



CECS XXX : 20XX

中国工程建设标准化协会标准

公路工程智慧工地建设技术规程

Technical specification for intelligent construction site of
Highway Engineering

(征求意见稿)

XXX 出版社

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2019年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2019〕22号）的要求，标准编制组经广泛调研，认真总结经验，参考国内外相关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语、符号及代号；3 智慧工地架构及功能体系；4 硬件基础设施；5 软件功能；6 数据库规定；7 系统集成；8 数据接口；9 信息安全；10 运行与维护。

本标准由中国工程建设标准化协会负责管理，由江苏东交智控科技集团股份有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请函告：苏东交智控科技集团股份有限公司（南京市栖霞区紫东国际创意园A2栋4层，邮编210000），电子邮箱：wang.tong@easttrans.cn。以便修订时参考。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会归口管理。

主编单位：江苏东交智控科技集团股份有限公司

参编单位：江阴交通产业集团有限公司、江苏省交通工程建设局、临沂市公路事业发展中心、江苏省交通运输厅公路事业发展中心、山东高速集团有限公司、浙江省交通工程管理中心、长安大学道路基础设施数字化教育部工程研究中心

主要起草人：史国刚、王捷、叶炜、潘芳、王彤、夏承、侯福金、戴晓栋、潘卫育、齐福利、李强明、毛益佳、李华、朱琳、任均华、刘勇、葛路佳、廖乾旭、赵树生、武加恒、杨纪举、岳鹏、张冲、潘欣欣、曾玄、董是、徐晟

主要审查人：王辉

目次

1 总则.....	1
2 术语、符号及代号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号及代号.....	2
3 智慧工地架构及功能体系.....	4
3.1 智慧工地总体架构.....	4
3.2 智慧工地功能体系.....	5
4 硬件基础设施.....	10
4.1 感知层设施.....	10
4.2 网络基础设施.....	11
4.3 控制机房.....	11
4.4 信息应用终端.....	11
5 软件功能.....	13
5.1 项目管理.....	13
5.2 人员管理.....	13
5.3 设备管理.....	14
5.4 物料管理.....	15
5.5 质量管理.....	15
5.6 安全管理.....	17
5.7 环境管理.....	18
5.8 BIM管理.....	19
6 数据库规定.....	20
6.1 数据库要求.....	20
6.2 数据存储要求.....	20
6.3 数据备份要求.....	21
7 系统集成.....	22
7.1 集成内容.....	22
7.2 集成要求.....	22

8 数据接口.....	23
8.1 数据接口概述.....	23
8.2 数据接口公开性.....	23
8.3 数据接口范围.....	23
8.4 数据接口要求.....	23
9 信息安全.....	25
9.1 信息安全内容.....	25
9.2 信息安全要求.....	25
10 运行与维护.....	26
10.1 运行维护规定.....	26
10.2 运行维护管理.....	26
10.3 系统升级管理.....	26
条文说明.....	29

1 总 则

1.0.1 根据《中华人民共和国标准化法》要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，参考国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于普通国省干线公路主体工程建设。

1.0.3 本标准未涉及的内容应符合国家和行业颁布的各项有关法律、法规、标准、规范的规定。

2 术语、符号及代号

2.1 术语

2.1.1 智慧工地 intelligent construction sites

运用信息化手段,通过三维设计平台对工程项目进行精确设计和施工模拟,围绕施工过程管理,建立互联协同、智能生产、科学管理的施工项目信息化生态圈,并将此数据在虚拟现实环境下与物联网采集到的工程信息进行数据挖掘分析,辅助决策,实现工程施工可视化智能管理,以提高工程管理信息化水平,从而逐步实现绿色建造和生态建造。

2.1.2 物联网 internet of things (IOT)

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作出反应的智能服务系统。

注:物即物理实体。

2.1.3 移动互联网 mobile internet

用户使用移动终端(包括手机、上网本、平板电脑等)通过移动网络获取移动通信网络服务和互联网服务的开放式基础电信网络。

2.1.4 数据采集 data collection

利用传感器自动获取生产、施工、管理各环节数据的过程。

2.1.5 数据传输 data transmission

在数据源和数据库之间传送数据的过程,也称数据通信。

2.1.6 紫蜂 ZigBee

一种低速短距离传输的无线网上协议,底层是采用 IEEE 802.15.4 标准规范的媒体访问层与物理层。

2.2 符号及代号

本标准各种符号、代号以及意义详见表 1。

表 1 各种符号、代号以及意义

编号	符号或代号	意义
2.2.1	RFID	射频识别 radio frequency identification
2.2.2	dBm	分贝毫瓦 decibel relative to one milliwatt
2.2.3	CORS	连续运行参考站 continuously operating reference stations
2.2.4	DNS	域名系统 domain name system
2.2.5	RTSP	实时流传输协议 real time streaming protocol
2.2.6	SOA	面向服务的结构 service oriented architecture
2.2.7	XML	可扩展标记语言
2.2.8	GIS	地理信息系统 geographic information system

