

数 据 通 信 手 册

【英】B·布里扎德 著

海文学 译

陈 培 校

人 民 邮 电 出 版 社

Handbook
of
Data Communications
Bernard Bleazard
1982

内 容 提 要

本书是英国邮电部门的一本培训教材，它介绍了数据通信的基本概念，包括传输原理、交换原理、线路控制、通信接口以及数据通信系统、网路类型和通信协议等。

本书通俗易懂、深入浅出，是从事计算机和通信工作的科研、生产人员必修读物，对数据通信专业的院校师生也有参考价值。

数 据 通 信 手 册

[英]B·布里扎德 著

海文学译 陈培校

责任编辑：王若珏

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 1987年8月第 一 版
印张：13 16/32 页数：216 1987年8月河北第一次印刷
字数：350 千字 印数：1—4,000 册

统一书号：15045·总3279—无6386

定价：3.75 元

译 者 序

数据通信是六十年代随着电子计算机技术的发展而兴起的,近二十多年来发展非常迅速。现在世界上工业先进的国家都开设了多种形式的通信业务,它为人们提供了许多方便。有了它,人们可以象打电话那样方便地利用远处的计算机为自己服务;科学工作者可以坐在家里随意调用存放在情报中心数据库里的科技资料;设计师们可以坐在办公室的显示终端旁,利用远端计算机的程序进行设计和修改方案;家庭主妇们只要坐在家里按动控制盒上的按键,就可以从电视屏幕上了解市场行情等等。近年来还出现了电子信函、办公室自动化、国际间的电子可视会议等许多新技术业务。

如果说蒸汽机的发明导致了第一次工业革命,那么,数据通信的发展便是奠定当今“信息化社会”的基础。数据通信在我国已有十多年的历史,为了加速它的发展,使更多的人了解数据通信的基本内容以及现今世界水平,特翻译了这本书。

这本书是1982年由英国国家计算中心(NCC)通信系统部顾问B·布里扎德编写、NCC出版社出版的。1975年该社曾出版了一本由英国邮政总局(P.O)的G·戴尔著的同名书。由于数据通信技术日新月异,1975年版本已不能完全反映近年来新的技术水平。新版本除吸收了旧版本中那些比较稳定的技术内容外,还根据数据通信的发展增添了大量新的内容,如数据通信网、数据通信协议及标准等,特别是以信息的传输、交换、存储和处理的数字化为主线,对数据通信的各个环节进行的剖析,更是具有立意新颖、能把读者的思维带到一个纵深境界的特点。本书的另一特点是内容比较丰富,数据通信技术方面所有可能的问题都涉及到了。这样,一方面能使读者有机会全面了解这种技术,同时也为读者进一步钻研某方面的问题提供参考。本书用较多的篇幅叙述了通信(包括模拟与数

字通信)的基础知识,这对于缺乏通信基本概念的读者是大有裨益的。

本书的主要缺陷是,有些章节的深度还不够,特别是对那些想要在某个专题方面深入探讨的人就更显得不足。不过本书“附录五”中列出了一些参考资料,可供读者深入学习时参考。

在翻译过程中,对原书极个别与所述内容无关或关系不大的地方做了删节,以使内容紧凑、严密。个别有错或是不明确的地方,在当页的最下面以“译注”的形式做了改正或说明。

数据通信是一种正在迅速发展的技术,新的名词、术语层出不穷,翻译时尽力按国家统一标准译名或人们的习惯用语译出,但对极个别还未有标准的,则按内容自定了译名,并在当页的最下面“译者注”中,对其含义做了解释。尔后若有标准译名,则以其为准。因本人水平有限,书中错误在所难免,敬请读者批评指正。

译 者

1984.6.于北京

目 录

第一章 数据通信的起源与基本概念	(1)
第一节 起源	(1)
第二节 通信的发展	(1)
第三节 电子计算机	(2)
第四节 与计算机通信	(4)
第五节 信息通信技术	(6)
第六节 通信论浅谈	(7)
第七节 数据通信的特征	(8)
一 数据与信息	(8)
二 数据传输	(8)
三 数据通信	(8)
第八节 传输的概念	(9)
一 传输电码	(9)
二 物理传输	(12)
三 传输信号的属性	(13)
四 数字传输与模拟传输	(16)
五 噪声与衰减	(17)
六 数据传输速率	(19)
七 带宽	(23)
八 数字传输的带宽需求	(27)
九 语音的数字传输	(31)
十 各种定义	(31)
第二章 电话与传输原理	(33)
第一节 引言	(33)
第二节 电话系统	(34)

