



华章科技

网络综合布线与施工领域公认的权威经典，内容全面，实用性强
畅销书全新升级，根据最新技术标准修订和补充，更新超过40%

国内资深专家亲自执笔，10年磨一剑

网络综合布线 系统与施工技术

黎连业 陈光辉 黎照 赵克农 等编著

第4版



机械工业出版社
China Machine Press

网络综合布线 系统与施工技术

黎连业 陈光辉 黎照 赵克农 等编著

第4版



机械工业出版社
China Machine Press

本书比较系统、完整、准确地讲解了网络综合布线系统的基础知识、设计方法、施工技术、测试内容,以及验收鉴定过程。自2000年出版第1版以来,在综合布线领域引起了极大的反响,备受读者好评,已经是该领域公认的标准教材和参考书,权威且经典。随着网络综合布线领域的标准和技术不断发展,本书也与时俱进,在不断地对原有的内容进行修订和补充,使之始终能为读者提供最新的内容,全面反映了综合布线领域的最新技术和成果。本书的第4版在第3版的基础上进行了大规模的改动,修改篇幅高达近40%。首先,它根据最新颁布的综合布线标准对不符合新标准的内容进行了修订,同时还针对新标准中新增的内容进行了补充;其次,作者根据在工程实践和培训教学中从同行和学员处获得的反馈意见对部分章节进行了删减、补充和改写,使之更丰富、更实用、更利于自学。

全书共15章,包含8大方面的内容:基础知识部分详细介绍了综合布线系统、网络数据传输介质、网络互联设备,以及网络综合布线系统线槽规格和品种;网络综合布线方案设计部分全面讲解了布线系统标准的有关要求与系统设计技术,并提供了一个实践案例供读者参考;工程施工部分全面详细地介绍了网络工程施工过程中的实用技术,包括金属槽管铺设、塑料槽管铺设、工作区子系统布线施工、水平干线子系统布线施工、管理间子系统布线施工、垂直干线子系统布线施工、设备间子系统布线施工、楼宇管理子系统布线施工、双绞线布线、双绞线端接、楼宇光缆布线、长距离光缆布线、光纤ST头磨接制作、光纤ST头压接制作、光纤连接熔接、吹光纤布线、数据点与语音点互换、综合布线系统的标识管理,以及无线网络工程施工技术,等等;测试验收部分细致地介绍了双绞线、大对数线、光缆的测试内容和使用的工具,以及工程验收与鉴定所需要的知识;屏蔽局域网部分讲解了屏蔽局域网的施工建设、系统的施工安装要求,以及屏蔽机房的建设;最后3个部分详细讲解了招标投标与评标、网络综合布线系统中的物理隔离技术,以及以太网常见问题与解决方法。

本书不仅可供计算机、通信、楼宇建筑、系统集成等领域的科技人员作为工作时的参考手册,也可作为高等院校和培训机构相关专业的标准教材,同时还可作为教学和科研人员的参考资料。

封底无防伪标均为盗版

版权所有,侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目(CIP)数据

网络综合布线系统与施工技术 第4版 / 黎连业等编著. —北京:机械工业出版社, 2011.1

ISBN 978-7-111-32786-8

I. 网… II. 黎… III. 计算机网络—布线—技术 IV. TP393.03

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第244262号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:李荣

北京京师印务有限公司印刷

2011年1月第1版第1次印刷

185mm×260mm · 31.75印张

标准书号:ISBN 978-7-111-32786-8

定价:69.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

客服热线:(010) 88378991, 88361066

购书热线:(010) 68326294, 88379649, 68995259

投稿热线:(010) 88379604

读者信箱:hzsj@hzbook.com

前 言

本书在网络综合布线领域的地位

本书的第1版出版于2000年，已经伴随大家走过了10个年头。在这10年期间，网络综合布线与施工的技术和标准在不断地变化和发展，在读者朋友的热心帮助和强烈要求之下，这本书也在不断地更新和完善，至今，它已经出版到第4版了。本书的第1版一上市便因为内容全面、实用性强、能反映该领域的最新技术而备受读者欢迎；随后，我们收到大量热心读者的来信，有褒奖、有鼓励，也有建议，于是我们根据该领域的最新标准和技术，结合读者朋友提出的建议，以及我们在实际工作和教学中总结出来的新的心得和体会，对这本书进行了修订和改版，到这本书的第3版时，它已经成为该领域公认的标准教程和工作参考手册。

第3版和第4版的区别

2007年，国家颁布了新的综合布线标准，新标准已不再是面向网络工程，而是面向所有要进行布线的弱电工程。基于这个因素，以及我们从读者处、实践和教学中收集到的反馈意见，我们对第3版进行了大幅度的修订和改写，修改篇幅超过40%。大致总结如下：

