

公路工程施工智慧管理指南

2024 - 09 - 03 发布

2024 - 12 - 03 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 基本原则 1

5 管理架构 1

6 基础工作 4

7 过程管理 5

8 成果交付 11

附录 A（资料性）设备硬件指标、安装调试要求 12

参考文献 22

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。

本文件由山西省交通运输厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对标准的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省交通运输标准化技术委员会（SXS/TC 37）归口。

本文件起草单位：山西路桥智慧交通科技有限公司、山西昔榆高速公路有限公司。

本文件主要起草人：温郁斌、陶锋、白永胜、魏杰、王军、王敏、许桂青、贺来国、张海林、杨晶、李斌、张多、郭宇峰、熊晋华、宣廷洲、崔彩虹、李永伟。

公路工程施工智慧管理指南

1 范围

本文件给出了山西省公路工程施工智慧管理的基本要求、管理架构、基础工作、过程管理、成果交付等内容的指导。

本文件适用于新建及改扩建公路工程。

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 22239—2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 22240—2020 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
- GB/T 39786—2021 信息安全技术信息系统密码应用基本要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

施工智慧管理

综合运用物联网、云计算、人工智能、移动互联网、BIM、GIS等技术手段，对人员、设备、安全、质量、生产环境等要素在施工过程中产生的数据进行全面采集与处理，并实现数据共享与业务协同，最终实现全面感知、泛在互联、安全作业、智能生产、高效协作、智能决策等的施工智慧管理。

3.2

拓展接口

一种用于连接和扩展设备功能的接口，通常用于计算机硬件和软件之间的通信。

3.3

数据资源

经过处理和整理的以标准化报告和可视化数据等格式呈现的便于理解和使用过程数据。

[GB/T 22240—2020，定义3.5]

4 基本原则

4.1 公路工程施工智慧管理覆盖公路工程项目建设施工过程，包括但不限于基础工作、过程管理、成果交付。

4.2 公路工程施工智慧管理内容宜包括人员、设备、物料、进度、质量、安全、环境等。

5 管理架构

5.1 管理功能体系

5.1.1 公路工程施工智慧管理由基础工作、过程管理、成果交付三个阶段组成，其管理体系见图 1。

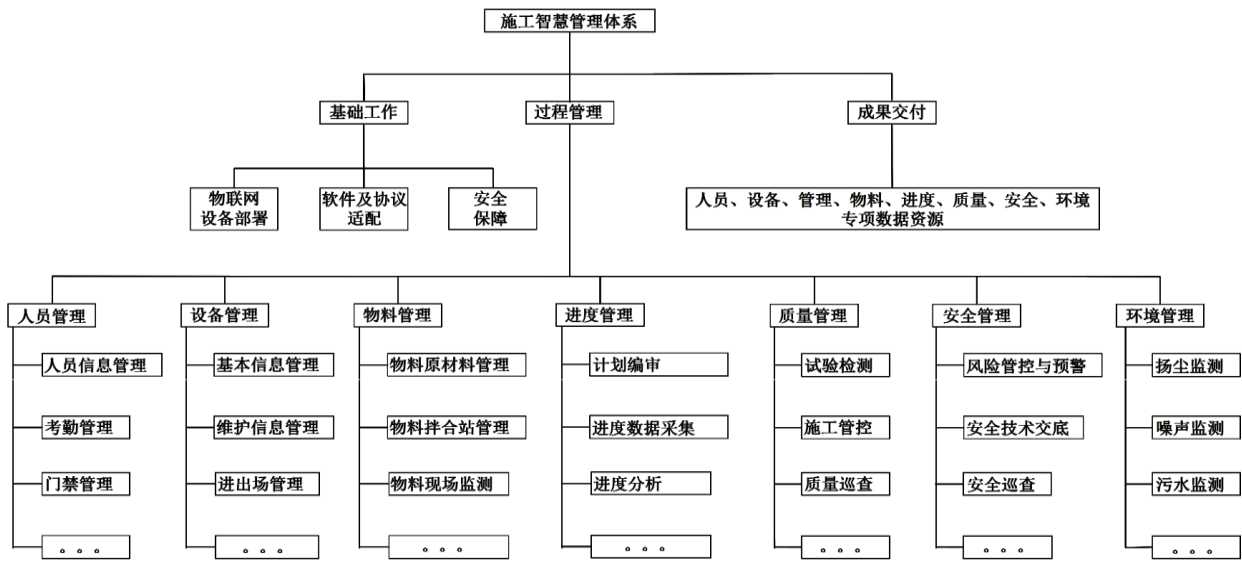


图1 公路工程施工智慧管理体系

5.1.2 施工智慧管理具体功能指标及建设需求见表 1。

表1 施工智慧管理功能指标及建设需求表

智慧管理功能指标		建设需求	
一级指标	二级指标	软件	硬件
人员管理	人员信息管理	√	—
	考勤管理	√	√
	门禁管理	√	√
	劳务管理	√	—
	人员定位	√	√
	培训教育	√	—
	AI 视频分析	√	√
设备管理	基本信息管理	√	√
	维护信息管理	√	—
	进出场管理	√	√
	工作状态管理	√	√
	特种设备管理	√	√
物料管理	物料总计划编审	√	—
	原材料试验检测	√	—
	物料入库管理	√	—
	物料出库管理	√	—

表1 施工智慧管理功能指标及建设需求表（续）

智慧管理功能指标			建设需求	
一级指标	二级指标		软件	硬件
物料管理	物料拌合站管理		√	√
	物料现场监测		√	√
	物料统计管理		√	—
进度管理	计划编审		√	—
	进度数据采集		√	√
	进度分析		√	—
质量管理	试验检测	力学试验	√	√
		沥青试验	√	√
		沥青混合料试验	√	√
		红外光谱	√	√
		孔道压浆饱满度检测	√	√
	施工管控	施工细部做法库	√	—
		路基智能压实管控	√	√
		水泥搅拌桩管控	√	√
质量管理	施工管控	路基沉降观测	√	√
		车辆运输管控	√	√
		摊铺管控	√	√
		碾压管控	√	√
		开挖管控	√	√
		出渣与运输管控	√	—
		施工自动化监测	√	√
		智能张拉管控	√	√
		智能压浆管控	√	√
		智能养护管控	√	√
		超前地质预报管控	√	√
	质量巡查		√	√
	工序交验		√	√
	质量评定		√	—
安全管理	风险管控与预警		√	—
	安全技术交底		√	—
	安全巡查		√	—
	视频监控管理		√	√
	隐患排查与治理		√	—
	重点工程管理		√	√
环境管理	扬尘监测		√	√
	噪声监测		√	√
	污水监测		√	√
	废气监测		√	√

