

山区高速公路互通方案的设计研究

杜福乐

湖北省交通规划设计院股份有限公司, 湖北 武汉 430051

[摘要]为贯彻交通赋能山岭地区经济发展的方针,近年来山区高速公路建设越来越多,受山区地形地质等客观因素的影响,互通式立体交叉布设的条件也越来越复杂,文章以房五高速兴长段郭家坝互通方案选择研究为例,郭家坝互通是通过连接 G348 来服务地方镇区发展的一般互通立交,该互通方案的研究比选中充分考虑技术指标、交通量、特大桥、隧道口、高压铁塔、地形地质、平交口位置、工程规模等因素,最终确定互通方案。通过对该互通方案研究比选,为类似的互通方案设计提供参考。

[关键词]山区高速公路;一般互通立交;互通方案

DOI: 10.33142/ec.v9i6.19830

中图分类号: U412.3

文献标识码: A

Design and Research of Interchange Scheme for Mountainous Highways

DU Fule

Hubei Communications Planning and Design Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430051, China

Abstract: In order to implement the policy of empowering the economic development of mountainous areas with transportation, there have been more and more construction of highways in mountainous areas in recent years. Due to objective factors such as terrain and geology in mountainous areas, the conditions for the layout of interchanges have become increasingly complex. This article takes the selection of the Guojiaba interchange scheme for the Xingchang section of Fangwu Expressway as an example. Guojiaba interchange is a general interchange that serves the development of local towns by connecting G348. The research and selection of this interchange scheme fully considers technical indicators, traffic volume, super large bridges, tunnel entrances, high-voltage iron towers, terrain and geology, level crossing locations, engineering scale and other factors, and finally determines the interchange scheme. By comparing and researching this interoperability scheme, provide reference for the design of similar interoperability schemes.

Keywords: mountainous highways; general interchange; interchange scheme

引言

郭家坝互通是服务上下房县至五峰高速公路兴山至长阳段的一般互通立交,设置匝道收费站,出收费站后采用连接线与 G348 相接。

笔者作为该互通的两阶段的设计人员全过程分析研究互通方案。郭家坝互通在设计研究阶段主要有三个难点,一是地形复杂,互通区附近属于山地鸡爪地形,部分位置沟壑宽深,制约了互通的布设;二是互通区范围高压铁塔较多,互通区主线两侧分别存在多座 500kV 高压铁塔,对互通形式选择及连接线的布设有很大影响;三是互通区主线前后分别存在特大桥(斜拉桥)和隧道口,能布设互通的明线位置有限。笔者最后通过深入的比选研究,推荐的互通方案较好地克服了以上难点。

1 工程概况

房县至五峰高速公路兴山至长阳段(以下称为“主线”),是湖北省“十四五”重点交通项目,也是 G5912 线关键路段,串联鄂西三峡库区与山区,助力区域旅游与经济协同发展。项目途经宜昌兴山、秭归、长阳三县,路线全长约 72km,起于兴山县峡口镇,接沪蓉高速与房五高速兴山段,经秭归多个乡镇,设沙镇溪长江大桥跨长江,止于长阳贺家坪镇,衔接沪渝高速及房五高速长阳至五峰段。主线采用双向四车道标准,设计时速 80km/h,路基宽 25.5m,跨江大桥段为双向六车道,路基宽 33m。项目建成后,将完善鄂西高速路网,打通三峡区域南北向快速通道,加强神农架、三峡等景区联动,缩减区域通行时间,降低物流成本,有力推动鄂西乡村振兴与生态经济发展。

其中郭家坝互通设置在主线的中部位置,该段路基宽度 25.5m,在郭家坝镇西侧约 6km 处,设置连接线接入 G348,通过国道通达郭家坝镇、两河口镇。互通匝道设计速度 40km/h,路基宽度 9m 和 16.5m,连接线为二级公路标准,双向两车道,设计速度 40km/h,路基宽度 8.5m。

2 互通设计控制因素

2.1 地形地质情况

工程项目范围属构造侵蚀剥蚀中低山地貌区,该区海拔高度一般 500~2000m 不等,切割深度在 100~1000m 之间,区内山体多形成陡崖及高耸的山峰,下部则以陡坡、中缓坡为主,评估区基岩一般埋藏较浅,顶部常直接裸露,在坡地边缘地带常堆积有结构松散的新近堆积物,在冲沟等地势低洼处常堆积有较厚的冲洪积物及坡积物。地表溶蚀现象明显,沿线山顶及陡崖上多见落水洞及溶洞等,地表偶有残积物覆盖,地势低洼处多见溶蚀沟槽及溶腔,局部有岩溶泉出露。

