

维修电工职业技能培训丛书

电力拖动与自动控制 线路技能训练

赵淑芝 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

维修电工职业技能培训丛书

电力拖动与自动控制线路 技能训练

赵淑芝 主编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是根据维修电工国家职业标准及职业技能鉴定规范编写的。主要包括:维修电工安全用电技能,常用低压电器,车间低压动力装置及电动机的安装使用,电气控制线路的实例分析,电动机控制线路的安装、调试、检修技能训练,常用机床电气控制电路,常用电气设备控制线路的安装、调试与维修,技能鉴定等。

本书可作为培训部门、各级职业技能鉴定机构、再就业培训中心的有关岗位培训教材,也可作为各类职业院校的相关教材,还可供相关工程技术人员参考。

图 书 在 版 编 目 (C I P) 数 据

电力拖动与自动控制线路技能训练/赵淑芝主编.
北京:高等教育出版社,2006.1

ISBN 7-04-018028-6

I. 电... II. 赵... III. 电力传动-自动控制
制系统-技术培训-教材 IV. TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 148504 号

策划编辑 李宇峰 责任编辑 李宇峰 封面设计 于 涛 版式设计 范晓红
责任校对 胡晓琪 责任印制 孔 源

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市卫顺印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 16.5
字 数 400 000
插 页 1

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 1 月第 1 版
印 次 2006 年 1 月第 1 次印刷
定 价 25.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18028-00

出版说明

为了适应当前经济社会的发展和科学技术的进步,配合最新颁布的维修电工及相关行业国家职业标准与职业技能鉴定规范,高等教育出版社组织有关职业学校专家及行业企业工程技术人员对维修电工国家职业标准及职业技能鉴定规范进行了认真的研究与再认识,并进行了广泛的调研。在此基础上,组织编写维修电工职业技能培训丛书。

本次推出的有:《实用电工手册》、《实用电工问答》、《电工常识》、《电气安全》、《电工材料》、《电气照明》、《实用电气线路》、《电气控制与实训》、《电子技术技能训练》、《安装电工实用技术》、《建筑电工实用技术》、《维修电工技能训练》、《电工考级指南》、《维修电工考级指南》、《维修电工技能鉴定考核试题库》等。

维修电工职业技能培训丛书在编写中体现以下特点:

- 贴近岗位。本系列丛书以企业需求为基本依据,加强实践性教学环节,以满足企业的岗位需求作为课程开发的出发点,紧扣国家最新颁布的相关行业岗位的国家职业标准和职业技能鉴定规范,使丛书内容与岗位相衔接。特别注意吸收近年来国内外的最新科技成果,充分体现时代性,努力培养企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者。

- 突出技能。本系列丛书立足于实际运用,突出“以就业为导向”、“以能力为本位”的思想,精选从行业岗位提炼出来的案例进行分析训练,并结合行业需要,设计多个综合训练,以培养学生的实践能力和操作技能,适应行业技术发展。

- 理论联系实际。本系列丛书力图使教学内容与企业生产现状相符,理论联系实际,讲练结合,学以致用,有利于学习者主动参与到教学活动中,提高学习主动性和操作技能,提高解决实际问题的能力。同时注意深入浅出,图文并茂,加大了实物图和工作流程图比例。

- 适用范围广。本系列丛书可作为培训部门、各级职业技能鉴定机构、再就业培训中心的有关岗位培训教材,也可作为各类职业院校、中专、技工学校、短期培训班的培训教材,还可作为相关行业工程技术人员的实用手册。

维修电工职业技能培训丛书将于2006年春季陆续出版。不足之处,敬请广大读者批评指正。

高等教育出版社

2005年7月

前 言

随着电气控制技术的迅速发展,电气设备的维修操作人员需要对常用电气设备的安装、调试过程有深入的了解,根据工厂电气维修的实际需要,对维修电工进行培训,使之具备一定的技能水平。

本书结合工厂电气设备维修的特点及实际经验,以提高学员的动手能力和分析能力为原则,着重操作技能训练,突出实践性技能操作,为解决实际工作中的具体问题打下良好的基础。

本书坚持以能力为本位,强化“方法”教学的指导原则,培养学员在实际的电工操作中知道怎样做、做什么的技能。

本书针对性强,按系统性、典型性的原则,使学员或在岗培训人员迅速通过实践关,完成安装、调试、维修作业或技术较复杂的技能操作。

本书的每个章节都指出了单元学习目标,使学员对教材的系统内容有一个具体的认识,做到学有所用,重点突出。

本书从安全用电的操作技能开始,对工厂电气控制设备维修中的典型问题进行了系统的介绍;在常用低压电器部分,强调适用场合、使用安装方法、选用原则等具体内容;对基本电气控制线路进行了系统的介绍;对一般电气线路的安装操作方法及调试过程以及容易出现的问题进行了详细的指导;对典型的电气设备的控制系统的安装、调试进行了系统的培训指导。

本书第八章对中级维修电工的技能鉴定进行了具体的、典型的指导,对试题的具体内容及评分标准进行了详细的介绍。

本书可作为职业院校相关专业的培训教材,也可作为维修电工岗位操作技能培训教材和技能鉴定指导教材。

本书由中国北车集团唐山机车车辆厂高级技工学校培训中心赵淑芝主编。高等教育出版社胡淑华编审审阅了全书,提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢!

