

铁路职工岗位培训教材

铁路电源工

铁路职工岗位培训教材
编审委员会

铁路职工岗位培训教材

铁路电源工

铁路职工岗位培训教材编审委员会

中国铁道出版社

2014年·北京

内 容 简 介

本书为铁路电源工岗位培训教材,按照铁路电源工国家职业技能标准和铁路职业技能培训规范编写。全书分为基本知识和职业技能两部分。

基本知识包括:专业知识和相关知识。专业知识包括:交直流配电系统,高频开关电源,蓄电池,UPS、逆变器,柴(汽)油发电机组,电源及机房环境监控系统,电源防雷与接地;相关知识包括:技术标准及规章,常用法定计量单位,机械钳工基本知识。职业技能包括:仪器仪表使用,交直流配电设备维护,高频开关电源维护,蓄电池维护,UPS、逆变器维护,柴(汽)油发电机组维护,电源及机房环境监控系统维护,电源防雷与接地系统维护。每节列有思考题,每章列有复习思考题。

本书针对铁路职工岗位培训、职业技能鉴定进行编写,是各单位组织职工进行各级各类岗位培训、技能鉴定的必备用书,对各类职业院校相关师生也有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

铁路电源工/《铁路职工岗位培训教材》编审委员会
编著. —北京:中国铁道出版社,2014. 6(2014. 9 重印)
铁路职工岗位培训教材
ISBN 978-7-113-18582-4

I. ①铁… II. ①铁… III. ①铁路通信—电源—岗位
培训—教材 IV. ①U285. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 096118 号

书 名: 铁路职工岗位培训教材
铁路电源工
作 者: 铁路职工岗位培训教材编审委员会

责任编辑:徐 清 编辑部电话:(路)021-73420 电子信箱:dianwu@vip. sina. com
(市)010-51873420

封面设计:薛小卉 王镜夷
责任校对:龚长江
责任印制:陆 宁 高春晓

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

版 次:2014 年 6 月第 1 版 2014 年 9 月第 2 次印刷

开 本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:16.5 字数:413 千

书 号:ISBN 978-7-113-18582-4

定 价:45.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

铁路职工岗位培训教材

编 审 委 员 会

主任委员:彭开宙

副主任委员:何华武

委 员:(按姓氏笔画排序)

王保国	王 培	田京芬	申瑞源
刘卫国	刘朝英	庄 河	张志农
张重天	陈伯施	郑建东	赵春雷
郭玉华	康高亮	程先东	



前 言

党的十六大以来,铁路事业蓬勃发展,大规模铁路建设全面展开,技术装备现代化实现重大跨越,尤其在高原铁路、机车车辆装备、客运专线、既有线提速和重载运输技术方面达到了世界先进水平。铁路职工队伍素质得到了相应提高,但距离铁路现代化发展的要求还有一定差距,铁路人才队伍建设和职工教育培训工作任重道远。

教材是劳动者终身教育和职业生涯发展的重要学习工具,教材建设是职业教育培训工作的重要组成部分,是提高教育培训质量的关键。加快铁路职工岗位培训教材建设,已成为加强和改进铁路职工教育培训工作的当务之急。为适应铁路现代化发展对技能人才队伍建设的需要,加快铁路职工岗位培训教材建设,中国铁路总公司决定按照铁道行业特有职业(工种)国家职业技能标准,结合铁路现代化发展的实际,组织开发铁路职工岗位培训教材。

本套教材由中国铁路总公司劳动和卫生部、运输局共同牵头组织,相关铁路局分工负责,集中各业务部门的专家和优秀工程技术人员编写及审定,多方合作,共同完成,涵盖了铁路运输(车务、客运、货运、装卸)、机务、车辆、工务、电务部门的80个铁路特有职业。教材坚持继承与创新相结合,充分体现了近几年来铁路新技术、新设备的大量运用及其发展趋势,特别是动车组系列教材填补了教材建设的空白,为动车组司机和机械师等铁路新职业员工提供了岗位培训教材;教材坚持科学性与规范性,依据铁道行业国家职业技能标准中的基本要求和工作要求编写,力争准确体现国家技能职业标准和有关

