

中等职业学校教材

电工技术基础与技能

DIANGONG JISHU JICHU YU JINENG

■ 主 编 杨少光

广西教育出版社

中等职业学校教材

电工技术基础与技能

DIANGONG JISHU JICHU YU JINENG

主 编 杨少光

广西教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工技术基础与技能 / 杨少光主编. — 南宁: 广西教育出版社, 2009.6

ISBN 978-7-5435-5521-1

I. 电… II. 杨… III. 电工技术—专业学校—教材 IV. TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第044748号

总策划◎李小勇 石立民
策划编辑◎石立民
组稿编辑◎青兆娟
责任编辑◎青兆娟 李 燕 熊叠丽
责任校对◎潘姿汝 杨红斌 何 云
美术设计◎鲍 翰

出 版 人◎李小勇
出版发行◎广西教育出版社
地 址◎广西南宁市鲤湾路8号
邮政编码◎530022
电 话◎0771-5865797 5850219
本社网址◎<http://www.gxeph.com>
电子信箱◎book@gxeph.com
印 刷◎广西大一迪美印刷有限公司
开 本◎787mm×1092mm 1/16
印 张◎15.5
字 数◎342千字
版 次◎2009年6月第1版
印 次◎2009年6月第1次印刷
书 号◎ISBN 978-7-5435-5521-1/G·4559
定 价◎24.80元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与出版社联系调换。

编委会名单

主 编 杨少光

编 委 程 周 李乃夫 孙俊台 葛金印
韩亚兰 杜从商 陈传周

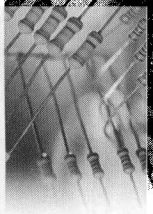
本册编写 卢芳草 梁立丰 陈胜昔 庞广富
刘海英 李 健 吴成港 黄兆牛

内容提要

本书围绕电工电子类专业的基础知识和基本技能，规划了安装白炽灯，测量电路的电压，测量电路的电流，测量电阻，学习欧姆定律，认识电路的特点，认识电源的特性，认识复杂电路特点，观察电磁现象，触电急救，扑救电气火灾，认识交流电，认识纯电阻、纯电感和纯电容交流电路，安装日光灯，安装单户住宅的用电系统，安装三相配电线路共 16 个项目。以电工电子职业岗位的典型工作任务为载体，按照“任务引领，行动导向”的职业教育教学理念，整合元件和电路参数测量、电路特点和现象观测、电气线路设计和安装、触电救护和电气火灾扑灭等专业知识和工作过程知识，让读者在完成典型工作任务的过程中，掌握电工技术基础知识与基本技能。

本书将传统的电工技术基础教材与电工技能实训教材整合在一起，是一本基础与实训二合一的教材。

本书可作为中等职业学校机电技术类、电气技术类和电子技术类专业的专业基础课教材，也可供高等职业学校相关专业学生、自动控制设备安装与调试或机电设备安装与调试的工程技术人员参考。



序

职业教育事业在探索中前行、在创新中发展。职业教育应该具有什么样的教育理念、采用什么模式、用什么样的教学方法，才能有效培养适合经济发展和企业需要的人才？这是职业教育战线同仁不断思考和践行的问题。“做中学”很好地回答了这些问题。

“做中学”是指按职业活动设计教学活动，在完成工作任务的行动中学习专业知识技能、并获得工作过程知识。它是职业教育学习的基本做法。就是让学生在完成各项目的工作任务的过程中，构建自己的知识体系，形成包括专业能力、方法能力和社会能力在内的综合职业能力。因而是现代职业教育中最为有效的学习基本途径。因此，尽快开发适合“做中学”的课程和教材，是职业教育教学改革的重要任务之一。

“做中学”教材不阐述系统的学科知识，也不是围绕教师“教”与学生“学”的教学资料，而是按照实际操作的工作步骤、安全和技术要求，指引学生明确要求、制订计划、实施工作计划、检查进度与修改工作计划、总结与评价任务完成情况等完成工作任务的各个环节。《电工技术基础与技能》是一本典型的在完成工作任务过程中学习专业知识、技能和工作过程知识的“做中学”教材。它的每个项目中的“工作任务”，让学生明确了做什么和做到什么程度；在每一个工作任务中的“相关知识”中，介绍了与工作任务相关的专业知识和工作过程知识。

