，指挥设备将启动拆线信号。

6.1.7 当已进行了完全的信令功能测试时，已收到前向转移信号的指示将使响应设备启动一个后向拆线信号。对于没有前向转移信号的系统（见 § 6.1.5），收到代码 11 信号，将在指令确认信号后 500±100ms 开始传输后向拆线信号。

在后向拆线信号已启动后^⑦500±100ms，响应设备将启动再应答信号。

注 — 在启动后向拆线信号和再应答信号之间的 500ms 间隔中，CMS 电路可能释放 CMS 通路。这种情况在信令测试顺序的其它部分中也可能遇到。

如果指挥设备在送出前向转移信号或代码 11 信号后的 5 至 10 秒内还未收到后向拆线信号，或者在收到后向拆线信号后 5 至 10 秒，还未收到再应答信号，将记录一个故障并释放电路。

在识别了再应答信号后，指挥设备将启动一个前向拆线信号。

6.1.8 当前向拆线信号已发送（按照 §§ 6.1.6 或 6.1.7），应当进行检查去话电路是否已经释放并可在今后使用。如果去话电路在指挥设备启动前向拆线信号的 5 至 10 秒内还未完全释放，将记录一个故障。应当注意，在某些设计的设备上不能测试电路的释放。

6.2 忙闪测试

忙闪信号可以用建立一个使用按建议 O.11 § 2.4 中规定的地址码的呼叫，迫使来话交换设备传送一个

⑥ 应当注意虽然前向转移信号可能是信令系统的一部分，但是在使用这种信令系统的一些国际交换局中，可能不提供前向转移信号。在这种情况下不可能进行完整的信令功能测试，除非双方商定采用代码 11 [见 § 6.15, b)]。

⑦ 在国际电路上，由 ATME No. 2 设备所启动的线路信号的传输是由交换局线路信令设备按照正常信令程序来完成的。因之，各种信号发送和接收的实际时间取决于所使用的信令系统和任何具体情况中的电路传播时间。

忙闪信号来测试。在收到忙闪信号后，电路将被释放。

如果忙闪信号在传送地址信息后 10 至 20 秒内还未收到，则将记录一个故障并释放电路。

注一 在 6 号和 7 号信令系统或 R1 和 R2 信令系统中，不需要进行这种测试。

6.3 在指挥设备和响应设备之间的传输测量程序和信息交换

各个测量周期规定为称作“第 1 层”和“第 2 层”两组。第 1 层中的一个代码被指定用来表示正在请求第 2 层中的测量周期。

6.3.1 第 1 层程序

每个第 1 层各个测量周期的信令顺序在 § 6.4 中规定，其频率和代码在表 2/O.22、3/O.22 和 4/O.22 中规定。涉及绝对功率电平测量的一个周期的信令顺序的例子示于图 1/O.22 中。为指挥设备和响应设备之间指令信号所采用的信令方式包括在互控程序中传送的多频 (MF) 信号；用多频脉冲型信号将结果从响应设备传送到指挥设备。

全部传输测量应当用一个 -10dBm0 的单音电平 (总失真测量也可以使用 -25dBm0 的电平) 来完成。某些较老的响应设备可能装设了用两个单音电平 (即 0dBm0 和 -10dBm0) 来测试的部件。在这些情况下，将送出一个信号去通知响应设备要使用的电平。(见表 2/O.22 和 § 9.1) 应当注意，测量设备的灵敏度必须安排得适合两种电平。

所选的信号发送器和信号接收器是为 CCITT No. 5 局间记发器信令系统所规定的那种，所使用的设备应当如建议 Q.153 [7] 和 Q.154 [8] 中所规定 (见关于信令接收器灵敏度的本建议附录 A)。

6.3.2 第 2 层程序

每个第 2 层各个测量周期的信令顺序在 § 6.6 中规定，而其频率和代码在表 4/O.22 和 5/O.22 中规定。多频脉冲型信号在第 2 层中用于指挥设备和响应设备之间的指令信号和用于从响应设备向指挥设备传送结果。在第 2 层程序已完成时，一个指令的多频脉冲型指令人对话到第 1 层。

6.4 传输测量周期的描述

6.4.1 在已经收到应答信号的指示被送到指挥设备时，指挥设备将在 2 秒 ± 250ms 内发送回声抑制器/抵消器失效音。

注 1 — 这一段时间考虑了连接到 CMS 所必须的时延，保证获得回声抑制器和回声抵消器失效所必须的时间，卫星电路上可能经历的长传播时间以及信令系统运行所需要的时延。对于不使用包含应答确认信号 (诸如 No. 3 和 No. 4 信令系统) 的线路信令系统的电路，发送一个至少有 800ms 的失效音将是足够的。但是，如果待测电路未装设回声抑制器/抵消器 (见 § 5)，§ 6.4.1 中的程序将予以省略。

注 2 — 回声抑制器/抵消器失效音和 CMS 锁定音的技术条件在 § 9.3 中给出。

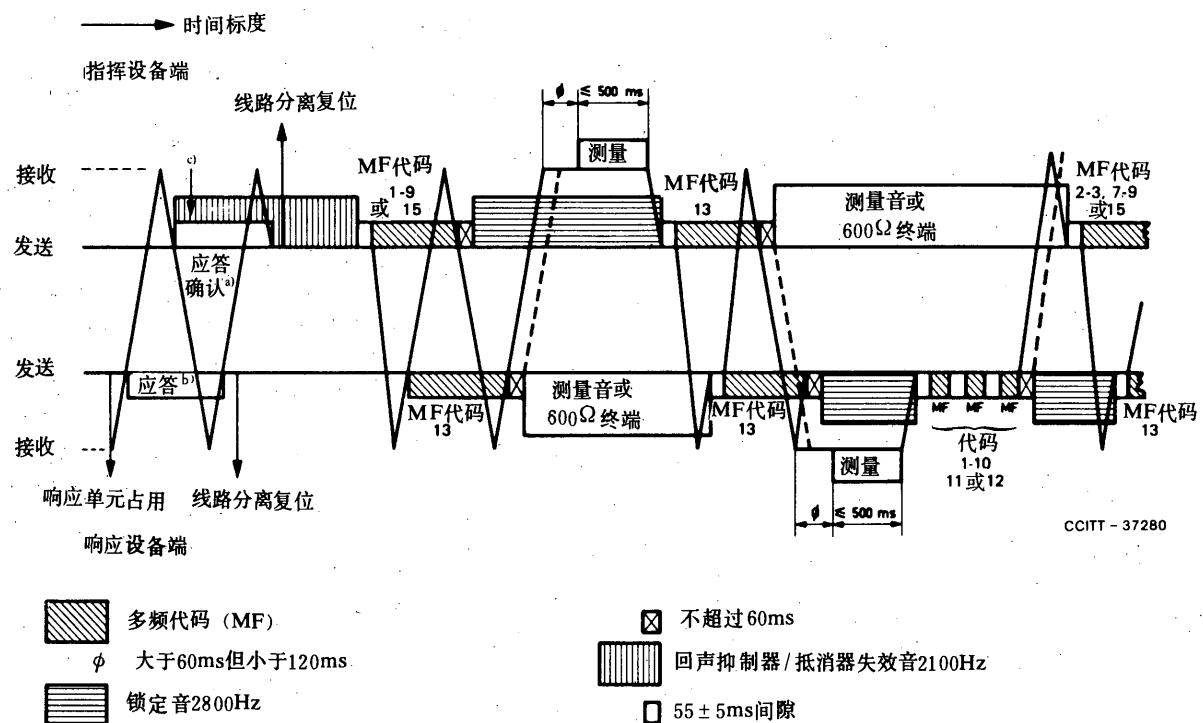
表 2/O. 22
指挥设备至响应设备的指令信号

| 代码号 | 说 明 |
|-----|---|
| 1 | 测量 1020Hz 的绝对功率电平 (发送电平 0dBm0) |
| 2 | 测量 400Hz 的绝对功率电平 |
| 3 | 测量 2800Hz 的绝对功率电平 } 用由 1020Hz 测量指令信号指示的发送电平 |
| 4 | 测量噪声计噪声功率 (不加 CMS 锁定音) ^{a)} |
| 5 | 测量噪声计噪声功率 (加上 CMS 锁定音) |
| 6 | 测量 1020Hz 的绝对功率电平, 并用 -10dBm0 的发送电平进行程序中随后的电平测量 |
| 7 | 用 -10dBm0 信号测量总失真 |
| 8 | 用 -25dBm0 信号测量总失真 |
| 9 | 移位到第 2 层 |
| 11 | 在不提供前向转移信号时, 用其替代 |
| 13 | 反方向测量 |
| 14 | (保留给国内使用) |
| 15 | 传输测量程序终止 |

a) 适用于不含有 CMS 系统和不装设回声抑制器和/或抵消器的电路。

表 3/O. 22
响应设备至指挥设备的信号

| 代码号 | 说 明 |
|----------|------------------------|
| 1-10 | 数字 1, …, 9, 0 (测量结果信息) |
| 11 | + (用作各种传输测量的前缀) |
| 12 | - (用作各种传输测量的前缀) |
| 9 | + (表示测量音中断的前缀) |
| 7 | - (表示测量音中断的前缀) |
| 8 | + (表示测量音不稳定的前缀) |
| 6 | - (表示测量音不稳定的前缀) |
| 13 | 指令确认 |
| 11 (3 次) | (在上端超出范围, 打印为 “+++)” |
| 12 (3 次) | (在下端超出范围, 打印为 “---”) |
| 15 | 错误多频信号的识别 |



- 响应设备端 a) CCITT No. 5 应答确认线路信号。
 b) CCITT No. 4 和 No. 5 应答线路信号。
 c) 在 CCITT No. 6 系统中，回声抑制器/抵消器失效音将在收到应答信号（经过公共信令通路）后开始发送。

图 1/O. 22
典型 ATME 信令

表 4/O. 22
频率分配和代码

| 代码号 | 频率 (复合) (Hz) |
|-----|--------------|
| 1 | 700+900 |
| 2 | 700+1100 |
| 3 | 900+1100 |
| 4 | 700+1300 |
| 5 | 900+1300 |
| 6 | 1100+1300 |
| 7 | 700+1500 |
| 8 | 900+1500 |
| 9 | 1100+1500 |
| 10 | 1300+1500 |
| 11 | 700+1700 |
| 12 | 900+1700 |
| 13 | 1100+1700 |
| 14 | 1300+1700 |
| 15 | 1500+1700 |

表 5/O.22
指挥设备至响应设备
的第 2 层指令信号

| 代码号 | 第 2 层说明 |
|-----|--------------|
| 1 | 回声抵消器测试系统—自动 |
| 2 | 保留 |
| 3 | 环路测试—数字 |
| 5 | 返回第 1 层 |

6.4.2 当移去回声抑制器/抵消器失效音时, 指挥设备将发送一个多频(MF)指令信号至响应设备。在失效音终止和指令信号发送之间的间隔将是 $55 \pm 5\text{ms}$ 。但是, 如果没有发送失效音(见 § 5), 则 MF 指令信号将在已经收到应答信号指示后 60ms 内送出。

6.4.3 在响应设备收到指令信号时, 将发送一个 MF 指令确认信号。

6.4.4 在指挥设备识别指令确认信号后, 指令信号将被断开, 而如果要发送 CMS 镇定音(见 § 5), 则它将在 60ms 内接入。

6.4.5 在响应设备识别指令信号的终止后, 指令信号被断开并在 60ms 内接入测量音。

6.4.6 指挥设备检测指令确认信号的断开和接上测量设备所需的时间将不小于 60ms , 也不大于 120ms 。但是应当尽可能接近 60ms , 以降低在噪声测量期间 CMS 开关的概率。

6.4.7 电平测量应当在测量设备接上后 500ms 内完成。当测量完成后, 测量设备将被断开, 如果存在 § 6.4.4 提到的 CMS 锁定音, 也将予以断开。

6.4.8 接着 § 6.4.7 中提到的 CMS 锁定音的断开, 一个 MF 指令信号将被接入, 该锁定音和指令信号间的间隔将是 $55 \pm 5\text{ms}$ 。但是, 如果没有发送 CMS 锁定音, 将在测量设备已被断开后 $55 \pm 5\text{ms}$ 接入指令信号。

6.4.9 在响应设备识别了 MF 指令信号时, 将移去测量音并发送多频指令确认信号。测量音终止和 MF 指令确认信号开始之间的间隔是 $55 \pm 5\text{ms}$ 。

6.4.10 指挥设备识别指令确认信号将使指令信号断开并在指令信号终止后的 60ms 内接入测量音。

6.4.11 当响应设备检测到 MF 指令信号的停止, 指令确认信号将被断开而 CMS 锁定音(如在响应设备中提供)将在指令确认信号终止后 60ms 内被接入。

6.4.12 响应设备检测指令信号的终止和连接测量设备所需的时间将不小于 60ms , 也不多于 120ms 。但是, 应当尽可能接近 60ms , 以降低噪声测量期间 CMS 开关的概率。

6.4.13 测量应当在接上测量设备后 500ms 内完成。在完成测量后, 将断开测量设备。

6.4.14 在响应设备准备传送测量结果信息到指挥设备时, 在 § 6.4.11 中提到的 CMS 锁定音(如果已经发

送)将断开。用于传送结果的第一个 MF 脉冲将在 CMS 锁定音断开起 55±5ms 间隔之后发出。如果没有发送锁定音，则第一个 MF 脉冲将在测量设备断开后 60ms 内送出。

6.4.15 测量结果信息将用三个 MF 脉冲来发送。形式是前缀后跟随代码 1 至 10 中适当的（见表 4/O.22）两位数字。后两位数字按重要性顺序发送（最重要的数字首先）。脉冲长度是 55±5ms，各脉冲间的间隔是 55±5ms。数字零由代码 10 表示。

6.4.16 如果将 CMS 锁定音提供给响应设备，在已经送出第三个 MF 脉冲后 60ms 内将加上该锁定音。

6.4.17 当指挥设备识别了第三个 MF 脉冲时，将断开测量音。在测量音断开起 55±5ms 间隔后，指挥设备将发送 MF 指令信号。如果响应设备已经送出 § 6.4.16 中提到的 CMS 锁定音，则在响应设备识别由指挥设备送出的 MF 指令信号时断开锁定音。响应设备必须在 CMS 锁定音停止后 55±5ms 发送指令确认信号。如果指挥设备发送的 MF 指令信号是新测量周期的开始，则新的测试顺序将从 § 6.4.4 中描述的该点继续进行，并将包含 § 6.4.4 至 6.4.17 中顺序的重复。

6.4.18 如果上述的测试顺序完成了传输测量程序，则 § 6.4.17 中提到的 MF 指令信号将是程序信号的终止。

6.4.19 在所有噪声测量的情况下，在 § 6.4.5、6.4.9、6.4.10 和 6.4.17 中提到的测量音，必须用 600Ω 终端电阻来代替。

6.4.20 在包含 CMS 系统的路由上或在装设回声抑制器/抵消器的电路上进行噪声测量，为保证未测量的方向上有 CMS 锁定音，必须加上 § 6.4.4、6.4.11 和 6.4.16 中提到的 CMS 锁定音。

6.4.21 在噪声测量情况下，用 MF 指令信号通知响应设备有关 § 6.4.20 中提到的 CMS 锁定音的必要性，用以测量噪声计噪声功率（加上 CMS 锁定音）（见表 2/O.22）。

6.4.22 信号对总失真比测量将分两步进行：

- a) 采用与空闲噪声同样的方法检测总失真测量信号，只是用 1000—1025Hz 抑制滤波器来代替 2800Hz 阻塞滤波器；
- b) 采用 1004—1020Hz 测试信号，按照所要求的测试，在 -10dBm0 或 -25dBm0 电平上测量。

6.4.23 在进行总失真测量时，在 § 6.4.5、6.4.9、6.4.10 和 6.4.17 中提到的测量音必须以合适电平的总失真测试信号（-10 或 -25dBm0）来代替。

6.5 程序终止的步骤

在传输测量完成后，将按照 § 6.1.4 至 6.1.8 所适用的范围，继续其余的操作。

6.6 第 2 层传输测量周期的描述

在第 1 层进入第 2 层已经使用了互控 MF 代码和已经检测到 MF 指令确认（不等待其停止）后，采用一个 MF 脉冲型信号去选择测量周期（见表 5/O.22）。某些第 2 层测量周期包含足以引起 CMS 电路去转换该 CMS 通路的无信号间隔长度。

指挥设备可以用发送一个脉冲型 MF 代码 5 来退出第 2 层测量周期。如果有如 § 6.4.1 中所规定的要求，则指挥设备将发送回声抑制器/抵消器的失效音。这将保证回声抑制器和/或抵消器不干扰用于第 1 层中的各互控 MF 指令。

6.7 回声抵消器测试周期的描述

6.7.1 本节中对测试的描述是遵循图 2/O.22 和 3/O.22 中所示的测试顺序。在各 MF 脉冲串和其它各动作之间的间隙应是 80±5ms，除非另有规定。定时和其它差错情况包括在 § 6.8 中。

6.7.2 指挥器送出代码 9MF 指令来说明正在确定第 2 层周期。

6.7.3 在响应设备收到指令信号时，将发送一个 MF 指令确认信号。

6.7.4 在指挥设备识别了指令确认信号时，将断开指令信号并送出脉冲型 MF 指令（§ 6.7.6）。

6.7.5 在响应设备识别了指令信号停止时，断开指令确认信号。

6.7.6 指挥设备以传送一个 MF 起动脉冲串到响应器来开始测试顺序，该顺序规定一个 1020Hz 的测试音和自动测试定时（见 §§ 6.3 和 6.4 和表 5/O.22）。

6.7.7 随着初始的 MF 起动脉冲串，指挥器暂停 500ms 以保证回声抵消器被允许（工作）。然后，如需要，发送 800ms 时长的 2100Hz 单音，它将可能使在被测电路上的任何回声抑制器失效并对在电路上使用的任何电路倍增设备提供闭锁。

6.7.8 指挥器下一步发送 -10dBm0 的测试音（1020Hz）到响应器，同时等待响应器测量该测试音的接收电平并返回测量结果。

6.7.9 响应器检测测试音的出现，测量其电平，用脉冲型 MF 数字返回测量结果。然后向指挥器施加一 10dBm0 的测试音（1020Hz）。

6.7.10 在收到来自响应器的测量结果后，指挥器立即移去测试音和等待接收来自响应器的测试音，并用它来进行电平测量。

6.7.11 然后指挥器发送 MF 起动脉冲串去规定远端回声抵消器（在响应器端）或近端回声抵消器（在指挥器端）的测试顺序。下述步骤用以测试远端回声抵消器。

6.7.12 在发送规定远端回声抵消器测试的起动数字之后，指挥器加上噪声测试信号并等待来自响应器的 MF 证实脉冲串。

6.7.13 在收到指示远端回声抵消器测试的起动脉冲串后，响应器立即移去已发送的测试音，返回一个 MF 证实脉冲串，并按第 1 步状况，在被测电路的发送和接收通道上提供一个静噪终端。

6.7.14 在收到第 1 步证实的 MF 脉冲串后，指挥器继续加上噪声信号 500ms，使远端回声抵消器在收到噪声信号时将其内部寄存器置零，然后指挥器进行噪声比测量，这是远到近电路噪声的指示。（本测量仅是被测电路噪声性能的指示，但是目的是保证过分的电路噪声不会影响回声抵消器的测试。）接着指挥器发送一个 MF 起动脉冲串去推进响应器到第 2 步状况，并使用二个 MF 起动脉冲串来指示在 2dB 增益环路中提供的时延值。环路中时延的要求值，应当从 0 至 75ms，每步 1ms 连续可变。在完成起动后，指挥器再继续向响应器发送噪声信号。

6.7.15 在收到来自指挥器的第 2 步起动信号时，响应器立即移去第一步终端，提供一个具有规定时延的 2dB 增益环路，并回送第 2 步起动证实 MF 脉冲串。

6.7.16 指挥器收到第 2 步证实 MF 脉冲串后，继续送出 500ms 的噪声信号，使远端回声抵消器调整到两个讲话者状态，然后进行该被环回信号的噪声比测量。指挥器接着发送 MF 起动脉冲串把响应器推进到第 3 步状况，即一个具有同样时延的 10dB 损耗环路，并将噪声信号加到响应器。

6.7.17 在收到来自指挥器的第 3 步起动 MF 脉冲串时，响应器应用第 3 步状况，并回送一个证实 MF 脉冲串。

6.7.18 指挥器收到第 3 步证实 MF 脉冲串，继续送出 500ms 的噪声信号，使远端回声抵消器努力抵消环回的噪声，然后进行回送信号的噪声比测量。

6.7.19 如果远端抵消器有待测的附加时延级，指挥器对测试的每级可以用适当的时延值来重复第 2 步和第 3 步的顺序。

6.7.20 如果没有要测试的附加远端回声抵消器时延级和没有待测试的近端回声抵消器，并且如果没有已完成的测试要重复，也没有要求远端回声抵消器失效器的测试，则指挥器发送一个 MF 起动脉冲串通知响应器返回到第 1 层。

- a) 如果没有待测的近端回声抵消器和远端回声抵消器的失效器功能等待测试则该测试在这时完成。
(注意，如果也有一个近端回声抵消器，在近端回声抵消器已经测试后，进行远端回声抵消器失效器功能的测试。)
- b) 为了测试远端回声抵消器失效器的操作，假定先前描述的顺序已被应用于远端抵消器，其输出口在等待附加指令时，仍被响应器施加 10dB 损耗环路。
- c) 指挥器移去用于 10dB 损耗环路测量的噪声信号，并发送一个由相位周期地反转 180° 的 2100Hz 脉冲串组成的回声抵消器失效信号（见 § 9.4.1c）。在收到该信号时，回声抵消器中的失效器应当工作，因此使抵消器作用失效。
- d) 指挥器移去失效信号，发送一个 MF 起动脉冲串，并加上噪声信号，此时远端抵消器应当不动作。在收到 MF 脉冲串时，响应器延时后移去 10dB 损耗环路，回送一个 MF 证实脉冲串，并无延时地加上 10dB 损耗环路。在收到来自响应器的 MF 证实短脉冲时，指挥器继续送出 500ms 时长的噪声信号，然后进行返回信号的噪声比测量（这应当不同于前面 10dB 损耗环路测量，因为抵消器已失效）。
- e) 然后指挥器移去噪声信号，并发送一个 MF 起动脉冲串通知响应器返回第 1 层。

6.7.21 如果有一个待测的近端回声抵消器，指挥器发送一个 MF 起动脉冲串，它通知响应器承担控制功能和指出近端抵消器中待测各级的数目。然后指挥器向响应器施加测试音（见图 3/O.22）。

6.7.22 在收到承担测试控制的指令后，响应器立即发送第一步起动 MF 脉冲串到指挥器。然后响应器加上一个噪声信号并等待来自指挥器的第 1 步证实 MF 脉冲串。除了响应器在发送 MF 起动脉冲串请求下一步条件之后，立即用 MF 脉冲串返回前一步测量的各结果外，这 3 步顺序进行如同远端抵消器一样。

6.7.23 在完成了近端抵消器的测试时，响应器发送一个 MF 脉冲串来指示将控制归还给指挥器，并加上测试音。

- a) 如果已请求的只是近端抵消器失效器功能的测试，则指挥器发送一个 MF 起动脉冲，通知响应器去完成一系列操作，此时指挥器加上一个静噪终端。
- b) 在收到失效器测试 MF 起动脉冲串后，响应器立即移去测试音并施加 800ms 长的回声抵消器失效

信号（见 § 9.4.1c）。然后，响应器发送一个 MF 起动脉冲串并施加噪声测试信号。在收到 MF 起动脉冲串后，指挥器立即回送一个 MF 证实脉冲串并无时延地加上一个 10dB 损耗环路。在收到 MF 证实脉冲串后，响应器继续加上 500ms 时长的噪声信号，在这段时间内，失效的近端抵消器应当不动作。随后响应器进行回送信号的噪声比测量。响应器用 MF 脉冲串在 MF 脉冲串指示返回控制权给指挥器之后回送结果，并等待下一个指令。在收到这些 MF 脉冲串之后，指挥立即移去 10dB 损耗环路，并暂停 500ms，使抵消器成为有效状态。

- c) 如果要求测试近端和远端失效器，在 b) 中描述的顺序在已经由响应器返回的 10dB 噪声比值（在近端抵消器失效下测量）点开始。由于远端失效器也将被测试，响应器返回测试音（无暂停）并等待。指挥器进一步的指令。
- d) 在收到近端失效器测试结果后，指挥器立即移去 10dB 损耗环路（无时延）测试状态，发送 MF 脉冲串请求该 10dB 环路并加上噪声信号。
- e) 在收到指令后，响应器移去测试音，提供一个 10dB 损耗环路（无时延），并返回证实 MF 脉冲串。
- f) 在收到该证实 MF 脉冲串后，指挥器继续送出 500ms 的噪声信号，在这段时间，已失效的远端抵消器现在应当不动作。然后指挥器进行回送信号的噪声比测量（它应指示无抵消）。
- g) 进行测量以后，指挥器暂停 500ms 使抵消器变得有效。

6.7.24 指挥器发送一个 MF 起动脉冲串通知响应器返回到第 1 层。注意，在这时，在 500ms 暂停期间，任何在电路上的 CMS 可能被释放（见图 2/O.22 和 3/O.22）。

6.8 回声抵消器测试定时和差错的考虑

6.8.1 自动测试—指挥器功能

6.8.1.1 如果在提醒后 5 秒内没有收到来自响应器的响应，则发送一个返回到第 1 层的 MF 指令到响应器，并报告超时。

6.8.1.2 如果收到的脉冲串是顺序以外的、未规定的或者错误的（例如收到多于两个 MF 频率）则记录一个 MF 数字差错状态，保持在测试顺序中的现有位置，并重新起动暂停的计时器。如果在下一次超时前没有收到正确的 MF，则报告“MF 差错”并返回到第 1 层。如果收到正确的 MF，则继续正常顺序。

6.8.1.3 如果收到来自响应器的 MF 差错报告指出它已经发觉收到一个未规定的、顺序以外的、或者错误的 MF 数字，则报告该处置，发送一个返回信号到第一层的 MF 到响应器，并返回到第一层。

6.8.2 自动测试—响应器功能

如果 MF 脉冲串是顺序以外的、未规定的或错误的，则发送一个“错误 MF”报告的 MF（代码 13）到指挥器，并保持在测试顺序中现有的位置。

6.9 响应器数字环回测试

6.9.1 指挥器发送代码 9MF 指令指示正在规定第 2 层周期。

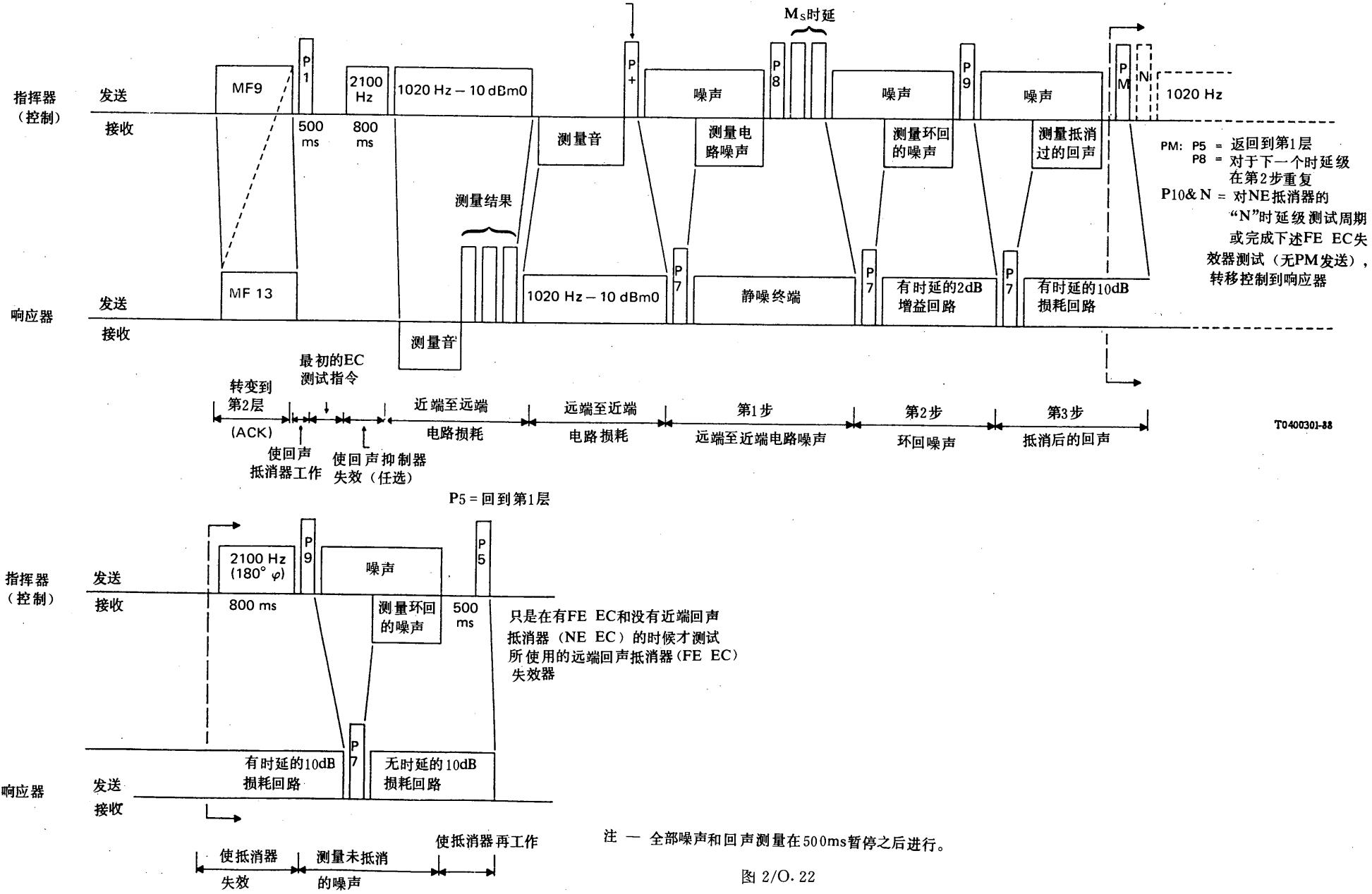
6.9.2 当响应设备收到指令信号，将传送一个 MF 指令确认信号。

6.9.3 当指挥设备识别该指令确认信号时，将断开指令信号并送出脉冲型代码 3MF 指令。

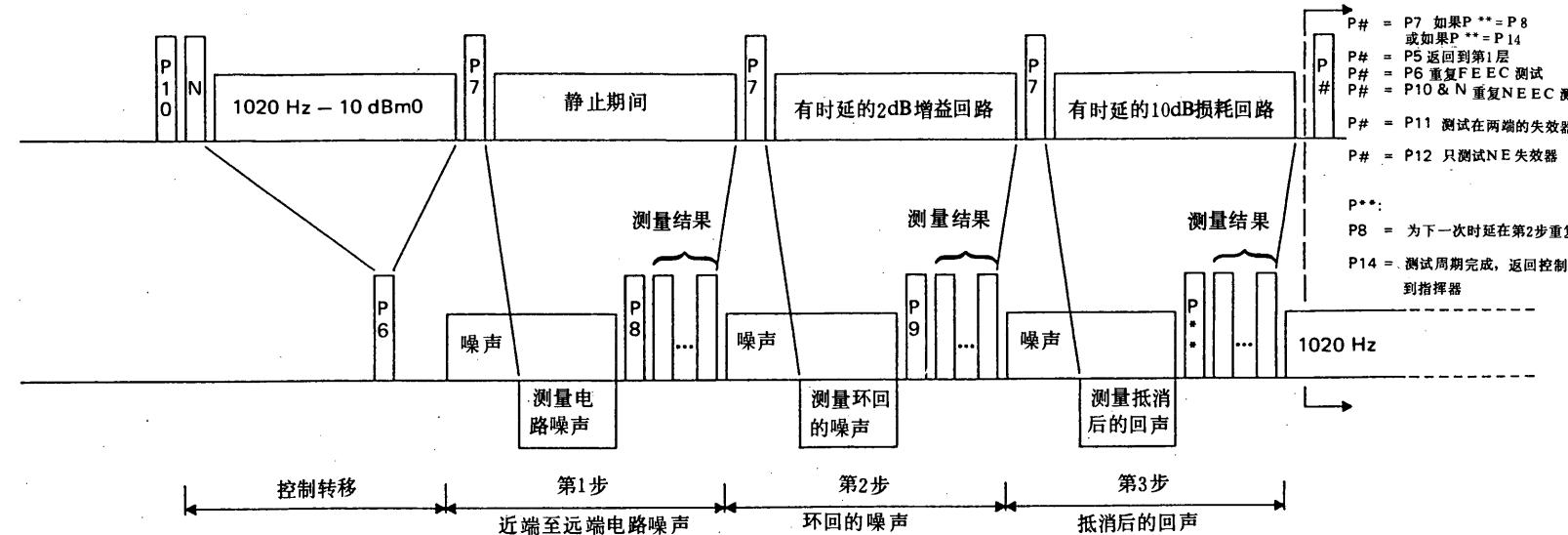
6.9.4 当响应设备识别该指令信号的停止时，断开指令确认信号，并为应答代码 3 应用数字环回。

6.9.5 指挥设备用发送数字测试图形和分析环回的返回信号来开始测试程序。

P+ = 用于远端EC测试的P6
 P+ = 用于图3/O.22中所示传递到近端EC测试的P10& N



指挥器

发送
接收响应器
(控制)发送
接收

指挥器

发送
接收响应器
(控制)发送
接收使抵消器
失效

测量未抵消噪声, 近端EC

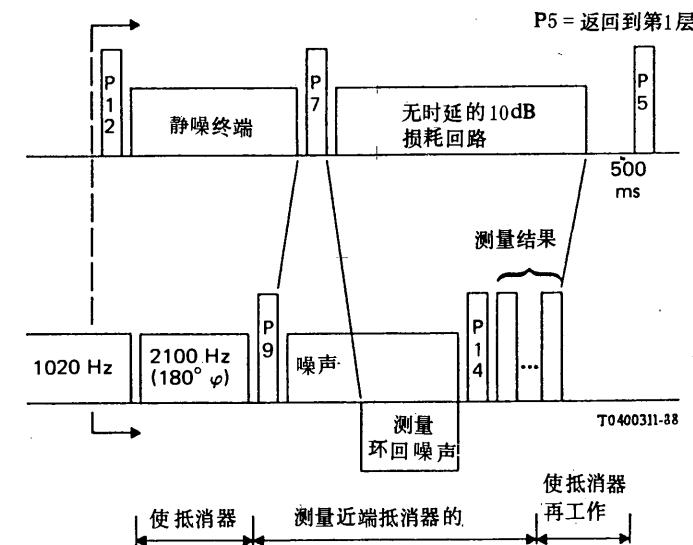
使抵消器
再工作
远端EC使抵消器
失效
测量近端抵消器的
未抵消噪声

测试在两端的抵消器失效器 或 只测试近端抵消器

图 3/O.22

回声抵消器测试顺序—近端抵消器

注 — 全部回声和噪声测量在500ms暂停之后进行。



6.9.6 测试结束，指挥器移去测试图形并发送代码 5 的脉冲型多频指令通知响应器返回到第 1 层。如果响应器在应用数字环回的 30 秒内未收到代码 5，则响应器将移去数字环回并返回到第 1 层。但是，指挥器可以在当时的 30 秒间隔期满之前以发送一个脉冲型多频代码 3 指令来代替代码 5 开始一个新的 30 秒测试间隔。

6.10 系统监控

6.10.1 每个 MF 信号必须包括两个（也仅是两个）频率。如果指挥设备收到一个或多于两个频率，则记录为有错误的测量并释放该连接。如果响应设备收到一个或多于两个频率，将安排响应设备回送代码 15 来代替指令确认信号代码 13。指挥设备将识别该信号，作为故障记录该测量并释放该连接。

6.10.2 在传输测量结果时，代码信号必须包含三（也仅是三）位。如果不是这样，记录为有错误的测量并释放该连接。

6.10.3 指挥设备上必须提供监测程序的全部持续时间的装置。除了在本技术要求中的其它部分给出的超时要求外，如果任何时候程序不能进行达 20 至 40 秒，则记录为有错误的测试并释放该连接。将向维护人员给出告警。

7 对数字环回测试线测试的描述

7.1 指挥设备应能进行建议 O.11 中规定的数字环回测试线规定的下列测试。要进行的测试的类型将取决于被测电路的类型。对于全部测试，假定在开始测试前已采用适当的失效音和/或 CMS 锁定音（见 § 6.4）使任何回声抑制器或抵消器失效。

7.2 在全部电路类型上的模拟测试

在模拟、组合数字/模拟和全数字电路上能进行下列测试。

- a) 1020Hz 的环接收功率
- b) 有和没有 CMS 锁定音情况的环接收噪声
- c) 用 1020Hz 测试信号，按所要求的测试在 -10 或 -25dBm0 的环信号对总失真比

注 — 环回 400 和 2800Hz 测量尚未规定。

7.3 在全数字电路上的数字测试

指挥设备应能对数字交换局间的全部数字电路完成根据建议 O.152 对数字环回测试线的比特完整性测试。移去回声抵消器/抑制器失效音和/或去除 CMS 锁定音与应用测试音或数字测试图形之间的间隔应是 $55 \pm 5\text{ms}$ 。结果应当能用估计的百分率无差错秒和估计的比特差错比来表示。作为输入参数，应当用秒（自 10 至 600 秒）来规定测试间隔长度。

8 编制程序

将由使用的主管部门或运行机构选定的人工或自动方法对指挥设备编程。要提供给指挥设备的资料将包含下述：

- 1) 待测电路的标志；
- 2) 电路的种类（CMS，装设回声抑制器/抵消器，等）和信令系统的种类；

- 3) 回声抵消器在电路上的位置：近端、远端或两端；
- 4) 用以识别在来话国际交换局特定类型的响应设备的足够的地址；
- 5) 待进行的测量，标称值，分配的维护限值，是否将完成抵消器失效器各项测试；
- 6) 各项结果是否由输出设备记录；
- 7) 是否应当由输出设备记录测试的日期和时间；
- 8) 是否应当如 § 3.7 中所叙述有一个简短的记录。

9 传输测量仪器的规范及失效音和锁定音的规范

设备应在建议 O.3 中所示的气候条件下运行。

9.1 绝对功率电平测量装置

9.1.1 发送设备

电平测量：

频率：400±5Hz, 1020+2, -7Hz 和 2800±14Hz

发送的绝对功率电平：0dBm0±0.1dB (或-10dBm0±0.1dB, 见 § 6.3)

输出纯度：总输出对无用信号之比至少 36dB。

总失真测试信号：

频率：总失真测试信号的标称频率应是 1020Hz^⑧。测试信号的频率稳定度应是±2Hz。

发送的绝对功率电平：-10dBm0±0.1dB 和 -25dBm0±0.1dB。

输出纯度：总输出对无用信号之比至少 36dB。

阻抗：600Ω 平衡-不接地。

纵向转换损耗（见图 1/O.9）：在 300 和 3400Hz 之间至少 46dB。

回波损耗^⑨：在 1020Hz 大于 46dB, 200 及 4000Hz 之间大于 30dB。

9.1.2 接收设备

频率范围：390—2820Hz

阻抗：600Ω 平衡-不接地。

对地平衡度：在 300Hz 至 3400Hz 间至少 46dB，低于 300Hz 应这样增加，使在 50Hz 处达到至少 60dB^{⑩,⑪}。

回波损耗^⑫：在 1020Hz 大于 46dB，在 200 至 4000Hz 之间大于 30dB。

测量范围：相对于-4.0dB_r 接收虚交换点的标称绝对功率电平，从 -9.9dB 至 +5.1dB。应当记住，在接收虚交换点该绝对功率电平的标称值将取决于在发送端的绝对功率电平，它可能是 0dBm0, -10dBm0 或者 -25dBm0 (见 § 6.3)。

精确度（绝对值）：在 1020Hz, ±0.2dB；在 400 和 2800Hz, 以 1020Hz 的值为准, ±0.2dB。

分辨率（最小测量步位）：0.1dB。

^⑧ 只需要一个在 1020+2, -7 范围内的单音，它可用于 1020Hz 电平和总失真测量。

^⑨ 在普遍采用一个用于测量对地平衡度的方法以前，要使用的方法留待设备的设计者和相关主管部门之间的协议来决定。

^⑩ 任何用来满足交换局指令要求的接口设备或者为了用 ATME No. 2 的控制功能，为确定对地平衡必须认为是 ATME No. 2 的一部分。

^⑪ 老设备的回波损耗要求，在每个上述发送设备频率上应当大于 30dB。

9.2 噪声和总失真测量装置

加权：具有如建议 O. 41 中规定的要求。

2800Hz 抑制：当在包含 CMS 系统或在装有回声抑制器和/或回声抵消器的电路上进行噪声测量时，在进行噪声测量前，必须插入一个 2800Hz 的阻塞滤波器。该滤波器的要求在图 4/O. 22 中给出。当用噪声计加权测量白噪声时，在噪声测量电路中插入该滤波器，与没有滤波器的读数之差不应大于 1dB。

1000—1025Hz 抑制：在作总失真测量时，在进行测量之前，必须插入 1000 至 1025Hz 的测试信号抑制滤波器^⑫该滤波器的要求在图 5/O. 22 中给出。对于由抑制滤波器造成的效果带宽损失的带宽校正必须加入到 ATME No. 2 系统。

检测空闲噪声的方法：检测的方法应当是这样，在没有上述的 2800Hz 阻塞滤波器的情况下，若在输入施加白高斯噪声或在 390 和 2820Hz 之间任一频率的正弦波，历时 375±25ms，在这两种情况下，其输出指示将是相同的，并在±1dB 以内。这和同样的白高斯噪声或正弦波施加在 CCITT 噪声计输入历时 5 秒所给出的输出指示相同。

检测信号对总失真比的方法：检测总失真信号的方法，除了用 1000 至 1025Hz 抑制滤波器代替 2800Hz 阻塞滤波器外，和上述给出的检测空闲噪声的方法相同。此外，必须测量所接收的 1004—1020Hz 测试信号的电平并与总失真信号比较，以确定用 dB 表示的信号对总失真比。

测量间隔：375±25ms。

阻抗：平衡 600Ω。

输入纵向干扰损耗（见图 5/O. 9）：在 300 和 3400Hz 间至少 46dB，低于 300Hz 应这样增加，使在 50Hz 处，至少达到 60dB^{⑬,⑭}。

回波损耗^⑮：在 1020Hz 大于 46dB，而在 200 和 400Hz 之间大于 30dB。

测量范围：-30 至 -60dBm0p。

精确度：在校正频率上，-30 至 -55dBm0p 为±1dB。在 -55dBm0p 和 -65dBm0p 之间允许精确度±2dB，但仍然希望±1dB。

分辨率（最小测量步位）：1dB

9.3 失效音和锁定音

— 回声抑制器/抵消器失效音：(CMS 锁定或 CMS 锁定音)

频率：2100Hz±8Hz。

电平：-12dBm0±1dB。

2100Hz 单音应每 450±25ms 以 180±5 度相移周期性地中断。该中断间隔可与单音接入间隔的起始不同步。

— CMS 保持音：

频率：2800Hz±14Hz。

电平：-10dBm0±1dB。

— 对于双音：

阻抗：600Ω 平衡—不接地。

输入纵向干扰损耗（见图 5/O. 9）：在 300 和 3400Hz 间至少 46dB^{⑯,⑰}。

回波损耗：在 1020Hz 大于 46dB，在 4000Hz 大于 30dB。

⑫ 这是和建议 O. 132 中所规定的同一个抑制滤波器特性。

⑬ 在普遍采用一个测量对地平衡的方法之前，要使用的方法是由设备设计者和有关主管部门之间商定。

⑭ 任何用来满足交换局信令要求的接口设备，或者为了用 ATME No. 2 的控制功能，为了确定对地平衡，必须认为是 ATME No. 2 的一部分。

⑮ 老设备的回波损耗要求，在每个上述发送设备的各频率上，应当符合大于 30dB。

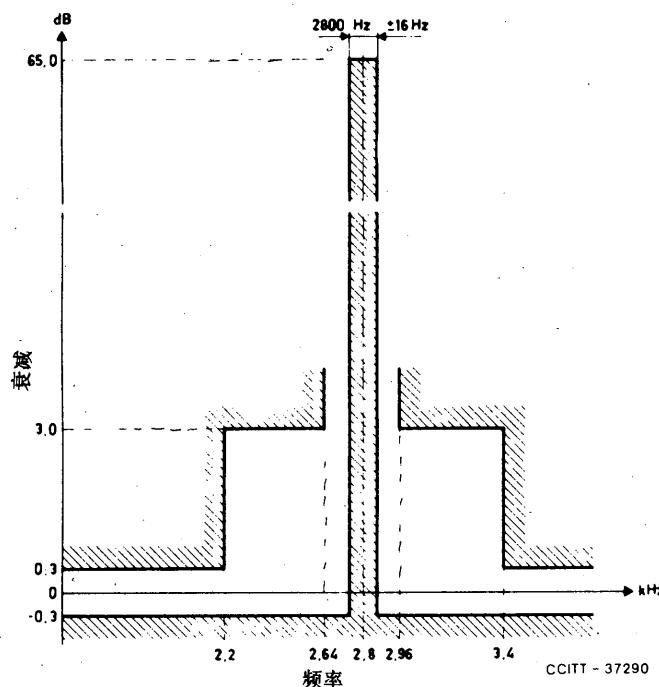
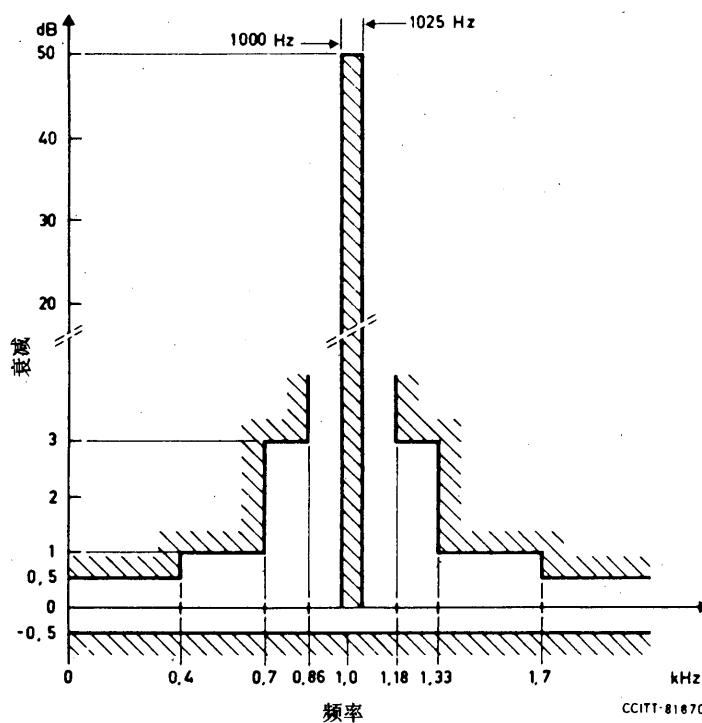


图 4/O. 22
2800Hz 锁定音阻塞滤波器的性能要求

有 2800Hz 阻塞滤波器插入的损耗/频率特性与没有滤波器的损耗/频率特性之间的差别应符合下述限值：

| | |
|---------------------|--------------------------------|
| 30Hz 至 2. 2kHz 和 | } 差别不大于 ± 0.3 dB。 |
| 3. 4 至 20kHz | |
| 2. 2 至 2. 64kHz | } 差别不大于 ± 3 dB 或 -0.3 dB |
| 2. 96 至 3. 4kHz | |
| 2. 8kHz ± 16 Hz | 差别大于 65dB |

(有滤波器插入的特性相对没有滤波器的特性不应进入画阴影线的区域。)



有 1000 至 1025Hz 抑制滤波器插入的损耗/频率特性与没有滤波器的损耗/频率特性之间的差别应当符合下述限值：

| | |
|-------------------|--------------------------------|
| 30Hz 至 0. 4kHz 和 | } 差别不大于 ± 0.5 dB |
| 1. 7 至 20kHz | |
| 0. 4 至 0. 7kHz 和 | } 差别不大于 ± 1 dB 或 -0.5 dB |
| 1. 33 至 1. 7kHz | |
| 0. 7 至 0. 86kHz 和 | } 差别不大于 ± 3 dB 或 -0.5 dB |
| 1. 33 至 1. 18kHz | |
| 1000 至 1025Hz | 差别大于 50dB (抑制频带) |

(有滤波器插入的特性相对没有滤波器的特性不应进入画阴影线的区域。)

图 5/O. 22
1000—1025Hz 抑制滤波器的性能要求

9.4 指挥设备和响应设备的 ECTS 发送装置

9.4.1 信号和单音频率

- a) 测试音: 1020 ± 2 , -7Hz
- b) 失效音: $2100 \pm 8\text{Hz}$ (各种回声抑制器和 CMS)
- c) 用于回声抵消器的失效音: $2100 \pm 8\text{Hz}$ 。 2100Hz 单音应每 $450 \pm 25\text{ms}$, 以 180 ± 5 度相移周期性地中断。该中断间隔可与单音接入间隔的起始不同步。
- d) CMS 保持音: $2800 \pm 14\text{Hz}$
- e) 噪声信号: 噪声测试信号可将一宽带准随机噪声源信号通过一个满足表 6/O. 22 中给出的要求的带通滤波网络来得到。

9.4.2 信号和单音电平

- a) 对损耗测量: $-10 \pm 0.1\text{dBm0}$
- b) 失效音: $-12 \pm 1\text{dBm0}$
- c) CMS 保持音: $-10 \pm 1\text{dBm0}$
- d) 噪声信号: $-10 \pm 5\text{dBm0}$

表 6/O. 22
滤 波 器 响 应

| 频 率 (Hz) | 损 耗 ^{a)} (dB) | 容 差 (dB) |
|-------------|---------------------------|-------------|
| ≤ 200 | ≥ 30 | — |
| 300 | 21.8 | ± 2.3 |
| 560 | 3 | ± 0.4 |
| 750 | 0.2 | ± 0.2 |
| 1000 | 0 | ± 0.1 |
| 1500 | 0.1 | ± 0.2 |
| 1965 | 3 | ± 0.4 |
| 2400 | 10.9 | ± 1.2 |
| 3000 | 22.9 | ± 3.0 |
| 4000 | 42.6 | ± 5.0 |
| ≥ 5000 | ≤ 45 | — |

a) 不包括任何平坦插入损耗。

9.4.3 阻抗

600Ω 平衡, 在 300 和 3400Hz 间, 有至少 46dB 的纵向转换损耗(见图 1/O. 9)^{⑩, ⑪}。回波损耗^⑫在 1020Hz 大于 46dB , 在 200 至 4000Hz 间大于 30dB 。

⑩ 在普遍采用一个测量对地平衡的方法之前, 要使用的方法是由设备设计者和有关主管部门之间商定。

⑪ 任何用于满足交换局信令要求的接口设备, 或者为了用 ATME No. 2 的控制功能, 为了确定对地平衡, 必须认为是 ATME No. 2 的一部分。

⑫ 对于老设备的回波损耗要求, 在每个上述发送设备的各频率上, 应当符合大于 30dB 。

9.4.4 单音输出纯度

优于 30dB。

9.4.5 环路特性

- a) 环路时延值, 0 至 $75\text{ms} \pm 0.2\text{ms}$
- b) 环路增益 $2.0\text{dB} \pm 0.1\text{dB}$
- c) 环路损耗 $10.0\text{dB} \pm 0.1\text{dB}$

9.5 指挥设备和响应设备的 ECTS 接收装置

9.5.1 测量范围

- a) 对损耗测量: 从 $0 \pm 0.1\text{dBm}$ 至 $-40 \pm 0.1\text{dBm}$ 。
- b) 对回声性能和噪声测量: 使用按照建议 O. 41, 表 1/O. 41 响应的检测器, 从 0 至 -65dBm (至 -55dBm , $\pm 1\text{dB}$; 至 -65dBm , $\pm 2\text{dB}$)。

9.5.2 测量间隔

$500 \pm 25\text{ms}$

9.5.3 阻抗

600Ω 平衡, 在 300 和 3400Hz 之间, 输入纵向干扰损耗^{⑩, ⑪} (见图 5/O. 9) 至少 46dB。回波损耗^⑫ 在 1020Hz 大于 46dB, 在 200 和 4000Hz 之间大于 30dB。

9.6 在指挥设备和响应设备之间交换的 ECTS 指令信号

在指挥设备和响应设备之间交换的测试顺序指令和响应将是脉冲型多频 (MF) 信号。信号发送器和信号接收器是为按照 CCITT 建议 Q. 153 [7] 和 Q. 154 [8] 的 CCITT No. 5 局间记发器信令系统所规定的那种。各代码的频率和意义在表 7/O. 22 中给出。

9.7 数字图形发生器和检测器

9.7.1 测试图形发生器

测试图形发生器应使用建议 O. 152, § 2 中规定的伪随机图形。

9.8 测试图形检测器

检测器是设计来用收到的伪随机测试图形与在当地产生的同样的按建议 O. 152 中规定的伪随机测试图形直接比较, 来度量 64kbit/s 数字通道的差错性能。

⑩ 在普遍采用一个测量对地平衡的方法之前, 要使用的方法是由设备设计者和有关主管部门之间商定。

⑪ 任何用来满足交换局信令要求的接口设备, 或者为了用 ATME No. 2 的控制功能, 为了确定对地平衡, 必须认为是 ATME No. 2 的一部分。

⑫ 对于老设备的回波损耗要求, 在每个上述发送设备的各频率上, 应当符合大于 30dB。

表 7/O. 22
指挥器和响应器间的 ECTS 指令信号

| 代码 No. | 频率 (Hz) | 意义 |
|--------|-----------|------------|
| 1 | 700+900 | 自动测试 |
| 2 | 700+1100 | 预定 |
| 3 | 900+1100 | 备用 |
| 4 | 700+1300 | 备用 |
| 5 | 900+1300 | 返回到第 1 层 |
| 6 | 1100+1300 | 步骤 1 起动 MF |
| 7 | 700+1500 | 请求证实 |
| 8 | 900+1500 | 步骤 2 起动 MF |
| 9 | 1100+1500 | 步骤 3 起动 MF |
| 10 | 1300+1500 | 要求响应器接受控制 |
| 11 | 700+1700 | 在两端测试失效器 |
| 12 | 900+1700 | 只测试近端失效器 |
| 13 | 1100+1700 | MF 差错状况 |
| 14 | 1300+1700 | 控制返回给指挥器 |
| 15 | 1500+1700 | 备用 |

10 校准

10.1 内部校准

ATME No. 2 要求的精度必须用实验室型精度的校准设备。正常中继站工作人员所有的维护设备极少能提供这种精度。因此，应提供内部的校准特性。应当注意维护的方便和应提供适当的接入设备。

10.2 自校验

每个响应和指挥设备应在传输测量单元中加入一个本机自校设备，该传输测量单元将引入一个局部告警并在它超出容限时使其失效。至少每天应当应用本机自校设备。如果用户希望，他们的主管部门可以加入用于自动进行本机自校的设备。

11 任选的设备

11.1 自动起动

长期以来，一直希望 ATME No. 2 的操作不靠任何技术人员值守。当想要 ATME No. 2 无人值守时，需要为 ATME No. 2 增加定时自动起动设备。

11.2 定时自动选择特定电路或电路群

有可能希望根据预先安排的程序，在规定的时间，选择特定的电路或电路群进行测试，例如在忙时或非忙时的噪声测量。

11.3 自动重新测试

可以要求加入一个用于对已经被作为故障而拒绝的电路进行自动重复测试的设备。这种装置应允许在紧随第一次测试后进行相应测试周期的自动重新测试。

测试周期定义为从指令代码 1 到 9 而不是指令代码 13 开始的测量顺序。

11.4 转接衰减器测试

各主管部门可以使用它们的 ATME No. 2 指挥设备来测试在一条国际电路去话端提供的衰减器转接设备。

这种测试，不要求任何其它主管部门改变它们的信令、交换或 ATME No. 2 设备或改变它们的操作和维护程序。

11.5 电平测量期间的中断和不稳定

指挥和/或响应设备在电平测量间隔期间，希望能检测中断或不稳定状况。如果有这种迹象存在，它们将总是由指挥设备来记录（见 § 3.7）。

在 500ms 测量期间，同时检测到中断和不稳定，则只发送和记录中断指示。

11.6 响应设备的不可用性

由于响应端的失效，可能遇到指挥端到特定响应设备建立一个呼叫的全部尝试都不成功—可能是没有回答或者收到忙音。因为这种事态将严重地影响事先计划好的测量程序的进行，所以看来最好保证下述两者之一：

- 如果指挥设备在监控下操作，这种情况应产生一个告警信号；
- 或者如果指挥设备在无监控下操作，它应能自动选择另一个替代的测量程序。

附 件 A

(附于建议 O. 22)

信令接收器的灵敏度

A.1 规定用于 ATME No. 2 的多频信号发送器和接收器，如同用于 CCITT No. 5 信令系统的，分别在建议 Q153 [7] 和 Q. 154 [8] 中给出。

每一频率的发送电平等于 $-7 \pm 1 \text{dBm}$ ，所以在 -4.0dBBr 虚交换点的标称接收电平等于 -11dBm 。

多频接收器的工作限值对每个接收信号（即采用每个频率的平均）的标称绝对电平给出 $\pm 7 \text{dB}$ 的最小容限。

所以，在 -4.0dBBr 虚交换点的接收器最小工作电平范围：

$$\begin{aligned} &= -11 \text{dBm} \pm 7 \text{dB} \\ &= -18 \text{ 至 } -4 \text{dBm} \end{aligned}$$

A. 2 多频信号能接收的最大电路损耗与电路损耗标称值的偏差是：

$$(-11-1) - (-18) = +6.0\text{dB}$$

多频信号能接收的最小电路损耗与电路损耗标称值的偏差是：

$$(-11+1) - (-4) = -6.0\text{dB}$$

A. 3 所以能接收多频信号的电路损耗偏差限值是相对于标称损耗 $\pm 6.0\text{dB}$, 而 ATME No. 2 能够测量比这些值(见本建议 § 9.1)大的偏差。

A. 4 虽然多频信号接收器的技术条件(建议 Q. 154 [8])规定接收信号可以相对于标称接收电平 -7dBm_0 变化 $\pm 7\text{dB}$, 但是建议 Q. 154 [8]也说明了在信号低于标称接收信号电平 17dB 时, 接收器应当不工作, 这意味着在 -14 至 -24dBm_0 范围内, 接收器可能工作, 也可能不工作。所以将预期在该范围内某处, 接收器将停止工作。

A. 5 实际上多频接收器设计为工作于最小信号电平 -14 至 -24dBm_0 的范围内。所以信令将可能正常地通过具有大于 § A. 3 中给出的损耗的电路。在多频信号接收器不能工作的场合, 仍将如本建议 § 6.10.3中提到的, 仍由电路测试记录下来。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Routine maintenance schedule for international public telephony circuits*, Vol. IV, Rec. M.605.
- [2] CCITT Recommendation *Echo Cancellers* Vol. III, Rec. G.165
- [3] CCITT Recommendation *International telephone circuits — principles, definitions and relative transmission levels*, Vol. IV, Rec. M.560, § 2.
- [4] CCITT Recommendation *Error performance of an international digital connection forming part of an integrated services digital network*, Vol. III, Rec. G.821.
- [5] CCITT Recommendation *Stability and echo*, Vol. III, Rec. G.131, § 2.1.
- [6] CCITT Recommendation *Access points for International Telephone Circuits* Vol. IV, Rec. M.565.
- [7] CCITT Recommendation *Multifrequency signal sender*, Vol. VI, Rec. Q.153.
- [8] CCITT Recommendation *Multifrequency signal receiver*, Vol. VI, Rec. Q.154.

建 议 O. 25

在电路内的半自动回声抑制器测试系统 (ESTS)

(1976 年订于日内瓦; 1988 年修改于墨尔本)

1 概述

CCITT 在电路内的半自动回声抑制器测试系统是用于测试指定给全部类别的国际电路的回声抑制器有关灵敏度的工作特性。

ESTS 适合于测试符合桔皮书建议 G. 161 [1] 的回声抑制器。它也可适用于使用符合建议 G. 164 [2] 的回声抑制器的电路上的某些应用。

ESTS 将包括两部分：a) 在去话端的指挥设备和 b) 在来话端的响应设备。指挥设备将在已经对来话端的响应设备建立连接之后，人工地连到被测电路。响应设备将经过被测电路上的测试呼叫接入。

为了简化测试设备的设计及其操作，将不给出定量的测量结果。两个方向的电路损耗、噪声和回声抑制器测试将按通过/故障来进行和报告。测试结果应仅在去话端由指挥设备予以指示。除了需要消除由测试结果表明的缺陷的情况，没有必要将测试结果通知负责来话端的各主管部门。

ESTS 应能测试位于去话或来话端的全回声抑制器以及在使用分离回声抑制器时的两个回声抑制器。本设备能用于完全途径陆地系统的任何电路，或者途经陆地系统和不超过一个卫星链路的任何电路。

本设备对于途经通过使用插空技术的电路倍增系统 (CMS) [这包括途经时分多址/数字语音插空 (TDMA/DSI) 卫星通路] 的电路将不能提供可靠的测试结果，所以除非在测试程序的持续时间内，在传输双方能构成一个固定的中继通路，不应当使用它。其理由是没有这种固定中继通路的存在，在没有信号或者在很低信号电平状况时，在 CMS 内可能不保持电路的连续性。

2 测试种类

损耗测试将在传输的双方向进行，以保证电路损耗在标称值的±2.5dB 以内。

噪声测试将在传输双方向进行以确定是否电路噪声超过 -40dBm0p，而由此可能干扰回声抑制器的测量。

测试回声抑制器的抑制和插入灵敏度，以保证其在所确定的限值内。

3 接入方法

3.1 去话国际交换局

在去话国际交换局接入到被测电路，是在近端回声抑制器的交换局侧以 4 线方式进行的。

被测电路指挥设备的附加装置将由人工来完成，诸如在测试盘上。

3.2 来话国际交换局

在来话国际交换局，由被测电路接入到响应设备，将经过正常交换局的交换设备，按 4 线连接来完成。

3.3 地址信息

在建议 O.11，§ 2.4 中规定了为接入来话国际交换局响应设备而使用的地址信息。

4 操作原则

4.1 在来话端被测电路和响应设备之间已经建立交换连接之后，在去话端将指挥设备连上电路。因此应有可能进行一些电路损耗、电路噪声和回声抑制器测试而不释放连接。

4.2 各项测试应在去话端人工地启动，它可在逐次测试的基础上完成，或者将全部总测试程序编程和由单个控制信号来启动。

4.3 每项测试的失败或通过的指示应提供给去话端。为了避免在解释测试结果中可能的模糊性，在任何测试顺序中应当进行全部抑制器的测试 [即下述 § 5.3.3 中测试 e) 至 I)]。

4.4 只有在满意地完成双向损耗测试后，才进行回声抑制器测试。损耗测试不成功时，编程的测试顺序不



应当继续进行。

5 测试步骤

5.1 建立连接

- 5.1.1 当去话电路被占用时，发送适当的地址信息（见上述 § 3.3）。
- 5.1.2 当已接入到响应设备时，将发送应答信号。如果响应设备被占用，将按照该电路正常的信令安排，回送一个忙指示到去话端。
- 5.1.3 收到应答信号后，将指挥设备人工地接到被测电路，如下述 § 5.2 中所述启动测试。
- 5.1.4 在接入时，响应设备将发送一个高电平监测音。该音能在去话端监测到，以保证把响应设备接入并激活。
- 5.1.5 在完成测试后，移去指挥设备到被测电路的连接并立即释放电路。
- 5.1.6 如果响应设备已连续地接入超过 15 分钟，响应设备应自动地暂停并开始后向拆线。

5.2 测试启动

- 5.2.1 每次测试是由从指挥设备到响应设备发送有关多频指令信号来启动。在发送多频指令信号前，指挥设备应表现为静止状态，以避免干扰响应设备对指令信号的正常检测。
- 5.2.2 在任何时候，一旦检测到有效的多频（MF）指令信号，响应设备应返回到静止状态。指令信号终止后，响应设备将立即送出一个周期为 $500 \pm 25\text{ms}$ 的 610Hz 确认信号。响应设备也将开始发送下述各项测试所需的监测音和其它一些测试音。在 MF 指令信号停止后 10 秒，响应设备应暂停并返回其静止状态。
- 5.2.3 发送 MF 指令信号后，应当使指挥设备在直至 1400ms 的时间间隔内去检测确认信号的接收。如果在这个间隔内，指挥设备没有收到确认信号，应指示为失效，该项测试不应再继续进行。
- 5.2.4 确认信号终止后 $600 \pm 30\text{ms}$ ，指挥设备应开始发送下述用于各项测试的测试音和/或监测音。

5.3 测试描述

- 5.3.1 为了确定测试是否通过或失败，在 $375 \pm 25\text{ms}$ 测试间隔内，指挥设备将进行信号音检测。该间隔将在指挥设备开始发送测试和/或监测信号后 $1000 \pm 50\text{ms}$ 开始。为准许在具有长时延的电路（一个卫星和长的陆上系统）上测试和监测音互换需要这个时延。
- 5.3.2 除了在近端至远端损耗和噪声测试期间，当响应设备收不到来自指挥设备的监测音时，应当指定响应设备发送一个监测音。对于近端至远端损耗和噪声测试，响应设备应停止发送监测音向指挥设备指明一个测试失效状况。
- 5.3.3 在指挥设备的控制下，ESTS 将能够从近端进行 12 项测试。

- a) 近端至远端损耗；
- b) 远端至近端损耗，
- c) 近端至远端噪声，
- d) 远端至近端噪声，
- e) 近端抑制器不工作，
- f) 近端抑制器工作，
- g) 近端插入不工作，
- h) 近端插入工作，
- i) 远端抑制器不工作，
- j) 远端抑制器工作，
- k) 远端插入不工作，
- l) 远端插入工作。

5.3.4 这些测试在下面描述。描述在如上述 § 5.2.4 中所指的确认信号停止后开始。对所有测试，响应设备已经开始发送上述 § 5.2.2 中所指出的监测和任何所需的测试音。

5.3.5 近端至远端损耗测试

响应设备静止。指挥设备发送一个 $100 \pm 10\text{ms}$ 的 820Hz , $-10\text{dBm}0$ 的测试音。如果在远端测量时，测试音在 $-10\text{dBm}0$ 的 $\pm 2.5\text{dB}$ 以内，响应设备将发送高电平监测音。在测试间隔中，指挥设备检测到监测音将指示该测试已通过。

5.3.6 远端至近端损耗测试

响应设备发送一个 1020Hz 的 $-10\text{dBm}0$ 测试音。指挥设备在测试间隔期间测量测试音。如果测试音在 $-10\text{dBm}0$ 的 $\pm 2.5\text{dB}$ 以内，则测试已通过。

5.3.7 近端至远端噪声测试

响应设备静止。指挥设备用 600Ω 终接于发送通道。发送确认信号后 600ms ，响应设备在随后的 $375 \pm 25\text{ms}$ 内测量噪声。如果噪声低于 $-40\text{dBm}0\text{p}$ ，响应设备将发送一个高电平监测音。指挥设备在测试间隔中检测到该测试音，表明测试已经通过。

5.3.8 远端至近端噪声测试

响应设备用 600Ω 终接于发送通道。指挥设备在测试间隔中测量噪声，如噪声低于 $-40\text{dBm}0\text{p}$ ，则测试已通过。

5.3.9 近端抑制器不工作测试

响应设备将发送一个监测音和一个 $1020\text{Hz}-40\text{dBm}0$ 的测试音。指挥设备开始发送一个监测音。当检测到来自指挥设备的监测音，响应设备停止发送其监测音。在测试间隔期间，没有收到来自响应设备的监测音，向指挥设备指示近端抑制器已经不工作，测试已经通过。

5.3.10 近端抑制器工作测试

响应设备将送出一个监测音和一个 1020Hz, -26dBm0 的测试音。指挥设备开始发送一个监测音。如果近端抑制器已经工作，则来自指挥设备的监测音将不能到达响应设备。所以响应设备将继续发送一个监测音，在测试间隔中，指挥设备检测到该监测音将表明该测试已经通过。

5.3.11 近端插入不工作测试

响应设备将送出一个监测音和一个 1020Hz, -15dBm0 的测试音。检测到由响应设备送出的 1020Hz 测试音后，指挥设备开始发送一个高电平监测音和一个 820Hz, -20dBm0 的测试音。如果在近端抑制器上没有发生插入，来自指挥设备的监测音将不能到达响应设备。所以响应设备将继续送出监测音，在测试间隔期间，指挥设备检测到该监测音将表明该测试已经通过。

5.3.12 近端插入工作测试

响应设备将送出一个监测音和一个 1020Hz, -15dBm0 的测试音。在检测到由响应设备送出的 1020Hz 测试音后，指挥设备开始发送一个高电平监测音〔见下述 § 6.1.2c)〕和一个 820Hz, -10dBm0 的测试音。如果在近端抑制器上确实发生插入，来自指挥设备的监测音将到达响应设备。在响应设备检测到来自指挥设备的监测音时，将停止发送其监测音，而这种在测试间隔期间没有监测音将向指挥设备表示测试已通过。

5.3.13 远端抑制器不工作测试

响应设备将发送一个监测音。指挥设备开始送出一个 1020Hz, -40dBm0 的测试音。如果远端抑制器不工作，来自响应设备的监测音将继续到达指挥设备，在测试间隔期间，指挥设备检测到监测音将表示该测试已通过。

5.3.14 远端抑制器工作测试

响应设备将发送一个监测音。指挥设备开始发送一个 1020Hz, -26dBm0 的测试音。如果远端抑制器工作，将阻止来自响应设备的监测音到达指挥设备，这种在测试间隔期间没有监测音，将向指挥设备表示该测试已经通过。

5.3.15 远端插入不工作测试

响应设备静止。指挥设备开始发送一个 1020Hz, -26dBm0 的测试音。在检测到来自指挥设备的 1020Hz 测试音后 50 毫秒，响应设备开始发送一个高电平监测音和一个 820Hz, -15dBm0 的测试音。如果在远端测试器上确实没有发生插入，则将阻止来自响应设备的监测音到达指挥设备，这种在测试间隔期间没有监测音，将向指挥设备表示测试已经通过。

5.3.16 远端插入工作测试

响应设备静止。指挥设备开始发送一个 1020Hz, -20dBm0 的测试音。在检测到来自指挥设备的 1020Hz 测试音后 50 毫秒，响应设备开始发送一个高电平监测音和一个 820Hz, -15dBm0 的测试音。如果在远端测试器上确实发生插入，则来自响应设备的监测音到达指挥设备，在测试间隔期间，指挥设备检测到监测音，将表示测试已通过。

6 传输测量设备的技术条件

下列技术条件适用于温度范围+5°C至+50°C

6.1 指挥设备和响应设备的发送装置

6.1.1 信号和单音频率

- a) 测试音: 820±9Hz
1020±11Hz,
- b) 监测音: 510±5.5Hz,
- c) 确认信号: 610±6.5Hz。

6.1.2 信号和单音电平

- a) 用于损耗测试:
-10±0.1dBm0,
- b) 用于测试音:
-10±0.2dBm0 (仅对指挥设备),
-15±0.2dBm0 (仅对响应设备),
-20±0.2dBm0 (仅对指挥设备),
-26±0.2dBm0,
-40±0.2dBm0,
- c) 用于监测音:
-42±0.5dBm0 (正常电平),
-29±0.5dBm0 (高电平),
- d) 用于确认信号:
-29±0.5dBm0。

6.1.3 输出阻抗 (频率范围 300Hz 至 4kHz)

- 平衡, 不接地 600Ω
- 回波损耗 ≥30dB
- 输出信号平衡 ≥40dB

6.1.4 失真和寄生调制抑制

优于 25dB。

6.2 指挥设备和响应设备的接收装置

6.2.1 测量范围

- a) 用于损耗测量:
从 -7.5±0.2dBm0 至 -12.5±0.2dBm0,
- b) 用于噪声测量:
用建议 P. 51 [3] 中规定的噪声计加权测量, 测试门限 -40±1.0dBm0p,
- c) 用于监测音和确认信号检测:
用有足够分辨力来抑制可能出现在被测电路上的其它单音和噪声的选择性的接收器测量, 测试门限为 -54±2.0dBm0。

6.2.2 测试间隔

375±25ms。

6.2.3 输入阻抗 (频率范围 300Hz 至 4kHz)

| | |
|-----------------|-------|
| — 平衡, 不接地 | 600Ω |
| — 回波损耗..... | ≥30dB |
| — 输入纵向干扰损耗..... | ≥46dB |

7 从指挥设备至响应设备的指令信号

应当由指挥设备至响应设备发送一个唯一的多频 (MF) 指令信号来启动每项测试。

除了 MF 指令信号将发送 $500 \pm 100\text{ms}$ 和 MF 接收器应当响应在 -26dBm0 和 -3dBm0 之间的 MF 指令信号外, 信号发送器和信号接收器是规定来用于 CCITT No. 5 局间记发器信令系统的, 而所使用的设备应当如建议 Q. 153 [4] 和 Q. 154 [5] 中所规定。

| 代码 No. | 频 率 (Hz) | 测 试 |
|--------|-----------|----------|
| 1 | 700+900 | 近端至远端损耗 |
| 2 | 700+1100 | 远端至近端损耗 |
| 3 | 900+1100 | 近端至远端噪声 |
| 4 | 700+1300 | 远端至近端噪声 |
| 5 | 900+1300 | 近端抑制器不工作 |
| 6 | 1100+1300 | 近端抑制器工作 |
| 7 | 700+1500 | 近端插入不工作 |
| 8 | 900+1500 | 近端插入工作 |
| 9 | 1100+1500 | 远端抑制器不工作 |
| 10 | 1300+1500 | 远端抑制器工作 |
| 11 | 700+1700 | 远端插入不工作 |
| 12 | 900+1700 | 远端插入工作 |

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Echo-suppressor suitable for circuits having either short or long propagation times*, Orange Book, Vol. III-1, Rec. G.161, ITU, Geneva, 1977.
- [2] CCITT Recommendation *Echo suppressors*, Vol. III, Rec. G.164.
- [3] CCITT Recommendation *Artificial ear and artificial mouth*, Vol. V, Rec. P.51.
- [4] CCITT Recommendation *Multifrequency signal sender*, Green Book, Vol. VI.2, Rec. Q.153, ITU, Geneva, 1973.
- [5] CCITT Recommendation *Multifrequency signal receiver*, Green Book, Vol. VI.2, Rec. Q.154, ITU, Geneva, 1973.

