|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 35.240.99 |
| 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 XJBX |   R 87 |

西安市计量标准检测认证协会团体标准

T/XJBX 0038—2025

轨道交通智能调度系统技术规范

Specification for intelligent dispatching system technology in rail transit

2025 - XX - XX发布

2025 - XX - XX实施

西安市计量标准检测认证协会  发布

目次

[前言 III](#_Toc200379934)

[引言 V](#_Toc200379935)

[1 范围 1](#_Toc200379936)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc200379937)

[3 术语和定义 1](#_Toc200379938)

[4 系统总体要求 1](#_Toc200379939)

[5 功能模块要求 2](#_Toc200379940)

[6 数据接口与通信规范 3](#_Toc200379941)

[7 运行管理与安全保障要求 4](#_Toc200379942)

[8 性能评估与验收方法 5](#_Toc200379943)

[9 推广应用建议 7](#_Toc200379944)

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。

本文件由西安市计量标准检测认证协会提出并归口。

本文件起草单位：上海交通职业技术学院、黑龙江龙煤鸡西矿业有限责任公司、中车大连电力牵引研发中心有限公司、华东交通大学、中国铁路设计集团有限公司、重庆许耀城文化传播有限公司、公诚管理咨询有限公司、广州地铁集团有限公司、广州商学院。

本文件主要起草人：宗洁琼、赵阳、罗延具、余路、刘大治、许耀城、李志龙、潘成灿、欧伟恒。

1. 引言

随着城市轨道交通的快速发展，列车运行密度不断增加，客运需求持续增长，对调度系统的实时性、可靠性和智能化水平提出了更高要求。传统调度方式普遍存在响应滞后、数据割裂、人工干预频繁等问题，难以满足复杂运营环境下对安全性、效率性与协同性的综合调度需求。因此，构建集感知、决策、控制于一体的轨道交通智能调度系统，已成为提升交通运营效能和城市综合交通体系管理水平的重要方向。

智能调度系统通过融合大数据、人工智能、物联网、云计算等先进技术，实现了列车运行状态的实时采集、动态预测与调度指令的快速生成与下达，显著提高了运行效率、资源配置能力和应急处置响应速度。在多线路、多时段、多场景的调度实践中，该系统具备自动化程度高、调度策略智能、系统联动强等优势，对缓解交通压力、保障运行安全具有重要意义。

本文件旨在规范轨道交通智能调度系统的架构设计、功能配置、接口要求、运行管理及测试方法，为系统建设和运维提供技术依据，推动行业技术水平统一、系统集成协同与信息共享高效发展，促进轨道交通智能化建设的可持续推进。

轨道交通智能调度系统技术规范

* 1. 范围

本文件规定了轨道交通智能调度的系统总体要求、功能模块要求、数据接口与通信规范、运行管理与安全保障要求、性能评估与验收方法及性能评估与验收方法等内容。

本文件适用于城市轨道交通系统智能调度系统的规划、设计、建设、运行和维护，也可供其他轨道交通调度系统建设及管理相关单位参考使用。

* 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 42334—2024 城市轨道交通运营安全评估规范

