

轨道交通AFC系统与综合监控系统的数据交互与融合技术研究

孟庆攀

广州佳都智通科技有限公司 湖北 当阳 510600

摘要：在城市化进程加速的当下，轨道交通凭借高效、便捷等优势，成为城市公共交通的骨干力量。本文围绕轨道交通自动售检票（AFC）系统与综合监控（ISCS）系统展开研究，先概述两大系统及数据交互与融合技术，再分析AFC系统的票务、客流数据与ISCS系统的设备状态、运营环境数据，明确两类数据量大、实时性与准确性要求高的特点。重点探究数据交互关键技术，包括物理与功能接口技术、TCP/IP及专用数据传输协议，以及多源数据融合、数据挖掘与分析的融合技术。研究旨在实现两大系统数据高效交互与深度融合，为轨道交通运营管理提供数据支撑，提升运营效率与服务质量。

关键词：轨道交通；AFC系统；综合监控系统；数据交互；融合技术

引言：随着轨道交通网络化运营规模扩大，AFC系统与ISCS系统在运营中发挥着关键作用，但二者数据孤立问题凸显，制约运营管理效能提升。AFC系统积累的票务、客流数据，与ISCS系统掌握的设备状态、运营环境数据，存在显著互补价值。实现二者数据交互与融合，可助力运营方精准掌握客流动态、及时排查设备故障、优化运营调度。基于此，并深入研究两大系统的数据类型、特点及交互融合关键技术，以期为轨道交通数字化运营提供技术参考，推动轨道交通运营管理向智能化、精细化方向发展。

1 轨道交通 AFC 系统与综合监控系统概述

1.1 AFC系统

AFC（Automatic Fare Collection）系统即自动售检票系统，是轨道交通运营中实现票务管理与客流管控的核心系统。该系统由自动售票机、自动检票机、票房售票机、车站计算机、中央计算机等设备与软件组成，可完成车票发售、检票通行、票务统计、收益核算等功能。通过实时采集票务交易数据与客流通行数据，AFC系统不仅能保障票务收益安全，还能为运营方提供客流动线分析依据，是提升乘客出行体验与运营管理效率的关键支撑。

1.2 ISCS系统

ISCS（Integrated Supervisory and Control System）系统即综合监控系统，是轨道交通运营中的“中枢神经”，负责对车站及线路的各类设备与环境进行集中监控和统一管理。其集成了电力监控、环境与设备监控、火灾自动报警、门禁等多个子系统，通过统一的监控平

台，实时采集设备运行状态数据（如电梯、屏蔽门运行参数）与运营环境数据（如温湿度、空气质量）。一旦发现设备故障或环境异常，ISCS系统可及时发出报警信号并辅助运维人员处置，保障轨道交通运营安全与设备稳定运行。

1.3 数据交互与融合技术

数据交互与融合技术是连接AFC系统与ISCS系统的关键纽带，旨在打破两大系统的数据壁垒，实现数据资源的高效利用。数据交互技术通过标准化的接口与传输协议，确保AFC系统的票务、客流数据与ISCS系统的设备、环境数据能够稳定传输；数据融合技术则通过多源数据整合、清洗、分析等手段，消除数据冗余与差异，挖掘数据间的关联价值^[1]。

2 AFC 系统与综合监控系统的数据类型及特点

2.1 AFC系统数据类型

2.1.1 票务数据

AFC系统的票务数据涵盖丰富内容，是轨道交通运营收益核算与票务管理的重要依据。包括各类车票的发行信息，如发行数量、发行时间、车票类型等；售票数据，记录不同时段、不同站点的售票金额、票种销量；还有退票数据，涉及退票数量、退票原因、退款金额等。此外，车票的使用记录也至关重要，包含进出站时间、站点、乘车时长等。随着后期智能化运维，日常的AFC系统的操作功能将由综合监控系统平台兼容，如模式命令的下发，软件版本的下发，这些数据不仅反映了乘客的出行消费行为，还能帮助运营方精准掌握票务销售情况，合理调整票务策略，优化票卡资源配置，确保

票务运营的规范与高效。

2.1.2 客流数据

客流数据是AFC系统为轨道交通运营提供的关键信息。它详细记录了不同时间、不同站点的乘客进出站数量,能清晰呈现各站点的客流高峰与低谷时段。通过分析客流数据,可了解不同线路、不同区段的客流分布情况,以及工作日、周末、节假日等不同日期的客流变化规律。这些数据对于合理安排列车运行班次、优化列车编组、调整站点服务设施配置具有重要意义。同时,客流数据还能应急预案的制定提供参考,在遇到突发大客流时,能依据数据迅速做出科学决策,保障轨道交通运营的安全与有序。

