

触电事故的预防和现场救护

苑舜 编

预防和现场救护

预防和现场救护

预防和现场救护

预防和现场救护



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

预防和现场救护

触电事故的预防和现场救护

苑舜 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

本书通过对人体触电事故的分析 and 人体触电后的体内生理变化的论述,阐述了带电设备、人员与触电事故的密切合作,且对触电后有效救护触电人员的方法进行了全面的介绍。本书所讲述的各种预防措施和救护方法简单、易学、实用,可操作性强。本书主要内容包括电力安全基础知识、触电事故原因的分析、触电事故的预防、家庭触电的预防、触电事故的现场救护、人体电击伤及其治疗。

本书可作为电力生产安全人员和现场救护人员的安全救护培训教材,也可作为广大电工和城乡居民安全用电的科普读物。

图书在版编目 (CIP) 数据

触电事故的预防和现场救护/苑舜著. -北京: 中国电力出版社, 2002

ISBN 7-5083-0964-2

I. 触… II. 苑… III. ①电灼伤—工伤事故—预防
②电灼伤—工伤事故—救护 IV. X928.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 011751 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 http://www.cepp.com.cn)

利森达印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

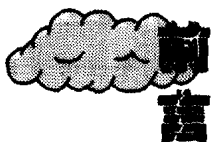
2002 年 8 月第一版 2002 年 8 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 7.125 印张 188 千字

印数 0001—5000 册 定价 15.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)



随着电力改革的深入，对电力安全生产管理的要求日益提高。IEC 国际标准中明确规定电力设备标准将在电力安全标准下立标，这说明安全是正常生产的保证，电力生产必须安全。而人身安全将是安全生产中最重要的内容。电力设备的绝缘设计将人身安全和设备绝缘结合起来，电力设备绝缘首先要保证基建和检修人员工作的安全，然后是保证设备本身运行安全。

人身触电事故的避免可从两方面做到，一是设备本身要避免人身触电；二是运行、检修或施工人员要严格按工作票程序进行工作。所以，一要对设备绝缘进行严格要求和管理，二是对运行人员进行培训，提高对设备的了解，增强安全和自我保护意识，这是本书的中心目的。

本书第一章对电力安全技术基本知识进行论述，其中第一节电气安全技术论述了电气安全的基本概念和电气安全技术的基本内容；第二节电对人体的作用和影响主要阐述了电作用于人体时的人体内部变化；第三节论述了人机工程学在电力安全中的应用，从系统工程的角度阐明了对安全生产进行管理。第二章对触电事故的原因进行分析，其中第一节对近期发生的触电事故的种类和责任进行举例分析；第二节从统计角度对触电事故的规律进行分析；第三节对早期国内外触电伤亡事故进行回顾，并对其原因和规律进行阐述；第四节针对电气设备和天气对人身触电的影响论述了电力设备绝缘和漏电造成触电事故的可能性。第三章对触电事故的预防措施进行详述，其中第一节论述了防止触电事故的技术措施；第二节对用电安全管理的内容进行叙述；第三节介绍安全工器具常识；第四节介绍带电作业。第四章论述家庭用

电过程中易出现的触电事故及其预防措施，其中第一节对家庭常见的触电事故案例进行分析；第二节对防止家庭触电事故的措施进行论述；第三节简介家庭和房屋的防雷知识。第五章介绍触电事故的现场救护方法，其中第一节对心肺复苏的重要意义进行论述，以增强救护意识；第二节对心肺复苏的生理基础知识进行详述，以提高现场人员的救护能力；第三节介绍现场心肺复苏方法，使现场作业人员了解救护方法并能实施救助；第四节介绍了现场触电急救方法，以便做到现场触电急救的处理更实用、更有效。第六章全面介绍触电后人体电击伤治疗方法，其中第一节从医学角度对人体电击伤机理加以阐述，以提高对电击伤严重性的重视；第二节对人体不同部位电击伤的临床症状表现进行阐述；第三节对人体电击伤的治疗方法进行阐述，以便了解发生触电事故后不同电击伤状态下急救的渠道。