由于水平有限和编写时间仓促,不足和错误之处在所难免,诚恳欢迎大家提出批评、建议。

编者

2005年8月

目 录

第一章 维修电工安全用电技能	1	第二节 电气控制线路的读图分析	84
第一节 安全用电常识	1	第三节 三相异步电动机的全压起动控制 线路	85
第二节 用电系统的安全保护技术	3	第四节 三相异步电动机的降压起动控制 线路	91
第三节 漏电保护装置	8	第五节 三相笼型异步电动机的制动与 调速	96
第二章 常用低压电器	13	第六节 三相绕线转子异步电动机的基本 控制线路	102
第一节 常用低压电器概述	13	第七节 直流电动机的基本控制线路	105
第二节 低压开关的结构、用途和选用	14	第五章 电动机控制线路的安装、调试、 检修技能训练	108
第三节 主令电器	21	第一节 电动机控制线路的安装	108
第四节 熔断器	27	第二节 电动机基本控制线路的检修	109
第五节 接触器	31	技能训练 5-1 接触器互锁正、反转控制	
第六节 继电器	35	线路的安装	111
第七节 电磁铁及电磁离合器	46	技能训练 5-2 工作台自动往返行程控制	
第八节 其他电器及其使用	48	线路的安装与检修	116
技能训练 2-1 低压开关的安装使用与		技能训练 5-3 三台皮带运输机顺序起动	
维修	49	逆序停止控制线路的安装	119
技能训练 2-2 低压熔断器的识别与检修	50	技能训练 5-4 时间继电器自动控制补偿器	
技能训练 2-3 主令电器的识别与检修	51	降压起动控制线路的安装	121
技能训练 2-4 交流接触器的拆装与维修	52	技能训练 5-5 时间继电器自动控制星-三	
技能训练 2-5 常用继电器的识别	54	角降压起动控制线路的安装	
技能训练 2-6 热继电器的校验	55	与检修	124
技能训练 2-7 时间继电器的检修与校验	56	技能训练 5-6 单相起动反接制动控制线路	
技能训练 2-8 凸轮控制器的结构与检修	58	的安装	127
第三章 车间低压动力装置及电动机的 安装使用	59	技能训练 5-7 直流能耗制动的通电延时	
第一节 车间动力线路及接地系统的基本		星-三角起动控制电路	129
知识	59	技能训练 5-8 时间继电器控制双速电动机	
第二节 电动机的铭牌介绍	60	控制线路	130
第三节 电动机的检查、测试及试验	63	技能训练 5-9 绕线转子异步电动机凸轮	
第四节 电动机的安装	67	控制器控制线路的安装和检	
第五节 电动机供电导线的选用	70	修	132
第六节 三相异步电动机控制电源的安装	73	技能训练 5-10 并励直流电动机正反转	
技能训练 3-1 采用明设铁管配线方式敷设			
30kW 水泵电动机电源线	78		
第四章 电气控制线路的实例分析	82		
第一节 电工识图常识	82		

	控制线路及能耗制动控制线路的安装	135		技能训练 7-3 M7475B 型平面磨床电气控制线路的调试与检修	193
第六章	常用机床电气控制线路	138	第八章	技能鉴定	196
第一节	CA6140 型车床电气控制线路	138	第一节	中级维修电工技能鉴定鉴定点	196
第二节	X6132 型万能铣床电气控制线路	140	第二节	电气控制线路鉴定考核	197
第三节	Z37 摇臂钻床电气控制线路	146	项目一	用硬线进行较复杂继电器-接触器基本控制线路的安装、调试	197
第四节	M7475B 型平面磨床电气控制线路	150	项目二	用软线进行较复杂继电器-接触器基本控制线路的安装、调试	201
第五节	T68 卧式镗床控制线路	158	项目三	用软线进行较复杂机床部分主要控制线路的安装、调试	203
第六节	20/5t 桥式起重机电气控制线路	162	项目四	进行较复杂继电器-接触器控制线路的设计、安装与调试	207
第七章	常用电气设备控制线路的安装、调试与维修	167	项目五	常用机床设备电气控制线路故障检修	212
第一节	常用电气设备控制线路的安装	167	第三节	技能考核实例	222
第二节	常用电气设备调试的一般方法	169	中级维修电工操作技能考核实例一	222	
第三节	电气设备故障的检查和排除方法	171	中级维修电工操作技能考核实例二	228	
第四节	X6132 型万能铣床电气控制线路的安装、调试、维修实例	173	中级维修电工操作技能考核实例三	235	
第五节	20/5t 桥式起重机电气控制装置的安装实例	179	中级维修电工操作技能考核实例四	242	
第六节	20/5t 桥式起重机电气控制装置的调试及故障排除实例	183	电子元器件焊接的工艺要求及技能技巧	249	
技能训练 7-1	X6132 型铣床电气控制线路的检修	188	附录	电气图用图形符号(摘自 GB 4728—2000)	253
技能训练 7-2	Z37 摇臂钻床电气控制线路的安装与调试	191	参考文献	255	

