



电工 基本操作技能

DIANGONG
JIBEN
CAOZUO
JINENG

金盾出版社



电工基本操作技能

主编	张盖楚	陈振明		
编者	张 莺	付恩全	陈希江	
	高 华	张 倩	陈朝辉	
	王 超	陈福长	陈 光	

金 盾 出 版 社

内 容 提 要

本书是依据《国家职业技能鉴定规范》的基本要求编写的,重点介绍电工在日常作业中应具体掌握的基本操作技能和专业操作技能。主要内容有:基础知识,电工常用工具、量具和仪表,电工基本操作,架空配电线路施工,电缆线路施工,配电变压器的安装与运行,室内配线施工,低压配电装置的安装与制作,照明电器的安装,常用电动机的安装与运行,漏电保护装置的安装与使用,接地装置和防雷装置的安装与维护。本书图文并茂,通俗易懂,可操作性强,既可供具有初中以上文化程度的专业电工和电工爱好者自学参考,也可作为电工职业培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工基本操作技能/张盖楚,陈振明主编;张莺等编著. —北京:金盾出版社,2000. 9

ISBN 7-5082-1214-2

I. 电… II. ①张…②陈…③张… III. 电工技术 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 18718 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 68218137

传真:68276683 电挂:0234

封面印刷:北京印刷一厂

正文印刷:北京 2207 工厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:19.25 字数:431 千字

2001 年 1 月第 1 版第 2 次印刷

印数:11001—22000 册 定价:23.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

随着我国工农业的发展和日趋现代化,各行业、各部门从事电气工作的人员迅速增加,其中尤以青年电工居多,他们在电气安装和维修工作中急需提高操作技能。为此,我们编写了这本通俗读物。

本书以初中级电工为主要对象,重点介绍 10kV 及以下电气线路和电气设备安装中的基本操作技能、维护中常见故障排除的基本方法及安全操作的基本知识。

本书编写中注意了以下几点:第一,知识的系统性、完整性和先进性。对室内外配电线路、变配电装置、电动机、电气照明灯具、漏电保护器及接地与防雷装置等的最新安装工艺和维护操作知识,作了全面系统的介绍。同时,也指出了已经淘汰的陈旧安装工艺,使读者了解当前电工安装技术的发展动向。第二,内容的针对性和实用性。结合电工安装和维护应掌握的基本技能,联系编者的实践经验,作了较详细的阐述。同时,对某些容易发生差错的操作,进行了正反对比,以加深读者的理解。第三,叙述的条理性和通俗性。对电工安装和维护的各项操作技能,按照循序渐进的原则,由浅入深地作了较详细的说明,叙述力求简明扼要,文字精练,通俗易懂。

本书写作过程中,编者参考了大量的书刊和一些厂矿企业的有关资料,并从中引用了一些图表数据,在书末仅列出一些主要参考文献,难以一一列举,在此一并向这些书刊的作者和资料的提供者表示衷心感谢。

由于编者水平有限,经验不足,书中错误和不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2000 年 7 月

目 录

第一章 基础知识	(1)
一、电工基本任务和文明生产.....	(1)
二、电工安全操作基本措施.....	(2)
三、电工自我保护和安全操作常识.....	(12)
第二章 电工常用量具、工具和仪表.....	(16)
一、常用量具.....	(16)
二、电工工具(用具).....	(20)
三、常用电工仪表.....	(48)
第三章 电工基本操作	(84)
一、锯凿锉钻等操作.....	(84)
二、导线连接和封端	(124)
三、线路设备固定件的埋设	(141)
四、起重与搬运	(147)
第四章 架空配电线路施工.....	(153)
一、架空配电线路的结构	(153)
二、架空配电线路的安装	(163)
三、低压架空接户线的安装	(188)
四、进户线的安装	(195)
五、架空线路常见故障和预防措施	(197)
第五章 电缆线路施工.....	(199)
一、一般要求	(199)
二、电缆线路的敷设	(204)
三、冬季电缆敷设措施	(228)

