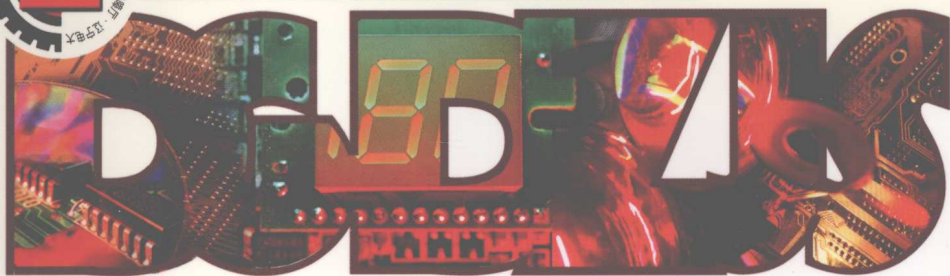




辽宁职工职业技能培训系列教材



电工电子技术

DIANGONGDIANZIJIISHU
DIANGONGDIANZIJIISHU

DGDZJS

主 编 黄 华

辽宁大学出版社

辽宁职工职业技能培训系列教材

电工电子技术

主编 黄 华
主审 全 安

辽宁大学出版社

©黄华 2006

图书在版编目 (CIP) 数据

电工电子技术/黄华主编. —沈阳: 辽宁大学出版社, 2006. 12
(辽宁职工职业技能培训系列教材)

ISBN 7-5610-4790-8

I. 电... II. 黄... III. ①电工技术—技术培训—教材
②电子技术—技术培训—教材 IV. TM TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 143739 号

责任编辑: 刘东杰

版式设计: 冬 仁

封面设计: 薄庆民

责任校对: 齐 笑

辽 宁 大 学 出 版 社

地址: 沈阳市皇姑区崇山中路 66 号 邮政编码: 110036

联系电话: 024-86864613 网址: <http://press.lnu.edu.cn>

电子邮件: Lnupress@vip.163.com

新民市印刷厂印刷

辽宁大学出版社发行

幅面尺寸: 140mm×203mm

印张: 6.375

字数: 140 千字

2006 年 12 月第 1 版

2006 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1~4200 册

定价: 14.00 元

本书编委会

主 任：于克谦

副主任：张 征 徐大庆

成 员：郑德春 杜沈生 宫模强

姜 旭 陈欲晓 顾振华

李世维 赵建国

支撑“辽宁制造” 承载振兴大业（代序）

中共辽宁省委常委、省总工会主席 王俊莲

全面推动辽宁经济振兴和社会进步，从根本上说取决于劳动者素质的提高和大批高素质人才的培养。建设创新型辽宁关键是组织起创新型人才队伍。

随着我国改革开放的发展和社会主义市场经济体制的不断完善，社会经济成分、劳动关系、就业方式、分配形式日益多样化，市场竞争日趋激烈，高素质劳动力的争夺已经成为企业竞争的焦点，发展中的各种所有制企业，迫切需要建设高素质的技能型人才队伍。同时，广大职工群众渴求知识、渴望提高自身素质，以真才实学投身社会，参与竞争、谋求发展，学习科学文化知识，实现自己人生价值，创造美好生活的愿望日益强烈，学文化、学技术的热情越来越高涨。在这样的形势下，组织广大职工开展职业技能培训已经为企业所需、职工所求，成为企业发展、职工增收的共同点。因此，动员社会方方面面的力量，积极为职工群众学习新知识、掌握新技能创造条件、搭建平台，既是使企业在市场竞争中赢得主动权的需要，也是适应广大职工日益增长的精神文化需求，维护职工学习权、发展权的具体体现，必将极大地推进工人阶级知识化进程。

2006年是“十一五”规划的开局之年，也是振兴辽宁老工业基地的关键一年。辽宁省委提出，今后5年，要确保我省经济增长速度和效益增幅持续达到或超过东部地区平均水平；确保县域经济增长速度和效益增幅持续超过全省平均水平；确保城镇居

