

山东省地方标准

高速公路隧道运行控制技术规范(报批稿)

编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

2024年8月14日,《山东省市场监督管理局<关于港口装卸服务规范 第1部分:集装箱>等第二批地方标准制修订计划项目的公示》(鲁市监标函(2024)166号),明确将《高速公路隧道运行控制技术规范》纳入2024年第二批山东省地方标准计划项目,计划编号:2024-T-27。

(二) 起草单位和主要起草人信息

标准起草单位:山东高速股份有限公司、招商局重庆交通科研设计院有限公司、山东省交通规划设计院集团有限公司、甘肃公路航空旅游投资集团有限公司、南京感动科技有限公司。

标准主要起草人:崔建、王亮、付立家、范文东、王亚楠、申丽萍、陈珍、陈雪琿、万利、师晓敏、陈宏、李昌辉、王钧、曹蓉。

(三) 起草单位和主要起草人任务分工

标准起草任务分工以充分发挥各单位优势为原则,做到分工界面清晰、任务要求到人,定期组织标准沟通协同会,确保标准起草质量和进度按要求完成。起草单位任务分工见表1和主要起草人任务分工见表2。

表 1 标准起草单位任务分工

工作单位	任务分工
山东高速股份有限公司	组织调研工作以及各阶段审查会，负责标准框架制定，负责标准第 1~4、6、8 章和相关编制说明的编写，以及全文统稿工作
招商局重庆交通科研设计院有限公司	负责编制技术路线拟定、国内外相关法规标准和技术资料的收集与分析，负责标准第 5、7、9、10 章和相关编制说明的编写，协助标准通稿修改与校对
甘肃公路航空旅游投资集团有限公司	参与标准第 7 章和相关编制说明的编写
山东省交通规划设计院集团有限公司	参与标准第 9 章和相关编制说明的编写
南京感动科技有限公司	参与标准第 8 章和相关编制说明的编写

表 2 标准主要起草人及任务分工

人员名称	工作单位	任务分工
崔 建	山东高速股份有限公司	总体推进项目顺利实施，负责组织标准制订大纲编制、现场调研和征求专家意见等工作。负责标准总体质量和进度把关，负责标准通稿修改
王 亮	山东高速股份有限公司	标准起草组的组织，参与标准编制方案制定、框架体系构建以及各阶段研究成果的研讨工作。负责标准第 1~4 章和相关编制说明的编写
付立家	招商局重庆交通科研设计院有限公司	制定总体技术路线，参与标准编制方案制定、框架体系构建以及各阶段研究成果的研讨工作。负责国内外相关法规标准和技术资料的收集与分析。负责标准第 5 章和相关编制说明的编写
范文东	山东高速股份有限公司	负责标准研讨组织、标准通稿总体校对、标准质量和技术审核。负责标准第 8 章和相关编制说明的编写
王亚楠	招商局重庆交通科研设计院有限公司	负责前期立项申请，参与标准编制方案制定、框架体系构建以及各阶段研究成果的研讨工作。负责标准第 9、10 章和相关编制说明的编写，协助标准通稿修改与校对
申丽萍	山东高速股份有限公司	协助标准研讨组织、标准通稿总体校对、标准质量和技术审核。负责标准第 6 章和相关编制说明的编写
陈 珍	招商局重庆交通科研设计院有限公司	负责标准第 7 章和相关编制说明的编写
陈雪琿	山东高速股份有限公司	参与标准第 8 章和相关编制说明的编写
万 利	山东省交通规划设计院集团有限公司	参与标准第 9 章和相关编制说明的编写
师晓敏	南京感动科技有限公司	参与标准第 8 章和相关编制说明的编写
李昌辉	山东高速股份有限公司	参与标准第 6 章和相关编制说明的编写
王 钧	甘肃公路航空旅游投资集团有限公司	参与标准第 7 章和相关编制说明的编写
曹 蓉	山东高速股份有限公司	参与标准第 8 章和相关编制说明的编写
吴晓佩	山东高速股份有限公司	参与标准第 6 章和相关编制说明的编写

朱香敏	山东高速股份有限公司	参与标准第 8 章和相关编制说明的编写
高 健	山东高速股份有限公司	参与标准第 6 章和相关编制说明的编写
段美栋	山东高速股份有限公司	参与标准第 3、4 章和相关编制说明的编写
张志浩	山东高速股份有限公司	参与标准第 1、2 章和相关编制说明的编写

（四）起草过程

1. 前期准备工作

标准起草组对相关法规标准，如《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国突发事件应对法》《中华人民共和国公路法》《公路安全保护条例》《交通运输突发事件应急管理规定》等，以及 GB/T 31445-2015《雾天高速公路交通安全控制条件》、JT/T 1180.19-2018《交通运输企业安全生产标准化建设基本规范 第 19 部分：公路隧道运营企业》、JTG/T D70/2-02-2014《公路隧道通风设计细则》、JTG/T D70/2-01-2014《公路隧道照明设计细则》、JTG H12-2015《公路隧道养护技术规范》、JTG H30-2015《公路养护安全作业规程》等标准，进行了全面的梳理，分析、总结了对高速公路隧道运行控制技术提出的新要求。

