

成都天府国际机场高速 T1T2 互通立交总体方案研究

王义鑫¹, 倪旭¹, 温长鹏²

(1. 四川省公路规划勘察设计研究院有限公司, 四川 成都 610041; 2. 长安大学 公路学院)

摘要: 成都天府国际机场高速 T1T2 互通采用了主线分合流、设置匝道等技术措施, 解决了机场高速公路大交通量长途过境与大交通量进出机场的交通转换问题。根据路网规划和交通量分布特点, 在理论分析的基础上, 基于交通冲突技术以微观仿真试验法, 合理确定了主线分合流各向交通的交通组织方式; 在此基础上, 综合考虑机场规划、交通流向、收费站设置与管理、服务水平及通行能力、用地、工程造价等因素, 开展多方案比选, 研究确定适宜的互通总体方案, 满足各方需求。

关键词: 互通式立交; 方案研究; 主线分合流; 交织; 交通仿真; 冲突识别

成都天府国际机场高速 T1T2 互通式立交是该高速公路进出天府国际机场 T1T2 航站楼的主通道。天府国际机场临近国家级新区——天府新区, 距离成都市中心约 52 km, 是国家“十三五”规划中最大的民用运输枢纽机场, 并定位为国家级国际航空枢纽、丝绸之路经济带中等级最高的航空港。机场建成后, 将负责成都出港的全部国际航线, 远期将满足年旅客吞吐量 9 000 万人次的需求。

成都天府国际机场高速公路是天府国际机场配套交通体系, 是成都主城区来往天府国际机场最快捷的公路通道。该高速将进一步往远端延伸, 连接资阳、重庆, 建成后将成为成都、重庆两大国家中心城市之间的第四条高速公路大通道。T1T2 互通的建设, 可实现高速公路主线双向八车道进出天府国际机场、双向六车道延伸至重庆方向的功能, 是全线控制性工程。

为确定成都天府国际机场 T1T2 互通立交总体设计方案, 该文从通行效率和交通安全角度出发, 利用 Vissim 仿真技术确定主线分合流的交通组织方式, 并在此基础上, 考虑机场规划、交通流向、土地利用、造价等多方面因素, 定性选择合理的互通式立交总体方案。

1 交通量特点

根据天府国际机场路网总体规划(图 1), T1T2 互通只供客车进出机场, 与机场内部的穿场快速路——空港大道对接, 而货车等物流车辆则通过前后立交及

快速路体系, 连接至机场内部的货运大道。

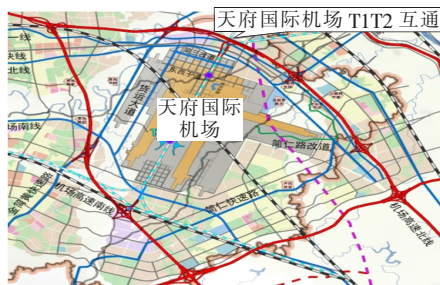


图 1 天府国际机场路网规划图

T1T2 互通预测年末交通量如图 2 所示。

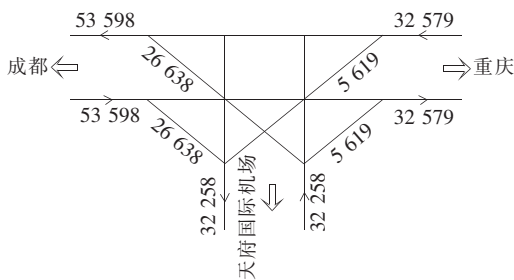


图 2 T1T2 互通设计交通量(2038 年)(单位:pcu/d)

根据高速公路主线不低于三级服务水平的设计要求, 兼顾提高机场服务水平, 满足机场远期年旅客吞吐量超过预期需求, 在实现匹配机场内部八车道集散快速通道的基础上, 机场高速成都侧采用双向八车道高速公路主线标准接入机场; 延伸至重庆方向, 主线采用双向六车道高速公路标准, 在交通转换上, 设置双向四车道匝道接入机场。具体技术标准见表 1。

表1 T1T2互通各方向设计交通量及技术标准

| 交通方向 | 交通量/ (pcu·d ⁻¹) | 公路等级 | 设计速度/ (km·h ⁻¹) | 车道数 | 服务水平 |
|--------|--------------------------------|------|--------------------------------|-----|------|
| 成都侧主线 | 107 196 | 高速公路 | 120 | 八 | 二级 |
| 成都来往机场 | 53 276 | 高速公路 | 120 | 八 | 二级 |
| 成都来往重庆 | 53 920 | 高速公路 | 100 | 六 | 三级 |
| 重庆来往机场 | 11 238 | 匝道 | 40 | 四 | 二级 |

