

铁路职业教育铁道部规划教材

铁路信号电源

TIELUXINHAODIANYUAN

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

林瑜筠 主编

中专

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介



铁路职业教育铁道部规划教材

(中 专)

铁路信号电源

林瑜筠 主 编
陈煜德 主 审

中国铁道出版社

2008年·北 京

内 容 简 介

本教材是根据铁道信号专业中专教学大纲要求编写的。内容包括:信号设备供电概况、变压器、电机和电器、交流稳压器、开关电源、蓄电池、信号电源屏、信号智能电源屏及 UPS 供电系统等内容。有图册与教材配套出版。

本教材系中专学校铁路信号专业教材,可作为城市轨道交通信号专业的教材,也可供铁路信号工作人员学习参考,并可作为职工技术教育培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

铁路信号电源/林瑜筠主编. —北京:中国铁道出版社,
2008.1

铁路职业教育铁道部规划教材. 中专
ISBN 978-7-113-08607-7

I. 铁… II. 林… III. 铁路信号-电源-专业学校-
教材 IV. U284.77

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005237 号

书 名:铁路信号电源
作 者:林瑜筠 主编

责任编辑:武亚雯 刘红梅
封面设计:陈东山
责任校对:孙 玫
责任印制:金洪泽

电话:010-51873132

电子邮箱:wyw716@163.com

出版发行:中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号,100054)

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

版 次:2008年1月第1版 2008年1月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:12.75 字数:309 千

书 号:ISBN 978-7-113-08607-7/TP·2700

定 价:31.50 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:(市电)010-63549495 (路电)021-73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

前言

本书是铁路职业教育铁道部规划教材,是根据铁路中专教育铁道信号专业教学计划“铁路信号电源”课程教学大纲的要求编写的。

随着我国铁路运输向高速、高密、重载、电气化方向发展,铁路信号技术有了长足的进步,迅速提升了技术水准。原有信号电源屏因技术落后,缺乏智能化功能,故障率高,已不能满足这一要求,急需更新换代。在这种情况下,采用计算机技术和电力电子技术的新一代智能型信号电源屏出现了,并且获得迅速的发展。在铁路快速发展的进程中,信号电源技术将有更大的进步。为了适应铁路信号快速发展的需要,也为了适应铁路中专教育的需要,我们编写了《铁路信号电源》教材。

目前的情况是,铁路信号技术正处在传统技术向现代化技术转型的时期,大量原有信号电源屏和迅速发展的信号智能电源屏并存,而且还将持续相当长的时期。因此,本教材必须采用兼容并蓄的办法,既介绍原有信号电源屏(当然也根据发展予以更新),又介绍信号智能电源屏以及 UPS。

本教材共分九章。第一章至第六章为基础部分,介绍信号设备供电概况、变压器、电机和电器、交流稳压器、开关电源和蓄电池的有关内容。根据信号电源屏的发展,增删、修改了部分内容。例如,增加了开关电源;在交流稳压器中取消了正弦能量分配器,增加了自动补偿式交流稳压器;在蓄电池中增加了阀控铅蓄电池。信号智能电源屏所采用的软开关技术、功率因数补偿技术、并联均流技术、逆变技术等电力电子技术都在开关电源一章中进行介绍。

非智能信号电源屏按技术标准的规定,归为继电联锁电源屏、计算机联锁电源屏、三相转辙机电源屏、驼峰电源屏、区间电源屏、25 Hz 轨道电源屏等类进行介绍,因类型、规格繁多,每种电源屏只能举例说明,以掌握其电路原理,举一反三。

目前,信号智能电源屏生产厂家众多,方案和技术不一,本教材着重介绍经铁道部鉴定的信号智能电源屏,当然每种电源屏智能也只能举例说明,其他制式的智能型信号电源屏不一一介绍,请阅读产品说明书。

随着计算机技术大量引入铁路信号系统,UPS 使用越来越广泛,为此辟专章予以介绍。

在《铁路信号基础》中介绍过的电源屏用继电器等内容,本教材不再重复。本教材配套《铁路信号电源图册》(书中简称《图册》)。

本教材涉及的信号电源屏种类较多,各校在组织教学时应根据本地区信号电源设备的具体情况,妥善安排教学内容,做到既结合实际,又有一定的前瞻性。

本教材系铁路信号中专教材,可作为城市轨道交通信号专业的教材。

本教材由南京铁道职业技术学院林瑜筠主编,武汉铁路职业技术学院陈煜德主审。林瑜筠编写第七章、第八章,并进行了全教材的统稿。南京铁道职业技术学院薄宜勇编写第一章,徐彩霞编写第二章,柳州运输职业技术学院李崇芬编写第三章,南京铁道职业技术学院张国侯编写第四章,钱爱民编写第五章、第六章,柳州运输职业技术学院吴昕慧编写第九章。参加审稿的有西安铁路职业技术学院李玉冰,天津铁道职业技术学院冯九高、王孝义,锦州铁路运输学校张立群,内江铁路机械学校向军。

