

北京科海培训中心

SAMS
PUBLISHING

数据通信技术

(第四版)

[美] Gilbert Held

著

魏桂英 廖卫东 何 军 译

廖卫东 审校



系统介绍调制解调器及计算机通信

深入探讨最新网络体系结构及设计技术

全面剖析从通信基础到消息和信道等工作原理

清华大学出版社

13-450
1.06

SAMS

北京科海培训中心

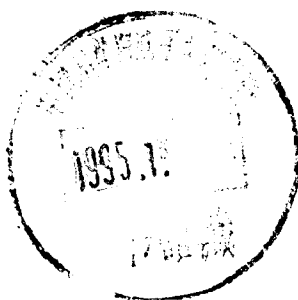
数据通信技术

(第四版)

[美] ^{吉伯特·赫德} Gilbert Held

魏桂英 廖卫东 何军 译

廖卫东 审校



清华大学出版社

9610094

(京)新登字 158 号

Understanding Data Communications

(FOURTH EDITION)

Copyright © 1994 by SAMS PUBLISHING

All rights reserved. No part of this book shall be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from the publisher.

本书英文版由 Prentice Hall 出版社下属的 SAMS 公司于 1994 年出版。版权为 SAMS 公司所有。本书的中文版专有出版权由 SAMS 公司授予北京科海培训中心和清华大学出版社合作共同出版并发行。未经出版者书面允许不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有, 盗版必究。

本书封面贴有 PRENTICE HALL 激光防伪标志, 无标志者不得销售。

JS111/06

书 名: 数据通信技术

原著者: Gilbert Held

译 者: 魏桂英 廖卫东 何军

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学校内, 邮编 100084)

印刷者: 北京门头沟胶印厂

发 行: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 16 印张: 20.5 字数: 798 千字

版 次: 1995 年 10 月第 1 版 1995 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 00001~8000

书 号: ISBN 7-302-02005-1/TP·928

定 价: 35.00 元

前言

当今的美国社会,形形色色借助于二进制信号(即计算机所采用的 0 和 1)进行的信息通信无疑占据了举足轻重的地位,可以毫不夸张地说,缺少了这种通信美国的经济将陷于瘫痪。凭借数据通信发送的信息不仅在长途电话网中占了一个很大的比重,而且使得信用卡购物及支票兑换的快速进行成为可能。与此同时,从快餐预订到相片冲洗,这些信息还在销售以及社会服务业中发挥着重要作用。此外,对于全国发行的报刊杂志,数据通信技术使其在各个城市同时印刷成为现实,因为整份文字及图形拷贝可以由一个中心场地发往各发行点所在城市,使其得到及时的发行。

对于这种在我们生活中无处不在的力量,了解其基本原理对于每一个应用人员而言都是至关重要的,其重要性足以和另一种交通工具汽车的知识相提并论。在本书中,我们试图涵盖数据通信的各个方面,并且解释那些对我们日常生活有着重要影响的应用领域:在终端和计算机间的通信(包括局域网和分组网);电话通信及电话网的控制;以及用于运载日益增长的数据量的光纤及卫星的使用。这些日益增长的数据量一方面使我们生活变得更为舒适,另一方面却又使我们的生活更为混乱。

本书采用教科书的方式进行组织:在各章开始处介绍该章所要讲述的内容,而在结尾处则小结其要点,同时提供一份简洁的关于该章内容的多选测验题。此外,类似于本系列的其余著作,本书的内容以“循序渐进”的方式进行拓展。因此,在阅读一个新章节之前,请尽量掌握其前面的内容。

如果你的目的是了解有关数据通信的一般性知识,那么你可以跳过正文中较详尽的部分及测试题。这将使你能够更容易地学习,同时希望你还可以由此而更欣赏本书的表现风格。如果你需要了解有关电话系统及电话内容原理方面更为基础的信息,那么请参考本系列的另外一本名为《Understanding Telephone Electronics》的著作。有关数据通信方面更详尽、更为高级的信息,请参看本书参考文献中所列的著作。

