

历史城区自行车绿道系统规划与设计的实证研究

李岩,汪帆,陈宽民

(长安大学 运输工程学院,陕西 西安 710064)

摘要:为提升历史城区的绿道品质,优化非机动车出行环境,对自行车绿道系统的规划与设计方法进行了实证研究。根据自行车绿道系统的特性,按照空间形态特性将历史城区的自行车绿道系统分为单元、廊道及节点等3类要素,通过自组织映射图模型、最短路算法、旅行推销员算法及自行车路阻函数等,在地理信息系统上建立了基于赋权系数的自行车绿道系统规划方法,并应用所提出的方法对西安市主城区自行车绿道系统进行实证研究。研究表明,西安可以构建成包括22条骑行廊道、总长度142.6 km的自行车绿道网络,证明提出的方法能建立适用于历史城区出行特性的自行车绿道系统。

关键词:自行车绿道系统;历史城区;骑行廊道;路网;西安

中图分类号:TU984;F572 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-6248(2020)02-0062-09

Empirical study on the planning and design of cyclist greenway system in the historic urban areas

LI Yan, WANG Fan, CHEN Kuanmin

(School of Transportation Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: An empirical study is conducted on the planning and design method of cyclist greenway system to improve the quality and travel environment of cyclist greenway in the historic urban areas. Based on the spatial characteristics, the cyclist greenway system in historic urban areas can be divided into units, corridors and nodes. With the help of self-organizing map model, shortest path algorithm, traveling salesman algorithms and cyclist impedance function, a cyclist greenway system planning method is established in the geographical information system based on the empowerment coefficient. The proposed method was applied to conduct an empirical study on the cyclist greenway system of Xi'an. The results

收稿日期:2019-11-07

基金项目:国家自然科学基金项目(51408049);中国博士后科学基金项目(2016M590914)

作者简介:李岩(1983-),男,河北衡水人,教授,工学博士。

indicate that Xi'an can construct a cyclist greenway network with the total length of 142.6 km consisting of 22 cycling corridors. The proposed method can be utilized to construct a cyclist greenway system of the historic urban areas that fitting their travel pattern.

Key words: cyclist greenway system; historic urban area; cycling corridor; road network; Xi'an

历史城区是城市历史与文化的重要承载地^[1],多为政治、经济和文化中心,用地性质复杂,集中了居住、政治、商业及文化旅游等多方面功能。中国的《历史文化名城保护规范标准(GB50357-2005)》中规定,历史城区为“城镇中能体现其历史发展过程或某一发展时期风貌的地区”。《华盛顿宪章》中也将“历史城区”的概念定义为:“不论规模大小,包括城市、城镇、历史中心区和居住区,也包括其自然和人造的环境。”^[2]由此可见,历史城区多集中于城市的“老城区”或“旧城区”,在城市未择他址新建城区时,历史城区多为城市中心,其交通出行量大,路网传承历史格局,道路空间成为体现城市文化传承的载体,但交通改善及提升空间较小^[3]。受限于传统路网的设置,居民多采用环保、便捷的交通方式^[4];外来游客也倾向于选取能感受历史街区文化氛围的出行方式^[5]。自行车对道路资源要求低、适应性强、出行低碳环保、与环境互动性强、可接驳各种交通方式,适用于历史城区中短距离的出行,也可成为历史城区的名片^[6]。绿道作为一种线性开敞空间,串连历史城区主要的客流吸引点,提供旅客休憩、游览、健身等活动空间。作为自行车出行的载体,自行车绿道系统是自行车在历史城区可持续发展的基础及可行途径。

一、历史城区的自行车绿道系统

绿道(greenway)是“沿着如河滨、溪谷、山脊线等自然走廊,或沿着如用于游憩功能的废弃铁路、沟渠、风景道路等建立的线型开敞空间,是连接公园、自然保护地、名胜区、历史古迹及高密度聚居区的开敞空间纽带”^[7]。绿道概念可参照城市规划中“绿线”或“蓝线”概念及“田园城市”理论中的绿带概念^[8],目前多以公园路(parkway)或绿带(green-

belt)的条状或线型的公园构成^[9]。住房和城乡建设部在2016年印发了《绿道规划设计导则》^[10],其对绿道的定义为:“以自然要素为依托和构成基础,串联城乡游憩、休闲等绿色开敞空间,以游憩、健身为主,兼具市民绿色出行和生物迁徙等功能的廊道。”国内绿道不同于城市道路系统的非机动车道^[11],主要表现在以下方面:第一,绿道属于公园绿地,是公园的园路系统,而非机动车道是城市市政道路横断面的组成部分;第二,绿道设计时主要考虑符合游人行为,其设计标准一般低于非机动车道,且在道路面层的色彩和标识上与城市道路有区别;第三,绿道系统中的自行车道除通勤功能外,主要承担休闲游憩、运动健身及连通园林空间等功能,与非机动车道有所差异。