本教材在编写过程中,得到了天津铁路信号工厂等许多单位和同仁的支持和帮助,于此深表感谢。

由于编者水平所限,资料搜集不全,教材中有疏漏、错误、欠妥之处,恳望各校师生及其他读者提出批评及改进意见,以不断提高教材质量,更好地为铁路信号事业服务。

编 者

2007年11月

目 录

绪 论	1
第一章 信号设备供电概况	6
第一节 信号设备对供电的基本要求	6
第二节 信号设备的供电概况	8
复习思考题	11
第二章 变 压 器	12
第一节 变压器的分类和应用	12
第二节 三相变压器	18
第三节 电流互感器	19
复习思考题	21
第三章 电机和电器	22
第一节 三相异步电动机	22
第二节 低压电器	32
复习思考题	39
第四章 交流稳压器	41
第一节 感应调压器	41
第二节 自动补偿式交流稳压器	46
第三节 稳压变压器	48
第四节 参数稳压器	52
复习思考题	53
第五章 开关电源	55
第一节 开关电源概述	55
第二节 功率因数校正电路	56
第三节 直流变换器	60
复习思考题	68
第六章 蓄 电 池	69
第一节 铅蓄电池	69
第二节 碱蓄电池	74
复习思考题	80
第七章 信号电源屏	81
第一节 信号电源屏概述	81
第二节 继电联锁电源屏	85
第三节 计算机联锁电源屏	105

第四节 交流转辙机电源屏	114
第五节 25 Hz 轨道电源屏	116
第六节 区间电源屏	122
第七节 驼峰电源屏	124
第八节 电源屏的施工和维修	128
复习思考题	138
第八章 信号智能电源屏	140
第一节 信号智能电源屏概述	140
第二节 PNX 系列信号智能电源屏	141
第三节 PMZ 系列信号智能电源屏	152
第四节 PZ 系列信号智能电源屏	159
第五节 PDZ 系列信号智能电源屏	171
第六节 DS 系列信号智能电源屏	178
复习思考题	183
第九章 UPS 供电系统	184
第一节 UPS 概述	184
第二节 在线式 UPS	185
第三节 后备式 UPS	189
第四节 UPS 的应用	191
复习思考题	191
参考文献	193
图册目录	193
图 1 PX-W2.5 型小站电源屏电路图	193
图 2 PYT-10Y 型中站调压电源屏电路图	193
图 3 PYJZ-10Y 型中站交直流电源屏电路图	193
图 4 PH ₁ 型大站转换电源屏电路图	193
图 5 PJ-15 型大站交流电源屏电路图	193
图 6 PZ-15 型大站直流电源屏电路图	193
图 7 PDT-20Y 型大站调压电源屏电路图	193
图 8 PDT-30-4Y 型计算机联锁三相调压电源屏电路图	193
图 9 PWJ ₁ 型计算机联锁交流电源屏电路图	193
图 10 PWZ ₁ 型计算机联锁直流电源屏电路图	193
图 11 计算机联锁 A、B 输出电源屏电路图	193
图 12 PW ₁ -15 型三相稳压电源屏电路图	193
图 13 PZJT ₁ -15 型三相交流转辙机电源屏电路图	193
图 14 PZT-2000/25 型 25 Hz 中站轨道电源屏电路图	193
图 15 PQY-3 型三相区间电源屏电路图	193
图 16 T·PZ ₂ 驼峰电动型直流电源屏电路图	193
图 17 T·PZ ₁ 驼峰电空型直流电源屏电路图	193
图 18 T·PDC 型驼峰电池电源屏电路图	193

- 图 19 15 kV · A 大站电源屏屏间配线图
- 图 20 15 kV · A 大站电源屏与室内设备配线图
- 图 21 PMZ3-J-10(A)型信号智能电源屏电路图
- 图 22 PMZ3-J-10(B)型信号智能电源屏电路图
- 图 23 PQZ-5 型自动闭塞区间智能电源屏电路图

绪 论

信号设备对电源的基本要求是：可靠、稳定和安全。可靠的电源是能保证昼夜不间断供电的独立电源。稳定的电源，其供电电压和频率的波动都在允许范围内。供电安全，是指电源设备采取保证设备和人身安全的措施。

