|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 93.080.30 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png XZBX |   R 85 |

西安市质量与标准化协会团体标准

T/XZBX 0084—2025

轨道交通协同智能调度系统技术指南

Guideline for intelligent collaborative scheduling systems of rail transit

2025 - 09 - XX发布

2025 - 09 - XX实施

西安市质量与标准化协会  发布

目次

[前言 III](#_Toc206851369)

[引言 V](#_Toc206851370)

[1 范围 1](#_Toc206851371)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc206851372)

[3 术语和定义 1](#_Toc206851373)

[4 总体原则 2](#_Toc206851374)

[5 系统架构 3](#_Toc206851375)

[6 关键技术 4](#_Toc206851376)

[7 运行管理 5](#_Toc206851377)

[8 安全保障 6](#_Toc206851378)

[9 持续改进与评估 7](#_Toc206851379)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由西安市质量与标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：陕西瑞道交通工程有限公司。

本文件主要起草人：陈言高。

1. 引言

随着城市化进程的加快和轨道交通网络的不断扩展，轨道交通系统正面临客流高峰频繁、线路交织复杂、运行效率和安全管理要求不断提升的挑战。传统的人工调度和分散式控制模式已难以满足现代轨道交通高效、安全与智能化发展的需求。

协同智能调度系统通过融合人工智能、大数据、云计算、物联网等前沿技术，实现对轨道交通列车运行状态、客流动态和设备状况的实时感知与分析，能够为运营指挥中心提供智能化决策支持，推动调度指令的快速下达与精准执行。该系统不仅能够有效提升运行效率和列车正点率，还能在突发事件和异常情况下提供快速应对措施，降低安全风险，提升乘客出行体验。

目前，我国在轨道交通智能调度领域已开展了多项示范应用，但在技术体系、系统架构、接口标准、数据共享与安全管理等方面仍缺乏统一规范。因此，制定一部系统性的技术指南十分必要。

本文件旨在为轨道交通协同智能调度系统的设计、建设、运行和维护提供技术依据与实践指导，明确系统功能定位、总体架构、关键技术要求和运行管理规范，推动轨道交通调度从“人工驱动”向“智能驱动”转型，为智慧交通和智能城市发展提供支撑。

轨道交通协同智能调度系统技术指南

* 1. 范围

本文件规定了轨道交通协同智能调度系统的总体原则、系统架构、关键技术、运行管理、安全保障及及持续改进与评估等内容。

本文件适用于城市轨道交通、城际铁路等运营单位在协同智能调度系统的规划、设计、建设、运行和维护过程中的应用。也可为设备供应商、软件开发商、科研机构以及监管部门在智能调度系统相关技术研发、标准制定和监督评估过程中提供参考。

本文件不适用于传统意义上完全依赖人工的调度指挥系统及单一线路独立运行的常规调度模式。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12758—2023 城市轨道交通信号系统通用技术条件

GB/T 22239—2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 30012—2013 城市轨道交通运营管理规范

