

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：广州市天河区兴华路22号  
邮政编码：510507  
电话：020-37393018  
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

2023  总第191期

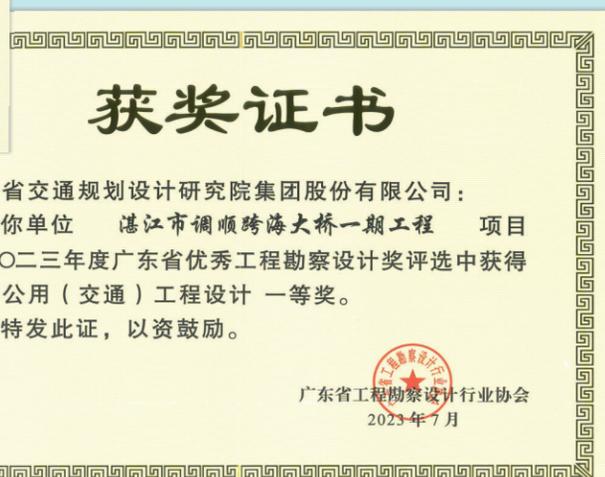


准印证号：(粤O)L0150076号

内部资料 免费交流

# 获奖喜报

2023年第三季度，公司工程创优、科技创新和专利申请再创佳绩，共获得工程奖25项，其中部级一等奖1项，二等奖4项，三等奖1项；省级科技奖10项，其中一等奖4项；获得国家知识产权局发明专利2项、实用新型4项。



## 公司级设计标准化评审会



2023年7月13日召开《桥墩系梁、承台通用图》评审会议。



2023年7月21日召开《交安设施通用图(公路)》评审会议。



2023年7月26日召开《附属结构通用图(二期)》评审会议。



2023年8月8日召开《变高悬浇箱梁通用图设计原则(二期)》评审会议。



2023年8月30日召开《40m小箱梁通用图》评审会议。



2023年8月31日召开《隧道设计通用图(二期)》评审会议。



2023年9月5日召开《连续箱梁通用图(分段施工)》评审会议。



2023年9月13日召开《30mT梁通用图》评审会议。



2023年9月18日召开《外业调查标准化指南(二期)》评审会议。

## 公司级评审会议



一、“2023年7月13日佛肇云高速公路肇庆高要至云浮罗定段”公司评审会。



三、“8月31清远省道S354线清太和至三坑段改建工程勘察设计公司级评审会议”。



五、“9月18日国道G324线博罗青塘至增城交界段改扩建工程公司级评审会议”。

二、“8月2日G98环岛高速公路排浦至白莲互通段改扩建工程勘察设计SJ03标段”。

四、“9月4日中山翠亨一元桥初步设计公司级评审会议”。



六、“9月19日G107线江村大桥旧桥梁改造(换索及病害维修)工程公司级评审会议”。



七、9月19日国道G228线汕头湾大桥新建工程(跨汕头湾新通道)公司级评审会议”。



八、9月26日召开“省道S340线古竹东江大桥改扩建工程(古竹东江大桥)/南海至新会高速公路(西江特大桥)”公司级评审会议”。

# 广东交通规划设计

(每季出版)

2023年9月30日印刷

2023年第3期  
(总第191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

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:广州市天河区兴华路22号

邮政编码:510507

电话:020-37393018

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:广东省云浮罗定至茂名信宜  
(粤桂界)高速公路

# 目次

## 部委政策

广东省交通运输厅关于标准化工作管理的办法 ..... (1)

## 公司动态

广东省交通运输厅黄成造副厅长一行莅临公司调研指导工作  
..... (4)

心怀热爱,共赴山海——公司2023年新员工入职培训圆满结束  
..... (5)

数智云山攀高峰,共享共建谋发展——公司承办的大数据赋能  
交通行业与城市协同发展交流会议顺利召开 ..... (9)

公司承办的“双碳驱动——能源、交通、建筑与产业交流会”  
在广州设计之都顺利召开 ..... (10)

## 技术论文

软基路堤改扩建若干问题与建议 ..... 刘吉福 (12)

大跨度系杆拱桥钢锚箱式索梁锚固区局部传力机理研究  
..... 周泽箭,陈双庆,陈耀章,雷顺成 (19)

基于人、车、路和环境全因素的城市交通事故预测模型  
..... 周煜焜,李秉乾,鲁岳,钟时雨 (26)

高速公路交通枢纽与土地空间复合利用  
..... 李旭华 (34)

## 专委会活动

金鸿公路东侧污水干管工程技术交流总结 ..... (38)

机电和智慧交通专业技术分委会赴华为公司开展技术交流  
活动总结 ..... (40)

城市轨道交通专业与隧道专业技术分委会联合开展“2023粤  
港澳大湾区(广州)智慧交通产业博览会暨粤港澳大湾区交通  
新技术论坛”技术交流研学活动 ..... (43)

## 信息专栏

第九届高等级公路机电养护与管理技术论坛 ..... (45)

茂湛高速公路改扩建项目品质建造现场观摩会技术交流 ..... (47)

公司主承办的第二届桥梁建设技术与艺术创新学术会议在  
佛山顺利召开 ..... (48)



# 广东省交通运输厅关于标准化工作管理的办法

## 第一章 总 则

第一条 为充分发挥标准在规范行业管理、提高工程质量、提升服务水平和推广科技成果应用中的作用,促进广东省交通运输行业高质量发展,根据《中华人民共和国标准化法》《广东省标准化条例》《地方标准管理办法》《交通运输标准化管理办法》等有关规定,结合本省实际,制定本办法。

第二条 广东省交通运输标准的制定、实施及监督管理等标准化活动,除要遵守相关法律、行政法规和国家有关部门的规定外,还应当遵守本办法。

第三条 本办法所称广东省交通运输标准由以下标准组成:

(一)由广东省交通运输厅(以下简称省交通运输厅)协助管理、组织实施的国家标准、行业标准。

(二)经广东省标准化行政主管部门立项、审核和发布,由省交通运输厅组织制定、实施和监督管理的地方标准。

(三)有关社会团体制定的交通运输领域团体标准,交通运输企业制定的企业标准。

第四条 需要在本省交通运输行业进行统一规定、规范使用的相关技术及服务要求,可制定地方标准。地方标准应当符合法律、法规、规章规定,不得低于强制性标准的技术要求。禁止利用标准实施妨碍商品、服务自由流通等排除、限制市场的行为。

第五条 为适应交通运输技术发展形势,在制定地方标准的时机尚未成熟、条件尚未具备时,省交通运输厅可以组织制定广东省交通运输标准化指导性技术文件(以下简称指导性技术文件),对相关技术进行规范管理和推广应用,供科研、设计、生产、使用和管理等有关人员参考使用。指导性技术文件由省交通运输厅发布、管理,不得低于

强制性标准的技术要求。其技术指标原则上不得低于推荐性国家标准和广东省相关标准要求,并做到与相关标准的协调配套。指导性技术文件的相关管理工作,适用本办法。

第六条 省交通运输厅建立健全科技创新与标准化协同发展的工作机制,鼓励交通运输领域先进适用技术转化为标准。

第七条 省交通运输厅在科技奖项推荐、各级推优等工作中,将参与标准制定、标准获奖等情况作为业绩认定成果,推动将参与标准制定情况纳入个人职称评价指标。鼓励企业、社会团体和教育、科研机构等根据本单位实际,将参与标准制定情况纳入工作业绩考核指标。鼓励对优秀标准以及标准化工作突出的团体、个人给予奖励。

## 第二章 机构与职责

第八条 省交通运输厅相关部门和相关单位组成广东省交通运输标准化管理委员会(以下简称管委会),负责研究审议本省交通运输标准化工作的发展战略、重大政策和重要事项,指导开展本省交通运输标准体系建设等工作。

第九条 广东省交通运输标准化技术委员会(以下简称标委会)是经广东省标准化行政主管部门批准成立,由省交通运输厅负责业务指导的技术组织,其主要职责是:

(一)提出交通运输标准化工作的政策和措施建议,协助完善广东省交通运输标准体系;

(二)根据委托开展归口地方标准的组织起草、征求意见、技术审查和复审工作;

(三)组织开展交通运输标准宣贯和标准起草人员培训;

(四)承担交通运输标准实施情况的评估、研究分析,向省交通运输厅和标准化行政主管部门反馈标准实施信息;

(五)开展与交通运输有关的其他标准化工作。

第十条 根据标准化工作需要,标委会可以筹建相关分技术委员会、工作组,经省交通运输厅审核同意后,报广东省标准化行政主管部门批准成立。

第十一条 各地级以上市交通运输部门(含港口、铁路主管部门,下同)负责管理本行政区域、本领域的交通运输标准化工作,主要职责包括:

(一)贯彻落实国家和省有关交通运输标准化工作部署,制定本行政区域交通运输标准化工作措施;

(二)组织交通运输标准的宣贯培训,推动其在本行政区域应用实施,开展监督检查;

(三)根据本地区交通运输发展需要,联合本地标准化行政主管部门制定市级地方标准并组织实施。

### 第三章 标准体系

第十二条 省交通运输厅根据交通运输部、国家铁路局以及广东省有关标准化发展规划、行业相关规划和行业发展需求,组织编制广东省交通运输标准体系。标准体系实行动态管理,根据需要及时调整。

第十三条 广东省交通运输标准体系包括标准目录及标准文本。省交通运输厅应当根据标准化工作需要,将交通运输领域相关国家标准、行业标准、地方标准和指导性技术文件及质量水平高、具有先进性的团体标准纳入广东省交通运输标准目录。

第十四条 支持鼓励各级交通运输管理部门、企事业单位、科研机构、大专院校、社会团体以及标准化组织根据各自职责和业务范围,组织开展科技创新和技术总结,制定满足市场和创新需要的团体标准和企业标准,并进一步提升为地方标准、行业标准或国家标准,积极开展交通运输标准的研究、起草和宣贯培训、应用推广等工作。

### 第四章 地方标准和指导性技术文件的制定

第十五条 省交通运输厅每年定期面向社会征集交通运输领域地方标准和指导性技术文件制

修订项目,相关企事业单位、社会团体组织等具有法人资格的单位以及公民可以申报或提出立项建议。

第十六条 省交通运输厅组织标委会对征集到的地方标准和指导性技术文件制修订项目进行论证、评审。可以制定地方标准的,由省交通运输厅统一向省标准化行政主管部门推荐立项;可以制定指导性技术文件的,由省交通运输厅立项、公示。省交通运输厅从征集项目中择优向相关立项管理部门推荐申报国家标准和行业标准。

第十七条 地方标准的制定程序原则上应包括立项、起草、征求意见、技术审查、报批、编号发布等环节。

指导性技术文件的制定程序参照地方标准执行。

第十八条 已立项的地方标准计划一般不做调整。确需调整的,由编制单位书面说明情况并提出申请,报标准的相应立项管理部门批准。

第十九条 地方标准编制单位根据省标准化行政主管部门的立项评审意见,对标准草案进行完善,形成标准初稿。标委会组织相关专家对初稿进行审查。标准编制单位根据初稿审查意见,对标准进行修改完善。

第二十条 地方标准编制单位将修改完善的标准初稿向有关单位和专家征求意见。标准经修改完善后,形成标准征求意见稿,报省交通运输厅。省交通运输厅向全省各地市交通运输管理部门、相关企事业单位、社会团体、标委会委员及社会公众征求对标准征求意见稿的意见。

第二十一条 地方标准编制单位应当根据征求意见结果对标准征求意见稿进行修改完善,形成标准送审稿并报标委会进行技术审查。技术审查应当采用会议审查形式,对标准文本进行逐条审查,充分论证标准的合法性、安全性、符合性、适用性、可行性、协调性和先进性等,并形成审查意见。

第二十二条 地方标准编制单位根据送审稿审查意见,对标准进行修改完善后,形成标准总校稿,组织召开标准总校会,开展标准总校工作。

第二十三条 地方标准编制单位完成标准总

校后,形成标准报批稿,报标委会审核,审核通过后,标委会出具审核意见,连同标准报批稿成套材料报省交通运输厅。

第二十四条 地方标准的报批稿经省交通运输厅审核后,报省标准化行政主管部门审查后发布,同时报国务院标准化行政主管部门备案。省交通运输厅通过门户网站、标准应用及管理信息系统等网络平台向社会公开地方标准文本。

## 第五章 标准实施

第二十五条 省交通运输厅应当制定标准实施的相关配套政策,鼓励行业各单位积极实施标准。各级交通运输管理部门应当通过文件等形式积极推进标准的使用。对标准的实施,行业管理有要求的,应当按相关要求执行。

第二十六条 省交通运输厅应当对推荐发布实施的国家标准、行业标准、地方标准等及时组织开展标准的宣贯、解释和培训,编制单位应予以配合,标委会应当做好相关协助工作。

第二十七条 省交通运输厅应当建立标准实施的信息反馈、效果评估和复审机制,对发布地方标准等适时组织开展实施效果评估和标准复审,形成标准制定、实施、修订或废止的闭环管理。

第二十八条 标委会负责收集、总结标准实施中反馈的问题及相关技术建议,并及时制定相应的处理措施。鼓励有关单位和个人向交通运输主管部门反馈标准实施的有关情况和建议。

第二十九条 省交通运输厅应当根据技术进步情况和行业发展需要,组织标委会对地方标准等适时开展实施效果评估工作,形成评估报告,视情况提出标准的复审建议。

第三十条 省交通运输厅根据标准实施的信息反馈及效果评估,组织标委会对标准适时开展复审工作。复审结果应当作为标准继续执行、修订或废止的依据。复审周期一般不超过 5 年。复审周期届满六个月前,标委会组织专家对需要复审的地方标准等进行审查,提出继续有效、修订或废止的复审意见,并报省交通运输厅。

第三十一条 根据标准实施效果评估和复审情况,对需要修订的标准等,省交通运输厅及时组

织开展修订工作。标准修订一般由原起草单位承担,并按照标准的制定程序申报修订计划。

## 第六章 监督管理

第三十二条 各级交通运输主管部门应当依据职责对本行政区域、本部门提出的交通运输标准的制修订工作进行指导,对标准的实施进行监督检查。

第三十三条 各级交通运输主管部门应当加强各领域业务工作对标准化工作的支持,增强标准化服务能力建设。鼓励交通运输企事业单位、相关科研机构等引进标准化专业人才,配套标准化资金投入,其使用应符合国家相关规定。

第三十四条 各级交通运输主管部门应当建立完善科技研发、协同创新与标准化工作的联动机制,积极推进科研成果向标准转化,通过重大科技攻关、专项科技攻关等,形成系列标准,健全交通运输标准体系。

第三十五条 省交通运输厅推进地方标准的征集立项、标准起草、征求意见、技术审查、发布实施、信息反馈和监督管理等标准化工作要实现全过程信息化管理。

第三十六条 标委会负责全省交通运输领域地方标准等的日常管理,协助省交通运输厅开展标准实施的信息收集、意见反馈和相关解释等工作。标准编制单位应当协助标委会做好相关标准的日常管理工作。

## 第七章 附 则

第三十七条 由省交通运输厅协助管理、组织实施的国家标准、行业标准的制修订工作按国家有关规定执行。交通运输领域团体标准、企业标准的制修订工作按国家有关规定执行。

第三十八条 本办法由省交通运输厅负责解释。

第三十九条 本办法自 2023 年 9 月 1 日起施行,有效期 5 年。

附件:广东省交通运输标准化工作制定管理流程图(略)

## 广东省交通运输厅黄成造副厅长一行 莅临公司调研指导工作

6月27日,广东省交通运输厅黄成造副厅长一行莅临公司开展专题调研工作。公司总经理黄湛军、总工程师孙向东等参加了调研座谈会。



会上,黄湛军总经理代表公司对黄成造副厅长一行的到来表示了热烈欢迎,并对交通厅各级领导长期以来给予公司的关心和支持表示了衷心感谢。公司总经理助理兼数字化技术研究院院长万欢向黄成造副厅长一行详细汇报了公司近年来在数字设计和 BIM 技术方面的探索实践与相关成果。黄成造副厅长认真听取了汇报,并对公司在数字化转型方面取得的成绩给予了充分肯定。

随后,与会人员围绕广东省《关于支持 BIM 关键核心技术与推广应用的行动方案(2023-2024年)》、推进广东省勘察设计成果数字化交付试点工作等议题进行了座谈交流。黄成造副厅长指出,在全省三个勘察设计成果数字化交付试点项目中,有两个项目是由公司承担勘察设计工作的,并以此勉励公司作为广东省工程建设领域的排头兵,要紧抓全省交通运输行业管理和服务数字化转型升级战略机遇,勇挑重担、争当先锋,积极攻关自主可控 BIM 关键核心技术,为广东省勘察设计成果数字化交付试点工作出谋划策,提供专业技术支撑;同时,要坚持合作共赢、共同发展的理念,加强与外部单位的合作交流,助力全省加快形成共建共享的交通基础设施产业数字化生态。

(报道者:傅海堂)

## 心怀热爱,共赴山海 ——公司 2023 年新员工入职培训圆满结束

七月的盛夏,骄阳似火,活力四射。公司又迎来了一批充满朝气与激情的新员工。为帮助广大新员工尽快适应工作环境和文化氛围,公司于 7 月 25 日至 29 日组织开展了为期五天的新员工入职培训。120 余名新员工参加了培训。本次培训以“心怀热爱,共赴山海”为主题,涵盖多项课程,内容充实、形式多样,旨在普及知识、启发思路,助力新员工在新的舞台上展翅腾飞。

### 走进公司,拥抱未来

在培训开幕仪式上,公司总经理黄湛军代表公司董事会、党委会、经营班子向新员工致欢迎词,并勉励广大新员工尽快转变角色、适应环境,以求务实的态度做好每一项工作,追求卓越、勇担重任,努力为自己的职业生涯发展打下良好的基础。



### 薪火传承,启迪征程

公司副总经理陈贤文以《公司发展战略、文化及个人职业发展》为题,开启了新员工培训的第一课。讲座中重点介绍了公司“12368”总体战略的规划背景及其重点举措,并通过对公司使命、企业愿景、核心价值观和企业精神的宣讲,让广大员工对公司企业文化建设有了初步的认知;最后,围绕员工职业生涯规划的目标、要求和实施路径进行了详细的阐述,并分享了大量具有借鉴意义的现实案例,教导新员工从养成良好的职业习惯开始,注重各自的职业发展规划,聚焦各自的事业领域,奋发有为,力争做出一番事业。



## 掌握基础,打好根基

公司人力资源部、科技质量部依次对公司基本情况、规章制度、质量管控、管理体系、档案管理、保密工作等基础内容进行了全方位的介绍,使广大新员工对公司的管理框架和体系运作有了初步认识,为新员工熟悉工作、融入集体乃至职业发展打下了良好的基础。



## 创新先锋,铸造精品

为了拓宽新员工的知识面,加深对公司各专业领域的了解,本次培训特别安排了各专业领域的技术专家为新员工开展了公路勘察设计基础知识、重点精品工程、建筑与桥梁美学、智慧交通与自动驾驶、信息化及数字化基础知识等课程。这些不同专业视角的专题培训,不仅拓宽了新员工的专业视野,同时也展现了公司在多元化业务领域的创新实力和综合竞争力,进一步激发广大新员工的自豪感。



### 安全防护, 责任至上

公司始终将员工的生命安全视为第一要务,通过安全生产及治安综合治理培训,让新员工牢记安全第一的重要性以及公司治安综合治理工作的各项要求;同时,通过消防知识讲座及实践演练,向新员工传授突发情况下的避险自救技能,增强大家的消防安全意识。



### 团结协作,勇攀高峰

在户外拓展环节,新员工们彼此协作,共同面对一个个富有趣味的“难题”、挑战一个个名为“不可能”的任务,在脑力和体力的结合中感受团队合作的磅礴动能,以此克服艰险、实现共赢,既锤炼了意志、激发了勇气,也为未来的职业生涯打好了心理基础、增添了源源活力。



为期五天的新员工入职培训圆满落下了帷幕。衷心祝愿各位新员工与公司并肩同行、砥砺前行,心怀热爱,勇敢追梦志昂扬! 共赴山海,携手并进铸辉煌!



