

# 中国城市市政基础设施水平综合评价\*

COMPREHENSIVE EVALUATION ON DEVELOPMENT LEVEL OF MUNICIPAL INFRASTRUCTURE IN CHINESE CITIES

严盛虎 李宇 董锁成 柳泽 郑吉

YAN Shenghu; LI Yu; DONG Suocheng; LIU Ze; ZHENG Ji

**【摘要】**应用因子分析法分别对2010年中国省会城市、地级城市、县级城市的市政基础设施水平进行综合评价。研究表明,不同层级城市市政基础设施水平的影响因子既有共同点又有显著差异,其中生态环境建设因子和生活设施建设因子是影响各层级城市市政基础设施水平的基本因子。东部沿海地区省会城市市政基础设施水平较高。地级城市市政基础设施水平的地域差异明显:东部地区最高,西部地区最低,中部地区与东北地区居中。县级城市市政基础设施水平呈现自东向西梯度递减的分布特征。中西部地区各省省内城市间的市政基础设施水平差异要远大于东部沿海发达地区。

**【关键词】**城市;市政基础设施;发展水平;因子分析;综合评价

**ABSTRACT:** Based on factor analysis, this study carries out a comprehensive evaluation on the development level of municipal infrastructure in the Chinese provincial capital cities, prefecture-level cities, and county-level cities in 2010. The research shows that there are common grounds and significant differences in impact factors, among which eco-environment construction, living infrastructure construction, and living standard are basic factors influencing the development level of municipal infrastructure of cities at different administrative levels. The provincial capital cities in the eastern coastal area have higher development levels. There are obvious regional differences in prefecture-level cities: the eastern area is at the highest level, the western area is at the lowest level, and the central and northeast areas are at the medium level. The distribution of municipal infrastructure in the county-level cities presents a slowly decreasing level from the eastern to western areas. The gap among provinces in the central and western areas is

far greater than that of the eastern coastal area.

**KEYWORDS:** city; municipal infrastructure; development level; factor analysis; comprehensive evaluation

## 1 概述

城市市政基础设施作为城市正常运转的基础,是人口集聚和产业发展的重要物质载体,是城市文明和现代化的重要标志。英国、美国、法国、日本等发达国家普遍重视城市市政基础设施的综合评价,纷纷结合国情制定相应的评价标准,并通过综合评价不断提高城市市政基础设施建设水平。我国城市市政基础设施建设取得了巨大成就,但与发达国家相比,我国城市市政基础设施水平依然较低,并且不同层级城市的市政基础设施水平受到的影响因素不同,未来完善市政基础设施建设需要进行分类指导<sup>[1]</sup>。近年来,我国浙江、江苏、河南、山西等省开展了对城镇基础设施现代化评价指标体系的相关探索,为推进我国省域城市基础设施现代化建设提供了一定的研究基础<sup>[2~6]</sup>。在城市市政基础设施综合评价领域,一些研究提出了由给排水、环境卫生、能源系统、道路交通、通信系统等多类指标组成的评价指标体系,综合层次分析、主成分分析等方法,对我国省会城市、青岛等进行了评价,同时基于GIA方法评价了绿色基础设施建设,为我国城市市政基础设施发展提供了有益的借鉴<sup>[7~11]</sup>。但整体来看,城市市政基础设施的定量化评价方法和研究区域尺度还有待进一步扩展和完善,尤其是对全国城市市政基础设施发展水平的整体研究和认识还相对薄弱,亟需从国家层面针对不同层级、类型的城市的市政基础设施水平开展综合评价。因子分析是从多个变量指标中选

