

茶坊路北延总体方案规划设计

鲍剑勇

[同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 茶坊路北延工程是衔接嵊州新昌站与甬金高速嵊州南互通的关键控制性工程。针对项目受既有高铁与高速、山体及永农等多重约束,通过多方案比选,推荐采用Y形互通方案,在不触及永农红线的前提下,同步实现了与中心城区及高速出入口的直连互通。基于四阶段法交通预测与通行能力验算,科学论证了分段的车道建设规模;针对隧道邻近别墅区与学校等环境敏感区,提出全线采用机械开挖工法,有效规避了施工振动、噪声及粉尘等环境风险。此外,为解决县级城市隧道分散管理的痛点,提出构建区域隧道群一体化的运维模式,实现多隧道资源的集约化管控。研究成果可为同类受限条件下的城市道路规划设计与运维管理提供借鉴。

关键词: 路网互通;全断面机械开挖;共建管理中心;受限条件

中图分类号: U412.1*2;TU997

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)08-0116-06

Overall Scheme Planning and Design for Northward Extension of Chafang Road

BAO Jianyong

[Tongji Architectural Design (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: The Chafang Road Northward Extension Project is a key control project connecting Shengzhou Xinchang Station with the Shengzhou South Interchange of the Ningbo-Jinhua Expressway. Constrained by multiple factors including existing high-speed railways, expressways, mountains and permanent farmland, the multiple schemes are compared and analyzed. A Y-shaped interchange scheme is recommended. Without touching the red line of permanent farmland, the direct connection and intercommunication with the central urban area and the expressway entrances and exits are achieved simultaneously. Based on the four-stage method of traffic prediction and traffic capacity verification, the construction scale of the segmented lanes is scientifically demonstrated. In view of the environmentally sensitive areas such as villa districts and schools near the tunnel, it is proposed to adopt the mechanical excavation method throughout the line, effectively avoiding the environmental risks such as construction vibration, noise and dust. In addition, to address the pain point of decentralized tunnel management in county-level cities, an integrated operation and maintenance mode for regional tunnel clusters is proposed to realize the intensive management and control of multi-tunnel resources. The research results can provide references for the planning, design, operation, maintenance and management of urban roads under similar constrained conditions.

Keywords: road network interchange; full-section mechanical excavation; co-construction management center; constrained conditions

0 引言

近些年来,高速铁路与高速公路协同发展已成为推动新型城镇化建设的重要引擎,随着杭绍台高铁、金甬铁路开通以及G1512甬金高速扩建,嵊州市迎来了“高铁+高速”双轮驱动的历史性发展机遇。嵊州新昌站作为区域综合交通枢纽,其集疏运体系

的顺畅与否直接关系到中心城区的辐射带动能力。然而,受限于高铁线路、山体屏障及永久基本农田的刚性约束,西南片区路网骨架尚不完善,各组团间的互联互通主要依赖外围道路绕行,通行效率低下,难以适应枢纽经济的快速发展需求。

当前国内针对城市道路互通立交、隧道施工及隧道运维已积累了大量的研究成果。在受限用地道路选线领域,既有案例针对路线比选多聚焦于局部线位避让铁路高速^[1-2],或征拆永农水域等^[3],对多重约束耦合下结合局部节点设计的整体路网构建研

收稿日期: 2026-06-26

作者简介: 鲍剑勇(1991—),男,硕士,工程师,从事道路交通规划设计工作。

究较少。在城区隧道施工工法方面,硬质及较软岩隧道通常采用钻爆法开挖。当处于复杂环境,尤其是穿越城区时,爆破震动对地表建(构)筑物结构安全及周边居民生活均会产生不利影响^[4]。为了避让城市敏感区,江焕春^[5]等在微波山隧道穿越中~微风化花岗岩案例中开发了大跨连拱隧道悬臂式掘进机械开挖施工技术,施工工效与钻爆法相当。在隧道运维管理层面,现有集中管控研究多适用于高速公路上的连续隧道群,如山区高速隧道“云一网一边一端”一体化平台^[6]、区域隧道群集中监控数字化系统^[7]等。此外,高铁枢纽集疏运配套道路的车道规模论证多沿用四阶段预测+通行能力验算框架^[8],但县级枢纽配套主干路受用地、地形、集散特征制约更强。

