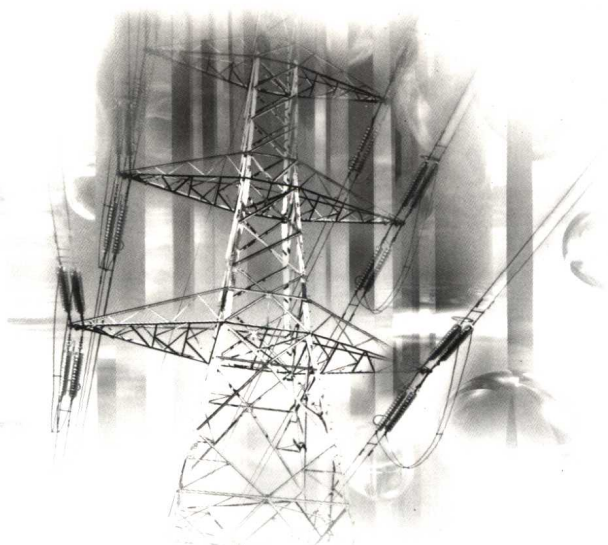


工○人○安○全○技○术○培○训○系○列○读○本

电工安全技术

鹿继续 罗顶瑞 朱兆华 编著



Chemical Industry Press



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

工人安全技术培训系列读本

电工安全技术

鹿继续 罗顶瑞 朱兆华 编著
姜 松 徐丙根 褚福银 主审



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

电工安全技术/鹿继续, 罗顶瑞, 朱兆华编著. —北
京: 化学工业出版社, 2005. 11

(工人安全技术培训系列读本)

ISBN 7-5025-7887-0

I. 电… II. ①鹿…②罗…③朱… III. ①电工-
安全技术-技术培训-教材 IV. TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 134723 号

工人安全技术培训系列读本

电工安全技术

鹿继续 罗顶瑞 朱兆华 编著

姜松 徐丙根 褚福银 主审

责任编辑: 杜进祥 郭乃铎

文字编辑: 钱 诚

责任校对: 周梦华

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社 出版发行
安全科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 12 字数 315 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7887-0

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《工人安全技术培训系列读本》编委会

主 任：吴宗之

副主任：（按姓氏笔画排序）

朱世伟 朱兆华 孙安第 沈 立 曹 荣

委 员：（按姓氏笔画排序）

王晓斌	石金声	吕宝和	朱世伟	朱兆华
朱坚平	孙安第	孙明义	苏建中	吴宗之
沈 立	张 虎	林述书	罗顶瑞	周国庆
周家铭	胡义铭	高玉华	郭振龙	曹 荣
鹿继续				

序 言

党和政府高度重视安全生产工作。党的“十六大”强调要“高度重视安全生产，保护国家财产和人民生命的安全”。安全生产事关广大人民群众的根本利益，事关改革、发展和稳定的大局，是树立和落实以人为本、全面协调可持续发展观的具体体现，是全面建设小康社会的基础和保证，也是目前社会关注的焦点。

据统计，全世界每年有 120 万工人因职业事故和工作相关疾病失去生命。近年来，我国每年发生各类事故 100 万起，死亡约 13 万人。由于中国安全生产基础薄弱，许多企业安全欠账严重、设备老化，相当一部分生产经营单位安全投入不足，事故隐患大量存在，许多企业负责人和职工安全素质亟待提高，安全技术教育尤为迫切。目前，中国的计划生育政策从城市到乡村，得到广泛的实施，独生子女将成为新世纪的主要劳动力，这些人一旦发生伤亡事故和职业病，至少要影响三个家庭六个中老年人的生活。随着中国经济的发展，人民生活水平不断提高，人们对生产活动中的安全需求将会大大提高，人们会把安全、卫生、舒适的劳动条件作为职业选择的重要标准，对生产活动中安全-健康的关注已经上升到前所未有的高度。