- ❑ 第1章新增加了综合布线系统结构、综合布线系统特性、综合布线系统分类、综合布线系统的布线的构成、线缆系统的分级以及缆线长度的划分等方面的内容，对综合布线系统的标准、设计等级等方面的内容进行了大幅度修改。
- ❑ 第2章对双绞线线缆、光缆的品种与性能等内容进行了修订和补充，同时新增了电缆防火等级方面的内容。
- ❑ 第3版中的第5章“综合布线系统的有关标准和规范”整章删除，因为大部分内容已经过时了，新增的第5章为“布线系统标准的有关要求与系统设计技术”，不仅反映了最新的技术标准，而且内容更加实用和丰富。
- ❑ 第3版中的第6章“网络总体方案设计”整章删除，新的第6章为“网络工程方案的写作样例”，新的内容更具备实操性，读者可以直接根据这一章提供的样例和模板撰写工作中要求的工程方案。
- ❑ 第3版中的第7章“综合布线的工程设计技术”全部删除，因为这部分内容已经过时。
- ❑ 第3版中的第8章“网络工程施工实用技术”改为了第4版中的第7章，不仅对其中的很大一部分内容进行了重写，而且增加了新的内容。
- ❑ 第3版中的第10章“测试及其相关技术”改为了第4版中的第9章，对布线工程测试内容、电缆的两种测试、网络听证与故障诊断、双绞线测试错误的解决方法、光缆测试技术等重要内容进行了修订、重写和补充，新增了综合布线工程电气测试要求、电缆认证测试的操作方法、手持测试仪的使用问题等新内容。
- ❑ 第3版中的第11章“测试仪”改为了第4版中的第10章，对局域网电缆测试及有关要求进行修订和补充，同时取消了超5类、6类双绞线测试的相关内容。
- ❑ 第3版中的第12章“网络综合布线系统工程的验收”改为了第4版中的第11章，对综合布线系统验收要点、现场（物理）验收等内容进行了修订和补充，新增了乙方要为鉴定会

准备的材料、鉴定会材料样例、鉴定会后资料归档等新内容。

- 第3版中的第13章“屏蔽局域网”改为了第4章中的第12章，对屏蔽局域网的施工建设和施工安装要求相关的内容进行了修订和补充，新增了屏蔽机房方面的内容。
- 第3版中的第15章“网络综合布线工程师所关心的问题”因为篇幅原因在第4版中被删除了，这一章的内容我们将提供给读者在线下载。
- 第3版中的第16章“网络综合布线系统中的物理隔离技术”改为了第4版中的第14章，对物理隔离技术的意义与作用，物理隔离技术的路线，第一代、第二代、第三代产品的不足之处，国内的产品等内容进行了修订和补充。
- 第3版中的第17章“以太网常见问题与解决方法”改为了第4版中的第15章，对以太网故障查找注意事项和以太网阻塞解决方法等内容进行了修订和补充，新增了以太网络帧校验序列故障诊断与排除、网络性能降低时的诊断与排除、节点失去网络连接时的诊断与排除、物理层的故障诊断与排除、以太网业务维护测试、局域网测试等多方面的内容。

如何阅读本书

全书一共15章，可以分为8大部分，全面详细地讨论了网络综合布线系统和工程施工实用技术的方方面面，不仅结合了最新的网络综合布线技术和标准，而且实用性比第3版更强。如果大家想系统学习或讲授网络综合布线系统与施工方面的知识，可以逐章阅读；如果大家只是作为工作时的参考和指导手册，则可以根据自己的需要选择相应的章节阅读。

下面将简单概括一下这8个部分的内容：

第一部分基础知识（第1章～第4章）的内容为：综合布线系统、网络数据传输介质、网络互联设备、网络综合布线系统的线槽规格和品种。通过这些基本知识为读者进行网络总体方案设计打下良好的基础。

第二部分网络综合布线方案设计（第5章和第6章）的内容为：布线系统标准的有关要求与系统设计技术，并提供一个方案实例样本供读者参考。通过这一内容的学习使读者能够自主地进行方案设计。

第三部分工程施工（第7章和第8章）的内容为：网络工程施工实用技术、无线网络。全面详细地叙述网络工程施工过程中的实用技术：金属槽管铺设技术、塑料槽管的铺设技术、工作区子系统布线施工技术、水平干线子系统布线施工技术、管理间子系统布线施工技术、垂直干线子系统布线施工技术、设备间子系统布线施工技术、楼宇管理子系统布线施工技术、双绞线布线技术、双绞线端接技术、楼宇光缆布线技术、长距离光缆布线技术、光纤ST头磨接制作技术、光纤ST头压接制作技术、光纤连接熔接技术、吹光纤布线技术、数据点与语音点互换技术、综合布线系统的标识管理技术、无线网络工程施工技术，使读者能够独当一面地进行网络工程施工。

第四部分测试验收（第9章～第11章）的内容为：测试与测试的有关技术、测试仪、网络综合布线系统工程的验收。全面详细地叙述网络布线的超5类、6类线双绞线测试技术、大对数线测试技术、光缆测试技术、网络综合布线系统工程的验收技术。通过这些内容的介绍，使读者知道验收有哪些环节需要注意，鉴定需要做哪些材料。本书提供一个工程验收鉴定会所需要的材料样本供读者参考。

第五部分屏蔽局域网（第12章）的内容为：屏蔽局域网的施工建设、屏蔽局域网系统的施工安装要求、屏蔽机房的建设。

第六部分（第13章）详细地讲解了招标投标与评标方面的知识。

第七部分（第14章）全面而深入地介绍了网络综合布线系统中的物理隔离技术。

第八部分（第15章）详尽地展示了以太网的常见问题与解决方法。

本书面向的读者

通过这本书的学习，大家应该能够做到：会进行方案设计，能进行工程施工、测试、组织验收、鉴定和管理。本书适合以下人员阅读：

- ☐ 从事计算机网络工程的工程技术人员。
- ☐ 从事工程项目的管理人员。
- ☐ 从事系统集成的科技人员。
- ☐ 房地产工程开发人员。
- ☐ 大学生、研究生以及从事网络应用的科技人员。
- ☐ 高校教师、科研人员。

致谢

参加本书修订的人员有：黎连业、陈光辉、黎照、赵克农、李淑春、黎娜、王华、黎军、张建武和贾真贵，感谢他们为本书付出的辛勤劳动。

本书修订时参考了大量的文章和书籍，尤其是大公司馈赠的技术资料和有关技术白皮书，我们从中吸取了许多知识。在此对这些书籍、文章、技术资料、技术白皮书的作者和公司表示最真诚的感谢！