民人均可支配收入达到全国平均水平，农民人均纯收入达到沿海省份平均水平。经过5年乃至更长一段时间的不懈努力，相信能够基本实现振兴辽宁老工业基地的目标。实现这一目标，在很大程度上要依靠我省工业化程度的进一步提高和新型工业化的进一步发展，依靠全省广大职工的奋发努力。因此，把全省广大职工，特别是把广大农民工培养成为高技能人才和新型的产业大军已成为实现辽宁老工业基地振兴的紧迫任务。近年来，我省职工队伍建设取得了很大的成效，整体素质有了很大的提高。但从总体上看，职工的文化素质和技术技能的现状与老工业基地振兴发展的要求还很不适应，职工技术更新的速度不快，高级技术工人严重短缺，职工技术技能结构不尽合理，科技和管理创新能力较弱的问题还十分突出。随着产业结构的调整，新型工业化进度加快，大批进城务工人员成为我国工人阶级队伍中的新成员，技能人才队伍建设面临着严峻挑战。因此，通过在全省开展职业技能培训活动，尽快提高广大职工的技术技能，加快培养一大批企业急需的数量充足、结构合理、素质优良的现代技术技能型、知识技能型、复合技能型人才队伍，已成为振兴辽宁老工业基地的当务之急。

学习型企业是最具竞争力的企业，知识型职工是最具竞争力的职工。这次由省总工会、省劳动保障厅和省电大联合开展的职工职业技能培训活动，就是与我省“十一五”同步，计划用5年的时间完成10万名以上中高级技工的培训任务，旨在为广大职工立足本职岗位、建功立业、创新成才搭建广阔的平台，全力打造“辽宁技工”的品牌，推出一批知识型、技能型的示范领军人物，造就一支具有娴熟精湛的岗位技术能力、高超的技术创新能力、睿智的发明创造能力、过硬的自主创新能力的高技能人才大军，支撑“辽宁制造”，承载振兴大业。这是一项立足当前、着眼未来的战略性工作，是有利于企业自身发展和职工自身全面发

展的现实选择，是实现“十一五”规划、推进辽宁老工业基地振兴的重要举措。

开展技能培训，打造技工队伍，这是一项事关我省发展全局的系统工程，需要全社会的共同参与和长期努力。省“创争”活动指导协调小组要切实加强对这项工作的领导与指导，以高度的责任感，为提高职工队伍素质提供切实有力的保证。要认真贯彻“尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造”的方针，把开展职工职业技能培训活动作为深入开展“创争”活动的重要载体，把提高职工技能与加快地方和企业发展有机结合起来，形成全方位、分层次、多渠道的培训工作新格局，提高活动的实际效果。各有关部门要加强协作，明确各自的职责，精心组织，周密部署，科学动作，扎实推进，不断形成推进工作的合力。要一级抓一级，一级促一级，形成上下联动、齐抓共管的工作机制。要建立推动和促进学习的保障体系，包括职工教育和培训经费的提取使用，各类人才培养、使用、选拔、待遇机制，以及促进职工学习的约束和激励机制等。各级工会要切实承担起参与、配合、督促、协调的职能，认真做好组织发动工作，让更多的职工投身到技能培训活动中来，推进培训目标的实现。劳动与社会保障部门要检查、督促企业行政按规定落实职工教育培训经费，规划和指导建立职工实习基地，认真做好职业技能的考核鉴定工作，不断扩大鉴定的覆盖面。电大系统要积极提供教育资源和高质的教学服务，为职工接受继续教育创造条件。在课程设置上，要努力做到贴近辽宁实际，贴近企业实际，贴近职工需求。各企业单位要从以人为本、树立科学发展观的高度为职工接受教育创造条件，把加强技能人才队伍建设作为提升企业核心竞争力的基础性工作组织并鼓励职工积极参加职业技能培训活动，最大限度地创造条件满足职工的学习要求；要保证每年有计划、有步骤地组织职工参加培训，并建立职工培训、考核、使用和待遇相结合的有

