

[英] 塞缪尔·韦尔奇著

通信网的信号系统

雷震洲译 朱一鸣校

Signalling in Telecommunications Networks

Samuel Welch

1979

Peter Peregrinus LTD.

内 容 提 要

通信网中的信号系统是完成通信的重要组成部分，本书主要论述的是电话交换网中的信号技术，但所讨论的原理同样也适用于其它专用网和数据网。本书的内容几乎包括了有关电话信号系统的各个方面，从用户线信号到中继线、长途电路和国际电路的信号；从直流信号到音频信号；从带内信号到带外信号；从随路信号到模拟和数字公共信道信号系统。书中详细分析了各种信号系统的工作原理和技术特点，论述了各种交换制式和传输技术对信号系统的影响。对于CCITT建议的国际信号方式，包括它们的发展经过、应用范围和形成各种方式的原因都作了介绍，内容比较丰富，是一本有关通信网中信号技术比较系统的读物，可供电信网路设计人员、电信工程师以及大专院校电信专业的师生和研究生阅读。

通信网的信号系统

[英]塞缪尔·韦尔奇 著

雷震洲 译 朱一鸣 校

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：850×1168 1/32 1982年6月 第 一 版

印张：12 16/32 页数：200 1982年6月河北第一次印刷

字数：329 千字 印数：1—6,000 册

统一书号：15045·总2597—有5252

定价：1.60 元

原 作 者 序

方便的通信联络在一个国家内部以及国与国之间是必不可少的，而最有影响的也许是各种电信业务，特别是电话业务。有了社会需要就会产生相应的工具。现在，在各个国家的国内通信网中已普遍提供了直拨电话业务，随着通过国际网把这些国内网连接起来，目前世界范围的国际直拨电话业务正在迅速发展。本书主要介绍的是电话业务，因为这是电信的最重要的方面和占支配地位的业务。

信号系统把网路中的各种交换机连接起来，使网路能作为一个整体而工作，信号系统还必须能与所装的各种交换设备和传输设备配合工作。信号系统还将各种国内网连接到国际网上。因此，对信号技术的很好了解，在网路设计中是非常重要的。本书的写法是着重论述各种信号技术的原理，因为掌握有关的原理对于了解不断发展的信号技术特别重要，网路上其它方面的新技术，例如存储程序控制、综合的数字交换和数字传输等等都对信号技术有影响。信号系统的详细设计没有包括在本书范围内，因为对于某一给定的技术，其设计细节随不同设计者的设计方法和主管部门的选择有很大的不同。但在必要的场合，本书也涉及一些简单的设计情况，以便更好地说明所采用的原理。

由于大多数主管部门和经营单位都采用了他们自己设计的信号系统，因此存在多种不同的系统设计。鉴于篇幅有限，本书不得不有所选择，不过，本书列出了参考文献，可供进一步阅读。书中所选述的信号技术主要取自英国和美国贝尔系统的资料，但是由于本书讲的是原理，作者根据40年来从事信号工作的经验，认为所选述的内容对于评价各种不同的信号方法是足够的了。本书分析了所选

的各种技术，并提出了作者认为比较可取的方法，这也反映了作者从事40年信号工作所得到的结论。

虽然本书主要论述公用电话交换网中的信号，但所讨论的原理同样适用于其他业务，如专用网、数据网等等。

目前，在电话交换网上，随（按）路信号是主要采用的技术，而且将继续使用许多年，但是，由于这种信号没有采用分时技术，所以在总的网路信号费用方面比较昂贵。从经济方面看，采用随路信号技术无法获得人们希望的高度的信号合理性，因为这种技术在任一电话网中都会形成各种不同的信号方式，而随之带来管理和运行方面的问题。随着存储程序控制交换技术（包括模拟的和数字的）的出现，按逻辑推理，在采用分时的公共信道信号以后，必然会出现一种合理的信号方式，它在总的网路信号费用方面将是经济的。这是我们所希望的，同时也存在着各种实现的可能性。还有，采用公共信道信号以后，原先在国内网和国际网信号之间的区别就不必要了，这种合理的信号方法完全能把国内和国际合在一起。有人认为，公共信道信号技术可能是信号方式发展过程中最令人瞩目的进步，毫无疑问，它将是未来主要的信号方法。

论述各种信号方式的文献虽然有很多，但是，就我知道的目前还没有一本集中叙述和分析在网路中应用的各种信号技术和方法的出版物。本书打算填补这一空白，按照一个完整回路的概念向电信网路设计者，电信工程师以及攻读电信技术的大学生与研究生，提供信号原理方面的知识。并希望本书在深入探讨某些特定信号方式时也能成为一本有价值的参考书。

