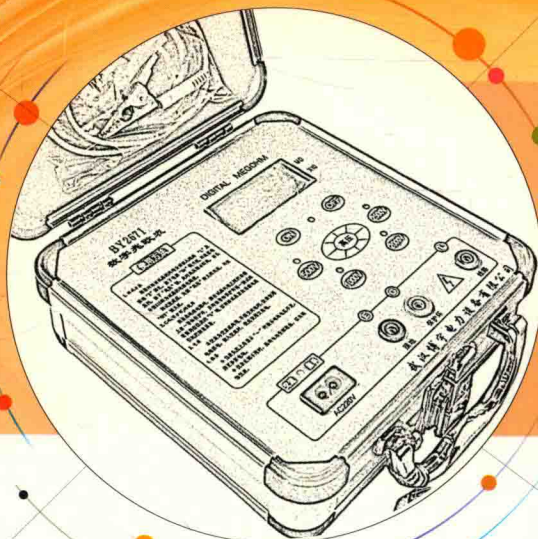


面向“十三五”机械制造类专业中高职衔接规划教材

电工技术基础 与技能

胥进 李建君 主编



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



中央广播电视大学出版社
Central Radio TV University Press

面向“十三五”机械制造类专业中高职衔接规划教材

电工技术基础与技能

主 编 胥 进 李建君
副主编 敬瑞雪 覃敏刚 陈燕平 刘清华
何高凤 罗 林 赵 盈
主 审 董国军

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是根据教育部 2009 年颁布的中等职业学校电工技术基础与技能大纲,并参照相关的最新国家职业技能标准和行业职业技能鉴定规范中的有关要求编写而成的。主要内容包
括认识电工实训室、测量简单直流电路参数、识别与检测电阻器、测量复杂直流电路参数、
识别与检测电容器、安装家庭配电线路、提高电路功率因数、认识三相供电电路和认识发电
机;系统地进行了现场急救、简单直流电路参数的测量、电阻器的识别与检测、复杂直流电
路参数测量、家庭配电线路的安装等项目技能训练。每个项目分成“任务书—学习指导—工
作单一课后练习”4 个部分,实现理实一体。

本书可供中等职业学校加工制造类专业的电工技术课程教学使用,也可供中高职衔接加
工制造类专业中职段电工技术课程教学使用,还可作为机械工人岗位培训教材及自学用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电工技术基础与技能 / 胥进, 李建君主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2016. 2

ISBN 978-7-5682-1800-9

I. ①电… II. ①胥… ②李… III. ①电工技术—中等专业学校—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 011908 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)

82562903 (教材售后服务热线)

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 / 北京通县华龙印刷厂

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 13.75

字 数 / 320 千字

版 次 / 2016 年 2 月第 1 版 2016 年 2 月第 1 次印刷

定 价 / 29.00 元

责任编辑 / 陈莉华

文案编辑 / 陈莉华

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

前 言

机械制造类专业中高职衔接教材（中职段）

编 委 会

主 任：胥 进(中职) 范 军(高职)

副主任：陈德航(高职) 周 玉(中职) 常建平(企业)

委 员：夏宝林 郑 旭 任国强(高职) 冯垒鑫 马利军 李建君

罗 巧 青 山 方 宏 吴泽军 罗长春 毛建力

戴天安 谭天峰 刘 磊(中职) 高奎龙 杨洪雨

杨 文(企业)

并参照相关的最新国家职业技能标准和行业职业技能鉴定规范中的有关要求编写而成的。在编写过程中以“专业与产业、职业岗位对接、专业课程内容与职业标准对接、教学过程与生产过程对接、学历证书与职业资格证书对接、职业教育与

学生知识基础、吸收企业、行业专家、教师等职业教育教学目标的教学实际需求，特别针对

中职段的教学大纲编写

罗巧青、方宏、吴泽军、罗长春、毛建力、戴天安、谭天峰、刘磊、高奎龙、杨洪雨、杨文(企业) 以教学和承载技能与知识，循序渐进，符合学生的认知规律。

(四) 教学形式新颖。教学过程实行任务驱动，将企业工作情境、操作规范及文明生产引入课堂教学内容中，有利于职业素养的形成，实现了教学过程与工作过程相融合，技能训练教学在真实的生产环境中进行，做到边学边做，理论与实践深度融合。

