

既有省道平交改造为立交的相关问题研究及探讨 ——以S205瓮门互通改造为例

曾祥玉

(中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430000)

摘要: 国省道公路在原有道路的基础上进行升级改造, 往往出现规范规定的技术指标与地方实际需求相冲突、大型交叉口的通行能力提升需求与沿线影响因素相冲突等情况。S205瓮门互通改造工程是湖北省第一座在省道升级改造中在原平交基础上新建的全互通式立交, 以该工程为例, 针对以上问题, 研究解决思路。在设计过程中通过多因素综合法, 结合项目背景条件、功能、地位作用、沿线制约因素等方面, 对3个方案进行了综合比选论证, 并确定了最终方案。对于在不封闭的一级公路上设置互通, 如何满足车辆的通行安全 and 非机动车、行人的通行需求, 如何避免非机动车辆和行人闯入互通区等交通组织难题, 给出了解决问题的主要思路和措施要点。

关键词: 互通式立体交叉; 省道改扩建; 设计要点; 方案比选

中图分类号: U412.35

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)02-0044-05

Research and Discussion on Related Issues of Reconstructing Existing Provincial Highways at Grade into Overpasses for S205 Wengmen Interchange

ZENG Xiangyu

(Central South Design and Research Institute of China Municipal Engineering Co., Ltd., Wuhan 430000, China)

Abstract: The national and provincial highways are upgraded and reconstructed on the basis of the original roads. However, there are often conflicts between the technical indicators stipulated by the regulations and the actual local needs, and between the demand for the improvement of traffic capacity of large intersections and the influencing factors along the route. The S205 Wengmen Interchange Reconstruction Project is the first fully interconnected interchange newly built in Hubei Province in the provincial highway upgrading reconstruction on the basis of the original grade crossing. Taking this project as an example, aiming at the above issues, the solution ideas are studied. In the design process, through the multiple factor synthesis method, combined with the project background conditions, functions, status and roles, constraints along the route and other aspects, three schemes are comprehensively compared and demonstrated to determine the final scheme. For constructing the interchanges on the unclosed first-class highway, how to satisfy the traffic safety of vehicles and the traffic demand of non-motor vehicles and pedestrians, and how to avoid the traffic organization problems such as non-motor vehicles and pedestrians intruding into interconnecting areas, the main ideas and measure essentials for solving the problems are given.

Keywords: interchange; reconstruction and expansion of provincial highways; design essentials; scheme comparison

0 引言

随着我国国民经济的飞跃式发展以及汽车保有量的快速增长, 各地原有国省道公路(多为二级公路)的宽度及标准、道路的通行能力明显跟不上经济发展步伐, 大批的国省道公路需要在原基础上升级

改造为一级公路。国省道公路的升级改造不仅可以实现资源的最大化利用, 而且可以在低造价条件下加快区域公路网的建设, 但国省道公路的升级改造往往受到基本农田、生态红线等诸多因素的制约。S205瓮门互通改造项目为解决两条省道交汇形成的交通瓶颈和事故频发问题, 需要在原路口平交基础上新建全互通式立交工程, 但沿线基本农田、水利设施、路网规划、三区三线等因素对工程的制约十分严重。文献[1-2]提出了不同受限条件下的互通布置方

收稿日期: 2024-06-12

作者简介: 曾祥玉(1980—), 男, 本科, 高级工程师, 从事路桥设计工作。

案,拓展了复杂环境下的互通设计思路;文献[3]提出多目标综合评价方法;文献[4-5]对基于交通仿真和模糊评价法的互通立交方案进行了选型研究;文献[6-19]通过多个项目实例,介绍了在互通立交选型和设计过程中,对关键技术参数的选择;文献[20-21]重点说明了临河道路建设的注意要点。

S205 瓮门互通是湖北省第一座在省道升级改造中在原平交基础上新建的全互通式立交。为了提高交叉处通行能力,解决通行安全隐患,同时兼顾各类车辆、行人需求,以实现内联外通,在受沿线各种因素严重制约的情况下,设计人员充分借鉴前述文献的方法及理念,通过对临河处的风险论证及分析、对溃坝因素的统筹研究、对交通组织及沿线路网的保通研究,采用多因素综合法,对互通进行了多方案综合比选,充分体现了设计对地方路网及交通规划布局的重要性。

1 工程简介

1.1 既有互通情况说明

S205 为《湖北省省道网规划纲要(2011—2030 年)》中普通省道网布局的第一层次纵向线路,东连安徽,西抵长江港口,与沪渝高速、麻武高速、蕲太高速、G347(沿江一级路)、G220、京九线等多条高等级公路相接,是重要的集疏运通道。S205 走廊不仅是蕲春县“一带三轴”发展格局中重要的“蕲北城镇发展轴”,直接串联蕲春县城和蕲北大部,也是蕲春沿江经济带与安徽省之间的联系纽带。

