

电工安技考核培训用书

实用电气 安全技术

谈文华 万载扬 等 编著

机械工业出版社



实用电气安全技术

谈文华 万载扬等 编著

机械工业出版社

这是一本介绍电气安全技术的实用读物，共分 10 章及 2 个附录，系统介绍了供、用电各环节的电气安全知识与实用技术，附录有似简明电工手册，以利于实用中查找。各章复习题及考核试卷可供办培训班时选用。全书内容丰富，题材充实；结合生产，注重实用；简炼扼要，通俗易懂。

本书由全国各地六十多位电业及劳动部门具有多年实际工作与培训经验的安全技术专家、电气技师、工程技术人员、在基层一线工作的电工班长及安全技术人员参加编写与审订。在强调实用、选材精炼的前提下，以安全技术为主线贯穿全书。同时突出介绍了电气安全方面的新技术、新工艺。对电气图形与文字符号、电工物理量及计量单位等均统一采用了新国标。

本书是广大电工在实际工作中常用的工具书，也可作为对各行业电工，包括安装维修电工、变配电值班电工、农村电工及电业职工进行安全技术培训与复审考核的适用教材，也是城乡初、中级电工自学成才的精编读物。此外，还可供各类企业的电气人员、安全技术人员、专业院校师生和广大读者参阅。

2P51/55 17

图书在版编目 (CIP) 数据

实用电气安全技术/谈文华等编著. —北京: 机械工业出版社, 1996
ISBN 7-111-04999-3

I·实… II·谈… III·电气设备-安全技术 IV·TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 19278 号

出 版 人: 马九荣 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 吴柏青 版式设计: 张世琴 责任校对: 肖新民
封面设计: 姚 毅 责任印制: 路 琳
北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1998 年 6 月第 1 版第 2 次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·24.5 印张·593 千字
印数: 6 001—10 000 册
定价: 30.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电力为经济建设服务用之
不善也将带来灾害不但
经济损失且有人命问题
安全用电十分重要

王平洋
一九九四年
一月十日

中国电机工程学会名誉理事长、电力工业部电力科学研究院咨询委员、
《ELECTRICITY》总编辑、IEEE 特级会员、本书总顾问王平洋题词

主 编

谈文华

副 主 编

万载扬 刘相坤 裴良鉴

编 著 人 员

黄祖寅	崔景云	张 展	孔庆云	谈晓彬	张鹤松
许焕清	李昆兰	谈笑君	骆国富	张文章	常光华
吴建明	梁国源	张朝俊	谭仲勤	李 竞	曾其阳

编委会名单

主 任 张伯盛

副主任 万载扬 陈玉豪

编 委 胡尚荣 李全中 张耀臣 叶志源 蒋晓明 吴安关

邹学仁 文锦新 瀚 尹 谭国强 宗书明 杨绍璠

戚兴培 万福安 王秋梅 刘学用 王富村

顾 问 王平洋 浩 生 谈湘舟 闵春耕

主 审 耿忠培 宁华明

审 稿 黄从参 胡 琰 张 瑶 于德福

执 编 谈文华 刘相坤 裴良鉴 孔庆云等

协 编 陈学杰 邹志琴 徐忆秋 陈 洁 尹春燕 柏 涛

张青青 陈小虎 钱银其 潘曙冰

前 言

电力在现代工农业生产、科学实验及人民生活等各个领域中有广泛的应用。离开了电力,要想实现人类社会的物质文明与精神文明是不可能的;若缺乏一支安全技术过硬的电工队伍,要想实现我国的现代化也是办不到的。

众所周知,电气工种是一种特殊工种,必须经考核,持有合格证方能上岗。而电气事故对企业、部门或个人来说乃一大灾难。国家历来都很重视安全生产与劳动保护,并把它作为消除生产中的不安全因素、防止伤亡事故、保障职工健康及顺利完成各项任务的一种政策性措施。

近年来,各地区虽然对各行业电工在安全技术培训方面做了许多工作,取得了不少成绩,但培训内容与方式较为单调或重复,适用教材短缺,每年的培训、考核和发证工作尚未能注重实质性提高,流于形式的现象还程度不同地存在,致使实践中暴露的问题不少,各种电气事故屡有发生,严重地威胁着电网的安全运行。这反映了电气安全技术知识还普遍地较为缺乏,现有电工队伍的安全水平亟待提高。