本书在写作过程中还得到了众多同行的支持和帮助，张维、单银根、陈建华等同志提出了许多有益的建议，黎萍为本书写作做了大量的文字组织工作，借此机会对他们表示感谢！

由于作者水平有限，如书中有不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 综合布线系统1

1.1 综合布线系统概述1

1.1.1 综合布线系统特性2

1.1.2 综合布线系统分类3

1.2 综合布线系统的优点5

1.3 综合布线系统标准6

1.4 综合布线系统的设计等级7

1.5 综合布线系统的布线构成8

1.6 综合布线系统线缆的分级与类别10

1.7 缆线长度划分11

1.8 综合布线系统的设计要点11

1.9 综合布线系统的发展趋势12

1.9.1 集成布线系统12

1.9.2 智能小区布线17

第2章 网络传输介质20

2.1 双绞线线缆20

2.2 大对数双绞线33

2.3 同轴电缆的品种、性能与标准35

2.3.1 同轴电缆35

2.3.2 细同轴电缆37

2.4 光缆的品种与性能39

2.4.1 光缆39

2.4.2 光缆的种类40

2.4.3 光缆与光纤的关系41

2.4.4 光缆通信系统简述41

2.4.5 光缆的种类和机械性能42

2.5 数据传输技术中的几个术语47

第3章 网络互连设备49

3.1 物理层的网络互连设备49

3.1.1 中继器49

3.1.2 集线器49

3.1.3 调制解调器50

3.2 数据链路层的设备59

3.2.1 网卡59

3.2.2 网桥62

3.2.3 交换机64

3.3 网络层设备68

3.3.1 路由器原理与作用68

3.3.2 路由器的优缺点68

3.3.3 路由器的功能69

3.4 应用层设备69

3.4.1 网关的基本概念69

3.4.2 网关-网关协议简述70

3.4.3 外部网关协议简述71

3.4.4 内部网关协议族71

3.5 防火墙71

3.5.1 防火墙的作用71

3.5.2 Internet防火墙72

3.5.3 为什么要用防火墙74

3.5.4 防火墙的产品分类74

3.5.5 防火墙在OSI/RM中的位置77

3.5.6 防火墙的发展史77

第4章 线槽规格和品种以及线缆的铺设81

4.1 金属槽和塑料槽81

4.2 金属管和塑料管82

4.3 桥架82

4.4 槽管的线缆铺设83

4.5 槽管可放线缆的条数85

第5章 布线系统标准的有关要求与系统

设计技术87

5.1 布线系统标准的有关要求87

5.2 布线系统的设计89

5.2.1 综合布线系统设计的步骤90

5.2.2 布线系统的信道98

5.2.3 布线系统设计的系统指标99

5.3 工作区子系统设计107

5.3.1 工作区子系统设计概述107

5.3.2 工作区设计要点107

5.3.3 信息插座连接技术要求109

5.4 配线（水平）子系统设计111

5.4.1 配线子系统设计要求111

5.4.2 配线子系统设计概述112

5.4.3 水平干线子系统布线线缆种类	114	6.4.2 建筑行业取费方式	173
5.4.4 配线子系统布线方案	114	6.5 建筑与建筑群综合布线系统取费	175
5.5 干线(垂直干线)子系统设计	116	6.6 综合布线方案设计模板	182
5.5.1 干线子系统设计的要求	116	6.7 实例:中国××信息系统网络工程 设计方案	185
5.5.2 垂直干线子系统设计简述	117	第7章 网络工程施工实用技术	201
5.5.3 垂直干线子系统的结构	118	7.1 网络工程布线施工技术要点	201
5.5.4 垂直干线子系统设计方法	118	7.1.1 布线工程开工前的准备工作	201
5.6 设备间子系统设计	119	7.1.2 施工过程中要注意的事项	201
5.6.1 设备间设计要求	119	7.1.3 测试	202
5.6.2 设备间子系统设计要点	120	7.1.4 工程施工结束时的注意事项	202
5.7 技术管理	124	7.1.5 安装工艺要求	203
5.8 建筑群子系统设计	127	7.2 网络布线路由选择技术	204
5.8.1 建筑群子系统设计的要求	127	7.3 网络布线线槽铺设技术	206
5.8.2 AT&T推荐的建筑群子系统设计 步骤	127	7.3.1 金属管的铺设	206
5.8.3 电缆布线方法	129	7.3.2 金属线槽的铺设	207
5.8.4 电缆线的保护	132	7.3.3 塑料槽的铺设	209
5.9 进线间设计	133	7.3.4 暗道布线	210
5.10 光缆传输系统	133	7.3.5 线缆牵引技术	211
5.11 电信间设计	135	7.3.6 建筑物主干线电缆连接技术	213
5.11.1 电信间子系统设备部件	135	7.3.7 建筑群电缆连接技术	215
5.11.2 电信间的交连硬件部件	135	7.3.8 建筑物内水平布线技术	216
5.11.3 电信间交连的几种形式	137	7.3.9 建筑物中光缆布线技术	217
5.11.4 110型交连硬件在干线接线间和 卫星接线间中的应用	138	7.4 双绞线布线技术	218
5.11.5 110型交连硬件在设备间中的应用	140	7.4.1 双绞线布线方法	218
5.11.6 电信间的设计步骤	140	7.4.2 双绞线布线缆线间的最小净距 要求	218
5.12 电源、防护和接地设计	141	7.5 布线压接技术	219
5.13 环境保护设计	147	7.5.1 压线工具	220
第6章 网络工程方案的写作样例	149	7.5.2 用户信息插座安装	221
6.1 方案设计基础:一个完整的设计方案 结构	149	7.5.3 用户信息跳线制作	223
6.2 方案设计基础:网络布线方案设计 内容	150	7.6 长距离光缆布线技术	227
6.3 方案设计基础:两套设计方案各自 取费的主要内容	150	7.6.1 长距离光缆施工的准备工作	228
6.3.1 网络工程行业流行的设计方案取费 的主要内容	150	7.6.2 长距离光缆布线架空铺设的施 工技术	229
6.3.2 建筑行业流行的设计方案取费 的主要内容	151	7.6.3 长距离光缆布线直埋铺设的施 工技术	232
6.4 方案的书写样例	151	7.6.4 长距离光缆管道布线的施工技术	234
6.4.1 某公司网络系统工程项目建议书	152	7.6.5 光缆布线施工工具	235
		7.7 光缆光纤连接技术	237
		7.7.1 光缆光纤连接技术概述	237
		7.7.2 光纤连接器和光纤耦合器	237

