

城市轨道交通供配电系统节能设计探究

陶方华

(江西建设职业技术学院, 江西 南昌 330200)

摘要 在21世纪,城市轨道交通发展迅速,为广大市民的日常出行提供了诸多便利。与此同时,国家也非常注重优化城市轨道交通供配电系统节能效果,旨在降低能耗,节省电力资源和交通服务管理成本。从整体上讲,优化城市轨道交通供配电系统节能效果,理应合理计算轨道交通负荷,在供配电系统安装期间,做好节能调试工作,在确保轨道交通服务质量的前提下,尽可能降低线路损耗。本文将简单分析城市轨道交通供配电系统节能策略,希望能为降低能耗提供有效建议。

关键词 城市轨道交通; 供配电系统; 节能设计

中图分类号: U12

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)04-0004-03

优化城市轨道交通供配电系统节能设计方案,首先要合理计算轨道交通负荷,对变压器的负载率进行适当提高。与此同时,要做好供配电系统保护设备节能调试工作。其次要做好节能照明设计工作,选用新灯具。再次要降低线路损耗。最后要科学配置节能型电机电器设备。

1 合理计算轨道交通负荷

1.1 准确计算有功损耗

想要做好城市轨道交通供配电系统节能设计工作,首先要对有功损耗进行精确计算。一般来讲,在计算变压器有功损耗的过程中,要谨遵以下公式:

$$\Delta P = P_0 + P_k \times \beta^2$$

其中, ΔP 是指变压器的有功损耗,其单位为 kW; P_0 是指变压器的空载损耗,单位是 kW。空载损耗又名“铁损”,是铁芯涡流损耗和漏磁损耗的共同组合,该参数和铁芯材料以及材料的制造工艺息息相关,和负荷大小无关,因此,为了提高节能效果,在选用变压器的过程中,适宜优先采用 SCB9、SL9、S9 等高效低能耗型变压器。 P_k 特指变压器的短路损耗,又称为“变压器线损”,其单位为 kW。公式中的 β 是变压器的负载功率,也就是负荷率。短路损耗和负荷率的平方成正比关系,其参数由变压器的绕组电阻值和流过绕组的电流参数决定。为了降低能耗,减少线损,需要在配置变压器的过程中,选择电阻值比较小的绕组,像铜芯变压器。与此同时,需要根据城市轨道交通建设需求,适当减少变压器用量,配置大容量变压器,这样可以减少小型变压器用量,实现节能目标。

1.2 改善变压器的负载率

从节能降耗的角度来讲,将变压器运行期间的负载率控制到 75% 到 85% 之间,节能效果最为良好,能耗成本最低。在轨道交通负荷计算工作中,理应对变压器的负载率进行适当提高,合理选用计算系数,以此实现经济节能目标。对于城市轨道交通来说,其负荷存在显著的阶段性特征,有明显的季节性。因而,在指定地铁内配电变压器容量的过程中,首先要注意确保车站用电负荷的安全、稳定运行,如果其中一台配电变压器需要检修,就要启用另一台备用变压器,这一台备用变压器的容量必须能够满足一级与二级负荷用电。其次要兼顾动力负荷和一般照明用电负荷,为广告照明、物业开发工作预留用电,不断提升运营管理质量。在变压器运行期间的负载率计算与调整工作中,要力求轨道交通中配电变电器实际负荷接近最佳设计。最后要充分满足轨道交通远期负荷要求,实现变压器的节能目标^[1]。简而言之,想要做好负荷计算工作,需要配备高效低能耗的变压器,以此达到节能效果。

2 做好供配电系统保护设备节能调试工作

做好城市轨道交通供配电系统保护设备节能调试工作,有助于确保供配电系统的安全运行,降低故障与能耗。城市轨道交通供配电系统保护设备节能调试工作主要体现在六个方面:第一,做好合并单元调试工作;第二,调试智能终端;第三,调试供配电系统保护单体;第四,实施差动装置同步性调试;第五,做好防抖动调试工作;第六,实施联调。想要做好合并单元调试工作,首先要增加电流互感器与电压互感

★基金项目:江西省教育厅科技项目课题“城市轨道交通牵引供电系统模型建设(GJJ191389)”。

器的模拟量,测试这两个互感器的性能。与此同时,需要发挥标件的作用,对光电转换设备实施数字量激励,做好标件参数配置工作,完成通信协议。其次要发挥回路级联的作用,对比分析合并单元和标件所显示的数值,观察相关频率与波形,控制好合并单元的采样误差。最后要对合并单元的双 AD 输出进行一致性检测,为合并单元装上两条母线(两条母线分别称作 I 母、II 母),这两条母线所设置的电压值不同,接着,借助试验仪经过 GOOSE 网,分别设置好 I 母和 II 母的隔离开关位置,然后,对电压切换装置的输出电压进行精确检查,做好切换功能测试工作^[2]。在并列回路检查工作中,需要先借助试验仪经过 GOOSE 网,设置好母联位置与母联隔离刀闸的位置,运用并列把手将并列位置打开,接着检查两段输出的电压数值是否一致,以此判断是否达到并列回路的标准。

