江西省土木建筑学会文件

赣土建会〔2026〕59号

关于推荐性团体标准《高速公路隧道不中断交通检测和检修作业技术规范（征求意见稿）》征求意见的通知

各有关单位及个人：

根据江西省土木建筑学会社会团体标准制(修)订计划，现就《高速公路隧道不中断交通检测和检修作业技术规范（征求意见稿）》公开征求意见，请有关单位或个人于2026年12月15日前将《征求意见表》以寄回、传真或电子邮件形式反馈至我会。逾期视为无意见。

感谢您的支持！

联系地址：江西省土木建筑学会（江西省南昌市青山湖区京东大道保利东湾国际T13-1）

邮编：330096　传真：0791-86256517

电子邮箱：jxtmjzxh@163.com

江西省土木建筑学会

2026年11月16日

江西省土木建筑学会　　2026年11月16日印发

ICS 93.060 （隧道建筑）
CCS P 65 （土石方、隧道工程）

团 体 标 准

T/JXTM XXXX—2026

高速公路隧道不中断交通检测和检修作业技术规范

Technical specification for inspection and maintenance operations of highway tunnels without traffic interruption

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2026 年 11 月）

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。

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

江西省土木建筑学会　　发 布

目　　次

前　　言 II
引　　言 III
1 范围 4
2 规范性引用文件 4
3 术语和定义 4
4 缩略语 4
5 基本规定 5
6 装备技术要求 5
6.1 一般要求 5
6.2 作业功能模块 5
6.3 安全装置 6
7 检测作业 6
7.1 检测项目及要求 6
7.2 检测设备与检测流程 7
7.3 检测结果 8
8 检修作业 8
8.1 检修项目及要求 8
8.2 检修设备与流程 8
8.3 检修结果 10
9 交通组织与防撞措施 10
9.1 作业控制区分区 10
9.2 被动防撞 11
9.3 主动预警 12
9.4 限速与引导 12
9.5 短时间封闭与交替通行 12
9.6 应急清障与疏导 12
10 安全管理与应急处置 13
10.1 一般规定 13
10.2 远程视频监视 13
10.3 环境监测预警 14
10.4 应急处置 14
附　录　A　（资料性）　典型不中断交通公路隧道维养装备主要参考技术参数 16
参　考　文　献 ..... **错误！未定义书签。**

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江西省土木建筑学会提出。

本文件由江西省土木建筑学会归口。

本文件起草单位：华东交通大学、江西省天驰高速科技发展有限公司、江西省瑞寻高速公路有限责任公司、中铁城建集团有限公司、江西交通工程开发有限公司、武汉汉宁轨道交通技术有限公司、智隧慧通（江西）工程技术有限公司。

本文件主要起草人：朱碧堂、伍坤、宋晓军、宋佳、毛庆洲、梁国卿、刘罡、许传龙、熊勇钢、曾绍勤、曾德全、陈子龙、严祥生、张鲲。

引　言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到第6章、第8章与不中断交通隧道维养装备、隧道检修系统相关的以下专利的使用。

专利1：
发明名称：一种多功能隧道检修车
专利号：ZL 2022 1 1487134.1
授权公告号：CN 115849261 B
专利申请日：2022年11月25日
授权公告日：2023年7月18日
专利权人：华东交通大学、江西省瑞寻高速公路有限责任公司
地址：江西省南昌市青山湖区双港东大街808号

专利2：
发明名称：一种隧道检修系统
专利号：ZL 2022 1 1487133.7
授权公告号：CN 116101949 B
专利申请日：2022年11月25日
授权公告日：2025年8月29日
专利权人：华东交通大学、华交智慧（江西）工程技术有限公司、江西省瑞寻高速公路有限责任公司

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：朱碧堂
地址：江西省南昌市青山湖区双港东大街808号

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

高速公路隧道不中断交通检测和检修作业技术规范

1 范围

本文件规定了高速公路隧道在不中断交通条件下，利用专用检测检修装备开展检测和检修作业的基本规定、装备技术要求、检测作业、检修作业、交通组织与防撞措施、安全管理与应急处置等内容。

本文件适用于高速公路运营隧道在不中断交通条件下的结构检测作业与机电设施检修作业，一级公路运营隧道可参照使用。

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。

JTG 5130 公路隧道养护技术规范

JTG H30 公路养护安全作业规程

JTG 5110 公路养护技术标准

JTG/T 5440 公路隧道加固技术规范

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

QC/T 1129 特种车辆后部防撞吸能装置

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

不中断交通隧道维养装备 Equipment for inspection and maintenance of highway tunnels without traffic interruption

在不中断高速公路隧道社会交通条件下，用于隧道机电设施检修和衬砌结构检测、维养加固的专用装备总称。该类装备搭载机液电一体化作业平台或遥控门架式作业装置，可在社会车辆通行状态下驶入预定工位并展开作业。

3.2

通过净空 Traffic clearance envelope

检测检修装备在行驶状态或作业状态下，为高速公路隧道内社会车辆保留的最小通行空间，以保障大型货车和工程机械无障碍通行。

3.3

防闯入预警系统 Intrusion warning system

通过振动传感、雷达或射频识别等方式，主动感知车辆意外驶入作业控制区边界，并向作业人员和驾驶人同步发出声光警报的主动安全装置。

3.4

防撞缓冲车 Truck-mounted attenuator (TMA)

