

高职高专计算机专业系列教材

李宏力 主编

张荣新 郭景武 李海凤 编著

计算机网络 综合布线系统



清华大学出版社

高职高专计算机专业系列教材

计算机网络综合布线系统

李宏力 主编
张荣新 郭景武 李海凤 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍了综合布线方面的基本理论知识,并结合实际,着重阐述了综合布线系统的设计、施工及测试等实践内容。全书共分7章。第1章综合布线系统的概述,第2章网络系统布线标准,第3章传输介质与网络互连设备,第4章综合布线系统的设计,第5章综合布线系统的施工,第6章综合布线系统的测试,第7章综合布线系统实例。

本书内容新颖、实用,不仅适合高职高专院校计算机网络专业的学生,还可作为计算机相关专业的教材及供建筑电气领域的工程技术人员进行参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络综合布线系统 李宏力主编. —北京:清华大学出版社,2003

(高职高专计算机专业系列教材)

ISBN 7-302-06967-0

I. 计… II. 李… III. 智能建筑—计算机网络—布线—高等学校:技术学校—教材 IV. TU855

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第065825号

出 版 者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:谢 琛

文稿编辑:王听讲

印 刷 者:北京四季青印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:14 字数:320千字

版 次:2003年8月第1版 2003年8月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-06967-0 TP·5143

印 数:1~6000

定 价:20.00元

序

1999年10月,教育部高教司主持召开了全国高职高专教材工作会议,会议要求尽快组织规划和编写一批高质量的、具有高职高专特色的基础和专业教材。根据会议精神,在清华大学出版社的支持下,于2000年1月在上海召开了由来自全国各地的部分高职、高专、成人教育及本科院校的代表参加的“高职高专计算机专业培养目标和课程设置体系研讨会”。与会的专家和教师一致认为,在当前教材建设严重滞后同高职教育迅速发展的矛盾十分突出的情况下,编写一套适应高等职业教育培养技术应用性人才要求的、真正具有高职特色的、体系完整的计算机专业系列教材十分必要而且迫切。会议成立了高职高专计算机专业系列教材编审委员会,明确了高职计算机专业的培养目标,即掌握计算机专业有关的基本理论、基本知识和基本技能,尤其要求具有对应用系统的操作使用、维护维修、管理和初步开发的能力。

根据上述目标,编委会拟定了本套教材的编写原则。在教材内容安排上,以培养计算机应用能力为主线,构造该专业的课程设置体系和教学内容体系;从计算机应用需求出发进行理论教学,强调理论教学与实验实训密切结合,尤其突出实践体系与技术应用能力的实训环节的教学;教材编写力求内容新颖、结构合理、概念清楚、实用性强、通俗易懂、前后相关课程有较好的衔接。与本科教材相比,本套教材在培养学生的应用技能上更有特色。

根据目前各高职高专院校计算机专业的课程设置情况,编委会确定了首批出版的十几本教材。这些教材的作者多是在高职高专院校或本科院校的职业技术学院任教的、具有多年教学经验的教师,每本书均由计算机专业的资深教授或专家主审把关。我们还将在此基础上,陆续征集出版第二、三批教材,力争在3到5年内完成一套完整的高职高专计算机专业教材。

应当说明的是,凡是高等职业教育、高等专科学校教育和成人高等院校的计算机及其相关专业均可使用本套教材。各学校可以根据实际需要,在教学中适当增删一些内容、实训项目和练习题,从而更有针对性地帮助学生掌握计算机专业知识,并形成相关的应用能力。

由于各地区各学校在教学水平、培养目标理解等方面有所不同,加上这套教材编写时间仓促,难免会出现这样或那样的错误,敬请各学校在使用过

程中及时将修改意见或好的建议返回给教材编审委员会,以便我们及时修订、改版,使该系列教材日趋完善。

我们恳切地希望高职高专院校任课的专业教师和专家对后续教材的编写提出建设性的意见,并真诚地希望各位教师参与我们的工作。

高职高专计算机专业
系列教材编审委员会
2000年5月

前 言

智能建筑是信息时代的产物。综合布线系统是智能建筑的神经系统。本书介绍了网络综合布线方面的基本理论知识,并结合实际,着重阐述了综合布线系统的设计、施工及测试等有关实践知识。

本书是围绕着计算机网络综合布线而展开的,从基础知识到当前最新的集成布线系统,从布线标准到布线的施工技术均进行了详细的讲解。读者阅读本书后不但能掌握综合布线的基础知识,而且能知道怎样制订方案,怎样选择传输介质,怎样施工及怎样测试。本书还介绍了有关无线网络的最新知识。