第一章 维修电工安全用电技能

学习目标:

掌握安全用电常识。

了解安全防护用具的特点及使用。

掌握用电系统的安全保护技术。

了解漏电保护装置的特点及应用。

电工安全用电包括用户及使用的安全、电气系统的安全和操作人员本人的安全。工厂维修电工在从事电气检修以及电气设备的安装、调试工作中,会因为带电操作而导致触电事故的发生;在工厂电气检修工作中导致触电或电烧伤的事故,往往都是由于不谨慎、粗心大意而引起自身触电或他人触电,造成严重后果。这些都是由于违反了安全用电及文明生产的规定。因此,在电气检修工作中,掌握安全用电知识,充分认识安全用电的重要性是非常必要的;电工操作者的操作行为、职业道德、敬业精神更是要重点培养的。

安全责任重于泰山,安全第一,警钟长鸣,避免触电事故的发生,以保证人身和设备的安全。

第一节 安全用电常识

一、电对人体的伤害

当人体触电,电流通过身体的某些部位时,会产生多方面的生理和病理伤害。主要为电击和电伤两种类型。电击是由于电流通过人体内部而造成的内部器官在生理上的反应和病变,如刺痛、灼热感、痉挛、麻痹、昏迷、心室颤动或停跳、呼吸困难或停止等现象;电伤是电流对人体造成的外伤,如电灼伤、电烙印以及皮肤金属化等。触电还会对人的精神造成很大的伤害,恐惧进行电工作业等。触电对人体的伤害与通过人体的电流大小、时间长短、通过路径及触电者的身体状况有关。简单地说,电流越大,时间越长,伤害就越严重;电流通过心脏、肺部、脊髓及脑部等重要器官时,伤害最为严重;体弱者比体强者严重。

二、直接接触触电的安全防护

绝缘安全是直接接触触电安全防护的重要内容。

低压设备的绝缘安全用具主要有绝缘鞋、装有绝缘柄的电工工具和低压验电器。

1. 低压验电器

低压验电器俗称验电笔,如图 1-1 所示。

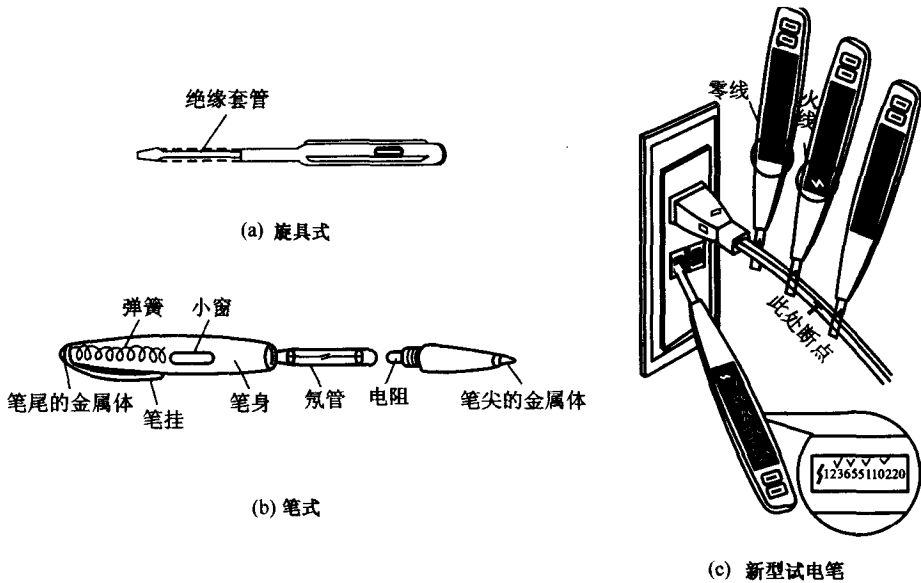


图 1-1 低压试电笔及其用法

低压验电笔只能在 380V 及以下的电压系统和设备上使用,当用验电笔的笔尖接触低压带电设备时,氖管即发出红光。电压愈高发光愈亮,电压愈低发光愈暗,因此从氖管发光的亮度可判断电压高低。

验电器的几种用法

(1) 相线与中性线的区别:在交流电路里,当验电器触及导线(或带电体)时,发亮的是相线,正常情况下中性线不发亮。

(2) 交流电与直流电的区别:用验电器测交流电时,氖管里的两个极同时发亮;用验电器测直流电时,氖管里只有一个极发亮。

(3) 直流电正负极的区别:把验电器连接在直流电极上,发亮的一端(氖管电极)为正极。

(4) 正负极接地的区别:发电厂和电网的直流系统是对地绝缘的。人站在地上,用验电器去触及系统的正极或负极,氖管是不应该发亮的。如果发亮,说明系统有接地的现象。如亮点在靠近笔尖的一端,则是正极有接地的现象。如亮点在靠近手指的一端,则是负极有接地的现象。若接地现象微弱,不能达到氖管的起辉电压时,虽有接地现象,氖管仍不会发亮。

