

DOI: 10.20035/j.issn.1671-2668.2024.04.019

引用格式: 李勇, 周孝飞, 陈文杰, 等. 狭窄空间下山区高速公路互通立交方案设计[J]. 公路与汽运, 2024, 40(4): 86-88+93.

Citation: LI Yong, ZHOU Xiaofei, CHEN Wenjie, et al. Design of interchange scheme of mountain expressway in narrow space [J]. Highways & Automotive Applications, 2024, 40(4): 86-88+93.

狭窄空间下山区高速公路互通立交方案设计

李勇, 周孝飞, 陈文杰, 丁健峻, 袁梦

(湖南省交通科学研究院有限公司, 湖南 长沙 410029)

摘要: 山区高速公路受地形限制, 有时与沟渠和地方道路共用狭窄的空间, 常规互通形式难以在狭窄空间下布设。文中以湖南省山区高速公路某互通设计为依托, 从互通匝道技术指标、工程规模、行车安全、施工难易程度和环境影响等方面研究狭窄空间和较大高差下互通立交的总体设计, 提出常规 T 形、变异喇叭形、变异 T 形和菱形等互通形式, 探讨互通匝道纵断面精细化调整思路, 为类似项目方案设计提供借鉴。

关键词: 桥梁; 互通立交; 山区高速公路; 狭窄空间; 方案设计

中图分类号: U442.5

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2024)04-0086-03

许多设计人员对大高差下山区高速公路互通式立体交叉方案设计进行了研究, 如徐松、王媛媛等分析了连接线起点、终点高差较大时互通连接线的连接设计^[1-2], 但未研究不同互通形式的设计方法; 何禄诚等提出了适应山区高速公路的 5 种服务型互通立交形式^[3]; 孙彦卓结合工程设计实例, 介绍了迂回形和变异喇叭形互通方案^[4]; 高昆红等针对相邻互通式立交最小间距难以满足的问题, 提出了对称双环变形苜蓿叶+A 形喇叭、Y 形枢纽+分离车道、Y 形枢纽+集散车道的设计方案^[5]; 周辉等对新建枢纽互通与既有高速公路落地互通、既有高速公路停车区、同期建设的落地互通的复合方式进行了比选研究^[6]。山区高速公路不仅地形、地质条件复杂, 高差大, 有时与地方道路和沟渠共用狭窄的空间, 导致互通式立体交叉布设困难。为实现安全、经济和环保的设计目标, 本文以湖南省山区高速公路某互通设计为例, 研究在地形陡峭、临沟临路狭窄空间条件下山区高速公路互通立交精细化设计思路。

1 互通概况

该互通为湘南山区某高速公路的控制性工程之一, 位于 A 乡镇北侧, 主要服务于 A 乡镇及周围乡镇。互通主线设计速度为 100 km/h, 路基宽度为 26 m; 被交道为国道, 设计速度为 60 km/h。该互通 2045 年远景转向交通量分别为 1 667 pcu/d 和

864 pcu/d(见图 1)。

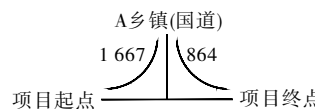


图 1 某互通 2045 年交通量分布(单位: pcu/d)

2 互通布设条件

2.1 地形

互通范围属中低山地貌, 地形起伏大, 山体自然坡度陡, 为 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$, 局部达 50° 。植被较发育, 以杉木、灌木为主。该互通处于两高山之间, 受地形限制, 布设空间狭窄, 且互通主线与被交道国道高差大, 互通布设困难。

2.2 重要沟渠

互通范围内有一条重要沟渠, 需减小对沟渠的影响, 尽量避免沟渠改移。

2.3 被交道国道

互通范围内国道紧邻高速公路, 与高速公路共用走廊带, 均呈南北走向, 国道边线与主线边线的最近距离仅 14.5 m, 国道限制了互通的布设。

3 互通方案设计

3.1 常规 T 形互通方案

为减少基本农田占用和更好地适应地形, 提出常规 T 形互通方案(方案一)。匝道连接线与国道

的接入位置靠近 A 乡镇,为工程可行性研究报告提出的接入位置,匝道需克服的高差约 66.4 m,匝道连接线长约 1.56 km。平交口范围内国道紧接小半径曲线,且位于长下坡底部,平纵指标较差。方案设计见图 2。

