

浙 江 省 地 方 标 准

DB33/T 1394—2024

公路工程智慧工地建设规范

Specification for construction of highway engineering smart construction
site

2024 - 09 - 30 发布

2024 - 10 - 30 实施

浙江省市场监督管理局 发布

目 次

前言 III

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 基本规定 2

 5.1 一般规定 2

 5.2 总体架构 2

6 功能要求 3

 6.1 一般规定 3

 6.2 人员管理 3

 6.3 物料管理 3

 6.4 设备管理 4

 6.5 环境管理 4

 6.6 质量管理 4

 6.7 安全管理 4

 6.8 进度管理 5

 6.9 合同管理 5

 6.10 费用管理 5

 6.11 试验检测管理 6

 6.12 BIM 辅助管理 6

 6.13 档案管理 7

7 管理系统 7

 7.1 一般规定 7

 7.2 监测预警 7

 7.3 系统配置 8

8 数据库 8

9 硬件设施 9

 9.1 一般规定 9

 9.2 感知设备 9

 9.3 信息应用终端 10

 9.4 控制机房/云服务器 11

 9.5 网络基础设施 11

10 安全与运行维护 11

 10.1 一般规定 11

 10.2 信息安全 11

10.3 运行维护..... 11

附录 A（规范性） 数据管理内容（感知指标）要求..... 13

附录 B（规范性） 人员管理感知设备功能及指标要求..... 26

附录 C（规范性） 特种设备感知功能要求 27

附录 D（规范性） 环境监测感知设备功能要求..... 28

附录 E（规范性） 试验室感知设备功能要求 29

附录 F（规范性） 路基路面施工感知设备功能要求..... 30

附录 G（规范性） 桥梁施工感知设备功能要求..... 31

附录 H（规范性） 隧道施工感知设备功能及指标要求..... 32

附录 I（规范性） 视频监控感知设备功能及指标要求..... 33

前 言

本标准按照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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由浙江省交通运输厅提出并组织实施。

本标准由浙江省公路工程标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：浙江省交通工程管理中心、浙江交投高速公路建设管理有限公司、浙江数智交院科技股份有限公司、浙江杭宣高速公路有限公司、浙江公路水运工程监理有限公司。

本标准主要起草人：王新平、陈妙初、翁辉、翟弢、沈坚、刘俊珂、顾森华、沈宏辉、封露、徐雷、陆琛、杨程、张林、王培利、高棱韬、陈国伟、周晓栋、何春锋、王安娜、吴作铃、涂杰文、吴智豪、金林洁、郑炜、马晶、杨焕。

公路工程智慧工地建设规范

1 范围

本标准规定了公路工程智慧工地建设的基本规定、功能要求、管理系统、数据库、硬件设施、安全与运行维护等要求。

本标准适用于新建（改扩建）公路工程智慧工地建设。

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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 25070 信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求
- GB/T 28264 起重机械 安全监控管理系统
- GB/T 32419.5 信息技术 SOA技术实现规范 第5部分：服务集成开发
- JTG F 40 公路沥青路面施工技术规范
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
- JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
- JTG/T 3660 公路隧道施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

智慧工地 smart construction site

运用物联网、互联网、人工智能、虚拟现实、BIM协同等数字化手段，通过软件平台和硬件设施对公路工程施工过程进行数字化管理的工地。

[DB33/T 1248，2.0.1定义，有修改]

3.2

智慧工地管理系统 management system of smart construction site

对智慧工地产生的数据进行全面采集、共享、协同运作，实现全面感知、互联协同、辅助决策、科学管理等功能的管理系统。

3.3

工地建设 construction site

围绕工地施工过程，采用全天候管理监控、全流程安全监督、全方位智能分析的手段，并依托实际工程需求，进行的相关建设。

4 缩略语

下列缩略语适用于本标准。

BIM: 建筑信息模型 (Building Information Modeling)

HTTPS: 超文本传输安全协议 (Hypertext Transfer Protocol Secure)

JSON: JavaScript对象简谱 (JavaScript Object Notation)

MQTT: 消息队列遥测传输 (Message Queuing Telemetry Transport)

RFID: 射频识别 (Radio Frequency Identification)

XML: 可扩展标记语言 (Extensible Markup Language)

5 基本规定

5.1 一般规定

5.1.1 智慧工地建设应本着高效节约的原则,做到“统筹规划设计,规范建设运维,数据互联互通,分级管理应用”。

5.1.2 在满足基本功能目标的条件下,宜采用新技术、新材料、新工艺、新产品。

5.1.3 智慧工地建设应由建设单位统筹规划实施,编制建设方案,纳入计划管理,做好实施验收。

5.1.4 智慧工地建设应有安全保障体系、运行维护体系。

5.1.5 智慧工地管理系统应具有高开放性,采用国内外主流标准的软件、硬件、接口和协议,保证系统的兼容性、灵活性和可扩展性。

5.1.6 智慧工地建设应有良好的结构,各个部分应有明确和完整的定义。

5.2 总体架构

公路工程智慧工地建设应包括功能要求、硬件设施、数据库、管理系统和运行维护,总体架构见图1,详述如下:

- a) 数据源是智慧工地建设中各种数据的载体和来源,如路基路面工程、桥梁工程和隧道工程等;
- b) 功能要求是智慧工地建设不同管理内容的基本要求,包括人员管理、物料管理、设备管理、环境管理、质量管理、安全管理、进度管理、合同管理、费用管理、试验检测管理、BIM辅助管理和档案管理;
- c) 硬件设施包括感知层和通信层,感知层是各场景的感知设备的数据采集,通信层是把采集的数据传输到数据层的通道(包含传输硬件和传输协议);
- d) 数据库是对各种类型数据的分类汇总、并提供不同类型数据之间的数据共享;
- e) 管理系统包括应用层和用户层,应用层是进行具体的业务管理,加上算法、分析,实现可视化展示、预警、闭环处置及权限管理等,用户层主要是各参建单位、行业主管部门使用的功能模块;
- f) 运行维护指智慧工地建成后相关硬件维护、平台维护和系统升级服务等内容。

