ICS 93.080.01
CCS P 66

T/CUPC

中 国 城 镇 化 促 进 会 团 体 标 准

T/CUPC XXXX—XXXX

高速公路智慧工地试验室信息化建设标准

Informationization construction standard for smart site laboratory of highway engineering

（工作组讨论稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2026－XX－XX 发布　　2026－XX－XX 实施

中国城镇化促进会　　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　总体建设要求 2
4.1　建设原则 2
4.2　建设目标 2
4.3　总体架构 3
4.4　基本功能要求 3
5　信息化基础设施建设 3
5.1　网络基础设施 3
5.2　视频监控系统 3
5.3　环境感知监测系统 4
5.4　身份识别与人员管控系统 4
6　试验检测数据自动采集 4
6.1　一般要求 4
6.2　设备改造与配置 4
6.3　采集方式 5
6.4　数据采集技术要求 5
7　信息化管理系统功能要求 5
7.1　一般规定 5
7.2　样品全生命周期管理 5
7.3　试验检测业务管理 6
7.4　人员信息化管理 6
7.5　仪器设备信息化管理 6
7.6　标准物质与耗材的信息化管理 7
7.7　温湿度环境监控 7
7.8　统计分析与预警管理 7
8　数据互通与接口规范 7
8.1　一般规定 7
8.2　数据共享要求 8
8.3　对外接口要求 8
8.4　接口类型与功能 8
8.5　接口异常处理 9
8.6　接口管理 9
9　信息安全 9
9.1　一般要求 9

9.2 身份认证与访问控制 9
9.3 数据安全 9
9.4 系统安全 9
9.5 应急管理 9
10 系统调试、验收与运维 10
10.1 系统调试 10
10.2 竣工验收 10
10.3 运行维护 10
11 评价与改进 10
11.1 系统评价 10
11.2 持续改进 11
附录A（资料性） 信息化管理系统功能模块 12
附录B（资料性） 各功能室环境监控参数 13
附录C（规范性） 信息化管理系统竣工验收清单 14

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××××提出。
本文件由××××归口。
本文件起草单位：
本文件主要起草人：

高速公路智慧工地试验室信息化建设标准

1 范围

本文件规定了高速公路智慧工地试验室信息化建设的总体架构、试验检测业务管理、设备物联与自动采集、视频监控与环境监测、数据管理、接口与数据交换、基础设施与安全、运行维护以及评价与改进等内容。

本文件适用于新建、改扩建高速公路工程工地试验室的信息化建设、改造、运行管理和评价。其他等级公路工程工地试验室可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
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 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
GB/T 32630 非结构化数据管理系统技术要求
GB/T 35273 信息安全技术 个人信息安全规范
GB/T 35274 数据安全技术 大数据服务安全能力要求
GB/T 36344 信息技术 数据质量评价指标
GB/T 37378 交通运输 信息安全规范
GB/T 44811 物联网 数据质量评价方法
JT/T 828 公路试验检测数据报告编制导则
JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
JTG/T 2420 公路工程信息模型应用统一标准
JTG 3430 公路土工试验规程
JTG 5210 公路技术状况评定标准
DB41/T 2464 公路工程工地试验室建设与管理规范
DB62/T 4339 高速公路工地试验室标准化指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智慧工地试验室 smart site laboratory

运用物联网、云计算、大数据、人工智能等技术，对工地试验室的人员、设备、样品、环境、试验过程、数据、报告及视频等要素进行数字化采集、传输、存储、分析与应用，实现试验检测活动可追溯、可预警、可评价的工地试验室。

