

步行和自行车交通系统层次化网络构建方法 ——以海南省三亚市为例

钮志强, 杜恒, 李晗

(中国城市规划设计研究院, 北京 100037)

摘要: 针对步行和自行车交通网络规划缺乏系统方法的情况, 以《城市步行和自行车交通系统规划设计导则》编制研究为基础, 从使用者意愿角度出发, 提出以步行和自行车交通分区、步行和自行车道路分级为核心的层次化网络构建方法。采用定性与定量相结合的方法划定分区, 以契合政策导向和设施供给的双重属性; 根据步行和自行车出行特点差异, 提出契合城市空间结构和用地布局的差异化布局模式; 给出步行和自行车道密度、宽度指标, 以及在空间、环境、衔接层面的设计指引。强调在相关规划中落实控制指标, 以保障步行和自行车交通系统层次化网络的构建。

关键词: 步行和自行车交通; 层次化网络; 分区; 分级; 步行道; 自行车道; 控制指标

Developing a Hierarchical System for Pedestrian and Bicycle Transportation: An Example in Sanya, Hainan

Niu Zhiqiang, Du Heng, Li Han

(China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100037, China)

Abstract: Concerning the lack of a systematic approach for pedestrian and bicycle transportation planning in China, this paper proposes a hierarchical system planning method based on the development of *Guideline for Urban Pedestrian and Bicycle Transportation System Planning*, which considers users' need and requirement. This method focuses on transportation zoning and roadway classification for pedestrian and bicycle transportation system. The zoning is determined by both qualitative and quantitative analyses in order to meet demands of both policy guided development trend and facilities supply. Recognizing the difference of travel characteristics between walking and bicycling, the paper proposes a differential layout model, which coordinates with the urban spatial structure and land use development. The design features, such as density and width of pedestrian walkway/bicycle lane, and guideline on design elements' context sensitive connection with local environment are presented. Finally, the paper stresses the control criteria implementation in the planning, which ensures the development of a hierarchical transportation system for pedestrian and bicycle.

Keywords: pedestrian and bicycle transportation; hierarchical network; zoning; classification; walkway; bicycle lane; control criteria

收稿日期: 2015-07-12

作者简介: 钮志强(1986—), 男, 山东临朐人, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 交通规划与设计。

E-mail: nzq8633_co@163.com

0 引言

近几年, 随着城镇化进程加快和经济社会发展水平提高, 绿色、低碳、健康、融入自然的生活理念逐渐深入人心, 社会公众对包括步行和自行车在内的非机动车方式更加重视和青睐, 构建环境优良、安全便捷的步行和自行车交通系统成为广大人民群众迫切诉求。

从国家层面来看, 步行和自行车交通系统得到了空前的关注和重视。从2009年开始, 先后有大批百余城市参与了住房城乡建设部步行和自行车交通系统示范项目的创建工作, 起到了良好的示范效应。2013年12月, 《城市步行和自行车交通系统规划设计导则》^[1](以下简称《导则》)由住房城乡建设部正式发布, 以指导各城市发展步行和自行车交通。《导则》明确提出了网络、空

间、环境、衔接一体化的步行和自行车交通系统规划设计理念，为各地构建良好的步行和自行车交通系统提供了指导和依据^[1]。

步行和自行车交通系统网络包括各类步行和自行车道路及其附属过街设施、停车设施，是步行和自行车交通系统的基础，是进行步行和骑行活动、休闲游憩、串接公共空间的主要载体，也是承担城市交通运行、开展公共活动的重要基础设施保障。

1 层次化步行和自行车交通系统网络构建要点

考虑出行者的意愿和诉求，良好的步行和自行车交通系统网络，一方面，需要有充足的覆盖面，以确保出行者可以方便地到达大多数地区，考虑到城市核心区出行需求大，应提供比一般地区更加密集、更加宽敞的步行和自行车活动空间；另一方面，步行和自行车道路应有可靠的通行条件，具备安全、连续、便捷和舒适的基本特征，而且除上班、上学等通勤性通道之外，还应在滨海、滨河、绿地等环境宜人的地区设置游憩散步或健身骑行的专用通道，以提升居民生活品质。