(报道者:何明翹)

## 数智云山攀高峰,共享共建谋发展

### —公司承办的大数据赋能交通行业与城市协同发展交流会议顺利召开

8月25日,由公司承办的大数据赋能交通行业与城市协同发展交流会议在广州设计之都顺利召开。本次会议由白云区人民政府与区住房和城乡建设和交通局指导,由广东省智能交通协会主办、我公司承办。

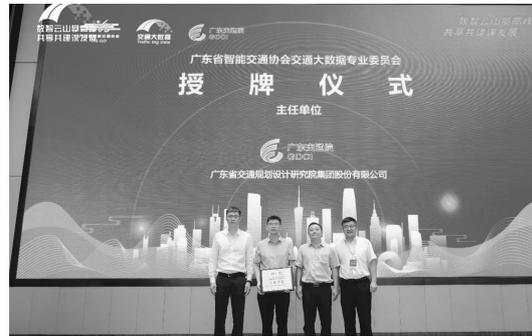
会议邀请了来自城市规划设计、交通规划设计、大数据、通信服务及互联网等多个领域的14位省内专家进行演讲,围绕大数据赋能交通行业与城市协同发展的主题,从数据采集、治理、汇集及应用等多个维度,探讨相关技术的研究与应用。本次会议采用线上线下相结合的形式。现场参会嘉宾、观众以及线上参会人员合计近4000人。

开幕式由公司副总经理汪超和综合规划研究院院长、交通大数据研究中心主任阮文主持。白云区住房和城乡建设和交通局局长李硕铭、广东省智能交通协会会长谢振东、公司董事长李江山等领导分别在开幕式上致辞。



李江山董事长在开幕致辞中表示,交通大数据不仅是技术和科学的结晶,更是推动城市智能化、绿色化发展的强大引擎。为了充分发挥交通大数据的作用,我们需要各界的共同努力:政府部门有力的政策引导,将能推动数据共享和流通,为交通大数据发挥行业价值奠定基础;企业的技术创新与实践,将能推动数据采集和应用技术的不断提升,为交通系统的优化升级提供先进的解决方案;学术界的深入研究,将能探索交通大数据背后的规律和趋势,为相关决策提供理论依据。

此外,为进一步推动交通大数据的共享共建,构建交通大数据上下游产业链的交流沟通平台,本次会议还举行了广东省智能交通协会交通大数据专业委员会的成立仪式。我公司担任该专委会主任单位。广东省智能交通协会会长谢振东为我公司进行授牌。



会上,公司交通大数据研究中心副总工程师罗赞发表了题为《数据赋能高速公路咨询业务的实践及思考》的主题演讲,以高速公路咨询业务需求为出发点,探讨了勘察设计院数据库、公路交通模型及平台

建设的思路,并以高速公路交通量预测、断面形式比选、立交方案比选、拥堵治理及碳排放核算等案例介绍了数据如何赋能高速公路咨询业务。



本次交流会的圆满成功,不仅为业界各单位搭建了交通大数据产学研用的学术交流、技术合作及业务合作平台,也推动了大数据在采集、治理、汇集与应用等上下游产业的连通。未来,公司将继续秉承“一路领先”的企业精神,不断探索行业前沿,为推动广东交通大数据发展贡献力量。

(报道者:黄本俊)

## 公司承办的“双碳驱动——能源、交通、建筑与产业交流会” 在广州设计之都顺利召开

9月15日,由广州市白云区人民政府、白云区住房和城乡建设局、白云区鹤龙街道办指导,广州市白云区建筑业联合会、广州市白云区建筑业产业联盟促进会主办,我公司承办的“双碳驱动——能源、交通、建筑与产业交流会”在广州设计之都顺利召开。

本次会议以“聚焦先进技术,助力双碳目标”为主题,邀请了广州市白云区住房和城乡建设局谢唯林处长和中国产业发展促进会李小军副会长为大会开幕致辞。公司总工程师孙向东担任此次交流会主持人。公司副总经理罗火生应邀参加了会议。

会上,来自全国各地的建筑、交通和能源领域的专家和行业代表齐聚广州,围绕“双碳”背景下各领域节能减排的发展趋势、技术研究、创新应用、标准建设等方面进行了专题研讨交流,共同探索“双碳”战略下能源、交通和建筑工程技术革新的未来之路。公司副总工程师陈志翔以及城市与建筑设计中心副主任冯琮亮分别以《“改交为隧,路城融合”——高速公路改扩建中新型TOD的双碳创新与实践》和《多式联运物流枢纽的双碳实践与探索》为主题作了低碳技术实际应用案例的专业分享,围绕设计优化、材料应用、施工要点、过程管控几个方面,系统全面地阐述了从设计到施工应用中的低碳技术要点及解决方案,分享了我公司在绿色低碳技术攻关和应用方面取得的经验,为加快交通和建筑工程前沿低碳适

用技术的研发和推广贡献了一份力量。



广州市白云区住房和城乡建设局谢唯林处长致辞



中国产业发展促进会李小军副会长致辞



公司孙向东总工程师主持会议



公司罗火生副总经理参会

本次交流会紧扣“双碳”战略的高质量发展目标，聚焦先进技术创新与应用，联动“双碳”驱动下的交通、建筑和能源行业上下游产业链，呼吁相关行业积极融入国家和地方的双碳创新体系中，围绕“3060”双碳目标，深入贯彻“技术先行，发展创新”理念，加快完善主动创新与协同发展体系建设，坚持“绿色、低碳、零碳”策略，继续巩固交通 + 建筑勘察设计、新能源领域规划、生态环保、装配式建筑等传统技术，全面深化低碳技术创新，坚持生态优先、绿色低碳的发展道路，在经济发展中促进绿色转型，在绿色转型中实现更大发展。

(报道者:汪碧新)

# 软基路堤改扩建若干问题与建议

刘吉福

(广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 广州 510507)

**摘要:**基于高速公路改扩建工程实践,对软基路堤改扩建若干问题给出建议。水塘路段不能在塘底进行地基处理施工时,宜采用搅拌桩,采用刚性桩时宜按桩承堤设计。既有边坡下软基处理工作面宜采用削陡边坡或钢板桩支护等方式形成。拼宽路堤沿其与既有路堤的界面滑动稳定性满足规范要求时可不设置台阶。普通土拼宽路堤台阶壁宜倾斜、平台宜水平或轻微外倾。竖壁台阶高度大于44 cm时会在台阶壁附近形成虚土区,需利用高速液压夯实或冲击碾压等对虚土进行压实,台阶高度大于2 m时可利用注浆将虚土胶结。轻质土拼宽路堤不应用作挡土墙,应设置易于施工的排水设置避免轻质土拼宽路堤后面积水。轻质土拼宽路堤滑动稳定分析时,斜坡界面范围内应考虑交通荷载,其余部分不应考虑交通荷载。拼宽路堤土工格栅宜采用双向格栅,土工格室宜设在路床中。桩帽间的连梁对路堤沉降和稳定作用较小,长螺旋桩机施工的钻孔桩桩帽之间需设置连梁,其他桩帽之间不必设置连梁。

**关键词:**软基;拼宽路堤;承堤;蘑菇路;斜坡台阶;轻质土;加筋;桩帽冲切;桩帽连梁

## 0 引言

近二十年来,公路改扩建在我国公路建设中的比例逐年增加。软基路堤改扩建是既有公路改扩建工程中重要组成部分,也是经常出现质量缺陷的部位。众多专家学者、工程技术人员对软基路堤改扩建工程的工程勘察、地基处理、路堤拼接、差异沉降控制等方面进行了深入研究,促进了工程建设。但是,由于软基路堤改扩建工程质量的影响因素非常复杂,工后沉降或差异沉降超标、纵向裂缝仍是其质量通病。上述病害主要出现在水塘路段、轻质土拼宽路段等。另外,在软基路堤改扩建中,对桩帽之间是否需要设置连梁、既有边坡下软基处理范围、台阶形式等方面一直存在争议。

在总结大量软基路堤改扩建工程实践经验的基础上,对水塘路段拼宽路堤设计、桩帽之间设置连梁的必要性、既有边坡下软基处理范围、既有边坡下软基处理工作面形成方式、拼宽路堤与既有路堤之间台阶形式、轻质土拼宽路堤稳定分析及排水设计等问题给出了建议。

## 1 水塘路段拼宽路堤注意事项

### 1.1 地基处理

为减少软基路堤改扩建工程的工后沉降、差异沉降和纵向裂缝,通常要求对水塘干塘后,挖除塘埂、在塘底进行地基处理施工。

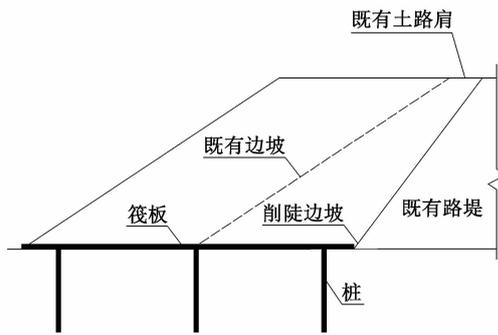
对广东等雨季时间较长的地区,干塘后在水塘底进行地基处理施工的难度较大,经常出现地基处理施工场地被水浸泡的情况,施工运输难度也较大。为减少积水对地基处理施工、施工运输的影响,广东等地区通常先将水塘填平,然后进行地基处理施工。上述作法导致水塘路段桩顶以下填土厚度达到1.5~3.0 m。当软土厚度较大时,刚性桩桩间土沉降较大,单侧拓宽时尤其严重。广中江高速公路与中山~江门高速公路拼接路段管桩复合地基路堤沉降接近1 m,其主要原因是桩帽以下填土厚度过大。工程实践和室内试验表明,当桩土沉降差较大时,经典的土拱效应公式不再适用,桩间土承担的荷载增大,桩间土沉降增大。

上述作法的另一个后果是桩帽以上填土厚度较小。当塘埂以上填土厚度小于2.5 m时,除非刚性桩按桩承堤设计,极易形成蘑菇路,如图1所示。当然,路堤高度小于2.5 m的非水塘路段刚性桩不按桩承堤设计时也易形成蘑菇路。



图 1 桩帽形成的蘑菇路

为避免路堤沉降过大,甚至形成蘑菇路,除了采用搅拌桩复合地基、设法在塘底施工刚性桩外,应按桩承堤设计刚性桩,在桩顶设置筏板或桩帽+高强土工布以形成桩承堤,见图 2。我国珠海已能生产 1 600 kN/m 的高强土工布。



(a) 桩顶设置筏板



(b) 桩帽顶面铺设两层高强土工布

图 1 桩帽形成的蘑菇路

### 1.2 轻质土拼宽路堤

为减少路堤荷载和用地,路堤拼宽经常采用直立轻质土路堤。按照 1.1 节作法进行地基

处理时,如果从塘埂起算的路堤高度小于 2.5 m,则轻质土拼宽路堤中轻质土厚度通常小于 1 m,减载和收坡作用非常有限,不宜采用轻质土拼宽路堤。

当然,路堤高度小于 2.5 m 的非水塘路段,也不宜采用轻质土拼宽路堤。

## 2 桩帽之间设置连梁的必要性

### 2.1 连梁的负作用

工程实践和数值分析均表明,桩帽之间设置连梁对提高路堤稳定性、减少沉降的作用很小。为了设置连梁,相邻桩帽标高需要一致。由于软基处理工程中桩顶标高控制较粗放,相邻桩顶实际标高经常相差较大,部分刚性桩进入桩帽的长度过大,可能导致部分刚性桩对桩帽产生冲切破坏,如图 3 所示。另外,桩帽之间设置连梁还会增加工程造价和施工难度。因此,非必要不宜设置连梁。



(a) 露出桩帽的管桩



(b) 高于桩帽顶面的管桩

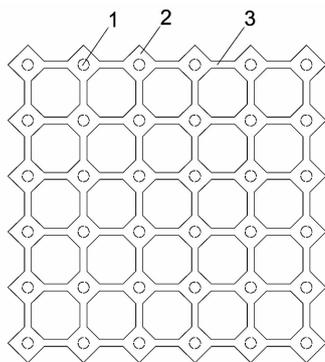
图 3 刚性桩对桩帽的冲切

### 2.2 应设置连梁的情况

路堤主要通过桩帽向刚性桩转移荷载。为避免褥垫层、填土施工时施工机械偏心作用在桩帽上导致桩帽与刚性桩脱离,通常在刚性桩上部设置钢筋与桩帽连接。当软土厚度较大且采用长螺旋施工刚性桩时,桩周围堆满软土(见图 4),施工人员无法进行插筋作业。通常等到软土变硬后再运走,此时混凝土已经凝固,需要采用植筋方式设置连接筋,施工队伍非常抵触,经常出现实际未设连接筋的情况。此时桩帽之间宜在桩帽之间设置连梁(见图 5),通过连梁固定桩帽的位置,避免桩帽脱离刚性桩。设置连梁时,应严格控制相邻桩顶的高差,避免部分桩顶进入桩帽过长。



图 4 长螺旋桩周围的软土



1. 刚性桩;2. 桩帽;3. 连梁

图 5 桩帽之间的连梁

### 3 既有边坡下软基处理范围

路堤拼宽时,在既有路堤边坡上填土加载会导致既有路堤沉降。为避免路堤拼宽导致既有路堤沉降过大,需对既有路堤边坡下的软基进行

处理。既有路堤边坡下软基处理边界与既有路肩之间的距离为  $a$ ,见图 6。

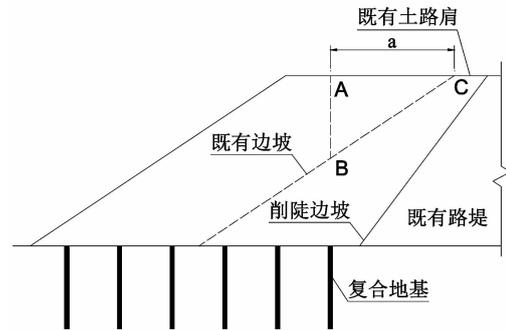


图 6 既有边坡未处理区域

表 1 是软土埋深为 0 m,压缩模量为 2 MPa,按照工后沉降不大于 5 cm 的标准计算得到的不同路堤高度、软基厚度对应的  $a$  值。

表 1 不处理区宽度  $a$  值(m)

路堤高度 /m	软土厚度/m					
	2	3	4	5	6	7
3	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.5
4	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0
5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.0
6	5.5	4.5	4.0	4.0	3.5	3.5
7	6.0	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5

对图 6 中 ABC 三角形区域内的填土荷载而言,下面的路堤土是其硬壳层,该硬壳层具有明显的应力扩散效应,对相同的软基和  $a$ ,路堤高度越大,最大沉降越小。因此,由表 1 可知,对相同的软土厚度、容许工后沉降,路堤高度越大, $a$  值越大。

### 4 既有边坡下软基处理工作面

#### 4.1 软基处理工作面形成方式

以往通常采用二次工作平台的方式形成既有路堤边坡下软基处理施工需要的工作面,见图 7(a)。该种方式需要软基处理施工机械二次进场或间断施工,施工单位较为抵触。

工程实践表明,以下作法颇受欢迎:从塘埂顶面起算的路堤高度小于 5m 时,采用 1:0.5~1:0.75 的坡率削陡既有边坡的方式形成软基处理工作面,见图 7(b);高度大于 5 m 时,在既有边坡上

打设钢板桩,然后挖除钢板桩外侧的边坡土形成软基工作面。上述两种方式,除清表土方外,开挖的土方均可用于填筑工作垫层,见图7(c)。

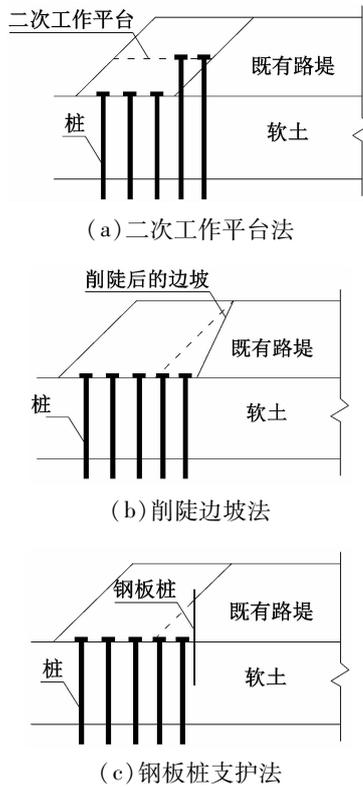


图7 形成软基处理工作面

#### 4.2 形成软基处理工作面后的既有路堤稳定性

采用二次工作平台的方式对既有路堤整体稳定性没有影响。削陡边坡、挖除钢板桩前面的土方被用于填筑工作垫层,对路堤整体稳定性影响很小,甚至会提高路堤的整体稳定性。路堤自身稳定性可以通过合理选择削陡边坡的坡率、钢板桩型号和嵌固深度等措施予以保证。工程实践表明,当塘埂以上黏性土路堤高度通常小于5 m时,边坡缓于1:0.75的路堤是安全的。

下面举例说明削陡边坡对路堤稳定性的影响。路基宽26 m,汽车荷载20 kPa,距离路肩1 m。路堤高5 m,边坡坡率1:1.5。路堤填土重度20 kN/m<sup>3</sup>,黏聚力40 kPa,内摩擦角15°。软土厚15 m、重度填土重度16 kN/m<sup>3</sup>,黏聚力15 kPa,内摩擦角16°。计算表明,削陡前路堤稳定安全系数为1.217。既有路堤边坡削陡边坡至1:0.75,利用削坡土方设置工作垫层,工作垫层宽10 m、厚

1 m,边坡坡率1:1.5,填土重度18 kN/m<sup>3</sup>,黏聚力15 kPa,内摩擦角15°。削坡后的路堤稳定安全系数为1.225,大于削坡前的安全系数,满足规范要求。

## 5 拼宽路堤与既有路堤之间台阶设计

### 5.1 台阶作用

对既有路堤进行拼宽时,通常需要清表0.3 m左右并设置台阶宽度不小于1 m的台阶。

在拼宽路堤填筑过程中,其与既有路堤之间的界面附近的填土颗粒大部分沿着界面方向定向排列,该部分填土的内摩擦角接近残余内摩擦角或界面摩擦角。

不设置台阶时,普通土拼宽路堤可能沿着其与既有路堤之间的界面滑动,如图8(a)中滑动面所示。分析拼宽路堤沿滑动面1的稳定安全系数时,应采用界面摩擦角。当采用界面摩擦角计算的拼宽路堤沿图8(a)中滑动面的稳定安全系数满足要求时,可不设置台阶。

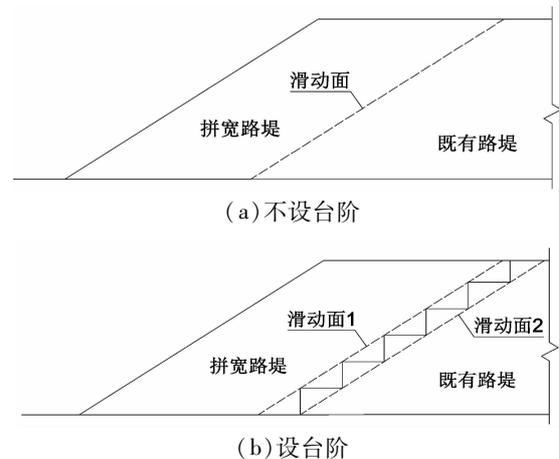


图8 拼宽路堤可能滑动面位置

设置台阶时,拼宽路堤完全沿着台阶壁和台阶平台滑动的可能性小于沿着图8(b)中台阶外侧连线1、台阶内侧连线2滑动的可能性。台阶外侧连线1位于拼宽路堤填土中,台阶内侧连线2位于既有路堤填土中,因此拼宽路堤稳定分析时应采用拼宽路堤、既有路堤中强度较低的填土的内摩擦角。

