

地铁运营阶段的电力调度管理信息系统探讨

杨应洪

重庆市轨道交通(集团)有限公司 重庆 401120

摘要: 本文聚焦于地铁运营阶段的电力调度管理信息系统。详细分析了地铁运营电力消耗的特点、需求影响因素及负荷特性。阐述了电力调度管理的基本职能、目标与流程。重点探讨了电力调度管理信息系统的总体架构、硬件设施、软件平台、数据处理与存储技术。旨在为优化地铁运营的电力调度管理提供全面且深入的理论支持,以提升电力利用效率和保障地铁运行安全。

关键词: 地铁运营; 电力调度; 管理信息系统

引言: 随着地铁在城市交通中的地位日益重要, 其运营阶段的电力需求管理成为关键。地铁运营的电力消耗具有独特特点, 受多种因素影响, 负荷特性复杂。电力调度管理在此背景下至关重要, 其职能与目标的实现依赖科学的流程。为适应需求, 先进的电力调度管理信息系统应运而生。

1 地铁运营阶段电力需求分析

1.1 地铁运营电力消耗特点

地铁作为现代城市公共交通的重要组成部分, 其运营过程中的电力消耗具有显著特点。

首先地铁的电力消耗呈现持续性和稳定性。地铁列车需要全天候运行, 以满足城市居民的出行需求, 这就要求电力供应始终保持稳定, 不存在明显的中断或大幅波动。其次是能耗强度大。地铁系统包含众多的设备和设施, 如列车牵引系统、通风空调系统、照明系统、通信信号系统等, 这些都需要大量的电力支持。特别是列车牵引系统, 在加速、匀速和制动过程中, 都会消耗大量电能。再者, 电力消耗具有周期性。在一天中的不同时间段, 地铁的客流量存在明显差异, 早晚高峰时段客流量大, 列车运行频次高, 电力消耗相应较大; 而在非高峰时段, 客流量减少, 列车运行频次降低, 电力消耗也会随之降低。此外, 地铁的电力消耗还受到线路条件和运营模式的影响。例如, 线路的坡度、弯道数量以及列车的编组方式、发车间隔等, 都会对电力消耗产生影响。

1.2 电力需求影响因素

地铁运营的电力需求受到多种因素的综合影响。

(1) 客流量的大小直接决定了列车的运行频次和载容量, 从而影响电力消耗。高峰时段客流量大, 列车需要频繁启动、加速和制动, 牵引系统的能耗增加; 同时, 车厢内的照明、空调等设备的使用也会更加频繁, 导致电力需求上升。(2) 先进的列车牵引技术、制动能量回

收系统以及轻量化的车体设计等, 都能够提高能源利用效率, 降低电力消耗。(3) 线路的长度、坡度、弯道等都会增加列车运行的阻力, 从而增加电力消耗。例如, 较长的线路需要更多的能量来维持列车的运行; 坡度较大的路段, 列车在爬坡时需要消耗更多的电能。(4) 环境温度对电力需求有一定影响。在夏季, 高温天气使得空调系统的负荷增大, 导致电力消耗增加; 而在冬季, 低温可能会影响设备的运行效率, 也会间接增加电力消耗^[1]。(5) 合理的列车调度、优化的行车速度控制以及设备的节能运行模式等, 都能够一定程度上降低电力消耗, 从而影响电力需求。

1.3 电力负荷特性

从时间维度上看, 呈现出明显的双峰特征, 即早晚高峰时段负荷较高, 中间低谷时段负荷较低。这种双峰特性与客流量的变化规律基本一致。在高峰时段, 由于列车运行频次高、设备使用强度大, 电力负荷迅速攀升; 而在低谷时段, 列车运行频次减少, 部分设备处于低功率运行或待机状态, 电力负荷相应降低。

从空间维度上看, 不同站点和区间的电力负荷也存在差异。例如, 换乘站由于客流量较大, 设备运行负荷相对较高; 而一些区间可能由于线路条件较好, 列车运行阻力小, 电力消耗相对较低。此外, 地铁电力负荷还具有瞬间冲击性。列车启动时, 牵引系统需要瞬间提供较大的电流和功率, 这会对电网造成一定的冲击。在一些特殊情况下, 如设备故障、突发大客流等, 电力负荷也可能会出现突然增加的情况。

2 电力调度管理的基本职能和目标

2.1 电力调度管理的职能

电力调度管理在电力系统的运行中发挥着至关重要的作用, 其主要职能包括以下几个方面:

2.1.1 电力资源优化配置

根据电力系统的实时运行状况和各类电力用户的需求，合理分配发电资源，确保电力的供需平衡。通过精准的调度，使不同类型的发电厂在合适的时机输出相应的电力，以提高电力系统的整体运行效率。

