

ICS **

CCS **

团体标准

T/ITS ****-2025

公路机电设施数字化技术指南

Technical Guidelines for Digitalization of Expressway Electromechanical Facilities

(征求意见稿)

20**--**--**发布

202*--**--**实施

中国智能交通产业联盟 发布

中国智能交通产业联盟

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语与定义 1

4 总体设计 2

5 静态信息数字化 3

6 动态信息数字化 5

7 运营管理数字化 8

8 总体安全管理要求 9

中国智能交通产业联盟

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。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件主要起草单位：北京中交国通智能交通系统技术有限公司、越秀（中国）交通基建投资有限公司、广州市北二环交通科技有限公司、河南交投焦郑高速公路有限公司、山东高速信息集团有限公司、交通运输部公路科学研究院

本文件起草人：

引 言

为了推进公路数字化转型，加快智慧公路建设发展，围绕公路建设、运营、养护中的机电设施，规范公路机电设施数字化的技术要求，特制定本标准。

为了保持标准的适用性与可操作性，各使用者在采标过程中，及时将对本标准规范的意见及建议函告北京中交国通智能交通系统技术有限公司，以便修订时研用。

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

公路机电设施数字化技术指南

1 范围

本标准规定了公路机电设施数字化总体要求、静态信息数字化、动态信息数字化、运营管理数字化及安全管理要求等。

本指南适用于高速公路和国省道干线公路机电设施数字化。

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 双绞线多点互连

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

JT/T 697.1 交通信息基础数据元 第1部分：总则

JT/T 697.2 交通信息基础数据元 第3部分：巩固信息基础数据元

JTG 1001-2017 公路工程标准体系

JT/T 918—2014 《高速公路信息通信系统联网技术要求》

JTG D80—2006 《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》

DB 37/T 2758-2016 山东省高速公路机电系统维护技术规范

DB36/T 743.1-2013 高速公路机电系统维护技术规范 第1部分：通用技术要求

DB63/T 1721-2018 高速公路机电工程运维管理要求

3 术语与定义

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

机电设施 electromechanical facilities

为公路运行服务的相关设施，包括监控设施、通信设施、收费设施、供配电设施、照明设施、通风设施、消防设施等。

3.1.2

数字化 digitalization

以数字形式表示（或表现）本来不是离散数据的数据。具体地说，也就是将图像或声音转化为数字码，以便这些信息能由计算机系统处理与保存。在信息化时代，数字化已经变成代表信息化程度的一个重要指标。

3.1.3

智能运维 Intelligent operation and maintenance

应用大数据、人工智能等技术，基于对高速公路机电系统设备、软件及附属设施等多源数据全面感知、高效采集、智能分析，实现运维故障准确告警、自动处置，并持续自我学习优化，保障高速公路机电系统安全稳定运行的新型智慧高速运维手段和方法。

4 总体要求与架构

4.1 总体要求

4.1.1 公路机电设施数字建设应支持公路管理、养护与运营等阶段主要智能化功能的实现。

4.1.2 公路机电设施数字应遵循统筹规划、分步实施、标准统一、安全可控、实用高效、绿色低碳的原则。

4.1.3 公路机电设施数字应包含机电设施基础信息、设备运行状态、网络状态、动环状态、电力状态、数据状态等的数字化建设。

4.1.4 数字化采集对接方式宜采取设备直接对接、机电设备后台管理对接、第三方运营平台对接、数据库数据获取等方式。

a) 设备直接对接方式适用于IP化且协议开放的设备，且无后台管理系统，一般采用轮询访问的方式进行数据采集。

b) 机电设备后台管理对接方式适用于整套交付的机电设备有统一的数据对接系统和数据接口，能够保障数据来源统一。

c) 第三方运营平台对接方式适用于设备无直接访问接口或者接口被占用，需要通过第三方平台数据转接，数据获取需要保证数据源统一性，各软件平台间数据一致性。

d) 数据库采集方式适用于无数据接口有数据存储条件。

4.1.5 数据采集频率根据网络压力、平台压力、存储能力、采集对象等进行设定。

4.2 总体架构

4.2.1 公路机电设施数字化的总体技术架构宜包括“感知层 — 网络层 — 数据层 — 业务层 — 应用

层”，并符合下列要求。

a) 感知层：感知层宜通过物联网 IOT 与管理平台进行对接，对接设施由四种形态构成，包含电力信号相关设施、网络通信信号相关设施、环境信号相关设施、设备本身状态信号。