刘河杨林冲至漕河刘榜段原有道路为二级公路,由东向西横穿蕲春县城,并将蕲春县城与重镇刘河镇连接为有机整体。根据上位路网规划,S205 将全线升级改造为一级公路。

在麻武高速的设计中,为避免高速对县城的干扰,设计修建了麻武高速连接线,使高速在县城东侧 5 km 处绕境而过。本次刘河杨林冲至漕河刘榜一级公路升级改造,将原横穿县城的走廊向南改线,与麻武高速连接线共线,作为县城的南外环,原有 S205 与麻武高速连接线交汇处拟新建瓮门互通立交,用来进行交通转换,在完善路网布局的同时,实现国省道“近城不进城、绕城不扰城”的功能。

S205 刘河杨林冲至漕河刘榜一级公路瓮门互通立交为湖北省第一座在省道升级改造中为解决两条省道交汇形成的交通瓶颈和事故频发问题,在原平交基础上新建的全互通式立交。现状交叉口为两条

省道在瓮门街附近交汇,目前以简易渠化的 T 形平交进行交通转换。平交西侧约 400 m 的老 S205 路段纵坡为 5% 的下坡,平交以南纵坡为 4% 的下坡,平交以东纵坡为 3% 的下坡。平交口位置为三路交叉的凹形底部,高程为 39.2 m(见图 1),比东西侧最高点低约 25 m,导致老路直行车辆尤其是货车难以控制车速,且交通组织混乱,人、机、非混行,经常发生严重的交通事故。由于该项目为刘河镇通往县城的唯一通道,随着交通量的飞速增长,该路口所承受的交通量已远超现状平交的通行能力,特别是每逢节假日,该节点会发生严重的交通阻塞,已成为 S205 刘河杨林冲至漕河刘榜一级公路的交通瓶颈。



图 1 S205 瓮门互通区现状图

1.2 现状平交口交通通行能力分析

该节点往南、往东两个方向已改造成了一级公路,根据现状和交通预测结果(见图 2),直行及转向交通量均比较大。该项目主交通流为刘榜(麻武高速)至刘河镇方向,往返设计交通量为 17 670 pcu/d;刘榜(麻武高速)至蕲春县城往返交通量为 4 694 pcu/d,为最小交通流方向。

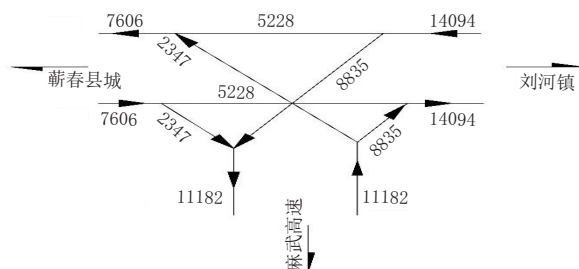


图 2 现状交通量分布图(单位:pcu/d)

根据实际交通情况,对平交渠化、设置灯控、环形交叉几种方案进行分析,先确定现状平交扩容改造是否能满足通行能力,采用式(1)计算各进口的服务交通量。

$$N_A = N_s = 3\ 600 \div T_c \times [(t_g - t_l) / t_{is} + 1] \times \psi_s \quad (1)$$

式中: N_A 为各进口的服务交通量,pcu/h; N_s 为直行车道的设计通行能力,pcu/h; T_c 为信号周期,s,取值 60 s; t_g 为信号周期内的绿灯时间,s; t_l 为变为绿灯后第一辆车启动并通过停止线的时间,s; t_{is} 为直行或右行车

辆通过停止线的平均间隔时间, s; ψ_s 为直行车道通行能力折减系数, 取值 0.9。

刘河镇至麻武高速方向每个信号周期 $T_g=40\text{ s}$, 蕲春县城方向每个信号周期 $T_g=25\text{ s}$, $T_1=2.3\text{ s}$, $T_{is}=2.5\text{ s}$, 计算出交叉口总通行能力为 $1\,873\text{ pcu/h}$, 交叉口按三级服务水平 V/C 取 0.75 , 最大服务交通量为 $1\,404\text{ pcu/h}$ 。虽然环形交叉通行能力有所提高, 但该交叉口实际交通量远大于平交能提供的最大服务交通量 (见表 1), 因此, 平交方案无法满足一级公路所需的服务水平。经多次专家论证, 并报交通主管部门同意, 该节点在现有平交的基础上升级改造为互通立交, 为湖北省第一座在省道升级改造中新建的全互通式立交。

