

# 山区高速公路设计方案研究

刘剑标<sup>1</sup> 周寅峰<sup>1</sup> 王锋锋<sup>2</sup>

1. 浙江省丽水市公路港航与运输管理中心; 2. 浙江数智交院科技股份有限公司

**摘要:** 本文依托义龙庆高速公路义乌至龙泉段(丽水段)工程,分析该山区高速公路特点,依据沿线复杂人文自然资源条件以及其他控制因素,按照资源节约、生态环保等原则,确定合理线位方案;并总结主要难点,提出解决措施,为其他相似山区高速公路的设计建设提供一定的参考和借鉴。

**关键词:** 山区; 高速公路; 总体设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.01.053

高速公路具有通达里程长,覆盖区域面积大,经济带动能力强的特点。近年来随着我国高速公路建设快速发展,高速公路设计选线也从粗放型向精细化转变,需要考虑的因素也越来越多元化。山区地形复杂,地质构造多样化,不良地质条件复杂,设计一条因势利导的设计路线必然需要考虑山区诸多不利因素。本文以义龙庆高速公路义乌至龙泉段(丽水段)路线方案设计为例,结合地域特点对山区高速公路路线方案的选择进行综合分析。

## 一、项目背景

目前我省高速公路网区域间发展不平衡情况比较突出,浙西南片区作为省内的加快发展地区覆盖还有不足,对重要产业集聚区域及新兴开发建设区域的支撑也有待提高,需要进一步扩大高速公路覆盖范围,提高高速公路网对需求集聚区的覆盖程度,推动实现高速公路均衡发展。

义龙庆高速公路义乌至龙泉段分金华段和丽水段,丽水段的建设符合浙江省及金华市、丽水市的综合交通运输发展“十四五”规划,对推动我省山区26县跨越式高质量发展,带动武义、遂昌、松阳、龙泉、庆元等加快发展县及周边区域经济快速发展,完善区域路网结构,促进浙闽粤综合运输通道功能提升,提高路网整体服务水平等,均具有重要的意义。

## 二、工程概况

义龙庆高速公路义乌至龙泉段(丽水段)起于牛头山金华与丽水交界处,顺接义龙庆高速公路义乌至龙泉段(金华段)终点,终于龙泉市兰巨乡上淤村附近G25丽龙庆高速公路上,距离龙泉南互通西侧约1.9km处,终点设上淤枢纽接G25丽龙庆高速公路。路线经过遂昌、松阳、龙泉三县,路线全长约93km。

该项目全线设计速度100km/h,新建段按双向四车道标准建设,路基宽度26m,共线段按双向六车道标准建设,路基宽度33.5m。全线共设桥梁约17700m/58座;

隧道约52728m/14.5座;互通式立交9处,其中枢纽互通3处,一般互通6处;服务区2处(含改建服务区1处),收费站7处,管理分中心1处,养护工区1处,隧道管理站5处,以及必要的配套管理用房和设施。同步建设遂昌濂竹互通连接线约6.4公里。

## 三、项目特点

1. 本项目具有典型山区高速公路的特点。本项目位于浙西南山区,丽水西部山区,沿线经过山岭重丘,项目所处区域地形起伏大,地质构造发育,岩性复杂,存在滑坡、崩塌等不良地质,项目具有地质条件复杂,需在困难的山区地形、地质条件下进行路线方案设计的特点。

2. 沿线与多处高速公路相交,路线布设受枢纽式互通立交的制约。本项目沿线分别与溧宁高速(龙丽高速)、长深高速(丽龙庆高速)相交,其中枢纽式互通的设置受到限制较多,路线布设时,应综合考虑地形地势、地质、技术指标、对已通车高速的运营影响等方面因素。

3. 桥隧规模较大,所占比重大。本项目路线穿山越岭,全长约93公里,共布设桥梁58座,全长17700米,桥梁占比达19.0%;隧道14.5座(含与金华段共建的0.5座牛头山隧道),共52728米,隧道占比56.7%,桥隧比高达75.7%。因此,在勘察设计过程中,必须加强地质勘察,摸清沿线地质情况,以合理控制工程造价,节省投资。