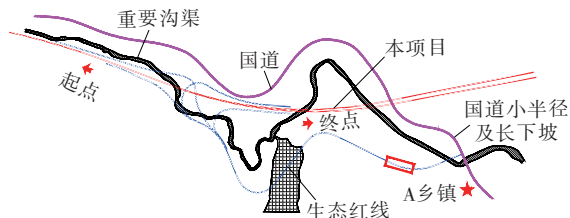


图 2 常规 T 形互通平面图

方案一的优点:匝道连接线与国道的接入位置离 A 乡镇较近。缺点:1) 匝道连接线工程规模大,平均纵坡为 4.4%,不利于行车安全和匝道收费站布设。2) 匝道连接线穿越顺层山体,挖方工程量,对山体扰动大,路基防护量大。3) 匝道连接线占用生态红线,不利于环境保护。4) 平交口位于国道弯道附近及长下坡底部,国道平纵指标较差,不利于行车安全。

3.2 变异喇叭形互通方案

为解决方案一中匝道需克服的高差大、匝道连接线长的问题,提出变异喇叭形互通方案(方案二)。该方案将匝道连接线与国道的接入位置北移 1.88 km 左右,国道的接入标高比方案一高约 34.2 m。A 匝道与国道平交口最大高差约 32.2 m,互通展线时,主线和匝道联动设计,以各匝道纵坡和 C 匝道距国道的安全距离控制主线平纵设计。为克服高差,A 匝道采用螺旋形展线,B 匝道、D 匝道顺应地形展线,匝道最小圆曲线半径为 60 m,最大纵坡为 4%。方案设计见图 3。

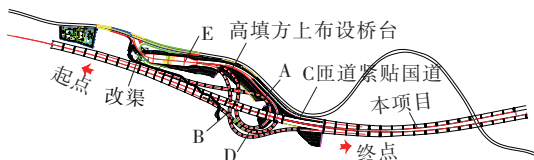


图 3 变异喇叭形互通平面图

方案二的优点:能有效减小匝道需克服的高差,且接入位置国道平纵指标较高,有利于平交口行车安全。缺点:匝道收费站占用部分沟渠,需对河渠进行改移;A、D 匝道起点桥台位于高填方,施工难度较大。

3.3 变异 T 形互通方案

考虑到方案二的桥梁规模较大,为减小桥梁工程规模,按以下设计思路精细调整平纵指标,增大匝道纵坡调整空间:1) 综合考虑主线西侧山体切方规模,将主线标高在方案二的基础上降低约 3 m。2) 控制 A、B 匝道上跨 D 匝道的箱梁高度为 1.4 m,并结合箱梁翼缘板细部构造,按横向翼缘板最不利点净空精细调整 D 匝道下穿标高。3) 适当调整 D 匝道和主线合流鼻位置。

经过上述优化,将 A 匝道由螺旋线展线调整为迂回形展线,同时优化 A、D 匝道线形,将 A、D 匝道起点桥台布设于高处,避免高填方上布设桥台。匝道最小圆曲线半径为 54 m,最大纵坡为 4%。由于优化后 A-D 匝道分流点远离被交道,将 E 匝道收费广场范围内纵坡控制为 2%,将 A 匝道收费站设置于离国道约 100 m 位置,避免侵占河道,同时加大收费站与平交口的距离。该变异 T 形互通方案(方案三)设计见图 4,建筑信息模型(BIM)三维图见图 5。

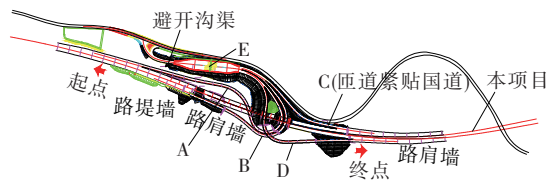


图 4 变异 T 形互通方案平面图



图 5 变异 T 形互通方案 BIM 三维图

3.4 菱形互通方案

根据 JTG/T D21—2014《公路立体交叉设计细则》,受现场条件限制且交叉冲突交通量小于 500 pcu/h 时,可采用匝道带平面交叉的互通式立体交叉形式^[7]。因此,提出菱形互通方案(方案四),方案设计见图 6。

