

ICS 03.220.20

CCS R 01

团体标准

T/ITS 0317-2025

公路机电设施数字化技术指南

Technical guidelines for digitalization of expressway electromechanical facilities

中国智能交通产业联盟

2025-12-23 发布

2025-12-23 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 总体要求与架构	1
5 静态信息数字化	2
6 动态信息数字化	3
7 运营管理数字化	4
8 安全管理要求	5
附录 A 公路机电设施静态信息	6
附录 B 公路机电设施动态信息	8

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：孟春雷、曾利文、张军、陈敬松、靳瑞保、迟猛、王宏丹、闫栋、许超、冀金科、马宇超、程卫平、郑学汉、孙晓亮、佟昕鹏、刘源翔、高龙、任倩、冠宇、张璐雪

引 言

为了推进公路数字化转型，加快智慧公路建设发展，围绕公路管养中的机电设施，规范公路机电设施数字化的技术要求，特制定本文件。

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，及时将对文件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

本文件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。

本文件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

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2部分：巩固信息基础数据元

JT/T 918-2014 高速公路信息通信系统联网技术要求

JTG 1001-2017 公路工程标准体系

JTG D80-2006 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范

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

机电设施数字化 electromechanical facilities digitalization

通过物联网、大数据、人工智能等技术，将传统物理形态的机电设备及其运行状态、空间位置、维护记录、性能参数等信息，转化为标准化、可交互的数字信号与数据模型，实现设施状态可视化、运行监控智能化、维护决策科学化、资源配置合理化的转型过程，实现高效管养。

3.1.2

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，保障高速公路机电系统安全稳定运行的智慧运维手段和方法。

4 总体要求与架构

4.1 总体要求

4.1.1 公路机电设施数字化建设应支持公路管养工作中主要功能数字化的实现。

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

4.1.3 公路机电设施数字化宜包含机电设施基础信息、设备运行状态、数据状态、运维管理等的数据采集及数字化管养等内容。

4.1.4 数字化数据采集对接方式宜采取设备直接对接、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，并符合下列要求。

a) IP化、协议开放且无后台管理系统的机电设施，宜采用设备直接对接方式，可采用轮询访问的方式进行数据采集。

b) 整套交付且具有统一的数据对接系统和数据接口的机电设施，宜采用后台管理对接方式，保障数据来源统一。

c) 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的机电设施，宜采用第三方运营平台对接方式，数据获取时宜保证数据源统一性和各软件平台间数据一致性。

d) 适用于无数据接口但有数据存储条件的机电设施，宜采用数据库采集方式，通过数据库直连、文件导入或API调用等方式实现数据获取。

4.1.5 数据采集频率应根据网络压力、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 与数字化管理平台进行对接，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：通信网络架构根据管理机制宜包括多级网络。

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，并具备数据分析能力。既包含原始数据，也包含结果数据。

d) 业务层：业务层宜包含机电设施信息数字化台账、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。

5 静态信息数字化

5.1 静态信息分类

5.1.1. 静态信息宜包含公路机电设施所处位置信息、设备信息、运维信息和软件信息等。

5.1.2. 机电设施所处位置信息宜包含路线名称、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。

5.1.3. 设备信息宜包含设备名称、品牌、型号、所属路段、维护单位、使用日期、责任人等。

5.1.4. 运维信息宜包括运维制度、运维内容、运维时间、运维人员等。

5.1.5. 软件信息宜包括软件全称、软件简称、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. 静态信息编码宜涵盖设备信息、设备二维码对应关系、设备部署信息、设备远程控制的命令定义、设备远程控制记录等。

5.2.3. 机电设备应具有唯一的标识编码，设备信息和设备部署信息呈一对一的关系，和其余信息呈一对多的关系，一个设备可以有多个远程控制命令和远程控制记录。静态信息内容可参考附录 A。

6 动态信息数字化

6.1 动态信息分类

6.1.1. 公路机电设施动态信息宜包括设备运行状态、网络运行质量、健康状态、用能状态、系统管理等。

6.1.2. 设备运行状态监测数据宜包含监控数据、动环采集数据、电力瞬态数据、设备故障数据等。

6.1.3. 网络运行质量监测数据宜包含网络瞬态数据、链路定义、链路指标、日志、日志配置等。

6.1.4. 健康状态数据宜包含故障名称、设备故障字典、设备健康记录、故障处理手段、故障原因、故障-处置对应等，并符合下列要求。

a) 一个设备有多处故障的，故障名称定义表和设备故障字典表可为多对一关系，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. 用能状态数据宜包含能耗趋势预测记录、电力分析故障数据等。

6.1.6. 系统管理数据宜包含用户信息、部门信息、岗位信息、角色信息、菜单权限及关联等。

6.2 动态信息采集

6.2.1. 动态信息采集对象宜包含监控设备、收费设备、通信设备、供配电设备、照明设备、网络安全设备等。动态信息内容可参考附录 B。

6.2.2. 采集动态信息的监控设备宜包含感知类、处理类和应用执行类设备。其中，感知类设备宜包含视频监控、交通流检测、环境监测、结构监测等设备，处理类设备宜包含服务器、存储及控制终端等设备，应用执行类设备宜包含交通管控、信息发布及应急处置等设备。

6.2.3. 采集动态信息的收费设备宜包含 ETC 车道专用设备、人工/MTC 车道专用设备、ETC 门架系统设备、收费站管控层设备等。

6.2.4. 采集动态信息的通信设备宜包含骨干传输网络设备、路侧接入网络设备、业务网通信设备等。

6.2.5. 采集动态信息的供配电设备宜包含高压变电设备、低压配电设备、应急供电设备、电

力监测与防护设备等。

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在公路机电设施数字化的总体技术架构基础上,建立功能层、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。

