



国家电网
STATE GRID

国家电网公司

新入职员工系列培训通用教材

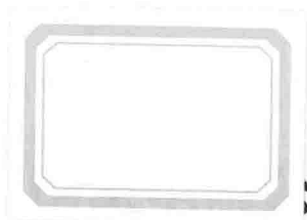
电工实训

国网技术学院 组编

GUOJIADIANWANGGONGSI
XINRUZHIYUANGONG XILIE PEIXUN
TONGYONG JIAOCAI



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网

公司

新入职员工系列培训通用教材

电 工 实 训

国网技术学院 组编

李学峰 张 丽 主编



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为了规范国家电网公司新入职员工培训内容,提高培训质量,国网技术学院依据国家电网公司新入职员工培训方案,结合自身实训设施和新员工培训特点,编写完成《国家电网公司新入职员工系列培训通用教材》(包括8个分册)和《国家电网公司新入职员工系列培训专业教材》(包括52个分册)。

本书为《国家电网公司新入职员工系列培训通用教材 电工实训》分册,共分三个学习情境七个学习任务,主要内容包括安全基本技能实训、登杆实训、电工基本技能实训等。

本书可作为国家电网公司新入职员工的培训教学用书,也可作为各电力培训中心及电力职业院校的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工实训 / 国网技术学院组编. —北京: 中国电力出版社, 2013.3

国家电网公司新入职员工系列培训通用教材

ISBN 978-7-5123-4164-7

I. ①电… II. ①国… III. ①电工技术—职工培训—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 045970 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>)

北京雅林吉兆印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013年3月第一版 2013年3月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 14.25印张 186千字

印数 0001—8000册 定价 43.00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

《国家电网公司新入职员工系列培训通用教材》

编 委 会

主	任	赵建国	钱 平		
副	主 任	费耀山	程 剑	马放瑞	李勤道
委	员	康梦君	张效胜	范永忠	石 椿
		孙明晔	肖成芳	黄保海	马敬卫
		王立志	陈威斋	冯 靖	张进久
		马 骐	王立新	王云飞	于洲春
		杨 健	高建国	陈祖坤	商自申
		王付生	刘汝水	赵桂廷	刘广艳
编写组组长		费耀山			
副 组 长		黄保海	杨 健	陈祖坤	
成 员		李学峰	张 丽	宋云京	
		吴德军	何玉萍	林春英	
		肖 明	李国峰	吴秀山	
		刘贯之	林 赞		



序

国网技术学院是国家电网公司直属的企业职业培训机构，主要承担公司新员工培训，网省公司本部和电科院、公司直属科研单位的技术人员培训，特高压、智能电网、新能源等领域技术人才培养，公司系统高级技师的培训，国际合作培训以及创新力和技术技能人才培养研发任务，是国家电网公司文化传播教育基地和电网实用新技术与新技能应用示范中心。

“十二五”期间，国家电网公司将以全面建设坚强智能电网、加快建设“三集五大”体系为战略重点，推动公司和电网创新发展、集约发展、安全发展，到2015年基本建成“一强三优”现代公司，初步建成世界一流电网、国际一流企业。事业发展需要人才支撑，建设坚强智能电网，构建“三集五大”体系，推进公司和电网发展方式转变，对人力资源和人才培养提出了新的、更高的要求。公司和电网事业的快速发展，为教育培训工作提供了广阔的空间，为学院事业的发展带来了重要的战略机遇。作为公司教育培训直属单位，抓住机遇、乘势而上、迎接挑战，全面服务公司大局，是我们义不容辞的责任和神圣的使命，也是建设一流技术学院的必由之路。

编写出版高水平的新员工系列培训教材，对创新培训模式，规范培训内容，改革培训方法，统一考核标准，提升培训质量具有重要作用。为此，国网技术学院加快开发培训课程标准，建立培训课程体系，开发精品课程，组织编写了《国家电网公司新入职员工系列培训通用教材》和《国家电网公司新入职员工系列培训专业教材》（统称《新员工培训教材》）。

《新员工培训教材》紧跟当前电网发展需要，紧密结合国家电网公司岗

位操作要求，注重对岗位实践环节的指导；适应新入职员工的接受能力，按照理论实践一体化模式的培训模式进行编写，做到了“实际、实用、实效”，具有新颖性、适应性和实践性等特色。

