

中等职业技术学校试用教材

广东、北京、广西中等职业技术学校教材编写委员会组编



电子工艺基础

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电子工艺基础/广东、北京、广西中等职业技术学校教材编写委员会组编. —广州: 广东高等教育出版社, 2002.8

中等职业技术学校试用教材

ISBN 7-5361-2718-9

I. 电… II. 广… III. 电子技术—技术学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 33969 号

广东高等教育出版社出版发行

地址: 广州市天河区林和西路

邮政编码: 510075 电话: (020) 87557232

广东省茂名广发印刷有限公司印刷

787 mm X 1 092 mm 16 开本 18.5 印张 427 千字

1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月第 1 次印刷

2002 年 8 月第 1 次修订 2002 年 8 月第 4 次印刷

本次印数: 5 000 册

定价: 25.00 元

## 前 言

以电子化、数字化、网络化、信息化为特征的知识经济已初见端倪，以信息技术为先导的科技进步日新月异。有资料表明：20世纪80年代初期，一项技术的寿命大约为30年；90年代，技术寿命变为10~15年；预计到了2005年，一项技术仅1~3年就将走下历史舞台。知识经济呼唤现代技术，呼唤大批德才兼备，具有专业技能、创新意识、创业能力，能参与市场竞争的现代人才，这给为经济和社会发展提供智力和人才保障的教育工作带来了机遇和挑战。当我们站在更高的起点和层面上审视我们过去的职业教育的时候，我们会发现，以3年的教育周期，至多仅能使受教育者掌握1~2项甚至仅仅1项专业技术（有的还只是初级水平的专业技术）的传统中等职业教育，远远不能适应知识经济发展的要求。观念、制度、教学内容、教学方法、教学手段等方面的改革已迫在眉睫。

当知识经济不断敲打21世纪大门的时候，广东、北京、广西三省市区的职教同行，决定以课堂教学内容的改革为核心，从课程改革和教材建设入手，编写一套依托三省市区骨干行业、支柱产业，综合当今世界最新科技成果，体系完善、内容先进的中等职业学校的教材，以现代的课程体系和教材，推动职业教育教学内容、教学方法、教学手段的改革，以专业建设的现代化，推动职业教育的现代化。在20世纪的最后一年，这套教材终于面世了。

本套教材遵循“宽基础，重技能，活模块”和“一纲多本”的原则，在组织有关专家、学者审定教学大纲、教学计划的基础上，由三省市区近200名专家、学者、教授及职教第一线的资深教师编写，各专业课教材并经专家和同行业的有丰富实践经验的人员审定，具有系统性和权威性。本套教材还保持了传统教育的基础性的特色，又注意吸纳当今世界最新科技成果，结合三省市

区骨干行业、支柱产业的实际，因此具有实用性、科学性和先进性。

对于本套教材中存在的疏漏和不妥之处，敬请广大专家和读者批评指正，以便我们进一步修订和完善。

广东、北京、广西中等职业技术学校教材

编写委员会

1999年4月

## 编 者 的 话

根据广东、北京、广西三省市区中等职业技术学校教材编写委员会确定的教学计划和教学大纲,我们编写了电子专业系列教材之一——《电子工艺基础》。

本书具有以下特点:

1. 本书教授的对象是中等职业学校电子信息、电气类专业刚入学的学生。由于他们还不具备电子电路等方面的专业基础知识,书中在叙述问题时均不作深入讨论,只对物理过程、现象、操作方法作阐述,语言通俗易懂,接近学生实际水平。本书也可作为业余无线电爱好者的入门教材。

2. 全书遵循“能力本位”的教学指导思想,在内容上强调“必需、够用”原则,突出实用性、实践性。详细安排了重要的《手工焊接》及《电子安装工艺》实习和相当数量的实操训练,还结合初学者的兴趣安排了典型的电子小制作内容。

3. 本书在教授时宜采用精讲多做、边讲边做、边做边讲、引导自学的教学方法,大部分内容可在实验室中进行。对带有“\*”号的章、节为选学或自学的内容。

4. 本书遵照课程内容整合的精神,将简单钳工工艺、钳工工艺实习等教学内容合并到机械常识课程中。

5. 按照职业技术学校实行学历证书和技术等级证书的“双证制”要求,本书主要章节的内容参考了《家电维修》中级工等级标准,满足考证的需要。

本系列教材由徐治乐主编,吴胜欣副主编,华南理工大学副教授朱燊权主审。全书分为十章,其中第一、四、五、六、七、八、十章由吴才鹏编写,第二、三、九章由吴才鹏和梁基成共同编写,全书由吴才鹏统稿。由于编者水平所限,书中难免存在错误和缺点,请读者不吝赐教。