安装有车载式防撞吸能垫的施工保护车辆，置于作业控制区纵向缓冲区上游端，用于吸收失控车辆碰撞能量，保护前方作业区人员和检测检修装备安全。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

TMA：车载式防撞缓冲装置（Truck-mounted attenuator）

TTC：碰撞剩余时间（Time to collision）

5 基本规定

5.1 高速公路隧道不中断交通条件下的检测和检修作业，应遵循“检测先行、分级处治、防护冗余、动态管控”的原则。作业前应依据最新一次定期检测或经常性检查结果，确认作业段落的结构与机电设施技术状况处于可控范围。

5.2 高速公路隧道不中断交通检测和检修作业，必须同时满足“通行不中断、作业可开展、防护不缺失”三项条件。任一条件不能满足时，应缩减作业范围、调整作业时段或转为短时封闭作业。

5.3 不中断交通检测和检修作业安全应符合JTG 5110和JTG H30的有关规定。

5.4 检测检修装备应作为移动式作业控制区的核心载体进行管理，其行驶、就位、展开和撤收全过程，均应纳入交通组织方案和应急预案。交通高峰时段不应实施大范围侧向平台展开作业；确需全洞短时封闭或单洞双向交替通行时，应安排在交通量低谷时段执行。

5.5 一级公路隧道参照使用本文件时，应进行专项交通组织与安全论证，不得直接套用高速公路隧道的交通组织参数；存在平面交叉、混行交通或路侧接入口的，应提高防撞缓冲和交通引导等级，必要时采用短时封闭作业。

6 装备技术要求

6.1 一般要求

6.1.1 不中断交通隧道维养装备包括门架式隧道维养装备、侧展式隧道维养台车。

6.1.2 门架式隧道维养装备应具备人工驾驶、遥控行走或自行走能力，最高行驶速度不宜低于 20km/h；侧展式隧道维养台车最高行驶速度不宜低于 80km/h。

6.1.3 门架式隧道维养装备在通行状态下的通过净空不得小于 6 m（长）×5 m（宽）×5 m（高）；侧展式隧道维养台车的侧展平台在作业状态下的最大施工操作空间不宜小于 5 m（长）×1.5 m（宽）×5 m（高）。

6.1.4 侧展式隧道维养台车的底盘与工作平台的控制系统应实现机、液、电一体化集成，升降、侧伸、回转等动作应具备电控与液控双效备份，单一路径失效时仍能将平台安全撤收至通行状态。

6.1.5 装备应设置行驶—作业模式联锁。模式切换应有明确的声光指示；作业模式未完全撤收时，行驶系统应被禁止激活。

6.1.6 **装备存在下列情形之一的，不得用于不中断交通检测检修作业：**

a) 主门架、侧展平台、支腿或吊臂结构出现裂纹、明显变形或连接失效；
b) 行驶—作业模式联锁、平台限位或支腿锁定装置失效；
c) 防闯入预警终端、警示灯或闪烁箭头灯不能正常投用；
d) 防撞缓冲车防撞吸能装置缺失、损坏或超过标定有效期。

6.2 作业功能模块

6.2.1 衬砌检测模块应能搭载三维激光扫描、敲击检测或摄像记录装置，在门架式装备或侧展式台车的操作平台上对拱顶、拱腰衬砌表面进行连续采集，检测数据应可实时传输至高速公路隧道外的分析终端。

6.2.2 门架式隧道维养装备除应满足 6.1 的一般要求外，宜具备下列功能模块：

a) 高净空主门架与行走模块：通行净空应满足6.1.3的要求；行走机构可采用履带式、轮胎式或预铺轨道式底盘，并具备柴油发电与电力驱动双模式；
b) 环向链式传送与拼装模块：应配备跨设于主门架两侧和上部的链式传送机构（含驱动轮、从动轮及减速电机）；
c) 径向液压顶升与支撑模块：应配置至少四个主体支撑结构（升降机）用于台车整体升起并贴合隧道轮廓；顶升端应能沿径向伸缩，实现传送机构上加固材料的精准顶起与就位；
d) 机械吊臂与辅助作业模块：应配置机械吊臂，用于加固材料、工具及小型机电设备的起吊；吊臂作业半径应覆盖操作平台，且不得悬吊穿越未封闭的通行车道；
e) 集中控制与转向模块：控制机构应集成于控制室内，实现台车整体升降、行走进退、转向及传送拼装动作的机液电协同控制，并具备应急锁定功能。

6.2.3 侧展式隧道维养台车除应满足 6.1 的一般要求外，宜配置下列功能模块：

a) 车载底盘与侧展作业平台模块：汽车底盘应配置机液电一体化升降主平台，以及宽度不小于1.5m的侧展副平台。侧展平台展开后，应能覆盖机电设备及衬砌病害的作业面，同时保障剩余车道的社会车辆通行；
b) 多功能集成检修模块：具备机电设备高效检修拆装功能。宜配置车载折臂吊机、风机接驳小车、专用电工机修工具及工具防坠托盘，满足射流风机、照明灯具、摄像机、情报板等设备的快速更换需求；
c) 衬砌病害快速检测模块：能搭载多源传感器（如三维激光扫描仪、隧道阵列相机），具备同步控制功能，实现隧道全断面影像与高精度三维点云的精准匹配，输出包含里程定位的病害数据；
d) 结构加固与材料托举模块：用于衬砌钢带加固或钢板拼装时，配置材料托举或顶升机构，确保加固材料在侧展平台上平稳就位，不得在通行车道内临时堆放加固材料；
e) 高精度定位与安全监控模块：配备高精度定位系统、远程视频监视系统和环境气体实时监测系统；作业数据及现场视频应能实时回传至隧道监控中心，实现精准定位和安全施工。