因此，步行和自行车交通系统网络构建的要点包括两个层面：1)分区，即契合城市空间结构和用地功能划定分区，规定不同分区的网络密度和在综合交通系统中的优先级，重点在于保障核心建成区的路网肌理和通道覆盖，高标准要求外围新区的步行和自行车交通基础设施规划建设；2)分级，即适应公众使用需求的分级步行和自行车道路体系，包括依托资源禀赋、山水环境等城市特色构建的休憩廊道系统，以及匹配城市功能分区和用地特征，服务日常通行的非机动车

道和人行道系统。

综上，应构建适应多种需求的层次化网络，具体实现途径为划定步行和自行车交通分区，给出步行和自行车道路分级，提出差异化的规划设计要求。《导则》对步行和自行车交通系统网络的分区分级类型、功能布局要求和控制指标给出了一般性规定。在此基础上，本文重点对如何划定步行和自行车交通分区、确定道路分级开展研究，并以三亚市为例进行具体说明。

2 定性与定量相结合的步行和自行车交通分区方法

2.1 步行和自行车交通分区类型

分区的主要目的，在政策上是体现城市不同片区之间的步行和自行车交通特征差异，确定相应的发展策略，为政策制定提供依据；在设施上是控制整体网络布局，提出差异化的步行和自行车道路规划设计要求。

根据《导则》要求和其他地区经验，一般分区类型包括：1)步行和自行车交通一类区，为步行和自行车交通方式优先地区，步行和自行车道路密度高，步行和自行车交通设施完善，注重安全性和舒适性，主要分布在城市中心区、重大公共设施、主要交通枢纽及滨海、滨水、公园、广场周边等区域；2)步行和自行车交通二类区，为兼顾步行和自行车交通以及其他交通方式的分区，步行和自行车道路密度较高，具有较好的步行和自行车交通设施，具有较好的安全性和舒适性，主要分布在城市副中心、中等规模公共设施、一般性功能区域等；3)步行和自行车交通三类区，对步行和自行车交通方式予以基本保障的区域，步行和自行车交通系统环境一般，具备一定的安全性和舒适性，主要分布在除以上两类区的其他区域。由三类区到一类区，步行和自行车交通优先级越来越高(见表1)。

2.2 划分方法

步行和自行车交通作为城市综合交通系统的重要组成部分，在居民出行中占主导地位，因此步行和自行车交通分区要考虑不同区域出行需求总量和特征差异，以服务日常通勤的步行和自行车出行需求。从城市建设和管理角度来看，有限的资源应投放到最

表1 步行和自行车交通分区类型

Tab.1 Types of pedestrian and bicycle transportation zoning

分区	定位	要求	布局
一类区	优先考虑	舒适度和安全性优良	城市中心区、重大公共设施、主要交通枢纽以及滨海、滨水、公园、广场周边等区域
二类区	兼顾其他方式	舒适度和安全性较好	城市副中心、中等规模公共设施、一般性功能区域等
三类区	基本保障	舒适度和安全性满足基本要求	其他

资料来源：文献[1]。

具发展活力和前景的区域，因此不同分区的基础设施供给和服务水平应有差异，分区划定还带有一定的公共政策属性。步行和自行车交通分区兼顾政策导向与设施供给标准的特点，分区划定应采用定性与定量相结合的方法以满足双重属性要求(见图1)。

定量方法以居民出行调查为基础，计算不同小区步行和自行车出行密度，根据强度高低划分定量分区；定性方法考虑商业区、居住区、大型公建和交通枢纽布局，以中心划定步行和自行车交通影响区，根据步行和自行车交通影响区重叠覆盖的范围确定分区。最后，综合定性与定量结果，划定城市步行和自行车交通分区。