### 5.2 台阶形式选择与相应措施

不少设计采用平台内倾的竖壁台阶,如图8(b)所示。

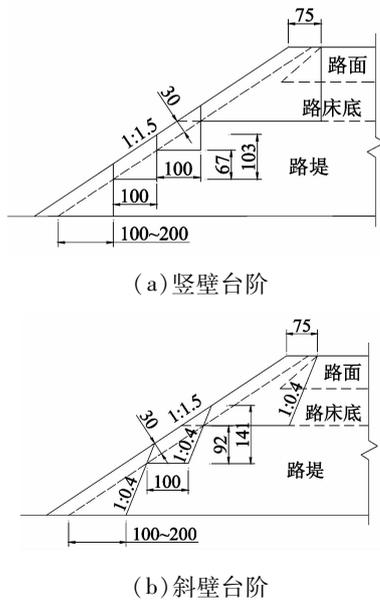
由图 9 可知,18 吨压路机轮毂外缘与钢轮的  
距离为 12 cm、轮毂底缘与地面的距离为 50 cm。



(a) 轮毂外缘与钢轮间距 (b) 轮毂底缘与底面距离

图 9 压路机轮毂与钢轮的位置关系

为充分利用既有边坡防护和排水设施、减少  
坡面冲刷,实际施工时不会先清表后开挖台阶,而  
是清表与台阶开挖同步进行,即将清表归入台阶  
开挖中,且开挖一级、填筑一级,不会一次性全坡  
面清表,如图 10 所示。



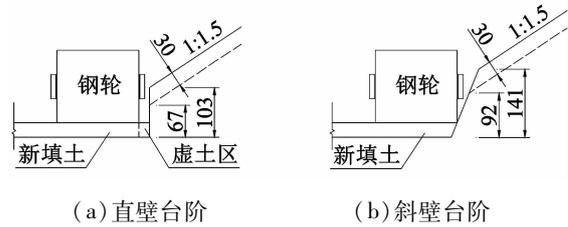
(a) 竖壁台阶

(b) 斜壁台阶

图 10 清表与台阶开挖的关系

当清表厚度为 30 cm、竖壁台阶高度大于  
44 cm 时,轮毂底面低于台阶壁顶面,钢轮无法靠  
近台阶壁。加上压路机司机驾驶习惯,靠近台阶  
壁的 20 cm ~ 30 cm 宽的填土无法压实,形成虚土  
区,如图 11(a) 所示。当台阶采用钢板桩支护时,  
如图 7(c) 所示,由于钢板桩占据的空间宽度约

17 cm,虚土区的宽度更大。



(a) 直壁台阶

(b) 斜壁台阶

图 11 台阶壁与压路机钢轮之间的关系

将台阶壁设计成陡于 1 : 0.3 的斜坡时,如图  
10(b) 所示,钢轮可将所有填土压实,不存在虚土  
区,如图 11(b) 所示。

因此,路堤拼宽设置台阶时宜采用斜壁台阶。

采用竖壁台阶且台阶高度大于 44 cm 时,应对  
台阶附近采用高速液压夯实机或冲击碾压压路机  
进行压实。当台阶高度大于 2 m 时,台阶高度超  
过高速液压夯实机或冲击碾压压路机的有效压实  
深度(图 7(c) 对应情况),建议采用注浆方法对虚  
土进行固结。部分工程对上述问题未重视,导致  
拼宽路堤出现纵向裂缝。

不少图纸要求台阶平台内倾以利于路基压  
实。从台阶作用、台阶与填土压实的关系可知,台  
阶没必要采用内倾平台。平台内倾时容易积水,  
增大既有路堤含水量、不利于路基施工。因此,台  
阶平台宜水平或适当外倾。

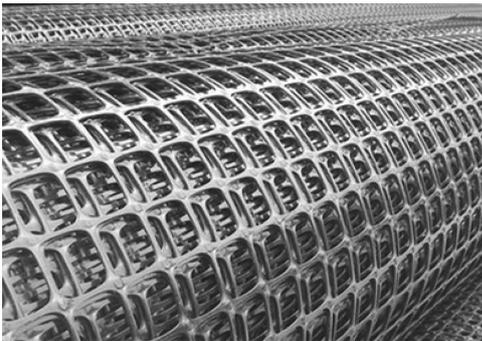
## 6 加筋材料的选择

### 6.1 土工格栅

路基拼宽时经常设置多层加筋材料。数值分  
析表明,加筋对路堤稳定性、差异沉降的作用不  
大,工程实践中加筋主要用于减缓裂缝的出现,通  
常布置在复合地基顶面和路床中。数值分析表  
明,格栅长度达到 4 m 后继续增加长度基本不会  
增大其作用。从受力的角度,选择单向格栅合适  
的,但是由于土工格栅长度较小,采用单向格栅时  
需要不断裁剪和搭接,施工不便利。采用双向土  
格栅可以顺着路基纵向铺设,不需要裁剪、搭接  
少,施工方便,如图 12 所示。因此工程实践中,双  
向格栅更受欢迎。



(a) 单向格栅



(b) 双向格栅

图 12 土工格栅

## 6.2 土工格室

最近两年广东公路改扩建项目中开始应用土工格室。应注意土工格室与土工格栅在作用机理和应用部位等方面的区别,不能混淆。

格栅主要提供拉力,通常用于软基路堤下部用来增加路堤的抗滑力矩、提高路堤稳定性。土工格室对软基路堤稳定作用较小。首先格室条带屈服拉力、断裂拉力通常小于 2 000 N/cm,格室沿路堤纵向每延米条带数通常为 2-4,折算为每延米的抗拉强度通常小于格栅。其次,土工格室的单元体平面形状为条带围成的菱形,在条带受拉之前菱形先产生形状变化(如图 13),因此路堤滑塌之前条带拉应变很小,因此其发挥出来的拉力也较小。格室通过其蜂窝状立体结构的格室片对充填其中的土体提供水平约束力,从而提高土体的抗压强度和模量。在新疆等地区需要采用风积砂填筑路基,经常在路床铺设高度大于 10 cm 的格室,格室中充填风积砂并压实,否则无法满足路床对回弹模量和弯沉的要求。因此,土工格室宜用

于路床内,以提高路床填料回弹模量、减少路床弯沉。安徽某项目曾因格室内积水而导致过早路面破坏的情况,为避免土工格室内积水,格室下面应设置一层碎石或采用条带上打孔的土工格室。

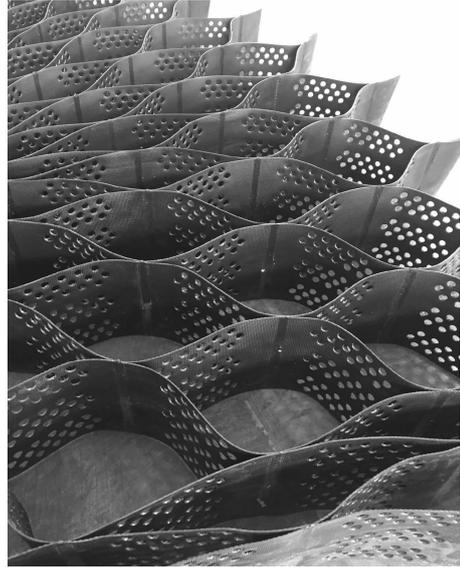


图 13 土工格室

## 7 轻质土拼宽路堤稳定分析与排水

### 7.1 轻质土拼宽路堤稳定性分析

部分设计将轻质土拼宽路堤称为轻质土挡土墙,这种称呼具有较强的误导性,不合适。轻质土拼宽路堤在土压力、水压力作用下的抗倾覆能力很差,不能用作挡土墙。轻质土拼宽路堤与既有路堤之间的界面边坡稳定安全系数应满足规范要求,不能对轻质土拼宽路堤产生主动的土压力。

轻质土拼宽路堤稳定安全系数应按图 14 和式(1)计算。

$$F_s = \frac{f_1 W_1 \cos^2 \alpha + f_2 W_2 + T_h}{0.5 W_1 \sin 2\alpha} \quad (1)$$

式中: $F_s$  为稳定安全系数; $f_1$  为  $W_1$  对应的摩擦系数,设台阶时取既有路堤土摩擦系数,否则取轻质土与既有路堤土之间的界面摩擦系数; $W_1$  为边坡上轻质土重量、路面重量和汽车荷载之和; $\alpha$  为界面边坡倾角; $f_2$  为轻质土与底面土之间的界面摩擦系数; $W_2$  为底面上轻质土重量、路面重量和附属设施重量之和; $T_h$  为锚固力的水平分力。

应注意的是图 14 中 AB 部分应考虑交通荷

载、其余部分不应考虑汽车荷载,这对计算结果影响较大。

计算表明,当轻质土拼宽路堤与既有路堤之间的界面边坡稳定性满足规范要求的前提下,越大式(1)计算的安全系数越大。

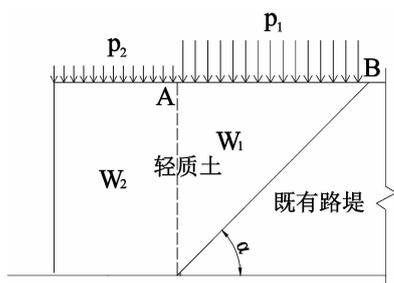


图14 轻质土拼宽路堤稳定分析时受力

当轻质土拼宽路堤与既有路堤之间的界面设置台阶时,滑动面位于既有路堤填土中,如图15所示,此时中包括滑动面以上的填土。计算表明,台阶越小,式(1)计算的稳定安全系数越大。

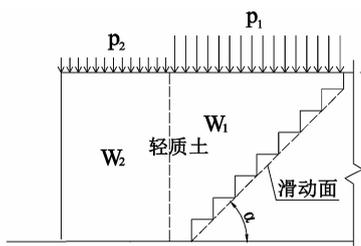


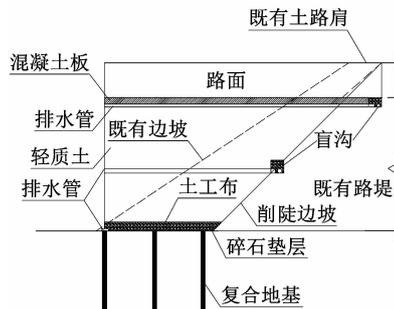
图15 设台阶时滑动面

### 7.2 轻质土拼宽路堤排水设计与施工

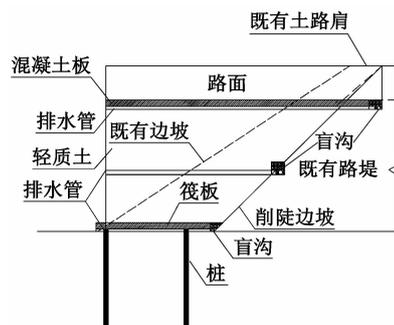
改扩建项目建设和运营期间,轻质土拼宽路堤与既有路堤之间经常因差异沉降、水平位移等原因而出现纵向裂缝,雨水很可能沿纵向裂缝进入轻质土拼宽路堤后面。某项目因轻质土拼宽路堤与既有路堤之间积水而导致轻质土拼宽路堤水平位移约10 cm。因此,应重视轻质土拼宽路堤的排水设计和施工。

部分设计在轻质土拼宽路堤与既有路堤界面上设置竖向或斜向排水管,施工难度大且宜被轻质土包裹,施工单位意见较大甚至未施工。图16中排水设施容易施工,且容易检查。轻质土施工面高于盲沟顶面后,反开挖施工边坡上及轻质土顶面的盲沟并埋设排水管。盲沟底部铺设防

渗土工布。边坡上及轻质土底面的盲沟顶面铺设无防土工布,并利用挖出的土覆盖。埋在轻质土中的排水管不打孔,埋设排水管的挖槽可利用挖出的轻质土回填。



(a)单向格栅



(b)双向格栅

图16 轻质土拼宽路堤排水措施

## 8 结语

- (1)水塘路段不能在塘底进行地基处理施工时,宜采用搅拌桩,采用刚性桩时宜按桩承台设计。
- (2)既有边坡下软基处理工作面宜采用削陡边坡或钢板桩支护等方式形成。
- (3)普通土拼宽路堤台阶壁宜倾斜、台阶平台宜水平或轻微外倾。竖壁台阶高度大于44 cm时应对虚土采取高速液压夯实、冲击碾压、注浆等方式进行密实。
- (4)轻质土拼宽路堤不应用作挡土墙,应设计易于施工的排水设施避免轻质土拼宽路堤后面积水。
- (5)轻质土拼宽路堤滑动稳定分析时应只对斜坡界面范围内考虑交通荷载。
- (6)长螺旋桩机施工的钻孔桩桩帽之间需设置连梁,其他桩帽之间不必设置连梁。

# 大跨度系杆拱桥钢锚箱式索梁锚固区 局部传力机理研究

周泽箭<sup>1</sup>,陈双庆<sup>2</sup>,陈耀章<sup>3</sup>,雷顺成<sup>3</sup>

(1. 广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 广州 510507;

2. 湖南文理学院土木建筑工程学院, 常德 415000; 3. 湖南省交通科学研究院有限公司, 长沙 410015)

**摘要:**为研究大跨度系杆拱桥钢锚箱式索梁锚固结构的局部受力机理,以某大跨度系杆拱桥为工程背景,通过缩尺模型和有限元计算相结合的方式分析了钢锚箱支撑板在设计荷载下的应力分布情况,验证了有限元建模的合理性。对钢锚箱关键设计参数展开研究,探讨了支撑板长度、加劲板长度、加劲板厚度以及承压板厚度在一定取值范围内支撑板上的剪应力分布规律。结果表明:支撑板长度对支撑板的剪应力影响最大,支撑板长度平均每增加0.4 m,支撑板剪应力值下降约6 MPa;加劲板长度及厚度对支撑板剪应力分布影响较小;承压板厚度对支撑板剪应力分布几乎无影响;不同参数变化下钢锚箱支撑板剪应力分布规律大致相同,靠近承压板和远离承压板一侧剪应力值较大,中部剪应力值较小。

**关键词:**系杆拱桥;索梁锚固区;缩尺模型试验;支撑板;有限元计算

## 0 引言

随着我国经济的发展和桥梁建设技术的日益提高,大跨度斜拉桥、系杆拱桥等桥型在实际工程中被广泛建设应用。索梁锚固结构作为大跨度桥梁上局部应力高、传力复杂的区域之一,研究锚固结构在设计荷载下的传力机理具有十分重要的工程意义。马雅林等以金沙江大桥混凝土式锚固结构为研究对象,通过缩尺模型试验的方式研究了新型混凝土式锚固结构在最不利荷载下的应力分布和开裂特征<sup>[1]</sup>;段力等采用Midas FEA建立了大跨度悬索桥斜拉扣挂施工时的自锚式索梁锚固结构有限元模型,根据数值计算结果对结构提出了针对性的优化建议<sup>[2]</sup>;李昶等针对钢锚箱式索梁锚固结构的疲劳性能和耐久性能,结合有限元计算和模型疲劳试验,得到了考虑温度效应最不利荷载下钢锚箱的力学性能<sup>[3]</sup>;叶建龙等使用ANSYS平台建立了某双塔双索面斜拉桥的钢锚箱局部实体有限元模型,通过锚固板件厚度分析和斜拉索索面调整的方式对钢锚箱局部受力进行了优化,有效改善了钢锚箱内部的应力集中现象<sup>[4]</sup>;陈人龙等基于鲁棒性理论,对钢箱梁斜拉桥索梁锚固结构进行鲁棒性

研究,得到了索梁锚固结构鲁棒性指标的定量评价方法,并验证了其合理性<sup>[5]</sup>;陈耀章等基于有限元建立了某中承式拱桥的索梁锚固结构局部参数化模型,对其进行了仿真分析<sup>[6]</sup>。此外,还有部分学者对索梁锚固区设计进行了相关优化研究<sup>[7-9]</sup>。

近年来不少专家学者针对索梁锚固结构的传力机理和受力优化问题展开了较为深入的研究,但针对钢锚箱式索梁锚固结构支撑板的局部受力特性分析较少<sup>[10-12]</sup>。钢锚箱式索梁锚固结构支撑板上往往存在较大的剪应力分布,且易发生应力集中现象,为探明支撑板的受力机理,优化支撑板应力分布,本文首先通过缩尺模型试验和有限元模型的对比分析,验证了数值计算的正确性,阐明了支撑板上的应力分布规律,其次,对钢锚箱的重点设计参数展开分析,研究在支撑板长度、加劲板长度、加劲板厚度以及承压板厚度不同取值范围下的支撑板受力特性,最后,总结了不同参数变化下的剪应力分布规律,对指导钢锚箱式索梁锚固结构的设计具有实际工程意义。

## 1 工程概况

某中承式系杆拱桥桥跨布置为(50 + 160 +

50)m,主梁截面采用单箱单室钢箱梁截面,主桥横向对称分布两条拱肋,拱桥上下游两侧拱肋通过“K”型斜撑连成整体,桥面系为纵横梁交错组成的“工”字型格子梁,桥面荷载通过系杆传递至两侧拱肋,最终作用于承台。拱肋系杆采用边长为1.7m的闭口箱型截面,材料为Q345钢材。钢索与主梁通过钢锚箱式锚固结构连接,钢锚箱

采用Q420钢材,主要由承压板与支撑板拼接而成。为保证索力再承压板上均匀扩散,提高钢锚箱结构承载能力,承压板上与拉索锚头间设置有锚垫板,支撑板上设有若干加劲板。钢锚箱整体与桥体系梁腹板间采取焊接方式连接。系杆拱桥桥型布置如图1所示,系杆拉索钢锚箱构造如图2所示。

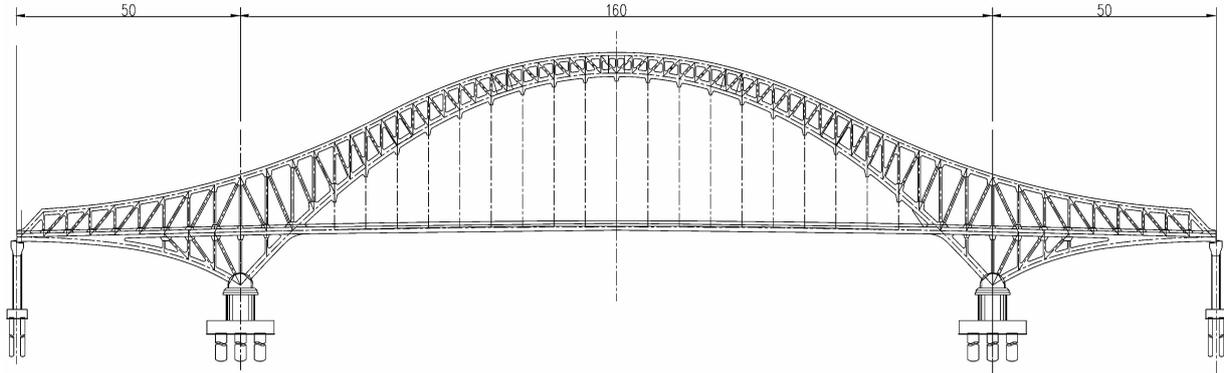


图1 系杆拱桥桥型布置图 (单位:m)