6.2.4 当需进行隧道衬砌加固时，侧展式隧道维养台车宜配备机液电一体化拼装系统。

6.2.5 宜配置辅助装备就位和行驶控制的高精度定位与姿态监测系统。

6.3 安全装置

6.3.1 侧展式隧道维养台车应配备不少于 4 个液压支腿，作业时支腿应展开并支撑到路面。

6.3.2 检测检修装备应集成防闯入预警终端。该终端应与作业控制区上游的防撞缓冲车或移动预警装置联动，当检测到车辆以异常轨迹逼近作业区时，应在 TTC 不小于 10 s 时发出首次预警，为平台撤收和人员避险提供时间窗口。

6.3.3 装备应配备作业警示灯、语音提示设施和闪烁箭头灯。警示灯具的可见性和辨识度应满足隧道内低照度、高背景噪声环境下的辨识要求。

6.3.4 维养装备操作平台四周应设置高度不低于 1.2 m 的围挡，底部设踢脚板，防止工具和小型构件坠落。

6.3.5 装备应集成作业区域远程视频监视终端和环境气体监测传感器（如 CO/VI、风速）。当监测数据超标或视频系统识别到异常时，应能在操作控制室发出声光报警，并联动防闯入预警系统。

7 检测作业

7.1 检测项目及要求

7.1.1　隧道检测应包括衬砌结构表观病害和深层病害检测以及机电设备服役状态检测。

7.1.2　高速公路隧道不中断交通条件下的表观结构病害检测，宜采用通过式初筛和定点复核两阶段方式。初筛阶段利用检测检修装备搭载的三维激光扫描或高速摄像装置，以不低于 10km/h 的慢行速度通过目标段落，采集衬砌表面几何与纹理数据；发现异常点位后，再就位展开平台进行深层病害检测，包括近距离敲击、超声或取芯复核。

7.1.3　表观结构病害检测作业不应长时间占用行车道。单次连续占用同一车道的时间宜控制在 30min 以内。确需延长时，应将台车移至紧急停车带或人行横洞附近，恢复车道通行后再继续后续段落。

7.1.4　深层病害检测应采用敲击检测、超声检测或取芯检测方法，检测项目、频率和判定标准应符合 JTG 5130 和 JTG/T 5440 的规定。取芯检测应在侧向平台展开后的操作空间内进行，不得在通行车道内临时堆放取芯设备；取芯后应及时封堵孔洞，并记录孔位、孔深和芯样描述。

7.1.5　检测数据应包含位置里程、缺陷类型、几何尺寸和图像记录。对于衬砌裂缝，应记录宽度、长度、走向及是否伴有渗漏水或析白物。

7.1.6　检测结论应按 JTG 5130 的技术状况评定类别进行分级，并明确是否具备继续以不中断交通方式开展加固检修的条件。

7.1.7　本文件检测作业为运营期技术状况检查，涉及加固工程验收时，应按 JTG F80/1 及 JTG/T 5440 的相关规定另行检测。

7.2　检测设备与检测流程

7.2.1　不中断交通检测设备应按通过式初筛和定点复核两个阶段分别配置。

7.2.2　通过式初筛设备应包括三维激光扫描仪（测距精度不低于±2mm，扫描速率不低于 100 万点/s）、隧道阵列相机（单相机不低于 4k，识别裂缝≥0.2mm，识别掉块和渗水≥20mm×20mm，单次作业覆盖不少于半幅隧道），以及车载惯导/GNSS 组合定位单元（里程定位误差不大于 0.1%行驶距离）。上述设备应集成安装于多功能车顶部或侧向扫描支架，采集数据实时回传至车内工控机或隧道外分析终端。

7.2.3　深层病害检测定点复核设备应包括敲击检测装置、超声检测仪（频率范围 50～500kHz）、裂缝宽度读数仪（分辨率 0.01mm）、取芯钻机（钻芯直径宜为 50mm 或 75mm）。设备应随检测检修装备一体化运输，在侧向平台展开后于操作空间内取用，不得在通行车道内临时堆放。

7.2.4　初筛作业应按下列步骤执行：

a)　作业前标定：在隧道洞口外非通行区域完成扫描仪姿态校准和里程计零点标定，确认定位数据与隧道里程桩号一致。
b)　慢行通过：多功能车以 10～20km/h 的速度沿目标车道慢行通过检测段落，扫描支架按预设角度对拱顶及两侧拱腰进行连续采集，单次连续采集长度不宜超过 500m。
c)　实时筛查：车载工控机对点云或影像数据进行在线快速处理，识别表面几何异常和纹理异常区域，标记疑似缺陷里程点位。
d)　初筛结论输出：通过段落结束后，应在 30min 内生成初筛报告，列出疑似缺陷清单（里程、类型、初步尺寸估计），作为是否进入定点复核及复核工位布设的依据。