全书共分7章。第1章综合布线系统的概述,使读者对综合布线系统有一个基本的认识;第2章网络布线的各种标准,介绍了一系列相关的标准,以规范网络系统设计、实施、测试、服务等诸多环节,规范各种电缆、插接件、转接设备、适配器、检测设备及各种施工工具等多种设备;第3章传输介质与网络互连设备,介绍了各种传输介质及网络的连接设备;第4章综合布线系统的设计,详细地介绍了综合布线系统的组成及各子系统的功能和设计方法;第5章综合布线系统的施工,详细地介绍了综合布线系统施工时的注意事项、要点等内容;第6章综合布线系统的测试,详细地介绍了电缆传输通道的测试和光纤传输通道的测试;第7章综合布线系统实例,介绍了3个综合布线系统的应用实例,是对理论知识的具体应用。

本书的参考课时是60学时。

本书可作为高职高专院校计算机网络专业的教材,也可供以下人员参考:

- 从事计算机网络工程的技术人员;
- 从事工程项目的管理人员;
- 从事系统集成的科技人员;
- 高校教师、科研人员。

本书由李宏力主编。其中第1章由铁道部第三勘测设计院郭景武编写,第2章、第3章、第4章由张荣新编写,第5章、第6章由李宏力编写,

第7章由李海凤编写。由于编者水平有限,编写时间又较短,书中不妥之处,欢迎读者批评指正。

本书在编写过程中得到了天津职业大学丁桂芝教授的大力支持和帮助,在此表示深切的谢意。

编 者

目 录

第 1 章 综合布线系统概述	1
1.1 网络工程布线系统	1
1.1.1 引言	1
1.1.2 局域网的拓扑结构	2
1.1.3 传统的网络工程布线	5
1.1.4 传统网络工程布线中存在的问题和解决方法	5
1.2 综合布线系统	7
1.2.1 综合布线系统的基本概念	7
1.2.2 综合布线系统的优点	7
1.2.3 综合布线系统在网络和通信上的应用	8
习题	10
第 2 章 网络系统布线标准	11
2.1 网络系统布线标准简介	11
2.2 TIA/EIA—568—A 标准	13
2.2.1 TIA/EIA—568—A 标准制定的目的、范围和技术要求	13
2.2.2 TIA/EIA—568—A 标准建议的拓扑结构	14
2.2.3 水平线缆	15
2.2.4 主干线缆	19
2.2.5 UTP 连接硬件	20
2.2.6 跳接线	22
2.3 TIA/EIA—569—A 标准	24
2.3.1 入口设备	24
2.3.2 主终端站空间	25
2.3.3 设备间	25
2.3.4 通信间	25
2.3.5 水平通路	26
2.3.6 主干通路	26
2.3.7 工作区	27

2.4	ISO/IEC 11801 标准	27
2.4.1	终端插座	28
2.4.2	水平电缆	28
2.4.3	跳线和终端接线	29
2.4.4	连接线路	29
2.4.5	ISO/IEC 11801 标准的链路特性	29
2.5	各种标准的比较	30
	习题	31
第3章	传输介质与网络互连设备	32
3.1	有线通信介质	32
3.1.1	双绞线电缆	32
3.1.2	同轴电缆	36
3.1.3	光缆	38
3.2	无线通信介质	42
3.2.1	红外线(IR)系统	43
3.2.2	无线电系统	46
3.2.3	微波通信	49
3.3	综合布线系统所选用的介质	51
3.3.1	铜缆的当前状况	51
3.3.2	铜缆和光缆的成本比较	52
3.3.3	铜缆、光缆、无线并用	53
3.3.4	布线业内发展趋势	54
3.3.5	未来的光缆信道	54
3.4	网络连接设备	55
3.4.1	网络传输介质互连设备	55
3.4.2	网络物理层互连设备	58
3.4.3	数据链路层互连设备	60
3.4.4	网络层互连设备	63
3.4.5	应用层互连设备	65
	习题	65
第4章	综合布线系统的设计	66
4.1	综合布线系统的组成	66
4.1.1	工作区子系统	67
4.1.2	水平子系统	68
4.1.3	管理子系统	69
4.1.4	主干子系统	69

