

DOI: 10.16799/j.cnki.esdqyfh.240964

城市核心区地下车行系统总体方案设计

——以金桥副中心为例

李大绪

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘 要: 金桥城市副中心位于上海市浦东新区金色中环发展带上,区域规划品质高、开发强度大、土地资源宝贵。为打造富有国际魅力的高品质城市副中心,规划采用“地下干路—地下车库联络道—地下车库”多级地下车行系统来支撑区域建设目标,提供便利的交通出行条件;从区域规划、建设条件、交通需求等因素入手,系统介绍总体方案,并对车行系统的内部交通组织、出入口间距、智能交通管控等进行专项研究。提出地下车行系统在出入口布置、交通组织、车库出入口等方面的功能特点与设计要求,研究结论可供类似工程借鉴与参考。

关键词: 浦东金色中环发展带;立体地下车行系统;总体设计;衔接端交通组织;智能交通设计

中图分类号: U121 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2025)06-0034-06

Overall Design of Underground Driving System in Urban Core Area for Jinqiao Subcenter

LI Daxu

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092,China]

Abstract: Jinqiao Urban Subcenter is located on the golden central development belt in Pudong New District of Shanghai, where the regional planning quality is high, the development intensity is large and the land resources are precious. To create a high-quality subcenter of the city with international charm, the multilevel underground driving system of "underground trunk road - underground garage connection road - underground garage" is planned and adopted to support the regional construction and provide the convenient traffic travel conditions. Starting from factors such as regional planning, construction conditions and transportation demand, the overall scheme of the system is introduced, the special research on the internal traffic organization, entrance and exit spacing, and intelligent traffic control is conducted. The functional characteristics and design requirements of underground driving system are proposed in terms of entrance and exit layout, traffic organization, garage entrance and exit. The research conclusion can be referred for the similar projects.

Keywords: Pudong golden central development belt; three-dimensional underground driving system; overall design, traffic organization at link-up end; intelligent traffic design

0 引 言

金桥是上海市浦东金色中环发展带上的耀眼区域之一,金桥副中心位于上海市浦东新区金桥-外高桥单元,如图 1 所示,区域规划总建筑量约 690 万 m²。核心区规划了中央公园,将打造“公园核心,绿水绕城”的空间格局,建设富有国际魅力的高品质城市副中心^[1]。

在核心区构建金科路隧道+地下环路的立体地



图 1 地理位置图

下车行系统体系,为片区开发和产业升级提供有力的交通衔接保障^[2]。金科路是该核心区重要的交通

收稿日期: 2024-09-23
基金项目: 上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司启明星计划(K2023N015A)
作者简介: 李大绪(1991—),男,硕士,高级工程师,从事道路交通规划与设计等工作。

性主干路,新建隧道下穿规划中央公园;地下环路沿公园下方布置,设置匝道与金科路隧道衔接转换。金科路隧道已于2023年开工建设,计划2025年8月建成通车。目前,该地下环路正开展土地征收工作,未来建成后将进一步提高核心区的综合承载能力。

1 地下车行系统概述

1.1 规划概述

1.1.1 国土空间及用地规划

根据《上海市浦东新区国土空间总体规划(2017—2035)》,金桥副中心要求定位为面向市域的公共服务中心,兼有全球城市专业中心的“双重职能”(见图2)。副中心规划集聚国际高端创新智造品牌,同时完善以文体为特色的区域公共服务功能,打造高品质的综合服务高地。《浦东新区Y00-1201单元(金桥副中心核心区)控制性详细规划局部调整》定位该核心区以商务办公用地为主,规划中央绿地公园串联东西两侧科技商务+科技研发的空间布局(见图3)。



图2 空间规划



图3 用地规划

1.1.2 交通规划

核心区开发强度大,规划多层次的公共交通支撑区域开发,同时构建立体地下车行系统,服务区域机动车出行:(1)金科路局部下穿建设隧道,营造中央公园无车环境,提升片区生活品质;(2)建设地下

