

"十三五"机电工程实践系列规划教材

机电工程基础实训系列

电工电子 实训教程

总策划·郁汉琪

主 编·殷埏生

副主编·陈兴荣

参 编·孙 晨 陈国军 张津杨

张玉琼 谢家烨 张国玉



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

“十三五”机电工程实践系列规划教材

机电工程基础实训系列

电工电子实训教程

总策划

郁汉琪

主 编

殷拴生

副主编

陈兴荣

参 编

孙 晨

陈国军

张津杨

张玉琼

谢家焯

张国玉



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

• 南京 •

内 容 简 介

本教程是根据高等工科院校电工电子技术实践教学的基本要求,以构建多学科、综合性创新人才培养体系为依据,以知识整合能力、工程实践能力、探究创新能力培养为教学目标而编写的一本通用性实践教材。编写中,充分考虑本科学生“电工电子实习”课程的教学实际,从电学基础知识出发,到电工电子实用技术的发展,精心组织教材内容,力求做到概念准确、深入浅出、拓宽基础、侧重应用。全书共 10 章,分别为:用电安全知识、电工操作基本技能、常用照明线路安装与检修、常用低压线路安装与调试、电子工艺基础、电子线路设计、典型电子产品的装配与调试、可编程控制器及周边装置的使用、单片机技术及电路制作、Elecworks 辅助电气设计。为了方便教学,各章后均提供实训教学项目,方便教学组织,同时配备思考题便于学生自主学习。

本书适合作为高等工科学学校理工类各专业的本、专科及高职学生的实习教材使用,也可供从事电类各专业技术工作的初中级工程技术人员自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实训教程/殷埏生主编. —南京:东南大学出版社,2017. 6

“十三五”机电工程实践系列规划教材·机电工程基础实训系列

ISBN 978-7-5641-7206-0

I. ①电… II. ①殷… III. ①电工技术—高等学校—教材 ②电子技术—高等学校—教材 IV. ①TM ②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 131689 号

电工电子实训教程

出版发行 东南大学出版社

出 版 人 江建中

社 址 南京市四牌楼 2 号

邮 编 210096

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常州市武进第三印刷有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 22.25

字 数 570 千字

版 次 2017 年 6 月第 1 版

印 次 2017 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5641-7206-0

印 数 1—4000 册

定 价 50.00 元

(本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830)

《“十三五”机电工程实践系列规划教材》编委会

编委会主任:郑 锋

编委会委员:郁汉琪 缪国钧 李宏胜 张 杰

郝思鹏 王红艳 周明虎 徐行健(三菱)

何朝晖(博世力士乐) 肖玲(台达)

罗锋(通用电气) 吕颖珊(罗克韦尔)

朱珉(出版社) 殷埏生 陈 巍 刘树青

编审委员会主任:孙玉坤

编审委员会委员:胡仁杰 吴洪涛 任祖平 陈勇(西门子)

侯长合(法那科) 王华(三菱)

总 策 划:郁汉琪

序

南京工程学院一向重视实践教学,注重学生的工程实践能力和创新能力的培养。长期以来,学校坚持走产学研之路、创新人才培养模式,培养高质量应用型人才。开展了以先进工程教育理念为指导、以提高实践教学质量为抓手、以多元校企合作为平台、以系列项目化教学为载体的教育教学改革。学校先后与国内外一批著名企业合作共建了一批先进的实验室、实验中心或实训基地,规模宏大、合作深入,彻底改变了原来学校实验室设备落后于行业产业技术的现象。同时经过与企业实验室的共建、实验实训设备共同研制开发、工程实践项目的共同指导、学科竞赛的共同举办和教学资源的共同编著等,在产教融合协同育人等方面积累了丰富的丰富经验和改革成果,在人才培养改革实践过程中取得了重要成果。