电子专业教材编写组

2002年3月

# 目 录

## 第一篇 电子工艺基础知识

第一章 常用电子工程材料及工具 .....	(3)
第一节 常用电子工程材料 .....	(3)
第二节 常用工具、设备 .....	(15)
习题一 .....	(19)
第二章 常用电子元器件的识别与检测 .....	(20)
第一节 万用表的使用 .....	(20)
第二节 电阻器 .....	(28)
第三节 电容器 .....	(36)
第四节 电感器 .....	(45)
第五节 晶体二极管 .....	(51)
第六节 晶体三极管 .....	(54)
第七节 集成电路 .....	(57)
第八节 表面安装元器件 .....	(60)
第九节 开关 .....	(84)
第十节 扬声器 .....	(86)
第十一节 传声器 .....	(88)
第十二节 场效应管 .....	(89)
第十三节 可控硅 .....	(92)
第十四节 继电器 .....	(95)
第三章 常用电子测量仪器 .....	(99)
第一节 单踪示波器 .....	(99)
第二节 函数信号发生器 .....	(105)
第三节 晶体管毫伏表 .....	(108)
第四节 直流稳压电源 .....	(109)
第五节 双踪示波器 .....	(111)

第六节	晶体管特性图示仪 .....	(119)
第七节	网络电缆测试仪 .....	(129)
<b>第四章</b>	<b>准备工序的加工工艺 .....</b>	<b>(132)</b>
第一节	元器件焊脚的处理 .....	(132)
第二节	导线的加工 .....	(133)
第三节	布线、扎线和套管 .....	(137)
习题四	.....	(143)
<b>第五章</b>	<b>焊接工艺 .....</b>	<b>(145)</b>
第一节	焊接的基础知识 .....	(145)
第二节	电烙铁 .....	(147)
第三节	常用焊接材料 .....	(153)
第四节	手工焊接工艺 .....	(158)
第五节	拆焊工艺 .....	(171)
第六节	热风吹焊工艺 .....	(175)
第七节	浸焊、波峰焊和再流焊 .....	(177)
习题五	.....	(183)
<b>第六章</b>	<b>装联、安装与调试工艺 .....</b>	<b>(184)</b>
第一节	装联工艺 .....	(184)
第二节	安装工艺 .....	(201)
第三节	调试工艺 .....	(221)
习题六	.....	(223)
<b>第七章</b>	<b>技术文件基础知识 .....</b>	<b>(224)</b>
第一节	设计文件 .....	(224)
第二节	工艺文件 .....	(225)
习题七	.....	(226)

## 第二篇 技能训练

<b>第八章</b>	<b>安全用电常识 .....</b>	<b>(229)</b>
------------	---------------------	--------------

第一节	人体对电流的反应 .....	(229)
第二节	触电事故及其预防 .....	(230)
第三节	触电事故的抢救 .....	(233)
习题八	.....	(235)
<b>第九章</b>	<b>基本技能训练 .....</b>	<b>(236)</b>
第一节	常用电子元器件的识别和检测训练 .....	(236)
第二节	常用电子仪器、仪表的使用训练 .....	(250)
第三节	手工焊接工艺教学实习 .....	(255)
第四节	电子安装工艺教学实习 .....	(258)
<b>第十章</b>	<b>电子小制作 .....</b>	<b>(262)</b>
第一节	印制线路板的制作 .....	(262)
第二节	无线话筒的制作 .....	(269)
第三节	光控电子鸟的制作 .....	(270)
第四节	直流稳压电源的制作 .....	(271)
第五节	简易信号源的制作 .....	(273)
<b>附录</b>	<b>电子工艺文件格式示例 .....</b>	<b>(277)</b>



