

长深高速公路葵岗互通立交方案设计

鄢桂龙

(广东省交通规划设计研究院股份有限公司, 广东 广州 510507)

摘要: 分析了在已建高速公路上增设服务型互通立交时 3 种常见立交方案的优缺点; 考虑到长深(长春—深圳)高速公路葵岗互通立交的限制因素较多, 经多方对比论证, 确定采用 B 形单喇叭立交(A 匝道下穿主线)方案; 为降低下穿主线匝道(A 匝道)施工对主线交通的影响, 提出 3 种桥梁方案进行对比分析, 确定采用单孔桥梁方案。

关键词: 互通立交; 已建高速公路; B 形单喇叭立交; 下穿主线匝道

中图分类号: U442.5

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2019)04-0108-04

随着已建高速公路沿线地方经济的发展, 沿线部分城镇需增设服务型互通立交, 实现地方与高速公路之间的交通转换。由于已建高速公路周边环境复杂、限制因素多, 还需考虑立交方案施工对高速公路车辆运营的影响等, 对互通立交选址、选型及施工方案均有更高要求。该文以长深(长春—深圳)高速公路葵岗互通立交为例, 探讨在已建高速公路上增设互通立交的设计方案。

1 工程概况

为有效提升梅州高铁西站及周边地区的区位优势, 促进周边地区产业发展, 加快梅州高铁西站及周边地区开发, 促进梅州城市“西进”战略的实施, 经多方比较论证, 确定在程江枢纽互通与葵岗隧道之间增设葵岗互通立交, 其中程江枢纽互通(最近匝道鼻端)距葵岗隧道 1.971 km(见图 1)。



图 1 葵岗立交地理位置示意图

根据交通预测, 葵岗互通立交远景年(2040 年)总的转向交通量为 13 019 pcu/d, 其中从梅州西站往返梅州市区的交通量较大, 分别为 3 549 和 3 864 pcu/d, 从梅州西站往返河源的交通量较小, 分别为

3 036 和 2 570 pcu/d(见图 2)。

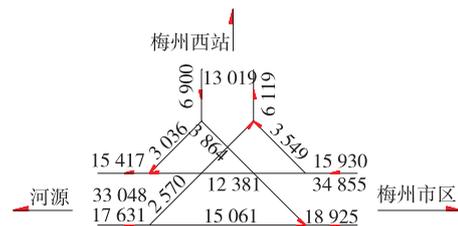


图 2 2040 年葵岗立交交通量预测值(单位: pcu/d)

长深高速公路为双向四车道, 设计行驶速度 80 km/h, 整体式路基宽度 24.5 m, 分离式路基宽度 12.5 m。立交范围内长深高速公路主线最小平曲线半径 830 m, 最大纵坡 2.9%, 最小凸形竖曲线半径 14 448.67 m, 最小凹形竖曲线半径 8 579.09 m。根据长深高速公路主线设计参数及相关规范确定的匝道技术指标要求见表 1。

表 1 葵岗互通立交匝道技术指标要求

| 项目 | 出口匝道 | 入口匝道 | |
|----------------------------|---------------|-------|-----|
| 设计车道/(km·h ⁻¹) | 40 | 40 | |
| 平曲线最小半径/m | 一般值 | 60 | |
| | 极限值 | 50 | |
| 最大纵坡/% | 4 | 4 | |
| 最小竖曲线半径/m | 凸形 | 一般值 | 900 |
| | | 极限值 | 450 |
| | 凹形 | 一般值 | 900 |
| | | 极限值 | 450 |
| 变速车道长度(单车道)/m | 190 | 250 | |
| 与隧道之间的最小净距/m | 300 | 80 | |
| 辅助车道最小长度/m | 1 000 | 1 000 | |
| 桥涵设计荷载 | 公路—I 级 公路—I 级 | | |

