

# 山区公路互通立交选型研究

——以乌江东互通方案为例

王 磊<sup>1</sup> 师莉莎<sup>2</sup>

1. 中交公路规划设计院有限公司浙江分公司 浙江杭州 310000

2. 辽宁工程技术大学 辽宁阜新 123032

**摘要:**在我国交通基础设施不断建设的背景下,山区公路已经成为偏远地区和城市中心之间的主要联系渠道。但由于复杂地形,高差较大,地质条件差以及路网结构受限等诸多因素的制约,使得山区公路互通立交位置选择面临着严峻的挑战。文章以重庆市涪陵区乌江东段互通立交为例,根据山区公路互通式立交设计特点和实际需要,对地形受限和桥隧密集情况下进行了系统剖析、城镇规划中交织及其他情况下互通立交选择的原则和方法。通过对“变异喇叭”方案在技术性能、安全性、通行能力、工程规模以及造价等多个方面进行比较分析,通过定性分析和定量比选,最后建议选择项目规模较小,安全性高,通行效率较好的变异喇叭方案。研究结果可为同类型山区复杂环境互通立交的设计提供一定的借鉴依据,促进山区互通立交选型体系规范化和科学化发展。

**关键词:**山区;互通式立交;选型;变异喇叭

## 引言

山区公路由于地形条件复杂和交通需求特殊,因此对于互通立交的选型有很高的要求。相对于传统平原地区,山区互通立交需要考虑高差、坡度、地质条件和生态保护,其选型是否合理直接关系到道路服务水平和运营安全。乌江东互通项目是山区公路的一个典型节点,在选址和选型过程中需要权衡交通功能、工程规模 and 环境保护之间的冲突,研究意义显著。

已有的研究认为互通立交的选型需要在交通量预测的基础上,综合考虑地形适应性、建设可行性和远期运营成本等因素来做出综合决策。如喇叭形立交由于其构造简单、造价低廉而被广泛应用于山区的T型交叉;而T形立交虽然通行效率高,但受到地形的制约较大,工程成本也明显增加。文章以乌江东立交为例,采用多方案比选的方法对山区互通立交选型优化途径进行了探讨。

## 一、乌江东互通项目概况

### (一) 项目背景与功能定位

乌江东互通是重庆市涪陵区境内一座服务型互通立交,衔接东滨大道及涪清路。该工程主要为涪陵城区和东江街道及白涛工业园之间交通转换服务,担负着区域货运和客运集散功能。根据交通量预测,特征年日均转向交通量达17214 pcu/d,高峰小时交通量1808 pcu/h,其

中涪陵城区至江东方向为主流向,白涛至江东方向为次流向,预测特征年转向交通量为6430pcu/d,高峰小时交通量为676pcu/h。

### (二) 周边路网与控制因素

项目区域路网主要由石渝高速公路构成,东滨大道和滨江大道作为城市道路的补充。互通区位于乌江大桥附近,受到桥梁结构的制约而不能扩建;东滨大道是一条双向四车道的市政主要道路,其设计行驶速度为40 km/h,而在互通区域内,最大的纵坡达到了8%;菜场路是一条双向两车道的四级道路,其设计的行驶速度为20 km/h,并且最大的纵坡达到了12%。另外,互通区需要避让基本农田、石渝高速桥墩,互通匝道的布设受御泉隧道和地坝堡隧道的影响,布设空间有限。

### (三) 交通量预测与特征分析

根据工可的报告,乌江东互通的转向交通量表现出显著的方向性差异:涪陵城区到江东方向的占比为62%,白涛到江东方向的占比为23%,而向菜场路方向的占比为15%。高峰期的交通压力主要分布在东滨大道和乌江大桥的连接路段,需要通过互通设计的优化来缓解交通拥堵。

## 二、山区公路互通立交选型原则与方法

### (一) 选型原则

#### 1. 服务功能优先

互通立交需满足区域交通转换需求,确保主流向通

行效率。例如，乌江东互通主流向（涪陵城区至江东）需通过定向匝道实现快速分流，减少交织冲突。

### 2. 地形适应性

山区地形高差大、坡度陡，选型需充分利用地形减少填挖方。如本项目交叉点附近受乌江河道、陡坡地形的影响，喇叭互通设置在主线路地坝堡隧道之前，匝道线形适应地形，环形匝道布置在山体凹陷处。

### 3. 交通量匹配

选型需与预测交通量相适应。根据《公路工程技术标准》，当主交通量超过5000 pcu/d时，需采用全互通式立交；次要方向可设置半定向匝道或环形匝道。乌江东互通主交通量达17214 pcu/d，需采用全互通方案，但受地形和既有工程影响，主流向匝道无布设条件，因此采用了大半径环圈匝道。

### 4. 经济性与可实施性

山区互通设计时可依据交通量预测情况，采用分期实施的方案，近期方案满足必要的功能需求，采用工程规模小的简易立交方案。远期方案采用功能完善、服务水平高、通行能力强的方案。近远期方案的结合，不仅更加适应项目需要，可有效控制工程规模，方案可实施性更强。