(五) 理实一体。通过“任务书”的“行动导向”来驱动教学，整个项目由任务书提出任务，驱动学生学习相关理论知识，再用“工作单”再现生产或实训过程并引导教学，既达到了行业生产要求，也符合教学组织需要，彻底摆脱了“学科导向”课程模式及“结果导向”教学方式的束缚，从而真正体现了中职专业技术的职业性、实践性和开放性。

(六) 参与编写工作的都是从事多年中职学校教学的一线骨干教师、企业一线技师、专家专家，编者经验丰富，了解学生，能很好地把握知识的重点，能以并能很好地结合实际操作进行教学。

前 言

本教材是根据教育部 2009 年颁布的中等职业学校电工技术基础教学大纲，并参照相关的最新国家职业技能标准和行业职业技能鉴定规范中的有关要求编写而成的。在编写过程中以“专业与产业、职业岗位对接，专业课程内容与职业标准对接，教学过程与生产过程对接，学历证书与职业资格证书对接，职业教育与终身学习对接”的职教理念为指导思想，针对学生知识基础，吸收企业、行业专家、高职院校专家意见，结合中等职业教育培养目标和教学实际需求，特别针对中等职业学生学习基础较差、理性认识较差、感性认识较强的特点，遵循由浅入深、由易到难、由简单到复杂的循序渐进规律编写。

本书主要体现以下特色：

(1) 以“工作过程系统化”为导向，以“任务驱动、行动导向”为指导思想，利用项目载体来承载和组织教学内容，知识围绕项目载体搭建，技能围绕项目载体实施。

(2) 教学内容充实。教学内容源于生产实际，精心选择和设计教学载体，利用源于企业实际的载体来组织教学和承载技能与知识，排序合理，符合学生的认知规律。

(3) 教学形式新颖。教学过程实行任务驱动，将企业工作流程、操作规范及文明生产引入课程教学内容中，有利于职业素养的形成，实现了教学过程与工作过程相融合，技能训练教学在全真的生产环境中进行，做到边学边做、理论与实践相结合。

(4) 理实一体。通过“任务书”的“行动导向”来驱动教学，每个项目由任务书提出任务，驱动学生学习相关理论知识，再用“工作单”再现生产或实训过程并引导教学，既达到了行业生产要求，也符合教学组织需要，彻底摆脱了“学科导向”课程模式及“结果导向”教学方法的束缚，从而真正体现了中职专业技术课的职业性、实践性和开放性。

(5) 参与编写工作的都是从事多年中职学校教学的一线骨干教师、企业一线技师、企业专家，编者经验丰富，了解学生，能很好地把握知识的重点、难点，并能很好地结合实际操作进行教学。

本书由首批国家改革创新示范校射洪职业中专学校为主任单位，联合多所中



等职业学校的骨干教师、企业专家在四川职业技术学院的指导下编写而成。四川职业技术学院承担了四川省教育体制改革试点项目“构建终身教育体系与人才培养立交桥，全面提升职业院校社会服务能力”的探索与研究，积极搭建中高职衔接互通立交桥。构建中高职衔接教材体系，既满足中等职业院校学生在技能方面的培养需求，也能满足学生在升入高等职业院校学习时对于专业理论知识的需要。

本书项目1、项目2、项目3由胥进老师编写，项目4、项目5、项目6由李建君老师编写，项目7、项目8、项目9由敬瑞雪、覃敏刚、陈燕平、刘清华、何高凤、罗林、赵盈等老师编写。全书由董国军老师主审。

由于编者经验和水平所限，本书难免存在不足和错漏之处，诚请有关专家、读者批评指正。

编者

目 录

| | |
|-------------------------------|----|
| → 项目 1 认识电工实训室 | 1 |
| 1.1 任务书 | 1 |
| 1.1.1 任务单 | 1 |
| 1.1.2 资讯途径 | 2 |
| 1.2 学习指导 | 2 |
| 1.2.1 训练目的 | 2 |
| 1.2.2 训练重点及难点 | 2 |
| 1.2.3 认识电工实训室的相关理论知识 | 2 |
| 1.3 工作单 | 17 |
| 项目评分表 | 18 |
| 1.4 课后练习 | 19 |
| → 项目 2 测量简单直流电路参数 | 20 |
| 2.1 任务书 | 20 |
| 2.1.1 任务单 | 20 |
| 2.1.2 资讯途径 | 21 |
| 2.2 学习指导 | 21 |
| 2.2.1 训练目的 | 21 |
| 2.2.2 训练重点及难点 | 21 |
| 2.2.3 测量简单直流电路参数的相关理论知识 | 21 |
| 2.3 工作单 | 35 |
| 项目评分表 | 36 |
| 2.4 课后练习 | 37 |

