



普通高等教育规划教材

# 综合布线系统

刘化君 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育规划教材

# 综合布线系统

主 编 刘化君  
副主编 黄晓宇



机械工业出版社

本书比较全面、系统、完整地介绍了综合布线系统的基础知识、设计方法、施工技术、测试、验收及鉴定等内容,基本上反映了当前综合布线领域的最新技术和理论成果。全书分四部分,由十二章及附录组成。基础知识部分主要介绍了综合布线所要用到的理论基础;系统设计部分讨论了综合布线系统的组成、6个子系统的工程设计、布线工程方案及其设计实例;布线技术部分讲述了综合布线系统的安装施工、电缆、光缆的布线技术和技巧;综合布线管理部分重点讲述了综合布线系统的监测、线缆测试、认证以及布线故障诊断等。附录给出了相关的综合布线系统标准目录。为帮助读者掌握基本理论和技术,每章末附有一定数量的思考与练习题。

全书内容取材新颖,自成体系,实用性强;文字叙述由浅入深,循序渐进;概念描述准确,清楚易懂;内容编排重点突出,注重理论联系实际,是一本理论与实践紧密结合的教材。本书可供信息技术、网络工程、通信、建筑、系统集成等专业的本科生作为教材使用,也可作为相关领域工程技术人员、IT 管理人员的技术参考书以及相关培训班的教材使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

综合布线系统/刘化君主编. —北京:机械工业出版社, 2004.6

普通高等教育规划教材

ISBN 7-111-14367-1

I. 综… II. 刘… III. 智能建筑—布线—高等学校—教材 IV. TU855

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第037232号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王保家 闫晓宇

责任编辑:刘丽敏 王小东 版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:张静 责任印制:李妍

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004年7月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm<sup>1/16</sup>·16印张·395千字

定价:23.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

# 普通高等教育应用型人才培养规划教材 编审委员会

主任：刘国荣 湖南工程学院  
副主任：左健民 南京工程学院  
陈力华 上海工程技术大学  
鲍 泓 北京联合大学  
王文斌 机械工业出版社

委员：(按姓氏笔画排序)

刘向东 华北航天工业学院  
任淑淳 上海应用技术学院  
何一鸣 常州工学院  
陈文哲 福建工程学院  
陈 峻 扬州大学  
苏 群 黑龙江工程学院  
娄炳林 湖南工程学院  
梁景凯 哈尔滨工业大学(威海)  
童幸生 江汉大学

# 电子与通信类专业分委员会

主任：鲍 泓 北京联合大学

副主任：张立臣 常州工学院

李国洪 华北航天工业学院

委员：(按姓氏笔画排序)

邓 琛 上海工程技术大学

叶树江 黑龙江工程学院

李金平 北京联合大学

沈其聪 总参通信指挥学院

杨学敏 成都理工大学

秘书长：何希才 北京联合大学

# 序

工程科学技术在推动人类文明的进步中一直起着发动机的作用。随着知识经济时代的到来,科学技术突飞猛进,国际竞争日趋激烈。特别是随着经济全球化发展和我国加入 WTO,世界制造业将逐步向我国转移。有人认为,我国将成为世界的“制造中心”。有鉴于此,工程教育的发展也因此面临着新的机遇和挑战。

迄今为止,我国高等工程教育已为经济战线培养了数百万专门人才,为经济的发展作出了巨大的贡献。但据 IMD1998 年的调查,我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标排名世界第 36 位,与我国科技人员总数排名世界第一形成很大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员特别是工程应用型技术人才市场供给不足。在此形势下,国家教育部近年来批准组建了一批以培养工程应用型本科人才为主的高等院校,并于 2001、2002 年两次举办了“应用型本科人才培养模式研讨会”,对工程应用型本科教育的办学思想和发展定位作了初步探讨。本系列教材就是在这种形势下组织编写的,以适应经济、社会发展对工程教育的新要求,满足高素质、强能力的工程应用型本科人才培养的需要。

