

# 国外自行车友好设施规划设计的研究与实践

## International Research and Practice in Planning and Design of Cycling-friendly Infrastructure

何卓书 HE Zhuoshu

**摘要** 面对自行车交通在公共健康和环保方面优势较大和分担率较低的现状,全球许多城市都在开展自行车复兴工作。自行车友好设施是自行车出行最重要的影响因素之一。国外研究与规划实践对我国存量规划时代和街区制指导下的相关规划有重要参考意义。针对国外自行车设施对出行行为影响研究的方法、主要结论和有待进一步研究的方面进行综述,梳理总结自行车友好设施的类型及其体现的精细化分配空间的街道设计趋势,分析欧美代表性城市相关规划(包括自行车总体规划 and “完整街道”改造)的特点,指出“回归慢行和日常”是自行车交通及设施规划的主题。基于国际经验总结,讨论我国未来自行车友好设施规划设计的一些关键问题。

**Abstract** With the sustainability and health benefits of cycling as a transport mode and the low cycling rate in most cities, promoting cycling has been recognized by researchers and cities worldwide. Cycling-friendly infrastructure has been found as a major factor affecting cycling behaviors. China's current planning policies are emphasizing regenerative approaches and small-block urban form. Thus, international research and practice on cycling infrastructure are meaningful for China's transport planning and street design. In this article, I firstly conduct a literature review on the impacts of cycling infrastructures on cycling behaviors, including their results, approaches and research gaps. Secondly, I summarize the treatments of cycling-friendly infrastructures, and how they reflect the street design trends. Following is an analysis of some typical bicycle master plans and complete street projects in Europe and North America. It is pointed out that 'back to active and daily transport' is the common objective in cycling transport development and infrastructural planning. The article concludes with a discussion on take-home values and important issues of cycling-infrastructure planning in China.

**关键词** 自行车;街道设施;自行车出行行为;自行车总体规划;完整街道

**Key words** bicycle; street infrastructure; cycling behavior; bicycle master plan; complete street

文章编号 1673-8985 (2020) 04-0113-07 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20200418

### 作者简介

何卓书

新加坡国立大学建筑系  
博士研究生

## 0 引言

相较于依赖私人小汽车,通常认为公交+主动式交通(包括步行、自行车等)的出行方式更健康、更有可持续性。许多学者的研究表明,提高自行车分担率有助于增加居民体力活动,进而降低肥胖和心血管疾病水平(这两者是很多发达国家的主要健康威胁)<sup>[1]</sup>。同样有大量证据表明,当公交+主动式交通替代私人小汽车时,拥堵、空气污染和能源消耗会大大降低。

然而,世界上多数大中城市的自行车分担率都非常低。虽然气候和文化背景对出行方式选择有一定作用,但城市的措施还是决定性的:如欧洲主要国家的自行车分担率基本为2%—5%,但丹麦和荷兰却超过20%<sup>[2]</sup>;加拿大虽然整体比美国寒冷,但因其城市道路密度更高、用地更混合、自行车设施更多,自行车分担率是美国的3倍<sup>[3][265]</sup>。这也促使发达国家先后出台政策、编制规划、开展研究,以期提高自行车出行的安全性、友好性,为居民打消疑虑、

培养兴趣,从而提升自行车分担率。

提高自行车交通地位的措施可以总结为硬性和软性两大类。硬性措施是改变建成环境,包括城市设计,以及自行车设施的数量和质量;软性措施是改善社会环境,包括政策手段、经济手段等。具体措施包括交通规划的公众参与,组织公众教育和骑行活动,利用油价、停车费等经济手段限制私人小汽车使用,以及补贴自行车装备购置等。其中,街道设施起到决定性的作用。步行与自行车空间需求不尽相同,相较于步行,骑行对街道设施的依赖更大,而对城市设计要素的依赖相对较低<sup>[4]</sup>。因此,有必要对自行车的建成环境需求进行研究,并整合到城市规划与设计之中。

我国作为自行车大国,近年来很多城市开始编制自行车规划以完善配套设施。当下我国城市规划重心正在向存量规划转移,开始强调动态更新、交通改善、基础设施提升、空间资源再分配等。《城市居住区规划设计标准(2018)》提倡生活圈+居住街坊的空间组织模式。国外许多城市已经进行长期的城市更新和街道改造,这种具有小街区、密路网的街道格局的经验教训对我国城市的可参考性将显著增强。《城市步行和自行车交通系统规划设计导则(2013)》在理念上与绿色交通优先的国际共识一致,但在编制时主要回应突出问题 and 迫切需求,对技术细节不求全面<sup>[5]</sup>。未来自行车设施的规划设计需要更全面、系统的指引。因此,系统梳理自行车友好设施的类型,以及发达国家的相关研究和实践具有重要的参考意义。