本书在组织编写的过程中得到了辽宁省电力公司生产部和安监部同仁的大力支持，在资料组织方面得到了许多同行和朋友的大力协助，中电联可靠性中心黄幼茹主任为本书稿提出了许多宝贵的修改意见，在此表示衷心感谢！

作 者

2002年1月



前言

第一章 电力安全基础知识 1

- 第一节 电力安全生产与技术基本知识 1
- 第二节 电对人体的伤害和影响 10
- 第三节 人机工程学在电力安全中的应用 40

第二章 触电事故原因的分析 63

- 第一节 触电事故的发生 63
- 第二节 触电事故发生的规律 72
- 第三节 国外触电事故情况简介 77
- 第四节 电力设备对触电事故的影响 99

第三章 触电事故预防 110

- 第一节 防止触电事故的技术措施 110
- 第二节 用电安全管理 113
- 第三节 安全工器具常识 114
- 第四节 带电作业 153

第四章 家庭触电的预防 157

- 第一节 常见家庭触电事故案例分析 157

第二节 家庭防止触电的措施	167
第三节 防雷保护	183
第五章 触电事故的现场救护	186
第一节 触电急救	186
第二节 心肺复苏的生理基础	189
第三节 现场心肺复苏法	192
第六章 人体电击伤及其治疗	199
第一节 电击伤机理	199
第二节 电击伤的临床特点	204
第三节 电击伤的治疗	207
第四节 电击伤后并发症的防治	216
参考文献	220



电力安全基础知识

第一节 电力安全生产与技术基本知识

一、电力安全生产概述

安全生产是我国的一项基本国策，是保证经济建设持续、稳定、协调发展和社会安定的基本条件，也是社会文明进步的重要标志。因此，电力的安全生产不仅是电力工业发展的前提和基础，也是发挥电力企业社会效益和提高企业经济效益的保证。电力生产安全的总体目标是防止发生对社会构成重大影响、对生产力的发展以及对国有资产保值增值构成重大损失的事故，尤其要杜绝电力生产的人身伤亡事故。为实现这一总体目标，电力安全生产的重点工作是深入贯彻落实《关于电力生产、基本建设、多种经营安全工作及电力安全监察工作》的有关规定，健全完善安全生产机制和安全教育机制。把搞好安全生产作为企业管理工作的核心，加强对电业职工的安全思想教育和安全技术培训，提高全员安全技术素质，以确保电力工业的稳步发展。为此，“安全第一，预防为主”的方针就成为电力生产建设的永恒主题。

（一）电力安全生产的含意

在电力生产中，安全主要有着三方面含意。

- （1）确保人身安全，杜绝人身伤亡事故。
- （2）确保设备安全，保证设备正常可靠运行。
- （3）确保电网安全，消灭电网瓦解和大面积停电事故。

这三方面是电力企业安全生产的有机组成部分，互不可分，缺一不可。



(二) 电力安全生产的重要性和基本方针

电力工业是建立在现代电力能源转换、传输、分配科学技术基础上的、高度集中的社会化大生产行业，是供给国民经济能源的基础性行业，也是关系城乡人民生活的公共事业。电力工业具有高度自动化和发、供、用同时完成的特点。发电、输电、配电和用户组成一个统一的电网运行系统，任何一个环节出了事故，都会影响整个电网的安全稳定运行。严重的事故则会使电网运行中断，甚至导致电网的崩溃和瓦解，造成长时间、大面积停电，直接影响到工农业生产和人民生活的正常进行。这会给社会造成重大的经济损失，影响社会的安定，损害党和政府的形象。所以电力安全生产不仅是经济问题，也是政治问题。为此，我国一直坚持“安全第一，预防为主”的方针，并从电网的技术管理、规程制度建设、职工思想行为的规范和职业道德的建设等方面着手，采取一系列措施加强和改进安全管理工作，努力提高电力生产的安全水平。

