

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2020.10.011

快速路立交选型设计

黄振宇

(深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司, 广东 深圳 518057)

摘要:以深圳市南坪快速路三期为例,系统介绍了在城市建筑、用地、山体、基本农田、高压线、重大管线等建设条件限制时,针对现状立交改造和新建立交2种情况,立交选型在快速路立交设计中的应用。所得结论可供同行参考。

关键词:快速路立交;匝道形式;立交形式;南坪快速路三期;立交选型

中图分类号: U442.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2020)10-0040-04

0 引言

城市快速路是道路干线路网的重要组成部分。快速路通过立交实现交通转换,立交是实现路网和快速路功能的重要节点。随着中国经济持续快速发展,城市开发步伐加快,随之而来的交通拥堵问题日益突出,需要进行道路快速化改造或者新建快速路。鉴于立交在快速路建设中举足轻重的地位,其规模在工程总投资中占比较大,立交设计水平需要结合工程实践经验不断总结、提升。本文结合深圳市南坪快速路三期(简称南坪三期)的立交设计对此进行解读。

1 快速路立交功能与分类

道路立体交叉应根据交叉口在路网中的地位和功能,根据相交道路等级、功能和接入控制要求,综合考虑社会条件、交通条件、自然条件、用地和全生命周期成本等因素进行设计,在满足功能、安全和环境保护要求的前提下,根据预测交通量,合理选用立交形式和技术标准。

立体交叉分为互通式立交和分离式立交,互通立交又分为枢纽互通立交和一般互通立交。枢纽互通立交应满足相交道路直行及转换交通连续、快速通行的需要,宜在城区外围区域采用;一般互通立交为城区交通提供接入和交通转换功能,除高速公路、快速路上的出入口以外允许有平面交叉,在城市中心区或城区外围可采用。

快速路与高速公路、快速路相交时宜采用枢纽互通立交,与主干路相交时应根据主干路交通特性及立交建设条件采用枢纽或者一般互通立

交、分离式立交,与次干路相交时应根据次干路交通特性及立交建设条件采用分离式立交或者一般互通立交,与其支路相交时应采用分离式立交^[1]。

当节点存在交通转换需求,但因条件受限采用分离式立交时,应分析是否可通过路网及邻近节点交通组织实现,并与互通立交或分期修建互通立交方案进行比选论证^[2]。

2 交通量

立交设计须进行交通量预测,设计通行能力须满足交通量的需求。交通量是确定道路技术标准、交叉形式和匝道形式的主要依据,交通量分布图是互通立交设计的主要依据,是关系到设置互通立交与否和设置什么标准立交的关键所在,也是匝道设计标准的依据,是互通立交设计不可或缺的第一手资料。

交通量分布图的重点要素:(1)各方向交通量的大小,是决定立交形式、规模和各匝道的依据;(2)交通流主象限,是决定立交主交通匝道位置的依据。

3 互通式立体交叉形式

3.1 匝道形式

匝道分为直连式、半直连式和环形匝道,其中,半直连匝道可分为内(外)转弯和迂回型匝道等。右转弯匝道宜采用直连匝道,左转弯匝道的形式应根据立交岔道数和匝道设计小时交通量采用^[2]。

直连式匝道路径短,疏散能力强,半直连式匝道因匝道需穿越主线或被交道路,匝道路径较长,疏散能力低于直连式匝道。半直连匝道根据相交道路交通量大小,根据左转弯交通量在分流或者合流道路中为主(次)交通流,考虑采用右出右进、右出左进、左出右进等形式。环形匝道线型简单,

收稿日期:2020-04-06

作者简介:黄振宇(1972—),男,学士,高级工程师,从事道路设计工作。

造价低,但线型指标低,适应交通量较小,疏散能力有限,常用于用地不受限制的一般立交,枢纽立交的环形匝道主要用在交通量较小的匝道上。迂回型匝道线型指标低,适应交通量较小,疏散能力低于半直连式匝道。

