

公路工程智慧工地终端建设规范

Specification for Terminal Construction of Intelligent Construction Sites in Highway Engineering

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX发布

XXXX- XX-XX 实施

陕西省市场监督管理局

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	2
3.1 术语	2
3.2 缩略语	3
4 应用架构	3
4.1 基本要求	3
4.2 总体架构	3
5 硬件设施	4
5.1 感知层设施	4
5.2 网络基础设施	6
5.3 控制机房/云服务器	6
5.4 终端设备	6
6 建设内容	6
6.1 视频监控	6
6.2 试验管理	10
6.3 施工机械设备	13
6.4 施工监测	16
6.5 智慧拌合站	21
6.6 路基、路面工程施工	23
6.7 桥梁工程施工	25
6.8 隧道工程施工	28
7 数据接口	32
8 运行与维护	33
8.1 运维维护规定	33
8.2 运维维护管理	33
8.3 系统升级管理	34
附 录 A	35
附 录 B	54
附 录 C	56
附 录 D	68
附 录 E	72

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。

本文件由陕西省交通运输厅提出。

本文件由陕西省交通运输标准化委员会归口。

本文件起草单位：陕西交通控股集团有限公司、云基智慧工程股份有限公司、西安电子科技大学、西安公路研究院有限公司、陕西交控建投经营管理有限公司。

本文件主要起草人员：张鹏、郑伟、姬建岗、王勇、赵宝俊、赵正青、梁广、贺鹏举、李徐阳、张伟、陈振宇、苟静波、睢坤、龚啸、李帅、周思颖、吴福顺、何加秋、张旭超、全英汇、肖国尧

本文件首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西交通控股集团有限公司

电话：029-87832666

地址：陕西省西安市雁塔区太白南路 9 号

邮编：710065

公路工程智慧工地终端建设规范

1 范围

为规范和引导智慧工地建设，明确智慧工地终端建设中各类终端硬件统一建设标准，完善数据采集体系，按规定统一接入陕西省交通强国“建设运营智能化三级平台”（以下简称“智能化三级平台”），逐步形成数据资产，促进公路水运项目数字化转型和数字资源的共享方式，构建交通建设行业数字生态，制定本规范。

本文件规定了公路工程智慧工地终端建设的术语和定义及缩略语，确立了应用架构、硬件设施、建设内容、数据接口、运行与维护。

本文件适用于陕西省公路工程新建及改扩建工程的智慧工地终端建设及运行维护。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件；凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本文件。

- GB/T 20001.7 标准编写规则第 7 部分：指南标准
- GB/T 20271 信息安全技术信息系统通用安全技术要求
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
- 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 28827.1 信息技术服务运行维护第 1 部分：通用要求
- GB/T 28827.2 信息技术服务运行维护第 2 部分：交付规范
- GB/T 28827.3 信息技术服务运行维护第 3 部分：应急响应规范
- GB/T 31167 信息安全技术云计算服务安全指南
- 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
- GB/T 34982 云计算数据中心基本要求
- GB/T 36951 信息安全技术物联网感知终端应用安全技术要求
- GB/T 38540 信息安全技术安全电子签章密码技术规范
- GB/T 39784 电子档案管理系统通用功能要求
- GB/T 39786 信息安全技术信息系统密码应用基本要求
- GB/T 51028 大体积混凝土温度测控技术规范
- GB/T 51235 建筑信息模型施工应用标准
- JT/T 904 交通运输行业信息系统安全等级保护定级指南
- JTG/T 2420 公路工程信息模型应用统一标准
- JTG/T 2422 公路工程施工信息模型应用标准
- JTG F 40 公路沥青路面施工技术规范
- JTG 3450 公路路基路面现场测试规程
- JTG/T 3610 公路路基施工技术规范
- 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
- JTS/T 198-1 水运工程信息模型应用统一标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语

3.1.1

智慧工地 Smart Construction Site

智慧工地由硬件基础设施和软件系统组成，运用信息化手段，对施工过程中涉及的人、机、料、法、环五大管理要素，进行统一调配和管理。利用互联网、物联网、智能传感技术，建立互联协同、智能生产、科学管理、智能监测与检测的项目信息化生态圈，为工程建设提供智能化监管及决策，实现工程建设智慧管理，以提高工程管理信息化水平。

3.1.2

终端建设 Terminal construction

终端建设是指在公路工程建设中，围绕人、机料法、环五要素，部署智能终端、传感设备等硬件及与硬件配套的软件系统，通过实时采集、传输和处理施工现场数据，为互联协同、智能生产、科学管理的项目信息化生态圈提供基础支撑，实现工程建设智能化监管与决策的建设活动。其核心是通过终端设备集成，数字化采集现场信息并交互，为智慧工地软件系统和管理平台提供数据基础，推动工程建设的数字化、精细化、智慧化管理。

3.1.3

物联网 Internet of Things

物联网是通过感知设备，按照约定协议，连接物、人、系统和信息资源，实现对物理和虚拟世界的信息进行处理并做出反应的智能服务系统。

3.1.4

数据采集 Data acquisition

数据采集是利用传感器自动获取生产、施工、管理各环节数据的过程。

3.1.5

数据传输 Data transmission

数据传输是在数据源和数据库之间传送数据的过程，也称数据通信。

3.1.6

预警 Early warning

监测数据的特征指标达到或超过阈值时，系统自动发出相应级别的预警信号并通过短信、终端移动应用等推送。

3.1.7

云计算 Cloud Computing

通过网络访问可扩展的、灵活的物理或虚拟共享资源池，并按需自助获取和管理资源的模式。

3.1.8

大数据 Big data

具有体量巨大、来源多样、生成极快、且多变等特征并且难以用传统数据体系结构有效处理的包含大量数据集的数据。

3.2 缩略语

5G	第五代移动通信技术 5th Generation Mobile Communication Technology
AI	人工智能 Artificial Intelligence
APP	计算机应用程序，现多指移动终端应用程序 Application
BIM	建筑信息模型 Building Information Modeling
DNS	域名系统 Domain Name System
GIS	地理信息系统 Geographic Information System
HTTP	超文本传输协议 Hyper Text Transfer Protocol
IoT	物联网 Internet of Things
IP	互联网协议地址 Internet Protocol Address
MQTT	消息队列遥测传输协议 Message Queuing Telemetry Transport
NFC	近场通信 Near Field Communication
RFID	射频识别 Radio Frequency Identification
RTSP	实时流传输协议 Real Time Streaming Protocol
XML	可扩展标记语言 Extensible Markup Language

4 应用架构

4.1 基本要求

4.1.1 智慧工地终端建设应本着高效节约的原则，综合考虑项目特点和建设管理需求，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”。

4.1.2 智慧工地终端建设宜覆盖包括工程项目设计、施工策划、施工实施、竣工验收等项目全过程，也可根据工程项目的实际需要应用于某些环节或任务。

4.1.3 智慧工地终端建设应根据工程参与方的角色和实际的业务需求，规划出不同的功能模块，以适应不同的使用场景。

4.1.4 智慧工地终端建设应实现不同业务平台及应用的数据共享、数据交互及数据分析。

4.1.5 智慧工地终端建设应构建统一标准化数据接口，统筹项目的硬件、网络、平台等基础能力建设，避免重复投入、碎片化建设，在实现项目统一规划下，随施工过程开展可动态、持续接入智慧施工典型场景。

4.1.6 智慧工地终端建设各子系统信息安全应符合国家信息安全相关的法律法规、标准规范要求，并应参照 JT/T 904 进行安全等级保护定级。

4.1.7 智慧工地终端建设各子系统应具备数据采集存储、统计分析、共享利用、可视化展示功能，应具备分级管理、与智能化三级平台数据对接的功能。

4.1.8 智慧工地终端建设各子系统应实现场景应用与智能化三级平台中质量、安全、进度等各业务功能模块的互联互通，统筹相关应用场景，实现彼此协同和综合管控。

4.1.9 智慧工地终端建设宜由建设单位统筹规划设计，组织建设实施。

4.2 总体架构

4.2.1 智慧工地终端建设平台可由物联感知层、基础设施层、数据服务层、业务应用层和用户展示层组成。其中物联感知层、基础设施层由各项目自行建设，数据服务层包括终端采集数据和项目业务应用数据，业务应用层和用户展示层已建设完成，即为陕西省交通强国建设运营智能化三级平台。各项目依据本标准要求完成项目智慧工地终端建设后，应将终端数据对接至智能化三级平台中。具体可参考架构图如下：

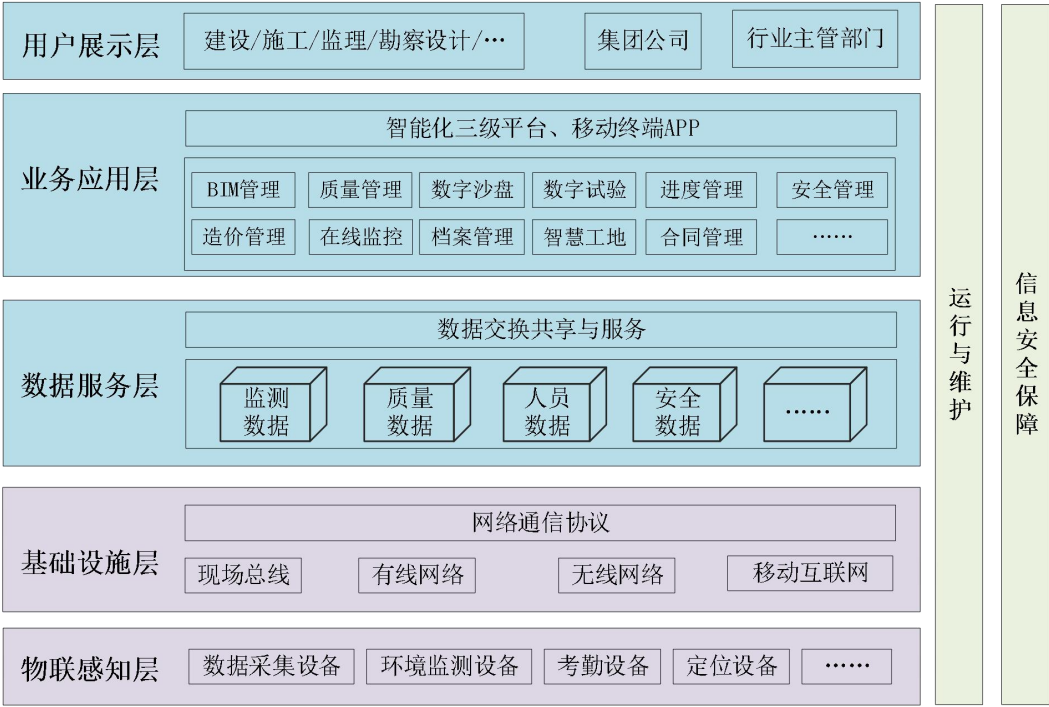


图 1 智慧工地终端建设平台总体架构图

- 4.2.2 物联感知层应实现施工现场各类业务信息的收集。宜包括无线射频识别、卫星定位、视频感知、自动监测、智能移动终端采集、综合媒体系统等传感设备，宜具有身份识别、位置感知、图像感知、状态感知等能力。
- 4.2.3 基础设施层应包括基础软件、机房、硬件设备、安全设施、网络等基础要素，宜采用云技术、云存储形式。
- 4.2.4 数据服务层应在基础数据库中汇集至少包括施工现场基础数据、工程项目管理过程数据、行业监管数据及其他数据，同时构建专家库、标准库、构件库、行业库等数据仓库，集成数学算法模型，构建数据共享与交换平台。
- 4.2.5 业务应用层由建设单位为行业监管部门、参建各方及相关人员提供各自需求的应用服务。
- 4.2.6 用户展示层包括交通运输主管部门、建设单位、勘察设计单位、施工单位、监理单位和试验检测机构等相关业务人员以及系统管理和维护人员。

5 硬件设施

5.1 感知层设施

- 5.1.1 感知层设施所涉及到的各种设备应符合国家现行电磁兼容相关标准的规定。

5.1.2 人员管理设施包括但不限于考勤机、门禁闸机、人员定位设备、远距离读卡器、RFID 设备，并符合下列规定：

- a) 考勤机应结合项目管理规定和参建单位内部人员考勤管理需求进行设定；
- b) 门禁闸机应具备录入实名制登记功能，可对所有进场人员进行身份证验证。特种设备启动应调用人脸识别功能，隧道、跨主干道、铁路等特殊桥梁施工区域门禁闸机宜增加人脸识别功能；
- c) 人员定位设备需对施工人员进行准确定位，可记录现场施工人员的分布状况和运动轨迹；
- d) 远距离读卡器需具备确定进出隧道施工人员方向，测量施工人员所经过的位置的功能；
- e) RFID设备应便于充电或更换电池，可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的人员进行定位。

5.1.3 施工机械管理设施包括但不限于机械定位、车辆门禁、特种设备安全管控装置，并符合下列规定：

- a) 采用定位装置对施工机械进行准确定位，记录现场施工机械的分布状况和运动轨迹；
- b) 车辆门禁应识别车辆信息，自动化控制出入；
- c) 特种设备安全管控所有硬件指标应符合《起重机械-安全监控管理系统》（GB/T 28264）规定。

5.1.4 质量管理设施包括但不限于试验室管理、路基工程施工、路面工程施工、桥梁工程施工、隧道工程施工等所涉及的各类自动化监测设备，并符合下列规定：

- a) 试验管理宜包括力学试验、沥青试验、沥青混合料试验试验机数据对接、预应力孔道压浆、红外光谱仪、回弹仪、保护层厚度等现场检测数据对接等；
- b) 路基工程施工宜包括路基土石方碾压定位、振频振幅采集器，路基沉降检测硬件，水泥（浆/粉）搅拌桩机智能监测硬件、排水板及袋装砂井打桩机，高边坡位移等监测模块；
- c) 路面工程施工宜包括拌和站、运输车辆、摊铺、碾压、施工环境象（气温、风速、雨量）等监测模块；
- d) 桥梁工程施工宜包括拌和站、运输车辆、成槽机、旋挖钻、预应力张拉压浆机、特种设备、钢结构焊接、大体积混凝土温度、混凝土养护等机械设备、硬件及系统数据监测；
- e) 隧道工程施工宜包括超前地质预报、围岩监控量测、混凝土养护、拌和站、运输车辆、凿岩台车、二衬台车等机械设备、硬件及系统数据监测。

5.1.5 安全管理设施包括但不限于视频抓拍识别、视频监控设备，通航安全预警、有限空间施工作业预警设备，爬模、支架及挂篮监测装置，并符合下列规定：

- a) 视频抓拍设备应对施工现场未佩戴安全帽、安全绳、救生衣以及其它不安全行为的事件进行抓拍并推送；
- b) 视频监控设备应能实时采集施工现场的影像资料。在施工区域设定电子围栏，可对违规人员发出警告；
- c) 通航安全预警设备可对驶入桥梁施工水域的船舶进行警告；
- d) 有限空间施工作业宜分布安装温度、湿度和空气质量监测设备，达到预警值时通知施工人员和管理人员；

- e) 爬模、支架及挂篮宜安装应力应变及变形监测装置，后台服务器同步进行稳定性计算分析。

5.1.6 环境管理设施包括但不限于扬尘监测、噪声监测、水质监测、气体监测设备，并符合下列规定：

- a) 环境监测设备应能自动采集PM2.5、PM10、PM100、环境温度、空气湿度、风速、风向等数据；
- b) 噪声监测应能采集噪声等数据；
- c) 污水监测仪器应能自动采集施工水域PH、悬浮物、石油类污染数据；
- d) 气体监测应能采集隧道内甲烷、二氧化硫、一氧化碳、粉尘、含氧量等数据。

5.2 网络基础设施

5.2.1 智慧工地终端建设通信网络配置应满足智慧工地硬件传输及功能的实现。

5.2.2 通信网络接入带宽应满足相关通信设备、应用终端的网络带宽要求，网络接入带宽应满足传输需求。

5.2.3 应具备有线网络或无线局域网络设施。

5.2.4 无线局域网络信号应覆盖所有终端数据采集设备装置点。

5.3 控制机房/云服务器

5.3.1 应设置信息设备集中放置区域，强弱电分离，防止干扰。

5.3.2 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。

5.3.3 服务器、交换机、监控主机、广播主机等信息设备放置于设备集中区域。

5.3.4 云服务器配置不应低于 4vCPU、2.5GHz 主频、32GiB 内存、带宽 50mb、硬盘 2*500G。

5.4 终端设备

5.4.1 固定终端设备应具有现场综合信息处理功能，以生产上适用、技术上先进、经济上合理为基本原则进行选型。

5.4.2 移动终端设备可根据操作人员工作内容和工作环境选定消费级移动终端设备或企业级移动终端设备。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。