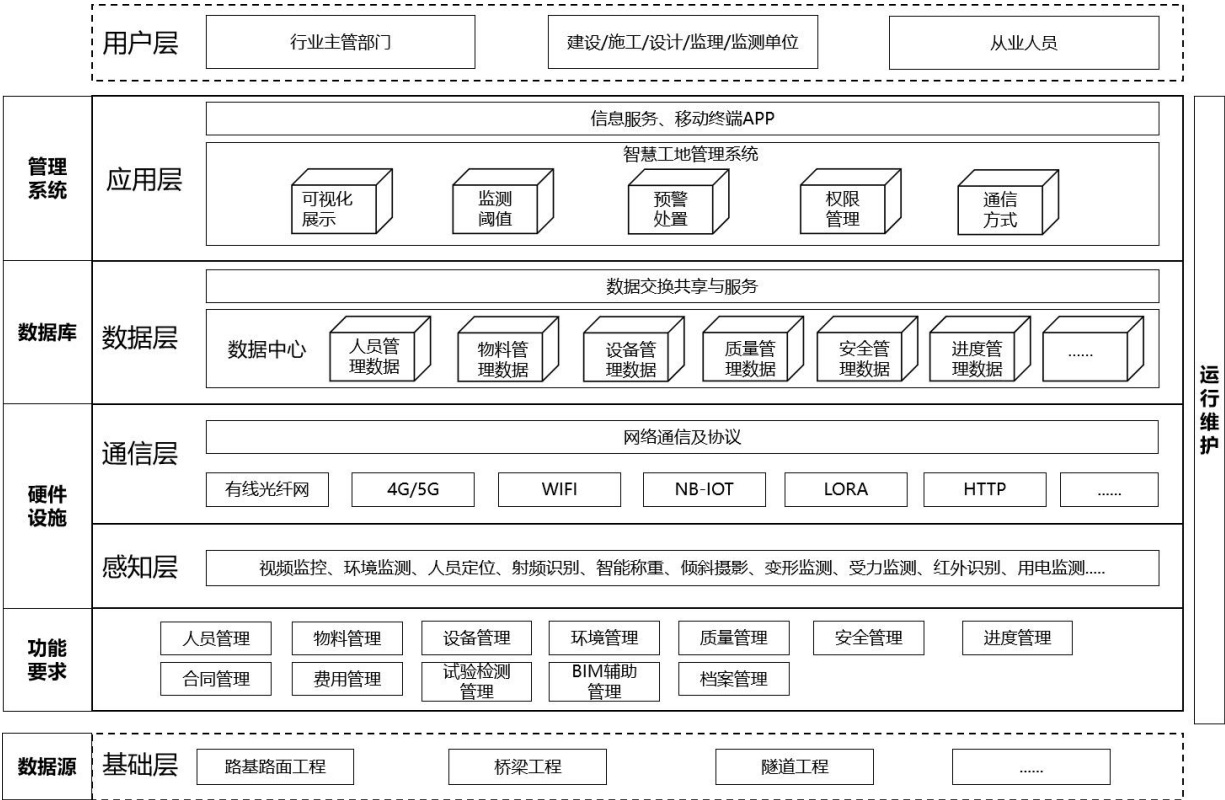


图1 公路工程智慧工地总体架构

6 功能要求

6.1 一般规定

- 6.1.1 感知指标分为应感知指标和宜感知指标。
- 6.1.2 根据公路工程项目规模和实际情况，智慧工地物联网关键数据应做到应采尽采，应感知指标应采集，宜感知指标选择性采集，数据管理内容（感知指标）要求应符合附录 A。

6.2 人员管理

人员管理内容包括职工管理、合同履行人员管理、劳务人员管理和特种人员管理，具体包含下列内容与要求：

- a) 职工管理应具有基本信息管理、资质证书管理、健康档案、职工履历的功能；
- b) 合同履行人员管理应具有基本信息管理、资质证书管理、人员变更信息管理、履约信息管理、教育培训的功能；
- c) 劳务人员管理应具有基本信息管理、工资监管管理、教育培训的功能；
- d) 特种人员管理应具有基本信息管理、资质证书管理、教育培训的功能；
- e) 人员管理数据管理内容应包括人员基本信息、进退场信息、合同信息、考勤信息，应符合附录 A 中表 A.1 的要求。

6.3 物料管理

物料管理内容包括物料统计管理、物料入库管理、物料出库管理等，具体包含下列内容：

- a) 物料统计管理应具有库存盘点、库存台账、物资采购计划管理功能；
- b) 物料入库管理应具有物资台账管理、物资进场验收、物资称量计量功能；
- c) 物料出库管理应具有领用申请、发料功能；
- d) 物料管理数据管理内容应包括物料基本信息、运输信息、入库验收信息、出库信息、盘点信息，具体数据管理内容应符合附录 A 中表 A.2 的要求。

6.4 设备管理

设备管理内容包括设备基础信息、车辆门禁、进出场管理、设备清单以及特种设备安全管理等，具体包含下列内容：

- a) 设备基础信息详情应包括基本信息、检验检测记录等；
- b) 车辆门禁应具有车辆身份验证、车辆信息登记、设定门禁权限的功能；
- c) 进出场管理应具有设备进出场管理功能；
- d) 设备清单应具有设备统计的功能；
- e) 特种设备管理应具有特种设备的工作环境参数、形变、位移及位置信息、维修保养记录基本功能，具有定位功能；
- f) 设备管理感知内容包括龙门吊、架桥机、塔吊、升降梯、用电等，应符合附录 A 中表 A.3 的要求。

6.5 环境管理

环境管理内容包括环保施工巡查、扬尘监测、噪声监测、水质监测、气象监测、有害气体监测等，具体包含下列内容：

- a) 环保施工巡查应包含巡查人、巡查时间、巡查位置、问题描述、问题下发时间、整改时间、整改情况、复查人、复查时间、复查意见；
- b) 扬尘监测应具有实时监测、本地显示、预警及处置闭环等功能；
- c) 噪声监测应具有噪声实时监测、本地显示、预警及处置闭环等功能；
- d) 水质监测应具有水中 PH、悬浮物、石油类参数因子实时监测、本地显示、预警及处置闭环等功能；
- e) 气象监测应实现大气压力、风速、风向、温度、湿度的实时监测、自动关联当前天气预报、本地显示、预警等功能；
- f) 有害气体监测应具有有害气体实时监测、本地显示、预警及处置闭环等功能；
- g) 工地环境感知设备应布设于车辆出入口、三场临建区域、水稳拌和区、沥青拌和区、关键施工作业区、梁场、混凝土拌和楼、隧道洞内等容易对周边环境产生影响的区域，各场景具体感知指标要求应符合附录 A 中表 A.4 的要求。

6.6 质量管理

质量管理包括质量评定、项目划分管理、试验检测报告、质量物联监测等。质量管理要求如下：

- a) 质量评定应具有开工资料、工序资料、工序报验、首件资料、分项工程评定等功能，采集每个分项工程检测项目及检测数据，从分项、分部、单位逐级汇总评定；
- b) 项目划分管理应按单位分部分项工程进行划分；
- c) 试验检测报告宜实现试验检测报告数据填报或回填，生成报告；
- d) 质量物联监测具体感知指标应符合附录 A 中表 A.5～表 A.9 的要求。

6.7 安全管理

安全管理包括风险分级管控、隐患排查治理、应急管理、安全检查、安全考核、安全教育培训、安全码、安全物联监测等。安全管理要求如下：

- a) 风险分级管控应包括风险一张图、风险数据库、风险辨识评估、风险防控措施、风险台账等功能；
- b) 隐患排查治理应包括隐患一张图、隐患数据库、隐患排查、隐患日志、隐患台账等模块；
- c) 应急管理应包括应急首页、应急预案管理、应急资源管理、应急值守、信息接报、指挥调度和应急演练等功能；
- d) 安全检查应包括检查台账、检查计划、整改督办复查等功能；
- e) 安全考核主要基于考评指标体系对各部门安全生产工作进行实时定性与定量的考评与评价；
- f) 安全教育培训可进行日常安全教育培训、班前交底；
- g) 安全码包括现场工点、设备、人员的信息，都需要生成二维码张贴在醒目位置，方便对工地的安全进行检查、监督；
- h) 安全物联监测包括桥梁施工安全监测、隧道施工安全监测、视频监控等；
- i) 安全物联监测具体感知指标应符合附录 A 中表 A. 10 的要求。

6.8 进度管理

进度管理包括进度计划、进度展示、进度填报、进度统计等，具体要求如下：

- a) 进度计划应具有进度预警、计划纠偏等功能；
- b) 进度展示应对计划进度、实际进度以及进度对比的模拟；包括提前完工、按期完工、延期完工以及未开始等展示；
- c) 进度填报应包括实际进度填报功能；
- d) 进度统计应包括进度形象统计、进度预警记录和进度统计报表等。

