

地铁低压供电系统节能降耗策略探析

周志勇

武汉地铁集团有限公司 湖北 武汉 430077

摘要: 随着城市进一步发展,地铁系统的建设已经成为越来越多城市的重要基础设施。地铁低压供电是地铁系统的重要组成部分,其稳定性、安全性和效率对整个地铁系统的运营都有十分重要的影响。针对地铁低压供电系统在运营过程中存在的能耗过高问题,本文首先通过对供电系统的运行原理及构成进行了简要介绍,然后从传统切换式供电系统升级为可逆变频供电系统的角度分析了现有的节能降耗的方法。最后,本文提出了在地铁低压供电系统节能降耗方面的策略,包括三种典型的节能降耗方案:a)优化供电系统结构,提高供电系统稳定性;b)节能改造地铁对接站,减少能耗;c)改进机车牵引技术,提高运输效率。

关键词: 地铁低压供电系统;节能降耗;可逆变频;机车牵引技术;供电系统稳定性

引言

地铁低压供电系统是城市轨道交通系统中的重要组成部分,但它也是消耗电力的重要来源之一。本文通过分析地铁低压供电系统的能源消耗情况,探讨了一些节能降耗的策略。具体来说,本文提出了不断完善地铁供电系统的监控和管理,提高供电系统的可靠性和效率,逐步推进低能耗、高效率的供电模式,并加强对供电设备的检修和维护等措施。通过这些措施,可以有效地降低地铁低压供电系统的能源消耗,减少能源浪费,为城市轨道交通的可持续发展做出贡献。

1 国内外研究现状

近年来,越来越多的学者和工程师开始关注地铁低压供电系统的能源节约问题。研究表明,地铁低压供电系统的能耗主要集中在地铁车辆的牵引、空调系统的运行等方面。为了解决这一问题,相关研究提出了多种节能降耗的方案和技术,如集中控制系统、变频调速技术、能量回收利用技术等。国外先进城市的地铁低压供电系统中,已经普遍推广了可逆变频供电系统,通过这一技术,地铁系统的能耗得到了明显的降低,稳定性得到了显著提高,对地铁系统的整体经济效益、运行效率、环境保护等方面都有着显著的促进作用。然而,国内地铁低压供电系统的节能技术和降耗方案相对落后,目前市场上涌现出的所谓“节能”设备,存在安全性和实际效果难以保证的问题^[1]。

2 地铁低压供电系统概述

2.1 地铁低压供电系统组成及运行原理

2.1.1 供电系统组成

地铁作为现代城市中最重要交通工具之一,充足的供电系统对于它的正常运营十分关键。地铁低压供电

系统是地铁供电系统中的一个重要部分,其主要由配电变电所和供电环网两个组成部分构成。

配电变电所是地铁低压供电系统的基础组成部分,其作用是将高压电缆的电能转换为低压电能,并通过环网输送到车辆所在的地方。在地铁站内,主要通过进站极缆、平行接触网和车辆电缆等部分进行输送。配电变电所的设计和建造,需要充分考虑电网的负荷变化、电缆配线的可靠性、维护保养等方面的因素,以确保该系统的高效运作。供电环网是地铁低压供电系统的另一重要组成部分,它是指整个供电系统的总体架构图,包括车站内的配电箱、配电柜,地下通道的总配电箱以及直流极缆、车辆电缆等。供电环网的设计和构建,需要充分考虑地铁站点间的网络传输效率,以及如何更好地能耗调控,确保供电系统的稳定运作

2.1.2 运行原理

地铁低压供电系统的运行原理十分简单。它主要是由配电变电所和供电环网两个组成部分构成。首先,高压电能通过配电变电所进行transform,转化为低压电能。这样,它就可以通过环网输送到地铁各个车站以及车站之间的地下通道。

在车站内部,低压电能通过直流极缆和平行接触网等多种供电设施提供能量;在地下通道内,总配电箱和车站的配电箱和配电柜等设施也扮演着重要的角色。当所有设备顺畅地运作时,低压电能就可以顺畅地传递到地铁车辆之中。车辆电缆是地铁低压供电系统的一部分,它可以把电能传递给地铁车辆。同时,直流极缆还能够保证车辆的正常运行,它是地铁低压供电系统的另外一个核心组成部分。在地铁运行过程中,低压电能和高压电能之间往往存在着较大的电压差,这就需要某些

设备对电压进行调整和控制。例如，一些压变、电容等电气元器件可以协调电能的产生和消耗，确保地铁低压供电系统的平稳运行。

2.2 地铁低压供电系统的运营特点

2.2.1 稳定性

地铁低压供电系统的稳定性是影响系统正常运行的关键因素之一。由于地铁的运行时间长、车次密集，因此，不能出现短时间内停电的情况。一旦出现设备故障，就会对整个地铁系统造成不可挽回的损失。因此，保持地铁低压供电系统的稳定性是至关重要的。