大站电气集中联锁、驼峰道岔自动集中等设备是一级负荷，必须保证有两路可靠的独立电源，接引的是三相交流电源，由电源屏给各用电设备供电。驼峰道岔自动集中还须另设备用电源。自动闭塞是一级负荷，需为它专设高压电线路，在沿线各站接引单相低压电源。

对于属于二级负荷的中、小站电气集中联锁，应保证有一路可靠电源，单相引入，由中、小站电源屏供电。半自动闭塞的供电方式由所在车站的联锁设备类型而定。

在电气化区段，信号设备可从牵引变电所、接触网上接引电源，但轨道电路必须采用 25 Hz 电源。

信号电源屏是电气集中、自动闭塞、驼峰信号设备等的供电装置，它将变压器、稳压器、整流器等组合起来，由工厂生产，以简化施工和维修。它要满足可靠、稳定、安全三大基本要求，供给信号设备所需的各种电源。信号电源屏最初于 20 世纪 60 年代后期出现在我国铁路，几经改进，正逐渐完善，而且不断得到发展。

信号电源屏主要是随着交流稳压器的不断发展而发展的。早期的电源屏曾采用过饱和电抗器、自耦变压器式稳压器等交流稳压设备，它们或因稳压性能较差，或因可靠性不高，而先后改用感应调压器、参数稳压器、无触点补偿式稳压器，在稳压性能方面有所改进。各型电源屏（除三相交流转辙机、25 Hz 轨道电源屏）的最主要区别是采用不同的交流稳压器。采用的交流稳压器不同，具体电路就有很大的区别。如采用属于第一类交流稳压器的感应调压器、自动补偿式稳压器，它们都需要控制电路，而感应调压器尚需要驱动电动机；如采用属于第二类交流稳压器的稳压变压器和参数稳压器，它们都是基于铁磁谐振原理构成的交流稳压器，不需要控制电路，相对而言，结构比较简单。

信号电源屏的控制电路曾采用由晶体管分立元件组成的差动放大电路，后改用由集成运算放大器组成的比较放大电路。由 CJ10 型交流接触器改为交流电源转换接触器、西门子或施耐德接触器，中间继电器改为电源屏用信号继电器，用断路器代替熔断器，用隔离开关代替闸刀开关，大大提高了可靠性。

继电联锁电源屏是最早出现的电源屏，是电气集中联锁的供电装置，按容量分为小站电源屏、中站电源屏和大站电源屏。小站电源屏引入两路单相电源，采用稳压变压器稳压，屏内两套设备自动转换。中站电源屏引入两路单相电源，主要采用单相感应调压器稳压，主备用屏之间手动转换。大站电源屏引入两路三相电源，主要采用三相感应调压器稳压，主备用屏之间手动转换。

随着计算机联锁的发展，为满足计算机联锁对电源的较高要求而设计计算机联锁电源屏，它的电路结构基本上与继电集中联锁用电源屏相同，只是增加了计算机所用电源。计算机联锁电源屏有小站用、中站用和大站用不同的容量。

在铁路提速的进程中，S700K、ZYJ7 型转辙机大量上道，它们均采用 380 V 交流供电，为

此设计了专供提速区段交流转辙机用的三相交流转辙机电源屏,屏内可进行两路三相电源的自动、手动转换。设相序报警器监督三相电源的相序,反相序时报警,并自动转换至另一路电源供电。三相交流转辙机电源屏有四种不同容量。

电气化区段以及非电气化区段大量采用 25 Hz 相敏轨道电路,它需要 25 Hz 的轨道电源和局部电源。25 Hz 轨道电源屏就是专供电气化区段 25 Hz 相敏轨道电路用的电源屏。25 Hz 轨道电源屏以前均采用参数式铁磁变频器,利用参数激励振荡将 50 Hz 交流电变频为 25 Hz 交流电。后来又出现电子变频式。按容量,25 Hz 轨道电源屏分为小站、中站和大站用的不同容量,分别适用于不同数量轨道区段的车站。

现自动闭塞均采用集中设置方式,由区间电源屏供给本站管辖范围内区间各信号点的信号机点灯电源和移频轨道电路电源。区间电源屏按自动闭塞制式,分为 8 信息移频电源屏、18 信息多信息电源屏、18 信息无绝缘多信息电源屏、UM71 区间电源屏(三相、单相)。

驼峰电源屏是驼峰信号设备的供电装置,在驼峰调车场,继电器和转辙机电源有其特殊要求,在两路引入电源转换时不允许断电,必须保证转辙机正常转换,因而必须设置直流备用电源,且能浮充供电,在两路引入电源转换时不断电,保证转辙机正常转换。驼峰电源屏视所采用的转辙机类型不同,分为电动型和电空型两种,分别适用于使用电动转辙机和电空转辙机的驼峰调车场。按容量分为 15 kV·A、30 kV·A 两种。