绿道的建设最早始于19世纪美国的奥姆斯特德(Olmsted)对世界第一个公园系统——波士顿公园系统的规划。波士顿“绿道”长约16 km,将富兰克林公园、阿诺德公园、牙买加公园和波士顿公园及其他绿地系统有机联系起来。在绿道概念成熟后,美国、法国、新加坡、斯洛文尼亚等多个国家均大规模的建设了绿道系统^[12-13]。其中具有代表性的是全长约4 500 km的美国东海岸绿道、全长约800 km的法国卢瓦尔河(La Loire)流域绿道(法国绿道总数约150条,总长达6 155 km)、全长约33 km的卢布尔雅那市(Ljubljana)环城绿道等。国内城市在20世纪90年代引入绿道概念后,一直重视绿道系统的建设。广东、江苏、浙江、福建、安徽、四川等省的多个城市均完成了绿道系统的规划和建设行动计划等工作,代表性的绿道系统有珠三角城市的绿道系统、浙江省绿道系统、南京绿道系统、成都绿道系统等。

历史城区需要绿道将城区各处的公园、绿地、旅游景点及历史街巷有机系统地连接起来^[14]。然

而历史城区的道路体系很难在承担居民通勤出行需求的同时专门开辟出传统意义上的绿道系统,在空间局促的路段或区域,将不可避免地借道于非机动车道^[15]。历史城区道路体系存在大量历史街巷,虽历史街巷多需承担通勤功能,但将其设置为自行车绿道可突出文化游览特色,使出行者在出行的同时欣赏城市的历史文化沉淀,激发城市活力^[16]。此时,历史城区自行车绿道系统将成为历史城区居民的重要出行载体,能实现鼓励居民采用步行、自行车等可持续出行方式的目的;是便捷的旅游线路,串联了历史城区的各个名胜古迹;是历史城区的展示空间,能品味城市发展的历程及城市建筑风格、街巷尺度、城市格局、居民习俗等。通过绿道观光与宣传,还能提高人们保护古城的意识。国内虽已对城市绿道系统的规划及设计进行了大量研究,但对历史城区绿道系统的布设,尤其是历史文化景点间的绿道需“借用”城市市政道路时,尚无较好的规划设计方法,多从经验出发,仍需科学的建模分析。

由此可见,历史城区的自行车绿道系统需根据道路网系统及公园绿地及其园区内部道路分布的特性,优化自行车绿道系统的规划设计方法,对优化历史城区自行车基础设施系统的建设及提升历史城区品味有重要作用,也是一种积极保护古城的措施,对缓解古城保护的压力具有重要意义。

二、历史城区自行车绿道系统构建方法

(一)构建原则

根据历史城区自行车绿道系统的定义,确定系统构建原则如下:自行车绿道系统的布设应与历史城区的风貌、格局、民俗相一致;自行车绿道结构应保护历史城区的核心部分;自行车绿道系统应与城市交通系统(包括慢行、公交等)、城市街巷路面特点及历史文化资源的分布相适应。自行车绿道系统应具有整体性、结构性、开放性,以保障自行车出行的连续性,并形成功能、等级明确的自行车道

路网。

在实施过程中建议:将历史街巷、公园绿道等特色风貌道路纳入自行车绿道系统;优先选用能反映城市风貌、城市格局的次支路,主干路仅在空间资源受限时使用,并需保证独立的自行车骑行空间,尽量不选用快速路;自行车绿道宜环绕核心步行景区,以起到保护作用;自行车绿道系统应连接城区内各历史文化景区;自行车绿道系统的设施应与城市风貌及其它基础设施相一致,做到与公园绿道无缝衔接。

(二)基本元素分析

根据自行车绿道系统的特性,按照空间形态特性将组成绿道系统的要素分为单元、廊道及节点等3类要素。单元指城市中拥有一定规模、具备相对完整、系统化自行车骑行条件的区域。各骑行单元根据区域特性匹配相应的骑行策略,构成相对集中并有一定规模的骑行空间场所。廊道是自行车绿道系统中的线性连通空间,同时也是串联自行车绿道系统中节点与单元的重要中介,包括公园绿道及交通廊道两类。其中,交通廊道常与城市综合交通体系相重叠,在规划与设计时应注意其层次的区分,以满足不同目的自行车的出行需求。节点是自行车绿道系统空间上的转换和集散处。根据节点功能可分为交通流枢纽节点及城市地标节点两类。节点一般为小尺度的设施和空间,如车站、小广场、城市人文景点等。自行车绿道系统空间形态要素类型及表现形式如表1所示。