GB/T 38707—2020 城市轨道交通运营技术规范

GB/T 39898—2021 智能交通管理系统建设技术规范

GB/T 45224—2025 智慧城市 城市交通基础设施智能监测技术要求

GB/T 50833—2012 城市轨道交通工程基本术语标准

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

协同智能调度 collaborative intelligent dispatching

基于人工智能、大数据和信息通信技术，实现轨道交通列车、线路和设备的协同运行与智能化调度管理的过程。

调度中心 dispatching center

轨道交通运营管理的核心机构，负责指挥、协调和监控列车运行，调度资源以保证运输安全与效率。

列车运行图 train timetable

反映列车在各站点到发时刻、运行区间、交会与越行等信息的图表，是智能调度系统进行运行控制与优化的基础数据。

客流预测 passenger flow prediction

利用历史数据和实时信息，基于统计建模或人工智能算法，对轨道交通客流量及其变化趋势进行预测的过程。

* 1. 总体原则
     1. 安全优先

轨道交通协同智能调度必须将安全放在首位。系统设计与运行应确保调度指令的准确性和执行的可控性，防止因通信中断、数据错误或算法失效导致运营安全事故。

* + 1. 高效协同

调度系统应具备跨线路、跨区域的协同能力，实现多线路、多车次之间的高效协调，优化运力分配和资源利用率，提高列车正点率和运行效率。

* + 1. 智能决策

系统应通过人工智能、大数据分析等技术手段实现对运行状态、客流需求及异常情况的智能化分析与决策支持，提升调度方案的科学性与灵活性。

* + 1. 以人为本

在智能化调度的同时，应充分考虑乘客体验，优先保障乘客安全、舒适与便捷出行，提升整体服务水平。

* + 1. 信息共享

调度系统应支持多部门间的信息互联互通，打破“信息孤岛”，实现列车运行、客流监测、设备状态等数据的实时共享与综合利用。

* + 1. 可扩展性与兼容性

系统设计应具备良好的扩展性与兼容性，能够适应未来轨道交通规模扩张、新技术应用及运行需求的变化。

* + 1. 节能环保

调度系统在优化运行效率的同时，应注重能源利用效率的提升，减少列车空驶、重复调度和能源浪费，推动绿色低碳运营。

* 1. 系统架构
     1. 总体要求

轨道交通协同智能调度系统的架构应遵循“分层设计、模块化集成、标准化接口、灵活扩展”的原则，确保系统能够在多线路、多制式和复杂运行环境下稳定高效地运作。架构设计不仅要考虑当前运营需求，还需兼顾未来线路扩展、新技术引入和系统升级的兼容性，为智能交通的长远发展提供支撑。

* + 1. 系统分层

系统整体上应划分为感知层、传输层、平台层和应用层，每一层级都承担着独立又协同的功能。感知层负责数据源的全面采集，传输层保障数据的高速安全传递，平台层实现数据融合与深度分析，应用层则将结果转化为实际调度和运维指令。

为了便于理解和执行，系统架构各层级的功能见表1。

1. 系统架构层级功能表

| 层级 | 主要功能 | 技术要点 |
| --- | --- | --- |
| 感知层 | 实时采集列车、轨道、信号、客流等信息 | 传感器、车载终端、视频监控、客流采集设备 |
| 传输层 | 保障数据的高速、稳定、安全传输 | 5G 专网、光纤通信、无线专网、数据加密 |
| 平台层 | 进行数据存储、融合与智能分析 | 云计算中心、大数据平台、人工智能算法模型 |
| 应用层 | 提供调度指挥、应急处置和运维管理服务 | 智能调度系统、人机交互界面、可视化平台 |

* + 1. 模块化设计

在系统架构中，各类功能模块应根据实际应用需求进行模块化设计。主要模块包括：

1. 运行调度模块：实现列车运行图优化、临时加开车次及跨线路协调；
2. 客流预测模块：基于大数据和 AI 算法对客流高峰进行预测，优化发车频率；
3. 设备监测模块：对信号、供电、车辆等设备运行状态进行实时监测，发现隐患及时报警；
4. 应急指挥模块：在自然灾害、设备故障或突发客流情况下快速响应，实现多部门协同调度。

这种模块化设计能够实现“即插即用”，便于系统扩展和功能升级，同时避免不同供应商系统之间的兼容性问题。

* + 1. 数据与接口标准

数据与接口的统一是保证系统互联互通的前提。系统必须采用统一的数据编码和接口协议，避免因设备厂商不同而形成“信息孤岛”：

1. 数据标准化：统一列车运行数据、客流数据、设备状态数据的格式；
2. 接口规范化：采用国际通用的 API 和国内标准接口，保障跨系统兼容性；
3. 安全传输：在数据交互过程中，应采用加密和多重认证机制，保障网络与信息安全。
   * 1. 综合说明

轨道交通协同智能调度系统的架构不仅是技术框架，更是实现智能化运营的顶层设计。通过分层设计、模块化集成与标准化接口的有机结合，系统能够实现“从数据到决策”的全流程闭环管理。这种架构既能满足当下的安全与效率需求，也为未来新技术的引入和轨道交通的持续发展留足空间。

* 1. 关键技术
     1. 总体要求

轨道交通协同智能调度系统涉及多种关键技术，这些技术的应用直接决定系统运行的安全性、智能化水平和调度效率。系统在建设与运行过程中，应根据不同场景合理选择和集成相关技术，并确保技术性能满足运营需求。

* + 1. 数据采集与感知技术

数据采集是系统运行的基础环节。通过车载传感器、轨旁监测设备、客流采集终端等实现对列车运行状态、设备健康状态和客流信息的实时感知。

主要数据采集与感知技术见表2。

1. 数据采集与感知技术分类

| 技术类别 | 主要内容 | 应用场景 |
| --- | --- | --- |
| 车载感知 | GPS、加速度计、速度计 | 列车定位、速度监控 |
| 轨旁监测 | 信号机监控、轨道电路检测 | 道岔状态、轨道完整性监测 |
| 客流采集 | 闸机计数、视频分析、APP 数据 | 客流预测、换乘效率评估 |
| 环境监测 | 温湿度、烟雾、气体传感器 | 隧道和车站环境监测 |

这些技术的合理组合与应用，可以为调度决策提供全面、实时的数据支持。

* + 1. 智能分析与决策技术

在获取数据的基础上，调度系统需要利用人工智能和大数据分析进行智能化决策。主要包括列车运行图优化、客流预测、异常事件诊断与调度方案推荐。智能分析与决策技术性能指标见表3。

