

# 自行车交通服务品质分级方法

方雪丽, 陈小鸿, 叶建红

(同济大学 道路与交通工程教育部重点实验室, 上海 200092)

**摘要:** 从自行车交通出行者的实际感受出发, 建立自行车交通服务品质的指数统计模型, 旨在构建面向差异化需求的自行车交通服务品质分级标准. 通过逐步回归等数理统计方法, 量化骑行者安全、舒适、清洁感受和总体感受, 构建自行车交通服务品质指数统计模型. 基于自行车出行者的性别、年龄以及使用频率等特征, 将自行车出行者进行分类, 继而构建4级自行车道交通服务品质分级标准. 对上海市中心区干道进行自行车服务品质分级和评价, 绘制中心区干道自行车交通设施服务品质分级图. 结果表明: 非机动车道宽度、机非隔离形式、助动车速度、路边遮阳比例等是显著影响要素. 研究结果可帮助决策人员找到影响路段服务水平的显著要素, 确定优先改善次序.

**关键词:** 交通工程; 服务品质; 逐步回归; 骑行者感受; 分级标准; 分级图

中图分类号: U491

文献标志码: A

## Method of Classification Criteria About Quality of Service for Bicycle Lanes

FANG Xueli, CHEN Xiaohong, YE Jianhong

(Key Laboratory of Road and Traffic Engineering of the Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** The objectives of this research were to propose Bicycle Quality of Service (BQOS) models from the users' perspective and to develop a new BQOS criterion based on a new classification of persons. The BQOS models affecting bicyclists' perception of safety, comfort, cleanliness, and overall quality were produced on the basis of the step-wise regression analysis. A new classification of cyclists based on cyclists' gender, age, and cycling frequency was determined, including four classes of people. A new BQOS criterion corresponding directly to the classification of cyclists was made. Two classification figures of BQOS on main roads in the center of Shanghai were drawn as an application example. The results show that such factors as non-motorized vehicle lane

width, the separation form, the moped speed, and the proportion of roadside planting are statistically significant. It will help decision-makers to find out the most important factors influencing cyclists' satisfaction at road segments, and determine the sort order of the improvement works for the non-motorized vehicle lane.

**Key words:** traffic engineering; quality of service; step-wise regression; cyclists' perception; classification criteria; classification figures

自行车交通是中国城市客运交通的重要组成部分, 尤其在中短距离出行中具有不可替代的功能<sup>[1]</sup>. 与机动化交通相比, 自行车交通具有独特的优势, 可以实现门到门的连续性出行; 具有能耗低、污染小等特征. 但自行车交通是直接暴露于外界环境中, 且是人力驱动, 因而受到体力、气候、设施、地形条件等因素制约, 对外界环境品质异常敏感<sup>[2]</sup>. 传统上对于自行车交通服务品质的研究多倾向于出行速度、密度等运行效率方面, 忽视了自行车出行者自身需求的特殊性和差异性. 因此有必要改变传统评价自行车交通出行环境品质的方法, 从出行者自身需求出发, 建立一套出行品质评价指标体系和流程.

国内外文献中关于自行车道服务水平的数据收集方面的研究, 主要包括以下三类: 骑行者拦截调查<sup>[3-4]</sup>——直接测量真实骑行者的满意度感受, 即在骑行过程中拦截骑行者, 实地问询或给一张卡片让其在完成骑行后在适当时候收回. 实地调研<sup>[5-6]</sup>——招聘志愿者在选定的固定路段骑行, 然后给出他们的真实感受. 视频调研<sup>[7-9]</sup>——研究者拍摄调研路段视频, 再招聘志愿者观看拍摄到的视频片段并给出评级结果. 因为视频调研方法费用低, 可以获得每个参与者的参数数据, 可以排除有选择的参与者的倾向性, 可以获得同一交通环境下的不同外界因素不

