

T/CITSA 23-2022

ICS 45.120

S 70

团体标准

T/CITSA 23-2022

城市轨道交通信号智能综合运维系统 技术规范

Technical specification for Intelligent integrated operation and
maintenance system of Signal in Urban rail transit

2022-09-07 发布

2022-09-07 实施

中国智能交通协会 发布

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	2
5 总体要求	2
6 系统功能	3
7 系统组成	7
8 运行环境	9
9 技术要求	10
附 录 A （规范性附录） 传感采集要求	12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作原则 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。

本文件由北京全路通信信号研究设计院集团有限公司提出。

本文件由中国智能交通协会归口。

本文件起草单位：北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司通信信号研究所、中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所、中铁检验认证中心有限公司、通号城市轨道交通技术有限公司、上海申通地铁集团有限公司、北京市轨道交通运营管理有限公司、北京交通大学。

本文件主要起草人：尹春雷、李小帅、冯浩楠、莫小凡、马晓姣、曹源、陈建鑫、朱宏、杨峰、肖潜、罗远辉、翟阿南、胡铁超、金鹏、刘聪聪、何丹、张宁、朱芮奇、代继龙、冯晓刚、李江喆、陈彦林、张琦、贾培娟、王珍珍、赵浩森、刘振美、刘娜、唐浩明、陈嘉翊、刘龙标。

城市轨道交通信号智能综合运维系统技术规范

1 范围

本文件规定了城市轨道交通信号智能综合运维系统（以下简称“智能运维系统”）的总体要求、系统功能、系统组成、运行环境、技术要求等内容。

本文件适用于城市轨道交通领域基于CBTC系统架构的信号系统智能综合运维相关系统的设计、研制、实施以及验收。

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 2408-2008 塑料燃烧性能的测定水平法和垂直法（IEC 60695-11-10:1999, IDT）
- GB/T 2887 计算机场地通用规范
- GB/T 19666-2019 阻燃和耐火电线电缆或光缆通则
- GB/T 22239-2019 信息安全技术网络安全等级保护基本要求
- GB/T 24338.5-2018 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（IEC 62236-4:2008, MOD）
- GB/T 38707-2020 城市轨道交通运营技术规范
- TB/T 3498-2018 铁路通信信号设备雷击试验方法
- 交办运〔2022〕1号 城市轨道交通信号系统运营技术规范（试行）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

城市轨道交通信号 urban rail transit signal

应用于城市轨道交通系统中，人工或自动实现行车指挥和列车运行控制、安全间隔控制技术的总称。

3.2

智能综合运维 intelligent integrated operation and maintenance

利用统计、在线分析、机器学习、专家系统、模式识别和系统方法等手段对系统多源、多维监测数据进行挖掘，实现信号系统运维的一种方法。

3.3

监测设备 monitoring equipment

对信号系统进行在线信息采集、监视、测试的传感器、计算机等设备。

3.4

传感采集 gather by sensor

通过传感器对被测量目标进行信息采集的一种方法。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ATO: 列车自动运行 (Automatic Train Operation)

ATP: 列车自动防护 (Automatic Train Protection)

ATS: 列车自动监控 (Automatic Train Supervision)

BTM: 应答器传输模块 (Balise Transmission Module)

CI: 计算机联锁 (Computer Interlocking)

DCS: 数据通信系统 (Data Communication System)

IP: 网际互连协议 (Internet Protocol)

MAC: 媒体存取控制 (Media Access Control)

MMI: 人机交互界面 (Man Machine Interface)

TCP: 传输控制协议 (Transmission Control Protocol)

5 总体要求

5.1 智能运维系统宜充分利用人工智能、云计算、大数据、移动互联、数字孪生等信息技术,实现设备状态的集中监视和报警,实时定位故障位置、分析故障原因,计划和调度维护维修工作,管理维修作业,完成设备故障与维修管理的闭环。

5.2 智能运维系统的监测范围宜包括 CI、ATS、地面 ATP 主机、车载主机、DCS、轨道电路、道岔转换设备、信号机、信号电缆、电源设备、计轴等信号系统设备和结合部以及与站台屏蔽门等其他专业接口部。

5.3 智能运维系统宜直接采集外电网、信号机、轨道电路、道岔转换设备等信号基础设备的主要电气特性,或与全电子联锁设备接口获取部分信号基础设备的主要电气特性,对于具备自诊断功能的信号设备,智能运维系统通过与其监测维护单元建立通信连接,获取监测数据。

5.4 智能运维系统应采取有效的安全隔离措施,严禁影响被监测设备的正常工作。

5.5 智能运维系统预警或报警应能按车站、线路、线网等层级进行集中管理。

5.6 智能运维系统应采用模块化、网络化结构,可分散、集中设置,适应不同运维模式的要求。

5.7 智能运维系统应具有时钟同步功能,确保本系统各个节点时钟统一。

5.8 智能运维系统设计应符合 GB/T 38707-2020 和交办运〔2022〕1 号的相关要求。

5.9 智能运维系统建设和管理宜符合 GB/T 22239-2019 规定的第三级网络安全等级保护要求,防范计算机病毒和网络攻击、网络侵入。

6 系统功能

6.1 信息采集

6.1.1 传感采集

智能运维系统应对外电网、50Hz相敏轨道电路、直流转辙机、交流转辙机、电缆绝缘、电源对地漏泄电流、信号机、站（场）间联系线路、站台屏蔽门接口、防淹门接口等的电气特性以及信号设备室环境等进行传感采集，采集内容、采集点、监测量程、监测精度、监测方式、采样周期应符合附录A的规定。

