

T/CECS G: XX-2026

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction Standardization

智慧高速公路质量检验评定标准

(机电工程部分)

Standard for Quality Inspection and Evaluation of Intelligent Highways  
(Electromechanical Engineering Section)

(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

智慧高速公路质量检验评定标准  
(机电工程部分)

Standard for Quality Inspection and Evaluation of Intelligent Highways  
(Electromechanical Engineering Section)

T/CECS G: XX-2026

主编单位: 中咨公路养护检测技术有限公司  
发布机构: 中国工程建设标准化协会  
实施日期: 2026年XX月XX日

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于开展 2023 年第二批中国工程建设标准化协会标准（CECS G）制修订项目编制工作的通知》（中建标公路（2023）279 号）的要求，由中咨公路养护检测技术有限公司承担《智慧高速公路质量检验评定标准（机电工程部分）》（以下简称“本标准”）的制订工作。

编写组在总结高速公路智慧化设施设备检测经验和相关地方标准的基础上，以规范公路智慧化设施设备的检测评价为核心，完成了本规程的编写工作。

本标准分为 9 章、1 篇附录，主要内容包括总则、术语与符号、基本规定、监控设施、通信设施、收费设施、供配电设施、照明设施、隧道机电设施、附录。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由中咨公路养护检测技术有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本标准日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或王文辉（地址：北京市海淀区嘉豪国际大厦 A 座；邮编：100088；电话：010-57050666；邮箱：173668216@qq.com），以便修订时参考。

主编单位：中咨公路养护检测技术有限公司

参编单位：中国公路工程咨询集团有限公司

中咨泰克交通工程集团有限公司

公路建设与养护技术、材料及装备交通运输行业研发中心

中交集团公路路面养护技术研发中心

北京交信检测技术有限公司

主 编：于艳波

主要参编人员：姜宏维 谭小刚 志京峰 陈冠宇 郭晓炜 宋思南 黄南丰

张月莹 张艳红 段河霞 王 静 贾广伟 杨京生

主 审：孟书涛

参与审查人员：王 辉 朱传征 盛 刚 崔优凯 魏 伟 张明月

参 加 人 员：王文辉 黄 凯 ……

## 目 录

1 总则 .....	1
2 术语与符号.....	1
2.1 术语.....	1
2.2 符号.....	1
3 基本规定.....	3
3.1 一般规定.....	3
3.2 工程质量检验.....	3
3.3 工程质量评定.....	3
4 监控设施.....	4
4.1 雷视融合系统.....	4
4.2 智能诱导系统.....	5
4.3 桥梁健康监测系统.....	20
4.4 隧道健康监测系统.....	21
4.5 边坡健康监测系统.....	22
4.6 无人机巡航系统.....	6
4.7 智慧管控平台.....	7
5 通信设施.....	10
5.1 物联网数据传输系统.....	10
5.2 站区专用 Wi-Fi 设施.....	10
6 收费设施.....	12
6.1 自由流（准）交易系统.....	12
6.2 收费机器人.....	13
6.3 服务区车位引导系统.....	23
6.4 洗手间状态显示系统.....	23
7 供配电设施.....	15
7.1 光伏发电系统.....	15
7.2 储能系统.....	15
8 照明设施.....	17
8.1 智能调光系统.....	17
9 隧道机电设施.....	19
9.1 隧道巡检机器人.....	19
附录 A 分项工程划分表.....	25
附录 B 外观质量限制缺陷.....	26
本标准用词用语说明.....	27

## 1 总则

1.0.1 为规范智慧高速公路机电工程施工质量的检验评定，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建与改扩建智慧高速公路机电工程施工质量的检验评定，其他等级公路的智慧设施可参照执行。

1.0.3 智慧高速公路机电工程各分项工程抽样检查频率应符合下列要求：施工单位自检为 100%；监理单位抽检不低于 30%；检测单位交工质量检测不低于 30%，竣工质量鉴定不低于 10%。测点数应不少于 3 个，当测点数少于 3 个时，应全部检查。

1.0.4 对本标准中未收录的智慧高速机电设施，可参照相关技术标准、设计文件或根据实际情况制定相应的质量检验要求，并报主管部门批准。

1.0.5 智慧高速公路机电工程质量检验评定除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

条文说明：本标准中涉及的雷视融合系统、智能诱导系统等 17 类智慧化机电设施是近年来高速公路上出现及应用较多的设施设备，还有一些智慧化设备由于应用较少，本规范未收录。常规机电设施设备如车辆检测器、气象检测器等仍参照 JTG 2182-2020《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》的要求开展质量检测评定工作。

## 2 术语与符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 雷视融合系统

通过整合雷达和视频监控技术，实现车辆检测、跟踪及交通事件实时监测的智能交通管理系统。

#### 2.1.2 智能诱导系统

利用实时交通数据和信息发布设备，动态引导车辆行驶路径、优化交通流量的高速公路管理系统。

#### 2.1.3 自由流（准）交易系统

基于电子收费技术，实现车辆无需停车即可自动完成通行费扣缴的高速公路收费系统。

#### 2.1.4 隧道巡检机器人

用于高速公路隧道内自动执行设施检测、环境监测及故障诊断的智能化巡检设备

### 2.2 符号

RSRP (Reference Signal Receiving Power): 参考信号接收功率

RSRQ (Reference Signal Receiving Quality): 参考信号接收质量

SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio): 接收到的有用信号的强度与接收到的干扰信号 (噪声和干扰) 的强度的比值