随着经济的不断发展,各行业从事电气工作的职工队伍迅速扩大;供用电设备容量的增多、新产品新工艺的涌现及电气技术的更新与自动化程度的提高,对广大城乡电工的技术素质与安全技能也同时提出了更高的要求。

鉴于上述情况,为更好地贯彻“安全第一”的生产方针,加强培训,讲求实效,切实提高广大电工的实际技能和安全水平,努力实现安全经济地发供用电,为满足各行业安装维修和变配电值班等各类电工有效掌握和更新电气安全技术知识的需要,特针对基层电工的实际状况与发展要求,结合历年来工厂与农村的用电实践,以及电工考核与培训工作的特点,在认真总结经验教训、分析各类电气事故原因及寻求对策的基础上,编写了这本《实用电气安全技术》。

撰稿时本着通俗易懂、说理清晰、结合生产、讲求实用的原则,系统地介绍了供用电方面的电气安全技术知识。选材上既突出重点又强调基本概念,既兼顾全面又注重安全技术内容的专一性。使该书成为既可供各地举办电工安全技术考核培训班时作为适用的教材。更能作为全国城乡电工在实际工作中经常参照应用的工具书;还可用作广大电工悉心钻研自学成才的适用读本。

作为电工安全技术考核培训教材使用时,总讲授约 60~80 课时,培训 12~15 天。内容选择与课时安排为:低压安装维修电工或农村电工,学习除第五章外的其余 9 章;高压变配电值班电工,学习除第八章外的其余 9 章。除第一章讲授 12~16 课时外,其余各章均安排 6~8 课时,余下时间供复习与考核用。

各地也可参考上述计划,根据实际情况和需要(如电工类别与层次,办班日期的长短等)进行适当调整。每期讲授内容应由浅入深,可有所侧重,有所选择。务使电工学员们通过一、二次培训,能熟练地掌握本书所介绍的电气安全技术知识与实际应用技能,以求取得事半功倍的良好效果。

成书过程中，承蒙中国电机工程学会，城市供用电专委会，全国农村电气化学会，《电工技术》编辑部、培训部，《供用电》杂志、《农村电气化》杂志编辑部，北京、上海、江西、吉林、湖南、浙江、宁夏、江苏，以及沈阳、西安、济南、重庆、昆明、广州、深圳、苏州等地电业、农电与水电部门的热诚关怀，在此谨致诚挚的敬意。

对本书从组织准备、收集资料、酝酿提纲，逐章编写、征询意见、修改补充、加工整理、复审定稿的诸多环节中，曾给予了许多支持与帮助的傅志泉、冯乃庄、陆逵、郭长贵、俞怀彤、朱永亮，以及杭甄、谢越、周季平、费柏年、陆祖平、王如焕等同志，一并表示由衷地感谢。

由于电气安全是一门多学科的综合工程，电气安全技术系综合性与发展中的专业技术，加之我们水平与成书条件所限，书中倘有不妥之处，恳请读者批评指正。

《实用电气安全技术》编委会

目 录

绪论	1
第一章 电气基础知识	6
第一节 电的基本概念	6
第二节 直流电路	14
第三节 电与磁的关系	18
第四节 交流电路	23
第二章 电网供电及自发电	33
第一节 电力网和电能	33
第二节 供电与用电的关系	43
第三节 供电方案和施工图	48
第四节 多路电源及自发电	63
第三章 电气安全和专用工具	72
第一节 安全方针与安技措施	72
第二节 电气安全基本知识	76
第三节 绝缘在安全中的作用	85
第四节 电气安全用具	93
第四章 电气安全工作制度	105
第一节 电气值班制度	105
第二节 电气安全作业制度	108
第三节 农村电工安全作业制度	115
第四节 安全检查和用具保管制度	128
第五章 变配电所的安全运行	130
第一节 变配电设备和值班要求	130
第二节 变配电所的倒闸操作	136
第三节 变配电所的运行维护	143
第四节 变配电所的事故处理	152
第六章 电气接地与接零	160
第一节 接地接零的作用和要求	160
第二节 接地装置的装设与维护	169
第三节 接地电阻计算及测量	178
第四节 接地方式和家用电器保护	185
第七章 防雷保护设施	197
第一节 防雷装置的种类与作用	197
第二节 电力设施和建筑物的防雷	205
第三节 防雷装置的安装及维护	213
第八章 电气安全技术措施	222
第一节 防止电击的技术措施	222