表1 自行车绿道系统空间形态要素类型及表现形式

空间构成要素	功能类型	表现形式及载体
单元	商业中心区	城市商业中心
	特定意图区	风景区、历史街区、特色街区
	居住区	城市各级社区
廊道	交通性	交通廊道和市政道路;通勤和日常出行
	休闲性	景区道路和公园绿道;休闲娱乐及运动健身
	综合性	承担交通功能的景观道路;综合功能
节点	交通性	地铁、公交站、公共自行车租赁点、社会停车场
	景观性	自然、人文景观标志点
	服务性	商业、教育、文娱、市政服务设施点
	复合性	复合内容

(三) 自行车绿道网的构建流程

根据历史城区自行车绿道系统的构建原则,以保护历史城区环境、方便居民出行及游览为目标,依托城区结构、环境及现状道路网构建自行车绿道系统。应用地理信息系统(Geographic information system, GIS)对城市路网中现有道路进行赋权,形成赋权道路网,在此基础上开发相应算法构建城市自行车绿道系统,具体构建流程如图1所示。

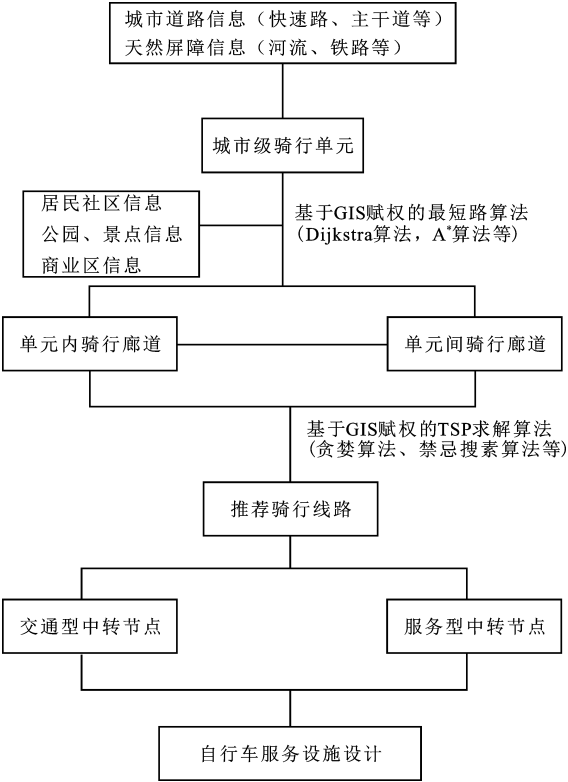


图1 历史城区自行车绿道系统构建流程

在构建自行车绿道系统时,首先以自行车难以逾越的屏障为边界,如封闭的城市快速路或交通性主干道、城墙、铁路及山川河流等,分隔城市空间为区域性的骑行单元。在根据空间分隔初步划分成若干单元后,应用自组织映射图模型(Self organizing map, SOM),以各单元的用地属性、历史景点用地占比、道路级配及长度、道路连通度等基础属性数据为输入,初步划分结果优化,形成城市级骑行单元。根据居民社区、公园、旅游景点及商业区等分布信息,确定城市级骑行单元的主要自行车出行特征,将骑行单元分为商业骑行单元、历史文化及旅游骑行单元、居住骑行

单元及混合功能骑行单元等4 种类型。

自行车骑行廊道的划分与骑行单元密切相关。由于各城市级单元间的屏障自行车较难跨越,因此鼓励骑行活动在各单元内发生,将跨单元的流量集中在具备交通性的单元间骑行廊道上。根据各骑行廊道的特性,将骑行廊道划分为单元间廊道、单元内廊道及城市特色廊道3 类。单元间和单元内廊道为交通性廊道,城市特色廊道主要为休闲性廊道。单元间廊道是联通各城市级骑行单元的廊道,其一般覆盖多个区域,主要满足自行车的中长距离出行及衔接城市公共交通的需要。在设计过程中应充分满足自行车对空间的需求(至少设置2 车道,非机动车道宽度不少于2.5m),并实现其与机动车系统的分离。区域内廊道为骑行单元的内部联系廊道。该类廊道设置形式较为灵活,对空间要求相对较低,主要由地块属性和廊道功能决定,既可为自行车专用道路,也可为机非混行道路。城市特色廊道(含公园绿道)为展现城市自然或人文景观,结合旅游、休闲、生态等综合功能的特定廊道,其设置依现状条件而定。