环路,连通周边高强度开发地块地下车库,加密支路网,加强公园两侧的交通联系;(3)两者间设置匝道连接,实现便捷的交通转换(见图4)。

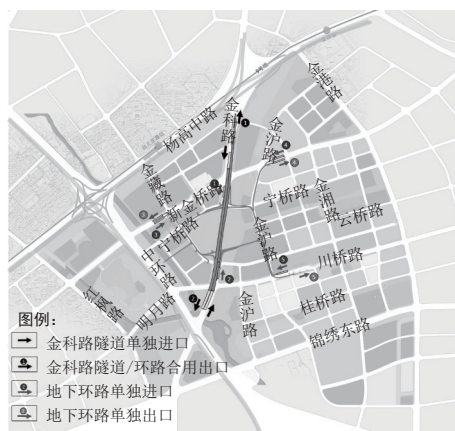


图4 规划立体车行系统平面图

1.2 建设必要性

工程建设必要性主要有以下3方面。

(1)支撑城市副中心发展,助力金色中环城市发展带。立体地下车行系统服务核心区交通出行,为区域转型和发展、树立副中心城市形象提供交通支撑。

(2)分离过境交通,提升动静转换,支持核心区域的城市功能升级。核心区形成金科路隧道—地下环路—地下车库三级车行体系,最大限度地复合利用金桥路副中心核心区土地。

(3)消除割裂影响,匹配公园景观,提升区域品质。金科路隧道下沉可消除干道体系对中央公园核心的割裂影响,营造中央公园的无车环境,提升城市景观和片区的生活品质。

2 总体布置方案

2.1 功能定位

功能定位:金科路隧道定位为南北向交通主干路;地下环路定位为核心区城市支路。

服务对象:金科路隧道以客运交通为主;地下环路及出入口匝道为小客车专用。

2.2 主要技术标准

(1)道路等级:金科路为城市主干路;地下环路为城市支路。

(2)设计速度:金科路50 km/h;地下环路及出入口匝道为20 km/h。

(3)建设规模:金科路隧道为双向6车道;地下环路为单向3车道,地下环路出入口匝道为单向1车道+紧急停车带。

(4)通行净高:金科路隧道净高为4.5 m;地下环路及出入口匝道净高为3.5 m。

(5)车道宽度

金科路隧道:混行车道为3.5 m/根,小车专用道为3.25 m/根;

地下环路及出入口匝道:车道宽度为3 m/根,紧急停车带为2.5 m/根;

路缘带宽度为0.25 m。

(6)隧道主体结构设计使用年限为100 a。

(7)隧道抗震设防烈度为7度。

(8)设计暴雨重现期:隧道段按50 a一遇设计;地面道路段按5 a一遇设计。

2.3 交通量预测及规模论证

现状金科路车道规模为双向6车道,交通量预测及建设规模结合核心区未来开发强度和交通需求,统筹金科路隧道与地下环路综合考虑。根据路网及周边用地规划,采用四阶段法,结合工程总体方案,分别针对金科路隧道、地下环路主线、地下环路出入口匝道进行交通量预测和建设规模论证。

2.3.1 金科路隧道

根据流量预测,远期2045年金科路隧道最大高峰小时单向交通量为2 244 pcu/h。

按照城市主干路计算通行能力。计算方法主要根据城市道路特点,考虑主干路道路等级系数修正、车道数修正、交叉口影响修正、公交车辆影响修正等因素,在双向4车道的建设规模下,金科路隧道主线单向设计通行能力为1 800 pcu/h;在双向6车道的建设规模下,金科路隧道主线单向设计通行能力为2 400 pcu/h。经综合比选,确定金科路隧道段采用双向6车道规模,流量和规模分析具体见表1。

表1 远期金科路高峰流量表 单位:pcu/h

方向	车道规模	单向设计通行能力	高峰小时流量	饱和度 V/C^*
北向南	双4	1 800	1 960	1.09
北向南	双6	2 400		0.82
南向北	双4	1 800	2 244	1.25
南向北	双6	2 400		0.93

