

城市核心区地下道路规划设计研究

——以成都市高新南区益州大道为例

胡昌君

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 随着城市规模不断拓展,特大、超大城市核心区交通需求旺盛,核心区路网结构性缺陷等导致交通需求与道路供给的客观矛盾。通过分析城市核心区内涵,研判城市核心区用地开发特征及典型交通问题,提出城市核心区地下道路规划策略。以成都市高新南区益州大道地下道路规划设计为案例,制定了城市核心区地下道路规划设计方案,可为特大、超大城市核心区地下道路发展提供参考。

关键词: 城市核心区;地下道路;规划设计

中图分类号: U412.37

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)03-0006-06

0 引言

随着城市规模的拓展,城市核心区逐步形成并凸显,尤其是特大、超大城市中以商务中心、行政中心、文化中心、经济中心等构建的单一功能及复合功能区域。商业商务用地占比大、用地开发强度大、交通需求旺盛是城市核心区的普遍特征,由于开发时期较早,城市更新受较大限制,道路基础设施供给不足,导致了交通需求与道路供给的客观矛盾。

地下空间是城市潜在的空间资源,通过开发地下空间提升城市容量成为世界范围内特大、超大城市存量发展的必然选择^[1]。为缓解核心区交通拥堵,我国逐渐开展地下道路建设,将地下道路空间开发作为城市核心区交通发展的方向。

本文结合成都市高新南区益州大道地下道路的规划设计案例,提出城市核心区地下道路规划策略、设计原则,为城市核心区地下道路交通发展提供参考。

1 城市核心区典型交通问题

1.1 城市核心区内涵

从世界城市发展过程来看,城市在经济、社会 and 整治因素影响下,会经历成型期、成长期、成熟期三个阶段,最终外部化体现在空间结构的重构,形成了城市的核心区^[2]。国内学者对城市核心区的理解也是见仁见智,其内涵概括为两个方面:

(1)城市经济发展中心。核心区 GDP 占城市整体比重较大,对周边区域经济引领辐射作用突出。以成都市高新南区为例,如图 1 所示,2020 年高新南区 GDP 为 2 402 亿元,相较第二名龙泉驿区高出 1 000 亿元以上,占成都市总体比重大。

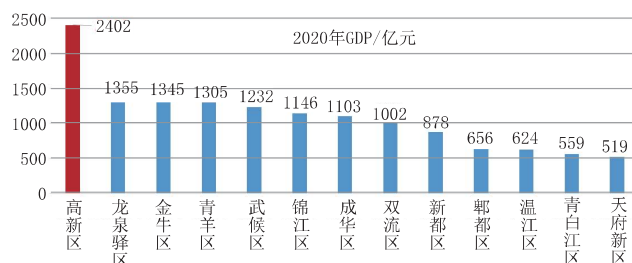


图 1 成都市各区 2020 年 GDP

(2)城市地理区位上的区域中心。单中心城市的核心往往位于城市空间布局的几何中心,在组团式发展的城市中,城市各组团形成自己的核心区。

1.2 用地开发特征

城市核心区是城市经济、政治、文化功能复合的核心区域,具有行政管理、商务办公、信息服务、娱乐、居住、文化、教育、医疗、会展等职能构成要素^[3]。用地结构中,商业商务、办公、居住用地占比较大,用地容积率高、开发强度大、土地利用率高(见表 1)。

表 1 典型城市核心区用地结构^[4]

用地类型	用地面积占比 /%	建筑面积占比 /%	容积率
道路	18	—	—
居住	30	24.3	2.5
办公	25	36.4	4.5
商业 / 商务	27	39.3	4.5
合计	100	100	3.1

收稿日期: 2021-06-28

作者简介: 胡昌君(1989—),男,硕士,工程师,从事道路规划设计工作。

1.3 典型交通问题

(1)原路网布局滞后于城市空间演变需要。

随着城市规模发展,中心城快速路网不断演变,新城市格局与旧城市路网发展错位。城市核心区由于发展较早,先期道路网规划理念前瞻性不足,导致核心区城市路网结构不合理、密度不足,核心区原有路网格局与城市发展不匹配。

(2)主要干道交通拥堵明显。

由于城市核心区自身特征而天然导致的交通吸引、发生量大,过境交通、到发交通叠加,加上小汽车保有量的不断增长,道路交通总体供给难以满足日益增长的出行需求,主要干道交通拥堵明显。