如图1 所示,自行车绿道系统的廊道宜按照骑行单元内廊道到单元间廊道的顺序设计。重要的居民社区、商业区、公园及景点等宜由高等级的自行车骑行廊道联接服务,因此可将廊道的规划转化为求解各重要节点间的最短路径问题。在规划区域内自行车绿道廊道时,可应用骑行阻抗函数,在骑行单元内分别对所有重要客流发生吸引点对间搜寻赋权图条件的最短路。将算法优化结果进一步优化后可作为自行车的廊道。最短路算法可采用经典的 Dijkstra 算法,也可采用结合启发式算法的 A* 算法^[17]等。在规划自行车旅游线路时,可将其转换为旅行推销员问题(Travelling salesman problem, TSP),应用时可采取分支界定法、贪婪算法等传统算法或禁忌搜索算法等启发式算法^[18]。区域间的廊道主要借用市政道路,其可在骑行单元内廊道边缘节点间应用上述方法求解,以搜索区域间廊道的可能连接路径。在已有结果中,根据总体自行车骑行绿道网络形态,综合阻抗等因素选取恰当区

域间廊道。区域间廊道求解时道路阻抗可参照骑行单元内道路阻抗的设置,也可进一步加大不同等级间阻抗的差异。

自行车绿道系统的中转节点主要完成交通换乘和空间中转功能,在整个系统中起到中介与桥梁的作用。根据完成中介作用的对象,可将中转节点分为交通型节点和服务型节点两类。交通型节点主要完成自行车方式与其他交通方式的转换或不同区域间的转换。其主要设置于区域间骑行廊道的交点及公交或地铁站点、停车设施等与其他交通方式衔接处。服务型节点主要为景点及其他服务设施点,为自行车出行活动的完成点。通过节点的中转与集散,非机动车可与其他交通方式及出行起讫点有效衔接。综上所述,历史城区自行车绿道系统的整体结构如图2所示。

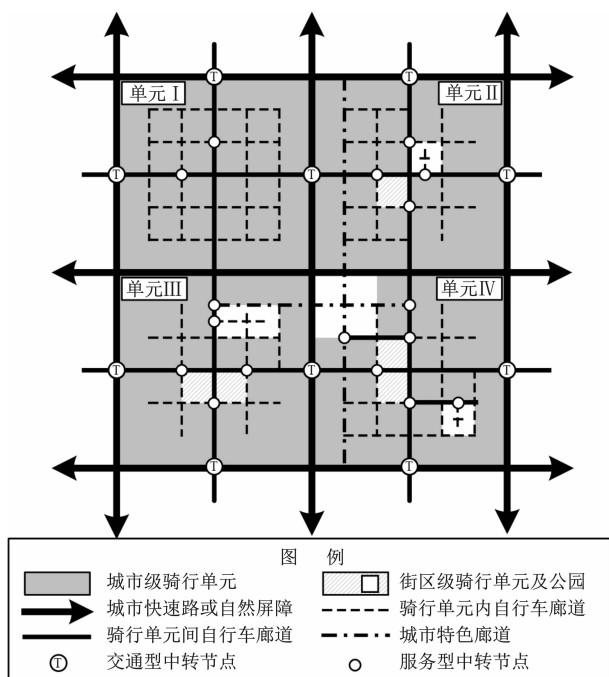


图2 历史城区自行车绿道系统的整体结构

(四) 自行车路网道路阻抗函数

在规划自行车绿道系统的骑行廊道时,关键是确定自行车在现有道路运行的阻抗函数。机动车道路阻抗常以道路出行时间和费用为主要考量对象,综合考虑运行距离、舒适度等指标。自行车绿道系统的交通阻抗应与自行车骑行空间、现有道路

等级、通行时间和费用、舒适度等因素有关,同机动车相比更为复杂。根据自行车绿道系统特性,建立如式(1)所示的路阻函数,并在GIS系统中规划自行车绿道系统时使用^[19]。

$$C = k_1 \times \frac{l}{v_0 \times k_2} \times \left[1 + \alpha \left(\frac{q}{e} \right)^\beta \right] \quad (1)$$