航天工程的先驱、美国加州理工学院的冯·卡门教授有句名言:“科学家研究已有的世界,工程师创造未有的世界。”科学在于探索客观世界中存在的客观规律,所以科学强调分析,强调结论的惟一性。工程是人们综合应用科学(包括自然科学、技术科学和社会科学)理论和技术手段去改造客观世界的实践活动,所以它强调综合,强调方案优缺点的比较并作出论证和判断。这就是科学与工程的主要不同之处。这也就要求我们对工程应用型人才的培养和对科学研究型人才的培养应实施不同的培养方案,采用不同的培养模式,采用具有不同特点的教材。然而,我国目前的工程教育没有注意到这一点,而是:①过分侧重工程科学(分析)方面,轻视了工程实际训练方面,重理论,轻实践,没有足够的工程实践训练,工程教育的“学术化”倾向形成了“课题训练”的偏软现象,导致学生动手能力差。②人才培养模式、规模比较单一,课程结构不合理,知识面过窄,导致知识结构单一,所学知识中有一些内容已陈旧,交叉学科、信息科学的内容知之甚少,人文社会科学知识薄弱,学生创新能力不强。③教材单一,注重工程的科学分析,轻视工程实践能力的培养;注重理论知识的传授,轻视学生个性特别是创新精神的培养;注重教材的系统性和完整性,造成课程方面的相互重复、脱节等现象;缺乏工程应用背景,存在内容陈旧的现象。④老师缺乏工程实践经验,自身缺乏“工程训练”。⑤工程教育在实践中与经济、产业的联系不密切。要使我国工程教育适应经济、社会的发展,培养更多优秀的工程技术人员,我们必须努力改革。

组织编写本套系列教材,目的在于改革传统的高等工程教育教材,建设一套富有特色、有利于应用型人才培养的本科教材,满足工程应用型人才培养的要求。

本套系列教材的建设原则是:

## 1. 保证基础,确保后劲

科技的发展,要求工程技术人员必须具备终生学习的能力。为此,从内容安排上,保证学生有较厚实的基础,满足本科教学的基本要求,使学生日后具有较强的发展后劲。

## 2. 突出特色, 强化应用

围绕培养目标, 以工程应用为背景, 通过理论与工程实际相结合, 构建工程应用型本科教育系列教材特色。本套系列教材的内容、结构遵循如下9字方针: 知识新、结构新、重应用。教材内容的要求概括为: “精”、“新”、“广”、“用”。“精”指在融会贯通教学内容的基础上, 挑选出最基本的内容、方法及典型应用; “新”指在将本学科前沿的新进展和有关的技术进步新成果、新应用等纳入教学内容, 以适应科学技术发展的需要。妥善处理好传统内容的继承与现代内容的引进。用现代的思想、观点和方法重新认识基础内容和引入现代科技的新内容, 并将这些内容按新的教学系统重新组织; “广”指在保持本学科基本体系下, 处理好与相邻以及交叉学科的关系; “用”指注重理论与实际融会贯通, 特别是要注入工程意识, 包括经济、质量、环境等诸多因素对工程的影响。

## 3. 抓住重点, 合理配套

工程应用型本科教育系列教材的重点是专业课(专业基础课、专业课)教材的建设, 并做好与理论课教材建设同步的实践教材的建设, 力争做好与之配套的电子教材的建设。

## 4. 精选编者, 确保质量

遴选一批既具有丰富的工程实践经验, 又具有丰富的教学实践经验的教师担任编写任务, 以确保教材质量。

我们相信, 本套系列教材的出版, 对我国工程应用型人才培养质量的提高, 必将产生积极作用, 会为我国经济建设和社会发展作出一定的贡献。

机械工业出版社颇具魄力和眼光, 高瞻远瞩, 及时提出并组织编写这套系列教材, 他们为编好这套系列教材做了认真细致的工作, 并为该套系列教材的出版提供了许多有利的条件, 在此深表衷心感谢!

编委会主任 刘国荣教授  
湖南工程学院院长

# 前 言

综合布线系统 GCS (Generic Cabling System) 是建筑群或建筑物内用于数据、语音、影像和其他信息的传输网络。它以其高品位的光纤、双绞线作为信号传输介质,使语音和数据通信设备、交换设备及其他信息管理系统彼此相连接。综合布线系统是信息时代的必然产物,正以其鲜明的特点和优势逐步取代传统布线。在过去,布线是没有组织的,也没有标准。一些调查数据说明了这样三个事实:① 标准的综合布线系统费用低于网络基础结构整个费用的 1/10。② 标准的综合布线系统的使用寿命在 15 年以上,在用户所拥有的资产中综合布线系统的寿命排在建筑物墙壁之后,居第二位。③ 约有 70% 的网络故障是出自布线系统。显然,它必须可靠有效!信息技术领域也已经越来越多地意识到精良的综合布线的重要性,因此综合布线系统也就应运而生了。

本书比较全面、系统、完整地介绍了综合布线系统的基础知识、设计方法、施工技术、测试、验收及鉴定等内容,基本上全面反映了当前综合布线领域的最新技术和理论成果,并介绍了该领域的技术发展趋势。全书由综合布线系统概述、综合布线系统设计、综合布线技术及综合布线管理四部分共十二章及附录组成。

第一部分为综合布线系统概述,内容由绪论、传输介质和接续设备、通道传输特性及其主要技术指标等内容组成。主要概述综合布线所要用到的理论基础知识。

第二部分为综合布线系统设计,主要内容含有:综合布线系统的组成、综合布线系统设计、综合布线工程方案及其设计实例(以某种业务楼为例)。本部分在详细讨论综合布线系统设计方法的基础上,密切联系真实的综合布线系统,提供如何进行布线的具体解决方法和方案。