条文说明: RSRP 是衡量接收器从基站接收到的参考信号的强度的一个指标。它通常以 dBm (分贝毫瓦) 为单位表示, 数值越大表示信号越强。RSRP 值越高, 说明接收到的信号越强, 即用户距离基站较近。

SINR 是衡量信号质量的一个重要指标, 它是在检测到的信号中除了感兴趣的信号外, 还有多少干扰和噪声。它通常以 dB 为单位进行表示, 数值越高表示信号质量越好。SINR 值越高, 代表信号质量越好, 用户在通信过程中的误码率较低。

RSRQ 它计算了 RSRP 与受到的干扰和噪声之间的比例关系。RSRQ 也以 dB 为单位进行表示, 数值越大表示信号质量越高。RSRQ 值越高, 说明信号质量较好, 但仅考虑了干扰和噪声对信号质量的影响。

### 3 基本规定

#### 3.1 一般规定

3.1.1 本标准中对单位工程、分部工程和分项工程的概念参照 JTG 2182 的 3.1.1 章节规定。

3.1.2 智慧高速机电设施的分部工程和分项工程应按本标准附录 A 进行划分。

3.1.3 智慧高速机电设施在单位工程划分上属于机电工程。

3.1.4 智慧高速机电设施质量检验评定应符合 JTG 2182 中 3.1.3 章节要求

#### 3.2 工程质量检验

3.2.1 智慧高速机电设施的工程质量检验要求应符合 JTG 2182 中 3.2.1 章节至 3.2.7 章节的要求。

条文说明:分项工程的每个检查项目均应开展测试。若该检查项目设计文件中未作要求,可不测试。

#### 3.3 工程质量评定

3.3.1 智慧高速机电设施工程质量评定应符合 JTG 2182 中 3.3.1 章节、3.3.2 章节、3.3.4 章节至 3.3.6 章节的要求。

3.3.2 分项工程质量评定合格应符合下列规定:

- 1 基本要求应符合规定。
- 2 检验记录应完整。
- 3 实测项目应合格。

3.3.3 分项工程质量评定时,工程外观质量应符合标准要求,外观质量存在问题时可予扣分,外观检查内容及扣分标准参照《公路工程竣(交)工验收办法实施细则》(交公路发[2010]65号)所附《公路工程质量鉴定办法》执行,每个分部工程累计扣分不超过 15 分。

## 4 监控设施

### 4.1 雷视融合系统

4.1.1 雷视融合系统应符合下列基本要求：

1 雷达设备和图像采集设备应分别符合 DB13/T 5711-2023《长距离毫米波交通雷达应用技术要求》和 GA/T 1127-2013《安全防范视频监控摄像机通用技术要求》等相关标准的规定。

2 雷视融合系统设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整。

3 雷视融合系统安装结构应稳定，机箱外部完整。

4 雷视融合系统传感器安装应符合设计要求，检测区域正确。

5 全部设备安装调试完毕，雷视融合系统应处于正常工作状态。

4.1.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	基础尺寸	符合设计要求，允许偏差：（-50, +100）mm	长、宽用卷尺测量，埋深查隐蔽工程验收记录或实测
2.	机箱、立柱防腐涂层厚度	符合设计要求，无要求时符合现行 GB/T 18226 的规定	涂层测厚仪测量
3.	立柱垂直度	$\leq 5\text{mm/m}$	全站仪或垂直度测量仪测量
4.	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50\text{M}\Omega$	500V 绝缘电阻测试仪测量
5.	保护接地电阻	$\leq 4\Omega$	接地电阻测量仪测量
6.	防雷接地电阻	$\leq 10\Omega$	接地电阻测量仪测量
7.	共用接地电阻	如外场设备的保护接地体和防雷接地体未分开设置，则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$	接地电阻测量仪测量
8.	车道检测数量	覆盖范围不少于 2 车道	卷尺测量
9.	有效检测范围	纵向 0~450m 或符合设计要求	白天现场进行检验或播放标准事件源视频检验
10.	图像有效检出像素	$\leq 20 \times 20$ 像素点	人工统计
11.	最大检测数量	不低于设计要求	人工统计
12.	事件检测精度	$\geq 95\%$	白天现场模拟事件进行检验或播放标准事件源视频检验
13.	交通信息采集精度	流量 $\geq 98\%$	实操检验，不少于

			50 辆
14.	车辆轨迹跟踪功能	在检测范围内能够追踪特定车辆轨迹，保持跟踪的目标信息不变	功能验证
15.	车辆融合分类精度	$\geq 99\%$ ( $\leq 200\text{m}$ )	实操检验，不少于 100 辆
16.	数据传输性能	24 小时观察时间内失步现象 $< 1$ 次或 $\text{BER} \leq 10^{-8}$ ；以太网传输丢包率 $\leq 0.1\%$	数据传输测试仪或网络测试仪测量