6.1.2 接口采集

a) CI接口

智能运维系统采用RS-422或RJ-45以太网接口与CI系统维护机进行连接，CI维护机向智能运维系统单向发送包含但不限于以下信息：

- 1) 主备工作状态、板卡状态、内部通信状态、控显机工作状态、版本信息；
- 2) 与ATP、邻站联锁、车站ATS通信状态；
- 3) 输入与输出继电器状态，包括计轴、道岔、信号机、站台屏蔽门、站台紧急停车和零散继电器的状态；
- 4) 进路状态、逻辑区段状态、道岔锁闭或封锁状态、区段锁闭或封锁状态、计轴状态、道岔状态、信号机状态、站台屏蔽门状态、站台紧急停车按钮状态；
- 5) 控显按钮状态、表示；
- 6) 联锁报警信息。

注：当CI设备采用电子执行单元方式时，接口信息还应包含信号机点灯回路电流、转辙机动作电流、轨道接收端电压及相位等信息，智能运维系统不再通过传感采集的方式重复采集上述信息。

b) 地面ATP主机接口

智能运维系统采用RS-422或RJ-45以太网接口与地面ATP维护机进行连接，地面ATP维护机向智能运维系统单向发送包含但不限于以下信息：

- 1) 主备工作状态、板卡状态、版本信息；
- 2) 与邻站地面ATP主机、联锁、车站ATS、ATP、ATO设备通信状态；
- 3) 临时限速、列车位置、计轴状态、站台屏蔽门状态、逻辑区段状态、道岔状态、移动授权信息等；
- 4) 地面ATP主机报警信息。

c) 车载主机接口

智能运维系统采用RS-422或RJ-45以太网接口通过DCS地面服务器与车载主机进行连接，DCS地面服务器向智能运维系统单向发送包含但不限于以下信息：

- 1) 各模块（包括ATP、ATO、BTM、MMI等）工作状态；
- 2) ATP实时IO状态；
- 3) 紧急制动原因、目标速度和目标距离、速度和位置等信息；
- 4) 车载MMI、驾驶台按钮和指示灯的实时状态；
- 5) 速度距离信息，包括当前逻辑区段、运行方向、实际速度、限制速度、推荐速度、报警速度等；

- 6) AT0信息, 包括AT0工作模式、AT0牵引制动状态、扣车状态、跳停状态、目的站、下一站等;
- 7) 车载主机报警信息。

d) ATS接口

智能运维系统采用RS-422或RJ-45以太网接口与ATS系统维护机或ATS中心接口服务器进行连接,ATS向智能运维系统单向发送包含但不限于以下信息:

- 1) 站机的控制模式;
- 2) 站场表示信息、操作信息;
- 3) 各设备的启停状态、运行状态和主备状态;
- 4) 各设备内部的进程启停状态、进程报警信息、进程版本信息和进程连接状态;
- 5) 发车指示器(DTI)设备状态;
- 6) 与外部设备的接口连接状态;
- 7) 报警信息。

e) DCS接口

智能运维系统采用RS-422或RJ-45以太网接口与DCS地面服务器进行连接,DCS地面服务器向智能运维系统单向发送包含但不限于以下信息:

- 1) 系统中网管设备、地面交换机、无线访问节点(AP)的工作状态;
- 2) 网络流量及负载信息,报警及事件等信息;
- 3) 网络管理事件、关键事件信息。

f) 电源屏接口

智能运维系统采用RJ-45以太网接口与电源屏监测单元进行连接,电源屏监测单元向智能运维系统单向发送包含但不限于以下信息:

- 1) 电源屏输入状态、输出电压及电流信息;
- 2) UPS监测信息,包括电池电压、过放电、蓄电池故障等;
- 3) 电源模块状态及报警信息。

g) 计轴接口

智能运维系统采用RS-422或RJ-45以太网接口与计轴主机进行连接,计轴主机向智能运维系统单向发送包含但不限于以下信息:

- 1) 轨道状态、区段轴数、计轴内部继电器状态等;
- 2) 区段故障报警、计轴板卡故障报警、计轴电源故障报警信息。

h) 灯丝报警接口

智能运维系统采用RS-422或RS-485接口与灯丝报警主机进行连接,灯丝报警主机向智能运维系统单向发送包含但不限于定位到灯位的灯丝报警信息。

i) 道岔缺口监测接口

智能运维系统采用RJ-45以太网接口与道岔缺口监测主机进行连接,道岔缺口监测主机向智能运维系统单向发送包含但不限于以下信息:

- 1) 道岔缺口配置信息;
- 2) 道岔缺口最新值;
- 3) 缺口报警、预警及图像或视频信息;
- 4) 道岔缺口最新图像;
- 5) 道岔缺口历史图像列表及历史图像信息;
- 6) 道岔操纵时、轨道过车时视频时间列表及视频信息;

- 7) 液压转辙机油压曲线和油位信息;
- 8) 采集设备状态信息。

6.2 综合监督

6.2.1 智能运维系统应以图形化、表格化的方式反映被维护设备的工作状态、设备状态、接口通信状态并记录设备运行过程中的关键事件及报警、预警信息。

6.2.2 智能运维系统应具备站场运用状态显示功能,站场运用状态显示应包括站场运用状态图的实时显示、存储及相关模拟量、开关量状态的关联回放。

6.2.3 智能运维系统应具备信号设备状态显示功能,信号设备状态显示应包括 CI、ATS、ATP、ATO、DCS、电源屏、计轴等信号子系统以及轨道电路、道岔转换设备、信号机、信号电缆等设备的健康状态。

6.2.4 智能运维系统应具备设备运行电气特性参数表格、模拟量曲线显示功能,主要包括外电网、电源屏、轨道电路、道岔、信号机、转辙机、电缆绝缘和电源漏流等设备运行电气特性模拟量数据的实时报表及日、月、年统计报表和趋势曲线显示。

6.2.5 智能运维系统应具备设备运行历史数据的统计图表显示功能,应对信号设备运行开关量状态、模拟量状态、运用次数等历史数据以饼图、直方图等图表的方式进行统计显示。

6.2.6 智能运维系统应具备设备运行数据及报警的关联查看功能,以设备为单位,其运行数据及报警可相互关联查看,主要包括各类设备模拟量表格与曲线的相互关联显示查看,各类设备开关量状态与其模拟量数据的相互关联显示查看,各类设备报警、预警信息与其预报警当前及前后特定时间段内开关量和模拟量的关联显示查看,各类设备与相邻、相近、相关设备运行状态的相互关联查看,各类设备当前报警、预警与其历史报警、预警数据的追踪。

6.2.7 智能运维系统应具备设备通信状态监督功能,应以设备视角、车站视角、中心视角等多种视角监督并分析各设备各通道的连接情况。

6.2.8 智能运维系统应具备在线式动态电子图纸功能,能够根据电路逻辑建立矢量化的电子图纸,实时显示电路中各采样点的电气特性值,在线式动态电子图纸应包括轨道电路、道岔、信号机等。

6.3 智能诊断

6.3.1 智能运维系统应对道岔转换设备的动作过程异常进行诊断。

6.3.2 智能运维系统应对道岔失去表示、挤岔进行诊断。

6.3.3 智能运维系统应对信号非正常关闭进行诊断。

6.3.4 智能运维系统应对 50 Hz 相敏轨道电路设备的轨道电压突变和波动、区段分路不良、故障红光带等异常进行诊断。

6.3.5 智能运维系统应对外电网及电源屏输入输出断电、电压突变或波动等异常进行诊断。

6.3.6 智能运维系统应对电缆绝缘不良或单调下降进行诊断。

6.3.7 智能运维系统应实时接收 CI、地面 ATP 主机、车载主机、ATS、DCS、计轴、电源屏、灯丝报警等系统的设备报警及业务报警,并依据报警的关联关系进行故障诊断。

6.3.8 智能运维系统应具备自诊断功能，及时发现系统自身故障并报警。

6.4 综合分析

6.4.1 智能运维系统应对外电网、电源屏、CI、地面 ATP 主机、车载主机、ATS、DCS、计轴、灯丝报警等系统间结合部的信息进行综合分析，识别异常环节，定位故障范围。

6.4.2 智能运维系统应对存在因果关系、从属关系的报警进行分析整合。

6.4.3 智能运维系统应在报警类型、报警原因、报警数量、管界范围等方面，采用同比、环比等方式分析设备运用情况。

6.4.4 智能运维系统应根据人工设置的分析参数，综合分析并自动筛选设备异常状态。

6.5 统计查询

6.5.1 智能运维系统应对关键设备运用次数进行统计，主要包括转辙机动作次数、人工确认操作指令运用次数、区段占用次数、列车和调车信号开放次数（各灯位分开统计）等。