\* 国家科技基础性工作专项重点项目(2007FY110300)资助。

**【文章编号】** 1002-1329  
(2014)04-0023-05

**【中图分类号】** F299.24;TU984

**【文献标识码】** A

**【doi】** 10.11819/cpr20140405a

### 【作者简介】

严盛虎(1976-),男,住房和城乡建设部城市建设司市政处副处长。

李宇(1973-),男,中国科学院地理科学与资源研究所副研究员,硕士生导师,本文通讯作者。

董锁成(1962-),男,中国科学院地理科学与资源研究所研究员,博士生导师。

柳泽(1982-),男,住房和城乡建设部城乡规划管理中心城市规划师。

郑吉(1990-),女,中国科学院地理科学与资源研究所硕士研究生。

**【修改日期】** 2014-04-08

择出少数几个综合变量的一种降维多元统计分析方法,通过寻找少数不可观测的综合变量(公因子),尽可能地反映原来变量的信息<sup>[12-13]</sup>,能够深入分析研究对象的影响机制和影响要素。本文应用因子分析法,分别对2010年中国27个省会城市、263个地级城市、340个县级城市的市政基础设施水平进行综合评价(研究数据来源于《中国城市建设统计年鉴》,数据皆不含台湾、香港和澳门地区),以期为我国城市市政基础设施建设提供一定的理论参考。

## 2 城市市政基础设施水平因子载荷计算

因子分析法需要通过样本数据抽样适度测

表1 2010年省会城市市政基础设施水平因子旋转后因子载荷  
Tab.1 Factor loading after factor rotation of the development level of municipal infrastructure in the provincial capital cities of China in 2010

指标		公因子				
		1	2	3	4	5
x <sub>1</sub>	建成区绿地率	0.955	0.018	0.122	-0.046	-0.039
x <sub>2</sub>	建成区绿化覆盖率	0.837	0.187	0.270	0.137	0.142
x <sub>3</sub>	建成区人均公共绿地面积	0.693	0.285	-0.270	0.283	0.073
x <sub>4</sub>	人均城市维护建设资金	0.149	0.713	-0.277	0.190	0.303
x <sub>5</sub>	人均日生活用水量	0.190	0.624	0.117	0.319	-0.149
x <sub>6</sub>	每万人拥有公共交通工具	0.434	0.086	-0.092	-0.419	0.533
x <sub>7</sub>	建成区水冲公厕比率	0.052	0.834	0.158	-0.201	0.046
x <sub>8</sub>	燃气普及率	0.569	0.064	-0.015	0.473	0.297
x <sub>9</sub>	用水普及率	0.039	0.053	0.281	0.170	0.847
x <sub>10</sub>	路网密度	0.104	0.114	0.779	0.041	0.093
x <sub>11</sub>	人均道路面积	0.169	0.087	0.001	0.897	0.063
x <sub>12</sub>	建成区排水管道密度	0.015	-0.049	0.853	-0.025	0.088

表2 2010年地级城市市政基础设施水平因子旋转后因子载荷  
Tab.2 Factor loading after factor rotation of the development level of municipal infrastructure in prefecture-level cities in China in 2010

指标		公因子				
		1	2	3	4	5
x <sub>1</sub>	用水普及率	-0.001	-0.007	0.034	0.009	0.978
x <sub>2</sub>	燃气普及率	0.408	0.332	0.278	0.250	-0.247
x <sub>3</sub>	建成区人均公共绿地面积	0.442	0.605	-0.098	0.037	-0.017
x <sub>4</sub>	每万人拥有公共交通工具	0.093	-0.036	0.898	0.002	-0.029
x <sub>5</sub>	建成区绿化覆盖率	0.921	0.126	0.125	0.064	0.015
x <sub>6</sub>	建成区绿地率	0.950	0.114	0.106	0.043	0.011
x <sub>7</sub>	人均城市维护建设资金	0.130	0.718	-0.017	0.043	-0.015
x <sub>8</sub>	建成区排水管道密度	0.068	0.433	0.395	0.283	0.069
x <sub>9</sub>	人均道路面积	0.002	0.864	0.094	0.144	-0.013
x <sub>10</sub>	建成区水冲公厕比率	0.000	0.048	0.057	0.827	-0.046
x <sub>11</sub>	人均日生活用水量	0.125	0.167	0.030	0.777	0.044
x <sub>12</sub>	路网密度	0.110	0.052	0.893	0.058	0.044