3 智慧工地架构及功能体系

3.1 智慧工地总体架构

3.1.1 智慧工地架构

智慧工地管理体系架构包括感知层、通信层、数据层、应用层以及用户层，智慧工地构架如图1所示。

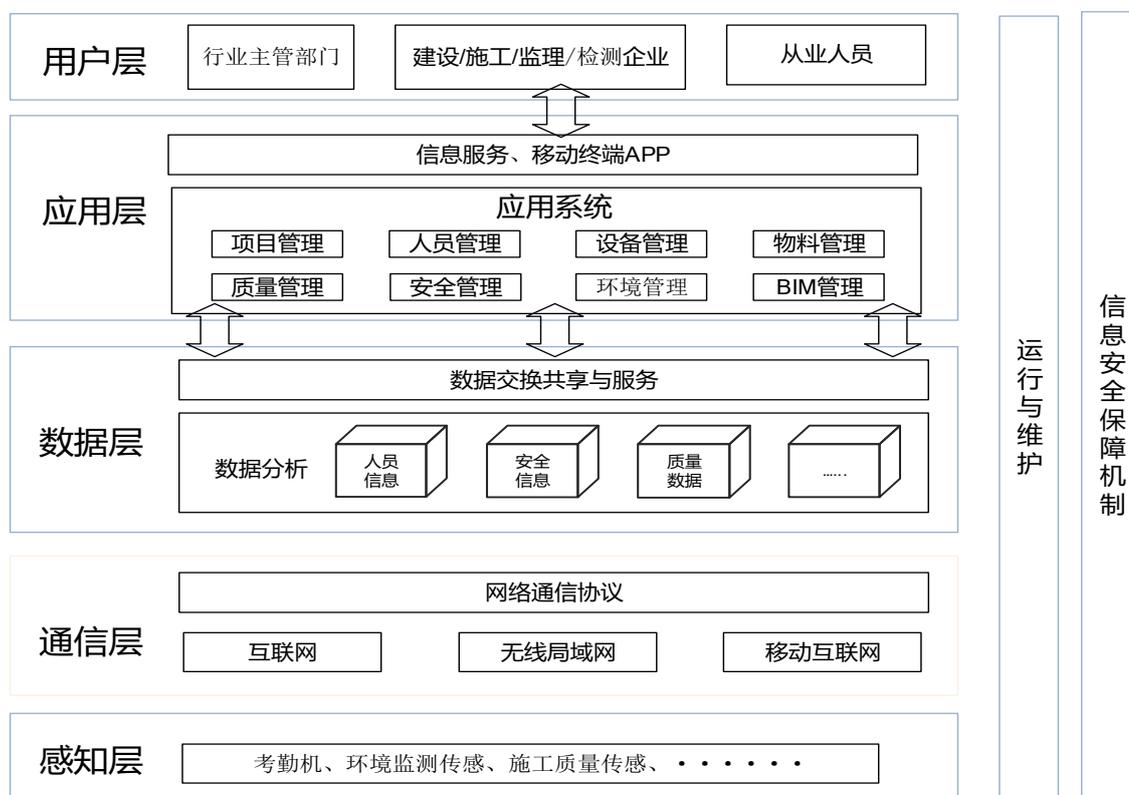


图1 智慧工地架构图

3.1.2 感知层

感知层由现场信息采集、显示等设备组成，对工地现场各类信息进行传感、采集、识别、控制。

3.1.3 通信层

通信层应包括WLAN、Wi-Fi、3G/4G/5G等数据传输方式，实现现场采集数据的实时传输。

3.1.4 数据层

数据层对信息数据进行存储、分析，提供数据交换、共享与服务。

3.1.5 应用层

应用层包括项目管理服务、人员管理服务、设备管理服务、物料管理服务、质量管理服务、安全管理服务、环境管理服务、BIM管理服务，为工程建设人员提供应用服务。

3.1.6 用户层

使用系统的各类用户。

3.1.7 运行与维护

为智慧工地的正常运行提供保障。

3.1.8 信息安全保障机制

为智慧工地数据信息安全、软硬件安全提供保障。

3.2 智慧工地功能体系

3.2.1 智慧工地建设体系

智慧工地建设体系见图2。

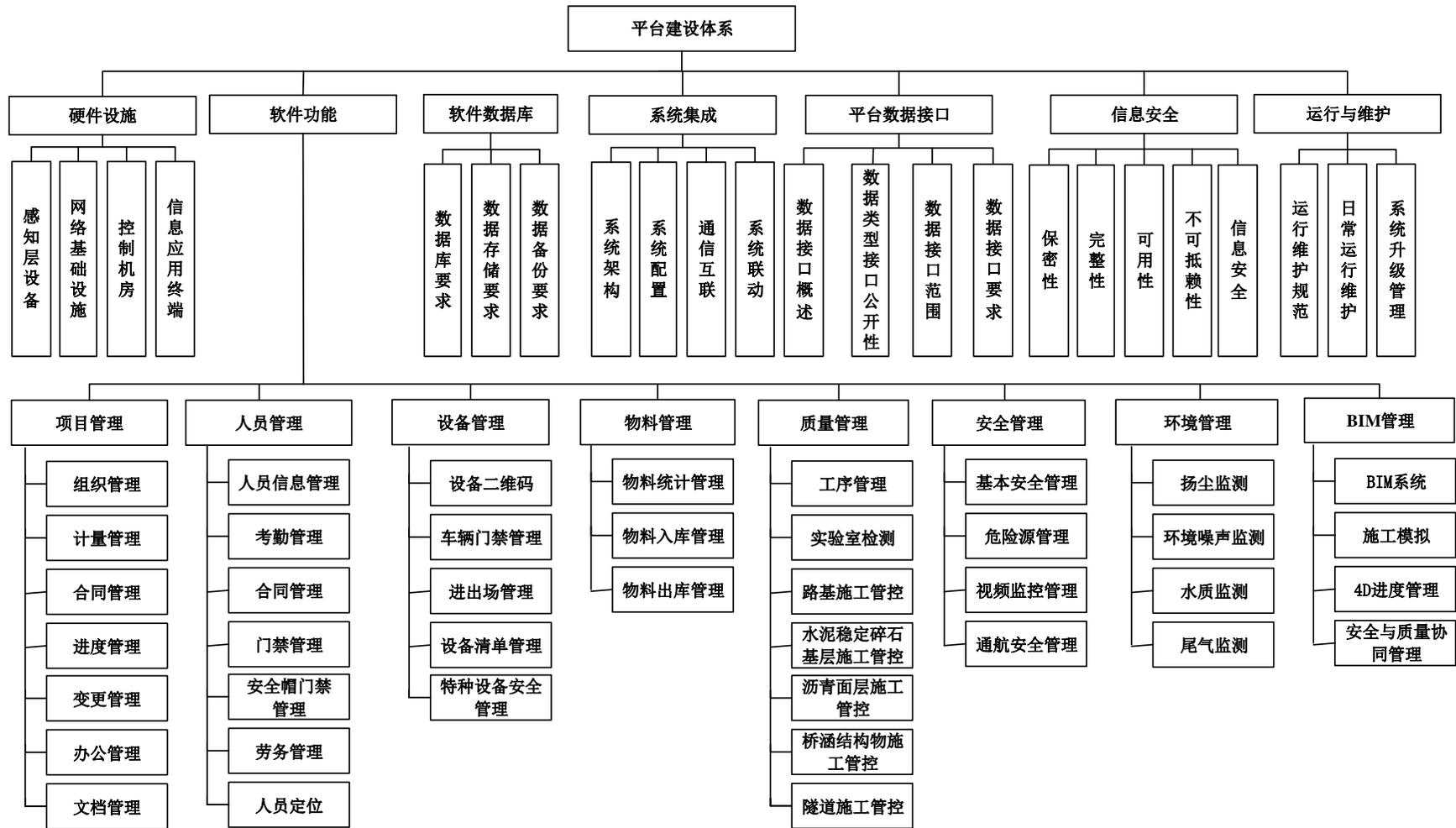


图2 智慧工地建设体系图

3.2.2 智慧工地功能指标及建设需求

智慧工地建设内容包括软件、硬件、安装调试。软件是指在便携式移动终端、计算机等设备中运行的程序，以及描述程序功能和操作使用程序的文档；硬件是指智慧工地现场信息采集、识别、控制、显示等设备；安装调试是智慧工地建设过程中软件、硬件的部署与联调，以及使软件、硬件正常工作所需的场地、电源、网络等要求。智慧工地功能指标及建设需求见表2。

表2 智慧工地功能指标及建设需求表

智慧工地功能体系		建设需求			
一级指标	二级指标	软件	硬件	安装调试	
项目管理	组织管理	√	-	-	
	计量支付	√	-	-	
	合同管理	√	-	-	