4.1.3 雷视融合系统外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

## 4.2 智能诱导系统

4.2.1 智能诱导系统应符合下列基本要求：

1 诱导设备应符合 JT/T 1032-2024 《公路行车安全诱导装置》或 JT/T 820-2011 《公路隧道发光型诱导设施》相关标准的规定。

2 智能诱导系统设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整。

3 智能诱导系统安装结构应稳定，电源供应能够保证工作时长。

4 全部设备安装调试完毕，智能诱导系统应处于正常工作状态

4.2.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	工作模式	产品可提供主动诱导模式或者风险警示模式等多种工作模式	功能验证
2.	闪烁频率可调功能	发光单元可在产品标准中规定的不同闪烁频率之间调整	功能验证
3.	交通状况采集功能	能够自行采集或者接收外部发送的车辆位置、车流量、车速等数据	功能验证
4.	数据处理功能	软件平台能够自行处理交通状况信息并给出相应的诱导方案	功能验证
5.	数据接口功能	软件平台对下预留可接入其他必要信息的接口，对上预留到综合管理平台的接口	功能验证
6.	信息发布功能	诱导方案能够下达到对应的信息显示或者广播设备	实操检验
7.	数据传输性能	24 小时观察时间内失步现象 $< 1$ 次或 $\text{BER} \leq 10^{-8}$ ；以太网传输丢包率 $\leq 0.1\%$	数据传输测试仪或网络测试仪测量

8.	诱导设施工作时长	对于太阳能供电的诱导设施工作时长不低於设计文件要求	秒表测量
9.	外场设施接地电阻	$\leq 4 \Omega$	接地电阻测量仪测量
10.	配电箱绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M \Omega$	500V 绝缘电阻测试仪测量

4.2.3 智能诱导系统外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

### 4.3 无人机巡航系统

4.3.1 无人机巡航系统应符合下列基本要求：

1 系统采用的各类无人机应满足 GB/T 38058-2019《民用多旋翼无人机系统试验方法》、GB/T 38931-2020《民用轻小型无人机系统安全性通用要求》等相关标准的规定。

2 无人机巡航系统配备传感器的技术指标符合设计要求，传感器技术指标应符合 GB/T 41450-2022《无人机低空遥感监测的多传感器一致性检测技术规范》要求。

3 无人机巡航系统安装调试到位，供配电正常，传感器数据采集和传输正常。

4 巡航软件平台调试完毕，数据接收分析无异常，巡航系统应处于正常工作状态。

4.3.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	自动巡航平台	巡航平台能够可以实现无人机的自动起飞和降落，承载的无人机数量满足设计要求，具备无线充电功能	实操检验
2.	巡航路线设置	可以设定巡航路线和任务，无人机将按照预设的路线自动飞行，执行任务	实操检验
3.	巡航时间	不低于 30 分钟或满足设计要求	秒表测量
4.	光学摄像	可见光摄像头和红外热成像摄像头清晰度应满足图像采集要求	实操检验
5.	激光雷达	能够精确获取高速公路的地形地貌、道路边界、桥梁结构等信息	实操检验
6.	其他传感器	可实时监测风速、风向、温度、湿度等气象数据，需要时可搭载有害气体监测设备	功能验证
7.	数据链路稳定性	能够有效保障无人机的飞行状态数据、传感器采集的各种监测数据传输稳定	实操检验

8.	图像传输	数字图像传输在 20ms 延时以下	实操检验
----	------	-------------------	------

4.3.3 无人机巡航系统外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

#### 4.4 智慧管控平台

4.4.1 智慧管控平台应符合下列基本要求：

1 智慧管控平台的开发应符合 GB/T 34980.1-2017《智能终端软件平台技术要求 第 1 部分：操作系统》、GB/T 34980.2-2017《智能终端软件平台技术要求 第 2 部分：应用与服务》等相关标准的规定。正式部署前应按照 GB/T 34979.1-2017《智能终端软件平台测试规范 第 1 部分：操作系统》、GB/T 34979.2-2017《智能终端软件平台测试规范 第 2 部分：应用与服务》完成测试。

2 智慧管控平台的功能模块应满足设计要求，各模块下的数据存储、处理和调用方便快捷。

3 智慧管控平台在云端部署的应有主备两个数据链路。

4 管控平台应预留二次开发接口，能够承载后续智慧化子系统的接入。

4.4.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法	
1.	运行监管	综合展示	以 GIS 地图为背景，叠加路段重要设备状态、车流状况、突发事件情况，可进行显隐控制，叠加上下游关联路段交通信息。	实操检验
2.		设备管控	实现对路段安装的所有机电设备单独管控和联动管控；支持二维和三维场景下的管控。	实操检验
3.		信息发布	实现情报板、限速标志、交通信号灯信息管理，以及情报板信息的单发、群发，支持情报板的可视化轮询。	实操检验
4.		电力与能耗监测	实现对各配电柜、配电屏电力数据监测实现对通风、照明等分项能耗数据多维监测分析。	实操检验
5.		车辆监管	对通过多源方式采集到的车辆数据，进行路段通行车辆数据的精细化查询管理。	实操检验
6.		区域联动	支持对共享的上下游路段交通	实操检验

