

# T/VSTR

团 体 标 准

T/VSTR 032—2025

## 市域（郊）铁路基础设施智能运维平台 技术规范

Technical specification for intelligent operation and maintenance platform  
of suburban railway infrastructure

2025 - 12 - 29 发布

2026 - 02 - 01 实施

目 次

前 言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 缩略语 ..... 1

5 总体要求 ..... 2

6 平台结构及网络结构 ..... 2

7 数据服务功能 ..... 4

8 平台功能 ..... 5

9 平台接口 ..... 7

10 网络安全 ..... 9

11 平台设备性能要求及设备配置 ..... 9

12 设备电磁兼容性要求 ..... 10

13 设备环境适应性要求 ..... 10

附 录 A （规范性） 市域（郊）铁路基础设施智能运维平台接口规范 ..... 11

附 录 B （规范性） 市域（郊）铁路基础设施智能运维平台设备配置 ..... 16

## 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。

本文件由中关村轨道交通视频与安全产业技术联盟铁路卫星与新技术应用专业委员会提出。

本文件由中关村轨道交通视频与安全产业技术联盟归口。

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这些专利的责任。

本文件起草单位：中铁上海设计院集团有限公司、卡斯柯信号有限公司、上海市域铁路运营有限公司、上海电气自动化集团有限公司、北京华铁信息技术有限公司、北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、北京鼎兴达信息科技股份有限公司、北京佳讯飞鸿电气股份有限公司、宁波和利时信息安全研究院有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司、中国铁路设计集团有限公司、北京城建设计发展集团股份有限公司、广西交控智维科技发展有限公司、湖南中车时代通信信号有限公司、西安雷迪信息技术有限公司、天津瑞利通科技有限公司、北京英诺威尔科技股份有限公司。

本文件主要起草人：刘洋、刘玺、胡恩华、徐敢锋、吴海明、魏盛昕、赵博、张瑾、朱存仁、陆志雄、顾正宜、叶一彪、罗志刚、施凯旋、王忠斌、胡启正、杨勇、刘志明、侯佳骏、李慧、吴大勇、钟桂东、王勇龙、杜涛、吕福健、朱铁栓、刘立峰、李娟、王海忠、宋广谦、弓剑、刘雅祯、高宁、任赞军、阳亦斌、杨将、马军、赵春垒、马亚楠、罗志强、刘宗杰。

# 市域（郊）铁路基础设施智能运维平台技术规范

## 1 范围

本文件规定了市域（郊）铁路基础设施智能运维平台的总体要求、平台结构及网络结构、数据服务功能、平台功能、平台接口、网络安全、平台性能要求及设备配置、电磁兼容及防雷、环境要求等内容。

本文件适用于市域（郊）铁路基础设施智能运维平台（以下简称平台）的研发、工程设计、建设及运行维护，其他铁路可参照执行。

## 2 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 2887 计算机场地通用规范

GB 19517 国家电气设备安全技术规范

GB/T 24338.5 轨道交通 电磁兼容 第4部分：信号和通信设备的发射与抗扰度

TB/T 3137 铁路产品标识代码编制规则

## 3 术语和定义

### 3.1

**市域（郊）铁路** suburban railway

为都市圈中心城市城区连接周边城镇组团及其城镇组团之间提供公交化、大运量、快速便捷的轨道交通系统，是城市综合交通体系的重要组成部分。

### 3.2

**基础设施** infrastructure

为列车运行提供必要的物理基础和技术支持，涵盖工务、电务、供电、机电固定设施设备。

### 3.3

**智能运维** intelligent operation and maintenance

以市域铁路基础设施为管理对象，融合物联网、AI、大数据等技术，实现状态感知、数据汇集、智能分析、决策支持、运维执行的自动化、智能化的综合管理系统。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI：人工智能（Artificial Intelligence）

CCTV：闭路电视监控系统（Closed-Circuit Television）

CPU：中央处理器（Central Processing Unit）

GPU：图形处理器（Graphics Processing Unit）

MTBF：平均故障间隔时间（Mean Time Between Failure）

MTTR：平均修复时间（Mean Time To Repair）

OSPF：开放式最短路径优先（Open Shortest Path First）

TCP/IP：传输控制协议/网际协议（Transmission Control Protocol/Internet Protocol）

## 5 总体要求

5.1 平台是集数据整合、多元管理与智能决策于一体的综合性平台，宜具备运维全景视图、设备数字资产、设备健康评价、生产作业管控、应急处置协同和智能辅助决策功能，实现全生命周期健康管理及维护业务辅助决策，提升基础设施设备运用与维护水平。