3.2 互通立交形式

三岔互通立交可选用T形、Y形、喇叭形、叶形、梨形、三岔菱形立交;三岔以上互通立交可选用直连式、涡轮形、完全苜蓿叶形、变形或者部分苜蓿叶形、菱形、环形、组合型、四岔喇叭形立交^[2]。

3.2.1 三岔立交

(1)Y、T形立交。这是三岔立交的典型形式,流入、流出的车辆直接或较直接,立交匝道的线型指标均较高,疏散能力较强,安全性好。立交匝道长,匝道桥梁比喇叭形立交多,占地较多,造价较高。适用于枢纽立交和转向交通量较大的一般立交。

相交道路交通量接近的三岔枢纽立交可采用左转弯匝道为直连式的Y形立交,相交道路交通量主次分明的三岔枢纽立交可采用左转弯匝道为半直连式的T形立交^[2]。

Y形立交主线需分离,主线占地较多,造价高,左转匝道长度短,路径便捷,立交的疏散能力强,适用于转向交通量大的枢纽立交及高速公路分岔工程。T形立交主线不需分离,主线造价较低,占地较少,但匝道占地稍多,左转匝道长度长,疏散能力不如Y形立交,适用于枢纽立交或转向交通量较大的一般立交。

(2)喇叭形立交。其平面形式简单,造价低,适于设置集中收费站,立交中环形匝道所承担的交通量低,适用于一般互通立交。根据环形匝道与驶出、驶入车辆的关系又分为A型和B型单喇叭。A型单喇叭车辆经环形匝道驶入主线,喇叭头方向与主交通流方向易适应,驾驶条件好,宜优先采用。左转弯出口匝道交通量较大时采用A型,左转弯入口匝道交通量相对较大或条件限制时可采用B型,B型单喇叭安全性不如A型。

(3)其他立交。叶形立交适用于左转弯交通量均较小、相交道路远期可延伸成为全苜蓿叶立交的一般互通立交;左转弯交通量相当且条件受限的一般互通立交可采用梨形立交^[2],左转弯交通量低时可采用三岔菱形立交。

3.2.2 三岔以上立交

(1)直连式互通立交左转弯匝道采用内转弯的半直连式,线型指标高,适用交通量大,疏散能力强,安全性好,造价高,但占地少,适用于枢纽

立交。

(2)涡轮形互通立交左转弯匝道采用外转弯的半直连式,线型指标及疏散能力比环形匝道好,其匝道长,占地多,桥梁规模大,造价高,适用于枢纽立交。

(3)苜蓿叶形立交技术指标不如前两类立交,但形式简单,造价低,匝道便捷,为世界通用的四岔立交基本形式。苜蓿叶形立交包括完全苜蓿叶形、变形或者部分苜蓿叶形立交。

完全苜蓿叶形立交占地大,只需建1座跨线桥,立交存在交织,即便设置辅助车道也可能严重制约立交的疏散能力,可根据匝道交通量将环形匝道改造为直连或半直连式匝道,立交成为变形苜蓿叶形立交,变形苜蓿叶形立交根据左转弯匝道交通量采用单环、双环、三环等形式。完全苜蓿叶形、变形苜蓿叶形立交适用于枢纽立交。部分苜蓿叶形立交形式简单、造价低、节省占地,适用于用地条件受限、转向交通量较小的一般互通立交,包括A型、B型和AB型,当各转向交通量相当或入口匝道交通量相对较大时宜选用A型,左转弯入口匝道交通量相对较大或条件限制时可采用B型,B型安全性不如A型。

(4)其他立交。菱形立交造价低,用地少,只需建1座跨线桥,适用于用地条件受限、转向交通量较小的一般互通立交。环形立交适用于转向交通量较小或者多岔交叉的一般互通立交。组合型立交因为条件受限或通行能力需要,根据交通量分布采用不同匝道类型组合的立交,适用于一般互通立交。四岔喇叭形立交适用于需要设收费站的一般互通立交,可采用单喇叭、双喇叭、喇叭+T形。