“安全第一，预防为主”的方针是由电力工业的特点和电力生产的客观规律决定的，是电力生产多年实践经验的结晶。坚持这一方针，是电力生产、建设、经营等各项工作顺利进行的基础和保证。任何时候都不能有丝毫的偏移和动摇。电力企业在各项工作中还应处理好安全与效益，安全与质量、速度以及安全与多种经营的关系，当发生矛盾时首先要服从安全。要十分明确安全是企业生产活动的头等大事，是带动全局工作的根本性任务。只有正确地处理好安全与其他事物间的关系，才能保证改革和发展的顺利进行。

“安全第一，预防为主”是一个有机的整体，二者不可偏废。安全第一的关键是坚持预防为主，对安全生产要有居安思危的忧患意识，绝不能麻痹大意。安全工作要警钟长鸣，防患于未然，不能等到出了问题再抓，必须为避免事故的发生而常抓不懈。全体电业职工都要牢固树立“安全第一，预防为主”的思想，进一步增强安全意识，改进和提高安全技术，坚持保人身、保电网、

保设备安全的“三保”原则，真正做到“安全生产，人人有责”，使电力安全生产步入良性发展的轨道。

（三）电力安全生产保证体系

安全生产工作是一项复杂的系统工程，它涉及到企业的方方面面，必须动员和组织企业的全部力量，全方位、全过程去做好。为了实现这个目的，企业应确立一种有效的运转形式来满足它的要求。电力系统多年来的实践证明，需要建立并不断完善企业的两个体系——安全生产保证体系和安全生产监督体系，并在生产过程中充分地发挥它们的作用，电力系统的安全运行就能得到保证。

安全生产保证体系，就是企业为了安全生产的目的，利用系统工程的理论，把从事企业生产的有关人员、设备进行有机的组合，并使这种组合在企业生产的全过程中合理运作，形成合力，在保证安全的各个环节上发挥最大的作用，从而在完成生产任务的同时，确保生产的安全。因此称这种组合为安全生产的保证体系。

这个体系包含三个因素，即人、设备、手段。要想在企业中建立一个有效、可靠的安全生产保证体系，首先要抓住人这个主体因素。企业管理的主要对象是人，安全管理也是如此。人在安全生产活动的诸多矛盾中，是一个主要的矛盾，这个矛盾解决了，其他的矛盾就迎刃而解了。另外，规范人在生产活动中的行为，保证人与设备之间的正常运作也是必要手段，它包括规程制度、先进技术以及党群组织的监督保证作用等。首先，应该在企业中造就一支高素质的职工队伍、这支队伍应具备高度的事业心、强烈的责任感、娴熟的业务技能、严格的组织纪律、听从指挥的优良品质。其次，应根据生产的客观环境及规律，借鉴历史的经验与教训，制订若干的法规、规程、制度、办法，以及“乡规民约”等，用它们来约束、指导和规范人们在生产中的所有行为。具备了上述条件就一定会把三个因素中的设备因素治理好、管理好，保障设备的安全，发挥设备的最大效能，使安全生产得

到全面切实的保证。这样，一个有效可靠的安全生产保证体系就建立起来了。通过这个体系的运转，就会使企业的生产管理发生积极的变化。

二、安全系统工程概述

事故总是在不符合客观规律要求的生产活动中产生的。事故的破坏力随着生产的发展而日趋严重。先进生产的首要条件是安全性，即“安全第一”。

（一）安全系统工程

1. 安全系统工程的定义

安全是指不存在导致死亡、工伤、职业病、设备损失或财产损失等事故的条件。

系统安全是指某系统在功能、时间、成本等规定条件下，系统中人员、设备所受到的伤害和损失为最小。

安全系统工程是系统工程的一个重要分支，它是将系统工程的原理和方法运用于安全管理的一门学科。它以系统安全为目标，以专业知识为基础，按现行法规、标准、技术规范等限定的安全准则，运用系统工程的原理和方法，对系统中或生产中的安全问题进行定性和定量的分析、评价及预测，并采取综合安全措施予以控制，使系统发生事故的可能性减少到最低限度，从而使系统达到最佳安全状态。