2.1.2 保障电力系统安全稳定运行

实时监测电力系统中的设备运行状态、电网潮流、电压和频率等关键参数。一旦发现异常情况，如设备故障、过载、短路等，迅速采取措施进行处理，包括调整发电出力、切换线路、切除负荷等，以防止事故的扩大，保障电网的安全稳定。

2.1.3 执行电力交易计划

依据电力市场的交易规则和合同约定，组织和实施电力的交易与输送。确保发电企业和电力用户按照约定的电量、电价和时间进行电力的买卖和交付，维护电力市场的正常秩序。

2.1.4 协调电力系统的运行

协调发电厂、变电站、输电线路等各个环节的运行，保证电力生产、传输和分配的协调一致。处理好不同区域、不同电压等级电网之间的联络和配合，实现电力系统的整体优化运行。

2.2 电力调度管理的目标

首要目标是保障电力系统的设备和人员安全。避免因故障、误操作或其他因素导致的停电事故、设备损坏甚至人员伤亡，确保电力系统在任何情况下都能稳定运行，不发生崩溃或大面积停电。保证对用户持续、稳定地供电，减少停电次数和停电时间。通过合理的调度安排和备用容量的设置，能够应对突发情况和设备故障，确保用户在需要时能够获得可靠的电力供应。在满足安全和可靠性的前提下，实现电力系统的经济运行。通过优化调度策略，降低发电成本、输电损耗和运营成本，提高电力系统的经济效益。提供符合质量标准的电能，包括电压、频率的稳定以及谐波含量的控制。确保用户获得的电力质量满足其设备和生产的要求，减少因电能质量问题造成的设备损坏和生产损失。

2.3 电力调度管理的流程

(1) 数据采集与监测：通过传感器、自动化设备和通信系统，实时采集电力系统的运行数据，包括发电量、用电量、电压、电流、功率因数等。对这些数据进行监测和分析，及时掌握电力系统的运行状态。(2) 运行分析与预测：基于采集到的数据，对电力系统的当前运行情况进行分析，评估系统的安全性和经济性。同时，利用预测模型对未来的电力负荷进行预测，为调度决策提供依据。(3) 调度决策制定：根据运行分析和负

荷预测的结果，制定调度方案。包括确定发电厂的开机组合、发电出力安排、输电线路的运行方式等。在制定决策时，需要综合考虑安全、经济和可靠性等多方面因素。(4) 指令下达与执行：将调度决策转化为具体的操作指令，并下达给发电厂、变电站等执行单位。执行单位按照指令进行操作，调整设备的运行状态。(5) 实时监控与调整：在调度指令执行过程中，持续对电力系统进行实时监控，对比实际运行情况与预期目标的偏差。如果出现异常或偏差，及时对调度方案进行调整和优化，确保电力系统始终处于良好的运行状态。(6) 记录与评估：对调度过程中的各项数据和操作进行记录，包括调度指令、执行情况、运行参数等。定期对调度工作进行评估和总结，积累经验，不断改进调度管理水平。

3 电力调度管理信息系统概述

电力调度管理信息系统是一套专门为电力调度工作设计的综合性信息化解决方案。它整合了先进的信息技术和电力调度业务流程，旨在提高电力调度的效率、准确性和可靠性^[2]。该系统通过实时采集和处理来自电网各个节点的大量数据，包括发电厂的出力、变电站的运行状态、输电线路的负载情况等，实现对电力系统运行状态的全面监测。借助强大的数据分析和处理能力，能够快速识别潜在的故障和异常，为调度人员提供及时准确的预警信息。在功能方面，它涵盖了调度计划的制定与优化、电力负荷预测、电网运行分析、故障诊断与处理等多个关键环节。调度人员可以利用系统提供的可视化界面，直观地了解电网的拓扑结构和实时运行情况，从而更加科学合理地进行调度决策。此外，电力调度管理信息系统还具备良好的通信功能，能够实现与其他相关系统的无缝对接和数据交互，保证信息的流畅传递和共享。同时，它还支持对调度操作的记录和追溯，为后续的运行评估和事故分析提供有力的数据支持。

4 电力调度管理信息系统的技术架构

4.1 系统总体架构

电力调度管理信息系统通常采用分层架构，包括感知层、传输层、数据处理层和应用层，各层之间紧密协作，共同实现系统的高效运行。(1) 感知层作为系统的最前端，主要由各类传感器和数据采集终端组成，负责实时采集电力系统的各种运行参数，如电压、电流、功率、温度等。这些设备分布在发电厂、变电站、输电线路等关键位置，通过高精度的测量和感知技术，将原始数据准确无误地获取。(2) 传输层承担着数据传输的重任，它犹如信息的高速公路，将感知层采集到的数据迅速、稳定地传送到数据处理层。有线通信技术如以太网