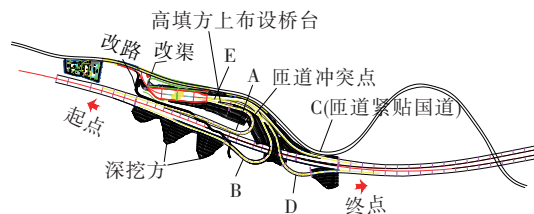


图 6 菱形互通方案平面图

与方案二相比,菱形互通方案的主线标高最大降低约 5.0 m,平均降低约 3.5 m。纵断面下移后,主线 K45+280—620 段需布设半路半桥,半路半桥位于高陡边坡上,施工难度大,右幅深挖方防护工程量增加;B 匝道增加两处挖方高度达 60 m 的深挖方。A 匝道采用常规布设方式,平纵指标降低,A 匝道设计速度为 35 km/h,最小半径为 40 m,最大纵坡为 4.52%。B、D 匝道上存在冲突点,需设置平交口一处,平交口交叉角度较小,仅为 23°。

方案四的主线纵断面下移较多,虽然减小了桥梁工程规模,但大大增加了路基防护工程量,同时降低了匝道平纵指标,增加了匝道冲突点,不利于行车安全。

3.5 方案比选

方案一中,匝道需克服的高差大,匝道连接线规模大且纵坡较大,平交口平纵指标较差,不利于行车安全且优势不明显,不予推荐。对其他 3 种方案进行对比(见表 1),方案二中,匝道需克服的高差较小,被交道国道平交位置平纵指标优良,但由于主线标高较高,匝道桥梁工程规模较大,且存在改移沟渠和高填方布设桥台等问题;方案三在不过多增加防护规模的前提下,适当降低主线标高,匝道桥梁规模较小,且避免了改移沟渠和高填方布设桥台等问题;方案四虽然桥梁规模最小,但由于主线标高较低,大大增加了路基防护费用,且匝道平纵指标差,存在匝道冲突点,不利于行车安全。方案三的工程规模适

表 1 3 种互通方案对比

方案 编号	匝道技术指标			工程规模					行车 安全	施工难 易程度	环境 影响	比选 结论
	设计速度/ (km·h ⁻¹)	最小圆 曲线半 径/m	最大 纵坡/ %	匝道 长度/ m	匝道桥 梁数量/ 座	匝道桥 梁长度/ m	深路堑 最大高 度/m	深路堑 长度/ m				
方案 二	40	60	4.00	2 740.228	4	1 498.903	37.5	45	匝道无冲突点,高填方上布设平纵指标较高,安全性较好	高填方上布设桥台,施工难度大	需要改移沟渠 160 m 左右	—
方案 三	40	54	4.00	2 592.639	3	960.400	45.4	130	匝道无冲突点,平纵指标较高,安全性较好	不需要在高填方上布设桥台,施工可控	不需要改移沟渠	推荐
方案 四	40/35	40	4.52	2 341.521	3	720.059	60.0	265	匝道存在冲突点,平纵指标较差,安全性较差	高填方上布设桥台,施工难度大	需要改移沟渠 100 m 左右	—

中,匝道指标没有过多降低,且对环境影响较小,将方案三作为最终推荐方案。

4 结论

(1) 对于山区高速公路较大高差的互通设计,应选择被交道合适的接入位置,减少被交道和主线高差。

(2) 狭窄空间下互通布设中,由匝道平面反推主线平面设计,可减少主线平面的反复调整。

(3) 主线设计标高直接影响互通规模和互通形式,应将主线纵断面与匝道纵断面联动设计,寻找路基防护工程量和桥梁工程规模的平衡点。

(4) 对匝道下穿处净空应结合桥梁横断面细部构造进行精细化设计,对于箱梁结构,可以横向翼缘

板最不利点作为控制,以增加匝道纵断面调整空间,减小工程规模。

(5) 山区高速公路互通立交设计一般需克服较大高差,匝道纵断面指标较低,应注意互通形式和匝道平纵指标对行车安全的影响。

参考文献:

- [1] 徐松,胡学亮.山区复杂地形条件下互通立交连接线的布设[J].公路与汽运,2015(4):196-199.
- [2] 王媛媛.连接线起终点高差较大时高速公路互通式立交设计方案探讨[J].四川建筑,2013,33(3):83-85.
- [3] 何禄诚,宁选杰,史刚雷.山区高速公路服务型异形互通方案研究[J].公路,2019,64(11):70-74.

(下转第 93 页)