

综合布线技术项目教程

◎主编 黎楚彬 黄 润 戴金辉



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

综合布线技术项目教程

主 编 黎楚彬 黄 润 戴金辉
副主编 田 钧 蔡 伟 钟斯伟
肖振华 黄 磊 裴鹏飞



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书参照综合布线从业人员职业岗位和核心能力的要求,以“项目引导、任务驱动、技能习得、资源配套”的模式组织教材。本书以一个完整校园网的建设规划项目贯穿全书,并将其分解为若干个任务;以任务的实施为目标,组织教学内容。本书包括11个任务,以校园网的建设过程为主线组织任务的次序,同时对综合布线工程施工的常用工具、测量仪器的使用、工程招标与投标方案设计,以及综合布线的国际、国内标准等内容进行了介绍。

本书可作为计算机网络技术、物联网应用技术和通信工程等相关专业的综合布线课程教材,也可作为学习计算机网络综合布线知识的培训教材或自学参考书,还可作为从事综合布线工程的技术与管理人员的技术参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

综合布线技术项目教程/黎楚彬,黄润,戴金辉主编. —北京:北京理工大学出版社, 2017.2

ISBN 978-7-5682-3732-1

I. ①综… II. ①黎… ②黄… ③戴… III. ①计算机网络—布线—高等学校—教材
IV. ①TP393.03

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第036000号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)
(010) 82562903 (教材售后服务热线)
(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/定州市新华印刷有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/12.5

字 数/289千字

版 次/2017年2月第1版 2017年2月第1次印刷

定 价/42.00元

责任编辑/陆世立

文案编辑/陆世立

责任校对/周瑞红

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

综合布线技术是计算机网络技术和相关专业的专业知识和专门技能课。就目前的形势而言,网络可谓无处不在,形式多样。大到全世界、一个国家,小到一个家庭、办公室的建设都离不开网络结构的设计和线路布设。在实际岗位需求中,急需网络布线施工、工程监理和网络维护管理人员,尤其是有实际操作经验和较强动手能力的人员,这些人更能得到企业的青睐。

本书系统介绍了综合布线工程中的基本概念、规范,布线工程中传输介质和器材、工具的使用方法,布线子系统的施工工艺、布线系统的测试、验收等内容;主要涉及综合布线系统的规划、设计、实施,以及工程测试与验收等实用内容;同时对综合布线工程施工的常用工具、测量仪器的使用,工程招标与投标方案设计,工程的管理,综合布线的国际、国内标准等内容进行了介绍。本书以校园网的建设过程为范例,主要介绍综合布线系统基础知识、相关技能实训、工程项目实践和工程管理,旨在培养学生在布线工程方面的设计与动手实践能力。

本书编写分工如下:黎楚彬完成全书的统稿工作及任务1和任务2的编写,黄润完成任务3和任务4的编写,戴金辉完成任务5和任务6的编写,蔡伟完成任务7的编写,田钧完成任务8的编写,钟斯伟完成任务9的编写,肖振华完成任务10的编写,黄磊完成任务11的编写。

本书的顺利完成是大家共同努力的结果。在此对所有参与编写本书的同仁们表示感谢!由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免有疏漏或不妥之处,敬请读者批评指正。

目录

任务 1 综合布线项目基础	1
1.1 认识综合布线系统	1
1.2 综合布线的定义及标准体系	4
1.3 综合布线系统的组成	5
任务 2 布线设备和工具	8
2.1 常用的传输介质	8
2.2 常用的布线器材	12
2.3 管槽安装工具	30
2.4 线缆安装工具	36
2.5 验收测试仪器	41
任务 3 综合布线项目施工管理	44
3.1 施工组织管理	44
3.2 现场管理措施及施工要求	48
3.3 工程监理	56
任务 4 工作区子系统的设计与实施	61
4.1 任务描述	61
4.2 任务分析	61
4.3 相关知识	61
4.4 任务实施	66

任务 5 水平干线子系统的设计与实施	70
5.1 任务描述	70
5.2 任务分析	70
5.3 相关知识	70
5.4 任务实施	79
任务 6 垂直干线子系统的设计与实施	84
6.1 任务描述	84
6.2 任务分析	84
6.3 相关知识	84
6.4 任务实施	92
任务 7 建筑群子系统的设计与实施	97
7.1 任务描述	97
7.2 相关知识	98
7.3 任务实施	104
任务 8 设备间、管理间子系统的设计与实施	109
8.1 任务描述	109
8.2 相关知识	109
8.3 任务实施	113
任务 9 综合布线产品选购与工程施工	124
9.1 任务描述	124
9.2 相关知识	124
9.3 任务实施	127
任务 10 综合布线工程的招标与投标	146
10.1 任务描述	146
10.2 设计方案	146
10.3 综合布线工程实施	150
10.4 图纸设计	159
10.5 投标承诺书及售后服务	160