2.2 综合监控系统数据类型

2.2.1 设备状态数据

综合监控系统的设备状态数据是保障轨道交通设施正常运行的关键信息。它全面涵盖了各类设备的运行状况,像供电系统中的变压器、断路器等设备的电压、电流、温度参数,能实时反映电力供应的稳定性;通风空调系统里风机、空调机组的运行频率、风速、温度设定值等,关乎车站内环境的舒适度;还有电梯、自动扶梯的启停状态、运行方向、故障报警信息等,直接影响乘客的出行便利与安全。通过对这些设备状态数据的实时监测与分析,运营人员可及时掌握设备健康状况,提前发现潜在故障,进行预防性维护,确保设备始终处于良好运行状态。

2.2.2 运营环境数据

运营环境数据对于营造安全、舒适的轨道交通运营环境至关重要。它包括车站及隧道内的温度、湿度、空气质量等环境参数,合适的温湿度和良好的空气质量能提升乘客的出行体验,保障乘客健康。同时,还有水位数据,特别是在地下区间,实时监测水位变化可预防水患对轨道交通设施的损害。此外,光照强度数据也必不可少,合理的光照能保证车站内视线清晰,方便乘客通行与设备操作。对这些运营环境数据的精准采集与有效监控,有助于运营方及时调整环境控制设备,为轨道交通的安全、高效运营提供有力支撑。

2.3 数据特点分析

2.3.1 数据量大

轨道交通AFC系统与综合监控系统产生的数据量极为庞大。AFC系统方面,随着城市轨道交通线路不断拓展、客流量持续增长,每时每刻都有大量乘客进出站,产生海量的票务交易记录与客流信息,如售票、检票、退票等操作数据不断累积。综合监控系统同样如此,其

监控着众多设备与环境参数,各类设备状态数据持续更新,运营环境数据也时刻变化。而且,数据存储周期长,长期积累下来,数据规模呈指数级增长。庞大的数据量对数据存储、处理与分析能力提出了极高挑战,需要强大的硬件设施与高效的软件算法来支撑。

2.3.2 实时性要求高

在轨道交通运营中,数据的实时性至关重要。AFC系统的客流数据需实时反馈,以便运营方及时掌握各站点客流动态,合理调配列车班次,避免出现客流拥堵或运力浪费。票务数据实时更新能保障交易准确无误,防止出现票务纠纷。综合监控系统的设备状态数据实时监测,可及时发现设备故障隐患并报警,为维修人员争取抢修时间,减少设备故障对运营的影响。运营环境数据实时掌控,能迅速调整通风、空调等设备,确保车站环境舒适安全。因此,系统必须具备高效的数据传输与处理机制,以满足实时性要求。

2.3.3 数据准确性要求高

数据准确性是轨道交通AFC系统与综合监控系统正常运行的基础。AFC系统的票务数据不准确,会导致收益核算错误,影响运营方的经济效益,还可能引发乘客对票务公平性的质疑。客流数据不准确,会使列车运行计划制定不合理,降低运营效率。综合监控系统的设备状态数据不准确,可能掩盖设备真实故障,延误维修时机,造成设备损坏甚至引发安全事故。运营环境数据不准确,无法为环境调控提供正确依据,影响乘客的出行体验。所以,必须采取严格的数据校验、纠错机制,确保数据准确可靠,保障轨道交通运营的安全与稳定^[2]。

3 AFC系统与ISCS系统数据交互关键技术

3.1 接口技术

3.1.1 物理接口

AFC系统与ISCS系统的物理接口设计是实现数据交互的基础,通常采用冗余以太网接口与硬线接口结合的方式。在车站级,AFC系统通过1000M以太网接口(如RJ45或光纤接口)与ISCS系统连接,传输介质为6类屏蔽双绞线或光纤,确保数据传输的稳定性和抗干扰能力。例如,AFC设备室交换机通过以太网电缆连接至综合监控设备室配线架,实现设备状态、客流数据等实时上传。同时,为应对紧急情况,ISCS系统通过IBP盘硬线接口(如双回路常开无源触点)直接控制AFC闸机释放,确保在火灾或突发事件中快速疏散乘客。此外,物理接口设计需遵循EIA/TIA568B标准,并满足电磁兼容性要求,避免信号干扰。传输距离超过80米时,需采用光纤接口,光缆及相关转换设备由ISCS系统提供,确保长距