电源屏在安装前应进行各项检查,以确定其完整性,然后进行各项调试,以保证其性能的正常。安装时按房建情况采用不同的安装方式。配线是电源屏施工的重要部分,除屏内配线在工厂预制,施工时进行核对外,电源引入配线、电源屏屏间配线、电源屏与室内设备间的配线均在施工现场进行。配线须严格按配线图进行。

电源设备在铁路信号中的作用是显著的,它的性能直接影响到铁路行车的安全和效率,因此必须加强对电源设备的维护保养,使用过程中要严格按照规定操作,要做好日常维修工作,尤其是电动机、稳压器、变压器、整流器、交流接触器、蓄电池组等重要部件,以保证源源不断地供出稳定可靠的符合使用条件的电源。

进入 21 世纪,铁路信号设备加快了现代化发展的步伐,而采用传统工频技术的信号电源屏就明显不能适应发展的需要,主要体现在供电系统日见庞大,可靠性不够高,智能化程度低。从 2000 年开始,出现了智能电源屏,这是信号电源技术的重大进步。智能电源屏采用微型计算机技术,完成对电源系统的自动监测,并可远程监控;引入高频电力电子技术,对各种输入、输出单元和交、直流电源进行模块化,提高了供电质量和可靠性,实现了无维修化。

智能电源屏有多种制式,它们的共同特点是模块化结构和具有自动监测功能。

智能电源屏的最主要技术特征是具有自动监测功能,实现了电源系统的实时状态和故障的监测及远程监控和管理。各种智能电源屏的监测模块采用了不同的监测技术,有 PLC、单板机和工控机,有一套屏设一个监测模块和一面屏设一个监测模块两类。

按主电路组合技术,智能电源屏可分为采用工频电磁技术的电源屏、工频电磁技术和电力电子技术相结合的电源屏、全电力电子技术的电源屏。两路电源输入原有一主一备的切换工作方式、整流后并联供电方式以及 H 型供电方式,后均统一为一主一备切换方式。

智能电源屏按稳压方式可分为不间断供电、分散稳压、集中与分散稳压相结合三种类型。

不间断供电方式因有蓄电池,可基本实现输出电源的不间断供电。分散稳压方式两路电源经转换后对各模块供电,交流电源模块采用参数稳压器稳压,直流电源模块采用开关电源稳压,即稳压分散于各模块之中。集中与分散稳压相结合的方式两路电源经转换后对各模块供

电,交流部分采用无触点补偿式稳压器稳压,再对各交流模块供电,直流电源模块采用由开关电源供电。

各种智能电源屏都不同程度地实现了模块化,即将各种交、直流电源按用途设计成不同的模块,用户根据实际需要选择模块,构成供电系统。

智能电源屏广泛采用电力电子技术,包括无触点切换技术、逆变技术、锁相技术、软开关技术、功率因数补偿技术、并联均流冗余技术、安全防范技术等,以保证供电系统的可靠性。

为了构成电源屏电路,需要采用变压器、电动机、低压电路、整流器、稳压器等部件。

变压器具有变换电压、电流和阻抗的作用,用途很广泛。变压器由铁芯和绕组组成。电压变化率和效率是衡量变压器运行性能的主要指标。电压变化率表征了变压器负载运行时副边电压的稳定性,它直接影响到供电质量;效率则直接影响变压器运行的经济性。必要时采用变压器的并联运行,在技术上、经济上都是合理的。并联运行应满足的条件是:变比相等、短路阻抗相等、联接组相同。在变压器的过渡过程中将出现过电流和过电压现象,会对变压器造成损害,应进行过电流、过电压防护。

三相变压器在对称负载下运行时,它的每相就相当于一个单相变压器。三相变压器的特殊问题是磁路系统和联接组别。它的磁路彼此相关,铁芯为芯式结构。三相变压器的联接组不仅与同名端还与绕组的联接方式有关。

电流互感器是一种仪用变压器,用它来扩大电流表的量限,以测量大电流并保证安全。电流互感器相当于变压器的短路运行情况。在使用电流互感器时应特别注意:副边不许开路,铁芯和副绕组的一端要接地。

三相异步电动机用于采用感应调压器进行交流稳压的电源屏。三相异步电动机的工作原理是建立在旋转磁场的基础上。在对称的定子绕组中通以对称的三相交流电即产生旋转磁场,它以同步转速切割转子绕组,在其中产生感应电势和电流,转子电流与旋转磁场相互作用产生电磁转矩,使转子旋转。三相异步电动机由定子和转子组成,结构简单。三相异步电动机因其旋转方向取决于三相交流电的相序,故只要改变相序,即任意对换两相,就能很方便地使电动机反转。三相异步电动机的制动常用能耗制动等电制动方法。能耗制动采用他励的方法,即将直流电流通入已断开三相电源的定子绕组,产生与原转动方向相反的制动转矩使电动机停转。