4.1.5	建筑群子系统	70
4.1.6	设备间子系统	71
4.2	综合布线系统设计	71
4.2.1	工作区子系统	71
4.2.2	水平子系统	73
4.2.3	主干子系统	79
4.2.4	管理子系统	81
4.2.5	设备间子系统	84
4.2.6	建筑群子系统	85
习题		87
第 5 章	综合布线系统的施工	88
5.1	综合布线系统施工的要点	88
5.1.1	施工前的环境条件和施工准备	88
5.1.2	设备、器材、仪表和工具的检验	89
5.2	综合布线系统工程中金属管的敷设	92
5.2.1	金属管的加工要求	92
5.2.2	金属管切割套丝	92
5.2.3	金属管弯曲	93
5.2.4	金属管的连接	93
5.2.5	金属管敷设	94
5.3	综合布线系统工程桥架和槽道的安装	95
5.3.1	桥架和槽道安装的一般要求	95
5.3.2	桥架和槽道安装施工的具体要求	96
5.4	综合布线系统工程的电缆施工敷设	97
5.4.1	综合布线系统工程电缆的施工范围	97
5.4.2	建筑群主干布线子系统的电缆施工	97
5.4.3	建筑物主干布线子系统的电缆施工	116
5.4.4	水平布线子系统的电缆施工	120
5.4.5	缆线的终端和连接	129
5.5	综合布线系统工程的光缆施工敷设	132
5.5.1	光缆施工敷设的一般要求	132
5.5.2	光缆的敷设	133
5.5.3	光缆的接续和终端	135
习题		142
第 6 章	综合布线系统的测试	144
6.1	电缆传输通道测试	144

6.1.1	链路的验证测试	144
6.1.2	电缆传输通道的认证测试	147
6.2	光纤传输通道测试	163
6.2.1	光纤测量技术综述	163
6.2.2	光纤测试仪的组成	170
6.2.3	光纤测试仪的规格	171
6.2.4	光纤测试仪的操作说明	172
6.2.5	光纤传输通道测试步骤	178
习题		181
第 7 章	综合布线系统实例	182
7.1	办公楼综合布线系统设计	182
7.1.1	设计依据和设计要求	182
7.1.2	设计方案的确定	184
7.1.3	设计和施工图纸	195
7.1.4	材料统计和概算	198
7.2	金融大厦综合布线设计	198
7.2.1	设计依据和设计要求	199
7.2.2	设计方案的确定	199
7.2.3	方案详述	200
7.3	购物中心综合布线设计	202
7.3.1	设计依据和设计要求	202
7.3.2	综合布线设计方案	202
习题		205
附录 A	常见文字符号	206
附录 B	常用名词术语	208
参考文献		211

第 1 章 综合布线系统概述

1.1 网络工程布线系统

1.1.1 引言

当我们徜徉在车水马龙的都市街道上,早已习惯了遵守交通规则,也不会为纵横交错的马路所迷惑,这正是城市规划给我们带来的丰厚回报。随着 Internet 和信息高速公路的发展,传统布线系统的杂乱无章如交通拥挤般地令人讨厌,人们希望着能够支持综合应用的有条理的布线系统的出现,于是,“综合布线系统”应运而生。

20 世纪 80 年代中期,由 PC 机组成的局域网登上历史舞台,短短十几年的时间,迅速地被各大公司、校园等所接受。然而这些局域网的布线系统往往只能为某种型号的主机或网络节点服务,这就使得用户和安装者在规划、安装和维护时必须考虑不同技术和拓扑结构的布线系统。当一个计算机系统改变时,通常需要重新布线;而增加新的系统时,必须增加相应的线缆。最终的结果不言而喻,能够布线的空间越来越少,天花板逐渐超重,布线记录多而混乱。随着计算机工业的进一步发展,人们研制出阻抗匹配器(Baluns)或适配器(Adapters),通过电话类型的线缆或非屏蔽双绞线(UTP)来连接主机设备。这样,每个用户区只需拉两条 UTP 缆就行了,一条用于声音连接,另一条用于数据连接。而模块化的插头和插座容易安装而且费用低廉,更使得这一技术广受青睐。

与此同时,电信工业也发生了革命性的变化,从模拟声音传输(POTS)发展到在 UTP 上传输 100Mbps 的数据信号。

在计算机工业和电信工业发展的双重压力下,产生了网络工程布线系统的两大标准:一是北美的标准即 TIA/EIA—568—A 标准,二是国际标准即 ISO/IEC 11801 标准。