本文以嵊州市茶坊路北延工程为依托,在现有研究基础上,提出“路网均衡—环境匹配—配套集约”的整体性规划设计方案,重点构建多重约束下的Y形互通总体方案,量化论证分段车道规模,推荐全线机械开挖环保施工方案,并提出县域范围分散式隧道群共建管理中心模式,为同类县级城市的交通枢纽配套道路工程提供可借鉴的技术路径。

1 现状规划情况

1.1 区域规划格局

高铁站前组团位于中心城区西南,是串联城南、丽湖及越剧小镇等核心功能板块的枢纽节点,规划形成“一区引领,四区联动”空间发展格局。

1.2 现状制约因素

如图1所示,项目区域受多重因素制约。

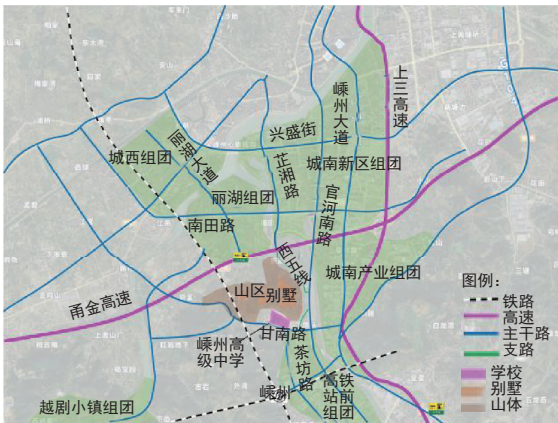


图1 现状周边限制情况

1.2.1 交通阻隔

G1512甬金高速、杭绍台高铁横亘于区域西北侧,将高铁站前组团与中心城区物理隔离。

1.2.2 地形限制

上岛山、元宝山等山体分布,可供布线的平纵面

空间有限。

1.2.3 用地红线

周边分布有大量永久基本农田及现状建筑群,工程实施的政策处理难度大。

1.2.4 互通受限

G1512甬金高速公路嵊州南互通在原互通基础上拓宽改造,增设南侧A型单喇叭及收费站,服务高速南侧片区进出交通,互通立交中,未预留南北方向交通直接连接功能,丽湖组团无法通过丽湖大道实现与站前组团的快速交通转换,如图2所示,互通周边永农分布密集。



图2 嵊州南互通改造及周边永农

目前,区域内路网骨架尚未成型,各组团之间缺乏直连通道,高铁站前组团疏解交通仍需经甘南路—官河南路绕行,不仅增加了出行时耗,也加剧了干道路网的交通压力。

2 功能定位

项目位于中心城区规划环线“两环”:(城市内环:G527—杨港路—普田大道—S312—双塔路—艇湖路;城市外环:甘南路—新七路—G104—G527)之间的关键连接带上。是片区“三横三纵”主干路网的重要组成部分,如图3所示,其功能定位主要体现在以下3个方面。

