

第2版

电工安全操作 实用技术手册

安顺合 赵家礼 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电工安全操作实用 技术手册

第2版

安顺合 赵家礼 编著



机械工业出版社

本手册内容包括：电气安全基本知识和基本规定；各种安全用电保护装置；电力设备预防性试验；电工安全操作及安全用具的合理使用；电气安全保护措施；电气防火和防爆要求；电气设备倒闸操作；变压器安全操作及故障处理；高、低压配电装置选用及故障处理；电动机安全操作及故障处理；建筑电工安全操作以及电气照明的安全操作和故障处理等。

本手册的重点是结合工作实际介绍电工操作的各种安全措施、规定。实用性和针对性强，适用范围广，对高、中、初级不同层次的电气工作人员都有很好的参考价值。

本手册可供各工矿企业和农村的电气设备安装、安全操作、运行维护人员查阅，也可作为电工安全技术培训时使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工安全操作实用技术手册/安顺合等编著. —2版.

—北京：机械工业出版社，2005.4

ISBN 7-111-16023-1

I.电… II.安… III.电工—安全技术—手册

IV. TM08-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 004084 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：高金生 版式设计：张世琴 责任校对：陈延翔

封面设计：姚毅 责任印制：陶湛

北京铭成印刷有限公司印刷

2006 年 1 月第 2 版第 2 次印刷

850mm × 1168mm $1/32$ ·30 印张·801 千字

4001—7000 册

定价：58.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

为了提高广大从事电工专业的工人、工程技术人员以及管理人员的电气安全操作技术水平、安全知识和安全管理水平,减少或避免各类电气事故发生,确保人身和设备的安全,减少财产损失,达到安全生产的目的,我们曾于1998年编写了《电工安全操作实用技术手册》。本手册自出版之后,深受广大读者欢迎。但考虑到近年来我国科学技术的进步,各种新国标的颁布以及新安全措施和规定等,因此有必要对原手册进行修订。

这次修订是在本手册第1版的基础上删去了旧标准、旧内容以及属于原理性的叙述和冗长繁琐公式的推导等,重点在解决安全操作的实际问题,并根据我国近年来电工行业的发展,补充许多安全方面新措施和电工经常碰到的安全操作问题。希望本手册能够为广大从事电工工作的职工的劳动保护,促进安全生产,起到积极的作用。

这次手册修订的特点是:

- (1) 突出安全操作性和实用性;
- (2) 采用最新国家标准、最新术语和符号;
- (3) 叙述简明扼要,图、表数据可靠;
- (4) 补充了电工相关的专业安全知识。

本手册第1、2、3、6、7、8、10、11、13、14、15章由安顺合编写;第4、5、9、12章由赵家礼编写,并负责全手册的统稿工作。安勇、朱景会、安翔、徐晓丽、赵捷、何青、王立庆、赵健等参加了手册的部分编写工作。

本手册在编写过程中参考了有关电气安全方面的书籍和资料,对于这些书籍的作者和资料的提供者表示感谢。

由于编者的水平和经验所限,手册中难免有错误和不妥之处,希望广大读者批评指正。

目 录

第2版前言

第一章 电气安全基本知识	1
第一节 电气安全的组织管理	1
一、管理机构	1
二、规章制度	2
三、安全检查	3
四、安全教育	3
五、安全资料	4
第二节 电流对人体的影响	4
一、触电形式	4
二、触电事故的规律	8
三、电流对人体的伤害	12
四、安全电压	13
五、安全电流	15
六、防止触电的安全技术	16
七、触电事故预防	21
第二章 电气安全基本规定	23
第一节 安全距离	23
一、线路安全距离	23
二、配电装置安全距离	35
三、通道及围栏安全距离	37
四、其他安全距离	39
第二节 安全色和安全标志	41
一、安全色	42
二、安全标志	43