第三部分为综合布线技术,主要内容含有:综合布线系统安装施工、电缆布线技术、工作区信息模块的安装、光缆布线技术。本部分主要讲述综合布线的技术和技巧,重点介绍“依次”和“如何”将线路接入中心设备。

第四部分为综合布线系统管理,主要内容含有:综合布线的监测与管理、线缆测试和认证、布线故障诊断、布线工程的验收与鉴定。重点讲述对安装认证和线缆测试,因为在安装完线缆之后,必须保证它可靠而合适地工作。

附录给出了相关的综合布线系统标准参考资料目录。为帮助读者掌握基本理论和技术,每章末附有一定数量的思考与练习题。

本书在撰写时,严格遵循综合布线系统的技术标准、规范(以综合布线系统国家标准、国家工程建设标准和国家推荐性标准及相关网站公布的最新标准为依据),并体现出以下三个特点:

(1) 自成体系。本书内容丰富,系统全面,涵盖综合布线系统的理论与技术。其中既包括信息技术、通信、楼宇建筑、系统集成等专业本科生应掌握的综合布线的理论基础,也包括适用于该领域工程技术人员的知识;书末附有综合布线系统的技术标准、规范等介绍,供读者查阅参考使用。



(2) 内容先进。本书内容取材新颖, 注重将综合布线系统的最新发展适当的引入教学之中, 以保持内容的先进性。

(3) 实用性强。本书内容编排重点突出, 注重理论联系实际, 给出了较多综合布线的实用技巧和案例, 体现出工程技术的实用性。虽然用较多的篇幅讲述了必要的实用技术, 但是更着重于基础理论知识及其与实际应用的结合, 目的是希望该教材与综合布线系统一样耐久而实用。

总之, 本书在体现自成体系、内容先进、实用性强等特点的基础上, 反映了作者多年在该领域的教学经验、实践技术经验和研究成果。另外, 还力求做到在文字叙述上由浅入深, 循序渐进; 概念描述准确, 清楚易懂。拟订编撰大纲时就确定了要达到教师好用、学生欢迎及实用性强的这样一个目标。

本书可供信息技术、网络工程、通信、建筑、系统集成等专业的本科生作为教材使用, 也可作为相关领域工程技术人员、IT 管理人员的技术参考书以及相关培训班的教材使用。

本书是普通高等教育应用型人才培养规划教材编审委员会电子与通信类分委员会的领导下, 集体研究而形成的一项成果, 具体编写情况为: 李铭(南京工程学院)执笔第二章、第三章、第十二章; 李万林(解放军理工大学通信工程学院)执笔第五章、第六章; 黄晓宇(湖南工程学院)执笔第八章、第九章、第十章、第十一章; 刘化君(南京工程学院)执笔第一章、第四章、第七章及附录等。本书由刘化君教授主编, 并对大部分章节内容进行了统编改写, 最后予以定稿; 黄晓宇副教授任副主编。教授级高级工程师沈卫康先生审阅了全部书稿, 并提出了建设性修改意见; 最后, 全书由南京师范大学博士生导师李艺教授主审, 在此一并表示衷心感谢!

由于综合布线系统的发展速度很快, 加上作者水平有限和时间仓促, 因此, 本书中难免存在一些缺点、错误或过时的内容, 恳请广大读者批评赐教。

作者  
2004年2月6日

# 目 录

## 序

## 前言

<b>第一章 绪论</b> .....	1
<b>第一节 综合布线系统概述</b> .....	1
一、综合布线系统的产生 .....	1
二、综合布线系统的概念 .....	2
三、综合布线的必要性 .....	3
四、布线工作的重要性 .....	5
<b>第二节 综合布线系统的功能特点</b> .....	6
<b>第三节 综合布线系统设计等级</b> .....	7
<b>第四节 综合布线系统的相关标准</b> .....	8
一、综合布线标准 .....	9
二、综合布线标准的要点 .....	11
三、制定国际标准的组织 .....	11
<b>第五节 综合布线系统的发展</b> .....	12
思考与练习 .....	17
<b>第二章 传输介质和接续设备</b> .....	18
<b>第一节 双绞线</b> .....	18
一、非屏蔽双绞线和屏蔽双绞线 .....	19
二、双绞线分类 .....	21
三、双绞线的安全性能 .....	22
四、6类双绞线 .....	22
五、双绞线连接器 .....	24
<b>第二节 同轴电缆</b> .....	27
<b>第三节 光纤</b> .....	29
一、光纤和光缆 .....	29
二、多模光纤和单模光纤 .....	30
三、光纤的标准和分类 .....	31
四、光缆的分类和选用 .....	32
五、光纤连接器 .....	33
<b>第四节 配线架</b> .....	37
一、铜缆配线架 .....	37
二、光纤配线架 .....	38
三、线缆管理器 .....	40
<b>第五节 跳线</b> .....	40