四、电缆接头的制作	(229)
五、低压电缆线路运行应注意的问题	(247)
六、低压电缆线路故障点的测定和检修	(249)
第六章 配电变压器的安装与运行	(254)
一、变压器室内安装	(254)
二、变压器室外安装	(267)
三、配电变压器的运行	(278)
第七章 室内配线施工	(285)
一、概述	(285)
二、基本要求	(286)
三、施工程序和方法	(288)
四、质量检查和日常维护	(327)
第八章 低压配电装置的安装和制作	(331)
一、总配电装置(总配电板)	(331)
二、动力配电箱(盘)	(335)
三、照明配电箱(盘)	(346)
四、电度表箱	(352)
第九章 照明电器安装	(366)
一、电气照明方式和照明种类	(366)
二、照明电源电压和供电线路	(367)
三、照明灯具接线	(372)
四、室内照明灯具的布置	(374)
五、室内照明灯具的安装	(380)
六、开关和插座的安装	(394)
七、照明装置常见故障	(402)
第十章 常用电动机的安装与运行	(427)
一、选择	(428)

二、安装	(445)
三、接线	(455)
四、控制设备的配置、安装和操作	(459)
五、启动保护设备和导线的选择	(463)
六、启动试车	(469)
七、投入运行后的监视和维护	(474)
八、缺相运行的原因和预防措施	(475)
九、运行中常见故障和处理	(481)
第十一章 漏电保护器的安装和使用	(500)
一、工作原理	(500)
二、主要技术参数	(506)
三、应用	(507)
四、安装和接线	(512)
五、误动作和拒动作的原因	(520)
六、运行管理	(522)
第十二章 接地与防雷	(525)
一、接地和接零	(525)
二、防雷装置和防雷保护	(575)
主要参考文献	(602)

第一章 基础知识

一、电工基本任务和文明生产

(一) 基本任务

电工的工作任务范围很广,其基本任务是:

(1) 照明线路和照明装置的安装,动力线路和各类电动机、电器及其它用电设备的安装,各种生产机械电气控制线路的安装。

(2) 与生产过程自动化有关的电子设备的安装、调试和维修。

(3) 按照预防为主、修理为辅的原则,对各种电气线路、电气设备进行维护保养、检查和故障处理。

(4) 根据现代设备管理的要求,除降低设备的故障发生率以外,还要进行改善性的修理工作。即针对设备的多故障(重复故障)部位,进行必要的改进。

(二) 文明生产

文明生产是保持设备和线路正常运行,实现安全用电,防止发生人身和设备事故的可靠保证。因此,在作业中要求每个电工从工作态度到工作作风,从工作水平到工作效益,都应符合文明生产的需要。具体地说,应做到以下几点:

(1) 安装工作要干净利落,查找故障要迅速及时,排除故障要完全彻底。

(2) 工作既要注意安全可靠,又要讲究整洁卫生,既要符

合技术要求,又要勤俭节约。

(3) 工作结束,要认真检查、整理和清扫现场。

(4) 电气工作室和值班室应保持清洁卫生,备品、备件和材料应按规定位置摆放,仪器、仪表和安全用具要妥善保管,定期检查,使其经常处于待用状态。

(5) 对电气设备应建立技术档案,定期进行检修并作好检修记录,对重要电气设备应作运行记录。

二、电工安全操作基本措施

从事电工作业必须坚持贯彻“安全第一,预防为主”的方针,杜绝鲁莽的作业方式和侥幸麻痹心理。由于电能生产和使用的特殊性,在电工作业中,必须采取安全操作的措施。这种措施一般分为组织措施和技术措施。

(一) 组织措施

保证电工安全操作的组织措施包括工作票制度,工作许可制度,工作监护制度,操作票制度,工作间断、转移和终结制度。本书只介绍前三项制度的内容。有关安全操作组织措施的全部内容,读者可查阅《电业安全工作规程》。

1. 工作票制度 工作票既是允许作业人员在电气设备或线路上工作的书面命令,也是明确安全职责、向电工安全交底、履行工作许可手续和实施安全技术措施等的书面依据。工作票分为第一种工作票和第二种工作票。两种工作票式样见《电业安全工作规程》(能源部 1989 年制订),这里不作详细介绍。凡在高压设备或其它电气回路上工作,而需要将设备全部停电或部分停电并采取安全措施的,则应采用第一种工作票;凡进行带电作业和在带电的设备外壳上工作,以及在低压配

