

城市轨道交通 UPS 系统蓄电池的维护

冯书玲 王枫博 褚清清

(天津轨道交通运营集团有限公司 300392)

摘要:城市轨道交通系统是现代大城市中不可或缺的公共基础设施,其运行的稳定性和安全性直接关系到数百万乘客的日常出行。而在轨道交通系统中,电力供应的稳定性尤为重要,因为任何短暂的电力中断都可能导致系统故障,进而引发严重的运营问题 and 安全隐患。为了保障电力供应的连续性,城市轨道交通系统通常配备了不间断电源系统,作为主电源失效时的备用方案。UPS 系统能够在瞬间提供持续的电力支持,确保关键设备和系统的正常运行。

文章通过分析城市轨道交通 UPS 系统中蓄电池的常见故障,强调了城市轨道交通 UPS 系统蓄电池维护的重要性,提出了具有针对性强、可操作性高的维护策略,以期为城市轨道交通系统的稳定运行提供坚实的技术保障。

关键词:城市轨道交通; UPS 系统蓄电池; 保养维护

引言

随着城市轨道交通网络的日益扩展和技术的不断进步,UPS 系统中的蓄电池维护问题变得越来越复杂和多样化。传统的蓄电池维护方法已经难以满足现代轨道交通系统的需求,蓄电池的维护需要更加精细化和智能化。同时,蓄电池的环境条件、充放电频率、使用年限等因素都对其性能和寿命产生重要影响。因此,研究并探讨适用于城市轨道交通 UPS 系统的蓄电池维护策略具有重要的理论和实践意义。

一、城市轨道交通 UPS 系统蓄电池维护的重要性

第一,城市轨道交通作为一种高密度的公共交通方式,承载着大量乘客的出行需求,其安全性至关重要。UPS 系统蓄电池的状态决定了在主电源失效时,能否为控制系统、信号系统、通信系统等关键设备提供稳定的电力支持。如果蓄电池出现故障或性能下降,可能导致这些关键系统无法正常工作,进而引发运营中断、列车停运等严重问题,甚至危及乘客的生命安全^[1]。因此,保持蓄电池的良好状态,是确保轨道交通系统安全运行的基础。第二,蓄电池的性能随时间会逐渐下降,尤其是在频繁充放电或极端环境下,性能衰退速度会加快。如果不进行定期的维护和检测,蓄电池可能在关键时刻失效,无法提供足够的电力支持,这将大大降低 UPS 系统的可靠性,使得轨道交通系统在电力供应中断时无法快速反应,增加了系统故障的风险。因此,定期维护和监控蓄电池的状态,能够及时发现潜在问题并进行预防性维护,确保 UPS 系统在任何情况下都能正常发挥作用。第三,蓄电池是 UPS 系统中最容易损耗的部件,其更换成本较高。如果不进行有效的维护,蓄电池的使用寿命会大大缩短,频繁的更换不仅增加了设备的维护成本,还可能导致系统长时间停机,影响轨道交通的正常运营,通过科学的维护策略,如定期检测、环境控制、合理的充放电管理等,可以有效延长蓄电池的使用寿命,从而

降低系统的整体运营成本。

二、城市轨道交通 UPS 系统蓄电池的常见故障

(一) 蓄电池的容量衰减

随着使用时间的增加,蓄电池内部的活性物质会逐渐损耗,这直接影响到了电池的储能能力。最明显的表现就是在相同负载条件下,电池的放电时间会逐渐缩短,这意味着电池无法提供足够的电能来支撑设备的正常运行。随着充放电循环次数的增加,电池中的正负极材料会发生不可逆的变化,导致活性物质逐渐失效。另外,电解液在长期使用中也会发生老化反应,如水分蒸发、电解液浓度变化等,这些因素都会加速电池容量的衰减。

(二) 极板硫酸盐化

极板硫酸盐化是指蓄电池内部的极板表面形成了难以逆转的硫酸铅晶体,这些晶体会覆盖在极板上,阻碍电池的正常充放电反应,进而导致电池的充电效率大幅下降和容量显著减少。硫酸盐化的发生通常与蓄电池的充电状态密切相关,当电池长期处于欠充电状态时,也就是电池未能完全充电或者充电不足,电池内部的硫酸铅无法完全转化为铅和二氧化铅,这些未完全转化的硫酸铅会逐渐结晶,在极板表面形成硫酸铅晶体。随着时间的推移,这些晶体变得越来越难以被逆转,从而使电池的有效反应面积减少,导致电池容量的降低。

(三) 蓄电池发生的漏液活泄露

蓄电池发生漏液或泄露是指电池内部的电解液渗出到电池外部,导致电池性能下降甚至损坏的现象。这种问题在城市轨道交通 UPS 系统的蓄电池中,虽然不算极为常见,但一旦发生,后果可能非常严重,不仅影响电池本身的功能,还可能危及整个 UPS 系统的稳定性和安全性。由于蓄电池在运行过程中会产生一定的热量,长期的温度变化或机械振动可能导致电池外壳出现微小裂纹,如果这些裂纹未及时发现并处理,电解液会逐渐从裂缝中渗出,导致漏液现象。随着时间的推移,漏液不