6.9 合同管理

合同数据管理包括合同信息管理、合同支付管理、合同审批管理和合同归档管理，合同管理建设应包含下列内容：

- a) 合同信息管理应具有登记合同信息和合同条款，上传合同附件，登记合同清单、增补清单、发票开具信息，登记合同拨款信息，登记合同变更信息的功能；
- b) 合同支付管理应具有自动生成合同台账、清单台账、及拨款支付台账，并自动更新，可实时浏览合同信息和变更信息的功能；
- c) 合同审批管理应具有合同拟稿、核稿、会签，可留痕合同审批信息，可在线签审的功能；
- d) 合同归档管理应具有合同文件归档检索的功能；
- e) 具体数据管理内容应符合附录 A 中表 A. 11 的要求。

6.10 费用管理

费用管理包括机构信息管理、清单台账管理、材料信息管理、计量支付、工程变更管理、综合查询管理，费用管理建设应包含下列内容：

- a) 机构信息管理应具有机构信息管理功能、机构关联设置功能、合同段章节信息维护功能和合同段支付信息管理功能；
- b) 清单台账管理应具有合同清单导入、固化、审核功能、零号清单导入、审核、锁定功能和清单汇总、统计、检索、导出功能；

- c) 材料信息管理应具有预付材料支付、扣回信息管理功能、甲供材料支付、扣回信息管理功能、材料信息支撑附件上传管理功能、材料调差功能，包含材料类型、材料基准价格、材料信息价、材料调差系数等功能；
- d) 计量支付管理应具有根据填报中间计量单数据，汇总生成本期全套中期支付报表数据功能、中间计量单关联中间交工证书支撑附件功能、施工图超计量提醒功能、清单、变更子目部位标识功能、支付报表金额位数设置功能、支付报表批量打印、导出、签字功能、云签审签字签章功能、流程上报、驳回记录查询功能、审批短信、超时提醒等功能；
- e) 工程变更管理应具有变更会议纪要上传、审批功能、变更立项、变更申请信息填报、审核功能、变更子目号被计量引用功能、新增单价子目台账管理功能、变更令汇总台账管理功能；
- f) 综合查询管理应具有计量数据统计、分析、检索功能、图形化展示计量情况功能；
- g) 具体数据管理内容应符合附录 A 中表 A. 12 的要求。

6.11 试验检测管理

试验检测管理包括基础功能、数据实时采集、分析功能、自动报告等，具体建设内容如下：

- a) 基础功能应具有样品流转信息记录、查询、追溯功能；
- b) 数据实时采集应对水泥胶砂强度试验机、压力试验机、万能试验机等试验设备进行智慧化改造，具备数据自动采集、传输等功能；
- c) 分析功能宜具备试验数据的自动分析功能，通过智慧工地信息化平台将不合格试验结果及时通知相关人员；
- d) 自动报告宜实现项目网上办公，设备、样品、环境等标准化管理，试验全过程影像记录，检测报告系统自动生成；
- e) 试验检测包括路基路面试验检测、桥梁试验检测、隧道试验检测，具体感知指标应符合附录 A 中表 A. 13～表 A. 15 的要求。

6.12 BIM 辅助管理

BIM辅助管理包括施工准备、施工组织管理、施工安全管理、施工质量管理、施工进度管理、施工成本管理模块、费用管理等，具体应包含下列内容：

- a) 施工准备阶段的场地布置、工艺模拟、构件加工等工作宜基于信息模型开展；
- b) 施工组织管理的工作分解可基于信息模型，辅以知识库等数据资源进行，形成工作分解结构；人工、材料、机械等资源可利用信息模型中的构件信息、工程量信息等，结合总体进度要求、工效等数据资源，借助专业工具软件进行自动配置；施工技术交底宜利用信息模型，提取施工范围、工程量、进度要求等信息，形成交底资料；
- c) 施工安全管理的危险源辨识可基于施工深化模型，依据相应安全技术标准，集成相关危险源库等数据，进行危险源辨识和风险评价；安全技术交底宜利用模型可视化特征，提升交底效率和质量；过程监控可利用信息模型集成、管理过程信息，为安全预警提供基础数据；
- d) 施工质量管理的质量计划可基于施工深化模型及施工组织应用成果，参照质量验收规程等技术标准进行创建；质量验收可按照质量计划，集成实际质检信息，动态完善模型，实现质量验收指导；质量控制宜将质量问题处理信息集成至信息模型，实现基于模型的信息追溯与质量问题分析；
- e) 施工进度管理的进度计划应基于施工组织阶段的信息模型开展模拟、审查等工作；进度分析宜基于信息模型开展实际进度和进度计划跟踪对比、进度预警等工作；进度控制可按照进度分析结果，调整进度计划和进度控制措施；

- f) 施工成本管理的成本计划可基于施工组织阶段信息模型，依据工程量清单计价相关规范、消耗量定额等信息进行制定，计算预算与目标成本；成本分析宜基于成本计划阶段信息模型，集成实际进度、成本信息，进行动态对比，指导制定纠偏措施；
- g) 费用管理的费用支付计划应按照项目相关方的管理需求，将合同单价等信息附加或关联至信息模型，结合信息模型中的工程量、进度计划、分部分项、合同等信息制定；费用支付可按照支付计划，将实际工程量、进度、质量检验、合同等信息附加或关联至信息模型，辅助生成工程费用支付资料成果。

6.13 档案管理

档案管理包括基础设置、数据来源、流程审批、BIM关联、电子签名、副本管理等。档案管理建设应包含下列内容：

- a) 基础设置应具备系统管理功能，包括系统参数管理、系统用户和资源管理、系统功能配置、操作权限分配等，系统应具备电子档案管理配置功能，包括分类方案管理、档号规则管理、保管期限管理、门类定义等功能；
- b) 档案管理系统数据来源应从物联网数据中获取或用户自行录入；
- c) 流程审批应按照业务内容的不同，可灵活配置相关审核、审批流程；
- d) 系统资料宜与 BIM 模型相关联；
- e) 电子签名要求参见《中华人民共和国电子签名法》；
- f) 副本管理宜具有纸质档案数字化以及纸质档案数字副本管理功能；
- g) 档案管理具体数据管理内容应符合附录 A 中表 A.16 的要求。

7 管理系统

7.1 一般规定

- 7.1.1 智慧工地管理系统功能模块主要包括人员管理、物料管理、设备管理、环境管理、质量管理、安全管理、进度管理、合同管理、费用管理、试验检测管理、档案管理。
- 7.1.2 智慧工地管理系统应支持复杂信息环境下应用开发和系统集成运行。
- 7.1.3 智慧工地管理系统除应具备数据采集存储、统计分析、共享利用、可视化展示功能外，还应具备分级管理、与行业管理平台数据对接的功能。
- 7.1.4 智慧工地管理系统应构建标准化数据接口，各应用层级的数据格式应统一，数据接口应规范，并保证数据信息传输的稳定性、一致性及完整性。
- 7.1.5 智慧工地管理系统应符合数据和网络安全相关要求，各类用户账号不应设置弱密码。
- 7.1.6 智慧工地管理系统应支持功能扩展升级。
- 7.1.7 监测阈值应结合工程实际。

