

新 技术时代

电工操作技术

Dian Gong Cao Zuo Ji Shu



王世银 编

上海科学技术文献出版社

新技术时代

电工操作技术

王世锴 编

上海科学技术文献出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工操作技术 / 王世铨编. —上海: 上海科学技术文献出版社, 2008. 4

(新技术时代)

ISBN 978-7-5439-3536-5

I. 电… II. 王… III. 电工技术 IV. TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第039790号

责任编辑: 祝静怡 夏 璐

封面设计: 汪伟俊

电 工 操 作 技 术

王世铨 编

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号 邮政编码 200031)

全国新华书店经销

上海市崇明县裕安印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 10 字数 268 000

2008年4月第1版 2008年4月第1次印刷

印数: 1-5 000

ISBN 978-7-5439-3536-5

定价: 18.00 元

<http://www.sstlp.com>

内 容 提 要

本书是按初级(安装、维修)电工入门要求,为希望进入安装、维修电工领域发展的初学者编写的入门电工操作技术书籍。内容包括电工安全操作技术;电工基本操作技术;常用低压电器应用及故障处理技术;三相笼型交流异步电动机;小型变压器检修技术;三相笼型交流异步电动机基本运行控制线路安装、调试与检修技术;常用机床电气控制线路安装、调试、故障分析与检修技术等。

本书可作为初级职业技术学校、工厂企业培训部门、社会力量办学机构、政府职业介绍机构等作为入门电工岗前培训教材,也可供青年工人作自学用书。

随着我国改革开放的不断深入,国民经济正持续、稳定、快速地发展,各行各业的电气化程度亦日益提高,对安装、维修电工的需求特别是生产第一线掌握初级电工操作技术的工人的需求迅速增加。但新入劳动力市场的就业人员包括大量进城务工人员又由于缺乏初级电工操作技术而遇到就业困难。他们迫切需要一本通俗易懂而又符合工作需要的书籍进行岗前培训或自学成材。本书正是基于以上现状编写的。

编写本书时,我们尽量做到内容实用、开门见山、操作步骤详尽、明了、易懂易学。为此配备了大量插图,即使是自学读者,只要具有相当于初中文化知识水平,即可根据插图并对照操作步骤能基本学会初级电工操作技术。

本书可作为承担初级电工培训任务的职业学校、厂矿企业培训部门、社会力量培训机构以及政府职业介绍部门有关培训机构的岗前培训教材,也可作为青年工人的自学用书。在每一章后都附有复习思考题,并在书后附有习题答案。

参加本书编写、配图、校对、审核等的还有宋丽心、王侃、陈辉、施佩玲、刘思捷、陈留章等。由于作者水平有限、定有不妥之处,敬请读者提出宝贵意见,以便再版时改进。

编 者

第 1 章 电工安全操作技术	(1)
第一节 发电、输配电概况	(1)
第二节 常见触电事故	(3)
一、电击	(3)
二、电伤	(7)
三、预防触电的措施	(8)
第三节 电流对人体的影响	(8)
一、通过人体电流的大小	(9)
二、电流通过人体的持续时间	(9)
三、电流通过人体的部位	(10)
四、人体触电电压的高低	(10)
五、通过人体电流的频率	(11)
第四节 触电急救技术	(12)
一、自救技术	(12)
二、互救技术	(12)
第五节 电工安全操作规程及安全措施	(17)
一、停电检修的安全操作规程	(17)
二、带电检修的安全操作规程	(18)
三、防止电气事故的安全措施	(18)
第六节 电气防火、防爆、防雷	(27)
一、电气防火、防爆	(27)
二、防止雷击	(29)
复习思考题	(30)
第 2 章 电工基本操作技术	(33)
第一节 电工工具操作技术	(33)

一、电工工具操作技术	(33)
二、电工电动工具操作技术	(42)
三、电工焊接工具操作技术	(45)
第二节 电工常用测量仪表及操作技术	(53)
一、电工常用测量仪表概述	(53)
二、万用电表操作技术	(56)
三、兆欧表操作技术	(68)
四、钳形电流表操作技术	(71)
第三节 导线及其连接操作技术	(72)
一、常用导线的分类与应用	(72)
二、常用导线的连接操作技术	(74)
三、导线绝缘恢复操作技术	(80)
四、导线与电气设备接线桩的连接操作技术	(81)
第四节 室内工程安装及其检修技术	(82)
一、室内照明及内线工程常用器材	(82)
二、常用照明灯具、开关及插座安装技术	(87)
三、照明电气线路的明、暗线敷设操作技术	(91)
四、常见照明线路故障及检修技术	(97)
五、有线电视连接与卫星接收安装技术	(101)
六、配电板安装技术	(103)
复习思考题	(110)
 第 3 章 常用低压电器应用及故障处理技术	 (114)
第一节 常用低压电器的识别和分类	(114)
一、低压电器型号组成形式	(115)
二、常用低压电器的分类和用途	(118)
第二节 常用低压开关	(120)
一、刀开关	(120)
二、组合开关	(124)
三、低压断路器	(126)