《新员工培训教材》编写出版过程中，各位编审付出了辛勤劳动，得到了英大传媒集团的大力支持，在此一并表示衷心的感谢！

国网技术学院院长 赵建国

2011 年 12 月



前言

为贯彻落实国家电网公司“人才强企”战略，积极服务公司“三集五大”体系建设和智能电网发展对技能人才的需求，打造高素质的技能人才队伍，提升企业素质、队伍素质，增强新员工培训的针对性和时效性，创新国内一流、国际先进的示范性培训专业和标杆性培训项目，国网技术学院组织院内专职培训师、兼职培训师及国家电网公司系统内生产技术、技能专家，结合国网技术学院实训设施和新员工培训特点，坚持专用为主、通用为辅的原则，编写了《国家电网公司新入职员工系列培训通用教材》和《国家电网公司新入职员工系列培训专业教材》（统称《新员工培训教材》）。

《新员工培训教材》以培养职业能力为出发点，注重从工作领域向学习领域的转换，注重情境教学模式，把“教、学、做”融为一体，适应成年人学习特点，以达到拓展思路、传授方法和固定习惯的目的。

《新员工培训教材》开发坚持系统、精炼、实用、配套的原则，整体规划，统一协调，分步实施。教材编写针对岗位特点，分析岗位知识技能需求，强化技能培训、体现情境教学、覆盖业务范围、适当延伸视野，向学员提供全面的岗位成长所需要的素质、技能和管理知识。编写过程中，广泛调研和比较分析现有教材，充分吸取其他培训单位在探索培养高素质技能人才和教材建设方面取得的成功经验，依托行业优势，校企合作，与行业企业共同开发完成。

《国家电网公司新入职员工系列培训通用教材》包括 8 个分册，《国家

电网公司新入职员工系列培训专业教材》包括 52 个分册。《新员工培训教材》在经过审稿和试用后，已具备出版条件，将陆续由中国电力出版社出版。

本书为《国家电网公司新入职员工系列培训通用教材 电工实训》分册。全书由李学峰和张丽编写，山东大学孙莹教授担任主审，宋云京教授参审。在编写过程中还得到了大同电力高级技工学校的何玉萍老师、济南供电公司吴秀山老师、山东送变电公司刘贯之老师的大力支持，在此一并致以衷心的感谢。

由于编者自身认识水平和编写时间的局限性，本系列教材难免存在疏漏之处，恳请各位专家及读者不吝赐教，帮助我们不断提高培训水平。

编 者

2013 年 2 月



目 录

序

前言

学习情境一	安全基本技能实训	1
任务一	触电急救	2
任务二	电气防火与防爆	31
任务三	电气安全工器具	76
学习情境二	登杆实训	106
任务一	登杆实训基础知识	107
任务二	登杆操作	117
学习情境三	电工基本技能实训	141
任务一	照明电路的安装实训	142
任务二	电力拖动实训	173
附录 A	电工实训设备（网孔板）简介	211
附录 B	部分常用电工图形符号表	214
附录 C	部分常用电工文字符号表	216
参考文献		218

学习情境一

安全基本技能实训

【学习情境描述】

本单元设计以下三项任务：

任务一：触电急救

任务二：电气防火与防爆

任务三：电气安全工器具

通过任务的学习，使学员熟悉脱离电源的方法，掌握心肺复苏人工急救方法，能针对现场紧急状况进行急救；了解消防基本知识，掌握防火与灭火的基本方法，能熟练使用各类灭火器；熟知电气安全工器具的种类、使用、保管与注意事项，能在现场正确使用各类安全工器具。

【教学目标】

了解电流对人体的伤害形式，熟知电击伤害的影响因素及引起触电的原因，掌握触电急救的基本技能。熟知消防安全的基本知识，能熟练使用各类灭火器，并掌握常见电气火灾的扑救方法。掌握各类电气安全工器具的使用与保管方法。

【教学环境】

应配有完整配套的多媒体教学设备及能容纳 50~60 人的教室,保证实训场地有足够的空间和安全设施,触电急救实训场地放置大约 10 具心肺复苏模拟人,有安全的电源;应有不小于 200m² 的消防场地,并配有各类灭火器材,方便的水源,消防沙坑,消防铁箱;安全工器具应配置有专门的实训室,并有相应的工具柜,且符合安全操作规程的规定。