## 1 国外自行车友好设施对自行车出行行为的影响研究

### 1.1 自行车出行行为研究领域概况

自行车出行行为一般在聚合(宏观)和个体(微观)两个层面上进行描述。宏观层面包括城市、统计区域等不同尺度的自行车分担率、事故率等指标;微观层面包括个体的出行方式选择、路径选择、出行目的和行为特征(如速度、装备、转弯手势等细节指标)。现有研究普遍将自行车出行目的分为运动休闲型和

效用型(即交通型)——前者将自行车作为运动休闲工具,而后者将其作为一种交通方式,如通勤、购物等。在荷兰、丹麦、德国等自行车发展较好的国家,绝大部分自行车出行是交通型出行<sup>[6][121]</sup>。学者们也认为交通型出行对城市有更多的正面效益,但现实情况是自行车出行常常混合着这两种目的,这也为量化研究带来一定困难<sup>[7][435]</sup>。

研究发现与自行车出行行为显著相关的因素包括建成环境、社会环境和骑行者个人特征3大类。建成环境指标包括街道连通性、用地强度、用地混合度等,这与步行类似。社会环境则对应前文所述的软性措施,其中汽油价格、中心区停车费与自行车分担率呈显著相关,而事故率对分担率<sup>[3][276]</sup>同样有着较大影响;但政策和社会活动的影响还没有足够的实证证据<sup>[6][122]</sup>。相对于步行,骑行者个人特征对出行的影响更显著<sup>[8][223, 9][253]</sup>。如性别、年龄、社会经济状况甚至亲友影响,都与自行车出行意愿和行为偏好显著相关<sup>[10]、[11][253]</sup>。这从侧面反映出安全顾虑是老年人、儿童甚至很多女性自行车出行的障碍。Dill<sup>[12][129]</sup>将居民对自行车的态度分成4种类型,大多数居民抱持“感兴趣,但担心不安全”的态度。

现有研究大部分采取定量实证研究的思路,技术重点是自行车出行行为数据的获取、描述和分析,其方法有以下几类。宏观层面一般使用统计区域的社会经济统计数据 and 交通调查数据来描述出行者的社会经济特征和出行特征。微观层面通常使用3种方式:当街观察、自我报告调查和仪器追踪<sup>[13][725]</sup>。当街观察可以使用观察员、计数器、感应器和视频监控,辅以当街问卷获取出行者社会经济特征。在自我报告调查中,学者们常用固定模式的问卷,如出行日记、国际体力活动问卷(IPAQ)等;或使用叙述性偏好调查,给出情景让被调查者进行路径选择。追踪仪器历经加速度计、便携GPS到手机APP的发展,越来越精确地追踪出行者的活动路径和强度。现有研究普遍使用地理信息系统处理并叠合建成环境(包括自行车友好设施)、社

会环境、出行者社会经济特征和出行行为数据,并使用相关性、多元回归、潜在类别等统计模型进行数据分析。

### 1.2 显著正面影响证据有较多积累,但很多设施类型还缺少研究

目前已有一定数量的研究涉及自行车友好设施对出行行为的影响,大部分发现了显著正面影响。具体包括:自行车友好设施的数量和邻近性与统计区域的自行车分担率呈正相关<sup>[8][223, 9][253, [14][1207, [15], [16][595, [17][66, [18-19]</sup>;骑行者愿意选择距离更长(多至20 min)但有设施的路线<sup>[20-21]</sup>。很多前后对比研究发现,街道改造后出行方式转变为自行车、事故率降低、安全习惯显著提高(如机动车接近交叉口减速、礼让自行车)等<sup>[11][255, [22][126, [23], [24][598, [25][99, [26][107, [27][93]</sup>。

但现有研究仅涉及小部分友好设施类型,大多数设施类型的效果还未被充分评估。许多研究将街道改造项目作为整体而不区分类型;在对特定设施种类的研究中,大多针对自行车道和铺装带,一些涉及前置停车区、过街铺装带等,较少涉及其他类型。

### 1.3 不同建成环境下影响的不确定性较多,且对规划指导性不足

较多研究发现自行车友好设施对自行车出行行为有混合或不确定的影响。如大多数骑行者表示有友好设施不影响出行方式选择<sup>[28]</sup>;自行车道的吸引力与车流量低的街道相当<sup>[29]</sup>;在交叉口,1条过街铺装带能够显著降低事故率,但2条或4条过街铺装带却会提升事故率<sup>[30][742]</sup>;友好街道设施反而让骑行者在交叉口疏于观察交通情况<sup>[25][102]</sup>;有学者得出彩色铺装比单纯划线更能显著提升骑行安全感<sup>[31][1039]</sup>的结论,但也有学者得出两者并无显著差异的结果<sup>[22][126]</sup>。