5.2 系统架构

5.2.1 智慧管理系统宜由数据采集层、数据传输层、数据处理层、数据应用层、用户层组成，其架构见图 2。

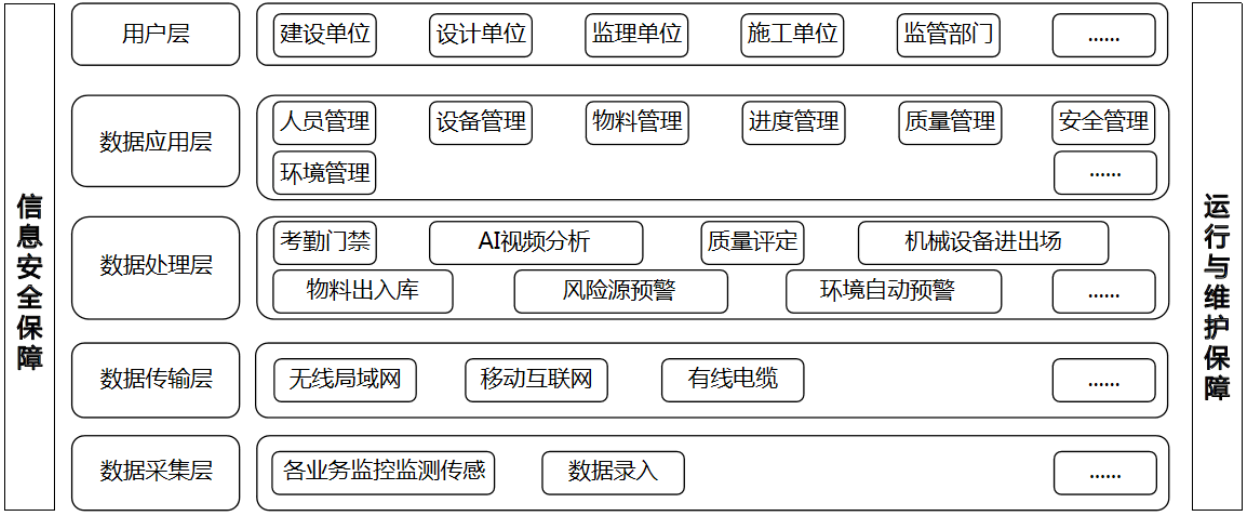


图2 公路工程施工智慧管理系统构架图

- 5.2.2 数据采集层宜包括由各类信息监测监控设备对工地现场各类信息进行传感与采集的功能。
- 5.2.3 数据传输层宜包括采用无线局域网、移动互联网、有线电缆等网络通信方式，实现采集传输现场数据的功能。
- 5.2.4 数据处理层宜包括对各信息、数据进行存储、分析，提供数据交换、共享与服务的功能。
- 5.2.5 数据应用层宜包括人员管理、设备管理、物料管理、质量管理、安全管理、环境管理等。
- 5.2.6 用户层宜包括不同管理权限的各类用户。
- 5.2.7 运行与维护保障宜包括为智慧管理的正常运行提供保障的功能。
- 5.2.8 信息安全保障宜包括为智慧管理数据信息安全、软硬件安全提供保障的功能。

6 基础工作

6.1 物联网设备部署

- 6.1.1 部署数据采集设备，宜包括监控、监测、传感器等设备。
- 6.1.2 具备无线或有线网络设备，网络信号覆盖所有信息采集设备装置点。
- 6.1.3 设备集中放置区域应设置不间断电源，为区域内所有设备持续供电不低于 2 小时。
- 6.1.4 设置硬件安全防控措施，宜包括设备固定、防水、防尘、强弱电分离等。

6.2 软件及协议适配

- 6.2.1 系统设置数据存储和处理系统，用于标准化不同来源的数据格式。
- 6.2.2 系统留有拓展接口，满足功能扩展的需要。
- 6.2.3 提供系统适配文档，为相关工作人员提供培训。
- 6.2.4 进行系统测试，达到预期适配效果。

6.3 安全保障

- 6.3.1 智慧管理系统网络安全等级保护应符合 GB/T 22239—2019 的规定要求。
- 6.3.2 智慧管理系统信息系统密码应用应符合 GB/T 39786—2021 的规定要求。
- 6.3.3 智慧管理系统定期进行风险评估。

7 过程管理

7.1 人员管理

- 7.1.1 人员管理内容宜包括人员信息管理、考勤管理、门禁管理、劳务管理、人员定位、培训教育、AI 视频分析等。
- 7.1.2 人员管理模块所需硬件设施及软件功能要求宜符合表 2 的规定，设备硬件指标、安装调试要求参见表 A.1。

表2 人员管理硬件设施及软件功能要求

序号	项目	硬件设施	软件功能要求
1	人员信息管理	—	具有对人员档案分类，录入档案信息、按条件查询档案信息的功能。
2	考勤管理	考勤机	具有脸部、指纹、虹膜、RIFID 识别考勤，显示考勤结果、统计考勤人数的功能。
3	门禁管理	门禁闸机	具有人员身份证验证、实名制登记的功能。
			具有设定门禁权限的功能。
4	劳务管理	—	具有数据分析汇总、自动生成月报的功能，并对未上传报表或支付凭证的单位进行预警提示。
			具有施工人员进场安全承诺、退场确认、工资结清登记等功能。
5	人员定位	智能安全帽、人员定位卡、远距离读卡器、射频识别读写器	具有告知危险区域、预警提示的功能。
5	人员定位	—	具有反映施工人员所在位置、工种、进入施工区域时间和停留时间的功能。
6	培训教育	—	具有在线教育培训、答题、自动评分功能，并建立员工培训档案。
7	AI 视频分析	摄像头	具有安全帽识别、口罩识别、安全绳识别等特定行为的识别功能。

7.2 设备管理

- 7.2.1 设备管理内容宜包括基本信息管理、维护信息管理、进出场管理、工作状态管理、特种设备安全管理等。
- 7.2.2 设备管理模块所需硬件设施及软件功能要求宜符合表 3 的规定，设备硬件指标、安装调试要求参见表 A.2。