作业标准、安全操作等规章、规范的要求；教材坚持实用可行的原则，重点突出实作技能、应急处理和新技术、新设备、新规章、新工艺等四新知识，对职业技能部分按照技能等级分层编写，便于现场职工的培训与自学。

本套教材适用于工人新职、转职(岗)、晋升的岗位资格性培训，也适用于各类岗位适应性培训，同时为职业技能鉴定提供参考。

《铁路电源工》一书由郑州铁路局负责主编。主编人员：金立新，参加编写人员：杜胜军、黄强、陈洪超、焦汇海。主要审定人员：闫永利、杨春燕、姜秋妍、张乐军、程世伟。本书在编写、审定过程中得到了有关厂家、设计单位的大力支持，在此一并表示感谢。

铁路职工岗位培训教材编审委员会

2014年3月



目 录

基 本 知 识

第一章 专业知识	3
第一节 交直流配电系统	3
第二节 高频开关电源	12
第三节 蓄电池	23
第四节 UPS、逆变器	32
第五节 柴(汽)油发电机组	40
第六节 电源及机房环境监控系统	44
第七节 电源防雷与接地	55
复习思考题	59
第二章 相关知识	60
第一节 技术标准及规章	60
第二节 常用法定计量单位	61
第三节 机械钳工基本知识	62
复习思考题	71

职 业 技 能

第三章 仪器仪表使用	75
复习思考题	87
第四章 交直流配电设备维护	88
第一节 交直流配电设备测试	88
第二节 交直流配电设备运行与维护	96
第三节 交直流配电设备故障处理	105
复习思考题	107
第五章 高频开关电源维护	108
第一节 高频开关电源测试	108
第二节 高频开关电源运行与维护	114
第三节 高频开关电源故障处理	132
复习思考题	143

第六章 蓄电池维护	144
第一节 蓄电池测试	144
第二节 蓄电池运行与维护	153
第三节 蓄电池故障处理	167
复习思考题	169
第七章 UPS、逆变器维护	171
第一节 UPS、逆变器测试	171
第二节 UPS、逆变器运行与维护	176
第三节 UPS、逆变器故障处理	184
复习思考题	189
第八章 柴(汽)油发电机组维护	190
第一节 柴(汽)油发电机组测试	190
第二节 柴(汽)油发电机组运行与维护	194
第三节 柴(汽)油发电机组故障处理	207
复习思考题	220
第九章 电源及机房环境监控系统维护	221
第一节 电源及机房环境监控系统测试	221
第二节 电源及机房环境监控系统运行与维护	222
第三节 电源及机房环境监控系统故障处理	233
复习思考题	238
第十章 电源防雷与接地系统维护	239
第一节 电源防雷与接地系统测试	239
第二节 电源防雷与接地系统运行与维护	241
第三节 电源防雷与接地系统故障处理	252
复习思考题	254
参考文献	255

基 本 知 识

第一章 专业知识

通信电源工主要负责铁路通信机房、机械室设备的电源维护工作,要求从业人员必须掌握该岗位要求的专业知识。本章主要介绍交直流配电系统,电频开关电源,蓄电池,UPS、逆变器,柴(汽)油发电机组,电源及机房环境监控系统,电源防雷与接地等知识。

第一节 交直流配电系统

铁路通信电源是铁路通信设备中十分重要的设备之一,加强对铁路通信电源设备的维护能够有效地提高相关通信设备的运用质量。

一、通信电源系统的组成

广义上讲,通信电源系统是对通信局(站)各种通信设备及建筑负荷等提供用电的设备和系统的总称,主要由交流供电系统、直流供电系统和相应的防雷接地系统、监控系统组成。

交流供电系统包括市电交流供电系统、备用发电机组、通信交流配电及 UPS 供电系统。市电交流供电系统包括变电所、电力线路及电力配电设备所。

直流供电系统包括高频开关整流器、与之配套的交直流配电屏、蓄电池组、直流/直流(DC/DC)变换器等设备及其供电母线。

防雷接地系统、监控系统是保证通信电源系统正常运行的辅助系统。

铁路系统中高低压变配电设备及电力线路由供电专业维护。铁路通信电源系统由简单交流配电系统、备用发电机组、UPS 供电系统、直流供电系统、防雷接地系统和监控系统组成。