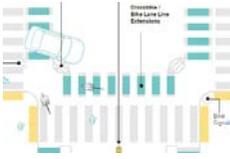
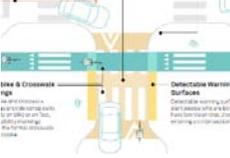
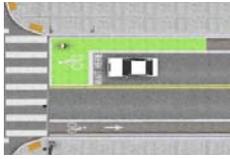
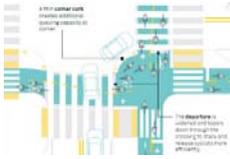
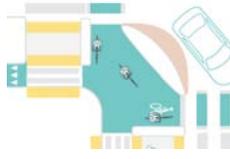
现有研究场地多位于美国,少量位于欧洲、加拿大和南美;大多位于中低密度城市地区。尤其缺少东亚城市及高密度、复杂建成环境和路网下的实证证据。比如日本在友好设施很少、自行车与其他方式高度混行的情况下,

表1 常见自行车友好设施类型:沿街条带状设施  
Tab.1 Travel-related infrastructure for bicycling: striped infrastructure

名称	说明	图示	典型研究及研究样本
自行车道 (bike lanes), 包括双向、单行道上的逆向自行车道	给予自行车专门的路权, 可使用划线、填色或不同材质铺装的形式, 适用于日车流量大于3000, 限速大于40 km/h的街道		纽约 <sup>[41]</sup> 207, 多伦多 <sup>[11]</sup> 248, 新奥尔良 <sup>[24]</sup> 598
缓冲带 (buffers)	增加自行车与机动车之间的距离并避免过宽的自行车道与车行道混淆		—
隔离的自行车道 (cycle track), 包括自行车道抬高	使用隔离桩、路缘石、植物等或整体抬高, 提高舒适性和安全性, 尤其对于老人、儿童更友好		明尼阿波利斯、圣保罗 <sup>[17]</sup> 66, 西雅图 <sup>[9]</sup> 245
外侧机动车停车带 (parking lane)	用机动车停车带保护自行车道并避免机动车停靠与自行车的冲突		—
地面混行车道标志 (shared lane marking)	当断面宽度不足以设置自行车道时使用地面标志提示自行车与机动车共用车道		—
混行林荫道 (bicycle boulevard)	低限速、低车流量、绿化良好的道路, 无独立自行车道, 但自行车优先, 相关标识齐全		波特兰 <sup>[16]</sup> 595
独立绿道 (off-street trail)	在道路红线之外的绿地或公园中的自行车专用或混行道, 侧重休闲目的		明尼阿波利斯 <sup>[39]</sup>

资料来源:笔者自绘, 图片来自参考文献[6]S108-S117, [34]33-55, [35]1-85, [36]9-30.

表2 常见自行车友好设施类型:交叉口设施  
Tab.2 Travel-related infrastructure for bicycling: infrastructure at intersections

名称	说明	图示	典型研究及研究样本
过街铺装带 (intersection crossing markings)	使用自行车地面标志、彩色铺装等形式, 降低骑行者紧张情绪并提供路径引导, 引起机动车驾驶员注意 (尤其是右转时)		哥本哈根 <sup>[30]</sup> 742
过街道抬高 (raised bicycle crossing)	适用于支路与干路交叉口的支路侧, 或道路中段过街横道, 降低机动车车速		隆德 <sup>[27]</sup> 13
过街安全岛 (median refuge island & pedestrian island)	在中央隔离带或停车带开辟出行人和自行车过街的暂停区, 以减小暴露距离		荷兰 <sup>[40]</sup>
前置等候区 (bike box)	后移机动车停止线设置自行车等候区, 提高自行车可见性并让自行车在绿灯先行, 也作为人行横道缓冲区, 防止机动车侵入人行道		奥斯丁 <sup>[31]</sup> 1039, 波特兰 <sup>[22]</sup> 126
二次过街等候区 (two-stage turn queue box)	置于自行车过街铺装带外侧或过街铺装带与人行横道之间, 鼓励自行车用二次过街代替左转, 但自行车完全暴露在交叉口内, 舒适感低		—
变道铺装带 (through bike lane)	在右转车道布置在自行车道右侧时, 用色彩提示交叉变道冲突		—
自行车道合并右转车道 (combine bike lane and turn lane)	在接近交叉口的街道宽度不足以满足右转车道加自行车道时, 设置两者共用车道, 用虚线大致分隔行车区		俄勒冈尤金 <sup>[41]</sup>
转角等候区 (cornered queue area)	当交叉口道路均为有保护自行车道时, 转角形成自行车等候区, 进一步增加骑行者安全感和舒适性		—
转角安全岛/路缘石/减速带 (corner island/curb/ bump)	置于转角等候区边缘引导机动车右转路径并降低机动车速至15 km/h以下, 保护等候区的自行车		—

资料来源:笔者自绘, 图片来自参考文献[6]S108-S117, [34]33-55, [35]1-85, [36]9-30.