表3 设备管理硬件设施及软件功能要求

序号	项目	硬件设施	软件功能要求
1	基本信息管理	标签打印机	具有生成设备二维码功能，二维码信息详情包括：设备型号、性能、出场时间、使用年限、厂家等。
			具有设备新增、查找、查看、编辑、删除、台账导出等基本功能。
2	维护信息管理	—	具有设备检修保养提示、建立实时台账的功能，并储存检验检测记录、维修保养记录。
3	进出场管理	车辆门禁	具有设备身份验证、进出场管理功能，并存储记录进出场时间。
4	工作状态管理	传感器	具有对进场机械设备工作状态进行实时监测、采集数据的功能，如升降机的载重量、运行高度、运行速度、工作时间等。

7.3 物料管理

7.3.1 物料管理内容宜包括物资总计划编审、原材料试验检测、物料入库管理、物料出库管理、物料拌合站管理、物料现场监测、物料统计管理。

7.3.2 物料管理模块所需硬件设施及软件功能要求宜符合表 4 的规定，设备硬件指标、安装调试要求参见表 A.3。

表4 物料管理硬件设施及软件功能要求

序号	项目	硬件设施	软件功能要求
1	物资总计划编审	—	具有对分析历史数据和市场情况，预测未来物资需求的能力。
			具有对物资总计划中的各项数据进行审查的能力。
			具有对物资总计划进行调整和优化的能力。
			具有对当前的物资库存和供应能力进行评估的能力。
			具有形成审批报告或建议的能力。
2	原材料试验检测	—	具有不可更换和可追溯的原材料取样身份验证功能，包括进场时间、供应厂商等。
			具有实时采集材料实验检测数据并传输，自动生成实验报告功能。
			具有实时采集试验室养生室温、湿度，并可预警报告功能。
3	物料入库管理	—	具有物资称重计量功能。
			具有物资进场（质量、数量）验收功能。
			具有物资验收通过移动设备点验功能。
			具有物资台账管理功能。
4	物料出库管理	—	具有领用申请功能。
			具有发料功能。
5	物料拌合站管理	混凝土拌合站模块	具有实时采集水泥混凝土生产配合比、搅拌时间、浇筑工程名称和部位等功能。

表4 物料管理硬件设施及软件功能要求（续）

序号	项目	硬件设施	软件功能要求
5	物料拌合站管理	水稳拌合站模块	具有实时采集水稳混合料生产配合比、筛分数据，以及摊铺工程名称和部位等，全程监控功能。
		沥青拌合站模块	具有实时采集沥青混合料生产配合比、筛分数据，以及摊铺工程名称和部位等，全程监控功能。
6	物料现场监测	实体检测仪	具有实时采集现场实体强度、几何尺寸、尺寸偏差等检测数据（如混凝土回弹强度、钢筋保护层厚度等），并进行上传和分析功能。 具有影像称重、地磅数据采集的功能。
7	物料统计管理	—	具有库存盘点功能。
			具有库存台账功能。
			具有采购合同管理功能。
			具有物资采购计划管理功能。
			具有数据统计、分析、共享、检索功能。

7.4 进度管理

- 7.4.1 进度管理内容宜包括计划编审、进度数据采集、进度分析等。
- 7.4.2 进度管理模块所需硬件设施及软件功能要求宜符合表 5 的规定，设备硬件指标、安装调试要求参见表 A.4。

表5 进度管理硬件设施及软件功能要求

序号	项目	硬件设施	软件功能要求
1	计划编审	—	具备总体计划、年度计划、季度计划、月计划、周计划的在线编审功能，并自动生成计划报表。
2	进度数据采集	无人机	具备航拍数据采集、图像识别、工序交验等功能。
			具备结合 BIM、GIS 技术达到施工进度可视化的功能。
			具备形象进度、产值进度填报及工序交验等功能。
3	进度分析	—	具备目标进度计划与实际进度动态对比、偏差分析、分级预警等功能。

7.5 质量管理

- 7.5.1 质量管理内容宜包括试验检测、施工管控、质量巡查、工序交验、质量评定等。
- 7.5.2 质量管理模块所需硬件设施及软件功能要求宜符合表 6 的规定，设备硬件指标、安装调试要求参见表 A.5。

表6 质量管理硬件设施及软件功能要求

序号	项目	硬件设施	软件功能要求
1	试验检测	力学试验仪器	具有万能试验机数据实时采集、传输，自动生成试验报告的功能。
		沥青试验仪器	具有针入度、软化点、延度试验数据实时采集，自动生成试验报告的功能。
		沥青混合料试验仪器	具有稳定度、流值试验数据实时采集、传输，自动生成试验报告的功能。
		红外光谱仪	具有沥青红外光谱快速检测，快速判定沥青的品牌、型号、批次及产地，判断添加剂种类和掺量的功能。
		压浆饱满度检测仪	具有孔道压浆缺陷位置、尺寸的检测及质量评分功能。
2		—	具有建立公路工程施工细部做法库，对各施工工序规范指导、对施工决策提供参考的功能。
			具有管理材料进场、检测、库存等数据并统计分析的功能。
2	施工管控	路基智能压实监测仪	具有压路机碾压遍数、碾压速度、碾压轨迹实时监测功能。
			具有路基压实质量综合评价值的实时输出功能。
		水泥搅拌桩管控仪	具有水泥用量、水灰比、浆体流量、钻头垂直移动量、移动速度、桩长、作业时间实时监测的功能。
		路基沉降观测仪	具有地表的垂直位移的功能。
			具有路基内部水平位移的功能。
		车辆运输管控仪	具有混合料运输时间监控的功能。
			具有混合料运输温度监控的功能。
			具有混合料运输车辆运行轨迹监控的功能。
		摊铺管控仪	具有摊铺机定位的功能。
			具有摊铺机摊铺速度、轨迹监控的功能。
		碾压管控仪	具有压路机定位的功能。
			具有压路机碾压遍数、碾压速度、碾压轨迹实时监测功能。
		开挖管控仪	具有原始数据的查询功能。
			具有输出超欠挖日报、周报或月报，绘制单点、多点数据趋势图的功能。
			具有侵线信息统计、提醒的功能
		出渣与运输管控仪	具有原始数据的查询的功能。
			具有出渣与运输方量信息统计、提醒的功能。
		施工自动化监测仪	具有裂缝发展速率监测、预警的功能。
			具有地表沉降监测、预警的功能。
			具有拱顶沉降监测、预警的功能。
		智能张拉管控仪	具有张拉应力、伸长量、加载速率、停顿点、持荷时间实时监控的功能。
		智能压浆管控仪	具有水胶比、压力、流量数据的实时监控的功能。
		智能养护管控仪	具有养生构件温度、干湿度监控的功能。
			具有根据温度、干湿度自动调节养生用水喷淋量的功能。