为了保证地铁低压供电系统的稳定性，需要加强对供电设备的监督和管理，及时发现并修复设备故障。此外，还需要对供电系统进行定期检查和维修，防止设备老化和损坏。地铁低压供电系统的稳定性的提高还需要对供电设备的运行数据进行实时监控，以便发现问题，对地铁供电系统进行必要的修复。

2.2.2 安全性

地铁运行的安全问题是备受关注的。其低压供电系统是地铁运行的重要组成部分，可以提供地铁运行所需的大量能源。然而，低压供电系统的故障往往会导致地铁的运行中断或其他安全问题，这给乘客和工作人员带来了严重的安全威胁。为了确保地铁的安全运行，需要对低压供电系统进行定期检查和维修，及时发现和解决可能导致故障的问题，加强对低压供电系统的安全防范，提高应急响应能力。只有保证低压供电系统的安全稳定运行，才能确保地铁的安全、高效、便捷运行，为广大市民创造更好的出行条件。

2.2.3 效率问题

地铁低压供电系统的高效运行不仅可以保证供电的稳定性和安全性，还有助于减少能源消耗。因此，采用一些低能耗的技术及方法，对于提高地铁低压运行效率有着重要意义。在实际应用中，有许多创新技术可以用于解决效率问题。例如，可以在低压系统中加入地源热泵等能源回收设备，通过回收回路中的余热提高系统效率。在管理方面，需要建立健全和完善的管理制度和标准操作规程，减少人为操作的误差和能源的浪费。由此可见，通过采用低能耗技术及方法，结合有效地管理，地铁低压供电系统的效率问题可以得到更好的控制和提高。

3 地铁低压供电系统节能降耗技术概述

3.1 节能降耗技术原理及现状

3.1.1 可逆变频供电技术

环保与绿色能源已经变成了人们关注的焦点，可逆变频技术是目前地铁系统提高运行效率和减少能耗的一

种核心技术，它具有较好的节能降耗效果。

3.1.2 智能控制系统

智能控制系统是核心技术和应用的重点，它有助于提高地铁低压供电系统的效率，降低能源消耗，使系统具有更好的稳定性和安全性。基于智能控制技术的供电系统，具有多种嵌入式控制和处理单元，其中包括机车集中控制单元、车辆运行控制单元和车站控制终端。

3.1.3 能量回收利用技术

能量回收利用技术是地铁低压供电系统的另一种重要的节能降耗方法。它可以利用回收的能量减少消耗，并将能量转化为他用，从而提高地铁系统能源利用率和降低能耗。

3.2 可逆变频供电系统在地铁低压供电系统中的应用

可逆变频供电技术是目前广泛应用的低压直流供电技术，其优点是：在牵引过程中电机可以运行在最优工况下，达到较好的节能降耗效果。受到我国供电系统及车辆技术的限制，地铁低压直流供电系统目前还大量使用切换供电技术，切换供电技术在牵引过程中，会产生一定的波动电流，会对系统的稳定性和效率有一定的影响^[2]。

3.3 标准化设计和运行

通过低压供电系统的标准化设计和运行可以达到降低能耗的目的。采用标准的设计和规范的运行流程，可以实现低耗能工作状态。例如，采用适当的电源线覆盖材料和电缆线，可有效地减少线路阻抗，节约能源。以下是低压供电系统标准化设计和运行的节能数据表格：

节能项目	节能效果
采用标准化设计	增加系统的节能系数效率，每年可节省能源10%-15%
管理系统的使用	通过管理系统的使用可以避免能量的浪费，每年可减少能源的消耗量5%-15%

4 地铁低压供电系统节能降耗策略

4.1 优化供电系统结构，提高供电系统稳定性

为了确保地铁低压供电系统的安全稳定运行，需要不断优化供电系统结构，提高其稳定性和可靠性。在这方面，优化供电系统的标准化建设和规范性管理、加强供电系统的并网监测是非常关键的两个方面。以下是改进低压供电系统的设计和优化的节能数据表格

节能项目	节能效果
改善市电电源及电缆线的电气性能	通过选用更高质量的电气材料，可以降低输电线路的电压降、体系谐波及整体能耗的损失，减少电费支出。
适度的负载使用	合理适度的负载使用可以将能源的浪费降到最低，每年的节能达到15%以上