在电源屏中使用的低压电器,按职能可分为控制电器和保护电器两大类。按动作方式又可分为自动电器和非自动电器两种。

控制电器有交流接触器和手动切换电器等。交流接触器在电源屏中主要用来通断主电路。它可理解为交流电磁继电器,其铁芯用硅钢片叠成以减小涡流损耗,并加装短路铜环以防止颤动。应尽量代之以信号继电器或新系列交流接触器。万能转换开关可用于控制电路,也可以换接测量线路,它和开关、按钮都是常用的手动电器。

保护电器有断路器等,断路器是熔断器的换代产品,其可靠性高,可区分短路和过载以及过载程度,并可反复使用。

稳压,是信号电源设备必须完成的重要任务之一。在信号电源设备中,采用了感应调压器式稳压器、自动补偿式稳压器、稳压变压器和参数稳压器。

感应调压器由定子和转子组成,但通电后转子不转,只有在需调压时才能在驱动电机的带动下转动一定角度。感应调压器有单相和三相之分。改变单相感应调压器定、转子绕组间的夹角,就改变了转子绕组感应电压的数值。三相感应调压器的定、转子间的夹角改变后,就改

变了两绕组感应电压的相位差。根据需要改变这一夹角,就使得输出电压保持恒定。

无触点补偿式交流稳压器的主电路通常由三个线性变压器与八个晶闸管构成组合式全桥电路。由控制电路控制晶闸管实现不同的组合导通,进而决定了各线性变压器的升压、降压、直通等不同状态和组合,可以构成 15 种不同的组合状态,以在不同输入电压情况下实现输出电压的稳定。补偿变压器的数量和副边电压值决定了稳压器的稳压精度和稳定范围。

稳压变压器应用铁磁谐振原理来进行稳压。其初级铁芯不饱和,次级铁芯工作于饱和状态,使输出电压保持稳定。它具有磁分路,磁分路相当于变压器的漏磁电感,它把初级与次级分开,对稳压变压器的稳压过程起着关键性的作用,同时当输出过载或短路时,它起到限流的作用。补偿绕组的作用是进一步提高输出电压的稳定度。

参数稳压器的初级和次级绕组分别绕在空间成 90° 的 C 形铁芯上,其传递能量用参量耦合的方式,即次级电感受初级电流的调制,次级电感和电容器构成谐振回路,当输入电压达一定值时引起振荡,输出稳定的正弦电压。

智能电源屏中广泛采用开关电源。开关电源是将市电整流后,经功率变换电路,把直流电源变换成高频的交流电源,再经高频整流成低电压的直流电源。开关电源通常由主电路、控制电路和辅助电路三部分组成。主电路完成从交流输入到直流输出的全过程,包括交流滤波、整流、功率因数校正、DC/DC 变换、直流滤波等。输入滤波电路主要用来衰减电网中的高次谐波分量,同时也防止开关电源所产生的高次谐波分量进入电网,而影响其他用电设备。整流电路将工频交流输入电压变换为直流电,并向功率因数校正电路提供直流电源。功率因数校正电路的主要作用是通过升高整流电路输出的直流电压,使交流输入电源与交流输入电压的波形及相位基本相同,从而使功率因数接近 1,减小谐波电流对电网的污染和无功损耗。功率因数校正电路通常采用直流升压变换器。直流变换器电路由逆变和高频整流两部分组成,用来将功率因数校正电路输出的直流高压变换为用电设备所需的直流电压。输出滤波电路包括高频滤波和抗电磁干扰等电路,用来滤除直流变换器电路输出电压中的高频谐波分量,降低输出电压中的纹波电压,提供稳定可靠的直流电源,以满足用电设备的要求。

控制电路从主电路输出端取样,与设定值进行比较,取出误差信号去控制主电路的相关部分,改变脉宽或频率,使输出电压稳定,同时根据反馈信号对整机进行监控和显示。控制电路包括检测放大电路、 U/W (电压/脉宽)转换电路或 U/f (电压/频率)转换电路、时钟振荡器、驱动电路、保护电路等。控制电路为开关管提供激励信号,能将主电路输出端电压的微小变化转换为脉宽或频率的变化,以调整电压。