收稿日期: 2015-12-01

第一作者: 方雪丽(1986—), 女, 博士生, 主要研究方向为公共交通、慢行交通. E-mail: fxlann@163.com

通讯作者: 陈小鸿(1961—), 女, 教授, 博士生导师, 工学博士, 主要研究方向为城市交通规划、区域公路网规划, 公共交通规划, 慢行交通等. E-mail: chengxh@tongji.edu.cn

同个体的满意度感受,所以视频调研方法较适合非机动车服务水平模型的构建。

国内外文献中也有关于自行车道服务水平方面的研究.如在 HCM2010<sup>[10-11]</sup>服务水平研究中,影响要素有平均有效宽度、机动车流量、机动车速度、重型车流量等.参[12]提出了满足行人、自行车、机动车使用者的服务水平评价需求.评价中主要影响要素包括道路几何特征、信号周期、限制速度、车头时距、交通流量及行人流量等.谢之权<sup>[13]</sup>提出了“共享道”路段服务水平模型.张贵<sup>[14]</sup>提出了“友好型”非机动车交通的评价指标体系。

综合来说,国外的研究则能够实现需求供给结合评价,以众多评价因素来反映道路真实的服务水平,较能完整地体现自行车出行者的意愿.但目前国内研究者多借鉴机动车服务水平研究方法,侧重出行速度、延误等运行效率指标,忽视了自行车出行者自身需求的特殊性.基于以上调研,本文立足于自行车出行者自身需求的特殊性和差异性,构建自行车道服务品质模型及分级方法。

### 1 服务品质影响要素分析

自行车交通是直接暴露于外界环境中的一种出行方式,对外界环境的品质异常敏感.基于上海市自行车交通出行者的实际抽样调研,将自行车交通服务品质的关键影响要素归纳为三大类:①安全要素:衡量自行车与其他交通对象的相互干扰;②舒适要素:衡量骑行过程中的生理适宜程度;③清洁要素:衡量骑行的外部空气环境质量。

表 1 和表 2 分别为非机动车道的物理属性特征指标以及交通流运行特征的分类及赋值.采集了上

表 1 物理设施特征指标

影响要素与指标	分类及赋值
机非隔离类型 $P_1$	无隔离~1 标线隔离~2 硬隔离~3
是否存在上坡 $P_2$	否~0 是~1
路边遮阳比例 $P_3$	无~1 少于 50%~2 超过 50%~3
铺面质量 $P_4$	不平整~0 平整~1
非机动车道宽度 $P_5/m$	[1,2)~1 [2,3)~2 [3,4)~3 [4,5]~4

表 2 交通流运行特征指标

影响要素与指标	分类及赋值
非机动车道密度 $P_6/(veh \cdot m^2)$	—[0,0.06)~1 —[0.06,0.12)~2 —[0.12,0.18)~3 —[0.18,0.24]~4
助动车流量 $P_7/(mop \cdot h^{-1})$	—[20,320)~1 —[320,620)~2 —[620,920)~3 —[920,1 220]~4
助动车速度 $P_8/(km \cdot h^{-1})$	—[10,20)~1 —[20,25)~2 —[25,30)~3 —[30,40]~4
助动车混入率 $P_9$	—[0,0.25)~1 —[0.25,0.50)~2 —[0.50,0.75)~3 —[0.75,1.00]~4
机动车流量 $P_{10}/(veh \cdot h^{-1})$ (靠近非机动车道)	—[120,360)~1 —[360,600)~2 —[600,840)~3 —[840,1 080]~4
机动车速度 $P_{11}/(km \cdot h^{-1})$	—[10,25)~1 —[25,35)~2 —[35,45)~3 —[45,60]~4
重型车流量 $P_{12}/(veh \cdot h^{-1})$	—[0,125)~1 —[125,250)~2 —[250,375)~3 —[375,500]~4
路边停车比例 $P_{13}$	—无~1 —少于 50%~2 —超过 50%~3

