

# 智能化乘客信息系统在地铁运维中的应用与故障诊断技术分析

张 栋 杨 宾

郑州交通发展投资集团有限公司 河南 郑州 450000

**摘要：**智能化乘客信息系统（PIS）在地铁运维中作用关键。本文先阐述系统核心构成、智能化特征及运维定位，接着分析在数据采集传输、流程管控、服务联动、自身运维管理的应用方向，探讨故障诊断技术原理、类型诊断路径及应用适配要点。最后提出系统应用与故障诊断协同优化措施，包括构建联动机制、适配技术选型、故障诊断支撑应用效能及长效技术迭代，保障系统稳定运行，提升地铁运维水平。

**关键词：**智能化乘客信息系统；地铁运维；故障诊断技术；应用方向；协同优化

引言：地铁作为城市重要交通方式，其高效稳定运营至关重要。智能化乘客信息系统作为连接乘客与运营方的关键桥梁，在地铁运维中扮演着不可或缺的角色。该系统不仅能实时为乘客提供准确信息，还能辅助运维人员决策，提升运维效率。随着地铁规模扩大和运营复杂度增加，对智能化乘客信息系统应用及故障诊断技术提出更高要求。深入探讨其在地铁运维中的应用与故障诊断技术，对保障地铁安全、高效运营具有现实意义。

## 1 智能化乘客信息系统（PIS）核心构成与运维适配性

### 1.1 系统核心组成模块与运行逻辑

智能化乘客信息系统由多个核心模块协同构成。信息采集模块是基础，收集列车运行、站点客流、设备运行等数据，为后续处理决策提供依据<sup>[1]</sup>。该模块每5秒采集一次列车运行速度、位置等数据，每10秒采集一次站点客流密度数据，确保数据的及时性和准确性。数据处理模块对海量数据清洗、分类、分析，挖掘有价值信息支持发布与决策。它能够在1分钟内完成对1000条数据的深度分析。信息发布模块通过车站显示屏、列车内显示屏、广播、移动终端应用等渠道，将处理后的信息准确及时传递给乘客，内容涵盖列车到站时间、换乘指引、紧急通知等。控制管理模块统筹协调系统，监控各模块运行状态，按预设规则和实际情况发出指令，实现自动化运行。系统运行以数据为核心驱动。信息采集模块实时获取数据后迅速传至数据处理模块，该模块运用算法模型深度分析，生成信息指令。指令传递至信息发布和控制管理模块，信息发布模块传达信息给乘客，控制管理模块调配优化系统资源保障运行。整个过程形成闭环，循环往复适应变化。

### 1.2 智能化特征与地铁运维需求的契合点

智能化乘客信息系统具备实时性、精准性和个性化等特征。实时性体现在能够快速采集和处理数据，并及时发布信息，让乘客第一时间了解运营动态。以列车晚点信息发布为例，系统能够在列车晚点1分钟内将信息发布到车站显示屏和列车内显示屏。精准性则保证所发布的信息准确无误，避免误导乘客。个性化服务可根据不同乘客的需求和偏好，提供定制化的信息推送。这些特征与地铁运维需求高度契合。地铁运营需要实时掌握列车运行和设备状态，以便及时进行调度和维护，系统的实时性可满足这一需求。精准的信息发布有助于减少乘客咨询和投诉，降低运维人员的工作压力。个性化服务能提升乘客满意度，增强地铁的吸引力，间接减轻运维在处理乘客问题方面的负担。

### 1.3 系统在地铁运维体系中的定位与作用边界

智能化乘客信息系统在地铁运维体系中占据重要地位，是连接乘客与运营方的桥梁。它不仅为乘客提供信息服务，还为运维人员提供决策支持。在定位上，它是地铁运营服务的重要组成部分，直接面向乘客，影响乘客的出行体验。作用边界方面，系统主要负责信息的采集、处理和发布，不直接参与列车的运行控制和设备的维修保养。但在信息层面，它与列车控制系统、设备监控系统等紧密关联，通过数据共享和交互，为这些系统提供乘客相关的信息，辅助其进行决策和操作，共同保障地铁的安全、高效运营。

## 2 智能化乘客信息系统在地铁运维中的核心应用方向

### 2.1 运维数据采集与传输应用

多维度运维数据的实时采集是智能化乘客信息系统发挥效能的基础。系统通过在列车关键部位、车站设备以及网络节点等位置部署各类传感器，实现对列车运行

状态、设备运行参数、客流密度、环境信息等多方面数据的同步采集<sup>[2]</sup>。这些传感器具备高精度和高灵敏度，能够捕捉到细微的数据变化，确保采集到的数据全面且准确。同时采用分布式采集架构，提高数据采集的效率和可靠性，避免因单一节点故障导致数据缺失。数据传输的稳定性对于保障系统正常运行至关重要。为优化数据传输路径，采用冗余设计理念，构建多条独立的数据传输通道。当某条通道出现故障时，系统能够自动切换至备用通道，确保数据不间断传输。此外，运用先进的网络协议和加密技术，提升数据传输的安全性和抗干扰能力，减少数据传输过程中的丢包和错误，保证数据的完整性和准确性。

