

实用计算机网络技术丛书

网络工程布线

李慧文 何占清 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

随着计算机网络技术的飞速发展,我国网络建设工程项目日益增多,在整个计算机网络系统中布线系统是基础,是信息的通道。计算机网络系统的优劣,布线系统的质量是关键。在已建成的网络中,不少故障是出在布线系统上。本书围绕怎样进行网络工程布线,介绍了如下内容:传统网络工程布线和结构化布线系统及其比较;网络布线系统的国际国内标准;结构化布线系统的组成和实例;实施网络布线工程的步骤;完工后的网络布线系统的验收测试;布线产品选择原则以及国内外布线产品主要供应商。本书可供需要实施网络建设工程的信息中心负责人、弱电工程师、房地产开发商及高校师生参考。

丛 书 名:实用计算机网络技术丛书

书 名:网络工程布线

编 著:李慧文 何占清

责任编辑:徐堃

印 刷 者:北京兴华印刷厂

装 订 者:三河市双峰装订厂

出版发行:电子工业出版社出版、发行 URL:<http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100026 发行部电话 68214070

经 销:各地新华书店经销

开 本:787×1092 1/16 印张:9.75 字数:240 千字

版 次:1998 年 4 月第 1 版 1998 年 6 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-4542-7
TP·2133

定 价:14.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

前 言

我国计算机科学技术从引进到发展已有四十多年的历史。尽管我们起步不算太晚，但由于种种原因，在这期间走过了不少弯路。改革开放为我国的科学技术带来新的繁荣。计算机产业是最高新技术的支柱，它的发展直接影响到国民经济与国防的现代化建设。这十几年，微型计算机的广泛普及有力地推动了我国计算机产业的发展，国产计算机的大量投产以及性能价格比的不断提高，进一步促进了计算机的推广应用。十年前我国的计算机还只是供少数专业人员使用，而今天它已经深入到千家万户，成为家喻户晓的“新家电”。

我国的计算机网络正是在这个良好的社会环境和技术经济基础上迅速发展起来的。这些年，由于国家的高度重视，计算机网络的基础建设以及它的推广应用都取得了显著成效。金桥、金卡、金关等一系列“金字工程”；CHINANET、CHINADDN、CHINAPAC 等国家公用通信网；一百所重点高校的校园网；以及许多大中型企业的企业网等等，不仅规划周密、进展神速，而且见效也快。特别是 INTERNET 的推广使用，过去对网络抱有某种神秘感的人现在可以在家里“漫游世界”，寻找你所需要的信息资源。

随着我国计算机网络的发展，面临的迫切问题之一是：如何让更多的人熟悉和掌握网络的组建、维护和应用技术。目前，有关计算机网络的书刊为数不少，但在数量和质量上仍不能满足广大读者日益增长的需求。本丛书的目的在于强调实用，希望能对读者的实际工作有所帮助，为此，我们在确定本丛书的选题时力求切合实际，在推荐作者时，强调要有实际工作经验。虽然如此，本丛书难免会有一些不足之处，敬请读者批评指正。

林定基

1997 年 11 月

编委会名单

主 编：林定基

副主编：张公忠 刘兆毓 鲍 泓（常务）

编 委：邸瑞华 阎保平 鲁士文

张新政 史明生 张丽华

作 者 的 话

本书共分为七章，第一章《传统网络工程布线与结构化布线系统》，第二章《网络布线系统标准》，第三章《结构化布线系统的组成》，第四章《网络布线系统产品选择原则》，第五章《实施结构化布线系统工程的步骤》，第六章《布线系统的测试》，第七章《结构化布线系统实例》，在附录中还介绍了国内外布线产品主要供应商。

第一章由李慧文编写，第二章由宋庆革编写，第三章由姜亚明编写，第四章和附录由段健编写，第五章由李梅编写，第六章由何占清编写，第七章由张军编写。

全书做图、制表和第一章至第三章、第五章至第七章的录入工作由关晓丹完成，第四章和附录的录入工作由段健完成。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，难免有误，敬请不吝指正。