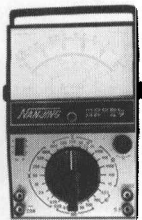
在现代职业教育中，有效的学习基本途径是理论与实践一体化，即促进学生认知能力发展和建立职业认同感相结合，符合职业能力发展规律与遵循技术、社会规范相结合，学生通过对技术工作的任务、过程和环境所进行的整体化感悟和反思，实现知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观学习的统一。《电工技术基础与技能》教材的开发，是一群专注于职业教育事业的人在探索中国特色的职业教育教学模式和方法、探索适应经济建设和企业需要人才的培养途径的践行路上留下的一片足迹。

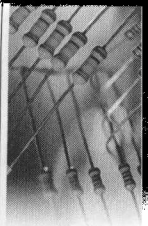
愿更多从事职业教育的朋友们参与这样的实践，并取得成功。

赵志群 陈维权

2009年5月

(赵志群 博士，北京师范大学教育技术学院技术与职业教育研究所所长)





编者的话

本书是根据教育部《关于印发中等职业学校机械制图等9门大类专业基础课教学大纲通知》(教职成〔2009〕8号)中的《中等职业学校电工技术基础与技能教学大纲》，按“项目为载体，任务引领，行动导向”的职业教育教学理念而编写的。

围绕就业导向和提高学生职业能力而进行的教学改革，使中等职业学校教师的观念发生了深刻的变化。按职业能力形成的规律，根据中等职业学校学生的智力结构和认知特点进行有效教学，是很多教师探索的课题和追求的目标。

推动中等职业学校教学从学科本位向能力本位转变，以培养学生的职业能力为导向，突出“做中学、做中教”的职业教育教学特色，就应该改变传统的以教师为中心的教学方式，改变让学生从书本上、听老师讲解的“在读和听中学”的模式。“项目为载体，任务引领，行动导向”诠释了“做中学、做中教”。做什么？学什么？教什么？又摆在了我们的面前。

在探讨做什么、学什么、教什么的过程中，我们编写了这本教材。

这本教材是围绕学生做什么、怎样做，学什么和怎样学来编写的。

1. 教学项目和工作任务的设置

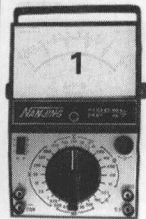
首先，我们在认真分析《中等职业学校电工技术基础与技能教学大纲》的基础上，通过企业、技能鉴定部门、教学第一线的骨干教师等多方参与论证，确定《电工技术基础与技能》课程的能力目标。

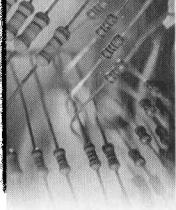
其次，根据企业提供的职业岗位的工作内容，技能鉴定部门提供的相应技术等级的鉴定标准，《中等职业学校电工技术基础与技能教学大纲》的教学内容和教学要求，设计工作项目及该项目的工作任务。

最后，按照“够用、实用、有用”的原则，整合电工电子技术的基础知识和技能。将实际任务典型化，将不同学科体系的相关知识进行横向构建，形成一系列彼此联系、层次渐进的项目任务序列，并将知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观的培养融入工作任务中，培养学生的综合职业能力。

2. 突出“做”，引导“学”

行动导向的基本内涵是通过完成工作任务的行动，即“做”，引导学生学习专业知识和技能，即“学”。“做中学”不是学会了再去做，也不是做完了才去学，而是在做的过程中去学。“做中学”不仅仅是“做”，还要“学”，学习专业知识和技能，学习过程与工作过程、教学过程与工作过程紧密联系在一起，因此，教材不应该是系统





的学科知识的描述，而应该是告诉学生做什么、怎样做的学习资料。

突出“做”，引导“学”，是“项目为载体，任务引领，行动导向”教学模式的关键。学生通过主动与全面的学习达到脑力劳动和体力劳动的统一。通过一个个项目及其工作任务的计划和实施，学生可以在教师的引导下根据工作进程确定计划，再明确为了完成指定的工作任务，必须知道什么，必须做什么。这样，学习的内容明确了，教师再引导学生从技术、工作、社会等方面对学习内容进行归纳，帮助学生构建知识体系。