知识就是力量。对劳动者进行安全技术知识的宣传、教育和普及，将会使他们加深对安全法规、标准以及安全规章的理解和认识，提高遵章守法的主动性和自觉性，真正做到“不伤害自己，不伤害别人，不被别人伤害”。故此，化学工业出版社特组织国内有关科研院所和企业的专家、学者共同编写了《工人安全技术培训系列读本》。

本系列读本各分册均围绕各专业工种的基础理论知识和基本操作技能，介绍各种作业条件下的安全要点及防护措施。我相信丛书的出版会受到广大技术工人的欢迎！

中国安全生产科学研究院副院长
中国职业安全健康协会副理事长兼秘书长

吴宗之

2005 年 3 月

前 言

电力是国家建设和人民生活的重要物质基础。我国是世界第三电力大国，遍布城乡的电力网为我国现代化建设提供了源源不断的动力，成为当今社会最广泛应用的能源。

电在造福人类的同时，对人及物也构成很大的潜在危险。电气安全包括人身安全和设备安全两个方面，电气安全渗透在电工作业、电力管理及电器使用的各个环节中。新技术的应用带来了一些需要探讨的电气安全课题，如静电安全问题、电磁场安全问题等。如果对安全用电认识不足，对电气设备的安装、维修、使用不当，或由于违章操作等原因，均可能造成触电事故、线路设备事故或遭受雷击、静电、电磁场危害或引发电气火灾、爆炸等事故。这些事故除了会造成人员伤亡及设备损坏外，还可能造成大面积停电，给国民经济发展和人民生活带来不可估量的损失。

全世界每年死于电气事故的人数约占全部事故死亡人数的25%，电气火灾约占火灾总数的14%以上。安全用电是衡量一个国家用电水平的重要标志之一，若以用电量和触电死亡人数的相对值作为衡量安全用电水平的标准，安全用电水平高的国家，约每耗电 $20 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 触电死亡1人；而水平低的国家则每耗电 $1 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 触电死亡1人。此外，也可以以用电人口数和触电死亡人数的相对值来衡量安全用电水平。工业发达国家大约每百万人口触电死亡0.5~1人；20世纪80年代我国农村为每百万用电人口触电死亡10人。另据统计，在我国触电死亡总人数中，工业和城市居民仅占15%，而农村竟占85%。据对一些地区近年来触电死亡事故综合分析，高压触电死亡人数占12.5%，低压触电死亡人数却占87.5%。

对于安全用电工作，国家和政府十分重视，为了完善供用电制度，加强电力安全技术管理，由国家及有关部委颁布的安全法规、条例、规程、标准、规范已达 300 多种。这对于保证电气安全、防止电气事故起到了积极作用，也为电气管理工作逐步走向规范化、科学化、现代化奠定了良好的基础。

通过对电工安全技术的学习，进一步了解有关电力的基本知识，熟悉安全用电知识、电气安全技术和电气工作的安全规程及制度，掌握触电急救方法和安全作业的要求及措施，树立“安全第一，预防为主”的思想，确保用电安全。

本书由朱兆华、褚福银、姜松、罗顶瑞、鹿继续等策划；由鹿继续、罗顶瑞、朱兆华编著，本书第一章～第八章、第十章～第十二章由鹿继续、罗顶瑞编写，第九章、第十三章由朱兆华编写；全书由朱兆华、褚福银、姜松、徐丙根主审。

本书由南京兆元安全环境科技服务有限公司组织编写，编审过程中得到了江苏省安全生产监督管理局、江苏省安全生产管理协会、南京市安全生产监督管理局、南京市安全技术工程学会、中国石化集团南化公司、中国石化集团二公司等单位以及丁晓军、王中坚、张明慧、施亮、朱旻等同志的大力支持，在此深表谢意！

本书由于编审时间仓促，不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2005 年 9 月

内 容 提 要

本书是《工人安全技术培训系列读本》的一个分册。

本书介绍了电气作业安全管理知识，重点介绍了电工常用基础知识，电工通用安全技术，电工安全操作方法、内容、步骤和有关操作技能，对触电事故案例进行了分析，提出了预防事故发生的措施和要求等。