思考与练习 .....	42
-------------	----

## 第三章 通道传输特性及其主要技术

<b>指标</b> .....	43
<b>第一节 通道传输特性</b> .....	43
一、通道和链路 .....	43
二、带宽和数据传输速率 .....	44
三、电磁干扰与电磁兼容性 .....	45
<b>第二节 电缆传输通道性能指标</b> .....	45
一、环路直流电阻 .....	45
二、特性阻抗 .....	46
三、回波损耗 .....	47
四、衰减 .....	47
五、串扰 .....	49
六、传输延迟和延迟偏离 .....	53
<b>第三节 光缆传输通道性能指标</b> .....	54
<b>第四节 提高通道传输质量的措施</b> .....	57
思考与练习 .....	58

## 第四章 综合布线系统的组成

<b>第一节 综合布线系统的概念</b> .....	59
一、智能大厦与综合布线系统 .....	59
二、综合布线系统的特点 .....	60
<b>第二节 综合布线系统的组成</b> .....	61
一、工作区子系统 .....	61
二、水平布线子系统 .....	62
三、管理子系统 .....	63
四、垂直干线子系统 .....	64
五、设备间子系统 .....	66
六、建筑群子系统 .....	67
<b>第三节 综合布线系统与千兆位数据传输</b> .....	68
一、布线系统如何支持千兆位数据传输 .....	69
二、适于千兆位数据传输的线缆 .....	69
三、10Gbit/s 光网络解决方案 .....	71

思考与练习 .....	72	一、布线工程施工前的准备工作 .....	121
<b>第五章 综合布线系统设计</b> .....	<b>73</b>	二、布线系统工程管理 .....	123
第一节 综合布线系统环境与需求分析 .....	73	三、布线工程施工过程中的注意 事项 .....	124
一、用户需求调研预测的必要性 .....	73	四、布线工程施工结束时的 工作 .....	125
二、用户需求调研预测的基本 要求 .....	74	<b>第二节 布线路由的选择</b> .....	125
三、用户需求调研预测的方 法 .....	74	一、水平布线子系统路由选 择 .....	125
四、用户需求调研预测的范 围 .....	75	二、垂直干线子系统路由选 择 .....	126
五、用户需求调研预测的估 算方法 .....	75	三、建筑群子系统路由选择 .....	127
六、用户需求调研预测的参 考指标 .....	76	四、布线路由选择注意事 项 .....	128
七、综合布线系统环境调 研分析 .....	77	<b>第三节 电缆布线技术</b> .....	128
第二节 综合布线系统的设计 原则 .....	79	一、线槽敷设技术 .....	129
第三节 工作区子系统的设计 .....	82	二、电缆牵引技术 .....	131
第四节 水平布线子系统的设计 .....	83	三、电缆布线技术要点 .....	132
第五节 管理子系统的设计 .....	87	四、6类布线系统安装方 法 .....	133
第六节 垂直干线子系统的设计 .....	89	<b>第四节 工作区信息模块的安   装</b> .....	135
第七节 设备间子系统的设计 .....	92	一、工作区信息模块的安 装方法 .....	135
一、设备间的空间规划 .....	92	二、信息模块的压接技术 .....	139
二、设备间的位置选择 .....	94	三、双绞线与RJ-45水晶 头的连接 .....	140
三、设备间子系统设计 .....	94	<b>第五节 管理间和设备间的配   置</b> 安装 .....	142
第八节 建筑群子系统的设计 .....	95	一、配线架的安装 .....	142
第九节 综合布线系统的管槽 系 统设计 .....	98	二、机柜的安装 .....	143
第十节 综合布线系统计算机 辅 助设计 .....	100	三、管理间的配置 .....	144
思考与练习 .....	103	四、设备间的配置 .....	144
<b>第六章 综合布线工程方案</b> .....	<b>104</b>	<b>第六节 综合布线安装示例</b> .....	<b>145</b>
第一节 综合布线工程方案的 构 成 .....	104	<b>第七节 综合布线系统的防护</b> .....	<b>146</b>
第二节 综合布线工程方案的 编 制 .....	106	一、综合布线工程的环保 .....	146
第三节 综合布线系统工程方 案 实例 .....	111	二、综合布线系统的“三 防” .....	147
一、综合布线系统概述 .....	111	思考与练习 .....	149
二、综合布线系统设计要 求和原则 .....	113	<b>第八章 光缆布线技术</b> .....	<b>151</b>
三、综合布线系统工程设计 方案 .....	114	第一节 敷设光缆前的注意 事 项 .....	151
四、主要布线产品选型及 经 费预算 .....	116	一、敷设光缆的准备工作 .....	151
五、布线工程施工方案 .....	117	二、施工前光缆的检验 .....	152
六、布线工程测试验收 .....	119	三、光纤布线系统的选择 .....	153
思考与练习 .....	120	<b>第二节 通用光纤布线系统</b> .....	<b>153</b>
<b>第七章 综合布线系统的安装 施 工</b> .....	<b>121</b>	一、MFOS通用光纤布线系 统的组 成 .....	153
第一节 综合布线工程施工 要 点 .....	121	二、MFOS通用光纤布线系 统遵 循的 标准 .....	155
		<b>第三节 预端接光纤布线系   统</b> .....	<b>157</b>