5.2 平台宜满足线网级、车间级和工区级不同的运维管理需求。

5.3 平台应按市域（郊）铁路线网统一规划建设，具备集成性和扩展性，支持接入多线路、多专业的监测检测类、生产组织类和综合管理类系统。

5.4 平台应采用安全隔离措施，不得影响其他接口系统的正常工作；平台应具备时钟校核功能，确保平台与接口系统时钟统一。

5.5 平台应采用冗余及网络安全技术，保障运行稳定可靠，确保高可用性和数据安全；平台网络安全防护措施应满足网络安全等级保护二级要求。

5.6 平台应纳入到工务、电务、供电、机电专业的设计、施工、调试、验收及运营全过程。

5.7 平台与工务、电务、供电、机电等系统间应采用 TCP/IP 协议进行数据传输，数据传输格式应符合附录 A 要求。

## 6 平台结构及网络结构

### 6.1 平台结构

6.1.1 平台宜由线网级、车间级和工区级三个层级组成，为各层级管理和维护人员提供智能化运维支撑。平台层次结构框图见图 1，平台层次结构组成图见图 2。

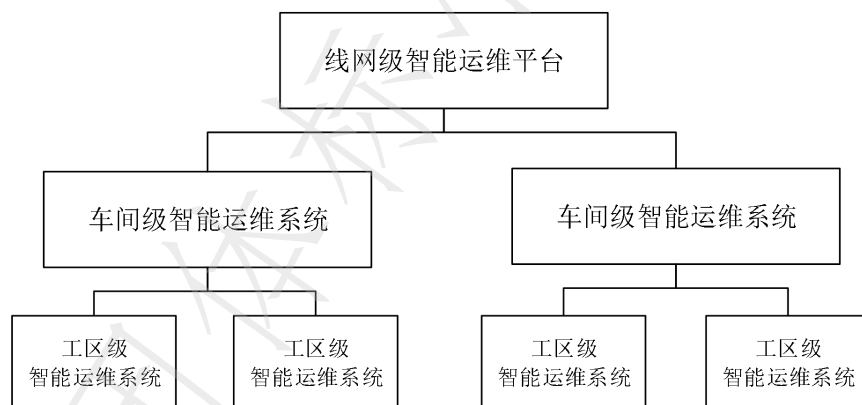


图 1 平台层次结构框图

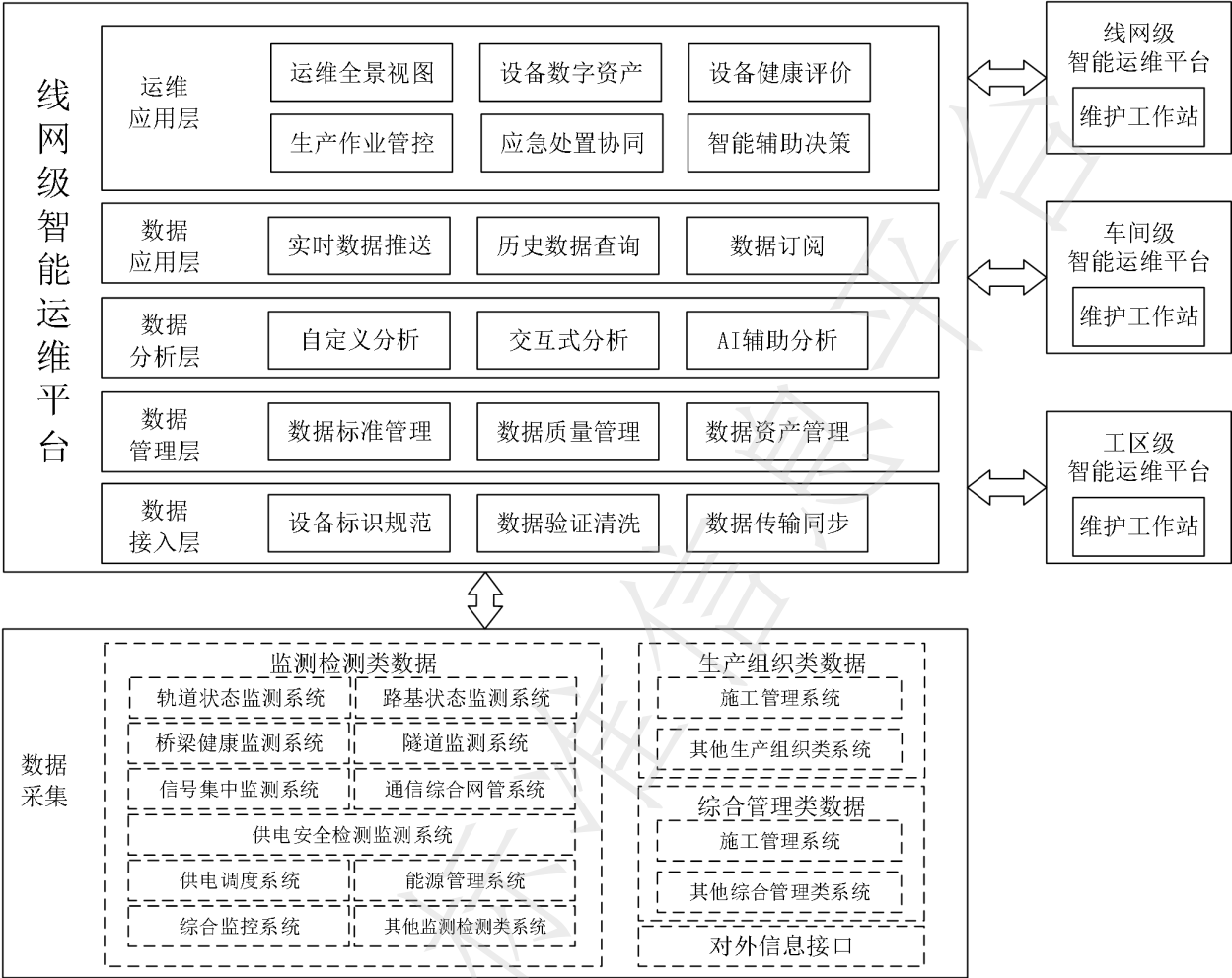


图2 平台层次结构组成图

6.1.2 线网级智能运维平台应具备数据汇聚、分析、决策支持等功能，实现多线路、多专业集成管理，支持数据的实时处理与分析，为运维管理提供全面的决策支持。平台宜基于云资源构建，宜配置应用资源服务器、AI 资源服务器、数据库服务器、数据汇聚服务器、维护工作站等，可独立设置网络设备、网络安全隔离设备、大屏设备。