3.2

工地试验室 site laboratory

经公路水运工程试验检测机构授权，在公路工程施工现场设立的临时性试验检测机构，承担工程原材料、半成品、成品及工程实体质量的试验检测任务。

3.3

智慧工地试验室信息化管理系统 smart site laboratory information management system

基于信息技术构建的，对工地试验室的检测业务流程、数据采集、质量控制、报告生成等进行全面信息化管理的软件系统。

3.4

试验检测数据自动采集 automatic acquisition of test data

通过数据接口、传感器、采集模块等方式，从试验仪器、环境监测设备等直接获取试验过程数据、结果数据或环境数据，不依赖人工录入的数据获取方式。

3.5

数据元 data element

用一组属性描述其定义、标识、表示和允许值的数据单元。

3.6

数据采集终端 data acquisition terminal

安装在试验检测仪器设备上，用于采集、缓存和传输试验数据的硬件设备或软件模块。

3.7

母体检测机构 parent testing organization

取得公路水运工程试验检测机构等级证书，授权设立工地试验室并承担相应质量责任的检测机构。

3.8

中心试验室 central laboratory

由高速公路建设单位独立设置,负责统筹项目试验检测管理、指导监理和施工工地试验室检测工作、开展验证试验和随机抽检的试验室。

3.9

数据防篡改 data anti-tampering

是指原始试验数据采集上传后，不可删除、不可随意修改；修改操作应全程留痕、可追溯。

3.10

样品全生命周期 whole life cycle of sample

样品从取样登记、流转、接收、制备、试验、留样、处置全过程信息化闭环管理。

4 总体建设要求

4.1 建设原则

4.1.1 高速公路智慧工地试验室信息化建设应遵循“统一规划、分步实施、安全可靠、经济适用”的原则。

4.1.2 信息化建设应满足公路工程试验检测管理相关规范，满足工地试验室备案、监督检查要求。

4.1.3 应优先实现关键试验设备原始数据自动采集，保障试验过程、试验数据真实可追溯。

4.1.4 信息化建设应注重兼容性，宜采用标准化接口，支持多品牌检测仪器接入。

4.1.5 信息化建设应与工地试验室标准化建设同步规划、同步设计、同步实施。

4.1.6 信息化系统应具备开放性和可扩展性，支持与省级交通工程建设监管平台、母体检测机构信息管理平台的数据对接和信息共享。

4.1.7 信息化建设应覆盖试验检测的全过程，包括人员管理、设备管理、样品管理、检测过程、数据采集、报告生成、质量追溯等环节。

4.1.8 信息化建设应覆盖工地试验室运行管理的“人、机、料、法、环、测”六大维度。

4.1.9 信息化建设应具备开放性、可扩展性和兼容性，能够适应不同规模、不同阶段工地试验室的建设需求。

4.1.10 信息化建设应贴合工地试验室现场业务，避免过度智能化。兼顾移动端、PC 端操作。

4.1.11 信息化建设应落实网络安全、数据安全要求，做好数据备份。

4.2 建设目标

4.2.1 实现试验检测关键数据的自动采集和实时上传，确保检测数据真实可靠、过程可追溯。

4.2.2 实现试验检测业务流程的电子化、标准化管理，减少人为干预，提高工作效率。
4.2.3 实现试验室环境条件的智能监控和异常预警，保障检测环境符合标准要求。
4.2.4 实现检测行为的可视化监控和远程监管，提升质量管理的精细化水平。
4.2.5 实现质量数据的智能分析和风险预警，为工程质量决策提供数据支撑。

4.3 总体架构

高速公路智慧工地试验室信息化管理系统宜由感知层、网络传输层、数据层、平台层、应用层和用户层六个层次构成。

a) 感知层：应包括各类检测设备数据采集终端、温湿度等环境监测传感器、视频监控设备、RFID/二维码识读设备、人员身份识别设备、移动终端等。
b) 网络传输层：应包括有线网络、Wi-Fi、4G/5G、NB-IoT、LoRa 等通信方式，以及边缘计算网关。
c) 数据层：应包括试验检测基础数据库、业务数据库、人员信息库、设备台账库、时序数据库、文件存储库、视频存储库等，以及数据治理工具。
d) 平台层：应包括物联网管理平台、试验检测业务平台、视频管理平台、数据交换平台、数据分析与预警平台。
e) 应用层：应包括检测业务管理、数据自动采集、质量控制、报告管理、统计分析等功能模块。
f) 用户层：应包括施工单位工地试验室人员、母体试验室管理人员、施工单位项目管理人员、监理单位人员、建设单位人员、监督机构人员等。

4.4 基本功能要求

4.4.1 应实现人员、设备、样品、环境、试验检测业务数字化管控。
4.4.2 应实现重点力学试验设备原始数据自动采集上传。
4.4.3 应具备试验全过程记录、预警、台账自动生成等功能。
4.4.4 宜支持与项目智慧工地平台、建设单位质量监管平台数据互通。

5 信息化基础设施建设

5.1 网络基础设施

5.1.1 试验室应建设覆盖检测区域、标养室、样品室、办公室等全部功能区域的局域网，确保网络连接的稳定性和可靠性。
5.1.2 应配置无线网络（Wi-Fi），满足移动终端设备的联网需求。
5.1.3 关键试验设备采集、视频监控优先采用有线网络；无线网络作为备用。
5.1.4 应建立与项目智慧工地云平台互联的广域网络连接。
5.1.5 网络带宽应满足检测数据实时上传、视频监控传输等业务需求。
5.1.6 网络建设应考虑冗余和备份，确保网络不中断。
5.1.7 通信设备应具备断网缓存续传功能，网络恢复后自动补发离线采集数据。
5.1.8 网络应划分安全子网，视频监控、业务系统、仪器采集网络宜隔离部署。

5.2 视频监控系统

5.2.1 监控点位应覆盖压力机/万能材料试验机试验区、标准养护室、样品存放室、水泥室、集料室等全部功能区域。
5.2.2 视频监控设备应满足下列技术要求：

a) 分辨率不应低于 1920×1080（1080P）；
b) 宜支持 H.265 视频编码标准；
c) 应具备红外夜视功能；
d) 防护等级不宜低于 IP65；
e) 本地视频存储时间不应少于 30 天。

5.2.3 关键区域应重点监控，包括力学试验室、水泥混凝土室、沥青室、标准养护室、样品室等。

5.2.4 视频监控应与试验检测数据关联，实现试验过程的可视化回溯。
5.2.5 视频监控数据应上传至信息化管理平台，支持远程实时查看和历史回放。
5.2.6 监控录像应支持按试验时间、样品编号检索回放。
5.2.7 宜支持 AI 智能识别人员离岗、无关人员进入试验区域、违规操作预警等。

5.3 环境感知监测系统

5.3.1 对温湿度有严格要求的功能室应部署智能环境监控设备，实现环境参数的自动采集、记录和预警。各功能室环境监控参数应符合附录 B 的规定。
5.3.2 标准养护室应配置温湿度自动传感器，湿度控制精度不应低于 95%，并应具备自动记录和异常报警功能。
5.3.3 环境监控数据应实时上传至信息化管理平台，采样间隔不宜大于 15 分钟。
5.3.4 当环境参数超出设定范围时，系统应自动发出预警信息，并记录异常时段和处理情况。
5.3.5 环境历史数据保存期限不应少于 12 个月。
5.3.6 环境监控传感器应定期校准，校准周期不宜大于 1 年。