式中: C 为指定路段的道路阻抗,以加权出行时间表示; l 为指定路段的长度; v_0 为自行车自由运行车速; k_1 为道路等级修正系数; k_2 为自行车骑行空间修正系数; q 为自行车流量; e 为道路自行车道通行能力; α 、 β 为相关修正系数。

对于自行车自由运行车速 v_0 ,考虑到电动自行车等新交通方式的运动特性,选用常规自行车的最大运行速度20km/h为自由运行车速;对于现有道路级别修正系数 k_1 ,因自行车绿道鼓励设置在支路或条件较好的公园绿道上,在条件不允许时依次选用次干路、主干路,因此初步选定 k_1 的推荐值如表2所示;对于自行车骑行空间修正系数 k_2 ,当非机动车道为非机动车专用道路时,建议取值为1.5^[20],当非机动车道为机非隔离形式时,参照《交通工程手册》对非机动车道宽度的建议,考虑电动自行车等新型非机动车运行特性,确定参数取值如表3所示,当非机动车道为机非混行,车道宽度大于2.5m时,参数取值建议不小于0.7,当小于1.5m时,参数取值建议为0.3,1.5~2.5m区间可插值取值,按道路实际运行环境确定;自行车道通行能力 e 的计算方法可参照美国《道路通行能力手册2016版》; α 、 β 可由实际数据回归确定。

表2 现有道路等级修正系数 k_1 推荐值

道路等级	快速路	主干路	次干路	支路	公园绿道	天桥/地道
参数推荐值	100	10	1	0.1	0.1	50

表3 机非隔离时自行车骑行空间修正系数 k_2 推荐值

非机动车车道宽度/m	<1.5	1.5	2	2.5	≥3
参数推荐值	0.3	0.6	0.75	0.9	1

(五) 自行车绿道系统服务设施

自行车绿道系统的构建除道路空间外,还需维持系统运作,满足各项功能的基本硬件设施。硬件

设施主要包括交通设施、指引标识设施及服务设施 3 类。交通设施包括非机动车道及其隔离设施,自行车、电动自行车、观光游览车等车辆设备和非机动车停放设施等。指引标识设施包括道路标志标线、特殊道路铺装、非机动车信号灯等交通指引信息及游览路线指示等旅游指引信息。服务设施包括照明系统、座椅、零售厅等功能性服务设施及景观树木等装饰性服务设施。

三、西安市实例分析

(一) 自行车绿道系统骑行单元划分

西安是国家第一批 24 个历史文化名城之一,是著名的世界古都,拥有 3 100 年建城史和 1 100 年建都史。西安历史城区历史文化景点内涵丰富,体现了不同时代、不同背景、不同建筑特色及不同民族的历史文化特色。西安现存的历史文化景点多集中于唐长安城及明清西安城的范围内,唐城外围也分布有汉长安城、寒窑、秦二世墓、桃花潭等历史文化景点。上述景点多分布于西安市主城区内,因此以西安市主城区为研究范围,合理地规划及设计自行车绿道系统可有效连接西安市各旅游景点和功能区,优化出行环境,体现古都风貌,提升城市品位^[21]。

西安市道路网基本呈棋盘式结构。依据西安市主城区一环、二环、三环的快速路网,铁路、水系、主干路等自行车较难跨越的屏障,将西安市主城区划分为 15 个城市级骑行单元。各城市级骑行单元中叠加旅游、休闲、文化及商业等街区,其余基本为居住单元及居民日常生活单元。西安市主城区城市级骑行单元如图 3 所示,西安市主城区城市级骑行单元主导功能及特色骑行空间如表 4 所示。

(二) 自行车绿道系统骑行廊道构建

1. 单元间骑行廊道

区域间廊道的选择基于以下原则:联通两个及以下的城市级骑行单元;优先选择现状城市支路,支路不能起到联通作用,则依次选择次干道及主干道,尽量避开机动车流量非常大的干路;考虑廊道

