



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 أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلًا.

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 III.5

数字网、数字段和数字线路系统

建议 G.801-G.961



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 III.5

数字网、数字段和数字线路系统

建议 G.801-G.961



第九次全体会议

1988年11月14—25日 墨尔本

1989年 日内瓦

ISBN 92-61-03355-5



© 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 XVIII 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 XVIII 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 XVIII 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 XVIII 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 XVIII 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 XI 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Ⅲ.5 目录

建议 G. 801 至 G. 961

数字网、数字段和数字线路系统

建议号	页
第八章 — 数字网	
8.0 数字网的一般概貌	
G. 801	数字传输模型..... 3
G. 802	以不同数字分级和语音编码律为基础的网间互通..... 8
8.1 数字网的设计指标	
G. 810	定时和同步问题的考虑 13
G. 811	适用于国际数字链路准同步运行的原始基准时钟输出端的定时要求 16
G. 812	适用于国际数字链路准同步运行的从属时钟输出端的定时要求 21
8.2 质量与可用性目标	
G. 821	构成综合业务数字网的一部分的国际数字连接的误码性能 26
G. 822	国际数字连接上的受控滑动率指标 36
G. 823	以 2048 kbit/s 分级为基础的数字网内抖动和漂动的控制 38
G. 824	以 1544 kbit/s 分级为基础的数字网内抖动和漂动的控制 50
第九章 — 数字段和数字线路系统	
9.0 概述	
G. 901	数字段和数字线路系统的一般考虑 57
9.1 以 1544 kbit/s 基群速率为基础的分级比特率上的数字线路段	
9.2 以 2048 kbit/s 基群速率为基础的分级比特率上的数字段	

G. 921	以 2048 kbit/s 分级为基础的数路段	59
9.3 在非分级比特率上的电缆数字线路传输系统		
G. 931	3152 kbit/s 的数字线路段	64
9.4 由 FDM 传输载体提供的数字线路系统		
G. 941	由 FDM 传输载体提供的数字线路系统	66
9.5 数字线路系统		
G. 950	数字线路系统的一般考虑	69
G. 951	在对称线对电缆上以 1544 kbit/s 分级为基础的数字线路系统	70
G. 952	在对称线对电缆上以 2048 kbit/s 分级为基础的数字线路系统	77
G. 953	在同轴线对电缆上以 1544 kbit/s 分级为基础的数字线路系统	84
G. 954	在同轴线对电缆上以 2048 kbit/s 分级为基础的数字线路系统	89
G. 955	在光缆上以 1544 kbit/s 分级为基础的数字线路系统	101
G. 956	在光缆上以 2048 kbit/s 分级为基础的数字线路系统	109
9.6 ISDN 用户接入数路段和数字传输系统		
G. 960	用于 ISDN 基本率接入的数路段	116
G. 961	金属本地线上用于 ISDN 基本率接入的数字传输系统	153
增补 No. 15	近差分准三元码 (ADQ 码)	271
增补 No. 27	来自外部源的干扰	271
增补 No. 34	装设中继器时地下容器的温度	272
增补 No. 35	关于漂动测量的导则	276
增补 No. 36	在数字网中抖动和漂动的累积	285

卷 首 说 明

在本卷中，“主管部门”一词用来表示电信主管部门和经认可的私营机构两者的简称。

卷 III.5

建议 G. 801 至 G. 961

数字网、数字段和数字线路系统



PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

第八章

数字网

8.0 数字网的一般概貌

建议 G.801

数字传输模型

(1984年订于马拉加—托雷莫里诺斯)

CCITT

鉴于

- (a) 数字网提供多种多样的连接，对于这些连接需要控制其数字传输的劣化和其他各项性能参数；
- (b) 如果不进行适当的控制，那么在某些情况下，数字传输的劣化就产生不可接受的业务质量下降；
- (c) 各种网路的性能指标需要分配给数字网的各个组成部分；
- (d) 对各个数字组成部分需要制订各种设备设计指标；
- (e) 需要把网路组织到与各种业务（话音和非话音）以及特别是 ISDN 业务中的各项要求相一致的传输质量水平上去；
- (f) 各个主管部门需要检验在国内网路中劣化分配的可能改变对传输质量产生的影响；
- (g) 需要检验各种国内规程，是否与 CCITT 针对国内和国际系统推荐的劣化准则初步一致；
- (h) 需要制订各项导则来管理某些数字组成部分（如卫星链路、编码转换器、数字衰减器、电路倍增设备等）的使用。

建议

在数字传输的劣化和其它各项性能参数的研究中，应当采用下面的各种网路模型和相关的导则。

1 引言

各种数字传输网路模型是用来研究数字传输劣化（例如误码、抖动和漂动、传输时延、可用性、滑动等）的有确定长度和确定结构的假设实体。可能的网路情况的多样性要求各单个模型仅能表示一小部分的典型的真实实体。然而，以有限数量的这种模型（如 2 种或 3 种）集在一起提供作为各项研究工作基础的有用工具，也许就有足够的代表性了。

在适用这些网路模型的地方，这些模型考虑了如下的性能：

- a) 有形地反映整个连接的长度，并对发生的频次作出一些说明；
- b) 分辨清楚交换部分与传输部分之间的分界线；
- c) 并不指出交换部分之间完成传输的手段（如金属媒质、光媒质、无线媒质、卫星等）；
- d) 详细描述在本地网部分（即用户到本地交换机）中用户/网路入口的安排；
- e) 考虑到这些网路模型所有的可能用法或者与这些用法无关的方面；
- f) 反映出在特定的网路结构中所要求的额外的数字处理部分（如 A- μ 变换、数字衰减器、编码转换器等）的使用。

本建议没有说明各个网路模型运行时的电气和物理环境。这些方面是目前研究的课题。把这些网路模型应用到研究特定的数字劣化（如误码）时，也许需要对于特别是电气环境的重要性作出人为的判断。

2 假设参考连接（HRX）

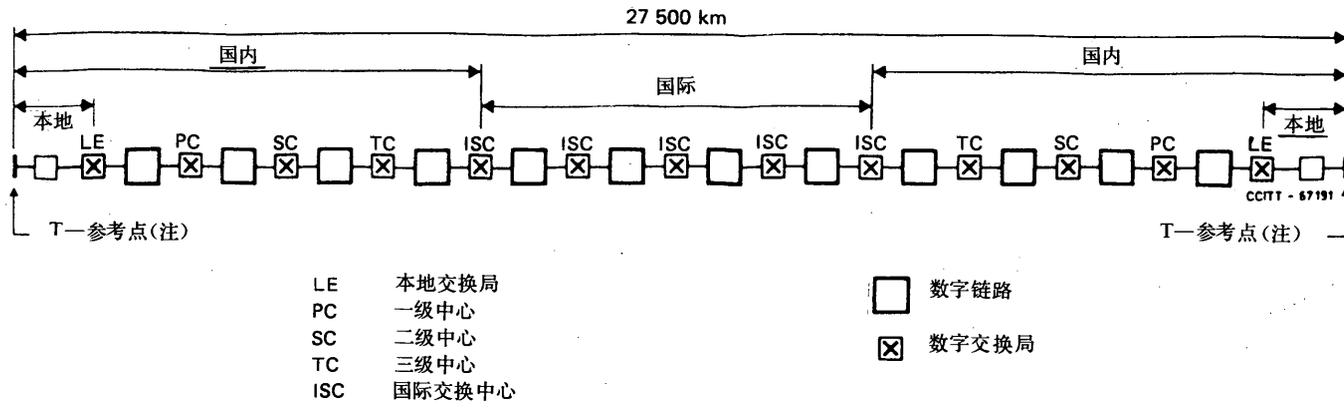
数字 HRX 是可以对总的性能进行研究的一个模型，从而便于形成各种标准和指标。为了着手进行 ISDN 性能方面的研究，考虑了 64 kbit/s 的全数字连接。因为对于任何性能参数的总的网路性能指标都需要和用户的要求相一致，这些指标大体上应当与代表很长连接的网路模型相关连。图 1/G. 801 中所示的 HRX 即用作此目的。虽然它的确旨在把各方面的绝大部分的连接都包括进来，但是它并不代表很少出现的最坏情况的连接。况且由于难于辨明一个连接的每种想得到的实际实施，也不希望产生太多可选用的方案，自然要求这个“标准 HRX”需要在结构上进行适当的修正，以便适应手头上的具体工作。可以设想有这样一种情况，就是要有许多类似的 HRX 来完成特定的功能，但在所有情况中，它们都是“标准 HRX”的派生物。由于 HRX 的潜在的扩展能力，故未将这些派生物包括在本建议中。与“标准 HRX”的任何偏离可能需要在适合于那种劣化或性能参数的建议中表示出来。例如，见建议 G. 821。不打算把它们用于传输系统的设计。

当把一般大小的国家与大国家区分开来的时候，网路结构的多样性就特别明显，所以没有一个 HRX 可能适应这样多的变化。在分配指标的过程中，国内和国际两部分的划分是不重要的，因为在多数情况下组成这两部分的电路的固有质量是一样的。然而，与之相反，电路总长度则被认为是关键的，而总长度的选择与“国家大小”无关。因此，如果在一个真实的连接上真正经历的劣化程度与最长 HRX 上规定的劣化是相容的，则被认为是满意的，这时充分考虑了假设连接与实际连接之间结构上的差异。对于采用了由 CCITT 建议的设备设计所组成的大部分的实际连接，它的实际性能很可能要好得多。在长度或复杂性方面超过最长 HRX 的那些依从 CCITT 的连接，其性能水平可能就不能控制；然而，它们的劣化水平是不可能超过最长 HRX 的 2 倍，而设备的各个单项所提供的设计余量可能很好地使劣化纳入 CCITT 端一端性能规范以内。

在形成上述 HRX 中，没有考虑以下各方面：

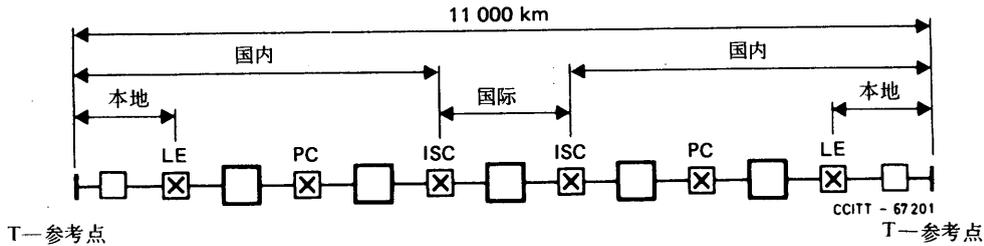
- 海事通信应用；
- 半自动连接（即自动—人工）；
- 故障情况下的备用路由。

为了确定可能在经常实际使用的国际电路上取得的典型的性能水平，本建议已经包括了其它两个 HRX，以便于对比较短的连接进行研究。这些由图 2/G. 801 和 3/G. 801 给出。



注 — 建议I.411(仅适用于ISDN)。

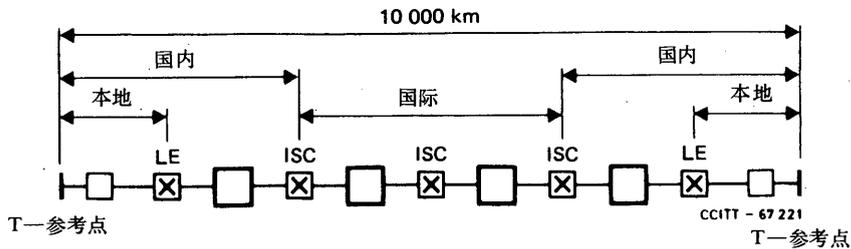
图 1/G.801
标准数字假设参考连接 (最大长度)



注一 所用图例见图1/G.801。

图 2/G.801

标准数字假设参考连接 (中等长度)



注一 所用图例见图1/G.801。

图 3/G.801

标准数字假设参考连接 (中等长度并且用户靠近国际交换中心 (ISC))

3 假设参考数字链路 (HRDL)

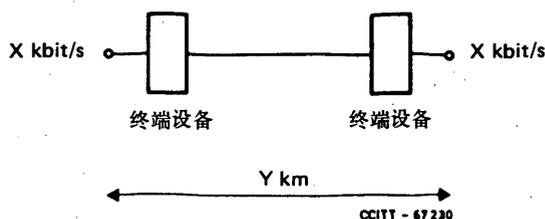
为了便于进行数字传输劣化的研究 (例如误码、抖动和漂动、滑动、传输时延), 必须规定由各种不同类型的传输单元 (例如传输系统、多路复用器、多路分路器、数字衰减器、编码转换器) 所组成的网路模型。这样一个模型定义为假设参考数字链路 (HRDL)。其确切长度及设备的数量、类型和布置组成情况将取决于正在研究中的数字损伤。例如, 在网路的抖动累积的分析中, 既需包括传输系统又需包括多路复用器一分路器 (muldex) 来考虑由这些设备类型所呈现的不同的抖动特性。另外, HRDL 可作为 HRX 的一个组成部分, 从而允许把总的性能指标分配到一个长度比较短的模式。对于一个 HRDL, 2500km 的长度被认为是一个合适的距离。

这些模型的组成是进一步研究的课题。

在 CCITT 建议中有时使用假设参考数字通道 (HRDP) 这个名称。它等效于假设参考数字链路 (见建议 G.702 中定义 3005)。

4 假设参考数字段 (HRDS)

为适应传输系统 (即数字有线和无线系统) 的性能规范, 必须引入一个假设参考数字段 (HRDS)。图 4/G.801 中定义了这样一个模型, 适用于建议 G.702 中规定的各种数字系列中的每一级。输入输出是建议 G.703 中给出的对各种分级比特率所建议的接口。选择的长度是在实际运行的网路中很可能遇到的数字段中有代表性的, 并有足够的长度以便数字无线系统能有一个实际的性能规范。这个模型是均匀的, 因为它不包括诸如多路复用器/多路分路器等其它数字设备。这个实体可以成为 HRDL 的一个组成部分。



注 — “Y”的合适数值取决于网路的应用。目前50km和280km被认定是必要的（见建议G.921）。

图 4/G.801
假设参考数字段

可能把以下两种类型的性能要求与 HRDS 相联系：

- 网路性能指标 (NPO)，它是在实际网路中要实现的指标；
- 设备设计指标 (EDO)，它为使用特定传输媒质和传输技术的系统设计者提供指导。

注 1 — 通常出现在相应的传输和交换系统建议中的设备设计指标的制定，应保证和相应的网路性能指标兼容。

注 2 — 网路性能指标和设备设计指标的解释在建议 G.102 中给出。

注 3 — 一段实际长度的均匀实体的形成，容许在实际运行条件下制定技术规范 and 进行验收试验。

以类似的方法，CCIR 和 CMTT 已制定了适应各种传输媒质和应用的各种模型，以供在它们的研究工作中使用，以下各建议描述了有关的模型。

- 建议 502-2 (草案)，声音节目传输用的假设参考电路（地面系统和固定卫星业务中的各种系统）
- 建议 521-1，固定卫星业务中使用数字传输的各种系统的假设参考数字通道。
- 建议 556。电话无线接力系统用的假设参考数字通道。

附 件 A

(附于建议 G.801)

在设备设计指标制定中假设参考模型的应用

假设参考模型的一个重要应用是便于在得出各项设备设计指标之前将网路性能指标分配给其各组成部分。为了满意地达到此目的，CCITT 在形成各种设备设计指标中所采用的方法的图解说明示于图 A-1/G.801。

这种方法认识到也许需要从“标准 HRX”得出一个更合适的 HRX，它更好地考虑了用法以及正在研究的特殊网路的性能参数。这个方法的采用将便于制订管理某些数字单元，诸如卫星链路、编码转换器、数字衰减器等各项使用规则。

建议各国家主管部门开发能反映他们发展国内数字网的特点的有代表性的网路模型，以便证实初步符合国际标准。

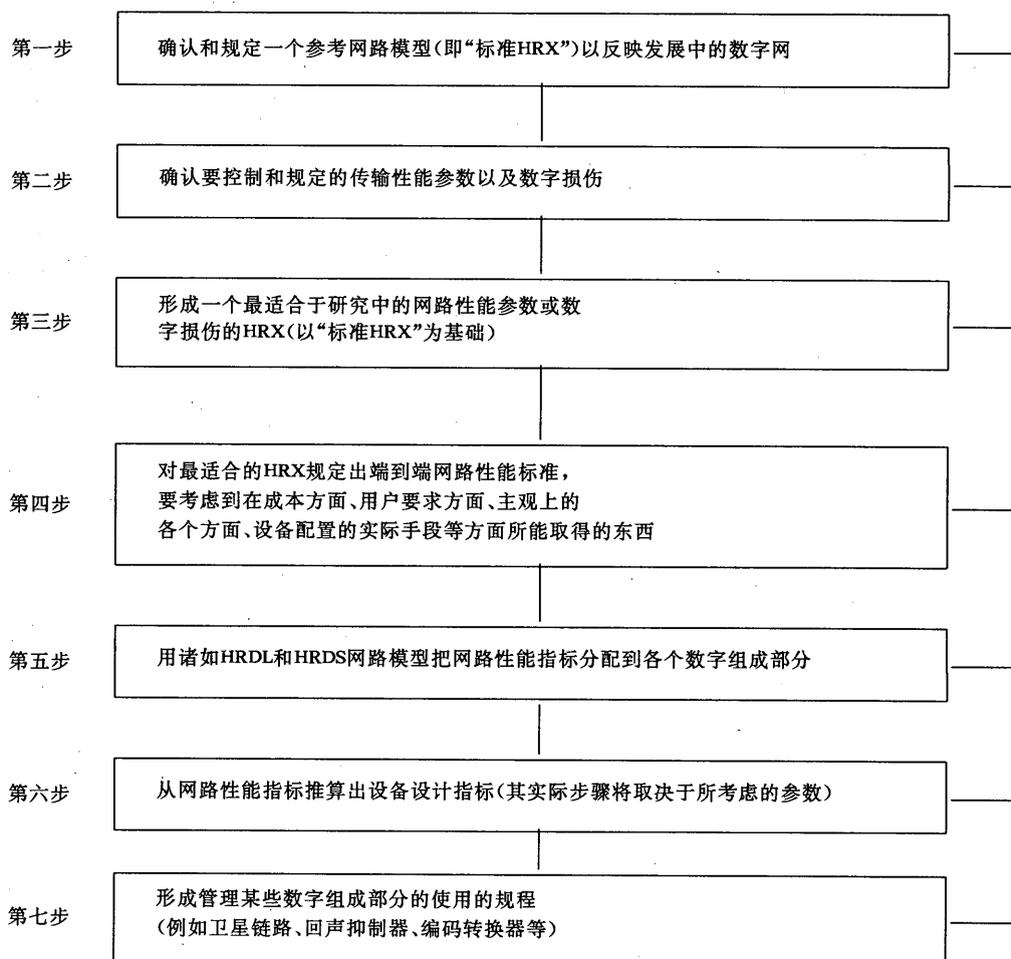


图 A-1/G. 801
以使用网路模型为基础的设备设计指标的推算

建 议 G. 802

以不同数字分级和语音编码律为基础的网间互通

(原黄皮书卷Ⅲ的建议 G. 722, 作了进一步修改)

1 引 言

本建议涉及下列有关传送 64 kbit/s 数字信息的网间互通情况:

- 以建议 G. 711、G. 712 和 G. 722 为基础, 使用不同编码律的网间互通的编码律和变换规则;
- 以建议 G. 702 为基础, 组成不同数字分级的网间互通分级;
- 组成不同分级和编码律的网间互通配置; 以及
- 每个网路具有独立同步的网间准同步运行的互连。

本建议也适用于用以传送建议 I. 412 中规定的 B 信道的 ISDN。

注 — 有关支持适合于用户—用户应用的 ISDN 宽带业务的信道和它们的比特率的进一步的规范，除了下面规定的那些以外，可能需要补充增加互通配置规范。

2 术语和定义

在本建议中使用的和下面尚未定义的术语已在建议 G. 701 或 I. 112 中作了叙述。

2.1 零操作

将 μ -律字符信号“00000000”（全零八比特组）变换到 μ -律字符信号“00000010”，此处“1”是这个八比特组中编号 7 的比特（见建议 G. 711）。

注 — 比特编号表明在串行处理中比特传输的时间先后顺序。

2.2 1.5/2 Mbit/s 复用方式变换（1.5/2 Mbit/s MSC）

体现下列特性的功能：

- 1) 工作在 1544 kbit/s 数字分级等级上的一条数字链路的终端；
- 2) 工作在 2048 kbit/s 数字分级等级上的一条数字链路的终端；以及
- 3) 在 1544 kbit/s 与 2048 kbit/s 数字终端之间的 64 kbit/s 信道的重新排列。

注 — 分级等级和帧结构分别规定在建议 G. 702 和 G. 704 中。

2.3 在 1544 kbit/s 上的脉冲密度要求（PDR）

对于一个完整的 1544 kbit/s 数字信号的最低要求是，在连续的二进制“1”之间不应超过 15 个二进制“0”，而且在每 8 个比特中应该平均至少有一个二进制“1”的密度。这个要求是由于若干现有系统的设计造成的（见建议 G. 703）。

此外，对于一条 1544 kbit/s 数字链路中的八比特组结构的信源的要求是，在任意的八比特组中应该至少包含一个二进制“1”。

3 数字链路的不受限的 64 kbit/s 转接能力

新近引入的数字传输系统应具有为 64 kbit/s 数字链路提供比特序列独立的能力。一旦不受限的 64 kbit/s 转接能力实际上可实现时，这种能力便应发生作用。

然而，在过渡期间，可以通过双边协议来提供 56 kbit/s 比特序列独立转接能力。（对由源数据终端设备发送的数据格式的重要约束，在本建议的附件 A 中给出）

4 A-律与 μ -律之间的编码律变换

4.1 在一条国际数字链路中的编码律

在已经采用不同 PCM 编码律（A-律或 μ -律）的国家之间的国际数字链路上，应该传送按建议 G. 711 中所规定的 A-律编码的信号。

若两个国家已采用同样的编码时，就应在它们之间的数字链路上使用该编码律。

4.2 变换规则

在采用不同 PCM 编码律的国家之间所必须进行的 A-律/ μ -律变换应按照建议 G. 711，由 μ -律国家来完成。这种变换包括 A-律字符信号的偶数比特变换。

注 — 在一个 μ -律国家中的这种变换功能的位置是一个国内的问题，取决于国内数字网的结构，并由 μ -律国家中的主管部门自行决定。

4.3 变换功能的控制

在公用交换网的应用中，变换功能的启动/阻塞应在国际交换系统的控制之下，并将在一次呼叫接一次呼叫或在一次呼叫期间的基础上进行，取决于信令规约所要求的业务类别。

还应该可以在每信道或半永久性的基础上，用人工和/或经一操作人员终端来启动/阻塞这种变换功能。对于不经过国际交换系统而组成的租用线路电路，或者国际交换系统不能控制这种变换功能时，这种能力可能是需要的。

注 — 在 ISDN 环境中的变换功能的控制在 I. 300 系列和 I. 500 系列建议中规定。

5 互通分级

对于采用建议 G. 702 中规定的不同数字分级的网路之间的国际互通，应使用下列互通分级：

2048—6312—44736—139264 kbit/s。

然而，对于具有不同数字分级，又具有 1544 kbit/s 基群级的网间互通，可以使用除对上面互通分级所规定的那些以外的等级（例如 1544 kbit/s）。

注 1 — 具有 1544 kbit/s 基群级的国内网路，可以提供由 3 个 2048 kbit/s 信号组成的 6312 kbit/s，或包含 21 个 2048 kbit/s 信号的 44736 kbit/s 的国际业务的转接。这些网路将在 6312 和 44736 kbit/s，以及因此在 2048 kbit/s 上提供比特序列独立的性质。

注 2 — 适合 2048—6312 kbit/s、6312—44736 kbit/s 和 44736—139264 kbit/s 级的帧结构，分别在建议 G. 747、G. 752 和 G. 755 中作了规定。

6 互通配置

根据上面各节中所述的一般规范，在采用不同数字分级和话音编码律的网间建立国际数字互连时，应遵守表 1/G. 802 中规定的互通配置。

7 在 G. 704 结构的 2048 kbit/s 信号内 1544 kbit/s 信号的传送

为了国际租用线路的应用，可以考虑 1544 kbit/s 信号的传输采用一种特定的映射变换成点对点 2048 kbit/s 信号。本建议的附录 B 规定了这种映射变换的方法。

注 — 不排除发展特定的映射把 8448 或 34368 kbit/s 信号变换成 44736 kbit/s 信号的可能性。

8 国际数字链路的同步

8.1 与国内网路不同步的链路

当独立同步的国内网经由一条国际数字链路相互连接，且国际链路的定时独立于国内网路时，则此链路应该用一种具有建议 G. 811 中规定的精度的准同步方式运行。

8.2 与发送国家中的网路同步的链路

当独立同步的国内网经由一条国际数字链路相互连接，且国际链路的定时与发送国家的国内网路同步时，则在接收国家中将使用准同步运行。

表 1/G. 802
互通配置

信息类型 在 IRP 上的编码律 (注 2)	话音或话带数据						非话音信息		信令信息 (注 1)	
	PCM G. 711		ADPCM G. 721		SB-ADPCM G. 722		-----		-----	
功能	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
网路 (注 3)										
1.5/2 Mbit/s MSC	—	X	—	X	—	X	—	X	—	X
A/μ 和 μ/A 变换	—	X	—	—	—	—	—	—	—	—
零操作	—	X (注 4)	—	X (注 4 和 5)	—	X (注 4 和 6)	—	X (注 4)	—	—
编码转换	—	—	X	X	—	—	—	—	—	—

— 不允许

X 可以使用

注 1 — 信令信息是在各国际交换中心 (ISC) 之间的不受限信道上转接的。

注 2 — IRP=网路 A 与网路 B 之间的互通基准点。

注 3 — “A” 是采用 A-律和 2048 kbit/s 基本数字分级的国家里的一个网路。“B” 是采用 μ-律和 1544 kbit/s 基本数字分级的国家里的一个网路。

注 4 — 在采用 μ-律的国家，当其国内的链路包含有必须满足 PDR 的传输系统时，则须采用零操作；在这种情况下，由于 PDR 的结果，不能提供不受限的 64 kbit/s 传送能力，而且比特序列独立传送能力被限制到 56 kbit/s。

注 5 — 32 kbit/s 数字信号，即按照建议 G. 721 中规定的 ADPCM 算法编码的话音或话带数据信号，不包含“0000”码语。（见建议 G. 721）这意味着，即使当 PDR 存在于 μ-律国家时，这些信号也将不受零操作的影响，而且被透明地传送。

注 6 — 在按照建议 G. 722 中规定的编码算法，以 64、56 或 48 kbit/s，对 50 至 7000Hz 带宽的音频信号进行编码时，64 kbit/s 音频信号不包含全零八比特组。（见建议 G. 722）。这意味着，即使当 PDR 存在于 μ-律国家时，这些信号将不受零操作的影响，而且会被透明地传送。

附件 A

(附于建议 G. 802)

对于具有 56 kbit/s 比特序列独立传送能力的终端设备的影响

在一段过渡时期,56 kbit/s 比特序列独立传送能力可以通过双边协议来提供。在这种情况下,56 kbit/s 比特序列独立传送能力要求,源数据终端设备(DTE)把每个八比特组的第8比特固定为二进制“1”。这必须在数字连接的两端完成,即使连接的一部分已具有未受限的64 kbit/s 传输能力。不能保持把第8比特固定为二进制“1”,会产生全零八比特组通过 μ -律国家中的零操作被变换为“00000010”。

附件 B

(附于建议 G. 802)

将 1544 kbit/s 信号变换成 G. 704 结构的 2048 kbit/s 信号的方法

下面是一种将比特同步的1544 kbit/s 信号容纳于 G. 704 结构的 2048 kbit/s 帧内的方法,1544 kbit/s 信号可以是成帧的或未成帧的,其目的仅是为了提供1544 kbit/s 租用线路。这个1544 kbit/s 信号透明地被传送,不管它的帧结构是否在2048 kbit/s 信号之内。

应以如下方式将1544 kbit/s 信号的任意125 μ s 周期的193个比特容纳于 G. 704 结构的2048 kbit/s 帧内:

TS 0:	按照建议 G. 704 的帧同步信号
TS 1—15	} 1544 kbit/s 信号的 193 个彼此相邻的比特
TS 17—25	
TS 26 内的比特 1	
TS 16、27—31:	留作可能容纳高达 384 kbit/s 的附加信息之用 (注 2)

注 1 — 对于每个传送方向,当仅传送1544 kbit/s 信号时,1544 kbit/s (或2048 kbit/s) 输出信号的定时应该从2048 kbit/s (1544 kbit/s) 输入信号中导出。

注 2 — 在某些情况下,例如当信息通过予以保留的时隙传送时,输出信号的定时应可跟踪符合建议 G. 811 的国内基准时钟。这将要求使用1.25 μ s 滑动缓冲器。

注 3 — 终端用户可用来透明传输其信息的最大容量为1536 kbit/s,而非1544 kbit/s。根据各种国内规程,某些网路营运者可为用户提供1544 kbit/s 信号中的部分8 kbit/s 开销,用于性能监测及监测结果的报告。

8.1 数字网的设计指标

建 议 G. 810

定时和同步问题的考虑

(1988 年订于墨尔本)

1 概 述

本建议提供有关各种定时和同步建议的信息和导则，以及对相应的基本问题的深刻理解。

2 定 义

原始基准时钟

经与通用协调时间 (UTC) 比较, 能提供长期频偏保持在 1×10^{-11} 或更好的定时信号的基准时钟称原始基准时钟。对原始基准时钟的要求在建议 G. 811 中给出。

注 1 — 原始基准时钟能产生一个与其他基准时钟完全独立的定时信号; 另一方面, 原始基准时钟也可能没有完全独立实现, 这种情况下, 它可以采用由标准 UTC 导出的频率和时间源直接控制。

注 2 — 这种时钟有时被视为一级时钟 (即网路中最高质量的时钟)。

同步网路节点

一个地理位置, 在此位置上有一个或多个相互连接的同步数字设备。

转接节点

一个同步网路节点, 它与其他的节点相连接, 而不直接与用户设备相连接。

本地节点

一个同步网路节点, 它直接与用户设备相连接。

从属时钟

一个时钟, 它的定时输出被锁相于从一个较高质量时钟接收到的定时信号上。有关从属时钟的要求在建议 G. 812 给出。

注 — 最高质量的从属时钟有时被视为一转接节点时钟, 或一个二级时钟。次高质量的从属时钟有时被视为一本地节点时钟, 或一个三级时钟。

抖 动

数字信号的各个有效瞬时相对其基准时间位置的短期偏移。

定时抖动

数字信号的各个有效瞬时相对其理想时间位置的短期偏移 (这里的短期意指这些偏移是频率大于或等于 10Hz 的)。

定位抖动

数字信号的最佳抽样瞬时和从数字信号取得的抽样时钟之间的短期偏移。

漂 动

数字信号的有效瞬时相对其理想时间位置的长期偏移（这里的长期意指这些偏移是频率小于 10Hz 的）。

注 — 根据本建议和下述相关建议的意图，此漂动定义不包括累积频率偏移。

频率偏移

定时信号的频率相对其理想频率的长期偏离。

滑 动

在一个同步或准同步比特流中，由于缓冲器的读与写速度不一致而引起一组比特的重复或删除。

3 相位变化成分的说明

相位变化通常分解成三种成分：抖动、漂动和累积频率偏移。此外，由于诸如网路重编路由、自动保护转换等瞬态干扰引起的相位不连续性，也可能是相位变化的一个原因。

4 相位变化引起的损害

4.1 损害的各种类型

4.1.1 误码

由于定时信号偏离其最佳时间位置，在各信号再生点上可能发生误码。

4.1.2 数字编码的模拟信息的劣化

在连接的终端，由于在数—模转换装置中重建样值的相位变化，可能产生数字编码的模拟信息的劣化。这可能对数字编码的视频信号有重要的影响。

4.1.3 滑动

当输出信号的定时不是从输入信号中抽取，而使设备的缓冲存储器（和/或其它机制）不能适应输入和输出信号之间的相位和/或频率差值，故而产生滑动。根据滑动控制策略，滑动可予控制或不予控制。

4.2 损害的控制

4.2.1 误码

网路和设备二者的抖动规范的目的是保证抖动对网路的误码性能没有影响。

4.2.2 数字编码的模拟信号的劣化

抖动规范的目的是提供足够的信息，使设备设计者能适应预期的相位变化水平，而不致遭受不能接受的劣化。

4.2.3 滑动

滑动可能在异步多路复用器和各种同步设备中产生。给定规定的相位变化水平，就可以通过适当选择码速调整和多路复用器—分路器缓冲存储容量，将异步多路复用器—分路器中的滑动发生减至最小。对于同步设备，可以通过适当选择缓冲存储容量，以及严格的时钟性能规范，将滑动发生减至最小。

应该注意，在输入与输出定时信号之间存在频差时，消除滑动是不可能的。适合于国际连接的受控滑动性能指标在建议 G. 822 中给出。

各式各样的定位设备可以用来减少滑动的损害。下面两种形式的定位设备适用于数字信号的终端：

- 帧定位器；
- 时隙定位器。

4.2.3.1 在使用帧定位器的地方，一个滑动将包括插入或移去一连串的数字组直到达一个帧为止。当采用建议 G. 704 规定的帧结构的情况下，滑动可以包括一个帧的全部。重要的是，由帧定位器所引入的最大时延和平均时延应尽可能地小，以便使时延减至最小。同样重要的是，在帧定位器已经产生一次滑动之后，它应该在需要再次滑动之前能够吸收帧定位信号到达时间内的进一步的重大变化。

4.2.3.2 在使用时隙定位器的地方，一个滑动将包括在 1 个或更多个 64 kbit/s 信道中插入或移去一个信道时隙的 8 个连续数字位。因为滑动可能在不同的时间发生于不同的信道中，如果要保持多时隙业务的八比特组序列的完整性，则在交换机里将需要专门的控制设置。

5 相位变化规范的目的

5.1 抖动

在建议 G. 823 和 G. 824 中给出的各种抖动要求，可以分成两种基本类型：

- 在各个分级接口的输出端上最大容许抖动的规范；
- 为保证各输入端口能适应预期的网路抖动水平而给出的正弦抖动强度试验的规范。

关于各单个设备的附加抖动要求，可以在有关设备的相应建议中找到。

5.2 漂移和长期频率偏移

相关的漂移要求可分为下列各种类型：

- i) 在同步网路节点的输出端上的最大容许漂移；
- ii) 为保证同步设备输入端口能适应预期的网路漂移水平而规定的强度试验。
- iii) 原始基准时钟和从属时钟的漂移规范可包括：
 - a) 在各种理想条件下的内部输出漂移；
 - b) 在各种独立运行条件下的内部输出漂移；
 - c) 在各种强度试验条件下的输出漂移；
 - d) 漂移转移特性。

这些建议的目的不仅是为了提供沿各传输通道漂动累积的容许限值，而且也是为了提供由级联时钟而引起的沿各同步分布通道漂动累积的限值。

6 同步网的结构

6.1 同步方式

从总体上看，国际网路通常以准同步方式工作。

国内网路的同步可为下列类型：

- 全同步的，受一个或几个原始基准时钟控制；
- 全准同步的；
- 混合的，其中各同步子网受一个或几个从总体上看其功能是准同步的原始基准时钟控制。

6.2 同步网

有两种使节点时钟同步的基本方法：

- 主—从同步；
- 相互同步。

主—从同步系统具有一单一的原始基准时钟，系统所有其它时钟都与其锁相。同步是通过把定时信号从一个时钟传送到下一个时钟来实现的。可以这样来建立时钟的分级，即某些时钟从属于较高级的时钟，又依次作为较低级时钟的主时钟。

在一互同步系统中，所有的时钟都是相互连接的；没有下一级的分级结构或单一的原始基准时钟。某些实用的同步策略兼有主—从和互同步技术。

建 议 G. 811

适用于国际数字链路准同步运行的原始基准时钟输出端的定时要求

(1988年订于墨尔本)

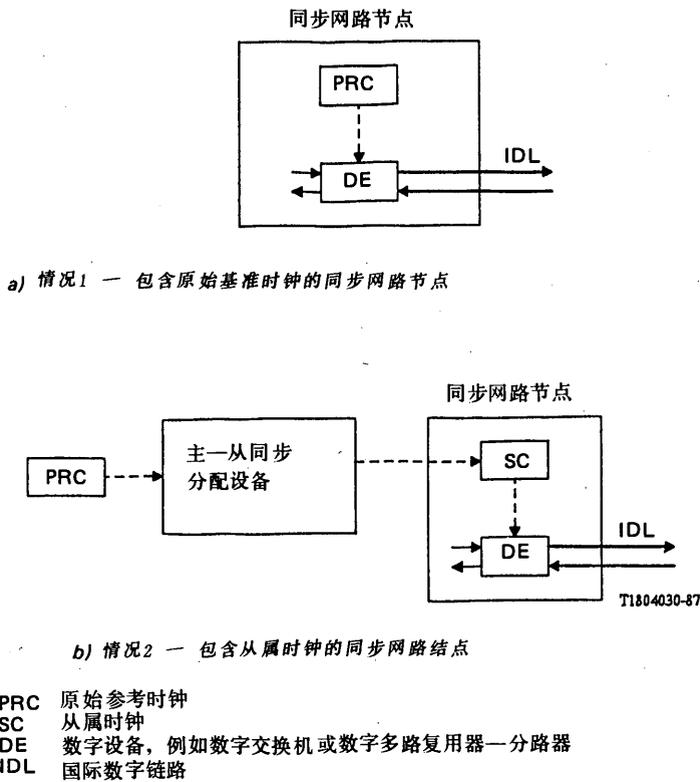
1 概 述

1.1 国际连接和网路同步的考虑

国内数字网可能具有各种各样的内部同步装置，通常通过准同步运行的国际链路把各个国内数字网连接起来。各个国际交换中心 (ISC) 将直接地或通过一个或多个中间 ISC 间接地相互连接，如图 1/G. 801 中所示的假设参考连接 (HRX) 中所表示的那样。

国际连接终接在同步网路的各节点上，这些节点可能与原始基准时钟在同一地点，也可能不在同一地点。这样的网路节点可以包含从属时钟。因此，同步网路节点时钟规范对保证准同步国际数字链路的满意运行是必不可少的。

图 1/G. 811 说明了上述两种可供选择的国际连接。



注 — 其他情况须进一步研究。

图 1/G.811
 终接在同步网路节点的国际连接

1.2 本建议的目的

本建议的目的是为了规定对原始基准时钟的要求, 增进对国际数字链路准同步运行有关定时要求的理解, 并且弄清楚对同步网路节点、组成时钟和卫星系统的使用等各种要求的关系。

各主管部门可自行决定将此建议应用于另外一些不是用于国际链接中的原始基准时钟。

1.3 准同步与同步国际运行之间的相互作用

有关准同步运行的建议不应排除以后引入国际同步的可能性是很重要的。

当准同步运行和同步运行在国际网内同时存在时, 将要求节点提供两种运行方式。因此, 同步控制不要产生准同步运行不能接受的时钟的短期频率偏离是很重要的。短期频率偏离的数值应满足 § 2.2 中的规范。

1.4 最大时间间隔误差及与频率偏离的关系

最大时间间隔误差 (MTIE) 是, 在一个特定的时间周期内, 一个给定的定时信号相对于一个理想的定时信号的最大峰—峰时延变化 (图 2/G. 811), 即对于 S 内的所有 t , $MTIE(S) = \max x(t) - \min x(t)$ 。

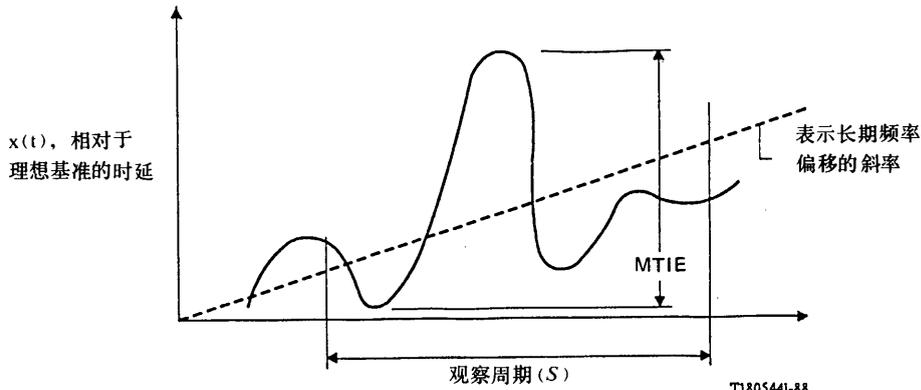


图 2/G. 811

最大时间间隔误差的定义

长期频率偏离 ($\Delta f/f$) 是用 MTIE 除以观察间隔 S , 随着 S 的增加来确定的。

注 — 时钟的长期频率偏离的严格定义和测量是一个须进一步研究的课题。

2 原始基准时钟的长期频率偏离和相位稳定度

一个原始基准时钟控制了整个网路的同步性能。必须要规范一个原始基准时钟的长期频率偏离和相位稳定性, 并提供有关劣化和不可用性能的导则。原始基准时钟的定义在建议 G. 810 中给出。

2.1 长期频率偏离

原始基准时钟应该设计成具有不大于 1×10^{-11} 的长期频率偏离。 1×10^{-11} 的长期频率偏离大约比通用协调时间 (UTC) 的不确定性大两个数量级。因此 UTC 应该作为长期频率偏离的基准 (见 CCIR 报告 898)。

因而, 在任何 64 kbit/s 信道中受控帧的滑动或八比特组的滑动 (即根据理想的未受干扰的条件设计的滑动率) 在理论上的长期平均发生率, 每条数字国际链路在 70 天内不多于 1 次 (见建议 G. 822)。

注 1 — 根据现在的原始基准时钟技术, 某些主管部门支持不大于 7×10^{-12} 的原始基准时钟长期频率偏离。

注 2 — 铯束技术适合于符合上述规范的原始基准时钟。

2.2 相位稳定性

一个时钟的相位稳定性能够用它的相位变化来描述, 可依次将其分成若干成分:

— 由瞬态干扰引起的相位不连续性;

- 长期相位变化（漂动和累积的频率偏离）；
- 短期相位变化（抖动）。

原始基准时钟的一种相位稳定性模型在本建议的附件中叙述。

2.2.1 相位不连续性

原始基准时钟需要很高的可靠性，而且很可能要包括复份设备，以便确保输出的连续性。然而，由于在时钟内的内部操作，任何相位的不连续性应仅使定时信号间隔加长或缩短，并使时钟输出端的相位不连续性不超过 1/8 个单位间隔。（此要求涉及 1544 kbit/s 或 2048kHz 输出信号，见 § 4。其它的接口规范在研究中。）

2.2.2 长期相位变化

— 原始基准时钟的输出端（不论是正弦还是脉冲）最大容许的长期相位变化用 MTIE 来表示。

在 S 秒时间内的 MTIE 不应超过下面的限值：

- a) $100S$ ns 适用于 $0.05 < S \leq 5$ 的间隔
- b) $(5S + 500)$ ns 适用于 $5 < S \leq 500$ 的间隔
- c) $(0.01S + X)$ ns 适用于 $S > 500$ 的数值。

渐近线标出的 10^{-11} 指的是在 § 2.1 中规定的长期频率偏离。

X 的值在研究中。暂时建议 $X = 3000$ ns。某些主管部门支持 1000 ns 的值。

注 1 — 对于长期相位变化的测量，建议使用一种 10Hz 低通滤波器。

注 2 — MTIE 建议需要进一步研究。

注 3 — 总规范说明于图 3/G.811 中。

2.2.3 短期相位变化

现在存在的时钟的实现也许有一些高频相位不稳定性成分。由于抖动而产生的原始基准时钟的短期相位变化的最大容许值的规范在研究中。

3 原始基准时钟性能的恶化

为了实现所要求的高可靠性，原始基准时钟具有冗余度，即将数个（铯束）振荡器组合在一起，而在任意给定的时间只使用这些振荡器当中的一个的输出。如果一个时钟的频率大大偏离它的标称值时，应将这种情况予以检测，并将其转换到一个未劣化的振荡器。这种转换应该在超出 MTIE 规范之前完成。

根据目前的技术，一个原始基准时钟的性能从统计观点来看比图 3/G.811 中的 MTIE 规范值低得多。

4 接口

定时输出的接口最好与建议 G.703、§ 10 一致，即 2048kHz 接口。通过设备的用户或设备生产厂家之间的协商，定时信号也可以在其它物理接口上传送（例如，1544 kbit/s 基群速率信号，1MHz、5MHz、或 10MHz）。

5 国际准同步数字网路中卫星系统的使用

建议这种以准同步方式运行的链路，使用高精度 (1×10^{-11}) 源作卫星 TDMA 的定时。国际卫星链路将

端接在其定时符合建议 G. 823 和 G. 824 的网路节点上。

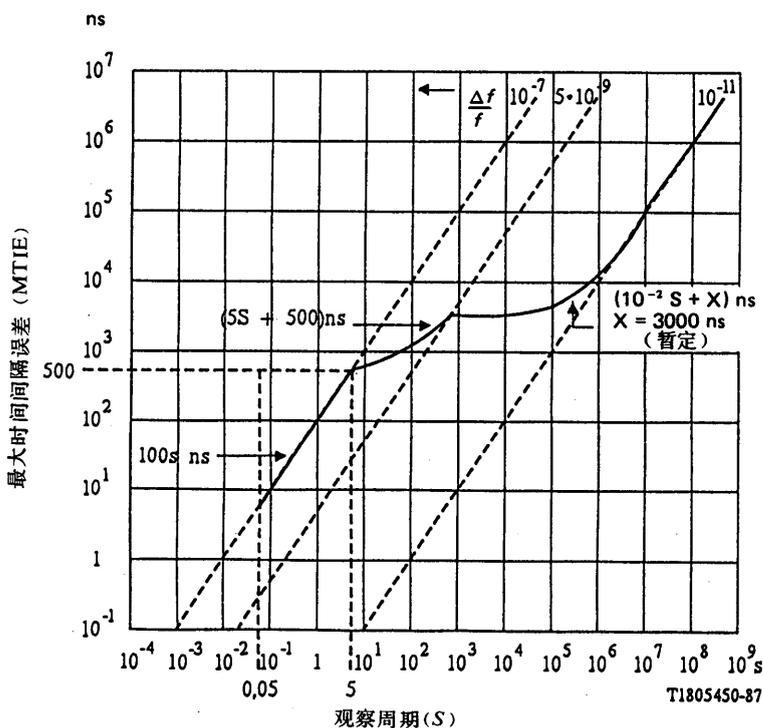


图 3/G. 811
一个原始基准时钟所容许的由长期相位变化引起的最大时间间隔误差 (MTIE) 与观察周期 S 的函数关系。

6 关于抖动和漂动测量的导则

为了消除在测量中和在测量结果的解释与比较中的模糊,抖动和漂动规范的验证要求标准化测量方法。有关抖动和漂动测量的导则包括在增补 No. 3.8 (O 系列) 和本卷最后的增补 No. 35 中。

附 件 A

(附于建议 G. 811)

原始基准时钟的相位稳定性特性

可以使用下面的相位稳定性模型来表征原始基准时钟的特性。令 $x(t)$ 表示—当 $t=0$ 时同步,而此后独立于 UTC 运行的时钟的时间间隔误差。 $x(t)$ 可定义为:

$$x(t) = y_0 t + \left(\frac{D}{2}\right)t^2 + e(t)$$

式中:

- D 表示每单位时间的标称线性频率偏移 (老化);
- y_0 表示相对于 UTC 的初始频率偏离;

$e(t)$ 表示随机误差成分。

可以得出 $x(t)$ 的标准偏差的估计, 并作为相位不稳定性的特性。

$$\sigma_x(t) = \left(\frac{D}{2}\right)t^2 + t \sqrt{\sigma_{y0}^2 + \sigma_y^2(\tau = t)}$$

式中:

σ_y^2 表示初始频率偏离的双取样的方差;

$\sigma_y^2(\tau)$ 表示描述时钟的随机频率不稳定性的双取样 Allan 方差。

建 议 G. 812

适用于国际数字链路准同步运行的从 属时钟输出端的定时要求

(1988 年订于墨尔本)

1 概 述

1.1 本建议的目的

本建议的目的是规定对从属时钟的要求, 并促进对国际数字链路准同步运行的有关定时要求的理解。

注 — 各主管部门可以自行决定将本建议应用于除载荷有国际业务的连接中的从属时钟以外的其它从属时钟。

增补 No. 35 给出了适用于与本建议有关的时钟性能的一种测试方法的导则。

1.2 最大相对时间间隔误差

在规定从属时钟的性能方面, 最大相对时间间隔误差 (MRTIE) 的概念是有用的。MRTIE 类似于在建议 G. 811 中定义的 MTIE, 只是它是针对一个实际的高性能振荡器, 而不是 UTC。

2 从属时钟的相位稳定性

一个从属时钟的相位稳定性能够用它的相位变化来描述, 此相位变化又可以分成若干部分:

- 由瞬态干扰引起的相位不连续性;
- 长期相位变化 (漂动和累积的频率偏离);
- 短期相位变化 (抖动)。

从属时钟的相位稳定性模型在本建议的附件 A 中叙述。

2.1 相位不连续性

在从属时钟不常进行内部试验或重新装置操作的情况下, 应当满足下面的条件:

- 在任何一段最长为 2^{11} UI 的时间周期内, 相位变化不应超过 $1/8$ UI;
- 对于大于 2^{11} UI 的时间周期, 每个 2^{11} UI 间隔内的相位变化不应超过 $1/8$ UI, 一直到 $1\mu\text{s}$ 的总量。

UI 相当于接口比特率的倒数。

2.2 长期相位变化

从属时钟的相位稳定性要求必须说明在实际的网路环境中时钟的特征。象抖动、突发误码和运行中断之类的损伤都是定时分配的固有特性。下面的规范是根据在附件中包含的从属时钟的相位稳定性模型而提出的。这个模型表征实际的时钟性能，反映实际网路内的强制条件，在这些条件下时钟应该令人满意地运行。需要规范的有三种时钟运行类型：

- i) 理想的；
- ii) 强制的；以及
- iii) 保持的。

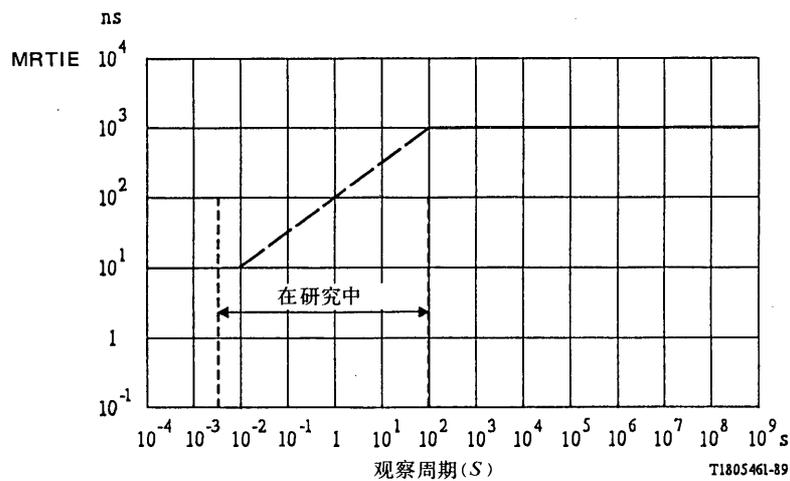
2.2.1 理想运行

这种运行类型反映了一个时钟在输入定时基准没有损伤的条件下的性能。

在任何一段 s 秒的时间周期内，在从属时钟的输出端上的 MRTIE 不应超过下列暂定的限值：

- 1) $0.05 < s < 100$ ：这个区域要求进一步研究；
- 2) $s \geq 100$ 时为 1000ns。

由此得出的总的规范概述于图 1/G. 812 中。



注 — 为测量长期变化，建议使用一种以 20dB/十倍频程滚降的 10Hz 低通滤波器。

图 1/G. 812

对于一个理想运行条件下的从属时钟所容许的由于长期相位变化引起的最大相对时间间隔误差 (MRTIE) 与观察周期 s 的关系

2.2.2 强制运行

这种运行类型反映了在考虑了实际运行（强制）条件下的影响时钟的实际性能。强制条件包括抖动、保护转换动作和突发误码的影响。这样一些强制条件的结果是定时损伤，如附件中所述。

对于强制运行时的要求在研究中。

2.2.3 保持运行

这种运行类型反映了不常发生的，即从属时钟在很长时间周期内失去基准时的时钟性能。

在任何一段 S 秒的时间周期内，在从属时钟的输出端上的 MRTIE (见 § 1.2 和建议 G.811) 不应超过下列暂定的限值。

对于 $S \geq 100$, $MRTIE(S) = (aS + 1/2bS^2 + c) ns$ 其中参数 a 、 b 、 c 暂时建议如表 1/G.812 中所示 (注 5):

表 1/G.812

	转接节点时钟 ^{a)} (二级时钟)	本地节点时钟 ^{a)} (三级时钟)
a	0.5 (注 1)	10.0 (注 3)
b	1.16×10^{-5} (注 2)	2.3×10^{-4} (注 4)
c	1000 (注 6)	1000 (注 6)

^{a)}见建议 G.810 有关定义。

注 1 — 相当于 5×10^{-10} 的初始频率偏离。

注 2 — 相当于 1×10^{-9} /天的频率偏移。

注 3 — 相当于 1×10^{-8} 的初始频率偏离。

注 4 — 相当于 2×10^{-8} /天的频率偏移。

注 5 — 温度影响：环境温度变化对保持运行模式中从属时钟性能的影响需要进一步研究。

注 6 — 要注意到，在保持运行开始时 MRTIE 就可能已经存在，也要注意时钟（和定时分配，如果应用的话）内部结构等的影响。在任何情况下，都要求在“理想”运行与“保持”运行之间平滑过渡。由此得出的总的规范概述于图 2/G.812 中。

2.3 短期相位变化

时钟的实现可能总会有一些高频相位不稳定性成分。由于抖动而产生的一个从属时钟的最大容许的短期相位变化在研究中。

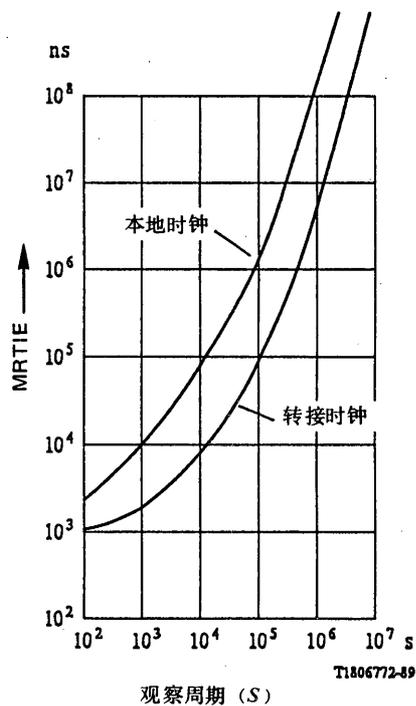


图 2/G.812

对于一个保持运行下的从属时钟，所容许的由于长期相位变化引起的最大相对时间间隔误差（MRTIE）与观察周期 S 的关系

附 件 A

（附于建议 G.812）

从属时钟相位稳定性特性

A.1 从属时钟模型可用下面的方程来描述：

$$x(t) = y_{\text{bias}} \cdot t + \left(\frac{D}{2}\right)t^2 + e_{\text{pm}}(t) + \int_{\tau=0}^{\tau=t} e_{\text{fm}}(\tau) d\tau$$

其中，

$x(t)$ 表示相对于基准输入端的相位时间输出（量纲，时间）；

y_{bias} 表示可能在基准输入端上由于中断事件引起的剩余分数频率偏离（无量纲）；

D 表示当时钟在保持条件下的线性频率偏移成分（量纲，1/时间）；

$e_{pm}(t)$ 表示与时钟的短期不稳定性有关的白噪声相位调制（PM）成分（量纲，时间）；

$e_{fm}(\tau)$ 表示与基准的中断过程有关的白噪声分数频率调制（FM）成分（无量纲）。

这种时钟模型最好通过三种时钟运行方式来理解：

- 理想运行；
- 强制运行；
- 保持运行。

A. 1. 1 理想运行

对于在 PLL 的跟踪带宽以外的短的观察周期，输出定时信号的稳定性由本地同步器的时基的短期稳定性确定。在无基准中断的情况下，由于观察周期的增加是在 PLL 的跟踪带宽范围内，输出定时信号的稳定性渐近地表现为一种白噪声相位调制（PM）过程。时钟的输出可以被看作为一种重叠在输入基准信号的低频部分的本地振荡器的高频噪声叠加。在锁相运行状态下，高频噪声必定是有界的，而对于相对于锁相环的带宽为长的观察周期它是非相关的（即白噪声）。

在理想运行状态下，模型仅有的非零参数是白噪声相位调制（PM）成分。

A. 1. 2 强制运行

在有中断的情况下，由于观察周期的增加是在 PLL 的跟踪带宽范围以内，输出定时信号的稳定性表现为一种白噪声频率调制（FM）过程。一般说来，网路时钟是从时间基准中提取时间间隔，而不是绝对时钟，基于这一简单事实，可以证实白噪声频率调制的存在。从本质上说，一次中断是一个短的周期，在此周期内基准时间间隔是不可用的。当基准恢复时，在本地时钟和基准之间的实际时间差方面存在某种不确定性。根据时钟相位的分布情况，每一次中断时会产生不同程度的剩余相位误差。存在有一个与前后中断事件无关的随机成分，它使相位成为随机量，即为白噪声频率调制噪声源。

除了白噪声频率调制成分以外，中断事件实际上能够在时钟与它的基准之间产生一种频率偏离。当基准被恢复时，这种频率偏离（ y_{bias} ）起因于相位分布的偏置。这是一个严格的点。这种作用的含意是，在实际的网路环境中，通过一连串的时钟，频率偏移有所累积。因此，受同一原始基准时钟控制的各时钟实际上在某种程度上是准同步运行的。

综上所述，在强制条件下，时钟模型的非零参数是白噪声频率调制成分（ e_{fm} ）和频率偏离成分（ y_{bias} ）。这种强制运行类别反映了时钟“正常”运行时的现实特性。

A. 1. 3 保持运行

在保持条件下，时钟模型的关键成分是频率偏移（D）和初始频率偏离（ y_{bias} ）。偏移说明晶体振荡器的严重老化。初始频率偏离则与本地振荡器的内部稳定性有关。

A. 2 从属时钟模型与 TIE 性能的关系

考虑时钟模型与预期的时间间隔误差（TIE）之间的关系是有用的。建议采用两个样值的 Allan 方差来

描述时钟模型的随机部分。下面的方程适用于三种运行类别：

理想的

$$\sigma_{\text{TIE}} = \sqrt{3\sigma^2, (\tau = t) \cdot t}$$

强制的

$$\sigma_{\text{TIE}} = \sqrt{\sigma_{\text{bias}}^2 + \sigma^2, (\tau = t) \cdot t}$$

失控的

$$\sigma_{\text{TIE}} = \left(\frac{D}{2}\right)t^2 + \sqrt{\sigma_{\text{bias}}^2 + \sigma^2, (\tau = t) \cdot t}$$

其中，

σ_{TIE} 表示在观察时间 t 内，与基准相比较时钟输出的相对时间间隔误差的标准偏差；

$\sigma, (\tau)$ 表示描述时钟的随机频率波动的两个样值的标准偏差；和

σ_{bias} 表示描述频率偏置的两个样值的标准偏差。

A.3 关于抖动和漂动测量的导则

为了避免在测量中以及在测量结果的解释和比较时的含糊，抖动和漂动规范的检验要求有标准化的测量方法。有关抖动和漂动的测量的导则包含在增补 No. 35 中。

8.2 质量与可用性目标

建 议 G.821

构成综合业务数字网的一部分的国际数字连接的误码性能

(1980 年订于日内瓦；进一步修改)

CCITT

鉴于

- a) 可以预计将来各种业务要以综合业务数字网 (ISDN) 的概念为基础；
- b) 误码是恶化的主要来源，因为它们以话音的畸变来影响各种话音业务，又以丢失或不准确的信息，或普遍减少信息来影响各种数据型业务；
- c) 虽然话音业务很可能居支配地位，但要求 ISDN 传送范围很广的业务类型，因此希望有一个统一的规范；
- d) 建议 G.102 给出了网路性能指标的解释，以及性能指标与设计指标的关系。

建议

在下面的范围和定义一节中，应满足表 1/G. 821 中及其后几段中规定的要求。

1 范围和定义

1.1 各项性能指标是对用于话音业务或作为数据型业务的“载体信道”的 64 kbit/s 电路交换连接的每个方向规定的。

1.2 建议 I. 325 给出了适于建议 I. 340 中所列之 ISDN 连接类型的参考结构。为了说明 64 kbit/s 电路交换连接型的误码性能及其在连接中各部分的性能分配，在图 1/G. 821 中给出了一个全数字的假设参考结构 (HRX)。它包括 27500km 的总长度，而且是图 1/G. 801 中给出的标准假设参考结构和图 3/I. 325 中所给出的参考结构的一个派生物。

1.3 性能指标是以各个误码性能参数来说明的，每个误码性能参数定义如下：

“误码率 (BER) 超过了一个门限值的平均周期数的百分比，每个周期的时间间隔为 T_0 。这个百分比是在一个相当长的时间间隔 T_L 内评定的” (见表 1/G. 821 的注 3)。

应当注意到总时间 (T_L) 被划分成两部分，即连接被认为是可用的时间和被认为是不可用的时间 (见附件 A)。

关于容许的不可用时间的百分比的各项要求将是单独一项建议的内容。

1.4 用下面的各种 BER 和时间间隔来说明各种指标：

- a) BER 小于 $1 \cdot 10^{-6}$ ，对于 $T_0=1$ 分钟；
- b) BER 小于 $1 \cdot 10^{-3}$ ，对于 $T_0=1$ 秒钟；
- c) 零误码，对于 $T_0=1$ 秒钟 (等效于无误码秒 EFS 的概念)。

这些分类等于表 1/G. 821 中的那些类别。在评定这些指标时要排除不可用的各个周期 (见附件 A 和 B)。

1.5 这些性能指标的有两个主要作用：

- a) 给未来的国内和国际数字网的用户指明在实际运行条件下所期望的误码性能，从而便于业务规划和终端设备的设计；
- b) 构成可导出在一个 ISDN 连接中的传输设备和传输系统的性能标准的基础。

1.6 这些性能指标是考虑了经济和技术上的各种限制，而代表满足业务要求的愿望和实现传输系统的需要之间的一种折衷。这些性能指标虽然被表达为适合不同业务的需要，但还是打算表示为一个单一的传输质量水平。

所述的对于劣化分 [表 1/G. 821 (a)] 的性能指标，是以 1 分钟的平均时间为基础的。这种平均时间和扣除发生在这 1 分钟时间内的严重误码秒内发生的误码 (见表 1/G. 821, 注 2)，可允许带有频繁突发性误码的连接满足总指标的这个特定部分，而这些突发性误码可以由严重误码秒指标控制到一定程度内 [表 1/G. 821 (b)]。然而，仍怀疑这些指标是否适合于具有较长保持时间的实时视频业务的正常工作，这是进一步研究的课题。

1.7 由于这些性能指标是为了满足将来数字网的需要,必须认识到,不是现在所有的数字设备和系统都能轻易达到这些指标。然而目的是为了建立与本建议中的指标相适应的设备设计指标。这些方面是目前在 CCITT 和 CCIR 中讨论的题目。

还要进一步力求所有的工艺技术,无论它们出现在网路的什么地方,最好应当设计得比这里所指明的标准更好,以便在相当大量的实际连接中,使超过端到端指标的可能性减到最小。

1.8 这些指标涉及很长的连接,而人们认识到实际国际连接的大部分将短些,预期实际连接的一大部分将提供比在 § 2 中给出的限值更好的性能。另一方面,连接的一小部分将比较长,在这种情况下可能会超过本建议中规定的容限。

注 — 受控滑动,可视为短的突发误码,未包括在本建议中的误码性能指标的计算中。因此,用户应该认识到,包括受控滑动效应的误码性能测量结果可能劣于本建议指出的性能。为了估算对其应用的可能影响,用户可参阅规定了受控滑动率指标的建议 G. 822。

1.9 在本建议的 § 2 和 § 3 中所列举的误码性能指标适用于 64 kbit/s 电路交换连接(如 § 1.2 中规定)。然而,人们认识到,在实际情况下,这些指标将需要从各高次群比特率上进行的测量来估算。

所以,附件 D 规定了初步导则,以便根据从基群和高次群比特率上进行的测量的资料来估算 64 kbit/s 误码性能参数。

2 性能指标

如在 § 1.1 和 § 1.2 中指出的一个国际 ISDN 连接的性能指标示于表 1/G. 821。国际 ISDN 连接应当同时满足表 1/G. 821 中的全部要求。如果有任何一项要求未满足,连接就未满足指标。

3 总指标的分配

因为在 § 2 中给出的各项指标涉及一个完整的连接,故须将这个指标细分到各个组成部分。本节概述了分配各项性能指标的基本原则和策略。

总的分配原理包括使用两种略为不同的策略,一种适用于劣化分和误码秒的要求 [见分类 a)、c)], 另一种适用于严重误码秒的要求 [见分类 b)]。

表 1/G. 821

国际 ISDN 连接的误码性能指标

性能类别	指标 (注 3、5)
(a) (劣化分) (注 1、2)	少于 10% 的 1 分钟时间间隔, 具有劣于 $1 \cdot 10^{-6}$ 的误码率 (注 4)
(b) (严重误码秒) (注 1)	少于 0.2% 的 1 秒钟时间间隔, 具有劣于 $1 \cdot 10^{-3}$ 的误码率
(c) (误码秒) (注 1)	少于 8% 的 1 秒钟时间间隔, 具有任何的误码 (等效于 92% 无误码秒)

注 1 — 术语“劣化分”、“严重误码秒”和“误码秒”系用来作为一种方便的和简要的性能指标的“鉴别者”。他们的使用并不是意指这种性能水平的接受能力与否。

注 2 — 表 1/G. 821 及几个注中提到的 1 分钟时间间隔 (即附件 B 中, $M > 4$ 的时间) 是从总时间内扣除不可用时间和严重误码秒后, 依次把剩余的秒组合成若干个 60 秒组而得到的。基本的一秒间隔是从一固定的周期中导出的。

注 3 — 计算百分比用的时间间隔 T_L 尚未规定, 因为这个时间间隔可能要视应用情况而定。建议以任意一个月的时间作为基准。

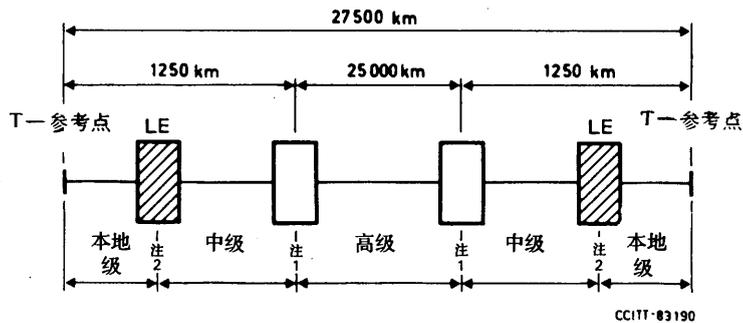
注 4 — 由于实际原因, 在 64 kbit/s, 一分钟含有 4 个误码 (等效于 1.04×10^{-6} 的误码率) 不认为恶化。然而, 并不意味着 $1 \cdot 10^{-6}$ 误码率指标的放宽。

注 5 — 附件 B 说明应当怎样估算总的性能。

3.1 基本分配原则

分配的基础是假定使用了各种传输系统，这些传输系统的质量落入有限数目的各种类别中的一类。

已经确认了三种不同的质量分类，它们代表实际的数字传输电路，与使用的传输系统无关。这些分类称为本地级、中级和高级，而且它们的用法一般倾向于根据它们在网路中的位置而定（见图 1/G. 821）。



注1 — 在HRX的中级和高级段之间不可能提供明确的边界位置的定义。表2/G. 821的注4提供了对这一点的进一步的解释。
注2 — LE表示本地交换机或等效点。

图 1/G. 821

最长的 HRX 电路质量的划分

下面的一般假定适合于后面所用的分配策略：

- 把各项指标分配到连接的各组成部分时，细分配的是“时间的百分比”；
- 对于劣化分和误码秒两项要求 [分类 a) 和 c)] 适用同样的指标分配；
- 误码率门限值不再细分。这样做的理论基础是根据这样一种假设，即组成HRX的各部分（图 1/G. 821）的实际电路的性能一般将远高于劣化分的门限值（见 § 3.1 的注）；
- 没有考虑来自数字交换部分或者来自数字复用设备对误码的影响。这样做的根据是这些影响与来自传输系统的影响比较起来是可以忽略不计的。

这些对于连接的不同部分的质量类别被认为能代表大部分的实际国际连接的情况。各主管部门可在他们自己的网路里随意采用他们所希望要的任何传输系统，只要国内部分的总性能不比采用了标准的 CCITT 的配置时所具有的性能更坏，就认为这些其它配置是完全可以接受的。

应当注意到存在着比 27500km HRX 更长的连接，但这种连接的百分比极小。按规定这种额外的长度将经由高级电路，因此，这些连接将超过本建议所设想的总容差的数量，且将与超过25000km 的数量成比例。各主管部门应当注意到，如果在实际装备中，在各种类别中的性能限值能得到改进，那么这些情况的发生可以大大减少。

注 — 对于各种地面系统，把“劣化分”性能类别分配到较小的实体（例如假设参考数字段）可能要求按距离细分误码率指标以及细分时间百分比”。这是进一步研究的课题。

3.2 劣化分和误码秒要求的分配策略

容许劣化的分配，即10%劣化分和8%误码秒的分配，在表2/G. 821中给出。得出的网路性能指标在附件 C 中给出。

表 2/G. 821

三种电路类别的劣化分和误码秒指标的分配

电 路 类 别	表1/G. 821中所给出的劣化分和误码秒指标的分配
本地级 (两端)	15%的区段容差分配到每一端 (注1、4和5)
中 级 (两端)	15%的区段容差分配到每一端 (注2、4和5)
高 级	40%(对于25000km 而言,这等效于每公里0.0016%的概念上的质量,另见 § 3.1 的注) (注3、6和7)

注1 — 本地级的分配额被认为是一种区段容差,即分配到连接的那个部分的容差,不管长度是多少。

注2 — 中级部分的分配额被认为是一种区段容差,即分配到连接的那个部分的容差,不管长度是多少。连接的中级部分所包括的真正长度将随国家的不同而有很大的变化。在这个类别中的传输系统呈现出介于另外两个类别之间的质量变化。

注3 — 高级部分的分配额是根据长度来分的,得出概念上的每公里的分配额,可以用这种分配额推导出一个规定的网路模型(例如假设参考数字链路)的区段容差。为了实际规划网路模型中的链路,基于280km段(标称长度为280km)的数目的链路容差(规定于表2/G. 921)可用以代替本建议中规定的每公里的分配额。对于不是恰好为280km 整数倍的较长的段,则采用下一个最大整数倍。

注4 — 本地级和中级部分允许包括从T—基准点(见图1/G. 821)一直延伸到网路的第一个1250km。例如,在大国中,这部分电路可能只到达一级中心,而在小国它可能到达二级中心、三级中心或国际交换中心(见图1/G. 821)。

注5 — 必要时,主管部门可以在30%的总容差内,对连接的任意一端分配连接的本地级和中级部分的区段容差。此原则也适用于表3/G. 821中为本地级和中级给出的指标。

注6 — 根据卫星误码性能在很大程度上与距离无关的理解,容许劣化分和误码秒指标的20%的一个区段容差被分配给在HRX的高级部分所使用的单个卫星(HRDP)。

注7 — 如果连接的高级部分包括一个卫星系统,且包括在这个类别中的剩余距离超过12500km,或者如果一个非卫星连接的高级部分超过25000km,那么就可以超过本建议的指标。这种连接的出现被认为是比较罕见的,为了查清这种情况正在继续进行研究。在这方面,卫星等效距离的概念(一个等效地面通道的长度)是有用的,而且已经注意到这个数值可以预期在10000~13000km的范围。

注8 — 在T—参考点和终端设备之间,对用户装置未给出特定的要求。但对用户设备的选择应十分注意,因为连接的总的性能在很大程度上不仅取决于网路性能,还取决于终端装置的质量。

3.3 严重误码秒的分配策略

将0.2%严重误码秒的总指标按下列方式细分到每一种电路类别（即本地级、中级、高级）。

a) 按其它两种指标所采用的同样比例，将0.1%分到三种电路类别中。这种分配结果，如表3/G.821所示。

表 3/G.821
严重误码秒的分配

电 路 类 别	严重误码秒指标的分配
本地级	0.015%的区段容差分配到每一端 (表2/G.821的注5)
中 级	0.015%的区段容差分配到每一端 (表2/G.821的注5)
高 级	0.04% (注1、2)

注1 — 高级类别的传输系统中，每个2500km段可以介入的量不超过0.004%。

注2 — 运行在高级部分的卫星 HRDP，有0.02%严重误码秒的区段容差（也见表2/G.821的注6）。

b) 剩下的0.1%是分配给中级和高级类别的区段容差，以适应传输系统中偶然发生的恶劣网路条件（指一年中最坏的月份）。因为在全世界范围内的连接中发生最坏月份影响的统计性质，认为下列容差和总的0.1%的数字是相容的：

- 能用于连接的高级及中级部分的无线电接力系统，分配0.05%给一个2500km的 HRDP；
- 分配0.01%给一个卫星 HRDP（CCIR 正在继续进行有关卫星系统的严重误码秒性能的研究，这个数值也许最终需要增大）。

附 件 A

(附于建议 G.821)

可用和不可用时间

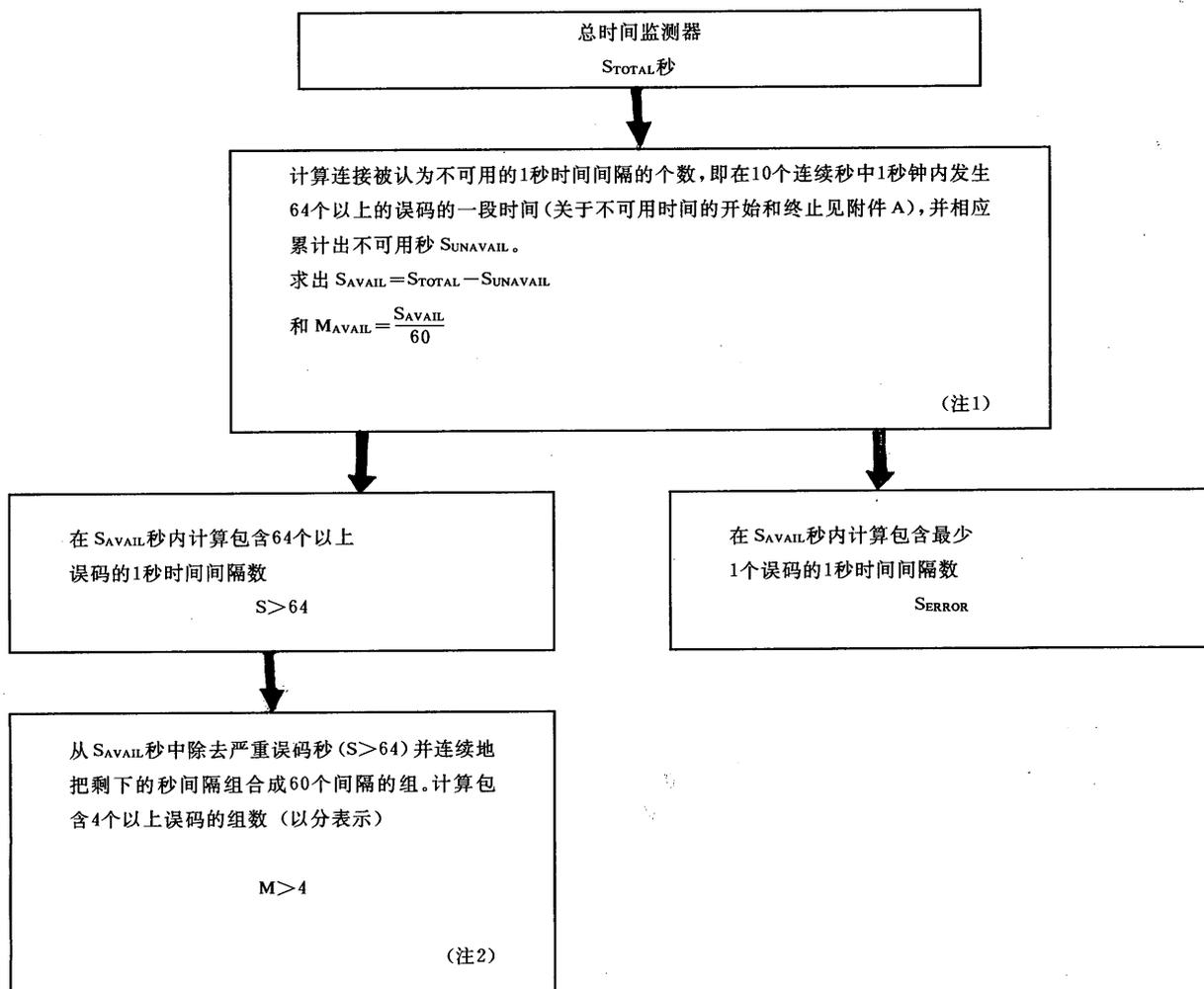
在10个连续秒的时间里，当每一秒内的误码率（BER）都比 $1 \cdot 10^{-3}$ 更坏时，不可用时间的时期就开始。这10秒钟也被认为是不可用时间。在10个连续秒的一段时间里，每一秒的误码率（BER）都比 $1 \cdot 10^{-3}$ 更好时，则从这10个连续秒的第一秒开始，新的可用时间的时期便开始。

有关可用性的各种定义可在建议 E.800系列中找到。

附件 B

(附于建议 G. 821)

关于表1/G. 821解释的导则



注1 — 将计算结果向下一位较高的整数取整。

注2 — 最后的组可能是不完整的,就把它作为好象是一个完整的组来对待,用同样的规则处理。

性能类别 (见表1/G. 821)	指 标
(a)	$\frac{M > 4}{M_{AVAIL}} < 10\%$
(b)	$\frac{S > 64}{S_{AVAIL}} < 0.2\%$
(c)	$\frac{S_{ERROR}}{S_{AVAIL}} < 8\%$

附件 C

(附于建议 G. 821)

各组成部分指标的分配

表 C-1/G. 821

劣化分间隔的百分比和误码秒的百分比两项指标的分配

电路类别 (见图2/G. 821)	64 kbit/s 的网路性能指标	
	%劣化分	%误码秒
本地级	1.5	1.2
中级	1.5	1.2
高级	4.0	3.2

附件 D

(附于建议 G. 821)

关于评估较高比特率系统的性能的初步导则

D.1 暂定导则

考虑到暂定导则的需要,在进一步研究得出结果之前先提出下面的公式。可以使用它们来提供一种规一化的误码性能估算(相对于本建议中列举的64 kbit/s 参数)。应该注意,只有在进行测量的这种比特率上测量才是有效的;这种关系主要适用于某些突发误码分布类型。因此借助于这些公式对系统的误码性能所作的估算不保证和本建议一致。

为了从一次群及一次群以上比特率的误码性能测试来估算按照下列各项对64 kbit/s 规一化的误码性能:

- %误码秒;
- %劣化分; 和
- %严重误码秒

提出下列临时的公式。

D.1.1 误码秒

对64 kbit/s 规一化的百分比误码秒用下式表示

$$\frac{1}{j} \sum_{i=1}^{i=j} \left(\frac{n}{N}\right)_i \times (100\%)$$

其中:

- i) n 是在测量的比特率上的第 i 秒内的误码数;

- ii) N 是较高次比特率除以 64 kbit/s;
- iii) j 为整数, 系整个测量周期内的一秒时间间隔的数目 (除去不可用时间);
- iv) 比 $(\frac{n}{N})_i$, 对于第 i 秒是

$$\frac{n}{N}, \text{若 } 0 < n < N, \text{ 或}$$

$$1, \text{若 } n \geq N$$

D. 1. 2 劣化分 (见注1)

对 64 kbit/s 归一化的劣化分的百分比能够从在基群及基群以上的比特率上的测量中直接取得, 即由基群或基群以上速率的 $X\%$ 劣化分可得出在 64 kbit/s 上的 $X\%$ 劣化分。

D. 1. 3 严重误码秒 (见注1)

对 64 kbit/s 归一化的严重误码的百分比能够根据在基群及基群以上的比特率上所进行的测量来估算, 此百分比由下式给出:

$$Y\% + Z\%$$

式中:

Y 在进行测量的比特率上的严重误码秒百分比; 和

Z 在进行测量的比特率上, 包括有一个或多个帧失步时的非严重误码秒的百分比。

注1 — 计算测量的比特率上的比特误码率时(例如对于劣化分的 10^{-6}), 有时会在计数周期内出现非整数的误码值。为了明确起见, 大于计算值的下一个误码整数被认为超过了性能指标门限(例如, 对于 2048 kbit/s 的比特率, 一分钟内有 123 个误码, 即产生劣于 10^{-6} 的误码率 (BER), 便认为是劣化分。

注2 — 为了保证下列业务正常运行:

- 较高比特率业务 (例如电视);
- 64 kbit/s 业务,

必须确定较高比特率系统 (即 64 kbit/s 以上) 的性能要求。但还不清楚这些业务中何者有最需要的要求, 看来在两种情况下均须使用比 1 秒短得多的计数周期, 或者对严重误码秒采用更严格的限值, 来确定较高比特率的性能要求。

对于 64 kbit/s 业务, 需要较短的计数周期或更严格的限值, 是由于多路分路—复用设备的运行, 特别是由于在存在有远短于 1 秒的突发误码的情况下码速调整控制的运行和重新成帧的过程。例如, 在较高次群多路复用器中, 由于帧定位丢失的结果, 误码不会在 64 kbit/s 分级上导致严重误码秒。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Transmission performance objectives and recommendations*, Vol. III, Rec. G.102.

国际数字连接上的受控滑动率指标

(1980年订于日内瓦：进一步修改)

1 概 述

本建议涉及64 kbit/s 国际数字连接的端到端受控八比特组滑动率指标。这些指标是针对与连接质量的评定有关的各种运行条件而提出的。

在数字网结点的设计条件下以及在规定的正常传输特性内，可以假设一个同步数字网的滑动为零。然而，在运行情况下会超出规定的传输特性，从而使得甚至在一个同步网内也会发生有限数量的滑动。

在一个特定的同步网内，当定时控制暂时消失时可能引起附加滑动，从而导致端到端连接有更多的滑动。

对于准同步运行，国际链路上的滑动数目将受缓冲存储器的容量和互连的国内时钟的精度和稳定度控制。

2 范围与各种考虑

2.1 端到端的滑动率性能应满足在 ISDN 中一个64 kbit/s 数字连接上的电话及非话业务的服务要求。

2.2 国际端到端连接的滑动率指标是针对图1/G. 801 [1] 中的27500km 长的标准数字假设参考连接 (HRX) 而规定的。

2.3 假定各国际交换中心 (ISC) 是由准同步运行的国际链路互连的，并采用了精度符合建议 G. 811规定的时钟。在只考虑时钟精度符合建议 G. 811，并且假定传输性能和交换的各项要求保持在它们的设计限值内时，公认每一条准同步互连交换局间链路70天滑动一次是所产生的最大的理论滑动率。

2.4 在连接包括 HRX (建议 G. 801) 中确定的全部13个节点，并且这些节点全部以准同步方式一起运行的情况下，连接的标称滑动性能可以是每70/12天1次或每5.8天1次。然而，由于在实践中，上述连接的有些节点会是同一个同步网中的一部分，故能预期得到更好的标称滑动性能（例如，当每一端上的国内网路都是同步的场合，连接的标称滑动性能可能是每70/4天1次或每17.5天1次）。

注 — 这些计算假设最多有四条国际链路。

2.5 在一个实际的包括国际和国内两个部分的国际端对端连接中，由于在国际和国内区段中有各种各样的设计、环境条件和工作条件，因而滑动率可能大大地超过根据 n 条准同步互连交换局间链路计算得到的值。这些条件包括：

- a) 国际数字网的结构；
- b) 国内定时控制方案；

- c) 由极端的温度变化所引起的漂动；
- d) 各种类型的交换和传输链路的工作性能特征（包括卫星设备日变化）；
- e) 传输和同步链路上的暂时骚扰（网路调整、保护转换、人为差错等）。

注 — 准同步互连交换局间链路的最大数目 n 在研究中。

2.6 滑动性能的门限是在希望的服务要求和通常可达到的性能之间作出的适当的折衷值。按 (b) 类（见表 1/G. 822）的滑动水平超过这个门限时，将开始影响性能，并可使某些服务质量下降。为了保证判明性能的趋势，必须在一个足够长的时期内测量门限率以记录相当数目的滑动。指标限值定为在一年的时间内超过了门限值的总时间。这些性能指标是用来代表一组统一的规范。

滑动是使一个数字连接受到损害的几种因素之一。表 1/G. 822 给出了在 27500km 长的国际连接上或相应的载体信道上的八比特组的滑动率性能指标。需要进一步研究以证实这些数值与其它指标（例如在建议 G. 821 中列出的误码性能）是相兼容的。

表 1/G. 822
在 64 kbit/s 国际连接或载体信道上的受控滑动性能

性能类别	平均滑动率	时间的百分比 (注1)
(a) (注2)	≤24小时中5次滑动	>98.9%
(b)	>24小时中5次滑动 ≤1小时中30次滑动	<1.0%
(c)	>1小时中30次滑动	<0.1%

注1 — 总时间 ≥ 1年。

注2 — 仅由准同步运行引起的标称滑动性能预期不超过 5.8 天内 1 次（见 § 2.4）。

3 损害分配

3.1 网络中一段以上具有过大滑动同时影响任何给定连接的概率是很低的。在分配过程中要利用这一有利因素。

3.2 由于在一个连接的不同部位产生的滑动影响，其重要性将根据业务类型和受影响话务的级别而有所不同，因此分配过程中对于在国际和国内转接局中检测到的滑动给予较严的限制，而对小的本地交换局则给予次严的限制。

3.3 建议的分配过程是以细分性能类别 (b) 和 (c)（表 1/G. 822）的时间指标的百分数为基础的。对 HRX 的各部分作了临时性分配，如表 2/G. 822 中所示。

表 2/G. 822
受控滑动性能指标的分配

从图1/G. 801 [1] 得出的 HRX 的一部分	表1/G. 822中每 项指标的分配比例	以总时间的百分数表示的指标	
		(b)	(c)
国际转接部分	8.0%	0.08%	0.008%
每个国内转接部分 (注2)	6.0%	0.06%	0.006%
每个本地部分 (注2)	40.0%	0.4%	0.04%

注1 — HRX 的各部分规定于图1/G. 822中。它们是从建议 G. 801得出来的，但与建议 G. 801不完全相同。

注2 — 国内转接部分和本地部分之间的分配仅仅是作为指导而给出的。各主管部门可以自由采用不同的分配，只要每个国内部分的总和（本地加转接）不超过46%。

注3 — 性能水平规定于表1/G. 822中。

注4 — 总时间>1年。

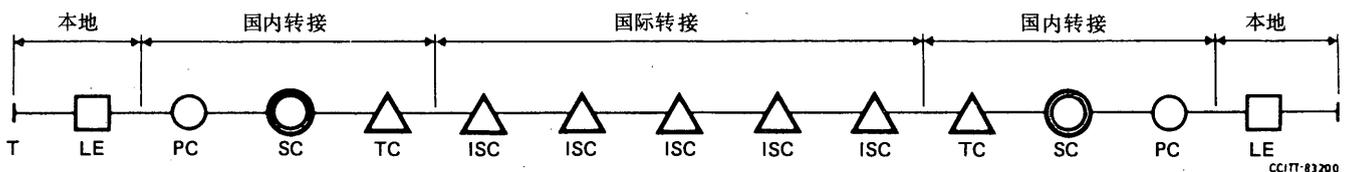


图 1/G. 822
为了分配滑动性能指标而对 HRX 的细分

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Digital transmission models*, Vol. III, Rec. G.801, Figure 1/G.801.