辅助电路对开关电源中有源网络提供所要求的各种电源。

蓄电池充电时把电能变为化学能储存起来,放电时再把化学能转变为电能放出来。其充放电过程,可重复多次。按电解液性质的不同,分为酸蓄电池和碱蓄电池。目前多采用阀控铅蓄电池,因普通铅蓄电池在使用过程中,需要经常加水、补酸,还会产生腐蚀性气体,污染环境,损伤人体和设备,其运用受到很大限制。阀控铅蓄电池则密封好,无泄漏、无污染,能保证安全,而且在整个使用过程中无需任何维护,使铅蓄电池得到新的发展。碱蓄电池采用碱性溶液,如氢氧化钾、氢氧化钠溶液作为电解液。常用的碱蓄电池是镉镍蓄电池。信号电源设备中所用圆柱形密封镉镍蓄电池维护简便、携带方便、局部放电少、高低温性能良好、耐冲击和震动、放置状态不限。无论酸蓄电池和碱蓄电池,都必须掌握其性能,做到正确使用。

许多重要的用电设备,如计算机系统,对供电质量的要求非常高,要求不间断供电,而且电压稳定、频率稳定、波形无畸变,这就需要采用 UPS。UPS 是一种现代化电源设备,其主要有

两路电源无间断切换、隔离干扰、电压变换、频率变换和后备等功能。UPS 中的蓄电池储存有一定能量,市电中断时蓄电池通过逆变器继续供电。UPS 通常分为后备式和在线式两类。

后备式 UPS 在市电正常时,市电经滤波后送给负载,同时给蓄电池充电,市电断电时,逆变器将蓄电池的直流电转换为交流电送给负载。转换时间由继电器动作时间和逆变器启动时间决定,一般要求在 10 ms 以内。在线式 UPS 在市电正常时,输入的交流电先经输入滤波器滤除电网中的污染,再经整流滤波,给蓄电池充电,也给逆变器供电。由逆变器输出稳压稳频的交流电供给负载。市电断电时,逆变器将蓄电池提供的直流电变换为交流电供给负载,实现不间断供电。在实际使用中,多采用在线式 UPS。

第一章

信号设备供电概况

虽然信号设备各不相同,使用条件各有所异,但总的说来,对电源的可靠程度都有较高的要求,对供电电压和频率的稳定都有一定的要求,都要保证供电的安全。

第一节 信号设备对供电的基本要求

信号设备对供电的三大基本要求是:可靠、稳定和安全。

一、要求电源可靠

铁路信号电源原则上应与铁路其他部门的电源结合考虑,以统一和简化供电系统,便于维护管理。但根据其重要性和管理分工的不同,也有单独设置供电系统的情况。铁路用电一般都是由电力部门供给的,尽可能不自设发电设备。在电气化区段,当技术经济合理时,也可采用牵引电源。

为了保证供电可靠,按信号设备与行车的关系划分供电等级以便管理,并设置备用电源。

铁路对路外供给的电源,按其可靠程度分为三类。

1. 第一类电源

能取得两路可靠的独立电源,其中一路为专盘专线,或虽不能取得专用电源,但能由其他重要线路接引供电;供电容量满足信号设备的最大用电量;电压、频率的波动在容许范围之内,或电压波动虽较大但能稳压。

2. 第二类电源

只能取得一路电源,但质量较好,供电容量、电压和频率的波动情况与第一类电源相同。

3. 第三类电源

不能满足第一、二类电源条件的其他电源。

独立电源——不受其他电源影响的电源。如一个发电机组,有专用的控制设备和馈电线路,与其他母线没有联系或虽有联系但其他母线发生故障时能自动切断联系,就是独立电源。

可靠电源——能昼夜连续供电,因维修和事故的停电有一定限制的电源。有关规定为:因维修的计划停电,第一类电源每路每月一次,每次不超过 4 h;第二类电源每月一次,每次不超过 10 h。因事故造成的临时停电两年累计:第一类不超过 48 次,每次一般不超过 2 h;第二类不超过 100 次,每次一般不超过 4 h。

专盘专线,是指供给信号设备 10 kV 以下的不与其他负荷共用的专用配电设备和专用的电线路。

按因事故停电所造成的后果,可将信号供电的负荷等级划分如下:

- (1) 凡发生停电就会造成运输秩序混乱的负荷——一级;
- (2) 凡偶尔短时停电不会马上打乱行车计划,但停电时间长也会影响运输秩序的负荷——二级;
- (3) 其他——三级。

信号设备中的大站继电集中联锁、计算机联锁、自动闭塞、调度集中和 TDCS、驼峰信号设备等都是一级负荷。非自动闭塞区段的中、小站继电集中联锁为二级负荷。

一级负荷由第一类电源供电时,一般不需另设备用电源,但要求自动或手动转换两路电源时,供电中断时间不大于 0.15 s,以免在电源转换过程中使原吸起的继电器落下而影响行车。