10.6 某职业学院学生宿舍楼综合布线工程招标文件范例·····	162
任务 11 网络综合布线系统的测试与验收 ·····	166
11.1 任务描述·····	166
11.2 相关知识·····	166
11.3 任务实施·····	179
参考文献 ·····	191

任务1 综合布线项目基础

1.1 认识综合布线系统

1.1.1 项目引入

某学院为实现校园现代化,提高管理水平,拟组建校园网,并接入互联网。该校园网覆盖了9栋楼房,其中学生宿舍4栋,教工宿舍2栋,教学楼、实验楼、食堂各1栋,网络中心设在实验楼。为了实现网络高带宽传输,骨干网将以千兆以太网为主干,百兆光纤到楼,学生宿舍10 Mb/s带宽到桌面,教工宿舍100 Mb/s带宽到桌面。

1.1.2 项目分析

- 1) 支持高速率数据传输,能传输数字、多媒体、视频、音频信息,满足学院日常办公、对外交流、教学过程和教务管理需要。
- 2) 符合 EIA/TIA 568A、EIA/TIA 568B、ISO/IEO 11801 国际标准。
- 3) 所有插接件都采用模块化的标准件,以便于不同厂家设备的兼容。
- 4) 为了实现网络高带宽传输,骨干网将以千兆以太网为主干,百兆光纤到楼,学生宿舍10 Mb/s带宽到桌面,教工宿舍100 Mb/s带宽到桌面。
- 5) 通过中国移动和中国教育网接入互联网。
- 6) 根据实际工作需要,网络具有可扩充和升级能力。

1.1.3 相关知识

1. 智能建筑的概念

智能建筑是指利用系统集成的方法将计算机技术、通信技术、图形显示技术和控制技术与建筑技术有机结合,通过对设备的自动监控、对信息资源的统一管理和对使用者的信息服务及其与建筑的优化组合,形成能够适应信息社会发展需要,具有安全、高效、节能、舒适、便利和灵活变换特点的建筑。

2. 什么是结构化综合布线系统

建筑物结构化综合布线系统(SCS)又称开放式布线系统,是一种在建筑物和建筑群中

综合数据传输的网络系统。它把建筑物内部的话音交换、智能数据处理设备及其他广义的数据通信设施相互连接起来,并采用必要的设备同建筑物外部数据网络或电话局线路相连接。结构化布线系统根据各节点的地理分布情况、网络配置情况和通信要求,安装适当的布线介质和连接设备,使整个网络的连接、维护和管理变得简单易行。

3. 智能建筑与综合布线的关系

- 1) 综合布线系统是智能建筑中必不可少的基础设施。
- 2) 综合布线系统是衡量智能建筑智能化程度的重要标志。
- 3) 综合布线系统的质量直接影响智能建筑的综合性能。
- 4) 智能建筑的功能只能通过综合布线系统体现。

4. 计算机网络基础

(1) 计算机网络概述

人们目前对计算机网络的定义是:通过通信设备和传输介质将分散独立的多台计算机或者其网络设备连接起来,根据网络操作系统的要求并按照一定协议进行信息的交换。因此,总的来说,计算机网络的基本组成包括计算机、网络操作系统、通信设备、传输介质以及相应的应用软件 5 个部分。

(2) 网络传输介质

网络传输介质是指在网络中传输信息的载体。常用的传输介质分为有线传输介质和无线传输介质两大类。

有线传输介质是指在两个通信设备之间实现的物理连接部分,它可将信号从一方传输到另一方。有线传输介质主要有双绞线、同轴电缆和光纤。其中,双绞线和同轴电缆传输电信号,光纤传输光信号。

无线传输介质指我们周围的自由空间。我们利用无线电波在自由空间的传播可以实现多种无线通信。在自由空间传输的电磁波根据频谱可分为无线电波、微波、红外线、激光等,信息被加载在电磁波上进行传输。