# 第 一 篇

## 电子工艺基础知识



# \* 第一章 常用电子工程材料及工具

## 第一节 常用电子工程材料

电子产品及信息网络中常用的材料有电线、电缆、光缆、敷铜板、绝缘材料、有机溶剂和漆料。下面分别简介各类材料的分类、型号及主要用途。

### 一、电线、电缆、光缆

常见的电线、电缆可分为一般安装电缆、网络线缆、电磁线和裸导线四类。其中网络线缆包括网络双绞电缆、同轴电缆和光缆。

#### (一) 安装电缆

安装电缆又称安装线,它包括了一般电线和射频电缆,其结构由心线、绝缘层和保护层组成。

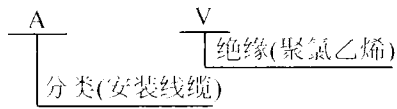
##### 1. 安装电缆的型号命名法

(1) 电线的型号命名法见表 1.1。

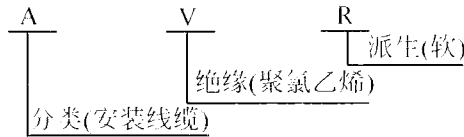
表 1.1 电线的型号命名

分类代号或用途		绝 缘		护 套		派生特性	
符号	意 义	符号	意 义	符号	意 义	符号	意 义
A	安装线缆	V	聚氯乙烯	V	聚氯乙烯	P	屏蔽
B	布电线	F	氟塑料	H	橡胶套	R	软
F	飞机用低压线	Y	聚乙烯	B	编织套	S	双绞
R	日用电器用软线	X	橡皮	L	腊克	B	平行
Y	一般工业移动 电器用线	ST	天然丝	N	尼龙套	D	带形
T	天线	SE	双丝包	SK	尼龙丝	T	特种

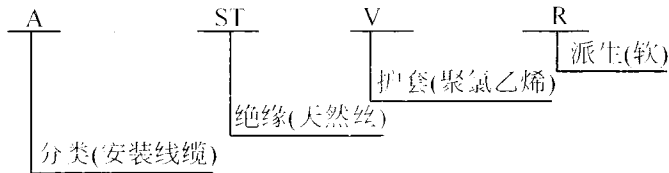
【例 1.1】 AV 表示聚氯乙烯绝缘安装线。



【例 1.2】 AVR 表示聚氯乙烯绝缘安装软线。



【例 1.3】 ASTVR 表示纤维聚氯乙烯绝缘安装软线。

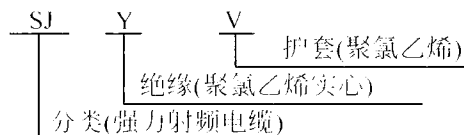


(2) 射频电缆的型号命名法,见表 1.2。

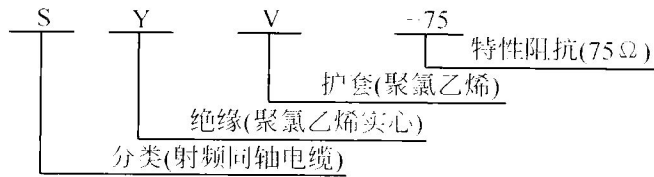
表 1.2 射频电缆的型号命名法

分 类		绝 缘		护 套		派 生 特 性	
符号	意 义	符号	意 义	符号	意 义	符号	意 义
S	射频同轴电缆	Y	聚乙烯实心	V	聚氯乙烯	P	屏蔽
SE	射频对称电缆	YF	发泡聚乙烯半空气	F	氟塑料	Z	综合式
SI	特种射频电缆 SYV 75	YK	纵孔聚乙烯半 空气	B	玻璃丝编织浸 有机硅漆	D	镀铜屏 蔽层
SI	强力射频电缆	X	橡皮	H	橡胶套		
SG	高压射频电缆	D	聚乙烯空气	VZ	阻燃聚氯乙烯		
SZ	延迟射频电缆	F	氟塑料实心	Y	聚乙烯		
SS	电视电缆	U	氟塑料空气				