3. 充分考虑学生的认知规律

教材按照由简单到复杂，由单一到综合，由一般功能到特殊功能的循序渐进的原则，组织教学项目和规划工作任务，形成一系列彼此联系、层次渐进的项目任务序列。我们按从简单的安装一盏白炽灯到安装日光灯，从安装单户住宅的用电系统到安装三相配电线路，从简单的测量电路的电压、电流与电阻到学习欧姆定律，从认识简单电路特点到认识复杂电路特点……将一个个工作任务呈现在教材中，让学生在学习过程中体会成功，激发学生学习兴趣，一步一步地向全面掌握电工技术基础与技能的目标前进，形成和提升学生的职业能力。

教材中还大量使用实拍图片和表格来描述教学内容，描述实训项目的操作步骤，对技术理论的陈述简洁而清晰，浅显易懂，具有初中文化程度的人都能轻松读懂，适合形象思维能力较强的中职学生。从这点来看，即便对于那些相对缺乏项目实训资源的职业学校来说，本教材仍不失为一本引领学生观察和思考的好教材。

本书由杨少光组织编写，并确定图书的编写体例。杨少光负责拟订图书的三级目录、编写样章、编写项目四，卢芳草编写项目一、项目二、项目三、项目十二、项目十三，庞广富编写项目五、项目六、项目七、项目十五，刘海英编写项目八，梁立丰编写项目九、项目十四，李健编写项目十、项目十一，陈胜昔编写项目十六，吴成港参加项目十五的编写。全书由黄兆牛统稿并作修改。

本书的编写工作是在广西壮族自治区教育厅、广西职教学会的指导下展开的。在编写过程中，得到中国·亚龙科技集团的大力支持和协助，得到广西第一工业学校、广西机电工程学校、广西交通运输学校、河北鹿泉职教中心、辽宁劳动经济学校、温州职业中等专业学校等学校的支持，得到程周、李乃夫、孙俊台、葛金印、韩亚兰等专家的指导，广西大学电气工程学院博士生导师龚仁喜教授仔细审读了书稿，在此一并表示衷心感谢。