4. 沿线风景名胜区多,旅游资源丰富,对沿线自然环境的保护要求高。本项目沿线途经浙西南山区和松古平原区,区域绿化覆盖率高,沿线风景优美,对沿线自然环境保护要求高是本项目一个特点。

## 四、项目实施主要难点

1. 濂竹互通由于地形条件复杂,前后紧邻隧道洞口,互通布设范围里存在行洪河道、村庄,互通布设困难。互通区地形为山岭地形,有潘村村道及乡级河道直源河穿越互通区,居民区零散分布。互通区布设于山谷之间,须根据匝道及桥梁位置对既有河沟及道路进行改造,其中主线及匝道侵占民宿及古树,须进行迁改。

2. 本项目填挖方量大,土石方量规模大,弃方处理问题是一大难点。

3. 长隧道规模大,隧道通风和防灾救援难度大。本项目特长隧道共7.5座,其中长度超过5km的隧道有4.5座,分别为:牛头山隧道(总长9.976km,本项目范围内遂昌段长4683m)、留明尖隧道(8038m)、白鹤

山隧道（7374m）、上天湖隧道（6539m）、坪丰隧道（5505.5m）。对于超过5公里的公路隧道，应根据隧道长度、间距、纵坡、交通量、自然环境等因素，对隧道运营安全、通风质量、工程造价等综合分析；此外，由于隧道是一种封闭管状建筑物，尤其是长大隧道及隧道群，一旦发生火灾，车辆及司乘人员疏散困难，烟气蔓延速度极快，极易造成司乘人员的财产与人身伤害，因此长大隧道及隧道群的展线、通风粉干、防灾救援方案是设计难点之一。

4. 沿线多次铁路交叉，路线布设受铁路制约。本项目与衢宁铁路和衢丽铁路交叉，衢宁铁路为已建成通车国铁 I 级客货共线单线电化铁路，衢丽铁路为在建准高铁，节点设计方案如何减少对已建铁路运营影响以及在在建铁路的施工安全和施工进度的影响是个难题。

### 五、总体设计原则

将“资源节约、环境融合、安全舒适、经济耐久、可持续发展”的设计新理念落实贯彻于勘察设计过程始终，吸收《公路勘察设计典型示范工程咨询示范要点》，参照《浙江省绿色交通“十三五”发展规划》的指导意见，严格执行《工程建设标准强制性条文》的精神；确保工程设计质量，实现公路建设与自然的和谐，落实我省交通运输绿色、低碳、可持续发展。

落实“安全选线、地质选线、地形选线、生态环保选线”指导总则，贯彻公路建设“预防为主，保护优先，防治结合，综合治理”的原则的前提下。还遵循下列原则：

(1)安全性原则：坚持“以人为本”，贯彻“全面、协调、可持续”的发展观，充分吸收国内外高等级公路建设的成功经验，把安全放在首位，除保证公路设施自身的安全外，还将采取一切有效方法确保车辆行驶的安全。

(2)服务社会原则：对社会环境有较大影响的部分路段将进行多方案论证，尽量少占农田、少干扰居民、村落及学校，保护文物、名胜古迹等人文景观。同时，总体设计时，考虑与沿线县（市、区）、乡镇的现有城镇格局及规划合理衔接，为地方经济服务，促进社会进步和经济发展。

(3)尊重地区特性原则：本项目是浙江省高速公路网“九纵九横五环五通道多联”中“九横”之一；也是浙江省综合交通运输“十四五”规划实施类项目，基本走廊带线位较明确。故高速公路的设计应尊重当地的地区发展特性，尽量少的干扰现有的建筑及规划区域。

(4)整体协调性原则：路线布设时合理选用技术指标，顺应自然地形，结合沿线地质情况，采用单、双线灵活布设，以最大限度减少对原有山体、植被和生态环境的破坏，完善原有景观环境；合理布设沿线的结构