标准起草组参加了交通运输部公路局组织的“公路隧道养护和运行管理专题调研”，先后赴浙江、甘肃、广东、山东、山西等地开展了现场调研，走访了各地交通运输厅（局、委）、公路隧道运营单位，了解高速公路隧道运营过程中存在的风险、隐患、突发事件应急救援程序、应急救援内容和处置措施，深入调查了现有运行控制技术的实时情况、实施过程中存在的问题，听取了主管部门和运营单位对现运行控制技术的改进意见。

2. 标准编制工作

2023.6~2024.11，进行资料收集整理，并持续开展现场调研，目前已采取座谈交流、现场踏勘等形式对山东、重庆、浙江、甘肃等各地区代表性隧道工程进行调研。

2024.3~2024.8，进一步开展隧道突发事件特征及致因分析、突发事件控制分区研究、突发事件应急交通组织研究及火灾烟气运动及烟雾控制方式分析等专题研究工作。

2024.9~2024.10，标准起草组起草山东省地方标准《高速公路隧道运行控制

技术规范》编制工作大纲。

2024.10~2024.11，标准起草组起草山东省地方标准《高速公路隧道运行控制技术规范》（讨论稿）。

2024.11，标准起草组起草山东省地方标准《高速公路隧道运行控制技术规范》及编制说明（初稿）。

2025.3.18，在济南召开《高速公路隧道运行控制技术规范》（初稿）审查会。

2025.4.1，标准起草组完成《高速公路隧道运行控制技术规范》及编制说明（征求意见稿），并提交征求意见申请。

2025.4~2025.6，标准起草组共向 30 家单位发送征求意见函件，其中 10 家单位未回函，20 家单位回函有意见，0 家单位回函无意见。起草组整理出有效意见 88 条，采纳 71 条，未采纳的有 6 条涉及标准名称修改，需经审查会讨论后确定。标准起草组根据意见修改《高速公路隧道运行控制技术规范》，形成送审稿。

2025 年 X.X~X.X，通过省厅网站向社会公开征集了《高速公路隧道运行控制技术规范》公平竞争审查意见，截至公示期结束，未收到有关意见。经审查，该地方标准没有违反公平竞争审查标准的内容。

2025.9.25，在济南召开《高速公路隧道运行控制技术规范》（送审稿）审查会，会议对标准文本进行逐章、逐条审查，对标准编制说明等进行审查，一致同意该标准通过审查。

2025.10，标准起草组形成报批材料，并上报。

二、地方标准制定目的和意义

紧紧围绕高速公路发展对隧道运行控制技术规范与提升的迫切需求，针对隧道运行控制各环节“运营管理薄弱、风险防控低效、联动机制缺乏”等问题，制订《高速公路隧道运行控制技术规范》，对隧道各种运行工况下的控制技术提出具体要求，更有针对性地开展高速公路隧道运行控制工作，指导运营企业全力防止事故扩大、坚决遏制重特大事故，从而推进隧道安全生产治理体系和治理能力现代化，以高质量、高效率保障我国高速公路的整体安全运行水平。

制订《高速公路隧道运行控制技术规范》，指导运营企业更有针对性地应对日益突出的隧道安全运行问题，具有以下重要意义。

（1）填补标准空白

作为 JTG1001-2017《公路工程标准体系》“公路运营模块”的补充，对隧道不同工况运行控制技术提出具体要求，以保障公路隧道管理、养护、运营过程中的人身健康和生命财产安全。

（2）完善控制手段

结合控制手段现状及发展趋势，提出适应未来、可靠有效的隧道不同工况安全运行控制技术要求，加强隧道子系统及设备之间的协调联动，实现隧道照明节能、设备运维、应急指挥等多场景智能管控。

（3）丰富控制策略

通过对高速公路隧道安全运营风险评估的研究，划分隧道安全运行工况，并制定不同工况下的安全运行控制策略，提高隧道事故隐患鉴别及安全运行控制的准确性和精确性，增强隧道风险管控决策的合理性和科学性。

（4）提高控制效果

充分分析隧道通风、照明、交通控制等系统与安全运行之间的关系，梳理当前隧道安全运行控制技术的不足和发展趋势，指导运营企业更有针对性地开展安全运行控制工作，实现隧道双碳+安全目标。

三、地方标准编制原则、主要技术内容和确定依据

（一）地方标准编制原则

为做好本次标准编制工作，起草组遵循以下原则：

1. 规范性原则

保证标准格式统一、规范，符合国家标准 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》的有关规定。

2. 一致性原则

与《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国公路法》《交通运输突发事件应急管理规定》等相关法律法规、规章制度保持一致，与 GB/T 31445-2015《雾天高速公路交通安全控制条件》、JTG/T D70/2-02-2014《公路隧道通风设计细则》、JTG/T D70/2-01-2014《公路隧道照明设计细则》等国家、行业现行标准规范相衔接。

3. 适用性原则

标准编制过程中，在交通运输主管部门、公路隧道运营单位等开展广泛调研，与主管部门、专家保持沟通，听取并采纳各方意见，充分考虑不同公路隧道运营单位实际运作、实际需求，保证标准的适用性和可操作性。

4. 通用性原则

高速公路隧道运行技术规范应能适用于不同地域、不同隧道的高速公路隧道运营单位，因此，该运行控制技术规范的编制要求具有通用性，可有效引导高速公路隧道运行控制技术的规范化、标准化。

