ICS 93.080.01
CCS P66

DB21

辽 宁 省 地 方 标 准

DB21/T XXXX—2023

高速公路隧道机电设施养护数字化管理规范

Specification for digital management of mechanical and electrical equipments maintenance in expressway tunnels

（送审稿）

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

辽宁省市场监督管理局　　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 1
5　总体原则 2
6　总体要求 2
7　管理内容 2
8　数据信息来源 3
9　基础信息数字化管理 3
10　机电设施运行监测数字化管理 4
10.1　状态监测 4
10.2　分析与评定 4
10.3　故障管理 4
10.4　维修管理 4
11　养护作业数字化管理 5
11.1　日常巡检养护 5
11.2　任务计划及预警 5
11.3　运维考核 5
11.4　备件管理 6
11.5　数据分析 6
11.6　移动 APP 6
12　通信接口与网络安全 7

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。

本文件由辽宁省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：辽宁艾特斯智能交通技术有限公司、辽宁省高速公路运营管理有限责任公司、辽宁省检验检测认证中心（辽宁省标准化研究院）。

本文件主要起草人：邱暾、王超、肖江、梁岩、苏连军、付本贺、才智、韩先一、王宇飞、李华楠、许琦、高明坤、陈越、刘维、赵广秀、郑琦婧、门添力、陈浩岩、赫明光、王凯丰、刘亮、肇毓、许喆。

本文件发布实施后，任何单位和个人如有问题和意见建议，均可通过来电、来函等方式进行反馈，有关单位将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通信地址：沈阳市和平区十三纬路19号，联系电话：024-23867960。

本文件起草单位通信地址：沈阳市和平区南京南街197号汇锦金融中心4楼，联系电话：024-67996899。

高速公路隧道机电设施养护
数字化管理规范

1 范围

本文件提出了高速公路隧道机电设施养护数字化管理的总体原则和总体要求，并规定了管理内容、数据信息来源、基础信息数字化管理、机电设施运行监测数字化管理、养护作业数字化管理和通信接口等要求。

本文件适用于辽宁省内高速公路隧道机电设施养护的数字化管理工作。

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 15127 信息技术 系统间远程通信和信息交换 双扭线多点互连

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

JTG H12-2015 公路隧道养护技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机电设施 mechanical and electrical equipments

为隧道运行服务的相关设施，包括供配电设施、照明设施、通风设施、消防设施、监控与通信设施等。

[来源：JTG H12-2015，2.1.4]

3.2

数字化管理 digital management

利用计算机、通信、网络等技术，通过数字化技术管理对象与管理行为，实现研发、计划、组织、生产、协调、销售、服务、创新等职能的管理活动和方法。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

APP，应用程序，Application。

DLL，动态链接库，Dynamic Link Library。

GIS，地理信息系统，Geographic Information System。

TCP/IP ，传输控制协议/网际协议，Transmission Control Protocol/Internet Protocol。

5 总体原则

高速公路隧道机电设施养护的数字化管理应遵循以下原则：

a) 保障设施完备：实时监测机电设施运行状态，智能判断故障类型，及时派单排除故障，及时应对处置突发事件；
b) 提高养护效率：通过大数据采集和分析，科学判断机电设施的运行状况，合理安排养护工作；
c) 降低能源消耗：实时监测机电设施能耗情况并进行能耗分析，合理管理隧道内的照明、通风系统及其他系统，降低能耗；
d) 支撑数字化改造：对高速公路隧道设计、建设、运营的全产业链数字化改造提供技术支持；
e) 提供事件追溯：对隧道机电设施养护的全过程事件保留存档，数据信息类至少保留 3 年，图片视频类至少保留 90 天。

6 总体要求

高速公路隧道机电设施养护的数字化管理应包含以下要求：

a) 建立完整的机电设施基础信息库：基础信息库中按照高速公路机电设施设备种类、功能进行划分，包含品牌、供应商、采购时间、维修记录、售后服务负责人通讯方式等基础信息和对应的维护保养的信息，同时每个设施设备应具有独立的二维码，自动关联设施设备全部信息内容，便于现场养护人员全面了解设施设备的养护情况；
b) 实时监测机电设施运行状态：实时采集机电设施运行状态数据，自动判断机电设施运行状态，对故障设施信息，依托故障分析模型，能初步判定机电设施故障类型，同时将机电设施故障信息推送至数字化管理系统；
c) 合理制定实施养护作业计划：通过关联机电设施基础信息库中的信息，把日常养护项目的维修、经常检修、定期检修的实施内容精准到每台设施设备，通过系统进行辅助决策分析，给出科学合理的养护计划建议，合理使用养护资金，延长隧道机电设施运行寿命；同时采集养护流程中重要节点信息，形成养护管理考核指标，为养护管理质量考核提供数据支撑，提升养护质量。