任务一 触 电 急 救

【教学目标】

通过学习使学员了解电流对人体造成伤害及触电急救方面的基本知识,掌握触电急救的基本技能,明确心肺复苏法基本概念及应用领域,掌握心肺复苏法的理论知识和操作要领。培养学员的观察分析、理论联系实际的自主学习能力及应对紧急事情的处事能力。从学习心肺复苏法的过程中,培养学生的爱心及责任心,体会“以人为本”、“救死扶伤”的内涵。

【任务描述】

本节任务是使学员学会现场触电急救,特别是心肺复苏法。由电流对人体造成的伤害及常见人体的触电方式引入课程,具体对触电急救所涉及的内容展开讨论,从而引出触电急救的具体内容,通过理论讲解和在实训室进行实际操作,掌握触电急救的基本技能。

【任务准备】

通过向学员提问引导学员进入主题,并让学员从生活中找例子,让学

员自主学习,把任务贯穿到课程中,抓住新旧知识之间的联系,提出问题,引起学员兴趣。根据脱离电源后的情况让学员思考下一步要做什么,从而引出对症急救中的心肺复苏法(具体方法联想记忆法),从而掌握触电急救的基本技能,特别是心肺复苏法。

【任务实施】

通过理论讲解及学员实际操作,掌握该任务的理论知识及实际操作技能,并使学员认识到心肺复苏法重要的是要学会如何判断伤员情况、如何对症急救,可以培养学员的分析判断能力、动手能力,发展学员的多向思维。老师在课堂上以讲授法、演示法及互动法完成理论讲解及示范教学,指导学生完成任务,掌握触电急救的基本技能,实现教学目标。

一、常见的人体触电方式及触电原因

(一) 人体触电方式

经过长期研究和对触电事故的分析,触电的方式一般有六种情况:单相触电、两相触电、跨步电压触电、接触电压触电、感应高压触电和雷击触电。其中常见的有以下四种。

1. 单相触电

单相触电是指人体站在地面或其他接地体上,人体的某一部位触及一相带电体所引起的触电,如图 1-1 和图 1-2 所示。

单相触电的危险程度与电压的高低、电网的中性点是否接地,以及每相对地电容量的大小有关,是较常见的一种触电事故。中性点接地系统里的单相触电比中性点不接地系统的危险性大。

在日常工作和生活中,低压用电设备的插销和灯头以及电动机、电熨斗、洗衣机等家用电器,如果其绝缘损坏,带电部分裸露而使外壳、外皮带电,当人体碰触这些设备时,就会发生单相触电情况。如果此时人体站在绝缘板上或穿绝缘鞋,人体与大地间的电阻就会很大,通过人体的电流

将很小，这时就不会发生触电危险。

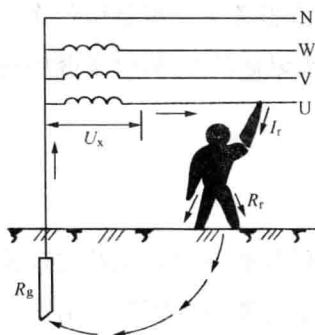


图 1-1 中性点接地的单相触电

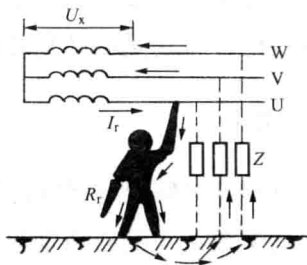


图 1-2 中性点不接地的单相触电

2. 两相触电

两相触电是指人体有两处同时接触带电的任何两相电源时的触电，如

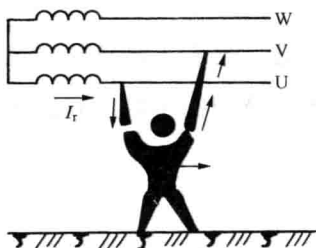


图 1-3 两相触电

图 1-3 所示。

这时，无论电网的中性点是否接地，人体对地是否绝缘，人体都会触电。在这种情况下，电流由一相导线通过人体流至另一相导线，人体将两相导线短接，因而处于全部线电压的作用之下，通过人体的电流为 $I_t = U/R_t$ 。