5.4.3 宜根据项目需求构建实时语音广播系统，提供现场语音播报及报警功能；构建信息发布系统，提供信息检索、信息查询、信息推送功能。

5.4.4 宜设置固定 LED 电子屏并构建信息发布系统，提供信息检索、信息查询、信息推送功能。固定 LED 电子屏应设置在人员汇聚的公共场所显著位置，提高公告作用和宣传效果。

6 建设内容

6.1 视频监控

6.1.1 为便于对公路建设项目重大施工现场进行远程监控，要求在重点施工现场必须安装网络高清摄像机，实现施工现场重点场所监控，如：预制场、钢筋加工厂、拌合站、重点施工现场、器材仓库及人员驻地（消防、防汛）场所。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.1-1 视频监控设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
----	------	--------

1	网络球形摄像机	1. 分辨率不小于 2560×1440 ; 2. 应支持不小于20倍光学变焦, 16倍数字变焦; 3. 应支持 360° 水平旋转, 垂直方向转动范围不小于 $-15^\circ \sim 90^\circ$; 4. 应支持守望和巡航功能, 预置点应不少于300个, 巡航扫描不少于8条; 5. 应支持混合补光, 其中红外照射距离不小于150m, 白光照射距离不小于30m。
2	筒型网络摄像机	1. 分辨率不小于 2560×1440 ; 2. 应支持柔光灯补光, 照射距离不小于30m, 最低照度彩色至少满足0.0005 Lux; 3. 恒定F1.0超大光圈变焦镜头, 传感器靶面尺寸不小于 $1/1.8''$; 4. 支持越界侦测, 区域入侵侦测, 进入区域侦测和离开区域侦测。
3	网络高清半球	1. 分辨率不小于 2560×1440 ; 2. 应支持柔光灯补光, 照射距离不小于30m, 最低照度彩色至少满足0.0005 Lux; 3. 恒定F1.0超大光圈变焦镜头, 传感器靶面尺寸不小于 $1/1.8''$; 4. 支持越界侦测, 区域入侵侦测, 进入区域侦测和离开区域侦测。
4	视频监控存储设备	1. 64位24核处理器, 2.2GHZ主频; 2x1.2TSAS系统盘; 8TB/10TB/16TB SATA 数据盘; 2. 视图管理软件容器化, 存储、转发服务按需部署; 3. 支持流直存, 无需额外流媒体存储转发服务器; 4. 支持实时/历史视频、图片等备份模式; 5. 最大1024路@2Mbp视图接入; 最大1024路@2Mbps实况转发; 6. 最少2*GE, 2*10GE网络接口; 7. 支持视频解析、图像解析、检索; 8. 支持实时/历史视频、图片等备份模式; 9. 编码标准: H.264、H.265、SVAC、MJPEG等格式; 10. 南北向开放对接: 南向对接支持接入插件化集成, 支持Onvif2.4以及Onvif Profile S、GB/T28181、1400、; 北向对接支持SDK、Restful; 11. 工作温度: $5 \sim 35^\circ\text{C}$ 储存温度: $-40^\circ\text{C} \sim +65^\circ\text{C}$; 12. 工作湿度: 8%~90%, 无冷凝 存储湿度: 5%~95%, 无冷凝。

6.1.2 视频监控前端系统主要负责现场图像采集、录像存储、报警接收和发送、传感器数据采集和网络传输。前端监控设备主要包括分布安装在各个区域的球形摄像机和枪形摄像机, 用于对建筑工地的全天候图像监控、智能分析、数据采集和安全防范, 具体要求包括:

- a) 具有图像手动切换或自动轮巡显示功能, 并能控制摄像机镜头、云台;
- b) 具有设备管理、用户管理、权限管理、操作日志、网络管理、字符叠加等功能;
- c) 具有视频转发、数字视频流解码和集中存储等功能;
- d) 具有完善和可靠的自检功能, 能对相关视频设备、网络通道、存储设备、应用软件等进行巡检, 发现故障及时报警, 并生成报警日志;
- e) 支持全屏浏览和多画面浏览(四画面或以上), 可同时进行画面监视、录像回放

等功能。可进行多画面分割显示，并实现监控画面的定时录像、录像回放、下载播放（支持跨网段）；

- f) 能设置预置点，能在多个预置点中设定基本位置点，当系统在无人操作的情况下，图像能自动回归到设定的基本位置点；
- g) 支持点击放大功能，能通过鼠标控制摄像机的变焦等操作，能轮巡播放图像，框选，轮巡间隔时间可自由设置；
- h) 宜具有电子地图功能，可设多级电子地图，同一节点可设置多个图层，电子地图可进行漫游和缩放操作；
- i) 宜具有报警联动功能，可以对正在发生报警的区域进行多画面实时监控；
- j) 具有自愈能力，当意外掉电、网络故障等问题修复后，可自动回复到故障发生前的状态继续运行。

6.1.3 视频监控系统前端及存储

- a) 前端设备应具有抗风、抗震、防雷、防水、防尘、防盐雾、防锈蚀、防变形的功能；
- b) 摄像机选型应根据不同的监控场所、环境，按照清晰度、动态响应范围、环境照度、实时性等实际需求的技术特性予以选择。对有夜视或暗视要求的摄像系统，在选型设计中应进行不同镜头的通光量对比计算，根据需要选择带红外、夜视功能的摄像机。视频监控点的摄像机应当采用数字高清功能彩色摄像机，相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.1-2 视频监控系统前端及存储设备技术要求

设备	参数	主要技术要求	备注
球机	主码分辨率	不小于 1920 x 1080P 最大码流 6144	使用支持国标 GB/T28181的摄像头，支持H. 265视频编码标准和支持1080P的视频显示格式，宜支持RTMP直播协议
	子码流最大分辨率	不小于704 x 576最大 码流2048	
	最大倍率	不小于20	
枪机	主码分辨率	不小于 1920 x 1080P 最大码流 4096	
	子码流最大分辨率	不小于704 x 576最大 码流1024	

6.1.4 视频服务器设备及存储，应满足可靠性高，稳定性强，支持力 24 小时不间断工作的基本要求外，相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.1-3 视频服务器设备及存储设备技术要求

序号	项目	主要技术要求
1	支持国标设备接入	支持GB28181设备接入
2	多协议流出	需支持 RTSP、RTMP、HTTP-FLV.、Websocket-FLV. HLS、WebRTC等协议流出
3	检测设备在线状态	需支持5min内获取到摄像机离线状态，15s内获取到摄像机在线状态，并传入智能化三级平台
4	超低延时观看	需支持1000ms以内的响应速度
5	实时操控	需支持1000ms以内的响应速度
6	实时录像及截图	需支持1s内对当前可视画面截图保存及录像响应
7	当日视频保存及回放	需支持全天24小时自动录像及随意时间点回放、倍速回放、截图
8	存储，及时间段视频剪辑及回放	需支持保存3个月以上存储；需支持针对固定时间范围进行录像剪辑保存，自动删除无用录像节省存储空间

9	预置位设置	支持预置位设置，满足视频动态标签标记
10	传输参数要求	可支持H. 264或H. 265视频编码标准和支持1080P的视频显示格式
11	内外网穿透	支持内外网穿透
12	支持外接告警设备	支持外接告警设备

6.1.5 视频监控系统联网接口要求

- 视频监控系统应预留视频联网接口，联网接口应符合GB/T 28181、JT/T982的相关要求；
- 联网单元之间在进行视音频传输、信令控制、网管控制时应建立信令/控制通道、视音频流通道和网管控制通道等三种传输通道。视音频传输协议、信令控制协议、音视频协议、网管控制协议应符合JT/T 982的相关要求；
- IPC、DVR、编码器、解码器等前端设备的“注册注销、目录查询、设备信息查询、设备状态上报、实况查看、设备控制、报警事件通知和分发、拉框放大缩小、网络校时”应符合GB/T 28181、JT/T 982的相关要求。

6.1.6 视频监控点设置要求

项目建设关键节点、关键部位、重大风险作业点、三级中场所和试验室等场所须设置视频监控。根据现场布置图，在场地至高点、施工设备上或试验室内安装摄像头，实时监控施工现场质量安全生产状况和试验检测活动，实施可视化管理。视频监控点设置至少应包括下表内场所，当类别不同但位置相同时可合并设置。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.1-4 视频监控点设置要求

序号	类别	设置场景	摄像机数量	备注
1	路基工程	风险评估等级超过Ⅲ级的路堑高边坡、抗滑桩施工现场	各1个	场地至高点对向安装
2	路基工程	路段长度超过200m的或面积超过10000m ² 软基施工现场	各1个	可在相应的施工设备上安装，球机。
3	路基工程	各类压浆施工现场	各1个	场地至高点对向安装
4	路面工程	沥青混凝土拌和站	各1个	广角 球机
5	路面工程	路面摊铺施工现场	各1个	随摊铺机移动，防震型球机
6	桥梁工程	现浇箱梁施工、悬浇箱梁施工等较大跨径以上桥梁（50m以上）施工现场	各1个	场地至高点对向安装
7	桥梁工程	涉水（跨海、通航河流、水面宽＞100m河流），涉路（跨高速公路、普通公路、市政道路、铁路），穿越高压输电线路等桥梁施工现场	各1个	球机
8	桥梁工程	梁板架设施工现场	各1个	视频覆盖架桥机及正在架设跨部位。
9	桥梁工程	互通立交施工现场	各1个	广角 球机
10	隧道工程	洞口	各1个	球机
11	隧道工程	施工作业面（掌子面）	各1个	防爆枪机
12	隧道工程	钢架加工场	1个	广角 球机

13	隧道工程	二衬浇筑点	各1个	球机
14	房建工程	每栋建筑	各1个	球机
15	三集中场所	水泥混凝土拌和站	各1个	广角 球机
16	三集中场所	构件预制场	各1个	广角 球机
17	三集中场所	钢筋加工场	各1个	广角 球机
18	试验室	力学室、水泥室、水泥混凝土室、集料室、土工室、沥青室、接样室等	各功能室1个	包括检测机构试验室和工地试验室，水泥室选用带温湿度监测的摄像头
19	其他	项目部	1个	广角 球机
20	其他	改扩建工程既有路段	全覆盖	
21	其他	其他危大工程及施工场所		球机或枪机
			

6.1.7 视频监控宜结合新技术新手段，深挖视频监控应用价值，提升视频应用的智能化、智慧化水平；结合 AR 实景技术，构建区域全景监控体系，提升摄像头群组的协同程度；宜结合 BIM 模型在视频监控画面的叠加技术，实现虚实结合的数字孪生应用。

6.1.8 为便于现场管理，视频摄像头宜支持识别各类异常场景，一经视频摄像头识别出，便会自动将数据发送至后台并告警。告警信息可通过智慧安全帽模块、短信、APP 端、工地广播等方式推送至相应管理人员或者行为人员，进行后续相应处置。异常场景包括：

- a) 安全帽佩戴识别；
- b) 人脸识别；
- c) 围栏缺失识别；
- d) 高空作业佩戴安全带识别；
- e) 电子围栏非法闯入识别；
- f) 烟雾、火灾识别；
- g) 电线乱搭识别；
- h) 施工区域积水识别；
- i) 施工升降机人数识别；
- j) 二级配电箱等危险区域靠近识别；
- k) 消防疏散通道被违规占用堵塞识别；
- l) 电焊人员、设备调试人员未按要求穿戴安全防护用品识别；
- m) 在斜坡上进行吊装作业识别；
- n) 施工机械碰撞预警。

6.2 试验管理

6.2.1 标养室环境监控

标养室环境监控系统应实现对养护室的温度进行实时监控、温度超标预警等功能。应安装温湿度传感器和远程传输模块，对标养室进行实时温湿度进行监测，可在线查询实时温湿度和历史温湿度，当温湿度不达标时进行发送短信预警提示，预警处理等闭环管理。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.2-1 标养室环境监控设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	标养室环境监测设备	1. 通信模块支持3G/4G/5G; 2. 网络支持TCP/UDP透明数据传输; 3. 支持断网数据续传功能; 4. 防护等级IP65以上; 5. 工作环境温度范围: $-25^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$; 6. 工作环境湿度范围: 5%RH~95%RH; 7. 具有运行、联网、数据收发和电源异常状态告警等指示; 8. 具体防静电、防浪涌等EMC安全隔离保护等功能, 可在复杂的工控环境下使用。
2	温湿度传感器	1. 电源电压: DC24V (12V~24V); 2. 功耗: 1.2W; 3. 准确度: 温度: $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ (25°C); 湿度: $\pm 2\%$ RH (25°C)。
3	温湿度标养监测系统	可监测分析温湿度变化情况提供数据接口, 支持数据对接平台。

6.2.2 万能机联网监控

应在万能机控制主机上安装远程数据采集软件, 实现对试验过程的钢筋原材拉伸强度数据、钢筋接头拉伸强度数据、屈服力强度、最大力、试验合格率等数据进行自动采集, 自动绘制试验曲线图, 试验曲线支持回放; 试验机关联试验室视频监控设备, 试验过程视频与试验曲线同步关联; 对不合格的试验进行预警, 通过系统发送预警, 或可支持发送短信至相关人员, 实现在线远程监管, 对不合格数据进行闭环管理。相应设备技术要求应符合下表规定:

表 6.2-2 万能机联网监控设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	微机电脑	台式电脑最低配置要求: 1. 通信模块支持3G/4G/5G; 2. 主板Intel工业级主板可在恶劣环境下长时间高负荷运转; 3. CPU: Intel酷睿I5处理器四核2.0GHz; 4. 内存: 4GDDR3; 5. 硬盘: 128G; 6. 支持多种通用接口USB、网口、VGA、HDMI、WIFI、PCIE等多种接口; 7. 网卡: 内置10/100M网卡; 8. 具有7×24 小时全天候持续运行能力。

6.2.3 压力机联网监控

应在压力机控制主机上安装远程数据采集软件, 实现对试验过程数据自动采集, 自动绘制曲线图, 统计水泥混凝土试件、水泥基浆体试件的抗压强度、抗折强度、最大力及合格率等数据的自动采集, 试验曲线自动采集绘制, 试验曲线可回放; 压力机关联试验室监控设备, 试验过程视频与试验曲线同步关联; 对不合格的试验进行预警, 通过系统发送预警, 或可支持发送短信至相关人员, 实现在线远程监管, 对不合格试验进行闭环管理。相应设备技术要求应符合下表规定:

表 6.2-3 压力机联网监控设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
----	------	--------

1	微机电脑	台式电脑最低配置要求： 1. 通信模块支持3G/4G/5G； 2. 主板Intel工业级主板可在恶劣环境下长时间高负荷运转； 3. CPU：Intel酷睿I5处理器四核2.0GHz； 4. 内存：4GDDR3； 5. 硬盘：128G； 6. 支持多种通用接口USB、网口、VGA、HDMI、WIFI、PCIE等多种接口； 7. 网卡：内置10/100M网卡； 8. 具有7×24小时全天候持续运行能力。
---	------	---

6.2.4 沥青三大试验联网监控

应对试验室的马歇尔稳定仪、针入度测定仪及软化点测定仪的数据串口进行改造，实现试验数据自动采集，统计沥青的试验温度、针入度、软化点、稳定度、流值等数据。

- a) 沥青针入度试验数据采集通过数据采集器、4G无线模块，实现对试验温度/℃、试针荷载/g、贯入时间/S、刻度盘初读数、刻度盘终 读数、针入度/0.1mm等数据实时采集，通过多次试验系统根据多组数据统计分析提供最佳试验结果。
- b) 沥青软化点试验数据采集通过数据采集器、4G无线模块，实现对试样恒温时间、试验环境温度、试验起始温度、1分钟末试验温度、2分钟末试验温度、3分钟末试验温度...14分钟末试验温度、沥青软化点温度等数据实时采集，通过多次同批次取样试验数据系统根据多组数据统计分析提供最佳试验结果。
- c) 沥青延度试验数据采集通过数据采集器、4G无线模块，实现对试验温度、延伸速度、1次试验延伸值/cm、2次试验延伸值/cm、3次试验延伸值/cm等数据实时采集，通过多次试验数据系统汇总后提供平均延度/cm。

相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.2-4 沥青三大试验联网监控设备技术要求

序号	主要设备	功能要求	主要技术要求
1	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。	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7×24小时全天候持续运行能力； 2. 工作温度-25° C~+75° C； 3. 工作湿度10%-90%无冷凝； 4. 平均无故障工作时间≥50000h。
2	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。	