海市 40 条非机动车道的交通属性特征数据,这些特征数据将作为自行车交通服务品质分析的基础。

### 2 服务品质调查

#### 2.1 评级视频拍摄

从 60 条初步调研路段中选择 40 条典型非机动车道进行深入分析.典型非机动车道选择时,尽可能涵盖其不同范围的物理属性特征,涵盖范围广,具备一定的代表性.40 条被选择的典型非机动车道的物理属性特征分布情况包括位于主干道的非机动车道有 12 条,次干道路段也有 12 条,支路路段 16 条.非机动车道宽度在 1.6~5.0 m 范围内,位于主干道的非机动车道平均宽度为 3.0 m,位于次干道的非机动车道平均宽度为 3.2 m.机非之间采用硬隔离(灌木隔离、高树隔离、栏杆隔离)的路段有 18 条,标线隔离路段有 11 条,无隔离路段有 11 条.存在上下坡的路段有 11 条,其余 29 条路段无明显坡度.非机动

车道路段遮阳比例超过50%的路段有31条,无任何遮阳设施的路段有5条,其余4条路段有遮阳设施,但比例低于50%。铺面平整的路段有29条,其余11条路段均存在铺面不平整状况。

研究采用基于视频的评分方法获取出行者对自行车骑行环境的真实感受。评级视频拍摄时间为春天的白天,晴天,无雨雪特殊天气。研究人员手持摄像机一边骑行一边拍摄。拍摄时,摄像机离地约1.5米,镜头角度稍向下倾斜。在选定的40条典型路段上共拍摄了207段骑行视频,每段持续时间为20~30 s。为尽可能涵盖其不同交通流运行属性特征,最终选择了59段视频作为评级视频。

研究人员在调查路段路面划两条相距10 m的黄色线,并在路边架设一部摄像机,拍摄静止视频,获取非机动车道上的交通流运行特征。59段被选择的评级视频的交通流运行特征分布情况包括:占用非机动车道停车且停车比例超过50%的路段有6个,少于50%的路段有24个,无停车占用的路段有19个。助动车混入率的分布范围为25%~95%,助动车混入率低于50%的路段仅有5条,约90%的调研路段助动车混入率都超过了50%。助动车速度分布范围为11.5 km·h<sup>-1</sup>~37.2 km·h<sup>-1</sup>。重型车流量的分布范围为0~491 veh·h<sup>-1</sup>。

## 2.2 志愿者评级调研

共邀请了261名志愿者观看评级视频。每位志愿者须填写个人出行特征调查问卷,包括性别、年龄、自行车偏好程度、自行车出行频率等相关信息。典型评价人员选择时,尽可能涵盖其不同范围的个人出行特征,涵盖范围广,具备一定的代表性。261名志愿者个人出行特征分布情况如下:男性141名,女性120名。年龄方面小于20岁的有42名,占16.09%;20~39岁的有115名,占44.06%;40~59岁的有67名,占25.67%;大于60岁的有37名,占14.18%。从不使用的有74名,占28.35%;周使用次数为1~2次的有92名,占35.25%;周使用次数为3~6次的有55名,占21.07%;周使用次数超过7次为40名,占15.33%。持“极其钟爱”态度的有20人,约占8%;持“较喜欢,”态度的有84人,占32%;持“一般”态度的有104人,占40%;持“无所谓,都行”态度的有44人,占17%;持“不喜欢”态度的有9人,占4%。

研究人员给予志愿者一张评分卡片,要求志愿者观看调研组拍摄的自行车骑行视频,并对不同视频展现出的自行车骑行品质进行打分(如图1)。打分

时,需考虑单项服务品质(安全、舒适、清洁),也要求对整体服务品质进行综合评定。各个单项和总体评级的等级共分5个等级:“满意”、“较好”、“中等”、“较差”、“很差”等级。



图1 志愿者观看视频并即时打分

Fig.1 Participants viewed and evaluated video clips

调研获得每个子项的有效样本为11 141个,将安全、舒适、清洁和总体感受的评级结果分布按5个等级进行统计,得到整体上各个子项和总体评级的等级分布,如图2所示。评级结果中,安全、舒适、清洁和总体感受的“中等”级别样本均为最多,“较好”、“较差”级别样本则次之,“满意”和“很差”级别最少,呈现了较好的分布形态。