表1 平交通行能力分析对比表

方案	总通行能力/($\text{pcu} \cdot \text{h}^{-1}$)	负荷度	服务水平
平交渠化	1 873	1.950	四级下限
设置灯控	1 744	2.070	四级下限
环形交叉	2 139	1.873	四级下限

2 互通新建方案研究

该节点往南接麻武高速,往东接蕲河大桥,两个方向的公路已改造成了一级公路。根据现状和预测结果,刘河镇至刘榜(麻武高速)方向的路段应按主线设计,设计标准为80 km/h的双向4车道一级公路,车道宽度保持与前后项目一致,即25.5 m。结合沿线制约因素考虑,现状平交的北侧为高山及基本农田,拆迁安置区位于现状平交以西160 m,占地20 070 m²,最外侧房屋滴水檐距现状道路土路肩边缘仅15 m,还需要为外侧保通道路留足空间。改造后的互通立交需要在安置区前完成变速车道的渐变过渡,因此南-西侧左转匝道只能在东侧采用右出右进的外转弯式,左转合流匝道的渐变过渡需要在安置区前完成。第三象限、第四象限因受基本农田及房屋、山体制约,不宜设置为喇叭形匝道,因此,应多方面选型比选,以确定最优方案。

结合交通量、沿线需求、地形、地质、工程规模、房屋拆迁、基本农田、造价等多方面因素,将刘河镇至刘榜(麻武高速)方向的路段设置为主线,布设于现有平交东南侧 50 m,采用 750 m 的圆曲线,纵坡分别为 -2%、0.841%、2.7%,凹形竖曲线半径为 $R=15\,000\text{ m}$ 。

通过对沿线村庄、超限检测站、安置区、水库等

制约因素,以及地形、交通组织、保通等方面的综合考虑,共提出3个方案进行同深度比选。

2.1 方案一：B形单喇叭方案

结合交通量,方案一将蕲春县城至刘榜(麻武高速)最小交通流方向的匝道设置为环形匝道,采用B型单喇叭方案(见图3)。匝道上跨主线,将现状瓮门街道至蕲春县城方向的原S205改造为A匝道,以最大化提高对原有道路的利用率,同时最大化避免了对安置区的干扰。为便于原S205远期扩建,A匝道按双车道进行设计。

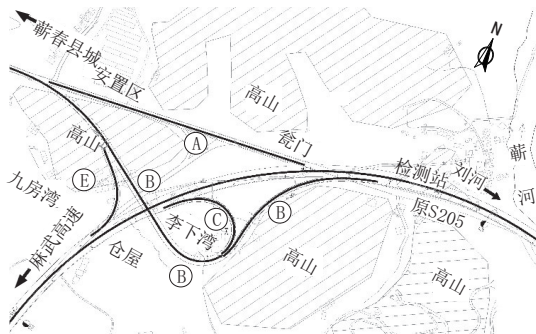


图3 B型单喇叭方案图

方案一的优点:造型简单、改造难度低、造价低,对原有路网的破坏小,避免了对原有水系的干扰,上游乐花山水库溃坝对互通区的影响也最小。

方案一的缺点:刘河至蕲春的次交通流方向需要经过喇叭形匝道,其最小半径为60 m,线形指标差,迂回距离较远,通行能力受限;环圈匝道设置于第四象限,房屋密集,对李下湾造成了巨大的拆迁;占地及对基本农田的影响也最大。

2.2 方案二:变异A形单喇叭方案

方案二结合方案一的优缺点进行优化,将最小交通流方向设置于第一象限,采用A形单喇叭方案(见图4)。匝道上跨原S205,最小半径为60 m,原S205改造为双车道流出匝道,与蕲春县城至刘榜(麻武高速)方向左转环圈匝道合流,在安置区前完成变速车道的渐变过渡,避免对其产生干扰。蕲春县城至刘河镇方向采用双车道匝道上跨主线及C匝道,避免对李下湾居民区造成干扰。

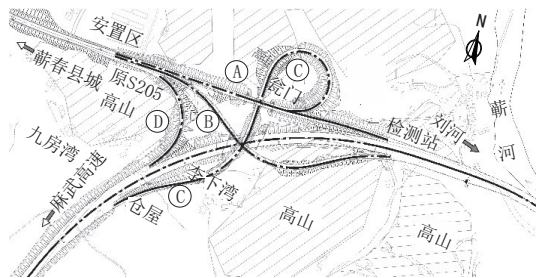


图4 变异A形单喇叭方案图

方案二的优点:布局紧凑、占地规模小;交通组织简单、顺畅,通行能力大;蕲春县城至刘河镇方向的匝道平纵指标高,通行能力大,可有效解决各方向的交通通行需求;对沿线房屋的拆迁少;对原有路网的破坏最小。

