

建筑防雷与电气安全技术

芮静康 主编

中国建筑工业出版社

建筑防雷与电气安全技术

芮静康 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑防雷与电气安全技术 / 芮静康主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003

ISBN 7-112-05962-3

I. 建… II. 芮… III. 房屋建筑设备: 电气设备—安全技术 IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 067896 号

建筑防雷与电气安全技术

芮静康 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 850 × 1168 毫米 1/32 印张: 14¹/₂ 插页: 1 字数: 386 千字

2003 年 10 月第一版 2003 年 10 月第一次印刷

印数: 1—3,500 册 定价: 28.00 元

ISBN 7-112-05962-3

TU · 5239 (11601)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>



芮静康同志,1961年清华大学电机系毕业。电机、电气高级工程师,兼职教授,中国电工学会会员,中国科协自然科学专门学会会员,中国职工技协会员,北京市电加工学会会员,现担任共青团北京市委聘任北京市青少年志愿科普顾问团成员,北京联合大学特聘教授、专业指导委员会委员。

曾任北京福尼特大厦技术负责人。历任北京市设备维修学会学术委员、科普委员,北京市机械行业技师评委会电工组长,《设备维修》杂志特邀审校,北京市机械局高级技术工人实际操作考评组成员,中国水利水电出版社特邀顾问,以及江苏省溧阳市科学技术顾问等职。

先后有相当多的技术作品问世,其中有编、编著和担任主编、主审、编审委员会主任、副主任、委员,以及作序等。已出版30余种书。

芮静康同志是电工界的著名专家学者,不但具有相当高的电气理论水平,并且在生产一线从事技术工作30多年,积累了丰富的实践经验。特别是1993年以后,先后主持了电梯系统、通信系统、空调制冷系统、广播电视系统、消防系统、供电系统、楼宇自控系统工程等多方面的设计和工程施工。倡导开创了“智能电工”工种,首次提出“智能电工学”学科。并从事“柔性控制的供电系统”等新技术产品的研究开发工作,在电火花加工方面亦达到了较高的造诣。

编审委员会

- 顾问:** 陈汤铭 清华大学著名教授、电机学奠基人之一
杨宝祿 中国电机工程学会常务理事、北京电机总厂首任总工程师
翟中和 北京大学教授、中国科学院院士
韩银铎 清华大学教授、中国科学院院士
袁世鹰 教授、焦作工学院院长
焦留成 教授、郑州大学副校长
裴杰 教授、云南大学原教务长
- 主任:** 芮静康 总工程师、高级工程师、特聘教授
- 副主任:** 余发山 教授、焦作工学院电气系主任
- 委员:** 曾慎聪 黄显琴 席德熊 武钦韬 王梅 路云坡
屠姝姝 廖文国 童启明 刘俊 潘永华 赵兴华
陈洁 陈晓峰 周德明 韩军 雷焕平
- 主编:** 芮静康
- 副主编:** 余发山 田慧君 韩军
- 编作者:** 芮静康 柳春生 王福忠 黄丽 郑征 田慧君
韩军 王梅 胡渝珏 潘永华 上官璇峰 钟彬
陈晓峰 陈洁 屠姝姝 高鸽
- 主审:** 李发海 清华大学著名教授

前 言

随着国民经济的发展,电气行业的飞速技术进步,其应用的广泛性、技术性是其他行业不能相比。这样,防雷、接地以及电气安全问题,就显得是一个非常重要的大问题,广大电气工作者必须予以高度重视。有的工矿企业的人身伤亡事故,大多是由于电气安全出问题所致,真是沉痛的教训。