6.5.2 智能运维系统应具备设备开关量实时状态和历史状态查询功能。

6.5.3 智能运维系统应具备设备模拟量实时值、日报表、日曲线、月趋势、年趋势的查询功能，并支持跨设备查询。

6.5.4 智能运维系统应具备站场运用状态、设备状态的实时查询和历史回放功能。

6.5.5 智能运维系统应具备 CI、地面 ATP 主机、车载主机、ATS、DCS、计轴等设备实时和历史工作状态查询功能。

6.5.6 智能运维系统应具备对报警、统计、事件类数据进行全生命周期存储和查询功能，包括报警、预警、浏览记录、统计、报表、报告、案例、经验值、处理记录等。

6.6 预报警管理

6.6.1 智能运维系统应在线诊断设备运行状态异常并生成报警或预警，报警或预警应以文本、语音等形式呈现，应记录故障时间、恢复时间及人工确认和处理情况。

6.6.2 智能运维系统应根据预报警发生后的影响范围及处理紧急程度进行分级管理。

6.6.3 预报警管理满足要求如下：

- a) 系统应根据用户权限及角色不同，通知相应的预报警至该用户，角色与通知预报警的关联可动态配置；
- b) 系统应对预报警进行综合分析，形成维护分析报告，提供维修指导建议；
- c) 系统应具备预报警的屏蔽功能，可实现未启用设备、不合格设备、天窗修设备等的预报警屏蔽；
- d) 系统应提供预报警时段相关信息展示功能，应包括处所定位、维护建议、可能原因、处理流程、设备及关联设备电气特性曲线、关键参数状态等信息；
- e) 系统应具备历史预报警查询和导出功能，能以时间段、设备类型、预报警类型、处理人、处理状态进行查询并导出；
- f) 系统可持续跟踪设备预报警，可根据预报警的频度、持续时间动态提升预报警等级；

- g) 系统可通过再现回放工具实现预报警存储数据的离线播放显示；
- h) 系统可自定义预报警相关参数，包括预报警级别、相关阈值、延迟时间、语音报警参数等。

6.7 维修管理

智能运维系统应具备维修管理功能，具体包括设备管理、资料管理、知识库管理、问题库管理、计划管理、工单管理、上道管理、统计查询、应急指挥和信息发布，具体要求如下：

- a) 设备管理应对信号关键在用和备用设备进行全面管理，包括设备台账管理、设备履历管理、设备大中修提醒、备品不足提醒、设备分类维护等；
- b) 资料管理应包括设备技术图纸管理、设备技术资料管理，并应支持资料与设备关联；
- c) 知识库管理应支持将已处理完成并具有借鉴意义的故障作业工单纳入故障处理经验知识库，当发生相关故障时，系统自动弹出相似故障处理经验；
- d) 问题库管理应包括问题库的管理和查询、问题处理进度跟踪等；
- e) 计划管理应包括维修计划审批和施工计划审批；
- f) 工单管理应包括维修工单管理和施工工单管理；
- g) 上道管理应包括上道申请和上道点管理，对设备的最近上道点可进行维护和查询；
- h) 统计查询应包括人员工作量统计、天窗修完成情况统计、设备故障情况统计等；
- i) 应急指挥应包括应急预案管理、语音或视频通话、上道路径规划、人员轨迹跟踪、地理信息系统展现等；
- j) 信息发布应包括运营突发信息、重大故障信息以及如超期未完成任务、备品备件短缺、天窗修兑现率等统计信息等定制信息。

7 系统组成

7.1 系统架构

7.1.1 智能运维系统应结合城市轨道交通信号系统运营组织管理架构和维修维护需要设置，宜采用车站级、线路级、线网级三层架构，如图 1 所示。

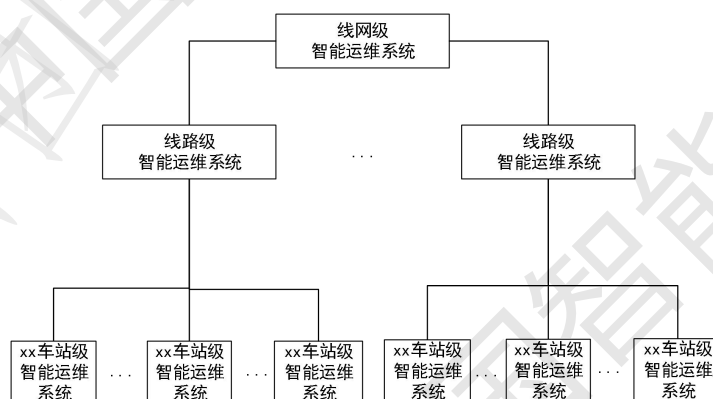


图 1 系统架构示意图

- a) 车站级智能运维系统设置在正线车站、车辆段、停车场等处，主要实现对车站层基础信号系统及设备运行状态、运行环境进行数据采集、存储、分析诊断、统计、展示等功能；

- b) 线路级智能运维系统宜设置在线路维修中心，汇集正线车站、车辆段、停车场的监测数据，主要实现线路全线监测数据的统计分析、综合诊断、数据流调度、数据集中存储、网管、时钟等中心数据服务功能以及全线信号设备运行状态、站场运用状态的集中监视，实现线路设备维修管理等功能；
- c) 线网级智能运维系统可根据运维管理需要配置，可设置在线网控制中心，汇集各线监测数据，主要实现对各线路信号设备运行状态、所辖各站场运用状态的全景集中展示和监测数据的统计分析，实现各线维修装备的集中调度、应急管理和综合运用。