			状态、事件、施工信息的展示及联动； 支持与提供接口的相关外单位实现信息共享及联动，提高信息共享的效率。	
7.		预警管理	设备检测自动上报的事件，根据报警来源及事件类型设置默认等经过人工评判后，可对预警重新分级分类，并根据相应事件类级，型，判断事件的轻重缓急，启动应急事件或进行任务的派发，	实操检验
8.		预案管理	支持针对不同事件类型、等级进行预案设置实现对预案的灵活配置管理，预案执行效果的模拟验证，对执行逻辑推演，以进一步优化预案。	实操检验
9.	应急管理	应急处置	根据预警提示信息、实时视频及周边环境信息，进行事件的确认，事件处置过程中，对于事件进展，可进行跟踪管理，支持融合多媒体交互，实现信息的及时共享，以及处置任务的及时传达。	实操检验
10.		模拟演练	系统支持交通事故、火灾等重点事件的模拟启动及执行演练。，启动方式可通过选择可报警设备进行启动，或通过人工录入方式。	实操检验
11.		巡检管理	根据公路隧道养护技术规范2015，对机电设备巡检管理，系统可根据设置的巡检计划、巡检内容、巡检排班等自动生成周期性派工单，并下发到移动端。	实操检验
12.	智慧运维	维修管理	在巡查中发现故障设备，可通过移动端，进行报修流程。通过维修工单，可追踪设备的维修进度，直至维修完成并通过审核。具体维修审批流程可在系统中进行配置管理。	实操检验
13.		自检管理	系统支持对设备进行自检计划设置，包含自检时间及自检设备等，当启动计划后，系统可	实操检验

			在设置时间自动启动自检，并生成自检报告。	
14.	智慧养护	健康监测	包含桥梁、隧道、边坡的监测数据查看，标准规范管理、定检数据管理、健康评估管理。	实操检验
15.		资产管理	实现路段资产的全生命周期管理，包含资产分类管理，自有各类机电设备管理、标识标牌等设施管理，系统可自动生成资产二维码标识。	实操检验
16.		巡视管理	支持对路段整体巡视管理。但包含巡视计划管理、巡视内容管理、排班管理、巡视上报管理等。	实操检验
17.		隐患管理	隐患的处置流程可在系统中进行配置管理。对隐患可进行查看及处置过程跟踪。	实操检验
18.		养护施工管理	包括养护施工时间、类型、内容、完成情况、道路影响情况等。	实操检验

4.4.3 智慧管控平台外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

条文说明：……

## 5 通信设施

### 5.1 物联网数据传输系统

5.1.1 物联网数据传输系统应符合下列基本要求：

1 传输系统设备机房应整洁，通风、照明良好，环境温、湿度应符合《通信中心机房环境条件要求》（YD/T 1821-2008）中二类通信机房的规定。

2 传输系统设备应取得电信设备进网许可证，其型号规格、数量、配置应符合合同要求，部件完整。

3 全部设备安装调试完毕，系统应处于正常工作状态

5.1.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法	
1.	网络性能	用户体验速率	符合设计要求，无要求时符合 $\geq 100\text{Mbps}$	网络性能分析仪测试
2.		端到端延迟	符合设计要求，无要求时 $\leq 20\text{ms}$	网络性能分析仪测试
3.		丢包率	$\leq 1\%$	网络性能分析仪测试
4.	信号质量	RSRP	$> -105\text{dBm}$	无线信号测试仪测试
5.		RSRQ	$\geq -15\text{dB}$	无线信号测试仪测试
6.		SINR	$> 0\text{dB}$	无线信号测试仪测试

5.1.3 物联网数据传输系统外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

条文说明：物联网终端数据传输的技术指标网络性能部分来源于中央企业科技创新成果产品手册（2022 年版）中对 5G 专网的应用技术要求，信号质量部分来自于 3GPP TS 38.215、YD/T 3627 等相关规范。

### 5.2 站区专用 Wi-Fi 设施

5.2.1 站区专用 Wi-Fi 设施应符合下列基本要求：

1 Wi-Fi 设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整。

2 对于吊装的设备应确保安装牢固，并连接可靠。

3 全部设备安装调试完毕，系统应处于正常工作状态。

5.2.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法	
1.	网络性能	带宽	传输速率宜不低于 5.5Mbit/s。	网络性能分析仪测试
2.		吞吐量	系统吞吐量和带宽值应符合系统设计、验收的要求。	网络性能分析仪测试
3.		网络延迟	往返时延应符合系统设计、验收要求。平均时延宜小于 100ms。	网络性能分析仪测试
4.		丢包率	不少于 95%路径的数据包丢失率小于 5%。	网络性能分析仪测试
5.	信号质量	信号强度	设计覆盖范围内 $\geq -75$ dBm	无线信号测试仪测试
6.		信噪比	设计覆盖范围内 $\geq 10$ dB	无线信号测试仪测试
7.		干扰情况	不存在其他无线信号或电子设备对 Wi-Fi 信号产生干扰导致信号质量下降、传输速率降低等问题	实操检验
8.	安全参数	认证方式	采用了合适的认证方式，以确保只有授权用户能够接入 Wi-Fi 网络	实操检验
9.		加密强度	有 AES 等加密方式，保证数据在传输过程中的保密性和完整性	实操检验
10.		入侵检测	能够实时监测网络中的异常流量和潜在的攻击行为	实操检验
11.	AP 负载均衡	能够合理分配用户连接，提高网络资源的利用率。	实操检验	
12.	漫游切换	在收费站不同区域之间移动时，设备能够平滑地进行 Wi-Fi 漫游切换	实操检验	
13.	兼容性	具备无线功能的设备都能正常连接和使用 Wi-Fi 网络，不会出现兼容性问题导致设备无法联网或功能异常	实操检验	

