

地铁变电站供配电系统

刘亮

太原中铁轨道交通建设运营有限公司, 山西太原, 030000

摘要: 在实际工作中, 变电站的运行稳定性直接关系到地铁的运行稳定性和安全性, 为此工作人员要加强变电站的运行管理, 提高地铁变电站供配电系统运行稳定性, 做好日常的运行管理和定期维护工作, 保证变电站运行的安全性。为此, 本文分析了当前变电站供配电系统常见的一些不足, 然后就变电站供配电系统的运行和日常维护等工作提出了一些建议。

关键词: 地铁变电站; 供配电; 系统优化

中图分类号: TM641

文献标志码: A

0 引言

在科学技术不断升级优化的背景下, 我国充分重视基础设施建设中的地铁交通发展。为促进地铁交通建设发展, 变电站供配电技术开始被应用到地铁工程建设中。现阶段, 我国地铁工程变电站应用中还存在一定不足, 仍然需要不断创新和改革。为此, 需要工作人员不断总结经验教训, 提高地铁变电站运行可靠性。

1 供配电系统运行中常见问题及优化措施

1.1 过电压对供配电系统带来的影响

过电压对系统带来的负面影响相对较大, 可分为内过电压和外过电压两类。①外过电压主要是由于外界因素带来的过电压, 有大气过电压与雷电过电。从外过电压来看, 持续的时间相对较短, 一般在几十微秒的范围内, 表现脉冲特点, 也被称为雷电冲击波。特别是遭受到直击雷过电压时, 电压的数量级一般非常大, 会直接导致供配电设备出现不可恢复的伤害, 导致短路接地故障的发生, 对整个系统运行的稳定性带来较大影响。②内过电压主要是供配电系统内部出现的改变, 导致其中出现了过电压问题, 从问题的类型来看, 可分为暂态过电压、谐振过电压及操作过

电压等类型。

1.2 供配电系统谐波问题

当前地铁供配电系统中使用到了较多的变频设备、整流设备等, 这些设备多数为电力半导体装置, 设备工作的形态是非线性负载, 导致不论是电压还是电流均不是完全正弦波形。根据傅里叶级数可知, 其包含有基波分量与谐波分量两类, 其中谐波主要是谐波电源产生。若正弦基波电压, 在加入到非线性设备后, 设备所吸收的电流、电压的波形有着较大不同, 这就导致电流出现了畸变。谐波的存在对整个供配电系统整体的运行会产生较大的负面影响, 会导致供配电设备出现过热的问题, 也会导致设备绝缘层出现加速老化的问题, 直接影响到设备的使用寿命, 甚至会导致设备出现直接损坏, 影响到供配电系统的通讯质量, 继电保护装置也不能正常工作。

1.3 选择谐波补偿装置对供配电系统进行补偿

传统的谐波补偿装置是采用LC调谐滤波器, 既可补偿谐波, 又可补偿无功功率。缺点是补偿特性受地铁供配电系统阻抗和运行状态影响, 容易与系统发生并联谐振, 导致谐波放大, 使LC滤波器过载甚至烧坏。此外, 也可以选择使用有源电力滤波器的对供配电系统进行谐波补偿, 主要是将谐波电流从供配电系统补偿对象中找出, 然后针对性的增加一个与谐波电流极性相反、电流

相等的补偿电流，实现对谐波的有效补偿。

2 变电站供配电系统设备

2.1 高压配电网进行优化

从当前地铁供配电系统的运行情况来看，很多地铁选择使用的是高压配电网35kV的变电站，随着地铁规模的不断扩大，出现了不能有效满足正常使用的需求，导致出现了较多的断电、停电事故，对整个供配电系统稳定性、可靠性等带来较大的影响。因此，为了更好提升供配电系统的整体运行质量，地铁企业应当选使用110kV变电站，对于原来采取的单线单接线方式及部分地段采取的双T接线方式，应当选择使用110kV变电站下的接线方式，达到N-1安全准则需求，更好提升系统运行质量。