GB/T 32588—2025 轨道交通 自动化导向运输（AUGT）安全要求

GB/T 44297—2024 公共安全视频图像信息数据项

GB/T 45401—2025 人工智能 计算设备调度与协同

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

智能调度系统 intelligent dispatching system

利用信息技术、通信技术、人工智能等手段，实现轨道交通运输组织的自动化、信息化、智能化管理系统。其核心目标是提升运输效率、保障运营安全、优化资源配置。

调度指令 dispatching instruction

调度中心下达的针对列车运行、线路切换、设备操作等的指令信息，通常通过系统平台自动生成或人工辅助输入，面向驾驶员、设备或后台控制系统发布。

* 1. 系统总体要求
     1. 架构设计要求

系统应采用模块化、分层化、松耦合的体系架构，具备良好的扩展性和维护性。应实现各类调度功能的集中控制与分布部署，满足不同规模轨道交通线路的调度需求。

* + 1. 数据一致性与共享机制

应建立统一的数据中心或数据总线，支持运营、设备、通信、客流等多维数据的实时汇聚与标准化处理，保障调度决策所依赖的数据一致性、时效性与准确性。

* + 1. 协同运行能力

系统应支持与列车自动控制系统（ATO/ATP）、信号系统、客流监测系统、应急响应系统等实现深度集成，保障调度计划、运行指令与各系统协同执行的闭环管理。

* + 1. 多终端操作适配

调度平台应支持固定调度终端、移动调度终端（如调度平板、便携终端）等多种形式，提升调度人员现场干预、远程指令下达的灵活性和效率。

* + 1. 高可用与容灾机制

系统应支持主备冗余部署，具备本地容灾与异地灾备机制，确保关键功能在突发情况下依然可用。应定期进行灾备演练验证系统容错能力。

* + 1. 智能分析与辅助决策能力

应集成智能算法模块，能够基于历史数据分析、实时运行状态、客流预测结果等因素，自动生成调度方案建议并辅助调度员完成科学决策。

* 1. 功能模块要求
     1. 基础调度模块

该模块应具备日常列车运行调度的基础功能，包括：

1. 编制运行图、编组计划、运力调配等功能；
2. 动态调整运行计划，支持按时段、线路、车辆等维度快速修改；
3. 实时监控列车运行状态，基于偏差及时生成调整指令；
4. 支持与信号系统、车辆控制系统的联动调度。
   * 1. 应急调度模块

系统应配置一套覆盖各类突发事件的应急调度机制，包括：

1. 自动识别设备故障、车站异常、突发客流等应急场景；
2. 提供一键切换应急预案与指令广播能力；
3. 支持跨线路调度协调、应急车辆调用与人员分配；
4. 记录全过程应急调度指令与响应行为。
   * 1. 智能分析模块

应集成基于人工智能或大数据分析的模块，提供以下能力：

1. 历史调度数据建模与趋势分析；
2. 运行效率评估与瓶颈诊断；
3. 客流预测模型辅助调度策略生成；
4. 事件关联分析与自动优化建议。
   * 1. 信息展示模块

系统应具备直观可视化的展示功能，支持多层级、多维度信息整合展示，包括：

1. 实时列车位置图、站点状态图；
2. 运行图动态展示、客流热力图；
3. 事件推送及处理流程图；
4. 多终端适配的可视化界面。
   * 1. 日志管理与追溯模块

应建立完整的调度行为、系统状态与用户操作日志管理功能：

1. 自动记录调度决策过程及指令下发记录；
2. 提供调度轨迹回放、行为审计与责任追踪功能；
3. 支持关键操作权限控制与审计留痕。
   1. 数据接口与通信规范
      1. 接口分类

根据系统功能模块与外部平台对接需求，接口可分为以下类型：

1. 业务系统接口：如与列控、信号、客运、应急、能耗管理系统对接；
2. 信息展示接口：供可视化系统、移动终端展示运行信息；
3. 数据管理接口：用于调度数据库、日志系统、数据仓库间的数据传输；
4. 第三方平台接口：包括政府监管平台、协同调度平台、智慧城市系统等。
   * 1. 通信协议要求

为保障数据传输的兼容性与安全性，系统应遵循以下通信协议要求：

1. 内部通信推荐采用高性能通信协议；
2. 外部接口采用标准开放协议；
3. 通信内容需使用统一的数据结构与字段定义；
4. 所有数据传输应支持加密机制，确保通信安全。
   * 1. 数据格式规范

所有接口传输数据应符合标准化格式要求，字段结构清晰、含义明确，接口数据字段示例如表1所示。

1. 接口数据字段示例表

| 字段名称 | 类型 | 描述 |
| --- | --- | --- |
| trainId | String | 列车唯一标识符 |
| timestamp | Datetime | 时间戳 |
| location | String | 当前车站或区间 |
| statusCode | String | 列车运行状态码 |
| actionType | String | 调度指令类别 |
| issuedBy | String | 指令下达人员标识 |