3.2.3 复合式等其他形式立交

当相邻互通立交的间距小于规范规定值时,应采用辅助车道、集散车道、匝道,将两者合并为复合式立交,复合式立交应按同一节点进行交通组织和交通设施设置。其他立交形式还包含多岔互通立交、独象限互通立交等。

4 南坪三期立交选型设计

4.1 南坪三期功能与标准

南坪快速路是深圳市原“七横十三纵”高快速路网骨架的重要组成部分,东西向横贯整个深圳市,是深圳市第二圈层主要功能组团之间的联系通道,是深圳市“东进东出、西进西出”交通战略中重要的快速货运通道。南坪三期地理位置图见图1。



图 1 南坪三期地理位置图

南坪三期为南坪快速路三期工程,全长 22.2 km,其西段利用现状新横坪公路进行改造,双向 6 车道,长约 8.5 km,设计速度 60 km/h;东段为新建段,双向 8 车道,长约 13.7 km,设计速度 80 km/h。

4.2 立交设计原则

综合考虑功能、安全、环境、资源、全寿命周期成本、驾乘人舒适和便利等因素,系统考虑立交节点之间、节点与整体路网系统之间、节点与环境之间是否协调,遵循一致性、连续性原则。

本项目立交间距小,在理清客、货运通道系统基础上,系统考虑各立交节点承担的客、货运性质,必要时用立交群或功能互补方式实现系统交通组织,简化节点设置难度,多方案比选论证。综合考虑相交道路等级、功能、地形地物、用地条件等因素,重点解决转向交通,为主交通方向提供便捷。应具备良好的方向识别性,消除引起驾驶员出错的各种因素。合理选用技术指标,技术指标的过渡应均衡,处理好技术指标与建设条件、投资、环境保护等的关系,为交通流提供安全、顺畅的运行条件;应考虑货车的减速、制动性能,尽量使重车在减速段上坡、在加速段下坡,主线上跨还是下穿以有利于行车安全作为决定因素。重视环境保护,节点布设与周围地形、地貌结合,坡面修饰、绿化与周围地貌、植被协调,与周围自然景观、人文环境浑然一体。考虑施工对既有道路、轨道的影响。主线挖方较多,立交设计考虑全线土方平衡。

4.3 立交方案选型设计

南坪三期沿线与水官高速、红棉路、深惠路、银荷路、沙荷路、东部过境高速、宝坪路、中山大道、宝汤路、碧沙北路、坪盐通道、马峦北路、龙坪路、坪西路、绿梓大道、外环高速等高快速路和主干路相交,设置 15 座立交。立交节点一览表见表 1。

南坪三期与高速公路、快速路相交采用全互通立交,与干线性主干路相交采用喇叭形或菱形立交,与主干路相交采用菱形立交或分离式立交。

表 1 立交节点一览表

桩号	立交名称	相交道路 / 等级	立交方案 / 上下关系	备注
K0-273	横坪立交	水官高速 / 高速路	单喇叭立交 / 南坪下穿	不改造
K0+240	红棉立交	红棉路 / 主干路	菱形立交 / 南坪上跨	改造
K1+060	深惠立交	深惠路 / 主干路	菱形立交 / 南坪上跨	改造
K1+590	银荷立交	银荷路 / 主干路	分离式立交 / 南坪上跨	改造
K3+420	沙荷立交	沙荷路 / 主干路	菱形立交 / 南坪上跨	改造
K4+120	东部立交	东部通道 / 高速路	涡轮形立交 / 南坪下穿	新建
K7+060	宝坪立交	宝坪路 / 主干路	菱形立交 / 南坪下穿	新建
K8+710	中山立交	中山大道 / 主干路	苜蓿叶立交 / 南坪上跨	新建
K10+400	宝汤立交	宝汤路 / 主干路	菱形立交 / 南坪上跨	预留
K12+070	坪盐立交	坪盐通道 / 快速路	苜蓿叶立交 / 南坪上跨	新建
K16+150	马峦立交	马峦路 / 主干路	菱形立交 / 南坪上跨	新建
K17+600	龙坪立交	龙坪路 / 主干路	单喇叭立交 / 南坪上跨	新建
K19+770	坪西立交	坪西路 / 主干路	菱形立交 / 南坪上跨	新建
K20+830	绿梓立交	绿梓大道 / 快速路	涡轮形立交 / 南坪下穿	预留
K22+197	外环立交	外环高速 / 高速路	双喇叭立交 / 南坪下穿	预留