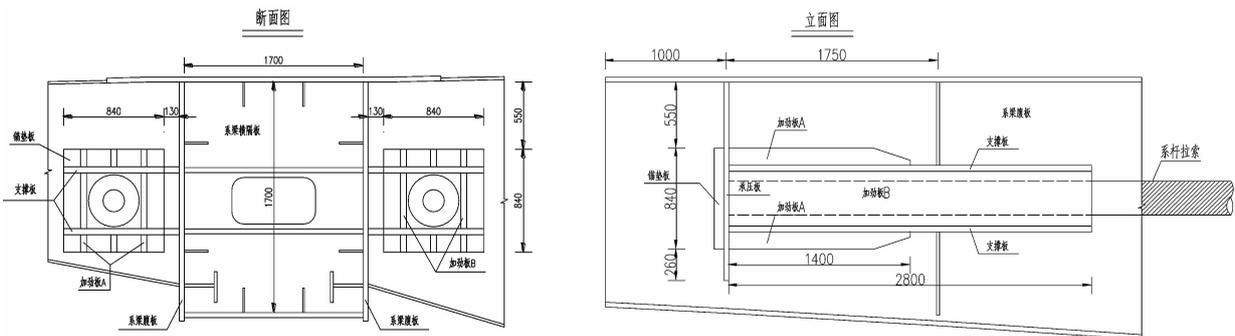


图2 系杆拉索钢锚箱构造详图 (单位:mm)

根据钢锚箱构造详图可知,系杆拉索端部被锚固在锚垫板上,沿支撑板内部钢锚箱延伸出箱体,系杆拉索受到的巨大索力由锚垫板传给承压板,再被传至钢锚箱支撑板上,最后扩散至和支撑板焊接的系梁腹板上。由于索力方向与支撑板为平行关系,当索力传至系梁腹板时,支撑板与系梁腹板间的焊缝处将出现较大的切向应力,即支撑板与系梁腹板连接处的剪应力分布较大,考虑到靠近支撑板上靠近系梁腹板一侧为索力的关键传力路径,对结构安全影响较大,本文对支撑板上剪应力分布机理进行进一步深入分析与研究。

## 2 模型试验及数值仿真

### 2.1 试验设计

本文工程中系杆拱桥索梁锚固区钢锚箱结构最大设计索力为12 800 kN,钢锚箱结构内部连接复杂,在承受巨大索力集中力作用时,连接位置会出现偏心效应,且由于钢锚箱为多几何构件拼接结构,内部板件之间焊缝交错,几何形状突变明显。为正确模拟钢锚箱式锚固结构的实际传力情况,确保锚固区构件数值仿真和参数分析的正确性,以钢锚箱锚固结构为试验对象,对实际结构采取1:4缩尺模型进行静力试验分析,钢

锚箱所有构件均采用 Q420 钢材,模型试件构造示意图及加载系统如图 3 所示。

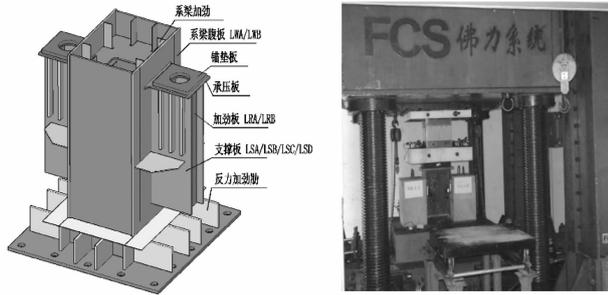


图 3 模型试件构造及加载系统示意图

采用逐级加载方式对试件进行加载,以 0.2 倍设计荷载为一加载梯度,按设计荷载比例取 0~1 倍控制力大小进行加载,总共取 6 个加载工况,各工况加载情况如表 1 所示。

表 1 试件加载工况

加载工况	加载荷载/kN	钢锚箱锚固力/kN	荷载比例
1	0	0	0
2	320	2560	0.2
3	640	5120	0.4
4	960	7680	0.6
5	1280	10240	0.8
6	1600	12800	1

为研究钢锚箱支撑板上的受力情况,在钢锚箱支撑板布置应变片进行信息采集,应变测点布置情况如图 4 所示。

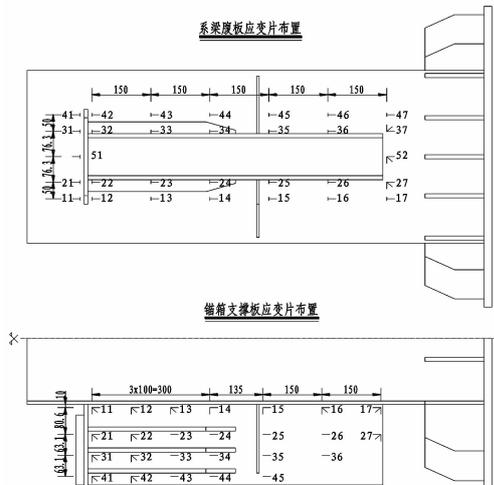


图 4 应变测点布置 (单位:mm)

## 2.2 有限元模型

为同时验证缩尺模型试验的合理性及数值仿真的有效性,使用 ANSYS APDL 语言建立缩尺比例的钢锚箱参数化有限元模型,由于锚垫板厚度想对其他钢板件较大,建模时采用 Solid45 实体单元进行模拟,其余各板件相对厚度较小,采用 Shell63 壳单元进行模拟,板件之间的采用刚性连接的方式绑定在一起,忽略焊缝的原始缺陷,同时确保模型试件焊缝处处理良好。采用映射分网、扫掠分网技术对板件进行网格划分,其中承压板、锚垫板及支撑板等板件进行适当的网格加密处理。加载及边界条件均按模型试件进行一致处理,有限元模型如图 5 所示。

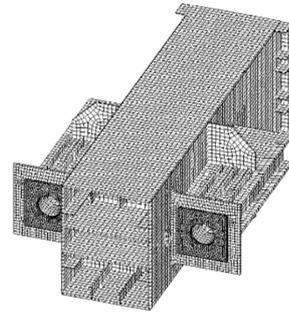


图 5 钢锚箱有限元模型

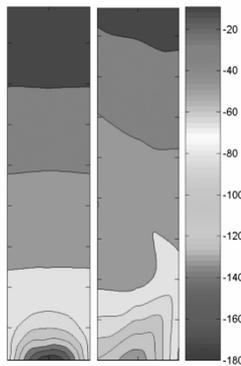
## 3 结果对比分析

为相互验证模型试验与数值计算结果的正确性,读取试件上测点沿加载方向的应变值,计算沿加载方向对应的正应力大小,采用 MATLAB 软件对各测点间的正应力结果进行插值,做出对应的应力云图,同时读取 ANSYS 软件的正应力结果,采用 MATLAB 软件做出 ANSYS 软件计算得到的正应力云图进行对比分析。

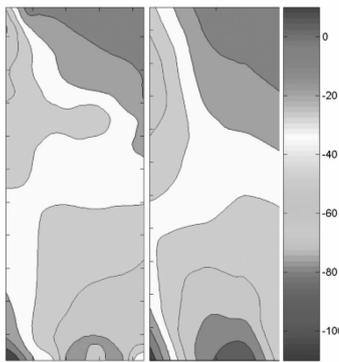
图 6(a) 给出了加劲板的正应力云图实测(右)与计算(左)结果,根据钢锚箱内部构造可知,加劲板位于两块承压板中间,由此可推知加劲板上应力分布应以中轴线为基础两边呈对称分布。由图可知,考虑到实测结果可能会出现一定的测量误差,加劲板上实测值与计算值的正应力结果分布高度一致,以下部承压板侧为中心,越靠近承压板测正应力值越大,远离承压板测正

应力值较少,整体呈现出明显的环状分布趋势,且以中轴线为对称轴两侧应力值对称分布,符合实际受力情况。加劲板在设计荷载下沿加载方向最大正应力区实测结果和计算结果均为 180 MPa 左右,位于靠近承压板侧位置,最小正应力区实测结果和计算结果均为 10 MPa 左右,位于远离承压板侧。

图 6(b)给出了单侧支撑板的正应力云图实测(右)和计算(左)结果,由图可知,支撑板上实测值与计算值正应力分布十分吻合,应力走向呈现出高度一致性。支撑板上出现了两个明显的高应力区,一个位于靠近承压板侧的短边位置,一个位于远离承压板侧的长边位置,以该两个高应力区对角连线为基础,两侧应力值不断减小,呈现出明显的下降梯度。支撑板在设计荷载下沿加载方向最大正应力区实测结果和计算结果均为 100 MPa 左右,最小正应力区实测结果和计算结果接近零。



(a) 加劲板计算(左)与实测(右)应力云图



(b) 支撑板计算(左)与实测(右)应力云图

图 6 计算与实测正应力云图 (单位:MPa)

图 7 给出了支撑板沿加载方向的实测和计算的正应力值,由图可知,与有限元模型计算结果相

比,支撑板上各测点实测值逼近于计算曲线一侧,相对误差较小,两者相关性较好,变化趋势基本一致,说明有限元模型边界条件及相互接触的处理方式可以较好的反映出实际试件的连接情况,有限元计算结果可以较好的模拟试件的实际受力特性。

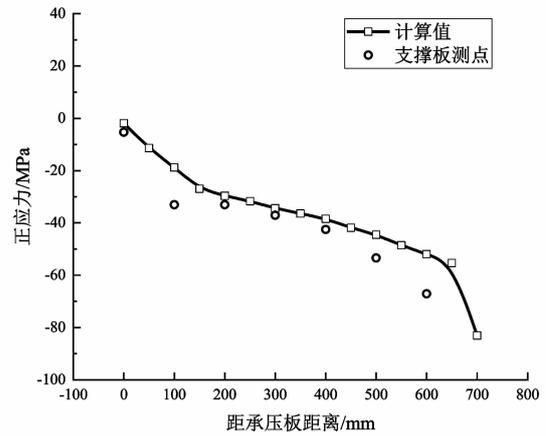


图 7 计算与实测正应力曲线 (单位:MPa)

根据缩尺模型试验实测值与有限元模型计算值的对比可知,有限元数值计算模型对钢锚式索梁锚固区的仿真计算结果与实测结果基本一致,二者相互印证了钢锚箱应力分布的正确性,数值模型可作为后续参数分析的基础和依据。图 8 给出了有限元模型在设计荷载和参数下的钢锚箱 Von Mises 应力云图,由图可知钢锚箱上高应力区主要分布在锚垫板锚固位置和靠近系梁一侧的支撑板上,Von Mises 应力峰值为 345MPa,低于 Q420 钢材材料强度许用值。图 9 给出了有限元模型在设计荷载下的变形图,由图可知钢锚箱承压板和支撑板与系梁腹板焊接处变形明显,变形方向为与索力方向一致,根据变形方向可知靠近系梁一侧的支撑板上剪应力分布较大。

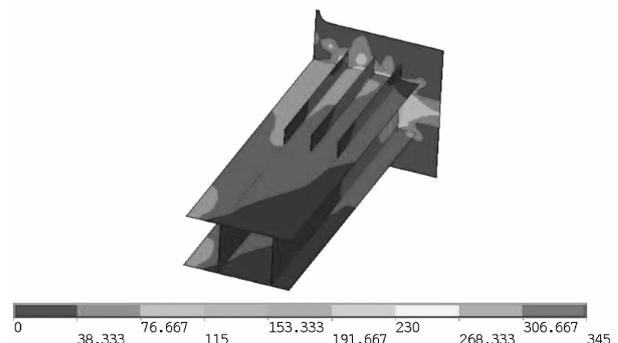


图 8 设计参数下钢锚箱 Von Mises 应力云图 (单位:MPa)

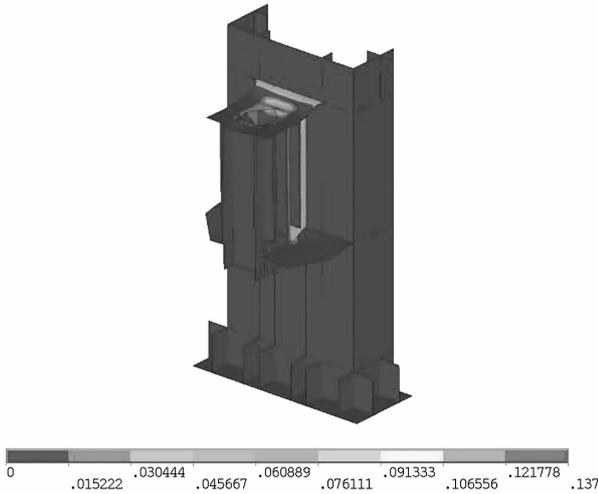


图 9 设计参数下钢锚箱变形云图 (单位:mm)

## 4 钢锚箱参数分析

为研究钢锚箱关键设计参数对支撑板的受力影响,使用 ANSYS 有限元模型对设计荷载下索梁锚固区钢锚箱的关键设计参数进行分析,选取支撑板长度、加劲板长度、加劲板厚度以及承压板厚度作为分析参数,分别研究设计参数在一定取值范围内支撑板第一排测点处的剪应力变化,探明支撑板上剪应力分布随设计参数变化的规律。

### 4.1 支撑板长度

选取支撑板长度  $L_z = 2、2.4、2.8$  和  $3.2$  m 进行有限元仿真分析,图 10 给出了不同支撑板长度下的剪应力变化曲线。由图可知,忽略支撑板与承压板直接连接处剪应力值,分析不同支撑板长度的剪应力曲线可知,不同支撑板长度工况下支撑板上剪应力曲线走势保持了一致性,剪应力呈现出减小后增大的趋势,曲线呈明显的“凹”形,在距承压板  $2/3$  位置处剪应力达到最小,至钢锚箱尾部时剪应力达到最大值。随着支撑板长度的增加,钢锚箱头部剪应力由  $64.7$  MPa 降低至  $45.8$  MPa,平均每增加  $0.4$  m 钢锚箱头部剪应力降低  $6.3$  MPa;钢锚箱尾部剪应力由  $72.9$  MPa 降低至  $57.2$  MPa,平均每增加  $0.4$  m 钢锚箱尾部剪应力降低  $5.2$  MPa。由此可知支撑板上剪应力对支撑板长度变化十分敏感。

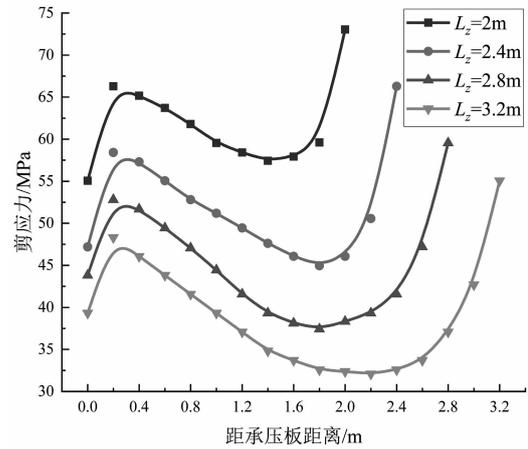


图 10 剪应力值随支撑板长度变化曲线

### 4.2 加劲板长度

选取加劲板长度  $L_j = 0.6、1.4、2.2$  和  $3.0$  m 进行有限元仿真分析,图 11 给出了不同加劲板长度下支撑板剪应力的变化曲线。由图可知,不同加劲板长度下支撑板剪应力曲线走势基本一致,除与承压板直接连接处外,随着距承压板距离的增加,剪应力值先减小后增大,在距承压板  $2/3$  位置处剪应力达到最小,至钢锚箱尾部时剪应力达到最大值。随着加劲板长度的增加,钢锚箱头部剪应力由  $56.4$  MPa 降低至  $47.1$  MPa,平均每增加  $0.8$  m 钢锚箱头部剪应力降低  $3.1$  MPa;钢锚箱尾部剪应力由  $61.9$  MPa 降低至  $56.8$  MPa,平均每增加  $0.8$  m 钢锚箱尾部剪应力降低  $1.7$  MPa。由此可知支撑板上靠近承压板侧剪应力变化对加劲板长度变化更加敏感,远离承压板侧剪应力几乎不受影响。

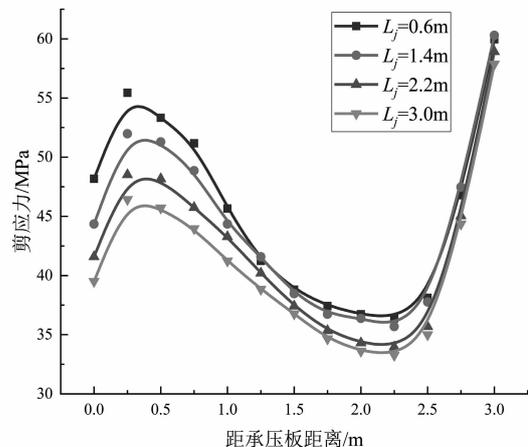


图 11 剪应力值随加劲板长度变化曲线

### 4.3 加劲板厚度

选取加劲板厚度  $T_j = 15、30、45$  和  $60$  mm 进行有限元仿真分析,图 12 给出了不同加劲板厚度下支撑板剪应力变化曲线。由图可知,不同加劲板厚度下支撑板剪应力曲线走势基本一致,除与承压板直接连接处外,随着与承压板距离的增加,剪应力值先逐渐减小,由于在钢锚箱尾部出现应力集中现象剪应力陡增。分析不同加劲板厚度下支撑板的剪应力曲线可知,靠近钢锚箱头部一侧加劲板越厚剪应力值越大,靠近钢锚箱尾部一侧加劲板越厚剪应力越小,靠近支撑板中部位置为各工况下剪应力曲线交汇点,中部剪应力几乎不随加劲板厚度的变化而变化。综合分析支撑板上的剪应力变化趋势可知,加劲板厚度变化对减小支撑板剪应力作用不够明显。

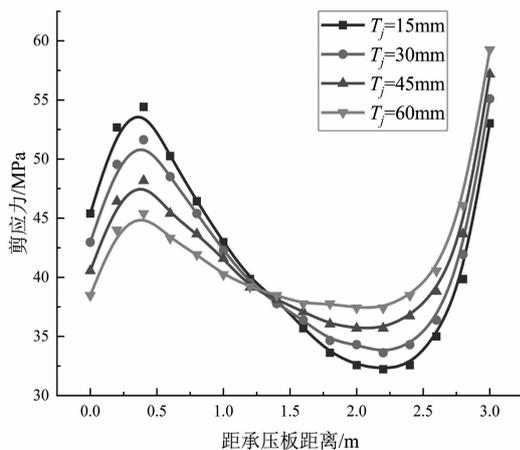


图 12 剪应力值随加劲板厚度变化曲线

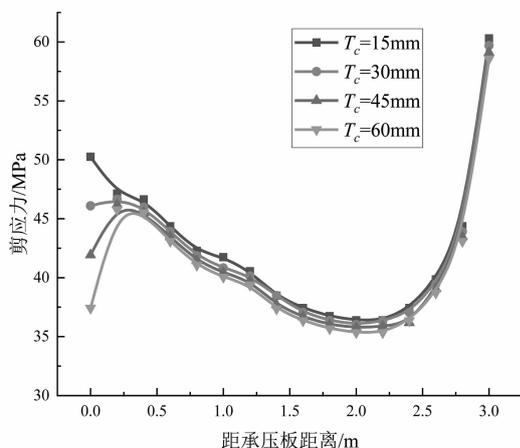


图 13 剪应力值随加劲板厚度变化曲线

### 4.4 承压板厚度

选取承压板厚度  $T_c = 15、30、45$  和  $60$  mm 进行有限元仿真分析,图 13 给出了不同加劲板厚度下支撑板剪应力的变化曲线。由图可知,不同承压板厚度下的剪应力曲线形状几乎保持一致,剪应力大小也基本相同,由此可得承压板厚度变化对支撑板受剪力几乎没有影响。

综合对比不同钢锚箱参数下的支撑板剪应力分布曲线可知,不同参数下支撑板上剪应力分布规律基本保持一致,靠近承压板一侧和支撑板尾部一侧分布存在较大剪应力,而支撑板中部剪应力分布较小。分析原因为:靠近承压板一侧受系杆拉索端部锚固区影响较大,索力传力路径较短,故剪应力值较高;靠近支撑板尾部处由于结构构造突变,索力在支撑板尾部一侧形成明显的应力集中现象,故剪应力值陡增。

## 5 结论

本文以某系杆拱桥钢锚式索梁锚固区为研究对象,采用模型试验和有限元仿真相结合的方法,深入分析了索梁锚固区钢锚箱支撑板的受力特性,验证了有限元建模的正确性,同时对不同设计参数下的钢锚箱进行数值仿真,分析了不同设计参数变化对支撑板受力的影响,总结了钢锚箱式索梁锚固区支撑板上的剪应力分布规律,得到结论如下:

(1) 建立了索梁锚固区钢锚箱的 1:4 缩尺模型,通过模型试验和有限元模拟的对比分析,分析了设计荷载下钢锚箱支撑板与加劲板的应力分布规律,验证了有限元建模的正确性;

(2) 支撑板长度对支撑板结构剪应力的影响最大,支撑板长度在 2~3.2 m 范围内,每增加 0.4 m 支撑板上平均剪应力下降 6 MPa 左右;加劲板长度及厚度对支撑板结构剪应力的影响较小。加劲板长度可以有效影响支撑板上靠近承压板一侧的剪应力值,但对远离承压板一侧影响很小。加劲板厚度可以降低靠近承压板一侧的剪应力值,但会增加远离承压板一侧剪应力

值;承压板厚度变化对支撑板剪应力的影响可忽略不计,不同承压板厚度下支撑板结构剪应力值分布几乎一致;

(3)不同参数变化下钢锚箱支撑板剪应力分布规律大致相同,支撑板上靠近承压板和远离承压板一侧分布存在较大剪应力,而支撑板中部剪应力分布较小。靠近承压板侧由于索力传力路径较短故剪应力分布较高,远离承压板一侧由于支撑板尾部构造突变,索力在支撑板尾部出现应力集中现象。

#### 参考文献:

- [1] 马雅林,任万敏,朱敏,孙帆,李长年. 成昆铁路矮塔斜拉桥索梁锚固区模型试验研究[J]. 铁道建筑,2022,62(02):83-87.
- [2] 段力,李元松,高学文. 斜拉扣挂施工索梁锚固区的力学性能分析[J]. 中外公路,2020,40(06):174-178.
- [3] 李昶,赵蕊,欧阳明,陈华婷,张铭. 黑龙江大桥锚箱式索梁锚固结构疲劳性能试验研究[J]. 公路,2020,65(07):367-373.
- [4] 叶建龙,何为,严伟飞,吴向阳. 鳌江特大桥索梁锚固区受力分析及结构优化[J]. 桥梁建设,2017,47(02):54-59.
- [5] 陈人龙,何畏,朱殷桥. 钢箱梁斜拉桥整体外露锚箱式索梁锚固结构受力分析及鲁棒性研究[J]. 公路,2017,62(06):104-109.
- [6] 陈耀章,李继兰. 中承式拱桥钢锚箱锚固结构受力机理及参数研究[J]. 公路工程,2018,43(05):243-247.
- [7] 吕文舒,陈星焯,张祖军. 钢箱梁斜拉桥索梁锚固区钢锚箱受力性能及结构局部优化研究[J]. 中外公路,2020,40(03):173-176.
- [8] 耿贺松,陈博文,李明伟,杨璨. 基于遗传算法与 ANSYS 的结构优化方法研究[J]. 华北水利水电大学学报(自然科学版),2019,40(04):26-31.
- [9] 周伟,李敏,丘铭军,张西龙,柳江,张洪波. 基于改进遗传算法的车身板件厚度优化[J]. 清华大学学报(自然科学版),2022,62(03):523-532.
- [10] 龙景奎,杨风才,何敏,马文超,李爱军,郭厚亮,肖国强,冯会杰. 深部回采巷道超前压力区锚索梁协同锚固试验研究[J]. 采矿与安全工程学报,2021,38(01):103-109.
- [11] 詹刚毅,廖轩,肖林,艾宗良. 销铰式索梁锚固结构传力机理及疲劳性能研究[J]. 铁道标准设计,2020,64(09):65-69+74.
- [12] 高何杰,袁怡. 大跨叠合梁斜拉桥的索梁锚固形式及疲劳性能研究[J]. 中外公路,2018,38(01):133-137.

# 基于人、车、路和环境全因素的城市交通事故预测模型

周煜焯<sup>1</sup>, 李秉乾<sup>1</sup>, 鲁岳<sup>2</sup>, 钟时雨<sup>3</sup>

(1. 广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 广州 510507;

2. 广州白云国际机场股份有限公司, 广州 510470; 3. 华南理工大学 土木与交通学院, 广州 510641)

**摘要:**交通是由人、车、路和环境四种因素组成的动态耦合系统,安全可控的外界刺激以及驾驶人心理状况保障了车辆行驶安全,但由于驾驶人和环境因素量化手段的缺失,事故分析和预测方法往往缺乏科学性,降低了交通事故的预测和管控效果。本研究利用实车试验数据和开源数据构建了全因素的城市交通事故预测框架,实现了城市交通事故的精准预测。实车试验数据包括 23 个实验人员在 6 个差异性较大的路线上连续试验 7 圈以上获取的 1022 组实验数据,深度学习在计算机视觉上的广泛应用和生理采集技术在日常生活中的普及为驾驶人和环境因素变量提供了量化手段,开源数据包括滴滴平台的交通量数据、街景数据以及道路设计资料。此外,弹性系数与边际效益系数的分析方法被用于分析关联变量与交通安全的潜在联系,并以此为基础提出了全因素的交通安全改善措施,为城市道路交通安全的改善提供了理论支持和方法支撑。

**关键词:**交通事故;深度学习;驾驶人心理;预测模型

## 1 引言

随着我国经济的快速发展和城镇化进程的不断增快,城市交通在繁荣发展的同时也引发了包含交通安全在内的诸多社会问题,如何科学合理的预测和分析交通事故是解决城市道路交通安全问题的关键<sup>[1]</sup>。交通是由人、车、路和环境四种因素组成的动态耦合系统,驾驶人在车辆、道路及环境的组合影响下使用安全可控的驾驶策略操纵车辆保证了安全可靠的行驶过程,超过驾驶人心理预期的外界刺激会诱导驾驶人采用不当驾驶行为进而增加行车风险<sup>[2]</sup>,因此,保证稳定和适宜的车辆、道路及环境的组合影响且维持驾驶人心理处于安全可控范围是改善交通安全的根本方法。

事实上,城市交通事故的预测一直是行业内关注的热点,主要分为两个研究方向:第一个是基于历史事故数据的分析来预测交通事故<sup>[3]</sup>,历史数据的延迟会导致预测结果不准确。第二种是通过结合道路、车辆和环境等外部因素来预测交通事故<sup>[4]</sup>,但缺乏生理采集技术和视觉信息量

化手段,导致驾驶员和环境因素无法量化<sup>[5]</sup>,这降低了交通事故的预测效果。随着深度学习在计算机视觉上的广泛应用和生理采集技术在日常生活中的普及,越来越多的研究者们尝试利用图像视觉分析法和生理指标采集法将驾驶人和环境因素量化并加入到事故预测模型中,旨在实现更好的预测效果<sup>[6,7]</sup>。

鉴于此,本研究提出了基于人、车、路和环境全因素组合影响下城市交通事故预测的量化框架,开展实车试验获取行驶中心理和环境数据,并结合车辆和道路的相关数据构建了全因素组合影响下的城市交通事故预测模型,解决了多源数据采集和融合方法缺失的问题。弹性系数与边际效益系数的分析方法被用于探究关联变量与交通安全的潜在联系,并以此为基础提出了全因素的交通安全改善措施,为城市道路交通安全的改善提供了理论支持和方法支撑。

## 2 数据来源和变量集构建

从深圳市南山区、福田区和罗湖区选取 6 个景观和布局差异性较大的区域,每个区域内选定

一条闭合路线开展实车试验,6 条试验路线共包含 2131 个样本路段,分别从驾驶人、车辆、道路

和环境四个方面提取影响交通安全的特征值,以此为基础构建变量集。

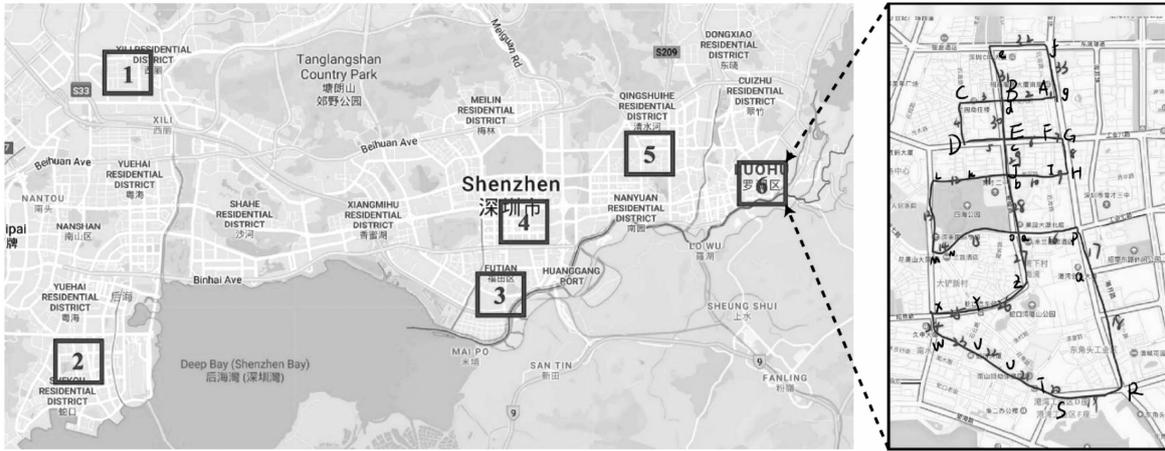


图 1 实车位置和路线

### 2.1 驾驶人因素

驾驶人作为行驶任务中收集、处理和反馈信息的中枢,在信息交互和交通事故发生的过程中起关键作用。如图 1 所示,通过校园招聘选取来自华南理工大学的 9 名女大学生和 14 名男大学生加入到实车试验,并采用 BIOPAC-MP160 生理采集仪器记录了心电图和皮电活动数据,并分别提取了心率和皮肤电导率指标描述驾驶人因素。

### 2.2 车辆因素

利用盖亚数据开放计划采集行程时间指数 (TTI) 量化选取路段的交通量数据。TTI 是反映城市拥堵程度的评价指标,可以间接描述城市路段的交通量情况。

### 2.3 道路因素

道路因素是事故预测模型中较常用的因素,研究通过街景和道路的设计资料提取了选取路段的道路设计情况、位置情况等数据。

### 2.4 环境因素

环境因素是指城市景观方和交通环境,在实车试验中利用行车记录仪记录行驶过程中环境的变化情况,并基于扩张残差网络的图像分割方法提取行车图像中的特征信息来描述驾驶人在路段上的视觉感知状况<sup>[8]</sup>,图像分割过程如图 1 所示。



实车试验

图像分割

图 2 实车试验和图像分割过程

### 2.5 事故数据

交通事故数据为深圳市 2018 年 237256 条交通事故台账,包括事故地点、事故时间和事故类型,从中提取了所选路段和交叉口的交通事故数。

### 2.6 变量集构建

本研究旨在构建基于驾驶人、车辆、道路和环境全因素的城市交通事故预测模型,基于第二章对于交通事故影响因素及分析理论的研究,提取了影响交通安全的各因素特征值来构建了城市交通事故预测模型的特征集。由于驾驶人因素的变量采用城市道路驾驶压力负荷的评估结果,可能会导致驾驶人因素与其他三种因素存在内生性和共线性问题,研究在构建事故特征集前对变量间进行共线性检查。最终,如表 1 所示,本文分别提取 16 个特征值作为城市路段交通事故预测模型的自变量。

表 1 城市路段交通事故特征集

特征类别	变量名称	变量符号	描述	Mean	Std. Dev.	Min	Max	
驾驶人因素	平均心率	$x_1$	路段上驾驶员的平均心率	1.24	0.05	1.10	1.50	
	皮肤电导率	$x_2$	路段上驾驶员皮肤电导率 85 分位	0.11	0.04	0	0.33	
车辆因素	TTI	$x_3$	路段上的旅游时间指数	1.38	0.20	1.09	3.03	
道路因素	路段长度	$x_4$	路段的长度	46.63	42.38	2.00	250	
	车道数是否为 1 或 2	$x_5$	路段上车道的数量是否为 1 或 2, 是为 1, 否为 0	0.63	0.48	0	1	
	有无中间带	$x_6$	路段上是否有中间带, 是为 1, 否为 0	0.69	0.46	0	1	
	中间带有无护栏	$x_7$	路段上中间带是否有护栏, 是为 1, 否为 0	0.49	0.50	0	1	
	有无中央分隔带	$x_8$	路段上中间带是否为中央分隔带, 是为 1, 否为 0	0.23	0.42	0	1	
	有无路侧带	$x_9$	路段上是否有路侧带, 是为 1, 否为 0	0.93	0.25	0	1	
	路侧带有无护栏	$x_{10}$	路段上路侧带是否有护栏, 是为 1, 否为 0	0.32	0.47	0	1	
	路侧带有无分隔实体	$x_{11}$	路段上路侧带是否有分隔实体, 是为 1, 否为 0	0.25	0.43	0	1	
	与城市中心距离	$x_{12}$	路段与城市中心的距离	0.04	0.06	0	0.33	
	环境因素	建筑占比	$x_{13}$	路段的街景图片中建筑元素占比情况	0.06	0.11	0	0.74
		天空占比	$x_{14}$	路段的街景图片中天空元素占比情况	0.09	0.10	0	0.60
植物占比		$x_{15}$	路段的街景图片中植物元素占比情况	0.14	0.21	0	0.94	
墙占比		$x_{16}$	路段的街景图片中墙元素占比情况	0.29	0.17	0	0.78	
可移动元素数		$x_{17}$	路段上街景图片中可移动场景元素种类数	2.65	0.96	1	5	
事故方面	事故数	$y$	路段上的交通事故数	15.61	18.19	0	143	

### 3 事故预测模型的选择和构建

泊松回归模型和负二项回归模型也被证实可以很好地预测城市交通事故数,采用泊松回归模型和负二项回归模型来构建基于驾驶人、车辆、道路和环境全因素的城市交通事故预测模型<sup>[9]</sup>。

#### 3.1 泊松模型

城市路段的交通事故在任意相等的时间间隔内发生的概率是相同的,并且任意两次交通事故是够发生的时间为相互独立,泊松分布可以用来拟合路段上交通事故的分布情况:

$$P(Y_i = y_i | \mu_i) = \frac{\mu_i^{y_i}}{y_i!} e^{-\mu_i} \quad (1)$$

因为  $\mu_i$  是连续的且为非负实数,可以建立线性回归模型如式 2 所示。

$$h(\mu_i) = \sum_{i=1, j=0}^{n, m} \beta_j x_{ij} = \beta x_i^T \quad (2)$$

其中,  $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m)^T$  表示未知的  $m + 1$

维度的回归系数,  $x_i^T$  为第  $i$  个路段单元交通事故数的影响因素评价指标。

将  $\log(\mu_i) = h(\mu_i)$  带入到回归模型中可得式。

$$\mu_i = e^{(\beta x_i^T)} \quad (3)$$

#### 3.2 负二项模型

泊松分布在交通事故预测上的应用需要保证驾驶人行驶在不同的路段上事故发生的概率是固定的。但真实情况下,不同的路段事故发生概率会随着驾驶人行驶时不同的驾驶环境而发生变化,这导致在分析多段路段的交通事故时泊松回归模型往往达不到预期效果,可以假设泊松分布中期望事故数  $\mu_i$  服从伽马(Gamma)分布。

在泊松分布概率公式的基础上,假设泊松分布中  $\mu$  为随机变量,且  $\Theta$  为服从伽马分布  $G(a, b)$  的随机变量。则可以得到事故次数  $K$  与  $\Theta$  之间的联合概率密度函数如式 4。

$$P(Y_i = y_i | \Theta = \mu) f(\mu) = \frac{\mu^{y_i} e^{-\mu}}{y_i!} \times \frac{a^b \mu^{b-1} e^{-a\mu}}{\Gamma(b)} \quad (4)$$

因此,事故发生次数  $K$  的概率密度函数可以简化为式 5。

$$\begin{aligned} P(Y_i = y_i) &= \int_0^\infty \frac{\mu^{y_i} e^{-\mu}}{y_i!} \frac{a^b \mu^{b-1} e^{-a\mu}}{\Gamma(b)} d\mu \\ &= \frac{\Gamma(y_i + b)}{\Gamma(b) y_i!} \left(\frac{a}{a+1}\right)^b \left(\frac{1}{a+1}\right)^{y_i} \end{aligned} \quad (5)$$

式中,  $a$  表示为伽马分布的尺度参数,  $b$  表示为伽马参数的形状参数,  $\Gamma(\cdot)$  为伽马函数。

### 3.3 模型检验方法

#### 3.3.1 $\chi^2$ 统计检验

在选取回归模型对预测前,通常会检验自变量和目标值之间的偏离程度,来判断回归模型与数据集之间适配性的情况。卡方检验常被用于检验样本数据是否符合选定的分布形式,构造的检验统计量为式 6。

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(E_i - np_i)^2}{np_i} \quad (6)$$

其中,  $k$  为分组数量,  $E_i$  为第  $i$  组中实际样本数量,  $p_i$  为第  $i$  组中理论样本的概率,  $n$  为样本总数。

#### 3.3.2 拟合优度检验

##### (1) 对数似然函数值

上文通过高斯-牛顿迭代法和最大似然估计对泊松模型和负二项模型分别进行了参数估计,将估计出的参数带入到对数似然函数中即可得到对数似然函数值  $LL$ 。  $LL$  的绝对值越小则模型的拟合度越高。

##### (2) AIC 统计量

赤池信息量准则(AIC)的定义为:

$$AIC = -2LL + 2m \quad (7)$$

其中,  $m$  为模型中估计参数数量,模型的 AIC 越小其拟合效果越好。

##### (3) BIC 统计量

贝叶斯信息准则(BIC)的定义为:

$$BIC = -2LL + m \ln(n) \quad (8)$$

其中,  $n$  为样本的数量,模型的 BIC 越小其拟合效果同样越好。

#### 3.3.4 准确度检验

本文采用平均绝对误差(MAE)和均方根误差(RMSE)两个指标对模型的回归性能进行准确度检验。

##### (1) 平均绝对误差(MAE)

MAE 是预测值与真实值之间的误差总和与样本数量之比,计算公式为式 9。

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |f(x_i) - y_i|}{n} \quad (9)$$

MAE 表示通过回归模型获取的交通事故预测值与实际值之间的绝对误差与路段总数量之比。

##### (2) 均方根误差(RMSE)

RMSE 是回归任务中最常用的指标,是预测值和真实值之差的平方的均值,计算公式为式 10。

$$RMSE = \sqrt{\left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (f(x_i) - y_i)^2\right)} \quad (10)$$

RMSE 表示城市交通事故数的模型预测值与真实值之间的偏离程度。

### 3.4 模型分析方法

通过合适的方法对模型变量进行相关性分析同样是构建模型的另一个目标,不仅可以对城市交通进行安全性分析,也可以提出城市交通事故的相关改善措施。

#### 3.4.1 弹性系数分析

两种模型的参数估计的  $P$  值确定了影响交通事故数的变量种类,相关参数也决定了不同变量对交通事故数会产生积极或消极的影响,但这种程度是远远不够的。变量对于事故数的影响情况的大小也是研究者们所关心的,因此弹性系数被研究并应用于自变量对因变量的定量分析中<sup>[10]</sup>。其计算公式如式 11。

$$E_{x_j}^{\mu_i} = \frac{\partial \mu_i}{\partial x_j} \times \frac{x_j}{\mu_i} \quad (11)$$

其中,  $E_{x_j}^{\mu_i}$  表示第  $i$  个路段上第  $j$  个变量的弹性系数,  $x_j$  表示第  $i$  个路段上第  $j$  个变量值。将同一变量在不同路段的弹性系数求和可以得到最终变量对交通事故数的弹性指标如式 12 所示。

$$E_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial \mu_i}{\partial x_j} \times \frac{x_j}{\mu_i} \right) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\beta_{ij} x_{ij}) \quad (12)$$