1) 基于居民出行调查的定量划分。

以居民出行调查中的交通小区划分为依据，划分步行和自行车出行单元格，提取出行OD中的步行和自行车交通方式计算各单元格出行强度(见图2)，按合适比例将出行强度分为三档对应三类分区。不同城市居民出行特征、习惯和方式不同，截取比例应有所差异。而后，按照确定的出行强度分区标准将步行和自行车单元格集计为不同分区，形成定量划分结果。

2) 基于用地功能布局的定性划分。

不同用地类型对步行和自行车交通的友好程度不同，商业、居住、大型公建、交通枢纽等地区人员活动密集、步行和自行车设施使用频率较高，围绕该类型单元格形成若干步行和自行车交通影响区^[3]，通过给定不同用地类型步行和自行车交通的影响区范围，确定服务范围的分布(见图3)。先经加权叠加获得步行和自行车交通系统公共设施服务强度的分布，而后依据强度的分档区间，形成定性划分结果。

综合以上两种方法，考虑城市行政区划和天然隔离等其他因素，统筹优化确定最终

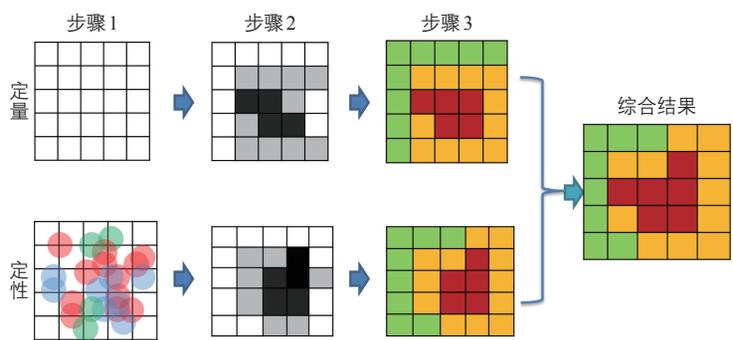


图1 定性定量相结合的分区分方法

Fig.1 Zoning method with qualitative with quantitative analysis

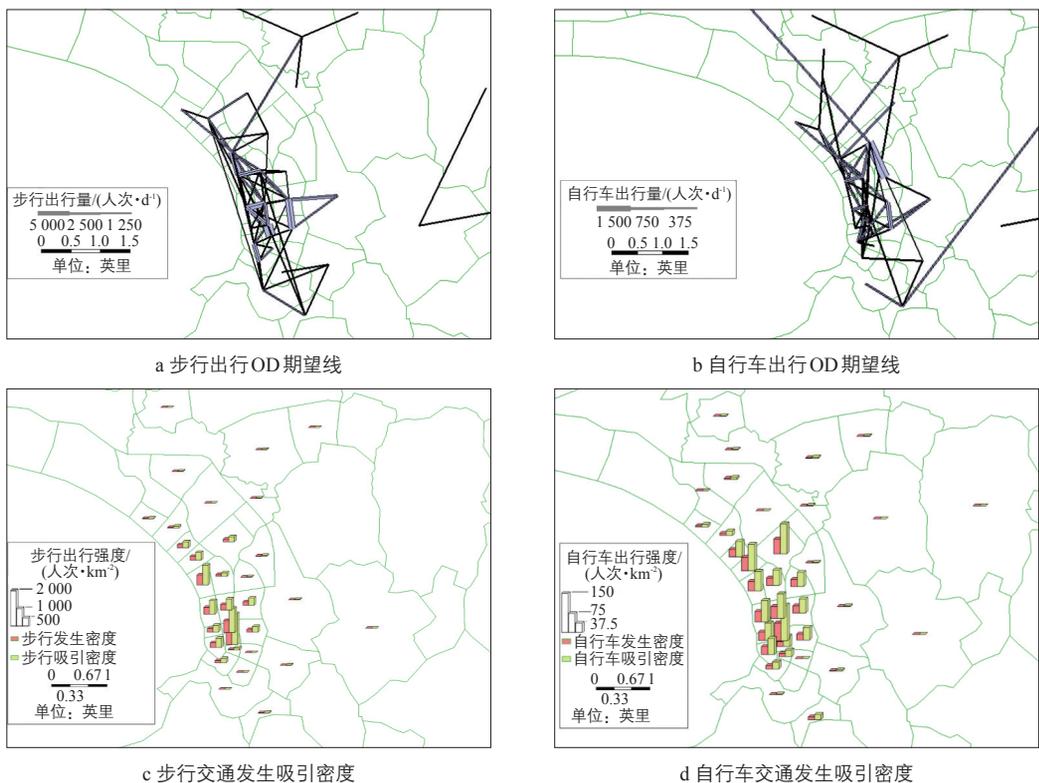


图2 三亚市步行和自行车交通单元出行强度分布