第一章旨在概述本书中所涉及的各种信号方式，作为一个比较容易阅读的导言，以有助于后面各章中的详细论述。第二章叙述用户线上的信号，由此提出关于交换网的基本信号要求。第三、四章讨论市话交换中继网内的信号，包括关于因地址脉冲失真引起的各种问题的讨论。由此引出了阐述长距离直流和低频交流信号的第五章。第六章讨论应用于点到点传输的PCM传输系统中的内部信号，

主要讨论的是CCITT规定的24路和30路系统。各种传输技术对信号的影响的重要性主要在第七章中讨论，接着在第八—十章中论述了长途网信号、直流信号、音频信号、带外信号和记发器多频信号，在相关的地方还讨论了交换技术对信号的影响。第十一章阐述在模拟和数字两种情况下的公共信道信号技术，包括各种问题的要求和可取的解决办法。但在这方面比较深入论述的内容并不多，好在分析性质的出版资料是可以找到的。最后第十二章阐述CCITT建议的国际信号方式，包括它们的发展经过、应用范围和形成各种方式的原因。

我衷心地感谢伯明翰阿斯通大学的J·E·Flood教授和IEE电信丛书的编辑对本书的批评和帮助，感谢他们对原稿所提出的宝贵意见。他们的鼓励贯穿在本书的整个写作过程中。

S·韦尔奇

译 者 前 言

任何通信网，无论是电话网、电报网或数据网都少不了信号系统。信号系统好比通信网的神经系统，它把网路中的各个交换机连接起来，在网路的不同功能部分之间传递和交换必要的信息，使网路作为一个整体而正常运行，有效地完成任何两个用户之间的通信。

随着电信技术，尤其是交换技术的发展以及各国管理方针的不同，曾先后出现了各种不同方式的国内和国际信号系统。近年来由于存储程序控制交换技术的采用以及数字通信网的发展，公共信道信号系统越来越引人注目，已成为信号系统的发展方向。

信号系统虽然很重要，但它毕竟是附属于通信网的，很久以来没有系统性的专著。本书就是为了填补这一空白而作。它对电话交换网的信号系统（包括国内和国际的）作了较完整的介绍，分析和评价了各种典型的信号技术，并附有有关信号系统的术语汇编。可供从事电话、电报、数据交换的有关人员阅读。

由于译者水平不高，专业知识有限，错误之处在所难免。幸好，译文得到了朱一鸣同志的审校，在此深表感谢。在本书翻译过程中，对于目前尚无统一译法的专业名词，尽可能采用了习惯用法，不妥之处，望读者批评指正。

雷 震 洲

1 9 8 1 . 4 .

目 录

第一章 概论	(1)
1.1 引言	(1)
1.2 信号功能	(2)
1.2.1 监视功能	(2)
1.2.2 选择功能	(3)
1.2.3 运行功能	(3)
1.3 影响电话信号技术的因素	(4)
1.3.1 概述	(4)
1.3.2 交换系统类型的影响	(5)
1.3.3 话音传输系统类型的影响	(7)
1.3.4 给定性能的影响	(9)
1.3.5 不同的网路部分要求有不同的信号方法	(10)
1.4 脉码调制传输系统中的信号	(12)
1.5 公共信道信号	(13)
1.6 国际信号	(14)
参考文献	(14)
第二章 用户线信号	(16)
2.1 概述	(16)
2.2 发自拨号盘话机的信号	(17)
2.3 按键电话机	(20)
参考文献	(23)
第三章 中继网信号	(24)
3.1 概述	(24)
3.2 中继网直流信号的典型方式	(27)

3.2.1	环路直流信号	(27)
3.2.2	其它方式的中继网直流信号	(33)
3.2.3	低频交流信号	(36)
3.2.4	请发码	(39)
3.2.5	连续信号和脉冲信号的分析	(42)
3.2.6	中继网信号项目	(44)
3.3	在中继网中用于直接控制和公共控制交换的信 号	(46)
	参考文献	(49)
第四章	脉冲转发和脉冲失真	(50)
4.1	概述	(50)
4.2	脉冲转发	(53)
4.2.1	线路电阻	(54)
4.2.2	线路漏电	(55)
4.2.3	线路电容	(55)
4.2.4	继电器性能的变化	(56)
4.2.5	电压变化	(56)
4.3	脉冲校正	(57)
4.4	脉冲再生	(59)
	参考文献	(60)
第五章	长距离直流信号	(61)
5.1	概述	(61)
5.2	典型的长距离直流信号方式	(62)
5.2.1	英国的DC2方式	(62)
5.2.2	英国的DC3方式	(68)
5.2.3	释放监护和闭塞信号	(72)
5.2.4	贝尔系统的CX和DX方式	(73)
5.2.5	贝尔系统的单工(SX)信号方式	(80)
5.3	双工信号	(82)