第三节 电线电缆的识别标志	54
一、颜色标志	54
二、数字标志	54
第四节 电线布线色标的规定	56
一、电工成套装置中的导线颜色	56
二、依导线颜色标志电路	56
三、依电路选择导线颜色	57
第五节 指示灯的颜色	58
一、指示灯的颜色及含义	58
二、闪光信息	59
第六节 按钮的颜色和相对位置	59
一、按钮的颜色	59
二、按钮的相对位置	60
第七节 灯光按钮	60
一、灯光按钮类型	60
二、灯光按钮的颜色与含义	60
三、灯光按钮的信息作用	61
第八节 电动机线端标志和旋转方向	62
一、电动机线端标志的一般规定	62
二、交流电动机的线端标志	62
三、直流电动机的线端标志	62
四、电动机的旋转方向	62
第九节 电器接线端子的识别与标志	63
一、标志方法	63
二、用字母数字标志端子的原则	63
第十节 外壳防护等级	66
一、代号	66
二、标志	68
第十一节 高压配电装置母线颜色标志	68
一、配电装置上母线的颜色标志	68

二、模拟母线涂色	69
第三章 安全用电装置	70
第一节 保护接地	70
一、接地的基本概念	70
二、电气设备接地的一般要求	73
三、保护接地应用范围	74
四、对高压窜入低压的防护	75
五、绝缘监测	77
第二节 保护接零	79
一、保护接零的作用及条件	79
二、工作接地	80
三、重复接地	81
四、接零线路的要求	84
第三节 接地接零装置	86
一、接地装置和接零装置	86
二、接地电阻值	93
三、接地电阻的测量	97
第四节 防雷保护	99
一、雷电的种类、危害和防雷分类	99
二、防雷装置	102
三、防雷措施	107
四、人身防雷	118
第五节 漏电保护装置	119
一、漏电保护装置的工作原理、分类和参数选择	119
二、电压型漏电保护装置	121
三、零序电流型漏电保护装置	122
四、中性点型漏电保护装置	123
五、漏电保护装置的选用	123
六、漏电保护装置的使用场所	126
七、漏电保护装置的安装	127

八、漏电保护装置投入运行后的管理	130
第六节 静电保护	131
一、静电的危害	131
二、静电危害的预防	134
第七节 电磁场防护	137
一、电磁场对人体的伤害	137
二、影响伤害程度的因素	138
三、电磁场的安全标准参考值	139
四、电磁场的防护	139
第四章 电力设备预防性试验	141
第一节 绝缘电阻、吸收比、极化指数的测量	142
一、测量目的	142
二、测量原理	143
三、测试绝缘电阻方法	144
四、操作注意事项	145
五、影响因素及测量结果分析	145
第二节 泄漏电流的测量	146
一、测量目的及特点	146
二、测量原理	147
三、测量接线	147
四、测量操作要点及注意事项	149
五、测量中的异常现象分析	150
六、影响因素及测量结果分析	151
第三节 直流耐压试验	153
一、直流耐压试验特点	153
二、试验电压的确定	154
三、试验电压的极性	154
四、判断	154
第四节 介质损耗因数的测量	155
一、测量目的及测量特点	155

二、测量原理	155
三、 $\tan\delta$ 试验装置	157
四、试验结果分析	159
第五节 交流耐压试验	160
一、试验目的	160
二、工频耐压试验接线	161
三、试验设备简介	162
四、交流高压的测量	163
五、控制电路及保护	165
六、试验安全操作及异常现象分析	167
七、异常现象及分析判断	168
第六节 变压器油试验	168
一、概述	168
二、变压器油试验目的、取样要求及试验方法	171
三、油介质损耗因数 $\tan\delta$ 的测定	175
四、变压器油劣化及其处理	176
第七节 油中溶解气体的色谱分析	183
一、油中溶解气体与变压器故障的关系	183
二、气相色谱分析试验结果判断	186
三、防止气相油色谱分析的误判断	188
四、判断故障性质的四比值法	190
第八节 旋转电机预防性试验项目及标准	191
一、同步发电机	191
二、交流电动机	203
三、直流电动机	207
第九节 变压器预防性试验项目及标准	208
一、油中溶解气体的色谱分析	208
二、绕组绝缘电阻、吸收比、极化指数测试	210
三、绕组的直流电阻测试	212
四、绕组的介质损耗因数 $\tan\delta$ 试验	212