6.2.5 电子天平联网监控

宜对试验室电子天平数据串口进行改造，实现电子天平数据的蓝牙无线传输功能，称重数据自动保存，实时调取至试验记录表。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.2-5 电子天平联网监控设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	电子天平	1. RS232串口数据传输；

		2. 支持二次开发； 3. 定制4G传送功能； 4. 蓝牙无线传输； 5. 支持精度范围：2kg精度0.01g、6kg精度0.1g、10kg精度0.1g、30kg精度1g。
--	--	---

6.2.6 试验室样品管理

宜通过对混凝土试块、钢筋等重点原材植入 RFID 电子芯片，并结合北斗定位技术，在样品取样、收样、试验检测以及样品销毁等环节实现对样品全生命周期的管理，确保样品全流程可回溯，实现对人-机-料的全方位监控，同时降低监控成本，提高监控效率。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.2-6 试验室样品管理设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	RFID	1. 写卡距离在0m~15m范围内； 2. 识别响应时间 $\geq 0.2s$ ； 3. 防护等级 $\geq IP34$ 。

6.2.7 现场检测联网监控

- 通过数据传输模块与静载试验设备实现数据关联，可提取试验过程中的加载压力、沉降、水平位移等数据，生成Q-s曲线，根据沉降随时间的变化特征确定极限承载力，并与设计承载力特征值进行对比，以此来对部位承载力进行检验和评价；
- 通过数据传输模块与低应变检测设备实现数据关联，可实时调取试验过程中的原始曲线、桩径、桩长等数据，并可维护经数据分析后的完整性类别、完整性说明、曲线图等数据，实现对原始数据的实时监控、分析结果的查询统计、展示功能；
- 通过数据传输模块与超声波检测设备实现数据关联，可实时调取试验过程中工程部位、桩号、桩径、桩长、各剖面的跨径、测点深度、波速、波幅、PSD值、波列图等数据，实现对原始数据的实时监控和回看；并可维护经数据分析后的各剖面波速、波幅临界值和平均值、完整性类别、完整性说明、曲线图等数据，实现对原始数据的实时监控、分析结果的查询统计、展示功能。

相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.2-7 现场检测联网监控设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	桩基超声波检测仪	1. 扫描速度 ≥ 20 次循环/秒； 2. 频带宽度1-500K； 3. 声波不确定度 $\leq 0.5\%$ ； 4. 测量精度（水平精度） $\pm 0.2\%FS$ ； 5. 测量范围300~11000mm(孔径)； 6. 最大测量深度100/150m； 7. 最大深度分辨率 $\leq 5mm$ ，深度误差 $\leq 0.1\%$ ； 8. 工作温度-20~+70℃。
2	低应变检测仪	1. 动态范围 $\geq 100dB$ ； 2. 传感器带宽0.1-9kHz； 3. 传感器灵敏度 $\geq 100mv/g$ ； 4. 传感器量程50g； 5. 传感器谐振频率23kHz。

6.3 施工机械设备

6.3.1 一般规定

- 6.3.1.1 施工机械设备包含主要施工机械、特种设备和施工车辆的管理。
- 6.3.1.2 主要施工机械、特种设备的管理应包含安装、运行、维护和拆除等全过程的智慧管理。
- 6.3.1.3 车辆管理应包含车辆的进出场、定位管理等。

6.3.2 主要施工机械

- 6.3.2.1 对施工现场的混凝土泵车、冲击钻机、旋挖机、挖掘机、平地机、推土机、压路机、摊铺机等主要施工机械的基本信息、进出场情况、分布与运行情况进行统计汇总，并具备设备台账管理功能。
- 6.3.2.2 主要施工机械应粘贴设备二维码或RFID标签，存储的信息包含设备名称、编号、规格型号、所属单位、进场时间、检验时间等。
- 6.3.2.3 对挖掘机、摊铺机等移动施工机械，应利用定位技术，实现施工现场机械的分布状况及作业轨迹监测，并记录其运行时间。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.3-1 施工机械定位设备技术要求

序号	主要设备	功能要求	主要技术要求
1	定位设备	对施工机械进行定位，记录现场施工的分布状况和运动轨迹。	1. 要求采集运动轨迹定位精度 $\leq 5\text{m}$ ，采样数 $\geq 5\text{次}/\text{min}$ ； 2. 要求硬件设备和服务器的时钟同步误差 $\leq 1\text{s}$ ； 3. 采集发送时长 $\leq 3\text{s}$ ； 4. 支持断点续传时间 24h 。
2	RFID	存储施工机械及设备的设备信息	1. 写卡距离在 $0\text{m}\sim 15\text{m}$ 范围内； 2. 识别响应时间 $\leq 0.2\text{s}$ ； 3. 防护等级 $\geq \text{IP}34$ ； 4. 工作温度： $-35^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

- 6.3.2.4 应针对主要的大型施工机械设备进行设备状态监测，包括：一体化架桥机、汽车吊、龙门吊、桥面吊机、塔吊等，监测系统应支持显示机械设备当前的工作参数。具体监控内容如下表所示：

表 6.3-2 大型施工机械设备监测要求

序号	设备	监控项
1	一体化架桥机	起重量、起升高度/下降深度、水平度、风速、支能垂直度
2	汽车吊	起重量、起重力矩、幅度、水平度、风速、回转角度
3	龙门吊	起重量、起升高度/下降深度、风速、
4	桥面吊机	起重量、起升高度/下降深度
5	塔吊	起重量、起重力矩、起升高度/下降深度、幅度、风速、回转角度
6	升降机	载重、楼层、吊笼门开合、防冲顶、倾角等数据

- 6.3.2.5 监测系统应避免误操作和超载，此系统可实时向操作者显示设备当前的工作参数，如关键部位受力、形变、倾斜幅度、力矩等，改变了以往靠操作者估计的经验操作。在达到额定载荷的90%时，系统会发出报警，提醒操作者注意，超过额定载荷时，系统可根据后台配置（对每台设备可分别配置是否启用自动断电功能）自动切断工作电源，强迫终止违规操作。

6.3.2.6 大型施工机械设备监测系统所用到的硬件有：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、同一或不同一轨道运行机构防碰撞装置、垂直传感器、超速保护装置、供电电缆卷筒安全限位、起升机构制动器、过孔、防后倾装置等等。

6.3.3 特种设备

6.3.3.1 特种设备使用应具备授权登记、人员识别等功能，人员被授权方可操作设备，并具有记录操作人员、操作时间的功能。

6.3.3.2 应具备自动提醒报警功能，临近检验和维护期的设备应自动提醒，检验证书超期应报警提示，设备运行状态下操作人员擅自离岗等违规行为应报警提示。

6.3.3.3 对于塔式起重机、门式起重机、升降机、架桥机、盾构机、挖泥船、固定式压力容器等特种设备应粘贴设备二维码或RFID标签，存储的信息包含设备名称、编号、规格型号、所属单位、进场时间、检验时间、特种设备注册登记信息、特种设备维护信息等。

6.3.3.4 对特种机械设备信息进行登记，包括设备基本信息、维修保养记录、检验报告、运行状态等，支持实时查询，设备状态感知。

6.3.3.5 在机械设备操作前，宜通过机械设备上安装的摄像头以及人脸识别技术，识别出设备操作人员是否具备操作权限。对于不具备操作权限的人员，系统会自动提醒并将数据传输至后台告警，相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.3-3 施工机械特种设备技术要求

序号	主要设备	功能要求	主要技术要求
1	人脸识别摄像机	应支持上传施工机械设备的运行时间、人员信息、抓拍照片等数据	1. 不低于400万像素，内置GPU芯片； 2. 镜头：采用电动变焦镜头； 3. 支持人脸检测及抓拍，人脸抓拍上报时延 $\leq 1s$ ； 4. 编码模式：支持H.265、H.264； 5. 补光类型：红外或白光，补光距离：不低于50m； 6. 接入标准：ONVIF、GB/T 28181。

6.3.4 车辆管理

6.3.4.1 应设置车辆门禁，具备门禁权限设定、车辆信息登记、车辆身份验证等功能，并具备车辆进出场台账管理等功能。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.3-4 车辆管理设备技术要求

序号	主要设备	功能要求	主要技术要求
1	车辆门禁	识别车辆信息，自动化控制出入 1. 具有车辆身份验证、车辆信息登记的功能； 2. 具有设定门禁权限的功能。	1. ≥ 200 万像素高清车牌识别摄像头，识别率白天 $\geq 99.8\%$ 、夜间 $\geq 99.6\%$ ； 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。
--	--	--	---

6.3.4.2 应对拌合站运输车辆、渣土车安装定位终端，具有运行轨迹实时监测等功能，其中拌合站运输车辆应能准确识别车辆信息、驾驶员信息、装料时间、运输路线、运输时间、卸料时间及摊铺时间等信息。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.3-5 拌合站运输车辆设备技术要求

序号	主要设备	功能要求	主要技术要求
1	拌合站运输车辆管理	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. 工作环境温度范围：-35℃~60℃； 8. 工作环境湿度范围：5%RH~95%RH； 9. 具有运行状态、电源异常状态告警指示； 10. 具有电源欠压、电源过压及电源短路保护等功能； 11. 工作频率：902MHz~928MHz/865~868MHz； 12. 支持协议1S018000-6C或IS018000-6B； 13. 通信接口Wigand26\S4\42、RS485，RS232数据接口； 14. 支持北斗、GPS定位。

6.3.4.3 宜对车辆出场前清洗状况进行监控，对未清洗干净的车辆进行预警提醒。

6.4 施工监测

6.4.1 施工环境监测

6.4.1.1 施工环境监测系统应包含但不限于扬尘监测、噪声监测、水质监测，其功能应符合下列规定：

- a) 扬尘监测：应包含PM2.5、PM10、PM100、环境温度、空气湿度、风速、风向等指标的实时监测功能，并具备雾炮机、喷淋系统等设备根据扬尘监测数据自动联动控制功能；
- b) 噪声监测：应具备噪声数据实时监测、本地显示等功能；
- c) 水质监测：应包含pH值、氯离子、悬浮物、浊度、石油类污染物等指标的实时监测功能。

6.4.1.2 施工环境监测设备部署应符合下列规定：

- a) 工地主出入口内侧设置扬尘监测点，设备监控半径≥500m，颗粒物采样口设置在距离地面3.5m±0.5m处，采样点距工地雾炮、喷淋等降尘设施的距离≥5m，且四周无遮挡；
- b) 房屋建筑工程的监测点距离基坑或项目主体结构不大于10m范围，或距离工程主要出入口不大于5m范围；
- c) 噪声监测点应在设置施工场界围墙外1m，高于围墙0.5m以上，且位于施工噪声影响的声照射区域。

6.4.1.3 环境监测的连接和上传数据应符合下列规定：

- a) 监测数据接入满足环境监测系统数据通讯协议，监测数据存储不少于90天；
- b) 实时上传扬尘、噪音、水质等监测数据。

6.4.1.4 施工环境监测设备技术要求应符合下表规定：

表 6.4-1 施工环境监测设备技术要求

序号	设备类型	监测项目	主要技术要求
1	颗粒物监测传感器	PM2.5、PM10	1. 测量范围：0~1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ； 2. 精度：1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ； 3. 测量误差： $\pm 10\%$ ； 4. 响应时间： $\leq 90\text{s}$ 。
2	气象参数传感器	温度	1. 测量范围： $-20^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ； 2. 精度： $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ； 3. 测量误差： $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ； 4. 响应时间： $\leq 1\text{s}$ 。
3		湿度	1. 测量范围：0% RH~100% RH； 2. 精度：0.1%； 3. 测量误差： $\pm 3\%$ ； 4. 响应时间： $\leq 1\text{s}$ 。
4		风速	1. 测量范围：0 $\text{m}/\text{s}\sim 35\text{m}/\text{s}$ ； 2. 精度：0.1 m/s ； 3. 测量误差： $\pm 1\text{m}/\text{s}$ ； 4. 响应时间： $\leq 0.5\text{s}$ 。
5		风向	1. 测量范围： $0^{\circ}\sim 359^{\circ}$ ； 2. 精度： 1° ； 3. 测量误差： $\pm 5^{\circ}$ ； 4. 响应时间： $\leq 0.5\text{s}$ 。
6	噪声传感器	噪声	1. 量程范围：30dB~130dB； 2. 精度：0.5db； 3. 测量误差： $\pm 3\text{dB}$ ； 4. 响应时间： $\leq 1\text{s}$ 。
7	水质传感器	水质指标	1. 测量精度误差： $\pm 5\%$ ； 2. 重复性误差： $\pm 5\%$ ； 3. 监测频次：不少1次/2月； 4. 监测时间：连续2天，1次/天。

6.4.2 基坑监测

6.4.2.1 基坑支护变形监测系统，是通过土压力盒、锚杆应力计、孔隙水压计等智能传感设备，实时监测在基坑开挖阶段、支护施工阶段、地下建筑施工阶段及竣工后周边相邻建筑物、附属设施的稳定情况，承担着对现场监测数据采集、复核、汇总、整理、分析与数据传送的职责，并对超警戒数据进行报警，为设计、施工提供可靠的数据支持。其功能应符合下列规定：

- a) 具备深基坑表面和内部位移监测、锚索索力监测、土压力监测、地下水位监测、降雨量监测、温湿度监测、支护结构监测功能；
- b) 通过土压力盒、锚杆应力计、孔隙水压计等智能设备传感器或深基坑智能测量机器人，实时监测基坑开挖阶段、支护施工阶段、地下建筑施工阶段及竣工后周边相邻建筑物、附属设施的稳定情况，并对超警戒数据进行报警；

c) 具备自定义监测频率，现场情况实时监测，云端监测数据查看等功能。

6.4.2.2 基坑监测系统应上传表面位移、内部位移、土压力、地下水位、降雨量、温湿度、锚索索力、支护结构土压力、视频监控等数据，及各监控参数的报警时间、报警数值等信息。

6.4.2.3 基坑监测系统设备技术要求应符合下表规定：

表 6.4-2 基坑监测系统设备技术要求

序号	系统设备	主要技术要求
1	激光位移传感器	1. 有效测距：0m~50m； 2. 位移量程：0mm~100mm； 3. 水平位移精度：±0.5mm； 4. 垂直位移精度：±0.1mm； 5. 供电：电池供电； 6. 通讯方式：4G/5G
2	接触式位移传感器	1. 测量精度：优于0.1mm/200mm； 2. 通讯方式：4G/5G。
3	应变传感器	1. 测量范围：-1500 $\mu\epsilon$ ~1500 $\mu\epsilon$ ； 2. 分辨率：1 $\mu\epsilon$ ； 3. 工作温度：-20℃~70℃。
4	轴力（反力）传感器	1. 精度：≤8kN/100kN； 2. 测量范围：根据基坑实际选择； 3. 工作温度：-20℃~70℃； 4. 测量温度精度：±0.5℃。
5	倾角传感器	高精度倾角计： 1. 量程：-15° ~15°； 2. 灵敏度：0.001°； 3. 测量轴：2轴； 低精度倾角计： 1. 量程：-30° ~30°； 2. 灵敏度：0.01°； 3. 测量轴：2轴； 孔隙水压力计： 1. 压力测量范围：0.2 MPa~6.0 MPa； 2. 分辨率：≤0.08 MPa； 3. 温度范围：-20℃~70℃； 4. 测量温度精度：±0.5℃； 地下水位计： 1. 工作温度：-20℃~70℃； 2. 温漂精度：≤±2℃/100℃； 3. 响应时间：≤10ms。
6	导轮式固定测斜仪	1. 量程：±30°； 2. 分辨率：±0.025mm/500mm； 3. 系统总精度：±3mm/30m； 4. 工作温度：-25~70℃。

6.4.3 边坡监测

6.4.3.1 应布置 GNSS、静力水准仪、裂缝计、雨量计、采集仪、固定式测斜仪、二维激光面阵计等高精度智能传感器，或通过高边坡智能测量机器人，融合物联网、云计算、AI 智能识别等技术，建立监测系统，应对边坡岩土体内部沉降、倾斜、错动、土壤湿度、孔

隙水压力变化等进行连续监测，及时捕捉边坡性状变化的特征信息。结合地表监测的雨量、位移等信息，对边（滑）坡的整体稳定性做出判断。其功能应符合下列规定：

- a) 高频率自动采集（坡）顶水平位移、墙（坡）顶竖向位移、围护墙深层水平位移、土体深层水平位移、墙后地表竖向位移等参数，具体应符合下表规定，其中涉及到环境监测、现场视频监控要求具体见6.1、6.4.1；
- b) 具备移动端APP、短信等多种通信方式实时报警功能。