| | |
|-------------------------------|----|
| → 项目 3 识别与检测电阻器 | 39 |
| 3.1 任务书 | 39 |
| 3.1.1 任务单 | 39 |
| 3.1.2 资讯途径 | 40 |
| 3.2 学习指导 | 40 |
| 3.2.1 训练目的 | 40 |
| 3.2.2 训练重点及难点 | 40 |
| 3.2.3 识别与检测电阻器的相关理论知识 | 40 |
| 3.3 工作单 | 54 |
| 项目评分表 | 56 |
| 3.4 课后练习 | 57 |
| → 项目 4 测量复杂直流电路参数 | 59 |
| 4.1 任务书 | 59 |
| 4.1.1 任务单 | 59 |
| 4.1.2 资讯途径 | 60 |
| 4.2 学习指导 | 60 |
| 4.2.1 训练目的 | 60 |
| 4.2.2 训练重点及难点 | 60 |
| 4.2.3 测量复杂直流电路参数的相关理论知识 | 60 |
| 4.3 工作单 | 75 |
| 项目评分表 | 79 |
| 4.4 课后练习 | 80 |
| → 项目 5 识别与检测电容器 | 83 |
| 5.1 任务书 | 83 |
| 5.1.1 任务单 | 83 |
| 5.1.2 资讯途径 | 84 |
| 5.2 学习指导 | 84 |

| | | |
|-------|-----------------|-----|
| 5.2.1 | 训练目的 | 84 |
| 5.2.2 | 训练重点及难点 | 84 |
| 5.2.3 | 识别与检测电容器的相关理论知识 | 84 |
| 5.3 | 工作单 | 102 |
| | 项目评分表 | 105 |
| 5.4 | 课后练习 | 106 |
| → | 项目 6 安装家庭配电线路 | 109 |
| 6.1 | 任务书 | 109 |
| 6.1.1 | 任务单 | 109 |
| 6.1.2 | 资讯途径 | 110 |
| 6.2 | 学习指导 | 110 |
| 6.2.1 | 训练目的 | 110 |
| 6.2.2 | 训练重点及难点 | 110 |
| 6.2.3 | 安装家庭配电线路的相关理论知识 | 110 |
| 6.3 | 工作单 | 134 |
| | 项目评分表 | 135 |
| 6.4 | 课后练习 | 137 |
| → | 项目 7 提高电路功率因数 | 139 |
| 7.1 | 任务书 | 139 |
| 7.1.1 | 任务单 | 139 |
| 7.1.2 | 资讯途径 | 140 |
| 7.2 | 学习指导 | 140 |
| 7.2.1 | 训练目的 | 140 |
| 7.2.2 | 训练重点及难点 | 140 |
| 7.2.3 | 提高电路功率因数的相关理论知识 | 140 |
| 7.3 | 工作单 | 161 |
| | 项目评分表 | 162 |
| 7.4 | 课后练习 | 163 |

| | |
|---------------------|-----|
| → 项目 8 认识三相供电电路 | 166 |
| 8.1 任务书 | 166 |
| 8.1.1 任务单 | 166 |
| 8.1.2 资讯途径 | 167 |
| 8.2 学习指导 | 167 |
| 8.2.1 训练目的 | 167 |
| 8.2.2 训练重点及难点 | 167 |
| 8.2.3 三相供电电路的相关理论知识 | 167 |
| 8.3 工作单 | 182 |
| 项目评分表 | 183 |
| 8.4 课后练习 | 184 |
| → 项目 9 认识发电机 | 187 |
| 9.1 任务书 | 187 |
| 9.1.1 任务单 | 187 |
| 9.1.2 资讯途径 | 188 |
| 9.2 学习指导 | 188 |
| 9.2.1 训练目的 | 188 |
| 9.2.2 训练重点及难点 | 188 |
| 9.2.3 认识发电机的相关理论知识 | 188 |
| 9.3 工作单 | 201 |
| 项目评分表 | 202 |
| 9.4 课后练习 | 203 |
| → 参考文献 | 207 |