市话线分布	(35)
第三节 传输	(37)
一 频率响应	(37)
二 加感	(40)
第四节 电缆设计	(44)
第五节 滤波器	(44)
第六节 放大电路	(46)
一 两线放大与混合变压器	(47)
二 四线制电路	(48)
第七节 对传输有害的因素	(49)
一 侧音	(49)
二 插入损耗/频率失真	(49)
三 噪声	(51)
四 回波	(51)
第八节 调制与复用	(51)
一 调制	(51)
二 复用与载波系统	(55)
三 脉冲编码调制	(59)
四 脉冲幅度调制	(59)
五 时分复用	(64)
六 中继电路上的PCM	(64)
第九节 光纤传输	(70)
第十节 卫星通信	(72)
卫星的未来应用	(74)
第三章 数据传输与调制	(75)
第一节 利用模拟信道传输数据	(75)
第二节 用于数据传输的调制系统	(76)
一 数字信号的调幅	(77)
二 调频	(79)

三	调相	(81)
四	相位—幅度调制 (正交调幅)	(85)
第三节	电路特性	(87)
一	电路特性—专线与公用电话网 (<i>PSTN</i>)	(87)
二	专线—已发表的特性	(89)
第四章	公用网内的控制联络信号	(96)
第一节	引言	(96)
第二节	电话机	(98)
一	电话拨号盘	(99)
二	按钮电话 (<i>PBT</i>)	(100)
三	多频 (<i>MF</i>) 电话	(101)
第三节	联络信号	(102)
一	<i>DC</i> (直流) 联络信号	(103)
二	<i>AC</i> (交流) 联络信号	(105)
三	<i>MF</i> (多频) 联络信号	(106)
四	带外 <i>AC</i> 联络信号	(106)
五	<i>TS</i> (时隙) 16 联络信号	(106)
六	单信道联络信号	(107)
七	公共信道信号	(107)
第五章	交换原理	(111)
第一节	引言	(111)
第二节	电路交换	(111)
一	人工交换	(112)
二	自动电话系统	(115)
第三节	集中控制	(118)
一	纵横制交换机	(118)
二	纵横接线器和交换机	(119)
三	<i>TXK3</i> 纵横制交换机	(122)
四	笛簧继电器交换机	(122)

五	TXE2.....	(123)
六	TXE4.....	(124)
七	存储程序控制	(125)
第四节	数字交换	(127)
一	数字交叉点	(127)
二	数字交换机的端接问题	(128)
三	时分交换	(129)
四	三级交换结构	(130)
五	TST (时一空一时) 结构	(131)
六	X 系统	(132)
七	X 系统族	(133)
八	子系统	(133)
第五节	交换原理与可供选择的交换方式	(137)
一	可供选择的交换方式	(137)
二	向分组交换过渡	(146)
三	呼叫识别与报文排序	(147)
四	实现	(147)
五	分组交换原理	(147)
第六节	复用与分组交织	(149)
第七节	数据报与虚电路	(150)
第六章	英国的公用网	(152)
第一节	引言	(152)
第二节	收费原则	(152)
第三节	过去的状况	(154)
第四节	现在的状况	(154)
一	二线交换的局限性	(156)
二	传输	(156)
三	信号方式	(160)
第五节	未来的通信网	(162)

一	引言	(162)
二	综合数字网 (IDN)	(166)
三	网同步	(166)
四	传输	(169)
五	信号方式	(169)
六	业务路由	(170)
七	新的用户设施	(171)
第六节	综合业务数字网 (ISDN)	(172)
一	引言	(172)
二	接口设备	(173)
三	本地线路传输	(174)
四	ISDN业务	(176)
第七章	数据通信系统	(177)
第一节	引言	(177)
第二节	网路类型	(177)
一	点对点	(177)
二	多点	(178)
三	星形结构	(178)
四	环形网路	(179)
五	网状网路	(180)
六	大面积网路与局部网	(181)
第三节	网路设备	(184)
一	调制解调器	(186)
二	基带调制解调器	(187)
三	声耦合器	(187)
四	有限距离用的调制解调器	(188)
五	调制解调抑制器	(188)
六	双拨号与分流调制解调器	(189)
七	调制解调器共用单元	(190)

八	多端口(多节点)任选设施	(190)
九	自动应答	(191)
十	自动拨号	(192)
十一	线路调节	(192)
十二	备用拨号	(192)
十三	各种接口部件	(193)
十四	频分复用(FDM)	(196)
十五	时分复用(TDM)	(197)
十六	统计(时分)复用器	(204)
十七	数据压缩	(206)
十八	提供同步信道	(206)
十九	指定的打印机端口	(207)
二十	成网与交换能力	(207)
二十一	软件分用	(207)
二十二	FDM与TDM的比较	(209)
二十三	采用公共交换的综合服务方式	(210)
第四节	功能体系	(213)
一	引言	(213)
二	功能分布	(215)
三	分布数据	(216)
四	分布式网路体系	(217)
第八章	数据通信系统的控制与协调	(218)
第一节	引言	(218)
第二节	日常生活举例	(218)
第三节	协议及其功能	(219)
一	定义	(220)
二	历史的回顾	(220)
三	协议的功能	(224)
第四节	一种形式结构	(227)