第二节 漏电保护器的应用	227
第三节 电工安全作业措施	236
第四节 常用电器的防触电措施	242
第五节 常用设备的电气安全措施	247
第六节 电气安全联锁装置	255
第九章 电气防火与防爆	261
第一节 电气火灾与爆炸	261
第二节 电气设备防火防爆措施	272
第三节 火灾扑救和消防用具	277
第四节 静电及电磁辐射的防护	287
第十章 触电急救和外伤救护	298
第一节 触电事故典型实例	298
第二节 触电紧急救护方法	302
第三节 常见外伤的急救处理	314
附录一 电工安全技术常用数据及实用资料	318
表 1 电气设备常用文字符号 (GB7159—87)	318
表 2 汉语拼音字母、拉丁字母及希腊字母	319
表 3 电工常用法定计量单位 (GB3102—84)	319
表 4 电工常用电路计算公式	320
表 5 用电设备电流计算式与每相电电流值	322
表 6 不同电压下电流与功率的对应关系	323
表 7 变配电设备的安全间距	323
表 8 架空线路和户内线路的安全间距	325
表 9 电缆对地面和建筑物的安全间距	328
表 10 配电变压器高低压熔丝的选择	329
表 11 高压熔丝结构、规格与额定电流值	330
表 12 低压熔丝规格和额定与熔断电流值	331
表 13 常用低压熔断器规格及适用场合	332
表 14 架空线路和户内线路的导线截面要求	333

表 15	正常或短路情况下导线最高允许温度	334
表 16	裸铝线规格及低压线路电压损失率	334
表 17	低压接户线导线截面及装设要求 ..	335
表 18	绝缘电线型号和低压电缆安全载流量	335
表 19	明暗敷设时绝缘电线的安全载流量	337
表 20	各类电线管的技术规格	339
表 21	电线穿管时的管径选择	340
表 22	相邻危险场所等级和导线的敷设方式	341
表 23	危险场所电气设备的选型和间距要求	342
表 24	线路和电气设备的绝缘电阻要求值	343
表 25	低压电器零部件的允许极限温升 ..	344
表 26	电动机各部位允许温升及手触感温法	345
表 27	电动机的保护方式、范围和整定计算	347
表 28	电动机的维护期限、检修项目和振动值	348
表 29	各类接地电阻允许值的规定	349
表 30	架空线路接地电阻和接地装置规格	350
表 31	工频接地电阻计算及土壤电阻率 ..	351
表 32	建筑物防直击雷与雷电侵入波的要求	352
表 33	建筑物防雷装置的接地电阻要求 ..	353
表 34	低压操作票、工作票及安全措施票	354

表 35	标示牌分类、悬挂处所和规格	355
表 36	悬挂标示牌和装设遮栏的要点	356
表 37	安全色标的一般要求及应用	357
表 38	灭火器效能、用法及带电灭火安全距离	358
表 39	常用电气绝缘工具试验周期与标准	359
表 40	登高和起重作业安全工具试验标准	360
表 41	U 型环及绳索的允许荷重与破坏拉力	360
表 42	高低压电气工程施工安装要领	361
附录二	各章复习题及电工安技考核试题库	363
电工培训班用各章复习题		363
第一章 电气基础知识复习题		363
第二章 电网供电及自发电复习题		363
第三章 电气安全和专用工具复习题 ..		363
第四章 电气安全工作制度复习题		364
第五章 变配电所的安全运行复习题 ..		364
第六章 电气接地与接零复习题		365
第七章 防雷保护设施复习题		365
第八章 电气安全技术措施复习题		365
第九章 电气防火与防爆复习题		366
第十章 触电急救和外伤救护复习题 ..		366
电工安全技术考核试题库		367
电工安全技术考核试卷 (A 卷)		368
电工安全技术考核试卷 (B 卷)		370
电工安全技术考核试卷 (C 卷)		372
电工安全技术考核试卷 (D 卷)		374
电工安全技术考核试卷 (E 卷)		376
电工安全技术考核试卷 (F 卷)		378
参考文献		380

绪 论

电力是国家建设和人民生活的重要物质基础。随着我国改革开放的不断深化及社会主义事业的迅速发展,电能的应用已越来越广泛,从事电工作业的人员也越来越多,电气安全问题已经成为人们共同关心的社会课题。