随之,各种满足 TIA/EIA—568—A 标准的网络工程布线系统纷纷推广并被广泛接受,加拿大北方电讯的 IBDN 便是该标准的应用实例。它不仅将语音和数据通信设备、交换设备和其他信息管理系统彼此相连,同时还能够连接楼宇自控、监控系统和通道控制系统。其灵活性、兼容性和可靠性已得到广大用户的认可,并已经广泛地在国家职能部委、机关、银行、大型集团公司、房地产等行业得以推广。在国际上综合布线系统(IBDN)早已

成为建筑大楼的基本设施,能使一次性的布线投资解决今后 15~30 年内将出现的布线问题。

而在中国,即便是在新设计的建筑物内,往往仍沿用传统的布线技术,致使各种系统的布线无法相容,难以适应新技术的发展。由于各种布线的管线拥挤不堪,使得用以布线的巨额投资往往是重复的。这种情况还会随着公司、企业和各政府部门的成长,设备的更新,人员的变动,办公环境的变更而变得越来越糟。任何的增添、变动,都可能引起全局的变动,不但影响员工的工作效率,对公司、政府的运营也产生不良的影响。尤其是随着 ISDN(综合业务数据网)、ATM(异步传输模式)、FDDI/TPDDI(光纤分布式数据接口/双绞线分布式数据接口),楼宇自动化系统的出现、应用、推广和发展,原来使用的布线系统将无法满足要求。因此,寻求一种更合理、更优化、弹性强、稳定性和扩展性好的布线技术,已成为当务之急。它不但能够满足现在的要求,更主要的是迎接未来对配线系统的挑战。

1.1.2 局域网的拓扑结构

拓扑,简单地讲就是一张网络连接图。网络的拓扑结构是指组成网络的节点的物理分布。选择正确的拓扑结构是非常重要的,因为它将影响网络设备的类型、布线方式、升级方法和网络管理等方面。

构成局域网的拓扑结构有很多种,主要的网络拓扑结构有星型、总线型、环型和树型等。总线结构是树型结构的一种特殊情况,它只具有一条干线并无分支。

拓扑结构有时很难确定,因为有些网络结构看上去是一种拓扑结构而实际上是另外一种。令牌环就是一个典型的例子,因为令牌环使用连接器(MAU),所有的工作站都连接在一个集线器上,所以看起来像是星型拓扑,而实际上它属于环型拓扑。多种拓扑结构也可以结合使用以扩充网络系统。

1. 星型拓扑结构

星型拓扑结构的所有计算机都连接到一个中心点上,该中心点通常是集线器,线缆将网络节点连接到中心点上。图 1-1 是星型拓扑结构的一个简单例子。

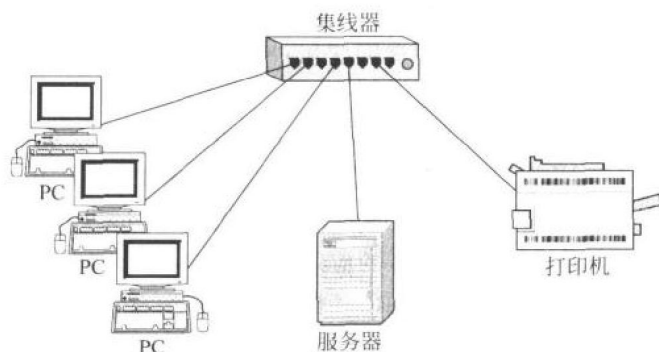


图 1-1 中央集线器的星型拓扑结构图

星型拓扑结构容错性比较强,因为如果一个故障发生在连接到集线器的某一根网线上,只有网络的这一部分受影响,而不是整个网络。星型网络最薄弱的一点就是集线器,如果它出现了故障,整个系统就崩溃了。幸运的是,集线器是很少出故障的。

星型拓扑结构有优点也有缺点。因为星型拓扑结构具有许多优点,其使用也越来越广泛。这些优点主要包括:

- (1) 它可以迅速地被重新构架;
- (2) 一根网线上的故障不会导致整个网络瘫痪;
- (3) 相对来说比较容易检修。

星型拓扑结构的缺点是:

- (1) 因为使用了大量的网线,整个安装费用会比较高;
- (2) 有一个致命的弱点,所有机器都连于集线器,集线器一旦出问题,则全部受影响。

2. 总线型拓扑结构

总线型拓扑结构是最简单的网络拓扑结构。总线型拓扑又称作总线拓扑,所有的计算机连接到一条连续的电缆上或连接起来的电缆上构成一个完整的网络。图 1-2 是总线型拓扑结构的示意图。