7.1.2 智能运维系统业务宜包含车站层、线路层、线网层三层架构，各层级业务架构如图 2 所示。

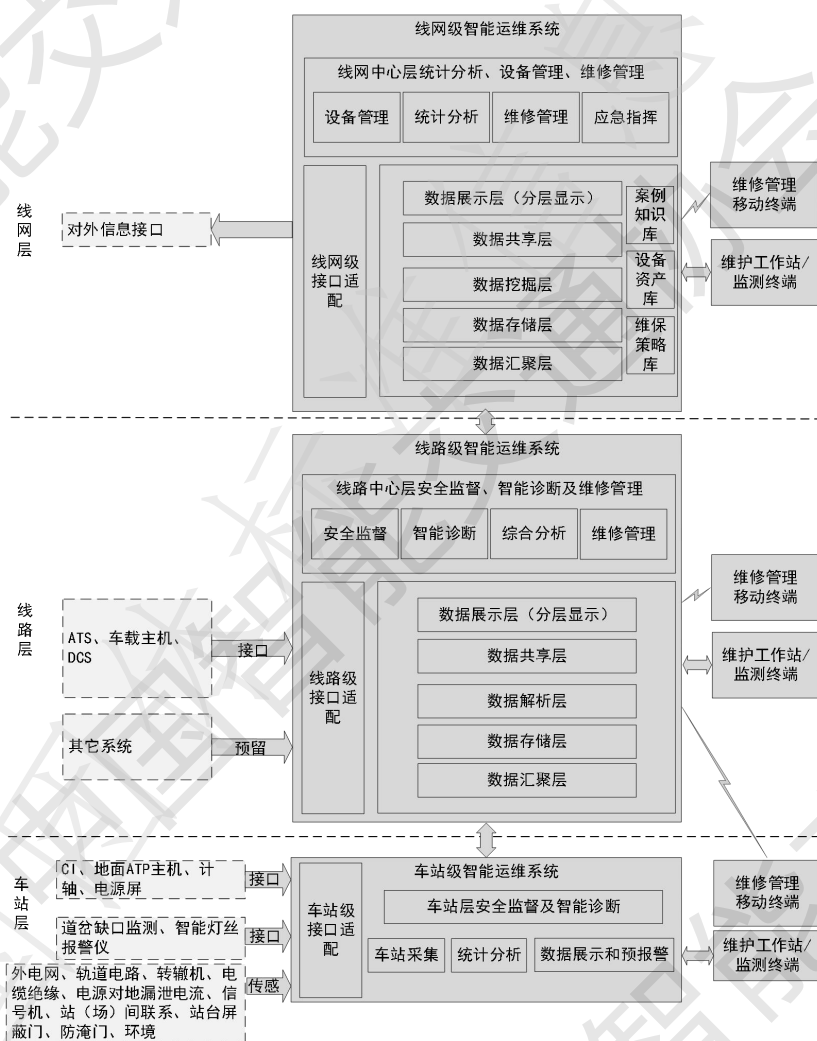


图 2 系统业务架构示意图

7.2 设备配置

7.2.1 车站级智能运维系统应配置车站处理机（简称站机）、采集设备、网络通信设备、UPS 电源及雷电防护设备等，站机宜采用工业控制计算机并配置音箱、打印机等设备。

7.2.2 线路级智能运维系统应配置应用服务器、综合分析服务器、接口服务器、存储设备、维护工作站、网络通信设备、网络安全设备、UPS 电源及雷电防护设备等，其中应用服务器宜采用冗余配置，维护工作站宜采用商用 PC 机。

7.2.3 线网级智能运维系统宜配置云计算资源池设备、存储设备、维护工作站、网络通信设备、网络安全设备、UPS 电源及雷电防护设备，其中计算资源池设备提供的服务宜包含数据库服务、通信前置服务、应用服务、综合分析服务、网管服务、Web 服务、接口服务、时钟服务、防病毒服务等，数据库服务、通信前置服务和应用服务宜采用冗余配置，维护工作站宜采用商用 PC 机并配置音箱、打印机等设备。

7.2.4 智能运维系统可根据需要在工区、车间、维修中心、控制中心等处配置监测终端、维修管理移动终端等设备，监测终端宜采用商用 PC 机并配置音箱、打印机等设备。

7.2.5 在线网具备条件的情况下，智能运维系统宜采用两级部署、三级应用的方式进行配置，将线路级和线网级服务器资源在线网级进行整合。

7.3 系统网络

7.3.1 智能运维系统组网应遵照统一规划、统一标准、合理布局的原则，在满足现阶段需要的同时，应留有发展余量。

7.3.2 智能运维系统网络应采用 TCP/IP 等通用标准协议，并符合开放式网络体系结构。

7.3.3 智能运维系统网络设计应在保证可靠性、安全性、实时性的前提下，采用标准、通用、高兼容性的网络设备。

7.3.4 智能运维系统网络宜单独设置，也可根据现场实际需要，将生产网和管理网分别设置，信息采集、设备状态综合监督、智能诊断、综合分析、统计查询、预报警管理等功能模块宜纳入生产网，维修管理功能模块宜纳入管理网，生产网应单独组网，管理网可复用办公网，管理网与办公网复用时，生产网与管理网之间应增加网络安全设备。