7.2.5　对初筛标记的疑似缺陷点位，应按下列程序复核：

a)　工位选择：复核工位宜选在紧急停车带或人行横洞附近。
b)　平台展开：检测装备驶入工位，侧展式隧道维养台车按 6.1.3 展开侧向操作平台（不小于 5m×1.5m×5m），展开过程应有声光警示；安全员确认剩余通行车道宽度不小于 3.5m、剩余通行高度不小于 5m 后方可人员上平台。
c)　逐项复核：对衬砌裂缝，用裂缝宽度读数仪量测最大宽度，记录走向、长度及是否伴有渗漏水或析白物；对可疑空洞或背后缺陷，采用敲击法初判，必要时以超声波或取芯法确认；对机电

设施，按设备类型进行功能测试并记录故障代码或异常现象。

d) 单次占用时限：同一车道单次连续占用时间不应超过 30min。超时前应将台车移至紧急停车带或恢复车道通行，待交通流间隙再继续。

7.3 检测结果

7.3.1 检测数据应按“隧道名称—里程桩号—结构/设施类别—缺陷类型”四级编码规则整理。衬砌缺陷类型至少包括裂缝、剥落、渗漏水、析白物、错台、空洞（疑似）。机电设施缺陷按设备类别分别编码。

7.3.2 检测结论应按 JTG 5130 的技术状况评定类别进行分级。

7.3.3 检测结果应明确给出“是否具备继续以不中断交通方式开展加固检修”的判定，判定条件至少包括：

a) 作业段落土建结构技术状况不差于 3 类；
b) 机电设施技术状况不差于 2 类；确需在 3 类机电设施段落作业时，应经专项论证，并提高防闯入预警和防撞缓冲配置等级；
c) 经检测确认的缺陷在检修作业期间无快速扩展迹象；
d) 作业段落具备设置防撞缓冲车和侧向平台展开所需的通行净空条件。

上述任一条件不满足时，应转为短时封闭作业或调整检测方案。

8 检修作业

8.1 检修项目及要求

8.1.1 高速公路隧道检修作业主要包括射流风机、照明灯具、摄像机、可变情报板等机电设备的检修和拆装。

8.1.2 检修作业应优先安排在交通量低谷时段。高速公路特长隧道、长隧道的机电设施拆换作业宜采用“间隔放行+短时定点作业”模式，避免隧道内车辆排队蔓延至洞外。

8.1.3 机电拆换作业单次连续占用同一车道时间不宜超过 4 h；确需延长时，应按 JTG H30 的规定按短期作业区重新布置交通控制区，并提高防闯入预警和防撞缓冲配置等级。超时前应移至紧急停车带或恢复车道通行。

8.1.4 利用检测检修装备进行衬砌裂缝封闭、局部修补或波纹钢板加固时，应确保侧向操作平台展开后剩余通行车道宽度不小于 3.5 m、剩余通行高度不小于 5 m；当剩余宽度不足时，应改为单车道交替通行，并设置移动式信号灯或旗手控制。

8.1.5 加固材料应随台车一体化运输，不得在通行车道内临时堆放。材料装卸应在台车展开后的操作平台范围内完成，不得散落至通行路面。

8.1.6 检修作业完成后，应执行“工完、料清、场净”程序：平台撤收→工具清点→车道巡查→通行状态确认，经现场安全员签字后方可解除控制区。

8.2 检修设备与流程

8.2.1 不中断交通条件下机电设备检修作业应采用侧展式隧道维养台车，并辅以下列专用设备：

a) 射流风机：倒链、吊带、钢丝绳、卸扣、滑轨装置或风机接驳小车、专用电工工具和机修工具；
b) 照明灯具：电工工具、照度仪、亮度仪、角度仪或激光标线仪、清洁卫生用具；
c) 摄像机：软毛刷、无线擦拭布、专用清洁剂或机械臂高压水射流自动清洗系统、扳手或螺母旋具；
d) 情报板：电工工具、便携调试终端，用于与监控中心联调；

e) 工具防坠与防遗落器具：如工具袋、工具系绳；
f) 坠落防护器具：安全帽、安全带、安全绳；
g) 工具携带与收纳器具：模块化工具托盘或磁性工具垫。

8.2.2 侧展式隧道维养台车宜配置模块化工具托盘或磁性工具垫，按作业类型分格存放；材料装卸和工具取用应限定在台车展开后的操作平台范围内，不得在通行车道内临时堆放。