6.1.3 车间级、工区级智能运维系统应设置维护工作站。

6.2 网络结构

6.2.1 平台设置于管理网，网络结构如图 3 所示。

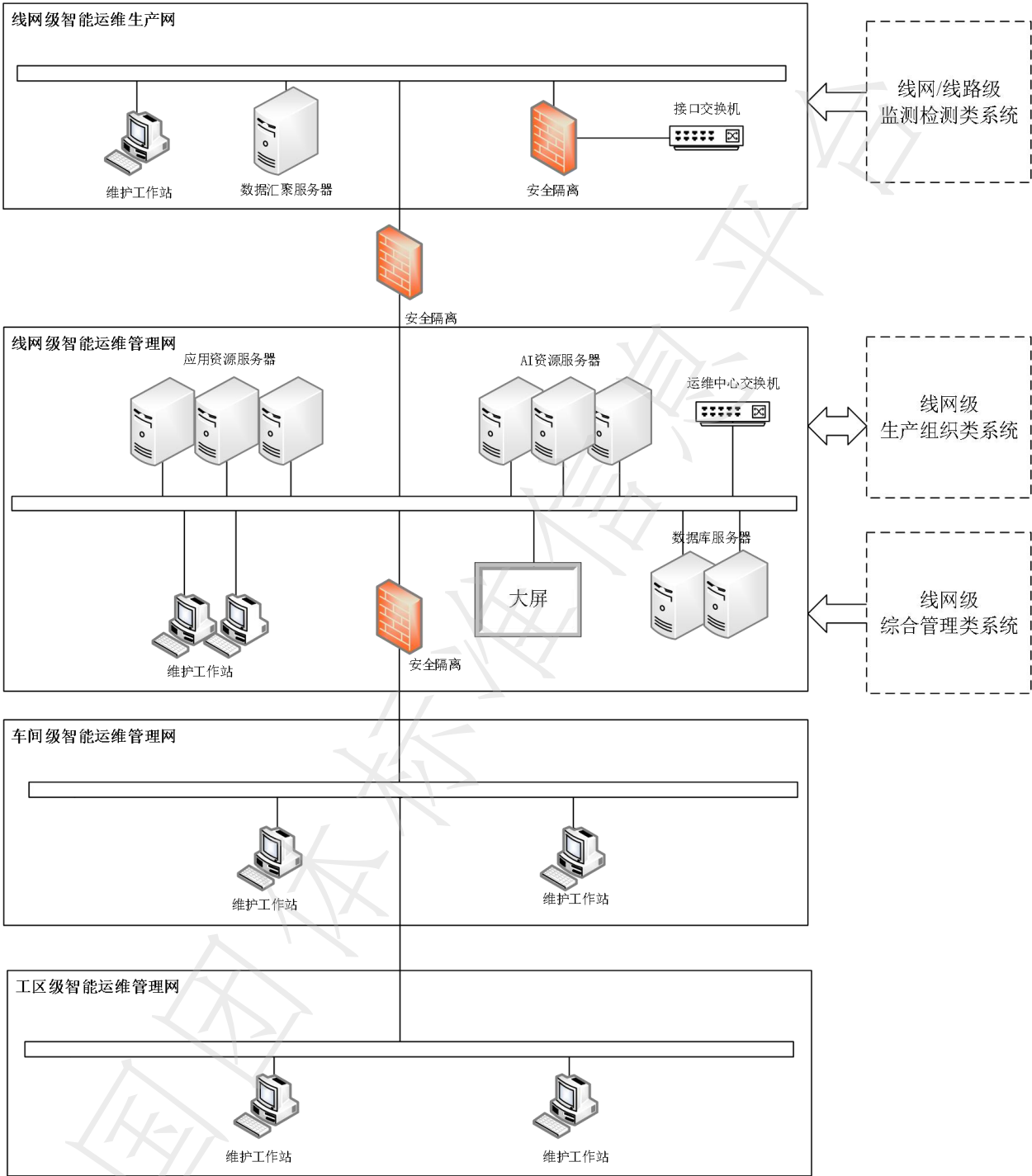


图3 平台网络结构示意图

- 6.2.2 生产网和管理网之间应实现网络安全隔离。
- 6.2.3 平台网络应采用 TCP/IP 等通用标准协议，并符合开放式网络体系结构。
- 6.2.4 平台网络设计应在可靠、安全、实时的前提下，采用标准、通用、高兼容性的网络设备。
- 6.2.5 平台网络宜采用双链路冗余设计，在单链路故障时能够无缝切换至备用链路，保障数据传输的连续性和稳定性，网络设备宜具备故障自动检测与恢复功能，能够在故障发生后切换至备用设备。

7 数据服务功能

7.1 数据接入层

- 7.1.1 设备唯一标识应按标准化单元划分、编码及表征规范定义，应符合 TB/T 3137 要求。

- 7.1.2 应采用安全措施保护数据接入的安全性和完整性，防止数据泄露、篡改或非法访问。
- 7.1.3 应确保数据接入准确性和一致性，对数据源进行验证和清洗。
- 7.1.4 应采用高效的数据传输和同步机制，确保数据实时、准确传输。
- 7.1.5 应对平台与各系统间接口进行兼容性测试，确保在不同操作系统、网络环境和设备类型下均能正常工作，保障平台的稳定性和可靠性。