【例 1.4】 SJYV 表示聚氯乙烯绝缘强力射频电缆。



【例 1.5】SYV 75 表示 75Ω 聚氯乙烯绝缘射频同轴电缆。



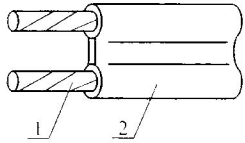
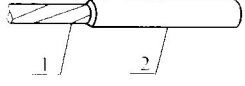
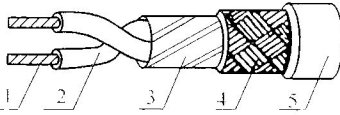
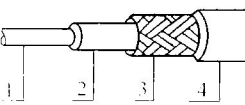
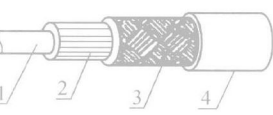
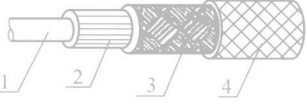
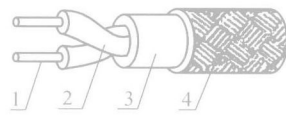
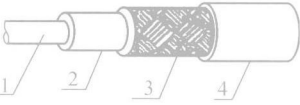
## 2. 常用安装电缆的型号及用途

常用安装电缆的型号及用途见表 1.3。

表 1.3 常用安装电缆的型号及用途

型号	名称	主要用途	结构图
AV	聚氯乙烯绝缘安装线	用于交流电压 250 V 以下或直流电压 500 V 以下的弱电流电气仪表和电信设备电路的连接	
AV-1	聚氯乙烯绝缘安装线		
AVR	聚氯乙烯绝缘安装软线		
AVRP	聚氯乙烯绝缘屏蔽安装软线		
ASTV	纤维聚氯乙烯绝缘安装线	可作为电气设备、仪表内部及仪表之间固定安装用线	
ASTVR	纤维聚氯乙烯绝缘安装软线		
ASTVRI	纤维聚氯乙烯绝缘屏蔽安装软线		
RVB	聚氯乙烯绝缘平行连接软线	用于交流额定电压 250 V 以下的移动式家用电器连接	
RVS	聚氯乙烯绝缘双绞连接软线	用于交流额定电压 500 V 以下的移动式家用电器连接	
RVZ	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套连接软线		
ASER	纤维绝缘安装软线	用于电子仪器和弱电设备的固定安装	
ASEBR	纤维绝缘安装软线		

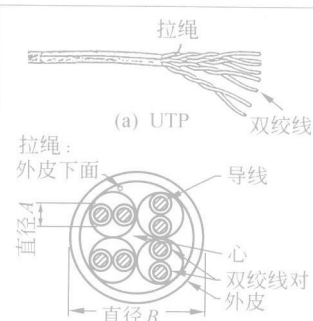
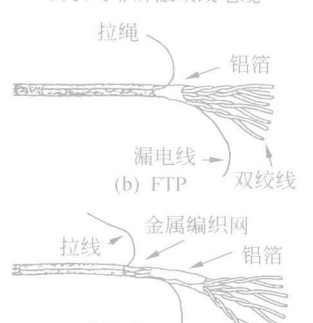
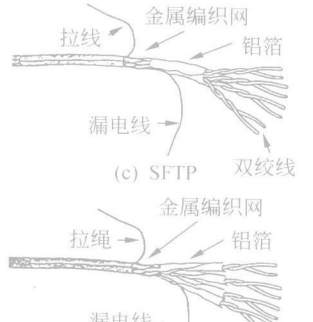
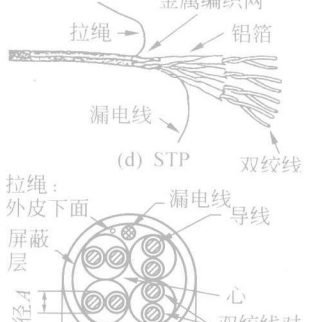
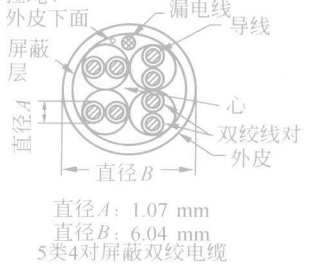
(续表 1.3)