仅会造成电池内部电解液的减少,还会导致极板与电解液接触面积减小,从而影响电池的储能能力和使用寿命。

三、城市轨道交通 UPS 系统蓄电池维护的有效策略

(一) 定期进行容量测试

第一,技术人员应定期对容量进行测试,其主要目的是检测蓄电池在负载条件下的实际放电能力,这种测试通常在系统维护期间进行,要求将蓄电池从 UPS 系统中脱离,并连接到一个标准的放电测试设备上。测试设备会模拟电池在 UPS 系统中实际运行时的负载情况,通过精确控制放电电流,逐步消耗电池中的能量,直到电池达到其放电终止电压,这个过程中,测试设备会记录放电时间和放电电流,并计算出电池的实际放电容量^[2]。第二,技术人员通过多次定期容量测试,可以建立一条蓄电池容量随时间变化的曲线,从而判断电池的衰减趋势。如果测试结果显示容量下降幅度较大,则说明电池的活性物质可能已经发生了显著的劣化,电解液可能老化,或者电池内部可能存在硫酸盐化等问题。第三,在一个蓄电池组中,如果某些电池的容量衰减速度远高于其他电池,则这些电池可能成为整个电池组的薄弱环节,导致整个 UPS 系统的可靠性下降。

(二) 防硫酸盐化技术

其一,脉冲充电是一种通过施加短时高电压脉冲来激活电池内部化学反应的技术,这种方法可以有效地打破极板上已形成的硫酸铅晶体,使其重新溶解回电解液中,从而恢复电池的正常反应活性。在实际应用中,脉冲充电通常与传统的恒压充电结合使用,通过定期应用脉冲充电,可以有效抑制硫酸盐化的形成和发展,保持电池的容量和性能。其二,蓄电池长时间处于欠充电状态或过度放电时,最容易导致硫酸盐化。因此,应避免蓄电池处于长时间欠充电的状态,确保每次充电都能够完全充满。另外,为了避免蓄电池的过度放电和深度放电,尽量保持电池在合理的工作范围内使用,这可以通过精确的电池管理系统来实现,该系统可以实时监测电池的电压、电流、温度等参数,提供智能化的充放电控制。其三,在蓄电池的电解液中添加特定的化学物质可以有效防止或减缓硫酸铅晶体的形成,这些添加剂可以通过改变电解液的化学环境,抑制硫酸铅晶体的生成或加速其溶解,从而减轻硫酸盐化对蓄电池的影响。

(三) 控制充电压力

首先,每种蓄电池类型都有其推荐的充电电压范围,超出这个范围可能会导致过充电或欠充电现象,应使用高精度的充电器或充电管理系统,确保充电电压严格控制在制造商规定的范围内,定期校准充电设备,确保其

测量准确,能够有效防止充电电压的漂移。其次,技术人员应采用智能充电管理系统,该系统能够根据电池的实时状态动态调整充电电压和电流。如当电池接近充满时,系统会自动降低充电电压,减少充电电流,防止电池因过度充电而产生过多的气体和热量。智能充电系统还能提供充电周期的监控和数据记录,帮助技术人员及时了解电池的充电状况,并进行必要的调整^[3]。定期进行充电状态的评估,尤其是在充电结束后,检查电池的温度和电解液水平。要是发现电池的温度异常升高或电解液水平明显下降,应立即调整充电参数或进行必要的维护,防止因高充电压力引起的电池损坏。最后,技术人员还应定期对电池进行健康检查,包括对电池的内阻和容量进行测试,也是控制充电压力的重要组成部分,通过检测电池的内阻,可以评估电池的健康状况,并据此调整充电策略。

四、结束语

综上所述,UPS 系统的稳定运行离不开其中的关键组件——蓄电池,其作为 UPS 系统中的储能装置,在电网中断时立即提供电能,支撑系统的正常运转,直至主电源恢复或备用电源接管。因此,蓄电池的性能和维护直接影响到 UPS 系统的可靠性和寿命。在城市轨道交通这样复杂而高要求的应用场景中,蓄电池的故障不仅会导致设备停机,还可能造成整个系统的中断,影响到成千上百万乘客的出行安全。通过定期容量测试和控制充电压力等策略,可以有效延长蓄电池的使用寿命,提升系统的整体性能。持续优化这些维护措施,将有助于保障电力供应的安全性和稳定性,为城市轨道交通提供坚实的电力保障。

参考文献:

- [1]王金永.基于城市轨道交通 UPS 系统蓄电池维护研究[J].新型工业化,2022,12(12):125-128.
 - [2]罗情平.城市轨道交通 UPS 蓄电池的性能与应用[J].现代城市轨道交通,2017,(07):51-53+57.
 - [3]梁明晖.UPS 在轨道交通中的应用[J].通信电源技术,2012,29(04):100-103.
- 冯书玲,女,天津轨道交通运营集团有限公司,高级工程师,研究方向:轨道交通行
- 业蓄电池全生命周期管理
- 王枫博,男,天津轨道交通运营集团有限公司,高级工程师,研究方向:蓄电池继电器
- 褚清清,男,天津轨道交通运营集团有限公司,中级工程师,研究方向:铅酸蓄电池管理维护、铅酸蓄电池监控系统搭建