

双色版

DIANGONG ANQUAN YIDIANTONG

电工安全 一点通

刘丙江 孙云帆 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANGONG ANQUAN YIDIANTONG

电工安全 一点通

刘丙江 孙云帆 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要



本书根据电工安全的广泛性、综合性和重要性特点,以国家安全标准为依据,全面论述电气安全工作的意义以及从事电工作业的安全要求,着重讲述施工安装、操作、巡视检查的安全和注意事项,有较强的可读性和可操作性。

全书共有十三章,分别是电气安全工作概述、人体触电防护、电气安全工器具、电气作业的安全措施、变配电所运行安全、电气设备安全运行、电气线路施工安全、照明设备安全运行、带电作业安全、特殊环境用电安全、施工现场临时用电、接地与等电位联结、防雷保护。

本书内容全面,针对性强,注重实用,文字叙述简明扼要、通俗易懂、易于掌握,适合广大电气工作人员阅读,也可作为电工安全教育的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工安全一点通/刘丙江,孙云帆编著. —北京:中国电力出版社,2015.7

ISBN 978-7-5123-7753-0

I. ①电… II. ①刘… ②孙… III. ①电工-安全技术-基本知识
IV. ①TM08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 100945 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

*

2015 年 7 月第一版 2015 年 7 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 10.875 印张 285 千字

印数 0001—3000 册 定价 28.00 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

前言

电工安全一点通

电能是一种使用方便的现代化清洁能源，广泛应用于国民经济的方方面面，不仅改变了人类的生活方式，也创造了灿烂的现代文明。

随着国民经济的快速发展和人民生活水平的提高，电气设备的应用越来越普遍。但是，电既能给人类社会带来光明、动力和现代文明，造福于人类，在电能使用过程中，又可能引发触电、爆炸、火灾等严重事故，造成生命和财产的巨大损失。安全用电是摆在人们面前的重大课题。

从事电工作业，最重要的是安全，“安全第一”应贯彻其始终。

全书共有十三章。第一章为安全用电概述，介绍电气安全工作的意义和要求、电气安全技术的基本内容、电气事故的类型与防护措施。第二章为人体触电防护，介绍触电事故的形式、原因和规律、触电急救与安全电压。第三章为电气安全工器具，介绍绝缘工器具、防护工器具、验电器、登高工具和漏电保护器。第四章为电气作业的安全措施，介绍电气作业安全的组织措施和技术措施、倒闸操作及线路巡视与电气测量。第五章为变配电所运行安全，介绍安全运行要求、巡视检查和电气绝缘试验。第六章为电气设备安全运行，分别介绍变压器、电动机、配电设备和电力电容安全运行知识。第七章为电气线路施工安全，介绍架空线路、室内线路和电缆线路的施工安全措施。第八章为照明设备安全运行，介绍照明方式、种类和技术要求，灯具、开关、插座的安全安装及照明设备的巡视检查。第九章为带电作业安全，介绍带电作业的类型、带电作业的规定和低压带电作业。第十章为特殊环

境用电安全，介绍生产环境和危险场所划分以及爆炸和火灾环境、高频磁场环境、静电环境、其他特殊环境的用电安全。第十一章为施工现场临时用电，讲述施工现场临时用电原则和组织设计、施工现场临时配电装置、施工现场临时配电线路、施工现场的照明、特殊环境临时用电和临时用电的接地与防雷。第十二章为接地与等电位联结，讲述接地与接零、接地装置的安装和等电位联结。第十三章为防雷保护，介绍雷电的形成和危害、防雷装置、防雷措施以及防雷装置的运行和巡视检查，最后讲述人身防雷知识。本书根据安全用电的广泛性、综合性和重要性特点，以国家安全标准为依据，全面论述电气安全工作的意义以及从事电工作业的安全要求，着重讲述施工安装、操作、巡视检查安全和注意事项，有较强的可读性和可操作性，适合广大电气工作人员阅读，也可作为电工安全教育的培训教材。

在本书编写过程中，参考了许多专家老师的著作和资料，在此对他们表示由衷的谢意。本书由刘丙江、孙云帆编写，还得到了李明旗、康建铭、张凤军、左欢腾、丁培贤、王国杰、周方友等同志的帮助和支持，在此表示感谢。