五、绕组的泄漏电流试验	213
六、绕组的交流耐压试验	213
七、穿心螺栓、铁轭夹件、绑扎钢带、铁心、线圈压环 及屏蔽等的绝缘电阻测试	214
八、绕组所有分接的电压比试验	214
第五章 电工通用工作安全操作及安全用具合理使用	215
第一节 电工通用一般工具、器具安全操作	215
一、电修钳工安全规程	215
二、通用工具、机具安全操作	217
第二节 电工通用机械设备安全操作	222
一、压边机安全操作	222
二、剪板机安全操作	222
三、冲床安全操作	222
四、铸瓦炉安全操作	223
五、弯管机安全操作	223
六、胶板切割机安全操作	223
七、点焊机安全操作	224
八、200t 压力机安全操作	224
九、电锤安全操作	224
十、QC12K 数控液压剪板机安全操作	225
十一、WC67K-160/400 数控折弯机安全操作	225
十二、液压板式剪板机安全操作	226
十三、4m 液压板料折弯机安全操作	226
十四、Q21-5 剪切机安全操作	226
十五、卷板机安全操作	227
十六、轴承膨胀器安全操作	227
十七、电动圆锯使用安全操作	227
十八、多工位冲床安全操作	228
十九、矫直机安全操作	228
第三节 电工通用起重设备安全操作	229

一、起重工和桥吊司机安全规程	229
二、桥吊司机安全操作	230
三、起重工安全操作	231
四、指挥吊装安全操作	232
五、卷扬机安全操作	232
六、电葫芦安全操作	232
七、5t 电葫芦安全操作	233
八、两木搭、三木搭安全操作	233
九、拆装搬运安全操作	233
十、手推液压叉车使用安全操作	234
十一、过跨车安全操作	234
第四节 电工通用电气焊安全操作	234
一、电气焊工安全规程	234
二、电焊机安全操作	236
三、氧气瓶、乙炔瓶安全操作	237
四、焊把、切把安全操作	237
五、中频焊接机安全操作	237
六、换向器自动氩弧焊接机安全操作	238
七、碳弧气刨安全操作	238
八、气焊发生火灾的安全操作	239
第五节 电机维修工安全操作	239
一、维修设备安全操作	239
二、变压器维修工安全操作	243
三、电工通用机加工设备安全操作	248
第六节 内、外线、试验电工及其他工种安全操作	255
一、电工安全规程	255
二、试验变压器安全操作	260
三、感应调压器安全操作	261
四、继电器试验台安全操作	261
五、XF16 精密电表校验台安全操作	262

六、试验机组安全操作	262
七、其他工种安全操作	262
第七节 电气安全用具合理使用及其试验标准	265
一、安全用具的作用及分类	265
二、电气安全用具合理使用	266
第八节 安全工器具试验项目、周期和要求	277
一、电容型验电器	277
二、携带型短路接地线	278
三、个人保护接地线	279
四、绝缘杆	279
五、核相器	280
六、绝缘罩	281
七、绝缘隔板	282
八、绝缘胶垫	283
九、绝缘靴	283
十、绝缘手套	284
十一、导电鞋	285
十二、安全带	286
十三、安全帽	286
十四、脚扣	288
十五、升降板	288
十六、竹(木)梯	289
十七、试验标志牌	289
第六章 电气安全措施	290
第一节 电气安全工作的基本要求	290
一、电工作业人员必须具备的条件	290
二、电工作业人员的职责	291
三、电气安全管理的规章制度	291
四、停送电联系安全要求	292
五、临时线	293

六、电气故障处理	293
第二节 电气安全的组织措施	294
一、作业票制度	294
二、操作票制度	300
三、查活及交底制度	301
四、作业许可制度	302
五、作业监护制度	303
六、作业间断和作业转移制度	304
七、作业终结和送电制度	305
八、调度管理制度	307
第三节 电气安全的技术措施	307
一、停电制度	308
二、验电制度	309
三、放电制度	310
四、装设接地线制度	311
五、悬挂标志牌并装设临时遮栏制度	313
第四节 各类设备的安全运行	315
一、单相设备的安全运行	315
二、电热设备的安全运行	324
三、直流电气设备的安全运行	333
四、起重机电电气设备的安全运行	335
第五节 带电安全操作	348
一、带电操作的条件	348
二、用绝缘操作杆操作	349
三、带电杆塔上操作	350
四、等电位操作	350
五、带电水冲洗	352
六、低压带电操作	352
第六节 触电急救	354
一、脱离电源	354