## 7.2 数据管理层

- 7.2.1 应具备数据标准管理功能，制定和实施统一的数据标准，确保数据的规范性和一致性。
- 7.2.2 应具备数据质量管理功能，建立数据质量管理体系，确保数据完整性和一致性。
- 7.2.3 应具备数据安全保障功能，通过数据加密、数据备份、数据访问控制、数据恢复等手段，保障数据的安全性和隐私性，防止数据泄露、非法访问和篡改。
- 7.2.4 应具备数据治理功能，包括：数据统筹和规划、数据构建和运行、数据监控和评价及数据改进和优化。
- 7.2.5 应具备数据资产管理功能，实现数据资源的统一管理、共享、应用和价值评估。
- 7.2.6 应具备设备主模型数据管理功能，通过建立设备主模型框架实现设备多维度数据的统一规范化管理，设备主模型数据宜包括：设备生产制造数据、设备物理空间数据、设备技术参数数据、设备业务属性数据、设备维护属性数据、设备施工属性数据等。
- 7.2.7 宜具备 AI 模型训练与推理数据管理功能，支持基于故障案例数据、设备全生命周期特征数据，建立 AI 专用数据集分类体系；支持数据集的版本管理、标注更新，确保数据满足 AI 模型的训练与实时推理需求。

## 7.3 数据分析层

- 7.3.1 应具备高性能的数据处理能力，支持处理海量数据并快速响应查询和分析请求；支持分布式存储架构，满足数据的高可用性和可扩展性要求。
- 7.3.2 应具备数据查询功能，支持标准化与自定义查询方式，满足标准化和定制化查询需求，并提供接口供外部系统调用。
- 7.3.3 应具备良好的性能和稳定性，能够支持高并发、低延迟的数据处理和分析需求。
- 7.3.4 应提供柱状图、折线图、饼图、热力图等数据可视化图表，支持自定义与交互式分析，实时呈现结果，确保用户高效洞察数据，支撑数据驱动决策与业务优化。
- 7.3.5 宜具备 AI 辅助数据分析能力，支持对设备实时监测数据进行 AI 特征提取，识别隐性异常；支持对日志数据进行 AI 语义分析，挖掘日志与故障的关联关系，辅助缩小故障排查范围；支持基于历史故障案例，对当前故障数据进行相似度匹配，输出故障原因及定位建议。

# 8 平台功能

## 8.1 运维全景视图

- 8.1.1 应具备面向各层级、各职能用户的运维关键指标可视化展示功能，展示的指标内容包括设备资产指标、设备运行指标、生产过程指标等。
- 8.1.2 应具备面向各层级、各职能用户的运维关注信息可视化展示功能，展示的信息内容包括设备资产超临期、设备状态异常、生产作业异常、故障应急事件等。
- 8.1.3 应具备按用户权限展示管辖范围内信息的功能，支持不同用户登录动态切换相应的全景视图。
- 8.1.4 应具备分层级钻取展示功能，支持按线网级、车间/工区级分层展示逐层细化的运维关键信息。
- 8.1.5 可支持基于数字孪生技术构建运维场景可视化应用，精确定位并直观呈现设备、环境、生产等实时状态和空间定位。
- 8.1.6 应具备通过智能维护终端，实现设备数字资产管理、设备健康评价、生产作业管控、应急处置协同及智能辅助决策的移动式应用能力。

## 8.2 设备数字资产

- 8.2.1 应具备按设备对象建立全维度数据的标准汇聚功能，包括设备动态监测和检测数据、设备静态生产信息数据、设备静态履历和台账信息等，支持按设备视角综合展示全维度数据。



- 8.2.2 应具备设备全生命周期管理功能，支持上道、使用、维修、下道全流程的管理和数据持续更新。
- 8.2.3 应具备设备资产全寿命评估功能，支持投资、折旧、维修支出、报废全过程的定量评估、技术经济分析、维护效能评价和资源定额决策。
- 8.2.4 应具备设备数字孪生建模功能，支持以设备维度建立全维度数据的虚实统一展示和便捷交互，实现运维生产、应急等场景下设备状态的叠加展示，展示颗粒度可至最小可替换单元和线缆级别。

### 8.3 设备健康评价

- 8.3.1 应具备以设备机理和设备数据建立设备健康评价模型、算法的功能，实现设备多周期健康评价功能。
- 8.3.2 应具备设备短期健康状态评价及展示功能，实现设备状态的维护定级，支持以监测、检测数据为主量化评价设备当前状态，并支持以图形可视化呈现设备短期健康分析结果。
- 8.3.3 应具备设备中期健康评价及展示功能，实现设备群体、共性问题 and 集中维护问题的评估决策，支持以历史数据为主量化评价总体状态，提供设备健康中期评价报告、设备专项修报告、工电联检报告等，并支持逐层钻取展示至设备级信息。
- 8.3.4 应具备设备长期健康评价及展示功能，实现设备寿命预测，支持以设备全维度历史数据为主量化评价设备预期状态，提供设备中大修、大更改等综合评价报告，辅助决策设备维护周期，并支持以图表方式展示设备寿命预测信息。

### 8.4 生产作业管控

- 8.4.1 应具备生产计划管理、工单管理和生产维修辅助决策功能，支持基于设备状态、生产需求、维修历史等多维度数据，优化生产计划。
- 8.4.2 应具备生产作业过程监督及结果管控功能，支持实时跟踪生产进度、评估计划偏差、监控生产效率和质量等关键指标。
- 8.4.3 应具备系统自动巡检和报告生成功能，支持自动生成含巡检结果、异常项目及建议措施的详尽报告，并提供报告查询与下载功能。
- 8.4.4 应具备生产组织综合概览功能，支持集成生产组织数据，通过仪表盘、图表等可视化工具展示生产计划、设备状态、进度等信息。