自动闭塞虽为一级负荷,但因相邻两变电所可互为备用,故每一变电所并不要求引入两路独立电源,然而相邻两变电所的电源应相互独立。

在第二类电源地区,除自动闭塞外,是否适用于属于一级负荷的其他信号设备,需结合电源情况慎重考虑。一般可用该电源作主电源,但需设备用电源。

二级负荷可由第二类电源供电,但也需设置备用电源。

第三类电源原则上不用作一级负荷的电源。

各种采用计算机的信号系统,为保证不中断供电,需使用 UPS。

二、要求电源稳定

为使电源可用,必须规定信号设备供电电压的允许波动范围及交流电源的频率波动范围。三相交流供电时各相负载应力求平衡,以提高供电效率和设备利用率,减小电压波形的畸变。

供电电压过高会使信号灯泡和电子设备的寿命大大缩短,电压过低会使信号机显示距离不足或使电子设备动作不可靠,电压脉动过剧会使电子元件的噪声过大甚至引起误动作。频率波动过甚会影响信号设备的频率特性和抗干扰性能。

供电电压、频率的允许波动范围及允许的负荷功率因数在正常情况下应符合下列标准:

交流供电电压波动,一般在 380 V 供电母线上为 $\pm 10\%$,因一般供电变压器输出为 400 V,已提高了 5%,所以实际上允许的交流供电电压波动范围为 $-15\% \sim +5\%$ 。

直流供电电压波动,一般为 $\pm 10\%$ 。但对于电子设备,还必须采用专用的稳压设备。

频率波动一般为 $\pm (0.5 \sim 1) \text{ Hz}$ 。

负荷功率因数不低于 0.85。

信号设备的导线截面应经计算确定,以免导线压降过大使设备电压不足而不能正常动作。

对于信号电源设备,因其由电网供电,负荷的变化将引起供电电压的波动,故须设有稳压装置,以保证电压稳定在规定的范围之内。

三、要求电源安全

为了保证供电安全,信号电源设备必须采取以下措施:

(1) 信号设备的专用低压交、直流电源都要对地绝缘,以免发生接地故障时造成电路错误动作。

供电变压器的初级和次级间应用铜板隔离接地,以免初次级间击穿漏电而影响安全。

(2) 信号设备的供电种类和电压等级较多,必须分路供电,并用变压器隔离,力求发生故障

时缩小故障范围,避免故障扩大化。

(3)使用电缆供电时要考虑电缆芯线间的分布电容形成串电的问题,必要时应分开电缆供电。

(4)一般交流电源均由架空线路供电,必须考虑防雷,防止浪涌电压影响,以及安全接地问题。

(5)信号设备的保安系统如采用断路器组成,断路器的容量应经计算确定,并应满足动作的选择性(即分支断路器先动作,总断路器后动作)及灵敏度(即动作时间)的要求。

(6)高压(交流 380/220 V 直流 100 V 以上)设备要隔离,以保证人身安全。

第二节 信号设备的供电概况

一、车站联锁设备的供电概况

1. 大站继电集中联锁的供电概况

大站继电集中联锁是一级负荷,信号楼应引入两路可靠的独立电源,一般将两路电源降压后同时引入信号楼在低压侧进行自动切换。

图 1-1 为大站继电集中联锁供电方式示意图。图 1-1(a)所示为第一种供电方式,信号楼两路电源由车站环状供电系统供电。在正常情况下,高压环状线路要在信号楼两降压变压器之间设两组分断隔离开关,即高压环状线路要在此处开口,使两路电源能同时降压引入信号楼。此种方式适用于铁路地区变配电所有两路独立电源引入的处所。