参考文献	(83)
第六章 PCM信号	(84)
6.1 概述	(84)
6.2 24路PCM系统的PCM信号	(87)
6.2.1 贝尔系统的D1 24路系统	(87)
6.2.2 英国邮政总局的第一代24路系统	(88)
6.2.3 贝尔系统的D2 24路系统	(90)
6.3 30路PCM系统的PCM信号	(92)
6.4 关于PCM内部信号的评论	(94)
参考文献	(95)
第七章 传输对信号的影响	(97)
7.1 概述	(97)
7.2 四线电路	(97)
7.3 回波抑制器	(98)
7.4 长传播时间	(100)
7.5 卫星电路	(101)
7.6 时间分配话音插空设备	(102)
7.7 压扩器	(105)
7.8 信号功率	(106)
7.9 电路的双向工作	(107)
7.9.1 概述	(107)
7.9.2 双重占用	(109)
7.10 信号的E和M线控制	(111)
参考文献	(118)
第八章 音频信号	(120)
8.1 概述	(120)
8.2 抗话音干扰性	(121)
8.3 在多段连接电路中信号信息的传送	(127)
8.3.1 概述	(127)

8.3.2	端到端信号	(127)
8.3.3	逐段转发信号	(128)
8.3.4	音频信号线路分隔装置	(128)
8.4	音频接收器的信号——保护	(130)
8.5	音频线路信号系统的总配置	(136)
8.6	音频信号的类型	(138)
8.6.1	连续形音频信号	(138)
8.6.2	脉冲式音频信号	(140)
8.7	贝尔系统的 <i>SF</i> 单音频线路信号系统	(141)
8.7.1	模拟型式的线路信号	(141)
8.7.2	关于贝尔 <i>SF</i> 系统的评论	(157)
8.7.3	数字型 <i>SF</i> 线路信号	(160)
8.8	脉冲音频线路信号	(161)
8.8.1	概述	(161)
8.8.2	英国 <i>AC9</i> 和 <i>AC11</i> 音频脉冲线路信号系统	(162)
8.8.3	其它国家通信网的音频线路信号系统	(171)
8.8.4	关于脉冲音频线路信号的评论	(173)
	参考文献	(174)
第九章	带外信号	(176)
9.1	概述	(176)
9.2	信号方式的考虑	(179)
9.3	带外信号在应用上的限制	(181)
9.4	典型的带外线路信号系统	(183)
9.5	<i>CCITT (CEPT) R2</i> 系统的带外线路信号 ...	(194)
9.5.1	概述	(194)
9.5.2	<i>R2</i> 模拟带外线路信号	(195)
9.5.3	<i>R2</i> 数字型线路信号	(200)
	参考文献	(202)
第十章	记发器多频信号	(204)

10.1	概述	(204)
10.2	记发器信号的方式	(206)
10.3	逐段转发记发器信号和端到端记发器信号	(215)
10.4	地址信息传送的控制	(219)
10.5	记发器多频信号系统的总体安排	(222)
10.6	贝尔系统的记发器信号 ($R1$)	(224)
10.7	CEPT的记发器信号 ($R2$)	(227)
10.7.1	概述	(227)
10.7.2	$R2$ 记发器信号代码	(228)
10.7.3	$R2$ 记发器信号代码的基本特点	(235)
10.7.4	工作特点	(238)
10.7.5	在卫星电路上的 $R2$ 记发器信号	(242)
10.7.6	关于 $R2$ 记发器信号的总评论	(243)
10.8	英国的 $MF2$ 记发器信号系统	(244)
10.8.1	概述	(244)
10.8.2	有保护的脉冲多频信号	(245)
10.8.3	$MF2$ 记发器信号代码	(249)
10.8.4	$MF2$ 的工作过程简述	(251)
10.9	法国的Socotel记发器多频信号系统	(257)
	参考文献	(262)
第十一章	公共信道信号	(264)
11.1	引言	(264)
11.2	基本的公共信道信号	(265)
11.3	公共信道信号与话音(或等效的)网路的对应关系	(270)
11.4	网路集中服务信号	(273)
11.5	CCITT 6号信号系统	(274)
11.5.1	基本概念	(274)
11.5.2	信号编码	(276)