表6 质量管理硬件设施及软件功能要求（续）

序号	项目	硬件设施	软件功能要求
2	施工管控	超前地质预报管控仪	具有预报方法、仪器、人员、单位信息及原始数据传输、查询的功能。
			具有根据判释的地质风险级别，实现提醒或预警功能。
			具有超前地质预报工作进度管理功能。
			具有预报与揭示地质情况对比功能。
3	质量巡查	质量管控系统	具有采用智能终端结 GPS 定位获取巡查位置及现场照片。
			具有技术交底查询的功能
			具有登记巡查日期结合现场照片生产巡查报告的功能。
			具有质量整改查询与巡查记录的功能。
			具有对质量巡查存在隐患的项目进行整改的功能。
4	工序交验	智能终端	具有以工序清单为主线进行影像资料存储的功能。
			具有影像资料叠加时间、地点信息，且不可更改的功能。
			具有统计工序总数、工序完成数并分析成总报、月报的功能
			具有工序状况查询、工序结果查询、未完成工序统计的功能
			具有工序报验，自动生成检验资料的功能。
5	质量评定	—	具有对工程项目进行质量标准评定的功能。
			具有对质量超标的项目超标闭合的功能。
			具有通过原始质量数据实现自动评定功能。

7.6 安全管理

7.6.1 安全管理内容宜包括风险管控与预警、安全技术交底、安全巡查、视频监控管理、隐患排查与治理、重点工程管理等。

7.6.2 安全管理模块所需硬件设施及软件功能要求宜符合表 7 的规定，设备硬件指标、安装调试要求参见表 A.6。

表7 安全管理硬件设施及软件功能要求

序号	项目	硬件设施	软件功能要求
1	风险管控与预警	—	具有风险辨识与评估功能，包括：辨识范围、作业单元、潜在危险因素、可能导致的后果、风险等级等。
			具有对现场监测和统计的数据进行查询、分析、及时预警的功能。
2	安全技术交底	—	具有风险标准库建立存储功能，以及能够对将要开展的工程项目进行施工危险源和施工风险排查、分析、评估、制订相应安全措施的功能。
3	安全巡查	—	具有安全检查的功能，包括检查单位、受检单位、隐患位置、隐患图片、隐患后果、整改期限等。
			具有 GIS 地图巡查功能，对存在的安全隐患内容进行排查的功能。
4	视频监控管理	视频抓拍设备	具有实时显示、视频储存、视频回放、权限管理等功能。
			具有智能监测平台远程监控、实时查看现场视频等功能。
			具有识别现场人员未穿戴安全帽、反光背心以及明烟明火等报警功能。
			具有自动抓拍留存影像、报警信息自动上传至数字建造管理平台等功能。
5	隐患排查与治理	—	具有上传隐患整改通知单，实现项目全过程安全管理的功能，包括安全检查、安全检查问题报告、隐患问题整改通知和回复全过程监督。
			具有安全评价管理功能，包括施工自查、监理复查、建设单位抽查等。
6	重点工程管理	视频监控设备	具有对危大工程进行视频在线监督、视频储存、视频回放等功能。
			具有对重点危大工程进行现场安全、质量隐患问题进行报告的功能。
			具有对危大工程全过程安全管理功能，实现安全检查、安全检查问题报告、整改通知和回复全过程监督。
7	特种设备管理	传感器	支持不少于 2 种远程预警方式。
			具有特种设备的工作环境参数、形变、位移及位置信息查询功能。
			具有运行轨迹回放功能，并以图形化方式展示；留有接口，统一信息交换。

7.7 环境管理

7.7.1 环境管理内容宜包括扬尘监测、噪声监测、污水监测、废气监测等。

7.7.2 环境管理模块所需硬件设施及软件功能要求宜符合表 8 的规定，设备硬件指标、安装调试要求参见表 A.7。

表8 环境管理硬件设施及软件功能要求

序号	项目	硬件设施	软件功能要求
1	扬尘监测	扬尘监测装置、喷淋装置	具有扬尘实时检测、统计分析、本地显示、传输等功能。
			具有数据超标、设备故障可自动报警等功能。
			具有根据监测数据自动开启喷淋装置等功能。
2	噪声监测	噪声监测装置	具有噪声实时检测、统计分析、本地显示、传输等功能。
			具有数据超标、设备故障可自动报警等功能。
3	污水监测	污水监测装置	具有水质 PH 值、悬浮物监测、统计分析、本地显示、传输等功能。
			具有数据超标可报警、设备故障可报警等功能。
4	废气监测	废气监测装置	具有实时采集各类气体浓度、统计分析、本地显示、传输等功能。
			具有废气污染物浓度超标自动报警等功能。