目 录

第 1 章 数据通信概述	(1)
1.1 本书介绍	(1)
1.2 本章概要	(1)
1.3 何谓数据通信	(1)
1.4 数据通信的重要性	(1)
1.5 最早的数据通信系统	(2)
1.5.1 电的早期使用	(2)
1.5.2 电报	(3)
1.6 两态通信系统	(4)
1.7 位和字节	(5)
1.8 通信码	(6)
1.8.1 有关定义	(6)
1.8.2 博多码	(7)
1.8.3 现代码	(8)
1.8.4 EBCDIC	(8)
1.8.5 ASCII	(9)
1.8.6 转义字符	(10)
1.8.7 电传打字机	(11)
1.9 计算机数据通信	(12)
1.9.1 50 年代	(12)
1.9.2 60 年代	(12)
1.9.3 70 年代	(13)
1.9.4 80 年代	(13)
1.9.5 90 年代	(13)
1.10 行业的变化	(15)
1.11 数据通信系统的基本描述	(17)
1.11.1 信息的格式和内容	(17)
1.11.2 DTE-DCE 接口	(18)
1.12 本章小结	(19)
1.13 测验题	(20)
第 2 章 终端设备	(22)
2.1 本章概要	(22)
2.2 电传打字机	(22)
2.2.1 电传打字机通信方式	(22)
2.2.2 电传打字机终端	(23)

2.3 电传打字机和 CRT 终端的比较	(25)
2.3.1 串行打印机	(26)
2.4 CRT 终端	(28)
2.4.1 ASCII 码终端	(29)
2.4.2 非 ASCII 码终端	(31)
2.4.3 其他类型终端	(33)
2.5 终端的组成部件	(34)
2.5.1 人机工程学	(34)
2.5.2 键盘	(34)
2.5.3 显示器	(37)
2.5.4 典型低档终端的特征	(38)
2.5.5 PC 机终端	(39)
2.6 数据传输	(42)
2.6.1 串行传输和并行传输	(42)
2.6.2 定时(Timing)	(42)
2.6.3 成帧	(44)
2.6.4 异步数据传送	(44)
2.6.5 其他类型数据发送方式	(48)
2.7 本章小结	(49)
2.8 测验题	(49)
第 3 章 信息及传输信道	(53)
3.1 本章概要	(53)
3.2 什么是信息	(53)
3.2.1 数量化的信息	(53)
3.3 码元的信息内容	(54)
3.3.1 通信中的冗余使用	(55)
3.4 消息运载媒体	(55)
3.4.1 导线对(Wire Pairs)	(55)
3.4.2 同轴电缆	(58)
3.4.3 波导管	(58)
3.4.4 光纤系统	(59)
3.4.5 高频无线电话	(61)
3.4.6 微波无线电	(61)
3.4.7 卫星无线电链路系统	(63)
3.4.8 蜂窝状无线通信系统	(64)
3.5 带宽在传输信道中的作用	(65)
3.5.1 信道的理论信息处理容量	(65)
3.5.2 降低信道容量的码元间干扰	(66)
3.6 各种信号的带宽需求	(66)
3.6.1 模拟信号	(66)
3.6.2 数字信号	(67)
3.7 载波系统	(67)

3.7.1 模拟载波系统	(67)
3.7.2 数字载波系统	(68)
3.7.3 DS-1 数字信号	(68)
3.8 本章小结	(70)
3.9 测验题	(70)
第4章 异步调制解调器及接口	(73)
4.1 本章概要	(73)
4.2 数据为什么不能直接进行传送	(73)
4.3 使用调制解调器	(74)
4.3.1 电话信道对调制解调器的限制	(74)
4.3.2 调制解调器接口	(75)
4.4 模拟调制	(75)
4.5 低速调制解调器的工作原理	(77)
4.6 贝尔系统 212A 及 V.22 调制解调器	(79)
4.6.1 V.22bis	(80)
4.7 非标准的调制解调器	(80)
4.7.1 检错与纠错	(81)
4.8 包集合协议调制解调器	(82)
4.9 接口和信号标准	(83)
4.9.1 RS-232 和 V.24 接口	(84)
4.9.2 RS-232 各个引脚的介绍	(86)
4.10 RS-232 连接举例	(89)
4.10.1 调制解调器与计算机的接口	(89)
4.11 异步调制解调器控制	(89)
4.11.1 计算机与显示终端的接口	(90)
4.11.2 计算机与串行打印机的接口	(91)
4.11.3 流量控制	(91)
4.12 RS-232 的局限性	(93)
4.12.1 距离限制	(93)
4.12.2 速度限制	(94)
4.12.3 接地限制	(94)
4.13 其他接口	(95)
4.13.1 一种较老的标准:电流环	(95)
4.13.2 RS-422A, RS-423A, RS-449	(96)
4.13.3 RS-422A	(96)
4.13.4 RS-423A	(96)
4.13.5 RS-449	(97)
4.14 RS-530	(98)
4.15 RS-366	(99)
4.16 CCITT X.21	(100)
4.17 调制解调器的类型	(101)
4.17.1 异步自动应答调制解调器	(101)