二、通信电源系统主要设备及作用

1. 高低压变配电设备

高低压变配电设备主要包括高压配电设备、变压器、低压配电设备等,主要完成高压市电交流电源的引入、分配、输送、降压和低压交流电源的引入、分配、输送等功能。

2. 交流自动稳压器

《铁路通信电源设计规范》TB 10072—2000 中,要求交流电压的变动范围为 $-15\% \sim +10\%$ 。在市电供电电压不能满足上述规定值或通信设备有更高要求时,可通过在交流配电设备的前端配置交流自动稳压器,使供电质量满足要求。

3. 整流设备

整流设备主要是将交流电源整流为通信设备所需的直流工作电源,其输出端与直流配电屏相连接,并通过直流屏的相应端子与蓄电池组和通信设备相连,对蓄电池组浮充电并向通信设备供电。

4. 直流配电屏

直流配电屏主要用于直流电源的接入与负荷的分配,即整流器、蓄电池组的接入和直流负荷分路的分配。

5. 蓄电池组

蓄电池组在通信电源中主要用于直流供电系统与交流不停电系统(UPS),系统缺少的重要组成部分,是系统供电的最后一道保证,亦是维持正常通信的最后一道屏障。其作用有:作为主要储能设备,当外部交流供电突然中断时,其作为系统供电的后备保护提供一定时间的不停电供电电源,以维持正常的通信;中、小型柴油发电机组采用蓄电池作启动电源;在与整流设备组合为直流供电系统时,在整流器处于浮充工作方式时蓄电池组还起到平滑滤波的作用。

6. 直流/直流变换器

直流/直流变换器(DC/DC)是一种将直流基础电源转变为其他电压种类的直流变换装置。

7. 逆变器

逆变器(DC/AC)将通信用 -48 V 直流电源再逆变为 220 V 交流电源,为通信设备提供不间断的交流供电。

8. UPS 设备

在平常主用电源有意外中断或者是故障的情况下,仍然能够通过系统所带蓄电池持续给负载提供不间断的合格交流电源,保证通信用电设备正常工作;在平常主用电源正常的情况下,则起到净化、提高主用电源质量的作用,同时使电网和负载进行隔离,既避免负载对电网产生干扰,又避免电网中的干扰影响负载。

9. 发电设备

发电设备是将燃料(汽油或柴油)的热能转变为机械能的一种装置,并带动发电机转化为电能。发电机组主要处于备用设备的地位,但又是很重要的组成部分,在市电长时间停电后能起到保证通信设备正常工作的作用。

10. 电源及机房环境监控系统

在现场无人值守的情况下,监控中心能实时掌握电源设备运行情况和机房环境情况,及时发现障碍并派人处理,确保通信电源系统的可靠运行。

11. 防雷接地系统

为确保通信设备和维护人员的安全以及通信设备的正常工作,防止通过电源设备引入雷害,提高通信设备抗御雷电能力,铁路通信电源系统必须进行防雷设计,减少或防止雷电损害。

12. 机房空调设备

空调设备主要起到调节室内温度、湿度以及通风换气的作用,使机房温湿度等环境能够达到通信设备的运行要求。

三、低压供电系统制式

交流供配电系统采用的基本制式有三相三线制、三相四线制和三相五线制等,但这些名词术语的含义并不十分严格。对此,国际电工委员会(IEC)作了统一规定,称为TT系统、TN系统、IT系统,其中TN系统又可分为TN-C、TN-S和TN-C-S三种方式。

(一)TT系统

TT系统是指将电气设备的金属外壳直接接地,成为保护系统。这种系统电源的中性点

直接接地,用电设备和配电装置的金属外壳或构架与大地直接连接,而与系统电源任何接地无关。该供电系统的特点如下:

(1)共用接地线(PE)与工作零线(N线)之间没有电的联系,正常运行时,工作零线可以有电流,而PE线没有电流。

(2)当电气设备的金属外壳因绝缘损坏带电时,由于有接地保护,可以大大减少触电的危险性。

(3)当漏电流比较小时,熔断器和自动开关并不会起到保护作用,即使装设漏电保护器,当小于其漏电动作电流时也不会动作。因此TT系统难以推广,仅应用于一些原系统中。

(二)TN系统

TN系统又称为接零保护系统。在这种系统中,电气设备的金属外壳与工作零线之间具有电的连接,一旦设备出现外壳带电,熔断器或自动开关会反映故障电流而立即动作切断电源,因此,在我国和其他许多国家得到广泛的应用。在TN系统中,根据其保护零线与工作零线之间的接线关系,可分为以下三种类型。