表 6.4-3 边坡监测参数

序号	监测参数	仪器	备注
1	地表位移	北斗GNSS	地表位移、滑坡
2	内部位移	导轮式固定测斜仪	深部水平位移
3	地表不均匀沉降	静力水准仪	地表不均匀沉降
4	地表裂缝	拉线位移计	地表裂缝、危岩崩塌
5	地下水位	水位计	
6	土壤含水率	土壤温湿度计	
7	挡土墙压力	土压力计	
8	锚索/锚杆应力	锚索计/钢筋计	锚杆锚索应力监测
9	降雨量	雨量计	
10	环境温湿度	温湿度计	
11	风速风向	风速风向仪	
12	视频监控	摄像机	

6.4.3.2 边坡监测系统的部署应符合下列规定：

- a) 在边坡周界外稳定的部位和周界内稳定的部位布设监测点，且应在滑动量较大和滑动速度较快的部位增加布点；
- b) 人工高边坡监测点可根据边坡的高度、层(台)级和围护结构，按上、中、下成排布设，点间距宜根据边坡设计图纸或与设计人员共同确定。

6.4.3.3 边坡监测系统的连接和数据上传应符合下列规定：

- a) 上传水平位移传感器编号及数量、压力传感器编号及数量、倾斜传感器编号及数量等数据；
- b) 上传水平位移、压力、倾斜、监测编号、监测部位、以及各监控参数的报警时间、报警数值等数据。

6.4.3.4 边坡监测系统设备技术要求应符合下表规定：

表 6.4-5 边坡监测系统设备技术要求

序号	系统设备	主要技术要求
1	全站仪	测角精度：2" 测距精度：2mm
2	北斗/GNSS	平面2.5mm±0.5ppm 高程5mm±0.5ppm
3	智测桩/微芯桩	位移精度：0.2mm 倾斜精度：18"
4	光纤光栅	精度：<10 μ ε
5	激光测距	精度：5mm
6	拉线式位移计	精度：1mm
7	柔性测斜仪	精度：15"

		测量范围：-60° ~60°
8	固定式测斜仪	精度：15" 测量范围：-60° ~60°
9	单点位移计	精度：±0.5mm
10	多点位移计	精度：±0.5mm
11	裂缝计	精度：±1mm
12	沉降计	精度：±0.5mm
13	静力水准仪	精度：±0.5mm
14	倾角计	精度：0.01° 范围：±30°
15	土压力计	精度：±0.5%F.S
16	锚索计	精度：±0.5%F.S
17	钢筋计	精度：±0.5%F.S
18	雨量计	精度：±4%
19	孔隙水压计	精度：±0.5%F.S
20	水位计	精度：±20mm
21	土壤水分变送器	精度：±1%
22	土壤含水率测定仪	精度：±4%
23	加速度计	灵敏度：0.5V/g以上
24	流量计	精度：±4%
25	微震监测系统	灵敏度：0.5V/g以上
26	声发射仪	加速度：0.5V/g以上 速度：25V/(m/s)以上
27	监控摄像头系统	分辨率：不低于540P 帧率：不低于25帧/s

6.4.4 高支模监测

6.4.4.1 应在支架/高模架设备的关键部位安装智能传感器采集关键运行数据，实现设备运行情况监测，监测内容包括结构强度、沉降、变形、位移、应力、振动、温度等，对数据进行分析、汇总，以图表和文字的方式向管理人员实时显示设备的工作状态和参数。其功能应符合下列规定：

- 高频自动采集（坡）顶水平位移、墙（坡）顶竖向位移、围护墙深层水平位移、土体深层 水平位移、墙后地表竖向位移等参数；
- 应对采集的数据进行自动分析评估，超出规定范围时可以立即发出警报，通知管理人员。同时可对支架/高模架运行状态及故障信息可以进行实时记录和历史追溯；

6.4.4.2 高支模监测系统的部署应符合下列规定：

- 以混凝土柱、剪力墙等固定结构为参考点，设置水平位移传感器，监测高大模板支撑支架的整体水平位移；
- 以支模体系地面为参考点，在梁底，板底模板安装竖向位移传感器，监测模板沉降；
- 选取荷载较大或有代表性的立杆，在立杆顶托和模板之间安装压力传感器，监测立杆轴力；
- 选取对倾斜较敏感的杆件（如荷载较大或易产生水平位移的立杆），在杆件上端部安装倾角传感器，监测杆件倾角。

6.4.4.3 高支模监测系统应上传模板沉降和支架水平位移、立杆压力、杆件倾角、报警时间、报警数值等数据。

6.4.4.4 高支模监测系统设备技术要求应符合下表规定：

表 6.4-6 高支模监测系统设备技术要求

序号	监测项目	监测设备	主要技术要求
1	结构强度监测	应变计	1. 测量范围：满足设计受力要求； 2. 灵敏度： $1.0 \mu \varepsilon$ ； 3. 测温精度： $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。
2	结构振动监测	加速度计	1. 频率响应： $0 \sim 100\text{Hz}$ ； 2. 量程：不小于 5g 。
3	沉降监测	静力水准仪	1. 量程： $0\text{mm} \sim 200\text{mm}$ ； 2. 综合精度： $\pm 0.15\%\text{FS}$ ； 3. 长期稳定性： $\pm 0.2\%\text{FS}/\text{年}$ 。
4		激光测距仪	1. 量程： $0.5\text{m} \sim 50\text{m}$ ； 2. 精度： $\pm 1\text{mm}$ 。
5	位移监测	倾斜仪	1. 测量范围： $\pm 5^\circ$ ； 2. 分辨率： $10''$ ； 3. 测量精度： $\pm 0.01^\circ$ 。
6	温度监测	温湿度计	1. 温度测量精度： $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ； 2. 湿度测量精度： $\pm 2\%$

6.5 智慧拌合站

6.5.1 一般规定

6.5.1.1 应针对水泥混凝土拌合站、水泥稳定类拌合站、沥青混合料拌合站生产数据进行监控，实时采集拌合站生产数据信息（如拌合时间、拌合用料、工程部位等），依据阈值进行误差判定，发现异常数据及时预警上报，实现拌合站生产远程监控和在线管理。拌合站动态监控设备技术应符合以下规定：

表 6.5-1 拌合站动态监控设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	拌合站监控硬件设备	1. 准确度：传输丢包 $\leq 1/10000$ 条； 2. 读写精度：99%； 3. 采样频率 $\geq 5\text{次}/\text{min}$ ，采集间隔可实时授权传输； 4. 冷启动时间 $\leq 5\text{s}$ ； 5. 数据响应时长 $\leq 3\text{s}$ ； 6. 通信模块支持4G/5G； 7. 网络支持TCP/UDP透明数据传输，具备RS232/485接口、RJ45接口； 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： $-35^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ ； 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. 平均无故障工作时间 ≥ 50000 小时; 20. 接收灵敏度 $\leq -105\text{dBm}$, 发射功率 23dBm ; 21. 具有防静电、防浪涌等EMC安全隔离保护等功能, 适合在复杂的工控环境下使用。
--	--	---

6.5.2 水泥混凝土拌合站

6.5.2.1 水泥混凝土拌合站应包含但不限于拌合时间监控、拌合用料监控、拌合时间查询、材料用量查询、产能分析、误差分析、超标查询、混凝土拌合站管理、超标预警, 其功能应符合下列规定:

- a) 拌和时间监控: 具有实时采集生产过程中每盘拌料的拌和时间, 并对拌和时间阈值进行预警等功能;
- b) 拌和用料监控: 具有监控、采集生产过程中每盘拌料中材料的配比监控功能, 材料包括但不限于各类骨料、水泥、水、外加剂、粉料等;
- c) 拌和时间查询: 根据标段、拌合站名称、工程名称、施工部位、起止时间具有查询每盘拌料的拌和时间功能;
- d) 材料用量查询: 根据标段、拌合站名称、工程名称、施工部位、起止时间具有查询每盘拌料中材料用量情况;
- e) 产能分析: 通过标段、拌合站名称、施工部位、起止时间、查询类型(季度、月、周)查询产量情况, 根据产量, 通过图表的形式对比实际用量与配比用量;
- f) 误差分析: 通过标段、拌合站名称、工程名称、施工部位、起止时间等信息查询, 具有分析材料走势情况和误差走势情况;
- g) 超标查询: 通过标段、拌合站名称、工程名称、施工部位、起止时间等信息查询, 具有查看配合比的执行情况, 对不合格的数据进行预警;
- h) 混凝土拌合站管理: 通过设备名称、机构标号、设备编号等信息, 对混凝土拌合站的采集设备进行管理;
- i) 超标预警: 通过接收人、职务、发送时间、发送内容、发送状态、报警等级、设备类型等对超标信息进行报警。

6.5.3 沥青混合料拌合站

6.5.3.1 沥青混合料拌合站应包含但不限于生产数据监控、油石比与温度、试验室级配、沥青使用设置、沥青拌合站管理、超标预警, 其功能应符合下列规定:

- a) 生产数据监控: 具有查询每盘生产数据, 数据包含级配类型、产能、沥青、油石比、矿粉、出料温度、骨料等, 查看级配、合格情况, 对不合格数据进行预警;
- b) 油石比与温度: 通过标段、设备名称、级配类型、起止时间具有查询温度和油石比的趋势功能产能分析 通过设备名称、层级、起止时间、查询类型(季度、月、周)查询产量情况, 根据产量, 以图表形式查看时间段内材料实际用量;
- c) 试验室级配: 录入试验室通过筛分试验后计算的级配计算表;
- d) 沥青使用设置: 具有设置施工层级的沥青使用种类的功能;
- e) 沥青拌合站管理: 通过设备名称、机构标号、设备编号等信息, 具有对沥青拌合站的采集设备进行管理功能;
- f) 超标预警: 通过接收人、职务、发送时间、发送内容、发送状态、报警等级、设备类型等信息, 具有对超标信息进行报警的功能。

6.5.4 水稳拌和站

6.5.4.1 水稳智慧拌合站应包含但不限于生产数据查询、产能分析、试验室级配、水稳拌合站管理、超标预警，其功能应符合下列规定：

- a) 生产数据查询：具有查询每盘生产数据，数据包含施工层级、产能、材料数据（水泥、水、骨料）等，查看级配、合格情况，对不合格数据进行预警；
- b) 产能分析：通过设备名称、施工层级、起止时间、查询类型（季度、月、周）查询产量情况，根据产量，以图表形式查看时间段内材料实际用量；
- c) 试验室级配：录入试验室通过筛分试验后计算的级配计算表；
- d) 水稳拌合站管理：通过设备名称、机构标号、设备编号等信息，具有对水稳拌合站的采集设备进行管理的功能；
- e) 超标预警：通过接收人、职务、发送时间、发送内容、发送状态、报警等级、设备类型等信息，具有对超标信息进行报警的功能。

6.6 路基、路面工程施工

6.6.1 一般规定

针对路基、路面工程施工过程中布设各类监控系统及监测设备，至少应包含以下场景：

- a) 在施工过程中针对路基、路面各工作面布设视频监控设备（常规要求见6.1）、环境监测设备（常规要求见6.4.1）；
- b) 路基工程施工主要包括路基压实、沉降监测、水泥搅拌桩管控等；
- c) 路面工程施工主要包括面层摊铺、智能压实、拌合站生产管理（常规要求见6.5）及运输车辆（常规要求见6.3.4.2）管控。

6.6.2 路基沉降监测系统

路基沉降监测系统采用电测沉降计、水平位移计、土压力盒、孔隙水压计、柔性位移计等检测元件对软土路基沉降、软土深层水平倾斜等一系列参数进行连续监测，对验证各种设计参数和设计沉降量提供有力的数据支撑，对监测点数据进行比对分析及预警；通过有线或无线方式将监测点的应变值，应力值、压力值、拉力值、位移值及预警等数据实时上传。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.6-1 路基沉降监测系统设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	位移计	1. 类型：光纤光栅、振弦式； 2. 测量范围：0~100mm； 3. 灵敏度k：≤0.04mm/F； 4. 测量精度：±0.1%F.S； 5. 温度测量范围：-40℃~+150℃； 6. 温度测量精度：±0.5℃。
2	振弦式应变计	1. 应变测量范围：拉伸：1500με；压缩：1500με； 2. 灵敏度：0.5με； 3. 拟合精度：0.1%F.S/0.5%F.S； 4. 灵敏度：±0.1℃； 5. 绝缘电阻：≤50MQ。
3	软基深层应力盒	1. 支持垂直/水平方向； 2. 量程≥0.3MPa； 3. 灵敏度≤0.0001Mpa。
4	沉降仪	1. 配备沉降仪无线采集器、沉降仪防水电缆终端； 2. 类型：滑动式、电磁式； 3. 测量量程：50m, 100m；

		4. 测量精度：1mm～3.5mm； 5. 工作温度：－30℃～80℃。
--	--	---

6.6.3 水泥搅拌桩智能监控

水泥搅拌桩智能监控系统是运用物联网技术，通过施工设备上安装的流量计、陀螺仪、压力计等多种感应器件对施工过程数据进行实时采集，数据经网络基站上传至网络服务器后传送至移动端、PC端等终端设备上，实现对施工过程的远程、实时、多终端监控。水泥搅拌桩施工智能监控系统由制浆监控系统、打桩监测系统和数据实时存储、分析系统组成，对制浆、供浆、下钻、提钻等施工环节均可进行实时的施工数据采集。实施采集的桩桩深度、内钻杆电流、外钻杆电流、前后倾角、左右倾角、水泥浆密度、泥浆流速、喷浆状态或压力、钻杆状态等数据，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、作业时间等实时监测功能。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.6-2 水泥搅拌桩智能监控设备技术要求

序号	主要设备	功能要求	主要技术要求
1	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	1. 对每根桩分数段处理，最小分0.1m； 2. 制浆能力 $\geq 12\text{m}^3/\text{h}$ ； 3. 支持北斗：B1，B3；支持GPS：L1，L2； 4. 数据上传时长 $\leq 3\text{s}$ ； 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 $\geq 50000\text{h}$ 。

6.6.4 路基/路面智能压实

智能压实质量控制系统采用北斗高精度定位、GIS、智能压实算法等技术结合，将施工现场的碾压轨迹、遍数、速度、层厚、压实质量等信息进行采集、记录和分析并且将这些信息实时上传到智能压实质量控制系统并同步上传至IoT平台。实现了碾压作业时的实时指导和远程管理，降低人为的误差；将施工结果控制变为过程控制，有效提高碾压施工的质量。采集压路机的碾压速度、碾压遍数、碾压轨迹等相关数据。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.6-3 智能压实质量控制系统设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	智能压实质量控制设备	1. 防护等级要求达到IP66的要求； 2. 压路机的定位精度 $\leq 5\text{cm}$ ； 3. 压路机速度检测精度 $\leq 0.01\text{m}/\text{min}$ ； 4. 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； 5. 具有过压、欠压、短路保护功能（自恢复）； 6. 要求采集碾压过程的位置差分定位精度 $\leq 5\text{cm}$ ，速度精度偏差 $\leq 0.01\text{km}/\text{h}$ ； 7. 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 $\leq 0.5\text{s}$ ； 8. 采集到的实时监测数据发送给服务器时长 $\leq 3\text{s}$ ，无网发送到服务器上的时长 $\leq 24\text{h}$ 。
2	智能压路机	具有智能压路机或对压路机智能化改造。
3	智能压实监控系统	可提供数据接口，对接至平台。
4	数据智能传输终端	现场系统数据传输至平台。

6.6.5 路面智能摊铺

通过在摊铺机等施工机械上安装 GNSS 高精度定位传感器、温度传感器、数据采集器、数据显示等设备，对设备运行状态数据进行采集和分析，将摊铺机的移动轨迹及碾压变数直观的以图形化界面进行展示。系统对采集的数据进行自动分析，为驾驶员提供导航信息，为驾驶员进行智能压实导航，从而避免了漏压、过压等问题的发生。同时能够实时监测摊铺温度、速度等质量数据，系统自动生成摊铺温度云图、位置、速度波动等数据，并为质量回溯提供数据支撑。系统要求如下：

- a) 实时观测摊铺机的行走速度，阶段的摊铺里程。
- b) 实时观测铺面的温度，及整个断面的温度分布情况。
- c) 采集数据存储于设计的独立数据库中，可长期存储于服务器。
- d) 随时根据摊铺机编号，桩号等条件，查询摊铺作业状态，包括摊铺具体位置、摊铺、摊铺、轨迹等信息。