定值检验KMO(kaiser-meyer-olkin measure of sampling adequacy),此值越大,因子分析的效果越好:累计方差百分比达到70%以上,为比较满意结果;累计方差百分比达到85%以上,为满意结果。

### 2.1 省会城市市政基础设施水平因子载荷计算

2010年省会城市因子分析样本数据KMO抽样适度测定值为0.541,大于0.5,巴特利特球形检验值为105.228, p=0.002,样本数据通过检验。采用方差最大正交旋转法,提取旋转后特征值大于0.9的因子,共提取出5个公因子,累计方差为74.338%,达到比较满意结果(表1)。

由表1分析可知,2010年省会城市市政基础设施水平主要与以下5个公因子相关:

公因子1:主要和建成区绿地率、建成区绿化覆盖率、建成区人均公共绿地面积呈高度正相关,定义为生态环境建设因子,方差百分比为22.567%。

公因子2:主要和建成区水冲公厕比率、人均城市维护建设资金呈高度正相关,定义为环境卫生设施因子,方差百分比为14.565%。

公因子3:主要和建成区排水管道密度、路网密度呈高度正相关,定义为生活环境因子,方差百分比为14.157%。

公因子4:主要和人均道路面积呈高度正相关,定义为道路设施建设因子,方差百分比为12.618%。

公因子5:主要和用水普及率呈高度正相关,定义为生活设施建设因子,方差百分比为10.431%。

### 2.2 地级城市市政基础设施水平因子载荷计算

2010年地级城市因子分析样本数据KMO抽样适度测定值为0.666,大于0.5,巴特利特球形检验值为849.384, p<0.0001,样本数据通过检验。采用方差最大正交旋转法,提取旋转后特征值大于1的因子,共提取出5个公因子,累计方差为71.177%,达到比较满意结果(表2)。

由表2分析得出,2010年地级城市市政基础设施水平主要与以下5个公因子相关:

公因子1:主要和建成区绿化覆盖率、建成区绿地率呈高度正相关,定义为生态环境建设因子,方差百分比为18.088%。

公因子2:主要和人均道路面积、人均城市维护建设资金呈正相关,定义为道路设施建设因子,方差百分比为16.567%。

公因子3:主要和每万人拥有公共交通工具

呈高度正相关,定义为公共交通设施因子,方差百分比为15.739%。

公因子4:主要和建成区水冲公厕比率、人均日生活用水量等指标呈较高的正相关,定义为生活水平影响因子,方差百分比为12.195%。

公因子5:主要和用水普及率呈高度正相关,定义为生活设施建设因子,方差百分比为8.588%。

### 2.3 县级城市市政基础设施水平因子载荷计算

2010年县级城市因子分析样本数据KMO抽样适度测定值为0.724,大于0.5,巴特利特球形检验值为1235.173,  $p < 0.0001$ ,样本数据通过检验。采用方差最大正交旋转法,提取旋转后特征值大于0.9的因子,共提取出5个公因子,累计方差为71.436%,达到比较满意结果(表3)。

由表3分析得出,2010年县级城市市政基础设施水平主要与以下5个公因子相关:

