



技术交流 信息共享

广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司

地址：广州市白云区鹤龙街道鹤瑞路8号
邮政编码：510440
电话：020-8608 8738
E-mail：kjzl@ghdi.cn
网址：http://www.ghdi.com.cn

广东交通规划设计

GUANGDONG COMMUNICATIONS PLANNING AND DESIGN

2025

1
总第197期

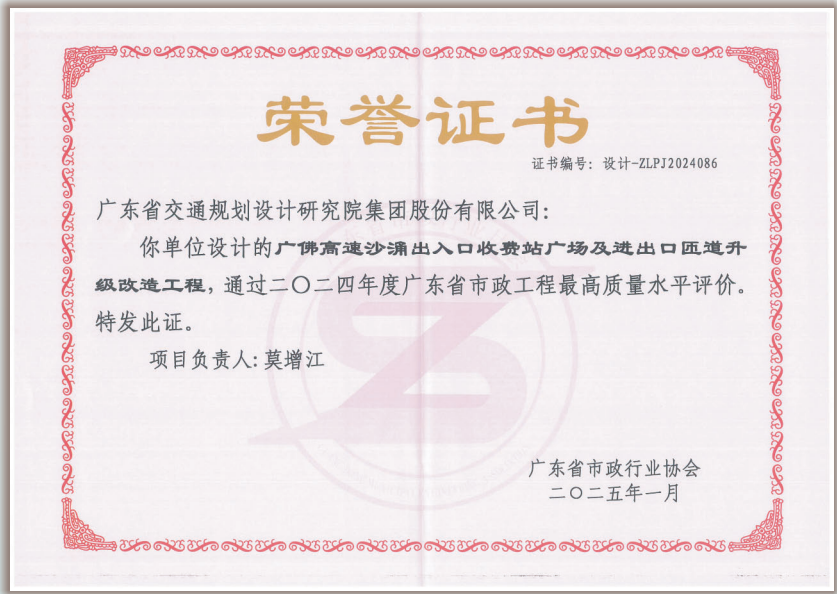


准印证号：(粤O)L0150076号

内部资料 免费交流

获奖喜报

2025年第一季度，茅以升科技教育基金会、中国混凝土与水泥制品协会、广东省市政行业协会传来喜讯，共有8个项目获奖；另外 3个项目获得市级工程奖。



获奖喜报

2025年第一季度，科研创优传来喜讯，公司获得广东省公路学会科技奖8项。



广东交通规划设计

(每季出版)
2025 年 3 月 30 日印刷

2025 年第 1 期
(总第 197 期)

内部资料 免费交流

准印证号: (粤 O) L0150076 号

编辑委员会

主 任: 黄湛军
副主任: 孙向东
委 员: 万志勇、王景奇、卢绍鸿、
刘吉福、杜燕群、张修杰、
陈志翔、陈新富、邱赞富、
周 震、梁志勇、梁淦波

主 编: 孙向东
副 主 编: 林 敏
责任编辑: 黎 敏
编 辑: 《广东交通规划设计》编辑部

编印单位: 广东省交通规划设计研究院
集团股份有限公司

地 址: 广州市白云区鹤龙街道鹤瑞
路 8 号

邮政编码: 510440

电 话: 020-8608 8738

E-mail: kjzl@ghdi.cn

发送对象: 公司及行业内部

本期印刷数量: 350 本

印刷单位: 广州市艺彩印务有限公司

封 面: 黄茅海跨海通道

目 次

部委政策

交通运输标准提升行动方案(2024—2027 年) (1)
《交通运输标准提升行动方案(2024 - 2027 年)》解读 (4)
交通运输标准管理创新行动方案 (5)
《交通运输标准管理创新行动方案》解读 (8)

公司动态

公司荣获中国工程咨询协会评定的工程咨询单位信用评价
最高级别(3A 级) (9)
公司受到广东省交通运输厅表扬 (10)
喜报! 公司监理项目在广东省交通运输厅 2024 年度在建
高速公路工程质量安全综合检查中取得佳绩 (11)
佛开南高速址山服务区(北区)正式开通运营 (13)
梅州平远至福建武平高速公路广东段勘察设计工作正式启动
..... (15)
绿色设计赋能高质量发展——公司在 2025 白云绿色设计活动
荣获多项荣誉 (17)
公司喜获信息安全管理证书 (18)

技术论文

大跨独塔斜拉桥纵向约束体系研究
..... 叶 伟,王 雷,段银龙 (19)
大坡度排水管道设计要点研究
..... 朱双喜 (24)
基于 BIM 和 VR 技术在改扩建施工交通组织的应用研究
..... 李伟健 (28)
悬浇连续箱梁桥火灾后结构安全性能评定及加固设计研究
..... 罗 致,陈映贞 (32)
鸿图特长隧道高压涌水成因分析
..... 张修杰,程小勇 (39)

信息专栏

公司承办的广东省公路学会新材料与结构专业委员会成立
大会暨学术交流会顺利召开 (46)
第二十七届中国高速公路信息化大会报道 (48)

交通运输标准提升行动方案(2024-2027 年)

为深入贯彻党中央、国务院关于标准化工作的部署,落实交通物流降本提质增效、大规模设备更新、人工智能应用、安全绿色发展等重点工作对交通运输标准提升的新要求,制定本方案。

一、总体要求

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻落实党的二十大和二十届二中、三中全会精神,认真落实党中央、国务院决策部署,坚持标准引领、有序提升、突出重点、精准发力,聚焦多式联运“一单制”“一箱制”、智慧物流、智慧出行、运输安全、绿色低碳等重点领域,发布一批关键核心标准,加快构建适应交通运输高质量发展要求的标准体系,着力推动交通运输标准高质量供给和高效能实施,以标准促融合、优治理、强创新、提质量,充分发挥标准化在加快建设交通强国中的引领、支撑、巩固作用,满足人民群众美好生活需要。

二、以标准支撑运输结构调整优化

(一) 加强货物多式联运设施联通。加快研究制定铁水、公铁、空铁联运基础设施及换装场所等标准,研制综合货运枢纽集疏运体系规划、多式联运服务质量及测评标准,优化枢纽建设及网络运行服务,提升货物综合运输效率与质量,增强互联互通和网络韧性。

(二) 促进联运转运换装设备共通。加快制定空陆水联运通用集装箱、多式联运集装箱转运系统等标准,研制多式联运装备匹配性要求等标准,促进大宗散货和大件货物“散改集”运输,提高多式联运全程运输效率。制定空陆联运厢式运输半挂车、模块化双挂汽车列车、内河运输船舶船型等标准,推动交通运输装备集成通用化、智

能绿色化发展。

(三) 强化货物联运作业衔接畅通。加快多式联运货物积载加固、转运衔接、作业服务等操作规范标准制定,优化精简铁水联运转运作业环节,促进铁水联运运营组织协同。制定集装箱铁水联运装载和安全检查等标准,强化铁路、公路、水路危险货物运输标准衔接,促进应急管理联动响应,加强安检信息交换,推动实现一次安检。

(四) 加强货物多式联运信息互通。加大国际物流供应链保障相关的信息交换、信息监控等标准供给,推动信息联通和运输全程可监测、可追溯,提高联运服务效能。研制国家综合交通运输信息平台系列标准,提升管理服务效能。开展危险货物运输、冷链运输电子单证及多式联运单证业务流程标准研究,规范电子单证流转信息、流转接口等,解决转单、换单的问题,促进实现多式联运“一单制”“一箱制”。

(五) 推进交通与能源旅游等产业融通。加强综合交通运输规划标准供给,制定综合交通运输体系规划编制、综合运输通道评价、综合交通枢纽城市分级分类、旅客联程联运运输量和货物多式联运运量计算方法等标准,以规划、统计为牵引,统筹推进多产业融合发展,促进交通运输提效能、扩功能、增动能。研制交邮融合、交快融合等信息交换和服务标准,更好支持乡村振兴战略实施。

三、以标准推动科技创新和产业创新

(六) 推动基础设施数字化转型。推动交通运输行业人工智能应用标准体系建设。加强道路、重大桥梁、隧道、港航设施等交通基础设施建设和运营中的智能建造、检测、监测和预警等标准研制,制定高精度地图和智慧航道等标准,推

动建立适应智慧交通发展的基础设施标准规范,促进交通网络基础设施标准协调衔接。

(七) 支撑自动驾驶和车路协同发展。完成道路通信信息采集、自适应巡航控制等自动驾驶和车路协同标准制定,提升营运车辆车路、车车信息协同技术水平。研制自动驾驶车辆物流运输服务、货运车辆编队行驶技术等标准,促进自动驾驶技术在物流运输领域应用,提高路网通行和车辆运输效率。

(八) 推动智能港航系统建设。加强自动化干散货码头远程操控作业系列标准制定,推进智能堆场、智能理货等技术标准研制,强化数字技术与业务深度融合,支撑港口数字化赋能。加快基于区块链的进出港业务电子平台、航运区块链架构与数据规范等标准制定,推进航运大数据平台标准研制,推动内河航运转型升级,引领智能航运新业态发展。

(九) 提升北斗导航卫星互联网应用规模。加快制定信标北斗返向链路服务、内河航运北斗差分数据播发与接收等标准,研制基于北斗的车船设备相关标准,推动北斗定位模块、搜救信息交换、增强服务和短报文信息服务等标准制定,加快北斗在交通基础设施勘察设计、建设、管理、运营和运输服务领域的推广,保障行业北斗应用可靠运行,进一步推进北斗卫星导航系统在行业广泛应用。

(十) 促进低空经济发展。研制无人机物流基础设施建设等标准,完善无人化物流配送相关标准,加快推动无人机创新应用场景规模化落地。

四、以标准助力运输服务能力提升

(十一) 健全物流供应链网络体系。制定港口散杂货进口电子舱单、电子提货单、集疏港电子计划单、汽车电子磅单等标准,研制集装箱追踪与监控设备等标准,提升供应链管理组织效能。制定交通物流数据资源、干散货江海联运港口数据交换等标准,促进物流关键信息互联共享。

(十二) 畅通城乡物流末端循环网络。加快制定农村物流节点体系建设、运营服务等标准,引导“多站合一、一点多能”的农村物流站场设施建设,畅通物流末端微循环。加快制定城市物流配送汽车选型、城市绿色货运配送评价等标准,推进城市和道路货运配送集约高效、绿色低碳发展。

(十三) 提高物流管理服务智慧化水平。加快推进智慧货运枢纽、智慧分拨配送中心、集装箱冷藏温控及智能终端、货运电子铅封系统、交通运输二维码等标准制定,提升物流供应链管理数字化智能化水平。研制网络平台道路货运电子单证、网络货运平台技术要求等标准,促进数字技术与道路货运融合应用,推动网络货运新业态规范健康发展。

(十四) 提升旅客出行服务品质。加快空铁旅客联运服务、综合客运枢纽服务和智能化系统等标准制定,提高旅客联程运输服务满意度。制修订水路旅客运输和邮轮(游轮)运输服务、汽车租赁服务、定制客运网络平台等标准,加快制定城市轨道交通、公共汽电车无障碍运营服务等适老化标准,更好地满足旅客高品质、多样化、个性化出行需求。

五、以标准促进交通安全绿色发展

(十五) 促进新能源车辆广泛应用。完成营运纯电动汽车换电服务、动力蓄电池维修、新能源汽车售后维修服务、动力锂电池运输等标准制定,研究构建适应新能源重卡发展的标准体系,支撑新能源汽车配套服务更完备,营造更加有利于新能源汽车发展的消费环境。加快电动汽车及燃料电池汽车冷却液、电动客车再生制动系统、电磁兼容性技术等标准制定,提升新能源汽车安全水平,促进电动汽车产业健康发展。加快制定氢气道路运输技术规范等标准,支撑构建氢能制储输用全产业链标准体系。

(十六) 推动交通装备设施绿色化。制定快

递物流碳排放核算、道路运输企业节能低碳评价标准,以及货运枢纽(物流园区)、高速公路服务区、港口作业区等近零碳交通设施技术标准。研制电气化公路运输系统系列标准,支撑大宗货物长距离零碳高效运输,提升交通工程机械电动化水平。加快营运车辆能效和二氧化碳排放强度等级、船舶能耗数据收集与报告、甲醇燃料水上加注等标准升级,推进大规模设备更新相关标准制修订,协同助力交通碳达峰行动。

(十七) 促进污染防治与循环再生利用。修订船舶机器处所油污水、生活污水采样标准,提高船舶污染物排放监管能力。修订客车车内噪声限值、船舶噪声限值、公路声屏障等标准,提升交通运输噪声污染防治水平。制定港口码头污水、公路服务设施雨水、路用改性磷石膏、公路用建筑垃圾再生集料和无机混合料等资源循环利用标准,促进资源节约循环高效使用。

(十八) 筑牢交通安全发展底线。加快道路交通标志和标线系列标准修订,制定危险货物道路运输规则等标准,完善交通安全强制性国家标准体系。加快制修订城市公共汽电车应急处置等标准,提升城市客运安全管理水平。开展工程施工安全、海上救助与潜水打捞作业安全以及交通运输网络数据安全等标准研制,制定交通设施监测预警与应急处置等标准,增强安全应急保障能力。

六、加强标准实施应用全链条建设

(十九) 强化标准化创新能力建设。加强战略性前瞻性标准研究储备,强化关键技术领域标准攻关,推动共性关键技术和应用类科技计划项目形成标准研究成果的比率达到 50% 以上。加大力度推动国家技术标准创新基地、国家计量人才实训基地以及交通运输领域标准验证点等建设,推动形成科学权威、相互支撑的标准化创新平台。推动交通运输标准化信息系统升级改造,提升标准数字化管理水平。

(二十) 加大标准实施宣贯和统计分析力度。发挥新闻媒体宣传引导作用,依托“一图读懂”“云课”“发展报告”“典型案例”等鲜活生动的形式,扩大先进标准的引领力、传播力和影响力,推动社会各方学标贯标达标。强化道路运输安全、船舶运输安全等国家强制性标准实施情况统计分析点建设,健全标准实施效果监测和统计评估机制,及时发现和解决标准滞后老化、重复交叉、不协调配套等问题,实现标准闭环协同高效管理。

(二十一) 强化重点产品质量监督。完善交通运输行业重点监督管理产品目录,依据标准加强重点产品质量监督抽查,确保标准实施到位,促进标准迭代升级。深化产品质量监督抽查部省联动,扩大产品质量监督抽查部省联动试点,遴选产品质量管理典型案例,加强产品质量监督情况通报,提高行业产品质量监管水平。

(二十二) 推动质量基础设施各要素协同发展。建强行业质量基础设施,打造标准、计量、检验检测、认证认可全链条工作体系,开展行业质量基础设施共性技术与体系研究,形成交通领域核心关键技术检测能力,攻克一批交通计量测试领域关键技术,建立一批新型交通计量标准装置,加快行业计量技术规范制修订,提升计量、检验检测、认证认可支撑能力。

七、保障措施

充分发挥部标准化管理委员会的统筹协调作用,强化督促落实。国家铁路局、中国民用航空局、国家邮政局,部内有关司局和部属单位要对照行动方案要求,明确责任分工,细化推进措施,抓紧工作部署,强化协同配合,确保任务落实落细。各标委会要压实工作责任,提高立项建议、标准起草、征求意见、技术审查、宣贯实施等重要环节工作质量,全面对标国际先进水平强化标准化工作,加快标准研制,切实推动标准落地见效。

关键核心标准项目清单(略)。

《交通运输标准提升行动方案(2024-2027 年)》解读

为深入贯彻党中央、国务院关于标准化工作的部署,近日,交通运输部印发了《交通运输标准提升行动方案(2024-2027 年)》(以下简称《提升行动方案》)。为抓好《提升行动方案》贯彻落实,现就相关内容解读如下:

一、出台背景

标准是经济活动和社会发展的技术支撑,是国家基础性制度的重要方面。标准化在推进国家治理体系和治理能力现代化中发挥着基础性、引领性作用。习近平总书记强调要以高标准促高技术创新、高水平开放、高质量发展,在 2023 年中央经济工作会议和中央财经委员会第四次会议上指出,要坚持标准引领、有序提升,以提高技术、能耗、排放等标准为牵引,推动大规模设备更新和消费品以旧换新,降低全社会物流成本。近期,国务院发布了《以标准升级促进经济高质量发展工作方案》《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》,明确要求“实施标准提升行动”。交通运输部与发改委等 13 个部门联合发布的《交通运输大规模设备更新行动方案》,也明确部署了“标准提升行动”任务。为落实党中央、国务院要求,支撑交通物流降本提质增效、大规模设备更新、人工智能应用、安全绿色发展等重点任务,交通运输标准制修订工作要进一步补齐短板、提升时效和质量。制定出台交通运输标准提升、管理创新和国际化三个行动方案纳入了部《深化综合交通运输体系改革 2024 年重点任务清单》。

二、主要内容

《提升行动方案》分为总体要求、重点任务和保障措施三个部分,共 7 条。

(一)总体要求。提出了聚焦重点领域发布一批关键核心标准,加快构建适应交通运输高质量发展要求的标准体系,以标准促融合、优治理、

强创新、提质量的目标。

(二)重点任务。从 5 个方面提出了 22 项任务,215 项关键核心标准项目。

一是以标准支撑运输结构调整优化。包括加强货物多式联运设施联通、促进联运转运换装设备共通、强化货物联运作业衔接畅通、加强货物多式联运信息互通、推进交通与能源旅游等产业融通 5 项任务。

二是以标准推动科技创新和产业创新。包括推动基础设施数字化转型、支撑自动驾驶和车路协同发展、推动智能港航系统建设、提升北斗导航卫星互联网应用规模、促进低空经济发展共 5 项任务。

三是以标准助力运输服务能力提升。包括健全物流网络供应链系统、畅通城乡物流末端循环网络、提高物流管理服务智慧化水平、提升旅客出行服务品质 4 项任务。

四是以标准促进交通安全绿色发展。包括促进新能源车辆广泛应用、推动交通装备设施绿色化、促进污染防治与循环再生利用、筑牢交通安全发展底线 4 项任务。

五是加强标准实施应用全链条建设。明确了强化标准化创新能力建设、加大标准实施宣贯和统计分析力度、强化重点产品质量监督、推动质量基础设施各要素协同发展等要求。

(三)保障措施。提出了分工要求,确保任务落实落细。

三、实施要求

《提升行动方案》联合印发后,交通运输部将细化年度目标与工作措施,强化立项建议、标准起草、征求意见、技术审查、宣贯实施等重要环节质量提升工作,明晰责任分工,建立监督机制,强化工作协同,保障方案确定的各项任务有序推进、稳步开展、有力落实。

交通运输标准管理创新行动方案

为深入贯彻党中央、国务院关于标准化工作的部署,加快构建适应交通运输高质量发展要求的标准体系,针对综合交通运输和公路、水路领域标准,创新标准管理机制,提升标准供给时效与质量,制定本方案。