8 成果交付

8.1 一般规定

8.1.1 成果交付包括人员、设备、物料、进度、质量、安全和环境等数据资源。

8.1.2 成果交付通过在线平台进行数据传递，能够实现数据的易于访问、共享和存档。

8.2 交付成果

8.2.1 交付人员管理专项数据资源，宜包括人员档案、考勤记录、安全培训记录、工作任务分配和职责清单等过程数据。

8.2.2 交付设备管理专项数据资源，宜包括设备清单、使用维护记录、设备运行状况评估等过程数据。

8.2.3 交付物料管理专项数据资源，宜包括物料清单、采购及接收记录、使用及消耗记录、质检报告等过程数据。

8.2.4 交付进度管理专项数据资源，宜包括项目进度计划、进度报告、变更控制和调整记录、验收和交付记录等过程数据。

8.2.5 交付质量管理专项数据资源，宜包括验收标准、验收范围、施工过程记录、工程缺陷及改进措施、质量控制及检验等过程数据。

8.2.6 交付安全管理专项数据资源，宜包括安全计划文件、安全培训记录、安全巡查报告、事故记录和报告、应急响应和救援计划、安全评估和验收等过程数据。

8.2.7 交付环境管理专项数据资源，宜包括环境监测数据、环境改善措施、废物管理记录、环境影响和验收评估报告等过程数据。

附 录 A
(资料性)
设备硬件指标、安装调试要求

A.1 人员管理硬件指标、安装调试要求见表 A.1。

表A.1 人员管理硬件指标、安装调试要求

硬件名称	硬件功能	硬件指标	安装调试
考勤机	统计参建单位人员考勤。	满足连接公共网络、数据上传要求。	1. 220V 供电； 2. 有线、无线互联网接入。
门禁闸机	所有进场人员进行身份证验证，录入实名制登记。	1. 结构坚固耐用、使用简单； 2. 具有断电落杆，通电手动上杆、自动恢复加锁状态功能； 3. 可与各种读写设备相挂接，便于系统集成，并可通过管理计算机实现远程控制与管理； 4. 支持 RFID 门禁卡、安全帽门禁、人脸识别以及虹膜识别等； 5. 电源电压：AC220V±30V，50Hz，工作环境温度：-15℃~75℃，湿度：小于 95%RH。	1. 管理区域需封闭建设、地面硬化。 2. 220V 供电； 3. 有线、无线互联网接入。
人员定位卡	对施工人员进行定位，记录现场施工人员的分布状况和运动轨迹。	1. 采集运动轨迹定位精度≤5m，采样数≤3 次/s； 2. 硬件和服务器的时钟同步误差≤1s； 3. 将采集到的实时监测数据发送给服务器时长≤3s。	移动信号覆盖。
远距离读卡器	确定进出隧道施工人员方向，测量人员经过位置。	1. 数据稳定读取距离在 0m~5m 范围内； 2. 平均无故障时间≥70000h； 3. 工作寿命≥5 年。	220V 供电。
射频识别读写器	识别标签设置在现场人员的安全帽上，无障碍通过门禁闸机，配合远距离读卡器对隧道内部人员进行定位。	1. 写卡距离在 0m~15m 范围内； 2. 识别响应时间≥0.2s； 3. 防护等级≥IP34。	隧道布置局域网。
摄像头	监测施工人员安全帽佩戴、口罩佩戴以及安全绳防护情况。	1. 分辨率≥1920×1080； 2. 帧率≥30 帧/s； 3. 防护等级≥IP66； 4. 支持红外照明或低光传感器。	1. 220V 供电； 2. 隧道布置局域网。

A.2 设备管理硬件指标、安装调试要求见表 A.2。

表A.2 设备管理硬件指标、安装调试要求

硬件名称	硬件功能	硬件指标	安装调试
标签打印机	生成具有施工机械基本信息的二维码。	1. 打印分辨率≥600×600dpi； 2. 内置储存容量≥512MB。	220V 供电
传感器	对施工机械进行定位，记录现场施工机械的分布状况和运动轨迹。	1. 要求采集运动轨迹定位精度≤5m，采样数≥5 次/min； 2. 要求硬件设备和服务器的时钟同步误差≤1s； 3. 采集发送时长≤3s； 4. 支持断点续传时间 24h。	—
车辆门禁	识别车辆信息，自动化控制出入。	1. ≥200 万像素高清车牌识别摄像头，识别率白天≥99.8%、夜间≥99.6%； 2. 内置补光灯，可根据环境亮度调节补光亮度； 3. 车牌识别种类：普通蓝牌、黑牌、黄牌、双层黄牌、警车车牌、新能源车牌； 4. 具备脱机使用功能； 5. 数据传输功能，实现车辆出入场时间、车辆号牌参数上传； 6. 工作温度：-40℃～65℃； 7. IP66 防水等级，超强防水机身； 地感、超声波或红外监测适应不同施工使用要求。	1. 管理区域需封闭建设、地面硬化； 2. 220V 供电； 3. 有线、无线互联网接入。
特种机械安全管控	所用到的硬件有：起重量限制器、起重力矩限制器、起升高度限位器/下降深度限位器、运行行程限位器、幅度限位器（幅度指示器）、偏斜限位器、联锁保护安全装置、水平传感器、抗风防滑装置、风速仪装置、回转限制器、垂直传感器、超速保护装置、起升机构制动器、过孔、防后倾装置。	所有硬件指标需满足《起重机械-安全监控系统》GB/T28264 的相关要求。	—

A.3 物料管理硬件指标、安装调试要求见表 A.3。

表A.3 物料管理硬件指标、安装调试要求

硬件名称	硬件功能	硬件指标	安装调试
实体检测仪	实体检测仪具有信号采集、滤波、放大、显示、储存、信号处理、分析、成像、GPS 定位、位置信息记录以及网络上传登记功能，可对质量缺陷定位、定性判定。	信号采集及处理仪要求： 1. 数据采集装置的模/数(A/D)转换位数不得低于 16 位； 2. 双通道最小采样间隔不得低于 4 μs，采样点不少于 2048 点。	

表A.3 物料管理硬件指标、安装调试要求（续）

硬件名称	硬件功能	硬件指标	安装调试
实体检测仪	实体检测仪具有信号采集、滤波、放大、显示、储存、信号处理、分析、成像、GPS 定位、位置信息记录以及网络上传登记功能，可对质量缺陷定位、定性判定。	传感器要求： 1. 选用压电式加速度传感器； 2. 选用电荷式（电荷输出）而不宜选用放大器内置式（电压输出）； 3. 传感器的频响曲线的有效范围应覆盖测试信号的频带范围。频响曲线有效范围控制在 0kHz~20kHz。 传感器的自振（谐振）频率在 30kHz~50kHz。 放大器要求： 1. 电荷放大器，最大增益宜大于 60dB； 2. 放大器应具有滤波机能； 3. 放大器的频响范围>传感器的频响范围。	—
运输车辆智能监测	对运输车的装料时间、出场时间和卸料时间、运输轨迹进行采集。	1. 读写准确度：误差范围≤1/1000 次； 2. 读写精度：99%； 3. 灵敏度：冷启动时间≤10s； 4. 采集间隔≤1s； 5. 平均无故障间隔时间≥100000h； 6. 防护等级要求达到 IP65 以上； 7. 作环境湿度范围：5%RH~95%RH； 8. 具有运行状态、电源异常状态告警指示； 9. 具有电源欠压、过压及短路保护功能； 10. 工作频率 902MHz~928MHz/865MHz~868MHz； 11. 天线增益 8dBi 圆极化，天线功率 1W； 12. 支持协议 ISO18000-6C 或 ISO18000-6B； 13. 通信接口 Wiegand26\34\42、RS485、RS232 数据接口； 14. 支持北斗、GPS 定位。	—