注: C^* 为修正后的设计通行能力。

2.3.2 地下环路

如图5所示,根据上位规划,地下环路位于金桥城市副中心,环路联系11个地块,直接联系车位数8 097个。

地下环路主线的车道规模目前无明确的规范计算公式,根据所积累的国内已建成地下环路工程经



图5 串联车位数分布图

验,其主要与片区出行的交通量和环路串联的车位数量有关。地下环路主线车道数可根据经验公式计算:

$$N = \frac{\sum_i (Q_i \times f_i \times k_i \times j_i \times t_i \times P_i) \times \alpha}{C} \quad (1)$$

式中: N 为地下环路车道数; Q_i 为地下环路联系各个车库泊位数; f_i 为车库平均周转率,核心区周转率指标取3~4; k_i 为停车高峰小时系数,通常取0.1~0.2; j_i 为地下车库辅道车辆使用比例; t_i 为车辆在地下辅道平均绕行距离占全长百分比; P_i 为车辆进出比例系数,通常取2; α 为停车不均衡系数,建议取1.2; C 为单车道理论通行能力。

通过分析计算和考虑交通量的增长弹性,金桥地下环路规模为单向3车道,具体见表2。预测交通流量远期2045年地下环路主线最大高峰小时单向交通量为1 640 pcu/h,运行过程中可保证至少1车道连续,剩余车道可兼顾地块两侧开口的进出集散需求。

表2 地下环路规模论证表

项目	地下车库辅道(环形)	车库内辅道
运行车速/($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	20	5
联系车位数/ 个	1车道	4 000
	2车道	8 000
	3车道	12 000

根据建设经验,环路出入口匝道数量与串联地下车位数的关系如表3所列。金桥地下环路串联车位数为8 097个,考虑一定的交通量增长弹性和方向均衡性,出入口采用五进五出布置。根据流量预测,远期2045年地下环路出入口匝道最大高峰小时单向交通量545 pcu/h,地下环路出入口匝道采用单向1车道+紧急停车带。

表3 匝道出入口数量论证表

车位规模	4 000	6 000	8 000	10 000	12 000	14 000
出入口数量	1~2	2~3	3~4	4~5	4~5	5~6

2.4 总体布置

金科路隧道起点位于杨高中路以南,终点位于金桥路以北,隧道全长约1.37 km,道路等级为城市主干路,设计速度50 km/h。北侧隧道接地点错位布置,入口位于浙桥路以南,出口位于浙桥路以北,方便快速驶出核心区。隧道暗埋段下穿规划中央公园,南侧接地点位于金桥路(中环)以北,接顺现状马家浜桥。

地下环路主线沿规划金藏路、金沪路、宁桥路布置,长约1.5 km,道路等级为城市支路,设计速度20 km/h。地下环路设置5对出入口匝道联系周边市政道路,分别位于新金桥路(2对)、金科路(2对)和川桥路(1对)。现状场地标高约4 m,中央公园规划标高7 m,金科路隧道位于地下一层,路面设计标高为-1 m;地下环路位于地下二层,路面设计标高为-9 m。金科路隧道与地下环路构建立体车行系统,通过金科路南北2对出入口匝道进行衔接转换。地下车行系统的总体平面布置如图6所示。



图6 地下车行系统平面布置图

2.5 标准横断面

(1) 金科路隧道段

如图7所示,隧道标准段车道规模为双向6车道,单洞断面布置为:0.25 m(路缘带)+3.25 m(车行道)+3.5 m×2(车行道)+0.25 m(路缘带)=10.75 m。其中侧向安全带宽度为0.25 m,单孔建筑界限宽度为11.25 m。

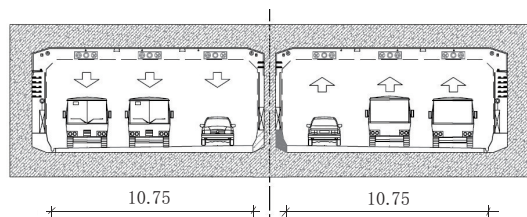


图7 金科路隧道标准断面图(单位:m)

(2) 地下环路主线

如图8所示,地下环路主线车道规模为单向3车

道,断面布置为:0.25 m(路缘带)+3.0 m×3(车行道)+0.25 m(路缘带)=9.5 m。其中侧向安全带宽度为0.25 m,单孔建筑界限宽度为10 m。