(3)成熟的用地开发以及环境高度敏感性给地面和高架道路改扩建造成阻碍。

城市核心区用地开发基本成熟,道路红线已经固化,基本没有地面拓宽道路的可能。同时,由于核心区用地开发对环境具有高度敏感性,景观影响、噪声污染和空气污染也让高架道路建设受到较大阻碍。因此,近年来国内城市高架道路的建设呈减少趋势。

2 城市核心区地下道路规划策略

2.1 地下道路发展历程及其分类

国外地下道路建设的规划与实践时间较早。20世纪初,伴随着地下空间规划和开发理论的产生,地下道路建设被提出;20世纪七八十年代相继出台了相关隧道规范和设计标准^[5]。

随着1966年我国第一条地下道路——打浦路隧道(上海)的建设启动,关于地下道路的建设研究逐渐开展,可总结为三个阶段:起步阶段(2000年前)、发展阶段(2001—2015年)、成熟阶段(2015年至今)。起步阶段的研究主要集中在地下道路建设的必要性及可行性方面;发展阶段的研究主要集中在地下道路规划方面;成熟阶段的研究主要集中在地下道路设计方面,成果包括地下道路设计研究、地下道路交通安全研究、地下道路环境影响评价、地下道路消防等。同时,技术标准《城市地下道路工程设计规范》也于2015年11月实施,标志着地下道路建设进入成熟阶段。

此外,关于地下道路的分类办法有很多,包括服务对象分类法、服务车行分类法、长度分类法、交通功能分类法等。根据地下道路长度的分类见表2^[6]。

特大、超大城市的核心区规模一般在100 km²以上,其设置的地下道路功能以过境功能为主、到发功

表 2 地下道路分类表				
分类依据	地下道路类型			
	特长距离	长距离	中等距离	短距离
长度 L/km	$L>3$	$3\geq L>1$	$1\geq L>0.5$	$L\leq 0.5$

能为辅,通常为贯通性的特长距离地下道路。

2.2 核心区地下道路规划策略

(1)城市核心区出行需求不断增长,既要缓解既有矛盾,又要适应发展要求。

一方面大力发展公共交通,承担交通出行主力。城市人口和规模的增长带来大量的出行需求,大力发展公共交通(轨道+公交),主城区轨道站点600 m覆盖率40%以上,全方式轨道交通出行占比40%以上,承担出行主力。

另一方面也要适度发展道路交通,满足多样性交通需求。目前交通机动化和小汽车进入家庭的趋势仍在持续,核心区等瓶颈地段交通拥堵严重,也需要适度发展道路交通,针对性解决供给严重不足、路网结构缺陷带来的交通拥堵问题,满足个性化、多样化交通出行需求。

(2)现状交通廊道综合利用,探索地下复合通道建设。

一是探索地下通道建设。针对现状建成区骨干路网结构不完善、地面道路资源有限、交通拥堵情况严重的区域,探索地下通道建设,完善路网结构。

二是预留地下复合通道。在未来可能存在建设需求的通道上,结合地铁建设,预留地下复合通道。

3 益州大道地下道路规划设计案例

3.1 研究背景

成都市高新南区已具备成为城市核心区特征。一方面,2020年高新区GDP为2 402亿元,远超其余区县,引领辐射作用明显;另一方面,在城市总体规划上,高新南区位于中心城区中部,是地理区位上中心城区的核心,随着国家级新区天府新区的发展,高新南区承上启下的枢纽功能更加突出。图2为成都市中心城区空间布局图。

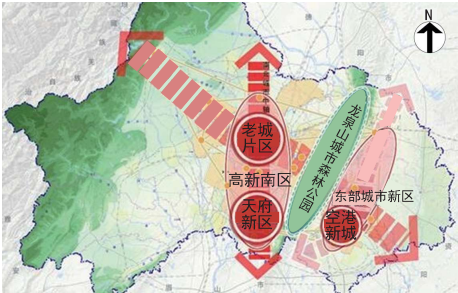


图2 成都市中心城区空间布局图

目前高新南区路网面临较大交通压力,高峰期间南北向主要干道拥堵特征明显,地面分流通道已无拓展空间。随着城市人口、经济的进一步发展,亟需新增通道建设,满足日益增长的交通需求。图3为高新南区高峰小时交通运行情况。