一、总体要求

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻党的二十大和二十届二中、三中全会精神,认真落实党中央、国务院决策部署,以提升交通运输标准“时”和“质”为主线,坚持标准引领、有序提升,着力加强标准制定进度管理,严格标准研制质量管理,提高专业标准化技术委员会工作效能,推动标准预研与储备,提升标准信息服务能力,筑牢标准管理创新基础。按照“一年初见成效、两年进展明显、三年巩固提升”的目标,持续推动标准化管理创新,总结提炼有效做法和成功经验,转化形成长效制度机制,推进标准供给质量提升,标准化治理效能持续增强,支撑加快建设交通强国、构建国家综合立体交通网的作用更加突出。

二、加强标准制定进度管理

(一)优化标准立项评估机制。交通运输部标准管理机构(以下简称部标准管理机构)增强标准立项评估时效,根据标准需求增加标准立项评估频次,缩短立项时间间隔,并视工作需要增加专项评估。突出对标准制修订工作基础的立项评估要求,综合评价标准草案规范性、技术内容成熟性、计划实施进度合理性,确保立项后标准制修订计划顺利实施。分类简化标准修订立项程序,对标准草案修订内容符合复审结论、文本编写规范的项目,可直接下达标准制修订计划。

(二)强化标准制定过程监管。细化标准制修订执行计划管理,依据标准制修订内容、质量和周期要求,限定组织起草、征求意见、技术审查、标准报批等重点环节的工作内容和完成时间。

部标准管理机构建立交通运输各专业标准化技术委员会(以下简称标委会)联系机制,强化标委会等标准技术归口单位对标准制修订计划执行情况的监督管理,加强沟通对接,加大重大意见分歧协调处理力度,强化督导工作,及时提醒督促,对进度滞后的项目按规定进行约谈和定期通报。整改到位前,原则上不再对标准第一起草单位下达新的标准制修订计划。

(三)加快标准审批发布速度。增强交通运输标准审查组等技术支撑机构、标准出版机构、标委会的时效意识,严格落实《交通运输标准审查管理规定》等要求,压缩标准制修订形式审查和出版校核时间。增加行业标准发布频次,对重点急需标准成熟一个发布一个,对国家标准报批材料做到随到随办。交通运输部有关业务管理机构(以下简称部业务管理机构)主动参与指导所负责业务领域相关标准起草、征求意见和技术审查工作,加快标准发布审查阶段会签审定速度。

(四)建立重要标准绿色通道。实施关键核心项目清单管理制度,对列入交通运输部标准化年度工作要点、国家和行业标准化工作专项的标准制修订项目特事特办。列入清单管理的标准,立项评估和发布审查阶段随到随办、可不按批次处理,在征求意见阶段根据紧迫程度适当压缩时间,在形式审查和出版校核阶段可采取联合办公高效推进。

三、严格标准研制质量管理

(五)夯实标准立项质量控制。严控标准草

案质量,申报单位提交立项评估的标准草案应当经过充分预研,符合技术内容明确、文本编写规范的基本要求。严控项目推荐质量,标委会加强与部业务管理机构沟通汇报,充分论证申报项目的必要性、可行性、科学性、规范性。严格标准化专家在标准立项评估中对标准草案编写质量的把控。研究将标准立项评估形式审查通过率纳入标委会年度考核。

(六)强化标准制定各方责任。强化标准第一起草单位、第一起草人的质量责任,制定详细的标准研制质量管控流程。加强标准验证支撑,充分发挥国家和行业标准验证点作用,重点对标准技术指标的科学性、采用国际标准关键指标的国内适用性等开展验证工作。强化部业务管理机构全过程指导,落实标准主审委员制,全程参与和监督标准制修订,协助标委会做好征求意见稿、送审稿和报批稿三阶段标准质量管理。

(七)广泛听取标准相关方意见。进一步深化定向征求意见和面向社会公开征求意见相结合的工作模式,广泛听取标准相关方意见,根据需要征求意见范围充分覆盖国务院有关行政主管部门、部业务管理机构、标委会委员、省级交通运输主管部门、企事业单位、社会团体、消费者组织和教育、科研机构等,确保标准技术内容符合行业发展实际。

四、提高标委会工作效能

(八)充分发挥标委会委员作用。严格标委会委员选聘,优化标委会委员构成,提高标准实施应用单位和有关技术专家的委员占比,充分调动和发挥委员及所在单位的技术优势和业务特长。落实主任委员办公会制度,定期就标委会工作、重点标准制修订等,开展调研、交流和研讨。加强委员履职管理,研究建立委员活跃度指标,定期开展委员考核,对参与度、贡献度不高或工作单位发生变化影响工作开展的委员应当及时调整。

(九)强化标委会内部能力建设。加强对标委会秘书处工作人员标准化基础知识和管理能力培训,提高标准化管理工作效率。定期对标委会委员开展标准化政策制度和专业知识技能培训,提高委员履职能力。及时对标准起草单位集中宣贯标准制修订程序和标准编写等要求,促进标准制修订质量提升。

(十)促进标委会间的沟通与合作。鼓励业务具有关联性的标委会互派观察员了解彼此工作进展,在相关标准制修订过程中提出促进标准协调衔接的意见。支持标委会加强合作,组建跨领域、跨专业团队,共同推动交叉学科、前沿技术和新兴领域的标准研制工作。

五、推动标准预研与储备

(十一)创建标准草案储备库。鼓励省级交通运输主管部门、企事业单位、社会团体和教育、科研机构,聚焦综合交通运输、智慧物流、安全应急、绿色低碳等重点领域标准体系和标委会标准体系,以及国家和行业标准化工作专项明确的重点标准制修订需求,积极提出标准草案,加强标准项目储备。建立标准草案储备库,推动采用“揭榜挂帅”等方式下达标准制修订计划。加强国际标准采标转化、制修订等项目储备,推动国际标准与国内标准同步部署、同步研制。

(十二)推动标准化与科技创新互动发展。完善科技项目与标准化工作联动机制,加强项目立项与标准研制协同部署、协同开展。瞄准前沿技术和新兴领域加强标准攻关,在交通基础设施、交通运输装备与智能交通技术等国家重点研发计划中统筹设置标准研究任务和考核目标,优先支持标准研究立项,推动共性关键技术和应用类科技计划项目形成标准研究成果的比率达到50%以上。

六、提升标准信息服务能力

(十三)完善标准信息服务。升级交通运

输标准化信息系统(以下简称标准化系统)信息查询服务功能,汇聚交通运输各层级、各领域工程建设、技术、产品和服务标准数据信息,实现社会公众对交通运输标准的一站式查询,提升标准查重准确性,避免标准重复、交叉。优化标准化系统标准制修订计划进度提醒功能,提高计划项目的管理效率。

(十四)加强标准数字化建设。积极发展机器可读标准,推动标准化工作向数字化、网络化、智能化转型。探索人工智能在标准研制中的应用,引入先进的标准文本编辑、内容索引、格式检验、自动审核等工具和技术,提高标准的准确性和一致性。

采用在线协作与评审工具,提高标准编制、审查工作的沟通和协作效率。

七、筑牢标准管理创新基础

(十五)加强标准化工作激励机制。在交通运输科技人才评选、社会团体科技奖励评选中,专门设置标准类别,鼓励各单位对在标准化工作中作出突出贡献的部门和个人给予表彰和奖励。推动将标准化工作成效作为评价单位和个人工作绩效的重要指标之一,不断提高各单位对标准化工作的重视程度。

(十六)加强标准化人才培养与标准普及。打造熟练掌握国际规则、精通专业技术的标准化人才队伍。

通过多渠道、多形式的标准解读、标准宣贯培训,普及标准化知识,提升全行业对标准化工作的认识和理解,加强省级交通运输主管部门、标委会、科研机构、社会团体、企业之间的交流,高交通运输行业的专业水平。(十七)加强标准化经费支撑保障。部属科研单位应将标准化研究纳入中央级公益性科研院所基本科研业务费支持范围,打造高质量标准源地。鼓励省级交通运输主管部门将标准研究制定、实施评估、监督检查和信息化服务等纳入部门预算保障范围。充分发挥企业在标准需求、制定和应用中的主体作用,加大标准化经费投入。

八、保障措施

部标准管理机构要按照职责分工,加强组织领导、形成政策合力,会同部业务管理机构推动本行动方案的实施。标委会、交通标准审查组、标准出版机构等要对照行动方案要,提升创新意识,细化推进措施,加快工作部署,抓好任务落实。交通运输计量技术规范管理创新可参照本行动方案执行。

《交通运输标准管理创新行动方案》解读

为深入贯彻党中央、国务院关于标准化工作的部署,加快构建适应交通运输高质量发展要求的标准体系,针对综合交通运输和公路、水路领域标准,创新标准管理机制,提升标准供给时效与质量,近日,交通运输部印发了《交通运输标准管理创新行动方案》(以下简称《创新行动方案》)。为抓好《创新行动方案》贯彻落实,现就相关内容解读如下:

一、出台背景

标准是经济活动和社会发展的技术支撑,是国家基础性制度的重要方面。标准化在推进国家治理体系和治理能力现代化中发挥着基础性、引领性作用。习近平总书记在 2023 年中央经济工作会议和中央财经委第四次会议上指出,要坚持标准引领、有序提升,推动大规模设备更新和消费品以旧换新,降低全社会物流成本。国务院有关协调机制会议专题研究提升标准化工作的时效和质量,要求更“快”更“优”,压缩标准制修订周期,优化完善标准体系,着力提升标准实施实效。对照新的形势要求,交通运输标准制修订工作需要进一步补齐短板、提升时效和质量。印发《创新行动方案》纳入了部《深化综合交通运输体系改革 2024 年重点任务清单》。为明确标准管理创新的具体行动任务,特制定印发《创新行动方案》。

二、主要内容

《创新行动方案》分为总体要求、重点任务和保障措施三个部分,共 8 条。

(一)总体要求。提出了以提升标准“时”和“质”为主线,实现“一年初见成效、两年进展明显、三年巩固提升”,逐步转化形成长效制度机

制,推进标准供给质量提升的目标。

(二)重点任务。从 6 个方面提出了 17 项行动措施。

一是加强标准制定进度管理。包括优化标准立项评估机制、强化标准制定过程监管、加快标准审批发布速度、建立重要标准绿色通道 4 项措施。

二是严格标准研制质量管理。包括夯实标准立项质量控制、强化标准制定各方责任、广泛听取标准相关方意见 3 项措施。

三是提高标委会工作效能。包括充分发挥标委会委员作用、强化标委会内部能力建设、促进标委会间的沟通与合作 3 项措施。

四是推动标准预研与储备。包括创建标准草案储备库、推动标准化与科技创新互动发展 2 项措施。

五是提升标准信息服务能力。包括完善标准信息化服务、加强标准数字化建设 2 项措施。

六是筑牢标准管理创新基础。包括加强标准化工作激励机制、加强标准化人才培养与标准普及、加强标准化经费支撑保障 3 项措施。

(三)保障措施。保障措施提出了分工落实要求。

三、实施要求

《创新行动方案》印发后,部标准管理机构将按照职责分工,加强组织领导、形成政策合力,会同部业务管理机构推动方案实施。标委会、交通标准审查组、标准出版机构等对照行动方案要求,提升创新意识,细化推进措施,加快工作部署,抓好任务落实。

交通运输计量技术规范管理创新可参照《创新行动方案》执行。

公司荣获中国工程咨询协会评定的工程咨询单位 信用评价最高级别(3A 级)

近日,中国工程咨询协会正式对外发布了“2024 年度工程咨询单位信用评价结果”,公司荣获最高级别(3A 级)。



此次荣获协会评定的 3A 级信用等级,充分彰显了公司在企业资质、专业人才、科研实力、合同履行以及公益慈善活动等方面的综合竞争力和卓越信誉,对于塑造公司在工程咨询领域的正面企业形象具有深远意义。

未来,公司将持续提升自身的软硬件实力,不断提升核心竞争力,为客户提供更优质的服务,为社会创造更大的价值,并进一步加强与行业协会的紧密合作,共同促进工程咨询行业的繁荣发展。

(供稿:市场发展部)

公司受到广东省交通运输厅表扬

近日,广东省交通运输厅发来感谢信,对公司综合规划研究院在交通强省建设、高速公路服务区规划提升等系列工作中的突出贡献表示充分肯定,并对曾栋鸿、易怀稳、凌敏、雷永巍等同志在工作中展现出的过硬政治素养、专业能力和服务态度给予了高度评价。

广东省交通运输厅

感谢信

广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司:

2024 年,我厅得到你司规划咨询团队大力支持,顺利完成交通强省建设、高速公路服务区规划提升等工作并取得良好成效。为加快任务推进,期间厅研究决定抽调你司综合规划研究院易怀稳、凌敏同志参与厅交通强省办日常工作,两位同志讲政治、守纪律,主动担当、表现优异。

一年来,你司综合规划研究院团队展现出过硬的专业技术和优质的服务态度,出色完成了各项委托业务;曾栋鸿、易怀稳、凌敏、雷永巍等同志在广东交通强国试点任务验收、广东加快建设交通强省五年实施方案、综合交通运输体系“十四五”规划中期评估、高速公路特色服务区规划、高速公路服务区加密提升等中积极担当作为,彰显出过硬的政治素养、理论水平和专业能力,工作成效得到厅相关领导同事好评,充分展现你司人才储备水平。在此,向你司在过去一年对我厅工作支持表示感谢,希望你司再接再厉,继续为广东交通建设培养高水平规划咨询人才。



过去一年,公司依托综合规划研究院积极服务省交通运输厅重点工作,充分发挥专业技术优势和智库支撑作用,高质量完成广东省交通强国试点任务验收、广东加快建设交通强省五年实施方案、广东省综合交通运输体系“十四五”规划中期评估、广东省高速公路特色服务区规划、广东省高速公路服务区加密提升等多项任务并取得良好成效,为推动广东省交通高质量发展贡献粤交院力量。

在后续工作中,公司将再接再厉,继续发挥技术优势和服务精神,坚持践行“创造精品,服务社会”的企业使命,力争为广东交通强省建设做出更大的贡献。

(供稿:综合规划研究院)

喜报！公司监理项目在广东省交通运输厅 2024 年度 在建高速公路工程质量安全综合检查中取得佳绩

近日,广东省交通运输厅公布了 2024 年度在建高速公路工程质量安全综合检查结果。今年,公司共有 4 个监理项目参检,其中惠增高速 JL1 合同段与长深改扩建 JL2 合同段在众多参评的 50 个监理合同段中脱颖而出,综合评分分别获得第二名和第九名的佳绩。

这些成绩的取得,既彰显了行业主管单位对公司项目工程质量、安全生产等方面的充分认可,也凸显了公司持续深化贯彻落实三标管理的显著成效。通过不断提高项目管理水平,公司强化了各项目总监办在质量安全与生产管理能力。

接下来,公司将继续秉持“知行合一、精益求精”的核心理念,秉持“高标准、严要求”的准则,全力落实质量标准与安全生产的各项要求,以打造“翔飞品牌”为目标,继续全面提升各项目总监办的监理服务水平,力求在交通强国战略的深入推进中发挥更大作用、为构建现代化综合交通运输体系贡献更多力量。

广东省交通运输厅文件

粤交质〔2024〕868 号

广东省交通运输厅关于 2024 年在建高速公路 工程质量安全综合检查情况的通报

各地级以上市交通运输局,省交通集团有限公司:

为落实安全生产治本攻坚三年行动和质量强省工作要求,进一步压实参建单位质量安全主体责任,全面推进平安百年品质工程和平安工地建设,按照《广东省交通运输厅关于开展 2024 年在建高速公路工程质量安全综合检查的通知》(粤交质管字〔2024〕190 号)安排,我厅于 2024 年 10-11 月组织开展了全省在建高速公路工程质量安全综合检查(以下简称“综合检查”),现将有关情况通报如下。

— 1 —

(三) 评分前 20% 的监理合同段

1. 狮子洋通道 JL5 合同段(广东华路交通科技有限公司)
2. 惠增高速 JL1 合同段(广东翔飞公路工程监理有限公司)
3. 汕梅改扩建 JL1 合同段(育才-布朗交通咨询监理有限公司)
4. 广珠东改扩建 JL2 合同段(广东华路交通科技有限公司)
5. 狮子洋通道 JL4 合同段(武汉桥梁建筑工程监理有限公司)
6. 常虎改扩建一期 J1 合同段(广东华路交通科技有限公司)
7. 惠增高速 JL3 合同段(长沙华南土木工程监理有限公司)
8. 汕梅改扩建 JL2 合同段(招商中宇工程咨询(重庆)有限公司)
9. 长深改扩建 JL2 合同段(广东翔飞公路工程监理有限公司)
10. 增天高速 JL02 合同段(云基智慧工程股份有限公司)



惠增高速项目观洞隧道



惠增高速项目总监办日常巡查



长深扩建项目石坝互通改建施工



长深扩建项目黄果沥大桥伸缩缝安装工序验收

(供稿:翔飞监理公司)

佛开南高速址山服务区(北区)正式开通运营

2025 年 1 月 13 日,由公司负责勘察设计的沈阳至海口国家高速公路三堡至水口段址山服务区(北区)项目正式开通运营。



项目认真贯彻落实省交通集团“十四五”发展规划和服务区“一路一策、一区一品”建设理念工作部署和要求,整体布局设计借鉴机场航站楼模式,将充电设施与服务楼作一体化设计,凸显新能源服务区的新型设计特色。

服务区以“近零碳”为核心亮点,采用“光储充直柔一体化”技术,优先利用光伏产生绿色电力,致力于打造新能源特色服务区的典范。其停车棚顶部设光伏发电设备,年均发电量预计可达 55.48 万度,基本满足商业用电需求,大幅降低对传统化石能源的依赖。同时,配备 500 千瓦时、1000 千瓦时 2 套储能装置,在光伏电力不足时自动释电,确保电力稳定、低碳供应。



作为广东省首个集交通与能源融合于一体的光储充综合特色服务区,项目总建筑面积 7500 平方米,总停车位 231 个,充分满足各类新能源汽车充电需求。首批运营共配备 42 个充电桩车位,其中 6 个 480 千瓦超充车位如同“能量快充站”,短短 5 至 10 分钟即可为车辆补充电能,有效解决新能源车主里程焦虑的痛点问题,满足群众多元化出行需求。



此外,址山服务区充分融合岭南特色美食等文旅元素,引入“江门优品”“开平优品”等农产品展销新业态,推动“交农文旅商”贯通融合,为深入实施“百千万工程”再添新动能。



(供稿:第三设计院、建筑设计院、交通安全与智慧交通设计院)

梅州平远至福建武平高速公路广东段 勘察设计公司正式启动

2025 年 2 月 17 日上午,我公司与广东省南粤交通投资建设有限公司在利通广场 24 楼隆重举行了南宁至湛江高速公路广东段、梅州平远至福建武平高速公路广东段勘察设计公司启动仪式(以下简称“平武项目”)合同签约仪式。公司董事长李江山、副总经理罗火生、副总工程师梁志勇、第二设计院院长丘燊等出席了签约仪式。