不同的传输介质,其特性也不相同。它们不同的特性对网络中的数据通信质量和通信速度有较大影响。

(3) 网络互联设备

网络互联的目的是使处于不同网络的用户能够相互通信和访问对方的资源,实现资源共享。而要实现互联,则必须解决如下问题:如何在物理上把两种网络连接起来;一种网络如何与另一种网络实现互访与通信;如何解决它们之间协议方面的差别,如不同的寻址方式、不同的错误恢复方法、不同的路由选择以及不同的用户访问控制等;如何处理速率与带宽的差别。解决这些问题,一般通过使用中间设备来实现。

5. 布线系统的等级

对于建筑物的综合布线系统,一般定为 3 种不同的布线系统等级。它们是基本型综合布线系统、增强型综合布线系统、综合型综合布线系统。

(1) 基本型综合布线系统

基本型综合布线系统方案是一个经济有效的布线方案。它支持语音或综合型语音/数据产品,并能够全面过渡到数据的异步传输或综合型布线系统。

基本配置如下：

- 1) 每个工作区有 1 个信息插座。
- 2) 每个工作区均水平布线 4 对 UTP（非屏蔽双绞线）系统。
- 3) 完全采用 110 A 交叉连接硬件，并与未来的附加设备兼容。
- 4) 每个工作区的干线电缆至少有 2 对双绞线。

(2) 增强型综合布线系统

增强型综合布线系统不仅支持语音和数据的应用，还支持图像、影像、影视、视频会议等。它可以为增加功能提供扩展的余地，并能够利用接线板进行管理。

基本配置如下：

- 1) 每个工作区有 2 个以上信息插座。
- 2) 每个信息插座均水平布线 4 对 UTP 系统。
- 3) 具有 110 A 交叉连接硬件。
- 4) 每个工作区的电缆至少有 8 对双绞线。

(3) 综合型综合布线系统

综合型布线系统是将双绞线和光缆纳入建筑物布线的系统。

基本配置如下：

- 1) 在建筑、建筑群的干线或水平布线子系统中配置 62.5 μm 的光缆。
- 2) 在每个工作区的电缆内配有 4 对双绞线。
- 3) 每个工作区的电缆中应有 2 对以上的双绞线。

1.1.4 项目实施步骤

1. 需求分析报告

在综合布线系统工程的规划和设计之前，必须对用户信息需求进行调查和预测，这也是建设规划、工程设计和以后维护管理的重要依据之一。

通过对用户方实施综合布线系统的相关建筑物进行实地考察，由用户方提供建筑工程图，从而了解相关建筑结构，分析施工难易程度，并估算大致费用。需了解的其他数据包括中心机房的位置、信息点数、信息点与中心机房的最远距离、电力系统状况、建筑楼情况等。

2. 布线方案设计

网络综合布线方案是工程实施的蓝图，是工程建设的框架结构。网络综合布线总体方案的设计水平直接影响布线工程的质量和性能价格比。因此，做好网络综合布线总体方案设计是非常重要的。在总体方案设计中主要对工作区子系统、水平干线子系统、设备间、管理间子系统、干线子系统、建筑群子系统进行设计和分析。

3. 选择线材、管材

在系统设计时，全系统所选的电缆线、连接硬件、跳线、连接线等必须与所选定的类别相一致。如果是 5 类系统，则全部有关设备和电缆都是 5 类的。如果系统采用屏蔽措施，则所有产品都是屏蔽型的，且保证良好的施工和接地。

4. 工程施工

(1) 施工准备阶段

施工准备阶段的工作包括：①施工图的编制与审核；②施工预算；③编制施工组织设计及施工方案的编写设备/材料的采购与定作；④工程施工工具与设施的准备以及施工队伍的组织准备等。

(2) 施工阶段

施工阶段的工作包括：①配合土建和装修施工，预埋管线管路；②固定与土建施工有关的支持固定件；③固定配线箱及配电柜等；④随土建工程的进度逐步进行各子系统设备安装与线路敷设；⑤各子系统检验测试等。

(3) 竣工验收阶段

竣工验收阶段的工作包括：①系统调试及投入正常运行；②完成全部测试报告及竣工文件；③汇集建设单位、施工单位及质量监督部门审查；④现场验收；⑤针对有行业管理的专项系统完成行业主管部门的验收。

5. 验收测试

综合布线工程竣工后，为保证系统符合设计要求，确保信息畅通和高速传递，对系统的调测是布线工程最主要的一环，必须采用专用测试仪器对系统的各条链路进行检测，以便于评定综合布线系统的信号传输质量及工程质量。用于检测铜缆的设备必须选择符合 TSB-67 标准的 II 精度专业级线缆认证测试仪（包括信道及基本链路的测试），仪器应具备线缆故障定位、故障分析及自动储存测试结果并可客观地将其打印输出的功能。