葵岗互通立交为在已建长深高速公路上新建,影响互通方案的主要控制因素有:1) 满足梅州市路网布局、城市规划、交通及其发展要求;2) 符合梅州高铁西站的相关规划;3) 互通立交的选型与其功能定位相适应;4) 建设期间对已通车高速公路车辆运营有影响,应考虑建设条件和实施期间的交通组织;5) 项目周边居民房较多,应尽量减少拆迁,节省工程投资;6) 项目选址在程江枢纽互通与葵岗隧道之间,距离二者都较近,初拟方案是通过辅助车道与程江互通相连,但需保证辅助车道长度及与葵岗隧道之间的净距符合规范要求;7) 长深高速公路在该路段的填土高度较大(8~16 m),互通方案选择应充分考虑工程规模及城市规划需求。

2 互通立交方案设计

在尽量控制工程规模的情况下,降低互通立交建设期对高速公路运营车辆的影响是立交设计的重点。由于匝道下穿主线路基段需开挖主线路基,对主线交通影响大,一般不会采用匝道下穿主线路基的立交方案。但鉴于该立交限制因素多、立交范围内主线路基填土高等特点,设计中提出匝道下穿主线路基的立交方案作为比较方案。初步设计阶段拟定3种比较方案。

2.1 方案一:B形单喇叭立交方案

主匝道(A匝道)下穿现有长深高速公路,需将原有主线路基挖开设置一座主线桥,左、右幅采用辅助车道与程江互通相连组成复合式立交,左、右幅辅助车道长度分别为1 070.883、1 236.087 m(两立交之间的净距,左侧为310.717 m,右侧为500.255 m),出口匝道(A匝道)与隧道净距为409.478 m,入口匝道(D匝道)与隧道净距为114.87 m;B匝道为单向双车道,路基宽度为10.5 m;其余匝道均为单向单车道,路基宽度为9 m(见图3)。上述指标均满足规范要求。

该方案巧妙避开房屋密集区及主线两侧围屋,立交出口位于梅州高铁站附近,便于高铁站客、货疏散。但A匝道下穿长深高速公路主线,需开挖主线施工,会影响高速公路车辆运营,建设期交通组织复杂,且A匝道位于主线大纵坡下坡路段(主线纵坡2.9%),下坡减速存在行车安全隐患。

2.2 方案二:梨形立交方案

考虑到方案一的缺陷,提出上跨主线方案即梨形立交方案。A匝道上跨长深高速公路主线,B匝

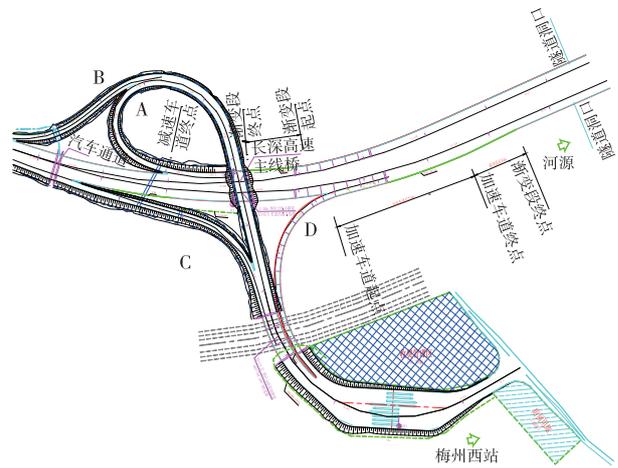


图3 葵岗互通立交方案一

道从原主线桥下穿主线,B匝道为主交通流,采用单向双车道,路基宽10.5 m;由于长深高速公路主线路基填土较高(与A匝道相交点填高约9 m),受纵坡限制,A匝道长度为684.074 m(>500 m),故A匝道也采用单向双车道,路基宽10.5 m;C、D匝道采用单向单车道,路基宽9 m。为避免拆迁主线两侧围屋,出口匝道(A匝道)与隧道之间的净距取极限长度,为301.478 m,入口匝道(D匝道)与隧道之间的净距为174.925 m;左、右幅采用辅助车道与程江互通相连组成复合式立交,左、右幅辅助车道长度分别为1 121.669、1 210.601 m。两立交之间的净距,左侧为361.503 m,右侧为474.769 m(见图4)。上述指标均满足规范要求。