物，使公路这一人工系统与沿线自然系统配合协调。

(5)自然性原则：平纵面线形“顺势而为”，纵面应以少挖、控制挖方高度为原则；挖方边坡以复绿为主，隧道以“早进晚出”为原则，重点体现对原有生态环境、景观资源的保护。同时，加强环保意识，注重景观设计，综合利用废方，做好复绿工作，使公路主体与原有自然及社会环境相融合。

(6)节约资源原则：运用各种先进手段对路线方案、桥梁、隧道、互通立交型式与规模、路基填料、沿线设施布设等做深入、细致的研究，结合用地情况进行多方案比选、论证，确定合理的方案；在工程量增加不大的情况下，优先选择能够最大限度节约土地资源、保护耕地的方案，并充分利用荒山、荒坡地、废弃地、劣质地。

### 六、路线总体方案选择

通过对项目特点、难点分析，根据总体设计原则，对路线方案进行全面分析比选。

#### 1. 牛头山隧址路段

根据隧址工程地质条件，隧道运营管理分析，隧道实施难度，提出牛头山隧道长度接近10km的推荐方案以及缩短牛头山隧道单洞长度，采用隧道群的比选方案。比选方案虽然单个隧道里程较短，但路线总体走向迂回，总体工程量大，建设条件差；推荐方案虽单个隧道长度接近10km，但路线总体走向顺直，技术指标高，总体工程量小，总投资较省，建设条件好，结合对国内部分10km以上高速公路隧道运营情况分析，隧道运营风险总体可控，符合安全性、整体协调性、自然性原则。



图6-1 牛头山隧址路段方案比选示意图

#### 2. 西屏至安民路段

通过外业调查发现，西屏至安民路段比选方案穿越坑埠头古村落，与洋坑源二级、安民一、二级电站引水隧洞交叉。根据选线原则，选择了于大樟源口村出隧道方案。推荐方案总里程短4.3km，桥梁长度短746m，隧道长度短3.2km，占地少，尤其永农占用节约，相对比选方案，推荐方案时间省，社会效益明显，后期运营

维护成本相对较低,符合服务社会、尊重地区特性、自然性、节约资源、经济合理性原则。

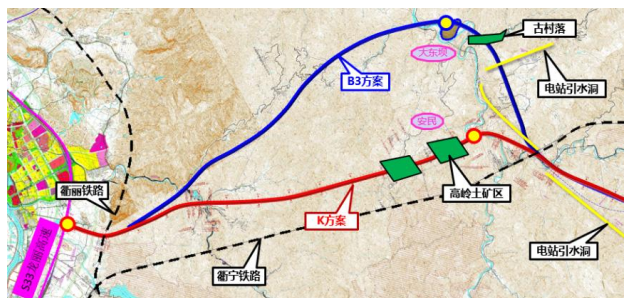


图6-2 西屏至安民路段方案比选示意图

### 3. 白鹤山隧址路段

综合考虑白鹤山隧道长度、地形条件、互通布设条件、对供村的拆迁影响,经现场实地踏勘,提出拆分为两座隧道的方案和一座超长隧道的两个方案进行比选。经综合比选,选择拆分两座隧道的方案作为推荐方案。地质构造上,推荐方案与两条断层正交,比选方案与四条断层相交,且F26断层与线位小角度斜交,对隧道影响大;虽然推荐方案路线较长、隧道总里程较长,隧道全寿命费用较高,道太互通设置条件较差,但推荐方案单座隧道规模较小,隧址地质条件相对较好,施工工期短,总投资+运营维护费用略低,永农占用少,符合安全性、整体协调、经济合理性原则。

