

电工 安全必读

第二版

王曹荣 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

第二版

电工 安全必读

王曹荣 编著



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书内容侧重电气安全技术方面的知识, 主要内容包括电工基础知识、电气安全工作、变配电安全、电气安全用具与安全标识、电击防护技术措施、接地与等电位联结、电气防火与防爆、防雷与防静电、电气测量工作、触电危害与救护以及电气事故案例等。在电气事故案例一章中, 收集了近百例在实际工作中发生的典型电气事故案例, 并对案例从事故经过、原因分析及对策措施三个方面分别加以阐述。

本书可供工矿企业电工作业人员、电气技术人员及电气安全管理人员使用, 也可供职业技术类院校电工专业的师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工安全必读/王曹荣编著. —2 版. —北京: 中国电力出版社, 2015.5

ISBN 978-7-5123-7455-3

I. ①电… II. ①王… III. ①电工—安全技术 IV. ①TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 063436 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 1 月第一版

2015 年 5 月第二版 2015 年 5 月北京第三次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 15.125 印张 362 千字

印数 6001—9000 册 定价 38.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

第 二版前言

随着电网生产技术的快速发展,电力安全工作的实际需求也大幅增加。2013年,国家电网公司对2005年版《国家电网公司电力安全工作规程(变电站和发电厂电气部分)》和《国家电网公司电力安全工作规程(电力线路部分)》进行了修订,形成了Q/GDW 1799.1—2013《国家电网公司电力安全工作规程 变电部分》和Q/GDW 1799.2—2013《国家电网公司电力安全工作规程 线路部分》发布实施;后又印发了2014年版《国家电网公司电力安全工作规程(配电部分)(试行)》,并征集在执行过程中的问题和意见。国家住房和城乡建设部、国家质量监督检验检疫总局也联合发布了GB 50058—2014《爆炸危险环境电力装置设计规范》,并于2014年10月1日起实施。

为了适应新的标准与规范的要求,本书在第一版的基础上进行了修订。修订时,考虑到新从业电工人员的工作需要,增加了电工基础知识一章内容。修订过程中依据最新版标准和规范,重点对电气安全工作和变配电安全两章的相关内容进行了修补、分解和细化;对触电危害与救护一章内容略做了改动,使其更具有可操作性,便于解决实际问题;对电气防火与防爆一章的相关内容进行了部分修改,使其与最新版标准及规范的要求相一致;增加了部分电气事故案例,案例总数达90余例,涉及内容更广,更具参考性。

由于编者学识水平和理解能力有限,在修订过程中难免出现一些不当之处,望读者谅解并欢迎批评指正。

编者

2015年5月

第一版前言

随着国民经济的稳步发展和城乡居民生活水平的不断提高,生产生活用电需求也显著增长,电力电网的投资建设和升级改造工作也步入了快速、高效的快车道,同时对电力电网的安全性和技术性也提出了更高的要求。为满足和适应电力电网的发展形势需要,电工作业人员的专业技术水平和安全防范技能也必须得到同步提升。如何确保电网的安全运行和电力的连续供应,减少因人为因素造成的电气事故的发生频次,降低电气事故造成的经济损失,显得更加重要。

本书主要从电气安全工作、变配电安全、电气安全用具与安全标识、电击防护技术措施、接地与等电位联结、电气防火与防爆、防雷与防静电、电气测量工作、触电危害与救护等方面进行阐述,作为电工作业人员必须阅读和掌握的知识面。在本书最后一章,还收集了80余例在实际工作中发生的典型电气事故案例,希望对读者有所启迪和帮助。在编写过程中,编者除参考了有关书籍外,还参照了国家近几年新颁发的相关规范和标准。

由于编者能力和水平有限,书中难免有错误和疏漏之处,恳请读者批评指正。

编者

2012年9月

目 录

第二版前言

第一版前言

第一章 电工基础知识

1 电路及其组成元件	1
2 直流电与交流电	1
3 电流及电流强度	1
4 电压与电动势	2
5 电阻及其影响因素	2
6 电阻率	3
7 电导和电导率	3
8 短路与断路	3
9 欧姆定律	4
10 基尔霍夫第一定律	4
11 基尔霍夫第二定律	5
12 串联电路及其特点	5
13 并联电路及其特点	6
14 混联电路及其特点	7
15 电功与电功率	8
16 电流的热效应	8
17 正弦交流电及其三要素	9
18 正弦交流电的频率、角频率和周期之间的 换算关系	10
19 正弦交流电的有效值与最大值	10