效机制；要按照有关规定提取职工培训教育经费，并合理安排好职工的培训时间。广大职工要主动适应社会主义市场经济深入发展和科技进步日新月异的新形势，牢固树立终身学习的理念，自觉坚持学习、不断加强学习，坚持用丰富的文化科学知识充实自己，抓住这次培训的机会，努力掌握各种新知识、新技能，不断增强劳动本领和竞争能力，争当学习型、知识型、技能型、专家型职工，在平凡的岗位上做出不平凡的贡献。

全面提高职工队伍素质，特别是尽快提高广大职工的技术技能和科技创新能力，已成为当前一项十分紧迫的任务。让我们共同努力，发挥各自优势，最大限度地为职工搭建学习的平台，创建实习的基地，学用结合，扎实推进职工职业技能培训活动的广泛开展，为实现“十一五”规划和老工业基地振兴提供坚实的人才保证和智力支持，充分发挥工人阶级的主力军作用。

2006 年 10 月

前 言

本教材共分八章，内容包括电气安全知识、电路的基本理论及分析方法、正弦交流电路、变压器、异步电动机、常用低压控制电路和半导体器件及应用。为了学员便于理解和掌握基本概念，本书在章前给出了本章的知识点，同时在每章后，均有小结和复习题。

本书适用于机械类职工职业技能培训，也可作为机械类业余爱好者学习参考。

本书在编写过程中受到了各级领导和同志们的大力支持，尤其是辽宁广播电视大学继续教育学院的领导和陈立奇老师的支持，在这里深表感谢。

由于时间仓促，加上本人的水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2006 年 10 月

目 录

第一章 电气安全知识	1
第一节 电气事故	1
第二节 电气安全防护技术	3
第三节 电气防火、防雷、静电安全及电磁场安全	9
第四节 触电的急救	11
复习思考题	17
第二章 电路的基本理论及分析方法	18
第一节 电路及电路模型	18
第二节 电路基本物理量	19
第三节 电路元件及其伏安关系	25
第四节 简单直流电路	30
第五节 基尔霍夫定律	39
第六节 叠加定理	44
复习思考题	46
第三章 正弦交流电路	49
第一节 正弦量的三要素	49
第二节 正弦的相量表示	54
第三节 正弦交流电路中的电阻、电感和电容	57
第四节 简单正弦交流电路分析	63
第五节 正弦交流电路的功率	66
第六节 三相交流电路	69

复习思考题	78
第四章 变压器	79
第一节 变压器的用途、分类和基本结构	79
第二节 变压器的工作原理	83
第二节 特殊用途变压器	87
第三节 变压器的额定值	90
复习思考题	92
第五章 电动机	93
第一节 三相异步电动机的基本结构及铭牌数据	93
第二节 三相异步电动机的工作原理	97
复习思考题	105
第六章 常用低压电器及继电接触控制系统	106
第一节 常用低压电器	106
第二节 三相笼式异步电动机的基本控制电路	115
复习思考题	119
第七章 半导体器件及其应用	121
第一节 半导体二极管	121
第二节 晶体管	142
复习思考题	146
第八章 数字电路基础	148
第一节 数字电路的特点	148
第二节 逻辑门电路	150
第三节 数字集成电路及其使用常识	158
第四节 触发器	168
第五节 集成 555 定时器	180
第六节 计数器	186
复习思考题	190

第一章 电气安全知识

知识点：电气安全防护技术；电气事故类型和产生原因；电气防火、防雷、静电安全及电磁场安全；触电的急救。

电能是一种特殊形式的能量，依附于导体上，但导体上是否有电，人们直观不易查觉，容易失去警惕，遭受触电伤害。同时，在生产、生活和施工中，由于各种各样的原因导致大小电气事故层出不穷，给人们带来了巨大的损失。因此，必须深入了解电气事故产生的原因，积极预防电气事故。