Fig.2 Distribution of travel intensity by walking and bicycle in Sanya

资料来源：文献[4]。

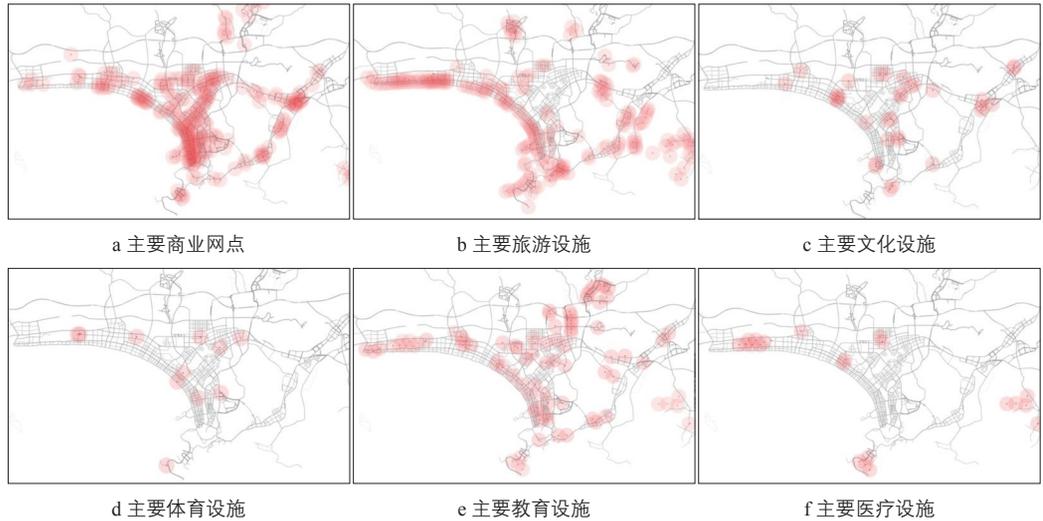


图3 三亚市不同公共服务设施步行和自行车交通影响区范围

Fig.3 Impact areas of pedestrian and bicycle transportation for different public service facilities in Sanya

资料来源：文献[4]。



图4 三亚市步行和自行车交通分区

Fig.4 Pedestrian and bicycle transportation zones in Sanya

资料来源：文献[4]。

表2 步行道网络密度和间距

Tab.2 Network density and spacing of walkway

分区	步行道路密度/(km·km ²)	步行道平均间距/m
一类区	14~20	100~150
二类区	10~14	150~200
三类区	6~10	200~350

资料来源：文献[4]。

表3 自行车道网络密度和间距

Tab.3 Network density and spacing of bicycle path

分区	自行车道路密度/(km·km ²)	自行车道平均间距/m
一类区	12~18	110~170
二类区	8~12	170~250
三类区	5~8	250~400