目 录

20 电磁感应现象·····	11
21 自感现象·····	11
22 互感现象·····	11
23 同名端与异名端·····	12
24 电感及其影响因素·····	12
25 电感的串联与并联·····	12
26 感抗及其大小·····	13
27 电容及其影响因素·····	13
28 电容器的串联与并联·····	14
29 容抗及其大小·····	14
30 阻抗及其简单计算·····	15
31 电阻、电感和电容三元件交流电路的阻抗·····	15
32 有功功率、无功功率、视在功率·····	16
33 功率因数及其作用·····	17
34 三相正弦交流电·····	17
35 三相三线制、三相四线制与三相五线制·····	18
36 线电压、线电流和相电压、相电流·····	19
第二章 电气安全工作 ·····	20
1 电气安全工作的基本任务·····	20
2 电气安全工作的基本要求·····	20
3 保证电气安全的基本要素·····	21
4 电气作业人员应具备的基本条件·····	21
5 电气作业人员的教育和培训·····	22
6 电气作业人员应当履行的职责·····	22

目 录

7	电气作业安全措施的分类	23
8	保证电气作业安全的组织措施	23
9	现场勘察制度	23
10	工作票和工作票制度	25
11	工作票种类及其格式	25
12	第一种工作票的适用范围	26
13	第二种工作票的适用范围	27
14	带电作业工作票的适用范围	28
15	事故紧急抢修单的适用范围	28
16	按口头或电话命令执行的工作	28
17	工作票的填写与签发规定	29
18	工作票的使用规定	30
19	工作票的有效期与延期	37
20	工作票所列人员应具备的基本条件	38
21	工作票签发人的安全职责	38
22	工作负责人的安全职责	39
23	工作许可制度及其要求	39
24	工作许可人的安全职责	41
25	工作监护制度及其要求	41
26	专责监护人的安全职责	42
27	工作班成员的安全职责	43
28	工作间断、转移制度及其要求	43
29	工作终结、恢复供电制度及其要求	45
30	保证电气作业安全的技术措施	46
31	电气作业的停电要求	46
32	电气作业停电后的验电要求	48

目 录

33	停电后必须进行验电和放电	50
34	接地线的装设要求	50
35	安装接地线的重要性	52
36	对接地线的要求	52
37	对个人保安线的要求	52
38	悬挂标示牌和装设遮栏（围栏）的要求	53
39	悬挂标示牌和装设遮栏的重要性	55
40	线路作业的安全措施	55
41	带电作业及其优点	56
42	带电作业的类型和作业方式	56
43	带电作业的基本安全要求	56
44	带电作业的安全规定	57
45	地电位带电作业与中间电位带电作业的区别	58
46	地电位带电作业的安全技术措施	59
47	等电位带电作业的原理	61
48	等电位带电作业的安全技术措施	61
49	屏蔽服的作用原理	64
50	带电断、接引线作业的安全技术措施	64
51	带电短接设备的安全技术措施	65
52	电压互感器带电作业的安全技术措施	66
53	电流互感器带电作业的安全技术措施	66
54	配电带电作业的安全技术措施	66
55	低压带电作业须注意的安全事项	67
56	低压停电作业的安全技术措施	68

目 录

第三章 变配电安全

69

- 1 变配电站安全要求 69
- 2 变配电站应当建立健全的管理制度 70
- 3 变配电站应当建立完善的记录 70
- 4 变配电站运行基本条件 71
- 5 变配电站运维人员的工作要求 71
- 6 变配电站运维人员应注意的安全事项 72
- 7 变配电站运维人员交接班工作的具体要求 72
- 8 倒闸操作及其分类 74
- 9 倒闸操作的基本条件 75
- 10 倒闸操作的基本要求 75
- 11 倒闸操作的技术规定 76
- 12 操作隔离开关(刀闸)应注意的问题 76
- 13 停电时先分线路侧隔离开关(线刀闸), 送电
时先合母线侧隔离开关(母刀闸) 77
- 14 操作隔离开关(刀闸)出现失误的处理办法 77
- 15 隔离开关(刀闸)和断路器(开关)之间的
联锁装置及其常用类型 77
- 16 正确操作跌落式熔断器 78
- 17 倒闸操作票及其格式 78
- 18 操作票的填写要求 78
- 19 操作票中的操作项目栏应填写的内容 82
- 20 正确执行操作票制度 83
- 21 高压设备的倒闸操作 84