本次编写的《“十三五”机电工程实践系列规划教材》是围绕机电工程训练体系四大部分内容而编排的,包括“机电工程基础实训系列”“机电工程控制基础实训系列”“机电工程综合实训系列”和“机电工程创新实训系列”等 26 册。其中“机电工程基础实训系列”包括《电工技术实验指导书》《电子技术实验指导书》《电工电子实训教程》《机械工程基础训练教程(上)》和《机械工程基础训练教程(下)》等 5 册;“机电工程控制基础实训系列”包括《电气控制与 PLC 实训教程(西门子)》《电气控制与 PLC 实训教程(三菱)》《电气控制与 PLC 实训教程(台达)》《电气控制与 PLC 实训教程(通用电气)》《电气控制与 PLC 实训教程(罗克韦尔)》《电气控制与 PLC 实训教程(施耐德电气)》《单片机实训教程》《检测技术实训教程》和《液压与气动控制技术实训教程》等 9 册;“机电工程综合实训系列”包括《数控系统 PLC 编程与实训教程(西门子)》《数控系统 PMC 编程与实训教程(法那科)》《数控系统 PLC 编程与实训教程(三菱)》《先进制造技术实训教程》《快速成型制造实训教程》《工业机器人编程与实训教程》和《智能自动化生产线实训教程》等 7 册;“机电工程创新实训系列”包括《机械创新综合设计与训练教程》《电子系统综合设计与训练教程》《自动化系统集成综合设计与训练教程》《数控机床电气综合设计与训练教程》《数字化设计与制造综合设计与训练教程》等

5 册。

该系列规划教材,既是学校深化实践教学改革的成果,也是学校教师与企业工程师共同开发的实践教学资源建设的经验总结,更是学校参加首批教育部“本科教学质量与教学改革工程”项目——“卓越工程师人才培养教育计划”“CDIO 工程教育模式改革研究与探索”和“国家级机电类人才培养模式创新实验区”工程实践教育改革的成果。该系列中的实验实训指导书和训练讲义经过了十年来的应用实践,在相关专业班级进行了应用实践与探索,成效显著。

该系列规划教材面向工程、重在实践、体现创新。在内容安排上既有基础实验实训、又有综合设计与集成应用项目训练,也有创新设计与综合工程实践项目应用;在项目的实施上采用国际化的 CDIO[Conceive(构思)、Design(设计)、Implement(实现)、Operate(运作)]工程教育的标准理念,“做中学、学中研、研中创”的方法,实现学、做、创一体化,使学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习工程。通过基于这种系列化的项目教育和学习后,学生会在工程实践能力、团队合作能力、分析归纳能力、发现问题解决问题的能力、职业规划能力、信息获取能力以及创新创业能力等方面均得到锻炼和提高。

该系列规划教材的编写、出版得到了通用电气、三菱电机、西门子等多家企业的领导与工程师们的大力支持和帮助,出版社的领导、编辑也不辞辛劳、出谋划策,才能使该系列规划教材如期出版。该系列规划教材既可作为各高等院校电气工程类、自动化类、机械工程类专业,相关高校工程训练中心或实训基地的实验实训教材,也可作为专业技术人员培训用参考资料。相信该系列规划教材的出版,一定会对高等学校工程实践教育和高素质创新人才的培养起到重要的推动作用。

教育部高等学校电气类教学指导委员会主任

胡敏强

2016 年 5 月于南京

前言

现代工程与产业技术“交叉融合、高度集成、快速多变”的特征,对一线工程技术人才的综合应用能力、工程实践能力、创新创业能力、持续发展能力均提出新的要求。电工电子实习是普通高等院校理工科专业开设的重要实践教学环节,是培养复合型工程技术人才的重要手段之一。

本教程是根据高等工科院校电工电子技术实践教学的基本要求,构建多学科、综合性创新人才培养体系为依据,以知识整合能力、工程实践能力、探究创新能力培养为教学目标而编写的一本通用性实践教材。编写过程中,力求做到概念准确、深入浅出、拓宽基础、侧重应用。

本书的主要特点体现在以下几个方面:

(1) 突出基础。“电工电子实习”是应用型本科院校基础实践教学环节,本教程在内容上,突出安全用电基本知识、电工电子技术基本操作训练、电子元器件的识别与检测基本方法、仪器仪表的基本操作、电子产品基本装配工艺、电工电子类作品制作基础训练。