7.1.3. 运营管理数字化功能宜包含数据采集、状态监测、故障分析与处理、状态评估与预防性养护等。

7.1.4. 机电设施智能运维工作宜建立符合智慧运维模式的组织机构,实现远程和现场的智能运维有效协同,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宜包括运行监测、智能分析、事件告警、故障处置和预测预判等。

7.2.2. 运行监测宜通过实时在线数据采集,实现对公路机电设施的集中监测。监测内容包括但不限于设备实时运行状态、故障告警信息。

7.2.3. 智能分析宜建立多种关键设备的运行状态分析算法模型,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估。

7.2.4. 事件告警宜基于智能分析结果,分析设备运行数据趋势,识别故障前兆,自动触发告警。事件告警可由设备或系统自主生成上报,对于生成的事件告警,应当支持人工标记,支持设置故障级别。

7.2.5. 故障处理宜基于智能分析和事件告警结果,对故障原因分析后,通过发送相关控制指令实现故障的远程处理。宜支持对部分故障进行自动化修复。

7.2.6. 预测预判宜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. 宜对辖区收费、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. 预防性养护宜基于运行监测和智能分析结果,分析设备历史故障数据、运行时长、性能衰减趋势等,制定个性化预防性维护计划。

7.3.3. 预防性养护可分为日维护、周维护、月维护、季维护、年维护五级,依据预防性维护计划,定期、按时对机电设备进行巡查,通过健康状态评估,分析设备运行数据,预测设备剩余使用寿命,为设备更新换代提供决策依据。

7.3.4. 预防性养护宜建立备件库存数据库,实时监控备件数量、存放位置,基于设备故障频率和维护需求自动触发备件补货提醒。

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

中国智能交通产业联盟

附录 A 公路机电设施静态信息

表 A.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	
2	设备名称	name	varchar(255)			
3	配置信息	configuration	varchar(255)			
4	html 页面	htxt	text			
5	url 地址	url	text			
6	创建时间(只读)	create_time	timestamp(6)			
7	修改时间	modify_time	timestamp(6)			
8	激活时间	registry_time	timestamp(6)			
9	备注	remarks	varchar(255)			

表 A.2 设备二维码对应关系表

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	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 A.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)			

表 A.3 (续)

序号	字段名称	字段 Code	字段类型	主键	不能为空	备注
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 A.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	
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 A.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)			

附录 B 公路机电设施动态信息

表 B.1 感知设备信息采集

参数名称	采集数据
硬盘状态	获取硬盘状态：休眠，活动，故障
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
从开机到现在运行状态	获取运行时长，单位：h
CPU 使用率	获取 CPU 使用率
内存使用率	获取 CPU 使用率

表 B.2 情报板信息采集

参数名称	采集数据
情报板状态	获取情报板状态：正常、异常
温度状态	正常、异常
控制器状态	正常、异常
电源状态	正常、异常
通讯状态	正常、异常

表 B.3 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 B.4 存储设备信息采集

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

表 B.4 (续)

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

表 B.5 收费站车道控制器信息采集

参数名称	采集数据
主板温度	默认设置 40 度, --
内存使用率	获取内存使用率
CPU 温度	获取 CPU 温度, 单位: °C
CPU 使用率	获取 CPU 使用率
磁盘温度 (40)	获取 CPU 温度, 单位: °C
磁盘转速	默认设置 7200rpm, --
数据盘使用率	获取数据盘使用率百分比
运行盘使用率	获取运行盘使用率
操作系统版本	获取系统版本
车道软件版本	获取系统版本

表 B.6 收费站天线信息采集

参数名称	采集数据
天线头硬件版本	获取天线头硬件版本
天线 ID	获取天线 ID
天线信道	获取天线信道
天线功率	获取天线功率
等待时间	获取等待时间
天线区域	获取天线区域
应用运行时间	获取应用运行时间, 单位: h
天线头运行时间	获取天线头运行时间, 单位: h
天线头温度	获取天线头温度, 单位: °C

表 B.7 栏杆机控制器和费显设备信息采集

参数名称	采集数据
栏杆机状态	栏杆机状态: 正常 (打开、关闭)、异常
费显状态	获取费显状态: 正常、异常

表 B.8 车牌识别设备信息采集

参数名称	采集数据
硬盘状态	获取硬盘状态: 休眠, 活动, 故障
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

表 B.9 称重系统信息采集

参数名称	采集数据
设备状态检测	检测设备状态是否正常，如下 位通信状态：正常、不正常 位胎检器：正常、不正常 位线圈状态：正常、不正常 位光栅状态：正常、不正常 位秤台状态：正常、不正常
标定状态	标定时间、标定次数

表 B.10 北斗授时服务器信息采集

参数名称	采集数据
当前经纬度	经纬度
世界日期	日期
世界时间	时间
系统日期	日期
系统时间	时间
同步状态	锁定、未锁定
Gps 未锁定告警	当 gps 未锁定发出 trap
Ntp 未锁定告警	当 ntp 服务未同步发出 trap

表 B.11 PSAM 授权服务器信息采集

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
设备状态	正常、异常、故障

表 B.12 通信设备信息采集

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

表 B. 12 (续)

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

表 B. 13 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
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

表 B. 14 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

中国智能交通产业联盟

T/ITS 0317-2025

中国智能交通产业联盟
标准
公路机电设施数字化技术指南
T/ITS 0317-2025

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>

2025 年 12 月第一版 2025 年 12 月第一次印刷