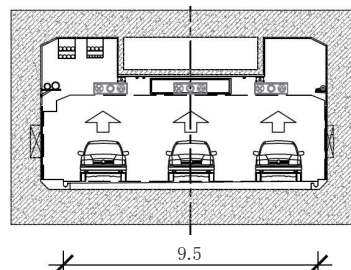


图8 地下环路标准断面图(单位:m)

(3) 隧道与环路衔接匝道敞开段

如图9所示,断面布置均在市政红线范围内,道路宽度为:2 m(人行道)+2.5 m(非机动车道)+8.75 m(敞开段)+7.5 m(机动车道)+10 m(中分带)+7.5 m(机动车道)+3.75 m(分隔带)+3.5 m(非机动车道)+4.5 m(人行道)=50.0 m。

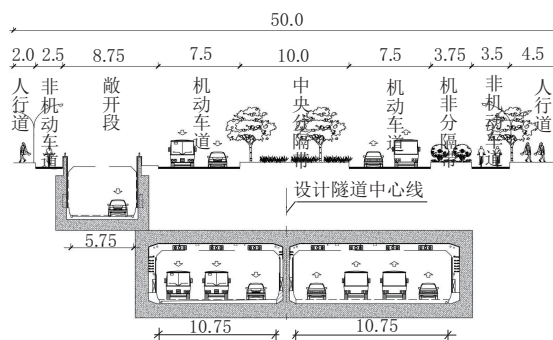


图9 衔接端部匝道敞开段横断面图(单位:m)

3 系统衔接端交通组织分析

3.1 金科路隧道与地下环路衔接

地下环路在金科路南北两侧设置2对出入口匝道,并与金科路隧道衔接转换。但由于隧道本身与地下环路设计标准差异较大(设计速度、通行净高、车辆类型等),需要对两者衔接端交通组织方案进行比选论证。

(1) 方案一

环路出入口与隧道分开布置,完全独立。环路出入口匝道直接联系地面道路,与金科路隧道分开布置,进出环路交通同隧道内交通完全独立,互不干扰,方便运营管理。但地下环路与隧道无直接联系,未构成统一的地下车行系统,环路出入口与地面交叉口进行转换,交通服务能力较弱。

(2) 方案二

环路出入口汇入隧道内,金科路隧道直接与地下环路联系。地下环路设置出入口匝道同金科路隧

道在地下直接联系,形成统一的地下车行系统,区域到发交通可以通过金科路隧道进出环路实现与地块的联系,对片区服务性强。但地下环路与隧道有较大的设计标准差异,运行管理上存在安全隐患,地下环路内部拥堵后会对隧道主线交通产生干扰,影响隧道主线的运行安全。

(3)方案三

地下环路进口匝道与金科路隧道分开布置,出口匝道汇入隧道内。考虑环路标准差异较大,环路入口匝道同隧道主线完全分开独立,方便交通管理,避免环路返堵到隧道,影响主线行车安全。环路出口匝道汇入隧道主线,加强环路与隧道的快速联系,实现地块交通快速驶出核心区。环路出口匝道与隧道合流后,金科路隧道单向4车道布置,保证环路车道路权,避免对隧道主线干扰。

经综合比选,地下环路同隧道直接衔接,核心区交通服务性最强。但是由于地下环路的设计标准与隧道差距大,结构直连不同标准下车辆混行交织存在交通安全隐患,不利于后期运营管理。结合交警等部门意见推荐采用方案三。环路入口匝道标准低,同金科路隧道分开布置,避免对隧道主线干扰。出口匝道汇入隧道内,隧道内保证独立路权,实现核心区交通的快速驶出,整体运营稳定,交通服务优。端部交通组织具体如图10所示。