7.7.3 光纤连接器端接磨光技术	239	8.6.6 IEEE 802.11工作组和要点	313
7.7.4 光纤连接器端接压接式技术	250	8.6.7 IEEE 802.11a标准	313
7.7.5 光纤熔接技术	263	8.6.8 IEEE 802.11b标准	317
7.8 光纤连接安装技术	268	8.6.9 IEEE 802.11g标准	318
7.8.1 光纤布线的元件——线路管理件	268	8.6.10 三大标准的前途与安全性	318
7.8.2 LCGX光纤交叉连接系统	273	8.6.11 WLAN Hiper LAN/2标准	319
7.8.3 光纤连接架	273	8.7 无线网络典型连接方式与实例	323
7.8.4 光纤交连场的设计	274	8.7.1 无线连接解决方案概述	323
7.8.5 光纤连接管理	275	8.7.2 户外无线连接的综述	325
7.9 吹光纤布线技术	277	8.7.3 额外费用	325
7.9.1 吹光纤布线技术概述	277	8.7.4 天线连接示意图	325
7.9.2 吹光纤系统的组成	277	8.7.5 802.11 AP-AP 10M无线连网方案	326
7.9.3 长飞光纤光缆有限公司的气吹 微型光缆	282	8.7.6 802.11 10M两个分支网连网方案	327
7.9.4 吹光纤与传统光纤布线综合比较	283	8.7.7 802.11 AP-AP 2M无线连网方案	328
7.10 数据点与语音点互换技术	284	第9章 测试及其相关技术	330
7.10.1 数据点改变为语音点的操作方法	286	9.1 布线工程测试概述	330
7.10.2 语音点改变为数据点的操作方法	286	9.1.1 布线工程测试内容	330
7.10.3 1个数据(语音)点改变为4个 语音用户的操作方法	286	9.1.2 测试有关标准	330
7.11 综合布线系统的标识管理	286	9.1.3 TSB-67测试的主要内容	331
第8章 无线网络	288	9.1.4 超5类、6类线测试有关标准	334
8.1 无线网络的概念与特点	288	9.2 电缆的两种测试	335
8.1.1 无线网络的概念	288	9.2.1 电缆的验证测试	335
8.1.2 无线局域网	290	9.2.2 电缆的认证测试	335
8.1.3 无线网络的发展过程	291	9.3 网络听证与故障诊断	336
8.1.4 无线网络分代	292	9.3.1 网络听证	336
8.2 无线网络通信传输媒介	295	9.3.2 故障诊断	336
8.3 无线网络的互连设备	296	9.3.3 综合布线工程电气测试要求	337
8.4 无线网络的体系结构	302	9.3.4 电缆的认证测试的操作方法	341
8.5 无线局域网物理层	302	9.4 一条电缆的认证测试报告	341
8.5.1 物理层三种接口方式	302	9.5 双绞线测试错误的解决方法	343
8.5.2 物理层结构与功能	303	9.5.1 近端串扰未通过	343
8.5.3 跳频扩频物理接口	305	9.5.2 衰减未通过	344
8.5.4 直序扩频物理接口	307	9.5.3 接线图未通过	344
8.5.5 红外线物理接口	308	9.5.4 长度未通过	345
8.6 无线网络IEEE 802.11标准	308	9.5.5 测试仪问题	345
8.6.1 IEEE 802.11标准的重要技术规定	308	9.5.6 手持式测试仪的使用问题	345
8.6.2 802.11提供的服务	310	9.6 大对数电缆测试技术	346
8.6.3 802.11的具体特征	312	9.6.1 TEXT-ALL25测试仪简介	346
8.6.4 IEEE 802.11拓扑结构	312	9.6.2 操作说明	347
8.6.5 IEEE 802.11逻辑结构	312	9.6.3 测试连接插座	348
		9.6.4 自动测试程序	348
		9.7 光缆测试技术	349