注:设计小时交通量系数 K 取值 0.11,对接机场内部穿场快速路(八车道),纯客车通行,无货车;设计小时交通量系数 K 取值 0.09,货车比例 19%。

互通区北侧要实现成都方向分别来往机场、重庆方向交通转换,须按照主线分合流设计。分流后,分别为成都进出机场为双向八车道、成都来往重庆为双向六车道。根据车道数平衡原理,需要在分流前将成都侧主线由八车道高速渐变为十二车道或十四车道。即单侧车道数需要由四车道渐变为六车道或者七车道,之后分流为四十二(三)车道。考虑车道数增加过多,将导致占地、工程规模、排水等系列问题,而单侧六车道已经能满足二级服务水平,故确定分流前单侧增加至六车道。

按照路网特点:分合流前后,成都来往重庆方向有货车通行,车型比例为:小货车 6%、中货车 2.2%、大货车 5.2%、特大货车 5.6%,货车比例合计 19%;成都来往机场方向仅限客车通行,无货车。按照交通规则:货车需在最右侧车道通行。

如果成都来往机场方向主线采用图3所示右出右入交通组织方式,成都往重庆方向的货车将按照图4所示的行驶路径,在分流鼻端前,由右幅最外侧第6条车道往内变换至第3条车道,变换4条车道;同理,重庆往成都方向的货车,在合流鼻端后将从左幅第3条车道往外变换至第6条车道,变化4条车道。大货车将对成都来往机场方向的小客车造成较大的交织影响,严重降低服务水平,存在较大安全隐患。

如果成都来往机场方向主线采用左出左入交通组织方式,成都往重庆方向的货车将按照图5所示的行驶路径,在分流区一直保持在右幅最外侧车道行驶;同理,重庆往成都方向的货车,在合流区也一直保持在左幅最外侧车道行驶。大货车对成都来往机场方向的小客车无交织影响,互通区服务水平较高,显著提高行车安全。

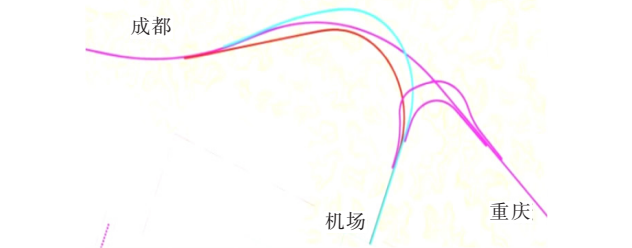


图3 成都↔机场方向采用右出右入交通组织方式

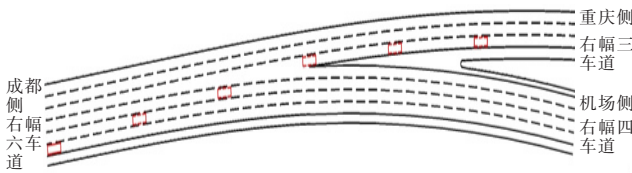


图4 成都→机场方向采用右出,货车行驶路径示意图

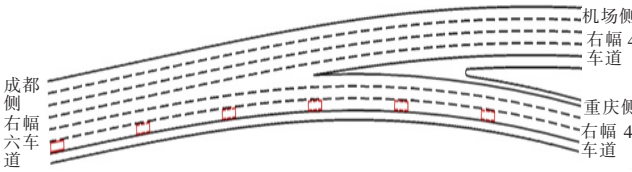


图5 成都→机场方向采用左出,货车行驶路径示意图

采用 Vissim 交通仿真软件及 SSAM 冲突识别分析软件,基于交通冲突技术以微观仿真分析法对两种交通组织方式下分流区内车辆平均延误、交通冲突数量进行分析。取每次仿真的时长为 1 000 s,为剔除流量加载稳定前与实际情况不相符的数据,在仿真启动 100 s 后对试验数据进行统计。每一次仿真试验所需的最小仿真次数经计算为 18 次,根据中心极限定理,当样本数量 ≥ 50 时,样本均值近似服从正态分布,为保证获取的样本数量为大于子样,调整不同的随机数种子,以交通量为因变量,对车辆延误及交通冲突数两项指标进行仿真试验采集,其中交通冲突数的判别主要来源于 SSAM 软件中给定的碰撞时间 TTC 阈值。基于美国联邦公路局(FHWA)的研究,取潜在事故数量 $= 0.119 \times \text{小时冲突数}^{1.419}$,将交通冲突数转换为潜在事故数量。对每组交通量进行 50 次仿真试验,求出每组交通量下车辆延误和潜在事故数平均值,再绘制其随交通量变化趋势如图 6、7 所示。

通过仿真分析发现:在设计交通量水平下,成都至机场方向从左侧分流、右侧分流时,分流区车辆平均延误分别为 1.13、1.68 s,潜在交通事故数量分别为 1、4 次/年;前者分别为后者的 64.5%、22.2%,并且随着交通量增长,差距愈发明显,左侧分流明显优于右侧分流。