目 录

第一章 传统网络工程布线系统与结构化布线系统	(1)
第一节 网络工程布线系统	(1)
一、引言	(1)
二、局域网的拓扑结构	(2)
三、传统的网络工程布线	(5)
四、问题和解决问题的方法	(8)
第二节 结构化布线系统	(8)
一、什么是结构化布线系统	(8)
二、结构化布线系统在网络和通信上的应用	(10)
三、结构化布线系统与传统布线系统的比较	(17)
第三节 传输介质	(18)
一、双绞线	(19)
二、同轴电缆	(23)
三、光纤和光缆	(25)
第二章 网络布线系统标准	(40)
第一节 EIA/TIA - 568A 标准	(40)
一、标准制定的目的和要求	(40)
二、EIA/TIA - 568A 建议的拓扑结构	(40)
三、EIA/TIA - 568A 水平线缆	(41)
四、主干电缆	(47)
五、UTP 连接硬件	(48)
六、跳线	(49)
第二节 ANSI/EIA/TIA - 569 标准	(51)
一、569 标准的主要内容	(51)
二、办公环境通信布线的最低要求	(52)
三、布线系统的连接方式	(52)
四、电源线和通信电缆之间应隔开的距离	(52)
第三节 ISO/IEC IS 11801	(54)
一、拓扑结构	(54)
二、ISO 11801 线缆长度	(55)
三、ISO 11801 传输媒介	(55)
四、屏蔽线传输特性	(56)
五、ISO 11801 链路特性	(57)
六、直流环路电阻	(58)
第四节 EIA/TIA - 568A 与 ISO 11801 NEXT 和光缆特性的比较	(58)

一、NEXT 的计算方法	(58)
二、光缆特性的比较	(59)
第五节 中国工程建设标准化协会标准	(60)
一、建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范(修订本) CECS 72:97	(60)
二、建筑与建筑群综合布线系统工程施工及验收规范 CECS 89:97	(60)
第三章 结构化布线系统的组成	(61)
第一节 结构化布线系统的基础	(61)
一、结构化布线系统的位置	(61)
二、布线系统需要考虑的三个因素	(61)
三、结构化布线系统开放性和传输性能的保证	(64)
第二节 结构化布线系统的组成	(64)
第三节 结构化布线系统的规划参考	(73)
一、商业大楼电信布线标准的技术要求	(73)
二、工作区子系统	(79)
三、水平子系统	(82)
四、主干子系统	(87)
五、设备室子系统	(91)
六、建筑群子系统	(92)
七、管理子系统	(93)
第四章 网络布线系统产品选择原则	(99)
第一节 用户需求	(99)
第二节 保护投资	(99)
第三节 厂家对系统的保证	(99)
第五章 实施结构化布线系统工程的步骤	(101)
第一节 布线系统的设计	(101)
一、信息点数的确定	(101)
二、管线设计	(101)
三、网络布线系统图	(103)
四、布线系统配置清单	(103)
第二节 布线系统施工和应交付的文档	(103)
一、布线施工的主要内容	(104)
二、接地	(104)
三、布线系统的文档	(104)
第三节 有关合同和材料验收的建议	(105)
一、签订布线系统合同的最佳时机	(105)
二、布线材料的验收	(105)
第六章 布线系统的测试	(106)
第一节 铜缆测试	(106)
一、TSB-67 规范	(106)
二、测试仪器的精度	(110)

第二节 测试文档	(112)
第七章 结构化布线系统实例	(114)
第一节 中国××银行总行结构化布线系统	(114)
一、用户需求	(114)
二、主干组合的网络基础结构	(117)
三、总行新大楼结构化布线系统	(119)
四、对总行新大楼结构化布线系统的说明	(124)
第二节 ××部办公大楼结构化布线系统（纯数据应用）	(127)
第三节 ××大学校园网布线	(129)
附录 A：国内布线产品供应商简介	(131)
1. 长飞光纤光缆有限公司	(131)
2. 江苏中天光缆集团	(132)
3. 乐庭实业有限公司	(132)
附录 B：国外布线产品主要供应商	(133)
1. 朗讯科技（Lucent Technologies）公司	(133)
2. 丽特网络科技公司（NORDX/CDT）	(135)
3. 安普（AMP）有限公司	(136)
4. 法国阿尔卡特（ALCATEL）公司	(137)
5. 英国 BICC 集团公司	(137)
6. 美国百通电线电缆公司（Belden Wire & Cable Company）	(139)
7. 西蒙（SIEMON）公司	(139)
附录 C：工具	(141)

第一章 传统网络工程布线系统与结构化布线系统

第一节 网络工程布线系统

一、引言

这里,我们将要介绍近几年来用开放系统结构的方法,为电信和数据的布线开发出来的结构化布线系统。

过去,当每个计算机制造商开发出一种新的数据系统时,他们通常要为其特定的设备设计一种新的布线系统。这就导致最终用户和安装者要面临规划、安装和维护许多不同要求的布线系统,而这些不同的系统往往具有各种不同的技术和拓扑结构。当一个最终用户从一种计算机系统改变到另一种系统时,通常要求重新布线。当安装新系统时,又要将新的线缆增加到已有线缆中去,从而使一个用户工作站可能有几种不同类型的线缆,使得布线用的管道和导管空间有可能被完全填满,造成天花板超重和发生火灾的危险性。电信室中的布线记录文档变得又多又乱,以致无法使用。