限于编者水平，书中错误与遗漏之处在所难免，敬请专家、读者予以指正。

编 者

目 录

电工安全一点通

前言

第一章	电气安全工作概述	1
第一节	电气安全工作的意义和要求	1
第二节	电气安全技术的基本内容	6
第三节	电气事故的类型与防护措施	8
第四节	电气事故分类	11
第二章	人体触电防护	14
第一节	触电形式、原因和规律	14
第二节	触电急救	18
第三章	电气安全工器具	24
第一节	绝缘工器具	24
第二节	防护工器具	28
第三节	验电工具	33
第四节	登高工具	37
第五节	漏电保护器	44
第四章	电气作业的安全措施	52
第一节	电气作业安全的组织措施	52
第二节	电气作业安全的技术措施	56

第三节	线路巡视与电气测量	59
-----	-----------------	----

第五章	变配电所运行安全	61
------------	-----------------	-----------

第一节	基本要求	61
第二节	巡视检查	65
第三节	电气绝缘试验	67
第四节	倒闸操作	70

第六章	电气设备安全运行	75
------------	-----------------	-----------

第一节	变压器	75
第二节	电动机	89
第三节	配电设备	109
第四节	电力电容器	127
第五节	携带式电动工具	132

第七章	电气线路施工安全	137
------------	-----------------	------------

第一节	架空线路	137
第二节	室内线路	144
第三节	电缆线路	149

第八章	照明设备安全运行	156
------------	-----------------	------------

第一节	照明方式、种类和技术要求	156
第二节	灯具、开关和插座的安装	158
第三节	照明设备的巡视检查	160

第九章	带电作业安全	162
------------	---------------	------------

第一节	带电作业的类型	162
-----	---------------	-----

第二节	带电作业的规定	163
第三节	低压带电作业	167

第十章 特殊环境用电安全 **169**

第一节	生产环境和危险场所划分	169
第二节	爆炸、火灾环境	176
第三节	高频电磁场环境	191
第四节	静电环境	194
第五节	其他特殊环境	202

第十一章 建筑施工现场临时用电 **206**

第一节	施工现场临时用电原则和组织设计	206
第二节	施工现场临时配电装置	209
第三节	施工现场临时配电线路	218
第四节	施工现场的照明	222
第五节	特殊环境临时用电	224
第六节	临时用电的接地与防雷	226

第十二章 接地接零与等电位联结 **228**

第一节	接地、接零的基本概念	228
第二节	接地装置的安装	236
第三节	等电位联结	254

第十三章 防雷保护 **262**

第一节	雷电的形成和危害	262
第二节	防雷保护装置	268
第三节	防雷保护措施	280
第四节	防雷装置的运行和巡视检查	287

第五节 人身防雷	291
----------------	-----

附录	293
-----------	------------

附录 1 电力线路第一种工作票格式	293
附录 2 电力线路第二种工作票格式	296
附录 3 电力电缆第一种工作票格式	298
附录 4 电力电缆第二种工作票格式	302
附录 5 现场勘察记录格式	304
附录 6 电力线路带电作业工作票格式	305
附录 7 电力线路事故应急抢修单格式	307
附录 8 电力线路工作任务单格式	309
附录 9 电力线路倒闸操作票格式	311
附录 10 变电站(发电厂)第一种工作票格式	312
附录 11 变电站(发电厂)第二种工作票格式	316
附录 12 变电站(发电厂)带电作业工作票格式	318
附录 13 变电站(发电厂)事故应急抢修单格式	320
附录 14 变电站(发电厂)倒闸操作票格式	322
附录 15 二次工作安全措施票格式	323
附录 16 标示牌式样	324
附录 17 绝缘安全工器具试验项目、周期和要求 ...	325
附录 18 登高工器具试验标准表	329
附录 19 起重机具检查和试验周期、 质量参考标准	331
附录 20 带电作业高架绝缘斗臂车电气 试验标准表	334

参考文献	337
-------------	------------

电气安全工作概述

电能是国民经济的重要能源,已经广泛应用于国民经济的各个领域,深入到人类社会生产和生活的各个方面,与工农业生产和人民生活密不可分。

电气安全是指电气设备在正常运行时以及在预期的非正常状态下不会危害人身健康和附近设备的安全,使生产、生活得以正常进行;当电气设备发生非预期的故障时,应能迅速切断电源,将事故限制在允许的范围内,降低或减少事故损失。