其中,  $E_j$  表示第  $j$  个变量对交通事故数的弹性系数,  $\beta_{ij}$  表示第  $i$  个路段上第  $j$  个变量的参数估计结果。弹性系数用于描述自变量每增加 1% 会导致事故数平均变化的百分比。

### 3.4.2 边际效益系数分析

弹性系数分析适用于连续变量的影响因素分析,但对于布尔类型等离散变量没有意义,选用边际效益系数作为离散变量的影响分析。式 13 表示了边际效益的计算方法。

$$M_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\partial \mu_i}{\partial x_{ij}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\beta_{ij} \times e^{\beta_{ij} x_{ij}}) \quad (13)$$

其中,  $M_j$  表示第  $j$  个变量对单位长度路段交通事故数的边际效益系数。此时的公式描述了自变量每增加 1 个单位会导致单位长度路段上交通事故的平均变化数。由于交通事故数与路段长度近乎线性相关,边际效益系数会受到路段长度的影响,为了获取更合适的物理意义,采用式 14 计算边际效益。

$$M_j = \frac{1}{n \times L} \sum_{i=1}^n \frac{\partial \mu_i}{\partial x_{ij}} = \frac{1}{n \times L} \sum_{i=1}^n (\beta_{ij} \times e^{\beta_{ij} x_{ij}}) \quad (14)$$

其中,  $\bar{L}$  为样本集中城市路段的平均长度(km)。模型解释为自变量每增加 1 个单位会导致每公里交通事故数的平均次数变化情况。

## 4 全因素的城市事故预测模型

将统计得到的 16 个变量共计 2131 个样本的变量集输入泊松回归模型和负二项回归模型中,由于路段长度与交通事故数之间存在明显的线性关系,将路段长度  $x_3$  作为暴露变量。

### 4.1 性能对比

采用上述检验方法对两种模型的估计结果进行检验,得到两种模型的性能对比结果如表 2。由表可得,泊松模型和负二项模型的卡方  $\chi^2$  检验结果为  $p(\chi^2) < 0.001$ ,表明两种模型均适用于城市交通事故预测模型的构建。负二项模型在拟合优度检验指标  $AIC$ 、 $BIC$  和准确度检验指标  $RMSE$ 、 $MAE$  上表现出优于泊松模型的性能。因此,负二项模型比泊松模型更适用于城市交通事故预测任务中。

表 2 泊松回归模型和负二项回归模型的性能检验对比表

性能指标	负二项模型	泊松模型
$\chi^2$	$\chi^2 = 709.45, p(\chi^2) < 0.001$	$\chi^2 = 3902.72, p(\chi^2) < 0.001$
$LL_c$	-6 878.6681	-7 618.507 5
$LL$	-6 523.945	-7 573.592
$AIC$	13 083.89	15 181.18
$BIC$	13 185.84	15 277.47
$RMSE$	21.979 2	23.685 4
$MAE$	13.309 58	13.34713

### 4.2 模型结果

如表 3 所示,计算负二项回归模型的参数估计结果。负二项模型的参数估计结果表明,15 个指标与城市交通事故数存在显著相关性。其中包括:平均心率(极显著\*\*\*  $p < 0.01$ )、皮肤电导率(一般显著\*  $p < 0.1$ )、 $TTI$ (极显著\*\*\*  $p < 0.01$ )、车道数是否为 1 或 2(极显著\*\*\*  $p < 0.01$ )、有无中间带(\*\*\*  $p < 0.01$ )、中间带有无护栏(极显著\*\*\*  $p < 0.01$ )、路侧带有无护栏(极显著\*\*\*  $p < 0.01$ )、路侧带有无分隔实体(极显著\*\*\*  $p < 0.01$ )、与城市中心距离(极显著\*\*\*  $p < 0.01$ )、建筑元素占比(极显著\*\*\*  $p < 0.01$ )、植物元素占比(极显著\*\*\*  $p < 0.01$ )、墙元素占比(极显著\*\*\*  $p < 0.01$ )、可移动元素数(极显著\*\*\*  $p < 0.01$ )、路段长度(极显著\*\*\*  $p < 0.01$ )。

### 4.3 交通安全分析

负二项回归模型中具有显著相关性变量的弹性系数与边际效益系数如表 4 所示。研究采用拟合度更好的负二项回归模型尝试进行变量的相关性分析,并最终利用弹性系数和边际效益系数分析实现城市交通安全评价及分析。根据弹性系数绝对值的大小可以得到不同变量对交通事故数的影响程度排序:平均心率 > 可移动元素数 > 墙元素占比 >  $TTI$  > 有无中间带 > 车道数是否为 1 或 2 > 植物元素占比 > 皮肤电导率 > 与城市中心距离 > 天空元素占比 > 建筑元素占比 > 路侧带有无护栏 > 中间带有无护栏 > 路侧带有无分隔实体。

表 3 负二项模型的参数估计表

特征名称	符号	负二项模型		
		系数	Z	P
平均心率	$x_1$	-2.467	-6.630	0.000***
皮肤电导率	$x_2$	-0.667	-1.680	0.093*
<i>TTI</i>	$x_3$	-0.271	-3.760	0.000***
车道数是否为 1 或 2	$x_5$	-0.438	-14.200	0.000***
有无中间带	$x_6$	0.520	7.580	0.000***
中间带有无护栏	$x_7$	-0.275	-4.220	0.000***
有无中央分隔带	$x_8$	-0.058	-0.930	0.353
有无路侧带	$x_9$	0.045	0.830	0.406
路侧带有无护栏	$x_{10}$	0.194	6.690	0.000***
路侧带有无分隔实体	$x_{11}$	-0.148	-4.150	0.000***
与城市中心距离	$x_{12}$	-3.496	-11.990	0.000***
建筑元素占比	$x_{13}$	-2.019	-9.070	0.000***
天空元素占比	$x_{14}$	-1.410	-5.790	0.000***
植物元素占比	$x_{15}$	-1.374	-8.140	0.000***
墙元素占比	$x_{16}$	-1.469	-7.430	0.000***
可移动元素数	$x_{17}$	0.279	18.660	0.000***
截距	-	0.469	0.56	0.000***
路段长度(暴露变量)	$x_4$	1.000	-	-

注: \* 表示显著性 ( $*p < 0.1, **p < 0.05, ***p < 0.01$ )

表 4 负二项回归模型的变量的弹性系数与边际效益系数

变量名	弹性系数	边际效益系数
平均心率	-0.777	-
皮肤电导率	-0.181	-
<i>TTI</i>	-0.374	-
车道数是否为 1 或 2	-0.277	-6.892
有无中间带	0.358	8.180
中间带有无护栏	0.042	-4.318
路侧带有无护栏	-0.061	3.049
路侧带有无分隔实体	-0.036	-2.325
与城市中心距离	-0.140	-
建筑元素占比	-0.111	-
天空元素占比	-0.121	-
植物元素占比	-0.193	-
墙元素占比	-0.422	-
可移动元素数	0.738	4.378
截距	-	-
路段长度(暴露变量)	1	1

#### 4.3.1 驾驶人因素

驾驶人平均心率每增加 1% 会导致城市交通事故数减少 0.777%, 且皮肤电导率每增加 1% 会导致城市交通事故数减少 0.181%, 这一结论表明在合理的压力阈值范围内, 适当的驾驶压力负荷会提高道路交通安全水平。

#### 4.3.2 车辆因素

*TTI* 每增加 1% 会导致城市交通事故数减少 0.374%, 意味着交通越拥挤则路段越安全, 同时也表明道路建设或改扩建过程中车道数的确定应当与设计交通量相匹配, 一味的扩张的道路反而会提高交通事故率。

#### 4.3.3 道路因素

单车道、双车道变化为三车道及以上会导致路段每公里事故数增加 6.892 起, 车道数的增加往往伴随着交通流复杂程度的增加, 也侧面证实了车道数并不是越多越好。设置中间带

会导致城市路段每公里事故数降低 8.18 起,而中间带设置护栏的影响程度则稍低一点,会引起城市路段每公里事故数降低 4.318 起。值得注意的是,路侧带设置护栏竟然会引起每公里事故数增加 3.049 起,但分隔实体的设置会导致每公里事故数降低 2.325 起,引发这一现象的原因还需要更进一步的研究,至少可说明分离实体相较于护栏在提高交通安全方面的作用更显著。

另外,路段与城市中心距离增加 1% 会导致交通事故数增加 0.14%,越靠近城市中心的路段越安全。由于城市发展过程中资金的投入是有限的,路段随着所处位置的不同资金的投入和承担的功能也不同,与城市中心越近,其道路等级越高,照明设施和交通安全设施越完善,路段的交通安全水平在理论上也更高。

#### 4.3.4 环境因素

驾驶人在城市道路相比于高速公路上行驶更容易受到行驶环境的影响<sup>[11]</sup>。建筑元素、植物

元素和墙元素在视觉范围内的占比每增加 1% 会造成交通事故降低 0.111%、0.193% 和 0.422%。建筑和墙元素的增加与街道类型存在较大关联,商业区与郊区相比拥有更多的建筑和墙元素,证实了越靠近城市中心的路段越安全。植物元素占比增加会导致太阳光对驾驶人视觉影响的消除而降低事故率,因此适当种植树木不仅起到美化的作用,还可以提升路段的交通安全水平。另外,视觉中间区域可移动元素数每增加 1 个会导致交通事故增加 4.378 起,说明可移动场景元素对驾驶人的行车干扰更大,适当增加分离设施可以较大程度的提升路段交通安全水平。

#### 4.4 改善措施提出

根据交通事故预测模型的构建和影响因素的相关性分析,提出交通安全改善措施并构建了措施集如表 5 所示,旨在降低驾驶人的行驶压力,保障驾驶人行驶时心理状态的平稳性与协调性,改善城市道路的交通安全状况。

表 5 设计阶段和运行阶段用于提高交通安全状况的措施集

阶段	可应用的改善措施
设计阶段	根据路段的驾驶压力负荷计算结果,对照压力阈值范围选择合适改善措施
	车道数应与设计交通量相匹配,适当增加道路的拥堵指数
	设置中间带
	设置分隔实体的路侧带
	适当增加视野范围内建筑元素的占比
	适当增加视野范围内植物元素的占比
	适当增加视野范围内墙元素的占比
运营阶段	据路段的驾驶压力负荷计算结果,对照压力阈值范围选择合适改善措施
	车道数应与设计交通量相匹配,适当增加道路的拥堵指数
	设置中间带
	适当增加视野范围内建筑元素的占比
	适当增加视野范围内植物元素的占比
	适当增加视野范围内墙元素的占比

## 5 结论

交通事故的频发导致交通安全状况的提高已经成为一个亟待解决的问题,如何科学合理的预测和分析交通事故是解决城市道路交通安全问题的关键。由于缺少驾驶人和环境因素的量化手段,传统的预测方法忽略了交通是由人、车、路和环境四种因素组成的动态耦合系统这一本质,大多仅考虑道路、车辆和定性分析为主的环境等外界因素,导致事故分析和预测方法缺乏科学性。

利用扩张卷积网络等量化方法从实车驾驶的实验数据和环境数据提取心理和环境因素的变量,并结合车辆和道路的相关变量构建了全因素组合影响下的城市交通事故预测模型,解决了多源数据采集和融合方法缺失的问题。弹性系数与边际效益系数的分析方法被用于探究关联变量与交通安全的潜在联系,并以此为基础提出了全因素的交通安全改善措施,为城市道路交通安全的改善提供了理论支持和方法支撑。

### 参考文献:

- [1] Gutierrez - Osorio, C. , and C. Pedraza . “Modern data sources and techniques for analysis and forecast of road accidents: A review.” *Journal of Traffic and Transportation Engineering ( English Edition )*, vol. 7(4), pp. 432 - 446, 2020.
- [2] Lu Y , Fu X , Lu C , et al. “Effects of route familiarity on drivers’ psychological conditions: Based on driving behaviour and driving environment.” *Transportation Research Part F Traffic Psychology and Behaviour* , vol. 75, pp. 37 - 54, 2020.
- [3] Fan Z , Liu C , Cai D , et al. “Research on black spot identification of safety in urban traffic accidents based on machine learning method.” *Safety Science*, vol. 118, pp. 607 - 616, 2019.
- [4] Lu Y , Fu X , Guo E , et al. “XGBoost Algorithm - Based Monitoring Model for Urban Driving Stress: Combining Driving Behaviour, Driving Environment, and Route Familiarity,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 21921 - 21938, 2021.
- [5] Matsuoka R H , Kaplan R. “People needs in the urban landscape: Analysis of Landscape And Urban Planning contributions.” *Landscape & Urban Planning*, vol. 84(1), pp. 7 - 19, 2008.
- [6] Horberry T , Anderson J , Regan M A , et al. “Driver distraction: the effects of concurrent in - vehicle tasks, road environment complexity and age on driving performance.” *Accident; analysis and prevention*, vol. 38(1), pp. 185 - 191, 2006.
- [7] Liu C , Zhao M , Li W , et al. “Multivariate random parameters zero - inflated negative binomial regression for analyzing urban midblock crashes.” *Analytic Methods in Accident Research*, vol. 17, pp. 32 - 46, 2018.
- [8] Lu Z , Yu Z , Ya - Li P , et al. “Fast Single Image Super - Resolution Via Dilated Residual Networks,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 109729 - 109738, 2019.
- [9] A. Abadi, T. Rajabioun and P. A. Ioannou. “Traffic Flow Prediction for Road Transportation Networks With Limited Traffic Data,” *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 16(2), pp. 653 - 662, 2015.
- [10] Y. Daraghmi, C. Yi and T. Chiang, “Negative Binomial Additive Models for Short - Term Traffic Flow Forecasting in Urban Areas,” *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 15(2), pp. 784 - 793, 2014.
- [11] Ewing, Reid, D umbaugh, et al. “The Built Environment and Traffic Safety.” *Journal of Planning Literature*, vol. 23(4), pp. 347 - 367, 2009.

# 高速公路交通枢纽与土地空间复合利用

李旭华

(广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 广州 510507)

**摘要:**本文依托广深高速公路新塘立交改造项目,从通过交通改造提升出行条件,对高速公路存量土地进行释放,综合土地空间复合利用的策略等阐述,为落实“结合地方规划和交通出行盘活利用存量土地综合开发”的探索和实践提供先行先试的经验。

**关键词:**交通先行;释放存量土地;土地空间复合利用

## 0 引言

广东省交通厅关于《交通强国建设广东试点实施方案》中提出:“以广深高速新塘互通立交交通优化改造、综合开发利用为具体项目依托,提升公路和城市道路走廊带资源综合利用水平”<sup>[1]</sup>。

推动新城更新、改变城市发展格局是 TOD 模式的一大重要作用,通过实施综合开发,融合产业、公共服务资源,可以形成新的商业中心和生活中心。目前国内 TOD 模式主要以“地铁和高铁车辆段上盖”居多,如上海闵行区莘庄地铁站上盖,将高铁、地铁、公交等集于一体;成都陆肖站的“互联互通、无缝换乘”,打造了最佳慢行单元,构建“BMW”(公交+地铁+步行)绿色出行体系<sup>[2-4]</sup>;广州番禺汉溪长隆地铁站上盖,将地块开发成为集商业、办公、住宅于一体的城市地标式商住综合体<sup>[5]</sup>。广州市环城东圃立交改造项目兰亭盛荟,也是城市快速路、商业、住宅一体化的成功案例。

而对于高速公路存量土地的释放及开发模式目前国内仍未有可参考案例,本文依托广深高速新塘立交改造项目,对交通改造提升出行条件、高速公路存量土地释放、地块综合开发等常规项目的独立个体相互串联,介绍综合开发利用的主要流程和方法,为此类 TOD 开发项目提供可行的参考经验。

## 1 区域现状分析

### 1.1 互通立交形式

广深高速公路新塘互通立交为服务型立交,

采用菱形+内、外环匝道的布置方式。原立交考虑商业预留,服务当地居民,具有很强的商业前瞻性,预留地面积较大,但因管理、安全等多方面原因,最终没有实现功能,导致现状的大部分土地出现闲置的情况。

### 1.2 项目周边形态

广深高速公路新塘立交位于广州市增城区新塘镇西部,紧邻黄埔区,是 107 国道与广深高速公路的转换节点。

随着城市的发展,项目周边已高度城市化,作为增城先进制造产业区核心区的新塘借助其便利的交通优势,周边已经集聚了超 100 家的高新技术企业,既有的环境和形象与周边城市的发展不相融合,见图 1,总体归纳如下:

(1) 欠缺城市标识。广州是我国重要的中心城市、国际商贸中心和综合交通枢纽地,现状新塘立交占地面积大,与城市定位不相融,欠缺城市标识。

(2) 土地资源集约化低。现状新塘立交匝道迂回,占地面积大,除交通通道本身需要以外,其他土地利用率低下,造成闲置浪费的情况。

(3) 高差屏障。广深高速公路与地面高差达 10 m 之高,形成天然的屏障,整个立交将该片区一分为二,区域居民出行受立交、高速公路等多重分隔,行人出行绕行较远,出行直达性较差。

(4) 景观同质化。现状新塘立交并未做专门的景观设计,与其他立交节点无大的差别,各处景观同质化,无明显特色。

(5) 欠缺宜人城市公共绿地。新塘立交范围仅为常规公路绿化,景观布局及树种单一,景观同质化严重。同时受立交分隔影响,周边以三旧建筑物居多,虽然周边大型小区花园分布不少,

但缺少大型的城市公共绿地空间。

(6) 噪声问题。新塘立交周边迅速发展,小区、商业设施迅速增加,公路噪音对周边环境影响较大。



图1 既有环境与周边城市的发展不融合问题简图

## 2 土地空间复合利用主要策略

在保证立交交通功能最优前提下,同时改善片区的交通环境、促进地区城市功能,释放城市发展用地,盘活利用存量土地,实现土地集约化利用是项目改造的目标之一。

项目现状地块总面积为 661 420 m<sup>2</sup> (约 992 亩),新塘立交的工程改造后,规划拟将项目地块内的道路用地、边坡防护地调整为二类居住用地,总释放用地面积为 199 850 m<sup>2</sup> (约 300 亩),总建筑量为 599 550 m<sup>2</sup> (住宅 540 100 m<sup>2</sup>,公建配

套 59 450 m<sup>2</sup>),为片区新增公园面积达 254 亩。

主要实现的策略如下:

### 2.1 交通先行

由于原有高速立交匝道设计偏于复杂,造成周边出行车辆出入高速绕行,造成出行效率低下及经常拥堵的问题。设计以改善立交周边交通状况,提高周边出行交通效率为原则,通过对立交方案重新设计,减少现状绕行距离,对地方道路通过分流直行交通和转向交通等措施,改善区域交通环境,提高出行效率,同时将立交范围内土地进行释放。立交改造后的效果可见图 2。