项目 1 认识电工实训室

电工实训室是进行理论和实践教学的重要场所。它可以满足电工技术理论课程所开设的配套实验及电工基本技能训练,也能满足电机拖动理论课程所开设的配套实验,同时还承担电工职业资格技能鉴定考试和考前培训。本项目主要介绍电能传输与实训室常见供电电源及安全用电常识。

1.1 任务书

1.1.1 任务单

| | | | |
|------|----------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------|
| 项目 1 | 认识电工实训室 | 工作任务 | (1) 认识电能传输与常见供电电源; (2) 认识电工实训室; (3) 触电与急救 |
| 学习内容 | (1) 认识电能传输; (2) 认识电工实训室; (3) 触电与急救 | 教学时间/学时 | 6 |
| 学习目标 | (1) 了解电能产生及其转换; (2) 了解实训室常见配电电器与电源; (3) 了解触电及其急救知识 | | |
| 思考题 | (1) 从能量的转换角度来讲,水力发电、火力发电、核电、风力发电和电池分别是将____能、____能、____能和____能转换为电能。 | | |
| | (2) 进入实训室要注意什么? | | |
| | (3) 安全用电的技术措施有哪些? | | |
| | | | |

1.1.2 资讯途径

| 序号 | 资讯类型 |
|----|-------------|
| 1 | 上网查询 |
| 2 | 安全用电常识 |
| 3 | 电工实训室安全操作规程 |
| 4 | 观摩现场急救演练 |
| 5 | 查阅试电笔的使用方法 |

1.2 学习指导

1.2.1 训练目的

- (1) 通过观察,能够正确分析电能与其他能量之间的转换关系,能用文字和符号正确描述交流电。
- (2) 通过观察,能够认识电工实训室配电电器的名称和作用。
- (3) 能用试电笔判断电工实训台电源是否带电。
- (4) 能够模拟进行触电急救。

1.2.2 训练重点及难点

- (1) 认识电工实训室配电电器的名称和作用。
- (2) 触电急救。

1.2.3 认识电工实训室的相关理论知识

1. 认识电能传输与常见供电电源

1) 电能及其产生

电能(Electric Energy)是指电以各种形式做功(即产生能量)的能力。

在生产和生活中,电能被转换成其他所需能量形式,如热能、光能、动能等,所以说电能是科学技术发展、国民经济飞跃的主要动力。图1-1所示为电能交通、城市照明、纺织及冶金中的应用。