离传输的可靠性。

3.1.2 功能接口

功能接口定义了AFC与ISCS系统间的数据交互内容和方式,涵盖设备监控、客流统计、模式控制等核心功能。AFC系统需按约定时间间隔向ISCS上传设备状态(如售票机钱箱状态、闸机通信状态)和客流数据(如进出站人数、时段分布),ISCS则通过图形化界面实时显示这些信息,并在设备故障时触发报警。例如,当闸机出现卡票故障时,AFC系统立即将故障代码传送至ISCS,并在操作员工作站上弹出报警窗口。在模式控制方面,ISCS可向AFC下发“站厅关闭”或“紧急疏散”指令,AFC系统执行后反馈执行结果。此外,火灾联动时,ISCS通过功能接口直接控制AFC闸机释放,并同步显示火灾区域客流数据,辅助应急指挥。

3.2 数据传输协议

3.2.1 TCP/IP协议

TCP/IP协议是AFC系统与ISCS系统数据交互的核心传输协议,具有高可靠性、广泛兼容性和标准化特点。其分层结构(应用层、传输层、网络层、数据链路层)实现了不同设备间的标准化互联,支持AFC系统与ISCS系统通过冗余以太网接口进行高效通信。在AFC与ISCS的数据交互中,TCP协议提供面向连接的服务,确保数据包按序、无差错传输,满足轨道交通对客流数据、设备状态等实时性要求。例如,AFC系统通过TCP/IP协议上传全线设备状态和故障报警信息至ISCS,采用标准MODBUS TCP/IP协议,实现数据可靠传输。同时,IP协议的路由机制支持数据在广域网或局域网中的灵活传输,突破了传统存储协议的距离限制。

3.2.2 其他专用协议

除TCP/IP协议外,AFC系统与ISCS系统数据交互还涉及其他专用协议,如iSCSI、FC、FCoE等,这些协议在特定场景下发挥着重要作用。iSCSI协议基于TCP/IP实现SCSI命令的远程传输,支持AFC系统与ISCS系统通过IP网络进行块级数据交互,具有成本低、易于部署的特点。FC协议则是一种高性能的存储网络协议,通过光纤通道连接服务器与存储设备,提供高带宽、低延迟的数据传输服务,适用于对性能要求极高的场景。FCoE协议将FC协议封装到以太网帧中,实现存储网络与业务网络的融合,降低了网络设备投资和维护成本。然而,这些

专用协议通常针对特定需求设计,通用性较弱,且可能涉及专用硬件和复杂配置

3.3 数据融合技术

3.3.1 多源数据融合

多源数据融合是AFC系统与ISCS系统数据交互中的关键技术,旨在整合来自不同数据源、格式和语义的异构数据,形成统一、准确的数据视图。AFC系统提供票务交易、客流统计等数据,ISCS系统则涵盖设备状态、环境监测等信息。通过数据融合,可消除数据冗余与冲突,提升数据质量。例如,将AFC系统的实时客流数据与ISCS系统的闸机状态数据融合,能精准掌握各站进出站客流及设备运行情况,为运营调度提供科学依据。

3.3.2 数据挖掘与分析

数据挖掘与分析技术能够从AFC与ISCS系统融合后的海量数据中提取有价值的信息和知识。运用关联规则挖掘、聚类分析、时间序列分析等方法,可发现数据间的潜在联系和规律。例如,通过分析历史客流数据与天气、节假日等因素的关联,预测未来客流趋势,为列车运行计划调整提供参考。同时,对设备状态数据进行挖掘,可提前发现设备故障隐患,实现预防性维护。数据挖掘与分析还支持运营决策优化,如根据乘客出行习惯优化票务策略、提升服务质量^[3]。

结束语

本研究聚焦轨道交通AFC系统与综合监控系统的数据交互与融合技术,深入剖析了接口技术、数据传输协议及数据融合技术等关键点。通过这些技术的协同应用,实现了两大系统间高效、稳定的数据流通与深度整合,为轨道交通的智能化运营提供了坚实的数据支撑。这不仅提升了运营管理的效率与精准度,增强了应急处理能力,还改善了乘客的出行体验。

参考文献

- [1]叶飞.轨道交通AFC系统与综合监控系统的数据交互与融合技术研究[J].集成电路应用,2022,39(10):198-199.
- [2]姜臻祺.轨道交通AFC系统与综合监控系统的数据交互与融合技术研究[J].隧道与轨道交通,2022(03):11-15+56
- [3]康健全.轨道交通AFC系统与综合监控系统的数据交互与融合技术研究[J].智能城市,2021,7(06):115-116.