二、急救方法	355
第七章 电气防火和防爆	359
第一节 电气火灾和爆炸的原因	359
一、危险温度	359
二、电火花和电弧	362
三、违反安全操作规程	363
第二节 防火和防爆措施	363
一、合理选用电气设备	363
二、合理选用保护装置	366
三、保持设备正常运行	366
四、保持防火间距	367
五、通风	369
六、接地	370
七、其他防火防爆措施	371
第三节 作业现场防火	372
一、电气作业防火	372
二、电气设备防火	372
第四节 特殊环境中电气安全要求	378
一、爆炸危险环境中电气装置安装	378
二、火灾危险环境中电气装置安装	382
第五节 电气灭火常识	384
一、切断电源以防触电	384
二、带电灭火的安全要求	385
三、灭火安全注意事项	387
第八章 电气设备倒闸操作	389
第一节 倒闸操作的基本原则和要求	389
一、倒闸操作的基本原则	389
二、倒闸操作的基本要求	391
三、倒闸操作的具体要求	392
第二节 保证倒闸操作的安全措施	394

一、倒闸操作的基本出发点	394
二、倒闸操作的组织措施	395
三、倒闸操作的技术措施	396
第三节 断路器和隔离开关的安全操作技术	396
一、断路器操作的安全技术	396
二、隔离开关操作的基本要领	398
三、允许用隔离开关进行操作	399
第四节 变压器和电源的并列操作	399
一、变压器操作的一般原则	399
二、电源的并列操作	400
第五节 母线和电力线路的操作	402
一、母线的操作	402
二、电力线路操作	404
第六节 操作制度	406
一、操作票制度	406
二、操作监护制度	408
第七节 倒闸操作程序	409
一、倒闸操作的顺序	409
二、倒闸操作中注意事项	411
第八节 倒闸操作举例	412
一、变压器操作实例	412
二、线路的停送电操作举例	414
三、母线操作举例	415
第九章 变压器安全操作及故障处理	417
第一节 概述	417
一、变压器用途及工作原理	417
二、变压器基本结构及铭牌数据	420
第二节 变压器安全检查及故障处理	427
一、变电站运行人员监视	427
二、日常巡回检查次数规定	428

三、日常巡回检查内容	428
四、定期检查内容	429
五、特殊巡视检查	430
第三节 变压器负载分类、异常运行及事故处理	430
一、变压器负载状态的分类	430
二、变压器异常运行及事故处理	436
第四节 变压器投运和停运的安全操作	439
一、投运前的检查	439
二、变压器投运前的冲击合闸试验	439
三、变压器投运和停运的安全操作程序	440
第五节 变压器故障检修及处理	440
一、变压器容量划分及检修目的	440
二、变压器检修周期及项目	441
三、检修准备及吊心注意事项	444
四、绕组常见故障及检修	446
五、铁心接地故障及检修	452
六、变压器套管故障及检修	460
七、气体继电器故障及检修	466
八、储油柜常见故障及检修	468
九、吸湿器的检修	470
十、净油器的维护及检修	471
十一、油位计的检修	472
十二、温度计故障检修	474
十三、安全气道(压力释放阀)的故障及检修	476
十四、冷却装置的故障检修	479
十五、冷却装置用油泵、风扇的故障检修	484
十六、变压器渗漏油处理	490
第六节 变压器调压装置故障及检修	498
一、无励磁分接开关结构	499
二、无励磁分接开关的性能要求及试验方法	503

三、无励磁分接开关工作原理	507
四、无励磁分接开关的故障检修	508
五、有载分接开关故障及检修	509
六、有载分接开关运行维护	513
七、有载分接开关检修	515
八、有载分接开关检查试验	523
第七节 变压器干燥处理	528
一、变压器必须干燥的条件	528
二、可不经干燥的条件	528
三、轻度干燥的条件	529
四、真空热油雾化喷淋干燥法	530
五、干燥时安全技术措施	533
第八节 变压器安装技术	533
一、安装前的安全技术准备	533
二、变压器安装程序和主要内容	534
三、安装后的真空注油和绝缘试验	535
四、变压器大修安装检查项目、技术要求及处理	537
五、移交验收	545
六、安装后的变压器试运行	546
第十章 高压电器和配电装置安全操作及故障处理	547
第一节 断路器	547
一、高压断路器的选择	547
二、安全作业	548
三、运行及故障处理	552
第二节 隔离开关	560
一、安全操作	561
二、运行与故障处理	564
第三节 熔断器	565
一、种类和选用	565
二、跌开式熔断器的安全操作	566