(5) 电压高低的区别:一支自己经常使用的验电笔,可以根据氖管发亮的强弱来估计电压的大约数值。因为在验电笔的使用电压内,电压愈高氖管愈亮。

(6) 相线碰壳漏电:用验电笔触及电气设备的外壳(如电动机、变压器外壳等),若氖管发亮,则是相线与壳体相接触(或绝缘不良),说明该设备有漏电现象,如果在壳体上有良好的接地装置,氖管不会发亮。

(7) 相线接地:用验电笔分别触及三相三线制星形联结的交流电路的三相线,有两根比通常

稍亮,而另一根暗一些,说明较暗的相线有接地现象,但还不太严重。如果两根很亮,而另一相几乎看不见亮或不亮,说明这一相有金属接地。在三相四线制电路中,当单相接地后,用验电笔测量中性线时,也会发亮。

2. 绝缘鞋

绝缘鞋的作用是使人体与地面绝缘,防止试验电压范围内的跨步电压触电;维修电工在进行电工维修操作时必须穿绝缘鞋。

3. 电气设备的绝缘电阻

绝缘电阻是电气设备最基本的绝缘性能指标。足够的绝缘电阻能把电气设备的泄漏电流限制在很小的范围内,以保证电气设备维修人员的安全。

不同线路或设备对绝缘电阻有不同的要求。一般情况下,高压较低压要求高,新设备较老设备要求高,移动的较固定的要求高。例如:新装和大修后的低压线路和设备,要求绝缘电阻不低于 $0.5\text{M}\Omega$,且设备的绝缘电阻值应随温升的变化而变化,运行中的线路和设备,要求可降低为每伏工作电压 $1\ 000\ \Omega$ 。在潮湿的环境中,要求可降低为每伏工作电压 $500\ \Omega$ 。

携带式电气设备的绝缘电阻不低于 $2\ \text{M}\Omega$ 。

配电盘(柜)二次线路的绝缘电阻不低于 $1\ \text{M}\Omega$,在潮湿环境中可降低为 $0.5\ \text{M}\Omega$ 。

4. 安全电压额定值

根据欧姆定律,电压越高,电流也就越大。因此可以把加在人身上的电压限制在某一范围内使得通过人体的电流不超过允许的范围,这一电压就叫做安全电压。

我国规定工频安全电压的有效值有 $42\ \text{V}$ 、 $36\ \text{V}$ 、 $24\ \text{V}$ 、 $12\ \text{V}$ 、 $6\ \text{V}$ 。特别危险环境中使用的手持电动工具应采用 $42\ \text{V}$ 安全电压;有触电危险环境中使用的手持照明灯和局部照明灯应采用 $36\ \text{V}$ 或 $24\ \text{V}$ 安全电压;金属容器内、特别潮湿处等特别危险环境中使用的手持照明灯应采用 $12\ \text{V}$ 安全电压;水下作业等场所应采用 $6\ \text{V}$ 安全电压。

第二节 用电系统的安全保护技术

一、保护接地与保护接零

保护接地与保护接零是最基本的安全措施。掌握保护接地和保护接零的特点、条件、应用范围和技术要求十分重要。

1. 工作接地与保护接地

电气系统的接地一般可分为两种:工作接地和保护接地。

(1) 工作接地:电气系统为运行的需要而设置的接地为工作接地,如变压器的中性点接地,如图1-2(a)所示。与中性点连接的引出线为工作零线,将工作零线上的一点或多点再次与地可靠地电气连接为重复接地。