6. 文档管理

文档资料是布线工程结算、开通和维护的重要依据，应包括电缆的编号、信息插座的编号、交接间配线电缆与干线电缆的跳接关系、配线架与交换机端口的对应关系，以及施工记录资料等。最好建立电子文档，便于以后的维护管理。

1.2 综合布线的定义及标准体系

1.2.1 综合布线的定义

目前所说综合布线系统，是指综合布线是一种模块化的、灵活性极高的建筑物内或建筑群之间的信息传输通道。通过它可使话音设备、数据设备、交换设备及各种控制设备与信息管理系统连接起来，同时也使这些设备与外部通信网络相连的综合布线。它还包括建筑物外部网络或电信线路的连接点与应用系统设备之间的所有线缆及相关的连接部件。综合布线由不同系列和规格的部件组成，其中包括：传输介质、相关连接硬件（如配线架、连接器、插座、插头、适配器）以及电气保护设备等。这些部件可用来构建各种子系统，它们都有各自的具体用途，不仅易于实施，而且能随需求的变化而平稳升级。

1.2.2 综合布线的标准体系

布线标准是布线系统产品设计、制造、安装和维护中所应遵循的基本原则。综合布线系统自问世以来已经历了近二十年的历史，这期间，随着信息技术的发展，布线技术也在不断推陈出新；与之相适应，布线系统相关标准的发展也已经历了相当长的时间，国际标准化委员会 ISO/IEC、欧洲标准化委员会 CENELEC 和北美的工业技术标准化委员会 TIA/EIA 都在努力制定更新的标准以满足技术和市场的需求。

当前国际上主要的综合布线技术标准有北美标准 TIA/EIA 568-B、国际标准 ISO/IEC 11801:2002 和欧洲标准 CENELEC EN 50173:2002。

1.3 综合布线系统的组成

1.3.1 工作区子系统

工作区子系统又称为服务区 (Coverage Area) 子系统，它是由 RJ45 跳线与信息插座所连接的设备 (终端或工作站) 组成。其中，信息插座有墙上型、地面型、桌上型等多种。在进行终端设备和 I/O 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。例如，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的所有低压信号、高速数据网络信息和数码声频信号。

1.3.2 水平干线子系统

水平干线 (Horizontal Backbone) 子系统也称为水平子系统。水平干线子系统是整个布线系统的一部分，它是从工作区的信息插座开始到管理间子系统的配线架。结构一般为星形结构，它与垂直干线子系统的区别在于：水平干线子系统总是在一个楼层上，仅与信息插座、管理间连接。在综合布线系统中，水平干线子系统由 4 对 UTP 组成，能支持大多数现代化通信设备；当有磁场干扰或信息保密时，可用屏蔽双绞线；在高宽带应用时，可以采用光缆。从用户工作区的信息插座开始，水平干线子系统在交叉处连接，或在小型通信系统中的以下任何一处进行互联：远程 (卫星) 通信接线间、干线接线间或设备间。在设备间中，当终端设备位于同一楼层时，水平干线子系统将在干线接线间或远程通信 (卫星) 接线间的交叉连接处连接。在水平干线子系统的设计中，进行综合布线设计必须具有全面的介质设施方面的知识，能够向用户或用户的决策者提供完善而又经济的设计。

1.3.3 管理间子系统

管理间子系统 (Administration Subsystem) 由交连、互联和 I/O 组成。管理间为连接其他子系统提供手段,它是连接垂直干线子系统和水平干线子系统的设备,其主要设备是配线架、集线器、机柜、电源。交连和互联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,使得移动终端设备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。互联与交叉连接的目的相同,但它不使用跨接线或插入线,只使用带插头的导线、插座、适配器。互联和交叉连接也适用于光纤。在远程通信(卫星)接线区,如果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。

1.3.4 垂直干线子系统

垂直干线子系统也称骨干 (Riser Backbone) 子系统,它是整个建筑物综合布线系统的一部分。它提供建筑物的干线电缆,负责连接管理间子系统到设备间子系统的子系统,一般使用光缆或选用大对数的非屏蔽双绞线。它也提供了建筑物垂直干线电缆的路由。该子系统通常在两个单元之间,特别是在位于中央节点的公共系统设备处提供多个线路设施。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。传输介质可能包括一幢多层建筑物的楼层之间垂直布线的内部电缆或从主要单元如计算机房或设备间和其他干线接线间来的电缆。为了与建筑群的其他建筑物进行通信,干线子系统将中继线交叉连接点和网络接口(由电话局提供的网络设施的一部分)连接起来。网络接口通常放在设备相邻的房间。