### 8.5 应急处置协同

- 8.5.1 应具备故障应急场景下故障诊断分析、故障处所定位和故障处置指导功能，支持以设备原理图、故障定位图、故障处置流程图等形式实现系统指导。
- 8.5.2 应具备故障应急场景下资源综合协调能力，支持快速整合人力、物力、技术支持等资源，在应急场景下准确识别、获取并配置所需资源。
- 8.5.3 应具备应急预案管理能力，支持包括但不限于通过图表、流程图、操作手册等形式展示应急预案。
- 8.5.4 应具备应急故障影响范围和运营影响评估、故障延时预测评估功能，支持以图表、报告等可视化方式呈现应急故障影响范围和故障延时。

### 8.6 智能辅助决策

- 8.6.1 应具备日志数据的深度规律挖掘功能，支持实时或定时采集日志数据，运用模式识别、异常检测等工具进行深度分析，基于分析结果自动生成分析报告，明确问题、异常及优化点，提供详细信息辅助运维人员快速定位问题根源，制定修复与优化措施。
- 8.6.2 应具备设备关联分析能力，支持分析不同场景下设施行为与性能，识别关键依赖关系及潜在风险点，为运维决策提供涵盖依赖影响、风险评估的科学依据。
- 8.6.3 应具备运行数据长期收集及规律挖掘功能，支持分析性能趋势、故障模式等内在规律，预测设备的最佳维护时间。
- 8.6.4 应具备案例管理与智能匹配功能，支持智能运维案例库，收集历史问题及解决方案，经分类标签化处理确保可检索性。
- 8.6.5 应具备人员综合绩效评价功能，支持根据动态生产质量结合人工打分的方式评价人员绩效。
- 8.6.6 应具备人员能力提升建议功能，支持根据单个人员的能力状况，提供具有针对性的能力提升建议；支持根据对群体性共通薄弱环节进行评价，给出面向生产的综合性人员能力提升建议。

## 9 平台接口

### 9.1 轨道状态监测系统接口

平台与轨道状态监测系统间应采用网络接口通信方式，接口内容宜包含下列内容：

- a) 轨道几何参数检测与告警信息；
- b) 扣件状态检测与告警信息；
- c) 轨枕状态检测与告警信息；
- d) 道床状态检测与告警信息；
- e) 道岔状态检测与告警信息；
- f) 钢轨表面缺陷检测与告警信息；
- g) 钢轨内部缺陷检测与告警信息；
- h) 钢轨焊缝检测与告警信息。

### 9.2 路基状态监测系统接口

平台与路基状态监测系统间应采用网络接口通信方式，接口内容宜包含下列内容：

- a) 路基沉降及结构状态监测与告警信息；
- b) 边坡形变监测与告警信息。

### 9.3 桥梁健康监测系统接口

平台与桥梁健康监测系统间应采用网络接口通信方式，接口内容宜包含下列内容：

- a) 桥涵结构状态监测与告警信息；
- b) 桥梁形变监测与告警信息；
- c) 桥梁应力/应变和受力监测与告警信息。

### 9.4 隧道监测系统接口

平台与隧道监测系统间应采用网络接口通信方式，接口内容宜包含下列内容：

- a) 隧道形变监测与告警信息；
- b) 隧道应力/应变和受力监测与告警信息；
- c) 隧道沉降监测与告警信息；
- d) 隧道裂缝监测与告警信息；
- e) 隧道水位监测与告警信息；
- f) 隧道环境监测与告警信息。

### 9.5 信号集中监测系统接口

平台与信号集中监测系统间应采用网络接口通信方式，接口内容宜包含下列内容：

- a) 外电网综合质量监测；
- b) 轨道电路监测；
- c) 直流转辙机监测；
- d) 交流转辙机监测；
- e) 光电缆综合监测；
- f) 漏泄电流监测；
- g) 信号机监测；
- h) 集中式移频监测；
- i) 环境监测；
- j) 异物侵限监测；
- k) 站（场）间联系监测；
- l) 联锁系统设备工作状态与告警信息；
- m) 行车调度指挥系统设备工作状态与告警信息；
- n) 列控系统设备工作状态与告警信息；

- o) 轨道电路设备工作状态与告警信息；
- p) 信号电源系统设备工作状态与告警信息。

#### 9.6 通信综合网管系统接口

平台与通信综合网管系统间应采用网络接口通信方式，接口内容宜包含下列内容：

- a) 传输系统设备工作状态与告警信息；
- b) 无线系统设备工作状态与告警信息；
- c) 调度及专用通信系统设备工作状态与告警信息；
- d) 广播系统设备工作状态与告警信息；
- e) 乘客信息系统设备工作状态与告警信息；
- f) 时钟系统设备工作状态与告警信息；
- g) 电话系统设备工作状态与告警信息；
- h) CCTV 设备工作状态与告警信息；
- i) 通信电源系统设备工作状态与告警信息。

#### 9.7 供电安全检测监测系统接口

平台与供电安全检测监测系统间应采用网络接口通信方式，接口内容宜包含下列内容：

- a) 弓网综合检测与告警信息；
- b) 接触网安全巡检（视频监控）设备工作状态与告警信息；
- c) 接触网运行状态检测与告警信息；
- d) 接触网悬挂状态检测监测与告警信息；
- e) 受电弓滑板监测与告警信息；
- f) 接触网地面监测与告警信息。