9.7.1 光纤测试技术综述	349	12.5 屏蔽机房	432
9.7.2 光纤测试仪的组成	356	12.5.1 机房屏蔽系统	432
9.7.3 938系列测试仪的技术参数	357	12.5.2 屏蔽机房结构组成	433
9.7.4 光纤测试仪操作使用说明	357	第13章 招标、投标与评标	435
9.7.5 光纤测试步骤	362	13.1 招标、投标与评标概述	435
9.8 工程的结尾工作	365	13.2 招标书与招标书的写作	436
9.8.1 工程结束时应做的工作	365	13.2.1 招标书	436
9.8.2 网络文档的组成	365	13.2.2 招标书的写作内容	436
9.9 设备材料进场检验	366	13.3 投标书与投标书的写作	436
第10章 测试仪	368	13.4 评标	436
10.1 局域网电缆测试及有关要求	368	第14章 网络综合布线系统中的物理	
10.2 测试仪的种类与技术指标	369	隔离技术	439
10.2.1 手持式网络测试仪	369	14.1 物理隔离技术的意义与作用	439
10.2.2 Fluke DSP-100测试仪	369	14.2 物理隔离技术的路线	440
10.2.3 Fluke 620局域网电缆测试仪	375	14.3 第一代、第二代和第三代产品的不足	
10.2.4 Fluke 652局域网电缆测试仪	376	之处	441
10.2.5 Fluke 67X局域网测试仪	377	14.4 物理隔离的几种技术方案	441
10.2.6 Fluke 68X系列企业级局域网		14.5 典型案例分析	446
测试仪	381	14.6 安全隔离卡原理与分类	447
10.3 OptiView II系列集成式网络分析仪	386	14.7 国内的产品	449
10.4 DSP-4000系列数字式电缆分析仪	386	第15章 以太网常见问题与解决方法	454
10.5 DSP FTK光缆测试工具包	389	15.1 以太网的帧结构与产生故障的原因	454
10.6 WireScope 155测试仪	390	15.1.1 以太网的帧结构	454
10.7 如何选择电缆测试仪	392	15.1.2 以太网的故障	454
第11章 网络综合布线系统工程验收	395	15.1.3 故障类型	455
11.1 综合布线系统验收要点	395	15.1.4 其他故障	457
11.1.1 环境检查	395	15.2 网络维护基础	458
11.1.2 器材验收	395	15.2.1 网络的档案文件备案	459
11.1.3 设备安装验收	397	15.2.2 物理层的基础评估	459
11.2 现场(物理)验收	399	15.2.3 数据链路层状况的评价	461
11.3 文档与系统测试验收	401	15.2.4 网络层的评价	462
11.4 网络综合布线系统工程验收使用的		15.3 以太网故障排除	464
主要表格	402	15.3.1 以太网中常见的故障原因	464
11.5 乙方要为鉴定会准备的材料	419	15.3.2 以太网络故障查找的步骤	464
11.6 鉴定会材料样例	420	15.3.3 以太网络故障查找应注意的事项	465
11.7 鉴定会后资料归档	425	15.3.4 以太网络帧校验序列故障诊断与	
第12章 屏蔽局域网	426	排除	465
12.1 为什么要建设屏蔽局域网	426	15.3.5 网络性能降低时的诊断与排除	466
12.2 如何选择屏蔽与非屏蔽系统	429	15.3.6 节点失去网络连接时的诊断与	
12.3 屏蔽局域网的施工建设	430	排除	468
12.4 屏蔽局域网系统的施工安装要求	431	15.3.7 物理层的故障诊断与排除	470

15.3.8 局域网常见故障及其处理方法.....	479	15.4.4 交换机转发技术.....	491
15.3.9 查找典型的网络故障.....	484	15.4.5 交换机的几个重要概念.....	491
15.4 以太网阻塞与解决方法	489	15.5 以太网业务维护测试	492
15.4.1 网络负载.....	489	15.5.1 局域网络测试仪.....	492
15.4.2 以太网阻塞的常见原因.....	490	15.5.2 局域网络测试.....	493
15.4.3 以太网阻塞的解决方案.....	490	参考文献	496

第1章 综合布线系统

建筑物综合布线系统 (Premises Distribution System, PDS) 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。

1.1 综合布线系统概述

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、动力电线、照明电线外, 计算机网络线路也是不可缺少的。布线系统的对象是建筑物或楼宇内的传输网络, 以使话音和数据通信设备、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) 间的民用电缆及相关的设备连接措施。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。

综合布线系统应该说是跨学科跨行业的系统工程, 作为信息产业体现在以下几个方面:

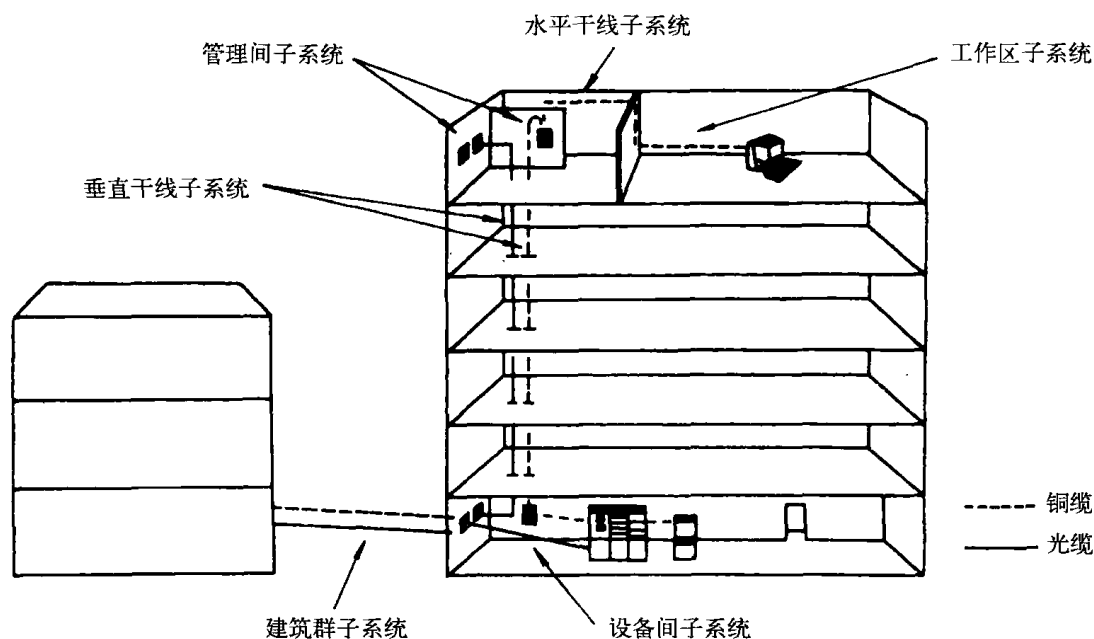
- 1) 楼宇自动化系统 (BA)。
- 2) 通信自动化系统 (CA)。
- 3) 办公室自动化系统 (OA)。
- 4) 计算机网络系统 (CN)。