电盘、配电箱和电源干线上进行检修工作又无需将高压设备停电的,则应采用第二种工作票。工作票填写一式两份,其中一份现场保存(由工作负责人收执),作为进行工作的依据;另一份由运行值班人员收执,交接班时移交,妥善保管备查。工作票应由本单位电气部门领导签发。签发人应是熟悉业务、熟悉现场电气系统设备情况、熟悉安全规程并具备相应技术水平的人员。

2. 工作许可制度 工作许可制度是为确保电气检修作业安全所采取的一项重要措施。它可以加强运行值班单位和检修单位双方的安全责任感。工作许可手续应在完成各项安全措施后办理。

工作许可人(主管值班人员)在接到检修工作负责人交来的工作票后,应审查工作票上所列安全措施是否正确完善。确定无误后应按工作票上所列要求完成施工现场的安全技术措施,并会同检修工作负责人到现场复查安全措施是否正确落实。检查内容包括:指明现场带电设备的位置和安全注意事项,查明所检修的设备确无电压,所有安全保护设备全部到位,并处于良好状态。双方确认无误后分别在工作票上签名表示允许开始工作。在检修工作未结束之前,检修工作负责人和工作许可人都不得擅自变更安全措施,值班人员则不得变更有关检修设备的运行接线方式,同时也不准在检修设备上合闸送电。

工作中如果需要变更某些措施,则应事先取得对方同意,并在工作票上书面修订,签字后应经电气运行负责人核准,而值班人员则在运行日志上备案并按值班顺序,在交接班时交待。

3. 工作监护制度 执行工作监护制度的目的,是使工作

人员在工作中得到监护人的指导和监督,以确保人身安全和检修质量。一般情况下,现场检修负责人也同时是安全监护人,在工作期间内必须始终在现场对工作人员的安全认真监护,及时纠正不安全的操作。当工作较复杂、安全条件较差以及作业面较大时,还应增设专人监护。专职监护人不得兼任其它工作。在工作期间,工作负责人或工作监护人因故离开现场时,应指定临时负责人,离开前应将现场情况交待清楚,并通知工作班人员。如果发现工作班人员违反安全规程或发生危及人员和设备安全的情况,运行值班人员应及时向工作负责人提出,若仍不能纠正,则应立即向上级报告。

(二) 技术措施

1. 停电检修的技术措施 在停电检修工作中,应防止突然来电(误送电、反送电)和误入带电间隔,同时也要防止带临时接地线合闸。为此,在全部停电或部分停电的电气设备或线路上工作,必须采取停电、验电、装设接地线、悬挂标示牌和装设遮栏等保证安全的技术措施。

(1) 停电。停电分为全部停电和部分停电两类。所谓全部停电,是指变电所内全部设备和线路停电或工作在全部停电的间隔内,以及单回路架空线路停止供电(包括自备发电机停止运行)。所谓部分停电,是指变电所内部分设备和线路停电,或工作间隔内虽全部停电但邻近的带电变配电装置仍供电,以及双回路架空线其中一路停止供电等。

停电的基本要求是:首先,把可能来电的电源都断开,使检修设备或线路可靠脱离电源;其次,当作业人员的正常活动范围与邻近带电设备(运行中的星形接线设备的中性点,也应视为带电设备)的安全距离小于规程规定值时(10kV 及以下,无遮栏为 0.7m,有遮栏为 0.35m),则邻近的设备也必须

停电。

此外,还必须满足以下要求:

①停电设备或线路与供电电源至少应有一个明显的断开点(由隔离闸刀断开),禁止在只经断路器断开电源的设备或线路上进行工作。对于与停电设备有关的变压器和电压互感器等,必须将其一次侧和二次侧都断开,以防止其向停电设备反送电。

②停电操作应先停负荷侧,后停电源侧;先拉开断路器,后拉开隔离闸刀。严禁带负荷断开隔离闸刀。

③为防止因误操作或互备电源自投以及因校验工作引起保护装置误动作,造成断路器突然误合闸而发生意外,必须断开断路器的操作电源。

(2) 验电。验电的目的是验证停电设备是否确无电压。验电是检验停电措施执行是否正确完善的重要手段。在实际操作中,有很多因素可能导致本来认为已停电的设备却仍然带电。例如,由于停电措施不当,操作人员未将各个方面的电源完全断开;所要进行工作的地点与实际停电范围不符,停错了开关;二次回路的控制电源没有切断而窜入一次母线系统等。

