

城市轨道交通车辆受电弓接触压力与碳滑板磨耗关系研究

柳忻辰

中车长春轨道客车股份有限公司

摘要:近年来,随着我国经济的快速发展,城市轨道交通建设日益完善。城市轨道交通车辆受电弓作为列车牵引系统的重要组成部分,在接触网与车辆之间起电气接触作用,受电弓系统从高压接触网上获得电流,为车辆牵引逆变器和高压设备提供动力来源。地铁车辆受电弓安装在车顶,其碳滑板直接与刚性接触网接触,为地铁提供稳定的电流,这就要求受电弓与接触网接触压力保持稳定,碳滑板厚度处于正常范围内。

关键词:受电弓;接触压力;磨耗规律;保护措施

一、高速受电弓碳滑板磨耗问题

碳滑板安装在高速受电弓顶部,负责与接触网滑动接触获取电力。地铁每架受电弓均装有一对或一根碳滑板。由于是与接触网直接接触并形成滑动摩擦,正常磨耗不可避免,因此,日常检修时必须对碳滑板厚度进行测量,保证碳滑板每根的总厚度大于22mm,碳条有效厚度要大于5mm,两根碳滑板的厚度差不超过3mm,否则就要进行更换。碳滑板与接触网之间通过一定的接触力保持接触,如果弓网之间接触力过大,会造成碳滑板机械磨耗过快,缩短使用寿命;反之,则会使接触时断时续,造成受流不稳定,产生一定的电气磨耗。因此,弓网之间接触压力需保持在一个合理的范围区间,以保持碳滑板的磨耗最小。高速受电弓的弓网压力在每次受电弓一级检修时都会进行人工测量,若出现范围之外的数值,就需要对其进行调整,以温度因素为例,低温时以摩粒摩擦为主,磨耗量较小;高温时以黏着摩擦为主,磨耗量较大。正常情况下,当碳滑板磨损一定时间后,棱边成90°直角,由于棱边处较锋利,可能发生少量区域缺角,缺角宽度一般为1~2mm,长度10mm左右,呈45°角左右,这时棱边变钝,不易发生掉边情况。异常情况下,碳滑板在拉出值±250mm范围内,均存在不同程度缺块,其中拉出值±150mm范围内缺块最为严重,最大缺块宽度达到12mm,碳滑板缺块较大,均为沿垂向延伸,且分布连续。

二、碳滑板材料改进

材料学领域相关科研人员也在不断努力,试验适合受电弓的滑板材质。最初滑板的材料以烧结合金为主,此种材料在列车运行过程中易与铜质接触导线发生金属摩擦,造成损耗。为减少此类损耗,以碳为主要制成材料的碳系滑板应运而生。碳系滑板主要成分为石墨,具有摩擦因数小和自润滑等优点,会降低与金属导线摩擦损耗,达到理想滑动状态。同时碳系滑板也因价格较低和对金属导线磨耗小,降低了铁路运营成本。目前,碳系滑板因其良好特性而广泛应用于动车组受电弓。为提高碳系滑板的实用性,改进其电阻率高、强度低等缺点,通常会在纯碳系滑板基础上混合金属材料,形成复合碳基滑板。根据制造工艺不同,金属复合碳滑板主要有混合烧结型和浸金属型两类。前者是将碳和金属两种粉末高压压制成型后,再放置于高温下烧制而成;后者是将有空隙的碳滑板浸入到熔化金属后经高压压制得到。山下高贤等统计了两种类型碳滑板每万公里的磨耗量,混合烧结型为1.03mm/万km,浸金属型为0.64mm/万km。虽然混合烧结型碳滑板因焙烧步骤使其强度要高于浸金属型,但是此组数据表明,其磨耗量也相对较高,因此浸金属型碳滑板是目前高速受电弓碳滑板普遍采用的类型。

三、可采取的受电弓保护措施

受电弓的接触压力随着碳滑板磨耗的增加出现了明显幅度波动。受电弓的接触压力异常为造成碳滑板过度磨耗的主要原因,同时,碳滑板磨耗的增加又会导致接触压力的变化波动明显。通过李雅普诺夫意义下的动态分析可知,接触压力和碳滑板厚度形成的受扰运动系统为不稳定系统。受电弓作为车辆检修最重要的部分之一,在进行受电弓检查时要特别注意接触压力的变化,及时调整至安全范围。

(一) 加强、加细受电弓检查

检查受电弓的项目主要包括其升、降弓所用时间、弓头转动灵活度、弓头高度、接触压力、仰角间隙等参数,还包含受电弓底架、弓头、上框架、下臂杆、风管等关键部件的外观和机械损伤的检查以及所有焊缝的检查。接触压力调整避免了受电弓拉弧现象,弓头转动灵活使得受电弓动态跟随性增强,避免了因弓头原因导致碳滑板偏磨,仰角间隙保证了碳滑板受流顺畅。

(二) 改善弓网间的接触条件

受电弓和接触网之间是动态的相互作用关系。车辆检修方面提高碳滑板作业标准势在必行。根据磨耗规律和特点,对碳滑板碳条棱边进行适度打磨,可以促使碳滑板碳条上表面与侧面过渡圆滑,改善了碳条和接触网之间的接触环境,减小了应力集中,降低了磨耗量,也能一定程度上缓解碳滑板异常磨耗和意外损伤等现象。另外在拉出值50mm的范围内对凹槽进行打磨,使碳条最高点与凹槽最低点之间的斜率降低到0.06以下,可以保证接触网铜线在碳条上滑动顺畅,减小了碳条同一点处的磨耗率,也就有效缓解了碳滑板偏磨的现象。

四、结论与展望

综上所述,目前应用比较广泛的解决碳滑板磨耗异常的对策是从动态弓网压力和增加碳滑板本身耐磨性入手,研发受电弓主动控制系统和使用新型碳滑板材料。受电弓主动控制系统在国外起步较早,从2001年就开始展开研究实验,我国虽然在近几年才开始在相关领域进行研究,但发展速度较快,取得较大进展。如基于载流磨损理论基础受电弓主动控制系统和基于PID算法受电弓主动控制系统,可对弓网磨耗量和接触压力进行实时检测和调整。同时,受电弓滑板在材料更新上也在不断进行尝试。从烧结合金滑板到纯碳滑板,再到浸金属型碳滑板的广泛使用,其耐磨性和强度等一直都在提高。

结语

本文通过分析地铁车辆受电弓碳滑板厚度变化情况和磨耗情况与受电弓接触力之间的关系,得出了受电弓的接触压力规律和碳滑板磨耗规律。文中列举了维护运用中可以采用的保护措施,在城市轨道交通受电弓的检修维护工作中具有实际意义。

参考文献

- [1] 李传喜,董霖,王和顺,等.一种减少弓网磨损的受电弓主动控制系统的研究[J].西华大学学报,2012,29(6):19-21.
- [2] 刘腾飞.郑州地铁1号线车辆受电弓典型故障分析及措施[J].机车车辆工艺,2018(5):47-48.
- [3] 朱伟鹏.深圳地铁11号线受电弓碳滑板磨耗率研究[J].铁道机车车辆,2018,38(4):121-126.