5.2.3 站区专用 Wi-Fi 设施外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

## 6 收费设施

### 6.1 自由流（准）交易系统

6.1.1 自由流（准）交易系统应符合下列基本要求：

1 车道控制机、天线、车牌识别设备、摄像机、交换机、供配电设备、标志、标线、护栏等应符合国家和行业相关标准的规定。

2 自由流（准）交易系统设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整

3 全部设备安装调试完毕，系统应处于正常工作状态。

6.1.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	RSU（路侧单元）	工作信号强度满足 ETC 车辆和 CPC 卡车辆通行的数据交互要求	频谱分析仪测量
2.	车牌识别摄像机正确率	对不同光照条件、车牌污损程度下的车牌识别准确率，要求达到 99%以上	连续测试 24 小时，查验 200 张以上图片
3.	设备状态监测功能	可按设计要求对车道控制器、RSU、车牌识别设备、机柜环境、供电、通信网络等工作状态进行远程监测监控	功能验证
4.	参数管理	应能正确接收上级系统下发的运行参数，更新运行参数后系统能正常运行	功能验证
5.	通行记录匹配	ETC 卡通行记录、CPC 卡通行记录与车辆图像抓拍记录进行自动匹配，匹配结果正确且无重复记录	实操检验
6.	记录生成、存储、查询	按设计要求生成、存储 ETC 通行记录、CPC 卡通行记录、车辆图像记录以及状态监测记录等，并在收费稽核系统中能够查询有关记录	功能验证
7.	主备通信链路切换	现有收费主通信链路运行异常时，应及时自动切换到备用通信链路	实操检验
8.	车道诱导设施	可根据车辆交易结果引导车辆行驶到正常通行区域或者重新交易区域	实操检验
9.	数据传输性能	ETC 通行记录、CPC 卡通行记录、抓拍的车辆图像等数据正确	实操检验

		上传至上级收费系统	
10.	通行费结算	通过自由流交易的数据能够满足通行费结算要求，不产生错误数据	实操检验

6.1.3 自由流（准）交易系统外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

## 6.2 收费机器人

6.2.1 收费机器人应符合下列基本要求：

- 1 收费机器人的主要设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整。
- 2 全部设备安装调试完毕，系统应处于正常工作状态。

6.2.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	车型识别准确率	能够准确识别各种车型，如小型车、中型车、大型车等，准确率应在 95%以上	连续测试 24 小时，查验 200 张以上图片
2.	车牌识别准确率	对不同光照条件、车牌污损程度下的车牌识别准确率，要求达到 99%以上	连续测试 24 小时，查验 200 张以上图片
3.	费率计算准确性	按照不同车型、行驶里程、收费标准等准确计算费用	实操检验
4.	整体响应时间	从车辆进入检测区域到收费机器人完成识别、计费等操作并给出反馈的总时间，一般应控制在 2 秒以内	秒表测试
5.	故障率	月故障率低于 1%。	核查历史记录
6.	支付成功率	各种支付方式（如现金、银行卡、移动支付等）的支付成功率，要求达到 99%以上	实操检验
7.	支付处理时间	从用户完成支付操作到系统确认支付成功的时间，一般应在 3 秒以内	秒表测试
8.	票据打印	票据上的文字、数字、图案等打印清晰，无模糊、重影	功能验证
9.	故障报警功能	当收费机器人出现故障或异常情况时，能及时发出报警信号，通知维护人员	实操检验
10.	安全报警功能	具备防拆卸、防破坏等安全报警功能，当设备受到非法操作时，	实操检验

		能立即触发报警机制	
11.	特情处理功能	收费异常时，可播报特情类型，引导现场收费人员处置特情车辆	实操检验

6.2.3 收费机器人外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

## 7 供配电设施

### 7.1 光伏发电系统

7.1.1 光伏发电系统应符合下列基本要求：

1 光伏发电系统设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整。光伏组件应满足 GB/T 33766-2017《独立太阳能光伏电源系统技术要求》

2 光伏组及对应支架应确保安装牢固，线缆连接可靠。

3 全部设备安装调试完毕，系统应处于正常工作状态。

7.1.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	光伏组件	开路电压 (Voc) 与短路电流 (Isc) 的实测值与标称值偏差 $\leq \pm 5\%$	电能质量分析仪测试
2.	控制器	发电量、电压、电流等实时数据准确上传。支持启停、功率调节等指令响应	实操检验
3.	逆变器	输出电能质量 THD $< 3\%$ (GB/T 37408)，电压/频率符合并网标准	电能质量分析仪测试
4.	光伏组件支架	倾角与方位角与设计一致，误差 $\leq \pm 5^\circ$	万能角度尺测量
5.	连接电缆	线缆规格型号符合设计要求	查阅电缆报验资料
6.	接地电阻	$\leq 4 \Omega$	接地电阻测量仪测量
7.	绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M \Omega$	500V 绝缘电阻测试仪测量
8.	防雷措施	SPD (浪涌保护器) 符合设计要求，安装到位	实操检验
9.	蓄电池容量	符合设计要求	使用安时计测量

7.1.3 光伏发电系统外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

### 7.2 储能系统

7.2.1 储能系统应符合下列基本要求：

1 储能系统的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整，相关技术指标应满足 GB/T 42715-2023《移动式储能电站通用规范》的要求。