(1)枢纽集疏运通道:承担站前组团的对外集散功能,实现旅客与货物的快速到发。

(2)组团联系干线:强化与丽湖、城南组团的横向联系,促进“四区联动”发展。

(3)高速出入衔接:作为甬金高速嵊州南互通的专用连接线,服务进出高速的客货运交通,分流外环

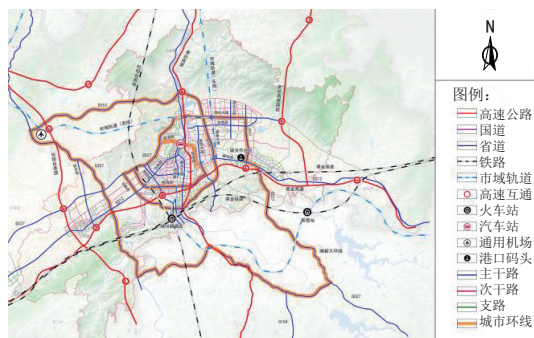


图3 中心城区综合交通规划

交通压力。

因此,该项目不仅是完善片区综合交通系统的必要基础设施,更是支撑城市西南片区土地开发与产业升级的关键先导工程。

3 方案研究

总体方案比选需综合考虑交通服务功能,工程实施影响以及经济性三大要素,针对茶坊路与高速连接线、芷湘路的衔接关系,拟定了3个路网互联互通方案进行对比分析。

如图4所示,茶坊路北延仅连接高速连接线,同时通过拓宽西五线,新建芷湘路南延衔接官河南路。该方案强化了高速进出功能,高速交通可直连高铁站前组团,通过金甬货运铁路可实现公铁联运。但芷湘路无法与茶坊路直连,站前组团前往丽湖及城南组团仍需通过甘南路—官河南路绕行,削弱了高铁组团的中心辐射能力。该方案新建连接高速连接线段全长1.1 km,芷湘路南延段全长1.2 km,沿线共拆迁21户。



图4 方案1:北延单连高速连接线,芷湘路衔接官河南路

如图5所示,茶坊路北延仅连接芷湘路,高速连接线通过新建道路衔接甘南路(货运外环)。该方案实现了高铁站前组团与中心城区的直连,但高速进出交通通过甘南路需绕行1.0 km,且需调整嵊州南

互通高速方案,占用永久基本农田1.27 hm²,实施阻力较大。该方案新建衔接甘南路道路全长1.0 km,茶坊路北延衔接芷湘路段全长1.7 km,沿线占用永农1.27 hm²,共拆迁22户。

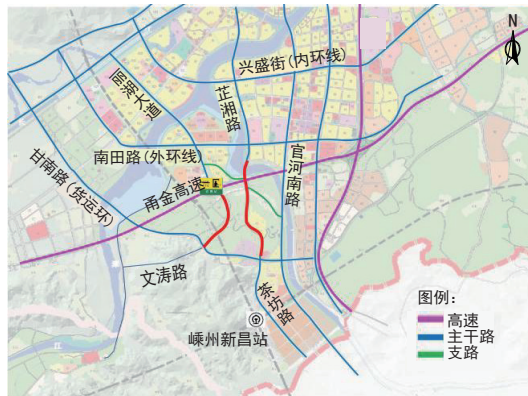


图5 方案2:北延单接芷湘路,高速连接线衔接甘南路

如图6所示,茶坊路北延连接高速连接线,同时设置互通匝道衔接芷湘路,形成Y形互通。方案兼顾了高速集散与组团联系两大功能,实现了两个重要方向的直连通达。该方案新建连接高速连接线段全长1.1 km,设置互通匝道全长1.2 km,沿线共拆迁24户。

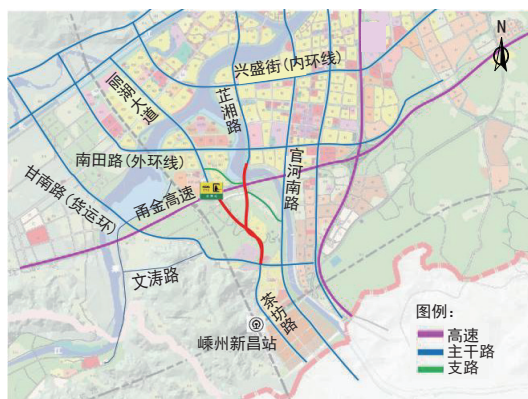


图6 方案3:北延衔接高速连接线及芷湘路形成Y形互通

方案比选结果如表1所示。从路网效益看,方案三通过Y形互通最大化发挥了路网分流能力,实现了枢纽客货运的快速集散。从实施影响看,方案三无需占用永久基本农田,亦无需调整嵊州南互通接线工程,政策风险最低。尽管其拆迁户数略高于其他方案,且总投资最高,但综合考虑长远的交通效益与社会效益,推荐采用方案3。