路面摊铺智能监控系统中相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.6-3 路面摊铺智能监控系统设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	路面摊铺智能监控设备	1. 实时动态定位精度厘米级； 2. 速度采集精度：±0.5km/h； 3. 支持北斗/GPS RTK双星多频； 4. 数据上传时长≤3s； 5. 支持断网数据续传功能； 6. 防护等级达到IP65以上； 7. 工作环境温度范围：-25℃~85℃； 8. 工作环境湿度范围：5%RH~95%RH； 9. 具有运行状态、电源异常状态告警指示； 10. 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； 11. 支持实时检测设备状态是否正常，当发生异常发出报警信息； 12. 满足车载宽压9V~36V输入，数据采集接口采用电气隔离设计； 13. 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。

6.7 桥梁工程施工

6.7.1 一般规定

6.7.1.1 通过在桥梁关键部位安装传感器，根据不同的受力、变形和构造特点，有针对性地进行布设，对施工期间桥梁的安全状态进行监测，结合传感器采集的数据，按照工法和结构形式不同，主要对普通节段桥、特殊节点桥及互通立交桥梁进行监测。包括：

- a) 普通节点桥监测项目：桥面沉降，桥面应变，桥面振动，桥墩倾角，桥墩位移，桥墩沉降；
- b) 排架拱桥监测项目：桥面沉降及线型，桥面应变，桥体振动，拱脚竖向位移，拱脚水平位移，吊杆拉力，拱部应变，环境监测，温度场监测；
- c) 高速匝道互通监测项目：主梁关键截面应变，桥体振动，桥墩倾角（H>16m），环境监测，温度场监测。

相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.7-1 桥梁工程施工设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	静力水准仪	1. 通讯协议: modbus 协议; 2. 测量范围: 0~2000mm; 3. 分辨率: 0.07mm; 4. 测量精度: 0.015%FS; 5. 工作温度: -40℃~80℃; 6. 工作湿度: 5%-95%; 7. 输出信号: RS485; 8. 防护等级: IP68。
2	位移计	1. 类型: 光纤光栅、振弦式; 2. 测量范围: 0~100mm; 3. 灵敏度k: $\leq 0.04\text{mm/F}$; 4. 测量精度: $\pm 0.1\%F.S$; 5. 温度测量范围: -40℃~+150℃; 6. 温度测量精度: $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。
3	倾角仪	1. 量程 $\pm 5^\circ$; 2. 分辨率 0.001° ; 3. 精度 0.003° ; 4. 灵敏度 $0.025\%FSR$; 5. 防护等级 IP67; 6. 工作温度 -40℃~85℃。
4	导轮式固定测斜仪	1. 标准量程: $\pm 30^\circ$; 2. 灵敏度: ± 10 弧秒 ($\pm 0.05\text{mm/m}$) ; 3. 测量深度: 0~200m; 4. 温度范围: -20℃~+80℃ 高程: $2.0\text{cm}+1\text{ppm(RMS)}$; 5. 工作电压: DC12v; 6. 静态电流: $80\text{mA}@25^\circ\text{C}$ 。
5	温度传感器	1. 电源电压: 5.5~15VDC; 2. 电源电流: 一般 $<1.5\text{mA}$; 3. 温度测量范围: -40~60℃。
6	光纤光栅裂缝计	1. 量程: 37mm; 2. 功耗(典型值): 0~5k电阻与电源正比; 3. 分辨率: 0.01m; 4. 输入电压: DC3~5V; 5. 精度: $\pm 0.01\text{mm}$; 6. 工作温度: -40℃~+80℃。
7	振弦式应变计	1. 量程 $3000\mu\epsilon$ 非线性度; 2. 直线: $\leq 0.5\%FSR$; 3. 多项式: $\leq 0.1\%FSR$; 4. 灵敏度 $1\mu\epsilon$; 5. 工作温度-20℃~80℃。

6.7.1.2 桥梁工程施工过程中至少应针对以下场景进行各类监测、监控设备布设:

- 在桥梁两端处布设视频监控设备(常规要求见6.1)、环境监测设备(常规要求见6.4.1);
- 在桥体各处布设位移、应变监测设备;
- 在梁场进行智慧梁场管理、预应力张拉监测、孔道压浆监测;
- 针对水泥混凝土拌合站及运输车辆(常规要求见6.6.3)进行管控。

6.7.2 连续梁线性监控

连续梁线形监控系统通过采集端软件读取全站仪和电子水准仪数据，对施工进行（高程方向和水平方向）线形监测，提升数据的及时性和准确性，从而规范连续梁线形监测工作。系统通过监测每个阶段设计值与目标值的偏差，确定下一节段立模标高，指导下一步施工。通过对偏差超限的控制，偏差超限及时上报，相关单位进行闭环处理，提升桥梁施工质量，助力连续梁顺利合龙。

6.7.3 节段梁精准控制

节段梁精确控制系统的主要功能包括：基于传感设备对架桥机、运梁车的姿态监控，对节段梁拼装过程的“六向调整”实时监测，节段梁提升及拼装过程中的位置实现自动感知，完成节段梁拼装的质量控制与风险预警。

运、架梁设备应用定位导航系统，以直观的平面地图展示运梁设备位置与状态，并结合胎压监测、雷达预测障碍物报警、视频监控等信息化手段实时监测预警，保障提运梁过程安全。

6.7.4 智慧梁场

6.7.4.1 智慧梁场管理系统

智慧梁场管理系统应实现制梁计划管理、梁板生产管理、二维码识别应用及联网数据采集等功能模块。系统对梁板生产过程中的制梁计划、材料用量估算进行管理；对梁板生产过程中的工序管理、制梁台座/存梁台座占用情况进行管理；通过二维码对梁体基本信息、原材料检验结果、施工过程数据、抽验结果进行管理。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.7-2 智慧梁场管理系统设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	智慧梁场	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； 15. 平均无故障工作时间≥50000h。

6.7.4.2 自动喷淋养护系统

自动喷淋养护系统应运用物联网技术，在梁场安装智能喷淋控制柜、潜水泵、止回阀、排气阀、压力储水罐、排污阀、温度传感器、湿度传感器、光照传感器、PLC 电磁阀等设备，并在梁场建设初期提前部署喷淋养护管道，系统提供自动任务喷淋养护和自动任务喷淋养护两种模式；系统实时采集梁场各台座环境数据并对数据进行分析报告并推送相关信息给梁场管理人员。系统自动保存所有喷淋养护的所有数据，如：台座的养护记录，养护

任务、用水量、温度、湿度、预警信息等，让每块梁板的养护记录可以溯源。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.7-3 自动喷淋养护系统设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	自动喷淋养护设备	1. 通信模块支持3G/4G/5G； 2. 养生构件温度、湿度数据可采集； 3. 温湿度传感器精度测量误差≤0.5%； 4. 24V蓄电池及充放电管理单元； 5. 防漏电、触电保护器。
2	自动喷淋联控	1. 设备支持多种启动模式，应包括平台远程启动； 2. 平台端应支持设备状态反馈设备支持控制电磁阀或水泵启动；设备满足4G/5G通讯，宜支持TCP/IP协议； 3. 设备工作温度应满足：-20℃~70℃

6.7.4.3 智能张拉监控

智能张拉监控系统应自动采集千斤顶的回缩量、伸长量、偏差、断丝滑丝等数据，具备预应力张拉数据的采集、存储、分析及预警。采集的数据应包括张拉应力、加载速率、停顿点、持荷时间等，并自动校核伸长值误差。系统发现异常数据后及时进行报警，实现对张拉质量的管理、分析以及预警等功能。

6.7.4.4 智能压浆监控

智能压浆监控系统应具备预应力压浆数据的采集、存储、分析及预警。采集的数据应包括每次压浆的时间、进浆量、注浆压力、保压时间等数据，应实时获取孔道压浆参数，系统发现异常数据后及时进行报警，实现对压浆质量的管理、分析以及预警等功能。

6.8 隧道工程施工

6.8.1 一般规定

6.8.1.1 通过在隧道工程施工现场安装人车分离门禁、人员定位设备，有害气体、结构监测等各类监控、监测传感设备，实现对隧道进出洞人员、车辆、有害气体、隧道结构等的数据采集和分析，从而加强隧道施工过程中的安全生产管控，监测传感设备的布设点位应根据工程实际情况布设。

6.8.1.2 隧道工程施工过程中至少应针对以下场景进行各类监测、监控设备布设：

- a) 在隧道洞口处布设视频监控设备（常规要求见6.1）、人车分离门禁设备、考勤识别设备；在隧道洞内处布设人员定位设备、有害气体监测设备；
- b) 在隧道掌子面处布设语音呼叫设备、视频监控设备（常规要求见6.1）、安全步距监测设备；
- c) 在隧道施工环境内还应布设环境监测设备（常规要求见6.4.1）、盾构机监控、隧道内施工自动化监测系统等。

6.8.2 人车分离门禁

应在隧道口安装人车分离系统，实现一人一卡，一车一杆的基本要求。杜绝外部人员及车辆进入隧道产生安全隐患。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.8-1 人车分离系统设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	车辆门禁	1. ≥200万像素高清车牌识别摄像头，彩色 0.022Lux@(F1.2, AGCON)，黑白0.011Lux@(F1.2, AGC

		ON); 2. 双灯一体化: 内置红外白光一体化灯珠, 有效满足不同的场景需求; 3. 车牌识别种类: 能够识别民用车牌, 新能源车牌, 警用车牌, 2012式新军用车牌, 2012式武警车牌等; 4. 具备脱机使用功能; 5. 多种触发模式: 支持线圈触发、视频触发等多种触发模式; 捕获率高, 纯视频识别, 纯视频抓拍时可捕获无车牌, 捕获率999.5%以上; 6. 工作温度: $-25^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$; 7. IP67防水等级, 超强防水机身。
2	门禁闸机	1. 人员通行效率支持25-30人/分钟; 2. 工作温度: $-10^{\circ}\text{C}\sim +55^{\circ}\text{C}$; 3. 工作湿度: $\leq 93\%\text{RH}$ 无凝露; 4. 人员通行通道在接收到人脸识别考勤系统的信号自动打开道闸; 5. 人员通道机盖应采用优质201不锈钢材料, 机箱采用优质201不锈钢材料, 结构稳定坚固; 6. 人员通道应支持防冲撞功能: 闸杆在未授权时, 无法用外力推动; 7. 人员通道应支持扩展认证方式; 8. 人员通道应支持延时自动复位; 9. 人员通道应支持断电通行: 断电时, 闸杆自动掉落, 人员可自由通行, 防止恐慌。

6.8.3 人员定位

应针对隧道内的人员实时定位功能, 可利用 GPS、北斗、UWB、RFID、ZigBee3.0 等相关定位技术, 实现人员实时定位功能, 对超出工地范围内的定位信息可自动预警报警。相应设备技术要求应符合下表规定:

表 6.8-2 人员定位设备技术要求

序号	主要设备	功能要求	主要技术要求
1	人员定位	对隧道内施工人员进行定位, 记录隧道内人员分布状况和运动轨迹。	1. 采集运动轨迹定位精度 $\leq 5\text{m}$, 采样数3次/s; 2. 硬件设备和服务器的时钟同步误差 $\leq 1\text{s}$; 3. 将采集到的实时监测数据发送给服务器时长 $< 3\text{s}$ 。
2	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0m-5m范围内; 2. 平均无故障时间 $\geq 70000\text{h}$; 3. 工作寿命 ≥ 5 年。
3	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0m~15m范围内; 2. 识别响应时间 $\geq 0.2\text{s}$; 3. 防护等级 $\geq \text{IP34}$ 。

6.8.4 有害气体监测

在隧道掌子面区域安装有害气体监测终端, 必选项为甲烷、二氧化硫、一氧化碳、粉尘、含氧量等相关监测传感器, 对气体参数超限自动报警或者异常变化自动报警, 将监测

数据传送到服务器的数据库中，系统对数据统计分析，提供有害气体超标预警。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.8-3 有害气体监测设备技术要求

序号	主要设备	功能要求	主要技术要求
1	有害气体监测	应能采集甲烷、一氧化碳、二氧化硫、硫化氢等有害气体的浓度数据	1. 具有对隧道内一氧化碳、二氧化硫、甲烷、氧气等在线动态监测、历史数据追溯、数据综合查询、数据统计分析、超标数据预警的功能； 2. 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 3. 点漂移：≤±2%F.S./d； 4. 量程漂移：≤±2%F.S./d； 5. 采样流量：2.0L/min±0.2L/min； 6. 工作环境温度：-40℃~75℃； 7. 工作环境湿度小于95%RH，不凝露。
2	有害气体感应终端	/	1. 工作电压DC 24V（12-30V）； 2. 工作温度-20℃~+50℃； 3. 工作湿度10~95%RH； 4. 工作压力86~106Kpa； 5. 分辨率0.001、0.01、0.1、1、2、5； 6. 单位PPM、%LEL、%VOL、mg/m ³ 、ug/m ³ ； 7. 精确度≤±3%（个别气体有所差异）； 8. 重复性≤±1%； 9. 线性误差≤±1%。

6.8.5 隧道语音通讯

隧道洞口监控室与隧道掌子面应建设语音通讯系统，实现隧道口监控室与隧道内的双向可视对讲、应急广播、语音呼叫等功能。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.8-4 隧道语音通讯设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	网络寻呼话筒	1. 安卓系统，10.1寸彩色IPS触摸屏，支持第三方app安装； 2. 支持对指定的分区或终端进行实时广播、喊话或者播放媒体库文件； 3. 支持获取平台下发的终端列表和媒体库文件； 4. 音频输入：内置全指向mic(双mic)&外置听筒mic&外置鹅颈mic&3.5mm咪头； 5. 音频输出：内置spk&外置听筒spk&3.5mm咪头&外接功放； 6. 供电：12VDC/标准POE。
2	120W网络高清号角	1. 额定功率120W； 2. 广播采样率：8KHz~48KHz；

		3. 量化位数: 16bit; 4. 信噪比: $\geq 90\text{dB}$; 5. 灵敏度: 90dB ; 6. 频率响应: $100\text{Hz}-16\text{KHz}$; 7. 音频压缩标准: /G. 711U/G. 711A/MP3; 8. 音频压缩码率: 64Kbps ; 9. 音频文件格式: .mp3/.wav; 10. 工作温度: $-30^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$; 11. 工作湿度: $10\%-90\%$; 12. 防水等级: IP65。
3	融合通信	1. 支持各类SIP终端的接入; 2. 支持音视频通话及会议录音录像, 可配置存储周期, 容量扩充; 3. 支持WebRTC即时消息、音视频通话、视频会议; 4. 支持融合通信APP即时消息、视频会议、IP电话及手机等拨打、通讯录。
4	工地广播	1. 室外音柱: 额定功率: $20\text{W}/4\Omega$; 灵敏度: $90\text{dB}\pm 2\text{dB}$; 内置喇叭单元: 高保真喇叭; 频率响应: $100\text{Hz}\sim 18\text{KHz}$; 输入电压: $\text{DC}10\text{V}-15\text{V}/2\text{A}$; 输入阻抗: $10\text{K}\Omega$; 接口类型: 音频输入; 传输线缆: 2芯音频输入口; 2芯报警开关量。 2. 广播主机: 电源、功耗: $\text{DC}12\text{V}/10\text{A}$, $<50\text{W}$; 显示屏幕: 触控屏; 硬盘: $\geq 120\text{G}$ 固态硬盘; 内存: $>4\text{GB}$; 网络通讯协议: TCP/IP、UDP、ARP、ICMP、IGMP; 网络芯片速率: $10/100\text{Mbps}$; 音频编码: MP2/MP3/PCM/ADPCM; 音频采样: $16\text{kbps}-192\text{kbps}$; 信噪比/频响: LINE: $\geq 70\text{dB}$, MIC: $>$; 70dB , $20\text{Hz}-20\text{KHz}$; 接口: >2 个RJ45网口、 ≥ 2 个USB口、 ≥ 1 个HDMI接口、 ≥ 1 路线路输入、 ≥ 1 路; 线路输出、 ≥ 1 路话筒输入。 3. 寻呼话筒: 电源、功耗: $\text{DC}24\text{V}/\text{I} < 4\text{W}$ 网络通讯协议: TCP、UDP、ARP、ICMP、IGMP、HTTP、FTP; 网络芯片速率: $10/100\text{Mbps}$; 音频编码格式: WAV; 音频采样、位率: $8\text{kHz}-44.1\text{kHz}$, 16bit , $8\text{kbps}-320\text{kbps}$ 内置功放功率: 1W ; 信噪比、频响: $>90\text{dB}$, $20\text{Hz}-16\text{KHz}$; 接口: 1个RJ45网络接口、1个电源开关、1个USB接口、1路报警输入、1路报警输出、1路线路输入、1路线路输出、1路麦克输入, 1路耳机输出。