垂直干线子系统还包括:

- 1) 垂直干线或远程通信(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) 垂直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。

1.3.5 设备间子系统

设备间子系统由设备室的电缆、连接器和相关支撑硬件组成,通过电缆把各种公用系统设备互连起来。设备间的主要设备有数字程控交换机、计算机网络设备、服务器、楼宇自控设备主机等。它们可以放在一起,也可分别设置。在较大型的综合布线中,可以将计算机设备、数字程控交换机、楼宇自控设备主机分别设置机房,把与综合布线密切相关的硬件设备放置在设备间,计算机网络设备的机房放在离设备间不远的位置。

1.3.6 建筑群子系统

建筑群（楼宇）子系统也称校园（Campus Backbone）子系统，它是将一个建筑物中的电缆延伸到另一个建筑物的通信设备和装置，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，支持楼宇之间通信所需的硬件，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，会遇到室外敷设电缆问题，一般有三种情况：架空电缆、直埋电缆、地下管道电缆，或者是这三种的任何组合，具体情况应根据现场的环境来决定。设计时的要点与垂直干线子系统相同。

任务2 布线设备和工具

在网络综合布线系统工程施工中，会用到不同的网络传输介质、网络布线配件和布线工具等。从安装施工的性质来看，综合布线工程大体可以分为三部分：管槽系统安装施工、线缆系统安装施工、测试验收。在综合布线设备中，除了最为主要的传输介质，如双绞线、光纤线缆等以外，还有很多的布线设备在使用。管槽系统安装施工工具有电工工具箱、冲击电钻、型材切割机、角磨机等工具。线缆系统安装施工又分为线缆敷设和线缆端接。线缆敷设工具有穿线器、牵引机和线轴支架等，线缆端接工具有压线工具、打线工具、光纤工具箱、光纤熔接机等。测试验收分为线缆测试和电气保护测试。线缆测试仪表有简易通断测试仪、FLUKE 620 测试仪、FLUKE DSP 4xxxx 系列测试仪等，电气保护测试仪表有数字万用表、接地电阻测量仪等。本章主要介绍传输介质、布线器材、管槽安装工具和线缆安装工具，其他工具将在相关章节中予以介绍。

2.1 常用的传输介质

在计算机之间连网时，首先遇到的是通信线路和通道传输问题。网络通信线路的选择必须考虑网络的性能、价格、使用规则、安装难易性、可扩展性及其他一些因素。目前，在通信线路上使用的传输介质有双绞线、同轴电缆、大对数线、光导纤维。

2.1.1 双绞线线缆

双绞线（Twisted Pair，TP）是一种综合布线工程中最常用的传输介质。双绞线由两根具有绝缘保护层的铜导线组成。把两根具有绝缘保护层的铜导线按一定节距互相绞在一起，可降低信号干扰的程度，每一根导线在传输中辐射出来的电波会被另一根线上发出的电波抵消。