依然多年成为全世界自行车分担率最高的地区之一<sup>[32]</sup>。在这些城市的社会和建成环境下,友好设施能起到什么作用,还需要大量的研究探索,并且复杂的环境和时空变化较大的道路状况也使研究的难度更高。

因此,学者们认为只有较少文献能提供指导规划的观点,不同设施的空间配合、布置友好设施的成本和收益等都需要更进一步的研究<sup>[33]</sup>。许多城市正在实施的街道改造规划,以及公共自行车、共享单车的流行带来的大量数据,都为该问题的研究提供了大量新的样本和可能性,当然也需要创新研究方法。

## 2 国外自行车友好设施常见类型梳理

### 2.1 自行车友好设施概况

本文中自行车友好设施的定义为:在街道路权之内,以服务自行车为主要目的的实体设施和设计要素。这些设施可以分为两大类:与骑行相关的设施(travel-related infrastructures)和出行起终点设施(end-of-trip facilities)<sup>[6]S107</sup>。前者也被称为自行车隔离设施(Separated Bicycle Facilities, SPFs),在路权内分隔自行车流和机动车流,从而保护自行车流<sup>[7]411</sup>,包括沿街的条带状设施和交叉口设施。根据美国国家城市交通行政官员联合会(NACTO)发布的4部针对城市街道设计、自行车设施和交叉口的导则<sup>[34]33-55, [35]1-85, [36]9-30, [37]</sup>,丹麦哥本哈根的相关导则<sup>[38]</sup>和学者们的综述<sup>[6]S108-S117</sup>,笔者总结了常见的自行车友好设施,如表1-表3所示。虽然相关研究表明,服务步行、公交的街道设施都对骑行有或多或少的正向作用,但本文主要关注直接针对自行车的街道设施。另外,虽然各类标识牌和信号灯不在本文着重探讨的范围内,但其也是重要的设施,对机动车和自行车的行为起到直接的规范作用。标识牌包括路径指引标识、安全性标识和限速标识等。

### 2.2 设计趋势:自行车的慢行定位和精细化的路权分配

综观各类设施,其体现的首要趋势是在

空间中确定自行车慢行地位,提高优先级,并促进法规和意识改变。自行车道与人行道在街道空间上更为接近,比如将自行车道设置在路边停车带内,而不再是路边停车带与机动车道之间,或将双向自行车道放在一起。交叉口设计,几年前常用前置等候区、二次过街等候区,近期改良为转角等候区<sup>[36]10</sup>;过街铺装带也逐渐与人行道并列,以增强机非隔离,减少自行车在机动车流中的暴露。在标识牌和信号灯设置上,提醒机动车礼让自行车(yield to bike)、后移机动车停止线位置(stop here)的标识牌和地面文字,以及自行车更多地与步行而非机动车共用相位,也体现了自行车的定位转变。

另一个明显趋势是通过路权重画更精细化地分配道路空间。很多国家的原有法规将自行车与机动车归为一类,并在机动车道混行。后来,自行车拥有了单独的车道空间,很多道路从双向4车道改为双向2车道与中央转向道(turning lane)。除了空间上,时间上的管理也更为精细化,为自行车留出单独相位,如信号灯自行车相位提前(leading bicycle interval)、各向自行车共用独立相位(bicycle all-cross phasing)等。

## 3 国外自行车友好设施规划设计的实践

欧美国家有两大类规划涉及自行车友好设施——自行车总体规划(Bicycle Master Plan)和“完整街道”(Complete Street)改造。从20世纪90年代至今,欧美大部分大中城市都完成了一轮或多轮自行车总体规划的编制,其编制主体多为城市交通部门。而城市、都会区的交通委员会和城市公益组织也会编制一些规划和报告以辅助政府决策,如纽约的Transportation Alternatives和丹麦的Cycling Embassy of Denmark等。笔者重点回顾了近几年发布的自行车总体规划和完整街道项目,并总结相较于我国同类型规划的突出特点。

### 3.1 以问题导向开展规划编制,并有详细的行动计划和反馈机制

自行车总体规划在详细调查分析的基础

上,以需求导向和问题导向进行规划编制,使规划针对重点问题区域和路段,而非简单地全覆盖。不论是分担率很高、侧重解决局部问题的欧洲城市,还是分担率很低、着重设施建设起步和骑行普及的北美城市都是如此。如哥本哈根《2011—2025自行车规划》提出通勤分担率从现状36%提高到50%的目标,在调查普遍反映问题的地点建设自行车捷径(Short cuts),如天桥、地下通道;增加连接滨水公共空间的自行车设施;根据需求增加自行车道宽度和物理隔离,甚至在一些街道中自行车道占据最主要空间;重视养护管理如清除积雪适应气候等<sup>[44]</sup>。荷兰阿姆斯特丹采取“精明且有针对性的投资”的总体策略,重点解决停车和局部自行车道宽度不足问题。同时,他们都对自行车网络进行分级,针对不同流量选择不同设施:主要自行车通廊使用强隔离、大宽度自行车道;次要自行车友好道路使用常规自行车道;一般的社区自行车网络允许混行但必须实行自行车优先的原则<sup>[45]</sup>。