1. 智能分析与决策技术性能指标

| 技术类别 | 技术要点 | 性能指标要求 |
| --- | --- | --- |
| 列车运行图优化 | 基于算法的自动排图、动态调整 | 优化计算时间 ≤ 1 分钟 |
| 客流预测 | 大数据建模、机器学习算法 | 峰值客流预测误差 ≤ 5% |
| 异常诊断 | 故障识别、运行状态异常检测 | 诊断准确率 ≥ 95% |
| 调度方案推荐 | 多方案对比与决策支持 | 方案推荐时间 ≤ 30 秒 |

通过这些技术的应用，系统不仅能快速响应运行需求，还能显著提升调度方案的科学性与灵活性。

* + 1. 通信与网络技术

通信网络是保证数据传输与调度指令下达的基础。系统应采用高速、低延迟、安全可靠的通信技术，，确保关键数据在毫秒级内完成传输。

* + 1. 信息安全与防护技术

随着数据共享和跨系统集成的增加，信息安全问题愈发突出。应采用数据加密、身份认证、访问控制等措施，并建立多层次的安全防护体系，确保调度系统免受网络攻击和信息泄露威胁。

* + 1. 综合说明

关键技术是轨道交通协同智能调度系统实现安全、智能和高效运行的核心支撑。从数据采集到智能决策，再到通信保障与安全防护，只有多技术协同，才能构建高可靠性和高智能化的调度系统，推动轨道交通向智慧化发展。

* 1. 运行管理
     1. 总体要求

运行管理是协同智能调度系统高效运作的核心保障。应建立统一的运行制度和分级管理模式，实现日常运行与应急管理的有机结合，确保系统在复杂环境下依旧能够稳定、可靠地发挥作用。

* + 1. 调度指挥

调度指挥应以系统自动化为主，人工干预为辅。系统应在正常情况下实现列车运行图执行与调整的自动化，但在突发状况下，调度员需及时介入，做出灵活处置。

* + 1. 运行监测

运行监测是保障系统稳定运行的重要手段。系统应具备对列车运行状态、客流分布及设备健康状况的实时监测功能，并对异常情况进行自动报警。

为了便于执行，运行监测的关键点见表4。

1. 运行监测要点

| 监测对象 | 主要内容 | 管理要求 |
| --- | --- | --- |
| 列车运行 | 位置、速度、正点率 | 实时监测，偏差自动报警 |
| 客流变化 | 高峰客流量、换乘效率 | 峰值客流预测误差 ≤ 5% |
| 设备状态 | 信号、供电、车辆运行参数 | 故障自动诊断，报警准确率 ≥ 95% |
| 环境因素 | 车站温湿度、隧道通风状态 | 达到运营安全与舒适性标准 |

* + 1. 应急管理

应急管理是智能调度系统不可或缺的组成部分。应制定涵盖设备故障、自然灾害、大客流事件等场景的应急预案，并通过系统支持实现快速响应与多部门联动。

常见应急场景与管理措施见表5。

1. 常见应急管理场景与措施

| 应急场景 | 主要风险 | 管理措施 |
| --- | --- | --- |
| 设备故障 | 列车停运、信号失灵 | 启动备用系统，安排临时调度 |
| 大客流 | 站台拥堵、秩序混乱 | 临时加开列车，限流措施，多部门协作 |
| 自然灾害 | 暴雨、地震等 | 停运或降级运行，启动应急疏散机制 |
| 网络攻击 | 系统瘫痪、数据篡改 | 启动信息隔离与备份系统，紧急修复 |

* + 1. 综合说明

运行管理的核心在于“平战结合”。在日常运营中，系统应通过实时监测与自动调度提升效率；在突发事件中，应通过应急管理机制实现快速响应和安全处置。两者的结合不仅保障轨道交通的高效运行，也提高了系统的韧性与安全水平。

* 1. 安全保障
     1. 总体要求

安全保障是轨道交通协同智能调度系统长期可靠运行的前提。系统在建设和运行过程中应建立多层次的安全防护体系，涵盖设备安全、数据安全、人员安全和应急安全四个维度，确保在复杂环境下依旧保持稳定性和抗风险能力。

* + 1. 设备安全

设备安全是系统稳定运行的基础。调度系统涉及车载设备、轨旁设备和中心服务器，应通过定期巡检、实时监控和冗余备份等措施，保证设备始终处于健康状态，避免因单点故障引发全局运行风险。