如果某个用户拟将规划新的设计,使建筑物能够接纳绝大多数类型的计算机和电信系统,那是很困难并且造价也是很昂贵的。

作为例子,我们来看看一家药品公司,它的许多职员在大楼中要经常移动并使用不同的数据系统,而每个职员工作站区有一个 14 英寸宽的壁板,该壁板上提供:一个 RS232 连接,一个 IBM 数据连接器,一个 RG-62 同轴 BNC 连接,一个 Thinnet 抽头,两个 ST 光纤端接,两个 RJ-45 模组化插座,一个 RG-59F 同轴连接器等等。在电信室中类似的这种混乱是更惊人的!

在主计算机世界中,阻抗匹配(Balun)技术被研制出来以置换昂贵的同轴电缆,这样就能用电话类型的线缆或非屏蔽双绞线(UTP)去连接主机设备。模组化的电话类型的插头和插座容易安装且费用低,于是在每个用户区拉两条 UTP 缆就行了,一条用于声音(电话)连接,一条用于数据(计算机)连接。这种技术很快就流行起来,并有许多厂家为局域网开发了连接各种设备的阻抗匹配器(Baluns)或适配器(Adapters)。

通常一个局域网运行在更高的数据速率上并要求比主机有更多的带宽,于是便开发出了增强数据等级的 UTP 缆和连接设备。

电信工业在 1985 年发生了巨大的变化,从模拟声音传输(POTS)到在 UTP 上传输 100Mbps 的数据信号,许多厂家争相开发允许传输这种数据信号的产品。同时,电信工业和计算机工业要求新标准出台。

在美国国家标准研究学会 ANSI(The American National Standards Institute)的指导下,EIA 电子工业协会和 TIA 电信工业协会组建了一个工作组,命名为 TR-41。TR-41 的目标是开发标准,这些标准将保证数据和电信设备的用户与制造商将其终端或其它设备连到大楼的通信布线系统时能准确无误地工作,后来这些标准得到发展和完善,形成了现代的建筑群结构化布线系统。

结构化布线系统的产生,并非源于大楼的建设,而是与电信的发展有关。随着电话和计算机网络的发展,大楼内的电话线 and 数据线缆越来越多,必须要有一套完善可靠的布线系统对这些成千上万的线缆集中管理和终接。

当今结构化布线系统主要有两大标准:

一是北美的标准 EIA/TIA-568A,它是 1985 年在美国开始制定的,经过 6 年的努力,于 1991 年形成第一版 EIA/TIA-568,后经过改进于 1995 年 10 月正式修订为 EIA/TIA-568A;

二是国际标准即 ISO/IEC 11801,1988 年开始研究工作,1994 年发行最终文本。

作为一种能够建立信息技术网络可靠基础的结构化布线系统及有关电信布线的标准已获得国际上的认可。

从国内的情况看,高达两位数的经济增长率推动着我国建筑及房地产业的迅速发展,许多政府部门的办公大楼和各种大型商用高层建筑如雨后春笋般纷纷拔地而起。很多单位将其网络战略建立在局域网上,要求在大楼内提供支持话音和数据的结构化布线系统。我国的各标准化组织也正在总结工程实践的经验,参考国际有关标准规范,制定出适合中国的规范。

二、局域网的拓扑结构

网络中各个站点相互联接的方法和形式称为网络拓扑。构成局域网的拓扑结构有很多种,主要有总线拓扑、环型拓扑、星型拓扑以及混合型拓扑(星型布线的环,层次的星型或树型)。这些不同拓扑结构各有优缺点,下面进行简单的介绍。