本书内容由浅入深，通俗易懂，实用性强，可供各类电工、电气管理人员和电气安全监察人员使用。

目 录

第一章 电工基础知识	1
第一节 电的基本概念	1
一、电	1
二、电的类型	1
三、电压等级	2
四、电荷、电压与电流	2
五、导体和绝缘体	3
第二节 直流电路	3
一、电路的基本概念	3
二、欧姆定律	10
三、电路的串联、并联和混联	12
四、基尔霍夫定律	18
第三节 交流电路	20
一、正弦交流电路	20
二、单相交流电路	23
三、三相交流电路	34
第四节 电力系统	43
一、特点、组成及其基本要求	43
二、电源中性点不接地的电力系统	45
三、电源中性点经消弧线圈接地的电力系统	47
四、电源中性点直接接地的电力系统	48
五、供配电系统接线	50
思考题	54

第二章 电气安全技术知识	56
第一节 触电事故的种类	56
一、触电的种类	56
二、电气事故种类	59
第二节 电流对人体的作用	60
第三节 触电事故的原因及规律	65
一、触电死亡事故主要原因	65
二、触电事故的规律	66
第四节 防止触电的技术措施	67
一、安全电压	68
二、绝缘	70
三、屏护	72
四、间距	73
五、漏电保护	75
六、正确使用电气安全用具	76
第五节 安全标志	76
一、安全色	76
二、安全标志	77
三、指示灯、按钮和接线端子的颜色与标志	79
第六节 触电急救	81
一、脱离电源	82
二、伤员脱离电源后的处理	83
三、现场急救方法	84
四、杆上或高处触电急救	87
思考题	89
第三章 常用电气设备安全	91
第一节 工作环境对电气设备的要求	91
第二节 电动机	92
一、一般规定	92
二、电动机安装	93

三、电动机控制和保护设备	93
四、电动机的启动	94
五、电动机的运行	94
第三节 常用保护电器与开关电器	96
一、熔断器	96
二、热继电器	97
三、接触器与启动器	97
四、电磁式脱扣器	98
五、闸刀开关	99
六、转换开关	100
七、自动空气开关	101
八、交流接触器	102
九、断路器	105
十、高压熔断器	110
第四节 电力变压器	113
第五节 照明设备	116
第六节 携带式及移动式设备	117
一、一般安全措施	118
二、手电钻	119
三、交流电焊机	120
四、电动起重机	121
五、直流弧焊机	124
六、直流设备	124
第七节 低压电气设备检修安全技术措施	125
一、停电	125
二、验电	126
三、装设接地线	126
四、悬挂标示牌和装设遮栏	127
思考题	128
第四章 电气线路安全	130

第一节 线路安全技术	130
一、导线和电缆截面的选择	130
二、导线及电缆绝缘的安全载流量	135
第二节 架空线路	137
一、架空线路组成部分的安全要求	138
二、架空线路的运行和维护	145
第三节 低压布线	149
一、室内低压布线	149
二、户内低压线路的安装	157
三、电缆布线	160
第四节 临时线路	166
一、临时线路的概念	167
二、安全要求	167
思考题	168
第五章 变配电安全运行	169
第一节 企业变配电	169
一、方式及选择	169
二、变电所主结线 (6~35kV)	171
第二节 企业变电所电气安全	174
第三节 技术管理	176
一、技术资料	176
二、图纸、模拟图板	176
三、记录本	176
四、规程制度	177
第四节 运行制度	178
一、交接班制度	178
二、巡回检查制度	178
三、缺陷管理制度	179
四、变电所维护试验制度	180
五、质量验收制度	181