当前,我国电工作业人员大体可分为三部分:一是电业电工(指电业内部作业人员);二是工矿企事业电工;三是农村电工(后两类大都属进网作业电工)。为提高电工的技术素质,实现安全生产,提高经济效益,国家将电气工作列为特殊工种,电工作业列为特种作业。1996年4月17日中华人民共和国国务院第196号令颁发的《电力供应与使用条例》第7章第37条明确规定:“在用户受送电装置上作业的电工,必须经电力管理部门考核合格,取得电力管理部门颁发的《电工进网作业许可证》方可上岗作业。”要求对电工作业人员进行安技培训、考核和发证(由劳动部门管理的部分亦应取得《特种作业人员操作证》),凭证方准上岗及操作。

培训通常由当地电业部门进行,培训期满由主办单位命题考核。考核分安全技术理论(应知)和实际操作技能(应会)两部分,理论考核和实际操作都必须达到合格要求,获证后方可上岗作业。此后每2年要复审一次(电业电工为每年一次)。凡因故间断电气工作连续6个月(电业电工为3个月)以上者亦需进行复审。复审目的是为确保并不断提高安技素质,整顿电工队伍,进行法制、安规教育和技术学习。未经复审,不准继续作业。复审内容包括体格检查,电工安全理论知识和实际操作技能,以及对事故责任者进行检查等。

在我们开始刻苦学习、努力掌握电气安全知识与技能前,先共同来回顾一下我国电力事业的发展过程,至为必要。这可以提高大家的辩证唯物史观与认识问题的能力。

在19世纪中叶到20世纪初,我国当时还处在清王朝腐朽没落的封建统治时期,曾掀起了“洋务运动”,主张“中学为本、西学为用”的有识之士提倡学习西方科学技术。正是在这种情况下,西方的近代电磁学及有关电力知识的书籍和资料等逐步被译成中文介绍到国内来,为我国电力应用事业的发展准备了思想与理论基础。当时著名的爱国维新人士谭嗣同曾撰写了《论电灯之益》一文,论述了电是一门现代科学以及电灯的优越性,主张并赞扬开办电厂以给人们带来光明。我国开始应用电力的年代,实际上与世界其他先进国家也很相近,和国外一样,我国的电力应用同样也是先从照明开始的。

在1873年维也纳万国博览会上,展出了一台用燃气原动机(内燃机)拖动的发电机并带动一台水泵运转,引起了参观者的极大兴趣。这是世界上电力开始在工业上应用的前奏。1879年美国旧金山一个小型实验厂开始发电,同年4月11日,我国上海虹口一家外商仓库里有台10hp(合7.5kW)发电机运转成功。一个月后,曾任美国第18任总统的格兰特将军到我国访问,在5月11日上海的欢迎会上,便用这台发电机使电弧灯发出了耀眼的光亮。这是电力在我国土地上的首次应用。

1882年,英国伦敦发电厂继旧金山发电厂以后,成为世界上第二个发电厂。不久,设备比较完善的美国纽约珍珠街的爱迪生发电厂(容量30kW)于同年9月建成发电。也就在这一年,由英商创办的上海电光公司从美国订购到发电设备,在上海乍浦路创建了我国第一

个小型发电厂，于7月26日开始发电，且在南京路、江西路口竖起了我国第一根电线杆。到1883年6月，上海外滩的路灯便首先采用电弧灯代替了煤油灯。起初由于电气设备事故较多，清政府上海道台竟愚昧而蛮横地认为这是“妖术”，曾命令禁止中国人使用电灯。但科学的新生事物有着强大的生命力，总是不可战胜的。自1890年开始装用爱迪生发明的白炽灯后，到1893年上海就已装有电灯6300多盏。1894年上海公共租界工部局在斐伦路（今九龙路）兴建了虹口发电厂，装了5台交流发电机。1907年9月，我国第一台汽轮发电机（美国派生斯公司制造，容量800kW）装好并投入运行。1911年又兴建了杨树浦发电厂，1928年美国国际电气债券股份有限公司以1800万两白银买下了全部资产及营业权，同时改名为“上海电力公司”。

广州是我国最早应用电力的第二个城市。1888年两广总督张之洞向国外订购了一台发电机，在总督衙门旁兴建发电厂。7月18日发电机运到且随带电灯100盏，5天后这些电灯就在总督衙门亮了起来。1890年旧金山华侨黄秉常集股筹办的广州电灯公司安装了两台74kW发电机。1891年广州街上、店铺及公共场所已装电灯700多盏。1905年英商旗昌洋行创办了“奥恒电灯公司”，并于1920年在长堤建成了装有两台2500kW汽轮发电机的五仙门电厂。