接口格式应具备良好的可扩展性，支持多版本并行、字段追加与兼容校验。

* + 1. 异常处理机制

系统应对接口通信异常设置容错与补偿机制，包括：

1. 通信失败时的重传与告警；
2. 超时机制与中断恢复机制；
3. 日志记录与接口调用追踪能力。
   * 1. 接口测试与验证

接口上线前必须完成功能测试、性能测试与边界测试，确保其满足以下指标：

1. 响应时间低于规定阈值；
2. 支持并发高频调用；
3. 对非法请求具备识别与拒绝能力；
4. 日志记录完整、调用轨迹清晰。
   1. 运行管理与安全保障要求
      1. 运行管理制度建设

系统运营单位应建立涵盖调度系统日常运行、巡检维护、异常处置、日志管理等方面的制度，主要包括：

1. 运行监测制度：设立24小时监控机制，对系统运行状态、调度指令、设备在线情况等进行实时跟踪；
2. 维护保养制度：依据系统组件类型制定周期性维护计划，确保软硬件系统始终处于良好状态；
3. 故障应急制度：构建多级响应机制，对软件故障、硬件损坏、数据异常等突发情况进行快速定位与恢复；
4. 日志管理制度：所有操作与事件应形成完整日志记录，具备查询、追踪、审计能力。
   * 1. 安全策略与权限控制

系统应构建多层次安全控制体系，包括身份鉴权、访问权限、行为审计等措施，确保系统免受未授权访问和内部滥用：

1. 身份验证机制：采用多因子认证、动态口令等方式验证系统用户与设备；
2. 访问权限分级：依据用户岗位、角色设定最小权限原则，避免数据越权访问；
3. 行为审计机制：所有用户操作与关键行为应留存审计记录，并定期审查；
4. 账号生命周期管理：包括创建、启用、冻结、注销等全流程控制。
   * 1. 数据备份与容灾能力

系统应建立多层备份与灾难恢复机制，保障数据完整性与业务连续性：

1. 定期备份策略：调度数据、日志、配置文件等应按日/周/月设定不同粒度备份频次；
2. 异地容灾部署：核心调度系统应具备异地备份站点，确保在主系统故障情况下可迅速切换；
3. 冗余设计与切换机制：关键模块应实现热备/冷备机制，保障不中断运行。
   * 1. 信息安全防护机制

为应对网络攻击和信息泄露风险，应强化系统信息安全防护：

1. 网络隔离与防火墙配置：不同子系统间设防火墙与访问控制策略，关键设备内网隔离；
2. 漏洞扫描与修补机制：定期开展系统漏洞评估与补丁更新；
3. 入侵检测与防御机制：部署IDS/IPS系统，对异常流量与行为进行识别与拦截；
4. 加密与密钥管理：调度指令、敏感数据传输应加密处理，密钥管理遵循分权、轮换与封存原则。
   1. 性能评估与验收方法
      1. 功能验收

功能验收主要评估系统是否满足设计与使用需求，采用实际场景模拟与功能清单对照方式进行测试，包括但不限于以下内容：

1. 调度计划制定、下达、调整等核心功能；
2. 运营状态实时监控与调度指令闭环反馈；
3. 应急预案自动调用与执行流程测试；
4. 各模块间联动响应逻辑与数据一致性；
5. 操作界面友好性与用户交互流程完整性。

验收应确保系统功能覆盖率达100%，无关键功能缺失或异常。

* + 1. 性能测试

系统性能测试应围绕系统响应速度、并发处理能力、资源占用率等关键指标展开，推荐采用压力测试工具与模拟负载环境进行评估。关键性能指标如下表2所示：

1. 智能调度系统关键性能指标参考表

| 指标类别 | 评估内容 |
| --- | --- |
| 指令响应时间 | 调度指令下达至执行反馈时间≤1秒 |
| 并发处理能力 | 支持≥100并发操作无卡顿 |
| 系统资源利用率 | CPU占用80%，内存占用≤70% |
| 数据更新时效性 | 运行状态刷新延迟≤2秒 |
| 平均无故障运行时间（MTBF） | ≥2000小时 |