A.4 进度管理硬件指标、安装调试要求见表 A.4。

表A.4 进度管理硬件指标、安装调试要求

硬件名称	硬件功能	硬件指标	安装调试
无人机	采集施工数据图片，监测施工进度，施工现场可视化。	1. 接口协议支持 TTL 接口、RS485 接口、RS232 接口、CAN-BUS 总线接口； 2. 频率：5.8GHz\2.4GHZ\433MHZ\900MHZ\915MHZ； 3. 数据传输：WIFI\4G； 4. 最大续航里程：≥15km； 5. 最大抗风等级：≥5 级； 6. 工作环境：-15℃~40℃； 7. 机载内存：≥8G； 8. 电池容量：3500mAh/3750mAh； 9. 影像传感器：2000 万像素；2.4 μm 像素尺寸。	1. 支持控制软件及硬件改造； 2. 支持数据互联网传输。

A.5 质量管理硬件指标、安装调试要求见表 A.5。

表A.5 质量管理硬件指标、安装调试要求

硬件名称	硬件功能	硬件指标	安装调试
混凝土拌和站模块	实时采集水泥混凝土拌和楼各集料、水泥、水的料仓数据。	1. 准确度：传输丢包≤1/10000 条； 2. 读写精度：99%； 3. 采样频率≥5 次/min，采集间隔可实时授权传输； 4. 冷启动时间≤5s； 5. 数据上传时长≤3s； 6. 通信模块支持 3G/4G/5G； 7. 网络支持 TCP/UDP 透明数据传输； 8. 支持虚拟数据专用网（APN/VPDN）； 9. 支持数据中心动态域名和 IP 地址访问； 10. 支持 DNS 动态获取； 11. 支持双数据中心备份； 12. 支持多数据中心同时接受数据； 13. 支持断网数据续传功能； 14. 防护等级 IP65 以上； 15. 工作环境温度范围：-25℃~85℃； 16. 工作环境湿度范围：5%RH~95%RH。	支持控制软件及硬件改造，使控制系统可在规定的间隔自动采集生产数据。
水稳拌合站模块	实时采集拌和楼各集料、水泥、水的料仓数据。	1. 准确度：传输丢包≤1/10000 条； 2. 读写精度：99%； 3. 采样频率≥5 次/min，采集间隔可实时授权传输； 4. 冷启动时间≤5s； 5. 数据上传时长≤3s； 6. 通信模块支持 3G/4G/5G 全网通； 7. 网络支持 TCP/UDP 透明数据传输； 8. 支持虚拟数据专用网（APN/VPDN）； 9. 支持数据中心动态域名和 IP 地址访问； 10. 支持 DNS 动态获取； 11. 支持双数据中心备份； 12. 支持多数据中心同时接收数据； 13. 支持断网数据续传功能； 14. 防护等级 IP65 以上； 15. 工作环境温度范围：-25℃~85℃； 16. 工作环境湿度范围：5%~95%RH； 17. 平均无故障工作时间≥50000h。	支持控制软件及硬件改造，使控制系统可在规定的间隔自动采集生产数据。

表A.5 质量管理硬件指标、安装调试要求（续）

硬件名称	硬件功能	硬件指标	安装调试
沥青拌合站模块	对沥青混合料拌和生产过程中温度（料仓温度、沥青温度、拌和温度、出料温度）、材料质量（矿料质量、沥青质量、矿粉质量）及拌和时间实时采集	拌和站数据采集设备： 1. 准确度：传输丢包 $\leq 1/10000$ 条； 2. 读写精度：99%； 3. 采样频率 ≥ 5 次/min，采集间隔可实时授权传输； 4. 冷启动时间 $\leq 5s$ ； 5. 数据上传时长 $\leq 3s$ ； 6. 通信模块支持 3G/4G/5G； 7. 网络支持 TCP/UDP 透明数据传输； 8. 支持虚拟数据专用网（APN/VPDN）； 9. 支持数据中心动态域名和 IP 地址访问； 10. 支持 DNS 动态获取； 11. 支持双数据中心备份； 12. 支持多数据中心同时接受数据； 13. 支持断网数据续传功能； 14. 防护等级要求达到 IP65 以上； 15. 工作环境温度范围： $-25^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ； 16. 工作环境湿度范围：5%RH $\sim$ 95%RH； 17. 具有运行、联网、数据收发和电源异常状态告警等指示； 18. 具有电源欠压、电源过压及电源短路保护等功能； 19. 接收灵敏度 $\leq -105\text{dBm}$ ，发射功率 23dBm 。	支持控制软件及硬件改造，使控制系统可在规定的间隔自动采集生产数据。
力学试验仪器	对压力试验机、万能试验机、抗压抗折一体机的试验数据实时采集、传输。	1. 电脑最低配置要求。主板：Intel 工业级主板可在恶劣环境下长时间高负荷运转；CPU：Intel 酷睿 I5 处理器四核 2.0GHz；内存：4GDDR3；硬盘 128G；接口支持 USB、网口、VGA、HDMI、WIFI、PCIE 等多种接口；网卡：内置 10/100M 网卡；支持电容屏触摸，触摸次数 ≥ 4500 万次；具有 7 $\times$ 24 小时全天候持续运行能力；	1. 提供可解析的试验数据文件，如不能提供试验数据文件，需具备数据输出串口、网口，并提供数据传输协议；
沥青试验仪器	对沥青的针入度、延度、软化点的试验数据实时采集、传输。	2. 工作温度 $-25^{\circ}\text{C}\sim 75^{\circ}\text{C}$ ； 3. 工作湿度 10%RH $\sim$ 90%RH 无冷凝； 4. 平均无故障工作时间 $\geq 50000\text{h}$ 。	2. 支持数据互联网传输；
沥青混合料试验仪器	对沥青混合料的稳定度、流值的试验数据实时采集、传输。		3. 有线、无线网络覆盖。
红外光谱仪	快速鉴别沥青的品牌、型号、批次及产地，判断沥青添加剂的种类。	1. 波数范围不小于： $(500\sim 4000)\text{cm}^{-1}$ ； 2. 分辨率 $\leq 1\text{cm}^{-1}$ ； 3. 信噪比 $\geq 30000:1$ ； 4. 应配有 ATR 附件。	本地能够存储试样和母样图谱，数据可解析，并提供解析协议。