8 运行环境

8.1 智能运维系统的车站监测设备电磁兼容应满足 GB/T 24338.5-2018 中 B 类性能判据的要求。

8.2 智能运维系统车站监测设备的防雷应满足 TB/T 3498-2018 中 B 类性能判据的要求。

8.3 在设备适用环境条件下，设备绝缘电阻应不小于 25 MΩ。

8.4 在设备适用环境条件下，道岔表示电压采集传感器设备接入端子绝缘耐压应不小于 AC 3 000 V，其它传感采集设备绝缘耐压不小于 AC 1 200 V。

8.5 智能运维系统地线应利用机房内的综合接地装置。

8.6 智能运维系统供电电源应与被维护设备电源可靠隔离。

8.7 智能运维系统采用工频单相交流供电，应从电源屏转换稳压后经 UPS 引入供电。如工作电源未经 UPS 稳压，系统应采取纯在线式 UPS 供电，UPS 容量应保证交流电断电后系统可靠供电 10 分钟以上。

8.8 智能运维系统计算机设备场地应满足 GB/T 2887 的要求。

8.9 智能运维系统工作环境温度范围为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，推荐长期稳定运行温度为 $+18\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

8.10 智能运维系统工作环境湿度不大于 90%（室温+25 $^{\circ}\text{C}$ ），不得凝露。

8.11 智能运维系统工作环境大气压力应为 70 kPa~106 kPa（相当于海拔 3 000 m 以下）。

9 技术要求

9.1 传感采集安全要求

9.1.1 传感采集设备采样端子引入内部母板之间的引线应采用高温阻燃线，耐高温不小于 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，引线的阻燃标准应满足 GB/T 19666-2019 中阻燃特性 ZC 的要求。

9.1.2 传感采集设备外壳及封装应满足 GB/T 2408-2008 中 V-0 级阻燃要求。

9.1.3 传感采集设备的采样输入端与输出端之间应采用电压互感器、线性光耦或 DC-DC 变压器等隔离措施，确保内部器件故障不反向传递到输入端，隔离电压应达到 DC 2 500 V。

9.1.4 传感采集设备的输入端和工作电源处应串入保险丝，确保过载时对外呈现断路状态。

9.1.5 传感采集设备输入阻抗应使用多级组合方式设计，确保取样电流不大于 1 mA。

9.2 网络与信息安全要求

9.2.1 智能运维系统局域网设计要求如下：

- a) 线网级、线路级智能运维子系统局域网网络带宽不宜小于 1 000 Mbit/s，车站级智能运维子系统局域网网络带宽不宜小于 100 Mbit/s；
- b) 线网级、线路级智能运维子系统局域网宜采用双网结构；
- c) 各局域网能够实现集中监控，并支持远程管理。

9.2.2 智能运维系统广域网设计要求如下：

- a) 智能运维系统广域网包括车站级与线路级之间、线路级与线网级以及与监测终端之间的广域网络，网络接入带宽不宜小于 20 Mbit/s，端到端单向时延不大于 50 ms；
- b) 智能运维系统广域网宜采用数据通信组网，移动终端宜采用 VPN 的方式接入。

9.2.3 外部系统设备采用以太网方式与智能运维系统接口通信时，智能运维系统接口侧应增加网络安全设备。

9.2.4 智能运维系统应防止非法设备接入网络，所有网络交换设备宜根据实际网络节点数目为各终端接入网络提供固定端口，调试或维护设备接入智能运维系统网络时，应使用为调试分配的专用 IP 地址，并经过防病毒服务器杀毒软件检查。

9.2.5 智能运维系统所有网络交换设备宜对各网络节点 MAC 地址进行登记，对未登记的 MAC 地址进行过滤，防止未登记的网络节点入侵。

9.2.6 智能运维系统宜为所有网络节点分配固定网络地址，宜对各网络节点的 MAC 地址和网络地址进行匹配检查，对 MAC 地址和网络地址不匹配的网络节点进行告警提示。

9.2.7 智能运维系统应登记所有 TCP/IP 传输通道的属性，包括通道源 IP、源端口、目的 IP、目的端口和协议类型，各网络交换设备仅为登记过的传输通道提供转发链路，防止非法网络节点伪造会话。

9.2.8 智能运维系统应充分运用操作系统和数据库软件提供的的安全手段，加强对登录用户的识别检查，控制用户的存取权限，定期更换口令密码，防止由于口令破解造成数据窃取和泄密。

