



现 | 代 | 生 | 产 | 安 | 全 | 技 | 术 | 丛 | 书 第二版

用电安全技术

YONGDIAN ANQUAN JISHU

第二版

崔政斌 ○ 石跃武 编



化学工业出版社

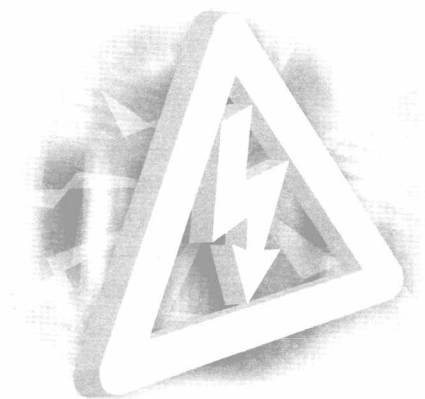


现|代|生|产|安|全|技|术|丛|书 第二版

用电安全技术

第二版

崔政斌 ◎ 石跃武 编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是《现代生产安全技术丛书》(第二版)中的一本。

本书结合企业用电安全实际,全面介绍了企业安全用电的技术要领。包括:电气安全技术概论;电气绝缘、屏护、间距安全技术;电气接地、接零安全技术;电气防火防爆安全技术;雷电防护安全技术;静电防护安全技术;带电作业安全技术;电工维修作业安全技术;电气线路作业安全技术;电气安全用具等。本书既有理论又结合实际,并以实际为主,注重应用性,使各层次的读者都能阅读和应用。

本书内容实用,重点突出,对实际安全用电工作具有指导意义。可作为企业用电人员和广大安全工作者的学习用书。

图书在版编目(CIP)数据

用电安全技术/崔政斌,石跃武编.—2版.—北京:化学工业出版社,2009.4

(现代生产安全技术丛书)

ISBN 978-7-122-04709-0

I. 用… II. ①崔…②石… III. 用电管理-安全技术
IV. TM92

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第011904号

责任编辑:杜进祥

文字编辑:高震

责任校对:周梦华

装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张10¼ 字数281千字 2009年5月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:26.00元

版权所有 违者必究

现代生产安全技术丛书（第二版）编委会

主 任：崔政斌 石跃武

副主任：吴进成 武凤银

编 委（按姓氏笔画排序）：

王明明 石 伟 石跃武 石翠霞 李少聪

吴进成 武凤银 聂幼平 郭继承 崔 佳

崔政斌 章仕跃 章磊成 藏兴隆

序

当前，我国正处在全面建设小康社会，加快推进社会主义现代化建设的发展阶段，经济社会发展呈现出一系列重要的阶段性特征，这些阶段性特征，表明了我们正处在一个新的历史起点上，既是一个发展的机遇期，又是一个矛盾凸显期。就安全生产领域而言，纵观世界上许多工业化国家走过的历程，在人均国内生产总值1000美元至3000美元之间，往往是生产安全事故的易发期。在这个历史阶段，是改革与发展面临的客观形势，也是我们必须直面的具体问题。如果应对的好，措施得力，可以加快经济和社会的发展，如果应对不力，政策失误，也会造成社会的动荡。安全生产问题是现代化进程中不可避免的重大问题，发展规律不可逾越，我们不能超越历史阶段，绕过事故易发期，但也不能重蹈许多工业化国家的旧辙。我们要凭借后发优势和社会制度的优势，借鉴、吸收外国的经验教训，通过自身的积极努力，完全可以用较短的时间走过西方工业化国家几十年甚至上百年走过的路程，把各类事故大幅度地降下来，实现安全生产的可持续发展。

2004年我们组织有关人员编写了《现代生产安全技术丛书》，四年来这套丛书得到广大读者的厚爱，受到了社会的好评。但随着安全生产的深入发展，新技术、新工艺、新装备的不断涌现，企业安全技术工作也越来越需要进一步发展。面对如此新形势，我们感觉有必要对《现代生产安全技术丛书》进行修订，以适应安全发展的新形势和新要求。

《现代生产安全技术丛书》第二版在第一版的基础上，将《防尘防毒技术》，《噪声与振动控制技术》，《个人防护装备基础知识》三个分册合并而成为《职业危害控制技术》。从第一版《压力容器

安全技术》中划出“气瓶安全”单独成册为《气瓶安全技术》，另根据危险化学品、建筑高危行业的特点，第二版增设《建筑施工安全技术》和《危险化学品安全技术》两个分册，旨在强化这两个高危行业的安全技术。

本丛书各分册编写中均参考了大量文献，在此，我们对原著作者表示衷心的感谢。本丛书在编写过程中得到了化学工业出版社有关领导和编辑同志们的悉心指导，在此，我们也表示真诚的谢意。同时，由于时间的限制和水平的限制，书中可能存在一些错漏和谬误，敬请读者给予指正。