建 议 G. 823

以2048 kbit/s 分级为基础的网内抖动和漂移的控制

(1984年订于马拉加—托雷莫里诺斯；1988年修订于墨尔本)

CCITT

鉴于

(a) 在数字网内可能出现抖动，这种抖动被定义为一个数字信号的有效瞬时从其在理想位置的短期偏离；

- (b) 如果不进行适当控制,那么在某些情况下,抖动可以累积到会出现下列各种性能恶化的程度:
- i) 由于定时信号偏离它们的最佳时间位置而增加了在信号再生点上把误码引入到数字信号中的概率;
 - ii) 在装有缓冲存储器 and 相位比较器,例如抖动降低器和某些数字多路复用设备的某些类型的终端设备中,通过存储器的溢出和取尽而把不受控滑动引入到数字信号中;
 - iii) 在连接的末端上的数/模转换装置中,由于重建样值的相位调制的结果而使数字编码的模拟信息恶化;

(c) 和其它网路质量下降不同,抖动能通过使用抖动降低器来降低其幅度。根据网路的规模和复杂程度,在某些情况下可能需要采用这样的装置;

(d) 由于在传输媒质和设备中传播延迟的变化会产生漂动,漂动被定义为一个数字信号的有效瞬时在上从理想位置的长期偏离;

(e) 如果要使受控和不受控滑动减至最小,必须在数字设备的输入口适应漂动。

建议

在规划网路和设计设备时,应该使用下列导则和限值。

1 数字网内抖动的控制——基本原则

抖动控制原则是以下列各项需要为基础的:

- 推荐一个在任何分级接口上都不得超过的最大网路限值;
- 推荐一个供单个数字设备的技术规范用的一致的框架;
- 为各主管部门提供足够的信息和导则,以便测量和研究在任何网路结构中的抖动积累。

2 在任何分级接口上最大输出抖动和漂动的网路限值

2.1 抖动的网路限值

表1/G. 823中所列的限值代表在一个数字网内的各种分级接口上的容许的最大抖动水平。对于所有的运行条件,且无论接口之前有多少设备,都应满足这些限值。这些网路限值是要求所有设备输入口都提供的最小抖动容限相兼容的。

在运行的网路中,要考虑到这样的事实,即在一个接口上的信号含有高达网路的最大容许限值的抖动。在装有抖动降低器的设备的设计中这一点特别重要,在这种情况下,需要适应这个抖动以及在抖动降低器前面的系统中产生的额外抖动。当最大容许抖动幅度出现在两个国家之间的一个接口上时,则由两个国家的主管部门自行决定如何采取适当的补救措施。这种情况不可能频繁出现。

测量在一个数字接口上的输出抖动的装置如图1/G. 823中所示。对于不同分级等级的具体抖动限值和滤波器截止频率的值列于表1/G. 823中。与测量装置结合在一起的滤波器的频率响应应具有20dB/十倍频程的滚降。合适的试验设备述于建议O. 171中。

表 1/G. 823
在一种分级接口上的最大容许抖动

参数值 数字率 (kbit /s)	网 路 限 值		测量滤波器带宽		
	B ₁ 单位间隔 峰—峰	B ₂ 单位间隔 峰—峰	低频截止频率为 f ₁ 或 f ₃ , 而高频 截止频率为 f ₄ 的带通滤波器		
			f ₁	f ₃	f ₄
64 (注1)	0.25	0.05	20 Hz	3 kHz	20 kHz
2 048	1.5	0.2	20 Hz	18 kHz (700 Hz)	100 kHz
8 448	1.5	0.2	20 Hz	3 kHz (80 kHz)	400 kHz
34 368	1.5	0.15	100 Hz	10 kHz	800 kHz
139 264	1.5	0.075	200 Hz	10 kHz	3500 kHz

注1 — 仅适用同向接口。

注2 — 括号内列出的频率值仅适用于某些国内接口。

注3 — UI=单位间隔；

对于64 kbit/s, UI=15.6μs

对于2048 kbit/s, UI=488ns

对于8448 kbit/s, UI=118ns

对于34 368 kbit/s, UI=29.1ns

对于139 264 kbit/s, UI=7.18ns

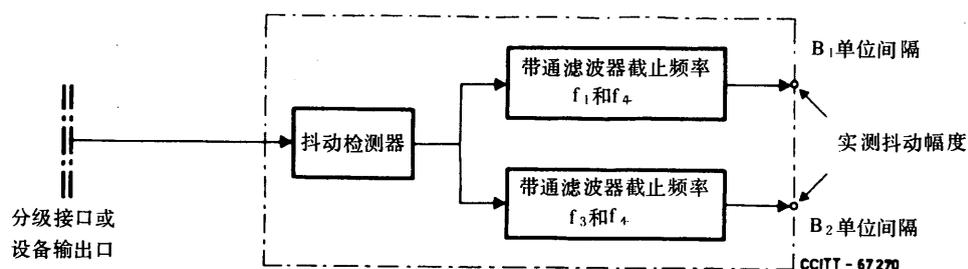


图 1/G. 823
从一个分级接口或一个设备输出
口来的输出抖动的测量装置

对于输出信号受独立时钟（例如，石英晶体振荡器）控制的系统，可以在相关设备的规范中规定更严格的输出抖动值（例如，对于建议 G. 735中的多路复用器—分路器，最大峰—峰输出抖动为0.05UI）。

2.2 漂动的网路限值

在所有分级接口上的漂动的最大网路限值尚未作出规定。漂动的真实幅度是能预计的，它在很大程度上取决于传输媒质的基本传播特性和时钟电路的老化（见建议 G. 811、§ 3）。研究工作已经表明，只要输入口能够按 § 3.1.3 的输入容限要求容许浮动，那么由于超越输入容限而引入滑动将是很少的。对于到网路节点的接口，可应用下面的限值：

在 S 秒时间内的 MTIE（见建议 G. 811）不应超过以下数值：

- 1) $S < 10^4$ ；这个区间需要进一步研究；
- 2) $(10^{-2}S + 10\ 000)$ ns；适用于大于 10^4 的 S 值。

注 — 从上面两种情况得出的总规范说明于图 2/G. 823 中。

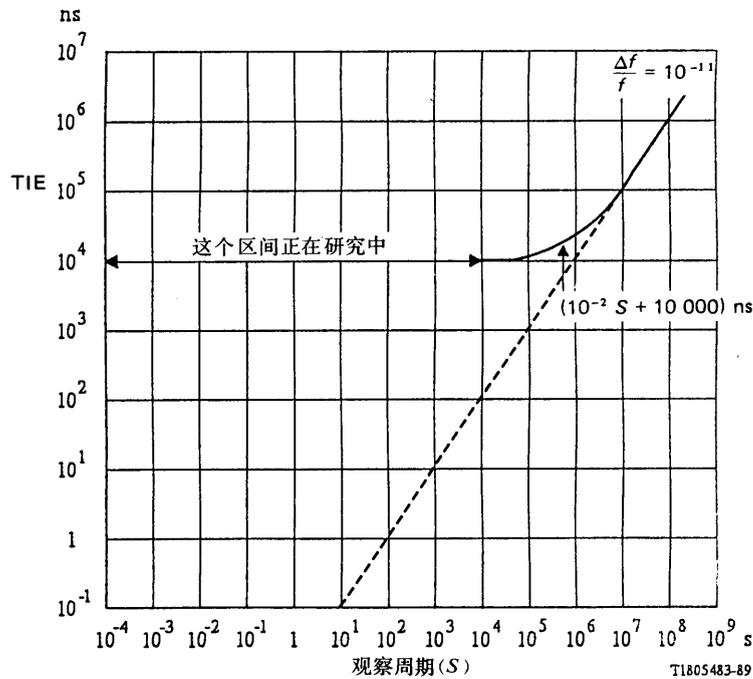


图 2/G. 823

一个网路节点输出端上容许的最大时间间隔误差 (MTIE)
与观察周期 S 的关系

2.3 关于同步网的抖动和漂动考虑

假定在一个同步网中，在各节点上配备的数字设备可适应在输入信号上的允许相位偏离以及从传输设备来的抖动和漂动，那么在正常同步条件下，将不发生滑动。然而应该认识到，由于某些性能的恶化、故障情况、维护措施和其它事件，使输入信号和终端设备内部定时信号之间的相对时间间隔误差 (TIE) 可能超过设备的漂动和抖动的容差，从而产生受控滑动。

在端接互连独立同步网的链路的节点（或在国内网中使用准同步运行的地方），输入信号和终端设备的内部定时信号之间的相对 TIE 可能最终会超过设备的漂动和抖动的容差，在这种情况下，将产生滑动。由这种机理引起的最大容许长期平均受控滑动率由建议 G. 811 给出，即在 70 天内滑动 1 次。

3 适合于数字设备的抖动限值

3.1 基本技术规范原则

对于单个数字设备，必须以三种方式规定它们的抖动性能：

3.1.1 数字输入口的抖动和漂移容差

为了确保任何设备能够连接到网路中任何推荐的分级接口，必须作出安排以使所有设备的输入口都能适应直到表1/G. 823中规定的最大网路限值的抖动水平。

为了便于试验，用正弦抖动的幅度和频率来规定要求的容差，当这种正弦抖动的幅度和频率调制一个测试码型时，不应在设备的运行中产生任何明显的恶化。重要的是应该认识到，并不想用测试条件本身去代表网路中实际遇到的抖动类型。然而，这种试验的确保证了与设备输入电路定时信号恢复有关的“Q”值不致过大，而在必要时，还保证提供了适当数量的缓冲存储器。

这样，设备的所有数字输入口应该能够容许一个具有符合建议 G. 703要求的电特性，但由具有图 3/G. 823中规定的幅—频关系的正弦漂移和抖动调制的数字信号。表2/G. 823指出了不同分级等级的适当限值。

原则上，不管数字信号的信息内容如何，这些要求都应该被满足。为了进行试验，具有抖动调制的信号的等效二进制内容应该是一个表2/G. 823中规定的伪随机比特序列。

在推导这些限值时，在低于 f_1 频率上的漂移效应被认为是主要的，而许多传输设备，例如数字线路系统和使用码速调整技术的异步多路复用器—分路器，对于这些甚低频的相位变化实际上是透明的。尽管如此，并不需要在某些设备（例如，数字交换机和同步多路复用器—分路器）的输入端适应它们。低于 f_1 的要求无法作简单的实际估算，但在设备的设计阶段应该把这个要求考虑进去。

与反映一个数字网中最大容许抖动幅度的，在频率 f_1 和 f_4 之间的那部分样板不同，频率 f_1 以下的那部分样板其目的不在代表实际可能出现的最大容许漂移。在频率 f_1 以下，样板是这样得出的，就是在需要时，在设备的输入端配备这种等级的缓冲存储器便于适应在大部分实际连接中产生的漂移。

在受控滑动出现之后不久，在输入信号与终端设备的内部定时信号之间的相对 TIE 的短时反向，不应引起另一次滑动。为了防止这种滑动，设备应该针对这种现象而设计成有一个适当的滞后。这个滞后应该至少为 $18\mu\text{s}$ 。

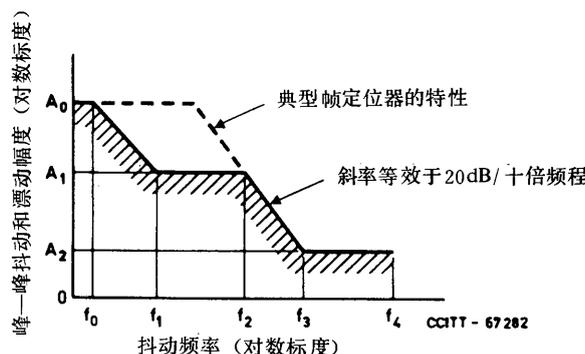


图 3/G. 823

最大容许输入抖动和漂移的下限

表 2/G. 823
输入抖动和漂动容差的参数值

参数值 数字率 kbit/s	峰—峰幅度单位间隔			频率					伪随机测试信号
	A_0	A_1	A_2	f_0	f_1	f_2	f_3	f_4	
64 (注1)	1.15 (18 μ s)	0.25	0.05	1.2×10^{-5} Hz	20 Hz	600 Hz	3 kHz	20 kHz	$2^{11} - 1$ (建议O.152)
2 048	36.9 (18 μ s)	1.5	0.2		20 Hz	2.4 kHz (93 Hz)	18 kHz (700 Hz)	100 kHz	$2^{15} - 1$ (建议O.151)
8 448	152 (18 μ s)	1.5	0.2	1.2×10^{-5} Hz	20 Hz	400 Hz (10.7 kHz)	3 kHz (80 kHz)	400 kHz	$2^{15} - 1$ (建议O.151)
34 368	*	1.5	0.15	*	100 Hz	1 kHz	10 kHz	800 kHz	$2^{23} - 1$ (建议O.151)
139 264	*	1.5	0.075	*	200 Hz	500 Hz	10 kHz	3500 kHz	$2^{23} - 1$ (建议O.151)

*数值在研究中。

注1 — 仅适合于同向接口。

注2 — 对于国内网路的接口可以使用括号内列出的频率值 (f_2 和 f_3)。

注3 — UI=单位间隔

对于64 kbit/s, 1UI=15,6 μ s
 对于2048 kbit/s, 1UI=488ns
 对于8448 kbit/s, 1UI=118ns
 对于34 368 kbit/s, 1UI=29,1ns
 对于139 264 kbit/s, 1UI=7,18ns

注4 — A_0 (18 μ s) 的值代表输入信号与从基准时钟取得的内部定时本地信号之间的相对相位偏离。 A_0 的这个值相当于在至节点的输入口(即设备输入口)上21 μ s的绝对值,并假定传输链路的两个节点之间为11 μ s的最大漂动。3 μ s之差值相当于为国内基准时钟长期相位偏离准许的3 μ s的余度 [建议 G. 811、§ 3c]。

3.1.2 在没有输入抖动情况下的最大输出抖动

必须限制各单个设备内产生的抖动量。处理各种特定系统的建议规定了在没有输入抖动时可能产生的最大抖动水平。适用的实际限值取决于设备的类型。不管数字信号的信息内容如何，它们都应该被满足。在所有情况下，这些限值都不得超过最大容许的网路限值。测量输出抖动的装置说明于图1/G. 823。

3.1.3 抖动和漂动转移特性

对于一个给定的比特率，抖动转移特性规定了输出抖动与输入抖动幅度之比与抖动频率的关系。当抖动出现在数字设备的数字输入口时，在许多情况下，抖动中的某些部分被传送到对应的数字输出口。许多类型的数字设备固有地将输入端出现的较高频率的抖动分量衰减掉。为了在级联均匀数字设备情况下控制抖动，限制抖动增益的值是重要的。特定数字设备的抖动转移可以采用由正弦抖动调制的数字信号来测量。

图4/G. 823表示了一种典型抖动转移特性的一般形状。电平 x 和 $-y$ dB 与频率 f 、 f_5 、 f_6 和 f_7 的相应数值可从相关建议中得到。

由于异步数字设备中相位平滑电路的带宽一般在10Hz以上，输入信号上的漂动实际上可能不经衰减地出现在输出端上，但是，在某些特定的数字设备（例如，节点时钟）中，必须把漂动从输入到输出充分地衰减。涉及同步设备的 CCITT 建议最终将规定特定的漂动转移特性的限值。

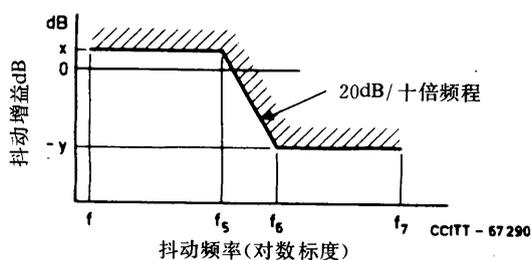


图 4/G. 823

典型抖动转移特性

3.2 数字段

为了确保在一个数字网内不超过最大网路限值（§ 2），必须控制由传输系统引起的抖动。

数字段的抖动限值见建议 G. 921。

3.3 数字多路复用器—分路器

数字多路复用器和分路器的抖动限值见相应的设备建议。

4 关于抖动测量的导则

抖动测量可以分为下列两个可以明确区别的类型：

- 用一种未规定的话务信号进行的测量，这种信号通常可以被认为是准随机的（一般适用于运行情况下）；
- 用专用测试序列进行的测量（一般适用于实验室、工厂和交付试验等情况）。

4.1 用一种未规定的话务信号进行的测量

由于抖动的准随机性以及它可能依赖于话务负荷，所以在运行网路中精确的峰—峰值测量需要在很长的时间内进行。在实践中，人们凭一些特定系统的经验预料到，将可能在较短的测量时间内识别各种不正常现象，这些现象会表明在一个较长的测量间隔内可能超过最大容许限值。

在§2中建议的网路限值是那样推导出来的，即超过这些水平的概率是很小的。以高的置信度来实际观察这种量的大小要求一个不可接受的测量间隔。考虑到这种情况，也许需要引用一个较小而又有关联的限值，此限值有较高的出现概率，以便在一个合理地短的测量间隔内对它进行测量。这些方面的情况是进一步研究的课题。

4.2 用专用测试序列进行的测量

已知使用一种专用的伪随机二进制序列（PRBS）来评定数字线路设备的抖动性能是有利的，必须推导出适合于这种独特的试验条件的各项限值。虽然使用这种决定性的试验信号对工厂验收和交付试验是非常有用的，但其结果需要与运行情况相联系，在运行情况下信号的信息内容很可能更为随机（例如电话型的信号）。根据实践经验，通常可用一个适当的修正系数把根据话务所进行的测量与根据 PRBS 进行的测量联系起来（附件 A）。

在抖动的测量中使用 PRBS 可能有缺点，为了使测量有效，PRBS 在被测系统的抖动带宽之内必须有适当的频谱含量。而在频谱含量不足的情况下，如果要使测得的值与规定的限值作有意义的比较，就必须加以适当的修正。这方面的情况是进一步研究的课题（附件 A）。

4.3 试验信号与和传输系统为一体的信号处理设备的相互作用

把附加的信号处理设备包括到传输系统中作为一个整体，时常影响观察到的抖动性能。研究工作已经表明被传输的信号，特别是如果它是伪随机或高级结构的信号，与数字扰码器和线路码转换器相互作用而产生了有趣的效应，这些效应在观察时表现为这些设备的性能有了变化。所有的相互作用效应使得被传输信号的统计特性有所改变，从而使每个中继器内产生的对码型敏感的抖动有变化。一种典型的表现形式是在包含这些设备的传输系统上连续地每次用相同的试验信号进行测量，会得出一个变化范围很宽的峰—峰和均方根抖动幅度值。

研究工作已经表明，下列诸因素影响观察到的抖动性能：

- 在 PRBS 试验信号发生器和传输系统的扰码器两种设备上的反馈连接；
- 在 PRBS 试验信号发生器和传输系统的扰码器的级数；
- 传输系统中码型变换器的存在。

因此，为了设备验证目的而选用试验信号时，应该考虑到下面两点：

- a) 使用一只 PRBS 试验信号发生器，其周期长度与传输系统中所装的扰码器周期长度有公因子是不可取的。
- b) 如果需要随机信号，应避免 PRBS 试验信号发生器和传输系统中的扰码器使用相同的结构。

5 数字网中的抖动积累

网路结构的变化使人们无法考虑每种可能的情况。为了分析一个特定的网路结构,必须使用有关各个设备的抖动特性的资料,以及适当的抖动积累模型。附件 B 旨在提供足够的资料,使各有关部门能够进行这样的估算。

附件 A

(附于建议 G. 823)

在数字有线、无线和光纤系统上测量抖动用的一种伪随机二进制序列 (PRBS)

A.1 以随机话务为基础的测量与以 PRBS 为基础的测量之间的关系

使用伪随机二进制序列 (PRBS) 来仿效随机型的话务信号总是很方便的。然而,与使用信息内容更为随机的话务信号的抖动测量相比,使用这种测试信号所进行的抖动测量趋向于给出乐观的数值。产生这种差别是因为本质上一般是不确定的话务信号能够产生出范围几乎无限的抖动幅度,而 PRBS 的伪随机性意味着它只能产生有限范围的抖动幅度。根据到目前为止的运用经验已经确定出一个把这两类型的测量联系起来的校正因数,但对于每种可能的实际情况都确定一个准确的数值是非常困难的。它的实际数值取决于相互有关的几个方面,例如测量周期、系统长度、定时恢复电路的 Q 值、序列长度以及扰码器的存在。为了把以随机话务为基础的测量(在比较短的一段时间内进行的)与一种特定的 PRBS 联系起来,需要使用下列两种校正因数,可以相信这些校正因数对大多数情况来说代表了一个良好的实用选择:

- 在 2048 kbit/s 和 8448 kbit/s 校正因数为 1.5 (以使用按建议 O. 151 产生的 $2^{15}-1$ PRBS 为基础);
- 在 34 368 kbit/s 和 139 264 kbit/s 为 1.3 (以使用按建议 O. 151 产生的 $2^{23}-1$ PRBS 为基础)。

所以:

$$\left[\begin{array}{l} \text{当传输随机信} \\ \text{号(话务)时所} \\ \text{估算的抖动幅度} \end{array} \right] = \text{校正因数} \times \left[\begin{array}{l} \text{使用一种特定} \\ \text{的 PRBS 测得} \\ \text{的抖动幅度} \end{array} \right]$$

A.2 PRBS 的频谱内容

在本质上 PRBS 是周期性的,因此可用一个功率谱来表征它的特性,其谱线出现在有规律的间隔上。为了得到一个测量误差可以接受的有意义的结果,必须保证测量输出抖动所用的 PRBS 在被测系统的抖动带宽内有相当的频谱内容。已证实在一连串数字再生器的输出端的抖动频谱的带宽是定时恢复电路的 Q 值和级联再生器数目的函数 [1]。

此时:

$$\text{对于大的 } n, \text{ 抖动带宽} = \frac{f_1}{Q \times n} \text{ [Hz]}$$

其中

f_1 = 由定时恢复电路从输入信号提取的定时信号频率

Q = 一个中继器的 Q 值

n = 级联中继器的数目

且

PRBS 的重复率 = $\frac{f}{L}$ [Hz]

其中

f = 比特率

L = 序列长度

对适当的频谱内容, 码型重复频率应当小于被测系统抖动带宽的 $\frac{1}{y}$ (y 的值需要进一步研究)。

因此

$$\frac{f}{L} \leq \frac{f_1}{y \times Q \times n}$$

和

$$L = y \times n \times Q \times \frac{f}{f_1}$$

例如:

对于 B6ZS 线路码, $f = f_1$ 和 $L \geq y \times n \times Q$

对于一个非冗余四进制线路码, $\frac{f}{f_1} = \frac{2}{1}$ 和 $L \geq y \times n \times Q \times 2$

如果系统使用一个扰码器或码型变换技术 (例如 4B3T), 应当考虑到这一点, 以便减少测试序列的长度。

附件 B

(附于建议 G. 823)

B.1 数字网内的抖动积累

B.1.1 级联均匀数字设备的抖动积累关系

B.1.1.1 数字有线、无线和光纤系统

对这类设备来说, 可适用的关系是与被传输的信号内容、定时恢复的具体实现以及是否包括扰码器/去扰码器组合等密切相关。明确了几种关系。

a) 级联均匀再生器

目前使用的大部分数字中继器是全再生和自定时的; 就是说, 在从输入信号中取得的定时信号控制下, 对输出信号重新定时。抖动的最重要的形式是由于电路的不完善性引起的, 这些不完善性产生出与被传输的数字信号中的脉冲序列有关的抖动, 称之为码型相关抖动。已经深入研究过的在一个再生器中产生抖动的机

理，主要是与定时恢复电路的不完善性有关。[2] [3] [4]

由于从再生段来的码型相关抖动是在网路抖动中占主导地位的，故必须考虑它的积累方式。对于抖动来说，一个再生中继器对存在于输入信号上的抖动起着低通滤波器的作用，但是它也产生抖动，这种抖动可以用输入端上的附加抖动源来表示。如果这个附加的抖动真正是随机的，而与码型相关抖动不同，那么在 N 个再生器之后的数字信号中存在的总的均方根抖动 J_N 由下列近似关系式给出：

$$J_N \simeq J \times \sqrt[3]{N} \quad (1)$$

其中， J 是从单个再生器来的由于不相关抖动源引起的均方根抖动。这个方程式假定在每个再生器中附加的抖动是不相关的。

然而，大多数附加的抖动是与码型相关的，而且由于在每个再生器中码型都是相同的，故可假定在一连串类似再生器的每一只再生器中都加上了相同的抖动。在这种情况下，能够证明抖动的低频分量线性相加，而高频分量则受一个接一个的再生器的低通滤波效应逐渐被衰减。如果被传输的为一随机信号，那么在 N 个再生器之后的信号中存在的均方根抖动 J_N 由下列近似关系式给出：

$$\text{对于大的 } N \text{ 值, } J_N \simeq J_1 \times \sqrt{2N} \quad (2)$$

其中， J_1 是从单个再生器来的由码型相关机理引起的均方根抖动 [1]。

注1 — 根据到目前为止的运行经验，利用成本经济的设计能取得0.4至1.5%单位间隔范围内的 J_1 值。

注2 — 利用锁相环实现的定时恢复，使积累速率略大，由下列近似关系式给出：

$$J_N = J_1 \times \sqrt{2NA} \quad (3)$$

其中， A 是一个与再生器的数目和锁相环阻尼系数两者都有关系的系数。在这种应用中，通常这样来选择锁相环阻尼系数，亦即使得 A 的幅度略大于1。

注3 — 采用横向表面声滤波器的定时恢复产生积累速率接近于用不相关的抖动源获得的速率。之所以产生这种有利的抖动积累，是因为大的固有延迟减弱了定时恢复信号与数据流之间的相关性。因此，系统性的码型相关抖动被有效地随机化，并倾向于用类似于从不相关抖动源获得的那种方式来积累。唯一可注意到的副作用是定位抖动略有恶化。表面声波谐振器并不表现出这种有利的抖动积累，这是因为它们的工作方式不同 [9]。

注4 — 装有码型变换电路的中继器有效地表现为不相关的抖动源，产生非系统性的抖动积累。例如，以信号及其延迟的模2加法（Huffman 序列）为基础的码型变换引起的均方根抖动，近似地随中继器数目的四次方根而积累 [8]。

式 (1) 和 (2) 说明两个重要的结果：

- a) 随着再生器数目的增加，码型相关抖动比非码型相关抖动积累得更迅速，和
- b) 随着再生器数目的增加，一连串再生器产生的抖动幅度无限制地增加。

由一种随机码型产生的抖动本身在本质上是随机性的，其幅度概率分布函数被认为是接近于高斯分布。因此，对于一个给定均方根幅度（标准差），能够计算出超过任何选定的峰—峰幅度的概率。为了制定技术规范，常常假定峰—峰与均方根的比值在12和15之间，超过这个比值的概率很低。

与此相比较,当被传输信号是由低频次交替的两种重复的码型构成时,抖动就以一种低频重复波出现,其幅度与再生器的数目成正比。这有可能导致非常大的抖动幅度。在这种情况下,最大峰—峰抖动幅度(J_{NP})可用下列关系式表示:

$$J_{NP} = d \times N \quad (4)$$

其中, d 是单个再生器在交替重复码型作用下产生的码型敏感抖动(PSJ)。这个关系式假定重复率足够低,因而达到了稳态。实际的值取决于使用的码型。

在正常运行中,这种情况是不大会有的。因为传输的信号通常是由若干不同源的话务信号(虽然在基群线路速率上不一定如此)、再加上帧定位信号和码速调整控制数字等构成的。此外,通过使用数字扰码器可以更进一步降低出现固定码型的概率,使用数字扰码器是要使信号随机化。

b) 装有扰码器和抖动降低器的级联均匀数字有线、无线和光纤系统

当几个装有扰码器/去扰码器组合的数字有线、无线和光纤均匀系统串接在一起时,需要考虑这些系统中加入的扰码器/去扰码器组合装置。在这种情况下,每个系统产生的抖动是不相关的,因而发现抖动是按照级联系统数的四次方根进行积累的。所以,在 M 个数字有线、无线或光纤系统之后的数字信号上存在的均方根抖动 J_M 由下列近似关系式给出:

$$J_M \simeq J_s \times \sqrt[4]{KM} \quad (5)$$

其中, J_s 是来自单个系统的均方根抖动, K 是一个常数,其值在1和2之间。对于大的 M 值, $K=2$ 。

除扰码器以外,还装有抖动降低器的地方,可以应用同样的积累关系式,只是 J_s 的值大大减小。在这种情况下,均方根抖动 J_s 由下列近似关系式给出:

$$\text{对于大的 } N, J_s \simeq 2NJ \sqrt{\frac{f_c}{B}} \quad (6)$$

其中, J 是来自单个中继器的均方根抖动, N 是级联中继器的数目, f_c 是抖动降低器的截止频率, B 是单个中继器的半带宽($B = \frac{W_0}{2Q}$)。

注 — 本节给出的这些关系式的有效性需要进一步研究。特别是在含有抖动降低器的情况,因为通常认为可以接受的扰码器长度产生的随机化程度,可能不足以保证在要求的抖动转移函数带宽内产生的抖动不相关到这种程度,使得四次根积累是主要的。

B.1.1.2 多路复用器—分路器设备

对于这类设备,可能积累到显著程度的唯一抖动类型是可变低频等待时间抖动,这种抖动,可能具有在多路分路器锁相环的通带内的频率上的分量。可以预料,等待时间抖动的积累速率会在 \sqrt{N} 和 $\sqrt[3]{N}$ 之间,其中 N 是级联多路复用器/分路器对的数目 [5] [6] [7]。

尚需要进一步研究以确定一个更精确的关系式。

B.2 关于在一个数字网内抖动积累关系式的实际应用导则

(这些方面需要进一步研究。)

参 考 文 献

- [1] BYRNE (C. J.), KARAFIN (R. J.) and ROBINSON (D. R.): Systematic jitter in a chain of digital repeaters, *BSTJ*, Vol. 42, 1963.
- [2] BENNETT (W. R.): Statistics of regenerative digital transmission, *BSTJ*, Vol. 37, 1958.
- [3] ROWE (H. E.): Timing in a long chain of regenerative repeaters, *BSTJ*, Vol. 37, 1958.
- [4] MANLEY (J. M.): Generation and accumulation of timing noise in PCM systems – An experimental and theoretical study, *BSTJ*, Vol. 48, 1969.
- [5] DUTTWEILER (A. L.): Waiting time jitter, *BSTJ*, Vol. 51, No. 1, Jan. 1972, pp. 165-207.
- [6] CHOW (P. E. K.): Jitter due to pulse stuffing synchronization, *IEEE Trans. on Communications*, COM-21, No. 7, July 1973, pp. 854-859.
- [7] CLEOBURY (D. J.): Characteristics of a digital multiplex equipment employing justification techniques, *IEE Conference on Telecommunication Transmission*, 1975, pp. 83-86.
- [8] ZEGER (L. E.): The reduction of systematic jitter in a transmission chain with digital regenerators, *IEEE Transaction on Communications Technology*, COM-15(4), 1976.
- [9] HIROSAKAI (B.): Jitter accumulation property in a regenerative repeater system with ASWF as a timing extracting filter, *NEC Research and Development*, No. 43, October 1976.

建 议 G. 824

以1544 kbit/s 分级为基础的数字网内 抖动和漂动的控制

(1984年订于马拉加—托雷莫里诺斯；1988年修订于墨尔本)

CCITT

鉴于

- (a) 在数字网内可能出现定时抖动和定位抖动；
- (b) 如不进行适当的控制，那么在某些情况下，抖动可以积累到会出现下列各种性能恶化的程度；
 - i) 由于定时信号偏离它们的最佳时间位置而增加了在信号再生点上把误码引入到数字信号中的概率；
 - ii) 在装有缓冲存储器和相位比较器，例如抖动降低器和某些数字多路复用设备的数字设备中，由于数据溢出或取尽而把不受控滑动引入到数字信号中。
 - iii) 在连接的末端上的数/模转换装置中，由于重建样值的相位调制的结果而使数字编码的模拟信息恶化，这种恶化会对数字编码的视频信号有显著的影响；
- (c) 和某些其它网路质量下降不同，抖动能通过使用抖动降低器来降低其幅度，在复杂的网路中，可能要采用这样的装置；
- (d) 由于在传输媒质和设备中的传输特性的变化，包括同步基准分布的离散会产生漂动；
- (e) 如果要使受控和不受控滑动减至最小，必须在数字设备的输入口适应漂动。

建议

在规划网路和设计设备时，应该使用下列导则和限值。

1 基本的抖动和漂动控制原则

在本建议中提出的策略的目的是使由于在数字网路内的抖动和漂动而产生的损伤减至最小。这个策略提出了下列各项要点：

- a) 在任何分级接口上都不得超过的网路限值规范；
- b) 供单个数字设备的技术规范用的一致的框架；
- c) 为预测和分析在任何网路结构中的抖动和漂动累积而提供的信息和导则，对于这种累积产生的损伤的方便满意的控制，并提供对单个数字设备的抖动和漂动性能的深入了解。
- d) 为便于精确的和可重复的抖动和漂动测量提供测量方法。

下面所推荐的关于参数测量的建议可在 O 系列的增补 NO. 3. 8 (关于抖动) 和增补 NO. 35 (关于漂动) 中找到。

2 在分级接口上的最大抖动输出和在同步网节点上漂动的网路限值

2.1 抖动的网路限值

在各种分级网路接口上容许的最大输出抖动数值的技术规范，必须使数字网的组成单元（线路段、复用设备、交换机）能够互连，以便形成数字通道或连接。无论接口之前有多少互连的网路组成单元，都应能满足这些限值。这些限值拟与运行在相同分级水平的所有设备的最小抖动容限相兼容。

表1/G. 824中所列的限值表示在一个数字网中的各种分级接口上容许的最大输出抖动限值。当容许的最大抖动幅度出现在两个国家之间的一个接口上时，由两个国家的主管部门自行决定如何采取适当的补救措施。这种情况不可能频繁出现。

表 1/G. 824

在分级接口上容许的最大输出抖动					
数字率 (kbit/s)	网路限值 (UI 峰—峰)		低频截止频率为 f_1 或 f_3 ，而 最低的高频截止频率为 f_4 的带通滤波器		
	B_1	B_2	f_1 (Hz)	f_3 (kHz)	f_4 (kHz)
1 544	5.0	0.1 (注)	10	8	40
6 312	3.0	0.1 (注)	10	3	60
32 064	2.0	0.1 (注)	10	8	400
44 736	5.0	0.1	10	30	400
97 728	1.0	0.05	10	240	1 000

UI 单位间隔

注 — 此值需进一步研究。

对于输出信号由一个独立时钟（例如石英振荡器）来控制的系统，可以在相关的设备规范中规定更严格的输出抖动数值（例如，对于建议 G. 743 中的多路复用器—分路器，输出抖动不应超过 0.01 UI r. m. s.）。

在数字接口上的输出抖动的测量装置如图 1/G. 824 所示。具体的抖动限值和滤波器截止频率的数值列



于表1/G.824中。

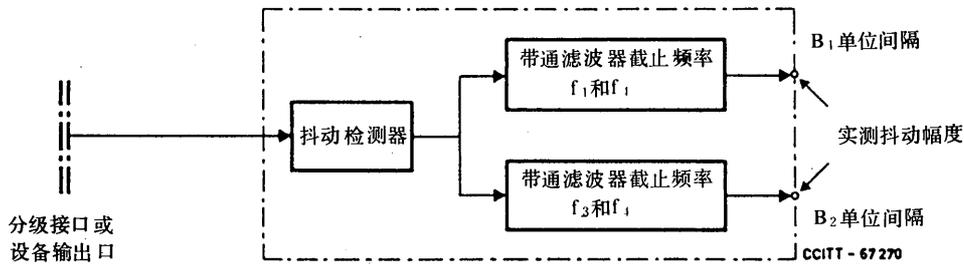


图 1/G. 824
 从一个分级接口或一个设备输出口
 来的输出抖动的测量装置

2.2 漂动的网路限值

在同步网节点上的网路输出漂移技术规范是保证满意的网路性能（例如 滑动、误码突发）所必须的。假定在传送定时信息的线路上有一个非理想的同步信号（包含有抖动、漂移、频率漂移和其它损伤），以此为基础对网路节点规定了下列各种限值。在 S 秒时间内的最大时间间隔误差（MTIE）（见建议 G.811）不应超过以下数值：

- 1) $S < 10^4$ ，这个区域需要进一步研究；
- 2) $(10^{-2}S + 10\ 000)$ ns；适用于大于 10^4 的 S 值。

注 — 从上面两种情况得出的总规范说明于图2/G.824中。

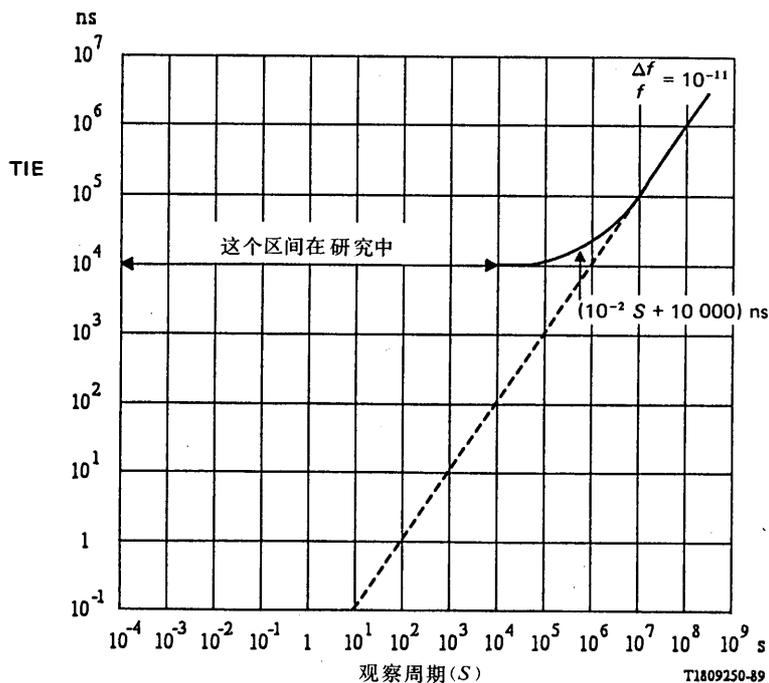


图 2/G. 824
 一个网路节点输出端上容许的最大时间间隔误差（MTIE）
 与观察周期 S 的关系

需要进一步研究以确定转接和本地节点的限值的差值。此外，网路内的漂动累积与建议 G. 811、G. 812、Q. 511中包含的稳定性规范紧密相关。

3 单个数字设备的技术规范框架

3.1 基本技术规范原则

抖动和漂动控制固有地取决于网路和设备的设计。网路考虑在 § 2 中讨论。在考虑数字设备的抖动和漂动性能时，重要的参数有：

- i) 在输入口上能够容许的抖动和漂动的量值；
- ii) 此输入抖动和漂动通过滤波器后进入输出端的比例；和
- iii) 由设备产生的抖动和漂动的量值。

本节的目的是为设备要求的形成提供一个基础，从抖动和漂动性能的观点来看这些设备要求将保证各种不同的网路设备是相互兼容的。

3.1.1 输入口的抖动和漂动容差

为了保证任何设备在连接到网路内的一个分级接口时会满意地运行，必须要求设备的输入口能适应直到表1/G. 824中规定的最大网路限值的网路输出抖动水平。以适于所有数字设备类型的一项单独建议的形式给出的输入抖动容差的规范能保证某种最小抖动容差为所有的网路单元满足。大多数设备输入容差的规范都是以不引起指定的误码性能恶化的各种频率的正弦抖动的幅度的形式给出。这种规范形式的简单性具有很大的吸引力，因为它容易用常规的试验设备来校验。然而，重要的是应该认识到，并不想用试验条件本身去代表网路中实际遇到的抖动类型。因此，对于某些设备，可能需要规定补充的抖动容差试验，并且始终应该参考单个设备的建议。

作为设备容差的最简要的导则，建议设备的所有数字输入口应能够容许由图3/G. 824和表2/G. 824规定的正弦抖动和漂动。在运行环境中这些限值均应满足。

对高于 f_3 的频率，在推导表2/G. 824中包括的规范要求时，设备时钟判决电路的定位抖动量的影响被认为是主要的。为验证符合这些规范而进行的测量可能提供与环境有关的结果，因此在对它们的解释中容许某些含糊。在设备的设计阶段应该把这个要求考虑进去；增补 NO. 3. 8 (O 系列) 提供了关于与环境无关的测量的导则。

在低于 f_1 的频率上，在推导这些规范时，漂动影响被认为是主要的，而许多传输设备，例如数字线路系统和采用码速调整技术的异步多路复用器—分路器，对于这些甚低频的相位变化实际上是透明的。但是，并不需要在某些设备（例如数字交换机和同步多路复用器—分路器）的输入端适应这样的相位变化。对于低于 f_1 的频率，表2/G. 824包括的要求无法作简单的实际估算，但在设备的设计阶段应该把这个要求考虑进去。

设备的漂动容差必须与图2/G. 824中规定的网路输出漂动限值相兼容。在同步设备输入口上不足的漂动容差可能导致受控或不受控滑动，取决于采用的专用滑动控制策略。

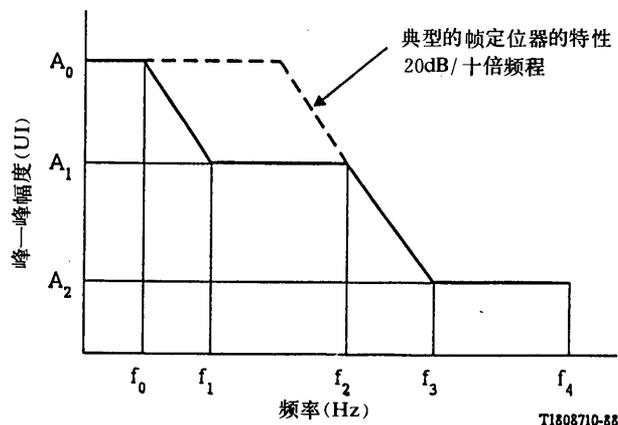


图 3/G.824

数字网中的一个节点输入端上必须适应
的峰-峰抖动和漂动的样板
(测试方法——参见增补 NO. 3.8 (O 系列)
和增补 NO. 35)

表 2/G.824
输入口的抖动和漂动容差
(暂定值) (注1)

比特率 (kbit/s)	抖动幅度 (峰-峰)			频 率					测试信号
	A_0 (μ s)	A_1 (UI)	A_2 (UI)	f_0 (Hz)	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	f_3 (kHz)	f_4 (kHz)	
1 544 (注2)	18	5.0	0.1 (注2)	1.2×10^{-5}	10	120	6	40	$2^{20}-1$ (注3)
6 312 (注2)	18	5.0	0.1	1.2×10^{-5}	10	50	2.5	60	$2^{20}-1$ (注2)
32 064 (注2)	18	2.0	0.1	1.2×10^{-5}	10	400	8	400	$2^{20}-1$ (注3)
44 736 (注2)	18	5.0	0.1 (注2)	1.2×10^{-5}	10	600	30	400	$2^{20}-1$ (注2)
97 728 (注2)	18	2.0	0.1	1.2×10^{-5}	10	12 000	240	1 000	$2^{23}-1$ (注2)

注1 — 应该参考单个设备的技术规范来校核是否需要补充输入抖动容差要求。

注2 — 此值需要进一步研究。

注3 — 在不支持64 kbit/s透明度的网路内，必须抑制测试序列中的长零串。

注4 — 值 A_0 (18 μ s) 表示输入信号与从基准时钟取得的内部本地定时信号之间的相对相位偏离。

3.1.2 抖动和漂动转移特性

对于一个给定的比特率,抖动转移特性定义为输出抖动与输入抖动幅度之比与抖动频率的关系。当抖动出现在数字设备的数字输入端时,在许多情况下,抖动中的某些部分被传送到对应的数字输出端。许多类型的数字设备固有地将输入端出现的较高频率的抖动分量衰减掉。涉及特定设备的 CCITT 建议终将对其特定抖动转移特性规定限值。为了控制在级联均匀数字设备情况下的抖动,限制抖动增益的数值是重要的。

由于在异步数字设备中的相位平滑电路的带宽一般是在10Hz以上,所以在输入信号上的漂动实际上可能不经衰减地出现在输出端。但是在某些特定的数字设备中(例如节点时钟),必须从输入到输出将漂动充分地衰减。涉及同步设备的 CCITT 建议终将对特定的漂动转移特性规定出限值。

3.1.3 固有抖动和漂动的产生

固有抖动和漂动定义为在没有输入抖动和漂动的情况下的输出抖动和漂动。为了控制来自级联网路单元的网路抖动和漂动累积,必须限制在单个数字设备内产生的固有抖动和漂动的总量。单个数字设备的抖动和漂动的限值规定于特定的 CCITT 设备建议中。实际适用的限值根据设备的类型而定。

3.2 数字线路段

为了保证在一个数字网内不超过最大网路限值(§ 2.1),必须控制由传输系统引起的抖动和漂动。

数字线路段的抖动规范终将在建议 G. 911至 G. 915中找到。

3.3 数字多路复用器—分路器

为了保证在一个数字网内不超过最大网路限值(§ 2.1),必须控制由传输系统引起的抖动和漂动。

采用正码速调整的数字多路复用器—分路器的抖动规范见建议 G. 743和 G. 752。

3.4 数字交换机

为了保证在一个数字网内不超过最大网路限值(在§ 2.2中规定),数字交换机必须适当地控制抖动和漂动的转移和产生。

原始基准时钟的输出漂动规范见建议 G. 811。数字转接交换机和数字本地交换机的抖动和漂动规范见建议 Q. 541。

4 数字网中的抖动和漂动积累

网路结构的多种变化带来了众多的连接可能性。为了分析一个特定的网路结构,必须使用有关各个设备的抖动特性的资料,以及适当的抖动积累模型。增补 No. 36提供了资料,以帮助各有关部门进行这样的估算。

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

第九章

数字段和数字线路系统

9.0 概述

建议 G. 901

数字段和数字线路系统的一般考虑

(1980年订于日内瓦；进一步修改)

1 数字段和数字系统

在这些建议中采用数字段这个术语作为包括数字有线段和数字无线段的通用术语。这个术语在建议 G. 701中(也见图1/G. 701和图2/G. 960)下了定义。数字段被定义为工作在各种特定比特率的数字链路的组成部分,并可视作“黑箱”。对用于数字分级(网路)的数字段,其输入和输出被建议为“设备接口”的形式(即如同在用于分级比特率的建议 G. 703或用于非分级比特率的建议 G. 931中所建议的。对用于 ISDN 用户接入的数字段,其“段边界”在 T 参考点和相应的 V 参考点。可能应用于 T 参考点的用户网路接口在 I. 400 系列建议中建议,可能用于 V 参考点的交换机接口则在 Q. 500 系列建议中建议。数字段的各建议包括可应用于数字无线、金属线和光传输系统的公共的与网路有关的各种要求。其性能要求与网路性能指标有关。

数字有线和无线系统是提供数字段的手段。有关数字有线和无线系统的各个建议,对工作于给定比特率的数字段认可了特定的传输媒质和传输技术。数字有线和无线系统的性能要求是用作系统设计者的导则(设备设计指标),并且与规定结构的假设参考数字段有关。

工作在给定比特率和用于网路的一个特定部分的所有数字有线和无线系统都应符合适合于那种网路应用的数字段的各项特性。

数字无线系统的各项要求包括在 CCIR 的各个建议中。

2 国际互连

对于国际互连, CCITT 建议:

- 1) 作为优先采用的办法,在工作于分级比特率的设备接口上互连,如图1a)/G. 901和图2a)/G. 901所示;
- 2) 作为次优先采用的办法,在工作于非分级比特率的设备接口上互连,如图2b)/G. 901所示;
- 3) 如在图1b)/G. 901和图2c)/G. 901中所示的各种线路接口,拟作国际互连点之用。

设备接口处互连所需要的所有参数将包括在涉及“数字线路段的特性”的那部分建议中。

下面各个建议中采用的设备接口是指在建议 G. 703中规定的那些接口，也可以指终端设备间的直接连接，或数字分配架上的连接。

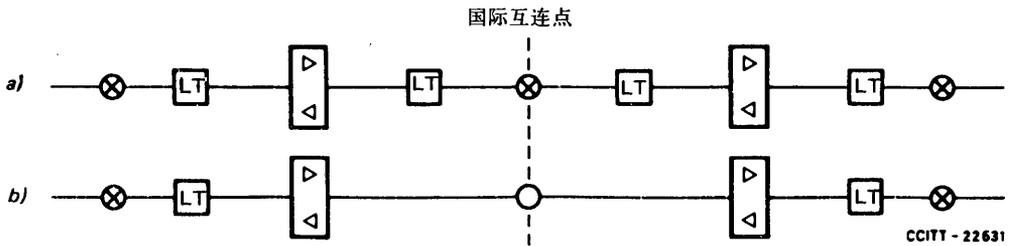


图 1/G. 901

工作在分级比特率上的线路传输系统用来互连的两种方法

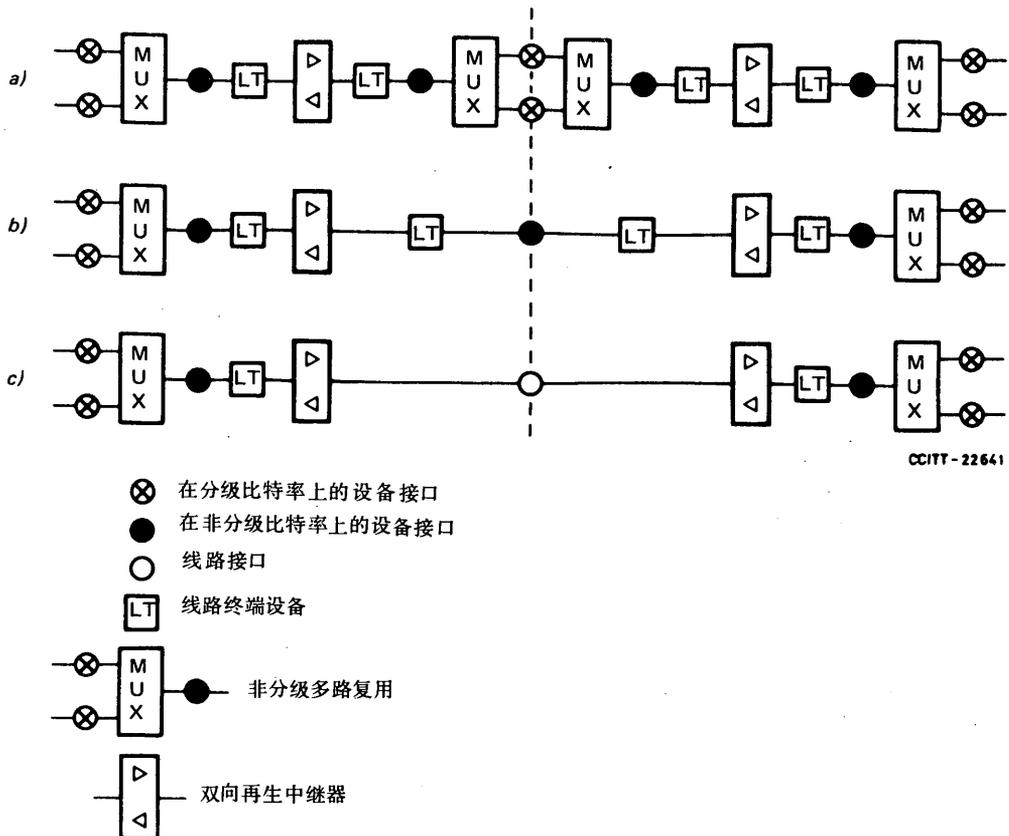


图 2/G. 901

工作在非分级比特率的线路传输系统用来互连的几种方法

3 ISDN 用户接入

用于 ISDN 用户接入的数字段和数字线路系统，对其应用专门作了建议，而不是作为“数字分级”的一

部分。有些地方，其它的数字段和数字线路系统的建议是对称的（即线路终端在每一端具有相同的功能），但对于 ISDN 用户接入来说，某些功能是非对称的（即比特定、八比特组定时、激活/解除激活、供电、运行和维护）。这是由于本地线路分配网路固有的不对称性以及交换机接口至用户网路接口的不同要求。

文 献 目 录

CCITT Recommendation *Transmission performance objectives and Recommendations*, Vol. III, Rec. G.102.

9.1 以1544 kbit/s 基群速率为基础的分级比特率上的数字线路段

建议 G. 911至 G. 915已予以删除。

9.2 以2048 kbit/s 基群速率为基础的分级比特率上的数字段

建 议 G. 921

以2048 kbit/s 分级为基础的数字段

(1984年订于马拉加—托雷莫里诺斯；1988年修订于墨尔本)

1 数字段的特性

1.1 一般特征

1.1.1 比特率

以2048 kbit/s 分级为基础的数字段应能传送如表1/G. 921所示的标称比特率及相应容差的信号。

表 1/G. 921
发送信号的容差

标称比特率 (kbit/s)	2 048	8 448	34 368	139 264
容差 (ppm)	50	30	20	15

注 — 2048 kbit/s 数字段可以在同样环境内同步地或准同步地工作。

1.1.2 特殊性能

以2048 kbit/s 分级为基础的数字段应是和比特序列无关的。

1.2 接口特性

数字接口应符合建议 G. 703。

1.3 性能标准

各项性能要求(如误码率、抖动和可用性)是以假设参考数字段(HRDS)来规定的。这样的模型定义在建议 G. 801中。

1.3.1 误码性能

依据建议 G. 821中规定的在一个连接的不同部分中的各种应用,在表2/G. 921中对不同数字段的质量等级作了规定。

1.3.2 抖动

为了保证在数字网路中不致超过最大的网路抖动限值(见建议 G. 823的 § 2),必须控制来自各传输系统的抖动。

1.3.2.1 引言

抖动规范与在表2/G. 921规定的假设参考数字段(HRDS)有关。

下面所给出的各种限值,是从只有少数几个串接的数字段的基础上导出的,而且没有考虑异步多路复用设备产生的抖动。然而,在某些实际网路结构中,一些主管部门可能发现需要更多的线路段与许多异步数字多路复用设备串接在一起。在这种情况下,为了有效地控制抖动,可能需要满足要求更高的限值和/或需用其他方法使抖动减至最小。

下面给出的所有各种限值对于所有的数字段均应满足,不论其长度是多长和中继器的数目是多少。

必须指出,不管传输什么信号,都必须满足这些限值。在这种情况下,测试序列留给各国主管部门来选择。应当考虑在建议 G. 823的 § 4中给出的测试导则。

1.3.2.2 容许输入抖动的下限

应当满足在图2/G. 823和表2/G. 823中给出的要求。

注一 要认识到,对2048 kbit/s 线路段和在干扰的实际情况下,在 f_3 到 f_4 的频率范围内尚须降低容许的最大输入抖动。(但在频率 f_3 以下保留原有的20dB/十倍频程的斜度,这会使频率 f_2 具有稍低的数值)。考虑到这些线路段是用在网路中的最低一级中,以及实际的2048 kbit/s 信号源在高频范围内有很低的输出抖动(见建议 G. 732、G. 742和 Q. 551),由此而得到的性能将是完全满意的。

1.3.2.3 抖动转移特性

抖动转移函数的最大增益不应超过1dB 的数值。

注1 — 在考虑了测试仪器的限制的情况下,低频的限值应尽可能地低。5Hz 左右的数值被认为是可以接收的。

注2 — 对于符合另外一种可选用的国内接口(表2/G. 823的注2)的2048 kbit/s 的线路段,允许3dB 的抖动增益。

表 2/G. 921

数字段按误码性能的质量分类

数字段质量分类	HRDS 长度 (km) (见图 4/G. 801) (注2)	分配范围 (注3、4)	用于下列电路分类中 (见图 1/G. 821) (注5和6)
1	280	0.45%	高级
2	280	2%	中级
3	50	2%	中级
4	50	5%	中级

注1 — 没有想把任何质量等级局限于任何特定比特率。引入附加的选择（例如关于长度）的可能性需要进一步研究。

注2 — 所示的长度数值与建议 G. 801 中的数值完全相同。应将其理解为相应于实际数字段的最大长度。若实际数字段较短，不减少比特误码的分配（即第3行的百分比数值）。这是考虑到：

- 在许多线路系统中（特别是铜线线对上的系统），大部分比特误码发生于系统的端点；
- 从经济利益考虑，与长途系统相比较，短途系统可设计成具有较大的每公里误码率。

若实际数字段较长（例如450km），它的总的性能的分配应相应于整个 HRDS（具有相同质量等级），其长度至少应与实际的段长相同（例如2×280km）。

注3 — 本行中的数值是建议 G. 821 中规定的总恶化（在64 kbit/s 时）的百分比；即8%的误码秒的百分比、10%的劣化分的百分比和0.1%的严重误码秒的百分比，严重误码秒是按照与其它两个参数相同的规则分配的。

注4 — 为了从基群和基群以上的比特率误码测试中得出64 kbit/s 误码性能数据，应采用建议 G. 821 附件 D 中所述的方法。

注5 — 也可用于图1/G. 821 定义的连接的较低等级部分。

注6 — 考虑到如建议 G. 821 中详述的无线系统的不利传播情况，对工作在假设参考连接（HRX）中的高级和中级质量部分的系统，已将0.05%的严重误码秒附加百分比分配至2500km 无线接力假设参考数字通道（HRDP）。这相应于对于280km 的段，当考虑严重误码秒时，应对第1和第2类段的分配额附加0.0055%的数值。

如果连接的中级部分完全由1类无线段组成时，这可使此中级部分有一0.025%的严重误码秒附加容差。若网路的中级部分由不同等级的段混合构成时，各主管部门可自行决定将此容差的一部分分配给3和4类段。

为了与在 G. 821 § 3.3 b) 中所作的关于 HRX 中无线段的数目和最坏月影响的发生的统计假设相一致，可能要考虑在一个连接中的所有无线段同时发生最坏月影响的概率。用于网路规划和用来评估一给定的连接与 G. 821 的总指标相符合程度的性能评价的统计模型正在研究之中。

1.3.2.4 无输入抖动时的输出抖动

在任何有效信号情况下，无输入抖动时的最大峰—峰抖动不应超过在表3/G.921中给出的限值。

表 3/G.921

数字段的无输入抖动时的最大输出抖动
(测量是按图1/G.823中所示的方法进行的)

比特率 (kbit/s)	假设参考数字段 长度 (km)	数字段的最大输出抖动		测量滤波器带宽		
		低频限值 (f_1-f_4) 峰—峰 单位间隔	高频限值 (f_3-f_4) 峰—峰 单位间隔	低频截止频率为 f_1 或 f_3 高频截止频率为 f_4 的带通滤波器		
				f_1	f_3	f_4
2 048	50	0.75	0.2	20 Hz	18 kHz (700 Hz)	100 kHz
8 448	50	0.75	0.2	20 Hz	3 kHz (80 kHz)	400 kHz
34 368	50	0.75	0.15	100 Hz	10 kHz	800 kHz
34 368	280	0.75	0.15	100 Hz	10 kHz	800 kHz
139 264	280	0.75	0.075	200 Hz	10 kHz	3 500 kHz

注 — 对于在国内网路中的接口，可以用括弧内的频率值 (f_2 和 f_3)。

1.3.3 可用性

在研究中。

这项性能要求将考虑 CCITT 建议 G.821、E.800 和 CCIR 建议 557 而给以规定。

1.4 故障情况和相应措施

1.4.1 故障情况

数字段应检测下列故障情况。

1.4.1.1 线路终端设备的内部电源故障

注 — 线路指电缆和无线接力设备。

1.4.1.2 误码率 $> 1.10^{-3}$

当比特误码率超过 1.10^{-3} 时，应采取相应措施。应采用某种形式的持续检查，以便以相应的置信度确立故障情况确实存在。在任何情况下，告警指示应在故障情况开始后的 500ms 内给出。此时间周期包括了检测和持续检查的时间。

一旦以适当的置信度确立故障情况已消失，告警指示应立即消除。

1.4.1.3 接收端信号消失

注 — 只有当这种故障不引起“误码率 $>1 \cdot 10^{-3}$ ”的指示时，才要求检测这种故障情况。

1.4.1.4 采用了字母型线路码或附加帧时的失步

注 — 只有当这种故障不引起“误码率 $>1 \cdot 10^{-3}$ ”的指示时，才要求检测这种故障情况。

1.4.1.5 输入接口信号消失

1.4.2 相应措施

检测到故障情况后，要进一步采取如表4/G.921中规定的适当措施。

表 4/G.921
以2048 kbit/s 分级为基础的数字段的故障情况与相应措施

设备	故障情况	维护告警		AIS 加到	
		即时的	延迟的 (见注)	线路侧	接口侧
线路终端设备	内部电源故障	要		要 (如果可行)	要 (如果可行)
只是线路侧	误码率 $>1 \cdot 10^{-3}$	要			要
	接收端信号消失	要			要
	采用字母型线路码或 附加帧时的失步	要			要
只是接口侧	输入信号消失	要		要	

注 — 就网路性能指标而言，需要有启动延迟维护告警的判据。如有可能，这应由各系统提供。

1.4.2.1 发出即时维护告警指示，表示性能已低于容许标准，并要求本端注意维护。

注 — 由上面 § 1.4.2.1 中给出的告警指示所启动的任何可视和/或可闻告警装置的位置和规定留给各主管部门自行决定。

1.4.2.2 将 AIS 加到线路侧（见注1和注2）。

1.4.2.3 将 AIS 加到接口侧。

注1 — 告警指示信号（AIS）的等效二进制内容是一连串的“1”。

注2 — 这种 AIS 的比特率应在表1/G.921规定的容差限值内。

注3 — 在电源故障的情况下，仅在实际可行时，才加上 AIS。

1.4.3 应用 AIS 的时间要求

一般说来,在表4/G.921中给出的故障情况一旦检测出,便应立即发出 AIS,只有“误码率 $>1\cdot 10^{-3}$ ”的故障情况为例外。这种情况下,要遵守§1.4.1.2中给出的时间要求。

注 — 对于完全的国内数字段,以及与跨越国境的数字段有关的国家协商一致的情况下,当采用以 G.821严重误码秒参数为基础的,G.921所述的阈值监测过程来控制 AIS 时,可选择将 AIS 的传输延迟至几秒。在这几秒钟内,在国际数字链路中(通过完全的国内数字构成路由)可能出现短期的下游告警。

9.3 在非分级比特率上的电缆数字线路传输系统

建 议 G.931

3152 kbit/s 的数字线路段

(原黄皮书卷Ⅲ的建议 G.921)

1 接口特性

3152 kbit/s 数字接口应符合附件 A 中给出的接口规范。

2 性能标准

2.1 误码性能

在研究中。

2.2 抖动

2.2.1 输入端最大允许抖动的下限

在研究中。

2.2.2 最大输出抖动

在研究中。

2.2.3 无输入抖动时的最大输出抖动

在研究中。

2.2.4 抖动转移函数

在研究中。

2.3 可用性

在研究中。

3 故障情况和相应措施

在研究中。

附 件 A

(附于建议 G. 931)

3152 kbit/s 接口

- A. 1 用于传输的3152 kbit/s 信号的互连是在数字配线架上完成的。
- A. 2 该信号应具有3152 kbit/s \pm 30 ppm 的比特率。
- A. 3 每一个传输方向应使用一个平衡对绞线对。与把信号引入到数字配线架的线对相连的数字配线架插口被称做输入插口。
与把信号从数字配线架引出的线对相连的数字配线架插口被称做输出插口。
- A. 4 测试负载阻抗为100 Ω ，电阻性。
- A. 5 应使用一个双极性 (AMI) 码。为了保证适当的定时信息，在任何130个连续的时隙范围内所取得的最小脉冲密度必须是八分之一。设计意图是使长时期的脉冲密度等于0.5。为了对系统提供适当的抖动性能，定时抽取电路应具有1200 \pm 200的 Q 值，这个值是可用单调谐网络来代表的数值。
- A. 6 在输出或输入插口上测得的孤立脉冲的形状应满足表 A-1/G. 931的要求。这个接口对脉冲过调没有要求。
- A. 7 在含有一个零 (空号) 的时隙内由满足表 A-1/G. 931规范的其他脉冲所产生的峰—峰电压不应超过脉冲幅度的0.1。

表 A-1/G. 931
3152 kbit/s 数字接口

位 置	数字分配架	
比 特 率	3152 kbit/s \pm 30 ppm	
每一个传输方向的线对数	一个平衡对绞线对	
码 型	双极性 (AMI)	
测试负载阻抗	100 Ω ，电阻性	
脉 冲 特 性	标称形状	矩 形
	标称幅度	3.0V
	宽度 (在50%幅度处)	159 \pm 30 ns
	上升和下降时间 (幅度的20—80%)	\leq 50ns (上升或下降时间之差值应是0 \pm 20 ns)
信号功率 (全是信号，在10MHz 带宽内测得)	16.53 \pm 2dBm (正脉冲功率和负脉冲功率比应是0 \pm 0.5 dB)	

9.4 由 FDM 传输载体提供的数字线路系统

建 议 G. 941

由 FDM 传输载体提供的数字线路系统

(1980年订于日内瓦；进一步修改)

CCITT

鉴于

(a) 在国内应用和国际互连方面，对提供主要用于非话业务（例如数据、传真、可视电话）的长途设施有一种紧迫的需要，而这些非话业务需要低和中比特率（例如一次和二次分级等级）的数字传输；

(b) 长途数字链路开始可供应用，但在普遍基础上装备这些设施将要一些时间；

(c) 采用建议 G. 211 [1] 规定的模拟 FDM 链路，或者采用 G 系列建议第三章中规定的模拟 FDM 线路系统所使用的频带以内或频带以上的频率来开通数字流都是可能的，而某些实际设备早已经可供使用；

建议

由 FDM 传输载体提供的数字线路系统应符合下列要求：

1 一般特性

有两种基本方法可用来在 FDM 传输载体上传输数字信号：

— 第一种方法包括使用通常由 FDM 系统使用的频带的一部分或全部 [话内数据 (DIV)]。

— 第二种方法包括使用通常由 FDM 系统使用的频带外的频带 [话上数据 (DOV)]。

国际互连应在采用建议 G. 703规定的接口的数字分级的各级上进行。

因为 FDM 传输载体上的这些数字线路系统可形成数字通道的一部分，它们的性能标准诸如误码率、抖动和可用性应与 G 系列建议第九章中相应比特率的数字线路段的有关建议相一致。

系统应这样设计，即仍然满足有关模拟电路的相应建议中给出的质量要求。

拟在其网路中采用由 FDM 载体提供的数字线路系统的各主管部门应保证在链路的每端采用相兼容的设备设计。对于国际链路，所采用的系统应经有关的各主管部门同意。

FDM 传输载体提供的数字线路系统，在数字和模拟网的互连方面的应用在增补 No. 28中述及。

2 话内数据 (DIV) 系统

2.1 在建议 G. 211 [1] 中规定了模拟载波传输系统中在各分级比特率上提供数字传输的 DIV 系统的特性。

注 — 在附件 A 中给出了分级的 DIV 数字线路系统的一些例子。在附件 B 中则给出了或者在模拟接口方面，或者在数字接口方面非分级的 DIV 数字线路系统的一些例子。

2.1.1 数字接口

DIV 系统的数字接口应当符合建议 G. 703的相应各节。

2.1.2 模拟接口

2.1.2.1 频带

DIV 信号的频带应置于在建议 G. 211、§ 1中规定的频带内。

2.1.2.2 功率电平

在配线架上的相对功率电平应当符合建议 G. 233的相应各节。

在 § 2.1.2.1中规定的频带内的宽带信号的平均功率电平不应超过 $-15+10\log 10n$ dBm0, n 为模拟系统中被数据信道替代的话路总数。

为了限制交叉调制的影响, 在 § 2.1.2.1中规定的频带内的任意单一频谱成分的功率电平不应超过 -10 dBm0。

2.1.3 DIV 信号对模拟信号的干扰

在建议 G. 211、§ 1中规定的频带以外, 由 DIV 信号产生的相当于一个话路的任意 3.1kHz 带宽内测得的总的分布噪声应小于 -73 dBm0p。

单音干扰应低于 -73 dBm0。

2.1.4 DIV 系统的性能

误码率、抖动和可用性等性能应符合 G. 900系列的相应建议。

2.2 用来开通 DIV 信号的模拟链路的特性

用来开通 DIV 信号的模拟链路应不包括多于三次的直通连接。可能需要在模拟载波传输系统中避开 DIV 信号频带上的某些位置。

注 — 诸如衰减畸变、相位抖动和群延迟失真等特性可参考 H 系列的一些建议。

3 话外数据 (DOV) 系统

3.1 在按建议 G. 322 [2]、G. 334 [3]、G. 344 [4]、G. 345 [5] 和 G. 346 [6] 规定的模拟 FDM 线路系统中提供 2048 kbit/s 数字传输的 DOV 系统的特性。

3.1.1 数字接口

DOV 系统的数字接口应按建议 G. 703、§ 6中规定。

3.1.2 DOV 信号对模拟信号的干扰

由 DOV 信号所引起的在任意 4kHz 带宽内测得的总分布噪声的增加, 在 2500km 参考长度上应小于 750 pW0p (小于 0.3 pW0p/km)。

注 — 当模拟信号与 DOV 都存在时, 线路的总分布噪声, 对于一个 2500km 的参考长度应小于 7500 pW0p (小于 3 pW0p/km)。

单音干扰电平应小于 -70 dBm0。

3.1.3 DOV 系统的性能

误码率、抖动和可用性等性能应遵照建议 G. 921。

3.2 用来开通 DOV 信号的 FDM 线路系统的特性

为了容许在 FDM 线路系统中的 DOV 信号的直接连通,在耦合点以前应将 DOV 信号频带内的寄生模拟信号在 4kHz 带宽内的功率电平抑制到最大为 -60dBm0。

附 件 A

(附于建议 G. 941)

分级的 DIV 系统的举例

主管 部门	数 字 接 口	模 拟 接 口	DIV 系统的性能
日本电报电话公司	1544 kbit/s 建议 G. 703、§ 2	主 群 (812~2044 kHz)	建议 G. 911
联 邦 德 国	2048 kbit/s 建议 G. 703、§ 6	主 群 (812~2044 kHz)	建议 G. 921
日本电报电话公司	6312 kbit/s 建议 G. 703、§ 3	主 群 (812~2044 kHz)	建议 G. 912
联 邦 德 国	8448 kbit/s 建议 G. 703、§ 7	超 主 群 (8516~12388 kHz)	建议 G. 921
意 大 利	8448 kbit/s 建议 G. 703、§ 7	15超群集 (312~4028 kHz)	建议 G. 921

附 件 B

(附于建议 G. 941)

不同于建议 G. 941 建议的系统的举例

(见注1)

主管 部门	比 特 率 (kbit/s)	模 拟 接 口	再生段的设计比特 误码率
法 国 (见注2)	704	超 群 (312~552 kHz)	10^{-8}
荷 兰	2048	2个超群	10^{-8}

注1 — 用来传输 48~72 kbit/s 或两倍于这些比特率的数字信号的调制解调器在建议 V. 36 和 V. 37 中述及。

注2 — 此种 DIV 设备的数字接口为 2048 kbit/s, 系按建议 G. 703、§ 6 的规定, 并具有按照建议 G. 704、§ 3.3.1 的帧结构。在 32 个时隙中仅有 11 个 (包括 TS0) 被有效地使用, 故有用的比特率为 10×64 kbit/s。

DIV 系统的其他特性均满足本建议的 § 2。

参 考 文 献

- [1] CCITT Recommendation *Make-up of a carrier link*, Vol. III, Rec. G.211.
- [2] CCITT Recommendation *12-MHz systems on standardized 2.6/9.5-mm coaxial cable pairs*, Vol. III, Rec. G.332.
- [3] CCITT Recommendation *18-MHz systems on standardized 2.6/9.5-mm coaxial pairs*, Vol. III, Rec. G.334.
- [4] CCITT Recommendation *6-MHz systems on standardized 1.2/4.4-mm coaxial cable pairs*, Vol. III, Rec. G.344.
- [5] CCITT Recommendation *12-MHz systems on standardized 1.2/4.4-mm coaxial cable pairs*, Vol. III, Rec. G.345.
- [6] CCITT Recommendation *18-MHz systems on standardized 1.2/4.4-mm coaxial cable pairs*, Vol. III, Rec. G.346.

9.5 数字线路系统

建 议 G. 950

数字线路系统的一般考虑

(1984年订于马拉加—托雷莫里诺斯, 1988年修订于墨尔本)

1 引言

数字线路系统是提供数字线路段的手段。数字线路系统的各个建议可对工作在给定比特率的数字线路段规定出具体的传输媒质和传输技术(例如同轴电缆、再生传输等)。数字线路系统的性能要求是为了给系统设计者和使用者以指导(设备设计指标),并可与规定结构的假设参考数字通道联系起来。

工作在相同媒质和给定比特率的所有数字线路系统,应符合相同比特率的数字线路段的特性。

2 数字线路系统的一般要求

下述一般要求适用于所有工作在金属线对电缆上的数字线路系统及经适当说明而可应用的场合,亦适用于光缆上的数字线路系统。

2.1 环境条件

2.1.1 气候条件

IEC 出版物系列 No. 721中,有关地面设备要求的气候条件分类的资料是可用的。地下设备的气候条件和地面设备气候条件的进一步的细节需要进一步研究。

注 — 增补 No. 34包括有地下中继器机箱气候条件的若干资料。

2.1.2 加压密封

数字线路系统的中继器可工作于充气加压密封的机箱中。

2.1.3 对雷电和电力线等产生的感应电压和电流的防护

中继器、线路终端机和馈电装置应按建议 K. 17 的要求对感应电压和电流(由雷电或其他原因产生的)进行防护。

系统应在物质上对上述感应电压和电流进行防护,使其不遭受损害。此外,系统的性能尽管在某些情况下可能受到冲击持续时间内的冲击影响,但应不受稳态的感应电压和电流的不利影响。

另外,CCITT 的导则 [1] 对这些问题给出了指导性意见。

2.1.4 对其它源的干扰防护

数字线路系统的性能应不受站内的干扰源,诸如荧光灯、工具、通风设备等,特别是那些引起脉冲型干扰的干扰源严重干扰。由于无线电和广播发射机的干扰而引起的性能恶化亦应防止。

注 — 增补 No. 27 中包括减少干扰影响的可能措施和关于干扰的测量方法方面的一些资料。

2.1.5 对其他系统的干扰

传导和辐射的泄漏应不影响其它设备、无线电和广播业务,特别是当数字线路系统必须与其它数字和模拟线路系统共用于同一电缆中时,(然而,当不同的线路系统在对称线对电缆上共用时,可能需要某些限制)。

参 考 文 献

- [1] CCITT Manual *Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines*, ITU, Geneva, 1988.

建 议 G. 951

在对称线对电缆上以1544 kbit/s 分级为基础的数字线路系统

(1984年订于马拉加—托雷莫里诺斯; 1988年修订于墨尔本)

1 概述

本建议涉及在对称线对电缆上传输以1544 kbit/s 分级为基础的信号的数字线路系统,并包括工作于下述比特率的系统:

- 1544 kbit/s,
- 3152 kbit/s,
- 6312 kbit/s。

2 传输媒质

系统能工作于各种线径和电缆结构的对称线对电缆上,包括建议 G. 611、G. 612和 G. 613给出的那些电缆。

3 对外部干扰的防护

数字线路系统可能受到在同一电缆内开通的电话电路的干扰,而当中继器装于交换中心内时还会受到交换机的干扰。减小这种类型的干扰影响的可能方法的例子有:缩短靠近交换中心的中继段长度、将线对进行分隔、采用特定的线路码等。

4 总的设计性能

4.1 可用性

系统的可用性指标应考虑到建议草案 G. 801 给出的假设参考数字段的可用性要求而制定。

4.2 可靠性

平均故障间隔时间 (MTBF) 的数值应根据可用性方面的各项要求而对整个线路系统作出规定。

4.3 中继器串音噪声指数

中继器串音噪声指数的定义和推荐的测量技术均规定在附件 A 中。串音噪声指数是用数量来表征那些受串音干扰的数字再生器的性能。它们是误码率、系统的线路码、电缆特性、环境条件和中继段衰减 A_0 (在频率为线路系统波特率的 $\frac{1}{2}$ 处) 的函数。

当误码率 $= 10^{-x}$, 衰减范围为 $A_1 \leq A_0 \leq A_2$ 时, 串音噪声指数应满足下述要求:

a) 近端串音噪声指数 $[R_N] \leq CA_0 + D^*$

b) 远端串音噪声指数 $[R_F] \leq E^*$

* 尚未能对参数 x , A_1 、 A_2 、 C 、 D 和 E 给出具体值。

4.4 误码性能

单个中继器的误码率设计指标应当考虑到建议 G. 821 中给出的网路性能指标。

5 具体设计性能

5.1 馈电类型

虽然 CCITT 并未为这种对称线路系统推荐采用某种具体的远供馈电系统,但实践中只采用了通过一个系统的两个对称线对的幻象电路的直流恒电流远供方式。

此对称电缆系统可能遭受由雷电、电力线和铁道等产生的感应电压和电流的影响。

必须采取预防措施以保障工作人员免受由于正常工作电压和远供馈电电流以及感应电压和电流引起的任何可能的危险。

许多国家的主管部门已经颁布了详细的保障人身安全的规章和规则。在大多数情况下遵守这些规章和规则是强制性的。此外, CCITT 导则 [1] 对这些问题也给予了指导性意见。

还需采取预防措施使设备免受感应电压和电流的影响。因此,设计的设备应能通过建议 K. 17 [2] 规定的试验。

5.2 中继器间距和电缆利用度

无法推荐具体的中继器间距，但本建议的附件 B 包括关于系统规划的一般考虑。

5.3 维护方式

5.3.1 监测和故障定位的类型

可采用不中断业务的监测方式或中继业务的故障定位方式。

5.3.2 故障情况与相应措施

本节中的故障情况与相应措施应作为对数字线路段有关建议的补充。

附 件 A

(附于建议 G. 951)

中继器串音噪声指数的定义与测量

A.1 定义

a) 近端串音噪声指数 $[R_N]$

$$[R_N] = [I_N] - [N_0]$$
$$I_N = \int_0^{\infty} |f/f_0|^{3/2} |E(f)|^2 P(f) df,$$

I_N = 在频率为线路系统波特率的 $\frac{1}{2}$ 处的近端串音 (NEXT) 损耗为 0dB 时, 由单个产生串音的再生器引起的, 出现在判决点的近端串音 (NEXT) 电压均方值。

N_0 = 在判决点的 NEXT 干扰电压的均方值, 它产生规定的误码率, 并与影响判决过程的那些参数有关, 且反映了由于符号间干扰和在再生器判决点上判决门限电平及抽样瞬时偏离最佳位置引起的损伤。

$E(f)$ = 再生器均衡器的频率转移函数。

$P(f)$ = 线路系统的线路码的功率谱密度 (单边)。

f_0 = 线路系统波特率的 $\frac{1}{2}$ 。

方括号内的量的单位为 dB, 即

$$[X] = 10 \log_{10} |X|。$$

b) 远端串音噪声指数 $[R_F]$

$$[R_F] = [I_F] - [N_0]$$
$$I_F = \int_0^{\infty} |f/f_0|^2 |E(f)|^2 |G(f)|^2 P(f) df,$$

I_F = 在频率为线路系统波特率的 $\frac{1}{2}$ 处的远端串音 (FEXT) 损耗为 0dB 时, 由单个的产生串音的再生器引起的, 出现在判决点的远端 (FEXT) 串音电压均方值。

N_0 = 出现在判决点的 FEXT 干扰电压的均方值, 它产生规定的误码率, 并与影响判决过程的那些参数有关, 且反映了由于符号间干扰和在再生器判决点上判决门限电平及抽样瞬时偏离最佳位置引起的损伤。

$E(f)$ 、 $P(f)$ 、 f_0 的意义与 a) 相同,

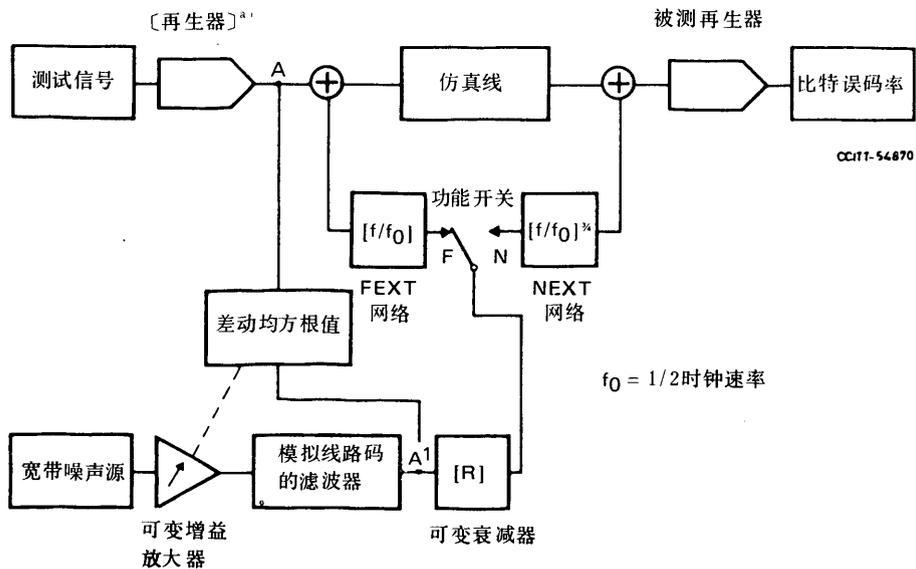
$G(f)$ = 电缆的频率转移函数。

A.2 测量

方法 a) 与串音噪声指数的定义有直接关系, 所以是基准试验方法。方法 b) 和 c) 为可以实用的代用方法。方法 c) 可避免采用选择性滤波器。

方法 a)

采用图 A-1/G. 951 所示的结构, 把功能转换开关放在 N 和 F 位置, 就能分别测量 NEXT 和 FEXT 噪声指数。测量步骤是这样的: 使 A 和 A' 处的均方根电压相等, 将仿真线置于所需的损耗值 A_0 , 然后调整可变衰减器直到满足误码率 = 10^{-x} 。这时, 衰减值 $[R]$ dB 即为所需的 A_0 和误码率的 NEXT 或 FEXT 比特噪声指数。



^{a)} 如果测试信号发生器提供合适的脉冲形状, 可取消再生器。

图 A-1/G. 951
NEXT 和 FEXT 噪声指数的测量

方法 b)

测量 NEXT 噪声指数 $[R_N]$ 可用“输入信噪比”测量装置，将其置于“人工方式”，并用一个选择滤波器进行外界测量（见图 A-2/G. 951）。测量步骤如下：

- i) 将仿真线装置于 0dB 损耗值，采用可选择的测量测试信号的功率 $[S_0]$ dBm；
- ii) 将仿真线置于所需的损耗值 A_0 ，调整可变衰减器直到满足比特误码率 $= 10^{-x}$ ，断掉测试信号，采用可选择的滤波器，测量噪声功率 $[P]$ dBm；
- iii) 这时对于所要求的 A_0 和误码率， $[R_N] = [S_0] - [P]$ 。

注 — 应在测试信号上叠加适当的抖动，以测量时钟抖动对 NEXT 和 FEXT 噪声指数的恶化影响。

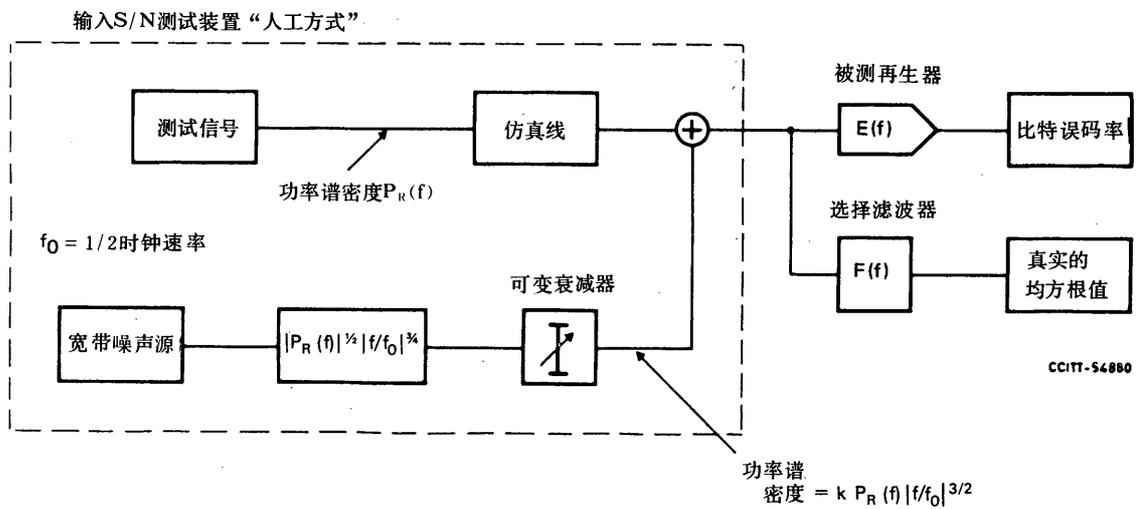


图 A-2/G. 951

采用输入信噪比测量装置测量 NEXT 噪声指数

方法 c)

测量近端串音指数 $[R_N]$ 可采用“输入信噪比”测量装置，将其置于“人工方式”，并在测试信号和仿真线之间插入附加的可变衰减器，如图 A-3/G. 951所示。

测量步骤如下：

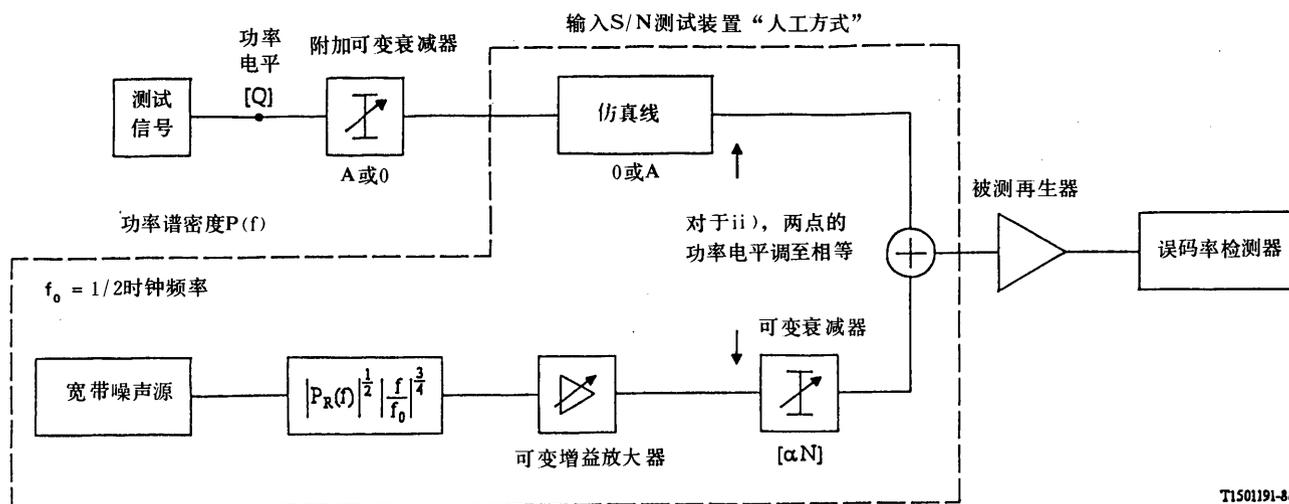
- i) 将仿真线置于 0dB 损耗值，将附加可变衰减器置于 A dB 损耗值；
- ii) 调整可变增益放大器直到可变衰减器的输入端的功率电平等于仿真线输出端的功率电平 $[Q1] - A$ dB；
- iii) 将仿真线置于 A dB 损耗值，附加可变衰减器置于 0dB 损耗值；

- iv) 调整可变衰减器直到满足比特误码率 = 10^{-x} 。衰减器的衰减值为 $[\alpha N]$ dB;
- v) 计算 $[R_N] = [\alpha N] + A - [W_N]$

$$\text{其中, } [W_N] = 10 \log_{10} \left[\int_0^{\infty} P_R(f) df / \int_0^{\infty} \left| \frac{f}{f_0} \right|^{3/2} P_R(f) df \right]$$

$P_R(f)$ 为线路码的功率谱密度 (单边)。

通过测量以求得 W_N 似更适宜。当然, W_N 的值亦可根据 AMI 或 HDB₃ 码的 $P_R(f)$ 在一定的频率范围内进行计算。例如, 在 0 至 10240 kHz 范围内, $W_N = -3.59$ dB。



T1501191-88

图 A-3/G. 951

采用输入信噪比测量装置测量 NEXT 噪声指数

附件 B

(附于建议 G. 951)

关于如何满足误码性能指标的指导性注解

B.1 为满足网路性能指标 (NPO), 需考虑许多相互有关的因素。图 B-1/G. 951 用图解的方法说明了对其有影响的所有因素之间的相互关系。制订数字线路系统安装设计导则的基础取决于每一主管部门的条件。例如, 某些主管部门可能拥有性能很好的电缆, 但同时网路却可能遭受不能定量表示的严重干扰 (网路影响)。因此, 主管部门必须对其网路中的每一种影响的严重程度作出判断, 并制订可满足数字线路段误码性能要求的电缆利用率的导则。

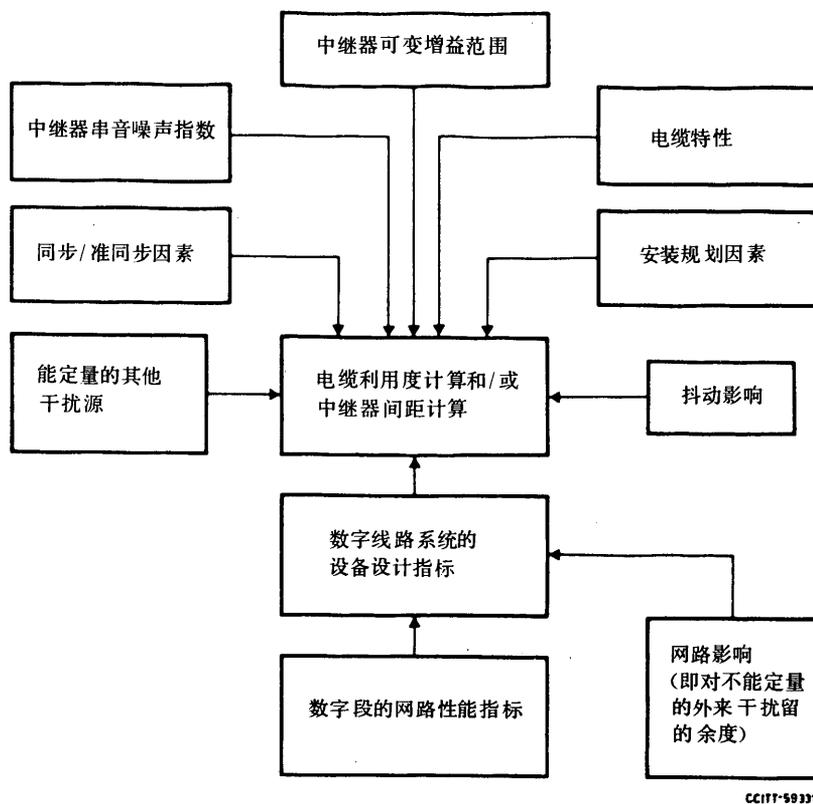


图 B-1/G.951

影响对称线对上数字线路系统误码性能的各种因素

下面的几个注解着重说明了制订系统安装设计导则时的许多重要考虑。

注1 — 在制订电缆利用率导则时，串音噪声指数是描述再生器在串音干扰条件下本征质量的唯一参数。此参数以总串音干扰的平均功率谱密度为基础，它为系统对于来自准同步数据流的串音的防卫能力提供了一种有用的近似，且当主串信号的相位随机时，它是对同步数据流的串音防卫能力的准确度量。它同样以假定主串系统上为随机数据作基础，因此不适用于重复性数据码型的情况。但采用扰码器能有效地使几乎所有的数据码型呈随机性 [3]。

注2 — 在运行环境中，再生器可能受到其它干扰源的干扰，它们难于定量，但都可能引起误码。在有些情况下，对某些具体的干扰机理已进行了定量，并在国家规范中反映了适当的限制值和测试方法。这些方面 CCITT 正在进行研究，当取得一些运行经验时有可能介绍一些适合这些其它干扰机理的进一步的测试方法。

注3 — 最大电缆利用率应以满足网路性能指标为基础。为满足此指标主管部门可采用下述方法之一：

- i) 在主管部门能对“网路影响”的严重程度作出判断的情况下，可从网路性能指标中扣除“网路影响”后确定一个指标，电缆利用度以此指标为基础来计算。
- ii) 在主管部门不能对网路影响的严重程度作出判断的情况下，电缆利用度的计算应以设备设计指标为基础。

注4 — 采用降低线路符号率的线路码,可提供一个较有利的串音环境,这一特点将影响电缆利用度的计算。

注5 — 当从准同步网转换至同步网运行时,某些电缆串音耦合和系统时钟的相对相位会导致系统余量增加,而其它因素则会使余量减小,对于实际系统来说其量高达3dB。可以相信余量增加的情况多于减小的情况,故当从准同步转换至同步运行时无需额外增加余量 [3]。

采用扰码器可以保证来自数个独立的重复序列的干扰不会超过发生于随机数据情况时的水平。

参 考 文 献

- [1] CCITT Manual *Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines*, ITU, Geneva, 1988.
- [2] CCITT Recommendation *Tests on power-fed repeaters using solid state devices in order to check the arrangements for protection from external interference*, Vol. IX, Rec. K.17.
- [3] SMITH, B. M. and POTTER, P. G. [June 1986] — Design Criteria for Crosstalk Interference between Digital Signals in Multipair Cable, *IEEE Trans. Commun.*, Vol. COM-34, No. 6.