第四节 吹光纤布线系统 .....	159	第二节 测试链路模型与测试要求 .....	201
第五节 吹光纤与铜缆复合布线系统 .....	162	一、测试链路模型 .....	201
第六节 光纤连接器的制作 .....	163	二、测试参数 .....	203
一、光纤 ST 连接器的制作 .....	163	三、链路性能测试的类型 .....	204
二、压接式光纤连接头技术 .....	167	第三节 测试仪器及其技术指标 .....	204
三、新一代光纤连接器 .....	168	一、Fluke DSP—100 测试仪 .....	204
四、电缆到光纤的转接 .....	170	二、Fluke DSP—4300 系列电缆测试仪 .....	206
第七节 光缆连接安装技术 .....	172	三、Fluke 68X 系列企业级局域网测试仪 .....	208
一、管理间光纤连接设备 .....	172	第四节 电缆测试技术 .....	210
二、工作区光纤连接设备 .....	174	一、电缆的两种测试 .....	210
三、光纤端接 .....	175	二、UTP 电缆的认证测试报告 .....	211
四、建筑群光缆的安装 .....	177	三、电缆测试中的 3dB 原则 .....	212
五、光纤交连部件管理/标记 .....	178	第五节 光纤测试技术 .....	213
六、光纤连接的安全保护 .....	178	一、光纤测试的基本要求 .....	213
思考与练习 .....	179	二、光纤测试仪器的组成与测试 .....	214
<b>第九章 监测与布线管理</b> .....	181	第六节 布线认证测试的主要参数及其意义 .....	216
第一节 监测方法 .....	181	一、不同类别电缆测试中几个关键认证参数 .....	217
一、ANSI/TIA/EIA-606 标准 .....	181	二、主要电缆测试参数在综合布线系统设计中的意义 .....	217
二、标识管理设计 .....	182	思考与练习 .....	218
三、标签管理 .....	185	<b>第十一章 布线故障诊断</b> .....	219
第二节 物理布线系统的监测 .....	187	第一节 常见布线施工故障模式 .....	219
一、Link Ware 电缆测试管理软件 .....	188	一、线路断裂 .....	219
二、网络物理层监测与管理 .....	191	二、线路短路 .....	219
第三节 SNMP (简单网络管理协议) 监测和控制 .....	192	三、弯折、弯曲和断裂 .....	219
一、网络管理的一般概念 .....	192	四、连接器开路 .....	221
二、简单网络管理协议 (SNMP) .....	193	五、引脚输出错误 .....	222
三、综合布线系统管理内容 .....	194	六、其他故障 .....	223
第四节 物理连接的远程控制 .....	195	第二节 布线故障诊断方法及其排除 .....	223
一、智能布线系统的组成 .....	195	一、布线故障诊断技术 .....	223
二、智能布线的特点 .....	196	二、布线故障诊断 .....	226
三、智能布线系统举例 .....	197	三、布线故障排除 .....	229
四、选择智能布线系统时应考虑的因素 .....	197	四、网络健康维护技术 .....	232
第五节 综合布线系统文档 .....	198	思考与练习 .....	233
思考与练习 .....	198		
<b>第十章 测试和认证</b> .....	199		
第一节 布线测试技术、测试标准及其最新发展 .....	199		

**第十二章 综合布线工程的验收与****鉴定** ..... 234**第一节 综合布线系统工程的****验收** ..... 234

## 一、外观（物理）验收 ..... 234

## 二、测试验收 ..... 236

## 三、文档验收 ..... 236

**第二节 鉴定会材料及鉴定会议** ..... 237

## 一、鉴定会材料 ..... 237

## 二、鉴定会议 ..... 239

## 思考与练习 ..... 240

**附录 综合布线系统标准参考目录** ..... 241**参考文献** ..... 243

# 第一章 绪 论

随着 IT 产业的迅猛发展,以多媒体技术和大规模通信手段为先导的 IT 产业革命提前到来。概念模糊的“类计算机”依靠 Internet 网络迅速而广泛地渗透到社会生活的各个领域,潜移默化地影响着我们的日常生活和工作。这种影响不易被察觉,直到某一天当人们发现已经离不开数字网络的时候,才会深深的意识到这是一场史无前例的变革。