在签约仪式上,业主单位省南粤交通投资建设有限公司董事长李晋峰和我公司董事长李江山分别致辞。

随后,公司副总工程师梁志勇就平武项目的设计进度、质量、亮点打造及创新规划等方面进行了汇报。省南粤交通投资建设有限公司董事长李晋峰强调,项目建设团队要坚持以业主需求为核心,全方位发挥业主主导作用,高标准做好项目定位和总体策划;聚焦“智慧创新、全生命周期防灾减灾能力、服务区和景观特色设计”三大核心理念,打造“十五五”期间全省标杆示范项目,全面树立政府还贷高速公路的良好形象,力争形成强大的“磁场效应”,持续扩大项目增量,为省南粤公司赓续和谐谱写高质量发展新篇章提供坚实支撑。

当天下午,公司在广东交通设计大厦 21 楼会议室召开了平武项目启动会。会议由公司总经理黄湛军主持,副总经理罗火生,总工办、生产运营部、第二设计院项目团队和相关专业负责人共 24 人参加了会议。

会上,项目负责人对项目背景、概况、重点难点、履约风险、专业分工以及工期安排等进行汇报,各专业生产单位围绕工期要求和落实计划展开深入讨论。总工办各专业副总工程师结合已完成项目的勘察设计经验,对该项目的关键技术进行了详细分析,并特别指出项目建设的过程中需重点关注水文调绘、

地质选线、边坡处理等环节。罗火生副总经理强调,作为新形势下省内山区高速新建公路新建项目,平武项目的重要性不言而喻,要求全体人员提高站位,紧密配合,严格按照合同和业主要求,高质高效完成设计工作,并妥善处理好与业主、地方及其他相关方的关系,确保项目顺利推进。



会议最后,公司总经理黄湛军对会议进行了全面总结,并提出三点关键要求:一是清晰定位,明确目标,全力以赴把项目做好,确保项目质量和效果达到预期标准;二是执行到位,计划精确到天,任务细化、责任到人。建立定期会议机制,每周召开一次碰头会,及时沟通协调项目进展和问题;每月召开一次各专业检查会,全面梳理项目情况,确保项目按计划稳步推进,按时保质完成;三是树立精品意识,不仅要做好项目,还要做出亮点。注意提炼和打磨项目亮点,打造具有示范意义的精品工程,为公司树立良好形象,为行业发展贡献宝贵经验。

外部签约会和内部启动会的顺利召开,标志着平武项目勘察设计工作全面拉开序幕。

(供稿:第二设计院)

绿色设计赋能高质量发展 ——公司在 2025 白云绿色设计活动荣获多项荣誉

2025 年 3 月 14 日,世界绿色设计之都创建——2025 白云绿色设计活动在广州设计之都设计殿堂成功举办。活动以“共建世界绿色设计之都”为主题,包括世界绿色设计之都示范项目、“绿叶标”绿色设计产品、绿色设计工程师授证等环节。

此次活动中,公司广州机场高速三元里机场收费站项目获评为“世界绿色设计之都·绿色设计示范项目”,公司副总经理汪超、副总工程师梁志勇荣获“绿色设计工程师”称号。

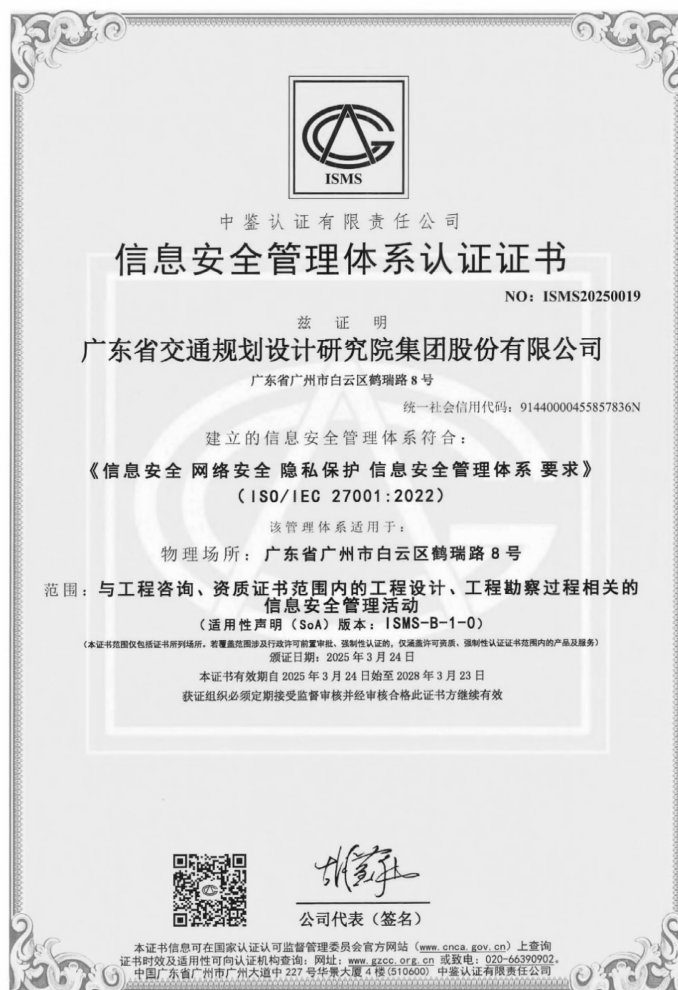


长期以来,公司始终坚持创新发展理念,将绿色设计、智慧设计理念贯穿于规划研究、勘察设计各个环节,有效地降低了能源消耗,减少环境污染,实现了业务绿色、低碳、可持续发展,打造了系列经典示范工程。未来,公司将继续贯彻白云区创建“世界绿色设计之都”的号召,进一步将绿色发展、绿色生态、绿色生活等理念融入各项工作,探索更多创新路径,以绿色化、智能化、数字化赋能业务高质量发展,为推动白云区的绿色可持续发展贡献力量。

(供稿:综合管理办公室)

公司喜获信息安全管理体系认证证书

2 月 26 - 27 日、3 月 4 - 7 日,中鉴认证有限责任公司四位审核专家对我司新建的信息安全管理体系进行两阶段初次认证审核。经过各单位的共同努力,公司于 3 月 24 日喜获信息安全管理体系初次认证证书。



信息安全管理体系认证依据《ISO 27001:2022 信息安全、网络安全和隐私保护信息安全管理体系 - 要求》标准进行贯标建制,目的在于建立一个全方位的、系统的信息安全管理体系,从预防控制的角度出发,帮助公司识别、管理和减少信息所面临的各种风险,保障公司的信息安全。

本次认证证书的获得,是外部专业机构对公司信息安全管理体系的认可与肯定。公司将继续以信息安全管理体系认证为抓手,贯彻“预防为主,分级保护,分层负责,持续改进”的信息安全管理方针,提升员工信息安全意识,提高信息安全管理的专业化水平,对信息安全风险进行有效管理,确保公司的信息安全。

(供稿:科技质量部)

大跨独塔斜拉桥纵向约束体系研究

叶 伟,王 雷,段银龙

(广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 广东 广州 510440)

摘 要:为寻求一种最优纵向抗震体系,以一座位于高烈度区(205 + 205)m 独塔斜拉桥为工程背景,建立动力模型进行时程分析,分别从粘滞阻尼器方案和弹性索方案两方面进行参数研究,比选这两种方案并确定最优的纵向约束体系。研究表明:在总阻尼力和阻尼指数相同的前提下,当边墩与桥塔的阻尼器屈服力之比为 1:2 时,下塔柱底的地震弯矩、塔顶位移与主梁位移均达到极小值;粘滞阻尼器在边墩和桥塔上的布置数量分别为 4 个、8 个,当阻尼指数取 0.3、阻尼系数为 2 000kN 时,地震内力与位移均可得到有效的平衡控制;当全桥两根弹性索刚度为 4×10^4 kN/m 时,关键截面的弯矩和剪力均出现极小值粘滞阻尼器方案比弹性索方案的地震内力降幅超过 20%,地震位移大致减小 50%。所得结论可供类似桥梁的减隔震设计参考。

关键词:独塔斜拉桥;约束体系;粘滞阻尼器;弹性索;抗震分析

0 引言

独塔斜拉桥具有造型美观、视觉通透、布跨灵活、施工方便、跨越能力强等众多优点,在工程中应用广泛^[1]。由于大跨独塔斜拉桥的建设规模大、费用占比高、施工周期长,往往是整个交通路网中的关键性重点工程,对当地经济和人民生活的影响重大,显而易见,确保大跨独塔斜拉桥的抗震安全对提升整个交通路网的防震减灾能力具有重要的意义^[2]。

目前斜拉桥的约束体系主要有漂浮体系(塔梁分离)、半漂浮体系(塔梁间设置支座)和固结体系(塔梁墩固结)^[3]。漂浮体系可显著延长桥梁的纵向基本周期并避开地震的卓越能量频

段^[4],从而降低结构的地震内力响应,但结构位移大,容易导致主引桥碰撞落梁。固结体系结构刚度大,自振周期小,地震内力响应强烈,但其完全被动地以构件自身承受地震荷载,对结构本身有过高的要求,并不是理想的抗震体系^[5]。对于地震高烈度地区桥梁,采用漂浮体系或固结体系,其内力与位移均难以平衡控制,无法满足结构较高的抗震性能目标要求。

本文以一座位于高烈度区(205 + 205)m 独塔斜拉桥为工程背景,基于半漂浮体系,针对桥梁的纵向抗震体系,分别从粘滞阻尼器方案和弹性索方案两方面来展开研究,探讨分析纵向约束体系的最优方案。

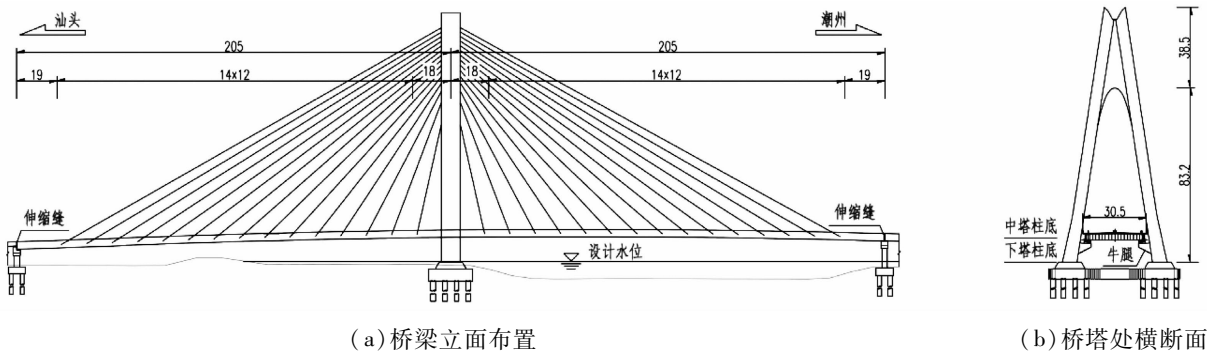


图 1 主桥总体布置图(单位:m)

1 工程实例与计算模型

背景桥梁是一座 $(205 + 205)$ m 对称独塔双索面斜拉桥。全桥共设 15 对斜拉索,标准间距为 12 m。主梁采用双边主梁组合梁,工字形断面,梁高 3.2 m,标准桥宽 35 m。桥塔采用钢筋混凝土人字形塔,塔高 121.7 m,桥塔为空心 D 形断面,顺桥向宽 9 m,横桥向尺寸由塔顶至塔底为 5.5 ~ 7 m。主梁竖向支撑在桥塔牛腿上,为半漂浮体系。基础采用群桩基础,哑铃式承台下共设 30 根直径为 2.2 m 的钻孔桩。主桥总体布置如图 1 所示。桥址处抗震设防烈度为 8 度,设计基本地震加速度为 $0.20g$ 。本桥 E2 地震作用的重现期为 2475 年,图 2 为计算采用的水平向地震加速度时程曲线。采用 MIDAS Civil 2021 建立主桥的动力有限元模型,为考虑主桥与引桥之间的空间耦合作用,在主桥起终点分别建一联引桥,如图 3 所示。

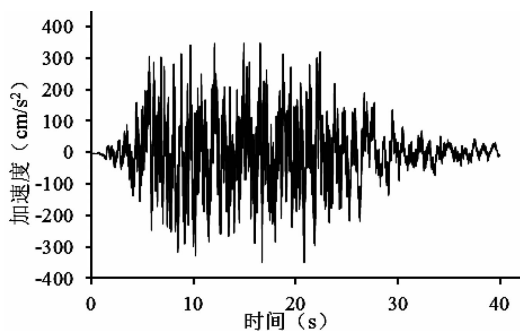


图 2 水平向地震加速度时程曲线 (阻尼比 0.03)

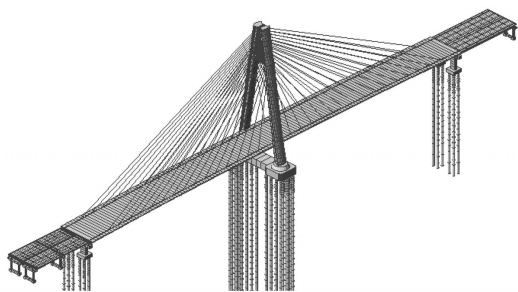


图 3 主桥动力有限元模型

2 粘滞阻尼器方案研究

粘滞阻尼器具有构造简单、便于施工、减震效果明显等特点^[6~7],在工程中得到广泛应用。粘

滞阻尼器的阻尼力 F 与阻尼系数 C_d 、速度 v 和阻尼指数 a 有关。对于独塔斜拉桥,粘滞阻尼器在桥塔或边墩如何布置、阻尼器相关参数如何取值,这些问题值得深入探讨和研究。

2.1 阻尼力在桥塔与边墩上的合理分配

由于粘滞阻尼器的造价与阻尼力大小大致成正比,若在有限的资源(阻尼力)情况下,能最大限度的减小桥梁的地震响应,即可充分发挥阻尼器的减震性能。假设全桥阻尼器的屈服力总和保持相同 ($30\,000\text{ kN}$),在阻尼指数一致的情况下,桥塔和边墩分别设置不同屈服力大小的粘滞阻尼器,设粘滞阻尼器在边墩(起终点)、桥塔(主塔)布置个数各 2 个,全桥共 6 个。以主塔阻尼系数为变化参数,研究桥梁关键截面地震内力和关键点地震位移的变化规律。

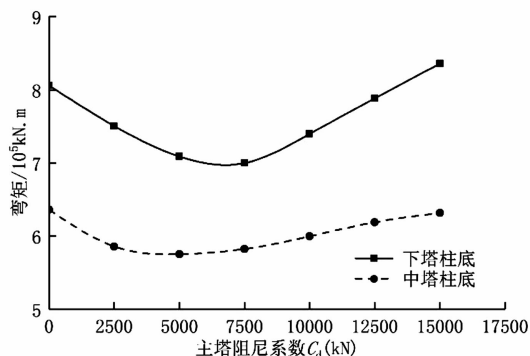


图 4 桥塔关键截面弯矩随主塔阻尼系数的变化曲线

由图 4 可知,下塔柱底和中塔柱底的地震弯矩随主塔阻尼系数变化先减小后增大,曲线大致呈抛物线形式变化,下塔柱底的地震弯矩变化幅度比中塔柱底的大,两者在阻尼系数约为 $7\,500\text{ kN}$ 时,取极小值。

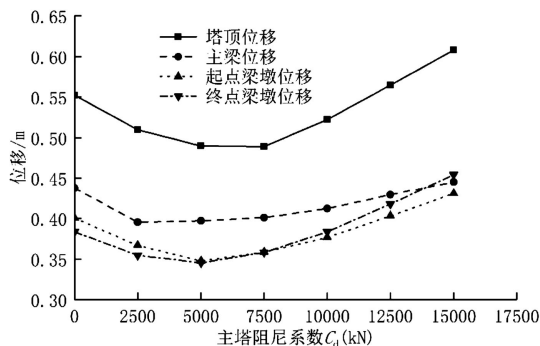


图 5 关键点位移随主塔阻尼系数的变化曲线

从图 5 可以看到,塔顶位移、起点梁墩位移和终点梁墩位移等三条曲线均随主塔阻尼系数变化先减小后增大,变化幅度较大,在主塔阻尼系数约为 7 500kN 时达到极小值。主梁位移在阻尼系数为 0~2 500kN 时,大幅减小,在阻尼系数为 2 500~7 500kN 时,趋于平缓,在阻尼系数为 0~2 500kN 时,缓慢增加。主梁位移变化曲线表明,当全桥粘滞阻尼器总屈服力一致时,主塔和边墩的阻尼力分配对主梁位移影响较小。图中塔顶位移始终大于主梁位移,表明桥塔通过斜拉索拉着主梁一起变形。

当主塔、边墩阻尼系数分别为 7 500kN、

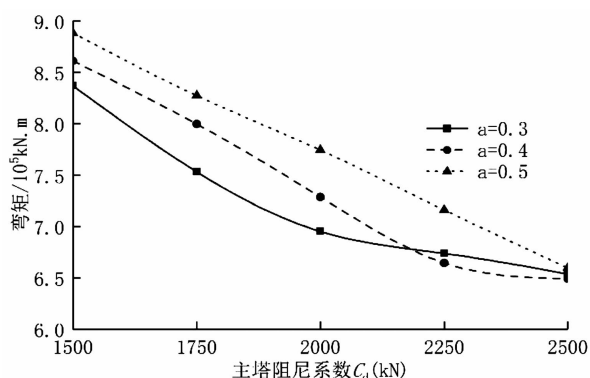


图 6 桥塔下塔柱底弯矩随主塔阻尼系数的变化曲线

从图 6~图 7 可以看出,下塔柱底和中塔柱底地震弯矩响应、塔顶位移、主梁位移基本上随着阻尼指数 a 增大而增大,随着阻尼系数 C_d 增大而减小。当阻尼指数 $a=0.3$,阻尼系数 $C_d \geq 2\,000\text{kN}$ 时,下塔柱底弯矩和剪力、塔顶位移的曲线趋于平缓。因此,阻尼指数 $a=0.3$,阻尼系数 $C_d=2\,000\text{kN}$ 时,下塔柱底和中塔柱底的地震弯矩和剪力均可以取较小值。

3 弹性索约束体系探讨

弹性约束装置具有造价低、性能稳定、维护费用少等优点^[8~9],在 21 世纪以前应用较多。在桥梁纵桥向设置弹性约束,通过改变桥梁结构的动力特性和地震能量的传递途径,减小控制截面内力和关键点位移,可实现一定的减震效果。

3 750kN,即主塔、边墩阻尼系数比例为 2:1 时,下塔柱底和中塔柱底的地震弯矩、塔顶位移与主梁位移均可达到极小值,且起、终点梁墩位移也控制较好,此时,桥塔与墩顶的粘滞阻尼器可充分发挥其抗震性能。

2.2 粘滞阻尼器参数选择

保持主塔、边墩阻尼系数比例为 2:1,设粘滞阻尼器在边墩(起终点)、桥塔(主塔)布置个数分别为 4 个、8 个,全桥共计 16 个。阻尼指数 a 分别为 0.3、0.4、0.5,阻尼系数 C_d 分别为 1 500、1 750、2 000、2 250、2 500,共 15 组参数分析工况,研究这些参数变化对结构响应影响的变化规律。