4 交通分析

茶坊路北延交通量预测及建设规模,既要考虑与现状的匹配,又要结合丽湖、城南及高铁组团开发强度和交通需求,统筹市域货运、客运交通综合考虑。为科学确定建设规模,采用四阶段法,分别针对

表 1 路网互联互通方案比选

比选内容	方案 1:北延单连高速连接线, 芷湘路衔接官河南路	方案 2:北延单接芷湘路, 高速连接线衔接甘南路	方案 3:北延同时衔接高速连接线及 芷湘路形成 Y 形互通
交通功能	单连高速连接线,强化高速进出交通功能。芷湘路通过西五线拓宽衔接官河南路,站前组团至城区需绕行,组团联系弱	单连芷湘路,丽湖城南组团与高铁组团直连,强化组团联系; 高速连接线衔接甘南路(货运外环),绕行 1 km,服务效率降低	双接直连,兼顾高速集散与组团联系,保证实现两重要方向的直连通达
实施影响	用地:耕地 0.867 hm ² ,林地 3.54 hm ² ,建设用地 0.133 hm ² ; 征拆:21 户; 周边工程:下穿运营高铁	用地:永农 1.27 hm ² ,耕地 0.867 hm ² ,林地 3.54 hm ² ,建设用地 0.133 hm ² ; 征拆:22 户; 周边工程:需调整 G1512 嵊州南互通方案	用地:耕地 0.867 hm ² ,林地 4.80 hm ² ,建设用地 0.867 hm ² ; 征拆:24 户; 周边工程:无
经济性	建安费 1.39 亿元,总投资 3.24 亿元	建安费 3.78 亿元,总投资 5.79 亿元	建安费 4.32 亿元,总投资 6.45 亿元

衔接市区、高速连接线方向交通进行交通量预测和建设规模论证。

结合路网结构及用地开发强度,预测远期茶坊路北延工程的高峰小时流量如下:衔接市区方向为 1 277 pcu/h,衔接高速方向为 1 129 pcu/h,两股车流汇合后的合流段流量为 2 130 pcu/h。

依据《城市道路工程设计规范》(CJJ37—2012),新建道路应按三级服务水平设计。城市道路单向通行能力计算方法主要在基本通行能力基础上,根据城市道路特点,考虑主干路道路等级系数修正、车道数修正、交叉口影响修正等因素,分别计算在不同建设规模下的道路单向设计通行能力,再根据交通预测的高峰小时流量计算高峰期间饱和度。根据路段道路平面线形和实际行驶情况,本项目中设计车速为 40~60 km/h 城市主干道路一条机动车道的基本通行能力为 1 650~1 800 pcu/h。受平面交叉口影响的设计通行能力应根据不同的行车速度、绿信比、路口间距等进行折减,单向设计通行能力计算公式如下^[8]:

$$N = n \times K_m \times K_a \times \delta$$

式中: N 为单向设计通行能力,pcu/h; n 为一条车道基本通行能力,pcu/h; K_m 为车道折减系数(一条车道为 1.0,2 车道取 1.85,3 车道取 2.6,4 车道取 3.25); K_a 为机动车道分类系数(主干路取 0.8); δ 为交叉口影响通行能力的折减系数(取 0.65)^[9-10]。

综合分析表明:衔接高速及市区方向道路采用双向 4 车道标准,合流段采用双向 6 车道,饱和度分别为 0.59、0.57 和 0.76,处于合理三级服务水平范围内,并有条件预留远期交通余量。考虑到远期交通增长及抗风险能力,确定北延衔接高速及市区方向采用双向 4 车道,合流段采用双向 6 车道的建设规模,如表 2 所示。