公因子1:主要和建成区绿化覆盖率、建成区绿地率、建成区人均公共绿地面积呈高度正相关,定义为生态环境建设因子,方差百分比为20.560%。

公因子2:主要和用水普及率、燃气普及率呈较高正相关,定义为生活设施建设因子,方差百分比为15.957%。

公因子3:主要和每万人拥有公共交通工具、人均日生活用水量呈正相关,定义为生活水平影响因子,方差百分比为12.910%。

公因子4:主要和建成区排水管道密度、路网密度指标相关,定义为生活环境因子,方差百分比为12.535%。

公因子5:主要和建成区水冲公厕比率呈高度相关,定义为环境卫生设施因子,方差百分比为9.475%。

### 2.4 2010年不同层级城市市政基础设施水平影响因子差异比较(表4)

影响不同层级城市市政基础设施水平的因

子不尽相同,既有共同点又有显著的差异。生态环境建设因子、生活设施建设因子是影响省会城市、地级城市和县级城市市政基础设施水平的基本因子,但是对于不同层级城市,各个影响因子的影响作用也有所不同。(1)省会城市生态环境建设因子的作用最大,是省会城市最突出的关注点,对市政基础设施水平的贡献率达到22.567%,要显著大于县级城市与地级城市;环境卫生设施因子和生活环境因子的贡献率居其次,说明省会城市应非常关注人居环境建设;随着人口的增加,省会城市将逐步面临水资源承载力等自然环境承载力的制约。(2)地级城市生态环境建设因子、道路设施建设因子和公共交通设施因子三者作用基本相当,说明地级城市市政基础设施水平离百姓要求尚有一定距离,城市建设应高度重视道路设施和公共交通设施建设。(3)县级城市生态环境建设因子、生活设施建设因子的影响力突出,说明县级城市市政基础设施水平总体相对较落后,是今后建设的重点地区,而且要做到全面建设。(4)公共交通设施因子成为影

表3 2010年县级城市市政基础设施水平因子旋转后因子载荷  
Tab.3 Factor loading after factor rotation of the development level of municipal infrastructure in county-level cities of China in 2010

指标	公因子				
	1	2	3	4	5
$x_1$ 用水普及率	0.127	0.891	0.071	0.072	0.089
$x_2$ 燃气普及率	0.208	0.828	0.041	0.174	0.146
$x_3$ 建成区人均公共绿地面积	0.783	0.250	0.297	0.022	-0.149
$x_4$ 每万人拥有公共交通工具	0.137	0.208	0.761	-0.151	-0.087
$x_5$ 建成区绿化覆盖率	0.876	0.129	0.064	0.208	0.228
$x_6$ 建成区绿地率	0.896	0.155	0.064	0.207	0.192
$x_7$ 人均城市维护建设资金	0.185	-0.004	0.566	0.269	0.004
$x_8$ 建成区排水管道密度	0.087	0.159	0.113	0.775	0.160
$x_9$ 人均道路面积	0.310	0.479	0.284	0.395	-0.250
$x_{10}$ 建成区水冲公厕比率	0.193	0.159	0.037	0.045	0.833
$x_{11}$ 人均日生活用水量	-0.030	-0.035	0.671	0.214	0.454
$x_{12}$ 路网密度	0.167	0.087	0.035	0.694	-0.026

表4 2010年不同层级城市市政基础设施水平的影响因子比较  
Tab.4 Comparison of the impact factors of municipal infrastructure in cities at different levels in 2010

省会城市		地级城市		县级城市	
影响因子	贡献率(%)	影响因子	贡献率(%)	影响因子	贡献率(%)
生态环境建设因子	22.567	生态环境建设因子	18.088	生态环境建设因子	20.560
环境卫生设施因子	14.565	道路设施建设因子	16.567	生活设施建设因子	15.957
生活环境因子	14.157	公共交通设施因子	15.739	生活水平影响因子	12.910
道路设施建设因子	12.618	生活水平影响因子	12.195	生活环境因子	12.535
生活设施建设因子	10.431	生活设施建设因子	8.588	环境卫生设施因子	9.475