b) 网络层：通信网络架构宜包括多级，分别为路段管理中心的监控网、收费网，以及管理集团或片区的互联网，保障数据高速可靠传输。

c) 数据层：数据层宜包含设备状态数据、电力状态数据、网络状态数据、动环数据、能耗数据。即包含原始数据，也包含结果数据。

d) 业务层：业务层宜包含机电设施信息电子化台账、运行状态监测、风险监测、故障分析与处理、智能运维等。

e) 应用层：应用层应与管理机制相适应，可包含集团（片区）管理应用、路段管理应用、独立结构物管理应用等。

5 静态信息数字化

5.1 静态信息数字化分类

5.1.1. 静态信息应包含公路机电设施信息、设备信息、运维信息和软件信息

5.1.2. 设施信息应包含路线名称、路线编号、设施类型、设施名称、设施编码、启用时间、所处桩号、物理连接等关联关系信息等。

5.1.3. 设备信息应包含设备名称、型号、供应商、所属维护单位、所属路段、使用日期、负责人等。

5.1.4. 运维信息应包括运维制度、运维内容、运维时间、运维人员、更换情况。

5.1.5. 软件信息应包括软件全称、软件简称、软件分类号、软件版本、软件开发单位等。

5.2 静态信息编码规则

5.2.1. 静态信息基础数据元的分类方法、数据元编制规则、数据元值域引用代码编制规则应符合 JT/T 697.1、JT/T 697.2 的相关规定。

5.2.2. 静态信息宜涵盖设备信息表、设备二维码对应关系表、设备部署信息表、设备远程控制的命令定义、设备远程控制记录表。其中设备信息表和设备部署信息是一对一的关系，和其余表是一对多的关系，一个设备可以有多个远程控制命令和远程控制记录。信息表可参考表 5.2.2-1-表 5.2.2-5

表 5.2.2-1 设备信息表

序号	字段名称	字段 Code	字段类型	主键	不能为空	备注
1	主键 id	id	varchar(32)	Y	Y	

T/ITS **--**

序号	字段名称	字段 Code	字段类型	主键	不能为空	备注
2	设备名称	name	varchar(255)			
3	配置信息	configuration	varchar(255)			
4	是否公有 1 是 0 否	is_pub	varchar(4)			
5	html 页面	htxt	text			
6	url 地址	url	text			
7	创建时间(只读)	create_time	timestamp(6)			
8	修改时间	modify_time	timestamp(6)			
9	激活时间	registry_time	timestamp(6)			
10	备注	remarks	varchar(255)			

表 5.2.2-2 设备二维码对应关系表 sys_key_bar_relation

序号	字段名称	字段 Code	字段类型	主键	不能为空	备注
1	主键 id	id	varchar(32)	Y	Y	
2	数据	key	varchar(255)			
3	对应设备二维码	bar	varchar(255)			
4	对应用途	memo	varchar(255)			
5	手动对应（不可覆盖）	manual	varchar(255)			