## 2.2 运维流程智能化管控应用

日常运维任务的智能化调度借助系统的智能算法实现。系统根据列车运行计划、设备维护周期以及实时采集的运维数据，自动生成科学合理的运维任务清单，并按照优先级和紧急程度进行排序。运维人员可通过移动终端接收任务指令，实时了解任务详情和执行要求，提高运维工作的效率和准确性。运维资源的动态调配与协同是提升运维效能的关键。系统实时监控运维资源的分布和使用情况，包括人员、设备、工具等。根据运维任务的需求，自动调配资源至相应位置，实现资源的优化配置。通过信息共享和协同平台，促进不同部门之间的沟通与协作，打破信息壁垒，提高运维工作的整体协同性。

## 2.3 乘客服务联动运维应用

基于系统的服务状态感知与响应能够及时了解乘客需求。系统通过分析乘客的出行数据、咨询信息以及反馈意见，感知乘客的服务需求和服务体验。当发现服务异常或乘客需求变化时，系统迅速做出响应，调整服务策略，如优化信息发布内容、调整广播音量等，提升乘客服务质量。运维与服务需求的联动适配实现运维工作与服务目标的有机结合。系统将乘客服务需求转化为具体的运维任务，指导运维人员进行针对性的维护和改进。通过这种方式，确保地铁运营始终以满足乘客需求为导向，提高乘客满意度和忠诚度。

## 2.4 系统自身运维管理应用

模块状态实时监控与预警保障系统稳定运行。系统对各个模块的运行状态进行实时监控，包括硬件设备的温度、电压、电流等参数，以及软件程序的运行日志和性能指标。当发现模块状态异常时，系统立即发出预警信息，提醒运维人员及时处理，避免故障扩大影响系统正常运行。运维记录的智能化管理与追溯为系统维护提供有力支持。系统自动记录所有的运维操作和故障处理

过程，形成详细的运维档案。通过数据分析和挖掘技术，运维人员可以快速查询历史运维记录，了解系统运行规律和故障发生原因，为后续的运维决策提供参考依据。

## 3 智能化乘客信息系统故障诊断技术核心分析

### 3.1 故障诊断技术核心原理与分类

智能化乘客信息系统故障诊断技术涵盖多种核心原理。基于数据驱动的诊断原理，聚焦于系统运行过程中产生的海量数据<sup>[3]</sup>。通过收集设备状态、运行参数、通信数据等多源信息，运用统计分析、机器学习等手段挖掘数据中的潜在规律与异常模式。当数据偏离正常范围或呈现出特定异常特征时，即可判定系统存在故障，为后续维修提供依据。例如，当设备温度连续10分钟超过正常范围10℃时，可判定设备可能存在故障。基于机理分析的诊断原理则从系统内在工作机制出发。深入剖析智能化乘客信息系统的硬件架构、软件逻辑以及各模块间的交互关系，明确正常工作状态下各部分的运行规则与参数范围。一旦系统实际运行情况与预设机理不符，便意味着故障发生，进而依据机理模型定位故障根源。

### 3.2 关键故障类型的诊断技术路径

硬件模块故障诊断技术着重于检测硬件设备的物理状态与性能指标。利用传感器实时监测硬件的温度、电压、电流等参数，结合硬件的设计规范与正常工作范围，判断硬件是否存在过热、短路、断路等故障。通过硬件自检程序与外部测试设备，对硬件的功能完整性进行验证，快速定位故障硬件模块。软件系统故障诊断技术关注软件的运行逻辑与代码执行情况。借助日志分析工具，收集软件运行过程中的各类日志信息，从中查找错误提示、异常操作记录等线索。运用代码调试技术与静态分析方法，检查代码是否存在语法错误、逻辑漏洞以及潜在的内存泄漏等问题，确定软件故障的具体位置与成因。数据传输链路故障诊断技术主要针对数据传输过程中的丢包、延迟、错误等问题。通过在网络节点部署监测设备，实时捕获数据包的传输状态，分析数据包的发送时间、接收时间、校验和等信息。依据网络协议与传输规则，判断数据传输链路是否存在拥塞、干扰或设备故障，精准定位故障发生的链路段。