我们需要网络,因为我们需要信息;我们离不开网络,因为我们离不开交流。在信息社会中,一个现代化的大楼内,除了具有电话、传真、空调、消防、动力、照明线路之外,计算机网络线路更是不可缺少。在数字化的信息社会中,无论是在办公室、家里、银行或是商场,代表着数字化的网络线缆正像常青藤一样到处蔓延。为了使延伸的网络线缆不至于造成泛滥而无法控制,广大的从业人员开始注意到综合布线的重要性。

综合布线系统 GCS (Generic Cabling System) 就是信息时代的这样一个必然产物。它正以其鲜明的特点和优点逐步取代传统布线,信息技术领域已经越来越多地意识到精良的综合布线的重要性。因此,这本《综合布线系统》也就应运而生了。

本教材分为综合布线系统概述、综合布线系统设计、综合布线技术、综合布线管理及附录几个部分撰写。全书力求比较全面、系统、完整地介绍综合布线系统的基础知识、设计方法、布线及施工技术、测试与认证、验收鉴定过程等内容;力争反映出综合布线领域的最新技术和成果,并介绍该领域的技术发展趋势。

## 第一节 综合布线系统概述

综合布线 (Generic Cabling) 是一种模块化、灵活性极高的由线缆及相关接续设备组成的信息传输通道,它能支持多种应用系统。综合布线中不包括应用系统中的各种终端设备和转换装置。综合布线系统的对象是建筑物或楼宇内的传输网络,以使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,并使这些设备与外部通信网络连接。它包含着建筑物内部和外部线路(网络线路、电话局线路)间的民用缆线及相关的设备连接措施。

### 一、综合布线系统的产生

计算机网络最初(4800b/s 的 Ethernet) 从一个争用型无线频道传输系统 (ALOHA) 发展到现在大面积普及的 1000Base-T, 大约经历了二十多年的时间。数字通信技术也大致经历了虚拟电路 (Virtual Circuit)、帧中继 (Frame Relay)、B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network) 和 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 等几个阶段。网络在世界范围内的迅速扩展直接导致了 20 世纪 80 年代中后期对于综合布线系统的深入思考。

20 世纪 80 年代中期,推广灵活而廉价的 PC 已成为大势所趋。到 1985 年,Novell 决心将 PC 连接的 Ethernet 网络延伸到世界的每一个角落,10Base-T 和同轴电缆开始垄断局域网 LAN (Local Area Network), 随之而来的是 Xerox 的 Rawson 和 Schmidt, 它们将 Ethernet 网移植

到光纤上和双绞线（SPT：Shielded Twisted /UTP：Unshielded Twisted Pair）上。此时，IBM 也试图将自己的令牌环网 Token Ring 推向前台，但最终 IEEE 的 802 委员会专家组采纳了基于 UTP 的 10Base-T，即 IEEE802.3。双绞线构造的星形拓扑结构赢得了其在网络布线领域的决定性胜利。这样一来，UTP 几乎与电话线以及后来的有线电视 CATV（Community Antenna Tele Vision）线缆一样，成为每一个办公室的基本要求，而星形 Ethernet 网战胜了令牌环网和光纤分布式数据接口 FDDI（Fiber Distributed Data Interface）成为行业的主流直到今天。就在以太网、令牌网和新出现的 FDDI 争夺市场难分高低时，一些过于急躁的用户可能做了错误的选择，随后在布线改造上所花费的巨额资金以及在使用维护上所消耗的大量精力，驱使人们不得不思考另一种更优化的方案：有没有一种新的布线技术可以应付上述尴尬局面？不断复杂的信息网络线缆，迫使人们不得不面临网络布线方面的麻烦。

正是在这样的背景下，一种融计算机技术、通信手段、控制工程和建筑艺术于一体的所谓的“智能建筑系统 IBS（Intelligent Building System）”应运而生。它抛弃了传统的布线技术，寻求一种规范的、统一的、结构化易于管理的、开放式便于扩充的、高效稳定的、维护和使用费用低廉的、更多地关注健康和环境保护的综合布线方案。

## 二、综合布线系统的概念

综合布线系统的兴起与发展，是在计算机技术和通信技术发展的基础上进一步适应社会信息化和经济国际化的需要，也是办公自动化进一步发展的结果。它也是建筑技术与信息技术相结合的产物，是计算机网络工程的基础。