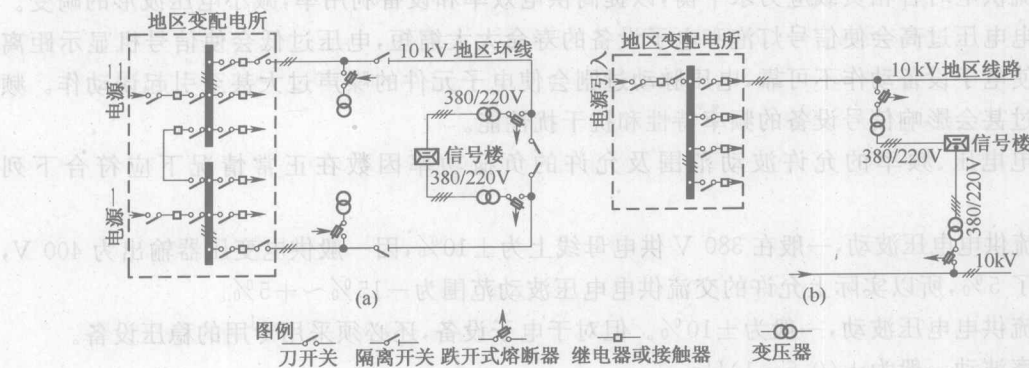


图 1-1 大站继电集中联锁供电方式示意图

图 1-1(b)所示为第二种供电方式,适用于铁路地区变配电所只有一路电源引入的处所。必须再找一路电源,如能从地方供电部门、工矿企业引来一路独立电源,则在信号楼附近设一台信号专用变压器即可;如不能从地方解决第二路电源,就考虑从牵引变电所、接触网、自动闭塞电路解决第二路电源。

大站继电集中联锁设备由大站电源屏供电。大站电源屏引入三相四线 380/220 V 交流电源,在屏内自动或手动完成两路电源的切换,具有交流稳压装置,能供给大站电气集中联锁所需各种直流电源。

2. 中、小站继电集中联锁的供电概况

在自动闭塞区段,中、小站继电集中联锁通常由自动闭塞高压线路接引供电。在非自动闭塞区段,中、小站继电集中联锁为二级负荷,一般只接引一路第二类电源供电,此外还应考虑在

计划停电检修时,能采用备用电源的条件。

为建设成段电气集中联锁,在非自动闭塞区段也架设信号专用电力线路,专为沿线各站电气集中联锁供电。

中、小站继电集中联锁采用中、小站电源屏供电。它们是单相引入,能进行两路电源的自动、手动切换;有交流稳压装置;能供给中、小站电气集中联锁所需的各种交直流电源。

在电气化区段,由于电源波动和牵引电流的影响,对电气集中联锁的供电还须考虑以下各点:

(1)为取得可靠的 50 Hz 电源,往往直接由 25 kV 接触网接引供电,由此引起两个需要解决的问题:第一,由接触网接引的是单相电源,对大站电源屏需作相应改动;第二,因受牵引电流的影响,电压波动较大,为满足信号设备用电要求,要增设交流稳压装置。

(2)为防止牵引电流对信号设备的干扰,轨道电路必须采用与 50 Hz 不同的频率电源。现多采用 25 Hz 相敏轨道电路,由参数式铁磁变频器或者电子变频器产生 25 Hz 轨道电源和局部电源。

计算机联锁的供电概况与继电集中联锁相同。

二、区间闭塞设备供电概况

1. 半自动闭塞的供电概况

半自动闭塞的电源分为线路电源和局部电源,前者用于向邻站发送闭塞信号,后者供本站闭塞电路使用。当站间距离小于 11.4 km 时,两者可以合用。

在继电集中联锁的车站,局部电源由继电集中的继电器电源供给,主要是线路电源的供给,有的电源屏未设半自动闭塞电源,而有的电源屏设置了半自动闭塞电源。凡是未设这种电源的,都必须在半自动闭塞组合内设一台整流器供半自动闭塞的电源。原采用 ZG-130/0.1 型,现研制了专用的 ZG₁-42/0.5 型整流器。

2. 自动闭塞的供电概况

自动闭塞是一级负荷。自动闭塞的用电点又是沿铁路线均匀分布的,一般每隔 1~2 km 就有一个信号点要供电。同时,在自动闭塞区段的车站一般都采用电气集中联锁。为了保证自动闭塞区段的可靠供电,需沿铁路线修建一条信号专用 10 kV 电力线路。此电力线路除供自动闭塞及该区段的其他信号设备用电外,一般不供其他负荷用电,以免受其他负荷影响而降低供电的可靠性和质量。

只有在保证信号设备用电的条件下,才允许兼供下列负荷用电:

- (1)通信设备;
- (2)无电源中间站的车站值班员室的照明设备。

以前,自动闭塞采用分散安装的方式,在各个信号点处必须接引供电,先后采用过低压联络供电方式和低压双回路集中供电方式。目前,自动闭塞均采用集中安装方式,各信号点的设备(除信号机外)都集中安装在相近的车站继电器室内,因此在各信号点无需由高压电线路引入电源,只要在车站引入即可。

为保证供电可靠和符合质量要求,在自动闭塞供电系统中要考虑以下问题:

(1)变电所尽可能设置于当地有第一、二类电源的车站,每个变电所通常只接引一路专用电源,相邻两变电所之间电源应相互独立。

(2)供电臂不宜太长,以缩小故障停电影响的范围;也不要太短,否则将增加变电所数量,投资、定员都要相应增加。一般长度为 40~70 km。