4.17.2 全双工异步专用线路调制解调器	(102)
4.17.3 半双工异步专用线路调制解调器	(102)
4.17.4 智能调制解调器	(102)
4.18 MNP 协议	(105)
4.19 V.42 推荐标准	(106)
4.20 数据压缩	(106)
4.21 接口与操作速率	(106)
4.22 流量控制	(107)
4.22.1 扩展命令	(107)
4.23 本章小结	(108)
4.24 测验题	(109)
第 5 章 同步调制解调器、数据传输及服务单元	(111)
5.1 本章概要	(111)
5.2 同步信号传输及标准	(111)
5.2.1 对较高数据速率的研究	(111)
5.2.2 在数据中发送时钟信号	(111)
5.2.3 每波特多个比特	(111)
5.3 典型的同步部件	(112)
5.3.1 发送器	(112)
5.3.2 接收器	(115)
5.3.3 终端控制部分	(118)
5.4 标准的调制解调器	(119)
5.4.1 2,400bps 半双工两线或全双工四线调制解调器(DPSK)	(120)
5.4.2 4,800bps 半双工两线或全双工四线调制解调器(DPSK)	(122)
5.4.3 9,600bps 半双工两线或半/全双工四线调制解调器	(124)
5.4.4 CCITT V.32bis	(132)
5.4.5 CCITT V.33	(132)
5.4.6 CCITT V.34	(133)
5.5 数字传输	(133)
5.5.1 线路编码	(134)
5.5.2 中继器	(136)
5.5.3 双极性扰码	(137)
5.5.4 服务单元	(139)
5.5.5 数据服务单元	(139)
5.5.6 信道服务单元	(140)
5.6 本章小结	(140)
5.7 测验题	(140)
第 6 章 多路复用技术	(143)
6.1 本章概要	(143)
6.2 多路复用	(143)

6.2.1 共享信道	(143)
6.2.2 频分多路复用	(143)
6.3 数字调制	(144)
6.4 PCM	(144)
6.4.1 成帧	(146)
6.4.2 T 载波	(147)
6.4.3 “1”信号密度	(148)
6.4.4 时分多路复用	(150)
6.4.5 工作过程	(151)
6.5 STDM	(152)
6.5.1 服务系数	(153)
6.6 低速话音/数据多路复用器	(155)
6.6.1 适应性差分脉冲编码调制	(155)
6.6.2 连续变量梯度数据调制	(156)
6.7 本章小结	(158)
6.8 测验题	(158)
第 7 章 光纤和卫星通信	(161)
7.1 本章概要	(161)
7.2 简介及展望	(161)
7.3 光纤系统原理	(162)
7.3.1 施耐尔定律	(162)
7.3.2 光纤的组成	(162)
7.3.3 多模和单模传输	(165)
7.3.4 带宽	(167)
7.3.5 衰减	(167)
7.3.6 数值孔径和接收角	(169)
7.4 光纤子系统及组成部分	(169)
7.4.1 制作光纤	(169)
7.4.2 光源	(169)
7.4.3 光检测器	(170)
7.5 波分复用	(171)
7.6 传输系统	(171)
7.6.1 局域和市际系统——FT3C 系统	(171)
7.6.2 SONET	(173)
7.6.3 国际系统——SL 水底电缆	(174)
7.6.4 进入家庭的光纤	(176)
7.7 卫星传输系统	(177)
7.7.1 卫星技术基础	(177)
7.7.2 多路访问系统	(178)
7.8 本章小结	(180)
7.9 测验题	(181)