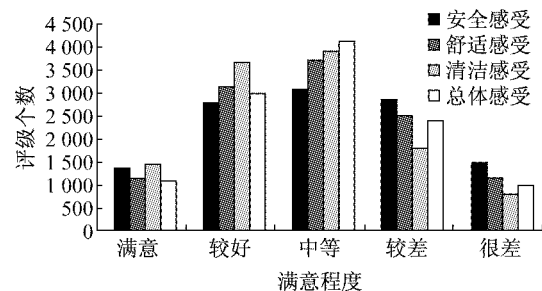


图2 服务品质评分结果分布

Fig.2 Distribution of grades about quality-of-service

## 3 服务品质指数模型

以志愿者对骑行环境的评价分数为因变量,以服务品质影响要素为自变量,通过参数检验、逐步回归等方法,剔除相关性低或共线性强的影响要素,遴选确定关键性要素作为回归变量,构建6个交通出行品质指数统计模型:3个安全品质指数模型、1个舒适品质指数模型、1个清洁品质指数模型以及整体品质指数模型。

### 3.1 安全品质指数模型

考虑到不同机非隔离类型设施的安全性影响要素差距较大,须分别对机非硬隔离、标线隔离和无隔离三类设施进行安全性建模。

(1)机非硬隔离路段安全品质指数模型

$$B_{11} = 2.950 + 0.328P_5 - 0.001P_9 \quad (1)$$

其中,  $B_{11}$  为机非硬隔离路段安全品质指数. 机非硬隔离路段安全品质指数模型中选择代入的初识变量包括非机动车道宽度、助动车速度和助动车混入率等评价指标. 通过逐步回归等统计方法, 遴选确定非机动车道宽度和助动车混入率作为模型的关键性变量. 其中影响其安全品质指数的第一要素为自行车道宽度, 随着宽度增加, 安全感也得到提升. 当自行车流中混入助动车的比例越高, 安全指数越低.

#### (2) 机非标线隔离路段安全品质指数模型

$$B_{12} = 1.935 + 0.247P_5 - 0.006P_{10} - 0.001P_9 \quad (2)$$

其中,  $B_{12}$  为机非标线隔离路段安全品质指数. 机非标线隔离路段安全品质指数模型中选择代入的初识变量包括非机动车道宽度、助动车混入率、助动车速度、机动车流量、机动车速度等主要评价指标. 通过逐步回归等统计方法, 遴选确定非机动车道宽度、机动车流量和助动车混入率作为模型关键性变量. 其中影响其安全品质指数的第一要素为非机动车道宽度, 随着宽度增加, 安全感随之增加. 另外, 安全品质还受到机动车流量和助动车混入率影响.

#### (3) 机非无隔离路段安全品质指数模型

$$B_{13} = 2.888 - 0.558P_{10} - 0.076P_9 \quad (3)$$

其中,  $B_{13}$  为机非无隔离路段安全品质指数. 机非无隔离路段安全品质指数计算模型中选择代入的初识变量包括助动车混入率、助动车速度、机动车流量和机动车速度等主要评价指标. 通过逐步回归等统计方法, 遴选确定机动车流量和助动车混入率作为模型的关键性要素. 其中影响其安全品质指数的第一要素为机动车流量, 随着流量增加, 安全品质指数随之减小. 安全品质受到自行车流中的助动车混入率的影响, 随着混入比例提高, 安全品质指数下降.