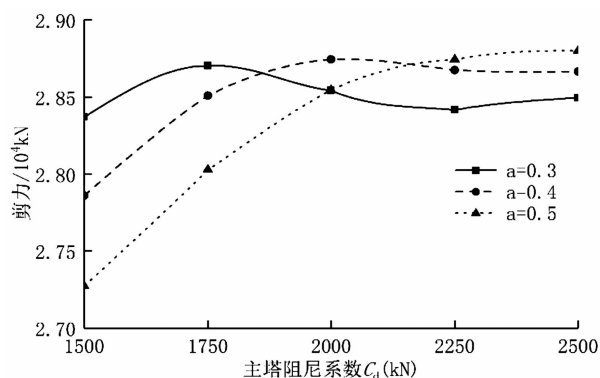


图 7 桥塔下塔柱底剪力随主塔阻尼系数的变化曲线

3.1 弹性索刚度对索塔内力与位移的影响

分别建立弹性索刚度 K 为 0(纵向无约束)、 $1 \times 10^4\text{kN/m}$ 、 $1.5 \times 10^4\text{kN/m}$ 、 $2 \times 10^4\text{kN/m}$ 、 $2.5 \times 10^4\text{kN/m}$ 、 $3 \times 10^4\text{kN/m}$ 、 $5 \times 10^4\text{kN/m}$ 、 $1 \times 10^5\text{kN/m}$ 、 $2 \times 10^5\text{kN/m}$ 、 ∞ (纵向固定)等 10 种不同边界条件的模型进行分析。研究不同弹性索刚度下关键截面弯矩和关键点位移的变化规律。

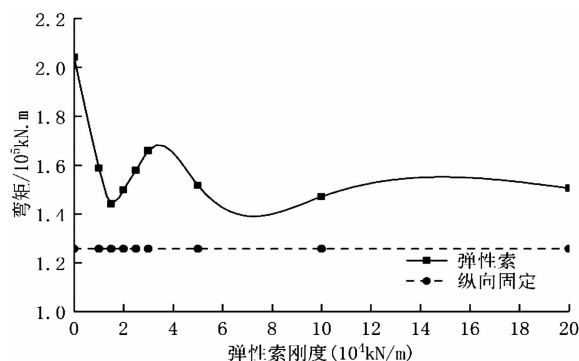


图 8 下塔柱底弯矩随弹性索刚度的变化曲线

从图 8 可以看出,在弹性索刚度小于 $5 \times 10^4 \text{ kN/m}$ 时,下塔柱底弯矩呈“V”字形变化,在刚度约为 $2 \times 10^4 \text{ kN/m}$ 时存在极小值拐点,刚度大于 $5 \times 10^4 \text{ kN/m}$ 时,下塔柱底弯矩基本不发生变化;弹性索小于 $2 \times 10^5 \text{ kN/m}$ 时,下塔柱底弯矩均大于纵向固定时的弯矩,剪力则相反。下塔柱底剪力随弹性索刚度增大而增大。

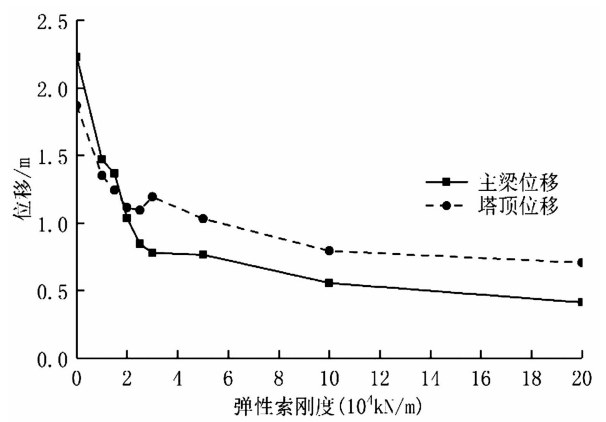


图 9 关键点位移随弹性索刚度的变化曲线

由图 9 可知,当弹性索刚度约为 $2 \times 10^4 \text{ kN/m}$ 时,主梁位移与塔顶位移大致相同,此时,主梁与塔的位移基本同步。当弹性索刚度小于 $2 \times 10^4 \text{ kN/m}$ 时,主梁位移大于塔顶位移,表明主梁通过斜拉索强迫塔顶振动。当弹性索刚度大于 $2 \times 10^4 \text{ kN/m}$ 时,主梁位移小于塔顶位移,表明塔顶通过斜拉索强迫主梁振动。

3.2 弹性索刚度的合理选择

根据桥梁关键截面内力和关键点位移分析可知,当单根弹性索刚度约为 $2 \times 10^4 \text{ kN/m}$,即全桥两根弹性索刚度为 $4 \times 10^4 \text{ kN/m}$ 时,关键截面弯矩和剪力均可达到极小值,且塔顶与主梁位

移同步。根据理论估算,全桥弹性索合理刚度为 $4.2 \times 10^4 \text{ kN/m}$,结合实际有限元分析,单根弹性索的合理刚度取 $2 \times 10^4 \text{ kN/m}$ 。

4 两种约束体系比较

根据前述针对粘滞阻尼器方案和弹性索方案研究,分别得到了两种不同纵向约束体系下的合理参数取值。为便于分析粘滞阻尼器方案和弹性索方案的减隔震效果,表 1 给出了这两种纵向约束方案下桥梁关键截面内力和关键点位移的比较。

由表 1 可知,采用弹性索方案时,下塔柱底和索塔桩基截面弯矩和剪力均超过粘滞阻尼器方案的 20%,且塔顶和主梁位移均超过 1m,约为粘滞阻尼器方案的两倍。主梁位移太大,会导致伸缩缝设计困难。

为控制主梁位移,若弹性索刚度继续增大,当弹性索刚度取 $2 \times 10^5 \text{ kN/m}$ 时,主梁位移为 0.415m,此时桩基剪力为 $1.27 \times 10^4 \text{ kN}$,超过桩基抗剪承载能力 $1.2 \times 10^4 \text{ kN}$ 。此外,弹性索刚度取 $2 \times 10^5 \text{ kN/m}$ 时,需要 4 根 91 ϕ s15.2 规格钢绞线,本桥牛腿位置难以满足布置其空间需求。弹性索刚度取 $2 \times 10^4 \text{ kN/m}$ 时,单根弹性索长度需要 235m,超过了桥梁主跨 205m,弹性索无法安装。因此,弹性索方案难以满足其构造要求。

鉴于本桥采用弹性索方案无法满足其安装空间需求,主梁位移无法得到有效控制,且减震效果不明显,建议本桥采用减震效果突出的粘滞阻尼器方案。

表 1 不同约束方案下关键截面内力与关键点位移比较表

项目	弯矩/(kN·m)		剪力/kN		位移/m	
	下塔柱底	桥塔桩基	下塔柱底	桥塔桩基	塔顶	主梁
弹性索方案 A	1.50×10^6	3.13×10^4	4.35×10^4	8.11×10^3	1.115	1.038
粘滞阻尼器方案 B	7.56×10^5	2.57×10^4	2.67×10^4	6.32×10^3	0.563	0.453
(A-B)/A	50%	18%	39%	22%	50%	56%

注:表中位移为绝对位移值。

5 结语

本文以一座位于高烈度区(205+205)m 独塔斜拉桥为工程背景,建立动力模型进行时程分析,分别从粘滞阻尼器方案和弹性索方案两方面进行探讨分析。主要得到以下研究结论:

(1)在总阻尼力和阻尼指数相同的前提下,当边墩与桥塔的阻尼器屈服力之比为 1:2 时,下塔柱底的地震弯矩、塔顶位移与主梁位移均达到极小值,边墩与桥塔的粘滞阻尼器可充分发挥其抗震性能;

(2)粘滞阻尼器在边墩和桥塔上的布置数量分别为 4 个、8 个,当阻尼指数取 0.3、阻尼系数为 2 000kN 时,关键截面内力与关键点位移均可得到有效的平衡控制;

(3)当全桥两根弹性索刚度为 4×10^4 kN/m 时,关键截面的弯矩和剪力均出现极小值,塔顶与主梁的位移基本同步,但本桥牛腿空间有限,无法满足其安装空间需求;

(4)粘滞阻尼器方案比弹性索方案的地震内力降幅超过 20%,地震位移大致减小 50%,减隔震效果显著,是符合本桥实际的合理纵向约束体系。

参考文献:

- [1] 燕斌. 基础隔震独塔斜拉桥抗震性能研究[J]. 桥梁建设,2018,48(2):25-30.
- [2] 管仲国,李建中. 大跨度桥梁抗震体系研究[J]. 中国科学. 2021,51(5):493-504.
- [3] 姜冲虎,杨博闻,李德建,等. 独塔斜拉桥抗震分析及其合理约束体系研究[J]. 铁道科学与工程学报,2014(6):6-12.
- [4] 涂光亚,欧阳星. 大跨度独塔混合梁斜拉桥主梁纵漂影响分析[J]. 中外公路,2022,42(4):58-62.
- [5] 张文学,黄荐,王景景. 斜拉桥面相对高度对粘滞阻尼器减震效果影响研究[J]. 振动与冲击,2015(16):43-47.
- [6] 巫生平,张超,房贞政. 斜拉桥粘滞阻尼器设计方案及参数回归分析[J]. 桥梁建设,2014,44(5):21-26.
- [7] 王 雷. 低塔斜拉桥合理抗震体系及耗能减震措施研究(博士学位论文)[D]. 长沙:湖南大学. 2015.
- [8] 李立峰,刘本永,张晨熙,等. 中等跨径斜拉桥塔梁弹性约束装置的减震效应研究[J]. 地震工程与工程振动,2013,33(1):146-152.
- [9] 邱文亮,余报楚,方国强. 斜拉桥的弹性约束减震研究[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2012,36(5):891-894.

大坡度排水管道设计要点研究

朱双喜

(广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 广东 广州 510440)

摘 要:以某生态文旅小镇项目为实例,梳理山地开发项目排水系统的特点,重点研究和总结大坡度道路排水管道系统的设计要点,主要包括排水管道系统的最大设计流速、管材选择、检查井、雨水口等,以此提高大坡度排水管道系统的经济性、合理性与后续运营的安全性。待项目竣工投入使用,可后续动态跟踪排水系统运营情况,为山地开发项目的排水管道系统设计提供可借鉴的设计经验。

关键词:大坡度;高流速;排水管道系统;山体排水

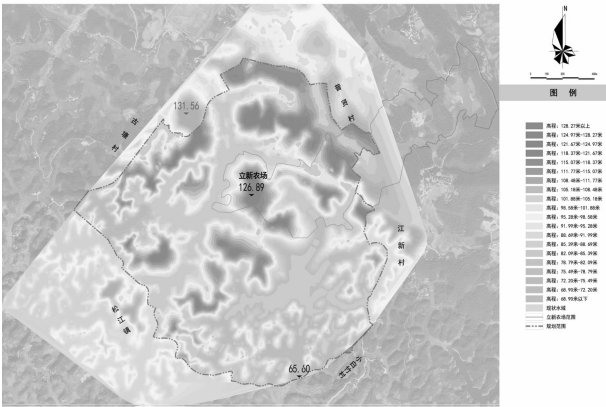
近年来,随着城镇建设和旅游业发展,山地开发项目特别是山水型旅游小镇越来越多。这些项目的特点主要是地形起伏明显、地势高差大、内部道路纵向坡度大、陡坎多等,导致其排水系统复杂,特别容易出现排水管道坡度大、流速快、覆土深和跌水构筑物多的情况。研究从山地开发项目排水系统的特点出发,结合湖南省衡阳市某生态文旅小镇项目,针对大坡度道路雨、污水管道的设计做分析和总结。

1 排水管道系统特点

项目位于衡阳市雁湖片区,规划范围东至江新村,南至松江镇,西至古塘村,北至普贤村,规划总面积 534.48hm²。项目地势高差大,整体地势北高南低。片区最高点位于立新农场山顶,高程达到 126.89m,小白竹村南侧地势最低,约 65.60m,区内最大高差为 61.29m,项目高程分析见图 1。片区内地质条件变化大,在山体与水体交界处存在多处陡坡,内部道路随地形坡度变化较大。道路设计纵坡最大值为 8.0%。

项目存在的设计难点如下。

(1)受地形限制,多条道路纵向坡度达到 8.0%,项目中雨、污水管道主要随道路敷设,为减少跌水井的设置并减小管道管径,节省建设费用,排水管道尽量选择随道路纵坡敷设。但是,流量不变前提下,大坡度管道流速偏大,容易超出 GB 50014-2021《室外排水设计标准》的相关要求。



底穿过,导致各管线埋深加大。

(2)安全性与美观性。旅游小镇景观要求高、人员密集,对行人与车辆,设置明渠存在安全隐患;另外,明渠容易堆积树枝杂物等垃圾,造成后期清理维护工作增多,周边商户的污水管错排乱接还会导致明渠水质变差、产生异味。

(3)设计流速分析。相关规范对于明渠最大设计流速有严格规定,明渠仅在水流深度大于 2.0m 且采用混凝土材质时,最大设计流速可大于 5.0m/s。该项目多处存在长下坡且地势高差大,暴雨天气时,流速容易超过规范值。

(4)用地分析。明渠主要布置在道路外侧,沿道路两侧布置,该项目道路外侧无绿化带,缺少用地条件。

3 管道最大设计流速

该项目管道坡度大,需设置大量跌水井,这不利于管道疏浚、检修与工程造价。为减少跌水井数量,考虑在保证项目安全的前提下,适当提高最大设计流速。近几年国内对新型管材的最大流速进行了试验验证,赵绪兰等^[1]将 HDPE 双壁波纹管和玻璃钢夹砂管的管道最大流速控制在 7.5m/s。南宁市某小区道路雨水管均采取与道路相同的坡度,最大设计流速达到 7.86m/s,经过 6a 运行,效果良好^[2]。综合上述,选用质量较好的新型非金属管,将设计最大流速提高到 7m/s 是安全合理的。

4 工程实例设计

4.1 管材、接口形式选择

为适应该项目排水管道坡度大、流速高的特点,选择管材时除了考虑流量大小、地质条件、管道埋设深度、使用寿命、抗渗性、施工方法与经济性等因素,重点考虑耐磨损性强、耐冲刷能力强、粗糙系数低的柔性接口管材。经综合比选,采用 PPHM 双壁波纹管。

4.2 检查井

由于该项目存在部分管道流速 $\geq 5\text{m/s}$ 、管道

埋深大、管道坡度局部发生突变的情况,工程设计上对管道附属的检查井采取相应措施以保证排水系统正常运行,具体如下。

(1)项目雨水管内水流速度 $\geq 5\text{m/s}$ 的雨水检查井均采用高流槽,减少水流溢出冲刷井壁的情况,减少高流速水流对检查井造成的冲刷和推力。雨水检查井流槽高度参照污水检查井,流槽混凝土的强度采用 C30[3]。

(2)检查井沉泥槽。考虑到水流速度 $> 1.0\text{m/s}$ 的管道基本不产生淤积,且深度 $> 6\text{m}$ 的检查井清淤难度大,因此该项目在管道流速 $> 1.0\text{m/s}$ 且检查井深度 $> 6\text{m}$ 时,不设置沉泥槽。仅在井深较浅且位于排水系统下游的检查井内设置沉泥槽,雨水管道排入自然水体前设置沉泥槽。

(3)检查井采用通气井盖。当管道坡度突然发生变化,管道内水流速度亦发生突变,此时,水气冲击井壁使得气水迅速分离,井内会产生瞬时真空或气流急速上升冲击井盖。该项目坡度发生突变处的检查井采用通气式井盖,并在井盖上设置通气孔。

对照 GB/T23858-2009《检查井盖》,该项目通气孔总面积选取 1.5 的系数,井座净开孔(co)为 800mm 时,设置 20 个直径为 38mm 的通气孔,通气孔总面积为 $2.267 \times 10^4 \text{mm}^2$ 。

(4)对检查井采取加强措施。在雨水管道覆土 $> 4\text{m}$ 、污水管道覆土 $> 6\text{m}$ 的情况下,检查井较国标图集加强:其中,井壁墙体厚度加厚 10cm、盖板厚度加厚 5cm;井壁、底板与盖板的钢筋比国标图加大二级。

4.3 雨水口

项目中,道路车行道横坡为 2.0%,纵坡为 0.5%~8.0%,路面纵坡大于横坡时,流入雨水口的雨水量变少。若不采取措施增加雨水口的收水能力,将导致雨水系统下游泄水压力增大、造成低洼路段积水甚至内涝。针对道路为长下坡,且道路纵坡 $\geq 2.0\%$ 的路段,采取以下措施。

(1)改变雨水口形式。正常路段,联合式雨

水口与偏沟式雨水口收水能力相近,仅当产生积水时,立算才能较好地发挥作用。因此,该项目在低洼路段设置联合式雨水口,并设置三算以上的多算雨水口减少树叶等杂物对收水速度的影响。

(2)增加雨水口宽度。常见的砖砌雨水口宽度为 450mm,净宽 380mm,在道路纵坡大于横坡处,可适当增大雨水口宽度,来增加纳水能力。

(3)降低雨水口算面。为增大雨水口对路面雨水径流的截流,就近排除道路积水,该项目雨水口的算面或进水处路面标高比周围路面标高低 5cm。

4.4 山体排水

山地开发项目除了考虑建设用地的雨、污水排放,还需考虑山体雨水的出路。通常,山体雨水径流量大,为降低其进入雨水管道系统后造成的不良影响,如管道溢流、地块内涝、积水和雨水系统规模过大,该项目山体雨水不排入雨水管道

系统。山体排水和建设用地雨水排水为 2 套独立的系统。项目内自然水体多,对建设用地内建筑无不利影响的山体雨水,随自然地形排入周围水体中;对建设用地存在不利影响的山体雨水,通过在建用地受水面的山脚设置的浆砌片石截水沟,收集后排入周围自然水体中。

对于有条件的地块,可结合地块景观需求设置海绵设施,例如生态植草沟、滞留塘和雨水花园等,通过对山体雨水进行调蓄、渗透,达到减小雨水径流量、净化初期雨水和提高自然水体水质的目的。

4.5 设计方案比选

以某段雨水管道为例,暴雨重现期为 3a,径流系数 0.65,集水时间 t_1 为 10min,管道粗糙系数 0.01,该段汇水面积为 28.7hm²,道路坡度为 4.1%。针对最大设计流速≤5m/s 和最大设计流速≤7m/s 的 2 种情况进行方案比较,见表 1。

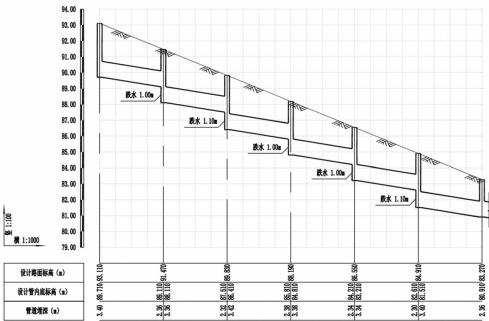
表 1 水力计算对比表

序号	方案	管径/mm	坡度/(%)	流速/(m·s ⁻¹)	设计流量/(m ³ ·s ⁻¹)	管道输水能力/(m ³ ·s ⁻¹)
1	最大设计流速≤5m/s	1 000	1.5	4.86	3.24	3.82
2	最大设计流速≤7m/s	800	4.1	6.92	3.28	3.48