2.2 低压供配电系统的设置

首先，在两台变压器设备的低压侧母线之间设置母联断路器设备，将其和主进断路器设备相互整合，创建电气联锁与机械设备的联锁，采用自动化与手动性投入的方式，自动化投入措施需要设置自动化投入自动化处理、自动化投入与手动处理、自动化投入与停用三种状态，将自动化投入的时间控制在1秒钟之内，如果低压侧的主进断路器设备由于过载因素或是短路故障因素出现分闸的现象，不能自动化将母联断路器关合。那么对于不重要的负荷回路断路器而言，需要设置失压脱扣器装置，在某路市电或者是某台变压器设备发生故障情况下，母联断路器就能够自动化投入运行，不重要的负荷回路也会出现失压的现象，自动断开，确保一级负荷、二级负荷供电的持续性，不会对供配电的稳定性造成影响；其次，对于主进断路器设备、母联断路器设备、馈出回路断路器设备，都需要设置过载长延时保护、短延时保护、速断保护，这样可以通过合理的保护措施预防发生延时问题、供电间断问题；最后，所设置的无功补偿形式，需要将低压集中自动化补偿方式与分散补偿方

式有机整合，在每个变电站的低压侧都必须设置集中功率因数自动化补偿设备，确保补偿以后的功率因数能够控制在0.96以上。如果存在气体放电光源灯具设备，那么就要在其中设置运行效率较高的电子镇流器部件，起到分散补偿的作用，保证在补偿以后各个灯具的功率因数能够维持在0.96以上。

2.3 变电站的二次设备

110kV变电站二次设备采用集成整合的方案。将多间隔进行同类功能集成，单间隔进行不同种类的多功能集成，同时，采用预制舱二次组合设备，工厂化预制，一体化安装、调试和供货。针对系统设备“三层”集成整合的方案为：过程层合并单元智能终端集成装置采用就地安装；间隔层的多功能测控装置、多合一集成装置、保护测控装置、站域保护装置（冗余保护、后备保护、安全自动、广域保护）、集中保护装置和站控层的一体化业务平台采用预制舱安装。

2.4 变压器的选择

地铁110kV变电站通过采用变压器本体+传感器+智能元件实现进一步智能化。传感器状态采集量主要包括油中溶解气体、油中水分、上层油温、底层油温、铁芯接地电流传感器；智能组件包括本体智能终端、公共绕组合并单元、非电量保护及状态检测IED等。在实际工程应用中，变压器智能组件可以集成安装到就地控制柜内，并将信息以DL/T860标准连接至综合信息平台。将变压器分散监控系统集成一个中心系统，实现了变压器主要部件集中监控和专家诊断。

2.5 电子式互感器

电子式互感器是变电站重要的电子信息采集设备之一，地铁110kV变电站可以选取光学电子电流式互感器，其结构如图1所示，它的触点不需要复杂的电源，而且能够动态观测和精确测量电网电流和电压，保证继电保护的可靠性，消除了电磁共振，同时还具有高低压侧较好绝缘性能，抗电磁干扰并有经济优势。

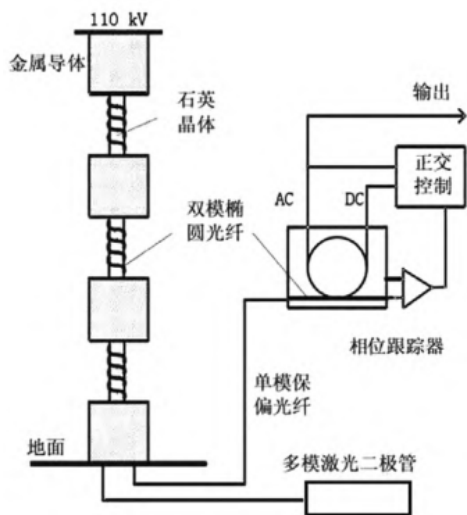


图1 光学电子电流式互感器结构图

2.6 母线安装

在进行母线的安装过程中，①需要根据整体的施工要求进行厂家组装母线段处理，通过在两端安装锥形运输罩的方式，方便进行安装以及运输，需要从螺丝孔内伸出吊带，吊住母线筒，通过将母线段起调到合理位置的方式，和以安装设备进行连接施工。当完成一端的安装之后，才可以展开另外一端的运输罩的拆卸，随后完成母线的安装；②运用厂家所提供的专业工具进行母线段的安装，保证散装母线段的安装质量；③需要在进行母线安装之前对接表面的各项情况进行检查，在检查没有明显的伤痕以及损伤之后，对其进行清洁处理，薄薄涂上一层电力复合脂，对其进行有效保护。需要将母线放置在专用小车上，通过和触头座进行连接的方式，将母线插入到工具之中，完成其在触头座内的完全推进，通过对专用工具的应用，对垂直母线进行安装^[1]。