这些规划都包含详细的实施计划和行动计划,具体到所有项目,区分先后次序,并注重规划的定期检讨和更新。在北美城市,芝加哥将街道改造项目平均分配到规划期内,且每阶段实施的项目尽可能实现区域平衡,既减少对交通的影响,又能在各区域中发现问题,每年及时调整规划<sup>[46]48</sup>。同样,波特兰自行车2030规划的实施计划将所有项目分为已建成、已筹资金和已设计3类。规划实施一年后,波特兰发布进度报告,对实施进度、资金使用、新的政策和计划调整进行阐述<sup>[47]</sup>。

### 3.2 利用“完整街道”层次对各系统的空间进行整合协调

完整街道是近年来兴起的一种街道改造运动,针对北美小汽车绝对主导的交通现状重新分配路权,向步行、自行车、公交倾斜,使街道空间使用更安全、更高效,并对道路种植景观和街道界面进行导控。2013年NACTO发布的城市街道设计导则是美国最权威的指引之一<sup>[34]1</sup>。据统计,目前全美已有

表3 常见自行车友好设施类型:绿色设施和出行起终点设施  
Tab.3 Travel-related infrastructure for bicycling: green infrastructure and end-of-trip facility

分类	名称	说明	图示	典型研究及研究样本
绿色设施	绿色基础设施 (green infrastructure)	在自行车分隔设施上进行种植设计, 具有生态和美学双重作用		—
	停车设施 (bike parking)	包括自行车停车栏、立体停车设备、带管或储物柜的停车设施等		美国7个城市 <sup>[42]</sup>
起终点设施	综合性服务站 (bike station)	除停车外承担维修、租赁、路线指导等服务, 常与地铁站相结合		北京 <sup>[43]</sup>
	公交搭载自行车 (bike on transit)	在公交车和轨道交通上设置专门的设施放置自行车		—

资料来源: 笔者自绘, 图片来自参考文献[6]S108-S117, [34]33-55, [35]1-85, [36]9-30。

89个城市进行了完整街道相关的规划和设计<sup>[48]</sup>, 其中纽约交通局的街道改造项目最具代表性。从2007年至今, 纽约交通局已完成了数百个道路改造项目, 形成标准化的常用设计清单, 包括无障碍设施、公交设施、照明设施、机动车道宽度、自行车设施、步行广场等。

街道是一个整体, 自行车设施的规划需要通过完整街道的设计和改造加以落实。完整街道作为一个规划设计层次, 目的是综合考虑所有交通方式在街道上的共存和两侧的用地、界面及种植景观, 选择合适的路权分配方式和设施形式。通过精细化的统筹安排, 避免不同设施“打架”、损害设施连续性的情况发生。

### 3.3 注重多样化公众参与现状分析及公共活动和教育

在编制阶段, 自行车总体规划和完整街道设计都对出行数据和基础设施现状进行

全面分析, 并以多样化的公众参与形式倾听骑行者和市民的声音。芝加哥2020自行车规划在9个城市分区内召开意见征询会、开展工作坊, 并且在调研和草案两个阶段都进行公众参与<sup>[46]18</sup>。纽约完整街道改造的每个项目都在所在社区召开公众参与会议, 汇报设计方案, 同时在线公示。哥本哈根则使用在线交互地图, 让市民在他们认为应该增加各类自行车设施的地方进行标注, 同时也结合与地方团体合作的意见征集会进行公众参与<sup>[49]</sup>。芝加哥也在其完整街道网站上提供交互地图, 鼓励公众标注设施需求和设施损坏的地点。

在规划内容和实施上, 设施建设与公共活动、公共教育并重, 十分注重规划文本的可读性。大量美国城市的安全上学路 (safe route to school) 运动也结合在自行车规划中, 包括安全教育、家校合作等, 为下一代交通方式的转变做出努力。这些规划还提出了丰富多彩的自行车主题公共活动建议, 特别

关注不同族群、年龄、性别的共同参与, 以期使自行车成为社会联系的纽带, 并带动自行车出行的普及。许多城市都提出易于传播的理念和口号, 如哥本哈根的“舒适, 速度, 安全感+城市生活——构建世界最佳自行车城市”, 波特兰的“健康邻里, 活力社区, 处处自行车”。规划文本也尽可能做到排版错落有致、图文并茂, 既是技术报告, 又是面向公众的政策展示。

## 4 讨论与启示

### 4.1 向精细化道路设计和管理转型

不论在欧洲还是北美, “回归慢行与日常”都是自行车交通规划的目标和趋势。出行目的从运动、休闲到交通、通勤, 骑行行为从完善的头盔、装备到不戴头盔的日常行为, 骑行者实现年龄、性别和社会经济状况的平衡。更重要的是, 自行车在法律法规的定位上和道路空间、信号相位的分配上, 从与机动车同类, 到有独立的空间并靠近步行。这体现了街道空间精细化设计和管理的趋势。同样体现该趋势的是自行车设施的分类分级, 根据不同的限速和车流量选择隔离程度不同的设计方式。