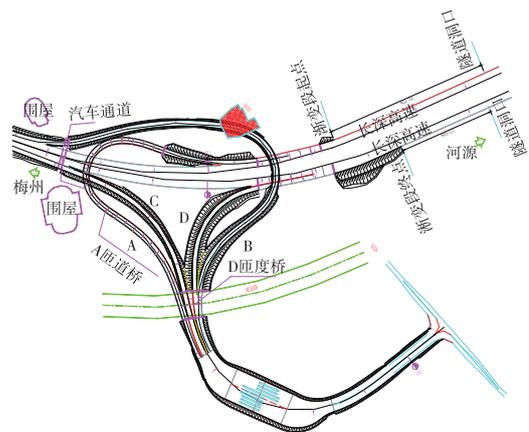


图4 葵岗互通立交方案二

该方案中B匝道利用现有主线桥下穿,A匝道上跨主线布线,避免了开挖主线对高速公路车辆运营的影响,同时减小了上跨主线桥桥梁宽度,可降低造价;出口匝道A匝道为减速上坡,有利于行车安

全;立交出口位于梅州高铁站附近,便于高铁站客、货疏散。但受主线路基填高的影响,A匝道长度增加较多,考虑到车辆运行中的超车要求,A匝道按双车道标准设计,A匝道桥较长,工程规模增加,同时B匝道从居民房屋密集区穿过,征拆协调难度增加。

2.3 方案三:部分苜蓿叶形立交方案

为避免匝道下穿或上跨主线造成长深高速公路车辆运营不便、工程规模增加的弊端,提出部分苜蓿叶形方案。为减少房屋拆迁及满足收费广场布置要求,主线左侧A、B匝道在围屋和居民区中间布线,B匝道为主交通流,采用单向双车道,路基宽10.5m;A、C、D匝道采用单向单车道,路基宽9m。出口匝道(A匝道)与隧道之间的净距为594.627m,入口匝道(D匝道)与隧道之间的净距为174.925m,左侧入口匝道(B匝道)与程江枢纽互通之间长度为889.863m(<1000m)。由于交织段长度过小,为防止出入交通流对主线直行交通流干扰过大,造成交通混乱,左侧设置集散车道。右幅辅助车道长度1210.601m,右侧出口匝道(C匝道)与程江枢纽互通采用辅助车道连接,新建立交与程江枢纽立交组成复合式立交(见图5)。

该方案可避免开挖主线或在主线中央分隔带施工桩基对主线车辆运营造成影响。但由于主线左侧需设置集散车道,建设工程规模增大,立交建设总体

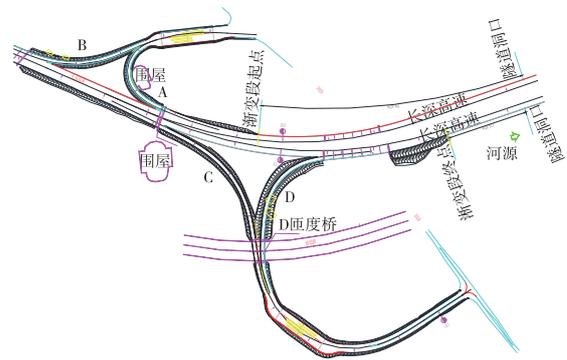


图5 葵岗互通立交方案三

规模与方案一差距不大;主线左右两侧匝道分离,需设置两个收费广场,运营管理较复杂,运营成本增加,从长远考虑,总投资成本并不占优,且与地方规划不符。

2.4 方案比选

方案二虽然施工期交通组织方案较简单,但从房屋密集区穿过,征拆困难,且造价相对较高;方案三虽然建设期投资成本较低,但收费广场分散,增加后期运营成本,从长期总成本考虑并不占优,且与地方规划不符(见表2)。综合考虑,确定采用方案一。为减小A匝道下坡减速的安全隐患,在A匝道入口前端的主线上设置减速标线并增加立交出口预告标志,防止进入A匝道的车辆因行驶速度过快而造成交通事故。