北京是我国电力事业最早发展的第三个城市。1888年慈禧太后“还政退居”时曾下旨修建西苑（今中南海），并建15kW发电厂以装电灯。厂址就设在今国务院门口，称“西苑电灯公所”。1890年初西苑宫廷里便亮起了北京最早的电灯，同时慈禧又下旨修建颐和园，并在宫门外东南角建造发电厂。1900年八国联军攻占北京，东交民巷成为使馆特区，3年后建起了英租界电灯公司，装机700kW（后于1922年改称为北京电灯服务有限公司）。1904年在北京顺城街26号成立的京师华商电灯公司，是我国官商合办且规模较大的发电厂，1912年时共装机6台2960kW。同年，北京已装有各种电灯3万余盏。1919年华商电灯公司又在石景山建发电厂，两年后的10月10日一台2000kW机组投运，同时建成了我国第一条33kV高压输电线路，开始向北京城区供电。

由上可见，我国电力应用事业从1879年开创起，1882年便建厂发电，初期发展几乎与国外同步。到1924年全国就建有发电厂219座，装机30.1万kW；1932年增加到665座，装机89.3万kW；1936年时已装机104.5万kW，全年发电31亿kW·h，占当时世界的第14位。1937年抗战爆发后，经济重心由沿海移向内地，西南地区电力工业有了较大发展，但关内的电力工业却在八年抗战中遭到了严重破坏。当时东北三省自1931年“九·一八”事变被日寇侵占后，日本军国主义为掠夺资源曾大力开发水电和兴建火电厂。到1945年抗战胜利时，全国发电装机总容量增为293万kW（其中水电108万kW）。此后经历了三年解放战争，至新中国成立时全国发电装机容量仅为185万kW，年发电量43亿kW·h，已退居世界第25位。

建国后，我国的电力事业获得了新生并取得很大发展。据联合国统计的数字，1986年我国的发电量就已超过了英国、法国和加拿大。年均增长速度达到14.3%，超过世界上工业发达国家（一般为4.7%~13.2%）。1993年底全国发电量已达8364亿kW·h，为解放时的58倍，自1987年起即已跃居世界第4位。解放前全国只有几个规模小得可怜的地区电网，且大部分是以城市为中心的孤立电网，80%以上的电力设施集中在沿海几省的大中城市。60~70年代，我国规划建设了众多大中型电力工程，如在黄河上游我国自行设计建造

了水电建设史上第一座百万容量级大型水电站——刘家峡水电站。1969年4月第一台机组发电到1979年全部建成，共装机122.5万kW。输变电工程不断上马、投运，各地区电网也已逐渐发展成为以220kV、330kV或500kV为（骨干）网架的全省统一电网或跨省电网。进入80年代，尤其是改革开放以来，电力工业的发展犹如雨后春笋、骏马奔驰，其成果更令人鼓舞。

许多发电及电网工程被列为国家重点建设项目，其中好些已如期投产。世界闻名的长江葛州坝水利枢纽工程胜利建成，全国最大的水电站——葛洲坝水电站于1988年12月全部完工，共装机271.5万kW。当时全国最大的火电厂——谏壁发电厂10台机组投运，装机162.5万kW，年发电量达100亿kW·h。尤为令人赞叹的是，在历史上罕见的1976年唐山大地震灾区，竟又重新矗立起了容量达163万kW的唐山发电厂。我国第一台60万kW大型火力发电机组，也于1985年在内蒙的元宝山电厂投产。除水电火电外，多种类型的其它发电工程也异军突起：自行设计建造了我国第一座泰山核电站，同时第二座大亚湾核电站也正在加紧建造。建成了我国第一座利用潮汐发电的浙江江厦潮汐电站（装机5台共3200kW）。出现了全国最大的200kW风力发电机组——福建平潭风力电站。我国第一座开发利用地热资源的西藏羊八井地热电站（容量1.3万kW）投运，等等。与发电工程相配套的电网建设也同步进行。继1981年12月建成平顶山—武汉我国第一条500kV超高压输电线路及变电工程之后，由葛洲坝—上海500kV直流输电线也已建成，仅华东段长度即为566.4km，换流容量达120万kW。80年代末，全国220kV及以上线路已达78441km，其中500kV线路有7029km。

电力事业的发展为国民经济的起飞创造了先行条件。工农业生产的增长自不待说，人民生活用电也有了根本性的改观。据资料介绍，1988年全国拥有民用电风扇14546万台（每百人占有13.4台）、电视机14344万台（每百人占有13.2台）、洗衣机7464万台（每百人占有6.8台）、电冰箱1927万台（每百人占有1.8台）。民用电设备的大幅度增加，突出地改变了全国总用电量中民用电比例历来仅占3%~5%的落后状况，1990年全国居民生活用电量占7.52%（美、英等工业发达国家1986年时已占35%以上）。这也从一个侧面反映了人民生活水平及国家电气化程度的提高。