第三节 熔断器	(129)
一、常用熔断器的识别、使用及故障处理技术	(130)
二、其他熔断器	(134)
三、低压熔断器检修技术	(135)
第四节 主令电器	(135)
一、常用按钮的识别、使用及故障处理技术	(135)
二、常用行程开关的识别、使用及故障处理技术	(140)
第五节 交流接触器	(144)
第六节 继电器	(155)
一、中间继电器	(156)
二、热继电器	(158)
三、时间继电器	(165)
复习思考题	(171)
第4章 三相笼型交流异步电动机	(176)
一、三相异步电动机的分类	(177)
二、三相异步电动机的结构	(180)
三、三相异步电动机的工作过程	(182)
四、三相异步电动机的选用	(183)
五、三相异步电动机的安装、使用维护技术	(183)
六、三相异步电动机常见故障、原因及检修技术	(189)
七、三相笼型异步电动机的拆卸与装配技术	(196)
复习思考题	(199)
第5章 小型变压器检修技术	(201)
一、小型变压器认识	(201)
二、小型变压器故障检测技术	(205)
三、小型变压器修复技术	(206)
四、交流电焊机常见故障、原因及处理技术	(216)
复习思考题	(218)

第6章 三相笼型交流异步电动机基本运行控制线路的安 装、调试与检修技术	(220)
第一节 电气控制图的识读	(220)
一、电气原理图的识读	(221)
二、电气安装图的识读	(224)
三、电动机基本控制线路的一般安装步骤	(227)
第二节 三相笼型交流异步电动机单向运转控制线路的安 装、调试与检修技术	(228)
一、手动单向运转控制线路的安装	(228)
二、点动单向运转控制线路的安装	(231)
三、接触器自锁单向运转控制线路的安装	(235)
四、具有过载保护的接触器自锁单向运转控制线路的 安装	(237)
五、连续与点动混合单向运转控制线路的安装、调试与 检修技术	(240)
第三节 三相笼型交流异步电动机双向运转控制线路的安 装、调试与检修技术	(246)
一、接触器联锁双向运转控制线路的安装	(247)
二、按钮联锁双向运转控制线路的安装	(250)
三、按钮与接触器双重联锁双向运转控制线路的安装及 故障检修技术	(252)
四、行程控制线路的安装	(255)
第四节 三相笼型交流异步电动机顺序控制与多地控制 线路的安装与检修技术	(258)
一、顺序控制线路的安装	(258)
二、多地控制线路的安装及故障检修技术	(260)
复习思考题	(263)
第7章 常用机床电气控制线路安装、调试、故障分析与检修 技术	(272)

第一节 CA6140 型卧式车床电气控制线路安装、调试、故障分析与检修技术	(272)
一、CA6140 卧式车床外形与结构	(272)
二、CA6140 卧式车床电路图	(273)
三、CA6140 卧式车床工作过程	(275)
四、CA6140 普通车床的电路保护	(275)
五、CA6140 卧式车床电气线路安装位置图与安装接线图	(276)
六、CA6140 卧式车床电气线路安装与调试	(278)
七、CA6140 卧式车床常见电气故障分析与检修	(279)
第二节 Z3050 型摇臂钻床电气控制线路安装、调试、故障分析与检修技术	(283)
一、Z3050 摇臂钻床外形与结构	(284)
二、Z3050 摇臂钻床电路图	(285)
三、Z3050 摇臂钻床工作过程	(288)
四、Z3050 摇臂钻床的电路保护	(290)
五、Z3050 摇臂钻床电气线路安装位置图与安装接线图	(291)
六、Z3050 摇臂钻床电气线路安装与调试	(295)
七、Z3050 摇臂钻床常见电气故障分析与检修	(295)
复习思考题	(300)
复习思考题答案	(304)