1. TN-C方式供电系统

该方式用工作零线兼作保护零线,用NPE或PEN表示。

该系统的特点是:

(1)TN-C系统只适用于三相负载基本平衡的情况。当三相负载不平衡时,工作零线上有不平衡电流,对地出现电压,进而使得与保护线所连接的设备外壳也会出现一定电压。

(2)工作零线断线时,所有接零的设备外壳均会带电。

(3)当出现相线碰壳(单相接地)时,将会使中性线上的危险电位蔓延到各接零设备的外壳。因此需配置完善的短路保护和漏电保护装置。

(4)TN-C系统干线上使用漏电保护器以后,其负载侧工作零线上不得装设重复接地,否则漏电开关将合不上。

2. TN-S方式供电系统

该方式的工作零线N与专用保护线PE是严格分开的,是平时常称为三相五线制中性点直接接地。这种接地形式是从电源中性点起专门敷设一根专用的保护零线,形成三相五线制系统。TN-S接线方式安全可靠,目前在铁路低压供电方面得到广泛运用。

该系统的特点是:

(1)系统正常运行时,PE线上没有电流,只有工作零线N上有不平衡电流,同时PE线对地电压也为零。

(2)PE线不允许断线,也不允许进入漏电保护开关。

(3)干线上使用漏电保护器时,工作零线不得设重复接地,但PE线上却可设重复接地。

(4)保护零线的截面积应不小于工作零线的截面积,同时必须满足机械强度要求。

3. TN-C-S方式供电系统

在施工临时供电中,如果前部分是TN-C方式供电,而施工规范规定施工现场必须采用TN-S方式供电时,则可以在系统后部分现场总配电箱分出PE线,这种系统称为TN-C-S方式供电系统。

该系统的特点是:

(1)工作零线N与专用保护线PE,在分界点之前是合一的,分界点之后设专用保护零线N。因此分界点后中性线中不平衡电流比较大时,电气设备的接零保护受零线电位的影响。

由于分界点以后 PE 线与 N 线是独立的, PE 线上正常运行时没有电流和电压降, 因此, 这种接线可以降低电动机外壳对地的电压, 然而又不能完全消除这个电压, 这个电压的大小取决于分界点后线段的长度和负载的不平衡程度。分界点后线越长且负载越不平衡, 设备外壳对地电压偏移就越大, 所以要求负载不平衡电流不能太大, 而 PE 线上应做重复接地。

(2) PE 线除了在总配电箱处必须与 N 线相连接以外, 后面各分配电箱处均不得把 N 线和 PE 线相接。PE 线上不得安装开关和熔断器, 也不得用大地兼作 PE 线。PE 线也不得进入漏电保护器。

通过对以上接线方式比较, 可以看出应优先选用 TN-S 方式。同时不管采用保护接地还是保护接零, 必须注意在同一系统中不允许对一部分设备采用接地, 对应一部分采取接零。因为在同一系统中, 如果有的设备采取接地, 有的设备采取接零, 则采取接地的设备发生漏电碰壳时, 零线电位将升高, 而使所有接地的设备外壳都带上危险的电压。

四、低压供电系统运行注意事项

1. 合理补偿功率因数

按照电力部门的要求, 企业用电月平均功率因数要达到 0.9 以上, 当功率因数较低时, 应采用提高用电设备自然功率因数的办法提高总功率因数。提高功率因数可以减少线路导线的截面和电源的容量, 减少线路中的电压损耗及电压波动, 从而提高供电质量, 节约电费。

当前电力系统中经常采用的补偿功率因数的办法是用并联电力电容的方法来减少无功功率, 以提高功率因数。电容补偿柜由功率因数补偿控制器与电容器组构成, 实现并联电容器的自动投切, 达到补偿自然功率因数, 提高功率因数的目的。日常巡视中要注意对这部分设备的巡视。