5.4 身份识别与人员管控系统

5.4.1 试验室出入口、核心试验区域宜设置人脸识别门禁。
5.4.2 试验操作人员登录系统应实名身份认证，试验记录、电子签名应与人员账号绑定。
5.4.3 严禁无授权人员登录系统开展试验操作。

6 试验检测数据自动采集

6.1 一般要求

6.1.1 高速公路工地试验室应对下列关键试验检测项目实施数据自动采集：
a) 水泥混凝土抗压强度、抗折强度试验；
b) 砂浆抗压强度试验；
c) 岩石抗压强度试验；
d) 钢筋及钢筋焊接、机械连接拉伸试验（屈服强度、抗拉强度、伸长率）；
e) 水泥抗压强度、抗折强度试验；
f) 无机结合料稳定材料无侧限抗压强度试验；
g) 沥青混合料马歇尔稳定度、流值试验；
h) 路基路面压实度、弯沉检测等现场试验。
6.1.2 自动采集的数据应包括试验原始数据、试验曲线、试验结果、样品信息、时间信息、设备信息、操作人员信息等。
6.1.3 数据采集过程应独立于试验操作过程，防止人为干预和篡改。
6.1.4 自动采集的数据应实时上传至信息化管理平台，上传延迟不宜大于 5 分钟。

6.2 设备改造与配置

6.2.1 工地试验室试验设备按信息化采集要求可分为以下三类。
a) A 类：应实施自动采集的设备。包括万能材料试验机、压力试验机、电子天平、水泥抗折抗压试验机、沥青混合料稳定度试验仪、路面材料强度试验仪等直接输出力学、质量等关键数据的设备。
b) B 类：宜实施自动采集的设备。包括水泥胶砂搅拌机、振实台、标准养护室温湿度控制设备、烘箱、沥青软化点仪、针入度仪等。
c) C 类：可实施人工录入或辅助采集的设备。包括筛分设备、击实仪、坍落度筒等。
6.2.2 压力试验机、万能材料试验机、恒应力压力机、电动抗折试验机等力学试验设备应配置数据采集终端，实现试验数据的自动采集和上传。
6.2.3 新购置的试验检测仪器设备宜优先选用具备自动采集、自动存储、数据上传和报告打印功能的智能化设备。

6.2.4 现有试验设备可通过加装数据采集模块、通信接口转换器等方式进行信息化改造。
6.2.5 数据采集终端与试验设备的连接不应影响设备的正常计量性能和试验精度。

6.3 采集方式

6.3.1 自动采集可通过设备自带数据通信接口、加装数据采集模块或加装传感器等方式实现，应优先采用设备自带数字通信接口。
6.3.2 加装采集模块或传感器不应改变试验设备的计量性能、试验条件和安全性能，不得影响设备检定、校准结果。
6.3.3 自动采集系统应支持主流通信协议，如 RS232、RS485、TCP/IP、Modbus、OPC 等，并具备协议解析和数据预处理能力。
6.3.4 采集模块应具备数据缓存功能，在网络中断时至少缓存 24 h 数据，网络恢复后自动续传。

6.4 数据采集技术要求

6.4.1 数据采集频率应满足试验过程完整记录的需要，力学试验数据采集频率不宜低于 10 Hz。
6.4.2 数据采集精度应与试验设备显示精度一致，数据修约应符合 GB/T 8170 的规定。
6.4.3 试验曲线应完整记录加载全过程，曲线数据点间隔不宜大于 0.1 秒。
6.4.4 数据采集终端应具备数据完整性校验功能，对异常数据、缺失数据进行标识和预警。
6.4.5 采集数据应包含统一的时间戳、设备编号、数据值、单位等要素，并自动关联试验任务编号。
6.4.6 所采集的数据应符合以下防篡改要求：

a) 仪器上传原始数据入库后，禁止直接删除原始记录；
b) 确需更正数据时，系统必须记录修改人、修改时间、修改前后内容，形成修改日志永久留存；
c) 自动采集数据与人工录入数据系统应进行标识区分。

7 信息化管理系统功能要求

7.1 一般规定

7.1.1 高速公路智慧工地试验室信息化管理系统应覆盖试验检测业务全流程，实现样品管理、任务管理、数据采集、报告管理、设备管理、人员管理、环境监控、统计分析等功能的集成化应用，实现试验检测业务的全面信息化管理。
7.1.2 信息化管理系统应包含 PC 管理端与移动端，两端功能应协同一致，数据实时同步。
7.1.3 移动端宜实现下列功能：

a) 样品二维码/条形码扫码识别与信息查询；
b) 现场检测拍照与影像上传；
c) 系统消息接收与预警信息推送；
d) 试验报告在线审核与流程审批。

7.1.4 系统应支持与项目智慧工地云平台、行业监管平台的数据对接，实现检测数据互联互通。
7.1.5 系统功能模块应符合附录 A 的要求。
7.1.6 系统应具备良好的可扩展性和兼容性，能够适应不同规模、不同阶段工地试验室的建设需求。