建 议 G. 952

在对称线对电缆上以2048 kbit/s 分级为基础的数字线路系统

(1984年订于马拉加—托雷莫里诺斯; 1988年修订于墨尔本)

1 概述

本建议涉及在对称线对电缆上传输以2048 kbit/s 分级为基础的信号的数字线路系统,包括工作于下述比特率的系统:

2 048 kbit/s

8 448 kbit/s

34 368 kbit/s

相应数字线路段的总性能要求和接口要求在建议 G. 921中给出。

2 传输媒质

系统能工作于各种线径和电缆结构的对称线对电缆上,包括建议 G. 611、612和613给出的那些电缆。

注 — 34 368 kbit/s 系统应工作于高质量电缆,并要求每个传输方向用一条电缆。

3 对外部干扰的防护

数字线路系统可能受到在同一电缆内开通的电话电路的干扰,而当中继器装于交换中心内时还会受到交换机的干扰。减小这种类型的干扰影响的可能方法的例子有:缩短靠近交换中心的中继段长度、将线对进行分隔、采用特定的线路码等。

4 总的设计性能

4.1 可用性

系统的可用性指标应考虑到建议草案 G. 801给出的假设参考数字段的可用性要求而制定。

4.2 可靠性

平均故障间隔时间 (MTBF) 的数值应根据可用性方面的各项要求而对整个线路系统作出规定。

4.3 中继器串音噪声指数

中继器串音噪声指数的定义和推荐的测量技术均规定在附件 A 中。串音噪声指数以数量表示了那些受串音干扰的数字再生器的性能。它们是误码率、系统的线路码、电缆特性、环境条件和中继器间隔损耗 A_0 (在频率为线路系统波特率的 $\frac{1}{2}$ 处) 的函数。

当误码率 = 10^{-x} , 损耗范围为 $A_1 \leq A_0 \leq A_2$ 时, 串音噪声指数应满足下述要求:

a) NEXT 噪声指数 $[R_N] \leq CA_0 + D^*$

b) FEXT 噪声指数 $[R_F] \leq E^*$

* 尚未能对参数 x 、 A_1 、 A_2 、 C 、 D 和 E 给出具体值。

某些主管部门在 2 Mbit/s 系统中采用的数值的一些例子如下示出:

例子	x	A_1	A_2	C	D	E	试验方法
i	6	5	40	1.1	14.7	17.5	a
ii	7	10	40	1.0	19	—	b
iii	7	7	38	1.0	18	—	b

注1 — 在例 ii 中采用了中心频率为 1020kHz, 带宽为 3.1kHz 的滤波器。

注2 — 上述数值都不包括为抖动影响而留的余度。

4.4 误码性能

单个中继器的误码率设计指标应当考虑到建议 G. 821 中给出的网路性能指标。

5 具体设计性能

5.1 馈电类型

虽然 CCITT 并未为这种对称线路系统推荐采用某种具体的远供馈电系统, 但实践中只采用了通过一个系统的两个对称线对的幻象电路的恒直流馈电方式。

此对称电缆系统可能遭受由雷电、电力线和铁道等产生的感应电压和电流的影响。

必须采取预防措施以保障工作人员免受由于正常工作电压和远供电流以及感应电压和电流引起的任何可能的危险。

许多国家的主管部门已经颁布了详细的保障人身安全的规章和规则。在大多数情况下遵守这些规章和规则是强制性的。此外, CCITT 导则 [1] 对这些问题也给予了指导。

还需采取预防措施使设备免受感应电压和电流的影响。因此, 所设计的设备应能通过由建议 K. 17 [2] 规定的试验。

5.2 中继器间距和电缆利用度

无法推荐具体的中继器间距, 但本建议的附件 B 包括关于系统规划的一般考虑。

5.3 维护方式

5.3.1 监测和故障定位的类型

可采用不中断业务的监测方式和中断业务的故障定位方式。

5.3.2 故障情况与相应措施

对相关的各个数字段，除了应当检测在建议 G. 921 中规定的故障情况而外，还要检测下列的故障情况，并应采取相应的措施：

a) 远供馈电故障 —

如果实际可行的话，应当发出一个即时维护告警；

b) 超过了误码率门限值下限 —

对于 2048 和 8448 kbit/s 的系统，这个门限值为 $1 \cdot 10^{-5}$ ，

而对于更高比特率的系统为 $1 \cdot 10^{-6}$ ；

应当发出延迟维护告警以说明性能正在恶化。

附 件 A

(附于建议 G. 952)

中继器串音噪声指数的定义与测量

A.1 定义

a) 近端串音噪声指数 $[R_N]$

$$[R_N] = [I_N] - [N_o]$$
$$I_N = \int_0^{\infty} |f/f_o|^{3/2} |E(f)|^2 P(f) df$$

I_N = 如果在频率为线路系统波特率的 $\frac{1}{2}$ 处的近端串音 (NEXT) 损耗为 0dB 时，由单个产生串音的再生器引起的，出现在判决点的近端串音 (NEXT) 电压均方值。

N_o = 在判决点的 NEXT 干扰电压的均方值，它产生规定的误码率，并与影响判决过程的那些参数有关，且反映了由于符号间干扰和在再生器判决点上判决门限电平及抽样瞬时偏离最佳位置引起的损伤。

$E(f)$ = 再生器均衡器的频率转移函数。

$P(f)$ = 线路系统的线路码的功率谱密度 (单边)。

f_o = 线路系统波特率的 $\frac{1}{2}$ 。

方括号内的量的单位为 dB，即

$$[X] = 10 \log_{10} |X|。$$

b) 远端串音噪声指数 $[R_F]$

$$[R_F] = [I_F] - [N_o]$$
$$I_F = \int_0^{\infty} |f/f_o|^2 |E(f)|^2 |G(f)|^2 P(f) df$$

I_r = 如果在频率为线路系统波特率的 $\frac{1}{2}$ 处的近端串音 (FEXT) 损耗为 0dB 时, 由单个产生串音的再生器引起的, 出现在判决点的远端串音 (FEXT) 电压均方值。

N_o = 在判决点的 FEXT 干扰电压的均方值, 它产生规定的误码率, 并与影响判决过程的那些参数有关, 且反映了由于符号间干扰和在再生器判决点上判决门限电平及抽样瞬时偏离最佳位置引起的损伤。

$E(f)$ 、 $P(f)$ 、 f_0 的意义与 a) 相同,

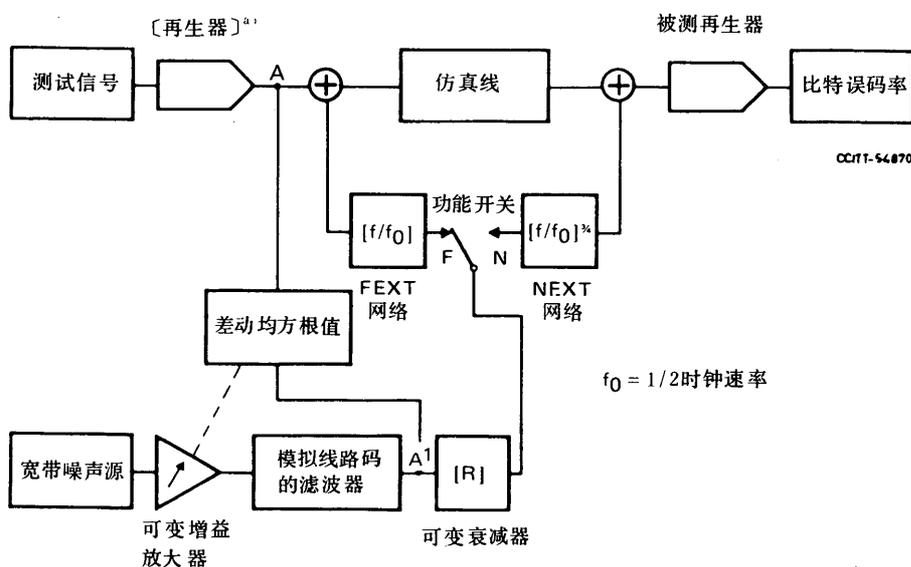
$G(f)$ = 电缆的频率转移函数。

A.2 测量

方法 a) 与串音噪声指数的定义有直接关系, 所以是基准试验方法。方法 b) 和方法 c) 为可能实用的代用方法。方法 c) 可避免采用选择性滤波器。

方法 a)

采用图 A-1/G. 952 所示的连接方法, 把功能转换开关放在 N 和 F 位置, 就能分别测量 NEXT 和 FEXT 噪声指数。测量步骤是这样的: 使 A 和 A' 处的均方根电压相等, 将仿真线置于所需的损耗值 A_0 , 然后调整可变衰减器直到满足比特误码率 $= 10^{-z}$ 。这时, 衰减值 $[R]$ dB, 即为所要求的 A_0 和误码率的 NEXT 或 FEXT 噪声指数。



^{a)} 如果测试信号发生器提供合适的脉冲形式, 再生器可取消。

图 A-1/G. 952

NEXT 和 FEXT 噪声指数的测量

方法 b)

测量 NEXT 噪声指数 $[R_N]$ 可采用“输入信噪比”测量装置，将其置于“人工方式”，采用一个选择滤波器进行外界测量，见图 A-2/G. 952。测量步骤如下：

- i) 将仿真线置于 0dB 损耗值，用选择滤波器测量测试信号的功率 $[S_0]$ dBm；
- ii) 将仿真线置于所需的损耗值 A_0 ，调整可变衰减器直到满足比特误码率 $= 10^{-z}$ ，断掉测试信号，采用选择滤波器，测量噪声功率 $[P]$ dBm；
- iii) 这时对于所要求的 A_0 和误码率， $[R_N] = [S_0] - [P]$ 。

注 — 应在测试信号上叠加适当的抖动以测量时钟抖动对 NEXT 和 FEXT 噪声指数的恶化影响。

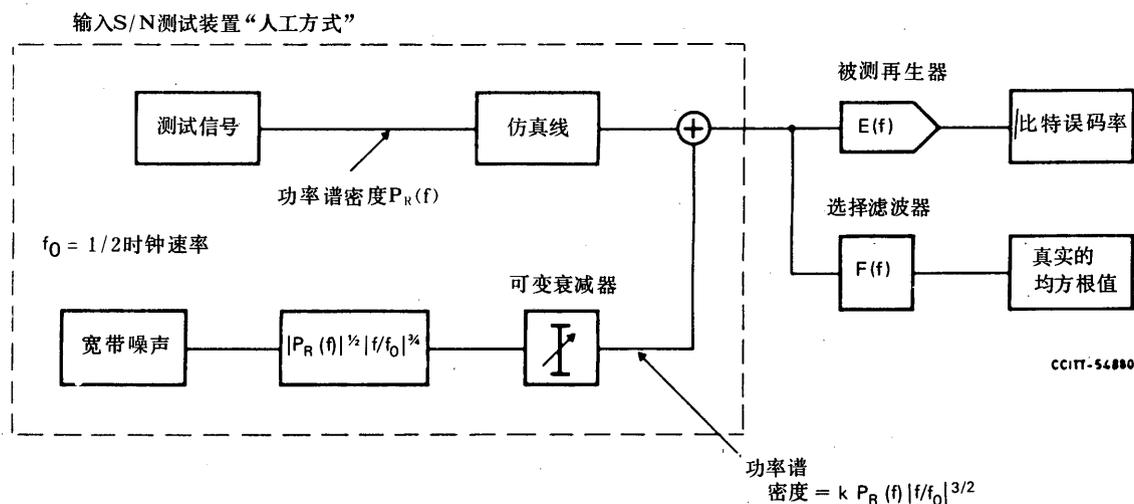


图 A-2/G. 952

采用输入信噪比测量装置测量 NEXT 噪声指数

方法 c)

测量近端串音噪声指数 $[R_N]$ 可采用“输入信噪比”测量装置，将其置于“人工方式”。并在测试信号和仿真线之间插入附加的可变衰减器，如图 A-3/G. 952所示。

测量步骤如下：

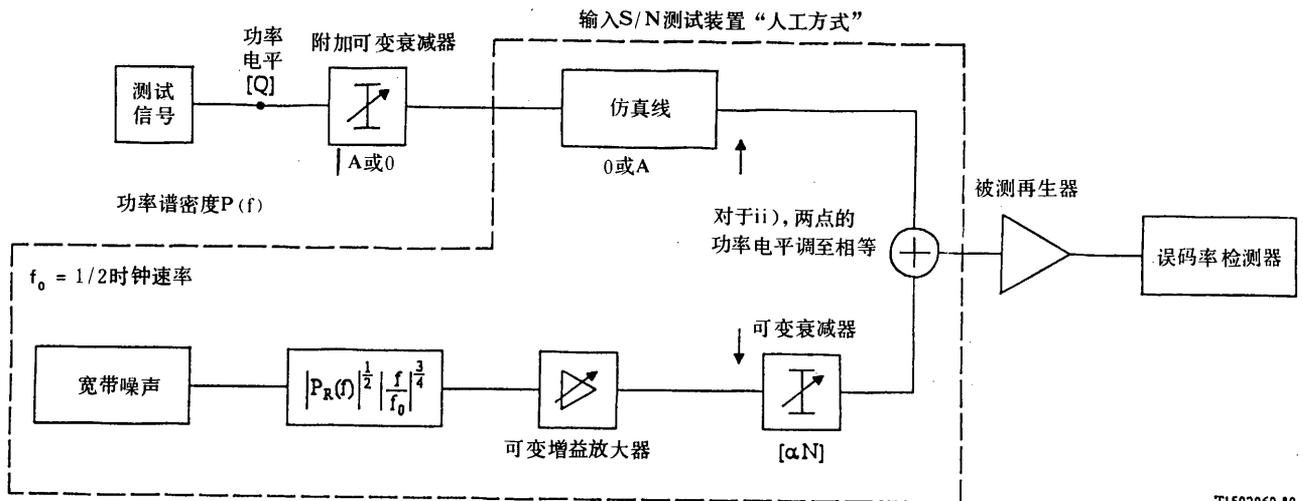
- i) 将仿真线置于 0dB 损耗值，将附加可变衰减器置于 A dB 损耗值；
- ii) 调整可变增益放大器使可变衰减器的输入端的功率电平等于仿真线输出端的功率电平 $[Q1] - A$ dB；
- iii) 将仿真线置于 A dB 损耗值，附加可变衰减器置于 0dB 损耗值；
- iv) 调整可变衰减器直到满足比特误码率 $= 10^{-z}$ ，衰减器的衰减值为 $[a_N]$ dB；

v) 计算 $[R_N] = [a_N] + A - [W_N]$

$$\text{其中 } [W_N] = 10 \log_{10} \left[\int_0^{\infty} P_R(f) df / \int_0^{\infty} \left| \frac{f}{f_0} \right|^{3/2} P_R(f) df \right]$$

$P_R(f)$ 为线路码的功率谱密度 (单边)。

通过测量以求得 W_N 似更适宜。当然, W_N 的值亦可根据 AMI 或 HDB₃ 码的 $P_R(f)$, 在一定的频率范围内进行计算。例如, 在 0 至 10240kHz 范围内, $W_N = -3.59\text{dB}$ 。



T1502060-89

图 A-3/G. 952

采用输入信噪比测量装置测量 NEXT 噪声指数

附件 B

(附于建议 G. 952)

关于如何满足误码性能指标的指导性注解

B.1 为满足网路性能指标 (NPO), 需要考虑许多相互有关的因素。图 B-1/G. 952 用图解的方法说明了对其有影响的所有因素之间的相互关系。制定数字线路系统安装设计导则的基础取决于每一主管部门的条件。例如, 某些主管部门可能拥有性能很好的电缆, 但同时网路却可能遭受不能定量表示的严重干扰 (网路影响)。因此, 主管部门必须对其网路中的每一种影响的严重程度作出判断, 并制订可满足数字线路段误码性能要求的电缆利用率的导则。

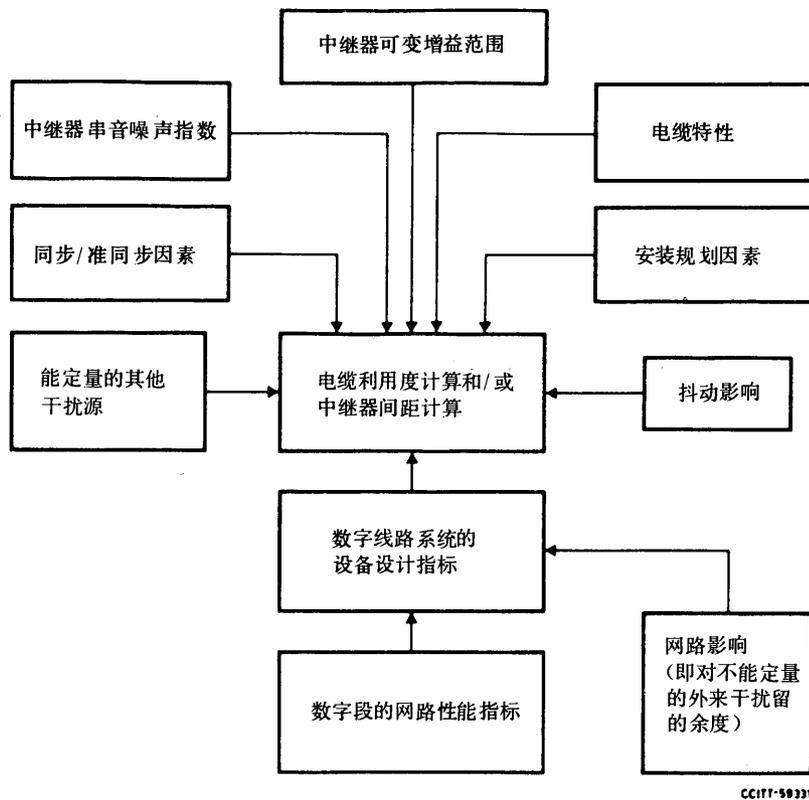


图 B-1/G. 952

影响对称线对上数字线路系统误码性能的各种因素

下面的几个注解着重说明了制订系统安装设计导则时的许多重要考虑。

注1 — 在制订电缆利用率导则时，串音噪声指数是描述再生器在串音干扰条件下本征质量的唯一参数。此参数以总串音干扰的平均功率谱密度为基础，它为系统对于来自准同步数据流的串话的防卫能力提供了一种有用的近似，且当主串信号的相位随机时，它是对同步数据流的串音防卫能力的准确度量。它同样以假定主串系统上为随机数据作基础，因此不适用于重复性数据码型的情况。但采用扰码器能有效地使几乎所有的数据码型呈随机性 [3]。

注2 — 在运行环境中，再生器可能受到其它干扰源的干扰，它们难于定量，但都可能引起误码。在有些情况下，对某些具体的干扰机理已进行了定量，并在国家规范中反映了适当的限制值和测试方法。这些方面 CCITT 正在进行研究，当取得一些运行经验时有可能介绍一些适合这些其它干扰机理的进一步的测试方法。

注3 — 最大电缆利用率应以满足网路性能指标为基础。为满足此指标主管部门可采用下述方法之一：

- i) 在主管部门能对“网路影响”的严重程度作出判断的情况下，可从网路性能指标中扣除“网路影响”后确定一个指标，电缆利用度以此指标为基础来计算。
- ii) 在主管部门不能对网路影响的严重程度作出判断的情况下，电缆利用度的计算应以设备设计指标为基础。

注4 — 采用降低线路符号率的线路码，可提供一个较有利的串音环境，这一特点将影响电缆利用度的计算。

注5 — 当从准同步网转换至同步网运行时,某些电缆串音耦合和系统时钟的相对相位会导致系统余量增加,而其它因素则会使余量减小,对于实际系统来说其量高达3dB。可以相信余量增加的情况多于减小的情况,故当从准同步转换至同步运行时无需额外增加余量 [3]。

采用扰码器可以保证来自数个独立的重复序列的干扰不会超过发生于随机数据情况时的水平。

参 考 文 献

- [1] CCITT Manual *Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines*, ITU, Geneva, 1988.
- [2] CCITT Recommendation *Tests on power-fed repeaters using solid state devices in order to check the arrangements for protection from external interference*, Vol. IX, Rec. K.17.
- [3] SMITH, B. M. and POTTER, P. G. [June 1986] — Design Criteria for Crosstalk Interference between Digital Signals in Multipair Cable, *IEEE Trans. Commun.*, Vol. COM-34, No. 6.

建 议 G. 953

在同轴线对电缆上以1544 kbit/s 分级为基础的数字线路系统

(1983年订于马拉加—托雷莫里诺斯; 1988年修订于墨尔本)

1 概述

本建议涉及在同轴线对电缆上传输以1544 kbit/s 分级为基础的信号的数字线路系统,包括工作于下述比特率的系统:

44 736 kbit/s

97 728 kbit/s

2 传输媒质

系统能工作于建议 G. 620系列规定的同轴线对上,如表1/G. 953所示。

表 1/G. 953

传输媒质

系统 (kbit/s)	电缆的建议
44 736	G. 623
97 728	G. 623

3 总的设计性能

3.1 可用性

系统的可用性指标应考虑到建议 G. 801给出的假设参考数字段的可用性要求而制定。

3.2 可靠性

平均故障间隔时间 (MTBF) 的数值应根据可用性方面的各项要求而对整个线路系统作出规定。

3.3 中继器噪声余量

中继器噪声余量的定义和推荐的测量技术均规定在附件 A 中。噪声余量用数量表示了用于同轴线对的数字再生器的性能。它是误码率和中继器间隔损耗 A_0 （在频率为线路系统波特率的 $\frac{1}{2}$ 处）的函数。

当误码率 = 10^{-7} ，损耗范围为 $A_1 \leq A_0 \leq A_2$ 时，噪声余量应满足下述要求：

i) 噪声余量 (M) $\geq B + C(A_2 - A_0)$

尚未能对参数 A_1 、 A_2 、 B 和 C 给出具体值。

注 — 应在测试信号上叠加适当的抖动，以测量定时抖动对噪声余度的劣化影响。

3.4 误码性能

单个中继器的误码率设计指标应考虑到建议 G. 821 中给出的网路性能指标。

4 具体设计性能

4.1 馈电类型

虽然 CCITT 并未为这些同轴线路系统推荐采用某种具体的远供馈电系统，但实践中只采用了通过一个系统的两个同轴线对的内导体的恒直流馈电方式。

这些同轴电缆系统可能遭受由雷电、电力线和铁道等产生的感应电压和电流的影响。

必须采取预防措施以保障工作人员免受由于正常工作电压和远供电流以及感应电压和电流引起的任何可能的危险。

许多国家的主管部门已经颁布了详细的保障人身安全的规章和规则。在大多数情况下遵守这些规章和规则是强制性的。此外，CCITT 导则 [1] 对这些问题也给予了指导。

还需采取措施使设备免受感应电压和电流的影响。因此，所设计的设备应能通过由建议 K. 17 [2] 规定的试验。

4.2 标称中继器间距

未推荐具体的中继器间距，但实践中大多数主管部门采用了表 2/G. 953 所列的标称数值：

表 2/G. 953
标称中继器间距

系统 (kbit/s)	标称中继器间距 (km)
	电缆的建议 G. 623 ^{a)}
44 736	—
97 728	4.5

^{a)} 建议 G. 623 是指 2.6/9.5mm 同轴线对。

4.3 维护方式

4.3.1 监测和故障定位的类型

可采用不中断业务的监测方式或中断业务的故障定位方式。

4.3.2 故障情况和相应措施

本节中的故障情况与相应措施应是对为数字线路段所推荐的相应内容的补充。

附 件 A

(附于建议 G. 953)

中继器噪声余量的定义和测量

A.1 定义

噪声余量 m_n :

$$m_n = SNR / SNR_{ER} \quad (A-1)$$

其中

$$SNR = SNR_{th} \cdot F(t, ER) \quad (A-2)$$

乘积 $SNR_{th} \cdot F(t, ER)$ 可视为实际信噪比 SNR , 是对再生器性能的测度。

SNR_{th} 为由系统参数, 诸如输出脉冲、线路段损耗, 再生器输入放大器的噪声指数等决定的理论信噪比。

$F(t, ER)$ 由于相对最佳定时瞬时的偏离 (包括相位抖动)、以及按 $S(t)$ 实现的脉冲、符号间干扰 $I(t)$ 和使信息信号劣化的其它干扰 (I_c) 等而形成的减值系数。

注 — 符号间干扰和其它干扰均为有界的起伏过程。“平均”减值系数取决于 ER , 对于三进制信号, 其表达式为

$$F(t, ER) = \frac{S(t)}{S(0)} - 2 \left\{ \frac{I(t)}{S(0)} - \frac{I_c}{S(0)} \right\} \quad (A-3)$$

其中 $S(0)$ 为 $t=0$ 时的现实脉冲值, 它给出脉冲的最大幅值。

SNR_{ER} 为当误码率为 ER 时所要求的信噪比。对于三进制信号, ER 与 SNR_{ER} 间的关系由熟知的高斯分布给出:

$$ER = \frac{4}{3} P[E] = \frac{4}{3} \int_{SNR_{ER}}^{\infty} e^{-x^2/2} dx \quad (A-4)$$

A.2 派生定义

施加一外部干扰信号即可测量噪声余量。为此, 可派生出更有实践意义的定义。

A.2.1 SNR_{ER} (给出误码率 ER), 在再生器的输入端加入足够的白噪声即可达到:

$$SNR_{ER} = \left\{ \frac{N_T}{N_T + N_E} \right\} \cdot SNR \quad (A-5)$$

其中

N_T = 正常工作时出现于判决点的热噪声。

N_E = 为产生误码率 ER 而加于判决点的外部噪声的平均功率。

由 (A-1) 和 (A-5) 式, 可求得噪声余量 M :

$$M = 20\log m_n = 10\log\left[1 + \frac{N_E}{N_T}\right] \quad (\text{A-6})$$

$$N_E = N_o \int_0^{\infty} |E(f)|^2 df \quad (\text{A-7})$$

$$N_T = kT \int_0^{\infty} |E(f)|^2 F(f) df \quad (\text{A-8})$$

N_o = 叠加于信号上的外部噪声的功率密度

$E(f)$ = 再生器的均衡器的转移函数

k, T = 波尔兹曼常数和绝对温度

$F(f)$ = 再生器的均衡放大器的噪声指数

A. 2. 2 若施加一正弦主扰信号, 则可导出 m_n 的第二个定义。

此干扰可使 $F(t, ER)$ 减小, 它定义为

$$F_d(t, ER) = SNR_{ER} / SNR_{th}$$

其次, [与 (A-1) 和 (A-2) 式一致],

$$F(t, ER) = m_n \cdot SNR_{ER} / SNR_{th}$$

相减后得:

$$F(t, ER) - F_d(t, ER) = 2 \frac{I_s}{S(0)} - (m_n - 1) SNR_{ER} / SNR_{th}$$

其中 $I_s/S(0)$ 为判决点的规一化主扰信号。

将 $SNR_{th} = S(0) / 2 \sqrt{N_T R_0}$ 代入, 经整理后得噪声余量:

$$M = 20\log \left(1 + \frac{I_s}{SNR_{ER} \cdot \sqrt{N_T R_0}} \right) \quad (\text{A-9})$$

$$I_s = S_d \cdot |E(f_d)| \cdot a_c \quad (\text{A-10})$$

S_d = 主扰信号在再生器输入端的幅度

f_d = 主扰信号的频率

a_c = 考虑了对自动均衡器的峰值检波器的干扰影响后的校正系数

R_0 = 电缆特性阻抗的实部

A. 3 测量

方法 A 与噪声余量的定义 (A-6) 式直接相联系, 所以是基准试验方法。方法 B 和 C 是可代用的试验方法。

方法 A(图 A-1/G. 953)

N_B 和 N_T 的数值直接在判决点测量。 N_T 的数值是在无信号和无外加噪声的条件下测得的。这时,均衡器的自动增益控制(AGC)应从外部加以控制,使其适合于相应的电缆衰减。恢复信号后,再调整外加噪声的电平,使其产生所要求的误码率。将信号移去,并将 AGC 置于与测量 N_T 时相同的值,即可测得噪声电平($N_T + N_B$)。

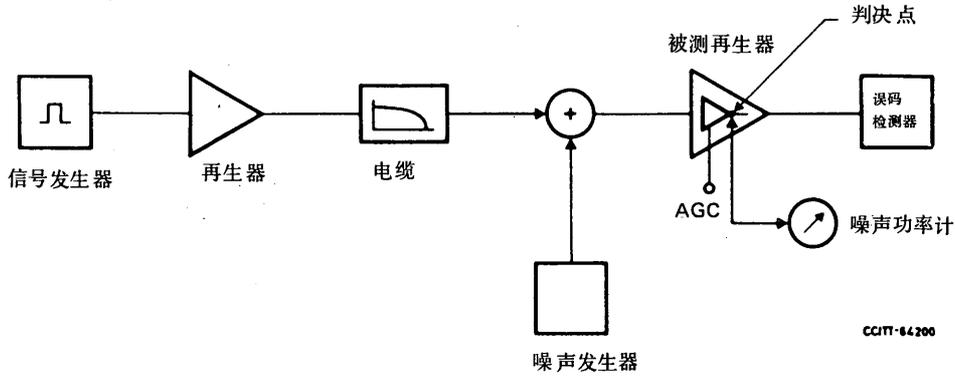


图 A-1/G. 953
噪声余量的测量(方法 A)

方法 B(图 A-2/G. 953)

此方法可在无需接入至判决点的条件下进行测量。可直接测出加在输入端以产生给定的误码率的噪声。在判决点的相应数值及热噪声(N_T)则可利用放大器均衡器的转移函数和噪声指数进行估算。

注一 将此方法应用于某一特定的中继器设计以前,需先计算放大器均衡器的转移函数和噪声指数,并在中继器的一个样机上进行测量。

方法 C(图 A-2/G. 953)

此方法与上述方法(B)相类似,其区别是所加干扰为一正弦波信号。对此外加于输入端使产生给定误码率的信号,用类似的方法直接测量。

在判决点的相应干扰(I_s)及热噪声电压($\sqrt{N_T R_0}$)可利用均衡器的转移函数和噪声指数以及校正系数 a_c 进行估算,这些都需预先确定。

注1 由(A-8)和(A-9)式得:

$$M = 20 \log(1 + S_d \cdot X / SNB_{RR})$$

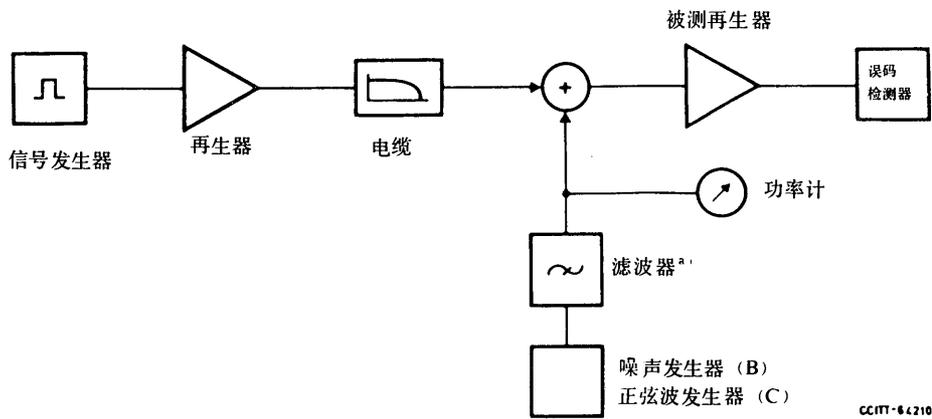
$$\text{其中 } X = |E(f_d)| \cdot a_c / \sqrt{N_T R_0}$$

为一未知因数,在将此方法应用于某特定的中继器设计以前,需在样机的一个样品上做测试,据此而予以确定。

为此,样机的噪声余量需按基准测试法(A)进行测量。

注2 此方法容许中继器输入端接有仿真线网络。与方法 B 相比较无需在引入通路插入辅助滤波器。

注3 为得到最准确的测量结果,主扰频率应选择在奈奎斯特频率附近。



^{a)}方法C中可以删去。

图 A-2/G. 953

噪声余量的测量(方法 B 和 C)

参 考 文 献

- [1] CCITT Manual *Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines*, ITU, Geneva, 1988.
- [2] CCITT Recommendation *Tests on power-fed repeaters using solid state devices in order to check the arrangements for protection from external interference*, Vol. IX, Rec. K.17.

建 议 G. 954

在同轴线对电缆上以2048 kbit/s 分级为基础的数字线路系统

(1984年订于马拉加—托雷莫里诺斯；1988年修订于墨尔本)

1 概述

本建议涉及在同轴线对电缆上传输以2048 kbit/s 分级为基础的信号的数字线路系统，包括工作于下述比特率的系统：

- 8 448 kbit/s
- 34 368 kbit/s
- 139 264 kbit/s
- 4×139 264 kbit/s

在4×139 264 kbit/s 系统的情况下，数字线路多路复用器—分路器设备把多路复用四个139 264 kbit/s 数字信号的功能和线路传输设备的功能结合在一起。数字多路复用方式的细节在本建议的附件 B 中给出。

相应数字线路段的总性能要求和接口要求在建议 G. 921中给出。

2 传输媒质

系统能工作于 G. 620系列规定的同轴线对上，如表1/G. 954所示。

表 1/G.954
传 输 媒 质

系统 (kbit/s)	电缆的建议
8 448	G. 621; G. 622
34 368	G. 621; G. 622; G. 623
139 264	G. 622; G. 623
4×139 264	G. 623

3 总的设计性能

3.1 可用性

系统的可用性指标应考虑到建议 G. 801给出的假设参考数字段的可用性要求而制定。

3.2 可靠性

平均故障间隔时间 (MTBF) 的数值应考虑可用性的各项要求而对整个线路系统作出规定。

3.3 中继器噪声余量

中继器噪声余量的定义和推荐的测量技术均在附件 A 中规定。噪声余量用数量表示了用于同轴线对的数字再生器的性能。它是误码率和中继器间隔损耗 A_0 的函数 (在频率为线路系统波特率的 $\frac{1}{2}$ 处)。

当误码率 = 10^{-7} , 系统的损耗范围为 $A_1 \leq A_0 \leq A_2$ 时, 噪声余量应满足下述要求:

$$\text{噪声余量 } (M) \geq B + C(A_2 - A_0)$$

尚未能对参数 A_1 、 A_2 、 B 和 C 给出具体值。

注 — 应在测试信号上叠加适当的抖动以测量定时抖动对噪声余量的恶化影响。

下面给出一些主管部门采用的数值的一些例子。

	A_1 (dB)	A_2 (dB)	B (dB)	C
8 448 kbit/s 系统	35	85	9	1
34 368 kbit/s 系统	34	84	7.5	0.7
	56	82	6	0.5
	45	75	12	1
139 264 kbit/s 系统	65	84	5.5	0.7
	60	84	7.5	0.7 → 1

注 — 上述数值都不包括抖动影响所需的余量。

3.4 误码性能

单个中继器的误码率设计指标应考虑到建议 G. 821 中给出的网路性能指标。

4 具体设计性能

4.1 馈电类型

虽然 CCITT 并未为这些同轴线路系统推荐采用某种具体的远供馈电系统,但实践中只采用了通过一个系统的两个同轴线对的内导体的恒直流馈电方式。

这些同轴电缆系统可能遭受由雷电、电力线和铁道等产生的感应电压和电流的影响。

必须采取预防措施以保障工作人员免受由于正常工作电压和远供电流以及感应电压和电流引起的任何可能的危险。

许多国家的主管部门已经颁布了详细的保障人身安全的规章和规则。在大多数情况下遵守这些规章和规则是强制性的。此外,CCITT 导则 [1] 对这些问题也给予了指导。

还需采取措施使设备免受感应电压和电流的影响。因此,所设计的设备应能通过建议 K. 17 [2] 规定的试验。

4.2 标称中继器间距

未推荐具体的中继器间距,但实践中大多数主管部门采用了表 2/G. 954 所列的标称数值:

表 2/G. 954
标称中继器间距

系统 (kbit/s)	标称中继器间距 (km)		
	电缆的建议 ^{a)}		
	G. 621	G. 622	G. 623
8 448	4.0	—	—
34 368	2.0	4.0 (注)	—
139 264	—	2.0	4.5 (注)
4×139 264	—	—	1.5

^{a)}G. 621是指0.7/2.9mm 同轴线对。

G. 622是指1.2/4.4mm 同轴线对。

G. 623是指2.6/9.5mm 同轴线对。

注 — 有一个主管部门采用了3km 的标称中继器间距。

4.3 维护方式

4.3.1 监测和故障定位的类型

可采用不中断业务的监测方式或中断业务的故障定位方式。对等于或高于139 264 kbit/s 的比特率,建

议采用不中断业务的监测方式。

4.3.2 故障情况和相应措施

对相关的各个数字段,除了应当检测在建议 G. 921中规定的故障情况外,还要检测下列的故障情况,并应采取相应的措施:

a) 远供电源中断 —

如果实际可行的话,应当发出一个即时维护告警;

b) 超过了误码率门限值下限 —

对8448 kbit/s 系统,这个门限值为 $1 \cdot 10^{-5}$

而对于更高比特率的系统为 $1 \cdot 10^{-6}$;

应当发出延迟维护告警来说明性能正在恶化。

附 件 A

(附于建议 G. 954)

中继器噪声余量的定义和测量

A.1 定义

噪声余量 m_n :

$$m_n = SNR / SNR_{ER} \quad (A-1)$$

其中

$$SNR = SNR_{th} \cdot F(t, ER) \quad (A-2)$$

乘积 $SNR_{th} \cdot F(t, ER)$ 可视为实际信噪比 SNR , 是对中继器性能的测度。

SNR_{th} 由系统参数, 诸如输出脉冲、线路段损耗、再生器输入放大器的噪声指数等决定的理论信噪比。

$F(t, ER)$ 由于对于最佳定时瞬时的偏离(包括相位抖动)以及按 $S(t)$ 实现的脉冲符号间干扰 $I(t)$ 及使信息信号 (I_c) 劣化的其它干扰 (I_c) 等而形成的减值系数。

注 — 符号间干扰和其它干扰均为有界的起伏过程。“平均”减值系数取决于 ER , 对于三进制信号, 其表达式为:

$$F(t, ER) = \frac{S(t)}{S(0)} - 2 \left\{ \frac{I(t)}{S(0)} - \frac{I_c}{S(0)} \right\} \quad (A-3)$$

其中 $S(0)$ 为 $t=0$ 时的现实脉冲值, 它给出脉冲的最大幅值。

SNR_{ER} 为当误码率为 ER 时所要求的信噪比。对于三进制信号, ER 与 SNR_{ER} 间的关系由熟知的高斯分布给出:

$$ER = \frac{4}{3} P[E] = \frac{4}{3} \int_{SNR_{ER}}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2} dx \quad (A-4)$$

A.2 派生定义

施加一外部干扰信号即可测量噪声余量。为此, 可派生出更有实践意义的定义。

A.2.1 SNR_{ER} (给出误码率 ER), 在再生器的输入端加入足够的白噪声即可达到。

$$SNR_{ER} = \left\{ \frac{N_T}{N_T + N_E} \right\} \cdot SNR \quad (A-5)$$

其中

N_T = 正常工作时出现于判决点的热噪声。

N_E = 为产生误码率 ER 而加于判决点的外部噪声的平均功率。

由 (A-2) 和 (A-5) 式, 可求得噪声余量 M :

$$M = 20 \log m_n = 10 \log \left(1 + \frac{N_E}{N_T} \right) \quad (A-6)$$

$$N_E = N_0 \int_0^{\infty} |E(f)|^2 df \quad (A-7)$$

$$N_T = kT \int_0^{\infty} |E(f)|^2 F(f) df \quad (A-8)$$

N_0 = 叠加于信号上的外部噪声的功率密度

$E(f)$ = 再生器均衡器的转移函数

k, T = 波尔兹曼常数和绝对温度

$F(f)$ = 再生器中均衡放大器的噪声指数

A. 2. 2 若施加一正弦主扰信号, 则可导出 m_n 的第二个定义。

此干扰可使 $F(t, ER)$ 减小, 它定义为

$$F_d(t, ER) = SNR_{ER} / SNR_{th}$$

其次 [与 (A-1) 和 (A-2) 式一致]

$$F(t, ER) = m_n \cdot SNR_{ER} / SNR_{th}$$

相减后得:

$$F(t, ER) - F_d(t, ER) = 2 \frac{I_s}{S(0)} - (m_n - 1) SNR_{ER} / SNR_{th}$$

其中 $I_s/S(0)$ 为判决点的规一化主扰信号。

将 $SNR_{th} = S(0) / 2 \sqrt{N_T R_0}$ 代入, 经整理后得噪声余量:

$$M = 20 \log \left(1 + \frac{I_s}{SNR_{ER} \cdot \sqrt{N_T R_0}} \right) \quad (A-9)$$

$$I_s = S_d \cdot |E(f_d)| \cdot a_c \quad (A-10)$$

S_d = 主扰信号在再生器输入端的幅度

f_d = 主扰信号的频率

a_c = 考虑了自动均衡器的峰值检波器的影响后的校正系数

R_0 = 电缆特性阻抗的实部

A. 3 测量

方法 A 与噪声余量的定义 (A-6) 式直接相联系, 所以是基准试验方法。方法 B 和 C 是可代用的试验方法。

方法 A (图 A-1/G. 954)

N_E 和 N_T 的数值直接在判决点测量。 N_T 的数值是在无信号和无外加噪声的条件下测得的。这时, 均衡器的自动增益控制 (AGC) 应从外部加以控制使其适合于相应的电缆衰减。恢复信号后, 再调整外加噪声的电平使其产生所要求的误码率。将信号移去, 并将 AGC 置于与测量 N_T 时相同的值, 即可测得噪声电平 ($N_T + N_E$)。

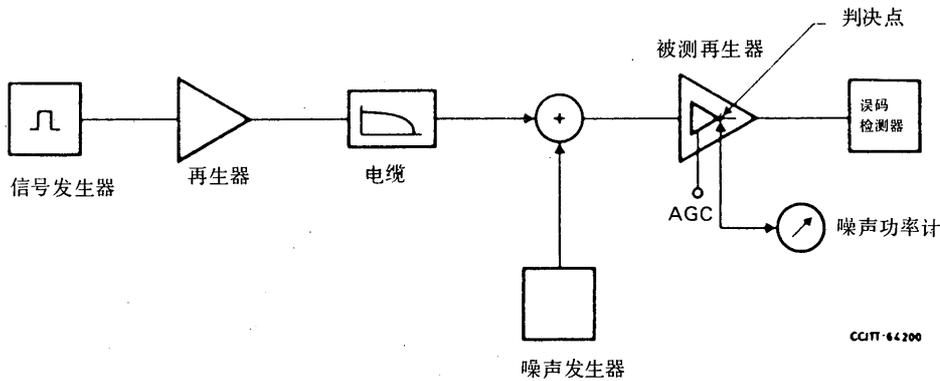


图 A-1/G. 954
噪声余量的测量 (方法 A)

方法 B (图 A-2/G. 954)

此方法可在无需接入至判决点的条件下进行测量。直接测出加在输入端以产生给定误码率的噪声。在判决点的相应数值及热噪声 (N_T) 则可利用放大器均衡器的转移函数和噪声指数进行估算。

注 — 此方法应用于某一特定的中继器设计以前, 需先计算放大器均衡器的转移函数和噪声指数, 并在中继器的一个样机上测量。

方法 C (图 A-2/G. 954)

此方法与上述方法 (B) 相类似, 其区别是所加干扰为一正弦波信号。对此外加于输入端使产生给定误码率的信号, 用类似的方法直接测量。

在判决点的相应干扰 (I_s) 及热噪声电压 ($\sqrt{N_T R_0}$) 则可利用均衡器的转移函数和噪声指数以及校正系数 a_c 进行计算, 这些都需预先确定。

注1 — 由 (A-8) 和 (A-9) 式得:

$$M = 20 \log(1 + S_d \cdot X / SNR_{ERR})$$

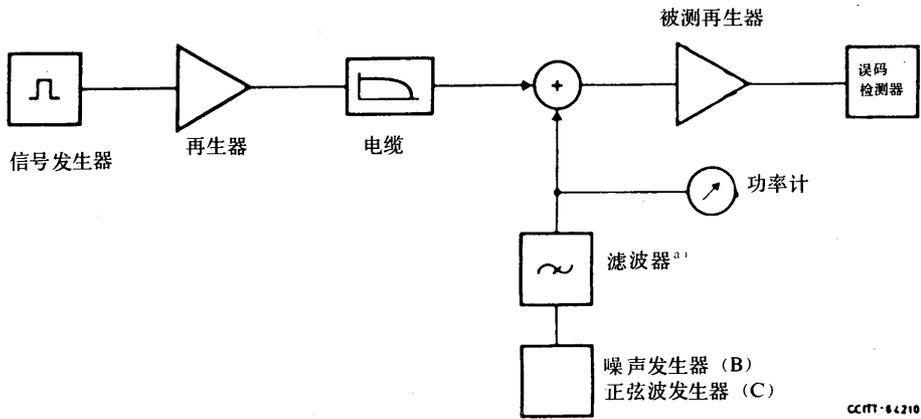
$$\text{其中 } X = |E(f_d)| \cdot a_c / \sqrt{N_T R_0}$$

为一未知因数, 在将此方法应用于某特定的中继器设计以前, 需在样机的一个样品上作测试, 据此而予以确定。

为此, 样机的噪声余量需按基准测试法 (A) 进行测量。

注2 — 此方法容许中继器输入端接有仿真线网络。与方法 B 相比较, 无需在引入通路接入辅助滤波器。

注3 — 为得到最准确的测量结果，主扰频率应选择在奈奎斯特频率附近。



^{a)}方法C中可以删去。

图 A-2/G. 954

噪声余量的测量 (方法 B 和 C)

附件 B

(附于建议 G. 954)

4 × 139 264 kbit/s 系统的数字多路复用方式

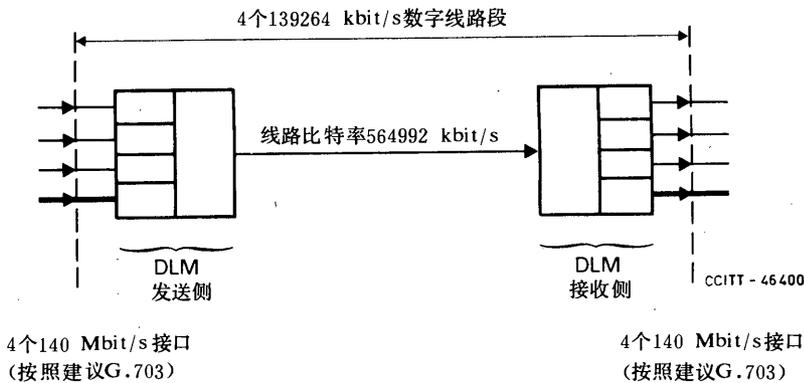


图 B-1/G. 954

DLM 数字线路多路复用器—分路器

B.1 概述

数字多路复用方式是以正码速调整为基础的，它将四个139 264 kbit/s 支路合并成一复合信号。

B.2 比特率

标称比特率应为564 992 kbit/s。该比特率的容差应为±15 ppm。

B.3 帧结构

表 B-1/G. 954给出：

- 支路比特率和支路数；
- 每帧比特数；
- 比特编号方案；
- 比特分配；
- 集中帧定位信号。

注 — 具有附录 II 中所指出的特性的另外几种可能的帧结构留待进一步研究。

B.4 帧失位和帧定位的恢复

当已连续四帧在其预定的位置上收到有错误的帧定位信号时，应认为发生了帧失位。

当确认了帧失位，则当帧定位装置连续三帧检测到帧定位信号时，应判为帧定位已有效地恢复。

在帧定位装置已检测到一个正确的帧定位信号后，如果在其后的两帧之一没有检测到帧定位信号时，则应开始对帧定位信号进行一次新的搜索。

注 — 因为并不严格需要规定详细的帧定位方案，因此只要它所达到的性能在各方面至少与上述帧定位方案所达到的一样有效，那么任何适当的帧定位方案均可使用。

表 B-1/G. 954
564 992 kbit/s 多路复用帧结构

支路比特率 (kbit/s)	139 264
支路数	4
帧结构	比特编号
帧定位信号 (其二进制内容在研究中)	组 I
从各支路来的比特	1至12 13至384
码速调整公务比特 C_{jn} ($n=1$ 至5) (见注)	组 II 至 VI
从各支路来的比特	1至4 5至384
对端告警指示，留作国内使用	组 VII
可用作码速调整的支路来的比特	1至4 5至8
从各支路来的比特	9至384
帧长	2 688比特
每支路比特数	663比特
每支路最大码速调整率	210 190 bit/s
标称码速调整比	0.4390

注 — C_{jn} 表示支路 j 的第 n 个码速调整公务比特。

B.5 多路复用方式

建议采用按支路编号顺序的循环比特插入和正码速调整。码速调整控制信号应分散配置，并采用 C_{jn} 比

特 ($n=1, 2, 3, 4, 5$), 见表 B-1/G. 954。正码速调整应用信号11111表示, 无码速调整则用信号00000表示。建议采用多数判决法。

表 B-1/G. 954给出了每支路的最大码速调整率和标称码速调整比。

B.6 抖动

B.6.1 抖动转移特性 (在研究中)。

B.6.2 支路输出抖动 (在研究中)。

B.7 公务数字

每帧的组 VI 的前四比特可用作公务。这些比特中的第一位用来指示一个即时告警情况, 见表 C-1/G. 954。

注 — 扰码器和帧定位信号的一种可能的解决方法在附录 I 中给出。

附 录 I

(附于建议 G. 954的附件 B)

用于 $4 \times 139\ 264$ kbit/s 数字线路系统的扰码器和帧定位信号的一种可能的解决方法

I.1 复位扰码器

建议采用“复位扰码器”, 即在每帧开始时复位的扰码器。与自由运行的或“自同步”扰码器相比较, 其优点为 [3]:

- 无误码增值, 和
- 无需提供附加措施来避免周期性的输出信号。

若接受下述观点, 即当输入信号为全1或全0时 (例如四个支路全为 AIS 信号), 输出信号并不精确地相当于 $2^n - 1$ 伪随机系列, 而代表一种完全适合于线路上恢复定时的近似随机系列, 则就可实现一种扰码器 (图 I-1/G. 954), 它具有另一些有利的特点:

- 扰码器工作于 ≈ 141 Mbit/s, 用四个彼此相互延迟的序列 (A0、A2、A5和 A6) 来对各支路 T1……T4 进行扰码; 然后, 四个经扰码的信号 (c、d、e、f) 再进行多路复用。
- 电路简单, 故易于在所需的高速下实现, 且功耗小。
- 复位后, 扰码器产生帧定位信号。

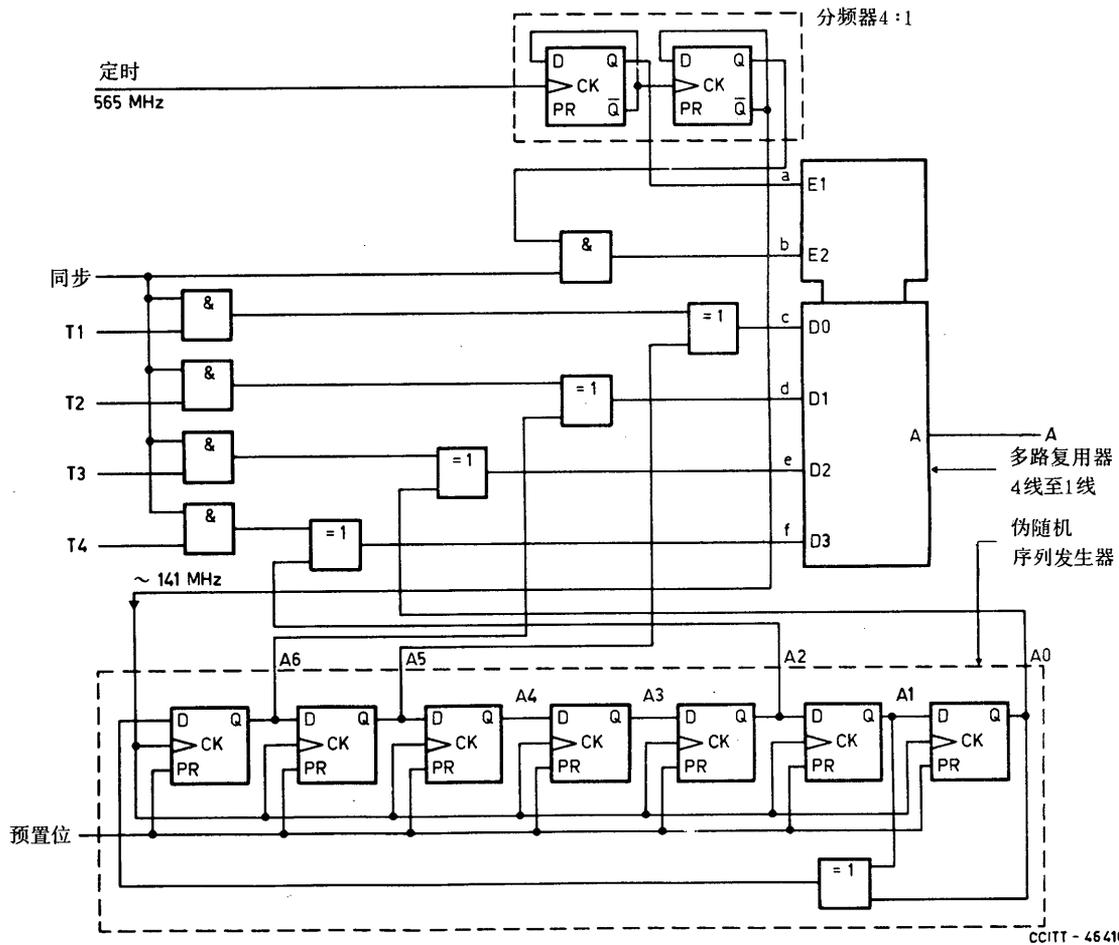
I.2 帧定位信号

在每一脉冲帧开始时所产生的帧定位信号为

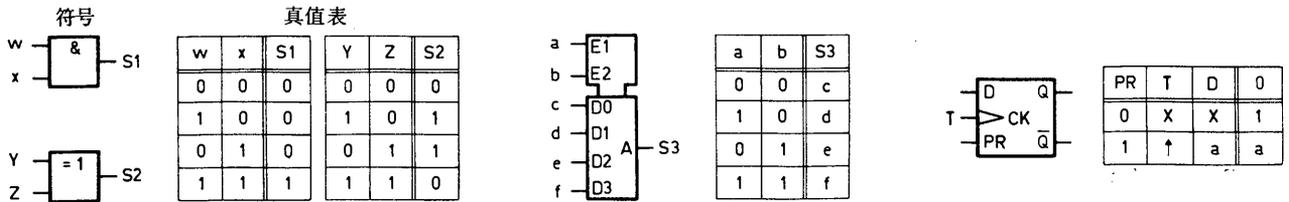
111110100000

这与按建议 G. 751的139 Mbit/s 信号的帧定位信号完全一样。

全0和全1均不会混淆这种帧定位信号, 即使在四个支路的任何组合中产生全0和全1时都是这样。



CCITT - 46410



注：T表示定时信号。正向的转换为有效转换。

时间/n	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	预置位	同步	多路复用后的扰码器输出信号				A				
										A5	A6	A5	A6	1	1	1	1	
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	A5	A6	A5	A6	1	1	1	1	帧定位码语
1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	A5	A6	A5	A6	1	0	1	0	
2	0	0	1	1	1	1	1	1	0	A5	A6	A5	A6	0	0	0	0	经扰码后
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	A5	A6	A0	A2	T1	T2	T3	T4	
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	A5	A6	A0	A2	T1	T2	T3	T4	
5	0	0	0	0	0	1	1	1	1	A5	A6	A0	A2	T1	T2	T3	T4	
6	0	0	0	0	0	0	1	1	1	A5	A6	A0	A2	T1	T2	T3	T4	
7	1	0	0	0	0	0	0	1	1	A5	A6	A0	A2	T1	T2	T3	T4	
8	0	1	0	0	0	0	0	1	1	A5	A6	A0	A2	T1	T2	T3	T4	
...	

图 I-1/G.954
复位扰码器和多路复用器

附录 I

(附于建议 G. 954的附件 B)

可以代用的多路复用帧结构

可能有另一些564992kbit/s的复用帧结构,它们使每一支路的帧结构仍保持与表 I-1/G. 954给出的复用帧结构相同。

这些可代用的复用帧结构是以循环嵌入来自各支路的比特群为基础的,而当采用字母型线路码,例如6B4T时,这些复用方法会具有容易实现的优点。多路复用器和线路码的转换功能结合在一起会降低对有关电路的速度要求。

以这些可代用的复用帧结构为基础的设备,若采用相同的复用帧长度、相同的每支路比特数、相同的最大码速调整率和相同的标称码速调整比,则所提供的网络性能与采用本建议正文中描述的复用方法的设备提供的性能相一致。

附件 C

(附于建议 G. 954)

4×139 264 kbit/s 数字线路系统的故障情况与相应措施

C.1 故障情况

4×139 264 kbit/s 数字线路系统应检测下列故障情况:

C.1.1 内部电源故障

C.1.2 中继器馈电故障

C.1.3 误码率 $1 \cdot 10^{-3}$

注 — 启动和解除这些告警指示的准则在研究中。

C.1.4 误码率 $1 \cdot 10^{-6}$

C.1.5 输入线路信号消失

注 — 只有当这种故障情况不引起帧失位指示时,才要求检测这种故障情况。

C.1.6 帧失位

C.1.7 当采用字母型线路码时的线路码语失位

注 — 只有这种故障情况不引起“误码率 $1 \cdot 10^{-3}$ ”指示时，才要求检测这种故障情况。

C.1.8 支路输入信号消失

C.1.9 对端告警指示

C.2 相应措施

检测到故障情况后，应进一步采取如表 C-1/G. 954中规定的适当措施。

表 C-1/G. 954

故障情况与相应措施

设 备	故障情况	维护告警		向对端线路多路复用器—分路器发出告警指示	AIS 加到 见 § C. 2	
		即时的	延迟的		所有支路	复合信号的相关时隙
多路复用器—分路器	内部电源故障	要			要，如果可行	
	中继器馈电故障	要			要，如果可行	
只是线路多路复用器—分路器的接收端（见图2/G. 901）	误码率 $1 \cdot 10^{-3}$	要		要	要	
	误码率 $1 \cdot 10^{-6}$		要			
	输入信号消失	要		要	要	
	帧失位	要		要	要	
只是多路复用器—分路器的发送端（见图2/G. 901）	采用字母型线路码时，线路码语失位	要		要	要	
	检测到对端告警指示					
只是多路复用器—分路器的发送端（见图2/G. 901）	支路输入信号消失	要				要

注.— 表中要表示在相关的故障情况下应采取措施。表中空格表示在相关的故障情况下，如果该情况是唯一的，则不必采取相应措施。如果同时发生一种以上的故障情况，而且至少对其中一种故障情况规定了要采取措施，则应采取有关的措施。

C. 2. 1 发出即时维护告警指示以表明性能已低于容许标准，并要求本端注意维护。

C. 2. 2 发出延迟维护告警指示表示性能正在恶化。

注 — 由上文 § C. 2. 1和 § C. 2. 2给出的告警指示所启动的任何可视和/或可闻告警的位置和规定留给各主管部门自行决定。

C. 2. 3 AIS 加到所有支路（见下文注1和注2）。

C. 2. 4 AIS 加到复合信号的相关时隙（见下面注1）。

C. 2. 5 向对端多路复用器——分路器发出告警指示。

注1 — 告警指示信号（AIS）的等效二进制内容是一连串的“1”。

注2 — 这种 AIS 的比特率应在标称比特率的±15ppm 以内。

参 考 文 献

- [1] CCITT Manual *Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines*, ITU, Geneva, 1988.
- [2] CCITT Recommendation *Tests on power-fed repeaters using solid state devices in order to check the arrangements for protection from external interference*, Vol. IX, Rec. K.17.
- [3] MULLER (H), Bit sequence independence through scramblers in digital communication systems, *Nachr. Techn. Z.*, Vol. 27 (1974), pp. 475 to 479.

建 议 G. 955

在光缆上以1544 kbit/s 分级为基础的数字线路系统

(1984年订于马拉加—托雷莫里诺斯；1988年修订于墨尔本)

1 概述

本建议涉及在光缆上传输以1544 kbit/s 分级为基础的信号的数字线路系统，包括传送下述比特率的系统：

- 1 544 kbit/s
- 3 152 kbit/s
- 6 312 kbit/s
- 32 064 kbit/s
- 44 736 kbit/s
- $n \times 44\ 736$ kbit/s
- 97 728 kbit/s
- $4 \times 97\ 728$ kbit/s

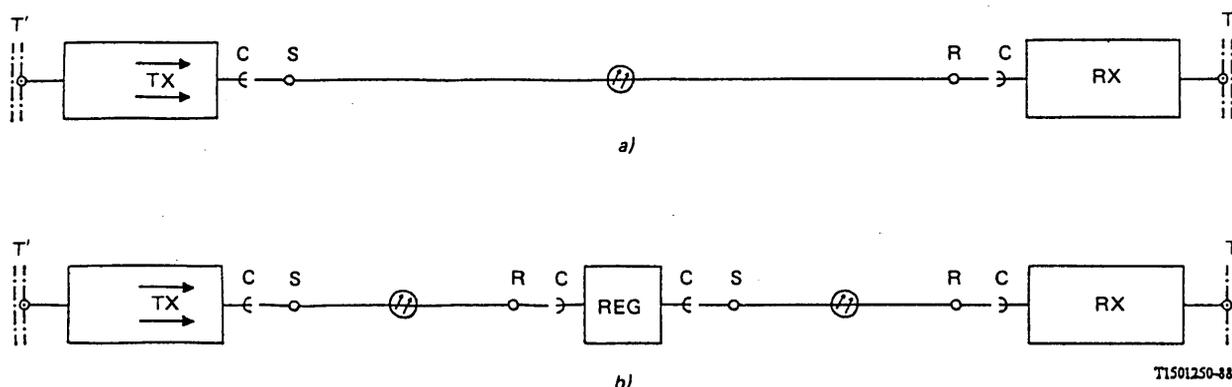
本建议的目的是要达到在单元光缆段上不同数字线路系统的纵向上的兼容，即在相同的光缆上可能装设由不同制造厂家生产的数字线路系统。

根据本建议的需要，光纤数字线路系统可用图1/G. 955表示。系统可以没有中间再生器。如图1a/G. 955，有一部中间再生器的如图1b/G. 955所示，或有许多的中间再生器，这取决于系统设计和路由长度。

本建议包括了对于在正常规定的工作条件下拟满足建议 G. 821的相应性能指标的设备而提出的要求。无论如何，建议 G. 821保留了严格的网路性能指标。



其它的（同步的光的）分级速率正在考虑中。本建议中对这些速率的考虑须进一步研究。



T, T' 符合建议G.703的设备接口。

S 紧靠在发送器 (TX)或再生器 (REG) 的光连接器 (C)后面光纤上的点。

R 紧靠在接收器 (RX)或再生器 (REG) 的光连接器 (C)前面光纤上的点。

注 — 分配架上（如果采用）的附加连接器都被认为是光链路的一部分，要放在S点和R点之间。

图 1/G.955

2 传输媒质的类型

分别符合建议 G.651或 G.652的多模或单模光纤适用于这些系统。工作区域可以为850nm、1300nm 或 1550nm 或某些其它波长，这取决于所使用的光纤和系统的类型。对于在各种比特率和波长下工作的最适宜的衰减由各主管部门根据要实现的链路的特性来选择，并应符合本建议。类似地，在选择光纤衰减的同时，必须选择接头损耗、连接器损耗和光缆余量以取得 § 4中所规定的总的衰减。

3 系统余量

为了本建议的需要，总的系统余量（图1a/G.955），或再生段余量（图1b/G.955），被分成两个主要的部分，这些余量的分配示于图2/G.955。

3.1 光缆余量 (M_c)

光缆余量 M_c ，包括下述内容所需的余量：

i) 光缆的构成的进一步修改（附加接头、增加光缆长度等）；

ii) 由于环境因素引起的光缆性能的变化；

iii) S 点和 R 点之间的连接器（当配置时）的性能恶化。

3.2 设备余量 (M_e)

设备余量 M_e ，包括时间和环境因素对设备性能的影响所需的余量（如注入功率、接收机灵敏度、设备连接器的性能恶化等）。

注1 — 为系统各部件特性的容差而留有余量的设计余量未予考虑，因为这些特性的最坏值已反映在

§ 4的规范中。

注2 — 尽管由于实践方面的原因,接收灵敏度可在其它误码率门限值下测试,但系统余量总是相对于 $1 \cdot 10^{-10}$ 这一误码率门限值而言的。

注3 — 本建议中采用了最坏情况方法,它为在运行中的系统留有一些附加的余量,这可被认为是一个未分配的余量。

4 系统规范

从系统规范的观点来看,一个再生段的光链路可表示为如图2/G.955所示。

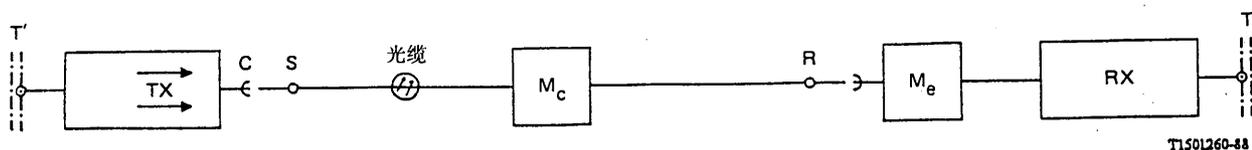


图 2/G.955

作为对典型的可供商业用的系统的最低要求,发送器和接收器应设计成这样,即在按§ 4.6和§ 4.7所定义的光通道条件下获得§ 4.2的误码性能要求。

4.1 再生段长度

符合本建议规范的系统所能达到的再生段长度与光纤特性和发送器/接收器设备的特定能力有关。附件A和B中给出了例子。

对于多模系统,用单一数值(-3dB光带宽)来描述基带响应可能不足以确定光纤对所规定的系统的适应性。在某些情况下,可能需要这一特性的更详细的描述或脉冲响应的描述。此外,假定-3dB的总的光带宽包括了模式和色散影响。

对于单模系统,其主要特征是,只要激光器的中心波长足够接近光纤的零色散波长,则对于给定的段长,它们所呈现的脉冲展宽要小于多模系统。

一般说来,对于工作于 $6 \times 44\ 736$ kbit/s附近或以下速率采用激光器光源的单模光纤系统,预计其再生段的长度系受损耗非色散的限制。在较高比特率时,则再生段长度可能受色散的限制。因此,要检查再生段长度系受损耗还是受色散限制。

受损耗限制的系统:在考虑了系统增益、连接器和接头损耗引入的总损耗、光纤在工作波长上的衰减、光缆余量和由于色散而引起的附加损耗(包括模分隔噪声)后,可计算出损耗限制系统的再生段长度。

受色散限制的系统:此类系统的再生段长度取决于接收器对脉冲色散的容限(例如,由于发送器光源的谱特性、模分隔噪声和光纤的颜色色散引起的脉冲色散)。主管部门应与供货者协商以确定在他们所应用的情况下的色散限制系统的再生段长度。对色散限制系统要求作进一步的研究。

4.2 误码性能

本建议中的数字线路系统系在误码率不劣于 $1 \cdot 10^{-10}$ 时有一最大再生段长度。误码性能应与建议G.821中的总性能相一致。

4.3 接收器动态范围

光接收器的动态范围至少应足以提供一个自动增益控制的范围,它可以补偿设备的生产容差和温度及老化的影响。也希望接收器的动态范围可使对假线衰减器的需要减至最小。

4.4 光源

多模系统可采用激光器或发光二极管作为光源。单模系统虽然在一定的比特率时可应用发光二极管,但一般均采用激光器。采用发光二极管的单模系统尚须进一步研究。

4.5 工作波长范围

对于工作于高达并包括标称比特率约 $3 \times 44\,736$ kbit/s 的系统,标称波长850nm 和1300nm 意味着可分别采用820—910nm 和1270—1330nm 范围内的任意波长。对于比标称比特率约 $3 \times 44\,736$ kbit/s 还要高的系统,1300nm 的范围要减小至1285—1330nm。波长为1550nm 左右的工作范围正在研究之中。

注1 — 对于工作于1300nm 范围的多模系统,波长的下限系根据色散和截止波长效应确定,而波长的上限则根据色散和衰减确定。特别应注意到,由于可能存在有与 OH 峰值有关的过量损耗,本建议所指之范围限于与建议 G. 652中所述之1270—1340nm 的色散范围相比较。为保证系统满意地工作,在单模单元光缆段中成缆后的光纤的最短长度的截止波长不应超过工作波长。二阶模(LP₁₁)应沿光纤有足够的衰减,使得检测器的模式噪声和双模式色散的影响可予以忽略。

注2 — 上面规定的标称波长范围是针对 LED 和多纵向模(MLM)激光器的。对于单纵向模(SLM)激光器还要进一步研究。

4.6 为多模光纤系统建议的光通道容差

对于采用 LED 或 MLM 激光器的多模光纤系统,S 和 R 点之间的光通道容差于表1/G. 955给出。这些容差包括了光缆余量 M_c ,并在总衰减和3dB 光带宽之间折衷。这些容差表示了根据当前的实践经验而导出的最坏情况下的参数值,在这些值的范围内可对一给定的系统进行设计。在带宽衰减、色散和编码等之间折衷后,可改变这些参数。

计算 S 和 R 点之间的衰减时应考虑到在光源的实际波长范围内光纤损耗的变化。

4.7 为单模光纤系统建议的光通道的容差

对于采用 LED 或 MLM 激光器的单模光纤系统,S 和 R 点之间的光通道容差于表2/G. 955给出。这些容差包括了光缆余量 M_c ,并在总衰减和色散之间折衷。这些容差表示了根据当前的实践经验而导出的最坏情况下的参数值,在这些值的范围内可对一给定的系统进行设计。在衰减、色散、编码等之间折衷后,可改变这些参数。

计算 S 和 R 点之间的衰减时应考虑到在光源的实际波长范围内光纤损耗的变化。

表 1/G. 955

为用单一的光传输信号在符合建议 G. 651的多模光纤上的
数字线路系统建议的光通道容差

标称比特率 (kbit/s)	标称波长 (nm)	光源类型	比特误码率为 1×10^{-10} 时S和R间的容差	
			最大衰减 (dB)	最小的总的 -3 dB 光带宽 (MHz)
6 312	850	激光器	47	17
		LED	34	17
	1300	激光器	34	17
		LED	21	17
32 064	850	激光器	a)	a)
		LED	a)	a)
	1300	激光器	33	65
		LED	a)	a)
44 736	850	激光器	42	62
		LED	29	62
	1300	激光器	33	62
		LED	21	62
2 × 44 736	850	激光器	42	90
		LED	a)	a)
	1300	激光器	30	81
		LED	a)	a)
97 728	850	激光器	a)	a)
		LED	a)	a)
	1300	激光器	31	100
		LED	a)	a)
3 × 44 736	850	激光器	a)	a)
		LED	a)	a)
	1300	激光器	28	120
		LED	a)	a)

^{a)} 数值正在研究中。

注1 — 本表中所给数值均是针对非单纵向模 (SLM) 激光器光源而言。

注2 — 关于其他的考虑, 参见 §4.1, 再生段长度。

表 2/G. 955

为用单一的光传输信号在符合建议 G. 652 的单模光纤上的
数字线路系统建议的光通道容差

标称比特率 (kbit/s)	标称波长 (nm)	光源类型	比特误码率为 1×10^{-10} 时 S 和 R 间的容差	
			最大衰减 (dB)	最大色散 (ps/nm)
44 736	1300	激光器	32	N/A
	1550	激光器	a)	a)
2 × 44 736	1300	激光器	28	N/A
	1550	激光器	a)	a)
97 728	1300	激光器	31	a)
	1550	激光器	a)	a)
3 × 44 736	1300	激光器	28	N/A
	1550	激光器	a)	a)
4 × 44 736	1300	激光器	26	N/A
	1550	激光器	a)	a)
6 × 44 736	1300	激光器	26	(注2)
	1550	激光器	a)	a)
4 × 97 728	1300	激光器	28	(注2)
	1550	激光器	a)	a)
9 × 44 736	1300	激光器	26	(注2)
	1550	激光器	a)	a)
12 × 44 736	1300	激光器	24	(注2)
	1550	激光器	a)	a)
18 × 44 736	1300	激光器	24	(注2)
	1550	激光器	a)	a)
24 × 44 736	1300	激光器	24	(注2)
	1550	激光器	a)	a)
36 × 44 736	1300	激光器	23	(注2)
	1550	激光器	a)	a)

a) 数值在研究中。

N/A — 不应用。

注1 — 本表中所给数值均是针对非单纵向模 (SLM) 激光器光源。

注2 — 再生段长度可为受色散限制的。具体数值取决于多种因素，尚需进一步研究。关于其他的考虑，参见 § 4.1，再生段长度。

4.8 系统余量

光缆余量 M_c , 设备余量 M_e , 取决于系统的特征和环境条件。各主管部门应与供货者合作根据其应用情况和维护策略来评估这些余量的数值。不同的维护策略可要求不同的余量值。

4.9 折衷考虑

表1/G. 955和表2/G. 955中所列的数字线路系统的容差是为具有最大再生段长度的传输系统所规范的最低要求。但若应用时不要求最大再生段长度, 则可采取更经济的设备设计。采取折衷后, 这种设备的参数可与表1/G. 955和表2/G. 955中所列的参数不同。

此外, 无需对中间再生器远距离馈电和监测。

4.10 波分复用

对于采用工作于同一或分隔的波长范围内的波分复用技术的数字线路系统的要求正在研究中。

5 馈电

如有馈电设施, 则需作进一步研究。

6 工作条件

见建议 G. 950。

7 总的设计性能

在研究中。

8 维护策略

8.1 监测和故障定位的类型

可采用不中断业务的监测或中断业务的故障定位。当光缆中无合适的金属导线时, 中间再生器的监测应视情况由用于线路系统的同样两根光纤提供, 或由光缆内的其它光纤提供。

8.2 故障情况与相应措施

故障情况和相应措施是对为数字线路段建议的内容的补充。对于采用激光器的系统, 提供检测激光器性能恶化的手段是可取的。对于这种故障情况, 采用延迟维护告警指示是恰当的。

9 安全考虑

对于采用输出波长在400nm和3000nm之间的激光器或发光二极管的光纤通信系统 (FOCS), 关于指导其安全使用、维护和服务的建议正由 IEC 在研究。它包括了 § 4.5规定的波长范围, 当这些建议完成时, 本建议中将予以考虑。

附件 A

(附于建议 G. 955)

在多模光纤上工作于850nm 并采用激光器的 6 Mbit/s 系统的再生段长度计算举例

A. 1 计算再生段长度应考虑到在 S 和 R 之间的光通道终点(见图2/G. 955)的总衰减不应超过47dB。总带宽不应小于17MHz。在下面的例子中,假定在 S 点为近似平衡模分布。

A. 2 作为一个例子,不考虑任何特定的情况,对于受损耗限制的各种应用,最大再生段长度如下求得:

— 850nm 时的光纤衰减	3. 0dB/km
— 接头衰减	0. 4dB/km
— 光缆余量 (M_c)	0. 4dB/km
	<hr/>
总计	3. 8dB/km

$$\text{再生段长度} \frac{47}{3.8} = 12.4\text{km}$$

上面假定了在 S 和 R 点之间未配置连接器。

A. 3 至于带宽,为了取得这样的再生段长度并遵守17MHz 的总限制值,若带宽叠加系数为0.75。则应采用带宽为106MHz 的光纤。计算单元光缆段带宽所需的其它资料,见建议 G. 651。

附件 B

(附于建议 G. 955)

在单模光纤上工作于1300nm 并采用激光器的12×45 Mbit/s 系统的再生段长度计算举例

B. 1 计算再生段长度应考虑到在 S 和 R 之间的光通道终点(见建议正文中图2/G. 955)对于工作于1270—1330nm 波长范围的系统,其总衰减不应超过28dB。

B. 2 至于衰减,作为一个例子,不考虑任何特定的情况,再生段长度如下求得:

— 1300nm 时的光纤衰减	0. 40dB/km
— 接头衰减	0. 15dB/km
— 光缆余量 (M_c)	0. 15dB/km
	<hr/>
总计	0. 70dB/km

$$\text{再生段长度} 28\text{dB}/0.7\text{dB/km} = 40\text{km}.$$

注1 — 上面假定了在 S 和 R 之间未配置连接器。

注2 — 对于工作于1300nm 以外的波长的系统应对上述预算中的光纤衰减作适当调整,以便顾及到光纤谱衰减的变化。

B. 3 对于工作于较高比特率的系统,再生段长度可能是受色散限制的。特定的说明取决于多种因素(如同 § 4.1) 并需进一步研究。

在光缆上以 2048 kbit/s 分级为基础的 digital 线路系统

(1984 年订于马拉加—托雷莫里诺斯; 1988 年修订于墨尔本)

1 概述

本建议涉及在光缆上传输以 2048 kbit/s 分级为基础的信号的 digital 线路系统, 包括工作于下述比特率的系统:

- 2048 kbit/s
- 8 448 kbit/s
- 34 368 kbit/s
- 139 264 kbit/s

4×139 264 kbit/s (见注)。

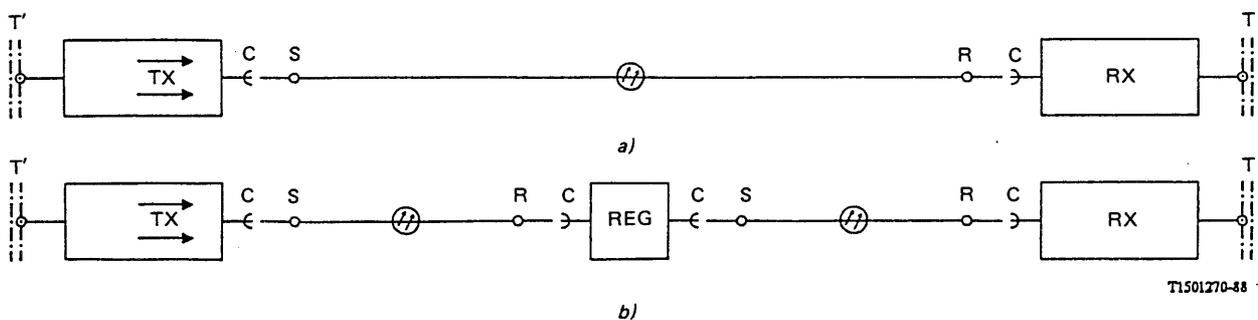
注 — 更高比特率的系统正在研究中 (当前, 此种比特率的范围为 1.2 Gbit/s 和/或 2.4 Gbit/s)

相应数字线路段的总性能要求和接口要求在建议 G. 921 中给出。

本建议的目的是要达到在单元光缆段上不同 digital 线路系统的纵向上的兼容, 即在相同的光缆上可能装设由不同制造厂家生产的 digital 线路系统。

根据本建议的需要, 光纤 digital 线路系统可用图 1/G. 956 表示。系统可以没有中间再生器如图 1a/G. 956 所示, 有一个中间再生器的如图 1b/G. 956 所示, 或有许多中间再生器, 这取决于系统设计和路由长度。

本建议涉及在正常设想的工作条件下拟满足建议 G. 821 和 G. 921 的相关性能指标的设备的性能要求。在任何情况下, 建议 G. 821 都保留主要的网路性能指标。



T, T' 符合建议 G. 703 的设备接口。

S 紧靠在发送器 (TX) 或再生器 (REG) 的光连接器 (C) 后面光纤上的点。

R 紧靠在接收器 (RX) 或再生器 (REG) 的光连接器 (C) 前面光纤上的点。

注 — 分配架上 (如果采用) 的附加连接器都被认为是光链路的一部分, 要放在 S 点和 R 点之间。

图 1/G. 956

2 传输媒质的类型

分别符合建议 G. 651 或 G. 652 的多模或单模光纤适用于这些系统。工作区域可以为 850nm, 1300nm 或 1550nm 或某些其它波长, 这取决于所使用的光纤和系统的类型。对于在各种比特率和波长下工作的最适宜的衰减由各主管部门根据所要实现的链路的特性来选择, 并应符合本建议。类似地, 在选择光纤衰减的同时, 必须选择接头损耗、连接器损耗和光缆余量, 以获得 § 4 中规定的总的衰减。

3 系统余量

根据本建议的需要, 总的系统余量 (图 1a/G. 956) 或再生段余量 (图 1b/G. 956) 被分成两个主要的部分。这些余量的分配示于图 2/G. 956。

3.1 光缆余量 (M_c)

光缆余量 M_c , 包括下述内容所需的容差:

- i) 光缆结构的进一步修改 (附加接头、增加光缆长度等);
- ii) 由于环境因素引起的光缆性能的变化;
- iii) S 点和 R 点之间的连接器 (当配置时) 的性能恶化。

3.2 设备余量 (M_e)

设备余量 M_e , 包括时间和环境因素对设备性能的影响所需的容差 (如注入功率、接收器灵敏度、设备连接器的性能恶化等)。

注 1 — 为系统各部件特性的容差留有余量的设计余量未予考虑。因为这些特性的最坏情况值已反映在 § 4 的规范中。

注 2 — 尽管由于实践方面的原因, 接收器灵敏度可在其它误码率门限值下测试, 但系统余度总是相对于 $1 \cdot 10^{-10}$ 这一误码率门限值而言的。

注 3 — 本建议中采用了最坏情况方法, 它为运行中的系统留有一些附加的余量, 这可被认为是一个未分配的余量。

4 系统规范

从系统规范的观点来看, 一个再生段的光链路可表示为如图 2/G. 956 所示。

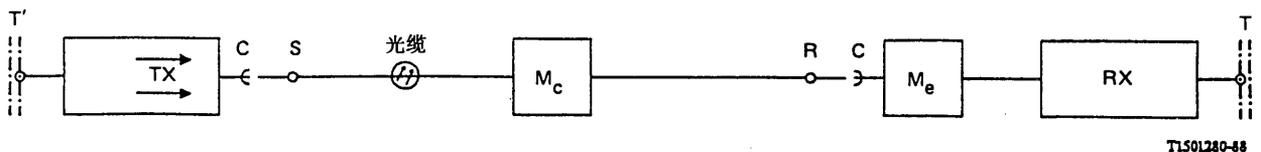


图 2/G. 956

作为对最大再生段长度的最低要求,发送器和接收器应设计成这样,即在按 § 4.6 和 § 4.7 定义的光通路条件下应获得 § 4.2 的误码性能要求。

4.1 再生段长度

符合本建议规范的系统所能达到的再生段长度与光纤特性有关。对于受损耗限制的系统,计算再生段的长度应考虑到接头损耗、光缆余度、工作波长处光纤的衰减及 S 和 R 点之间可能的连接器。附件 A 和 B 中给出了例子。

4.2 误码性能

本建议中所述的数字线路系统要求提供与建议 G. 921 定义的“段质量分类 1”相一致的误码性能。注意到它要求系统能满足至少为 $1 \cdot 10^{-6}$ 的“劣化分钟”阈值,而将来的系统则要能满足 $1 \cdot 10^{-7}$ 的“劣化分钟”阈值,故发送器和接收器,应这样设计,即在 S 和 R 点之间的光通道,具有表 1/G. 956 (多模光纤系统)和表 2/G. 956 (单模光纤系统)所给出的相应数值时,在该光通道上工作的误码率不劣于 $1 \cdot 10^{-10}$ 。

4.3 接收器的动态范围

光接收器的动态范围至少应足以提供一个这样的自动增益控制范围,它可以补偿设备的生产容差和温度及老化的影响。也希望接收器的动态范围可使对仿真线衰减器的需要减至最小。

4.4 光源

多模系统可采用激光器或发光二极管作为光源。单模系统虽然在一定比特率时可应用发光二极管,但一般均采用激光器。采用发光二极管的单模系统尚须进一步研究。

4.5 工作波长范围

对于工作于高达并包括 140 Mbit/s 的系统,标称波长 850nm 和 1300nm 意味着可分别采用 820—910nm 和 1270—1330nm 范围内的任意波长。对于标称比特率为 4×140 Mbit/s 的系统,1300nm 的范围将减至 1285—1330nm。波长为 1550nm 左右的工作范围正在研究之中。

注 — 对于工作于 1300nm 范围的单模系统,波长的下限系根据色散和截止波长效应确定,而波长的上限则根据色散和衰减确定。特别应注意到,由于可能存在有与 OH 峰值有关的过量损耗,本建议所指之范围限于与建议 G. 652 中所述之 1270—1340nm 的色散范围相比较。为保证系统满意地工作,在单模单元光缆段中成缆后的光纤的最短长度的截止波长不应超过工作波长。二阶模 (LP_{11}) 应沿光缆有足够的衰减,使得检测器的模式噪声和双模式色散的影响可予以忽略。

4.6 对多模光纤系统光通道的要求

对于多模光纤系统,S 和 R 点之间的光通道容差于表 1/G. 956 中给出。这些容差包括了光缆余量 M_c ,并在总衰减和 3dB 光带宽之间折衷。

计算 S 和 R 点之间的衰减时,应考虑在光源的实际波长范围内光纤损耗的变化。

表 1/G. 956
 为用单一的光传输信号在符合建议
 G. 651 的多模光纤上的数字线路
 系统建议的光通道容差

标称比特率 (kbit/s)	标称波长 (nm)	光源类型	误码率为 1×10^{-10} 时S和R之间的容差	
			最大衰减 (dB)	最小的总的-3 dB 光带宽 (MHz)
2 048	850	激光器	51	10
		DEL	a)	10
	1300	激光器	46	10
		DEL	30	10
8 448	850	激光器	47	20
		DEL	a)	a)
	1300	激光器	a)	a)
		DEL	a)	a)
34 368	850	激光器	41	50
		DEL	a)	a)
	1300	激光器	35	50
		DEL	22 ^{b)}	50
139 264	850	激光器	35	100
		DEL	a)	a)
	1300	激光器	27	100
		DEL	18 ^{b)}	100

a) 数值在研究中。

b) 暂定值。

注 1 — 用单一数值（-3dB 光带宽）来描述基带响应可能不足以确定光纤对规定系统的适应性。为便于设计可假定一准高斯脉冲响应，但在某些情况下可能需要关于光纤响应的更详细的描述。

注 2 — 在采用发光二极管的系统的情况下，表中所给出的数值系假定光纤的标称数值孔径为 0.20~0.21。此外，总的-3dB 光带宽（模式加预色散）系假定采用具有最大线谱宽度（FWHM）为 60nm 和 100nm（分别以 850nm 和 1300nm 为中心）的光源测量的。

4.7 对单模光纤系统光通道的要求

对于单模光纤系统，S 和 R 点之间的光通道容差于表 2/G. 956 中给出。这些容差包括了光缆余量 M_c ，并在总衰减和色散间折衷。

计算 S 和 R 点之间的衰减时，应考虑在光源的实际波长范围内光纤损耗的变化。

表 2/G. 956

为用单一的光传输信号在符合建议
G. 652 的单模光纤上的数字线路
系统建议的光通道容差

标称比特率 (kbit/s)	标称波长 (nm)	光源类型	误码率为 1×10^{-10} 时S和R间的容差	
			最大衰减 (dB)	最大色散 (ps/nm)
2 048	1300	激光器	46	N/A
	1550	激光器	a)	a)
8 448	1300	激光器	40	N/A
	1550	激光器	a)	a)
34 368	1300	激光器	35	N/A
	1550	激光器	a)	a)
139 264	1300	激光器	28 (注2)	300 (注3)
	1550	激光器	a)	a)
$4 \times 139 264$	1300	激光器 (Fabry-Perot)	24	120 (注1)
	1550	激光器	a)	a)

a) 数值在研究中。

N/A 不应用。

注 1 — 此值表示对于工作于所规范的工作波长范围的限度内 (1285 和 1330nm) 的 $4 \times 139 264$ kbit/s 系统的最大可能色散。系统的供货者要在考虑了由于光源的谱特性而引起的模分隔噪声、颜色色散等的影响后来确定最终的设计功率代偿。为使系统可靠地工作, 可能需要将系统工作波长处的最大色散限制在小于 100 ps/nm; 这可通过将系统的工作波长限制在接近零光纤色散的一个较小的波长范围来达到。