目 录

22	直流输电系统的倒闸操作·····	85
23	低压设备的停送电操作·····	86
24	对操作监护人的条件要求·····	86
25	倒闸操作停送电时应注意的安全事项·····	87
26	新的调控术语中设备和线路的状态划分·····	87
27	常用的调控术语·····	88
28	变配电站应实行调控管理的情况·····	88
29	运维人员可不经调控人员下令自行操作的情况·····	89
30	变配电站常用联锁装置的类型·····	89
31	变配电站常见事故的引发原因·····	90
32	变配电站发生误操作的处理办法·····	90
33	变配电站突然断电的处理办法·····	90
34	变配电站巡视检查周期的规定·····	91
35	变配电站巡视检查方法·····	91
36	变配电站巡视检查注意的安全事项·····	92
37	变配电站正常巡视检查内容·····	92
38	变配电站特殊巡视检查内容·····	93
39	线路巡视检查应注意的安全事项·····	93

第四章 电气安全用具与安全标识 95

1	电气安全用具的分类和构成·····	95
2	基本绝缘安全用具和辅助绝缘安全用具·····	95
3	使用绝缘棒应注意的事项·····	95
4	使用绝缘夹钳应注意的事项·····	97

目 录

5	高压验电器的类型及使用注意事项	98
6	低压验电器的类型及使用注意事项	99
7	低压验电器的特殊用法	100
8	组合验电器	101
9	绝缘手套规格、用途及使用注意事项	101
10	绝缘靴规格、用途及使用注意事项	101
11	绝缘垫和绝缘台的作用	102
12	携带型接地线的作用及使用注意事项	103
13	个人保安线的组成和作用	103
14	隔离板和临时遮栏的作用	104
15	安全腰带的作用	104
16	安全用具的检验周期规定	104
17	安全用具的存放要求	105
18	正确使用梯子进行登高作业	105
19	安全色及其含义和对比色规定	105
20	安全标识的种类和含义	106
21	禁止类安全标识的构成及常用标志	106
22	警告类安全标识的构成及常用标志	106
23	指令类安全标识的构成及常用标志	107
24	提示类安全标识的构成及常用标志	108
25	安全标识的基本要求	108
26	常用的电气作业安全标示牌	109

目 录

第五章 电击防护技术措施

112

1 电击防护技术措施的主要构成要素	112
2 基本防护技术措施及其主要方面	112
3 对于绝缘的基本要求	112
4 常用绝缘材料的耐热等级及极限工作温度	113
5 绝缘材料的击穿类型	113
6 电气设备和线路绝缘电阻的规定	113
7 对于遮栏或外壳的基本要求	114
8 对于阻挡物的基本要求	114
9 正确理解置于伸臂范围之外	114
10 用剩余电流动作保护器的附加保护要求	115
11 剩余电流动作保护器的作用及其结构原理	115
12 剩余电流动作保护器的分类方法	116
13 电流型剩余电流动作保护器的工作原理	117
14 电流型剩余电流动作保护器的保护方式	118
15 剩余电流动作保护器常见的接线方式	118
16 剩余电流动作保护器的适用场所	118
17 剩余电流动作保护器动作电流的选择	118
18 剩余电流动作保护器安装使用应注意的事项	121
19 剩余电流动作保护器误动作的原因	122
20 剩余电流动作保护器的维护保养	122
21 故障防护技术措施及其主要方面	123
22 可以不采取故障防护技术措施的情况	123
23 中性点、中性线和零点、零线	123