站内回声抵消器测试设备

(1988 年订于墨尔本)

1 概述

站内回声抵消器测试设备 (ISET) 打算用于测试如建议 G. 165 [1] 规定的包括单音失效器的 C 型和 D 型回声抵消器。提供如下的两种测试方式。用每种测试方式完成的各项测试列于表 1/O. 27 中。

2 测试方式

2.1 例行测试方式

在这种测试方式中，提供了具有适配和激活的非线性处理逻辑在正常电路状况下 7 种简化的回声抵消器性能测试。以 4 线方式接入到待测的回声抵消器，这些简单的性能测试通过将测试信号加到回声抵消器的接收入 (R_{in}) 和发送入 (S_{in}) 口来进行的。测试结果在发送出 (S_{out}) 口测量。测试安排的功能方框图示于图 1/O. 27。

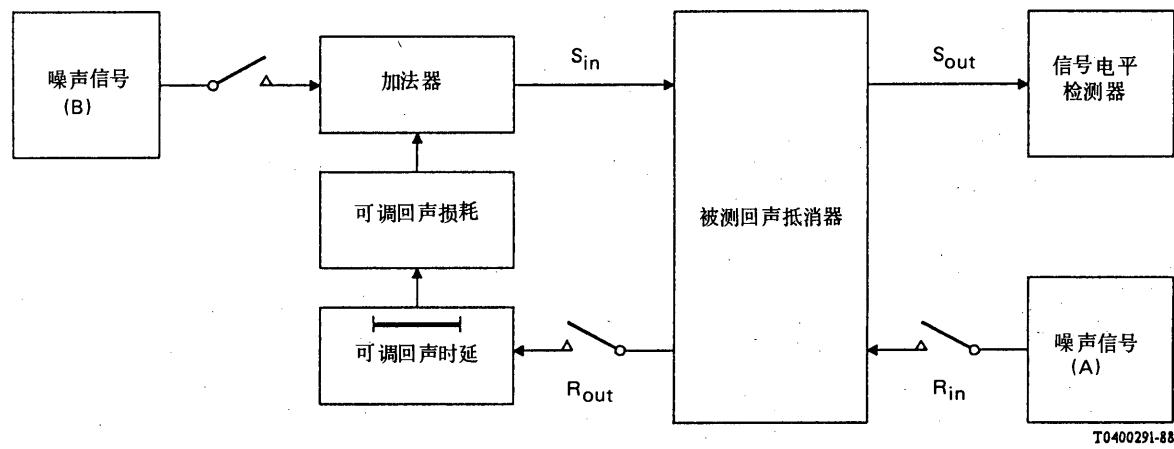


图 1/O. 27
测试安排的功能方框图

2.2 诊断测试方式

在此方式中，全部性能测试是按照建议 G. 165 [1] 中规定的程序进行的。必要时通过控制正被测试的回声抵消器，使适配和非线性处理逻辑失效。

3 操作原则

3.1 接入方法

当一个待测回声抵消器装设在一个特定电路上时，应当用一个备用的回声抵消器来代替，以便能进行测试而不引起任何对电路的干扰。如果没有备用的回声抵消器，在测试进行时应从使用中闭锁该电路。

可以将 ISET 在本地接入点人工地或由接入设备经过转换系统远距地连接到被测回声抵消器。主管部门可能希望对如图 2/O. 27 中所示的例行测试提供对回声抵消器的远端接入能力。如图 3/O. 27 中所示的本地接入是用于诊断测试，这里需要使用控制信号去禁止 H 寄存器、适配和中心限幅器逻辑。

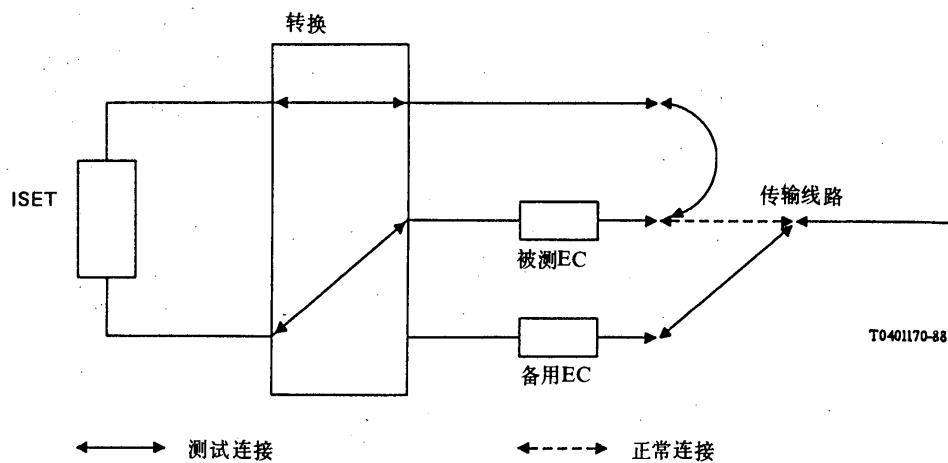


图 2/O. 27
用于例行测试方式的配置

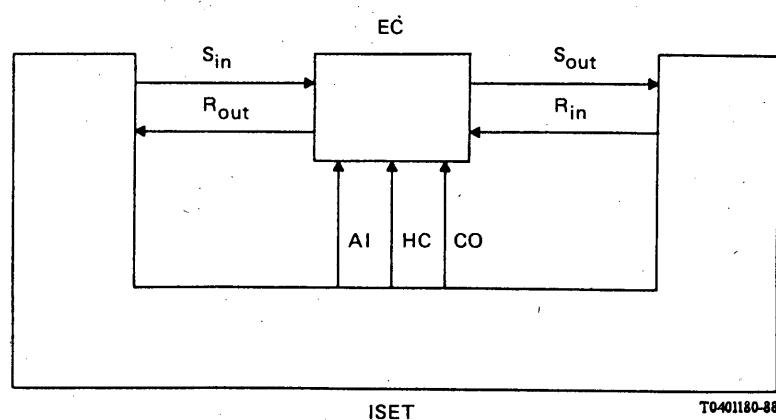


图 3/O. 27
用于诊断测试方式的配置

3.2 测试顺序

当已建立接入，就人工或自动地进行一系列测试。在例行和诊断测试方式中完成的各种测试在表 1/O.27 中给出。应当用声像显示或打印的消息向维护人员提供每项测试的测量结果。

表 1/O.27
测 试 步 骤

| No. | 测 试 类 型 | 参考 G.165 [1] | 测试方式 | |
|-----|-----------------|--------------|------|-----|
| | | | 例 行 | 诊 断 |
| 1 | 稳态剩余回声和返回回声电平测试 | 3.4.2.1 | 0 | 0 |
| 2 | 收敛测试 | 3.4.2.2 | 0 | 0 |
| 3 | 双方谈话检测过灵敏度测试 | 3.4.2.3.1 | 0 | 0 |
| 4 | 双方谈话检测欠灵敏度测试 | 3.4.2.3.2 | 0 | 0 |
| 5 | 泄漏率测试 | 3.4.2.4 | | 0 |
| 6 | 无限回损收敛测试 | 3.4.2.5 | 0 | 0 |
| 7 | 单音失效器发侧灵敏度测试 | 4.2 | 0 | 0 |
| 8 | 单音失效器收侧灵敏度测试 | 4.2 | 0 | 0 |
| 9 | 单音失效器保护带测试 | 4.3 | | 0 |
| 10 | 单音失效器保持带测试 | 4.4 | | 0 |
| 11 | 单音失效器动作时间测试 | 4.5 | | 0 |
| 12 | 单音失效器释放时间测试 | 4.8 | | 0 |
| 13 | 外部失效器控制测试 | 3.3 | | 0 |

4 测试步骤和测试要求

4.1 例行测试方式

图 1/O. 27 表示用于例行测试方式的功能性安排。应当通过选用设置在可调回声时延单元中的一个适当的回声通道时延 Δms^{\circledR} ，来重复进行下列 7 项测试。

在这 7 项测试的每项开始，将一个调节音加到 R_{in} 口 1 秒钟，以便对待测回声抵消器初始化。该调节音是 $-10dBm0$ 、 $2100Hz$ 信号，每 0.45 秒周期地相位反转，它也用于使回声抵消器失效。在初始化期间，清除抵消器的 H 寄存器。调节音断开之后，至少有 0.4 秒没有信号加到抵消器，使其返回到有效状态。关于回声抵消器单音失效器特性的更详细资料可见建议 G.165 [1] 的 § 4 和附件 B。

4.1.1 稳态剩气回声和返回回声电平的检查

第 1 步：将一个 $-10dBm0$ 的随机噪声信号 (A) 加到 R_{in} 口。将回声通道损耗置于 $10dB$ ，回声出现在 S_{in} 口。

第 2 步：2 秒后，测量 S_{out} 口的返回回声电平。

要求：该返回回声电平必须低于 $-65dBm0$ 。

4.1.2 收敛检查

第 1 步：将一个 $-10dBm0$ 的随机噪声信号 (A) 加到 R_{in} 口。将回声通道损耗置于 $6dB$ ，回声出现在 S_{in} 口。

第 2 步：如图 1/O. 27 所示，将第二个 $-10dBm0$ 的随机噪声信号 (B) 加到 S_{in} 口。

第 3 步：0.5 秒后，断开噪声信号 (B)，再过 0.5 秒，测量 S_{out} 口的返回信号电平。

要求：该信号电平必须低于 $-37dBm0$ 。

4.1.3 双方谈话检测过灵敏度的检查

第 1 步：将一个 $-10dBm0$ 的随机噪声信号 (A) 加到 R_{in} 口。将回声通道损耗置于 $6dB$ ，回声在 S_{in} 口出现。

第 2 步：0.5 秒后，将第二个 $-25dBm0$ 的随机信号 (B) 加到 S_{in} 口。

第 3 步：1 秒后断开噪声信号 (B) 并测量在 S_{out} 口的返回回声电平。

要求：返回回声电平必须低于 $-25dBm0$ 。

4.1.4 双方谈话检测欠灵敏度检查

第 1 步：将回声通道损耗置于 $10dB$ ，并将 $-10dBm0$ 的随机噪声信号 (A) 加到 R_{in} 口。

第 2 步：1 秒后，断开在 R_{in} 口的噪声信号 (A)。

第 3 步：在 0.5 秒间隔后，将噪声信号 (A) 重新加到 R_{in} 口。同时，将第二个 $0dBm0$ 的噪声信号 (B) 加到 S_{in} 口。

第 4 步：0.5 秒以后，将噪声信号 (B) 断开并测量 S_{out} 口的剩气回声电平。

要求：返回回声电平必须低于 $-26dBm0$

① 可以将不同的回声抵消器按照它们在各种网络中应用的不同回声通道时延来设计使之满意地工作。因此 Δ 代表回声通道时延，回声抵消器是按它设计的。每个主管部门可以选择一个适合于它们的设备的时延值 Δ 。

4.1.5 无限回损收敛检查

第1步：将回声通道损耗置于6dB，并将一个-10dBm0的随机噪声信号(A)加到R_{in}口。

第2步：1秒后，将R_{out}和S_{in}之间的回声通道拆断，而噪声信号(A)仍连到R_{in}口。

第3步：0.5秒之后，测量S_{out}口上的返回回声电平。

要求：返回回声电平必须低于-37dBm0。

4.1.6 单音失效器发侧灵敏度检查

本项测试有两部分，以保证发侧的失效器单音检测电路不过灵敏也不欠灵敏。

第1步：将一个-36.5dBm0，具有每0.45秒周期相位反转的2100Hz信号加到S_{in}口1秒。

第2步：将-10dBm0的随机噪声信号(A)加到R_{in}口。

第3步：0.5秒后，测量S_{out}口上的返回回声电平。

要求：返回回声电平必须低于-32dBm0，以表示失效器未动作。

第4步：将调节音重新加到R_{in}口1秒。至少0.4秒后，将具有每0.45秒周期相位反转的2100Hz信号，以-29.5dBm0的电平重新加到S_{in}口1秒钟。

第5步：然后置回声通道损耗为10dB，将-10dBm0的随机噪声信号重新加到R_{in}口。

第6步：在0.5秒后，测量S_{out}口上的返回回声电平。

要求：返回回声电平必须在-29.5dBm0和-26.5dBm0之间，以表示失效器是在工作。

4.1.7 单音失效器收侧灵敏度检查

本项测试也有两部分，以保证收侧失效器单音检测不过灵敏或不欠灵敏。

第1步：将一个具有每0.45秒短期周期相位反转的-36.5dBm0的2100Hz信号加到R_{in}口1秒钟。

第2步：将-10dBm0的随机噪声信号(A)加到R_{in}口。回声通道损耗置为10dB，回声出现在S_{in}口。

第3步：0.5秒后，测量S_{out}口的返回回声电平。

要求：返回电平必须低于-32dBm0，以表示失效器未工作。

第4步：将调节音重新加到R_{in}口1秒钟。至少0.4秒以后，将具有每0.45秒周期相位反转的2100Hz信号，以-29.5dBm0的电平重新加到S_{in}口1秒钟。

第5步：然后，回声通道损耗置于10dB，将-10dBm0的随机噪声信号(A)重新加到R_{in}口。

第6步：0.5秒后，测量在S_{out}口的返回回声电平。

要求：返回回声电平必须在-29.5dBm0和-26.5dBm0之间，以表示失效器在工作。

4.2 诊断测试方式

在本方式中，按建议G.165，§3.3.2和§4[1]中所规定的来施行诊断测试。

5 传输测量设备的技术条件

下列技术条件适用于建议O.3中规定的气候条件。

5.1 信号发生器

5.1.1 频率范围

0.3 至 3.4kHz，每步 0.01kHz。

5.1.2 电平范围

-40 至 0dBm0，每步 0.1dB。

5.1.3 精度

频率 $\pm 0.01\text{kHz}$
电平 $\pm 0.1\text{dB}$

5.2 电平表

5.2.1 测量范围

-70 至 +3.2dBm0

5.2.2 精度

$\pm 0.1\text{dB}$ (高于 -40dBm0)

5.2.3 动态响应时间

正在研究^②。

5.3 随机噪声源

5.3.1 电平

-40 至 +0dBm0

5.3.2 噪声信号

噪声测试信号是一个带限白噪声 (300-3400Hz)。

5.4 回声通道

5.4.1 回声损耗

② 将需要一个快速响应时间的仪表以达到上述规定的某些测试项目的定时要求。

0 至 40dB, 每步 0.1dB。

5.4.2 回声时延

0 至 Δms^{\circledR} , 每步 1ms。

5.4.3 频带宽度

0.3 至 3.4kHz。

6 校准

6.1 测量设备的校准

应当提供检查达到精度要求的校准特性。

6.2 操作功能的自检查

应提供一个本机的自检查设备, 以查明测试功能正在正常地运转。

7 任选的装置

7.1 自动测试功能

可以提供按照预定程序, 自动地依照顺序完成测试的功能。

7.2 自动起动功能

可以提供一个时控自动起动功能, 它能进行无人管理操作。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Echo Cancellers*, Vol. III, Rec. G.165.

^① 可以将不同的回声抵消器按照它们在各种网络中的应用的不同回声通道时延来设计使之满意地工作。因此 Δ 表示按此设计的回声抵消器的回声通道时延。每个主管部门可以选择适合于它们设备的时延值 Δ 。

声音节目电路的自动测量设备

(1972 年订于日内瓦；1976 年修改于日内瓦)

1 概述

用于声音节目电路的 CCITT 自动测量设备，能够快速地测量为检查这种电路的质量所必须的有关参数。测量结果用模拟记录器和/或数字接收器记录。测量结果将适合于随后的文件，并且不但使现场的工作人员分别就声音节目电路和声音节目连接是否能用于业务立即作出决定，而且这些测量结果也为负责传输的工程师以后的准确评价提供依据。

用于测量的全部时间总计 136 秒。因此，在按照建议 N. 4 [1] 的准备和调整期间，对于检查在短期互连的声音节目电路的国际链接的质量也是足够短的。由各 ISPC 进行的涉及按照建议 N. 12 [2] 和 N. 13 [3] 的为此目的进行的测量，不需要事先的商定。

2 待检查的质量标准

用 CCITT 声音节目电路的自动测量设备可以检查下列质量标准：

a = 收到的 0.8kHz 参考频率的绝对功率电平与标称值的偏差；

b = 加权和不加权噪声；

c = 选频测量象 2 次 (k_2) 和 3 次 (k_3) 谐波失真以及 3 次 (d_3) 差频失真那样的非线失真；

d = 压扩器功能测试；

e = 损耗/频率失真

完整的测量程序包含三个能分别选择的子程序。待检查的各项质量标准按上述方式分配到各子程序：

子程序 1: $s+a$

子程序 2: $b+c+d$

子程序 3: e

这里

在子程序 1 中, s 是发送单元的站编码。

在子程序内,发送单元和接收单元中程序的定时是用设备内的一个发生器所提供的一串脉冲来同步的。

3 技术条件

3.1 发送单元

3.1.1 同步的起动、停止和时基及测量方式的选择

用锁定发送单元中的按钮,能够起动用于单个或永久操作方式的测量程序。测量程序的定时,受脉冲发生器的控制。能被编程的最小时基固定在 1.33 秒。与该时基有关的同步频率是 0.75Hz,并必须保持在±10%以内。第二个按钮提供停止测量程序的可能性。操作这个按钮可以同时释放永久操作的起动按钮的锁定机构。接收单元的起动、同步和停止由编码脉冲 (1.3kHz, -12dBm0) 来触发。

用作起动信号的各编码脉冲放在每个子程序之前。借助于按下停止钮所触发的一个特定停止信号,能够在任何时候中断测量程序的进行,并能起动另一个由开关所选择的程序来代替。操作停止钮,也将使时间脉冲发生器重置至起动状况。

起动和停止信号包括四个脉冲,它的持续时间借助于数字编码能被调整在 60ms (值 0) 或 120ms (值 L)。编码信号内每个脉冲前沿之间的时间是 240ms。

脉冲的编码如下:

- a) 起动信号, 用于:
 - 子程序 1: OOOL
 - 子程序 2: OOOLO
 - 子程序 3: OLOO

- b) 停止信号: LLLL

各起动信号和通常的数字代码一样,从右向左读出,并按同样时序发送。

由时间脉冲发生器控制的编码信号(持续时间 960ms)的发送必须有 370ms 时延(为了与时间脉冲持续时间 1330ms 相符)。

3.1.2 站编码

在测量程序之前是使用莫尔斯字母的发送站代码。为此目的分配 19 个定时间隔。用键控一个电平在-32dBm0 和参考测试电平之间的 0.8kHz 单音来发送站代码。莫尔斯点和长划的持续时间应分别约为一个定时间隔的 10% 和 35%。

3.1.3 在参考频率上进行电平测量和电平/频率响应测量(质量标准 s、a 和 e) 的测试电平

送作在参考测试频率 (0.8kHz) 上进行损耗测量的测试电平和送作电平/频率响应测量的测试电平应是-12dBm0(见建议 N.21 [4])。将借助一个覆盖频率范围从 0.3 至 16kHz 的扫频发生器来进行电平/频率响应的测量。每个倍频程—第一个开始于 0.05kHz—用短脉冲 (1.3kHz/-12dBm0, 持续时间 50 至 100ms) 来标志。频率范围从 30 至 16000Hz, 包括 9.06 个倍频程的本操作顺序的速度应是 5 秒/倍频程, 所以在下述 § 3.2.7 中讨论的记录装置分别在 10mm 和 3.3mm 上记录一个倍频程。

3.1.4 送作非线失真测量的测试电平^①

测试频率的发送电平相当于峰值节目电平（见引自 [5] 中的建议），即用于非线失真测量的各单音能和用于差音系数测量的双音有同样的峰值负荷（+9dBm0 的单音等效于 $2.2V_{r.m.s} = 3.1V_{po}$ 而每个为 +3dBm0 的双音等效于（因为在桔皮书中坚持为“2”） $2 \times 1.1V_{r.m.s} = 2 \times 1.55V_{po}$ ，相当于零相对电平点 $3.1V_{po}$ ）。为了避免载波传输系统的过载，只应用低于 2kHz 的频率（对于装设预加重和去加重技术的各电路），并且传输的持续时间自动地降低到单个定时脉冲的长度^②。应当使用下述测试频率：

a) 用于在低音频范围内测量非线性失真：

$$c_1 = 0.09\text{kHz} / +9\text{dBm0}, \text{ 用于 } k_2 \text{ 测量};$$

$$c_2 = 0.06\text{kHz} / +9\text{dBm0}, \text{ 用于 } k_3 \text{ 测量}.$$

b) 用于频分复用通路的载频范围中的非线失真的测量：

$$c_3 = 0.8\text{kHz} / +3\text{dBm0} \text{ 和 } 1.42\text{kHz} / +3\text{dBm0}, \text{ 用于 } d_3 \text{ 测量}.$$

c) 用于中等音频范围内非线失真的测量：

$$c_4 = 0.8\text{kHz} / +9\text{dBm0}, \text{ 用于 } k_2 \text{ 测量};$$

$$c_5 = 0.533\text{kHz} / +9\text{dBm0}, \text{ 用于 } k_3 \text{ 测量}.$$

3.1.5 送作压扩器功能测试的信号^③（质量标准 d）

为了检测压扩器中调节放大器的非互补性能，插入一个 0.8kHz 信号，在三个连续的定时间隔上，其电平在 +6、-6、+6dBm0 值之间转换。

3.1.6 发送单元的遥控

对发送多至 16 个指令信号应有规定。可以将这些信号用二进制代码或者用将 16 个信号通道接地来加到发送设备。在用二进制编码起动全部测量程序时，除了上述 § 3.1.1 中给出的起动信号外，还应使用编码信号 LOOL。

3.2 接收单元

3.2.1 起动、停止和同步

在接收单元中，必须借助于一个选择过程将编码的脉冲检测和分离。需要一个类似于通常用于信号接收器的保护电路，以防止虚假操作。所选的 4 位代码与上述保护电路一起，十分可靠地防止了声音节目信号使起动机构动作的可能性。因此，接收单元能保持连续地连接到声音节目电路，并能不需操作人员介入而记录测量程序。

定时间表必须符合发送单元规定的要求（见上述 § 3.1.1）

收到起动信号后，应触发定时脉冲发生器。收到停止信号应使时间脉冲发生器复位到起始状态。

① 为测量非线失真的信号应在测试周期中有可能任意加入或去掉（例如，用开关控制）。对每条电路是否允许该非线失真测量，必须由设备的使用者来确定，并且在某种意义上，要保证重视建议 N. 21 [4] 的规定。

② 其它的方法正由 CCITT 研究中。

③ 本项测试只是临时使用。在进一步研究后，CCITT 将对压扩器及其合适的测试方法发布建议，这时将有必要予以改变。

3.2.2 测量范围

测量装置应有对数特性，并且相对于各自的量程中心应有±10dB的线性测量范围。

对于特定的测量功能，应提供下列量程中心：

- 站编码，在0.8kHz的电平测量和电平/频率响应测量 (s, a, e) -12dBm0
- 加权噪声电平 (b_1) 和不加权噪声电平 (b_2) -51dBm0
(信号/噪声比，相对于+9dBm0 60dB)
- 非线失真
 - k_2 和 k_3 测量 (c_1, c_2, c_3, c_4) -31dBm0
(比值，相对于+9dBm0 40dB)
 - d_3 测量 (c_3) -37dBm0
(比值，相对于+3dBm0 40dB)
- 电平阶跃信号 (d) 0dBm0

质量标准 a, c, d 和 e 均用 r.m.s. 值表示。

3.2.3 噪声测量

质量标准 b_1 和 b_2 (加权和不加权噪声测量) 用准峰值方式测量。检波器电路和用于加权噪声测量 (b_1) 的网络的动态性能应当达到 CCIR 建议 468 [6] 的要求。

3.2.4 各滤波器的构造及其特性

为选择非线失真产物应具备两只带通滤波器，一个用于0.18kHz，而另一个用于1.6kHz。它们用法如下：

0.18kHz 滤波器

- 用于0.09kHz的 k_2 测量 (c_1)，
- 用于0.06kHz的 k_3 测量 (c_2)，
- 用于0.8/1.42kHz的 d_3 测量 (c_3)；

1.6kHz 滤波器

- 用于0.8kHz的 k_2 测量 (c_4)，
- 用于0.533kHz的 k_3 测量 (c_5)。

用0.18kHz滤波器只能测量低端的 d_3 产物 ($2 \times 0.8\text{kHz} - 1.42\text{kHz} = 0.18\text{kHz}$)。在2.04kHz (= $2 \times 1.42\text{kHz} - 0.8\text{kHz}$) 的高端 d_3 产物的测量不能进行。为弥补这点，取在0.18kHz处的低端 d_3 产物的2倍。

带通滤波器应满足下列选择性要求：

- 由介入损耗值小于1dB定义的通带：
0.18kHz 滤波器：±3Hz } 相对于中心频率
1.6kHz 滤波器：±24Hz
- 由介入损耗值大于70dB定义的阻止频率范围：
0.18kHz 滤波器：<0.09kHz 和 >0.36kHz
1.6kHz 滤波器：<0.8kHz 和 >3.2kHz

3.2.5 数字接收器中提供的附加标志

当需要利用从发送单元收到的倍频程标志作为定时基准时，数字接收器中能够产生附加标志。

3.2.6 数字接收器的程序编制

在使用数字接收器的场合，应有可能对它编制程序，以便检查被测电路是否满足所要求的容差。

3.2.7 记录装置

记录装置的瞬态响应时间应不应超过 200ms，关于噪声测量用的接收单元的检波器电路，应实现 CCIR 建议 468 [6] 的要求。

可以根据各国的标准来选择纸带的宽度和速度。下列各值已证明是实用的：

- 纸带宽度 100mm；
- 纸带速度 2mm/s 和 2/3mm/s。

这两种纸带速度应可人工调节。

上述数值得出（在 20dB 电平范围内）一个电平标度 2dB/10mm 和（在 136 秒的总时间上）记录长度分别为 272mm 及 90.7mm。

除了记录装置之外，最好对使用的示波器能提供合适的接入点。

3.3 操作顺序

测量程序的操作顺序及相关的时间单位示于附件 A。

3.4 噪声的长期测量

3.4.1 自动测量

一个完整的测量程序结束后，经过 10 个时间间隔周期，还没有收到起动信号，接收器将自动地开始长期噪声测量。将在 60 个时间间隔的周期上，测量加权噪声，而在 20 个时间间隔的周期上测量不加权噪声。对于加权和不加权噪声都将使用上述 § 3.2.2 中给出的同一量程中心。

3.4.2 人工测量

为了在未指定的时间周期内连续地进行加权或不加权噪声测量，必须有可能使定时机构不工作。在使用模拟接收器的场合，应有人工控制开关，以便在量程中心的两侧都能改变 10dB。

3.5 匹配特性

按照使用恒定电压法的声音节目电路的调整步骤，要提供下述阻抗：

- 发送单元的输出阻抗 $< 10\Omega$ ，
- 接收单元的输入阻抗 $> 20k\Omega$ 。

如果声音节目电路的调整应用阻抗匹配法，可以用内部开关将上述两个阻抗值改变到 600Ω 。应有可能借助于开关将发送和接收单元调整到下述相对电平：

- $+6dBr =$ 各主管部门增音站上的标称值；
- $0dBr^{\text{④}} =$ 广播机构播音室的标称值。

3.6 发送和接收单元的精度

④ 为某些目的，可以使用 $-3dBr$ 或更低的电平。

3.6.1 发送单元

- a) 单个频率振荡器
 - 电平容差 ±0.2dB
 - 频率容差 <1.0%
 - $2f$ 和 $3f$ 上的谐波失真 <0.1%
- b) 扫频振荡器
 - 0.8kHz 的电平容差 ±0.2dB
 - 相对 0.8kHz 的电平/频率响应 ±0.2dB

3.6.2 接收单元

容差（包括记录装置）：

- 中间标度值 -12dBm0 和 0dBm0 ±0.3dB
- 中间标度值 -51dBm0 和 -31dBm0 ±1.0dB

在接通电源后 15 分钟内应达到工作稳定性要求。关于容差划分的细节，可参考本卷末增补 No. 3.1 中给出的数值。

容差可以在发送和接收单元互连成环路时（为了补偿剩余误差）进行校准而降低。

附 件 A

(附于建议 O. 31)

表 A-1/O. 31

操 作 顺 序

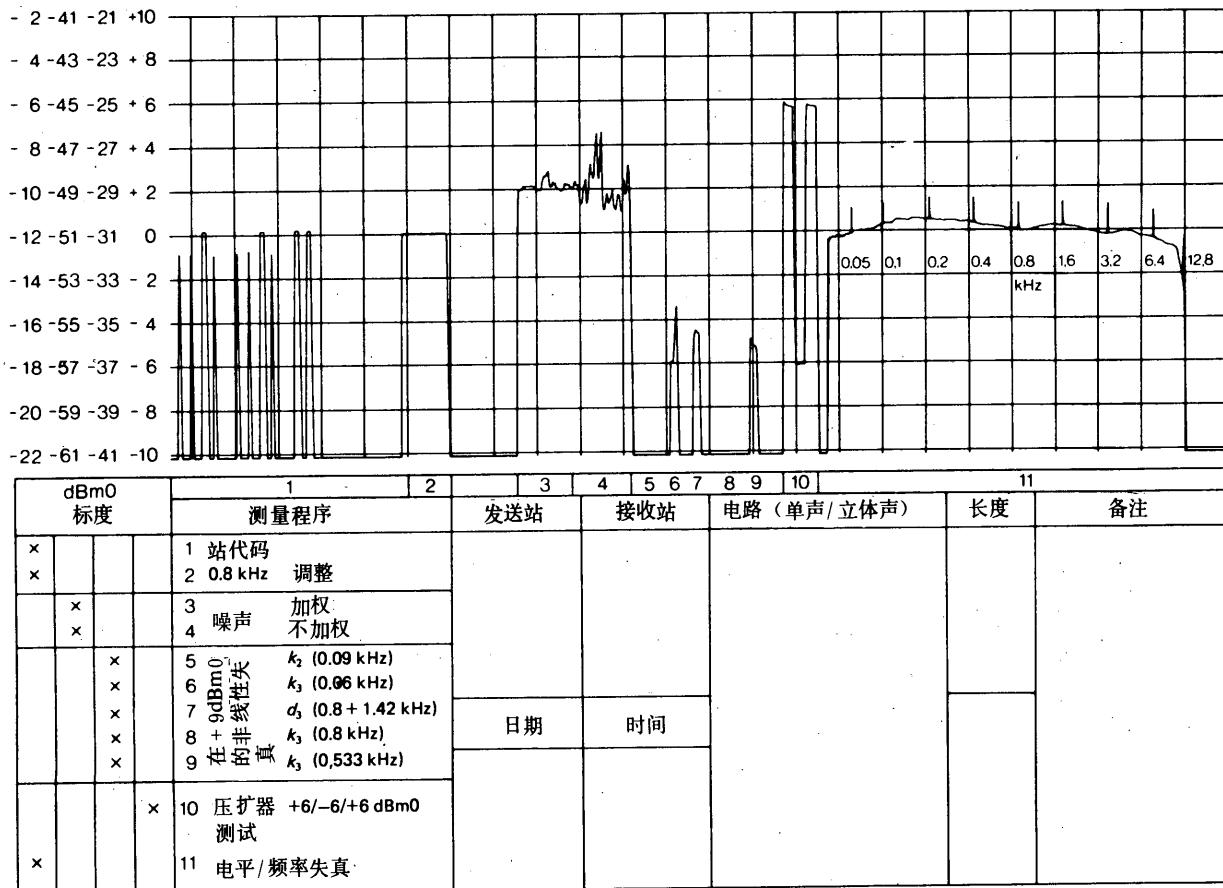
(从下面的附录可以看到用典型的
自动测量设备测得的记录实例)

| 时间 间隔 | 发送单元 | | 接 收 单 元 | |
|-----------|--|---------------|-------------------------|--------------|
| | 频率 kHz | 电平 dBm0 | 测 量 功 能 | 量程中心 dBm0 |
| 1 | 1. 3 | -12 | 编码的起动信号 No. 1 | |
| 1 | | | 暂停 | |
| 19 | 0. 8 莫尔斯 | -32/-12 代码 | 站编码 (使用莫尔斯字母) | -12 |
| 1 | | | 暂停 | |
| 4 | 0. 8 | -12 | 参考电平测量 | -12 |
| 2 | | | 暂停 | |
| 1 | 1. 3 | -12 | 编码的起动信号 No. 2 | |
| 2 | | | 暂停 | |
| 5 | | | 用噪声计滤波器加权的噪声功率 | -51 |
| 5 | | | 不加权噪声功率 | -51 |
| 2 | | | 暂停 | |
| 1 | 0. 09 | +9 | k_2 电平, 用 0.18kHz 滤波器 | -31 |
| 2 | | | 暂停 | |
| 1 | 0. 06 | +9 | k_3 电平, 用 0.18kHz 滤波器 | -31 |
| 2 | | | 暂停 | |
| 1 | 0. 8 1. 42 | +3 +3 | d_3 电平, 用 0.18kHz 滤波器 | -37 |
| 2 | | | 暂停 | |
| 1 | 0. 8 | +9 | k_2 电平, 用 1.6kHz 滤波器 | -31 |
| 1 | | | 暂停 | |
| 1 | 0. 533 | +9 | k_3 电平, 用 1.6kHz 滤波器 | -31 |
| 2 | | | 暂停 | |
| 3 | 0. 8 | +6/-6/+6 | 压扩器测试 | 0 |
| 4 | | | 暂停并保留 | |
| 1 | 1. 3 | -12 | 编码的起动信号 No. 3 | |
| 1 | | | 暂停 | |
| 35 | 0. 03...16 由 0.05kHz 开始的 每个倍频程都有频标 | -12 | 电平/频率响应 | -12 |
| 2 | | | 暂停 | |
| 总计 102 | | | | |

附录 1

(附于建议 O. 31)

用典型的自动测量设备测得的记录实例



CCITT - 37301

参考文献

- [1] CCITT Recommendation *Definition and duration of the line-up period and the preparatory period*, Vol. IV, Rec. N.4.
- [2] CCITT Recommendation *Measurements to be made during the line-up period that precedes a sound-programme transmission*, Vol. IV, Rec. N.12.
- [3] CCITT Recommendation *Measurements to be made by the broadcasting organizations during the preparatory period*, Vol. IV, Rec. N.13.
- [4] CCITT Recommendation *Limits and procedures for the lining-up of a sound-programme circuit*, Vol. IV, Rec. N.21.
- [5] CCITT Recommendation *Measurements to be made by the broadcasting organizations during the preparatory period*, Vol. IV, Rec. N.13, Note.
- [6] CCIR Recommendation *Measurement of audio-frequency noise in sound broadcasting*, Vol. X, Rec. 468, ITU, Geneva, 1986.

声音节目电路立体声对用的自动测量设备

(1972 年订于日内瓦)

1 概述

按本建议设计的设备是准备供声音节目电路立体声对使用。该设备十分类似于建议 O. 31 中规定的设备。立体声的和单声的设备对测试单声的声音节目电路是兼容的。

单声的和立体声的设备之间的差别如下：

单声的设备（建议 O. 31）在 136 秒内测量 5 个不同的参数；立体声的设备除了测量立体声对的声道 A 和 B 中同样的 5 个参数外，还测量声道 A 和 B 之间的电平和相位差，以及两个声道之间在三个规定频率上的串话。所以立体声测量的全部时间总计接近 371 秒。

2 质量标准和测量程序

2.1 检查的质量标准

表 1/O. 32 给出各项质量标准，包括了建议 O. 31 中的各项标准，用字母 *a* 至 *i* 来标示。

2.2 主程序

可把单声的和立体声的电路的测量程序选为主程序，单声的程序与建议 O. 31 的完整测量程序一致。

每个主程序包含表 2/O. 32 中所示的各子程序，它们能被分别选用（子程序 1 中，*s* 是发送单元的站编码）。

2.3 子程序

2.3.1 子程序 1 (站编码和单声的质量标准 *a*)

在参考频率上测量声道 A 的电平后按照下述 § 3.1.2，发送站编码。

2.3.2 子程序 2 (单声的标准 *b*、*c* 和 *d*)

子程序 2 包括三步：

- 1) 测量声道 A 的加权和不加权噪声 (b_1 , 和 b_2)；
- 2) 选频测量声道 A 的像二次和三次谐波失真及三次差音失真那样的非线失真 ($c_1 \dots c_5$)；
- 3) 声道 A 的压扩器功能测试 (*d*)。

2.3.3 子程序 3 (单声的标准 *e*)

测量声道 A 的电平/频率响应。

2.3.4 子程序 4 (单声质量标准 *a* 和立体声质量标准 *f*)

子程序 4 包括 3 步：第一步检查声道 B 在参考频率上收到的电平（单声标准相应于子程序 1）。第二步和第三步用来确定声道 A 和 B 的和 (f_1) 电平及差 (f_2) 电平。测得的两个数值用作极性检查和相位差超出子程序 8(立体声标准 *h*) 中规定的范围的大致评估。在声道 A 和 B 之间电平差和相位差可忽略的情况下，产生的和电平将会比单个声道上收到的在参考频率上的电平超出 6dB，并且在这种情况下，差电平很小以致无法指示。如果两声道是反极性 ($\Delta\Phi=180^\circ$)，则和电平与差电平的性能就反过来。

能从表 3/O. 32 中估计大的相位差。

表 1/O.32
测量质量标准 *a* 至 *i*, 发送器和接收器要求

| | 质量标准 | | 出处 | | 发送器 | | 接收器 | |
|--------|---|---|---|-----|----------------|--|------------------------------|---------------------------------|
| | | | 发送器 | 接收器 | 频率 (kHz) | 功率电平 (dBm0) | 量程中心 (dBm0) | 滤波器 LP=低通 BP=带通 (kHz) |
| 单声的测量 | <i>s</i> | | 站编码 | | 3.1.2 | 0.8 | -32/-12 | -12 |
| | <i>a</i> | | 参考频率的电平 | | 3.1.3 | 0.8 | -12 | -12 |
| | <i>b</i> | | <i>b</i> ₁ <i>b</i> ₂ | | 噪声电平 加权 不加权 | 3.2.3 | - - - | -51 -51 |
| | <i>c</i> ₁ <i>c</i> ₂ <i>c</i> ₃ <i>c</i> ₄ <i>c</i> ₅ | | <i>k</i> ₂ <i>k</i> ₃ <i>d</i> ₃ <i>k</i> ₂ <i>k</i> ₃ | | 3.1.4 | 0.09 0.06 0.8+1.42 0.8 0.533 | +9 +9 +3+3 +9 +9 | -31 -31 -37 -31 -31 |
| | <i>d</i> | | 压扩器测试 | | 3.1.5 | 0.8 | +6/-6/+6 | 0 |
| | <i>e</i> | | 电平/频率响应 | | 3.1.3 | 0.03-16 | -12 | -12 |
| | <i>f</i> | <i>f</i> ₁ <i>f</i> ₂ | 极性检查 电平和 电平差 | | 3.1.3 | 2.3.4 | 0.8 0.8 | -12 -12 |
| 立体声的测量 | <i>g</i> | | 电平差 | | 3.1.3 | 2.3.7 | 0.03-16 | -12 |
| | <i>h</i> | | 相位差 | | 3.1.3 | 3.2.5 | 0.03-16 | -12 |
| | <i>i</i> | <i>i</i> ₁ <i>i</i> ₂ <i>i</i> ₃ | 串话在 180Hz 1600Hz 9000Hz | | 3.1.6 | 3.2.6 | 0.18 1.6 9 | -12 -12 -12 |

表 2/O.32

| | | 子程序 | | | | | | | | | | |
|------|--|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|
| 主程序 | | 单声的 | | | 1 | 2 | 3 | 斜坡 | | | | |
| | | 立体声的 | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 质量标准 | | | <i>s</i> | <i>b</i> | <i>e</i> | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>e</i> | <i>g</i> | <i>h</i> | <i>i</i> | |
| | | | <i>a</i> | <i>c</i> | <i>d</i> | <i>f</i> | <i>c</i> | <i>d</i> | | | | |

表 3/O. 32

| 和电平 Δn_s (dB) | 差电平 Δn_D (dB) | 相位差 $\Delta \Phi$ |
|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| +6.0 | $-\infty$ | 0/360° |
| +5.7 | -5.7 | 30/330° |
| +4.8 | 0 | 60/300° |
| +3.0 | +3.0 | 90/270° |
| 0 | +4.8 | 120/240° |
| -5.7 | +5.7 | 150/210° |
| $-\infty$ | +6.0 | 180° |

注 — 上表是由下列公式推导来的：

$$\Delta n_s = 3\text{dB} + 10\log [1 - \cos(180^\circ - \Delta \Phi)]$$

$$\Delta n_D = 3\text{dB} + 10\log [1 - \cos \Delta \Phi]$$

2.3.5 子程序 5 (单声的标准 b、c 和 d)

如子程序 2 中所规定，测量加权和不加权噪声及非线失真以及压扩器功能测试，但只对声道 B。

2.3.6 子程序 6 (单声的标准 e)

测量声道 B 的电平/频率响应。(相应于声道 A 的子程序 3)。

2.3.7 子程序 7 (立体声标准 g)

声道 A 与声道 B 之间，作为频率函数测定的电平差。

2.3.8 子程序 8 (立体声标准 h)

声道 A 与声道 B 之间，作为频率函数测得的相位差。

2.3.9 子程序 9 (立体声标准 i)

在频率 180、1600 和 9000Hz 上声道 A 和声道 B 之间的信号串话比。

3 技术条件

进行单声的质量标准 a 至 e 的测量的下列技术条件，与建议 O. 31 中为这种设备的单声型所拟定的那些技术条件相同。

3.1 发送单元

3.1.1 同步的起动、停止和时基以及测量方式的选择

对于单一或永久方式操作的测量程序，能用发送单元中的锁定按钮来起动。测量程序的定时由脉冲发生器控制。可编程的最短时基定为 1.33 秒。该时基的同步频率为 0.75Hz，并必须保持在±1% 以内。第二个按钮可使测量程序停止。按下这个按钮，就同时释放了用于永久操作的起动按钮的锁定机构。接收单元的起动、同步和停止由编码的脉冲 (-12dBm0 的 1.3kHz) 触发。

每项子程序前面有用作启动信号的编码脉冲。按下停止钮所触发的专门停止信号可用于在任何时候中断测量程序的进行，并能借助于开关，选择起动另一个程序来代替。操作停止钮也将使定时脉冲发生器复位到起始状态。

起动与停止信号包含四个脉冲，其持续时间用数字编码固定在 60ms（值 0）或 120ms（值 L）。编码信号内每个脉冲起始沿之间的时间是 240ms。

脉冲的编码如下：

a) 起动信号，用于：

- 子程序 1: OOOL
- 子程序 2: OOLO
- 子程序 3: OLOO
- 子程序 4: LOOO
- 子程序 5: OOLL
- 子程序 6: OLLO
- 子程序 7: LLOO
- 子程序 8: OLOL
- 子程序 9: LOLO

b) 停止信号：LLLL

起动信号和通常的数字代码一样，从右向左读出，并按同样的时序发送。

发送由定时脉冲发生器控制的编码信号（持续时间 960ms），必须延迟 370ms（要符合定时脉冲的持续时间 1330ms）。

3.1.2 站编码

测量程序由使用莫尔斯字母的发送站代码为前导。为此分配了 19 个定时间隔。站代码是通过键控一个电平在 -32dBm0 和参考测试电平之间的 0.8kHz 单音来发送的。莫尔斯的点和划的持续时间分别为定时间隔的 10% 及 35%。

3.1.3 用于在参考频率上进行电平测量和电平/频率响应测量的测试电平

用作在参考频率（0.8kHz）上进行电平测量和电平/频率响应测量的测试电平应是 -12dBm0（见建议 N.21 [2]）。进行电平/频率响应测量时要借助于频率范围为 0.03 至 16kHz 的扫频发生器。每个倍频程——从 0.05kHz 开始——用短脉冲（1.3kHz/-12dBm0，持续时间 50—100ms）标志。对于频率范围为 30—16000Hz，包括 9.06 个倍频程的操作顺序的速度应是 5 秒/倍频程，所以下面 §.3.2.9 所述的记录装置分别在 10mm 和 3.3mm 上记录一个倍频程。

3.1.4 为非线失真测量发送的测试电平^①

测试频率的发送电平相当于峰值节目电平（见 [3] 所引用的建议），即用于非线失真测量的单音与用于差音系数测量的双音有同样的峰值负荷（+9dBm0 的单音，等效于 $2 \times V_{r.m.s.} = 3.1V_{p0}$ ，而每个音为 +3dBm0 的双音，等效于 $2 \times 1.1V_{r.m.s.} = 2 \times 1.55V_{p0} = 3.1V_{p0}$ ，均指零相对电平点）。为了避免载波传输系统

^① 为测量非线性失真发送的信号，在测试周期中应有可能任意加入或去掉（例如用开关控制）。对每条电路是否容许该非线性失真测量，必须由设备的使用者确定，并且在某种意义上保证重视建议 N.21 [2] 的规定。

的过载，仅应用低于 2kHz 的频率（对设有预加重和去加重技术的电路而言），并且传送的持续时间自动减少到单个定时脉冲的长度^②。应采用下列测试频率：

a) 用于在较低音频范围内测量非线失真

$c_1 = 0.09\text{kHz} / +9\text{dBm0}$, 用于 k_2 测量,

$c_2 = 0.06\text{kHz} / +9\text{dBm0}$, 用于 k_3 测量。

b) 用于测量频分复用通路载频范围内的非线失真

$c_3 = 0.8\text{kHz} / +3\text{dBm0}$ 和 $1.42\text{kHz} / +3\text{dBm0}$, 用于 d_3 测量。

c) 用于测量中间音频范围的非线失真

$c_4 = 0.8\text{kHz} / +9\text{dBm0}$, 用于 k_2 测量,

$c_5 = 0.533\text{kHz} / +9\text{dBm0}$, 用于 k_3 测量。

3.1.5 用作压扩器功能测试的信号^③

为了检测压扩器内调节放大器的非互补性能，送入一个 0.8kHz 信号，在三个连续定时间隔内，其电平在 +6、-6、+6dBm0 三个值之间转换。

3.1.6 声道 A 和 B 之间的串话

声道 A 和 B 之间的信号对串话比在频率 180、1600 及 9000Hz 上测量。发送电平应为 -12dBm0。

3.1.7 发送单元的遥控

应当规定发送多至 16 个指令信号。可以用二进制编码或将 16 个信号通道接地的方法将这些信号加到发送设备。在用二进制编码起动单声的或立体声的主程序时，除了按上述 § 3.1.1 给出的起动信号外，应分别使用编码信号 LOOL 或 LLLO。

3.2 接收单元

3.2.1 起动、停止和同步

在接收单元中，必须借助于选择过程检测和分离编码的脉冲。需要一个类似通常接收器所使用的保护电路，以防止虚假操作。所选择的 4 位代码与上述保护电路一起，十分可靠地防止了声音节目信号使起动机构动作的可能性。因此接收单元能够连续地保持与声音节目电路相连，并能不需操作人员介入而记录测量程序。

定时间表必须符合发送单元规定的要求（见 § 3.1.1）。

收到起动信号后，应触发定时脉冲发生器。收到停止信号应使定时脉冲发生器复位到起始状态。

3.2.2 测量范围

测量装置应具有对数特性，并且相对于各自的量程中心应有 ±10dB 的线性测量范围。

② 其它方法 CMTT 正在研究。

③ 这项测试只是临时使用。在 CCITT 进一步研究后将发表有关压扩器和其适当的测试方法的建议，这时将有必要予以改变。

对于特定的测量功能，还应提供如表 1/O. 32 所示的量程中心。

3.2.3 噪声测量

质量标准 b_1 和 b_2 （加权和不加权噪声测量）都用准峰值方式测量。在这种情况下，检波电路和用于加权噪声测量 (b_1) 的网络的动态性能应满足 CCIR 建议 468 [1] 的要求。

3.2.4 滤波器的构造及其特性

为选择非线失真产物，应具备两只带通滤波器，一只用于 0.18kHz，而另一只用于 1.6kHz。它们的用法如下：

0.18kHz 滤波器

- 用于 0.09kHz 的 k_2 测量 (c_1)，
- 用于 0.06kHz 的 k_3 测量 (c_2)，
- 用于 0.8/1.42kHz 的 d_3 测量 (c_3)；

1.6kHz 滤波器

- 用于 0.8kHz 的 k_2 测量 (c_4)，
- 用于 0.533kHz 的 k_3 测量 (c_5)。

用 0.18kHz 滤波器，只能测量低侧的 d_3 产物 ($2 \times 0.8\text{kHz} - 1.42\text{kHz} = 0.18\text{kHz}$)。不能测量高侧的 d_3 产物 2.04kHz ($= 2 \times 1.42\text{kHz} - 0.8\text{kHz}$)。为弥补这点，在 0.18kHz 处取低侧 d_3 产物的两倍。

带通滤波器应达到下列选择性要求：

- 由插入损耗值小于 1dB 定义的通带：

0.18kHz 滤波器： $\pm 3\text{Hz}$ }
 1.6kHz 滤波器： $\pm 24\text{Hz}$ } 相对于中心频率

- 由插入损耗值大于 70dB 定义的阻止频率范围：

0.18kHz 滤波器： $\langle 0.09\text{kHz} \text{ 和 } \rangle 0.36\text{kHz}$ ，
1.6kHz 滤波器： $\langle 0.8\text{kHz} \text{ 和 } \rangle 3.2\text{kHz}$ 。

3.2.5 声道 A 和 B 之间相位差的测量

声道 A 和 B 之间的相位差是作为频率的函数来测量的。为此，需要一个鉴相器，该鉴相器应与两声道间的电平差无关。由于选择 $5^\circ/\text{cm}$ 的线性标度和建议的记录宽度，测量范围受限于 $0\text{--}50^\circ$ 。更大的相位差可由子程序 4 的立体声标准 f 来估算。

3.2.6 声道 A 和 B 之间串话的测量

声道 A 和 B 之间在测量频率 180、1600 和 9000Hz 上的串话比是用选频测量的。前两个频率所用的滤波器可以和子程序 2 和 5 中用于非线性测量的滤波器相同。

还需要一个附加的用于 9kHz 的滤波器。

这个带通滤波器应符合下列选择性要求：

- 由插入损耗值 $< 1\text{dB}$ 定义的通带：相对于中心频率 $\pm 0.8\text{kHz}$ ；
- 由插入损耗值 $> 14\text{dB}$ 定义的阻止频率范围：相对于中心频率 $\langle 4.5\text{kHz} \text{ 和 } \rangle 18\text{kHz}$ 。

可测量的信号对串话比限制在 30 和 50dB 之间的临界范围内。

3.2.7 数字接收器提供的附加标志

当需要时，利用从发送单元收到的倍频程标志作为定时基准，在数字接收器中能够产生附加标志。

3.2.8 数字接收器的编程

凡使用数字接收器的场合，应有可能对它编程，以便检查被测电路是否达到所需容差。

3.2.9 记录装置

记录装置的瞬态响应时间应不超过 200ms。关于噪声测量用的接收单元的检波电路，应实现 CCIR 建议 468 [1] 的要求。

可以根据各国的标准选用纸带的宽度和速度，下述各值已证明是实用的：

- 纸带宽度 100mm。
该值（在 20dB 电平范围）可得 2dB/10mm 的电平标度。
- 纸带速度 2mm/s 和 2/3mm/s
这两种纸带速度可人工调节。

除了记录装置以外，最好对使用示波器能提供合适的接入点。

3.3 程序操作的顺序

附件 A 中列出了包括全部子程序的立体声测量程序的操作顺序。每个子程序的第一个和第二个时间脉冲分别用作起动信号和暂停。

3.4 噪声的长期测量

3.4.1 自动测量

在完成单声的或立体声的主程序以后，不用发送单元的启动和控制，可以分别在声道 A 和声道 B 上进行噪声的自动长期测量。

其顺序应如下：

| 时间间隔 | 接收器程序 | 声道 |
|------|-------|----|
| 10 | 暂停 | |
| 60 | 加权噪声 | A |
| 20 | 不加权噪声 | A |
| 2 | 暂停 | |
| 60 | 加权噪声 | B |
| 20 | 不加权噪声 | B |

3.4.2 人工测量

为了在未指定的时间周期内连续地进行加权或不加权噪声测量，必须有可能使定时机构不工作。在使用模拟接收器时，应有人工控制开关，以便在量程中心两侧都能改变 10dB。

3.5 匹配特性

按照使用恒定电压法对声音节目电路的调整步骤，要提供下述阻抗：

- 发送单元的输出阻抗 $<10\Omega$ ，
- 接收单元的输入阻抗 $>20k\Omega$ 。

如果声音节目电路的调整应用阻抗匹配法，可用内部开关将上述两个阻抗值改变到 600Ω 。应当可能借助于开关把发送单元和接收单元调整到下述相对电平：

$+6\text{dB}_r$ =各主管部门增音站上的标称值；

$0\text{dB}_r^{\text{(4)}}$ =广播机构播音室上的标称值。

3.6 发送单元与接收单元的精度

3.6.1 发送单元

a) 单个频率振荡器

- 电平容差 $\pm 0.2\text{dB}$
- 频率容差 $<1.0\%$
- $2f$ 和 $3f$ 的谐波失真 $<0.1\%$

b) 扫频振荡器

- 在 0.8kHz 的电平容差 $\pm 0.2\text{dB}$
- 相对于 0.8kHz 的电平/频率响应 $\pm 0.2\text{dB}$

3.6.2 接收单元

容差（包括记录装置）：

- 中间标度值 -12dBm_0 和 0dBm_0 $\pm 0.3\text{dB}$
- 中间标度值 -51dBm_0 和 -31dBm_0 $\pm 1.0\text{dB}$

在接通电源后 15 分钟内应达到工作稳定。关于容差划分的细节，可参考本卷末增补 No. 3.1 中给出的数值。

发送单元和接收单元互连成环路时，对它们进行校准，可降低容差。

⁽⁴⁾ 为了某些目的，可以使用 -3dB_r 或更低的电平。

附 件 A

(附于建议 O. 32)

表 A-1/O. 32
立体声主要例行测量程序的操作顺序

| 子程序 | 时间间隔 | 发送单元 | | | 测量功能 | 接收单元 | |
|-----|------|-------------|--------------|-----------------|----------------------------|------|----------------|
| | | 频率 (kHz) | 电平 (dBm0) | 加载声道 channel | | 声道 | 量程中心 (dBm0) |
| 1 | 1 | 1.3 | -12 | A | No. 1 起动信号 No. 1 | A | - |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 19 | 0.8 | -32/-12 | A | 站编码 | A | -12 |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 4 | 0.8 | -12 | A | 基准电平测量 | A | -12 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 28 | | | | | | |
| 2 | 1 | 1.3 | -12 | A | No. 2 起动信号 | A | - |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 5 | - | - | - | 加权噪声 (噪声计滤波器) | A | -51 |
| | 5 | - | - | - | 不加权噪声 | A | -51 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 1 | 0.09 | +9 | A | k_2 -电平 (0.18kHz 滤波器) | A | -31 |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 1 | 0.06 | +9 | A | k_3 -电平 (0.18kHz 滤波器) | A | -31 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 1 | 0.8/1.42 | +3/+3 | A | d_3 -电平 (0.18kHz 滤波器) | A | -37 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 1 | 0.8 | +9 | A | k_2 -电平 (1.6kHz 滤波器) | A | -31 |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 1 | 0.533 | +9 | A | k_3 -电平 (1.6kHz 滤波器) | A | -31 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 3 | 0.8 | +6/-6/+6 | A | 压扩器测试 | A | 0 |
| | 4 | - | - | - | 暂停并保留 | - | - |
| | 35 | | | | | | |
| 3 | 1 | 1.3 | -12 | A | No. 3 起动信号 | A | - |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 35 | 0.03 - 16 | -12 | A | 电平/频率响应 | A | -12 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| 4 | 1 | 1.3 | -12 | A | No. 4 起动信号 | A | - |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 2 | 0.8 | -12 | B | 基准电平测量 | B | -12 |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 2 | 0.8 | -12 | A, B | 和电平 | A, B | -12 |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 2 | 0.8 | -12 | A, B | 差电平 | A, B | -12 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 12 | | | | | | |

表 A-1/O. 32 (续完)

| 子程序 | 时间间隔 | 发送单元 | | | 接收单元 | | |
|-----|-----------|-------------|--------------|------|----------------------------|------|----------------|
| | | 频率 (kHz) | 电平 (dBm0) | 加载声道 | 测量功能 | 声道 | 量程中心 (dBm0) |
| 5 | 1 | 1.3 | -12 | A | No. 5 起动信号 | A | - |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 5 | - | - | - | 加权噪声 (噪声计滤波器) | B | -51 |
| | 5 | - | - | - | 不加权噪声 | B | -51 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 1 | 0.09 | +9 | B | k_2 -电平 (0.18kHz 滤波器) | B | -31 |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 1 | 0.06 | +9 | B | k_3 -电平 (0.18kHz 滤波器) | B | -31 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 1 | 0.8/1.42 | +3/+3 | B | d_3 -电平 (0.18kHz 滤波器) | B | -37 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 1 | 0.8 | +9 | B | k_2 -电平 (1.6kHz 滤波器) | B | -31 |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 1 | 0.533 | +9 | B | k_3 -电平 (1.6kHz 滤波器) | B | -31 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 3 | 0.8 | +6/-6/+6 | B | 压扩器测试 | B | 0 |
| | 4 | - | - | - | 暂停并保留 | - | - |
| | <u>35</u> | | | | | | |
| 6 | 1 | 1.3 | -12 | A | No. 6 起动信号 | A | - |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 35 | 0.03—16 | -12 | B | 电平/频率响应 | B | -12 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | <u>39</u> | | | | | | |
| 7 | 1 | 1.3 | -12 | A | No. 7 起动信号 | A | - |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 35 | 0.03—16 | -12 | A, B | 电平差/频率响应 | A, B | 0 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | <u>39</u> | | | | | | |
| 8 | 1 | 1.3 | -12 | A | No. 8 起动信号 | A | - |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 35 | 0.03—16 | -12 | A, B | 相位差/频率响应 | A, B | 25° |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | <u>39</u> | | | | | | |
| 9 | 1 | 1.3 | -12 | A | No. 9 起动信号 | A | - |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 2 | 0.18 | -12 | A | 串话电平 (0.18kHz 滤波器) | B | -52 |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 2 | 1.6 | -12 | A | 串话电平 (1.6kHz 滤波器) | B | -52 |
| | 1 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | 2 | 9.0 | -12 | A | 串话电平 (9kHz 滤波器) | B | -52 |
| | 2 | - | - | - | 暂停 | - | - |
| | <u>12</u> | | | | | | |
| | 1 to 9 | 278 | | | | | |

立体声电路的主要例行测量程序的持续时间：278 个时间间隔×1.33 秒/时间间隔≈371 秒。

参 考 文 献

- [1] CCIR Recommendation *Measurement of audio-frequency noise in sound broadcasting*, Vol. X, Rec. 468, ITU, Geneva, 1986.
- [2] CCITT Recommendation *Limits and procedures for the lining-up of a sound-programme circuit*, Vol. IV, Rec. N.21.
- [3] CCITT Recommendation *Measurements to be made by the broadcasting organizations during the preparatory period*, Vol. IV, Rec. N.13, Note.

建 议 O. 33

快速测量立体声对和单声的声音 节目电路、链路和连接的自动设备

(1984 年订于马拉加-托雷莫里诺斯；1988 年修改于墨尔本)

1 概述

声音节目电路用的自动测量设备，必须能够快速地测量所有用于检查这种电路质量所必须的相关参数。待测参数和设备必须提供的功能在本技术条件中摘要列出，但对测量方法和测量结果的处理均未作详细规定。因此，制造厂家可以自由采用能满足本技术条件要求的任何适当的设计。但是，用存储程序来控制测量顺序显然是有利的。采用各种不同的测量顺序时，每种顺序应有可能满足个别用户要求和个别应用。

应当注意到该设备将满足建议 N. 12 [1] 和 N. 13 [2] 的要求。但是并不可能测量建议 N. 10 [3]、N. 21 [4] 和 N. 23 [5] 中规定的每一个参数，例如，群时延/频率响应。

2 基本的设计

本设备应包含或者发送和接收两个单元，或者由模块结构的发送和接收单元组成，这种结构可构成单独发送或单独接收的设备。

各项测量结果应能通过存储机构直接显示出来，以便允许对任何测得的参数长期显示。

测量的结果不仅要允许现场的工作人员作出立即的判断，而且还要为负责传输的工程师提供日后作精确评估的依据。最好是这些结果能在 110 和 300 波特之间选择的标准 RS232-C [7] 接口上或可任选地在标准 IEEE488/IEC625 [8] 接口上以 110 和 300 波特 ISO-7 比特串行数据输出。

在每种情况，测得的参数必须清楚地标识并给出原码（见 § 2.1）

设备必须至少能够测量下列各参数：

- a) 接收电平（插入增益）；
- b) 频率/衰减失真（频率响应）；
- c) 谐波失真（非线失真）；
- d) 不加权信噪比和按 CCIR 建议 468 [9] 的加权信噪比；
- e) 压扩器线性；
- f) 节目调制噪声和扩展噪声；

这些参数在 § 4 中进一步解释。

此外，设备必须至少能在声道 A 和 B 上测量下列参数：

- g) 声道间的增益差与相位差；
- h) 声道间串话和电路换位。

立体声参数在 § 5 中进一步解释。

其结构设计最好能提供这种能力，即用户能通过增加适当的插件和尽可能少改变内部布线来转换单声设备。

要求该设备发送符合用户测试点所需幅度的音频测试信号。由于各标称工作电平随各个广播机构和各个PTT主管部门而变化，因此并不希望规定各个绝对电平。所以已将“测试”电平规定为比进行测量的点上的最大允许电平低9dB。在零相对电平点(0dB_r) [10] 测量时，测试电平相当于0dBm0的绝对值。所以，自动测量设备的制造厂家应当选择使测试电平等于合适的电平(即0dBm0)。

在这个固定的电平上，程序测量顺序中的发送频率幅度就会与建议N.15 [11] 中给出的允许的最大电平(+9dBm0)、调整电平(0dBm0₃)和测量电平(-12dBm0)的规定一致。

应有转换开关，以便可将测试电平置于相对0.775V_{r.m.s}的+6dB、0dB或-3dB。该开关必须有保护，特别是在绝对值大于0dBm0时，以防止无意的操作，例如将开关装设在仪器内部。也应考虑提供相对0.775V_{r.m.s}的-20dB。

2.1 起动/源/程序识别

测量程序将选择得适合单独应用的要求。规定的测量程序已附在本建议的附件中。测量程序的操作顺序及其相关的时间单位均已列出。

音频测试信号的顺序之前是起动/源/程序识别信号，这些识别信号将：

- 通知接收单元起动测量顺序；
- 识别测试信号源；
- 表明要使用的是哪个存储测量程序。

起动/源/程序识别信号使用带有一个偶数奇偶校验位和两个终止位的ISO-7 [6] 代码，以110波特的传输速率，使用传号频率为1650Hz和空号频率为1850Hz的频移键控来发送。

识别信号的消息结构由下列字符序列组成：

- 标头开始符(字符“SOH”);
- 源识别(四位字母数字字符);
- 专用信令(一个字符);
- 正文开始符(字符“STX”);
- 测量程序识别(两位数字字符00-99);
- 正文结束(字符“ETX”).