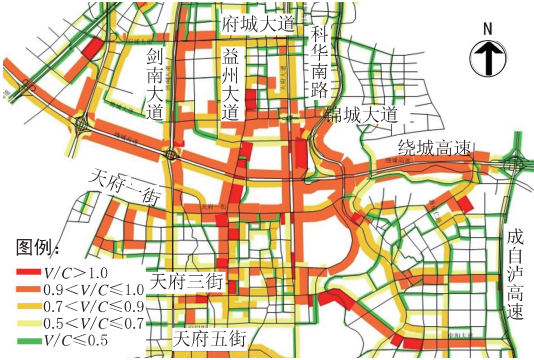


图3 高新南区高峰小时交通运行情况

3.2 建设必要性

3.2.1 现状问题分析

(1)核心区快速路网密度偏低,快速路间距过大,中长距离过境交通供给能力不足。核心区范围(三环路、五环快速路、成雅高速、成自泸高速)快速路网密度仅为 0.5 km/km²,远低于北京、上海、深圳等城市标准(见表3)。

表3 城市核心区快速路网密度对比^[4] 单位:km/km²

国内其他城市核心区	快速路网密度
北京三环以内	0.80
上海中环以内	0.83
深圳中心城区	0.78
香港港九都会区	1.37
成都高新区(研究区)	0.55(不含高速公路)

(2)成自泸高速、成雅高速作为边缘高速公路,无法有效承担城市内部通行需求,进一步增加了南北向干道通行压力(见图4)。成自泸、成雅高速位于高新南区,即天府新区发展轴外侧,但建成区用地主要集中在天府大道、益州大道东西两侧 1~2 km 范围内,南北向车流经成自泸高速、成雅高速过境绕行太远,无法有效承接过境主要车流,主要依托剑南大道、益州大道、天府大道等通道(见图5)。

(3)规划南北向城市发展主轴上,快速路间距过大,路网结构不合理。剑南大道、科华南路平均间距约 4 km,远大于同等规模城市核心区快速路网间距(见图5)。同时,益州大道北段(三环路—武汉路)定位为城市主干路,南段(武汉路—第二绕城高速)定位为城市快速路。总体来看,益州大道在路网结构中定位不清晰,承担的功能复合性较强。

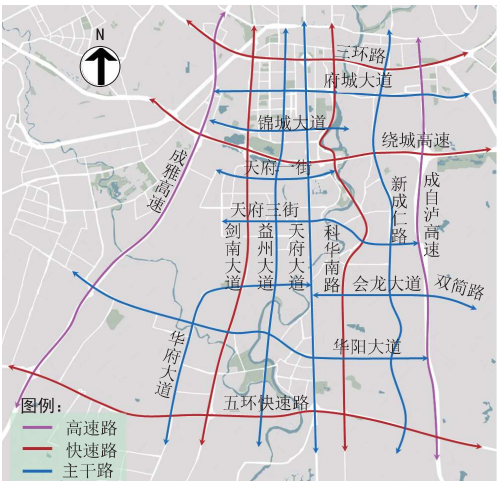


图4 高新南区骨干路网布局图

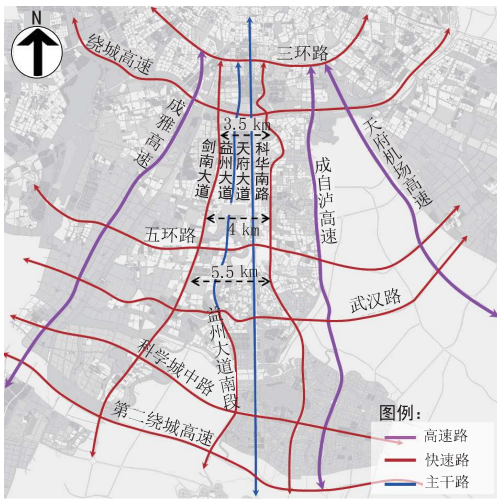


图5 剑南大道、科华南路、益州大道关系示意图

3.2.2 交通需求分析

从交通机动化水平看,小客车进入家庭的趋势仍在持续。成都市小汽车以每年 40 余万辆的速度增长,年增长率在 10% 以上,截止 2019 年 12 月底,成都市小汽车保有量达到 593 万辆,位居全国第二。