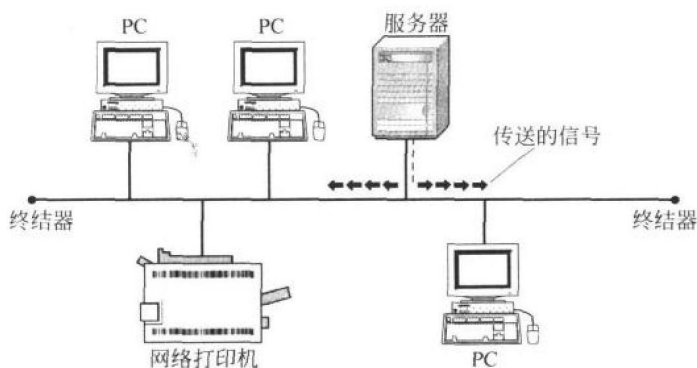


图 1-2 总线型拓扑结构图

我们可以看出总线型拓扑结构是十分简洁的。以太网是总线型拓扑结构的一个常见例子,每个计算机检测网络何时不忙并发送数据。总线型拓扑结构中的计算机仅监听来自其他计算机的信号,并不重发或转发这些信号。

总线型网络中的信号向电缆的两端同时传送,为避免这些信号在电缆两端弹回并在线缆中继续传输,电缆的两端必须被终止。在电缆两端安装的“终结器”,实际上不过是普通的电阻。终结器吸收这些信号并防止它们弹回,这被称作“全阻抗”。如果终结器被拿掉或电缆在中间某处被切断,总线上所有的计算机将无法继续通信。

就像星型拓扑结构一样,总线型拓扑结构也有自己的优点和缺点。总线型拓扑结构的优点如下:

- (1) 安装简单;
- (2) 相对比较便宜;

(3) 比其他拓扑结构使用更少的网线。

另一方面,总线拓扑也有如下缺点:

(1) 不容易移动或改装;

(2) 容错性极差(一个故障就会使整个网络瘫痪)。

3. 环型拓扑结构

环型拓扑结构要求所有计算机连接成为一个连续的圆形。在环型拓扑结构里,网络中的每台计算机直接连接。数据沿着一条路径从一台计算机传输到另一台计算机。对一个环型拓扑网络来说,好处是布线的设计简化了。但像总线拓扑结构一样,任何故障,都会使整个网络瘫痪。因为这个原因,物理环型拓扑结构实际上是很少使用的。图 1-3 是环型拓扑结构的示意图。

虽然环型拓扑结构有一些优点,但是它也有很多的缺点,这也是为什么它很少被使用的原因。在优点上,环型拓扑相对很容易检修。当一根网线出故障时,某一台工作站会马上知道,因为它从它的上层计算机那里接收到数据了。

环型拓扑有如下缺点:

(1) 因为每台工作站都要用双线,所以比较昂贵;

(2) 难以重新构架;

(3) 不具备容错性,一根网线出故障会导致整个网络瘫痪。

环型拓扑结构的网络安装起来实在令人头痛,要想在一个较大的物理范围内扩展环型网络是非常困难的,因为要保证线缆维持环型。令牌环是环型拓扑结构,尽管所有工作站可以接到一个中心的 MAU 上(看起来好像是星型拓扑),但是令牌环中的数据还是要从一个节点传送到下一个节点,而且每次都要通过 MAU。

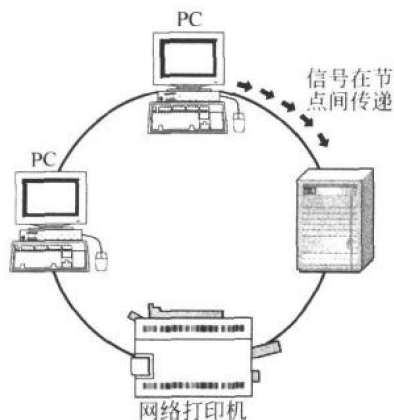


图 1-3 环型拓扑结构图

4. 树型拓扑结构

树型拓扑结构是总线型拓扑结构的一般化。传输媒体是不构成闭合环路的分支电缆。同样,来自任何站的发送也都在媒体上传播,并能被所有其他站接收。通常把总线型和树型拓扑结构的媒体称之为多点式或广播式媒体。图 1-4 是树型拓扑结构的示意图。