限于编者的水平和编写时间仓促，书中难免存在错误和不足，恳请读者和使用本书的师生批评指正。

编者

2009年5月 广西·南宁



目 录

绪论

项目一 安装一盏白炽灯/1

任务一 学会常用电工工具的使用/1

任务二 连接导线/5

任务三 安装一盏白炽灯/8

任务四 画出电灯的电路图/11

项目二 测量电路的电压和电位/15

引言/15

任务一 用万用表测量电路的电压和电位/17

任务二 用指针式电压表测量电路的电压/26

项目三 测量电路的电流/29

引言/29

任务一 用万用表测量电路的电流/33

任务二 用指针式电流表测量电路的电流/35

项目四 电阻的测量/40

引言/40

任务一 用万用表测量电阻/42

任务二 用兆欧表测量绝缘电阻/46

★任务三 用单臂电桥测量电阻/50

项目五 学习欧姆定律/60

任务一 测量一段无源支路的电压、电流和电阻/60

任务二 测量负载的电功率/62

任务三 测量电源的电动势与内电阻/64

项目六 认识电路的特点/68

任务一 认识电阻串联电路的特点/68

任务二 认识电阻并联电路的特点/71





项目七 认识电源的特性/76

任务一 认识电源的输出电压与负载的关系/76

★任务二 认识电源的输出功率与负载的关系/78

项目八 认识复杂电路的特点/81

任务一 测量节点电流/81

任务二 测量回路电压/85

★任务三 认识叠加原理/89

★任务四 认识戴维南定理/92

项目九 观察电磁现象/98

任务一 组装小电铃/98

任务二 让塑料人荡秋千/104

任务三 万用表的指针为什么摆动/107

★任务四 观察发电机发电/112

项目十 触电急救/118

引言/118

任务一 解救触电的人脱离电源/120

任务二 给触电的人做人工呼吸/124

任务三 给触电的人做胸外心脏按压/127

任务四 对没有呼吸、没有心跳的触电者进行抢救/129

项目十一 扑救电气火灾/132

项目十二 认识交流电/137

引言/137

任务一 用示波器观察交流电的波形/141

任务二 用示波器测量交流电的周期、频率、最大值/145

任务三 用万用表和示波器分别测量电灯两端的电压/149

项目十三 认识纯电阻、纯电感和纯电容交流电路/151

任务一 测量纯电阻电路的电流与电压/151

任务二 测量纯电感电路的电流与电压/157

任务三 测量纯电容电路的电流与电压/163

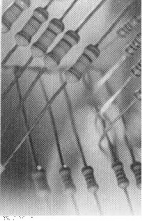
项目十四 安装日光灯/170

任务一 连接日光灯电路/170

任务二 测量日光灯电路的参数/176

任务三 连接并联电容的日光灯电路/179





项目十五 安装单户住宅的用电系统/187

任务一 安装进户线/187

任务二 安装单相进户装置/201

任务三 识读室内照明平面布置图/205

任务四 按照明平面布置图安装室内照明系统/210

项目十六 安装三相配电线路/213

任务一 安装三相进户线路/213

任务二 安装三相配电装置/217

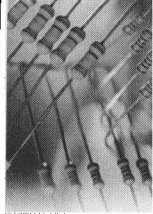
任务三 测量电源“Y”形连接时的相电压、线电压/221

任务四 测量负载作“Y”、“ Δ ”形连接时的电压和电流/225

任务五 连接三相电流测量电路/231

任务六 连接三相有功电能测量电路/233





项目一 安装一盏白炽灯

任务一 学会常用电工工具的使用

工作任务

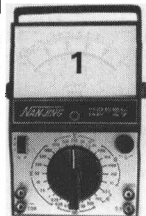
常用电工工具是指一般专业电工经常使用的工具。对电气操作人员而言，能否熟悉和掌握电工工具的结构、性能、使用方法和规范操作，将直接影响工作效率、工作质量以及人身安全。下面我们将通过对最常用电工工具的学习与操作，掌握电工工具的相关知识，规范自己的操作。

完成工作任务指引

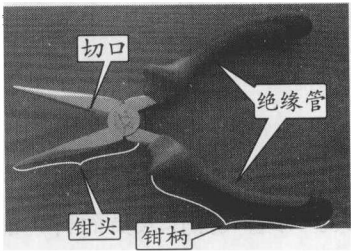
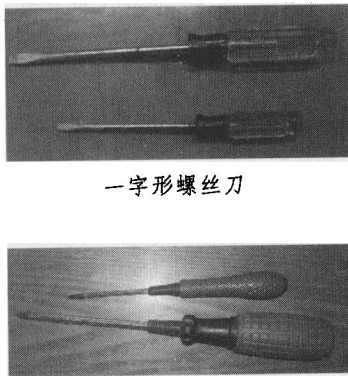
常用电工工具有：钢丝钳、尖嘴钳、剥线钳、螺丝刀、活络扳手、电工刀、试电笔（又称低压验电器、验电笔、测电笔，本书统一为试电笔）等。此外，电工常用的辅助工具有冲击电钻等。见表 1-1-1。

表 1-1-1 常用电工工具及其使用方法

名称	图片说明	文字说明	使用时注意事项
钢丝钳		<ol style="list-style-type: none"> 1. 钢丝钳是一种夹持器件（如螺丝、铁钉等物件）或剪切金属导线的工具，又称克丝钳、老虎钳，是电工应用最多的工具 2. 电工钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成。钳头包括钳口、齿口、切口、侧口四部分，其中钳口用来绞弯或钳夹导线；齿口用来旋紧或起松螺母，也可以用来绞紧导线接头和放松接头；切口用来剪切导线或拔起铁钉；侧口用来剪切钢丝、铁丝等较硬的金属丝 3. 钢丝钳的结构及握持如左图所示 4. 通常选用 150mm、175mm 或 200mm 带绝缘柄的钢丝钳 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用前，必须检查其绝缘柄，确定绝缘状况良好，否则，不得带电操作，以免发生触电事故 2. 用钢丝钳剪切带电导线时，必须单根进行，不得用切口同时剪切相线和零线或者两根相线，以免造成短路事故 3. 使用钢丝钳时要切口朝向内侧，便于控制剪切部位 4. 不能用钳头代替手锤作为敲打工具，以免变形。钳头的轴销应经常加机油润滑，保证其开闭灵活