2.2 气候条件

工程项目范围属亚热带大陆性季风气候,兼具山地立体气候与库区水体调节特征,四季分明、温和湿润、雨热同季。

多年平均气温约 17℃~18℃,河谷地带 18℃左右,高山地区随海拔递减,垂直差异显著。1 月最冷,平均 6.4℃~6.5℃,冬暖少冻,极端低温罕低于-2℃;7~8 月最热,平均 28.8℃~28.9℃,夏无酷暑。≥10℃年活动积温 5400℃~6800℃,热量充足,适配亚热带作物生长。三峡水库蓄水后,水体调节使冬季气温较同纬度偏高 2℃~3℃,无霜期延长至 300 天以上。

年均降水量 950~1590mm,均值约 1400mm,降水充沛且季节集中。5~9 月汛期降水占全年 60%以上,6 月最多,多暴雨与强对流天气;冬季降水仅约 100mm,温和少雨。受地形影响,山地迎风坡降水偏多,河谷相对偏少,局地差异明显。

年均日照时数 1200~1650h,光热同步,利于柑橘等作物糖分积累。年均相对湿度约 71%~78%,库区水体增湿,空气湿润,雾日较多,全年轻雾可达 250 天左右。

主导风向为偏南风,次为偏北风,年均风速约 1.2m/s,风力平缓;春夏季多东南风,秋季偏西北风。主要气象灾害为暴雨洪涝、干旱、雷雨大风、低温雨雪冰冻,夏季强对流多发,需防范局地灾害影响。

主要灾害性天气有暴雨洪涝、干旱、雷雨大风及低温雨雪冰冻等。

2.3 地震

根据国家质量技术监督局发布的《中国地震动峰值加速度区划图》1/400 万(GB 18306-2015 图 A1)、《中国地震动反应谱区划图》1/400 万(GB 18306-2015 图 B1),路线走廊带所在地区地震基本烈度属地震基本烈度 6 度区。地震动反应谱特征周期(T)为 0.35S,地震动峰值加速度≤0.05m/s²,设计地震分组为第一组。

2.4 水文条件

项目区地表水主要是互通区北侧的童庄河,童庄河为长江上游三峡西陵峡段右岸支流,位于三峡水库湖北库区秭归县境内,西邻青干河,东邻九畹溪。河口距离三峡大坝约 34.8km,流域面积约 248km²。流域形状呈椭圆形,地势南高北低,多年平均年降水量 900~1000mm。

童庄河发源于宜昌市长阳县与秭归县交界的云台荒东麓杨家湾和北麓罗家坪桃树淌一带,由南向北流经罗家坪、庙垭、文化、王家岭、牛岭、头道河等集镇与村落,沿途汇纳了小河子溪、金溪、玄武洞河、龙潭河等支流,至郭家坝镇西侧的卜庄河处注入长江,全长 36.6km。龙潭河为童庄河的主要支流,于观音阁处从右岸汇入,长 8.5km。

2.5 河流通航等级

童庄河作为长江一级支流,地处三峡库区秭归县境内,是库区重要的支线通航水道,其通航等级历经整治提升与规划优化,航运功能持续完善。

2009 年航道整治工程完工后,童庄河卜庄河至金家坝段 9.7km 航道(含支流龙潭河)正式按Ⅲ级航道标准建成投用,可常年通行 1000t 级船舶,航道尺度完全满足千吨级船队通航需求,初步打通了库区支线航运通道。为进一步对接长江干线航运体系,2023 年起当地启动航道升级规划,拟将该 9.7km 核心航道提升至 I 级航道标准,通航能力跃升至 3000 吨级,设计航道尺度达 4.5×90×480m,同步配套炸礁、护岸、航标及信息化建设工程。升级后,童庄河将有效衔接长江干线 5000 吨级航道标准,充分释放三峡工程航运效益,大幅降低鄂西山区物流成本,完善库区综合交通网络,为区域乡村振兴和经济高质量发展提供坚实航运支撑。