11.5.3	差错控制	(288)
11.5.4	对 6 号系统差错控制方法的分析	(297)
11.5.5	同步	(298)
11.5.6	模拟式和数字式 6 号系统	(302)
11.6	公共信道信号系统的负荷	(305)
11.7	信号链的安全性和负荷分担	(308)
11.7.1	安全性	(308)
11.7.2	负荷分担	(312)
11.8	转换、恢复和转回	(315)
11.9	话音通路的连续性检查	(318)
11.10	信号优先权	(319)
11.11	CCITT 最佳数字式公共信道信号系统	(321)
11.11.1	基本概念	(321)
11.11.2	信号比特率	(324)
11.11.3	差错控制	(324)
11.11.4	消息结构	(331)
	参考文献	(331)
第十二章	CCITT 的国际信号系统	(333)
12.1	概述	(333)
12.2	CCITT 3 号信号系统	(334)
12.3	CCITT 4 号信号系统	(335)
12.4	CCITT 5 号信号系统	(346)
12.5	CCITT 5bis 信号系统	(359)
12.6	国际信号: 数字信息的发送顺序	(372)
	参考文献	(376)
	术语汇编	(377)

第一章 概 论

1.1 引 言

通信网中的信号是指通信系统各个不同功能部分之间互相交换的信息。本书主要论述电话网中的信号，鉴于要涉及的信号方式很多，因此本章作为导言先概括地全面介绍一下，使我们在详细论述之前能对电话网的信号有一个总的了解，这也许是有用的。

在一个电话网中对信号传送的总的要求可以分为以下三个十分明确的范畴：

- (a) 把来自主叫用户和被叫用户的信息传送给交换机；
- (b) 在交换机内部的信号传送；
- (c) 在交换网上传送信息。

信号(a)是在用户线上完成的，它反映用户话机的挂机和摘机状态。当用户话机处在空闲状态（送受话器放置在叉簧上，使用户环路断开，或为某一等效状态）时，称为挂机状态；当话机处在工作状态（送受话器离开叉簧，使用户环路闭合，或为某一等效状态）时，称为摘机状态。交换机通过检测用户线上电流的有、无来区分摘机状态和挂机状态，显然，所有的电话呼叫信号都发源于用户线上的这些状态。

用户线信号可以看作基本功能信号，这种信号与交换系统的类型以及交换网的类型无关，它的基本要求是：

主叫用户线：占线(摘机)，向交换机表示呼叫发生。

拨号地址信息(号盘电话机送出的顺序的挂机/摘机状态)。

正向拆线(挂机), 向交换机表示主叫方终止通话。

被叫用户线: 应答(摘机)

反向拆线(挂机), 向交换机表示被叫方终止通话

信号(b)是交换机内部的, 属于一种取决于某特定交换机结构的信号类型。这种信号不涉及交换网上所要求的信号系统类型, 本书将不作更多的研究。

信号(c)是在交换局之间完成的, 它通过交换网上正、反方向传送的信息控制呼叫的接续和拆线。这类信号将涉及本书要讨论的各种信号系统的具体应用。经交换网传送的信号一般比用户线上的类似信号要复杂, 正如以后所述, 这是因为引入了交换机之间互相“对话”的概念, 包括保证网路有效运行的信号, 以及需要考虑附加信号要求的缘故。

过去这些年来, 随着电话技术(包括交换和传输)的发展——从简单的人工业务开始一直发展到目前高度先进的兼有国内和国际用户直拨业务的自动电话网, 而逐步形成了各种信号方式的技术。因此, 许多早期的信号方式成了历史资料, 将不再予以讨论。本书将只讨论自动电话交换网上的信号技术。

1.2 信号功能

用户线上的基本信号可以看作包含两种不同的信号功能: 监视和选择。交换网上的信号也必须至少包含这两种功能, 但是更为常见的是交换网信号还附有另外一种信号功能, 这种功能可以称作“运行功能”。因此, 任何电话交换网的信号设备应该完成监视、选择和运行三种功能。

1.2.1 监视功能

监视功能用来检测或改变某些网路元素(一般是用户线和网路

中的其它线路)的状态或条件。反映用户的挂机/摘机情况。

它们包括对:

摘机占线,

摘机应答。

挂机反向拆线,

挂机正向拆线,

这四种情况的检测,并相应地把线路状态从空闲变为占线或反之。

1.2.2 选择功能

这些功能都跟呼叫接续建立过程有关,由主叫用户送出被叫用户的地址信息启动、工作,这些地址信息(或其中一部分)在交换局之间传送。传送的选择信息中,除了所拨的地址信息以外还可以包括其它能使交换过程得以顺利进行的信号,例如请发码信号、号码收到信号、请求发数字信号等。另外,对于特定的系统,还可以要求有证实信号收妥的信号。