表2 葵岗互通立交方案技术经济指标比较

| 匝道设计速度/ 方案编号 | 匝道长度/ (km·h ⁻¹) | 匝道平曲线最小半径/m | 匝道最大纵坡/% | 路基计价土石方/m ³ | 扩建主线桥/m ² | 新建主线桥/m ² | 新建匝道桥/m ² | 收费站/处 | 平面交叉/处 | 拆迁/m ² | 新增占地/m ² | 建安费/万元 | 总费用/万元 |
|-----------------|--------------------------------|-------------|----------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|--------|-------------------|---------------------|-----------|-----------|
| 方案一 | 40 | 1.981 | 60 | 3.928 | 170 187 20 724 | 537.4 | 2 121.53 4 631.05 | 1 | 1 | 3 977 | 121 360.61 | 16 748.45 | 27 371.02 |
| 方案二 | 40 | 2.734 | 60 | 3.492 | 188 836 26 742 | 1 422.6 | — | 6 568.00 | 1 | 1 | 4 396 131 453.40 | 17 449.55 | 28 996.62 |
| 方案三 | 40 | 1.952 | 60 | 3.492 | 225 553 27 481 | 1 695.5 | — | 975.00 | 2 | 2 | 2 740 109 400.55 | 15 322.76 | 25 347.49 |

3 互通立交桥梁方案设计

确定B形单喇叭互通立交方案后,如何缩短主线下穿桥施工工期,降低施工期间对高速公路主线车辆运营的影响是设计关键。考虑到A匝道路基宽18m,下穿主线位置为分离式路基,左右两幅间距约15m,针对A匝道下穿主线提出3种方案。

方案一:下穿主线桥采用1—30m装配式预应力砼小箱梁桥。为减少开挖桥台工程量,缩短施工周期,桥台采用座板台,座板台与A匝道之间采用

仰斜式挡土墙封闭(见图6),桥梁施工完成后开挖A匝道。为保证主线交通不中断,左右两幅分开施工,先将左幅交通转换到右幅,施工左幅桥梁,待左幅桥梁施工完成后将右幅交通转换到左幅,施工右幅桥梁。

方案二:下穿主线桥采用3—25m装配式预应力砼小箱梁桥。为缩短施工工期,桥台采用柱式台,桥台与A匝道之间填土采用1:1.5坡率放坡(见图7),桥梁施工完成后开挖A匝道。为保证主线交通不中断,左右两幅分开施工,先将左幅交通转换到右

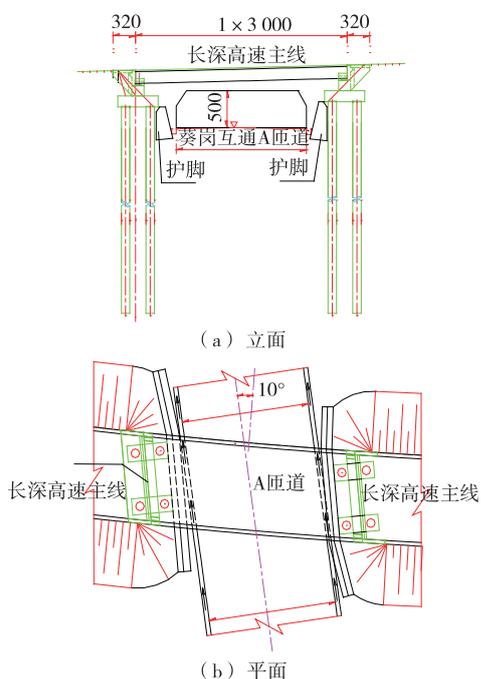


图6 下穿主线桥方案一(单位:cm)