	进度管理	√	-	-	
	变更管理	√	-	-	
	办公管理	√	-	-	
	文档管理	√	-	-	
人员管理	人员信息管理	√	-	-	
	考勤管理	√	√	√	
	门禁管理	人员出入管理	√	√	√
		安全帽门禁	√	√	-
	劳务管理	√	-	-	
	人员定位	√	√	√	
	培训教育	√	-	-	
设备管理	设备二维码	√	-	-	
	车辆门禁	√	√	√	
	进出场管理	√	-	-	
	设备清单	√	-	-	
	特种设备安全管理	√	√	-	
物料管理	物料统计管理	√	-	-	
	物料入库管理	√	-	-	
	物料出库管理	√	-	-	
质量管理	工序管理	√	-	-	

智慧工地功能体系		建设需求			
一级指标	二级指标	软件	硬件	安装调试	
	试验室检测	钢筋力学试验	√	√	√
		混凝土力学试验	√	√	√
		水泥力学试验	√	√	√
		沥青针入度、延度、软化点试验	√	√	√
		沥青红外光谱检测	√	√	-
		沥青混合料稳定度、流值试验	√	√	√
		孔道压浆饱满度检测	√	√	-
	路基施工管控	路基智能压实管控	√	√	-
		水泥搅拌桩管控	√	√	-
		路基沉降观测	√	√	-
	水泥稳定碎石基层施工管控	拌和站生产管控	√	√	√
		质量追溯（车辆运输）	√	√	-
		摊铺管控	√	√	-
		碾压管控	√	√	-
	沥青面层施工管控	拌和站生产管控	√	√	-
		质量追溯（车辆运输）	√	√	-
		摊铺管控	√	√	-
		碾压管控	√	√	-
	桥涵结构物施工管控	拌和站模块	√	√	-
		质量追溯模块	√	√	-
		智能压浆模块	√	√	√
		智能张拉模块	√	√	√
		智能养护设备	√	√	√
		桥梁二维码	√		
	隧道施工管控	施工自动化监测	√	√	√
		超前地质预报管理	√	√	√
		开挖管理	√	√	√
		出渣与运输管理	√	√	√
	安全管理	基本安全管理	√	-	-
		危险源管理	√	-	-
		视频监控管理	√	√	√