高新南区南北向通勤交通联系旺盛,过境交通与到发交通叠加,主要干道通行能力不足。五城区、高新南区、天府新区之间相互联系紧密,产生大量中长距离过境交通需求。过境出行总量为 44 万人次/d,小汽车出行比重高达 52%,平均出行距离约 14.2 km,高峰小时小汽车交通量(过境 2.1 万辆+到发 2.0 万辆)已超过南北向区域干道总容量(3.8 万辆/h)。剑南大道、益州大道、天府大道等纵向通道已基本饱和,主要道路交叉口拥堵严重。

从未来城市发展看,随着城市新区功能进一步完善,高新南区南北向过境交通、到发交通需求将进一步增长。随着高新区、天府新区等板块功能的完善,2025 年高新南区到发交通量达 315 万人次/d,过境交通量达 78 万人次/d。现状通道已无法满足高

新南区内部及过境交通。

3.2.3 地下道路功能定位

首先，益州大道地下道路是成都市快速路系统的必要补充。作为成都市快速路系统的组成部分，提高南北城市发展轴的交通供给能力，支撑未来城市的发展。高新南区快速路网密度由 0.55 km/km² 增长至 0.66 km/km²。

其次，益州大道地下道路是高新南区内外联系的主要干道。一方面承担交子商圈与大源片区短距离交通联系功能，出行距离约 5 km；另一方面承担对外联系五城区、天府新区，主要为通勤交通，出行距离为 5~10 km。

最后，益州大道地下道路是高新南区的过境通道。在城市南北发展轴上，补充南北向快速通行能力，承担高新南区过境交通，服务五城区一天府新区之间的中长距离联系，出行距离为 15~20 km。

3.3 通道构建形式

益州大道红线宽度为 40 m，穿越高新南区核心片区，包括交子商圈、大源片区、华阳老城居住区（见图 6）。沿线均为居住、商业建成区，对环境噪声污染防治、城市景观保护要求较高。

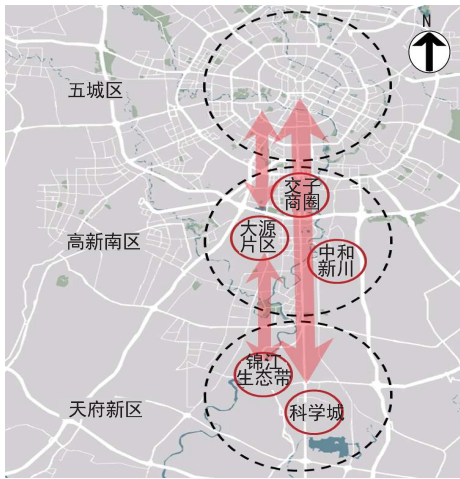


图 6 益州大道沿线功能组团示意图

综合考虑现状道路红线宽度、沿线用地规划与建设情况、环境影响、施工难度等，推荐新建通道采用地下通道形式^[7]。益州大道新增通道构建形式方案比选见表 4。

3.4 技术标准与建设规模

（1）服务对象。考虑地下通道与地面道路功能分工，地下通道服务对象为小汽车，地面道路服务对象为小汽车、公交车等大型车。

（2）建设规模。结合未来年交通需求预测，地面道路规模为双向 6 车道，地下通道规模为双向 6 车

表 4 益州大道新增通道构建形式方案比选

比选项目	地面式	高架式	地下式
优点	造价较低，施工难度小，后期拓展性强	通行能力高，立交节点较好组织	节约地面道路空间，美化地面环境，环境影响小
缺点	环境影响较大，占用土地资源多，对两侧用地分隔严重	环境影响严重（噪声）、景观效果差，对用地开发、城市形象影响大	施工工艺复杂，建设成本较高，拓展性较差
可行性判断	沿线红线以外用地均已建成，拆迁难度大，不具备地面拓展空间，方案不可行	穿越交子商圈、大源片区，环境、社会风险影响大，可考虑局部设置高架桥	主要占用地下空间资源，需要与轨道建设协调，基本可行

道，沿线出入匝道为单向 1 车道。

（3）技术标准。设计车速按快速路标准，确定为 60 km/h；净空高度按一般值 3.5 m 考虑，仅允许小车通行，禁止大车通行；车道宽度按一般值，每车道宽度 3.25 m。