在SOH字符的起始位之前，至少应传送传号频率18ms(两位)。

在ETX字符的第二个终止位的结束规定为测量顺序的起始。

起动/源/程序识别信号应调整到比测试电平低12dB。

2.2 操作方式

应可能以自动或人工方式操作设备。

2.2.1 自动方式

在自动方式中，在收到由发送设备按键或由远端接点对的暂时闭合给出的起动信号后，发送单元应按照一个完整的编程的测试顺序循环一次。接收器在收到来自发送单元的识别信号后，应当按照一个完整的编程的测量顺序循环一次，并存储和/或打印结果供随后检查。

2.2.2 人工方式

2.2.2.1 发送单元

在人工方式中，应可能使发送单元按照对任何选择好的测试单项的测量顺序循环，其间将连续地发送适当的测试信号。因此这种方式应允许发送单元用人工测量设备操作。也应可能人工地调节输出信号到 40 至 15000Hz 范围内的任何频率，其分辨力优于 5Hz。输出应可在相对 $0.775V_{r.m.s.}$ 的 -12dB 至 +15dB 的范围内调节，并有分辨力 0.2dB。仪器应指示输出频率和电平。在输出电平超过 $0.775V_{r.m.s.}$ 时，一只闪光告警灯应燃亮。

2.2.2.2 接收单元

在人工方式中，应可能使接收单元按照对任何选定的参数测量的测量顺序循环，以便使该仪器和人工发送设备一起使用。显示输入信号的频率将是有好处的。

2.2.3 遥控

发送和接收两个单元，都应任选地提供遥控的可能性。这可以用 RS232-C [7] 或 IEEE 488/IEC625 [8] 接口。

3 设计与结构

应当注意长电路上遇到的群时延可能引起测量误差，尤其是在低频时。因此，测量电路的设计应当考虑有足够的时间让所接收的波形稳定后才进行测量。

通常，设备的设计和结构应与国内的和国际的规定一致，特别是有关安全的要求和防止电击 [12]。

4 参数

4.1 接收电平（插入增益）

发送测试电平的 1020Hz；测量接收电平，其结果以测试电平为基准，用 dB 表示。

4.2 频率/衰减失真（频率响应）

接收电平应在若干离散的频率上测量。这些频率在各个测量程序中规定。发送电平应比测试电平低 12dB。

测量结果应以 dB 值显示，这个 dB 值是相对于用低于测试电平 12dB 的 1020Hz 发送时的接收电平。不拟采用 § 4.1 中参数的接收电平。

4.3 失真

总谐波失真应在 60Hz 和 1020Hz 上测量。二次谐波失真 k_2 应在 1020Hz 上测量。三次谐波失真 k_3 应在 60Hz 上测量。

发送电平应比测试电平高 9dB。接收仪器应指示谐波含量的均方根值，其结果应以相对于接收到的基波电平的 dB 数表示。

为了避免载波传输系统的过载，在最高允许电平上发送测试频率应严格按照建议 N. 21 [4] 的规定。所

以，包括失真测量的各程序应限制传输的持续时间为一个时间间隔(1s)，并且当要进行连续的失真测量时，必须允许至少一个间隔的暂停。

应有可能插入非线性失真测量的测试周期，这种插入可利用有这项测量或没有这项测量的双重存储程序，或者利用没有锁定的开关。

注 — 频率已选定为 1020Hz，以避免使用数字抽样速率的分倍数。

4.4 信号对噪声比

发送单元应适当地终接被测电路的输入，接收单元应在 8s 的周期内，按照 CCIR 建议 468 [9] 测量加权或不加权的最高准峰值。测试结果相对于在 1020Hz 上或在最大允许电平(+9dBm0)上收到的测试电平，以 dB 表示。加权或不加权特性和电平基准的选择，应通过接收单元上的手动开关来进行。该开关应能防止无意识的操作，其位置应在结果中指明。其正常位置将对应于加权的特性。

4.5 压扩器线性

在三个连续的时间间隔中，以相对于测试电平 +6dB、-6dB 与 +6dB 的电平发送 820Hz 单音。
接收单元应指示出收到的各个电平。

4.6 扩展噪声

测量 60Hz 失真所用的时间间隔也可用于测量扩展噪声。用一只高通滤波器 ($f_0 \leq 400\text{Hz}$ ，和 $\geq 60\text{dB}/60\text{Hz}$) 来消除二次与三次谐波。剩下的噪声将用准峰值响应进行加权或不加权测量。

5 立体声参数

5.1 声道间的增益和相位差

当采用立体声模块时，设备应同时测量出现在其两个输入端 A 和 B 上信号之间的相位和电平差。应按照测量频率/衰减失真所规定的全部频率进行测量。仪器应最好指明误差的极性。

以 A 声道为基准，测试结果以 dB 和度数表示。

如果设备能提供等效于用同时测量所得的结果，也可采用不使用同时测量技术的设备。应当注意到建议 N. 21，§ 3.8 [4] 中给出的关于避免某些频率的告诫。

5.2 声道间串话和电路换位

发送器应当以低于测试电平 12dB 的电平发送 2040kHz 的单音，先由输出口 A 发送，然后由输出口 B 发送，同时对未使用的电路正确地终接。接收器应测量被终接电路中无用信号的电平。

测试结果用相对于使用电路中的电平的 dB 数表示。

串话测试信号应被用于电路换位的测试，并应在声道互换时给出指示。

6 设备特性 — 发送单元

输出阻抗^① <10Ω

① 为满足建议 N. 11 [13] 中有关阻抗和对地平衡而需要的任何变压器未考虑在此值内。

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| 电平误差..... | $<0.2\text{dB}$ |
| 频率误差..... | $<1\%$ |
| 在最大输出电平 (+21dB) 时的总谐波失真： | |
| 除 60Hz 与 1020Hz 外..... | $<0.5\%$ |
| 在 60Hz 与 1020Hz 上..... | $<0.1\%$ |
| 加权噪声电平输出..... | $\leq -80\text{dBq0ps}$ |
| A 和 B 输出之间的电平差..... | $<0.2\text{dB}$ |
| A 和 B 输出之间的相位差..... | $<2^\circ$ |

7 设备特性 — 接收单元

7.1 输入阻抗^②: $>20\text{k}\Omega$

7.2 最小精度和范围

7.2.1 电平测量

范围:

信号: +20dB 至 -45dB

噪声: -20dB 至 -70dB

相对于 $0.775\text{V}_{\text{r.m.s.}}$

误差:

$\leq \pm 0.2\text{dB}$, 在 +15 至 -20dB 范围

$\leq \pm 0.5\text{dB}$, 在 -20 至 -50dB 范围

$\leq \pm 1.0\text{dB}$, 在 -50 至 -60dB 范围

$\leq \pm 3.0\text{dB}$, 在 -60 至 -70dB 范围

注 — 噪声测量的频带是受限的, 要遵守 CCIR 建议 468 [9], 附件 1 中规定的频率响应。

频率范围: 20Hz—50kHz

7.2.2 失真测量

范围: 降至 0.3% (-50dB)

误差: ($\pm 1\text{dB}$)

7.2.3 相位测量

范围: $\pm 180^\circ$

误差: 在整个范围内 $\leq +2^\circ$

8 操作设备

当在如建议 O. 3, § 2.1 中规定的气候条件下操作时应当达到电气性能要求。

② 为满足建议 N. 11 [13] 中有关阻抗和对地平衡而需要的任何变压器未考虑在此值内。

附 件 A

(附于建议 O. 33)

单声声音节目电路的测量顺序

| 时间间隔 (秒) | 发送单元 | | 程序号：00 |
|-----------------|------------|--------------|-----------|
| | 频率 (Hz) | 电平 (dBm0) | |
| 1 | 1650/1850 | -12 | 起动/源/程序识别 |
| 1 | 1020 | 0 | 接收电平 |
| 1 | 1020 | -12 | 频率响应 |
| 1 | 40 | -12 | |
| 1 | 80 | -12 | |
| 1 | 200 | -12 | |
| 1 | 500 | -12 | |
| 1 | 820 | -12 | |
| 1 | 1900 | -12 | |
| 1 | 3000 | -12 | |
| 1 | 5000 | -12 | |
| 1 | 6300 | -12 | |
| 1 | 9500 | -12 | |
| 1 | 11500 | -12 | |
| 1 | 13500 | -12 | |
| 1 | 15000 | -12 | |
| 1 | 1020 | +9 | 总谐波失真 |
| 1 ^{a)} | — | — | |
| 1 | 60 | +9 | |
| 1 | 820 | +6 | 压扩器测试 |
| 1 | 820 | -6 | |
| 1 | 820 | +6 | |
| 8 | — | — | 信噪比 |

a) 等待间隔

附 件 B

(附于建议 O. 33)

声音节目电路的立体声对的测量顺序

| 时间间隔 秒 | 声道 A 发送单元 | | 声道 B 发送单元 | | 程序号：01 测量功能 |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|
| | 频率 (Hz) | 电平 (dBm0) | 频率 (Hz) | 电平 (dBm0) | |
| 1 | 1650/1850 | -12 | - | - | 起动/源/程序识别 |
| 1 | 1020 | 0 | 1020 | 0 | 接收电平 |
| 1 | 1020 | -12 | 1020 | -12 | 声道间增益和相位的频率响应 |
| 1 | 40 | -12 | 40 | -12 | |
| 1 | 80 | -12 | 80 | -12 | |
| 1 | 200 | -12 | 200 | -12 | |
| 1 | 500 | -12 | 500 | -12 | |
| 1 | 820 | -12 | 820 | -12 | |
| 1 | 1900 | -12 | 1900 | -12 | |
| 1 | 3000 | -12 | 3000 | -12 | |
| 1 | 5000 | -12 | 5000 | -12 | |
| 1 | 6300 | -12 | 6300 | -12 | |
| 1 | 9500 | -12 | 9500 | -12 | |
| 1 | 11500 | -12 | 11500 | -12 | |
| 1 | 13500 | -12 | 13500 | -12 | |
| 1 | 15000 | -12 | 15000 | -12 | |
| 1 | 1020 | +9 | 1020 | +9 | 总谐波失真 |
| 1 ^{a)} | - | - | - | - | |
| 1 | 60 | +9 | 60 | +9 | |
| 1 | 2040 | -12 | - | - | 串话和电路换位 |
| 1 | - | - | 2040 | -12 | |
| 1 | 820 | +6 | 820 | +6 | 压扩器测试 |
| 1 | 820 | -6 | 820 | -6 | |
| 1 | 820 | +6 | 820 | +6 | |
| 8 | - | - | - | - | 信噪比 |

a) 等待间隔

附 件 C

(附于建议 O. 33)

中等频带声音节目电路的测量顺序

| 时间间隔 (秒) | 发送单元 | | 程序号: 02 |
|-------------|------------|--------------|-----------|
| | 频率 (Hz) | 电平 (dBm0) | |
| 1 | 1650/1850 | -12 | 起动/源/程序识别 |
| 1 | 1020 | 0 | 接收电平 |
| 1 | 1020 | -12 | 频率响应 |
| 1 | 40 | -12 | |
| 1 | 80 | -12 | |
| 1 | 200 | -12 | |
| 1 | 300 | -12 | |
| 1 | 500 | -12 | |
| 1 | 820 | -12 | |
| 1 | 1400 | -12 | |
| 1 | 3000 | -12 | |
| 1 | 5000 | -12 | |
| 1 | 6300 | -12 | 总谐波失真 |
| 1 | 7400 | -12 | |
| 1 | 8020 | -12 | |
| 1 | 10000 | -12 | |
| 1 | 1020 | +9 | 压扩器测试 |
| 1 | - | - | |
| 1 | 60 | +9 | |
| 1 | 820 | +6 | 信噪比 |
| 1 | 820 | -6 | |
| 1 | 820 | +6 | |
| 8 | - | - | 信噪比 |

附 件 D

(附于建议 O. 33)

窄带 (电话型) 电路的测量顺序

| 时间间隔 (秒) | 发送单元 | | 程序号: 03 测量功能 |
|-------------|------------|--------------|-----------------|
| | 频率 (Hz) | 电平 (dBm0) | |
| 1 | 1650/1850 | -12 | 起动/源/程序识别 |
| 1 | 1020 | 0 | 接收电平 |
| 1 | 1020 | -10 | 频率响应 |
| 1 | 200 | -10 | |
| 1 | 300 | -10 | |
| 1 | 400 | -10 | |
| 1 | 600 | -10 | |
| 1 | 820 | -10 | |
| 1 | 1400 | -10 | |
| 1 | 1900 | -10 | |
| 1 | 2400 | -10 | |
| 1 | 2700 | -10 | |
| 1 | 2900 | -10 | |
| 1 | 3000 | -10 | |
| 1 | 3100 | -10 | |
| 1 | 3400 | -10 | |
| 1 | 1020 | +9 | 总谐波失真 |
| 8 | — | — | 信噪比 |

附 件 E

(附于建议 O. 33)

用于装设压扩器的声音节目 传输的窄带（电话型）电路的测量顺序

| 时间间隔 (秒) | 发送单元 | | 程序号：04 |
|-------------|------------|--------------|-----------|
| | 频率 (Hz) | 电平 (dBm0) | |
| 1 | 1650/1850 | -12 | 起动/源/程序识别 |
| 1 | 1020 | 0 | 接收电平 |
| 1 | 1020 | -10 | 频率响应 |
| 1 | 200 | -10 | |
| 1 | 300 | -10 | |
| 1 | 400 | -10 | |
| 1 | 600 | -10 | |
| 1 | 820 | -10 | |
| 1 | 1400 | -10 | |
| 1 | 1900 | -10 | |
| 1 | 2400 | -10 | |
| 1 | 2700 | -10 | |
| 1 | 2900 | -10 | |
| 1 | 3000 | -10 | |
| 1 | 3100 | -10 | 总谐波失真 |
| 1 | 3400 | -10 | |
| 1 | 1020 | +9 | |
| 1 | 820 | +6 | |
| 1 | 820 | -6 | 压扩器测试 |
| 1 | 820 | +6 | |
| 8 | - | - | 信噪比 |

附 件 F

(附于建议 O. 33)

用于调整国际声音节目连接的 CMTT 三电平测试信号（没有站预告）的测量顺序

| 时间间隔 秒 | 声道 A 发送单元 | | 声道 B 发送单元 | | 程序号：05 测量功能 |
|-----------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|------------------------------|
| | 频率 (Hz) | 电平 (dBm0) | 频率 (Hz) | 电平 (dBm0) | |
| 1 | 1650/1850 | -12 | - | - | 启动/源/程序识别 |
| 1 | - | - | - | - | 暂停 |
| 1 | 1020 | -12 | 1020 | -12 | 测量电平 (ML) |
| 1 | 1020 | -12 | 1020 | -12 | |
| 1 | 1020 | 0 | 1020 | 0 | |
| 1 | 1020 | 0 | 1020 | 0 | |
| 1 | 1020 | 0 | 1020 | 0 | |
| 1 | 1020 | 0 | 1020 | 0 | |
| 1 | 1020 | 0 | 1020 | 0 | |
| 1 | 1020 | 0 | 1020 | 0 | |
| 1 | 1020 | 0 | 1020 | 0 | |
| 1 | 1020 | 0 ^{a)} | - | - | 允许的最大 ^{a)} 电平 (PML) |
| 1 | 1020 | 0 ^{a)} | - | - | |
| 1 | - | - | - | - | |
| 1 | - | - | - | - | |
| 1 | - | - | 1020 | 0 ^{a)} | 允许的最大 ^{a)} 电平 (PML) |
| 1 | - | - | 1020 | 0 ^{a)} | |

a) 暂时采用 0dBm0 电平。需要合成的二电平测试信号，直至全部传输系统都能承载 +9dBm0 的正弦信号而不产生过多的声道负荷或串入其它声道的串话。将 +9dBm0 电平有效地插入到本顺序将需要 CMTT 和 CCITT 的确认。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Measurements to be made during the line-up period that precedes a sound-programme transmission*, Vol. IV, Rec. N.12.
- [2] CCITT Recommendation *Measurements to be made by the broadcasting organizations during the preparatory period*, Vol. IV, Rec. N.13.
- [3] CCITT Recommendation *Limits for the lining-up of international sound-programme links and connections*, Vol. IV, Rec. N.10.
- [4] CCITT Recommendation *Limits and procedures for the lining-up of a sound-programme circuit*, Vol. IV, Rec. N.21.
- [5] CCITT Recommendation *Maintenance measurements to be made on international sound-programme circuits*, Vol. IV, Rec. N.23.
- [6] CCITT Recommendation *International Alphabet No. 5*, Vol. VIII, Rec. T.50, and International Organization for Standardization *ISO 7-bit serial data output*.
- [7] CCITT Recommendation *List of definitions for interchange circuits between data terminal equipment and data circuit terminating equipment*, Vol. VIII, Rec. V.24, and Electronic Industries Association (EIA) Standard RS-232-C *Interface between data terminal equipment and data communication equipment employing serial binary data interchange*.
- [8] International Electrotechnical Commission *Interface system for programmable measuring instruments*, IEC Publications 625, 625-1 and 625-2.
- [9] CCIR Recommendation *Measurement of audio-frequency noise in sound broadcasting*, Vol. X, Rec. 468, ITU, Geneva, 1986.
- [10] CCITT Recommendation *Relative levels and impedances on an international sound-programme connection*, Vol. III, Rec. J.14.
- [11] CCITT Recommendation *Maximum permissible power during an international sound-programme transmission*, Vol. IV, Rec. N.15.
- [12] European Broadcasting Union (EBU) *Guiding principles for the design of electronic equipment*, Document TECH 3215.
- [13] CCITT Recommendation *Essential transmission performance objectives for international sound-programme centres (ISPC)*, Vol. IV, Rec. N.11.

第四章

测量模拟参数的设备

建议 O. 41

电话型电路使用的噪声计

(1972 年订于日内瓦; 1984 年修改于马拉加-托雷莫里诺斯, 1988 年修改于墨尔本)

1 引言

本技术要求对用于测量国际电话电路及各电路段上的噪声和其他干扰信号的噪声计提出了基本的要求。

2 概述

为了完成如上所述的测量, 噪声计应具备以下主要特性:

- a) 在不同的频率点上, 仪器的相对灵敏度应由噪声计的加权特性确定。
- b) 仪器灵敏度的参考点, 在 800Hz 时应为 0dBm (1 毫瓦)。
- c) 应能检测和显示加权噪声信号的 r. m. s. (均方根) 值。
- d) 检波器和显示装置的动态特性应能满足 § .3 中提出的要求。
- e) 当在正常范围和环境条件下应用时, 仪器的总精确度应为 $\pm 1.0\text{dB}$ 或更好些, 仪器各方面精确度的具体测试在 § 3 中给出。

本建议附件 A 提供了 CCITT 噪声评价系数与北美 (C-消息) 目前应用的噪声加权的比较。

3 具体要求

下面提供了用作噪声计的仪器所应满足的最基本的要求。

3.1 输入阻抗

所有给定的阻抗都是对平衡输入 (不接地) 的, 在 800Hz 时对地阻抗应 $> 200\text{k}\Omega$ 。

3.1.1 终接方式

当用于终接方式时, 输入阻抗应为 600Ω , 从 300Hz 至 4kHz 的回损 $\geq 30\text{dB}$ 。

3.1.2 跨接方式

当用于跨接方式时，从 300Hz 至 4kHz，在 300Ω 上的分接损耗应 $\leq 0.15\text{dB}$ 。

3.2 纵向损耗

在 50Hz 的输入纵向干扰损耗和纵向变换损耗应 $\geq 110\text{dB}$ 。从 50Hz 至 5kHz，要求每十倍频程下降 20dB (外加纵向电压应不超过 $42\text{V}_{\text{r.m.s.}}$)。

3.3 测量范围

仪器的可用测量范围应为 -90 至 0dBm。

3.4 在 800Hz 的校准精确度

当输入 800Hz、0dBm 信号时，输出指示值应为 $0\text{dBm} \pm 0.2\text{dB}$ 。在仪器可用测量范围内的其他电平，测量误差限值应为如下值：

| 范围 | 误差限值 |
|------------------------|--------------------|
| 0 至 -60dBm | $\pm 0.5\text{dB}$ |
| -60 至 90dBm | $\pm 1.0\text{dB}$ |

3.5 随频率变化的相对增益 (频率加权)

表 1/O. 41 给出了各种频率所要求的频率加权系数和精确度的限定值。此外，加权网络的等效噪声带宽应为 $1823 \pm 87\text{Hz}$ 。

同时，仪器可以提供建议 O. 132 中表 1/O. 132 所述的 1004Hz 至 1020Hz 测试信号带阻滤波器，以便用于如表 1/O. 41 所述的特性。在这种情况下，测量仪器的校准应包括一个适当的校正因数，以便计算由测试信号带阻滤波器在有效噪声带宽中引入的损耗值。校正因数在所涉及的频率范围内表示为均匀分布的失真功率，并采用如下公式计算：

$$\text{校正因数(dB)} = 10\log_{10} \frac{\text{标准噪声加权的有效带宽}}{\text{测量仪器的有效带宽}}$$

3.5.1 可供选择的频率特性

如果需要时，仪除了提供表 1/O. 41 所示的噪声计加权之外，还应提供图 1/O. 41 所示的不加权测量的可供选择的频率响应特性。

作为一种附加的选择，对于不加权测量的情况，需要等效噪声带宽为 3.1kHz (话路带宽) 的平坦特性滤波器。如果提供这种滤波器时，它应具有表 2/O. 42 所示的特性。

为了测量电话型电路交流声干扰，可提供截止频率约为 250Hz、且在 300Hz 时衰减 $\geq 50\text{dB}$ 的可选择的低通滤波器。

3.6 检波器电路的特性

检波器电路应能测量输入噪声的 r. m. s. 值。对如下的信号波形，如果近似的，即全波“准” r. m. s. 检波器的输出与真实的 r. m. s. 检波器的输出之差不超过 $\pm 0.5\text{dB}$ ，那么，可采用近似的或全波“准” r. m. s. 检波器：

- a) 高斯噪声
- b) 正弦信号
- c) 峰值对 r. m. s. 值之比 $\leq 8\text{dB}$ 的周期性信号。

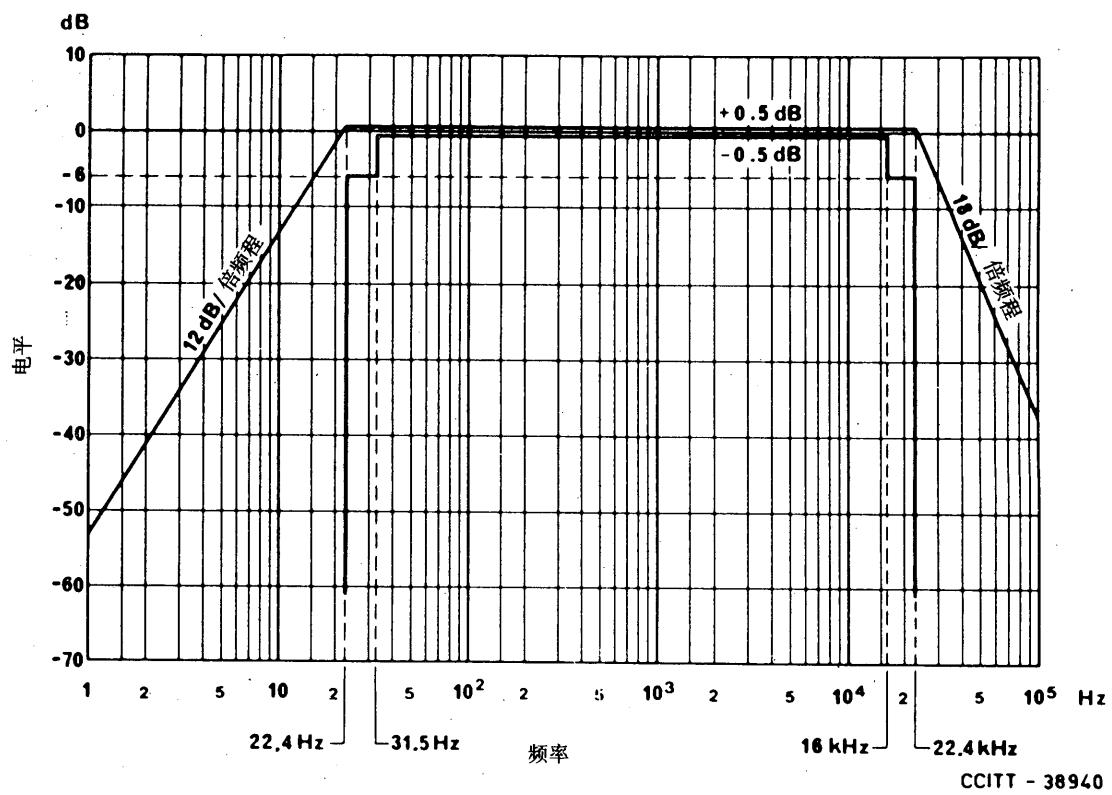


图 1/O. 41
非加权测量频率响应特性

表 1/O. 41
电话电路噪声计加权系数与限值

| 频率 (Hz) | 相对加权值 (dB) | 限值 (±dB) |
|------------|---------------|-------------|
| 16.66 | -85.0 | - |
| 50 | -63.0 | 2 |
| 100 | -41.0 | 2 |
| 200 | -21.0 | 2 |
| 300 | -10.6 | 1 |
| 400 | -6.3 | 1 |
| 500 | -3.6 | 1 |
| 600 | -2.0 | 1 |
| 700 | -0.9 | 1 |
| 800 | 0.0 | 0.0 (参考点) |
| 900 | +0.6 | 1 |
| 1000 | +1.0 | 1 |
| 1200 | 0.0 | 1 |
| 1400 | -0.9 | 1 |
| 1600 | -1.7 | 1 |
| 1800 | -2.4 | 1 |
| 2000 | -3.0 | 1 |
| 2500 | -4.2 | 1 |
| 3000 | -5.6 | 1 |
| 3500 | -8.5 | 2 |
| 4000 | -15.0 | 3 |
| 4500 | -25.0 | 3 |
| 5000 | -36.0 | 3 |
| 6000 | -43.0 | - |

表 2/O. 41

等效噪声带宽为 3. 1kHz (一个电话通路的带宽) 的
任选平坦滤波器的特性

| 频率 | 衰减 |
|-------------|-------------------|
| <300Hz | 增加 24dB/倍频程 (注 1) |
| 300Hz | 近似 3dB (注 2) |
| 400-1020Hz | ≤±0.25dB |
| 1020Hz | 0dB |
| 1020-2600Hz | ≤±0.25dB |
| 3400Hz | 近似 3dB (注 2) |
| >3400Hz | 增加 24dB/倍频程 (注 1) |

注 1 — 当低于 300Hz 和高于 3400Hz 时, 衰减将增加, 其斜率应不低于 24dB/倍频程, 直到衰减至少为 50dB。

注 2 — 应选择精确的截止频率, 以达到 $3.1\text{kHz} \pm 155\text{Hz}$ 的等效噪声带宽。

3. 6. 1 检波器电路的测试

为了确保检波器电路按照规定工作, 建议进行如下的测试:

- a) 应用脉冲速率为 80Hz 的 1800Hz 正弦波脉冲, 其周波的 20% 为满幅度, 周波的 80% 的幅度低于满幅度 8. 4dB。指示的 r. m. s 值应比截止的满幅度正弦波电平低 $5.0 \pm 0.5\text{dB}$ 。
- 此外, 按照前面提到的设计规范^①生产的噪声计应能满足以下测试:
- b) 连续地加上两个不同频率的正弦信号, 它们没有谐波关系, 而且在输出指示器上指示的输出电平相等。然后以相同电平同时输入这两个信号。这时, 输出指示器的读数比单独输入其中某一频率时应增加 $3\text{dB} \pm 0.25\text{dB}$ 。不同输入电平的其他各对频率的信号应满足这个条件。

3. 6. 2 倒置

在仪器的输入口加上占空比为 20%、重复率为每秒 600 个脉冲的矩形波, 并注意噪声读数。颠倒输入引线, 两次读数应吻合在 1dB 之内。这项测试应在本仪器规定的工作范围之内的几种电平上进行。

3. 7 检波器与显示的动态特性 (测量平均时间)

检波器与指示装置的响应时间应满足下列一或两项要求:

3. 7. 1 具有连续信号监测功能的测量仪器

使用持续时间为 150 至 250ms 的 800Hz 正弦信号应能与使用幅度相同的连续的 800Hz 信号产生相同的输出指示。使用的信号持续时间越短, 则在输出指示器上产生的读数越低。

在进行这项测试时, 读数误差应 $\leq \pm 0.2\text{dB}$ 。

① 参见本建议之附件 A

3.7.2 具有非连续信号监测性能的测量仪器

把 800Hz 单音的正弦波群加到噪声计的输入，以 50% 占空比选通，在满幅度半周波和从满幅度下降 8.4dB 的另一个半周波情况下，输出装置应指示出表 3/O.41 所示的变化。应避免选择产生振鸣点的电平。应容许用 1dB 微调控制把总的输入功率调节到显示不变化的那一点，使得满足小于 1dB 的要求。

表 3/O.41
在噪声计输入加上规定的 800Hz 正弦波群时输出指示的变化

| 选通频率 | 峰—峰指示器变化 |
|------|----------|
| 25Hz | ≤1dB |
| 5Hz | ≥3dB |

3.7.3 减幅响应

在研究之中。

3.8 线性

当信号的峰值和 r. m. s. 的比值较大时，为保证不因信号过载而出现过大误差，建议进行如下测试。

使用频率约为 1000Hz 的脉冲信号，其持续时间为 5ms，脉冲间隔时间为 20ms，其 r. m. s. 电平值相应于仪器的任何选定量程的最高值。当信号电平降低在 10dB 范围以内时，在噪声计的所有范围内读数将与所加信号电平降低数成正比，其容差为 ±0.5dB。

3.9 输出指示

如果使用模拟表头，正常使用的表头刻度盘部分内所标出的读数间隔应 ≤1dB。

如果应用数字显示，显示的噪声读数应精确到 0.1dB。其结果应是循环数而不是舍位数。数字显示更新率应至少接近每秒显示一次。

采用数字显示的仪器，可以有选择地提供附加显示特性以扩展仪器的应用。各种附加显示特性应当由制造厂家确定，以便帮助用户说明测试结果。

3.10 工作环境

当工作在建议 O.3 § 2.1 规定的气候条件时，应能满足各项电气性能要求。

3.10.1 对电磁场的抗干扰性

仪器应不受存在的电磁场 (50Hz) 的影响。其抗干扰性测试如下：

- a) 如果将仪器置于加权测量方式时，在 50Hz、16A/m 的电磁场中产生的读数应低于 -85dBm。
- b) 如果将仪器置于非加权测量方式（可选择方式，§ 3.5.1），在 50Hz、0.8A/m 的电磁场中产生的输出读数应低于 -85dBm。

附 件 A

(附于建议 O. 41)

CCITT 的加权与北美加权之比较

在北美的国内电话网 [1]、[2] 内，电话电路噪声损伤通常采用“C—消息”加权测量。这种加权的频率响应与建议 O. 41 中规定的 CCITT 噪声计加权略有不同。因而，用北美噪声表和用 CCITT 噪声计测量之间的关系取决于待测量的噪声频谱。此外，还要注意，用北美噪声表测量是用 **dBrn**（相对于 -90dBm 的分贝数或基准功率为 10^{-12} 瓦以上的分贝数）表示的。例如，如果将 300Hz 至 3400Hz 频段内的 1 毫瓦白噪声加于 CCITT 噪声计和北美噪声表上，可得到以下的读数：

CCITT 噪声计 (1951 加权) -2.5dBm

北美噪声表 (C-消息加权) 88.0dBrn

应认识到其他噪声频谱将会改变不同加权仪器输出读数的关系，为便于实际对比，特提出下列相应换算公式：

$$\text{噪声计读数 (用 dBm 表示)} = \text{C-消息噪声表的读数} - 90 \text{ (用 dBrn 表示)}$$

这种换算包括两种噪声计使用的两种基准频率（对噪声计加权是 800Hz，对 C-消息加权是 1000Hz）的差异所造成的影响。

对各种频率的 C-消息加权系数和精确度限值示于表 A-1/O. 41。图 A-1/O. 41 表示出噪声计加权与 C-消息加权的对比。

常用于测量北美国内电话网电话电路噪声损伤的另一种加权方法，称为“3kHz 平坦”加权 [1]。这种加权准备用于研究被测电路中存在的低频噪声（电源感应，等等）。它用在 3kHz 以上以 12dB/倍频程 Butterworth 形衰减的 3kHz 低通加权来描述。表 A-2/O. 41 给出了对这种加权的技术要求。

表 A-1/O. 41
C-消息加权系数和精确度限值

| 频率 (Hz) | 相对加权值 (dB) | 限值 (±dB) |
|------------|---------------|-------------|
| 60 | -55.7 | 2 |
| 100 | -42.5 | 2 |
| 200 | -25.1 | 2 |
| 300 | -16.3 | 2 |
| 400 | -11.2 | 1 |
| 500 | -7.7 | 1 |
| 600 | -5.0 | 1 |
| 700 | -2.8 | 1 |
| 800 | -1.3 | 1 |
| 900 | -0.3 | 1 |
| 1000 | 0.0 | 0.0 (参考点) |
| 1200 | -0.4 | 1 |
| 1300 | -0.7 | 1 |
| 1500 | -1.2 | 1 |
| 1800 | -1.3 | 1 |
| 2000 | -1.1 | 1 |
| 2500 | -1.1 | 1 |
| 2800 | -2.0 | 1 |
| 3000 | -3.0 | 1 |
| 3300 | -5.1 | 2 |
| 3500 | -7.1 | 2 |
| 4000 | -14.6 | 3 |
| 4500 | -22.3 | 3 |
| 5000 | -28.7 | 3 |

注 — 在 5000Hz 以上，衰减应以不小于 12dB/倍频程的速率继续增加，直到 -60dB 为止。

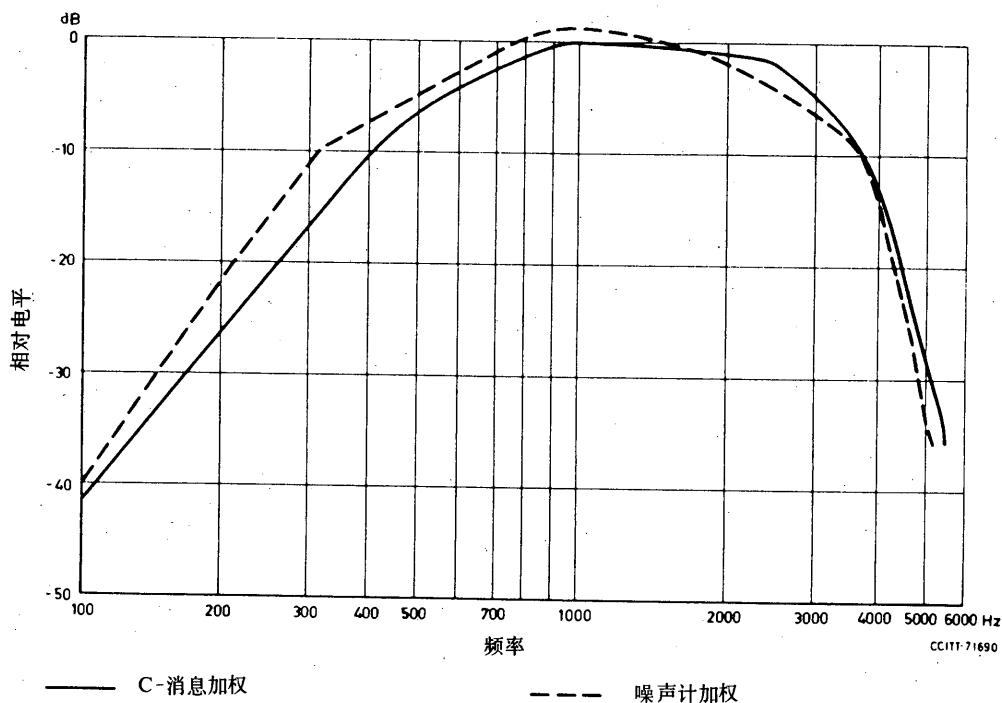


图 A-1/O. 41
噪声计加权与 C-消息加权之间的比较

表 A-2/O. 41
3kHz 平坦加权特性

| 频率 (Hz) | 30 | 60 | 400 | 1000 | 2000 | 3000 | 6000 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| 相对衰减 (dB) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | 3.0 | 12.3 ^{a)} |
| 容差 (dB) | ±2.5 | ±1.7 | ±0.5 | ±0.2 | ±1.0 | ±1.8 | ±3.0 |

a) 在 6000Hz 以上, 衰减应以不小于 12dB/倍频程的速率增加, 直到 60dB 为止; 在较高频率的衰减至少是 60dB。

参 考 文 献

- [1] IEEE Publication P743, *IEEE Standard Covering Methods and Equipment for Measuring the Transmission Characteristics of Analog Voice Frequency Circuits*.
- [2] *Noise Measuring Instruments for Telecommunication Circuits*, CCITT Green Book, Vol. IV.2, Supplement 3.2, ITU, Geneva, 1973.

建 议 O. 42

使用 4 单音交调方法测量非线性失真的设备

(1984 年订于马拉加-托雷莫里诺斯)

1 引言

通常用测量正弦信号产生的谐波频率信号来评价模拟电路的非线性失真损伤, 或者通过测量多个单音测试信号互相作用产生的交调频率信号来评价。研究结果和经验表明, 在某些条件下, 运用谐波失真方法, 可能严重低估电路上存在的非线性量值。当电路中存在着多种非线性源时, 谐波产物可能会趋向于彼此互相抵消, 但由复杂的数据信号产生的交调产物则不会互相抵消, 而且还会显著地损害传输的消息。随着更高比特率和多电平/多相位编码数据信号的出现, 这种影响变得日益重要。

为了提高测量精确度, 建议采用下述 4-单音测试信号的交调方法来测试非线性失真。这种方法可用于测量由于规定的多个单音测试信号的交调而产生的二次和三次失真产物。选定 4 个测试信号音的频率是为了在模拟电路通带中产生二次和三次的交调产物, 并且易于与所用的测试信号分开和易于测量。使用 4 个单音信号是为了得到一种近似于高斯分布的测试信号。



2 工作原理

交调失真可以广义地定义为一个复杂波形各分量的相互调制，作为互相调制的结果，产生新的分量，这些分量的频率等于原来复杂波形分量频率整数倍的和与差。通常，二次和三次交调产物分量足以评价电路的非线性。

测试信号由四种等电平的单音组成，其中两个单音被标定为与 860Hz 的中心频率间隔 6Hz，另外两个单音被标定为与 1380Hz 的中心频率间隔 16Hz。为了估计三次失真，可以在 1.9kHz 为中心频率的窄带中测到 6 个三次交调产物的总功率，并且以低于接收信号电平的 dB 数表示。对于二次失真，也可以在以 520Hz 为中心频率的窄带中测到四个二次交调产物形成的功率，并在 2240Hz 为中心频率的窄带中测得通常由 4 个二次交调产物合成的功率。然后对这两种二次失真产物功率加以平均，并以低于接收信号电平的 dB 数来表示。

二次交调失真可由下式定义：

$$\text{交调失真}_{\text{二次}} = 20 \log_{10} (V_{4T}/V_{2nd}) \text{ dB}$$

式中：

V_{4T} 是 4-单音信号的 r. m. s. 电压值，及

$$V_{2nd} = \sqrt{\frac{(V_5)^2 + (V_{22})^2}{2}}$$

式中：

V_5 是以 520Hz 为中心频率的窄带内的 r. m. s. 电压值，

V_{22} 是以 2240Hz 为中心频率的窄带内的 r. m. s. 电压值。

三次交调失真可定义如下：

$$\text{交调失真}_{\text{三次}} = 20 \log_{10} (V_{4T}/V_{19}) \text{ dB}$$

式中：

V_{4T} 是 4 单音信号 r. m. s. 电压值，和

V_{19} 是以 1900Hz 为中心频率的窄带内的 r. m. s. 电压值。

根据在电路上的交调失真产物相对电平和噪声相对电平，用 4 单音测试信号在接收器测到的测试信号电平可能是部分地或全部地由电路噪声所造成的，为了确定这种噪声的影响，须进行一种附加的测试，这种测试是利用由一对高单音信号或一对低单音信号所组成的 2 单音信号，其功率电平与 4 单音信号相同。用所测得的信噪比电平读数来校正所观测到的失真读数。这种校正工作可由测试仪表自动完成或由操作人员来进行。

3 具体要求

下面对使用“4 单音”信号交调方法测量非线性失真的仪器提出应当满足的最低限度要求。

3.1 发送器

3.1.1 电平精确度

输出信号电平的 r. m. s. 值的误差应低于 $\pm 1 \text{ dB}$ 。

3.1.2 电平范围

输出电平范围至少应为 0 至 -40 dBm 。除非电平指示器是仪器的一部分，仪器应提供具有 1 dB 一档或更小档次经校正的衰减器，在此情况下，可使用微调控制。

3.1.3 频谱

发送信号应由四个相等电平的单音组成。其中两个单音应当与 $860 \pm 1\text{Hz}$ 的中心频率间隔 $6 \pm 1\text{Hz}$ ；另外两个单音应当与 1380Hz 的中心频率间隔 $16 \pm 1\text{Hz}$ 。这四个单音信号电平应相等，其相对误差应在 $\pm 0.25\text{dB}$ 范围之内。

3.1.4 谐波失真

四个单音信号中的任一谐波至少应比该单音电平低 35dB 。

3.1.5 背景干扰

落在 § 3.2.4 中所述的失真滤波器通带中的任何噪声、失真或干扰至少应比信号电平低 80dB 。

3.1.6 概率密度函数

发送信号的概率密度函数应近似于 4 个独立的正弦波振荡器的概率密度函数，即使各单音是从一个源合成的也应如此。

3.1.7 信噪比检验信号

应该能够禁止以 1380Hz 为中频的两个单音，或者能禁止以 860Hz 为中频的两个单音，并且使其他两个未禁止的单音电平增加了 $\pm 0.25\text{dB}$ 。这个信噪比的检验信号常用于确定被测电路上的噪声对于测量的干扰。

3.2 接收器

3.2.1 精确度

测量误差应小于 $\pm 1\text{dB}$ 。

3.2.2 输入电平范围

在输入电平为 0 至 -40dBm 范围内，接收器应满足测量精确度和测量范围的要求。

3.2.3 测量与显示范围

在 10 至 70dB 范围内，测量仪器应能测量和显示信号电平对二次和三次失真产物的比值。

3.2.4 滤波器技术要求

需要测量的 6 个三次产物落在 1877 至 1923Hz 范围之内。较低的 4 个二次产物落在 503 至 537Hz 范围之内，而较高的 4 个二次产物落在 2223 至 2257Hz 范围内（这可以允许通路频移及发送信号的频率偏移）。

用于分离各种产物的滤波器必须足够宽，以便在总的精确度 $\pm 1\text{dB}$ 要求之内测量总功率；而且还必须足够窄，以便用以抑制带外噪声。可以这样检验滤波器的带宽，即在仪器的输入，除了外加 -10dBm 的 4-单音信号外，再附加一个 3.5kHz 有限带宽的、电平为 -40dBm 的白噪声信号。显示出来的二次和三次交调电平都必须比 -10dBm 的单音至少低 46dB 。

此外，在仪器输入加上 -10dBm 的 4-单音信号时，还应加上一个电平为 -25dBm 的正弦测试信号。对

于低于 1600Hz 和高于 2200Hz 的所有测试频率，三次失真读数至少应低于信号电平 55dB。对低于 220Hz、820Hz 和 1940Hz 之间以及 2540Hz 以上的所有测试频率，二次失真读数至少应低于信号电平 55dB。在 180Hz 和更低频率时，其抑制衰减必须比上述要求至少大 25dB。

3.2.5 检波器

应当用一个平均值或 r. m. s. 值的检波器来测量测试信号和交调失真电平。

3.2.6 与发送器有关的串话

当把与接收器相关的发送器（如果提供的话）置于其最高输出电平并且以 600Ω 终接时，接收器应满足总的精确度要求；且把第二个发送器电平置于比这个电平低 40dB，用它作为交调测量的信号源。

3.2.7 自检能力

为确保在测量二次及三次失真时接收器能被校正在 ± 1 dB 以内，接收器本身应有自检装置。

3.2.8 非正常接收的信号电平

对收到的不在 0 至 -40 dBm 输入电平范围之内的测试信号应能提供一个指示。

3.2.9 信噪比检验信号指示器

应当提供指示有无信噪比检验信号的指示器。

3.2.10 信噪比校正

通常，校正信号与交调失真之比应大于在电路噪声存在时测得的失真读数。若测试仪器在信噪比检验信号发出后不能自动校正观测到的读数，在操作说明书中应包括一个适当的校正曲线或校正表格。

3.2.11 杂散单音监视器

应提供监视装置，以确定收到的杂散单音或噪声是否等于或大于测试单音。本要求不包括在 860Hz ± 100 Hz 和 1380Hz ± 100 Hz 范围之内的频率。

3.3 输入及输出阻抗

所有给定阻抗都是平衡（不接地）连接。

3.3.1 终接方式（发送或接收）

当用于终接方式时，输入/输出阻抗应为 600Ω ，300 至 4000Hz 的回损应 ≥ 30 dB。

3.3.2 跨接方式（接收）

当用于跨接方式时，在 300 至 4000Hz，跨接在 300Ω 上的分接损耗应 ≤ 0.15 dB。

3.4 纵向损耗

发送器/接收器的输入和输出应满足下列要求，应按照建议 O.121 进行测量。

3.4.1 纵向变换损耗

在 300Hz 至 4kHz 之间，纵向变换损耗应 ≥ 46 dB。

3.4.2 输入纵向干扰损耗

在 50Hz 时，输入纵向干扰损耗应 ≥ 110 dB。从 50Hz 至 5000Hz，每 10 倍频程要求损耗减少 20dB，所加的纵向电压不应超过 $42V_{r.m.s.}$ 。

3.5 输出指示器

3.5.1 模拟

如果使用模拟表头，表头度盘正常使用部分的刻度间隔应 $\leqslant 1\text{dB}$ 。

3.5.2 数字

如果使用数字指示器，显示的测试结果应精确到 1dB 。该结果应是循环数而不是舍位数。在使用测试信号后 10 秒内仪器应能显示出在 1dB 之内的最后读数。在这个初始周期之后，在根据 4-单音电平和交调产物的连续测量，每隔 5 秒至少更新一次显示，更新周期建议为 2 或 3 秒。

3.6 工作环境

当工作在建议 O.3，§ 2.1 规定的气候条件时，应能满足各项电气性能要求。

建 议 O.51

音 量 表

(1972 年订于日内瓦)

(本建议之原文，请参阅卷 V 的建议 P.52 [1]，其他音量指示器资料，
请参阅建议 J.15 [2] 的表 1/J.15)

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Volume meters*, Vol. V, Rec. P.52.
- [2] CCITT Recommendation *Lining-up and monitoring an international sound-programme connection*, Vol. III, Rec. J.15.

建 议 O.61

测量电话型电路中断的简单设备

(1972 年订于日内瓦；1980 年修改于日内瓦，1988 年修改于墨尔本)

下面介绍能够检测音频通路传输短时中断的简单中断记数设备特性要求，为了保证 CCITT 规定的标准设备与不同生产厂家制造的设备之间的兼容性，必须遵守这些特性要求。

1 定义

1.1 中断

对本技术要求来说，应把中断看作传输阻断或测试单音电平下降到规定门限以下。

1.2 空载时间

对本技术要求来说，空载时间定义为在前一次中断结束后到计数器准备好记录下一次中断期间所经历的时间。

2 检测器

2.1 概述

应能检测到 3.5ms 以上所有的中断。不应识别小于 2ms 的中断，对小于 2ms 的信号也不能复杂。应分别地检测间隔时间大于 4ms 的中断。

2.2 中断检测门限值

仪器应能调节到 6dB 和 10dB 的电平门限值，有这种门限值的仪器的精确度应为 ±1dB。

2.3 输入条件

2.3.1 检测器应能对 2000Hz±100Hz 的测试信号作出响应（也参见 § 4）。

2.3.2 仪器在输入电平为 +10dBm 和 -30dBm 之间应能进行调节。

2.4 输入阻抗（频率范围为 300Hz 至 4kHz）

- 平衡，不接地
- 输入纵向干扰损耗 246dB

2.4.1 终接阻抗（其他阻抗任选） 600Ω

- 回损 ≥30dB

2.4.2 高阻抗 近似 20kΩ

- 在 300Ω 上的跨接损耗 ≤0.15dB

2.5 空载时间

2.5.1 电子仪器的空载时间为 3ms±1ms。

2.5.2 带有机械记数器的仪器的空载时间应为 125ms±25ms。

2.5.3 为了使电子仪器能与带有机械记数器的仪器所进行的测试作比较，在电子仪器上应配备一个开关，以便电子仪器能给出可选的 125ms±25ms 的空载时间。

2.6 辅助逻辑输出

应提供检测器的辅助输出口，它接到一个为计算机入口或辅助设备提供逻辑输出的适当插座，该插座的输出应是一个有两种状态的数字信号。

逻辑“0”：信号电平高于门限值；

逻辑“1”：中断，信号电平低于门限值。

输出电平应与 TTL（晶体管-晶体管逻辑）集成电路输出电平一样。其输出阻抗应小于 2000Ω，其精确值取决于各主管部门的要求。

2.7 定时时钟（任选）

应当配置定时时钟，该时钟应当把测试持续时间限制在直到 1 小时的任何周期。在时钟上应配置一个手动开关位置，以便在要求测试周期大于 1 小时的时候供特殊测试情况使用。

3 计数器

3.1 概述

应能记录所有大于 3ms 的中断。并将中断次数记录在一个单独的计数器上，它至少应有三位数字显示。

在测试周期结束时，该计数器显示要保持中断次数的总累计数。

3.2 电源故障

在电源发生故障时，计数器要保持总的累计数，并在电源恢复时再继续计数。若证明不能满足这个要求时，则应提供一个可见显示，以表示电源已发生故障。

4 同时测量

仪器可以提供中断测量，也能进行其他瞬态损伤诸如幅度和相位突变冲击的测量。使用频率为 1020Hz ± 10Hz 的测试信号可便于在这种组合仪器中综合对瞬态现象的几种测量。在其他各方面，中断测量应与本建议的原则相符。

5 工作环境

当工作于建议 O.3，§ 2.1 所规定的气候条件时，应当满足各项电气性能要求。

建 议 O.62

测量电话型电路中断的专用设备

(1972 年订于日内瓦；1988 年修改于墨尔本)

以下介绍能够检测音频通路短时中断的专用中断计数的特性要求，为了保证 CCITT 规定的标准设备与不同生产厂家制造的设备之间的兼容性，必须遵守这些特性要求。

1 定义

1.1 中断

对本技术要求来说应把中断看作传输阻断或 2kHz 测试单音电平下降到规定门限以下。

1.2 空载时间

对本技术要求，空载时间定义为在前一次中断结束后到计数器准备好记录下一次中断期间所经历时间。

2 检测器

2.1 概述

按照图 1/O.62 给出的概率曲线，检测器应能识别标称持续时间为 0.3ms 的中断。

这意味着，对于中断超过 0.5ms 且电平低于规定门限值 3dB 的情况仪器的检测准确性为 100%；而对于 0.3ms 的中断只能检测到 50%。

2.2 中断检测门限值

可以按档调整门限电平选择器，使其比检测器输入的额定测试信号电平低 3, 6, 10 和 20dB。

在这些门限电平时，仪器的精度为：

3, 6 和 10dB: ±1dB

20dB: ±2dB。

2.3 输入条件

2.3.1 检测器应对 $2\text{kHz} \pm 100\text{Hz}$ 的测试信号作出响应。(也参见 §.4.)

2.3.2 输入电平在 $+10\text{dBm}$ 和 -30dBm 之间时, 仪器能进行调节。

2.3.3 输入阻抗 (频率范围 300Hz 至 4kHz)

— 平衡, 不接地。

— 输入纵向干扰损耗 $\geq 46\text{dB}$

2.3.4 终接阻抗 (其他阻抗任选) 600Ω

— 回损 $\geq 30\text{dB}$

2.3.5 高阻抗 约 $20\text{k}\Omega$

— 在 300Ω 上的跨接损耗 $\leq 0.15\text{dB}$

2.4 辅助检测器输出

应提供一个插座以容许把一部外接记录器, 例如磁带录音机或一部计算机, 与检测器的逻辑输出相连。这个连接器的输出应具有两种状态的数字信号:

逻辑“0”: 信号电平高于门限值;

逻辑“1”: 中断, 信号电平低于门限值。

输出电平应与 TTL 集成电路输出相同。

输出阻抗应小于 2000Ω , 其精确值取决于各主管部门的要求。

2.5 空载时间

仪表应至少有两个空载时间:

1) 根据图 1/O. 62 所示曲线, 尽可能用最短的。

2) $125\text{ms} \pm 25\text{ms}$, 供特殊测试使用。

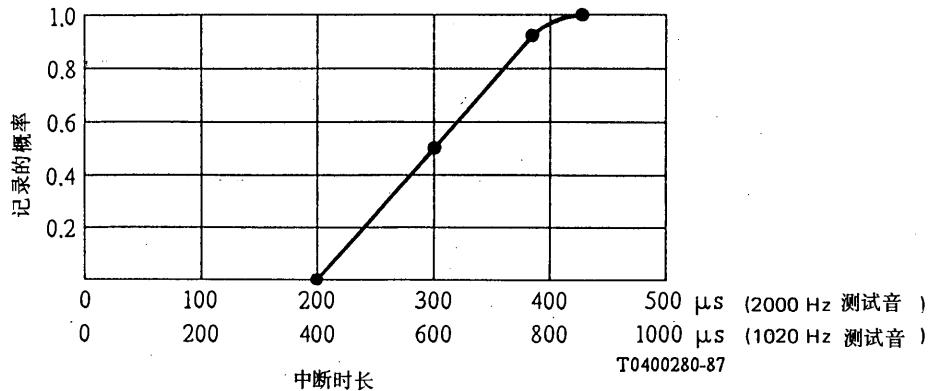


图 1/O. 62
检测中断的概率曲线

2.6 可见指示

应提供指出中断情况的可见指示。

3 测量结果的显示

3.1 中断记数器

为便于记录，检测到的中断应分为以下时间类别：

- a) 0.3 (0.6) — 3ms (任选，参见注释)，
- b) 3—30ms，
- c) 30—300ms，
- d) 300—1min，
- e) 1min 及 1min 以上 (任选)。

可以根据主管部门的选择，对其它时间组合提供调整的可能性。计数应预以直观显示。

注 — 0.6ms 的值适用于 1020Hz 测试音。

3.2 中断的相对持续时间 (任选)

为了能对由于中断引起的数据传输差错进行较简易的估计，仪器应提供对中断的相对持续时间进行计算和指示的方法。其数值为低于规定门限值的测试音时间和总测量时间的比值。要考虑到在 3ms 和 1 分钟之间的中断。应在 1×10^{-1} 至 1×10^{-8} 的范围内指示这些结果。

3.3 包含一次中断的秒数 (任选)

作为进一步的选择，仪器应提供包含持续时间 $\geq 3\text{ms}$ 的一次或多次中断的秒钟百分比的计算和指示的方法。其结果将在 0 至 100% 范围内指示，并在小数点后面有一位数字。

3.4 电源故障

在电源故障时，应在显示器上清晰地显示出任何失去的测量结果，以供以后观察时使用。

4 同时测量

仪器可以提供中断测量，也能进行其他瞬态损伤测量，诸如幅度和相位突变的测量。可以使用频率为 1020Hz + 2—7Hz (见建议 O. 6) 的测试信号以便于在这种组合仪器中综合对瞬态现象的几种测量。在其他各方面，中断测量应与本建议的原则相符。

5 工作环境

当仪器工作于建议 O. 3，§ 2.1 所规定的气候条件时，应满足各项电气性能要求。

建 议 O. 71^①

电话型电路的脉冲噪声测量设备

(1972 年订于日内瓦；1976 年修改于日内瓦，1988 年修改于墨尔本)

下面介绍能确定电话型电路脉冲噪声性能的仪器的性能要求。为了保证 CCITT 的标准设备能和不同厂家生产的设备测得的结果相兼容，必须遵守下述技术要求。

① 本建议之文本已由第 IV 研究组和第 X VII 研究组负责制订。有关本建议的更详细规定将由这些研究组共同负责制定。

1 工作原理

此仪器在测量周期内将记录输入信号瞬时电压超过预定门限值的次数。仪器能记录超过门限值脉冲的最快速度为每秒记录 8±2 个计数。门限电平是根据正弦输入信号的 r. m. s. (dBm) 值校正的，此正弦信号的峰值要足以使仪器启动计数装置。

2 定义

2.1 空载时间

对本技术要求来说，把空载时间定义为在前一脉冲开始后到计数器准备好记录下一个脉冲所经历的时间。

3 技术要求条款

3.1 输入阻抗（频率范围为 300Hz 至 4kHz）

- 平衡，不接地
 - 输入纵向干扰损耗 $\geq 46\text{dB}$
- 3.1.1 终接阻抗（其他阻抗任选） 600Ω
- 回损 $\geq 30\text{dB}$
- 3.1.2 高阻抗 约 $20\text{k}\Omega$
- 在 300Ω 上的跨接损耗 $\leq 0.15\text{dB}$

3.2 输入平衡度

在信号源阻抗的中点和仪器的接地端之间送入一个超过门限值 60dB 的脉冲时，计数器应不工作。

3.3 工作电平范围

仪表能响应的最小工作电平范围应为 0 至 -50dBm （即，相对于 1.1V 为 0 至 -50dB , 1.1V 是在 600Ω 上有 1mW 功率的正弦波峰值电压）。门限值应能以每步可调节 3dB ($\pm 0.5\text{dB}$)，而且对正、负极性的输入脉冲，其门限值差别不应超过 0.5dB 。

3.4 空载时间

无论空载时间值是不是包括在一个特定仪器内，在所有情况下，都应提供 $125 \pm 25\text{ms}$ 的值。

3.5 衰减/频率特性

3.5.1 平坦带宽

从 275Hz 至 3250Hz 的频率响应范围为 $\pm 1\text{dB}$ 以内：

- 在 200Hz , 3dB 点为 $\pm 1\text{dB}$;

- 低于 200Hz，每倍频程衰减增加大约 18dB；
在 100Hz 时，最小衰减为 17dB；
- 高于 3250Hz 时，衰减的增大应与下面 § 3.7 中所规定的灵敏度要求一致。

3.5.2 任选的各种带宽

使用各种附加滤波器，设备可以提供其他任意选择的各种带宽。

在任何情况下都应设计得使仪表能加上外部滤波器。

滤波器之一应具有如下特性：

从 750Hz 到 2300Hz 频率范围内波动在±1dB 之内：

- 600Hz 和 3000Hz 为 3dB 点；
- 低于 600Hz 和高于 3000Hz，频率响应每倍频程下降约为 18dB。

在测量 75bit/s 的回程通路中的脉冲噪声时，已采用有如下特性的滤波器：

- 300Hz 和 500Hz 为 3dB 点；
- 低于 300Hz 和高于 500Hz 时，频率响应每倍频程下降约为 18dB。

在把 1020Hz 测试信号加到被测电路时，为了测量脉冲噪声（参见建议 O.6），作为一种选择，应提供 1020Hz 陷波滤波器，该滤波器应具备表 1/O.71 给定的特性。

表 1/O.71
陷波滤波器特性

| 频 率 (Hz) | 衰 减 (dB) |
|-------------|----------|
| <400>1700 | <0.5 |
| <700>1330 | <0.1 |
| <860>1180 | <3.0 |
| 1000 至 1025 | >50.0 |

注 — 应该注意，在有和没有测试音的情况下进行测量时，测量结果可能有差异。

3.6 校正

当仪器置于平坦状态时，在输入加入一个 1000Hz 的连续正弦波信号，其电压等效于 600Ω 上的 0dBm，并且在工作电平控制调到 0dBm 时，用校正控制应能将仪器调节到每秒记录 8 ± 2 个计数。当输入信号电平降低到 -1dBm 时，仪器应不计数。

当输入电平降低到工作电平范围内的任意值时，调整工作电平使仪器刚好不计数，该工作电平与实际的输入电平之差应不大于 1dB。

3.7 灵敏度

如果按照 § 3.6 所述方法校准仪器使之处于平坦状态并且工作电平调到 0dBm 时，应将持续时间为 50ms、峰值幅度为 1.21V、脉冲之间的间隔超过空载时间的任一极性的矩形脉冲送入仪器，并使计数器以正确的速率记数。当这些脉冲的宽度逐步减小时，对持续时间为 $50\mu s$ 的脉冲，计数器应以正确的速率记录。而脉冲持续时间为 $20\mu s$ 时，计数器应不计数。

3.8 显示测量结果

3.8.1 脉冲噪声计数器

应把要计数的每一事件作为计数器的一个单位记录。计数器至少可以记录 999 个事件。

3.8.2 脉冲噪声的相对持续时间（任选）

为了能对由于脉冲噪声引起的数据传输误差进行较简易的估计，仪器应提供计算和指示脉冲噪声相对持续时间的方法。其数值为输入信号超过规定门限值的时间和总测量时间的比值。应在 1×10^{-1} 至 1×10^{-8} 范围内指示这些结果。

3.8.3 包含脉冲噪声的秒数（任选）

作为进一步的选择，仪器应提供计算和指示包含一次或多次发生脉冲噪声的秒钟百分比的方法。其结果将在 0 至 100% 范围内指示，并在小数点后面具有一位数字。

3.9 定时器

应提供机内定时器，在超过预先规定的时间之后，它能使仪器关机。该定时器应能在 5 到 60 分钟的范围内以每步一分钟来调节。

有效的测试时间间隔为 5, 15, 30 和 60 分钟。

4 工作环境

当工作在建议 O.3, § 2.1 所规定的气候条件下时，仪器的各项电气性能应满足要求。

建 议 O.72

宽带数据传输脉冲噪声测量仪的特性

(1972 年订于日内瓦)

(本建议的文本请参见卷 III 中的建议 H.16 [1])

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Characteristics of an impulsive-noise measuring instrument for wide-band data transmission*, Vol. III, Rec. H.16.