在智能终端调试工作中,首先需要借助测试仪对跳合闸的脉冲实施精准模拟,同时,要对智能终端跳合闸的继电器接点接通时间进行检查,将动作时间控制在 7ms 之内。其次要注意做好低气压闭锁信号输入与断路器位置开入量的检查工作。在具体检查过程中,需要根据虚端子的配置状况,查看是否存在三相不一致现象,谨遵安全标准,对智能终端的防跳功能和开入开出量进行仔细检查。再次要对智能终端设备保护跳、手跳、手合、遥跳、遥合等脉冲实施精确模拟,查看智能终端装置的分合位指示灯是否正常。最后要对跳合闸继电器动作的电流值进行检测,判断该电流值正常与否。

在供电系统保护单体调试工作中,首先要连接数字式测试仪、GOOSE 光纤接口和 SV 光纤端口,然后,实施数字量激励,结合定值调试功能,运用投退 SV 接受软压板来判断保护装置设备是否已经接收模拟量。其次需要经过投退 GOOSE 输出软压板来查看断路器是否处于跳闸状态,检查保护单体装置是否已经退出。

在差动装置同步性调试工作中,对于变压器保护装备、母差保护装置和各侧电流点对点实施同步采样的精准检测,科学模拟各侧的电流,调试和检查装置采样的同步性,结果会显示差流是零,这样也符合节能降耗的标准。

想要做好城市轨道交通供电系统防抖动调试工作,需要对开关量的防抖动功能实施精准测试,将防抖动时间控制为 20ms,运用测试仪加设一个方波,其时长为 19ms,避免出现变位情况。调试开关量的防抖动功能,确保该项功能可以正常发挥,有助于维护接点的可靠性与稳定性,确保供电系统设备的安全运

行,降低电能消耗。

想要做好联调工作,需要对供电系统保护装置和虚端子实施联调,同时,要对设备故障情况进行精准模拟,做好保护装置与断路器运行状态的检查工作,确保设备运行的规范性与正确性。

3 做好节能照明设计工作

3.1 选用高效光源

要实现城市轨道交通供电系统节能设计目标,就应做好节能照明设计工作,首先要科学选用高效光源。据了解,不少城市轨道交通光源用电附件具有低能耗特性,像电子变压器、节能型电感镇流器、电子镇流器和电子触发器等。在公共建筑场所内,所安装的荧光灯大多是具备无功补偿性能的灯具。如果安装了紧凑型荧光灯,就需要配置电子镇流器,这样方能改善节能效果。对于气体放电灯,需要配置电子触发器,以此达到节能的目的。

3.2 配备新技术灯具

要实现城市轨道交通照明系统节能目标,就应配备新技术灯具。在当代城市地铁内部,已经用节能荧光灯代替了传统白炽灯,同时,安装了 LED 灯具。目前,在轨道交通中的高架车站和区间内,均会配置新型能源灯具,像太阳能灯具。与此同时,会充分利用自然采光条件,有效降低照明能耗。

3.3 做好日常控制工作

在城市轨道交通日常运营过程中,通常会合理控制地铁照明设备,达到节能效果。从整体上看,城市地铁站内公共区照明大致可分为五种:第一,工作照明;第二,节电照明;第三,应急照明;第四,广告照明;第五,景观照明(主要是在高架站内)。同时,在附属用房区配置了一般照明和应急照明设备。对于公共区内的灯具运行控制,通常会采取两种控制模式,一种是高峰时段控制模式,另一种是非高峰时段控制模式。进入上下班和节假日高峰时段后,地铁站会全部打开公共区照明设备,而在非高峰时段,会打开一半的公共区照明设备,这样有助于降低电力资源消耗量,实现节能目标。在地铁中附属用房内(主要是办公用房与设备机房)照明设备,各城市地铁站均设置了就地控制开关,这样可以根据实际情况,运用强启开关模式来控制房间内的应急照明设备。在正常情况下,应急照明设备大多处于关闭状态,一旦发生火灾,就可以强制开启应急照明设备,这样也不会对应急照明的功能需求产生负面影响。