资料来源：文献[4]。

分级方案(见图4)。

2.3 不同分区控制指标

不同优先级的分区对步行和自行车交通系统的重视程度、步行和自行车交通设施的布局要求应有差异，以合理配置资源，构建层次清晰、配给适当的步行和自行车交通体系。通过给出不同分区的控制性指标(步行道和自行车道间距、密度等)，为不同分区的规划建设提供指引和控制。

步行交通控制指标主要包括步行道路密度和步行道平均间距，以合理控制步行网络疏密，提升步行可达性和舒适度(见表2)。

自行车交通控制指标主要包括自行车道路密度和自行车道平均间距，以合理控制自行车交通网络疏密，为自行车出行提供与需求相匹配的基础设施条件(见表3)。

在步行和自行车交通优先级较高的分区，通过构建高密度和窄间距的步行和自行车交通系统网络来达到提升优先级、引导和鼓励选用步行和自行车交通方式的目的。

3 适应多样化需求的步行和自行车道路分级

除传统的作为日常出行方式之外，随着人们生活水平的提高，步行和自行车交通越来越多地成为休闲游憩、健身、社会交往的重要手段，步行和自行车交通方式的社会功能开始凸显。在考虑多样化需求对道路分级、网络布局、使用特征和依托载体等方面

不同要求的基础上，步行和自行车道路分为两类：空间上独立于市政道路的步行和自行车专用路、沿市政道路两侧布局的步行和自行车道。

3.1 依托城市特质、自然和人文景观的步行和自行车专用路

步行和自行车专用路包括公园、广场、景区内的通道，滨海、滨河、环山的绿道，通过管理手段、铺装差异等措施禁止或分时段禁止除步行和自行车以外的交通方式通行的各类通道，如商业步行街、历史文化步行街区等，以及横断面较窄不具备机动车通行条件的胡同、街坊路、小区路等。专用路应通过良好的铺装、严格的机动车禁行措施、宜人的环境吸引公众使用，线型相对自由，与城市公共空间和绿地空间、滨水空间密切衔接，形成串联主要公共空间节点的纽带(见图5)。



图5 三亚市部分步行和自行车专用路建设指引及实景
Fig.5 Demonstration of pedestrian path and dedicated bicycle lanes construction in Sanya
资料来源：文献[4]。

3.2 契合空间结构和用地功能的步行和自行车道

步行和自行车交通存在不同的出行特点和距离适用性，在步行和自行车交通系统网络中发挥着不同的作用，与城市空间结构和用地布局的契合诉求也存在差异。步行出行距离短，流量大、需求多的区域主要分布在城市核心区和居住、商业密集地区，出行范围主要集中在组团内部，因此高等级步行道主要考虑与用地功能的契合。相比步行方式，自行车出行距离较长，对一般城市来说有跨组团联系的需求，流量大、使用频度高的通道主要集中在连接城市相邻功能区和组团之间，因此高等级自行车道应考虑与组团空间结构的契合。

3.2.1 步行道分级及布局模式

根据步行交通特点和出行距离，结合城市空间结构和用地布局，骨干步行道布局呈团簇状形态(见图6和图7)。

1) 一级步行道。

以满足组团内短距离的通勤联络功能为主，人流量大，步行活动以联络通勤为主，是步行网络的重要组成部分，主要分布在城市中心区、重要公共设施周边、主要交通枢纽等地区周边的生活性主干路，人流量较大的次干路以及部分横断面条件较好、人流活动密集的支路。