5 总体布置

茶坊路北延工程全长约 1.7 km,采用“隧道+路

表 2 远期(2046 年)高峰流量及通行能力分析表 单位:pcu/h

路段位置	车道规模	单向设计通行能力 C	高峰小时流量 V	饱和度 V/C
高速方向	双 4	2 164	1 277	0.59
	双 6	3 042		0.42
市区方向	双 4	1 984	1 129	0.57
	双 6	2 788		0.40
合流段	双 6	2 788	2 130	0.76
	双 8	3 486		0.61

基”的形式穿越山体。根据功能流向,总体布置分为衔接高速方向与衔接市区方向两部分,如图 7 所示。

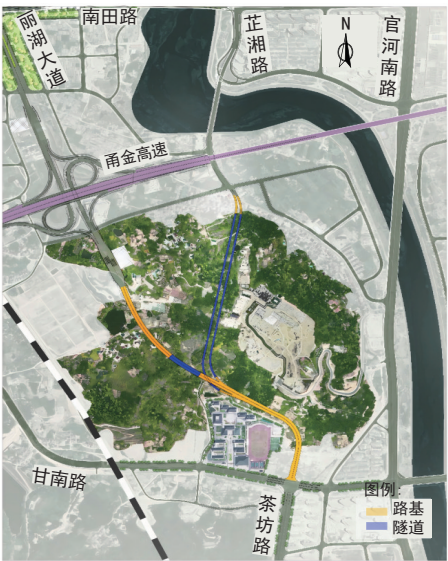


图 7 总体方案布置

5.1 衔接高速方向

该段起点接现状茶坊路-甘南路交叉口,终点顺接嵊州南高速连接线,路线全长约 1.1 km,其中隧道长约 154 m。

受两侧接线标高及纵坡限制,穿山段若采用深路堑方案跨越山脊鞍部,最大路堑开挖高度达 45 m,对山体稳定及周边环境的影响极大,推荐采用隧道下穿元宝山。由于路线较短,且起终点均为整体式路基(中央分隔带宽 2.0 m),不具备设置分离式隧道的

展线条件,推荐连拱暗挖隧道方案^[11],隧道单洞净宽10.6 m,中墙3.05 m宽,如图8所示。受北侧高速收费口进出排队以及隧道行车等因素影响,隧道段最大纵坡控制在3.8%,满足规范^[12]的限值要求。

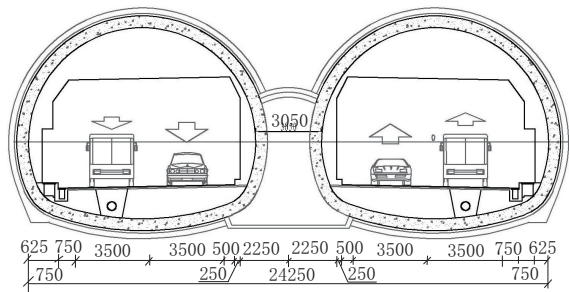


图8 连拱隧道双洞布置图(单位:mm)

5.2 衔接市区方向

该段起点位于Y形互通鼻端处,向北设分离式隧道穿过上岛山,终点接既有芷湘路潭遏桥。路线全长1.2 km,其中西线隧道段长约846 m,东线隧道长约725 m。

分离式隧道净距约为1倍开挖跨度,隧道内考虑南北接线非机动车联通需要,单洞断面布置如图9所示。

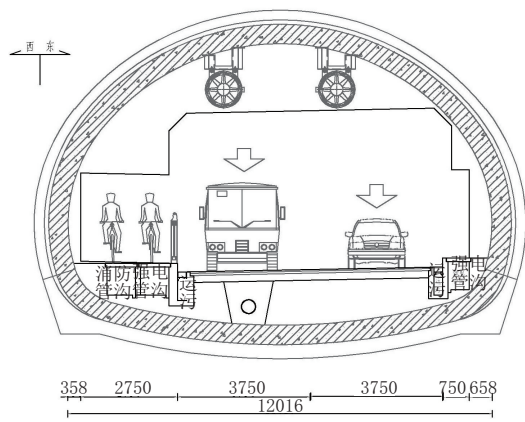


图9 分离式暗挖隧道单洞布置图(单位:mm)