智慧工地功能体系		建设需求		
一级指标	二级指标	软件	硬件	安装调试
	通航安全管理	√	√	√
环境管理	扬尘监测	√	√	-
	环境噪声监测	√	√	-
	水质监测	√	√	-
	尾气监测	√	√	-
BIM 管理	BIM 系统	√	-	-
	施工模拟	√	-	-
	4D 进度管理	√	-	-
	安全与质量协同管理	√	-	-

4 硬件基础设施

硬件设施包括感知层设施、网络设施、控制机房、信息应用终端，并满足数据实时采集、传输、分析、控制的需要，可根据实际需求合理布置部分硬件基础设施，继续为养护、运营期服务。

4.1 感知层设施

感知层设施所涉及到的各设备应符合国家现行电磁兼容相关标准的规定。

4.1.1 人员管理

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。

- a) 考勤机应满足参建单位人员考勤的需求；
- b) 门禁闸机需具备录入实名制登记功能，应对所有进场人员进行身份证验证；
- c) 人员定位设备需具备对施工人员定位的功能，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，测量人员经过位置的功能；
- e) RFID设备应能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。

4.1.2 设备管理

人员管理设施包括但不限于设备定位、车辆门禁、特种机械安全管控设备。

- a) 设备定位应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；
- b) 车辆门禁应识别车辆信息，自动化控制出入；
- c) 特种机械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/T28264-2017的规定。

4.1.3 质量管理

质量管理设施包括但不限于试验管控、路基施工管控、水泥稳定碎石施工管控、沥青混合料施工管控、隧道施工变形自动化监测设备。

- a) 试验管控宜包括力学试验、沥青试验、沥青混合料试验、红外光谱仪、预应力孔道压浆无损检测硬件等；

b) 路基施工管控宜包括碾压定位、振频振幅采集器、路基沉降观测监管硬件、水泥搅拌桩智能监测硬件；

c) 水泥稳定碎石/沥青混合料施工管控宜包括拌和站监控模块、运输车辆识别模块、摊铺模块、碾压模块；

d) 桥涵结构物施工管控宜包括拌和站监控模块、运输车辆识别模块、智能张拉、智能压浆、智能养生机器人。

4.1.4 安全管理

安全管理设施包括但不限于视频抓拍设备、视频监控设备、通航安全预警。

a) 视频抓拍设备应对施工现场未佩戴安全帽、安全绳、救生衣的事件进行抓拍；

b) 视频监控设备应能实时采集施工现场的影像资料；

c) 通航安全预警应对驶入桥梁施工区域的船舶进行预警。

4.1.5 环境管理

环境管理设施包括但不限于环境监测、污水监测。

a) 环境监测应能采集PM2.5、PM10、PM100、环境温度、空气湿度、风速、风向、噪声数据；

b) 污水监测应能采集施工水域PH、悬浮物、石油类污染数据。

4.2 网络基础设施

网络基础设施应满足以下规定：

a) 具备无线局域网设施。

b) 无线局域网信号应覆盖所有信息采集设备装置点。

c) 移动通信网络应覆盖工地办公区域和施工现场区域。

4.3 控制机房

a) 应设置信息设备集中放置区域，强弱电分离，防止干扰。

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放置于设备集中区域。

4.4 信息应用终端

a) 固定终端设备具有现场综合信息处理功能。

b) 移动终端设备具有现场识别、监测、管理、控制等信息处理功能。

- c) 构建语音广播系统，提供现场语音报警功能。
- d) 设置固定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。

5 软件功能

5.1 项目管理

5.1.1 建设内容

项目管理包括组织管理、计量支付、合同管理、进度管理、变更管理、办公管理、文档管理。

5.1.2 功能要求

项目管理功能模块应符合表 3 的规定，且留有扩展接口，满足功能扩展的需要。

表 3 项目管理功能要求

序号	项目	功能要求
1	组织管理	具有规章制度建立、岗位责任划分的功能。
2	计量支付	具有在线登记中间计量、材料调差、上报中期支付证书，主管单位在线审批，按期建立计量支付台账的功能。
2	合同管理	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，登记合同拨款信息，登记合同变更信息的功能。
		具有自动生成合同台账、清单台账、变更台账及拨款台账，并自动更新，可实时浏览合同信息和变更信息的功能。
		具有合同履行考核、信用考核的功能。
3	进度管理	具有根据工程项目特点划分不同细度的形象进度节点，填报月度进度计划和季度进度计划的功能。
		具有自动汇总节点，并形成与计量支付数据的对比分析图形的功能。
		使用无人机，阶段性定时航拍、巡查工程施工进度的功能。
4	变更管理	具有发起变更意向，审批变更意向的功能。
		具有发起变更申报，审核变更申报的功能。
		具有发布变更令，实时接收变更令的功能。
		具有按标段以及变更分类等条件浏览和查询变更信息资料库(变更台帐)的功能；具有各级管理人员签署的意见，该变更立项批复情况，查阅相关的变更设计图纸及原设计图纸的功能。
5	办公管理	具有收文、发文，接入在线办公系统的功能。
6	文档管理	具有对项目全过程形成的工程项目资料进行电子信息存档的管理功能。
		具有在系统中设置廉洁保证体系，提出各个保证措施的功能。
		具有在系统中上传和登记组织的廉洁专项活动的功能。