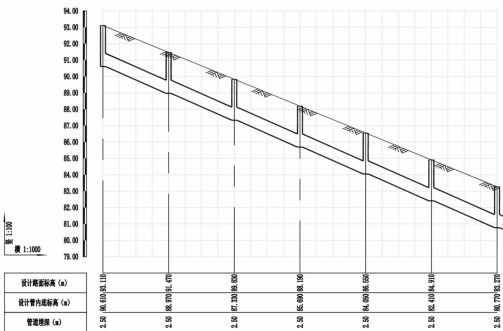
根据计算结果,若采用方案 1,雨水管道纵断面图见图 2(a),管道管径需采用 DN1000,且管道坡度 1.5% < 道路坡度 4.1%,排水系统需连续设置跌水井以满足覆土要求。若采用方案 2,雨水管道纵断面图见图 2(b),雨水管道坡度可与道路保持一致,均采用 4.1%,无需设置跌

水井。经过水力计算,管道管径采用 DN800,比方案 1 减小两级,且管道上下游埋深均为 2.3m,较方案 1 减少埋深 0.9m,土方量减少。

由此可见,该项目采用方案 2,将最大设计流速提高到 7m/s,有效的减小管道管径、埋深与跌水井的设置,节省土方开挖回填量,降低工程造价。



(a) 方案 1



(b) 方案 2

图 2 雨水管道纵断面图

4.6 工程运行效果

通过对该项目的专项设计,旨在提高排水系统后续运营的安全性、减少工程造价,降低管道变形破损和沉降、管道和接口处渗漏、检查井塌陷、检查井盖发生破坏或移位和管内淤泥淤积的概率,同时避免地势低洼处发生内涝。该项目按地块分期实施,其中 A 地块 C 区的排水系统计划于 2024 年 7 月竣工并投入使用,后续将动态跟踪排水系统运营情况,为山地开发项目的排水管道系统设计提供可借鉴的设计经验。

5 结语

山地开发项目排水系统较为特殊和复杂,设计方案应结合山地开发项目的特点,解决大坡度排水管道系统中存在的问题,排水系统方案需满足切实可用、经济合理、便于后续运营管理。本文结合某生态文旅小镇项目,总结分析得到以下结论。

(1)在保证项目安全的前提下,提高最大设计流速至 7m/s ,减少跌水井数量,减小管道管径、

埋深和工程造价。

(2)对于敷设坡度较大的管道,优先选择耐磨损、抗冲刷能力强、高强度、粗糙系数低的柔性接口的管材。

(3)管道流速 $\geq 5\text{m/s}$ 时,检查井应采取加强措施并采用通气井盖,雨水检查井可采用高流槽钢筋混凝土检查井。

(4)针对纵坡大于 $\geq 2.0\%$ 的长下坡路段,可以通过改变雨水口形式、增加雨水口宽度、降低雨水口算面等措施来降低下游雨水系统的泄水压力和低洼地段发生内涝的可能性。

参考文献:

- [1]赵绪兰,罗荣祥,刘启明.通过抗磨损试验探讨新型管材的最大设计流速[J].中国给水排水,2016,32(5):74-76.
- [2]桂杰,肖睿书,张涛.山地排水管道规划优化[C]//中国土木工程学会水工业分会排水委员会:全国排水委员会2012年年会论文集,2012.
- [3]覃雪明,肖睿书.高流速下钢筋混凝土管道的保护措施[J].给水排水,2008,34(8):103-105.

基于 BIM 和 VR 技术在改扩建施工交通组织的应用研究

李伟健

(广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 广东 广州 510440)

摘 要:经过 30 多年的发展,广东省高速公路建设取得了有目共睹的巨大成就。到 2021 年年底全省高速公路通车总里程超过 1.1 万公里,其中粤港澳大湾区核心区高速公路路网密度处于世界领先水平。随着路网的逐步完善和社会经济活动的日益活跃,越来越多的路段逐步开始改建、加建和扩建。本文广东省某高速公路改扩建工程,对 BIM 结合 VR 技术在改扩建施工交通组织的应用进行研究,为改扩建施工交通组织方案设计提供验证措施并提出相关交通工程完善措施,成果有益于促进现有公路改扩建项目全过程管理研究。

关键词:改扩建;施工交通组织;BIM 建模;可视化模拟

0 引言

随着路网的逐步完善和社会经济的快速发展,早期修建的很多高速公路面临通行能力不足、服务水平下降的问题,越来越多的路段逐步开始改建、加建和扩建。但大部分需改扩建的高速公路一般是所在区域的运输干道和交通主骨架,其施工干扰大,施工作业面小,跨度长,且会产生高昂的施工交通组织费用。本文将结合广东省某高速公路改扩建工程,分析和研究 BIM 和 VR 技术在公路改扩建施工交通组织中的应用,减少公路改扩建施工交通组织管理的盲目性,提高公路改扩建施工交通组织管理水平,成果有益于促进现有公路改扩建项目全过程管理研究。

1 BIM 建模和 VR 可视化技术在改扩建施工交通组织项目中的应用价值

1.1 现状工程项目管理存在的问题

工程项目管理一般采用图表的形式完成方案的设计和记录,涉及业主、设计、监理、施工等多家单位,各参建单位在项目全过程管理中存在时间、空间等方面的差异,往往会造成信息传递的断层和壁垒。尤其是改扩建项目的复杂性和综合性特征明显,参建各方协同管理愈发重要。有必要引入信息化技术手段,切实发挥信息共

享、协同管理的作用,完善施工交通组织管理手段,提高管理水平。

1.2 BIM 技术在项目管理的应用优势

结合 BIM、VR 技术近年来逐步成熟,硬件的计算能力和图形处理能力稳步提高,通过道路实体的数据化、可视化提升高速公路改扩建工程智能化水平的路径清晰可行。BIM 软件的信息集成,通过搭建信息共享平台,有助于实现信息共享、协同管理,协调各参建方的项目管理工作。BIM 模型可精确、高效地完成工程方案比选,结合 VR 技术可视化技术,通过搭建信息共享平台,可以实时调整方案,联动模型,可视化显示方案变化,从而反映出施工交通组织方案的实际情况,做到可视化、可交互的交通组织管理。

1.3 VR 虚拟现实技术在项目管理的应用优势

VR 虚拟现实技术具备沉浸性、交互性和多感知性等特点,可以由计算机产生逼真的三维立体图像,使用者戴上头盔显示器和使用驾驶舱等交互设备,便可将自己置身于虚拟环境中,在虚拟环境中可获得视觉、听觉、触觉、动觉等多种感知,从而达到身临其境的感受。通过虚拟操控驾驶车辆体验施工交通组织各方案下的驾驶场景和工可,实现与虚拟环境中的各种对象的相互作用,可视化展示和研究,大大减少方案理解和实

施的难度,同时可全方位、多视角对交通组织的方案进行预演,优化交通组织方案,同时可以更直观更灵活的向业主、主管部门和交管部门展示交通组织方案,更好的协调交通组织。

2 BIM 建模和 VR 可视化技术在改扩建施工交通组织项目各阶段中的应用

沈海高速广东省路段全线经过广佛、佛开北、佛开南、开阳、阳茂扩建完成后,茂湛、深汕西等路段均已启动扩建工程,同时深汕东、汕汾高度等已进行扩建的前期工作,早期修建的沈海高速公路路幅绝大部分为双向四车道,从已完成和正处于改扩建的路段所采取施工交通组织模式

而言,大部分采用边通车边施工、双侧加宽模式,结合该模式以及某高速公路改扩建工程,分析和研究 BIM 和 VR 技术在公路改扩建施工交通组织中的应用。

通过对 BIM 技术的使用,可以对公路改扩建施工交通组织各个阶段以及工程的整体设置状况进行严格的审查,结合项目沿线构造物、地形地貌等工况对主线施工各个阶段施工情况可视化模拟和漫游,同时审查数据统计工程数量,对整个工程的设计方案进行更加细节和合理的设计。运用 BIM 技术对整个施工方案进行同步操作和显示,并且对其中的各项工程问题进行合理的判断和优化。



图 1 主线沿线扩建施工建模示例

2.1 两侧加宽施工交通组织演示

征地拆迁结束后,首先进行两侧路基和桥梁加宽施工,加宽施工期间交通维持原状通行。两侧加宽完毕后进行两侧路面拼宽施工,路面拼宽首先挖除现状道路土路肩,拆除原有土路肩波形梁护栏,然后施工半幅加宽侧路面至既

有旧路路面标高(即新建路面的中面层),完成新旧路基间排水设置,并完成新建路基土路基位置护栏等设施。在施工过程中,全线维持现状交通,车辆在原有路面上正常双向行驶,在两侧硬路肩范围内设置防撞隔离设施将行车道和施工区分隔开来。

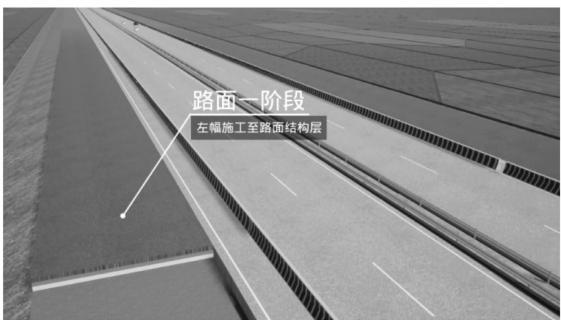


图 2 两侧加宽施工交通组织演示图

2.2 半幅双向通行施工路面施工交通组织演示

两侧拼宽完毕后,变可以封闭道路半幅,将交通转移至道路加宽的另外半幅双向通车。在加宽半幅道路第 2、3 行车道之间连续设置隔离防撞设施,将上行、下行车辆分隔开

来,施工期间半幅维持双向 4 车道通行,在相应的位置设置防撞隔离设施、临时标线、施工标志等。对未通车的半幅路面施工,完成新旧路面衔接及加铺罩面,并设置相应的交通工程设施。

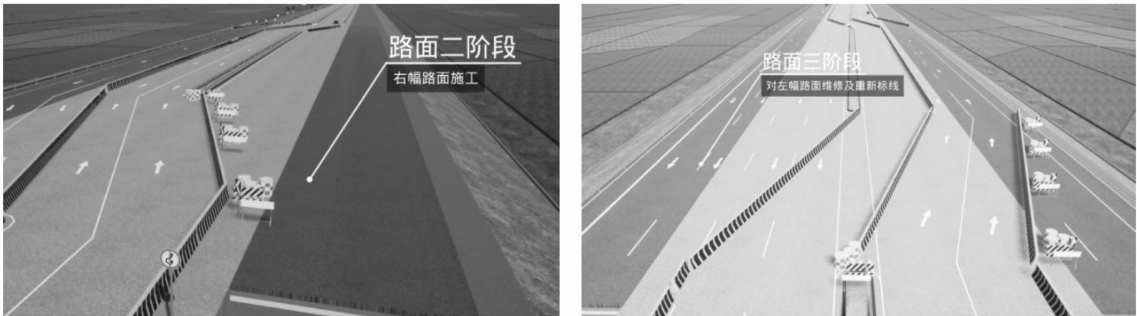


图 3 半幅双向通行施工路面施工交通组织演示图

2.3 全线及特殊工点施工交通组织漫游演示

全线建模完毕后,结合施工组织计划,针对桥梁、涵洞、互通和服务区等特殊工点,合理分段施工,并根据保通设计速度、中间带宽度和路面横坡等合理确定中央分隔带保通开口长度和位置。交通转换口是改扩建项目较为复杂的工点之一,转换口设置过多,将会导致施工区域被划分多个路段,影响整个项目施工进度,且需要大量临时设施;转换口设置过少,将不利于灵活划分施工路段,桥梁、隧道、涵洞等特殊工点有可能会延误整个项目工期;转换口设置过短,在车流速度过

快的情况下车辆将无法顺利通过且存在一定安全隐患,大型车辆转弯变道困难;转换口设置过长,将会影响转换口路段半幅整体施工以及隔离设施等费用增加。合理确定转换口位置、长度和数量对控制项目施工进度和造价管理十分重要。

通过 BIM 建模,结合改扩建公路全线各工点交通量、工期、施工方案等工况进行模拟实验,利用 VR 可视化技术进行全线 3D 漫游和巡查,合理确定转换口位置、长度和数量,在保证施工和行车安全的前提下,尽可能缩短工期和减少临时设施使用。



图 5 改扩建公路交通转换口结合车流量进行 3D 漫游可视化模拟

2.4 大流量车流模拟

随着我国经济的发展,道路交通流量成直线上升,目前大多数公路交通量都趋于饱和状态,

由此产生了改扩建的需求。在大流量公路交通的现状下,进行改扩建的施工对安全的要求极高。因此,亟需对大流量车流下的施工交通组织

运行状态进行直观准确的分析,以便验证交通组织方案的可靠性和分流方案的必要性,为提出合理的交通组织方案以及突发事故下的应急方案提供依据。

结合项目路段车型比例数据,可进行大流量车流模拟分析。

根据 BIM 和 VISSIM 建模结合现状交通量对高速公路改扩建期间,各施工交通组织阶段下的车流通行状态进行较为直观的可视化输出。

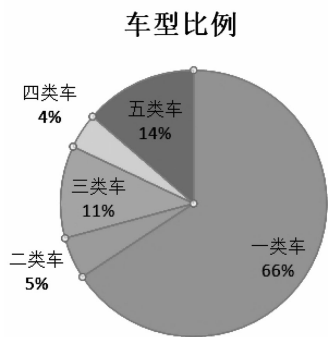


图 6 各改扩建高速路段车型比例一览表

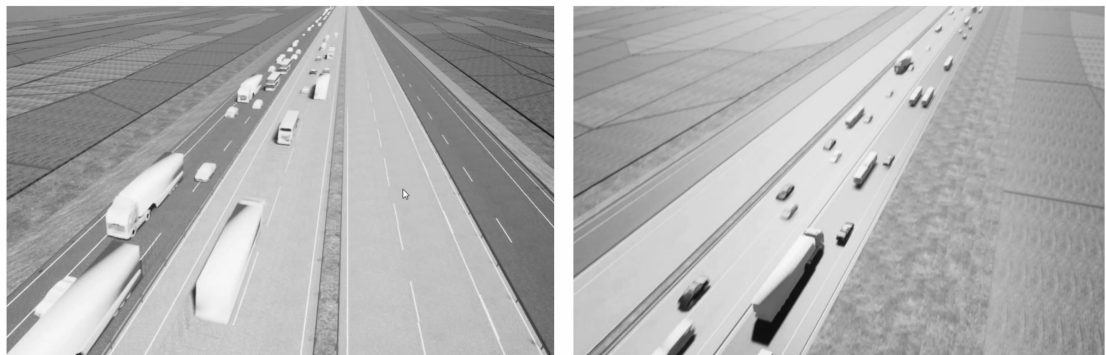


图 7 结合路段车型比例组成进行大流量车流模拟

4 结语

BIM 和 VR 技术是应用于工程设计、建造、管理的三维数据化技术,可实现项目策划、建设、运行和维护的全生命周期的信息共享和传递,具有可视化、可模拟、可出图等特点。本文通过对广东省高速公路改扩建项目施工交通组织方案进行研究,研究 BIM 建模和 VR 可视化模拟技术在改扩建项目施工交通组织中的应用,从项目前期准备到后期施工期间,采用 BIM 建模,与 VR 技术交互链接,搭建虚拟场景,可视化精确管理各个阶段具体交通组织,提高项目管理效率和经济效益。

参考文献:

[1] 王志新. 高速公路改扩建工程信息化管理研究[D]. 长安大学,2012.

[2] 王昊平. 基于 BIM 技术的高速公路设计应用研究[D]. 东南大学,2018.

[3] 侯泽群. BIM 技术在高速公路设计施工一体化中的应用研究[D]. 南昌大学,2022.

[4] 杨天龙. 基于 BIM 模型的桥梁可视化施工管理研究[D]. 长安大学,2020.

[5] 张海华,刘宏刚,甘一鸣. 基于 BIM 技术的桥梁可视化施工应用研究[J]. 公路,2016 (09).

[6] 周穗炀. 基 VR 虚拟技术的高速公路中央分隔带视距问题及交通工程措施研究[J]. 上海公路,2018 (02).