8.2.3 对于频繁取用的扳手、旋具等，宜配备工具系绳，一端系于工具、一端固定于平台栏杆或安全带 D 环。

8.2.4 射流风机、照明灯具、摄像机、可变情报板等顶部/侧壁设备的检修，应按下列通用流程执行：

a) 作业前确认：现场负责人应与隧道监控中心确认作业段落、设备编号、断电范围、控制区布置、防撞缓冲车位置、检测检修装备工位及剩余通行宽度；确认防闯入预警系统、爆闪灯、广播喊话设施处于正常投用状态；
b) 作业前通知：通知监控中心将隧道洞内所有照明灯具开启，并按实际情况更改通行指示灯；
c) 控制区布设：按第9章完成警告区、上游过渡区、纵向缓冲区、工作区和下游过渡区布置，防撞缓冲车就位，专职安全员到岗。控制区未经验收确认，不得展开侧向平台。
d) 平台展开：检测检修装备驶入工位，按6.1.3展开侧向操作平台，展开过程应持续声光警示；安全员确认剩余通行车道宽度不小于3.5 m、剩余通行高度不小于5 m，且平台、工具和材料均未超出封闭范围后，方可允许人员上平台。
e) 断电与挂牌：断开设备主回路和控制回路电源，执行“断电—验电—挂牌上锁—专人监护”程序；涉及风机等旋转设备时，应待叶轮完全停转并确认无残余风压后方可作业。不得带电拆装顶部/侧壁设备。
f) 旧设备拆卸：使用倒链、吊带、卸扣、滑轨或专用接驳小车等机具，按设备说明书规定的吊点进行拆卸和临时固定；拆卸工具应系防坠绳，小型零件应放入工具袋或磁性工具垫，不得放置在平台边缘。
g) 新设备吊装就位：新设备应在平台操作空间内起吊和就位，不得悬吊穿越通行车道；吊装过程中应设专人指挥，平台下方及可能坠落区域不得站人。
h) 接线与功能测试：按设备接线图完成接线，确认相序、极性、接地和防水密封；按8.2.5～8.2.8相应设备要求进行功能测试，并与监控中心联调确认信号、控制和显示正常。
i) 旧设备撤收与清场：旧设备、包装物、工具和余料应及时撤收至装备指定存放区，不得在通行车道内临时堆放；执行“平台撤收→工具清点→车道巡查→通行状态确认”程序，经现场安全员签字后方可解除控制区。
j) 防闯入预警触发时，应按9.3.2在8s内完成平台撤收或降至最低通行轮廓。

8.2.5 射流风机拆换应按下列流程执行：

a) 核对风机编号、型号、安装位置和运行状态，确认风机主回路、控制回路及就地/远程控制均已断电，执行挂牌上锁和验电；
b) 待叶轮完全停转后，检查吊装支架、滑轨、倒链、吊带、卸扣和钢丝绳，确认额定荷载和吊点符合要求；
c) 拆卸风机电源线、控制线、减振装置和固定螺栓，使用滑轨装置或风机接驳小车将旧风机移至平台操作空间内并可靠固定；
d) 新风机吊装就位，按设计要求安装减振装置、固定螺栓、电源线和控制线，确认接地可靠、相序正确、防水密封完好；
e) 恢复送电前检查风机内无工具、异物和人员，点动确认转向正确；随后进行连续试运转，检查电流、振动、噪声、风速/风向及远程控制信号；
f) 与监控中心联调风机启停、故障报警和运行状态信号，确认正常后撤收旧风机和工具，恢复平台通行状态。

8.2.6 照明灯具检修、更换应按下列流程执行：

a) 核对灯具回路和编号，断开照明回路电源，验电确认无电，执行挂牌上锁；对应急照明灯具，应确认应急电源切换和蓄电池状态不会造成反送电；
b) 拆卸灯具外壳、光源、驱动电源或镇流器时，应使用工具系绳和工具袋，防止灯罩、螺栓等坠落；旧灯具和光源应放入专用收纳箱；
c) 新灯具安装应确认支架牢固、角度符合设计要求，接线极性正确、接地可靠，密封圈和防水接头完好；
d) 恢复送电后进行点亮测试，使用照度仪、亮度仪检查路面照度和亮度，使用角度仪或激光标线仪确认灯具投射角度；
e) 与监控中心确认照明回路控制、调光、故障报警和应急切换功能正常；撤收旧灯具、包装物和工具，清点后恢复平台通行状态。

8.2.7 摄像机检修、清洁和更换应按下列流程执行：

a) 核对摄像机编号、IP地址、安装位置和监控画面，断开摄像机供电及网络连接，执行挂牌上锁和验电；
b) 清洁作业应先使用软毛刷和无线擦拭布，必要时使用专用清洁剂；采用机械臂高压水射流自动清洗系统时，应确认水压、喷嘴角度和防水措施，不得将水射入接线腔；
c) 拆卸或更换摄像机时，应固定云台和支架，防止设备转动或坠落；新摄像机安装应确认支架牢固、镜头朝向和视场角符合要求；
d) 恢复供电和网络后，配置IP地址、码流、焦距、预置位和遮挡区域，检查图像清晰度、低照度成像、红外补光和云台变焦功能；
e) 与监控中心联调视频画面、录像、事件检测和告警信号，确认正常后撤收旧设备和工具，恢复平台通行状态。

8.2.8 情报板检修应按下列流程执行：

a) 核对设备编号和显示内容，断开显示模块、控制模块和通信回路电源，验电挂牌；
b) 拆卸模块时做好防坠和防水保护，避免损坏通信线和电源线；
c) 新模块安装后检查密封、接地和固定状态，恢复供电和通信，使用便携调试终端与监控中心联调显示内容、亮度调节、故障回传和远程控制功能；
d) 确认显示正常、无缺字缺画后，撤收旧模块和工具，执行8.2.4 i)清场程序。

8.3 检修结果

8.3.1 检修完成后应记录设备编号、检修类型、更换部件、功能测试结果、遗留问题及恢复通行确认情况，并按“隧道名称—里程桩号—设施类别—设备编号”归档。

8.3.2 对检修中发现的结构异常或机电设施重复故障，应提出复检、专项检测或后续加固建议，并纳入隧道养护记录。

9 交通组织与防撞措施

9.1 作业控制区分区

9.1.1 高速公路隧道内不中断交通作业控制区应按警告区、上游过渡区、纵向缓冲区、工作区、下游过渡区、终止区布置。

9.1.2 警告区应自隧道洞口以外设置，长度不宜小于 2000m；受路网条件、洞口视距限制时不应小于1000m，并应通过收费站、服务区、枢纽互通及洞口可变信息标志提前发布施工、限速和车道占用信息。警告区标志宜按“施工距离预告—限速递减—禁止超车—车道变窄—爆闪灯—最终限速”的顺序布置，间距宜为 200～300m。当作业导致通行净空受限时，应在警告区起点、中部和末端重复设置限高、限宽