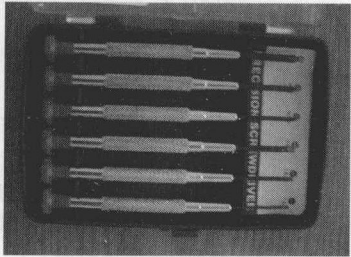
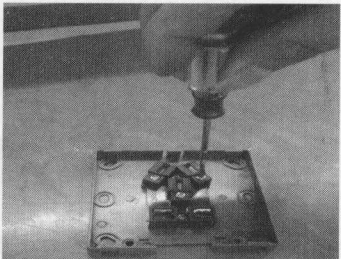
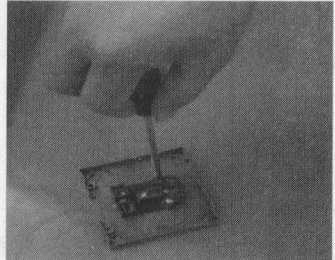
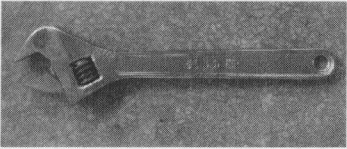


续表

名称	图片说明	文字说明	使用时注意事项
尖嘴钳		<ol style="list-style-type: none"> 尖嘴钳与钢丝钳相仿。由于尖嘴钳的钳头较细长，因此能在狭小的工作空间操作，如用于灯座、开关内的线头固定等。钳头用于夹持较小螺钉、垫圈、导线和把导线端头弯曲成所需形状；切口用于剪断细小的导线、金属丝等 尖嘴钳的结构如左图所示 通常选用带绝缘柄的 130mm、160mm、180mm 或 200mm 的尖嘴钳 	尖嘴钳使用时的注意事项与钢丝钳基本相同
剥线钳	 <p>用剥线钳剥制单股塑料铝芯导线线头的绝缘层</p>	<ol style="list-style-type: none"> 剥线钳是用来剥制截面积为 6mm^2 以下塑料或橡胶电线端部（又称“线头”）绝缘层的专用工具。它由钳头和钳柄组成 钳头有多个切口，直径为 $0.5\sim 3\text{mm}$，用于不同规格线芯的剥制；钳柄上装有塑料绝缘套管，绝缘套管的耐压为 500V 剥线钳的结构及握持如左图所示 通常选用带绝缘柄的 140mm 或 180mm 的剥线钳 	要根据不同的线径来选择剥线钳的不同切口，使切口与被剥制导线芯线直径相匹配，若切口过大难以剥离绝缘层，若切口过小会切断芯线
螺丝刀	 <p>一字形螺丝刀</p> <p>十字形螺丝刀</p>	<ol style="list-style-type: none"> 螺丝刀又称起子或旋凿，是用来旋紧或拆卸带槽螺钉的常用工具。螺丝刀按头部形状的不同，有一字形和十字形两种，如左图所示 一字形螺丝刀用来紧固或拆卸带一字槽的螺钉，其规格用柄部以外的体部长度表示，电工常用的有 50mm、150mm 两种 十字形螺丝刀是专供紧固或拆卸带十字槽螺钉的，其长度和十字头大小有多种。按十字头的规格分为四种型号：1号适用的螺钉直径为 $2\sim 2.5\text{mm}$，2号为 $3\sim 5\text{mm}$，3号为 $6\sim 8\text{mm}$，4号为 $10\sim 12\text{mm}$ 	