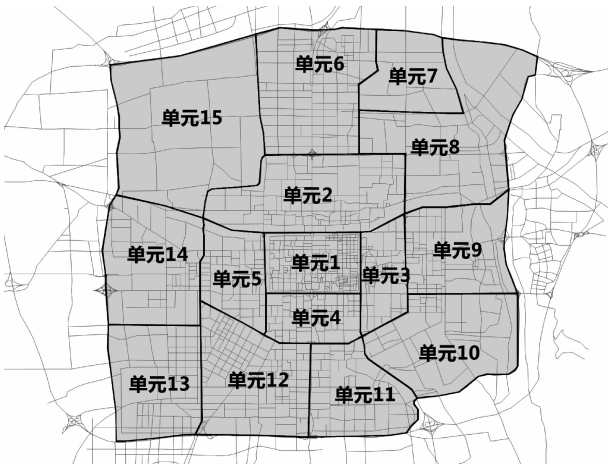


图 3 西安市主城区城市级骑行单元

所经过的大型居民、商业区及所经区域的历史文化要素。在 Trans CAD 软件中应用 Dijkstra 算法搜索跨区域间的重要出行发生及吸引点间的加权最短路径^[22]。所得结果依据西安市主城区的自然环境及城区建成条件,并考虑连通区域后做了适当优化,共划分 12 条纵向廊道,10 条横向廊道,总长 142.6 km。规划廊道路径除连通各区域外,穿经各区域特色骑行空间,如图 4 及表 5 所示。

表 4 西安市主城区城市级骑行单元主导功能及特色骑行空间

编号	单元名称	主导功能	特色骑行空间
1	明城墙区	文化、旅游、宗教、商业、居住	顺城巷、城墙、环城公园、钟鼓楼、书院门、湘子庙街、回民街、德福巷、清真寺
2	北关区	旅游、居住	大明宫遗址公园
3	东关区	休闲、文教、居住	兴庆公园、西安交通大学
4	南关区	旅游、文教、体育、居住	小雁塔、李家村商业街区、省体育场
5	西关区	休闲、文教、商业、居住	丰庆公园、大唐西市、西北工业大学
6	经开区	休闲、商业、居住	城市运动公园
7	徐家湾	工业、居住	无
8	浐灞生态区	休闲、居住	浐河、灞河沿岸骑行带
9	东郊	休闲、文教、居住	长乐公园
10	青龙寺区	旅游、文教、居住	青龙寺景区
11	曲江區	旅游、休闲、商业、居住	大雁塔、大唐芙蓉园、曲江池遗址公园、唐城墙遗址公园
12	小寨/电子城	商业、居住	小寨商业区、会展中心、烈士陵园
13	高新区	休闲、居住	唐城墙遗址公园
14	西郊	居住、商业	土门商业区
15	汉城遗址区	文化	汉长安遗址

区域间廊道涉及的主、次干道,应保障机非车道硬隔离,并保证非机动车道宽度;支路若条件较好,应实现非机动车道与机动车道划线分隔,其他支路则应采取一定措施,尽量减少机动车及其他路内活动对非机动车的干扰。

2. 西安市自行车绿道系统优化

在 西安市骑行单元及区域间廊道布局完成
表 5 西安市自行车绿道系统区域间廊道途经道路及断面设计

编号	长度/km	连接区域	途径道路
Z1	7.0	1-4-12	洒金桥—庙后街—北广济街—南广济街—朱雀大街
Z2	3.8	1-4	南新街—端履门—柏树林—文艺北路—文艺南路
Z3	2.8	1-2	立新街—明新巷—顺城北路—工农路
Z4	12.1	3-2-6	环城东路北段—太华南路—贞观路—育新路—红旗路
Z5	8.8	2-6	永新路—明光路
Z6	4.5	7-8	广运潭大道
Z7	5.8	9-10	公园南路
Z8	6.6	3-10	兴庆路—雁翔路
Z9	6.0	4-11-12	翠华路—雁南一路—芙蓉西路
Z10	8.3	5-12-13	南小巷—丰庆路—西工大—友谊西路—白庙路—白沙路—科创路—博文路—科技一路
Z11	11.2	13-14	汉城北路—汉城南路—丈八北路—丈八东路—丈八一路
Z12	4.5	13-14	团结南路
H1	3.6	1-3	西华门大街—西新街—东新街—五道什字—北火巷
H2	10.1	1-5-14	阿房一路—大庆路—莲湖路—大莲花池街—麦苋街
H3	6.9	3-4-5	友谊路
H4	5.8	2-8	太元路—矿山路—十里铺北路—米秦北路
H5	5.0	6-8	凤城一路
H6	7.0	6-7	凤城八路
H7	6.8	2-8	浐灞大道
H8	4.9	3-9	长乐坊—兴庆路—互助路—韩森路
H9	5.7	10-8	北陆路—长鸣路—东月路
H10	7.5	5-14	丰庆路—昆明路