目 录

24	保护性接地	123
25	低压供配电系统的中性点工作制度（接地方式）	124
26	IT 系统及其保护	124
27	IT 系统应当装设绝缘监视器等保护装置	125
28	TT 系统及其保护	126
29	TN 系统及其保护	127
30	TN-C、TN-C-S、TN-S 三种系统及其适用场所	127
31	IT、TT、TN 三种低压供配电系统的安全性比较	128
32	低压供配电系统中性点工作制度的选择	129
33	低压供配电系统中性点直接接地的作用	129
34	低压供配电系统发生零线带电现象的原因	129
35	三相四线制低压供配电系统运行中应注意的事项	130
36	TN 系统接线常见的错误	130
37	采用多电源 TN 系统时应注意的问题	130
38	对于自动切断电源的要求	131
39	正确理解 II 类设备和等效的绝缘	132
40	基本绝缘、附加绝缘、双重绝缘和加强绝缘	133
41	对于双重绝缘设备的结构要求	133
42	对于绝缘外护物的要求	133
43	正确理解非导电场所	133
44	对于不接地的局部等电位联结保护的要求	134
45	电气分隔及其必须满足的安全条件	134

目 录

46	采取电气分隔保护应注意的安全事项	135
47	安全电压限值和额定值	136
48	根据不同的作业场所选择相应的安全电压	136
49	安全电压电源和回路的配置规定	137
50	电气量限值防护技术措施的主要方面	138
51	采用 SEVL 系统和 PEVL 系统应注意的安全 事项	139
52	采用 FEVL 系统应注意的安全事项	140
第六章 接地与等电位联结		141
1	带电部分、危险电压和危险带电部分	141
2	外露可导电部分和外界可导电部分	141
3	地及电气上的“地”的概念	141
4	接地及其类型	141
5	中性导体、保护导体和保护中性导体	142
6	工作接地及其作用	142
7	重复接地及其作用	143
8	应当设置重复接地的场所	143
9	接地装置、接地体和接地线	143
10	可以用作自然接地体和自然接地线的金属 物体	144
11	自来水管不宜用作自然接地体	144
12	利用自然接地体和接地线应注意的事项	144
13	人工接地装置材料的要求规定	145
14	接地装置的埋设地点要求	146

目 录

15	正确埋设接地装置	146
16	接地体的安装要求	146
17	垂直接地体宜采用钢管	147
18	敷设接地线应注意的事项	148
19	接地电阻及其影响因素	149
20	接地装置的连接要求	149
21	降低土壤电阻率的方法	151
22	测量接地电阻时应当注意的事项	152
23	电气设备和线路的接地电阻要求	153
24	接地装置的保护	153
25	接地装置的检查和维修	154
26	对保护导体的要求	154
27	可以用作保护导体的导体	155
28	不允许用作保护导体的导体	155
29	对保护导体截面积的要求	155
30	允许通过保护导体交流电流的限值	156
31	等电位联结及其种类	157
32	总接地端子及其作用	157
33	应当接成等电位联结保护的可导电部分	158
34	等电位联结的作用及注意问题	159
35	等电位联结导体截面积的要求	159
36	等电位接地及其作用	159
37	利用系统接地进行等电位联结	159
38	利用多种接地进行等电位联结	160
39	单层建筑利用基础接地进行等电位联结	161
40	多层建筑利用基础进行等电位联结	161

目 录

第七章 电气防火与防爆

163

- 1 燃烧及其必须具备的基本条件..... 163
- 2 爆炸及其类型..... 163
- 3 化学性爆炸必须具备的基本条件..... 163
- 4 燃烧和爆炸之间的关系..... 164
- 5 电气火灾和爆炸的主要原因..... 164
- 6 危险物质及其性能参数..... 164
- 7 危险物质的分类..... 165
- 8 可燃性粉尘与可燃性飞絮..... 168
- 9 导电性粉尘与非导电性粉尘..... 168
- 10 危险环境的分类及危险区域等级划分..... 168
- 11 电气设备防护等级的规定..... 169
- 12 电气设备的分类..... 171
- 13 电气设备的防爆类型及标志..... 171
- 14 电气设备的保护级别..... 172
- 15 电气设备保护级别与防爆结构和标志的对应关系..... 173
- 16 爆炸性危险环境电气设备的设计..... 175
- 17 爆炸性危险环境电气设备的选择..... 175
- 18 爆炸性危险环境电气设备的安装..... 177
- 19 爆炸性危险环境电气线路的选择..... 178
- 20 爆炸性危险环境电气线路的安装..... 179
- 21 爆炸性危险环境电气线路的敷设方式..... 179
- 22 爆炸性危险环境电气线路的技术要求..... 179