1993年底我国发电总装机容量约达1.829亿kW。有容量为100万kW以上的大电厂26座，1800万kW以上的跨省区域性大电网5个，110kV及以上变电设备容量已近4亿kVA，110kV及以上输电线路总长达2万km，可绕地球5圈。到1995年上半年，我国发电总装机容量已达2亿kW。已成为世界第三电力大国（仅次于美国和日本）。尽管我们已经获得了长足的进步，但由于国家底子薄、人口多，能源的人均占有量还很低，尚属发展中国家。年发电量虽已属世界前列，但人均占有量仅约780kW·h，只及世界平均值的28%左右。对已经取得的成绩，我们引以自豪，但纵观世界发展趋势，切勿坐井观天，而应坚定信念，顽强拼搏，不断进取。奋战在电力建设战线上的勇士们已经为我们描绘了一幅祖国电力工业大发展的宏伟蓝图，愿各行各业从事电力工作的同志们认真钻研电气技术，努力掌握好电气安全技能，用好电、管好电，齐心协力保障电网的稳定运行，实现安全经济地发、供、用电，为国家现代化作贡献。

下面再集中谈一下电气安全问题。电，一方面造福于人类，另一方面又对人及物构成威胁。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和电力管理的各

个环节中,安全要求包含在生产活动中。安全技术和专业技术紧密相关,钻研电气专业技术不能不研讨安全技术,也不能离开专业技术基础知识去谈电气安全技术。

电气安全技术随科学的发展而发展。一方面是随之而出现了更先进的电气安全技术措施,如应用电子监测装置监视某一参数值,当其达到危险临界值时,即发出光、声等信号或使保护装置动作而立即予以控制。另一方面,随着新技术的应用带来了一些新的电气安全课题,如静电安全问题、电磁场安全问题等。

如果我们对电气安全认识不够,对电气设备的安装、维修、使用不当,以及因电气设备的结构和装置不完善,或由于错误操作等原因,均可能造成触电、线路故障、设备损坏、遭受雷击、静电危害、电磁场危害或引发电气火灾和爆炸等事故。这些事故除了会造成人员伤亡外,还可能造成大面积停电停产,给国家建设带来不可估量的损失。

全世界每年死于电气事故的人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,许多国家常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 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 触电死亡 1 人;而水平低的国家则每耗电 1 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 即触电死亡 1 人。此外,也有以用电人口数和触电死亡数的相对值来衡量安全用电水平的。工业发达国家,大约每百万人口触电死亡 0.5~1 人;我国 70 年代农村用电为每百万用电人口触电死亡 20 人,80 年代已降到 10 人以下。即使如此,我国的安全用电水平也还是很低的。另据统计,全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%!按对浙江、辽宁、上海、北京等地区近年来触电死亡事故的综合分析,高压触电死亡人数占 12.5%,低压触电死亡人数却占 87.5%!历年来,电气事故触目惊心!

建国后,党和政府制订了一系列关于安全方面的政策,为加强电气安全技术管理,有关部门也陆续颁布了许多法规、规程、标准及制度。这对于保证电气安全、防止电气事故起到了积极的作用,也为电气管理工作逐步走向规范化、科学化、现代化奠定了良好基础。至今,由国家及有关部颁布的劳动保护法规、决议、条例、规程及标准等已达 300 多种。

在电气安全技术方面主要有《电力工业技术管理法规》、《电业安全工作规程》、《电气事故处理规程》、《工业企业防止触电暂行办法》、《农村供电技术规程》、国标 GB3805—83《安全电压》、GB3787—83《手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程》、GB4064—83《电气设备安全设计导则》、GB3836.1~4—83《爆炸性环境用防爆电气设备》、GB5306—85《特种作业人员安全技术考核管理规则》、《电工作业人员安全技术考核标准》、GB6829—86《漏电电流动作保护器》、GB13955—92《漏电保护器安装和运行》,以及电力行业标准 DL477—92《农村低压电气安全工作规程》等。