验电的操作和注意事项如下:

①验电时,必须使用电压等级匹配、质量合格的验电器。验电前后均应将验电器在带电设备上进行试验,以确认验电器完好,如图 1-1b 所示。

②对停电检修的设备,应在进出线两侧逐相验电。对同杆架设的多层电力线路验电时,先验低压线,后验高压线;先验下层,后验上层。线路联络用的断路器或隔离闸刀,应在电器两侧的各相上分别验电。

③表示设备断开和允许进入间隔的电压表指示和信号灯

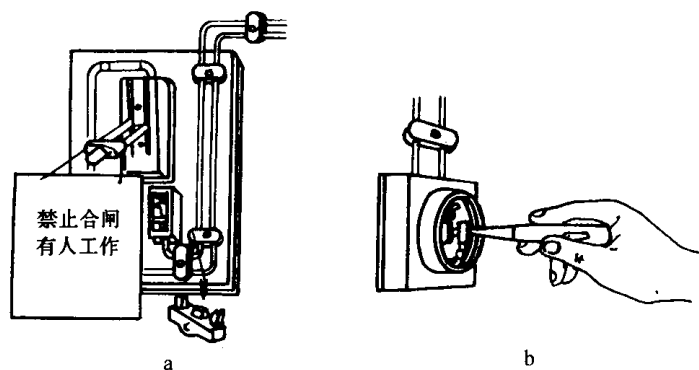


图 1-1 验电与吊挂警示牌

a. 吊挂警示牌 b. 验电

显示及其它信号等不得作为设备无电压的依据,只能作为参考。但信号和仪表指示有电,则禁止在设备上工作。

④由于电缆的电容量大,剩余电荷较多而一时又泄放不完,因此对刚停电的电缆线路即进行验电,有时验电器仍会发亮(往往为闪烁发亮),导致电工做出错误的判断。应在电缆断电后过几分钟再进行验电,直至验电器指示无电,才可确认该电缆线路无电压。必须指出,当验电器指示有电时,严禁凭经验判断,认为是剩余电荷作用所致。此时进行接地操作,是极为危险的。

(3) 装、拆临时接地线。携带式临时接地线如图 1-2 所示。装设临时接地线,是电工操作人员在工作时防止突然来电惟一有效的措施。同时,电气设备断开后的剩余电荷,也可由临时接地线放尽。装、拆临时接地线应注意以下几点:

①装设时,应先将接地端可靠接地,当验明设备或线路确无电压,便立即将接地线的另一端接在设备或线路的导电部分上。应在可能送电至停电设备或停电线路的各个方面,都装

设接地线。

②检修的电气设备若分为几个在电气上不连接的部分,则各分段均应分别验电和装设接地线。接地线与检修部分之间不得接有断路器或熔断器。降压变电所全部

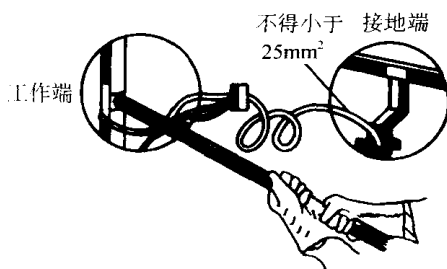


图 1-2 便携式临时接地线

停电时,应将来电一侧的电气设备和线路都接地短路,而来电一侧则不必每段都装设接地线。

③接地线应挂接于明显可见地点,接地线与带电体之间的距离应符合规程规定的安全距离。禁止在本单位不能控制的电气设备或线路上装设接地线。

④检修母线时,应根据母线的长度和有无感应电压来确定接地线的组数。当母线长度为 10m 及以下时,可只装设一组接地线。

⑤如果电杆或杆塔无接地引下线,则可采用临时接地棒,将其打入地下,打入深度不得小于 0.6m。

⑥在同杆架设的多层电力线路上装设接地线时,应先装低压,后装高压,先装下层,后装上层。对于带有电容的设备或电缆线路,应在装设接地线之前先放电。

⑦装、拆接地线,应由两人进行,其中一人操作,另一人监护。操作人员应穿绝缘靴,戴绝缘手套。如果是单人值班,只允许使用接地闸刀接地,并且要使用绝缘棒合上接地闸刀。

⑧拆卸接地线的次序与装设接地线相反,即先拆除设备导体上的接地线,再拆除接地端。

(4) 悬挂警示牌和装设遮栏。悬挂警示牌和装设遮栏,可

提醒有关工作人员及时纠正将要进行的错误做法,将其向正确方面引导,起到禁止、警告、准许、提醒等作用。警示牌悬挂方法如图 1-1a 所示。

①悬挂警示牌。以下开关的操作手柄上均应挂“禁止合闸,有人工作”的警示牌:

a. 一经合闸即可送电到工作地点的开关。

b. 已停用的设备,一经合闸即可能造成人身触电、设备损坏或引起总漏电保护装置动作的开关。

c. 一经合闸会使两个电源系统并列,或引起反送电的开关。

若线路上有开关和闸刀,在开关和闸刀的手柄上都应挂警示牌。若线路上没有开关,只有闸刀,则警示牌只挂在闸刀的操作手柄上。

②遮栏。装设遮栏的目的是限制工作人员的活动范围,以防止他们在工作中接近带电设备。停电检修时,如果作业人员至 0.4kV 带电设备或线路的安全距离小于 0.35m,至 10kV 带电设备的安全距离小于 0.7m,则应在工作地点与带电设备或线路之间装设临时遮栏。实际上,即使上述距离大于 0.7m,现场一般也设置临时遮栏。此时遮栏的作用是防止检修人员走错位置,也可以防止外界无关人员误入作业区域而接近带电设备。

临时遮栏应装设牢固可靠。室外和室内使用的临时遮栏有所不同:

a. 室外。遮栏的高度应不低于 1.5m,在遮栏上悬挂警示牌,牌面向内。

b. 室内。遮栏的高度应不低于 1.2m,遮栏上也悬挂警示牌,但牌面向外。检修配电盘(屏)后面的设备时,应将该盘

(屏)后的网状遮栏门或铁板门打开,而其余带电运行的配电盘(屏)的门则应关好并加锁。通常,配电盘(屏)后面应有网状遮栏门或铁板门。

如果没有遮栏,也可在停电设备周围地面插上铁棍,将绳子拴在铁棍上,或者将绳子拴在附近的电杆、建筑物或特制的架子上。所拴的绳子应有一定张力,至地面距离不小于1m,在绳子上挂一定数量的警示牌。围绳应染成红色。

严禁工作人员和其他人员随意移动遮栏或取下警示牌。如果情况发生变化,需要移动或拆除遮栏或警示牌,则应征得工作负责人的同意。在移动或拆除遮栏或警示牌的情况下,作业人员工作时,检修负责人应加强监护。

(5) 送电。检修完毕,应先清理现场,撤离人员,再对各检修点逐一检查,检查内容包括:检修质量是否合格,有无漏修、误接现象,是否遗留有工具、元器件、边角余料等,检查无误,便可送电。恢复送电的顺序是:拆除临时接地线,然后按“倒闸操作票”内容进行送电操作。

(6) 应注意的几个问题。停电检修操作除严格按规定进行外,还应注意以下几个问题:

① 要把握住作业人员正常活动范围边沿与设备带电部位的安全距离。作业人员在工作中活动范围边沿如图 1-3 所示。人体的活动范围边沿,以弧线表示,圆弧线以内为工作时人体正常活动范围或活动空间位置, L 就是安全距离。作业人员(包括所持的工具)与带电导体之间

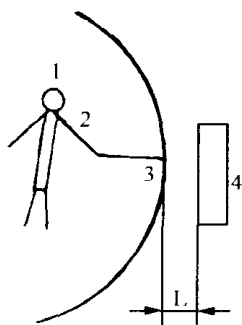


图 1-3 作业人员正常活动范围与设备带电部位距离示意图

1. 人体 2. 人手 3. 所持工具 4. 带电设备