型号	名称	主要用途	结构图
SBVD	扁形电视引线	适用于电视接收天线引线	 <p>1—铜线心 2—聚氯乙烯绝缘</p>
TXR	橡皮软天线	适用于电信电线	 <p>1—铜线心 2—橡皮绝缘</p>
SBVPV	聚氯乙烯广播电缆	作无线电广播录音和其他音频设备的固定安装线	 <p>1—铜线心 2—聚氯乙烯绝缘 3—聚氯乙烯薄膜绕包 4—镀锡铜线编织 5—聚氯乙烯护套</p>
SYV	聚氯乙烯绝缘同轴射频电缆	适用于固定式无线电装置	 <p>1—铜线心 2—聚氯乙烯绝缘 3—铜线编织 4—聚氯乙烯护套</p>
SIV-7	空气-聚乙烯绝缘同轴射频电缆	适用于固定或移动式无线电设备	 <p>1—铜线心 2—聚乙烯星形管绝缘 3—铜线编织 4—聚氯乙烯护套</p>
SFB	耐高温射频电缆	可作耐高温的无线电设备连接线, 传输高频信号	 <p>1—镀锡铜线心 2—聚四氟乙烯绝缘 3—镀银铜线编织 4—聚四氟乙烯薄膜绕包, 外加以浸渍硅有机涂的玻璃丝编织护套</p>
SBE	橡皮安装电缆	使用无线电设备的固定安装, 使用温度为 $-50 \sim +50^{\circ}\text{C}$	 <p>1—铜线心 2—橡皮绝缘 3—橡皮护套 4—镀锡铜线编织</p>
SBHP	橡皮安装屏蔽电缆		
SYV	强力射频电缆	适用于传输高频电流, 使用温度 $-40 \sim +60^{\circ}\text{C}$	 <p>1—铜线心 2—聚乙烯绝缘 3—铜线编织 4—聚氯乙烯护套</p>

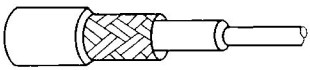
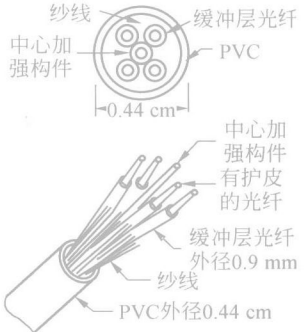
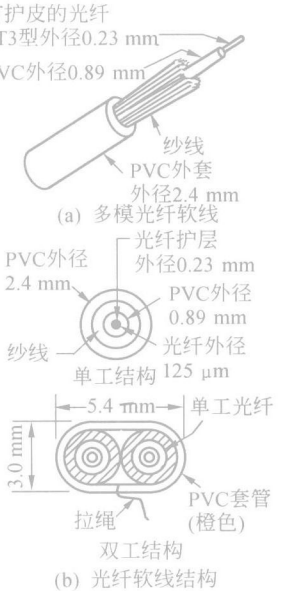
## (二)网络线缆

随着信息网络的飞速发展,网络线缆已成为最常用的一类线缆。常见的网络线缆有双绞电缆、同轴电缆和光缆。它们的型号、名称、结构图及主要用途见表 1.4。

表 1.4 常用网络线缆的型号、名称、结构图及主要用途

型 号	名 称	主要用途	结构图
EIA/TIA 第 3 类 NEMA - 100 - 24 - LL UL Leve III	3 类双绞电缆 (UTP)	计算机、通信网及综合 布线中的 10 Base - T、 4 Mbit/s 令牌环 IBM3270、3X、 AS/4001SDN 语音等语 音和数据传输	 <p>(a) UTP</p> <p>拉绳 外皮下面 直径 A 直径 B 导线 心 双绞线对 外皮</p> <p>直径 A: 0.914 mm 直径 B: 5.08 mm 5类4对非屏蔽双绞电缆</p>
EIA/TIA 第 4 类 NEMA - 100 - 24 - LL UL Leve IV	4 类双绞电缆 100 Ω 低损耗 (UTP 或 STP)	10 Base - T、16 Mbit/s 令牌环	 <p>(b) FTP</p> <p>拉绳 铝箔 漏电线 双绞线</p>
EIA/TIA 第 5 类 NEMA - 100 - 24 - XF UL Leve IV	5 类双绞电缆 100 Ω UTP (或 STP)	10 Base - T、16 Mbit/s 令牌环 100 Mbit/s 局域网	 <p>(c) SFTP</p> <p>拉绳 金属编织网 铝箔 漏电线 双绞线</p>
EIA/TIA 150 Ω STP NEMA - 150 - 22 - LL	屏蔽双绞电缆 150 Ω STP	16 Mbit/s 令牌环 100 Mbit/s 局域网 全息图像	 <p>(d) STP</p> <p>拉绳 铝箔 漏电线 双绞线</p>
6 类/E 级	超 5 类双绞电 缆 UTP	100 Base - T4 100 Base - VG 622 Mbps ATM 1000 Base - T	 <p>拉绳 外皮下面 屏蔽层 直径 A 直径 B 漏电线 导线 心 双绞线对 外皮</p> <p>直径 A: 1.07 mm 直径 B: 6.04 mm 5类4对屏蔽双绞电缆</p>
	6 类非屏蔽双绞 电缆 UTP	适用于能传输 250 MHz 的连接件和能传 输 550 MHz 的电缆构 成的传输通道	