(2) 保护接地:电气设备的金属外壳、裸露的导电部分由于绝缘损坏可能带电,为了防止这种电压危及人身安全而设置的接地为保护接地,如图1-2(b)所示。

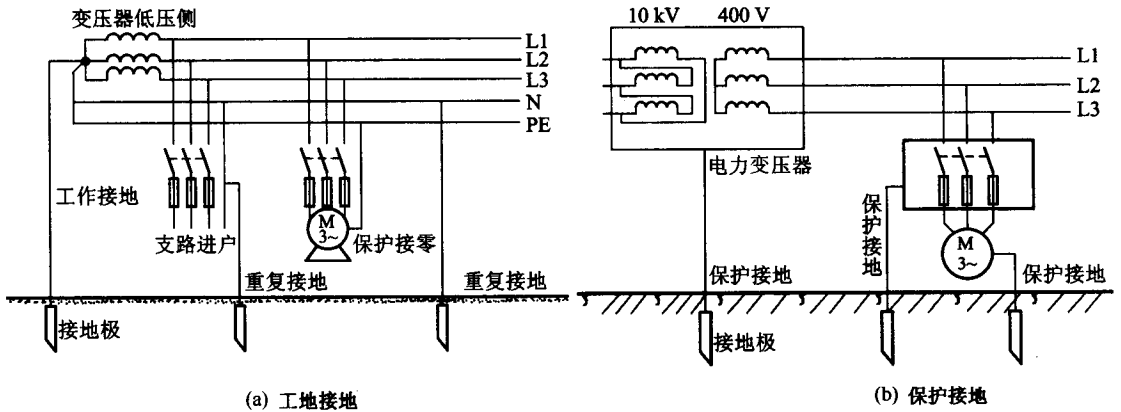


图 1-2

2. 保护接零

工作零线为单相设备的中性线或地线。从变压器中性点引出的专供保护接零的 PE 线为保护零线,低压供电、配电系统中的工作零线与保护零线应严格分开。

电气设备的金属外壳与保护零线(PE 线)连接的方式称为保护接零,接零是接地的一种特殊方式。

保护接零系统是电源有一点直接接地,负载设备的外露导电部分通过保护导体连接到此接地点的系统,即采取接零措施的系统。

在保护接零系统中,当某一相线直接连接设备金属外壳时,即形成单相短路。短路电流促使线路上的短路保护装置迅速动作,在规定时间内将故障设备断开电源,消除触电危险。故障时迅速切断电源是保护接零最重要的安全作用。

二、电气设备接地的一般要求

(1) 电气设备应进行接地或接零,以保护人身和设备的安全。以三相四线制供电的系统应采用保护接零,重复接地。由于用电系统三相负载不平衡,工作零线有电流,会导致触电。因此现在广泛使用五线制,工作零线(N)和保护零线(PE)都应重复接地。三相三线制供电的系统的电气设备应采用保护接地,如图 1-2(b)所示。

(2) 不同用途、不同电压的电气设备,除另有规定者外,应使用一个总的接地体,接地电阻应符合其中最小值的要求。

(3) 若因条件限制,接地有困难时,可设置操作和维护电气设备用的绝缘台进行保护。

(4) 380/220 V 低压电网的中性点应直接接地,并装设能迅速自动切除接地短路故障的保护装置。

(5) 中性点直接接地的低压电网中,电气设备的外壳应采用接零保护;中性点不接地的电网,电气设备的外壳应采用保护接地;由同一段母线供电的低压线路,不应同时采用接零和接地两种保护;在低压电网中,全部采用接零保护确有困难时,可同时采用接零与接地两种保护方式,但不接零的电气设备或线段,应装设漏电保护装置。

(6) 在中性点直接接地的低压电网中,除另有规定和移动式电气设备外,工作零线应在电源进户处重复接地。电缆或架空线在引入车间入口处,工作零线应重复接地,或在室内将工作零线

与配电柜、控制屏的接地装置相连。

三、保护接地的应用范围

保护接地适用于各种不接地配电网,包括低压不接地配电网(如井下配电网)和高压不接地配电网,还包括不接地直流配电网。在这些电网中,凡由于绝缘损坏或其他原因,可能带危险电压的正常不带电金属部分,除另有规定外,均应接地保护。以防其漏电时对人体及设备造成危害。采用接地保护的电气设备及装置的具体部位是:

(1) 电动机、变压器、电器、开关、照明器具、携带式或移动式电气设备的金属外壳及金属构架。

(2) 民用电器的金属外壳。

(3) 电气设备的传动装置。

(4) 互感器的二次绕组。

(5) 配电柜、控制台、保护屏及配电箱等的金属外壳或构架及靠近带电部分的金属遮拦和金属门。

(6) 电气配线的金属管。

直接安装在已接地金属底座、框架、支架等设施上的电气设备的金属外壳一般不必另行接地;有木质、沥青等高阻导电地面,无裸露接地导体并且干燥的房间,额定电压交流 380 V 和直流 440 V 及以下的电气设备的金属外壳一般也不必接地。

四、接地电阻允许值

因为故障接地电压等于故障接地电流与接地电阻的乘积,所以各种保护接地电阻不得超过规定的限值。低压电网中由于单相故障接地电流也很小,限制电气设备的保护接地电阻不超过 $4\ \Omega$ 。如果供电系统容量在 $100\ \text{kV}\cdot\text{A}$ 以下,由于电网分布范围很小,单相故障接地电流更小,限制电器设备的保护接地电阻不超过 $10\ \Omega$ 即可满足安全要求。

在不接地配电网中,即使每一用电设备都有合格的保护接地,但各自的接地装置是互相独立的,当发生双重故障,如两台设备不同相漏电时,两台设备之间的电压为线电压,两台设备对地电压都能给人以致命的电击。图 1-3 所示为将两台设备进行等电位连接,即将两台设备接在一起(或将其接地装置连成整体),则在双重故障的情况下,相间短路电流将促使短路保护装置动作,迅速切断两台设备或其中一台设备的电源,以保证安全。如确有困难,不能实现等电位连接,则应安装漏电保护装置。