7 管理内容

通过建立隧道机电设施养护数字化管理系统，与各相关子系统数据对接、联测联动，优化提升隧道机电设施运行监测和智能养护技术，应涵盖设施管理、作业管理、安全管理等内容，包括但不限于以下方面：

a) 养护制度及分类：机电设施设备维护分类、维护等级划分、寿命类型、维护规范原则管理、维护规程等；
b) 基础信息：类型管理、类型分类维护、在用设施设备维护、厂商维护、地点信息维护、安装信息维护等；
c) 故障及维修：故障自动登记和确认、手动故障登记管理、故障报修管理、报修审批管理、故障维修进展管理、故障查询与统计等；
d) 保养及维护：保养维护方案管理、保养维护进展管理、专项工程管理、保养及专项工程查询与统计分析等；
e) 设备台账：设备入库管理、设备出库管理、设备库存管理、设备报废管理、备品备件管理、工具仪器管理等；

f) 任务计划及预警：保养与维修任务计划、 保养与维修计划提醒管理、保养计划提醒与预警、维修计划提醒与预警；
g) 设备运行状态监测：照明系统、通风系统、消防系统、监控系统、供配电系统的故障诊断、故障报警、设备连通、运行状态评定等；
h) 维护数据分析与展示：包括数据条件查询、统计分析、辅助决策、自定义报表、设备维护 GIS 服务、动态数据分析等功能。

8 数据信息来源

实现隧道机电设施养护数字化管理的数据信息类型、所包含的信息内容、信息获取方式和来源见表1。

表1 机电设施养护数字化管理数据信息来源

数据信息类型	信息内容	获取方式	信息来源
机电设施设备实时监控类数据	通风数据、照明数据、电话救援、火灾报警、图像事件检测报警、变电所闯入报警、能见度情况、车流量、耗电量数据、电力数据、污染物数据、风速风向、设备操作记录、设备故障记录、情报板发布信息、限速信息、实时状态数据等。	自动获取	各路网运行监控系统通过接口向隧道机电设施管养信息平台上报。
机电设施设备管养管理类数据	养护维修计划管理数据、养护维修派班管理数据、养护维修流程管理数据、养护维修考核管理数据、养护维修记录管理数据、设施设备备品备件管理数据、设施设备故障关联查询数据、设备健康指标评价数据、维修养护统计分析数据等。	手动获取/自动获取	大部分通过维修人员在机电设施管养信息平台手工录入，如设备的更换时间、维修情况、故障原因等。
基础数据分析、统计、挖掘类数据	设施设备故障智能侦测数据、设施设备故障态势分析数据、预测性维修数据。	智能获取	机电设施管养信息平台产生。
各子系统导入数据	隧道基础信息（包括隧道结构形式、隧道长度、隧道桩号里程，横通道及应急车道分布情况等）、隧道结构安全信息、隧道路况信息、隧道封道信息、隧道停电状况等。	接口导入	道路养护系统、隧道结构健康安全系统、路网运行监测系统、电力系统等子系统。

9 基础信息数字化管理

9.1 应对所有机电设施设备进行基础信息的登记，至少包含以下信息：名称、型号、供应商、所属维护单位、所属路段、使用日期、价格、负责人。
9.2 应对正在运行的机电设施设备进行数字化管理，反映设施设备的详细情况，至少包含以下配置信息：数量、位置、单价、厂商（厂商名称、厂商联络人、厂商电话、厂商地址）、型号、参数、运营时间、性能指标、寿命等内容。
9.3 在设施设备报障、维修时，应同时能查到设施设备的检测、维护、更新等历史记录。
9.4 对设施设备应进行分类数字化管理，分类应根据设施设备的重要性、所处环境、使用频率来确定，具体如下：

a) 一类设施设备：与安全控制数据传输相关的主要设施设备，或 24 小时不间断工作的设施设备，以及应急电源等；
b) 二类设施设备：涉及到交通安全的机电设施设备，或 12 小时不间断工作的设施设备，以及通信系统的附属设施设备等；
c) 三类设施设备：与供配电系统相关的设施设备，或不定期运转的设施设备，或者户外工作的设施设备和室内的机电设备等；
d) 四类设施设备：各系统低值易损设施设备或者各设施设备的附件等。