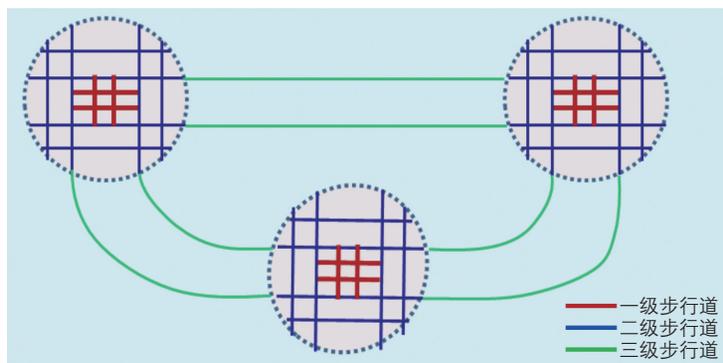


图6 骨干步行道团簇状布局模式
Fig.6 Cluster layout of arterial walkways

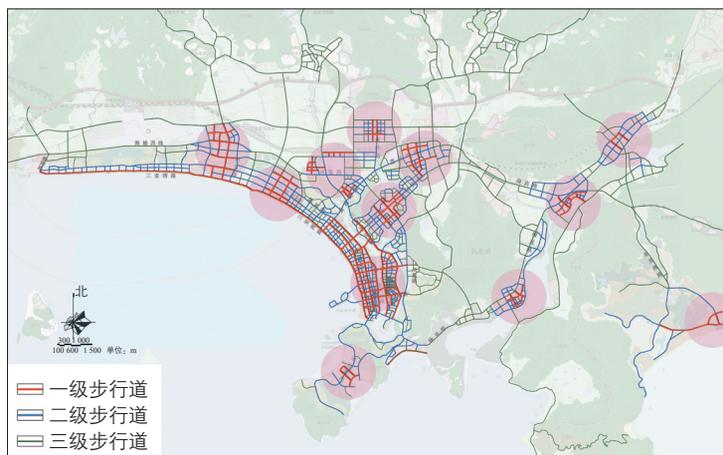


图7 三亚市步行道分级方案
Fig.7 Walkway classification plan in Sanya
资料来源：文献[4]。

2) 二级步行道。

以服务两侧建筑为主，人流量较大，步行活动以休闲、娱乐、购物为主，是步行网络的主要组成部分，主要分布在城市副中心、中等规模公共设施周边、城市一般功能区等地区周边的次干路以及支路。