1. 总线拓扑

参看图 1-1。

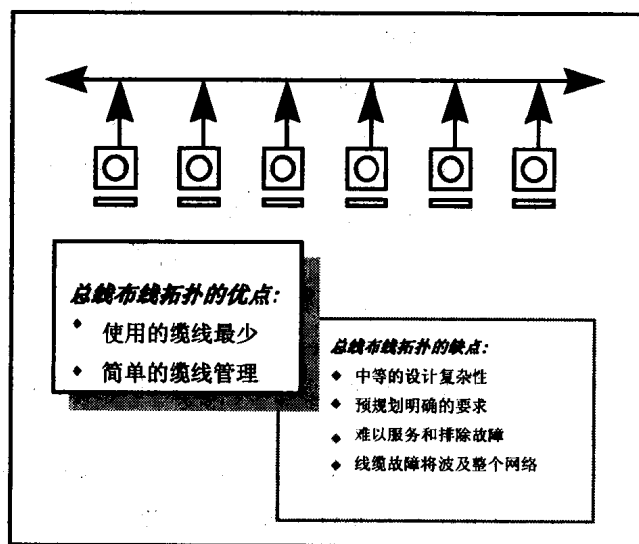


图 1-1 总线拓扑

总线拓扑结构网络与普通的多点链路相似,因为所有节点都与同一条电缆相连。总线的两个端点必须要端接,以免数据信号从线路的开端把回波反射回网络。总线一般为同轴电缆,要通过“分接点”的接口进行访问。总线设计时要遵守长度限制及分接点数量的限制。

总线要求全双工介质,以使其中的信号能在两个方向上流动。

2. 环型拓扑

参看图 1-2。

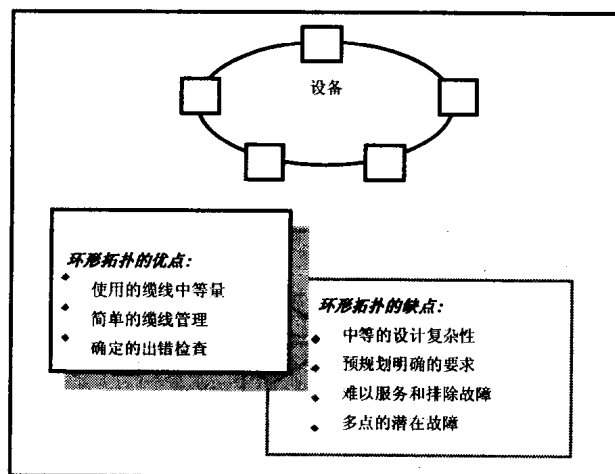


图 1-2 环型拓扑

环型网络中的各个节点均通过点对点链路连接在一起，构成连续不断的环。每两个相邻节点均用电缆连通。一切报文信息均沿此环依次从一个节点传送到下一个节点。全部信息均需通过在发送点和接收点之间的所有各中间节点，并由中间节点再生转发。

3. 星型拓扑

参看图 1-3。

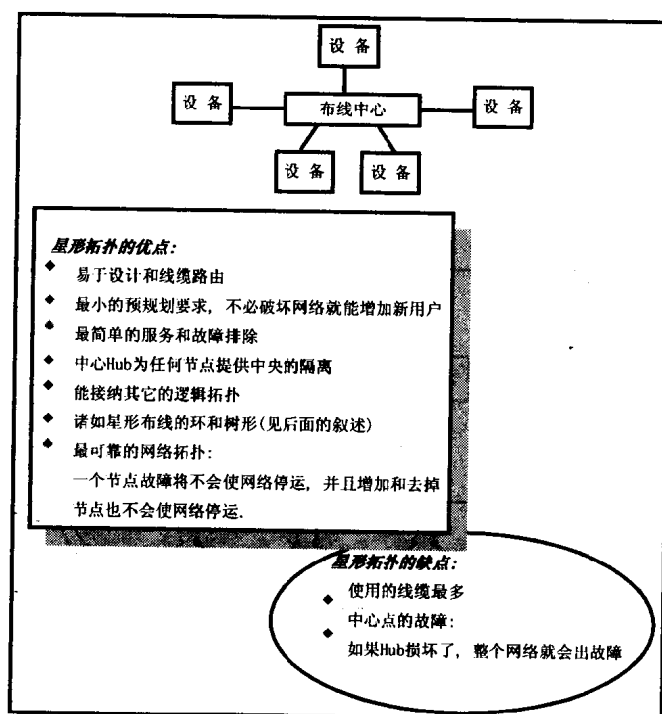


图 1-3 星型拓扑

星型拓扑网络具有集中的网络硬件(如电话星型网中的 PBX, 10 Base-T 和 100 Base-T UTP 星型网中的以太网集中器)并由中心的网络硬件实施集中控制, 所有网络节点均以点对点连接方式与集中的网络硬件相连。