悬浇连续箱梁桥火灾后结构安全性能评定 及加固设计研究

罗 致¹,陈映贞²

(1. 广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 广东 广州 510440;

2. 广东交科检测有限公司, 广东广州 510550)

摘 要:为准确评估某座悬浇连续箱梁桥箱室内部火灾对其结构性能的影响,本文开展了火灾后桥梁损伤检测评定工作及火损结构的加固设计研究。结果表明:箱室内部火灾造成了桥梁箱内顶板大范围混凝土剥落、露筋,混凝土力学性能存在不同程度的降低,但影响深度较浅;顶板普通钢筋力学性能、预应力钢束的工作性能基本不受影响;桥梁整体刚度及承载力影响不大,但其箱梁顶板局部横向承载能力影响较大,其烧损等级为 III 类;采用加厚顶板、腹板的加固方案能够有效提升结构刚度、承载能力;高温和烟熏影响部位考虑采用硅烷浸渍提高其耐久性。本文所采用的分析论证方法可为同类型桥梁火灾后工程检测、评估与加固设计提供技术借鉴。

关键词:桥梁工程;火灾;悬浇连续箱梁桥;检测;结构安全性能评定;加固设计

0 引言

随着我国公路桥梁数量和交通流量日益增多,因危险品运输车辆、施工不当、桥下可燃物品失火导致的混凝土桥梁损伤事故报道也逐年增加^[1-2]。火灾后如何快速、准确的开展混凝土桥梁检测评定,并使其灾后的损伤得以高效修复,已成为亟待解决的工程技术难题。已有的技术方法多借鉴建筑火灾后研究成果和技术标准^[3-4],在混凝土桥梁火灾后结构安全性能评定及加固设计方面尚未出台国家或行业性的技术标准。近年来,涉及混凝土桥梁火灾检测、评定及加固的工程应用虽有所报道^[5-7],但其涉及的火场情况、构件类型和结构形式相对有限,桥梁箱室内部起火的相关研究更是缺少,火灾后混凝土桥梁检测、评定与维修加固处治技术的工程应用研究仍然有待进一步丰富和完善。

本文结合广东某公路悬浇连续箱梁桥箱内起火的实际工程案例,参考建筑工程行业火灾后结构鉴定标准^[3]及广东省火灾后桥梁安全性

能评定地方标准^[8],开展了悬浇连续箱梁桥火灾后性能评估与加固设计的分析论证工作,拟为同类型桥梁火灾后的检测、评估与加固提供技术借鉴。

1 工程概况

1.1 桥型布置及主要结构信息

广东某公路悬浇连续梁桥桥梁长度 185.825m,跨径组合为(50+80+55.825)m,见图 1。上部结构为悬浇施工变高连续箱梁,采用 C55 混凝土,单箱双室,桥宽 15.25m,中支点梁高 4.8m,跨中梁高 2.3m;主墩为直径 3.0m 双柱式墩,基础为群桩基础。该桥在施工期间发生火灾,起火点位于边跨现浇段右箱室内腔靠近梁端位置,起火位置主梁构造尺寸及钢束断面布置情况如图 2、3。由图可知,边跨现浇段底板束数量较多,距离箱室内腔边缘较近,分布于靠近腹板位置;顶板束数量较少,仅少量位于箱室两侧顶板倒角;腹板中心布置有竖向预应力钢束;无纵向腹板束无顶板横向钢束。

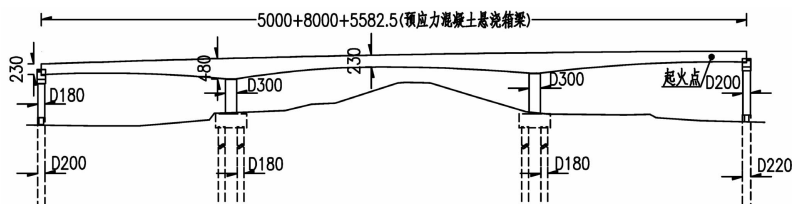


图 1 悬浇连续箱梁桥桥型布置及起火点位置(单位:cm)

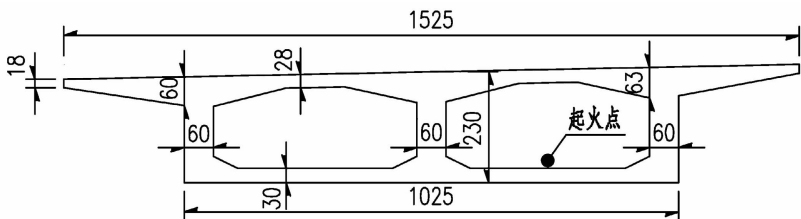


图 2 边跨现浇段典型构造横断面(单位:cm)

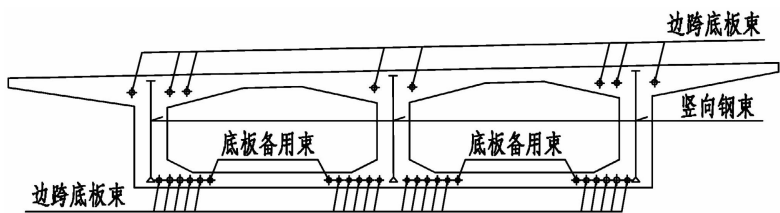


图 3 边跨现浇段典型钢束横断面

1.2 施工状态

火灾发生时,该联桥梁已经解除主墩位置临时固结完成体系转换;已完成边跨合拢,已张拉边跨所有纵向、横梁及竖向钢束并灌浆;跨中已经完成合拢段混凝土浇筑并已基本达到设计强度,但尚未张拉跨中合拢段钢束。

2 火灾后检测与评定结果

参考《火灾后工程结构鉴定标准》^[3]及广东省《公路混凝土桥梁火灾后安全性能评定技术规范》^[8],按照火场踏勘、外观检查、损伤检测分析、安全性评定四个步骤开展检测与评定工作。主要检测及评定结果如下。

2.1 火场踏勘结果

经调查,火烧严重影响区域主要为边跨现浇段、边跨合拢段右箱室,此外整个大桩号侧边跨右箱室均被熏黑。燃烧物主要为边跨现浇段和合拢段模板、支撑方木,燃烧时间约 1 小时。



图 4 边跨现浇段右侧箱室烧伤、熏黑

2.2 外观检查结果

(1) 顶板

顶板火灾后出现剥落面积约为 37.1m²,约占边跨现浇段、合拢段顶板面积的 87%,剥落深度在 0.8~8.0cm,顶板最大剥落深度为 8cm,经取芯验证该点火烧剥落后顶板剩余厚度为 20.5cm。顶板混凝土烧伤剥落后外露混凝土表面颜色显浅灰、粉红,无裂缝,锤击声音

响亮表面留较明显痕迹。顶板烧伤情况如图 5、图 6。



图 5 顶板烧伤剥落露筋

注:上图中网格阴影表示混凝土剥落露筋;斜杠阴影表示混凝土剥落未露筋;其余位置表示表面熏黑。

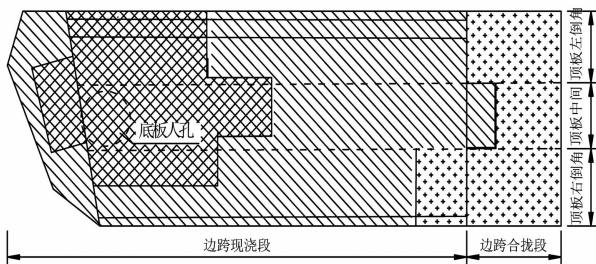


图 6 边跨现浇段及合拢段右侧箱室
顶板烧伤情况平面示意图

(2)腹板

边跨腹板剥落面积合计为 0.57m^2 ,最大剥落深度为 12mm ,可见腹板受火烧的影响要远小于顶板。腹板火灾后外露混凝土大部分表面熏黑,局部混凝土剥落,无裂缝,锤击混凝土声音响亮表面留较明显痕迹。

(3)底板

对箱室内底板堆积剥落砼、木模板燃烧残留物冲洗后,底板混凝土未见明显剥落现象。

(4)预应力钢束

在顶板右侧倒角烧伤剥落最严重处,对预应力管道位置混凝土进行钻孔取芯。钻孔处混凝土已剥落 4cm ,在外露混凝土面继续往上钻孔 16cm 接触到波纹管,通过观察孔发现高密度聚乙烯塑料波纹管无明显软化、变形情况,注浆材料外观完好。

2.3 损伤检测分析

2.3.1 混凝土

(1)基于表面特征推定温度

根据《火灾后工程结构鉴定标准》^[3]附录 A 及《公路混凝土桥梁火灾后安全性能评定技术规程》^[8]附录 D,混凝土构件表面特征与温度的关系如下。

表 1 混凝土构件表面特征与温度的关系

构件表面最高 温度(℃)	颜色	爆裂、剥落	开裂	锤击反应
<300	灰青,近视正常	无	无	声音响亮,表面不留痕迹
300~500	浅灰,略显粉红	局部粉刷层剥落	微细裂纹	较响亮,表面留下较明显痕迹
500~700	浅灰白,显浅红	角部混凝土剥落	角部出现裂缝	声音较闷,混凝土粉碎和脱落,留下痕迹
700~800	灰白,显浅黄	大面积剥落	较多裂缝	声音发闷,混凝土粉碎和脱落
>800	浅黄色	酥松、大面积爆裂剥落	贯穿裂缝	声音发哑,混凝土严重脱落

结合外观检测结果,顶板烧伤后有大面积砼剥落、混凝土粉碎,推断顶板火灾时混凝土历经最高温度约为 $700\sim 800^{\circ}\text{C}$;顶板、腹板剥落后的混凝土表面显浅灰、粉红,无裂缝,锤击声音较响亮留较明显痕迹,推断历经温度约为 $300\sim$

500°C ;底板无剥落无开裂,颜色正常,推断历经温度 $<300^{\circ}\text{C}$ 。

(2)基于烧失量推定温度

根据《公路混凝土桥梁火灾后安全性能评定技术规程》^[8]附录 F 及许肇峰^[7]等人相关

研究,混凝土历经温度可根据烧失量进行定量分析,本文对边跨现浇段右箱室受火烧损失程度最为严重的断面开展基于烧失量变化的温度场检测分析。其混凝土二次烧失量随历经温度变化规律见图 7,采用最小二乘法回归得到混凝土历经温度和其二次烧失量的计算公式如下。

$$T = -123.76S_{IL} + 930.80$$

式中, S_{IL} 为二次混凝土烧失量(g), T 为过火混凝土历经的温度(℃)。

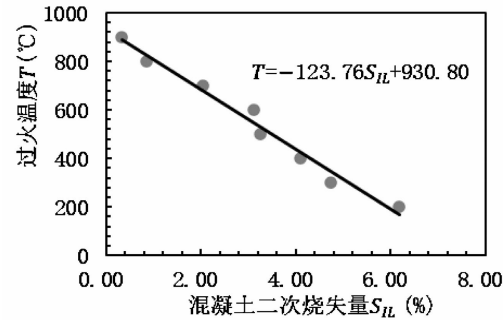


图 7 混凝土二次烧失量随历经温度变化曲线

剥落后混凝土主要温度状况分析结果如表 2。

表 2 剥落后混凝土温度状况 (单位: S_{IL} 为 g, T 为℃)

取样部位	取样深度					
	1cm		2cm		3cm	
	S_{IL}	T	S_{IL}	T	S_{IL}	T
顶板跨中	5.88	203	5.82	211	6.70	102
顶板左倒角	5.22	285	6.67	105	—	—
顶板右倒角	4.09	424	4.48	377	4.79	338
左腹板	5.23	283	6.02	185	6.19	164
右腹板	5.54	245	—	—	—	—
底板	5.75	220	5.81	212	5.92	198

根据以上分析,基于烧失量的温度推定结果与基于表面特征的温度推定结果基本吻合。

(3)混凝土损伤系数

参考《火灾后工程结构鉴定标准》^[3]附录

G,根据《公路混凝土桥梁火灾后安全性能评定技术规程》^[8]附录 J,由根据烧失量推定的温度查表可得出混凝土抗压强度及弹模的折减系数。

表 3 不同部位混凝土抗压强度、弹模折减系数

取样部位	取样深度					
	1cm		2cm		3cm	
	抗压强度	弹模	抗压强度	弹模	抗压强度	弹模
顶板跨中	0.91	0.77	0.90	0.75	0.99	0.90
顶板左倒角	0.86	0.63	0.99	0.89	—	—
顶板右倒角	0.72	0.43	0.77	0.49	0.81	0.55
左腹板	0.86	0.64	0.92	0.79	0.94	0.82
右腹板	0.88	0.70	—	—	—	—
底板	0.90	0.74	0.90	0.75	0.91	0.80

2.3.2 预应力钢束

根据《火灾后工程结构鉴定标准》^[3]附录 B 及《公路混凝土桥梁火灾后安全性能评定技术规程》^[8]附录 D,建筑塑料聚乙烯的变态温度为 80 ~ 135℃。根据钻孔取样外观检查情况,包裹钢束的聚乙烯塑料波纹管无明显软化、变形情况,推定预应力钢束附近的温度不超过 135℃。

根据《火灾后工程结构鉴定标准》^[3]附录 G 及《公路混凝土桥梁火灾后安全性能评定技术规程》^[8]附录 J,在该温度下预应力钢束的力学性能基本未受影响,基本无预应力损失。

3.3.3 普通钢筋

根据《火灾后工程结构鉴定标准》^[3]附录 G 及《公路混凝土桥梁火灾后安全性能评定技术规程》^[8]附录 J,温度 < 500℃ 时,对热轧普通钢筋的强度及弹模影响较小。

对火灾后外露的钢筋进行取样试验检测,检测结果表明,箱梁内顶板取样钢筋强度等所检指标符合相关规范要求,火灾未对热轧钢筋的力学性能造成影响。

3.4 安全性评定

参考《火灾后工程结构鉴定标准》^[3]第六章,根据《公路混凝土桥梁火灾后安全性能评定技术规程》^[8]第七章,火灾后桥梁构件和结构根据其烧损状况评定划分为 I ~ V 类五个等级。

由以上损伤分析结果可知,该桥主要问题为火烧位置箱室内腔表面混凝土剥落及强度、弹模降低,预应力钢束及钢筋影响较小。据此建立有限元模型进行施工阶段受力分析,模拟由于火烧引起的截面削弱。根据计算结果,其整体应力状态仍能满足施工阶段的要求;但由于顶板烧损较为严重,考虑烧伤剥落和强度折减后,顶板尺寸大大降低,在车辆荷载作用下顶板横向承载能力无法满足要求。

同时根据监控数据,对比火灾发生前和火

灾发生后,边跨合拢段监控位置竖向变形值为 -4mm ~ +1mm,可认为结构物竖向无明显变形,即火烧引起整体结构刚度变化影响不大。

综上所述,该桥梁结构烧损状况等级评定为 III 类,即主要构件中度烧损;承载能力有所下降;桥面正常行车受到一定限制。火灾后应对桥梁施工荷载进行管制,避免重载,并对结构缺陷进行维修加固。

3 加固设计及施工要点

3.1 加固设计思路

由以上主要病害情况及分析结论,维修加固拟针对以下主要问题开展设计:

(1)箱梁现浇段顶板烧损严重,考虑烧伤剥落和强度折减后,顶板尺寸大大降低,且钢筋外露,顶板横向承载能力无法满足要求,需对顶板进行加固处理。

(2)箱梁顶板及腹板烧伤剥落后,原结构截面尺寸减小,考虑部分混凝土强度及弹模折减后,原箱梁截面纵向承载能力及刚度有所影响,需考虑其加固后纵向承载能力及应力状态满足规范要求。

(3)起火箱室内其他混凝土未剥落位置,受到高温影响并已熏黑,其构件耐久性有所降低,受火烧烟熏影响位置需采取措施提高构件耐久性。

3.2 加固设计方案拟定

针对上述问题提出加固设计方案:凿除部分火烧引起的松散、剥离砼后,对边跨现浇段及部分边跨合拢段箱室内顶板、腹板及端横梁进行植筋加厚处理,通过加高顶板厚度,提高顶板横向承载能力;通过顶板、腹板植筋加厚增大截面尺寸,提高截面刚度及承载能力。

加固拟将顶板厚度在原结构的尺寸的基础上加厚 20cm,配置双层钢筋网;腹板由于受损程度相对较轻,在原结构尺寸的基础上加厚 15cm,配置单层钢筋网。加固一般构造如图 8 所示。

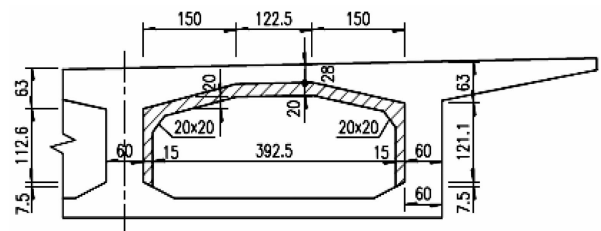


图 8 加固构造横断面图 (单位:cm)

同时考虑到左幅起火位置整个右侧箱室内腔均受到高温或烟熏的作用,拟对加厚范围外的整个右侧箱室内腔混凝土表面进行清洗和增设表面防腐处理,提高构件耐久性。

3.3 加固后上部结构验算

由于顶板加厚后,顶板最小厚度达到 48cm,厚度较厚,且连同原有顶板钢筋在内共配置了 4 层钢筋网,在车辆荷载作用下顶板横向受力基本

不存在问题。在此不对顶板横向承载能力计算情况做详细讨论,主要介绍上部结构整体纵向计算的结果。

本文对火损加固后的悬浇连续梁采用梁单元模型进行有限元分析,相关材料指标及荷载按照现行规范取值^[10]。在结构模拟时,恒载额外考虑加固构造引起的自重增加;结构计算时,认为截面加厚主要弥补了火灾引起的截面刚度降低及部分混凝土材料性能下降,偏保守地完全不考虑由于上部结构截面加厚引起的截面刚度及承载能力提高。

按照相关规范^[10]对上部结构进行承载能力极限状态和正常使用极限状态验算,下面主要列出受火灾影响较大、加固后自重增加的边跨现浇段的计算结果,其主要验算结论如下。

表 4 边跨现浇段最不利截面承载能力极限状态验算结果

验算内容	内力	抗力	是否满足
基本组合正弯矩验算/(kN·m)	84 012.5	110 666.5	满足
基本组合剪力验算/kN	11 226.0	14 502.5	满足

表 5 边跨现浇段最不利截面正常使用极限状态验算结果

验算内容	结构应力	应力要求	是否满足
频遇组合顶缘最小正应力/MPa	1.91	>0.00	满足
频遇组合底缘最小正应力/MPa	1.07	>0.00	满足
频遇组合最大主拉应力/MPa	0.16	>-1.10	满足
标准组合顶缘最大正应力/MPa	10.13	<17.75	满足
标准组合底缘最大正应力/MPa	6.83	<17.75	满足
标准组合最大主压应力/MPa	6.09	<21.30	满足

注:上表中应力压力为正、拉力为负。

根据以上计算结果,边跨现浇段加固后其承载能力满足规范要求,应力状态满足规范全预应力构件的要求,且相对规范限值存在一定安全富余。

4 结论

(1) 本文按照火场踏勘、外观检查、损伤检测

分析、安全性评定四个步骤开展结构检测与评定工作。其中混凝土根据火烧后构件表面特征及取样烧失量推定火灾温度,进而查表得出混凝土损伤折减系数;预应力钢束主要通过钻孔取样检查钢束波纹管变形情况,推定钢束附近温度,进而判断钢束性能影响及预应力损失;普通钢筋则根据混凝土历经温度及取样试验结果,判断火灾

对其力学性能的影响。以上方法能有效地推定火灾后预应力混凝土桥梁构件过火温度、混凝土损伤折减系数、钢束受力性能、普通钢筋力学性能等能反映桥梁结构受火灾影响程度的重要指标。

(2)本次火灾造成边跨现浇段右箱室内腔表面混凝土剥落、钢筋外露,并一定程度上导致了其混凝土强度、弹性模量降低,引起截面削弱,但影响深度较浅。箱梁的预应力钢束受力性能、普通钢筋力学性能基本不受影响,结构未发生明显的不均匀沉降,火灾对结构整体刚度及承载力影响不大。但由于顶板较大面积普通钢筋外露,箱梁顶板局部横向承载能力受火灾的影响相对较大。桥梁结构烧损状况等级评定为 III 类。

(3)在本次火灾后处理中,加厚顶板、腹板的被动加固方案能较好提升受损构件的承载能力及截面刚度。结合计算结果,表明该加固方案能满足规范相关要求。且提出采用混凝土表面硅烷浸渍的措施提高受高温、熏黑影响位置的构件耐久性。

参考文献:

[1] 中国新闻网. 广州油罐车爆炸现场:千米高架桥被大

火熏得乌黑[N/OL]. (2012-06-29)[2022-12-10].
<https://www.chinanews.com/gn/2012/06-29/3997741.shtml>.

[2] 养护在线. G80 广昆高速平锁段桥梁火灾扑救和应急处治纪实[N/OL]. (2017-08-01)[2022-12-10].
https://www.sohu.com/a/161425875_99915349

[3] T/CECS 252-2019, 火灾后工程结构鉴定标准[S].

[4] 李兵. 混凝土板受火性能分析及整体结构中连续板抗火试验研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2015.

[5] 王成明,李捷,刘其伟,等. 火损后预应力混凝土空心板梁检测、评估与加固技术研究[J]. 公路交通科技, 2018,35(1):80-87.