表 5.2.2-3 设备部署信息表

序号	字段名称	字段 Code	字段类型	主键	不能为空	备注
1	设备 id	dp_id	varchar(255)	Y	Y	
2	部署名称	dp_name	varchar(255)			
3	部署位置	dp_position	varchar(255)			
4	设备基础 ID	ep_id	varchar(255)			
5	质保到期时间	expire_time	timestamp(6)			
6	安装时间	install_time	timestamp(6)			
7	最近维修日志	last_repaire_memo	varchar(255)			
8	最近维修时间	last_repaire_time	timestamp(6)			
9	设备责任人	manage_user	varchar(255)			
10	备注信息	memo	varchar(255)			
11	部署站点	ws_id	varchar(255)			
12	设备自带唯一标识	ep_no	varchar(255)			
13	型号	ep_draw	varchar(255)			
14	厂家	factory	varchar(255)			
15	规格	spec	varchar(255)			
16	二维码 ID	bar_id	varchar(255)			
17	设备信息 ID	stock_item_id	varchar(255)			
18	所属系统	system_id	varchar(255)			
19	是否导入	is_import	varchar(255)			
20	部署位置 ID	dp_position_id	varchar(255)			
21	IP 地址	ip_address	varchar(255)			
22	部署具体位置	location	varchar(255)			
23	导入批次	import_batch	varchar(255)			
24	经度	longitude	varchar(50)			
25	纬度	latitude	varchar(50)			
26	公里标	direction	varchar(50)			
27	能耗级别	energy_level	varchar(5)			
28	功率	ele_power	varchar(100)			
29	电压	voltage	varchar(100)			
30	设备状态：正常、故障、停用	status	varchar(10)			
31	创建时间	create_time	timestamp(6)			
32	创建人	create_user	varchar(255)			

表 5.2.2-4 设备远程控制的命令定义表

序号	字段名称	字段 Code	字段类型	主键	不能为空	备注
1	主键 id	id	varchar(32)	Y	Y	

序号	字段名称	字段 Code	字段类型	主键	不能为空	备注
2	设备 ID	ep_id	varchar(255)			
3	设备名称	ep_name	varchar(255)			
4	命令类名	cmd_class	varchar(255)			
5	注册时间	register_time	varchar(255)			
6	启用状态	status	varchar(255)			
7	租户号	app_id	varchar(32)			
8	创建者	create_by	varchar(32)			
9	创建时间	create_time	timestamp(6)			
10	更新者	update_by	varchar(32)			
11	更新时间	update_time	timestamp(6)			
12	删除人	delete_by	varchar(32)			
13	删除时间	delete_time	timestamp(6)			
14	备注	remarks	varchar(255)			

表 5.2.2-5 设备远程控制记录表

序号	字段名称	字段 Code	字段类型	主键	不能为空	备注
1	主键 id	id	varchar(32)	Y	Y	
2	所属单位	ws_id	varchar(255)			
3	部署 id	dp_id	varchar(255)			
4	设备 ID	ep_id	varchar(255)			
5	设备名称	ep_name	varchar(255)			
6	执行时间	execute_time	timestamp(6)			
7	执行操作	execute_cmd	varchar(255)			
8	执行参数	execute_args	varchar(255)			
9	执行日志	execute_logs	varchar(255)			
10	执行结果	execute_result	varchar(255)			
11	租户号	app_id	varchar(32)			
12	创建者	create_by	varchar(32)			
13	创建时间	create_time	timestamp(6)			
14	更新者	update_by	varchar(32)			
15	更新时间	update_time	timestamp(6)			
16	删除人	delete_by	varchar(32)			
17	删除时间	delete_time	timestamp(6)			
18	备注	remarks	varchar(255)			

6 动态信息数字化

6.1 动态信息数字化分类

6.1.1. 公路机电设施动态信息数字化宜包括设备动态监测、网络质量运行监测、健康评估、用能管理、系统管理等。

6.1.2. 设备动态监测数据结构宜包含第三方监控数据表、动环采集数据表、电力瞬态数据记录表、设备故障情况表、网络瞬态数据记录表、机房设备统计记录表、机房设备报警记录表等。

6.1.3. 网络质量运行监测数据宜包含设备 IP 地址状态表、链路定义表、链路指标表、日志表、日志配

置表等。

6.1.4. 健康评估数据结构宜包含故障名称定义表、设备故障字典表、设备健康记录表、故障处置手段定义表、故障原因定义表、故障-处置对应定义表等，并符合下列要求。

a) 一个设备有多个故障的，故障名称定义表和设备故障字典表可是多对一关系，并通过外键故障ID进行关联。

b) 一个故障有一个响应处置方法、故障原因的，故障-处置对应定义表和故障处置手段定义表、故障原因定义表应是一一对应关系，通过外键故障ID、处置方法ID、处置原因ID进行关联。