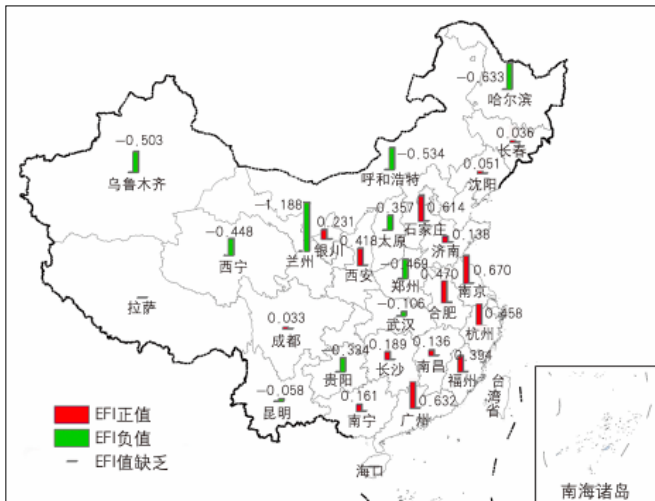


图1 2010年省会城市市政基础设施水平评价  
Fig.1 Evaluation on the development level of municipal infrastructure in the provincial capital cities in 2010

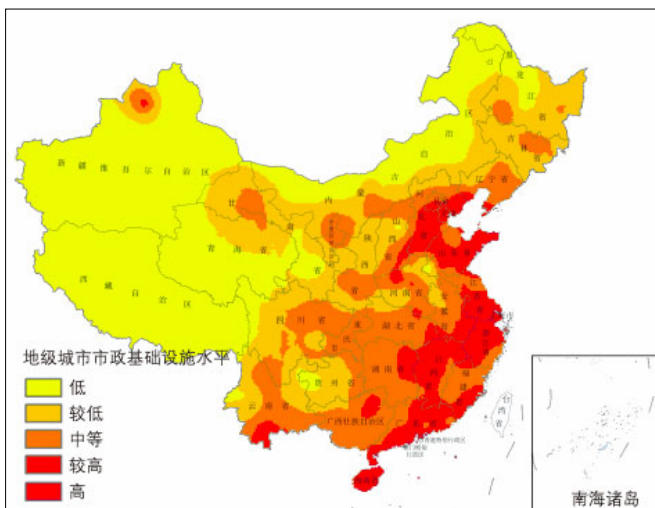


图2 2010年地级城市市政基础设施水平评价  
Fig.2 Evaluation on the development level of municipal infrastructure of the prefecture-level cities in 2010

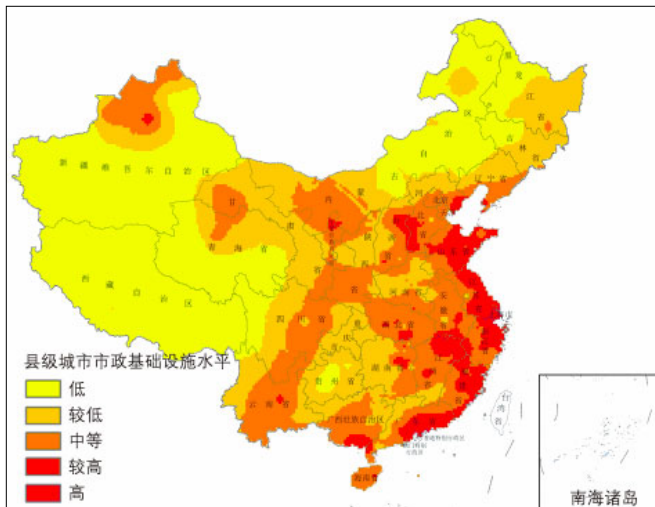


图3 2010年县级城市市政基础设施水平评价  
Fig.3 Evaluation on the development level of municipal infrastructure of the county-level cities in 2010

响地级城市市政基础设施水平的特殊因素，主要是因为地级城市相比于县级城市人口规模较大，对公共交通的需求较大，但公共交通设施建设却未如省会城市成熟，因此对于公共交通设施的建设是地级城市提高市政基础设施水平的重点所在。(5)道路设施建设因子并未成为影响县级城市市政基础设施水平的因素，主要是因为县级城市人口规模相对较小，居民生活水平相对不高，私人交通的需求还未大量释放，现有的道路和交通设施可以承载，但随着城市人口规模增加和经济发展，城内交通与对外交通对市政基础设施水平的影响将越来越显著。