2.6 转弯交通量

根据工可远景交通量预测结果,主交通量为房县与郭家坝镇、两河口镇方向,2047 年的交通量为 6131pcu/日。次交通量为五峰与郭家坝镇、两河口镇方向,2047 年的交通量为 3032pcu/日。

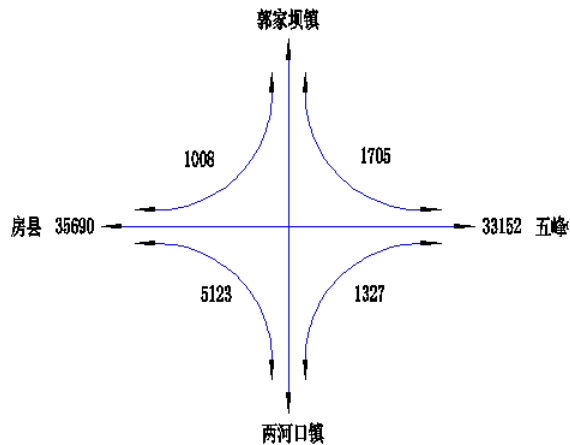


图1 交通量设计图 (2047年)

2.7 平面控制因素

根据现场调查发现,互通区范围内主线两侧存在两座500kV 高压铁塔;受童庄河以及山体的影响,主线前后分别存在童庄河特大桥(斜拉桥)、王家岭隧道,根据公路与500kV 高压铁塔净距的要求,加减速车道与隧道口的净距的要求以及互通渐变段不进入斜拉桥边跨的设计原则。拟定的互通式立体交叉匝道平面线形要重点考虑以上

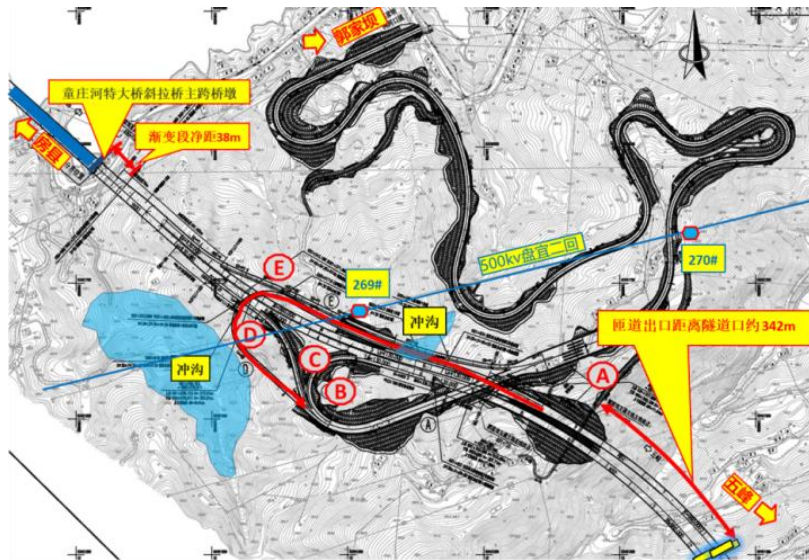


图2 郭家坝互通方案一平面图

方案一的主要控制匝道为D、E匝道,D匝道为五峰右转进入郭家坝镇的匝道,由于该匝道口受限于与王家岭隧道洞口最小净距300m的要求,并避免将500kV盘宜二回269#塔包含在互通范围内,采用右转迂回的形式,紧贴主线外侧,下穿主线后接入A匝道,右转往房县方向的E匝道紧贴D匝道外侧布设,规避高压铁塔,然后迅速接入主线,同时避免加速车道渐变段进入童庄河特大桥斜拉桥主跨范围内。

因素,使互通方案的布设满足规范或其他相关规定。

3 互通式立体交叉方案研究

初期拟定了异型喇叭方案(方案一)、A型喇叭方案(方案二)以及T形方案(方案三)三种互通方案,并进行了比选研究,择优推荐。郭家坝互通位于童庄河特大桥南岸与王家岭隧道之间,整体互通位置在郭家坝镇西侧,受童庄河特大桥、牛岭村大桥、地形条件以及隧道洞口最小净距的限制,互通的设置条件较为困难。三个互通方案均设置落地匝道连接线对接G348,以实现本项目与郭家坝镇的交通转换,互通设置匝道收费站,占地9亩,根据互通交通量,按服务时间入口为6s、出口18s,平均等待车辆为1辆的服务水平计算,初拟为3进3出。