注 2 — 对于主要目的系使再生段长度最大利用的场合, 此数值应高于 28dB (例如 31dB)。

注 3 — 此数值表示对于工作于所规范的工作波长范围的限度内 (1270—1330nm) 的 139 264 kbit/s 系统的最大可能色散。为使系统设计最佳, 可能需要将系统工作波长处的最大色散限制在小于 300 ps/nm。这可通过将系统的工作波长限制在接近零光纤色散的一个较小的波长范围来达到。

4.8 设备余量 (M_e)

§ 3.2 定义的设备余量取决于系统特性、环境条件和维护策略。各主管部门应与供货者合作, 根据其应用情况来选择适当的数值。

对于采用恒温激光器和 PIN 检测器, 且工作于典型站内温度环境的系统, 考虑 3dB 的最小余量是适宜的。

对于采用发光二极管或非恒温激光器或工作于室外环境的系统, 则可能需要较大的余量。

4.9 用于短距离的系统

表 1/G.956 和表 2/G.956 中所列的数字线路系统的容差是为具有最大再生段长度的传输系统规定的最低要求。但若应用时不要求最大再生段长度,则可采用更经济的设备。采取折衷后,这种设备的参数可与表 1/G.956 和表 2/G.956 中所列的参数不同。

此外,无需对中间再生器远距离馈电和监测。

4.10 波分复用

对于采用工作于同一或分隔的波长范围内的波分复用技术的数字线路系统的要求正在研究中。

5 馈电

对于光纤系统一般不要求采用从属再生中继器,因而无须建议特定的远距离馈电系统。

若某些应用场合要求采用远距离馈电时,则仅可采用直流恒电流馈电方式。

若采用本地馈电,则一直流电压源已足够。

应采取保护措施使工作人员免受来自正常工作电压、远距离馈电电流以及感应电压和电流的可能危险。应采取一定的安全措施以保证在非正常条件下满足 IEC 建议 479 的要求。

也需要采取措施以保护设备免受感应电压和电流的影响。

注 — 防止感应电压和电流影响的措施需进一步研究。K 系列建议可能与此研究有关。

6 工作条件

见建议 G.950。

7 总的设计性能

在研究中。

8 维护策略

8.1 监测和故障定位的类型

可采用不中断业务的监测或中断业务的故障定位。对等于或高于 139 264 kbit/s 的比特率,建议采用不中断业务监测。当光缆中无合适的金属导线时,中间再生器的监测(如果合适的话)应由用于线路系统的同样两根光纤提供。

8.2 故障情况与相应措施

除了应当检测在建议 G.921 中为相关的各个数字段规定的故障情况而外,还要检测下列的故障情况,并应采取相应的措施:

a) 远供电源故障(如应用时) —

如果实际可行时,应当发出一个即时维护告警;

b) 超过了误码率门限下限值 —

对于 2048 和 8448 kbit/s 的系统,这个门限值为 $1 \cdot 10^{-5}$

而对于更高比特率的系统为 $1 \cdot 10^{-6}$;

应当发出延迟维护告警来表示性能正在恶化。

另外，对于采用激光器的系统，提供检测激光器性能恶化的手段是可取的。对于这种故障情况，采用延迟维护告警指示是恰当的。

9 安全考虑

对于工作波长为 400nm 和 3000nm 之间的光缆线路系统，关于指导其安全使用、维护和服务的建议，正由 IEC 在研究中。它包括了 § 4.5 规定的工作波长范围，当这些建议完成时，本建议中将予以考虑。

附 件 A

(附于建议 G. 956)

在多模光纤上工作于 1300nm 并采用激光器的 34 Mbit/s 系统的再生段长度计算举例

A. 1 计算再生段长度应考虑到在 S 和 R 点之间的光通道终点（见建议正文中的图 2/G. 956）的总衰减不应超过 35dB，总带宽不应小于 50MHz。在下面的例子中，假定在 S 点为近似平衡模分布。

A. 2 至于衰减，作为一个例子，不考虑任何特定的情况，再生段长度可求得如下：

— 1300nm 时的光纤衰减	1. 0dB/km
— 接头衰减	0. 3dB/km
— 光缆余量 (M_c)	<u>0. 3dB/km</u>
	总计 1. 6dB/km

$$\text{中继段长度} \frac{35}{1.6} = 22\text{km}$$

上面假定了在 S 和 R 点之间未配置连接器。

注 — 若光纤在工作波长时的衰减不同于在 1300nm 时的衰减，则在上述预算中应考虑一定的余量。

A. 3 至于带宽，为了取得这样的再生段长度并遵守 50MHz 的总限制值，若带宽叠加系数为 0. 75，则应采用带宽为 500MHz 的光纤。计算单元光缆段带宽所需的其它资料，见建议 G. 651。

附 件 B

(附于建议 G. 956)

在单模光纤上工作于 1300nm 并采用激光器的 4 × 140 Mbit/s 系统的再生段长度计算举例

B. 1 计算再生段长度应考虑到在 S 和 R 点之间的光通道终点（见建议正文中的图 2/G. 956），对于工作于

1285—1330nm 波长范围的系统，其总衰减不应超过 24dB，总色散不应超过 120 ps/nm。

B.2 至于衰减，作为一个例子，不考虑任何特定的情况，再生段长度可如下求得：

— 1300nm 时的光纤衰减	0.40dB/km
— 接头衰减	0.15dB/km
— 电缆余量 (M_c)	<u>0.15dB/km</u>
总计	0.70dB/km

$$\text{再生段长度} \frac{24}{0.7} = 34\text{km}$$

上面假定了在 S 和 R 点之间未配置连接器。

注 — 对于工作于 1300nm 以外的波长的系统，应对上述预算中的光纤衰减作适当调整，以便顾及到光纤谱衰减的变化。

B.3 至于色散，为了获得这样的再生段长度并满足 120 ps/nm 的总限值，采用建议 G.652 中所述的单模光纤是适当的。若须将光纤色散限制在 100 ps/nm，对于具有建议 G.652 中规定的色散的光纤来说，应将波长范围限制在 1293—1327nm。

9.6 ISDN 用户接入数字段和数字传输系统

建 议 G.960

用于 ISDN 基本率接入的数字段

(1988 年订于墨尔本)

1 概述

1.1 范围

本建议描述 ISDN 基本率接入的数字段的特性，它位于用户网路接口（在建议 I.411 规定的 T 参考点）和本地交换局（在建议 Q.512 规定的 V_1 参考点）之间，用于支持所建议的 2B+D 通路结构以及所要求的附加功能。

在本建议中除非另有指明，术语 TE 被用于表示 TE1、TA 和 NT2 功能群的终端第 1 层方面。

当术语 TE 表示 TE1 的终端第 1 层方面时，那么按照图 2/I.411，S 和 T 参考点就重合了。

本建议所用的术语是非常特殊的并且没有包括在有关的术语建议内。因此，在本建议的附件 B 中提供了本建议所用的术语和定义。

1.2 配置

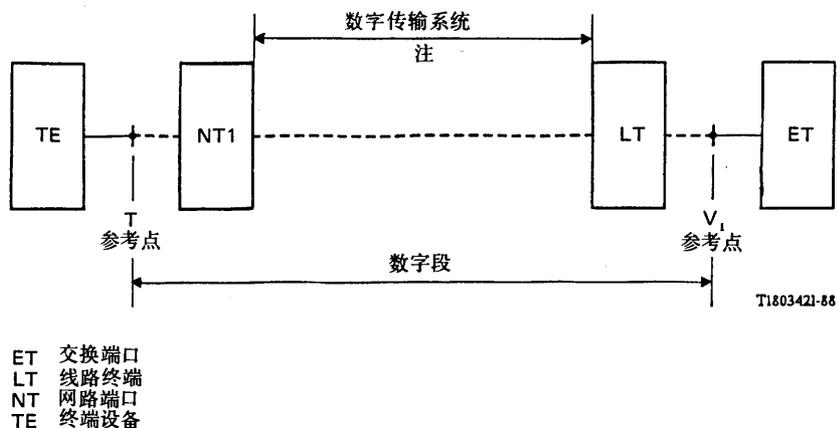
图 1/G.960 表示数字段的界面与数字系统定义的关系。

为了允许对网路的要求进行功能和程序的说明以及定义而使用了数字段这一概念。

要注意到参考点 T 和 V_1 并不是完全相同的，因此数字段是不对称的。

为了说明使用特定的媒介支持数字段的实现的特征而使用了数字传输系统这一概念。

注 — 建议 I.411 和 Q.512 中定义了 T 和 V 参考点。



注 — 数字传输系统是指使用金属线对、光纤的线路系统或无线系统。

图 1/G.960
 数字段和传输系统的界面

1.3 应用

如图 2/G.960 给出的那样，基本接入数字段可以用于：

- 直接接入本地交换局（ V_1 参考点）；
- 经基本接入复用设备（ V_4 接口）接入到本地交换局；
- 经基本接入集中器（ V_2 接口）接入到本地交换局；

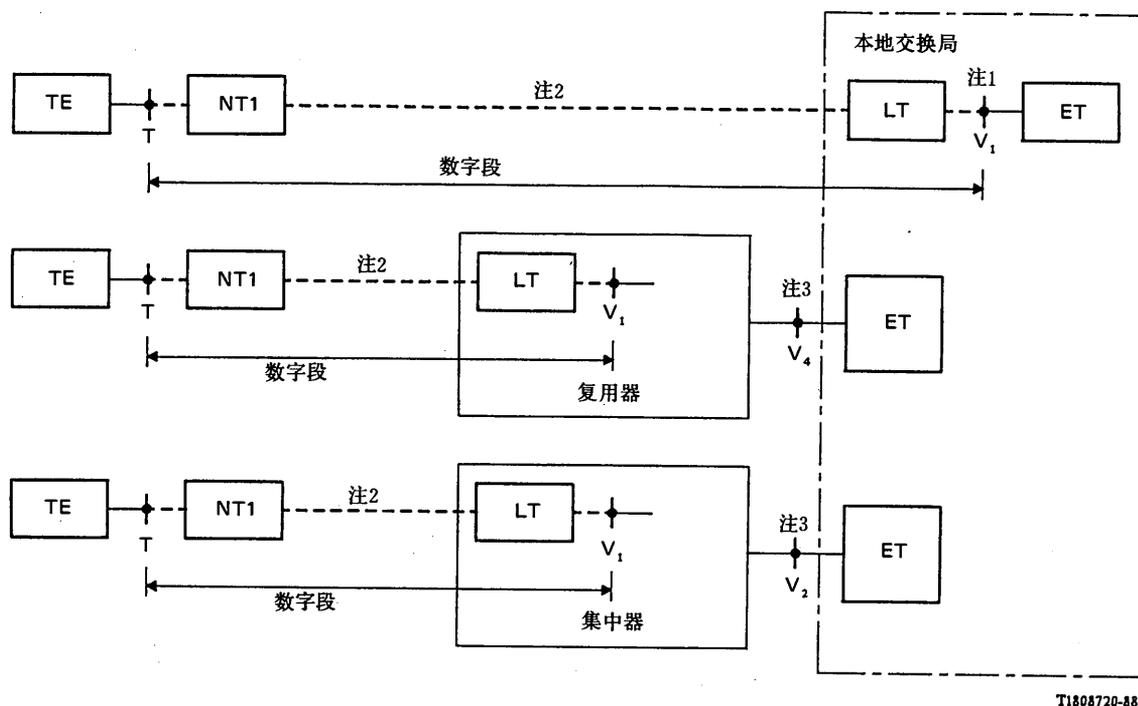
1.4 缩写

本建议中使用了一些缩写词，其中一些通用于 ISDN 参考配置中，而另一些则仅仅是为本建议而专设的。后者如下给出：

- C_{V_1} 在 V_1 参考点的控制通路
- DS 数字段
- FE 在 ET 与 LT 之间使用的功能元
- FII 故障指示信息
- INFO 在用户网路接口规定的信息元
- SIG LT 与 NT1 间的信号

2 数字段与 ET 的关系和模型法

图 3/G.960 所示的总模型描述了整个 ISDN 用户接入第 1 层和相邻的实体，并提供了用以描述由数字段实现的功能和由 TE、ET 以及系统管理实现的功能的基础，还表示了各种功能是如何成组的。特别是按照这个模型本建议规定的激活/解除激活程序和维护功能并不限于由数字段实现的功能而且还包括了与 ET 的第 1 层有关的功能。



T1808720-88

注1 — LT可以与ET综合在一起或者分开设置（作为本地交换局的一个组成部分或在交换局之外）。

注2 — 在数字段使用金属线对的数字传输系统的情况下，可以预见到一个再生器的应用。

注3 — 可预料到本地和远端应用的情况。在远端应用情况下，将在远端复用器或集中器至本地交换局之间使用透明的链路。

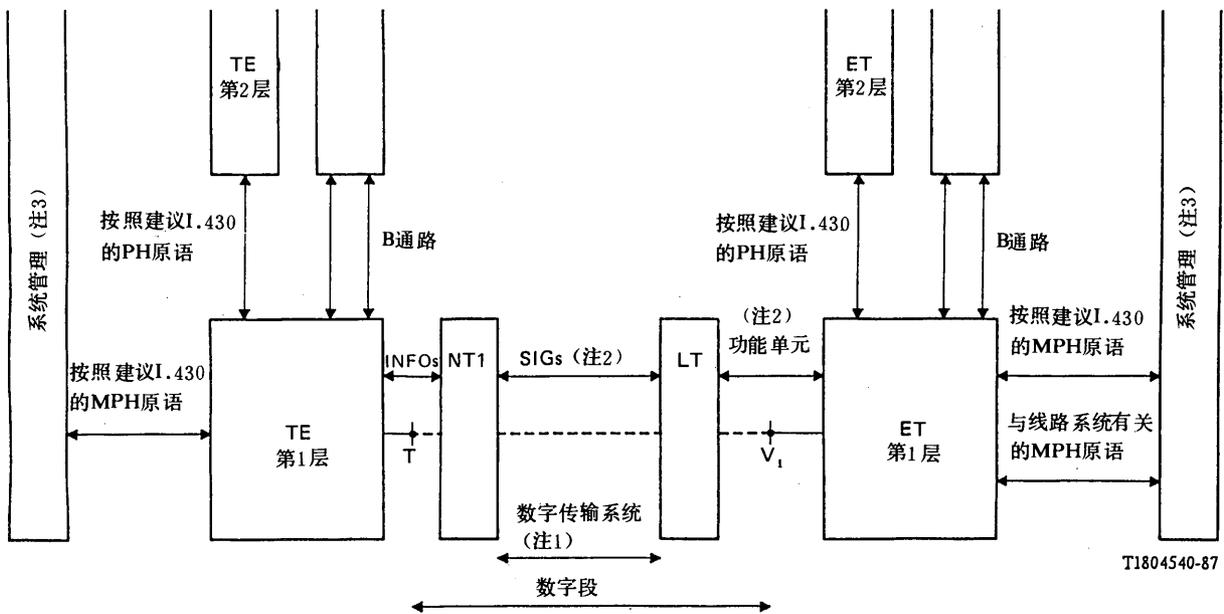
图 2/G.960
数字段的应用

这一模型包括了 ET 第 1 层、ET 第 2 层和系统管理之间的原语程序：

- i) I. 430 对 I. 440/I. 441 在 ET 第 1 层与 ET 第 2 层之间以及 ET 第 1 层与系统管理之间的相互作用分别基于如建议 I. 430 规定的 PH 和 MPH 原语。这些相互作用是用来支持建议 I. 440 和 I. 441 中规定的功能的；
- ii) ET 第 1 层与系统管理之间用于支持与数字段有关功能的相互作用基于 MPH 原语。

在 TE 内的原语程序与建议 I. 430 的规范相符。

这个模型并不限制 LT 与 NT1 之间的第 1 层安排（它还可应用到如图 2/G.960 所示的远端接入），也不限制所用的数字传输系统的技术。



T1804540-87

注1 — 数字传输系统是指使用金属线对、光纤的数字线路传输系统或无线系统。

注2 — SIG、FE和原语是指信息交换。它并不意味着任何特定的编码和实现。这些功能中的一些可能终止在LT并且不通过数字传输系统。

注3 — 术语系统管理对应于系统管理和层管理两方面，如建议Q.940规定的那样。

图 3/G.960

ISDN 用户接入第 1 层和相邻实体的总模型

3 功能

图 4/G.960 表示了由基本接入数字段支持的功能。

3.1 B 通路

这种功能为每一传输方向提供两个独立的 64 kbit/s 通路用作 B 通路（如建议 I.412 规定的）。

3.2 D 通路

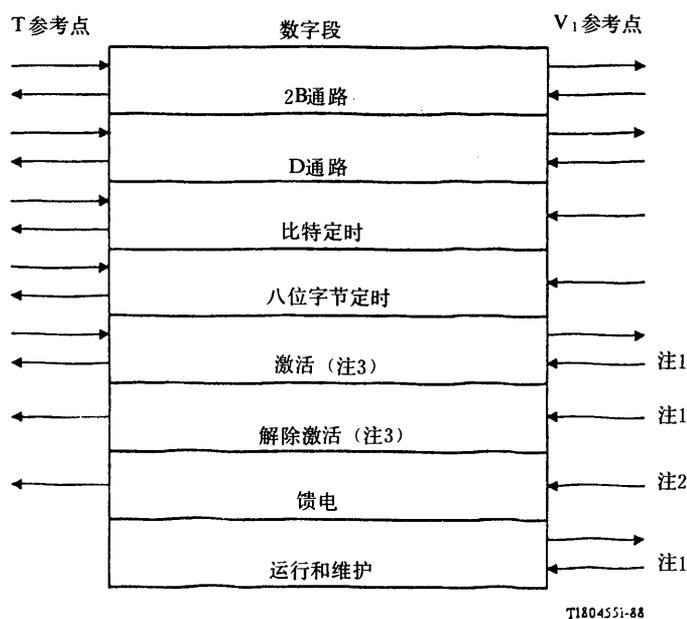
这种功能为每一传输方向提供一个比特率为 16 kbit/s 的 D 通路（如建议 I.412 规定的）。

3.3 比特定时

这种功能提供比特（信号单元）定时以使接收设备能从汇合的比特流中恢复信息。就 V_1 参考点而言，比特定时功能用于发送和接收数据。

3.4 八位字节定时

这种功能为 B 通路提供 8kHz 八位字节定时。



注1 — 这些功能是由跨过 V_1 参考点的 C_{V1} 通路传递的。

注2 — 这一功能是任选的。

注3 — 激活和解除激活功能与数字段和用户—网路接口的运行有关，然而，为了与建议I.430一致，它们作为分开的功能来描述。

图 4/G.960
数字段的功能

3.5 激活

3.5.1 来自 ET 的激活

这种功能使数字段的所有功能置于正常运用模式并且按照建议 I.430 支持在 T 参考点的接口激活，这考虑了：

- 降功耗模式；
- 电源的启动；
- 故障情况。

程序和信息的交换在本建议的 § 5 中描述。

激活应当可以达到这么一种状态，即在没有用户连到 T 参考点时仍允许在数字段实行维护措施。

在使用金属线路的数字传输系统实现基本接入数字段的情况下，一种附加的运用模式可用于激活/解除激活，即仅激活/解除激活数字段。这种模式是供选择的。

3.5.2 来自 TE 的激活请求

这一功能支持数字段的激活和按照建议 I.430 支持在 T 参考点的接口激活。

这些功能是由 C_{V1} 通路来传递的（见 § 7）。

3.6 解除激活

为了允许在 T 参考点的接口和数字段可置于低功耗模式而规定了这一功能。程序和信息的交换在本建议的 § 5 中描述。

解除激活应当仅仅由交换局 (ET) 启动。

这一功能是由 C_{vi} 通路传递的 (见 § 7)。

3.7 馈电

这一功能提供了 NT1 的远供馈电,可选择地还提供了按照建议 I. 430 的 § 9 经过用户网路接口的 TE 远供馈电。

3.8 运行和维护

如建议 I. 603 规定的那样,这种功能支持为运行和维护由 ET 控制的数字段所要求的措施和信息。

已经明确了有四类功能:

- 与 LT、再生器或 NT1 有关的指令;
- 来自 LT、再生器或 NT1 的信息;
- 故障情况的指示;
- 数字段馈电的控制。

这些功能是由 C_{vi} 通路传递的 (见 § 7)。

4 网路性能

4.1 可用性

建议 G. 821 的附件 A 中给出了可用性的定义。数字段的可用性指标应与建议 G. 801 和 I. 350 中给出的假设参考数字段的可用性要求一致。

4.2 信号转送时延

对 B 通路规定信号转送时延,并且定义为 T 与 V_1 参考点之间对每一传输方向的绝对信号时延。数值有待进一步研究。有必要考虑相关的建议 (例如当信号代表话音时,信号传输时延须考虑作为建议 G. 114 的端到端时延要求的一个成分)。

4.3 误码性能

误码性能须符合建议 G. 821 给出的要求。

4.4 抖动

4.4.1 在 T 参考点的输出/输入抖动

要求在建议 I. 430 的 § 8 中规定。

4.4.2 在 V_1 参考点的抖动

输入抖动限值待进一步研究。

5 激活/解除激活

5.1 功能能力

数字段提供第 1 层信令能力和必要的程序使得:

5.1.1 在 T 参考点用户侧的用户设备

激活 T 参考点的用户—网路接口的第 1 层,并且如果数字段还未激活的话,那么还激活数字段。

5.1.2 在 V_1 参考点网路侧的设备

a) 激活:

- 1) 在 T 参考点的用户—网路接口的第 1 层以及尚未激活的数字段 (这种激活与呼叫控制有关), 或者
- 2) 仅仅是数字段 (这种激活与控制接入的配置有关; 这是一种网路的选择);

b) 解除激活:

- 1) 在 T 参考点的用户—网路接口的第 1 层和数字段, 或者
- 2) 仅仅是在 T 参考点的用户—网路接口的第 1 层。

在 § 5.1.2 a) 2) 中规定的功能能力允许在数字段进行维护活动而不影响在 T 参考点实现对用户—网路接口的解除激活, 并且为不透明的环路 2 的实现作准备。在一些应用中如果需要的话, 它们还允许数字段被设置在这样一种模式, 即当在 T 参考点的用户—网路接口维持解除激活期间, 数字段的全部信息转移能力是可用的。

T 参考点的用户—网路接口的第 1 层激活或解除激活所用的程序遵循建议 I. 430、§ 6.2。这些程序基于 INFO 信号的指令表, 如建议 I. 430 (表 2/I. 430) 规定的那样。

V_1 参考点的程序基于功能元 (FE) 的指令表。按照建议 I. 430、§ 6.2 和建议 I. 440 及 I. 441, 这些 FE 与 ET 第 1 层和 ET 第 2 层之间以及 ET 第 1 层与系统管理之间关于用户—网路接口的第 1 层激活或解除激活原语有特定的关系。用于规定这些互作用的方法是基于 PH 和 MPH 原语指令表的原语程序 (见图 5/I. 430)。

5.2 模型法

5.2.1 概述

在 § 2 中给出了激活/解除激活用的模型。

认可了激活/解除激活是在两端要求适当功能的用户设备和本地交换局之间的一个过程。在 § 2 中的模型包括与激活/解除激活有关的功能块, 并且描述了与激活/解除激活程序有关的原语。

5.2.2 功能的划分

建议 I. 430 在 T 参考点的用户—网路接口的网路侧定义为一个功能块, 它支持跨过 T 参考点的第 1 层激活/解除激活程序, 还支持在 ET 第 1 层/ET 第 2 层的边界上和 ET 第 1 层/系统管理的边界上的原语程序。这个功能框包含了功能群 NT1、LT 和 ET 第 1 层。

这个概念以状态机这一术语来描述, 在建议 I. 430 中被称为 G 状态机。

为了描述跨过在 T 参考点的用户—网路接口的信号与跨过 V_1 参考点的功能元之间的关系, 以及跨过 V_1 参考点的功能元和原语之间的关系, 规定了两种状态机。一个在数字段 (DS 虚状态机), 另一个在 V_1 参考点的网路侧 (ET 第 1 层虚状态机)。图 5/G. 960 说明了这一方法。

除了在建议 I. 430 和 I. 441 规定的与呼叫控制有关的原语外, 图 5/G. 960 还介绍了与配置控制和环回控制有关的一组原语。将激活/解除激活程序划分到两个状态机以便容易和精确地说明程序。ET 第 1 层状态机被看作一个虚的状态机, 并不打算暗示任何具体的实现。

然而, 为了实现用户接入, 必须进一步划分虚的 DS 状态机。图 6/G. 960 表示将 DS 状态机划分为 NT1 状态机 (NT 状态) 和 LT 状态机 (LT 状态)。

按照基于 INFO 的建议 I. 430, NT1 状态机支持用户—网路接口程序, 并且利用需由线路传输系统支持的信号指令表 (SIG) 与 LT 状态机互作用。LT 状态机利用一组功能元 (FE) 与 ET 第 1 层状态机互作用。ET 第 1 层状态机包含了一些状态, 它们表示在 T 参考点的接口和数字段的状态的本地交换机的观点。它支持已经规范了的原语程序以便按照建议 I. 430 向 ET 第 2 层和系统管理提供业务, 并支持附加的原语程序以便支持与数字段有关的功能。

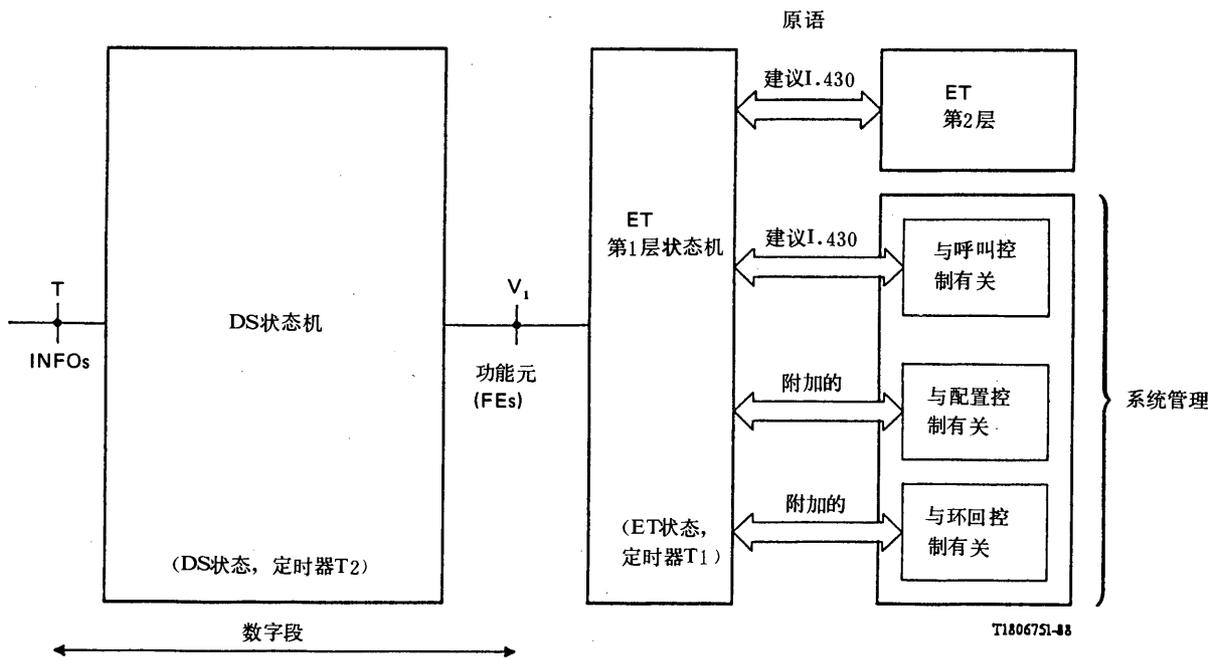


图 5/G. 960
状态机

图 6/G. 960 提供了用于描述在建议 G. 961 中给出的传输系统的资料。

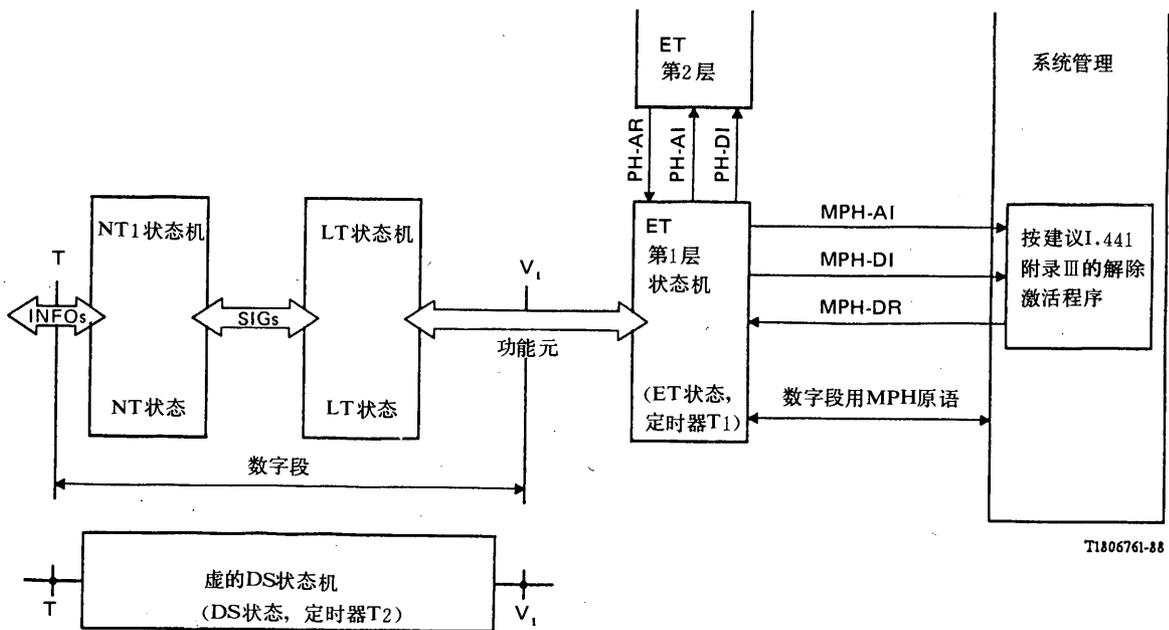


图 6/G. 960
DS 状态机的划分

5.2.3 定时器 T1 和 T2 的位置

在下面对 DS 和 ET 第 1 层状态机的说明中, 定时器 T1 与 ET 第 1 层 (ET 第 1 层状态机) 有关, 而定时器 T2 与数字段 (DS 状态机) 有关。

为了便于说明将定时器 T1 与 ET 第 1 层相联系, 但是它可以在任何地方实现而功能上仍然是 ET 的一部分。在数字段内定时器 T2 的精确位置并不影响对 DS 状态机的说明。

5.3 激活/解除激活程序

程序允许对参考点 T 的用户—网路接口激活/解除激活。激活可由任一侧调用而解除激活则仅可能由网路调用。总的激活/解除激活程序可分为三类:

- a) 为了激活 T 参考点的用户—网路接口第 1 层和尚未被激活的数字段, 呼叫控制所用的基本程序。
- b) 控制环回所用的程序。
- c) 控制配置所用的程序。

5.3.1 程序的基本特性

5.3.1.1 优先权

优先权指已经被同时调用的激活/解除激活请求之间的争用分解。

如果发生了来自第 2 层和系统管理的冲突的激活/解除激活请求的争用, 则在 ET 第 1 层状态机中解决, 然后将一组协调好的功能元 (FE) 送到 V₁ 参考点。表 1/G.960 表示 ET 第 1 层状态机优先权次序。

表 1/G.960
在 ET 第 1 层状态机中请求的优先权次序

请求的类型	优先权次序
解激请求	3 (最高)
环回	2
呼叫控制激活请求	1
来自 ET 侧的仅激活/解除激活数字段的请求	0 (最低)

如果发生了来自 ET 侧和用户侧的冲突的激活/解除激活请求的争用, 它在 DS 状态机中解决。表 2/G.960 表示 DS 状态机优先权次序。

表 2/G.960
在 DS 状态机中请求的优先权次序

请求的类型	优先权次序
来自 ET 侧的除了仅激活数字段以外的请求	2 (最高)
来自用户侧的呼叫控制激活请求	1
来自 ET 侧仅激活/解除激活数字段的请求	0 (最低)

5.3.1.2 系统管理

附件 A 中说明了与系统管理有关的一些假定。

5.3.1.3 环回

在实施一个透明环路 2 的情况下, NT1 应向用户发送 D 回波通路置为二进制零的 INFO 4 帧。

在使用一个透明环路 1 的情况下, NT1 (在能够激活 T 参考点的用户—网路接口的时候) 应当向用户发送 D 回波通路置为二进制零或正常运用的 INFO 4 帧。

5.3.1.4 第 2 层帧的保护

按照建议 I. 430 的 § 6.2.6.1, 一个 TE 被允许用长达 100ms 来同步 INFO 2, 没有规定时间的下限。为同步 INFO 2, 每个 TE 可能需要不同的时间, 这影响到在第 1 层多终端安排中一个输入呼叫的提供。最快的 TE 通知网路已激活接入并且可以发送提供输入呼叫 (SETUP) 的消息 (TE 已准备好接收消息), 而其它 TE 还未准备好接收消息。

这将导致慢的 TE 丢失全部或部分输入消息 (第 2 层帧)。

保护机理有待进一步研究。

5.3.1.5 表的结构

DS 状态过渡表和 ET 第 1 层状态过渡表被设计成可将在 § 5.3 的始段描述三类激活/解除激活程序, 清楚地区分开。这允许只实现基本程序。

5.3.1.6 INFO 2 的传送

在下面的程序中, 数字段的两种不同的内部事件被认为需开始 INFO 2 的传送:

- a) 在 LT 到 NT1 方向传输系统同步
- b) 在两个传输方向传输系统同步 (见表 3/G. 960 的注 2)

5.4 状态过渡表的说明

5.4.1 DS 状态过渡表的说明

5.4.1.1 数字段状态 (DS 状态)

作为收到跨过 T 参考点的 INFO 信号、收到跨过 V_1 参考点的功能元 (FE) 或内部事件的结果, 下面规定了数字段可能进入的状态。

按照所支持的功能性, DS 状态机被分类如下:

- i) 用于支持建议 I. 430 功能性的 DS 1.X 状态;
- ii) 用于支持与环回有关功能性的 DS 2.X 状态 (这些状态补充 DS 1.X 状态);
- iii) 用于支持与只激活/解除激活数字段有关功能性的 DS 3.X 状态 (这些状态补充 DS 1.X 状态)。

X 代表在每一种模式中的特定状态。为了有一个一致性的使用, 某些 X 值没有用在模式 2 和 3 中。

5.4.1.1.1 状态 DS 1.0 (完全解除激活): 在这个稳定状态中, 数字段处于非运用模式, 并且如同在参考点 T 的用户侧所看到的那样, 网路侧处于建议 I.430、§ 6.2.1.2.1 规定的 G1 状态。

5.4.1.1.2 状态 DS 1.1 (等待激活接入): 在数字段仍处于状态 DS 1.0 时, 当网路 (利用 PH 激活请求或 MPH 激活请求原语) 或用户 (利用跨过 T 参考点的 INFO 1) 请求激活接入时就进入这个过渡状态。为了建立允许跨过 T 参考点传送 INFO 2 的数字段条件, 一个叫醒过程发生。如同在 T 参考点用户侧所看到的那样, 网路侧处于建议 I.430、§ 6.2.1.2.1 规定的 G1 状态。

5.4.1.1.3 状态 DS 1.2 (接入激活过渡状态): 当进入这个过渡状态时, 网路启动 INFO 2 跨过 T 参考点的传送, 并且等待数字段完全被同步以及接收 INFO 3。如同从 T 参考点的用户侧所看到的那样, 网路侧处于建议 I.430、§ 6.2.1.2.2 所规定的 G2 状态。

5.4.1.1.4 状态 DS 1.3 (数字段被完全激活): 在这个过渡状态, 数字段同步于两个传输方向并且网路跨过 T 参考点发送 INFO 2, 同时等待接收 INFO 3。如同从 T 参考点的用户侧所看到的那样, 网路侧处于建议 I.430、§ 6.2.1.2.2 所规定的 G2 状态。如果在处于状态 DS 1.5 时在 T 参考点发生失步, 也将进入 DS 1.3 这一状态。

5.4.1.1.5 状态 DS 1.5 (T 接口被激活): 这是正常激活的稳定状态, 在这一状态第 1 层业务可为较高的层所利用。网路跨过 T 参考点发送 INFO 4 并且如同从用户侧所看到的那样, 网路侧处于建议 I.430、§ 6.2.1.2.3 所规定的 G3 状态。

5.4.1.1.6 状态 DS 1.6 (等待解除激活接入): 当系统管理指令数字段解除激活接入时则进入这个过渡状态。如同从 T 参考点的用户侧看到的那样, 网路侧处于建议 I.430、§ 6.2.1.2.4 所规定的 G4 状态。

5.4.1.1.7 状态 DS 1.7 (接入解除激活的过渡状态): 在这个过渡状态, T 参考点的接口已经被解除激活, 数字段的解除激活在进行之中。如同从 T 参考点的用户侧所看到的那样, 网路侧处于建议 I.430、§ 6.2.1.2.1 所规定的 G1 状态。

5.4.1.1.8 状态 DS 1.8 (接入解除激活的过渡状态): 在这个过渡状态, 数字段已经被解除激活, T 参考点的接口解除激活在进行之中。如同从 T 参考点的用户侧所看到的那样, 网路侧处于建议 I.430、§ 6.2.1.2.4 所规定的 G4 状态。

5.4.1.1.9 状态 DS 2·X: 待进一步研究。

5.4.1.1.10 状态 DS 3.1 (等待只激活数字段): 当网路 (利用 MPH 数字段激活请求原语 MPH-DSAR) 请求只激活数字段时, 则进入这一过渡状态。在这之前数字段处于状态 DS 1.0 或者正在进行接入的解除激活。如同在 T 参考点的用户侧所看到的那样, 网路侧处于建议 I.430、§ 6.2.1.2.1 所规定的 G1 状态。

5.4.1.1.11 状态 DS 3.2 (数字段激活过渡状态): 当网路 (利用 MPH 数字段激活请求原语 MPH-DSAR) 请求只激活数字段时就进入这一过渡状态。接入的解除激活在这之前进行。如同从 T 参考点的用户侧所看到的那样, 网路侧处于建议 I.430、§ 6.2.1.4 所规定的 G4 状态。

5.4.1.1.12 状态 DS 3.3 (仅数字段被激活): 在这个稳定状态, 在两个传输方向数字段是同步的, 并且已经利用 MPH 数字段激活指示原语 (MPH-DSAI) 将这一情况通知系统管理。网路跨过 T 参考点发送 INFO 0。如同从 T 参考点的用户侧看到的那样, 网路侧处于建议 I.430、§ 6.2.1.2.1 所规定的 G1 状态。

5.4.1.1.13 状态 DS 3.4 (等待激活接口): 在数字段已经处于激活状态即状态 DS 3.3, 而网路 (利用 PH 激活请求或 MPH 激活请求原语) 或用户 (利用跨过 T 参考点的 INFO 1) 请求接口的激活时, 就进入这一过渡状态。网路立即跨过 T 参考点发送 INFO 2, 如同从 T 参考点的用户侧听看到的那样, 网路侧处于建议

I. 430、§ 6. 2. 1. 2. 2 所规定的 G2 状态。

5. 4. 1. 1. 14 状态 DS 3. 6 (等待解除激活接口): 如果系统管理指令数字段对 T 参考点接口解除激活但它仍处于激活时则进入这个过渡状态。如同从 T 参考点的用户侧看到的那样, 网路侧处于建议 I. 430、§ 6. 2. 1. 2. 4 所规定的 G4 状态。

5. 4. 1. 2 跨过在 T 参考点的用户—网路接口的信号指令表

在建议 I. 430、§ 6. 2. 2 中包括 INFO 信号的定义。

5. 4. 1. 3 在 V_1 参考点的功能元的指令表

功能元表示一个状态过渡发生时甚至如果没有状态过渡 (仍处于同样的状态) 时被消耗掉的以及对于再启动一个状态过渡也不再可用的输入信号。

与激活/解除激活有关的下述功能元的指令表被定义为:

- FE 1 (LT←ET): 对 T 参考点处接口的激活请求
- FE 2 (LT→ET): 启动 ET 第 1 层内定时器 T1 的请求
- FE 3 (LT→ET): 数字段被激活
- FE 4 (LT→ET): T 参考点的用户—网路接口被激活或环回被运用
- FE 5 (LT←ET): 对数字段和 T 参考点的接口的解除激活请求
- FE 6 (LT→ET): 数字段被解除激活且 T 参考点处接口将要或已经解除激活
- FE 7 (LT→ET): 误码指示
- FE 8 (LT←ET): 对环回 2 的激活请求
- FE 9 (LT←ET): 对环回 1 的激活请求
- FE 10 (LT←ET): 对环回 1A 的激活请求
- FE 11 (LT←ET): 进入只有数字段被激活的状态的请求

5. 4. 1. 4 程序的规范

5. 4. 1. 4. 1 跨过 T 参考点处用户—网路接口的程序

数字段支持按照建议 I. 430、§ 6. 2 跨过 T 参考点处的用户—网路接口的程序。

5. 4. 1. 4. 2 数字段状态过渡表

状态过渡表见表 3/G. 960, 规范了程序。它包括在一个特定状态期间对各种事件所需采取的措施 (见 § 5. 4. 1. 1 关于各种状态的定义)。特别是为支持建议 I. 430 所规定的跨过 T 参考点的激活/解除激活程序所需的措施 (符合 I. 430 的 INFO 序列)。关于环回运用的程序需要进一步研究。

表 3/G.960
数字段 (DS 状态机) 状态过渡表

状态号	DS 1.0	DS 1.1	DS 1.2 (注2)	DS 1.3 (注2)	DS 1.5	DS 1.6	DS 1.7 (注3)	DS 1.8 (注3)
发送的INFO	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 2	INFO 4	INFO 0	INFO 0	INFO 0
FE 1	DS 1.1	na	na	na	na	DS 1.1	DS 1.1	DS 1.1
FE 5	na	启动T2 DS 1.6	启动T2 DS 1.6	启动T2 DS 1.6	启动T2 DS 1.6	na	na	na
收到 INFO 0 (注1)	-	-	-	-	FE 7 DS 1.3	DS 1.7	-	DS 1.0
收到 INFO 0	FE 2 DS 1.1	-	-	-	/	-	FE 2 DS 1.1	-
收到 INFO 3	/	-	-	FE 4 DS 1.5	-	-	/	/
T 失帧 (注1)	/	-	-	-	FE 7 DS 1.3	-	/	/
定时器T2 计满	-	-	-	-	-	DS 1.7	-	DS 1.0
准备发送 INFO 2	-	DS 1.2	-	-	-	-	-	-
数字段完 全被激活	-	-	FE 3 DS 1.3	-	-	-	-	-
数字段完全 被解除激活	-	-	-	-	-	FE 6 DS 1.8	FE 6 DS 1.0	-

与环回有关的DS状态

DS 3.1	DS 3.2	DS 3.3	DS 3.4	DS 3.6
INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 0
DS 1.1	na	DS 3.4	na	DS 3.4
DS 1.7	DS 1.6	DS 1.7	-	DS 1.6
-	DS 3.1	-	-	DS 3.3
FE 2 DS 1.1	-	FE 2 DS 3.4	-	-
-	-	-	FE 4 DS 1.5	-
-	-	-	/	-
-	DS 3.1	-	-	DS 3.3
-	-	-	-	-
FE 3 DS 3.3	FE 3 DS 3.6	-	-	-
-	-	-	-	-

表 3/G.960 (续)

状态号	DS 1.0	DS 1.1	DS 1.2 (注2)	DS 1.3 (注2)	DS 1.5	DS 1.6	DS 1.7 (注3)	DS 1.8 (注3)	与环回有关的DS状态				
发送的INFO	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 2	INFO 4	INFO 0	INFO 0	INFO 0	DS 3.1	DS 3.2	DS 3.3	DS 3.4	DS 3.6
FE 8													
FE 9													
FE 10													
FE 11	DS 3.1	-	-	启动T2 DS 3.6	启动T2 DS 3.6	DS 3.2	DS 3.1	DS 3.1	na	na	na	启动T2 DS 3.6	na

注1 — 在 T 参考点收到 INFO 0 或失帧情况下, 根据建议 I.430 (见表 4/I.430 的注 3) 在一些网路中可能不提供 FE 7。

注2 — 如果在两个方向数字段同步时开始传送 INFO 2, 那么“准备好传送 INFO 2”和“数字段完全被激活”事件同时发生并且状态 DS 1.2 和状态 DS 1.3 能够被合并。

注3 — 为了反映所有可能的解除激活程序, 已经包括了状态 DS 1.7 和 DS 1.8。已经考虑了三种可能的实现:

- 1) 不决定事件 (“数字段完全被解除激活”、“定时器 T2 计满”或“收到 INFO 0”) 的顺序。那么必须考虑 DS 1.7 和 DS 1.8 这两个状态。
- 2) 按“数字段完全被激活”情况总是发生在“定时器 T2 计满”或“收到 INFO 0”之后来决定事件的顺序。那么仅需考虑状态 DS 1.7。
- 3) “数字段完全被激活”情况总是发生在“定时器 T2 计满”或“收到 INFO 0”之前。那么可以考虑根据“定时器 T2 计满”或“收到 INFO 0”从状态 DS 1.6 直接过渡到 DS 1.0。如果采用这种情况, 数字段须准备送出 FE 6。

— 没有状态变化, 当事件发生时无需采取措施

/ 由于内部的原因或者对等程序而不可能的事件

na 没有措施; 这种事件可能发生或者是不可能的。

FE…… 跨过 V₁ 参考点送出功能元 FE……

DS a. b. 进入状态 DS a. b.。

5.4.2 ET 第1层状态过渡表说明

5.4.2.1 ET 第1层状态 (ET 状态)

作为收到的跨过 V_1 参考点的功能元 (FE)、收到的业务原语 (PH、MPH 原语) 或内部事件的结果, ET 第1层可能进入的状态规定如下。

按照它们支持的功能性将 ET 状态分类如下:

- i) 用于支持建议 I. 430规定的功能性的 ET 1. X 状态;
- ii) 用于支持与环回有关的功能性的 ET 2. X 状态 (这些状态补充 ET 1. X 状态);
- iii) 用于支持与只激活/解除激活数字段有关的功能性的 ET 3. X 状态 (这些状态补充 ET 1. X 状态)。

5.4.2.1.1 状态 ET 1.0: 接入 (T 参考点的接口和数字段) 处于稳定状态 (解除激活或激活)。定时器 T1 不运转。

5.4.2.1.2 状态 ET 1.1: 为了建立一个呼叫已经开始激活。定时器 T1正在运转。

5.4.2.1.3 状态 ET 2.0: 接入处于环回状态。定时器 T1不运转。

5.4.2.1.4 状态 ET 2.1: 已经发出环回请求。定时器 T1正在运转。

5.4.2.1.5 状态 ET 3.0: 接入处于稳定状态。仅数字段被激活, 而在 T 参考点的接口被解除激活或被激活。定时器 T1不运转。

5.4.2.1.6 状态 ET 3.1: 为了建立一个呼叫已经开始激活。当在 T 参考点的接口的激活被请求时, 数字段已经被激活。定时器 T1正在运转。

5.4.2.1.7 状态 ET 3.2: 这是一个当已请求仅激活数字段时进入的过渡状态。定时器 T1正在运转。

5.4.2.2 ET 内用于支持建议 I. 440和 I. 441规定的功能的 PH 和 MPH 原语指令表。它们与呼叫控制有关

在建议 I. 430、§ 6.2.1和 I. 441、§ 4.1中规定了这些原语的指令表。

在本建议中所用的 MPH-EI 原语包含了如建议 I. 430、§ 6.2.1.5规定的 MPH-EI 原语。另外, 如果激活或环回操作的尝试失败, 它将给系统管理配置控制一个错误情况的通知 (见 § 5.4.2.3)。

5.4.2.3 ET 内用于支持与数字段有关的功能的 MPH 原语指令表

下述原语允许数字段在两个模式之间变换。在第一种模式, 无论 T 参考点的用户—网路接口在何种状态, 数字段的全部信息转移能力均可利用。在第二种模式, 仅当 T 参考点的用户—网路接口须激活或被激活时数字段的全部信息转移能力才可用。它们与配置控制有关。

i) MPH 数字段激活请求 (MPH-DSAR)

MPH-DSAR 原语被用于请求数字段以维持全部信息转移能力而不论 T 参考点的状态如何。配置控制必须作好准备以便仅当接入被解除激活时发送此原语。

ii) **MPH 数字段激活指示 (MPH-DSAI)**

MPH-DSAI 原语被用于表明无论 T 参考点的用户—网路接口处于何种状态,数字段均处于能够维持全部信息转移能力的模式。

iii) **MPH 数字段解除激活请求 (MPH-DSDR)**

MPH-DSDR 原语用于恢复这样一个模式,在这个模式中数字段的状态由 T 参考点接口的激活/解除激活所用的那些原语 (PH 激活请求或当合适时的 MPH 激活请求,以及 MPH 解除激活请求) 所控制。如果 T 参考点的接口在先前已解除激活,则这原语包括了数字段的解除激活。配置控制须准备以便仅当 T 参考点的接口被解除激活时送出这一原语。

iv) **MPH 数字段解除激活指示 (MPH-DSDI)**

这个原语支持一个被证实的解除激活业务。当数字段被完全解除激活时发出这一原语。根据解除激活程序, T 参考点的接口已经或者尚未被解除激活。

v) **MPH 错误指示 (MPH-EI)**

如果激活或环回操作尝试失败,使用 MPH-EI 原语向系统管理发出通知。

vi) **MPH 叫醒指示 (MPH-AWI)**

这一原语向网路侧的管理发出通知,告知 T 参考点的接口激活已被用户所请求。ET 可利用这一原语来分配为支持第2层所需的资源。

下面的原语与基于环回的维护功能有关。激活请求原语包括数字段也可能包括 T 参考点的用户—网路接口的激活。利用 MPH-AI 原语将所请求的环回的建立通知给请求者。利用 MPH-DSDR 原语或者如合适的话利用 MPH-DR 原语来请求对环回的解除激活。

MPH-L2AR: 对环路2的激活请求

MPH-L1AR: 对环路1的激活请求

MPH-L1AAR: 对环路1A 的激活请求

下面的原语被用于与环回不同的其他测试目的 (连续测试)。

MPH-AR: 为连续测试的目的对 T 参考点的接口和数字段的激活请求。

MPH-AI: T 参考点的接口和数字段的激活指示。

5.4.2.4 ET 第1层状态过渡表

状态过渡表,即表4/G.960,规范了程序。它包括在一个特定的状态期间 (见 § 5.4.2.1对状态的定义) 对各种事件所需采取的措施。它规范了 ET 第2层与系统管理之间为支持建议 I.430规定的层接口程序 (与 I.430相符的 PH 和 MPH 原语序列) 所要求的相互作用,以及为支持与数字段有关的功能 (见 § 5.4.2.3对有关 MPH 原语的定义) 在 ET 第1层与系统管理之间跨过层接口的相互作用。

表 4/G.960

ET 第1层状态过渡表
(ET 第1层状态机)

状态 事件	ET 1.0	ET 1.1	ET 2.0	ET 2.1	ET 3.0	ET 3.1	ET 3.2
PH-AR/ MPH-AR	启动 T1 FE 1 ET 1.1	—	PH-DI —	PH-DI —	启动 T1 FE 1 ET 3.1	—	再启动 T1 FE 1 ET 3.1
MPH-DR	PH-DI FE 5 —		FE 5 ET 1.0		PH-DI FE 11 —		
FE 2	启动 T1 MPH-AWI ET 1.1	(注3) MPH-AWI —	/	—	启动 T1 MPH-AWI ET 3.1	(注3) MPH-AWI —	再启动 T1 MPH-AWI ET 3.1
定时器T1计满	/	MPH-EI ET 1.0	/	MPH-EI ET 1.0	/	MPH-EI ET 3.0	MPH-EI ET 1.0
FE 3	(注4) MPH-DSAI —	MPH-DSAI —	需规范	需规范	(注4) MPH-DSAI —	MPH-DSAI —	停止 T1 MPH-DSAI ET 3.0
FE 4	(注4) MPH-AI —	停止 T1 PH-AI MPH-AI ET 1.0	需规范	停止 T1 MPH-AI ET 2.0	(注4) —	停止 T1 PH-AI MPH-AI ET 3.0	/
FE 6	MPH-DSDI —	/	需规范	需规范	/	/	/
FE 7	MPH-DI MPH-EI	/	需规范	需规范	MPH-DI MPH-EI	/	/
MPH-L2AR	启动 T1 FE 8 ET 2.1						
MPH-L1AR	启动 T1 FE 9 TC 2.1						
MPH-L1AAR	启动 T1 FE 10 TC 2.1						
MPH-DSAR (注1)	启动 T1 FE 11 ET 3.2	(注2) ET 3.1					
MPH-DSDR (注1)	(注5) FE 5 —		FE 5 ET 1.0		FE 5 ET 1.0		

- 没有状态变化, 当事件发生时不采取措施
- | 根据第1层业务定义的不可能事件
- / 由于内部原因或对等程序的不可能事件

PH-AI 发出 PH 激活指示原语
PH-DI 发出 PH 解除激活指示原语
MPH-AWI 发出 MPH 叫醒指示原语
MPH-AI 发出 MPH 激活指示原语
MPH-DI 发出 MPH 解除激活指示原语
MPH-DSDI 发出 MPH 数字段解除激活指示原语
MPH-EI 发出 MPH 错误指示原语
FE…… 发出跨过 V₁参考点的功能元 FE……
ET ab 进入状态 ET a. b

注1 — 仅当 T 参考点被解除激活才允许 MPH-DSAR 和 MPH-DSDR 原语。管理须满足这一要求。

注2 — 在 ET 第1层和管理之间的边界上 MPH-DSAR 原语和 MPH-AWI 原语 (或者 MPH-DSAI 原语, 如果管理不理睬 MPH-AWI 原语的话) 之间碰撞的情况下发生这一事件。只激活数字段和来自用户侧的接入激活的同时请求已经引起这一碰撞。

注3 — 在 V₁参考点功能元 FE 1和 FE 2之间碰撞情况下发生这一事件。由于来自用户侧和网路侧对接口激活的同时请求已经引起这一碰撞。

注4 — 如果在数字段利用适当的功能元 (FE 3和 FE 4) 向 ET 第1层指示的任务完成的同时, 定时器 T1计满, 那么这些事件就发生。这是一种因数字段内过大的时延引出的状态。在一些情况下它有助于发送适当的原语, 以便将已由 MPH-EI 原语传递的错误指示之后的用户接入状态通知给管理。这给管理提供了信息以便启动最佳恢复程序。

注5 — 如果定时器 T1计满并且作为收到 MPH-EI 原语的结果, 管理请求解除激活时, 这种情况就发生。特别是在过大时延的情况下, 这种恢复似乎是有用的 (见注4)。

5.4.2.5 用于支持建议 I. 440和 I. 441规定的功能的原语程序

为支持建议 I. 440和 I. 441规定的功能, 建议 I. 430、§ 6. 2. 1. 6规范了在 ET 第1层与 ET 第2层之间以及 ET 第1层和系统管理之间分别有效的 PH 和 MPH 原语序列, 并且规范了作为实体间转移原语的结果由 ET 第2层和系统管理感受到的 ET 第1层状态。

5.4.2.6 用于支持与数字段有关的功能的原语程序

在图7/G. 960的状态过渡图中规范了用于支持与数字段有关的功能的 ET 第1层与系统管理之间所允许的 MPH 原语序列。状态过渡图规定了 ET 第1层状态, 这些状态是作为跨过对应的层接口转移原语的结果, 由系统管理感受到的。

5.5 激活时间

对于来自用户侧的激活,激活时间系在 T 参考点从向该点所在的接口发送 INFO 1 开始到收到来自数字段的 INFO 4 为止予以测量。

对于来自网路侧的激活,激活时间被规定在 V₁ 参考点的功能元1和功能元4之间。

对于数字段是根据在激活时数字段上比特误码率能达到低于值 x (见注1) 的时间来规范激活时间。

5.5.1 在解除激活之后立刻发生激活(没有介入任何环回或馈电措施)(见注4)的情况下的最大激活时间(见注2):

金属线对电缆传输系统

- i) 没有再生器: 300ms
- ii) 有再生器: 600ms

5.5.2 在数字段初次加电后发生激活的情况下的最大激活时间(见注2):

- i) 没有再生器: 10sec
- ii) 有再生器 10sec

注1 — 精确的测试条件有待进一步研究。

注2 — 对激活时间规范的值被理解为95%值,这意味着对所实施的激活的95%,激活时间应低于规范值。

注3 — 这些值考虑了 TE 在收到 INFO 2 后发送 INFO 3 所需的响应时间。

注4 — 定时器 T1 是 ET 的一个功能部分,它可以物理实现在 ET 内。在这种情况下它的值可以根据 ET 和数字段间传输系统(如果存在的话)的特性来调整(例如在卫星传输系统的情况下,必须考虑一个1000ms 的值)。

6 运行与维护

6.1 概述

这一段描述 ISDN 基本率接入数字段的运行与维护功能。目前仅仅规定了金属线数字传输系统的功能。与激活/解除激活程序有关的运行功能规范在 § 5。

关于系统管理的进一步假定在附件 A 中给出。

在 I. 603 中建议的维护功能提供了将数字段维护到具有本建议 § 4 给出的网路性能水平的能力。

可以按照建议 I. 603 来测试和维护数字段,与用户设备无关。

主要特征是:

- a) 维护控制和测试支持设备;
- b) 监控功能元以便提供运行和性能信息以及故障条件指示;
- c) 维护通信设备。

6.2 控制设备

6.2.1 环回

6.2.1.1 环回实现

环回的位置和特征规定在建议 I. 603 中。

6.2.1.2 环回程序

环回由 ET 系统管理控制。

一个正常呼叫激活请求不能够不理会对环路1、1或2的请求。

环回运用的程序总是从数字段解除激活状态开始。

一个可能的序列是：

- a) ET 产生一个对被请求的环回的运行指令；
- b) ET 接收 MPH-AI；
- c) ET 执行测试；
- d) ET 产生一个释放指令；
- e) ET 接收 MPH-DI。

6.2.2 辅助设备线路切换

这种功能提供跨过 V_1 参考点的切换控制：

- a) 将线路从 LT 切换到线路测量设备；
- b) 将线路从通常 LT 切换到备用 LT；
- c) 切换 LT 以测试位于本地交换局的 NT1。这一功能是供选择的。功能的定义、控制选择和程序有待进一步研究。

6.2.3 NT1功能的控制

这种功能允许对 NT1内的特定功能予以控制并需进一步研究。

这样一种功能的例子为：在用户网路接口处正常与受限电源之间倒换的控制。

6.2.4 信息请求

这种功能允许 ET 向 LT、再生器和 NT1请求特定状态的报告。

6.2.5 对线路的通/断电

这一功能允许开闭对线路的供电，并且一旦收到馈电故障指示就可以自动地应用这一功能。

6.2.6 连续性测试

在建议 I. 603中描述了连续性测试。

连续性测试是由 ET 控制的并且由 MPH-AR 启动。系统管理决定何时进行测试（即在收到 MPH-DSAI 之后或 MPH-AI 之后）。当系统管理收到 MPH-EI（T1计满），就认为测试失败。也见本建议的附件 A。

6.3 监控

6.3.1 功能

通过整个段监控下述运行情况：

- a) 缺陷情况；
- b) 馈电安排；
- c) 传输性能。

6.3.2 实现概貌

在数字段上应当提供监控能力（见建议 I. 603）。信息的管理与处理是依赖于实现的，例如：

- a) 在功能群中寄存器/计数器的使用，为建立状态报告确切的指令和响应的使用；
- b) 当发生缺陷情况时或在一个规则间隔时间的基础上信息向交换局转移。然后由位于数字段之外的

实体来处理这种信息。

6.3.3 异常和缺陷情况及相应措施

6.3.3.1 缺陷情况

缺陷情况举例如下：

- i) 过大误码率；
- ii) 输入信号丢失；
- iii) 帧定位丢失；
- iv) 馈电故障。

注 — 异常情况的一个例子是传输误码。

6.3.3.2 相应措施

此外，对缺陷情况的检测应按表5/G.960规定的那样，采取适当的措施。

缺陷指示信息（FII）被自动地从数字段传送到 ET。

表 5/G.960
缺陷情况和相应措施

设 备	缺陷情况	相应措施		
		FII	在 V ₁ 点的信号	在 T 点的信号
LT 线路侧	过大误码率（注1） 信号丢失 帧丢失	是 是 是	FFS FE 7（注4） FE 7（注4）	FFS INFO（注5） INFO（注5）
NT 线路侧	过大误码率（注1） 信号丢失 帧丢失	是 是 是	FFS 不可应用 不可应用	FFS INFO（注5） INFO（注5）
在 T 点的 NT	信号丢失 帧丢失	是（注3） 是（注3）	FE 7（注4） FE 7（注4）	不可应用（注3） 不可应用
NT	电源消失	是（注2）	FFS	INFO 0

FFS 待进一步研究

注1 — 如果在数字段处理。

注2 — 取决于馈电安排，可选用。

注3 — 可选用。

注4 — 这种信号被定义在 § 5。

注5 — 如建议 I.430定义的现有的 INFO 可否使用有待进一步研究。

6.3.4 误码性能监控

6.3.4.1 概述

为了监控数字段的误码性能和报告这样的性能须制订规范。

6.3.4.2 误码性能参数

数字段应向 ET 传递必要的信息以便允许 ET 评价建议 G. 821规定的误码性能参数。

6.3.5 状态报告功能

状态报告功能包括与数字段的全部运行和性能有关的信息，这些信息可以自动地或在 ET 的请求下发送。

下面列出的是状态报告功能的说明：

- i) 传输误码
由数字段得到的这种信息允许 ET 评价传输误码性能；
- ii) 环回1状态
由 LT 发出的这一信息给出环路1的状态；
- iii) 环回1A 状态
由再生器发出的这一信息给出环回1A 的状态；
- iv) 环回2的状态
由 NT1发出的这一信息给出环回2的状态；
- v) 用户网路接口馈电状态
这一信息表示 T 参考点的用户网路接口馈电状态，例如正常或受限馈电模式。
- vi) 用户网路接口馈电故障
这一信息表示正常或受限电源的故障。
这种功能可分为两个报告。
这种信息是根据 ET 的请求而报告的。
- vii) 用户网路接口馈电过载
这一信息表示从 NT1内任一电源中取出的功率超过可用的最大功率。
这一信息是根据 ET 的请求而报告的。
- viii) 缺陷指示信息
在 § 6.3.3.1规范的情况下自动地传送这一信息。

表 6/G.960
状态报告功能

功 能	位 置	M/O (强制的/可选的)
传输误码	LT	M
	REG.	O
	NT	O
环回1状态 (注)	LT	M
环回1A 状态 (注)	REG.	M
环回2状态 (注)	NT1	M
T 参考点馈电状态	NT1	O
T 参考点馈电故障	NT1	O
T 参考点馈电过载	NT1	O
故障指示信号 FII	LT	M
	REG.	M
	NT	M

注 — 信息可能是隐含的 (例如激活指示)。

6.3.6 依赖于系统的状态报告功能

这些状态报告将依赖于所用的数字传输系统的类型并需进一步研究。
表7/G.960给出一个特定系统的一些例子。

表 7/G.960
依赖于系统的状态报告功能

功 能	位 置
线路测试中继状态	LT
LT 测试中继状态	LT
远端电源开关状态	LT
远供馈电	LT
线路上的感应过压	LT
异常电流情况	LT
接收眼图张开度	LT
	REG.
	NT1
回波抵消系数	LT
	REG.
	NT1
电池测试	NT

7 控制通路 C_{v1}

这个控制通路为每一传输方向提供转移指令、状态报告信息和 FII 的能力。

控制通路虽然被作为单一通路来描述，但它可以由一些子通路来实现，这些子通路可能使用不同的传送机理（与各种功能相适应）。虽然在 § 6 中所述的一些功能具有可供选用的状态，为了允许功能的实现，C_{v1} 通路应当具有传送所有控制信息的能力。

附 件 A

（附于建议 G.960）

系 统 管 理 要 求

A.1 引言

本建议规范了数字段和 ET 第1层所需的功能。为了保证正确的运用，有必要考虑所涉及的有关管理功能而做出的假定。已假定管理的结构如 CCITT 建议 Q.940 给出的那样。

在本建议中仅对 ET 第1层和系统管理作出了区分。在这里使用了系统管理这一术语，它对应于建议 Q.940 规定的层管理和系统管理这两方面。

A.2 系统管理要求

A.2.1 总则

系统管理不应在同一时间向 ET 第1层激发一个以上的措施。每一个措施是由系统管理发出的原语和证实任务完成的对应原语界定。

A.2.2 错误指示

管理实体考虑在收到 MPH-EI 原语前后的原语序列。系统管理从原语序列可以决定 MPH-EI 原语的起因(例如接口的不成功的激活、接入的不成功激活、在 T 参考点的接口失步或信号丢失)。

一旦错误发生, ET 层利用 MPH-EI 原语应当将这一事件通知系统管理。系统管理应决定需采取的适当措施(例如保持或放弃呼叫、启动 MPH-DR 或 MPH-DSDR)。

A.2.3 环回运行

系统管理应考虑当 ET 第1层处于环回运行时, 它不发送任何原语到 ET 第2层。

如果在环回运行期间, 一个原语由 ET 第2层向 ET 第1层发送, 那么 ET 第1层将不予理会。

环回的设定是由系统管理通过发送一个 MPH-LxAR 原语来启动的, 其中 x 表示环回的类型是2、1或1A。

利用 MPH-AI 原语向系统管理证实环回1、2和1A 的设定。考虑到原语序列, 系统管理应能够把这个 MPH-AI 看作是一个环回证实而不是一个正常的激活指示。

A.2.4 连续性测试

系统管理使用 MPH-AR 原语启动连续性测试。系统管理应当决定什么时候进行测试(即在收到 MPH-DSAI 或 MPH-AI 之后)。如果系统管理收到 MPH-EI (T1计满), 就认为测试失败。

如果进行测试, 系统管理应核实究竟一个呼叫建立是否已经进行或者在发送 MPH-DR 之前是否有一个呼叫可用。

A.2.5 在环回运行期间需在 D 通路发送的信息

在 D 通路发送的信息不应当模仿任何 HDLC 图案。然而决定发送故障定位要求的图案则是系统管理的职责。

A.2.6 配置控制

系统管理应保证仅当 T 参考点被解除激活时才发出与配置控制有关的任何措施。

附 件 B

(附于建议 G.960)

关于建议 I.430、I.431、G.960和 G.961所用的术语词汇

引言

本附件提供了适于 ISDN 基本接入和基群率接入第1层方面的术语词汇和定义。

应当考虑与建议 I.430、I.431、G.960和 G.961的关系, 因为本附件的范围是限于这些建议的。它提供

对这些建议的一个清楚的理解，并且在下一研究期将再评论这些术语词汇以便与由其它研究组产生的建议相一致。

本附件中的少数术语与其它建议（例如建议 I. 112和/或建议 G. 701）重复。在括号中给出对这些术语的旁注（例如，“完整环回 {M. 125}”），有助于在将来修改时保证建议间的一致性。对不同定义但本意仍维持的术语，旁注如下面的例子所示：“功能群 [{I. 112、419}]”。

按照本附件采用的惯例，将通用的但就规定的意义而言并不赞成其使用的任何术语表示在推荐的术语之后，如下面的例子所示：“线路 [环路]”。

对于在一个能理解的上下文中广泛使用的一个简略术语，在一个通俗形式之后引用完整的术语，例如“复用，数字复用设备”。

B. 7 节包含了本建议中所有术语的字母表。

B. 8 节图解了术语用法的概貌。

B. 9 节解释了 V 参考点、V 接口和接口点的概念。

B. 1 总则

101 基本接入，基本率接入

对应于由两个 B 通路和一个 D 通路组成的接口结构的用户—网路接入安排。这一接入类型的 D 通路的比特率是 16 kbit/s。

102 基群率接入

对应于 1544 kbit/s 和 2048 kbit/s 基群率的用户—网路接入安排。这一接入类型的 D 通路的比特率是 64 kbit/s。典型的基群率接口结构如建议 I. 412和 I. 431给出的那样。

103 本地交换局，ISDN 本地交换局

除了交换功能之外还含有 ISDN 用户接入的交换端口的交换局。

104 线路端口 (LT) (缩写)

至少包含终接数字传输系统一端的发送和接收功能的功能群。

105 交换端口 (ET) (缩写)

至少包含 T 参考点的 I. 420接口的第2层和第3层网路侧功能的功能群。

注1 — 如果集中器或其它智能设备放置在本地线路分配网，则这个定义可能不确切。

注2 — ET 没有交换功能。尚未规定 ET 扩展到支持呼叫控制处理和管理。

106 网路端口 (NT) (缩写)

用户—网路接口的网路侧的功能群。

注 — 在建议 I. 430和 I. 431中“NT”被用来表示 NT1和 NT2功能群的终端第1层的网路。

107 终端设备 (TE) (缩写)

用户—网路接口的用户侧上的功能群。

注 — 在建议 I. 430和 I. 431中 “TE” 被用来表示 TE1、TA 和 NT2功能群第1层的终端。

108 功能群 [{I. 112、419}]

可由单个设备实现的一组功能。

注1 — 传输媒介不作为任何功能群的一部分。

注2 — 再生器、复用器和集中器是 I. 411范围之外的功能群。

109 接入连接单元 [用户接入] [{I. 324}]

提供交换端口和 NT1之间并且包括它们在内的功能群级联的设备。应根据支持的接入类型来修饰这一术语，即

- 基本接入连接单元
- 基群率接入连接单元。

110 customer equipment [subscriber installation] (用户设备 [用户装置]) [{I. 324}]

T 参考点用户侧的设备级联 (即 TA、TE2、TE1、NT2和相关的传输媒介)。在多接入情况下，用户设备包括组成多接入的所有接入的用户侧的全部设备。

注1 — 这一术语不应意味或限制提供设备的主权或职责。

注2 — 不赞成用术语 “user equipment” 和 “subscriber equipment”。

111 ISDN customer access [ISDN subscriber access] (ISDN 用户接入)

提供与单个或成组的相应接入连接单元有关的全部功能群级联的设备 (即用户设备和接入连接单元)。

注 — 这一术语不应意味或限制提供设备的主权或职责。

112 直接接入, 直接接入连接单元

一种特定的接入连接单元, 在这种接入单元中, 基本接入数字段或基群率接入数字段被分别直接连到在 V_1 或 V_3 参考点的交换端口。

113 远端接入, 远端接入连接单元

一种特定的接入连接单元, 在这种接入连接单元中数字段并不直接连到交换端口而是通过复用器或集中器连接。

114 参考点 {I. 112、420}

在两个非重叠功能群的连结处的一个概念性的点。

注 — 每个参考点配有一个前置字母, 例如: T 参考点。

115 接口, 物理接口 {I. 112、408; G. 701、1008}

物理设备间的公共界面。

116 用户—网路接口 [用户网路接口] {I. 112、409}

位于 S 或 T 参考点并采用接入规程的接口。

117 V 接口

通常与 V 参考点一致的数字接口。

注1 — 通过字尾数字指明一个特定的 V 接口。

注2 — V 接口是内部网路接口。

118 V_1 参考点

一个在基本接入数字段的网路侧用于提供单个基本接入的 V 参考点。

注 — V_1 接口是交换端口和线路端口之间的一个功能界面, 它可能作为也可能不作为一个物理接口存在。 V_1 接口结构由两个 B 通路、一个 D 通路和一个 C_{v1} 通路组成。

119 V_2 参考点

一个在集中器的网路侧用于提供多个基本和/或基群率接入的 V 参考点。

120 V_3 参考点

一个在基群率接入数字段的网路侧用于提供单个基群率接入的 V 参考点。

121 V_4 参考点

在一个支持若干基本接入数字段的复用器的网路侧的 V 参考点。

B.2 数字传输

201 数字链路, 数字传输链路 [{I. 112、302; G. 701、3005}]

规定的速率的数字信号在规定的参考点之间进行数字传输的完整手段。

注 — 一个数字链路包含一个或多个数字段, 并且可能包括一个复用器或集中器, 但不包括交换。

202 数字接入链路

在 T 参考点和 V 参考点之间仅在远端接入情况下使用的数字链路。

203 数字段 [段] [{G. 701、3007}]

规定的速率的数字信号在两个相继的参考点间进行数字传输的完整手段。应根据所支持的接入类型或利用指明数字段界面上 V 接口的前缀来修饰这一术语, 例如:

- 基本接入数字段;
- 基群率接入数字段;
- V_x 数字段。

204 数字段界面

在数字段近端和远端的参考点。

205 数字系统, 数字传输系统 [系统] [{G.701、3014}]

提供数字段的一种特定手段。

注 — 对于一个特定类型的系统,此术语可以通过插入这一特定系统使用的传输媒介的名称来修饰,一些例子是:

- 数字线路传输系统;
- 数字无线系统;
- 数字光传输系统。

206 传输方法

传输系统经过传输媒介发送和接收信号使用的技术。

207 回波抵消

在数字传输系统中同一线路同一频带同时进行双向传输采用的传输方法。为衰减近端传输的回波需要回波抵消器。

208 时间压缩复用 [突发模式]

在数字传输系统中以非重叠的单向突发进行双向传输采用的传输方法。

209 复用, 数字复用设备 [{G.701、4017}]

在同一位置运行在相反传输方向的一个数字多路复用器和一个数字多路分路器的组合。

210 静态复用 [固定复用]

这种多路复用器的每一个支流通路被分配一个或多个主信号流的时隙并且分配是固定的。

211 动态复用 [统计复用]

这种多路复用器的一些或全部支路的 D 通路的信令信息在统计的基础上被分配较少量的主信号流时隙,其它通路的分配则是固定的。

212 集中器, 数字集中器

具有借助省略空闲通路和/或冗余度而在一方向上将一些基本接入和/或基群率接入组合到较少量时隙并且在相反方向实现对应分离手段的设备。

B.3 信令

301 INFO

在基本接入用户—网路接口具有规定意义和编码的被明确规定的第1层信号。

302 SIG

表示基本接入数字传输系统的线路端口之间第1层信息互换的信号。

303 功能元 (FE) (缩写)

表示 V_1 参考点第1层信息功能互换的信号。

304 控制通路; C 通路 [业务通路]

为支持管理功能的实施, 在一个参考点或接口处提供的或通过一个数字传输系统来传送的附加的专用传输能力。

注 — 利用适当的后缀来注明控制通路所在的特定参考点、接口或传输系统的类型, 例如:

— C_{v1} : 通路 — 在 V_1 接口的控制通路

— C_L : 通路 — 在线路的控制通路。

B.4 激活/解除激活

401 解除激活

一种使系统或系统的一部分进入可以降低系统功耗的非运行或部分运行模式 (低功耗模式) 的功能。

402 激活

一种使在解除激活期间可能已经处于低功耗模式的系统或其中一部分进入它的完全运行模式的功能。

403 永久激活

系统或系统的一部分的一种激活, 即使在并不要求完全运行时也不被解除激活。

404 线路激活

要求数字线路传输系统被激活而且可能还激活用户—网路接口的功能。

405 线路单独激活

要求仅激活数字线路传输系统而并不激活用户—网路接口的功能。

406 一步激活

一种利用单个指令引起一系列措施以便激活数字线路传输系统和用户—网路接口的激活类型。

407 两步激活

一种激活类型, 它由一个引起激活数字线路传输系统的一系列措施的一条指令开始, 并且由引起激活用户—网路接口的一系列措施的第二个指令继续。

408 一步解除激活

由单个指令引起的数字线路传输系统和用户—网路接口的解除激活。

409 用户—网路接口单独解除激活

对用户—网路接口解除激活而不对数字线路传输系统解除激活。

B.5 环回

501 环回, 数字环回 {M. 125} [测试环] [{I. 112 G}]

借助双向通信通道本身可以回连而成为设备的一部分的机构, 以便在发送通道上传送的比特流中包含的一些或全部信息被回送到接收通道上。

502 环回类型

一种规范进入环回的信息和在相反方向离开环回的信息之间关系的特征。

503 完全环回 {M. 125}

运行在全部比特流上的第1层物理机构。在环回点, 接收的比特流应不加修改地向发送站回传。

注 — 术语“完全环回”的使用与实现无关, 因为这样一种环回可以利用有源逻辑元件或受控不平衡混合线圈等来提供。在控制点仅仅是信息通路可利用。

504 部分环回 {M. 125} [回波环回]

在一个或多个指定通路上运用的第1层物理机构在整个比特流内复用。在环回点, 所收到的与指定通路有关的比特流应不加修改地向发送站回传。

505 逻辑环回 {M. 125}

一种对在一个指定的通路或一些通路内的某些信息选择性地起作用并且可能导致对被环回信息的一些特定的修改的环回。取决于规定的详细的维护程序, 逻辑环回可以规定在任一层采用。

506 环回点 [{M. 125}]

环回的精确位置。

507 环回控制机构 [控制机构] {M. 125}

从环回控制点籍以操作和释放环回的手段。

508 环回控制点 [控制点] {M. 125}

具有直接控制环回的能力的点。环回控制点可以接收来自多个环回请求点对环回操作的请求。

509 环回请求点[{M. 125}]

向环回控制点发出作环回运行请求的点。

510 环回应用 {M.125}

作为使用环回操作目的的维护状态。

511 前向信号

越过环回点传送的信号。

注 — 前向信号可以是一个规定的信号或未规定的信号。

512 环回测试码组 [{M.125}]

环回运用期间在被环回转向的一个通路或一些通路中传送的信息。

513 透明环回 {M.125}

透明环回是这样一个环回，在这个环回中当它被激活时，越过环回点传送的信号（前向信号）与在环回点收到的信号相同。见图 B-1/G.960。

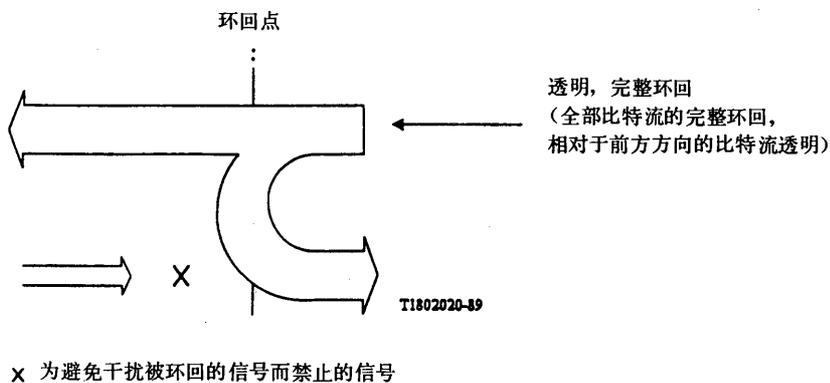


图 B-1/G.960

514 非透明环回 {M.125}

非透明环回是这样一个环回，在这个环回中当它被激活时，越过环回点传送的信号（前向信号）与在环回点收到的信号不一样。前向信号可以是规定的信号或未规定的信号。见图 B-2/G.960。

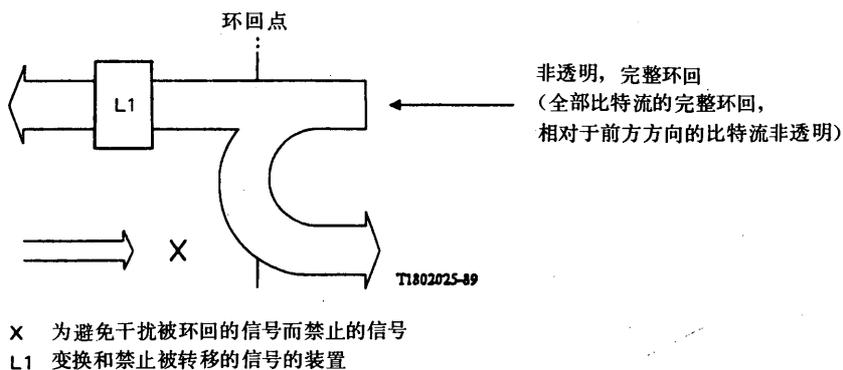


图 B-2/G.960

B.6 本地线路分配网

601 本地线路分配网

在本地交换局和用户所在地之间通常安装的电缆和导线的网路。

602 对绞线对

为了减少来自杂散电磁场和/或静电场的感应影响，每一根（绝缘的）导体都环绕另一根扭绞而组成的线路或线路的一部分。

注 — 除了是两对线被绞在一起这一点不同外，这一定义也适用于对绞四总组。

603 局内电缆

在本地交换局内使用的线路端口和主分配架之间的，构成本地线路分配网的一部分的电缆。

604 主干电缆

在本地线路分配网使用的主分配架与交接点之间的电缆。

605 配线电缆

在本地线路分配网使用的交接点与分配点之间的电缆。

606 装置电缆 [用户电缆]

在本地线路分配网使用的分配点和用户所在地之间的电缆或单对金属导线。

607 桥接抽头

在本地线路分配网为提供灵活性以“T”型方式连到用户线的一段不用的开路线。

注 — 桥接抽头并不用在所有的本地线路分配网中。

608 明线

被悬挂和通常不绝缘且彼此平行的金属线对。

注 — 在配线杆和用户所在地之间公用的架空的装置电缆不是明线。

609 加感线圈

用于改善线路电特性的器件，使其在音频范围内给出相对比较恒定的衰减，但在音频范围之外则给出比较高的衰减。

610 串音

一种通过耦合到一条或更多条其它线路而将不希望的信号引入到一条线路的现象。

611 系统内串音

在缆内每一线路都使用同一类型的传输系统的情况下，共用同一电缆的线路之间的串音。

612 系统间串音

在缆内每一线路使用不同类型的传输系统的情况下，共用同一电缆的线路之间的串音。

613 近端串音 (NEXT) (缩写)

在发送器或靠近发送器处发生耦合的串音。

614 远端串音 (FEXT) (缩写)

在远离发送器的线路端点或靠近该端点处发生耦合的串音。

615 线路 [环]

线路端口间的传输媒体。这一术语可以由所用类型的传输媒体来修饰，例如：

- 金属线路：一对金属（通常是铜）导线，
- 光线路：一根光纤（双向传输），或一对光纤（单向传输）。

616 本地线路 [用户线路]

一条从 LT 通过局内电缆、主干电缆、配线电缆和装置电缆至用户所在地之间连续的单独线路。

617 数字本地线路

数字传输系统使用的本地线路。

注 — 再生器不是线路的一部分，但它可插在两段线路长度之间。

B.7 本附件包括的术语的字母表

- | | | | |
|-----|------------------|-----|--------------------|
| 109 | 接入连接单元 | 609 | 加感线圈 |
| 402 | 激活 | 103 | 本地交换局 |
| 101 | 基本接入 | 616 | 本地线路 |
| 101 | 基本率接入 | 601 | 本地线路分配网 |
| 607 | 桥接抽头 | 505 | 逻辑环回 |
| 208 | [突发模式] | 615 | [环] |
| 304 | C 通路 | 501 | 环回 |
| 503 | 完全环回 | 510 | 环回应用 |
| 212 | 集中器 | 507 | 环回控制机构 |
| 304 | 控制通路 | 508 | 环回控制点 |
| 507 | [控制机构] | 506 | 环回点 |
| 508 | [控制点] | 509 | 环回请求点 |
| 610 | 串音 | 512 | 环回测试码组 |
| 110 | 用户设备 | 502 | 环回类型 |
| 116 | [用户网路接口] | 604 | 主干电缆 |
| 401 | 解除激活 | 209 | 复用 |
| 202 | 数字接入链路 | 613 | 近端串音 (NEXT) (缩写) |
| 212 | 数字集中器 | 106 | 网路端口 (NT) (缩写) |
| 201 | 数字链路 | 514 | 非透明环回 |
| 617 | 数字本地线路 | 406 | 一步激活 |
| 501 | 数字环回 | 408 | 一步解除激活 |
| 209 | 数字复用设备 | 608 | 明线 |
| 203 | 数字段 | 504 | 部分环回 |
| 204 | 数字段界面 | 403 | 永久激活 |
| 205 | 数字系统 | 115 | 物理接口 |
| 201 | 数字传输链路 | 102 | 基群率接入 |
| 205 | 数字传输系统 | 114 | 参考点 |
| 112 | 直接接入 | 113 | 远端接入 |
| 112 | 直接接入连接单元 | 113 | 远端接入连接单元 |
| 602 | 配线电缆 | 203 | [段] |
| 211 | 动态复用 | 304 | [业务通路] |
| 207 | 回波抵消 | 302 | SIG |
| 504 | [回波环回] | 210 | 静态复用 |
| 603 | 局内电缆 | 211 | [统计复用] |
| 105 | 交换端口 (ET) (缩写) | 109 | [用户接入] |
| 614 | 远端串音 (FEXT) (缩写) | 606 | [用户电缆] |
| 210 | [固定复用] | 110 | [用户装置] |
| 511 | 前向信号 | 616 | [用户线] |
| 303 | 功能元 (FE) (缩写) | 205 | [系统] |
| 108 | 功能群 | 107 | 终端设备 (TE) (缩写) |
| 301 | INFO | 208 | 时间压缩复用 |
| 606 | 装置电缆 | 206 | 传输方法 |
| 115 | 接口 | 513 | 透明环回 |
| 612 | 系统间串音 | 602 | 对绞线对 |
| 611 | 系统内串音 | 407 | 两步激活 |
| 111 | ISDN 用户接入 | 116 | 用户—网路接口 |
| 103 | ISDN 本地交换局 | 409 | 用户—网路接口单独解除激活 |
| 111 | [ISDN 用户接入] | 117 | V 接口 |
| 615 | 线路 | 118 | V ₁ 参考点 |
| 404 | 线路激活 | 119 | V ₂ 参考点 |
| 405 | 线路单独激活 | 120 | V ₃ 参考点 |
| 104 | 线路端口 (LT) (缩写) | 121 | V ₄ 参考点 |

B.8 ISDN 用户接入一般概念图解

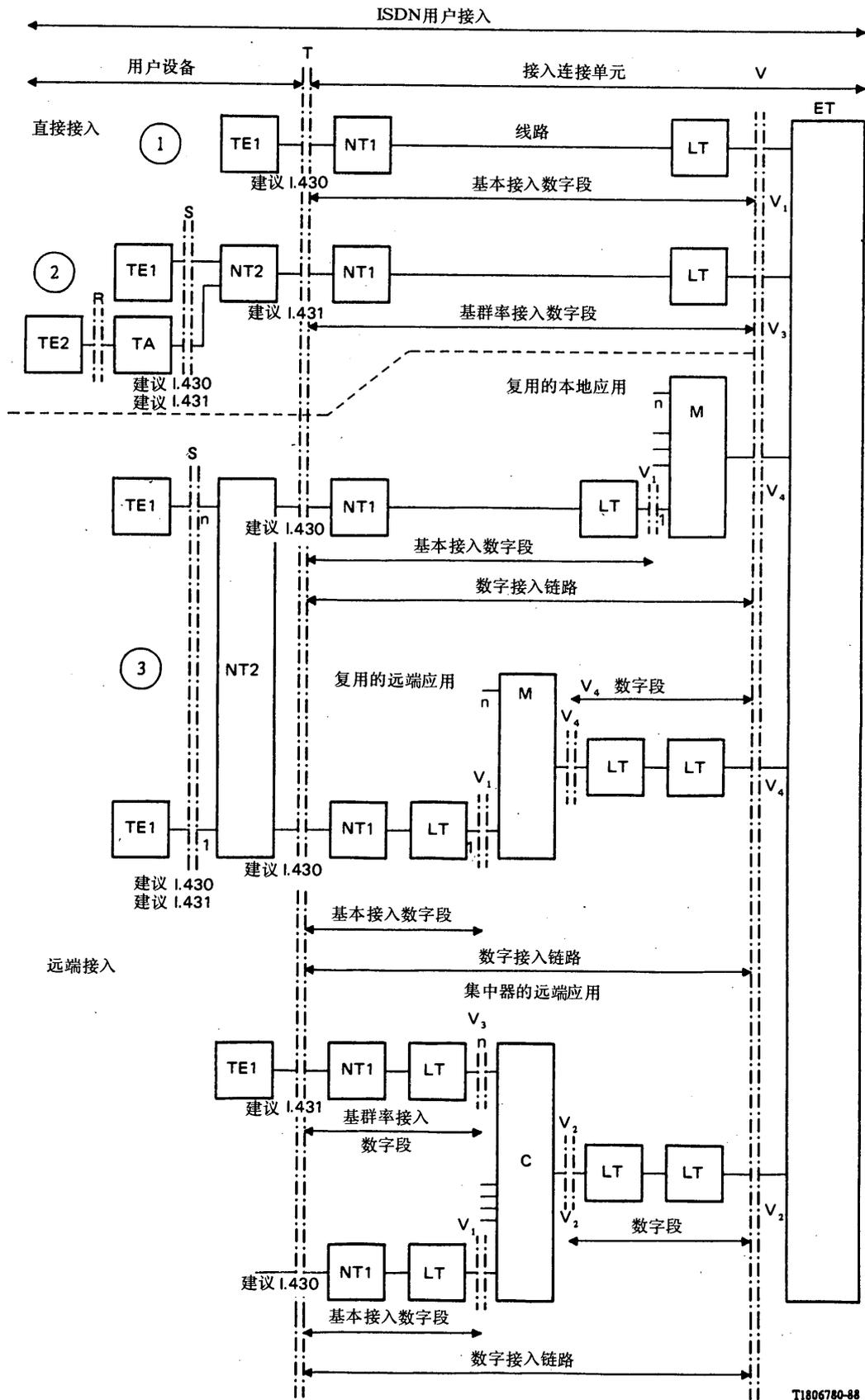


图 B-3/G.960



B.9 V参考点、V接口和接口点概念的澄清

B.9.1 V_1 参考点和 V_3 参考点总是位于线路端口的网路侧，并且可用于单个（低阶）的接入。

当一个参考点在物理上由一个接口实现时，它要求至少规范两个接口点。见图 B-4/G.960。

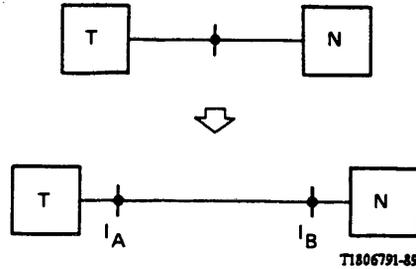
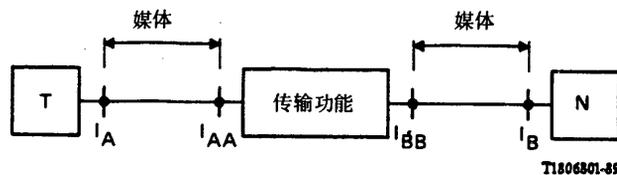