方案二的缺点:结构复杂,为 3 层结构;桥涵构造物规模大,主线桥长 70 m、匝道桥长 380 m;高填深挖,工程量大,对生态环境的影响大;占用基本农田多。

2.3 方案三:T 形互通方案

鉴于方案一、方案二都存在较明显的缺点,提出 T 形互通方案(见图 5)。设计原则:一是安全至上;二是充分处理好互通与其他公路、村庄的布局 and 规划的关系,与河流、水利、管线等设施的关系,以及与基本农田的关系,减少相互干扰。

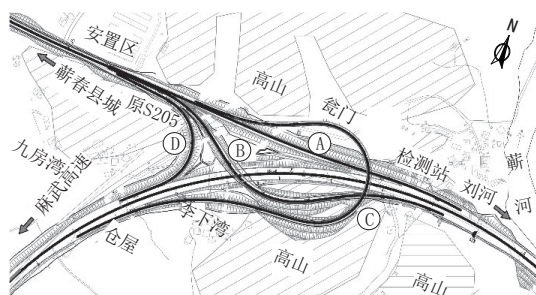


图5 T形互通方案图

该方案为 2 层结构,将原 S205 改造为直接式匝道。蕲春县城至刘河镇方向的匝道下穿主线,设 3×25 m 主线桥 1 座;蕲春县城至刘榜(麻武高速)最小交通流方向设置于第二、三象限,采用迂回型半定向匝道,半径 94 m,设置(15 m+2×18 m+15 m)+4×18 m+4×18 m+4×20 m+3×20 m 钢筋混凝土连续现浇箱梁,上跨主线,中分带立墩。

方案三的优点:造型优美,层次分明,立交形式与转向交通量匹配;充分利用地形及现有道路,交通组织顺畅、通行能力强;不占用基本农田,拆迁量小;在工程量适中的情况下充分发挥了互通功能,最大化提高了各方向道路的交通疏散能力。

方案三的缺点:最小交通流方向的 C 匝道绕行偏远,需要优化。

结合地形对方案三进行优化,充分利用东南方向山坡,尽量减小 C 匝道桥梁的长度,且在安置区前结束渐变,避免对其造成影响。

2.4 互通方案的比选及方案确定

从地质、环境、技术、施工难度、工程造价、基本农田指标、社会干扰等方面对 3 个方案进行综合比

较。研究认为:方案三与交通量分布吻合,符合当地的城镇规划,极大地提高了通行能力和服务水平,最大化利用了现有道路,避免了对沿线居民的干扰和基本农田的占用;结合地形增设改造路,完美解决了县域交通与过境交通的混杂,解决了人非交通间的冲突,大大提高了安全性;利于提高地方路网的功能发挥及整条道路的服务水平,对促进沿线经济发展,提高县域、过境交通水平及沿线居民的出行条件具有重要意义。方案三得到各方一致推荐。

最终,方案三被确定为本次在现有平交基础上新建的全互通式立交的最终方案。表 2 为各方案研究比选表。

表 2 各方案研究比选表

比较项目	方案一 B 形单喇叭 方案	方案二 变异 A 形单喇叭 方案	方案三 T 形互通 方案
桩号/km	K23+000 ~ K24+000	K23+000 ~ K24+000	K22+850 ~ K24+000
路线长度/km	1.00	1.00	1.15
土石方/m ³	331 542	613 307	450 668
排水工程/m ³	2 933	6 537	4 712
防护工程/m ³	1 621	3 834	2 387
改渠/km	0.34	1.29	0.62
沥青路面/m ²	49 244	50 880	51 572
主线桥梁/m	80.08(1 座)	80.08(1 座)	81.08(1 座)
匝道桥梁/m	—	414.00(2 座)	248.08(1 座)
占用土地/hm ²	10.21	13.42	11.51
基本农田/hm ²	0.93	1.53	0
拆迁建筑/m ²	3 713	2 671	635
最小半径/m	55	55	95
最大纵坡/‰	4.5	4.2	4.0
匝道长度/m	1 946	2 274	2 011
投资造价/万元	5 714	6 378	6 567
比较结论	—	—	推荐