7.2 样品全生命周期管理

7.2.1 系统应支持样品登记功能，样品信息应包括样品名称、规格型号、数量、生产厂家、出厂编号、取样日期、取样地点、取样人、代表数量、工程部位、委托单位等。
7.2.2 样品登记后，系统应自动生成唯一性二维码或条形码，实现样品的“一物一码”标识管理。
7.2.3 系统应覆盖样品全流转过程，流转环节应包括。

a) 取样：应记录取样时间、地点、人员、方法等信息。
b) 接收：应记录接收时间、接收人、样品状态确认。
c) 制备：应记录制备方法、制备日期、制备人。
d) 试验：应关联试验任务、试验数据和试验人员。
e) 留样：应记录留样位置、留样数量、留样期限。

f） 到期处置：应记录处置方式、处置日期、处置人。

7.2.4 各流转环节应自动记录时间戳和责任人，形成不可篡改的样品流转追溯链。

7.2.5 系统应具备留样到期自动提醒功能，留样到期前 30 天、15 天、7 天分级提醒。

7.2.6 留样处置应在系统中进行线上登记，记录处置方式（退回、销毁、延长留样等）、处置依据、处置人和处置日期等信息。

7.3 试验检测业务管理

7.3.1 系统应支持试验委托单线上登记，委托单信息应包括项目名称、合同段、工程部位、样品信息、委托单位、委托人、委托日期、检测项目、检测依据、判定标准、期望完成日期等内容。

7.3.2 委托单审核通过后，系统应自动生成试验任务并分配至相应功能室。

7.3.3 试验任务应支持分派、领取、退回、完成等状态管理，任务分配应关联试验人员、试验设备和完成时限。

7.3.4 对具备数据自动采集条件的试验项目，系统应通过数据采集终端自动获取试验数据，并自动关联至对应样品和试验任务。

7.3.5 系统应依据自动采集数据或人工录入数据，按标准规范要求自动生成原始记录。原始记录格式应符合 JT/T 828 的规定，内容应包括样品信息、设备信息、环境条件、试验数据、计算结果等。