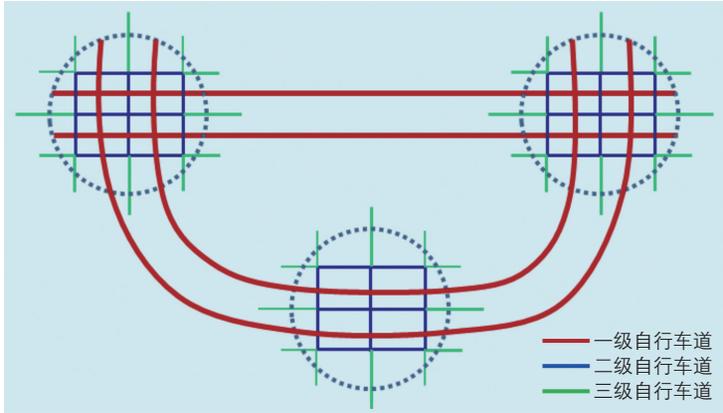


图8 骨干自行车道串珠状布局模式

Fig.8 Bead chain-type layout of arterial bicycle lanes

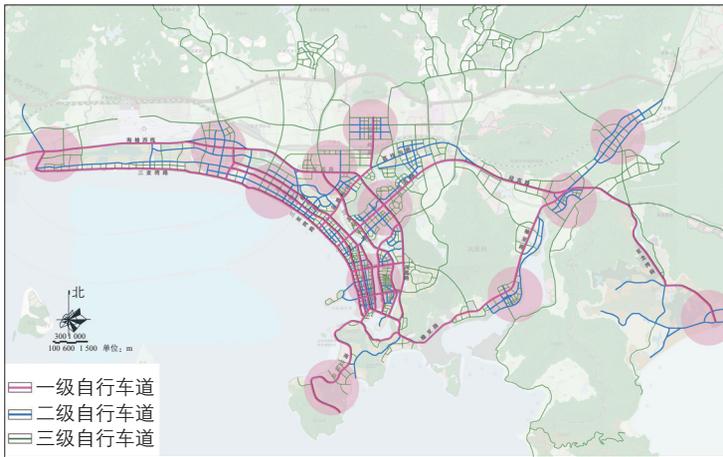


图9 三亚市自行车道分级方案

Fig.9 Bicycle lanes classification plan in Sanya

资料来源：文献[4]。

表4 步行道和自行车道宽度及隔离方式建议

Tab.4 Proposed walkway and bicycle lane width and divider types

等级	步行道指标		自行车道指标	
	路侧带 ¹⁾ 宽度/m	隔离要求	横断面宽度/m	与机动车道隔离形式
一级	4.5~8.0	步行道应与相邻的机动车道或自行车道进行物理隔离，可采取绿化带隔离、设施带隔离、高差隔离等类型；应避免步行道与自行车道共板设置，以保障行人安全	3.5~6.0	应采用物理隔离
二级	3.0~6.0		3.0~5.0	应采用物理隔离
三级	2.5~4.0		2.5~3.5	主干路、次干路应采用物理隔离，支路宜采用非连续物理隔离

1) 路侧带指城市道路行车道两侧的人行道、绿带、公用设施带的统称，表中宽度为包含上述设施的总宽度，具体各细部设计指标参见文献[1]。
资料来源：文献[1]。

3) 三级步行道。

流量相对较小，以步行直接通过为主，人流量较小，步行活动多为简单穿越，与两侧建筑联系不大，是步行网络的延伸和补充。从空间上联系各组团，起到基本的联系和贯通作用，主要分布在两侧开发强度不高的以交通性为主的主干路两侧，以及城市外围地区、工业区等人流活动较少地区周边的各类道路。

3.2.2 自行车道分级及布局模式

根据自行车交通特点和出行距离，结合城市空间结构和用地布局，骨干自行车道布局呈串珠状形态(见图8和图9)。

1) 一级自行车道。

串接各功能组团，形成自行车网络主骨架，服务长距离跨组团联系，主要分布在城市相邻功能组团之间和组团内部通行条件较好、市民通勤联络的主要通道上，以生活性主干路和自行车流量较大的次干路为主。

2) 二级自行车道。

布局在各功能组团内部，以服务两侧用地建筑为主，自行车流量较大，以周边地块的到发集散为主，是自行车网络的重要组成部分，主要分布在城市主副中心区、各类公共设施周边、交通枢纽、大中型居住区、市民活动聚集区等地区周边的次干路以及支路。

3) 三级自行车道。

以通过性的自行车交通为主，自行车流量较小，与两侧建筑联系不大，是自行车网络的延伸和补充，主要分布在两侧开发强度不高的以交通性为主的主干路两侧，以及城市外围地区、工业区等人流活动较少地区周

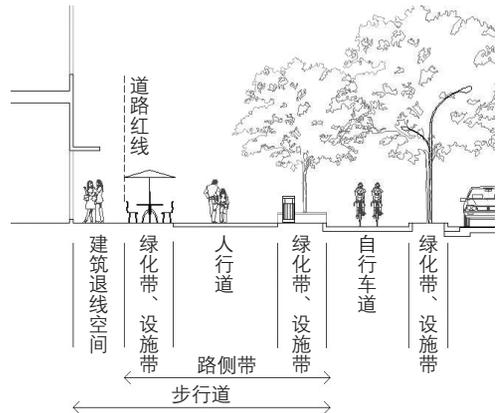


图10 步行和自行车道横断面示意

Fig.10 Cross-section of sidewalk and bicycle lane

资料来源：文献[1]。

边的各类道路。

3.3 分级控制指标及设计指引

1) 控制指标。

步行和自行车专用路的宽度应根据流量、所处位置、承担功能、两侧用地性质等综合确定。一般情况下，自行车专用路单向通行不宜小于3.5 m，双向通行不宜小于4.5 m，应与机动车道严格物理隔离，并采取有效的管理措施禁止机动车进入和停放(见图10)。不同等级的步行道和自行车道宽度及隔离方式见表4。