2. 安全系统工程的特点

（1）安全系统工程是一门包含新技术领域的科学，是一门跨学科的综合性的工程技术。

（2）安全系统工程是以人为中心的人—机匹配、具有反馈过程的系统。在这个系统中，生产作业者根据测量工具、目测所得的系统信息操纵控制装置，调整工作参数，对系统进行反馈，以保持系统稳定生产和不断进行优化生产。在人机接口中还有保护作业者人身安全的保护措施。系统内安全流程如图 1-1 所示。

（3）安全系统工程是工程系统与社会系统的结合。它不同于其他学科，因为有人直接参杂在系统中，而每个人的政治、经

济、技术水平、安全素质、家庭和社会环境各不相同，所以对发生的情况的判断也会不相同。人作为安全系统活动的操作者，而其操作水平和教育素养又是社会水平的综合体现。

(4) 安全系统工程具有偶然性。系统中的生产设备、工具可能因设计、制造、运输、安装、验收、材料等缺陷而处于不安全状态；或初时虽符合要求，但由于工作中零部件磨损、老化等因素，也可使设备、工具处于不安全状态；操作者的生理、心理状态和体力的不稳定，具有失误的偶然性；这些不利因素何时、何地非正常组合在一起而发生事故，对人伤害如何，也存在着偶然性。因此，安全工作必须常抓不懈。

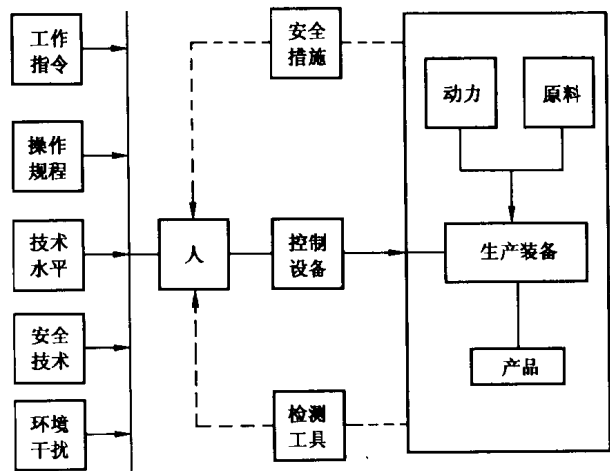


图 1-1 系统内安全流程图

3. 安全系统工程的作用

(1) 提高安全管理的层次。过去的安全管理，往往凭经验和直觉去了解和处理生产过程中存在的危险和隐患，只是片断地、零碎地解决安全问题，而无法系统地、全面地解决安全问题。推行安全系统工程能使我们的安全管理层次升高，使我们能从生产系统的全局出发，全面地考虑规划、设计、施工、生产、更新等各个阶段可能出现的安全问题。

(2) 提供科学的安全管理手段。以往对事故只能做定性的估计,不能进行定量的分析,难以做到对事故的预测和预报。而应用安全系统工程则能事先预测到事故发生的可能性,掌握事故发生的规律,并作出定性和定量的评价,预先警告事故的危险性并提出相应的安全措施,为提高安全管理水平提供了必要的手段。

(3) 进一步促进企业的安全生产。通过系统安全分析,掌握系统安全的薄弱环节,根据计算出的重要度,结合本单位实际采取相应措施,保证了生产的顺利进行。

(4) 促进安全教育的改革。安全系统工程涉及知识面很广,它是系统工程论、最优化技术、可靠性工程、预测技术、统筹法、人机工程学、工程心理学、行为科学、控制论、概率论、集合论以及国家立法、安全标准、安全管理、安全工程专门学科等多方面知识和技术的相互渗透的综合学科,这就要求我们必须认真做好安全教育工作,提高安监部门和全体员工的安全技术素质,提高企业整体安全教育工作的层次,把“安全第一”工作落到实处。