(2) 体现工程。本书以突出工程意识、增强工程观念、注重工程实践能力的培养为主线,以工程实践内容为重点。如电工电子元器件着重介绍特点、检测和选用;仪器仪表着重讲述使用方法和典型应用;常用照明线路、低压线路的安装和典型电子产品安装调试,力求结合工程实际;印刷板制作以计算机绘图和排版设计为主要内容。

(3) 内容新颖。为充分体现电工电子技术的新知识、新技术、新工艺、新方法,使教材以全新的面貌出现。如电工电子元器件注重新器件的介绍,仪器仪表重点介绍数字式、智能化的仪表,电子线路设计重点介绍世界著名的仿真软件 Proteus 7.8 和功能强大的电子设计一体化软件 Altium Designer 14,计算机辅助电气设计介绍了高端辅助电气设计软件 Elecworks。此外结合工程应用需要,安排了可编程控制器及周边装置的使用和单片机技术及电路制作的内容。

(4) 实践性强。本教材是实践教学中的经验总结,并在此基础上提炼出来的精华,以项目化教学为载体,开展教学与训练,因此具有很强的针对性和教学

的可操作性。同时,采用理论与实践一体化教学模式,强化学生的实训,所安排的实训内容,可以让学生在实践中掌握电工电子基本操作、安装、调试的方法与技巧。

本书由南京工程学院工业中心组织编写,殷埏生担任主编,陈兴荣、张津杨、陈国军、谢家焯、孙晨、张玉琼、张国玉等参加编写。其中,第1章由孙晨编写,第2章由殷埏生编写,第3、4章由陈兴荣编写,第5、7章由张津杨编写,第6章由张国玉编写,第8章由张玉琼编写,第9章由陈国军编写,第10章由谢家焯编写,全书由殷埏生统稿。郁汉琪教授对全书进行了认真的审阅,并提出了宝贵的意见,东南大学出版社朱珉老师及编辑为本书出版付出了辛勤的劳动,在此深表感谢。

由于我们水平有限,错误和不足在所难免,故请各位读者批评斧正。

编者

2017年2月

目 录

1 用电安全知识	(1)
1.1 供电系统基础知识	(1)
1.1.1 发电	(1)
1.1.2 输电与配电	(1)
1.1.3 负荷等级	(2)
1.2 安全用电知识	(2)
1.2.1 电工作业的基本要求	(2)
1.2.2 有关触电的基本知识	(3)
1.2.3 触电事故的原因	(6)
1.2.4 安全用电	(7)
1.2.5 消防常识	(8)
1.3 触电急救	(8)
1.3.1 触电急救方法	(8)
1.3.2 急救技术	(9)
1.4 接地与接零	(10)
1.4.1 基本概念	(10)
1.4.2 接地的种类及应用	(11)
1.5 实训项目	(13)
1.5.1 项目 1.1 参观变电所(站)	(13)
1.5.2 项目 1.2 心肺复苏练习	(14)
1.5.3 项目 1.3 灭火器的使用	(16)
思考题 1	(17)
2 电工操作基本技能	(18)
2.1 常用电工工具	(18)
2.1.1 常用通用工具	(18)
2.1.2 常用线路装修工具	(22)
2.2 常用电工仪表	(24)
2.2.1 电压表	(24)
2.2.2 电流表	(25)
2.2.3 万用表	(26)

2.2.4 兆欧表	(30)
2.3 导线连接	(32)
2.3.1 导线绝缘层的剖削	(32)
2.3.2 导线的连接	(34)
2.3.3 导线绝缘层的恢复	(38)
2.3.4 最新的导线连接方式	(40)
2.3.5 导线接触不良故障检查	(41)
2.4 实训项目	(42)
项目 导线连接	(42)
思考题 2	(46)
3 常用照明线路安装与检修	(47)
3.1 室内布线的基本操作	(47)
3.1.1 室内布线总的原则	(47)
3.1.2 室内布线的具体技术要求	(47)
3.1.3 室内配线的主要工序	(48)
3.2 室内配线方式	(48)
3.2.1 塑料护套线的配线方法	(48)
3.2.2 线管配线的方法	(49)
3.2.3 槽板布线	(50)
3.2.4 钢索布线	(52)
3.2.5 室内布线的常见故障	(53)
3.3 楼宇常用电器	(54)
3.3.1 电能表	(54)
3.3.2 新型电能表简介	(56)
3.3.3 电流互感器	(58)
3.3.4 低压断路器	(58)
3.3.5 漏电保护断路器	(59)
3.4 低压进户线的安装	(63)
3.4.1 低压架空进户线	(64)
3.4.2 对低压进户线的安装要求	(64)
3.5 量电与配电装置的安装	(64)
3.5.1 量电装置的安装	(64)
3.5.2 室内配电箱	(67)
3.6 常用照明线路的安装	(69)
3.6.1 照明开关	(69)
3.6.2 家用插座	(72)
3.6.3 白炽灯	(74)
3.6.4 荧光灯	(75)