标志。2km 警告区典型布置可按表 1 执行，2000m 处应设置上游过渡区起点标志、最终限速标志和主动发光导向牌。

表1 典型警告区设置

距警告区起点	标志/设施
0m	“前方施工2km”；有限高限宽时并列“限高××m”“限宽××m”
200m	“限速80”
500m	“前方施工1.5km”
800m	“限速60”
900m	“禁止超车”
1000m	“前方施工1km”
1200m	“限速40”
1300m	车道变窄标志
1400m	爆闪灯
1500m	“前方施工500m”
1600m	“限速20”
2000m	上游过渡区起点标志、最终限速20、主动发光导向牌

9.1.3 上游过渡区长度应根据封闭车道宽度、限速和交通量确定；封闭一条车道或侧向平台展开作业时，长度不宜小于 200m。应采用交通锥渐变封闭，交通锥间距不宜大于 2m，渐变段长度不宜小于 200m。过渡区起点应设置最终限速标志和主动发光导向牌；当剩余通行净空受限时，应设置“超高、超宽车辆靠右停车”标志、柔性限高限宽门架，并应在纵向缓冲区设置 24h 值守岗亭。

9.1.4 纵向缓冲区应设于工作区上游，长度不宜小于 100m；受条件限制时不应小于 80m，并应满足 9.2.3 防撞缓冲车布置要求。工作区上游 30～50m 范围宜设置轻质混凝土墙或移动吸能装置；单侧设置时长度不宜小于 30m，双侧设置时长度不宜小于 100m。隧道内长距离过渡段可每隔 500m 设置路栏牌，并附示警灯；洞口前应设置“进入隧道、请开车灯”标志。当设置限高限宽门架时，宜按“柔性门架在前、刚性门架在后”设置，门架应安装爆闪灯；下游过渡区应设置渐变解除封闭设施。

9.1.5 工作区应采用交通锥连续封闭，交通锥间距不宜大于 2m；交通锥内侧每隔 10m 宜设置爆闪灯。作业平台、材料、工具不得超出封闭范围，不得在通行车道内临时堆放。侧向平台展开后剩余通行车道宽度应满足 8.1.2 的要求。

9.1.6 下游过渡区长度不宜小于 50m，应采用交通锥渐变解除封闭车道。

9.1.7 终止区长度不宜小于 50m，应设置“解除限速”标志，确认人员、工具、材料全部撤出通行车道后方可解除控制区。

9.1.8 洞口、缓冲区和施工作业区应配置 24h 在岗专职安全员，洞口宜 1 名、缓冲区宜 1 名、作业区宜 2 名，并可根据车道数和作业面增减；所有现场人员应穿反光服、戴安全帽。隧道内应开启广播系统喊话提醒，作业段落及洞口至终止区应开启照明。

9.2 被动防撞

9.2.1 凡在高速公路隧道行车道内或紧邻行车道设置固定作业工位时，必须在纵向缓冲区上游端设置防撞缓冲车。高速公路隧道洞口限速高于 80km/h 时，防撞缓冲车整备质量不应低于 9t；限速不超过 80km/h 时可酌情采用不低于 4t 的防撞缓冲车。

9.2.2 防撞缓冲吸能装置的防撞击等级不应低于 70km/h（以 2000kg 汽车撞击工况计），并应符合 QC/T 1129 的规定。

9.2.3 高速公路直线段防撞缓冲车与工作区的距离宜为 80～150m；隧道内直线段可取下限，弯道或视

距受限段落应取上限并增设第二台防撞缓冲车或移动吸能装置。工作区上游设置的轻质混凝土墙、移动吸能装置等不得替代防撞缓冲车。

9.2.4　当作业导致剩余通行净空小于 5m×5m 时，应设置柔性、刚性限高限宽门架和爆闪灯，安排 24h 值守，并在收费站、服务区、枢纽互通及可变信息标志发布绕行信息。侧向平台展开作业剩余通行宽度不小于 3.5m 但小于 5m 时，应设置限宽门架并管控超宽车辆；经论证仍不能满足安全通行条件时，应转为短时封闭作业。

9.3　主动预警

9.3.1　作业控制区上游应部署防闯入预警系统，通过振动传感器或雷达感知车辆非正常进入过渡区或缓冲区。预警信息应同时送达防撞缓冲车驾驶人、检测检修装备操作平台声光终端和现场安全员手持接收器。

9.3.2　当预警触发时，检测检修装备应在 8s 内完成侧向平台撤收或降至最低通行轮廓，作业人员应停止平台上的操作并进入防护栏内侧或紧急避险位置。

9.3.3　上游过渡区和工作区应设置爆闪灯、主动发光导向牌和广播喊话设施；爆闪灯宜在工作区交通锥内侧每隔 10m 设置，并与防闯入预警系统联动。

9.4　限速与引导

9.4.1　作业控制区限速应按 80、60、40、20km/h 逐级递减，相邻限速标志间距不宜小于 200m。上游过渡区起点限速不应高于 60km/h；工作区附近最终限速不应高于 40km/h；高速公路隧道内视距受限、单车道通行或侧向平台展开时宜取 20km/h，特长隧道可在此基础上进一步降低。