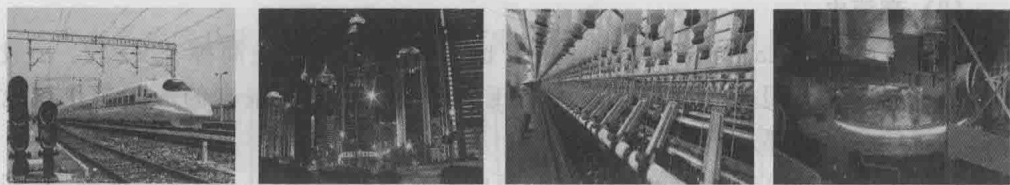


图 1-1 电能 在交通、城市照明、纺织及冶金中的应用

日常生活中使用的电能主要来自其他形式能量的转换。电能产生的方式如图 1-2 所示。

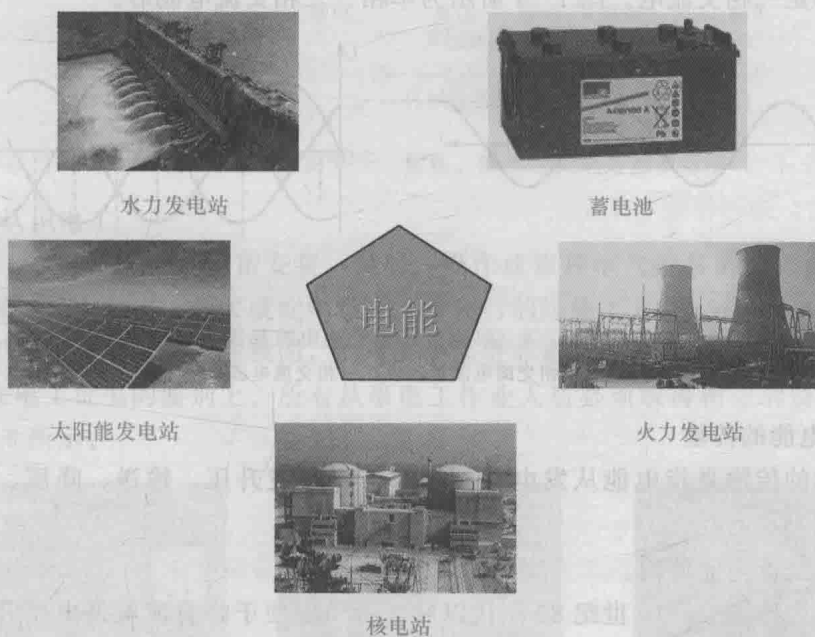


图 1-2 电能产生的方式

电源是提供电能的装置，可将其他形式的能转换成电能。

(1) 直流电。

直流电 (Direct Current, DC) 是指方向不随时间做周期性变化的电流，日常生活中用的干电池、蓄电池都是直流电。常见提供直流电的电池如图 1-3 所示。

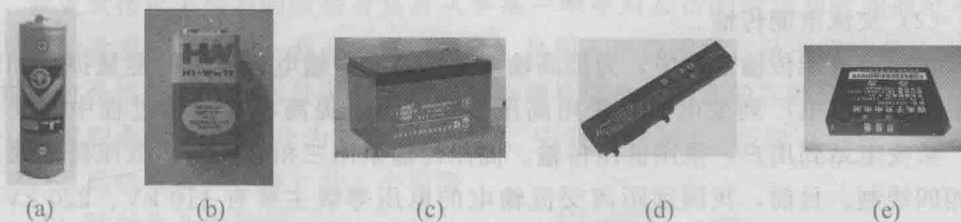


图 1-3 常见提供直流电的电池

(a) 锌锰电池；(b) 层叠电池；(c) 蓄电池；(d) 笔记本电脑电池；(e) 手机电池

(2) 交流电。

交流电 (Alternating Current, AC) 也称“交变电流”，简称“交流”。一般指大小和方向随时间做周期性变化的电压或电流。它的最基本的形式是正弦交流电。常说的交流电都是指正弦交流电。

日常生活用的照明电是单相正弦交流电，它由一条相线（俗称“火线”）和一条中性线（俗称“零线”）构成，220 V 是指它的有效值。

一般来说，日常生活中三相交流电是三相对称交流电，即由 3 个频率相同、电势振幅相等、相位互差 120° 角的交流电路组成的电力系统。目前，我国生产、配送的都是三相交流电。图 1-4 所示为单相、三相交流电波形。

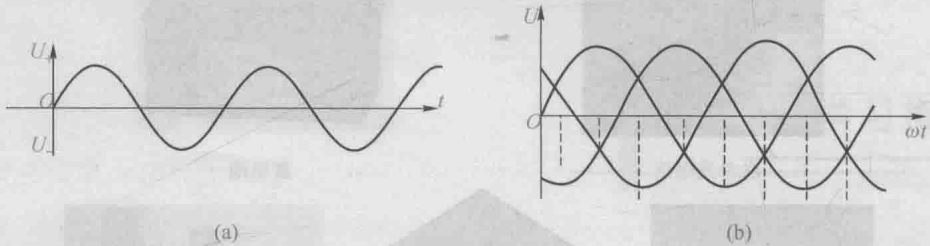


图 1-4 单相、三相交流电波形图
(a) 单相交流电波形；(b) 三相交流电波形

2) 电能的传输

电能的传输是指电能从发电厂到用户，要经过升压、输送、降压、配电的过程。

(1) 直流电能传输。

在电力传输上，19 世纪 80 年代以后，由于不便于将直流电低电压升至高电压进行远距离传输，直流输电曾让位于交流输电。自 20 世纪 60 年代以来，由于采用高电压、大功率变流器将直流电变为交流电，直流输电系统又重新受到重视并获得新的发展。

在我国，葛洲坝—上海 1 100 km、 ± 500 kV 输送容量的直流输电工程，已经建成并投入运行。此外，全长超过 2 000 km 的向家坝—上海直流输电工程也已经建成，该线路是截至 2011 年年初世界上距离最长的高压直流输电项目。