(续表 1.4)

型号	名称	主要用途	结构图
RG-58/U	50 Ω 细缆	计算机以太网中的基带或数字传输	
RG-8	50 Ω 粗缆		
RG-62	93 Ω 网络电缆	计算机网络中 ARCnet 网络及 IBM3270 系统中的基带或数字传输	
1. GBC-4A	4 束建筑物光缆	干线子系统、水平子系统 中的传输通道	 <p>纱线 中心加强构件 缓冲层光纤 PVC 0.44 cm 中心加强构件 有护皮的 光纤 缓冲层光纤 外径 0.9 mm 纱线 PVC 外径 0.44 cm</p>
62.5/125 μm	多模互连光纤、(光纤软线)	将小于 30 m 的室内光学互连点与设备互连	<p>有护皮的光纤 FT3 型外径 0.23 mm PVC 外径 0.89 mm</p>  <p>纱线 PVC 外套 外径 2.4 mm (a) 多模光纤软线 PVC 外径 2.4 mm 光纤护层 外径 0.23 mm 纱线 单工结构 125 μm 5.4 mm 3.0 mm 单工光纤 拉绳 PVC 套管 (橙色) 双工结构 (b) 光纤软线结构</p>

下面简介常用网络线缆的基本知识。

### 1. 双绞电缆

双绞电缆简称双绞线,它是信息网络中数据传输的主要传输介质。

#### 1) 结构特点

双绞线为 8 心 4 对结构,如表 1.4 中所示。线对中每 2 根有绝缘层的铜导线(线径为 0.4 ~ 1 mm)按一定密度互相绞缠在一起,线对之间也按一定密度反时针相应地绞合在一起,再套入绝缘外皮构成传输线,双绞线也由此特点而得名。改变绞合密度、方向及绝缘



材料,会影响传输线的分布参数,使其电气参数(特性阻抗、衰减和抗干扰特性)随之改变。双绞线内 8 根心线按不同颜色组合编码,组成 4 对线对,其编码规定如表 1.5 所示。

表 1.5 线对颜色编码

线 对	颜 色 码
第 1 对	白蓝/蓝
第 2 对	白橙/橙
第 3 对	白绿/绿
第 4 对	白棕/棕

在不同的网络标准下使用的线对数不同,有的只使用其中 1 对,有的则使用多对,甚至 4 对。

## 2) 分类与型号

常用双绞线按照 ANSIC(美国国家标准学会)的 EIA/TIA Category(美国电子工业协会/美国电信工业协会标准)、UL Level(美国保险商实验所安全标准)等标准分为 5 类,即:

- Category 1      1 类双绞线
- Category 2      2 类双绞线
- Category 3      3 类双绞线
- Category 4      4 类双绞线
- Category 5      5 类双绞线

随着信息网的不断提速,在解决串扰问题的基础上已推出超 5 类、6 类和 7 类双绞线,由于目前相应的连接件最高传输频率未能与 6 类以上双绞线数据传输速率同步提高,6 类以上双绞线网的实际传输速率受到限制,目前应用还不广泛。

## 3) 主要电气特性

数据传输速率是双绞线的最主要电气参数,常用的 3~5 类双绞线的传输速率如下:

- 3 类:10 Mbit/s
- 4 类:16 Mbit/s
- 5 类:100 Mbit/s
- 超 5 类:155 Mbit/s

## 4) 应用

常见双绞线的应用见表 1.6。

表 1.6 常见双绞线的应用

Category 1(1 类)	用于基本的通信 同 Level 1, 速率 1~2 Mb/s
Category 2(2 类)	用于语音和低速数据传输 同 Level 2, 速率 1~2 Mb/s