7.3.6 系统应建立试验报告三级审批流程，具体要求如下。

a） 第一级：试验员对原始数据和试验结果进行自检确认，电子签名确认。

b） 第二级：审核人对数据完整性、方法符合性、结论正确性进行审核，电子签名确认。

c） 第三级：批准人对报告进行最终审定，电子签名签发生效。

7.3.7 各级审批意见和签名应在系统中完整留痕，审批流程未完成时报告不得对外发出。

7.3.8 系统应具备试验结果自动计算、修约和判定功能。

7.3.9 系统应具备不合格数据的自动识别、预警和跟踪处理功能。

7.4 人员信息化管理

7.4.1 系统应建立试验检测人员电子档案，档案信息应主要包括以下内容：

a） 基本信息，如姓名、性别、出生日期、身份证号、职称、学历、所在岗位等；

b） 资格证书，如证书类别、证书编号、发证机关、发证日期、有效期限、批准参数范围等；

c） 培训记录，如培训内容、培训机构、培训日期、考核结果等；

d） 履职记录，如到岗情况、工作业绩、违规记录等。

7.4.2 系统应实现试验检测人员资质到期预警功能，提前 90 天、60 天、30 天分级推送证书到期提醒。

7.4.3 系统应实现账号权限分级管理，权限设置应遵循最小授权原则，具体分级如下：

a） 系统管理员应负责系统配置、用户管理、权限分配、数据维护；

b） 试验检测人员应负责试验操作、数据录入、原始记录生成；

c） 审核人员应负责试验数据和报告的审核；

d） 批准人员应负责报告签发批准；

e） 查询人员应仅具备数据查询和浏览权限。

7.4.4 系统应完整记录人员操作日志，包括登录时间、操作内容、数据修改记录等，实现操作可追溯。

7.4.5 关键试验设备宜配置人脸识别或指纹识别等生物特征认证设备，实现检测人员身份与设备操作的绑定管理。

7.4.6 系统应支持远程培训和在线考核功能。

7.5 仪器设备信息化管理

7.5.1 应建立仪器设备电子台账，每台设备应包括以下信息。

a） 设备基本信息：设备名称、型号规格、出厂编号、资产编号、生产厂家、购置日期、投入使用日期。

b） 技术参数：量程、精度、分辨率等。

c） 状态信息：在用/停用/报废/送修等。

7.5.2 应具备检定/校准计划管理功能，包括以下内容：

a） 检定/校准周期的设定；

b） 检定/校准计划的编制和提醒；
c） 检定/校准结果的录入和确认；
d） 检定/校准证书附件的上传和归档。

7.5.3 应具备检定/校准到期预警功能，提前 30 天、15 天、7 天分级推送预警信息。

7.5.4 应记录设备使用记录，包括使用日期、使用人、试验项目、运行状态等。

7.5.5 应记录设备维修保养记录，包括维修日期、故障现象、维修内容、维修单位、维修结果、保养周期、保养内容等。

7.5.6 应支持设备期间核查计划管理和结果记录。

7.6 标准物质与耗材的信息化管理

7.6.1 应建立标准物质台账，管理信息应包括标准物质名称、编号、浓度/纯度、生产厂家、批号、有效期、购置日期、库存数量、存放位置等。

7.6.2 应建立化学试剂台账，管理信息应包括试剂名称、规格、生产厂家、批号、有效期、库存数量、危险性分类等。

7.6.3 应建立消耗材料台账，管理信息应包括材料名称、规格型号、库存数量、最低库存阈值等。

7.6.4 应进行标准物质、化学试剂和消耗材料的出入库登记，应记录领用人、领用日期、领用数量、用途等信息。

7.6.5 系统应具备库存不足预警功能，当库存数量低于设定的最低库存阈值时自动提醒。

7.6.6 系统应对标准物质和化学试剂的保质期进行监控，到期前自动预警。

7.7 温湿度环境监控

7.7.1 应实时展示各功能室的温湿度数据，以曲线图或仪表盘形式直观呈现。

7.7.2 应支持按功能室、按时间段查询和导出温湿度历史数据，数据导出格式宜支持 Excel、PDF 等通用格式。

7.7.3 系统应具备温湿度超标自动预警功能，预警规则如下：

7.7.4 当环境参数超出设定阈值时，系统自动触发预警；

7.7.5 预警信息应通过系统消息、短信、APP 推送等方式实时送达相关人员；

7.7.6 应记录异常时段的环境数据和处理情况，形成闭环管理。

7.7.7 各功能室温湿度控制要求应符合附录 B 的规定。

7.8 统计分析与预警管理

7.8.1 系统应自动生成以下各类试验检测台账：
a） 原材料试验台账，按材料种类、进场批次、试验日期等记录；
b） 标准试验台账，记录配合比设计、标准击实等；
c） 现场检测台账，记录压实度、弯沉、厚度等现场检测项目；
d） 不合格试验台账，自动汇总所有不合格试验结果及处理状态；
e） 设备使用台账，按设备编号、使用日期统计。

7.8.2 系统应具备质量预警功能，对不合格数据、异常数据、超期未检等情况进行分级预警。

7.8.3 试验结果判定为不合格时，系统自动进行醒目颜色标识。

7.8.4 预警信息应能够通过系统消息、短信、APP 推送等方式及时送达相关人员。

7.8.5 系统宜具备下列数据分析功能：
a） 同一材料不同批次的检测数据趋势分析；
b） 同一工程部位不同时间检测结果的对比分析；
c） 检测数据离散性和偏差趋势提示；
d） 检测频率满足情况的统计和预警。

7.8.6 系统应支持各类统计报表的自定义配置和定期自动生成。

8 数据互通与接口规范

8.1 一般规定

8.1.1 高速公路智慧工地试验室信息化管理系统应具备标准化的数据互通能力，实现试验检测数据在各相关系统之间的安全、高效流转。

8.1.2 数据互通应遵循“统一标准、安全可靠、互联互通、分级共享”的原则。

8.1.3 系统应支持与下列平台的数据对接：

a) 项目智慧工地总平台；
b) 建设单位质量监管平台；
c) 监理单位信息管理平台；
d) 母体检测机构信息管理平台；
e) 省级交通工程建设监管平台；
f) 其他依法需要对接的信息系统。

8.1.4 数据互通应采用开放式标准化 API 接口方式，接口设计应具备可扩展性，支持未来新增数据类型的对接需求。

8.2 数据共享要求

8.2.1 系统应开放标准化 API 接口，支持向上对接项目智慧工地总平台、建设单位质量监管平台及其他相关信息系统。

8.2.2 交换数据应至少包含下以下类别：

a) 样品信息：样品编号、样品名称、规格型号、代表数量、工程部位、取样日期、取样人、委托单位等；
b) 试验结果，如试验项目、检测数据、试验结果、判定结论、试验日期、试验人员等；
c) 不合格数据，如不合格项目、不合格指标、判定标准、处理状态、闭环记录等；
d) 设备状态，如设备编号、设备名称、运行状态、检定/校准有效期等；
e) 环境监测数据，如功能室编号、温度、湿度、记录时间、报警状态等；
f) 报告信息，如报告编号、报告日期、签发人、报告结论等。

8.2.3 数据共享应遵循“最小够用”原则，仅交换业务必需的数据字段，不得超范围获取或提供数据。

8.2.4 数据共享应明确各方数据使用权限和责任，数据接收方不得将数据用于约定范围之外的用途。

8.2.5 涉及个人信息和敏感业务数据的数据共享，应符合 GB/T 35273 和 GB/T 35274 的规定。

8.3 对外接口要求

8.3.1 接口通信协议应符合以下要求：

a) 接口通信宜采用 HTTPS 协议，确保数据传输通道的安全；
b) 应支持 RESTful API 或 Web Service 方式；
c) 接口应支持 JSON 或 XML 标准数据格式；
d) 接口响应时间不宜大于 3 秒。

8.3.2 数据传输安全应符合以下要求：

a) 数据传输应采用加密通道，宜采用 TLS 1.2 及以上版本协议；
b) 敏感数据字段应进行额外加密处理，宜采用 AES-256 或国密 SM4 等加密算法；
c) 接口应具备防重放攻击机制，可采用时间戳加随机数的方式；
d) 接口应具备限流机制，防止异常高频请求对系统造成冲击。

8.3.3 接口访问鉴权应符合以下要求：

a) API Key 应定期更换，更换周期不宜大于 90 天；
b) 应记录接口访问日志，包括调用方、调用时间、接口名称、请求结果等；
c) 对异常访问行为应进行识别和阻断，并触发安全预警。