4. 总线和星型组合的拓扑

参看图 1-4。

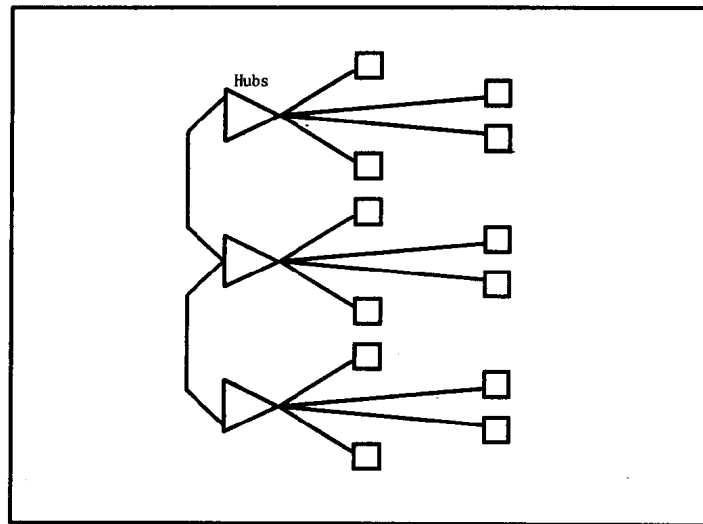


图 1-4 总线和星型组合的拓扑

总线和星型拓扑的组合能集中二者的优点。通常用 UTP 以太网来实现, 设备以星型布线连到最近的集中器(Hub), 然后多个星的集中器(Hubs)通过总线或主干互联起来。

5. 星型布线的环

参看图 1-5。

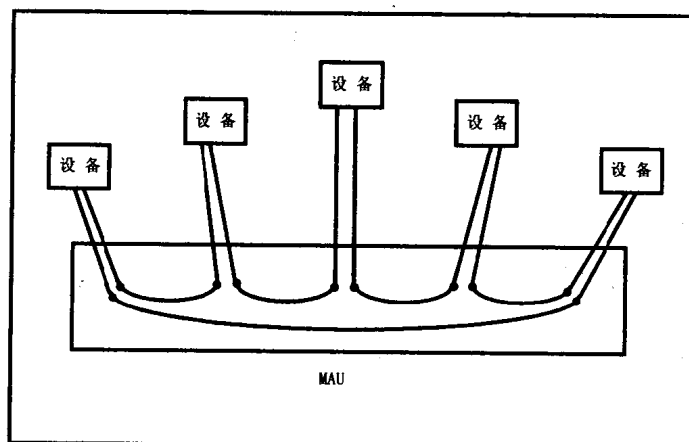


图 1-5 环型和星型组合的拓扑

环型星型组合的拓扑与 IBM 的令牌环拓扑相似。为了形成环，要求两条线连到每个设备：一条线连到环上的下一个设备，另一条线连到环上的前一个设备。这些线拉到一个中心布线点以建立星。

6. 层次的星型或树型

参看图 1-6。

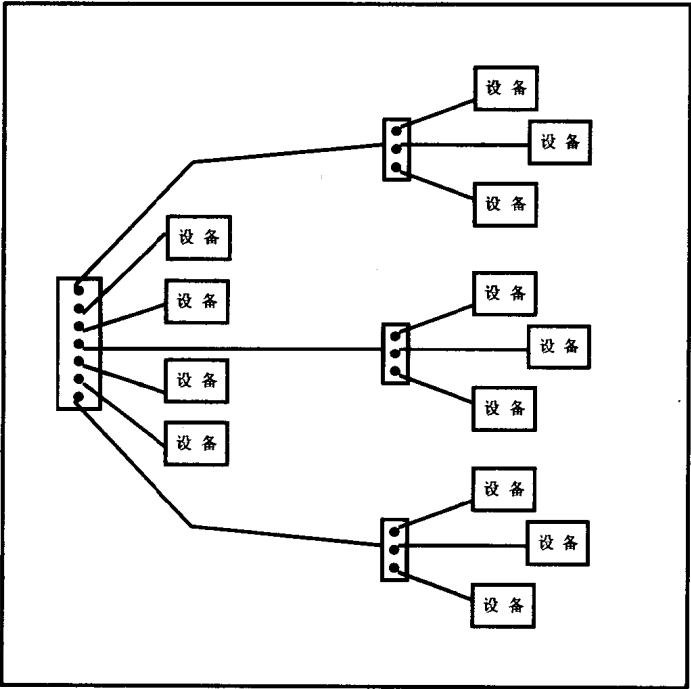


图 1-6 层次的星型

层次的星型或树型通常与局域网的协议有关，它允许有效的集中器(Hubs)成为“级连的”。较低层的星由一个 Hub 来建立，且此 Hub 如同上一层的节点一样。

下面在表 1-1 中示出传输介质与基本网络拓扑结构的关系。

表 1-1 传输介质与网络拓扑结构的关系

介 质	基 本 拓 扑 结 构		
	总线	环型	星型
双绞线	X	X	X
基带同轴电缆	X	X	
宽带同轴电缆	X		
光缆	X	X	X

注：X 表示可用的介质

三、传统的网络工程布线

计算机网络系统包含了网络体系结构、传输介质和拓扑结构。一般来说，在总体的计算机网络体系结构确定之后，布线系统的基本构架也就确定了。譬如采用 FDDI 网络技术作校园网主干，在目前就必然要使用光纤作为传输介质。但值得注意的是同一种网络体系结构也可能有多种介质作为支持，如以太网 802.3 协议，则有粗同轴电缆、细同轴电缆、双绞线等多