[6] 崔闯,张正祥,王昊,等. 桥梁抗爆与抗火 2020 年度研究进展[J]. 土木与环境工程学报(中英文),2021(43):207-221.

[7] 许肇峰,陈映贞,张建. 预应力混凝土梁桥火灾损伤分析与评定[J]. 南京工业大学学报(自然科学版), 2020,42(3):291-301.

[8] DB44/T 2331-2021, 公路混凝土桥梁火灾后安全性能评定技术规程[S].

[9] 朱战伟,张鸿志,韩永超. 变截面曲线连续梁桥体外预应力加固研究分析[J]. 黑龙江交通科技,2021(10): 76-77.

[10] JTG 3362-2018, 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].

鸿图特长隧道高压涌水成因分析

张修杰,程小勇

(广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 广东 广州 510440)

摘 要:鸿图特长隧道是广东大丰华高速穿越莲花山脉的关键控制性工程,隧道最大埋深达 740m,隧道开挖过程中遭遇到压力 4.8MPa 下大流量涌水,最大水量达 14 万 m^3/d 。通过分析隧道地质构造影响,阐述开挖过程中高压涌水水量状况及其主要导水构造,同时对涌水过程水量进行跟踪,比较不同洞段位置涌水水质,提出了鸿图特长隧道受莲花山断裂影响下形成的桐子洋向斜蓄水构造、岩体侵入接触蓄水构造和断裂裂隙蓄水构造等三种蓄水构造模式。综合隧道全线涌水量特征与地质构造关系,提出隧道高压涌水机制主要为受莲花山断裂影响形成的地垒式水文地质模型作用,使得隧道在开挖时遭遇到高压大流量涌水,在贯通后受深部储水循环控制,重新构建地下水系统稳定后每天近 6 万 m^3 大流量涌水,与实际吻合。

关键词: 鸿图特长隧道;高压涌水;涌水成因;断裂带

0 引言

一般情况下,隧道水文地质研究首先应查明隧道所在水文地质单元内地下水补给、径流、排泄规律,确定隧道水文地质类型和主要补给来源、补给途径,分析涌水机制的成因,进而计算隧道涌水量的大小,为隧道施工过程中堵排水方案设计提供科学研究。针对大流量涌水,为保证隧道安全施工,常需增加抽水设备,采用超前探水及地质预报、超前深孔帷幕注浆、调整开挖方法和支护参数,开挖后全环径向注浆,施作抗水压衬砌等措施进行处理。其中,隧道涌水机制的成因分析是隧道水文地质研究的重要内容。

自然地理、气象及地质条件不同,使得不同隧址区涌水特征有显著差异,涌水机制各有不同。断裂带条带状储水空间,隧道涌水后,丰枯水期不同,可伴随表层风化裂隙上层滞水饱和带形成或消失^[1];裂隙的切割揭穿暗河管道,从而形成导水通道,隧道顶板上部的水体排入隧道形成涌水^[2];断层破碎带、岩性接触带极易形成大的突水通道,突水特征具有高水压、大流量的特征^[3-5];而对于典型岩溶隧洞,突涌水模式根据构造和岩溶埋藏特征可以分为断裂构造与暗河联合控水模式、岩溶管道控水模式和层理面控水模式^[6-9]。

鸿图特长隧道位于广东梅州境内,隧道在施工开挖过程中遭遇到 4.8MPa 水压力下大流量涌水,最大水量达 14 万方,突破了人们对该地区传统的认知。本文以鸿图特长隧道为例,从地质构造、高压涌水现状及过程、蓄水构造模式等方面综合探讨了其高压涌水机制的成因。

1 隧道概况

鸿图特长隧道为大丰华高速穿越莲花山脉的关键控制性工程,位于粤东构造抬升侵蚀剥蚀中低山地貌区,隧址区山体宽厚、起伏较大,隧道最大埋深达 740m。隧址区地层岩性主要为侏罗系熔结凝灰岩和燕山期花岗岩,隧道洞身以中、微风化岩为主。

隧址区位于地下水的补给区,地下水从中部往四周径流,进口段整体往东径流,出口段则往西径流,中部一带往南径流。一级分水岭以丰顺县和五华县县界,水系发育,处于榕江和韩江两大水系的分水岭位置。以拟建隧道 K92+400~K92+900 为界,西部属于韩江水系,东部属于榕江水系。二级分水岭位置自黄棉湖水库北东一级分水岭位置往南,经黄棉湖顶、狮头石、阿壳崇、流崇、柳崇等往南东方向延伸,整体为北西-南东走向。该分水岭以西属于榕江南河水系,以东(隧道入口段)属于榕江北河水系。三级分水

岭位于南房肚山以北,自一级分水岭往东,经上坝山、桐子洋寨、船头寨往东,整体为近东西向。该分水岭以北汇入桐寨小溪,以南为南礞水,均属于北榕江河水系的次级支流。

区域内水系发育,降雨丰富,工程地质条件极其复杂,形成了隧址区特殊和复杂的水文地质条件。

2 隧道开挖涌水状况

2.1 高压涌水水量状况

隧道进口段涌水最早发生于 2019 年 4 月 20

日,出水量约为 $450\text{m}^3/\text{h}$ 。2019 年 5 月 22 日,左线 ZK91 + 163 掌子面进行超前水平地质钻探时,在掌子面中部位置钻进至 20m 时,发生高压涌水现象。据 2019 年 11 月 5 日监测数据显示,进口左洞涌水量 $14\,400\text{m}^3/\text{d}$,右洞涌水量 $21\,974.4\text{m}^3/\text{d}$;11 月 14 日监测数据显示,进口左洞 $66\,456\text{m}^3/\text{d}$,进口右洞 $40\,800\text{m}^3/\text{d}$ 。随着超前钻孔的增加,涌水量也呈现增大趋势。

部分典型洞段开挖过程揭露出的工程地质和水文地质条件统计情况见表 1。

表 1 典型洞段工程与水文地质条件表

序号	桩号	设计围岩	施工围岩	工程地质条件	涌水特征	超前预报 TGP 波速/(m/s)
1	K91 + 260 - K91 + 270	II	S - IVa	F91 + 270 断层, NE50° ~ 60°/SE ∠83°, $h = 0.20\text{m}$,断层带主要为角砾岩充填	股状水量 $50 \sim 60\text{m}^3/\text{h}$	2 000 ~ 3 000
2	K91 + 270 - K91 + 280	II	S - IVd			3 000
3	K91 + 280 - K91 + 290	II	S - III	F91 + 296 断层, NE85°/SE ∠80 ~ 90°, 宽度 $h = 0.2 \sim 0.4\text{m}$,断层带主要为角砾岩	涌水多为股状水	5 000
4	K91 + 292 - K91 + 302	II	S - III			5 000
5	K91 + 305 - K91 + 315	II	S - III			3 000
6	ZK94 + 198 - ZK94 + 188	II	S - IVd	掌子面节理裂隙发育、整体破碎、稳定性差	边墙股状 $30\text{m}^3/\text{h}$	5 200
7	ZK94 + 188 - ZK94 + 183	II	S - III	主要存在 3 组节理裂隙,张开为主。	拱腰股状流水 $25\text{m}^3/\text{h}$	5 200
8	ZK94 + 183 - ZK94 + 173	II	II8 工字钢护	掌子面围中部发育断层,带宽为 $0.3 \sim 0.45\text{m}$,泥质充填夹角砾岩	柱状、股状,总涌水量约 $350\text{m}^3/\text{h}$	5 200

2.2 主要导水构造

2019 年 4 月 24 日,在 K91 + 169 掌子面开展了超前水平钻孔工作,布置了两个孔(见图 1),左侧孔在钻进至 8m 时卡钻,地下水呈半孔产出。2019 年 4 月 25 日右侧钻孔在钻进至 17m 时水量和水压突增,钻进至 18m 时,孔口地下水突出冲翻钻机,人员紧急撤离。据此,推算出涌水断裂走向为 NW320°左右。

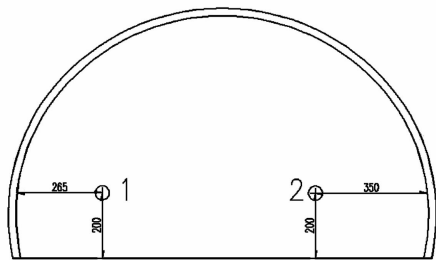


图 1 K91 + 169 掌子面超前钻孔布置示意图

在 K91 + 203 帷幕注浆后掌子面进行超前水平钻孔工作,布置了 4 个孔(见图 2),1#钻孔钻至孔深 7m 满孔出水,2#钻孔钻至孔深 15m 满孔出水,3#钻孔钻至孔深 23 ~ 29m 满孔出水,4#钻孔钻至孔深 29 ~ 35m 满孔出水。据此推算出涌水断裂走向 NE80°左右。

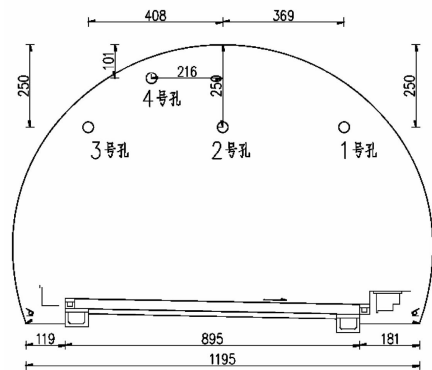


图 2 K91 + 203 掌子面超前钻孔布置示意图

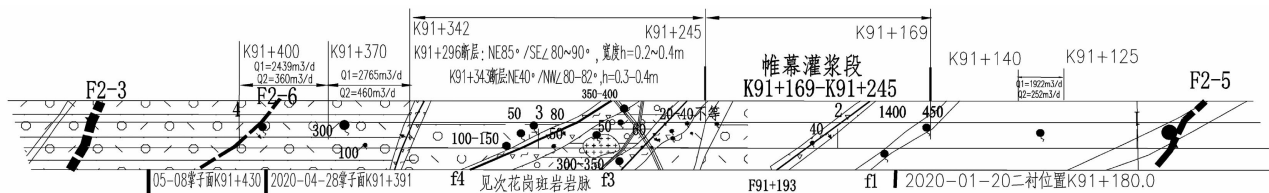


图 3 进口段富水段落开挖地质素描 (K91 + 100 - K91 + 500)

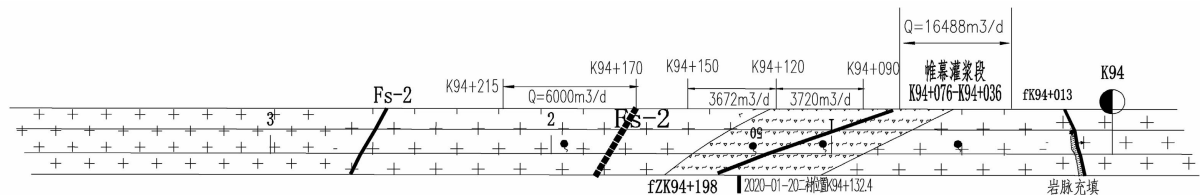


图 4 出口段富水段落开挖地质素描 (K94 + 350 - K94 + 000)

隧道 K91 + 100 ~ K91 + 500 及 K94 + 350 ~ K94 + 000 完成对富水段落的揭露,开展了工程地质和水文地质调绘,成果见图 3 和图 4。根据洞内调绘成果显示,隧道进口段在开挖后出现大流量涌水,围岩为坚硬的凝灰岩,具备很好的稳定性,掌子面在一个月左右的时间内不发生垮塌,富水段落的分布及断裂分布呈对应关系,涌水多发生于 NE 向断裂构造及节理裂隙中。综合已开挖段涌水位置及其与断裂的关系,认为进口端主要受 NE 向断裂的控制,其它裂隙多为次级或旁侧发育,因相互连通而产生涌水。而出口端则主要受近 EW 向断裂的控制,EW 向断裂作为横向断裂导水,沟通了 NE 向富水裂隙产生涌水。整个隧道主要受到 NE 向导水构造控制。

3 隧道涌水特征分析

3.1 隧道涌水水量过程分析

隧道带水作业过程中,地下水地质条件变得更加复杂,水量呈增大趋势,在最大富水带处左、右洞涌水量已大于 10 万 m³/d,涌水量已接近预测涌水值(26 484.36m³/d ~ 144 274.74m³/d)的上限值。

从隧道涌水特征来看,隧道涌水主要来自于断裂带裂隙,进口段主要受 NE 向断裂裂隙控制,而出口段与 EW 向断裂裂隙关系更加密切。涌水断裂常发育张开裂隙、石英脉、斑岩脉,总体上左洞涌水量稍大于右洞,表示左侧来水可能大于右侧来水。

根据隧道开挖涌水量观测记录,进、出口段涌水流量过程线见图 5,隧道贯通后分段涌水量见图 6。从隧道涌水量过程线分析,隧道进口段涌水量大而且稳定,左、右洞涌水量基本相当,反映涌水来源是同源的,随着开挖深度的延伸,涌

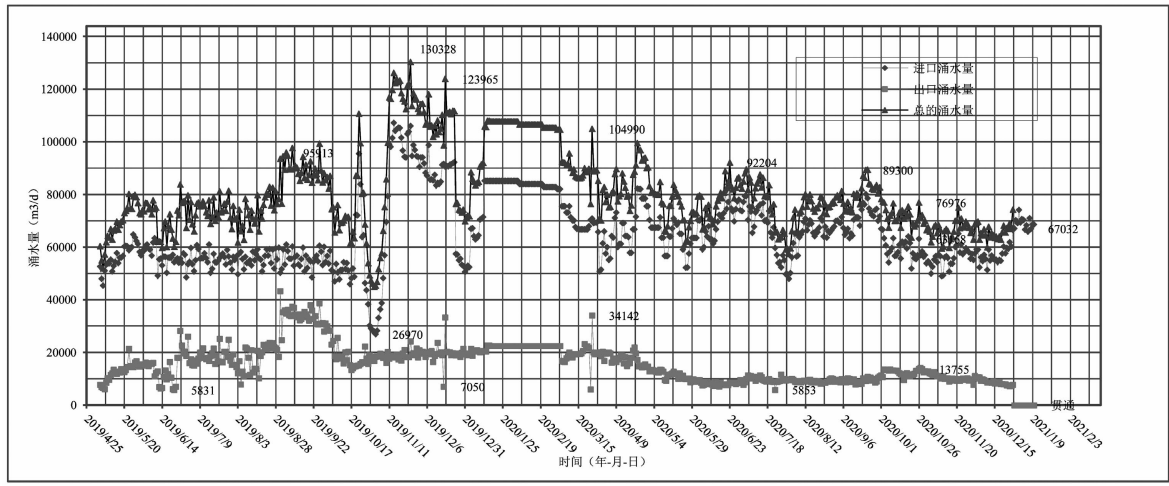


图 5 隧道进、出口段涌水流量过程线图

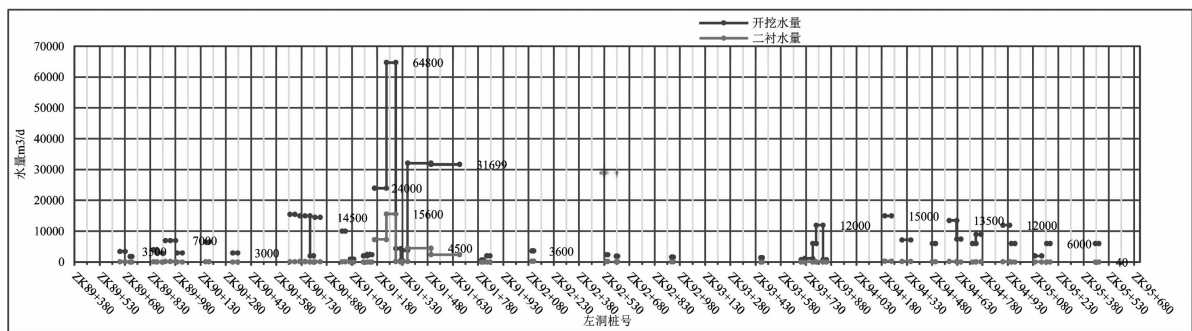


图 6 左洞开挖水量及二衬水量图

水量保持基本稳定,说明目前揭露的导水构造属于同一组,以多条断裂组合为特征,发育宽度较大。出口段涌水量虽然比进口段要小,但是左、右洞涌水特征和流量也基本相当,且较为稳定,也反映出是受同一组断裂导水带的控制,断裂带以多条断裂组合为特征,发育宽度也较大。由此可见隧道进口段和出口段是受两组相同性质的不同导水断裂带所控制,两条导水断裂带都具有较为广远和稳定的补给来源。

3.2 隧道涌水水质特征分析

对隧道进、出口出水点水质进行了测试,其成果见表 2。水质初步分析认为,出口段四处水

质稍有差异,总体上为弱碱性到碱性水,矿化度较低,反映出水的来源有所差异,主要为断裂带储存地下水,各断裂富水带虽有联系,但又有不同汇水范围。进口段水质较为接近,水质从弱碱性向中性变化,反映水的来源相近,说明随着长时间涌水的发生,断裂富水带相互连通性加强,有浅层地下水加入,形成较为稳定的涌水特征。

pH、电导、溶解性总固体(TDS)、总硬度等水质指标显示,隧道涌水水质明显区别于地表水,因此隧道涌水不是地表水体直接渗入,而是地下水汇聚而成。

表 2 全线水质分析成果表

采样位置	K91 + 169	K91 + 203	飞泉溪流	钻孔	ZK94 + 076	K91 + 310	K91 + 295	ZK91 + 40	地表水
pH	8. 03	8. 4	6. 98	8. 3	8. 1				
TDS/(mg/l)	194. 41	197. 0		188. 0					
电导/(μs/cm)						222	198	195	18 ~ 43
总硬度/(mg/l)	93. 31	78. 1	10. 8	50. 1					
Ca ²⁺	mg/l	35. 67	29. 8	3. 76	18. 1				
Mg ²⁺		1. 63	0. 83	0. 33	1. 16				
K ⁺ + Na ⁺		8. 9	9. 1	3. 87	24. 3				
HCO ₃ ⁻		114. 41	102. 6	17. 3	80. 3				
SO ₄ ²⁻		8. 97	9. 068	1. 046	3. 6841				
Cl ⁻		1. 21	1. 046	1. 221	1. 039				
水化学类型	HCO ₃ ⁻ Ca	HCO ₃ ⁻ Ca	HCO ₃ ⁻ Ca · Na	HCO ₃ ⁻ Ca · Na					

4 隧址区蓄水构造模式

4.1 莲花山断裂的影响

隧道横穿莲花山断裂,该断裂是广东第一深大断裂,北起大埔,南及深圳,全长 360km,呈

北东 45°左右展布,地貌上表现为地垒山系,地垒两侧分别为五华 - 深圳断裂和大埔 - 海丰断裂,此外还发育一系列与之近于直交的北西向断层(见图 7)。

莲花山断裂带的活动历史,最早可追溯到震

旦纪,经过加里东、印支-燕山等构造运动,形成了一条复杂的构造岩浆带、热动力变质带以及复式褶皱带和断裂构造带。新生代以来断裂带进入了与前不同的崭新发展阶段,新构造运动结束了本区晚白垩世末-古近纪初的宁静状态,断裂复活,准平原解体,形成了现今所见的宏伟山脉^[10-13]。隧道主要受 NE 和 NW 向断裂影响见图 8。