5. 迫切性原则

我国隧道运行控制技术水平还无法完全适应我国隧道发展的要求，隧道内追尾、碰撞、火灾等事故时有发生，高速公路隧道安全运行控制面临巨大压力和严峻挑战，国家、行业管理部门出台了一系列的政策和行动，对高速公路隧道正常、养护、交通异常、火灾等工况的运行控制技术水平提出更高要求，迫切需要开展《高速公路隧道运行控制技术规范》制订工作，以适应时代发展的要求。

（二）主要技术内容和确定依据

1、标准的主要内容

本标准主要内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、控制分区及控制方式、正常工况运行控制、养护工况运行控制、交通异常工况运行控制、火灾工况运行控制九部分内容。

2、标准主要条款说明

（1）1 范围

本文件规定了高速公路隧道机电设施运行控制基本要求，控制分区与控制方式，正常工况、养护工况、交通异常工况、火灾工况运行控制技术要求，以及证实方法。

说明：

JTG D70/2-2014《公路隧道设计规范第二册交通工程与附属设施》第 5.1.3 条规定“公路隧道通风设计应分别针对正常交通工况和火灾、交通阻滞等异常交通工况进行系统设计，并应提出相应的通风设施运行方案”，JTG/T

D70/2-02-2014《公路隧道通风设计细则》第 12.1.2 条规定“公路隧道通风系统控制方案应根据采用的通风方式，分别针对正常运营工况、火灾及交通阻滞等异常工况、养护维修工况等通风需求制订”。这两条都从通风控制角度提出了不同工况的概念，且通风控制考虑的工况包括正常、异常（火灾、交通阻滞等）和养护。而 JTG H12—2015《公路隧道养护技术规范》第 7.1.1 的规定“隧道的安全管理包括养护作业和突发事件时的交通组织和安全防护”。因此，本规范在上述规范的基础上，考虑到隧道火灾的严重程度和影响范围，将隧道工况归纳为正常工况、养护工况、交通异常工况、火灾工况。

(2) 3.5 交通异常工况

高速公路隧道内发生交通拥堵、交通阻滞、交通事故及其他交通事件时的运行状况。

说明：

根据 GB/T 28789-2012《视频交通事件检测器》中 3.1 的规定，交通事件是道路上发生的，影响车辆通行及交通安全的异常交通状况及行为，主要指停止事件、逆行事件、行人事件、抛洒物事件、拥堵事件、机动车驶离事件等典型事件种类。本规范以 GB/T 28789-2012《视频交通事件检测器》中 3.1 的规定为基础，对交通异常工况进行了细化。针对拥堵事件，根据《公路网运行监测与服务暂行技术要求》，交通拥堵是指隧道内各车道平均车速在 30km/h~50km/h 之间；根据 JTG/T D70/2-02《公路隧道通风设计细则》，交通阻滞是指按每车道长度 1000m 计算，隧道内各车道平均车速不大于 30km/h。针对停止事件，主要考虑交通事故和车辆抛锚事件，根据 GA/T 16.43《道路交通管理信息代码 第 43 部分：交通事故形态分类与代码》，交通事故是指车辆在道路上因过错或者意外造成人身伤亡或者财产损失的事件，包括车辆追尾、翻车、刮擦、碰撞等。最后将逆行事件、行人事件、抛洒物事件、车辆抛锚事件等合并为其他交通事件。

(2) 4 基本要求

4.6 高速公路隧道运行控制宜具备数字化能力，对不同工况运行控制方案进行数字化表示及图形化、流程化执行。隧道控制系统研判险情并确定事件等级后，生成的警情信息、隧道机电设施联动控制方案应由人工确认后推送并下

发执行。

说明：

交通运输部等发布了《关于推进公路数字化转型 加快智慧公路建设发展的意见》《关于支持引导公路水路交通运输基础设施数字化转型升级的通知》，提出加快建设交通强国、数字中国，推进公路水路交通基础设施数字转型、智能升级、融合创新。应急管理部组建后发布了《关于加快编制地方应急管理信息化发展规划的通知（附应急管理信息化发展战略规划框架）》，并发布3批“地方应急信息化建设任务书”26项系统建设任务。任务书明确了应急指挥信息系统具备预案数字化、预案分类管理、预案查询统计等功能。《“十四五”国家应急体系规划》中“强化应急预案准备”的一项重要任务就是建设应急预案数字化管理平台。本规范积极响应国家、行业等对数字中国和数字交通建设的指示和指导，提出高速公路隧道运行控制须具备数字化能力的要求。

(3) 5 控制分区与控制方式

1) 5.1 控制分区

①5.1.1 养护、交通异常及火灾等事件发生位置的上游区域应进行控制分区。控制分区宜按照管控范围划分为控制区域、控制单元2个层级。正常工况可不进行控制分区。

说明：

隧道是高速公路的瓶颈路段，其运营管理复杂且难点突出，即使较小的交通事故也可能影响整个区域路网的正常运行，运营安全管理应做到及时发现、快速响应、高效处置，必要时需考虑路网范围内、关联道路之间的及时告警、组织疏导，防止事故规模的扩大和次生、衍生灾害的发生。因不同路段布设的设施在工况事件发生时承担的任务和产生的作用不同，根据调研隧道运行管理工作现状及经验，本规范提出分区管控，细化不同工况事件的控制方案，明确不同影响范围内的设施需进行的控制操作。