7.2 监测预警

7.2.1 阈值设置

- 7.2.1.1 监测阈值包括环境指标、配合比、油石比、桩基强度值、各试验检测标准值、桩身倾斜度、隧道变形等，应满足 JTG F80/1、JTG F 40、JTG/T 3650、JTG/T 3660 等标准规范的相关要求。
- 7.2.1.2 预警阈值确定应符合下列规定：
 - a) 预警阈值应根据公路工程施工方案、地质水文条件、气象及周边环境、安全风险评估报告等因素，并结合标准规范、工程经验、历史数据等综合确定；

- b) 对重要的、特殊的或风险等级较高的监测对象的预警阈值，应在现状调查与检测的基础上，通过分析计算或专项评估进行确定；
- c) 对于工况条件复杂的工程，宜根据工况条件的变化确定相应的预警阈值，按工况条件控制监测对象的安全状态；
- d) 预警阈值宜根据监测数据的趋势预测结果及监测项目的安全状态研判结果进行调整。

7.2.2 预警处置

7.2.2.1 预警处置应包括预警分级、预警管理、预警处置闭环等。

7.2.2.2 预警分级应符合下列规定：

- a) 预警分级应由监测项目的累计变化量和变化速率共同控制并确定；
- b) 预警分级同时应结合实际工程情况；
- c) 预警分级还应满足 JTG F80/1、JTG F 40、JTG/T 3650、JTG/T 3660 等标准规范的相关要求。

7.2.2.3 系统应明确各预警等级对应的预警管理，包括预警信息反馈机制及预警信息处置机制。

7.2.2.4 预警信息反馈可采用系统信息发布、手机短信、邮件、声光报警等方式告知相关部门和人员，管理人员应依据预警信息处置机制对预警信息及时处置，处置完毕后预警解除。

7.3 系统配置

系统配置主要包括权限管理、通信方式等，应符合：

- a) 系统各模块应采取分级权限管理；系统配置应具有提供信息采集、数据通信、数据分析处理的功能、数据可视化展示的能力、应用的扩展能力；
- b) 通信方式符合国际通用的接口、协议及国家现行有关标准的规定；不同数据库信息共享，通信方式具备扩展、升级的能力。

8 数据库

8.1 数据库包括人员管理数据、物料管理数据、设备管理数据、环境管理数据、质量管理数据、安全管理数据、进度管理数据、合同管理数据、费用管理数据、试验检测管理数据、BIM 数据、档案管理数据等。

8.2 数据库存储的数据应符合国家长期保存的相关要求。

8.3 数据库备份应满足以下要求：

- a) 应具有数据自动化备份功能，应每日执行本地备份，全量备份频率不得低于每周一次；
- b) 应具备数据异地备份功能，异地备份频率不得低于每周一次；
- c) 系统管理员可以在权限范围内的工作站上管理、监控、配置备份系统，实现分布存储、集中管理；
- d) 备份系统应考虑网络带宽对备份性能的影响、选择及安全性、容量的适度冗余、扩展性等因素。

8.4 数据接口应满足下列要求：

- a) 数据内容及接口：应提供人员管理、物料管理、设备管理、质量管理、安全管理、进度管理、合同管理、费用管理、试验检测管理、环境管理、BIM 辅助管理、档案管理访问接口。数据内容应具备数据唯一标识、项目唯一编码、采集设备唯一编码、数据采集时间等功能；
- b) 智慧工地采用的软硬件接口和协议应满足行业监管系统的数据接口要求，具备与行业监管系统的一致性对接和数据稳定传输功能，并按相关规定确保数据信息及时性、有效性；

- c) 数据格式应支持 JSON、XML、文本等数据交换格式，宜支持异构数据库迁移，支持跨语言、操作系统调用；
- d) 传输方式：支持从智慧工地施工现场采集，支持从其他智慧工地管理系统共享同步，支持由具有权限的后台管理人员录入，支持有线和无线两种数据传输方式，支持 HTTPS、MQTT 等互联网通信协议进行网络传输；
- e) 传输频率：采集数据应按设置频率周期进行数据传输，传输频率应支持按数据采集可配置，报警数据应在产生时实时传输；
- f) 数据接口应符合 GB/T 32419.5 的相关要求，使用基于 HTTPS 协议的 Web Service 服务或 RESTful Web 服务接口实现业务数据接入；
- g) 数据交换接口应具备结构化、半结构化和非结构化数据的交换功能，接口技术要求参考 GB/T 21063.2；
- h) 数据转换接口应具备将非标准格式数据转换为标准格式数据的功能；
- i) 数据服务接口应具备数据资源封装、调度和管理等功能。

9 硬件设施

9.1 一般规定

9.1.1 智慧工地建设过程中的硬件设施应包括感知设备、信息应用终端、控制机房/云服务器和网络基础设施。

9.1.2 各种硬件设施应要求设备厂商提供安装布置图纸，并定期进行检查和维护。

9.2 感知设备

9.2.1 人员管理感知设备

人员管理感知设备包括考勤机、门禁闸机、人员定位设备、远距离读卡器、RFID等设备，应符合以下要求：

- a) 考勤机应满足参建单位人员考勤的功能；
- b) 门禁闸机应具备录入实名制登记及设定门禁权限功能；
- c) 人员定位设备应具备对施工人员定位的功能；
- d) 远距离读卡器应具备确定施工人员进出方向，测量人员经过位置的功能；
- e) RFID 设备应能设置在现场人员身上，无障碍通过门禁闸机，配合远距离读卡器对施工人员进行定位；
- f) 设备硬件指标应符合附录 B 的要求。

9.2.2 特种设备感知

起重机械安全管控所有感知设备指标应符合GB/T 28264的规定，设备硬件指标应符合附录C的要求。

9.2.3 环境感知设备

环境管理感知设备包括扬尘监测、噪声监测、水质监测、气象监测、有害气体监测等设备，应符合以下要求：

- a) 扬尘监测应能采集 PM2.5、PM10、PM100 等数据；
- b) 噪声监测应能采集噪声等数据；
- c) 水质监测应能采集施工水域水质五参数、悬浮物、石油类污染等数据；

- d) 气象监测应能采集环境温度、空气湿度、风速、风向、大气压力等数据；
- e) 有害气体监测应能采集施工区域有害气体浓度等数据；
- f) 设备硬件功能要求应符合附录 D 的要求。

9.2.4 试验室感知设备

试验检测感知设备包括钢筋力学试验、水泥物理性能试验、水泥混凝土力学试验、沥青试验、沥青混合料试验、红外光谱检测等，设备硬件指标应符合附录 E 的要求。

9.2.5 路基路面施工感知设备

道路施工智能感知设备包括路基施工管控、水泥稳定碎石基层施工管控、沥青面层施工管控等设备，应符合以下要求：

- a) 路基施工管控应包括：碾压定位、振频振幅采集器、路基沉降观测监管硬件、水泥搅拌桩监测硬件等；
- b) 水泥稳定碎石基层施工管控/沥青面层施工管控应包括：拌和站采集模块、运输车辆识别模块、摊铺模块、碾压模块等；
- c) 设备硬件指标应符合附录 F 的要求。

9.2.6 桥梁施工感知设备

桥梁施工智能感知设备包括桥涵结构物施工管控等，应符合以下要求：

- a) 桥涵结构物施工管控应包括：拌和站采集模块、运输车辆识别模块、回弹仪和钢筋保护层厚度、智能张拉、智能压浆、智能养生机器人、桩基检测、顶推施工、挂篮施工、高支模等；
- b) 设备硬件指标应符合附录 G 的要求。