综合布线系统应该说是跨学科跨行业的系统工程，内容非常广泛。作为信息产业体现在楼宇自动化系统 BA（Building Automatization）、通信自动化系统 CA（Communication Automatization）、办公室自动化系统 OA（Office Automatization）、计算机网络 CN（Computer Network）几个方面。随着 Internet 网络和信息高速公路的发展，各国的政府机关、大的集团公司也都在针对自己的楼宇特点，进行综合布线，以适应新的需要。智能化大厦、智能化小区已成为新世纪的开发热点。

所谓综合布线，就是指建筑群内的线路布置标准化、简单化，它是一套标准的集成化分布式布线系统。综合布线通常是将建筑物或建筑群内的若干种线路系统，如电话系统、数据通信系统、报警系统、监控系统等合为一种布线系统，进行统一布置，并提供标准的信息插座，以连接各种不同类型的终端设备。这就是说，要将以往的数据通信及视频系统中使用的同轴电缆等用双绞线和光缆等来取代。因此，综合布线系统是建筑物内部之间的传输网络，它能使建筑物内部的语音、数据通信设备、信息交换设备以及建筑物自动化管理等系统彼此相连，也能使建筑物内的通信网络设备与外部的通信网络相连。布线系统也和计算机一样，随着科技的进步而不断发展，所以对它的定义也不断发生变化。早期的计算机网络都是一个单独的传输系统，但随着计算机网络的普及和大众化，计算机网络逐步与传统的通信传输网络（如电话系统等）结合起来，在建筑物中构成统一的综合布线系统。

一个设计良好的布线系统应具有开放性、灵活性、可靠性、可扩展性、经济性和模块化等特点，并对其服务的设备有一定的独立性。理想的布线系统可以支持语音应用、数据应用，而且最终能支持综合型语音和数据应用。布线系统是由许多部件组成的，主要有传输介质、线路管理硬件、连接器、插座、插头、适配器、传输电子线路、电气保护设施等，并由

这些部件来构造各种子系统。通常一个完整的综合布线系统由工作区子系统、水平布线子系统、垂直干线子系统、管理子系统、设备间子系统和建筑群子系统 6 个子系统组成。一个智能大厦的综合布线系统就是将各种不同组成部分构成一个有机的整体，而不是像传统的布线那样自成体系，互不相干。

毋庸置疑，这种科学的、规范的、能大大提高网络管理和维护效率并节约成本的布线技术将和网络本身一样，有着十分惊人的潜在市场，同时具有很高的经济投资回报率。

### 三、综合布线的必要性

综合布线是在网络工程中“插入”的最基本的工作。在过去，布线是没有组织的，也没有标准。不幸的是实践经验告诉我们，一段像头发丝那么细的导线接触到了墙后空间的某个地方，或者因为一台小型通风电动机起动而产生了一个电场，这个电场在网络线缆上产生了噪声，就会导致功能强大的计算机硬件、复杂的网络软件以及实行精密纠错控制和网络协议管理的模块无法工作。如此看来，如何强调综合布线系统的重要性都是不过分的。就其必要性而言，主要体现在以下几个方面：

#### 1. 综合布线系统具有良好的初期投资特性

1) 综合布线系统在网络投资中所占的比重最小。标准综合布线系统的使用寿命在 15 年以上，在用户所拥有的计算机资产中综合布线系统的寿命居第二位（第一位是建筑物的墙壁）。在智能建筑中，整个网络设施的投资大致可以分成四个部分：软件、工作站（硬件的主要部分）、局域网 LAN（主要是指 LAN 的管理）以及布线系统。它们各自所占的比例如图 1-1 网络投资分项比例图所示。从图 1-1 可以看出，在整个网络投资中，软件占了半成多的比例，工作站与 LAN 两者所占的比例也有四成多，惟独标准布线系统的投资在整个网络系统中仅占 5%。

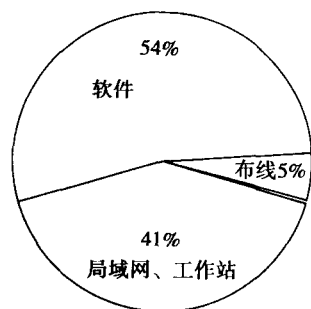


图 1-1 网络投资分项比例图

2) 综合布线系统的投资特性随着应用系统的增加而迅速提高。综合布线与传统布线方式初期投资的比较如图 1-2 所示。从图 1-2 可以看出，当应用系统数是 1 个时，传统布线方式的投资约为综合布线的一半。但当应用系统个数增加时，传统布线方式的投资就增加得很快，其原因在于所有布线都是相对独立的，因而每增加一种布线就要增加一份投资。而综合布线的初期投资较大，但当应用系统的个数增加时，其投资增加很少。其原因在于各种布线是相互兼容的，都采用相同的线缆和相关连接硬件，电缆还可穿在同一管内。例如一座建筑面积 28000m<sup>2</sup>、22 层高的办公大厦的语音、数据和保安监控点估计应有 2800 个点，其中包括 1100 个语音点、1100 个数据点、100 个保安监控点及 500 个建筑物监控点等。通常设计应预留 10%~20% 的余量。像这样一座建筑，其数据部分水平线采用 5 类电缆，干线采用 6 芯 62.5/125m 多模光纤，其余采用 5 类电缆，综合布线材料费大约需要 240 万人民币。从图中还可看到，当一座建筑物有 2~3