#### 9.8 供电调度系统接口

平台与供电调度系统间应采用网络接口通信方式，接口内容宜包含下列内容：

- a) 变电站环境监测设备工作状态与告警信息；
- b) 变电站视频监控设备工作状态与告警信息；
- c) 在线监测设备工作状态与告警信息。

#### 9.9 能源管理系统接口

平台与能源管理系统间应采用网络接口通信方式，接口内容宜包含下列内容：

- a) 设备工作状态与告警信息；
- b) 能耗超标信息；
- c) 能耗管控信息；
- d) 变电所电压、电流、功率、谐波等信息。

#### 9.10 综合监控系统接口

平台与综合监控系统间应采用网络接口通信方式，接口内容宜包含下列内容：

- a) 环境与设备监控系统设备工作状态与告警信息；
- b) 防淹门系统设备工作状态与告警信息；
- c) 站台门系统设备工作状态与告警信息；
- d) 电梯设备工作状态与告警信息；
- e) 火灾报警监测；
- f) 其他设备工作状态与告警信息。

#### 9.11 施工管理系统接口

平台与施工管理系统间应采用网络接口通信方式，接口内容宜包含下列内容：

- a) 施工计划信息；
- b) 施工进度信息；
- c) 施工现场人员信息；

d) 设备调配记录。

## 9.12 人员管理系统接口

平台与人员管理系统间应采用网络接口通信方式，接口内容宜包含下列内容：

- a) 人员基本信息；
- b) 岗位与职责信息；
- c) 人员培训与技能证书信息。

## 9.13 其他系统接口

平台与其他系统间应采用网络接口通信方式。

# 10 网络安全

## 10.1 通信网络要求

10.1.1 平台使用的核心网络设备、通信链路宜采用冗余设计，确保网络的高可用性。

10.1.2 平台内的数据传输应具备校验功能，针对关键配置信息、身份鉴别信息等敏感信息在网络传输时宜采用数据加密保护。

## 10.2 安全区域边界要求

10.2.1 平台使用的安全边界设备应具备边界防护、访问控制、安全审计等功能。

10.2.2 安全边界设备应对源地址、目的地址、源端口、目的端口和协议进行检查，以允许/拒绝数据包进出。

## 10.3 安全计算环境要求

10.3.1 服务器和终端上应部署主机安全防护系统，实现计算环境的主机加固和安全防护。

10.3.2 主机安全防护系统应具备程序白名单、进程保护、防篡改、外设管控、访问控制、自身防护、安全审计等功能。

10.3.3 主机安全防护系统应支持对重要业务进程进行保护，防止被恶意程序杀死，并对防护过程进行审计记录，此记录不可删除和篡改。

10.3.4 主机安全防护系统应通过加固功能对系统服务、开机启动项、系统账户、系统工具、USB 网卡等系统资源使用情况进行控制，对常见高危风险端口进行封堵。

10.3.5 主机安全防护系统应支持 USB 存储设备安全管控，设备使用前须经过授权或病毒查杀操作。

## 10.4 其它要求

安全管理中心要求由线网中心统一建设、统一管理。

# 11 平台设备性能要求及设备配置

## 11.1 平台性能要求

### 11.1.1 可靠性要求

平台 MTBF 不应小于 10 000 h。

### 11.1.2 可用性要求

平台的可用度不应低于99.99%。

### 11.1.3 可维修性要求

平台MTTR不应大于0.75 h。

## 11.2 设备配置要求

### 11.2.1 线网级智能运维平台基础设备配置要求

平台基础设备配置应支持不少于3条线路接入，应配置：数据汇聚服务器（1台）、应用资源服务器（3台）、AI资源服务器（3台）、数据库服务器（2台）、接口交换机（1台）、运维中心交换机（1台）、网络安全隔离设备（3台）、维护工作站（1台），各设备配置要求详见附录B。

### 11.2.2 线网级智能运维平台扩容设备配置要求

平台应支持线路接入，当平台累计接入线路数量达到 3 条的整数倍时，应对平台进行扩容。新增以下设备：数据汇聚服务器（1台）、应用资源服务器（1台）、AI资源服务器（1台）、数据库服务器（1台）、接口交换机（1台），各设备配置要求详见附录B。

### 11.2.3 车间/工区设备配置要求

每车间应至少配置 1 台维护工作站，各车间所辖工区应根据实际需求配置维护工作站，设备配置要求详见附录 B。

## 12 设备电磁兼容性要求

平台应满足电磁兼容综合防护的相关规定，具有良好的电磁兼容性能。电磁兼容试验应满足 GB/T 24338.5 的规定。

## 13 设备环境适应性要求

### 13.1 工作温度要求

平台运行环境工作温度：0℃~40℃。

### 13.2 工作湿度要求

平台运行环境工作湿度：满足20%~90%不结露（室温+25℃）。

### 13.3 工作环境要求

工作环境应符合 GB 19517 与 GB/T 2887 的规定。

### 13.4 电源要求

中心机房应采用两路可靠 380 V 电压供电，同时应满足其电压波动范围不超过 10%且频率为 50Hz，频偏不超过 2%。其容量不应少于交流 30 kVA，经纯在线式 UPS 转换隔离后给设备供电，UPS 容量应能保证交流电断电后维持平台可靠供电 10 min 以上。

附 录 A  
(规范性)  
市域（郊）铁路基础设施智能运维平台接口规范

### A.1 接口数据格式

#### A.1.1 发送端数据帧

发送端数据帧要求应符合表A.1。

表A.1 发送端数据帧

帧头	版本号	数据类型码	数据子类型码	时间戳	数据包标识	线路号	站号	预留	数据总包数	数据包序号	本包数据长度	本包数据内容	帧尾
4	1	2	2	4	4	1	1	2	1	1	2	N	4