(2) 交流电能传输。

在交流电能传输系统中，为提高输电效率，减少输电过程中的能量损耗和电压损失，从发电厂到变电站，采用高压传输。为了提高电在传输过程中的安全性，从变电站到用户，采用低压传输。高压传输采用三相三线制，低压传输采用三相四线制。目前，我国远距离交流输电的电压等级主要有 110 kV、220 kV、500 kV 和 750 kV，1 000 kV 特高压输电线路正在试验中，世界上最高的输电电压是 1 500 kV。

电力系统的升压、输送、降压、配电过程示意如图 1-5 所示。

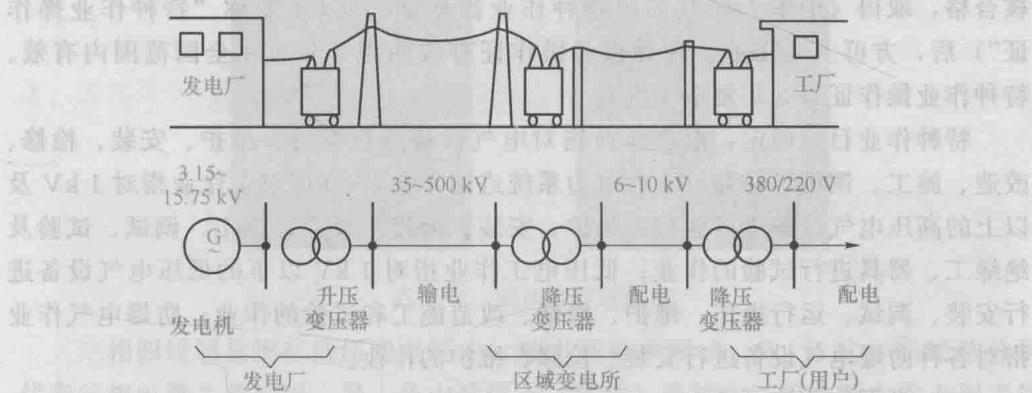


图 1-5 电力系统的升压、输送、降压、配电过程示意图

3) 认识电工

电工 (Electrician) 是指安装、保养、操作或修理电气设备的工人或者保持电气装置 (如电动机、开关或配电盘) 正常运行的维修工人 (Wireman)。

电工属于高危工种,在我国,对电工的监管非常严格,监管部门比较多,主要表现在电工证书的鉴别上。所有从事电工作业人员必须取得相应的资格证书,如图 1-6 所示。



图 1-6 电工操作证、电工登记证与电工进网作业许可证

(a) 电工操作证; (b) 电工登记证; (c) 电工进网作业许可证

(1) 职业资格证书。

职业资格证书是表明劳动者具有从事某一职业所必备的知识和技能证明。它是劳动者求职、任职、开业的资格凭证,是用人单位招聘、录用劳动者的主要依据;也是境外就业、对外劳务合作人员办理技能水平公证的有效证件。

国家职业资格等级分为初级 (五级)、中级 (四级)、高级 (三级)、技师 (二级)、高级技师 (一级) 共 5 个等级。

(2) 特种作业操作证。

2010 年 7 月 1 日起施行的《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》规定,特种作业是指容易发生事故,对操作者本人、他人的安全健康及设备、设施

的安全可能造成重大危害的作业。特种作业人员必须经专门的安全技术培训并考核合格,取得《中华人民共和国特种作业操作证》(以下简称“特种作业操作证”)后,方可上岗作业。特种作业操作证有效期为6年,在全国范围内有效。特种作业操作证每3年复审1次。

特种作业目录规定:电工作业指对电气设备进行运行、维护、安装、检修、改造、施工、调试等作业(不含电力系统进网作业)。高压电工作业指对1 kV及以上的高压电气设备进行运行、维护、安装、检修、改造、施工、调试、试验及绝缘工、器具进行试验的作业;低压电工作业指对1 kV以下的低压电气设备进行安装、调试、运行操作、维护、检修、改造施工和试验的作业;防爆电气作业指对各种防爆电气设备进行安装、检修、维护的作业。