## （二）选型方法

### 1. 多方案多样化

山区服务型互通的型式往往难以套用规范常规型式，多采用变异喇叭、变异T型、变异半苜蓿叶型等，基于交通量、地形及路网条件，研究多种变异方案进行比选。乌江东互通初设阶段共拟定六个方案，涵盖主线对接方式、简易平交+立交的设置、匝道迂回掉头方式及匝道隧道布置等组合。

### 2. 技术经济比选

山区互通立交的比选应注重行车安全性、通行能力以及工程规模。山区地形复杂，互通匝道平纵设计常因适应地形忽略线形组合，此外互通区深挖工点也容易影响互通视距，影响行车安全。因此方案比选时应分析各个路段、工点的安全性，充分考虑互通总体安全性。一般情况下匝道通行能力与互通交通量匹配，单山区立交为适应地形型式复杂多样，方案比选时需综合所有匝道通行能力。最后在保障行车安全和通行能力的前提下，工程规模是衡量方案优劣的关键。乌江东互通比选中，方案一建安费较方案二低2050万元，且安全性更优，通行能力更强。

### 3. 动态优化调整

根据专家评审意见及地方需求，对方案进行迭代优化。工可阶段方案一隧道出口设置平面交叉，不仅存在较大的安全问题，而且影响主线通行能力；方案二因隧道分流易导致出口识别错误被否决。初设阶段方案一优化工可局部平交方案为绕行的匝道方案，解决了隧道洞口平交的安全问题以及工可方案二识别视距差的问题。

## 三、乌江东互通选型方案比选

### （一）方案一：变异喇叭方案

#### 1. 方案介绍

方案一为“变异喇叭”型互通立交，采用一对定向匝道连通滨江大道方向，设置两条环形匝道完成涪陵主城区与江东街道之间的交通转换。其中，D匝道上跨主线后接入东滨大道，E匝道为城区往江东方向的环形匝道，起点位于主线隧道出口附近，终点汇入东滨大道。考虑到E匝道与主线间速度差较小（主线设计速度80 km/h，匝道设计速度30 km/h），设置长度为61.535米的出口渐变段，满足规范要求。为实现与菜场路的连接，设置F、G、H三条改路，采用较低技术标准连通，降低工程规模。

#### 2. 优点分析

第一，主线对接乌江大桥，契合项目功能定位。本项目G319国道改线工程的核心目标是实现涪陵城区与白涛工业园的快速联通，主线直接对接乌江大桥，保障了直行交通流的连续性和通行能力。

第二，交通组织清晰，安全性较高。相比桥头设置平交口的方案，本方案所有转向交通均由匝道完成，消除了主线与地方道路的冲突点，显著提高了行车安全性。尤其是在高峰时段，主线无需因右转车辆减速而影响整体运行效率。

第三，匝道指标相对合理，通行效率高。除E匝道因地形限制设计速度仅为30 km/h外，其余匝道均能达到40 km/h设计标准。

第四，工程规模较小，造价优势明显。相比方案二，匝道总长短23.837米，匝道桥少107米/2座，建安费节省约2050万元。

第五，符合常规出行习惯，便于驾驶员识别。环形匝道布局清晰，标志标线易于引导，不易产生误判或绕行现象。

#### 3. 缺点分析

尽管方案一整体表现优异，但仍存在一定缺陷。首

先，江东往城区方向需通过绕行路线，绕行距离约为2.2公里，增加了出行时间与运营成本。其次，E匝道出口位于桥下，视距条件相对较差，尤其在雨雾天气下可能存在识别困难的风险。同时E匝道紧邻主线隧道洞口，施工期间需设置抗滑桩，增加了边坡支护难度与临时交通组织复杂度。最后，主线隧道洞口附近的拆迁量较大，涉及部分厂房与住宅，社会协调工作量较重。

## (二) 方案二：变异喇叭+U转匝道方案

### 1. 方案介绍

方案二在总体布局上与方案一相似，同样采用变异喇叭结构，区别在于城区往江东方向的连接由环形匝道改为U形转弯匝道，且该U转匝道起点设于乌江桥头，采用右转平面交叉的形式接入主线。其余匝道布置基本一致，包括一对定向匝道连接滨江大道，以及连接白涛与江东的一对匝道。

### 2. 优点分析

第一，U形转弯匝道挖方量小，对主线隧道干扰小。由于U转匝道起始于桥头地面层，无需在隧道出口附近大规模开挖，减少了对既有结构的影响，有利于保持主线结构稳定。

第二，拆迁量较小，社会影响轻。较方案一减少逾千平方米的拆迁面积，有助于缓解征地矛盾，加快前期

工作进度。

第三，与原有片区规划方案一致。该U转形式曾在前期规划中提出，地方政府较为熟悉，接受度较高，有利于推进审批流程。

第四，除U转匝道外，其他匝道通行能力较强，主线直行方向不受匝道分流影响。

### 3. 缺点分析

方案二的主要弊端集中于交通安全与通行能力方面。

首先，桥头设置右转平交口严重影响主线通行能力。当大量右转车辆在此汇集时，将迫使主线车辆频繁减速，尤其在高峰小时交通量达1808 pcu/h的情况下，极易引发拥堵甚至追尾事故。