电气安全技术是研究防止电气事故,解决生产、生活中电气安全问题的学科,主要解决在发电、输电、配电到用电的整个电力生产过程中的人身和设备安全问题,是在生产和生活的实践中发展和逐步完善起来的,是科学技术的重要组成部分,是一门专业性很强的科学技术,是一项综合技术工程。

第一节 电气安全工作的意义和要求

一、电气安全工作的意义

电能是由一次能源转换而来的二次能源,具有传输、转换、控制方便,对环境污染小等突出优点,因此它的生产、使用和发展十分迅速。从发电厂发电升压,通过高压、超高压或特高压输电线路远距离输送到另一个地区,再用 10kV 配电线路经过配电变压器降压至 380/220V,供给工农业生产或家庭使用,其电力的发、供、用是在同一时间完成的,如果设计、管理、使用不当

或者违章操作、违章用电，就会发生人身触电、电气火灾或突然停电等事故，使国家和人民的财产遭受损失、生命受到威胁。因此，必须采取强有力的技术措施和管理措施来保障人身和设备安全。

错误操作和违章作业将造成人员触电伤亡。错误操作和违章作业会造成导体或电气设备绝缘损坏，人身接触带电导体将造成触电事故，通过人体的电流强度超过一定限度时，将导致触电死亡。

电气事故造成设备损坏，给国民经济造成巨大损失。电气事故造成设备损坏，将造成停工停产。大的电网事故，会使系统瓦解，造成大面积停电，损失巨大，影响极坏。

违章操作和雷电，将造成火灾或爆炸事故，危及人身和设备安全。违章操作形成的短路电流和雷电流产生的热效应，可烧毁设备或引发火灾爆炸，给人民的生产、生活和生命财产造成巨大损失。

党和政府对安全工作十分重视，一直把安全生产放在各项工作的首位。“安全第一，预防为主”是我国安全生产工作的基本方针。《中华人民共和国安全生产法》等法律法规都围绕这个方针制定了相关的法律制度，从法律上保证了“安全第一，预防为主”方针的落实。

电工属于特种作业人员，工作岗位很重要，危险性很大，容易发生伤亡事故，对操作者本人、他人及设施、设备的安全造成危害，因此电工应该有较强的法制意识，自觉遵守法律法规，严格按规范要求操作，确保安全生产。

二、电气安全工作的基本要求和任务

1. 电气安全工作的基本要求

(1) 建立健全的电气安全生产规章制度。安全生产规章制度是人们在长期的生产实践中总结出来的，是无数人的生命和鲜血换来的，是保证安全生产的有效措施，内容包括电气安全工作规程、电气安全操作规程、电气安装规程、各种电气设备运行管理

和维护检修制度等规章制度，应认真贯彻落实。

(2) 建立电气安全工作管理机构，配备管理人员和设备。管理机构和管理人员是电气安全工作的组织保证，必须引起足够重视。电气安全工作管理人员应具备必要的电工知识和电气安全知识，并具有一定的组织协调能力。

(3) 开展安全检查。定期或不定期进行电气安全检查，大的工程项目要跟踪检查，隐蔽工程应及时检查。检查应认真，检查内容应详细，发现问题要及时处理。

(4) 加强安全教育和培训。安全教育和培训的目的是使工作人员认识安全生产的重要性，掌握电的基本知识和规范的操作技能。

(5) 认真组织事故分析。通过事故分析，查找事故原因和规律，吸取事故教训，制定防范措施，使工作人员受到教育，提高事故防范能力。

(6) 建立安全档案。安全档案是做好安全工作的重要依据，应做好安全档案的收集、整理和保存。

2. 电气安全工作的基本任务

(1) 制定电气安全工作规程和管理制度，并认真贯彻执行。

(2) 建立电气安全技术标准和操作规范，并在工作实践中不断完善。

(3) 研究电气安全技术方案和措施，在工作中进行全面落实。

(4) 研究、推广先进的电气安全技术，全面提升电气安全工作水平。

(5) 通过电气事故案例，分析电气事故原因，查找电气事故规律，制定切实可行的防范措施，减少电气事故的发生。

(6) 开展电气作业人员全员安全教育、培训及考核工作，提高电气工作人员的安全技术水平。

(7) 成立电气事故应急救援队，编制电气事故应急救援预案并进行演练，提高应急救援队伍对突发性事故的应急响应速度和

处置能力。

三、电气安全工作的条件和影响电气安全工作的因素

1. 电气安全工作的条件

(1) 保证电气工程的设计和安装质量。电气工程的设计人员应采用先进技术进行设计,并满足设计规程的要求,必须保证当电气故障出现时系统能发出报警的声光信号或者切断故障回路;当故障解除后,故障回路能正常工作而且不妨碍其他回路的正常工作。电气安装人员应采用先进技术和仪器仪表进行安装和调试,并保证能实现设计人员的设计意图,对设计方面的不妥之处,应向设计部门提出意见。必须按照国家有关电气安装工程的施工及验收规范进行施工和验收,保证电气工程的安装质量。