(二) 安全系统工程的内容

安全系统工程的主要内容,包括事故成因理论、系统安全分析、系统安全评价和采取的安全措施。只有正确的分析,恰当的评价,才能得出安全工作的最佳决策。

1. 事故成因理论

事故成因理论主要讨论事故的定义、影响原因、各种事故模式、事故规律的法则以及事故预防的原理。其中,事故模式对于事故的分析、处理技术和事故的控制技术具有指导作用,是安全系统工程的核心。目前,在世界上比较流行的事故成因理论有12种,对我国影响较大的有人为失误论、骨牌论、综合论等。

2. 系统安全分析

系统安全分析在安全系统工程中占有十分重要的地位。为了充分认识系统中存在的危险性,要对系统进行细致的分析,只有

分析得准确，才能在安全评价中得到正确的答案。当前，系统安全分析方法有数十种之多，既有定性的方法，又有定量的方法，可以对事故进行分析、预测。主要的方法有事故比重图、事故趋势图、事故主次图、事故控制图、事故时间和空间分布图、安全检查表、鱼刺图、预计危险分析法、故障类型影响分析法、故障类型影响和严重度分析法、事件树分析法、事故树分析法、管理失误和风险树分析法、抽样判别法、风险预知技术、行为分析法、统计法等。每一种系统安全分析方法都有其产生的历史过程和条件，并不是每一种方法都通用于所有的系统。通过实践，一般认为，定性的系统安全分析方法（如安全检查表法）及既能定性又能定量的事故树分析法，对于电力生产和基本建设都比较实用。

3. 系统安全评价

系统安全分析的目的就是为了进行系统安全评价。通过分析，辨识系统中存在的危险性和薄弱环节、发生事故的的概率以及可能产生的后果等。有了评价，决策者可根据评价结果制定对策。定性分析的结果只能用于定性安全评价，掌握系统中危险的大致情况。定量分析可用于定量安全评价，主要用一些数据评价系统，结果当然更加确切。进行系统安全评价的方法有，经验型定性评价、技术型定性评价、管理型定性评价、火灾爆炸危险指数评价法、一般作业危险性评价、企业车间安全评价、安全投资评价、解析评价等。

4. 采取安全措施

根据系统安全评价的结果，确定下一阶段的安全目标，实施两措计划，并对系统进行调整，采取综合控制和消除危险的措施，加强薄弱环节，消除潜在危险。在安全装置与设施、事故预防及处理方案、安全组织、教育与训练等方面、做出统筹安排，预防事故的发生，切实做到全面保障系统的安全。

（三）系统安全分析方法

1. 安全检查表

从 20 世纪 30 年代起，国外就开始采用安全检查表，至今不衰。它是安全系统工程中的最基本的分析方法。

2. 事故树分析法

(1) 事故树分析法及其作用。事故树分析法是一种逻辑演绎的系统分析方法。能辨识和评价系统的各种危险性，它是安全系统工程中安全分析的重要方法之一。事故树分析法以系统中的事故形态作为分析目标，将其与导致事故的各种因素作成逻辑关系图（即事故树）。它由事件符号和关系符号组成，用以对系统的安全问题或系统的运行功能问题进行分析，并能为判别事故发生的可能性和必然性之间提供一种简明、形象的表达形式。它的作用是：

1) 能全面、简洁、形象地描述、分析导致事故的各种因素及其逻辑关系。

2) 便于发现、查明系统内固有的或潜在的危险因素，为安全设计、制定技术措施和采取管理对策提供依据。

3) 使作业人员全面了解和掌握各项防止、控制事故的措施和要点。

4) 对已发生的事故进行原因分析。

5) 便于进行逻辑运算、定性和定量的分析与评价等。

(2) 事故树分析法的程序：

1) 确定分析对象。广泛收集事故案例、事故统计资料，把严重和多发事故选定为需要预防的顶端事件。

2) 深刻了解对象系统。了解系统的功能、结构、工作程序及各种主要参数和作业情况。

3) 确定系统目标。根据系统功能的要求或规定，确定系统的安全目标值。

4) 调查事故。运用演绎分析方法，调查与事故有关的所有原因事件和各种因素，从设备状况、人员素质、环境因素、管理等方面逐条与规程、规定等对照，凡有问题即作为一个基本事件。