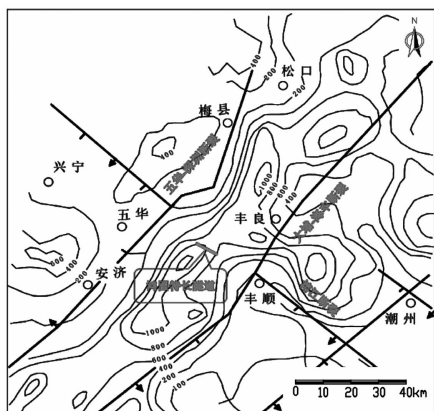


图 7 莲花山断裂带及古夷平面高程等值线图

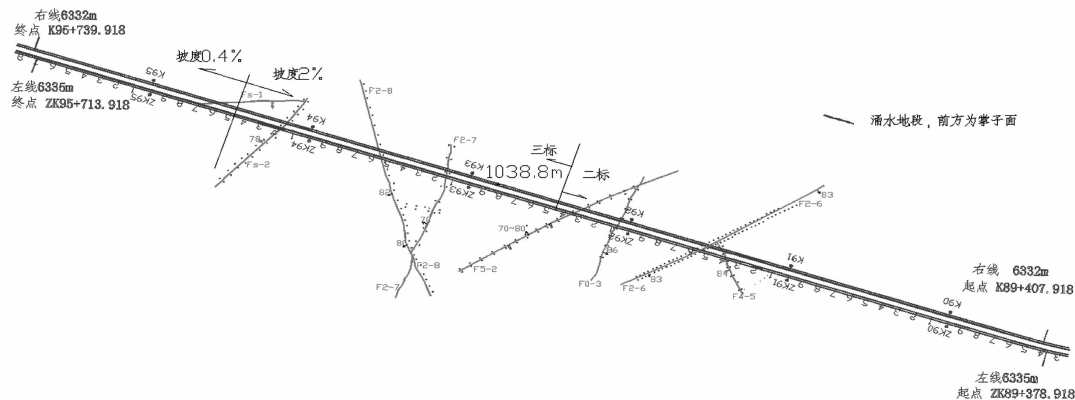


图 8 隧道断裂分布图

(2) 岩体侵入接触带蓄水构造

岩体侵入接触带,由于受到强烈的挤压、烘烤、蚀变等地质作用,一般岩性较为破碎,形成基岩裂隙水的良好赋存空间。隧址区不仅有火山岩与花岗岩的侵入接触带,还有不同期次花岗岩的侵入接触带,成为基岩地下水赋存的重要场所。

(3) 断裂带蓄水构造

隧址区位于莲花山断裂带南北分支之间断裂抬升形成的地垒式地块中,岩体裂隙发育,有许多次级构造横杂期间,形成以 NE 向压性断裂构造和北西向张性断裂为主,夹杂北北东与北西以及近东西和南北向的棋盘状构造,构成了基

4.2 蓄水构造模式

受莲花山断裂多期次活动影响,隧址区地质构造复杂^[14-16],主要表现为由熔结凝灰岩形成的桐子洋复式向斜以及广泛发育纵横交错的断裂构造。根据含水介质发育特征与地质构造组合关系,隧址区主要蓄水构造类型有桐子洋向斜蓄水构造、岩体侵入接触蓄水构造和断裂裂隙蓄水构造。

(1) 桐子洋向斜蓄水构造

桐子洋向斜主体位于丰顺县丰良镇桐子洋-走马岗一带。褶皱形态为开阔型褶皱,次级褶皱发育。褶皱轴线方向 NE50°,褶皱长 25km,宽 25km。隧道进口-K92+100 段经过该褶皱带,总体上位于该褶皱带的转折端至北西翼过渡带,主要表现为由火山岩构成向斜构造。向斜构造的发育往往具有较好的赋水汇水条件,成为地下水汇聚富集的场所。

岩断裂裂隙蓄水构造。

5 隧道涌水成因机制分析

5.1 地垒式构造

通过对隧洞涌水特征、水质以及地表地形地貌、水系、地层岩性、地质构造的综合调查、测试和分析研究,从区域基岩地下水系统分析,对隧道涌水成因机制形成下列模式。

在区域性 NE 向断裂的夹持下,隧址区中间山体在 NE 向断层断块式作用下,两侧岩体下掉,中间山体抬升,形成地垒式构造,汇水走向呈 NE 向,两侧主干断层恰好位于山原区与山坡的转折

部位,受风化剥蚀侵蚀和卸荷作用下,形成张开的富水断裂,成为地表水及浅层地下水入渗和富集的场所和通道,图 9 为采用可控源音频大地电磁法(CSAMT)物探探测的电阻率纵剖面图,显示

在断层带处赋存丰富的地下水,而且在隧道轴线布设的广东省第一公路深孔 CSZK14 有承压水存在,经过开挖验证,前期探测的地下水与实际开挖揭露出的情况具有较好的吻合性。

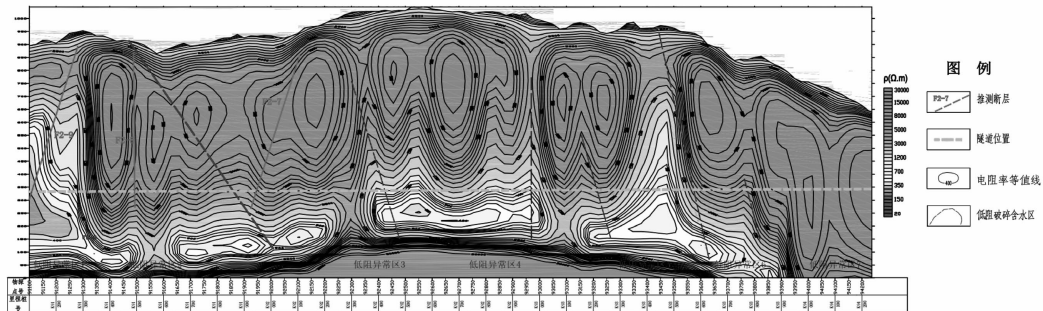


图 9 隧道可控源音频大地电磁法(CSAMT)纵剖面图

隧道出口段竖井上游山坡上发育数条 NE 向张性断层见图 10,产状分别为 $75^{\circ}/NW \angle 82^{\circ}$ 和 $58^{\circ}/NW \angle 67^{\circ}$ 等,同时顺沟发育 $285^{\circ}/NE \angle 78^{\circ}$ 裂隙,此处植被茂盛,地表腐殖质堆积,顺坡有滑塌,形成张裂缝,与隧道涌水初期水质发黑糊臭反应相一致,断裂的沟通使得隧道涌水汇水范围不断扩大。隧道进口段富水段落的山体,同样可见类似的富水构造模式(见图 11)。综合表明隧道涌水主要是揭露 NE 向富水导水断裂所引起。综合隧道涌水特征及地质构造,建立隧道涌水机制水文地质概念模型图(见图 12)。



图 10 隧道出口段竖井上游山坡发育张性断裂照片



图 11 隧道进口段山坡发育张性断裂照片

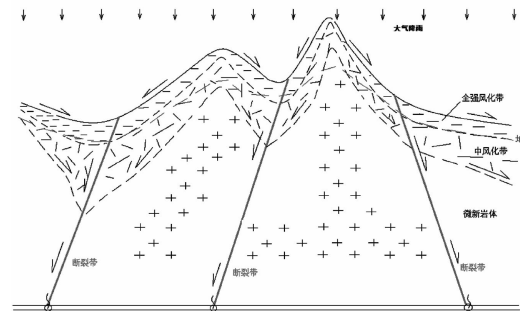


图 12 隧道涌水机制水文地质概念模型图

隧址区地表水体有限,隧道涌水主要来自于由断层构造疏导的远端水。地下水通过断层及岩体裂隙沟通形成的地下水脉状网络涌向隧道掌子面。综合分析鸿图特长隧道涌水来源存在较为固定的水源,同时其补给源在较远且较深处,隧道涌水在固定水源的补给下随天气状况而上下浮动。裂隙岩体接受大气降水的补给后,地下水主要发育在风化裂隙层、微风化裂隙层及断层破碎带中。在深部岩体中,地下水主要沿断裂带运动。

5.2 深部储水循环

如图 12 所示,在地垒式水文地质模型控制下,一旦隧道施工揭露到 NE 向主干断裂带与北西向等次级断裂的交汇部位,小型断裂发育,岩体破碎,不仅涌水量大、承压水头高,而且断裂破碎带宽,延伸长,在地表控制了河流或溪沟的发育,使河流沿断裂带直线延伸,具有良好的入渗补给条件。由于隧道涌水高程低,埋深大,隧道涌水后引起区域地下水位的强力下降,降落漏斗扩大,汇水

范围也不断扩大,补给稳定,形成稳定的隧道涌水。

隧道出现高压涌水是在隧址区山体两侧 NE 向区域断裂富水带的沟通下,汇聚山体上部山原区汇水洼地河道等浅层地下水以及断裂带延伸方向的汇水产生的,具有沟通距离远,汇水面积大,水量丰富的特征,形成了深部储水循环,在隧道贯通后富水段落仍具有稳定大流量涌水。目前隧道已经建成通车,隧道洞口每天仍排出 6 万 m^3 的水量。

6 结论

(1) 深埋特长隧道高压富水段落可以通过可控源音频大地电磁法(CSAMT)等物探手段进行探测,在后期钻探进行验证过程中,若钻孔中出现承压水,甚至直接冲出孔口时,表明山体必然存在高压富水体,隧道施工时大概率会遭遇高压涌水。

(2) 鸿图特长隧道全线主要受 NE 向莲花山断裂的控制,其它裂隙多为次级或旁侧发育,因相互连通而产生涌水。在出口端花岗岩区受近 EW 向断裂的控制,作为横向导水断裂沟通了 NE 向富水断裂产生涌水。隧道涌水不是地表水体直接渗入,而是山体深部静储水循环汇聚而成。

(3) 鸿图特长隧道在莲花山断裂挟持下,地下水以地垒式水文地质模型赋存,形成了桐子洋向斜蓄水构造、岩体侵入接触蓄水构造和断裂裂隙蓄水构造。进口端受到桐子洋向斜蓄水构造和断裂裂隙蓄水构造影响,出口段受到断裂裂隙蓄水构造和岩体侵入接触蓄水构造。

(4) 隧道涌水后引起隧址区域地下水位的强力下降,降落漏斗扩大,汇水范围也不断扩大,深部循环水补给稳定,形成稳定的隧道涌水。进口端熔结凝灰岩区受桐子洋向斜结构影响深远,富水段落在隧道贯通后仍将出现稳定的大流量涌水,与实际吻合。

参考文献:

- [1] 刘拓,曹小祥,栗现文. 明堂山隧道断裂破碎带涌水概念模型与止水承压特征[J]. 现代隧道技术,2015,52(5): 110 - 116.
- [2] 刘泉,邓辉,王丽丽. 古蔺县中坝岩溶隧道涌突水机制

分析[J]. 路基工程,2014,173(2):159 - 163.

[3] ZHAO H, MA F, GUO J. Regularity and formation mechanism of large - scale abrupt karst collapse in southern China in the first half of 2010[J]. Natural Hazards,2011,60(3):1037 - 1054.

[4] HE KEQIANG, YU GUANGMING, LU YAORU. Palaeo - karst collapse pillars in northern China and their damage to the geological environments[J]. Environmental Geology, 2009, 58(5):1029 - 1040

[5] 王遇国. 岩溶隧道突水灾害与防治研究[D]. 北京:中国铁道科学研究院,2010.

[6] 汪云,杨海博,郑梦琪,等. 岩溶区深埋隧洞水文地质概念模型及突水模式[J]. 人民黄河,2019,41(7):126 - 130.

[7] 郭佳奇,陈建勋,陈帆,等. 岩溶隧道断续节理掌子面突水判据及灾变过程[J]. 中国公路学报,2018,31(10): 118 - 129.

[8] 张金平. 某通车山岭隧道涌水水文地质工程地质评价[J]. 西南公路,2017(3):50 - 53.

[9] 王建秀,杨立中,何静. 深埋隧道涌水量数值计算中的试算流量法[J]. 岩石力学与工程学报,2002,21(12):1776 - 1780.

[10] 黄玉昆,张珂. 广东莲花山断裂带的新构造运动特征[J]. 华南地震,1990(2):25 - 34.

[11] 夏玲燕,林畅松,李筱,等. 基于遥感和航磁多源数据研究莲花山深大断裂在广东及相邻海域的延伸[J]. 国土资源遥感,2019,31(1):247 - 254.

[12] 张文高,王晓虎,陈正乐,等. 广东莲花山断裂带韧性剪切带变形特征及其与成矿的关系[J]. 中国地质,2020,47(4):932 - 943.

[13] 汪礼明,王军,王核,等. 粤东莲花山断裂带动力变质作用与动力变质热液成矿[J]. 大地构造与成矿学,2018,42(5):908 - 917.

[14] PARK K. H, OWATIRIWONG A, LEE J. G. Analytical Solution for Steady - State Groundwater Inflow into a Arained Circular Tunnel in a Semi - Infinite Aquifer: A Revisit [J]. Tunneling and Underground Space Technology,2008,23(2):206 - 209.

[15] TANI M E. Circular Tunnel in a Semi - Infinite Aquifer [J]. Tunneling and Underground Space Technology,2003,18(1):49 - 55.

[16] MOLINERO J, SAMPER J, JUANES R. Numerical Modeling of the Transient Hydrogeological Response Produced by Tunnel Construction in Fractured Bedrocks [J]. Engineering Geology,2002,64(4): 369 - 386.

公司承办的广东省公路学会新材料与结构专业委员会 成立大会暨学术交流会顺利召开

2 月 21 日,广东省公路学会新材料与结构专业委员会(以下简称“新材料与结构专委会”)成立大会暨学术交流会在公司报告厅顺利召开,公司作为新材料与结构专委会的依托单位承办了本次会议。广东省交通运输厅科技处副处长罗琪,公路

学会专家委员会主任陈冠雄、秘书长王强,公司总经理黄湛军,公路学会副理事长、公司总工程师孙向东等领导和各单位推荐的新材料与结构专委会首届委员会委员候选人、会员单位代表及嘉宾 100 余人参加了本次大会。公司总工程师孙向东主持会议。



会议选举产生了 119 名委员、38 名常务委员及 9 位领导班子。其中,公司总工程师孙向东同志担任主任委员,第四设计院桥梁总工程师徐德志同志担任副主任委员,高性能土木工程结构创

新研究中心执行主任徐东进同志担任秘书长,科技质量部主任林敏、第二设计院桥梁总工程师王雷、第五设计院桥梁总工程师宁立等同志担任常务委员。



选举环节结束后,进入学术交流环节,由当选新材料与结构专委会秘书长徐东进主持。本次学术交流邀请了公司总工程师孙向东作“高性能桥梁研究和应用”报告、北京华路安交通科技有限公司执行董事闫书明作“公路交通防护设施最新发展与实践”报告、江苏宏远科技工程有限公司总工程师葛晶作“基于深度学习的桥梁复合防护结构设计及其船-桥性能研究”报告、广州钛阳鸟科技有限公司总工程师陈业新作“纳米瓷防腐涂装材料在交通领域创新应用”报告、武汉理工大学教授丁庆军作“轻质高性能

混凝土研究与应用”报告,受到参会人员的一致好评。

广东省公路学会新材料与结构专业委员会成立大会暨学术交流会成功举办,为我省公路工程领域注入了新鲜活力,相信在广东省交通运输厅的指导下,在各会员单位、各位委员、各位专家的共同努力与支持下,新材料与结构专委会定能创造新业绩,为我省公路交通行业高质量发展做出新贡献。

(供稿:第二设计院、科技质量部)

第二十七届中国高速公路信息化大会报道

3 月 27 日至 28 日,由中国公路学会主办的第二十七届中国高速公路信息化大会在青岛隆重召开。公司副总经理汪超、交通安全与智慧交通设计院院长兼智慧交通创新与应用研究中

心主任孙卫华及相关领导、同事作为集团公司的参会代表,认真听取了各个分论坛的专题汇报、积极参观了信息化技术产品博览会的众多展台。



2025 年全国交通运输工作会议提出,要加快交通基础设施数字化转型升级,推进创新应用场景规模化落地;更好统筹发展和安全,加快建设交通强国。为进一步推进高速公路建设、养护、运营、服务等全流程数字化转型,稳步提升高速公路监测预警能力,保障公路安全运行,加强同行间经验技术交流,推广新技术新产品应用,加快科技创新和产业创新深度融合发展,中国公路学会举办了本次大会。

本次大会以“数智·转型·安全”为主题。会议期间举行了大会开幕式暨交通信息化形势分析主题报告会,围绕高速公路数字化转型升

级、预警与应急、车路云协同融合发展、改扩建机电信息化、收费与稽核技术创新、综合数据管理平台建设、智慧隧道、“一张网”出行服务新模式、“云网数图”数字底座、科技治超、主动管控与智慧扩容、信创与网络安全建设、智能运维与养护、智慧收费站与智慧服务区等主题,深入探讨了高速公路信息化规划、设计、建设、管理、服务等创新发展及新一代信息技术在高速公路应用与发展等内容。会议还同期举办了第二十七届高速公路信息化技术产品博览会,集中展示我国高速公路信息化技术产品研发、应用的最新成果。





通过大会可以感知到智慧交通和高速公路信息化呈现出以下趋势：

一、高速公路大运营时代到来。首先,2024 年公路固定资产投资同比下滑 8.7%,连续两年呈现收缩态势;其次,梅大高速路面塌方和陕西柞水公路桥梁垮塌事件的发生,全行业对于通过数字化科技手段预防、应急管理此类事件,提升路网运营安全的愿望和期待空前高涨;再者,2024 年 4 月,财政部、交通运输部联合发布《关于支持引导公路水路交通基础设施数字化转型升级的通知》,7 月《公路水路交通基础设施数字化转型升级示范区域(第一批)》八个省份城市示范区域,以及 2025 年 2 月《首批公路水路交通基础设施数字化转型升级交通强国专项试点任务名单》发布,其中路网运行管控监测、车

路云协同试点、智慧扩容、数据运营等都是重要内容。

二、人工智能引领高速公路信息化发展时代到来。收费站、服务区、隧道、桥梁、路面、边坡养护等几乎所有的智慧公路建设场景方案中,都有 AI 能力的加持方案,人工智能开始全面介入智慧公路建设。另一方面,2024 年在整个资本投资冷却的市场环境中,AI 赛道仍然火热,很多交投背景的基金纷纷把资金投向 AI 赛道,也印证了 AI 赛道在智慧公路未来发展中的重要位置。

在智慧交通、数字化转型的大时代背景下,我们必须结合集团公司的发展战略,找准自己的生态位,成为时代潮流的引领者。

(报道者:周赳赳)