图 B-4/G.960

B.9.2 接口点

与接口相关的至少两个物理位置之一。接口点标志着用于支持接口的传输媒体的末端，并且可以是连接器（如果用的话）的位置。

通过使用对接口传送的功能而言是透明的传输系统，可以扩展任一接口的范围。在这种情况下将需另加两个接口点。见图 B-5/G.960。



注 — 有关的性能要求可能限制传输系统插入到一个特定的接口。

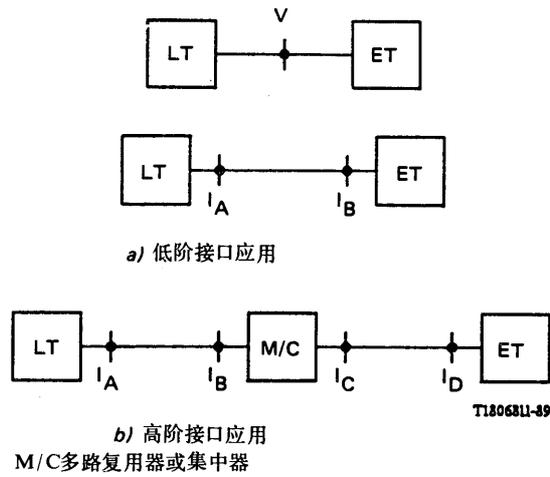
图 B-5/G.960

B.9.3 为了包含一个较高阶的接入，一组单个接入可以复用或集中在一起（即用于基本接入较高阶接口的 V_2 或 V_6 ）

仅有一个可在其上实现 V 接口的 V 参考点（LT 与 ET 之间）。见图 B-6/G.960。

这种方法与建议 I.430和 I.431中 I_b 和 I_a 接口点的使用相一致。

- 与至今为止采用的模型化技术一致；
- 与至今为止采用的术语一致；
- 与 S 或 T 参考点可以支持一系列接口（建议 I.430/I.431）这一事实相一致；
- 与建议 Q.512不矛盾。



注 — I_B 和 I_A 是支持 V_1 或 V_3 接口的接口点。 I_C 和 I_D 是支持 V_2 或 V_4 接口的接口点。

图 B-6/G. 960

建 议 G. 961

金属本地线上用于 ISDN 基本率接入的数字传输系统

(1988年订于墨尔本)

1 概述

1.1 范围

本建议包括构成 ISDN 基本率接入数字段一部分的 NT1网路侧的数字传输系统的特征和参数。

系统将支持

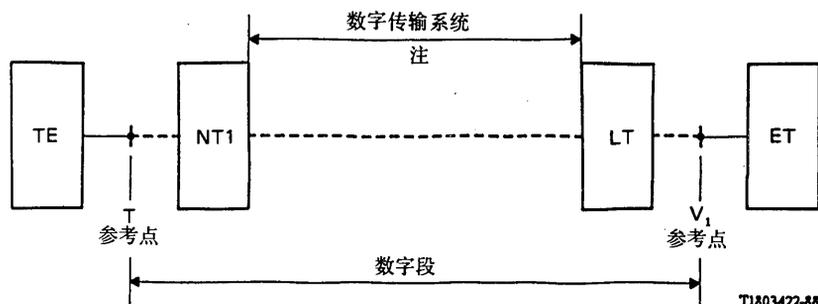
- 全双工；
- 比特序列独立

如建议 I. 412规定的两个 B 通路和一个 D 通路的传输以及建议 I. 603规定的用于运用和维护的数字段附加功能。

本建议所用的术语是非常特殊的并且没有包括在有关的术语建议内。为此在建议 G. 960的附件 B 中提供了本建议所用的一些术语和定义。

1.2 定义

图1/G.961表示了数字传输系统相对于数字段的界面。



注 — 本建议中的数字传输系统是使用金属线的线路系统，可能要求使用一个中间再生器。

图 1/G.961

数字段与传输系统的界面

为了允许对网路要求进行功能和程序描述以及定义而使用了数字段这一概念。要注意到参考点 T 与 V₁ 并不是一样的，因此数字段是不对称的。

为了说明使用特定的媒介支持数字段的实现的特征而使用了数字传输系统这一概念。

1.3 目标

考虑到本地交换局与用户间的数字段是在网路中成功地引入 ISDN 的一个关键部分，对规范已经考虑了下述要求：

- 满足建议 G.960 规范的误码性能；
- 能运用在除明线外的现有二线不加感线路上；
- 目标是对 ISDN 基本接入实现 100% 的电缆收容而无需挑选线对、重新安排电缆或去掉在许多网中业已存在的桥接抽头 (BT)；
- 目标是无需使用再生器就能扩展向大多数用户提供业务的 ISDN 基本接入。对于剩下的少数情况则可能需要特殊安排；
- 在同一电缆单元内与大多数现有业务如电话和话带数据传输共存；
- 应考虑有关电磁干扰 (EMI) 的各种国内规定；
- 在主管部门为供电提供方便的场合，在正常或受限情况下应提供从网路经基本接入的供电；
- 应提供支持维护功能的能力。

1.4 缩写

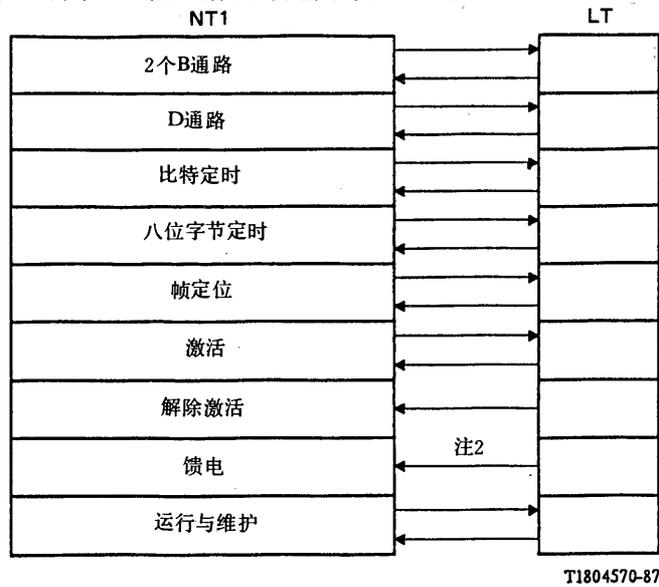
本建议中采用了一些缩写，其中一些通用于 ISDN 参考配置中，而另一些则仅仅是为本建议而创造的。后者如下给出：

- | | |
|-------|--------------------------------|
| BER | 比特误码率 (比) |
| BT | 桥接抽头 |
| CISPR | 国际无线电干扰特别委员会
(现在是 IEC 的一部分) |
| CL | 线路系统控制通路 |
| ECH | 回波抵消 |

EMI	电磁干扰
DLL	数字本地线路
DTS	数字传输系统
NEXT	近端串音
PSL	功率和损耗
TCM	时间压缩复用
UI	单位间隔

2 功能

图2/G.961表示了金属本地线上的数字传输系统的功能。



注1 — 应当预见到可选择使用一个再生器。

注2 — 这一功能是可选用的。

图 2/G.961

数字传输系统的功能

2.1 B 通路

这一功能为每一传输方向提供两个独立的用作 B 通路的 64 kbit/s 通路（如建议 I.412 的定义）。

2.2 D 通路

这一功能为每一传输方向提供一个比特率为 16 kbit/s 的 D 通路（如建议 I.412 的定义）。

2.3 比特定时

这个功能提供比特（信号元）定时以便使接收设备能够从合成比特流中恢复信息。NT1 至 LT 方向的比特定时应从由 NT1 自 LT 接收到的时钟中得到。

2.4 八位字节定时

这一功能为 B 通路提供 8kHz 八位字节定时，它应当从帧定位中得到。

2.5 帧定位

这一功能使 NT1和 LT 能恢复时分复用通路。

2.6 来自 LT 或 NT1的激活

这一功能使 LT 和 NT1之间的数字传输系统 (DTS) 恢复到它的正常运用状态。实现这一功能所需的程序被描述在本建议的 § 6。

来自 LT 的激活能够用到单独 DTS 或 DTS 加上用户设备。在不连接用户设备的情况下, DTS 仍能被激活。

注 — NT1和一个再生器 (如果有的话) 的运行和维护以及一些激活/解除激活程序所要求的功能被组合为与 2B+D 通路一道传送的一种传送能力。这种传送能力被命名为 CL 通路。

2.7 解除激活

为了允许将 NT1和再生器 (如果它存在的话) 设置在低功耗模式或为了减少对同类的其他系统的串音而规范这一功能。本建议的 § 6描述了程序和信息的互换。这种解除激活应当仅仅由交换局 (ET) 启动, 见 § 2.6的注。

2.8 馈电

这一可选用的功能提供对再生器 (如果需要的话) 和 NT1的远距离供电。建议提供润湿电流。

注 — 关于对用户—网路接口的线路馈电规范, 一些主管部门要求如建议 I. 430规定那样的正常或受限馈电。

2.9 运行和维护

这一功能提供建议 I. 603描述的所推荐的措施和信息。

已经认可了下述功能类别:

- 维护指令 (例如在再生器或 NT1中的环回控制);
- 维护信息 (例如线路误码);
- 故障情况指示;
- 有关 NT1中馈电的信息。

见 § 2.6的注。

3 传输媒介

3.1 概述

数字传输系统可望运行其上的传输媒介是本地线路分配网。

本地线路分配网利用对绞电缆向用户提供业务。

在本地线路分配网中, 用户经本地线路连到本地交换局。

金属本地线路可望能够同时载送可在 LT 至 NT1间提供 ISDN 基本接入的双向数字传输。

为了简化 ISDN 基本接入的规范, 数字传输系统应能够满意地运行在多数金属本地线路上而不要求任何特别的调整。通过将 ISDN 的要求限制到最低限度可获得金属本地线路的最大利用。

在下面, 术语“数字本地线路”(DLL) 被用于描述满足最低 ISDN 要求的金属本地线路。

3.2 最低 ISDN 要求

- a) 没有加感线圈;
- b) 没有明线;
- c) 在出现桥接抽头时, 可采取一些限制。在 § 4.2.1中讨论了典型的可允许的桥接抽头的配置情况。

3.3 DLL 物理特性

除了需满足最低 ISDN 要求以外, DLL 典型地是由一段或多段连在一起的扭绞线对构成。在典型的本地线路分配网中, 这些扭绞线对如图3/G. 961描述的那样出现在不同类型的电缆中。

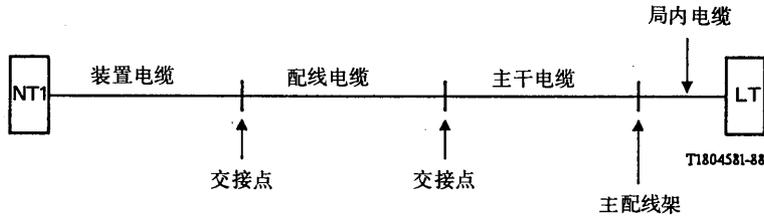
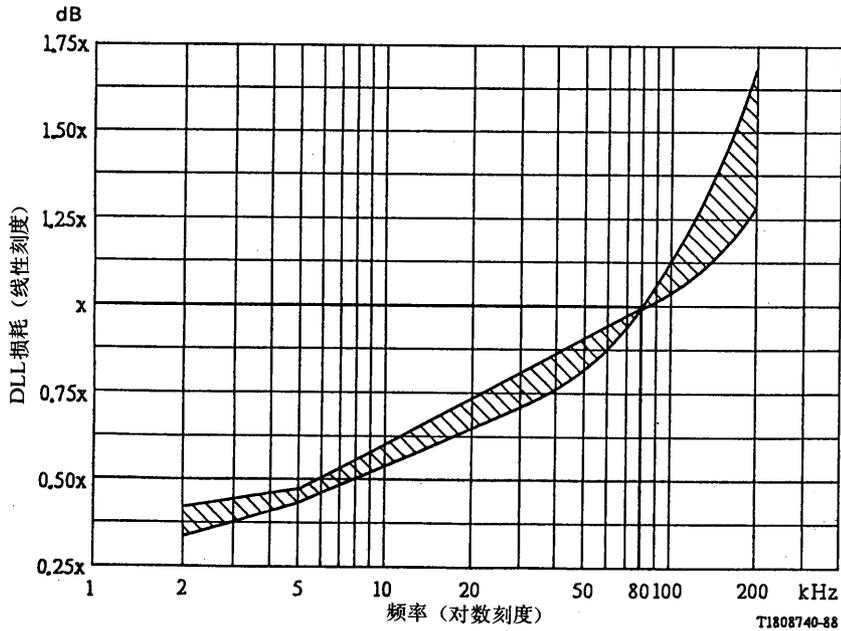


图 3/G. 961
DLL 物理模型

3.4 DLL 电特性

3.4.1 介入损耗

DLL 将有非线性的损耗频率特性。对于具有特定线规混合、不带桥接抽头且在80kHz 时介入损耗为 x dB 的任何 DLL, 其典型的介入损耗频率特性被描绘在图4/G. 961中。

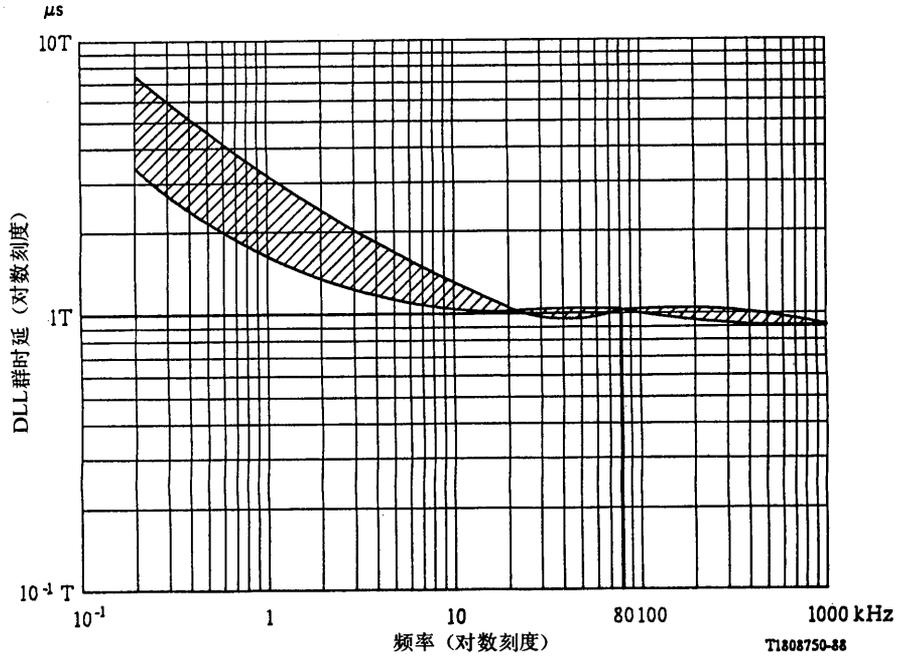


注 — 在80kHz处x的最大值范围从37dB至50dB, 最小值可接近零。

图 4/G. 961
不含桥接抽头的情况下
典型的介入损耗特性

3.4.2 群时延

DLL 群时延值作为频率的函数的典型范围表示在图5/G.961中。



注 — 在80kHz处单向群时延 (T)的最大值范围为30至60微秒。

图 5/G.961
典型的群时延特性

3.4.3 特性阻抗

不同类型电缆中扭绞线对特性阻抗的实部和虚部值的典型范围表示在图6/G.961中。

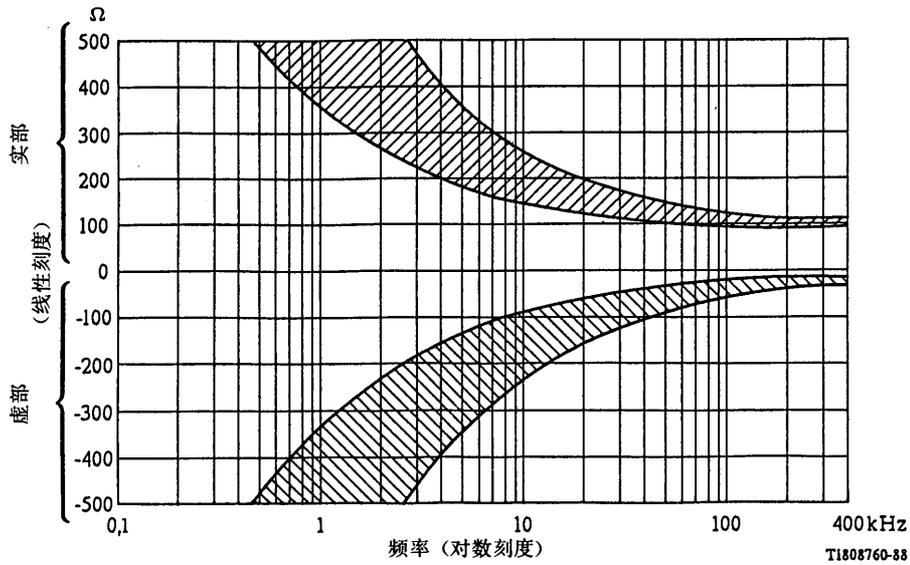


图 6/G.961
特性阻抗实部和虚部值的典型范围

3.4.4 近端串音 (NEXT)

DLL 对其同一电缆中的其它线对将有有限的串音耦合损耗。最坏情况 NEXT 的功率和损耗 (PSL) 在 80kHz 时在 44 至 57dB 内变化 (参考 § 4.2.2)。

已独立地规范了 DLL 损耗和 PSL 范围, 但不要求同时满足两个范围内的所有点。为了规定组合的运用范围, 在图 7/G.961 中给出一个 DLL 损耗/PSL 的组合表示。

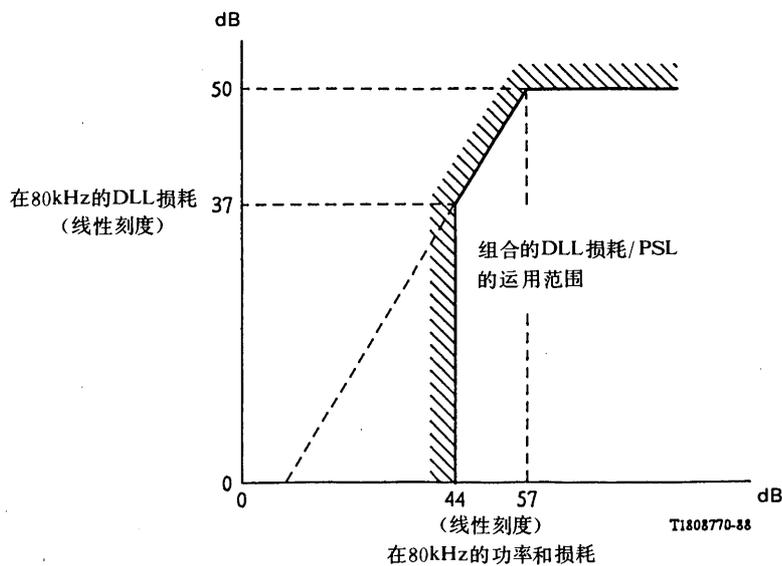


图 7/G.961
DLL 损耗/PSL 运用范围的组合表示

3.4.5 对地不平衡

DLL 将有有限的对地平衡。对地不平衡是以纵向变换损耗这一术语来描述的。最坏情况值表示在图8/G.961。

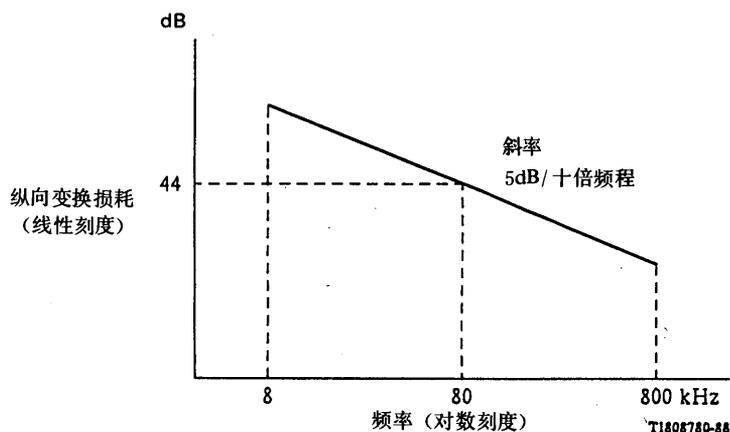


图 8/G.961
最坏情况纵向变换损耗与频率的关系

3.4.6 脉冲噪声

DLL 将有来自同一电缆中的其它系统以及来自其它干扰源的脉冲噪声。

4 系统性能

4.1 性能要求

数字段的性能限值规范在建议 G.960 的 § 4 中。数字传输系统的性能须满足数字段的性能限值。为此目的，要求数字传输系统能通过下一节规定的特定的实验室性能测试。

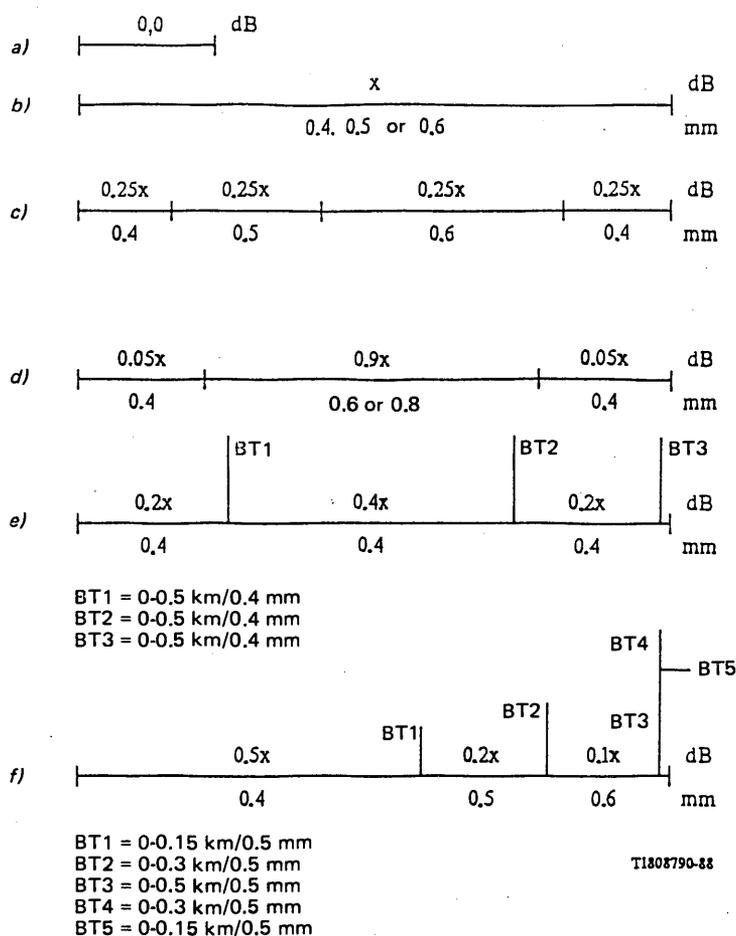
4.2 性能测量

对一个特定的数字传输系统的实验室性能测量要求作如下准备：

- 用以表示在本地线路分配网中遇到的物理和电特性规定一些 DLL 模型；
- 由于在同一电缆内对其它线对的有限串音耦合损耗而引起的电气环境的模拟；
- 由脉冲噪声引起的电气环境的模拟；
- 用于证实 在 § 4.1 中提到的性能限值将被满足的实验室性能测试规范。

4.2.1 DLL 物理模型

为了对提供 ISDN 基本接入的数字传输系统的性能进行实验室测试，需要一些表示在特定的本地线路分配网中遇到的 DLL 的模型。为了满足特定网路的要求，每一种模型在 80kHz 的最大损耗是在 37 至 50dB 间选择的一个数值。类似地，桥接抽头的长度是在图 9/G.961 规定范围内选择的一组数值。



注1 — 在80kHz时x值在37至50dB间变化。

注2 — 可用等效线规，例如0.6mm等效于AWG 22。AWG代表美国线规（American Wire Gauge）标准。

图 9/G.961

实验室测试用的 DLL 物理模型

4.2.2 系统内串音的模型化

4.2.2.1 系统内串音的定义

串扰噪声通常是由于共用同一电缆的线对特别是哪些物理上相邻的线对之间有限的耦合损耗所致。线对间的有限耦合损耗导致在一个 DLL（主扰 DLL）上流动的信号残余被耦合到相邻的 DLL（被扰 DLL）。这种残余被称为串扰噪声。近端串音（NEXT）被认为是占支配地位的串音类型。在电缆内彼此干扰的所有线对载送同类数字传输系统的情况下形成了系统内 NEXT 或自身 NEXT。在载送不同的数字传输系统的线对间彼此干扰的情况下，则形成系统间 NEXT。系统间 NEXT 的规定不属本建议的范畴。

通过一个具有被称为 PSL 的耦合损耗频率特性的等效单个主扰 DLL 来表示从一些主扰 DLL 耦合到一

个被扰 DLL 的系统内 NEXT 噪声。图10/G. 961中规定了在本地线路分配网中遇到的最坏情况的 PSL。认为所有的 DLL 都有一个固定的电阻终端 R_0 ， R_0 的范围为110至150欧姆。

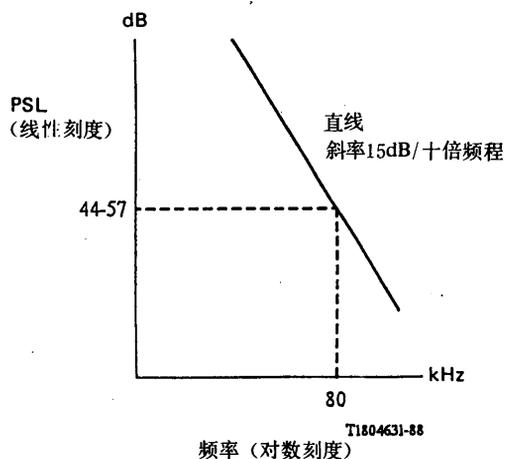


图 10/G. 961
最坏情况的功率和损耗 (PSL)

4.2.2.2 测量安排

为了进行数字传输系统的性能测试需要模拟系统内的 NEXT 噪声。耦合到被扰 DLL 接收器的系统内噪声取决于：

- a) 发送的数字信号的功率谱，它是线路码和发送滤波器的函数。
- b) 由于图10/G. 961的 PSL 特性而成形的频谱。

图11/G. 961的测量安排可用来进行系统内串扰噪声的性能测试。

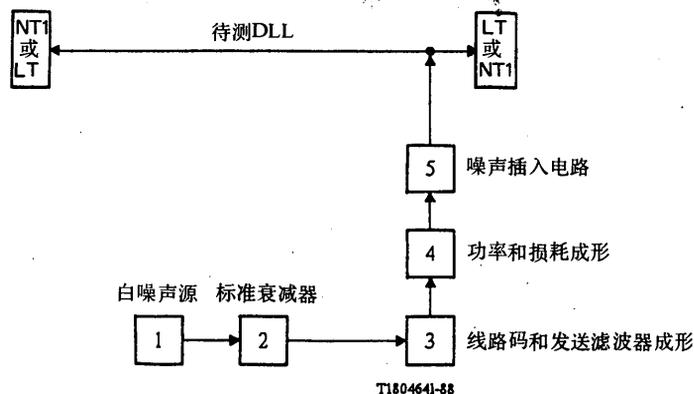


图 11/G. 961
串扰噪声模拟与测试

图11/G. 961的测量安排说明如下：

- a) 方框1表示具有固定点谱密度的白噪声源，频谱从100Hz 至500kHz 是平坦的，其后以 $\geq 20\text{dB}/十倍$ 频程速率滚降；
- b) 方框2是一个可变衰减器；
- c) 方框3是一个对应于特定线路码和特定发送滤波器而成功功率谱的滤波器；
- d) 方框4是一个按照图10/G. 961的 PSL 特性来成形功率谱的滤波器；
- e) 方框5是一个噪声插入电路，它能将已模拟的串扰噪声耦合到 DLL 而不影响它的性能。因此相对于被测 DLL 的特性阻抗的幅值而言，插入电路应有足够高的输出阻抗，建议在0至1000kHz 频率范围内 $\geq 4.0\text{k}\Omega$ 。

在图11/G. 961中方框3、4和5是概念性的。根据具体的实现情况，它们有可能被组合为一个电路。按下述步骤来校准图11/G. 961的测量安排；

- a) 用一个数值为 $R_0/2$ 欧姆的电阻来终止方5的输出，并在100Hz 至500kHz 带宽内测量该电阻之上的实际有效值（均方根）电压。在 $R_0/2$ 电阻上消耗的功率比耦合到被测 DLL 接收器的功率高3dB。
- b) 在 $R_0/2$ 电阻上测得的噪声谱形状应在下述范围内：
 - 对于较理论峰值低0dB 至10dB 的值，容限为 $\pm 1\text{dB}$ ；
 - 对于较理论峰值低10dB 至20dB 的值，容限为 $\pm 3\text{dB}$ ；
 测量时，建议分辨带宽 $\leq 10\text{kHz}$ 。
- c) $R_0/2$ 电阻上的噪声电压峰值因子应 ≥ 4 。事实上这确定了在测量安排中所用电路的动态范围要求。

利用规范的被校准的测量安排，能够将因最坏情况 PSL 而产生的系统内串扰噪声注入到被测 DLL，并同时监控它的性能。为了决定正或负的性能余度可增加或减小噪声电平。

4.2.3 脉冲噪声模型

4.2.3.1 脉冲噪声的定义

脉冲噪声能量集中出现在随机的短时间间隔内，在该间隔期间它达到很高的电平，而在其余时间内脉冲噪声的影响可忽略。

4.2.3.2 测量安排

图12/G. 961表示用于脉冲噪声测试的一种可能的安排。

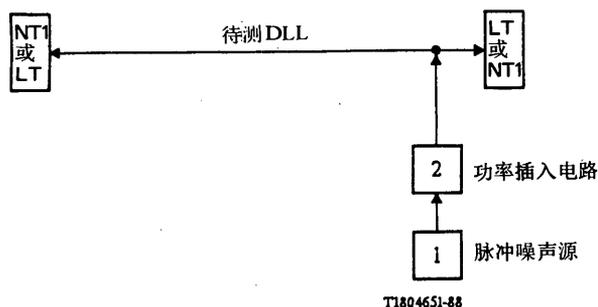
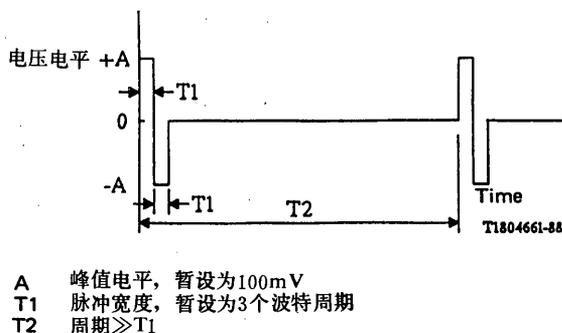


图 12/G. 961
脉冲噪声的模拟与测试

图12/G. 961中的脉冲噪声源还需进一步研究。下面说明脉冲噪声信号的两种可能的类型：

- 具有 $5\sim 10\mu\text{v}/\sqrt{\text{Hz}}$ 的平坦频谱密度电平且带宽大于特定系统奈奎斯特频率4倍的白噪声。噪声的峰值因子应 >4 ；
- 如图13/G. 961表示的特定波形。



注 — 在一些本地线路分配网中并且作为一种国内选用方式，串扰噪声性能测试被认为足以用来评价一个特定的数字传输系统。在这种情况下为保证抗御脉冲噪声而采用适当的DLL 工程规则。

图13/G. 961
用于模拟脉冲噪声的可能的波形

4.2.4 性能测试

为了定量评价在本建议中模型化了的本地线路分配网上运行的特定的数字传输系统，需要进行五类测试以便描述系统的整个性能。

4.2.4.1 动态范围

动态范围性能说明了一个特定的数字传输系统当所收到的信号电平在宽范围内变化时的运用能力。图9/G. 961的DLL模型1和2具有一个从非常低(0dB)到非常高(80kHz处37~50dB)变化的损耗。

当用图9/G. 961的DLL模型1和2测试时，在任一15分钟(暂定)测量间隔内监控任一B通路应观察不到误码。

这种测量须使用的数据序列的规范有待进一步研究。

4.2.4.2 对回波的不敏感性

在图9/G. 961中其余的DLL模型被用于测试数字传输系统在出现桥接抽头BT和/或线径变化时的性能。

对每一种模型当监控任一B通路时在任何15分钟(暂定)测量间隔内应观察不到误码。

这种测量须使用的数据序列的规范有待进一步研究。

4.2.4.3 系统内串音

使用 § 4.2.2.2 中所述的串音安排将模拟的串扰噪声注入到图 9/G.961 的每一种 DLL 模型中, 观察到的比特误码率 (BER) 应当 $\leq 10^{-6}$ (暂定)。

当在 B 通道上进行 BER 测量时, 要求测量间隔至少为 15 分钟 (暂定)。

就每一种 DLL 模型来决定性能余度。最小的正的性能余度的定义留待进一步研究。需要考虑因拼接和环境影响 (例如温度变化) 而附加的 DLL 损耗。

这类测量须使用的数据序列的规范有待进一步研究。

4.2.4.4 脉冲噪声

有待进一步研究。

4.2.4.5 从电源线感应的纵向电压

有待进一步研究。

5 传输方法

传输系统提供在二线金属本地线路上的双工传输。双工传输应通过使用回波抵消 (ECH) 或时间压缩复用 (TCM) 来实现。利用图 14/G.961 所示的 ECH 法, 回波抵消器产生出从总的接收信号中抽取的发送信号回波的一个复制品。回波是混合电路的不完善平衡以及线路上阻抗不连续的结果。

利用图 15/G.961 所示的 TCM 或“突发模式”方法, DLL 上的传输在时间上被分开 (突发), 每个传输方向交替地发送比特块 (突发)。通过每个收发器终端的缓冲存储器传送突发, 以致 TCM 收发器终端输入和输出处的比特流以速率 R 连续。要求线路上的比特率大于 $2R$ 以便在突发之间提供一个空闲的间隔, 这一间隔对于允许传输时延和发送器/接收器的轮换 (图 15/G.961 的 S_n 和 S_e 开关) 是必要的。

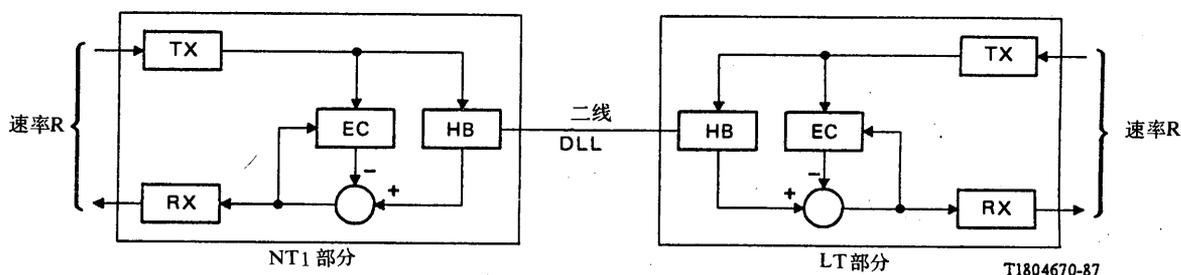


图 14/G.961
ECH 方法功能图

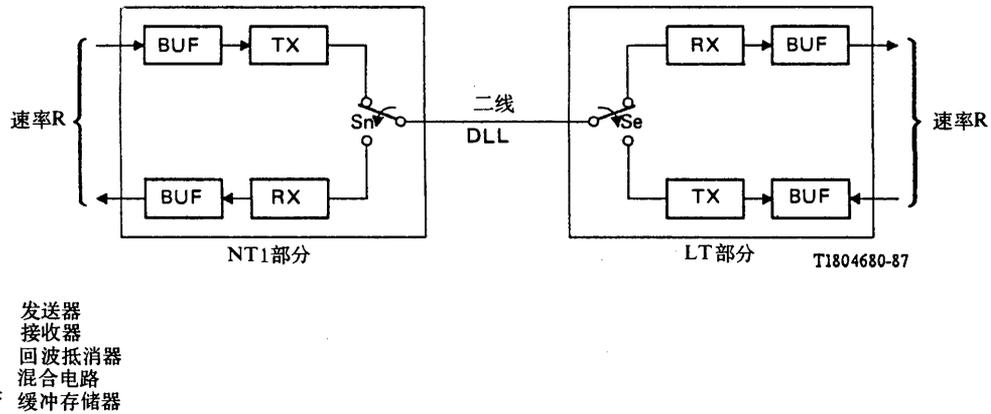


图 15/G.961
TCM 方法功能图

6 激活/解除激活

6.1 概述

建议 G. 960 规范了激活/解除激活程序的功能能力。传输系统必须满足建议 G. 960 规范的要求。特别地，它必须提供传递建议 G. 960 规定的支持这些程序所需的信号的能力。

6.2 信号的物理表示

在数字传输系统中所用的信号是与系统有关的，可在本建议的附件 A 和附录中找到。

7 运行和维护

7.1 运行和维护功能

建议 G. 960 规定了使用金属本地线路用于 ISDN 基本率接入的数字传输系统的运行和维护功能。

7.2 CL 通路

7.2.1 CL 通路的定义

这一通路由 LT 和 NT1 之间的数字传输系统双向传递，用于转送与数字传输系统和数字段的运行、维护以及激活/解除激活有关的信息。

7.2.2 CL 通路要求

有待进一步研究。

CL 通路应当支持的最小功能数量（任选的或必备的）有待进一步研究。

7.3 运行和维护链路的转移模式

有待进一步研究。

8 馈电

8.1 概述

本节涉及对 NT1、一个再生器（如果需要的话）的馈电以及按照建议 I. 430 在正常和受限情况对用户—网路接口的电源供给。

当采用激活/解除激活程序时，规定了在 NT1、再生器（如果需要的话）和 LT 的降功耗模式。

8.2 馈电选用方式

考虑了在正常和受限情况下馈电选用方式。为此，在 NT1 位置的交流电源故障之后进入一个受限情况。

a) 在正常情况下 NT1 馈电将使用下述方案之一来提供：

- 交流电源供电；
- 来自网路（或经过一个再生器，如果需要的话）的远供。

在两种情况下 NT1 可按照建议 I. 430 提供对用户—网路接口的供电。这一电源可从交流电源或从网路远供得到。

b) 在受限情况下 NT1 的馈电，当需提供时可使用下述任选源之一：

- 备用电池；
- 从网路（或经一个再生器，如果需要的话）的远供。

在两种情况下 NT1 可按建议 I. 430 向用户—网路接口提供电源。

选择馈电选用方式以便满足国内的规定。

8.3 馈电和恢复方法

两种馈电和恢复方法都是可行的并且说明于图 16/G. 961。

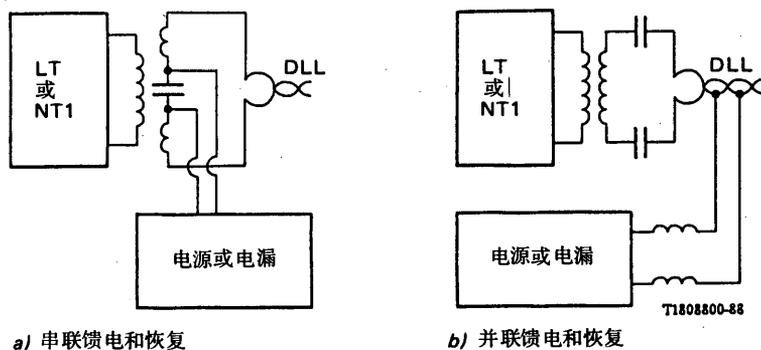


图 16/G.961
馈电和恢复方法

当连接 LT 和 NT1 的 DLL 上没有再生器时，对于图16/G. 961中的每一种情况，电源可以是一个电流有限的恒压源或者是一个电压有限的恒流源。

当存在有一个再生器时，图16/G. 961中的两种馈电和恢复方法仍然可用。但是，当在 LT 使用恒压源时，再生器的电源漏被并联到 DLL；而当在 LT 使用恒流源时，再生器的电源漏被串联到 DLL。由此得到的配置表示在图17/G. 961中。

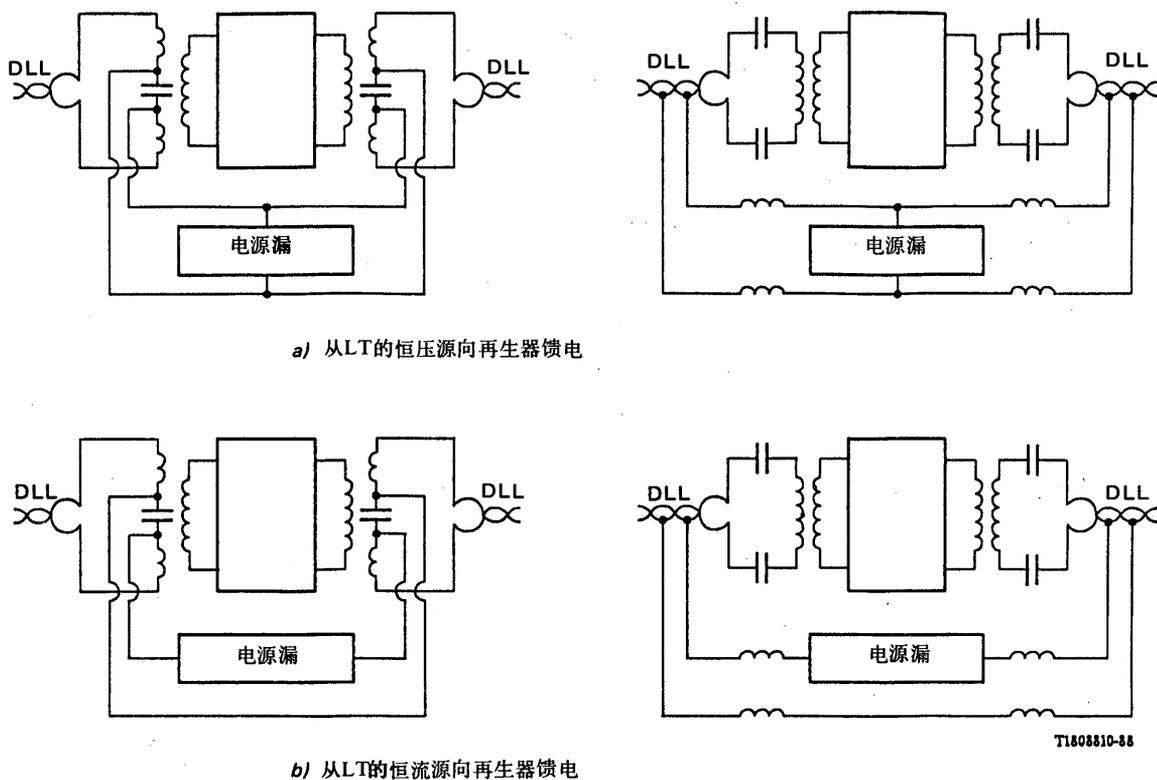


图 17/G. 961
再生器的供电

8.4 DLL 的电阻

这一参数是单个本地网的特定课题，因而在本建议范畴之外。它的最大值取决于 LT 的输出电压、NT1 和再生器（如果需要的话）的功耗以及用户—网路接口的供电安排。

8.5 润湿电流

在包括降功耗模式或 NT1 本地供电情况下，NT1 应提供一个允许最小润湿电流（其值须规定）流动的直流端口。

8.6 LT 方面的情况

电压源配置要有一个电流限值，而电流源配置则要有一个电压限值。这些值应考虑有关的 IEC 出版物和国内安全规则。

可以允许馈电电流的短时过载（在 NT1 的 DC/DC 变换器的电容充电情况下）。

8.7 NT1和再生器的电源要求

8.7.1 NT1的电源要求

- a) 激活状态,但无需对用户—网路接口馈电:须规定;
- b) 激活状态,包括如建议 I. 430规定的对用户—网路接口的受限供电:须规定;
- c) 激活状态,包括如建议 I. 430规定的对用户—网路接口的正常馈电:须规定;
- d) 降功耗模式:须规定。

8.7.2 再生器的电源要求

有待进一步研究。

8.8 电流过渡限值

NT1或再生器从网路吸收电流的变化率不应超过 $X\text{mA}/\mu\text{s}$ 。X 值须规定。

9 环境条件

9.1 气候条件

在 IEC 出版物 721—3 中找到可用于有气候防护和无气候防护的 NT1 和 LT 设备的气候图。类别的选择是国内的职责。

9.2 防护

9.2.1 绝缘

可明确 NT1 各点之间的绝缘:

- 线路接口和 T 参考点之间;
- 线路接口或 T 参考点与 AC 电源之间(这通常规定在 IEC 导则 105 和 IEC 出版物 950,但测试要求在各国内可能不同);
- 线路接口和 AC 电源保护地之间。

9.2.2 过压保护

- 对于 LT 符合建议 K. 12、K. 20。
- 对于 NT1 符合建议 K. 12、K. 21。

9.3 电磁兼容性

9.3.1 LT 或 NT1 设备辐射和传导发射电平的可接受性

这在本建议范畴之外,须考虑 CISPR 出版物 22 和国内的规则。

9.3.2 向线路输出的功率的限制

由于线路在高频处有限的纵向转换损耗以及根据 CISPR 出版物 22 和国内规则对辐射的限制,应限制输出功率。具体数值不属本建议的范畴。

附件 A

(附于建议 G.961)

关于电特性的附录的一般结构

A.0 电特性

数字传输系统的简要通用特性。

注 — 本附件的内容用作数字传输系统描述表示的一个导则而不拟限于将包括的任何系统。

A.1 线路码

两个传输方向的线路码是……，编码表将……

A.2 符号率

符号率由线路码、信息流的比特率和帧结构决定。符号率是……千波特。

A.2.1 时钟要求

A.2.1.1 NT1自由振荡时钟精度

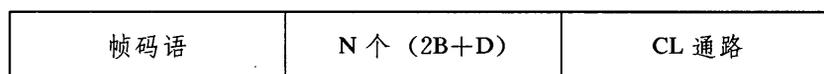
NT1自由振荡时钟精度应是±……ppm。

A.2.1.2 LT时钟容限

NT1和LT应接受来自ET的精度为±……ppm的时钟。

A.3 帧结构

帧结构包括一帧码语、N个(2B+D)和一个CL通路。



A.3.1 帧长

一帧中(2B+D)个时隙的倍数N是……

A.3.2 LT—NT1方向的比特分配

图A-1/G.961中给出了比特分配。

要针对每一种特定情况准备

图A-1/G.961

LT—NT1方向的比特分配

A. 3.3 NT1—LT 方向的比特分配

图 A-2/G. 961 中给出了比特分配。

要针对每一特定情况准备

图 A-2/G. 961
NT1—LT 方向的比特分配

A. 4 帧码语

帧码语被用来给 2B+D+CL 通路分配比特位置，但也可用于其它功能。

A. 4.1 LT—NT1 方向的帧码语

帧码语的码将是……

A. 4.2 NT1—LT 方向的帧码语

帧码语的码将是……

A. 5 帧定位程序

A. 6 复帧

为了使得 CL 通路的比特能在彼此相邻的多帧中分配，可采用复帧结构。帧码语决定了复帧的开始。复帧中的帧的总数是……

A. 6.1 在 NT1—LT 方向的复帧码语

复帧将由……辨别。

A. 6.2 在 LT—NT1 方向的复帧码语

复帧将由……辨别。

A. 7 LT—NT1 帧与 NT1—LT 帧之间的帧偏移

NT1 应根据收到的 LT 至 NT1 方向的帧来同步它的帧，并且将以一定的偏移来发送它的帧。

A. 8 CL 通路

A. 8.1 比特率

A. 8.2 结构

A. 8.3 规约和程序

A. 9 扰码

在 2B+D 通路上将采用扰码，扰码算法应如下：

- 在 LT 至 NT1 方向
- 在 NT1 至 LT 方向。

A.10 激活/解除激活

系统激活/解除激活程序包括被支持的选择方案和不被支持的选择方案的说明。
另见建议 G.960、§ 5。

A.10.1 用于激活的信号

用于激活/解除激活的信号 (SIG) 的清单和定义。

- 用于启动的信号 (CL 不可用);
- 在已经建立的帧中 CL 通路的比特。

A.10.2 内部定时器的规定

A.10.3 激活程序的说明 (对无误码情况基于箭头所指的顺序)

- 来自网路侧的激活;
- 来自用户侧的激活。

A.10.4 作为 INFO、SIG、内部定时器函数的 NT1 状态过渡表

环回和所支持的选择方案的说明以这样一种方式给出, 即可以清楚地辨别最起码的实现。

A.10.5 作为 FE、SIG、内部定时器的函数的 LT 状态过渡表

环回和所支持的选择方案的说明以这样一种方式给出, 即可以清楚地辨别最起码的实现。

A.10.6 激活时间

见建议 G.960、§ 5.5.1 和 § 5.5.2。

A.11 抖动

抖动容限拟用于保证建议 I.430 的限值可由本地线路上的传输系统的抖动限值支持。不论本地线路的长度如何, 也不论是否包括一个再生器, 只要它们都包括在传输媒介特性之内 (见 § 3), 那么均应满足下面给出的抖动限值。不论 B、D 及 CL 通路的比特图案如何, 限值均应满足。

A.11.1 NT1 输入信号抖动容限

对于叠加到测试信号源上在 F_1 Hz 至 F_3 kHz 范围内 ($F_3 = \frac{1}{4}F_6$, F_6 为符号率频率) 的单频抖动, NT1 应当满足图 A-3/G.961 指示的具有最大幅度 (J_1, J_2) 的漂动/抖动的性能指标。NT1 还应满足每日漂动峰—峰值达……UI 的漂动性能指标, 其中相位的最大变化率是……UI/小时。

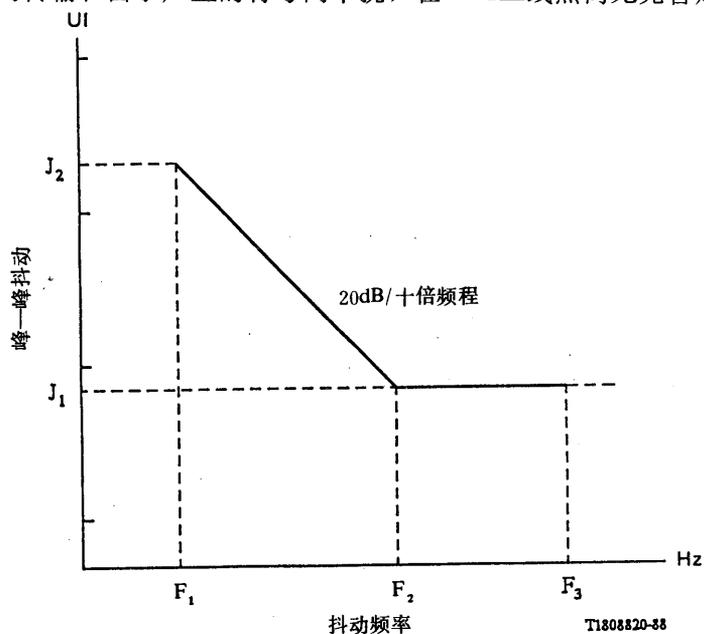
A.11.2 NT1 输出抖动限值

当在 NT1 输入信号上施加如 § A.11.1 规范的漂动/抖动, 在 NT1 朝着网路发送的信号上的抖动应与下述各点相符:

- a) 当以一个在 $M \cdot F_2$ Hz ($M \geq 1$) 以下具有 20dB/十倍频程的高通滤波器测量时, 抖动应等于或小于……UI 峰—峰值和小于……UI 有效值。
- b) 当用一个在 $N \cdot F_2$ Hz ($N \geq 2$) 之上具有 20dB/十倍频程滚降和在 $K \cdot F_1$ Hz ($K \ll 1$) 之下具有 20dB/十倍频程滚降的带通滤波器测量时, 相对于输入信号 (来自网路) 相位的输出信号相位的抖动不应超过……UI 峰—峰值或……UI 有效值。当在输入信号的相位上叠加如 § A.11.1 规定的一直到 F_2 Hz 的单频抖动时适用这一要求。

A. 11.3 抖动测量的测试条件

由于二线双向传输和由于严重的符号间干扰，在 NT1 二线点尚无完善定义的信号过渡可用。



注 — 建议了两种可能的解决方法:

- a) 在 NT1 提供一个测试点借助于一个未受干扰的信号来测量抖动。
- b) 规定将包含一个仿真本地线路的标准 LT 收发器作为一个测试仪表。

图 A-3/G. 961

NT1 输入信号的最低容许抖动

A. 12 NT1 和 LT 发送器输出特性

下述规范适用于负载阻抗为……的情况。

A. 12.1 脉冲幅度

最大脉冲的零至峰值标称幅度应为……V，容限应为±……%。

A. 12.2 脉冲形状

脉冲形状应满足图……的脉冲样板。

A. 12.3 信号功率

平均信号功率应在……dBm 至……dBm 之间。

A. 12.4 功率谱

功率谱密度的上限应在图……样板之内。

A. 12.5 发送器信号的非线性

这是对与理想脉冲高度的偏差及单个脉冲非线性的一种量度。
测量方法有待进一步研究。

A.13 发送器/接收器端口

A.13.1 阻抗

朝 NT1 或 LT 看去的标称输入/输出阻抗应分别为……

A.13.2 回损

阻抗的回损应大于图……中样板所示值。

A.13.3 纵向变换损耗

最小的纵向变换损耗应如下：

……kHz ……dB

……kHz ……dB

附录 I

(附于建议 G.961)

MMS 43 传输系统的电特性

I.1 线路码

对每一传输方向线路码是将4比特映射为具有+、0或-电平的三元符号的改进监控状态码 (MMS 43)。在图 I-1/G.961 中给出编码方案的细节。要注意在四个字母 S1……S4 的每一行内的数字给出了下一个4比特组编码须用的字母编号。位于左边的比特和符号是首先被发送或接收的比特和符号。

	S1	S2	S3	S4
0001	0 - + 1	0 - + 2	0 - + 3	0 - + 4
0111	- 0 + 1	- 0 + 2	- 0 + 3	- 0 + 4
0100	- + 0 1	- + 0 2	- + 0 3	- + 0 4
0010	+ - 0 1	+ - 0 2	+ - 0 3	+ - 0 4
1011	+ 0 - 1	+ 0 - 2	+ 0 - 3	+ 0 - 4
1110	0 + - 1	0 + - 2	0 + - 3	0 + - 4

1001	+ - + 2	+ - + 3	+ - + 4	- - - 1
0011	0 0 + 2	0 0 + 3	0 0 + 4	- - 0 2
1101	0 + 0 2	0 + 0 3	0 + 0 4	- 0 - 2
1000	+ 0 0 2	+ 0 0 3	+ 0 0 4	0 - - 2
0110	- + + 2	- + + 3	- + + 2	- - + 3
1010	+ + - 2	+ + - 3	+ - - 2	+ - - 3
1111	+ + 0 3	0 0 - 1	0 0 - 2	0 0 - 3
0000	+ 0 + 3	0 - 0 1	0 - 0 2	0 - 0 3
0101	0 + + 3	- 0 0 1	- 0 0 2	- 0 0 3
1100	+ + + 4	- + - 1	- + - 2	- + - 3

注 — 接收到的三元码组000被解码为二元0000。

图 I-1/G.961

MMS43码

I.2 符号率

符号率是120千波特。

I.2.1 时钟符号要求

I.2.1.1 NT1自由振荡时钟精度

自由振荡的 NT1时钟容差是 ± 100 ppm。

I.2.1.2 LT时钟容差

在 LT 提供的时钟信号的容差是 ± 1 ppm。

I.3 帧结构

每帧包含帧码语、2B+D 数据和 CL 通路。可采用复帧。

I.3.1 帧长

每帧长为120个三元符号，对应1ms。每帧有108个符号（对应144比特）运载2B+D 数据。

I.3.2 LT 至 NT1的符号分配

LT 至 NT1方向每帧120个符号使用如下：

- 符号1至84： 2B+D；
- 符号85： CL 通路；
- 符号110至120： 帧码语。

I.3.3 NT1至 LT 的符号分配

NT1至 LT 方向帧结构与 LT 至 NT1方向相同。

NT1发送的帧同步于所收到的来自 LT 的帧。

I.4 帧码语

I.4.1 LT 至 NT1方向的帧码语

LT 至 NT1方向帧码语是：

+++---+---+

I.4.2 NT1至 LT 方向的帧码语

NT1至 LT 方向帧码语是：

-+---+---+++

I.5 帧定位程序

如果在紧接着连续4帧的相同位置上已经识别出帧码语，就认为传输系统已同步。如果在连续60~200个帧期间检出的帧位置并不与期望的位置一致，就认为失步。

I.6 复帧

不用。

I.7 NT1的帧偏移

在 NT1的线路口，由 NT1发出的帧码语出现在其输入口收到的帧码语之后 60 ± 1 个符号（0.5ms），这是

在每一帧码语的第一个符号间测量的。

I.8 CL 通路

I.8.1 比特率

CL 通路（维护通路）比特率是1 kbit/s。

I.8.2 结构

对透明的消息未规定特定的结构。

I.8.3 规约和程序

CL 通路的透明消息采用线路信号的 CL 符号的“0”和“-”极性。“0”和“+”极性则用于请求在 NT1 或中间中继器内环回 2B+D。CL 通路的透明使用可能使这些环回指令失效。

I.9 扰码

为了减少输入和被发送的符号间相关性而采用扰码。扰码仅用于 2B+D 通路。

NT1 至 LT 方向和 LT 至 NT1 方向的扰码多项式是不同的。

— 在 LT 至 NT1 方向： $1 \oplus x^{-5} \oplus x^{-23}$

— 在 NT1 至 LT 方向： $1 \oplus x^{-18} \oplus x^{-23}$

其中， \oplus 是模2和而 x^{-k} 是延迟 k 个符号间隔的被扰码数据。

I.10 激活/解除激活

为能够运行于降电源功耗状态，特别是在 NT1 由 LT 经本地线路供电的情况下，需提供激活/解除激活。使用一个 7.5kHz 的突发信号可以从两端启动激活离开降功耗状态。通过对这些突发选择适当的持续和重复率来处理碰撞。

线路系统的程序支持建议 I.430 规定的 T 参考点的呼叫控制程序，还支持 CCITT 建议 I.603 规定的环路 1（在 LT）、1A（在再生器）和 2（在 NT1）的运用。环路是透明的。

如同建议 I.430 规定那样，定时器 1 和定时器 2 被设置如下：

— 定时器 1 在 ET 第 1 层或在 ET 内，

— 定时器 2 在 NT1 内。

即使在没有 TE 连到 T 参考点的接口的情况下，为了维护例如误码性能监控等的目的而激活线路系统是可能的。

当线路系统同步于 LT 至 NT1 方向时就开始在 T 参考点的接口上传送 INFO 2。

I.10.1 用于激活的信号

在穿过本地线路的激活/解除激活期间为提供控制/指示进程的手段，使用下述信号元：

SIG 0 NT1 至 LT 和 LT 至 NT1

没有信号。

SIG 1W NT1 至 LT

叫醒信号（7.5kHz 单音）；通知本地交换局第 1 层实体须进入加电状态并提供对线路系统和 T 参考点的接口的激活。

在收到 SIG 2W 时，SIG 1W 信号还被用作叫醒证实信号。

SIG 2W LT 至 NT1

叫醒信号（7.5kHz 单音）；通知 NT1 须进入加电状态并准备同步于从 LT 来的输入信号。

在收到 SIG 1W 时，SIG 2W 还用作叫醒证实信号。

SIG 1	NT1至 LT 包含定帧信息并允许 LT 接收器同步的信号。它向 LT 发出 NT1已同步于 SIG 2的通知。
SIG 2	LT 至 NT1 包含定帧信息并允许 NT1的接受器同步的信号。
SIG 1A	NT1至 LT 类似于 SIG 1但不含定帧信息的信号。
SIG 3	NT1至 LT 包含定帧信息并允许 LT 接收器同步的信号。它向 ET 表明在 T 参考点的接口同步于两个传输方向（除了在环路2和1A 情况以外）。
SIG 4H	LT 至 NT1 要求 NT1在两个传输方向确立完全的第1层信息转移能力的信号。
SIG 4	LT 至 NT1 包含定帧信息和 B 及 D 通路上的运行数据的信号。
SIG 5	NT1至 LT 包含定帧信息和 B 及 D 通路上的运行数据的信号。
SIG 2-L2	LT 至 NT1 类似于 SIG 2且包含一个环路2请求的信号。
SIG 4H-L2	LT 至 NT1 要求 NT1运用环路2并确立在 LT 至 TE 方向的第1层信息转移能力（透明环路2）的信号。
SIG 4-L2	类似于 SIG 4且包含一个环路2请求信息的信号。

除 SIG 1W 和 SIG 2W 外的所有 SIG 均是连续信号。叫醒信号 SIG 1W 和 SIG 2W 仅在一个特定时间周期内发送，如未收到证实信号还可以重复。重复时间以这样的方式来规定，即要保证与正常激活程序的适当互通。

环回请求是使用 CL 通路来传送的。所有其它 SIG 不要求使用 CL 通路。

对除 SIG 0、SIG 1W、SIG 2W 和 SIG 1A 外的所有 SIG 信号均提供了 CL 通路。

I. 10.2 内部定时器的定义

在状态过渡表和箭头指向图中使用了下述内部定时器：

- Tn1 = 13ms: 监视从 LT 来的 SIG 2W 叫醒信号的重复所用的定时器
- T11 = 7ms: 监视从 NT1来的 SIG 1W 叫醒信号的重复所用的定时器
- T12 = 1ms: 规定 SIG 4H 和 SIG 4H-L2持续的定时器
- T13 = 1ms: 此定时器保证在非故障情况下 PH-AI 原语先通到 TE 然后通到 LT/ET。这保护了来自网路侧第层的第一个帧（第3层—SETUP 消息）。
- T14 = 12ms: 用于在环路1被请求时启动 SIG 2传输的定时器。
- T15 = 0.1……1s: 监视解除激活程序的定时器（在 ET 内）。

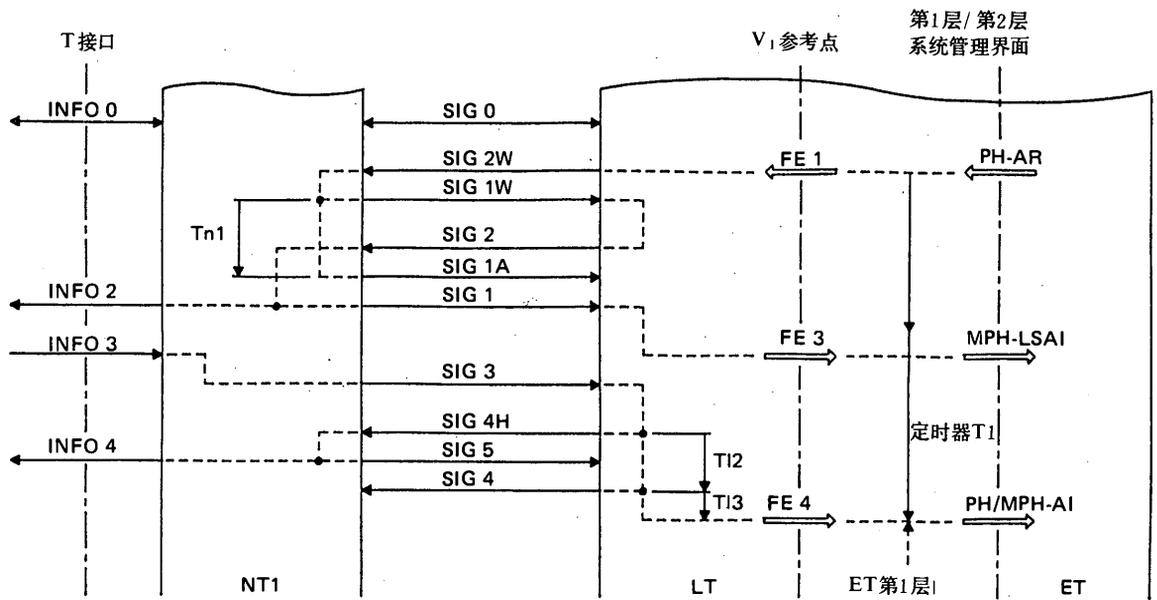
I. 10.3 激活程序描述

在图 I-2/G. 961中描述了在排故障情况下的激活/解除激活程序。

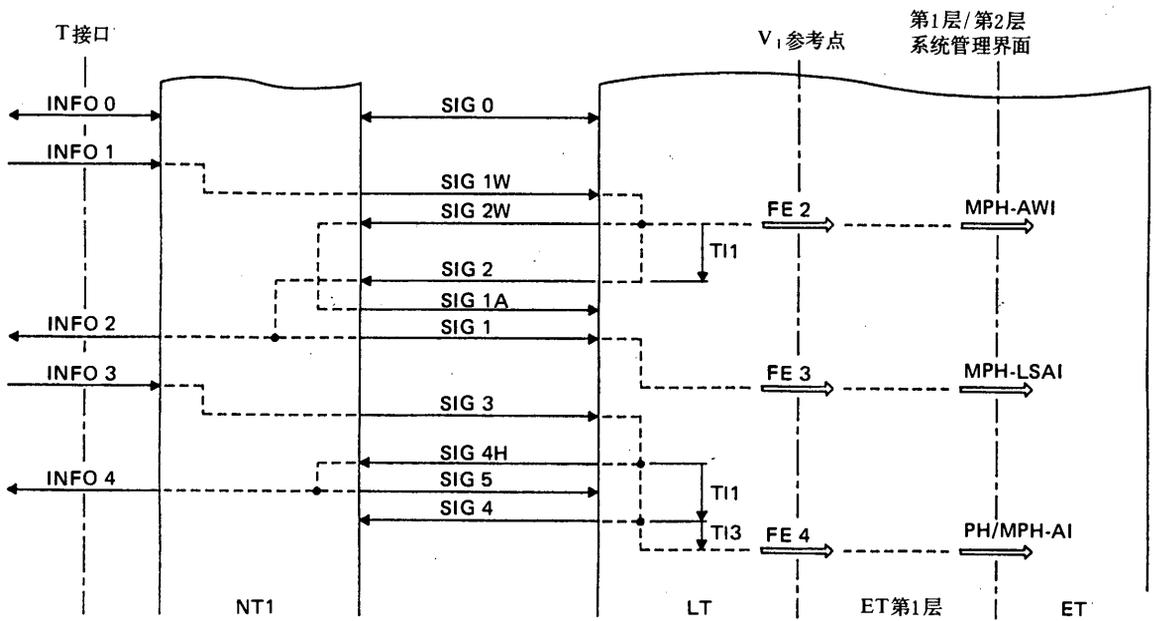
定时器 T1（位于 ET 第1层内）和定时器 T2（位于 NT1内）与规范在建议 I. 430中的相同；功能元（FE）规定在建议 G. 961、§ 5. 4. 1. 3中，建议 G. 960、§ 5. 4. 2. 2和 § 5. 4. 2. 3中则规定了原语。

I. 10.4 NT1状态过渡表

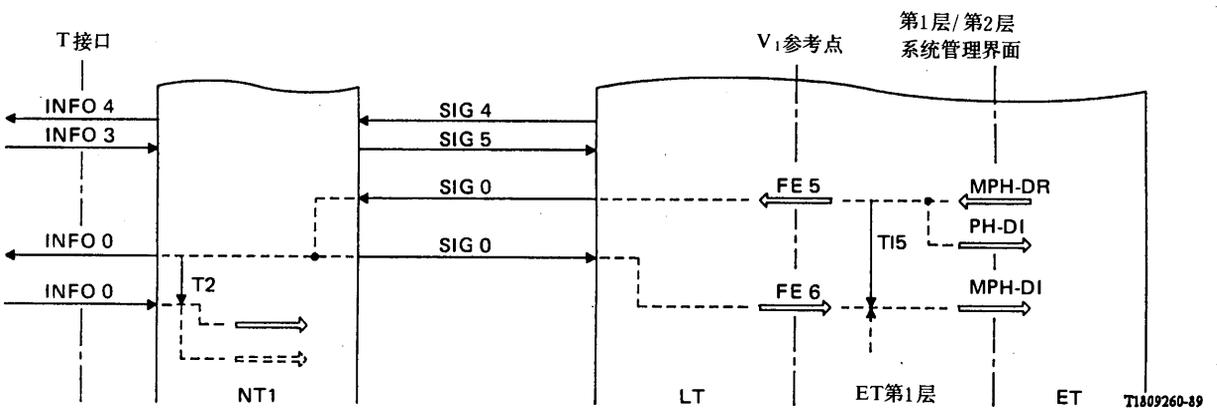
NT1状态过渡表描述于表 I-1/G. 960中，表示了 T 参考点的接口上的 INFO 信号与线路系统上的 SIG 信号的相互关系。



a) 来自网路侧的激活



b) 来自用户侧的激活



c) 解除激活

图 I-2/G. 961

激活/解除激活程序：箭头指向图（非故障状态）

表 I-1/G. 961
NT1状态过渡表

状态	NT 1.1	NT 1.2	NT 1.3	NT 1.4	NT 1.5	NT 1.6	NT 1.7	NT 1.8	NT 1.9	NT 1.10	NT 2.1	NT 2.2
接收信号 \ 发送信号	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 2	INFO 4	INFO 0	INFO 2	INFO X (注2)	INFO 2	INFO 4 (注4)
	SIG 0	SIG 1W	SIG 1W	SIG 1A	SIG 1	SIG 3	SIG 5	SIG 0	SIG 5	SIG 0 (注3)	SIG 3	SIG 5 (注5)
INFO 0	-	-	-	-	-	-	NT 1.9	NT 1.1	-	-	-	-
INFO 1	NT 1.2	-	-	-	-	-	/	-	-	/	-	/
INFO 3	/	/	/	/	NT 1.6	-	-	-	NT 1.7	/	-	-
SIG 0	-	-	-	ST.T2; NT 1.8	ST.T2; NT 1.8	ST.T2; NT 1.8	ST.T2; NT 1.8	-	ST.T2; NT 1.8	ST.T2; NT 1.8	ST.T2; NT 1.8	ST.T2; NT 1.8
SIG 2W	ST. TN1; NT 1.3	NT 1.4	/	/	/	/	/	-	/	/	/	/
SIG 2	/	-	-	NT 1.5	-	-	/	/	/	/	NT 1.6 或 -	/
SIG 4H	/	/	/	/	/	NT 1.7	-	/	/	/	NT 1.7	/
SIG 4	/	/	/	/	/	/	-	/	-	-	/	NT 1.7
T2计满 (注1)	-	-	-	-	-	-	-	NT 1.1	-	-	-	-
T接口帧失步	/	/	/	/	/	-	NT 1.9	-	-	-	/	/
线路系统帧失步	/	/	/	/	NT 1.10	NT 1.10	NT 1.10	/	NT 1.10	-	NT 1.10	NT 1.10
内定时器T _{n1} 计满	/	/	NT 1.4	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 I-1/G.961 (续)

状态	NT 1.1	NT 1.2	NT 1.3	NT 1.4	NT 1.5	NT 1.6	NT 1.7	NT 1.8	NT 1.9	NT 1.10	NT 2.1	NT 2.2
发送信号 接收信号	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 2	INFO 4	INFO 0	INFO 2	INFO X (注2)	INFO 2	INFO 4 (注4)
	SIG 0	SIG 1W	SIG 1W	SIG 1A	SIG 1	SIG 3	SIG 5	SIG 0	SIG 5	SIG 0 (注3)	SIG 3	SIG 5 (注5)
SIG 2-L2	/	-	-	NT 2.1	NT 2.1 或 -	NT 2.1 或 -	/	/	/	/	-	/
SIG 4H-L2	/	/	/	/	/	NT 2.2	-	/	/	/	NT 2.2	-
SIG 4-L2	/	/	/	/	/	/	NT 2.2	/	NT 2.2	NT 2.2	/	-

— 没有状态变化。

/ 根据对等物理层程序规定或系统内部的原因是不可能的。

ST. Tx; NTy 启动定时器 x; 进入状态 NTy。

注 1 — 定时器 T2 如建议 I.430 规定。

注 2 — INFO X: 不带定帧信息的信号, 即二进“零”。

注 3 — 允许在 LT 侧产生一个错误指示的任何其他信号, 特别是失步和过大误码率。

注 4 — D 回波比特被置为二进“零”。

注 5 — B 和 D 通路被环回至网路侧。

使用了下述状态：

- NT 1.1 解除激活状态，（低功耗模式）。没有信号被传送。
- NT 1.2 NT1一旦收到来自用户侧的 INFO 1信号就向 LT 发叫醒信号 SIG 1W，并等待接收来自 LT 的叫醒证实信号 SIG 2W。
- NT 1.3 NT1一旦收到叫醒信号 SIG 2W 就用 SIG 1W 响应，如果没有收到来自 LT 的新的叫醒信号 SIG 2W，NT1 定时器 Tn1 计时到期就开始传送 SIG 1A。
- NT 1.4 在完成叫醒程序之后，NT1 等待 SIG 2 以便同步它的接收器。
- NT 1.5 网路侧的接受器被同步。NT1 发送 SIG 1 给 LT 并且发送 INFO 2 给用户侧以便开始对 T 参考点处接口的激活。它等待接收 INFO 3。
- NT 1.6 T 参考点处接口在两个传输方向均同步。NT1 向 LT 发送 SIG 3 并等待接收 SIG 4H。
- NT 1.7 NT1 完全激活并向用户侧发送 INFO 4 和向 LT 发送 SIG 5。B 和 D 通路可使用。
- NT 1.8 待解除激活状态。NT1 向用户侧发送 INFO 0 以便解除激活 T 参考点的接口并且向 LT 发送 SIG 0。它等待接受 INFO 0 或者等待定时器 T₂ 计时到期以便进入状态 NT 1.1。
- NT 1.9 一旦在 T 接口失去信号或失去定帧就进入这一状态。按照表 4/L. 430 的注 3，没有指示被送至 LT。
- NT 1.10 一旦线路侧失去定帧即进入此状态。一个指示被送到用户侧（INFO X）和网路侧（SIG 0）。在环路 2 被请求时下述状态支持激活：
 - NT 2.1 网路侧的接收器被同步。NT1 向 LT 发送 SIG 3 和向用户侧（透明环路）发送 INFO 2。它等待接收来自 LT 的 SIG 4H-L2。
 - NT 2.2 NT1 完全激活并向用户侧（透明环路）发送 INFO 4 和向 LT 发送 SIG 5。环路 2 被运用，接收到的数据 2B+D 被送到 LT。

I. 10.5 LT 状态过渡表

LT 状态过渡表描述于表 I-2/G. 961 中，表示了线路系统的 SIG 信号与 V₁ 参考点上的功能元（FE）的相对关系。

使用下述状态：

- LT 1.1 解除激活状态。没有信号被传送。
- LT 1.2 一旦收到叫醒信号 SIG 1W，LT 就以 SIG 2W 响应，如果没有收到来自 NT1 的叫醒信号 SIG 1W，定时器 T11 计时到期就开始传送 SIG 2。
- LT 1.3 一旦收到 FE 1，LT 向 NT1 发送叫醒信号 SIG 2W，并等待来自 NT1 的叫醒证实信号 SIG 1W。
- LT 1.4 LT 向 NT1 发送 SIG 2 并等待接收 SIG 1 或 SIG 3 以便同步它的接收器。当 LT 已经同步并已检出 SIG 1 时，它发出 FE 3。
- LT 1.5 线路传输系统在两个传输方向均同步。LT 等待接收 SIG 3。
- LT 1.6 线路传输系统和 T 参考点处接口在两个传输方向均同步。LT 发送 SIG 4H 一直到定时器 T12 计时到期。
- LT 1.7 完全激活状态。LT 向 NT1 发送 SIG 4 并送出 FE 4。B 和 D 通路完全可使用。
- LT 1.8 等待解除激活状态。LT 向 NT1 发送 SIG 0 以便解除激活线路系统和 T 参考点的接口。它等待接收 SIG 0 以便进入状态 LT 1.1 和发出 FE 6。

表1-2/G.961
LT 状态过渡表

状态	LT 1.1	LT 1.2	LT 1.3	LT 1.4	LT 1.5	LT 1.6	LT 1.7	LT 1.8	LT 2.1	LT 2.2	LT 2.3	LT 2.4
发送信号 接收信号	SIG 0	SIG 2W	SIG 2W	SIG 2	SIG 2	SIG 4H	SIG 4	SIG 0	SIG 2W	SIG 2	SIG 4H	SIG 4
FE 1	LT 1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FE 5	:	LT 1.8	LT 1.8	LT 1.8	LT 1.8	LT 1.8	LT 1.8	-	LT 1.8	LT 1.8	LT 1.8	LT 1.8
SIG 0	-	-	-	-	FE 7; -	FE 7; -	FE 7; -	FE 6; LT 1.1	-	-	-	-
SIG 1W	ST.T11, FE 2; LT 1.2	:	LT 1.4	/	/	/	/	-	-	/	/	/
SIG 1	/	/	/	FE 3; LT 1.5	-	/	/	-	/	-	-	-
SIG 3	/	/	/	ST.T12; LT 1.6	ST.T12; LT 1.6	-	-	-	/	-	-	-
内定时器T11计满	-	LT 1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
内定时器T12计满	-	-	-	-	-	FE 7; LT 1.4	-	-	-	-	FE 4; LT 2.4	-
线路系统帧失步	/	/	/	/	FE 7; -	FE 7; -	FE 7; -	-	/	/	/	/

表1-2/G. 961 (续)

状态	LT 1.1	LT 1.2	LT 1.3	LT 1.4	LT 1.5	LT 1.6	LT 1.7	LT 1.8	LT 2.1	LT 2.2	LT 2.3	LT 2.4
发送信号 接收信号	SIG 0	SIG 2W	SIG 2W	SIG 2	SIG 2	SIG 4H	SIG 4	SIG 0	SIG 2W	SIG 2	SIG 4H	SIG 4
FE 4	ST.T14; LT 2.1	-	LT 2.2 或 -	LT 2.2 或 -	LT 2.2 或 -	-	-	LT 2.1	:	:	:	:
内定时器T14计满	-	-	-	-	-	-	-	-	LT 2.2	-	-	-
接收同步于被环回的信号	/	/	/	-	-	-	-	-	/	ST.T12; LT 2.3	-	-

— 没有状态变化。

/ 根据对等物理层程序的规定或系统内部的原因是不可能的。

: 根据物理层的规定是不可能的。

a, b; LTx 实现措施/发出消息 a 和 b; 进入状态 LTx。

ST. Tx 启动定时器 Tlx。

当请求环路1时下述状态支持激活:

- LT 2.1 一旦收到 FE 9, LT 就向 NT1发送叫醒信号 SIG 2W (透明环路), 并当定时器 T14计时到期时启动 SIG 2的传输。
 - LT 2.2 LT 已经运行在环路1并使它的接收器同步于被环回的信号。
 - LT 2.3 LT 发送 SIG 4H 直到定时器 T12计满。
 - LT 2.4 LT 完全激活并向 NT1发送 SIG 4 (透明环路), 环路1被运行。
- LT 状态过渡表不受环路2和环路1A 请求的影响。对应的控制信号通过通路 C_{v1}和 CL 被传递。

I. 10.6 激活时间

激活时间的定义见建议 G. 960、§ 5.5。

- a) 在解除激活之后立刻发生激活的最大激活时间:
 - 没有再生器: 210ms。
 - 有再生器: 420ms。
- b) 在线路首次加电后发生的激活的最长时间:
 - 没有再生器: 1.5s。
 - 有再生器: 3s。

I. 11 抖动

抖动容限应保证不超过抖动的最大网路限值 (见建议 G. 823)。

此外, 本地线路上的传输系统的抖动限值应当支持建议 I. 430的限值。

不论本地线路的长度如何以及是否包含中继器, 只要它们包括在传输媒介特性 (见 § 3) 之内, 均应满足下面给出的抖动限值。也不论所传信号如何均应满足这些限值。适当的测试序列有待进一步研究 (见建议 G. 823、§ 4)。

I. 11.1 最大容许输入抖动限值

NT1输入口抖动幅度应受图 I-3/G. 961给出的样板限制。

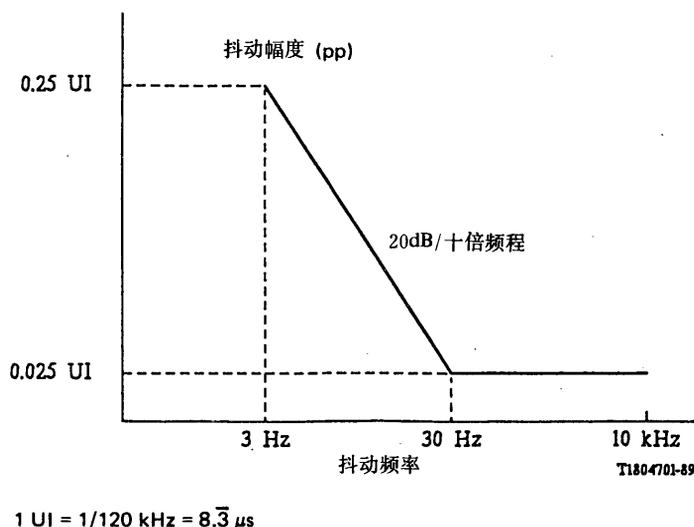


图 I-3/G. 961

最低容许正弦输入抖动

I. 11.2 NT1无输入抖动时的输出抖动

当使用截止频率为30Hz的高通滤波器测量时,NT1输出口的抖动应不超过0.02 UIpp。当不用滤波器时,抖动应不超过0.1 UIpp。

I. 11.3 定时抽取抖动

NT1的输出抖动应紧密跟随输入抖动。因此,NT1的抖动转移函数在3Hz至30Hz频率范围内应小于±1dB。

I. 11.4 用于抖动测量的测试条件

有待进一步研究。

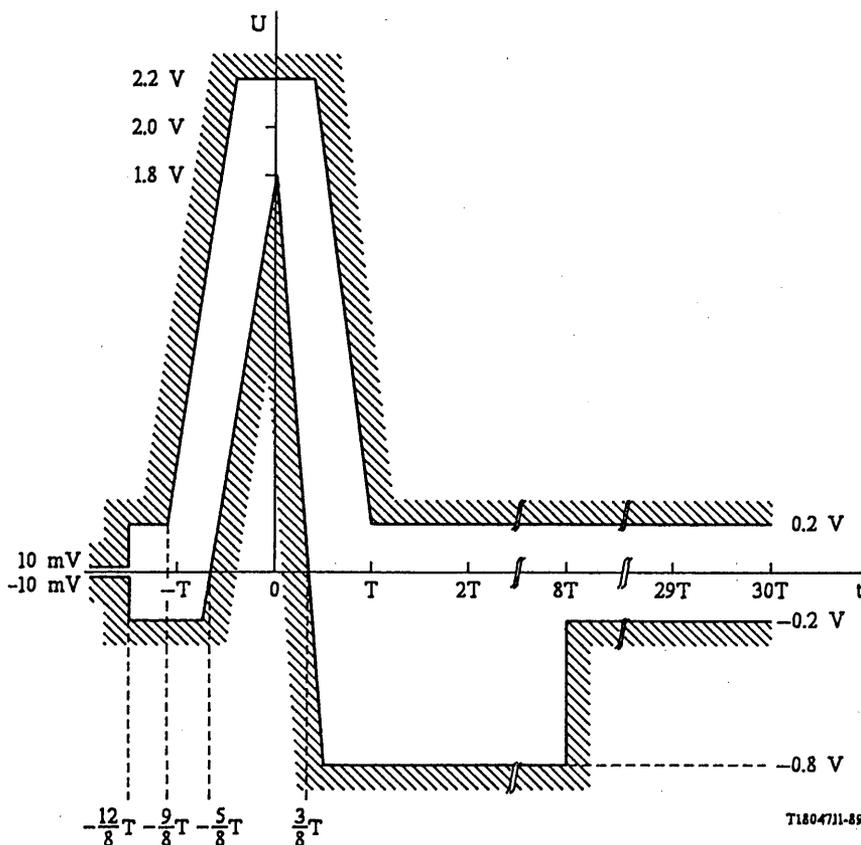
I. 12 发送器输出特性

I. 12.1 脉冲幅度

在150欧姆负载阻抗的条件下,发送的单脉冲幅度应为 $2V \pm 0.2V$ 。

I. 12.2 脉冲形状

发送的单脉冲形状应符合图 I-4/G. 961中给出的样板。



$$T = \frac{1}{120 \text{ kHz}} = 8.3 \mu\text{s}$$

图 I-4/G. 961
用于发送单脉冲的脉冲样板

I. 12.3 信号功率

未规范。

I. 12.4 功率谱

应根据图 I-5/G. 961限制功率谱密度的上限。

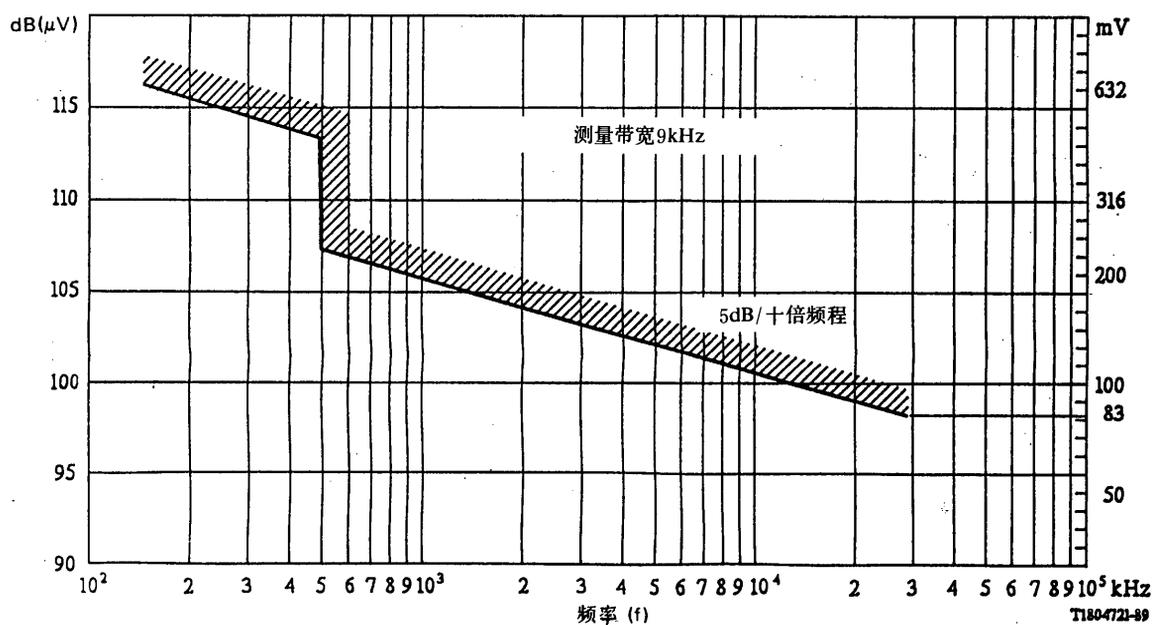


图 I-5/G. 961
发送功率谱限值

I. 12.5 发送器信号的非线性

未规范。

I. 13 发送器/接收器端口

I. 13.1 阻抗

NT1和 LT 的标称输出/输入阻抗应是150欧姆。

I. 13.2 反射损耗

NT1或 LT 相对150欧姆 \pm 1%测得的反射损耗应超过图 I-6/G. 961所给的限值。

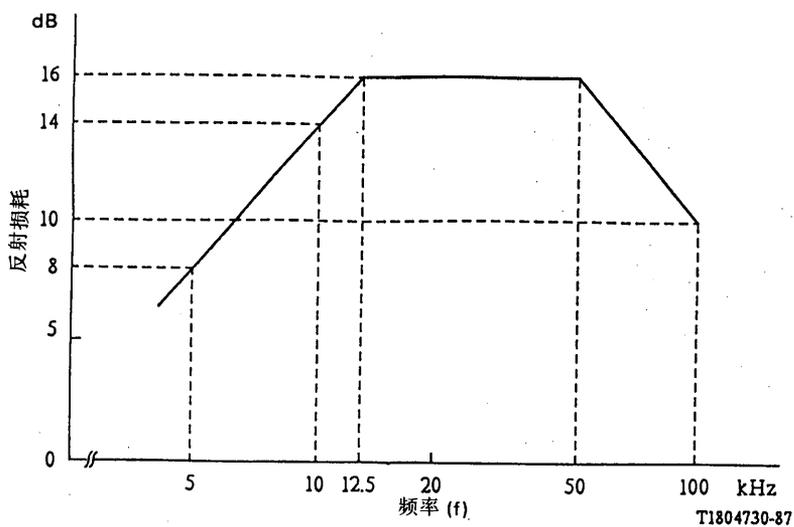


图 I-6/G.961
NT1和LT的反射损耗

I.13.3 纵向变换损耗

LT 和 NT1的线路接口处的纵向变换损耗应超过图 I-7/G.961所给的限值。

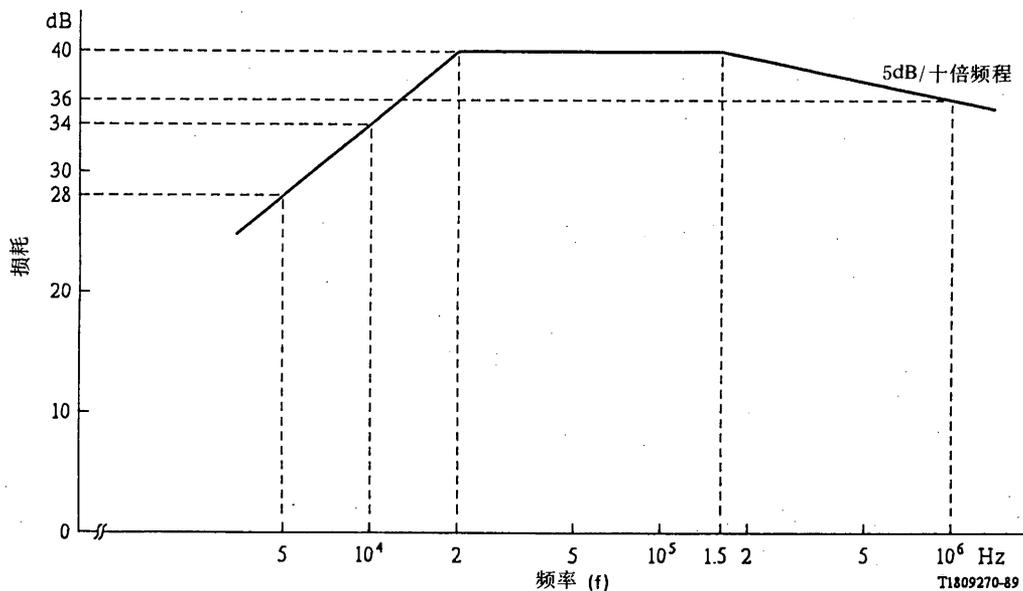


图 I-7/G.961
纵向变换损耗

附录 I

(附于建议 G. 961)

2B1Q 传输系统的电特性

I.1 线路码

线路码应是2B1Q (2个二进, 1个四进)。这是一个4电平码且无冗余度。

从 T 参考点的接口进入 NT1 (或从 ET 进入 LT) 的比特流应成组为比特对以便转换为被称作四元组的四电平符号。图 I-1/G. 961表示了 B 和 D 通路的比特与四元组的关系。B 和 D 通路比特在编码前被扰码。CL 通路的 M_1 到 M_6 比特以同样的方法被组对、编码和扰码。

数据	时间→								
	B ₁				B ₂				D
比特对	$b_{11}b_{12}$	$b_{13}b_{14}$	$b_{15}b_{16}$	$b_{17}b_{18}$	$b_{21}b_{22}$	$b_{23}b_{24}$	$b_{25}b_{26}$	$b_{27}b_{28}$	d_1d_2
四元组 # (相对)	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9
# 比特	8				8				2
# 四元组	4				4				1

b_{11} 在 T 参考点收到的 B₁ 八字节的第一比特

b_{18} 在 T 参考点收到的 B₁ 八字节的最后比特

b_{21} 在 T 参考点收到的 B₂ 八字节的第一比特

b_{28} 在 T 参考点收到的 B₂ 八字节的最后比特

d_1d_2 连续的 D 通路比特

(d_1 是在 T 参考点收到的比特对中第一比特)

q_1 相对于给定的 18 比特 2B+D 数据场开始的第 1 个四元组。

注 — 每 1.5ms 的基本帧有 12 个 2B+D 的 18 比特场

图 I-1/G. 961

2B+D 比特场的 2B1Q 编码

在二进数据流中每一个连续对的扰码比特被转换为需从发送器输出的四元符号，规范如下：

第一比特 (符号)	第二比特 (幅度)	四元符号 (四元组)
1	0	+3
1	1	+1
0	1	-1
0	0	-3

在接收器，通过翻转上表将四元符号转换为比特对，解扰并构成表示 B 和 D 通路及 CL 通路的比特流，其中 CL 通路包含用于维护和其他目的的 M 比特。通过翻转图 I-1/G.961 中的关系适当设置 B 和 D 通路的比特。

I.2 线路波特率

线路符号率是80千波特。

I.2.1 时钟容差

I.2.1.1 NT1时钟容差

自由振荡的 NT1时钟容差是±100 ppm。

I.2.1.2 LT 时钟容差

在 LT 提供的时钟容差是±5 ppm。

I.3 帧结构

一个帧应是在标称1.5ms 间隔内传送的120个四元符号。每帧包含图 I-2/G.961所示的帧码语、2B+D 数据和 CL 通路比特。

帧	← 1.5ms →		
	FW/IFW	$12 \times (2B+D)$	CL
功能	帧码语	2B+D	开销
# 四元组	9	108	3
四元组位置	1~9	10~117	118~120
# 比特	18	216	6
比特位置	1~18	19~234	235~240

四元组 四元符号=1波特
 -3、-1、+1、+3 符号名称
 2B+D 用户数据通路 B₁、B₂和 D
 FW 帧码语 (9个符号码) = +3 +3 -3 -3 -3 +3 -3 +3 +3
 IFW 翻转 (或互补) 帧码语 = -3 -3 +3 +3 +3 -3 +3 -3 -3
 CL M 通路比特 M₁~M₆

注 — NT1至网路方向的帧相对网路至 NT1方向的帧偏离60±2个四元组。

图 I-2/G.961
2B1Q 传输系统帧结构

I.3.1 帧长

帧内2B+D 时隙数是12。每时隙含18比特。

I.3.2 在 LT—NT1方向的比特分配

在图 I-1/G.961和 I-2/G.961中表示了帧的比特分配。

I.3.3 在 NT1—LT方向的比特分配

见 § I.3.2。

I.4 帧码语

帧码语用于确定 B、D 和 CL 通路的比特位置。它还可用于波特同步。

I.4.1 在 LT—NT1方向的帧码语

在一个复帧中除了第一帧外的所有帧的帧码语的码应是：

$$FW = +3 +3 -3 -3 -3 +3 -3 +3 +3$$

一个复帧的第一帧的帧码语的码应是一个反转帧码语 (IFW)：

$$IFW = -3 -3 +3 +3 +3 -3 +3 -3 -3$$

I.4.2 在 NT1—LT方向的帧码语

见 § I.4.1。

I.5 帧定位程序

未规范。

I.6 复帧

为了能够在多于一帧范围内分配 CL 通路比特而采用复帧。由反转帧码语 (IFW) 决定复帧的开始。复帧内的帧数是8。

I.6.1 在 NT1—LT方向的复帧码语

见 § I.4.1。

I.6.2 在 LT—NT1方向的复帧码语

见 § I.4.1。

I.7 LT—NT1与 NT1—LT的帧之间的帧偏移

NT1应当用收到 (LT—NT1方向) 的帧来同步发送的帧。发送帧相对于收到的帧的偏移应为 60 ± 2 个四元符号 (即约 0.75ms)。

I.8 CL 通路

I.8.1 比特率

CL 通路的比特率是 4 kbit/s。

I.8.2 结构

一个复帧中有 48 个比特被用于 CL 通路，且视为 M 比特。

每复帧中 24 个比特 (2 kbit/s) 被分配给一个内嵌运行通路 (EOC)，它支持网路与 NT1 间运用通信的需要。

每复帧中 12 个比特 (1 kbit/s) 被分配给循环冗余校核 (CRC) 功能。

每复帧中 12 个比特 (1 kbit/s) 被分配给如图 I-3/G.961 所示的其它功能和备用比特。

		定帧	2B + D	CL (开销) 比特 M ₁ - M ₆					
四组位置		1-9	10-117	118s	118m	119s	119m	120s	120m
比特位置		1-18	19-234	235	236	237	238	239	240
复帧 #	基本帧 #	帧码语	2B + D	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆
LT to NT1									
A	1	IFW	2B + D	EOC _{a1}	EOC _{a2}	EOC _{a3}	ACT	1	1
	2	FW	2B + D	EOC _{dm}	EOC _{i1}	EOC _{i2}	DEA	1	FEBE
	3	FW	2B + D	EOC _{i3}	EOC _{i4}	EOC _{i5}	1	CRC ₁	CRC ₂
	4	FW	2B + D	EOC _{i6}	EOC _{i7}	EOC _{i8}	1	CRC ₃	CRC ₄
	5	FW	2B + D	EOC _{a1}	EOC _{a2}	EOC _{a3}	1	CRC ₅	CRC ₆
	6	FW	2B + D	EOC _{dm}	EOC _{i1}	EOC _{i2}	1	CRC ₇	CRC ₈
	7	FW	2B + D	EOC _{i3}	EOC _{i4}	EOC _{i5}	1	CRC ₉	CRC ₁₀
	8	FW	2B + D	EOC _{i6}	EOC _{i7}	EOC _{i8}	1	CRC ₁₁	CRC ₁₂
B, C, ...									
NT1 to LT									
1	1	IFW	2B + D	EOC _{a1}	EOC _{a2}	EOC _{a3}	ACT	1	1
	2	FW	2B + D	EOC _{dm}	EOC _{i1}	EOC _{i2}	PS ₁	1	FEBE
	3	FW	2B + D	EOC _{i3}	EOC _{i4}	EOC _{i5}	PS ₂	CRC ₁	CRC ₂
	4	FW	2B + D	EOC _{i6}	EOC _{i7}	EOC _{i8}	NTM	CRC ₃	CRC ₄
	5	FW	2B + D	EOC _{a1}	EOC _{a2}	EOC _{a3}	CSO	CRC ₅	CRC ₆
	6	FW	2B + D	EOC _{dm}	EOC _{i1}	EOC _{i2}	1	CRC ₇	CRC ₈
	7	FW	2B + D	EOC _{i3}	EOC _{i4}	EOC _{i5}	1	CRC ₉	CRC ₁₀
	8	FW	2B + D	EOC _{i6}	EOC _{i7}	EOC _{i8}	1	CRC ₁₁	CRC ₁₂
2, 3, ...									