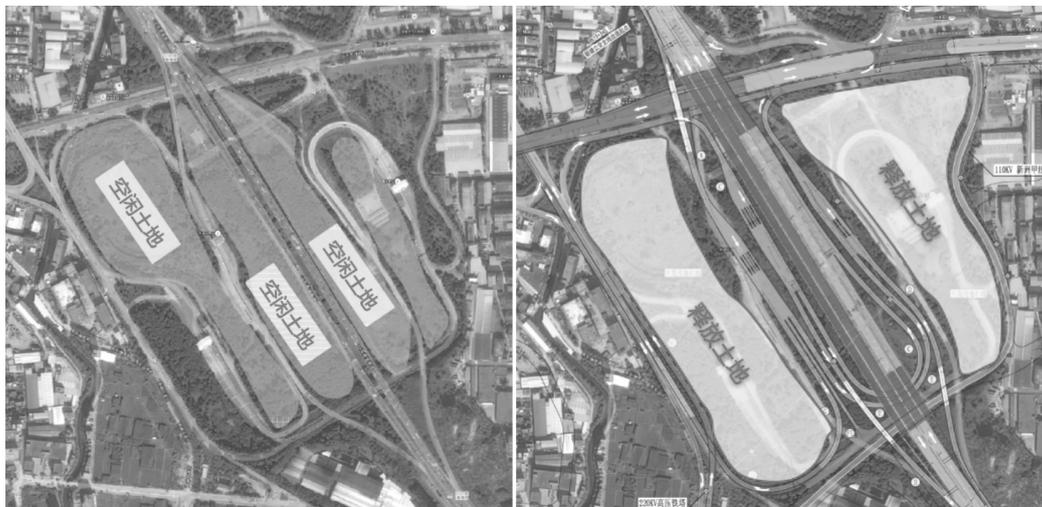


图2 立交改造前后示意图

### 2.2 城市与自然的互动

考虑新塘立交通过改造后仍将开发地块一分为二,不利于小区内部交流,噪声、尾气也将严重劣化土地开发的品质。设计通过对立交采用

上盖形式,有效地链接了本来被互通立交高架桥隔断的城市界面,形成立体起伏的绿色盖板,营造微气候,缝补城市与自然的对话。立交上盖剖面示意图见图 3。

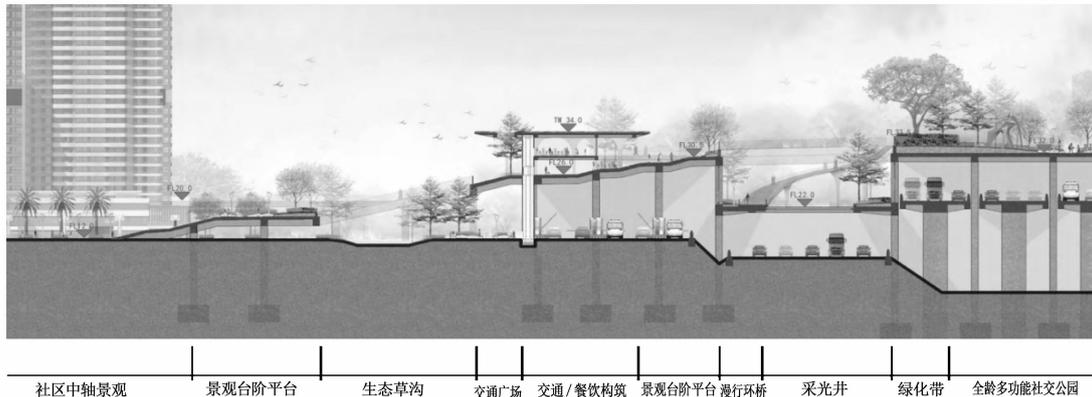


图 3 立交上盖剖面示意图

### 2.3 打造城市公共空间的绿地

高架全上盖城市公园,首先必须满足高速公路通行需求;其次在此前提下保证用地间功能的正常使用,且实行多场地,多平面,多维贯通;最后增加现代科技智脉概念三者叠加。

设计场地以聚焦城市景观轴线为根本,打造国内首例高架全上盖城市公园,其将成为新塘的重要交通要塞,增城的空中花园,粤港澳大湾区的

智慧东门。其必须能够立足于社区之间,并可以面向各城市,且作为无界公园实现各用地无缝连接。以生态休闲为特色,塑造创新开发城市标杆形象,利用现代科技,创造未来景观体验门户,从而创新集体休闲游憩、运动健身、科技体验等功能于一体的城市休闲游憩型绿地,满足周边生活工作市民的不同需求,并发挥生态效益,起到改善城市局部生态景观环境的作用,上盖公园效果见图 4。



图 4 上盖公园效果示意图

## 3 项目规划相关流程

### 3.1 土地收储阶段

类似土地开发的关键在于土地性质,如何实现从交通设施用地转变为开发用地,首先需得到政府相关部门的大力支持。因此,需重视前期策

划方案,主要是进行地块挖潜及地块归整(核查权属及现状、立交及城市道路改造),落实地块退缩高速公路距离(影响可开发范围),核查上层规划条件(城规、土规),对周边区域控规、市场研判及规划优化可行性论证,争取市规划和自然资源局、住房和城乡建设局等有关部门的支持。

经过前期策划基本稳定后进行上层规划及控制性详细规划修改,主要途径一是寻求上层规划修改机会,修改上层规划(可充分利用国土空间规划编制及调整的窗口期);二是开展控制性详细规划论证和修改。

新塘立交地块通过立交优化改造、城市总规修改、土规修改、控规修改和政府收储和出让,最后实现从交通设施用地转变为二类住宅用地,完成政府收储。项目土地收储程序可见图5。

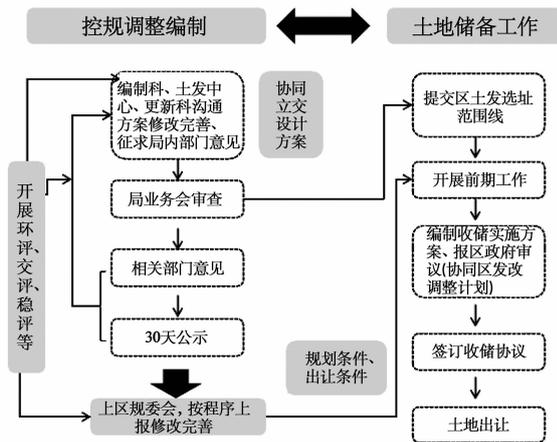


图5 项目土地收储示意图

### 3.2 交通立交改造立项

通过方案设计阶段及交通主管部门的评审会议,确定立交改造方案。该项目由省发改委立项,省交通厅进行两阶段设计批复。考虑上盖公园为对外开放的绿地,建成后运营理由当地政府接收,上盖公园景观工程不纳入立项工程范围,由土地受让方投资建设,仅在当地政府备案;而为公园提供基底的上盖结构部分,实质为考虑公路交通对周边环境影响而设置的隔音降噪环保措施,该部分作为公路建设的附属设施与立交改造同步建设。

## 4 结语

新塘立交改造是广东省“交通强国建设试点”项目之一,将成为高速公路沿线土地综合开发的首个示范性项目。探索盘活存量土地新模式,项目的建设将成为展现城市特色、传达地域文化、塑造城市形象窗口的重要载体;并成为引领新塘土地综合开发项目的休闲游憩重要功能绿色空间。

该项目交通设施部分已进入实施阶段,本项目的规划方案值得类似项目的推广。但在综合体的规划、设计、建设以及管理等方面还存在协调沟通问题:

#### (1) 土地开发时序与交通建设的同步

现行土地开发主体与交通建设主体一分为二,两部分为独立的个体,且土地开发主体的确定往往较交通建设滞后较多,对开发前期的策划方案与交通建设往往不能同步和匹配,导致在交通建设过程中存在较多的不协调及地块交通组织的衔接不顺畅等。建议策划方案可以与交通改造方案同步研究,或适度前置研究。

#### (2) 跨行业多专业情况的执行标准

项目涉及公路、市政、建筑等各专业,项目的设计并不能简单地直接套用某个行业规范标准,如本项目立交改造后采用全封闭的上盖形式,对上盖下空间的通风、排烟及消防安全等如何执行相关规范和标准及验收程序等,如单纯地采用建筑行业标准,由于上盖下为维持正常交通通行的匝道及收费广场等,无法实现防火分区的功能;若采用公路隧道标准,则需对每条匝道设置侧墙分隔,在盖顶设置射流风机,该模式不仅建设工程规模庞大,对运营管理也带来相当大的难度和养护的投入。因此,需根据项目实际情况开展专题研究。

高速公路沿线土地资源的集约化利用,综合开发必将进入新的阶段,综合开发模式是适应高速公路交通和城市和谐发展的必经之路,新的设计理念也将不断涌现,需要更多的学者共同研究探索。

#### 参考文献:

- [1] 广深高速公路新塘立交改造工程设计成果. 广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司.
- [2] 朱浩. 综合交通枢纽上盖开发交通建设研究. 上海: 交通与运输, 2016. 06.
- [3] 刘皆谊. 城市立体化发展与轨道交通[M], 南京: 东南大学出版社, 2012.
- [4] 郑健, 晏克非. 基于 TOD 理念的轨道站点综合开发模式研究[J]. 苏州: 中国大城市交通规划研讨会论文集, 2010.
- [5] 黄健新. 城市轨道交通上盖综合体交通规划设计研究 - 以汉溪长隆枢纽为例, 广州: 工程硕士学位论文.

# 金鸿公路东侧污水干管工程技术交流总结

## 一、交流会情况

2023 年 7 月 17 日 ~ 18 日,公司给排水专业技术分委会组织开展金鸿公路东侧污水干管工程技术交流活动。我院 10 名专业技术人员及施工单位广东省第二建筑工程有限公司技术总工等参加。



图 1 参会人员合影

在分委会成员陈少煜对市政顶拉管施工工艺概况进行汇报后,我院技术人员在会议室就顶拉管工艺的设计和施工技术要点进行深入讨论交流,进一步加深对顶拉管的了解和认识。随后全体技术人员对顶拉管的管材、工作井、施工设备、及作业方式进行实地参观考察。



图 2 会议室讨论及现场观摩

## 二、对顶拉管总体技术的认识和建议

管道顶拉技术是利用水平定向钻机、导向钻头、导向仪等施工设备,在管道一端的工作面上,按照设计的导向钻孔轨迹,采用水平定向钻进技术施钻先导孔,先导孔先施钻造斜段,再过渡到设计管道水平中心位置。然后沿着设计管道中心线,由管道一端检查井钻至另一端的检查井里面。

在另一端的检查井里面,卸下原导向钻头,安装直径不超管道外径 50 mm 反向掘进钻头,进行反向扩孔掘进。同时,在掘进钻头后面,安装自密封承插接口短管,连接特制短钻杆、连接后顶板及锚环,对自密封承插接口短管进行反向承拉锚固。

反向掘进时,掘进头实施扩孔钻进。同时,通过特制短钻杆传递回拉力,利用连接后顶板、锚环,反向拉顶短管贯入土层,以实现管道的扩孔拉顶安装。

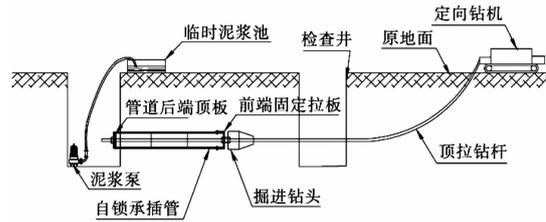
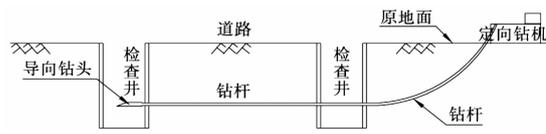


图 3 综合管廊断面图

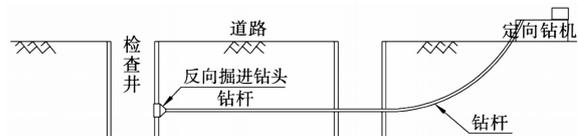
1. 具体施工步骤如下:

步骤 1:利用定向钻机,由道路的一侧向另一侧,先导孔钻孔施工,联通两个检查井。



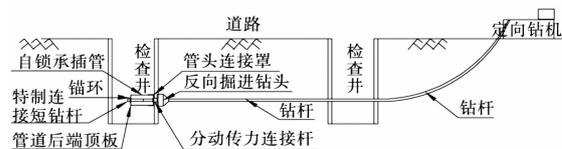
步骤一

步骤 2:在另一侧检查井,安装扩孔钻头,替换原来的导向钻头。



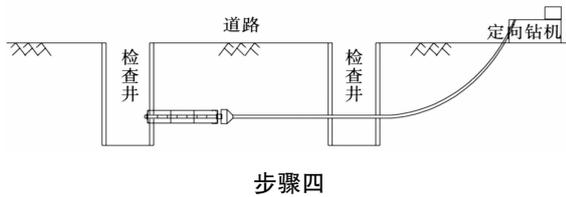
步骤二

步骤 3:安装自锁承插管,通过特制的连接短钻杆、后锚顶板及锚环,利用定向钻机方向扩孔,开始对管道进行顶拉安装施工。



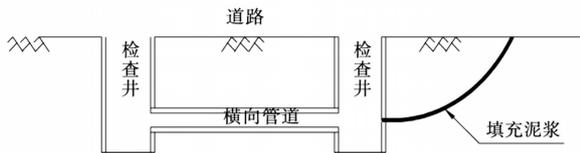
步骤三

步骤4:利用定向钻机,边反向扩孔边接长管道,直至贯通另一侧检查井。



步骤四

步骤5:对多余的钻杆孔进行填充封堵,完成横向管道的安装施工。



步骤五

## 2. 顶拉管工艺特点

顶拉管施工工艺融合了微型隧道与水平定向钻的优势,具有精准的定位及纠偏系统,在穿越轨迹的控制上具有更高的可控性,对复杂地质条件具有更佳适应性。顶拉管施工具有以下特点:

①路面围蔽作业面小、占用道路时间短,造斜段只借道不扩孔,对地层破坏可忽略不计;

②管材为柔性材质,自密封接头,自锁死,无须用电,防渗防震;

③回扩掘进顶拉施工为平行推进,管材在整个过程中,只承受顶进摩擦阻力;整个工艺无拉伸变形和径向变形的的外力,能确保成品管道的设计使用寿命;

④管材自锁后加传力杆成为一个相对的整体,泥浆内排解决小空间排泥管拆装堵塞问题,用材轻(比重)解决管道沉降问题;

⑤可解决管道有一端不具备工作面,而无法进行牵引施工的难题。

## 3. 顶拉管工艺设计要求

采用先导顶拉管工艺流程:制作工作井—导向钻进—回扩掘进顶拉。机头外径不超管道外径50 mm;管道一次顶拉距离不宜超过80 m,检查井宜按照《室外排水设计标准》检查井最大间距中各管径对应检查井最大间距布置,尽量避免井间距大于最大井间距而设置中间井。管道完成后结合

CCTV检测采用内渗法进行密闭性检查。

管材采用聚乙烯复合实壁管,接口形式为柔性密封自锁承插接口,环刚度不小于 $12.5 \text{ kN/m}^2$ 。

工作井可以采用圆形、方形,工作井内尺寸不小于1.5 m。井体施工方法根据地质情况选择开挖法、逆作法、沉井法。井体施工完成后改造为检查井,工作井基本不受顶力作用。(DN300~DN600一般采用圆形1.8 m工作井;DN800采用2 m工作井,管节1 m)

## 4. 工艺流程

### ①工作井施工:

工作井采用直径1.8~2 m预制混凝土圆形管。

为便于横向管道顺利穿越检查井,需要提前在检查井管壁的管道穿越位置预留洞口。同时,为防止检查井安装后,周边地层中的沙土、水进入检查井内,安装前,应用灰砂砖对该洞口进行临时封堵。

同时,为防止横向管道顶进穿越检查井后,流砂沿横向管道与检查井内、外壁间的缝隙流至井内,造成井外路面坍塌,施工时,应在管节内、外壁开凿洞口的周围安装一圈1 cm厚的橡胶止水圈,以封堵横向管道与管节内、外壁预留洞口的缝隙。

### ②先导钻孔施工

根据提前设计好的导向孔轨迹,对水平定向钻机定位,开始导向钻进,并在入钻方向第1个检查井内侧壁上,设置中心位小洞或安装定位轮,以保证管道的流水标高。

导向钻进至第1个检查井内后,复核井内钻杆标高,计算误差值,调整导向钻头的入钻角度及标高后,继续钻进至道路对侧的另一检查井内,完成先导孔钻进。

### ③回扩掘进顶拉

先导孔钻至道路对侧的另一检查井内后,卸下导向钻头,安装反向掘进钻头、横向自密封承插接口短管,连接特制短钻杆、后顶板及锚环,对自密封承插短管进行反向承拉锚固。

反向掘进时,掘进头负责掘进扭矩和克服迎

面阻力,设备余力通过掘进头后分动装置和特制短钻杆传到管尾,实现密封承插短管反向拉顶贯入的目的。

施工时,待一节段完全顶入土层后,再在管施工时配备真空泥浆车配合,当工作面不充许时,可配备临时泥浆箱存放处理。

#### 5、申报课题及奖项

金鸿公路东侧污水干管工程特色鲜明且即将竣工,建议继续对顶拉管工艺进行挖掘研究,同时考虑结合其他顶拉管工程,对其适用情况进行课题的整合,后续建议开设院内科技立项、申报两项相关标准规范。

(本期供稿:给排水专业技术分委会)

## 机电和智慧交通专业技术分委会 赴华为公司开展技术交流活动总结

为更好地总结工程设计经验,提高工程设计技术水平,机电和智慧交通专业技术分委会于 8 月 10 日至 11 日赶赴华为公司进行参观交流,共同探讨智慧高速先进技术和优秀实践,畅想智慧高速的演进方向、技术突破和应用创新。

华为技术有限公司(以下简称“华为公司”)是全球领先的信息与通信技术( ICT)解决方案供应商,专注于 ICT 领域,坚持稳健经营、持续创新、开放合作,在电信运营商、企业、终端和云计算等领域构筑了端到端的解决方案优势,为运营商客户、企业客户和消费者提供有竞争力的 ICT 解决方案、产品和服务,并致力于使能未来信息社会、构建更美好的全联接世界。目前,华为约有 20.7 万名员工,业务遍及全球 170 多个国家和地区,服务全世界三分之一以上的人口。



8 月 10 日上午,分委会到达华为公司深圳坂田基地,参观了位于坂田基地 G 区的“计算创新实验室”以及“数据创新储存实验室”。华为在人工智能、云存储和数据安全方面等领域取得的成就让人瞩目

目,研发中心内部设备齐全,各类前沿计算技术正在不断进行优化和实验。技术人员详细介绍了华为创新研发的“鲲鹏生态兼容性数字化运营平台”以及“昇腾 AI 产业链”,分委会成员们了解到华为在计算应用以及数据存储领域的创新成就,技术交流活动促进了多领域的资源共享和交流以及不同领域间的深入合作,激发了各自创新的灵感。



8月10日下午,分委会参观了位于坂田基地J区的“冯·诺依曼展厅”,该展厅作为集科技、历史和未来展望于一体的独特场所,展示了华为在计算机科技领域的卓越成就和创新思维。展厅内部设计精致,融合了现代科技元素和历史文化,通过多媒体展示、互动体验和实物展示等方式,生动地展现了计算机科技的发展历程和华为在其中的突出贡献。展厅以冯·诺依曼命名,不仅体现对计算机先驱冯·诺依曼的致敬,同时也展现了华为在计算领域的深厚实力。冯·诺依曼展厅作为技术交流的重要平台,为分委会成员及华为技术人员提供了一个互相学习和启发的机会,与会者们在此共同探讨了计算领域的前沿问题,分享各自的观点和经验,进一步促进了科技创新和合作。



8月11日上午,一场技术交流分享会在华为公司坂田基地生产小楼会议室举行,会议以“智慧高速科技创新”为主题,围绕“智慧高速光接入、光传输解决方案”、“新一代轻量化数据中心 DCS 解决方案”、“轻量化雷视感知解决方案”以及“军团最新方案引导 + 智慧高速开放”等议题,吸引了华为公司光产品线团队、存储产品线团队、行业感知团队以及公路军团的技术人员踊跃参与。

会议中,与会者们积极交流讨论了当前智慧科技领域的最新发展趋势和技术创新。在“智慧高速光接入、光传输解决方案”议题下,技术人员分享了华为公司在光通信领域的领先技术,并就如何实现更高速、更可靠的光网络传输展开了深入研讨。同时,针对“新一代轻量化数据中心 DCS 解决方案”,

与会者共同探讨了如何在数据中心设计中更好地融合节能、高效和安全性。另一方面,在“轻量化雷视感知解决方案”议题下,专家们介绍了华为公司在雷达和感知技术方面的前沿研究,探讨了如何利用轻量化技术提升雷达感知能力,从而在智能交通和城市管理等领域取得更大突破。会议的最后议题“军团最新方案引导+智慧高速开放”引发了与会者的广泛关注。在这个议题下,技术专家们分享了华为公司在军事领域的创新成果,讨论了如何将智慧高速技术应用于军事领域,为军队提供更先进的信息化支持。