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。搞智能化大厦、智能化小区已成为21世纪的开发热点。理想的布线系统表现为: 支持语音应用、数据传输、影像影视, 而且最终能支持综合型的应用。由于综合型的语音和数据传输的网络布线系统选用的线材、传输介质是多样的 (屏蔽、非屏蔽双绞线, 光缆等), 一般单位可根据自己的特点, 选择布线结构和线材。作为布线系统, 国际标准则将其划分为建筑群主干布线子系统、建筑物主干布线子系统和水平布线子系统3个部分; 美国标准将其划分为建筑群子系统、垂直干线子系统、水平干线子系统、设备间子系统、管理间子系统和工作区子系统6个独立的子系统; 我国国家标准 (GB50311—2007版) 将其划分为工作区子系统、配线子系统、干线子系统、建筑群子系统、设备间、进线间、电信间和管理8个部分。

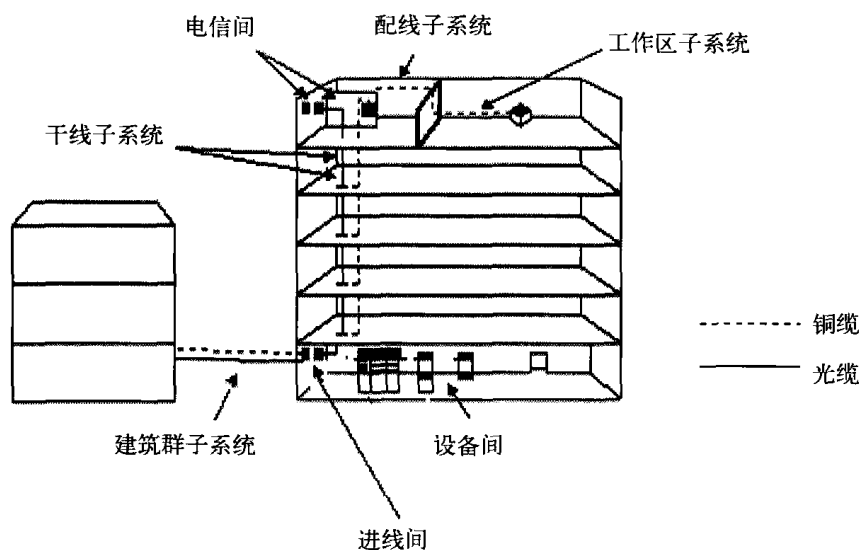
大楼的综合布线系统是将各种不同组成部分构成一个有机的整体, 而不是像传统的布线中那样自成体系, 互不相干。美国标准综合布线系统结构如图1-1a所示, 我国国家标准 (GB50311—2007版) 综合布线系统结构如图1-1b所示。

综合布线系统是弱电系统的核心工程, 适用场合如商务贸易中心、银行、保险公司、宾馆饭店、股票证券市场、商城大厦、政府机关、公司办公大厦、航空港、火车站、长途汽车客运枢纽站、港区、城市公共交通指挥中心、出租车调度中心、邮政枢纽楼、广播电台、电视台、新闻通讯社、医院、急救中心、气象中心、科研机构、高等院校等。为适应新的需要, 我国国家标准 (GB50311—2007版) 自2007年10月1日起实施《综合布线系统工程设计规范》GB50311—2007, 原《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》GB/T50311—2000同时废止。

为了方便工程设计、施工安装,本书在《综合布线系统工程设计规范》GB50311—2007版标准的基础上编写综合布线系统的设计与施工技术。



a) 美国标准综合布线系统结构



b) 我国国家标准综合布线系统结构

图1-1 综合布线系统

1.1.1 综合布线系统特性

综合布线系统具有如下特性:

1) 可靠、实用性。布线系统要能够充分适应现代和未来技术发展的需要,实现话音、高速数据通信,高显像度图片传输,支持各种网络设备、通信协议和包括管理信息系统、商务处理活动、多媒体系统的广泛应用。布线系统还要能够支持其他一些非数据的通信应用,如电话系统等。

2) 先进性。布线系统作为整个建筑的基础设施,要采用先进的科学技术,要着眼于未来,保证系统具有一定的超前性,能够支持未来的网络技术和应用。

3) 灵活性。布线系统对于其服务的设备有一定的独立性,能够满足多种应用的要求,每个信息点可以连接不同的设备,如数据终端、模拟或数字式电话机、程控电话或分机、个人计算机、工作站、打印机、多媒体计算机和主机等。布线系统要可以连接成包括星型、环型、总线型等各种不同的逻辑结构。

4) 模块化。布线系统中除去固定于建筑物内的水平线缆外,其余所有的设备都应当是可任意更换、插拔的标准组件,以方便使用、管理和扩充。

5) 扩充性。布线系统应当是可扩充的,以便在系统需要改进时可以有充分的余地将设备扩展进去。

6) 标准化。布线系统要采用和支持各种相关技术的国际标准、国家标准及行业标准,这样不仅能支持现在的各种应用,还能适应未来的技术发展需要。

1.1.2 综合布线系统分类

国家标准(GB50311—2007版)将布线系统划分为工作区子系统、配线子系统、干线子系统、建筑群子系统、设备间、电信间、进线间和管理8个部分(7个布线系统部分和1个技术管理部分),下面分别介绍。