9.5 建立机电设施设备的数字身份，实现设施设备精细化管理。

10 机电设施运行监测数字化管理

10.1 状态监测

10.1.1 应对照明系统、通风系统、消防系统、监控系统、供配电系统的运行状态进行监测。

10.1.2 应对机电设施设备运行网络中网络设备的运行状态进行监测。

10.1.3 应汇总系统中各单元关键指标、设施设备故障对系统影响程度、维修频度等要素，监测运维保障对象当前健康状态。

10.1.4 应对状态异常设施设备进行告警，并根据告警的级别，提供不同的声光提示。对于突发或特急的告警，应提供处理建议或方案，辅助用户进行快速处理，为后续故障诊断介入和战备值班提供辅助支撑。

10.1.5 视频监控系统应具备实时查看、历史回放和控制等功能。

10.2 分析与评定

10.2.1 应依托对设备运行状态、故障状态的历史记录数据，对设备运行状态、故障监测、故障预警、设备报警信息、设备连通性进行统计分析。

10.2.2 应通过对机电设施运行状态的监测，记录故障设备数量及时长，对设备运行状态进行评定。

10.3 故障管理

10.3.1 应对故障设备进行诊断，经过数据分析，界定故障机理，判明故障原因，给出故障处理意见。至少能对如下情况的机电设施设备故障进行自动诊断：

a) 设备通信断开、异常、未连接、多次不应答；
b) 设备收到故障信号；
c) 设备值超过有效范围。

10.3.2 应对未来可能会发生的故障隐患进行登记管理。

10.3.3 应实时监测设施的故障状态，并自动推送报警信息给相关人员，同时提供报警信息的查询和管理。

10.3.4 对于没有实时监测的机电设备或普通机电设备（即不能自动检测自身状态的非智能设备，如交通指示灯、照明灯等），发现故障后应手动故障登记，包括对设备故障信息的登记录入，并生成维修任务登记列表。手动故障登记时，可选择故障的机电设备，填入故障记录信息，包括：故障日期时间、设备类型、故障现象、备注等信息。

10.3.5 系统检测到故障后，应自动进行设备故障数据的登记，自动填入名称、类型、故障时间等必要信息，维护人员再根据实际情况完善填写其它故障信息，生成机电设施故障单。

10.4 维修管理

10.4.1 提供维护人员进行设备报修功能，具备填写报修单，向管理人员上报，确认故障工单的有效性等。

10.4.2 支持各级管理人员进行指定设备故障的报修及审批工作，填写故障报修的各种信息，包括费用预算、设备更换情况、维修时间估算等详细信息。

10.4.3 支持通过广域网络方式接收设备故障报修请求，并将设备故障报修请求推送给管理人员。

10.4.4 维护人员对派发给自己的维修任务进行接受、拒接处理：维护人员接受任务，应开展维修工作，工作完成后提交维修单审核；维护人员拒接任务，应填写原因后提交审核。

10.4.5 故障上报到处理完成全过程管理应包括事件上报、事件工单管理、工单台账、维修进度、工单考评、事件追溯和事件报告等。

10.4.6 对于较复杂或难处置的故障问题，维护人员可实时发起专家在线处理申请，专家可视频连线功能实时查看故障情况并指导工作。

11 养护作业数字化管理

11.1 日常巡检养护

11.1.1 日常巡检

数字化管理应实现日常巡检管理功能，要求如下：

a) 巡检任务派单；

b) 维护人员可对派发给自己的巡检任务进行接受、拒接处理：维护人员接受任务，应开展巡检工作，工作完成后提交巡检单审核；维护人员拒接任务，应填写原因后提交审核；

c) 对维护人员提交审核的巡检任务进行审核，审核完成后巡检单进入历史任务中。

11.1.2 日常养护

数字化管理应实现养护频率和养护任务管理，内容如下：

a) 养护频率包括清洁维护频率、经检定检频率；

b) 养护任务包括清洁维护任务、经常检修任务、定期检查任务、日常养护任务等。

11.2 任务计划及预警

11.2.1 保养与维修任务

建立设备的保养及维护方案，制定故障维修的任务计划，给出计划提供的周期、时间、重复提醒方式、短信发送与否等，维护人员应根据这些计划进行相应的机电设备保养、维修工作。