2. 尽量使三相负荷平衡

在低压三相交流配电线路中, 常接有单相负荷。当三相负荷不平衡时, 电能损耗变大, 使变压器的容量不能得到充分的利用, 使中性线电流增大。日常巡视中要多关注该问题, 一是新增负荷时尽量使三相平衡; 另一方面注意对局内的单相负荷进行合理调配, 尽量做到三相负荷平衡。

五、交直流设备基本要求

铁路总公司对铁路通信电源交直流设备的维护标准及质量标准作了如下规定:

(1) 通信机房应安装具有雷电防护和分路功能的交流引入配电箱(配电屏)。机房内高频开关电源、UPS、空调、照明等负载应从配电箱内不同分路开关引接。通信机房电力引入分界点(配电屏、箱或机房内)应设有电能计量装置。

(2) 电源设备的进出配线应整齐、牢固, 必须绝缘良好。应采用具有阻燃绝缘层的铜芯软电缆。

馈电线应按以下规定颜色配置:

交流电缆(线): A 相—黄色; B 相—绿色; C 相—红色; 零线—天蓝色或黑色; 保护地线—黄绿双色。

直流电缆(线): 正极—红色; 负极—蓝色。

在同一路径内, 交流与直流电源线间隔 100 mm 以上, 若因条件限制而不能达到要求时, 交流电源线必须采用具有屏蔽层的绝缘线或穿入钢管铺设, 并将屏蔽层或钢管的一端接地。

(3) 当交流配电屏同时接入两路以上交流电源时, 必须具有电气联锁装置, 严禁并路使用。

当任何一路发生停电或缺相时应发出告警信号。外部交流电源不能保证的地区,配电屏应预留油机接入端子。

(4)交流配电屏在接入电源时,其相序应连接正确,备用发电机与外供电源相序应一致。

(5)交流配电屏的外壳及避雷保护装置必须接保护地线,保护地线的截面积不应小于 4 mm^2 ,保护地线接地电阻应符合规定。

六、双路交流电源自动转换装置

为确保避免两路交流电同时接入时并路现象的发生,同时又能够确保当某一路交流电发生停电时,另一路交流电能够及时自动地为通信设备提供可靠的交流供电保证,在交流供配电设计中多采用双路交流电源供电自动转换装置。在实际运用中主要使用以下两种设计理念的双路交流电源自动转换装置。

(一)双路交流电源自动转换开关工作原理

简易双路交流电源自动转换开关工作原理如图 1-1 所示。

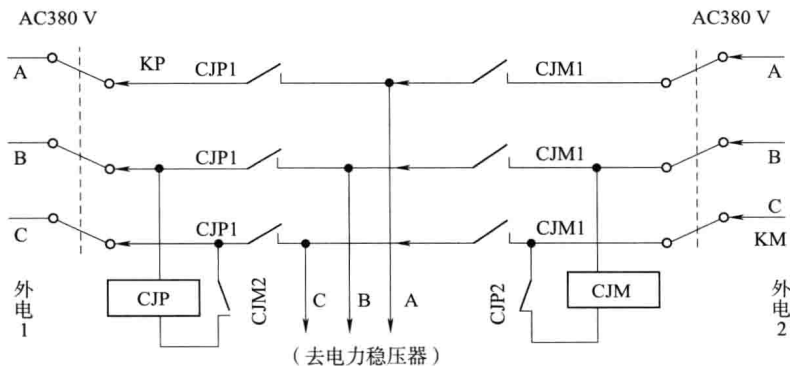


图 1-1 简易双路交流电源自动转换开关工作原理图

KP、KM—三相闸刀开关；CJP、CJM—交流接触器

1. 供电开始

三相闸刀开关 KM 开、KP 合,交流接触器 CJM 的常闭触点使交流接触器 CJP 得电,主触点 CJP1 吸合,由外电 1 供电,此时 CJP 的常闭触点 CJP2 断开,再合 KM,外电 2 等待。

2. 转换供电

外电 1 突然停电时,CJP 失电,其主触点 CJP1 断开,辅助触点 CJP2 闭合,CJM 得电,主触点 CJM1 闭合,由外电 2 供电,此时常闭触点 CJM2 断开,外电 1 恢复后等待。