一	把协议看作规则	(227)
二	协议种类及协议的关系	(227)
三	协议的层式结构	(230)
第五节	向开放系统互连迈进	(234)
	高级协议	(236)
第九章	电气接口与物理级协议	(239)
第一节	引言	(239)
第二节	DTE至DCE接口	(240)
第三节	简单实例	(241)
第四节	调制解调器接口与CCITT的V系列建议	(243)
一	互换电路	(244)
二	100系列互换电路	(245)
三	200系列互换电路	(259)
第五节	同步	(264)
一	异步情况	(264)
二	同步情况	(265)
第六节	数字数据网和CCITT的X系列建议	(267)
	数字业务的接口	(267)
第十章	链路级协议：基本型	(270)
第一节	引言	(270)
第二节	基本型	(271)
一	背景	(271)
二	传输码组格式与控制字符	(272)
三	同步	(276)
四	基本型协议的应用	(278)
五	工作方式	(279)
六	面向字符协议的局限性	(285)
第十一章	差错控制与效率的研究	(287)
第一节	引言	(287)

第二节	差错的特性	(288)
一	定义和度量	(288)
二	操作员	(288)
三	计算机	(289)
四	其它硬件设备	(289)
五	传输差错	(290)
第三节	检错与纠错方法	(300)
一	信息反馈方式	(301)
二	前向差错控制 (FEC)	(301)
三	ARQ方式	(305)
四	效率研究	(310)
五	通过量效率	(311)
六	流量控制	(323)
第十二章	HDL C与X25协议	(325)
第一节	HDL C	(325)
一	历史背景	(325)
二	综述	(326)
三	HDL C的变型	(327)
四	HDL C帧结构	(327)
五	代码透明性	(328)
六	同步问题	(329)
七	实现	(329)
八	规程要素	(331)
九	规程分类	(337)
第二节	X25: 公用分组交换网的进网协议	(339)
一	历史背景	(339)
二	综述	(339)
三	X25的结构	(341)
四	PAD与X3、X28、X29建议	(351)

五	分组交换网设施	(355)
第十三章	网路设计与管理	(357)
第一节	引言	(357)
第二节	网路设计	(357)
一	性能	(358)
二	可靠性与可用性	(359)
三	扩充性	(366)
第三节	产生故障的主要原因	(367)
一	脉冲噪声	(367)
二	电路中断	(367)
三	电路参数的变化	(368)
第四节	故障诊断	(368)
第五节	维修	(369)
一	由专用设备厂家维修	(370)
二	英国邮电管理部门的维修工作	(370)
第六节	使网路故障的影响最小	(370)
第七节	网路管理	(371)
诊断工具		(371)
第十四章	展望未来	(375)
第一节	引言	(375)
第二节	信息技术	(375)
第三节	技术的结合	(378)
第四节	一些主要影响	(378)
一	微电子学	(378)
二	通信技术	(379)
三	介质的结合	(381)
四	存储技术	(383)
五	终端与工作站的设计	(383)
六	分布处理	(384)

七	标准	(386)
八	各种技术发展趋势的汇集	(388)
第五节	新技术的应用机会与受到冲击的领域	(388)
第六节	结束语	(391)
附录一	数据传输名词词汇表	(393)
附录二	英文缩写注释	(398)
附录三	国际 5 号电码表	(401)
附录四	国际 2 号电码	(405)
附录五	参考文献	(407)

第一章 数据通信的起源 与基本概念

第一节 起 源

衡量人类历史进步的尺度之一是人们之间远距离交流信息的能力。就象人类为了有效地将连续几代的史实记录下来而努力探索印刷机一样，自古到今人们都在用自己的智慧去解决远距离、快速通信的问题。历史上大多数国家，在蒸汽机发明之前都是用驿站的方式进行远距通信。可以说，过去名目繁多的远距离通信方式正是我们今天这些完善的通信系统之起源。