养护、交通异常及火灾等工况事件发生上游区域应进行控制分区，并按照管控范围分为控制区域、控制单元，其中，事件发生上游区域是指在一般高速公路隧道上发生突发事件、养护事件等后，形成隧道事件发生区域，交通流驶向事件发生区域的方向。相对的，交通流驶离事件发生区域的方向为事件发生

下游区域。

②5.1.2 控制区域宜以互通式立体交叉为界线，划分为核心控制区、外围控制区、缓冲区，如图 1 所示。各区应符合下列规定：

a) 核心控制区为突发事件、养护事件发生的区域（不包含上下游互通式立体交叉），该区应积极组织实施事件控制及交通管制，同时有序组织人员和车辆疏散，避免事故扩大。

b) 外围控制区为驶向核心控制区的相邻控制区域（包含下游互通式立体交叉），该区应进行事件的安全提醒，进行车辆诱导分流。

c) 缓冲区为驶向外围控制区的相邻控制区域，该区应根据事件等级进行安全提醒。

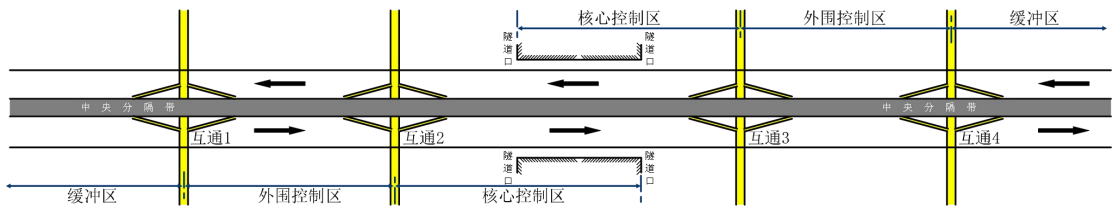


图 1 控制区域示例

说明：

控制区域为分区分管范围最大层级，主要目标为路网级事件告警和诱导疏散，避免工况事件造成的交通或事故影响进一步扩大。控制区域宜以互通式立体交叉为界线，即相邻两个互通式立体交叉之间为一个控制区域（包含两个互通式立体交叉），分为核心控制区、外围控制区、缓冲区，不同工况事件发生时控制区域的核心控制区、外围控制区、缓冲区内各设施执行相应控制方案。

③5.1.3 控制单元宜按照隧道洞口交通信号灯与洞口车道指示器之间、隧道内每两个相邻车道指示器之间的路段划分，重点解决突发事件发生点所在隧道及对向隧道的逃生、疏散等问题，如图 2 所示。

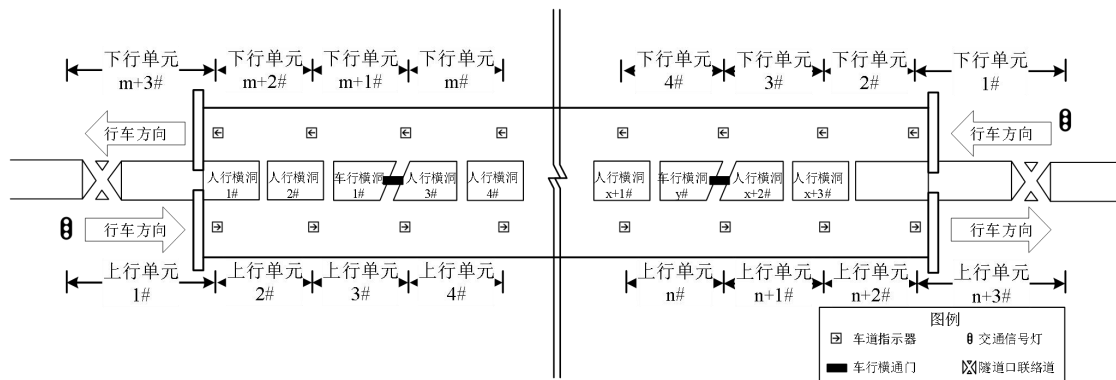


图 2 控制单元示例

④5.1.4 每个控制单元宜制定独立的联动控制方案，同时应结合上游互通式立体交叉、隧道（群）及其之间的联络道、中央分隔带开口等布局进行联动控制。

说明：

5.1.3~5.1.4 规定了控制单元的划分标准及要求。隧道内机电设施较多，且工况事件发生位置不同、不同事件等级的影响范围不同对应的管控方案均不同，因此宜针对每个控制单元制定独立的控制方案，同时结合上游互通式立体交叉、隧道（群）及其之间的联络道、中央分隔带开口等布局进行联动控制。

2) 5.2 控制方式

5.2.1 高速公路隧道运行控制的控制方式应与隧道运行工况相适应，宜采用以全自动控制或半自动控制为主、手动控制为辅的控制方式。

说明：

近几十年来，随着电子计算机技术的发展和运用，自动控制技术在高速公路隧道运行控制中进行了诸多研究和广泛应用，且随着我国交通运输领域数字化、数智化的发展，自动控制技术起到特别重要的作用，宜以全自动控制或半自动控制的控制方式作为主要发展方向。JTG/T D70/2-02《公路隧道通风设计细则》、JTG/T D70/2-01-2014《公路隧道照明设计细则》等均要求“宜以自动控制为主”。但为应对超出自动化可控范围的意外、特殊、故障或降级情况，因此本条规定宜采用以全自动控制或半自动控制为主、手动控制为辅的控制方式。