9.2.7 隧道施工感知设备

隧道施工智能感知设备包括开挖管理模块、出渣与运输管理模块、隧道人员定位、有害气体监测、氧气含量监测等，设备硬件指标应符合附录 H 的要求。

9.2.8 视频监控感知设备

视频监控感知设备包括视频抓拍设备、视频监控设备、通航安全预警等设备，应满足以下要求：

- a) 视频监控系统的建设管理应符合相关规范规定；
- b) 视频抓拍设备应对施工现场未佩戴安全帽、安全绳、救生衣的事件进行抓拍；
- c) 对重点和高危区域特定工作人员进行身份识别，危险区域内监测到其他人员进行报警；
- d) 视频监控设备应能实时采集施工现场的影像资料，监控系统应 24 小时在线；
- e) 通航安全预警应对驶入桥梁施工区域的船舶进行预警；
- f) 施工现场的重点监控部位如应要在低照度环境下采集视频信号，应采用红外摄像机、低照度摄像机或配备人造光源，人造光源的最低照度不应低于 100 lx；
- g) 视频图像帧率应统一设置为 25 帧/秒，视频码流设置应不低于 2 Mbps，用于视频传输的专用带宽应按照不低于 2 Mbps/1 路进行配置。
- h) 设备硬件指标应符合附录 I 的要求。

9.3 信息应用终端

信息应用终端应符合以下要求：

- a) 固定终端设备应具有现场综合信息处理功能；

- b) 从事外业工作的工作人员应配置专用智能终端设备，移动终端设备应具有现场识别、监测、管理、控制等信息处理功能；
- c) 应构建语音广播系统，可提供现场语音报警功能；
- d) 应设置固定电子屏并构建信息发布系统，与智能终端设备信息实现信息的同步与分级管理，健全终端管理体系，同时可实现检索、查询、推送等功能。

9.4 控制机房/云服务器

控制机房/云服务器应符合以下要求：

- a) 应设置信息设备集中放置区域，强弱电分离，防止干扰，做好接地处理；
- b) 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；
- c) 服务器、交换机、监控主机、广播主机等信息设备应放置于设备集中区域；
- d) 应根据系统并发用户数和系统运行预期数据量等指标，选择满足系统运行性能要求的合适配置和数量的服务器；
- e) 应采用成熟的云服务器部署方案；
- f) 服务器应配置数据库服务、地理信息服务、地图应用服务、业务应用服务、数据无线采集服务、统一认证服务、数字签名服务等系统服务；
- g) 服务器应配置日常管理维护机制。

9.5 网络基础设施

网络基础设施应符合以下要求：

- a) 具备有线网络或无线局域网络设施；
- b) 无线局域网络信号应覆盖所有信息采集设备装置点；
- c) 对于偏远山区建议增加抗干扰或增强信号的相关措施。

10 安全与运行维护

10.1 一般规定

- 10.1.1 信息安全内容及要求应符合 GB/T 22239 与 GB/T 25070 相关的规定，网络安全等级应不低于二级。
- 10.1.2 运行与维护包括硬件维护、系统维护和系统升级。
- 10.1.3 维护期限从项目开始使用时间起至项目竣工验收完成时间止。
- 10.1.4 物联网数据采集设备在线率指统计时间段内，在相关统计分类下数据采集设备当前在线数量与所有在使用设备总数的比值，应大于等于 90%。

10.2 信息安全

- 10.2.1 应充分考虑感知设备的特点，配置安全保护措施。
- 10.2.2 物联网络、数据管理、安全计算环境要求应符合 GB/T 22239 与 GB/T 25070 的相关规定。

10.3 运行维护

10.3.1 硬件维护

智慧工地硬件设施日常运行维护应符合以下规定：

- a) 服务器、电脑、大屏、移动端、网络设施、存储系统和物联网设备等硬件设施应定期检查、维护，直至项目结束；
- b) 智慧工地应具备设备操作手册等常规运维指导文件；
- c) 智慧工地应具备故障响应、应急处理流程及方案；
- d) 运行与维护从业人员应具备相应的专业技能，并进行定期技术培训；
- e) 应按照运维巡检计划填写日常运维记录；
- f) 应做到故障及时发现、及时报告、及时解决和及时存档；
- g) 运行与维护的全过程应进行记录和存档，并应对每次故障进行分析；
- h) 智慧工地具备运维巡检计划，进行预防性维护；
- i) 应定期对设备的运行状态及近期维修过的设备进行复检，对网络线路进行检查与测试；
- j) 应定期对设备内外部进行清洁工作；
- k) 系统运维管理内容应包括设备运行状态、设备间网络端口转发与路由等的日常监控和运行状态报告及对硬件设备操作系统的优化配置等。

10.3.2 系统维护

智慧工地管理系统日常运行维护应符合以下规定：

- a) 运行与维护对象应包括数据库和软件系统；
- b) 智慧工地具备系统维护手册、系统架构手册等常规运维指导文件；
- c) 智慧工地具备故障响应、应急处理流程及方案；
- d) 运行与维护从业人员应具备相应的专业技能，并进行定期技术培训；
- e) 应按照运维巡检计划填写日常运维记录；
- f) 应做到故障及时发现、及时报告、及时解决和及时存档；
- g) 运行与维护的全过程应进行记录和存档，并应对每次故障进行分析；
- h) 系统中的配置项记录在案，并应通过配置管理工作流程进行系统配置变更；
- i) 系统运行时，对关键指标不达标的情况，应预警并标记故障，提示更换；
- j) 选择在施工现场空闲时间进行系统运行维护；
- k) 系统运维管理内容应包括业务数据库和应用进程等的日常监控和运行状态报告及对业务中间件软件、业务应用系统和数据库的优化配置等。

10.3.3 系统升级

系统升级应符合以下规定：

- a) 具备硬件设备操作系统、业务中间件、业务应用系统和数据库的优化配置；
- b) 系统应具备动态扩容能力；
- c) 系统应具备利用自动化运维技术实现自动化编译、测试、部署、启动、运行。系统更新升级过程出现故障时，可自动回退到更新前状态；
- d) 应定期进行设备盘点、固定资产登记、设备与系统运行情况评估，提出系统升级的合理化建议；
- e) 应在系统实施交付后持续改进，使系统正常且有效运行。

附 录 A
(规范性)
数据管理内容（感知指标）要求

表A. 1规定了人员数据管理内容。

表A. 1 人员数据管理内容

功能	数据管理内容
基本信息	班组信息
	工人姓名、证件、民族、住址、手机号码、政治面貌
	岗位类型（工种）
	文化程度、开始工作时间
	家庭信息及紧急联系人
进退场信息	班组编号
	进退场日期
合同信息	合同期限类型
	生效日期、失效日期
考勤信息	刷卡时间、刷卡进出方向、刷卡近照
	通道的名称
	WGS84经度、WGS84纬度

表A. 2规定了物料数据管理内容。

表A. 2 物料数据管理内容

功能	数据管理内容
基本信息	编号、名称、材料分类、规格型号
	计量单位、计费单位、供应数量
	出厂时间、生产厂家、产地、品牌
	质量等级、质量标准、技术特性
	合同编号
运输信息	运输轨迹、到场时间
	车牌号
入库验收信息	验收人员、验收结论
	退货数量、计划数量、实称数量、运输车辆皮重
出库信息	领用人、领用时间、领用数量
	实际消耗数量、回收数量
	使用部位、工序名称、班组
盘点信息	盘点时间
	仓库位置、库存数量
	废料处理情况