第二节 通信的发展

我们在幼年时都知道，在听觉所及距离之外的人不可能听到我们的声音。因此，想要超出听觉范围进行高速通信，就必须采用某种标记传递消息。例如，今天的电报是用电码作标记传递信息的。在古代，烽火就是用来报告险情的一种非常普遍的方法。在荷马史诗中，有一段描写公元前十一世纪特洛伊城陷落的故事，就是用一连串闪烁的火光将消息送给希腊神亚古尔的。1588年遍及不列颠各地的烽火报告了西班牙无敌舰队的入侵。北美印第安人也广泛采用烽火作为传递消息的手段。

用这种方式究竟能准确传送多少信息，这与天气状况有关。因此，印第安人采用一种古老的方式一手鼓传送信息，以避免因天气不好而看不见烽火时出现差错，看来这样做是非常合理的。直到今天，手鼓还在非洲、南美洲以及波利尼西亚地区的民族中使用。虽

然我们对他们所用鼓点的含义知道得并不多，但我们感兴趣的是，原始人们自公元前到现在一直用他们发明的合适的鼓点发送信息，从而高速、有效地进行远距离通信。

近代历史上已采用了挥动人臂或机械臂（旗语通信）以及反射光（日光信号反射器）的信号系统，而且这些信号系统至今仍在那些不可能有其它通信手段的地方有效地使用着。自1837年发明电报通信以来，已经有了许多采用各式电码和信号的精巧机器。虽然第一台用来发送字母和数字的机器是1840年由威兹顿（Wheatstone）发明的，但英国也拥有许多电报通信工程方面的先驱，如博多（Baudot）、休斯（Hughes）和马克鲁姆（Markrum）等人。

自1876年贝尔发明电话以来，电报和电话这两种截然不同、但又相互补充的远距离快速通信方式已有了发展，并且都达到了高度完善的水平。这些通信方式已有效地解决了人类声音传播受到距离限制的问题。它们不仅使社会产生了巨大的变革、给社会带来了便利，而且由于扫除了人类远距离交流思想的主要障碍，从而使社会更迅速地进步。

通过电报业务、专门租用的电报电路和拨号用户电报，电报通信已发展得更适于在世界范围内高速地传送打印信息。因为信息传输速率与电传机操作员的打键速度非常相近，所以我们可以把用户电报看作是采用电传机进行的远距离打字。电报通信的内容是报文而不是会话，它提供了一种可以替代邮政业务的快速服务。

本世纪五十和七十年代通信技术的第三次主要突破是数据通信的迅速发展。数据通信的速度一般都比电报通信高，它与电子计算机的发展密切相关。

第三节 电子计算机

现在被认为是现代计算机真正先驱的查理斯·巴贝琪（Charles Babbage）于十九世纪所作的工作，在第一台自动计算机出现之前，

被埋没了将近一个世纪。1937年科劳德·香农(Claude Shannon)首次论证了开关电路与逻辑代数之间的对应关系。他还定义了信息的通用单位——比特,为排除“是”和“非”(或“开”和“关”)之间的不确定性所需的信息量就是1比特。

数字计算机的历史始于1939年,即从艾肯(Howard Aiken)及其哈佛大学的助手们所做的工作算起。关于他们的电子——机械式“顺序控制计算器”的工作于1939年开始,1944年完成。

第二个关键性的发展是宾夕法尼亚大学和美国陆军作为联合科研项目而研制的ENIAC(电子数字积分器和计算器)。这部机器于1946年完成,用电子管代替了电—磁继电器,从而成为第一代电子数字计算机之鼻祖。1947年锗晶体管发明之前,电子计算机耗费大量电能,产生大量的热,工作也不可靠。早期采用电子管的计算机主要用于科学计算和实验工作,人们很少希望利用电报、电话线路传送信息来提高计算机的效能。

第二代电子计算机出现于五十年代中期。这是一批“存储程序”机,即把程序指令保存在计算机内的主存储器中而不是保留在外部的穿孔卡片或穿孔纸带上。由于用晶体管代替电子管,与第一代计算机相比,有存储能力强,耗电量小,工作速度快且可靠性高的优点。伦敦伯克拜克(Birkbeck)学院研制的磁鼓存储器,为剑桥大学和里昂有限公司联合试制的第一台商用计算机LEO(Lyons Electronic Office,里昂电子所,1951年)作出了贡献。由于磁鼓存储器能存储更多的信息,并能以较快的速度加以处理,所以商用数据处理的发展就更加迅速了。当要处理的信息远离中央计算机时,一般都是将原始文件邮寄到计算中心,在计算中心将信息转换成一种机器可识别的代码形式,并保存在穿孔纸带或穿孔卡片上,以便在适当时间进行处理。

五十年代后期,随着信息量的增多以及待处理的作业对处理时间的苛刻要求,人们就转而利用现有的电报电路和用户电报系统作为“脱机”快速收集信息的方法,去替代以前那种邮寄的办法。在