高速公路隧道运行控制最关键的问题是隧道内机电设施能及时、准确地启动，而手动控制比全自动控制或半自动控制更能实现这一要求。因此，手动控制优先级高于全自动控制或半自动控制。隧道管理或监控人员根据隧道实际运行情况，可将控制方式切换为手动控制，改为手动操作。

(4) 6 正常工况运行控制

1) 6.2 通风控制

①6.2.1 通风控制方案宜符合下列规定：

a) 采用环境参数控制方案时，隧道控制系统系统以检测到的 CO、VI、NO₂ 值为主要参数，对不同的参数段，设定风机启停组数。当系统检测到的 CO、VI、NO₂ 值偏离当前参数段时，本地控制器根据控制模式参数，启动相应的风机，风机启动顺序由本地控制器控制，采用定时间隔启动；

b) 采用单洞交通流量分段控制方案时，隧道控制系统根据统计规律，对不同的交通流量段，设定风机启停组数。当系统检测到的交通流量参数偏离当前流量段时，本地控制器根据控制模式参数，启动相应的风机，风机启动顺序由本地控制器控制，采用定时间隔启动；

c) 采用混合控制方案时，隧道控制系统以检测到的单洞交通流量和 CO、VI、NO₂ 值为主要参数，对不同的参数段，设定风机启停组数。当系统检测到的交通流量和 CO、VI、NO₂ 值参数偏离当前参数段时，本地控制器根据控制模式参数，启动相应的风机，风机启动顺序由本地控制器控制，采用定时间隔启动；

d) 采用时间段控制方案时，隧道控制系统根据统计规律（流量），设计不同时间段风机启停组数。本地控制器根据系统时间自动切换控制模式参数，启动相应的风机，风机启动顺序由本地控制器控制，采用定时间隔启动；

e) 除以上自动控制方式外，采用手动控制时，操作人员直接控制风机的启停及风向。

说明：

根据现状国内隧道通风控制内容及常用措施，提出一氧化碳（CO）、能见度（VI）、二氧化氮（NO₂）值控制方案、单洞交通流量分段控制方案、混合控制方案、时间段控制方案、人工强制控制方案及方案描述。

②6.2.2 通风控制宜采取变频通风，可通过监测并利用隧道外自然风通风。

说明：

隧道通风设施运行通常能耗较高，运营中需充分考虑隧道自身特点和通风设施设置情况等，采取节能措施减少运营能耗。例如，对于设置了通风井的隧道，运营时可利用隧道洞口与通风井口间的气压差进行无能耗自然通风，满足一定交通量条件下的通风换气需求，既能保证洞内环境空气质量，又利于运营节能。对于因季节变化等因素造成的隧道外自然风方向、风速大小变化带来的隧道通风设施运行方案调整，制订通风设施运行控制方案时需充分考虑利用自然风，实现节能。

2) 6.3 照明控制

①6.3.1 照明控制应满足路面平均亮度、路面亮度总均匀度、路面中线亮度纵向均匀度等要求。

说明：

机动车驾驶员行车时，视觉感受到的是路面亮度，因此以路面亮度作为照明指标较为科学合理。目前国际照明委员会（CIE）和世界上多数国家均以亮度指标为依据制定隧道照明标准。

照明系统闪烁频率与照明亮度、灯具布置和行车速度等因素有关，合理确定闪烁频率可避免视觉上的不舒适与心理干扰，以达到行车安全的目的。

诱导性是指照明设施的诱导性，即给机动车驾驶员提供有关道路前方走向、线形、坡度等视觉诱导。

为保障隧道行车安全性和舒适性，照明控制应满足路面平均亮度、路面亮度总均匀度、路面中线亮度纵向均匀度、闪烁和诱导性要求。

②6.3.2 白天隧道出入口应利用加强照明实现光环境的平滑过渡；夜间隧道内全段应只开启基本照明，洞外设置引道照明的应同步开启。

说明：

基本照明是为保障行车安全沿隧道全长提供基本亮度的措施；加强照明是解决驾驶员白昼驶入、驶出隧道时适应洞内外亮度反差的措施，隧道照明及控制应在满足照明需求的同时有效改善隧道段通行的“黑洞效应”“白洞效应”“视觉适应滞后”等视觉现象。根据 JTG/T D70/2-01-2014《公路隧道照明设计细则》，白天隧道出入口应利用加强照明实现光环境的平滑过渡；夜间隧道内

全段应只开启基本照明，如有引道照明，则同时开启。

③6.3.3 采用实时自动控制方式时，应根据实测交通量、车速、洞外亮度等的变化实时调整洞内亮度。

④6.3.4 采用时序自动控制方式时，应根据季节、天气、洞外亮度、交通量合理确定时间段的划分，实现隧道出入口亮度与洞外亮度的平滑过渡。时间段的划分应按照 JTG/T D70/2-01 确定的节能标准与措施。

说明：

隧道照明的自动控制方案一般有实时控制方式和时序控制方式两种。实时控制方式是指实时检测多元参数，例如实测交通量、车速、洞外亮度、时间、供电电压、天气条件、光源特性等的变化，实时的调节灯具照明功率，满足隧道照明需求。时序控制方式是指将全天划分为不同的时间段，每个时间段开启不同的照明回路，从而满足隧道照明的需求。时序控制方式需要注意时序方案的有效时间，即时效性，应合理确定时间段的划分，实现隧道出入口亮度与洞外亮度的过渡。