第1章 电工安全操作技术

电工操作的前提首先是操作者的人身安全。本章着重讲述：常见触电事故，触电时电流对人体的影响，触电后如何急救等知识，以及电工必须掌握的安全操作规程，防范电气事故的安全措施和防火、防爆、防雷知识。



第一节 发电、输配电概况

为了安全和节约资金，通常都把大的发电站建在远离城市中心的能源附近。因此电站发出的电能必须通过一定距离的输送，才能到达工矿城镇并分配给各种用户使用。这就形成了由发电设备、输配电设备（包括高、低压开关，变压器，电线电缆）以及用电设备等组成的电力系统，如图 1-1 所示。

电力系统中，联系发电和用电设备的输配电系统称为电力网，简称电网。电能输送时，电流会在输电导线中产生电压降落 $U = IR$ 和功率损耗 $P = I^2R$ ，式中 I 是输电电流， R 是输电线的电阻。可见要减小输电线上的电压损失和功率损失，最好的方法就是减小输电电流。又根据 $P = IU$ 可知，电厂向外输送的电功率等于输送电流和电压的乘积，只要提高输送电压就可以减小输送电流。所以通常采用升压变压器将电压升高后再输送，提高电力系统运行的经济性。目前我国远距离输电电压有 3 kV（千伏），6 kV，10 kV，35 kV，63 kV，110 kV，220 kV，330 kV，500 kV，750 kV 共十个

等级,世界上正在实验的最高输电电压是 1 000 kV。随着电力电子技术的发展,超高压远距离输电已开始采用直流输电方式,与交流输电相比具有更高的输电质量和效果。

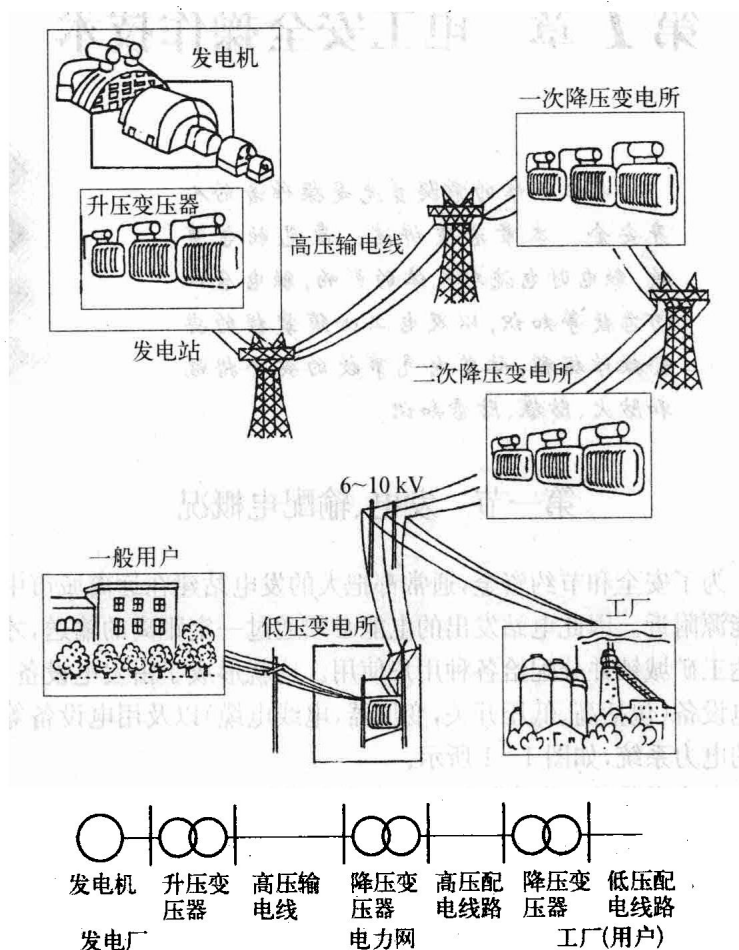


图 1-1 电力系统示意图

高压电输送到用户区后,再经降压变压器将高压降低到用户所需的各种电压。目前规定 1 000 V(伏)以下的电压为低电压。低压电网通常用四根线向用户供电,其中三根为相线(即火线),另一根

是零线(即地线),俗称三相四线制供电。它的优点是可以在同一电网中供出两类交流电即三相交流电和单相交流电。并可供出 380 V 和 220 V 两种交流电压。工矿企业的机床设备等功率较大的对称性用电设备通常接在三根相线上,取用 380 V 的三相交流电压。而民用照明电路、家用电器等则接在一根相线和零线之间,取用 220 V 的单相交流电压。