与呼叫接续建立过程有关的选择功能信号可能会影响拨号后的等待时间(主叫用户拨号完毕至收到回铃音的这段时间)的长短。拨号后等待时间是一个明显的标准,用户往往依据这个标准来评价电话系统的效率,因为长的等待时间会使用户猜疑系统可能发生故障,从而放弃呼叫和重复试呼。因此,除了要求交换局之间的选择功能信号能有效可靠地执行,并保证交换正确进行以外,还要求信号传送的方式和速度能使拨号后的等待时间减至最小。

1.2.3 运行功能

虽然单凭监视功能和选择功能可以完成呼叫处理,但是为了能最有效地利用网络以及满足系统和管理方面的需要,还必须要有更多的功能,这些功能可以称为“运行功能”。运行功能要求是可变的,取决于信号系统的能力和管理方针,其典型特征是:

(a)检测和传送有关网路拥塞的信息,这种信息的典型用途有

促使重复试呼、起动拆线、把拥塞情况通知主叫用户等。

(b)表示设备或电路的不可用性，这种不可用性是由于故障或因维护引起的中断而造成的。

(c)提供呼叫计费信息，例如中继线上的脉冲计次信息。

(d)提供无人值守交换局故障告警信息的手段。

从信号系统的基本概念上讲，以上的讨论仅仅涉及的是“功能”而不是“信号”。在一个信号系统中，一种功能可以用一个或几个信号来表示；而一个特定信号又可以用来实现一种或几种不同的功能。

一般把信号分为“线路（监视）信号”和“选择（地址）信号”是比较方便的〔1〕。这种分类和把功能分为“监视”和“选择”是雷同的，但也未必完全如此。把信号分为“线路”信号和“选择”信号是为了区分装在交换机话音通路上的各监视单元（自动继电器组等）之间的信号和各控制单元（记发器）之间的信号，而功能分类主要强调的是信号系统担负的不同任务。例如，请发码信号是一种选择功能，在有些网路中是用选择（地址）信号来传送的，而在另外一些网路中却作为一种线路信号来传送。大多数运行功能都趋向加在选择信号之中，但要再次说明，这些是没有固定规则的，有些运行功能是用选择信号来实现的，例如拥塞信息；而另一些功能则是用线路信号来实现的，例如中继线上的脉冲计次信息。

1.3 影响电话信号技术的因素

1.3.1 概 述

电话网的信号技术分为两大类：（i）随（按）路信号，这是传统的信号技术；（ii）公共信道信号，这种信号不是在话音通路上传送的。现今，所有的电话网都装用随路信号系统，但是，随着计算机控制（存储程序控制）交换技术的出现，许多主管部门都在计划

采用公共信道信号方式来代替随路信号方式。然而，由于网路的改变有很大的困难，故随路信号今后还将使用许多年。不过，毫无疑问，许多网路将逐步向公共信道信号方式过渡。

与公共信道信号不同，随路信号方式没有采用分时技术，因此费用较大。各主管部门为了尽量减少总的信号费用，他们尽力利用任一特定网路中的具体条件来减少费用。结果，使得常规的随路信号几乎都是针对特定网路应用的条件来进行设计的，这就说明了为什么会在现有网路中存在各种不同的信号方式。根据这种基本观点，影响随路信号技术的各种因素，主要有：

交换系统的类型；

传输系统的类型；

所给定的性能；

网路中存在着使用不同信号方式的部分。

一般地说，这些不同因素对随路信号方式设计的影响如下所述。

1.3.2 交换系统类型的影响

电话交换系统主要有两种类型：直接控制（非公共控制）和间接控制（公共控制）〔2〕。公共控制系统可以是布线逻辑控制的，即非存储程序控制的，也可以是存储程序控制的，另外还可以按模拟（空分）交换或数字交换分类。数字交换的信号实现方法将在 1.5 节中讨论。

典型的直接控制交换系统是步进制交换系统，它不允许把监视信号功能与选择信号功能分开。拨号地址直接对接线器定位，由编号方案控制呼叫接续的路由，而十进位地址信号的速度和脉冲断/续比则取决于交换机的速度和特性。监视和选择信号功能合并在线路信号系统中，因地址选择信号是十进位的，故选择过程较慢。但是，由于是直接控制的，所以拨号后的等待时间可以忽略不计。

由于没有记发器，因此，直接控制交换系统允许有的性能，即