6.8.6 安全步距监测

宜采用毫米波雷达技术对二衬到掌子面距离进行实时监控, 动态反应隧道施工过程中二衬施工的跟进速度, 实时掌握安全步距数据, 为步距超标提供实时预警。相应设备技术要求应符合下表规定:

表 6.8-5 安全步距监测设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	安全步距仪 (主站)	1. 信号覆盖600米以上(可视距离), 含基站本体、安装支架、14dbi定向天线两条、连接馈线2条, $12\text{V}/1.5\text{A}$ 开关电源, 综合尾线。 2. 工作电压 12V , 电流 $<500\text{mA}$, 定位精度 $10-50\text{cm}$ (无遮挡) 1维定位, 定位精确优于 30cm 。 3. 防爆等级: Ex ib IIB T4 Gb, 可以和定位基站复用。

2	安全步距仪参考点	1. 检测二衬、仰拱和开挖台车三个点位，常规安装固定在二衬和开挖台车上，锂电池容量5000mah、可视测距<300米、测量精度±10cm。 2. 测量频率可调，工作频率：3.5-6.5 GHz 通讯协议：IEEE802.15.4-2011工作信道：Channel2 Channel15支持上位机调整支持看门狗，提供电源、数据发送指示灯，防护等级：IP65工作温度：-30℃~70℃外形尺寸：115*90*58mm
---	----------	---

6.8.7 隧道内施工自动化监控系统

- a) 盾构运行监控系统：通过研究隧道盾构机自身监控系统的信息的传输，实现设备的状态智能化监控，对盾构机运行过程的数据利用传感器进行实时收集，对数据进行分析后，采用页面和曲线的可视化方式进行展示，将复杂的数据以图表的形式进行展示，为管理人员提供直观的数据查看方式。
- b) 注浆监控系统：通过集成盾构机系统数据，应支持实时展示盾构机同步注浆量、注浆压力，对于超出预警值范围的数据进行预警，可实现对隧道注浆工艺的质量保障。系统自动记录注浆历史数据，宜根据盾构过程的时间、进度、日/周/月报进行统计。同时基于同步注浆量、注浆压力、时间、地表沉降等参数进行对比分析，依照分析结果指导施工人员及时调整注浆参数。
- c) 隧道断面三维激光扫描：通过三维激光扫描仪对隧道开挖断面进行扫描，生成高精度的点云模型，利用专业软件计算隧道开挖断面与设计断面的超欠挖方量、断面质量，推算开挖平整度，应按照相应规范要求分析，分析结果自动上传至系统。对超欠挖、断面质量出现的问题，按流程进行闭环管理。同时，数据宜支持为后续灌浆监测、脱空检测、混凝土实际使用方量核算提供数据基础。相应设备技术要求应符合下表规定：

表 6.8-6 自动化监控系统设备技术要求

序号	主要设备	主要技术要求
1	三维激光扫描仪	1. 最高精度0.020mm; 2. 最高扫描速率1,350,000次测量/秒1,650,000次测量/秒; 3. 最大扫描面幅1440mm×860mm; 4. 激光类别ClassII(人眼安全); 5. 最高分辨率0.010mm; 6. 最高体积精度标准0.015mm+0.030mm/m; 7. 输出格式:.stl, .ply, .obj, .igs, .xyz, .dae, .fbx, .ma, .asc等; 8. 工作温度-10℃~40℃。

- d) 隧道衬砌雷达AI智能检测系统：隧道二衬施工完成后，宜支持利用雷达检测仪对衬砌的厚度、钢筋数量、隧道空洞等情况进行，而隧道雷达检测仪输出的图形存在着人工识别难，且工作量，导致隧道施工问题难以及时发现。本系统可借助AI技术，对雷达检测仪输出的检测数据进行自动分析判断并出具检测报告。

7 数据接口

7.1 数据接口建设内容应包括：数据内容及接口、数据类型、数据格式、传输方式、传输频率。其中数据接口应包含三种形式，即信息资源基础服务接口、资源服务接口（发现接口、资源接口）、信息资源管理服务接口。其中，信息资源基础服务接口是将资源服务接

口和管理接口中基础性的操作定义成一个公共接口。这 3 类接口应实现信息资源的发现功能、检索功能和管理功能并满足下列要求：

- a) 应采用标准的SOA规范，基于HTTP协议的Web Service 服务实现JSON业务数据接入。数据交换应支持多种数据格式的传递，包括数据对象、XML、文件；
- b) 支持跨语言、操作系统调用。

7.2 数据接口应公开发布，实现各系统间数据共享。

7.3 数据接口应包含所有业务系统及智能联网设备。

7.4 数据接口要求应符合表 7.4 的规定。

表 7.4 数据接口要求

序号	项目	项目要求
1	数据内容及接口	提供项目管理、人员管理、设备管理、物料管理、质量管理、安全管理、生态环保、BIM模型访问接口。
2	数据类型	结构化数据。
		非结构化数据。
3	数据格式	应实现各数据类型的标准化，统一编码。
		应支持JSON、XML、TXT等数据交换格式。
		数据内容应包含数据唯一标识、项目唯一编号、采集设备唯一编码、数据采集时间等。
4	传输方式	支持从施工现场采集。
		支持从其它管理系统共享同步。
		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。
		采用HTTP、MQTT、SNMP等互联网通信协议进行网络传输。
5	传输频率	采集数据应按设置频率周期进行数据传输，传输频率应支持可配置，支持按天、小时、分钟、秒设置。
		报警数据应在产生时及时传输。

8 运行与维护

8.1 运维维护规定

8.1.1 运行与维护对象包括但不限于网络系统、主机和存储系统、数据库和软件系统。

8.1.2 具备操作手册、系统维护手册、系统架构手册等常规运维指导文件。

8.1.3 具备运维巡检计划，进行预防性维护。

8.1.4 具备故障响应、应急处理流程方案。

8.1.5 具备备份和故障后恢复的准备工作。

8.2 运维维护管理

8.2.1 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。

8.2.2 应按照运维巡检计划填写日常运维记录。

- 8.2.3 应做到故障及时发现、及时报告、及时解决和及时存档。
- 8.2.4 运行与维护的全部过程应进行记录和存档，并应对每次故障记录进行分析。
- 8.2.5 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和测试。
- 8.2.6 应定期对设备内外部进行清洁工作。
- 8.2.7 应建立重点设备、特征设备日常运维记录，并严格遵守国家关于特种设备使用、维护等相关方面的规定。
- 8.2.8 应做好备份和故障后恢复的准备。
- 8.2.9 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。
- 8.2.10 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。
- 8.2.11 选择在施工现场空闲时间进行系统运行维护。
- 8.3 系统升级管理**
 - 8.3.1 具备硬件设备操作系统、业务中间件软件、业务应用系统和数据库的优化配置。
 - 8.3.2 系统根据负载情况进行动态扩容，提升处理能力。
 - 8.3.3 利用自动化运维技术实现自动化编译、测试、部署、启动、运行。
 - 8.3.4 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。
 - 8.3.5 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
(资料性)
数据资源表

A.1 试验环境管理信息数据，见表A.1。

表 A.1 试验环境管理信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	项目名称		字符型	
2	合同段编号		字符型	
3	试验室名称		字符型	
4	布点位置名称		字符型	
5	日期		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss 实时传输值（每五分钟传输一次）
6	温度	℃	数字型	实时传输值（每五分钟传输一次）
7	湿度	%	数字型	实时传输值（每五分钟传输一次）
8	温度预警值	℃	数字型	
9	湿度预警值	%	数字型	
10	预警信息		字符型	

A.2 试验机数据的第一类：钢筋原材拉伸试验、钢筋焊接件拉伸试验、钢筋机械连接件拉伸试验参照表，见表A.2a～A.2c。

表A.2a 试验机台账信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	项目名称		字符型	
2	合同段编号		字符型	
3	试验室名称		字符型	
4	试验类型		字符型	钢筋原材拉伸试验、钢筋焊接件拉伸试验、钢筋机械连接件拉伸试验
5	仪器设备编号		字符型	
6	样品编号		字符型	一个样品编号数据
7	样品数量		数字型	
8	试验日期		日期型	yyyy-mm-dd

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
9	上传日期		日期型	yyyy-mm-dd
10	牌号		字符型	
11	公称直径	mm	数字型	
12	工程部位/用途		字符型	
13	合格判定		字符型	合格 不合格 空

表A. 2b 试验机结果信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	每个试件编号		字符型	一个试件的编号，一个样品编号对应多个子样品编号
2	样品编号		字符型	一组试件的编号
3	最大荷载	kN	数字型	
4	抗拉强度	MPa	数字型	
5	屈服荷载	kN	数字型	
6	下屈服强度	MPa	数字型	
7	上屈服荷载	kN	数字型	
8	上屈服强度	MPa	数字型	
9	合格判定		字符型	合格 不合格 空

表A. 2c 过程信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	每个试件编号		字符型	一个试件的编号
2	荷载	kN	数字型	一个试件编号对应多组过程数据，实时数据采集
3	试验时间		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss
4	应变		数字型	

A. 3 试验机数据的第二类：水泥混凝土立方体抗压强度试验、水泥砂浆立方体抗压强度试验、水泥胶砂抗压强度试验、水泥胶砂抗折强度试验、水泥混凝土抗折强度试验、水泥混凝土芯样抗压强度试验参照表A. 3a~A. 3c。

表A. 3a 试验机台账信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	项目名称		字符型	
2	合同段编号		字符型	
3	试验室名称		字符型	
4	试验类型		字符型	水泥混凝土立方体抗压强度试验、水泥砂浆立方体抗压强度试验、水泥胶砂抗压强度试验、水泥胶砂抗折强度试验、水泥混凝土抗折强度试验、水泥混凝土芯样抗压强度试验
5	仪器设备编号		字符型	
6	样品编号		字符型	一个样品编号数据
7	样品数量		数字型	数量+单位
8	试验日期		日期型	yyyy-mm-dd
9	上传日期		日期型	yyyy-mm-dd
10	强度等级		字符型	
11	规格尺寸		字符型	
12	龄期	(d)	数字型	
13	工程部位/用途		字符型	
14	强度取值	MPa	数字型	
15	达到强度百分比	%	数字型	
16	合格判定		字符型	合格 不合格 空

表A. 3b 试验机结果信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
万能试验机				
1	每个试件编号		字符型	一个试件的编号，一个样品编号对应多个试件编号
2	样品编号		字符型	一组试件的编号
3	加荷速度	kN/s	数字型	
4	极限荷载-抗折	kN	数字型	
5	抗折强度	MPa	数字型	

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
6	极限荷载-抗压	kN	数字型	
7	抗压强度	MPa	数字型	

表A. 3c 试验机台账信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
压力机/万能试验机				
1	每个试件编号		字符型	一个试件的编号
2	荷载	kN	数字型	一个试件编号对应多组过程数据，实时数据采集
3	试验时间		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss

A. 4 预应力施工监测信息参照表A. 4。

表A. 4 构件信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	项目名称		字符型	
2	合同段编号		字符型	
3	预制梁场名称		字符型	
4	梁编号		字符型	梁的唯一识别码
5	混凝土浇筑日期		日期型	yyyy-mm-dd
6	混凝土浇筑日期		日期型	yyyy-mm-dd
7	混凝土浇筑日期		日期型	yyyy-mm-dd
8	工程部位		字符型	
9	结果		字符型	合格 不合格 漏传数据

A. 5 后张法张拉数据：一个梁编号对应多个钢束编号，每个钢束编号对应多个千斤顶/油表编号，以下内容以千斤顶/油表编号为维度展示，参照表A. 5a～A. 5b。

表A. 5a 千斤顶/油表编号对应的结果信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	梁编号		字符型	梁的唯一识别码
2	孔道摩阻系数		数字型	
3	混凝土浇筑日期		日期型	yyyy-mm-dd

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
4	张拉日期		日期型	yyyy-mm-dd
5	张拉时混凝土强度	MPa	数字型	
6	钢束编号		字符型	预应力束的唯一识别码
7	钢绞线内缩量均值	mm	数字型	
8	千斤顶/油表编号		字符型	
9	设计张拉力	kN	数字型	
10	理论伸长量	mm	数字型	
11	总伸长量	mm	数字型	
12	预应力筋锚固回缩量	mm	数字型	
13	伸长量偏差	%	数字型	
14	滑丝情况		字符型	
15	是否合格		字符型	合格 不合格 空

表A. 5b 每个千斤顶/油表编号对应的各级行程的过程值信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	千斤顶/油表编号		字符型	
2	千斤顶/油表标定日期		日期型	yyyy-mm-dd
3	位移计标定日期		日期型	yyyy-mm-dd
4	行程比例	%	数字型	
5	张拉力	KN	数字型	
6	油表读数	MPa	数字型	
7	伸长量	mm	数字型	

A. 6 压浆数据：一个梁编号对应多个孔道编号，以下内容以每个孔道编号为维度展示，参照表A. 6a~A. 6b。

表A. 6a 孔道编号对应的结果信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	梁编号		字符型	梁的唯一识别码
2	压浆日期		日期型	yyyy-mm-dd
3	孔道编号		字符型	

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
4	压浆模式		字符型	
5	压浆方向		字符型	
6	设计配合比		字符型	水泥：压浆剂：水
7	水胶比		字符型	
8	搅拌时间	s	数字型	
9	开始时刻		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss
10	结束时刻		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss
11	进浆压力	MPa	数字型	
12	返浆压力	MPa	数字型	
13	持压时间	min	数字型	
14	压浆量	L	数字型	
15	理论量	L	数字型	
16	真空泵压力	MPa	数字型	
17	是否合格		字符型	合格 不合格 空

表A. 6b 每个孔道编号对应的过程值信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	孔道编号		字符型	
2	时间		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss
3	压力表标定日期		日期型	yyyy-mm-dd
4	进浆压力	MPa	数字型	
4	返浆压力	MPa	数字型	
5	进浆量	L	数字型	
6	返浆量	L	数字型	

A. 7 拌和站信息参照表A. 7a~A. 7d。

表A. 7a 拌和站台账信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	项目名称		字符型	
2	合同段编号		字符型	

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
3	拌和站名称		字符型	
4	拌和机编号		字符型	
5	拌和类型		字符型	水泥混凝土 无机结合料 沥青混凝土
6	出料时间		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss
7	生产状态		字符型	
8	状态		字符型	在线 离线
9	安装地址		字符型	

表A. 7b 水泥混凝土生产信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	每盘拌和编号		字符型	每个拌和机编号对应的一组数据，每盘拌和完成，发送一次数据
2	拌和机编号		字符型	
3	方量	m ³	数字型	
4	工程部位/用途		字符型	
5	开始时间		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss
6	出料时间		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss
7	搅拌时长	(s)	数字型	
8	强度等级		字符型	
9	水泥1理论用量	kg	数字型	
10	水泥1实际用量	kg	数字型	
11	水泥1比例误差	%	数字型	
12	水泥2理论用量	kg	数字型	
13	水泥2实际用量	kg	数字型	
14	水泥2比例误差	%	数字型	
15	细集料1理论用量	kg	数字型	
16	细集料1实际用量	kg	数字型	
17	细集料1比例误差	%	数字型	

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
18	细集料2理论用量	kg	数字型	
19	细集料2实际用量	kg	数字型	
20	细集料2比例误差	%	数字型	
21	粗集料1理论用量	kg	数字型	
22	粗集料1实际用量	kg	数字型	
23	粗集料1比例误差	%	数字型	
24	粗集料2理论用量	kg	数字型	
25	粗集料2实际用量	kg	数字型	
26	粗集料2比例误差	%	数字型	
27	粗集料3理论用量	kg	数字型	
28	粗集料3实际用量	kg	数字型	
29	粗集料3比例误差	%	数字型	
30	粗集料4理论用量	kg	数字型	
31	粗集料4实际用量	kg	数字型	
32	粗集料4比例误差	%	数字型	
33	粗集料5理论用量	kg	数字型	
34	粗集料5实际用量	kg	数字型	
35	粗集料5比例误差	%	数字型	
36	掺合料1理论用量	kg	数字型	
37	掺合料1实际用量	kg	数字型	
38	掺合料1比例误差	%	数字型	
39	掺合料2理论用量	kg	数字型	
40	掺合料2实际用量	kg	数字型	
41	掺合料2比例误差	%	数字型	
42	外加剂1理论用量	kg	数字型	
43	外加剂1实际用量	kg	数字型	
44	外加剂1比例误差	%	数字型	
45	外加剂2理论用量	kg	数字型	
46	外加剂2实际用量	kg	数字型	