5.2 人员管理

5.2.1 建设内容

人员管理功能模块内容包括人员信息管理、考勤管理、门禁管理、人员定位、安全帽门禁、劳务管理、培训教育。

5.2.2 功能要求

人员管理功能模块应符合表 4 的规定，且留有扩展接口，满足功能扩展的需要。

表 4 人员管理功能要求

序号	项目	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	具有脸部/指纹/虹膜识别考勤，显示考勤结果、统计考勤人数的功能。
3	门禁管理	具有身份证验证、实名制登记的功能。
		具有设定门禁权限的功能。
4	安全帽门禁	具有存储佩戴者个人信息、识别安全帽、上传佩戴者信息至安全监控中心的功能。
5	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企业进行预警提示。
6	人员定位	具有告知危险区域、预警提示的功能。
		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。
7	培训教育	具有班组安全教育、指纹签到、图片上传的功能。
		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。

5.3 设备管理

5.3.1 建设内容

设备管理功能模块包括设备二维码、设备清单、进出场管理以及特种设备安全管理。

5.3.2 功能要求

设备管理功能模块应符合表 5 的规定，且留有扩展接口，满足功能扩展的需要。

表 5 设备管理功能要求

序号	项目	功能要求
1	设备二维码	具有设备新增、查找、查看、编辑、删除、台账导出等基本操作功能。设备二维码信息详情包括：基本信息、检验检测记录、维修保养记录、进出场记录。
		系统根据编码规则系统自动对设备进行编码。
2	进出场管理	具有设备进出场管理功能，并存储记录。

序号	项目	功能要求
3	设备清单	具有根据设备分类，对设备进行展示的功能。
4	特种设备安全管理	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。
		具有特种机械运行轨迹回放功能，并以图形化方式展示；留有接口，用于信息交换。

5.4 物料管理

5.4.1 建设内容

物料管理包括：物料统计管理、物料入库管理、物料库存管理。

5.4.2 功能要求

物料管理功能模块应符合表 6 的规定，且留有扩展接口，满足功能扩展的需要。

表 6 物料管理功能要求

序号	项目	功能要求
1	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。
2	物料入库管理	具有物资台账管理功能。
		具有物资进场验收功能。
		具有物资称重计量功能。
		具有物资验收通过移动设备点验功能。
3	物料库存管理	具有领用申请功能。
		具有发料功能。

5.5 质量管理

5.5.1 建设内容

质量管理功能模块内容包括但不限于工序管理、试验室检测、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、桥涵结构物施工管控、隧道施工管控。

5.5.2 功能要求

质量管理功能模块应符合表 7 的规定，且留有扩展接口，满足功能扩展的需要。

表 7 质量管理功能要求

序号	项目		功能要求
1	工序管理		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。
			具有工序报验、验收的功能。
2	试验室检测	力学试验	具有万能试验机、压力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	具有针入度、软化点、延度试验数据实时采集、传输，自动生成试验报告的功能。
		沥青混合料试验	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。
		孔道压浆饱满度检测	具有孔道压浆缺陷位置、尺寸的检测及质量评分功能。
3	路基施工管控	路基智能压实	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	具有水泥用量、水灰比、浆体流量、钻头垂直移动量、移动速度实时监测功能。
		路基沉降观测	具有地表的垂直位移。
			具有路基内部水平位移。
4	水泥稳定碎石基层施工管控	拌和站生产管控	具有水泥计量数据监控的功能。
			具有级配数据监控的功能。
			具有拌和时间数据监控的功能。
		质量追溯（车辆运输）	具有混合料运输时间监控的功能。
			支持混合料运输车辆运行轨迹监控的功能。
		摊铺管控	具有摊铺机定位功能。
			具有摊铺机摊铺速度、轨迹监控的功能。
			碾压管控
具有压路机碾压遍数、碾压速度、碾压轨迹实时监测功能。			
5	沥青面层施工管控	拌和站生产管控	具有油石比数据监控的功能。
			具有石料用量、矿粉用量、沥青用量、添加剂用量数据监控的功能。
			具有温度数据监控的功能。
			具有级配曲线数据监控的功能。
			具有拌和时间数据监控的功能。
		质量追溯（车辆运输）	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。

序号	项目		功能要求
			具有混合料运输车辆运行轨迹监控的功能。
		摊铺管控	具有摊铺机定位功能。
			具有摊铺温度、速度、厚度数据监控的功能。
		碾压管控	具有压路机定位功能。
具有压路机碾压遍数、碾压温度、碾压速度、碾压轨迹实时监测功能。			
6	桥涵结构物施工管控	拌和站模块	具有计量数据、级配数据、拌和时间数据的监控功能。
		质量追溯模块（运输及现场浇筑）	具有运输时间监控的功能。
			支持运输车辆运行轨迹监控的功能。
			具有浇筑位置记录的功能。
		智能压浆模块	具有水胶比、压力、流量数据的实时监控功能。
		智能张拉模块	具有张拉应力、加载速率、停顿点、持荷时间的实时监控功能。
		智能养护设备	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。			
桥梁二维码	具有查看构件设计、施工、检测、参建单位、参建人员信息的功能。		
7	隧道施工管控	施工自动化监测	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。
		超前地质预报管理	具有预报方法、仪器、人员、单位信息及原始数据的输入、输出、查询功能。
			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。
		开挖管理	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、提醒功能
		出渣与运输管理	具有原始数据的查询功能。
			具有出渣与运输方量信息统计、提醒功能。