5.3 隧道施工工法比选

工程地质勘察显示,隧道洞身围岩级别主要为V级,岩体破碎、强度低。更重要的是,隧道顶部距离在建别墅区水平及垂直距离仅约50 m,且南侧洞口紧邻学校,钻爆法虽然开挖效率较高,若采用传统钻爆法施工,振动波极易对周边敏感建筑物造成安全隐患,且噪声粉尘将严重影响教学活动。相比之下,机械开挖法虽然进度相对较慢,但扰动小、噪声低,且V级围岩的物理特性适合机械切削。因此,推荐全线采用机械开挖法施工,以确保环境安全与施工可控,经了解,机械开挖法产生的振动速度可控制在2 cm/s以内,远低于规范规定的周边住宅建筑安

全允许质点振速2.5~3.0 cm/s的限值;同时,施工噪声可降低15~20 dB(A),有效规避了对邻近学校教学活动的干扰。

5.4 区域隧道群共建管理中心

本项目周边规划、在建及现状隧道分布较为分散,部分现状隧道仅预留远期设立管理站的建设条件。未来周边项目若陆续单独建设管理站,将造成土地资源浪费及运维成本增加。

目前,许多城市虽进行了对地下空间开发利用管理的有益探索,如规划管理、建设管理、人防管理、安全管理和协调管理等管理模式,但仍未起到统一管理的作用,必须对管理体制和管理措施进行系统规划、健全与完善^[13]。本项目结合未来周边发展,提出区域内隧道群共建管理中心的理念。如表3所示,将本项目的两座隧道与周边的屏峰山隧道、峰尖山隧道及亭山隧道(远端洞口距管理中心距离小于10 km),通过规划要求和现状改造等方式,均纳入统一监控管理体系,共建管理中心,集成监控大厅、强弱电机房、消防泵房及办公生活功能。该模式可实现“一中心管多隧”,显著提升了县级城市隧道运维的集约化与智能化水平。

表3 隧道群共建管理中心相关信息

编号	项目	隧道性质	隧道长度/m	远端洞口距管理中心距离/m
1	北延(高速方向)	主干路	154	800
2	北延(市区方向)	主干路	846、725	160
3	屏峰山隧道	二级公路	660	3 300
4	峰尖山隧道	二级公路	255	7 600
5	亭山隧道	二级公路	357	6 800

6 结 语

茶坊路北延工程是嵊州市完善西南片区路网骨架、强化高铁站枢纽辐射能力的控制性工程。本文通过多方案综合比选,最终推荐采用Y形互通的总体布局方案。该方案在不占用永久基本农田、不调整既有高速互通工程的前提下,同步实现了高铁站前组团与中心城区的直连互通,以及嵊州南互通进出交通的快速转换,最大化发挥了路网的分流效益与集散功能,提升了枢纽的能级。

在技术标准与断面设计上,基于远期交通流量预测与服务水平分析,合理确定各方向车道规模,确保了路网通行能力与运行效率。在隧道实施布置上,针对复杂的地形与环境约束,工程因地制宜地采用了分离式隧道与连拱隧道相结合的布置形式,并

基于周边敏感建筑物的分布特点,提出全线采用机械开挖工法,有效规避了施工安全风险与环境干扰。

此外,针对县级城市隧道分布散、单体规模小的管理难点,本文提出的区域隧道群共建管理中心思路,将本项目及周边多条隧道纳入统一运维体系,实现了人力与设备资源的共享,降低了全生命周期运维成本,提升了应急响应效率。本研究可为同类县级城市在受限条件下开展交通枢纽配套道路设计及隧道集群化管理提供有益的借鉴。