第一节 电气事故

一、电气事故的种类

电气事故种类繁多，从电气事故危害对象的角度可分为人身事故和设备事故两种。电气事故的主要类型有：

(一) 触电事故

触电事故是指人们触及电流所发生的人身伤害事故。一般情况为人体与带电体直接接触而触电；而在高压触电事故中，往往是人体接近带电体一定距离时，其间发生击穿放电造成触电；另外，还有可能是人体接触到平时没有电压，但对地绝缘损坏而呈现电压的电气设备的金属结构和外壳造成触电。

(二) 电气火灾和爆炸事故

由于电气方面的原因引起的火灾和爆炸称为电气火灾和爆炸事故。它在所有火灾和爆炸事故中占很大比例，因此应该加以重

视。线路开关、保险、插销、照明器具、电炉等电气设备都可能引起火灾。特别是这些电气设备在工作时与可燃物接触或接近极易引起火灾。在高压电气设备中,电力变压器、电力电容、多油断路器不仅有造成较大火灾的危险性,而且还有爆炸的危险。电气火灾和爆炸事故不仅直接造成电气设备的损坏和人身的伤亡,而且还可能造成大规模或长时间停电,以致带来不可估量的间接损失。

（三）雷电事故

雷电是一种大气放电现象。它电压极高,电流极大。雷击是一种自然灾害,它危及面广,破坏性大,雷击过电压的产生有直击雷、雷电感应和雷电侵入波。当电气设备遭受雷击时,电气设备绝缘被击穿,绝缘损坏引起的短路火花与雷电的放电火花经常造成爆炸而引起伤亡事故。

（四）静电事故

静电事故是指生产过程中产生的有害静电造成的事故,它与雷电事故相比,一般多在局部场所造成危害。静电放电不仅会给人一定程度的电击,还可能引起爆炸性混合物发生爆炸的严重危害。石油、化工、橡胶等行业的静电事故较多。

（五）电磁场伤害事故

电磁场所产生的辐射能量被人体吸收过多会对人体造成不同程度的伤害。如果人长期在高频电磁场内工作,容易引起中枢神经系统失调,主要表现为神经衰弱症候群,如头疼、头晕、乏力、失眠、记忆力减退等。

二、电气事故产生的根源

虽然电气事故危害不容忽视,但并不可怕,只要能找出它产生的根源,在实践中不断分析和总结规律,是可以预防和避免的。

电气事故发生的原因总结如下:

(一) 管理不善

某些单位电气管理部门不重视或不落实电气安全管理,用电、供电制度不完善。职工培训中对安全教育不深入,造成其缺乏电气安全知识。更有甚者使用非电工人员从事电气设备安装、架设和检修工作。

(二) 失于防护

在电气作业时,没有做好停电、验电、挂标志牌等工作;电工没有正确穿戴防护服和没有使用绝缘工具等。

(三) 安全技术措施不当

安装、使用未经检验的不合格的电气设备。在安装架设电气设备和线路时,没有采取相应的技术措施。例如,没有保护接地或接零,机床照明未采用安全电压等。

(四) 检查维修不善

电气线路老化而不更换,设备损坏长期不修理等。

(五) 缺乏知识,违章作业

有些电工缺乏电气安全方面的知识,或者为了省事而不认真按规章标准作业。例如,将低压线架在高压线上方,雷雨天不穿绝缘靴巡视室外高压设备。

第二节 电气安全防护技术

一、绝缘

为了防止带电体直接或间接接触人体,而将带电导体用不导电的物质紧密包裹、隔离起来,这种用绝缘体将带电体封闭起来的措施称为绝缘。各种线路和设备都有绝缘部分。设备和线路绝缘必须与所采用电压相符合,必须与周围环境和运行条件相适应。选择电气绝缘材料的电阻率一般在 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上,瓷玻

璃、云母、橡胶、木材、塑料、布、纸、矿油等都是常用的绝缘材料。

绝缘的性能指标主要是：一是绝缘电阻，是将电气设备的漏泄电流限制在很小范围，绝缘电阻用兆欧表来测定，不同线路对绝缘电阻要求不同；二是耐压强度绝缘物质发生电击穿时的电场强度（击穿强度），电气绝缘材料承受过电压能力可用耐压试验来检验，耐压试验是通过对被测物施加略高于运行中可能遇到的过电压来进行。