电话型电路的群时延测量设备

(1972 年订于日内瓦)

为了使不同厂家生产的设备与按 CCITT 标准生产的设备能互相兼容，必须符合下面说明的电话型电路群时延测量设备的特性。

1 测量原理

在线路上测量群时延失真（直读法测量）时，要求在接收侧有一个相位解调信号，它的频率和发送侧的调制频率（分频）完全相同，并且其相位在测量期间不变。按照建议的测量原理，这一频率是由接收器中的分频振荡器产生的，其频率受控于具有 1.8kHz 固定频率的参考载波。采用与测量载波相同的调制频率对参考载波进行幅度调制，并将参考载波与测量载波周期地交替送到被测通路中。在从测量载波转换到参考载波期间，发送信号不能出现相位或幅度的突变。为了进行识别，还需进一步用一个识别信号对参考载波进行幅度调制。

若被测通道对测量载波和参考载波具有不同的群时延和/或衰减，那么，在接收器的载波转换点，被测通路的输出端就会出现相位和/或幅度突变。可以用测试设备的接收器来测定这一相位或幅度的突变。所以，为了测量群时延，接收器应具备用于群时延测量的相位测量装置。这个测量装置包括上述频率受控的分频振荡器，其相位被自动调整到某一平均值，此平均值即为测量载频上传送的分频的相位和参考载频上传送的分频的相位二者的平均值。从幅度解调器输出端取出分频电压送到相位表，该幅度解调器能同时用于测量幅度的变化。为了识别实际的测量频率（特别是在扫频测量过程中），在接收端应配备一个鉴频器。

若在测量期间，测量载波不同于参考载波，并假定对这两个频率来说，被测通道具有不同的群时延和衰减值，那么，在接收器中的相位表、幅度解调器和鉴频器的输出端都将出现一方波信号，它的幅度正比于各测量结果（相对于参考载频），并且它的频率与发送侧载波转换频率相同。其后，这三种方波信号由可控整流器来测定，同时并能以适当的符号指示出测量载频和参考载频之间在群时延失真、衰减和测量频率方面的差别。

2 技术的详细说明

2.1 发送器

调制分频应为 41.66Hz ($=1000\text{Hz}/24$)。用这个信号对参考载波和测量载波进行调幅，调制深度为 40%。发送两个边带。调制失真系数应小于 1%。从测量载波转换到参考载波的转换时间 $\leq 100\mu\text{s}$ 。转换频率与调制频率有严格的二进制分频关系，转换频率为 4.166Hz ($41.66\text{Hz}/10$)。在调制包络的最低点进行载波转换。容许偏差 $\leq \pm 0.2\text{ms}$ 。在各种情况下，对不应该发送载波频率的抑制相对发送的信号至少是 60dB 。

用来识别参考载波所需的识别信号与调制分频也有严格的关系。所指定的频率 166.6Hz 是由调制频率(分频)乘 4 或由 1kHz 除以 6 得出。由 1kHz 经过分频得到的矩形识别信号在通过一个时间常数 $T = 0.43\text{ms}$ 的 RC 低通滤波器之后就可以直接用于调制, 因为在这种情况下并不要求纯正弦波形。调制深度为 20%。仅在参考载波发送时间的最后 24ms 内发送识别信号。从图 1/O. 81 中可以看到, 在发送侧作为时间函数的各种信号形状和它们各自的构成。

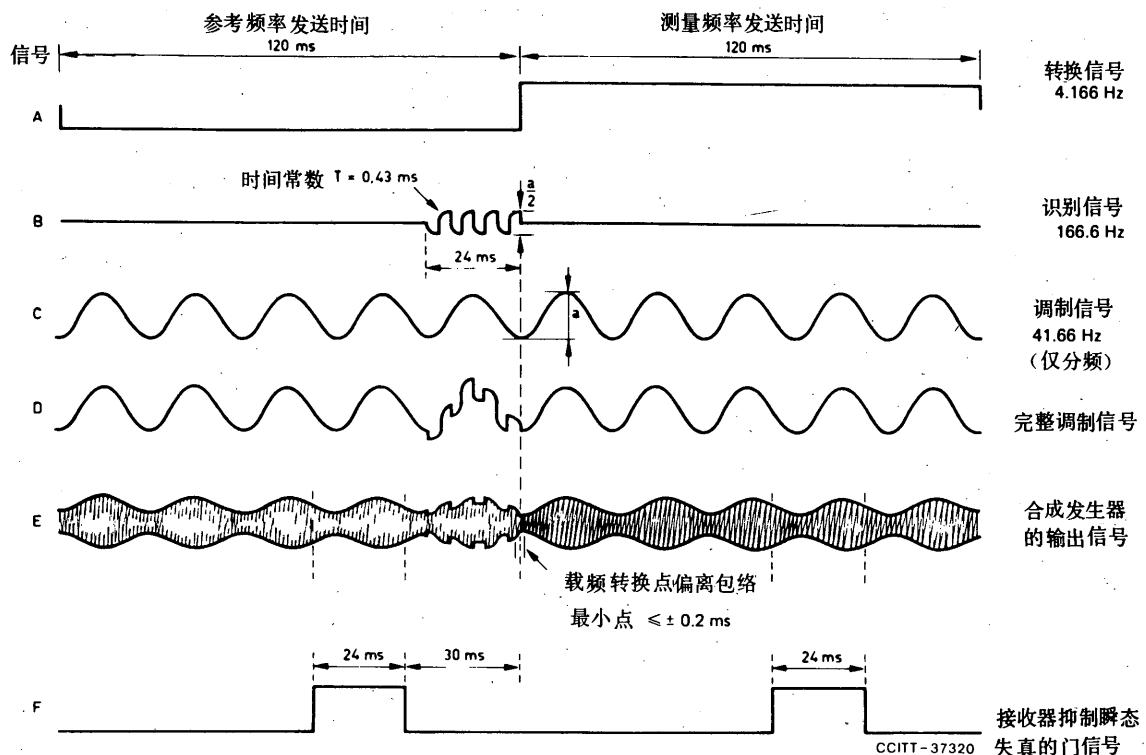


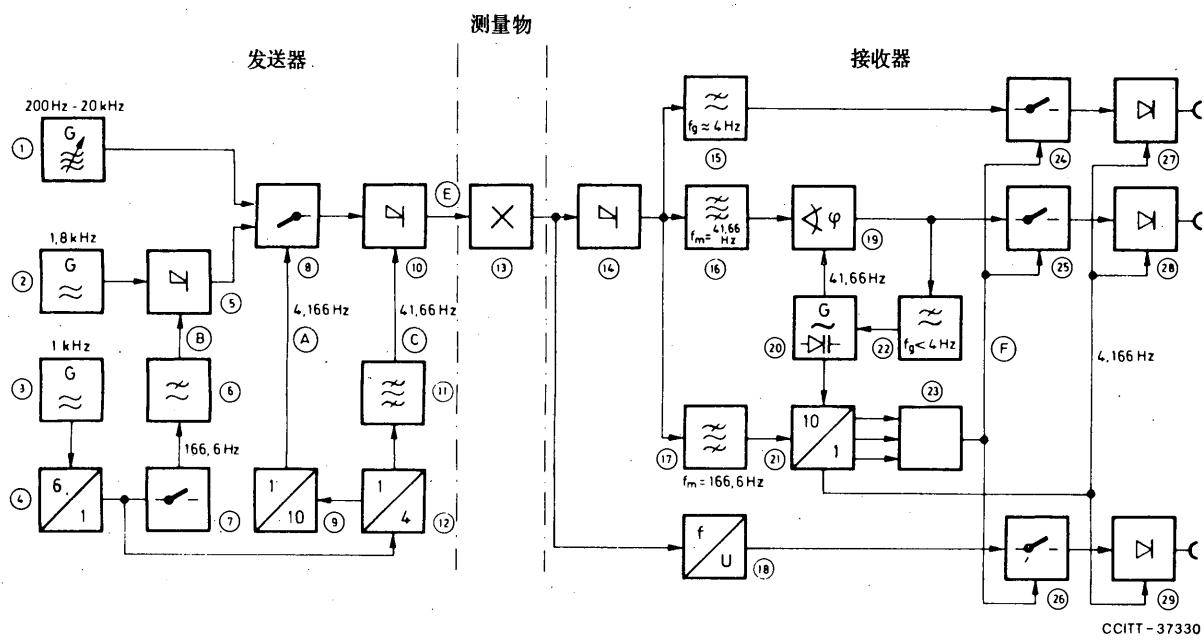
图 1/O. 81
群时延测量设备各种信号的时间关系

2.2 接收器

2.2.1 群时延测量 (参见图 2/O. 81)

把来自被测通道的信号解调并通过带通滤波器滤波后得到 41.66Hz 调制频率。这个调制电压受到矩形波相位调制, 相位调制的频率等效于转换频率 4.166Hz。相位偏移与测量载波和参考载波之间的群时延差成正比。在相位表中完成相位解调, 相位表的第二个输入信号由(例如)1kHz 振荡器经过 24/1 分频器来提供。这个振荡器构成一个闭合的相位控制环路, 它包括相位表和一个抑制转换频率的低通滤波器。因此, 在接收器中产生的调制频率准确地等于来自发送器的调制频率。

在相位表的输出可得到一个 4.166Hz 的方波电压, 它的幅度与测量结果成正比。为了正确测定这个信号, 要求采用一个受控整流器。其控制电压是由接收器中产生的调制(分频)频率经 (10/1) 分频得到的。借助于 166.6Hz 识别信号使其相对于发送信号具有正确的相位关系。受控整流器分别与指示仪器和直流电流输出相连。



| | | | |
|-----------|-----------|----------|-------------|
| 1 | 测量频率振荡器 | 14 | 幅度解调器 |
| 2 | 参考频率振荡器 | 17 | 标识频率带通滤波器 |
| 3 | 1kHz 振荡器 | 18 | 鉴频器 |
| 4、9、12、21 | 分频器 | 19 | 相位表 |
| 5、10 | 调幅器 | 20 | 可控振荡器 |
| 6、15、22 | 低通滤波器 | 23 | 与电路 |
| 7 | 识别信号门 | 24、25、26 | 门电路 |
| 8 | 载频转换开关 | 27、28、29 | 可控整流器 |
| 11、16 | 调制频率带通滤波器 | A 至 F 信号 | 参见图 1/O. 81 |
| 13 | 测量物 | | |

图 2/O. 81
群时延测量设备的原理

2.2.2 幅度测量

如果幅度测量也与参考载波有关，那么幅度解调器输出的信号（正比于 Δa 的 4.166Hz 方波）也可以象已叙述的测量群时延那样来测定。而且还可以指示出相应的纯载波幅度。

2.2.3 频率测量

对于扫频测量，需要在接收器中产生一个与测量频率成正比的电压。这个要求可以用鉴频器来完成。然后将鉴频器的输出电压送到一个受控整流器。所指示的测量结果为测量载波与参考载波之间的频率差。也可以选择仅指示测量载频。

2.2.4 瞬态失真的消除

由于载波的转换，可能在被测通道和接收器中产生瞬态失真。利用门电路可以有效地消除这些干扰信号。仅在图 1/O. 81 中所示那些期间内这些门断开其后的那些测量装置。

3 概述

发送器输出口和接收器输入口必须是不接地和平衡的。为了保持环路，必须能够向所连接的测量仪器提供约 100mA 的最大直流电流。

4 电话型电路群时延测量设备的技术要求

4.1 概述

4.1.1 群时延测量精确度 (也见下面 § 4.2.1)

- 200Hz 至 400Hz $\leq \pm 100\mu s$
 - 400Hz 至 600Hz $\leq \pm 30\mu s$
 - 600Hz 至 1kHz $\leq \pm 10\mu s$
 - 1kHz 至 20kHz $\leq \pm 5\mu s$
- } 测量范围^① 的 $\pm 3\%$

在 $+15^{\circ}$ 至 $+35^{\circ}\text{C}$ 温度范围以外, 调制频率的变化可能影响所规定的精确度, 而使测量误差由 3% 变为 4% 。(参见下面 § 4.1.4)。

由于幅度变化引起的附加误差不应超过:

- 变化到 10dB $\pm 5\mu s$
- 变化到 20dB $\pm 10\mu s$
- 变化到 30dB $\pm 20\mu s$

4.1.2 测量频率 200Hz 至 20kHz

4.1.2.1 测量频率精确度

- 在温度范围 $+15^{\circ}$ 至 $+35^{\circ}\text{C}$ 内 \leq 实际频率读数的 $\pm 1\% \pm 10\text{Hz}$
- 在温度范围 $+5^{\circ}$ 至 $+50^{\circ}\text{C}$ 内 \leq 实际频率读数的 $\pm 2\% \pm 10\text{Hz}$

4.1.3 参考频率 1.8kHz

(加以一个微调以避免和干扰单音相重合)。

应能选择二个附加的参考频率以提高频带边缘的精确度。

4.1.3.1 参考频率精确度

- 在温度范围 $+15^{\circ}\text{C}$ 至 $+35^{\circ}\text{C}$ 内 $\leq \pm 1\%$
- 在温度范围 $+5^{\circ}\text{C}$ 至 $+50^{\circ}\text{C}$ 内 $\leq \pm 3\%$

4.1.4 调制频率 (1kHz : 24)^②:

- 在温度范围 $+15^{\circ}$ 至 $+35^{\circ}\text{C}$ 内 $41.66\text{Hz} \pm 0.5\%$
- 在温度范围 $+5^{\circ}$ 至 $+50^{\circ}\text{C}$ 内 $41.66\text{Hz} \pm 1\%$

4.1.4.1 调制深度^③ $m = 0.4 \pm 0.05$

4.1.4.2 调制失真系数^{②,③} $\leq 1\%$

4.1.5 由调制频率导出的识别频率 (1kHz : 6)^② 166.6Hz

4.1.5.1 调制深度^③ $m = 0.2 \pm 0.05$

4.1.5.2 识别信号的发送时间 在参考频率发送时间终止前 24ms

4.1.5.3 识别信号开始时应引起载波幅度的下降 (如图 1/O. 81 所示)

① 测量范围采用在使用范围内的满刻度偏转指示值。

② 为使不同厂家生产的设备之间能互相兼容, 必须满足这些要求。

③ 调制失真系数表示为:

$$\frac{\text{无用边带的 } r.m.s. \text{ 值}}{\text{需要边带的 } r.m.s. \text{ 值}} \times 100\%.$$

| | | |
|---------|--|--------------------------------------|
| 4.1.6 | 由调制频率导出的转换频率 (1kHz: 240) ^④ | 4.166Hz |
| 4.1.6.1 | 载波转换时间 ^④ | 小于 $100\mu s$ |
| 4.1.6.2 | 载波转换点和包络最小值之间的偏差 | $\leq \pm 0.2ms$ |
| 4.1.7 | 环境条件范围 ^⑤ | |
| 4.1.7.1 | 电源电压变化 | +10%至-15% |
| 4.1.7.2 | 温度范围 | +5°C至+50°C |
| 4.1.7.3 | 相对湿度范围 | 45%至75% |
| 4.1.8 | 附加要求 | |
| 4.1.8.1 | 扬声器的配置 | 任选 |
| 4.1.8.2 | 内部检验。应当具有内部检验电路以证实群时延/频率和衰减/频率失真测量功能是否正常，用发送器送出适当的信号来进行检验。 | |
| 4.2 | 发送器 | |
| 4.2.1 | 在群时延测量的总精确度中，由发送器引入的误差（如上面 § 4.1.1 所指出）不应超过 ^④ ： | |
| — | 200Hz 至 400Hz | $\pm 10\mu s$ |
| — | 400Hz 至 600Hz | $\pm 3\mu s$ |
| — | 600Hz 至 20kHz | $\pm 1\mu s$ |
| 4.2.2 | 发送电平范围（平均载波功率）（作为选择，可以限制最大发送电平） | -40dBm 至 +10dBm |
| 4.2.2.1 | 发送电平精确度 在参考频率 | $\leq \pm 0.5dB$ $\leq \pm 0.3dB$ |
| 4.2.3 | 输出阻抗（频率范围为 200Hz 至 20kHz）： | |
| — | 平衡；不接地 | 600Ω |
| 4.2.3.1 | 回损 | $\geq 40dB$ |
| 4.2.3.2 | 信号平衡比 | $\geq 46dB$ |
| 4.2.4 | 发送信号的谐波失真 | $\leq 1\%$ (40dB) |
| 4.2.5 | 发送信号的寄生失真 | $\leq 0.1\%$ (60dB) |
| 4.2.6 | 扫频速度 | 从 10Hz/s 至 100Hz/s 可调，至少提供四种扫频速度 |
| 4.2.7 | 防止拨号音接收器可能的响应 | 任选 |
| 4.2.8 | 环路保持的措施 | 应考虑 |

④ 为了使不同厂家生产的设备之间能互相兼容，必须满足这些要求。

⑤ 这些值是暂定的，需要进一步研究。

4.2.9 发送器应包括一些安排，以便当需要时，在测量之前能以 1Hz 的分辨率测量测试载频和参考载频。这可以通过在发送器提供一个适当的输出以供外部频率计使用来实现。

4.3 接收器

4.3.1 输入电平范围 -40 至 +10dBm

4.3.1.1 接收器的动态范围 30dB

4.3.2 输入阻抗 (频率范围为 200Hz 至 20kHz):

— 平衡, 不接地 600Ω

4.3.2.1 回损 ≥40dB

4.3.2.2 信号平衡比 ≥46dB

4.3.3 群时延/频率失真的测量范围 {
0 至 ±100, ±200, ±500μs
0 至 ±1, ±2, ±5, ±10ms

4.3.3.1 群时延测量的精确度, 按照上面 § 4.1.1 和 § 4.2.1 的要求。

4.3.4 衰减/频率失真测量的测量范围 0±2, ±5, ±10, ±20, ±50dB^⑥

4.3.4.1 精确度 (+5 至 +50°C) ±0.1dB ± 测量范围的 3%

4.3.5 在参考频率上输入电平测量的测量范围 +10dBm 至 -20dBm

4.3.5.1 精确度 (+15°C 至 +35°C) ±0.25dB
(+5°C 至 +50°C) ±1dB

4.3.6 为了驱动 X-Y 记录仪, 应提供直流输出信号。

4.3.7 频率测量的测量范围 {
200Hz 至 4kHz
200Hz 至 20kHz

4.3.7.1 频率指示精确度 ±2% ± 10Hz

4.3.8 环路保持措施 应考虑

4.3.9 噪声的消除

4.3.9.1 为减少 4000Hz 以上干扰频率的影响, 例如, 测量脉冲的影响, 应能选择包含一个低通滤波器的方案

相对于 1000Hz 的群时延, 在 2600Hz 处滤波器的群时延/频率失真不应超过 5μs, 在 2800Hz 不应超过 30μs。相对于 1000Hz 的衰减, 在 2600Hz 的衰减/频率失真不应超过 0.1dB, 在 2800Hz 不应超过 0.2dB。

4.3.9.2 当扫频速度不超过每秒 25Hz 时, 由于每 4kHz 带宽内的白噪声电平比所接收到的测试信号平均载波电平低 26dB 而引起读数误差的 r. m. s. 值, 不应超过 20μs。

当测试一个设备是否满足这项要求时, 被测装置的群时延/频率失真的变化速率不应超过每 100Hz 变化 1.5ms。

4.3.9.3 当离散信号音的干扰频率电平比收到的测试信号的平均载波电平低 26dB 的情况下, 由于在测试信号或参考信号附近 ±150Hz 的离散单音而引起的指示误差不应超过 ±20μs, 在 ±200Hz 时不应超过 ±2μs。

⑥ 对于 ±50dB 范围内所规定的精确度仅适合于 ±30dB 范围 (参见 § 4.3.1.1)。

文 献 目 录

COENNING (F.): Progress in the Technique of Group Delay Measurements, *NTZ Communications Journal*, Vol. 5, pp. 256-264, 1966.

建 议 O. 82

范围为 5 至 600kHz 的群时延测量设备

(1972 年订于日内瓦)

为了保证不同厂家生产的设备与按 CCITT 标准生产的设备能互相兼容，对于数据电路的群时延测量设备的各种特性，必须符合下述要求。

1 测量原理

在线路上测量群时延失真时（直读法测量），要求在接收侧有一个相位解调信号，它的频率和发送侧的调制分频完全相同，在测量期间其相位保持不变。按照建议的测量原理，这一频率是由接收器中的分频振荡器产生的，其频率是由参考载波来控制的。采用与测量载波相同的调制频率对参考载波进行幅度调制，并将参考载波与测量载波周期地轮流送至被测通道中。在从测量载波转换到参考载波期间，发送信号不能出现相位或幅度的突变。为了识别起见，还需进一步用一个识别信号对参考载波进行幅度调制。

若被测通道对测量载波和参考载波具有不同的群时延和/或衰减，那么，在接收器的载波转换点，被测通道的输出端就会出现相位和/或幅度突变。可以由测试设备的接收器来测定这一相位或幅度的突变。所以，为了测量群时延，接收器应提供用于群时延测量的相位测量装置。该测量装置包括前面提到的频率受控的分频振荡器，其相位能够自动调整到某一平均值，此平均值是测量载波上传送的分频的相位和参考载波上传送的分频的相位二者的平均值。从幅度解调器输出端取出分频电压送到相位表，该幅度解调器能同时用于测量幅度的变化。为了识别实际的测量频率（特别是在扫频测量的过程中）在接收端应配备一个鉴频器。

若在测量期间，测量载波与参考载波不同，且被测通道对这两个频率具有不同的群时延和衰减值，那么，在接收器中的相位表、幅度解调器和鉴频器的输入口都将出现一方波信号，它的幅度与各测量结果成正比（相对于参考载频的频率），并且它的频率与发送侧的载波转换频率相同。其后，这三种方波信号由可控整流器来测量，同时并能以适当的符号指示出测量载频和参考载频之间在群时延失真、衰减和测量频率方面的差别。

2 技术细节

2.1 发送器

调制分频应为 416.66Hz ($=10000\text{Hz}/24$)。用这个信号对参考载波和测量载波进行调幅，调制深度为 40%，两个边带均发送。调制失真系数应小于 1%。从测量载波转换到参考载波的转换时间 $\leq 100\mu\text{s}$ 。转换频率与调制频率有严格的二进制分频关系，转换频率为 41.66Hz ($416.6\text{Hz}/10$)。载频转换发生在调制包络的最低点。容许偏差 $\leq \pm 20\mu\text{s}$ 。在各种情况下，对不应发送的载频的抑制比发送的信号至少低 60dB 。

用来识别参考载波所需的识别信号与调制分频也有严格的关系。指定的识别信号频率为 1666Hz ，它是由调制分频乘 4 或由 10kHz 除以 6 得出。由 10kHz 经过分频得到的矩形识别信号在通过一个时间常数为 $T = 43\mu\text{s}$ 的 RC 低通滤波器之后就可以直接用于调制，因为在这种情况下并不要求纯正弦波形。调制深度为 20%。识别信号只在参考载波发送时间的最后 2.4ms 内发送。从图 1/O. 82 可以看到，在发送侧作为时间函数的各种信号形状以及它们各自的构成。

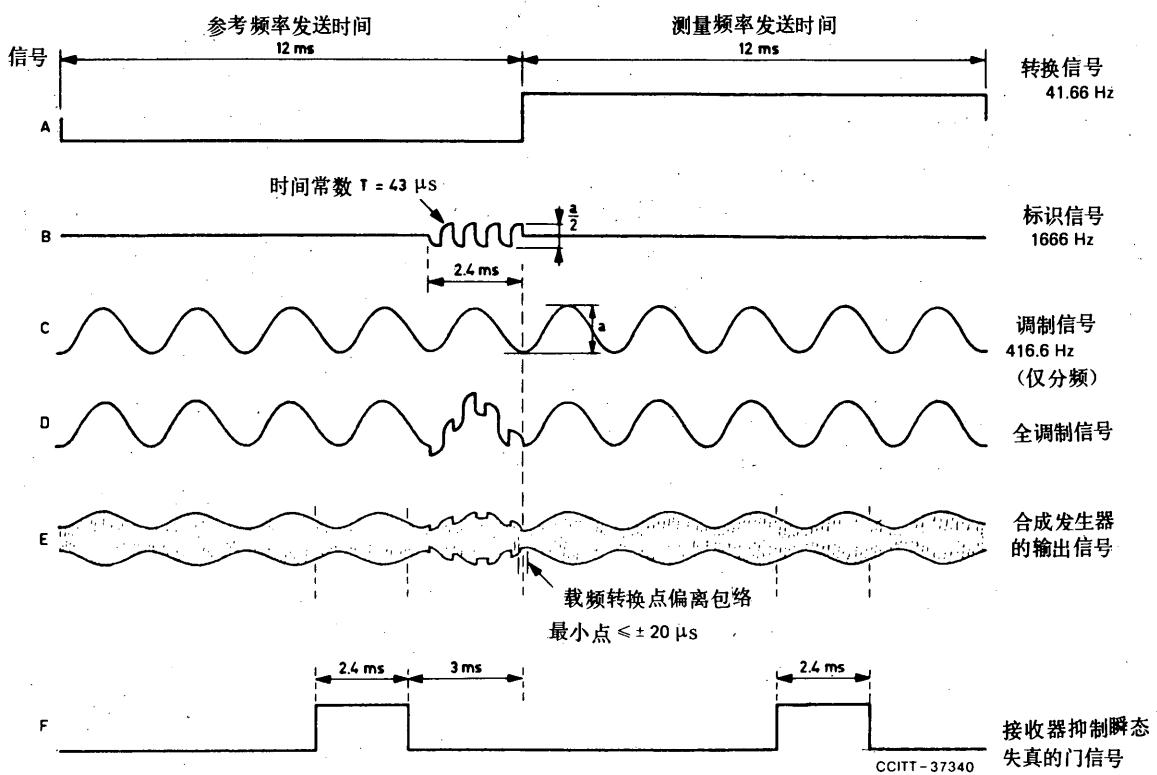


图 1/O.82
群时延测量设备各种信号的时间关系

2.2 接收器

2.2.1 群时延测量 (参见图 2/O.82)

把来自被测通道的信号解调，并通过带通滤波器滤波后得到 416.6Hz 调制频率。这个调制电压受到矩形波的相位调制，相位调制的频率等效于转换频率 41.66Hz。相位偏移正比于测量载波和参考载波之间的群时延差。在相位表中完成相位解调，相位表的第二个输入信号由（例如）10kHz 振荡器经过 24/1 分频器来提供。这个振荡器构成一个闭合相位控制环路，它包括相位表和抑制转换频率的低通滤波器。因此在接收器中产生的调制频率准确地等于来自发送器的调制频率。

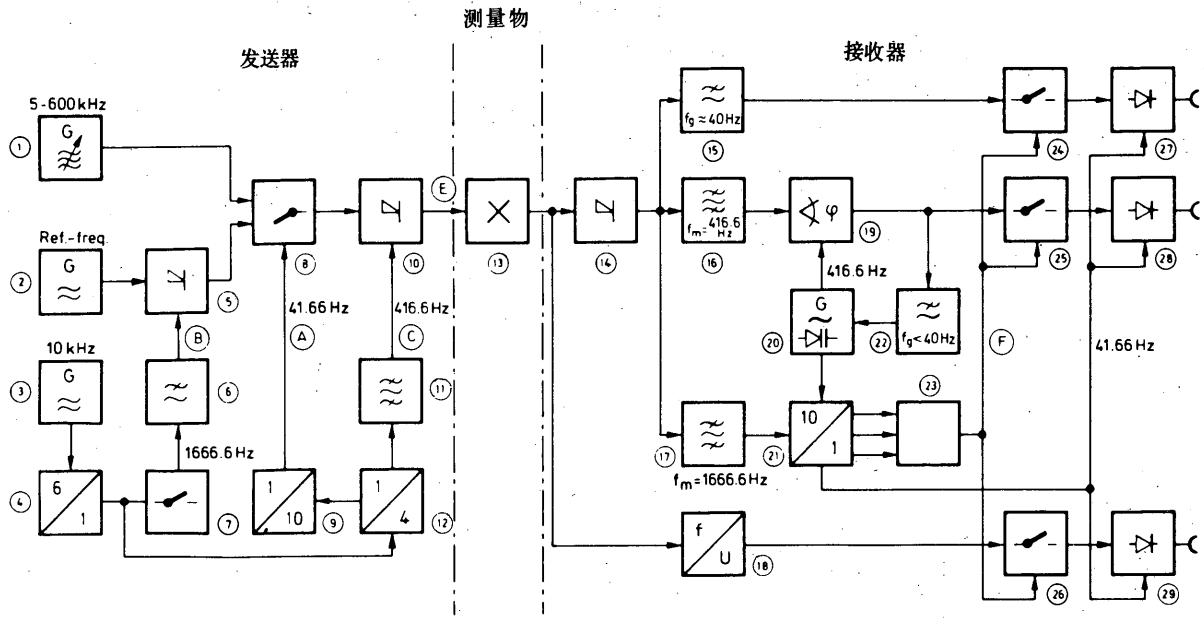
在相位表的输出口可得到一个 41.66Hz 的方波电压，其幅度和测量结果成正比。为了正确测定这个信号，需采用一个受控整流器。其控制电压是由接收器中产生的调制分频经 10/1 分频得到的。借助于 1666Hz 识别信号使其相对于发送信号有正确的相位关系。受控整流器分别与指示仪器和直流电流输出口相连。

2.2.2 幅度测量

如果幅度测量也与参考载波有关，那么，幅度调制器输出口的信号（与 $\Delta\alpha$ 成正比的 41.66Hz 方波）也可以像按测量群时延时已经叙述的那样来测定。而且还可以指示出相应的纯载波幅度。

2.2.3 频率测量

对于扫频测量，需要在接收器中产生一个与测量频率成正比的电压。这个要求可以用鉴频器来完成。然后将鉴频器的输出电压送到一个可控整流器。所指示的测量结果为测量载波与参考载波之间的频差。也可选择仅指示测量载频。



CCITT - 37350

| | | | |
|-----------|-----------|----------|-------------|
| 1 | 测量频率发生器 | 14 | 幅度解调器 |
| 2 | 参考频率发生器 | 17 | 识别频率带通滤波器 |
| 3 | 10kHz 振荡器 | 18 | 鉴频器 |
| 4、9、12、21 | 分频器 | 19 | 相位表 |
| 5、10 | 调幅器 | 20 | 可控振荡器 |
| 6、15、22 | 低通滤波器 | 23 | 与电路 |
| 7 | 标识信号门 | 24、25、26 | 门电路 |
| 8 | 载波转换开关 | A 至 F 信号 | 参见图 1/O. 82 |
| 11、16 | 调制频率带通滤波器 | | |
| 13 | 测量物 | | |

图 2/O. 82
群时延测试设备工作原理

2.2.4 瞬态失真的消除

由于载波的转换，在被测通道和接收器中可能产生瞬态失真。利用门电路能有效地消除这些干扰信号。仅在图 1/O. 82 中所示的那些期间内，这些门断开其后的那些测量装置。

3 概述

发送器输出口和接收器输入口的阻抗为 135Ω 和 150Ω ，并且必须是平衡和不接地的。此外，还应提供阻抗为 75Ω 、不平衡的情况。

4 范围为 5 至 600kHz 的群时延测量设备的技术要求

4.1 概述

4.1.1 群时延测量精确度（也见下面 § 4.2.1）：

- | | | |
|----------------|---------------------|----------------------------------|
| — 5 至 10kHz | $\leq \pm 5\mu s$ | 测量范围的 $\pm 3\%$ (参见本建议最后的注 1) |
| — 10 至 50kHz | $\leq \pm 2\mu s$ | |
| — 50 至 300kHz | $\leq \pm 1\mu s$ | |
| — 300 至 600kHz | $\leq \pm 0.5\mu s$ | |

在 $+5^{\circ}C$ 至 $+40^{\circ}C$ 温度范围以外，规定的精确度可能受调制频率变化的影响，而使测量误差由 3% 变为 4% （参见下面 § 4.1.4）。

由于幅度变化引起的附加误差不应超过：

- 变化到 10dB $\pm 0.5\mu s$

| | | |
|---|-------|--------------------|
| — 变化到 20dB | ..... | ±1.0μs |
| — 变化到 30dB | ..... | ±2.0μs |
| 4.1.2 测量频率 | ..... | 5kHz - 600kHz |
| 4.1.2.1 测量频率精确度: | | |
| — 在温度范围为 +5°C 至 +40°C 内 | ..... | ≤实际读数的 ±1% ± 500Hz |
| — 在温度范围为 +5°C 至 +50°C 内 | ..... | ≤实际读数的 ±2% ± 500Hz |
| 4.1.3 可转换的参考频率 | ..... | 25kHz |
| (参见本建议最后的注 2) | | 84kHz |
| | | 432kHz |
| 4.1.3.1 参考频率精确度 | | |
| — 在温度范围为 +5°C 至 +40°C 内 | ..... | ≤±1% |
| — 在温度范围为 +5°C 至 +50°C 内 | ..... | ≤±3% |
| 4.1.4 调制频率精确度 ^① : | | |
| — 在温度范围 +5°C 至 +40°C 内 | ..... | 416.66Hz ± 0.5% |
| — 在温度范围 +5°C 至 +50°C 内 | ..... | 416.66Hz ± 1% |
| 4.1.4.1 调制深度 ^① | ..... | 0.4 ± 0.05 |
| 4.1.4.2 调制失真系数 ^① | ..... | ≤1% |
| (参见本建议最后的注 3) | | |
| 4.1.5 识别频率 ^① (由调制频率导出) | ..... | 1.666kHz |
| 4.1.5.1 调制深度 ^① | ..... | 0.2 ± 0.05 |
| 4.1.5.2 识别信号的发送时间 ^① | ..... | 在参考频率发送时间终止前 2.4ms |
| 4.1.5.3 识别信号将从载波的幅度增加时开始, 如图 1/O.82 所示。 | | |
| 4.1.6 转换频率 ^② (由调制频率导出) | ..... | 41.66Hz |
| 4.1.6.1 载波转换时间 ^② | ..... | 小于 100μs |
| 4.1.6.2 载波转换点和包络最小值之间的偏差 ^② | ..... | ≤±0.02ms |
| 4.1.7 环境条件范围 ^③ | | |
| 4.1.7.1 电源电压变化 | ..... | ±10% |
| 4.1.7.2 温度范围 | ..... | +5°C 至 +40°C |
| 储存和运输的温度范围 | ..... | -40°C 至 +70°C |
| 4.1.7.3 相对湿度 | ..... | 45% 至 75% |

① 为了使不同厂家生产的设备之间能互相兼容, 必须满足这些要求。

② 为使不同厂家生产的设备之间能互相兼容, 必须满足这些要求。

③ 这些值是暂定的, 需要进一步研究。

4.1.8 附加装置

- 4.1.8.1 扬声器装置 任选
- 4.1.8.2 应提供内部检验电路,以便利用发送器的适当输出信号证实群时延和衰减失真的测量功能是否正常。
- 4.1.8.3 配置外接滤波器的装置,用以减小相邻业务的干扰 任选(参见本建议最后的注4)

4.2 发送器

- 4.2.1 在群时延测量的总精确度中由发送器引入的误差(如上面§4.1.1所指出)不应超过^②:
- 5kHz 至 10kHz $\pm 0.5\mu s$
 - 10kHz 至 50kHz $\pm 0.2\mu s$
 - 50kHz 至 300kHz $\pm 0.1\mu s$
 - 300kHz 至 600kHz $\pm 0.05\mu s$
- 4.2.2 发送电平范围(平均载波功率) -40dBm 至 +10dBm
(作为一种选择,可以限制最大发送电平)
- 4.2.2.1 发送电平精确度 $\leq \pm 0.5\text{dB}$
在参考频率 $\leq \pm 0.3\text{dB}$
- 4.2.3 输出阻抗(频率范围为5至600kHz):
- 4.2.3.1 平衡,不接地 135, 150Ω
- 回损 $\geq 30\text{dB}$
- 信号平衡比 $\geq 40\text{dB}$
- 4.2.3.2 不平衡 75Ω
- 回损 $\geq 40\text{dB}$
- 4.2.4 发送信号的谐波失真 $\leq 1\%$ (40dB)
- 4.2.5 发送信号的寄生失真 $\leq 0.1\%$ (60dB)
- 4.2.6 扫频速度 从0.2kHz/s至10kHz/s内可调,
至少提供六种扫频速度
- 4.2.7 发送器应包括一些装置,以便当需要时,在测量之前能以1Hz的分辨力测量测试载频和参考载频。
这可以通过在发送器提供一个适当的输出以供外部频率计使用来实现。

4.3 接收器

- 4.3.1 输入电平范围 -40 至 +10dBm
- 4.3.1.1 接收器的动态范围 30dB

| | | |
|---------|---|--|
| 4.3.2 | 输入阻抗 (频率范围为 5 至 600kHz): | |
| 4.3.2.1 | 平衡, 不接地 | 135, 150Ω |
| | 回损 | ≥30dB |
| | 信号平衡比 | ≥40dB |
| 4.3.2.2 | 不平衡 | 75Ω |
| | 回损 | ≥40dB |
| 4.3.3 | 测量群时延/频率失真范围: 0 至 ±10, ±20, ±50, ±100, ±200, ±500, ±1000μs。 | |
| 4.3.3.1 | 群时延测量精确度按照上面 §§ 4.1.1 和 4.2.1 的规定。 | |
| 4.3.4 | 衰减/频率失真的测量范围: 0 至 ±2, ±5, ±10, ±20, ±50dB。 ^④ | |
| 4.3.4.1 | 精确度 (+5 至 +50°C) | ±0.1dB ± 测量范围的 ±3% |
| 4.3.5 | 在参考频率输入电平的测量范围 | -20dBm 至 +10dBm |
| 4.3.5.1 | 精确度 (+5 至 +40°C) | ±0.25dB |
| | (+5 至 +50°C) | ±1dB |
| 4.3.6 | 应当具有驱动 X-Y 记录仪的直流输出信号。 | |
| 4.3.7 | 频率测量范围 | 5 至 60kHz 50 至 150kHz 150 至 600kHz |
| 4.3.7.1 | 频率指示精确度 | ±2% ± 500Hz |

注 1 — 测量范围—使用范围内满刻度偏转的指示值。

注 2 — 原来曾建议使用 1800Hz 的固定参考频率。由于用于更高频率的仪器应能使用在三个主要频段 (6—54kHz, 60—108kHz, 312—552kHz), 所以必须提供三个参考频率, 它们分别位于各个频段的中间。

注 3 — 调制失真系数:

$$\frac{\text{无用边带的 } r.m.s. \text{ 值}}{\text{需要边带的 } r.m.s. \text{ 值}} \times 100\%$$

注 4 — 主管部门要求在 60-108kHz 或 312-552kHz 频段进行测量而不中断相邻基群或超群的业务, 要对它们的国内段加一项条款;

“为了使由于相邻基群或超群的业务对测量引起的干扰影响最小, 因此生产厂家应提供设备以使主管部门能在鉴频通道中插入一个与被测通带相适合的且阻抗为 75Ω、135Ω 或 150Ω 的无损耗带通滤波器。”

主管部门应当注意到, 它们将负责为国家标准细则提供所用放大器和滤波器的有关详细要求, 并注意制造厂家的信息或在该点的信号电平。

文 献 目 录

COENNING (F.): Progress in the Technique of Group Delay Measurements, *NTZ Communications Journal*, Vol. 5, pp. 256-264, 1966.

④ 对于 ±50dB 范围, 指定的精确度仅适用于 ±30dB 的范围 (参见 § 4.3.1.1)

电话型电路的相位抖动测量设备

(1972 年订于日内瓦；1984 年修改于马拉加-托雷莫里诺斯，1988 年修改于墨尔本)

引言

在传送数据信号中，最常见的相位抖动的各种单频分量是振铃电流、交流市电及其二次至五次谐波。因为由这些分量引起的峰值相位偏移很少超过 25° 峰—峰值（即相位调制指数低），所以每一正弦分量仅产生一对有效边带。因此通常主要的相位抖动调制存在于音频单音的 $\pm 300\text{Hz}$ 以内，它们起着载频的作用。

由于随机噪声可以表现为显著的相位抖动，所以总是应当与测量相位抖动一起进行消息加权噪声的测量。并且由于量化噪声也会引起显著的相位抖动读数，所以，必须仔细地选择载频并进行滤波以消除噪声对测试的影响。

虽然本建议是针对 $4-300\text{Hz}$, $4-20\text{Hz}$ 及 $20-300\text{Hz}$ 频带的测量，但也可用于 $3-300\text{Hz}$ 和 $3-20\text{Hz}$ 频带的测量。

对相位抖动测量设备提出以下技术要求。

1 测量原理

将一个无相位抖动的音频正弦信号以正常数据传输电平加到被测电路，相位抖动测量接收器对所收到的单音进行如下处理：

- 1) 在载频附近的带宽限制；
- 2) 对载波放大并限幅以消除幅度调制；
- 3) 检出相位调制（抖动）；
- 4) 用峰-峰值指示表或用数字显示器显示出经过滤波的抖动（约高至 300Hz ）。

2 建议的技术要求

2.1 测量精确度

指标是优于被测值的 $\pm 5\%$ ± 0.2 度

2.2 发送器

2.2.1 测试信号频率 $1020 \pm 10\text{Hz}$

2.2.2 发送电平 -30 至 0dBm

2.2.3 输出阻抗（频率范围为 300Hz 至 4kHz ）

- 平衡，不接地（其他阻抗任选） 600Ω
- 回损 $\geq 30\text{dB}$
- 输出信号平衡度 $\geq 40\text{dB}$

2.2.4 电源相位抖动 ≤ 0.1 度峰-峰值

2.3 接收器

2.3.1 测量范围

至少达到 0.2 至 30 度峰-峰值

2.3.2 灵敏度和频率范围

接收器应能测量信号的相位抖动，其输入电平为 -40 至 +10dBm，频率在 990 至 1030Hz 之间。

2.3.3 输入选择性

电源线交流声防护：选用标称截止频率为 400Hz、每倍频程斜率至少为 12dB 的高通滤波器。

通路噪声限制器的防护：选用标称截止频率为 1800Hz、每倍频程斜率至少为 24dB 的低通滤波器。

2.3.4 输入阻抗（频率范围为 300Hz 至 4kHz）

— 平衡，不接地

— 输入纵向干扰损耗 $\geq 46\text{dB}$

2.3.5 终接阻抗（其他阻抗任选） 600 Ω

— 回损 $\geq 30\text{dB}$

2.3.6 高阻抗 约 20k Ω

— 在 300 Ω 上的跨接损耗 $\leq 0.15\text{dB}$

注 — 定义与测量应符合建议 O. 9。

2.4 调制测量的加权特性

相位抖动调制按照下面定义的加权方式测量：

在 4 至 20Hz、4 至 300Hz 和 20 至 300Hz 三个频带内指定用三种加权特性来测量相位抖动。在这几个频带内，测量相位抖动分量的灵敏度很高，而在这些频带之外则受到衰减。

加权特性可用下述 2-单音测试来测量：若把一个纯^① 1kHz, +10dBm 的单音加到输入端，再把电平低于 20dB 的第二个纯单音加到这个单音上，根据表 1/O. 91 所示的叠加的单音频率，将观察到相位抖动值。其他加权选择可用开关控制来提供。

2.5 幅度—相位变换

用第二个 1100Hz 的单音在单音源和接收器之间插入一个每档 10dB 共 50dB 的衰减特性平坦的外接衰减器。读数增加应不超过 0.7 度。在直到调整到 50dB 的任一平坦衰减档也应满足表 1/O. 91 中全部要求。同时，用调制度为 10% (20 至 300Hz) 且其电平在设备工作电平范围内的 AM 信号，代替上面的单音，所引起的抖动指示应小于 0.2 度。

① 总的非线性失真比基波信号电平至少低 40dB 的单音信号

表 1/O. 91

| 第二个单音的频率 (Hz) | 相位抖动 (度) | | |
|------------------|-------------|----------|----------|
| | 频带 (Hz) | | |
| | 4-300 | 4-20 | 20-300 |
| 999.7 和 1000.3 | <1 | <1 | XXX |
| 999.25 和 1000.75 | <3 | <3 | XXX |
| 998.5 和 1001.5 | <8 | <8 | XXX |
| 998.0 和 1002.0 | XXX | XXX | <3 |
| 996.0 和 1004.0 | 10.7±1.5 | 10.7±1.5 | XXX |
| 994.0 和 1006.0 | 11.2±1.0 | 11.2±1.0 | XXX |
| 992.0 和 1008.0 | 11.5±0.7 | 11.5±0.7 | XXX |
| 988.0 和 1012.0 | | | <10 |
| 984.0 和 1016.0 | | 11.5±0.7 | XXX |
| 980.0 和 1020.0 | | 11.1±1.1 | 11.5±0.7 |
| 967.0 和 1033.0 | | <3 | |
| 953.0 和 1047.0 | | <1 | |
| 760.0 和 1240.0 | 11.5±0.7 | XXX | 11.5±0.7 |
| 700.0 和 1300.0 | 11.1±1.1 | XXX | 11.1±1.1 |
| 500.0 和 1500.0 | <3 | XXX | <3 |
| 300.0 和 1700.0 | <1 | XXX | <1 |

XXX 不适用

2.6 噪声抑制

对于带宽限制为 3.5kHz、幅度比 1kHz 正弦波载波低 30dB 的白噪声信号，指示的峰-峰值抖动应小于 4 度。

2.7 峰值检波测试

峰值检波器应在 2.58σ (99%) 点测量白噪声。这可以用以下方法测试：

- a) 采用上面 § 2.4 所述的两个单音。对于 4 至 300Hz 和 20 至 300Hz 两个频带内的测量，第二个单音应当接近 1240Hz。对于 4 至 20Hz 频带内的测量，第二个单音应当接近 1010Hz。测量并记录送至峰值检波器的解调信号的 r. m. s. 值。由这点输出的信号通常供频谱分析使用。
- b) 仅去掉第二个单音，并伴随 1kHz 载波一同送入一个有限带宽（至少限制在 2kHz 以内）的高斯噪声信号。调节高斯噪声的电平使其如同 a) 那样使表头读数同样为 11.5 度。测量送至峰值检波器的解调信号的 r. m. s. 值。这个数值应当处于在 a) 中记录数值的 52% 至 58% 之间。

2.8 显示正确读数的时间

对于频带为 20—300Hz 的测试信号，显示时间在 4 秒以内，对于频带为 4 至 20Hz 和 4 至 300Hz 的测试信号，在 30 秒时间以内时，要求显示值为其最终值的 5%±0.2 度。

2.9 工作环境

当工作于如建议 O. 3, § 2.1 规定的气候条件时, 应能满足各项电气性能要求。

建 议 O. 95

电话型电路的相位和幅度突变计数器

(1980 年订于日内瓦)

1 概述

本技术要求提出对电话型电路中产生的相位和幅度突变次数进行计数的仪器的主要要求。仪器对给定时间周期内发生的幅度突变和相位突变的次数单独进行计数。

相位或幅度的突变可定义为一个被观察的测试信号的相位或幅度突变产生正向或负向变化超过某一规定门限值, 并且时间周期大于某一规定持续时间。

以下提出的发送器和接收器输入单元的技术要求应与建议 O. 91 中 §§ 2.2b) ~ 2.2d) 和 §§ 2.3b) ~ 2.3d) 相符, 以便于使本仪器与符合建议 O. 91 的相位抖动表组合为一个仪器。

2 发送器

2.1 测试信号频率 1020±10Hz

2.2 发送电平 -30 至 0dBm

2.3 输出阻抗 (频率范围为 300Hz 至 4kHz)

— 平衡, 不接地 (其他阻抗任选) 600Ω

— 回损 ≥30dB

— 输出信号平衡度 ≥40dB

2.4 电源相位抖动 ≤0.1°峰-峰值 (参见建议 O. 91)

3 接收器输入部分

3.1 灵敏度和频率范围

接收器应能在输入电平为 -40 和 +10dBm 范围内, 频率为 990 和 1030Hz 之间进行测量。

3.2 选择性

电源线交流声防护——使用标称截止频率为 400Hz、每倍频程斜率至少为 12dB 的高通滤波器。

如果滤波器没有直接置于仪器的输入口，那末等于或小于测试信号的交流声电压引入的测量误差不应大于滤波器置于仪器前端时所产生的误差。

限制通路噪声的防护——使用标称截止频率为 1800Hz、每倍频程斜率至少为 24dB 的低通滤波器。

3.3 输入阻抗 (频率范围为 300Hz 至 4kHz)

- 平衡、不接地
- 输入纵向干扰衰耗 $\geq 46\text{dB}$

3.3.1 终接阻抗 (其他阻抗任选) 600Ω

- 回损 $\geq 30\text{dB}$

3.3.2 高阻抗 约为 $20\text{k}\Omega$

- 在 300Ω 上的跨接损耗 $\leq 0.15\text{dB}$

4 相位突变检测特性

4.1 门限值调整

应能从 5° 至 45° 以每步进行 5° 门限值调整。相对于所选的门限值，调整精度为 ± 0.5 度 $\pm 10\%$ 可随意提供附加的调整。^①

4.2 保护间隔

应由电子门控或其他等效方法提供保护间隔，以防止计数器记录小于 4ms 的相位突变。保护间隔应如下测试：

将门限值调到 20° ，在 5ms 或更长的持续时间内应当正确记录测试信号相位变化 25° 时的相位突变次数。当相位变化 25° 的持续时间逐步减少直到相位突变计数器停止计数为止时，相应的测试信号相位变化的持续时间应为 $\pm 4\text{ms} \pm 10\%$ 。

4.3 突变率

对缓慢的相位变化应不计数。这一特性应当用如下方法测试：

将门限值调到 20° ，当测试信号的相位在 20ms 或更短的时间间隔内线性地变化 100 度时，应对相位突变进行计数，当测试信号的相位在 50ms 或更长的时间间隔内线性地变化 100° 时，不应对相位突变进行计数。对相反极性变化 100° 时也应满足同样要求。

① 该技术要求应不排除某些现有仪器的使用，这些现有仪器的门限调整精度容许误差为 $\pm 2^\circ \pm 5\%$ 。

4.4 幅度—相位变换

当门限值为 10° 或更大时，无论哪种极性的 8dB 的幅度突变都不应引起对相位突变进行计数。

5 幅度突变检测特性

5.1 门限值调整

应提供 2dB 、 3dB 和 6dB 的调整值，其精度为 $\pm 0.5\text{dB}$ ，可任意提供不超过 9dB 的附加调整值。

5.2 保护间隔

应由门控或其他等效方法提供保护间隔，以防止计数器记录小于 4ms 的幅度突变。保护间隔应如下测试：

将门限值调到 2dB ，在 5ms 或更长的持续时间内，应当正确记录测试信号幅度变化 3dB 时的幅度突变次数。当幅度变化 3dB 时的持续时间逐步减少直到突变计数器停止计数为止时，相应的测试信号幅度变化的持续时间应为 $4\text{ms} \pm 10\%$ 。

5.3 突变率

对缓慢的幅度变化应不计数，这一特性应当用如下方法测试：

将门限值调到 2dB ，当测试信号的电平在 200ms 或更短的时间间隔内线性变化 4dB 时，应对幅度突变进行计数。当测试信号的幅度在 600ms 或更长的时间间隔内线性地变化 4dB 时，不应对幅度突变进行计数。对相反极性幅度变化 4dB 时也应满足同样要求。

5.4 相位-幅度变换

在任何门限值， 180° 的相位突变不应导致幅度突变计数。

6 计数容量

计数装置应具有单独的相位突变和幅度突变的计数器，每个计数器的记录容量至少应为 9999。

7 计数速率和空载时间

对相位突变或幅度突变二者的最高计数速率应接近每秒 8 个数，这能在每次识别相位突变或幅度突变之后经过一个 $125 \pm 25\text{ms}$ 的空载时间来完成。对于这个技术要求来说，把空载时间定义为一段时间间隔，该时间间隔是从相位突变或幅度突变超过门限值时开始，一直到当相位计数器或幅度计数器准备记录另一次相位突变或幅度突变时为止。这个特性应如下方法测试：

将门限值调整到 20° ，当重复速率为每秒 5 次突变或更少时，对持续时间约为 5ms 的相位突变应能正确计数。当把重复速率逐步增加直到相位突变计数器不记录任何数时为止，重复速率应为每秒 8 次突变 $\pm 20\%$ ，当加上持续时间约为 5ms 的 3dB 幅度突变时，同样的要求应适用于门限值为 2dB 的幅度突变计数器。

8 测试信号的中断

如果传输的信号中断，并且收到的测试信号电平下降 10dB 或更多时，相位突变和幅度突变检测器应中断计数直到测试信号恢复后 $1 \pm 0.2\text{s}$ 才工作。在测试信号每次中断时最多只记录一次相位突变或一次幅度突变。

9 定时器

为便于操作人员操作，定时器的精度应当为±5%。若定时器不是连续可调的，则在开关，控制下，应当提供定时间隔为5，15和60分钟并应能连续工作。

10 辅助逻辑输出

为了对相位突变和幅度突变进行记录或计算机处理，应当从相位检测器和幅度检测器送出辅助的两态逻辑输出。当出现突变时，应当输出逻辑“1”信号，而在其他时间应输出逻辑“0”信号。输出电平应与TTL（晶体管—晶体管逻辑）集成电路兼容。输出阻抗应小于 2000Ω 或由各主管部门规定。

11 工作环境

当工作于建议O.3，§2.1所规定的气候条件时，应满足仪器的各项电气性能要求。

12 同时测量

幅度突变和相位突变的测量可由一部仪器完成，该仪器还可测量其他瞬态损伤，例如脉冲噪声、中断等。因此，为了便于将几种瞬态现象的测量综合于一部仪器之内，应依据建议O.61的中断测量原理进行中断测量，但在这种组合仪器中可以包含 $1020 \pm 10\text{Hz}$ 的测试信号频率。

建 议 O. 111

载波通路频率偏移的测量设备

(1972年订于日内瓦，1988年修改于墨尔本)

1 概述

下面所述仪器与本建议的附件A中描述的测量方法相一致。

2 工作原理

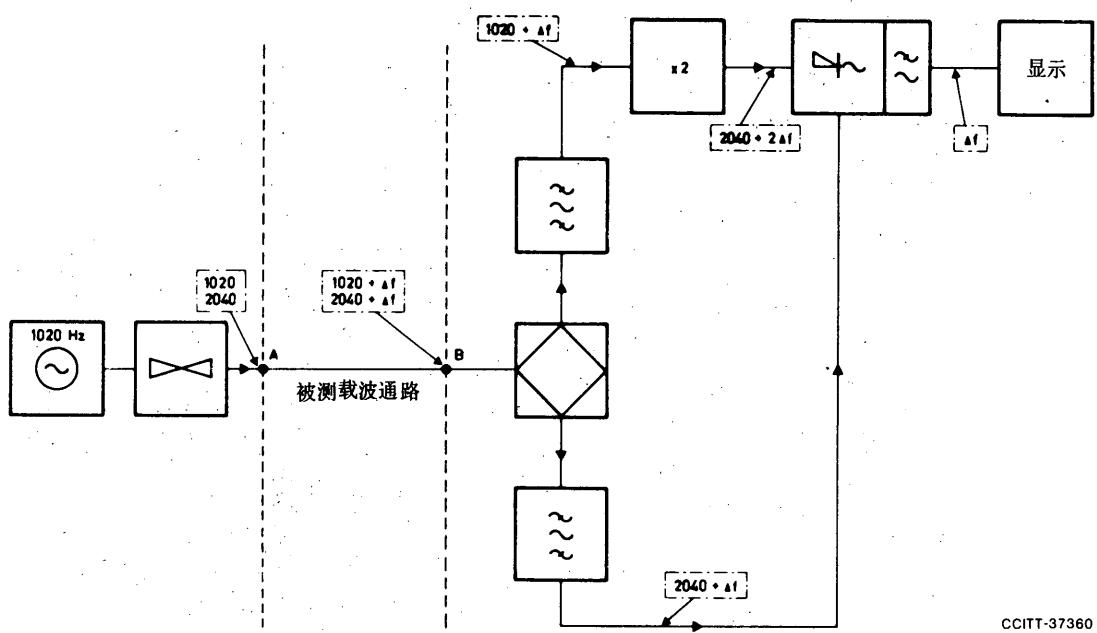
仪器应能用下述方式测量载波通路恢复频率过程中的误差。

测试1：测量A→B频偏(ΔHz)：从A端发送，在B端测量(参见图1/O.111)

把具有2:1谐波关系的两个正弦测试频率同时从A端发送。在B端，这两个测试信号的频率都偏移一个 ΔHz 量，它们一起经调制从而检出AB方向的频偏 Δ 。

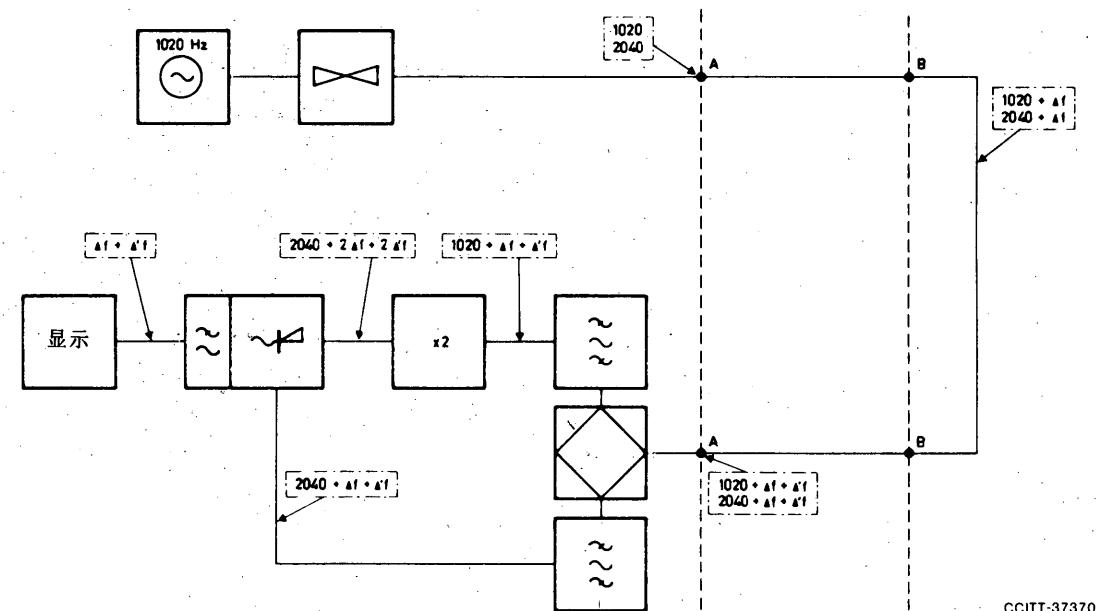
测试2：测量环路频偏($\Delta + \Delta' \text{ Hz}$)，在B端把通路环接起来，在A端发送并测量(参见图2/O.111)

这一测试是用与测试1相同的方法实现的，并能检出环路频偏($\Delta + \Delta' \text{ Hz}$)。



CCITT-37360

图 1/O.111
测量载波通路 A→B 的频偏,
自 A 端发送, 在 B 端测量



CCITT-37370

图 2/O.111
测量环路频偏 (A→B) + (B→A),
在 A 端发送并接收, 在 B 端直接环接

有时可能需要测量从 B 到 A 的频偏，而操作人员仍在 A 端，这种测量能用两种方法实现：

测试 3a：测量 B→A 频偏 (Δ' Hz)，在 A 端发送并测量，B 端经过谐波发生器环接起来 [参见图 3/O. 111 中 a) 部分]。

正弦测试频率从 A 端发送并在 B 端接收，在 B 端经过一个谐波发生器。然后这个收到的信号和其二次谐波回送到 A 端，两者都产生频偏 Δ' Hz，并在这里一起经调制从而检出 B→A 方向的频偏 Δ' 。

测试 3b：测量 B→A 的频偏，在 A 端发送并测量，在 B 端有一部仪器，当收到从 A 端送来的 1020Hz 单音信号时，该仪器开始发出具有与测试 1 同样谐波关系的两个测试单音 [参见图 3/O. 111 中 b) 部分]。

从 A 端发送频率为 1020Hz 的正弦测试信号并在 B 端接收。如果接收器在 B 端只检出单个的单音，则把产生 1020Hz 和 2040Hz (谐波关系) 的发生器连到 B→A 线路，可使在该方向能够进行频偏测量。如果在 B 端的接收器检出含有两种测试音 1020 和 2040Hz (电平差 < 6dB) 的测试信号时，那么，在 B 端线路就自动环回，这样就可以进行如测试 2 所述的测量 [参见图 3/O. 111 中 c) 部分]。

利用频偏测量设备进行 3a 和 3b 测试时，要求从 A→B 传送一个 1020Hz 的单音。所以，对用于这类测量的仪器来说应提供这种功能以供选用。对 B 端设备 (谐波发生器或可转换的发生器) 的技术要求留待各主管部门之间双方协商决定。

3 发送设备

设备应发送如下的正弦测试信号：

3.1 频率

a) 1020 和 2040Hz $\pm 2\%$ 。这两个频率应是准确的谐波关系。

注 — 如果此发送设备准备用于相位抖动测量，则应要求 $\pm 1\%$ 的精确度。

b) 对于主管部门希望进行图 3/O. 111 的各类型测量时供选择的

附加输出信号 1020Hz $\pm 2\%$ 。

3.2 电平

发送信号的 r. m. s. 总输出功率应能在 0dBm 至 -30dBm 范围内可调。当发送两个频率时，两个电平之差应小于 0.5dB。

3.3 输出阻抗 (频率范围 300Hz 至 4kHz)

— 平衡，不接地 (其他阻抗任选) 600Ω

— 回损 $\geq 30\text{dB}$

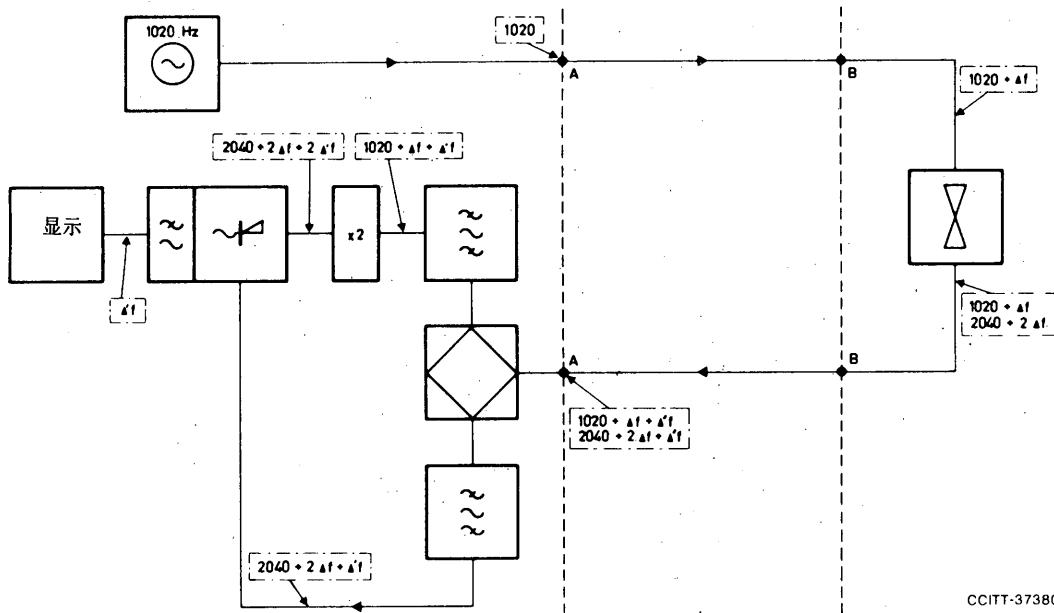
— 输出信号平衡度 $\geq 40\text{dB}$

4 接收设备

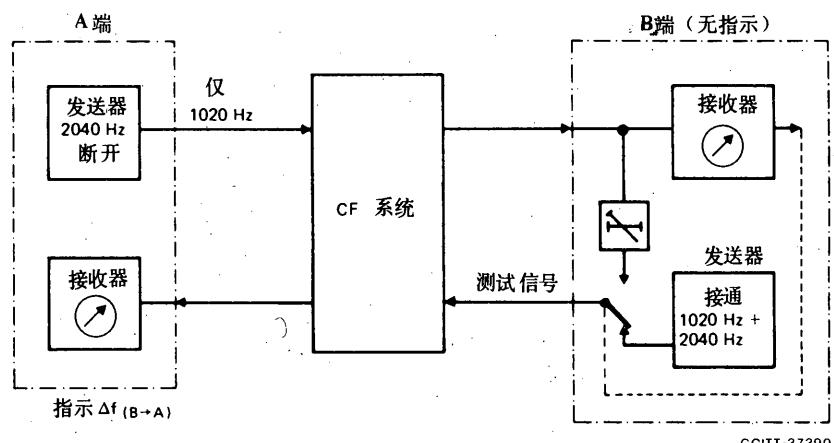
接收设备应能接受两种测试单音并应在一个表头或其他合适的指示器上指示出频偏。

4.1 测量范围

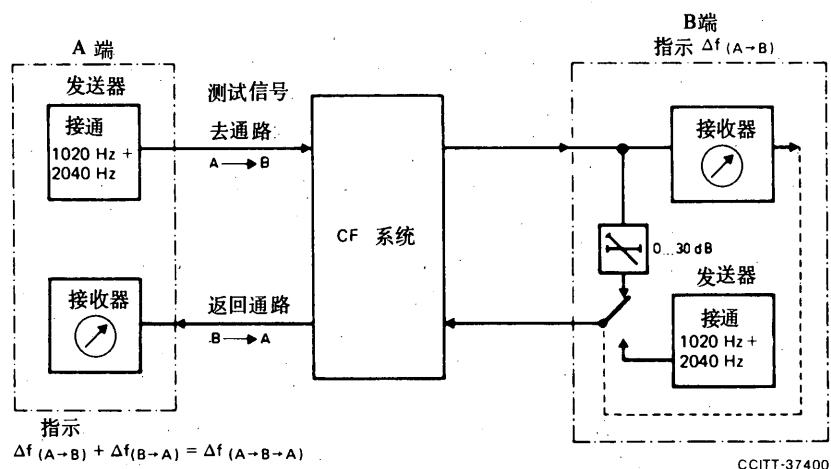
应具备 0 至 1Hz 和 0 至 10Hz 的满刻度测量范围。还应指示频偏的代数符号。



a) 测量载波通路 B→A 的频偏,
在 A 端发送并测量, 在 B 端经一个产生谐波的单元环回



b) 返回通路 B→A 的频偏



c) 环路 (A→B - B→A) 的频偏测量

图 3/O. 111
载波通路频偏测量在 A 端发送并测量

4.2 测量精确度

- 在 0 至 1Hz 范围内为±0.05Hz,
- 在 0 至 10Hz 范围内为±0.5Hz。

4.3 表头或指示器应能读出低至±0.1Hz 的频偏。

4.4 应能通过附加适当的直观装置以确定小于 0.1Hz 的频偏。

4.5 输入电平

当测试信号电平在+10dBm 至 -30dBm 范围内，接收设备应具有规定的精度（参见下面 § 4.8）。应当具备确认测试信号正在被接收的装置。

4.6 输入阻抗（频率范围 300Hz 至 4kHz）

- 平衡，不接地（其他阻抗任选） 600Ω
- 回损 $\geq 30\text{dB}$
- 输入纵向干扰衰耗 $\geq 46\text{dB}$

4.7 输入频率

当测试信号在所涉及的传输电路中承受的频偏高达±10Hz 且比发送端标称频率高出±2%的情况下，接收设备应能正确地工作。

4.8 电平差

在发送双频测试信号时，由于电路的插入损耗/频率特性使两个测试信号到达接收设备输入端时电平差达到 6dB 时，接收设备应能正确地工作。

4.9 记录器输出

为使记录器工作，应当提供一个直流输出信号。

4.10 噪声消除

由带宽为 300 至 3400Hz，电平比收到的测试信号电平低 26dB 的白噪声引起的指示误差的 r. m. s. 值不应超过±0.05Hz。

5 工作环境

当仪器工作于建议 O.3，§ 2.1 规定的气候条件时，应满足各项电气性能要求。

附 件 A

(附于建议 O. 111)

由载波通路引入的频偏测量方法

本方法的原理是，如果二个正弦波都增加了同样的频偏，那么，就破坏了这两个正弦波之间的谐波关系。图 A-1/O. 111 是测量连接的方框图。并且能显然地说明问题。从一个 1kHz 的振荡器衍生出两个信号，其中一个是 1kHz，另一个是 2kHz，二者都被发送。在通路的接收端，引入 Δ Hz 的频偏，它们不再成为谐波关系，并且该频偏能被选出和计数，而且，同时可以连接一个阴极射线示波器指示出频偏的方向。英国主管部门和其他国家已使用这个方法。

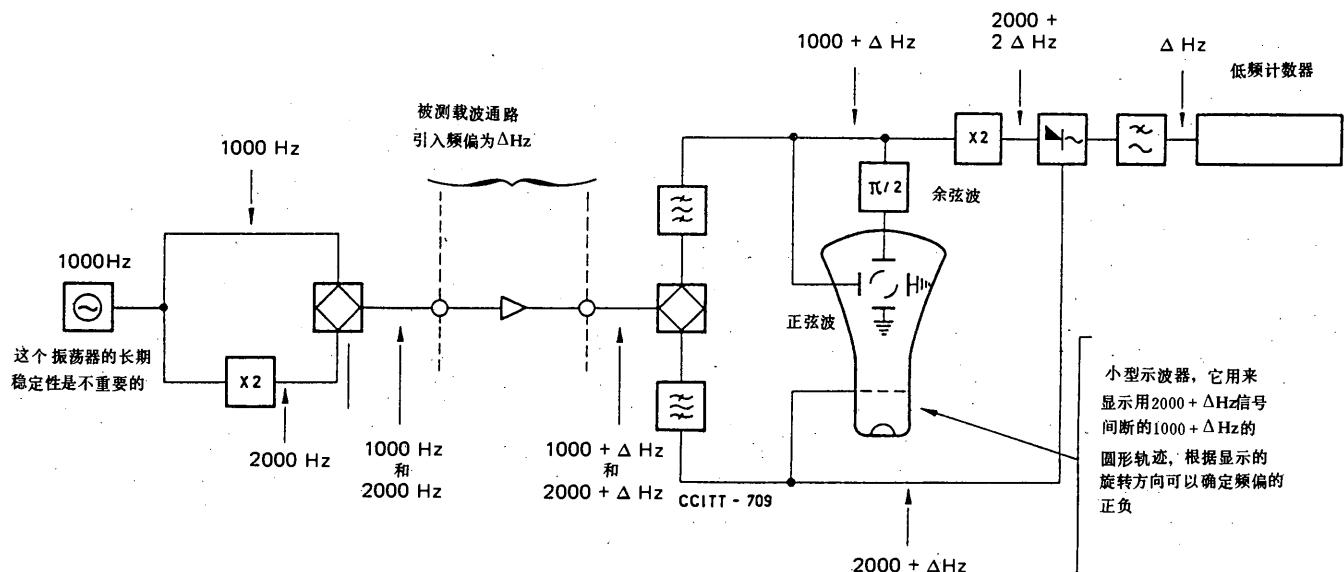


图 A-1/O. 111
由载波通路引入的频偏测量方法

第五章

用于数字和模拟/数字参数测量的设备

建议 O. 131

使用伪随机噪声测试信号 的量化失真测量设备

(1976 年订于日内瓦；1980 年修改于日内瓦，1988 年修改于墨尔本)

1 序言

为保证将来符合所建议技术要求的测量仪器的全部设计能互相兼容，重要的是把量化失真仪的特性规定得足够精确。也就是它们应能配合工作并且给出的结果具有规定的精确度，而不必对测量结果进行任何特殊的处理或校正。同样重要的是，符合所建议技术要求的测量仪器的全部设计应能和各主管部门已在使用的测量仪器的现行设计配合工作，因而将不会使这些主管部门处于经济上不利的情况。下述技术要求是以第 18 研究组所研究的建议为基础并专门针对上述兼容性目标的。

注 — 在量化失真测量仪现行设计之间的配合工作问题，本质上，并不直接与这些技术要求有关、但是值得指出的是这一课题已由德意志联邦共和国和联合王国邮政总局进行过研究。已经确定了一些满意的规则，使采用一个有限带宽的伪随机噪声源的现有各种测试仪器易于配合工作。