发生两相触电时，若线电压为 380V，则流过人体的电流只要经过 0.186s 就可能致触电者死亡，故两相触电比单相触电更危险。根据经验，工作人员同时用两手或身体直接接触两根带电导线的机会很少，所以两相触电事故比单相触电事故少得多，但在实际工作中也不可掉以轻心。

3. 跨步电压触电

(1) 跨步电压的含义。当电气设备发生接地故障（绝缘损坏）或线路发生一相带电导线断线落在地面时，故障电流（接地电流）就会从接地体

或导线落地点向大地流散,形成对地电位分布。此时与电流入地点的距离越小,电位越高;与电流入地点距离越大,电位越低;在远离入地点 20m 外处,电位近似为零。如果有人进入 20m 以内区域行走,其两脚之间(人的跨步一般按 0.8m 考虑)的电位差就是跨步电压,由跨步电压引起的触电,称为跨步电压触电。如高压架空导线断线或支持绝缘子绝缘损坏而发生对地击穿时,在导线落地点或绝缘对地击穿点处的地面电位异常升高,在此附近行走或工作的人员,就会发生跨步电压触电。

(2) 触电后果。人体承受跨步电压时,电流一般是沿着人的下身,即从脚到胯部到脚流过,与大地形成通路,电流很少通过人的心脏等重要器官,看起来似乎危害不大,但是,跨步电压较高时,人就会因双脚抽筋而倒在地上,这不但会使作用于身体的电压增加,还有可能改变电流通过人体的路径而经过人体重要器官,因而大大增加了触电的危险性。经验证明,人倒地后即便电压持续作用 2s,也会发生致命的危险。

(3) 注意事项。

1) 电业工人(尤其是线路巡线工)在平时工作或行走时,一定要格外小心。当发现设备出现接地故障或导线断线落地时,要远离断线落地区,如果已发现断线落地,应在周围做警示标志,提防他人不小心再进入故障区。

2) 一旦不小心已步入断线落地区感觉有跨步电压时,应赶快把双脚并在一起或用一条腿跳着离开断线落地区。

3) 当必须进入断线落地区救人或排除故障时,要穿绝缘鞋或绝缘靴,同时要做好自身防触电的措施。

4. 接触电压触电

接触电压是指人站在发生接地短路故障设备的旁边,触及漏电设备的外壳时,其手、脚之间所承受的电压。由接触电压引起的触电称为接触电压触电。

在发电厂和变电站中，一般电气设备的外壳和机座都是接地的，正常时，这些设备的外壳和机座都不带电。但当设备发生绝缘击穿、接地部分破坏，设备与大地之间产生电位差时，人体若接触这些设备，其手脚之间便会承受接触电压而触电。

接触电压的大小随人体站立点的位置而异。当人体距离接地体越远时，接触电压越大；当人体站在距接地体 20m 以外处与带电设备外壳接触时，

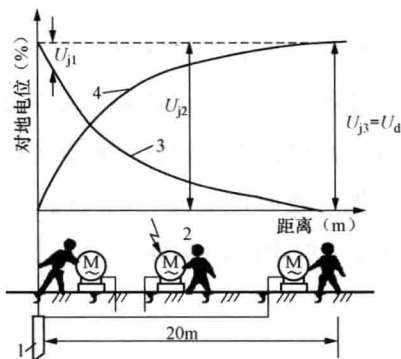


图 1-4 人体站立点与接触电压

接触电压达到最大值，等于带电设备外壳的对地电压；当人体站在接地体附近与设备外壳接触时，接触电压近于零，如图 1-4 所示。

由接触电压造成的触电事故还多发生在中性点不接地的 3~10kV 系统中。当电气设备绝缘击穿，系统中又没有接地保护装置，故障设备不能迅速切除，值班人员需较长时间才能将故障设备查出时，在查找故障期间，工作人员

一旦接触到与故障设备处于同一接地网的任一设备外壳时就会触电。为防止接触电压触电，往往要把一个车间、一个变电站的所有设备均单独埋设接地体，对每台电动机采用单独的保护接地。