4.3.1 高速公路立交

南坪三期沿线与水官、东部过境、外环高速相交。与水官高速相交的横坪立交为现状单喇叭立交,经交通预测与分析论证不进行改造。外环高速为规划道路,设计仅预留立交建设条件,立交转向交通量均小于 700 pcu/h,设计采用集中收费的双喇叭立交形式(见图 2),受地形及超高压燃气管限制,考虑主流向为西-北向,收费站设于立交西北象限。

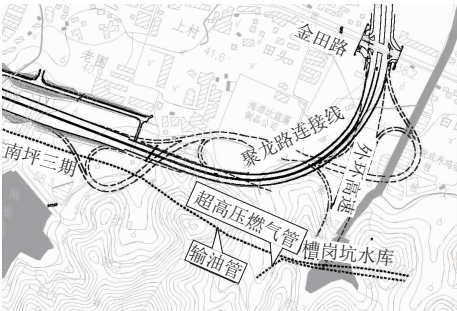


图 2 外环高速立交

东部过境高速不收费,其立交口距离沙荷立交不足 700 m,按组合立交设计。东部立交为枢纽

互通立交, 预测左转交通量为 330~980 pcu/h, 主流转向为连接市中心与坪山的西-北、南-东向。受地形和用地限制, 东部过境高速线位较高, 南坪三期线位较低, 设计将所有转向匝道置于 2 条主线之间, 采用涡轮形互通立交形式。沙荷路是干线性主干路, 是龙岗区重要的客货运通道, 现状沙荷路与南坪三期为分离式立交, 设计将其改造为互通立交, 交叉口预测交通量为 11 000 pcu/h, 设计采用菱形立交, 与高速路的立交统一主线进出口, 并与地面交通衔接(见图 3)。

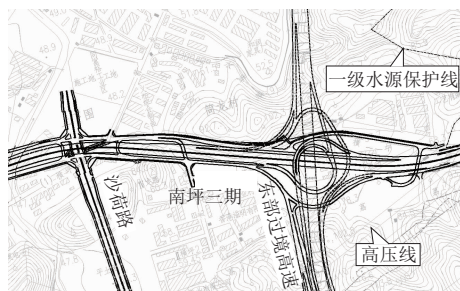


图 3 东部过境高速-沙荷路组合立交

4.3.2 快速路立交

南坪三期与坪盐通道、绿梓大道 2 条快速路相交, 为枢纽互通立交。坪盐立交预测左转交通量为 470~790 pcu/h, 主流转向为连接市中心与坪山的西-北、南-东向。立交距离东侧南坪三期隧道口 490 m, 距离南侧坪盐通道隧道口 430 m, 受隧道、基本农田、山体 and 超高压燃气管、输油管、高压线限制, 为远离隧道口, 设计利用西北象限小山包, 将转向匝道集中布置在西北象限, 南坪三期下穿坪盐通道, 采用单环的变形苜蓿叶形立交形式(见图 4)。

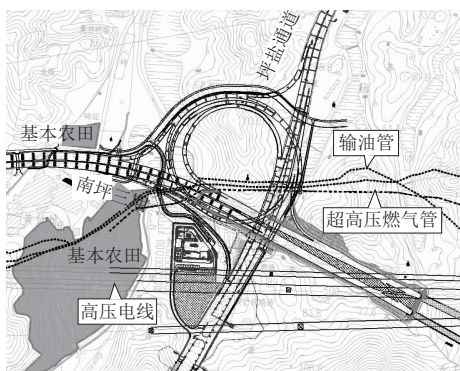


图 4 坪盐立交

绿梓大道处于设计阶段, 设计仅预留立交建设条件。绿梓立交、坪西立交、绿梓-坪西立交 3 个节点间距为 1 060 m、1 210 m、1 380 m, 设计按 1 个组合立交节点系统考虑交通组织。绿梓立交预测左转交通量为 370~820 pcu/h, 主流转向为连接市中心与坪山的西-北、南-东向, 受基本农田、