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
47	外加剂2比例误差	%	数字型	
48	外加剂3理论用量	kg	数字型	
49	外加剂3实际用量	kg	数字型	
50	外加剂3比例误差	%	数字型	
51	用水量理论用量	kg	数字型	
52	用水量实际用量	kg	数字型	
53	用水量比例误差	%	数字型	
54	水灰比理论值		数字型	
55	水灰比实际值		数字型	
56	水灰比误差		数字型	
57	预警等级		字符型	空 初级 中级 高级
58	采集时间		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss

表A. 7c 无机结合料生产信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	每次拌和出料编号		字符型	每分钟发送一次数据
2	拌和机编号		字符型	
3	工程部位/用途		字符型	
4	开始时间		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss
5	出料时间		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss
6	生产时间	s	数字型	
7	总质量	kg	数字型	
8	骨料质量	kg	数字型	
9	水泥1实际用量	kg	数字型	
10	水泥1设计比例	%	数字型	
11	水泥1实际比例	%	数字型	
12	水泥1比例误差	%	数字型	
13	水泥2实际用量	kg	数字型	

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
14	水泥2设计比例	%	数字型	
15	水泥2实际比例	%	数字型	
16	水泥2比例误差	%	数字型	
17	细集料1实际用量	kg	数字型	
18	细集料1设计比例	%	数字型	
19	细集料1实际比例	%	数字型	
20	细集料1比例误差	%	数字型	
21	细集料2实际用量	kg	数字型	
22	细集料2设计比例	%	数字型	
23	细集料2实际比例	%	数字型	
24	细集料2比例误差	%	数字型	
25	粗集料1实际用量	kg	数字型	
26	粗集料1设计比例	%	数字型	
27	粗集料1实际比例	%	数字型	
28	粗集料1比例误差	%	数字型	
29	粗集料2实际用量	kg	数字型	
30	粗集料2设计比例	%	数字型	
31	粗集料2实际比例	%	数字型	
32	粗集料2比例误差	%	数字型	
33	粗集料3实际用量	kg	数字型	
34	粗集料3设计比例	%	数字型	
35	粗集料3实际比例	%	数字型	
36	粗集料3比例误差	%	数字型	
37	粗集料4实际用量	kg	数字型	
38	粗集料4设计比例	%	数字型	
39	粗集料4实际比例	%	数字型	
40	粗集料4比例误差	%	数字型	
41	粗集料5实际用量	kg	数字型	
42	粗集料5设计比例	%	数字型	

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
43	粗集料5实际比例	%	数字型	
44	粗集料5比例误差	%	数字型	
45	掺合料1实际用量	kg	数字型	
46	掺合料1设计比例	%	数字型	
47	掺合料1实际比例	%	数字型	
48	掺合料1比例误差	%	数字型	
49	掺合料2实际用量	kg	数字型	
50	掺合料2设计比例	%	数字型	
51	掺合料2实际比例	%	数字型	
52	掺合料2比例误差	%	数字型	
53	外加剂1比例误差	%	数字型	
54	外加剂2实际用量	kg	数字型	
55	外加剂2设计比例	%	数字型	
56	外加剂2实际比例	%	数字型	
57	外加剂2比例误差	%	数字型	
58	外加剂3实际用量	kg	数字型	
59	外加剂3设计比例	%	数字型	
60	外加剂3实际比例	%	数字型	
61	外加剂3比例误差	%	数字型	
62	水用量实际用量	kg	数字型	
63	水用量设计比例	%	数字型	
64	水用量实际比例	kg	数字型	
65	水用量比例误差	%	数字型	
66	剂量设计比例	%	数字型	
67	剂量实际比例	%	数字型	
68	剂量比例误差	%	数字型	
69	采集时间		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss
70	预警等级		字符型	空 初级 中级

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
				高级

表A. 7d 沥青混凝土生产信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	每盘拌和编号		字符型	每盘拌和完成，发送一次数据
2	拌和机编号		字符型	
3	混合料类型		字符型	
4	工程部位/用途		字符型	
5	总质量	kg	数字型	
6	骨料质量	kg	数字型	
7	出料时间		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss
8	混合料温度	℃	数字型	
9	净搅拌时长	(s)	数字型	
10	总搅拌时长	(s)	数字型	
11	沥青1实际用量	kg	数字型	
12	沥青1设计比例	%	数字型	
13	沥青1实际比例	%	数字型	
14	沥青1比例误差	%	数字型	
15	沥青2实际用量	kg	数字型	
16	沥青2设计比例	%	数字型	
17	沥青2实际比例	%	数字型	
18	沥青2比例误差	%	数字型	
19	水泥实际用量	kg	数字型	
20	水泥设计比例	%	数字型	
21	水泥实际比例	%	数字型	
22	水泥比例误差	%	数字型	
23	矿粉实际用量	kg	数字型	
24	矿粉设计比例	%	数字型	
25	矿粉实际比例	%	数字型	

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
26	矿粉比例误差	%	数字型	
27	细集料1实际用量	kg	数字型	
28	细集料1设计比例	%	数字型	
29	细集料1实际比例	%	数字型	
30	细集料1比例误差	%	数字型	
31	细集料2实际用量	kg	数字型	
32	细集料2设计比例	%	数字型	
33	细集料2实际比例	%	数字型	
34	细集料2比例误差	%	数字型	
35	粗集料1实际用量	kg	数字型	
36	粗集料1设计比例	%	数字型	
37	粗集料1实际比例	%	数字型	
38	粗集料1比例误差	%	数字型	
39	粗集料2实际用量	kg	数字型	
40	粗集料2设计比例	%	数字型	
41	粗集料2实际比例	%	数字型	
42	粗集料2比例误差	%	数字型	
43	粗集料3实际用量	kg	数字型	
44	粗集料3设计比例	%	数字型	
45	粗集料3实际比例	%	数字型	
46	粗集料3比例误差	%	数字型	
47	粗集料4实际用量	kg	数字型	
48	粗集料4设计比例	%	数字型	
49	粗集料4实际比例	%	数字型	
50	粗集料4比例误差	%	数字型	
51	粗集料5实际用量	kg	数字型	
52	粗集料5设计比例	%	数字型	
53	粗集料5实际比例	%	数字型	
54	粗集料5比例误差	%	数字型	

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
55	掺合料1实际用量	kg	数字型	
56	掺合料1设计比例	%	数字型	
57	掺合料1实际比例	%	数字型	
58	掺合料1比例误差	%	数字型	
59	掺合料2实际用量	kg	数字型	
60	掺合料2设计比例	%	数字型	
61	掺合料2实际比例	%	数字型	
62	掺合料2比例误差	%	数字型	
63	外加剂1比例误差	%	数字型	
64	外加剂2实际用量	kg	数字型	
65	外加剂2设计比例	%	数字型	
66	外加剂2实际比例	%	数字型	
67	外加剂2比例误差	%	数字型	
68	外加剂3实际用量	kg	数字型	
69	外加剂3设计比例	%	数字型	
70	外加剂3实际比例	%	数字型	
71	外加剂3比例误差	%	数字型	
72	油石比设计比例		数字型	
73	油石比实际比例		数字型	
74	油石比比例误差		数字型	
75	采集时间		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss
76	预警等级		字符型	空、初级、中级、高级

注：混合料温度指在线监测拌和结束时的拌缸内混合料温度或储料仓内的混合料温度或运料车内的混合料温度；净搅拌时长指所有材料投入拌缸后起算至搅拌结束时的耗时，即湿拌时间；总搅拌时长指从开始在拌缸内投入集料起算至搅拌结束的耗时。

A.8 路面摊铺施工信息数据见表A.8。

表A.8 路面摊铺施工信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	项目名称		字符型	

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
2	合同段编号		字符型	
3	施工桩号		字符型	
4	设备坐标		数字型	
5	风力		字符型	实时传输值
6	气温	℃	数字型	实时传输值
7	降雨量	mm/min	数字型	光学雨量计，实时传输值
8	路面类型		字符型	水泥护凝土 无机结合料 沥青混凝土
9	摊铺机编号		字符型	用于区分多设备一起工作
10	摊铺起始时间		日期型	yyy-mm-dd HH: MM: SS实时传输
11	摊铺结束时间		日期型	yyy-mm-dd HH: MM: SS实时传输
12	摊铺速度	m/min	数字型	实时传输值
13	摊铺温度	℃	字符型	实时传输值
14	压路机编号		字符型	用于区分多设备一起工作
15	碾压起始时间		日期型	yyy-mm-dd HH: MM: SS实时传输
16	碾压结束时间		日期型	yyy-mm-dd HH: MM: SS实时传输
17	碾压速度	m/h	数字型	实时传输值
18	初压温度	℃	数字型	实时传输值
19	终压温度	℃	数字型	实时传输值
20	运输车辆车牌号		字符型	用于区分多设备一起工作
21	运输车及混合料总量	吨	数字型	地磅数据，实时传输值
22	运输车出发时间		日期型	yyy-mm-dd HH: MM: SS实时传输，驶离拌合站时间
23	运输车到达时间		日期型	yyy-mm-dd HH: MM: SS实时传输，到达摊铺现场

注：跟路面类型选用数据名称。

A.9 施工环境管理信息数据见表A.9。

表A.9 施工环境管理信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	项目名称		字符型	
2	合同段编号		字符型	
3	工点名称		字符型	
4	仪器设备编号		字符型	
5	状态		字符型	在线 离线
6	施工单位名称		字符型	
7	统一社会信用代码		字符型	
8	点位经度		数字型	
9	点位维度		数字型	
10	点位高程	m	数字型	
11	TSP预警值	μg/m³	数字型	
12	PM10预警值	μg/m³	数字型	
13	PM2.5预警值	μg/m³	数字型	
14	噪声预警值	db	数字型	
15	数据时间		日期型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss实时传输
16	TSP	μg/m³	数字型	实时传输值
17	PM10	μg/m³	数字型	实时传输值
18	PM2.5	μg/m³	数字型	实时传输值
19	温度	℃	数字型	实时传输值
20	湿度	%	数字型	实时传输值
21	风速	m/s	数字型	实时传输值
22	风向		字符型	实时传输值
23	噪声	db	数字型	实时传输值
24	气压	Pa	数字型	实时传输值
25	预警信息		字符型	

A. 10 视频监管信息数据见表A. 10。

表A. 10 视频监管信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
----	------	----	------	----

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	项目名称		字符型	
2	合同段编号		字符型	
3	摄像头编号		字符型	
4	摄像头类型		字符型	
5	摄像头名称		字符型	
6	布点位置		字符型	
7	点位经度		数字型	
8	点位纬度		数字型	
9	点位高程	m	数字型	
10	状态		字符型	在线 离线
11	监控路径		字符型	

A. 11 机械设备基本信息数据见表A. 11。

表A. 11 机械设备基本信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	项目名称		字符型	
2	合同段编号		字符型	
3	机械类型		文本型	非道路移动机械
4	机械制造企业		文本型	非道路移动机械
5	机械产品识别码（PIN码）		字符型	非道路移动机械
6	机械环保代码		字符型	非道路移动机械
7	机械环保信息公开编号		字符型	非道路移动机械
8	机械出厂年月		日期型	yyyy-mm-dd
9	用途		字符型	
10	使用地点		字符型	
11	产权属性		字符型	自有、租赁
12	类别		字符型	特种设备
13	生产单位名称		字符型	特种设备
14	产品型号		字符型	特种设备

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
15	设备代码		字符型	特种设备
16	生产日期		日期型	yyyy-mm-dd
17	安装单位名称		字符型	特种设备
18	拆除单位名称		字符型	特种设备
19	检验检测机构		字符型	特种设备
20	检测周期	年	数字型	特种设备
21	检测日期		日期型	yyyy-mm-dd
22	检测结论		字符型	特种设备
23	使用登记机关		字符型	特种设备
24	使用登记证编号		字符型	特种设备
25	使用登记证发证日期		日期型	yyyy-mm-dd
26	设备进场日期		日期型	yyyy-mm-dd
27	设备退场日期		日期型	yyyy-mm-dd
28	负责人		字符型	
29	负责人身份证号码		字符型	
30	负责人电话		数字型	
31	维保时间		日期型	yyyy-mm-dd
32	维保记录		字符型	
33	维保人员		字符型	
34	监控内容		字符型	见表D.4 施工机械设备监控 参考内容
35	监测值		字符型	
36	预警/报警项		字符型	

A.12 智能建造基本信息数据见表A.12。

表A.12 智能建造基本信息数据

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
1	项目名称		字符型	
2	合同段		字符型	
3	施工段		字符型	

序号	数据名称	单位	数据类型	备注
4	施工部位		字符型	
5	施工状态		字符型	未开工、施工中、已完工
6	施工负责人		字符型	
7	负责人电话		字符型	
8	智慧施工方案		文件型	PDF/Word/JPG/JPEG
9	智慧施工类型		字符型	见表F. 2：智慧施工监测内容
10	监测内容		字符型	见表F. 2：智慧施工监测内容
11	监测值		数字型	
12	监测时间		时间型	yyyy-mm-dd hh: nn: ss
13	报警状态		字符型	

附 录 B
(资料性)
施工环境监测信息

B.1 施工环境监测信息，见表B。

表B 施工环境监测信息

项目 名称	合同 段	设置场景		序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		监测数据						未安装 /启用/ 停用	数据采 集时间
		编号	场景		桩号(或地点)及场 景	经度	纬度	总悬浮颗粒 物(TSP)	可吸入颗粒 物(PM10)	细颗粒物 (PM2. 5)	噪音 (dB)	温度 (℃)	湿度 (%RH)		
		1	水泥混凝土拌和站	1											
		1		2											
		1		3											
		1		.....										
		2	沥青混凝土拌和站	.....										
		2		.....										
		2		.....										
		2		.....										
		3	料场	.....										
		3		.....										
		3		.....										
		3		.....										
		4	构件预制场	.....										