种实现方法，如下面的图 1-7 传统以太网粗同轴布线。其中距离远的网段可采用光纤。在图 1-8 中给出包含粗、细同轴，UTP(非屏蔽双绞线)，STP(屏蔽双绞线)的传统布线的以太网。

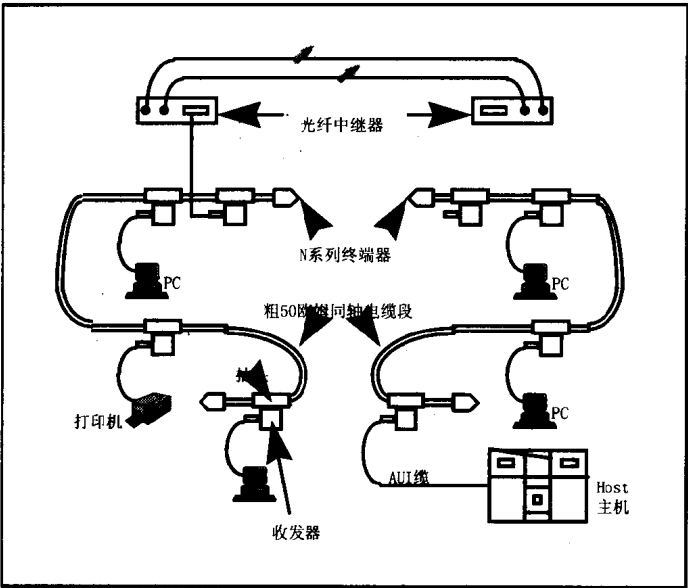


图 1-7 传统以太网粗同轴布线

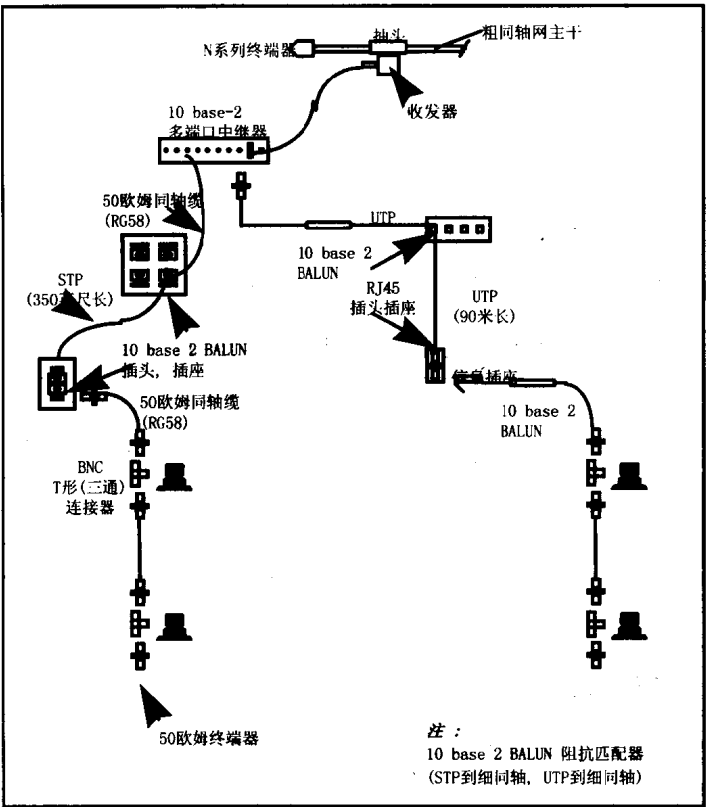


图 1-8 包含粗、细同轴、UTP、STP 的以太网传统布线

从拓扑结构来说，总线和环都用于计算机网络环境，而星型则同时适用于电话和计算机通信。

传统网络布线最主要的问题是：布线系统依赖于所连接的设备，不具有开放性。设备在哪里，线缆就敷设到哪里。再有，不同类型的设备和网络采用不同类型的传输介质。如：

IBM 3270 采用 RG62 电缆；

HP、DEC、CDC 的计算机采用 RS232 电缆；

以太网采用 RG11、RG58 电缆，10Base-T UTP 电缆等；

IBM 令牌环网采用 IBM 的 STP 缆；

AS400 采用 IBM 双芯同轴电缆等等；

传统网络布线存在的主要问题有：

① 布线如麻，很难管理

传统布线设计复杂，各系统互不关联，不能兼容，需分别独立设计。

传统布线工程施工难度大，造价高，完成后各系统的统一管理十分困难。

我们在表 1-2 中给出布线费用的参考值。

表 1-2 布线费用的参考

系统类型	布线类型	费用系数
PBX	导线(UTP)	1.0
RS-232-C	22-Gage	1.96
同轴电缆	RG 58	2.25
以太网	以太网同轴电缆	3.57
IBM 令牌环电缆系统	STP I 型连接“接线盒” STP II 型连接“计算机”	3.59

注：取材于《计算机网络协议，标准与接口》(美国 U·布莱克著，人民邮电出版社出版)

表 1-2 中的数字包括导线的费用、导线上插头座的费用以及敷设导线，进行连接的劳务费用。这些数字并非具体钱数，而是费用的比例系数。系数 1 是基准费用，比例系数大于 1 或小于 1 表示比基准费用高或者低。

② 传统布线灵活性差不能保护投资

传统布线移动和增加设备困难。根据经验，在综合性办公大楼中，每年约有 35% 到 50% 的用户需要变动位置。无法预估和预留将来出现的新设备型号。当用户位置变动或改用新设备时，都要重新布线，布线时还会破坏装潢结构，造成很大浪费。

③ 占用大楼面积多，建设成本高