我国未来在提高路网密度的情况下, 现状宽度较大的道路需要探索新的断面设计以精细化分配空间, 国外的改造经验将有更高的参考价值。但我国面临更大的挑战, 即如何让大流量机动车、公交、电动车、自行车、步行者和谐共存。很多学者认为, “一块板”道路有最强的适应性, 可根据运行状况用“一桶油漆”的低成本重新调整路权分配, 甚至实现不同时段变化分隔方式 (dynamic pavement and curb), 如哥本哈根的规划就提出类似理念。随着技术的发展和空间的稀缺, 需要对道路和各种交通方式进行更精细的时空管理。

另外, 交叉口是我国自行车道路安全的薄弱环节。由于道路宽度大, 且常常进行展宽设计, 所以自行车在交叉口暴露长度大。现状交叉口很少有自行车过街设施, 且与“三块

板”道路的自行车道衔接不佳,机非冲突显著。所以需要探索和改良适用于我国道路交叉口的自行车和行人友好设计方式。国际上的趋势是,以减小机动车通过交叉口的车速为目的,取消右转专用道和导流岛,使用更小的转弯半径,局部取消红灯右转许可。给自行车更多空间,提高自行车可见性,用标牌和信号相位使机动车礼让自行车。

我国的自行车规划还处在全面铺开阶段,同时面临机遇和挑战,需要吸取过去的经验教训。之前绿道规划、公共自行车设施布置出现了重覆盖率、轻个案设计等问题。国外富有成效的设施规划和街道改造,都对所有项目进行详细的设计、多方讨论和修改,并在逐步实施中不断调整和完善,总结出地方导则。我国街道设计最大的挑战是不同部门的职能分割及整合协调。因此,通过类似“完整街道”的层次,整体协调落实自行车、步行、城市设计等相关规划,是一个可以探索的机制。

#### 4.2 积累更多本土实证研究,构建规划和研究互动机制

由于与欧美国家的建成环境和社会环境差异巨大,我国需要立足本土对各类设施如何影响出行行为进行更多研究。我国城市开发强度高,自行车车流量巨大,很多城市还有大量电动车。这需要不一样的路权分配方式。城市道路普遍宽度大、路网密度低,“三块板”道路较为普遍。虽然“三块板”道路理论上对自行车的隔离程度高、安全感足,但在我国时空环境下还缺乏相关实证研究。国外尤其是自行车流量小的北美城市所探索的友好设施是否适用,或是否能简单地放大尺度适用,较多中段过街的需求如何以自行车友好天桥的方式或地面过街的方式处理等都是我们面临的具体问题。国际上很多研究是试点实施后采集数据,开展研究,最终反馈到定期规划调整上<sup>[22]126, [26]107, [30]742</sup>。这种方式可以不断摸索友好设施的设计、改良和规划规律。

我国在该领域研究中尤其需要构建系统性的数据平台。国外尤其是美国在该领域的

大量研究成果得益于完善的数据源。他们采用统一的统计区划和较完善的、统一编码的、可在线获取的统计和调查数据,甚至详细的事故信息点状数据。这不但提高了研究者的工作效率,也使不同研究有较强的可比性。而我国现有社会经济统计数据的精度、系统性、开放性都有待提高,所以研究者常常需要自己收集和整理基础数据。但这也促使我国很多研究和规划尝试使用新的基于互联网的数据源进行现状分析。这在国际同行中具有突出特色。

我国自行车相关规划还需要更多元、更广泛的公众参与。这部分内容在我国目前的相关规划中体现还不充分,大多仅限于问卷调查。国外的在线地图、工作坊、社区听证会等丰富的公众参与形式有利于规划师更全面和精准地把握现状问题。另外,共享单车的爆炸式增长带来自行车交通的新潮流和机遇,同时巨大的车流量也带来史无前例的新挑战。共享单车运营商、政府部门和学界需要共同探索数据共享、出行行为研究、设施建设和运维的新模式。

#### 4.3 以设施建设带动公众议题和文化构建

发达国家中,尤其是北美,在很多郊区化持续了几十年的地区,对小汽车的依赖使得公交+慢行的建成环境、生活习惯和文化几近消失。在低密度郊区,自行车设施的规划布局、出行鼓励和文化培育都有很大难度。有研究指出,大多数城市编制了自行车总体规划,却没有带来分担率的显著增长<sup>[50]</sup>。

相较而言,我国相对高强度、有活力的城市中心区具备自行车交通的良好建成环境基础。但很多城市,尤其是新城出现粗放式、低密度、低混合度蔓延的情况,加上宽马路大街坊的形态和尚不完善的自行车设施,都是发展自行车交通面临的问题和挑战。我国城市居民曾经以自行车为最主要的交通工具,并对其有值得珍视的深厚感情<sup>[51]</sup>。随着私家车的普及,我们也需要通过社会活动赋予自行车环保、高效的新时代社会文化意向,这应当成为自行车规划的有机组成部分。国际上的学者们认为,只有政策、城市设计、设施建造、社会活动组织等

多管齐下才能达到显著效果<sup>[13]725</sup>。而自行车友好设施对提高骑行者安全感以及居民观念的转变有重要作用<sup>[12]129</sup>。■