从隧道运营绿色节能、降本增效的角度来看，实时控制方式应作为照明控制的首先方案，但目前我国现有的隧道照明控制大多仍采用时序控制方式，实时控制方式技术成熟至大规模应用尚在发展中。

⑤6.3.5 采用调光控制时，应逐级渐变，不应跨等级突变调光。调光控制方案的亮度指标应符合现行 JTG/T D70/2-01 的有关规定。

说明：

LED 灯具在高速公路隧道照明中应用广泛，LED 灯具采用调光控制技术可以根据实际需要调整灯光的亮度，提高照明效果，节约能源，延长灯具的使用寿命，调光控制方案应符合现行 JTG/T D70/2-01《公路隧道照明设计细则》的有关规定。

(5) 7 养护工况运行控制

1) 7.1 交通控制

①7.1.1 交通控制应根据隧道养护作业控制区布置方案，配合临时交通控制及诱导设施、临时交通安全设施的布设进行协同控制。隧道养护作业控制区应符合 JTG H30 的有关规定。

说明：

在隧道养护工况下，按照 JTG H30-2015《公路养护安全作业规程》规定，隧道养护作业应利用可变信息标志、交通广播、网络媒体、临时性交通标志等沿线设施、信息服务平台，及时发布前方公路或区域路网内的养护作业信息。本规范主要针对机电设施提出运行控制要求，交通控制相关设施应配合临时交通控制及诱导设施、临时交通安全设施的布设进行协同控制。

②7.1.2 交通控制标识宜按表 1~表 4 执行。

表 1 养护工况（未封闭车道）交通控制标识







设备	正面	反面	备注
养护隧道入口交通信号灯	 （黄灯闪烁）	—	—
养护隧道入口可变限速标志	显示限速值	—	—
养护隧道入口可变信息标志	显示养护及交通警示信息	—	—
养护隧道车道指示器	 （绿箭）	 （红叉）	—
注1：  （黄灯闪烁）表示警示；  （绿箭）表示车辆允许沿箭头所指的方向通行；  （红叉）表示禁止通行。 注2：隧道入口是指双洞正常通车时车辆即将进入隧道的位置区域。 注3：正面是指双洞正常通车情况下正常行驶的车辆司机能观察到的一侧。			

表 2 养护工况（封闭部分车道）交通控制标识






设备	正面	反面	备注
养护隧道入口交通信号灯	 （黄灯闪烁）	—	—
养护隧道入口可变限速标志	显示限速值	—	—
养护隧道入口可变信息标志	显示养护及交通警示信息	—	—
养护隧道养护点上游车道指示器	 （红叉）	 （红叉）	—
养护隧道其余车道指示器	 （绿箭）	 （红叉）	—
注：养护隧道养护点上游是指双洞正常通车情况下养护隧道入口至养护点的路段；下游是指双洞正常通车情况下养护隧道养护点至隧道出口的路段。			

表 3 养护工况（养护隧道封闭，对向隧道正常通行）交通控制标识

设备	正面	反面	备注
----	----	----	----
















核心控制区内交通信号灯	 （红灯）	—	—
核心控制区内可变限速标志	显示红叉	—	—
核心控制区内可变信息标志	显示养护及交通管制信息	—	—
外围控制区及缓冲区可变信息标志	显示养护、交通管制及诱导信息	—	—
隧道入口车道指示器	 （红叉）	 （红叉）	—
隧道其余车道指示器	 （红叉）	 （红叉）	隧道内车辆疏散完毕后
注1:  （红灯）表示禁止通行。			
注2: 表格中交通控制只涉及养护隧道及其所在路线, 不涉及对向隧道及对向路线。			

表 4 养护工况（养护隧道封闭，借用对向隧道通行）交通控制标识

设备	正面	反面	备注
养护隧道入口交通信号灯	 （绿箭）  （红灯）	—	诱导车辆驶入对向隧道
养护隧道入口可变限速标志	显示限速值	—	—
养护隧道入口可变信息标志	显示养护信息	—	—
养护隧道入口车道指示器	 （红叉）	 （红叉）	—
养护隧道其余车道指示器	 （红叉）	 （红叉）	隧道内车辆疏散完毕后
对向隧道入口交通信号灯	 （黄灯闪烁）	—	—
对向隧道入口可变限速标志	显示限速值	—	—
对向隧道入口可变信息标志	显示养护信息	—	—
对向隧道被借用控制标志	 （红叉）	 （绿箭）	—
对向隧道其余车道指示器	 （绿箭）	 （红叉）	视情况增加车道逆向行驶
双向外围控制区及缓冲区可变信息标志	显示交通管制信息	—	或离隧道入口最近的可变信息标志
注:  （绿箭）表示左转或掉头。			

说明:

根据 JTG H30-2015《公路养护安全作业规程》，养护工况下隧道运行控制可分为封闭车道；未封闭车道；养护隧道封闭，对向隧道正常通行；养护隧道封闭，借用对向隧道通行四种情况。本条针对不同隧道养护控制区布设方案的影响范围，提出影响范围内涉及的交通控制设施的运行控制要求，明确各设施控制操作方案。