11.2.2 维护预警

基于系统录入的设备寿命，根据不同设备的类型、故障频率、故障次数等数据进行分析，预估机电设备的维护时间，获得设备故障预测性分布与变化趋势，实现故障诊断预测性分析、评估，提醒维护人员及时对设备进行维护。

11.2.3 通知

故障报修登记、审批、任务计划、预警等情况应在短信平台即时发送给维护人员。

11.3 运维考核

对设备维护情况进行日常考核，根据工作记录、设备运行情况、机房环境情况、设备操作情况等进行量化考核。

11.4 备件管理

建立备件综合管理台账，包括但不限于以下内容：

a) 采购管理：所需备件及辅材的采购计划清单；
b) 入库管理：备件入库历史记录，汇总记录；
c) 库存管理：实时库存，备品备件历史状态，统计汇总记录；
d) 出库管理：备件出库，出库历史，汇总记录；
e) 报废管理：报废申请、报废审定、报废批准等记录。

11.5 数据分析

11.5.1 数据查询

对设备运行监测数据和系统操作日志等应实现多条件查询及可视化展示。

11.5.2 统计分析

提供综合查询统计分析工具，实现灵活、多角度的统计分析功能，支持报表导出，报表格式可自定义设计，报表类型如下：

a) 维修情况汇总表：按单位、分系统等进行维修情况汇总，包括维修情况明细报表和按设备大类对维修设备个数和维修费用汇总报表；
b) 报废情况汇总表：汇总报废设备；
c) 库存汇总表：对库存产品进行汇总；
d) 机电设备结存表：统计一段时间内设备的出入库数量和结存数；
e) 设备故障率汇总表：统计出一段时间内故障设备个数，总设备个数，得出这类设备的故障率；
f) 维修专题分析表：故障率分析、维修频率、维修人员考核等数据分析报表；
g) 其它报表:入库明细表、出库明细表、出库汇总表、入库汇总表、日常维修保养报表等。

11.5.3 辅助决策

根据统计分析结果，对机电设施养护自动生成处置建议和方案，辅助管理人员做出决策，包括但不限于以下要求：

a) 对运维保障对象的当前健康状态进行评估，评估包括系统级健康程度、关键设备健康状态等；
b) 对运维保障对象的未来一段时间健康状态进行预测，并提出处置建议或方案；
c) 对健康评估计算模型相关参数进行调整；
d) 对健康状态不好的监控对象，提出处置建议或方案，同时提供原因分析功能；
e) 根据告警的级别，提供不同的可视化或声音提示展示方式，对于突发或特急的告警，能够提供相关的处理建议或方案，辅助管理人员进行快速处理；
f) 根据风险预警的级别，提供不同的可视化展示方式，并提供相关的处理建议或方案，为风险规避、后续故障诊断介入和战备值班提供辅助支撑。

11.6 移动 APP

采用移动APP实现工单上报、工单处置、巡检定位、日常巡检、知识库关联、消息通知、待办协同等，从上报、受理、分派、处置、报告等全过程均有记录，包含但不限于以下要求：

a) 支持项目用电设备的实时数据、历史报警事件、运行状态等的查询；
b) 报警发生后，可对报警进行确认，关闭相关信号，等待故障排除；报警信息长时间没有确认时或一段时间内多次发生的，平台应根据配置的规则扩大报警范围，提高报警级别；维护人员可根据不同的组合条件对报警事件进行查询，查询结果应包含每一条报警事件的报警时间、地点、报警设备、报警内容、确认人等信息；
c) 可按照关键字、等级、类别、时间等条件快速查询已处理和未处理的工单信息，检修人员进行故障抢修和排查处理后，将检修的相关记录和结果上传；
d) 实现项目事件、实时监控、设备运行情况、运维工单、能源消耗情况、能效报告等的管理；
e) 宜提供养护经验和相关资料等知识库。

12 通信接口与网络安全

12.1 对外数据通信接口宜采用开放通讯协议。
12.2 网络安全应符合 GB/T 22239 的要求。
12.3 应有通信异常处理机制，能保障对外通信的可靠性、稳定性。
12.4 对外指令响应时间应满足业务需求，能够批量处理对外指令，并支持并发执行。
12.5 应至少支持两个通信连接同时进行网络通讯，不产生数据重叠。