后,对各单元内的骑行廊道及特色骑行廊道进行完善,最终形成完整的自行车绿道系统。区域内廊道的构建主要考虑区内非机动车出行强度,除连接主要旅游景点外,兼顾居民的日常非机动车出行,并适当避开机动车量大的交通性干道。在规划路网时应用本研究提出方法,但对能与其他区域道路相衔接的道路权重给予一定的修正,以构成完整的骑行网络。特色廊道主要定位为游客观光旅游及居民休闲,因此在明城墙区、大明宫遗址公园、浐灞生态区及曲江池构建 4 处特色骑行廊道,分别为顺城巷、大明宫遗址公园内部道路、浐河西路、浐河东路及环曲江池遗址公园。其中顺城巷路侧多为商业用地以及旅游景点,外侧为明城墙,沿线充满历史气息,适宜自行车骑行;大明宫遗址公园是著名的景点,风景秀丽,有较完备的公园绿道系统;浐河东、西路沿线为浐河水系,景色宜人,适宜自行车旅游观光及休闲健身;曲江池遗址公园骑行一周距离较短,适宜日常休闲骑行。最终优化形成的西安市自行车绿道系统廊道构建如图 4 所示,该绿道系统主要服务于西安市历史城区中各特色景点间的出行,兼顾了居民日常的非机动车出行需求。

本研究建立的西安市绿道系统在历史风景文化区周边以内部道路或占用服务道路为主,部分景区间的衔接道路需“借用”市政道路。自行车绿道在设置时应考虑自行车骑行等慢行交通的特点设计道路断面。在景区等条件允许的场所下,宜设置如图 5(a)所示的自行车专用道路;在借用市政道路时,条件允许时优先设置如图 5(b)所示的机非分隔的自行车绿道断面;在机非仅能标线分隔时,自行车绿道应采用明显区分于机动车道的彩色沥青路面,道路以如图 5(c)所示主要通行非机动车的支路为主,在必须选取交通性干道且道路空间允许时,宜在干道旁新建慢行绿道,如图 5(d)所示。绿道的设计应优先保证非机动车和行人与机动车的分离,尽量减少其对通勤出行的影响。

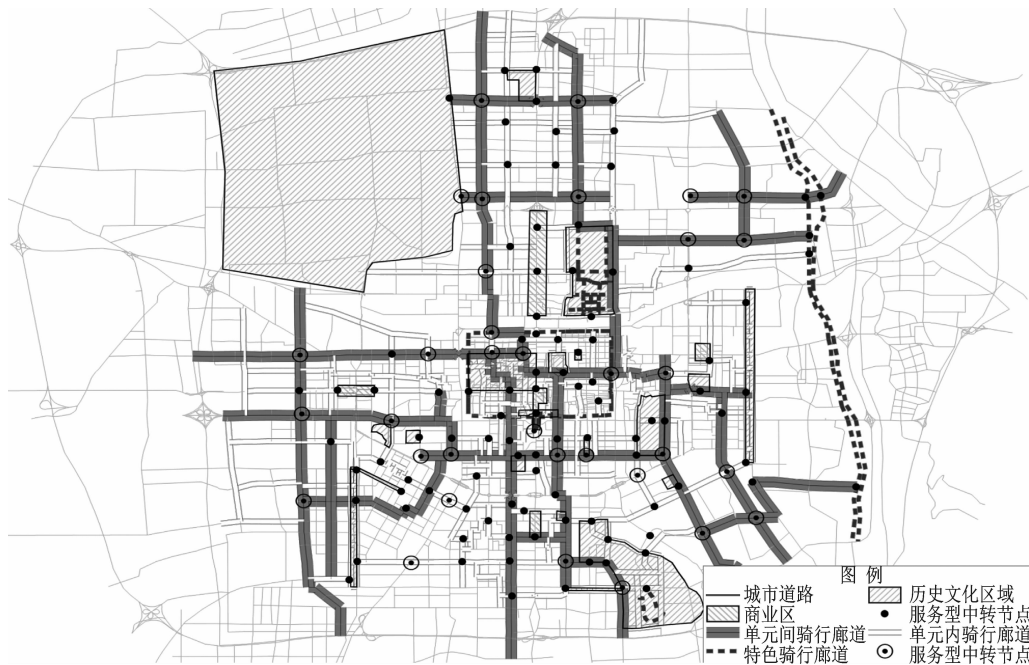


图4 西安市历史城区自行车绿道系统的整体结构



(a) 景区内自行车专用道路示意图 (b) 机非分隔的自行车绿道示意图



(c) 机非标线分隔的自行车绿道示意图 (d) 侧位骑行专用道路的设置

图5 典型自行车绿道断面示意图

四、结语

本研究在分析历史城区出行特性的基础上,从单元、廊道及节点3层构建自行车绿道系统,在地理信息系统上建立了基于赋权系数的自行车绿道系统规划方法:应用自组织映射图模型划分骑行单元,将廊道划分问题转化为各起讫点之间最短路径问题,将游览路径规划问题转化为旅行推销员问题,应用算法在地理信息系统中进行了实现,重新