#### A.1.2 接收端确认帧

接收端确认帧要求应符合表A.2。

表A.2 接收端确认帧

帧头	版本号	数据类型码	数据子类型码	时间戳	数据包标识	线路号	站号	预留	帧尾
4	1	2	2	4	4	1	1	2	4

#### A.1.3 数据帧说明

数据帧要求应符合表A.3。

表A.3 数据帧说明

名称	最小值	最大值	长度	枚举值	描述
帧头	--	--	4	0xEF * 4	帧开始标识
版本号	0	255	1	--	协议版本号，高四位表示主版本号，第四位表示次版本号，如 0x10 表示 1.0 版，0x11 表示 1.1 版
数据类型码	0	65535	2	--	区分数据协议类型
数据子类型码	0	65535	2	--	区分数据协议子类型
时间戳	0	0xFFFFFFFF	4	--	发送时间戳（UNIX 时间：从 1970 年 1 月 1 日 0 时 0 分 0 秒开始经过的秒数）
数据包标识	0	0xFFFFFFFF	4	--	用于唯一标识数据包，对于需要重传的数据必须打上该标识；对于非重传的数据可自由选择是否打上该标识
线路号	0	255	1		
站号	0	255	1		
预留	0	0xFFFF	2	--	预留给需要额外区分数据信息的场合
数据总包数	0	255	1	--	应用数据若采用分包发送方式，共需要的总包数。不分包时设置为 1

表 A.3 数据帧说明（续）

名称	最小值	最大值	长度	枚举值	描述
数据包序号	0	255	1	--	应用数据若采用分包发送方式，当前发送的包序号。不分包时设置为 0
本包数据长度	0	65535	2	--	表示当前包的数据内容的字节数
本包数据内容	0	0xFFFFFFFF	N	--	应用数据
帧尾	--	--	4	0xFE * 4	帧结束标识

## A.1.4 通用数据包定义

通用数据包定义要求应符合表A.4。

表A.4 通用数据包定义

功能	数据类型码	数据子类型码
全体开关量类实时信息	0001H	0001H
全体多状态量类实时信息	0002H	0001H
全体模拟量类实时信息	0003H	0001H
报警/预警/事件类实时信息（发生）	0010H	0001H
报警/预警/事件类实时信息（恢复）	0010H	0002H
结构化类实时信息	0020H	具体协议定义
非结构化类实时信息	0030H	具体协议定义

## A.1.5 全体开关量类实时信息

全体开关量类实时信息要求应符合表A.5。

表A.5 全体开关量类实时信息

序号	内容	字节	内容说明
1	开关量分组数目	2	开关量原则上按数据采集来源进行分组，对于同一组下的开关量要求数据通信状态是一致的。
2	开关量分组 1 状态	1	0：该分组内的开关量状态为无效状态。 其他：该分组内的开关量状态为有效状态。
3	开关量分组 1 个数	2	该分组下的开关量个数。
4	开关量分组 1 频数	1	表示一个周期内包含的开关量采集次数。 当一个完整包数据只包含一次采集时，设置为 1。
5	开关量分组 1 频数 1 采集时间	2	当前频数下的毫秒级时间戳，若采集未精确至毫秒级，此处设置为 0。
6	开关量分组 1 频数 1 开关量信息包	n	每个开关量占用 1Bit
7	开关量分组 1 频数 2 采集时间	2	
8	开关量分组 1 频数 2 开关量信息包	n	
...	...	...	...

表 A.5 全体开关量类实时信息（续）

序号	内容	字节	内容说明
...	开关量分组 1 频数 m 采集时间	2	
...	开关量分组 1 频数 m 开关量信息包	n	
...	开关量分组 2 信息...		按分组结构循环

## A.1.6 全体多状态量类实时信息

全体多状态量类实时信息要求应符合表A.6。

表A.6 全体多状态量类实时信息

序号	内容	字节	内容说明
1	多状态量分组数目	2	多状态量原则上按数据采集来源进行分组，对于同一组下的多状态量要求数据通信状态是一致的。
2	多状态量分组 1 状态	1	0：该分组内的多状态量状态为无效状态 其他：该分组内的多状态量状态为有效状态
3	多状态量分组 1 个数	2	该分组下的多状态量个数。
4	多状态量分组 1 频数	1	表示一个周期内包含的多状态量采集次数 当一个完整包数据只包含一次采集时，设置为 1。
5	多状态量分组 1 频数 1 采集时间	2	当前频数下的毫秒级时间戳，若采集未精确至毫秒级，此处设置为 0。
6	多状态量分组 1 频数 1 开关量信息包	n	每个多状态量占用 1Byte。
7	多状态量分组 1 频数 2 采集时间	2	
8	多状态量分组 1 频数 2 多状态量信息包	n	
...	...	...	...
...	多状态量分组 1 频数 m 采集时间	2	
...	多状态量分组 1 频数 m 开关量信息包	n	
...	多状态量分组 2 信息...		按分组结构循环

## A.1.7 全体模拟量类实时信息

全体模拟量类实时信息要求应符合表A.7。

表A.7 全体模拟量类实时信息

序号	内容	字节	内容说明
1	模拟量分组数目	2	模拟量原则上按数据采集来源及模拟量类型进行分组，对于同一组下的模拟量要求数据通信状态是一致的。 当模拟量数据较多时，可采用按类型分多个完整数据包的方式组织发送。
2	模拟量分组 1 状态	1	0：该分组内的模拟量状态为无效状态 其他：该分组内的模拟量状态为有效状态