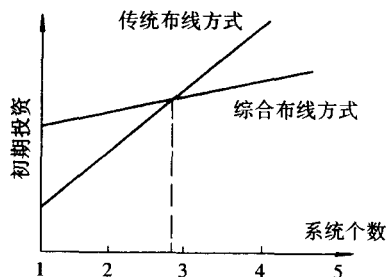


图 1-2 综合布线与传统布线初期投资比较



种传统布线时，综合布线与传统布线两条曲线相交，生成一个平衡点，此时两种布线的投资大体相同。

## 2. 综合布线系统具有较高的性能价格比

1) 当用户需要把设备从智能大厦的一个房间搬到同层的另一个房间或另一层的房间中去，或者在一个房间中需要增加其他新设备时，只要在同层（弱电井的）配线间和总设备间作跳线操作，很快就可以实现这些新增加的需求，而不需要重新布线。一幢大厦在设计在建设初期往往有许多不可预知的情况，只有当用户确定后才知道计算机网络配置和电话的需求。采用综合布线后，只需在配线间的配线架作相应的跳线操作，就可以解决不断变化的用户需求。

2) 规模经济性。虽然综合布线系统设备的价格比较高，但由于它是将原来的相互独立、互不兼容的若干种布线类别，集中成为一套完整的布线系统，并由一个施工单位可以完成几乎全部弱电电缆的布线。这样可以省去大量的重复劳动和设备占用，使布线周期大大缩短，并且信息点越多，每个信息点平均费用越低。

3) 综合布线系统的使用时间越长，它的高性能价格比就体现得越充分，可以从图 1-3 看出这一点。如图 1-3 所示，随着时间的推移，GCS 布线方式的曲线是上升的，而传统布线方式的曲线是下降的，大概在布线系统竣工一年之内，GCS 的高性能价格比优点还体现不出来。这一阶段，系统的维护费用比较低。但是，随着使用期的延长，系统会不断地出现新的需求、新的变化、新的应用，而传统布线就显得无能为力了，否则就须重新布线。而且由于传统布线方式管理特别困难，使系统的维护费用上升。相反，由于 GCS 在设计之初就已经考虑了未来应用的可能变化，所以它能适应各种需求，而且管理维护又极为方便，为业主节省大量运行维护费用。据美国一家调查公司对 400 家大公司的 400 幢办公大楼在过去 40 年内各项费用的比例情况的统计结果表明，大厦的结构费用（初期投资）只占 11%，而运行费用占到高达 50%，另外，变更费用占 25%，其他费用占 14%。一个建有 GCS 的楼宇（包括写字楼、商住楼、办公楼等各种智能建筑），其售价或出租价都远远高于其他普通的大厦，而且在市场受到欢迎。综合布线系统对于投资者提高并加快了投资回报率。

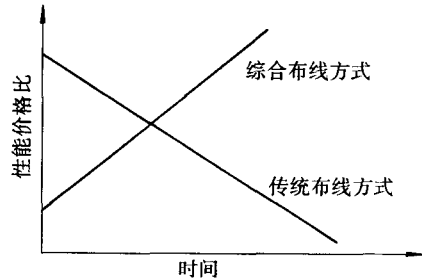


图 1-3 综合布线与传统布线的性价比曲线

## 3. 综合布线系统工程费用较低

下面通过一份 AT&T 综合布线系统费用分析报告为例讨论说明这个问题。在这份报告当中，系统的布线需求如下：一幢面积为 37801m<sup>2</sup>、高 30 层的商用写字楼；共有 4000 个信息点用于语音/计算机/局域网/大楼自动控制设备，其中有 2600 个用于语音和计算机；水平布线子系统采用 3 类和 5 类非屏蔽双绞线 UTP；干线子系统采用多模光缆；通信采用 AT&T 的 PBX；局域网及计算机系统由用户选择；大楼管理和控制系统的设备容量包括：806 个 HONEWELLS90 设备，1704 个 HONE WELL EXCELL 设备的 YORK 空调控制，317 个 HONEWELL 消防设备；传统配置由 HONEWELL HOME&BUIDING 控制公司提供；人工费按小时计算；综合布线价格为最终用户价格。综合布线与传统布线费用支出比较见表 1-1。把费用（材料和人工小时数）支出分为四个层次进行比较。