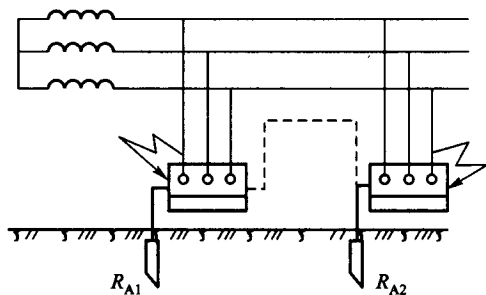


图 1-3 保护接地系统的等电位连接

五、保护接零的技术要求

目前,我国地面上的低压配电网绝大多数都采用中性点直接接地的三相四线配电网。在此系统中,由中性点引出了 PE 保护零线构成的三相五线保护接零系统是应用最多的配电及防护方

式。中性点直接接地的低压电网中,采用接零保护时须满足下列技术要求:

- (1) 中性点直接可靠接地,接地电阻应不大于 4Ω 。
- (2) 工作零线、保护零线应可靠重复接地,重复接地的接地电阻应不大于 10Ω ,重复接地的次数应不小于 3 次。
- (3) 三相四线或三相五线系统中总保护零线和工作零线不得装设熔断器或开关,必须具有足够的机械强度和热稳定性。
- (4) 三相四线或三相五线系统中总保护零线和工作零线的截面积不得小于相应线路相线截面积的 $1/2$ 。
- (5) 接零保护系统中,不允许电气设备采用接地保护。

六、保护接零的种类及应用

保护接零适用于电压 $0.4/0.23\text{ kV}$ 低压中性点直接接地的三相四线配电系统。电气设备的接地部位与保护接地相同。如图 1-4 所示,系统有一点直接接地,装置的外露导电部分用保护线与该点连接。按照中性线与保护零线的组合情况,有以下 3 种类型:

- (1) 专用保护零线(PE 线),即保护零线(PE 线)与工作零线(N 线)完全分开的系统,如图 1-4 所示。爆炸危险性较大或安全要求较高的场所采用此系统。
- (2) 干线部分保护零线与中性线前部合一(构成 PEN 线),后一部分保护零线与中性线分开。如图 1-5 所示。厂区设有变电站,低压进线的车间以及民用楼房采用此系统。
- (3) 干线部分保护零线与中性线完全合一,如图 1-6 所示。用于无爆炸危险和安全条件较好的场所。

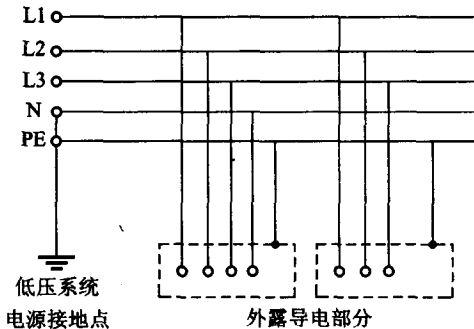


图 1-4 保护接零整个系统的中性线与保护线是分开的

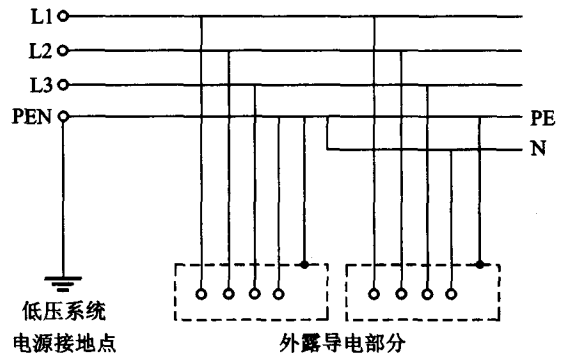


图 1-5 一部分中性线与保护零线是合一的

在同一台变压器供电的配电网中,不允许一部分电气设备采用保护接地而另一部分电气设备采用保护接零,如图 1-7 所示。在这种情况下,当接地的设备相线碰连金属外壳时,该设备和零线(包括所有接零设备)都将带有危险的的对地电压。该电压可能给人以致命的电击。而且,由于故障电流是不太大的接地电流,一般的过电流保护不能实现速断动作,危险状态将长时间存在,因此这种混合运行方式一般是不允许的。如确有困难,不得不采用这种混合系统,则必须装设漏电保护装置。如果把接地设备的外壳与零线或保护零线连接起来,系统就安全了。这样原

来设备的接地等于保护接零的重复接地,是很合理安全的。

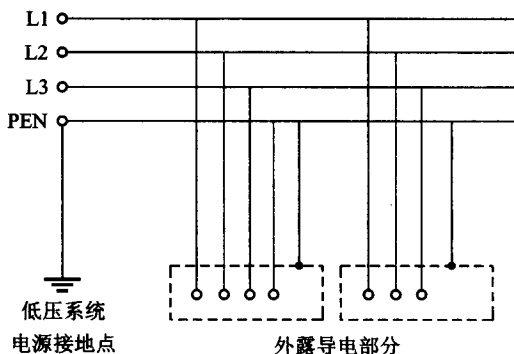


图 1-6 整个系统的中性线与保护零线是合一的

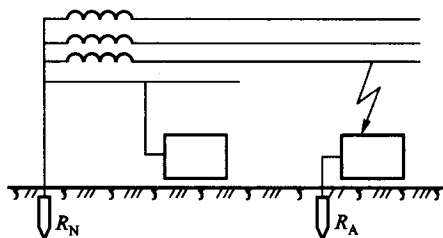


图 1-7 混合运行系统

七、重复接地

保护接零系统零线重复接地的作用是很重要的,因为采用保护接零后的零线负担很重,一方面要作单相负荷电流的一个通路,另一方面又要保护电气,作故障电流的通路。因此要求零线的设置必须安全可靠,机械性能和电气性能必须良好,要求零线必须设置保护,即做好重复接地。