2) 设计指引。

分层次网络构建是步行和自行车交通系统的基础，通过网络密度和宽度的规定为城市步行和自行车交通活动提供最基本的保障。以此为基础，从空间和环境设计层面出发对步行道和自行车道给出设计指引，在细节和微观上提供足够的空间保障、打造良好的步行和自行车交通环境，并做好与其他交通方式的衔接，为进一步的详细设计工作提供依据，以提升步行和自行车交通系统吸引力和服务水平。

在空间层面，步行道和自行车道宽度控制应结合城市道路横断面设计统筹考虑，主要考虑步行道和自行车道等级以及所在步行和自行车交通分区，一类区各级步行道和自行车道横断面宽度宜取上限值，二类区宜取中间值，三类区宜取下限值。一般情况下，步行道和自行车道等级越高，给予行人和骑行者的通行宽度就越宽，通行能力越高，可容纳的流量越大，步行和骑行等其他衍生活动越活跃。自行车道等级越高，隔离形式越严格，越能保障自行车通行空间的畅通、安全，减少与机动车和其他交通方式的相互干扰。

在环境层面，应打造优越的步行和自行车出行环境。步行道和自行车道等级越高，在路面铺装、街道家具、绿化景观、照明、指示标志等方面越应给予优先级较高的设施和服务保障，并与片区整体用地、街区风貌相协调，构建安全、便捷、舒适、怡人的步行和自行车出行总体环境氛围。

在衔接层面，应加强与公共交通的衔接，优化公共交通车站与周边步行设施的关系，强化无障碍设施、一体化衔接。在步行道和自行车道等级较高、活动密集的片区或路段，开展交通稳静化设计，减少机动车数量、降低机动车速度，通过各种措施保证步行和自行车交通优先级。

4 结语

步行和自行车交通系统网络的构建是各城市发展步行和自行车交通、绿色交通的第一步，通过合理划定步行和自行车交通分区、明确分级步行和自行车道路布局，为步行和自行车活动提供平台和载体。在编制完成步行和自行车交通专项规划、完成步行和自行车交通系统网络构建的基础上，只有将步行和自行车交通分区、网络分级、控制指标和设计指引等核心内容纳入城市规划编制和管理体系中，才能从制度层面保障步行和自行车交通系统网络的落实。特别是作为步行和自行车交通的核心载体，步行道和自行车道密度和宽度是影响网络构建、环境提升和衔接组织的关键要素，也是交通层面的硬性控制指标，应在城市综合交通体系规划和控制性详细规划有关道路布局和横断面设计内容中予以提前控制，从源头上保障步行和自行车交通系统网络的良好构建。

参考文献：

References:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市步行和自行车交通系统规划设计导则[R]. 北京: 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2014.
- [2] 戴继锋, 赵杰, 周乐, 杜恒. “网络、空间、环境、衔接”一体化的步行和自行车交通:《城市步行和自行车交通系统规划设计导则》规划方法解读[J]. 城市交通, 2014, 12(4): 4-10.
Dai Jifeng, Zhao Jie, Zhou Le, Du Heng. A Pedestrian and Bicycle Transportation System Featured with “Network, Environment, Space and Connection” Integration: Discussion on the Planning Methodologies in the Guideline for Urban Pedestrian and Bicycle Transportation System Planning and Design [J]. Urban Transport of China, 2014, 12(4): 4-10.
- [3] 吴娇蓉, 华陈睿, 王达琳. 公共设施布置与慢行出行行为的关系[J]. 城市规划, 2014, 38(7): 57-60.
Wu Jiaorong, Hua Chenrui, Wang Dalin. Relationship Between Public Facility and Slow Traffic Travel Behavior[J]. City Planning Review, 2014, 38(7): 57-60.
- [4] 中国城市规划设计研究院. 三亚市慢行交通专项规划[R]. 北京: 中国城市规划设计研究院, 2014.