这次技术交流分享会为分委会成员提供了一个开放、深入交流的平台,为与会人员拓展了视野,深化了对智慧科技领域的理解,将为未来的我院与华为公司的创新合作提供有力支持。



8月11日下午,分委会成员前往位于东莞溪流背坡村的华为松山湖基地进行参观交流。松山湖欧洲小镇整体建筑风格以“有美皆备,无美不臻”为核心,借鉴欧洲“人与自然”和谐相处的理念,展示了上百年人类的建筑智慧和审美精髓。分委会成员在引导人员的带领下乘坐了园区内的网红小火车,领略了小镇内的格拉纳达、巴黎、维罗纳、克伦洛夫、弗里堡、勃艮第、海德尔堡、博洛尼亚等共八大建筑园,同时参观了坐落于松山湖畔的园区的文献中心和科技信息平台-松山湖图书馆。经引导人员讲解后了解到松山湖基地作为华为的重要生产基地之一,涵盖了通信设备、终端设备等多个领域的生产线。在这里,华为生产了众多领先的通信设备和技术产品,为全球通信网络的建设和发展提供了重要支持。

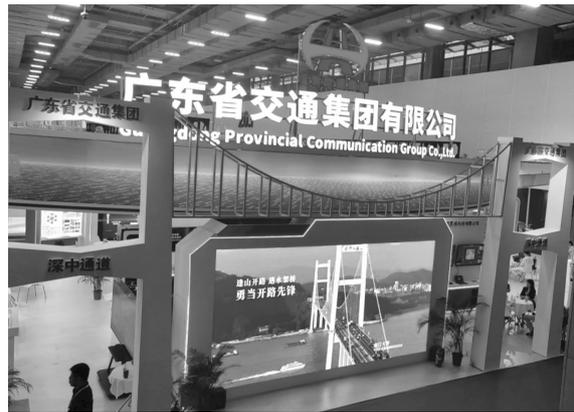


此次参观交流活动不仅拉近了不同专业领域之间的距离,还进一步加深了分委会成员们对华为的了解。通过共同交流探讨智慧高速先进技术和优秀实践,畅想智慧高速的演进方向、技术突破和应用创新,成员们更加深刻地认识到华为的发展历程,对未来的合作充满了信心。

(本期供稿:机电和智慧交通专业技术分委会)

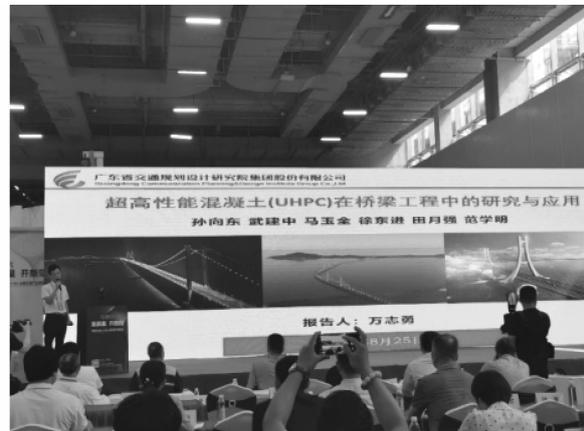
## 城市轨道交通专业与隧道专业技术分委会联合开展 “2023 粤港澳大湾区(广州)智慧交通产业博览会暨 粤港澳大湾区交通新技术论坛”技术交流研学活动

近日,为学习轨道交通及相关领域的新技术、新进展,加强轨道交通工程设计队伍建设,提升公司轨道交通工程设计水平,由建筑、结构、电气、暖通、给排水等专业技术人员组成的城市轨道交通专业技术分委会与隧道专业分委会(以下简称“分委会”)前往广交会展馆参观粤港澳大湾区(广州)智慧交通产业博览会,并参与粤港澳大湾区交通新技术论坛,聆听众多专家学者的讲座。



本届粤港澳大湾区智慧交通产业博览会以“高质量、开新局”为主题,集中展示了智能交通、交通安全、智慧出行、车路协同、公共交通、信息安全、智慧停车、智慧港口、智慧城轨等新装备、新技术、新材料。会上的交通新技术论坛更是聚焦于交通行业新技术、新材料的研发、生产与应用,注重交通实践工作,力争为解决交通行业发展中的热点难点问题贡献智慧力量。

活动伊始,分委会团队在粤港澳大湾区交通新技术论坛会场内共同聆听公司副总工程师万志勇的讲座。讲座围绕着超高性能混凝土 UHPC 在桥梁中的应用,从材料的力学本构再到实际工程问题的解决方案,详细介绍了公司科研团队今年以来对 UHPC 的研究及其在工程问题中的实践应用。作为一种具有超高力学性能和超强耐久性的新型混凝土材料,UHPC 在解决“桥面铺装破损”和“钢箱梁结构疲劳”等方面具有非常广阔的应用前景。



随后,分委会团队前往智慧交通博览会现场,重点参观了轨道交通领域的相关展台。智能泊车、新能源电机、智慧屏蔽门……一个个新奇事物让人应接不暇,仿佛未来交通已近在眼前。突然,一个大家伙吸引了众人的目光—那是中铁“振兴号”盾构机,直径 15.01 m,长约 130 m,总重约 4 400 t,首次采用了常压一带压换刀互换、超长不换刀等高新技术,是国内首台采用自主技术设计制造的复合地层超大直径泥水平衡盾构机。自 2019 年以来,它已在南京和燕路过江通道工程、珠海横琴杧州隧道工程等多个重难点工程投入使用。

随着超大工程的日益增多,国内盾构机等施工机械已完全具备世界领先的技术水准。中国制造正成为世界标杆。创新来源于实践,技术诞生于需求,复杂的外部工程环境不断催生着新的设计理念,中国设计也正日益成为世界领先。



本次技术交流及研学活动的顺利开展,以理论结合实际的形式,提升了公司专业技术人员对轨道交通、隧道及智慧交通相关领域的认识,加深了大家对于轨道交通及隧道领域新装备、新材料的理解,为设计思路注入了新思想、新活力,同时也为今后更好地开展轨道交通及隧道工程设计工作积累了宝贵知识、夯实了良好基础。

(本期供稿:城市轨道交通专业技术分委会、隧道专业技术分委会)

## 第九届高等级公路机电养护与管理技术论坛

机电工程是高速公路系统工程建设的的重要组成部分,机电系统设备、设施的维护、运营和管理对高等级公路高质量运行具有重大意义。为推动机电工程技术创新,确保安全运营,中国公路学会养护与管理分会于9月14~15日在苏州举办“第九届高等级公路机电养护与管理技术论坛”,研究探索公路机电系统科学智能运维、提升养护管理品质。

本次论坛的举办,受到了江苏省综合交通运输学会公路分会、江苏交通控股有限公司、苏州绕城高速公路有限公司等单位的鼎力支持。全国各省、市、自治区交通运输管理部门,高等级公路建设、运营、管理、设计单位的领导、专家、工程技术人员,全国公路系统、科研院所、设计院、大专院校的知名专家、学者、教授等400余位参会代表齐聚一堂,共谋智能时代高等级公路机电系统养护的发展战略。



9月14日全天进行学术交流,本次大会共设置13个学术交流议题,涵盖机电运维发展、技术状况评定、标准化收费站应用实施、隧道智能养护与管理、机电养护技术规范探讨、机电智能运维探索与实践等内容,从不同角度(技术、经济、管理等)、不同角色(业主、设计、运维公司、设备厂家等)研究探索公路机电系统科学智能运维的发展方向、提升公路养护管理品质。



9月15日上午,出席“第九届高等级公路机电养护与管理技术论坛”的代表集中出发,前往苏州绕城高速巴城收费站进行高速公路收费站数字化、智能化升级改造示范站现场技术考察,考察内容包括:收费站车道标准化布局优化、智能化收费设备应用、ETC快速通行车道等。



为充分结合江南传统建筑风格和昆山现代城市风貌,巴城收费站收费大棚主体结构采用了钢结构桁架体系,通过重檐坡屋顶的建筑形式,将金属与木材组合,融入昆曲水袖元素,突出区域地方特色,展现门户形象。



收费站智慧化提升通过增加监控设备,优化秤台布局,提高特情处置效率。同时在收费亭前增设可变信息发布屏,便于司乘人员实时了解相关通行信息及收费政策。

通过引入全新科技机电系统,运用最新科研产品,为站点科技赋能,提升运行效率。为充分结合江南传统建筑风格和昆山现代城市风貌,巴城收费站收费大棚主体结构采用了钢结构桁架体系,通过重檐坡屋顶的建筑形式,将金属与木材组合,融入昆曲水袖元素,突出区域地方特色,展现门户形象。



巴城收费站在出入口车道部署自助发卡机、缴费机,降低运营成本,精简人员配置,缓解收费站车辆通行压力,实现出入口无人化管理。当车辆驶进收费站时,自动发卡机受到感应后会伸出一只“机械手臂”,司机摁下取卡键后,“机械手臂”将传递出一张 cpc 卡,先感应后按键的模式进一步优化了司乘的取卡距离。

自助缴费机具备完整的出口车道收费能力,支持多种付款方式,具有语音播报、可视对讲、声光报警、自助打印发票和废票回收等多项功能,实现司乘人员自助操作完成非现金支付和发票获取等任务,并提供丰富的图文语音提示,当车辆驶出收费站时,自动缴费机受到感应后会缓缓推出一块“黑色抽屉”的放卡装置,司机只需将卡放置在“黑色抽屉”上,随后 cpc 卡通过传送带运输进缴费机里,即可完成缴费,黑色抽屉随之关闭,从而实现操作简便、快速通行的目的,有效提升收费效率和通行效率。



通过这两天论坛的学习和参观,深刻的感受到机电工程的智慧化运维和管理已经成为高速公路所有从业者需要深入研究和发展的方向之一。机电资产统一管理、业务系统连续闭环、管理效率有效提升成为高速公路管理者关注的焦点,机电设施的状态感知、大数据的应用、智能化养护、高效能源供给成为技术发展和突破的方向之一。我院将在智慧养护领域持续加大投入,与产业链上下游合作伙伴紧密合作,以交通强国引领交通数字化与机电运维蓬勃发展。

(报道者:汪俊彬)

## 茂湛高速公路改扩建项目品质建造现场观摩会技术交流

2023 年 07 月 27 日至 28 日,广东省公路学会在广东省茂名市组织召开茂湛高速公路改扩建项目品质建造现场观摩会。此次会议由广东省公路学会主办,茂湛改扩建管理处承办,广东省交通运输厅党组成员、副厅长贾绍明出席会议并致辞。广东省交通运输厅质管处副处长彭伟强,广东省交通集团有限公司基建部副部长孙家伟,广东省高速公路有限公司党委委员、副总经理余国红,华南理工大学张肖宁教授,广东省高速公路有限公司、广东省路桥建设发展有限公司、广东省南粤交通投资建设有限公司、广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司、广东华路交通科技有限公司、茂名公路学会、珠海交通集团、东莞市路桥投资建设有限公司、茂名沥青储运中心等省内公路建设各相关单位的代表,以及茂湛扩建项目各参建单位代表共约 150 余名专家学者现场参会。

2023 年 07 月 27 日下午,参观了建设现场,亲身感受了茂湛高速公路改扩建项目践行“平安百年品质工程”所取得的成果。广湛线作为广东、海南两省交流主干线同时也是粤西经济大动脉的主干线,这几年,广东省交通集团主导实施了广湛线的扩建工程,大幅提升路段通行能力和服务水平,为沿线经济发展注入强大活力,促进粤港澳大湾区辐射作用发挥。茂湛高速作为广湛线扩建的最后一段,以安全畅通为己任,首次应用了安全防撞缓冲车、路锥自动收放车等实现科技兴安,牵头编写了改扩建工程交通组织和安全防护标准化指南助力安全管理升级;以优质耐久为目标,坚持精益建造,创新应用了无人驾驶碾压机组、SMA-10 沥青上面层以及圬工绿色再生等助力品质工程。

“品质茂湛、和谐共进、博采众长、推陈出新”,建设过程中,在不断学习和借鉴省内外改扩建项目的先进经验基础上,茂湛改扩建项目追求品质,围绕路基、桥梁和路面拼接“三条带”,精准发力,积极创新,探索形成了一套可推广、可复制的“茂湛经验”,为后续的改扩建项目提供更多的优秀经验借鉴。2023 年 07 月 28 日上午在广东省公路学会理事长洪显诚主持下,茂湛高速公路改扩建项目品质建造座谈交流会顺利召开。

广东省交通运输厅副厅长贾绍明对当前我省品质工程建设进展进行了简要分析,并就如何做深做实平安百年品质工程、平安工地,绿色公路以及健全改扩建标准体系等,发表了宝贵意见,并提出殷切希望,望大

家吸收、落实。

华南理工大学张肖宁教授作《沥青路面设计与结构健康管理》的主题汇报,为我们系统性地分享了他在沥青路面领域方面的研究成果,让我们对沥青路面结构设计力学方法、新版沥青路面设计规范、沥青路面结构健康的评价方法、FWD 和 3D 雷达在沥青路面结构健康管理中的应用等有了更深一步的认识,也让我们了解到一些前沿性的资讯。

新粤(广州)材料技术研究院院长徐科作《国产沥青在茂湛高速改扩建项目的应用》的主题汇报,国产沥青(茂石化生产)在茂湛高速改扩建项目的试验段应用,是一次意义重大的探索,对于国内沥青材料产业的发展具有重要意义,通过对国产沥青材料的试验和评估,可以提高国内沥青材料的质量和性能,试验道路的建设也为道路建设提供了可靠的技术支持和参考,为国内道路建设的可持续发展做出了积极贡献。

广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司第三设计院道路总工程师正刚作《改扩建工程设计与安全》的主题汇报,改扩建工程设计具有交通组织与工程方案相结合、外业调查困难复杂,既有高速规范标准、建设理念、施工水平差异大、结构及路面类型多样等特点。程正刚同志从工程设计与安全角度,给大家分享了在设计及设计后服务阶段,动态设计的工作与成效,促进施工与营运“双”安全。

中铁十二局集团有限公司茂湛扩建 TJ5 标项目部总工程师张少颖作《精益建造、推新创绩》的主题汇报,品质工程、平安工地在茂湛扩建 TJ5 标得到了很好的落实,也形成了一批创新的工艺、工法和工装设备。项目部积极探索研究,推动“混凝土再生利用”在本项目落地,最大限度的将废弃的混凝土再生利用,减少废弃污染的同时,实现了资源集约,给后续项目的绿色建造提供了一个有益尝试。此外 SMA-10 也是在广东省首次大面积应用,攻克了多个施工技术难题,也为后续项目提供了很好的借鉴。

会议现场气氛热烈,内容异彩纷呈,参会人员一致认为研讨会质量很高,专家报告内容丰富、见解深刻,开拓了思路,在高速公路改扩建的建设管理、设计、检测、改扩建工艺、工法创新等方面做了一个很好的总结。

(报道者:林伟弟)

## 公司主承办的第二届桥梁建设技术与艺术创新学术会议 在佛山顺利召开

2023 年 8 月 4 日至 6 日,由我司联合广州市市政工程设计研究总院有限公司、广东省建筑设计研究院有限公司、《桥梁》杂志社共同主办的第二届桥梁建设技术与艺术创新学术会议在广东佛山顺利召开。中国工程院院士,交通运输部专家委员会主任,佛山市交通运输局领导,多位设计大师,行业学会、协会及相关领域专家,全国科研、建设等单位代表共 400 余人参加了本次会议。我司李江山董事长在开幕式上致辞,公司多个部门参与了本次会议的技术交流与会务工作。

会议以“桥梁建设技术与艺术创新”为主题,围绕桥梁技术与艺术融合创新探索,特色桥梁设计与施工,在建桥梁工程技术难点及最新进展,桥梁工业化建造技术,新技术、新材料、新工艺在桥梁建造领域的应用等议题展开深入交流和探讨。



8 月 4 日上午,第二届桥梁建设技术与艺术创新学术会议隆重开幕。会议由《桥梁》杂志社社长张志刚主持。开幕式上,中国工程院院士杨永斌,交通运输部专家委员会主任、交通运输部原总工程师周伟,佛山市交通运输局局长丘胜辉,广东省土木建筑学会理事长徐天平,广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司董事长李江山分别在开幕式上致辞,他们表示广大桥梁建设从业者们不断跨越边界,通过技术与艺术创新,缩短空间距离,助力大湾区城市兴起,架起了满满的自信,希望与会的同仁们能够畅所欲言,深入交流,不断推动科技与自然的协调,不断促进力学与美学的融合,继续打造更多、更优秀的桥梁工程,共同推进桥梁行业品质工程的建设,为国家发展做出应有的贡献。



开幕式主持人:《桥梁》杂志社社长张志刚



中国工程院院士杨永斌致辞



交通运输部专家委员会主任、交通运输部原总工程师周伟致辞



佛山市交通运输局局长丘胜辉致辞



广东省土木建筑学会理事长徐天平致辞



广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司董事长李江山致辞

公司总工程师孙向东应邀担任主旨报告会会场主持人。广东省工程勘察设计大师、公司首席专家梁立农作了题为《大跨度斜拉桥技术和艺术融合创新探索与实践》的主旨报告。报告从技术与艺术融合创新的角度,全面总结分享了近年来完成的混凝土斜拉桥、钢斜拉桥、混合梁斜拉桥、矮塔斜拉桥、钢桁梁双层斜拉桥、组合梁斜拉桥等工程的技术难点与艺术创新点,提出了技术与艺术融合的美学设计原则。

8月5日上午,公司总经理助理兼市政设计院院长陈万里在分会场作了题为《城市景观桥梁设计研究及 BIM 运用实践》的主题报告。报告以景观桥梁造型在安全可靠、造价经济和施工便捷三个方面的复杂矛盾作为切入点,结合 BIM 技术的创新运用,介绍了一个能从造型方案的优化选择到计算分析再到具体设计一体化的高效解决方案。

8月5日下午,公司副总工程师王景奇受邀主持桥梁艺术与美学设计分会场,并在会上作了题为《三水三桥设计与创新》的主题报告。三水三桥是塘西大道南延跨江通道的控制性工程,主桥跨径组合为 $(52 + 56 + 72 + 338) = 518$  m,为独塔塔墩梁固结体系斜拉桥。报告主要介绍了三水三桥主桥的桥型选择、跨径布置、结构体系等关键技术以及桥梁结构的美学设计理念。

广东省工程勘察设计大师、  
公司首席专家梁立农作主旨报告

公司总经理助理兼市政设计院院长陈万里作主题报告

会议现场,公司的“富龙西江特大桥”VR 展区成为了最受欢迎的展区,能够模拟行车视角,还原昼夜变化。嘉宾们戴上 VR 眼镜,手持控制手柄,仿佛置身于真实的大桥上。该展区引来了众多嘉宾体验观

看,为嘉宾们带来了逼真的沉浸式体验。



公司副总工程师王景奇作主题报告

8月6日上午,部分参会代表前往富龙西江特大桥施工现场进行参观。

近年来,随着我国经济不断发展,社会各方需求日趋多元,对桥梁建设提出了更高的要求。创新仍是引领行业发展的第一动力。日后,公司将继续践行“创造精品,服务社会”的企业使命,从桥梁工程的可持续发展入手,秉承安全、耐久、适用、环保、经济和美观等原则,在加强智能建造等先进建设技术的研发与应用的基础上,注重科技与自然的协调,进一步推动桥梁技术与艺术的融合创新,不断打造更多、更优秀的体现创新精神、弘扬设计美学的品质工程,力争为大众民生造福祉、为国家发展作贡献!



与会代表在佛山富龙西江大桥项目施工现场参观



我司与会人员合影

(供稿:科技质量部)