3.1 互通方案一

方案一采用异型喇叭方案,受童庄河特大桥以及王家岭隧道口、地形条件、郭家坝镇区位置的影响,互通喇叭布设在主线西南侧山体处,环道不进入冲沟,减少高墩桥,右转D匝道以迂回的方式接入A匝道,在主线东北侧山体设置收费站,然后设置连接线向郭家坝镇区展线,连接地方道路。

3.2 互通方案二

为了解决方案一D匝道绕行的问题,提出方案二倒挂A型喇叭。该方案将互通喇叭布设在主线东北侧山包处,对向车道A匝道采用迂回方式下穿主线,在东北侧山体设置收费站,然后设置连接线向郭家坝镇区展线,连接地方道路。

方案二的主要控制匝道为C、D匝道,C匝道为五峰左转进入郭家坝镇的匝道,需跨越山体之间的冲沟,该位置高差较大,约65m,并且该匝道口即受限于与王家岭

隧道洞口最小净距 300m 的要求。D 匝道为房县左转进入郭家坝镇的匝道，尽量靠近主线侧布设，减少桥梁墩高，D 匝道出口受限于童庄河特大桥斜拉桥主跨，要避免减速车道渐变段进入主跨范围内。由于喇叭位置和郭家坝镇都位于主线东北侧，A 匝道需要从山侧处迂回下穿主线后设置连接线至地方路。该互通将 500kV 盘宜二回 269#塔包含在环道匝道内。

3.3 互通方案三

虽然方案一、二匝道与 500kV 高压铁塔的净距满足《公路路线设计规范》最小净距 15m 的要求，但高压线权属单位结合安全性要求净距尽可能加大，故提出方案三 T 形迂回匝道布置在南侧山体处，对向车道 A 匝道往西侧方向布线，然后设置收费站，出收费站后沿山侧展线，连接地方道路。