综上,通过交通仿真和冲突分析,为减少货车与客

车的交织、提高互通区服务水平、提高行车安全、减少交通事故,确定 T1T2 互通区主线分合流采用成都来往机场方向左出左入的交通组织形式。

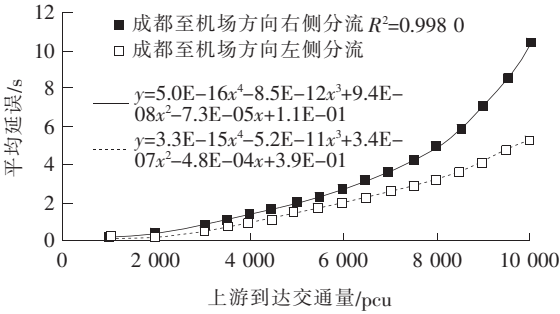


图 6 分流区车辆平均延误仿真结果

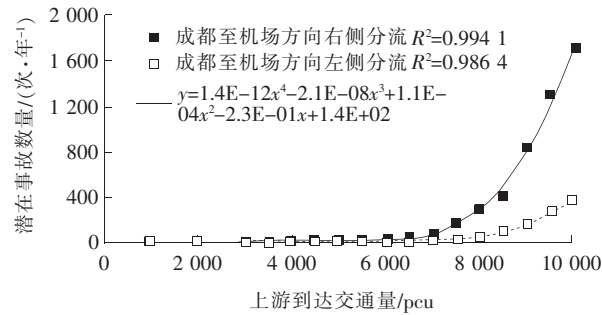


图 7 分流区潜在事故数量仿真结果

2 互通式立交方案比选

根据确定的成都来往机场方向左出左入的主线分合流方式,共研究了 3 个互通立交方案供选择。

2.1 方案 1

在机场红线附近集中设置收费站,解决成都、重庆来往机场方向车辆的收费问题(图 8)。成都来往机场、成都来往重庆方向采用分离式路基形式设置 4 条主线,最小平曲线按照 $R=1\,000\text{ m}$ 控制;重庆来往机场方向匝道为直连、半直连形式,技术标准较高。

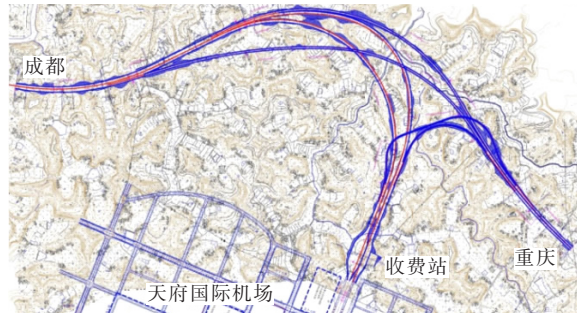


图 8 T1T2 互通方案 1 平面图

该方案优点主要为:收费站集中管理、线形指标较

高、服务水平高。缺点主要为:较高线形指标下,兼顾穿越构造物角度和跨径,占地较大($1\,459\,318\text{ m}^2$);为满足收费站设置条件,成都来往机场方向及重庆方向均有所绕行;收费站与机场的安检区太近(不满足特殊时期检查蓄车需求)。

2.2 方案 2

在机场红线外约 1.2 km 集中设置收费站,解决成都、重庆来往机场方向车辆的收费问题(图 9)。成都来往机场方向主线采用整幅式路基,成都来往重庆方向主线采用分离式路基,最小平曲线 $R=1\,000\text{ m}$;重庆来往机场方向匝道绕行约 2 km ,在收费站北侧进出。为减少占地,收费站与机场内部穿场道路几乎垂直。收费站外道路,采用城市快速路标准,与衔接的机场内部穿场道路标准一致,设计速度 80 km/h ,最小平曲线 $R=300\text{ m}$ 。

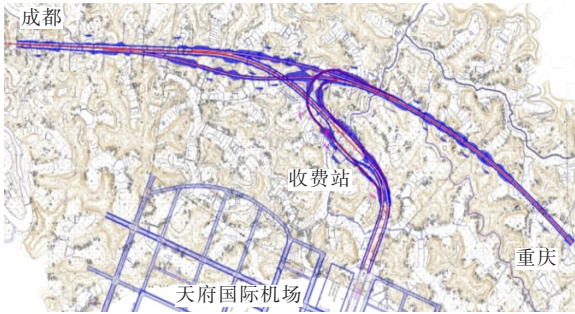


图 9 T1T2 互通方案 2 平面图

该方案优点主要为:收费站集中管理、占地较少($731\,326\text{ m}^2$)、成都来往机场方向无绕行、收费站距离机场安检区满足检查蓄车要求。缺点主要为:重庆来往机场方向车辆绕行约 2 km ,通行不便捷;收费站进站区域,交通标示过多,不利于驾驶人识别路径,高峰流量期间容易造成拥堵。