本书对建筑防雷及接地、接零,以及许多电气安全问题作了详细的叙述。尤其是防雷部分,对雷电机理、雷电的危害,以及建筑防雷,均作了许多描述,充分反映了防雷规范的精神和内容。为了适应现代技术的发展,对电子设备接地、计算机接地,以及防静电等作了专门的叙述,又由于宾馆、饭店、公寓、大厦的大量兴起,本书又对高层建筑的安全问题作了介绍。随着用电设备已经应用到每个行业和领域,甚至人们的日常生活中,又由于人们生活提高和现代化的需求,本书又对特殊环境,如浴室、游泳池、旅游车及医院等的用电保护作了介绍。特别提出了电气防火问题,对电气消防系统作了详细的介绍。所以本书所介绍的内容不仅适用于电气工作者,甚至每一个人都应该有所了解,以确保设备、装置、财产,特别是人身的安全。但是,本书有些内容技术性比较强,有其专业特点,所以,主要是供电气工作者,特别是建筑电工和技术人员在日常工作中应用,他们也应该是电气安全工作中的骨干力量。

本书由电工界著名专家、学者芮静康担任主编,由焦作工学院电气系主任余发山教授担任副主编。由陈汤铭先生等担任编审委员会顾问,由水利部产品质量标准研究所原所长曾慎聪教授级高工等为委员,由清华大学李发海教授任主审。其他编审委和作者详见编审委员会名单。

本书编写工作得到武钦韬教授的支持,还得到编审委员会以及出版社的许多领导、专家的大力支持和帮助,一并表示衷心的感谢。

由于作者的水平有限,书中的缺点和错误在所难免,恳请广大读者和专业同仁批评指正。

作者 于北京,2003.5

电气安全,特别是建筑电气安全是非常重要的问题,应该引起建筑电工、电工技术人员的高度重视。

本书分为建筑防雷与过电压保护、接地与接零、安全用电及特殊环境内的电气安全三章。书中对雷电机理、雷电危害和电气安全等作了详细叙述。为适应现代技术的发展,对电子设备接地、计算机接地和防静电等作了专门阐述,还对浴室、游泳池、旅游车及医院等特殊环境的用电保护作了介绍。

本书主要供建筑电工、电工技术人员阅读,并可供广大维修电工、内外线电工、电机修理工、有线电工、无线电工、农村电工及相关技术人员阅读,还可作为有关大、中专院校师生教学参考。

目 录

第一章 建筑防雷与过电压保护

第一节 雷电和防雷保护	1
一、雷电现象、种类和性质	1
(一) 雷电现象及雷电的种类	1
(二) 雷电参数	5
(三) 雷电的危害	10
二、直击雷的保护范围和保护措施	10
(一) 应装设直击雷保护的围	10
(二) 直击雷保护的措	11
(三) 有易燃物、可燃物设施的建、构筑物的保护	13
(四) 避雷针、避雷线的装设原则及其接地装置的要求	14
(五) 用避雷线保护的技术要求	17
三、防直击雷的保护装置	18
(一) 接闪器	18
(二) 引下线	19
(三) 接地装置	20
(四) 接地电阻	22
四、配电装置的侵入雷电波保护	22
(一) 保护措施	22
(二) 架空进线保护	22
(三) 电缆进线保护	23
(四) 阀型避雷器与被保护设备间的最大电气距离的确定	24
(五) 变压器侵入波保护	26
(六) 3~10kV 配电装置的保护	29
(七) 旋转电机的防雷	30

(八) 小容量变电所的保护	34
(九) 六氟化硫全封闭电器的保护	36
(十) 进线段管型避雷器和保护间隙的选择	36
五、微波站、电视台的防雷	38
(一) 天线塔防雷	38
(二) 机房防雷	39
(三) 供电设备的保护	40
六、卫星地面站的防雷	41
七、广播发射台的防雷	41
八、雷达站的防雷	42
第二节 过电压保护	43
一、工频过电压	43
二、变配电所的过电压保护	44
(一) 防直击雷保护	44
(二) 雷电侵入波过电压保护	46
(三) 35/6~10kV 变电所高压侧的简易保护	48
三、操作过电压	51
(一) 操作过电压的性质	51
(二) 操作过电压的允许水平	51
(三) 间歇电弧过电压及其限制	51
(四) 开断空载变压器过电压及其限制	52
(五) 开断并联电抗器过电压及其限制	53
(六) 开断高压电动机过电压及其限制	54
(七) 开断空载长线过电压及其限制	55
(八) 开断电容器组过电压及其限制	56
四、谐振过电压	57
(一) 谐振过电压的性质	57
(二) 线性谐振过电压及其限制	58
(三) 铁磁谐振过电压及其限制	59
第三节 配电装置的绝缘配合及避雷器的选择	62
一、绝缘配合	62
(一) 绝缘配合的目的	62