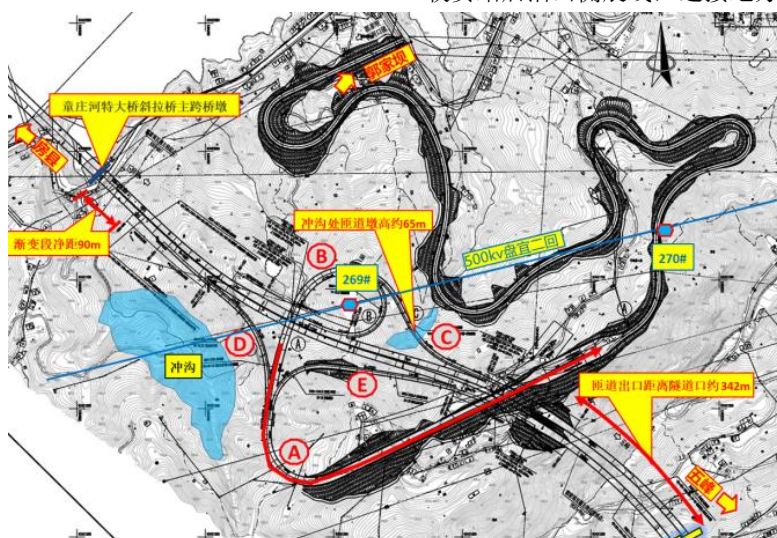


图3 郭家坝互通方案二平面图

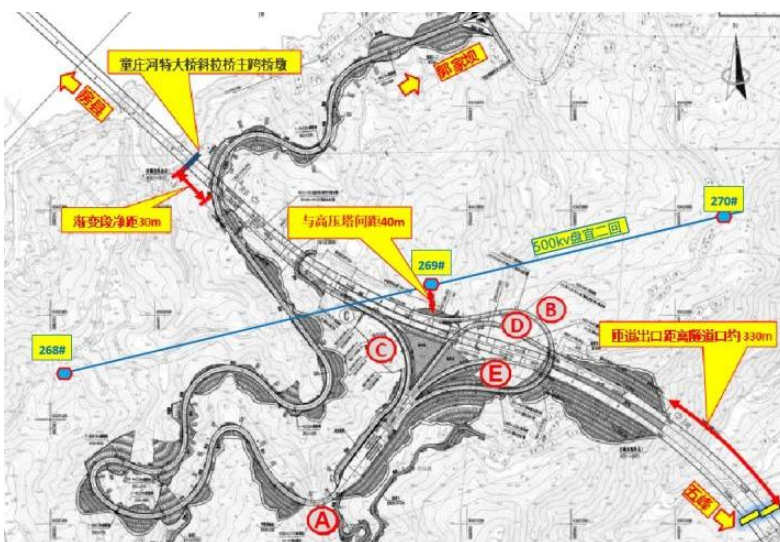


图4 郭家坝互通方案三平面图

方案三的主要控制匝道为 D、B 匝道，D 匝道为五峰左转进入郭家坝镇的匝道，该匝道出口受限于与王家岭隧道洞口最小净距 300m 的要求。B 匝道为镇区左转进入高速住房县方向的匝道，尽量靠近主线侧布设，减少桥梁墩高，同时满足高压线权属单位对互通与 269#高压铁塔之间的距离要大于 35m 的安全要求。

3.4 互通方案比选分析

互通方案优缺点比选分析见表 1。

3.5 互通方案工程量比选分析

互通方案工程量比选分析见表 2

根据下表 3 个互通方案的优缺点和工程量比选分析，方案三能更好地满足与高压铁塔的安全距离，连接线较短，

表 1 互通方案优缺点比选分析

	优点	缺点
方案一	高压铁塔不在互通范围内，距离互通匝道约 15m。 匝道布设符合主交通流方向，通行能力较好。	高压铁塔与互通匝道虽满足路线规范的净距要求，但不满足权属单位要求的安全间距。 迂回匝道长度较长，需绕行。 喇叭头和收费站场区处挖方量较大。 连接线和高压线有干扰。
方案二	互通方案为 A 型单喇叭，工程规模较小，通行效率较高	互通环道与高压铁塔安全净距不满足权属单位的要求，后期运营也有一定的安全风险。 收费站场区处挖方量较大。 匝道布设不符合主次交通流方向 连接线和高压线有干扰。
方案三	高压铁塔不在互通范围内，距离互通匝道约 35m，安全净距满足权属单位的要求。 收费站场区处挖方量少，部分位置可以消纳弃方。 连接线和高压铁塔无干扰。	匝道布设不符合主次交通流方向

表 2 互通方案工程量比选分析

项目	单位	方案一	方案二	方案三
主线圆曲线最小半径	m	960	960	960
主线最大纵坡	%	2.4	2.4	2.4
匝道圆曲线最小半径	m	60	60	75
匝道最大纵坡	%	3.8	3.9	3.9
连接线长度	m	3174	3425	2913
路基土石方	1000m ³	695	653	590
占地面积	亩	191	201	179
防护工程	m ³	33146	34112	28648
路面工程	1000m ²	27.1	26.2	24.3
桥梁工程	m	1799	1602	1624
总造价	万元	30573	29935	28979

平纵线形能更好地和地形地势条件相结合，充分做到顺势而为、因地制宜，工程投资少，所以推荐方案三作为郭家坝互通立交设计方案。

4 结语

山区高速公路具有地形复杂、地质差、高差大、受特殊结构物严格限制等特点，而互通式立交作为高速公路的重要节点工程，合适的互通方案将直接影响项目的规模、施工难度以及后期运营安全。

前期阶段要充分调查项目周边的重要控制因素，积极对接如电力、电讯等权属单位，为方案的选择提供依据，结合地形地质条件，做好匝道平纵指标的选择，减少高填深挖，同时结合交通流向、工程规模、施工和拆迁难度、运营安全等方面进行多方案比选研究，从而选择出最优的

互通式立交方案。

[参考文献]

- [1]赵业梅,张邹,王刘振.沙井互通式立交设计方案研究[J].交通科技,2021(5):11-12.
- [2]黄光耀,罗慧,田华.山区高速公路互通式立交设计方案研究[J].交通科技,2018,47(4):1-2.
- [3]原英杰.山区高速公路互通式立体交叉方案研究[J].山西交通科技,2023(2):17-78.
- [4]公路路线设计规范.JTG D20-2017[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2017.

作者简介：杜福乐（1992—），男，汉族，河南省洛阳市人，现为公司职员，2018 年 6 月毕业于长安大学建筑与土木工程专业，硕士学历，现在主要从事高速公路勘察设计工作。