### 3 2010年城市市政基础设施水平评价计算

在提取出的公因子和公因子方差百分比基础上，对提取出的公因子分别赋予不同权重，加权求和，分别计算省会城市、地级城市、县级城市2010年的市政基础设施水平。计算公式如下：

$$EFI = \sum W_i \times V_i \quad (1)$$

式(1)中，EFI为样本市政基础设施水平； $W_i$ 为公因子i的权重，以各公因子方差百分比分别占累计方差百分比的比重计算； $V_i$ 为公因子i的因子得分。

#### 3.1 省会城市市政基础设施水平分布特征

2010年省会城市市政基础设施水平计算结果见图1。东部沿海地区的省会城市市政基础设施水平较高，但不少中西部地区省会城市(如合肥、西安、银川)市政基础设施水平也排名在前10位以内，由此可以看出，省会城市的市政基础设施建设得到了普遍重视，虽然东部沿海地区的省会城市市政基础设施水平普遍高于中西部地区，但是经济发展相对落后的中西部地区对于省会城市市政基础设施建设的投入与发达地区的差异也并不很大。

#### 3.2 地级城市市政基础设施水平分布特征

2010年地级城市市政基础设施水平空间模拟分布见图2。表现为地级城市市政基础设施水平与地区经济发展水平和交通干线呈显著正相关，空间差异特征明显，呈现出东中西三大阶梯状分布：东部地区水平最高，西部地区最低，中部地区与东北地区居中。水平较高的地区集中分布于东部沿海地区，尤其是环渤海湾地区、长三角地区、珠三角地区。西部地区地级城市市政基础设施水平在不同省(市、区)间存在显著差异，成渝地区、关—天水地区、宁夏—内蒙古沿黄地区

的地级城市市政基础设施水平相对较高。

### 3.3 县级城市市政基础设施水平分布特征

2010年县级城市市政基础设施水平空间模拟分布见图3。县级城市市政基础设施水平表现为自东向西梯度递减的分布特征,东部沿海地区县级城市市政基础设施水平较高,中西部地区县级城市市政基础设施水平普遍较低,但西部地区的新疆、西藏、青海等省(区)的部分县级城市市政基础设施水平相对较高。

## 4 结论

基于因子分析,对中国省会城市、地级城市、县级城市的市政基础设施水平进行评价,结果如下:

(1)不同层级城市市政基础设施水平的影响因子不尽相同,既有共同点又有显著的差异。生态环境建设因子和生活设施建设因子是影响不同层级城市市政基础设施水平的基本因子,但对不同层级城市来说,上述各因子的影响也各有侧重。

(2)生态环境建设因子是省会城市市政基础设施水平最突出的影响因素,其对于省会城市的贡献率显著大于地级城市与县级城市。

(3)东部沿海地区的省会城市市政基础设施水平高于中西部地区的省会城市。地级城市市政基础设施水平的地域差异性明显:东部地区最高,西部地区最低,中部地区与东北地区居中。中西部地区各省城市间的市政基础设施水平差异要远大于东部沿海发达地区。

(4)县级城市市政基础设施水平呈现自东向西梯度递减的分布特征,但西部地区的新疆、西藏、青海等省(区)的部分县级城市市政基础设施水平相对较高。中部地区亟待加强县级城市市政基础设施建设。

### 参考文献(References)

- 1 严盛虎,李宇,毛琦梁,等.我国城市市政基础设施建设成就、问题与对策[J].城市发展研究,2012,19(5):28-33.  
Yan Shenghu, Li Yu, Mao Qiliang, et al. The Urban Municipal Infrastructure Construction Status, Problem and Countermeasure of China[J]. Urban Development Studies, 2012,19(5):28-33.
- 2 余建忠.浙江省城镇基础设施现代化指标体系研究[J].城市开发,2004(7):28-31.  
Yu Jianzhong. Study on the Index System of the Modernization Level of the Urban Infrastructure in Zhejiang Province[J]. Urban Development, 2004(7):28-31.
- 3 李娜,夏永久.宁波城市基础设施现代化水平综合评价与预测[J].长江流域资源与环境,2006,3(9):136-141.