(二) 绝缘配合的原则	63
(三) 绝缘配合的方法	64
二、避雷器的种类及特性	64
(一) 保护间隙与管型避雷器	65
(二) 阀型避雷器	67
(三) 氧化锌避雷器	75
三、避雷器选择	77
(一) 避雷器型式选择	77
(二) 阀型避雷器参数选择	78
(三) 金属氧化物避雷器参数选择	82
第四节 建筑防雷	94
一、建筑物防雷分类	94
(一) 一类防雷建筑物	94
(二) 二类防雷建筑物	94
(三) 三类防雷建筑物	95
二、建筑物的防雷措施	96
(一) 第一类防雷建筑物的防雷措施	96
(二) 第二类防雷建筑物的防雷措施	100
(三) 第三类防雷建筑物的防雷措施	105
三、建筑防雷装置	106
(一) 防雷装置的种类和要求	106
(二) 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算	107
(三) 等电位连接	108
(四) 雷击和雷电流	108
(五) 电压开关型、限压型、组合型 SPD	109
(六) 用滚球法确定接闪器的保护范围	109
(七) 分流系数的确定	119
(八) 雷电流的计算	120
四、防雷击电磁脉冲	124
(一) 防雷区	124
(二) 屏蔽、接地和等电位连接	126
(三) 电涌保护器	131

五、防雷名词术语	134
第五节 避雷器的试验和防雷技术数据	137
一、避雷器的试验	137
(一) FS 型避雷器的试验	137
(二) FZ、FCZ、FCD 型避雷器试验	139
二、防雷技术数据	141

第二章 接地与接零

第一节 概述	166
一、接地、接零的类型及其作用	166
二、保护接地、工作接地及接零的范围	168
三、接地系统的构成	170
第二节 接地装置的设计	174
一、接地装置的要求	174
二、接地装置的计算步骤	177
三、接地电阻允许值	177
四、接地电阻计算	177
(一) 工频接地电阻的计算	177
(二) 冲击接地电阻计算	190
五、接地线截面的热稳定校验	194
六、接触电压、跨步电压和计算方法及其降低的措施	195
(一) 接触电压和跨步电压	195
(二) 接触电压、跨步电压的计算方法	196
(三) 降低接触电压和跨步电压的措施	202
七、高土壤电阻率地区的降低接地电阻的措施	203
(一) 换土	203
(二) 对土壤进行化学处理	203
(三) 利用长效降阻剂	205
(四) 深埋接地体、污水引入、深井接地	207
(五) 利用水和水接触的钢筋混凝土作为流散介质	208
八、防雷装置的接地	209

(一) 平屋顶建筑物防雷接地敷设	210
(二) 构筑物防雷接地敷设	210
九、照明系统的接地	213
(一) 照明系统接地保护与接零保护的几种接线方式	213
(二) 灯具接零情况的分析	216
第三节 接地装置的安装和施工	218
一、接地装置的敷设	218
二、接地体(线)的连接	220
三、避雷针(线、带、网)的接地	220
四、携带式和移动式电气设备的接地	221
五、变电所接地网	222
第四节 特殊接地	224
一、电子设备接地	225
(一) 电子设备接地的种类	225
(二) 信号地的接地型式	225
(三) 信号地接地型式的选择	227
(四) 电子设备的接地系统	228
二、电子计算机接地	228
(一) 电子计算机接地的种类	228
(二) 电子计算机的接地型式	228
(三) 信号地接地型式的选择	230
(四) 铜排网的布置	230
三、高频电炉接地	230
四、X光设备接地	232
五、电气试验设备接地	232
六、防静电接地	232
(一) 静电产生的原因及其特点	232
(二) 防静电危害的主要方法——接地	232
(三) 防静电接地的范围和做法	233
(四) 防静电接地的接地电阻值	234
(五) 防静电接地的接地线及其连接	234