深圳监狱、用地、超高压燃气管、输油管、高压线限制, 南坪三期主线下穿绿梓大道, 高差较大, 设计将所有转向匝道置于 2 条主线之间, 采用涡轮形立交, 并与地面交通衔接(见图 5)。

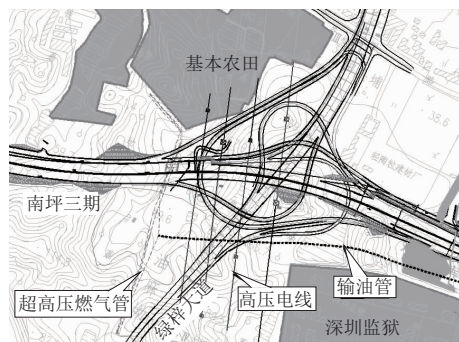


图 5 绿梓立交

4.3.3 主干路立交

南坪三期与中山路、龙坪路 2 条干线性主干路相交采用一般互通立交, 与生活性主干路相交采用地面设灯控路口的菱形立交或分离式立交。

受基本农田(农业科技园)、用地、超高压燃气管、输油管、高压线限制, 中山立交采用设半直连+迂回式匝道的互通立交, 同时保证地面交通的衔接(见图 6)。

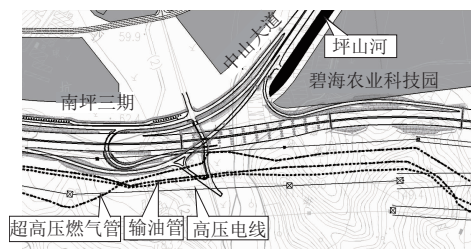


图 6 中山立交

龙坪路是连接坪山中心区的主要通道, 受比亚迪用地、山体、超高压燃气管、输油管、高压线限制, 采用单喇叭立交(见图 7)。

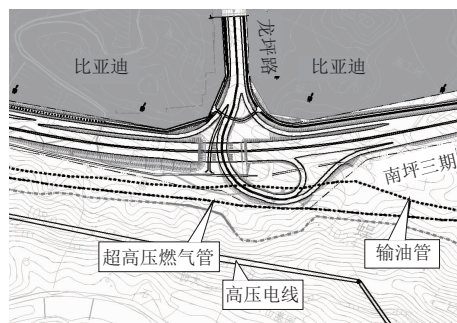


图 7 龙坪立交

南坪三期与红棉路、深惠路、银荷路 3 条主干路相交, 立交间距 820 m、530 m, 设计按组合立交考虑。红棉立交、深惠立交现状为菱形和半菱形立交, 银荷路未建。根据交通量预测, 红棉和深惠立

(下转第 64 页)

表 3 各温度下抗弯拉试验试验结果

测试项目	试件类型	试验温度 /℃				试验现象
		5	15	25	35	
抗弯拉强度 /MPa	原试件	12.21	6.42	2.21	0.98	断裂
	修复后	7.82	4.45	2.01	0.87	断裂