2) 7.2 通风控制

7.2.1 隧道养护作业段空气的烟尘允许浓度不应大于 0.003m^{-1} ，CO 允许浓度不应大于 $30\text{cm}^3/\text{m}^3$ 。

说明：

隧道内养护维修时，通风控制应能提供人员在隧道内安全作业的环境条件。根据现行 JTG/T D70/2-01《公路隧道通风设计细则》，隧道作业段洞内空气的烟尘允许浓度不大于 0.003m^{-1} 时，洞内空气清洁，能见度可达数百米，有利于隧道养护作业人员的人身安全。隧道作业段空气的 CO 允许浓度不大于 $30\text{cm}^3/\text{m}^3$ ，有利于隧道养护作业人员的人体健康。

3) 7.3 照明控制

7.3.1 应在隧道正常运行的基础上，将养护作业地点前后的照明灯具全部开启。

说明：

养护作业需保障足够的照明条件，根据 JTG/T D70/2-01—2014《公路隧道照明设计细则》，隧道进行养护维修作业地点前后的照明灯具应开启到最大程度。

(6) 8 交通异常工况运行控制

1) 8.1 交通控制

8.1.1 应根据交通异常工况下交通态势变化情况，及时调整交通控制方案。需封闭隧道交通时，应及时采取路网诱导措施，进行交通疏导。

说明：

高速公路发生交通拥堵、交通阻滞、交通事故、以及其他交通异常工况等情况时，交通流因异常工况的发生呈现一定规律的变化。为有效组织车辆通过，保障交通顺畅通行，交通异常工况下交通控制方案应跟随交通流动态变化及时调整。需封闭隧道交通时，应及时采取路网诱导措施，进行交通疏导。

2) 8.2 通风控制

①8.2.1 发生交通阻滞、事故等情况时，应控制风机运转，使隧道内温湿度在可接受范围内，烟尘、CO、NO₂等满足安全、卫生环境质量要求。

说明：

在公路隧道中，汽车排放的废气中有害物质很多，包括 CO、NO₂、Pb、CO₂、SO₂、HCHO 和烟尘等。其中，CO 和 NO₂对人体健康的影响比较突出，烟尘影响隧道行车能见度，隧道通风的主要稀释对象主要为 CO、NO₂、烟尘和空气中的异味。发生交通阻滞、事故等情况时，应控制风机运转，使隧道内温湿度在可接受范围内，烟尘、CO 等满足安全、卫生环境质量要求。

②8.2.2 隧道阻滞段的平均 CO 浓度应不大于 150cm³/m³，同时经历时间不宜超过 20min。

说明：

采用现行 JTG/T D70/2-02—2014《公路隧道通风设计细则》提出隧道阻滞段的 CO 设计浓度建议值。

③8.2.3 双洞单向交通临时改为单洞双向交通时，隧道内烟尘允许浓度不应大于 0.012m⁻¹，浓度超过该数值时应控制风机运转。

说明：

采用现行 JTG/T D70/2-02《公路隧道通风设计细则》提出隧道双洞单向交通临时改为单洞双向交通时的烟尘允许浓度建议值。

3) 8.3 照明控制

8.3.1 隧道内发生交通事故或进行交通管制时，隧道内所有照明灯具宜全部开启。

说明：

根据 JTG/T D70/2-01—2014《公路隧道照明设计细则》，隧道内发生交通事故、火灾或进行交通管制时，隧道内所有照明灯具宜开启到最大程度。

(7) 9 火灾工况运行控制

1) 9.1 火灾报警控制

①9.1.1 应综合利用交通监控设施、紧急呼叫设施、火灾探测报警设施等，及时探测、接收、显示、记录和传递火灾报警等信息。

说明：

火灾事故发展速度较快，应综合利用隧道内交通监控设施、紧急呼叫设施、火灾探测报警设施等，及时探测、接收、显示、记录和传递火灾报警等信息，应做到及时发现、快速响应、高效处置。

②9.1.2 应联动控制隧道视频监控系统确认火灾，切换到应急状态，并及时启动隧道的消防策略。

说明：

根据隧道火灾事故应急处置要求，隧道监控中心接收到报警信息后，应立即通过视频监控系统确认火灾情况，并及时上报信息，接到启动应急响应命令后，需立即切换到应急状态，并及时启动隧道的消防策略。

2) 9.2 交通控制

①9.2.1 应根据火灾情况采取必要的交通控制，及时采取路网诱导措施进行交通疏导。

说明：

隧道发生火灾事故一般会采取封闭火灾隧道措施，为避免交通拥堵等发生衍生事故，以及满足应急救援要求，火灾工况下交通控制应及时采取路网远端诱导措施进行交通疏导。

②9.2.2 当隧道内发生火灾事故时，应立即封闭事故隧道及对向隧道。应视隧道火灾事故情况确定是否开放对向隧道交通。

说明：

隧道内发生火灾事故时，如果需要利用对向隧道进行疏散、救援，或事故对对向隧道行车安全有影响时，通常需要封闭对向隧道，故作出本规定。

3) 9.3 通风控制

①9.3.2 采用纵向排烟的单向交通隧道，排烟通风控制方案应符合下列规定：

a) 安全疏散阶段，火灾点下游未发生交通阻滞时，排烟方向应与隧道交通流方向相同，并应按火灾临界风速控制烟气不逆流至火灾上游段，火灾烟雾应由隧道出口或就近排烟口排出；火灾点下游发生交通阻滞时，隧道内排烟方向和排烟风速应根据洞内火灾位置、火灾点上下游交通情况、烟雾行程影响、通