崔政斌 石跃武

2009年1月

第一版序

安全生产在全面建设小康社会，实现可持续发展战略方面有着重要的地位和作用。搞好安全生产，保障人民群众的生命和财产安全，体现了最广大人民群众的根本利益，反映了先进生产力的发展要求和先进文化的前进方向，是企业生存和发展的基本要求。

我国正处于计划经济转型为市场经济的发展初期，由于工业安全生产基础薄弱，安全生产管理水平不高，同时受生产力发展水平和从业人员素质等因素的制约和影响，造成当前安全生产形势相当严峻，重大特大事故频繁发生，造成了巨大的人员伤亡和财产损失。这种局面若不能有效地控制，将直接影响我国经济的可持续、健康发展和全面建设小康社会目标的实现。

随着社会主义市场经济体制的进一步完善和国民经济持续快速发展，推动了工业现代化的进程，工业安全与事故的预防和控制工作将面临新的挑战。以公有制为主体、多种经济成分共同发展的经济模式，使工业安全的监管对象多元化，监管的难度增大；矿山、建筑、危险化学品等行业高速发展，西部大开发和东北等老工业基地的调整改造等战略的实施，数以亿计的农民工进入劳动力市场，涌向工矿企业，使工业安全面临更大的压力；经济全球化带来工业发达国家向我国转移“高风险产业”等现象，使工业安全的形势更加严峻。

如此严峻的安全生产新形势、新情况、新问题，是摆在安全生产及安全科技工作者面前的重大课题，如何有效地预防与控制工业中的各种安全生产的风险，从被动防范事故向控制源头、往本质安全化方面转变，从以控制伤亡事故为主向全面做好职业安全健康工作转变，把职业安全健康工作作为以人为本、珍惜生命、保护大众

的安全健康工作来抓，这是安全生产工作的出发点和归宿。为此，我们组织有关专家、学者、企业安全管理干部和技术人员，编写了这套《现代生产安全技术丛书》，旨在从企业安全生产的基础工作做起，结合企业生产安全的实用技术，为我国工业生产的安全工作尽一点微薄之力。

本套丛书的主要特点是，从企业安全生产的各项具体工程技术入手，有针对性地提出解决安全问题的方法和措施，理论联系实际，注重理论性，更强调实用性，推荐给读者的方法，能有效地解决生产过程中的实际问题。书中大量引用企业在具体安全工作中的常见典型实例，验证了书中安全方法的可行性，使读者易于理解并在实践中运用。丛书中也大量引用了有关专家、学者的研究成果，在此表示衷心的感谢。

组织和编写这套《现代生产安全技术丛书》，工作量比较大，且时间仓促，加上作者水平的限制，书中定会存在不少欠缺之处，望广大读者不吝赐教。本丛书的编写和出版，得到了化学工业出版社安全科学与工程出版中心有关人员的指导和帮助，在此一并致谢。

崔政斌 徐德蜀

2004 年 2 月

前 言

电能是现代化能源，已经广泛应用于国民经济的各个部门。在应用电能的过程中，会遇到各种不同的用电安全问题。电可以造福于人类，但也可给人类构成威胁。因此，掌握用电安全技术，正确进行安全设计、电气设备安装、运行维护，就可以避免因电气装置设计不完善，或错误操作而带来的人身触电伤亡和电气设备损坏等各种电气事故。

本书能使人们了解电气危害产生的途径和种类，理解电气危害的基本原理，掌握用电防护、过电压防护和雷电、静电防护的基本方法，认识用电环境安全的重要性，为从事与电气工程有关的工作打下良好的基础，以帮助人们在生产中安全地接触电气设备、安全地工作和安全地用电。

本书在第一版的基础上，本着“少而精”的原则，注重理论和实践相结合，并以实践运用为主的原则，进行了第二版修订。全书共分为十章：第一章：电气安全技术概述；第二章：电气绝缘、防护、间距安全技术；第三章：电气接地、接零安全技术；第四章：电气防火防爆安全技术；第五章：雷电防护安全技术；第六章：静电防护安全技术；第七章：带电作业安全技术；第八章：电工维修作业安全技术；第九章：电气线路作业安全技术；第十章：电气安全用具。书末附有用电作业的 8 种安全工作票证。

在第二版修订过程中，得到了化学工业出版社有关领导和编辑的指导，为本书的出版增色不少，再次表示衷心的感谢。

由于作者的水平有限，加之电气安全技术发展很快，书中难免存在这样或那样的缺点和问题，望广大读者在阅读和应用过程中，对发现的问题不吝赐教，我们将认真加以修改，在今后的工作中力求做得更好。