第 8 章 协议和差错控制	(185)
8.1 本章概要	(185)
8.2 协议和接口	(185)
8.2.1 协议的元素	(186)
8.3 电传打字机和 XMODEM 协议	(186)
8.3.1 奇偶校验	(188)
8.3.2 字符回送	(189)
8.3.3 检验和	(189)
8.3.4 XMODEM 协议	(189)
8.4 协议选择	(193)
8.5 卷积编码——循环冗余检测	(194)
8.6 半双工协议	(196)
8.6.1 链路	(196)
8.6.2 传输码——字符集	(197)
8.6.3 链路控制码	(197)
8.6.4 编码序列	(198)
8.6.5 轮询和选择	(199)
8.6.6 差错检测	(199)
8.6.7 报文格式	(200)
8.6.8 透明正文模式	(201)
8.7 全双工协议	(202)
8.7.1 高级数据链路控制规程	(203)
8.7.2 同步数据链路控制	(205)
8.7.3 数字数据通信报文协议	(205)
8.8 本章小结	(208)
8.9 测验题	(208)
第 9 章 个人计算机通信软件	(211)
9.1 本章概要	(211)
9.1.1 通信程序的功能	(211)
9.1.2 对操作系统及操作环境的支持	(211)
9.1.3 对调制解调器的支持	(211)
9.1.4 控制接口	(212)
9.1.5 流控制	(212)
9.1.6 运行速率	(213)
9.1.7 拨号目录	(213)
9.1.8 使用 ProcommPlus	(214)
9.1.9 ProcommPlus 命令菜单	(215)
9.1.10 ProcommPlus 拨号目录	(216)
9.2 本章小结	(218)
9.3 测验题	(218)

第 10 章 局域网中的选择	(221)
10.1 本章概要	(221)
10.2 何谓局域网	(221)
10.2.1 局域网和其他技术的对比	(221)
10.3 理想局域网	(222)
10.3.1 实现理想局域网的主要障碍	(223)
10.3.2 ISO 模型	(224)
10.4 局域网标准	(224)
10.5 逻辑链路控制——IEEE 802.2	(225)
10.6 CSMA/CD——IEEE 802.3	(226)
10.7 令牌传送环访问——IEEE 802.5	(226)
10.8 以太网(CSMA/CD)	(226)
10.8.1 物理层	(227)
10.8.2 物理层接口	(229)
10.8.3 数据链路层	(230)
10.8.4 系统配置	(230)
10.9 其他以太网	(231)
10.9.1 10BASE-5	(232)
10.9.2 10BASE-2	(233)
10.9.3 10BASE-T	(234)
10.10 令牌传送网络	(234)
10.11 ARCnet	(236)
10.11.1 物理层	(237)
10.11.2 链路协议	(237)
10.12 IBM 令牌环网	(239)
10.12.1 网络扩展	(240)
10.12.2 网桥	(240)
10.12.3 路由器	(241)
10.12.4 网关	(242)
10.13 宽带网	(242)
10.13.1 物理层	(243)
10.13.2 数据链路层	(244)
10.14 话音和数据 PBX	(245)
10.14.1 集成化语音/数据 PBX	(246)
10.15 局域网的比较和发展趋势	(247)
10.15.1 一次性安装	(247)
10.15.2 范围广泛的访问	(247)
10.15.3 应用独立性	(248)
10.15.4 超大容量	(248)
10.15.5 易于维护和管理	(248)
10.16 本章小结	(248)
10.17 测验题	(250)

第 11 章 体系结构与分组网络	(253)
11.1 本章概要	(253)
11.2 协议分层	(253)
11.2.1 物理层	(253)
11.2.2 链路层	(253)
11.2.3 网络层	(253)
11.3 分组网络	(254)
11.3.1 分组交换的优点	(255)
11.4 X.25 分组系统	(255)
11.4.1 链路层	(256)
11.4.2 网络层	(256)
11.4.3 X.25 的性能	(257)
11.4.4 LAPB 规程	(258)
11.4.5 分组级规程	(260)
11.5 增值服务	(265)
11.6 X 系列推荐标准	(266)
11.6.1 X 标准之间的相互关系	(266)
11.6.2 帧中继	(267)
11.7 互连参考模型中的开放系统	(270)
11.7.1 OSI 中的层	(270)
11.7.2 关于 OSI 层次的对照描述	(271)
11.8 本章小结	(272)
11.9 测验题	(272)
第 12 章 网络设计和管理	(276)
12.1 本章概要	(276)
12.2 网络设计目标	(276)
12.2.1 准确性	(276)
12.2.2 及时性	(277)
12.2.3 安全性	(277)
12.3 信息位传输率	(278)
12.3.1 TRIB 计算的实例	(280)
12.3.2 TRIB 最大化	(281)
12.3.3 最优块长度	(282)
12.4 联网设备	(283)
12.4.1 多路复用器	(283)
12.4.2 调制解调器共享设备	(284)
12.4.3 线路桥接设备	(284)
12.4.4 调制解调器消除器	(284)
12.4.5 协议转换器	(284)
12.5 网络设备的互连	(284)