1. 工作区子系统

工作区子系统(work area subsystem)又称为服务区(coverage area)子系统,它由RJ45跳线、信息插座模块(Telecommunications Outlet, TO)与所连接的终端设备(Terminal Equipment, TE)组成。信息插座有墙上型、地面型等多种。

在进行设备连接时,可能需要某种传输电子装置,但这种装置并不是工作区子系统的一部分,如调制解调器,它能为终端与其他设备之间的兼容性、传输距离的延长提供所需的转换信号,但不能说它是工作区子系统的一部分。

工作区子系统所使用的连接器必须具备国际ISDN标准的8位接口,这种接口能接受楼宇自动化系统中的所有低压信号以及高速数据网络信息和数码声频信号。

设计工作区子系统时要注意如下要点:

- 1) 从RJ45的插座到设备间的连线用双绞线,一般不要超过5m。
- 2) RJ45的插座须安装在墙壁上或不易碰到的地方,插座距离地面30cm以上。
- 3) 插座和插头(与双绞线)不要接错线头。

2. 配线子系统

配线子系统应由工作区的信息插座模块,信息插座模块至电信间配线设备(FD)的配线电缆和光缆,电信间的配线设备及设备缆线和跳线等组成。

配线子系统又称为水平干线子系统、水平子系统(horizontal subsystem)。配线子系统是整个布线系统的一部分,它包括从工作区的信息插座开始到电信间的配线设备及设备缆线和跳线,其结构一般为星型结构。它与干线子系统的区别在于:配线子系统总是在一个楼层上,仅仅是信息插座与电信间连接。在综合布线系统中,配线子系统由4对UTP(非屏蔽双绞线)组成,能支持大多数现代化通信设备。如果有磁场干扰或信息保密,可用屏蔽双绞线;如果需要高宽带应用,可以采用光缆。

要设计配线子系统,必须全面掌握介质设施方面的知识。设计时要注意如下要点:

- 1) 配线子系统的用线一般为双绞线。

- 2) 配线子系统的线长不超过90m。
- 3) 用线必须走线槽或在天花板吊顶内布线, 尽量不走地面线槽。
- 4) 用3类双绞线可传输速率为16Mbps, 用5类、5e类双绞线可传输速率为100Mbps, 用6类双绞线可传输速率为250Mbps, 用7类双绞线可传输速率为600Mbps。
- 5) 确定介质布线方法和线缆的走向。
- 6) 确定距服务接线间距离最近的I/O位置。
- 7) 确定距服务接线间距离最远的I/O位置。
- 8) 计算水平区所需线缆长度。

3. 电信间

电信间(也称为管理间子系统)由交叉连接、互连和I/O组成。电信间为连接其他子系统提供手段, 它是连接干线子系统和配线子系统的子系统, 其主要设备是配线架、集线器、交换机和机柜、电源。

交叉连接和互连允许将通信线路定位或重定位在建筑物的不同部分, 以便能更容易地管理通信线路。I/O位于用户工作区和其他房间或办公室, 使在移动终端设备上能够方便地进行插拔。

在使用跨接线或插入线时, 交叉连接允许将端接在单元一端的电缆上的通信线路连接到端接在单元另一端的电缆上的线路。跨接线是一根很短的单根导线, 可将交叉连接处的两根导线端点连接起来; 插入线包含几根导线, 而且每根导线末端均有一个连接器。插入线为重新安排线路提供了一种简易的方法。

互连与交叉连接的目的相同, 但不使用跨接线或插入线, 只使用带插头的导线、插座、适配器。互连和交叉连接也适用于光纤。

在远程通信(卫星)接线区, 如安装在墙上的布线区, 交叉连接可以不要插入线, 因为线路经常是通过跨接线连接到I/O上的。

设计电信间时要注意如下要点:

- 1) 配线架的配线对数可由管理的信息点数决定。
- 2) 利用配线架的跳线功能, 可使布线系统实现灵活性、多功能。
- 3) 电信间和干线子系统使用光缆连接时由光配线盒组成。
- 4) 电信间应有足够的空间放置配线架和网络设备(集线器、交换机等)。
- 5) 有交换机的地方要配有专用稳压电源。
- 6) 保持一定的温度和湿度, 保养好设备。

4. 干线子系统

干线子系统(riser backbone subsystem)也称为垂直干线子系统或骨干(riser backbone)子系统, 它是整个建筑物综合布线系统的一部分, 提供建筑物的干线电缆。干线子系统应由设备间至电信间的干线电缆和光缆, 安装在设备间的建筑物配线设备(BD)及设备缆线和跳线组成。负责连接电信间到设备间的子系统一般使用光缆或非屏蔽双绞线。

干线提供了建筑物干线电缆的路由, 通常是在电信间、设备间两个单元之间, 该子系统由所有的布线电缆组成, 或由导线和光缆以及将此光缆连到其他地方的相关支撑硬件组合而成。

干线子系统还包括:

- 1) 干线或远程通信(卫星)接线间、设备间之间的竖向或横向的电缆走向用的通道。
- 2) 设备间和网络接口之间的连接电缆或设备与建筑群子系统各设施间的电缆。
- 3) 干线接线间与各远程通信(卫星)接线间之间的连接电缆。
- 4) 主设备间和计算机主机房之间的干线电缆。

设计干线子系统时要注意以下几点：

- 1) 干线子系统一般选用光缆，以提高传输速率。
- 2) 光缆可选用单模的（室外远距离的），也可以选择多模的（室内、室外）。
- 3) 干线电缆的拐弯处不要为直角拐弯，应有相当的弧度，以防光缆受损。