9.2.9 智能运维系统各网络节点应安装防病毒软件，并定期进行病毒库升级。

9.3 可靠性要求

智能运维系统的平均无故障工作时间（MTBF）应不小于10 000 h。

9.4 可用性要求

智能运维系统的可用度（A）应不小于99.99%。

9.5 可维修性要求

智能运维系统的平均修复时间（MTTR）应不大于0.75 h。

附录 A
(规范性)
传感采集要求

A.1 外电网

外电网综合质量采集应满足以下要求：

- a) 采集内容：
 - 1) 外电网I、II路输入线电压、相电压、电流有效值，频率、相位角、有功功率、无功功率；
 - 2) 外电网I、II输入断相、错序、断电、瞬间断电报警。
- b) 采集点：
 - 1) 电压监测点设置在配电箱闸刀外侧外电电源引入端子处；
 - 2) 电流监测点设置在配电箱闸刀内侧。
- c) 监测量程：
 - 1) AC380 V电压量程范围：0 V ~ 500 V；
 - 2) AC220 V电压量程范围：0 V ~ 300 V；
 - 3) 电流量程范围：0 A ~ 100 A；
 - 4) 频率量程范围：0 Hz ~ 60 Hz；
 - 5) 功率量程范围：0 kW ~ 80 kW。
- d) 监测精度：
 - 1) 电压精度为 $\pm 1\%$ ；
 - 2) 电流精度为 $\pm 2\%$ ；
 - 3) 相位角精度为 $\pm 1\%$ ；
 - 4) 频率精度为 ± 0.5 Hz；
 - 5) 功率精度为 $\pm 2\%$ 。
- e) 监测方式：
 - 1) 站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
 - 2) 电流采用开口式电流互感器监测。
- f) 采样周期：
 - 1) 断相、错序、瞬间断电报警的采样周期为50 ms；
 - 2) 电压、电流采样周期为250 ms；
 - 3) 瞬时断电波形采集周期小于或等于2.5 ms。
- g) 报警符合以下要求：
 - 1) 输入电压大于额定电压值的15 %或小于额定电压值的20 % 时报警并记录；
 - 2) 输入电压小于额定电压值的65 %，时间超过1 000 ms时断相及断电报警并记录；
 - 3) 输入电压小于额定电压值的65 %，时间超过140 ms，但不超过1000 ms时瞬间断电报警并记录故障波形；
 - 4) 对于三相（380 V）输入电源，相序错误时错序报警并记录。

A.2 50Hz相敏轨道电路

50Hz相敏轨道电路采集应满足以下要求：

- a) 接收端电压、相位角采集
 - 1) 采集内容：轨道接收端交流电压、相位角；

- 2) 采集点：轨道测试盘侧面端子或二元二位轨道电路继电器端、局部电压输入端，相敏轨道电路电子接收器端；
 - 3) 监测量程：接收电压：0 V ~ 40 V、相位角：0° ~ 360° ；
 - 4) 监测精度：电压精度为±1 %，相位角精度为±1 %；
 - 5) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；轨道继电器励磁时测相位角，轨道占用时不测试相位角；
 - 6) 采样周期：250 ms。
- b) 发送端电压采集
- 1) 监测内容：发送端电压；
 - 2) 监测点：分线柜分线端子保险后端；
 - 3) 监测量程：0 V~300 V；
 - 4) 监测精度：±1%；
 - 5) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
 - 6) 采样周期：250 ms。
- c) 开关量采集
- 1) 采集内容：轨道继电器（GJ）状态（一送多受轨道区段应采集各分支受端GJ状态）；
 - 2) 采集点：GJ空接点或半组空接点；
 - 3) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
 - 4) 采样周期：小于或等于150 ms。

A.3 直流转辙机

直流转辙机采集应满足以下要求：

- a) 直流转辙机动作曲线采集
- 1) 采集内容：道岔转换过程中转辙机动作电流、故障电流、动作时间、转换方向；
 - 2) 采集点：动作回线；
 - 3) 监测量程：电流量程范围：0 A ~ 10 A（单机），动作时间：0 s ~ 40 s（单机）；
 - 4) 测量精度：电流精度为±3 %，时间不大于0.1 s；
 - 5) 监测方式：根据1DQJ条件进行连续测试；
 - 6) 采样周期：40 ms。
- b) 道岔表示电压采集
- 1) 采集内容：直流转辙机X1X3、X2X3道岔表示交、直流电压；
 - 2) 采集点：分线柜；
 - 3) 监测量程：直流：0 V ~ 100 V，交流：0 V ~ 200 V；
 - 4) 监测精度：±1 %；
 - 5) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
 - 6) 采样周期：500 ms。
- c) 开关量采集
- 1) 采集内容：第一启动继电器（1DQJ）、定位表示继电器（DBJ）、反位表示继电器（FBJ）等关键继电器状态；
 - 2) 采集点：各继电器的空接点或半组空接点；
 - 3) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
 - 4) 采样周期：小于或等于150 ms。