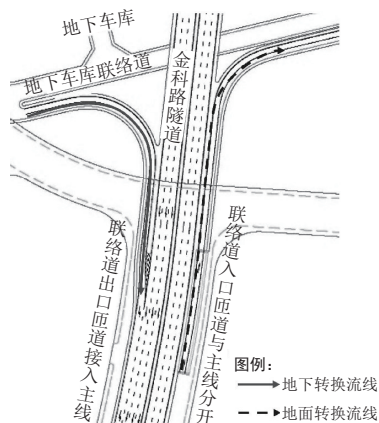
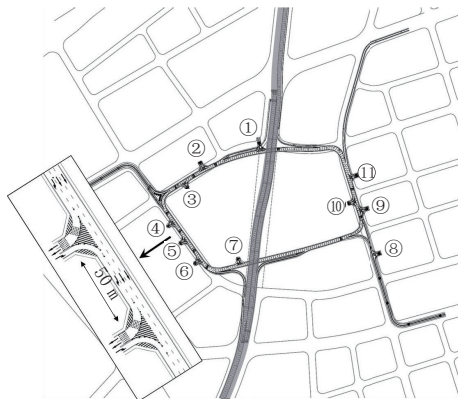


图10 隧道与地下环路衔接端部交通组织

3.2 地下环路与地下车库衔接

根据《城市地下道路工程设计规范》(CJJ 221—2015)6.2.4:地下车库联络道应在有地块接入侧设置辅助车道,地块车库联系的出入口在接入侧布有辅助车道后,接入间距不应小于30 m^[3]。金桥地下环路串联11个地块,地块出入口间距不小于50 m,同时考虑“快出慢进”的原则,地块开口保证3车道宽度,进入地块为2车道,方便快速驶出地下环路,以

避免对主线产生拥堵;驶出地块方向为1车道。串联地块开口平面及交通组织图如图11所示。



注:图中编号为串联地块的开口个数。

图11 地下环路与地块开口平面布置图

根据建设经验,内部地块出入口与外部出入口匝道间距一般需大于50 m,同时间距要求还与匝道交通流量大小、地块停车位数量多少等有关^[4]。地下环路设置5对出口匝道服务片区,出入口匝道与地块开口间距约60 m。

充分考虑交通管理弹性,针对出入口匝道与地块开口较近、车行流线存在冲突点(见图12)提出以下解决措施。

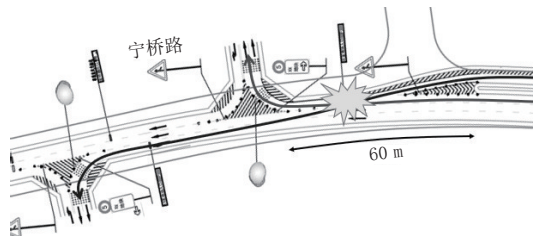


图12 出入口匝道与地块开口处交通组织

(1)采取车道动态管控,设置动态标线。通勤高峰期,可调整地下环路出入口附近地块进出道上的动态标志线显示为封闭状态,禁止车辆进出地块;平峰时期变化为开放状态,允许车辆进出地块,有效减少车辆流线交织。

(2)匝道出口地面信号采取联动管控,根据实时车流量大小控制信号灯,实现绿波控制,避免地下环路出口车辆排队过长。

(3)交通管控与导航应用结合,利用车载导航,引导车辆从地面进入相应地块,进一步减少地下环路入口处的流线交织。

4 地下道路智能交通系统设计

考虑立体地下车行系统的复杂性和管控多样性,工程建设具有全息感知、协同控制、高效管理的

智慧隧道系统,实现地下车行道路的安全、低碳、高效3大目标。

4.1 智能管理平台设计

传统中央控制管理系统一般由交通监控、环境监测及设备监控、火灾自动报警及消防联动、视频监控、通信有线广播系统组成^[5]。考虑立体地下车行系统的复杂性,工程打造智慧运营管理平台(数

字孪生),平台基于BIM的三维可视化实现隧道各个系统运行状况的直观大数据展示和全路段车辆动态运行情况。如图13所示,管理系统在常规基础上搭建智慧交通管控、智能防灾、智慧节能控制、智慧运维四个框架,新增交通智慧监测和动态形势评估、消防联动与积水监测、能耗监测以及定位追踪等功能,进行更高效、更安全地智能管理。