- Li Na, Xia Yongjiu. Comprehensive Evaluation and Prediction on the Infrastructure Modernization Level of Ningbo City[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2006, 3(9): 136-141.
- 4 顾朝林,黄春晓.江苏省城市现代化水平评价及预测[J].城市规划汇刊,2000(6):34-39.  
Gu Chaolin, Huang Chunxiao. The Evaluation and Prediction of Urban Modernization in Jiangsu Province [J]. Urban Planning Forum, 2000(6):34-39.
- 5 刘芬,汤富平.河南城市基础设施现代化水平综合评价[J].经济研究导刊,2007,4(11):128-130.  
Liu Fen, Tang Fuping. Comprehensive Evaluation for the Modernization Level of the Urban Infrastructure in Henan Province[J]. Economic Research Guide,2007,4(11):128-130.
- 6 张桂黎,傅华,戴尔阜.山西省城市基础设施现代化水平综合评价[J].首都师范大学学报:自然科学版,2011,32(1):65-69.  
Zhang Guili, Fu Hua, Dai Erfu. Comprehensive Evaluation on the Infrastructure Modernization Level of Shanxi Province [J]. Journal of Capital Normal University: Natural Science Edition, 2011, 32(1):65-69.
- 7 蔡龙,张波,黄贤金,等.我国城市基础设施现代化水平综合评价研究[J].城市发展研究,2004,11(4):50-54.  
Cai Long, Zhang Bo, Huang Xianjin, et al. Comprehensive Evaluation for the Modernization Level of Urban Infrastructure in China[J]. Urban Development Studies, 2004, 11(4): 50-54.
- 8 潘胜强,马超群.城市基础设施发展水平评价指标体系[J].系统工程,2007,25(7):88-91.  
Pan Shengqiang, Ma Chaoqun. Evaluation Indicators System for the City Infrastructure Development Level[J]. Systems Engineering, 2007, 25(7):88-91.
- 9 邢海峰,李倩,张晓军,等.城市基础设施综合绩效评价指标体系构建研究——以青岛市为例[J].城市发展研究,2007,14(4):42-45.  
Xing Haifeng, Li Qian, Zhang Xiaojun, et al. Comprehensive Performance Evaluation System for Urban Infrastructure: A Case Study of Qingdao [J]. Urban Development Studies, 2007, 14(4):42-45.
- 10 吴伟,付喜娥.绿色基础设施概念及其研究进展综述[J].国际城市规划,2009,24(5):67-71.  
Wu Wei, Fu Xi'e. The Concept of Green Infrastructure and Review of Its Research Development[J]. Urban Planning International, 2009, 24(5):67-71.
- 11 付喜娥,吴人韦.绿色基础设施评价(GIA)方法介绍——以马里兰州为例[J].中国园林,2009(9):41-45.  
Fu Xi'e, Wu Renwei. Introduction to Green Infrastructure Assessment(GIA)——A Case Study of Maryland, USA[J]. Chinese Landscape Architecture, 2009(9):41-45.
- 12 何晓群.现代统计方法与应用[M].北京:中国人民大学出版社,2001.  
He Xiaqun. Method and Application of the Modern Statistics[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2001.
- 13 胡永宏,贺思辉.综合评价方法[M].北京:科学出版社,2000.  
Hu Yonghong, He Sihui. Comprehensive Evaluation Method[M]. Beijing: Science Press, 2000.