在工业卫生方面关于电气安全的主要方面有防止高频、辐射及防止粉尘危害的技术规程和标准。在劳动保护组织管理制度方面最主要的有三大规程,即《工厂安全卫生规程》、《建筑安装工程安全技术规程》、《工人职员伤亡事故报告规程》。《工厂安全卫生规程》共十章 89 条,其中有三章是关于电气安全的(电气设备、气体粉尘、危险物品);《建筑安装工程安全技术规程》共九章 112 条,其中有二章是关于电气安全的(机电设备和安装、触电);《工人职员伤亡事故报告规程》中的事故类别和原因分析计 20 项,有关电气安全的即占 4 项(触电、火灾、火药爆炸和瓦斯爆炸)。由上可见,电气法规在劳动保护法规中占有相当大的比重。

长期以来，有些单位领导和职工对法规的严肃性认识不足，对劳动保护法规及电气规程贯彻执行不力，只片面强调生产，不按客观规律办事，官僚主义，玩忽职守，劳动纪律松弛，有章不循，违章作业，冒险蛮干，致使电气设备事故、人身伤亡事故、火灾爆炸事故等不断发生，给国家和人民的生命财产造成了极大的损失。这些事故的责任者应承担法律责任（见《中华人民共和国刑法》第 113、114、115 和 178 条）。我们每一位电工作业人员也都要增强法制观念，一方面自己应严格遵守各项规程、标准和有关规章制度，另一方面有权拒绝违章指挥，险情特别严重时有权停止作业，或采取紧急防范措施。对漠视安全的领导者，有权批评、检举，乃至控告。

电力工业部于 1993 年 12 月 22 日又下达了《关于安全工作的决定》，再次强调必须坚定不移地坚持“安全第一，预防为主”的方针；全面落实以行政正职是安全第一责任者为核心的各级安全生产责任制；建立和完善安全监察体系；搞好全过程的安全管理；严肃劳动纪律，严格执行各项规章制度；抓好安全宣传教育，坚持开展安全活动；认真执行安全技术措施和反事故技术措施，确保电网安全运行和大坝安全；加强承包工程、临时工和多种经营的安全管理；实行安全生产重奖重罚制度。

特别是 1995 年 12 月 28 日中华人民共和国主席令(第 60 号)颁发了由八届全国人大常委会第十七次会议通过、自 1996 年 4 月 1 日起施行的《中华人民共和国电力法》。进一步使我国电力建设与生产的经营管理、技术管理、安全管理等纳入了法制化轨道。电气安全工作，直接关系到国民经济的发展和人民生活的安定，保护劳动者的安全健康是我国的一项基本国策。搞好电气安全，必定能促进安全生产，保障改革开放的顺利进行及国家现代化事业的更快发展。

万一我场

第一章 电气基础知识

第一节 电的基本概念

一、电的实质

(一) 电究竟是什么

电是物质运动的一种形式。它是物质内所含的电子等载流子运动时的一种能量表现形式。故从实质上讲，电是一种能量，也常称作电能。

电在人们的生产和生活中获得了极其广泛的应用，如通电后可以使电灯发光或电炉发热（称电的热效应）；可以使电动机转动（称电的动力效应）；可以进行电解（称电的化学效应）；电磁铁会产生强大的吸引力（称电的磁效应）等等。可见，电具有许多功能，它可以转化为其它多种形式的能量。正是由于电具有如此巨大的做功本领与能力，所以通常把以电功率表示的电能称为电力。

电属于二次能源，它是由一次能源如煤、石油或铀等经过发电厂加工得来的，故十分宝贵，常称作高级能源。电能国民经济各个领域及人们的日常生活中，占有很重要的地位。离开了电力，要想实现人类社会的高度文明及现代化是根本不可能的。所以，我们应十分珍惜它、用好它。在使用中首先应注意安全，要坚决贯彻“安全第一，预防为主”的方针。

为能从本质上讲进一步弄懂电究竟是什么，必须先了解物质的电结构。近代科学的大量实验证明，任何物质都是由分子组成的，分子又由保持原物质属性的原子组成。在更深入的研究中还发现，原子是由原子核和电子组成的，原子核内还包含有质子与中子。在这种原子理论基础上，一位名叫玻尔的科学家提出了假想的“原子模型”（见图 1-1），它已为无数实验所证实，并可用来解释众多科学试验中所发生的现象或结论。

由于中子不带电，但质子带正电，故原子核带正电，而电子则带负电。正常情况下，原子核所带的正电与电子所带的负电数量相等，所以平常原子（乃至物质）便不显带电状态。电子围绕着原子核按一定轨道运转，有似宇宙天体中的太阳系里各行星与太阳间的关系