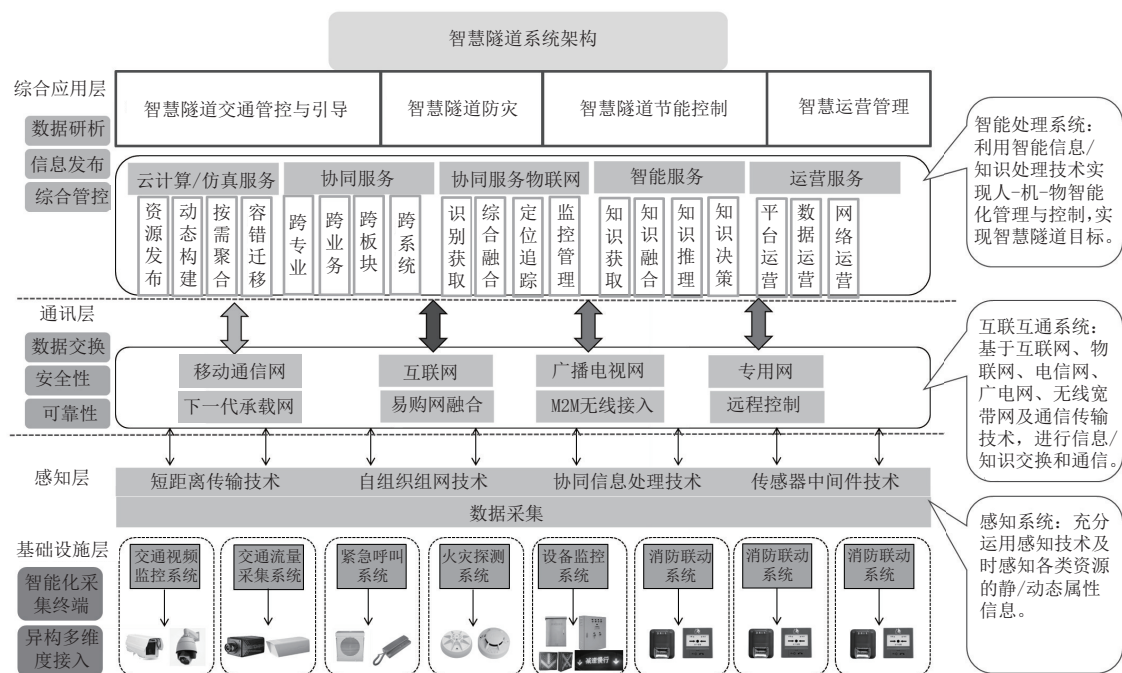


图13 智慧隧道系统架构图

4.2 一体化交通诱导系统设计

通过智能管理平台监测实现地上地下一体化联动管理。利用实时交通态势进行地下道路联动管控,设置智慧交通引导设施和三级诱导管控(见图14)。提前预判通行路线,均衡地下环路入口和内部交通出入口。



图14 三级诱导管控图

4.3 衔接端部智能管控

考虑极端天气和紧急事件发生,对系统衔接端部进行智能管控,以提升地下系统的安全与韧性。在隧道及环路匝道接地入口段增设车道信号灯、物理控制设施(闸机等)、信息发布设施(隧道淹水,禁止驶入)、定向声广播和声光报警器等设施。在环路进入隧道主线合流处设置信号灯进行高峰

时段流量调节。具体管控措施如图15所示。

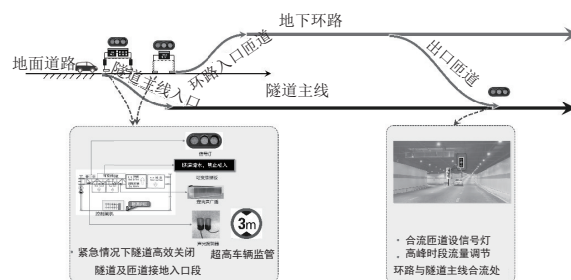


图15 衔接端管控措施

5 结语

金科路隧道是上海金色中环发展带上的第一条隧道,预计2025年8月建成通车,建设地下车行系统对打造金桥国际化副中心,提升核心区综合承载力具有重要意义。立体地下车行系统本身较为复杂,内部标准差异较大,该工程在分合流衔接端部的出入口布置、系统内部交通组织、智能交通管控等方面的设计思路和实施方案可对今后类似工程的建设提供借鉴意义。

参考文献:

[1] 浦东新区Y00-1201单元(金桥副中心核心区)控制性详细规划局