### 3.2 舒适品质指数模型

$$B_2 = 2.358 + 0.401P_4 + 0.374P_3 - 0.340P_{13} - 0.131P_2 \quad (4)$$

其中,  $B_2$  为舒适品质指数. 舒适品质指数模型中选择代入的初识变量包括是否有上坡、铺面质量、路边遮阳比例和路边停车比例等主要评价指标. 通过逐步回归等统计方法, 遴选确定铺面质量、路边遮阳比例、路边停车比例和是否有上坡为模型的关键性要素. 其中铺面质量是影响自行车骑行舒适感的第一要素, 铺面越平整、铺装质量越高, 舒适感指数也越大; 路面遮阳比例是影响骑行舒适感受的第二指标, 路边遮阳比例越高, 舒适感指数越大; 另外, 舒适品

质还受到路边停车比例和是否存在上坡影响.

### 3.3 清洁品质指数模型

$$B_3 = 3.499 - 0.124P_{12} \quad (5)$$

其中,  $B_3$  为清洁品质指数. 清洁品质指数模型中选择代入的初识变量包括机动车流量、助动车流量和重型车流量等主要评价指标. 通过逐步回归等统计方法, 遴选确定重型车流量作为模型的关键性要素, 随着公交车、大货车等重型车流量的增加, 清洁品质指数快速下降.

### 3.4 整体品质指数模型

$$B = 0.079 + 0.351B_1 + 0.313B_2 + 0.300B_3 \quad (6)$$

其中,  $B$  为整体品质指数;  $B_1$  为安全品质指数.

综合考虑安全、舒适和清洁三个出行品质子项, 将其代入整体品质指数模型中, 运用逐步回归等统计方法, 遴选确定安全、舒适和清洁品质子项作为模型的关键性要素, 建立自行车整体出行品质指数模型. 其中安全品质对整体出行品质的影响程度最高, 其次为舒适品质, 清洁品质影响程度最低.

三个安全品质指数模型(机非硬隔离路段安全品质指数模型、机非标线隔离路段安全品质指数模型以及机非无隔离路段安全品质指数模型)、舒适品质指数模型、清洁品质指数模型以及整体品质指数模型的相关系数( $R^2$ )分别是 0.82, 0.85, 0.86, 0.81, 0.83 和 0.90. 各影响要素的回归系数检验的  $P \leq 0.05$ , 所建立的回归模型具有统计学意义.

## 4 服务品质分级标准

### 4.1 出行者分类

不同类型的骑行者对自行车服务品质的要求存在一定差异, 传统自行车服务水平评价方法未能将服务水平分级与人群差异化服务需求关联起来. 针对不同出行人群对于自行车道的服务品质需求的差异性, 将自行车出行者分为 4 大群体:

(1) 特殊需求者: 对自行车骑行环境品质有特殊要求的群体, 如小孩、老年人;

(2) 尝试者: 主要依赖机动化方式出行, 但不排斥自行车;

(3) 惯用者: 经常使用自行车作为出行工具, 但对自行车的喜爱程度一般;

(4) 爱好者: 对自行车非常钟爱, 能够接受较为恶劣的骑行环境.

根据上述 4 类群体说明, 特殊需求者、尝试者、惯用者和爱好者对自行车服务品质的要求依次下

降. 4 类群体划分的主要依据如表 3 所示:

表 3 四类自行车骑行群体分类依据

Fig.3 Classification basis corresponding to the four classes of the population

出行群体	自行车 喜爱程度	自行车 使用强度	年龄/岁
特殊需求者	不定	不定	<12 或 >70
尝试者	中等或以下	低	13~69
惯用者	中等或以下	高	13~69
爱好者	高	中等或以上	13~69

根据上述出行者分类方法,对参与本次服务品质评级调研的人群进行分类.从 261 名志愿者选择符合要求的 83 名志愿者.被选择的各类型群体的特征分析如下:特殊需求者 8 人,其年龄均超过 70 岁,自行车使用强度均为每周使用 1~2 次;在自行车喜爱程度上,5 人持“无所谓,都行”态度,2 人持“较喜欢”态度,1 人持“一般”态度.尝试者 12 人,其对自行车的偏好程度均为“一般”.惯用者 48 人,其中每周使用 7 次及以上的有 27 人,每周使用 3~6 次为 21 人;在自行车喜爱程度上,持“无所谓,都行”态度的有 10 人,持“一般”态度的有 38 人.爱好者 15 人,在自行车喜爱程度上,持“较喜欢”态度的有 8 人,持“极其钟爱”态度的有 7 人;每周使用次数大于 7 次的有 8 人,周使用次数为 3~6 次的有 7 人.