9.4.2　特长隧道和长隧道的不中断交通作业，应全时段配备交通引导人员，轮换间隔不宜超过 4h。引导人员应位于防撞缓冲车上游的检修道或紧急停车带内，不得站立于行车道中。

9.4.3　采用单洞双向交替通行时，应设置截流管控点，分批次截流放行，每方向截流时间不宜超过 0.5h；放行车流应由引导车带领，尾端设押尾车；确认隧道内无对向车辆后方可放行另一方向，并循环执行。

9.5　短时间封闭与交替通行

9.5.1　全洞短时封闭应安排在交通量低谷时段。白天封闭一洞时，另一洞可双向交替通行；夜间具备条件时应开放封闭洞，恢复正常通行。

9.5.2　采用双向交替通行时，应在封闭段两端设置截流管控点，明确变道路段和引导路线；放行前应确认隧道内无对向车辆，放行时由引导车带领、尾端押尾。

9.5.3　封道区域前后 5km 范围内，每座桥梁、每座隧道宜安排专职人员疏导交通，防止大型、重型货车及危险品运输车在桥隧范围积压；变道段进口前 500m 可每隔 150m 安排 1 名疏导人员，出口前 200m 宜安排 3 名人员调整安全设施。服务区、收费站宜设置流量管控点，必要时引导小型客车驶出高速或进入服务区等候。

9.5.4　应在枢纽互通、收费站、服务区及主线适当位置连续设置远端预告牌，提前发布限高、限宽、绕行和施工信息；限高限宽绕行提示牌间距宜为 200m 左右。

9.6　应急清障与疏导

9.6.1　应在隧道洞口或广场设置应急清障施救点，配备重型拖车、小型拖车、叉车等清障设备。事故车辆需逆向拖离时，应经交通管理部门批准，并设置警戒和引导人员。

9.6.2　发生交通事故时，无人员伤亡的，拍照后将事故车辆移至安全位置并立即报警；发生拥堵的，先期维护通行秩序并报交警处置；有人员伤亡的，立即报警、维护现场并防止二次事故。

9.6.3　作业期间应与监控中心、交警、路政、施救中心保持联动，利用收费站进出口、主线电子显示屏即时发布路况；必要时启动应急分流，就近利用开口棚、紧急停车带等临时疏通拥堵车辆。

9.6.4　限高、限宽门架应设置在服务区或收费站前，车辆未能通过时应规劝至服务区或就近收费站驶出。

10　安全管理与应急处置

10.1　一般规定

10.1.1　每次作业前应召开班前安全交底，明确下列内容，并留存交底记录：

a)　作业段落、里程、作业类型及作业时段；
b)　平台展开最大宽度、剩余通行车道宽度及通行净空；
c)　限速序列、限速标志设置位置及最终限速值；
d)　作业控制区各分区布置、防撞缓冲车位置及移动吸能装置位置；
e)　防闯入预警系统阈值、预警信息接收人员、平台撤收触发条件和人员避险位置；
f)　采用单洞双向交替通行或全洞短时封闭时，截流管控点位置、截流放行程序、引导车和押尾车安排；
g)　限高限宽门架位置、值守人员安排及超限车辆绕行路线；
h)　应急清障施救点位置、清障设备及联络方式、拖车逆向拖离的审批和警戒要求；
i)　远端预告点位、可变信息标志发布内容及应急分流路线；
j)　作业人员逃生路线和紧急避险位置。

10.1.2　现场应设置专职安全员，其职责不得由检测检修装备操作人员兼任。安全员应持续监视上游来车和预警终端状态，有权在判定风险不可接受时直接下达撤收指令。

10.1.3　应急预案应至少包括下列场景：

a)　车辆闯入作业区或防闯入预警系统触发；
b)　隧道内发生交通事故导致交通中断或拥堵；
c)　检测检修装备故障无法撤收；
d)　衬砌突发掉块或变形速率异常；
e)　全洞短时封闭或单洞双向交替通行期间截流管控失效、对向车辆未清空；
f)　限高限宽门架被撞、超限车辆闯入或通行净空不足；
g)　火灾、危险品泄漏、有害气体超标、能见度急剧下降等需立即停止作业的情形。

10.1.4　针对台车故障无法撤收情况，应预先明确备用拖离方案或就地锁定并强化防撞缓冲的处置程序。针对全洞短时封闭和单洞双向交替通行，应明确截流时间、放行确认程序、引导车和押尾车安排、对向车辆清空确认方式及截流管控点通信联络方式。

10.1.5　作业期间应与隧道监控中心保持不间断通信。监控中心应利用隧道内视频事件检测功能，对作业区上游进行重点监视，发现异常停车、逆行或拥堵时立即通知现场。

10.1.6　当隧道内发生火灾、危险品泄漏、有害气体超标或能见度急剧下降时，应立即停止不中断交通作业，检测检修装备按预设路线撤出或靠边让出应急通道，服从隧道交通控制指令。