2 推荐的测试方法

所推荐的方法在建议 G. 712, § 9 的方法 1 中作了描述。推荐的噪声源是有限带宽的伪随机噪声。其幅度的频率密度分布基本上接近高斯分布。^①

信号对总失真功率，其中包括量化失真，是由在参考频带内收到的激励功率与所测频带内噪声功率的比值来度量的。其中包括使测量与整个 PCM 话路带宽有关的校正。

① 当使用频率范围为 350—550Hz (在 $120 \pm 20\text{Hz}$ 更好) 的正弦测试信号来代替伪随机噪声激励源时，也可以用 § 3.2 中规定的接收测量仪来测量量化失真。但是应当注意到，当采用类似建议 G. 712 [2] 所述的方法 2 测量时，得到的测量结果与 3.1kHz 带宽有关，并且未提供噪声加权。还应注意，由伪随机噪声所给出的结果和正弦方法所给出的结果可能是不相同的。

在图 1/O.131 中说明了测量的原理。

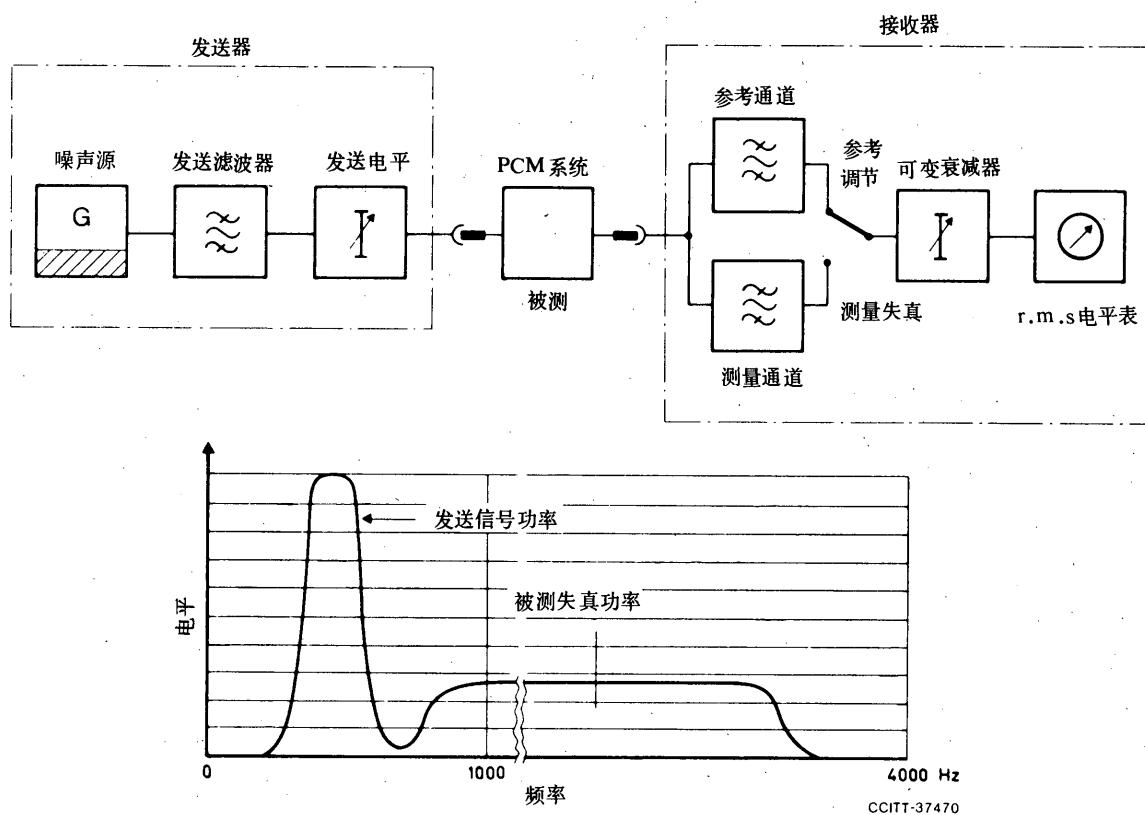


图 1/O.131
量化失真测量原理

3 基本技术要求条款

3.1 发送

发送信号是具有下述特性的有限带宽的伪随机噪声：

3.1.1 有限带宽噪声激励源

在发送滤波器的带宽内，幅度近似于高斯分布。3dB 点之间的带宽可以具有从 100~200Hz 的任何值（见下面的 § 3.1.4 和 § 3.1.5）。

3.1.2 谱线数

在发送滤波器输出口测到的谱线数不小于 25，谱线间隔不大于 8Hz。

3.1.3 峰值对均方根值的比

10.5dB, 容限±0.5dB。

注 1 — 根据上面 §§ 3.1.1 到 §§ 3.1.3 的要求, 可以由具有异或门的 17 级移位寄存器的输出端送出的噪声激励源来达到, 该移位寄存器的第 3 级和第 17 级的输出信号反馈到第一级的输入端。移位寄存器产生最长序列为 $(2^{17}-1)$ 比特。

在时钟频率 f_c 驱动移位寄存器, 这样, 输出信号的谱线间隔 f_s Hz 小于或等于 8Hz。

为了满足上述 § 3.1.3 中给出的发送信号的峰值对均方根值之比的规定限值, 可以把时钟频率调节到:

$$f_c = f_s(2^{17} - 1) \text{Hz}$$

为了保持峰值因子在规定限值以内, 要求时钟频率 f_c 的稳定度在 1% 的数量级。

注 2 — 如果不用移位寄存器来产生噪声信号, 只要所产生的信号具有上述 §§ 3.1.1 和 §§ 3.1.3 建议的特性, 就可以采用其它原理。

3.1.4 发送信号的频率位置

在 350Hz 和 550Hz 之间。

3.1.5 发送滤波器特性

相对于最小衰减值的带通滤波器的衰减特性应当如下:

| | |
|-------------|-----------|
| 不低于 350Hz | 在低频 3dB 点 |
| 不超过 550Hz | 在高频 3dB 点 |
| 低于 250Hz | 大于 55dB |
| 在 300Hz | 大于 20dB |
| 在 580Hz | 大于 6dB |
| 在 650Hz | 大于 20dB |
| 在 700Hz | 大于 40dB |
| 在 750Hz | 大于 50dB |
| 在 800Hz 及以上 | 大于 60dB |

根据这些限值设计的滤波器响应特性在 3dB 点之间的带宽至少为 100Hz。

在图 2/O. 131 中给出了符合上述限值的发送滤波器性能要求。

3.1.6 发送参考电平范围

根据建议 G. 232, § 11 [2], 相对电平范围是 0dBm0 到至少—55dBm0, 其调整精确度为±0.5dB。

3.1.7 输出阻抗 (频率范围是 300Hz 到 4kHz)

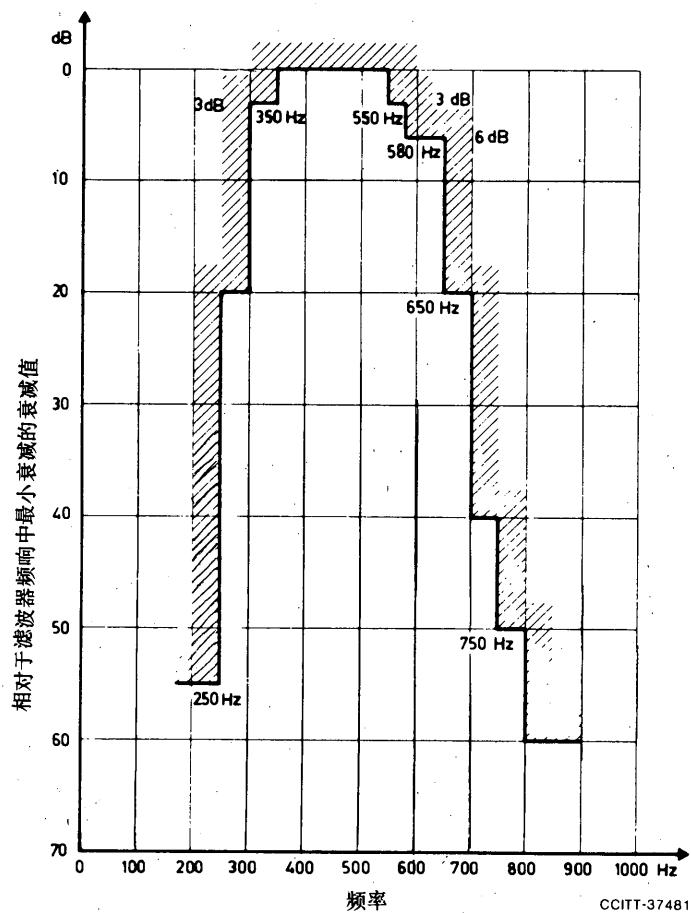
- 平衡, 不接地 600 欧
- 回损 ≥30dB
- 输出信号平衡度 ≥40dP

3.2 接收

3.2.1 接收参考滤波器

参考通道的标称带宽为 350Hz 至 550Hz (参见下面的注)。

要选择滤波器的特性，以防止在存在量化失真和其它系统噪声的条件下测量接收噪声激励信号时的不精确。在 350Hz 和 550Hz 之间的频带内，滤波器对噪声功率衰减不大于 0.25dB。



注 — 对于通带特性，参见本建议的 § 3.1.5。

图 2/O.131
量化失真测量仪发送部分所用带通滤波器的性能要求

注 — 接收参考滤波器理想地限制了参考通路的带宽，使其只响应所收到的噪声激励信号的频谱。但是为了满足与噪声源带宽达 200Hz 的测试仪配合的要求，选择带宽为 350—550Hz。

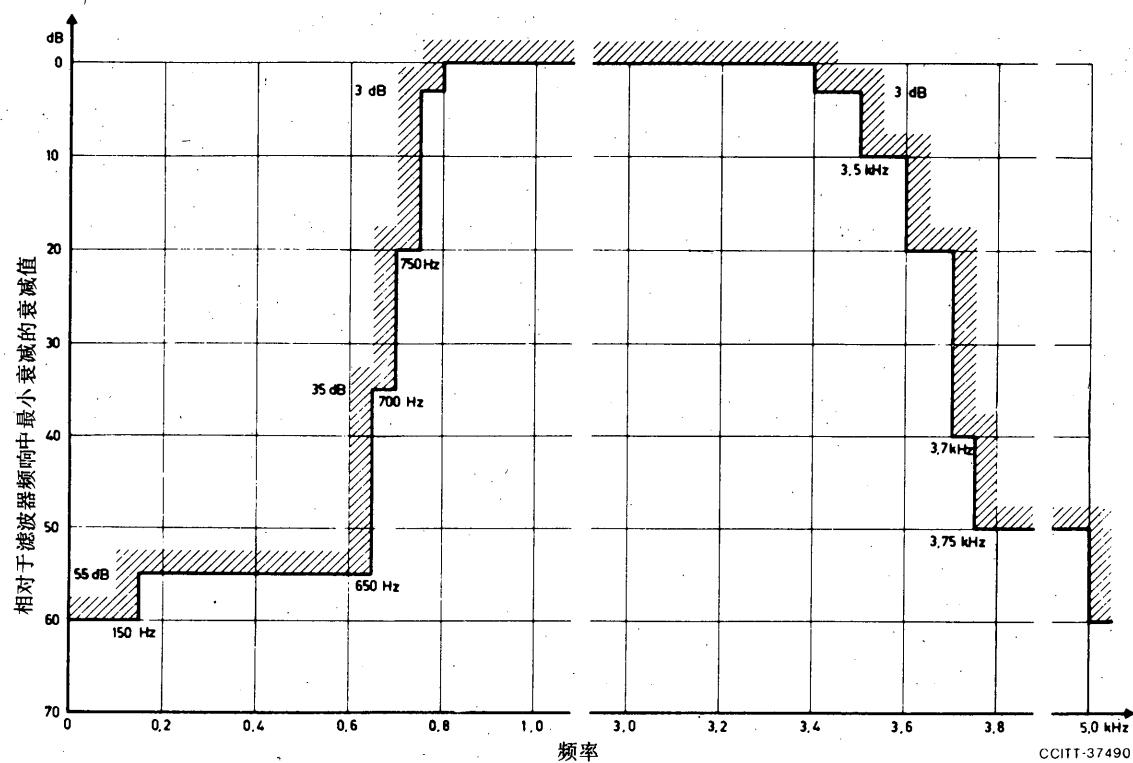
3.2.2 测量通道的带宽

测量通道的带宽至少为 2.4kHz (其损耗变化小于 2dB)。在下面指明了为测量失真产物所要求的滤波器通带特性，这样，所接收的噪声激励信号不致影响测量。

相对于最小衰减值的衰减特性如下：

| | |
|------------|---------|
| 150Hz 及以下 | 大于 60dB |
| 650Hz | 大于 55dB |
| 700Hz | 大于 35dB |
| 750Hz | 大于 20dB |
| 800Hz | 3dB 或更大 |
| 3.4kHz | 3dB 或更大 |
| 3.5kHz | 大于 10dB |
| 3.6kHz | 大于 20dB |
| 3.7kHz | 大于 40dB |
| 3.75kHz | 大于 50dB |
| 5.0kHz 及以上 | 大于 60dB |

在图 3/O.131 中给出了符合上述限值的测量滤波器特性的性能要求。



注：— 对于通带特性，参见本建议的 § 3.2.2。

图 3/O.131
量化失真测量仪接收部分所用的
测量通道滤波器响应的性能要求

3.2.3 带宽校正

测试仪的校正应包括一个适当数值的校正系数，它使信号对所测的总失真功率与 3100Hz 整个 PCM 话路带宽中出现的总失真功率相关。假设在话路带宽中失真功率是均匀分布的，则校正系数可由下式给出：

$$10\log_{10} \frac{3100}{Y} \text{ dB}$$

式中 Y 是测试滤波器的有效噪声带宽，以 Hz 为单位。

3.2.4 输入阻抗

- | | |
|---------------------|--------------|
| — 平衡，不接地（可任选其它阻抗） | 600 欧 |
| — 回损 | ≥ 30 dB |
| — 输入纵向干扰损耗（低于 4kHz） | ≥ 46 dB |
| — 输入纵向干扰损耗（在 40Hz） | ≥ 60 dB |

3.2.5 输入参考电平范围

根据建议 G. 232 [2]，相对电平从 0dBm0 到至少 -55 dBm0。

3.2.6 信号对总失真比读数的精度

对于参考电平在 -6 dBm0 至 -55 dBm0 范围内，且绝对失真信号不小于 -72 dBm0：

— 测量范围 10dB 至 40dB：精度 ± 0.5 dB。

— 测量范围 0dB 至 10dB：精度 ± 0.1 dB。

对于参考电平在 0dBm0 至 -6 dBm0：

— 测量范围 20dB 至 40dB：精度 ± 1.5 dB。

— 测量范围 0dB 至 20dB：精度 ± 2.0 dB

注 1 — 这些限值包括由下列情况引起的误差：

— 测量滤波器的有效带宽；

— 接收参考滤波器；

— 测量通道中的衰减器；

— 指示电路的特性。

注 2 — 对于参考电平范围为 0dBm0 至 -6 dBm0 的情况，不仅测试仪要求更宽的容差，而且当工作在过载点附近时，也反映出 PCM 编码器和解码器的特性。

4 工作环境

当在建议 O. 3，§ 2.1 中规定的气候条件下工作时，应满足各项电气性能要求。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Performance characteristics of PCM channels between 4-wire interfaces at voice frequencies*, Vol. III, Rec. G.712.
- [2] CCITT Recommendation *12-channel terminal equipments*, Vol. III, Rec. G.232.

使用正弦测试信号的量化失真测试设备

(1980 年订于日内瓦；1988 年修改于墨尔本)

1 引言

本技术要求给出了一些基本条款，这些条款说明了在使用正弦测试信号测量 PCM 通路量化失真的测试设备中所提供的主要特性。重要的是要规定这类量化失真测量设备的特性使得足以保证它们能配合工作并保证它们将给出足够精确的结果。本技术要求的建议 G. 712 [1] 的 § 9 中所述方法 2 的概要说明为基础。

2 测试方法

测试方法包括把一个正弦信号加到 PCM 通路的输入口，并测量收到的信号对失真功率的比值，失真功率用适当的噪声加权（参见下面 § 3.3.4）。这个方法还要求在接收设备中使用一个窄带带阻滤波器，阻止来自失真测量电路的正弦信号，以便测出失真功率。

3 技术要求

3.1 测试信号频率

根据进行测量所用的测试信号带阻滤波器，可能需要两个频带的任一个频带中的测试信号。测试频率最好采用 820Hz 或 1020Hz。但是，也可以采用测试信号带阻滤波器的阻带中的其它频率（例如 804Hz 或 850Hz）。

3.2 信号源特性

3.2.1 信号电平范围

根据建议 G. 232 [2] 的 § 11，相对电平应至少从 -45dBm0 到 +5dBm0，具有 ±0.2dB 的调整精度。

3.2.2 输出口阻抗（频率范围为 300Hz 到 4kHz）

- 平衡，不接地（可任选其它阻抗） 600 欧
- 回损 ≥30dB
- 输出信号平衡 ≥40dB

3.2.3 失真和寄生调制比 ≥50dB

3.2.4 频率准确度和稳定性

测试信号频率的准确度和稳定性应与所用频率及其相对于有关滤波器阻带的位置相适应。在任何情况下，准确度与稳定性必须使频率绝不会是 PCM 抽样率的因数。

3.3 测量仪的特性

3.3.1 测量范围和精度

信号失真比的测量范围为 10dB 到 40dB，精度为 ±1.0dB。

3.3.2 输入信号范围

根据建议 G. 232 § 27 的 § 11, 相对电平至少是 -55dBm0 到 +5dBm0。

3.3.3 输入阻抗 (频率范围为 300Hz 到 4kHz)

- 平衡, 不接地 (可任选其它阻抗) 600 欧
- 回损 ≥30dB
- 输入纵向干扰损耗 (低于 4kHz) ≥46dB
- 输入纵向干扰损耗 (在 40Hz) ≥60dB

3.3.4 测量滤波器

失真信号的数值应当用适合于电话的标准 CCITT 噪声加权滤波器 (参见建议 O. 41) 来加权。要不然可用 C—信息加权 (参见建议 O. 41 的附件 A)。当用 C—信息加权时, 必需用一个校正系数来校正。为了达到 § 3.3.1 中规定的测量精度, 这些滤波器特性的制造容许偏差必须小于它们各自容许的值。

3.3.5 测试信号带阻滤波器

可以提供两种测试信号滤波器的任一种, 两种滤波器的特性示于表 1/O. 132 中。

表 1/O. 132
测试信号带阻滤波器特性

| 804Hz~850Hz 测试信号带通滤波器 | |
|-------------------------|------------|
| 频率 | 损耗 |
| <325 | <0.5dB |
| <570 | <1.0dB |
| <690 | <3.0dB |
| 800Hz—855Hz | >50dB (阻带) |
| >1000Hz | <3.0dB |
| >1105Hz | <1.0dB |
| >1360Hz | <0.5dB |
| 1004Hz—1020Hz 测试信号带阻滤波器 | |
| 频率 | 损耗 |
| <400Hz | <0.5dB |
| <700Hz | <1.0dB |
| <860Hz | <3.0dB |
| 1000Hz—1025Hz | >50dB (阻带) |
| >1180Hz | <3.0dB |
| >1330Hz | <1.0dB |
| >1700Hz | <0.5dB |

3.3.6 检波器特性

为了测量失真的信号，必须采用具有足够精度的均方根值或准均方根值检波器以满足精度要求。

3.3.7 带宽校正

测量仪器的校正应包含一个适当数值的校正系数，以计算由于测试信号带阻滤波器的影响在有效噪声带宽内的损耗。校正系数是假设在所讨论的频率范围内失真功率是均匀分布的，并具有如下形式：

$$\text{校正(dB)} = 10\log_{10} \frac{\text{标准噪声加权的有效带宽}}{\text{测量仪器的有效带宽}}$$

4 工作环境

当工作在建议 O.3, § 2.1 中规定的气候条件时，应满足各项电气性能要求。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Performance characteristics of PCM channels between 4-wire interfaces at voice frequencies*, Vol. III, Rec. G.712.
- [2] CCITT Recommendation *12-channel terminal equipments*, Vol. III, Rec. G.232.

建 议 O.133

测量 PCM 编码器和解码器性能的设备

(1984 年订于日内瓦；1988 年修改于墨尔本)

1 引言

1.1 把音频信号变换为数字 (PCM) 信号并且进行相反变换的、符合建议 G.711 [1] 的编码器和解码器已包含在由相关的 CCITT 各建议描述的各种设备中。这些设备如：

- PCM 复用设备 (建议 G.732 [2] 和 G.733 [3]);
- 复用转换设备 (建议 G.793 [4] 和 G.794 [5]);
- 数字交換子系统 (例如, 建议 Q.517 [6])。

当各种 PCM 设备互连时, 为了保证总能够满足 CCITT 各建议中规定的总性能限值, 有必要分开规定和测量各设备的模-数 (A-D) 和数-模 (D-A) 性能。此外, 必需对模-模 (A-A) 和数-数 (D-D) 进行测量。

1.2 下述测量仪器能够对建议 G.732 [2], G.733 [3], G.793 [4], G.794 [5] 和相关 Q 系列建议中规定的工作于 2048kbit/s 和/或 1544kbit/s 的各种 PCM 设备进行上述各种测量。

2 概述

2.1 测量功能及实体配置

在本建议中所描述的仪器由下面各功能单元组成。

2.1.1 把音频信号加到被测设备模拟输入口的模拟信号发生器。

- 2.1.2 把从被测设备模拟输出口收到的音频信号加以处理的模拟信号分析器。
- 2.1.3 把测试信号加到被测设备数字输入口的数字信号发生器。
- 2.1.4 把从被测设备数字输出口收到的信号加以处理的数字信号分析器。
- 2.1.5 在 § 2.1.1 至 § 2.1.4 所述的四种单元可以由供货方确定的任何方便的实体安排来构成。
- 2.1.6 在 § 2.1.3 和 § 2.1.4 中所述的各种功能可以用普通的模-数和数-模变换技术或者直接用数字处理技术来实现。

2.2 测量精度和兼容性指标

- 2.2.1 作为一般指标，测量仪器的精度应比被测设备的相关性能限值高一个数量级。但是，由于技术和成本的限制，不可能总能满足这一指标。
- 2.2.2 此外，如果采用不同设计的仪器配合工作时，或者被测设备的输入和输出部分不能在同一地点接入（端对端测量）时，误差可能会增大。
- 2.2.3 在下面参考如建议 O.131 或 O.132 各建议的测试方法时，应当注意到这些建议的某些设计要求可能不满足本建议所要求的精度。甚至当遵守本建议和其它相关建议（例如 O.131, O.132）的技术要求时，可能产生兼容性问题，特别是当使用伪随机噪声信号作为激励源时，会导致降低测量精度和/或使测试结果读数波动。
- 2.2.4 为了使采用不同设计的仪器易于配合工作，建议提供一种有规定周期的伪随机噪声信号（见 § 3.2.3.1 和 3.4.2.1）。

2.3 测量能力

表 1/O.133 包含了在各种设备上能够测量的各种参数表。此外，还指出了所要求的测量配置。但是，应当注意到用本建议规定的仪器并不能测量全部列出的参数。在适当情况下，可以参考其它相关建议。

3 仪器的技术要求

在本节中说明了由仪器的四种功能单元所满足的最低要求。测量精度包括在下面的 § 4 中。

3.1 接口

3.1.1 模拟接口^①

3.1.1.1 输出和输入阻抗，平衡，不接地：600 和/或 900 欧

3.1.1.2 回损从 200Hz 至 4kHz：≥36dB

3.1.1.3 纵向变换损耗（频率范围 200Hz 至 4kHz）：≥46dB

^① 在复数阻抗上的测量正在研究中。

表 1/O.133
测 量 能 力

| 参 数 | 测量配置 | | | | 测量可能性 |
|------------------------------|------|-----|-----|-----|-------|
| | A-D | D-A | A-A | D-D | |
| 增益 (编码律与音频电平间的关系) | + | + | + | + | E |
| 增益 (损耗) 随时间的变化 ^{b)} | + | + | + | + | E |
| 回损 (在音频口) | + | + | + | - | O |
| 纵向平衡 | + | + | + | - | O |
| 衰减/频率失真 | + | + | + | + | E |
| 衡重噪声 | + | + | + | + | E |
| 对带外输入信号的鉴别 | △ | △ | △ | △ | O |
| 带外输出信号的抑制 | △ | △ | △ | △ | O |
| 单频噪声 | △ | △ | △ | △ | O |
| 总失真 (包括量化失真) | + | + | + | + | E |
| 增益随输入电平的变化 | + | + | + | + | E |
| 串话 (用正弦信号测量) ^{a)} | + | + | + | + | E |
| 串话 (用常规电话信号测量) | △ | △ | △ | △ | O |
| 来自信令的干扰 ^{c)} | | | | | O |
| 重复信号频率 | + | + | + | + | O |

a) 在被干扰通路中送入辅助信号时要完成的测量。

b) 在建议 G.712 [9]、G.714 [12] 和 G.792 [13] 中把这个参数称为“稳定度”。

c) 对于信令通路的激励不作规定。

E 必需的 △ 不具备能力

O 任选的

+ 适用

- 不适用

注 — 在没有符号表示的地方，对测量的要求正在研究中。

3.1.2 数字接口

3.1.2.1 电平条件和帧结构

要求仪器在符合建议 G. 703 [7] 的接口电平情况下能满意地工作。

应提供下述各种接口条件和帧结构，其中包括扩展的帧结构和循环冗余校验（CRC）过程中的一种或两种：

在 1544kbit/s 建议 G. 703 [7], § 2 和建议 G. 733 [3] 以及 G. 704 [11]。

在 2048kbit/s 建议 G. 703 [7], § 6 和建议 G. 732 [2] 以及 G. 704 [11]。

此外，要求数字分析器经过一段插入损耗在信号的半比特率为 6dB 的电缆连接时能满意地工作。该电缆在其它频率时的插入损耗与 \sqrt{f} 成正比。

除了提供各种终端测量外，也可以要求仪器作为在数字设备保护测试点的监测器使用。因此，应当提供高阻抗和/或附加增益，以补偿在有些设备上已经提供的监测点处的损耗。

3.1.2.2 各种数字接口的阻抗

在数字输出口和输入口的阻抗应遵守建议 G. 703 [7], §§ 2 或 §§ 6 的规定。

相对于标称阻抗测量的回损应为：

— 1544kbit/s (有预加重)

频率范围从 20kHz 至 1.6MHz, 在输入口: $\geq 20\text{dB}$

频率范围从 20 至 500kHz, 在输出口: $\geq 14\text{dB}$

频率范围从 500kHz 至 1.6MHz, 在输出口: $\geq 16\text{dB}$

— 1544kbit/s (没有加重)

频率范围从 20kHz 至 1.6MHz, 在输入口和输出口: $\geq 20\text{dB}$

— 2048kbit/s

频率范围从 40kHz 至 2.5MHz, 在输入口和输出口: $\geq 20\text{dB}$

3.1.2.3 纵向变换损耗

(在研究中)

3.2 模拟信号发生器

至少应提供下述功能：

3.2.1 相对电平

见建议 G. 232 [8]。

3.2.1.1 相对电平 (最小范围): -16dBm 至 0dBm 。

3.2.2 正弦测试信号

3.2.2.1 在电平为 0 和 -10dBm , 发生器应产生频率范围为 200Hz 至 3600Hz 的测试信号。至少应提供下面 § 3.2.2.2 中的各频率，包括相关模框的参考点和拐点。参见 § 4.1.4 中对测试频率选择的注解。

3.2.2.2 测试信号频率 (近似地): 200、300、420、500、600、820、1020、2400、2800、3000、3400 和 3600Hz。

3.2.2.3 发送频率偏离指示频率: $\pm 2\text{Hz} \pm 0.1\%$ 。

3.2.2.4 至少在一个频率（最好是接近820Hz或1020Hz）的情况下，信号电平应在+3dBm0和-55dBm0之间可调。至少应提供§3.2.2.5中包括相关模框的参考点和拐点在内的各种电平。参见§4.1.4中对测试频率选择的注解。

3.2.2.5 测试信号电平：-55, -50, -45, -40, -30, -20, -10, 0, +3dBm0。

3.2.2.6 在仪器的工作范围内，发送电平偏离指示电平： ± 0.2 dB。然而，应提供在规定容差内进行如§4.2中所规定的相应测量的手段。

注—规定这个容差是为了易于配合工作。当阅读本建议所引用的各种测量精度时，必须考虑由于测试电平的误差而引起的测量结果的偏差。

3.2.2.7 与20kHz测量带宽有关的总失真至少比图4/G.712[9]的曲线中所给的限值优于20dB。

3.2.3 伪随机测试信号

3.2.3.1 应提供符合建议O.131的伪随机测试信号。为了便于配合工作，序列的重复速率（周期）应固定在256ms（2048个抽样，在可能时、它可以从被测编码器的抽样速率得出。另外，容差应为 ± 1 ms。

注—对于周期为 128 ± 0.5 ms（1024个抽样）的情况也能满足这个要求。

3.2.3.2 伪随机测试信号的电平应在-3dBm0和-55dBm0之间可以调节。至少应提供下面§3.2.3.3中包括相关模框的参考点和拐点在内的各种电平。

3.2.3.3 测试信号电平：-55、-50、-40、-34、-27、-10、-6、-3dBm0。

3.2.4 辅助信号

3.2.4.1 在进行串话测量时，为了提高精度，应当提供插入被干扰通路的辅助（激活）信号。

3.2.4.2 可以把与建议O.131中规定相类似的、并具有电平在-50至-60dBm0范围内的、位于350Hz和550Hz之间的有限带宽噪声用作辅助信号。在低于250Hz的各频率以及在700Hz到4kHz的频率范围内，杂散信号应比辅助信号至少低40dB。

3.2.4.3 作为另一种可采用的方案，可以使用电平在-33至-40dBm0范围内的正弦信号。该正弦信号的谐波分量应比基波至少低40dB。

3.3 模拟信号分析器

至少应提供下述功能。

3.3.1 相对电平

（见建议G.232[8]。）

3.3.1.1 相对电平（最小范围）：-5dB_r至+7dB_r。

3.3.2 电平

3.3.2.1 电平测量范围：-60dBm0至+5dBm0。

3.3.3 回损（任选）

3.3.3.1 回损测量范围：在 200Hz 至 3600Hz 频率范围内为 0 至 40dB。

3.3.4 符合建议 O.121 的纵向平衡（任选）

3.3.4.1 纵向交换损耗测量范围：在 200Hz 至 3600Hz 频率范围内为 5dB 至 56dB。

3.3.4.2 纵向变换转移损耗测量范围：在 200Hz 至 3600Hz 频率范围内为 5dB 至 56dB。

3.3.5 符合建议 O.41 的加权噪声

3.3.5.1 噪声测量范围： -80dBm_0 — -20dBm_0 。

3.3.6 符合建议 O.131 和/或 O.132 的总失真

注一 为了便于配合工作，对于建议 O.131 的观察时间应为 256ms 或其整数倍，这个倍数是在可能的情况下从被测解码器的抽样速率求得的。另外，容差应为 $\pm 1\text{ms}$ 。

3.3.6.1 总失真测量范围：0 至 40dB。

3.3.7 串话

3.3.7.1 电平测量范围： -75dBm_0 至 -20dBm_0 。

3.3.8 重复信号的频率

作为一种选择方案，应当能够测量和显示以 § 3.3.2 规定范围内的任何电平加到仪器输入端的、频率范围为 200Hz 至 4000Hz 的任一重复信号的频率。应当以 1Hz 的分辨力来显示测量结果。测量精度应至少达到 50×10^{-6} 。

3.4 数字信号发生器

数字信号发生器应提供下述功能。

3.4.1 数字编码的正弦波信号

3.4.1.1 应能提供频率范围为 200Hz 至 3600Hz、电平为 0 和 -10dBm_0 的数字编码的正弦波。至少应提供 § 3.4.1.2 中的各种频率，包括相关模框的参考点和拐点电平。参见 § 4.1.4 中对于选择测试频率的注解。

3.4.1.2 测试信号频率（近似地）：200, 300, 420, 500, 600, 820, 1020, 2400, 2800, 3000, 3400 和 3600Hz。

3.4.1.3 发送频率偏离指示频率： $\pm 2\text{Hz} \pm 0.1\%$ 。

3.4.1.4 至少在一个频率（最好是接近 820Hz 或 1020Hz 频率）的情况下，信号电平应在 $+3\text{dBm}_0$ 和 -55dBm_0 之间可调。至少应提供下面 § 3.4.1.5 中包括相关模框的参考点在内的各种电平。参见 § 4.1.4 中对于选择测试频率的注解。

3.4.1.5 测试信号电平： $-55, -50, -45, -40, -30, -20, -10, 0, +3\text{dBm}_0$ 。

3.4.1.6 发送电平偏离指示电平： $\pm 0.2\text{dB}$ 。

注一 规定这一容差是为了易于配合工作。应当把由于测试电平误差而引起的测试结果偏差包括在测试精度技术要求在内。

3.4.1.7 数字参考序列

数字信号发生器应能产生在表 5/G.711 [1] 和/或表 6/G.711 [1] 中详细列出的字符信号的周期序列，

它等效于标称电平为 0dBm0 的 1kHz 正弦波。

3.4.2 数字编码的伪随机噪声信号

3.4.2.1 在频谱和幅度分布方面，噪声源的特性应当与把符合建议 O.131 的有限带宽伪随机噪声源加到一条完好的发送通路上产生的信号特性相同。为了便于配合工作，应把序列的重复速率（周期）固定为 256 ± 1ms (2048 个抽样点)。

注 — 同期为 128 ± 0.5ms (1024 个抽样点) 的情况下，也应满足这个要求。

3.4.2.2 数字编码的伪随机噪声信号电平应当在 -3dBm0 和 -55dBm0 之间可以调节。至少应提供下面 § 3.4.2.3 中的各种电平，包括相关模框的参考点和拐点电平。

3.4.2.3 测试信号电平：-55, -50, -40, -34, -27, -10, -6, -3dBm0。

3.4.3 附加数字信号

除了 §§ 3.4.1 和 §§ 3.4.2 中所规定的信号以外，应能由人工选择任何 8 比特重复码型。

3.4.4 时隙分配

3.4.4.1 应能把 §§ 3.4.1、§§ 3.4.2 和 §§ 3.4.3 中所述的信号加到：

- a) 任何选定的话音时隙，
- b) 作为一种选择方案，加到全部话音时隙。

应当用 § 3.4.3 中的数字信号提供给不包含 §§ 3.4.1 和 §§ 3.4.2 中所述信号的话音时隙。

3.4.4.2 作为一种选择方案，应当提供一个接口，以使外部产生的数字信号能够加到任何选定的话音时隙。该接口应满足建议 G.703 中规定的同向接口的要求。

3.4.5 PCM 复用设备告警单元的测试

3.4.5.1 2048kbit/s PCM 复用设备（例如，建议 G.732 [2]）

3.4.5.1.1 为了全面测试复用设备告警单元，应能改变包括帧定位信号和不包括帧定位信号的各帧的时隙 0 中数字信号的任一比特。

3.4.5.1.2 应能改变 0 帧时隙 16 中数字信号的任一比特。

3.4.5.1.3 在 §§ 3.4.5.1.1 和 3.4.5.1.2 中所述各项测量过程中，作为一种选择，应当把频率约为 820Hz、电平为 0dBm0 的数字编码正弦波信号加到全部时隙中。这就提供了当复用设备告警单元工作时检验话音通道抑制的方法。

3.4.5.1.4 作为一种选择方案，当采用随路信令时，应能改变复帧中 1 至 15 帧的时隙 16 中数字信号的任一比特。可以用相同的码型提供全部 30 个信令通路。

3.4.5.1.5 仪器应能产生符合建议 G.704, § 2.3 [11] 的帧结构，其中包括 CRC 复帧和 CRC 校验比特。

3.4.5.1.6 在产生 CRC 复帧时，应能改变 CRC 复帧定位信号的任一比特。

3.4.5.1.7 作为一种选择方案，当采用随路信令时，应提供一个接口，以使与任何选定的话音时隙相关的信令比特受到外部源的控制。

3.4.5.2 1544kbit/s PCM 复用设备（例如建议 G.733 [3]）



3.4.5.2.1 仪器应能产生符合建议 G.704, § 3.1 (11) 的帧结构, 其中包括 CRC 复帧。

3.4.5.2.2 应能改变包括帧定位信号的每个帧的第 1 位比特。

3.4.5.2.3 应能改变帧 12 的第 1 位比特。

3.4.5.2.4 当采用随路信令时, 应能改变帧 6 和帧 12 中每一通路时隙的第 8 位比特。可以用相同的格式提供全部信令通路。

3.4.5.2.5 在产生 24 帧的复帧并且当使用随路信令时, 应有可能改变 6、12、18 和 24 帧中每个通路时隙的第 8 比特。可以用相同的码型提供全部信令通路。

3.4.5.2.6 作为一种选择方案, 当使用随路信令时, 应当提供一个接口, 以使与任何选择的话音时隙相关的信令比特受到外部源的控制。

3.4.6 可选择的同步方式

应可能,

- a) 将数字发生器的时钟速率锁定到数字分析器的输入口的信号, 或
- b) 容许发生器和分析器的时钟在总的容许频率容差内自由变化,
- c) 作为一种选择方案, 将数字发生器的时钟速率锁定到一个外部时钟速率。

3.5 数字信号分析器

数字信号分析器应能通过从 PCM 复用设备信息流的任何可选择的时隙中取出数字信号并在适当时像编码的音频信号那样把数字信号进行处理、以测量下述各种参数。

3.5.1 电平

电平测量范围: -60 至 +5dBm0。

3.5.2 按照建议 O.41 的加权噪声

3.5.2.1 噪声测量范围: -80 至 -20dBm0p。

注 — 如果数字分析器接收一个数字信号, 该信号对 A 律而言相当于解码器输出值编号为 1, 或者对 μ 律而言相当于解码器输出值编号为 0, 并且极性比特保持在固定位置, 则所指示的噪声电平应不超过 -85dBm0p。

3.5.3 符合建议 O.131 和 / 或 O.132 的总失真

注 — 为了便于配合工作, 对于建议 O.131 的观察时间应为 256ms 或其整倍数, 在可能的情况下, 从被测编码器的抽样速率求得它。另外, 容差应为 $\pm 1\text{ms}$ 。

3.5.3.1 总失真测量范围 0 到 40dB

3.5.4 串话

3.5.4.1 电平测量范围: -75 至 -20dBm0。

3.5.5 峰值码检测和显示

应当有可能显示在至少 800 帧观察周期内或者至少 800 帧自动选择的重复周期内出现的正和/或负峰值码。这个码可以具有在 0 至 ±127 范围内的任何整数值。作为另一种可选的方案，能够通过显示以 dBm0 表示的等效单音电平来指示出峰值码。

3.5.6 信令比特

3.5.6.1 作为一种选择方案，当采用随路信令时，与任何话音时隙有关的信令比特应可选择地显示。

3.5.6.2 作为一种选择方案，当采用随路信令时，应提供一个接口，它能够使得与任何可选择的话音时隙相关的信令比特受到外部连接的仪器监视。

3.5.7 告警检测和显示（任选）

数字分析器应能监视 PCM 复用设备的数字输出并识别和显示下列各种告警条件和比特状态。

3.5.7.1 关于建议 G.732 [2] 的 PCM 复用设备：丢失信号、帧失位，当采用随路信令时 CRC 失帧失位，含帧定位信号帧的时隙 0 中比特 1 的状态，不含帧定位信号帧的时隙 0 中比特 1 和比特 3 至 8 的状态，0 帧的时隙 16 中比特 6 的状态，以及通过如建议 G.704 [11] 中规定的 CRC 过程所传送信息的显示。

3.5.7.2 关于建议 G.733 [3] 的 PCM 复用设备。

3.5.7.2.1 丢失信号，帧失位，当使用随路信令时，复帧的失位。

3.5.7.2.2 当监视一个 12 帧的复帧时，在第 6 帧和第 12 帧中每个通路的比特 8 的状态以及第 12 帧的比特 1 的状态。

3.5.7.2.3 当监视一个 24 帧的复帧时，在第 6、第 12、第 18 和第 24 帧中每个通路的比特 8 的状态，第 12 帧的比特 1 的状态，以及通过如建议 G.704 [11] 中规定的 CRC 过程所传送的信息的显示。

3.5.8 重复信号的频率

作为一种选择方案，应当能够测量和显示电平在 § 3.5.1 规定范围内、频率范围为 200Hz 至 4000Hz 的任何重复信号的频率。应当以 1Hz 的分辨力来显示测量结果。测量精度应至少达到 $50 \cdot 10^{-6}$ 。

3.5.9 外部话音时隙接口

作为一种选择方案，应当提供一个接口，使得能够提取包含在所选的话音时隙内的数字信号，并且能够把它加到单独的仪器。该接口应满足建议 G.703 [7] 中规定的同向接口的要求。

4 测量精度

4.1 测量仪器的误差极限的定义

4.1.1 本建议中所述的误差极限总是与整个测量配置有关，因此，它包括发生器误差和分析器方面的误差（如果可行的话）。

4.1.2 即使是符合建议 G.711 [1] 要求的理想编码器/解码器对，也表现出对 PCM 过程的不可避免的固有限制^②。例如，最大负荷容量、量化失真比，增益随输入电平的变化和被限制的音频范围。

② 参见本建议中附件 A，关于可以影响对测量结果进行分插的 PCM 编码过程中各种固有误差。

这里所述的测量仪器具有与一个符合建议 G. 711 [1] 的理想编码器/解码器相同的一般特性和限制。对本建议来说，把符合建议 G. 711 [1] 的理想编码器/解码器和测量仪器之间的差别定义为测量误差。图 1/O. 131 说明了这些误差与由数字信号发生器和数字分析器所呈现的误差的关系。

4.1.3 当说明总测量误差时，也应当考虑由模拟分析器 (E_{AA}) 和模拟发生器 (E_{AC}) 所产生的误差。因为模拟信号发生器的电平精度有限，所以由于被测 PCM 通路中的量化增益效应将使测量结果发生变化。

可按如表 2/O. 131 所示的那样，来计算可适用于四种测量配置的总测量误差。

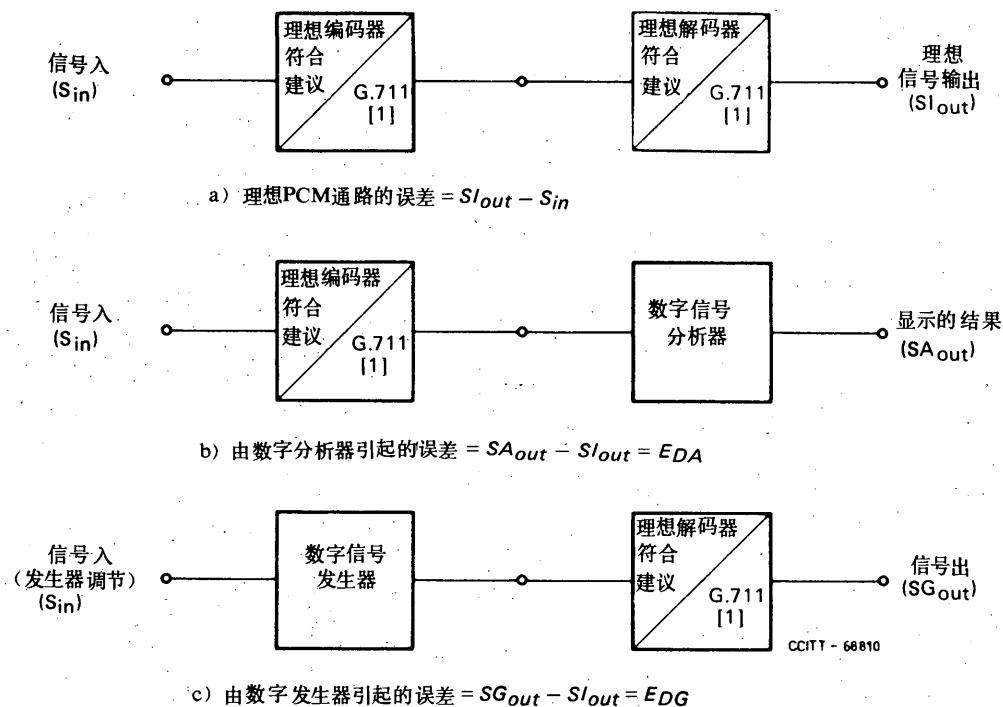


图 1/O. 133
数字分析器和发生器的误差定义

表 2/O. 133
总测量误差的定义

| 测量配置 | 总测量误差 |
|------|-------------------|
| A-D | $E_{AC} + E_{DA}$ |
| D-A | $E_{DG} + E_{AA}$ |
| A-A | $E_{AC} + E_{AA}$ |
| D-D | $E_{DG} + E_{DA}$ |

4.1.4 测试频率的选择

当对正弦波信号规定测量精度时，假定送到图 1/O.133 中理想编码器的单音的频率与抽样速率无关，并且假定测量时间足够长，以消除平均误差。

在单音测量中的固有误差取决于测试信号频率和 PCM 抽样速率的最大公约数。应当避免抽样速率的简单因数及其谐波。仪器应当使用大量的独立抽样，并且应当相对于最小抽样数来规定测量精度。建议的最小抽样数是 400。应当说明对其他频率使用的限制，应按照建议 O.6 进行测试频率的选择。

4.1.5 测试信号的固有失真

为了便于在总失真测量中配合工作，如果提供某些可变电平和数字编码的信号，则应当在可选取的电平范围内来规定固有总失真，其测量如下：

- 伪随机噪声，正弦波信号，420Hz：用建议 O.131 的方法。
- 正弦波信号，820Hz 或 1020Hz：用建议 O.132 的方法。

4.1.6 单音测量的测量带宽

对单音测量滤波器的设计不作规定。但是应相对于理想选频测量所得到的结果来计算测量误差。

4.2 总测量误差的概括

如建议 G.711 [1] 中所规定的那样，假设全部为 8 比特编码。

4.2.1 增益（编码率和音频电平之间的关系）

参见表 3/O.133。

表 3/O.133

| 参 数 | 误差范围 (dB) | | | |
|--------------------------------|-----------|-------|-------|-------|
| | A-D | D-A | A-A | D-D |
| 增益（编码律和音频电平间的关系） ^{a)} | ±0.08 | ±0.08 | ±0.05 | ±0.05 |

a) 在一个接近 820Hz 或 1020Hz 的频率上以电平 0dBm0 测量。

注 — 如果使用正弦测试信号，则实际编码器压扩律特性的绝对电平位置的不确定度要求对在 A-D, A-A 和（如果信号经过模拟点）D-D 各种方式中所规定的误差范围作特别说明。在这些方式中，这些数值代表了在能够用来确定特性的包络情况下的精度，而不是任何单个测量结果的精度。对于进一步讨论和理论上包络的位置，可参见本建议的附件 A。

4.2.2 回损（可任选）

见表 4/O.133。

表 4/O. 133

| 参 数 | 指示结果 | 误差范围 (dB) | | | |
|------------------|-----------|-----------|-----|-----|-----|
| | | A-D | D-A | A-A | D-D |
| 回损 ^{a)} | 0 至 30dB | ±1 | ±1 | ±1 | — |
| | 30 至 40dB | ±2 | ±2 | ±2 | — |

a) 在电平 $\geq -10\text{dBm}_0$ 时测量。

4.2.3 纵向变换损耗 (LCL) (任选)

见表 5/O. 133。

表 5/O. 133

| 参 数 | 指示结果 | 误差范围 (dB) | | | |
|-------------------|-----------|-----------|-----|------|-----|
| | | A-D | D-A | A-A | D-D |
| LCL ^{a)} | 5 至 40dB | ±1.5 | — | ±1.5 | — |
| | 40 至 56dB | ±2.5 | — | ±2.5 | — |

a) 电平 $\geq -10\text{dBm}_0$ 时测量。

4.2.4 纵向变换转移损耗 (LCTL) (任选)

见表 6/O. 133。

表 6/O. 133

| 参 数 | 指示的结果 | 误差范围 (dB) | | | |
|--------------------|-----------|-----------|-----|------|-----|
| | | A-D | D-A | A-A | D-D |
| LCTL ^{a)} | 5 至 40dB | ±1.5 | — | ±1.5 | — |
| | 40 至 56dB | ±2.5 | — | ±2.5 | — |

a) 在电平 $\geq -10\text{dBm}_0$ 时输出。

4.2.5 衰减/频率失真

见表 7/O. 133。

表 7/O. 133

| 参 数 | 频率范围 | 误差范围 (dB) | | | |
|---------|---------------|-----------|-------|-------|-------|
| | | A-D | D-A | A-A | D-D |
| 衰减/频率失真 | 200 至 300Hz | ±0.08 | ±0.08 | ±0.08 | ±0.08 |
| | 300 至 3000Hz | ±0.05 | ±0.05 | ±0.05 | ±0.05 |
| | 3000 至 3600Hz | ±0.08 | ±0.08 | ±0.08 | ±0.08 |

a) 在电平为 0 或 -10dBm_0 时测量, 所指出的误差是在约 820Hz/1020Hz 的测量误差。如果测得的衰减/频率失真不超过 6dB, 则规定的测量误差是适用的。

4.2.6 加权噪声

见表 8/O. 133。

表 8/O. 133

| 参 数 | 指示结果 | 误差范围 (dB) | | | |
|--------------------|----------------------------|-----------|------|------|------|
| | | A-D | D-A | A-A | D-D |
| 加权噪声 ^{a)} | -80 至 -75dBm _{0p} | ±2.5 | ±2.5 | ±2.5 | ±2.5 |
| | -75 至 -70dBm _{0p} | ±1.5 | ±1.5 | ±1.5 | ±1.5 |
| | -70 至 -20dBm _{0p} | ±1 | ±1 | ±1 | ±1 |

a) 测量误差包括建议 O. 41 给出的加权滤波器的容差。

4.2.7 总失真

见表 9/O. 133。

表 9/O. 133

| 参 数 | 指示结果 | 误差范围 (dB) ^{a)} | | | |
|--------------|----------|-------------------------|------|------|------|
| | | A-D | D-A | A-A | D-D |
| 总失真 (噪声测试信号) | 0 至 40dB | ±0.5 | ±0.5 | ±0.5 | ±0.5 |
| 总失真 (正弦测试信号) | 0 至 40dB | ±0.8 | ±0.8 | ±0.8 | ±0.8 |

a) 在绝对失真信号不小于 -72dBm_0 的情况下。

注 — 如果使用正弦测试信号, 则实际编码器压扩律特性的绝对电平位置的不确定性要求对在 A-D, A-A 和 (若信号经过模拟点) D-D 各种方式中所规定的误差范围作特别说明。在这些方式中, 这些数值代表了在能够确定特性的包络的精度, 而不是任何单个结果的精度。对于进一步讨论和理论上包络的位置, 可参见本建议的附件 A。

4.2.8 增益随输入电平的变化

见表 10/O.133。

表 10/O.133

| 参 数 | 电平范围 | 误差范围 (dB) ^{a)} | | | |
|--|---------------|-------------------------|---------------------|---------------------|-------|
| | | A-D | D-A | A-A | D-D |
| 增益变化 (噪声测试信号) | -10 至 -40dBm0 | ±0.10 | ±0.10 ^{b)} | ±0.15 ^{b)} | ±0.10 |
| | -40 至 -50dBm0 | ±0.15 | ±0.15 | ±0.20 | ±0.10 |
| | -50 至 -55dBm0 | ±0.15 | ±0.15 | ±0.20 | ±0.10 |
| 增益变化 (在约为 420Hz、820Hz 或 1020Hz 时的正弦测试信号) | +3 至 -40dBm0 | ±0.10 ^{b)} | ±0.10 | ±0.15 | ±0.10 |
| | -40 至 -50dBm0 | ±0.20 | ±0.15 | ±0.20 | ±0.15 |
| | -50 至 -55dBm0 | ±0.25 | ±0.20 | ±0.25 | ±0.20 |

a) 指 -10dBm0 的测量误差。

b) 暂定值, 要进一步研究。

注 — 如果使用正弦测试信号, 则实际编码器压扩律特性的绝对电平位置的不确定性要求对在 A-D, A-A 和 (若信号经过模拟点) D-D 各种方式中所规定的误差范围作特别说明。在这些方式中, 这些数值表示了能够确定特性的包络的精度, 而不是任何单个结果的精度。对于进一步讨论和理论上包络的位置, 可参见本建议的附件 A。

4.2.9 串话测量

见表 11/O.133。

表 11/O.133

| 参 数 | 摘要 | 误差范围 (dB) | | | |
|-----|-------------------------------|-----------|-----|------|-----|
| | | A-D | D-A | A-A | D-D |
| 串 话 | 正弦测试信号 ^{a)} | ±1 | ±1 | ±1 | ±1 |
| | 传统的电话信号 ^{b)} (任选) | — | — | ±1.5 | — |

a) 当在被干扰通路送入辅助信号时完成的测量。在 § 3.2.4 中规定了适合的辅助信号。误差包括测量滤波器对辅助信号的一定抑制和测量带宽内量化失真的影响。

b) 测量误差包括建议 O.41 中给出的加权滤波器的容差。

5 工作环境

当工作在如建议 O.3, § 2.1 规定的各种气候条件下, 应当满足各项电气性能要求。

附 件 A

(附于建议 O. 133)

在 PCM 编码过程中可能影响测量结果分析的固有误差

A. 1 引言

脉冲编码调制 (PCM) 具有一些固有限制，它影响 PCM 编码器测量。这主要与测量增益随输入电平的变化和量化失真比变化有关。由于对一个模拟信号编码时使用的量化级数量有限，所以 PCM 解码器的输出信号就不是编码器输入信号的复现。根据把被编码信号样值的实际幅度与量化门限值进行比较，解码器的输出值有时会大于、有时小于在线性系统中产生的值。把这个差值称为量化误差。甚至对于符合实际编码律的一对理想 PCM 编码器/解码器也会存在这种误差。测试信号将受到在其全部抽样中的量化误差的平均影响，它取决于信号的幅度分布。对高斯噪声来说，误差势必会平均掉，而不会产生一些测量问题。只是对正弦信号则不然，对于增益的线性和量化失真比的测量结果必须仔细阐明。

A. 2 对增益和增益随输入电平变化的测量

如引言中所述，在 PCM 解码器的输出口的信号可能与在一个线性系统输出口产生的信号不同。这意味着当用正弦信号测量时，一个 PCM 通路可能出现意想不到的增益。这个“量化增益”有时为正有时为负，并且随着输入电平变化。就线性编码而言，对模拟输入信号编码使用的量化级数愈多，量化误差愈小，因而增益的变化也愈小。在用完全对数编码特性时，量化误差将与输入电平无关。

实际上使用的编码律 (A 律和 μ 律) 是通过把曲线分成若干段来逼近对数特性的。对于 A 律来说，这将产生增益变化，对于第 7 段至第 2 段它遵守相同的规律，而对于第 1 段将随输入电平的降低而增加。因为 μ 律特性的各段末端的值不是 2 的倍数 (如同 A 律那样)，所以相应段的增益变化是类似的但并不相同。

图 A-1/O. 133 至 A-4/O. 133 表示出了 (经计算) 当用异步正弦信号测量 PCM 通路时增益随输入电平的变化。因为上面各段的增益变化总是在 +0.043dB 和 -0.0048dB 之间，所以只表示了低于 -30dBm0 的电平范围情况。每当正弦信号的峰值经过一判定值时，增益就有一个尖的最小值。当输入幅度增加时，增益就在再次下降前迅速地升到最大值。在最小值附近，当输入电平只变化很小的数量时，增益可能有很大的变化。例如，在 A 律情况下，当输入电平在 -57.00dB 和 -57.066dB 之间变化时，增益变化约为 0.8dB (选频测量)。在这种情况下，电平对增益变化之比是 1 : 11.8。对更大的输入电平和使用 μ 律的情况下，增益随电平的变化较小，但仍然不能忽略。

对高于 -60dBm0 的信号电平，对 A 律来说最大偏移约在 -1.3dB 到 +0.65dB (-1.0dB 至 +0.9dB) 范围内；对 μ 律约在 0.5dB 到 0.3dB (-0.45dB 至 0.35dB) 范围内，视测量方式是选频 (或宽频) 而定。

当用正弦激励信号来测量 PCM 通路的增益变化时，必须考虑上述的理论根据。因为在编码器输入口的相对电平必须只在 ±0.3dB 范围内调节 (建议 G. 713 [10])，并且因为测量所用的模拟信号发生器在发送电平调整时具有某种不确定性，所以，不可能精确地预期在编码特性中的实际位置或者甚至不可能避开最小值。因此必须把任何单个测量结果作为相对于增益变化特性的包络来处理。此外，还必须考虑到图 A-1/O. 133 至图 A-4/O. 133 代表的是没有量化门限误差的理想编码器的理论值。实际上，必须预计到由于编码器门限值的偏移而产生的与理想特性的偏差。

这种限制也适用于增益的测量，虽然在高电平时的误差是小的一±0.04dB的数量级。

为了简化对测量结果的分析，表 A-1/O.133 到表 A-4/O.133 列出了在选频和宽频测量时对于 A 律和 μ 律的增益随输入电平的变化极限值。表格有 64 行（16 的倍数），所以一行包含了相应于一个段的各部分的值。对于 A 律来说，前面三列中相应的增益值是相同的。

A.3 量化失真测量

量化误差产生随输入电平变化的量化失真。图 A-5/O.133 和 A-6/O.133 说明（经计算）了当用正弦激励信号测量 PCM 通路时，对于 A 律和 μ 律的量化失真特性。正如增益测量情况那样，量化失真比能够因输入信号少量的变化而产生显著的改变。变化率在各段的端点达到其最大值。

和上述同样的原因，当分析单个测量结果时，只要再参考量化失真比变化的包络即可。对于非理想编码器中量化门限误差的告戒也适用于量化失真比的测量。

表 A-5/O.133 和 A-6/O.133 包含了当用正弦信号测量时理想编码器量化失真比的极限值。表中的“电平”是输入电平： S/Q 是由选频测出的相应激励信号电平（在输出口）与测得平坦的、并且为归一化到 3.1kHz 的噪声带宽且具有固定校正的量化噪声之比。

注 — 表 A-5/O.133 和表 A-6/O.133 连同其曲线图，主要是象征性的，因为：

- 1) 这些计算（平坦的 S/Q ）没有与建议 O.132 的方法得出的加权比值 $(S+Q)/Q$ 结果作比较。这些计算与使用有建议 O.131 的滤波器的单音激励信号比较类似；
- 2) 对 3.1kHz 带宽的校正是假设量化噪声频谱是平坦的。然而它是不平坦的并且与电平有关（这样，将没有固定的校正来补偿激励抑制滤波器损失的带宽）。

A.4 对各个表和曲线图的总说明

对 A 律来说，输入电平是基于 T_{max} 值为准确的 3.14dBm0 来确定的。而对 μ 律是 3.17dBm0（在这个基础上，建议 G.711 [1] 的 1kHz 序列的选频电平对 A 律是 -0.0016dBm0，而对 μ 律是 -0.0024dBm0。）

特性曲线的包络是一对平滑曲线，它与在（或）靠近其全部极限值处的特性曲线相切。

表 A-1/O.133
增益随输入电平的变化，A 律。
在对激励信号选频测量的基础上进行的增益计算

| 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) | 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) | 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) | 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) |
|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
| 2.948 | 0.009 | -9.093 | 0.009 | -21.135 | 0.009 | -33.176 | 0.008 |
| 2.864 | 0.018 | -9.177 | -0.018 | -21.218 | -0.018 | -33.259 | -0.019 |
| 2.666 | 0.009 | -9.375 | 0.009 | -21.417 | 0.009 | -33.458 | 0.009 |
| 2.579 | -0.019 | -9.462 | -0.019 | -21.503 | -0.019 | -33.544 | -0.020 |
| 2.374 | 0.010 | -9.667 | 0.010 | -21.708 | 0.010 | -33.749 | 0.009 |
| -2.285 | -0.020 | -9.756 | -0.020 | -21.797 | -0.020 | -33.839 | -0.021 |
| 2.073 | 0.010 | -9.969 | 0.010 | -22.010 | 0.010 | -34.051 | 0.010 |
| 1.980 | -0.021 | -10.061 | -0.021 | -22.102 | -0.021 | -34.143 | -0.022 |
| 1.760 | 0.011 | -10.281 | 0.011 | -22.322 | 0.011 | -34.363 | 0.010 |
| 1.664 | -0.022 | -10.377 | -0.022 | -22.418 | -0.022 | -34.459 | -0.023 |
| 1.436 | 0.012 | -10.605 | 0.012 | -22.647 | 0.012 | -34.688 | 0.011 |
| 1.336 | -0.024 | -10.705 | -0.024 | -22.746 | -0.024 | -34.787 | -0.025 |
| 1.099 | 0.012 | -10.942 | 0.012 | -22.983 | 0.012 | -35.024 | 0.011 |
| 0.996 | -0.025 | -11.045 | -0.025 | -23.087 | -0.025 | -35.128 | -0.026 |
| 0.749 | 0.013 | -11.293 | 0.013 | -23.334 | 0.013 | -35.375 | 0.012 |
| 0.641 | -0.027 | -11.400 | -0.027 | -23.441 | -0.027 | -35.482 | -0.028 |
| 0.383 | 0.014 | -11.658 | 0.014 | -23.699 | 0.014 | -35.740 | 0.013 |
| 0.272 | -0.028 | -11.770 | -0.028 | -23.811 | -0.028 | -35.852 | -0.030 |
| 0.002 | 0.015 | -12.039 | 0.015 | -24.080 | 0.015 | -36.121 | 0.014 |
| -0.115 | -0.030 | -12.156 | -0.030 | -24.197 | -0.030 | -36.238 | -0.032 |
| -0.396 | 0.017 | -12.438 | 0.017 | -24.479 | 0.017 | -36.520 | 0.015 |
| -0.519 | -0.032 | -12.560 | -0.032 | -24.601 | -0.032 | -36.642 | -0.034 |
| -0.814 | 0.018 | -12.856 | 0.018 | -24.897 | 0.018 | -36.937 | 0.016 |
| -0.942 | -0.034 | -12.984 | -0.034 | -25.025 | -0.034 | -37.066 | -0.036 |
| -1.254 | 0.020 | -13.295 | 0.020 | -25.336 | 0.020 | -37.376 | 0.017 |
| -1.388 | -0.036 | -13.429 | -0.036 | -25.470 | -0.036 | -37.512 | -0.039 |
| -1.716 | 0.023 | -13.758 | 0.023 | -25.799 | 0.023 | -37.838 | 0.019 |
| -1.858 | -0.038 | -13.899 | -0.038 | -25.940 | -0.038 | -37.981 | -0.043 |
| -2.206 | 0.026 | -14.248 | 0.026 | -26.289 | 0.026 | -38.327 | 0.020 |
| -2.354 | -0.040 | -14.395 | -0.040 | -26.436 | -0.040 | -38.478 | -0.047 |
| -2.741 | 0.035 | -14.782 | 0.035 | -26.824 | 0.035 | -38.844 | 0.022 |
| -2.881 | -0.018 | -14.922 | -0.018 | -26.963 | -0.018 | -39.004 | -0.051 |
| -3.073 | 0.009 | -15.114 | 0.009 | -27.155 | 0.009 | -39.394 | 0.024 |
| -3.156 | -0.018 | -15.198 | -0.018 | -27.239 | -0.018 | -39.565 | -0.056 |
| -3.355 | 0.009 | -15.396 | 0.009 | -27.437 | 0.009 | -39.982 | 0.027 |
| -3.441 | -0.019 | -15.482 | -0.019 | -27.524 | -0.019 | -40.164 | -0.062 |
| -3.646 | 0.010 | -15.688 | 0.010 | -27.729 | 0.010 | -40.612 | 0.030 |
| -3.736 | -0.020 | -15.777 | -0.020 | -27.818 | -0.020 | -40.808 | -0.070 |
| -3.948 | 0.010 | -15.989 | 0.010 | -28.030 | 0.010 | -41.291 | 0.034 |
| -4.040 | -0.021 | -16.082 | -0.021 | -28.123 | -0.021 | -41.503 | -0.079 |
| -4.261 | 0.011 | -16.302 | 0.011 | -28.343 | 0.011 | -42.029 | 0.038 |
| -4.356 | -0.022 | -16.398 | -0.022 | -28.439 | -0.022 | -42.259 | -0.090 |
| -4.585 | 0.012 | -16.626 | 0.012 | -28.667 | 0.012 | -42.834 | 0.044 |
| -4.684 | -0.024 | -16.725 | -0.024 | -28.767 | -0.024 | -43.087 | -0.104 |
| -4.922 | 0.012 | -16.963 | 0.012 | -29.004 | 0.012 | -43.723 | 0.051 |
| -5.025 | -0.025 | -17.066 | -0.025 | -29.107 | -0.025 | -44.002 | -0.122 |
| -5.272 | 0.013 | -17.313 | 0.013 | -29.354 | 0.013 | -44.713 | 0.061 |
| -5.379 | -0.027 | -17.421 | -0.027 | -29.462 | -0.027 | -45.025 | -0.146 |
| -5.637 | 0.014 | -17.678 | 0.014 | -27.719 | 0.014 | -45.831 | 0.074 |
| -5.749 | -0.028 | -17.790 | -0.028 | -29.831 | -0.028 | -46.185 | -0.178 |
| -6.018 | 0.015 | -18.059 | 0.015 | -30.101 | 0.015 | -47.114 | 0.092 |
| -6.135 | -0.030 | -18.176 | -0.030 | -30.218 | -0.030 | -47.524 | -0.226 |
| -6.417 | 0.017 | -18.458 | 0.017 | -30.499 | 0.017 | -48.623 | 0.119 |
| -6.539 | -0.032 | -18.580 | -0.032 | -30.622 | -0.032 | -49.107 | -0.299 |
| -6.835 | 0.018 | -18.876 | 0.018 | -30.917 | 0.018 | -50.451 | 0.162 |
| -6.963 | -0.034 | -19.004 | -0.034 | -31.045 | -0.034 | -51.045 | -0.423 |
| -7.274 | 0.020 | -19.315 | 0.020 | -31.356 | 0.020 | -52.775 | 0.240 |
| -7.409 | -0.036 | -19.450 | -0.036 | -31.491 | -0.036 | -53.544 | -0.668 |
| -7.737 | 0.023 | -19.778 | 0.023 | -31.819 | 0.022 | -55.976 | 0.408 |
| -7.878 | -0.038 | -19.919 | -0.038 | -31.961 | -0.039 | -57.066 | -1.312 |
| -8.227 | 0.026 | -20.268 | 0.026 | -32.309 | 0.026 | | |
| -8.375 | -0.040 | -20.416 | -0.040 | -32.457 | -0.040 | | |
| -8.762 | 0.035 | -20.803 | 0.035 | -32.844 | 0.035 | | |
| -8.901 | -0.018 | -20.942 | -0.018 | -32.984 | -0.018 | | |