3. 人工转换供电

需要某一路市电供电时,只需将另一路闸刀拉开,而外电 1、外电 2 则由人工切换。

(二)自动转换开关控制方式

自动转换开关电器简称 ATS。ATS 主要用在紧急供电系统,将负载电路从一个电源自动换接至另一个(备用)电源的开关电器,以确保重要负荷连续、可靠运行。

ATS 一般由两部分组成:开关本体和控制器,而开关本体又有 PC 级(整体式)与 CB 级(断路器)之分。

PC 级:一体式结构(三点式)。它是双电源切换的专用开关,具有结构简单、体积小、自身连锁、转换速度快(0.2 s 内)、安全、可靠等优点,但需要配备短路保护电器。

CB级:配备过电流脱扣器的ATS,它的主触头能够接通并用于分断短路电流。它是由两台断路器加机械连锁组成,具有短路保护功能。

控制器主要用来检测被监测电源(两路)工作状态,当被监测的电源发生故障(如任意一相断相、欠压、失压或频率出现偏差)时,控制器发出动作指令,开关本体则带着负载从一个电源自动转换至另一个电源,备用电源其容量一般仅是常用电源容量的20%~30%。典型ATS应用电路如图1-2所示,控制器与开关本体进线端相连。

ATS的控制器一般应有非重要负荷选择功能。控制器也有两种形式:一种由传统的电磁式继电器构成;另一种是数字电子型智能化产品,具有性能好,参数可调及精度高,可靠性高,使用方便等优点。

七、空气开关

空气开关就是断路器,如图1-3所示,在电路中接通、分断和承载额定工作电流,并能在线路和电动机发生过载、短路、欠压的情况下进行可靠保护。断路器的动、静触头及触杆设计成平行状,利用短路产生的电动斥力使动、静触头断开,分断能力高,限流特性强。

短路时,静触头周围的芳香族绝缘物气化,起冷却灭弧作用,飞弧距离为零。断路器的灭弧室采用金属栅片结构,触头系统具有斥力限流机构。因此,断路器具有很高的分断能力和限流能力。

断路器具有复式脱扣器。反时限动作是双金属片受热弯曲使脱扣器动作,瞬时动作是铁芯衔铁机构带动脱扣器动作。脱扣方式有热动、电磁和复式脱扣。空气开关内部比较精密,原理却很简单。入线和出线间串了10~20圈的电感,电流足够时吸合带动机械杠杆而动作保护。

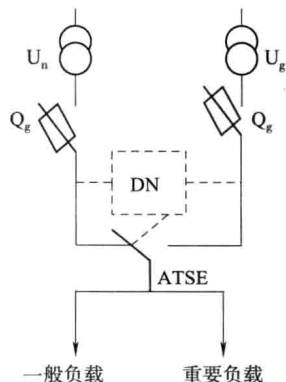


图 1-2 典型 ATS 应用电路

U_n —常用电源(电网); U_g —备用电源(发电机); Q_g —短路保护电器(熔断器隔离器);DN—控制器

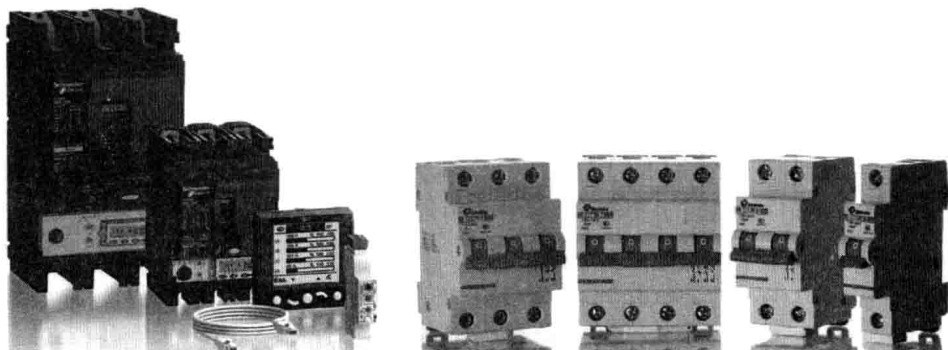


图 1-3 不同型号的断路器

自动空气开关也称为低压断路器,可用来接通和分断负载电路,也可用来控制不频繁启动的电动机。功能相当于闸刀开关、过电流继电器、失压继电器、热继电器及漏电保护器等电器部分或全部的功能总和,是低压配电网中一种重要的保护电器。