* + 1. 数据与网络安全

随着系统高度信息化和联网化，数据与网络安全已成为核心问题。系统应对数据传输和存储进行加密，并采用多层防护策略，确保信息不被篡改或泄露。

为便于执行，数据与网络安全的关键措施见表6。

1. 数据与网络安全措施

| 安全环节 | 主要内容 | 管理要求 |
| --- | --- | --- |
| 数据加密 | 传输与存储过程加密处理 | 采用国密算法或国际先进加密标准 |
| 身份认证 | 用户、设备多因子认证 | 确保访问者合法，杜绝未授权操作 |
| 网络防护 | 防火墙、入侵检测、隔离区部署 | 建立纵深防御，确保网络边界安全 |
| 数据备份 | 建立多点容灾和异地备份 | 确保系统在极端情况下可快速恢复 |

* + 1. 人员安全管理

系统运行需依赖调度员、维护人员等多方人员的参与。应建立严格的岗位责任制和权限管理机制，明确操作权限和责任范围，避免因人员误操作或违规操作导致事故。同时应定期进行安全培训和演练，提升人员的安全意识与应急能力。

* + 1. 应急安全

在发生自然灾害、重大设备故障或网络攻击时，应依托调度系统的冗余设计和应急预案，确保能够快速响应和处置，最大限度降低对系统运行和乘客安全的影响。

常见风险场景与应急措施见表7。

1. 常见风险场景与应急措施

| 风险场景 | 主要风险 | 应急措施 |
| --- | --- | --- |
| 自然灾害 | 暴雨、地震、台风导致停运 | 启动分级停运预案，组织应急疏散 |
| 设备故障 | 信号或供电中断 | 启动备用系统，人工接管调度 |
| 网络攻击 | 系统瘫痪、数据泄露 | 启动网络隔离，切换备份系统，安全加固 |
| 大客流事件 | 车站超负荷、秩序混乱 | 临时加开车次，实施限流与应急广播 |

* + 1. 综合说明

安全保障应形成“预防—监测—应急—恢复”的闭环体系。通过强化设备与数据安全、严格人员管理和完善应急预案，可以构建一个具备韧性与抗风险能力的调度系统，从而为轨道交通的安全运营提供坚实支撑。

* 1. 持续改进与评估
     1. 总体要求

持续改进与评估是保持轨道交通协同智能调度系统先进性和可靠性的关键环节。通过建立科学的评估体系与动态优化机制，可以不断提升系统性能，增强应急能力，满足未来运营和扩展需求。

* + 1. 运行绩效评估

运行绩效评估是衡量系统运行效果与调度水平的基础工具。通过对列车运行、客流组织、调度效率和设备可靠性等指标的定量分析，可以为管理部门提供改进依据。核心评估指标见表8。

1. 运行绩效评估指标

| 评估维度 | 主要指标 | 目标要求 |
| --- | --- | --- |
| 列车运行 | 正点率、运行图兑现率 | 正点率≥98%，兑现率≥95% |
| 客流组织 | 高峰客流疏导效率、换乘效率 | 疏导及时率≥95% |
| 调度效率 | 调度指令响应时间 | ≤30 秒 |
| 设备可靠性 | 故障率、故障修复时间 | 故障率下降，平均修复时间≤10 分 |

* + 1. 技术迭代与优化

技术更新是系统持续改进的重要动力。随着人工智能、大数据、云计算、5G 等技术发展，调度系统应不断迭代升级，如应用深度学习提升客流预测精度，引入区块链增强数据共享与可信性。

* + 1. 风险复盘与改进

在突发事件或运行故障后，应组织专项复盘，分析原因并提出优化方案。通过案例复盘与经验总结，可以形成针对性改进措施，避免类似问题重复发生。

* + 1. 用户体验评估

用户体验是衡量系统优化效果的重要维度。应通过满意度调查、客流数据对比与服务反馈收集，评估调度系统在出行便捷性、舒适度和安全性方面的提升效果。

* + 1. 持续改进机制

持续改进应形成闭环管理模式，遵循 PDCA 循环（计划—执行—检查—改进），实现从目标设定到效果反馈的全过程管理。持续改进机制的要点见表9。

1. 持续改进机制要点

| 阶段 | 主要内容 | 管理要求 |
| --- | --- | --- |
| 计划（P） | 制定改进目标，明确责任与时间 | 与实际需求匹配，目标具体可行 |
| 执行（D） | 按计划落实技术与管理措施 | 严格执行，确保按时完成 |
| 检查（C） | 对实施效果进行评估与验证 | 采用数据分析和现场评估结合 |
| 改进（A） | 根据检查结果提出优化措施 | 建立整改台账，持续反馈优化 |

* + 1. 综合说明

持续改进与评估不仅是质量管理工具，更是推动系统长远发展的战略手段。通过运行绩效评估、技术迭代、风险复盘和用户反馈，调度系统能够保持动态优化与进化，持续满足轨道交通运营的高标准要求。