表 A.7 全体模拟量类实时信息（续）

序号	内容	字节	内容说明
3	模拟量分组 1 个数	2	该分组下的模拟量个数。
4	模拟量分组 1 频数	1	表示一个周期内包含的模拟量采集次数 当一个完整包数据只包含一次采集时，设置为 1。
5	模拟量分组 1 频数 1 采集时间	2	当前频数下的毫秒级时间戳，若采集未精确至毫秒级，此处设置为 0。
6	模拟量分组 1 频数 1 模拟量信息包	n	每个模拟量占用 2Byte，结合配置中的倍率和系数换算出真实数值。
7	模拟量分组 1 频数 2 采集时间	2	
8	模拟量分组 1 频数 2 模拟量信息包	n	
...	...	...	...
...	模拟量分组 1 频数 m 采集时间	2	
...	模拟量分组 1 频数 m 开关量信息包	n	
...	模拟量分组 2 信息...		按分组结构循环

## A.1.8 报警/预警/事件类实时信息（发生）

报警/预警/事件类实时信息要求应符合表A.8。

表A.8 报警/预警/事件类实时信息（发生）

序号	内容	字节	内容说明
1	信息来源	4	预留，可用于缩略性的唯一信息源信息
2	报警 ID	40	唯一标识一条报警记录，可置空
3	报警级别	1	标识报警严重程度
4	报警时间	4	UNIX 时间：从 1970 年 1 月 1 日 0 时 0 分 0 秒开始经过的秒数
5	报警内容长度	2	报警内容字节长度
6	报警内容	n	由报警内容长度决定
7	设备类型长度	2	设备类型字节长度
8	设备类型	n	由设备类型长度决定
9	设备名长度	2	设备名字节长度
10	设备名	n	由设备名长度决定
11	报警类型码	4	标识报警的具体类型，可置空

## A.1.9 报警/预警/事件类实时信息（恢复）

报警/预警/事件类实时信息要求应符合表A.9。

表A.9 报警/预警/事件类实时信息（恢复）

序号	内容	字节	内容说明
1	信息来源	4	预留，可用于缩略性的唯一信息源信息
2	报警 ID	40	唯一标识一条报警记录，若不存在报警 ID 信息，可设置为空
3	报警恢复时间	4	UNIX 时间：从 1970 年 1 月 1 日 0 时 0 分 0 秒开始经过的秒数
4	报警内容长度	2	报警内容字节长度
5	报警内容	n	由报警内容长度决定
6	设备类型长度	2	设备类型字节长度
7	设备类型	n	由设备类型长度决定
8	设备名长度	2	设备名字节长度
9	设备名	n	由设备名长度决定
10	报警类型码	4	标识报警的具体类型，可置空

## A.1.10 结构化类实时信息

结构化类实时信息要求应符合表A.10。

表A.10 结构化类实时信息

序号	内容	字节	内容说明
1	结构化信息	n	标准 JSON 格式串，在具体协议中明确说明 JSON 数据结构

## A.1.11 非结构化类实时信息

非结构化类实时信息要求应符合表A.11。

表A.11 非结构化类实时信息

序号	内容	字节	内容说明
1	自定义信息	n	自定义内容

## A.2 接口说明

A.2.1 多字节变量按大端模式发送。

A.2.2 数据接收方应检查信息帧中各字段是否合法，如果数据不合法，应丢弃该数据包。

A.2.3 接口应具备错误处理机制：当数据帧在传输过程中出现错误时，接收端应能够识别错误类型，并根据错误类型采取相应的处理措施，如重传请求、丢弃错误数据包等。

**附 录 B**  
**(规范性)**  
**市域（郊）铁路基础设施智能运维平台设备配置**

**B.1 应用资源服务器**

智能运维平台的应用及计算服务统一以资源池形式提供。当系统容量不满足业务规模增长需要时，应通过增添主机的方式实现业务扩展。资源池初始配置 3 台物理服务器节点，共提供不少于 240 个物理 CPU 核、1.5TB 内存资源、20TB SSD 存储、200TB HDD 存储。

**B.2 AI 资源服务器**

智能运维平台的 AI 计算服务统一以资源池形式提供。当系统容量不满足业务规模增长需要时，应通过增添主机的方式实现业务扩展。资源池初始配置 1 台物理服务器节点，并提供不少于 48 个物理 CPU 核、128GB 内存资源、256GB 显存资源、8TB SSD 存储、30TB HDD 存储，GPU 计算能力不低于 80000 GFLOPS（FP32）。

**B.3 数据库服务器**

数据库服务器采用双机热备方式，每台服务器配置不低于 64 个物理 CPU 核、512GB 内存资源、10TB HDD 存储。

**B.4 数据汇聚服务器**

数据汇聚服务器应配置不低于 32 个物理 CPU 核、256GB 内存资源、2TB SSD 存储，宜冗余配置。

**B.5 接口交换机**

接口交换机应为三层千兆交换机，配置不应少于 2 个光口、48 个以太网口，并支持 OSPF 动态路由。

**B.6 运维中心交换机**

运维中心交换机至少为三层万兆交换机，不应少于 2 个光口，不应少于 48 个以太网口（万兆），支持 OSPF 动态路由。

**B.7 网络安全隔离设备**

网络安全隔离设备，包括网闸、防火墙，宜冗余配置，其中网闸设备内外网接口各不少于 2 个电口，双路独立供电；防火墙接口不少于 6 个电口。

**B.8 维护工作站**

维护工作站应配置不低于 2 核 CPU，内存不低于 32GB，硬盘不低于 1TB，独立显卡，显示器不低于 24 英寸(分辨率 1920×1080 或以上)。

**B.9 大屏设备**

工作区域宜配置大屏设备，推荐选用不小于 65 英寸、分辨率不低于 3840×2160 的显示器或液晶拼接单元。

**B.10 车间及工区级维护工作站**

维护工作站应配置不低于 2 核 CPU，内存不低于 32GB，硬盘不低于 1TB，独立显卡，显示器不低于 24 英寸(分辨率 1920×1080 或以上)。