表A.5 质量管理硬件指标、安装调试要求（续）

硬件名称	硬件功能	硬件指标	安装调试
预应力孔道压浆无损检测仪	预应力孔道压浆无损检测硬件特点。 有信号采集、滤波、放大、显示、储存、信号处理、分析、成像、GPS定位、位置信息记录以及网络上对质量缺陷定位、定性判定。	信号采集及处理仪要求： 1. 数据采集装置的模/数（A/D）转换位数不得低于16位； 2. 双通道最小采样间隔不得低于4μs，采样点不少于2048点。 传感器要求： 1. 选用压电式加速度传感器； 2. 选用电荷式（电荷输出）而不宜选用放大器内置式（电压输出）； 3. 传感器的频响曲线的有效范围应覆盖测试信号的频带范围。频响曲线有效范围控制在0kHz~20kHz。传感器的自振（谐振）频率在30kHz~50kHz。 放大器要求： 1. 电荷放大器，最大增益宜大于60dB； 2. 放大器应具有滤波机能； 3. 放大器频响范围宽于传感器的频响范围。	—
路基智能压实管控仪	采集压路机的碾压速度、碾压遍数、碾压轨迹。	1. 防护等级要求达到IP66的要求； 2. 压路机的定位精度≤5cm； 3. 压路机速度检测精度≤0.01m/min； 4. 平均无故障间隔时间≥100000h； 5. 具有状态显示功能，对电源状态、运行状态、异常状态具有相应指示； 6. 具有过压、欠压、短路保护功能（自恢复）； 7. 要求采集碾压过程的位置差分定位精度≤5cm，速度精度偏差≤0.01km/h； 8. 实时导航显示的当前运行轨迹要求和真实运行轨迹的时间误差≤0.5s； 9. 具有局域网信号覆盖半径≥600m。	—
水泥搅拌桩管控仪	采集水泥流量、搅拌钻头垂直移动量、移动速度的施工参数	1. 对每根桩分数段处理，最小分段0.1m； 2. 制浆能力≥12m³/h； 3. 支持北斗：B1，B3；支持GPS：L1，L2； 4. 数据上传时长≤3s； 5. 支持数据中心动态域名和IP地址访问； 6. 支持断网数据续传功能； 7. 防护等级达到IP65以上； 8. 平均无故障工作时间≥50000h；	—
路基沉降观测仪	采集路基内部的沉降和位移	1. 柔性位移计、垂向土应变计、平向土应变计，量程≥30mm、灵敏度≤0.01mm； 2. 软基深层垂直应力盒、深层水平应力盒，量程≥0.3MPa、灵敏度≤0.0001Mpa； 3. 单点沉降计，量程≥100mm、灵敏度≤0.01mm。	—

表A.5 质量管理硬件指标、安装调试要求（续）

硬件名称	硬件功能	硬件指标	安装调试
智能摊铺	实时采集轨迹、温度、速度，识别运输车辆。	1. 温度采集范围：-20℃~300℃； 2. 温度采集精度：±1℃； 3. 实时动态定位精度（水平）：≤1.0m； 4. 速度采集精度：≤0.5m/min； 5. 支持北斗：B1，B3；GPS：L1，L2； 6. 冷启动时间≤10s； 7. 数据上传时长≤3s； 8. 支持数据中心动态域名和 IP 地址访问； 9. 支持断网数据续传功能； 10. 防护等级要求达到 IP65 以上； 11. 工作环境温度范围：-25℃~85℃； 12. 工作环境湿度范围：5%RH~95%RH； 13. 具有运行状态、电源异常状态告警指示； 14. 具有电源欠压、电源过压及电源短路保护等功能； 15. 平均无故障工作时间≥50000h； 16. 支持历史数据存储、报警事件存储、系统日志存储、实时数据存储、终端参数存储、补报报文存储功能； 17. 支持实时检测设备状态是否正常，检测项包括供电状态、供电电压、信号强度、箱门开关状态等，当发生异常发出报警信息； 18. 满足车载宽压 9V~48V 输入，数据采集接口采用电气隔离设计； 19. 数据采集采用定时轮询、告警主动上报模式，具有传感器级故障告警； 20. 支持 SMS 短消息、GPRS、TCPIP。	—
碾压管控仪	采集压路机的碾压速度、碾压遍数、碾压轨迹、碾压温度。	1. 温度采集范围：-20℃~300℃； 2. 温度采集精度：±1℃； 3. 实时动态定位精度（水平）：≤2.0cm； 4. 速度采集精度：±0.5km/h； 5. 支持北斗：B1，B3；GPS：L1，L2； 6. 支持基站差分或 CORS 网络差分； 7. 车载平板电脑支持多点触控； 8. 冷启动时间≤10s； 9. 数据上传时长≤3s； 10. 支持数据中心动态域名和 IP 地址访问； 11. 支持断网数据续传功能； 12. 防护等级要求达到 IP65 以上； 13. 工作环境温度范围：-25℃~85℃； 14. 工作环境湿度范围：5%RH~95%RH； 15. 具有运行状态、电源异常状态告警指示； 16. 平均无故障工作时间≥50000h。 17. 外置高增益测量型天线，支持北斗：B1/B2，GPS：L1/L2/L5。	—

表A.5 质量管理硬件指标、安装调试要求（续）

硬件名称	硬件功能	硬件指标	安装调试
开挖管控仪	采集隧道裂缝发展速率、地表沉降、拱顶沉降的数据。	裂缝计： 1. 分辨率不应小于 0.02mm； 2. 正常工作温度范围-20℃～80℃； 3. 防护等级：不小于 IP68。 流速计： 1. 测量范围：流速测量 0.000m/s～10.000m/s； 2. 测量精度：±1.0%； 3. 通讯方式：RS-232、RS-485，GSM 无线数据远传。 应变计： 1. 测量精度不低于 0.1%。 2. 正常工作温度范围：-40℃～150℃； 3. 绝缘电阻≥50MΩ。 激光变形监测传感器： 1. 测量量程为 0.5m～20m，测量精度±1.5mm； 2. 角度测量范围：0°～90°，分辨率为 0.1°； 3. 正常工作温度范围：-15℃～50℃； 4. 数据传输频率可进行远程设置。	1. 隧道布局局域网络； 2. 220V 供电。
智能养护	采集养护构件的温度、干湿度数据，根据温度、干湿度自动调节养生用水喷淋量。	养护喷淋自动控制系统 1. 通信模块支持 3G/4G/5G； 2. 养生构件温度、湿度数据可采集。	1. 符合养护条件的水源； 2. 220v 供电。
智能养生机器人	采集养生构件的温度、干湿度数据，根据温度、干湿度自动调节养生用水喷淋量。	智能无线温湿度传感器 1. 通信模块支持 3G/4G/5G； 2. 精度测量误差≤0.5%。 安全供电系统 1. 24V 蓄电池及充放电管理单元； 2. 防漏电、触电保护器。 自动增压系统 1. 具备自吸增压单元； 2. 具备高压电磁阀流量控制单元。 智能轨道车系统 1. 养生轨道长度可任意拼接； 2. 轨道表面具有防锈功能。	1. 符合养生条件的水源； 2. 220v 供电。

