

论述城市轨道交通综合监控系统历史数据的存储及应用

王 晓 毛剑峰 韩德龙 赵智业 任健林

绍兴京越地铁有限公司运营分公司 浙江绍兴 312000

摘 要: 在轨道交通综合监控系统中, 各专业历史报警数据繁多且杂, 对数据的高效存储及便捷应用成为方便调度系统工作的关键。综合考虑数据存储和管理两个方面, 关系数据库成为不二选择。同时满足对历史数据的存储、应用和二次开发, 对综合监控系统的有效运作和铁路运输数据仓库的建立至关重要。然而, 随着城市轨道交通的日益复杂, 如何有效地保存和利用历史数据, 已成为保障其高效稳定运行的一个重要课题。

关键词: 城市轨道交通; 综合监控系统; 历史数据的储存和应用

历史数据的存储和应用是城市轨道交通综合监测系统的重要组成部分, 一套典型的地铁综合监控系统, 每天产生几十G到几百G的数据, 其中包含历史趋势、报警、事件等多种数据。这些数据既可作为系统日常运行维护的重要依据, 又可为系统优化升级提供有价值的支撑。因此, 探究对这些历史数据进行高效安全的存储, 使之能够方便地应用到实际运营中, 具有重要意义。

一、城市轨道交通综合监控系统历史数据存储方法

(一) 关系数据库的应用

关系型数据库是城市轨道交通综合监控系统历史数据存储的一个重要环节。关系型数据库具有数据管理能力强、检索速度快、一致性好等优点, 已成为历史数据存储的首选方法。关系型数据库把复杂的数据组织成一种便于管理和查询的格式, 定义了表、列和关系。在轨道交通一体化监测系统中, 历史数据主要包括列车运行数据、设备状态数据、乘客流量数据等, 具有结构化特征, 适合用关系型数据库存储^[1]。关系型数据库支持复杂的数据查询与统计, 可以方便地生成各类报表及分析结果, 为企业的经营决策提供强有力的支持。另外, 关系型数据库提供了完备的数据备份与恢复机制, 保证了数据的安全与完整。因此, 关系型数据库对于轨道交通综合监测系统的历史数据存储具有重要意义。

(二) 集中类存储与云存储的比较

城市轨道交通综合监测系统的历史数据主要有集中式存储和云存储两种方式。集中式存储一般采用SAN (Memory Area Network, SAN)、NAS (Network Additive Memory, NAS) 等技术来实现。这种方法具有数据存取快, 管理方便等优点, 但是也有一些缺点, 如扩展性差,

单点失效等。云存储是以云计算为基础, 把数据分散存储于多个虚拟存储节点, 并通过网络实现数据访问的一种模式。云存储以其强大的可扩展性、高可靠性和低成本的优势, 可以灵活地满足海量数据的存储与访问需求^[2]。但是, 云存储面临着数据安全和隐私保护等问题, 在存储模式的选择上, 要根据实际的需要和具体的应用场景加以权衡。如对于实时性要求很高的应用场景, 可以采用集中式存储; 对于那些对成本敏感、数据量巨大的应用, 可以考虑使用云存储技术。

(三) 特定存储解决方案

城市轨道交通综合监测系统除关系型数据库、集中式类别型存储、云存储之外, 还可采用特定的存储方案。如为满足视频监控数据量大、并发量大的要求, 可以采用分布式存储或者对象存储的方式。分布式文件系统是一种分布式的文件系统, 它可以实现数据的高可用性和可扩展性; 对象存储系统通过对对象及其属性的定义来实现对数据的有效存储与存取。另外, 为降低内存占用, 可采用数据压缩与去重技术, 提高内存的利用率。数据压缩技术利用算法压缩原始数据, 降低存储空间的要求; 数据去重技术通过对数据块的识别和删除, 进一步节约内存, 可为轨道交通一体化监控系统提供更灵活、更高效的存储方案。

二、城市轨道交通综合监控系统历史数据的有效应用

(一) 离线数据分析与数据挖掘

采集和存储大量的列车运行状况、客流、设备故障等监测数据可采用离线数据分析技术, 对其进行深度挖掘。离线数据分析一般需要对数据进行净化、转化、集

成和建模^[3]。在数据清理阶段，剔除重复数据、遗漏数据和异常数据，以保证数据质量；然后，通过数据转换与集成步骤对来自不同数据源的数据进行规范化处理，以实现统一分析。在数据挖掘过程中，可通过聚类分析、关联规则挖掘，时序分析等多种算法发现数据中隐含的规律与模式，将为轨道交通运营计划、客流管理、设备维修等提供科学依据。