在保护接零系统中,零线的重复接地起着降低漏电设备的对地电压,减弱零线断线触电的危险,缩小切除故障时间和改善防雷性能等方面的作用。

保护接零系统零线重复接地的技术要求如下:

(1) 重复接地可以从零线上重复接地,也可以从接零设备的金属外壳上接地。重复接地的接地电阻值一般不得大于 $4\ \Omega$,在变压器低压侧工作接地的接地电阻值不大于 $10\ \Omega$ 。

(2) 架空线路或电缆在引入车间时,距接地点超过 $50\ \text{m}$,应将零线重复接地,或在室内将零线与配电屏、控制屏的接地装置可靠连接;采用三线五线制线路,工作零线和保护零线均应重复接地;低压电源进户处应将工作零线和保护零线重复接地;用金属外皮作零线的低压电缆应重复接地。

八、中性点直接接地低压电网的三相五线制

1. 低压电网采用三相五线制的优点

采用三相五线制低压电网可以提高安全用电程度,消除不安全因素。

在 $380/220\ \text{V}$ 的三相四线制系统中,由于系统中的单相负载,在实际使用中三相负载是永远不会平衡的。此时,如果有人触及工作零线(电性线)的某一点,即使采用了重复接地,也会承受由不平衡电流乘以工作零线阻抗的电压而导致触电。其次,由于工作零线与保护零线公用,既通过单相负载的工作电流、三相不平衡电流以及短路电流,又承受意外事故的冲击电流,使工作零线的负担大大增加,也增加了断线的可能性。断线后,负载侧的工作零线电压很高,可达到相电压,易造成触电危险。

$380/220\ \text{V}$ 供电系统应推广使用三相五线制,即三根相线、一根工作零线(N)、一根保护零线

(PE)。工作零线只通过单相负载的工作电流和三相不平衡电流,保护零线只作为保护接零使用,并通过短路电流。因此,采用三相五线制低压电网提高了安全用电的程度,可消除不安全因素。

三相五线制中,工作零线和保护零线均由中性点引出,中性点直接接地,工作零线和保护零线均重复接地。

注意:当采用三相四线制的漏电保护器时,工作零线穿入零序电流互感器后,工作零线不再重复接地,否则误动作。

2. 新建工程三相五线制系统的实际应用——三相五线制系统电源的引入

对三相四线制的架空进线或电缆进线,中性线应重复接地,并利用穿线钢管作为保护零线与配电柜(箱)可靠连接;若采用非金属管时,应用铜导线从重复接地点经管路引入配电柜(箱)的保护零线的端子上。从配电柜(箱)开始将工作零线和保护零线严格分开,一般用导线绝缘颜色区分,将工作零线和保护零线经管路送至电气设备元件接线端,其中保护零线可用穿线的金属管代替,但必须焊接可靠。其中工作零线接在设备中性线的端子上,保护零线接在外壳的接地端子上,即为三相五线制系统。

低压配电系统应分级安装“电流动作型”漏电保护开关,特别在每个用户的进线端必须装设漏电保护装置。

3. 原有三相四线制电源改造成三相五线制电源系统

对原有三相四线制电源应将电源进户处的工作零线重复接地,用穿线钢管将其引入配电柜(箱)并可靠连接;若采用非金属管时,应用铜导线或镀锌的圆钢将接地点引入配电柜(箱)。从配电柜(箱)开始将工作零线和保护零线严格分开。用穿线钢管配线的可用金属管作为保护零线与配电柜(箱)可靠连接;若采用非金属管配线,可将导线抽出,再加一根导线重新穿入管内。重新穿线有困难的一般是将导线换成绝缘铜线,使每根导线的截面可降低一个规格。否则应用线槽明设的方法在原有工程上改造成三相五线制。

在同一配电线路中,一律采用保护接零。凡原采用保护接地的,应将原地线拆除,并将设备的保护接地端子接在保护零线上;保护零线的连接必须正确可靠,任何情况下工作零线和保护零线不得混用乱接。

第三节 漏电保护装置

低压配电线路的故障主要是三相短路、两相短路及接地故障。由于相间短路产生很大的短路电流,故可用熔断器、空气断路器等开关设备来自动切断电源。由于其保护装置的动作值按躲过正常负荷电流整定,故动作值大。因此,一般情况下接地故障靠熔断器、断路器等难以自动切除,或者说其灵敏度满足不了要求。利用电气线路或电气设备发生单相接地短路故障时产生的剩余电流,来切断故障线路或设备电源的保护电器,即为漏电保护器。故 GB 6829—1995 中称为“剩余电流动作保护器”,简称“剩余电流保护器”。由于漏电保护器动作灵敏,切断电源时间短,因此只要能合理选用和正确安装、使用漏电保护器,对于保护人身安全、防止设备损坏等有明显的作用。