编著者

2009 年 1 月

第一版前言

电是国民经济的重要能源，是工农业生产的原动力。随着我国全面建设小康社会步伐的加快，电的使用范围越来越广泛。与此同时，用电安全具有广泛性和综合性。虽然电的用途很广，可以为人类很好地服务，但若不了解电的基本性质和基本知识，那么在用电的过程中就会带有盲目性，就可能使设备损坏甚至造成触电等人员伤亡事故。因此，在享受电给人类带来光明、带来方便的同时，必须十分重视安全用电问题，只有了解了电的性质，才能驾驭电能，造福于人类。

编者根据用电安全的广泛性、特殊性、综合性和严重性等特点，参考了大量有关的手册、文献和资料，结合用电安全实际，编写了本书。

在编写的过程中，力求做到简明扼要，通俗易懂，讲求实用，结合实际。主要内容包括：用电安全技术概述；电气绝缘、屏护、间距安全技术；电气接地、接零安全技术；电气防火防爆安全技术；电气防雷安全技术；静电防护安全技术；带电作业安全技术；电工维修作业安全技术；电气线路作业安全技术；电气安全用具共10章。同时，本书考虑了不同读者的需要，既有理论，又结合实际，使各层次的读者都能阅读和应用。

本书的编写参阅了国内大量的电气安全文献资料，对这些专家学者们表示由衷的感谢。由于编者水平所限，加之时间紧迫，本书不免有错误之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2004年4月

目 录

第一章 电气安全技术概述 1

第一节 ● 电气安全技术的任务和特点	1
一、电能与电气安全	2
二、电气安全技术的基本内容	2
三、电气安全技术的特点	4
第二节 ● 电气事故的种类	5
一、触电事故	5
二、雷击事故	9
三、静电事故	10
四、电磁辐射事故	11
五、电路故障事故	11
第三节 ● 触电事故分析	12
一、电气设备安装不合理	12
二、违反安全工作规程	13
三、运行维修不及时	13
四、缺乏安全用电常识	13
五、发生触电事故的规律	13
六、电流对人体的作用	14
第四节 ● 安全电压与急救措施	27
一、安全电压	27
二、急救措施	28

第二章 电气绝缘、屏护、间距安全技术 35

第一节 ● 绝缘	35
----------------	----

一、气体绝缘材料	35
二、液体绝缘材料	36
三、固体绝缘材料	36
四、绝缘材料的电气性能	37
五、绝缘的破坏	40
六、加强绝缘	44
第二节 ● 屏护	47
第三节 ● 间距	49
一、线路间距	49
二、用电设备间距	53
三、检修距离	54

第三章 电气接地、接零安全技术 55

第一节 ● 概述	55
一、技术术语	55
二、电气设备接地和接零的作用分析	59
三、电气设备接地和接零的要求	63
四、电气设备接地范围	65
五、电力设备和电力线路接地电阻的要求	66
第二节 ● 配电系统的保护接地和保护接零形式	68
一、文字代号的含义	68
二、分类	68
三、保护接零 (TN 方式) 的安装要求	73
四、保护接地 (TT 和 IT 方式) 的安装要求	74
五、接地装置	75

第四章 电气防火防爆安全技术 91

第一节 ● 火灾和爆炸的有关概念	91
一、火灾	91
二、爆炸	91
三、燃点和闪点	92
四、爆炸混合物及爆炸极限	93
第二节 ● 危险物质	93
一、危险物质	93

二、危险物质的分类	93
三、危险场所	94
第三节 ● 电气火灾和爆炸	102
一、引发电气火灾和爆炸的一般原因	102
二、防止电气火灾和爆炸的一般措施	103
三、电气火灾的扑灭	108
四、电气设备的防火防爆	110

第五章 雷电防护安全技术 126

第一节 ● 雷电及其危害	126
一、雷电放电及其特点	126
二、雷电的危害	127
第二节 ● 电力系统的防雷保护	129
一、避雷针	129
二、避雷线	131
三、避雷器	132
第三节 ● 雷电触电的人身防护	134

第六章 静电防护安全技术 136

第一节 ● 静电的产生与消除	136
第二节 ● 静电的产生与危害	137
一、静电的产生	137
二、静电的危害	138
第三节 ● 静电参数	141
一、静电电位(电压)	141
二、电阻与电阻率	142
三、接地电阻	143
四、静电半衰期	143
五、静电电量	144
六、静电荷消除能力	144
七、表面电荷密度	144
八、液体介质电导率	144
九、粉体静电性能参数	145