3.6.5	电子镇流型荧光灯	(77)
3.6.6	节能型荧光灯	(77)
3.6.7	电气照明图的认识	(78)
3.6.8	家居配电线路及器材选用的估算	(80)
3.7	实训项目	(82)
项目	荧光灯线路安装	(82)
思考题 3		(83)
4	常用低压线路安装与调试	(84)
4.1	电气图的识别	(84)
4.1.1	电气原理图	(84)
4.1.2	安装接线图	(85)
4.1.3	位置图	(86)
4.2	常用低压电器	(86)
4.2.1	刀开关、负荷开关和组合开关	(86)
4.2.2	低压断路器	(89)
4.2.3	主令电器	(90)
4.2.4	熔断器	(92)
4.2.5	接触器	(94)
4.2.6	继电器	(97)
4.2.7	电器元件的维护	(102)
4.3	低压电器基本控制线路	(102)
4.3.1	三相异步电动机直接起动控制线路	(103)
4.3.2	正反转控制线路	(105)
4.3.3	能耗制动控制线路	(106)
4.3.4	两台电动机顺序起停控制线路	(107)
4.4	低压成套设备的安装与调试	(108)
4.4.1	低压成套配电装置(低压配电屏)	(108)
4.4.2	低压配电盘的安装接线	(110)
4.5	实训项目	(114)
项目	三相交流电动机正反转控制的技能训练	(114)
思考题 4		(116)
5	电子工艺基础	(117)
5.1	焊接技术	(117)
5.1.1	焊接基础知识	(117)
5.1.2	焊接工具和材料	(117)
5.1.3	焊接操作基本步骤	(119)
5.2	常用电子元件	(120)
5.2.1	电阻	(120)

5.2.2 电容	(125)
5.2.3 电感	(130)
5.2.4 变压器	(133)
5.2.5 二极管	(136)
5.2.6 三极管	(138)
5.3 SMT 技术	(140)
思考题 5	(142)
6 电子线路设计	(143)
6.1 电子产品设计方法	(143)
6.1.1 系统论设计法	(143)
6.1.2 优化设计法	(143)
6.1.3 模块化设计法	(143)
6.1.4 可靠性设计法	(143)
6.1.5 计算机辅助设计法	(144)
6.2 电子线路计算机辅助设计	(144)
6.2.1 电路的仿真	(144)
6.2.2 电路的原理图绘制	(151)
6.2.3 电路的 PCB 设计	(161)
6.2.4 创建原理图库及封装库	(166)
6.3 基本单元电路	(174)
6.3.1 直流稳压电源电路	(174)
6.3.2 驱动电路	(179)
6.3.3 运算放大电路	(182)
6.3.4 信号产生电路	(186)
6.3.5 信号处理电路	(190)
6.3.6 传感器应用电路	(194)
6.4 实训项目	(198)
6.4.1 项目 6.1 可调直流稳压电源	(198)
6.4.2 项目 6.2 自动循迹小车	(202)
思考题 6	(204)
7 典型电子产品的装配与调试	(205)
7.1 电子产品装配工艺	(205)
7.1.1 电子产品整机结构设计的要求	(205)
7.1.2 电子产品元器件布局	(205)
7.1.3 电子产品元器件组装	(207)
7.2 超外差收音机的安装与调试	(208)
7.2.1 超外差收音机的基本工作原理	(208)
7.2.2 超外差收音机的整机装配	(210)
7.2.3 超外差收音机的整机调试	(213)