5.6 安全管理

5.6.1 建设内容

安全管理包括：安全管理、危险源管理、危大工程管理、视频管理、通航安全预警。

5.6.2 功能要求

安全管理功能模块应符合表 8 的规定，且留有扩展接口，满足功能扩展的需要。

表 8 安全管理功能要求

序号	项目	功能要求
1	安全管理	具有通过 GIS 地图巡查功能，用户可以查看巡查人员（安全管理人员）的日常巡查轨迹。
		具有日常巡查功能，用户可查看安全管理人员日常巡查记录，可打印巡查问题的整改通知单和整改回复单。
		具有安全大检查功能，包括：检查名称、检查单位、被检查单位、检查时间等。
		具有在线安全考试功能，支持试题批量导入（支持 Excel、Word 等格式），随机生成试卷，并自动评分、排名。
		具有安全会议管理功能，包括：时间、会议名称、会议地点、组织部门等，会议过程现场签到、上传照片。
		具有安全抓拍功能，对施工现场不系安全带和佩戴安全帽的违规行为进行识别。
2	危险源管理	具有安全评价功能，系统对人员、设备、安全活动、日常巡查、内业资料五个方面的数据按照“平安工地”考核指标进行评分。
		具有工程危险源数据采集记录、查询、分析功能，建立静态危险源数据库。
		具有危大工程施工进度监测功能。
		具有动态危险源电子记录和自动上报功能。
3	危险工程管理	具有智能移动终端即时采集和录入危险源数据的功能。
		具有重点安全管制区域实时在线监测功能。
		具有对监测和记录数据信息统计、查询、分析功能，具有及时发现隐患问题、即时预警功能。
		具有现场流程化、协同化安全管理功能，实现对施工现场的安全管理、检查（随机抽查）记录、整改通知及回复等的全过程电子记录。
		具有危大工程隐患问题实施上报功能。
4	视频管理	具有视频联动功能和短信推送功能，监控摄像头具有联动录像、抓拍，并发送报警的功能。
		具有项目部、三场、重大或隐蔽性施工作业区、重要交叉口影像监控的功能。
5	通航安全预警	具有桥梁施工作业区引航功能，同时采集、传输航道的水文信息、气象信息的功能。

5.7 环境管理

5.7.1 建设内容

环境管理功能模块内容应包括工地扬尘监测、工地环境噪声监测、水质监测、尾气排放监测。

5.7.2 功能要求

环境管理功能模块应符合表 9 的规定，且留有扩展接口，满足功能扩展的需要。

表 9 环境管理功能要求

序号	项目	功能要求
1	扬尘监测	具有实时检测、本地显示、在线传输、离线传输等功能。
		具有扬尘数据统计、分析、查询功能；实现扬尘超标判断报警、设备故障报警；支持现场声光报警与远程报警两种方式。
		具有雾炮机、喷淋系统根据扬尘监测数据自动开启的功能。
2	环境噪声监测	具有噪声实时检测、本地显示、在线传输、离线传输等功能。
		具有噪声数据统计、分析、查询功能；实现噪声超标判断报警、设备故障报警。支持现场声光报警与远程报警两种方式。
3	水质监测	实现水中 PH、悬浮物、石油类参数因子的监控。
		具有水质数据实时显示、自动记录、数据通讯、历史记录、数据查询、存储生态环境参数因子等功能。
4	尾气监测	具有尾气实时检测、本地显示、在线传输、离线传输等功能。
		具有尾气数据统计、分析、查询、污染物超标报警功能。

5.8 BIM 管理

5.8.1 建设内容

BIM 管理功能模块包括：BIM 模型、三维可视化、施工模拟、4D 进度管理、安全与质量协同管理。

5.8.2 功能要求

BIM 管理功能模块应符合表 10 的规定，且留有扩展接口，满足功能扩展的需要。

表 10 BIM 管理功能要求

序号	项目	功能要求
1	BIM 模型	具有 BIM 信息交换接口，实现 BIM 模型的导入、导出的功能。
		具有 BIM 模型浏览展示能力。
		具有 BIM 模型与技术资料关联展示能力。
		具有 BIM 模型与采集信息关联展示能力。
		具有技术交底、安全交底的功能。
		具有对项目管理、人员管理、设备管理、物料管理、质量管理、安全管理、环境管理等模块产生的数据可视化展示的功能。
2	施工模拟	具有 BIM 模型施工模拟功能。
3	4D 进度管理	具有 BIM 模型与施工进度计划关联，将空间信息与时间信息整合在 4D（三维+时间维度）模型中的功能。
4	安全协同管理	具有 BIM 轻量化模型的多方安全与质量在线协作功能。

6 数据库规定

6.1 数据库要求

数据库是指项目管理数据库、人员管理数据库、设备管理数据库、物料管理数据库、质量管理数据库、安全管理数据库、环境管理数据库、BIM 管理数据库、系统管理数据库。工程竣工验收后，所有数据库需移交至养护、运营部门，为养护运营提供决策支持。各类型数据库应满足表 11 要求。