七、屏蔽接地	234
第五节 智能建筑的接地	236
一、智能建筑接地的一般规定	237
二、智能建筑系统接地方式的选择	238
(一) TN-C 系统	238
(二) TN-S 和 TN-C-S 系统	239
(三) TT 系统和 IT 系统	240
三、统一接地系统	242
(一) 统一接地体的构成	242
(二) 统一接地体的电阻值	242
四、智能建筑接地系统的设计、安装和施工	245
(一) 各种功能接地线和总等电位铜排	245
(二) 交流工作接地	246
(三) 保护接地系统	247
(四) 直流感地系统	250
(五) 屏蔽接地及防静电接地	252
(六) 电子设备及其布线系统的接地	254
(七) 自动控制设备的接地	255
(八) 智能建筑的防雷接地系统	259
第六节 交流高压接地开关	263
一、接地开关型号表示方法及含义	265
(一) 型号表示方法	265
(二) 含义	265
二、接地开关的结构	266
三、JW1-35、60、110G、220 型接地开关的技术数据	267
四、JW2 系列接地开关	268
五、JW3-500 JW3-220、330 型户外、高压接地开关	273
六、JW4-500(W)型接地开关	279
七、JW5、JY6 型户外接地开关和部分户内接地开关	280
(一) JW5、JW6 型户外接地开关	280
(二) 部分户内接地开关	281

八、CJ6、CJ6-I型电动机操动机构	281
第七节 接零	284
一、接零的定义	284
二、接零的有关要求	284
三、低压配电系统的接地型式	286
四、低压配电系统接地故障保护的要求	289
五、零线(N)、保护线(PE)及保护中性线(PEN)的选择	290
(一) 零线的选择	290
(二) 保护线截面的确定	292
(三) 保护中性线截面的确定	293
(四) 保护线的电气连续性	293
(五) 保护线的构成	293
(六) 关于保护线和保护中性线的其他要求	293
六、接地、接零保护中应注意的问题	294

第三章 安全用电及特殊环境内的电气安全

第一节 人体通过电流的效应	297
一、电流对人体作用的机理	298
(一) 作用机理	298
(二) 电击死亡机理	300
二、电流伤害种类	303
(一) 电击	303
(二) 电伤	304
三、电流对人体作用分析	306
(一) 15~100Hz 交流电流的作用	306
(二) 直流电流的作用	313
(三) 100Hz 以上交流电流的作用	315
(四) 特殊波形电流的作用	317
(五) 冲击电流的作用	322
四、人体阻抗及其测定	327
(一) 人体阻抗的分析	328

(二) 人体阻抗的测定	333
第二节 电气安全与触电防护	335
一、电气事故类型与人体触电形式	335
(一) 常见电气事故类型	335
(二) 人体触电形式	338
二、电气设备的安全	338
三、触电防护	339
(一) 正常条件下的触电防护	339
(二) 故障条件下的触电防护	351
(三) 漏电保护器及其选用	360
(四) 加强绝缘和安全电压	364
(五) 电气工作的安全措施	367
(六) 触电急救	369
(七) 静电的危害	374
第三节 特殊环境内的用电保护	376
一、浴室	376
二、游泳池	379
三、医院	380
四、数据处理设备的电气装置	383
五、旅游车及其停车场	385
第四节 电气防火	387
一、电气火灾的原因和常规电气防火措施	388
(一) 电气火灾的原因	388
(二) 常规电气防火措施	390
二、电气消防系统	394
(一) 消防子系统的软硬件设计	394
(二) 目前的火灾自动报警与消防控制系统	404
三、消防中心和主机的操作	431
(一) 消防中心	431
(二) 主机的操作	433
(三) 操作程序表	440

四、火灾自动报警系统的发展	440
(一) 新型探测器的发展	441
(二) 火灾自动报警系统趋向于智能化	441
参考文献	443