对于高压触电和雷击触电，发生概率较小，因此在此处不做详细叙述。

(二) 发生触电事故的原因

发生触电事故的原因很多，本部分主要讲电力生产过程中发生触电事故的原因，归纳起来，有以下几个方面：

(1) 电气设备、生产厂房、工作场所及工作使用的工具等不符合安全要求。

(2) 在电气设备停电检修或试验时，没有采取完善的组织措施。如设

备的停、送电的联系和指挥不明,各部门之间互相要求不明确,任务交代不具体等,致使有关部门弄错了停电时间和停电范围,造成设备尚未停电就开始检修和试验工作,或工作尚未结束就给设备送电,或工作人员不明瞭了检修、试验范围,误走到带电设备上工作等。此外,在安排工作时,由于人员分配不恰当,让不符合电气安全要求的人员参加工作,或让技术水平较低的工人担任复杂的工作,或对应该有人监护的工作没有派专人监护等,都可能造成触电事故。

(3) 在电气设备停电检修或试验时,没有采取可靠的安全措施。如切断电源不彻底,未将有关变压器或电压互感器的低压回路完全断开,当在低压回路中操作时造成电压反馈,使高压侧产生高电压危及人身安全;又如在停电后没将停电设备的各侧三相短路接地,由于运行人员误操作或其他原因,误将高压电送到检修设备上,造成检修设备上工作人员的触电事故。

(4) 带电作业时违反有关规定。如没有按要求采取完善可靠的技术措施和组织措施,使用不合格的工具,分配未经培训合格的人员参加工作,没有严格执行监护制度等。

(5) 在进行电气操作时,违反有关操作规程造成误操作。如带负荷拉、合隔离开关,或做安全措施时,将接地线挂到带电设备上等,在发生这类误操作时,操作人员除了触电外,还可能造成电弧灼伤。

(6) 在处理设备或线路接地故障时,没有遵守安全规定而导致接触电压触电和跨步电压触电等。

综上所述,电力生产过程中造成触电事故的原因很多,但都是违反有关安全规程的结果。触电不仅危及人身安全,也影响发电厂、变电站整个电力系统的安全运行。为此,应采取有效的措施,预防人身触电事故的发生。

二、触电急救

在电力输送使用过程中,人身触电事故时有发生,但触电并不等于死

电工实训

亡。触电事故往往是在一瞬间发生的,情况危急,不得迟疑,时间就是生命。触电急救的关键是迅速脱离电源及正确的现场急救。因此,只要抢救及时,方法得当,坚持不懈,耐心抢救等待,多数触电者可以“起死回生”。许多实际资料表明,有的伤员心脏停止跳动、呼吸中断后,若能及时抢救,实施人工呼吸后或者心肺复苏后,又恢复了生命。请看下面的例子:

例 1-1 我国在触电事故中对 201 位触电者及时施行人工呼吸结果统计:①有 112 人在 10min 内恢复呼吸;②有 153 人在 20min 内恢复呼吸;③有 165 人在 30min 内恢复呼吸;④有 172 人在 60min 内恢复呼吸;⑤仅有 29 人一直未能恢复呼吸。

例 1-2 某地区供电局在 5 年时间里,用人工呼吸法在现场成功地救活触电者达 275 人。

例 1-3 某地大风雨刮断了低压线,造成 4 人触电,其中 3 人当时均已停止呼吸,用人工呼吸法及心脏按压法抢救 1.5h,也终于救活了。

以上例子说明,在现场工作人员触电后,只要争分夺秒,就地用现场急救法坚持不懈地进行抢救,伤员就有救活的可能。同时应及早与医疗部门联系,争取医务人员接替救治,在医务人员接替救治前,不能放弃现场抢救,更不能只根据没有呼吸或脉搏就擅自判定伤员死亡而放弃现场抢救。一般来说,触电者死亡后有以下五个特征:①心跳、呼吸停止;②瞳孔放大;③尸体出现斑痕;④尸体僵硬;⑤血管硬化。如果以上五个特征有一个尚未出现,都应视触电者为“假死”,要坚持不懈地抢救,在没有医生到现场的情况下,任何人不得擅自宣布触电者死亡,放弃抢救。

(一) 现场紧急救护通则

(1) 紧急救护的基本原则是在现场采取积极措施,保护伤者的生命,减轻伤情,减少痛苦,并根据伤情需要,迅速与医疗急救中心(医疗部门)联系救治。急救成功的关键是动作快,操作正确。任何拖延和操作错误都会导致伤者伤情加重或死亡。