6.1.5. 用能管理数据宜包含能耗趋势预测记录表、电力分析故障库表等。

6.1.6. 系统管理数据结构宜包含用户信息表、部门表、岗位信息表、角色信息表、菜单权限表及关联表等。

6.2 动态信息采集

6.2.1. 服务器及储存设备动态信息采集宜符合表 6.2.1-1-表 6.2.1-2 的相关要求。

表 6.2.1-1 服务器设备信息采集

参数名称	采集数据
CPU 利用率	获取 CPU 利用情况
系统空闲百分比	计算系统空闲百分比
中断	获取中断情况
不同内核 CPU 使用率	获取不同内核 CPU 使用情况
内存利用率	获取内存利用情况
交换内存的使用率	获取交换内存的使用情况
已用的内存	获取已用的内存
内存崩溃	获取内存崩溃情况
内存页输入	获取内存页输入
内存页输出	获取内存页输出
内存页崩溃	获取内存页崩溃情况
分区详情	获取分区详情
平均磁盘使用率	获取平均磁盘使用情况
磁盘输入	获取磁盘输入
磁盘输出	获取磁盘输出
单个磁盘的使用率	获取单个磁盘的使用情况
繁忙及空闲百分比	计算繁忙及空闲百分比
发送的数据包	获取发送的数据包
接收的数据包	获取接收的数据包
网卡运行状况	获取网卡运行状况

表 6.2.1-2 存储设备信息采集

参数名称	采集数据
交换机发送的字节数	获取交换机发送的字节数
交换机接收的字节数	获取交换机接收的字节数

交换机发送数据包数量	获取交换机发送数据包数量
交换机接收数据包数量	获取交换机接收数据包数量
交换机带宽	获取交换机带宽
交换机接口状态	获取交换机接口状态
交换机丢标率	获取交换机丢标情况
交换机 CPU 利用率	获取交换机 CPU 利用情况
交换机内存利用率	获取交换机内存利用情况
存储池使用容量	获取存储池使用容量
存储池裸容量	获取存储池裸容量
LUN 使用容量	获取 LUN 使用容量
LUN 裸容量	获取 LUN 裸容量
前端主机端口的传输速率	获取前端主机端口的传输速率
IOPS	获取 IOPS

6.2.2. 监控设备动态信息采集宜符合表 6.2.1-3 的相关要求。

表 6.2.1-3 监控设备信息采集

参数名称	采集数据
录像状态	获取录像状态：不在录像、在录像、空闲
硬盘容量	获取硬盘的容量，单位：G
硬盘剩余容量	获取硬盘的剩余容量，单位：G
硬盘状态	获取硬盘状态：休眠，活动，故障
软件版本	获取软件版本号
固件版本	获取固件版本
web 版本	获取 web 版本
CPU 个数	获取 CPU 个数
工作状态	获取工作状态：正常、异常
连接状态	获取连接状态：正常、异常
IP	读取配置 IP
从开机到现在运行状态	获取运行时长，单位：h

6.2.3. 供配电设备动态信息采集宜符合表 6.2.1-4 的相关要求。

表 6.2.1-4 供配电设备信息采集

参数名称	采集数据
品牌	获取品牌
设备类型	获取设备类型
状态	获取状态
输入电压	获取输入电压
输入频率	获取输入频率
输出电压	获取输出电压
输出电流	获取输出电流
输出频率	获取输出频率

参数名称	采集数据
输出有功功率	获取输出有功功率
输出视在功率	获取输出视在功率
负载率	获取负载率
旁路电压	获取旁路电压
旁路电流	获取旁路电流
旁路频率	获取旁路频率
电池电压	获取电池电压