(感谢新加坡国立大学张焯老师和韩国明知大学姜範準老师对本文写作的帮助。)

#### 参考文献 References

- [1] OJA P, TITZE S, BAUMAN A, et al. Health benefits of cycling: a systematic review[J]. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2011, 21(4): 496-509.
- [2] PUCHER J, BUEHLER R. Making cycling irresistible: lessons from the Netherlands, Denmark and Germany[J]. *Transport Reviews*, 2008, 28(4): 495-528.
- [3] PUCHER J, BUEHLER R. Why Canadians cycle more than Americans: a comparative analysis of bicycling trends and policies[J]. *Transport Policy*, 2006, 13(3): 265-279.
- [4] FORSYTH A, KRIZEK K J. Urban design: is there a distinctive view from the bicycle?[J]. *Journal of Urban Design*, 2011, 16(4): 531-549.
- [5] 姜洋, 王江燕, 何东全. 打造“微笑街道”——《城市步行和自行车交通系统规划设计导则》设计体系解读[J]. *城市交通*, 2014, 12(4): 11-18. JIANG Yang, WANG Jiangyan, HE Dongquan. Designing 'SMILE Street': discussion on the design system in the guideline for urban pedestrian and bicycle transportation system planning and design[J]. *Urban Transport of China*, 2014, 12(4): 11-18.
- [6] PUCHER J, DILL J, HANDY S L. Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: an international review[J]. *Preventive Medicine*, 2010, 50: 106-125.
- [7] FORSYTH A, KRIZEK K J. Promoting walking and bicycling: assessing the evidence to assist planners[J]. *Built Environment*, 2010, 36(4): 429-446.
- [8] CERVERO R, SARMIENTO O L, JACOBY E, et al. Influences of built environments on walking and cycling: lessons from Bogotá[J]. *International Journal of Sustainable Transportation*, 2009, 3(4): 203-226.
- [9] MOUDON A V, LEE C, CHEADLE A D, et al. Cycling and the built environment, a US perspective[J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2005, 10(3): 245-261.
- [10] GARRARD J, ROSE G, LO S K. Promoting transportation cycling for women: the role of bicycle infrastructure[J]. *Preventive Medicine*,