3.5 总体设计方案

3.5.1 横断面布置方案

横断面布置方案主要考虑下穿隧道深度及其与沿线轨道交通的关系，在避让现状轨道交通线站的前提下，预留规划轨道线穿越、设站空间。

结合益州大道沿线现状和规划轨道交通线，形成比选方案。

（1）浅埋矩形隧道方案。采用常规矩形隧道断面，覆土深度 3~5 m，如图 7 所示。规划 16 号线双洞设置于隧道两侧，相交轨道线从隧道下面通过。

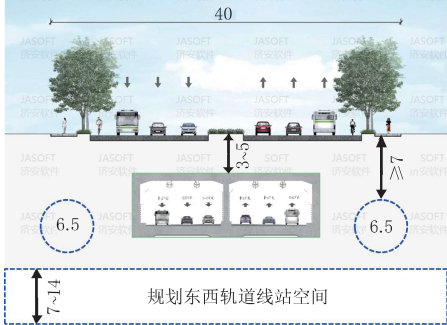


图 7 浅埋矩形隧道方案标准断面（单位：m）

（2）单孔圆形盾构隧道方案。采用单孔圆形盾构隧道，盾构直径 15 m，设置双层车行结构，覆土深度 17~24 m，如图 8 所示。规划 16 号线双洞设置于隧道两侧，相交轨道线从隧道上面通过。

（3）双孔圆形盾构隧道方案。采用双孔圆形盾构隧道，车行空间与地铁线路合建，盾构直径 15 m，车行道置于上层，地铁线置于下层，隧道净距不小于 10 m，轨道线从上方通过，如图 9 所示。

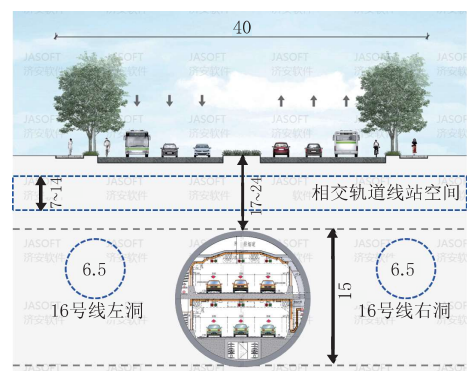


图8 单孔圆形盾构隧道方案标准断面(单位:m)

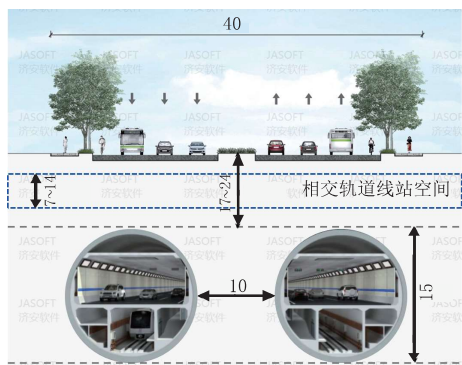


图9 双孔圆形盾构隧道方案标准断面(单位:m)

综合比较轨道线站预留、施工难度、运营维护管理难度等方面,推荐采用单孔圆形盾构隧道方案。表5为益州大道地下通道横断面布置方案比选情况。

表5 益州大道地下通道横断面布置方案比选

比选项目	方案一: 浅埋矩形隧道	方案二:单孔圆形盾构隧道 (双层车行)	方案三:双孔圆形盾构隧道 (上车下车)
施工及运维	1. 除府城大道节点外均采用明挖施工,施工期间全线交通中断,工期长; 2. 下穿府城大道节点,受限干地铁30号线,基坑深度达40m,需要暗挖施工,地铁保护难度大	采用大断面盾构,施工速度快,交通及环境影响小,对现状地铁、规划地铁的影响小	隧道运营管理复杂,轨道交通人员疏散、逃生较为困难,除武汉市采用过此方案以外,其他暂无实施案例
可行性判断	不可行	基本可行	基本不可行

3.5.2 平面总体布置方案

地下快速通道沿益州大道规划红线布置,起于三环路节点,止于五环路节点,总长约12.6 km,全线采用隧道通过(见图10)。三环路节点、五环路节点为快速路与快速路转换节点,采用互通匝道方式衔接;府城大道、锦城大道、天府一街、天府三街、华府大道、华阳大道等横向主干路,均通过出入口进行转换。