表 A-2/O. 133
增益随输入电平的变化，A 律。
在对激励信号宽带测量的基础上进行的增益计算

| 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) | 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) | 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) | 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) |
|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
| 2.947 | 0.009 | -9.094 | 0.009 | -21.135 | 0.009 | -33.176 | 0.009 |
| 2.864 | -0.018 | -9.177 | -0.018 | -21.218 | -0.018 | -33.259 | -0.018 |
| 2.665 | 0.010 | -9.376 | 0.010 | -21.417 | 0.010 | -33.458 | 0.010 |
| 2.579 | -0.019 | -9.462 | -0.019 | -21.503 | -0.019 | -33.544 | -0.019 |
| 2.374 | 0.010 | -9.668 | 0.010 | -21.709 | 0.010 | -33.750 | 0.010 |
| 2.285 | -0.020 | -9.756 | -0.020 | -21.797 | -0.020 | -33.839 | -0.020 |
| 2.072 | 0.011 | -9.969 | 0.011 | -22.010 | 0.011 | -34.052 | 0.011 |
| 1.980 | -0.021 | -10.061 | -0.021 | -22.102 | -0.021 | -34.143 | -0.021 |
| 1.759 | 0.012 | -10.282 | 0.012 | -22.323 | 0.012 | -34.364 | 0.011 |
| 1.664 | -0.022 | -10.377 | -0.022 | -22.418 | -0.022 | -34.459 | -0.022 |
| 1.435 | 0.012 | -10.606 | 0.012 | -22.647 | 0.012 | -34.688 | 0.012 |
| 1.336 | -0.023 | -10.705 | -0.023 | -22.746 | -0.023 | -34.787 | -0.023 |
| 1.098 | 0.013 | -10.943 | 0.013 | -22.984 | 0.013 | -35.025 | 0.013 |
| 0.996 | -0.024 | -11.045 | -0.024 | -23.087 | -0.024 | -35.128 | -0.025 |
| 0.748 | 0.014 | -11.293 | 0.014 | -23.334 | 0.014 | -35.376 | 0.013 |
| 0.641 | -0.026 | -11.400 | -0.026 | -23.441 | -0.026 | -35.482 | -0.026 |
| 0.383 | 0.015 | -11.658 | 0.015 | -23.700 | 0.015 | -35.741 | 0.014 |
| 0.272 | -0.027 | -11.770 | -0.027 | -23.811 | -0.027 | -35.852 | -0.028 |
| 0.001 | 0.016 | -12.040 | 0.016 | -24.081 | 0.016 | -36.122 | 0.015 |
| -0.115 | -0.029 | -12.156 | -0.029 | -24.197 | -0.029 | -36.238 | -0.030 |
| -0.397 | 0.018 | -12.439 | 0.018 | -24.480 | 0.018 | -36.521 | 0.016 |
| -0.519 | -0.031 | -12.560 | -0.031 | -24.601 | -0.031 | -36.642 | -0.032 |
| -0.815 | 0.019 | -12.857 | 0.019 | -24.898 | 0.019 | -36.938 | 0.018 |
| -0.942 | -0.033 | -12.984 | -0.033 | -25.025 | -0.033 | -37.066 | -0.034 |
| -1.255 | 0.021 | -13.296 | 0.021 | -25.337 | 0.021 | -37.378 | 0.019 |
| -1.388 | -0.035 | -13.429 | -0.035 | -25.470 | -0.035 | -37.512 | -0.037 |
| -1.718 | 0.024 | -13.759 | 0.024 | -25.800 | 0.024 | -37.840 | 0.021 |
| -1.858 | -0.037 | -13.899 | -0.037 | -25.940 | -0.037 | -37.981 | -0.040 |
| -2.208 | 0.027 | -14.249 | 0.027 | -26.290 | 0.027 | -38.328 | 0.023 |
| -2.354 | -0.038 | -14.395 | -0.038 | -26.436 | -0.038 | -38.478 | -0.044 |
| -2.742 | 0.036 | -14.783 | 0.036 | -26.825 | 0.036 | -38.846 | 0.025 |
| -2.881 | -0.017 | -14.922 | -0.017 | -26.963 | -0.017 | -39.004 | -0.048 |
| -3.073 | 0.009 | -15.114 | 0.009 | -27.156 | 0.009 | -39.396 | 0.028 |
| -3.156 | -0.018 | -15.198 | -0.018 | -27.239 | -0.018 | -39.565 | -0.053 |
| -3.355 | 0.010 | -15.397 | 0.010 | -27.438 | 0.010 | -39.984 | 0.031 |
| -3.441 | -0.019 | -15.482 | -0.019 | -27.524 | -0.019 | -40.164 | -0.058 |
| -3.647 | 0.010 | -15.688 | 0.010 | -27.729 | 0.010 | -40.615 | 0.034 |
| -3.736 | -0.020 | -15.777 | -0.020 | -27.818 | -0.020 | -40.808 | -0.065 |
| -3.949 | 0.011 | -15.990 | 0.011 | -28.031 | 0.011 | -41.295 | 0.039 |
| -4.040 | -0.021 | -16.082 | -0.021 | -28.123 | -0.021 | -41.503 | -0.073 |
| -4.261 | 0.012 | -16.302 | 0.012 | -28.344 | 0.012 | -42.033 | 0.044 |
| -4.356 | -0.022 | -16.398 | -0.022 | -28.439 | -0.022 | -42.259 | -0.083 |
| -4.585 | 0.012 | -16.627 | 0.012 | -28.668 | 0.012 | -42.839 | 0.051 |
| -4.684 | -0.023 | -16.725 | -0.023 | -28.767 | -0.023 | -43.087 | -0.095 |
| -4.922 | 0.013 | -16.963 | 0.013 | -29.005 | 0.013 | -43.729 | 0.060 |
| -5.025 | -0.024 | -17.066 | -0.024 | -29.107 | -0.024 | -44.002 | -0.111 |
| -5.273 | 0.014 | -17.314 | 0.014 | -29.355 | 0.014 | -44.720 | 0.072 |
| -5.379 | -0.026 | -17.421 | -0.026 | -29.462 | -0.026 | -45.025 | -0.132 |
| -5.638 | 0.015 | -17.679 | 0.015 | -29.720 | 0.015 | -45.840 | 0.088 |
| -5.749 | -0.027 | -17.790 | -0.027 | -29.831 | -0.027 | -46.185 | -0.161 |
| -6.019 | 0.016 | -18.060 | 0.016 | -30.102 | 0.016 | -47.128 | 0.111 |
| -6.135 | -0.029 | -18.176 | -0.029 | -30.218 | -0.029 | -47.524 | -0.202 |
| -6.418 | 0.018 | -18.459 | 0.018 | -30.500 | 0.018 | -48.642 | 0.146 |
| -6.539 | -0.031 | -18.580 | -0.031 | -30.622 | -0.031 | -49.107 | -0.263 |
| -6.836 | 0.019 | -18.877 | 0.019 | -30.918 | 0.019 | -50.480 | 0.203 |
| -6.963 | -0.033 | -19.004 | -0.033 | -31.045 | -0.033 | -51.045 | -0.365 |
| -7.275 | 0.021 | -19.316 | 0.021 | -31.358 | 0.021 | -52.827 | 0.310 |
| -7.409 | -0.035 | -19.450 | -0.035 | -31.491 | -0.035 | -53.544 | -0.556 |
| -7.738 | 0.024 | -19.779 | 0.024 | -31.821 | 0.023 | -56.086 | 0.554 |
| -7.878 | -0.037 | -19.919 | -0.037 | -31.961 | -0.037 | -57.066 | -1.015 |
| -8.228 | 0.027 | -20.269 | 0.027 | -32.311 | 0.027 | | |
| -8.375 | -0.038 | -20.416 | -0.038 | -32.457 | -0.039 | | |
| -8.763 | 0.036 | -20.804 | 0.036 | -32.845 | 0.036 | | |
| -8.901 | -0.017 | -20.942 | -0.017 | -32.984 | -0.017 | | |

表 A-3/O.133
增益随输入电平的变化, μ 律。
在对激励信号选频测量的基础上进行的增益计算

| 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) | 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) | 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) | 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) |
|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
| 2.977 | 0.009 | -9.173 | 0.009 | -21.662 | 0.010 | -35.769 | 0.014 |
| 2.893 | -0.018 | -9.258 | -0.019 | -21.751 | -0.020 | -35.882 | -0.030 |
| 2.694 | 0.009 | -9.459 | 0.010 | -21.964 | 0.010 | -36.154 | 0.015 |
| 2.607 | -0.019 | -9.547 | -0.020 | -22.057 | -0.021 | -36.272 | -0.032 |
| 2.401 | 0.010 | -9.756 | 0.010 | -22.277 | 0.011 | -36.557 | 0.016 |
| 2.311 | -0.020 | -9.847 | -0.021 | -22.373 | -0.023 | -36.681 | -0.034 |
| 2.098 | 0.010 | -10.063 | 0.011 | -22.602 | 0.012 | -36.980 | 0.017 |
| 2.005 | -0.021 | -10.157 | -0.022 | -22.702 | -0.024 | -37.110 | -0.036 |
| 1.784 | 0.011 | -10.382 | 0.011 | -22.940 | 0.012 | -37.425 | 0.018 |
| 1.668 | -0.023 | -10.479 | -0.023 | -23.043 | -0.025 | -37.562 | -0.039 |
| 1.458 | 0.012 | -10.712 | 0.012 | -23.291 | 0.013 | -37.893 | 0.020 |
| 1.358 | -0.024 | -10.814 | -0.024 | -23.399 | -0.027 | -38.038 | -0.043 |
| 1.120 | 0.013 | -11.056 | 0.013 | -23.657 | 0.014 | -38.388 | 0.022 |
| 1.016 | -0.025 | -11.161 | -0.026 | -23.769 | -0.029 | -38.541 | -0.046 |
| 0.767 | 0.013 | -11.414 | 0.014 | -24.039 | 0.015 | -38.914 | 0.024 |
| 0.660 | -0.027 | -11.524 | -0.027 | -24.157 | -0.030 | -37.076 | -0.051 |
| 0.400 | 0.014 | -11.787 | 0.015 | -23.439 | 0.016 | -39.473 | 0.027 |
| 0.288 | -0.028 | -11.902 | -0.029 | -25.562 | -0.032 | -39.646 | -0.056 |
| 0.017 | 0.016 | -12.177 | 0.016 | -24.858 | 0.018 | -40.071 | 0.030 |
| -0.101 | -0.030 | -12.297 | -0.031 | -24.987 | -0.035 | -40.255 | -0.062 |
| -0.384 | 0.017 | -12.585 | 0.017 | -25.299 | 0.019 | -40.713 | 0.034 |
| -0.507 | -0.032 | -12.711 | -0.033 | -25.434 | -0.037 | -40.911 | -0.069 |
| -0.805 | 0.018 | -13.014 | 0.019 | -25.763 | 0.021 | -41.406 | 0.039 |
| -0.934 | -0.034 | -13.145 | -0.035 | -25.905 | -0.040 | -41.621 | -0.077 |
| -1.247 | 0.020 | -13.465 | 0.021 | -26.253 | 0.024 | -42.160 | 0.045 |
| -1.382 | -0.036 | -13.603 | -0.038 | -26.403 | -0.043 | -42.393 | -0.087 |
| -1.713 | 0.023 | -13.941 | 0.024 | -26.773 | 0.027 | -42.986 | 0.054 |
| -1.855 | -0.039 | -14.086 | -0.040 | -26.932 | -0.046 | -43.241 | -0.098 |
| -2.206 | 0.026 | -14.446 | 0.027 | -27.327 | 0.032 | -43.902 | 0.067 |
| -2.355 | -0.040 | -14.598 | -0.041 | -27.495 | -0.048 | -44.181 | -0.110 |
| -2.745 | 0.036 | -14.997 | 0.037 | -27.938 | 0.043 | -44.959 | 0.099 |
| -2.886 | -0.018 | -15.141 | -0.018 | -28.097 | -0.022 | -45.236 | -0.054 |
| -3.080 | 0.009 | -15.340 | 0.009 | -28.318 | 0.011 | -45.639 | 0.026 |
| -3.164 | -0.019 | -15.426 | -0.019 | -28.414 | -0.023 | -45.815 | -0.059 |
| -3.364 | 0.009 | -15.632 | 0.010 | -28.643 | 0.011 | -46.247 | 0.028 |
| -3.451 | -0.020 | -15.721 | -0.020 | -28.743 | -0.024 | -46.435 | -0.066 |
| -3.658 | 0.010 | -15.934 | 0.010 | -28.982 | 0.012 | -46.901 | 0.032 |
| -3.748 | -0.021 | -16.026 | -0.021 | -29.086 | -0.026 | -47.104 | -0.074 |
| -3.963 | 0.010 | -16.247 | 0.011 | -29.334 | 0.013 | -47.608 | 0.036 |
| -4.056 | -0.022 | -16.343 | -0.023 | -29.442 | -0.027 | -47.828 | -0.084 |
| -4.278 | 0.011 | -16.571 | 0.012 | -29.701 | 0.014 | -43.378 | 0.041 |
| -4.375 | -0.023 | -16.671 | -0.024 | -29.814 | -0.029 | -48.618 | -0.096 |
| -4.605 | 0.012 | -16.908 | 0.012 | -30.084 | 0.015 | -49.223 | 0.047 |
| -4.706 | -0.024 | -17.012 | -0.025 | -30.202 | -0.031 | -49.488 | -0.112 |
| -4.946 | 0.013 | -17.259 | 0.013 | -30.485 | 0.016 | -50.159 | 0.056 |
| -5.050 | -0.025 | -17.367 | -0.027 | -30.608 | -0.033 | -50.454 | -0.133 |
| -5.300 | 0.014 | -17.625 | 0.014 | -30.906 | 0.017 | -51.209 | 0.067 |
| -5.408 | -0.027 | -17.737 | -0.028 | -31.035 | -0.035 | -51.541 | -0.161 |
| -5.669 | 0.015 | -18.007 | 0.015 | -31.347 | 0.019 | -52.404 | 0.082 |
| -5.782 | -0.029 | -18.124 | -0.030 | -31.483 | -0.038 | -52.784 | -0.200 |
| -6.054 | 0.016 | -18.406 | 0.017 | -31.813 | 0.021 | -53.791 | 0.104 |
| -6.172 | -0.030 | -18.528 | -0.032 | -31.956 | -0.041 | -54.235 | -0.258 |
| -6.458 | 0.017 | -18.824 | 0.018 | -32.305 | 0.023 | -55.444 | 0.138 |
| -6.581 | -0.032 | -18.953 | -0.034 | -32.456 | -0.044 | -55.978 | -0.352 |
| -6.881 | 0.019 | -19.264 | 0.020 | -32.826 | 0.025 | -57.490 | 0.195 |
| -7.011 | -0.035 | -19.399 | -0.037 | -32.987 | -0.048 | -58.161 | -0.522 |
| -7.326 | 0.021 | -19.727 | 0.022 | -33.381 | 0.029 | | |
| -7.462 | -0.037 | -19.869 | -0.039 | -33.552 | -0.053 | | |
| -7.795 | 0.023 | -20.217 | 0.025 | -33.975 | 0.053 | | |
| -7.938 | -0.039 | -20.367 | -0.042 | -34.156 | -0.057 | | |
| -8.292 | 0.027 | -20.737 | 0.029 | -34.613 | 0.039 | | |
| -8.442 | -0.040 | -20.894 | -0.044 | -34.806 | -0.060 | | |
| -8.836 | 0.036 | -21.307 | 0.039 | -35.323 | 0.054 | | |
| -8.977 | -0.018 | -21.456 | -0.019 | -35.508 | -0.028 | | |

表 A-4/O. 133
增益随输入电平的变化， μ 律。
在对激励信号宽带测量的基础上进行的增益计算

| 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) | 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) | 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) | 输入电平 (dBm0) | 增益 (dB) |
|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
| 2.977 | 0.009 | -9.173 | 0.010 | -21.662 | 0.010 | -35.769 | 0.015 |
| 2.893 | -0.018 | -9.258 | -0.018 | -21.751 | -0.020 | -35.882 | -0.028 |
| 2.693 | 0.010 | -9.460 | 0.010 | -21.965 | 0.011 | -36.155 | 0.016 |
| 2.607 | -0.019 | -9.547 | -0.019 | -22.057 | -0.021 | -36.272 | -0.030 |
| 2.400 | 0.010 | -9.757 | 0.011 | -22.278 | 0.012 | -36.558 | 0.017 |
| 2.311 | -0.020 | -9.847 | -0.020 | -22.373 | -0.022 | -36.681 | -0.032 |
| 2.097 | 0.011 | -10.064 | 0.011 | -22.603 | 0.012 | -36.981 | 0.018 |
| 2.005 | -0.021 | -10.157 | -0.021 | -22.702 | -0.023 | -37.110 | -0.035 |
| 1.783 | 0.012 | -10.382 | 0.012 | -22.940 | 0.013 | -37.426 | 0.020 |
| 1.668 | -0.022 | -10.479 | -0.022 | -23.043 | -0.024 | -37.562 | -0.037 |
| 1.458 | 0.012 | -10.713 | 0.013 | -23.292 | 0.014 | -37.895 | 0.022 |
| 1.358 | -0.023 | -10.814 | -0.024 | -23.399 | -0.026 | -38.038 | -0.041 |
| 1.119 | 0.013 | -11.057 | 0.014 | -23.658 | 0.015 | -38.390 | 0.024 |
| 1.016 | -0.024 | -11.161 | -0.025 | -23.769 | -0.028 | -38.541 | -0.044 |
| 0.767 | 0.014 | -11.415 | 0.015 | -23.040 | 0.016 | -38.916 | 0.026 |
| 0.660 | -0.026 | -11.524 | -0.026 | -24.157 | -0.029 | -37.096 | -0.048 |
| 0.400 | 0.015 | -11.788 | 0.016 | -24.440 | 0.017 | -39.475 | 0.029 |
| 0.288 | -0.027 | -11.902 | -0.028 | -24.562 | -0.031 | -39.646 | -0.053 |
| 0.016 | 0.016 | -12.178 | 0.017 | -24.859 | 0.019 | -40.073 | 0.033 |
| -0.101 | -0.029 | -12.297 | -0.030 | -24.987 | -0.034 | -40.255 | -0.058 |
| -0.385 | 0.018 | -12.586 | 0.018 | -25.300 | 0.021 | -40.715 | 0.037 |
| -0.507 | -0.031 | -12.711 | -0.032 | -25.434 | -0.036 | -40.911 | -0.065 |
| -0.806 | 0.019 | -13.015 | 0.020 | -25.764 | 0.023 | -41.409 | 0.042 |
| -0.934 | -0.033 | -13.145 | -0.034 | -25.905 | -0.039 | -41.621 | -0.073 |
| -1.248 | 0.021 | -13.466 | 0.022 | -26.254 | 0.025 | -42.163 | 0.049 |
| -1.382 | -0.035 | -13.603 | -0.036 | -26.403 | -0.042 | -42.393 | -0.082 |
| -1.714 | 0.024 | -13.942 | 0.025 | -26.775 | 0.028 | -42.990 | 0.058 |
| -1.855 | -0.038 | -14.086 | -0.039 | -26.932 | -0.045 | -43.241 | -0.093 |
| -2.208 | 0.027 | -14.447 | 0.028 | -27.329 | 0.033 | -43.907 | 0.072 |
| -2.355 | -0.039 | -14.598 | -0.040 | -27.495 | -0.047 | -44.181 | -0.104 |
| -2.746 | 0.036 | -14.998 | 0.038 | -27.939 | 0.044 | -44.963 | 0.104 |
| -2.886 | -0.017 | -15.141 | -0.018 | -28.097 | -0.021 | -45.236 | -0.050 |
| -3.080 | 0.009 | -15.340 | 0.010 | -28.318 | 0.012 | -45.641 | 0.029 |
| -3.164 | -0.018 | -15.426 | -0.019 | -28.414 | -0.022 | -45.815 | -0.055 |
| -3.365 | 0.010 | -15.632 | 0.010 | -28.644 | 0.012 | -46.249 | 0.032 |
| -3.451 | -0.019 | -15.721 | -0.020 | -28.743 | -0.023 | -46.435 | -0.061 |
| -3.659 | 0.011 | -15.934 | 0.011 | -28.983 | 0.013 | -46.904 | 0.036 |
| -3.748 | -0.020 | -16.026 | -0.021 | -29.086 | -0.025 | -47.104 | -0.069 |
| -3.963 | 0.011 | -16.247 | 0.012 | -29.335 | 0.014 | -47.611 | 0.041 |
| -4.056 | -0.021 | -16.343 | -0.022 | -29.442 | -0.026 | -47.828 | -0.078 |
| -4.279 | 0.012 | -16.572 | 0.012 | -29.702 | 0.015 | -48.382 | 0.047 |
| -4.375 | -0.022 | -16.671 | -0.023 | -29.814 | -0.028 | -48.618 | -0.089 |
| -4.606 | 0.013 | -16.909 | 0.013 | -30.085 | 0.016 | -49.228 | 0.055 |
| -4.706 | -0.023 | -17.012 | -0.024 | -30.202 | -0.030 | -49.488 | -0.103 |
| -4.946 | 0.013 | -17.260 | 0.014 | -30.486 | 0.017 | -50.166 | 0.065 |
| -5.050 | -0.025 | -17.367 | -0.026 | -30.608 | -0.032 | -50.454 | -0.121 |
| -5.300 | 0.014 | -17.626 | 0.015 | -30.907 | 0.019 | -51.218 | 0.079 |
| -5.408 | -0.026 | -17.737 | -0.027 | -31.035 | -0.034 | -51.541 | -0.145 |
| -5.670 | 0.015 | -18.007 | 0.016 | -31.349 | 0.020 | -52.416 | 0.098 |
| -5.782 | -0.028 | -18.124 | -0.029 | -31.483 | -0.037 | -52.784 | -0.179 |
| -6.055 | 0.017 | -18.407 | 0.018 | -31.814 | 0.022 | -53.807 | 0.126 |
| -6.172 | -0.029 | -18.528 | -0.031 | -31.956 | -0.039 | -54.235 | -0.229 |
| -6.459 | 0.018 | -18.825 | 0.019 | -32.306 | 0.024 | -55.467 | 0.170 |
| -6.581 | -0.031 | -18.953 | -0.033 | -32.456 | -0.043 | -55.978 | -0.307 |
| -6.882 | 0.020 | -19.265 | 0.021 | -32.828 | 0.027 | -57.529 | 0.247 |
| -7.011 | -0.033 | -19.399 | -0.036 | -32.987 | -0.046 | -58.161 | -0.444 |
| -7.327 | 0.022 | -19.729 | 0.023 | -33.383 | 0.030 | | |
| -7.462 | -0.036 | -19.869 | -0.038 | -33.552 | -0.050 | | |
| -7.796 | 0.024 | -20.219 | 0.026 | -33.976 | 0.035 | | |
| -7.938 | -0.038 | -20.367 | -0.041 | -34.156 | -0.055 | | |
| -8.294 | 0.028 | -20.739 | 0.030 | -34.615 | 0.041 | | |
| -8.442 | -0.039 | -20.894 | -0.042 | -34.806 | -0.058 | | |
| -8.837 | 0.037 | -21.309 | 0.040 | -35.325 | 0.056 | | |
| -8.977 | -0.017 | -21.456 | -0.019 | -35.508 | -0.027 | | |

表 A-5/O.133
量化失真比, A 律

| 输入电平 (dBm0) | S/Q (dB) | 输入电平 (dBm0) | S/Q (dB) | 输入电平 (dBm0) | S/Q (dB) | 输入电平 (dBm0) | S/Q (dB) |
|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
| 3.050 | 40.768 | -8.991 | 40.767 | -21.032 | 40.739 | -33.070 | 39.178 |
| 2.879 | 39.769 | -9.162 | 39.769 | -21.203 | 39.745 | -33.246 | 38.390 |
| 2.771 | 40.565 | -9.270 | 40.565 | -21.311 | 40.535 | -33.348 | 38.904 |
| 2.595 | 39.537 | -9.446 | 39.537 | -21.488 | 39.512 | -33.531 | 38.100 |
| 2.483 | 40.361 | -9.558 | 40.361 | -21.599 | 40.329 | -33.636 | 38.621 |
| 2.301 | 39.301 | -9.740 | 39.301 | -21.781 | 39.275 | -33.825 | 37.800 |
| 2.185 | 40.156 | -9.856 | 40.155 | -21.897 | 40.122 | -33.934 | 38.328 |
| 1.997 | 39.061 | -10.044 | 39.061 | -22.086 | 39.033 | -34.130 | 37.490 |
| 1.877 | 39.950 | -10.165 | 39.949 | -22.206 | 39.914 | -34.242 | 38.025 |
| 1.682 | 38.817 | -10.360 | 38.817 | -22.401 | 38.788 | -34.445 | 37.168 |
| 1.557 | 39.744 | -10.485 | 39.744 | -22.526 | 39.706 | -34.561 | 37.711 |
| 1.354 | 38.570 | -10.687 | 38.569 | -22.728 | 38.539 | -34.773 | 36.834 |
| 1.224 | 39.541 | -10.817 | 39.541 | -22.858 | 39.501 | -34.893 | 37.386 |
| 1.014 | 38.320 | -11.027 | 38.320 | -23.068 | 38.287 | -35.113 | 36.487 |
| 0.879 | 39.343 | -11.162 | 39.342 | -23.204 | 39.299 | -35.238 | 37.047 |
| 0.661 | 38.070 | -11.380 | 38.069 | -23.422 | 38.034 | -35.467 | 36.126 |
| 0.519 | 39.153 | -11.522 | 39.152 | -23.563 | 39.105 | -35.597 | 36.694 |
| 0.292 | 37.820 | -11.749 | 37.819 | -23.790 | 37.782 | -35.836 | 35.749 |
| 0.143 | 38.976 | -11.898 | 38.975 | -23.939 | 38.924 | -35.971 | 36.327 |
| -0.093 | 37.575 | -12.134 | 37.574 | -24.175 | 37.534 | -36.222 | 35.355 |
| -0.250 | 38.819 | -12.291 | 38.819 | -24.332 | 38.762 | -36.362 | 35.943 |
| -0.496 | 37.339 | -12.537 | 37.339 | -24.578 | 37.295 | -36.626 | 34.942 |
| -0.661 | 38.697 | -12.702 | 38.696 | -24.743 | 38.633 | -36.772 | 35.541 |
| -0.918 | 37.122 | -12.959 | 37.122 | -25.000 | 37.073 | -37.049 | 34.509 |
| -1.094 | 38.631 | -13.135 | 38.630 | -25.176 | 38.558 | -37.202 | 35.119 |
| -1.361 | 36.941 | -13.403 | 36.940 | -25.444 | 36.887 | -37.494 | 34.054 |
| -1.549 | 38.665 | -13.591 | 38.664 | -25.632 | 38.579 | -37.655 | 34.676 |
| -1.828 | 36.831 | -13.870 | 36.831 | -25.911 | 36.767 | -37.963 | 33.574 |
| -2.032 | 38.907 | -14.073 | 38.906 | -26.114 | 38.800 | -38.132 | 34.208 |
| -2.320 | 36.893 | -14.362 | 36.891 | -26.403 | 36.817 | -38.460 | 33.066 |
| -2.552 | 39.774 | -14.593 | 39.771 | -26.634 | 39.618 | -38.638 | 33.714 |
| -2.811 | 37.910 | -14.852 | 37.908 | -26.894 | 37.798 | -38.986 | 32.526 |
| -2.971 | 40.768 | -15.012 | 40.764 | -27.053 | 40.542 | -39.174 | 33.189 |
| -3.141 | 39.769 | -15.183 | 39.766 | -27.224 | 39.578 | -39.546 | 31.952 |
| -3.249 | 40.565 | -15.291 | 40.562 | -27.331 | 40.328 | -39.746 | 32.631 |
| -3.426 | 39.537 | -15.467 | 39.534 | -27.508 | 39.337 | -40.145 | 31.337 |
| -3.537 | 40.361 | -15.579 | 40.357 | -27.619 | 40.111 | -40.357 | 32.033 |
| -3.720 | 39.301 | -15.761 | 39.298 | -27.802 | 39.091 | -40.789 | 30.676 |
| -3.835 | 40.156 | -15.877 | 40.151 | -27.917 | 39.891 | -41.016 | 31.391 |
| -4.024 | 39.061 | -16.065 | 39.058 | -28.107 | 38.841 | -41.485 | 29.960 |
| -4.144 | 39.950 | -16.185 | 39.945 | -28.226 | 39.669 | -41.728 | 30.697 |
| -4.339 | 38.817 | -16.380 | 38.814 | -28.422 | 38.585 | -42.251 | 29.183 |
| -4.464 | 39.744 | -16.505 | 39.740 | -28.546 | 39.446 | -42.504 | 29.941 |
| -4.666 | 38.570 | -16.707 | 38.566 | -28.749 | 38.324 | -43.075 | 28.326 |
| -4.796 | 39.541 | -16.837 | 39.536 | -28.878 | 39.223 | -43.356 | 29.113 |
| -5.006 | 38.320 | -17.047 | 38.316 | -29.089 | 38.059 | -44.002 | 27.353 |
| -5.142 | 39.343 | -17.183 | 39.338 | -29.223 | 39.000 | -44.301 | 28.195 |
| -5.360 | 38.070 | -17.401 | 38.065 | -29.443 | 37.792 | -45.025 | 26.277 |
| -5.502 | 39.153 | -17.543 | 39.147 | -29.583 | 38.782 | -45.361 | 27.168 |
| -5.729 | 37.820 | -17.770 | 37.815 | -29.811 | 37.522 | -46.185 | 25.051 |
| -5.877 | 38.976 | -17.919 | 38.969 | -29.959 | 38.571 | -46.569 | 25.999 |
| -6.113 | 37.575 | -18.155 | 37.570 | -30.197 | 37.253 | -47.524 | 23.623 |
| -6.270 | 38.819 | -18.311 | 38.812 | -30.351 | 38.374 | -47.973 | 24.645 |
| -6.516 | 37.339 | -18.557 | 37.334 | -30.599 | 36.990 | -49.108 | 21.914 |
| -6.682 | 38.697 | -18.723 | 38.689 | -30.763 | 38.200 | -49.649 | 23.034 |
| -6.938 | 37.122 | -18.980 | 37.116 | -31.022 | 36.738 | -51.046 | 19.779 |
| -7.114 | 38.631 | -19.155 | 38.622 | -31.195 | 38.065 | -51.729 | 21.045 |
| -7.382 | 36.941 | -19.423 | 36.934 | -31.465 | 36.513 | -53.545 | 16.935 |
| -7.570 | 38.665 | -19.611 | 38.655 | -31.651 | 38.004 | -54.477 | 18.438 |
| -7.849 | 36.831 | -19.890 | 36.824 | -31.933 | 36.343 | -57.066 | 12.603 |
| -8.053 | 38.907 | -20.094 | 38.894 | -32.133 | 38.093 | -58.554 | 14.638 |
| -8.341 | 36.892 | -20.382 | 36.883 | -32.425 | 36.309 | | |
| -8.572 | 39.774 | -20.613 | 39.754 | -32.652 | 38.628 | | |
| -8.832 | 37.910 | -20.873 | 37.896 | -32.916 | 37.064 | | |

注一激励信号 S 是在被测物的输出口选频测量的, 用 3.1kHz 有效噪声带宽测量量化产物 Q。

表 A-6/O. 133
量化失真比, μ 律

| 输入电平 (dBm0) | S/Q (dB) | 输入电平 (dBm0) | S/Q (dB) | 输入电平 (dBm0) | S/Q (dB) | 输入电平 (dBm0) | S/Q (dB) |
|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
| 3.080 | 40.722 | -9.069 | 40.585 | -21.552 | 40.016 | -35.627 | 37.431 |
| 2.908 | 39.723 | -9.242 | 39.583 | -21.735 | 39.006 | -35.864 | 36.366 |
| 2.800 | 40.519 | -9.352 | 40.376 | -21.850 | 39.789 | -36.006 | 37.104 |
| 2.623 | 39.490 | -9.532 | 39.345 | -22.040 | 38.748 | -36.254 | 36.003 |
| 2.510 | 40.313 | -9.645 | 40.166 | -22.159 | 39.558 | -36.402 | 36.764 |
| 2.327 | 39.252 | -9.831 | 39.301 | -22.356 | 38.485 | -36.662 | 35.625 |
| 2.211 | 40.106 | -9.948 | 39.953 | -22.480 | 39.324 | -36.817 | 36.413 |
| 2.022 | 39.010 | -10.141 | 38.856 | -22.684 | 38.215 | -37.090 | 35.232 |
| 1.901 | 39.898 | -10.263 | 39.740 | -22.813 | 39.087 | -37.253 | 36.049 |
| 1.705 | 38.764 | -10.462 | 38.604 | -23.025 | 37.939 | -37.541 | 34.821 |
| 1.580 | 39.691 | -10.589 | 39.527 | -23.159 | 38.849 | -37.712 | 35.671 |
| 1.376 | 38.515 | -10.796 | 38.349 | -23.380 | 37.657 | -38.016 | 34.391 |
| 1.246 | 39.486 | -10.928 | 39.316 | -23.520 | 38.610 | -38.197 | 35.279 |
| 1.035 | 38.263 | -11.142 | 38.090 | -23.750 | 37.370 | -38.519 | 33.941 |
| 0.898 | 39.825 | -11.281 | 39.109 | -23.896 | 38.373 | -38.711 | 34.873 |
| 0.679 | 38.010 | -11.504 | 37.830 | -24.136 | 37.079 | -35.052 | 33.469 |
| 0.536 | 39.092 | -11.649 | 38.908 | -24.290 | 38.141 | -39.257 | 34.454 |
| 0.308 | 37.758 | -11.881 | 37.570 | -24.540 | 36.786 | -39.621 | 32.975 |
| 0.159 | 38.912 | -12.033 | 38.720 | -24.702 | 37.918 | -39.840 | 34.023 |
| -0.079 | 37.510 | -12.275 | 37.314 | -24.964 | 36.492 | -40.229 | 32.457 |
| -0.236 | 38.753 | -12.435 | 38.553 | -25.135 | 37.711 | -40.465 | 33.582 |
| -0.484 | 37.272 | -12.687 | 37.066 | -25.409 | 36.204 | -40.883 | 31.914 |
| -0.650 | 38.628 | -12.857 | 38.417 | -25.591 | 37.533 | -41.139 | 33.141 |
| -0.909 | 37.051 | -13.120 | 36.836 | -25.879 | 35.928 | -41.590 | 31.351 |
| -1.086 | 38.558 | -13.300 | 38.337 | -26.073 | 37.405 | -41.871 | 32.713 |
| -1.355 | 36.867 | -13.576 | 36.640 | -26.375 | 35.682 | -42.360 | 30.775 |
| -1.545 | 38.589 | -13.769 | 38.355 | -25.584 | 37.371 | -42.671 | 32.335 |
| -1.826 | 36.753 | -14.056 | 36.513 | -26.900 | 35.500 | -43.203 | 30.212 |
| -2.031 | 38.826 | -14.266 | 38.579 | -27.128 | 37.534 | -43.557 | 32.102 |
| -2.321 | 36.809 | -14.563 | 36.556 | -27.458 | 35.480 | -44.134 | 29.751 |
| -2.554 | 39.688 | -14.801 | 39.425 | -27.719 | 38.307 | -44.559 | 32.424 |
| -2.816 | 37.822 | -15.070 | 37.554 | -28.018 | 36.411 | -45.106 | 30.244 |
| -2.976 | 40.677 | -15.234 | 40.398 | -28.199 | 39.212 | -45.411 | 32.915 |
| -3.149 | 39.677 | -15.411 | 39.394 | -28.398 | 38.188 | -45.796 | 31.650 |
| -3.258 | 40.471 | -15.522 | 40.184 | -28.520 | 38.956 | -46.002 | 32.337 |
| -3.436 | 39.442 | -15.705 | 39.150 | -28.726 | 37.901 | -46.417 | 31.013 |
| -3.548 | 40.264 | -15.821 | 39.967 | -28.854 | 38.695 | -46.636 | 31.718 |
| -3.732 | 39.203 | -16.010 | 38.901 | -29.068 | 37.605 | -47.086 | 30.325 |
| -3.849 | 40.055 | -16.129 | 39.747 | -29.201 | 38.428 | -47.320 | 31.051 |
| -4.039 | 38.959 | -16.326 | 38.646 | -29.424 | 37.301 | -47.811 | 29.580 |
| -4.160 | 39.846 | -16.450 | 39.527 | -29.562 | 38.155 | -48.063 | 30.327 |
| -4.357 | 38.711 | -16.653 | 38.387 | -29.795 | 36.987 | -48.611 | 28.765 |
| -4.483 | 39.636 | -16.782 | 39.306 | -29.939 | 37.878 | -48.875 | 29.537 |
| -4.668 | 38.460 | -16.993 | 38.123 | -30.182 | 36.665 | -49.488 | 27.845 |
| -4.819 | 39.429 | -17.128 | 39.086 | -30.334 | 37.598 | -49.771 | 28.666 |
| -5.031 | 38.206 | -17.348 | 37.856 | -30.588 | 36.334 | -50.454 | 26.831 |
| -5.168 | 39.226 | -17.489 | 38.869 | -30.747 | 37.315 | -50.770 | 27.697 |
| -5.388 | 37.951 | -17.717 | 37.586 | -31.013 | 35.994 | -51.541 | 25.684 |
| -5.532 | 39.031 | -17.865 | 38.658 | -31.181 | 37.032 | -51.900 | 26.603 |
| -5.761 | 37.696 | -18.103 | 37.315 | -31.460 | 35.647 | -52.784 | 24.365 |
| -5.912 | 38.849 | -18.258 | 38.459 | -31.638 | 36.753 | -53.198 | 25.349 |
| -6.151 | 37.445 | -18.506 | 37.047 | -31.932 | 35.295 | -54.235 | 22.808 |
| -6.309 | 38.687 | -18.670 | 38.279 | -32.120 | 36.485 | -54.726 | 23.878 |
| -6.558 | 37.204 | -18.929 | 36.786 | -32.430 | 34.941 | -55.978 | 20.910 |
| -6.726 | 38.558 | -19.102 | 38.130 | -32.631 | 36.239 | -56.582 | 22.098 |
| -6.986 | 36.980 | -19.374 | 36.541 | -32.959 | 34.593 | -58.161 | 18.473 |
| -7.164 | 38.485 | -19.558 | 38.035 | -33.175 | 36.034 | -58.949 | 19.842 |
| -7.435 | 36.792 | -19.842 | 36.330 | -33.521 | 34.265 | | |
| -7.626 | 38.512 | -20.040 | 38.037 | -33.756 | 35.913 | | |
| -7.909 | 36.674 | -20.336 | 36.186 | -34.122 | 33.991 | | |
| -8.116 | 38.745 | -20.552 | 38.241 | -34.381 | 35.978 | | |
| -8.408 | 36.725 | -20.859 | 36.208 | -34.766 | 33.865 | | |
| -8.643 | 39.601 | -21.104 | 39.064 | -35.065 | 36.635 | | |
| -8.907 | 37.733 | -21.382 | 37.185 | -35.418 | 33.687 | | |

注 — 激励信号 S 是在被测物的输出口选频测量的。用 3.1kHz 有效噪声带宽测量量化产物 Q。

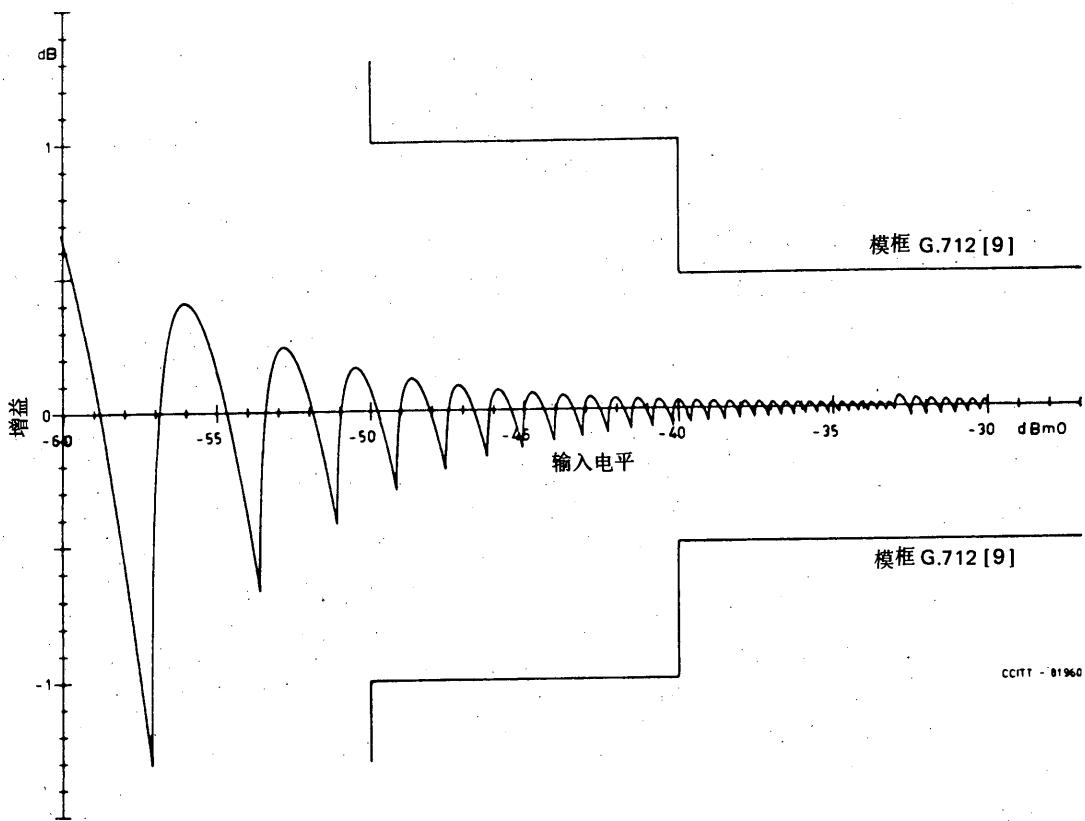


图 A-1/O.133
增益随输入电平的变化，A 律，窄带测量

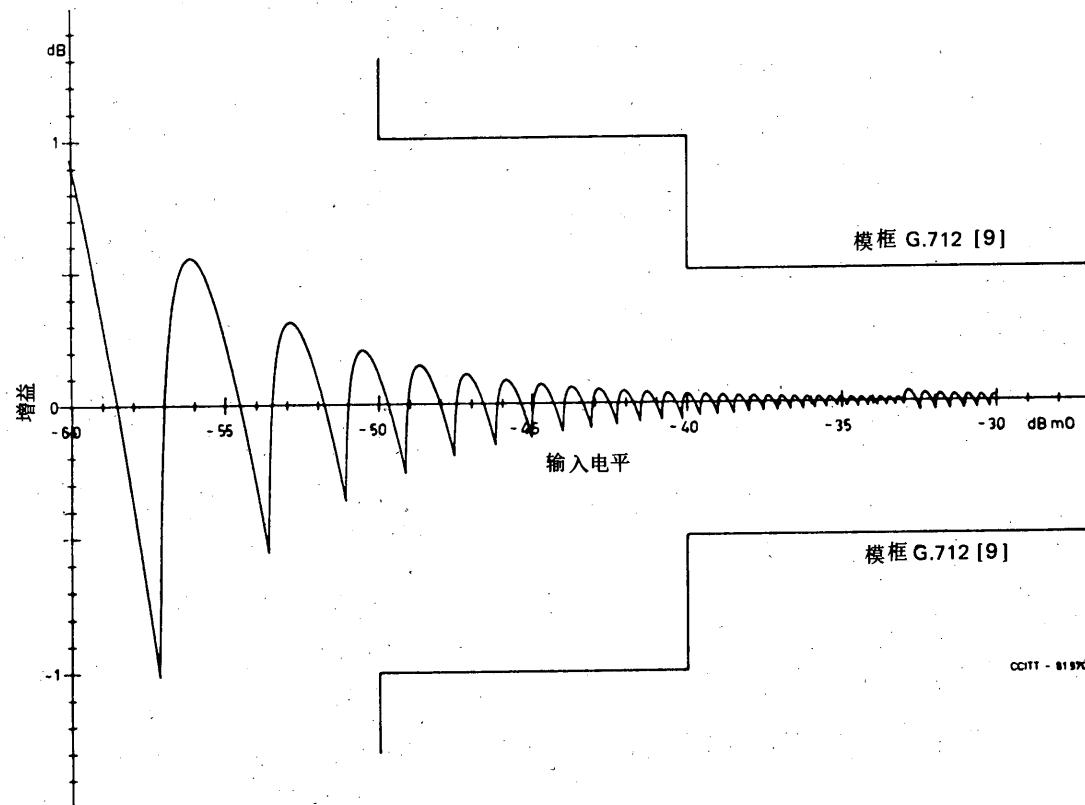


图 A-2/O.133
增益随输入电平的变化，A 律，宽带测量

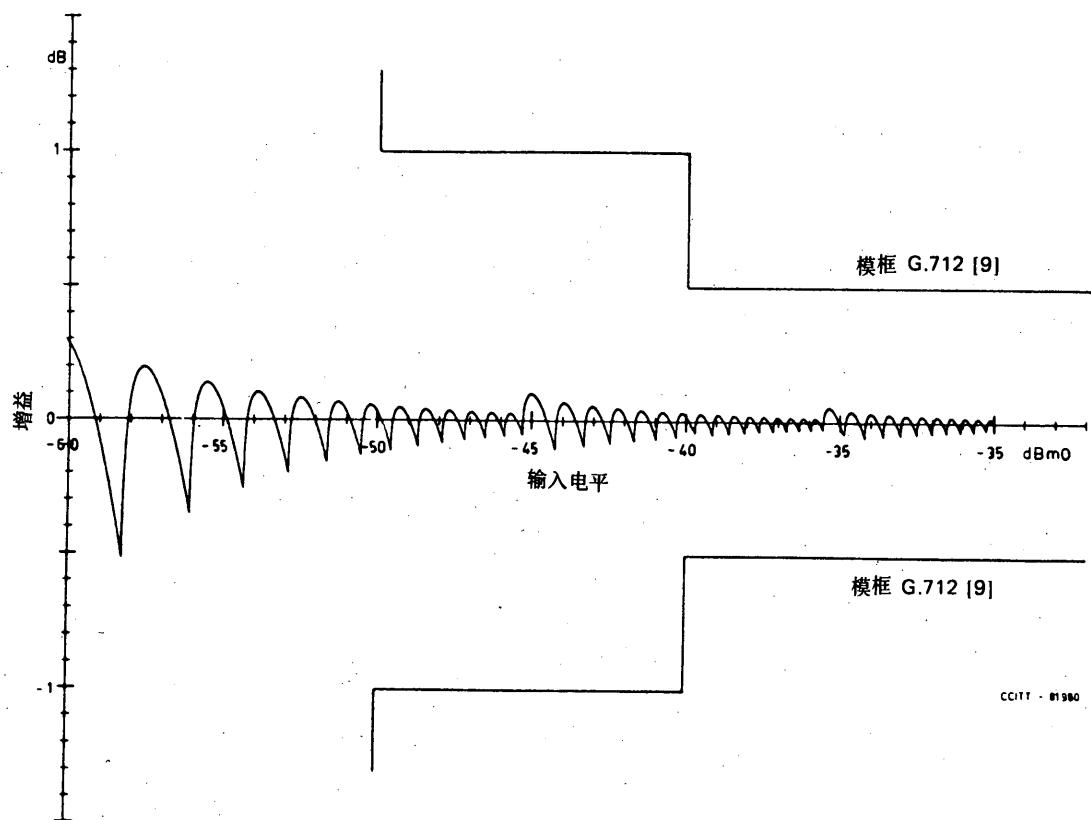


图 A-3/O. 133
增益随输入电平的变化 μ 律，选频测量

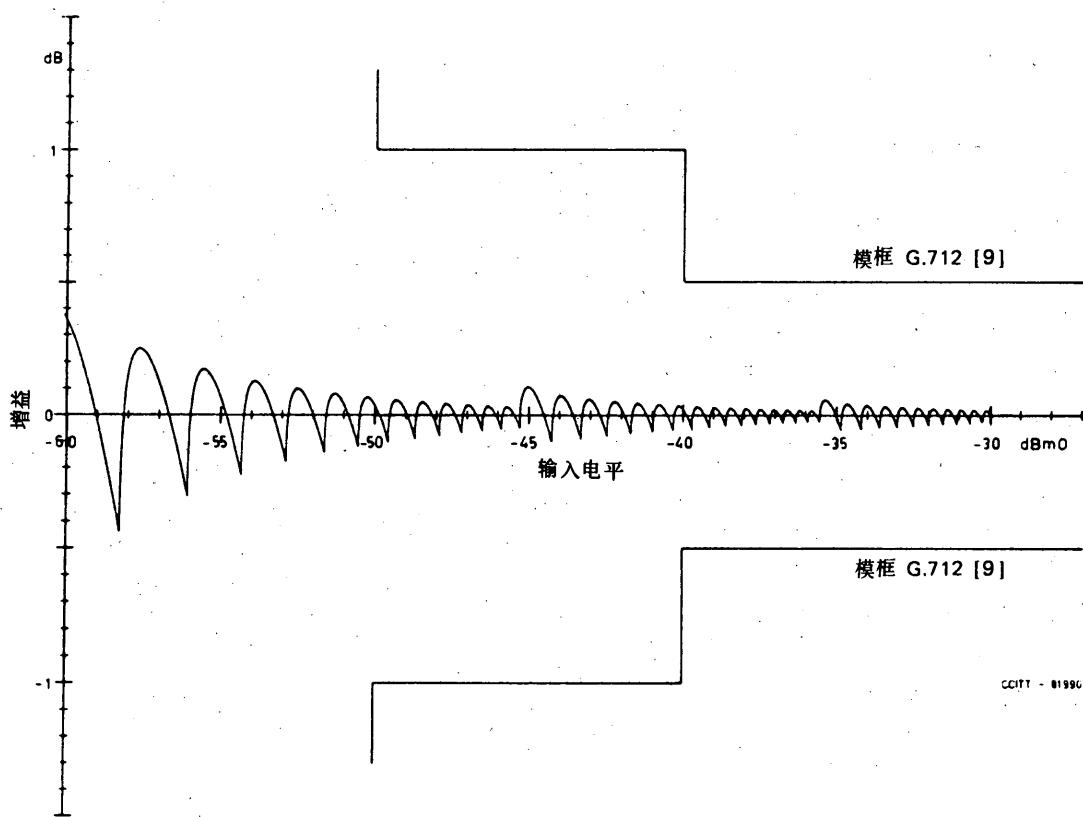
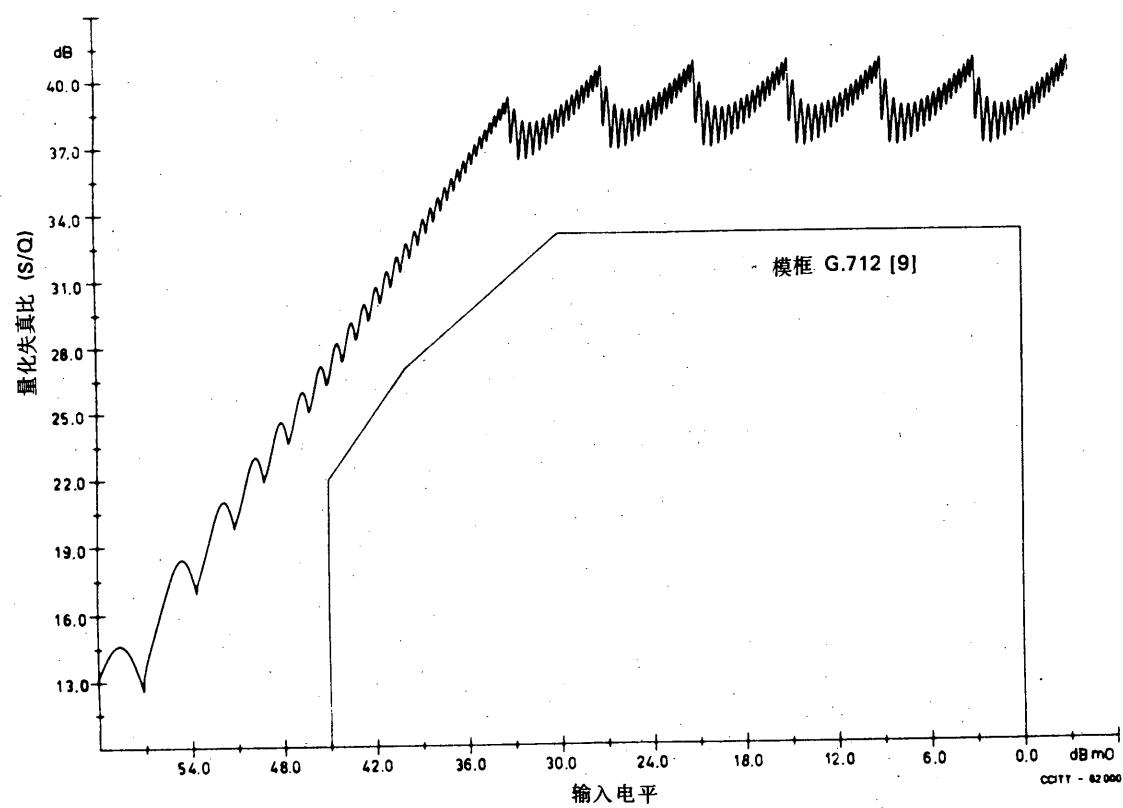
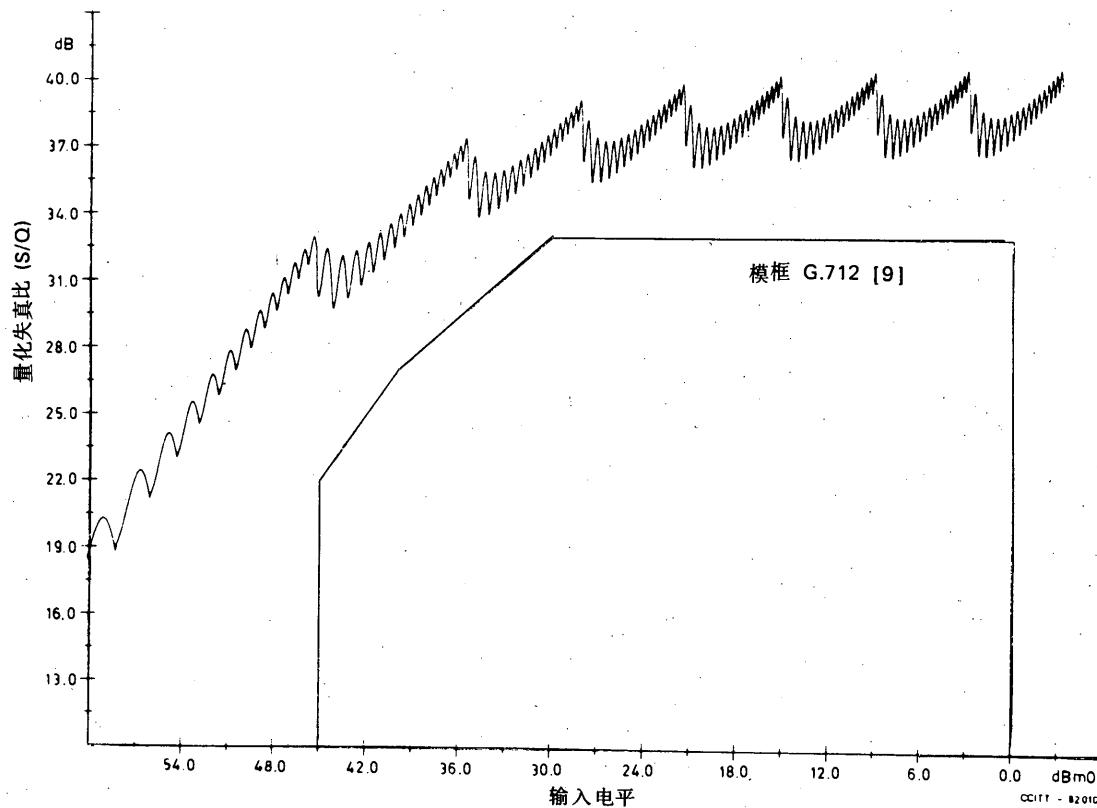


图 A-4/O. 133
增益随输入电平的变化， μ 律，宽带测量



注 — 计算是模拟了在被测物输出端对激励信号S的选频测量。

图 A-5/O.133
量化失真比，A 律



注 — 计算是模拟了在被测物输出端对激励信号S的选频测量。

图 A-6/O. 133
量化失真比, μ 律

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies*, Vol. III, Rec. G.711.
- [2] CCITT Recommendation *Characteristics of primary PCM multiplex equipment operating at 2048 kbit/s*, Vol. III, Rec. G.732.
- [3] CCITT Recommendation *Characteristics of primary PCM multiplex equipment operating at 1544 kbit/s*, Vol. III, Rec. G.733.
- [4] CCITT Recommendation *Characteristics of 60-channel transmultiplexing equipments*, Vol. III, Rec. G.793.
- [5] CCITT Recommendation *Characteristics of 24-channel transmultiplexing equipments*, Vol. III, Rec. G.794.
- [6] CCITT Recommendation *Transmission characteristics for transit exchanges*, Red Book, Vol. VI, Rec. Q.517, ITU, Geneva, 1984.
- [7] CCITT Recommendation *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*, Vol. III, Rec. G.703.
- [8] CCITT Recommendation *12-channel terminal equipments*, Vol. III, Rec. G.232.
- [9] CCITT Recommendation *Performance characteristics of PCM channels between 4-wire interfaces at voice frequencies*, Vol. III, Rec. G.712.
- [10] CCITT Recommendation *Performance characteristics of PCM channels between 2-wire interfaces at voice frequencies*, Vol. III, Rec. G.713.
- [11] CCITT Recommendation *Functional characteristics of interface associated with network nodes*, Vol. III, Rec. G.704.
- [12] CCITT Recommendation *Separate performance characteristics for the send and receive sides of PCM channels applicable to 4-wire voice-frequency interfaces*, Vol. III, Rec. G.714.
- [13] CCITT Recommendation *Characteristics common to all transmultiplexing equipments*, Vol. III, Rec. G.792.

工作在一次群比特率和更高比特率的 数字系统的差错性能测量设备^①

(1976 年订于日内瓦；1980 年修改于日内瓦，
1984 年修改于马拉加-托雷莫里诺斯，1988 年修改于墨尔本)

为了保证由 CCITT 标准化的各种设备和不同厂家生产的各种设备之间的兼容性，必须遵守下面描述的比特差错性能测量设备的各项特性。

1 概述

本仪器是为了测量数字传输系统的比特差错性能而设计的，它是由一个伪随机测试码型与一个本地产生的相同测试码型直接比较来测量的。此外，本仪器还提供测量差错时间间隔的能力。

2 测试码型

2.1 使用 $2^{15}-1$ 码型长度的系统的伪随机码型

这种码型应由具有适当反馈的移位寄存器产生（参见图 1/O. 151 和表 1/O. 151）：

| | | |
|---------|-------|-----------------------------------|
| 移位寄存器级数 | ..... | 15 |
| 码型长度 | ..... | $2^{15}-1=32767$ 比特 |
| 反馈 | ..... | 从第 14 级和第 15 级取出 经过异或门反馈到第 1 级 |
| 最长连续零序列 | ..... | 15 (反转信号) |

2.2 使用 $2^{23}-1$ 码型长度的系统的伪随机码型

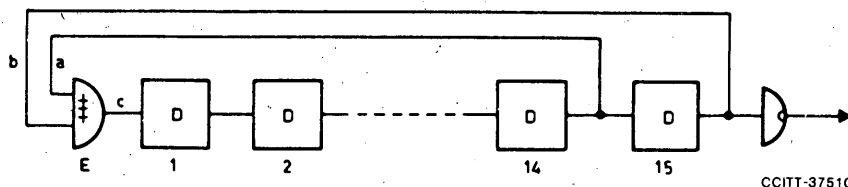
这种码型应由具有适当反馈的移位寄存器产生（参见图 2/O. 151）：

| | | |
|---------|-------|-----------------------------------|
| 移位寄存器级数 | ..... | 23 |
| 码型长度 | ..... | $2^{23}-1=8388607$ 比特 |
| 反馈 | ..... | 从第 18 级和第 23 级取出 经过异或门反馈到第 1 级 |
| 最长连零序列 | ..... | 23 (反转信号) |

① 本建议由第 IV、X VII 和 X VIII 研究组共同负责。

表 1/O. 151
在前 47bit 传输期间移位寄存器各级的状态

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 17 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 31 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 32 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 44 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 45 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 46 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 47 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |



注 — 没有表示时钟脉冲的连接。

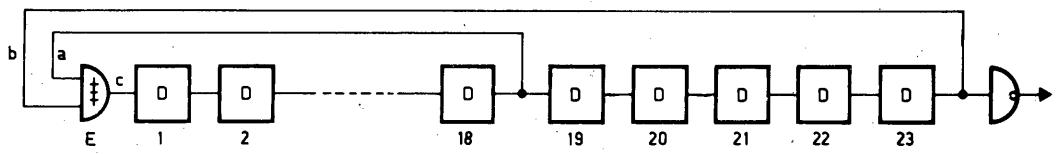
| a | b | c |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

异或门 (E) 的真值表:

a和b: 门输入
c: 门输出

图 1/O. 151

用 D 触发器和异或门的 15 级移位寄存器的电路示例



注 — 没有表示时钟脉冲的连接。

CCITT-39300

| a | b | c |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

异或门 (E) 的真值表:

a和b: 门输入
c: 门输出

图 2/O.151

用 D 触发器和异或门的 23 级移位寄存器的电路示例

2.3 使用 $2^{20}-1$ 码型长度的系统的伪随机码型

这种码型可以由 20 级移位寄存器产生，它的反馈从第 15 级和第 20 级取出。从第 20 级取出输出信号，并且每当下面的 14 比特是全“零”时就把输出比特强制为“1”。

伪随机序列满足下面：

$$Q_{n+1}(k+1) = Q_n(k), n = 1, 2, \dots, 19$$

$$Q_1(k-11) = Q_{17}(k) \oplus Q_{20}(k), \text{ 和}$$

$$RD(k) = Q_{20}(k) + \overline{Q_6(k)} + \dots + \overline{Q_{20}(k)}$$

式中

$Q_n(k)$ = 第 n 级的当前状态

$Q_n(k+1)$ = 第 n 级的下一个状态

$RD(k)$ = 输出的当前值

+ = 逻辑或 (OR) 操作

\oplus = 逻辑异或 (EXCLUSIVE OR) 操作

$\overline{(\)}$ = 逻辑非 (NEGATION) 操作

2.4 固定码型 (任选)

可以提供全“1”的固定码型及“1”和零交替的固定码型。

3 比特率

符合 CCITT 建议的比特率示于表 2/O. 151。

表 2/O. 151
比特率, 相关建议和伪随机测试码型

| 比特率 kbit/s | 与复用系统 相应的建议 | 与数字线路段/ 线路系统相应的建议 | 比特率容差 | 测试码型 |
|---------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|----------------------|
| 1544 | G. 733 [1] | G. 911 [8]、G. 951 [9]、G. 955 [10] | $\pm 50 \cdot 10^{-6}$ | $2^{15}-1, 2^{20}-1$ |
| 2048 | G. 732 [2] | G. 921 [11]、G. 952 [12]、G. 956 [13] | $\pm 50 \cdot 10^{-6}$ | $2^{15}-1$ |
| 6312 | G. 734 [3] | G. 912 [14]、G. 951 [9]、G. 955 [10] | $\pm 30 \cdot 10^{-6}$ | $2^{15}-1, 2^{20}-1$ |
| 8448 | G. 742 [4], G. 745 [5] | G. 921 [11], G. 952 [12], G. 956 [13] | $\pm 30 \cdot 10^{-6}$ | $2^{15}-1$ |
| 32064 | G. 752 [6] | G. 913 [15]、G. 953 [16]、G. 955 [10] | $\pm 10 \cdot 10^{-6}$ | $2^{15}-1, 2^{20}-1$ |
| 34368 | G. 751 [7] | G. 921 [11]、G. 954 [17]、G. 956 [13] | $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ | $2^{23}-1$ |
| 44736 | G. 752 [6] | G. 914 [18]、G. 953 [16]、G. 955 [10] | $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ | $2^{15}-1, 2^{20}-1$ |
| 139264 | G. 951 [7] | G. 921 [11]、G. 954 [17]、G. 956 [13] | $\pm 15 \cdot 10^{-6}$ | $2^{23}-1$ |

注一 在给定的仪器中，一般只提供适当组合的比特率—2048kbit/s、8448kbit/s 等比特率的组合，或者是 1544kbit/s、6312kbit/s 等比特率的组合。

4 接口

接口特性（阻抗、电平、代码等）应符合建议 G. 703 [19]。

除提供终端测量外，仪器还应能在数字设备的保护测试点进行监测。因此，应当提供高阻抗和/或附加增益以补偿在某些设备中已存在的监测点的损耗。

5 差错率测量范围

仪器的接收设备应能测量在 10^{-3} 至 10^{-8} 范围内的比特差错率。此外，还应能测量 10^{-9} 和 10^{-10} 的比特差错率。可以通过提供对累计差错计数的能力达到这个要求。

6 工作方式

工作方式应当是在差错测量仪中首先把被测信号变换为单极性（二值）信号。然后与一个二值形式的参考信号进行逐位比较。

为了直接将线路码（例如，AMI 或 HDB—3）与相应编码的参考信号直接进行比较，可任选地提供装置。在能够区分这些测量极性的情况下，就可以分别确定由正脉冲或负脉冲的插入或丢失而引起的差错。

7 差错时间间隔的测量

仪器应当能够检测出在建议 G.821 [20] 的 § 1.4 中所定义的差错秒和其它差错时间或无差错时间间隔，并且应能按照建议 G.821 [20]^② 的附件 D 得到转换为 64kbit/s 的差错性能。从 1 分钟到 24 小时或者连续的可选择的观察周期内，应能对有差错或无差错时间间隔的数目进行计数并显示。

对于这项测量来说，仪器的差错检测电路应受内部定时器控制，该定时器调整各时间间隔具有相等长度并且它的工作与差错的出现无关。

8 工作环境

当在建议 O.3, § 2.1 中规定的气候条件下工作时，应满足各项电气性能要求。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Characteristics of primary PCM multiplex equipment operating at 1544 kbit/s*, Vol. III, Rec. G.733.
- [2] CCITT Recommendation *Characteristics of primary PCM multiplex equipment operating at 2048 kbit/s*, Vol. III, Rec. G.732.
- [3] CCITT Recommendation *Second-order digital multiplex equipment operating at 6312 kbit/s and using positive justification*, Vol. III, Rec. G.743.
- [4] CCITT Recommendation *Second-order digital multiplex equipment operating at 8448 kbit/s and using positive justification*, Vol. III, Rec. G.742.
- [5] CCITT Recommendation *Second-order digital multiplex equipment operating at 8448 kbit/s and using positive/zero/negative justification*, Vol. III, Rec. G.745.
- [6] CCITT Recommendation *Characteristics of digital multiplex equipments based on a second-order bit rate of 6312 kbit/s and using positive justification*, Vol. III, Rec. G.752.
- [7] CCITT Recommendation *Digital multiplex equipments operating at the third-order bit rate of 34 368 kbit/s and the fourth-order bit rate of 139 264 kbit/s and using positive justification*, Vol. III, Rec. G.751.
- [8] CCITT Recommendation *Digital line sections at 1544 kbit/s*, Vol. III, Rec. G.911.
- [9] CCITT Recommendation *Digital line systems based on the 1544 kbit/s hierarchy on symmetric pair cables*, Vol. III, Rec. G.951.
- [10] CCITT Recommendation *Digital line systems based on the 1544 kbit/s hierarchy on optical fibre cables*, Vol. III, Rec. G.955.
- [11] CCITT Recommendation *Digital sections based on the 2048 kbit/s hierarchy*, Vol. III, Rec. G.921.
- [12] CCITT Recommendation *Digital line systems based on the 2048 kbit/s hierarchy on symmetric pair cables*, Vol. III, Rec. G.952.
- [13] CCITT Recommendation *Digital line systems based on the 2048 kbit/s hierarchy on optical fibre cables*, Vol. III, Rec. G.956.
- [14] CCITT Recommendation *Digital line sections at 6312 kbit/s*, Vol. III, Rec. G.912.
- [15] CCITT Recommendation *Digital line sections at 32 064 kbit/s*, Vol. III, Rec. G.913.
- [16] CCITT Recommendation *Digital line systems based on the 1544 kbit/s hierarchy on coaxial pair cables*, Vol. III, Rec. G.953.
- [17] CCITT Recommendation *Digital line systems based on the 2048 kbit/s hierarchy on coaxial pair cables*, Vol. III, Rec. G.954.
- [18] CCITT Recommendation *Digital line sections at 44 736 kbit/s*, Vol. III, Rec. G.914.
- [19] CCITT Recommendation *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*, Vol. III, Rec. G.703.
- [20] CCITT Recommendation *Error performance on an international digital connection forming part of an integrated services digital network*, Vol. III, Rec. G.821.