3 主要制约因素的考虑及应对措施

在互通方案确定后,涉及安全的细节直接决定了方案是否成立及互通功能是否能充分发挥,主要表现为溃坝、人非与机动车的交通组织以及沿线路网保通等方面。

因该项目主线为不封闭的集散型一级公路,新建互通阻断原有路网后,不可避免地存在非机动车辆和行人闯入互通区,造成安全事故,降低通行能力

等问题。合理解决地方交通和农用车辆、沿线居民的通行问题,是互通方案能否成立的关键,也直接决定了互通的通行能力和服务水平。结合社会影响分析、社会稳定风险综合评估及安全性评价,采取以下措施:将互通区全封闭,仅在互通起终点设置平交,增设 4 条改造道路进行保通,将行人、非机动车在起终点提前分流;在平交口设置预告标志予以分流告知,增设爆闪灯、摄像头等予以警示,避免行人、非机动车进入互通范围,以解决现状平交纵坡大、交通混行、事故频发等诸多安全问题。以上措施解决了在不封闭的一级公路上设置互通时,车辆的通行安全、非机动车和行人的通行需求,同时还解决了非机动车和行人闯入互通区的交通组织难题。

4 结 语

该互通比较特殊,在不完全封闭的省道改扩建中较为少见。互通区 4 个象限中有 3 个象限受河道、居民区、基本农田及山体严重制约,同时需要考虑水库溃坝、保通、交通组织等因素。本文以 S205 瓮门互通改造为案例,阐述了在互通设计过程中对上述因素的综合考虑,介绍了互通方案的设计和比选过程以及主要思路和方案要点,以期同类项目的实施提供参考。

参考文献:

- [1] 王杰.限制条件下某枢纽互通式立交方案设计分析[J].运输经理世界,2024(1):110-112.
- [2] 王晓东,董耀群.占地紧张的互通立交方案研究[J].公路,2022(12):96-99.
- [3] 许林新,郑秉乾,吴明先,等.多目标综合评价方法在山区高速公路

- 路线中的应用[J].公路,2022,67(5):15-19.
- [4] 李旭华,邝清娴,高雨田.基于交通仿真的互通立交优化设计[J].广东公路交通,2024(1):50-54.
- [5] 吴彩官,王森,周天赤,等.基于模糊评价法的复杂山区互通立交方案选型研究[J].公路交通技术,2024,40(1):8-16.
- [6] 杜鹏.高速公路互通立交线形设计关键技术参数选择[J].黑龙江交通科技,2024(3):152-155.
- [7] 李怀兵.互通立交线形设计与数据处理技术探究[J].北方建筑,2023(6):43-46.
- [8] 李南南.山区公路项目路线平纵线形组合设计[J].运输经理世界,2022(12):4-6.
- [9] 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.
- [10] 孙彦卓.山区某高速公路互通立交方案设计[J].公路,2022,67(1):89-92.
- [11] 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(4):133-135.
- [12] 赵文彦.山区互通方案选型研究[J].福建交通科技,2018(3):20-23.
- [13] JTG D20—2017,公路路线设计规范[S].
- [14] JTG/T D21—2014,公路立体交叉设计细则[S].
- [15] 张驰.道路勘测设计[M].北京:人民交通出版社股份有限公司,2023.
- [16] 徐瑞鹏.三岔 T 形枢纽互通立交方案设计及比选[J].黑龙江交通科技,2024(2):110-118.
- [17] 张帅,韩胜利,赵光德,等.既有高速公路增设互通立交方案比选分析[J].西部交通科技,2023(10):64-66.
- [18] 廉福绵,戴程琳,涂丽.德州—上饶高速公路婺源枢纽互通立交方案研究[J].公路,2020(8):76-80.
- [19] 杨思斌.单喇叭互通立交改扩建为枢纽兼落地互通立交方案设计分析[J].北方交通,2020(5):16-20.
- [20] 赵玉璧,吴玉.河道基岩引发临河段公路水毁的致灾机理及处置措施[J].西部交通科技,2023(9):32-34.
- [21] 代朝科,李生晖,李海慧.某水库公路边坡强度参数反演及其稳定性分析[J].珠江水运,2021(17):81-83.

(上接第 43 页)



图 7 曲江大道立交总体布置图

重大。纬零街快速化改造工程建设规模大、条件复杂,且穿越城市核心区对文保及城市风貌要求极高。

本文从该工程的功能定位出发,通过分析路段的主要控制因素,详细介绍了总体敷设方案,为类似工程设计和建设提供了借鉴与参考。

参考文献:

- [1] 谢阳阳.呼和浩特市西二环南延伸段快速化改造总体方案研究[J].城市道桥与防洪,2019(2):19-23.
- [2] CJJ 129—2009,城市快速路设计规程[S].
- [3] CJJ 193—2012,城市道路路线设计规范[S].