1	备用=为将来标准化而留的比特；置为 ONE
EOC	内嵌运行通路
	a 地址比特
	dm 数据/消息指示器
	i 信息（数据/消息）
FW	帧码语
IFW	翻转帧码语
S	在四元组中（第一个）符号比特
m	在四元组中（第二个）幅度比特
ACT	激活比特（在激活期间置 ONE）
PS ₁ , PS ₂	电源状态比特（为指示电源问题而置 ZERO）
NTM	NTI 测试模式比特（为指示测试模式置 ZERO）
CSO	仅冷启动比特（为指示仅冷启动而置 ONE）
CRC	循环冗余校核：包括 2B+D 和 M4
	1 最高有效位比特
	2 次高有效位比特
	等等
DEA	解除激活比特（为通知解除激活而置 ZERO）
FEBE	远端成块误码比特（置 ZERO 表示误码的复帧）

注1 — NT1至网路方向的复帧比网路至 NT1方向复帧延迟 60 ± 2 个四元组（约0.7ms）。除帧码语外的所有比特被扰码。

注2 — $8 \times 1.5\text{ms}$ 基本帧 \rightarrow 12ms 复帧。

图 I -3/G. 961

2B1Q 复帧技术和开销比特分配

II. 8. 3 规约和程序

下面规范的 CL 通路（M 比特）功能是基于图 I -3/G. 961规范的复帧的比特分配。

II. 8. 3. 1 误码监控功能

II. 8. 3. 1. 1 循环冗余校核（CRC）

CRC 比特是复帧中第3至第8帧的 M₅和 M₆比特。CRC 是一种误码检测码，它应当由复帧中适当比特产生并且通过发送器插入到比特流中。在接收器中，利用同样比特计算得到的 CRC 应与在比特流中收到的 CRC 值相比较，如果两者不同，则在复帧包含的比特中至少有一个误码。

II. 8. 3. 1. 2 CRC 算法

循环冗余校核（CRC）码应当使用下面的多项式来计算：

$$p(x) = x^{12} \oplus x^{11} \oplus x^3 \oplus x^2 \oplus x \oplus 1$$

其中

\oplus = 模2加法

对于一个给定的复帧产生 CRC 码的一种方法图解于图 I -4/G. 961中。在复帧的开始，所有的寄存器单元都被清零。然后须由 CRC 所覆盖的复帧比特从左边写入发生器。在不被 CRC 所覆盖的那些比特（FW、

IFW、 M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_5 、 M_6)期间, CRC 发生器的状态被冻结并且任一级的状态不发生变化。在须由 CRC 所覆盖的最后的复帧比特被写入到寄存器单元1之后, 12个寄存器单元包含了下一个复帧的 CRC 码。在这一点和下一个复帧开始之间, 寄存器单元的内容被存储以便在下一个复帧的 CRC 场中传输。注意到复帧比特 CRC1存在寄存器单元12中, CRC2在寄存器单元11中, 依此类推。

注 — 来自 T 参考点接口的二进 ONE 和 ZERO 以及来自网路 (跨过 V_1 参考点) 的对应比特在进行 CRC 计算时必须分别处理为二进 ONE 和 ZERO。

I. 8. 3. 1. 3 由 CRC 所覆盖的比特

应根据 D 通路、两个 B 通路以及 M_4 比特来计算 CRC 比特。

I. 8. 3. 2 其它 M 比特功能

利用复帧中 M_4 、 M_5 和 M_6 比特来处理收发器的一些运行和维护功能。这些比特在以下的段落中规定。

I. 8. 3. 2. 1 远端成块误码 (FEBE) 比特

每复帧中有一个单比特被分配用于载送远端块误码 (FEBE) 比特。如果在复帧中没有 CRC 误码, FEBE 比特应置为 ONE; 如果复帧中含有 CRC 误码, FEBE 比特置为 ZERO。FEBE 比特应放在下一个可用的输出复帧中并回传到源端。可以监控 FEBE 比特以决定远端接收器的性能。

I. 8. 3. 2. 2 act 比特

act 比特是任一侧收发器发送的复帧中第一帧的 M_4 比特。act 比特系用作启动序列的一部分以便传达第 2 层通信进程准备就绪 (见 § I. 10. 5)。

I. 8. 3. 2. 3 DEA 比特

DEA 比特是从 LT 发出的复帧中第二帧内的 M_4 比特 (见 § I. 3 和图 I. 3/G. 961)。LT 使用 DEA 比特将它的解除激活的意图通知 NT1 (见 § I. 1. 5. 2)。为了在表明解除激活的意图时能可靠地检出 DEA 比特, 在结束信号传输之前应在连续三个复帧内传送它的对应状态 (二进 ZERO)。

I. 8. 3. 2. 4 NT1 电源状态比特

每一复帧应有两比特用于指示 NT1 的电源状态 (图 I -3/G. 961)。表 I -1/G. 961 表示了电源状态比特的分配和对应的消息及定义。

NT1 须有足够的能量存储以便发出最少三个复帧的垂危指示。

I. 8. 3. 2. 5 NT1 测试模式指示比特

从 NT1 至 LT 的每一个复帧中的一个比特 NTM (图 I -3/G. 961) 应当用于指明 NT1 处于用户启动的测试模式。当 D 通路或任一 B 通路被卷入用户本地启动维护措施时, 就认为 NT1 处于测试模式。在测试模式期间, NT1 对于业务可以是不可用的或者 NT1 可能实现不了 EOC 消息请求的措施。为了指示正常运用, 测试模式指示比特应是二进 ONE, 为了表明测试模式, 该比特应是二进 ZERO。

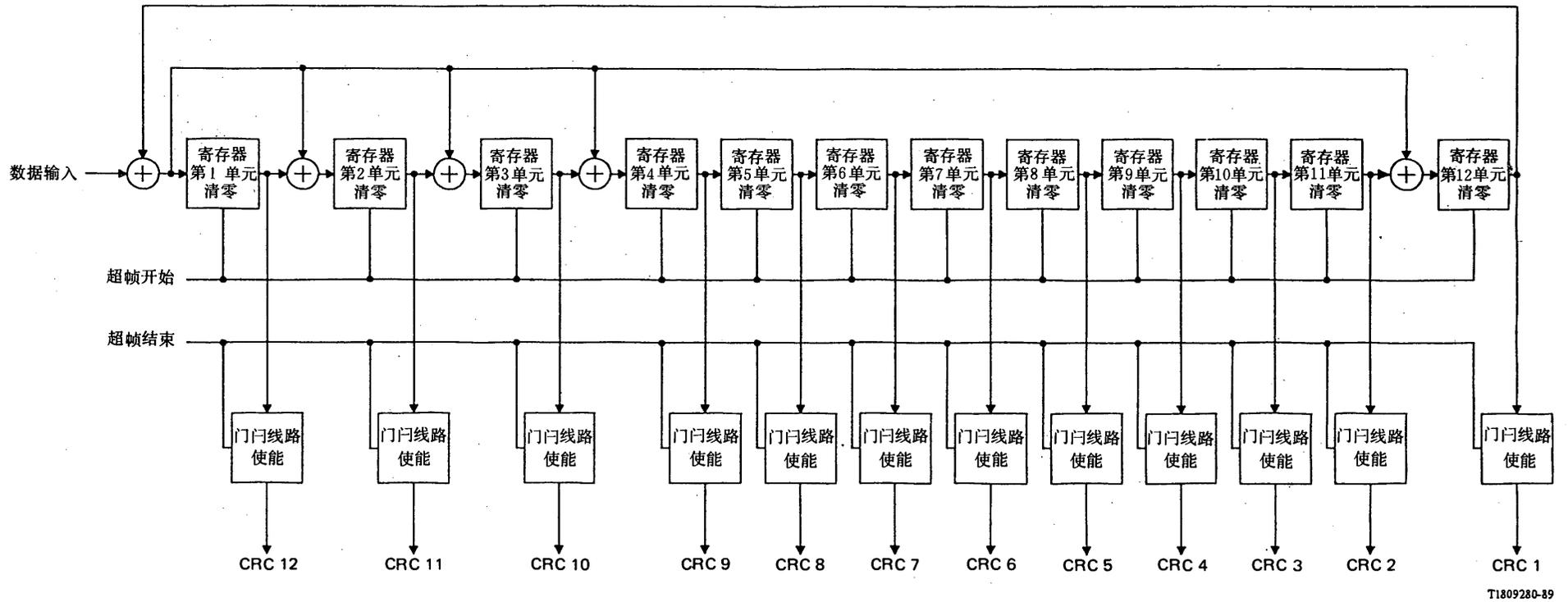


图 I-4/G.961
CRC-12发生器

表 I-1/G.961

电源状态比特分配和消息

NT1状态	$ps_1 ps_2$ 二进制值	定 义
所有电源正常	11	主电源和副电源都正常
副电源丧失	10	主电源正常, 但副电源勉强维持、不可用或未提供
主电源丧失	01	主电源勉强维持或不可用, 副电源正常
垂危	00	主电源和副电源均勉强维持或不可用, NT1可能立即停止正常运用

I.8.3.2.6 仅可冷启动比特

仅可冷启动(CSO)比特是 NT1发出的复帧中第五帧的 M_4 比特。它应当用于表明 NT1收发器的启动能力。如果 NT1有一个如 § I.10、4) 定义的仅可冷启动的收发器, 这一比特被置为 ONE。否则在 SN3中这一比特应置为 ZERO。

I.8.3.2.7 保留比特

在 M_4 、 M_5 和 M_6 中尚未指派的所有比特均被保留以供将来标准化用。在扰码之前被保留的比特应置为 ONE。

I.8.3.3 内嵌运行通路 (EOC) 功能

每复帧二十四比特 (2 kbps) 被分配给一个内嵌的运行通路 (EOC), 它支持网路与 NT1间营运通信的需要。

I.8.3.3.1 EOC 帧

EOC 帧应由同步于复帧的12比特组成:

比特数	3	1	8
所提供的功能	地址场	数据消息指示器	信息场

三比特地址场可用于达7个位置的编址。仅仅是 NT1消息的地址规范属本建议的范畴。附加的地址是用于中间的网路单元, 在那里系统被用于扩展涉及载波系统的接入。

为表明信息场包含运行消息，应将数据/消息指示器比特置为 ONE；为表明信息场包含数值数据，应将数据/消息指示器比特置为 ZERO。在信息场中可以编码达256个消息。

每个复帧应传送两个完整的 EOC 帧，它由所有的 M_1 、 M_2 和 M_3 比特组成（见图 I-3/G.961）。

I.8.3.3.2 运行模式

EOC 规约运用在一个重复的指令/响应模式。在启动一个措施之前应当接收三个相同的适当编址的连续消息。在任一时间，在一个完整的基本接入 EOC 的基础上，在网路控制下，应仅有一个消息尚未完成（还未确认）。

网路应连续地发送一个适当编址的消息。为了在被编址的单元中引起所希望的措施，网路应当连续发送消息直到它从被编址的设备中收到与所发送的 EOC 帧一致的三个相同的连续的 EOC 帧为止。当网路试图激活一个 EOC 功能时，来自 NT1 的自治的消息（autonomous message）将妨碍对一个有效的 EOC 消息接收的证实。由 NT1 发送和由网路接收三个相同的连续的经适当编址的 Unable to Comply（不能够服从）消息构成给网路的通知，即表明 NT1 并不支持所请求的功能，在这种情况下网路可能放弃它的尝试。

当且仅当已经收到含有被编址单元认可的三个相同的、连续的和经适当编址的 EOC 帧时，被编址的单元才开始采取措施。NT1 应响应所有收到的消息。除了下述的两个例外，朝着网路传送的响应应当是对收到的 EOC 帧的一个回应。任何回答或者被回应的 EOC 帧应当落在下一个可用的返回的 EOC 帧内，它允许大约 0.75ms 的处理时延。

在对那个同样正确地被编址的 EOC 帧的第三次和其后所有的接收的基础上，如果 NT1 宁愿不认可在一个经适当编址的 EOC 帧内的消息而不愿回应，它应当在下一个可用的 EOC 帧内回送 Unable to Comply（不能够服从）消息。

如果 NT1 收到与它自己的地址（000）或广播地址（111）不同的地址的 EOC 帧，它应当在下一个可用的 EOC 帧内向网路回送一个包含 hold state（保持状态）消息和它自己的地址（NT1，地址，000）的 EOC 帧。

对于来自 NT1 的自治消息尚未做出规程的规范。

为了允许多个 EOC 初始化的措施同时起作用，须在 NT1 初始化的所有措施均应予以封锁。为解除封锁网路应传送一个单独的消息。

I.8.3.3.3 编址

NT1 应当认可两个地址中之一，这两个地址是 NT1 和广播地址。它们编址如下：

	节点	地址
	NT1	000
广播	(所有节点)	111

NT1 在发送 Unable to Comply（不能够服从）消息时应当使用地址 000。

I.8.3.3.4 所要求的 EOC 功能的定义

- (1) 操作 2B+D 环回：这个功能命令 NT1 朝着网路环回用户数据（2B+D）比特流。这个环路是完全环回，可能是透明的或不透明的，但不论在那种情况下将继续提供足够的信号以允许 TE 维持对 NT1 的同步。
- (2) 操作 B_1 通路（或 B_2 通路）环回：这个功能命令 NT1 朝着网路环回单个 B 通路。单个 B 通路的环回能够提供每路的维护能力而不致完全阻断给用户的业务。这种环路是透明的。

- (3) 恢复正常：这个消息用于释放所有尚未完成的 EOC 受控操作并且将 EOC 处理器复位到它的初始状态。
- (4) 不能服从的确认：这将证实 NT1 确已收到一个 EOC 消息但这个 EOC 消息并不在 NT1 的菜单之内。
- (5) 请求恶化的 CRC：这个消息请求朝着网路发送恶化的 CRC 直到用“恢复正常”来取消它。
- (6) 被恶化的 CRC 的通知：这个消息通知 NT1，表明有意地恶化的 CRC 将从网路发出直到由“恢复正常”表明取消。
- (7) 保持状态：这个消息由网路发出以便在目前状态下维持 NT1 的 EOC 处理器和任何正在进行的 EOC 受控操作。这个消息还可以由 NT1 向网路发送以表明 NT1 已经收到一个具有不适当地址的 EOC 帧。

II.8.3.3.5 对所请求的 EOC 功能的编码

表 II-2/G.961 表示了在上面的 § II.8.3.3.4 中定义的每一种 EOC 功能的编码。

表 II-2/G.961
指令/响应 EOC 模式所要求的消息

消息	消息码	源 (o) 与目的地 (d)	
		网路	NT1
操作 2B+D 环回	0101 0000	o	d
操作 B ₁ 通路环回	0101 0001	o	d
操作 B ₂ 通路环回	0101 0010	o	d
请求恶化的 CRC	0101 0011	o	d
恶化的 CRC 的通知	0101 0100	o	d
恢复正常	1111 1111	o	d
保持状态	0000 0000	d/o	o/d
不能够服从的确认	1010 1010	d	o

以下面四组每组 16 种码字的形式保留了六十四个 EOC 消息用于非标准应用 (x 是 ONE 或 ZERO)：0100 xxxx、0011 xxxx、0010 xxxx、0001 xxxx。表 II-2/G.961 中尚未规定的以及不是保留给非标准应用的所有余下的码字均留待将来标准化用。因此与 NT1 (000) 和广播 (111) 地址相关的 184 个码字可为将来的标准化所用；即总数为 256 个码字减去表中的 8 个规定的码字再减去 64 个为非标准应用留的码字。

注 — 为非标准应用而保留的码字并不以任何方式认可他们的使用。这种消息的任何使用应不干扰 EOC 规程。支持非标准应用的消息的 NT1 和 LT 可能并不严格地一起运用。

II.9 扰码

每个传输方向的数据流在插入 FW 之前应当用一个 23 阶多项式来扰码 (见图 II-5/G.961)。在 LT-NT1 方向多项式应是：

$$1 \oplus x^{-5} \oplus x^{-23}$$

其中

\oplus = 模 2 加法。

在 NT1—LT 方向多项式应是：

$$1 \oplus x^{-18} \oplus x^{-23}$$

其中

\oplus = 横2加法。

如在发送器采用的那样，在接收器通过将同样的多项式用到被扰码的数据，应当恢复二进数据流。

注 — 从 T 参考点的接口进入 NT1 发送器或者从网路进入 LT 侧发送器的二进 ONE 和 ZERO 在扰码器的输入端须分别表现为二进 ONE 和 ZERO。还有在帧码语或者翻转帧码语的发送/接收期间，扰码器的状态须保持不变。（注意：输入比特为全 ONE 是常见的，例如在空闲期或在开启期。为了适应对 ONE 的扰码，扰码移位寄存器的初始状态不能是全“1”）。

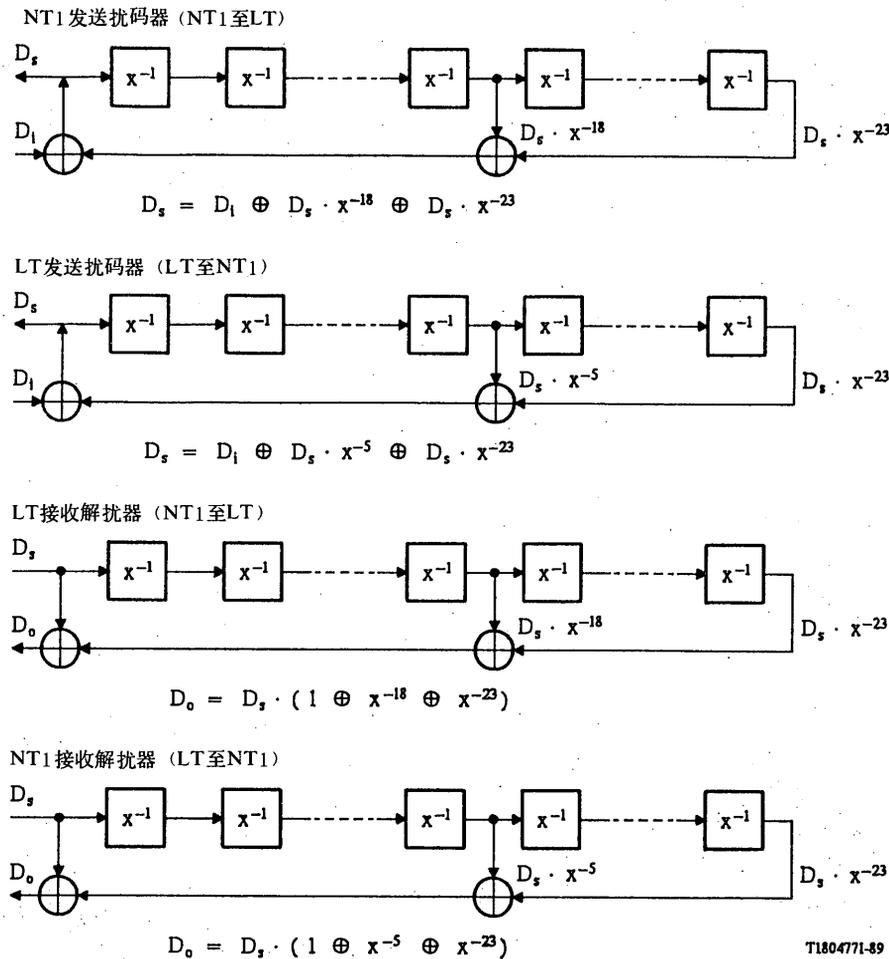


图 I-5/G. 961
扰码器和解扰器

I.10 激活/解除激活

这一节给出支持激活/解除激活请求、激活和解除激活指示器以及误码指示器的要求和例子。传输系统是能够环回的，不过例子中并未说明这些。传输系统还能够被激活而无需激活 T 参考点的接口。虽然没有规定支持在不激活 T 参考点接口的情况下对传输系统的激活，但并不排除这样一种能力（例如，通过使用空闲的 CL 通路比特）。

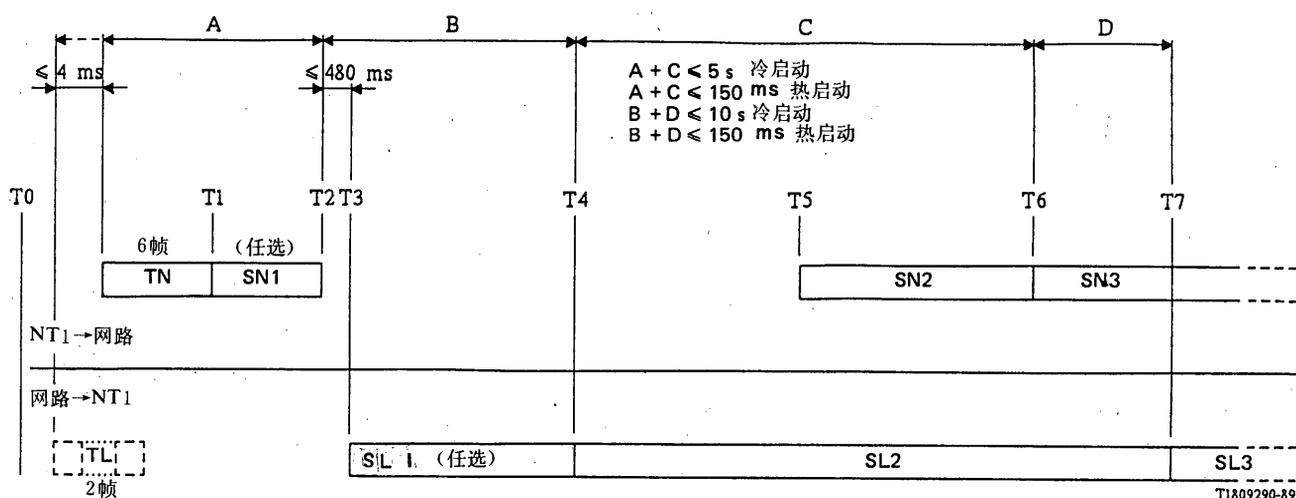
下面的定义用于澄清所需遵循的要求：

- (1) 开启 (Start-up)：用 LT 和 NT1 产生的信号序列来表征的一个过程。开启导致主—从模式的建立，即接收器的同步以及均衡器和回波抵消器的训练达到满足双向传输要求的程度。
- (2) 热启动 (Warm start)：在发收器曾经获得同步并且随后响应了一个解除激活请求之后，适用于满足任选的热启动激活时间要求的发收器的开启过程。
- (3) 冷启动 (Cold start)：对于或是不满足任选的热启动激活时间要求或是并非已经连续地处于因对 NT1 的解除激活请求而导致的解除激活状态的发收器适用的开启过程。如果在线路特性或设备方面或两者都已经有了变化，也可采用冷启动。一个冷启动应当总是从 (RESET) 复位状态开始。
- (4) 只能冷启动 (CSO)：不满足任选的热启动激活时间要求 (见 § I.10.6) 的 NT1 发收器被称为只能冷启动的发收器。
- (5) 复位：复位状态由两个子状态组成：接收复位和完全复位状态。在本建议的其它节，术语复位被用于表示完全复位状态。
复位并不包含发收器的均衡器或回波抵消器系数处于收敛状态的意义。复位状态适用于只能冷启动的发收器以及热启动发收器。
对于特定的发收器的实现，复位状态 (或子状态) 可能意味着不同的而且可能是多种的内部状态。
- (6) 完全复位：完全复位是这样一种状态，在此状态下，发收器已经检测到远端送来的信号丢失并且停止发送 (发信号到环路)。
在加电之后也应当进入完全复位状态。
在完全复位期间，NT1 仅可就请求业务来着手传输。在所有其它条件下，在已经解除激活的接口，NT1 应维持静止，即在 NT1 收到来自网路的 TL 信号之前，它们不应开始传送任何信号。
- (7) 接收复位：接收复位状态是一个过渡状态，在此状态，NT1 已检测到远端送来的信号丢失并且停止发送 (发信号到环路)，另外还不允许开始启动序列 (发送叫醒音) 但应能响应启动序列 (检测叫醒音)。NT1 在检测到如 § I.10.1.5.2 和 § I.10.2 规范接收信号丢失之后，必须维持在这一状态至少 40ms，在这一时间之后，发收器应进入完全复位状态。

I.10.1 用于激活的信号

I.10.1.1 在开启期间的信号

图 I-6/G.961 定义了发收器在开启期间产生的信号。这些信号用在两种类型的启动期间，即冷启动和热启动。在启动期间，接口上的所有信号应当由 § I.12.2 规定的形状的符号序列组成。



T1809290-89

事件或状态的时间描述:

- T0 复位状态。
- T1 网路和 NT1 处于叫醒状态。
- T2 NT1 停止传送, 表明 NT1 准备接收信号。
- T3 网路对信号的终止予以响应并开始向 NT1 发送信号。
- T4 网路开始向 NT1 发送 SL2, 表明网路准备接送 SN2。
- T5 NT1 开始向网路发送 SN2, 表明 NT1 已经获得 FM 帧并且检出 SL2。
- T6 NT1 已经获得复帧标志, 并且完全可运用。
- T7 网路已经获得复帧标志, 并且完全可运用。

图 I-6/G.961

用于收发器开启的状态序列

除了叫醒音 (TN 和 TL) 外, 扰码器应以正常的方式用于格式化信号。例如, 图 I-7/G.961 表示了 SN1 信号中用作 B 和 D 通路比特以及开销比特的 ONE。这些 ONE 在编码前被扰码, 在接口上的这些位置产生出随机脉冲。

在图 I-7/G.961 中除另有注明的以外, 所有的脉冲序列均按图 I-1/G.961、I-2/G.961 和 I-3/G.961 所示正常帧结构来成帧和成复帧, 而且除了帧码语的那些脉冲以外, 所有的脉冲均表示被扰码的比特。信号 TN 和 TL 是 10kHz 单音, 它们是通过重复下面未被扰码和未成帧的符号码组而产生:

..... + 3 + 3 + 3 + 3 - 3 - 3 - 3 - 3.....

I.10.1.2 在启动期间的线路速率

在启动期间, 网路应在 § I.2.1.2 规范的容差之内以标称线路速率产生符号。

来自 NT1 的符号率应是 80 千波特 ± 100 ppm。

信号	帧码语 (FW)	复帧码语 (IFW)	2B + D	M	开始	停止	时间 (帧)
TN	± 3±	± 3±	± 3±	± 3±	†	†	6
SN1	出现	不出现	1	1	T1	T2	-
SN2	出现	不出现	1	1	T5	T6	-
SN3	出现	出现	正常+	正常	T6	•	-
TL	± 3±	± 3±	± 3±	± 3±	†	†	2
SL1	出现	不出现	1	1	T3	T4	-
SL2	出现	出现	0	正常	T4	T7	-
SL3	出现	出现	正常+	正常	T7	•	-

- ≠ 具有由四个+3符号后随四个-3符号但没有帧码语 FW 的交替码组组成的单音
- + 这种信号的开始和/或停止时间见图 I -6/G. 961和 § I. 10. 1. 3
- TN, TL 分别由 NT1或 LT 产生的单音 (见 § I. 10. 1. 1)
- SNx, SLx 分别由 NT1或 LT 产生的脉冲码组
- Tx 表示图 I -6/G. 961规定的过渡瞬时的标志
- 不出现 在复帧情况下, 这个标志意味着仅仅传送帧码语 FW 而不是 IFW
- 正常 正常意味着在正常运用期间按要求在二线线路上传送 M 比特, 例如传送有效 CRC 比特、EOC 比特和指示器比特
- 正常+ 除了实现环回的情况以外, 2B+D 比特应当继续处于前一个状态 (SN2或 SL2) 一直到两个 act 比特表明 B 和 D 通路的完全透明性 (即 SN3和 SL3的 2B+D 比特应当继续分别置为 ONE 和 ZERO, 一直到在 DLL 两端实现透明性)
- 信号 SN3和 SL3继续无定限 (或一直到解除激活)

图 I -7/G. 961
在启动期间信号的定义

I. 10. 1. 3 启动序列

图 I -6/G. 961表示了由收发器产生的接口处的信号序列。图 I -7/G. 961中还规定了序列中的过渡点。有关 T 参考点的接口上的事件的进一步的资料, 读者可参考建议 I. 430。

I. 10. 1. 4 叫醒

当收发器满足任选的热启动激活时间要求或者当收发器只能冷启动时, 不论具有任选的开始启动能力的 NT1处于 RESET 状态或是由于响应解除激活请求而解除激活, 收发器都可以通过发送图 I -7/G. 961规定的单音开始启动过程。

II.10.1.5 进程指示器

II.10.1.5.1 激活

在 NT1 至 LT 方向, act 比特保持置 ZERO 直到用户设备表明进程已到准备发送阶段。在用户设备的 T 参考点的相应措施是接收信号 INFO3。为了传递这一进程指示, NT1 发出的 act 被置为 ONE。假定 INFO3 发生在 T6 和 T7 之前, 在 NT1 的开销比特是正常的情况下, 这一进程指示应当不影响在 T6 之前接口上的开销符号, 并且在 T7 之前这一进程指示可能不被 LT 检出。

在 T7 事件之后 (图 II-6/G.961) 和由 NT1 发出的 act=ONE 被 LT 收到之后, LT 置 act 比特为 ONE 以便传递准备就绪的信息供第 2 层通信 (见 § I.8.3.2.2)。

II.10.1.5.2 解除激活

满足任选的热启动激活时间要求、处于激活状态的收发器根据 DEA 比特 (见 § II.3 和 § II.8.3.2.3) 及其后的接收信号的丢失, 应停止传输。在开始激活之前, LT 发出的 DEA 比特应置为 ONE。LT 应通过将 DEA 置为 ZERO 而宣告解除激活。

在停止传输之前 LT 应在至少三个复帧中发送 DEA=ZERO。在其中包括有被最后一次发送的 DEA=ZERO 的复帧之后, 在下一个复帧中发送 DEA 比特之前, LT 应停止传输。在 DEA=ZERO 的复帧期间, NT1 有时间准备解除激活。NT1 当检测到来自 LT 的信号丢失时应当停止传输, 进入接收复位状态和解除激活。它对于接收信号丢失的响应时间应当这样, 即可使 NT1 在它的接口向没有信号过渡的 40ms 内进入接收复位状态。如同在 § II.10 开始给出的定义规范的那样, 在它停止传输之后至少 40ms 的期间不应开始传送叫醒音, 然后它应当进入完全复位状态。LT 检测到接收信号丢失后应当进入完全复位状态。

不实现任选的热启动激活时间要求的 LT 收发器应连续置 DEA 为 ONE。

II.10.2 定时器

为了决定对复位状态的进入权, 应当使用定时器。对于下述任一情况的发生:

- 1) 在 15 秒内不能完全启动 (热或冷启动),
- 2) 接收信号丢失超过 480ms, 或者
- 3) 同步丢失超过 480ms,

收发器将响应如下: 在出现情况 1) 或 3) 时, 它应停止传输, 并根据其后对接收信号丢失的检出, 收发器应进入接收复位状态。它对信号丢失 (在情况 1) 或 2) 已经出现之后) 的响应时间应当是这样的, 即在远端收发器停止传输后 40ms 内, 它应当进入接收复位状态并能响应远端收发器叫醒单音的加入。在出现情况 2) 时, 收发器应当立即进入接收复位状态。如同在 § II.10.7) 规范的那样, 收发器应保持在接收复位状态至少 40ms, 在此之后它应进入完全复位状态。收发器在接收复位状态可能不启动叫醒音的传送。

对于情况 2) 和 3), 这些要求适用于启动后的收发器, 即已实现复帧同步后的收发器 (见图 II-6/G.961 的 T6 和 T7, 分别用于 NT1 和 LT 收发器)。

此外, 如果 NT1 在停止传输 TN 或 SN1 (如果它被发送的话) 之后 480ms 内没有收到信号, NT1 应当进入完全复位状态 (见图 II-6/G.961 和 II-7/G.961 的 T2 至 T3)。

I.10.3 激活程序的说明

I.10.3.1 来自用户设备的激活

在 NT1 和 LT 作为接收和响应一个解除激活请求的结果继续处于解除激活状态期间，或者在它们处于 RESET 状态期间，来自用户设备的激活请求应导致从 NT1 至 LT 传送 TN 信号（音）。正在接收 TN 信号的 LT 在检出来自 NT1 的信号停止之前应保持静止。然后，序列的其余部分跟随着，如图 I-6/G.961 和 I-7/G.961 指示的那样。如果同时 LT 正好试图激活，在 TN 单音期间它可以发送一个 TL 单音而不致有什么危害。

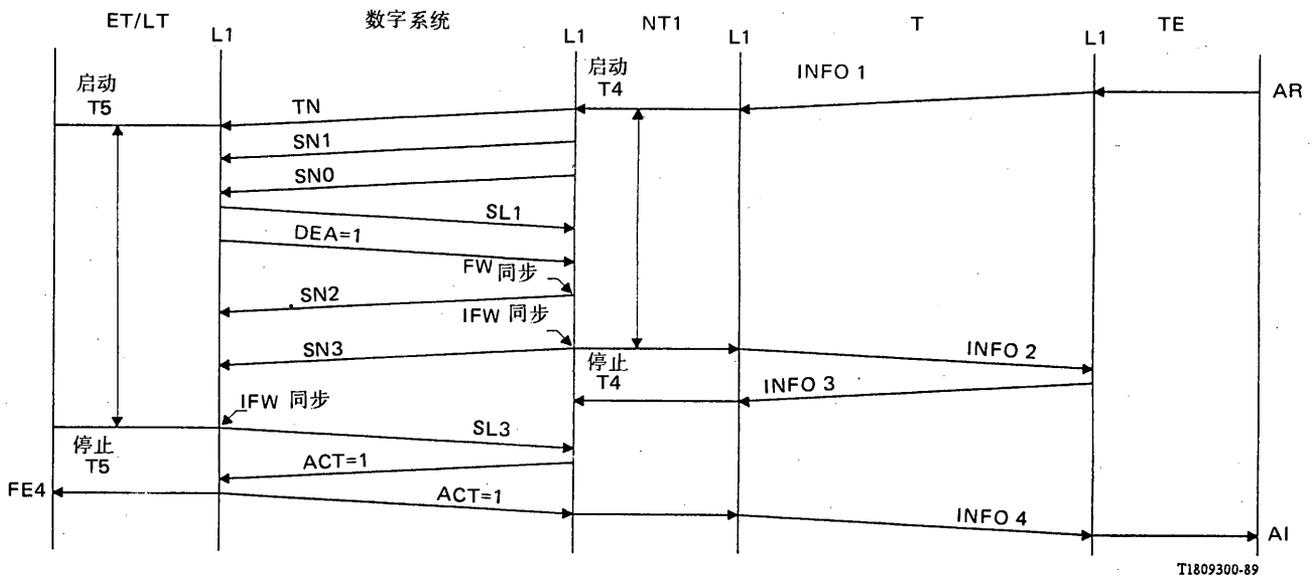
在复位状态期间，NT1 仅可对请求业务启动传输。在已经解除激活的系统的所有其他情况下，NT1 应保持静止，即在 NT1 收到来自 LT 的 TL 信号之前，它们不应开始传送任何信号。

I.10.3.2 来自网路的激活

由于接收和响应一个解除激活请求的结果，NT1 和 LT 仍然处于解除激活状态期间，或者在它们处于 RESET 状态期间，一个来自 LT 的激活请求应当导致从 LT 向 NT1 传送 LT 信号。正在接收 TL 的 NT1 在 TL 开始的 4ms 之内应当使用 TN 信号响应。然后，序列的其余部分跟随着，如图 I-6/G.961 和 I-7/G.961 所示。

I.10.3.3 序列图

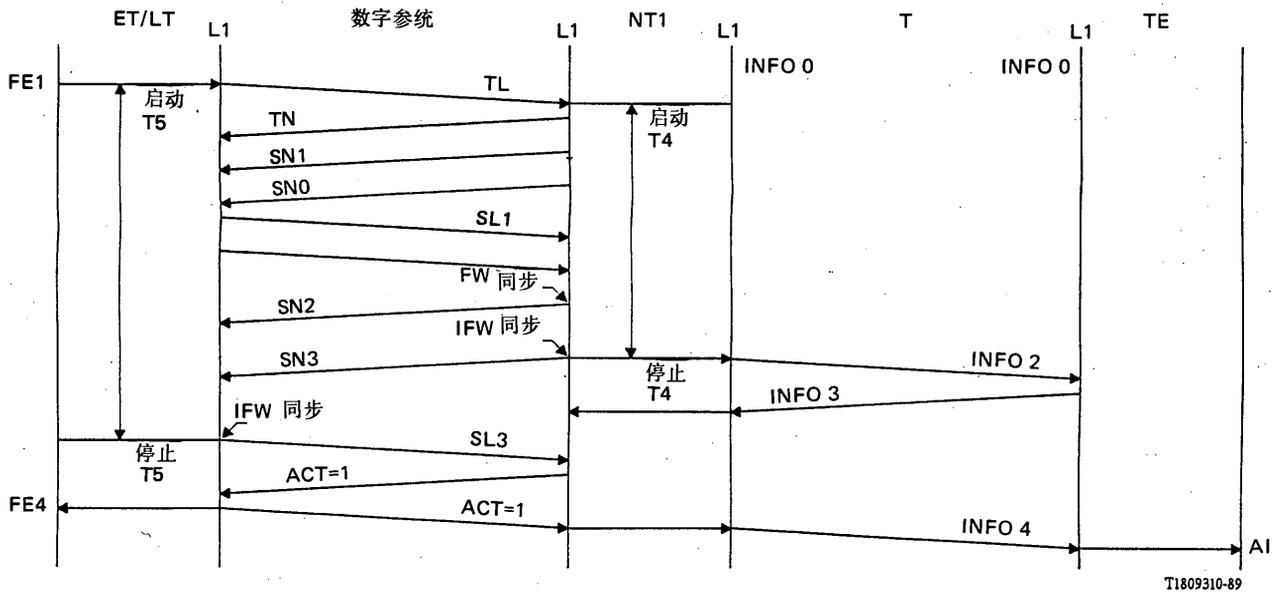
图 I-8/G.961 和图 I-9/G.961 给出了由终端和 ET 设备引起激活所用的序列图例。



注 — 在 NT1 对 INFO 3 和 SL3 的接收理论上能以任一次序发生。

图 I-8/G.961

由终端设备启动的激活



注 — 在NT1对INFO 3和SL3的接收理论上能以任一次序发生。

图 I -9/G. 961
由交换局启动的激活

I.10.3.4 透明性

在 NT1 实现完全运用状态 (T6) 并且在来自 LT 的 $act=ONE$ 和 $DEA=ONE$ 之后, NT1 应当提供双向传输的透明性。NT1 的完全运用状态意味着 NT1 已经:

- 1) 从来自 LT 的输入信号中获得比特定和帧同步,
- 2) 识别了来自 LT 的复帧标志,
- 3) 它的回波抵消器和均衡器系数均完全收敛。

当 LT

- 1) 实现完全运用状态 (T7),
- 2) 检测到来自 NT1 的复帧标志的出现,
- 3) 收到来自 NT1 的 $act=ONE$,

则在 LT 应当提供双向传输的透明性。

在 LT 的完全运用状态意味着 LT 已经:

- 1) 从 NT1 获得输入信号的比特定相位和帧同步,
- 2) 识别了来自 NT1 的复帧标志,
- 3) 它的回波抵消器和均衡器系数均完全收敛。

在 LT 和 NT1 实现双向透明之后, act 比特应继续反映 LT 和终端设备准备就绪的状态供第 2 层通信之用。LT 至 NT1 方向的 act 比特应反映接口的 LT 侧状态。NT1 至 LT 方向的 act 比特应反映接口的 NT1 侧的状态。每当任一端由于任一原因丧失它的已准备好进行第 2 层通信的能力 (例如终端未插入), 该端就应将它被发送的 act 比特置为 ZERO。这一比特的状态变化应至少在连续发送的三个复帧中重复。

I.10.4 NTI 的状态过渡表

表 I-3/G.961 提供了以 INFO、SIG 和定时器为参量的 NT1 的状态过渡表的一个例子。

表 I-3/G.961

以 INFO、SIG 和定时器为参量的 NT1 状态过渡表

事件	状态名称	断电	完全复位	告警	EC 训练	EC 收敛	FW 同步	IFW 同步	待激活	激活	待解除激活	拆卸	TE 未激活	接收复位
	状态代号	NT0	NT1 (T0)	NT2	NT3 (T1)	NT4 (T2)	NT5 (T5)	NT6 (T6)	NT7	NT8	NT9	NT10	NT11	NT12
	Tx (注6)	SN0 INFO 0	SN0 INFO 0	TN INFO 0	SN1 INFO 0	SN0 INFO 0	SN2 INFO 0	SN3 ACT=0 INFO 2	SN3 ACT=1 INFO 2	SN3 ACT=1 INFO 4	SN3 (注7)	SN0 INFO 0	SN3 ACT=0 INFO 2	SN0 INFO 0
加电		NT1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
电源丢失		-	NT0	NT0	NT0	NT0	NT0	NT0	NT0	NT0	NT0	NT0	NT0	NT0
收到T的INFO 1 信号 (注1和注2)		/	ST.T4 NT2	-	-	-	-	-	-	/	/	-	/	-
收到T的INFO 3 信号 (注1和注3)		/	/	/	/	/	/	NT7	-	-	-	-	NT7	/
收到T的INFO 0 信号 (注1和注4)		/	-	-	-	-	-	-	NT11	NT11	-	-	/	-
TN音结束 (9ms)		/	/	NT3	-	/	/	/	/	/	/	/	/	/
收到TL音		/	ST.T4 NT2	-	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ST.T4 STP.T6 NT2
回波抵消器收敛		/	-	-	NT4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
基本帧同步 (FW)		/	/	/	/	NT5	-	-	-	-	-	-	-	-
复帧同步 (IFW)		/	/	/	/	/	STP.T4 NT6	-	-	-	-	-	-	-
收到DEA = 0 (注6)		/	/	/	/	/	/	NT9	NT9	NT9	-	-	NT9	-
收到ACT = 0		/	/	/	/	/	/	-	-	NT7	-	-	-	-
收到ACT = 1 和DEA = 1		/	/	/	/	/	/	-	NT8 AI	-	-	-	-	-
失步 (>480ms)		/	/	/	/	/	/	NT10	NT10	NT10	-	-	NT10	-
信号丢失 (>480ms)		/	/	/	/	ST.T6 NT1	ST.T6 NT12	ST.T6 NT12	ST.T6 NT12	ST.T6 NT12	/	/	ST.T6 NT12	-
定时器T4计满 (15秒)		/	-	NT10	NT10	NT10	NT10	/	/	/	/	-	/	-
信号丢失 (<40ms)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	ST.T6 NT12	ST.T6 NT12	/	/
定时器T6计满 (40ms)		/	-	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	NT1

注 — 符号和缩写见表 II-4/G.961。

I.10.5 LT 的状态过渡表

表 I-4/G.961 提供了以 FE、SIG 和定时器为参量的 LT 的状态过渡表的一个例子。

表 I-4/G.961

以 FS、SIG 和定时器为参量的 LT 状态过渡表

事件	状态名称	断电	完全复位	告警	叫醒	EC 训练	EC 收敛	FW 同步	IFW 同步	激活	解除激活通知	拆卸	待解除激活	接收复位
	状态代号	LT0	LT1 (T0)	LT2	LT3 (T1)	LT4 (T3)	LT5 (T4)	LT6	LT7 (T7)	LT8	LT9	LT10	LT11	LT12
	Tx	SL0	SL0	LT	SL0	SL1	SL2 DEA=1 ACT=0	SL2 DEA=1 ACT=0	SL3 DEA=1 ACT=0	SL3 DEA=1 ACT=1	SL3 DEA=0 ACT=0	SL0	SL0	SL0
加电		LT1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
电源丢失		-	LT0 FE7	LT0 FE7	LT0 FE7	LT0 FE7	LT0 FE7	LT0 FE7	LT0 FE7	LT0 FE7	LT0 FE7	LT0 FE7	LT0 FE7	LT0
激活请求 (FE1)		/	ST.T5 LT2	-	-	-	-	-	-	/	/	-	-	-
解除激活请求 (FE5) (注 8)		/	-	-	-	-	-	-	LT9 FE7	LT9	-	-	-	-
TL 音结束 (3ms)		/	/	LT3	-	/	/	/	/	/	/	/	/	/
收到 TN 音		/	ST.T5 LT3	-	-	/	/	/	/	/	/	/	/	ST.T5 STP.T7 LT3
信号能量丢失		/	-	-	LT4	-	/	/	/	/	/	/	/	-
回波抵消器收敛		/	-	-	-	LT5	-	-	-	-	-	-	-	-
基本帧同步 (FW)		/	/	/	/	/	LT6	-	-	-	-	-	-	-
复帧同步 (IFW)		/	/	/	/	/	/	STP.T5 LT7	-	-	-	-	-	-
收到 ACT = 0		/	/	/	/	/	/	/	-	LT7 FE6,7	-	-	-	-
收到 ACT = 1		/	/	/	/	/	/	/	LT8 FE4	-	-	-	-	-
失步 (>480ms)		/	/	/	/	/	/	/	LT10 FE7	LT10 FE6,7	-	-	-	-
信号丢失 (>480ms)		/	/	/	/	/	/	ST.T7 LT12 FE7	ST.T7 LT12 FE7	ST.T7 LT12 FE6,7	-	/	/	/
最后的 DEA = 0 的复帧结束 (注 9)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	LT11	/	/	/
定时器 T5 计满 (15 秒)		/	-	LT10 FE7	LT10 FE7	LT10 FE7	LT10 FE7	LT10 FE7	/	-	/	-	/	/
信号丢失 (<40ms)		/	-	/	/	/	/	/	/	/	/	ST.T7 LT12	LT1	-
定时器 T7 计满 (40ms)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	LT1

表 I-3/G.961 和表 I-4/G.961 的符号、缩写和注

—	没有变化, 不采取措施
/	不可能的情况
FE1	功能元——对应于激活请求原语 PH-AR
FE4	功能元——对应于激活指示原语 PH/MPH-AI
FE5	功能元——对应于解除激活请求原语 MPH-DR
FE6	功能元——对应于解除激活指示原语 MPH-DI
FE7	功能元——对应于误码指示原语
NTn	至状态 “NTn”
LTn	至状态 “LTn”
ST. Tn	启动定时器 Tn
STP. Tn	停止定时器 Tn
SLO	没有信号

注 1 — 这些事件由如建议 I.430 规定的“G”有限状态矩阵 (FSM) 引起, 并且通过消息与“NT”FSM 通信。

注 2 — 这种情况如同“激活请求”事件那样作用。

注 3 — 这种情况表明在 TE 至 NT1 方向的用户数据通道 (2B+D 通路) 对用户数据是透明的。

注 4 — 这种情况表明在 TE 至 NT1 方向的用户数据通道 (2B+D 通路) 对用户数据是不透明的。

注 5 — 这一事件的优先权高于热启动时 NT1 收到 act=ZERO 的情况。对于不希望解除激活的 NT1 (仅能冷启动的 NT1) 可不理睬这一事件。

注 6 — 虽然在 T 参考点的 INFO 信号表示为“NT”FSM 传送的信号, 但“NT”FSM 并不直接控制这些信号。包括它们仅用于信息目的。

注 7 — 在这个状态的信号输出与前一个状态期间的信号输出相比仍然不变 (例如当前面状态为 NT6 或 NT11 时 act=ZERO 或者当前面为 NT7 或 NT8 时 act=ONE)。

注 8 — 这一事件将导致 NT1 的解除激活而与发送器究竟是仅冷启动或热启动无关。

注 9 — 这一事件必定发生在发送至少三个复帧之后, 见 § I.10.1.5.2。

I.10.6 激活时间

LT 和 NT1 应在下述时间长度内完成启动过程, 包括同步和将均衡器训练到满足性能判据的程度: 只能冷启动的收发器应当在 15 秒内同步。满足任选热启动激活时间要求的收发器在热启动时应在 300ms 内同步, 而在冷启动时应在 15 秒内同步。15 秒的冷启动时间要求是这样分配的: 允许 NT1 用 5 秒和允许 LT 用 10 秒。对于热启动, 300ms 的启动时间要求在 NT1 和 LT 间等分, 各占 150ms。其细节见图 I-6/G.961。

注 — 300ms 的要求仅适用于实验室测试, 在实际投入业务运行的环路中不含 300ms 的定时器 (见 § I.10 中关于热启动和冷启动的定义)。

如图 I-6/G.961 所示, 启动时间要求包括从叫醒音到 T7 的时间, 但不包括用户终端设备激活的时间。所有的激活时间只运用于数字本地线路 (DLL), 而不适用于可能含有载波系统的整个用户接入链路。

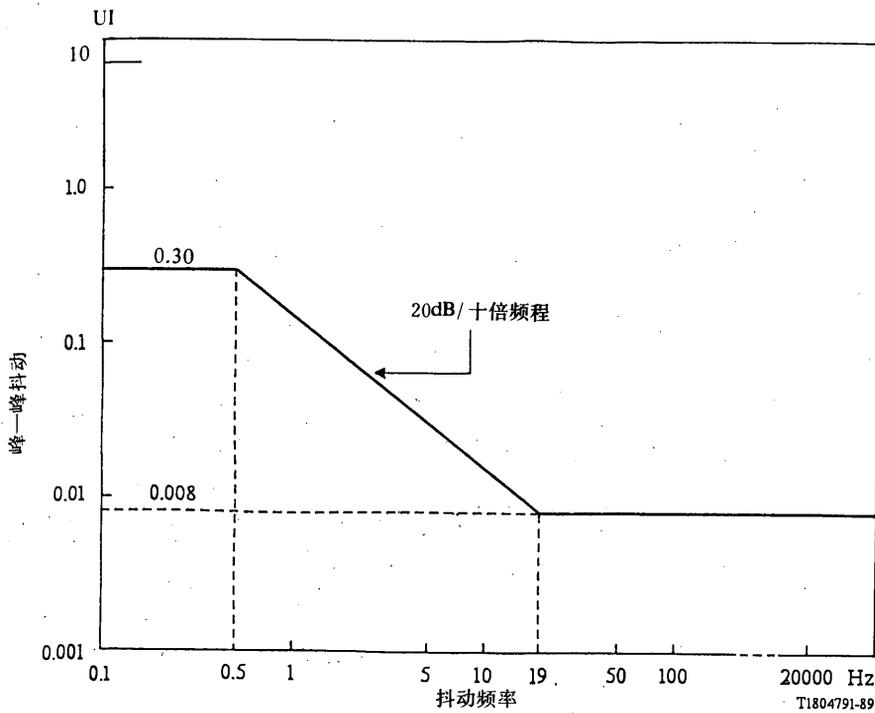
注 — 在建议 G.960 中此值是 10 秒。这是一个 95% 的值。

I.11 抖动

为保证支持建议 I.430 的抖动要求,在 NT1 时钟恢复的定时信号的抖动不应超过建议 I.430 的图 9/I.430 和 § 8.3.1 给出的限值。抖动容限系用来保证,建议 I.430 的限值可由用户线上传输系统的抖动限值支持。不论用户线长度如何及是否包括一个再生器,只要它们都包括在传输媒介特性之内,均须满足下面给出的抖动限值。不论所传信号如何这些限值均须满足。在本建议中用标称 80 千波特信号的单位间隔 (UI) ($12.5\mu\text{s}$) 来衡量抖动。

I.11.1 NT1 输入信号抖动容限

在接收的信号符号率为 80 千波特 ± 5 ppm 且测试信号源上叠加的从 0.1Hz 至 20kHz 范围内的单频抖动的情况下,NT1 应当满足具有图 I-10/G.961 所示最大幅度的漂动/抖动性能指标。在相位的最大变化率为 0.06 UI/小时的情况下,NT1 还应当满足每天漂动达 1.44 UI 峰—峰值的性能指标。



注 — 单位间隔 (UI) = $12.5\mu\text{s}$ 。

图 I-10/G.961

NT1 输入允许的正弦信号抖动

I.11.2 NT1 输出抖动限值

除注明的以外,以 § I.11.1 规范的漂动/抖动叠加到 NT1 的输入信号上,当接收的信号符号率如 § I.2 所述在 80 千波特 ± 5 ppm 范围内,则从 NT1 向 LT 传送的信号上的抖动应符合下述要求:

- 1) 当使用一个在 100Hz 以下具有 6dB/十倍频程滚降的高通滤波器测量时,抖动应等于或小于 0.04 UI 峰—峰值和小于 0.01 UI 有效值。

- 2) 当使用一个在 40Hz 以上和 1.0Hz 以下具有 6dB/十倍频程滚降的带通滤波器测量时, 输出信号(向 LT 传送的信号)的相位相对于输入信号(来自 LT 的信号)的相位的抖动应不超过 0.05 UI 峰—峰值和 0.015 UI 有效值。(注意, 在 1.0Hz 截止保证了输入与输出信号相位的平均差被扣除)。这一要求适用于如 § I. 11.1 规范那样在输入信号的相位上施加频率最高为 19Hz 的单频抖动的情况。
- 3) 输出信号相位相对于它与输入信号(来自 LT)相位的标称差(长期平均)的最大(峰值)偏离不应超过 0.1 UI。这一要求适用于包括跟随一个“热启动”在内的正常运用期间。(注意, 这意味着如果按照“热启动”要求来解除激活以及随后激活, 输出信号相位相对于输入信号相位的长期平均差应当基本上是不变的)。

I. 11.3 用于抖动测量的测试条件

由于在二线上双向传输又由于严重的符号间干扰, 在 NT1 的二线点没有规定完善的信号过渡可供利用。

提议两种可能的解决方案:

- 1) 在 NT1 提供一个测试点以使用一个未受干扰的信号来测量抖动。
- 2) 规定将一个包括一仿真传输线的标准 LT 发射器作为测试仪表。

I. 12 NT1 和 LT 发送器的输出特性

下述规范适用于频带为 0Hz 至 160kHz 范围内 135 欧姆电阻性负载阻抗的情况。

I. 12.1 脉冲幅度

最大脉冲的标称峰值应是 2.5 伏 (见图 I -11/G. 961)。

I. 12.2 脉冲形状

发送脉冲应当具有图 I -11/G. 961 规范 的形状。应当用 2.5V、5/6V、-5/6V 或 -2.5V 来乘以图 I -11/G. 961 所示的标称脉冲样板来获得四个四元符号的脉冲样板。当信号由具有同步码语和在其他所有位置为等概率的符号的成帧符号序列组成时, 标称平均功率为 13.5dBm。

I. 12.3 信号功率

由具有帧码语和在其他所有位置上为等概符号的成帧符号序列组成的信号的平均功率在 0Hz 至 80kHz 频带范围内应当在 13.0dBm 至 14.0dBm 之间。

I. 12.4 功率谱密度

发送信号的功率谱密度的上限应当如图 I -12/G. 961 所示。

I. 12.5 发送器的线性

I. 12.5.1 要求

这是相对理想脉冲高度的偏差和单个脉冲非线性的一个量度。发送和接收信号应有足够的线性, 以便剩余的有效值的非线性至少比接口上的有效值信号低 36dB。

归一化电平		四元符号			
		+3	+1	-1	-3
A	0.01	0.025 V	0.00833 V	-0.00833 V	-0.025 V
B	1.05	2.625 V	0.8750 V	-0.8750 V	-2.625 V
C	1.00	2.5 V	5/6 V	-5/6 V	-2.5 V
D	0.95	2.275 V	0.79167 V	-0.79167 V	-2.275 V
E	0.03	0.075 V	0.025 V	-0.025 V	-0.075 V
F	-0.01	-0.025 V	-0.00833 V	0.00833 V	0.025 V
G	-0.12	-0.3 V	-0.1 V	0.1 V	0.3 V
H	-0.05	-0.125 V	-0.04167 V	0.04167 V	0.125 V

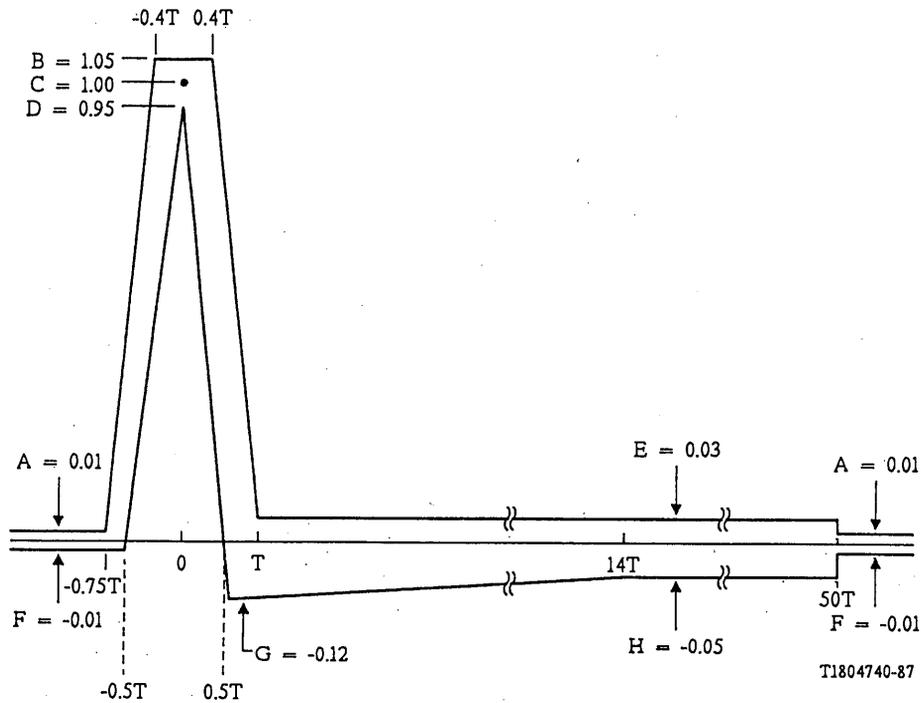


图 I-11/G.961
NT1 或 LT 的归一化输出脉冲

II. 12.5.2 线性的测试方法

以一个 135 欧姆电阻通过一个零长度的环路终接接收器 (LT 或 NT1), 该接收器由一个任意的二进序列驱动, 对电阻上呈现的电压滤波 (抗混叠)、抽样并以不低于 12 比特的精度将其转换为数字形式 (V_{out}) (见图 I-13/G.961)。将这些样值与一个可调整的线性滤波器的输出相比较, 该滤波器的输入是被扰码、成帧和线性编码的发送器的输入。减法器的信号可以都是数字形式或者可能都是模拟形式。

线性数字滤波器输入 (图 I-13/G.961 的“四元输入数据”) 可被认作线性的标准。它可以利用一个无误差的接收器 (不带解扰码器) 从发送器的输出产生, 或者当有被扰码的输入数据可供利用时可以从这一数据中产生。如果输入到可调滤波器的样值有数字形式可供利用, 则不需附加 A/D 变换器。不论是模拟还是数字形式, 均要求这些样值幅度的比是 3 : 1 : -1 : -3, 精度至少为 12 比特。

抽样器和滤波器的抽样率可能高于符号率，并且为得到好的精度通常将数倍于符号率。另外抽样率也可以就是符号率，但要通过对所有样值相对于发送器信号的相位进行平均来获得有效值。

由于发送器输出处的抗混叠滤波器、抽样器和 A/D 变换器可能引入损耗或增益，如图 I-13/G.961 所示，为决定滤波器输出处 $\langle V_{out}^2 \rangle$ ，而不是发送器输出本身的均方值，需要适当的校正。

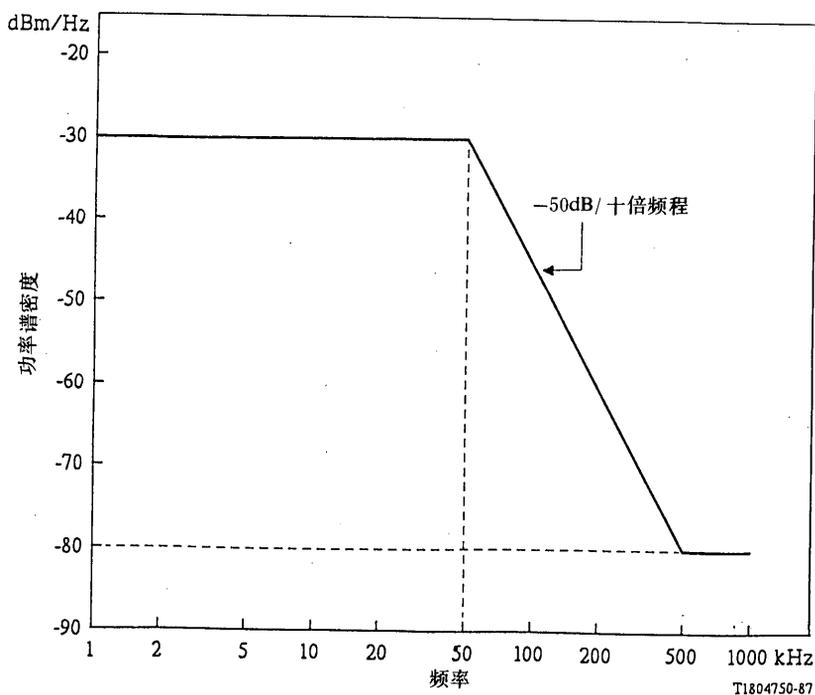


图 I-12/G.961

NT1 和 LT 发出的信号的功率谱密度上限

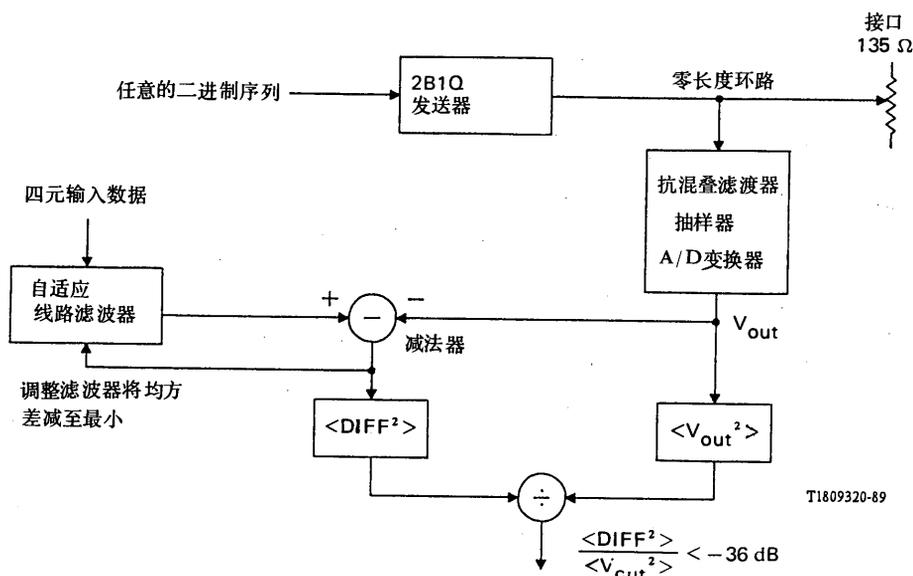


图 I-13/G.961

发送器的线性的测量

II.13 发送器/接收器端口

II.13.1 阻抗

在接口朝着 NT1 的标称策动点阻抗应为 135 欧姆。

II.13.2 反射损耗

在从 1kHz 至 200kHz 的频带范围相对于 135 欧姆的反射损耗应当如图 II-14/G.961 所示。

II.13.3 纵向变换损耗

II.13.3.1 纵向平衡

(对地阻抗)的纵向平衡由下式给出:

$$L_{Bal} = 20 \log \left| \frac{e_l}{e_m} \right| \text{ dB}$$

其中

e_l (相对于建筑物屏蔽或 NT1 的屏蔽线地) 所加的纵向电压

e_m 在 135 欧姆终端上呈现的生成的金属性电压

对 4kHz 以下的频率, 平衡比应 $>60\text{dB}$, 对一直到 160kHz 的较高频率, 平衡比应 $>55\text{dB}$ 。

图 II-15/G.961 规定了纵向平衡的测量方法。为了直接使用这种测试配置, 应当用加了电但不激活 (没有发送信号) 的 NT1 来进行测量。

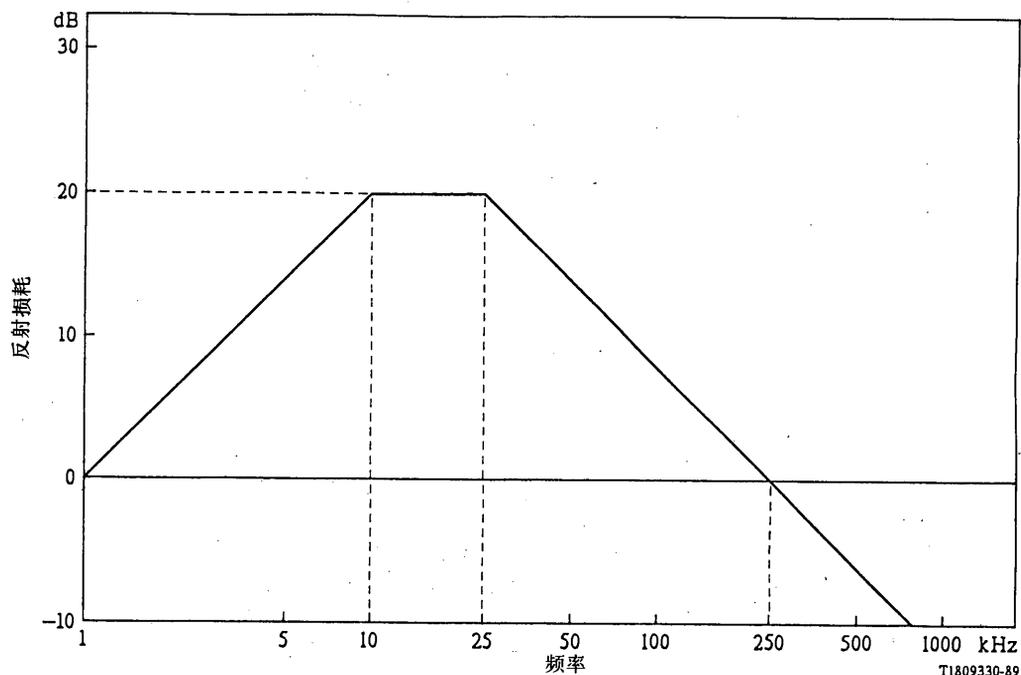
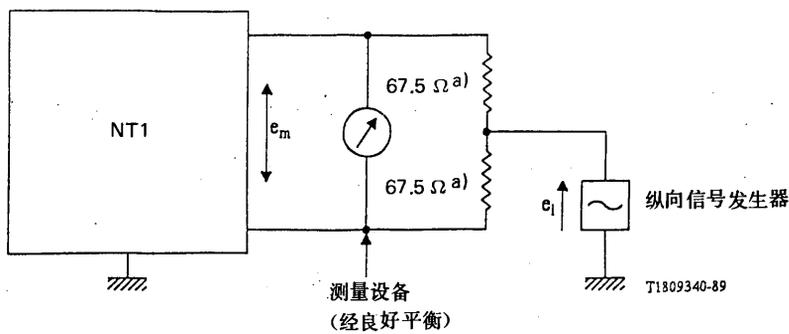


图 II-14/G.961

最小反射损耗



a) 须匹配这些电阻以便有优于0.03%的容差。

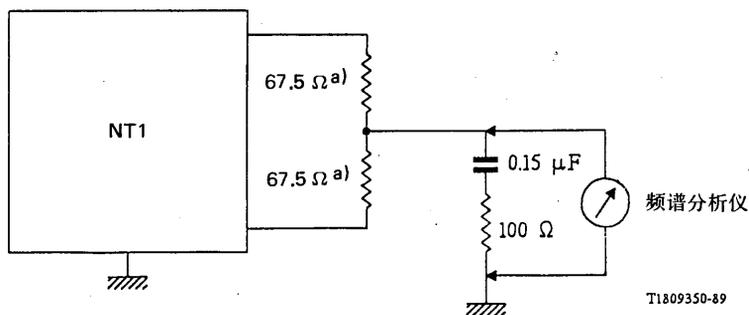
图 I -15/G. 961
纵向平衡测量方法

I. 13. 3. 2 纵向输出电压

NT1 输出信号的纵向分量在任何 4kHz 带宽内在任何一秒周期内平均, 其有效值电压在频率范围 100Hz 至 170kHz 应当小于 -50dBv , 在 170kHz 至 270kHz 范围内应小于 -80dBv 。要求在一个具有等于或大于 100 欧姆的电阻器与 $0.15\mu\text{F}$ 的电容器的串联阻抗的纵向终端的条件下满足这一限值。

图 I -16/G. 961 规定了对纵向输出电压的测量方法。为了直接使用这种测量配置, 在没有信号来自 LT 时, NT1 应能产生一个信号。

这些测量的地参考应当是建筑物的地。



a) 须匹配这些电阻以便有优于0.03%的容差。

图 I -16/G. 961
纵向输出电压的测量方法

附录 III

(附于建议 G.961)

AMI 传输系统的电特性

III.0 概述

系统将支持如建议 I.412 规定的两个 64 kbit/s B 通路和一个 16 kbit/s D 通路的全双工透明传输。对称电缆上的双向传输是以回波抵消技术为基础的。在所得到的 144 kbit/s 数据信息上加上一个额外的 16 kbit/s 容量以便提供一个 CL 通路（用于控制、监视和维护目的）和其他传输便利。

发送信号的帧包含帧码语，它包括一个没有线路信号的时间周期。当两个传输方向的帧之间的相对偏移少于在 III.7 规定的值时，这种帧格式允许简化定时恢复、线路均衡器的设定和回波抵消器的更新。

III.1 线路码

两个传输方向的线路码都是 AMI。

二进比特流应按下述规则编码：

- 用没有线路信号来表示二进 ONE。
- 二进 ZERO 交替地表示为正或负脉冲。

III.2 符号率

线路码、信息流的比特率和帧结构决定了符号率，符号率为 160 千波特。

III.2.1 时钟要求

III.2.1.1 自由振荡的 NT1 时钟精度

NT1 的自由振荡的时钟的精度应是 ± 50 ppm。

III.2.1.2 LT 时钟容限

NT1 和 LT 应接受来自 ET 的精度为 ± 1 ppm 的时钟。

III.3 帧结构

帧结构包含一个帧码语、32 个 (2B+D) 通路和一个 CL 通路，此外还有一个辅助比特和一个停止比特。在两个传输方向，总的帧结构如下：

帧 码 语	A	4 [8(2B+D)+CL]	P
-------	---	----------------	---

A=辅助比特

帧中的 A 比特用于区分传输方向并且通过极性翻转通知激活程序的正确建立。

P=奇偶校验比特

P 比特用于在帧中得到偶数个二进 ZERO；因此它应根据帧内二进 ZERO 的数目是奇数还是偶数被分别设定为二进 ZERO 或二进 ONE。

III.3.1 帧长

在一帧中 $(2B+D)$ 时隙数是 32；而 CL 比特数是 4。

III.3.2 在 LT—NT1 方向的比特分配

在图 III-1/G.961 中给出了比特分配。

比特位置	用途			
1-58	帧码语			
59	辅助比特			
60-67	B1通路	} 第1时隙 (2B + D)	} 第1组 [8(2B + D) + CL]	
68-75	B2通路			
76-77	D通路			
.	.			
186-193	B1通路	} 第8时隙 (2B + D)		} 第4组 [8(2B + D) + CL]
194-201	B2通路			
202-203	D通路			
204	CL通路			
.	.			
492-493	B1通路	} 第1时隙 (2B + D)	} 第4组 [8(2B + D) + CL]	
494-508	B2通路			
509-510	D通路			
.	.			
621-628	B1通路	} 第8时隙 (2B + D)		} 第4组 [8(2B + D) + CL]
629-636	B2通路			
637-638	D通路			
639	CL通路			
640	奇偶校验比特			

图 III-1/G.961
在 LT—NT1 方向的比特分配

III.3.3 在 NT1—LT 方向的比特分配

同 III.3.2。

III.4 帧码语

帧码语用于给 $2B+D+CL$ 通路和 A 及 P 比特分配比特位置，它还用于定时恢复、回波抵消器更新和线路均衡器的设定。

Ⅲ.4.1 在 LT—NT1 方向的帧码语

用于帧码语的码应是 57 个连续二进 ONE（作为线路无信号编码）和一个二进 ZERO（正线路脉冲）。

Ⅲ.4.2 在 NT1—LT 方向的帧码语

同 Ⅲ.4.1。

Ⅲ.5 帧定位程序

帧定位程序应如下：

Ⅲ.5.1 状态 1：正确的帧定位

为了进入正确的定位状态，必须正确地连续三次检出帧码语、辅助比特和奇偶校验比特。

Ⅲ.5.2 状态 2：帧定位预告警

进入预告警状态的足够条件是有一次没有检出帧码语、辅助比特和奇偶校验比特。

Ⅲ.5.3 状态 3：帧失位

为了进入帧失位状态，必须连续八次检出对状态 1 规定条件的否定校核。

Ⅲ.6 复帧

为了在彼此相连的更多个帧中分配 CL 通路，应当使用复帧。利用 CL 通路的内容以 § Ⅲ.6.1 描述的帧码语决定复帧的开始。在复帧中的帧的总数是 4。

Ⅲ.6.1 在 NT1—LT 方向的复帧码语

通过检出 CL 通路比特识别复帧。CL 通路应与帧保持同步，并且当根据一帧中四个 CL 比特辨明奇偶校验码呈奇数时就认为是一个复帧的开始。在一帧中有四个 CL 比特，编码如下：

CL 通路结构				
I	I	I	O	第 1 帧
I	I	I	P	第 2 帧
I	I	I	P	第 3 帧
P	P	P	P	第 4 帧

其中 I 代表信息比特，P、O 表示奇偶校验比特。第四帧的 P 比特专用于使前面的帧实现垂直奇偶校验，而 O 则用于使第一帧的奇偶性呈奇数。奇偶性的评价是通过考虑二进 ONE 的数目来实现的。第一个 CL 帧还用于复帧定位。在复帧失位的情况下应当不管 CL 通路。

Ⅲ.6.2 在 LT—NT1 方向的复帧码语

同 Ⅲ.6.1。

Ⅲ.6.3 复帧定位程序

复帧定位是基于对 CL 通路奇偶性 (奇和偶) 的正确检出。当四个奇偶校验比特满足水平序列是奇、偶、偶、偶和垂直序列是偶时 (见 Ⅲ.6.1 节), 就认为实现了正确的复帧定位。如果没有检出这样一个序列, 就认为是预告警复帧定位状态, 然后如果没有正确的检测可供利用的话, 就认为复帧失位。仅当正确地检出一个真正的序列, 系统才会离开复帧失位状态或复帧定位预告警状态进入正确的复帧定位状态。

Ⅲ.7 LT—NT1 和 NT1—LT 帧之间的帧偏移

NT1 应当将它的帧与在 LT 至 NT1 方向收到的帧同步, 并且将以 Ⅲ.7.1 规定的偏移发送它的帧。在 LT, 两个传输方向的帧之间的偏移应不超过 § Ⅲ.7.2 中规范的值。

Ⅲ.7.1 NT1 输入/输出处的相对帧位置

从 NT1 向 LT 发送的每帧的第一比特相对于收到的来自 LT 的帧的第一比特, 通常应延迟 583 个比特周期。图 Ⅲ-2/G.961 表示了发出和收到的帧的相对比特位置。

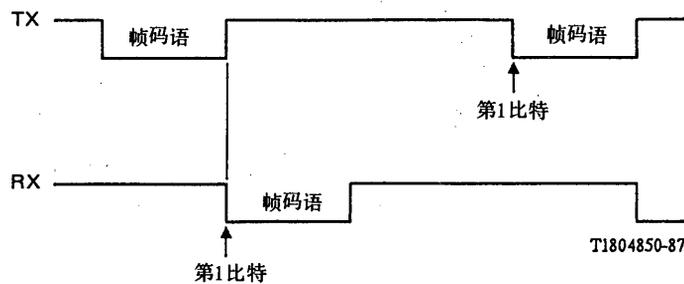


图 Ⅲ-2/G.961
NT1 的时间图

Ⅲ.7.2 LT 的输入/输出处的相对帧位置

从 LT 向 NT1 传送的每帧第一比特与收到的来自 NT1 的每帧第一比特之间的时延不应超过 $583 + 13$ 比特周期。图 Ⅲ-3/G.961 表示了发出和收到的帧的相对比特位置。

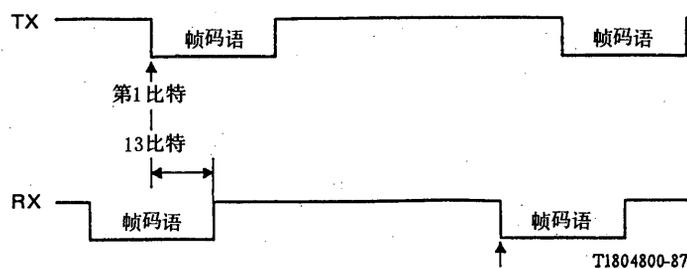


图 Ⅲ-3/G.961
LT 的时间图

Ⅲ.8 CL 通路

CL 通路应当用于运载供激活/解除激活、测试和维护用的信息。

Ⅲ.8.1 比特率

CL 通路的比特率是 1 kbit/s。

Ⅲ.8.2 结构

需传送的信息被组织在 16 比特的帧（一个复帧分为四部分，每部分四比特）。每十六比特的帧包括：

- 9 个信息比特；
- 奇偶校验和误码检测以及复帧定位用的 7 比特。

以 I 表示信息比特，以 O 和 P 表示奇偶性是奇和偶的比特，一般的帧可表示为如 Ⅲ.6.1 所示那样。

Ⅲ.8.2.1 CL 通路性能

CL 通路性能应如下：

在比特误码率为 10^{-3} 时，

- 帧假冒概率应小于 10^{-10}
- 在 100ms 内检不到真正的帧的概率应小于 10^{-10}

Ⅲ.8.3 规约与程序

CL 通路上的消息可分为两类，即：

- a) 与激活/解除激活程序有关的以及与并非由 ET 请求的维护信息的自动报告有关的消息。
- b) 用于维护目的的辅助信息。这些功能意味着仅仅由 ET 所能启动的和在完全激活状态期间能够实现的措施。

a) 类的消息是以连续模式来表示的；这意味着它们在 CL 通路上连续地传送一直到必须传送一个新消息为止。

为这些消息的传输而使用的消息允许单字节信息和多字节信息的传输。

仅可由 LT/ET 启动的程序应当如下：

- LT/ET 以连续模式发送包含有第一个信息字节的第一个消息。第一个信息字节总是含有在下游方向的目的地设备（再生器、NT1）的地址。消息连续地传送一直到收到从目的地设备来的确认消息为止。
- LT/ET 以同样的方法发送其后的消息，这些消息每一个都含有一个字节信息，目的地设备则确认 LT/ET 发送的每一个消息。
- ET/LT 发送结束消息，它们如同任何其他消息那样被确认。
- 当目的地设备必须发送应答消息时，程序和上面所述的相同。在这种情况下无需提供地址，因为目的地设备是 LT/ET。

Ⅲ.9 扰码

扰码将应用于 (2B+D+CL) 通路。在两个传输方向扰码多项式都是 $1 \oplus x^{-9} \oplus x^{-11}$ 。

为避免长串二进 ONE，使用了具有两个阈值保护电路的扰码。

图 Ⅲ-4/G.961 和图 Ⅲ-5/G.961 分别表示了扰码和解扰电路。

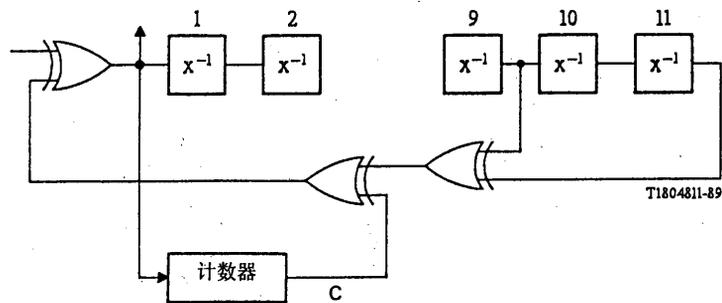


图 Ⅲ-4/G.961
扰码电路

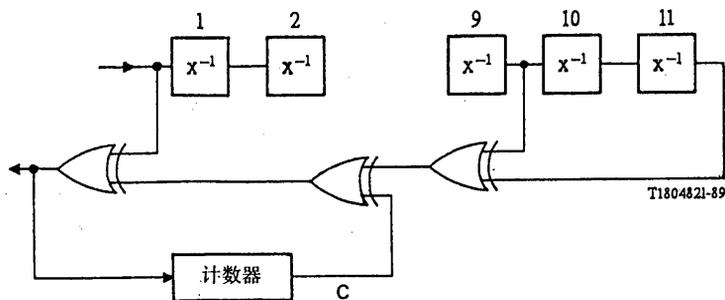


图 Ⅲ-5/G.961
解扰电路

计数器 C 每当传送一个二进 ONE 便增加，而每当传送一个二进 ZERO 便消除。当已经传送了 16 个连续 ONE 时计数器便发送一个二进 ZERO。如果一个二进 ONE 再次出现在它的输入端，计数器便将它的阈值置为 2，在这种情况下在计数器的输入口每出现两个连续二进 ONE，计数器就发送一个二进 ZERO。在第一个二进 ZERO 被传送时复位阈值至 16。