2 对于吊装的设备应确保安装牢固，并连接可靠。

3 全部设备安装调试完毕，系统应处于正常工作状态。

7.2.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	启停功能	移动式储能电站应具备启动和停止功能,能够根据控制开关或指令实现启机和停机,并具备独立供电功能,能够在无外接电源情况下实现自启动	实操检验
2.	功率控制功能	移动式储能电站应具备有功功率控制、无功功率控制和功率因数调节等功率控制功能	实操检验
3.	并网转离网功能	移动式储能电站应具备由并网模式转换为离网运行模式的切换功能,其中移动式储能单元的切换时间应小于 20ms	实操检验
4.	离网转并网功能	移动式储能电站应具备由离网模式转换为并网运行模式的同期并网功能	实操检验
5.	通信功能	移动式储能电站宜具备与电力调度机构通信的功能,其通信方式、传输通道和信息传输应遵循电力调度机构相关规定,宜具备远程监测信息无线通信接口,通信网络安全防护应符合 GB/T36572 的规定	实操检验
6.	保护功能	移动式储能电站应具备保护功能,技术要求应符合 GB/T36558 的相关规定	实操检验
7.	电能计量	移动式储能电站应具备电能计量功能,应安装电能双向计量装置,装置配置和技术要求应符合 DL/T448 的相关规定	实操检验
8.	并网电能质量	电流总谐波畸变率符合 GB/T14549 的规定电流中的直流电流分量不超过其交流额定值的 0.5%,并网运行时产生的电压闪变符合 GB/T12326 的规定	电能质量分析仪测试
9.	功率控制	功率控制性能应符合 GB/T36545 的规定	实操检验
10.	过载能力	过载能力应符合 GB/T36545 的规	实操检验

		定	
11.	频率适应性	频率适应性应符合 GB/T36545 的规定	实操检验
12.	电压偏差	在空载和三相平衡额定阻性负载条件下, 移动式储能电站交流侧输出电压幅值偏差不应超过额定电压的± 5%, 相位偏差应小于 3	电能质量分析仪测试
13.	频率偏差	在空载和三相平衡额定阻性负载条件下, 移动式储能电站交流侧输出频率偏差不应超过额定频率的± 0.5Hz	电能质量分析仪测试
14.	电压总谐波畸变率	在空载和三相平衡额定阻性负载条件下, 移动式储能电站交流侧输出电压总谐波畸变率不应超过 3%	电能质量分析仪测试
15.	电压不平衡度	移动式储能电站在三相不平衡额定阻性负载条件下, 输出电压不平衡度应小于 2%, 短时不应超过 4%。	电能质量分析仪测试
16.	动态电压瞬变范围	在三相平衡阻性负载条件下, 负载从 20%上升至 100%或从 100%下降至 20%突变时, 移动式储能电站输出电压瞬变值应小于 10%。	移动充电负载装置测量

7.2.3 储能系统外观质量应符合下列规定:

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

## 8 照明设施

### 8.1 智能调光系统

8.1.1 智能调光系统应符合下列基本要求:

- 1 智能调光系统设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求, 部件完整。
- 2 对于吊装的灯具和调光控制器应确保安装牢固, 并连接可靠。
- 3 全部设备安装调试完毕, 系统应处于正常工作状态。

8.1.2 实测参数应符合下列要求:

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	光照强度调节功能	不同等级亮度符合设计要求	亮度计测量
2.	色温调节功能	不同色温范围符合设计要求	亮度计测量
3.	显色指数	符合设计要求	亮度计测量
4.	通信状态	调光命令不存在信号丢失、延迟或干扰等问题	实操检验

5.	调光平滑度	调节亮度和色温时平滑过渡，不存在闪烁、跳动等现象	实操检验
6.	调光触发	可人工或通过外界传感器启动调光功能	实操检验
7.	配电箱接地	$\leq 4\Omega$ 或与隧道公共接地体连接牢固	接地电阻测量仪或万用表测量
8.	配电箱绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50M\Omega$	500V 绝缘电阻测试仪测量

8.1.3 智能调光系统外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

## 9 隧道机电设施

### 9.1 隧道巡检机器人

9.1.1 隧道巡检机器人应符合下列基本要求：

1 隧道巡检机器人设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整，技术要求应满足 T/CECS G: V70-01-2024《公路隧道轨道机器人巡检技术规程》、GB/T 44253-2024《巡检机器人安全要求》要求。

2 对于吊装的轨道应确保安装牢固，并连接可靠。

3 全部设备安装调试完毕，系统应处于正常工作状态。

9.1.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	机器人电池电压	额定电压的±10%	万用表测量
2.	机器人电池电流	额定电流的±10%	万用表测量
3.	机器人充电状态	充电电流、充电电压以及充电进度等参数正常	实操检验
4.	电机转速	额定转速的±5%	实操检验
5.	车轮状态	车轮无明显磨损和变形影响行进	实操检验
6.	图像采集	图像应清晰无模糊、帧率稳定在25fps-30fps，色彩还原度良好	实操检验
7.	环境传感器	温湿度传感器、气体传感器等的测量数据在合理范围	实操检验
8.	目标识别准确率	对于隧道内的设施、标识、异常情况目标，识别准确率应达到90%以上	实操检验
9.	数据传输	24小时观察时间内失步现象<1次或BER≤10 <sup>-8</sup> ；以太网传输丢包率≤0.1%	数据传输测试仪或网络测试仪测量