六、工作票制度	181
七、操作票制度	185
第五节 故障处理	186
一、变压器	186
二、断路器(跳闸、拒跳、拒合)	189
三、直流系统的故障处理	191
四、所有变压器的故障处理	192
五、避雷器的故障处理	193
思考题	193
第六章 保护接地与保护接零	194
第一节 保护接地	194
一、中性点不接地电网的安全分析	194
二、保护接地原理	195
三、接地电阻值	196
四、中性点不接地电网的安全措施	196
第二节 保护接零	197
一、中性点接地电网的安全分析	197
二、工作接地	198
三、保护接零原理	199
四、重复接地	200
五、中性点接地电网的安全要求	201
第三节 接地和接零的应用范围	202
一、应采取接地或接零的设备	202
二、可以不采取接地或接零的设备	203
第四节 接地和接零的比较	203
一、保护接地和保护接零的相同处	203
二、保护接地和保护接零不同点	203
第五节 接地装置和接零装置	204
一、自然接地体和人工接地体	204
二、接地线和接零线	205

三、接地和接零装置的安全要求·····	205
第六节 接地装置运行检查·····	207
一、接地电阻的要求和测量·····	207
二、接地装置的运行检查·····	208
三、降低接地电阻的措施·····	208
思考题·····	209
第七章 电气安全装置·····	210
第一节 漏电保护装置·····	210
一、漏电保护装置动作电流整定值的选择·····	210
二、漏电保护器的选用、接线及安装使用·····	212
三、漏电保护装置的运行管理·····	216
第二节 电气安全联锁装置·····	217
一、防止触电事故的联锁装置·····	217
二、排除电路故障的联锁装置·····	218
三、执行工作安全程序的联锁装置·····	218
第三节 信号和报警装置·····	220
第四节 电气安全工器具·····	221
一、电工安全用具·····	221
二、电工常用工具·····	225
思考题·····	227
第八章 电气测试安全技术·····	228
第一节 电气设备的绝缘试验·····	228
一、绝缘电阻和吸收比试验·····	231
二、泄漏电流试验·····	235
三、直流耐压试验·····	236
四、交流耐压试验·····	236
五、介质损失 $\tan\delta$ 的测量·····	238
六、直流电阻的测量·····	239
七、接地电阻的测量·····	240
第二节 绝缘油的试验·····	242

第三节	变压器油的气相色谱分析	244
第四节	设备的预试项目和绝缘定级	245
一、	绝缘监督工作的任务	245
二、	绝缘的定级	246
三、	变电所主要电气设备的试验	246
第五节	电工安全用具的定期试验	257
第六节	电气测试的一般安全要求	258
	思考题	259
第九章	静电及其防护	261
第一节	静电现象及静电概念	261
一、	静电现象	261
二、	静电概念	262
第二节	静电隐患及静电类型	262
一、	静电隐患	262
二、	静电类型	264
三、	静电危害带电体	265
第三节	静电产生的原因及其过程	266
一、	工业静电的产生	266
二、	石油静电的产生	268
第四节	石油静电事故特点及静电危害案例	270
一、	石油静电事故特点	270
二、	静电危害案例	270
第五节	防止静电危害的对策措施	272
一、	防止静电危害的通用对策和基本措施	272
二、	石化行业防静电危害对策措施	274
第六节	采用消除静电新型装备	276
第七节	预防静电危害安全规定	277
	思考题	278
第十章	电气防火和防爆	279
第一节	燃烧和爆炸	279

一、燃烧	279
二、爆炸	279
三、电气火灾和爆炸	280
四、自燃温度	280
五、爆炸极限	281
六、闪点	281
第二节 电气火灾和爆炸的原因	281
一、电气火灾爆炸的直接原因	281
二、电气火灾和爆炸的间接原因	285
三、常用电气设备的火灾和爆炸的原因	285
第三节 防火防爆措施	287
一、电气设备的合理选用	287
二、电气设备的正确装置	305
三、保持电气设备正常运行	307
四、保持通风良好	308
五、接地装置	309
六、合理选用保护装置	310
七、采用耐火设施	310
八、事故照明	311
第四节 电气灭火常识	311
一、触电危险和断电	311
二、带电灭火安全要求	312
三、充油设备灭火要求	314
思考题	314
第十一章 防雷	316
第一节 雷电的基本知识	316
一、雷电的形成和种类	316
二、雷电的危害	317
三、易受雷击的建筑物和构筑物	318
第二节 防雷装置	318