以服务片区到发交通为原则,在主要服务区中部设置平行式出入口,同时考虑盾构分段实施可行性(大于1 km),共设平行式出入口5对,总体平均

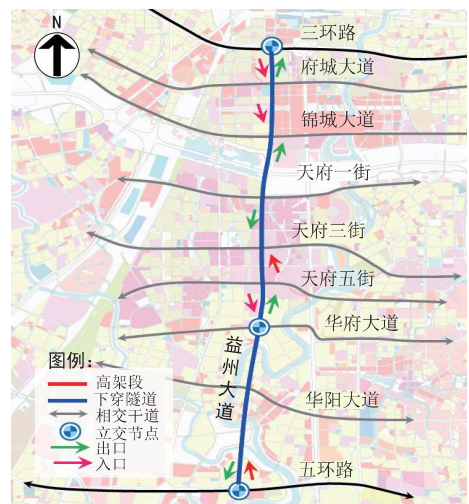


图10 平面总体布置方案

间距约1.7 km。

3.5.3 纵断面设计方案

纵断面主控因素考虑现状9号线区间(下跨)、30号线站点(上跨),同时预留规划33、22、20号线上跨站点,其余满足规范设计要求。

隧道最大纵坡为5%,最小坡度为0.3%,最小坡长为380 m,其余指标均满足规范要求;出入口匝道最大纵坡4%~7%,出入口均距离地面交叉口150 m以上。

3.5.4 重要节点方案

(1)益州大道与三环路节点方案(见图11)

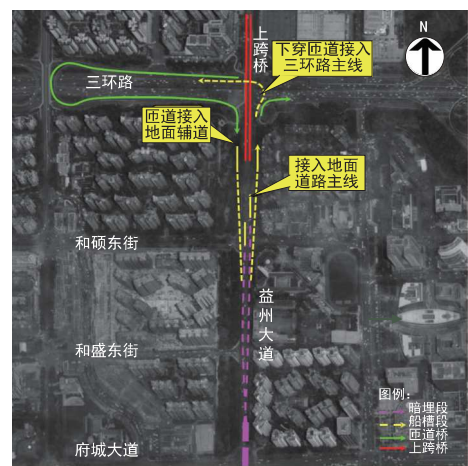


图11 益州大道与三环路节点立交设计方案

三环路为城市快速路,主路双向8车道+辅道双向6车道。益州大道下穿隧道作为剑南大道、天府大道的平行通道,承接部分南北向交通量。其中,剑南大道主要承接三环路以西交通量,益州大道下穿隧道承接部分三环路以东交通量,采用定向匝道方式组合实现分流功能。

隧道主线:暗埋段经过和硕东街后,接入地面道路主线,与三环路-益州大道节点上跨桥衔接,服务

三环路以北片区。

出入匝道:设置出入匝道一对(单车道),接入三环路-益州大道节点上跨桥两侧辅道,承接三环路以东方向交通量。

转向匝道:通过辅道接入三环路,设置左转专用匝道(单车道)。

(2)益州大道与牧华路节点方案(见图12)



图12 益州大道与牧华路节点设计方案

益州大道与牧华路节点为快速路与主干路相交节点,结合该项目方案特点,适宜采用菱形立交。

益州大道主线下穿牧华路,北侧通过出入口接

入主线隧道,南侧通过交叉口后接入地面,辅道与交叉口形成信号灯路口,组合为菱形立交。

4 结 语

本文通过提取城市核心区内涵,研判城市核心区用地开发特征及典型交通问题,提出城市核心区地下道路规划策略。以成都市高新南区益州大道地下道路规划设计为案例,制定城市核心区地下道路规划设计方案,能够为特大、超大城市核心区地下道路发展提供参考。

参考文献:

- [1] 刘凯.地下道路网络规划的研究与探索[J].交通运输工程与信息学报,2018,16(4):50-56.
- [2] 孟兆国.城市中心区的特征与发展思路[J].太原理工大学学报,2011(2):200-204.
- [3] 叶明.从“DOWNTOWN”到“CBD”——美国城市中心区的演变[J].城市规划汇刊,1999(1):58-63.
- [4] 中国城市规划设计研究院.虹桥综合交通枢纽功能定位研究[R].北京:中国城市规划设计研究院,2006.
- [5] 赵慧.我国地下道路研究现状及发展刍议[J].城市道桥与防洪,2016(2):5-8.
- [6] CJJ 221—2015,城市地下道路工程设计规范[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com