在信息时代,各城市地铁内已经配置了成熟、先

进的智能照明控制系统,能够对地铁车站和公共区域内的灯具实施智能化控制,根据高峰期和非高峰期调整照明设备启用状态,满足不同场景对照明条件的需求。

4 降低线路损耗

4.1 降低线路电阻值

对于城市轨道交通设备来说,通常无法改变线路上的电流参数,因此,要降低线路损耗,实现节能目标,只有对线路电阻值进行适当降低。线路电阻的计算公式如下:

$$R=P \times L/S$$

从物理学角度来讲,线路电阻 R 和电阻率 P 为正比关系,和线路的截面 s 为反比关系,同时,和线路的长度 L 为成正比关系。由此可见,降低线路电阻值,实现降耗目标,可以从以下四项工作入手:

一是选用导向材质的电导率比较小,在地铁内,适合选用铜芯导线或者铜芯电缆,这样有助于降低线路损耗。

二是对导线长度进行适当缩短,做好轨道交通车站建筑形式的科学配置工作,确保变配电所的位置处于负荷中心,同时,要对配电电缆竖井的位置进行合理布局,这样在变配电所的进线路和出线路设计中,都可以对电缆以及母线的长度予以缩短,以此降低线路损耗。

三是结合实际需求,尽量减少回头输送电能的支线用量,这样有助于节约电力资源。

四是适当增加导线的截面,如果线路比较长,就要在满足其热稳定、满载流量、动稳定以及保护配合的基础上合理界定截面,降低电压损耗,必要时刻,需要加大一级导线截面。

4.2 运用无功措施降低线路电流

降低城市轨道交通能耗,做好供配电系统节能设计工作,需要充分发挥无功补偿的作用。首先,要结合实际情况来实施集中无功自动补偿与分散无功补偿方案,对功率因数进行适当增加,这样有助于减少线路的损耗指数。如果条件允许,要对设备采取就地补偿措施,适当提高用电设备的功率因数,使线路的运行电流在一定程度上得以降低。改善轨道交通供配电系统节能效果,必须确保有功功率。在供配电系统中,变压器、电动机、照明设备、线路等所有用电设备均具备电感,会滋生滞后的无功,对此,要从系统中引入超前的无功功率,以此相抵消,这些超前的无功功率就会经过系统经高和低压线路成功传输到用电设备上,进而转化为线路有功功率损耗,同时,提高设备

的自然功率因数也能够获得这部分损耗。其次,对于荧光灯,可以配置高次谐波系数在15%以下的电子镇流器,这样自带电容补偿,能够降低超前无功功率。总而言之,对于滞后的无功功率,可以借助电容器进行补偿,当代电容器能够产生超前的无功,实现相互抵消,通过无功补偿有效降低电流损耗^[3]。另外,不少城市地铁内配置了有源滤波设备,这样可以对线路中的谐波电流含量进行抑制,达到降低线路损耗的效果。

5 科学配置节能型电机电器设备

优化城市轨道交通节能效果,应选用先进节能的电机电器设备。对于地铁站内的电扶梯、水泵、大型风机等设备,适宜采取变频控制措施,或者安装软启动器,这样有助于节约用电。从节能型电机电器设备应用效果来看,运用具备变频调速功能的公共交通重载荷型自动扶梯不仅安全可靠,而且有助于节约电能,通常,扶梯在空驶一段时间后,会对速度进行自动切换,一般是从0.65m/s调整为0.13m/s,这样不仅安全,而且符合节能运行速度的标准。如果有乘客乘坐扶梯,智能传感器会自动感知,内部变频器会将控制扶梯的速度从0.13m/s平稳转变为0.65m/s,确保乘客能被安全送到目的地^[4]。各城市轨道交通建设也非常注重改善通风空调和给排水系统节能效果,会采取就地补偿电容器的措施,适当减少电机的轻载与空载运行。对于风机,要科学配置变频器。在通风空调系统节能设置工作中,要按照远期高峰小时运行情况实施合理配置,供配电系统负荷会随着列车的对数与客流的变化而进行调整。

6 结语

综上所述,想要做好城市轨道交通供配电系统节能设计工作,首先要对有功损耗进行精确计算,合理配置变压器。其次要做好城市轨道交通供配电系统保护设备节能调试工作,以此降低能耗与故障。再次要做好节能照明设计工作,努力降低线路损耗。最后要选用先进节能的电机电器设备,全面优化节能效果。

参考文献:

- [1] 赵霖.城市轨道交通工程供配电节能措施分析[J].科技创新与应用,2019,27(10):49-55.
- [2] 张高峰.轨道交通网络运营指挥调度大楼供配电系统设计[J].山西电力,2018(06):28-29.
- [3] 侯红磊,黄建霞.城市轨道交通低压配电系统的设计总结[J].电子制作,2019,02(01):62-66.
- [4] 孙建新.城市轨道交通低压配电系统智能化管控终端设计[J].城市轨道交通研究,2019,43(10):123-128.