在传统布线中，电话和计算机管道分别建设，一般都使用独立的竖井。同轴电缆粗大，需要很大的管道容量。这些都要占用更大的面积，从而降低了大楼的有效使用面积，增加了大楼的建设成本。

④ 传统布线的可靠性差，且不易维护

传统布线缺乏统一的标准和传输介质，更缺乏统一的标准插件，多采用焊点接续，布线系统的品质不易控制。必须由经验丰富的技工施工，才能保证质量。客户或使用则无法自

行维护和管理,维护和管理费用很大。

⑤ 电话、计算机信息点不具备通用性

电话、计算机的信息点通常在不同位置,使用的传输介质、信息出口各异,故预估未来的使用方式不易,更不能互换使用。

在传统的土建设计中主要考虑强电的布线,弱电部分最多只考虑电话,计算机网络的布线则不在考虑范围之内。往往到了建立计算机网络时,再考虑布线问题,从而导致二次甚至是多次施工。而不同的计算机厂商的网络采用的材料也各不相同,这使得系统的扩充和不同系统间的互联受到了极大的限制。

由于计算机网络多在建筑物已完工之后建设,故其布线系统往往采用明线方式,使办公环境显得极为混乱,降低了计算机网络系统的稳定性,也使维护和管理工作极为复杂。一个企业往往要配备一个庞大的信息部门,专门负责保证系统的正常运行。

四、问题和解决问题的方法

1. 问题归纳

将 1.3 中的问题概括起来是:网络布线系统必须适合近期和远期的需要。传统的方法是用设计和设备布线解决方法去适应特殊设备需要。声音传输网络习惯用非屏蔽双绞铜线作为传输介质。另一方面,象 IBM 3270、IBM 3X-AS/400 系统、以太网及令牌环等一些数据网,通常使用非屏蔽/屏蔽双绞线、同轴线及光纤,当系统和服务器改变时,布线也要改变。这些使得建筑物内的网络管理和安装复杂,从而使成本增加。

2. 解决问题的方法

人们希望有一种方法能支持所有的网络传输需要。一种能长期支持各种服务(声音、数据、局域网、模拟和视像)的网络。

结构化布线标准源于设计和安装数据、声音的布线系统。它适合独立安装,多种逻辑拓扑的灵活需要,且易于移动、更改和降低成本。最终缩短了用户的投资利润回报时间,延长了系统寿命且每一次更改节省 60% 到 80% 的成本。

结构化布线系统由 ISO/IEC、TIA/EIA 和 CSA 标准认证。

第二节 结构化布线系统

随着信息技术的发展,计算机网络系统自然会和传统的电信传输网络结合起来,在建筑物中构成统一的结构化布线系统。结构化布线系统及有关电信布线的标准已获得国际上的认可。这一趋势是技术发展的必然结果,能够提高投资效益,使得安装和维护工作更加简单、有效,提高了传输系统的质量和灵活性。