2.3 方案 3

该方案与方案 2 基本相似,主要变动是在重庆侧新增了一处匝道收费站,重庆来往机场方向无绕行,通行便利(图 10)。



图 10 T1T2 互通方案 3 效果图

该方案相对方案2主要优点为:各交通流向简洁明了;重庆来往机场方向无绕行。主要缺点为:占地大(1 256 亩,即837 325 m²)、收费站管理不集中。

3种方案的具体指标比较见表2。
从占地、适应交通特点、服务水平、通行能力,兼顾机场需求及造价等角度综合比选后,推荐采用方案3。

表2 T1T2互通各方案技术经济比较

| 比较项目 | 方案1:机场红线处 集中设置收费站 | 方案2:机场红线外1.2 km 集中设置收费站 | 方案3:机场红线外1.2 km 分离设置收费站 |
|-------|---|---|---|
| 收费站设置 | 1处,紧临机场红线;距离机场红线附近的安检区距离较近,不满足安检蓄车要求 | 1处,离机场红线约1.2 km;距离机场红线附近的安检区较远,满足安检蓄车要求 | 2处,离机场红线约1.2 km;距离机场红线附近的安检区较远,满足安检蓄车要求 |
| 收费车道 | 8入22出 | 8入22出 | 成都侧:6入14出;重庆侧:4入6出 |
| 占地 | 2 189 亩,占地费6.4亿元 | 1 097 亩,占地费3.2亿元 | 1 256.4 亩,占地费3.64亿元 |
| 造价 | 建安费7.8亿元,总造价14.2亿元 | 建安费7.2亿元,总造价10.4亿元 | 建安费7.4亿元,总造价11.1亿元 |
| 交通组织 | 成都进出机场方向绕行约1 km;重庆进出机场方向较便捷;成都来往重庆方向绕行500 m | 成都进出机场方向较便捷;重庆进出机场方向绕行约2 km;成都来往重庆方向顺捷 | 成都、重庆进出机场方向均较便捷;成都来往重庆方向顺捷;交通流向清晰,服务水平高 |
| 推荐 | 推荐 | | |

3 结语

T1T2互通实现了成都天府国际机场高速公路与天府国际机场的快捷联系,解决了成都、重庆、天府国际机场3大方向之间的交通转换,兼顾了长途过境交通与机场集疏运需求,在路网中功能定位极其重要,该互通特点鲜明、控制因素多、总体设计难度高。
该互通总体方案研究,首先从交通量、服务水平等方面入手,确定了各方向转换道路的技术标准;然后结合路网交通特点,定性分析了主线分合流区域内各向交通采用左出或右出、左入或右入的交织影响,并利用VISSIM交通仿真及SSAM冲突识别分析,基于交通冲突技术以微观仿真分析法对各种交通组织方式下分流区内车辆平均延误、潜在交通事故数量进行定量分析,确定了成都来往机场方向交通采用左出左入的组织形式;最后,在总体方案选择时,从收费站布置、机场需求、机场内部集疏运系统衔接、各向交通转换快捷、服务水平、通行能力、占地、造价等多角度充分考量,拟定了多个方案综合比选后,合理确定立交位置及形式。
该互通总体方案设计,对类似的兼顾大交通量过境与大交通量区间转换的互通立交,或者路网中两条

主线分合流设计等均具有一定的借鉴和启发作用。

参考文献:

[1] 中国民航机场建设集团公司. 成都天府国际机场总体规划[Z],2017.

[2] 四川省公路规划勘察设计研究院有限公司. 成都天府国际机场高速公路工程可行性研究[R],2016.

[3] 潘兵宏,殷缘,章坤鹏,等. 公路互通式立交节地措施及土地利用研究[J]. 中外公路,2016(2).

[4] 四川省公路规划勘察设计研究院有限公司. 成都天府国际机场高速公路工程施工图设计文件[Z],2017.

[5] 孙剑. 微观交通仿真分析指南[M]. 上海:同济大学出版社,2014.

[6] 王荣鑫. 数理统计[M]. 西安:西安交通大学出版社,1986.

[7] 李桑. 基于交通冲突的高速公路互通立交交通安全分析方法[D]. 东南大学博士学位论文,2017.

[8] 周伟杰. 高速公路匝道入口区安全评价研究[J]. 中外公路,2015(4).

[9] 王建锋. 公路与城市道路立交改造方案设计[J]. 中外公路,2018(6).

[10] 梁海文. 特定复杂条件下枢纽互通式立交方案研究[J]. 中外公路,2018(4).