(2) 保证电气设备、产品、器材、元件的质量。电气设备、产品、器材、元件的质量是保证电气工程设计和安装质量的重要条件,电气设计人员必须采用合格的名牌产品,关键及重要部件应采用优质产品。设备和材料采购人员必须购置合格产品或优质产品,并在安装前进行试验和检验,试验和检验应按国家标准进行,以保证电气设备、产品、器材、元件的质量。

(3) 采用先进、完善的电气安全技术。电气安全技术是由电力系统的保护装置、设备器材的保护性能、电气作业的安全措施和操作规程等组成的。要保证电气作业的安全,必须采用先进技术和设备,电气安全技术的设置必须针对性和可靠性,做到万无一失,必要时采用双重保护或后备保护,在意外事故发生时,也能起到保护或报警作用,达到保护和安全的目的。另外,还要不断研究新的电气安全技术和自动保护技术,研究和解决新出现的电气安全问题,研究电气安全监察技术等,努力提高电气安全技术水平。

(4) 严格贯彻执行电气作业安全管理制度。

(5) 严格遵守电气作业安全措施和操作规程。电气作业安全措施是针对电气工作人员进行电气作业而规定的安全措施,主要

内容包括绝缘、防护、隔离、接地、联锁、报警等。电气作业安全操作规程是保证电气作业人员、用电人员在操作电气设备时的人身安全及电力系统安全而制定的具体操作程序和注意事项。经验证明,在电气作业和用电操作中,凡是遵守安全措施,按操作规程进行操作的,一定不会发生事故。另外,安全措施和操作规程应按工作实际进行修订,使其日趋完善。

(6) 电气工作者应具备一定的技术能力和职业道德。电气工作者是指从事电气工程设计、安装、调试、运行、维护、修理的各类人员。电气工作者必须掌握电工先进技术和技能,具有高度的责任感,电气工作者的技术能力和职业道德是保电气工程质量的重要条件。

(7) 加强电气作业的安全检查和监督。安全检查和监督主要是检查安全装置和保护装置的配置以及安全措施和操作规程的执行和落实,其目的是保证人身安全、电力系统的安全和用电安全。

2. 影响电气安全工作的因素

(1) 安全距离。安全距离是指人体或物体等接近带电体时不会发生电击危险的距离。安全距离包括带电体与人体之间、带电体与物体之间、带电体与地面之间、带电体与带电体之间的距离。

(2) 电气绝缘。电气绝缘表示电气设备和线路的绝缘性能,是保证电气安全的基本要素,反映绝缘性能的参数有绝缘电阻、泄漏电流、耐压强度、介质损耗等。

(3) 安全载流量。安全载流量是指线路和电气设备允许长期通过的电流,是保证线路和设备安全运行的重要参数。

(4) 安全标志。安全标志一是用来表示电气线路和设备所处的状态,二是用来提醒电气作业人员必须遵守的指令。安全标志是保证电气安全的重要因素。

第二节 电气安全技术的基本内容

电能作为动力,可以不断提高工农业生产的机械化、自动化水平,保证产品质量的稳定,改善劳动者的劳动条件,提高生产率,有效地促进国民经济各部门的技术改造,提高人民生活水平和精神文明建设水平。电能的广泛应用,改善了科学技术的状况,促进了科学技术的发展。但是,在电能的生产、供应、使用过程中,必然会遇到各式各样的安全问题,因此,人们在研究和利用电能的同时,必须研究电气安全技术,使电能更好地为人类的生产、生活服务。