2.7 合理控制用电负荷

要想确保相关的供配电系统运行可靠性，就应重点统计计划用电负荷与性质，主要因为用电负荷的统计直接影响变压器设备、发电机设备机组的装机容量，用电负荷性质的科学划分直接影响供配电系统的构成。其一，在统计工作中应研究动力负荷的情况，统计分析空调制冷设备、冷却水与冷冻水循环泵设备、空调机组设备、新风

机组设备、给排水泵体设备、电梯设备、风机设备等各种类型用电设备的额定容量数据信息。同时还需统计分析照明的用电负荷，整合收集每个房间或功能区域对照明照度的要求数据、电源插座的数据、盘管的数据、特殊空间功能用电设备单位容量数据等，另外还需统计研究大型计算机设备或是网络设备的单台用电负荷数值，最后结合具体的用电需求科学计算用电负荷指标。其二，重点针对用电负荷的性质进行划分处理。结合我国供配电系统设计规范的标准要求，将大型计算机设备、网络设备划分成为一级用电负荷的部分；二级用电负荷的部分则是一般照明设备，客体设备与生活水泵设备，消防方面的消火栓泵设备、喷洒泵设备、消防电梯与控制中心中的报警控制器设备、应急照明系统、监控系统等；三级用电负荷的部分则是送风机设备。合理进行用电负荷与性质划分处理之后，应结合要求控制各类电器的用电量，避免因为用电负荷的不合理控制和调整出现问题，为各类设备提供可靠性的供配电支持。

2.8 接地系统

接地主要是指电气设备在其正常运行工作时，通过连接线以及接触器将大地之间进行直接联系，从而实现对外界电压、电流等信息的传输。电力系统中，线路的接地是非常重要的，在实际施工和运行过程当中，要对其进行合理有效、科学化处理。如果电气设备没有安装好相关接线就容易产生危险，所以说为了保证变电运维工作能够正常开展以及减少安全事故发生概率可以通过加强工作人员技术水平来实现。通常情况下可以采用以下几种方法来进行接地：

①利用埋设在地下地中或者土壤中具有较大面积和形状并且容易被腐蚀过得金属材料制作一个保护层^[2]。②采用钢筋混凝土或钢材作为基础搭建出一个安全有效的电力系统内部电气设备。

2.9 高压开关柜

高压开关柜指的是接入高压线缆的设备，一般情况下供电局与地铁变电站都应用高压柜，之

后再经过变压器降压到低压柜，低压柜再到各个配电箱，其中包含了开关断路器等保护器件。常见的高压开关柜有金属铠装移开式开关柜、高压开关柜以及高压电容器柜。

在安装高压开关柜时，应确保柜体的外观尺寸以及重要位置的尺寸负荷设计图纸当中的尺寸要求，将对角线尺寸偏差控制在2mm之内。同时，在安装高压开关柜时需要确保开关柜的前后门在开启与关闭状态下都可以灵活移动，柜门的打开角度应大于90°。在完成高压开关柜时，应进行连接件、锁杆、铰链以及吊环等配件的安装是否正确。若电缆连接线头外露，应设置相关保障措施。

在安装高压开关柜时需要严格检查高压开关柜当中的尺寸、型号以及规格等内容，确保符合图纸要求。在安装断路器时，需检查柜体面板对应的孔隙是否均匀，将孔隙偏差控制在1mm之内。

3 变电站常见故障及保护措施

3.1 引入现代化的继电保护专业技术及设备

在地铁变电站，很多大型事故均主要由隐形继电保护故障造成的。但当前还很难发现隐形继电保护故障，所以，便应全面提升继电保护专业技术。针对继电保护体系而言，许多元件均较敏感。当外界环境改变时，便会致使继电保护装置呈现程度各异的故障，并程度各异地损坏保护设备。为了降低继电保护体系运行故障概率，则应强化设备抗外界干扰的性能，并控制地铁供电体系中的安全可靠运行。这样便应强化软硬件的整体抗干扰性，高效结合以上两个方面，来尽可能地减少继电保护装置整体故障概率，进而维护地铁供电体系的稳定、安全、可靠运行。此外，伴随先进科技的飞快进步，地铁变电站内部的继电保护体系也越来越数字化、人工智能化、自动化。所以，便应积极引入现代化的专业技术设备，来更准确地辨别、找出隐形故障，以维持地铁继电保护体系得以正常运行。

3.2 变电线路开关故障处理

在电力系统中，变电线路开关是非常重要的电气设备，其故障会直接影响到整个电网运行安全、供电可靠性，因此要加强对变电站进行检修工作。①需要注意的是：对于一些小电流接地或者断路器发生短路和过载等情况下的保护动作。②需要注意的是当线路出现异常状况时应当采取相应措施来切除掉变压器内部产生故障部分以及其他相关部件的隐患，保证系统稳定运转。