其次，U形转弯匝道自身通行能力有限，设计速度低，且位于桥头区域，视距不佳，驾驶员容易误判出口位置，导致紧急制动或逆行风险上升。文献曾指出，隧道中分流或复杂匝道易导致出口识别错误，造成路段拥堵与绕行，本方案虽非隧道内分流，但桥头平交仍具类似隐患。

第三，互通总体规模更大，造价更高。尽管拆迁成本略低，但桥梁数量增加、匝道延长导致建安费用大幅上升，经济性较差。

第四，改路从U形转弯匝道左侧流出，不符合常规右侧行驶习惯，易引起驾驶者困惑，增加事故概率。

## 四、方案比选与结论

表1 方案比较表

| 项目                     |           | 单位   | 方案一                    | 方案二                          |
|------------------------|-----------|------|------------------------|------------------------------|
| 匝道工程                   | 匝道总长度     | km   | 2686.165               | 2710.002                     |
|                        | 匝道平曲线最小半径 | m    | 35                     | 30                           |
| 新增占地面积                 |           | 亩    | 161.556                | 162.035                      |
| 拆迁面积 (m <sup>2</sup> ) |           |      | 8249.45                | 7114.79                      |
| 安全性                    |           |      | 桥下分流视距条件相对差<br>安全性相对较好 | 桥头平交安全性差                     |
| 通行能力                   |           |      | 通行能力相对较强               | 乌江桥头平交影响主线通行能力<br>U转匝道通行能力有限 |
| 施工期保通                  |           |      | 保通难度小<br>保通费用低         | 保通难度大                        |
| 估算建安费                  |           | (亿元) | 3.468                  | 3.673                        |
| 比选结论                   |           |      | 推荐                     | 比选                           |

### (一) 比选结果

综合以上指标可以看出，方案一的工程规模、安全性以及通行效率和经济性等均综合优于方案二。尽管方案二拆迁量稍占优势，但是主线通行效率低、存在安全

隐患等问题，方案二不建议采用。特别是在交通量日益增长的趋势下，桥头平交将成为长期运行的“堵点”与“险点”，不符合“一次性执行，长期应用”的建设原则。

另外，基于驾驶行为心理学的视角分析发现，驾驶

员更愿意选择标识鲜明,道路清晰的立交形式。方案一为标准匝道分流且逻辑明确;方案二桥头平交加U转模式容易引起认知混淆,对导航引导和应急处置不利。

## (二) 推荐方案

经多轮专家评审与内部技术论证,结合地方意见与工程实际,本阶段推荐采用方案一变异喇叭方案。该方案不仅满足项目功能定位,而且在安全性、通行能力、工程经济性等方面均有明显优势,是当前条件下最优的选择。后续设计中将进一步优化E匝道线形,改善视距条件,并加强标志标线引导,提升驾驶安全性。

## 结论

山区公路互通立交选型需以交通功能和行车安全性为核心,兼顾地形适应性、工程经济性及环境协调性。本文通过工程案例,提出了山区互通选型的设计思路,总结了一下几点设计经验,为类似工程通过借鉴。

(1) 变异喇叭形立交在山区T型交叉中具有显著优势,可通过定向匝道、环形匝道、迂回掉头匝道与螺旋展现匝道组合实现复杂地形下的方案布置;

(2) 互通选型离不开地质影响,立交方案选择应合理避让不良地质区域,无法避让的以工程措施为辅;

(3) 互通方案可采用分期实施策略,结合交通量,分析交通增长需求,按照一次实施分期建设的原则进行

设计,为项目实施创造条件。

(4) 根据各方意见动态调整方案,可有效解决项目初期方案缺陷。

(5) 互通方案应多样化和精细化,梳理设计思路,进行设计思路分析比选,确定合理可行的设计思路,再重点研究该思路下具体方案布置。

(6) 互通方案设计应考虑被交路的施工期保通,将保通拟定为设计比选依据。

未来研究可进一步探索BIM技术、交通仿真等手段在互通立交选型中的应用,提升设计精细化水平。

## 参考文献

[1] 黎永基.山区高速公路互通立交选型研究[J].工程技术研究,2024(8).

[2] 龚旺.山区高速公路互通立交选型研究[J].建筑设计与研究,2024,5(10):10-12.

[3] 周正伟.高速公路互通立交线形设计的关键参数研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(002):000.

[4] 王瑞云.高速公路互通式立交安全性评价及设计研究[J].时代汽车,2023(5):187-189.

[5] 杨乔乔.高速公路互通式立体交叉设计方案比选研究[J].山西交通科技,2024(5):62-65.