8.3.4 接口应支持数据完整性校验，通过数据校验和或数字签名等方式确保数据在传输过程中未被篡改。

8.4 接口类型与功能

8.4.1 应提供以下类型的对外接口：

a) 试验数据上报接口，用于试验检测结果和原始数据的实时上报；
b) 样品信息同步接口，用于样品登记信息和流转状态的同步；

c） 设备状态上报接口，用于仪器设备运行状态和检定信息的同步；
d） 环境数据上报接口，用于各功能室温湿度等环境参数的实时上报；
e） 不合格数据推送接口，用于不合格试验结果的主动推送；
f） 报告查询接口，用于试验检测报告的在线查询和获取。

8.4.2 接口应支持批量数据上传和实时数据上传两种模式，满足不同业务场景的需求。

8.5 接口异常处理

8.5.1 接口应具备超时处理机制，当调用方在规定时间内未收到响应时，应自动重试或返回超时错误。
8.5.2 接口返回信息应包含统一的状态码和错误信息，便于调用方识别和处理异常。
8.5.3 当接口调用失败时，系统应记录失败日志，并支持人工补传或自动重传机制。
8.5.4 接口版本更新时，应保持对旧版本接口的兼容性，兼容过渡期不宜少于 6 个月。

8.6 接口管理

8.6.1 应建立接口管理台账，记录接口名称、版本号、调用方信息、启用日期、状态等。
8.6.2 应定期对接口的运行状态进行监控和评估，监控指标应包括调用成功率、平均响应时间、并发处理能力等。
8.6.3 接口变更应履行审批程序，变更前应通知相关调用方，并预留充分的适配时间。
8.6.4 对不再使用的接口应及时停用和下线，并通知相关调用方。

9 信息安全

9.1 一般要求

9.1.1 智慧工地试验室信息化建设应符合国家网络安全相关法律法规要求，网络安全保护等级不应低于 GB/T 22239 规定的第二级要求。
9.1.2 应建立数据安全管理制度，明确数据采集、传输、存储、使用、共享、销毁等环节的安全责任。
9.1.3 涉及个人信息的数据处理应符合 GB/T 35273 的规定。

9.2 身份认证与访问控制

9.2.1 系统应采用多因素身份认证机制，包括用户名密码、数字证书、动态令牌、生物特征等方式。
9.2.2 应建立基于角色的访问控制（RBAC）机制，实现权限的最小化分配。
9.2.3 系统应具备登录失败处理、会话超时锁定、异常登录报警等安全功能。
9.2.4 数据采集终端应具备设备身份认证功能，防止非法设备接入。

9.3 数据安全

9.3.1 试验检测原始数据、报告文件等关键数据应进行加密存储，宜采用 AES-256 或国密 SM4 等加密算法。
9.3.2 数据传输应采用加密通道，宜采用 TLS 1.2 及以上版本协议。
9.3.3 应建立数据备份与恢复机制，关键数据应进行实时备份或定时备份。
9.3.4 数据修改应留痕，原始数据和修改记录应同时保存，确保数据可追溯。
9.3.5 数据销毁应符合相关安全要求，防止数据泄露和非法恢复。

9.4 系统安全

9.4.1 服务器应部署防火墙、入侵检测、防病毒等安全防护措施。
9.4.2 应定期进行漏洞扫描和安全评估，及时修补系统漏洞。
9.4.3 应建立安全审计机制，记录系统操作日志、安全事件日志，日志保存期限不应少于 6 个月。
9.4.4 应具备防跨站脚本攻击等常见网络攻击的防护能力。

9.5 应急管理

9.5.1 应制定网络安全应急预案，明确应急响应流程和处置措施。
9.5.2 应定期开展应急演练，检验应急预案的有效性。

9.5.3 发生网络安全事件时，应按照规定及时报告并启动应急响应。

10 系统调试、验收与运维

10.1 系统调试

10.1.1 信息化管理系统正式运营前，应依次开展下列调试工作。

a) 网络调试：验证试验室内有线网络、无线网络的连通性、稳定性和带宽满足情况，测试与项目智慧工地总平台、建设单位质量监管平台等外部网络的互联互通。
b) 仪器采集联调：逐台连接数据采集终端与试验检测设备，验证数据采集的准确性、完整性和实时性，采集数据与设备显示数据应一致。
c) 视频调试：验证各功能室视频监控设备的画面清晰度、覆盖范围、存储功能和远程查看功能。
d) 平台功能联调：验证管理系统各功能模块的运行正常性，包括样品管理、试验任务、数据采集、报告生成、人员管理、设备管理等全流程功能。
e) 压力测试：模拟多用户并发操作场景，验证系统的并发处理能力、响应时间和运行稳定性。

10.1.2 各项调试应形成调试记录，记录内容包括调试项目、调试方法、测试结果、存在问题及处理情况等。

10.1.3 调试过程中发现的问题应逐项整改，整改完成后应进行回归测试确认。

10.1.4 调试全部完成后，应出具系统调试报告，由建设单位和施工单位共同确认。

10.2 竣工验收

10.2.1 系统完成调试后，应进行不少于 30 天的试运行。试运行期间系统应运行稳定，各项功能满足使用要求。

10.2.2 竣工验收应依据附录 C 的验收清单逐项开展核查，核查内容应主要包括以下内容。

a) 硬件部署情况：数据采集终端、传感器、视频监控设备、服务器、网络设备等的安装完成情况和安装质量。
b) 采集连通性：各试验关键设备与数据采集终端的连接状态和数据传输畅通情况。
c) 系统全部功能：管理系统各功能模块的运行正常性和功能完整性。
d) 数据安全机制：身份认证、访问控制、数据加密、日志审计等安全措施的落实情况。