3.3 直接处理故障

通过直接处理法，会在发生继电保护体系故障时有针对性地直接采取有效处理措施。该类方法一般适合突发、紧急现象。例如，当继电保护元件呈现故障，但是却暂时缺少可供代替的元件。为了防止该类故障带来损失，则可通过直接处理法，来临时替换装置。此外，倘若不能用专业化的检测仪器直接检测出来继电保护装置发生的故障，并且确定不了问题发生的地方，又或继电保护装置并不匹配地铁变电站内部的电力体系，则可以考虑直接处理法来有效予以处置。

3.4 保养维修及更换元件法

从继电保护装置角度上看，针对零部件或元件所发现的问题而带来的故障，便应注意定期定时地检测、维修、保养地铁变电站内部的继电保护。在长期持续的工作下，在地铁变电站元器件使用环境条件及寿命、外界环境的改变等种种原因下，则极易迫使继电保护装置发生失灵、老化。在地铁变电站便需要有关的维护人员注意定期维修检查继电保护体系，以避免继电保护呈现出大型运行故障。此外在日常的检修、维护中，一旦发现部分元件呈现严重问题，则应及时予以更换，来保障继电保护体系得以正常发挥性能，并保障可靠度^[3]。

4 结语

当前地铁供配电系统在运行的过程中仍旧有着较多的短板存在，随着地铁产能的逐渐释
(下转第199页)

采矿自动化^[4]。

5 结语

煤矿工程的安全管理工作是一项综合性、复杂化的工作,面对各类煤矿企业在施工的整个过程中可能存在的安全问题,煤矿企业需要从技术和经营理念两个层次上进一步提高安全施工的水平,加快建设安全基础配套设施,还要不断地研究和采用先进现代化煤炭开采和施工技术。

参考文献

- [1] 李锐.煤矿机电设备安全管理存在的问题及对策[J].当代化工研究,2020(11):37-38.
- [2] 马艳斌,吕英祥,侯东旭,韩应伟.新形势下煤矿安全管理措施分析研究[J].内蒙古煤炭经济,2020(7):65,67.
- [3] 张栋梁.煤矿工程安全管理研究[J].内蒙古煤炭经济,2015(10):112-113.
- [4] 孟磊,姜坤.煤矿工程采矿技术与施工安全管理分析[J].IT经理世界,2021(8):29.

(上接第190页)

放,通过提升地铁供配电系统的运行稳定性,可较好的增强地铁企业运行的稳定性,从而更好保证地铁利润。因此,地铁企业应当深入分析供配电系统运行中存在的技术难题与管理难点,切实采取针对性的措施,全面提升供配电系统运行的质量和效率,从而更好保证地铁生产的可持续性与安全性。

参考文献

- [1] 赵国荣.地铁低压配电系统谐波分析与治理[J].工程技术研究,2021,6(6):198-199.
- [2] 车聪聪,陈璋,马超,巴文进.集中式制动力管理技术在标准地铁列车中的应用[J].电力机车与城轨车辆,2021,44(5):47-50.
- [3] 郝磊,介艳良.再生制动自动化的地铁节能方法研究[J].IT经理世界,2021(10):65-70.

(上接第194页)

水利水电工程规模逐渐扩大,在工程施工过程中,相关部门应充分掌握现阶段在水利水电工程建设管理中出现的各种问题,增加资金投入,加大建设力度,加强对施工现场安全管理和质量控制,制定行之有效的措施,不仅要高度重视水利水电工程建设全过程,还应积极制定完善的后期维护管理措施,全面提升水利水电工程建设质量,提高工程管理水平,保证水利水电工程项目的顺利进行。

中的实践应用研究[J].工程建设与设计,2022(3):229-231,237.

- [2] 魏洁.水利水电工程施工安全管理与控制研究[J].工程技术研究,2021,6(22):174-175.
- [3] 于晓祥.水利水电工程施工安全管理[J].消费导刊,2020(10):109.
- [4] 周泽军,黄玉红.BIM技术在水利水电工程施工安全管理中的应用[J].河南水利与南水北调,2021,50(2):85-86.
- [5] 朱磊.水利水电工程施工安全管理与安全控制[J].城镇建设,2020(4):235-236.

参考文献

- [1] 张琳琳.BIM技术在水利水电工程施工安全管理