测试结果应满足预设指标标准，无性能瓶颈或稳定性隐患。

* + 1. 安全性评估

安全性评估主要检验系统在身份验证、数据传输、权限控制、日志审计等方面的防护能力，应结合模拟攻击、风险扫描、权限渗透测试等方式进行：

1. 模拟恶意访问检测是否被正确拦截；
2. 检查用户权限边界与越权访问可能性；
3. 数据传输是否加密、日志是否可追溯；
4. 对入侵尝试与异常行为的自动响应能力。

测试应确认系统具备防篡改、防越权、防攻击、防信息泄露的综合能力。

* + 1. 接口兼容性测试

调度系统需与既有车站系统、信号系统、客运平台、数据中心等实现接口对接，测试应涵盖：

1. 数据交互格式一致性与容错能力；
2. 调用稳定性与结果返回逻辑正确性；
3. 异常中断后的重传与恢复机制；
4. 与不同类型API适配情况。

测试结果应确保系统接口开放稳定，具备良好兼容性与对接能力。

* + 1. 验收流程与结论判定

验收应由建设单位组织，联合设计、开发、运维、第三方检测等参与单位组成工作组，根据测试方案逐项打分并形成报告，最终按以下规则综合判定：

1. 所有关键功能无缺失，主要性能指标达标；
2. 安全机制健全，无重大漏洞或风险项；
3. 系统稳定运行≥72小时无崩溃或中断；
4. 文档资料齐备，操作培训完成。

若以上条件均满足，可判定为验收通过；否则应进行针对性整改后重新验收

* 1. 推广应用建议
     1. 场景适配与部署路径

根据城市轨道交通发展的不同阶段与系统体量，调度系统应具备灵活的适配能力。可按照以下三类典型场景部署与推广：

1. 新建线路优先部署：在规划建设阶段同步导入调度系统，实现设备、接口、流程一体化建设；
2. 既有线路升级改造：针对人工调度或分散系统运行的线路，分阶段推进调度一体化与自动化改造；
3. 区域级联协同调度：在具备多线路或多运营主体的城市轨道交通体系中，逐步构建多层级、跨系统的联合调度中心，实现资源协调最优化。

同时，系统部署可依据实际条件采取集中部署、边缘部署或云边协同模式，提升系统灵活性与资源调度效率。

* + 1. 运维体系与能力建设

智能调度系统的高可用性与运行稳定性依赖于完整的运维体系。建议建设多层次的运维管理架构：

1. 建立标准化的运行维护流程，包括日常巡检、故障响应、日志审计、系统更新等；
2. 推进运维人员专业化培训，配置数据分析、系统安全、智能算法等复合型技能团队；
3. 借助智能运维平台，实现对运行状态的可视化、远程诊断与自动预警；
4. 鼓励建立第三方独立技术支持与验收机制，保障调度系统长期稳定运行。
   * 1. 技术演进与升级方向

为提升系统适应未来发展与新兴技术融合的能力，建议关注以下演进方向：

1. 智能算法增强：引入强化学习、博弈优化、自适应调度等前沿算法，提升调度策略自主性与效率；
2. 融合感知系统扩展：整合车载与站台智能感知终端，提升对运行环境与客流状态的实时掌控能力；
3. 多系统协同：实现与票务系统、乘客信息系统、能耗管理系统的互联互通，推动跨系统协同调度；
4. 云边协同平台建设：通过云计算资源扩展处理能力，同时结合边缘计算增强响应速度与数据本地处理能力；
5. 开放接口生态：建立标准化、文档化的开发者接口体系，促进创新应用接入与二次开发。