9.1.3 隧道巡检机器人外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录B所列限制缺陷。

## 10 健康监测系统

### 10.1 桥梁健康监测系统

10.1.1 桥梁健康监测系统应符合下列基本要求：

1 系统采用的各类传感器应符合 GB/T 13992-2010《金属粘贴式电阻应变计》、JB/T 10030-2012《光栅线位移测量装置》、NB/T 11133-2023《矿用倾角传感器》等相关标准的规定。

2 桥梁健康监测系统设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整。

3 桥梁健康监测系统传感器安装到位，传感器数据采集和传输正常。

4 软件平台安装调试完毕，数据接收分析无异常，桥梁健康监测系统应处于正常工作状态。

10.1.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	信息采集功能	通过传感器能够采集桥梁的应变、位移、加速度、温度、裂缝等各类信息，采集方式和信息种类满足设计要求	实操检验
2.	数据传输性能	24 小时观察时间内失步现象 < 1 次或 BER ≤ 10 <sup>-8</sup> ；以太网传输丢包率 ≤ 0.1%	数据传输测试仪或网络测试仪测量
3.	配电箱接地电阻	≤ 4 Ω	接地电阻测量仪测量
4.	配电箱绝缘电阻	强电端子对机壳 ≥ 50M Ω	500V 绝缘电阻测试仪测量
5.	信息显示及存储功能	桥梁监测平台能够实时显示传感器信息及状态，相关数据能够保存 3 年或设计文件要求的时间	功能验证
6.	预警功能	对超出正常范围的数据，监测平台能够及时预警	功能验证
7.	桥梁健康状况评价	监测平台能够根据传感器信息计算出初步的健康状况	实操检验
8.	辅助决策功能	基于评估结果和预警信息，为桥梁的维护、维修和管理提供决策支持	实操检验
9.	报表打印	可以打印各类数据的筛选结果	实操检验

10.1.3 桥梁健康监测系统外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

## 10.2 隧道健康监测系统

10.2.1 隧道健康监测系统应符合下列基本要求：

1 系统采用的各类传感器应符合 GB/T 13992-2010《金属粘贴式电阻应变计》、JB/T 10030-2012《光栅线位移测量装置》等相关标准的规定。

2 隧道健康监测系统设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整。

3 隧道健康监测系统传感器安装到位，传感器数据采集和传输正常。

4 软件平台安装调试完毕，数据接收分析无异常，隧道健康监测系统应处于正常工作状态

10.2.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	信息采集功能	通过传感器能够采集隧道的结构位移、应力应变、渗漏水、环境参数等各类信息，采集方式和信息种类满足设计要求	功能验证
2.	数据传输性能	24 小时观察时间内失步现象 < 1 次或 BER ≤ 10 <sup>-8</sup> ；以太网传输丢包率 ≤ 0.1%	数据传输测试仪或网络测试仪测量
3.	配电箱接地电阻	≤ 4 Ω	接地电阻测量仪测量
4.	配电箱绝缘电阻	强电端子对机壳 ≥ 50M Ω	500V 绝缘电阻测试仪测量
5.	信息显示及存储功能	隧道监测平台能够实时显示传感器信息及状态，相关数据能够保存 3 年或设计文件要求的时间	实操检验
6.	预警功能	对超出正常范围的数据，监测平台能够及时预警	实操检验
7.	隧道健康状况评价	监测平台能够根据传感器信息计算出初步的健康状况	实操检验
8.	辅助决策功能	基于评估结果和预警信息，为隧道的维护、维修和管理提供决策支持	实操检验
9.	报表打印	可以打印各类数据的筛选结果	实操检验

10.2.3 隧道健康监测系统外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

### 10.3 边坡健康监测系统

10.3.1 边坡健康监测系统应符合下列基本要求：

1 系统采用的各类传感器应符合 GB/T 21978-2014《降水量观测仪器》系列、JB/T 10030-2012《光栅线位移测量装置》等相关标准的规定。

2 边坡健康监测系统设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整。

3 边坡健康监测系统传感器安装到位，传感器数据采集和传输正常。

4 软件平台安装调试完毕，数据接收分析无异常，边坡健康监测系统应处于正常工作状态

10.3.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	信息采集功能	通过传感器能够采集边坡的位移、应力应变、水文气象、裂缝等各类信息，采集方式和信息种类满足设计要求	功能验证
2.	数据传输性能	24 小时观察时间内失步现象 < 1 次或 BER ≤ 10 <sup>-8</sup> ；以太网传输丢包率 ≤ 0.1%	数据传输测试仪或网络测试仪测量
3.	配电箱接地电阻	≤ 4 Ω	接地电阻测量仪测量
4.	配电箱绝缘电阻	强电端子对机壳 ≥ 50M Ω	500V 绝缘电阻测试仪测量
5.	信息显示及存储功能	边坡监测平台能够实时显示传感器信息及状态，相关数据能够保存 3 年或设计文件要求的时间	实操检验
6.	预警功能	对超出正常范围的数据，监测平台能够及时预警	实操检验
7.	边坡健康状况评价	监测平台能够根据传感器信息计算出初步的健康状况	实操检验
8.	辅助决策功能	基于评估结果和预警信息，为桥梁的维护、维修和管理提供决策支持	实操检验
9.	报表打印	可以打印各类数据的筛选结果	实操检验