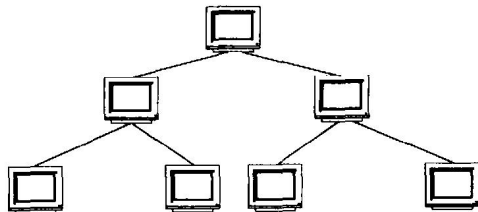


图 1-4 树型拓扑结构图



1.1.3 传统的网络工程布线

什么是传统的网络工程布线？简单地说，它指的就是设备在哪里，线缆就敷设到哪里。

在传统的设计中，往往只考虑给排水、暖通、电气等系统的布线管道，弱电方面只考虑电视、电话的布线，而计算机网络的布线则不在考虑范围之内。等到了建立计算机网络时再考虑布线问题，只能二次甚至多次施工，布线系统只能采用明线方式，使室内环境极为混乱，降低了网络系统的稳定性，给维护管理带来诸多不便。同时，各计算机网络制造商采用的材料也不尽相同，使系统的扩充和不同系统的互连受到了极大的限制。

一般来说，在总体的计算机网络体系结构确定后，布线系统的基本构架也就确定了。如采用 FDDI 网络技术作为局域网的主干，目前只能采用光纤作为主干线缆。但这并不等于说，同一种网络体系结构只能采用某一种传输介质，譬如以太网 IEEE 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。

从拓扑结构的角度而言，传统布线的不同拓扑结构适用的场所和采用的传输介质也不尽相同。星型结构适用于电话和计算机通信，而总线型结构只适用于计算机网络环境。表 1-1 列出了传输介质与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

传输介质	网络拓扑结构		
	总线型	环型	星型
双绞线	√	√	√
基带同轴电缆	√	√	
宽带同轴电缆	√		
光缆	√	√	√

说明：√ 表示可用，— 表示不可用

这里介绍一下在传统的布线系统中，不同类型的设备和网络采用不同的传输介质如下：

- (1) IBM3270 采用 RG62 电缆；
- (2) HP、DEC、CDC 的计算机采用 RS232 电缆；
- (3) 以太网采用同轴电缆 RG11、RG58、10BASE-T UTP(非屏蔽双绞线)电缆；
- (4) IBM 令牌环采用 STP(屏蔽双绞线)电缆。

可见，传统布线系统不具备开放性，布线系统过多地依赖于所连接的设备 and 拓扑结构。



1.1.4 传统网络工程布线中存在的问题和解决方法

传统的网络工程布线存在许多问题。

(1) 传统布线的占用面积大,建筑物建设成本高

在传统的网络工程布线中,电话和计算机管道分别建设,一般都需要使用独立的竖井。同时,采用的同轴电缆比较粗大,需要的管道容量较大。因此,在保证建筑物的有效面积时,必须增大建筑面积,这就大大地增加了建设成本。

(2) 布线系统的综合造价高

这里,我们采用比例系数的方法将不同系统的布线类型的费用系数用表 1-2 列出。

表 1-2 布线费用的参考系数

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	RG58	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”	3.59
	STP II型连接“计算机”	

说明:1. 假定基准系数为1,比例系数大于和小于1分别表示比基准费用高和低。

2. 表中的数字包括导线的费用、导线上插头和插座的费用以及敷设导线、进行连接的费用。

(3) 布线系统的可靠性差,不便于维护

传统布线缺乏统一的布线标准和传输介质,也没有统一的标准插件,多采用焊点接续,布线系统的质量不容易控制。施工时尚且需要富有经验的技工,用户自然就很难自行维护,必然需要一笔不小的维护费用。

(4) 传统布线的灵活性差

传统布线系统中,每当用户位置改变或更新设备时,都需要重新布线。而重新布线常常会破坏原来的装潢结构,造成很大的浪费。

(5) 传统布线的通用性差

传统布线系统中,电话、计算机信息点通常在不同的位置,使用的传输介质和信息口各异,一般很难互换使用。

(6) 传统布线的系统混乱,难于管理

传统布线的各个系统互不关联,缺乏整体规划,各自需要独立设计施工,这就不可避免地导致整个系统布线如麻、纵横交错,不但给设计施工带来麻烦,还为将来的管理带来诸多不便。

总之,传统布线系统很难适用远期甚至近期发展的需要,其带来的一系列问题早已让用户大伤脑筋,人们希望有一种布线方法能长期地支持声音、数据、局域网、模拟、视像等多种网络传输的需要。

综合布线标准的诞生使人们找到了解决问题的方法,按照这种标准进行的网络工程布线设计能够满足人们的需要。综合布线标准源于设计和安装数据和声音的布线系统,适合多种逻辑拓扑结构的灵活需要,易于移动、更改设备,延长了系统的使用寿命并极大