第二节 常见触电事故

当电力系统及电气设备在设计、制造、安装、维修等环节存在质量问题时,以及防护措施不到位时,特别是操作人员违章作业和其他一些意外因素,都可能酿成触电事故。

人身触电事故主要指电对人体产生的直接的和间接的伤害。直接伤害可分为电击和电伤,间接伤害是指电击引起的二次人身事故、电气着火或爆炸带来的人身伤亡等。

一、电击

电击是指电流流过人体时对人体内部器官造成生理机能的伤害,也就是通常所说的触电。触电的后果严重,最容易造成当事人死亡。统计资料表明:我国每年因触电而死亡的人数,约占全国各类事故总死亡人数的 10%,仅次于交通事故。

(一) 造成触电事故的原因

造成触电事故的常见原因如下:

1. 缺乏电气安全常识

在线路下建房、打井;在电线上晾晒衣服;把普通 220 V 台灯移到浴室照明,并用湿手去开关电灯;发现有人触电时不是及时切断电源或用绝缘物使触电者脱离电源而是用手去拉触电者等。

2. 违反操作规程或规定

检修用电设备时违反规程,不办理工作票、操作票,擅自拉合隔离开关;在没有确认现场的情况下用电话通知停、送电;在工作现场

和配电室不验电、不装接地装置、不挂警示牌等。

3. 电气设备维护不良

绝缘导线破损;电机受潮后绝缘性能降低致使外壳带电;电杆严重龟裂,导线老化、松弛等。

4. 电气设备质量不良

低压用电设备进出线裸露在外;台灯、洗衣机、电饭煲等家用电器外壳未接地漏电后碰到外壳;低压接户线、进户线高度不够等。

5. 电气安装不合要求

导线间交叉跨越距离不符合规程要求;电力线路与弱电线路同杆架设;导线与建筑物的水平或垂直距离不够;用电设备接地不良造成漏电;电灯开关未控制相线及临时用电不规范等。

6. 意外事故

遭受雷击等。

(二) 触电事故的规律

触电事故的一般规律如下:

1. 有明显的季节性

夏季及江南地带的梅雨季节事故较集中,由于天气潮湿多雨,降低了电气设备的绝缘性能;人体多汗,皮肤电阻降低,容易导电;天气炎热,电扇用电或临时线路增多。

2. 低压触电多于高压触电

生活、生产中多使用低压设备,与人体接触机会较多;大多数低压设备较简陋,且疏于管理,一般群众缺乏电气安全知识,思想麻痹。

3. 农村触电事故多于城市

相对城市而言农村用电条件较差,设备简陋,使用人员技术水平较低、管理制度不严。

4. 青年和中年触电多

多数操作者为中青年,一方面他们不如初接触时那么小心谨慎;另一方面由于工作紧张、忙碌容易忽视安全性。

5. 单相触电事故多

与单相电接触机会多。单相触电事故占总触电事故的 70% 以上。

6. 遭雷击事故较多

遇雷雨时来不及躲避或不会采取正确的躲避措施。

(三) 常见的几种触电形式

触电可分为单相触电、两相触电、接触和跨步电压触电及雷击触电等。

1. 单相触电

单相触电是指人体某一部分触及一相电源或接触到漏电的电气设备, 电流通过人体流入大地, 造成触电。触电事故中大部分属于单相触电。单相触电中又分为中性点接地的单相触电和中性点不接地的单相触电等几种。

(1) 中性点接地的单相触电 人站在地面上, 如果人体触及一根相线, 电流便会经导线流过人体流入大地, 再从大地流回电源中性线形成回路, 如图 1-2 所示, 这时人体承受 220 V 的电压。若人体电阻按 $1\,000\ \Omega$ 计算, 流过人体的电流将高达 220 mA, 足以危及生命。

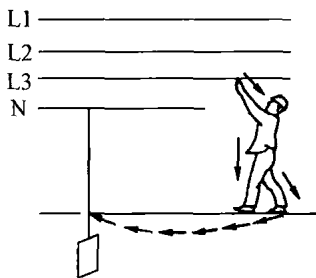


图 1-2 中性点接地的单相触电

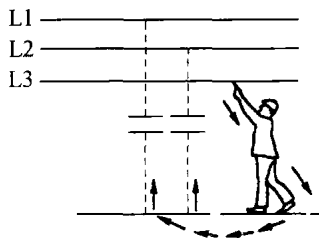


图 1-3 中性点不接地的单相触电

(2) 中性点不接地的单相触电 人站在地面上接触到一根相线, 这时有两个回路的电流通过人体: 一个回路的电流从 L3 相相线出发, 经人体、大地、对地电容到 L2 相; 另一个回路从 L3 相相线