和现场总线,以及无线通信技术如Wi-Fi、蓝牙和移动通信等,在这一层都得到了广泛应用。根据不同的应用场景和需求,选择合适的通信方式,以确保数据传输的及时性和可靠性。(3)数据处理层是系统的核心部分,对传输层传来的海量数据进行清洗、融合、分析和挖掘。通过先进的算法和模型,提取出有价值的信息,为后续的决策和应用提供支持。同时,这一层还负责数据的存储和管理,采用分布式存储或云存储等技术,以满足数据量不断增长的需求。(4)应用层则直接面向调度人员和管理人员,提供各种具体的应用功能。如电力监控软件,以直观的界面展示电力系统的实时运行状态;调度自动化软件,辅助调度人员进行决策和操作;故障诊断软件,能够快速定位和诊断电力系统中的故障。各层之间相互关联、相互依赖。感知层为传输层提供数据源,传输层保障数据的畅通传输,数据处理层对数据进行加工和处理,为应用层提供决策支持,而应用层的需求又反过来指导和优化其他各层的工作。

4.2 硬件设施

系统所依赖的硬件设备种类繁多,共同支撑着整个系统的稳定运行。传感器是感知层的关键设备,包括电压传感器、电流传感器、功率传感器等,它们能够精确测量电力系统中的各种物理量,并将其转换为电信号。数据采集终端负责收集传感器的数据,并进行初步的处理和编码,以便于传输。在服务器方面,高性能的服务器用于处理和存储大量的数据,保障系统的快速响应和稳定运行。网络设备如交换机、路由器等,构建起数据传输的网络基础设施,确保数据在各个节点之间的顺畅流通。此外,还包括防火墙、入侵检测系统等安全设备,保障系统的网络安全,防止数据泄露和恶意攻击。

4.3 软件平台

4.3.1 操作系统

在地铁电力调度环境中,通常选择稳定性高、安全性强的操作系统,如Linux操作系统。Linux具有开源、可定制、性能优越等特点,能够适应复杂的电力调度需求,并且具备良好的网络支持和安全防护机制。

4.3.2 数据库管理系统

对于海量的电力数据存储和管理,常见的数据库软件选型包括Oracle、MySQL等。在架构设计上,采用分布式数据库架构或主从复制架构,以提高数据的读写性能和可用性^[1]。同时合理设计数据表结构、索引和存储过

程,优化数据存储和查询效率。

4.3.3 应用软件

(1)电力监控软件:具备实时数据采集、远程监控、图形化展示等功能,能够直观地呈现电力系统的运行状态,包括线路潮流、设备状态、电能质量等,为调度人员提供全局视角。

(2)调度自动化软件:集成了智能调度算法、负荷预测、优化调度等功能,帮助调度人员制定合理的调度策略,提高电力系统的运行效率和经济性。

(3)故障诊断软件:利用数据分析和模式识别技术,快速检测和定位电力系统中的故障,并提供故障原因分析和解决方案建议,缩短故障处理时间,提高系统的可靠性。

4.4 数据处理与存储技术

4.4.1 大数据处理技术

(1)数据清洗:去除噪声、重复和错误的数

据,提高数据质量。

(2)数据融合:将来自不同数据源的数据进行整合和统一,形成完整、准确的数据集。

(3)分析挖掘:通过建立数据模型和算法,发现数据中的潜在规律和趋势,为决策提供支持。

4.4.2 数据存储方案

(1)分布式存储:将数据分散存储在多个节点上,提高数据的可靠性和访问性能,适用于大规模数据存储。

(2)云存储:利用云计算平台提供的存储服务,具有灵活扩展、成本低等优势,适合对存储资源需求动态变化较大的场景。

结语:综上所述,地铁运营阶段的电力调度管理信息系统是保障地铁安全高效运行的重要支撑。通过对其各方面的深入探讨,我们明确了地铁电力消耗的特点及影响因素,了解了调度管理的职能、目标和流程,掌握了信息系统的架构、设施、平台及相关技术。

参考文献

- [1]刘晴,刘旭,龙姣,等.电力通信调度智能指挥平台研究与应用[J].粘接,2020,41(1):189-192.
- [2]王馨尉,吕勃翰.人工智能技术在电力调度自动化系统应用研究[J].山东电力技术,2020,47(7):41-47.
- [3]金皓纯,王世峻,钟鸣.基于电力调度通信系统的信息技术应用分析[J].科技资讯,2019(22):1.