参考文献:

[1] 王明炯,彭建.嘉善大道公铁共线段快速化改造总体方案研究[J].城市道桥与防洪,2025(11):66-70.
[2] 高凤姣.复杂因素约束下铁路沿线城市干路道路设计方法研究——以上海市金昌路—交通路道路设计为例[J].交通与运输,2017(增刊1):174-178.
[3] 陈永刚,崔雪波.城市道路避让地物的设计分析——以黄山轩辕

大道为例[J].现代工程科技,2026,5(5):49-52.

[4] 谢达文.悬臂式掘进机与控制爆破组合式隧道开挖技术试验研究[J].现代隧道技术,2015,52(3):216-220.
[5] 江焕春,刘龙坤,鄢文龙,等.城市敏感区域大跨连拱隧道机械掘进施工技术[J].施工技术(中英文),2023,52(14):71-75.
[6] 罗晶,周阳,胥松.山区高速公路隧道智慧一体化管控平台的设计与实现[J].公路交通技术,2024,40(4):183-186.
[7] 尹鹏.区域隧道群集中监控数字化综合管理系统的建设及应用[J].湖南交通科技,2025,51(3):209-213.
[8] CJJ 37—2012 城市道路工程设计规范(2016年版)[S].
[9] 黄兴安.公路与城市道路设计手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.
[10] 王炜,过秀成.交通工程学[M].第3版.南京:东南大学出版社,2019.
[11] JTG 3370.1—2018 公路隧道设计规范 第一册 土建工程[S].
[12] CJJ 221—2015 城市地下道路工程设计规范[S].
[13] 钱七虎.科学利用城市地下空间,建设和谐宜居、美丽城市[J].隧道与地下工程灾害防治,2019,1(1):1-7.

(上接第 104 页)

坡比大于 1:5)等工况;同时需注意,反压护道附近若有既有房屋或桥梁等构筑物需慎用此方案。

参考文献:

[1] 林显锋.山区高速公路路侧填平区设计研究[J].中国公路,2017(15):114-115.
[2] 杨清旺.山岭重丘区城市道路弃方设计优化方案研究[J].福建建筑,2023(5):108-111.
[3] 杨铁山,胡彬华.武沙高速公路弃土设计优化方案研究[J].中外公路,2021,41(增刊2):192-195.
[4] 梅大高速茶阳路段“5·1”塌方灾害广东省政府调查评估组.梅大高速茶阳路段“5·1”塌方灾害调查评估报告[R].广州:广东省人民政府,2025.
[5] 陈祖鑫.山区高填陡斜坡路堤接弃土场或填平区问题研究[J].福建交通科技,2019(5):44-48.
[6] 张玉芳,崔建,袁坤,等.乐广高速公路典型路堤滑坡灾害分析及

处治措施优化[J].铁道建筑,2024,64(4):101-106.

[7] 梁海军,许卫南,等.怀集北填平区处治施工图设计文件[Z].广州:广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司,2025.
[8] 张莉萍.堤防工程常见险情及抢险措施探析[J].黄河水利职业技术学院学报,2024,36(1):12-17.
[9] 罗玉龙,速宝玉,盛金昌,等.对管涌机理的新认识[J].岩土工程学报,2011,33(12):1895-1902.
[10] 姚秋玲,丁留谦,刘昌军,等.堤基管涌机理及防治设计准则研究[J].中国防汛抗旱,2022,32(1):75-79.
[11] SL 274—2020 碾压式土石坝设计规范[S].
[12] 廖庆华,廖宏斌.定向非开挖顶管技术在昌樟高速改扩建项目的应用[C]//2014 全国公路养护技术学术年会论文集路面卷.北京:人民交通出版社,2015:49-52.
[13] 张焘.顶管法下穿高速公路路基的施工工艺与关键问题探讨[J].时代汽车,2026(2):163-165.