续表

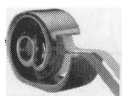
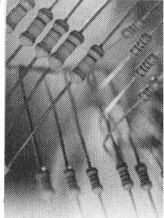
名称	图片说明	文字说明	使用时注意事项
螺丝刀	 <p data-bbox="299 523 440 548">组合式螺丝刀</p>	<p data-bbox="565 336 963 471">组合式螺丝刀配有多种规格的一字头和十字头，可以方便更换，具有较强的灵活性，适合紧固和拆卸多种不同规格的螺钉</p>	
	 <p data-bbox="297 871 440 896">使用小螺丝刀</p>  <p data-bbox="297 1180 440 1205">使用大螺丝刀</p>	<ol data-bbox="565 658 963 1155" style="list-style-type: none"> 1. 螺丝刀是电工最常用的工具之一，使用时应选择带绝缘手柄的螺丝刀，使用前先检查绝缘是否良好；螺丝刀的头部形状和尺寸应与螺钉尾槽的形状和大小相匹配 2. 在使用小螺丝刀时，一般用拇指和中指夹持螺丝刀柄，食指顶住柄端；使用大螺丝刀时，除拇指、食指和中指用力夹住螺丝刀柄外，手掌还应顶住柄端，用力旋转螺丝刀，即可旋紧或起松螺丝。螺丝刀顺时针方向旋转，旋紧螺丝；螺丝刀逆时针方向旋转，起松螺丝 3. 螺丝刀的握持如左图所示 	<ol data-bbox="978 710 1149 1103" style="list-style-type: none"> 1. 根据螺钉大小、规格选用相应尺寸的螺丝刀。严禁用小螺丝刀去拧大螺钉，或用大螺丝刀拧小螺钉 2. 不能使用穿心螺丝刀 3. 螺丝刀不能当凿子用
活络扳手		<p data-bbox="560 1431 963 1528">活络扳手是一种在一定范围内旋紧或旋松六角、四角螺栓、螺母的专用工具。活络扳手的结构如左图所示</p>	<ol data-bbox="978 1290 1149 1676" style="list-style-type: none"> 1. 要根据螺母、螺栓的大小选用相应规格的活络扳手 2. 活络扳手的开口调节应以既能夹持螺母又能方便地提取扳手、转换角度为宜 3. 不能将活络扳手当铁锤用



续表

名称	图片说明	文字说明	使用时注意事项
电工刀		<p>电工刀是一种切削电工器材(如剥削导线绝缘层、切削木枕等)的工具。电工刀的结构如左图所示</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 刀口应朝外进行操作。在剥削电线绝缘层时,刀口要放平一些,以免割伤电线的线芯 2. 电工刀的刀柄是不绝缘的,因此禁止带电使用 3. 使用后要及时把刀身折入刀柄内,以免刀刃受损或危及人身
试电笔		<ol style="list-style-type: none"> 1. 试电笔是一种用来测试导线、开关、插座等电器是否带电的工具,检测范围为50~500V。使用时,以手指握住试电笔笔身,以食指触及试电笔尾部的金属体(或钢笔式的笔套),食指如果不接触试电笔尾部的金属体,即使被测体带电,氖泡也不会发光 2. 试电笔的结构及握持如左图所示 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在光线很亮的地方使用时应用手遮挡光线,以便看清氖泡是否发光 2. 握持验电笔的手千万不要触及被测的金属体,以防发生触电事故
冲击电钻		<ol style="list-style-type: none"> 1. 手电钻是一种头部有钻头、内部装有单相整流子电动机、靠旋转来钻孔的手持电动工具。它有普通电钻和冲击电钻两种。普通电钻装上通用麻花钻,仅靠旋转能在金属上钻孔。冲击电钻采用旋转带冲击的工作方式,一般带有调节开关。当调节开关在旋转无冲击即“钻”的位置时,其功能如同普通电钻;当调节开关在旋转带冲击即“锤”的位置时,装上镶有硬质合金的钻头便能在混凝土和砖墙等建筑构件上钻孔。通常可钻直径为6~16mm的圆孔 2. 冲击钻的外形见左图 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电钻外壳要采取接地保护措施,电钻到电源的导线采用橡胶软护套线,应使用三芯线,其黑线作为接地保护线 2. 使用前要检查电钻外观有无损伤,无损伤才可插入电源插座,同时用验电笔测试电钻外壳,只有在外壳不带电时才可以用电钻 3. 钻不同直径的孔应选用相应的钻头 4. 钻孔时,右手应握紧手柄,左手持握把柄,用力要均匀 5. 对转速可以调节的电钻,在使用前选择好适当的挡位,禁止在使用时中途换挡





想一想?