6.2.4. 网络状态动态信息采集宜符合表 6.2.1-5 的相关要求

表 6.2.1-5 网络状态动态信息采集

参数名称	采集数据
流量	获取网络流量
网络安全	获取威胁事件、安全事件、漏洞
网络质量	网络延迟、网络丢包、延时抖动

7 运营管理数字化

7.1 运营管理数字化体系

- 7.1.1. 运营管理数字化体系架构应包含功能层、逻辑层、技术层、物理层等。
- 7.1.2. 运营管理数字化管理架构应与管理机制相适应，二级管理架构应包含外场设施与路段中心管理平台，三级管理架构应包含外场设施、路段中心管理平台和省中心管理平台。多级管理架构应包含外场设施、路段分中心平台、集团（片区）分中心平台、省中心平台。
- 7.1.3. 运营管理数字化功能架构应包含数据采集、资产数字化台账、状态监测、故障分析与处理、状态评估与预防性养护等功能。
- 7.1.4. 机电设施智能运维工作应建立符合智慧运维模式的组织机构，实现远程运维、现场运维、智能运维的有效协同，宜建立的组织机构有服务台、远程运维中心、运维班组。
- a) 服务台主要向用户提供故障报修服务，负责电话报修、平台工单报修等。
 - b) 远程运维中心主要负责设备及系统的数据监控、告警处理、故障的远程处理。
 - c) 运维班组主要负责进行现场设备及系统的现场维修处理，应根据运维规模设立合理数量的运维班组。

7.2 数字化业务流程

- 7.2.1. 智能运维的核心业务流程包括运行监测、智能分析、事件告警、故障处置和预测预判等。

7.2.2. 运行监测应当使用智能运维平台通过网络实现对被运维设备、系统的状态监测，实现集中监测。监测内容包括不限于设备实时运行状态、故障告警信息。

7.2.3. 智能分析应建立多种关键设备的算法模型，结合历史数据或实时数据对机电设备运行状态进行分析并形成健康状态评级，健康状态按照优、良、中、差、不工作五个级别进行分级。

7.2.4. 智能运维模式下应支持对监测数据的智能分析并自动生成告警。事件和告警可由设备或系统自主生成上报，也可由智能运维平台根据历史数据及设备模型分析生成，对于生成的事件和告警，应当支持人工标记，支持设置故障级别。智能运维平台应对部分重要类型告警实现告警的关联和聚合，实现告警事件的收敛、聚合和抑制。

7.2.5. 故障处理应当支持被监测采集并提供运维所需接口和控制指令以支持故障远程处理。智能运维平台应对接机电设备运维控制接口，在完成故障原因分析后通过发送运维相关的控制指令实现故障的远程处理。应支持对部分故障进行自动化修复尝试，对相关操作应在系统内予以记录

7.2.6. 预测预判应建立关键机电设备的生命周期模型，并对特定失效模式实现预判预测。

7.3 预防性养护

7.3.1. 应对辖区收费、监控、供电、通信等相关设备信息管理系统设备开展预防性维护。

7.3.2. 预防性养护分日维护、周维护、月维护、季维护、年维护五级，日、周维护由设备使用人员完成；月、季、年维护主要由维护工程师完成，按时对信息系统机电设备进行巡查，具备预防性养护相关的档案资料。

7.4 资产管理

7.4.1. 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。

7.4.2. 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。

8 安全管理要求

8.0.1. 公路机电设施数字化应按照《中华人民共和国网络安全法》和《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》(GB/T 22239)的相关规定开展系统网络安全设计、建设和维护管理。

8.0.2. 外场信息基础设施安全保护,应按照《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》(GB/T 22239)不低于第二级的安全物理环境、安全区域边界、安全通信网络和安全计算环境等要求执行。应用物联网技术的还应符合物联网安全扩展要求。工业控制系统还应符合工业控制系统安全扩展要求。

8.0.3. 应用云架构的公路机电设施数字化应用,还应符合云计算安全扩展要求。采用大数据技术的信息化应用,还应符合大数据安全控制措施要求。移动终端应用还应符合移动互联安全扩展要求。

T/ITS XXXX-XXXX

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

标准

高速公路能源自洽条件下管理及服务设施设计指南

T/ITS XXXX-20XX

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

20XX 年 X 月第一版 20XX 年 X 月第一次印刷