例如，在某市城市轨道交通综合监测系统中，建立了列车运行状况、设备故障、乘客流量统计等数据集。为了更好地发挥这些数据的作用，系统运维团队选择了离线数据分析和数据挖掘技术。采用关系型DBMS来存储、管理历史数据，保证了数据的完整性、安全性；接着，运营团队引入大量的数据挖掘算法与工具，深入分析历史数据。运营团队在对数据进行分析时，发现列车制动系统在一定时间周期内发生了频繁的故障。经过深入研究，发现这些故障与行车里程、刹车系统维修周期有很大的相关性。以此为基础，运营团队提出维修方案优化建议，将制动系统检修频次与行车里程相结合，有效降低制动系统失效概率。此外，运营团队运用数据挖掘技术，对客流数据进行了分析，结果表明，在早晚高峰时段，部分车站乘客过多，造成旅客上下客时间延长，影响列车准点率。以此为基础，通过对乘客流数据的深入分析，提出优化列车开行方案，在高峰时段增加列车班次，有效缓解车站拥堵，提高列车运行效率。此外，通过离线数据分析和数据挖掘技术，可以实现设备故障预测，优化行车路线，提高旅客满意度。通过对历史数据中所蕴含的信息与知识进行深层次的挖掘，能够更准确地把握城市轨道交通运行状况及乘客需求，为运营决策提供科学依据，提升系统整体性能。

（二）业务流程处理逻辑

通过对历史数据的分析，可以发现各业务过程中存在的瓶颈以及效率低的环节，从而对标准操作流程进行优化。如在列车调度过程中，通过对列车到站、离站、停站等关键信息的分析，自动调整列车运行图，提高列车运行效率^[4]。此外，还可通过历史数据对不同运作情景下的业务过程进行模拟，并对其可行性与有效性进行评估，为运营决策提供支持。在对业务过程处理逻辑进行优化的同时，也要考虑数据的实时性与准确性，从而保证决策的有效性与可靠性。

例如，在某市城市轨道交通综合监测系统中，为实现各子系统间的协同联动，系统运维团队将业务过程管

理与建模（BPM）技术与面向服务的体系结构相结合。运营团队采用BPM技术，制定出一套标准作业流程（如进站、出站、设备故障处理、应急响应等）作业流程。这些标准操作规范明确了各子系统在特定情况下的联动关系与操作次序，从而保证了系统对各类事件的自动准确响应。此外，运维团队利用SOA技术将各个子系统封装成独立的服务组件，通过Web服务实现通信与协作。BPM引擎在接收到事件后，按照预先定义好的SOP，自动调用相应的服务构件，实现各子系统间的协同联动。如当列车发生故障时，BPM引擎会自动启动电力监测与服务系统，切断故障列车的电源，启动应急撤离程序，保证乘客安全。另外，运营团队使用BPM技术，提供图形化的工具，方便的建立业务流程和业务流程。这些工具可以快速地定义与其专业领域相匹配的业务过程，而不需要对IT领域有很深的了解，同时标准化的特征可以保证业务过程的唯一性，该工具的应用极大地减少业务过程定义的复杂性，提高系统的运行和运行效率。城市轨道交通综合监控系统通过对业务过程处理逻辑的定义与执行，可实现各子系统间的协同联动与自动化处理，这不仅可以提高系统的响应速度与处理效率，也可以减少运营成本与人为失误的风险，为乘客提供更安全便捷的出行体验。

（三）系统稳定性与运维性提升

在分析历史数据的基础上，可以发现潜在的失效模式及风险点，以便及早采取预防措施，减少失效概率。在设备监测系统中，通过对设备历史数据的分析，可以对设备的故障发展趋势进行预测，提前进行维护安排。同时，通过对历史数据的分析，对运行过程进行优化，提高运行和维护的效率^[5]。在列车检修过程中，通过对历史检修数据的分析，实现对维修任务与资源的自动分配，降低维修时间与费用。通过对系统数据的不断监测与分析，可持续提高其稳定性与运维性，保障轨道交通安全高效运行。

例如，在某市某城市轨道交通综合监测系统中，运维团队采用大数据分析技术，深入分析历史故障数据。结果表明，有些设备的故障具有一定的周期规律，且与设备的使用年限、维修周期有很大关系。在此基础上，运营团队给出维修方案优化建议，将预防维修期和失效期结合起来，有效降低设备失效率。此外，团队可运用大数据技术，构建运维团队的失效预测模型，该模型通过分析及学习历史故障数据，可以对将来可能出现的故