(3) 进网作业许可证。

2006年3月1日起施行的《电工进网作业许可证管理办法》(电监会15号令)规定,进网作业电工是在用户的受电装置或者送电装置上,从事电气安装、试验、检修、运行等作业的人员。电工进网作业许可证是电工作业具有进网作业资格的有效证件。进网作业电工应当按照本办法的规定取得电工进网作业许可证并注册。未取得电工进网作业许可证或者电工进网作业许可证未注册的人员,不得进网作业。

电工进网作业许可证分为低压、高压和特种3个类别。

2. 认识电工实训室

1) 实训室供电

供电(Power Supply)是指将电能通过输配电装置安全、可靠、连续、合格地输送给广大电力客户,满足广大客户经济建设和生活用电的需要。

电工实训室的供电如图1-7所示,学校的电源引入电工实训室的配电箱中,经过教师控制台分配到各个学生的实训台,为学生实训提供各种所需电源。



图1-7 实训室布置图和供电系统框图

(a) 电工实训室布置图; (b) 电工实训室供电系统框图

学生实训台常见供电的形式有三相四线制、三相五线制两种,如图1-8所示。

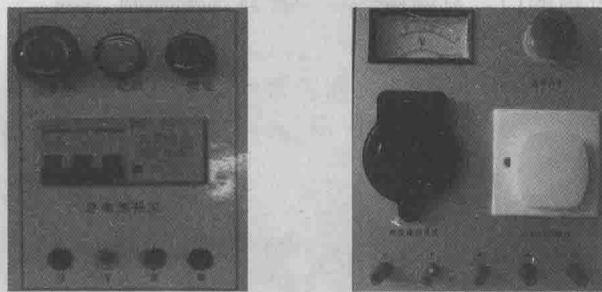


图 1-8 实训室供电形式

三相四线制是指在低压配电网中,输电线路中用 A、B、C 这 3 条线路分别代表三相电源 3 条相线,另一条中性线 N(零线)连接在三相电源中性点用于连接负载的零线,如图 1-9(a)所示。

三相五线制是指在三相四线制的基础上增加了 PE 线(保护地线),PE 线是专门为接到如设备外壳等保证用电安全所设的。PE 线在供电变压器侧与 N 线接到一起,但进入用户侧后绝不能当作零线使用;否则,发生混乱后就与三相四线制无异了,如图 1-9(b)所示。

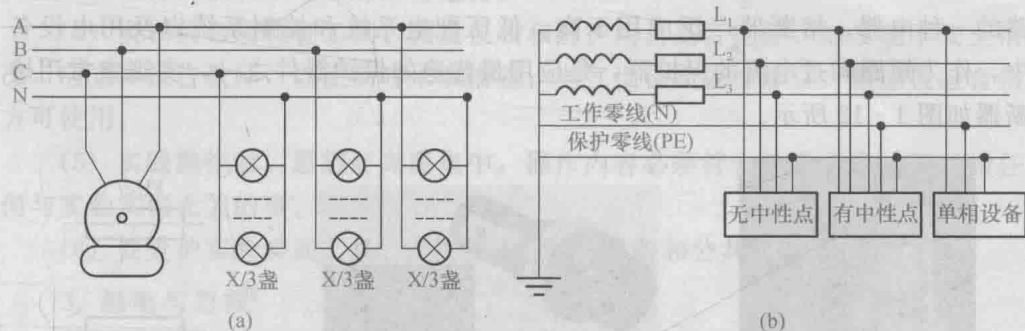


图 1-9 三相四线制与三相五线制

(a) 三相四线制; (b) 三相五线制

2) 实训室配电电器

实训室电源通过各种配电电器分配到各实训台,供同学们实验和实训使用。

(1) 电源配电箱(见图 1-10)。

配电箱的用途:合理地分配电能,方便对电路的开合操作。有较高的安全防护等级,能直观地显示电路的导通状态。便于管理,当发生电路故障时有利于检修。

注意:配电箱外壳上的“⚡”符号提示大家有电危险,要注意用电安全。学生

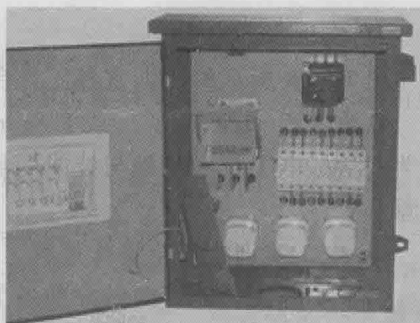


图 1-10 实训室电源配电箱