7.3 实训项目	(219)
项目 超外差收音机安装	(219)
思考题 7	(219)
8 可编程控制器及周边装置的使用	(220)
8.1 概述	(220)
8.1.1 可编程控制器的起源及发展	(220)
8.1.2 可编程控制器的基本结构	(221)
8.1.3 可编程控制器的工作原理	(223)
8.1.4 可编程控制器的特点及应用	(226)
8.2 典型可编程控制	(227)
8.2.1 可编程控制器编程软件	(227)
8.2.2 可编程控制器编程语言表达方式	(228)
8.2.3 典型的可编程控制程序	(230)
8.2.4 可编程控制系统集成	(233)
8.2.5 PLC 控制系统设计	(236)
8.3 变频器	(243)
8.3.1 变频器的作用及分类	(243)
8.3.2 变频器的组成	(243)
8.3.3 变频器的基本工作原理	(244)
8.3.4 变频器的主要应用	(245)
8.3.5 变频器的参数设置	(246)
8.4 伺服系统	(248)
8.4.1 伺服系统的作用及构成	(248)
8.4.2 伺服电机基本工作原理	(249)
8.4.3 伺服控制系统基本架构及性能要求	(251)
8.4.4 伺服系统的主要应用	(252)
8.5 人机界面	(252)
8.5.1 人机界面与人机交互	(252)
8.5.2 人机界面设计基本原则	(253)
8.5.3 人机界面设计的一般过程	(254)
8.5.4 人机界面范例	(255)
8.6 实训项目	(258)
8.6.1 项目 8.1 楼梯灯的 PLC 控制	(258)
8.6.2 项目 8.2 全自动洗衣机的 PLC 控制	(259)
思考题 8	(260)
9 单片机技术及电路制作	(261)
9.1 单片机技术概述	(261)
9.1.1 单片机的定义	(261)
9.1.2 单片机的特点	(262)

9.1.3 单片机的应用	(263)
9.2 单片机硬件结构及 Keil 开发软件使用	(264)
9.2.1 单片机的组成	(264)
9.2.2 单片机的引脚功能	(265)
9.2.3 STC89C51 单片机的 CPU	(267)
9.2.4 STC89C51 单片机的存储器	(268)
9.2.5 STC89C51 单片机的复位电路	(271)
9.2.6 C51 编程语言简介	(272)
9.2.7 Keil 环境下的 C51 程序开发	(272)
9.3 单片机单元功能设计与应用	(282)
9.3.1 STC89C51 单片机 I/O 接口设计与应用案例	(282)
9.3.2 STC89C51 单片机中断系统设计与应用案例	(284)
9.3.3 STC89C51 单片机定时器设计与应用案例	(290)
9.3.4 STC89C51 单片机串行口设计与应用案例	(300)
9.4 实训项目	(304)
9.4.1 项目 9.1 单片机控制步进电机的设计	(304)
9.4.2 项目 9.2 单片机控制直流电机的设计	(307)
9.4.3 项目 9.3 基于 DS18B20 温度测量系统的设计	(312)
思考题 9	(319)
10 Elecworks 辅助电气设计	(320)
10.1 概述	(320)
10.2 Elecworks 介绍	(320)
10.3 Elecworks 原理图使用方法	(322)
10.3.1 创建原理图	(322)
10.3.2 绘制电线	(322)
10.3.3 插入符号	(326)
10.3.4 显示隐藏标注	(332)
10.3.5 端子插入	(334)
10.3.6 转移管理	(334)
10.3.7 添加宏	(335)
10.3.8 新建电线编号	(336)
10.4 实训项目	(336)
10.4.1 项目 10.1 在 Elecworks 中绘制三相交流异步电动机星—三角换接启动电路的电气原理图	(336)
10.4.2 项目 10.2 在 Elecworks 中绘制三相交流异步电动机顺序启动电路的电气原理图	(338)
思考题 10	(339)
参考文献	(340)