二、屏护与障碍

屏护与障碍是采用屏护装置和设一定的障碍将带电体与外界隔离开来，防止人体触及或接近带电体所采取的措施。配电线路和电气设备的带电部分，有的不便采取绝缘或者绝缘不足，为保证安全，可采用遮拦、护罩、箱、匣等将带电体同外界隔绝开来。

三、安全电气间距

（一）用电设备安全间距

用电设备的安装应考虑到防震、防尘、防潮、防火、防触电等安全要求，也包括安全距离的要求。

车间低压配电盘底口距地面的高度，暗装可取 1.4m，明装的可取 1.2m，明装的电度表板底口距地面高度可取 1.8m。

常用开关设备安装高度为 1.3~1.5m。为了便于操作，开关手柄与建筑物之间应保持 50mm 的距离，扳把开关离地面高度可取 1.4m；拉线开关离地面高度可取 2.3m。明装插座离地面高度 1.3~1.5m，暗装的可取 0.2~0.3m。室内吊灯灯具高度应大于 2.4m，受限制时，可减为 2.2m。如果还需降低，可采取适当安全措施，当灯具在桌面上方或人碰

不到的地方时，高度可降为 1.5m。户外照明灯具高度应不小于 3m，墙上灯具高度允许减为 2.5m。

(二) 检修安全距离

为了防止人体接近带电体，必须保证足够的检修安全距离。

在低压操作中，人体或其所携带工具等与带电体之间最小距离不应小于 0.1m。

在高压无遮拦操作中，人体或其所携带工具与带电体之间的最小距离不应小于下列数值：

10KV 及以下 0.7m

20~35KV 1.0m

当不满足上述距离时，应装设遮拦，并符合有关间距的要求。

工作中使用喷灯或气焊时，火焰不得喷向带电体，火焰与带电体的最小间距不得小于下列数值：

10KV 以下 1.5m

35KV 3.0m

四、安全电压

根据欧姆定律，电压越高，电流越大，因此可将加在人体上的电压限制在某一范围之内，使得通过人体的电流不超过允许范围，这个电压就是安全电压。

我国国家标准《安全电压》(GB3805—1983) 规定的安全电压等级见表 1—1。

表 1-1 安全电压 (GB3805—1983)

安全电压 (交流有效值) /V		选用举例
额定值	空载上限	
42	50	在有触电危险的场所使用的手持电动工具等
36	43	在矿井、多导电粉尘场所使用的矿灯
24	29	可供某些具有人体可能偶然触及的带电设备选用
12	15	
6	8	

实际上,从电气安全的角度来说,安全电压与人体电阻是有关系的。

人体电阻由体内电阻和皮肤电阻两部分组成。体内电阻约为 500Ω ,与接触电压无关。皮肤电阻随皮肤表面干湿、洁污状况以及接触面积而变。从人身安全的角度考虑,人体电阻一般取下限值 1700Ω (平均值为 2000Ω)。安全电流通过人体的最大容许电流值为 $10\sim 15\text{mA}$,因为在这种情况下接触电的人还能够独立地离开电极,脱离危险。不同电流强度下触电后人体生理反映不同,分为:知觉电流 (1mA 以下)、自主电流 ($1\sim 15\text{mA}$)、冻结电流 ($15\sim 30\text{mA}$) 和心室颤动电流。流经人体的电流 (小于冻结电流是安全的) 取 30mA ,人体电阻取 1700Ω ,此时,人体允许持续接触的安全电压为

$$U_{\text{saf}} = 30\text{mA} \times 1700\Omega \approx 50\text{V}$$

这里 50V (50Hz 交流有效值) 称为一般正常环境条件下允许持续接触的“安全特低电压”。

五、接地与接零

在发电、供电、用电过程中,由于电气装置老化,过压被击穿或磨损,致使原来不应带电部分 (如金属、底座、外壳等) 带