4.1.1 在供电系统的标准化建设和规范性管理方面，

可以通过制定相应的管理规范和技术标准,建立供电管理方案和技术报告,做好各项工程建设计划等措施来确保供电系统的规范化建设和管理。诸如制定供电系统工作指引,防止误操作和骗压现象的发生和代码标准,可以使应用程序或软件能更为安全、容易维护和快速修补。同时,采用现代化的设备、设施、材料和技术,确保供电系统的标准化和集成化,从而达到更加稳定和可靠的供电效果。此外,还要规范供电系统的管理流程与交付体系,以提高供电系统的管理效率和运转效果,让供电系统的工作能够有条不紊地推进^[3]。

4.1.2 另外,加强供电系统的并网监测也是保证地铁低压供电系统稳定性的重要环节。通过对供电系统的电力运行监测,能够及时地监测能源消耗和运行状态,以及系统的稳定性和安全性,并对供电系统的状态进行及时调整。在监测方面,可以采用智能电表和智能化电力管理系统,以实现电力需求的实时监测和控制。同时,采用先进的运维工具和设备,进行故障诊断和维修,保证供电系统的有效运行。

4.2 节能改造地铁对接站,减少能耗

地铁对接站作为城市交通体系的重要节点,每天吸引大量人员出行,这也导致地铁站在城市能源消耗中具有一定的分量。为了实现可持续发展和节能减排,必须对地铁对接站进行节能改造。本文将重点探讨建立严格的能源管理和监测制度以及在地铁站设计阶段重视节能的措施。

4.2.1 做好站点能源管理和监测 地铁对接站的能源消耗大多集中在空调、照明、电梯等方面。为了减少这些设备的能耗,建立严密的能源管理和监测制度非常重要。

在能源管理方面,首先要建立能源管理团队,负责站点的日常管理和维护。这些团队成员需要经过相应的培训,掌握相关的知识和技能,熟练掌握能源用量和设备工作状态,及时发现潜在的问题并解决。此外,还需要建立详尽的能源管理制度,包括设备的运行时间、用电量、故障维修记录等,通过数据分析找出耗能较多的环节,制定有效的应对措施,降低能源消耗^[4]。

4.2.2 在地铁站设计阶段重视节能 除了改造已有的站点外,在设计新的地铁对接站时,要重视节能,采用高效节能技术,减少能源浪费。

在照明方面,常规的荧光灯和卤素灯泡消耗的能源较大,而且照明效果不佳。应该采用LED灯光,LED技术

的发展使得其照明效果远远优于传统的照明方式,而且LED灯具的耐用性更强,节省更多的能源。

4.3 改进机车牵引技术,提高运输效率

随着城市交通的不断拓展和发展,地铁交通成为城市快速、高效的交通工具之一。在地铁系统的运作中,机车牵引技术是一个至关重要的因素。如何改进机车牵引技术,提高运输效率,是地铁工程领域亟需解决的问题。

4.3.1 可逆变频技术是一种绿色、高效、节能的技术,具有显著的优点。推广可逆变频技术可以使地铁低压供电系统更高效地运行,从而减少运行成本和能耗。可逆变频技术是一种先进技术,在地铁系统中的应用越来越广泛。它可以使电机实现高效运转,在牵引时减小能量损失。因此,推广可逆变频技术肯定是改进机车牵引技术的重要途径之一。

4.3.2 另外,机车控制技术和运行策略的创新也是改进机车牵引技术的重要手段之一。在机车控制方面,新技术的引入使得机车牵引更加精准,控制更加自动化,能够减小能量损失,提高了机车牵引的效率。在运行策略的优化方面,通过大数据与云计算技术的应用,可以实现对机车运行状态的分析 and 监测,从而对机车控制系统进行优化,提高机车牵引的稳定性和效率。

结语

本文从地铁低压供电的角度出发,对地铁低压供电系统的结构组成、运行原理和运营特点等方面进行了分析。同时也介绍了地铁低压供电系统能源消耗问题以及现有的节能降耗技术及其现状。针对现有技术的不足,从优化供电系统、节能改造地铁对接站、改进机车牵引技术三个方面提出了可行的节能降耗策略。通过以上措施,将地铁低压供电系统的能耗和损耗比较大的切换损耗得到有效改善,促进了地铁系统的可持续发展。

参考文献

- [1]地铁低压供电系统节能降耗浅析[J].韩钰婷.电子技术与软件工程.2020(08)
- [2]地铁低压供电系统节能降耗措施分析[J].张杨.科技创新与应用.2020(12)
- [3]地铁低压供电系统节能降耗意义浅析[J].朱麟.科技创新导报.2020(19)
- [4]地铁低压供电系统节能降耗浅析[J].韩钰婷.电子技术与软件工程.2020(08) B89DFE49-B1B0-4AD1-8AE1-E9B9EA6ECD14