10.2.3 所有试验关键设备成功联网采集方可通过验收。未能实现联网采集的关键设备，应整改完成后方可重新申请验收。

10.2.4 竣工验收应由建设单位组织，施工单位、监理单位、系统集成单位共同参加。

10.2.5 验收完成后应出具验收报告，验收结论分为通过、整改后通过和不通过三种。

10.3 运行维护

10.3.1 项目应制定信息化系统运维管理制度，明确运维责任分工和运维流程，定期对网络设备、传感器、数据采集终端等进行巡检和维护，巡检周期不宜大于 1 个月。

10.3.2 软件平台应定期进行版本更新和漏洞修复，及时修补系统安全漏洞。

10.3.3 应建立故障应急处置预案，明确故障分级响应机制和处理流程，保障试验数据不丢失。故障恢复应符合下列要求：

a) 一级故障（系统瘫痪），应立即响应，恢复时间不宜超过 4 小时；
b) 二级故障（部分功能异常），应在 2 小时内响应，恢复时间不宜超过 24 小时；
c) 三级故障（一般性故障），应在 24 小时内响应，恢复时间不宜超过 72 小时。

10.3.4 应建立数据备份机制，关键数据应每日备份并异地存储，备份数据保存期限不应少于工程交工验收后 5 年。

10.3.5 所有运维活动应有记录，包括运维时间、运维内容、处理结果、运维人员等。

11 评价与改进

11.1 系统评价

应定期对高速公路智慧试验室的信息化建设情况进行评价，评价要求如下。

a) 评价周期不宜大于 1 年，评价结果应作为优化升级的依据。

b) 评价内容应包括以下内容。

1) 数据采集覆盖率和准确率；

2) 系统可用性和响应速度；

3) 数据上传及时率和完整率；

4) 预警响应和处理情况；

5) 用户满意度调查。

11.2 持续改进

11.2.1 应根据评价结果和技术发展，持续优化完善信息化建设。

11.2.2 应关注新技术发展，适时引入人工智能、大数据分析、区块链等新技术，提升智慧化管理水平。

11.2.3 应收集各方反馈意见，持续改进系统易用性和功能适用性。

附 录 A
（资料性）
信息化管理系统功能模块

A.1 信息化管理系统功能模块要求

信息化管理系统功能模块的相关要求见表 A.1。

表 A.1 信息化管理系统功能模块要求

序号	功能模块	子功能	功能说明
1	样品管理	样品登记	样品信息录入、唯一二维码/条形码生成
		流转管理	取样→接收→制备→试验→留样→处置全流程记录
		留样管理	留样到期自动提醒、处置线上登记
2	试验业务管理	委托管理	委托单线上登记、审核和流转
		任务管理	试验任务自动生成、分派、状态跟踪
		原始记录	自动采集数据关联、电子原始记录生成
		报告管理	报告生成、三级审批、电子签名、PDF导出
3	数据采集监控	实时采集	试验数据自动采集和实时展示
		曲线展示	试验曲线实时绘制和历史回放
		数据校核	数据完整性、合理性自动校核
4	仪器设备管理	台账管理	设备电子档案、技术参数、状态管理
		检校管理	检定/校准计划、结果确认、到期预警
		维保管理	维修保养记录、使用记录
5	人员管理	档案管理	人员基本信息、资格证书、培训记录
		资质管理	资质到期预警、上岗授权
		权限管理	账号分级权限设置
6	标准物质与耗材管理	标准物质管理	标准物质台账、有效期监控
		试剂耗材管理	出入库登记、库存不足预警
7	环境监控	实时监测	温湿度等环境参数实时展示
		历史查询	环境数据历史记录查询导出
		异常预警	环境超标自动预警
8	质量预警	预警规则	预警阈值设置和规则配置
		预警推送	多级预警信息推送
		预警处理	预警响应和闭环处理
9	统计分析	台账管理	各类试验检测台账自动生成
		数据统计	按项目、材料、时间等维度统计
		质量分析	合格率统计、趋势分析
10	移动端	现场操作	样品扫码、现场拍照、数据录入
		流程审批	消息接收、在线审批
11	系统管理	用户管理	用户注册、权限分配、角色管理
		日志管理	操作日志、安全日志记录和审计
		数据接口	与上级平台的数据对接和共享

附 录 B
（资料性）
各功能室环境监控参数

B.1 各功能室环境监控参数要求

各功能室环境监控参数的要求见表 B.1。

表 B.1 各功能室环境监控参数

序号	功能室	温度要求	湿度要求	监控参数
1	标准养护室	20℃±2℃	≥95% RH	温度、湿度
2	水泥室/胶凝材料室	20℃±2℃	≥50% RH	温度、湿度
3	混凝土成型室	20℃±5℃	≥50% RH	温度、湿度
4	力学试验室	10℃～35℃	—	温度
5	沥青室	按JTG E20要求	—	温度
6	土工室	按JTG 3430要求	—	温度、湿度
7	化学分析室	按试验方法要求	—	温度、湿度、通风
8	样品室	常温	≤70% RH	温度、湿度
9	天平室	20℃±5℃	≤65% RH	温度、湿度