项目名称	合同段	设置场景		序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		监测数据						未安装 /启用/ 停用	数据采集时间	
		编号	场景		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	总悬浮颗粒物(TSP)	可吸入颗粒物(PM10)	细颗粒物(PM2.5)	噪音(dB)	温度(℃)	湿度(%RH)			
		4													
		4		.....											
		4		.....											
		5	钢筋加工场												
		5		.....											
		5		.....											
		5		.....											
		6	XX施工点 (受施工潜在影响严重的环境敏感点)												
		6		.....											
		6		.....											
		6		.....											
		(其它情况)												
合计		个														

建设单位名称：
建设单位信息化负责人：
填报人：

填表单位：
联系电话：
联系电话：
填表日期：
电子邮箱：

附录 C
(资料性)
视频监控点信息

C.1 公路工程项目视频监控点汇总表，见表C.1。

表C.1 公路工程项目视频监控点汇总表

项目名称	合同段	单位名称	类别		设置场景		特种设备使用情况		摄像机序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		摄像机信息			未安装/启用/停用	备注
			编号	名称	编号	场景	有/无	类别 (可叠加)		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	名称	ID	品牌型号		
			1	路基工程	1	风险评估等级超过III级的路堑高边坡，抗滑桩施工点	有	桥式起重机	1								
			1		1		有		2								
			1		1				3								
			1		2	路段长度超过200m或面积超过10000m ² 的软基处理施工现场			4								
			1		2				5								
			1		2				6								
			1		3	压浆施工现场			7								
			1		3		有		8								
			1		3				9								
			1		4	.....			10								

项目名称	合同段	单位名称	类别		设置场景		特种设备使用情况		摄像机序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		摄像机信息			未安装/启用/停用	备注
			编号	名称	编号	场景	有/无	类别 (可叠加)		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	名称	ID	品牌型号		
			2	路面工程	1	水泥稳定混合料拌和站			11								
			2		1				12								
			2		1				13								
			2		2	沥青混凝土拌和站			14								
			2		2				15								
			2		2				16								
			2		3	路面摊铺施工现场			17								
			2		3				18								
			2		3				19								
			2		4	.....			20								
			3	桥梁工程	1	现浇箱梁施工、悬浇箱梁施工等较大跨径以上桥梁（50m以上）施工现场。			21								
			3		1				22								

项目名称	合同段	单位名称	类别		设置场景		特种设备使用情况		摄像机序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		摄像机信息			未安装/启用/停用	备注
			编号	名称	编号	场景	有/无	类别 (可叠加)		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	名称	ID	品牌型号		
			3		1	(根据施工进度调整摄像头位置，如从桥梁下部的桩基、深基坑施工，转移至墩身、挂篮等)			23								
			3		1				24								
			3		1				25								
			3		2	涉水工程施工现场（跨海、通航河流、水面宽>100m河流），涉路工程施工现场（跨高速公路、普通公路、市政道路、铁路），穿越高压输电线路的结构物施工现场			26								
			3		2				27								
			3		2				28								
			3		2				29								
			3		2				30								
			3		3	梁板架设施工现场，视频覆盖架桥机及正在架设的部位			31								
			3		3				32								
			3		3				33								
			3		4	互通立交施工现场			34								

项目名称	合同段	单位名称	类别		设置场景		特种设备使用情况		摄像机序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		摄像机信息			未安装/启用/停用	备注
			编号	名称	编号	场景	有/无	类别 (可叠加)		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	名称	ID	品牌型号		
			3		4				35								
			3		4				36								
			3		5	.....			37								
			4	隧道工程	1	各隧道洞口			38								
			4		1				39								
			4		1				40								
			4		2	二衬浇筑点			41								
			4		2				42								
			4		2				43								
			4		3	掌子面			44								
			4		3				45								
			4		3				46								
			4		4	钢架加工场			47								
			4		4				48								
			4		4				49								
			4		5	.....			50								

项目名称	合同段	单位名称	类别		设置场景		特种设备使用情况		摄像机序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		摄像机信息			未安装/启用/停用	备注
			编号	名称	编号	场景	有/无	类别 (可叠加)		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	名称	ID	品牌型号		
			5	房建工程	1	每栋建筑全景			51								
			5		1				52								
			5		1				53								
			5		2	.....			54								
			6	三集中场所	1	水泥混凝土拌和站			55								
			6		1				56								
			6		1				57								
			6		2	构件预制场			58								
			6		2				59								
			6		2				60								
			6		3	钢筋加工场			61								
			6		3				62								
			6		3				63								
			6		4	.....			64								
			7	试验	1	力学室	/	/	65								
			7		2	水泥混凝土室	/	/	66								

项目名称	合同段	单位名称	类别		设置场景		特种设备使用情况		摄像机序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		摄像机信息			未安装/启用/停用	备注
			编号	名称	编号	场景	有/无	类别 (可叠加)		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	名称	ID	品牌型号		
			7	室	3	集料室	/	/	67								
			7		4	土工室	/	/	68								
			7		5	沥青室	/	/	69								
			7		6	接样室	/	/	70								
			7		7	.....	/	/	71								
			8	其他场景	1	项目部全景	/	/	72								
			8		1		/	/	73								
			8		1		/	/	74								
			8		2	改扩建项目路面监控点	/	/	75								
			8		2		/	/	76								
			8		2		/	/	77								
			8		3	其他危大工程及施工场所			78								
			8		3				79								
			8		4	便携式记录仪			80								
			8		5	.....			81								
			.....	.....	.....	.....			82								

项目名称	合同段	单位名称	类别		设置场景		特种设备使用情况		摄像机序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		摄像机信息			未安装/启用/停用	备注
			编号	名称	编号	场景	有/无	类别 (可叠加)		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	名称	ID	品牌型号		
路基工程						个	路面工程				个						
桥梁工程						个	隧道工程				个						
房建工程						个	三集中场所				个						
试验室						个	其他场景				个						
合计						个											
注：特种机械设备包含门式起重机、桥式起重机、塔式起重机、流动式起重机、施工升降机、缆索式起重机、桅杆式起重机、门座式起重机、锅炉、压力容器、压力管道、电梯。																	

建设单位名称：
建设单位信息化负责人：
填报人：

填表单位：
联系电话：
联系电话：

填表日期：
电子邮箱：

C.2 水运工程项目视频监控点汇总表，见表C.2。

表C.2 水运工程项目视频监控点汇总表

项目名称	合同段	单位名称	类别		设置场景		特种设备使用情况		摄像机序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		摄像机信息			未安装/启用/停用	备注
			编号	名称	编号	场景	有/无	类别(可叠加)		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	名称	ID	品牌型号		

项目名称	合同段	单位名称	类别		设置场景		特种设备使用情况		摄像机序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		摄像机信息			未安装/启用/停用	备注
			编号	名称	编号	场景	有/无	类别(可叠加)		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	名称	ID	品牌型号		
			1	港口码头工程	1	离岸无掩护条件下的桩基施工			1								
			1		1				2								
			1		1				3								
			1	港口码头工程	2	开敞式水域大型预制构件的运输与吊装作业		塔式起重机	4								
			1		2				5								
			1		2				6								
			1	港口码头工程	3	滑模、爬模、翻模工程			7								
			1		3				8								
			1		3				9								
			1	港口码头工程	4	C 级及以上爆破工程、水下爆破工程			10								
			1		4				11								
			1		4				12								
			1	港口码头工程	5	码头、防波堤施工现场			13								
			1		5				14								

项目名称	合同段	单位名称	类别		设置场景		特种设备使用情况		摄像机序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		摄像机信息			未安装/启用/停用	备注
			编号	名称	编号	场景	有/无	类别(可叠加)		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	名称	ID	品牌型号		
			1		5				15								
			1		6	.....			16								
			2	航道工程	1	船闸施工现场。根据施工进度调整摄像头位置，如从围堰工程、深基坑施工，转移至闸室底板、闸墙、闸首等			17								
			2		1				18								
			2		1				19								
			2		1				20								
			2		1				21								
			2		2	疏浚物上岸抛填施工现场			22								
			2		2				23								
			2		2				24								
			2		3	桥梁防撞工程施工现场			25								
			2		3				26								
			2		3				27								
			2		4	其他重点施工部位或场所			28								
			2		4				29								

项目名称	合同段	单位名称	类别		设置场景		特种设备使用情况		摄像机序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		摄像机信息			未安装/启用/停用	备注
			编号	名称	编号	场景	有/无	类别(可叠加)		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	名称	ID	品牌型号		
			2		4				30								
			2		5	.....			31								
			3	房建工程	1	每栋建筑全景			32								
			3		1				33								
			3		1				34								
			3		2	.....			35								
			4	三集中场所	1	水泥混凝土拌和站			36								
			4		1				37								
			4		1				38								
			4		2	构件预制场			39								
			4		2				40								
			4		2				41								
			4		3	钢筋加工场			42								
			4		3				43								
			4		3				44								

项目名称	合同段	单位名称	类别		设置场景		特种设备使用情况		摄像机序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		摄像机信息			未安装/启用/停用	备注
			编号	名称	编号	场景	有/无	类别(可叠加)		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	名称	ID	品牌型号		
			4		4	.....			45								
			5	试验室	1	力学室	/	/	46								
			5		2	水泥混凝土室	/	/	47								
			5		3	集料室	/	/	48								
			5		4	土工室	/	/	49								
			5		5	沥青室	/	/	50								
			5		6	接样室	/	/	51								
			5		7	.....	/	/	52								
			6	其他场景	1	项目部全景	/	/	53								
			6		1		/	/	54								
			6		1		/	/	55								
			6		2	其他危大工程及施工场所			56								
			6		2				57								
			6		3	便携式记录仪			58								
			6		4	.....			59								

项目名称	合同段	单位名称	类别		设置场景		特种设备使用情况		摄像机序号	设置位置	坐标 (CGCS2000)		摄像机信息			未安装/启用/停用	备注
			编号	名称	编号	场景	有/无	类别(可叠加)		桩号(或地点)及场景	经度	纬度	名称	ID	品牌型号		
					60								
港口码头工程						个	航道工程				个						
房建工程						个	三集中场所				个						
试验室						个	其他场景				个						
合计						个											
注：特种机械设备包含门式起重机、桥式起重机、塔式起重机、流动式起重机、施工升降机、缆索式起重机、桅杆式起重机、门座式起重机、锅炉、压力容器、压力管道、电梯。																	

建设单位名称：
建设单位信息化负责人：
填报人：

填表单位：
联系电话：
联系电话：

填表日期：
电子邮箱：

附 录 D
(资料性)
施工机械设备信息

D.1 特种设备一览表，见表D.1。

表D.1 特种设备一览表

序号		1	2	3	...
项目信息	项目名称				
	合同段				
	施工单位				
	统一社会信用代码（或营业执照注册号）				
设备种类	种类				
	类别				
	品种				
	代码				
生产许可证	生产单位名称				
	许可证颁发机关				
	许可项目				
	许可子项目(级别)				
	许可参数				
	许可备注				
	许可证编号				
	许可证发证日期				
	许可证有效日期				
	许可证扫描件				
产品信息	产品名称				
	产品型号				
	生产日期				
	出厂编号				
	设备代码				
	生产合格证日期				
	生产合格证扫描件				
安装单位	安装单位名称				
	许可证颁发机关				
	许可项目				
	许可子项目(级别)				
	许可参数				
	许可备注				
	许可证编号				
	许可证发证日期				
	许可证有效日期				
	许可证扫描件				
拆除单位	安装单位名称				
	许可证颁发机关				
	许可项目				
	许可子项目(级别)				
	许可参数				

序号		1	2	3	...
	许可备注				
	许可证编号				
	许可证发证日期				
	许可证有效日期				
	许可证扫描件				
维保单位	安装单位名称				
	许可证颁发机关				
	许可项目				
	许可子项目(级别)				
	许可参数				
	许可备注				
	许可证编号				
	许可证发证日期				
	许可证有效日期				
	许可证扫描件				
检验检测	检验检测机构				
	检测日期				
	检测结论				
	下次检测日期				
	检验检测报告扫描件				
使用登记	使用点地市				
	使用点 县(区)				
	设备进场日期				
	设备退场日期				
	使用登记机关				
	使用登记证编号				
	使用登记证发证日期				
	使用登记证扫描件				
作业人员	姓名				
	身份证号码				
	照片				
	作业证发证机关				
	作业证发证日期				
	作业证有效日期				
	作业证编号				
	作业种类				
	作业项目 (岗位)				
	作业证扫描件				
设备维保	维保时间				
	维保人员				
	维保记录扫描件				
设备产权信息(选择 持有人或持有单位)	人员				
	身份证号码				
	单位名称				

序号		1	2	3	...
	统一社会信用代码（或营业执照注册号）				
视频监控	摄像机ID				

D.2 一般机械设备一览表，见表D.2。

表D.2 一般机械设备一览表

序号		1	2	3	...
项目信息	项目名称				
	合同段				
	单位名称				
	统一社会信用代码（或营业执照注册号）				
机械信息	机械类型				
	机械制造企业				
	机械产品识别码（PIN码）				
	机械出厂年月				
	燃料种类/电动				
	机械环保代码				
	机械环保信息公开号				
	机械铭牌照片				
	机械机身不同角度照片（3张）				
	机械环保代码照片				
	机械环保信息标签照片				
发动机信息	发动机制造企业				
	发动机型式核准号				
	发动机型号				
	发动机出厂编号				
	发动机出厂年月				
	发动机额定功率，kW				
	排放阶段				
	发动机铭牌照片				
	远程在线监控数据				
烟度测试	测试日期				
	测试结果				
	测试机构				
	烟度测试报告扫描件				
使用情况	进场日期				
	退场日期				
	使用点地市				
	使用点 县（区）				
产权信息（选择 持有人或持有单 位）	人员				
	身份证号码				
	单位名称				
	统一社会信用代码（或营业执照注册号）				

D.3 非道路移动设备一览表，见表D.3。

表D.3 非道路移动设备一览表

序号		1	2	3	...
项目信息	项目名称				
	合同段				
	单位名称				
	统一社会信用代码（或营业执照注册号）				
机械信息	机械类型				
	机械制造企业				
	机械产品识别码（PIN码）				
	机械出厂年月				
	燃料种类/电动				
	机械环保代码				
	机械环保信息公开号				
	机械铭牌照片				
	机械机身不同角度照片（3张）				
	机械环保代码照片				
	机械环保信息标签照片				
发动机信息	发动机制造企业				
	发动机型式核准号				
	发动机型号				
	发动机出厂编号				
	发动机出厂年月				
	发动机额定功率，kW				
	排放阶段				
	发动机铭牌照片				
	远程在线监控数据				
烟度测试	测试日期				
	测试结果				
	测试机构				
	烟度测试报告扫描件				
使用情况	进场日期				
	退场日期				
	使用点地市				
	使用点 县（区）				
产权信息 （选择持有人或持有单位）	人员				
	身份证号码				
	单位名称				
	统一社会信用代码（或营业执照注册号）				

附录 E
(资料性)
智慧施工监控信息

E 智慧施工监控信息，见表E。

表 E 智慧施工监控信息

序号	智慧施工类型	监控内容（参考）	备注
1	智慧路基施工	水泥（浆/粉）搅拌桩施工监控	纬度、经度、高程、孔深、孔径、垂直度、用浆（粉）量、喷射压力
2		路基沉降监控	沉降量、沉降速率
3		高边坡监控	边坡变形（位移量、位移速率）、坡体内部应力、侧向土压力、挡土墙内力、孔隙水水压力、动水压力、锚杆（锁）拉力、雨量、水位、裂缝宽度、裂缝发展速率
4		深基坑监控	基坑变形（位移量、位移速率）、支护桩位移、锚索应力、锚杆应力、土体压力、钢支撑轴力、深层水平位移、混凝土应变、地下水位、沉降量、沉降速率、倾斜、裂缝宽度、裂缝发展速率
5		路基智能摊铺	摊铺部位、混合料（类型、批次、用量）摊铺时间、摊铺厚度、摊铺速度、摊铺轨迹、振动频率
6		路基智能压实	碾压部位、碾压遍数、碾压设备、作业时间
7	智慧路面施工	路面智能摊铺	混合料用量、摊铺温度、摊铺时间、摊铺厚度、摊铺速度、摊铺轨迹、振动频率、施工气象（温度、风速、雨量）
8		路面智能压实	压实温度、压实速度、压实遍数、压实轨迹、振动频率
9	智慧桥梁施工	桩基施工监控	纬度、经度、孔深、孔径、孔距、垂直度、泥浆浓度、灌注量、灌注速率、灌注时间、射水压力、沉桩速度、桩尖高程、贯入度
10		桥梁结构安装施工监控	平面位置、顶面高程、竖直度、吊装高度、箱梁挠度、平面线形、施工气象（温度、风速、雨量）
11		支架/挂篮现浇施工监控	平面位置、顶面高程、箱梁挠度、平面线形、挂篮钢索拉伸量、挂篮水平度、主桁架系统压强、主桁结构应力、风向风速、施工行走时抗倾覆安全系数、自锚固安全系数、现浇支架杆件应力、立杆倾斜度、地面沉降
12	智慧隧道施工	开挖监控	断面里程、围岩轮廓、开挖量、涌水量、超欠挖、围岩变形、掌子面与仰拱距离、掌子面与二衬距离、气体监测（温度、湿度、PM2.5、PM10、CO、CH ₄ 、O ₂ ）
13		喷射混凝土/注浆监控	喷射压力、喷射混凝土量、喷射混凝土回弹量、注浆压力、注浆量、注浆速率
14		二衬施工监控	混凝土浇筑速度、台车应力、台车变形

序号	智慧施工类型		监控内容（参考）	备注
15		盾构施工监控	土仓压力、螺旋机转速、皮带机速度、推进速度、刀盘扭矩、刀盘转速、总推进力、气垫仓压力、泥水仓顶部压力、进浆泵压力、排浆泵压力、进浆流量、进浆密度、排浆流量、排浆密度、进排浆流量差、导向水平趋向、导向垂直趋向、坡度角、切口水平偏差、切口高程偏差、盾尾水平偏差、盾尾高程偏差、行程、行程差、注浆量、注浆压力、每环开挖体积、累计出土质量	
16	智慧梁场施工	蒸养自动监控	蒸气量、温度	
17		水养池监控	水养池号、水养天数、温度、PH	
18		磅房监控	车牌号、毛重、皮重、净重、出入时间	
19		运输监控	车牌号、路线、位置、耗时	
20	通用类	混凝土拌和监控	拌和时间、配料比例、混合料温度	
21		混凝土养护监控	温度、湿度、喷淋次数、喷淋时间、养护日期	
22		特种设备监控	操作人员识别、设备运行姿态、构件受力	