Ⅲ.10 激活/解除激活

在规定激活/解除激活程序时须考虑的导则可归纳如下：

- 在解除激活状态，在线路上没有信号。
- 在激活期间，发送适当的信号以加速均衡器的收敛、比特和帧的同步以及回波抵消器的收敛。

在 LT 和 NT1 之间认为有一个主/从关系，因此即令 NT1 刚开始请求激活，LT 也总是（在 ET 确认之下）认为连续程序以及其后的传输开始。

系统将支持传输系统和 T 参考点处接口二者都激活、仅仅是传输系统的激活、传输系统和 T 参考点处接口二者都解除激活或者仅仅是 T 参考点处接口的解除激活。

冷和热激活都是可能的。在断电—加电过渡之后或者在一些特定的维护程序之后开始冷激活。冷激活指 NT1 和 LT, 它们都没有存储任何与回波抵消器系数或均衡器的设定有关的信息, 因此期望长的激活时间。当 LT 和 NT1 包含关于回波抵消器系数和线路均衡器设定的全部信息时, 采用热激活以期短的激活时间。

降功率模式指的是 LT 和 NT1 都处于非常低的功耗并且没有任何线路信号出现的状态, 这个状态使得能够从统计上减少从中心局来的馈电功率。当然为了检出输入的激活请求, 系统的一些部分特别是收信部分总是激活的。

III. 10. 1 用于激活的信号

III. 10. 1. 1 用于启动的信号 (CL 不可用)

在激活/解除激活程序期间, 在 LT 与 NT 间的线路上互送下述特定的信号 (SIG):

下游 (LT→NT1)

- INFO U0 (IU0): 线路上没有信号。
- INFO U12 (IU12): 20kHz 突发单音。由 8 个线路符号 (++++---) 组成的脉型在每 8ms 内重复 72 次而获得这种线路信号。突发单音是以半双工的方式发送的。
- INFO U22 (IU22): 80kHz 突发单音。由两个线路符号 (++) 组成的脉型在每 8ms 内重复 291 次而获得这种线路信号。突发单音是以半双工的方式发送的。
- INFO U4 (IU4): 全双工传输。线路信号具有与有用信号相同的帧结构但 B₁、B₂、D 和 CL 通路的比特的二进值为 ZERO。二进数字流以伪随机序列扰码并按 AMI 规则予以编码。帧的第二比特被置为二进 ZERO。
- INFO U6 (IU6): B 和 D 通路上运用数据的全双工传输; CL 通路用于运载第 1 层的激活/解除激活、测试和维护信息。帧内第二比特被置为二进 ONE。

上游 (NT1→LT)

- INFO U0 (IU0): 线路上没有信号。
- INFO U11 异步: 20kHz 突发单音。由 8 个线路符号 (++++---) 组成的脉型在每 16ms 内重复 72 次而获得这种线路信号。突发单音是以半双工方式发送的。
- INFO U11 同步: 20kHz 突发单音。由 8 个线路符号 (++++---) 组成的脉型在每 8ms 内重复 72 次而获得这种线路信号。突发单音是以半双工方式并且同步于来自 LT 的 IU12 而发送的。
- INFO U21 (IU21): 80kHz 突发单音。由两个线路符号 (++) 组成的脉型在每 8ms 内重复 291 次而获得这种线路信号。突发单音是以半双工方式发送的。
- INFO U3 (IU3): 全双工传输。线路信号具有与有用信号相同的帧结构但 B₁、B₂、D 和 CL 通路比特二进值为 ZERO。二进数字流以伪随机序列扰码并按 AMI 规则予以编码。帧内第二比特被置为二进 ONE。
- INFO U5 (IU5): B 和 D 通路上运用数据的全双工传输; CL 通路被用于运载第 1 层激活/解除激活、测试和维护信息。帧内第二比特被置为二进 ZERO。

Ⅲ.10.1.2 CL通路的比特

CL通路的I比特(见§Ⅲ.6.1)被用于传递激活/解除激活指令和测试与维护指令/报告,而P和O比特则用于奇偶校验和误码检测并随之对其编码。下面列出的仅仅是在LT和NT1之间互送的并且通过CL通路传递的激活/解除激活信号。

从LT至NT1的CL通路的I比特

000010001 激活请求(AR)

激活所有第1层的请求,传输系统和T参考点的接口都被激活。

000001111 传输系统激活请求(UAR)

仅激活传输系统的请求。如同AR指令情况那样,自动地执行激活程序。在T参考点接口处于激活的情况下,它将被解除激活。

000010011 环路2的激活请求(AR2)

激活NT1的环路2的请求。

000000001 解除激活请求(DR)

对传输系统解除激活的请求。LT和NT1自动地执行解除激活程序。

从NT1至LT的CL通路的I比特

000001001 重新同步(RSY)

在T参考点的接口上同步已经丢失并且没有有效数据可供利用时,RSY指示是通过T接口的输入。

000011001 激活指示(AI)

当AI作用时,在T参考点的接口处直到终端设备的激活程序已经成功地完成。

000011101 环路2的激活指示(AIL)

在T接口通过环路2的连接已经建立。在一个ARL指令之后,AIL指示信号确认收到了一个AI。

000001111 传输系统激活指示(UAI)

传输系统在NT1被激活,这个信息被转送到LT/ET。T参考点的接口未被激活。

Ⅲ.10.2 内部定时器的规定

在激活/解除激活程序期间,应当使用下述定时器:

- 定时器A:这个定时器位于NT1。它有两个不同的含义:在激活程序期间它的值是8秒并且是激活时间的上限。每当达到激活,作为保护时间它的值是500ms以防止因来自LT的信号中断或线路帧丢失而导致的不希望的解除激活。
- 定时器2:这个定时器位于NT1。它的值固定在50ms,它用于防止来自TE的不希望的重新激活。

Ⅲ.10.3 激活程序的说明

Ⅲ.10.3.1 来自LT的激活程序的说明

以箭头指向顺序为基础的图Ⅲ-6/G.961概括了源于ET的激活程序。来自ET的激活请求(FE1)开启激活程序。LT以FE2送到ET来开启程序并在线路上发送(IU12)。在收到来自NT1的(IU11)时,LT向NT1发送(IU22)。NT1利用(IU22)实现线路均衡器设定(仅用于冷启动)、快速定时恢复和AMI判决门限的设定。一旦NT1完成它的训练程序,它就向LT发送(IU21)。LT利用这个SIG实现线路均衡器设定(仅用于冷启动)、定时恢复和AMI判决门限的设定。然后LT发送(IU4),它被NT1用于回波抵消器的更新(热启动用短的训练周期、冷启动用较长的训练周期)。这个训练周期结束时,NT1发送(IU3),它被LT用于和刚才对NT1

解释的同样的目的。每当经历了整个的训练周期，LT 就发送 (IU6) (运行的 B 和 D 通路)，其中 CL 通路的 I 比特运载 FE1 指令。NT1 以 (IU5) (运行的 B 和 D 通路) 应答；如果 T 参考点的接口未激活，(IU5) 的 CL 通路的 I 比特负载 FE3；如果 T 参考点的接口处于激活状态，那么 (IU5) 负载 FE4。

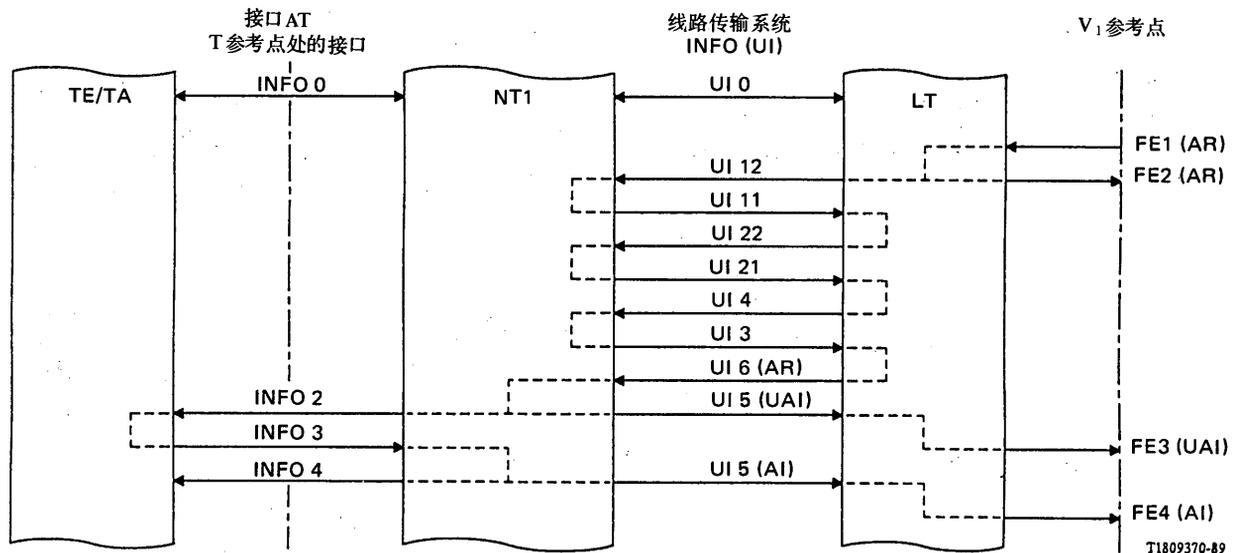


图 III-6/G. 961

来自网路测的第1层激活

III. 10. 3. 2 来自 NT1 的激活程序的说明

以箭头指向顺序为基础的图 III-7/G. 961 概括了源于用户侧的激活程序。由来自 T 参考点的接口的激活请求 INFO1 开始激活程序。NT1 启动程序向 LT 发送 IU11 (异步)。LT 以 FE2 将这个信息传给 FT 并且等待 ET 发送 FE1 以便继续激活程序。如果 ET 以 FE1 给出它的确认，那么激活程序继续进行并且与 III. 10. 3. 1 所示的一样。

III. 10. 3. 3 解除激活程序的说明

第1层的解除激活仅仅是在 LT/ET 的完全控制下而在物理上实现。ET 以 FE3 送给 LT 而开始解除激活。LT 发送 (IU6)，其 CL 通路的 I 比特含有指令 DR。NT1 向 T 参考点的接口发送 INFO 0 并且以 (IU0) 回送给 LT。以箭头指向顺序为基础的图 III-8/G. 961 概括了解除激活程序。

III. 10. 4 NT1 状态过渡表

在表 III-1/G. 961 中描述了作为 INFO、SIG 和内部定时器的函数的 NT1 激活/解除激活程序的详细情况。环路2应仅仅源于解除激活状态，不可能有从环路2到激活状态的过渡。

III. 10. 5 LT 状态过渡表

在表 III-2/G. 961 中描述了作为 INFO、SIG 和内部定时器的函数的 LT 激活/解除激活程序的详细情况。

环路1应仅仅源于解除激活状态，并且不可能有从环路1到激活状态的过渡。环路1应当是透明的或不透明的。在环路1之后，有可能需要一个长的激活时间 (冷启动)，这是因为系统可能丢失关于线路均衡器、回波抵消器系数等全部信息。

表 III-1/G.961

NT1状态过渡表 (NT 状态矩阵)

状态		NT1	NT2	NT3	NT4	NT5	NT6	NT7	NT8	NT9	NT10	NT11	NT12	NT13	NT14	NT15
名称		解除激活	在激活期间第1步	在激活期间第2步	在激活期间第3步	在激活期间第4步	仅激活线路	T接口在激活期间	T接口与线路激活	在NT6中U口的帧丢失	在NT8、9中U口的帧丢失	在解除激活期间TA计满	在解除激活期间IU6 (DR)	U接口激活环路2	环路2激活	环路2U口帧丢失
Tx信号	线路INFO	IU0	IU11同步	IU11	IU21	IU3	IU5 + CL上的UAI	IU5 + CL上的X	IU5 + CL上的AI	IU0	IU0	IU0	IU5 + CL上的X	IU5 + UAI或RSY	IU5 + CL上的AI	IU0
	S/T	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 4	INFO 0	INFO X	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 4	INFO X
R, 新事件		INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 4	INFO 0	INFO X	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 4	INFO X
L/S		INFO 0	-	-	-	-	-	-	NT7	-	-	NT1	NT1	/	NT13	-
L/S		INFO 1	NT2	-	-	-	-	-	NT7	-	-	-	-			
L/S		INFO 2												NT14	-	-
L/S		INFO 3	/	/	/	/	/	NT8	-	/	-	-	-	/	-	-
L/S		T接口帧定位丢失	/	/	/	/	/	/	NT7	/	/	-	-	/	NT13	/
L/S		T2计满	/	/	/	/	/	/	/	/	/	NT1	NT1	/	/	/
L/S		TA计满	/	ST.T2 NT11	ST.T2 NT11	ST.T2 NT11	/	/	/	NT1	ST.T2 NT11	/	/	/	/	ST.T2 NT11
L/S		IU0	-	-	ST.TA	ST.TA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L/S		IU12	NT3	NT3	-	ST.TA	/	/	/	/	/	-	-	/	/	/
L/S		IU22	/	/	停止 TA NT4	-	ST.TA	/	/	/	/	-	-	/	/	/
L/S		IU4	/	/	ST.TA	停止 TA NT5	-	/	/	/	/	-	-	/	/	/
L/S		IU6 + CL上的AR	/	/	/	/	停止 TA NT7	NT7	-	-	/	/	-	/	/	/
L/S		IU6 + CL上的UAR	/	/	/	/	停止 TA NT6	-	/	NT6	/	/	-	/	/	/
L/S		IU6 + CL上的AR2	/	/	/	/	停止 TA NT13	/	/	/	/	-	-	-	-	/
L/S		IU6 + CL上的DR	/	/	/	/	/	NT1	ST.T2 NT12	ST.T2 NT12	/	/	-	ST.T2 NT12	ST.T2 NT12	/
L/S		U接口的帧定位丢失	/	/	/	/	/	ST.TA NT9	ST.TA NT10	ST.TA NT10	-	-	/	ST.TA NT15	ST.TA NT15	-
L/S		U接口帧定位丢失的恢复	/	/	/	/	/	/	/	/	停止 TA NT6	停止 TA NT7 或 NT8	/	/	/	停止 TA NT13 或 NT14

注 — 符号和缩写见表III-2/G.961。

LT 状态过渡表 (LT 状态矩阵)

状态		LT1	LT2	LT3	LT4	LT5	LT6	LT7	LT8	LT9	LT10	LT11	LT12	LT13
名称		解除激活	等待激活	在激活期间第1步	在激活期间第2步	在激活期间第3步	在激活期间第4步	仅激活线路	T接口或环路2激活	在LT8中U口帧丢失	在LT7中U口帧丢失	远端误码指示	在LT11中U口帧丢失	在解除激活期间
Tx信号	线路 INFO	IU0	IU0	IU12	IU22	IU4	IU6 + CL上的FE							
		V ₁	FE 6 (DI)	FE 2 (AR)	FE 2 (AR)	FE 2 (AR)	FE 2 (AR)	FE 2 (AR)	FE 3 (UAI)	FE 4 (AI)	FE 7 (RSY)	FE 7 (RSY)	FE 7 (RSY)	FE 7 (RSY)
V ₁	FE 1 (AR)	LT3	LT3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	FE 11 (UAR)	LT3	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	FE 9 (ARL)	LT4	/	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	FE 8 (AR2)	LT3	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	FE 10 (AR4)	LT3	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	FE 5 (DR)	-	-	LT1	LT1	LT1	LT1	LT13	LT13	LT1	LT1	LT13	LT1	-
	IU11 异步	LT2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	IU11	/	LT1	LT4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	IU21	/	LT1	-	LT5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	IU3	/	LT1	-	-	LT6	-	-	-	-	-	-	-	-
	IU5 + CL上的UAI	/	LT1	-	-	-	LT7	-	LT7	-	-	LT7	-	-
	IU5 + CL上的AI	/	LT1	-	-	-	LT8	LT8	-	-	-	LT8	-	-
	IU5 + CL上的AR	/	/	/	/	/	/	/	LT6	/	/	/	/	/
	IU0	-	LT1	-	-	-	-	-	-	-	-	LT8	-	LT1
	IU5 + CL上的RSY	/	LT1	-	-	-	-	-	LT11	LT11	-	-	-	-
	U接口帧定位丢失	/	/	/	/	/	/	/	LT10	LT9	-	-	LT12	-
U接口帧丢失的恢复	/	/	/	/	/	/	/	/	/	LT8	LT7	/	LT11	/

与表 III-1/G.961 和 III-2/G.961 有关的符号和注

/	不可能事件
—	状态不变化
	根据第1层业务的定义的不可能事件
INFO IU5+X	在 CL 通路上带有 X 消息的线路信号
INFO IU6+X	在 CL 通路上带有 X 消息的线路信号
ST.T2	启动定时器 T2
ST.TA	启动定时器 TA
INFO U6+FE	在 CL 通路上带有来自 ET1 且与 FE 和 V1 接口有关的消息的线路信号

注— NT1 在 CL 通路上发送 AR 而不是 UAI。

III.10.6 激活时间

热启动的激活时间应少于 300ms。

冷启动的激活时间应少于 4 秒。

III.11 抖动

抖动容限拟保证 CCITT 建议 I.430 的限值由本地线路上的传输系统的抖动限值支持。不论线路的长度如何以及是否包括一个再生器，只要它们包括在传输媒介特性（见 § 3）之内，则必须满足下面所给出的抖动限值，而且与 B、D 和 CL 通路传送的比特脉型无关。

III.11.1 NT 输入信号抖动容限

对于在测试信号源上叠加的范围从 1Hz 至 40kHz 的单频抖动，NT1 应满足具有图 III-9/G.961 所示的极大幅度的漂动/抖动性能指标。在相位最大变化率为 0.6 UI/小时的地方，NT1 还应当满足每天达 3 UI 峰—峰值的漂动性能指标。

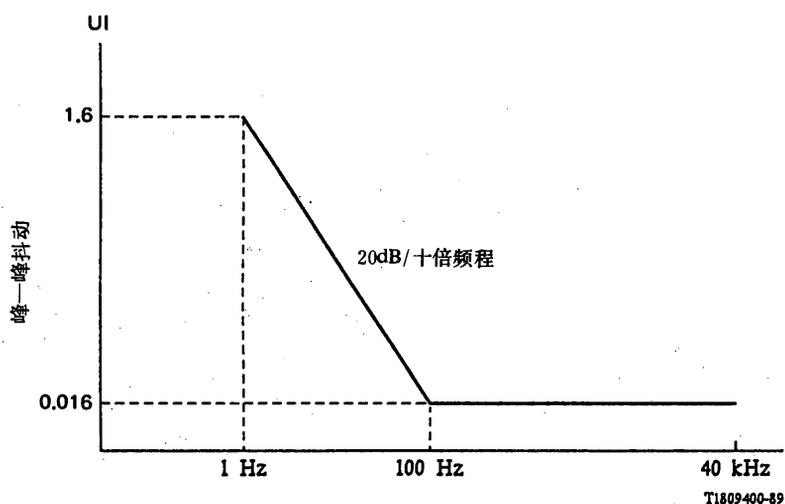


图 III-9/G.961

NT1 输入信号上的最低抖动容限

Ⅲ.11.2 NT 输出抖动限值

当在 NT1 输入信号上叠加有如在 § Ⅲ.11.1 规范的漂动/抖动, 则在 NT1 向网路发送的信号上的抖动应遵循下述规定:

- a) 当以一个在 100Hz 以下具有 20dB/+ 倍频程滚降的高通滤波器测量时, 抖动应等于或小于 0.08 UI 峰—峰值和小于 0.02 UI 有效值。
- b) 当以一个在 20Hz 以上具有 20dB/+ 倍频程滚降和 0.1Hz 以下具有 20dB/+ 倍频程滚降的带通滤波器测量时, 输出信号相位相对 (来自网路的) 输入信号的相位抖动不应超过 0.08 UI 峰—峰值和 0.02 UI 有效值。这一要求适用于在输入信号相位上施加如 § Ⅲ.11.1 规范的直至 100Hz 的单频抖动的情况。

Ⅲ.11.3 抖动测量的测试条件

利用测试点实现抖动测量。

Ⅲ.12 NT1 和 LT 发送器输出特性

下面的规范适用于负载阻抗为 130 欧姆的情况。

Ⅲ.12.1 脉冲幅度

最大脉冲的零至峰值标称幅度应是 2V, 容差为 ±10%。

Ⅲ.12.2 脉冲形状

脉冲形状应当符合图 Ⅲ-10/G.961 的样板。

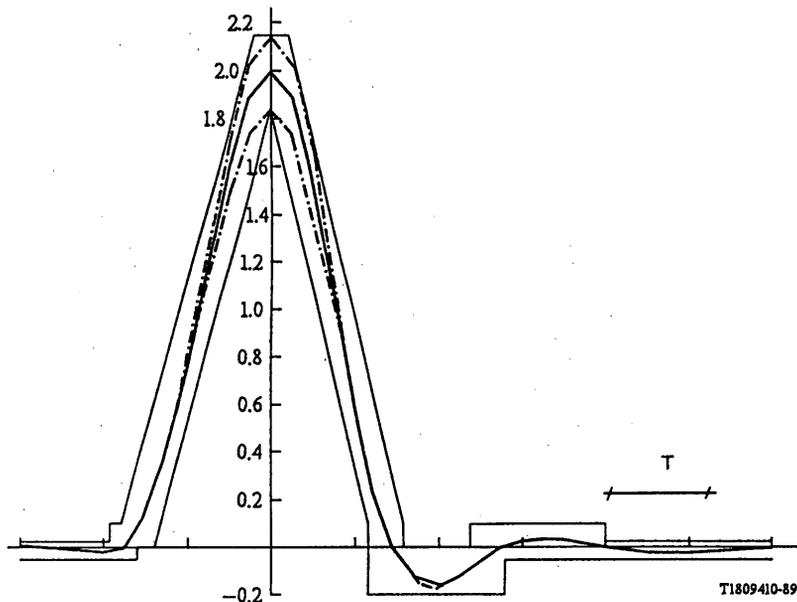


图 Ⅲ-10/G.961
发送脉冲样板

Ⅲ.12.3 信号功率

平均信号功率应在8dBm 至9dBm 之间。

Ⅲ.12.4 功率谱

功率谱密度的上限应在图Ⅲ-11/G.961样板之内。

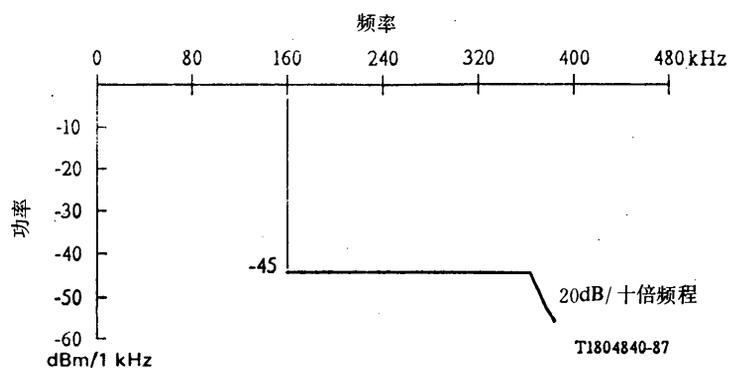
Ⅲ.12.5 发送器信号非线性

发送器信号非线性应小于1%。

Ⅲ.13 发送器/接收器端口

Ⅲ.13.1 阻抗

朝 NT1或 LT 分别看去的标称输入/输出阻抗应是130欧姆。



图Ⅲ-11/G.961
发送功率谱密度样板

Ⅲ.13.2 反射损耗

阻抗反射损耗在5至60kHz 频率范围内应大于11dB，在60至100kHz 频率范围内应大于16dB。

Ⅲ.13.3 纵向变换损耗

最低的纵向变换损耗应如下：

- 直至80kHz 时，45dB；
- 80kHz 以上时40dB。

附录 IV

(附于建议 G·961)

使用 TCM 法的 AMI 传输系统的电特性

IV.1 线路码

两个传输方向的线路码都是 AMI。用没有线路信号表示二进 ZERO，而交替地用正或负脉冲表示二进 ONE，以这样的方法实现编码方案。

IV.2 符号率

符号率由线路码、信息流的比特率和帧结构决定，符号率是320千波特。

IV.2.1 时钟要求

IV.2.1.1 NT1自由振荡时钟精度

NT1自由振荡时钟的精度应当是±50 ppm。

IV.2.1.2 NT1时钟容差

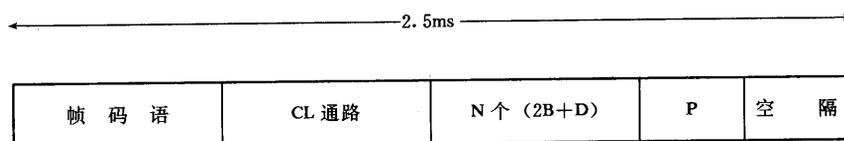
NT1应当接受来自 LT 的精度为±10 ppm 的时钟。

IV.2.1.3 LT 时钟容差

LT 应当接受来自 ET 的精度为±10 ppm 的时钟。

IV.3 帧结构

帧结构包含一个帧码语、N 个 (2B+D) 和一个 CL 通路。



P 奇偶校验比特：P 比特用于在帧中得到偶数个二进 ONE；因此当帧中的二进 ONE 的数目是奇数或偶数时，P 被分别置为二进 ONE 或二进 ZERO。

IV.3.1 帧长度

在一帧中 (2B+D) 时隙的数目 N 是二十。

IV.3.2 LT—NT1方向的比特分配

在图 IV-1/G.961 中给出比特分配。

IV.3.3 NT1—LT 方向的比特分配

在图 IV-2/G.961 中给出比特分配。

比特位置	1~8	9	10	11~13	14~16	XX (注)	YY (注)	ZZ (注)	VV (注)	377	378~800
功 能	帧码语	控制比特	复帧比特	控制比特	CRC 比特	B ₁ 通路	D 通路	B ₂ 通路	D 通路	奇偶校 验比特	空闲(没有 线路信号)
		CL 通 路									

注 — XX = (17+18n) 至 (24+18n) ; 其中 n=0~19。

YY = 25+18n ; 其中 n=0~19。

ZZ = (26+18n) 至 (33+18n) ; 其中 n=0~19。

VV = 34+18n ; 其中 n=0~19。

图 N-1/G.961

LT—NT1 方向的比特分配

比特位置	1~8	9	10	11~13	14~16	XX (注)	YY (注)	ZZ (注)	VV (注)	377	378~800
功 能	帧码语	信息比特	复帧比特	信息比特	CRC 比特	B ₁ 通路	D 通路	B ₂ 通路	D 通路	奇偶校 验比特	空闲(没有 线路信号)
		CL 通 路									

注 — XX = (17+18n) 至 (24+18n) ; 其中 n=0~19。

YY = 25+18n ; 其中 n=0~19。

ZZ = (26+18n) 至 (33+18n) ; 其中 n=0~19。

VV = 34+18n ; 其中 n=0~19。

图 IV-2/G.961
NTI—LI 方向的比特分配

IV.4 帧码语

帧码语系用于分配比特位置到 $2B+D+CL$ 通路。但它还可用于其他功能。

IV.4.1 LT—NT1方向的帧码语

帧码语的码将是“100000M0”；M在每帧是“1”/“0”交替比特。

IV.4.2 NT1—LT方向的帧码语

帧码语的码将是“1000000M”；M在每帧是“1”/“0”交替比特。

IV.5 帧定位程序

帧定位程序规定如下：

a) 帧定位状态

如果已经连续三帧在同一位置辨明了帧码语，就认为传输系统处于帧定位状态。

b) 帧定位丢失的状态

如果在十二帧的帧位置上辨明帧码语之前已经有六帧在所预期的帧位置上没有识别出帧码语，就认为传输系统处于帧定位丢失的状态。

IV.6 复帧

为了能够在彼此相连的多帧中分配 CL 通路的比特，可以采用复帧结构。利用帧码语决定复帧的开始。在复帧中的帧数是四。

IV.6.1 LT—NT1方向的复帧码语

利用在 CL 通路中分配的复帧比特辨别复帧。在帧定位状态下，由四个连续帧中的复帧比特规定的复帧码语是“1000”。

IV.6.2 NT1—LT方向的复帧码语

同IV.6.1。

IV.7 LT—NT1和NT1—LT之间的帧偏移

NT1应将它的帧同步于从LT至NT1方向收到的帧，并且以一定的偏移发送它的帧。NT1输入/输出接口相对的帧位置如下：从NT1向LT发送的每一帧的第一比特相对于接收到的来自LT的帧的第一比特应当延迟383至384个比特周期。

IV.8 CL 通路

IV.8.1 比特率

CL 通路的比特率是3.2 kbit/s。

IV.8.2 结构

- a) 一个复帧中有三十二比特 (3.2 kbit/s) 分配给 CL 通路用。
- b) 四比特 (0.4 kbit/s) 分给复帧比特。
- c) 分配十六比特 (1.6 kbit/s) 用于LT至NT1方向的维护 and 操作控制功能和NT1至LT方向的维护 and 操作信息功能。
- d) 十二比特 (1.2 kbit/s) 分配给循环冗余校核 (CRC) 功能。

IV.8.3 规约和程序

维护/操作控制/信息的规约和程序如下:

- a) 转移模式是比特面向的。
- b) 发送模式是连续的。
- c) 在帧定位状态下通过在连续三个复帧收到同样的比特来证实识别。
- d) 控制调用的时间周期一直持续到发送控制被辨明。
- e) 信息调用的时间周期一直持续到起因事件被辨明。

IV.9 扰码

扰码将应用于2B+D通路,扰码算法应如下:

- 在LT—NT1方向: $x^9 \oplus x^5 \oplus 1$
- 在NT1—LT方向: $x^9 \oplus x^5 \oplus 1$

IV.10 激活/解除激活

在建议G.960、§5定义了激活/解除激活。传输系统提供的应用情况描述如下。

IV.10.1 用于激活的信号

下面列出用于激活/解除激活的信号(SIG)的定义。规定了用于启动的信号(CL通路的比特不可用)和在CL通路的比特(在已经建立的帧中)。

- a) 用于启动的信号(CL不可用):
 - SIG 0(NT1至LT和LT至NT1): 没有线路信号。
 - SIG 1(LT至NT1): 对线路和T参考点的接口解除激活的信号。
 - SIG 2(NT1至LT): 叫醒信号,它向LT第1层发出请求,表明须进入加电状态和提供对线路和T参考点接口的激活。在来自用户侧激活的情况下,它是通过接收跨过T参考点的INFO 1信号来调用的。在来自网路侧激活的情况下,在收到SIG 3信号的基础上,这个信号还可用作叫醒的确认。
 - SIG 3(LT至NT1): 叫醒信号,它向NT1第1层发出请求,表明须进入加电状态并准备与来自LT的输入信号进行同步。在来自用户侧激活的情况下,在收到信号SIG 2的基础上,这个信号还可用作叫醒的确认。
 - SIG 4(LT至NT1): 包含帧信息并且允许NT1的接收器同步的信号。
 - SIG 5(NT1至LT): 包含帧信息并允许LT的接收器同步的信号。它通知LT,表明NT1已经同步于信号SIG 4。
- b) 在已经建立的帧中CL通路内的比特:
 - SIG 6(LT至NT1): 一个要求NT1建立NT1至LT间可用的完全的第1层信息转移能力并且要求NT1通过发送跨过T参考点的INFO 2信号来激活T接口。
 - SIG 7(LT至NT1): 一个要求NT1通过发送跨过T参考点的INFO 4在TE和ET间建立可用的完全的第1层信息转移能力的信号。
 - SIG 8(NT1至LT): 一个表明T参考点的接口被激活并且要求LT提供TE与ET间可用的完全的第1层信息转移能力的信号。通过接收跨过T参考点的信号INFO 3而调用这一信号。
 - SIG 9(LT至NT1): 一个要求NT1在NT1至LT间建立可用的完全的第1层信息转移能力并且要求NT1激活环路2的信号。
 - SIG 10(NT1至LT): 一个表明在NT1的环路2被激活并且要求LT在NT1至ET间提供可用的

完全的第1层信息转移能力的信号。

- SIG 11 (LT 至 NT1和 NT1至 LT): 一个包含定帧信息和2B+D+CL 通路的同步信号。
- SIG 12 (NT1至 LT): 一个表明 NT1的 T 接口侧的接收器已经进入失步状态的信号。
- SIG 13 (LT 至 NT1): 一个表明 LT 的线路侧的接收器已经进入失步状态的信号。这个信号还包含如 SIG 4信号那样的功能。
- SIG 14 (NT1至 LT): 一个包含定帧信息和2B+D+CL 通路的同步信号; 2B+D 通路的比特被置为空闲。

注 — 在建议 G. 960、§ 5.4说明了跨过 V 参考点的功能元 (FE) 的定义。在表 IV-1/G. 961中重新列出了激活/解除激活所用的 FE。

表 IV-1/G. 961
与激活/解除激活程序有关的功能元清单

功能元 (FE)	方 向	项 目
FE 1	ET 至 LT	对 T 参考点的接口的激活请求
FE 5	ET 至 LT	对线路和 T 参考点的接口的解除激活请求
FE 9	ET 至 LT	对环路1的激活请求
FE 8	ET 至 LT	对环路2的激活请求
FE 4	LT 至 ET	分别激活 T 接口或提供环回
FE 3	LT 至 ET	线路被激活
FE 6	LT 至 ET	线路和 T 参考点的接口被解除激活
FE 7	LT 至 ET	误码指示
FE 2	LT 至 ET	请求启动 ET 第1层内的定时器 T1

IV. 10.2 内部定时器的定义

定时器 T2 (见建议 I. 430、§ 6) 设在 LT 第1层内。

IV. 10.3 激活程序的说明

- a) 来自网路侧的激活: 见图 IV-3/G. 961。
- b) 来自用户侧的激活: 见图 IV-4/G. 961。
- c) 来自网路侧的解除激活: 见图 IV-5/G. 961。
- d) 环路2的激活: 见图 IV-6/G. 961。

注1 — 在 T 参考点的接口仍然解除激活而完全的信息转移能力为可用的情况下, 不提供只对线路系统的激活。

注2 — 在 LT 的二线点没有线路信号传送的情况下提供非透明的环路1。

注3 — NT1在 T 参考点的接口发送 INFO 0的情况下提供非透明的环路2。
 注4 — 中继器是不可应用的。

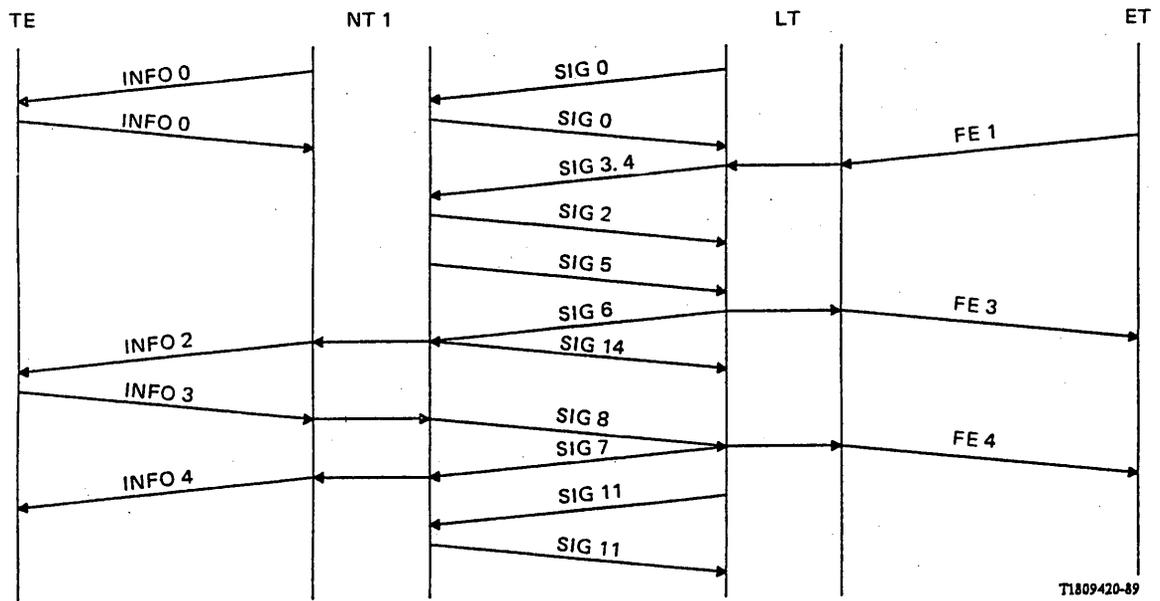


图 IV-3/G. 961
 来自网络侧的激活

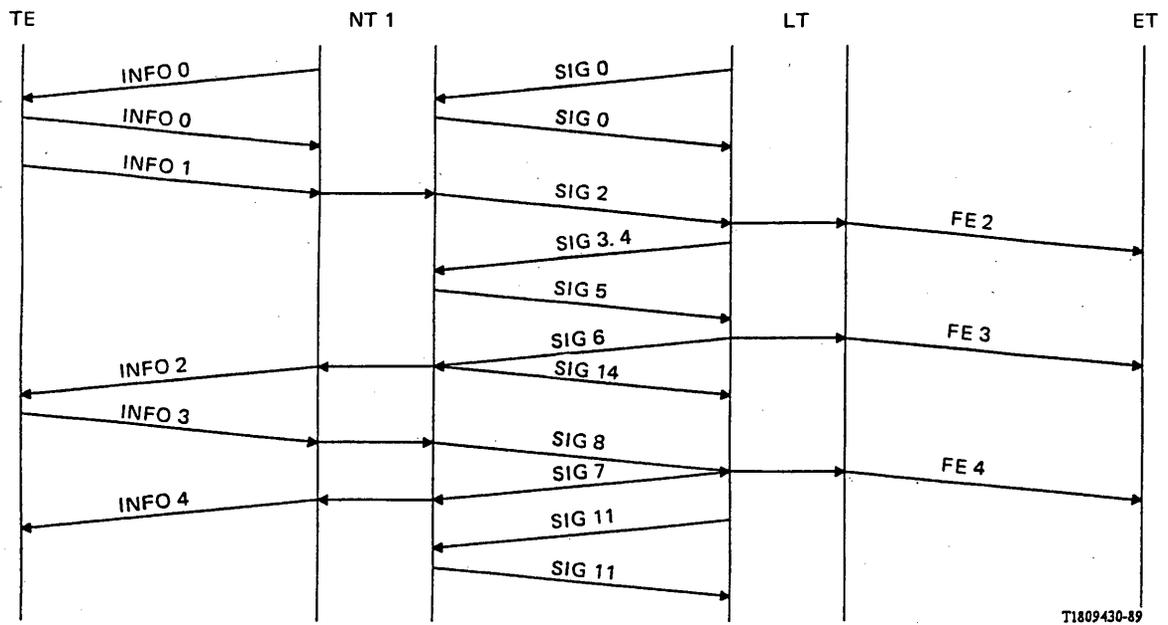


图 IV-4/G. 961
 来自用户侧的激活

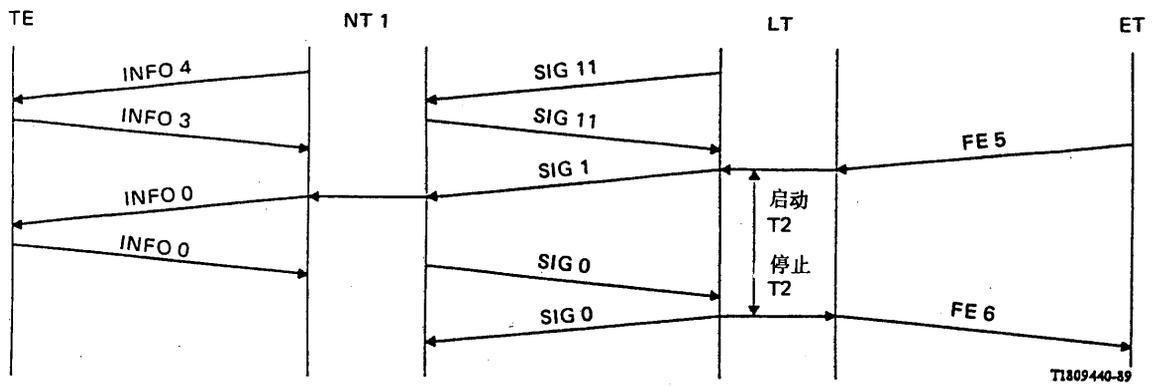


图 IV-5/G.961
来自网路侧的解除激活

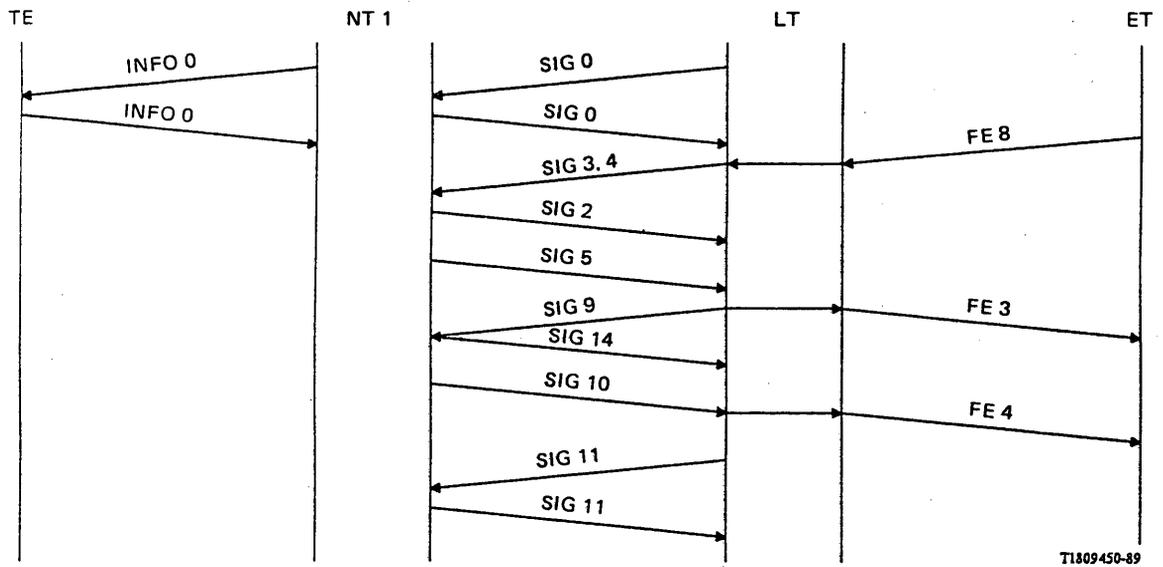


图 IV-6/G.961
环路2的激活

IV.10.4 NT1状态过渡表

表 IV-2/G.961 规定了作为 INFO 和 SIG 的函数的 NT1 状态过渡表。

IV.10.5 LT 状态过渡表

表 IV-3/G.961 规定了作为 FE、SIG 和内部定时器 T2 的函数的 LT 状态过渡表。

表 IV-2/G.961

NT1状态过渡表

事件	状态名称	解除激活	在电源激活期间	在NT1侧线路 激活期间	在LT侧线路 激活期间	线路激活	T接口预激活	T接口激活	T接口帧丢失	线路激活	环路2激活
	状态代码	NT 1.0	NT 1.1	NT 1.2	NT 1.3	NT 1.4	NT 1.5	NT 1.6	NT 1.7	NT 2.1	NT 2.2
	Tx	INFO 0 \	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 2	INFO 4	INFO 2	INFO 0	INFO 0
		SIG 0	SIG 2	SIG 2	SIG 5	SIG 14	SIG 8	SIG 11	SIG 12	SIG 14	SIG 10 SIG 11
SIG 1	/	NT 1.0	NT 1.0	NT 1.0	NT 1.0	NT 1.0	NT 1.0	NT 1.0	NT 1.0	NT 1.0	NT 1.0
SIG 3	NT 1.2	NT 1.2	-	-	/	/	/	/	/	/	/
NT1侧线路激活	/	/	NT 1.3	-	-	-	-	-	-	-	-
SIG 6	/	/	/	NT 1.4	-	-	-	-	-	-	-
SIG 7	/	/	/	/	/	NT 1.6	-	-	/	/	/
SIG 9	/	/	/	NT 2.1	/	/	/	/	-	-	-
SIG 13	/	/	/	-	NT 1.3	NT 1.3	NT 1.3	NT 1.3	NT 1.3	NT 1.3	NT 1.3
T接口帧丢失	/	/	/	/	/	NT 1.7	NT 1.7	-	/	/	/
NT1侧线路帧丢失	/	/	/	NT 1.2	NT 1.2	NT 1.2	NT 1.2	NT 1.2	NT 1.2	NT 1.2	NT 1.2
正在接收 INFO 1	NT 1.1	-	-	-	-	/	/	/	-	-	-
正在接收 INFO 3	/	/	/	/	/	NT 1.5	-	-	NT 1.5	/	/
建立的环路2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	NT 2.2	-

/ 不可能事件

- 没有状态变化

表 N-3/G.961

LT 状态过渡表

事件	状态名称	解除激活	在线路激活期间	线路激活	T接口激活	在线路激活期间	线路帧丢失	在线路激活期间	线路激活	环路2激活
	状态代码 Tx	LT 1.0	LT 1.1	LT 1.2	LT 1.3	LT 1.4	LT 1.5	LT 2.1	LT 2.2	LT 2.3
		SIG 0	SIG 3 SIG 4	SIG 6	SIG 7 SIG 11	SIG 1	SIG 13	SIG 3 SIG 4	SIG 9	SIG 11
SIG 2		FE 2 LT 1.1	—	—	/	/	—	—	/	/
线路完全激活		/	FE 3 LT 1.2	—	—	—	FE 3 LT 1.2	FE 3 LT 2.2	—	—
SIG 8		/	/	FE 4 LT 1.3	—	—	/	/	/	/
SIG 10		/	/	/	/	/	/	/	FE 4 LT 2.3	—
线路帧丢失		/	/	FE 7 LT 1.5	FE 7 LT 1.5	—	—	/	FE 7 LT 2.1	FE 7 LT 2.1
SIG 12		/	/	/	FE 7 LT 1.2	—	/	/	/	/
定时器T2计满		/	/	/	/	LT 1.0	/	/	/	/
FE 1		LT 1.1	/	/	/	/	/	/	/	/
FE 5		/	ST.T2 LT 1.4	ST.T2 LT 1.4	ST.T2 LT 1.4	/	ST.T2 LT 1.4	ST.T2 LT 1.4	ST.T2 LT 1.4	ST.T2 LT 1.4
FE 8		2.1	/	/	/	/	/	/	/	/

/ 不可能事件

— 没有状态变化

IV.10.6 激活时间

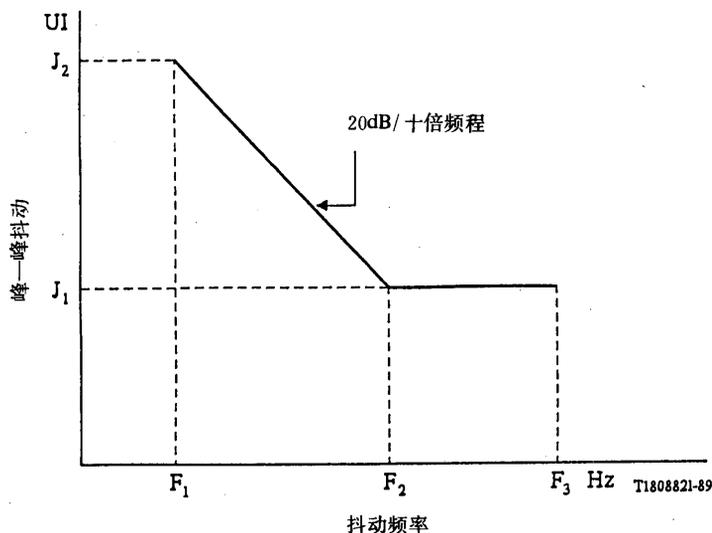
见建议 G.960、§ 5.5.1和 § 5.5.2。

IV.11 抖动

抖动容限拟保证建议 I.430的限值被本地线上的传输系统的抖动限值支持。不论本地线路的长度如何及是否包括一个再生器，只要本地线路的长度和再生器包括在传输媒介特性之内（见 § 3），就须满足下面给出的抖动限值。限值必须满足而与 B、D 和 CL 通路的比特脉型无关。

IV.11.1 NT1输入信号抖动容限

对于在测试信号源上施加的在3Hz 至80kHz 范围内的单频抖动,NT1应当满足具有图 IV-7/G.961所示的最大幅度的漂动/抖动的性能指标。NT1还应满足当相位最大变化率为1.0 UI/小时每日达0.1UI 峰—峰值的漂动的性能指标。



$$1 \text{ IU} = \frac{1}{320 \text{ kHz}} = 3.125 \mu\text{s}$$

F ₁	F ₂	F ₃	J ₁	J ₂
3 Hz	30 Hz	80 kHz	0.1 UI	1.0 UI

图 IV-7/G.961

NT1输入信号上最低可容许的抖动

IV.11.2 NT1输出抖动限值

在NT1输入信号上施加如IV.11.1规范的漂动/抖动,NT1向网路发送的信号上的抖动应遵守下述规定:

- a) 当用一个在90Hz 以下具有20dB/十倍频程滚降的高通滤波器测量时,抖动应等于或小于0.1 UI 峰—峰值和小于0.25 UI 有效值。

- b) 当用一个在90Hz以上具有20dB/十倍频程滚降和0.3Hz以下具有20dB/十倍频程滚降的带通滤波器测量时,输出信号的相位相对于(来自网络的)输入信号的相位的抖动不应超过0.12 UI峰—峰值或0.025 UI有效值。这适用于如在§ IV.11.1中规范的那样在输入信号相位上施加直至 F_2 Hz的单频抖动。

IV.11.3 用于抖动测量的测试条件

由于二线上双向传输和由于严重的符号间干扰,在NT1的二线口没有规定完善的信号过渡可供利用。

注 — 提议了两种可能的解决方案。

- a) 在NT1提供一个测试点用于测量未受干扰的信号上的抖动。
b) 规定一个包括人工本地线路的标准LT收发器作为一种测试仪表。

IV.12 NT1和LT的发送器输出特性

下述规范适用于负载阻抗为110欧姆的情况。

IV.12.1 脉冲幅度

最大脉冲的零至峰的标称幅度应当是6V,容差应当是±10%。

IV.12.2 脉冲形状

脉冲形状应当符合图IV-8/G.961的脉冲样板。

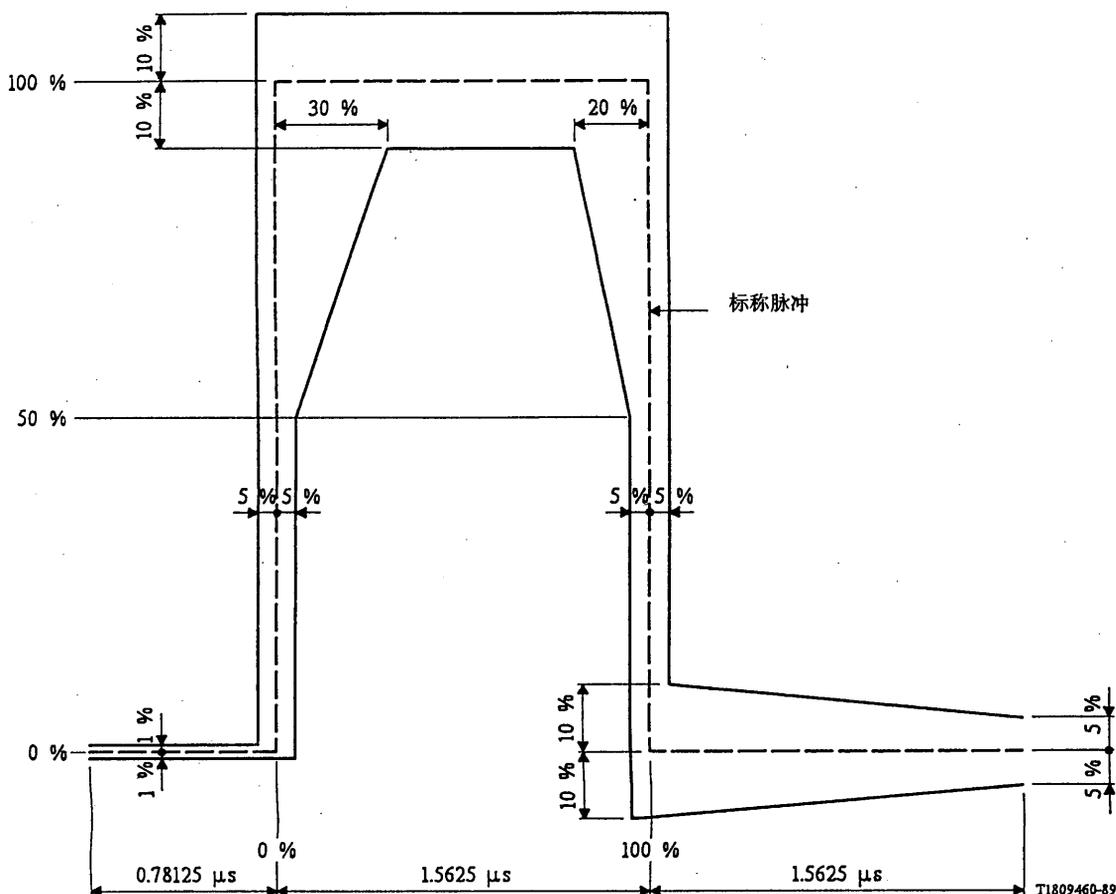


图 IV-8/G.961
发送器输出脉冲样板

IV.12.3 信号功率

平均信号功率应当在14.5dBm 至17.1dBm 之间。

IV.12.4 功率谱

功率谱密度上限应当在图 IV-9/G.961 样板之内。

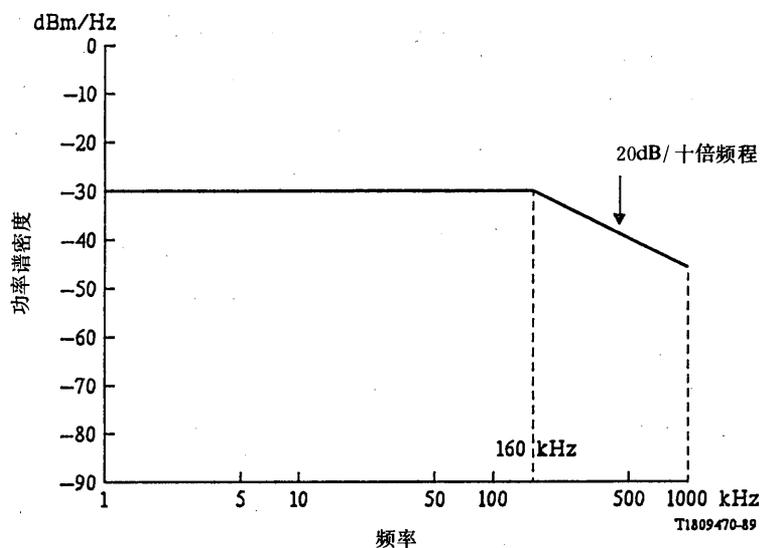


图 IV-9/G.961
信号的功率谱密度上限

IV.12.5 发送器信号的非线性

这是对相对理想脉冲高度的偏差和单个脉冲非线性的一种测量。

正和负脉冲高度的偏差应小于5%。

测量方法有待进一步研究。

IV.13 发送器/接收器的端口

IV.13.1 阻抗

- 分别向 NT1 或 LT 看去的标称输入阻抗应当是110欧姆。
- 分别向 NT1 或 LT 看去的标称输出阻抗当驱动脉冲时应小于30欧姆,当未驱动脉冲时应是110欧姆。

IV.13.2 反射损耗

阻抗的反射损耗应大于图 IV-10/G.961 的样板所示。

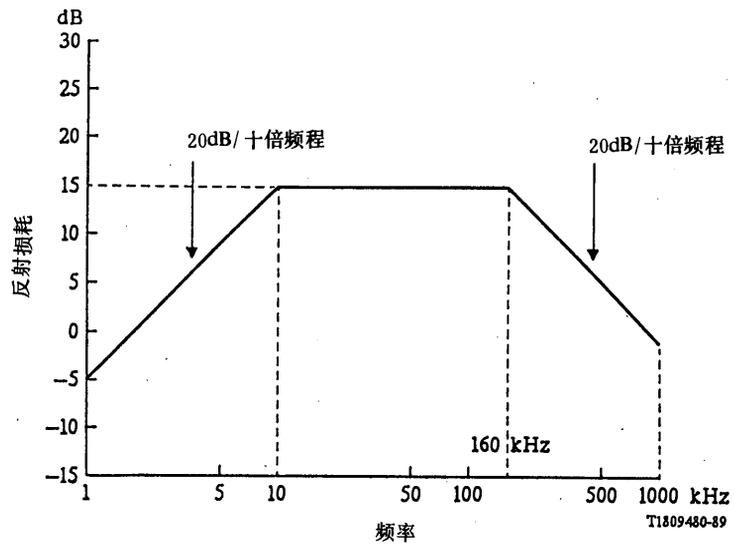


图 N-10/G.961
阻抗的最低反射损耗

IV.13.3 纵向变换损耗

最小的纵向变换损耗应大于图 N-11/G.961的样板所示。

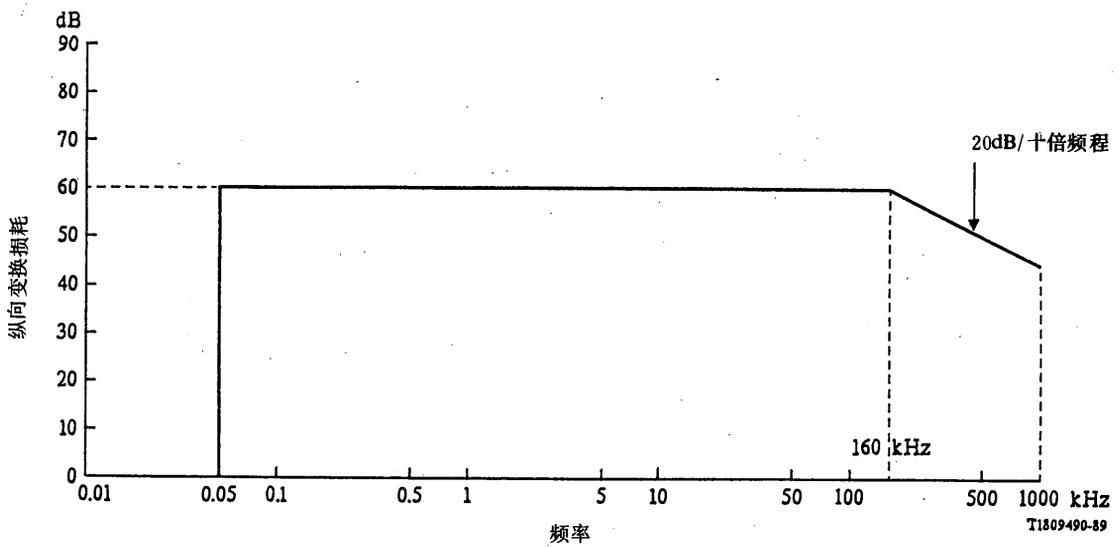


图 N-11/G.961
最低变换损耗

附录 V

(附于建议 G. 961)

使用二进双相线路码的 ISDN 基本率接入的数字线路系统

V.0 电特性

本附录描述一个使用回波抵消技术的160 kbit/s 透明传输系统。传输率将支持如建议 I. 412规定的两个64 kbit/s B 通路和一个16 kbit/s D 通路。余下的16 kbit/s 能力将允许用于定帧和辅助通路信息。

对整个成帧后的数据进行数据扰码，在交换局端和用户端使用不同的扰码多项式。线路码采用双相码。编码后的信号被滤波并以160千波特的符号率发送到线路。双相信号元的过渡允许以低抖动从数据中得到时钟抽取，并能利用短的判决反馈结构完成均衡。二进判决使得对剩于符号间干扰和剩余回波有最好的抗扰性，而且由于不要求自动增益控制/判决基准而简化接收器的设计。

V.1 线路码

两个传输方向的线路码都是双相码。编码规则如下。

以比特周期中间的负过渡来表示二进 ZERO。

以比特周期中间的正过渡来表示二进 ONE。

如果相继的二进数据比特是相同的，过渡则发生在比特交界处。

然后将编码后的二进信号成形以便有效地滤掉高频成分。

V.2 符号率

符号率由线路码、信息流的比特率和帧结构决定。符号率是160千波特。

V.2.1 时钟要求

V.2.1.1 NT1自由振荡时钟精度

NT1的自由振荡的时钟精度应是 ± 230 ppm。

V.2.1.2 LT 时钟容差

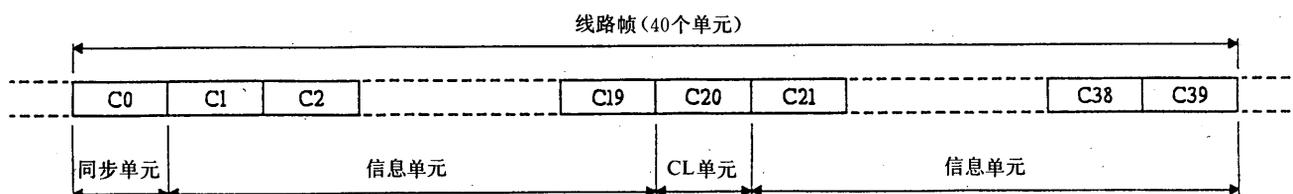
NT1和 LT 应当接受来自 ET 的与建议 G. 703相符的精度为 ± 50 ppm 的时钟。

V.3 帧结构

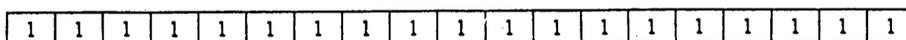
帧结构包含帧码语、N 个 (2B+D) 和一个 CL 通路。

如图 V-1/G. 961所示，一个线路帧被规定为40个“信元”，编号为 C0至 C39，每个信号元包含处于传输比特率的19个比特。信元 C0包含一个帧同步码组。

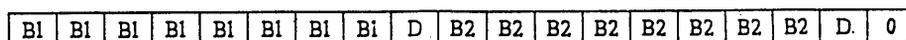
信元 C1至 C19和 C21至 C39包含用户的 B₁、B₂和 D 通路。信元 C20包含一个 CL 通路。



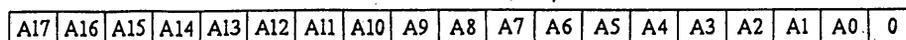
同步单元 (C0): 19个



信息单元 (C1-19, C21-39)



CL通路单元 (C20)



T1809500-89

B1 B1通路
 B2 B2通路
 D D通路
 A17-0 CL通路

注 — 传输次序是从左到右。

图 V-1/G.961
 帧结构

V.3.1 帧长度

规定的帧结构和线路速率导致线路帧由760比特组成且持续4.75ms。

V.3.2 LT—NT1方向的比特分配

如 § V.3规定。

V.3.3 NT1—LT方向的比特分配

如 § V.3规定。

V.4 帧码语

V.4.1 LT—NT1方向的帧码语

帧码语占据帧结构中的信元 C0, 由19个连续的 ONE 组成, 它在帧比特序列中是唯一的。这是通过规定信元 C1至 C39的第19比特必须固定置为 ZERO 来保证的。

V.4.2 NT1—LT方向的帧码语

如 § V.4.1规定。

V.5 帧定位程序

应当在输入数据流中搜索由一个 ZERO 和紧接着19个连续 ONE 组成的20比特帧定位码组。“帧定位”被规定为在帧的预期位置上包含有定位码组的帧的连续三次正确的接收。

V.5.1 帧定位监视

“帧定位丢失”规定为连续3帧在定位码组上检到一个或多个错误。帧定位的监视应当是一个连续的过程。

V.5.2 线路极性检测

在 NT1提供有一种机制用于对线路极性的自动检测。仅当来自传输系统的“线路信号检测”信号由不激活到激活过渡时才开启一个80ms的定时器。当实现“帧定位”时使定位器复位。定时器的计满引起输入和输出数据极性被翻转。一旦线路极性被确定，它就被记住作为其后的检测操作的初始极性。考虑到传输系统的收敛再加上为得到“帧定位”所需的时间故而选择定时器的持续时间为80ms。

为了避免因线路极性翻转造成的数据流中的数据序列对帧定位码组的模拟，在运行数据接通之前的部分激活程序期间，须将 LT 至 NT1方向的 B₁、B₂和 D 通路置为全 ONE。另外在激活程序期间辅助通路至少有一比特也须置为 ONE。

V.6 复帧

没有复帧结构。

V.7 LT—NT1和 NT1—LT 帧间的帧偏移

在 NT1的 LT—NT1和 NT1—LT 的帧能够任意定位，但对 LT 则要求收到的线路帧相对于发送的线路帧以任意偏移对准。

V.8 CL 通路

CL 通路用于传送维护信息以及“数据有效”和“数据准备好”的标志。

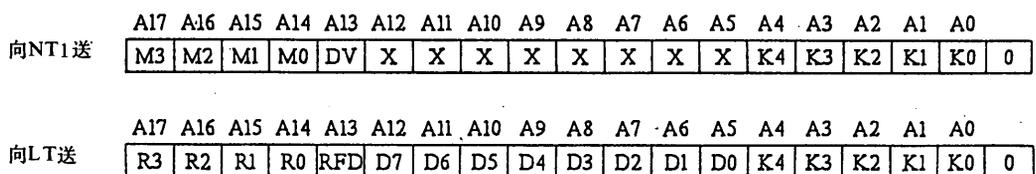
V.8.1 比特率

CL 通路的比特率为3.8 kbit/s。

V.8.2 结构

图 V-2/G.961表示 LT—NT1和 NT1—LT 两个方向的 CL 通路格式，它被分为下述类型的场：

- M3-0：一个用于将“维护指令”传送给远方传输终端的4比特场。在指令中包含了对终端的识别。
- R3-0：一个用于将“维护响应”送给 LT 的4比特场。
- DV：一个“数据有效”标志，它表明在 LT 至 NT1方向的 B₁、B₂和 D 通路包含了运行数据。
- RFD：一个“数据准备好”标志，它表明在 NT1至 LT 方向的 B₁、B₂和 D 通路包含运行数据。
- D7-0：一个用于传送可能与“维护响应”有关的“维护数据”的8比特场。
- K4-0：一个5比特循环校核码，它根据辅助信元比特 A₁₇至 A₅而运用。



T1809510-89

- A17-0 CL通路单元比特位置——参考图V-1/G.961
- M3-0 维护指令
- R3 维护响应
- DV 数据有效标志
- RFD 准备好数据标志
- D7-0 维护数据
- K4-0 循环检验
- X 未用（置为ONE）

图 V-2/G.961
CL 通路格式

V.8.3 规约和程序

基于重复的指令/回波响应规约而进行维护操作。通过连续传输来自 LT 所要求的“维护指令”而启动维护操作。当适当的终端接收了有效的指令时，它被连续地应答返回到 LT 作为“维护响应”，且指令继续作用。如果指令要求数据，则数据同时在“维护数据”场中返回。终端继续回传指令，并且只要它收到适当的有效指令就提供任何数据。对于不是由数据伴随的响应，则不规定“维护数据”场。当 LT 收到一个与所发送的指令相匹配的有效的响应时，就认为维护操作结束。

使用维护指令来操纵环回，并且使用维护数据场返回传输系统的性能数据。每当数字段激活就能够实现维护操作。

V.8.4 安全

一个安全机制运行在 CL 通路的 A17至 A0比特。

有效的程序由两级组成：

- a) 一个5比特的循环冗余码 K4-0运行在 CL 通路 A17至 A5比特。码发生器是：

$$g(x) = (1 \oplus x) (1 \oplus x \oplus x^4)$$

这是一种汉明码，它给出单比特误码检测和单比特误码校正。

- b) 仅当一组 CL 通路比特 A17至 A5已经被成功地核对/校正，并且它们与已被成功地核对/校正的前两组是相配的，这组比特才被接受为有效的。注意这三组不一定需要来自连续的线路帧。

V.9 扰码

整个成帧的二进数据流按如下规则扰码：

- a) NT1至 LT 扰码多项式

$$1 \oplus x^{-14} \oplus x^{-15}$$

b) LT 至 NT1 扰码多项式

$$1 \oplus x^{-1} \oplus x^{-15}$$

(\oplus = 异或)

V.10 激活/解除激活

CL 通路的一比特被分配在激活和解除激活程序期间使用。这些是 LT 至 NT1 方向的“数据有效”标志和 NT1 至 LT 方向的“数据准备好”标志。这些比特不包括在上述维护规约中，并且作为简单的非请求指示而运用。

V.10.1 用于激活/解除激活的信号

用于激活/解除激活的信号 (SIG) 是：

LT—NT1 方向

信号	帧码语	2B+D	M	DV	K
I0	没有	没有	没有	没有	没有
I2	正常	1	1	0	正常
I4	正常	正常	正常	1	正常

NT1—LT 方向

信号	帧码语	2B+D	R	RFD	D0—D7	K
I0	没有	没有	没有	没有	没有	没有
I1	0	0	0	0	0	0
I31	正常	0	1	0	正常	正常
I3	正常	正常	正常	1	正常	正常

V.10.2 内部定时器的规定

下面的定时器设置在 LT 内：

- 定时器 2 (T2) 预防来自 TE 的无意的重新激活。
- 如果从第 1 层激活状态 (LT4) 开始，收到了表明 SIG I3 丢失的信号 SIG I31，就启动定时器 A (TA)；如果在定时器 A 计满之前没有收到 SIG I3，就开始解除激活。
- 在失帧的情况下就启动定时器 B (TB)。如果在定时器 B 计满之前还不能实现帧恢复，则开始解除激活。

内部定时器的持续时间有待进一步研究。

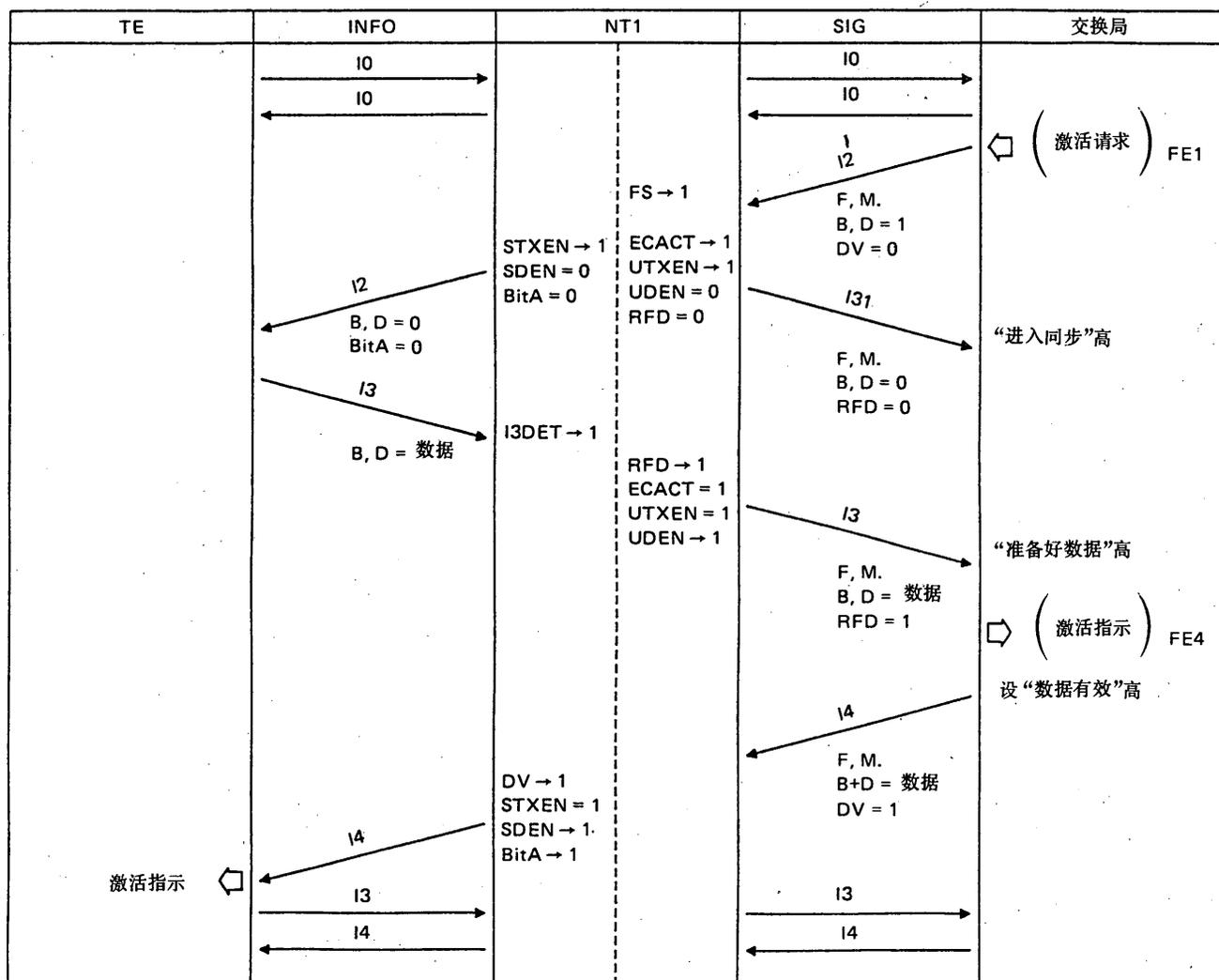
V.10.3 激活/解除激活程序的说明

图 V-3/G.961 (共 3 张，第 1 张) 图解了来自网路的激活方法。PH ACTIVATE REQUEST (物理层激活请求) 导致 SIG I2 从网路向 NT1 传送。NT1 实现线路信号检出和帧同步状态，这时 NT1 向 TE 发送 INFO 2 并且同时向网路发送 SIG I31，此时网路进入同步状态并且 TE 以 INFO 3 回答 INFO 2。后一事件由 NT1 通过向网路发送 SIG I3 而予以通知。在网路方面则导致 ACTIVATE INDICATION (激活指示)。网路通过向 NT1 发送 SIG I4 而响应。在收到这一信号时，NT1 向 TE 发送 INFO 4，从而完成了激活程序。

图 V-3/G. 961 (共3张, 第2张) 图解了来自用户侧的激活。激活过程除了是从 TE 发送 INFO 1 开始以外基本上类似于来自网路侧的激活。在这种情况下, NT1 通过向网路发送 SIG I1 开始这一过程。在网路方面实现线路信号检测状态。网路向 NT1 发送 SIG I2。此后过程如上面描述的那样。

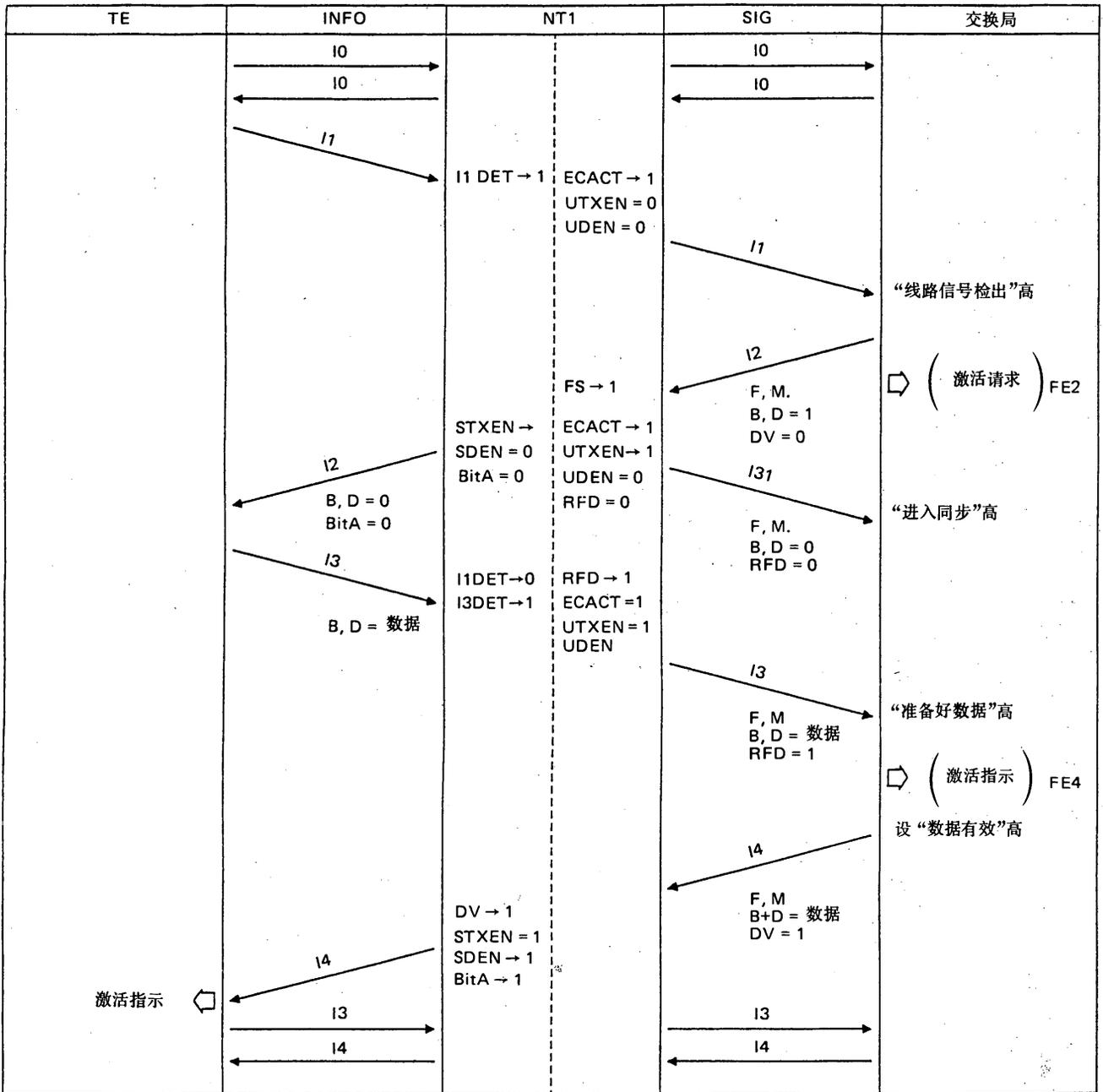
图 V-3/G. 961 (共3张, 第3张) 图解了解除激活的方法。DEACTIVATE REQUEST (解除激活请求) 导致从网路向 NT1 的传输被停止 (SIG I0)。NT1 检出这一事件, 发送 SIG I1 回送给网路并且向 TE 发送 INFO 0。TE 通过向 NT1 回送 INFO 0 予以响应, 并且在收到这一信号时, NT1 就停止向网路传送 (SIG I0)。在网路, 这导致 DEACTIVATE INDICATION (解除激活指示), 这样, 便完成了解除激活程序。

在 V. 10. 1 给出了 SIG 的定义, INFO 的定义则参考建议 I. 430。



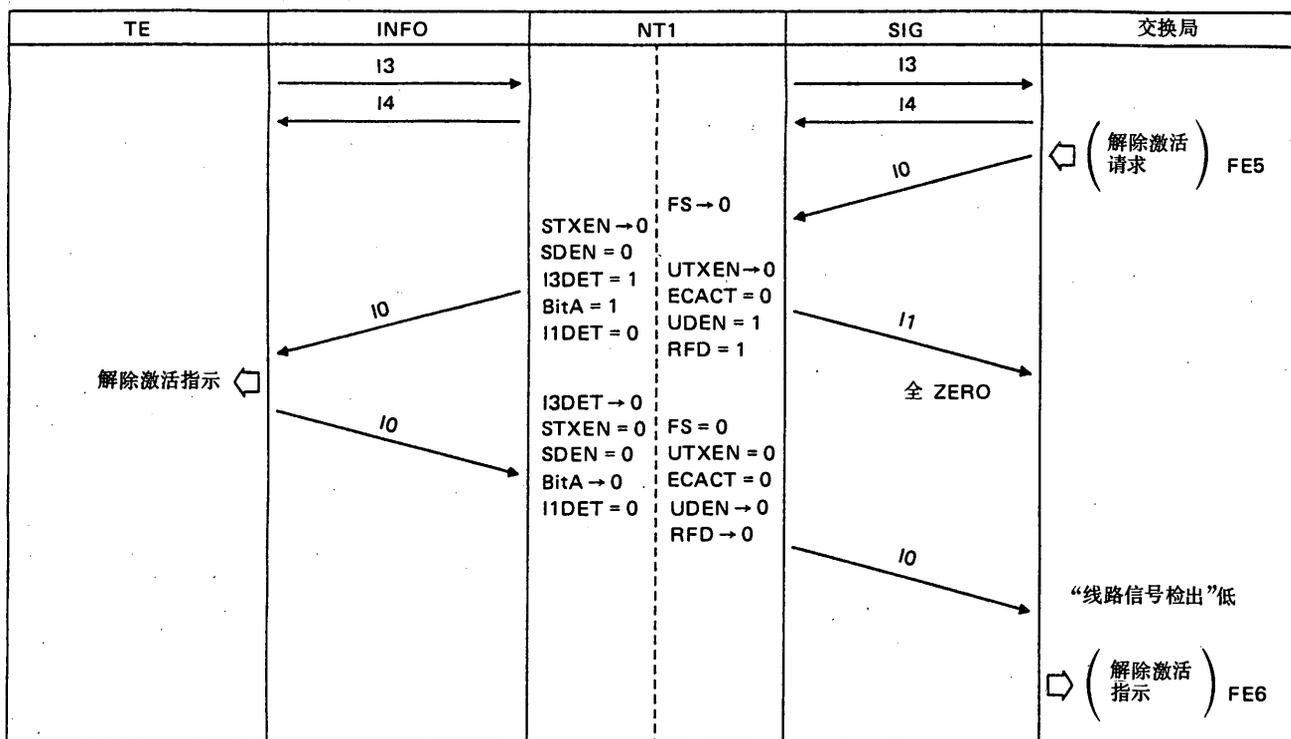
TI809520-89

图 V-3/G. 961 (共3张, 第1张)
来自网路侧的激活——由交换局启动激活



T1809530-89

图 V-3/G.961 (共3张, 第2张)
来自用户侧的激活——由终端启动的激活



T1809540-89

图 V-3/G.961 (共3张, 第3张)

解除激活

V.10.4 NT1作为 INFO、SIG 的函数的状态过渡表

见表 V-1/G.961。

V.10.5 LT 作为 FE、SIG 和内部定时器的函数的状态过渡表

见表 V-2/G.961。

V.10.6 激活时间

金属线对电缆传输系统。

在解除激活之后（没有介入环回或供电的措施）立即发生的最大激活时间：

- a) 没有再生器：100ms；
- b) 有再生器：200ms。

在线路初次加电后发生的最大激活时间：

- a) 没有再生器：250ms；
- b) 有再生器：500ms。

V.11 抖动

抖动容限拟保证建议 I.430的限值被本地线路上的传输系统的抖动限值支持。

表 V-1/G.961

NT1激活/解除激活状态过渡表

状态		NT1 解除激活	NT2 等待激活	NT3 系统激活	NT4 等待数据有效	NT5 第1层激活
事件	被发送的 SIG	I0	I1	I31	I3	I3
收到的 SIG	I0 (解除激活请求)	—	—	I0 NT1	I0 NT1	I0 NT1
	I2 (激活请求)	I2 NT3	I2 NT3	—	—	I2 NT3
	I4 (数据有效)	/	I2 NT3	/	I4 NT5	—
来自 TE	I0 (解除激活指示)	—	I0 NT1	—	— NT3	I2 NT3
	I1 (激活请求)	— NT2	—	/	/	/
	I3 (激活指示)	— NT2	—	— NT4	—	—

/ 没有变化

— 不可能



表 V-2/G.961
LT 激活/解除激活状态过渡表

状态		LT1 解除激活	LT2 等待系统激活	LT3 系统激活	LT4 第1层激活	LT5 帧丢失	LT6 等待解除激活
事件	被发送的 SIG	I0	I2	I2	I4	(注)	I0
收到的 SIG	I0 (解除激活指示)	—	—	FE7 —	FE7 —	—	FE6 LT1
	I1 (激活请求)	FE2 LT2	—	/	/	/	—
	I31 (系统激活)	/	FE3 LT3	—	启动 TA LT3	/	—
	I3 (第1层激活)	/	/	停止 TA FE4 LT4	—	/	—
内部事件	帧丢失	/	/	启动 TB LT5	启动 TB LT5	/	—
	帧恢复	/	/	/	/	停止 TB LT3	—
	定时器2计满	—	—	—	—	—	FE6 LT1
	定时器 A 计满	—	—	启动 T2 FE7 LT6	—	—	—
	定时器 B 计满	—	—	—	—	启动 T2 FE7 LT6	—
收到的功能元 (FE)	FE1	— LT2	/	/	/	/	— LT2
	FE5	—	启动 T2 LT6	启动 T2 LT6	启动 T2 LT6	启动 T2 LT6	—

— 没有变化

/ 不可能

注 — 在帧丢失时由 LT 发送的 SIG 与帧丢失前正在发送的 SIG (即 I2或 I4) 相比将没有变化。

表 V-1/G. 961和 V-2/G. 961中符号的意义

NT 的状态

NT1	解除激活
NT2	等待激活
NT3	传输系统被激活
NT4	等待数据有效
NT5	第1层被激活

LT 的状态

LT1	解除激活
LT2	等待传输系统激活
LT3	传输系统被激活
LT4	第1层被激活
LT5	帧丢失
LT6	等待解除激活指示
ST. T2	启动定时器 T2
STP. TA	停止定时器 TA