障类型及发生时间进行预测。当系统检测到潜在故障时，可以提前预警，使运维人员能够及时采取措施，避免事故进一步扩大。为提高运维性，运维团队引入智能运维技术，该系统采用物联网技术，实时地将各设备的运行状态传送给监控中心，并利用人工智能算法对其运行状态进行实时分析与诊断。当发现设备出现异常时，系统会自动启动报警机制，并给出相应的处理意见，运维人员可根据系统给出的建议，快速找到故障点，并采取相应措施，提高运维效率。除以上措施外，运营团队还定期更新、优化系统。根据地铁运营实际需要及技术发展趋势，不断完善系统功能与性能，以保证系统始终处于最佳状态，同时，加强对运维人员的培训与管理，提高运维队伍的整体素质与技术水平。运用大数据分析 with 智能运维技术，可提高城市轨道交通综合监测系统的稳定性与运维性，有助于提升地铁运营的安全性及效率，降低运营成本与人为失误风险，为乘客提供更稳定可靠的出行体验。

(四) 能源管理与节能降耗

通过对列车能耗、车站照明、空调能耗等数据的采集与分析，可实现对能耗的实时监控，并及时发现能耗浪费。在此基础上，可通过优化列车运行图，减少空载时间，调整车站灯光及空调系统运行策略，制定有针对性的节能措施。此外，系统还可根据历史数据构建能源消费模型，对未来能源需求进行预测，为能源采购与配置提供科学依据^[6]。通过对综合监测系统历史数据的有效应用，可以有效地实现能源的有效利用与节约，降低运营成本，提高总体经济效益。

例如，在某市某城市轨道交通综合监测系统中，为达到节能减排的目的，运营团队决定采用智能化的能源管理体系及节能技术。运营团队引入智能能源管理系统；该系统采用物联网技术，对风力、水力、热力、燃气等各种能源进行实时监测。在此基础上，通过对数据的分析、挖掘及趋势分析，制定合理、科学的节能策略，实现节能控制的自动化。如在空调季节，根据周围环境温度及客流情况，自动调整空调运行方式及温度，达到节能、舒适的目的。另外，运营团队还采用了各种节能技术，为了减少能源消耗，他们采用变频空调和发光二极

管照明技术。变频空调技术可以根据实际需要调整压缩机的转速、制冷量进行自动调节，避免了传统固定频率空调在某些负载情况下的能量浪费。而在能源管理上，运营团队建立了一套完整的能源消耗监控与评估机制，定期统计、分析各站、各设备的能耗数据，据此制定节能目标及措施。同时，加强对运维人员的培训与管理，使运维团队更加重视节能减排工作，增强其执行力。除以上措施外，运维队伍还积极推广新技术、新装备，与科研院所、企业开展节能技术研究与示范工程，不断探索节能降耗的新途径与新途径。经过不断的技术创新与推广应用，城市轨道交通综合监测系统在能源管理、节能降耗等方面取得了明显成效。

结束语

综上所述，对城市轨道交通综合监测系统的历史数据进行存储和应用，是提高系统运行效率，保证地铁安全运行的重要手段。利用先进的数据存储技术与分析手段，充分挖掘历史数据的价值，可为系统优化升级、智能化决策提供强有力的支撑。本项目拟在前期研究基础上，通过对城市轨道交通系统的深入研究，实现城市轨道交通的智能化和自动化。

参考文献

- [1] 张涛. 基于综合监控系统的城市轨道交通在线车辆故障信息可视化方案[J]. 城市轨道交通研究, 2023, 26(10): 158-161+167.
- [2] 周品荣, 戴海燕. 轨道交通网络安全管理中心与综合监控系统融合的网络安全监控与协同联动研究[J]. 城市轨道交通研究, 2023, 26(10): 206-210.
- [3] 黄周彬. 基于CAN总线的城市轨道交通综合监控系统设计[J]. 现代电子技术, 2023, 46(18): 61-65.
- [4] 刘孟栋. 城市轨道交通综合监控系统的数据安全分析[J]. 网络安全技术与应用, 2023, (07): 125-126.
- [5] 范建华. 轨道交通综合监控平台自主化替代技术的研究[J]. 山西电子技术, 2023, (03): 75-76.
- [6] 李东兴. 城市轨道交通综合监控系统设计研究[J]. 黑龙江交通科技, 2023, 46(03): 162-164.