一、漏电保护器的分类

1. 按运行方式分类

按运行方式分为不需要辅助电源的漏电保护器、需要辅助电源的漏电保护器。后者又分为辅助电源中断时自动断开的漏电保护器和辅助电源中断时不能自动断开的漏电保护器。

2. 按安装形式分类

按安装形式可分为固定安装和固定接线的漏电保护器、带有电缆的可移动使用的漏电保护器(通过可移动的电缆接到电源上)。

3. 按极数分类

按极数可分为单极二线漏电保护器、两极漏电保护器、两极三线漏电保护器、三极漏电保护器、三极四线漏电保护器、四极漏电保护器。其中单极二线、两极三线、三极四线漏电保护器均有一根直接穿过检测元件且不能断开的中性线 N。

4. 按保护功能分类

按保护功能可分为不带过载保护的漏电保护器、带过载保护的漏电保护器、带短路保护的漏电保护器、带过载和短路保护的漏电保护器。

5. 按动作时间分类

按动作时间可分为快速型漏电保护器、延时型漏电保护器。

6. 按额定剩余动作电流可调性分类

按额定剩余动作电流可调性可分为额定剩余动作电流不可调的漏电保护器、额定剩余动作电流可调的漏电保护器。

在实际使用中,漏电保护器的比较元件有电磁式和电子式两大类。

二、低压电网漏电保护装置的原理

漏电保护器有电压型和电流型两大类型。电压型漏电保护器由于在原理结构及实际使用中存在不足之处,已被淘汰,所以应重点掌握目前普遍使用的剩余电流动作型漏电保护器的原理。剩余电流动作型漏电保护器的原理方框图如图 1-8 所示。

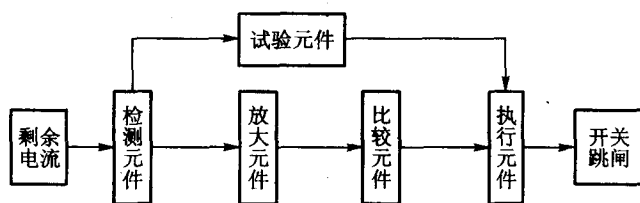


图 1-8 电流型漏电保护器原理方框图

电流型漏电保护器的工作原理如图 1-9 所示。在正常情况下,各相电流的相量和若不计及工作时的泄漏电流时等于零。因此,各相电流在零序电流互感器铁心中感应的磁通相量和也等于零,此时零序电流互感器的二次绕组无信号输出,开关不会动作,电源正常向负载供电。当发

生接地故障,或设备绝缘损坏漏电,或有人触电时,由于主回路中各相电流的相量和不为零,故在零序电流互感器的环形铁心中产生磁通,而在零序电流互感器二次绕组中产生感应电压。当故障电流达到预定值时,二次绕组的感应电压使脱扣器线圈励磁,主开关跳闸,切断供电回路。

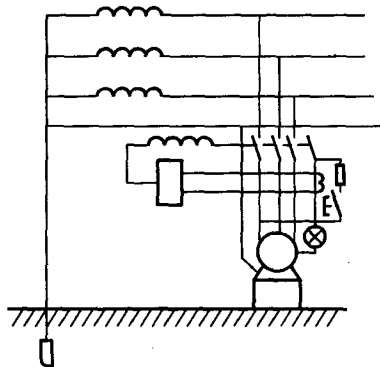


图 1-9 电流型漏电保护器工作原理图

三、漏电保护方式

电流型漏电保护器的保护方式通常有下列三种。

1. 全网总保护

总电网保护是指在低压电网电源处装设保护器。总保护有以下三种方式:

- (1) 保护器安装在电源中性点接地线上;
- (2) 保护器安装在总电源线上;
- (3) 保护器安装在各条干线上。

通常,对供电范围较大或有重要用户的低压电网,采用保护安装在各条引出干线上的总保护方式。

2. 末级保护

对于移动式电力设备、临时用电设备,应安装末级保护。

3. 多级保护

随着用电的不断增长,较大低压电网采用总保护或末级保护方式,已不能满足对低压电网供电可靠性和安全用电的需要,因此,较大电网实行多级保护是电气化事业发展的必然要求。

以上三种保护方式在漏电保护器动作后均自动切断供电电源。

四、漏电保护装置的选用

1. 设置漏电保护器的场所

漏电保护器设置的场所所有:手握式及移动式用电设备,建筑施工工地的用电设备,用于环境特别恶劣或潮湿场所(如锅炉房、食堂、地下室及浴室)的电气设备,住宅建筑每户的进线开关或插座专用回路,由三相四线制系统供电的用电设备,与人体直接接触的医用电气设备(但急救和手术用电设备除外)。