功能元定义与建议 G. 960中相同。

V. 11.1 NT1输入信号抖动容限

有待进一步研究。

V. 11.2 NT1输出抖动限值

有待进一步研究。

V. 11.3 抖动测量的测试条件

有待进一步研究。

V. 12 NT1和 LT 发送器输出特性

下述规范适用于负载阻抗为140欧姆的情况。

V. 12.1 脉冲幅度

发送的信号脉冲的标称峰值幅度应当是1.6V，容差应是±5%。

V.12.2 脉冲形状

脉冲形状应如图 V-4/G.961 所示。

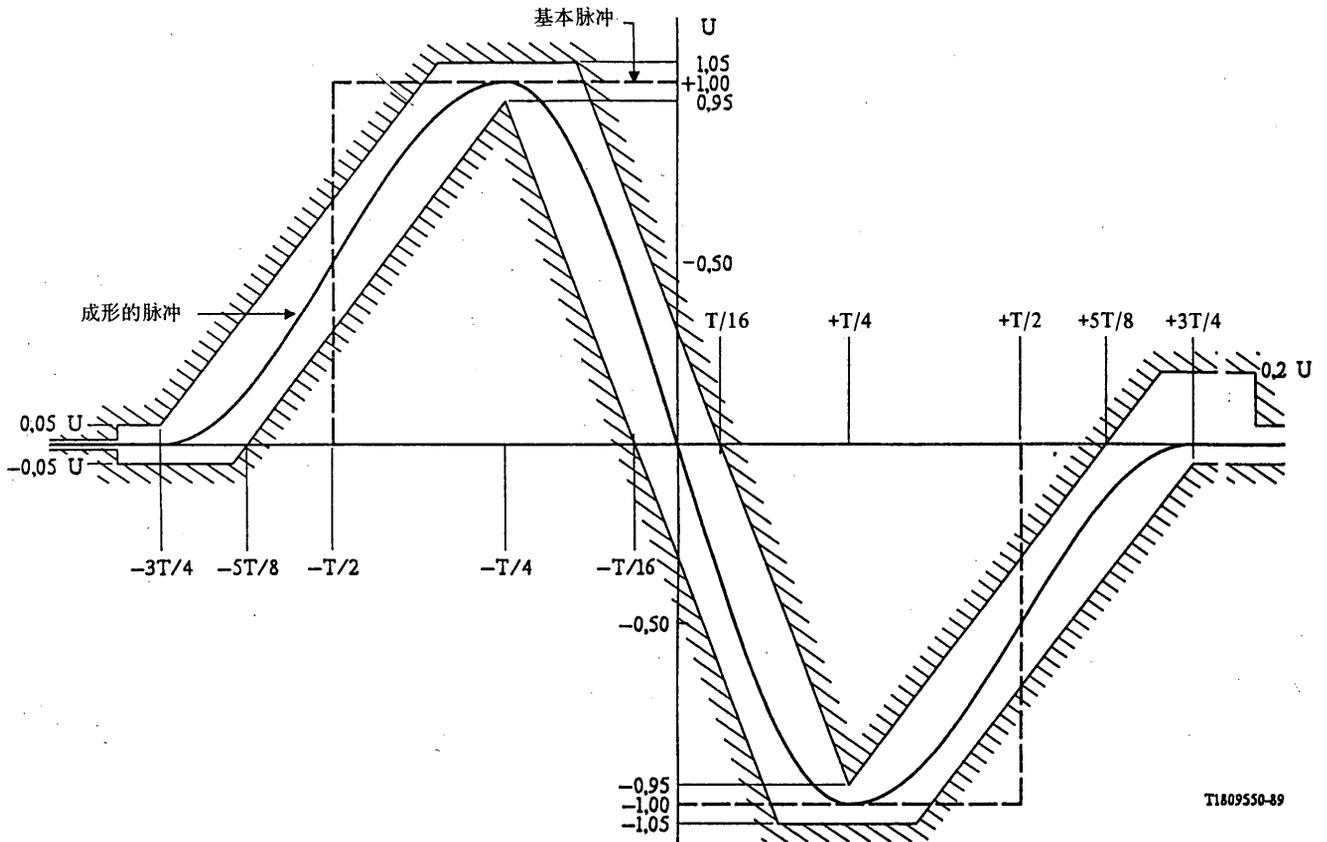


图 V-4/G.961
脉冲形状

V.12.3 信号功率

送到线路的最大总发送功率在任何一秒周期内平均应是 +10dBm。

V.12.4 功率谱

功率谱密度上限在任何3kHz频带内，任何一秒周期内平均应当受限制，如图V-5/G.961样板所示。

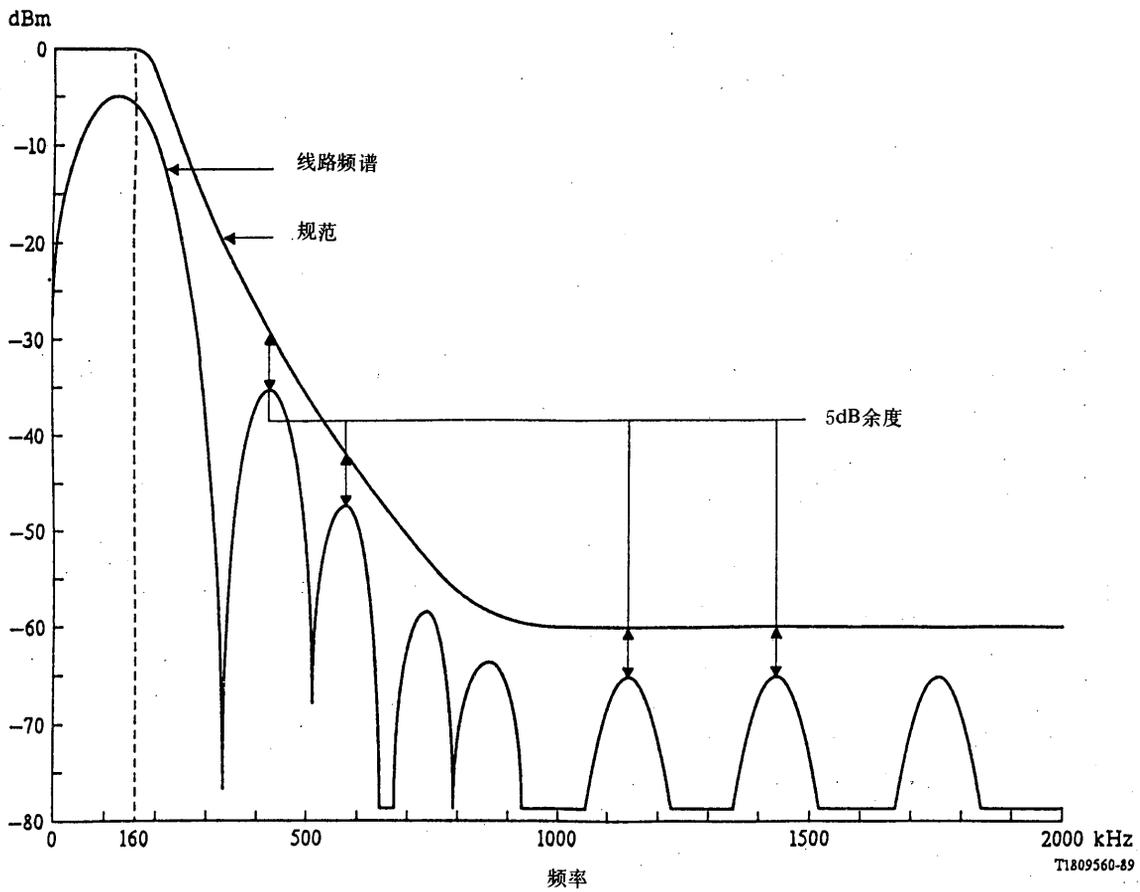


图 V-5/G.961
线路信号功率谱

V.12.5 发送器信号的非线性

这是一种对相对理想脉冲高度的偏差和单个脉冲非线性的测量，还有待进一步研究。

V.13 发送器/接收器终端

V.13.1 阻抗

标称线路驱动阻抗应当是140欧姆。

V.13.2 反射损耗

阻抗（相对于140欧姆）的反射损耗应当大于图 V-6/G.961 样板所示值。

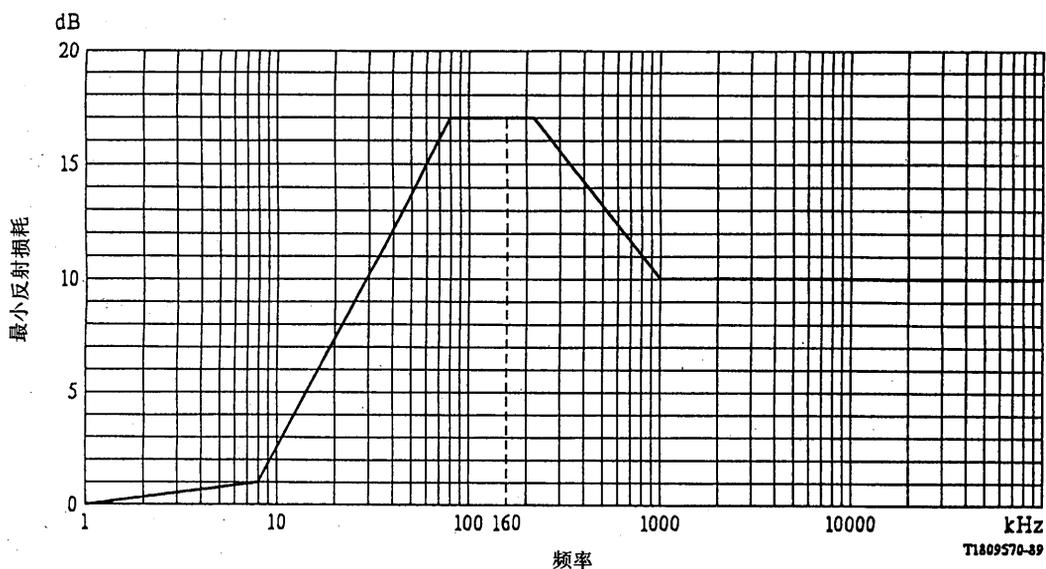


图 V-6/G.961
反射损耗

V.13.3 纵向变换损耗

这是一种对纵向电压抗扰性的测量。在频带100Hz至256kHz范围内变换损耗不应小于46dB。从256kHz至4MHz，变换损耗不应小于 $[46 - 40\log_{10}(f/256)]$ dB(其中 f 是频率，单位为 kHz)。

附录 VI

(附于建议 G. 961)

采用 SU32线路码的基本接入率传输系统

VI.0 综述

SU32标准将使用回波抵消技术在对称线对电缆上支持两个64 kbit/s B通路和一个16 kbit/s D通路的全双工透明传输。除了透明的2B+D传输以外,还提供5.3 kbit/s的容量用于支持数据CRC、控制、监视和维护功能的辅助通路。比特流被编码以便使用一种高性能三元SU32(取代的3B2T)条件分组码来传输,比特流被滤波后以108千波特的波特率发送到线路。一个正交的定时信号被施加到线路码上用于符号抽样;它并不损伤线路码的效率或性能。一个唯一的同步码语用于实现帧同步。利用二进制握手程序来保证快速和可靠的激活以便分别训练抵消器和均衡器。

VI.1 线路码

使用SU32线路码将二进制数据编码为三元形式。这是基于固定的和非条件的3B2T线路码并作如下改进。每三个二元信号被转换为双三元信号,除非它与前一个发送的双三元信号一样,否则即予发送。如果当前的和前一个双三元信号一样,则在它的位置上发送一个未用的码语“00”。SU32编码规律示于表VI-1/G.961。在这个表中,最左边的比特首先被编码并且最左边的符号也首先从编码器输出。

表 VI-1/G.961
SU32编码 (取代的3B2T)

二元 I/P	三元 O/P	二元 I/P	三元 O/P
000	--	100	0-
001	-0	101	+ -
010	-+	110	+0
011	0+	111	++

解码

接收信号的解码是编码的逆过程。

线路极性翻转的容限

码是对称的,故三元数据的翻转导致被解码的二元数据的翻转。因此利用电缆翻转的极性校正可适用于扰码或不扰码的二元数据或者三元数据。在NT1实现发送和接收两种极性的校正。

VI.2 符号率

由线路码、信息流的比特率和帧结构决定符号率。符号率是108千波特。

VI.2.1 时钟容限

VI.2.1.1 NT1自由振荡时钟精度

NT自由振荡时钟容限应是±192 ppm。

VI.2.1.2 LT 的自由振荡时钟容限

LT 的自由振荡时钟将被锁相到具有频率容限为 ±50 ppm 的交换局时钟，因此允许与符合建议 G.703 的任何设备一起运用。

VI.3 帧结构

传输系统有两种运用状态，稳定状态和训练状态。本节中包括的帧结构是用于稳态的（信息转移）。

B1、B2、D 和 CL 通路直接从二元比特通过扰码器映射到三元帧结构中。SU32码表设计成排除了某些独特的可辨别的码序列，它可开发用于同步。

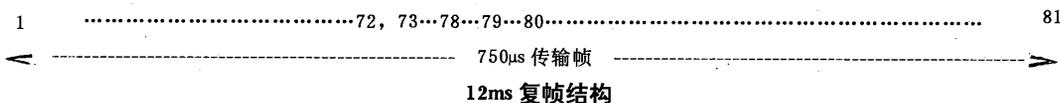
复帧：复帧码语和位置

对每第16个3/4 ms 的帧用一个三元“0”来替代 CRC 数据符号 (NO.79) 来辨认12ms 的复帧。在所有的其他帧中，这个符号是二进制。这与在它之前的帧同步码语组合，唯一地识别超帧开始的位置。

复帧格式

一个复帧由十六个具有81个三元符号的0.75ms 的帧组成。

2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₁	CL 通路1
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₂	CL 通路2
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₃	CL 通路3
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₄	CL 通路4
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₅	CL 通路5
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₆	CL 通路6
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₇	CL 通路7
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₈	CL 通路8
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₉	CL 通路1
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₁₀	CL 通路2
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₁₁	CL 通路3
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₁₂	CL 通路4
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₁₃	CL 通路5
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₁₄	CL 通路6
2B+D 的6帧	帧码语	CRC ₁₅	CL 通路7
2B+D 的6帧	帧码语	“0”	CL 通路8



注 — B1、B2、D 和 CL 通路数据被扰码。CRC 数据和帧码语未被扰码。

VI. 3. 1 帧长

在每一个3/4ms的81个符号的帧中有6个(2B+D)时隙。

VI. 3. 2 在LT至NT方向的二元比特分配

在扰码前应用下述二元比特次序。

B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₄	B ₁₅	B ₁₆	B ₁₇	B ₁₈	B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃	B ₂₄	B ₂₅	B ₂₆	B ₂₇	B ₂₈	D ₁	D ₂
B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₄	B ₁₅	B ₁₆	B ₁₇	B ₁₈	B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃	B ₂₄	B ₂₅	B ₂₆	B ₂₇	B ₂₈	D ₁	D ₂
B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₄	B ₁₅	B ₁₆	B ₁₇	B ₁₈	B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃	B ₂₄	B ₂₅	B ₂₆	B ₂₇	B ₂₈	D ₁	D ₂
B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₄	B ₁₅	B ₁₆	B ₁₇	B ₁₈	B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃	B ₂₄	B ₂₅	B ₂₆	B ₂₇	B ₂₈	D ₁	D ₂
B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₄	B ₁₅	B ₁₆	B ₁₇	B ₁₈	B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃	B ₂₄	B ₂₅	B ₂₆	B ₂₇	B ₂₈	D ₁	D ₂
B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₄	B ₁₅	B ₁₆	B ₁₇	B ₁₈	B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃	B ₂₄	B ₂₅	B ₂₆	B ₂₇	B ₂₈	D ₁	D ₂
CL ₁	CL ₂	CL ₃																

二元数据如 § VI. 9规定那样被扰码并且被三元编码，然后被复用为下述帧格式。

T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	
T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄	
T ₂₅	T ₂₆	T ₂₇	T ₂₈	T ₂₉	T ₃₀	T ₃₁	T ₃₂	T ₃₃	T ₃₄	T ₃₅	T ₃₆	
T ₃₇	T ₃₈	T ₃₉	T ₄₀	T ₄₁	T ₄₂	T ₄₃	T ₄₄	T ₄₅	T ₄₆	T ₄₇	T ₄₈	
T ₄₉	T ₅₀	T ₅₁	T ₅₂	T ₅₃	T ₅₄	T ₅₅	T ₅₆	T ₅₇	T ₅₈	T ₅₉	T ₆₀	
T ₆₁	T ₆₂	T ₆₃	T ₆₄	T ₆₅	T ₆₆	T ₆₇	T ₆₈	T ₆₉	T ₇₀	T ₇₁	T ₇₂	
0	0	0	0	0	0	CRC	T ₇₃	T ₇₄				

VI. 3. 3 在NT1至LT方向的二元比特分配

在NT1至LT方向的帧结构和比特次序和上面 § VI. 3. 2中规范的LT至NT1方向所用的帧结构一样。

VI. 4 帧码语

由二元CRC₁₅比特终止的六个三元ZERO组成的帧码语(如上表图解那样)用于规定0.75ms帧的边界。注意到每个超帧有一次一个三元ZERO被取代以用于二元CRC校验比特。这个帧码语是唯一的并且不能够被任何的2B+D数据脉形模拟。

上面规范的帧码语在两个传输方向是一样的。

VI.5 帧定位程序

在激活序列中规范帧定位功能。除非已经实现了帧定位,否则2B+D传输就不能够开始。当收到的7比特帧码语中正确的相对不正确的累计总数超过4时,就认为初始帧定位已经实现。在稳态运用情况下,这个累加计数被维持但限制到最大为64。如果这个累计总数降到2以下就标志着帧定位丢失。

VI.6 复帧

在本附录 § VI.3的帧结构中已经说明了复帧结构。

VI.7 LT—NT1和NT1—LT 帧之间的帧偏移

在LT—NT1和NT1—LT方向的帧之间无须特定的相位要求。

VI.8 CL 通路

一个4 kbit/s的内嵌保护运用通路(EPOC)特别地分配给监视和维护功能。有意义的备用的能力和未规定的比特留给将来分配的消息以及特定的国内要求。

这个通路由6比特CRC校验和被强制的规约保护,这种规约使得每6ms重复所有的消息。

VI.8.1 比特率

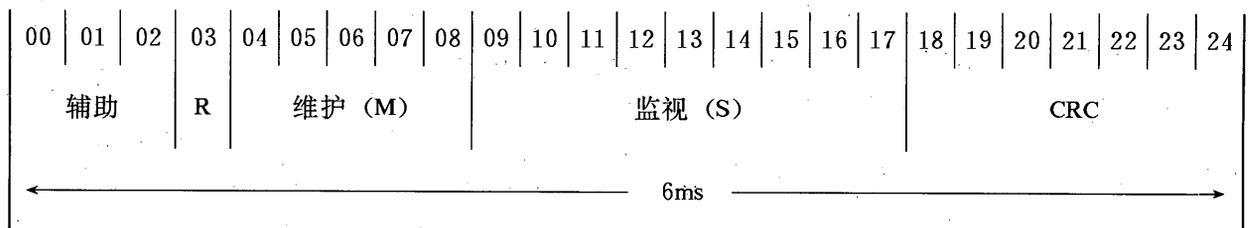
每6ms复帧有二十四比特(4 kbit/s)分配给一个内嵌保护运用通路(EPOC)。它支持网路和NT1之间的监视和维护功能且包含有备用的能力以用于用户规定的功能。此外还有1.33 kbit/s分配用于误码检测CRC15以及对CL通路的12ms定帧。

VI.8.2 结构

在每12ms帧内,运行通路发送两个连续的24比特消息,每个24比特消息包含:

- 1比特数据/数据有效准备好(R)
- 5比特维护通路(M)
- 9比特监视通路(S)
- 3个未指配的比特(500 bit/s辅助通路)
- 6比特循环冗余校验场(CRC)

CL通路结构如下:



VI.8.2.1 维护消息

在 ET 至 NT1 方向分配了 32 个可能的指令消息中 9 个。相同的消息返回到 NT1 至 ET 方向作为确认消息。

ET 至 NT1 维护消息码						
编号	消息	5 比特码				
		M1	M2	M3	M4	M5
1	没有环回（无消息）/去掉环回	1	1	1	1	1
2	提供在 NT1 的 B1 环回	1	1	0	1	1
3	提供在 NT1 的 B2 环回	1	0	1	1	1
4	提供在 NT1 的 B1+B2 环回	1	0	0	1	1
5	提供在 NT1 的 B1+B2+D 环回	1	0	0	0	1
6	提供在再生器的 B1 环回	0	0	1	1	1
7	提供在再生器的 B2 环回	0	1	0	1	1
8	提供在再生器的 B1+B2 环回	0	1	1	1	1
9	提供在再生器的 B1+B2+D 环回	0	1	1	0	1

监视子通路的消息格式

在每个传输方向有一个 9 比特场可用于要提供的监视信息的传送。这包含一个 8 比特数据/地址场以及一个 1 比特标志，后者用于表明一个 8 比特场是否包含有效数据。

ET 至 NT1 监视消息指示码		
编号	监视消息和目的地	S 接口
1	不要求监视信息	1 1111 1111
2	ET AGC 值	0 0000 0100
3	ET 眼闭合	0 0000 0101
4	ET 眼高度	0 0000 0110
5	ET CRC 误码计数	0 0000 0111
6	NT1 AGC 值	0 0001 0000
7	NT1 眼闭合	0 0001 0001
8	NT1 眼高度	0 0001 0010
9	NT1 CRC 误码计数	0 0001 0011
11	再生器 LT 侧接收器 AGC	0 0000 1000
12	再生器 LT 侧接收器眼闭合	0 0000 1001
13	再生器 LT 侧接收器眼高度	0 0000 1010
14	再生器 LT 侧接收器 CRC 计数	0 0000 1011
15	再生器 NT1 侧接收器 AGC	0 0000 1100
16	再生器 NT1 侧接收器眼闭合	0 0000 1101
17	再生器 NT1 侧接收器眼高度	0 0000 1110
18	再生器 NT1 侧 CRC 计数	0 0000 1111

VI.8.3 规约和程序

维护通路用于从 LT 建立环回。当维护消息已经收到没有误码且已实现，则同样的消息从 NT1 回送到 LT。

监视通路设计为一个强制的系统，由 LT 发送指令直到收到期待的响应为止。采用由九个 ONE 组成的一个定界空闲消息。所有的有效消息和响应将9个监视比特中的第一比特置为 ONE。因此一个8比特码语能够完全地通过这个通路。监视通路使用的一个例子是从 NT1 向 LT 报告眼闭合信息。

VI.8.4 CL 通路性能

以平均误码突发长度为10来表征的，平均误码率为1/1000的144 kbit/s，将达到下述性能：

- a) 所有消息的99.8%将在6ms 内传送。
- b) 每小时不应有多于一个消息在比18ms 还长的时间内传送。
- c) 以最大时间校正到18ms 计算，平均误码的错误消息率少于每小时一个。

VI.9 扰码

B1、B2、D 和 CL 通路二元数据被扰码如下：

- a) NT 至 LT 扰码多项式

$$1 \oplus x^{-18} \oplus x^{-23} \quad (\text{其中} \oplus \text{表示异或})$$

- b) LT 至 NT 扰码多项式

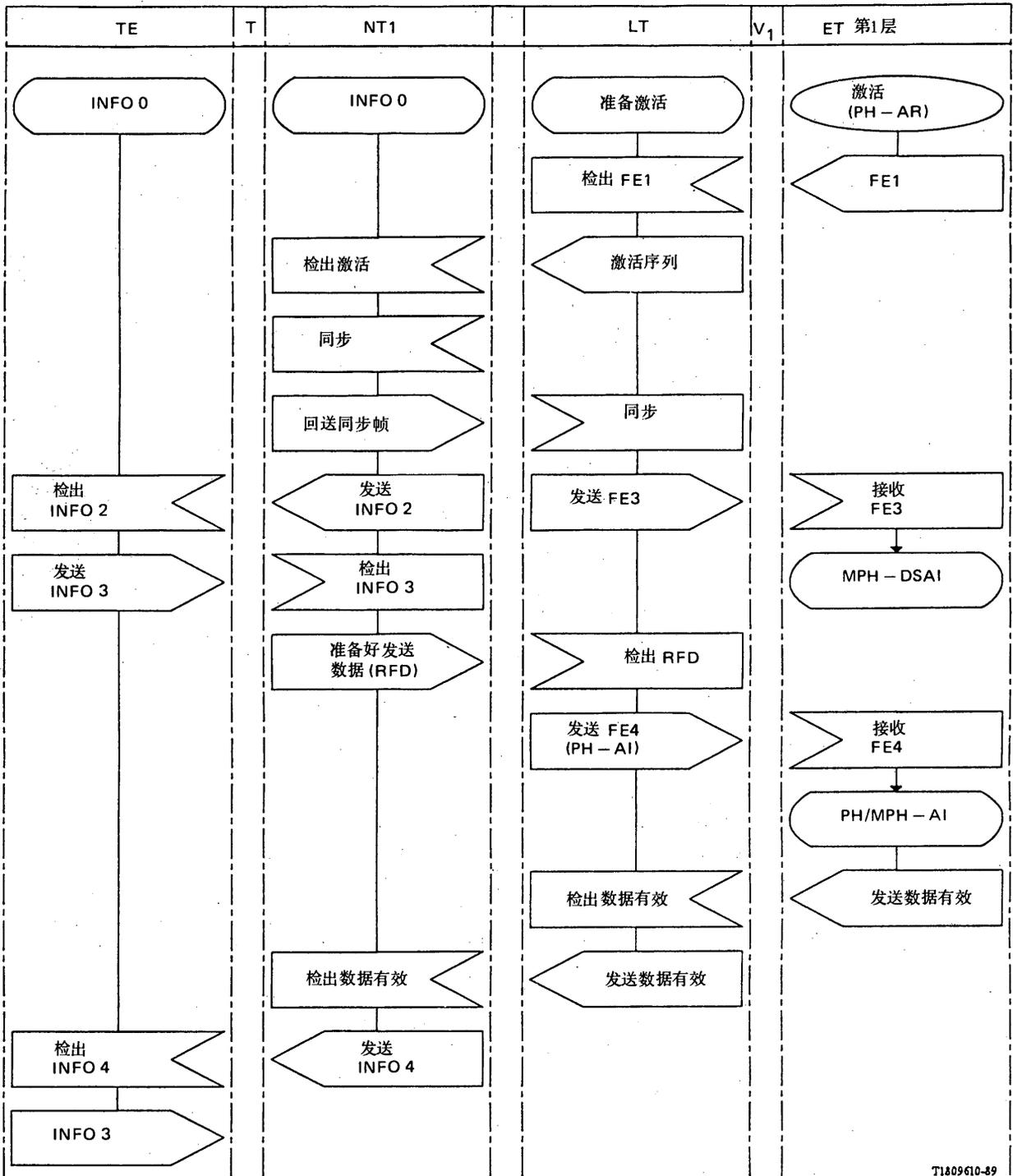
$$1 \oplus x^{-5} \oplus x^{-23}$$

VI.10 激活/解除激活

VI.10.1 用于激活的信号

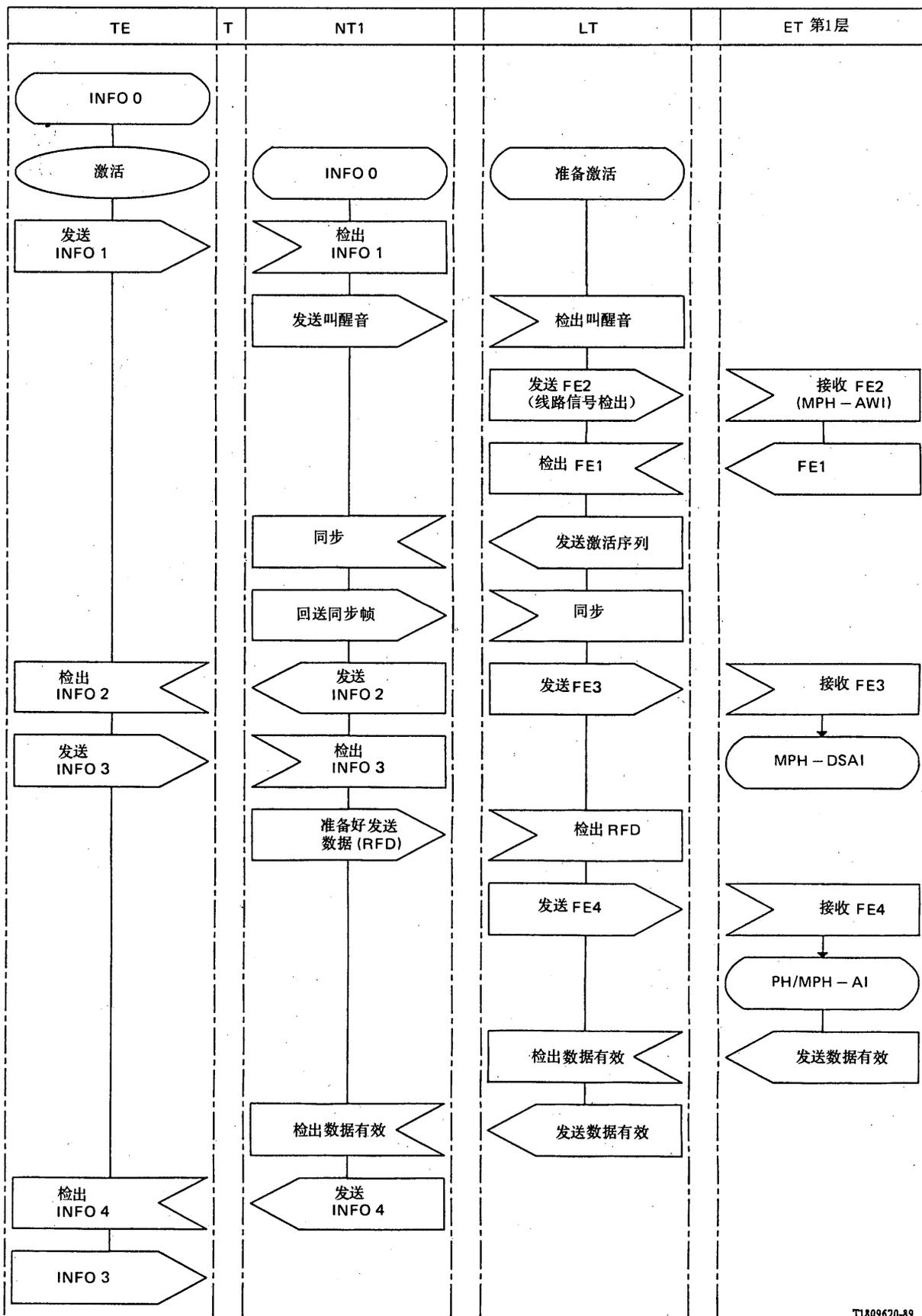
图 VI-1/G.961 图解了以功能元 (FE) 和 INFO 表示的由 ET 启动的激活序列。

图 VI-2/G.961 图解了以功能元 (FE) 和 INFO 表示的由用户启动的激活序列。



T1809610-89

图 VI-1/G.961
来自网路侧的激活



T1809620-89

图 W-2/G.961
来自用户侧的激活

在激活图和本附录的状态过渡表中所用的功能元、LT 状态和 NT 状态的定义如下。

FE、LT 和 NT 的定义	
功能单元 (FE)	
FE1	来自 ET 的对接口的激活请求。
FE2	在数字段上检出的线路信号。
FE3	数字段被激活 (处于同步状态)。
FE4	T 参考点的用户网被激活或环回被操作。
FE5	对数字段的解除激活请求。
FE6	数字段和 T 参考点的接口已经被解除激活。
FE7	误码指示 (同步丢失或没有检测到线路信号)。
NT1 状态	
NT1	NT1 已准备好待激活。
NT2	NT1 正在执行数字段训练序列。
NT3	NT1 处于与 LT 同步的状态并且 LT 至 NT 的数字段能够进行无误码数据传输。
NT4	等效于状态 NT3 加上 T 参考点接口的同步。
NT5	通过数字段和跨过 T 参考点的 2B+D 数据通路是完全运行的。
NT6	NT1 已经发送一个激活请求给 LT 并正在等待响应。
NT7	NT1 未激活但也未准备好待激活。
LT 状态	
LT1	LT 准备好待激活。
LT2	LT 正在执行数字段训练序列。
LT3	数字段已经正确地被激活, 且两个方向均同步。
LT4	数字段和 T 参考点的接口都被正确的激活和同步。
LT5	通过数字段和跨过 T 参考点的 2B+D 数据通路是完全运行的。
LT7	LT 已停止了在数字段上的传输并且正等待所有线路信号消失。

数字段用跨过它传输一个四分之一波特率(27kHz)的叫醒单音的方式来响应由 ET 发出的激活请求 FE1 或由 TE 发出的激活请求 INFO 1。

在 NT1 至 LT 方向, 这个叫醒单音的持续不应短于重复的数据脉型 + - - + 的 32 个完整周期, 这种单音的持续也不应超过 10ms。

在 LT 至 NT1 方向, 叫醒单音的持续不应短于重复的数据脉型 + - - + 的 32 个完整的周期, 这种单音的持续也不应超过 10ms。

VI.10.2 内部定时器的规定

激活程序通常取120ms以使无误码帧传输能够开始。

在激活程序失效情况下,或者在T参考点的接口或此处说明的传输系统上同步丢失的情况下,NT1需要一个定时器以终止运行。从同步丢失的那时开始测量或者在激活情况下从同步应当实现的那一刻起测量,这个定时器不应超过65ms。

为了辨明需向LT通知的激活失效或失步,定时器的使用并不是必须的。然而在对应用于二线LT终端的解除激活程序没有外部控制的情况下,应当使用一个不超过65ms的定时器,这一时间是从失步时起计算的或者是从激活应已经实现的那时起测得的。

VI.10.3 激活程序

表VI-2/G.961表示了应由LT和NT1发送至线路的训练序列信号。在LT,偏移是从叫醒单音传输结束起以波特周期来测量的。在NT1,偏移是从检测到叫醒单音结束起以波特周期来测量的。为了正确地运行,从LT完成叫醒单音突发至NT1检出叫醒单音结束为止的时间必须小于或等于32个波特周期。

表 VI-2/G.961
激活训练序列

偏 移 (波特)	持 续 (波特)	LT 定时信号	LT 数据	NT 定时信号	NT 数据
0	64	断	没有	断	没有
64	512	通	没有	断	没有
576	512	断	没有	通	没有
1 088	512	通	没有	断	没有
1 600	512	断	没有	通	没有
2 112	4096	通	PRBS	断	没有
6 208	32	通	没有	断	没有
6 240	4064	通	没有	断	PRBS
10 304	(405)	通	三元	断	没有
	(注1)		(注1)		
10 709	(405)	通	三元	断	三元
(注1)	(注2)		(注2)		(注2)

PRBS 代表由多项式 $(1 \oplus x^{-4} \oplus x^{-9})$ 产生的511比特的伪随机二元序列。

注1 — 从LT向NT1传输的三元数据从此时始向前继续。NT1在其尚未实现同步之前将不回送三元数据,405波特的数值和对下一行的相应偏移拟作为用于这个过程正常持续的一个参考值。

注2 — 从NT1至LT的三元传输意味着在LT已获得帧同步和实现了无误码传输。在LT获得同步之后,完全双工的2B+D传输便能开始。

为了提供一个用来实现LT至NT1和NT1至LT的帧码语任选定位的机理,在NT1获得同步和返回三元数据之间包括了有条件的步骤。

V.10.4 NT 的状态过渡表

见表 V-3/G.961。

表 V-3/G.961
NT 的状态过渡表

状态		NT1 准备好 待激活	NT2 训练	NT3 等待 传输	NT4 等待 数据有效	NT5 稳态	NT6 TE 激活	NT7 等待解除 激活
向 TE 发送 的信号		I0	I0	I2	I2	I4	I0	
事件								
源	事件							
LT	激活指示 [FE1]	NT2	—	—	—	—	NT2	—
NT1	同步 [FE3]	/	NT3	—	—	—	/	—
TE	INFO 3	/	/	NT4	—	—	/	—
NT1	数据有效	/	/	/	NT5	—	/	—
TE	激活指示 INFO 1	NT6	/	/	/	/	/	—
NT1	失步 [FE3]	—	NT7	NT7	NT7	NT7	—	—
NT1	在 DS 上未检测到线路信号	—	—	—	—	—	—	NT1

- 没有变化
- / 不可能
- [] 远端源事件
- DS 数字系统

VI.10.5 LT 的状态过渡表

见表 V-4/G.961。

表 V-4/G.961
LT 的状态过渡表

状态		LT1 准备好 待激活	LT2 训练	LT3 数字段 激活	LT4 T 参考点 同步	LT5 稳态		LT7 待解除 激活
向 DS 传送的信号		未激活	训练 序列	稳态	稳态	稳态		未激活
事件								
源 事件 ET FE1 (激活请求)		LT2	/	/	/	/		—
LT DS 同步		/	FE3 LT3	—	—	—		/
LT FE2 没有线路活动 LSD→假的		/	—	—	—	—		LT1
NT1 [INFO 3] 数据准备好		/	/	FE4 LT4	—	—		/
LT DS 失步		/	FE7 LT7	FE7 LT7	FE7 LT7	FE7 LT7		—
ET FE5 解除激活请求		/	FE7 LT7	FE7 LT7	FE7 LT7	FE7 LT7		—
ET 数据有效		/	/	/	LT5	—		—

- 没有变化
- / 不可能
- [] 远端源事件
- LSD 线路信号检出

VI.10.6 激活时间

在可允许的所有的电缆组合的情况下，“冷启动”和“热启动”时间为120ms±10ms。这个可靠和可重复的激活时间是这个 SU32标准规范的特定激活序列的结果。

VI.11 抖动

抖动性能必须足以满足为 T 参考点的接口提供符合建议 I.430 传输功能的时钟的要求。

SU32 方案是以在数据上叠加正交定时信号为特征的。这导致容易实现的稳定和 low 抖动的数字锁相环定时电路。

VI.11.1 至 VI.11.3

有待进一步研究。

VI.12 NT 或 LT 发送器输出特性

VI.12.1 脉冲幅度

标称脉冲幅度应当是 1.8 伏零至峰值。这个峰值脉冲幅度的容差应当使信号功率和幅度随频率变化的频谱性能如 § VI.12 规范的那样。

VI.12.2 脉冲形状

脉冲形状由图 VI-3/G.961 的脉冲样板决定。

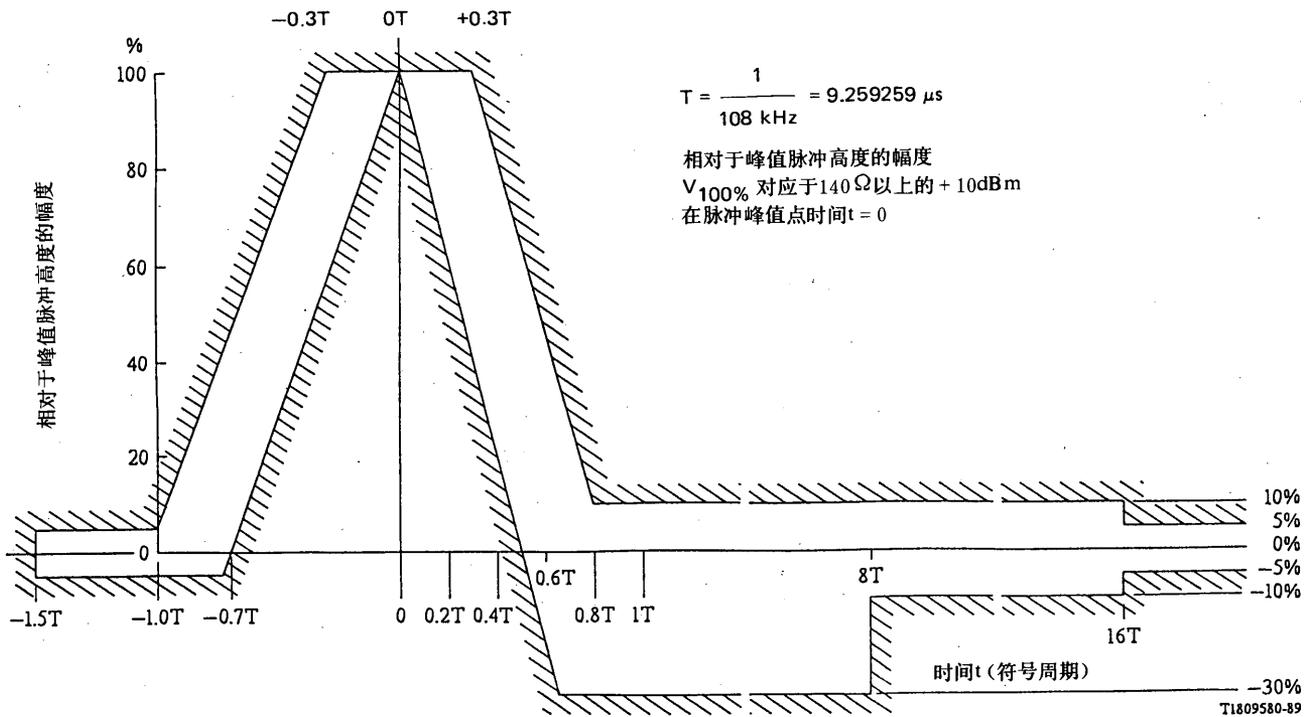


图 VI-3/G.961

单脉冲样板——108千波特发送器脉冲的成形

VI.12.4 功率谱

SU32 有一个相当于随机三元信号的由条件编码规律改进的码功率谱。当使用具有变量器耦合且具有满宽度矩形脉冲成形的 SU32 时，其理论功率谱于图 VI-4/G.961 给出。

图 VI-5/G.961 则给出了发送的功率谱密度的限值。

条件: 10mW发送功率
 变量器耦合
 满宽度矩形脉冲

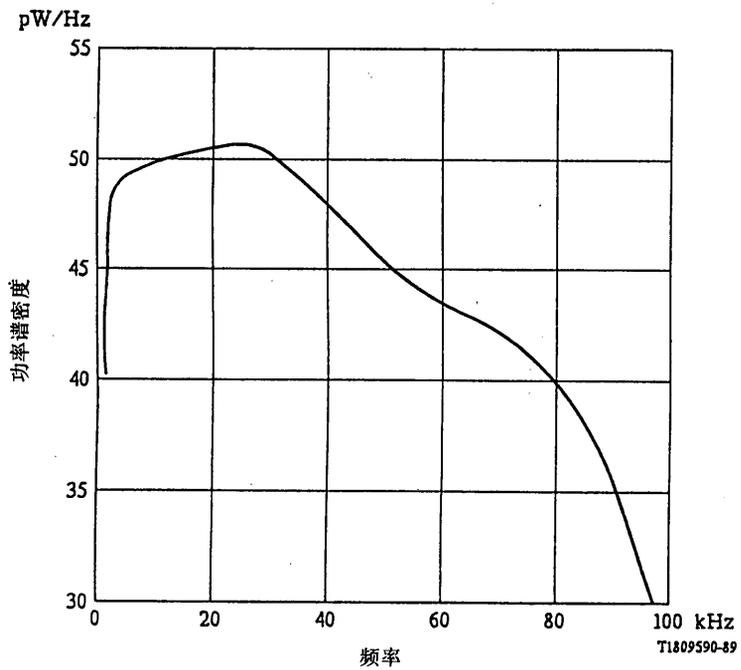


图 VI-4/G.961
 SU32线路码的线路功率谱密度

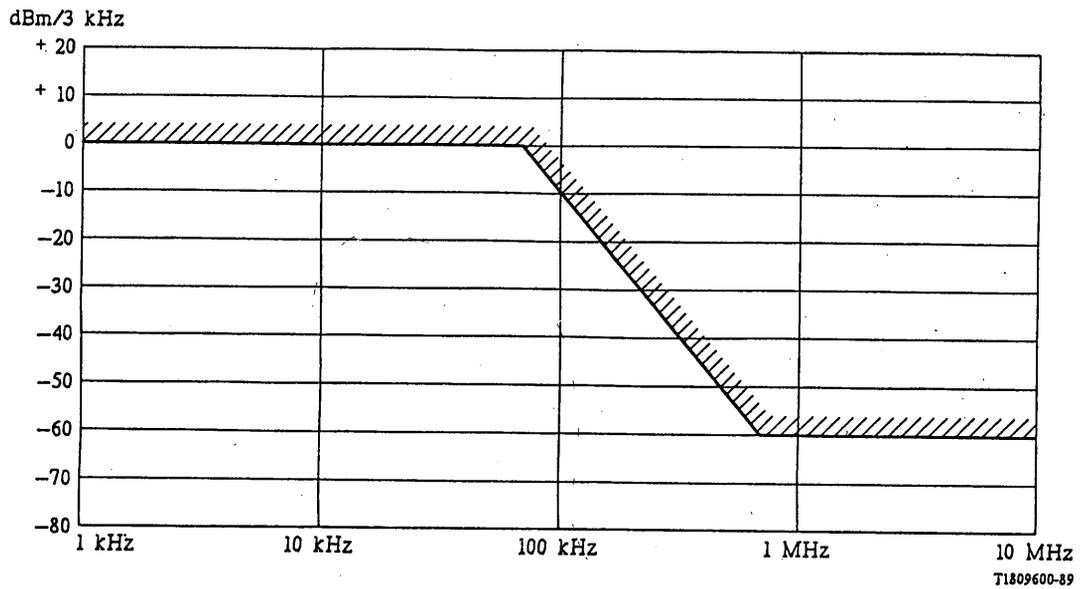


图 VI-5/G.961
 发送功率谱密度规范

功率电平

在所有的运行条件下并以140欧姆电阻终止时,发至线路的信号必须满足下述规范:

- a) 在任何一秒周期内平均的最大总发送功率不允许超过+11dBm。
- b) 在任何一秒周期内平均并且是在低于100kHz的任何3kHz频带内的最大发送功率应小于0dBm。这个限值向下扩展到直流(馈电除外)。
- c) 推荐的标称发送功率将是+9.5dBm,容差±1dB。

VI.13 发送器/接收器终接

VI.13.1 阻抗

向NT看去的标称输出/输入阻抗应当是140欧姆。向LT看去的标称输出/输入阻抗应当是140欧姆。

VI.13.2 反射损耗

有待进一步研究。

VI.13.3 纵向变换损耗

在从100kHz至符号率(f_0)1.6倍的频率范围内的纵向变换损耗应超过46dB。对于频率为 $10\text{MHz} > f > 1.6f_0$ 的范围,纵向变换损耗应超过 $46 - 40\log(f/1.6f_0)$ dB或24dB这二者中较大的那一个值。

增 补 No. 15

近差分准三元码 (ADQ 码)

(与建议G.911的内容有关,此增补见橙皮书
卷Ⅲ.3第673页,1977年订于日内瓦)

增 补 No. 27

来自外部源的干扰

(与建议G.221和G.950的内容有关,此增补见
红皮书卷Ⅲ.2第346页或卷Ⅲ.3第390页,1985年订于日内瓦)

装设中继器时地下容器的温度

(1988年订于墨尔本)

(见建议 G. 950)

1 一般情况

本增补由两部分组成：A 和 B。

A 部分（来源：德意志联邦共和国）给出了取自气象资源的世界绝大部分地区的地温信息，表示出了作为深度的函数的季节性变化（在德意志联邦共和国）。

B 部分（来源：意大利）给出了从大气温度计算容器中的地温的导则，这与深度和容器中设备的耗散有关。

此外，两部分都给出了作为规划导则是有用的某些一般信息。

2 A 部分

2.1 定义

下面所讨论的气候条件与小的地下容器有关，且无任何手段可调整特定的温度条件。这样的一些容器通常是密封的，且无须打开，例如为预防维护而打开。它们可以在有或无气压监测的条件下工作，或者可能装有干燥剂。

2.2 地下容器中的温度

地下容器中的温度与周围的土壤温度有关。此外，还受安装的设备的功耗的影响。

对于世界上的绝大多数地区，不同深度的地温是很清楚的 [1]。图1表示了作为地温的长期平均值的函数的地温的季节性变化。在一年期间温度随时间变化的例子示于图2。作为深度的函数，年度的最低和最高温度绘于图3。图2和图3仅是联邦德国的一个特定地区，且为沙地时的一些例子。

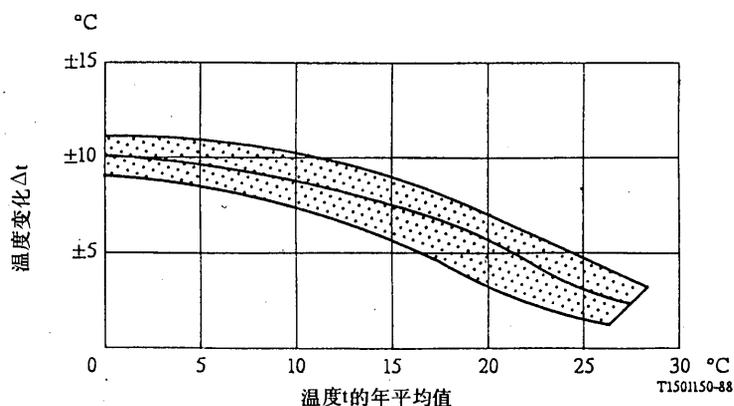


图 1

预测在深度约为80cm 处的地温长期
平均值 t 与年度变化之间的关系

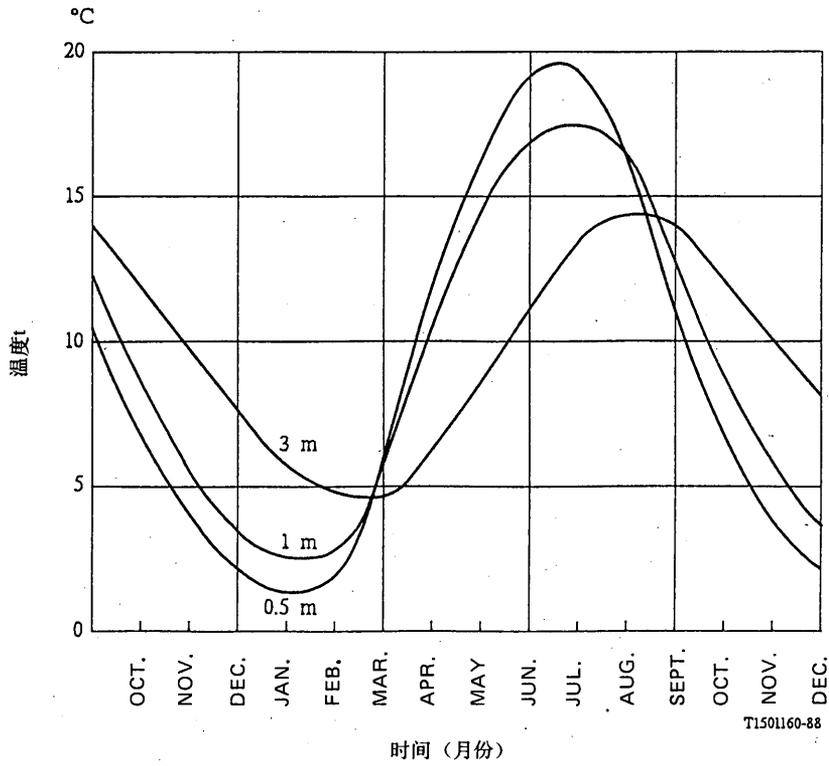


图 2

深度为0.5m、1m和3m时，作为季节的时间函数的土壤的温度
(长期平均值，于联邦德国沙地)

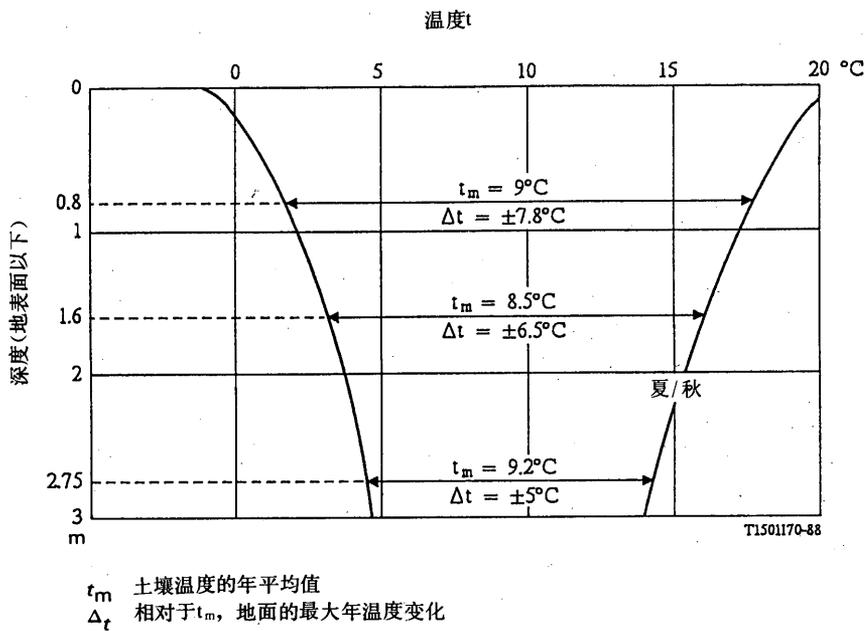


图 3

与深度有关的土壤温度的年最大值和最小值
(长期平均值，于联邦德国沙地)

t_m 土壤温度的年平均值
 Δt 相对于 t_m ，地面的最大年温度变化

土壤的成分对于温度及温度随时间的变化有重大影响。应注意到这种变化的发生是缓慢的,与土壤的成分和深度有关。

如果忽略由于设备的功耗产生的热而引起的可能温度升高,则容器的温度的平均值与地温相同。空气温度的变化会引起容器中温度的变化,但时间上有一延迟,且在幅值上有一与容器的设计有关的衰减。

2.3 结论

小的地下容器(例如用于安装远供中继器)中的温度取决于地理地区、土壤成分、安装深度和所装设备的功耗。

容器内的湿度与外部影响无关,必要时可用适当的方法予以控制。

3 B 部分

3.1 装有高功耗设备的地下机箱中的温度

地下机箱中的温度取决于周围土壤的温度,土壤的成分及设备功耗的量值。

3.1.1 不同深度的土壤温度可在该处直接测量或在考虑了土壤的热阻和散射性后根据该处(地表面)的季平均温度来计算。

短期的变化,如逐日的偏离,会急剧衰减,当深度大于0.3m时即可忽略,这样便只有季节性的变化在地下进一步地扩散。

当然,这种变化也会随深度和土壤成分而衰减和延迟。

3.1.2 机箱中由于设备功耗而产生的热通过箱壁而转移至周围的土壤,从而干扰原有的温度场,并决定了一个局部梯度,它随与箱壁的距离而减小。

为了估算机箱中最高的年度温度,确定一个热传输的数字模型,并根据该处的气候,土壤性质,功耗等条件而求解是适当的。

相应的计算可用计算机处理,这可迅速地研究各种不同参数的影响。

在苛刻的条件下,即当土壤的特性很差时,在机箱周围放上具有良好导热性的填充材料可得到益处。这种措施的影响可预先用计算机证实。

3.2 计算导则

热自大气至土壤的传输可由下述方程描述

$$T(y, t) = A + B e^{-\gamma y} \sin(\omega t - \gamma y) \quad (1)$$

其中

- A 大气温度的平均值
- B 地表面热振荡的幅度
- γ 扩散常数
- y 深度

温度仅为时间和深度的函数,且产生的场具有水平等温面。

机箱中的功耗确定了一个容器壁上的热流和土壤中的一个二维热场。

相应的方程为

$$C\xi \frac{\delta T}{\delta t} - k\left(\frac{\delta^2 T}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 T}{\delta y^2}\right) = F(x, y, t) \quad (2)$$

其中

$F(x, y, t)$ 考虑土壤中存在的热源

C 土壤中特定的热

ξ 土壤密度

k 土壤的导热系数

略去 $\frac{\delta T}{\delta t}$ 项时问题可进一步简化。

事实上，土壤温度经受了一个缓慢变化，在短的时间周期内可考虑为稳态。

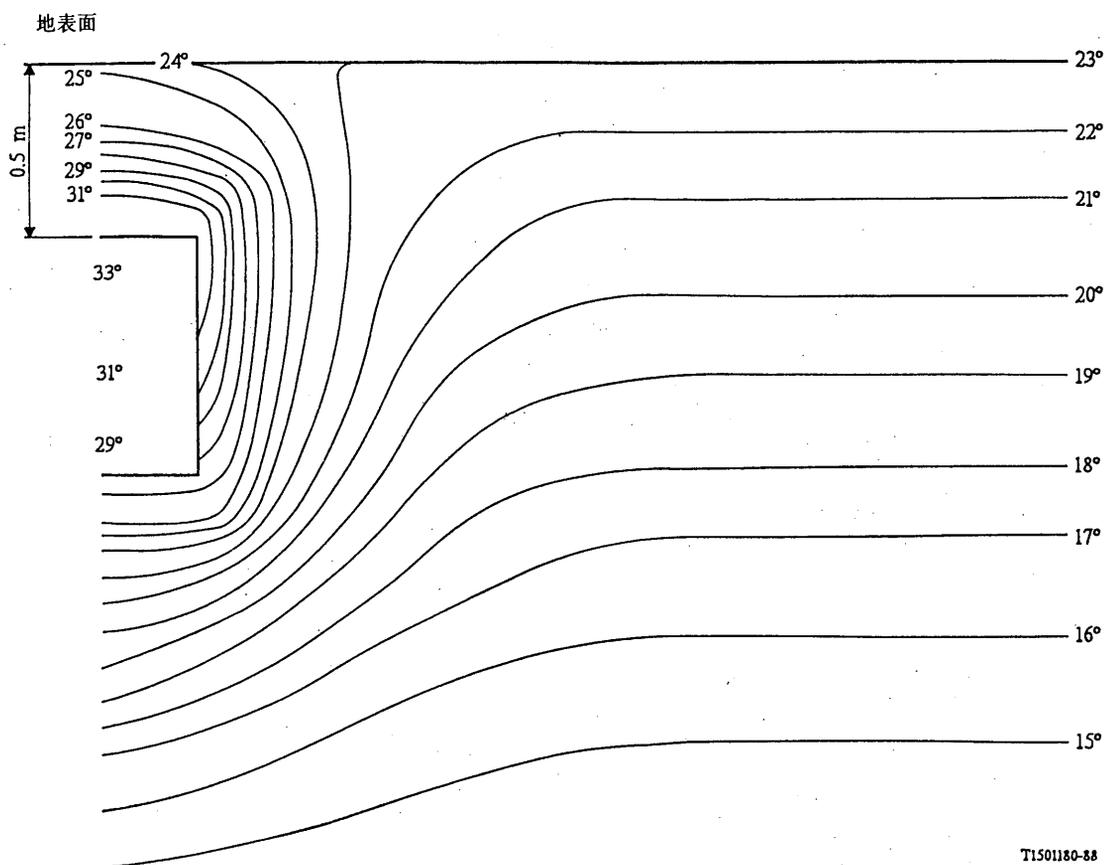
求解方程

$$-k\left(\frac{\delta^2 T}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 T}{\delta y^2}\right) = F(x, y) \quad (3)$$

并对于所考虑的时间引入 (1) 的“初始条件”，则可以离散点数的方式绘出土壤中的温度分布。

根据垂直箱壁上自然对流的热转移关系可算出机箱中的中心线温度： $Nu = M \cdot (Gr \cdot Pr)^N$ ，其中 $Nu = Nusselt$ 数； $Gr = Grashof$ 数； $Pr = Prandtl$ 数； M, N 为按经验确定的常数。

计算热场的一个例子示于图4，图中等温线代替了由计算机绘出的局部温度数值。



T1501180-88

图 4
计算热场的例子

3.3 结论

地下机箱中的温度取决于该处的气候、土壤类型、深度、一年中的时间、设备功耗。热传输的数学分析使得有可能在考虑了有关参数的影响后可估算机箱中的最高温度。可以考虑采用经选择的填充材料并估计它产生的效果。

机箱型号: CAI/24

稳态温度 (°C)

机箱尺寸 (m) $\varnothing 0.85$ 高 0.9

功耗 (瓦)	100
月份	8
该处的平均温度 (°C)	12.7
热变化的幅度 (°C)	11.7
土壤的热传导系数 ($Wm^{-1}k^{-1}$)	0.44
土壤密度 ($Kg \cdot m^{-3}$)	1550
土壤的特定的热 ($JKg^{-1}K^{-1}$)	1255
填充材料的热传导系数 ($Wm^{-1}K^{-1}$)	0.8
填充材料的深度 (m)	0.4
填充材料的外半径 (m)	1.2

参 考 文 献

- [1] JEN-HU-CHANG: Ground Temperature, *Blue Hill Meteorological Observatory, Harvard University*, Vol. I, II - Hilton 86, Massachusetts, 1958.

文 献 目 录

KREITH (F.): Principles of heat transfer, *Int. Textbook Co.*, Scranton Pa.

CARLSLAW JAEGER: Conduction of heat in solids, *Oxford Press*.

增 补 No. 35

关于漂动测量的导则

(根据美国的文稿, 与建议
G. 812和 G. 824有关)

漂动测量方法

本增补的目的是提出一种合适的方法来鉴别时钟的定时精度。在 O 系列的增补 No. 38 中包含了关于抖动测量的导则。

1 输出漂动测量

1.1 从属时钟

测量的策略是要能得到在建议 G. 812的附件中包括的用于待测从属时钟的数学模型参数值。

一旦已经得到这些参数值，就可以核实是否符合建议 G. 812中的规范。

为适当地表征从属时钟的性能，必须进行一系列的测试。通常，测试分为三类运用情况：

- 1) 理想运行；
- 2) 强制运行；
- 3) 保持运行。

1.1.1 测试配置

测试程序的目标是要能够对一个给定的待测时钟估计出上述时钟模型的参数。用于时钟测试安排的构成情况示于图1。下面说明各组成部分和它们的互连。

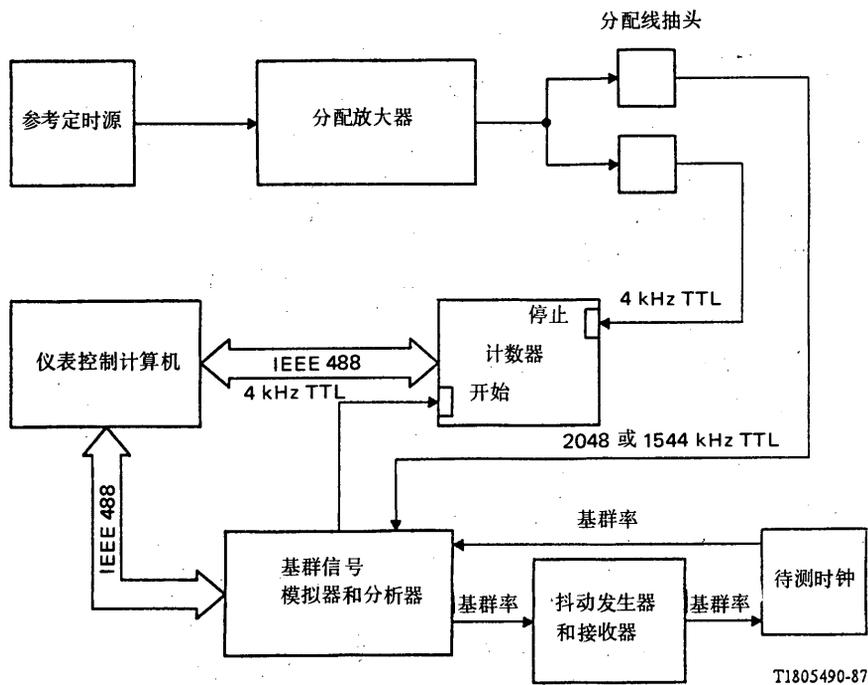


图 1
测试配置

1.1.1.1 参考时钟

测试配置系设计成向待测时钟提供由一个稳定的参考振荡器定时的基群率数字参考信号。在进行时钟测试时，与参考输入相比较的相对相位一时间是重要的¹⁾。因此对参考输入的绝对精度并不苛求。重要的是参考振荡器的短期不稳定性要小，以保证正在测试的时钟的控制环内低的测量噪声和低的背景跟踪误差。

¹⁾ 在保持测试时，参考振荡器的长期稳定性和漂移是重要的。

1.1.1.2 数字参考信号的模拟

测试安排被设计成向时钟提供一个带有损伤的基群率数字参考以便允许进行时钟的强制测试。为了做到这一点,使用了能够接受外同步的基群率数字信号模拟器和分析器。对于1544kHz 基群率数字信号²⁾,向模拟器/分析器供给一个1544kHz 走时信号以便控制输出的发送定时。1544kHz 信号是经过一个分配放大器和合成器线路抽头产生的。这种分配安排可形成由参考振荡器的10MHz 输入合成的多抽头的定时信号。每一个线路抽头是一个专用的产生所需定时信号的合成器,由这些合成器产生的抖动均方根值应小于1000ps。

经过一个 IEEE 488控制总线对基群率损伤模拟器编程,以便产生所需的用于强制影响时钟的中断事件。然后通过一个抖动发生器和接收器来桥接基群率数字信号。抖动发生器被用来将背景抖动加到数字信号上。出于一些原因,模拟出背景抖动的实际水平是重要的。首先,当中断发生时,由于同步单元试图克服中断影响,背景抖动可成为相位补偿误差的一个主要来源。其次,能够评价时钟的抖动转移特性。

抖动发生单元有一个外抖动调制输入。所用的抖动信号是带宽受限制的白噪声。使用在150Hz 具有3dB 截止的低通单极点滤波器对来自白噪声源的信号滤波。对抖动进行低通滤波的主要原因是避免因高频定位抖动而产生比特误码。应当设定抖动功率以反映网路内的实际抖动水平。重要的是避免将正弦抖动用作测试抖动的输入,因为某些相位检测技术对正弦抖动很不敏感。

1.1.1.3 输出定时信号的恢复

为了测试时钟,从抖动发生器输出提供参考输入。为了从时钟中恢复输出定时信号,从待测时钟控制的单元中选出一个输出的基群率信号。这个数字信号被连到基群率信号模拟器和分析器的接收部分。在这个单元中使接收器定时功能与发生器所用的发送定时退耦。接收器从输入信号中抽取4kHz 帧定位信号,并且在外部端口上提供这个定时信号。这个4kHz 定时信号与从待测时钟来的输出定时是相位相关的。

1.1.1.4 相位—时间数据收集

使用计数器来观察与一个参考4kHz 定时信号相比较的输出4kHz 定时信号的相对相位—时间误差。这个参考4kHz 定时信号是从分配放大器和合成器单元得到的。在产生4kHz 参考信号时,合成器的抖动小于1000ps。在进行4kHz 相位比较时,相位偏差的观察范围是250 μ s。如果仔细选择在接近这个范围的中心处开始测试,则对于除保持运行测试以外的所有测试,不存在与周期滑动有关的问题。然而通过解决在数据收集软件中的周期滑动,这个范围还能够扩展。

实际上,计数器的固有抖动以及触发器的误差限制了测量的分辨率。经验已经表明在连接电缆和触发电平方面适当注意就能够将抖动测量的分辨率维持在均方根值低于100ps。更重要的是在测试之前可校核总的背景抖动噪声电平以确保合适的性能。对于所述的实际系统中所用的部件,总的抖动电平1000ps 均方根值是典型地可达到的。这比适于测量时钟所期望的相位稳定性电平所需的值更好。

²⁾ 下面的讨论可以类似的方式应用到2048kHz 基群率数字信号。

1.1.1.5 数据收集

应当使用一个仪表控制计算机来自动执行测试程序并收集和分析相位—时间数据。控制计算机经 IEEE 488总线与计数器和基群率数字信号模拟器及分析器接口。

控制计算机的主要功能是从计数器中采集相位—时间数据。仪表控制器每10秒钟从计数器获得一个相位—时间样值。对计数器编程以便在3秒的时间窗口内对4000个样值求平均，并将平均值返回给控制器，所得到的测量带宽为0.33Hz。将相位—时间数据及时处理以便得到在10、100、1000和10000秒观察间隔内的 Allan 偏差的运行估值。程序还计算频率偏差与偏移的运行估值。

1.1.1.6 数据分析

数据分析的目的是从数据中估计与时钟模型有关的参数。根据 Allan 偏差的数据，能够确定模型所预期的白噪声调相 (PM) 或白噪声调频 (FM) 成分的出现。频偏估值是数学模型中的 y_{bias} 项，偏移估值 D 是数学模型中的漂移成分。

1.1.2 基本技术和程序

本段包含了用于测试从属时钟运行的三类情况的基本技术和程序。附录 I 提供了这些测试使用实际测量数据的应用举例。

1.1.2.1 理想运行

这种测试的目的是获得对时钟基础性能的量度。模型预示在理想条件下运行的时钟会产生白噪声 PM 的相位不稳定性。这种白噪声 PM 应当小，因为它表示了时钟处于最佳情况时的性能（基于当前的 MRTIE 输出要求，显然要小于 $1\mu\text{s}$ ）。为了确保可接受的抖动转移特性，它应当在实际的抖动水平的情况下测量。

在所述的标准测试程序中，测量带宽是0.33Hz。在一些时钟设计中在这种0.33Hz 截频和与抖动有关的10Hz 截频之间存在明显的噪声。重要的是要在这个频带内估计抖动。通过开发用于捕获这种快速漂动数据的附加测量程序能够做到这一点。

1.1.2.2 强制运行

这方面的测试对于适当地评价时钟是非常重要的。这种测试的困难在于选择合适的干扰事件。对于某些时钟，作为严重误码秒出现的任一事件将产生相位补偿事件。在某些时钟中，任何瞬断或寄生噪声峰值将在相位检测中干扰计数器，产生一个寄生相位突跳，根据它的严重性，这种相位突跳可被相位补偿或不可能补偿。在另一方面，时钟能设计成可观察定帧脉冲的位置以便抽取相位。在这类时钟中，一次中断无需产生一次相位补偿事件，除非在定帧脉冲位置有实际的偏移（例如一次保护倒换事件）。

建议应实行的一种强制测试是模拟具有短中断（100ms）的一个严重误码秒（SES）事件，在出现背景输入抖动的情况下以每天10个 SES 的比例发生。典型地，这种程度的瞬断将强使时钟试图相位补偿而无需切换参考源。在下一节中给出这种强制测试的例子并用于澄清概念和结果的意义。

在评价时钟时还应考虑其它的强制输入。

- 误码突发：以不干扰其定时波形的方式来模拟误码突发。在这种情况下好处是时钟无需相位补偿。如果能够确定多数误码突发事件实际上纯粹是数据误码而不干扰定时，那么这种测试将更为重要。

- 相位突跳: 由于保护动作以及由于其它时钟的影响会引起相位突跳。相位突跳属中断事件, 它或者强制引发一次相位补偿事件或者由时钟无意地跟随一次相位突跳。无论那一种情况都将劣化时钟的性能。这是需进一步研究的领域。
- 重新启动事件: 重新启动是与某些时钟有关的现象。重新启动事件与放弃它当前的状态且不返回它的初始状态的时钟有关。其结果是一种有影响的过渡事件。在正常的时钟运行期间不应当发生重新启动事件, 因此不大可能包含在一般的时钟测试规划中。然而较好地理解和控制它的特性却是重要的。
- 频率突跳: 时钟不跟随呈现大的频率突跳的参考信号, 这一情况是重要的。然而检测频率突跳的能力与一个给定时钟锁相环 (PLL) 的跟踪带宽的选择紧密关联。这个问题的解决取决于对网路内各种时钟带宽标准化的程度。

1.1.2.3 保持运行

保持运行测试的目的是估计时钟数学模型的初始频率偏离 (y_{bias}) 和偏移 (D)。初始频偏依赖于控制环内获得的频率估值的精度以及本地振荡器的频率可调准性。重要的是在其之前在合理的强制状况下测试保持运行特性, 以便获取控制环得到精确的频率估值的能力。

在决定偏移估值时, 为了得到统计上有意义的偏移估值, 对于晶体振荡器, 一个关键的因素是观察间隔典型地要持续数天, 这是一个不能回避的困难的现实问题。此外, 还必须注意测试期间维持的温度条件, 这是需进一步研究的课题。

1.2 基准参考时钟

本节需进一步研究。

附 录 I

(附于增补 No. 35)

应 用 举 例

本节给出用于两种时钟的测试程序的一些应用结果。重要的是指出被测的两种时钟有不同的内部体系。测试的主要结论是支持评价时钟性能的数学模型, 这一模型可概括如下:

- 1) 对于在锁相环 (PLL) 跟踪带宽之外的短观察时间间隔, 由本地同步器时基的短期稳定性决定输出定时信号的稳定性。
- 2) 在未出现参考时钟信号中断的情况下, 当观察周期增加到处于 PLL 的跟踪带宽之内时, 输出定时信号的稳定性表现为如白噪声 PM 过程那样。
- 3) 在有中断的情况下, 当观察周期增加到处于 PLL 的跟踪带宽之内时, 输出定时信号的稳定性表现为如白噪声 FM 过程那样。
- 4) 在有中断的情况下, 输出定时信号相对于参考信号可能招致系统性的频偏。这是由于参考恢复时相位补偿的偏离所造成的。

下面说明特定的测试结果。

1.1 本地时钟评价

本节说明的结果适用于实际的性能数据。

1.1.1 未受强制的基群率输入测试

首先进行的测试是在理想参考输入条件下评价定时信号的输出。基群率参考输入系由铯原子参考源定时的发生器产生。在第3级 PLL 跟踪带宽之外的抖动远小于1ns，典型地，用计数器测得是300ps。

对于这种测试，抖动测试仪被旁路，并将基群率信号从基群率模拟器和分析器直接送至同步器。测试运行了67小时。结果示于图 I-1，它画出了 Allan 偏差的平方根与观察时间的关系，用三角形标出了这种测试的数据点。

测试结果与数学模型相符。对处于这种 PLL 跟踪带宽之外的观察时间（小于60秒），Allan 偏差表示由本地晶体振荡器引起的白噪声 FM。随着观察时间增加，PLL 跟踪参考信号并且噪声过程收敛为白噪声 FM。

白噪声 PM 的幅度的均方根值是85ns。这种噪声的一种分量是在60秒（这种 PLL 的带宽是1/60秒）内振荡器的均方根时间误差。此外有一个由相位检测器分辨率引起的分量。在数字环中出现的一种现象是在标称设定点的任一方向相位误差能够偏离至少一个比特。当输入存在相位检测器比特量级的抖动时这种影响被减小。

1.1.2 强制的基群率输入测试

这种测试的目的是模仿在实际网路中发生的强制条件下同步器的特性。对于这种测试，在基群率模拟器和分析器程序控制下每15分钟产生一次短期中断事件。中断事件的持续时间在10至100ms 范围内以均匀分布方式予以随机化。

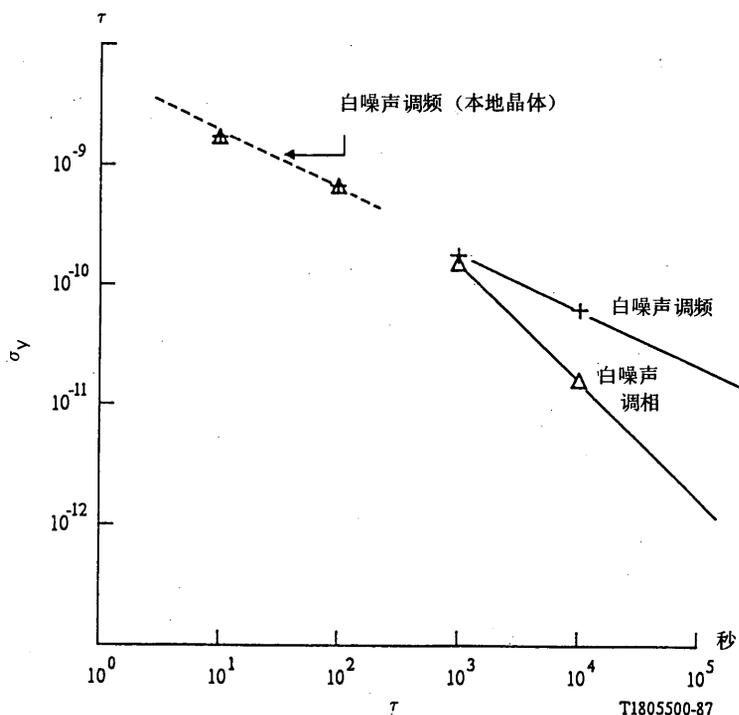
对于这种测试，抖动仪被旁路，基群率信号从基群率模拟器和分析器直接送至同步器。测试运行了50小时。结果示于图 I-1，它画出了 Allan 偏差的平方根与观察时间的关系，用加号标出这种测试的数据点。

1.1.2.1 Allan 偏差的结果

测试结果与数学模型相符。对处于这种 PLL 跟踪带宽之外的观察时间（小于60秒），Allan 偏差表示由本地晶体振荡器引起的白噪声 FM。随着观察时间增加，PLL 每900秒遭受一次干扰。剩余的相位补偿误差累积并且产生相位上的随机漫游（白噪声 FM）。每次干扰的补偿误差按均方根值180ns 计算。

1.1.2.2 系统性频偏

强制测试数据表示出统计上有意义的频率偏移。50小时测试的频偏是 3×10^{-11} 。假定是白噪声 FM，均方根误差是 1.5×10^{-11} 。这些数值反映了相位补偿偏差在15到45ns 范围内。时钟的这种偏差导致了频偏。这意味着在一定程度上网内的所有时钟系准同步工作。假定最坏情况每天10次干扰，所导致的频偏是 10^{-12} 的量级。



△ 未受干扰的干净的 DSI 信号, 观察时间 240,100 秒
 $\bar{Y} = 7E-13$, 白噪声 PM $148\text{ns}/\tau$, $\tau > 10^3$, 预测误差均方根值每日 85ns

+ 干净的 1544 kbit/s, 1 次中断/15 分钟, 观察时间 180,000 秒
 $\bar{Y} = 3E-11$ ($1\sigma = 1.5E-11$), 白噪声 FM $6E-9/\sqrt{\tau}$, $\tau > 10^3$, 预测误差均方根值每日 1.76 μs (180ns 均方根值/每次干扰)
 $f_3 \text{ dB} = 1/60$ 秒
 测量间隔 $\tau_0 = 10$ 秒。测量带宽 = 0.33Hz。

图 I-1
 本地节点时钟的例子

I.1.2.3 强制测试结果的意义

为了得到对强制测试结果的有意义的解释, 必须考虑干扰级别。在这种测试中干扰级别是每天 100 次干扰。这是一个比实际的基群率链路预计的干扰量要大的量级。在这种特定的 PLL 中, 一个事件的补偿误差过程与下一个事件无关。通过若干次干扰级别的测试能够证明这一点。结果表示每次干扰产生的均方根误差是 180ns。假定每天 10 次干扰, 所得到的每天均方根误差是 570ns。

I.2 转接节点时钟评价

本节说明的结果适于实际的性能数据。

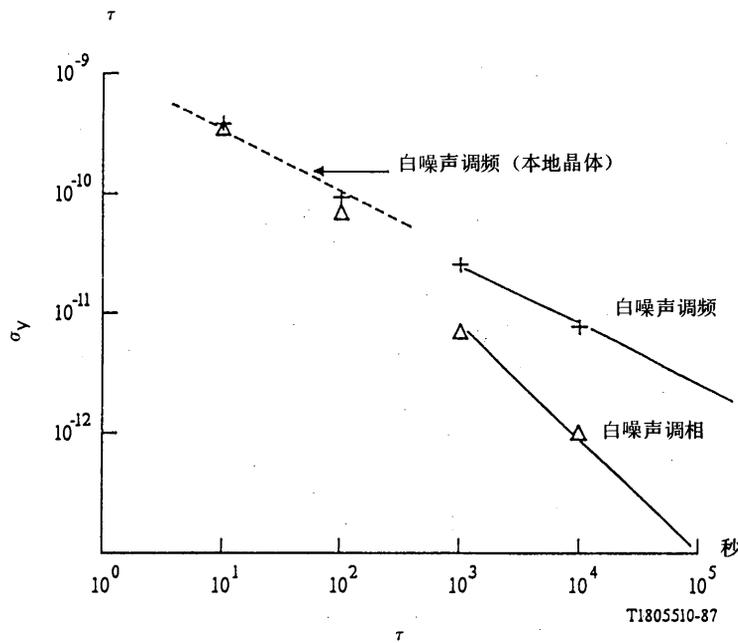
I.2.1 未受强制的基群率输入测试

首先进行的测试是在理想参考输入条件下评价定时信号输出。利用由铯原子参考时钟定时的基群率模拟器和分析器产生基群率参考输入。在第 3 级 PLL 跟踪带宽之外的抖动远小于 1ns。典型地, 用计数器测量为 300ps。

对于这种测试,包含抖动测试仪。一个外抖动调制输入加到抖动测试仪。抖动信号是带宽限制的白噪声。使用在150Hz 3dB截止的单极点滤波器。抖动被低通滤波以避免因高频定位抖动而产生定帧错误。调整外信号以便使峰—峰抖动量达到1.5 μ s。测试运行了23小时。结果示于图 I-2。它画出 Allan 偏差的平方根与观察时间的关系,用三角形标出这种测试的数据点。

测试结果与数学模型相符。对处于这种 PLL 跟踪带宽之外的观察时间(小于450秒),Allan 偏差表示本地晶体振荡器引起的白噪声 FM。随着观察时间增加,PLL 跟踪参考信号并且噪声过程收敛为白噪声 PM。

白噪声 PM 的幅度为均方根值6ns。这是一个异常好的数值,归因于环路的严格的时间常数(450秒)。在这种情况下输入抖动防止了边沿跳跃的影响。



- △ 未受干扰的 DSI^{a)}, 输入观察时间83,000秒
 $\bar{y} = +6E-13$, 白噪声 PM $1E-8/\tau$, $\tau > 10^3$, 预测误差均方根值每天6ns
- + 1544 kbit/s^{a)}, 1次中断/30分钟, 观察时间253,800秒
 $\bar{y} = +6E-13$, 白噪声 FM $8E-10/\sqrt{\tau}$, $\tau > 10^3$, 预测误差均方根值每天235ns
 f_3 dB=1/450秒。
- a) 1.5 μ s 峰—峰值, 抖动带宽=150Hz。
 测量间隔 $\tau_0=10$ 秒, 测量带宽=0.33Hz。

图 I-2
转接节点时钟的例子

1.2.2 强制的基群率输入测试

这种测试的目的是在实际网路中发生的强制条件下模仿同步器的特性。对于这种测试,在基群率模拟器和分析器的程序控制下每30分钟产生一次短期中断事件。中断事件的持续在10到100ms 范围内以均匀分布的方式随机化。

对于这种测试,包括了抖动测试仪。一个外部抖动调制输入加到抖动测试仪。抖动信号是带宽限制的白噪声。使用在150Hz 3dB 截止的单极点滤波器。抖动被低通滤波以避免因高频定位抖动而产生定帧错误。调整外信号使峰—峰抖动量达到1.5 μ s。测试运行70小时。结果示于图 I -2, 它画出了 Allan 偏差的平方根与观察时间的关系,用加号标出这种测试的数据点。

1.2.2.1 Allan 偏差的结果

测试结果与数字模型相符。对处于这种 PLL 跟踪带宽之外的观察时间(小于450秒),Allan 偏差表示由本地晶体振荡器引起的白噪声 FM。随着观察时间增加,PLL 经受每1800秒一次干扰。剩余相位补偿误差累积并且产生相位的随机漫游(白噪声 FM)。每次干扰的补偿误差按34ns 均方根值计算,这种误差的来源是输入基群率抖动。算法对输入求平均以改进用于补偿的相位误差的估值。

1.2.2.2 系统性频偏

强制测试数据表示出统计上无足轻重的频偏。70小时测试的频偏是 6×10^{-13} 。假定是白噪声 FM,均方根误差是 1.5×10^{-12} 。假定这种不确定性,则在数据中没有偏移的指示。在最坏情况下偏移不会大于 1.5×10^{-12} 的不确定水平。

1.2.2.3 强制测试结果的意义

为了得到对强制测试结果的有意义的解释,必须考虑干扰的级别。在这种测试中干扰的级别是每天48次干扰。这比实际的基群率链路预计的值要大五倍。在这种特定的 PLL 中,基于对 PLL 设计的了解,一个事件的补偿误差过程与下一个事件无关。通过在严重干扰级别的测试能够证明这一点。结果表示每次干扰引起34ns 的均方根误差。假定每天10次干扰,得到每天的均方根误差是100ns。

1.3 Allan 偏差的置信限值

样值的偏差(如同样值的 Allan 偏差)为 χ^2 分布。基于在 [1] 中所述的 J·Barnes 的工作,假定一种设定的噪声过程就能够确定 Allan 偏差的置信间隔。在计算样值的 Allan 偏差时,使用了时间滞差间隔的完全重叠,这是最有效的使用数据。不过,在计算置信间隔时假定重叠的样值彼此无关就不正确了,在 [1] 中详细地说明了这一点。为了简洁,采用了在参考资料 [1] 中说明的计算置信间隔的方法。

假定观察时间为一天,对于直到10000个的所有滞差时间,白噪声 PM 的90%置信因子被限界在0.9和1.1之间。对于一天观察间隔的白噪声 FM,置信因子如下:对于1000秒的滞差间隔,下界是0.9,上界是1.2;在10000个间隔时,置信因子限界为0.75和1.5。

作为说明这些因子意义的一个例子,考虑图 I-2 的白噪声 FM 成分(有加号标志的数据),对于 10000 秒的滞差时间,样值偏差的平方根是 8×10^{-12} 。真正的偏差的 90% 置信间隔由样值偏差乘上置信因子来限界,这导致 Allan 偏差的平方根以 90% 置信度落在 6.9×10^{-12} 和 9.8×10^{-12} 之间。

参 考 文 献

BARNES (J. A.): Data Analysis and Confidence Intervals, *NBS Time and Frequency Seminar Notes*, chapter 6, August, 1986.

增 补 No. 36

在数字网中抖动和漂动的累积

(与建议 G. 824 有关)

这个增补描述了一个数字模型,它已经用于计算数字网中因级联数字再生器和异步数字复用设备而产生的抖动/漂动的累积。这个模型不包括产生漂动的其他来源:例如,环境、同步参考信号分配中的干扰等。

1 抖动和漂动的累积——数字再生器产生的成分

计算再生器抖动/漂动累积最广泛使用的数学模型被归类为 Chapman 模型[1],它将再生器处理为线性且不随位置变化的系统。为了计算在 N 个级联的再生器之后累积的抖动/漂动,按术语“随机的”和“系统性的”分量来给再生器本身的抖动/漂动分类。再生器抖动/漂动累积的 Chamzas 模型[2]论述再生器的再定时电路的随机变化如何影响抖动/漂动的累积问题。概括上述情况,这一研究结果,证明了在相同的再生器累积模型中适当的平均抖动/漂动转移特性的使用能提供对于在假定再生电路有随机变化的条件下抖动/漂动累积计算的非常好的估计。

对由 N 个相同的再生器串成的链,使用 Chapman 的模型,定义 $H_1(j\omega)$ 为一个再生器的抖动/漂动转移特性,并重新定义随机和系统性分量分别为完全不相关和相关分量。

— 随机抖动/漂动分量的功率谱密度是:

$$\Phi_N^R(\omega) = \Phi_{ii}^R |H_1(j\omega)|^2 \frac{1 - |H_1(j\omega)|^{2N}}{1 - |H_1(j\omega)|^2} \quad (1)$$

其中 Φ_{ii}^R 是一个再生器恒定的、内部产生的、随机的(独立于码组加上依赖于码组的不相关部分)抖动/漂动功率谱密度。

— 系统性抖动/漂动分量的功率谱密度是:

$$\Phi_N^S(\omega) = \Phi_{ii}^S |H_1(j\omega)|^2 \frac{|1 - H_1(j\omega)|^2}{|1 - H_1(j\omega)|^2} \quad (2)$$

其中 Φ_{ii}^S 是一个再生器恒定的、内部产生的、系统性的(依赖于码组的相关部分)的抖动/漂动功率谱密度。基于再生器对码组发生器产生的短和长字长的抖动/漂动的响应以及相关性的研究,能够从实际测量中估计出 Φ_{ii}^R 和 Φ_{ii}^S 。

当再生器的抖动/漂动转移特性中不存在峰值时,系统性抖动/漂动的累积比随机的抖动/漂动累积快得多[1]、[4]、[5];由于这样,通常忽略随机的抖动/漂动累积。然而,对于在抖动/漂动转移特性中出现峰值的大量再生器,总的抖动/漂动累积会被随机分量所支配。

2 抖动和漂动累积——异步数字复用设备产生的成分

采用均方根值幅度为 σ 、双边带功率谱密度为 $\Phi_{in}(f)$ 的高斯输入抖动/漂动时, 未经滤波的复用设备固有的抖动/漂动由下式给出[6]。

$$\Phi_{out}(f) = \text{sinc}^2 f \text{ rep } \Phi_{in}(f) + \sum_{n=1}^x \frac{p^2}{(2\pi n)^2} [\delta(f-n) + \delta(f+n)] + \sum_{n=1}^x \frac{\text{sinc}^2 f}{(2\pi n)^2} [\text{rep } Z_n(f-np) + \text{rep } Z_n(f+np)] \quad (3)$$

$$\text{其中 } \text{rep } X(f) = \sum_{k=-x}^x X(f-k)$$

$$Z_n(f) = e^{-2\pi n \sigma} \left[\delta(f) + \sum_{k=1}^x \left[\frac{2\pi n}{k!} \right]^{2k} \Phi_{in}(f) * \dots * \Phi_{in}(f) \right]_{k \text{ terms}}$$

p 多路复用器脉冲塞入比

f 用多路复用器最大塞入频率标称化的抖动/漂动频率

3 组合法

假定每一成分的抖动/漂动累积能够由滤波的高斯随机变量模型化, 每一成分之后的功率谱和均方根幅度¹⁾按照下述规律[3]作为前面的部分的累积来计算:

- i) 再生器链输出处的抖动/漂动谱是再生器产生的抖动/漂动(公式[1]和[2])和链路输入处的任何抖动/漂动经等效的抖动/漂动转移特性适当滤波后的功率和。因此, 对于输入抖动/漂动, $\Phi_{in}(\omega)$, 由下式给出输出的抖动/漂动 $\Phi_{out}(\omega)$:

$$\Phi_{out}(\omega) = \Phi_{i1}^R |H_1(j\omega)|^2 \frac{1 - |H_1(j\omega)|^{2y}}{1 - |H_1(j\omega)|^2} + \Phi_{i1}^S |H_1(j\omega)|^2 \frac{|1 - H_1(j\omega)^N|^2}{|1 - H_1(j\omega)|^2} + \Phi_{in}(\omega) |H_1(j\omega)^N|^2 \quad (4)$$

- ii) 多路分路器输出处的抖动/漂动功率谱是未经滤波的复用设备固有的抖动/漂动和累积的较高速率的输入抖动/漂动经解同步器抖动/漂动转移特性衰减后的功率和。因此, 如设 $\Phi_{in,1}(\omega)$ 是未经滤波的复用设备固有的抖动/漂动, 且 $\Phi_{in,2}(\omega)$ 是累积的较高速率输入抖动/漂动, 则由下式给出输出的抖动/漂动 $\Phi_{out}(\omega)$:

$$\Phi_{out}(\omega) = \left\{ \Phi_{in,1}(\omega) + \frac{\Phi_{in,2}(\omega)}{r^2} \right\} |G(j\omega)|^2 \quad (5)$$

其中 r 是多路复用器输出频率对支路频率之比, $G(j\omega)$ 表示解同步器的抖动/漂动转移特性。

¹⁾ 对于单边带和双边带的功率谱及对应的转移特性, 下述公式都是有效的。

4 峰至峰抖动/漂动幅度的定义

在时间间隔 $(t, t + \Delta t)$ 内抖动/漂动超过一特定幅度阈值 $|x|$ 的 n 倍的概率可用泊松密度函数来描述 [3]。

$$P_r\{n(\pm x), \text{时间间隔}(t, t + \Delta t)\} = \frac{\{\overline{N(x)}\Delta t\}^n}{n!} e^{-\overline{N(x)}\Delta t} \quad (6)$$

其中 $\overline{N(x)}$ 是超过阈值 $|x|$ 的时间/秒的平均数。

对于高斯抖动/漂动, 以 $\Phi(\omega)$ 表示双边带功率谱密度, $\overline{N(x)}$ 由 [7] 给出为

$$\overline{N(x)} = N_0 e^{-x^2/\Omega\sigma^2}$$

$$\text{其中 } \sigma^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi(\omega) d\omega \quad (7)$$

$$N_0 = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \omega^2 \Phi(\omega) d\omega}{2\pi\sigma^2} \right\}^{1/2}$$

在时间间隔 $(t, t + \Delta t)$ 内抖动/漂动不超过阈值的概率是:

$$1 - P_0 = e^{-\overline{N(x)}\Delta t} \quad (8)$$

解得阈值为

$$|x| = \left\{ 2\sigma^2 \ln \left[N_0 \frac{\Delta t}{\ln \left(\frac{1}{1 - P_0} \right)} \right] \right\}^{1/2} \quad (9)$$

如果我们假定每当越过阈值, 就可能引起一个不希望的事件(损伤), 两次损伤的间隔的平均时间 MTBI 可表示为

$$MTBI = \frac{1}{\overline{N(x)}} \quad (10)$$

因此 (9) 式可表示为

$$|x| = \left\{ 2\sigma^2 \ln(N_0 MTBI) \right\}^{1/2} \quad (11)$$

参 考 文 献

- [1] BYRNE (C. J.), KARAFIN (B. J.) and ROBINSON (D. B.) Jr.: Systematic Jitter in a Chain of Digital Regenerators, *Bell System Technical Journal*, November, 1983.
- [2] CHAMZAS (C.) Accumulation of Jitter: A Stochastic Model, *AT&T Technical Journal*, Vol. 64, No. 1, January, 1985.
- [3] BATES (R. J. S.): A model for Jitter Accumulation in Digital Networks, *Globecom' 83*, pp. 145-149, 1983.
- [4] TRISCHITTA (P. R.): Jitter-Accumulation in Fiber Optic Systems, *Rutgers*, The State University of New Jersey, May, 1986.
- [5] VARMA (E. L.) and WU (J.): "Analysis of Jitter Accumulation in a Chain of PLL Timing Recovery Circuits", *Proceedings of the IEEE Globecom*, Vol. II, pp. 653-657, 1982.
- [6] DUTTWEILER (D. L.): Waiting Time Jitter, *Bell System Technical Journal*, Vol. 51, No. 1, pp. 165-208, 1972.
- [7] BENDAT (J. S.): Principles and Applications of Random Noise Theory, *Robert E. Krieger Publishing Company*, Huntington, New York, 1977.