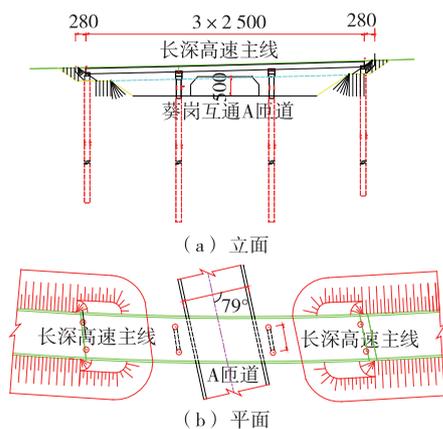


图7 下穿主线桥方案二(单位:cm)

幅,施工左幅桥梁,待左幅桥梁施工完成后将右幅交通转换到左幅,施工右幅桥梁。

方案三:下穿主线桥采用地道桥。鉴于上述两

种方案均需开挖主线,中断一幅主线交通,提出地道桥方案(见图8),地道桥采用箱体顶进法施工。由于该处路基填土均为粉质黏土,且箱顶覆土较薄(约2 m),箱体周围土体需采用注浆加固,为节省施工工期,左右两幅同时施工。

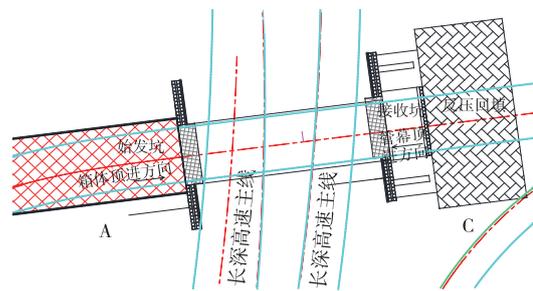


图8 下穿主线桥方案三(单位:cm)

3种方案对比(见表3),方案一和方案二施工难度小,但对主线交通影响较大;方案二桥下通视较好;方案一造价相对较低;方案三基本不影响主线交通,但施工难度大,费用高。考虑到长深高速公路主线目前交通量较小,封闭半幅施工,单幅双向通行基本能满足现有交通需求,下穿桥方案采用方案一。

4 结语

已建高速公路上增设立交方案的选择除需满足安全、适用、经济、美观等要求外,还需重点考虑立交施工对高速公路车辆运营的影响,故路基段一般不会采用匝道下穿主线立交方案。由于长深高速公路葵岗立交周边环境复杂,限制因素多,根据项目特点,并与常规匝道上跨主线的梨形方案及分离式部分苜蓿叶形立交方案对比,提出匝道下穿主线的B形单喇叭立交方案。同时通过不同匝道下穿主线桥梁方案对比分析,发现18 m宽双向三车道下穿主线时,采用30 m单孔桥梁在满足各种技术要求的情况下造价最低,故下穿主线桥采用1~30 m装

表3 葵岗互通立交下穿主线桥方案对比

| 方案编号 | 技术难度及可行性 | 通视条件 | 养护维修 | 耐久性 | 景观效果 | 工期 | 对主线交通的影响 | 造价/万元 |
|------|-----------|----------|----------|--------|-------------|----|----------|-------|
| 方案一 | 常规桥型,技术成熟 | 桥下通视条件一般 | 座板台养护量略大 | 较好 | 景观一般 | 较短 | 较大 | 1 029 |
| 方案二 | 常规桥型,技术成熟 | 桥下通视条件较好 | 柱式墩台养护量小 | 较好 | 桥台放坡较小,无压抑感 | 较短 | 较大 | 1 283 |
| 方案三 | 施工复杂,难度大 | 桥下通视条件一般 | 养护量一般 | 要求防水抗渗 | 景观一般 | 较长 | 几乎没有影响 | 7 236 |

锚头的封锚施工,灌浆施工在封锚结束后 2~4 h 完成,均未出现锚头破裂现象,锚头出现渗浆的数量为 11 个,封锚完好率达 98%。出现渗浆的原因为操作时间过长,流动性下降,未能完全包裹钢绞线。