优化了已有道路对自行车的路阻函数,初步讨论了各系数的确定方法。通过对西安市自行车绿道系统的规划与设计,证明研究方法能建立适用于历史城区出行特性的自行车绿道系统。

在进一步研究中,需详细讨论历史城区自行车绿道系统相关服务设施的设置、设计问题及与景观匹配的问题。本研究仅对路阻函数中若干系数取值进行了初步讨论,在未来需对上述参数进行进一步标定,以更好的指导工程实践。

参考文献:

[1] 邓巍,何依,胡海艳,等.新时期历史城区整体性保护的探索——以宁波为例[J].城市规划学刊,2016(4):87-93.

[2] 林源,孟玉.《华盛顿宪章》的终结与新生——《关于历史城市、城镇和城区的维护与管理的瓦莱塔原则》解读[J].城市规划,2016,40(3):46-50.

[3] 金云峰,周煦.城市层面绿道系统规划模式探讨[J].现代城市研究,2011(3):33-37.

[4] 叶茂,于森,过秀成,等.历史城区居民出行活动模式选择影响因素分析[J].东南大学学报(自然科学版),2014,44(1):211-215.

- [5] 邓一凌, 过秀成, 严亚丹, 等. 历史城区微循环路网分层规划方法研究[J]. 城市规划学刊, 2012(3): 70-75.
- [6] Wang D, Feng T, Liang C. Research on bicycle conversion factors[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2008,42(8): 1129-1139.
- [7] Little C E. Greenways for America[M]. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1995.
- [8] 谢鹏飞. 生态城市从理念到现实: 来自田园城市运动的启示[J]. 现代城市研究, 2011(6): 25-28.
- [9] Teng M, Wu C, Zhou Z, et al. Multipurpose greenway planning for changing cities: a framework integrating priorities and a least-cost path model[J]. Landscape and Urban Planning, 2011, 103(1): 1-14.
- [10] 中华人民共和国建设部. 绿道规划设计导则[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.
- [11] 周年兴, 俞孔坚, 黄震方. 绿道及其研究进展[J]. 生态学报, 2006, 26(9): 3108-3116.
- [12] 余青, 吴必虎, 刘志敏, 等. 风景道研究与规划实践综述[J]. 地理研究, 2007, 26(6): 1274-1284.
- [13] Tan K W. A greenway network for Singapore[J]. Landscape and Urban Planning, 2006, 76 (1/2/3/4): 45-66.
- [14] 许慧. 绿道在城市文化传承与创新中的作用[J]. 美术观察, 2016(7): 96-97.
- [15] 李岩, 胡文斌, 张兴雨, 等. 逆行非机动车骑行者的安全生理学特性[J]. 中国安全科学学报, 2017, 27 (9): 54-59
- [16] Erickson D L. The relationship of historic city form and contemporary greenway implementation: a comparison of Milwaukee, Wisconsin (USA) and Ottawa, Ontario (Canada) [J]. Landscape and Urban Planning, 2004, 68(2/3): 199-221.
- [17] Deng Y, Chen Y, Zhang Y, et al. Fuzzy Dijkstra algorithm for shortest path problem under uncertain environment[J]. Applied Soft Computing, 2012, 12(3): 1231-1237.
- [18] 周康, 强小利, 同小军, 等. 求解 TSP 算法[J]. 计算机工程与应用, 2007 (29): 43-47.
- [19] Chen B Y, Lam W H K, Sumalee A, et al. Reliable shortest path finding in stochastic networks with spatial correlated link travel times[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2011, 26 (2): 365-386.
- [20] Li Yan, Zhou Wenhui, Nan Sirui, et al. Re-design of the cross section of a bicycle lane considering electric bicycles[J]. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Transport, 2017, 170(5): 255-266.
- [21] 王树声. 弘扬东方古都壮美秩序探寻西安现代都市格局——大西安时代都市人居环境空间秩序的初步研究[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2011, 43(6): 761-767.
- [22] Lin K, Li C, Fortino G, et al. Vehicle route selection based on game evolution in social internet of vehicles [J]. IEEE Internet of Things Journal. 2018, 5 (4): 2423-2430.