② 对 64kbit/s 以外的比特率的差错性能评价正在研究中。

用于 64kbit/s 通道的差错性能测量设备

(1984 年订于马拉加-托雷莫里诺斯；1988 年修改于墨尔本)

为了保证由 CCITT 标准化的设备与不同厂家生产的设备之间的兼容性，必须遵守下述的比特差错性能测量设备的各项特性要求。

1 概述

本仪器是为了测量数字通道（工作于 64kbit/s）的比特差错性能设计的，它是通过把伪随机测试码型和本地产生的相同测试码型直接比较来测量的。

2 测试码型

2.1 伪随机码型

这种码型是由具有适当反馈的移位寄存器产生的（参见图 1/O. 152）：

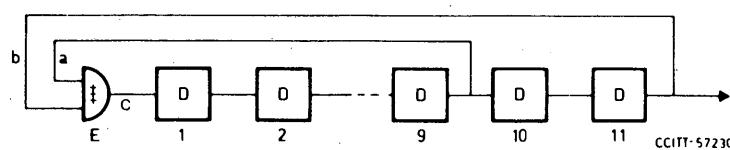
移位寄存器级数 11

码型长度 $2^{11}-1=2047$ 比特
反馈 从第 9 级和第 11 级的输出取出
经过异或门反馈到第 1 级

最长连零序列 10（不反转信号）

注 1 — 在包括基于 1544kbit/s 系统的国际间测试的情况下，须要改变测试序列，以避免多于 7 个连续“0”比特。这可通过一旦序列的下面 7 个比特是全零时，就强迫使其输出信号为“1”来实现。

注 2 — 建议采用 2047 比特长的测试码型，也可采用从 48kbit/s 至 168kbit/s 范围内的其它比特率。



注 — 没有表示时钟脉冲的连接。

| a | b | c |
|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

异或门 (E) 的真值表：

a 和 b: 门输入
c: 门输出

图 1/O. 152
用 D 触发器和异或门的 11 级移位寄存器的电路示例

2.2 固定码型（任选）

可以提供全“1”（…1111…）及“1”与“0”交替（…1010…）的固定码型。

3 比特率

比特率为 64kbit/s，符合 CCITT 建议 G. 703，§ 1 [1] 和 V. 36 [2]：

- a) 比特率容差（建议 G. 703 [1]）： $\pm 100 \cdot 10^{-6}$ ，
- b) 比特率容差（建议 V. 36 [2]），任选： $\pm 50 \cdot 10^{-6}$ 。

4 接口

接口特性（阻抗、电平、代码等）应符合建议 G. 703 [1]、I. 430 [7]（任选）和 V. 11 [3]（任选）。除提供终端测量以外，测量设备也应能在数字设备的保护测试点进行监测。因此，必须提供高阻抗和/或附加增益补偿某些设备中提供的监测点的损耗。

4.1 相应于建议 G. 703 [1] 的接口

应提供三种接口：

- a) 符合建议 G. 703，§ 1.2.1 [1] 的同向接口，
- b) 符合建议 G. 703，§ 1.2.2 [1] 的中央时钟接口，
- c) 符合建议 G. 703 § 1.2.3 [1] 的反向接口。

4.2 时钟同步方法

应当能选择下述几种同步方式：

- a) 将数字发生器时钟速率锁定到测量设备接收侧的输入信号（用于同向接口）。
- b) 容许发生器时钟在总的容许频率容差内自由运行。
- c) 将数字发生器时钟速率锁定到外部时钟信号。（适用于符合建议 G. 703 [1] 的外部时钟的输入配置。）

4.3 相应于建议 I. 430 [7] 的接口

在进一步研究。这个研究应包括在 S 和 T 接口处能够接入单个 64kbit/s 通路的手段。

4.4 相应于建议 V. 11 [3] 的接口

作为一种选择方案，应提供符合建议 V. 11 [3] 的接口。

5 比特差错率测量范围

仪器的接收设备应能测量 10^{-2} 至 10^{-7} 范围内的比特差错率。测量时间应当足够长，以得到准确的测量。此外，应能测量小于 10^{-7} 的比特差错率，这可以通过提供累计差错计数的能力来实现。

6 块差错率的测量

作为选择，除了能测量比特差错以外，仪器应能实现块差错率的测量。如果提供了这些，当使用块长度为 2047 比特的伪随机测试码型时，仪器应能在 10^{-9} 至 -10^{-5} 范围内测量块差错率。

7 工作方式

工作方式应当是这样的，在差错测量仪中首先把被测信号变换成单极性（二值）信号，然后与二值形式的参考信号进行逐比特比较。

8 差错评价

8.1 差错时间间隔的测量

仪器应能检测差错秒以及由建议 G. 821 [4] 所规定的其它有差错或无差错时间间隔。从 1 分钟到 24 小时或者连续不断的可选择的观察周期内，应能对有差错或无差错时间间隔的数目进行计数并显示。

对于该项测量，仪器的差错检测电路应当由内部定时器控制，这个定时器调整时间间隔，使其具有相等长度，并且它的工作与是否出现差错无关。

8.2 短期平均差错率的测量

8.2.1 应能记录建议 G. 821 [4] 中规定的比特差错率小于 $1 \cdot 10^{-6}$ 的时间间隔。

8.2.2 应能记录比特差错率小于 $1 \cdot 10^{-3}$ 的 1 秒钟的时间间隔。

9 测量结果的记录

作为一种选择方案，应提供能够连接进一步处理测量结果的外部设备的接口。

接口应遵照建议 V. 24 [5] 或符合 IEC 颁布的 625 [6] 的接口总线。

10 工作环境

当工作在建议 O. 3, § 2.1 中规定的气候条件时，应当满足各项电气性能要求。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*, Vol. III, Rec. G.703.
- [2] CCITT Recommendation *Modems for synchronous data transmission using 60-108 kHz group band circuits*, Vol. VIII, Rec. V.36.
- [3] CCITT Recommendation *Electrical characteristics for balanced double-current interchange circuits for general use with integrated circuit equipment in the field of data communications*, Vol. VIII, Rec. V.11.
- [4] CCITT Recommendation *Error performance on an international digital connection forming part of an integrated services digital network*, Vol. III, Rec. G.821.
- [5] CCITT Recommendation *List of definitions for interchange circuits between data terminal equipment and data circuit-terminating equipment*, Vol. VIII, Rec. V.24.
- [6] IEC Publication 625 *An Interface system for programmable measuring instruments (byte serial, bit parallel)*.
- [7] CCITT Recommendation *Basic user-network interface-Layer/Specification*, Vol. III, Recommendation I.430.

比特率低于一次群速率的差错性能测量的基本参数

(1988 年订于墨尔本)

为了保证由 CCITT 标准化的设备和不同厂家生产的设备之间的兼容性，必须遵守下面描述的差错测量仪各项性能要求。

在给出仪器的要求时，并不包括设备配置的实现，这应当由设计者和使用者经慎重考虑后给出。尤其是不要求在一个仪器中提供下面所列的全部特性。各主管部门可以选择最适应其应用的那些功能。

当对各功能进行选择时，各主管部门也可以考虑论述差错测量设备的其它建议，例如建议 O. 151 和 O. 152。

1 概述

本仪器是为了对工作在比特率为 0.050kbit/s 和 168kbit/s 之间的数据电路的差错性能而设计的。根据把通过被测电路传送的规定测试码型与在接收侧产生的相同码型直接比较来进行测量。应可能同步工作和异步工作。

2 测试码型

下面的测试码型是已标准化的（见注）：

注 — 可以把某些测试码型的使用只限于同步或异步工作。应能在不受限制的时间内传送这些码型。

2.1 511 比特伪随机测试码型

主要是把这种码型用于比特率达 14400bit/s 的差错测量（见下面 § 3.1）。

这种码型可以在 9 级移位寄存器中产生，把它的第 5 级和第 9 级输出在模—2 加级相加，并且把该相加的结果反馈到第 1 级的输入。这个码型从 9 个连续“1”的第 1 个“1”开始。

| | | |
|----------|-------|--------------------|
| 移位寄存器级数 | ..... | 9 |
| 伪随机序列的长度 | ..... | $2^9 - 1 = 511$ 比特 |
| 最长的零序列 | ..... | 8 (不反转信号) |

2.2 2047 比特伪随机测试码型

若提供这种码型的话，主要是把它用于比特率为 64kbit/s 的差错测量（见下面 § 3.3）。

这种码型可以在 11 级移位寄存器中产生，它的第 9 级和第 11 级输出在模 2 加级相加，并把该结果反馈到第 1 级的输入（也参见建议 O. 152）。

| | | |
|----------|-------|------------------------|
| 移位寄存器级数 | ..... | 11 |
| 伪随机序列的长度 | ..... | $2^{11} - 1 = 2047$ 比特 |
| 最长的零序列 | ..... | 10 (不反转信号) |

2.3 1048.575kbit/s 伪随机测试码型

这种码型主要是用于比特率达 72kbit/s 的差错测量（见下面 § 3.2）。

这种码型可以在 20 级移位寄存器中产生，把它的第 3 级和第 20 级输出在模 2 加级相加，并把该结果反馈到第 1 级的输入。

移位寄存器级数 20

伪随机序列的长度 $2^{20}-1=1048.575$ 千比特

最长的零序列 19 (不反转信号)

注 — 这个测试码型与建议 O.151 中规定的相同长度的码型是不同的。

2.4 固定测试码型（用于连续测试）

- 永久空号
- 永久传号
- 具有比例为 1:1, 1:3, 1:7, 3:1, 7:1 的交替空号/传号
- “狐狸报文”一文本 [QBF] [1] (仅对异步方式)。

2.5 可编程序的测试码型

建议一个可自由编程序的码型的长度至少为 1024 比特。

3 比特率

仪器应提供在下面类别中所规定的比特率范围内进行测量。

3.1 经由使用调制解调器的电话型电路的数据传输

— 比特率范围为 50bit/s 至 1920bit/s。

(对于详细情况参见建议 V.5 [2] 和 V.6 [3])。

注 — CCITT 建议不包括工作在比特率高于 14400bit/s 的调制解调器。

3.2 经由使用宽带调制解调器的基本频带电路的数据传输

— 比特率范围为 48kbit/s 至 168kbit/s。

(详细情况参见建议 V.36 [4] 和 V.37 [5])。

3.3 在 64kbit/s 和高于 64kbit/s 的数据传输

关于在 64kbit/s 的差错性能测量，可以在建议 O.152 中得到相关的信息。

有关一次群比特率测量的信息包含在建议 O.151 中。

3.4 与标称比特率的偏差

对于比特率达到 9600bit/s 的情况，如果不从被测物中获取定时，则与标称比特率的最大偏离应 $\leq 0.01\%$ 。

对于更高比特率的情况，如果不从被测物中获取定时，则最大偏离应 $\leq 0.002\%$ 。

3.5 时钟源

经由外部同步输入或从内部时钟发生器通过接口提供时钟信号。

4 接口

根据应用和比特率，应提供下述的一个或几个接口：

- 符合建议 V. 10 (X. 26) [6] 的接口
- 符合建议 V. 11 (X. 27) [7] 的接口
- 符合建议 V. 24/V. 28 [8]、[9] 的接口
- 符合建议 V. 35 [10] 的接口
- 符合建议 V. 36 [4] 的接口
- 符合建议 X. 21/X. 24 [11] [12] 的接口

5 工作方式

仪器必须能完全模拟以半双工和/或全双工方式工作的 DTE 和/或 DCE 的特性。这包括相关的软件或硬件信号接续规程。在同步的半双工方式中，为了能够恢复时钟，在测试码型之前应当是两个或多个前导填充（也就是有传号和空号比特交替的一些字符）。这些填充的后面应是两个或多个块同步字符。

如果工作方式需要的话，应能对奇偶检验条件为偶数、奇数、传号和空号加以选择。

注 — 当使用伪随机测试码型时，通常不能插入奇偶检验比特。

6 比特同步

可能有两种同步方式：

- 通过从被测物中产生的定时信号实现同步（例如，从以同步方式工作的调制解调器中产生）。
- 把收到的测试信号转换实现同步（例如当调制解调器工作在非同步方式时）。

7 代码

在把 QBF 文本进行编码或者可自由编程序的码型情况下，应提供下述数据信号的代码：

- 有 7 比特/字符的 CCITT 字母表 NO. 5 [13]
- 对于异步工作应当可以选择 1 或 2 个停止比特。

8 差错测量和差错评价

8.1 比特差错测量

差错率测量范围应是 10^{-2} 至 10^{-7} 。为达到准确的结果，测量时间应当足够长。能够提供累积差错计数的能力来观察小于 10^{-7} 的差错率。

8.2 块差错测量

应当能够进行块差错测量，块的长度应可选择到 1000 或 10000 比特，或者应等于在差错测试时使用的伪随机序列的长度。此外，为了在比特率高于 14.4 kbit/s 时进行测量，应当提供 32768 比特的块长。

为达到精确的结果，在测量时间足够长的情况下，块差错率测量的范围应当是 10^{-6} 至 10^{-5} 。

8.3 同时测量

应当能同时进行比特差错率和块差错率测量。

8.4 差错性能评价

仪器应当能检测差错秒。应当在从 1 分钟到 24 小时可选择的时间周期内或者连续地对有差错和无差错时间间隔的数目进行计数和显示。

对于本项测量来说，仪器的差错检测电路应当受内部定时器的控制，该定时器调整时间间隔具有相等长度并且其工作与差错的出现无关。

对于其它差错性能参数的测量和建议 G. 821 [14] 的应用正在研究之中。

9 失真测量

如果仪器提供失真测量时，可应用下述技术要求：

9.1 单个失真的测量

当仪器工作在从接收的测试信号中经转换得到同步方式时，应当测量原先的和最近的单个失真程度。
当使用伪随机测试信号时，测量误差应小于±3%。

9.2 偏失真的测量

仪器应当测量在改变符号方向（具有分配比为 1 : 1 的交替空号/传号）时的偏失真。
在这种方式中，测量误差应小于±2%。

10 远端控制、测量结果的记录

作为一种选择方案，应当提供可以远端控制的仪器和进一步处理测量结果的接口。

如果提供这种接口的话，则该接口应遵守符合 IEC 刊物 625 [15] 的接口总线或遵守建议 V. 24 [8]。

11 工作环境

当工作在建议 O. 3，§ 2.1 规定的气候条件下，应满足各项电气性能要求。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Standardization of international texts for the measurement of the margin of start-stop equipment*, Vol. VII, Rec. R.52.
- [2] CCITT Recommendation *Standardization of data signalling rates for synchronous data transmission in the general switched telephone network*, Vol. VIII, Rec. V.5.
- [3] CCITT Recommendation *Standardization of data signalling rates for synchronous data transmission on leased telephone-type circuits*, Vol. VIII, Rec. V.6.
- [4] CCITT Recommendation *Modems for synchronous data transmission using 60-108 kHz group band circuits*, Vol. VIII, Rec. V.36.
- [5] CCITT Recommendation *Synchronous data transmission at a data signalling rate higher than 72 kbit/s using 60-108 kHz group band circuits*, Vol. VIII, Rec. V.37.
- [6] CCITT Recommendation *Electrical characteristics for unbalanced double-current interchange circuits for general use with integrated circuit equipment in the field of data communications*, Vol. VIII, Rec. V.10.
- [7] CCITT Recommendation *Electrical characteristics for balanced double-current interchange circuits for general use with integrated circuit equipment in the field of data communications*, Vol. VIII, Rec. V.11.

- [8] CCITT Recommendation *List of definitions for interchange circuits between data terminal equipment and data circuit-terminating equipment*, Vol. VIII, Rec. V.24.
- [9] CCITT Recommendation *Electrical characteristics for unbalanced double-current interchange circuits*, Vol. VIII, Rec. V.28.
- [10] CCITT Recommendation *Data transmission at 48 kbit/s using 60-108 kHz group band circuits*, Vol. VIII, Rec. V.35.
- [11] CCITT Recommendation *Interface between data terminal equipment (DTE) and data circuit-terminating equipment (DCE) for synchronous operation on public data networks*, Vol. VIII, Rec. X.21.
- [12] CCITT Recommendation *List of definitions for interchange circuits between data terminal equipment (DTE) and data circuit-terminating equipment (DCE) on public data networks*, Vol. VIII, Rec. X.24.
- [13] CCITT Recommendation *International Alphabet No. 5*, Vol. VII, Rec. T.50.
- [14] CCITT Recommendation *Error performance of an international digital connection forming part of an integrated digital network*, Vol. III, Rec. G.821.
- [15] IEC Publication 624 *An interface system for programmable measuring instruments (byte serial, bit parallel)*.

建议 O. 161

数字系统不中断业务的代码破坏监测器

(1980 年订于日内瓦；1984 年修改于马拉加-托雷莫里诺斯)

1 概述

本技术要求描述了适用于数字传输系列中一次群和二次群的不中断业务的代码破坏监测器。被监测的伪三值码是交替传号反转码 (AMI)，具有最多三个连零的高密度双极性码 (HDB3)。B6ZS 和 B8ZS。

2 代码破坏的定义^①

2.1 AMI

两个相同极性的连续传号。它不是差错的绝对数。

2.2 HDB3

两个相同极性的连续双极性破坏。它不是差错的绝对数。

2.3 B6ZS

两个相同极性的连续传号，其中由零取代码引起的破坏除外。它不是差错的绝对数。

2.4 B8ZS

两个相同极性的连续传号，由零代替码元引起的破坏除外。这可以不是差错的绝对数。

^① 根据本建议中代码破坏的定义，应当考虑到代码破坏监测器并不能检测出破坏相关编码规则的零序列。

3 输入信号

3.1 接口

代码破坏监测器应能在下述比特率以及在建议 G. 703[1]的适当章节中所叙述的相应接口特性下工作：

- a) 1544kbit/s;
- b) 6312kbit/s;
- c) 2048kbit/s;
- d) 8448kbit/s。

3.2 仪器的工作

3.2.1 仪器可以装备只监测所列代码中的一种或两种代码的监测器，并工作于和那些代码相适应的比特率。

3.3 输入灵敏度

3.3.1 要求仪器在下述输入条件下满意地工作。

3.3.1.1 输入阻抗和电平应符合建议 G. 703 [1]。

3.3.1.2 仪器也应能在数字设备的各个保护测试点进行监测。因此，应提供高阻抗输入和/或 30dB 附加增益 (40dB — 见注) 以补偿在某种设备中已提供的监测点的损耗。

注 — 当选用工作在相应于 [1] 中所引用建议的 1544kbit/s 接口的仪器时，所提供的附加增益应是 40dB。

3.3.1.3 此外，当经过在信号的半比特率有 0dB 至 6dB 插入损耗的一段电缆连到符合建议 G. 703 [1] 的输出接口时，要求仪器在终端方式和监测方式都能满意地工作。在其它频率的电缆插入损耗将与 \sqrt{f} 成正比。

3.4 输入阻抗

3.4.1 在表 1/O. 161 所列各项条件下，仪器的回损应大于 20dB。

表 1/O. 161

| 仪器工作于 (kbit/s) | 测试条件 | |
|-------------------|-------------------|----------------|
| 1544 | 100Ω, 非电抗性 | 20kHz-1.6MHz |
| 2048 | 75/120/130Ω, 非电抗性 | 40kHz-2.5MHz |
| 6312 | 75/110Ω, 非电抗性 | 100kHz-6.5MHz |
| 8448 | 75Ω, 非电抗性 | 100kHz-10.0MHz |

3.5 信号输入口的选通

3.5.1 仪器应包括一个抽样电路，它由进入的数字信号控制，这样就使仪器只对每个数字时隙中点的一个短暂的选通周期内出现的电压进行检测。

3.6 输入抖动容差

3.6.1 仪器应能容许建议 G. 703 [1] 的相应节中所规定的最大允许输入抖动的下限。

4 显示

4.1 仪器应当具有一个指示器以表示存在具有正确的幅度和比特率的数字信号。

4.2 应能指示 10^{-3} 到至少 10^{-6} 范围内的代码破坏率。对在输入信号中出现的并且按照上面 § 2 中的定义检测的代码破坏的指示，应当通过对至少在 10^6 个数字时隙的周期内所发生的代码破坏次数进行计数来确定。

4.3 仪器应能指示代码破坏的总数。在对代码破坏率进行计数和显示的同时，将不要求这种功能。

4.4 计数容量应为 99999，若计数超过这个数目时，应提供单独的指示器。

4.5 计数序列应当通过操纵“开始”控制来启动，并应通过“停止”控制停止计数。

4.6 计数器及其显示均应能复位。

5 仪器的检验

5.1 应提供检验装置。这个装置能够对显示、计数器和记录器输出进行检验，对仪器输入电路的检验可以任选。

5.2 在提供对输入电路可任选的检验情况下，应当允许把代码破坏引入到输入数字信号中的方法，破坏应按照上面 § 2 中的定义。

6 记录器输出

6.1 可以有选择地由仪器提供输出信号，使得能够以模拟和/或数字形式从外部记录数字信号的状态。

6.2 对于模拟输出，信号应随测量结果而改变。

6.3 如果仪器具有模拟输出，则应提供校准外部记录器的适当方法。

6.4 在表 2/O. 161 中给出了数字输入信号状态与直流输出信号的关系的一种可能安排。实际的安排将取决于对仪器规定的计数周期（参见上面 § 4.2）。

6.5 对于测量结果为数字输出的情况，应当使用具有晶体管—晶体管逻辑（TTL）电平的以二—十进制（BCD）码的形式表示的并行信号。

7 工作环境

当工作在建议 O. 3，§ 2.1 中所规定的气候条件下，应当满足各项电气性能要求。

表 2/O.161

| 状态 | 偏离 (mA, 或 V) | 容差 (mA 或 V) |
|-----------------------------|-----------------|----------------|
| 无信号 | 0 | |
| 有信号 | 5 | ±0.2 |
| 破坏率 $\geq 1 \times 10^{-3}$ | 2 | ±0.2 |
| 破坏率 $\geq 1 \times 10^{-4}$ | 2.5 | ±0.2 |
| 破坏率 $\geq 1 \times 10^{-5}$ | 3 | ±0.2 |
| 破坏率 $\geq 1 \times 10^{-6}$ | 3.5 | ±0.2 |
| 单个代码破坏 | 4 | ±0.2 |

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*, Vol. III, Rec. G.703.

建 议 O.162

对 2048kbit/s 信号进行不中断业务监测的设备

(1980 年订于日内瓦; 1988 年修改于墨尔本)

1 概述

- 1.1 本技术要求描述了对符合建议 G. 703 [1] 的帧结构的 2Mbit/s 信号进行不中断业务差错测试的仪器。
- 1.2 要求仪器能监测 2048kbit/s HDB3 编码信号, 显示信号中任何固有的告警条件, 并能对帧定位信号中的差错进行计数。
- 1.3 如果要求的话, 仪器也可以作为一个单独的装置对 HDB3 代码破坏进行计数并显示。
- 1.4 要求仪器能监测符合建议 G. 704 [1] 的、在帧定位信号中传送的任何循环冗余校验 (CRC) 程序信号, 并监测不包含帧定位信号的各帧的时隙 0 (TSO)。
- 1.5 作为一种选择方案, 仪器可以提供接入任何选择的时隙内传送的信息比特。
- 1.6 HDB3 解码方案

当必要时，仪器应把接收的数字信号用下述方法进行解码，当对信号抽样时，在识别出两个连续零（空号）后面有双极破坏的情况下，解码器应当用四个连续零取代双极破坏和前面 3 个数字。

2 输入信号

2.1 接口

仪器应能工作在相应于建议 G. 703 [2]，§ 6 的 2048kbit/s 接口。

2.2 输入灵敏度

2.2.1 要求仪器在下述输入条件下满意地工作。

2.2.1.1 输入阻抗和电平符合建议 G. 703 [2]。

2.2.1.2 仪器也能在数字设备的保护测试点进行监测。因此，应当提供高阻抗输入和/或 30dB 附加增益，以补偿在某种设备中所提供的监测点的损耗。

2.2.1.3 此外，当经过在信号的半比特率有 0dB 至 6dB 插入损耗的一段电缆连到符合建议 G. 703 [2] 的输出接口时，要求仪器在终端方式和监测方式都能满意地工作。电缆在其它频率的插入损耗与 \sqrt{f} 成正比。

2.3 输入阻抗

2.3.1 仪器在频率为 40kHz 至 2500kHz 范围内相对于非电抗 75/120/130Ω 电阻的回损应大于 20dB。

2.4 信号输入口的选通

2.4.1 仪器应包括定时恢复电路，它由进入的数字信号控制，这样就使仪器只对每个数字时隙中点的每一个短暂的选通周期内出现的电压进行检测。

2.5 输入抖动容限

2.5.1 仪器应能容许建议 G. 823 [3] 中规定的最大容许输入抖动的下限。

3 功能

3.1 仪器应包括各种故障指示以满足建议 G. 732 [4] 的设备告警方案。

3.2 在下面 § 3.3 中说明了一种可能的故障指示方案。在正常情况下应熄灭所有故障指示器。

3.3 故障指示方案

3.3.1 输入信号失效

若检测出超过 10 个连零时，就应给出故障指示。

3.3.2 告警指示信号 (AIS)

仪器应当把在 2 帧周期 (512bit) 内含有小于 3 个零的信号识别为一个有效的 AIS 信号，并且应燃亮相应的指示器。

检测 AIS 信号的方案应当是甚至代码破坏率为千分之一时也可以检测出 AIS。但是，除帧定位信号 (FAS) 以外，对所有比特都是“1”状态的信号不应误认为是有效的 AIS 信号。

3.3.3 帧

3.3.3.1 当发生帧失位时，如建议 G.732 [4]，§3 中所规定的那样，仪器应能识别此丢失情况，并且应燃亮相应的指示器。

3.3.3.2 当帧定位恢复时，如建议 G.706 [5]，§4 中所规定的那样，应把指示器熄灭。

注 — 仪器应能与有或没有 CRC 比特的帧同步。

3.3.4 帧定位信号中的差错

3.3.4.1 仪器应当具有指示比特差错率为 $1 \times 10^{-3}, 1 \times 10^{-4}, 1 \times 10^{-5}$ 的手段，并且应使相应的指示器燃亮。

在收到的解码信号中出现的、并检测为错误帧定位信号的比特差错率指示应符合表 1/O.162 中给出的限值。表中的各项要求应在假设对于整个计数测量周期内存在平均比特差错率的条件下适用。

表 1/O.162

| 比特差错率指示 | 在解码信号中的 平均比特差错率 | 在下面所述的周期内 指示亮或灭的概率 | |
|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| | | 亮 | 灭 |
| 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 0.3s 以内, 50% | 0.3s 以内, 5% |
| | 5×10^{-4} | 0.3s 以内, 5% | — |
| | 1×10^{-4} | — | 0.3s 以内, 95% |
| 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 3s 以内, 50% | 3s 以内, 5% |
| | 5×10^{-5} | 3s 以内, 5% | — |
| | 1×10^{-5} | — | 3s 以内, 95% |
| 1×10^{-5} | 1×10^{-5} | 30s 以内, 50% | 30s 以内, 5% |
| | 5×10^{-6} | 30s 以内, 5% | — |
| | 1×10^{-6} | — | 30s 以内, 95% |

3.3.4.2 仪器也应能对指示的差错总数计数。计数容量应为 99999。如果计数超过这个数目，则应给出单独的指示。

3.3.5 复帧

3.3.5.1 当发生复帧失位时，如建议 G.732 [4]，§5.2 中所规定的那样，仪器应能识别丢失情况，并且应燃亮相应的指示器。

3.3.5.2 当复帧定位恢复时，如建议 G.732 [4]，§5.2 中所规定的那样，把该指示器熄灭。

3.3.5.3 如果把时隙 16 用作公共信道信令，则当一个正常输入信号到达仪器时复帧定位信号是不存在的。在这种情况下，为了防止错误的告警指示，应当能够禁止复帧丢失指示。

3.3.6 远端告警

仪器应能识别如建议 G.732 [4] 中所规定的远端告警情况（在与包含帧定位信号的那些帧交替出现的各帧内，时隙 0 中的比特 3 至少有两次接连出现的情况，并且在不超过四次接连出现时就被识别），并且应燃亮相应的指示器。

3.3.7 远端复帧告警

3.3.7.1 仪器应能识别如建议 G.732 [4] 中所规定的远端复帧告警情况（帧 0 中时隙 16 的比特 6 至少有两次接连出现的情况，并且在不超过三次接连出现时就被识别），并且应燃亮相应的指示器。

3.3.7.2 如果把时隙 16 用作公共信道信令，比特 6 将连续处于“1”状态。在这种情况下，为了防止产生错误的告警指示，应能禁止远端复帧告警。

3.4 循环冗余校验程序

3.4.1 在 2Mbit/s 信号内执行符合建议 G.704 的循环冗余校验 (CRC) 程序时，仪器应提供在 § 3.4.2, § 3.4.3 和 § 3.4.4 中所详述的特性。

3.4.2 仪器应指示 CRC 帧定位比特的出现。

3.4.3 仪器应当具有指示比特差错率为 1×10^{-5} , 1×10^{-6} 和 1×10^{-7} 的手段，并且应在规定的条件下产生将予说明的适当指示符。

在接收到的解码信号中出现的、并借助于 CRC 程序信息检测到的比特差错率指示应遵守表 2/O.162 中给出的限值。

表 2/O.162

| 差错率指示 | 在解码信号中的平均比特差错率 | 在下面所述的周期内指示亮或灭的概率 | |
|--------------------|---------------------|-------------------|--------------|
| | | 亮 | 灭 |
| 1×10^{-5} | 1×10^{-5} | 1s 以内, 50% | 1s 以内, 5% |
| | 5×10^{-6} | 1s 以内, 5% | — |
| | 1×10^{-16} | — | 1s 以内, 95% |
| 1×10^{-6} | 1×10^{-6} | 10s 以内, 50% | 10s 以内, 5% |
| | 5×10^{-7} | 10s 以内, 5% | — |
| | 1×10^{-7} | — | 10s 以内, 95% |
| 1×10^{-7} | 1×10^{-7} | 100s 以内, 50% | 100s 以内, 5% |
| | 5×10^{-8} | 100s 以内, 5% | — |
| | 1×10^{-8} | — | 100s 以内, 95% |

3.4.4 仪器也应能对指示的差错总数计数。计数能力应为 99999。若计数超过这个数目时，应当给出单独的指示。

3.5 代码破坏检测

3.5.1 HDB3 代码破坏的定义

两个连续相邻的相同极性的双极破坏。这不是差错的绝对数目。

3.5.2 当作为 HDB3 码破坏检测器使用时，仪器应包括一个指示器，以指示一个有正确幅度和比特率的数字信号的存在。

3.5.3 应能指示在 1×10^{-3} 到至少 1×10^{-6} 范围内的代码破坏。应当根据对至少在 10^6 时隙周期内出现的代码破坏数目进行计数，来确定在输入信号中出现的并按照上面 § 3.5.1 的规定检测到的代码破坏的指示。

3.5.4 应能指示代码破坏的总和。在仪器对代码破坏率进行计数和显示的同时，将不需要这种功能。

3.5.5 计数容量应为 99999，若计数超过这个数目时应给出单独的指示。

3.6 性能指示

作为一种选择方案，仪器应能提供符合 G.821 [6] 的性能信息。

3.7 灯锁定-灯自动复原

应当利用故障指示灯来提供这个功能，当故障情况排除时该指示灯自动熄灭，或者直到人工操纵复原之前一直保持亮的状态。

3.8 时隙接入

作为一种选择方案，在外接口应当能够接入包括时隙 16 的任何所选时隙的内容。最好使用满足建议 G.703 [2] 规定的同向接口要求的外接口。

4 显示

4.1 应通过操纵“开始”控制而开始计数序列，并应通过操纵“停止”控制而停止计数。

4.2 查阅计数器，而被燃亮和熄灭的显示并不意味着“发光”显示是主要的。

4.3 计数器及其显示应能复位。

5 告警功能检验

为了检验仪器的正确功能，应当考虑一种能把各种故障条件引入数字信号的方法。

6 告警输出信号

作为一种选择方案，为了使一个外部装置，例如打印机，连接到仪器以便可以记录输入到仪器的数字信号的状态。

最好用符合建议 V.24 [7] 或 V.28 [8] 的接口，该接口载送在符合建议 V.4 [10] 要求的 ASCII/T.50 [9] 编码格式中适当简化的简明文本消息。

7 工作环境

当工作在建议 O.3，§ 2.1 中规定的气候条件下，应满足各项电气性能要求。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Synchronous frame structures used at primary and secondary hierarchical levels*, Vol. III, Rec. G.704.
- [2] CCITT Recommendation *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*, Vol. III, Rec. G.703.
- [3] CCITT Recommendation *The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 2048 kbit/s hierarchy* Vol. III, Rec. G.823.
- [4] CCITT Recommendation *Characteristics of primary PCM multiplex equipment operating at 2048 kbit/s*, Vol. III, Rec. G.732.
- [5] CCITT Recommendation *Frame alignment and CRC procedures relating to frames defined in Rec. G.704*, Vol. III, Rec. G.706.
- [6] CCITT Recommendation *Error performance of an international digital connection forming part of an integrated digital network*, Vol. III, Rec. G.821.
- [7] CCITT Recommendation *List of definitions for interchange circuits between data terminal equipment and data circuit-terminating equipment*, Vol. VIII, Rec. V.24.
- [8] CCITT Recommendation *Electrical characteristics of unbalanced double-current interchange circuits*, Vol. VIII, Rec. V.28.
- [9] CCITT Recommendation *International Alphabet No. 5*, Vol. VII, Rec. T.50.
- [10] CCITT Recommendation *General structure of signals of International Alphabet No. 5 code for character oriented data transmission over public telephone networks*, Vol. VIII, Rec. V.4.

建 议 O. 163

对 1544kbit/s 信号进行不中断业务监测的设备

(1988 年订于墨尔本)

1 概述

1.1 本技术要求描述了符合建议 G. 704 [1] 的 1544kbit/s 帧结构的帧定位信号监测设备。准备用这个设备监测 12 帧的复帧 (超帧格式—SF) 或 24 帧的复帧 (扩展的超帧格式—ESF) 结构，它们使用建议 G. 703 [2]，§ 2 中规定的 AMI 或 B82S 线路码。

1.2 这个设备应提供下述能力：

- a) 监测和显示帧定位信号的差错性能；
- b) 检测和累计帧失位出现的次数；
- c) 按照建议 G. 704 [1] 和下面的描述，监测循环冗余校验 (CRC—6) 比特并执行 CRC—6 程序，测量和显示 24 帧的复帧信号的差错性能；
- d) 检测和显示各种告警或故障情况，包括信号的消失、帧失位以及由具体比特码型所指示的其它告警情况。

1.3 设备可以任选地提供下述附加能力：

- a) 检测和显示符合建议 O. 161 的 1544kbit/s 的码破坏；
- b) 提供一个外接口，用来提取在任何选定的通路时隙内传送的信息比特。
- c) 提供一个外接口，用来提取在 24 帧的复帧结构内定义的 4kbit/s 数据链路比特，
- d) 提供一个外接口，用来提取在 12 帧和 24 帧结构中的信令比特。

2 输入要求

2.1 接口

监测设备应能在具有建议 G. 703, § 2 [2] 中规定的 1544kbit/s 接口的测试负载阻抗情况下工作。当连到保护监测点时, 它也应能工作^① (也参见建议 G. 772 [3])。

2.2 输入阻抗

2.2.1 输入阻抗 (电阻性) 100 欧

2.2.2 回损 (20kHz 到 1600kHz) >20dB

2.3 输入灵敏度

监视设备至少应在建议 G. 703 [2] 的 § 2 中规定的比特率脉冲波形和信号电平范围内以线路终端方式正确地工作。它也应配备附加的增益, 以补偿在保护监测点^①引起的隔离损耗 (同样参见建议 G. 772 [3])。为了正确地调节输入灵敏度, 应当提供信号电平指示器或其它装置。

2.4 输入抖动容限

监测设备应能在测量精度不下降的情况下, 容许在表 2/G. 824 [4] 中规定的输入抖动。

2.5 输入线路码

监测设备在 AMI 和 B8ZS 线路码的情况下都能使用。仪器应具有通过一个倒换开关或其它的适当方法选择 AMI 或 B8ZS 的能力, 在倒换到 AMI 方式而仪器接收 B8ZS 时, 它应有指示, 反之亦然。

3 检测、测量和指示的要求

3.1 故障情况的检测和指示

3.1.1 线路信号的消失

在研究中。

3.1.2 帧失位

设备应当识别建议 G. 706 [5] 中规定的帧失位, 并应给出相应的指示。

3.1.3 帧定位的恢复

确定帧定位恢复的过程应符合建议 G. 706 [5]。当帧恢复完成时, 应停止帧失位指示。

3.1.4 来自上游失效的告警指示信号 (AIS)

设备应识别指示上游失效的告警指示信号 (AIS), 并应给出相应的指示。AIS 的等效二进制值内容, 相

① 在第 X V 研究组和第 IV 研究组正在研究保护监测点的技术要求。

当于一个全“1”信号。检测出现 AIS 的策略应当是，即使在代码破坏率为 10^{-3} 的情况下，也能以一个高的概率检测它。

3.1.5 远端告警指示信号 (DAIS)

设备应能识别建议 G. 733 [6]，§ 4.2 中对于 12 帧和 24 帧的复帧信号所规定的远端告警指示信号的出现，并应给出相应的指示。检测出现远端告警指示信号的策略应当是，即使在代码破坏率为 10^{-3} 的情况下，也能以一个高的概率检测它。

3.2 帧定位信号 (FAS) 差错性能的测量

3.2.1 差错秒的计数

设备应能对于在与建议 G. 704 [1] 中规定的 12 帧或 24 帧结构相关的 FAS 比特中出现一个或多个差错的一秒钟时间间隔数目进行计数。应当对可选择的时间周期内的差错秒数目进行计数，并予以显示。设备应当确定与差错出现无关的各个一秒钟时间间隔。

3.2.2 差错计数

设备应能对在可选择的时间周期内出现的 FAS 比特差错数目进行计数（见 § 4.1）。

3.3 CRC—6 差错性能监测

3.3.1 差错秒计数

设备应能对于采用建议 G. 704 [1] 和 G. 706 [5] 中规定的 CRC—6 程序的 24 帧的复帧中检测到一个或多个 CRC—6 破坏的一秒钟时间间隔数目进行计数。应当对可选择的时间周期内的差错秒数目进行计数并予以显示。设备应当确定出与差错出现无关的各个一秒钟时间间隔。

3.3.2 性能指示

作为一种选择方案，仪器应能提供符合建议 G. 821 [7] 的性能信息。

3.3.3 比特差错率的评价

本设备应能通过检测 CRC—6 破坏任选地提供在 10^{-4} 至 10^{-7} 范围内的 24 帧的复帧信号比特差错性能的评价。在进行这项测量时，应当假设每当检测到 CRC—6 破坏时只出现一个比特差错。要注意到这样评价可能不准确，这是由于差错出现具有突发性质、所以在 24 帧的复帧内可能出现一个以上的比特差错。

在设备要求范围内的每个比特差错率测量时间间隔应当足够长，以便包括至少 10 个 CRC 破坏。

3.3.4 差错计数

设备也应能对可选择的时间周期内出现的 CRC—6 破坏数目进行计数（见 § 4.1）。

3.4 帧失位计数

设备应能对可选择的时间周期内出现的帧失位进行计数（见 § 4.1）。在帧失位的各个时间间隔内应不

能进行差错计数。

3.5 代码破坏的测量

若包括 1544kbit/s 代码破坏测量的话，设备应满足建议 O. 161 的各项要求。

3.6 通路时隙接入

作为一种选择方案，在外接口处可以把接收入口提供给选定的 64kbit/s 通路。最好使用满足建议 G. 703 [2] 中规定的同向接口输出口要求的接口。此外，可以提供建议 G. 703 [2] 中规定的中央时钟接口。

3.7 4kbit/s 数据链路接入

在研究中。

3.8 信令比特接入

在研究中。

4 控制和显示要求

4.1 测量定时器

当对差错计数时，为使用户方便，应提供测量时间间隔定时器。定时器应从 5 分钟至 24 小时以一分钟为一步或者连续可调。也应提供人工操作的“开始”和“停止”控制。

4.2 计数寄存器

计数寄存器应具有至少 99999 的容量。应提供指示溢出的单独方法。每一个寄存器应能独立复位。对在 §§ 3.1 到 §§ 3.4 中所列的每一种参数或情况，应单独提供寄存器。

4.3 复帧结构的选择

应当提供一种控制，以允许用户选择所监测的是 12 帧的复帧结构还是 24 帧的复帧结构。作为一种选择方案，设备可以自动地检测并显示所监测的信号是 12 帧、24 帧或者两者都没有的复帧结构。

4.4 显示的锁定/复原

应提供在 § 3.1 中给出的每一种故障情况指示的方法，从而显示将保持可见的状态直到操纵人工复原为止。

5 监测设备的自诊断

5.1 作为一种选择方案，应提供检验仪器是否正确工作的内部自诊断系统。

6 用于远端控制和测量结果的接口

6.1 作为一种选择方案，应提供用于帧信号监测设备和传输测量结果的远端控制的接口。若提供的话，接口总线应遵守下述规定之一：

- a) ANSI/IEEE Std 488-1978 [8].
- b) IEC 出版物 625 [9].
- c) ANSI/EIA-232-D-1986 [6].

7 工作环境

当工作在建议 O.3, § 2.1 中规定的气候条件下, 应满足各项电气性能要求。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Synchronous frame structures used at primary and secondary hierarchical levels*, Vol. III, Rec. G.704.
- [2] CCITT Recommendation *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*, Vol. III, Rec. G.703.
- [3] CCITT Recommendation *Digital protected monitor points*, Vol. III, Rec. G.772.
- [4] CCITT Recommendation *The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 1544 kbit/s hierarchy*, Vol. III, Rec. G.824.
- [5] CCITT Recommendation *Frame alignment and cyclic redundancy check (RCR) procedures relating to basic frame structures defined in Recommendation G.704*, Vol. III, Rec. G.706.
- [6] CCITT Recommendation *Characteristics of primary PCM multiplex equipment operating at 1544 kbit/s*, Vol. III, Rec. G.733.
- [7] CCITT Recommendation *Error performance of an international digital connection forming part of an integrated service digital network*, Vol. III, Rec. G.821.
- [8] ANSI/IEEE Std 488-1978, *IEEE standard digital interface for programmable instrumentation*.
- [9] IEC Publication 625 *An interface system for programmable measuring instruments (byte serial, bit parallel)*.
- [10] ANSI/EIA-232-D-1986 *Interface between data terminal equipment and data circuit terminating equipment employing serial binary data interexchange*.

建 议 O.171

用于数字系统的定时抖动测量设备^①

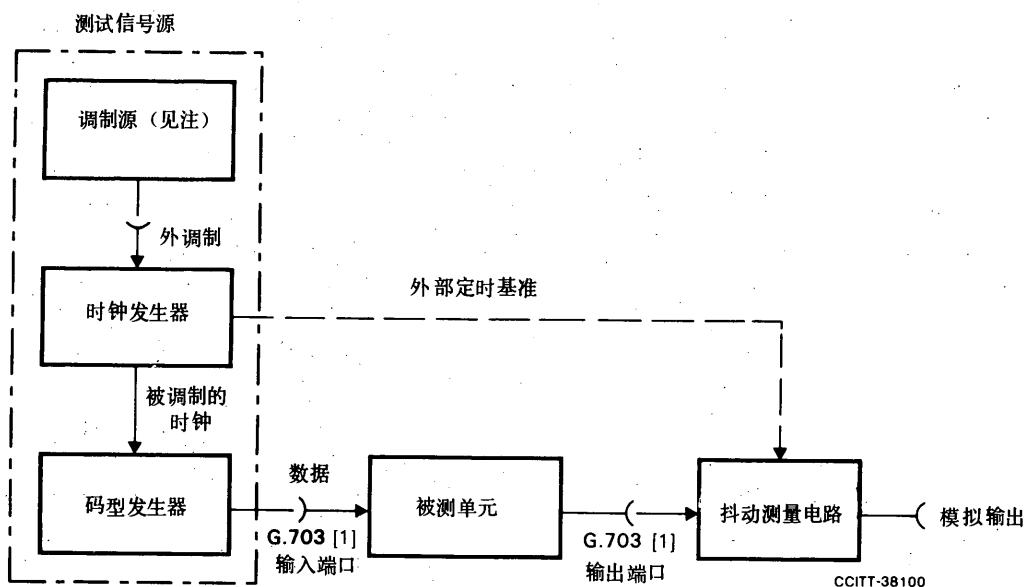
(1980 年订于日内瓦; 1984 年修改于马拉加-托雷莫里诺斯, 1988 年修改于墨尔本)

1 引言

1.1 概述

1.1.1 下面所规定的仪器将用来测量数字设备中的定时抖动。这个仪器由抖动测量电路和测试信号源组成, 在图 1/O.171 中表示了该仪器的简要构成。尽管给出了该仪器的主要要求, 但并未包括设备配置的具体规定, 这应当由设计者与使用者慎重考虑确定。对某些类型的测量还可能需要差错率仪表。

① 见本册最后的增补 No. 3.8。



注 — 对G.700系列的各建议进行测试的调制源，可在时钟发生器和/或码型发生器内提供，或可单独地提供。

图 1/O. 171
测量定时抖动的简化方框图

1.1.2 在本技术要求中的某些要求是暂定的，并且仍在研究中。对这些要求在本建议中要单独指明。

1.1.3 建议把建议 G. 823 [2] 连同本建议一起阅读。

1.2 各种接口

1.2.1 本仪器应能工作在下述各种比特率中的一种或多种速率，并且在建议 G. 703 [1] 的适当章节中叙述的相应接口特性工作。但是对于全部比特率来说，加到抖动测量电路输入口的信号应当是标准的矩形脉冲。其他各种信号波形可能产生符号间干扰，从而影响测量精度。

- a) 64kbit/s^②,
- b) 1544kbit/s,
- c) 6312kbit/s,
- d) 2048kbit/s,
- e) 8448kbit/s,
- f) 32064kbit/s,
- g) 44736kbit/s,
- h) 34368kbit/s,
- i) 139264kbit/s。

1.2.2 作为一种选择方案，当在数字设备上提供这样的接入口时，抖动测量电路应当能够测量时钟输出口的抖动。

^② 系指关于 64kbit/s 同向接口。正在研究对其他 64kbit/s 接口的限制。

1.3 接口阻抗

1.3.1 在表 1/O. 171 所列的各种条件下，抖动测量电路和信号源的回损应优于 20dB^③。

表 1/O. 171
回损测试条件

| 比特率 (kbit/s) | 测试条件 | |
|--------------|-------------------|---------------|
| 64 | 120Ω, 非电抗性 | 3—300kHz |
| 1544 | 100Ω, 非电抗性 | 20kHz—1.6MHz |
| 2048 | 75/120/130Ω, 非电抗性 | 40kHz—2.5MHz |
| 6312 | 75/110Ω, 非电抗性 | 100kHz—6.5MHz |
| 8448 | 75Ω, 非电抗性 | 100kHz—10MHz |
| 32064 | 75Ω, 非电抗性 | 500kHz—40MHz |
| 34368 | 75Ω, 非电抗性 | 500kHz—40MHz |
| 44736 | 75Ω, 非电抗性 | 500kHz—50MHz |
| 139264 | 75Ω, 非电抗性 | 7kHz—210MHz |

2 测试信号源

可以用有抖动的数字信号也可以用无抖动的数字信号进行数字设备的测试。这就需要在图 1/O. 171 中所示的码型发生器、时钟发生器和调制源。

2.1 调制源

在按照 G. 700 系列的各建议测试时，可以在时钟发生器和/或码型发生器内提供调制源，或者可以单独提供。在本建议中假设调制源是正弦的。

③ 在 1544kbit/s 的情况下，信号源应具有下述回损：20 至 500kHz \geqslant 14dB，500kHz 至 1.6MHz \geqslant 16dB。

2.2 时钟发生器

2.2.1 应能从调制源对时钟发生器进行相位调制，并应能指示被调制信号的峰-峰值相位偏移。所产生的峰-峰值抖动和调制频率应满足图 2/O. 171 的各项要求。

2.2.2 时钟发生器的调制输入灵敏度至少应当是：

- a) 当比特率达到 8448kbit/s 时，在 600Ω 上为峰-峰值 2V，
- b) 当比特率达到 139264kbit/s 时，在 75Ω 上为峰-峰值 1V。

2.2.3 被调制的时钟信号及外部定时参考信号的最小输出在 75Ω 上应为峰-峰值 1V。

2.2.4 时钟发生器的精度

精度要求仍在研究中。

2.3 码型发生器

抖动测量电路通常将与提供下述条件的任何适用的码型发生器一起使用。

注 — 当测试信号加到数字分用设备的输入口时，它们必须包含帧定位信号和码速调整控制比特。也可以使用不需要附加帧定位信号或码速调整控制比特的其它测量技术。

2.3.1 码型

码型发生器应能提供下述一些码型：

注 — 在数字线路系统和数字线段 [1] 上测量抖动时可能需要更长的伪随机码型。

2.3.1.1 用于比特率为 64kbit/s 的、与建议 O. 152 相应的比特长度为 $2^{11}-1$ 的伪随机码型。按照建议 G. 703 [1], § 1.2.1 进行编码。

2.3.1.2 用于比特率为 1544kbit/s、6312kbit/s 和 44736kbit/s 的、与建议 O. 151, § 2 相应的比特长度为 $2^{15}-1$ 、 $2^{20}-1$ 、 $2^{23}-1$ 的伪随机码型。

注 — 正在对 $2^{20}-1$ 伪随机码型的定义进行研究。

2.3.1.3 用于比特率为 2048kbit/s 和 8448kbit/s 和 32064kbit/s 的、与建议 O. 151, § 2.1 相应的比特长度为 $2^{15}-1$ 的伪随机码型。

2.3.1.4 用于比特率为 34368kbit/s 和 139264kbit/s 的、与建议 O. 151, § 2.2 相应的比特长度为 $2^{23}-1$ 的伪随机码型。

2.3.1.5 用于所有比特率的 10001000 重复码型。

2.3.1.6 作为一种选择方案，用于各种比特速率的：

- a) 能够以低速率（例如，10 到 100Hz）交替改变的两种任意可编程序的 8 比特码型。
- b) 任意可编程序的 16 比特码型。

2.3.2 产生差错

正在研究适应抖动测量电路技术要求的码型发生器参数的详细技术要求。

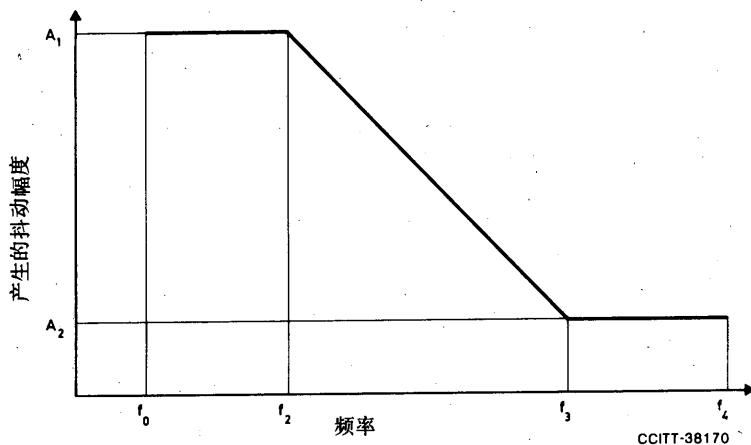


图 2/O.171
产生的抖动幅度与抖动频率的关系

表 2/O.171
产生的抖动幅度与抖动频率的关系

| 比特率 (kbit/s) | A_1 : 从 f_0 至 f_2 所产生的抖动的最小值 | A_2 : 从 f_3 至 f_4 所产生的抖动的最小值 |
|---------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 64 | 5.0UI 从 2Hz 至 600Hz | 0.5UI 从 6kHz 至 10kHz |
| 1544 | 10.0UI 从 2Hz 至 200Hz | 0.5UI 从 4kHz 至 40kHz |
| 2048 | 10.0UI 从 2Hz 至 2400Hz | 0.5UI 从 45kHz 至 100kHz |
| 6312 | 10.0UI 从 2Hz 至 1600Hz | 0.5UI 从 32kHz 至 160kHz |
| 8448 | 10.0UI 从 2Hz 至 400Hz | 0.5UI 从 8.5kHz 至 400kHz |
| 32064 | 10.0UI 从 2Hz 至 1600Hz | 0.5UI 从 32kHz 至 800kHz |
| 34368 | 10.0UI 从 2Hz 至 1000Hz | 0.5UI 从 20kHz 至 800kHz |
| 44736 | 10.0UI 从 2Hz 至 3200Hz | 0.5UI 从 100kHz 至 4500kHz |
| 139264 | 10.0UI 从 2Hz 至 500Hz | 0.5UI 从 10kHz 至 3500kHz |
| 8448 (低 Q) | 10.0UI 从 2Hz 至 10.7kHz | 0.5UI 从 200kHz 至 400kHz |

对图 2/O.171 和表 2/O.171 的注 1 — 抖动幅度规定为以单位间隔 (UI) 为单位的峰-峰值。

对图 2/O.171 和表 2/O.171 的注 2 — f_1 位于 f_0 和 f_2 之间 (参见图 3/O.171 和表 3/O.171)。因为它在时钟发生器要求的条文中并不重要，所以在这里对它不作规定。

3 抖动测量电路

3.1 输入灵敏度

要求抖动测量电路在下述条件下满意地工作：

- a) 在建议 G. 703 [1] 中所列的设备输出口的技术要求。
- b) 抖动测量电路也应能在数字设备的受保护的测试点进行测量。因此，应当提供 30dB (40dB) 的附加增益，以补偿在某些设备中所提供的监测点的平坦损耗。

注 1 — 作为对工作在 1544kbit/s 接口的仪器的一种选择方案，在提供附加增益时，它应为 40dB。

注 2 — 附加 40dB 增益的影响和与频率有关的电缆损耗对测量精度的影响正在研究中。

3.2 各种测量范围

3.2.1 抖动测量电路应能测量峰-峰的抖动。所提供的测量范围是可以选择的，但为了兼容起见，抖动测量电路的抖动幅度/抖动频率的响应应满足图 3/O. 171 和表 3/O. 171 的要求，其中 f_1 到 f_4 是规定待测抖动频率的各个频率。

3.2.2 当测量峰-峰抖动时，也应能对超过一个给定的可选抖动门限的偶然事件的发生次数和时间周期进行计数。应能用外部计数器或者作为一种选择方案，用内部计数器来记录这些事件。

3.2.3 应能在抖动测量电路测量范围内的任何所选定测量值上确定 § 3.2.2 的门限。

3.2.4 作为一个选择方案，抖动测量电路应能测量 r. m. s. 抖动值。在这些情况下，当抖动频率达 f_2 时，应能测量 3.0 单位间隔 (UI)，并且当抖动频率从图 3/O. 171 和表 3/O. 171 中的 f_3 到 f_4 时，应能测量 0.15UI，这些测量范围是任选的。

3.2.5 当不提供 § 3.2.4 中的选择方案时，可以用外部仪表对模拟输出进行 r. m. s. 值测量。

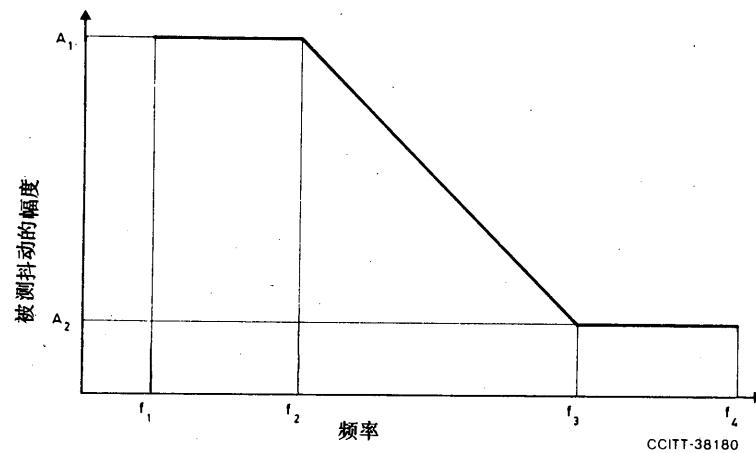


图 3/O. 171
被测抖动幅度与抖动频率的关系

表 3/O. 171
被测抖动幅度与抖动频率的关系

| 比特率 (kbit/s) | A ₁ : 被测抖动从 f ₁ 至 f ₂ 的最大值 | A ₂ : 被测抖动从 f ₃ 至 f ₄ 的最大值 |
|---------------|---|---|
| 64 | 5.0UI 从 20Hz 至 600Hz | 0.5UI 从 6kHz 至 10kHz |
| 1544 | 10.0UI 从 10Hz 至 200Hz | 0.3UI 从 7kHz 至 40kHz |
| 2048 | 10.0UI 从 20Hz 至 2400Hz | 0.5UI 从 45kHz 至 100kHz |
| 6312 | 10.0UI 从 10Hz 至 1600Hz | 0.5UI 从 32kHz 至 160kHz |
| 8448 | 10.0UI 从 20Hz 至 400Hz | 0.5UI 从 8.5kHz 至 400kHz |
| 32064 | 10.0UI 从 60Hz 至 1600Hz | 0.5UI 从 32kHz 至 800kHz |
| 34368 | 10.0UI 从 100Hz 至 1000Hz | 0.5UI 从 20kHz 至 800kHz |
| 44736 | 10.0UI 从 10Hz 至 3200Hz | 0.5UI 从 100kHz 至 4500kHz |
| 139264 | 10.0UI 从 200Hz 至 500Hz | 0.5UI 从 10kHz 至 3500kHz |
| 8448 (低 Q) | 10.0UI 从 20Hz 至 10.7kHz | 0.5UI 从 200kHz 至 400kHz |

对图 3/O. 171 和表 3/O. 171 的注一 抖动的幅度规定为以单位间隔 (UI) 为单位的峰-峰值。

3.3 测量带宽

3.3.1 基本抖动测量电路应包含滤波器，以便在各种比特率情况下限制被测抖动频率的带宽。在测量如 G. 700 系列各建议中规定的抖动频谱及其它一些情况下，应提供附加滤波器以进一步限制带宽。可以把这些附加滤波器放在抖动测量电路的内部或外部。要把滤波器接在鉴相器测量装置之间。抖动测量电路和各种滤波器的带宽应符合表 4/O. 171。

3.3.2 抖动测量电路及各滤波器的频率响应

所有滤波器通带内的响应应当满足抖动测量电路的精度要求。

在低于低端 3dB 点的频率，高通滤波的衰减应当以每十倍频程大于或等于 20dB 增加。

在高于高端 3dB 点的频率，低通滤波的衰减应当以每十倍频程大于或等于 60dB 增加。

但是，滤波器的最大衰减至少应为 60dB。

注一 非正弦抖动对各滤波器要求的影响仍在研究之中。



表 4/O. 171
抖动测量带宽和高通滤波器截止频率

| 比特率 (kbit/s) | 抖动测量带宽 | | | | 滤波器的 3dB 点 | |
|-----------------|--------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| | f_0 (低端 3dB 点) (Hz) | f_1 (Hz) | f_4 (kHz) | f_5 (高端 3dB 点) (Hz) | 高通滤波器 No. 1 | 高通滤波器 No. 2 |
| 64 | 2 | 20 | 10 | ≤ 20 | 20Hz | 3kHz |
| 1554 | 2 | 10 | 40 | ≤ 80 | 10Hz | 8kHz |
| 2048 | 2 | 20 | 100 | ≤ 200 | 20Hz | 700Hz 18kHz |
| 6312 | 2 | 10 | 160 | ≤ 320 | 10Hz 60Hz | 24kHz 32kHz |
| 8448 | 2 | 20 | 400 | ≤ 800 | 20Hz | 3kHz 80kHz |
| 32064 | 2 | 60 | 800 | ≤ 1600 | 60Hz | 160kHz |
| 34368 | 2 | 100 | 800 | ≤ 1600 | 100Hz | 10kHz |
| 44736 | 2 | 10 | 4500 | ≤ 9000 | 10Hz | 900kHz |
| 139264 | 2 | 200 | 3500 | ≤ 7000 | 200Hz | 10kHz |

注 1 — 在频率 f_1 和 f_4 之间规定仪器的精度。

注 2 — 对于工作在 6312kbit/s 的高通滤波器 No. 1 和工作在 2048kbit/s、6312kbit/s 及 8448kbit/s 的高通滤波器 No. 2 规定了两个值。

3.4 测量精度

3.4.1 概述

抖动测量电路的测量精度取决于若干因素，如固定的内在误差、频率响应以及与码型有关的内部基准定时电路的误差。此外，还有一种误差，它是实际读数的函数。

在 1kHz 抖动频率的总误差（不包括由于频率响应产生的误差）应当小于

$$\text{读数的 } \pm 5\% \pm X \pm Y$$

式中 X 是表 5/O. 171 中的固定误差， Y 是 $0.01UI_{p-p}$ ($0.002UI_{r.m.s}$) 的误差，它适用于采用内部定时提取的情况。

3.4.2 固定误差

对于各种系统比特率和所指出的测试顺序,当在图 3/O.171 的 f_1 和 f_4 之间任何抖动频率进行测量时,抖动测量电路的固定误差应如表 5/O.171 中所列。

3.4.3 其它频率上的误差

在 f_1 和 f_4 之间的抖动频率,除 1kHz 外,附加到上述 § 3.4.1 中规定的误差应如表 6/O.171 所列。

注一 在 § 3.4 中给出的抖动测量电路的测量精度限值是暂定的,并且仍在研究之中。

表 5/O.171
抖动测量中的固定误差

| 比特率 (kbit/s) | 对于各种给定码型的抖动,以 UI 为单位 | | | | | |
|-----------------|----------------------|----------|--------------------|----------|-----------|----------|
| | 10001000 | | 伪随机码 ^{a)} | | 全“1”或时钟输入 | |
| | p-p | r. m. s. | p-p | r. m. s. | p-p | r. m. s. |
| 64 | 0.005 | 0.002 | 0.025 | 0.004 | 0.004 | 0.001 |
| 1544 | <0.005 | <0.002 | <0.025 | <0.004 | <0.004 | <0.001 |
| 2048 | <0.005 | <0.002 | <0.025 | <0.004 | <0.004 | <0.001 |
| 6312 | <0.005 | <0.002 | <0.025 | <0.004 | <0.004 | <0.001 |
| 8448 | <0.005 | <0.002 | <0.025 | <0.004 | <0.004 | <0.001 |
| 32064 | 在研究中 | | | | | |
| 34368 | <0.025 | <0.01 | <0.055 | <0.015 | <0.02 | <0.01 |
| 44736 | 在研究中 | | | | | |
| 139264 | <0.03 | <0.015 | <0.085 | <0.02 | <0.025 | <0.015 |

a) 参见 § 2.3.1。

表 6/O. 171
频率响应误差

| 比特率 (kbit/s) | 测量带宽 | | 以 1kHz 误差为参考的附加误差 |
|-----------------|------------|------------|---|
| | f_1 (Hz) | f_4 (Hz) | |
| 64 | 20 | 10 | $\pm 2\% 20\text{Hz}$ 至 600Hz $\pm 3\% 600\text{Hz}$ 至 10kHz |
| 1544 | 10 | 40 | $\pm 4\% f_1$ 至 1kHz ; $\pm 2\% 1\text{kHz}$ 至 f_4 |
| 2048 | 20 | 100 | $\pm 2\% f_1$ 至 f_4 |
| 6312 | 10 | 160 | $\pm 4\% f_1$ 至 1kHz ; $\pm 2\% 1\text{kHz}$ 至 f_4 |
| 8448 | 20 | 400 | $\pm 2\% f_1$ 至 300kHz $\pm 3\% 300\text{kHz}$ 至 f_4 |
| 32064 | 60 | 800 | $\pm 2\% 60\text{Hz}$ 至 300kHz |
| 34368 | 100 | 800 | $\pm 3\% 300\text{kHz}$ 至 f_4 |
| 44736 | 10 | 4500 | $\pm 4\% 10\text{Hz}$ 至 200Hz $\pm 2\% 200\text{Hz}$ 至 300kHz $\pm 3\% 300\text{kHz}$ 至 1MHz $\pm 5\% 1\text{MHz}$ 至 3MHz $\pm 10\% >1\text{MHz}$ |
| 139264 | 200 | 3500 | |

3.5 附加装置

3.5.1 模拟输出

抖动测量电路应提供一个模拟输出信号，使得能在抖动测量电路的外部进行测量。

3.5.2 基准定时信号

鉴相器需要一个基准定时信号。在端对端测量的情况下，它可以在抖动测量电路中从任何输入码型中得到。在环路测量的情况下，它可以从适当的时钟源中得到。

4 工作环境

当工作在如建议 O.3, § 2.1 规定的各项气候条件时，应满足各项电气性能要求。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*, Vol. III, Rec. G.703.
- [2] CCITT Recommendation *The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 2048 kbit/s hierarchy*, Vol. III, Rec. G.823.