10.3.3 边坡健康监测系统外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

## 11 服务区设施

### 11.1 服务区车位引导系统

11.1.1 服务区车位引导系统应符合下列基本要求：

- 1 服务区车位引导系统设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整。
- 2 全部设备安装调试完毕，系统应处于正常工作状态。

11.1.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	车位占用检测准确率	准确率应达到 99%以上	实际统计 100 个车位显示状况
2.	车位状态更新及时性	当车位状态发生变化，系统应在 1 秒内完成状态更新	实操检验
3.	车位引导指示准确率	引导系统指示的空闲车位与实际可用车位的匹配度应在 98%以上	实际统计 100 次车位引导状况
4.	信息显示清晰度	车位引导屏、指示灯等设备显示的信息应清晰可见	功能验证
5.	工作稳定性	系统在高峰时段能够同时处理的车辆引导数量，确保在车流量大的情况下仍能正常运行，不出现卡顿或数据丢失现象	实操检验
6.	反向寻车准确率	系统具备反向寻车功能，帮助用户在停车场内快速找到自己的车辆，准确率应达到 90%以上。	实操检验
7.	数据统计与分析	系统应能准确统计车位使用数据，如不同时段的车位利用率、车辆停留时间等	实操检验

11.1.3 服务区车位引导系统外观质量应符合下列规定：

- 1 不应存在本标准附录 B 所列限制缺陷。

条文说明：CJT 429-2013 《汽车库和停车场车位引导装置》中给出了车位引导装置的相关要求，高速公路服务区在设计功能上按照实际需求进行扩展。

### 11.2 洗手间状态显示系统

11.2.1 洗手间状态显示系统应符合下列基本要求：

- 1 洗手间状态显示系统设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整。
- 2 对于吊装的设备应确保安装牢固，并连接可靠。

3 全部设备安装调试完毕，系统应处于正常工作状态。

11.2.2 实测参数应符合下列要求：

序号	检测项目	技术要求	检查方法
1.	门磁传感器	准确判断门的开合，从而确定洗手间是否被占用，准确率应达到99%以上	每个门操作10次开闭状况
2.	人体感应传感器	在不同环境和人员活动情况下，对人体存在的感应准确率	实操检验
3.	占用状态更新	当洗手间从无人占用变为有人占用或反之，系统应在5秒内完成状态更新并在显示屏上显示	实操检验
4.	故障状态更新	洗手间内的设备出现故障，如马桶堵塞、水龙头损坏等，系统应能在工作人员标记故障后的1分钟内更新状态显示，提示用户该洗手间暂不可用	实操检验
5.	整体布局显示	以清晰直观的方式展示整个洗手间的布局和各区域状态	功能验证
6.	清洁状态显示	准确显示正在清洁、清洁完成等状态	实操检验
7.	紧急呼叫功能	对于配备紧急呼叫按钮的洗手间，需检测系统能否及时接收并显示紧急呼叫信号	实操检验

11.2.3 洗手间状态显示系统外观质量应符合下列规定：

1 不应存在本标准附录B所列限制缺陷。

条文说明：本小节内容主要参考了《智能化旅游厕所建设与管理导则》DB3301/T 0248-2018中给出的相关要求，高速公路服务区洗手间在设计功能上与规范中要求的内容基本一致。

附录 A 分项工程划分表

单位工程	分部工程	分项工程	抽样单位	备注	
机电工程	监控设施	雷视融合系统	控制机箱		
		智能诱导系统	控制机箱		
		桥梁健康监测系统	单桥		
		隧道健康监测系统	单隧		
		边坡健康监测系统	单坡		
		无人机巡航系统	巡航平台		
		智慧管控平台	平台		
	通信设施	物联网数据传输系统	4G 或 5G 板卡		
		站区专用 Wi-Fi 设施	收费站、服务区		
	收费设施	自由流（准）交易系统	门架		
		收费机器人	车道		
		服务区车位引导系统	服务区		
		洗手间状态显示系统	服务区		
	供配电设施	光伏发电系统	逆变器		
		储能系统	储能单元		
	照明设施	智能调光系统	控制软件	套	
			控制区域	照明段	
	隧道机电设施	隧道巡检机器人	台		

## 附录 B 外观质量限制缺陷

项次	名称	限制缺陷
1	外场设备基础	表面的蜂窝、麻面、裂缝等缺陷面积超过该面面积的 1%或深度超过 10mm，长度超过 20mm 的损边、掉角，裸露金属基体大于 1cm 的锈蚀
2	外场机箱外部连接线	金属机箱与接地线未连接，线缆无线管保护，进出线管与箱体连接处未做密封
3	机箱、立柱表面	涂层剥落、表面锈蚀单处面积大于 1cm 或总面积大于 5cm <sup>2</sup> 单个划痕长度大于 5cm 或划痕总长度大于 10cm
4	机箱内部	元器件未固定或固定不牢固，线缆无标识，无永久性接线图，机箱内有杂物、积水
5	室内外设备及布线	机柜内有杂物，光、电缆排列不整齐或弯折程度超过最小弯折限制、线缆有破损，绑扎不牢固，进出线管口未封堵，无标识，电源线、信号线未分开铺设、未做保护处理

## 本标准用词用语说明

1 本标准执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”

2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《××××》(×××)的有关规定”

3) 当引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本标准第×章的有关规定”“应符合本标准第×.×节的有关规定”“应符合本标准第×.×.×条的有关规定”或“应按本标准第×.×.×条的有关规定执行”