12.6 故障隔离	(285)
12.6.1 回送测试	(285)
12.6.2 数据通信测试设备	(286)
12.7 服务恢复	(293)
12.7.1 使资金发挥最大效益	(294)
12.7.2 升级和报告	(294)
12.7.3 后备技术	(295)
12.8 本章小结	(297)
12.9 测验题	(297)
第 13 章 ISDN	(300)
13.1 本章概要	(300)
13.2 概念	(300)
13.3 ISDN 体系结构	(301)
13.3.1 基本访问	(301)
13.3.2 一次群访问	(302)
13.4 ISDN 实现标准	(303)
13.4.1 网络特性	(303)
13.4.2 电话设备和网络接口	(305)
13.5 本章小结	(306)
13.6 测验题	(307)
词汇表	(309)

第1章 数据通信概述

1.1 本书介绍

本书主要阐述数据通信系统及其各种硬件和软件的工作原理,这里我们准备介绍如何安装设备,也不讲授如何编写在两台计算机之间进行数据传送的程序。本书讲述的是从总体上掌握数据通信系统所需的基础知识,以及用户有关在你自己的个人计算机(或专用的计算机)与他人的计算机之间实现通信的一些要点,以及数据库服务、信息工具、电子公告牌等方面内容。

为了掌握数据通信,理解电话信道是必要的,因为电话信道是大多数数据通信系统将信息从一处传输至另一处的媒介。为此,本书将用一部分章节介绍公用电话网及其和计算机接口的设备。

1.2 本章概要

本章回顾了数据通信的历史,并对数据通信系统进行了总体描述。其中,对位、字节、两态(two-state)通信系统和码的解释为后面各章的进一步讨论奠定了基础。

1.3 何谓数据通信

由于计算机及其所支持的设备使用日益增长,故数据通信往往指计算机通信。

数据通信是指在两点或多点之间以二进制形式进行信息交换的过程。由于现在大多数信息交换是在计算机之间,或计算机与其终端、打印机或者其他外围设备之间进行的,因而数据通信有时也称计算机通信。这些数据可以如二进制符号1和0一样的简单,也可以如打字机键盘上由键所表示的字符一样的复杂。无论在哪种情况下,字符或符号表示的都是信息。

1.4 数据通信的重要性

由于数据通信在当今世界地位显著,因而掌握它非常重要。数据通信通常用于商业领域,但家庭的使用也越来越广泛。无论是将银行帐目信息从中心计算机传送给合适的电子出纳机,选看收费的有线电视节目,还是将一个视频游戏从计算机公告栏卸装到家用的计算机内存中,数据通信都成为我们日常生活中一个不可缺省的组成部分。实际上,对许多读者而言,几乎没有哪一天不与数据通信打交道。例如,许多交通指示灯就是由计算机系统传送的信号控制的,同时,大的零售商也将有关仓库存货情况的销售信息发送给各零售点。因此,社

会越是现代化,就越需要数据通信。

1.5 最早的数据通信系统

现代数据通信系统是指使用电力或电子设备在两点之间传送符号或字符形式的信息。因为电、无线电波和光波都是电磁能的各种形式,因此,将早期的通信形式,例如把印第安人信号火光中冒出的烟雾(见图 1.1)与手中镜子所反射的太阳光说成数据通信的形式是有点夸张,但把意思引伸一下,可将一股股的烟雾看作离散符号,就像当今通信系统中使用的离散信号一样。