剪切带电导线时，为什么不能用切口同时剪切火线和零线，或同时剪切两根导线？

任务二 连接导线



工作任务

导线连接的好坏关系到电路的质量。导线的连接方法多种多样，下面我们将根据下列各表的步骤与示例操作，学习单股芯线的连接方法。



完成工作任务指引

首先弄清几个概念和基本要求。

1. 接头

在室内布线过程中常常会遇到线路分支或导线断开的情况，需要对导线进行连接。通常我们把线的连接处称为接头。

2. 导线连接的基本要求

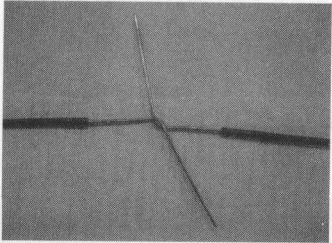
- (1) 导线接触应紧密、美观，接触电阻要小，稳定性好。
- (2) 导线接头的机械强度不小于原导线机械强度的 80%。
- (3) 导线接头的绝缘强度应与导线的绝缘强度一样。
- (4) 铝—铝导线连接时，接头处要做好耐腐蚀处理。

3. 导线连接的方法

一般有缠绕式连接（又分直线缠绕式、分线缠绕式、多股软线与单股硬线缠绕式和塑料绞型软线缠绕式等）、压板式连接、螺钉压式连接和接线耳式连接等。

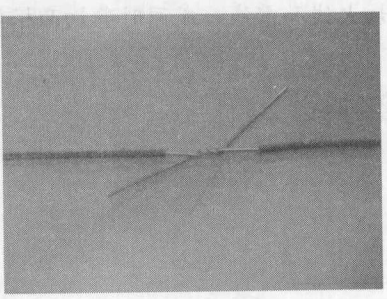
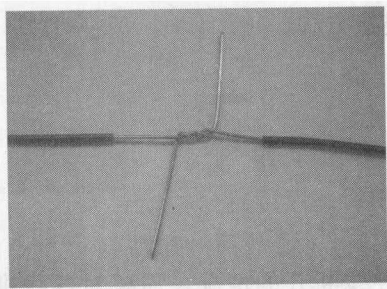
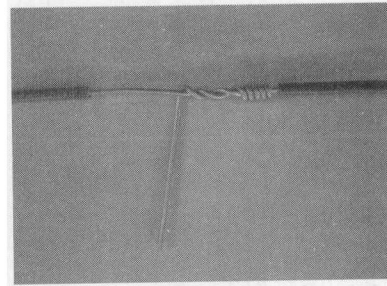
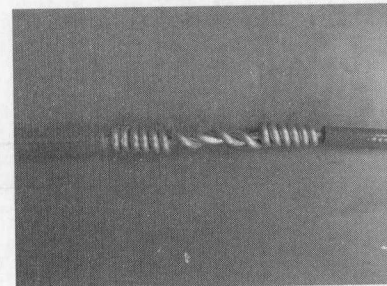
下面介绍单股导线的连接法，如下列各表格所示。

表 1-2-1 单股导线的直接连接

步骤	示意图	说明
第 1 步		将两根线头在离芯线根部的 $\frac{1}{3}$ 处呈“X”状交叉，如左图所示



续表

步骤	示意图	说明
第2步		把两根线头如麻花状相互紧绞两圈，如左图所示
第3步		把一根线头扳起与另一根处于下边的线头保持垂直，如左图所示
第4步		把扳起的线头按顺时针方向在另一根线头根部紧绕6~8圈，圈间不应有缝隙，且应垂直排绕，如左图所示。绕毕切去线芯余端
第5步		另一根线头的加工方法按第3、4两步骤要求操作