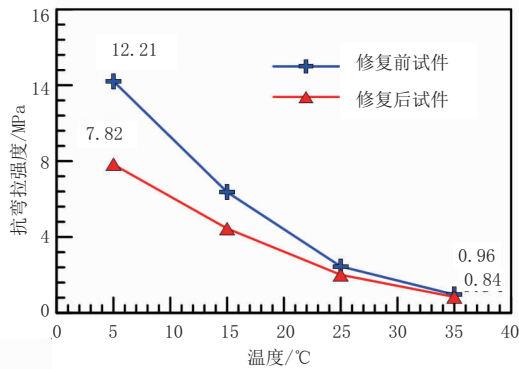


图 4 抗弯拉强度 - 温度曲线

抗弯拉强度可以达到 7.82 MPa, 与修复之前的小梁试件抗弯拉强度 12.21 MPa 相比, 可以达到其强度的 64.05%; 在 35℃时, 修复后的小梁试件的抗弯拉强度可以达到 0.84 MPa, 与修复之前的小梁试件抗弯拉强度 0.98 MPa 相比, 可以达到其强度的 85.71%, 提升了将近 20%。并且在 35℃时, 通过高聚物修复后的首次裂缝试件的抗弯拉强度与原状无裂缝试件的抗弯拉强度仅仅相差了 0.12 (15%左右), 可以看出通过高聚物可以较好的修复裂缝, 并达到预期效果。

4 结 论

通过对于不同温度下的抗弯拉试验以及对于裂缝修复前后两种试件的对比, 在本文条件下可以得出以下几点结论:

(1) 随着温度的提升, 原状试件与修复后的小梁试件对于抗弯拉强度的效果逐渐接近。即高聚物修复后的试件随温度升高, 修复效果越好。

(2) 随着温度的升高两种试件的抗弯拉强度均有所下降。

(3) 当温度达到 35℃时, 通过高聚物修复后的小梁试件的抗弯拉强度达到原状小梁试件的抗弯拉强度的 85.71%。

参考文献:

- [1] 王亚晓, 王来硕. 聚氨酯高聚物焊接技术在沥青路面反射裂缝处治中的应用[J]. 公路与汽运, 2015(1):125-128.
- [2] 薛强, 盛谦. 沥青路面破坏的多场耦合效应及控制技术[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [3] 游鹏, 李威, 李瑞霞. Sasobit 改性沥青混合料路用性能研究及经济环境效益分析[J]. 河南科学, 2017, 35(9):1451-1457.
- [4] 周水文, 谭忆秋, 孟良, 等. 低温沥青混合料抗冻性能试验研究[J]. 公路工程, 2017(4):21-24.
- [5] 王玲娟. 沥青稳定碎石基层混合料设计方法和路用性能研究[D]. 陕西西安: 长安大学, 2004.
- [6] 涂敏. 沥青路面裂缝修补工程中的高聚物注浆施工技术[J]. 交通世界, 2019(35):43-44.
- [7] 张凯玮. 温拌阻燃沥青及其混合料技术性能研究[D]. 河南郑州: 郑州大学, 2017.
- [8] 朱玮玮. 新型沥青类路面裂缝灌缝胶研发[D]. 上海: 同济大学, 2009.

(上接第 43 页)

交采用菱形立交能满足交通需求, 银荷立交预测交通量为 9 200 pcu/h, 该节点存在交通转换需求, 受南坪三期道路两侧建筑和山体限制, 该立交采用分离式立交, 通过路网及深惠立交的交通组织实现与南坪三期互通(见图 8)。

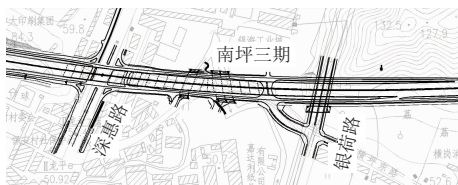


图 8 深惠立交与银荷立交

5 结 语

快速路立交选型是快速路设计的重点, 经常会遇到征地、拆迁、建设规模大、环境影响等问题。为控制用地、减少拆迁、控制投资、发挥路网和快速路的功能, 需要系统考虑路网交通组织需求, 做好现状交通调查和交通量预测, 摸清现状控制因素, 熟练掌握规范和立交设计技巧, 从而保证快速路的建设实现综合效益。

参考文献:

- [1] CJJ 152—2010, 城市道路交叉口设计规程[S].
- [2] JTG/T D21—2014, 公路立体交叉设计细则[S].