表 11 数据库功能要求

序号	项目	功能要求
1	项目管理数据库	包含工程基本信息、计量数据、工程进度数据、日常管理文件、党政建设文件数据。
2	人员管理数据库	包含人员组织、人员档案、门禁管理数据、考勤数据、劳务发放数据、技术交底记录数据。
3	设备管理数据库	包含进场设备电子台账，塔吊、龙门吊、履带吊、架桥机的实时监控、历史数据，报警预警、设备参数设置数据。
4	物料管理数据库	包含沥青、水泥、粗细集料、外掺剂、钢筋、钢绞线、锚夹具、橡胶支座等物料的规格型号、数量、供应商、出入库数量和质量检验数据。
5	质量管理数据库	包含试验检测数据，路基的碾压速度、轨迹、遍数等数据，水泥搅拌桩的总浆量、段浆量、垂直度等数据，沥青混合料和水泥稳定碎石混合料的拌和、运输、摊铺、碾压数据，水泥混凝土的拌和、运输、张拉、压浆、养生，隧道施工自动化检测数据，工序管理数据。
6	安全管理数据库	包含视频通道配置和工地视频信息数据库，安全检查数据库，安全考试题库、现场危险源清单、安全问题处理日志数据。
7	环境管理数据库	包含环境参数告警值配置、环境实时监控、环境告警数据。
8	BIM 管理数据库	BIM 模型数据，可视化展示数据库和项目管理数据库、人员管理数据库、设备管理数据库、物料管理数据库、质量管理数据库、安全管理数据库、环境管理数据库共享。
9	系统管理数据库	包含用户管理、角色管理、菜单管理、地域管理、建设单位、施工单位、监理单位数据库。

6.2 数据存储要求

数据存储应满足下列要求：

- a) 工程质量监控视频数据永久保存，安保监控视频数据存本地储不少于 30 天。
- b) 项目管理数据库、人员管理数据库、设备监控数据库、物料管理数据库、质量管理数据库、环境监测数据库、安全管理数据库、BIM 管理数据库等历史数据保存至工程建设结束，并移交给相关部门。

6.3 数据备份要求

数据备份应满足下列要求：

- a) 具有数据自动化备份功能。
- b) 数据自动分类保存到存储介质中。
- c) 对各应用系统及其他信息数据进行集中的备份，系统管理员可以在任意一台工作站上管理、监控、配置备份系统，实现分布处理、集中管理。
- d) 备份系统应考虑网络带宽对备份性能的影响、备份系统的选择及安全性、备份系统容量的适度冗余、备份系统良好的扩展性等因素。

7 系统集成

7.1 集成内容

系统集成建设内容包括系统架构、系统配置、通信互联。

7.2 集成要求

系统集成应符合表 12 的规定。

表 12 系统集成项目表

序号	指标	功能要求
1	系统架构	系统采用整体设计，构造感知层、通信层、数据层、应用层以及用户层 5 层架构。
		各层采用信息资源共享的架构形式。
		各层配置相应的应用程序及应用软件模块。
2	系统配置	具有信息采集、数据通信、数据分析处理的功能。
		具备数据可视化展示的能力。
		具备应用的扩展能力。
3	通信互联	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 数据接口

8.1 数据接口概述

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) 智慧工地应采用标准的 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。

8.2 数据接口公开性

数据接口应公开发布，实现各系统间数据共享。

8.3 数据接口范围

数据接口应包含所有业务系统及智能物联网设备。

8.4 数据接口要求

数据接口应符合表 13 的规定。

表 13 数据接口要求

序号	项目	项目要求
1	数据内容及接口	具有项目管理、人员管理、设备管理、物料管理、质量管理、安全管理、环境管理、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、文本等数据交换格式。
		数据内容应包含数据唯一标识、项目唯一编码、采集设备唯一编码、数据采集时间等。
4	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。

序号	项目	项目要求
		采用 HTTP 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。

9 信息安全

9.1 信息安全内容

信息安全建设内容包括保密性、完整性、可用性和不可抵赖性。

9.2 信息安全要求

信息安全应符合表 14 的规定。

表 14 信息安全项目表

序号	项目	功能要求
1	保密性	用户注册页面需验证码，并进行密码强度校验。
		在用户注册或登录后进行重要或敏感业务操作时，应进行风险预警提示，并对用户进行二次验证。
		用户登录页面具有用户身份唯一标识，对同一登陆用户采用组合身份鉴别技术。
		个人信息数据收集时，应告知基本信息，数据的存储应设置数据存储期限。
		进行访问控制，采取最小授权原则，对信息访问的权限仅授权给需要从事相关业务的用户使用。
		应防止有用信息以各种途径暴露或传播出去。
		可采取物理方法，包括限制、隔离等确保信息不泄漏。
		用户对文件和数据库表的访问，应由授权人员配置访问权限。应具有完善的用户及权限管理机制，对管理员和业务用户进行分级授权，至少实现系统管理员、普通管理员、普通用户三级管理。
应在信息传输过程中，对信息进行加密，用加密算法对信息进行加密处理。		
2	完整性	采用密码校验、安全协议、数字签名等方式，检测信息是否在传输过程中是否被破坏。
3	可用性	主要网络设备、通信线路和数据处理相关的硬件需冗余建设，使处理能力具备冗余空间。
		应具有备份恢复功能，数据备份需定期刷新。
4	不可抵赖性	系统应自动记录权限操作日志、用户访问日志、系统操作日志，确保操作过程可追溯。

10 运行与维护

智慧工地管理系统运行维护应包括：运行维护规范、运行维护管理、系统升级管理。

10.1 运行维护规定

智慧工地管理系统运行维护应符合以下规定：

- a) 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。
- b) 智慧工地具备设备操作手册、系统维护手册、系统架构手册等常规运维指导文件。
- c) 智慧工地具备运维巡检计划，进行预防性维护。
- d) 智慧工地具备故障响应、应急处理流程及方案。
- e) 智慧工地具备备份和故障后恢复的准备工作。