一、电气安全工作研究的对象

(1) 研究各类电气事故发生的原因、特点、机理、构成、规律和防治措施。

(2) 研究采用电气检测、检查、控制的方法来判断系统的安全性、可靠性,解决生产、生活中的安全问题。

二、努力提高电气安全技术水平

目前,我国在电气安全技术方面的标准、规范、管理制度等还不十分完善和健全,有些与用电安全密切相关的问题尚未编入标准和规范之中。随着电力工业的快速发展,有些条款还需要修订、补充、完善。有些问题,不同地区、不同部门的标准、规范、制度中的表述不同,需要统一。因此,电气安全技术工作者应认真研究,做好标准、规范、制度的补充、修订和完善工作,提高我国的电气安全工作水平。

改革开放以来,我国的电力工业取得了长足的发展,特高压技术居世界先进水平,但与发达国家相比还有很大差距,我国人均用电量还不到美国的 $1/25$,我国的电气安全水平同发达国家比起来还很落后,发达国家每生产 30 亿千瓦时电死亡 1 人,而我国生产约 1 亿千瓦时电就死亡 1 人,安全生产水平相差几十倍。

在安全生产领域,在所有工伤事故中,电气事故也占有不小的比例,据我国安全生产管理部门统计,触电死亡在全国工矿企业因工事故死亡人数中排名 5~6 位,约占 6%~8%,如果加上农村触电死亡人数和非生产触电死亡人数,结果更加惊人。

因此,必须下大力气提高我国的电气安全工作水平,努力赶超世界先进水平,使之与我国快速发展的电力工业相适应,使电气安全工作水平有一个大发展、大进步,为实现伟大复兴的中国梦而努力奋斗。

三、电气安全工作的特点

(1) 电气安全工作的重要性。安全工作是企业经营机制的基础和重要组成部分,是企业对社会发展应承担的责任,也是企业自我发展,提高经济效益和社会效益,保证职工生命、财产安全的需要。是电力工业效益稳步增长的重要条件,是促进电力工业迅速发展,从而最大限度地满足国民经济高速发展的重要手段。因此,电力生产必须坚持“安全第一,预防为主”的方针,始终把安全放在一切工作的首位。

(2) 电气安全工作的综合性。电气安全是一门综合的系统工程,除电气技术外,还涉及电子技术、检测技术、机械技术、传感技术、化工技术等领域。随着科学技术的发展,电的应用将更加广泛和深入,电气安全将更加复杂,综合性更强。

(3) 电气事故的严重性。目前,我国电气安全水平还比较低,触电伤亡事故时有发生,据安全监管部门统计,我国电气火灾已超过火灾总数的 20%,由电气火灾造成的损失比例更高,电气事故的严重性必须引起电气作业人员和管理人员的高度重视。

(4) 逐步完善性。随着科学技术的进步,电力工业的发展,使用范围的扩大,用电技术的提高,电气安全技术也应不断完善。安全措施、操作规程、规范和条例等是在生产实践中总结出来的,也需要在生产实践中不断补充、修改和完善,以保持其实

用性、完整性和严密性，使安全技术日趋完善，充分发挥其安全保护作用。

第三节 电气事故的类型与防护措施

电气事故是由于电能非正常作用于人体、设备设施所造成的，是电气安全技术主要的研究和管理对象。电气事故的类型一般有触电事故、电气设备事故、雷击事故、电磁辐射事故、静电事故等。

一、触电事故

触电事故是人身触及带电体，使电流通过人体而发生的伤亡事故。高压触电时，人体并没有直接接触带电体，而是人体与带电体的距离逐渐减少到一定程度时所发生的击穿放电而造成的伤亡事故。触电事故有电击、电伤两种情况，是最常见的电气事故。

1. 电击

电击是电流通过人体，刺激机体组织，使肌肉发生痉挛性收缩而造成的伤害，伤害程度与通过人体的电流强度、持续时间、电流种类、通过路径及人体状况等因素有关。严重时破坏人的心、肺和神经系统的正常工作，危及生命。

2. 电伤

电伤是电流的热效应、机械效应、化学效应等对人体造成的伤害。电伤属于局部伤害，往往在人体表面形成伤痕，常见的有电烧伤、电烙印、皮肤金属化、电光眼、机械损伤等。其危险程度与受伤面积、受伤深度、受伤部位有关，电伤严重的也有生命危险。一般情况下，电伤对人体造成的伤害要比电击轻一些。

防护措施如下：

- (1) 按规程规定做好电气设备和线路的绝缘、接地工作，保证安装质量，做好维修维护工作，按规定周期进行检查和试验。
- (2) 严格遵守操作规程，按操作规程进行操作或作业，设置