表A. 3规定了特种设备管理感知指标要求。

表A. 3 特种设备管理感知指标要求

功能	内容	感知等级
龙门吊	小车位移速度	√
	主副钩高度	√
	起重量	√
	起升高度、提升速度	√
	风速	√
	限位状态	√
	制动器与夹轨器状态	√
	作业人员识别	
	视频监控	√
架桥机	作业人员识别	○
	吊重	√
	高度	√
	起升速度	√
	横纵向位移	√
	支腿垂直度	√
	水平度	√
	重量荷载	√
	风速	√
	限位状态	√
塔吊	作业人员识别	○
	高度	√
	力矩	√
	幅度	√
	风速	√
	倾角	√
	回转	√
升降梯	作业人员识别	○
	载重	√
	风速	○
	高度	○

表A.3 特种设备管理感知指标要求（续）

功能	内容	感知等级
用电	电流	√
	电压	√
注：“√”为应感知，“○”为宜感知。		

表A.4规定了环境感知指标要求。

表A.4 环境感知指标要求

区域	内容	感知等级
车辆出入口	扬尘监测	√
	噪声监测	○
	有害气体监测	○
三场临建区域	扬尘监测	√
	噪声监测	√
	气象监测	○
水稳拌和区	扬尘监测	√
	噪声监测	○
	水质监测	√
	气象监测	○
沥青拌和区	扬尘监测	√
	有害气体监测	√
	噪声监测	○
	水质监测	○
	气象监测	○
关键施工作业区	噪声监测	√
	气象监测	√
梁场	扬尘监测	√
	噪声监测	√
	水质监测	√
	气象监测	√
混凝土拌和楼	扬尘监测	√
	噪声监测	○
	水质监测	√

表A. 4 环境感知指标要求（续）

区域	内容	感知等级
混凝土拌和楼	气象监测	○
隧道洞内	扬尘监测	√
	有害气体	√
	噪声监测	○
注：“√”为应感知，“○”为宜感知。		

表A. 5规定了路基施工质量感知指标要求。

表A. 5 路基施工质量感知指标要求

功能	内容	感知等级
软土路基	沉降	√
	坡脚水平位移	√
	测斜	√
水泥搅拌桩	桩长	√
	总浆量	√
	每延米掺量	√
	无侧限抗压强度	√
路基压实	碾压遍数	√
	碾压速度	√
路堑边坡或滑坡监测	水平位移	√
	垂直变形	○
	裂缝	○
	测斜	√
	地下水位	○
高路堤稳定和沉降监测	地表水平位移	√
	路堤顶沉降	○
	测斜	√
边坡预应力锚固	预应力	√
	锚头位移	√
	测斜	√
	锚杆长度	○
注：“√”为应感知，“○”为宜感知。		

表A. 6规定了水泥稳定碎石施工质量感知指标要求。

表A. 6 水泥稳定碎石施工质量感知指标要求

功能	内容	感知等级
水稳拌和楼	集料重量※	√
	水泥剂量※	√
	水用量	√
	配合比	√
	搅拌时间	√
运输	运输方量	√
	离开拌合楼出场时间	√
	开始卸料时间	√
	车辆定位	√
摊铺	速度	√
	摊铺厚度	√
	松铺系数	○
	振动幅度、振动频率	○
	平整度	○
	红外报警	○
	作业人员识别	○
碾压	速度	√
	碾压遍数	√
	红外报警	○
	作业人员识别	○
注：“√”为应感知，“○”为宜感知，“※”为分级预警指标。		

表A. 7规定了沥青面层施工质量感知指标要求。

表A. 7 沥青面层施工质量感知指标要求

功能	内容	感知等级
沥青混合料拌和	各热料仓材料用量※	√
	油石比※	√
	矿粉用量	√
	沥青加热温度	√
	集料加热温度	√

表A.7 沥青面层施工质量感知指标要求（续）

功能	内容	感知等级
沥青混合料拌和	拌和时间	√
	沥青混合料出料温度	√
运输	离开拌合楼出场时间	○
	开始卸料时间	○
	运输轨迹	√
	卸料位置	○
	运输过程温度	√
摊铺	摊铺位置	○
	摊铺速度	√
	摊铺温度	√
	振动幅度	○
	振动频率	○
	平整度	○
	红外报警	○
	作业人员识别	○
碾压	碾压位置	○
	碾压速度	√
	碾压温度	√
	碾压遍数	√
	红外报警	○
	作业人员识别	○
注：“√”为应感知，“○”为宜感知，“※”为分级预警指标。		

表A.8规定了桥梁施工质量感知指标要求。

表A.8 桥梁施工质量感知指标要求

功能	内容	指标	感知等级
智慧梁场	智能张拉	张拉力	√
		伸长量	√
		持荷时间	√
		单梁数据滞后	√
	智能压浆	浆液温度	○

表A.8 桥梁施工质量感知指标要求（续）

功能	内容	指标	感知等级
智慧梁场	智能压浆	水胶比	○
		压浆压力值	√
		稳压时间	√
		单梁数据滞后	√
	智能养护	温度	√
		湿度	√
顶推施工	梁体关键截面应力及变形监测	—	√
	导梁关键截面应力及变形监测	—	√
	墩柱空间变位监测	—	√
挂篮施工	前吊带应力与受力均衡监控	—	√
	后锚应力监控	—	√
	挂篮行走位移监控	—	√
高支模	沉降	—	○
	水平位移	—	√
	轴力	—	○
	倾斜	—	√
混凝土拌和	水※	—	√
	水泥※	—	√
	砂※	—	√
	骨料※	—	√
	粉煤灰※	—	√
	配合比※	—	√
	减水剂※	—	√
	拌和时间	—	√
注：“√”为应感知，“○”为宜感知，“※”为分级预警指标。			

表A.9规定了隧道施工质量感知指标要求。

表A.9 隧道施工质量感知指标要求

功能	内容	感知等级
开挖管控	超挖	√
	欠挖	√

表A. 9 隧道施工质量感知指标要求（续）

功能	内容	感知等级
初支	侵限	√
	平整度	○
	衬砌厚度	√
	初支方量	○
二衬	衬砌厚度	√
	衬砌方量	○
	衬砌形体尺寸	○
	拱顶二衬脱空	○
锚杆	钻孔数量	○
	锚杆角度	√
	锚杆钻孔长度	√
注：“√”为应感知，“○”为宜感知。		

表A. 10规定了安全管理感知指标要求。

表A. 10 安全管理感知指标要求

功能	内容	感知等级
路基路面施工监控关键点位	出入口	√
	拌和站	√
	储料场	√
	试验室	√
	路面作业现场	√
桥梁施工监控关键点位	特种设备作业	√
	浇筑施工	√
	顶推施工	√
	高支模	√
	挂篮施工	√
隧道施工监控关键点位	隧道出入口	√
	洞内关键点位	√
	开挖作业面	○
隧道超前地质预报	岩溶发育程度※	√
	涌水涌泥程度※	√

表A. 10 安全管理感知指标要求（续）

功能	内容	感知等级
隧道超前地质预报	断层稳定程度※	√
	地应力影响程度※	√
	瓦斯影响程度※	√
隧道监控量测	拱顶下沉、周边收敛、地表沉降※	√
	围岩内部位移、支护与衬砌裂缝、边（仰）坡测斜、隧道底部隆起	○
	围岩与初支间接触压力、钢支撑内力、锚杆（索）内力、喷射混凝土内力、二次衬砌内力、初期支护与二衬之间压力、围岩松动圈、爆破振动速度、涌水量、孔隙水压力	○
注：“√”为应感知，“○”为宜感知，“※”为分级预警指标。		