- 2008, 46(1): 55-59.
- [11] MITRA R, ZIEMBA R A, HESS P M. Mode substitution effect of urban cycle tracks: case study of a downtown street in Toronto, Canada[J]. *International Journal of Sustainable Transportation*, 2017, 11(4): 248-256.
- [12] DILL J, MCNEIL N. Four types of cyclists? Examination of typology for better understanding of bicycling behavior and potential[J]. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2013, 2387: 129-138.
- [13] KRIZEK K J, HANDY S L, FORSYTH A. Explaining changes in walking and bicycling behavior: challenges for transportation research[J]. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2009, 36(4): 725-740.
- [14] AZIZ H A, NAGLE N N, MORTON A M, et al. Exploring the impact of walk-bike infrastructure, safety perception, and built-environment on active transportation mode choice: a random parameter model using New York City commuter data[J]. *Transportation*, 2018, 45(5): 1207-1229.
- [15] CABRAL L, KIM A M, PARKINS J R. Bicycle ridership and intention in a northern, low-cycling city[J]. *Travel Behaviour and Society*, 2018, 13: 165-173.
- [16] DILL J. Bicycling for transportation and health: the role of infrastructure[J]. *Journal of Public Health Policy*, 2009, 30(1): S95-S110.
- [17] KRIZEK K J, BARNES G, THOMPSON K. Analyzing the effect of bicycle facilities on commute mode share over time[J]. *Journal of Urban Planning and Development*, 2009, 135(2): 66-73.
- [18] NAHAL T, MITRA R. Facilitators and barriers to winter cycling: case study of a downtown university in Toronto, Canada[J]. *Journal of Transport & Health*, 2018, 10: 262-271.
- [19] OLIVA I, GALILEA P, HURTUBIA R. Identifying cycling-inducing neighborhoods: a latent class approach[J]. *International Journal of Sustainable Transportation*, 2018, 12(10): 1-13.
- [20] HUNT J D, ABRAHAM J E. Influences on bicycle use[J]. *Transportation*, 2007, 34(4): 453-470.
- [21] LARSEN J, EL-GENEIDY A. A travel behavior analysis of urban cycling facilities in Montréal, Canada[J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2011, 16(2): 172-177.
- [22] DILL J, MONSERE C M, MCNEIL N. Evaluation of bike boxes at signalized intersections[J]. *Accident Analysis & Prevention*, 2012, 44(1): 126-134.
- [23] GÅRDER P, LEDEN L, PULKKINEN U. Measuring the safety effect of raised bicycle crossings using a new research methodology[J]. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1998, 1636: 64-70.
- [24] PARKER K M, GUSTAT J, RICE J C. Installation of bicycle lanes and increased ridership in an urban, mixed-income setting in New Orleans, Louisiana[J]. *Journal of Physical Activity and Health*, 2011, 8(s1): S98-S102.
- [25] HUNTER W. Evaluation of innovative bike-box application in Eugene, Oregon[J]. *Transportation Research Record*, 2000, 1705(1): 99-106.
- [26] HUNTER W, HARKEY D, STEWART J, et al. Evaluation of blue bike-lane treatment in Portland, Oregon[J]. *Transportation Research Record*, 2000, 1705(1): 107-115.
- [27] KÖNIG S. Evaluation of the effects of rebuilt bicycle paths at intersections on arterial streets in Lund: a case study[D]. Lund: Lund University, Lund Institute of Technology, 2006.
- [28] ROWANGOULD G, TAYARANI M. The effect of bicycle paths on the decision to commute by bicycle[C]//The 94th Annual Meeting of the Transportation Research Board. Washington, D.C., 2015.
- [29] BROACH J, DILL J, GLIEBE J. Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2012, 46(10): 1730-1740.
- [30] JENSEN S U. Safety effects of blue cycle crossings: a before-after study[J]. *Accident Analysis & Prevention*, 2008, 40(2): 742-750.
- [31] LOSKORN J, MILLS A F, BRADY J F, et al. Effects of bicycle boxes on bicyclist and motorist behavior at intersections in Austin, Texas[J]. *Journal of Transportation Engineering*, 2013, 139(10): 1039-1046.
- [32] PUCHER J, BUEHLER R, LANVERSIN E D, et al. Cycling in megacities: London, Paris, New York, and Tokyo[M]//PUCHER J, BUEHLER R. *City cycling*. Cambridge: The MIT Press, 2012: 319-346.
- [33] FORSYTH A, OAKES J M. Cycling, the built environment, and health: results of a midwestern study[J]. *International Journal of Sustainable Transportation*, 2015, 9(1): 49-58.
- [34] National Association of City Transportation Officials. *Urban street design guide*[M]. Washington, D.C.: Island Press, 2013.
- [35] National Association of City Transportation Officials. *Urban bikeway design guide*[M]. Washington, D.C.: Island Press, 2014.
- [36] National Association of City Transportation Officials. *Don't give up at the intersection: designing all ages and abilities bicycle crossings*[R]. 2019.
- [37] Global Designing Cities Initiative, National Association of City Transportation Officials. *Global street design guide*[M]. Washington, D.C.: Island Press, 2016.
- [38] City of Copenhagen Technical and Environmental Administration. *Focus on cycling: Copenhagen guidelines for the design of road projects*[R]. 2013.
- [39] HIRSCH J A, MEYER K A, PETERSON M, et al. Municipal investment in off-road trails and changes in bicycle commuting in Minneapolis, Minnesota over 10 years: a longitudinal repeated cross-sectional study[J]. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2017, 14(1): 21.
- [40] SCHEPERS J, KROEZE P, SWEERS W, et al. Road factors and bicycle-motor vehicle crashes at unsignalized priority intersections[J]. *Accident Analysis & Prevention*, 2011, 43(3): 853-861.
- [41] HUNTER W. Evaluation of a combined bicycle lane/right turn lane in Eugene, Oregon[R]. 2000.
- [42] LEE K, LI W, KIM J-H, et al. Synergistic effects of transit and non-motorized transportation infrastructure on commuting behavior in seven cities in the United States[C]//The 97th Annual Meeting of the Transportation Research Board. Washington, D.C., 2018: 17.
- [43] ZHAO P, LI S. Bicycle-metro integration in a growing city: the determinants of cycling as a transfer mode in metro station areas in Beijing[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2017, 99: 46-60.
- [44] City of Copenhagen Technical and Environmental Administration. *Good, better, best: the City of Copenhagen's bicycle strategy 2011-2025*[R]. 2011.
- [45] Amsterdam Department of Traffic and Public Space. *For cyclists and a healthy and accessible city: long-term bicycle plan 2017-2022*[R]. 2017.
- [46] Chicago Department of Transportation. *Chicago streets for cycling plan 2020*[R]. 2013.
- [47] Portland Bureau of Transportation. *Portland bicycle plan for 2030*[R]. 2010.
- [48] Smart Growth America. *Complete streets policies nationwide*[EB/OL]. [2020-06-24]. <https://smartgrowthamerica.org/program/national-complete-streets-coalition/publications/policy-development/policy-atlas/>.
- [49] SCHIØTT J, MADSEN S, STREULI M. *New bicycle track priority plan for Copenhagen*[R]. 2017.
- [50] AMITON R. *Do bicycle master plans work? A preliminary analysis*[D]. Medford: Tufts University, 2010.
- [51] 何保红, 李咏春, 李雪峰. 自行车交通发展的国际经验与我国的研究状况[J]. *国际城市规划*, 2015 (5) : 104-109.
- HE Baohong, LI Yongchun, LI Xuefeng. International experience and development in bicycle transportation of China[J]. *Urban Planning International*, 2015(5): 104-109.