出发,经人体、大地、对地电容到 L1 相,如图 1-3 所示。此种情况的触电电流仍可达到危及人生命的程度。

(3) 单相触电的另一种形式 图 1-4 是单相触电的另一种形式。在安装或修理电气设备时,虽然注意了脚下与大地间的绝缘(如站在木凳上、脚穿电工鞋或脚下垫橡皮等),但由于双手接线,不慎使双手和身体的上部成为相线导通的一部分,从而导致触电。由于电流流经心脏,所以会引起严重的触电事故。

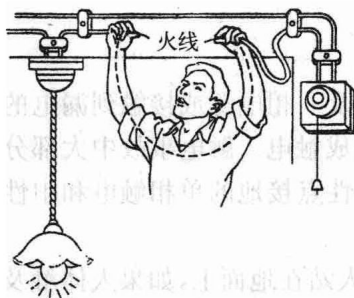


图 1-4 单相触电的另一种形式

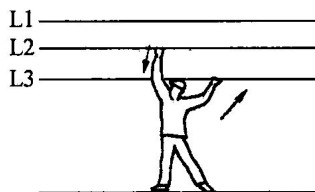


图 1-5 两相触电

2. 两相触电

两相触电是人体的两个部分分别触及两根相线,这时人体承受 380 V 的电压,触电电流可高达 380 mA,是危险性更大的触电形式。人体两相触电如图 1-5 所示。

3. 接触电压触电与跨步电压触电

外壳接地的电气设备,当绝缘损坏而使外壳带电,或导线断落发生单相接地故障时(如高压电线断裂落地时),电流就由设备外壳经接地线、接地体或高压导线落地点流入大地,向四周扩散,此时设备外壳和大地的各个部位都会产生不同的电位,人站在地上触及设备外壳或触及与设备相连的金属构架及墙壁时,就会承受一定的电压。该电压称为接触电压,如图 1-6 所示。如果人站在设备附近或高压线断落点附近的地面上,两脚间就会因站在不同的电位上而承受跨步电压,如图 1-7 所示。接触电压与跨步电压的大小与接地电流、土壤电阻率、设备接地电阻及人体所在位置有关。当接地

电流较大时,接触电压与跨步电压会超过允许值,特别是在发生高压接地故障时,会产生很高的接触电压与跨步电压,发生人身触电事故。接触电压触电与跨步电压触电也是危险性较大的触电形式。已受到跨步电压威胁者应采取单脚或双脚并拢方式迅速跳出危险区。

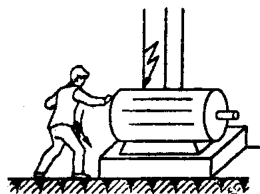


图 1-6 接触电压触电

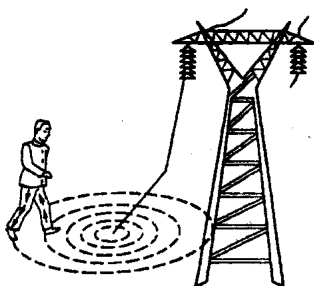


图 1-7 跨步电压触电

4. 雷击触电

雷击的特点是电压高、电流大、作用时间短。不仅能毁坏建筑设施引起人畜伤亡,还易产生火灾和爆炸,危害非常大。

二、电伤

电伤是另外一种形式的触电事故,常常与电击同时发生。一般是指电流对人体外部造成的局部伤害,如电弧烧伤、电灼伤等。电弧烧伤是最危险也是最常见的电伤,烧伤部位多发生于手部、胳膊、脸颊及眼睛,夹杂着熔化的金属颗粒的侵蚀及电化学反应,伤痕一般很难治愈,特别是对眼睛的刺伤,后果更为严重。

电弧多由短路引起,也有的是接触不良所致,最危险的是弧光短路事故,当带负荷拉合闸刀时,由于负载通常为感性,开关触点分断瞬间,很高的自感电势将使空气迅速电离而产生电弧,随着开关触点的分离,电弧被拉长和分散,两相的电弧被碰触到一起,便会发生弧光短路,以致引起更大的电弧火球,其产生之快,对人体烧伤之猛烈,犹如迅雷,使人猝不及防。高压电击时强烈电弧对人体的烧杀作用足以将人致死。