第二部分

O 系列建议的增补

(M, N 和 O 系列建议增补的第三章)

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

3 测量设备技术要求

增 补 No. 3.1

测试仪器要求——正弦信号发生器和电平测量仪^①

(1972 年订于日内瓦；1988 年修改于墨尔本)

A. 直接读数、一般用途的、连续可变的正弦发生器（不扫频）

表 1 列出了直接读数、一般用途的连续可变的正弦发生器主要性能要求的范围。

在需要离散频率时，对电话型电路，在建议 M. 580 中给出了适用于国际通信场合的适当标称值，对声音节目电路，这些值在建议 N. 21 中给出。

B. 直接读数、一般用途的宽带和选频电平测量仪（不扫描显示或固定频率）

表 2 列出了直接读数、一般用途的宽带和选频电平测量仪主要性能要求的范围。

注 — 建议把建议 O. 22 的 § 8 中给出的技术要求用于电话型电路中使用的信号发生器和电平测量仪。

① 为了便利于本书的读者，根据 CCITT 绿皮书，ITU，日内瓦，1973 卷 IV.2 重印了这个增补。

表 1
正弦信号发生器主要性能要求
(不扫频发生器)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|
| 频率 | | | | |
| a) 范围 | | | | |
| b) 在 20°C 和正常供电时, 在没有频率计数器的情况下, 初始调整的精度 | 200Hz 至 4kHz ±1% ±1Hz | 30Hz 至 20kHz ±1% ±1Hz | 4 至 1400kHz 低于 120kHz ±0.2% ±100Hz 和 120kHz 以上 ±0.2% ±1kHz | 60Hz 至 17MHz ±0.002% ±300Hz |
| c) 稳定度 | | | | |
| — 在 20°C 和正常供电时, 每小时 | ±1% | ±2% | ±0.01% ±250Hz | ±0.005% ±250Hz |
| — 在 规定温度范围内和正常供电情况(注)每 10°C | ±0.1% | ±0.1% | ±0.1% ±250Hz | ±0.002% ±10Hz |
| — 在 20°C 电源变化每 10% | ±0.5% | ±0.5% | ±0.05% ±250Hz | ±0.001% ±10Hz |
| 输出电平 | | | | |
| a) 范围 | +10 至 -40dBm (+12 至 -45dNm) | +20 至 -40dBm (+23 至 -45dNm) | +10 至 -60dBm (+12 至 -70dNm) | +10 至 -60dBm (+12 至 -70dNm) |
| b) 在 20°C 和正常供电时, 在 $\Delta dBm(0dNm)$ 和参考频率的精度 | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.2dB(±0.2dNp) | ±0.2dB(±0.2dNp) |
| c) 在范围内的任何电平或频率的精度 | ±0.5dB(±0.6dNp) | ±0.5dB(±0.6dNp) | ±0.5dB(±0.6dNp) | ±0.5dB(±0.6dNp) |
| d) 稳定度 | | | | |
| — 在 20°C 和正常供电时, 每小时 | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) |
| — 在 规定温度范围内和正常供电情况(注), 每 10°C | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) |
| — 在 20°C 电源变化每 10% | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) |
| 输出纯度 | | | | |
| 总输出功率对无用信号功率(噪声、谐波和非谐波频率)之比 | 至少 40dB(46dNp) | 至少 50dB(57dNp) | 至少 46dB(53dNp) | 至少 46dB(53dNp) |
| 输出阻抗 | | | | |
| a) 标称值(如需要时, 可以规定其它数值) | 600Ω, 平衡 | 600Ω 平衡或对于恒压技术不大于 6Ω 平衡 | 75Ω 不平衡或 150Ω 平衡或 600Ω 平衡 | 50 或 75Ω 不平衡 |
| b) 对标称值的回损 | 至少 30dB(35dNp) | 至少 30dB(35dNp) | 至少 30dB(35dNp) | 至少 30dB(35dNp) |
| c) 对地平衡(适用时) | 至少 40dB(46dNp) | 至少 60dB(70dNp) | 至少 40dB(46dNp) | |

注 — 必须规定仪器满意工作的温度范围。这在很大程度上决定于地理位置。

表 2
宽带和选频电平测量仪的主要性能要求
(无固定频率扫描显示)

| 1 | 电话型电路 | 声音节目电路 | 基群、超群 和 12、60、120、 及 300 路系统 | 主群、超主群和 900 到 2700 路系统 |
|--|--|--|--|--|
| 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 频率 | | | | |
| a) 范围 | 200Hz 至 4kHz 40Hz | 30Hz 至 20kHz 40Hz | 4kHz 至 1400kHz 600Hz 和 4kHz | 60kHz 至 17MHz 600Hz 和 4kHz |
| b) 对选频测量的标称带宽 (注 1) | | | | |
| 输入电平范围 | | | | |
| a) 宽带 | +20 至 -50dBm (+23 至 -58dNm), 在降低精度情况下, 直到 -70dBm (-80dNm) | ±20 至 -50dBm (+23 至 -58dNm), 在降低精度情况下, 直到 -70dBm (-80dNm) | +20 至 -50dBm (+23 至 -58dNm) | +20 至 -50dBm (+23 至 -58dNm) |
| b) 选频 | +20 至 -80dBm (+23 至 -92dNm) | +20 至 -80dBm (+23 至 -92dNm) | +20 至 -90dBm (+23 至 -104dN*m), 在降低精度情况下, 直到 -110dBm (-127dNm) | +20 至 -90dBm (+23 至 -104dN*m), 在降低精度情况下, 直到 -110dBm (-127dNm) |
| 测量精度 | | | | |
| a) 若提供内部校准时, 在 20°C 和正常供电情况下, 工作在 0dBm(0dNm) 和参考频率 | ±0.2dB(±0.2dNp) ±0.1dB(±0.1dNp) ±0.5dB(±0.6dNp) | ±0.2dB(±0.2dNp) ±0.1dB(±0.1dNp) ±0.5dB(±0.6dNp) | ±0.2dB(±0.2dNp) ±0.1dB(±0.1dNp) ±0.5dB(±0.6dNp) | ±0.2dB(±0.2dNp) ±0.1dB(±0.1dNp) ±0.5dB(±0.6dNp) |
| b) 在范围内的任一电平和频率(注 2) | | | | |
| 指示电平的稳定性(注 3) | | | | |
| a) 在 20°C 及正常供电情况下, 每小时 | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) |
| b) 在 20°C 和正常供电情况下, 每 48 小时 | ±0.3dB(±0.4dNp) | ±0.3dB(±0.4dNp) | ±0.3dB(±0.4dNp) | ±0.3dB(±0.4dNp) |
| c) 在规定温度范围内并在正常供电情况下(注 3), 每 10°C | ±0.5dBm(±0.6dNp) | ±0.5dB(±0.6dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) |
| d) 在 20°C, 电源变化每 10% | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) | ±0.1dB(±0.1dNp) |
| 无用信号电平 | | | | |
| 由仪器本身产生并在输入端出现的相对于在输入端所测到的最低可允许输入电平 | -20dB(-23dNp) 或更低 | -20dB(-23dNp) 或更低 | -20dB(-23dNp) 或更低 | -20dB(-23dNp) 或更低 |

续表 2

| 1 | 电话型电路 | 声音节目电路 | 基群、超群和 12、60、120 及 300 路系统 | 主群、超主群和 900 到 2700 路系统 |
|---------------------------------|-------------------------------|---|--------------------------------|------------------------|
| 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 输入阻抗 | | | | |
| a) 对终接电平测量的标称值, 如需要的话, 可规定其它标称值 | 600Ω 平衡 | 600Ω 平衡或在采用稳压技术时至少为 $20 \times 10^3 \Omega$ | 75Ω 不平衡或 150 或 600Ω 平衡或不平衡中任一个 | 50 或 75Ω 不平衡 |
| b) 跨接电平测量的值 | 至少 $25 \times 10^3 \Omega$ 平衡 | 至少 $20 \times 10^3 \Omega$ 平衡 | 不建议跨接测量 | 不建议跨接测量 |
| c) 相对标称值的回损(在终接电平测量情况下) | 至少 30dB(35dNp) | 至少 30dB(35dNp) | 至少 30dB(35dNp) | 至少 30dB(35dNp) |
| d) 对地平衡度, 适用于跨接电平或终接电平 | 至少 40dB(46dNp) | 至少 60dB(70dNp) | 至少 40dB(46dNp) | |
| 镜像频率抑制 | 至少 50dB(58dNp) | 至少 50dB(58dNp) | 至少 60dB(70dNp) | 至少 60dB(70dNp) |

注 1 — 需要对选频测量相当详细地规定标称带宽的响应特性。

注 2 — 虽然规定了输入阻抗的实际回损不大于 30dB(35dNp), 但是应安排仪器(当正确地连接到有适当标称值的发生器时)能指示在具有相对于标称值的回损至少为 40dB(46dNp)的阻抗上产生的电平。

注 3 — 稳定度限值包含了在选频测量仪中的任何机内本地振荡器频率变化的影响。

注 4 — 必须规定仪器应当满意工作的温度范围。它很大程度上决定于地理位置。

增 补 No. 3. 2

电信电路的噪声测量仪

(对于这个增补，参见绿皮书的卷 IV. 2 第 534 页)

增 补 No. 3. 3

音量指示器的主要特性

(对于这个增补，参见绿皮书的卷 IV. 2 第 548 页；
本课题的附加资料由建议 O. 51 给出。)

增 补 No. 3. 4

有不同设计方案的用于测量量化失真的 设备之间配合工作的考虑

(对于这个增补，参见橙皮书的卷 IV. 2 第 85 页)

增 补 No. 3. 5

(取消，由建议 O. 6 所替代)

增 补 No. 3. 6

用于同轴载波传输系统的串话测试装置

(1988 年订于墨尔本)

(来自 USSR 电信主管部门的资料)

1 引言

本增补包含了方法的描述和串话比测量装置的基本技术参数，把它设计用在同轴载波传输系统中具有低近端可懂串话比的中继器远端定位。

2 操作

本设备测量来自不同中继器的近端串话信号的传播时延。为了确定距一个中继器的距离而进行的测试信号时延的测量和对接收的信号幅度的测量，使得有可能确定中继器的号码以及这个中继器的近端串话比。

通过时间过滤（相关处理）的方法，从噪声和来自其它中继器的信号中提取测试信号。最好是用一个具有足够窄的相关函数的特殊信号作为测试信号。在此装置中使用一个由伪随机序列（PRS）脉冲（相位调制信号）相位调制的正弦测试信号。

在图 1 和图 2 中给出了这个装置的简化方框图和频率图。

在调制器 M1 中完成了来自振荡器 G1 的正弦信号 f_1 与来自 PRS 振荡器 G2 的信号的相位调制，所构成的信号频谱没有频谱分量 f_1 （受到大于 54dB 的抑制）。在图 3 中表示了调制信号和测试信号，并在图 4 中表示出调制信号频谱。在调制器 M3 内形成了从 f_{2m} 至 f_{km} 频带内的相位一调制测试信号。在被测传输系统的频谱中选取一个来自石英控制振荡器并工作在频带 f_2 至 f_n 中的一个频率的信号作为载波。在 $f_{km} + f_{1m}$ 以及 f_{1m} 的测试信号中不含有中心频谱分量。把这个信号 f_{km} 加到干扰链路的输入口。

从返回通道输出口来的串话信号（受到干扰的通道）加到装置的输入口。该信号在调制器 M4 中重新变换。然后，信号 f_{1m} 加到鉴相器 M2 的输入口。把相对于时延电路 D1 中的调制信号偏移时间间隔 Δt 的、来自 G2 的 PRS 信号加到鉴相器 M2 的另一个输入口。如果给出的时间间隔与在被测线路中相对于装置输出口测试信号的串话信号时延相一致的话，则在 M2 的输出口将得到单频正弦信号 f_1 ，然后用选频电平表（SLM）测量该信号电平。当给出的 Δt 值与来自线路的串话信号时延不一致时，则在鉴相器 M2 的输入口和输出口，将呈现出在频谱中没有频率 f_1 的信号。通过改变在 D1 中给出的时延值，使得调谐到被测段上不同中继器的串话信号，这样就可以实现所有中继器串话值的远端测量。

最好是根据所选信号的相关函数 $R(t)$ （见图 5）确定测试信号参数的选择。为此，在二个等级上估计 $R(t)$ ：相应于低相关区， $R(t) \leq 0.1$ 以及极限的高相关区 $R(t) = 0.607$ 。

如果在两个相邻信号之间的时间偏移是在高相关区之外的话，则它们之间的分辨是可行的。因此，基本 PRS 脉冲持续时间的选择取决于来自相邻中继器串话的最小串话时间偏移 Δt_{min} ，即：

$$\tau < \Delta t_m = \frac{2l_{rs}}{V}$$

式中

l_{rs} 是相邻中继器之间的最小距离

V 是在电缆内电波的传播速率

装置中的脉冲持续时间 τ 决定于振荡器频率的定标，并且可以针对具有不同传播速率的各种类型的电缆对它进行调节。可以通过改变振荡器频率的定标实现调节。

伪随机序列的重复周期应保证测量的明确性，即，两个相邻的自相关函数之间的时间，最大应大于在两个传输方向的被测段 l_{st} 的信号传播时间。

$$T \geq \frac{2l_{st}}{V}$$

时延电路 D1 的最小步位是由考虑调谐到自相关函数的最大值可容许的误差来决定的，它可能等于 0.1τ （误差不大于 5%）。在 D1 中时延的最大值由被测线路段 L_{st} 的长度来确定，即根据在两个传输方向上线路的信号传播时间：

$$t_{D1} \geq \frac{2l_{st}}{V}$$

为测量不仅相当于低的而且也相当于中继器正常串话衰减的串话信号电平, SLM 的通带必须非常窄(0.1 到 0.3Hz), 以便可以从噪声中提取测试信号。这样的通带可以利用同步相位滤波器来实现。

3 为频率低于 18MHz 的传输系统所设计装置的基本技术参数

3.1 基本特性

| | |
|---|------------------------------------|
| 3.1.1 被测段的最大长度 | 400km |
| 3.1.2 被测中继器之间的最小距离 | 1.0km |
| 3.1.3 对被测中继器调整距离的最小步位 | 0.1km |
| 3.1.4 标称测试信号的载波频率..... | 0.37; 1.1; 4.4; 7.9 17.25MHz |
| 3.1.5 最小测试电平 | -120dB |
| 3.1.6 故障中继器的定位时间 (在一个被测段中最多 70 个中继器) | 20 分钟 |

3.2 一些技术特性

| | |
|--|---|
| 3.2.1 在伪随机序列 (PRS) 中的基本脉冲数目 对测试信号相位调制 | $2^9 - 1 = 511$ |
| 3.2.2 PRS 重复率 | 4.2ms |
| 3.2.3 测试信号电平范围 | -59dB 至 0dB |
| 3.2.4 振荡器频率刻度 | 2.4 至 2.5MHz |
| 3.2.5 电平测量范围 | -120 至 -50dB |
| 3.2.6 接收器带宽 (3dB 标准) | -0.333Hz |
| 3.2.7 时延的步位 | 83.3μs (10km) 8.3μs (1km) 0.8μs (0.1km) |
| 3.2.8 当 PRS 受到 24.9μs (3km) 偏移时, 在接收指示器中对于相应 最大值读数的减少 | 不大于 40dB |
| 3.2.9 在 “-100dB” 范围内对 0dB 读数的测量误差 | 小于±1dB |

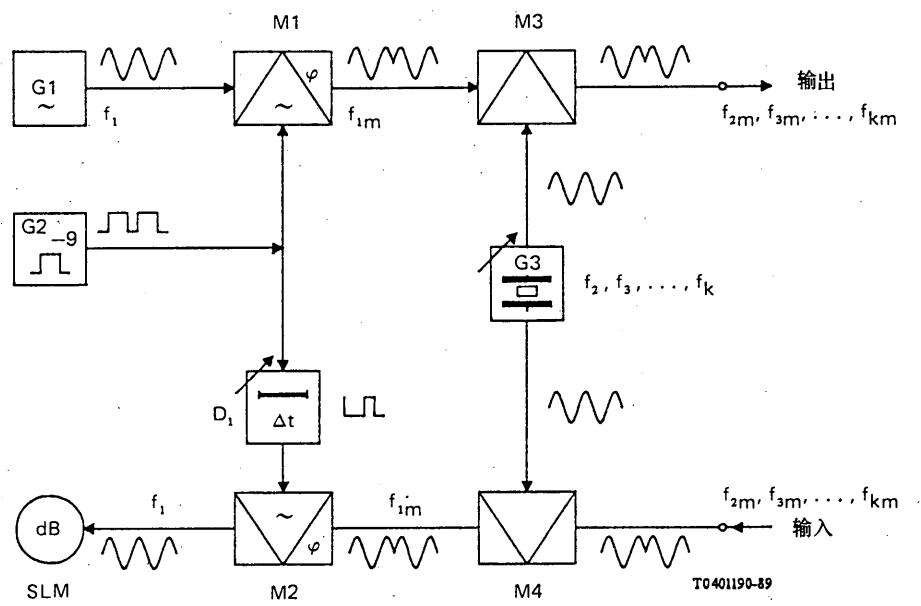


图 1
串话测试装置简化方框图

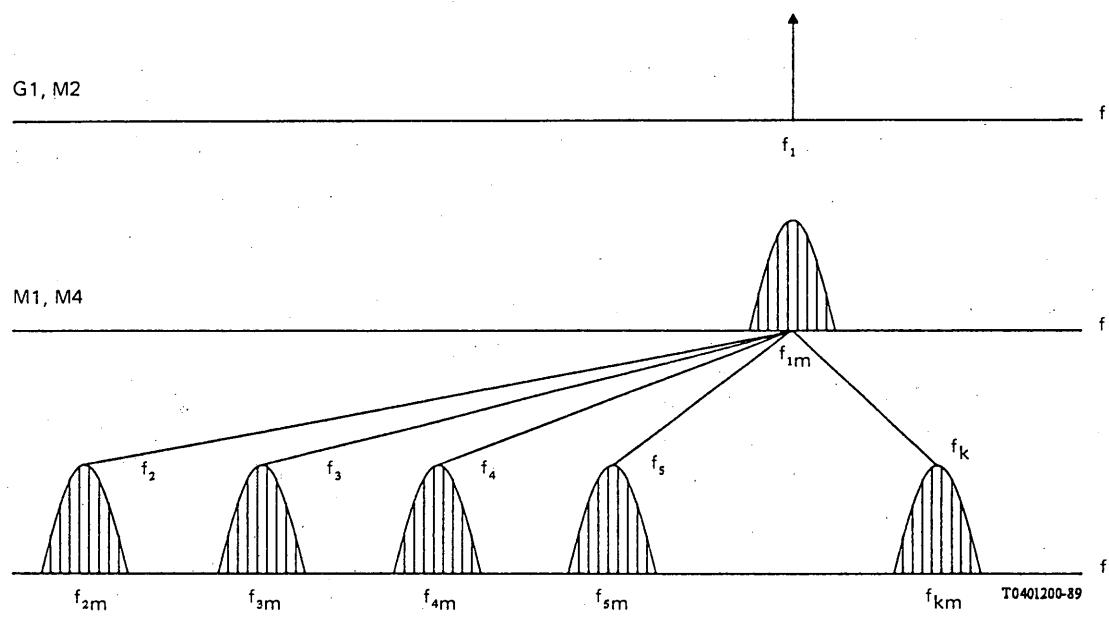


图 2
串话测试装置频率图

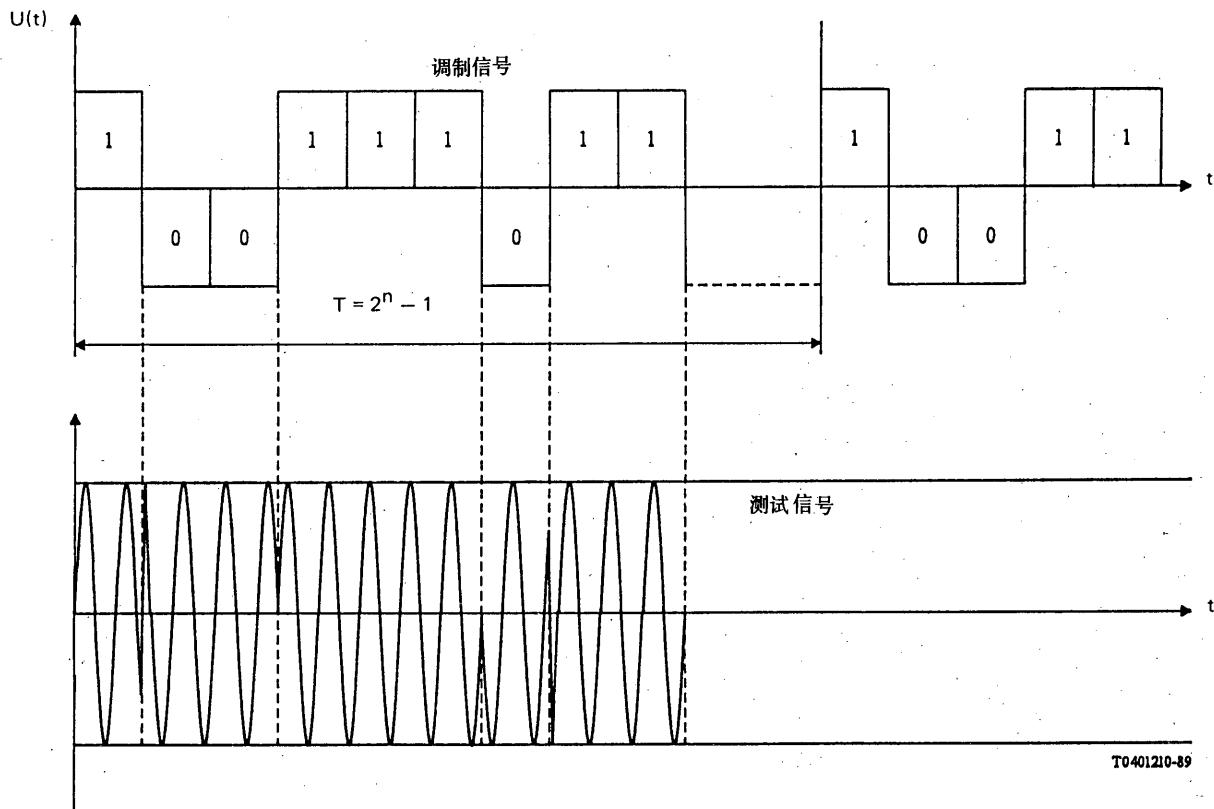


图 3
调制和测试信号

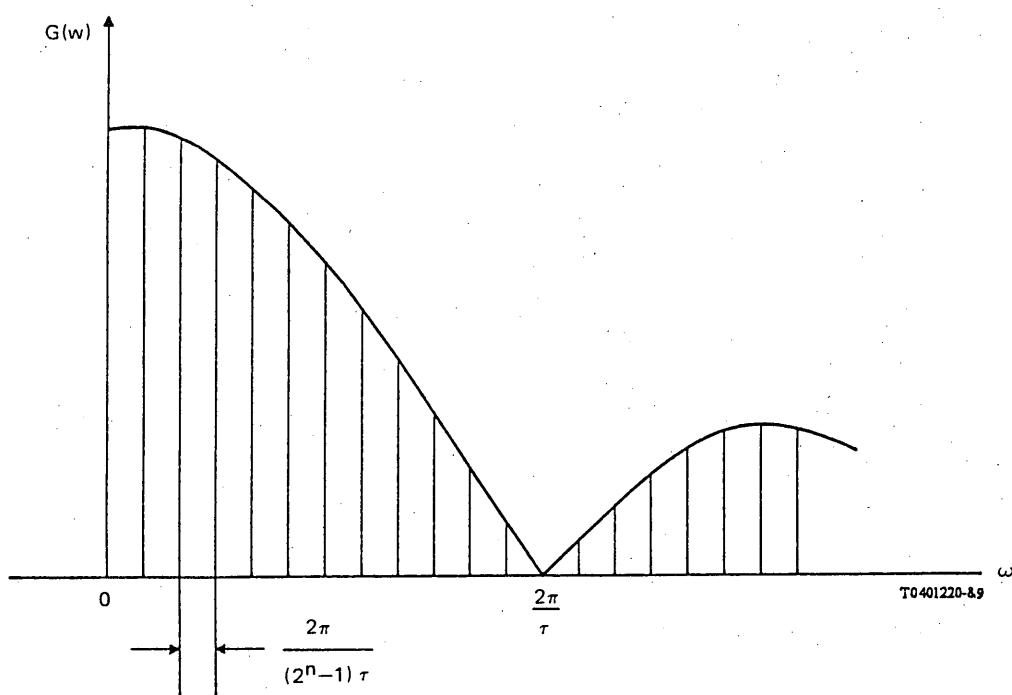


图 4
调制信号频谱

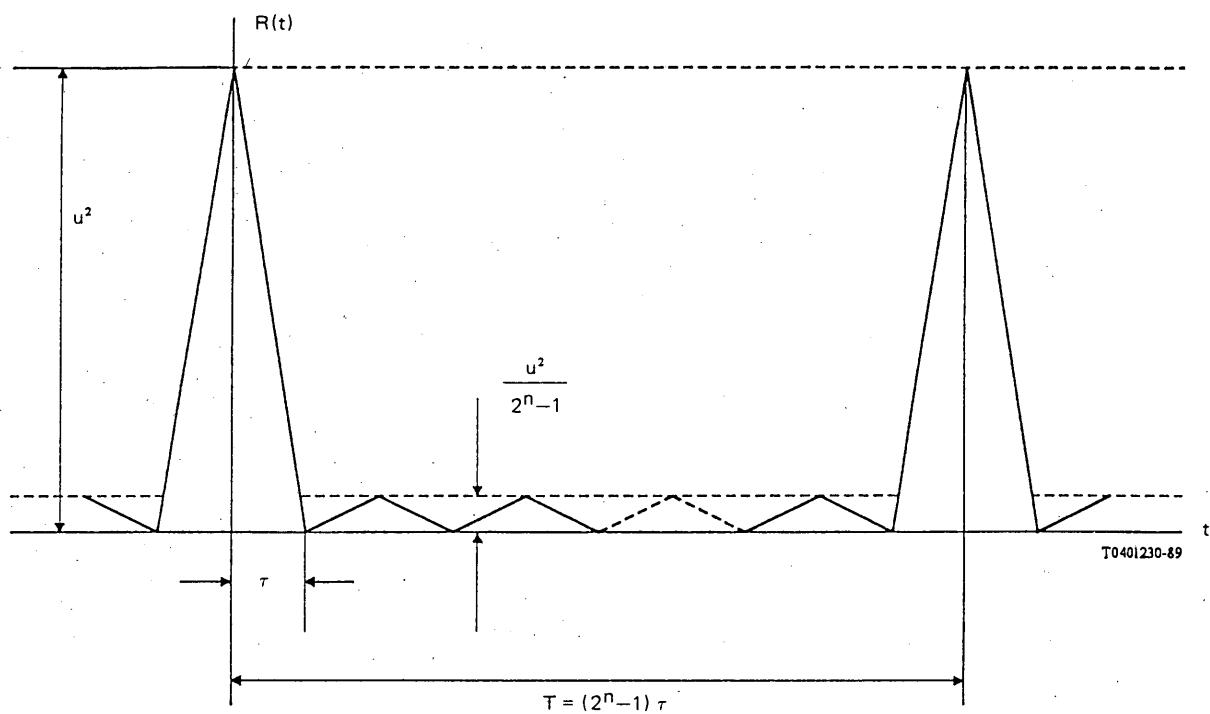


图 5
测试信号相关函数

增 补 No. 3.7

快速测量电话型电路幅度和相位的测量信号 (多个单音测试信号)

(1988 年订于墨尔本)

(由联邦德国、法国和苏联提供的资料)

下面给出了对测试信号的简单描述，叙述了对同时测量幅度和相位的具体优点。

1 多个单音的测试信号

1.1 一般描述

多个单音测试信号 (MTTS) 是由在低频范围内以 100Hz 频率间隔分隔的 N 个离散信号的频谱组成。

各个谱线都是等幅的；根据数学考虑来选择相互间的相位关系，在测试信号的整个周期测试信号的能量近似均匀地分布。

传输特性，即电话线的幅度和相位失真，引起测试信号的变化。在接收侧，对这些变化进行测量和估计，例如，用富里叶分析的方法。这些结果可以以幅度和/或相位图的形式在屏幕上显示出来，并且（例如）也可以由此导出群时延。

1.2 测量原理

在数字电路中产生由 N 个余弦波组成的发送信号：在具有时钟频率的 ROM 里读出 MTTS 足够数目的瞬时值。在通过 D/A 变换器和能抑制时钟频率的滤波器后，可得到合成信号：

$$u(t) = \sum_{n=1}^N A_n \cdot \cos(2\pi n f t - \varphi_n)$$

式中

A 单个波形幅度

f 100Hz (见注 2)

φ 单个波形的相位

n 单个波形的序数

t 时间

N 波形的总数

在 f=100Hz 时，MMTS 的一个周期的持续时间是 10ms。

把 MTTS 送到被测物，它改变了 MTTS 的特性，即，单个波形的幅度和相位。

在接收部分，把被改变的信号送到一个按时钟频率对信号抽样的估计电路。把抽样后的模拟值数字化并且存入存储器，然后用离散富里叶变换方法，把时间函数的存储值转换到频率域。所有需要的计算是用微计算机完成的。

在各被测物包含有载频系统的测量中，可能出现测量信号的频率偏移。在这种情况下，建议在接收器的信号处理部分中使用各种窗口函数。

被测物的特性是从接收到的值相对于发送值的偏离导出的。

1.3 多个单音测试信号的数据

发送器

发送频率

— 同时 35 个信号（余弦）；

— $n \times 100\text{Hz}$; $n=2$ 至 36 从 200 至 3600Hz，每步 100Hz，或见注 1 和 2；

— 精度 1×10^{-4}

发送电平（多个单音测试信号）10 至 -40dBm 。

这个电平相当于单个正弦信号的电平，它具有与测试信号相同的峰值。

— 在 1000Hz 的精度 0.2dB

— 频率响应 0.1dB

— 谐波失真 40dB

— 在 $+10\text{dBm}$ 的寄生失真 50dB

— 相位构像

| 0 | $2\pi/7$ | $4\pi/7$ | $6\pi/7$ | $8\pi/7$ | $10\pi/7$ | $12\pi/7$ |
|--|---------------------|--------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------|-------------------|
| n: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 15 22, 29, 36 | 9, 12, 20, 24 35 | 10, 16, 18, 26 28, 34 37 (注 1) | 11, 13, 31 33 | 21, 23, 27 32 1 (注 1) | 14, 19, 25 30 | 7, 17 38 (注 1) |

注 1—序号 1, 37 和 38 是任选值。

注 2—法国主管部门使用频率每步为 101.56Hz , 它相等于 $[26 \times (n-1)] \times f$, 其中 $f=8000/2048$ 。这符合在建议 O.6 中包含的关于 PCM 设备的频率偏移原理。

接收器

接收器考虑了所传输信号的电平和相位构像。

2 多个单音测试信号的优点

在技术手段可达到的今天, 能够做到以低成本产生具有非常好的频率稳定度、幅度和相位的多个单音测试信号。在频率范围为 200Hz 至 3600Hz 之内的离散信号数量为 35, 因此测试点对于实际上存在的测试要求是足够用的。按照注 1, 可以把频带展宽。

当评价接收信号时, 例如在用富里叶分析来确定幅度/频率响应和/或相位或群时延的情况时, 考虑到处理时间和屏幕显示时间, 要求测试周期时间仅小于 1 秒钟。当必须进行均衡工作时, 这样短的测试周期具有很大的优点。

因为 MTTS 通常是一个连续信号, 所以没有在使用扫描方式信号时发生的调整时间问题。

MTTS 是一个用来确定滤波器有效值带宽的理想的频带受限的“噪声信号”。例如, 对于在建议 O.41 中的滤波器(噪声计加权)或者在测量量化失真的 PCM 仪器的情况下。

鉴于频率响应曲线的波动, 可以很清楚地识别由于被测物的非线性而产生的频率分量。

在使用富里叶分析评价接受的 MTTS 时, 可以识别无用信号的幅度和相位; 这意味着该过程就象一个扫描的选择性接收机那样工作。

这个 MTTS 的周期是 10ms (相当于 100Hz 基频的一个周期)。因为对于富里叶分析来说, 正好在测试信号的一个周期抽样是足够的, 也就是在接收侧是 10ms , 并且 10ms 加在发送侧, 所以在话音或数据传输信号相当短的间隔期间可以完成测量。这些间隔在这些信号的任何情况下出现, 或者它们可以用技术手段产生。

MTTS 与富里叶分析共同使用, 使得有可能提供通常需要各种滤波器的参数测量; 例如, 加权噪声、量化失真、选择串话等。在这些情况中, 是由在微计算机中完成对输入信号频域的适当计算来提供滤波的。

对于包括 PCM 各部分的测量来说, 不要求为避免 8kHz 分谐波而偏移频率, 在这种情况下, 没有频率偏移的 MTTS 导致波动达 $\pm 0.1\text{dB}$ 的频率响应。利用平均过程(例如, 4 或 16 个测量周期), 可以把波动减小到可忽略的数值。

减小波动的进一步可能性是按照注 2 使用 $n \cdot 101 \cdot 56\text{Hz}$ 的偏移频率。

在这种情况下, 在一个测量周期之后, 波动小于 $\pm 0.05\text{dB}$; 即使这个误差比较小也还可以用平均过程减小。

3 实际的经验

自 1981 年以来，利用多个单音测试信号的仪器已经由全世界的各主管部门使用。

可以很快地并明确地得到测量结果，并且这些结果与利用常规方法所得到的结果一致。

为了确定对进一步应用的最佳利用，苏联电信主管部门从理论上和实际上调查研究了 MTTS。

增 补 No. 3.8

关于抖动测量的导则

(1988 年订于墨尔本)

(由第 IV 研究组和第 X VIII 研究组收集的信息)

1 抖动的定义和产生原因

CCITT 建议 G. 701 [1] 中对抖动的定义是“数字信号的各个有效瞬时对其当时的理想位置的短期非累积性偏离”。这意味着抖动是（不希望有的）数字信号的相位调制。相位偏离的频率称为抖动频率。与抖动密切相关的第二个参数称为漂动。把它定义为“数字信号的各个有效瞬时相对其当时的理想位置的长期非累积性偏离”。到目前为止，在抖动和漂动之间的界限还没有明确的定义。具有频率低于 1Hz 至 10Hz 的相位变化部分通常称为漂动。

抖动可以降低数字电路的传输性能。由于信号偏离其理想时间位置的结果，可以在信号再生点把差错引入到数字比特流中。由于在含有缓冲存储器和相位比较器的数字设备中的数据溢出或取空，可以把滑动引入到数字信号中。此时，在数字一模拟变换装置中由于重建样值的相位调制可以导致解码的模拟信号降低质量，在传输编码的宽带信号时，这很可能是一个问题。

在系统性抖动和随机抖动之间必须进行区分。系统性抖动是由于信号再生装置中定时恢复电路调整不当，或者码间干扰以及由于电缆均衡有缺陷而产生幅度到相位变换而引起的。系统性抖动与码型有关。

随机抖动来源于内部或外部干扰信号，如中继器的噪声、串话或反射。随机抖动与传输码型无关。

在码速调整分用设备中产生的低频抖动是由于码速调整的同步而产生的；根据这个机理，可以把准同步低速信号与本地产生的时钟源同步。把在分用设备低速输出口出现的这种抖动表示为“码速调整抖动”或“等待时间抖动”。

当系统性抖动与在各种再生中继器中所传输的脉冲码型相关时，它的积累是相关的。随机抖动在各种再生中继器中是不相关的，所以它的积累也是不相关的。在大部分现有低速数字系统中系统性抖动是主要的。在某些现代高速系统中，随机部分可能比较重要或者甚至占主要地位。

和某些其它损伤不同，干扰抖动可以由再生中继器或者使用“抖动降低器”而降低，“抖动降低器”包含具有窄带相位平滑电路的信号缓冲器。再生中继器只能降低在时钟恢复电路的截止频率以上的抖动频率分量。在较低的抖动频率，输出信号或者再生中继器跟随着输入抖动。在这种情况下，抖动是“被传递的”，它意味着再生中继器起着与低通滤波器一样的作用。这种特征的特性导致如图 1 中所示的典型的抖动容限样板。

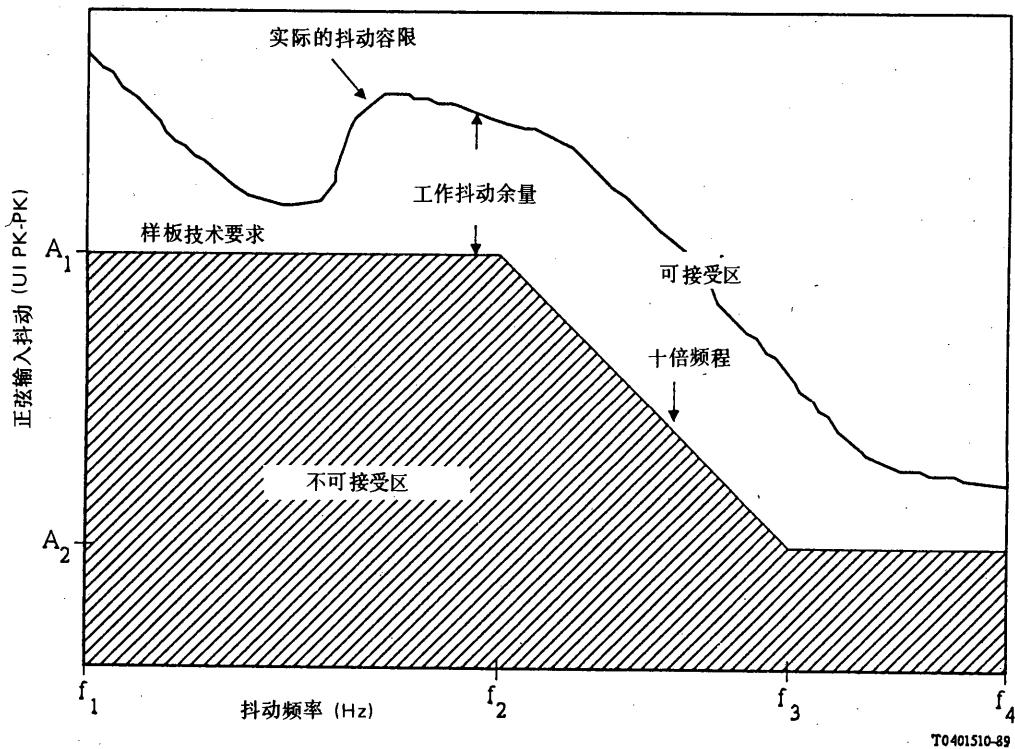


图 1
实际的容限测量和容限样板的关系

从上述考虑中可以看到，抖动能严重地损害数字传输系统的性能。另一方面，不能完全避免抖动。评价抖动是否保持在允许的范围是抖动测量的任务。

2 测试环境

为了便于能重复和精确地测量，并且可以在不同时间进行的测量之间作出比较，需要减少测试环境的变化。一些测试环境参数可以在它们的容许范围内有很大的变化并且可能影响测量的结果。这些参数包括数据码型、数据速率、脉冲形状和电缆特性。这些参数的特性应当受到适当控制。另外，还有一些也可能影响抖动性能的次要测试环境参数，为了便于重复测量，应当把它们维持在正常水平。

为了检验最坏情况下的设备性能，可能需要使被测设备处于测试环境多变的状态。但是由于缺乏对可能引起差错以及对于与设备失效机理有关的其它非抖动影响的具体参数的控制，这种类型的测试未必能提供有意义的抖动性能的数据。因此，不能用测试环境中的多次改变来表征被测设备的抖动性能。

2.1 受控的数据码型

某些测量过程需要应用受控的数据码型。当准备把受控的数据码型去近似在网中遇到的现有业务量时，建议使用一个伪随机比特序列（PRBS）。在建议 O.151 和 O.152 中规定了四种伪随机码型，即 $2^{11}-1$, $2^{15}-1$, $2^{20}-1$, 和 $2^{23}-1$ 长度的序列。为了保证一个特定的 PRBS 产生工作在适当系列级的典型时钟恢复电路抖动半功率带宽内的适当抖动谱线密度，PRBS 字长应当比数据速率除以抖动半功率带宽 [2] 长得多（见注）。在建议 O.151 中规定的用于比特差错测量的 $2^{15}-1$ 比特长的伪随机比特序列可以产生一个用于高于一次群速率抖动测量的不适当的谱线密度。而且，这种码型具有较差的二进制工作特性。因此对于比特率在一次群速率和高于一次群速率的情况，码型长度应当不少于 $2^{20}-1$, 并且具有一个适当平衡的二进制工作特性 [3]。

注 — 希望进一步研究抖动谱线密度的适应度。

2.2 比特率

比特率应该保持在建议 G.703 [4] 中规定的数字接口的规范内。为方便起见，把各种比特率重现于下：

| | |
|---------|--------------------|
| — 基本速率 | 64kbit/s |
| — 一次群速率 | 1544kbit/s±50ppm |
| | 2048kbit/s±50ppm |
| — 二次群速率 | 6312kbit/s±30ppm |
| | 8448kbit/s±30ppm |
| — 三次群速率 | 32064kbit/s±10ppm |
| | 34368kbit/s±20ppm |
| | 44736kbit/s±20ppm |
| — 四次群速率 | 139264kbit/s±15ppm |

2.3 脉冲形状和电缆特性

脉冲形状影响抖动性能，这是由于在一个字组恢复电路中进行处理时的判决精度受到影响。脉冲形状一般是由输出接口或由电缆交叉连接处的脉冲样板来实现的，并且可能会由于电缆的影响而在设备输入口发生变化。建议把在抖动测试中所用的脉冲形状对准在规定的脉冲样板内的中心，而不是在可以容许的极限值（见注）。

注 — 适用于抖动测试的脉冲样板需要进一步研究。

2.4 次要测试环境参数

可能影响抖动性能的其它测试环境参数包括湿度、串话和噪声。由于温度改变了时钟电路、振荡器和相位平滑电路的谐振频率，并且改变了模拟电路的滤波特性，从而影响抖动性能。当在电缆、底板或电路板中信号的互相影响达到显著程度时，串话可能对抖动产生影响。由于噪声降低了判决眼图而影响了时钟恢复电路中的判决进行过程。

为了得到精确的和可重复的抖动测量，并保证加到设备的抖动效果在测量结果中占主要地位，建议把这些次要参数保持在其标称水平。

3 词汇表或测量配置功能方框图的组成部分

本词汇表定义了应用于下述各节中描述的测试配置功能方框图的各组成部分。要注意到可能把这些功能方框图加到不同测试设备内的各种组合中。

- 衰减器：为减少信号对噪声比而降低数字信号幅度的一种装置。
- 数字信号发生器：提供数字网络系列信号的信号源，该信号是在相应比特率的具有适当输出阻抗、脉冲形状、线路编码和帧格式的信号。这个功能块组成能提供几种数据码型、它应该有时钟和数据输出并且可以接受外时钟输入。
- 数字信号接收器：终接数字网各系列信号并监测比特差错、差错秒或比特差错率（BER）的仪器。
- 被测设备（EUT）：用受控数据码型测试的电路或系统。
- 频率综合器：它是一个具有高准确度的非常稳定的频率源。某些频率综合器在提供一个未调制的备用输出时，能够对主用输出加入相位调制或频率调制（PM 或 FM）。
- 抖动发生器：它是能够产生一个由具有可调频率和幅度的正弦抖动调制的各系列级速率时钟的仪器。一个调制输入供外抖动控制，并且一个任选的时钟输入提供外部数据速率的频率控制。
- 抖动接收器：对在各系列级时钟或数据信号中出现的抖动解调和测量的仪器。输出提供与被解调抖动成比例的电压。
- 低通滤波器：用来衰减高于一个给定频率的不需要的频谱成分的电路。
- 抖动测量滤波器：用来衰减在一个规定的或要求的通带之外的抖动频谱成分的电路。
- 被测网络：使用现有话务测试的电路、系统或网络。
- 噪声源：是一种产生具有接近高斯幅度分布信号的仪器，该信号具有的对电路重新定时的平坦功率谱大约为半功率带宽的三倍。
- 正弦波发生器：提供一个低失真频率和幅度受控的正弦波的波形发生器。
- 频谱分析器：测量和显示的信号功率与在选定频率范围内的频率是函数关系的仪器。跟踪振荡器的输出提供了一个幅度可调的扫频正弦波信号，它跟踪频谱分析器的瞬时测量频率。
- 电压表：当需要时测量 DC、实际的有效值或实际的峰-峰电压的仪器，在这里把实际的峰-峰电压规定为在整个测量时间间隔期间所记录的最正和最负的瞬时电压之间的差。

4 抖动容限测量

当把正弦抖动幅度加到一个设备的输入口时，它产生指定的差错性能劣化，用此来定义抖动容限（也称为抖动适应）。抖动容限是所加抖动的幅度和频率的函数。

用覆盖规定的正弦幅度/频率范围的抖动样板来规定抖动容限要求。抖动样板表示了在没有产生指定的差错性能劣化情况下，一个设备应接受的最小抖动量（见注）。

在图 1 中，用图说明了一个设备对输入抖动的实际容限及其相关的抖动容限样板的预期关系。

注 — 在 CCITT 术语中，抖动容限样板表示了“最大容许输入抖动的下限”。

4.1 实际容限

把一个设备在给定频率上实际容许的正弦抖动幅度规定为直到（但不包括）产生指定差错性能劣化的全部幅度。

对指定的差错性能劣化可以用比特差错率 (BER) 恶化或开始发生差错判决来表示。有两种判决，这是因为各个数字设备的输入抖动容限基本上是由下述两个因素确定的：

- 可能在有其它劣化（脉冲失真、串话、噪声等）的情况下，能够从一个有抖动的数据信号准确恢复时钟的输入时钟恢复电路的能力。
- 适应输入数据速率动态变化的其它部件的能力（例如，码速调整能力和在异步数字复用设备中同步器和去同步器的缓冲器的大小）。

BER 恶化的判别标准使环境与确定判决电路对准抖动位置无关，这对评价第一个因素是关键的。对 BER 恶化判别标准的详细讨论可以在参考文献 [6]、[7] 中得到。建议用开始发生差错的判别标准评价第二个因素。

4.1.1 比特差错率恶化方法

用于抖动容限测量的比特差错率 (BER) 恶化的判别标准被定义为在给定抖动频率的抖动幅度，它与由于规定的信号对噪声比 (BNR) 的下降而引起的 BER 劣化量是一样的。

把这个方法分为两部分。其中一部分确定了被测设备的两个 BER-SNR 参考点。在所加的抖动为零时，把噪声加到信号上或者把信号衰减，直到得到适当的初始 BER。然后减小噪声或信号的衰减减小，直到把判决电路的 SNR 增加到规定的 dB 量值（因此，判决电路是在改善了 BER 的情况下运行的）。第二部分利用 BER-SNR 参考点；在一个给定的频率，把抖动加到测试信号上，直到 BER 恢复到其最初选定的数值。因为一个已知判决电路眼图宽度的余量是由两个 BER-SNR 点确定的，所以所加的等效抖动是准确的并且可以重复测量判决电路抖动容限性能。对于足够数量的频率重复进行本方法的第二部分，这样精确的测量代表了在适当的频率范围内 EUT 的连续正弦输入抖动容限。测试设备应当能够产生一个受控制的抖动信号、一个在数据流中受控的 SNR，并能测量从 EUT 得到的 BER。

图 2 表明了 BER 恶化方法的测量配置。在虚线方框中的设备是可以选择的。为了提供在测量过程中使用更准确的频率，可使用任选的频率综合器。这可能对某些类型的设备，即，异步数字复用设备在测量的可重复性方面特别重要，任选的抖动接收器用来检验所产生的抖动幅度。

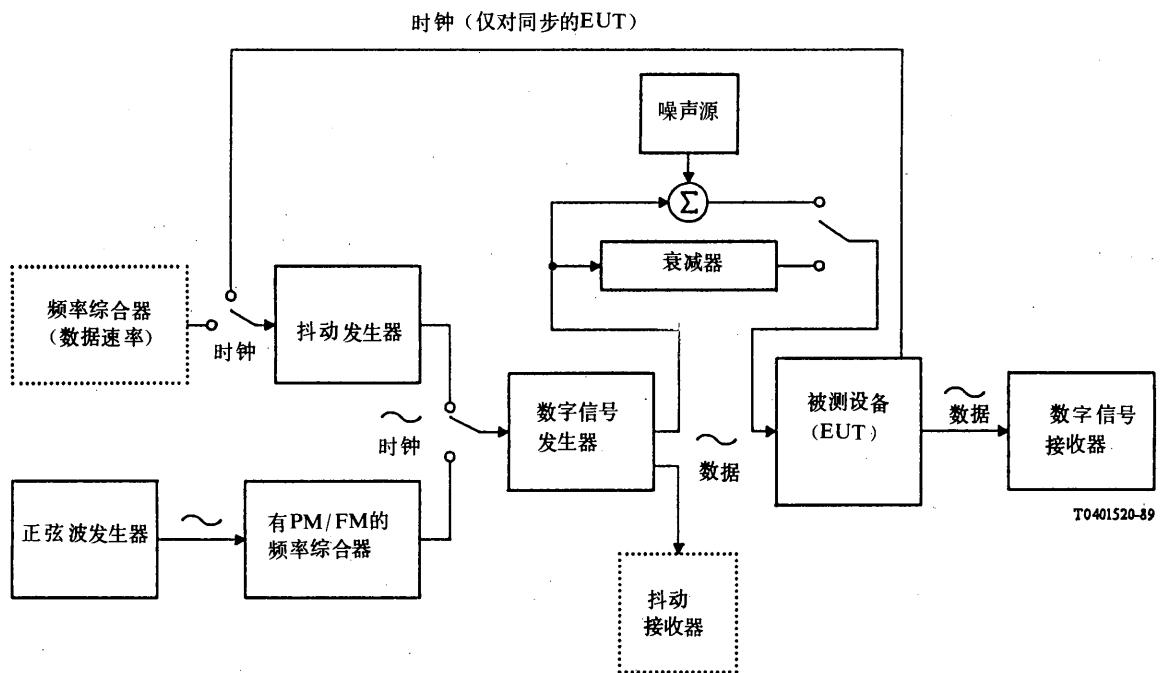


图 2
抖动容限测量配置比特差错率恶化技术

过程

- i) 按照图 2 所示把设备连接起来，检验本身的连通性和无差错工作。
- ii) 在不加抖动的情况下，增加噪声（或衰减信号）直到观察到每秒至少出现 100 个比特错误。
- iii) 记录相应的 BER 及其相关的 SNR。
- iv) 使 SNR 增加规定的数量。
- v) 按照要求调整抖动频率。
- vi) 调节抖动幅度直到 BER 回到在第 (iii) 步所记录的数值。
- vii) 记录所加的输入抖动幅度和频率，并对能表征抖动容限曲线的足够数量的频率重复进行第 v) 至 vii) 步。

4.1.2 开始发生差错的方法

把在一个规定频率的能产生累积总数大于 2 个差错秒的最大抖动幅度规定为对抖动容限测量的开始发生差错的判别标准。而这些差错秒是在增加抖动幅度的连续 30 秒测量时间间隔内总计的差错秒。

这种技术包括调整抖动频率并确定能产生满足开始发生差错判别标准的测试信号的抖动幅度。特别地，这个技术要求：

- 1) 分离抖动幅度“过渡区”（在此区中无差错工作中止），
- 2) 对于从这个区开始逐渐增加的每一个抖动幅度来说，在 30 秒周期内测量一个差错秒，和
- 3) 确定累积差错秒数不多于 2 个差错秒的最大抖动幅度。

对于足够数量的频率重复进行这个过程，这样做就可以使测量能精确地表示在适用的抖动频率范围内 EUT 的连续正弦输入抖动容限。测试设备应能产生一个受控加抖动的信号并能测量由于在输入信号中的抖动而产生的差错秒。

图 3 表明了开始发生差错技术的测试配置、用任选的频率综合器提供确定测量过程中所用的更为精确的频率。任选的抖动接收器用来检验产生的抖动幅度。

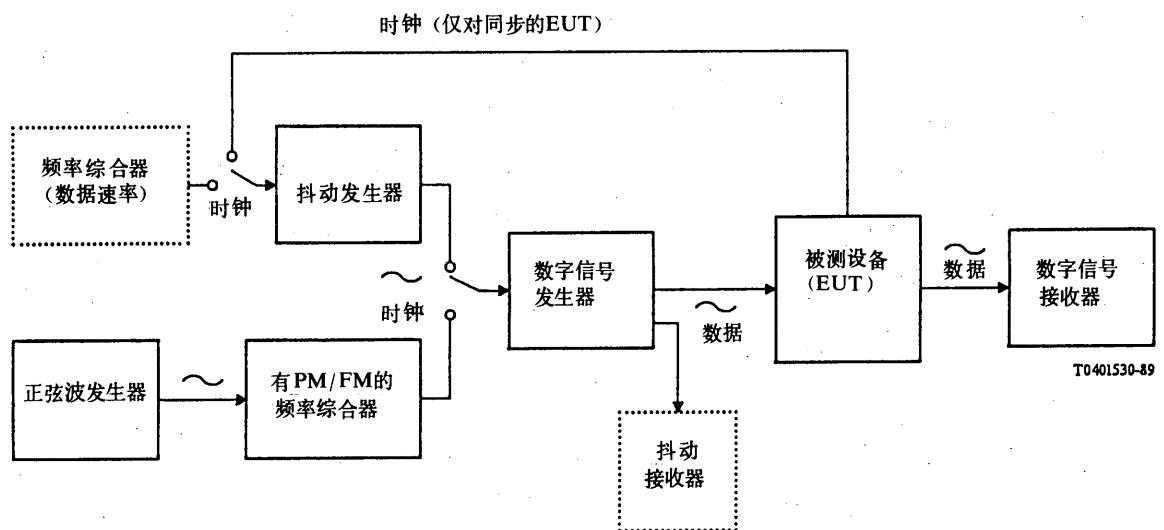


图 3
抖动容限测量配置开始发生差错技术

过程

- i) 按照图 3 所示把设备连接起来。检验本身的连通性和无差错工作。
- ii) 按照要求调整输入抖动频率，并把抖动幅度预置到 OUI 峰-峰值。
- iii) 粗略地增加抖动幅度以确定无差错秒工作中止的幅度区。把抖动幅度降低到它在这个区开始时的水平。
- iv) 记录在 30 秒测量时间间隔内出现的差错秒数量。要注意，开始测量时差错秒应该为 0。
- v) 微小的增加抖动幅度，对于每一次增加都重复第 iv) 步，直到满足开始发生差错的判别标准。
- vi) 记录所加的输入抖动幅度和频率，并对于能表征抖动容限曲线的足够数量的频率重复进行第 ii) 至 iv) 步。

4.2 抖动容限样板的一致性

设备抖动容限是用抖动容限样板来规定的。每个样板规定了在没有遭受规定的差错性能恶化情况下，设备应当工作的区域。在样板和实际的设备容限曲线之间的差表示了在图 1 中说明的工作抖动余量。

通过把抖动频率和幅度调整到样板值并且观察不出现规定的差错性能恶化来进行样板的一致性测量。应当测量足够数量的样板点，以保证在样板的整个频率范围内的一致性。
图 2 或图 3 表明了对抖动容限样板一致性技术的测量配置。

过程

- i) 在适当时，按照 § 4.1.1 或 § 4.1.2 中的说明把设备连接起来。检验连通性和无差错工作。
- ii) 把抖动幅度和频率调整到样板点。
- iii) 当使用开始发生差错技术时，确认 0 差错秒的出现。当使用 BER 恶化技术时，确认未达到规定的差错性能恶化。
- iv) 对于足够数量的样板点重复进行第 ii) 步和第 iii) 步，以检验抖动容限样板的一致性。

5 抖动传递特性的测量

单个数字设备的抖动传递特性被规定为，与频率是函数关系的输出抖动与所加输入抖动的比。

如果对出现在数字设备输入口和输出口的抖动之间的关系能够用线性过程（这个过程是相加的和单一的）来描述时，使用术语“抖动传递特性”。在某些类型的数字设备输入口和输出口出现的抖动之间的关系，不能用抖动传递特性来描述。在这些情况中，为得到有意义的结果，可能需要不同的测量方法。

5.1 线性过程

对于时钟恢复电路和去同步器相位平滑电路来说，通常需要抖动传递测量。线性时钟恢复电路的抖动传递特性测量一般是比较简单的。因为线性去同步器的相位平滑电路是放在非线性异步数字复用设备中的，所以对其抖动传递特性的测量需要专门的技术。

5.1.1 时钟恢复电路

时钟恢复电路是单个数字设备输入口的主要部分。特别关心的是对从输入口到输出口的抖动传递起主要作用的时钟恢复电路的抖动传递特性。由于放在非线性设备中（即异步数字复用设备）的线性时钟恢复电路一般不对设备总的抖动传递特性起主要作用，所以不论述该电路的特征。

5.1.1.1 基本方法

这个方法包括把在选定频率范围内具有固定的、容许幅度的扫描正弦抖动加到 EUT，并观测在相应频率范围内的输出抖动幅度。为了描述 EUT 的抖动传递特性，应对足够量的频率范围重复这个过程。

具体地说，这个方法是利用一个频谱分析器来调整频率范围和相应的容许抖动幅度。最初，使 EUT 旁路，以便为测试设备建立一个幅度为 0dB 的参考轨迹。然后重新连上 EUT。为得到 EUT 的抖动传递特性，从总的抖动传递测量中减去 0dB 幅度参考轨迹。在对输出抖动进行窄带测量时，为确定输入抖动频率和幅度，需要使用有跟踪振荡器输出的频谱分析器。为了达到高的准确度，频谱分析器的带宽必须足够窄，以便在所测的每个频带内得到需要的幅度分辨率和动态范围。例如，为检验小于 0.1dB 的脉冲峰值和从 350Hz 到 20kHz 范围内每 10 倍频程 20dB 的滚降，可能需要具有 0.1dB 分辨率、3Hz 带宽和 40dB 动态范围的频谱分析器。

图 4 说明了抖动传递特性测量所用的测试配置。为了提供一个在测量过程中使用的更准确的频率，可以使用任选的频率合成器。

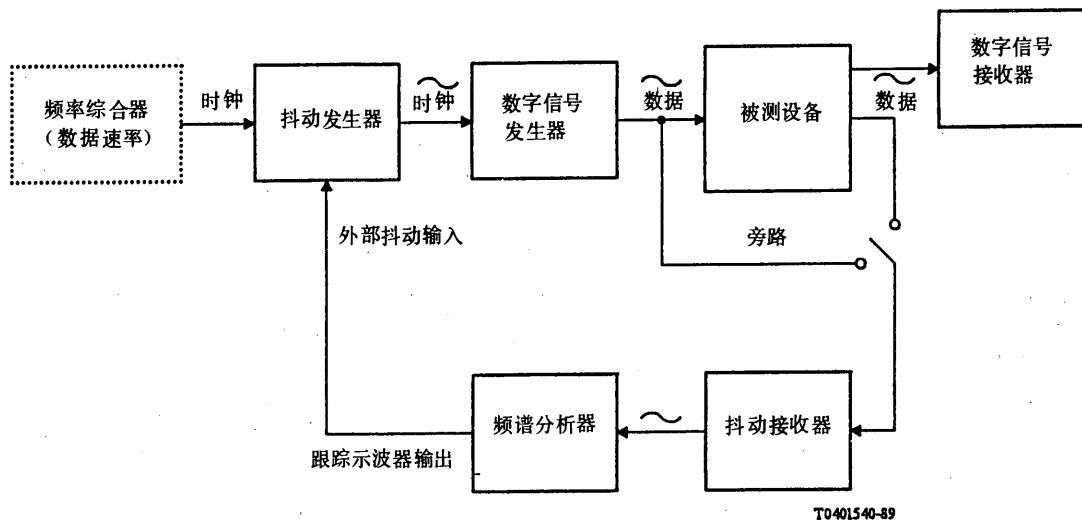


图 4
抖动传递特性测量配置基本方法

过程

- i) 按照 § 4 的叙述，在要求的频带内进行 EUT 的抖动容限测量。
- ii) 按照图 4 所示把设备连接起来，旁路 EUT。检验本身的连通性、线性和无差错工作。
- iii) 按照要求，调整频谱分析器的频率范围，在频谱分析器上调节跟踪振荡器的输出电平，以便在所选的频率范围内产生一个容许的抖动幅度，它应足够的大，以保证适当的测量精确度，但是为维持线性工作，又要足够的小。
- iv) 把频谱分析器的带宽调整得尽可能地窄，扫描所需的频带，并记录测试设备 0dB 幅度参考轨迹，（当把频谱分析器的带宽调窄时，在不损失测量精度的情况下可以允许降低所加的抖动幅度）。
- v) 按照图 4 所示，重新连上 EUT，检验本身的连通性、线性和无差错工作。
- vi) 用频谱分析器扫描选定的频带并记录总的（测试设备和 EUT）抖动传递特性数值。
- vii) 为得到 EUT 的抖动传递特性，从第 vi) 步记录的总抖动传递特性中减去 0dB 幅度参考轨迹。
- viii) 对于足够量的频率范围，重复进行第 i) 步到第 vii) 步，以描述关心的总频率范围。

5.1.2 去同步器的相位平滑电路

通常一个非线性过程表征了在异步数字复用设备中的输入口和输出口出现的抖动之间的关系。但是，要求大多数相位平滑电路线性地工作，因此，可能有一个与它们有关的传递特性。已经研究了两种方法，使得能够确定使用标准复用设备接口的线性去同步器的相位平滑电路的抖动传递特性。第一种方法利用在复用器低速输入和分用器低速输出接口。第二种方法是利用在分用器高速输入和低速输出接口。

5.1.2.1 复用设备方法

这种方法试图通过对所加的输入抖动幅度和频率加以适当的限制而使复用过程“线性化”。把一个选定幅度和频率的正弦抖动加到复用器的低速输入口，在相应频率上对分用器低速输出口进行观测。为描述去同步器的抖动传递特性，应对足够数量的频率重复这个过程。具体地说，当正弦抖动对复用器低速输入口之一的输入信号相位进行调制时，出现在相应支路输出口的抖动频谱除了包含在整个频谱的各离散位置的其它等待时间抖动分量以外，它还包含有在输入抖动的频率上的离散分量。这种方法要求产生足够大的输入抖动，以保证在输出抖动频谱中相应频率的离散分量能比在测量带宽中的其它等待时间抖动分量起主要作用。但是，它不应当大到足以使复用器的塞入机能饱和（开始饱和）。引起开始饱和的最小频率偏离量 $f(t)$ 根据下面 $f(t)$ 的较小量值来确定：

$$f(t) = f_{sc} - f_{nom}$$
$$f(t) = -f_m + f_{sc} - f_{nom}$$

式中

- f_{sc} 表示复用器平均同步数据比特读出时钟速率，
 f_m 表示能够把脉冲塞入输入脉冲流的最大速率，和
 f_{nom} 表示标称输入线路速率。

为达到高的准确度，频谱分析器的带宽应当非常窄，以便得到在每个所测频带内要求的幅度分辨率和动态范围（见§5.1.1.1）。同时假设复用器低速输入时钟恢复电路的传递特性并不改变在关心的频率范围内所加的抖动。

图4说明了抖动传递特性测量所用的测试配置，可以使用任选的频率合成器；提供一个在测量过程中使用的更准确的频率。

过程

- i) 在要求的频率范围内进行抖动容限测量。
- ii) 按照图4所示把设备连接起来，旁路EUT，检验本身的连通性、线性和无差错工作。
- iii) 在频谱分析器上人工调整测试频率。
- iv) 在频谱分析器上调节跟踪示波器的输出电平，以产生未发生开始饱和（如本节中所定义的）的最大容许抖动幅度。
- v) 把频谱分析器的带宽调整得尽可能地窄，并记录测试设备的0dB幅度传递参考电平。
- vi) 按照图4所示重新连上EUT，检验本身的连通性和无差错工作。

- vii) 记录总的(测试设备和EUT)抖动传递特性的数值。通常要求取平均值，以排除测量中等待时间抖动的影响。
- viii) 为得到EUT抖动传递特性的数值，应从第vii)步得到的总数值中减去0dB幅度传递参考电平。
- ix) 对足够数量的频率重复进行第iii)步至第viii)步，以描述EUT的抖动传递特性。

5.1.2.2 分用器方法

这种方法要求把一个选定幅度和频率的正弦抖动加到分用器的高速输入口，在相应的频率上观测分用器低速输出口的抖动幅度。为描述去同步器的抖动传递特性，应对足够数量的频率重复这个过程。具体地说，当正弦抖动调制分用器的输入信号相位时，输出抖动频谱除了包含已经存在的固有的等待时间抖动分量以外，还包含了输入抖动频率的离散分量。这种方法要求产生足够大的输入抖动幅度，以保证在输出抖动频谱中的相应频率能比等待时间抖动的频率起主要作用，但不能超过分用器输入抖动容限。同时假设分用器高速输入时钟恢复电路的传递功能并不改变在关心的频率范围内所加的抖动。

图4说明了抖动传递特性测量所用的测试配置。应当强调的是，下面的过程不能校准抖动接收器功能块部件中所包含的低速接收电路的影响，因此，要求这个电路具有平坦的响应。

应当注意到，加到分用器的高速输入口的数字信号应当包含帧定位信息，以使被测设备能正常的工作。“有帧结构”的信号能够取自适当的数字信号发生器，或者可以来自相应的数字复用器。在后一种情况，在高速复用器输出和分用器输入之间必须接入一个透明的抖动调制器。这个抖动调制器把抖动叠加到来自复用器的无抖动信号上。

过程

- i) 使用图4按照§5.1.1.1中提供的过程，根据分用器高速输入口对低速输出口数据速率的比，粗略估计所加的抖动，以单位间隔(UI)为单位。

5.2 非线性过程

这方面要进一步研究。

6 输出抖动测量

输出抖动测量适合于下面两类：

- 1) 在各系列接口的网络输出抖动，和
- 2) 由各个数字设备产生的固有抖动。

输出抖动测量可以利用在指定频率范围内的rms值和峰-峰幅度，并且可能需要统计性能。

输出抖动测量可以利用现有话务或受控数据码型。

6.1 现有话务

在网络系列接口处输出抖动的测量一般使用现有话务信号。对于使用受控数据码型的使用前的测试见§6.2。这种方法要求从网络接口的输出口现有话务中解调抖动，选择地滤除抖动，并且在规定的测量时间间隔内测量抖动的实际有效值或实际峰-峰值幅度。

图 5 说明了现有话务方法所用的测试配置。任选的频谱分析器可以观测输出抖动频谱。

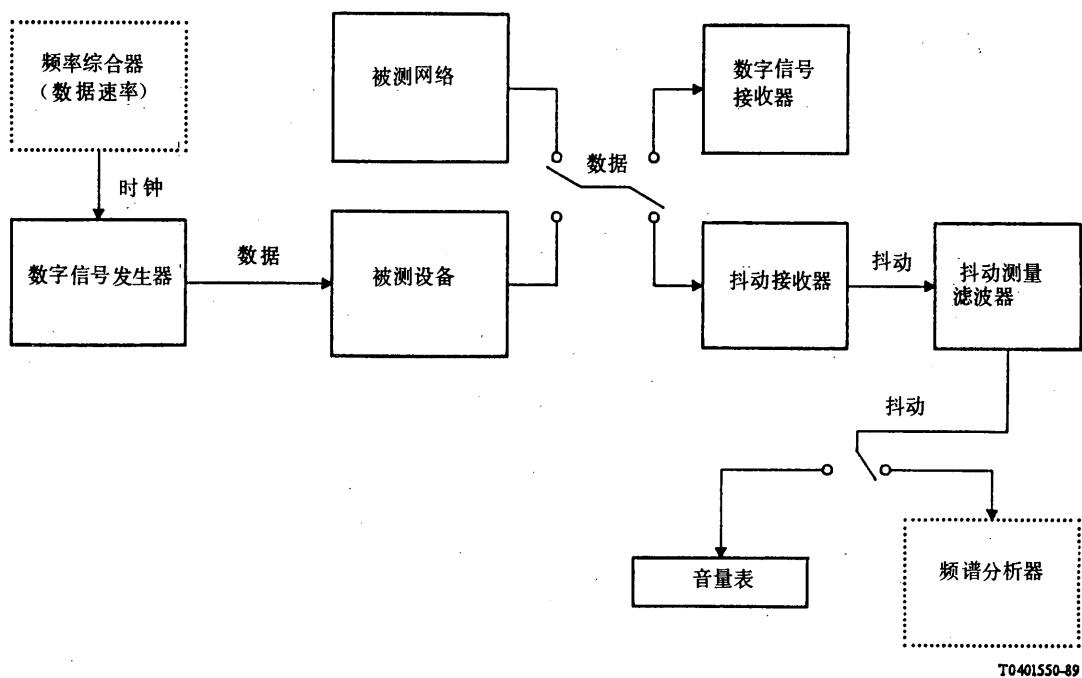


图 5
输出抖动测量配置基本方法

过程

- 按照图 5 所示把设备连接起来，检验本身的连通性和无差错工作。
- 选择要求的抖动测量滤波器并测量被滤过的输出抖动，记录在规定的测量时间间隔期间出现的实际峰-峰值抖动幅度。
- 对要求的全部抖动测量滤波器重复地进行第 ii) 步。

6.2 受控数据码型

对单个数字设备中固有抖动的测量，要求使用受控数据码型。受控数据码型通常适用于实验室、工厂和撤出业务情况。下面叙述的“基本方法”详细说明了如何进行这些测量。当希望得到关于输出抖动（具体地说，是在数字再生器中产生的抖动）功率的更详细信息时，可按照随机部分和系统性部分对抖动进一步分类。区别随机抖动和系统性抖动的主要原因是为了使得能用理论计算对测量结果进行比较，并改进再生器的设计。“增强方法”[6] 叙述了如何测量随机抖动和系统性抖动。

6.2.1 基本方法

除了对 EUT 使用一种不加抖动的受控数据码型之外，这种方法与在 § 6.1 中叙述的方法相同。在图 5 中，为提供一个在测量过程中使用的更准确的频率，可以使用任选的频率合成器。

过程

- i) 按照图 5 连接设备, 使用数字信号发生器对 EUT 提供一个无抖动的受控数据码型。检验连通性和无差错工作。
- ii) 选择所需要的抖动测量滤波器并测量滤波后的输出抖动, 在规定的测量时间间隔内, 记录出现真实的峰-峰抖动幅度。
- iii) 对要求的全部抖动测量滤波器, 重复步骤 ii)。

参考文献

- [1] CCITT Recommendation *Vocabulary of digital transmission and multiplexing, and pulse code modulation (PCM) terms*, Volume III, Rec. G.701.
- [2] CCITT Recommendation *Digital line sections at 1544 kbit/s, Test sequences for jitter measurements on digital line sections*, Red Book, Volume III, Rec. G.911, Annex A. ITU, Geneva, 1984.
- [3] Hucket (P.): Performance evalution in an ISDN – Digital transmission impairments, *Radio and Electronic Engineer*, Volume 54, No. 2, pp. 97-106, February 1984.
- [4] CCITT Recommendation *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*, Volume III, Rec. G.703.
- [5] T1X1.4/85-031 *Proposed draft American national standard for DS1, DS1C and DS3 levels of the digital hierarchy*.
- [6] Trischitta (P.R.): Jitter accumulation in fiber optic systems, *Rutgers*, The State University of New Jersey, May, 1986.
- [7] Trischitta (P.R.), Sannuti (P.): The jitter tolerance of fiber optic regenerators, *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 35, No. 12, pp. 1303-1308, December, 1987.

中国印刷 ISBN 92-61-03435-7