风井设置情况等因素确定。

说明：

“火灾点上游”是指隧道行车进口至火灾点之间的隧道区段；“火灾点下游”是指火灾点至隧道行车出口之间的隧道区段。

单向交通隧道发生火灾时，需根据隧道内不同交通状况，采取相应的排烟措施。当隧道火灾点下游交通畅通时，纵向排烟风速以控制烟气不发生回流为原则，起火隧道内的排烟方向与隧道交通流方向相同，以保证起火点上游区域无火灾烟雾，利于隧道内人员通过横通道及隧道行车进口疏散逃生，起火点下游区域的机动车可安全驶离隧道。

隧道火灾点下游交通不畅时，火灾点两侧均有车辆滞留，为最大限度提供人员逃生条件和缩短时间，根据火灾发展的不同阶段进行通风排烟控制。安全疏散阶段，排烟速度需考虑人员逃生速度、逃生距离等综合确定。当隧道内风速大于火灾临界风速时，烟气沿隧道纵向呈单向流动，烟气流向下风方向的温度远远高于上风方向的温度。因此，在灭火救援阶段，为使消防队员能安全地从隧道烟气流向的上风方向一侧抵达火场进行灭火救援，纵向排烟风速需计算火灾临界风速确定。

③9.3.3 采用点式集中排烟、利用横向或半横向风道兼作排烟风道的隧道，通风排烟控制方案应符合下列规定：

- a) 隧道内烟气应通过沿隧道纵向布置的排烟口排出。
- b) 隧道内宜提供不大于 2.0m/s 的纵向风速，排烟分区内不应出现烟气回流，烟气蔓延长度不宜大于 300m 。
- c) 排烟口风速不宜大于 10m/s 。
- d) 排烟区应设置补风措施，补风量不应小于排烟风量的 50% 。

说明：

采用排烟道集中排烟的公路隧道，火灾烟雾通过位于隧道顶部或侧壁上部的排烟口排出隧道，可使滞留人员处于无烟环境。根据日本实测试验的观察报告，为达到上述目的，隧道内纵向排烟速度需小于 2.0m/s 。当隧道内纵向风速较大时，烟雾和新鲜空气之间的剪流层就会垂直紊动，并快速冷却上层烟雾，使烟雾在整个隧道横断面上混合。但是，若隧道内纵向风速为零，在火灾发生后

10min 内，烟雾会以分层方式向火灾点的两侧扩散，从而给滞留洞内的驾乘人员带来危害。根据国内外有关资料，提出了火灾排烟设计要求。

四、与现行相关法律、行政法规和其他标准的关系

在安全生产方面，《中华人民共和国安全生产法》总则第四条明确提出：生产经营单位必须遵守本法和其他有关安全生产的法律法规，加强安全生产管理，建立、健全安全生产责任制和安全生产规章制度，改善安全生产条件，推进安全生产标准化建设，提高安全生产水平，确保安全生产。

2010 年《国务院进一步加强企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23 号）、2011 年《国务院安委会关于深入开展企业安全生产标准化建设的指导意见》（安委〔2011〕4 号）和《国务院关于坚持科学发展安全发展促进安全生产形势持续稳定好转的意见》（国发〔2011〕40 号）均对安全生产标准化工作提出了明确的要求。

结合多年的实践经验，安全生产法在总则部分明确提出推进企业安全生产标准化工作，这必将对强化安全生产基础建设，促进企业安全生产水平持续提升产生重大而深远的影响。

为全面贯彻国发〔2010〕23 号和安委〔2011〕4 号文件，交通运输部已编制完成的《交通运输企业安全生产标准化建设基本规范》已涵盖了 20 个安全生产标准化达标标准。其中包括《第 19 部分：公路隧道运营企业》，规定了公路隧道运营企业安全生产标准化建设的基本要求、通用要求，以及安全投入、设备设施、科技创新与信息化和运营管理等专业要求，但未明确隧道内空气质量、照明、排水、交通诱导设施等的动态监测与控制的具体要求、流程及内容。

交通行业标准 JTG/T D70/2-01《公路隧道照明设计细则》、JTG/T D70/2-02《公路隧道通风设计细则》、JTG H12《隧道养护技术规范》统一了公路隧道照明、通风设计标准，规范了养护技术工作，为隧道运行提供了照明、通风控制依据，但对于隧道运行控制技术还比较片面，没有针对隧道运行的各种工况下的控制技术提出具体的控制流程、内容。

2022 年，我省发布地方标准 DB37/T 4541-2022《智慧高速公路建设指南》，从整体建养、运营、支撑等三个体系方面提供了智慧化建设指导和技术建议。

《高速公路隧道运行控制技术规范》遵照 DB37/T 4541-2022 相关标准要求，是

标准在智慧高速公路隧道领域的探索和实践。

综上，拟申请的《高速公路隧道运行控制技术规范》将填补高速公路隧道运行控制方面的标准空白，规范不同工况下隧道运行的控制技术，提出高速公路隧道安全运行控制流程、内容及要求，用于指导高速公路隧道各种运行工况下的运行控制及平台建设相关工作开展，提升公路运营信息化、智能化水平。

五、重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据

标准的编制过程中没有遇到重大的分歧意见。

六、对地方标准自发布日期至实施日期之间的过渡期的建议

本标准是推荐性标准，考虑到标准印发后要组织地方交通运输主管部门开展宣贯与解读工作，建议在标准发布后三个月实施。

提出部门：山东省交通运输厅

时间：2025 年 10 月