目前，双绞线可分为非屏蔽双绞线（UTP，也称无屏蔽双绞线）和屏蔽双绞线（STP），屏蔽双绞线电缆的外层由铝箔包裹着，它的价格相对要高一些。

计算机综合布线使用的双绞线的种类如图 2-1 所示。

1. 网络双绞线的生产制造过程

下面以超 5 类非屏蔽双绞线为例，介绍双绞线的制造过程。

一般制造流程如下：铜棒拉丝→单芯覆盖绝缘层→两芯绞绕→4 对绞绕→覆盖绝缘层→

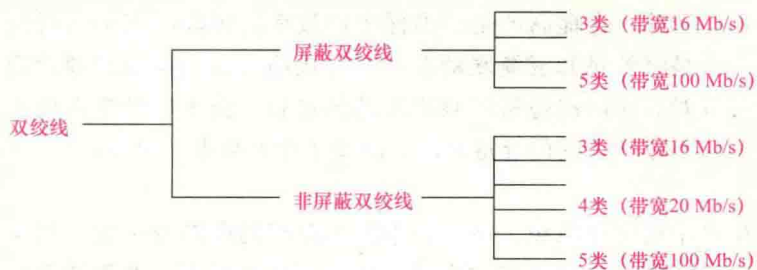


图 2-1 计算机综合布线使用的双绞线的种类

印刷标记→成卷。而在工厂专业化大规模生产超 5 类缆时的工艺流程分为绝缘、绞对、成缆、护套四项。各个制造流程的技术要求如下。

(1) 绝缘线

绝缘线检测项目、指标和测试方法见表 2-1。

表 2-1 绝缘线检测项目、指标和测试方法

序号	检测项目	指标	测试方法
1	导体直径/mm	0.511	激光测径仪
2	绝缘外径/mm	0.92	激光测径仪
3	绝缘最大偏心/mm	≤0.020	激光测径仪
4	导体伸长率/%	20~25	伸长试验仪
5	同轴电容/(pF/m)	228	电容测试仪
6	火花击穿数/个	≤2 (DC 3 500 V)	火花记录器
7	颜色	孟塞尔色标	比色

(2) 绞对

绞对时应注意收、放线张力的控制。避免张力过大导致放线不均匀，拉伤线对，对线对的电气性能产生影响；同时也应避免张力过小导致放线线盘过于松动而产生缠绕、打结现象。绞对检测项目、指标和测试方法见表 2-2。

表 2-2 绞对检测项目、指标和测试方法

序号	检测项目	指标	测试方法
1	节距	白蓝 10 mm，白桔 15.6 mm， 白绿 12.5 mm，白棕 18 mm	直尺测量
2	绞向	Z 向（右向）	目测
3	绞对线单根导线 直流电阻	≤93 Ω	电阻表
4	绞对前后 电阻不平衡率	≤2%	(大电阻值－小电阻值) / (大电阻值＋小电阻值) ×100%
5	耐高压	DC3 s, 2 000 V	

(3) 成缆。

4 对数据缆的成缆很简单，束绞或 S-Z 绞都是可以采用的工艺方式，以一定的成缆节

距，减小线对间的串音等。为提高产量、确保生产效率，多数厂家引入群绞设备来完成绞对和成缆工序。群绞是将绞对和成缆联动在一起的成缆设备。比起普通成缆机，群绞机减少了必须由对绞机绞对后才由成缆机绞制成缆芯的过程。由于群绞机在成缆时联动了绞对和成缆，缩短了绞对至成缆之间的等待时间，减少了生产周期，提高了生产效率。

(4) 护套。

护套工序在生产中类似于绝缘工序，该工序为缆线的缆芯统一包一层保护外套，并在护套上喷印生产厂家的产品信息及相关内容。护套可分为阻燃、非阻燃及室内、室外等类型。护套检测项目、指标和测试方法见表 2-3。

表 2-3 护套检测项目、指标和测试方法

序号	检测项目	指标	测试方法
1	外观检测	光滑，圆整，无孔洞，无杂质	目测
2	最小护套厚度/mm	标称 0.6 mm	游标卡尺
3	偏心/mm	≤0.20（在电缆同一截面上测量）	游标卡尺
4	电缆外径/mm	标称 5.4 mm	纸带法
5	长度误差	≤0.5 %	卷尺

2.1.2 同轴电缆

同轴电缆是由一根空心的外圆柱导体及其所包围的单根内导线所组成，如图 2-2 所示。

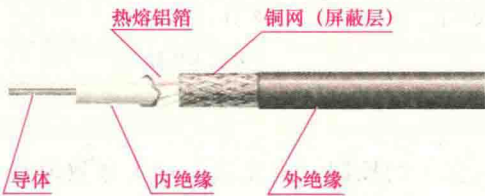


图 2-2 同轴电缆

柱体同导线用绝缘材料隔开，其频率特性比双绞线好，能进行较高速率的传输。由于它的屏蔽性能好，抗干扰能力强，通常多用于基带传输。

同轴电缆根据其直径大小可以分为粗同轴电缆与细同轴电缆。

为了保持同轴电缆的正确电气特性，电缆屏蔽层必须接地，同时两头要有终端以削弱信号反射作用。无论是粗缆还是细缆均为总线拓扑结构，即一根缆上接多部机器，这种拓扑适用于机器密集的环境。但是当一触点发生故障时，故障会串联影响到整根缆上的所有机器，故障的诊断和修复都很麻烦。所以，同轴电缆逐步被非屏蔽双绞线或光缆取代。

2.1.3 光缆

1. 光缆的组成

光导纤维是一种传输光束的细而柔韧的媒质。光导纤维电缆由一捆纤维组成，简称光缆。