### 3.3 故障诊断技术的应用适配要点

在故障诊断技术应用中，需平衡诊断精度与响应效率。高精度诊断能够准确识别故障类型与位置，但可能耗费较多时间与资源；快速响应虽能及时发现问题，却可能牺牲一定诊断精度。通过优化算法、合理设置诊断参数以及采用分层诊断策略，在保证诊断精度的前提下，尽可能缩短诊断时间，提高系统整体运行效率。搭建多

技术融合的诊断体系是提升故障诊断能力的关键。将基于数据驱动与机理分析的诊断方法有机结合,充分发挥各自优势。同时整合硬件检测、软件分析、网络监测等多种技术手段,形成全方位、多层次的故障诊断网络,提高对复杂故障的识别与处理能力,确保智能化乘客信息系统稳定可靠运行。

#### 4 应用与故障诊断技术的协同优化措施

##### 4.1 系统应用与故障诊断的联动机制构建

智能化乘客信息系统的应用与故障诊断需形成紧密联动。在系统运行过程中,实时采集各类应用数据,这些数据不仅反映系统当前的服务状态,也隐含着潜在的故障信息。通过建立数据共享平台,将应用数据及时传输至故障诊断模块<sup>[4]</sup>。故障诊断模块依据预设规则与算法对数据进行分析,一旦发现异常,立即触发预警机制,并将故障信息反馈至系统应用层。应用层根据反馈信息调整运行策略,如切换备用模块、优化信息发布内容等,以降低故障对系统服务的影响。同时,故障诊断结果还可为系统应用的优化提供参考,促进系统不断完善功能、提升性能。

##### 4.2 技术选型与运维需求的适配优化

技术选型是保障系统稳定运行的关键环节。在智能化乘客信息系统的应用中,需充分考虑运维需求,选择与之适配的技术。对于硬件设备,要依据系统的规模、处理能力以及未来扩展需求,挑选性能稳定、兼容性强的产品。例如,选择存储容量为1TB的服务器硬盘,以满足系统大量数据的存储需求。在软件技术方面,注重选择成熟、可靠且易于维护的开发框架与编程语言,确保软件系统的稳定性和可维护性。对于故障诊断技术,要根据系统的复杂程度和故障特点,选择具有高精度、快速响应能力的诊断方法。通过精准的技术选型,使系统在满足运维需求的同时,降低运维成本,提高运维效率。

##### 4.3 故障诊断技术对应用效能的支撑策略

故障诊断技术为系统应用效能的提升提供有力支撑。通过实时监测系统运行状态,故障诊断技术能够提前发现潜在故障,为运维人员争取充足的维修时间,避免故障扩大导致系统服务中断。在故障发生时,快速准确的

诊断结果可指导运维人员迅速定位故障位置,采取有效的修复措施,缩短系统恢复时间。例如,通过故障诊断技术,能够在故障发生后30分钟内定位故障位置,相比传统方法缩短了1-2小时。此外,故障诊断技术还可通过对历史故障数据的分析,总结故障规律,为系统应用的优化提供数据支持,帮助改进系统设计、优化运行参数,从而提升系统的整体应用效能。

##### 4.4 长效技术迭代与适配保障

为确保智能化乘客信息系统始终保持先进性和适用性,需建立长效的技术迭代机制。密切关注行业技术发展动态,及时引入新的技术和理念,对系统进行升级改造。在技术迭代过程中,充分考虑现有系统的架构和运维需求,确保新技术的平滑接入和稳定运行。例如,每2-3年对系统进行一次全面升级,引入新的数据处理算法和故障诊断模型。同时加强对运维人员的培训,使其掌握新技术的操作和维护方法,提高运维团队的技术水平。通过长效的技术迭代与适配保障,使系统能够持续满足地铁运营的发展需求,为乘客提供更加优质、高效的服务。

#### 结束语

智能化乘客信息系统在地铁运维中的应用与故障诊断技术相辅相成。通过明确系统核心构成与应用方向,精准把握故障诊断技术要点,并采取协同优化措施,可实现系统稳定运行。构建联动机制、适配技术选型、发挥故障诊断对应用效能的支撑作用以及建立长效技术迭代机制,能有效提升地铁运维水平,为乘客提供更优质服务,推动地铁运营朝着智能化、高效化方向发展,切实满足城市交通发展需求。

#### 参考文献

- [1]冯启冬,李发玲,张东博,等.城市轨道交通乘客信息终端远程运维装置研发[J].人民公交,2025(18):72-74.
- [2]李悦.具备智能运维支持系统的城轨车辆乘客信息系统研究[J].智慧轨道交通,2025,62(1):42-48.
- [3]张朝.地铁通信电源运维及故障分析[J].通信电源技术,2023,40(16):221-223.
- [4]李长耿.地铁列车智能运维系统的研究与设计[J].中国科技纵横,2025(7):33-35.