#### 4.2 服务品质分级标准

对不同的骑行环境视频,4 类人群都能接受的定位为“好”级别;仅尝试者、惯用者、爱好者能够接受,定位为“较好”级别;仅惯用者、爱好者能够接受,定位为“中等”级别;仅爱好者能够接受,定位为“较差”级别;所有人群均不能接受,定位为“差”级别.

根据上述出行者分类和服务品质级别界定规

则,从视频评分数据库中挑选出服务品质评级为“好”、“较好”、“中等”、“较差”和“差”的视频片段,提取不同级别视频片的特征参数代入服务品质指数模型,得到对应于各级别的服务品质指数最大值、最小值及均值(如表 4).考虑到“好”与“较好”阈值范围较为接近,因而将这两个等级进行合并,设定级别为“良好”,得到服务品质各等级的分级标准(如表 5).

表 4 服务品质指数统计值

Tab.4 Statistic values of quality-of-service

品质等级	出行品质 指数最小值	出行品质 指数最大值	出行品质 指数均值
好	/	/	3.7
较好	3.4	3.7	3.5
中等	2.9	3.4	3.1
较差	2.6	2.9	2.8
差	/	/	2.4

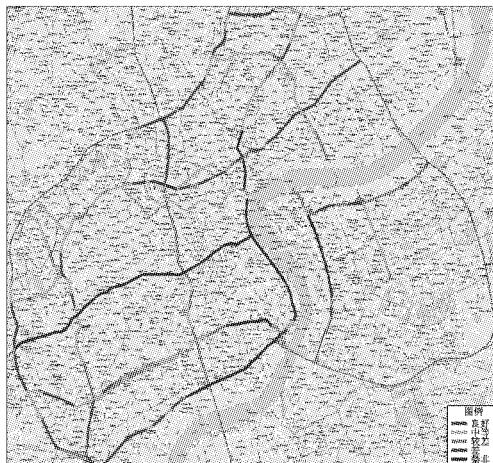
表 5 服务品质分级标准

Tab.5 Classification scheme of quality-of-service

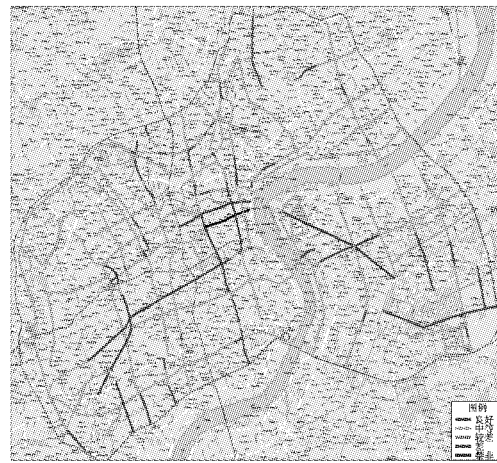
服务品质等级	服务品质指数阈值范围
良好	$\geq 3.5$
中等	3.0-3.5
较差	2.5-3.0
差	$\leq 2.5$

## 5 服务品质分级应用

利用所建立的服务品质指数计算模型以及基于服务品质指数和出行者需求差异的服务品质分级标准,对上海市中心区(内环线内)400 段主干道、868 段次干道进行自行车服务品质分级和评价,识别需要重点改善的设施对象,提出可能的改善措施(见图 3).



a 主干道



b 次干道

图 3 上海市中心区主干道自行车出行品质分级图

Fig.3 Classification figure of bicycle quality-of-service on the main roads in the center of Shanghai

中心区主次干道路段自行车服务品质分布情况. 24%的中心区主干道路段和48%的次干道处于较差及以下水平,中心区次干道自行车服务品质问题最为突出,这部分路段是不能被大多数自行车骑行者所接受的.中心区所有干道中,能够为大多数自行车骑行者提供可接受服务品质的路段仅占38%,其余路段都需要对服务品质进行改善提升.总体上中心区干道自行车服务品质不高,改善空间大.