自动空气开关具有多种保护功能(过载、短路、欠电压保护等)、动作值可调、分断能力高、

操作方便、安全等优点,所以目前被广泛应用。

(一)自动空气开关的结构及工作原理

自动空气开关由操作机构、触点、保护装置(各种脱扣器)、灭弧系统等组成。自动空气开关工作原理如图 1-4 所示。

自动空气开关的主触点是靠手动操作或电动合闸的。主触点闭合后,自由脱扣机构将主触点锁在合闸位置上。过电流脱扣器的线圈和热脱扣器的热元件与主电路串联,欠电压脱扣器的线圈和电源并联。当电路发生短路或严重过载时,过电流脱扣器的衔铁吸合,使自由脱扣机构动作,主触点断开主电路。当电路过载时,热脱扣器的热元件发热使双金属片上弯曲,推动自由脱扣机构动作。当电路欠电压时,欠电压脱扣器的衔铁释放,也使自由脱扣机构动作。

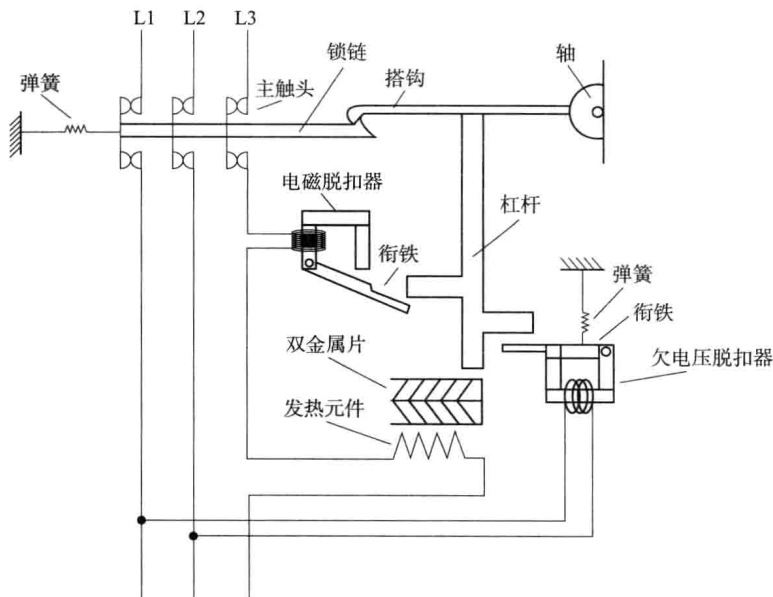


图 1-4 自动空气开关工作原理图

应用于远程控制时,需在自动空气开关增设分励脱扣器。分励脱扣器是一种用电压源激励的脱扣器,它的电压可与主电路电压无关。分励脱扣器是一种远距离操纵分闸的附件,在正常工作时,其线圈是断电的,在需要距离控制时,按下启动按钮,使线圈通电,衔铁带动自由脱扣机构动作,使主触点断开。当电源电压等于额定控制电源电压的 70%~110% 之间的任一电压时,就能可靠分断断路器。分励脱扣器是短时工作制,线圈通电时间一般不能超过 1 s,否则线会被烧毁。塑壳断路器为防止线圈烧毁,在分励脱扣线圈串联一个微动开关,当分励脱扣器通过衔铁吸合,微动开关从常闭状态转换成常开。由于分励脱扣器电源的控制线路被切断,即使人为按住按钮,分励线圈始终不再通电就避免了线圈烧损。当断路器再扣合闸后,微动开关重新处于常闭位置。但 DW45 万能断路器在出厂后,在使用时由用户在分励脱扣器线圈之前串联一组常开触头。

(二)常用低压断路器

(1) 1P——单极断路器,具有热磁脱扣功能,仅控制火线(相线),模数 18 mm。

(2) 2P——单相 2 极断路器,同时控制火线、零线,且都具有热磁脱扣功能,模数为 $2 \times 18 \text{ mm} = 36 \text{ mm}$ 。