5) 绘制事故树。从顶端事件开始,按故障原因一级一级往下找出所有原因事件,直至找到基本原因事件,按其逻辑关系,绘制出事故树。

6) 定性分析。按事故树结构利用布尔代数进行简化,求出最小割集和最小径集,确定各基本事件的结构重要度,提出改善系统的初步方案。

7) 定量分析。研究事故树顶端事件发生的可能性,即收集计算基本事件的概率数据,按逻辑运算法求出顶端事件的发生概率。

8) 分析计算结果。判断事故发生概率是否超过预定的目标值,并利用最小割集研究降低事故发生概率的可能方案,使系统达到最佳安全状态。

三、电气安全技术

安全技术是控制或消除生产劳动过程中能造成人身伤亡和职业急性中毒的危险因素,防止发生伤亡事故而采取的技术措施。它是职业安全卫生的一个重要组成部分。

“安全技术”一词,原意是“技术的安全”,逐步演变为安全所需的技术,为安全所采取的技术措施。它以突然发生的急性伤亡为研究对象。从系统观点出发,运用观察、试验、分析、计算、设计及评价等方法来研究,发现潜在的危险因素,采取技术措施,防止伤亡事故的发生。安全技术的实质是把事前预防措施作为重点。

安全技术按行业分为电力安全技术、冶金安全技术、煤矿安全技术、化工安全技术、建筑工程安全技术、起重安全技术及防雷、防爆安全技术等。应用安全技术的效果应体现在:排除系统中的某些危险因素,提高生产系统的安全运行水平。

在电气安全技术中最重要的技术是防止人身触电事故的技术措施和管理。

随着我国现代化建设的发展,电器应用日益广泛,触电事故增多。尤其是农村电网迅速建立与发展,触电事故屡有发生。常

见的触电事故原因是：

(1) 对用电知识不了解。由于不懂用电基本知识及其危险性，误碰电线、开关，误拾断落在地上的带电电线；随便玩弄电器设备；身体进入高压电弧区内；雷雨时在大树下避雨；用手直接拖拉触电者；儿童玩弄电器以及爬高而触电等。也有的对用电常识一知半解，由于乱拉乱接线路、自行拆修电器设备而发生触电的。

(2) 电器设备缺陷及损坏漏电。电器质量差或安装不合格，使电器本身漏电或设备损坏，若带电部分裸露于外，用者又不注意便可发生触电。这种情况多发生在日常生活中，如接触使用的电路开关、插销、灯口、照明灯的软线及收音机、电视机等的带电部分而触电。

(3) 违反安全操作规程。多发生于违章布线、带电拆修电器设备，或有人在停电线路上工作时误送电等的情况。

(4) 特殊意外情况。如暴风雨将电杆刮倒电线落地，风雪使供电导线下落，火灾时电线烧断接触人体，以及战争中敌方设置的电网造成触电等。

第二节 电对人体的伤害和影响

一、电流对人体的伤害

电流对体会造成多种伤害，如伤害呼吸、心脏和神经系统，使人体内部组织破坏，乃至最后死亡。当电流流经人体时，人体会产生不同程度的刺痛和麻木，并伴随不自觉的肌肉收缩。触电者会因肌肉收缩而紧握带电体，不能自主摆脱电源。此外，胸肌、隔肌和声门肌的强烈收缩会阻碍呼吸，甚至导致触电者窒息死亡。若带电设备或带电导体的电压较低，对人体的伤害一般只是在接触部位皮肤表面上烧有轻微的斑点或伤痕，对肢体损害不大。能及时脱离电源，就不致引起肌肉坏死或骨骼受伤等伤害。若不能及时脱离电源，则由于长时间电流的作用，往往造成