5 结语

采用高性能封锚材料及专用封锚模具进行后张预应力封锚施工,压浆施工后锚头的完好率超过 98%,25℃及以上温度下 2 h 可进行压浆施工,可大大缩短工艺间歇时间和预制梁施工工期,提高台座周转速度,压浆时间比传统水泥胶砂封锚提前约 8 h。模具化封锚安装快捷,拆卸简单,密封性好,且可实现快速周转,成本投入小。高性能封锚材料不仅可早强实现压浆施工提前,且其后期强度可达 50~65 MPa,与预应力砼梁强度接近。模具化封锚配合使用高性能封锚材料可解决以往水泥砂浆等封锚方式存在的破损、渗漏、强度不足、锚固系统易锈蚀的问题,保证锚固系统的可靠性。

参考文献:

[1] JTG/T F50-2011,公路桥涵施工技术规范[S].

[2] 郑国.低水胶比高流动度预应力管道压浆材料试验研究[J].公路工程,2015,40(5).

[3] 宋德新,陈三喜,黄勇军,等.用于后张预应力锚头的封锚材料及其制备方法[P].中国专利:CN106830825A,2017-06-13.

[4] 陈三喜,黄勇军,张洪亮,等.后张预应力锚头专用封锚装置[P].中国专利:CN206521874U,2017-09-26.

[5] 林荣峰.聚羧酸高性能灌浆料试验研究[D].济南:山东建筑大学,2012.

[6] 王彩荣.客运专线预应力铁路箱梁封锚技术应用实践[J].铁道建筑技术,2010(10).

[7] 张强.预制混凝土箱梁预应力及压浆封锚工程[J].交通标准化,2013(17).

[8] 张云强.箱梁预制压浆封锚施工技术在桥梁中的应用[J].华东公路,2017(5).

收稿日期:2018-09-26

(上接第 100 页)

体造成大面积开挖需做好防护,工程经济性、安全性低,故不宜老路右侧加宽开挖;以老路左侧加宽,由于老路为高路堤,地形陡峭,靠近万溶江,若按路基设计,受地形条件所限,不适宜做高挡墙,而分级放坡会侵占河道。经综合分析,该断面采用半路半桥形式,路线左侧按半幅桥设计,可有效避免侵占河道及路基容易失稳的问题,右侧基本靠近山脚线,又可避免对山体顺层坡开挖造成滑坡现象。桥梁段需设置 0.25 m 安全带、0.5 m 防撞墙、0.25 m 栏杆,故该段的标准横断面宽为 27.5 m。

3 结语

公路改市政项目在设计过程中应注重老路现状

条件,结合城市路网规划,因地制宜,与沿线地区相协调,同时注重与周边景观的协调,避免大填大挖和破坏生态景观,使项目融于规划、融于环境景观。

参考文献:

[1] CJJ 37-2012,城市道路工程设计规范[S].

[2] 赵佩.公路结合城市道路设计特点分析[J].公路与汽运,2018(4).

[3] 张金波.普通公路改扩建工程路线设计的探讨[J].黑龙江交通科技,2017(7).

[4] JTG D20-2017,公路路线设计规范[S].

[5] 程杰.以青峰大道项目谈公路市政化改造设计[J].公路与汽运,2018(4).

收稿日期:2019-03-19

(上接第 111 页)

配式预应力砼小箱梁桥。

参考文献:

[1] 广东省交通规划设计研究院股份有限公司.长深高速公路葵岗互通立交工程可行性研究报告[R].广州:广东省交通规划设计研究院股份有限公司,2017.

[2] JTG B01-2014,公路工程技术标准[S].

[3] JTG D20-2017,公路路线设计规范[S].

[4] JTG/T D21-2014,公路立体交叉设计细则[S].

[5] 付胜余.小间距互通式立交设计方法探讨[J].北方交通,2015(3).

[6] 张晓芬.山区高速公路互通立交选型定位研究[D].西安:长安大学,2017.

收稿日期:2019-03-02