5. 建筑群子系统

建筑群子系统应由连接多个建筑物之间的主干电缆和光缆建筑群配线设备（CD）及设备电缆和跳线组成。

建筑群子系统也可称为楼宇（建筑群）子系统、校园（campus backbone subsystem）子系统。它是将一个建筑物中的电缆延伸到另一个建筑物，通常由光缆和相应设备组成。建筑群子系统是综合布线系统的一部分，它支持楼宇之间的通信，其中包括导线电缆、光缆以及防止电缆上的脉冲电压进入建筑物的电气保护装置。

在建筑群子系统中，会遇到室外铺设电缆问题，一般有三种情况：架空电缆、直埋电缆、地下管道电缆，或者这三种电缆的任意组合，具体情况应根据现场的环境来决定。

设计建筑群子系统时要注意以下几点：

- 1) 建筑群子系统一般选用光缆，以提高传输速率。
- 2) 光缆可选用单模的（室外远距离的），也可以选用多模的。
- 3) 建筑群干线电缆的拐弯处不要为直角拐弯，应有相当的弧度，以防光缆受损。
- 4) 建筑群干线电缆要防遭破坏（如埋在路面下，挖路、修路会对电缆造成危害），架空电缆要防止雷击。

6. 设备间

设备间是在每幢建筑物的适当地点进行网络管理和信息交换的场地。对于综合布线系统工程设计，设备间主要安装建筑物配线设备。电话交换机、计算机主机设备及入口设施也可与配线设备安装在一起。

设备间也称设备间子系统、设备子系统（equipment subsystem）。设备间由电缆、连接器和相关设备组成。它把各种公共系统设备的多种不同设备互连起来，其中包括电信部门的光缆、同轴电缆、程控交换机等。设计设备间时要注意如下几点：

- 1) 设备间要有足够的空间保障设备的存放。
- 2) 设备间要有良好的工作环境（温度、湿度）。
- 3) 设备间应按机房建设标准设计。

7. 进线间

进线间也可称为进线间子系统。进线间是建筑物外部通信和信息管线的入口部位，并可作为入口设施和建筑群配线设备的安装场地。

8. 管理

管理是对工作区、电信间、设备间、进线间的配线设备、缆线、信息插座模块等设施按一定的模式进行标识和记录。综合布线系统应有良好的标记系统，如建筑物名称、建筑物位置、区号、起始点和功能等标志。综合布线系统使用了三种标记：电缆标记、场标记和插入标记，其中插入标记最常用。这些标记通常采用硬纸片或其他方式，由安装人员在需要时取下来使用。

交接间及二级交接间的布线设备宜采用色标区别各类用途的配线区。

对于上述7个子系统和管理的详细设计，将在本书后面的章节中介绍。

1.2 综合布线系统的优点

综合布线有以下主要优点。

1) 结构清晰, 便于管理维护。传统的布线方法是, 各种不同的设施的布线分别进行设计和施工, 如电话系统、消防与安全报警系统、能源管理系统等都是独立进行的。一个自动化程度较高的大楼内, 各种线路如麻, 拉线时又免不了在墙上打洞, 在室外挖沟, 造成一种“填填挖挖挖挖填, 修修补补补补修”的难堪局面, 而且还造成难以管理、布线成本高、功能不足和不适应形势发展的需要。综合布线就是针对这些缺点而采取的标准化的统一材料、统一设计、统一布线、统一安装施工, 做到结构清晰, 便于集中管理和维护。

2) 材料统一、先进, 适应今后的发展需要。综合布线系统采用了先进的材料, 如五类非屏蔽双绞线, 传输的速率在100Mbps以上, 完全能够满足未来5~10年的发展需要。

3) 灵活性强, 适应各种不同的需求, 使综合布线系统使用起来非常灵活。一个标准的插座, 既可接入电话, 又可用于连接计算机终端, 实现语音/数据点互换, 可适应各种不同拓扑结构的局域网。

4) 便于扩充, 既节约费用又提高了系统的可靠性。综合布线系统采用的冗余布线和星型结构的布线方式, 既提高了设备的工作能力又便于用户扩充。虽然传统布线所用线材比综合布线的线材要便宜, 但在统一布线的情况下, 可统一安排线路走向, 统一施工, 这样就减少了用料和施工费用, 也减少了使用大楼的空间, 而且使用的线材是质量较高的材料。

1.3 综合布线系统标准

1. 综合布线系统标准

目前综合布线系统标准一般为GB50311—2007和美国电子工业协会、美国电信工业协会的EIA/TIA为综合布线系统制定的一系列标准。这些标准主要有以下几种:

- 1) EIA/TIA-568民用建筑线缆标准。
- 2) EIA/TIA-569民用建筑通信通道和空间标准。
- 3) EIA/TIA-607民用建筑中有关通信接地标准。
- 4) EIA/TIA-606民用建筑通信管理标准。
- 5) TSB-67非屏蔽双绞线布线系统传输性能现场测试标准。
- 6) TSB-95已安装的五类非屏蔽双绞线布线系统支持千兆应用传输性能指标标准。

这些标准支持下列计算机网络标准:

- 1) IEEE 802.3 总线局域网标准。
- 2) IEEE 802.5环型局域网标准。
- 3) FDDI光纤分布数据接口高速网络标准。
- 4) CDDI铜线分布数据接口高速网络标准。
- 5) ATM异步传输模式。

2. 综合布线标准要点

无论是GB50311—2007, 还是EIA/TIA制定的标准, 其标准要点为:

(1) 目的

- 1) 规范一个通用语音和数据传输的电信布线标准, 以支持多设备、多用户的环境。
- 2) 为服务于商业的电信设备和布线产品的设计提供方向。
- 3) 能够对商用建筑中的结构化布线进行规划和安装, 使之满足用户的多种电信要求。
- 4) 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。

(2) 范围

- 1) 标准针对的是“商业办公”电信系统。
- 2) 布线系统的使用寿命要求在10年以上。