一、什么是结构化布线系统

为了使建筑物内的布线系统得到统一,美国电子工业协会(EIA)制定了商用建筑布线标准 ANSI/EIA/TIA-568A 及其它相关标准。在以下几方面制定了相应的规范:

- 规范一个通用话音和数据的电信布线标准,以支持多设备、多用户的环境;
- 为服务于商务事业的电信设备和布线产品的设计提供方向;

- 能够对商用建筑中的结构化布线系统进行规划和安装，使之满足用户的多种电信要求；
 - 为各种类型的线缆、连接件以及布线系统的设计和安装建立性能和技术标准。
- 下面在图 1-9 中给出基本的结构化布线系统之例。

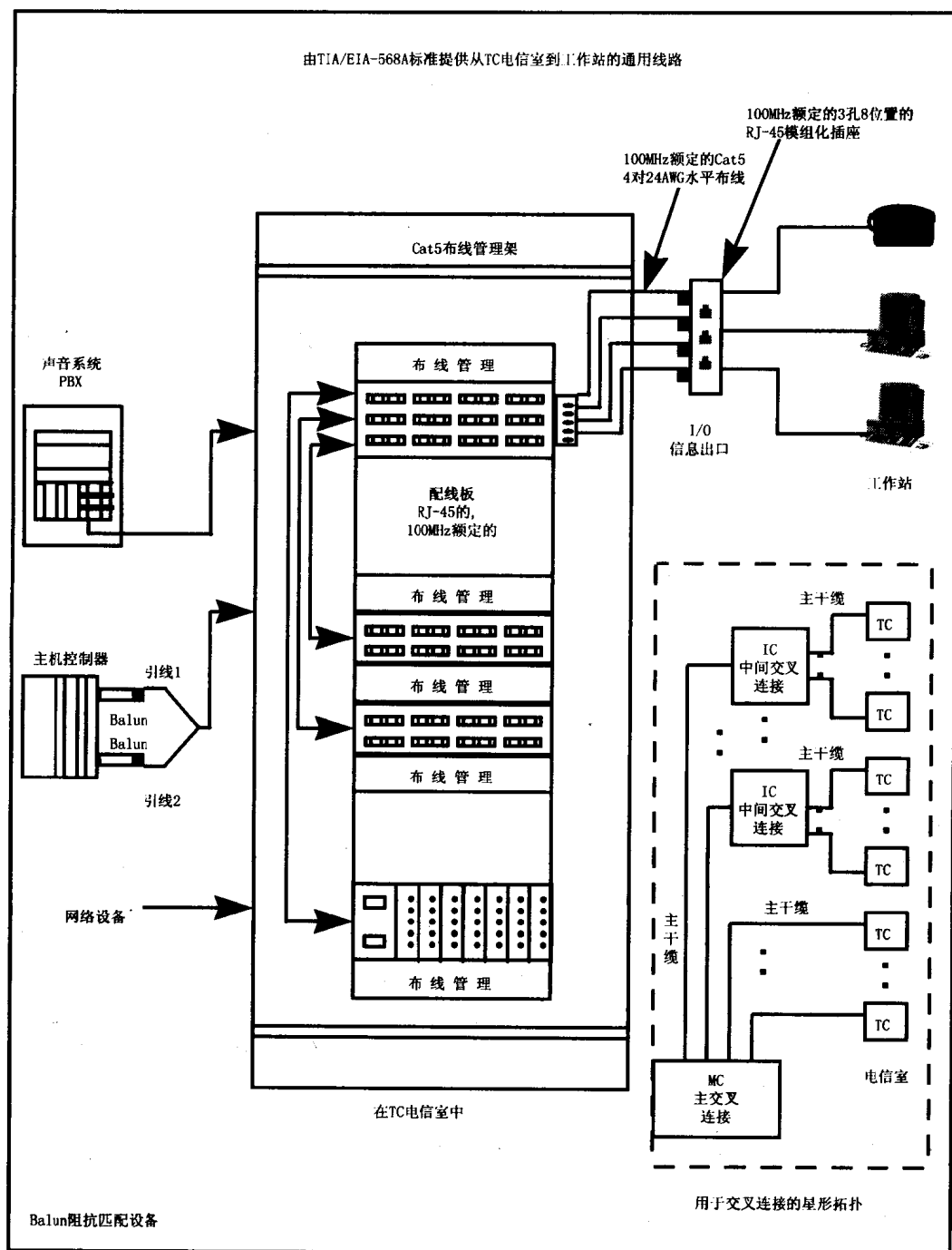


图 1-9 基本的结构化布线系统之例

标准规定的结构化布线系统针对的是“商业办公”电信系统。规定了所用介质、拓扑结构、