附 录 C
（规范性）
信息化管理系统竣工验收清单

C.1 信息化管理系统竣工验收清单

信息化管理系统竣工验收清单见表 C.1。

表 C.1 信息化管理系统竣工验收清单

序号	验收类别	验收子项	验收标准	验收结果	备注
一、硬件部署					
1	数据采集终端	安装完成情况	全部数据采集终端安装到位，固定牢固	□合格 □不合格	
2		与设备连接状态	与对应试验设备正常连接，通信畅通	□合格 □不合格	
3		数据采集准确性	采集数据与设备显示数据一致，偏差在允许范围内	□合格 □不合格	
4	环境传感器	安装完成情况	各功能室温湿度传感器安装到位	□合格 □不合格	
5		数据上传情况	环境数据实时上传至管理平台	□合格 □不合格	
6	视频监控设备	安装覆盖情况	各功能室监控覆盖无死角	□合格 □不合格	
7		画面清晰度	分辨率不低于1080P，画面清晰	□合格 □不合格	
8		存储功能	本地存储时间不少于30天	□合格 □不合格	
9	服务器及网络设备	安装完成情况	服务器、交换机等设备安装就位	□合格 □不合格	
10		网络连通性	局域网连通，与外部网络连接正常	□合格 □不合格	
二、采集连通性					
11	力学试验设备★	压力试验机联网采集	成功联网，数据自动采集上传	□合格 □不合格	
12		万能材料试验机联网采集	成功联网，数据自动采集上传	□合格 □不合格	
13		恒应力压力机联网采集	成功联网，数据自动采集上传	□合格 □不合格	
14		电动抗折试验机联网采集	成功联网，数据自动采集上传	□合格 □不合格	
15	其他试验设备	水泥试验设备联网采集	成功联网，数据自动采集上传	□合格 □不合格	
16		沥青混合料试验设备联网采集	成功联网，数据自动采集上传	□合格 □不合格	
17	现场检测设备	压实度检测设备数据上传	检测数据实时上传	□合格 □不合格	
18		弯沉检测设备数据上传	检测数据实时上传	□合格 □不合格	
三、平台功能					
19	样品管理	样品登记与标识	支持样品登记，自动生成唯一二维码/条形码	□合格 □不合格	
20		样品流转记录	覆盖取样→接收→制备→试验→留样→处置全流程	□合格 □不合格	

序号	验收类别	验收子项	验收标准	验收结果	备注
21		留样到期提醒	留样到期自动提醒功能正常	□合格 □不合格	
22	试验业务管理	委托单线上登记	支持委托信息录入、审核和流转	□合格 □不合格	
23		试验任务分派	委托审核通过后自动生成试验任务	□合格 □不合格	
24		原始记录生成	自动采集数据自动生成原始记录	□合格 □不合格	
25		三级审批流程	试验员→审核人→签发人三级审批正常运转	□合格 □不合格	
26		电子签名	各级审批电子签名生效	□合格 □不合格	
27	报告管理	报告自动生成	根据试验记录自动生成报告	□合格 □不合格	
28		报告导出	支持PDF导出，含防伪二维码	□合格 □不合格	
29	设备管理	设备电子台账	设备档案完整，支持检定/校准计划管理	□合格 □不合格	
30		检定到期预警	检定到期自动预警功能正常	□合格 □不合格	
31	人员管理	人员电子档案	人员档案、资质管理功能正常	□合格 □不合格	
32		资质到期预警	资质到期自动预警功能正常	□合格 □不合格	
33		权限分级管理	账号权限分级设置，最小授权原则	□合格 □不合格	
34	环境监控	温湿度实时展示	各功能室温湿度曲线实时展示	□合格 □不合格	
35		超标自动预警	环境参数超标自动预警	□合格 □不合格	
36	统计分析	台账自动生成	原材料台账、不合格台账等自动生成	□合格 □不合格	
37		不合格预警	试验结果不合格自动预警推送	□合格 □不合格	
38	移动端	移动端功能	支持扫码、拍照、消息接收、流程审批	□合格 □不合格	
39	数据接口	与上级平台对接	与项目智慧工地总平台数据对接成功	□合格 □不合格	
四、数据安全					
40	身份认证	多因素认证	支持用户名密码、数字证书等认证方式	□合格 □不合格	
41	访问控制	权限管理	基于角色的访问控制机制有效	□合格 □不合格	
42	数据加密	存储加密	关键数据加密存储	□合格 □不合格	
43		传输加密	数据传输采用加密通道	□合格 □不合格	
44	日志审计	操作日志	系统操作日志完整，保存期限不少于6个月	□合格 □不合格	
五、文档资料					
45	技术文档	系统设计文档	系统设计文档齐全	□合格 □不合格	
46		用户手册	用户操作手册完整	□合格	

序号	验收类别	验收子项	验收标准	验收结果	备注
				□不合格	
47		运维手册	系统运维手册完整	□合格 □不合格	
48	调试记录	调试报告	系统调试报告完整，问题已整改	□合格 □不合格	
49	培训记录	人员培训记录	操作人员培训记录完整	□合格 □不合格	

注1：★标注的关键设备为验收一票否决项，任何一项不合格则验收不予通过。

注2：验收结论判定标准如下

a） 通过：所有验收子项均为“合格”；

b） 整改后通过：存在非关键项不合格，但关键设备全部合格，整改完成后可通过；

c） 不通过：存在任意一项★关键设备不合格。

注3：验收不通过的，系统集成单位应在15个工作日内完成整改，重新申请验收。