### 4. 荷上畈至大岭头路段

经地质勘察,荷上畈至大岭头路段存在大范围片麻岩(泥岩)区,比选方案穿过该区域,且受3条断层影响,坪丰隧道线位基本与F31重合,大淤山隧道进洞口与F34小角度斜交,隧道围岩等级总体较差,推荐方案坪丰隧道以凝灰岩为主,仅洞身段见少量片麻岩出露,且仅见3条断层,均与线位正交或大角度斜交。综合选线原则,推荐方案平面线形较好,占用土地较少,总投资较省,符合服务社会、整体协调性、经济合理性原则。

## 七、项目实施难点主要解决方法

1. 针对濂竹互通布设困难的问题,濂竹互通形式采用变异T形,主线上跨匝道,本互通设置在牛头山隧道和大岭头隧道之间,受地形条件控制,主线设计高程较高,利用山谷狭长空间,将义乌~互通连接线方向设置为定向及半定向匝道,为节约用地,减少匝道之间跨越次数,降低施工难度,互通连接线~龙泉方向采用对向四车道匝道,下穿主线后迂回与龙泉方向衔接,平曲线最小半径 $R=65.5\text{m}$ ,匝道有效利用地形展线,整体布置紧凑,形式优美。

2. 针对全线弃方量大的问题,本项目通过路桥隧比例的优化、碎石、机制砂、路基填料等综合利用,将未考虑利用的土石方减少780万方,大大减少弃方场地的

征用。

3. 针对长大隧道通风和防灾救援难度大的问题,隧道平面采用了直线结合大半径曲线的平面布线方案,不仅适应地形特点,绕避不良地质,而且增加行车安全性;此外,设计采用完善的通风、防灾救援系统,提高了本项目长大隧道的营运安全。综合考虑通风井土建造价、运营费用、火灾风险等因素,牛头山隧道通风采用斜井排烟+竖井送排方案,留明尖隧道通风采用单竖井送排方案,白鹤山隧道通风采用竖井送排方案,上天湖隧道通风采用互补式通风+竖井排烟方案。本项目总体征地指标偏高,为节约用地,且出于运营管理方便的角度,经综合比较,不宜采用地面机房,各隧道采用地下机房方案。每隔250m设置一处人行横通道,每隔750m设置一处汽车横通道,用于交通事故及火灾事故时人员与车辆的疏散及救援。隧道洞内采用了灭火器、消火栓、固定水成膜泡沫灭火系统;配置完善的监控系统、报警系统。

4. 针对与铁路交叉节点设计问题,下穿衢丽铁路节点采用半路半桥方案,左幅桥梁采用预应力混凝土连续矮T梁桥,右幅采用泡沫砼填筑路基下穿,经济性更优,工期较短,为减少路基施工对铁路运营安全的影响,尽量在铁路桥施工之前完成;上跨衢宁铁路节点左右幅采用 $(2\times 75)\text{m}$ 的预应力混凝土T构,施工方案采用挂篮悬臂+墩顶转体施工,该方案对铁路影响很小,桥墩承台距离铁路桥墩、桥台较远,实施风险较小,且不影响周边现状公路。

## 结语

随着高速公路建设的不断推进,高速公路建设的难度也在不断增加。通过义龙庆高速公路丽水段的设计,得出山区高速公路的设计是一项难度大、考虑因素多的综合技术问题。一方面控制因素多,选线难度大;另一方面,地理环境特殊,导致互通布设、弃方处理、长大隧道群通风和防灾救援均成为项目设计难点。本文通过总结项目设计过程中的经验教训,为以后其他相似项目提供较大的借鉴意义。

## 参考文献

- [1] 梁飞. 山区高速公路设计优化的思路和方法[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(23): 68-70.
- [2] 张璐璐. 山区高速公路路线设计要点及工程应用研究[J]. 交通世界, 2023(18): 65-67.
- [3] 王小明. 山区高速公路桥改路基方案优化实例分析[J]. 价值工程, 2023, 42(16): 7-9.
- [4] 冯心宜. 山区高速公路总体设计与工程实践[J]. 广东公路交通, 2021, 47(06): 24-27.

作者简介: 刘剑标, 男, 1968年2月, 高级工程师, 本科, 党委副书记, 专业: 交通基础工程建设。