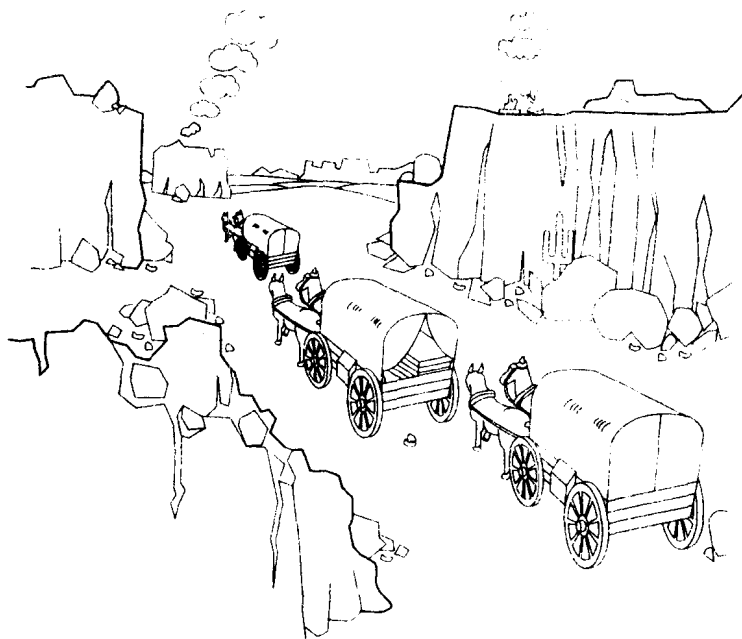


图 1.1 早期的数据通信并不依赖于电

1.5.1 电的早期使用

早期,人们依靠可视系统所发送的码来进行数据通信,例如镜子、旗帜和烟雾等。后来的电数据通信系统则是通过通断电流来发送码。

18 和 19 世纪使用的通信信号主要为烟雾、镜子、信号旗和灯笼等,电的发明和使用为引入新的通信码提供了可能性。

最初的一个建议刊登在 1753 年苏格兰的一本杂志上,尽管很简单,但它对硬件却有深远的影响。这个想法是从一个城市到另一个城市架设 26 根电线,每根电线对应 1 个字母。有一个瑞士发明家根据此 26 线原理建立了一个早期系统,但当时的电线制造技术难以使其付诸实际使用。

1833 年,Carl Friedrich Gauss 使用一种建立在 25 个字母(I 和 J 组合在一起)的 5×5 矩阵基础上的码来发送报文,这种码通过一个磁针向左或右偏转 1 到 5 次来实现。其中一个方

向的偏转记为行,另一个方向记为列。

1.5.2 电报

数据通信另一个引入瞩目的发展是在19世纪,当时,一个名叫 Samuel F. B. Morse 的美国人发明了电报。尽管别的发明家也曾致力于用电来进行通信,但是 Morse 的发明可以说是最重要的,因为他将人的才智与通信设备结合起来。

Samuel F. B. Morse 完美地设计了电报系统,这是最早建立在电能基础上的成批数据通信系统。

一个基本的电报系统如图 1.2 所示。当按下 A 站的电报键时,电流通过系统,B 站的衔铁受线圈吸引,从而敲打音栓发音。当电报键放开时,电路断开,音响器的衔铁在弹簧作用下离开线圈,敲打另一个音栓而发出另一个较轻的声音。这样,电报音响器有两种不同的声音。如果音响器连续两次发声之间的时间较短,则表示一个点;如果较长,则表示一划,如图 1.3 所示。Morse 设计的码是通过一系列的点和划来表示字符。发报员将要发送的报文的每个字符转换为一系列的点和划,收报员将这些点和划再还原为字符,这样,信息就可以从 A 点传送到 B 点。