10.2　远程视频监视

10.2.1　不中断交通检测检修作业应纳入高速公路隧道监控中心远程视频监视范围。作业前，现场负责人应与监控中心确认作业段落、控制区布置、防撞缓冲车位置、检测检修装备工位、限高限宽门架及截流管控点等信息，并确认相关视频画面清晰、连续、可调阅。

10.2.2　远程视频监视应覆盖下列区域：

a)　作业控制区上游警告区末端及上游过渡区；
b)　纵向缓冲区、工作区和下游过渡区；

c） 防撞缓冲车及移动吸能装置所在位置；
d） 隧道维养装备行驶、就位、平台展开和撤收区域；
e） 限高限宽门架及值守岗亭；
f） 采用单洞双向交替通行或全洞短时封闭时的截流管控点、变道段和引导车、押尾车通行路径；
g） 应急清障施救点及清障车辆进出路线。

10.2.3 视频监视设备应具备低照度成像能力，隧道内照度不足时应具备红外补光或等效补光措施；重点工位摄像机宜具备云台变焦功能，能够辨识车辆异常停车、逆行、拥堵、行人进入、抛洒物及烟雾等事件。视频监视系统应配置不间断电源，通信链路宜具备冗余或备份。

10.2.4 作业期间，监控中心应安排专人监视作业区上游及工作区画面，不得脱岗。发现异常停车、逆行、拥堵、车辆异常逼近作业区、超限车辆驶入、门架被撞或能见度急剧下降等情况时，应立即通知现场安全员、防撞缓冲车驾驶人和检测检修装备操作人员，并按 10.4 节或第 9 章有关规定启动相应处置程序。

10.2.5 远程视频监视应与防闯入预警系统联动。防闯入预警触发时，监控中心应同步调取事发区域视频，确认车辆轨迹和作业人员状态，并将确认信息推送至现场安全员手持终端、防撞缓冲车和检测检修装备操作平台声光终端。

10.2.6 采用单洞双向交替通行或全洞短时封闭时，监控中心应利用视频对截流管控点、变道段和隧道内对向车辆清空情况进行辅助确认；但视频确认不得替代现场交通管理人员和引导人员的实地确认，放行指令仍应按 9.5 节规定的程序下达。

10.2.7 远程视频监视不得替代现场专职安全员的现场监视和撤收指令权。通信中断、视频画面丢失或关键工位不可视时，现场安全员应判断风险；无法保证作业安全时，应立即停止平台作业、撤收侧向平台或转为短时封闭作业。

10.2.8 作业期间的关键视频录像应留存备查，保存期限不应少于 30d；涉及事故、险情或应急事件的录像应单独标识并长期保存。视频监视记录可作为班前交底复核、应急处置复盘和安全管理的依据。

10.3 环境安全监测

10.3.1 作业前，现场负责人应与高速公路隧道监控中心确认作业段落能见度、CO/VI、风速风向、温度及火灾报警状态，确认环境监测数据处于运营控制范围内。

10.3.2 作业期间，监控中心应连续监视环境监测数据；能见度低于运营管理阈值、CO/VI 超标、风速异常、温度异常或火灾报警时，应立即通知现场安全员和检测检修装备操作人员。

10.3.3 环境监测预警应与通风、照明、交通控制和广播系统联动；必要时启动加强通风、调整照明和交通引导。

10.3.4 环境条件不能满足安全作业要求时，应立即停止平台作业、撤收侧向平台或转为短时封闭作业，并按 10.4 节处置。

10.4 应急处置

10.4.1 作业期间应与隧道监控中心、交通管理、路政、清障施救等单位保持通信畅通，建立联动机制。发生突发事件时，现场安全员应立即下达停止作业和撤收指令，按预案组织人员和设备撤离，并同时报告监控中心和相关部门。

10.4.2 交通事故处置应按 9.6.2 执行；应急清障施救应按 9.6.1 和 9.6.3 执行。

10.4.3 发生火灾、危险品泄漏、有害气体超标、能见度急剧下降或衬砌突发掉块等情形时，应立即停止不中断交通作业，检测检修装备按预设路线撤出或靠边让出应急通道，服从隧道交通控制指令；必要时配合实施短时封闭或应急分流。

10.4.4　应急处置结束后，应检查作业控制区、防撞缓冲车、限高限宽门架、防闯入预警系统和交通标志状态，确认通行条件满足要求后方可恢复作业；应急事件及处置情况应记录归档。

附 录 A

（资料性）

典型不中断交通公路隧道维养装备主要参考技术参数

典型不中断交通公路隧道维养装备主要参考技术参数见表A.1。

表 A.1 不中断交通隧道维养装备

维养装备类型	门架式隧道维养装备	侧展式隧道维养台车
最高设计行驶速度	20 km/h	80 km/h
通行净空	6m(长)× 5m(宽)× 5m(高)	5m(长)× 5m(宽)× 5m(高)
施工操作空间	6m(长)× 5m(宽)	5m(长)× 4m(宽)，包括主平台宽度 2.5m 和侧展平台宽度 1.5 m
控制系统	电控、液控双效备份	工作平台与底盘液压一体化
典型功能	隧道机电设备检修和衬砌加固	隧道机电设备拆装、衬砌检测和加固

江西省土木建筑学会团体标准

《高速公路隧道不中断交通检测和检修作业技术规范》（征求意见稿）

征求意见表

专家姓名		单位		电话	
地　址				邮编	
条文号	意见和/或建议				理由/ 背景材料

（纸面不敷，可另增页）