表A. 11规定了合同数据管理内容。

表A. 11 合同数据管理内容

序号	项目	数据管理内容
1	合同信息管理	合同信息应包括合同编号、文件名称、合同类别、细目类别、合同包含内容、发票开具情况及合同附件等
2	合同支付管理	合同支付应包括支付款项类别、合同金额、付款金额、累计付款金额、剩余未支付金额、印花税以及合同附件
3	合同审批管理	合同审批应包括合同编号、合同名称、签约单位、累计支付、承办部门、审批部门、会签部门、签发部门、合同正本及合同附件等
4	合同归档管理	合同归档管理应包括合同编号、类别名称、类别说明、归档编号、密级、保存年限等

表A. 12规定了费用数据管理内容。

表A. 12 费用数据管理内容

序号	项目	数据管理内容
1	机构信息管理	机构编号、建设单位、监理单位、施工单位、起讫桩号、线路全长
		清单金额、暂列金额、合同总额、开工预付款比例、开工预付款总额、开工预付款起扣比例、开工预付款止扣比例、农民工工资保证金比例、材料预付款比例
2	清单台账管理	合同清单应包括子目号、子目名称、单位、合同数量、合同单价、合同金额、各章节金额小计
		零号清单应包括审定数量、审定金额、开累数量、剩余数量、图号、册号页码；对已审核的清单数量修改时，系统应弹出限制提示
3	材料信息管理	材料类型、规格/型号、进场时间、报验单号、发票号、单位、单价、数量、金额、材料预付比例、材料预付金额、附件信息

表A.12 费用数据管理内容（续）

序号	项目	数据管理内容
3	材料信息管理	系统应根据不同材料类型不同材料预付比例自动计算材料预付金额
4	计量支付	计量基础信息应该包括期数、计量编号、计量日期、审核状态、清单金额、变更金额、实际支付、汇总状态
		计量综合信息应该包括零号清单金额、暂列金额、工程变更、价格调整、支付开工预付款、索赔金额、暂定计量支付、支付材料预付款、返还农民工工资保障金、扣回开工预付款、扣回暂定计量支付、扣回农民工工资保障金、扣回材料预付款、扣回甲供材料款、违约金等
		支付信息应该包括支付号、子目名称、单位、审定数量、到上期末累计数量、单价、本期计量数量、本期计量金额、计量表编号、中间计量单草图、中间交工证书附件资料等
		支付报表应该包括计量审批单、支付月报封面、农民工工资统计表、中期支付证书、清单支付报表、工程变更一览表、工程变更汇总表、物价波动引起的价格调整汇总表、材料预付款一览表、材料预付款支付明细表、开工预付款一览表、扣回甲供材料款、支付甲供材料款、中间计量汇总表、中间计量表、暂计量支付汇总表、暂计量统计表、暂计量估算单价、暂计量支付扣回表等
		审批流程应该包括岗位名称、签署表名、签署时间、待办耗时等
5	工程变更管理	会议纪要应该包括会议编号、会议名称、会议时间、桩号、部位、审核状态、会议附件
		变更立项申请应该包括变更编号、变更项目名称、所在地点及部位、原设计图名称、原设计图号、变更设计图名称、变更设计图号、变更项目费用预测、变更项目对工期影响、变更理由及内容简述、工程变更理由及详细说明、变更工程数量及计算书、变更工程单价分析及说明
		变更令信息应该包括子目号、子目名称、单位、变更前数量、变更前单价、变更前金额、变更后数量、变更后单价、变更后金额、变更增减金额
		变更报表应该包括工程变更申请表、工程变更内容及详细说明、工程变更估算明细表、工程变更申请审批表、工程变更令、工程数量现场确认单、单价协商表、工程变更金额明细表、工程变更令审批表等
6	综合查询管理	综合查询应该包括开始期数、截止期数、章节、本期未计量、本期已计量、计量类型（清单计量、变更计量）、子目号等，查询结果项包括合同清单、施工图清单、变更清单、变更后清单、到本期末完成、到上期末完成、本期完成

表A.13规定了路基路面试验检测感知指标要求。

表A.13 路基路面试验检测感知指标要求

功能	内容	感知等级
沥青原材料试验	软化点	√
	针入度	√
	延度	√

表A. 13 路基路面试验检测感知指标要求（续）

功能	内容	感知等级
沥青原材料试验	密度	○
	TFOT/RTFOT后耐老化性能	○
沥青原材料红外光谱检测	SBS掺量	√
	相似度	√
	品牌、型号	√
沥青混合料试验	最大理论密度	√
	马歇尔稳定度、流值	√
	空隙率、矿料间隙率	√
	沥青含量	√
	矿料集配筛分	√
粗集料	颗粒集配筛分	○
	针片状颗粒含量	○
	压碎值	√
	密度	√
	吸水率	√
	含泥量	√
	方解石含量	√
	粗集料与沥青的粘附性	√
细集料	颗粒集配筛分	○
	含泥量	√
	亚甲蓝值	√
	密度	√
矿粉	颗粒集配筛分	○
	亲水系数	√
	密度	○
岩石	单轴抗压强度	√
水泥	胶砂强度	√
水泥混凝土	水泥混凝土劈裂抗拉强度	√
	水泥混凝土抗弯拉强度	√

表A. 13 路基路面试验检测感知指标要求（续）

功能	内容	感知等级
水泥混凝土	抗弯拉弹性模量	○
	水泥混凝土抗压强度	√
	抗压弹性模量	○
砂浆	砂浆立方体抗压强度	√
注：“√”为应感知，“○”为宜感知。		

表A. 14规定了桥梁试验检测感知指标要求。

表A. 14 桥梁试验检测感知指标要求

功能	内容	感知等级
力学试验	压力试验	√
	万能试验	√
	抗压抗折试验	√
现场监测	钢筋保护层试验	√
	混凝土回弹试验	√
钢材与连接接头	抗拉强度	√
	屈服强度	√
混凝土结构	混凝土强度	√
桩基	桩基完整性	√
	桩基成孔检测	√
	桩基承载力	√
注：“√”为应感知。		

表A. 15规定了隧道试验检测感知指标要求。

表A. 15 隧道试验检测感知指标要求

功能	内容	感知等级
不良地质	有害气体	√
	岩溶	√
防水材料	防水板拉伸强度	○
	断裂伸长率	○
注：“√”为应感知，“○”为宜感知。		

表A. 16规定了档案数据管理内容。

表A.16 档案数据管理内容

序号	类别	数据管理内容
1	基础设置	包含立项审批、设计审批、工程准备、施工文件、交竣工验收、工程招投标及合同文件、资金管理等 7 大类资料的分类管理、编号设置，可添加账户，分配权限
2	数据来源	系统提供标准接口，可从其他系统中采集或对接相关管理数据，如：智能张拉压浆、拌合站生产监控等
3	流程审批	用户可根据自身业务内容，设置桥梁、路基、路面、机电、交安、绿化等资料的流程步骤
4	BIM关联	BIM模型的构件划分应用资料内业系统保持一致
5	电子签名	包含各层级单位人员的电子签名，与账户绑定，实现各类资料的线上流转
6	副本管理	对没有副本的文件、资料进行电子化转换备份等