## 6 结语

考虑自行车骑行者出行需求的特殊性,将自行车交通服务品质的影响要素归纳为三大类:安全要素、舒适要素和清洁要素,能够更真实反映自行车交通出行者对外界环境的敏感性.接着从出行者自身需求出发,基于大样本出行者对真实骑行环境的评级打分,建立自行车服务品质与相关影响要素间的量化模型.再次,基于出行者对于自行车道的服务品质需求的显著差异性,将出行者进行分类,继而构建基于需求差异性的服务品质分级标准.最后,通过对上海市中心区主次干道进行自行车服务品质分级应用,识别需要重点改善的道路对象,研究结果表明中心区干道自行车服务品质改善空间大.

### 参考文献:

- [1] 孙孝文. 和谐交通体系构建[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2007.  
SUN Xiaowen. Study on harmonious transport system construction[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2007.
- [2] Providelo J K, da Penha Sanches S. Roadway and traffic characteristics for bicycling[J]. *Transportation*, 2011, 38(5): 765.
- [3] 陶志兴. 机非混行路段交通流特性研究[D]. 长春: 吉林大学, 2007.  
TAO Zhixing. Research on characteristics of mixed vehicle-bicycle traffic flow on road section[D]. Changchun: Jilin University, 2007.
- [4] The highway capacity and quality of service manual[C]// Transportation Research Board of the National Academies. Washington D C: National Research Council, 2010:372-392.
- [5] Emery J, Crump C, Bors P. Reliability and validity of two instruments designed to assess the walking and bicycling suitability of sidewalks and roads[J]. *American Journal of Health Promotion*, 2003, 18(1):38.
- [6] Landis B W. Bicycle system performance measures [J]. *Institute of Transportation Engineers*, 1996, 66:18.
- [7] Petristsch T A, Landis B W, Huang H F, *et al.* Bicycle level of service for arterials [J]. *Journal of the Transportation Research Board*, 2007, 2031(1):34.
- [8] Hunter W W, Harkey D L, Stewart J R, *et al.* Evaluation of blue bike-lane treatment in Portland, Oregon[J]. *Journal of the Transportation Research Board*, 2000, 1705(1):107.
- [9] Noel N, Leclerc C, Lee Gosselin M. Compatibility of roads for cyclist in rural and urban fringe areas [C]//Transportation Research Board 91<sup>st</sup> Annual Meeting. Washington D C: TRB, 2003:3-12.
- [10] Transportation Research Board. TRB 2000 highway capacity manual [R]. Washington D C: Transportation Research Board of the National Academies, 2000.
- [11] Transportation Research Board. TRB 2010 Highway Capacity Manual [R]. Washington D C: Transportation Research Board of the National Academies, 2010.
- [12] Transportation Research Board. TRB NCHRP Report 616 Multimodal level of service analysis for urban street [R]. Washington D C: Transportation Research Board of the National Academies, 2008.
- [13] 谢之权, 储庆中, 陈峻, 等. 自行车-行人共享道条件下自行车交通流特性研究[J]. *交通运输工程与信息学报*, 2010, 8(2): 93.  
XIE Zhiquan, CHU Qingzhong, CHEN Jun, *et al.* Characteristics of bicycle traffic flow on bicycle-pedestrian shared paths [J]. *Journal of Transportation Engineering and Information*, 2010, 8(2):93.
- [14] 张贵, 陆振波. 友好型非机动车交通评价指标体系的构建[J]. *交通运输工程与信息学报*, 2010, 8(1):114.  
ZHANG Gui, LU Zhengbo. Establishment of friendly bicycle traffic evaluation index system [J]. *Journal of Transportation Engineering and Information*, 2010, 8(1):114.