用电安全知识

电与国民经济和人民生活密切相关,是现代社会不可缺少的动力来源。为了更好地用好电,必须掌握电的基本规律,了解供电、用电安全的基本知识,做到安全合理用电。安全用电包括人身安全和设备安全两部分。人身安全是指防止人身接触带电物体受到电击或电弧灼伤而导致生命危险;设备安全是指防止用电事故所引起的设备损坏、起火或爆炸等危险。

1.1 供电系统基础知识

1.1.1 发电

把其他形式的能量转换成电能的场所称为发电厂或发电站。电力是由发电厂发出的,发电厂(火电、水电、风电、太阳能和其他形式)必须在适合条件的地方建设。电厂所发出的电压一般为 10.5 kV、13.8 kV、15.75 kV。

1.1.2 输电与配电

为了能将电力远送,并减少输电损耗,一般都采用高压输电。在输电时,要先经过升压变压器,将电压升高到 35~500 kV(输电电压的高低视输出功率和距离远近而定),再进行远距离高压输电,通过区域变电所降压变压器降压到 6~10 kV,将电力分配到用电单位和住宅区,最后通过用户单位或住宅区降压变压器降压到 220/380 V,通过低压配电线至用电设备。输配电过程如图 1.1 所示。

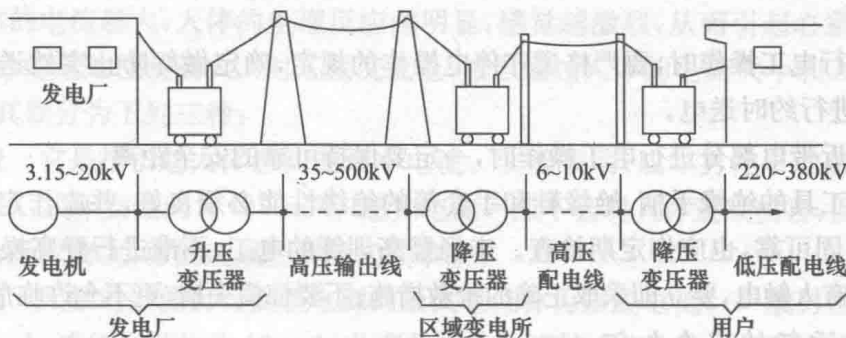


图 1.1 输配电过程示意图

我们把各种等级的电力线路将发电厂、变电所和电力用户联系起来的发电、变电、配电、和用电的整体叫电力系统。而各种不同电压等级的电力线路和变电所就组成了电力网,简称电网。

电网所供电的质量指标有三项:电压频率、电压数值、电压波形。我国交流电频率为

50 Hz,也叫“工频”,即工业用交流电频率;电压数值一般为 220 V 和 360 V;电压波形为正弦波交流电且要求三相对称。

1.1.3 负荷等级

用户负荷分三级:一级负荷中断供电将造成人身伤亡或主要设备长期难以修复,或对国民经济带来巨大损失的用户,如大型医院、炼钢厂、石油化工厂或矿井等。二级负荷中断供电将会造成大量产品报废或致使复杂的生产过程长期混乱的用户,如化纤厂、抗生素厂、体育馆、剧场等。除了一、二级负荷以外的其他用户均属三级负荷,对一、二级,要求供电系统当线路发生故障停电时,仍能保证连续供电;对三级负荷允许供电系统发生故障时暂时停电。

1.2 安全用电知识

电工是从事电气设备安装、维护的一线作业人员。作为电工,必须接受安全教育、掌握电工基本的安全知识,然后方可参加电工的实际操作。凡没有参加过安全教育、不懂得电工安全知识的人员,是不允许参加电工相关操作的。