表A.5 质量管理硬件指标、安装调试要求（续）

硬件名称	硬件功能	硬件指标	安装调试
智能张拉	采集张拉应力、加载速率、停顿点、持荷时间的数据。	1. 准确度：传输丢包 $\leq 1/10000$ 条； 2. 读写精度：99%； 3. 采样频率 ≥ 5 次/min，采集间隔可实时授权传输； 4. 冷启动时间 $\leq 5s$ ； 5. 数据上传时长 $\leq 3s$ ； 6. 通信模块支持 3G/4G/5G； 7. 网络支持 TCP/UDP 透明数据传输；	1. 提供可解析的试验数据文件，如不能提供试验数据文件，需具备数据输出串口、网口，并提供数据传输协议； 2. 支持数据互联网传输。
智能压浆	采集水胶比、压力、流量数据。	8. 支持虚拟数据专用网（APN/VPDN）； 9. 支持数据中心动态域名和 IP 地址访问； 10. 支持 DNS 动态获取； 11. 支持断网数据续传功能； 12. 防护等级 IP65 以上； 13. 具有运行、联网、数据收发和电源异常状态告警等指示； 14. 具有电源欠压、电源过压及电源短路保护等功能。	

A.6 安全管理硬件指标、安装调试要求见表 A.6。

表A.6 安全管理硬件指标、安装调试要求

硬件名称	硬件功能	硬件指标	安装调试
视频抓拍设备	对施工现场未佩戴安全帽、安全绳、救生衣的事件进行抓拍。	1. 支持图片、H264/H265格式的rtsp视频流，拍摄角度采取平视或者一定角度的俯视，不能完全俯视； 2. 识别准确率 $\geq 95\%$ ，图片分辨率 ≥ 200 万像素； 3. 服务器最低配置要求：CPU i7处理器，内存（双4G）；硬盘（SATA, 500G, 7200转）。	—
视频监控设备	实时采集施工现场的影像资料。	1. 摄像机采用网络球形摄像机，图像采集分辨率不应低于 1920×1080 （1080P），光学变焦倍数不小于20倍，数字变焦倍数不小于10倍，具备红外探测功能； 2. 录像存储时间：不少于30天； 3. 监控中心采用不间断电源供电； 4. 监控点防雷与接地。	1. 监控点具备供电设施； 2. 监控点传输要求摄像机至现场采用有线光缆或大于50Mbps无线传输。
特种机械安全管控	所用到的硬件有：起重量限制器、起重力矩限制器、起升高度限位器/下降深度限位器、运行行程限位器、幅度限位器（幅度指示器）、偏斜限位器、联锁保护安全装置、水平传感器、抗风防滑装置、风速仪装置、回转限制器、垂直传感器、超速保护装置、起升机构制动器、过孔、防后倾装置。	所有硬件指标需满足《起重机械-安全监控系统》GB/T28264 的相关要求。	—

A. 7 环境管理硬件指标、安装调试要求见表 A. 7。

表A. 7 环境管理硬件指标、安装调试要求

硬件名称	硬件功能	硬件指标	安装调试
扬尘监测装置	采集PM2.5、PM10、PM100、环境温度、空气湿度、风速、风向、噪声数据。	1. 具有实时监测可吸入颗粒物浓度、环境风速风向、环境噪音、环境温度湿度并能实时显示在LED屏幕的功能； 2. 具有自动控制除尘雾炮设备功能，监测到可吸入颗粒物浓度超标时自动开启除尘雾炮； 3. 电源电压：AC 220V±30V，50Hz； 4. 工作环境温度：-15℃～75℃； 5. 湿度：小于95%RH，不凝露。	1. 220V供电； 2. 有线、无线互联网接入。
喷淋装置	降低空气中颗粒物浓度，改善空气质量，控制施工环境。	1. 喷头角度：10°～90°； 2. 喷雾强度：≥50LPM； 3. 工作环境温度：-10℃～50℃。	220V供电
噪声监测装置	采集噪声等数据。	1. 噪声：30dB～130dB； 2. 电源电压：AC 220V±30V，50Hz； 3. 工作环境温度：-15℃～75℃； 4. 湿度：小于95%RH，不凝露。	1. 220V供电； 2. 有线、无线互联网接入。
水质监测装置	采集施工水域PH、悬浮物、石油类污染数据。	1. 测量精度误差≤±5%； 2. 重复性误差≤±5%； 3. 监测频次：不少于1次/2月； 4. 监测时间：连续2天，1次/天。	1. 220V供电； 2. 有线、无线互联网接入。
尾气监测装置	采集施工区域工程机械尾气浓度等数据。	1. 测量范围： HC：0～2000×10 ⁻⁶ CO：0～10.00% CO ₂ ：0～18.0% O ₂ ：0～25.00% NO：0～5000×10 ⁻⁶ 2. 点漂移：≤±2%F.S./d； 3. 量程漂移：≤±2%F.S./d； 4. 输出接口：RS-232； 5. 采样流量：2.0L/min±0.2L/min； 6. AC 220V±30V，50Hz； 7. 工作环境温度：-15℃～40℃； 8. 小于95%RH，不凝露。	1. 220V供电； 2. 有线、无线互联网接入。

参 考 文 献

- [1] GB/T 28059.1-2023 公路网图像信息管理系统 平台互联技术规范 第1部分：总则
- [2] GB/T 34428.5-2017 高速公路监控设施通信规程 第5部分：隧道环境检测器
- [3] GB/T 34428.1-2017 高速公路监控设施通信规程 第1部分：通用规程
- [4] GB/T 7262-2009 公路通信技术要求及设备配置
- [5] GB/T 28788-2012 公路地理信息数据采集与质量控制
- [6] DB15/T 3201—2023 公路工程建设项目文件材料数字化技术规程(施工工序资料)
- [7] DB15/T 3198—2023 公路工程智慧工地建设技术规范
- [8] DB62/T 4728-2023 公路工程智慧工地建设指南
- [9] DB23/T 3409—2023 高速公路智慧工地建设技术指南
- [10] DB43/T 2297-2022 公路工程施工管理数字化应用规范
- [11] DB37/T 4541—2022 智慧高速公路建设指南
- [12] DB3402/T 15-2021 国省干线智慧公路建设技术指南
- [13] DB32/T 3972-2021 普通国省干线公路智慧工地建设技术要求