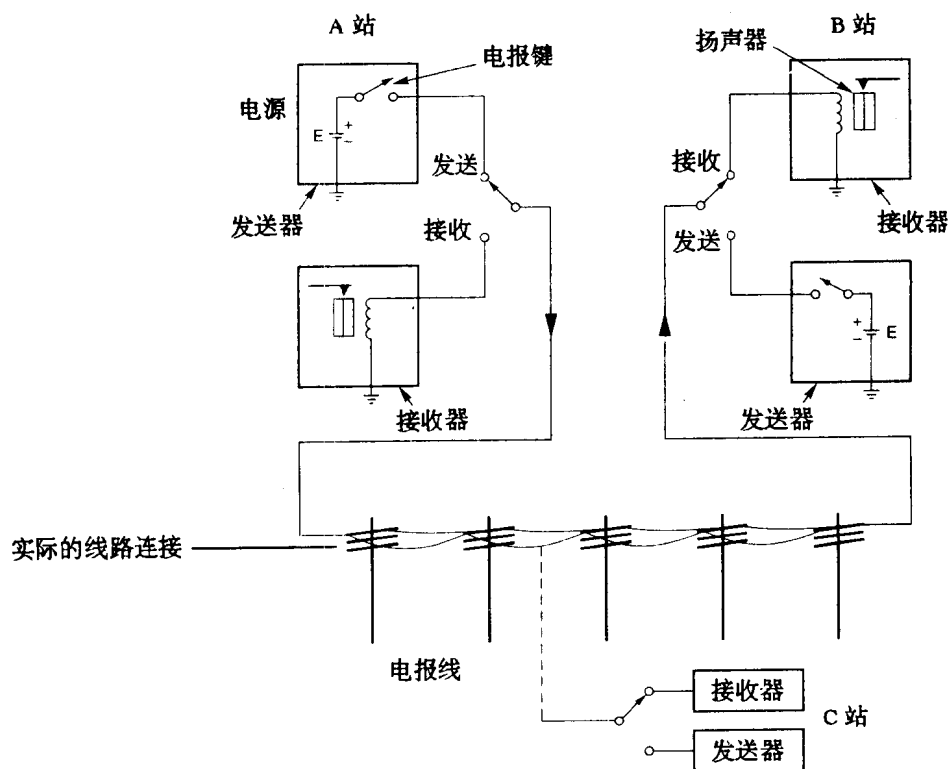


图 1.2 基本电报系统

当 Morse 发明这种码之前,他曾检测了排字工人用来装英文字母和数字的字模箱中活字的数量。他将短码分配给经常出现的字母和数字,而将长码分配给很少出现的字母和数

字。这就解释了为什么将一个点分配给字母 E(因为 E 在英语中最常出现),而将一划分配给字母 T(它在英语中次常出现)。

电报字符		
Morse	Morse	
A · ---	T --	
B - · · ·	U · · --	
C - - · - ·	V · · · -	
D - · ·	W ·	许多莫尔斯(Morse)系统中的 术语目前还在使用
E ·	X - · · -	
F · · - ·	Y - - · - -	
G - - - ·	Z - - - · ·	
H · · · ·	' - - - · - - -	
I · ·	. · - - - - -	
J · - - - -	1 · - - - - -	
K - · -	2 · · - - - -	
L · - · ·	3 · · · - - -	
M - - -	4 · · · · -	
N - ·	5 · · · · ·	
O - - - -	6 - · · · ·	
P · - - ·	7 - - - · · ·	
Q - - - · -	8 - - - - · ·	
R · - ·	9 - - - - - ·	
S · · ·	0 - - - - - -	

图 1.3 国际莫尔斯(Morse)代码

Morse 早在 1832 年就发明了电报,但是,一直过了很长时间,他才成功地论证了电报的用途。最有名的一次展示是在 1844 年,当时,Morse 通过电线从华盛顿到巴尔的摩发送了这样一条报文:“What hath God wrought!”。

在电报发明以前,Pony Express(快马速递)是发送邮件最典型的通信方式,由于电报速度要快得多,因而迅速获得成功。电报设备既简单又粗糙——键和音响器,它们各自只包括一个可移动的部分。该系统的长处和短处(也是它唯一复杂之处)都在于人的智力——发报员和收报员。在美国国内战争时期,就有一根电报线横跨大陆,穿过草原和沙漠,将加利福尼亚和美国其他地方连接起来。由于这个历史性的技术突破,使得西方联合电报公司(Western Union Telegraph Company)继承了这笔遗产,并以此命名。该公司的电报线将美国西部与全国连接起来。在电报发明大约 30 年以后,电话得以发明。此时电报工业已相当广阔和繁荣,有许多公司为美国的几乎每一个城镇提供服务。1866 年,通过美国与法国之间的横贯大西洋的同轴电缆,电报将世界上的国家与国家连接了起来。

电报是第一个将美国的东海岸以及大西洋两边连接起来的电力通信系统。

1.6 两态通信系统

许多电报术语和大多数操作原理今天仍在使用。其中最重要的是双态通信系统。

莫尔斯电报的重要性不只在于其历史意义,它同时给出了一个简单而完整的数据通信系统。与莫尔斯系统有关的许多术语今天仍在使用,例如传号(marker)和空号(space)。如果设计这样一种装置,即在扬声器衔铁上缚一杆笔,再在笔下放一张可连续移动的纸,那么当