1.2.1 电工作业的基本要求

电工所应掌握的具体安全操作技术,将在相关章节中结合具体工艺操作介绍,这里就电工最基本的安全知识强调综述如下。

1) 对电工体质的要求

凡患有精神病、癫痫、心脏病、严重高血压、内分泌失调,以及四肢功能有严重障碍者不能参加操作。

2) 电工人身安全知识教育

(1) 在进行电工安装与维修操作时,必须严格遵守各种安全操作规程和规定,不得玩忽职守。

(2) 在进行电工操作时,要严格遵守停电操作的规定,确定做好防止突然送电的各项安全措施,不准进行约时送电。

(3) 在邻近带电部分进行电工操作时,一定要保持可靠的安全距离。

(4) 操作工具的绝缘手柄、绝缘鞋和手套等的绝缘性能必须良好,并应作定期检查。登高工具必须牢固可靠,也应作定期检查。未经登高训练的电工,不准进行登高操作。

(5) 发现有人触电,要立即采取正确的抢救措施;不要惊慌失措,更不允许临危奔离现场。

3) 设备运行的安全知识

(1) 对已出现故障的电器设备、装置必须及时进行检修,不可继续勉强使用。

(2) 运行操作必须严格按照规程进行,如分断电源时,应先断开负荷开关,然后再断开隔离开关;合上电源时,应先合上隔离开关,然后再合上负荷开关。

(3) 在切断故障区域电源时,要尽量缩小停电的范围。有分路开关的,要尽量分断故障区域的分路开关;要尽量避免越级切断电源。

(4) 电气设备通常都不能受潮,要防止雨雪和洪汛的侵袭;电器设备在运行时往往都要发热,因此要具有良好的通风条件,有的还要具有防火措施;有裸露带电体的设备,尤其是高压设备应具有防止小动物窜入造成短路事故的措施。

(5) 具有金属外壳的电器设备,必须进行可靠的保护接地;凡有可能被雷击的电气设备,要安装防雷装置。

1.2.2 有关触电的基本知识

1) 触电的类型

触电是指人体触及带电体后,电流对人体造成的伤害。它有两种类型,即电击和电伤。

(1) 电击

电击是指电流通过人体内部,破坏人体内部组织,影响呼吸系统、心脏及神经系统的正常功能,甚至危及生命。电击致伤的部位主要在人体内部,它可以使肌肉抽搐,内部组织损伤,造成发热发麻、神经麻痹等,严重时将引起昏迷、窒息,甚至心脏停止跳动而死亡。数十毫安的工频电流可使人遭到致命电击。人们通常所说的触电就是指电击,大部分触电死亡事故都是由电击造成的。

(2) 电伤

电伤是指电流的热效应、化学效应、机械效应及电流本身作用造成的人体伤害。电伤会在人体皮肤表面留下明显的伤痕,常见的有灼伤、烙印和皮肤金属化等现象。

在触电事故中,电击和电伤常会同时发生。

2) 电流对人体的伤害作用

电流对人体的伤害是电气事故中最主要的事故之一。它的伤害是多方面的,其热效应会造成电灼伤、化学效应,可造成电烙印和皮肤金属化,它产生的电磁场对人辐射会导致头晕、乏力和神经衰弱等。电流对人体的伤害程度与通过人体电流的大小、种类、频率、持续时间、通过人体的路径及人体电阻的大小等因素有关。

3) 电流大小对人体的影响

通过人体的电流越大,人体的生理反应越明显,感觉越激烈,从而引起心室颤动所需的时间越短,致命的危险性就越大。对工频交流电,按照通过人体的电流大小和人体呈现的不同状态,可将其划分为下列三种:

感知电流 它是指引起人体感知的最小电流。实验表明,成年男性平均感知电流有效值约为 1.1 mA,成年女性约为 0.7 mA。感知电流一般不会对人体造成伤害,但是电流增大时,感知增强,反应变大,可能造成坠落等间接事故。

摆脱电流 人触电后能自行摆脱电源的最大电流称为摆脱电流。一般男性的平均摆脱电流约为 16 mA,成年女性约为 10 mA,儿童的摆脱电流较成年人小。摆脱电流是人体可以忍受而一般不会造成危险的电流。若通过人体电流超过摆脱电流且时间过长会造成昏迷、窒息,甚至死亡。因此摆脱电源的能力随时间的延长而降低。

致命电流 是指在较短时间内危及生命的最小电流。当电流达到 50 mA 以上就会引起心室颤动,有生命危险;如电流在 100 mA 以上,则足以致人死亡;而 30 mA 以下的电流通常不会有生命危险。