10.2 运行维护管理

运行维护管理应符合以下规定：

- a) 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。
- b) 应按照运维巡检计划填写日常运维记录。
- c) 应做到故障及时发现、及时报告、及时解决和及时存档。
- d) 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。
- e) 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
- f) 应定期对设备内外部进行清洁工作。
- g) 应建立重点设备、特种设备日常运维记录，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。
- h) 应做好备份和故障后恢复的准备。
- i) 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。
- j) 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。
- k) 选择在施工现场空闲时间进行系统运行维护。

10.3 系统升级管理

智慧工地管理系统升级管理应符合以下规定：

- a) 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。
- b) 系统根据负载情况进行动态扩容，提升处理能力。

c) 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，自动回退到更新前状态。

d) 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) 在系统实施交付后持续改进，使系统正常且有效运行。

中国工程建设标准化协会标准（CECS G）

《公路工程智慧工地建设技术规程》

条文说明

目 次

3	智慧工地架构及功能体系	30
3.1	智慧工地总体架构.....	30
3.2	智慧工地功能体系.....	30
4	硬件基础设施	31
4.1	感知层设施	31
4.2	网络基础设施.....	31
4.3	控制机房	31
4.4	信息应用终端.....	31
7	系统集成.....	31
7.1	集成内容	31
9	信息安全	32
9.1	信息安全内容.....	32
10	运行与维护	32

3 智慧工地架构及功能体系

智慧工地应由硬件基础设施和软件系统组成，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。

3.1 智慧工地总体架构

3.1.2 感知层

感知层包括各类感知节点、自动识别装置、监控终端等设备；例如环境监测传感器、视频采集子系统、自动识别考勤装置、语音播报装置等类似设备或系统。

3.1.3 通信层

设计单位应在工程设计阶段考虑智慧工地的通信网络需求，对于重要施工区域、三场、项目部必须通信网络全覆盖，通信网络可由WLAN、Wi-Fi、3G/4G/5G、ZigBee等多种数据传输方式组合形成。

3.1.4 用户层

用户层为各方责任主体及相关人员，包括：建设单位、施工单位、监理单位、检测单位等。

3.1.7 运行与维护

运行与维护在智慧工地验收后进行，包括建立运行与维护规范、日常软硬件维护，以及在此基础上根据实际应用需求和技术发展需要，对智慧工地信息系统进行扩展和升级。

3.1.8 信息安全保障机制

信息安全贯穿整个智慧工地项目的生命周期，以确保智慧工地各信息系统在运行过程中各种数据信息及软硬件系统的安全性。

3.2 智慧工地功能体系

3.2.2 智慧工地功能指标及建设需求

本条在给出智慧工地具体建设指标及级别的基础上,明确了各建设指标的建设要求。列出各建设指标对应的“软件”、“硬件”的建设需求,以及基础设施在建设过程中需要配合智慧工地建设的需求。

4 硬件基础设施

硬件基础设施是智慧工地建设的基础内容,对应于总体架构中的感知层,为智慧工地各类系统应用提供基础信息通信环境,各设备应采用当时主流配置并适应信息通信技术发展趋势。

4.1 感知层设施

相应设备应符合《GB 4824-2013 工业、科学和医疗(ISM)射频设备 骚扰特性 限值和测量方法》、《GB 17625.1-2012 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流≤16A)》、《GB/T 9254-2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法》、《YD/T 1312.16-2015 无线通信设备电磁兼容性要求和测量方法》的要求。

4.2 网络基础设施

a) 无线局域网设施可包括Wi-Fi、ZigBee等无线局域网技术所涉及各类模组、终端、网关、路由器、协调器等设施设备。

b) 无线局域网覆盖范围的要求是保证现场各信息设备互联互通的必要条件。

c) 移动通信网络可包括2G、3G、4G、5G等移动通信网络,以满足人员通信及某些现场信息设备的接入需求。

4.3 控制机房

a) 根据工地实际情况,无条件设计独立机房的应设置信息设备集中放置区域。

b) 不间断电源供电对象包括集中放置区域的所有信息设备。

4.4 信息应用终端

a) 固定终端设备一般指操作员、工程师等人员所使用的台式计算机。

b) 移动终端一般指智能移动电话、平板电脑或各种专用手持式移动终端。

7 系统集成

7.1 集成内容

系统集成是通过数据及应用接口实现不同功能系统之间的数据交换和功能互联,将工地各个分离的设备、应用和信息等集成到相互关联的、统一和协调的系统之中,解决系统之间

的互连和互操作性问题，使资源达到充分共享，实现集中、高效、便利的管理，消除系统信息孤岛，提高系统的整体服务能力。

9 信息安全

9.1 信息安全内容

信息安全是为保护智慧工地数据信息的保密性、完整性、可用性和不可抵赖性，并确保智慧工地各信息系统正常运行所采取的技术保障手段。

10 运行与维护

运行与维护是智慧工地各系统应用在完成开发建设、安装调试及试运行，并经验收合格、正式投入使用后，为保证各系统正常使用所进行的活动。运行与维护对象包括施工现场联网设备、主机、网络系统、业务应用系统、数据库、机房环境等。