那样（见图 1-2），处在外层轨道上的电子与原子核之间的联系比较薄弱。当电子在外界因素（如光、热、外力等）的影响下获得了一定能量后，就可能会脱离原子核对它的吸引与束缚

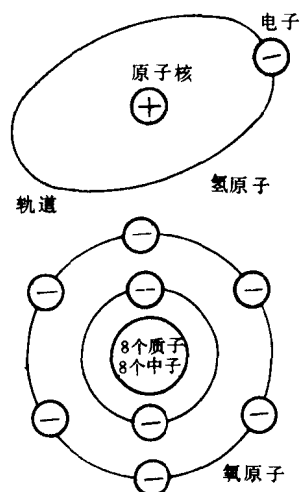


图 1-1 原子结构示意图

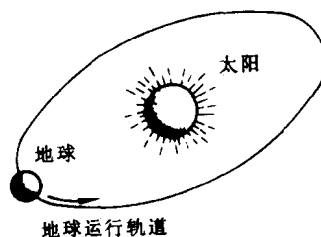


图 1-2 地球围绕太阳旋转

而跑出轨道成为自由电子，使该物体因缺少了负电而呈现带正电的状态，另一种获得了自由电子的物体则带负电。

（二）“电”的名称的由来

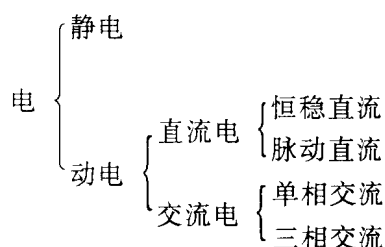
电这个名称来源于古希腊语“琥珀”一词。公元前 6 世纪的古希腊艺匠们在用琥珀琢磨各种装饰品时，发现琥珀制品具有能够吸引毛发、细屑等轻微物体的奇怪现象。限于当时的科学水平尚无法解释，便认为琥珀内存在一种魔力或神力。自然哲学家泰勒斯称这种力为“琥珀力”。经过漫长岁月，直到公元 1600 年，英国皇家医科大学校长、女皇伊丽莎白一世的御医、实验家吉尔伯特在进行大量实验后发现，不单是琥珀，还有其它好多种物体在经过摩擦后都具有这种吸引力。为突出说明这一现象，他引用希腊语里“琥珀”的词根创造了一个新名词，读音与希腊语里“琥珀”的发音完全一样，并以此将这种吸引力命名为“ELECTRICAM”。1646 年科学家布朗克在他的著作中，又按照英语词法将其改写为现在许多西方国家所用的“ELECTRICITY”。我国约在 1851 年将它译为“电”。

人类对电的认识起源于磁。实质上，电与磁是一个问题的两个方面，是能量的两种不同表现形式（电能与磁能），它们既具有同一性，又能在特定条件下互相转化。磁现象的发现，得归功于我们华夏民族。早在 4000 多年前（公元前 21 世纪）的轩辕黄帝时代，我们的祖先就发现了一种能够吸铁的特殊“石头”。（即天然磁石）。它是一种天然矿物，因为具有吸铁的性能，便形象地用“慈母恋子”的比喻将它取名为“慈石”（后演变为磁石）。其后又利用它制成了举世闻名的“司南”（即指南针），成为我国古代四大发明之一。大自然中的雷电，就是天然产生的一种“电”现象。我国汉代学者王充，是世界上最早研究雷电的科学家。在其名著《论衡》中，列举了许多事实，说明雷电是一种自然现象。同时指出它起源于太阳，是“太阳之激气”，而与鬼神无关。1900 多年前的王充就能够破除迷信，用朴素的唯物主义观点来说明这一自然现象，实在是难能可贵，也是我们中华民族的骄傲和对全人类的卓越贡献。

二、电的类型及其传导

（一）电的类型

根据自由电子在传导物体内是否移动，其方向是否随时间而改变以及如何改变等的特征，可将电大致划分为如下几种类型：



静电是由于受摩擦力的作用，使两种相关物体发生了自由电子的得失（呈现了带不同电荷的状态）而产生的。这样的电，由于它不能在带电物体内“流动”，故称“静电”。它的应用范围也就因此受到了极大限制，尤其是它无法作为生产上的动力来加以应用。

动电是使“电”能够按照人们的意愿、在规定的通路内“流动”的一种电。最初的动电是由“伏打电池”与蓄电池（见图 1-3）产生的。电池内的化学反应（化学能）提供了使