十、人体静电参数	145
第四节 ● 静电的消除	147
一、控制静电场合的危险程度	147
二、减少静电荷的产生	148
三、减少静电荷的积累	152

第七章 带电作业安全技术 159

第一节 ● 一般规定及安全措施	159
一、带电作业	159
二、带电作业一般规定	160
三、带电作业一般安全技术	162
第二节 ● 等电位作业	164
一、等电位作业基本原理及适用范围	164
二、屏蔽服及使用	164
三、等电位作业的基本方式	166
四、等电位作业安全技术措施	167
五、等电位作业安全注意事项	170
第三节 ● 带电断、接引线	170
一、带电断、接引线的基本原则	170
二、带电断、接空载线路的规定	171
三、带电断、接其他电气设备的规定	172
第四节 ● 带电短接设备	173
一、带电短接断路器和隔离开关	173
二、带电短接阻波器	174
第五节 ● 带电水冲洗	175
一、带电水冲洗的一般规定	175
二、带电水冲洗的方法	181
第六节 ● 带电爆炸压接和感应电压防护	182
一、雷管在电场中的自爆及预防措施	183
二、爆炸压接对空气绝缘的影响及安全措施	183
三、带电爆炸压接安全注意事项	184
四、感应电压防护	186
第七节 ● 高架绝缘斗臂车带电作业	187

一、高架绝缘斗臂车	187
二、高架绝缘斗臂车带电作业安全规定	187
三、操作绝缘斗臂车注意事项	188
第八节 ● 带电气吹清扫	189
一、带电气吹清扫用具的性能试验	189
二、带电气吹清扫喷嘴的基本要求	189
三、对带电气吹清扫用锯末辅料的要求	190
四、空气压缩机的检查和调试	190
五、带电气吹清扫操作人员安全防护	190
六、带电气吹清扫安全注意事项	191
第九节 ● 带电检测和保护间隙	191
一、带电检测绝缘子	191
二、保护间隙	193
第十节 ● 低压带电作业	195
一、低压设备带电作业安全规定	195
二、低压线路带电作业安全规定	196
三、低压带电作业注意事项	197

第八章 电工维修作业安全技术 198

第一节 ● 电气安全作业一般措施	198
一、加强安全教育	198
二、执行安全工作规程	198
三、确保设计安装质量	198
四、加强运行维护工作	199
五、选用安全电压和合适类型电器	199
六、采用电气安全用具	199
七、宣传安全用电知识	199
第二节 ● 变电所电气安全作业措施	199
一、变电所安全作业的组织措施	199
二、变电所安全作业的技术措施	203
第三节 ● 内线安装作业安全措施	209
一、照明灯安装作业要点	209
二、隔离开关、负荷开关、高压断路器安装安全作业要点	210

三、配电盘、开关柜就位与安装安全作业要点	211
四、电气二次接线、安装安全工作要点	212
五、电能表的现场校验工作安全作业要点	212
六、验电、装设地线工作安全作业要点	213
七、电气测量工作安全作业要点	214
八、配变电站（箱式配电站）工作安全作业要点	216
九、开关设备检修安全工作要点	218
十、交流维修电工安全作业要点	220
十一、直流维修电工安全作业要点	222
十二、电动机安全作业要点	223
十三、三相异步电动机故障诊断及处理方法	223
十四、家用电器安装使用安全作业要点	229

第九章 电气线路作业安全技术 232

第一节 ● 线路电气安全作业措施	232
一、保证线路工作安全的组织措施	232
二、线路安全作业的技术措施	236
第二节 ● 线路施工作业	237
一、砍伐树木工作安全作业要点	237
二、杆塔基础施工安全作业要点	238
三、埋设及拆除水泥杆工作安全作业要点	239
第三节 ● 线路巡视、维护作业	240
一、线路巡视安全作业要点	240
二、带电杆塔上作业	241
三、停电清扫绝缘子、更换绝缘子安全作业要点	241
四、放线、紧线和撤线工作安全作业要点	242
五、外线测量工作安全作业要点	243
六、室内线路安装安全作业要点	243
七、电缆线路施工安全作业要点	245
八、在建工程与外电线路安全防护作业要点	248

第十章 电气安全用具 249

第一节 ● 电气安全用具安全操作要点	249
--------------------------	-----

一、电气安全用具的分类	249
二、电气安全用具安全操作要点	250
第二节 ● 漏电保护	259
一、漏电保护装置的原理	260
二、漏电保护装置的分类	262
三、漏电保护装置的主要技术参数	264
四、漏电保护装置的应用	266
第三节 ● 安全标志	272
一、安全标志	272
二、安全标志牌的使用	273

附录 285

附录一 ● 电力电缆第一种工作票	285
附录二 ● 电力电缆第二种工作票	289
附录三 ● 变电站（发电厂）第一种工作票	292
附录四 ● 变电站（发电厂）第二种工作票	296
附录五 ● 二次工作安全措施票	298
附录六 ● 变电站（发电厂）事故应急抢修单	299
附录七 ● 变电站（发电厂）倒闸操作票	300
附录八 ● 变电站（发电厂）带电作业工作票	301

参考文献 303