附录 B
(规范性)
人员管理感知设备功能及指标要求

表B.1规定了人员管理感知设备及指标要求。

表B.1 人员管理感知设备功能及指标要求

设备名称	设备功能	设备指标
考勤机	用于参建单位人员考勤	满足连接公共网络、数据上传要求
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
人员定位	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	—
远距离读卡器	确定进出隧道施工人员方向，用于测量人员经过位置	1. 数据稳定读取距离在一定范围内 2. 满足平均无故障时间最低要求
RFID	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. 写卡距离在规定范围内 2. 满足防护等级要求

附 录 C
(规范性)
特种设备感知功能要求

表C.1规定了特种设备感知功能要求。

表C.1 特种设备感知功能要求

设备名称	设备功能
龙门吊	针对危险性较大的塔吊、架桥机、履带吊、龙门吊设备安 装了“黑匣子”预警监控系统。实现对机械设备运转情况的 实时监测，异常状态下进行蜂鸣预警及短信推送，将无声管 理变成了“有声管理”。设备基础信息，包括RFID或二维码 两种方式
塔吊	
架桥机	
升降梯	
智慧用电	电气安全数据实时传送至平台，通过平台对存储数据的分 析及判断，及时掌握线路动态运行存在的用电安全隐患，及 时发现电气隐患，预防火灾发生，提高企业用电安全管理水 平

附 录 D
(规范性)
环境监测感知设备功能要求

表D. 1规定了环境监测感知设备功能要求。

表D. 1 环境监测感知设备功能要求

设备名称	设备功能
扬尘监测	1. 具有实时监测可吸入颗粒物PM2.5、PM10、PM100浓度 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
噪声监测	实时采集噪声等数据
水质监测	实时采集施工水域PH、悬浮物、石油类污染数据
气象监测	实时采集温度、湿度、风速、风向、气压
有害气体监测	实时采集施工区域工程机械尾气浓度等数据

附 录 E
(规范性)
试验室感知设备功能要求

表E. 1规定了试验室感知设备功能要求。

表E. 1 试验室感知设备功能要求

设备名称		设备功能
试验检测管控	力学试验	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
	沥青试验	对沥青的针入度、延度、软化点的试验数据实时采集、传输
	沥青混合料试验	对沥青混合料的稳定度、流值的试验数据实时采集、传输
	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

附 录 F
(规范性)

路基路面施工感知设备功能要求

表F. 1规定了路基路面施工感知设备功能要求。

表F. 1 路基路面施工感知设备功能要求

设备名称		设备功能
路基施工管控	路基沉降观测监管硬件	采集路基内部的沉降和位移
	锚杆轴力监测	能长期测量基础对上部 结构的反力，对钢支撑轴力及静压桩试验时的载荷
	地下水位监测	自动实时采集计量点的地下水位、水量、水质、水温等数据
	碾压定位	采集压路机的碾压速度、碾压遍数、碾压轨迹
	振频振幅采集器	采集振动压路机的振频振幅
	路堑边坡或滑坡监测	实时采集水平位移、测斜、垂直变形、裂缝、地下水位等
	水泥搅拌桩检测硬件	采集水泥流量、搅拌钻头垂直移动量、移动速度的施工参数
水泥稳定碎石基层施工管控	拌和站监控模块	实时采集拌和楼实际施工配比和产量数据
	运输车辆识别模块	对运输车的运输方量、运输轨迹进行采集、从拌和到卸料时间
	摊铺模块	实时采集速度、振动幅度及频率、平整度
	碾压模块	采集压路机的碾压速度、碾压遍数、碾压轨迹
沥青面层施工管控	拌和站监控模块	对沥青混合料拌和生产过程中温度（热骨料仓温度、沥青温度、拌和温度、出料温度）、实际施工配比（骨料、沥青、矿粉）、拌和时间及产量实时采集
	运输车辆识别模块	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
	摊铺模块	实时采集轨迹、温度、速度，识别运输车辆
	碾压模块	采集压路机的碾压速度、碾压遍数、碾压轨迹、碾压温度
物料	智能地磅	称重

附 录 G
(规范性)
桥梁施工感知设备功能要求

表G.1规定了桥梁施工感知设备功能要求。

表G.1 桥梁施工感知设备功能要求

设备名称		设备功能
桥梁施工智能监测	混凝土拌和站监控模块	实时采集水泥混凝土拌和楼各集料、水泥、水的料仓数据及机制砂含水率
	运输车辆识别模块	对水泥混凝土运输车的装料时间、出场时间和卸料时间、运输轨迹进行采集
	智能张拉	采集张拉力、加载速率、停顿点、持荷时间、伸长量的数据
	智能压浆	采集水胶比、压力、流量数据
	智能养护	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
	桩基检测	采用自动化手段对桩长、桩位、桩身垂直度、动力头转速等重要施工参数进行同步监测，使桩基施工的每一环节有迹可循，保证成桩质量符合设计要求
	顶推施工	通过结构仿真分析监测桥梁顶推过程结构内力和线形变化，保障桥梁施工过程安全、稳定，确保成桥后结构的内力和线形与设计理想状态相一致，其误差控制在规范和设计要求的范围之内
	挂篮施工	对挂篮进行等载预压以测定挂篮的实际承载能力和梁段荷载作用下的变形情况，并绘制挂篮挠度曲线。根据挠度曲线确定以后各梁端挂篮的弹性变形
	高支模	通过对高大模板支撑系统的模板沉降、支架变形和立杆轴力的实时监测，监测值超过预警值时现场声光报警，施工人员及时撤离，同时向管理人员发送预警信息

附 录 H
(规范性)

隧道施工感知设备功能及指标要求

表H. 1规定了隧道施工感知设备功能及指标要求。

表H. 1 隧道施工感知设备功能及指标要求

设备名称		设备功能	设备指标
隧道施工智能监测	裂缝计	测量隧道裂缝宽度	—
	应变计	测量衬砌应变	—
	激光变形监测传感器	测量隧道收敛	—
	无线中继设备	数据传输	—
	激光断面扫描	检测隧道开挖断面、初期支护断面和二次衬砌断面，评价隧道开挖质量和判断支护（衬砌）断面是否侵入限界	检测主机检测半径：1 m～45 m； 检测点数：自动检测，一般为35个点/断面 测距精度：优于0.01° 方位角范围：30° ～330° （仪器测头垂直向下为0° ），连续测量60° ～300°
	出渣与运输管理模块	可调取出车辆相关的信息、司机信息、所属车辆单位等。方便现场人员对车辆进行管理，杜绝外部车辆进出造成的隐患	—
	数智混凝土回弹仪	测量隧道衬砌、二衬混凝土强度	—
	数智锚杆拉拔仪	测量初期支护锚杆抗拔力	—

附 录 I
(规范性)
视频监控感知设备功能及指标要求

表I.1规定了视频监控感知设备功能及指标要求。

表I.1 视频监控感知设备功能及指标要求

设备名称	设备功能	设备指标
视频抓拍设备	对施工现场未佩戴安全帽、安全绳、救生衣、火灾的事件进行抓拍	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≥95%，图片分辨率≥200万像素 3. 工作温度应在-30℃～65℃之间 4. 工作相对湿度应在5%～95%之间
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。 5. 工作温度应在-30℃～65℃之间； 6. 工作相对湿度应在5%～95%之间