A.4 交流转辙机

交流转辙机采集应满足以下要求：

- a) 交流转辙机动作曲线采集
 - 1) 采集内容：道岔转换过程中转辙机动作总有功功率、电流、动作时间、转换方向；
 - 2) 采集点：电压采样在断相保护器输入端，电流采样在断相保护器输出端；
 - 3) 监测量程：电流：0 A ~ 10 A（单机）、动作时间：0 s ~ 40 s（单机）、功率：0 kW ~ 5 kW（单机）；
 - 4) 测量精度：电流为 $\pm 2\%$ ，功率为 $\pm 2\%$ ，时间不大于0.1 s；
 - 5) 监测方式：根据1DQJ/1DQJF条件进行连续测试；
 - 6) 采样周期：40 ms。
- b) 道岔表示电压采集
 - 1) 采集内容：交流转辙机X1X3、X1X2、X2X4、X3X5道岔表示交、直流电压；
 - 2) 采集点：分线柜道岔表示线；
 - 3) 监测量程：直流：0 V ~ 100 V，交流：0 V ~ 200 V；
 - 4) 监测精度： $\pm 1\%$ ；
 - 5) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
 - 6) 采样周期：500 ms。
- c) 断相保护器输出直流电压采集
 - 1) 采集内容：断相保护器驱动BHJ的直流电压；
 - 2) 采集点：断相保护器DBQ的1、2接点；
 - 3) 监测量程：0 V ~ 40 V；
 - 4) 监测精度： $\pm 1\%$ ；
 - 5) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
 - 6) 采样周期：250 ms。
- d) 开关量采集
 - 1) 采集内容：1DQJ或1DQJF、DBJ、FBJ、BHJ等关键继电器状态；
 - 2) 采集点：各继电器的空接点或半组空接点；
 - 3) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
 - 4) 采样周期：小于或等于150 ms。

A.5 电缆绝缘

电缆绝缘采集应满足以下要求：

- a) 电缆类型：各种信号电缆回线（交流道岔只测试X4，X5，耐压小于500 V的设备不纳入测试）；
- b) 监测内容：电缆芯线全程对地绝缘，测试电压：DC 500 V；
- c) 监测点：分线柜；
- d) 监测量程：0 M Ω ~ 20 M Ω ，超出量程值时显示“>20 M Ω ”；
- e) 测量精度： $\pm 10\%$ （相对误差）；
- f) 监测方式：拔出防雷或断开防雷地线后启动、自动测量；人工命令多路测试。

A.6 电源对地漏泄电流

电源对地漏泄电流采集应满足以下要求：

- a) 监测类型：电源屏输出电源；

- b) 采集内容：输出电源对地漏泄电流；
- c) 采集点：电源屏输出端；
- d) 监测量程：交流：0 mA ~ 300 mA，直流：0 mA ~ 10 mA；
- e) 测量精度：±10 %；
- f) 监测方式：在天窗点内人工启动，通过取样1 kΩ（DC）或50 Ω（AC）上电压测试电源对地漏泄电流值，人工命令多路测试。

A.7 信号机

信号机点灯回路电流采集应满足以下要求：

- a) 采集内容：进、出站信号机的灯丝继电器（DJ，2DJ）工作交流电流；
- b) 采集点：信号点灯电路始端；
- c) 监测量程：0 mA ~ 300 mA；
- d) 测量精度：±2 %；
- e) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
- f) 采样周期：500 ms。

A.8 站（场）间联系线路

站（场）间联系线路采集应满足以下要求：

- a) 采集内容：站（场）间联系线路直流电压；
- b) 采集点：分线柜；
- c) 监测量程：±（0 ~ 200）V；
- d) 测量精度：±1 %；
- e) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
- f) 采样周期：250 ms。

A.9 站台屏蔽门

站台屏蔽门采集应满足以下要求：

- a) 站台屏蔽门继电器工作电压
 - 1) 采集内容：站台屏蔽门关闭且锁闭继电器、站台屏蔽门互锁解除继电器、关门继电器、开门继电器工作直流电压；
 - 2) 采集点：信号侧分线柜；
 - 3) 监测量程：0 V ~ 200 V；
 - 4) 测量精度：±1 %；
 - 5) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
 - 6) 采样周期：250 ms。
- b) 站台屏蔽门继电器状态
 - 1) 采集内容：关门继电器、开门继电器等继电器状态；
 - 2) 采集点：信号侧各继电器的空接点；
 - 3) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
 - 4) 采样周期：小于或等于150 ms。

A.10 防淹门

防淹门采集应满足以下要求：

- a) 防淹门继电器工作电压
 - 1) 采集内容：防淹门接口继电器工作直流电压；
 - 2) 采集点：信号侧分线柜；
 - 3) 监测量程：0 V ~ 200 V；
 - 4) 测量精度：±1 %；
 - 5) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
 - 6) 采样周期：250 ms。
- b) 防淹门继电器状态
 - 1) 采集内容：防淹门接口继电器状态；
 - 2) 采集点：信号侧各继电器的空接点；
 - 3) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测；
 - 4) 采样周期：小于或等于150 ms。

A.11 环境

环境采集应满足以下要求：

- a) 环境温度
 - 1) 采集内容：信号设备室、电源室环境温度；
 - 2) 采集点：信号设备室、电源室等处；
 - 3) 监测量程：-10 ℃ ~ 60 ℃；
 - 4) 测量精度：±2 ℃；
 - 5) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测。
 - b) 环境湿度
 - 1) 采集内容：信号设备室、电源室环境湿度；
 - 2) 采集点：信号设备室、电源室等处；
 - 3) 监测量程：30 %RH ~ 100 %RH；
 - 4) 测量精度：±5 %（25 ℃下，30 %RH ~ 80 %RH）；
 - 5) 监测方式：站机周期巡测（周期小于或等于1 s），变化测。
-