

Study on Construction Conditions Evaluation of Urban Public Infrastructure System by Principal Component Analysis in Tianjin

Xiangchun Li¹, Xiaorui Su²

¹School of Public Management, Tianjin University of Commerce, Tianjin

²Agricultural Bank of China, Beijing

Email: 384133883@qq.com

Received: Aug. 25th, 2016; accepted: Sep. 18th, 2016; published: Sep. 21st, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

In this article, the method of principal component is used to evaluate construction conditions of urban public infrastructure system and each subsystem from 2004 to 2013 in Tianjin. Results show that the urban public infrastructure conditions have improved largely in nearly 10 years, but there is a large degree of difference in the construction conditions of each subsystem in Tianjin.

Keywords

Urban Public Infrastructure, Construction Conditions, Principal Component Analysis

基于主成分分析的天津市公共基础设施系统建设状况评价研究

李向春¹, 苏小蕊²

¹天津商业大学公共管理学院, 天津

²中国农业银行股份有限公司, 北京

Email: 384133883@qq.com

收稿日期: 2016年8月25日; 录用日期: 2016年9月18日; 发布日期: 2016年9月21日

摘要

本文利用主成分法对2004~2013年天津市公共基础设施系统及各子系统建设状况进行了综合评价。结果显示近10来天津市公共基础设施建设状况有了较大程度的提高,但是各个子系统建设状况存在着较大程度的差别。

关键词

公共基础设施, 建设状况, 主成分分析

1. 引言

公共基础设施的建设对优化资源配置、协调区域间经济发展、改善民生、扩大就业和保护生态环境等方面产生重要的影响。随着我国经济的不断发展,国家和各级政府开始对公共基础设施投入更多的资金。根据天津统计年鉴数据显示,用于公共基础设施的投资逐年增长。2013年天津市公共基础设施固定资产投资、公共设施管理费用总和为946.35亿元,比2012年增长3.63%。同时,政府在公共基础设施各个系统的投资力度也是不尽相同。2011年中,在水资源和供排水系统投资额为15.5亿元;在能源系统中投资额为2.8亿元;在生态环境系统中投资额为59.56亿元。相比过去,天津市公共基础设施建设状况有了很大改善,但天津市公共基础设施建设状况仍令人堪忧。如每当夏天雨季来临,天津遭受强降雨袭击时,城市内涝问题凸显,排水不畅会导致交通不便、经济财产损失的情况发生;每到冬季,雾霾天气便如约而至,居民的生活质量和身体状况也受到了严重的影响;每天的上下班早晚高峰,市内道路拥挤,各种交通工具也是供不应求,出行极度不方便等。因此,为解决天津市公共基础设施存量不足所带来各种问题,公共基础设施建设状况仍需进一步改善。

研究发现,胡杨名对城乡统筹下的农村信息系统建设进行了研究,认为社会对农村信息化建设存在认识误区、农村信息化公共基础设施建设水平有待提高[1];巢哲雄对输变电类建设项目与环境保护问题进行了相关研究,认为不仅要促进输变电事业健康可持续发展,也要切实维护公众环境权益[2];陈恒林对农业基础设施进行了研究,认为当前农业基础设施建设中存在项目种类多而散,项目重复建设等问题[3]。以上文献均是从公共基础设施的某一系统或者某一角度进行评价,缺少对公共基础设施系统整体评价。本文运用主成分法通过对天津市2004~2013年公共基础设施系统及各子系统建设状况进行评价,寻找出制约天津市公共基础设施建设状况提升的因素,为改善公共基础设施建设状况提供理论依据。

2. 公共基础设施系统建设状况评价模型构建及其测算

2.1. 公共基础设施系统社会效益评价指标体系

根据1994年世界银行发展报告,公共基础设施可以分为两类:经济基础设施和社会基础设施。经济基础设施的定义是永久性的工程构筑、设备、设施和它们提供的为居民所用和用于经济生产的服务。这些基础设施包括公用事业(电力、管道煤气、电信、供水、卫生设施和排污,固体废弃物的收集和处理系统)、公共工程(大坝、灌渠和道路)以及其它交通部门(铁路、城市交通、海港、水运和机场)。同时,该报告将经济基础设施之外的其它基础设施定义为社会基础设施,通常包括文教、医疗保健等方面。而现在

国内学者对公共基础设施给出了更为明确的定义, 公共基础设施包括城市能源动力、水资源和供排水、道路交通、邮电通信、生态环境和城市防灾等六大系统[4]。本文中的“公共基础设施”是指包含六大系统的公共基础设施, 但是由于统计数据限制, 所研究的公共基础设施系统不包括城市防灾系统。公共基础设施建设状况是指公共基础设施系统整体建设存量与建设规模的情况, 是以整个公共基础设施系统为研究对象进行综合评价。

本文以对公共基础设施建设状况为研究目的, 依据指标体系建立的普遍性与特殊性统一、科学性与现实性统一、相关性、可操作性等原则, 基于公共基础设施系统结构和内涵的角度, 构建公共基础设施建设状况评价指标体系(见表 1)。

Table 1. The evaluation index system of construction conditions of urban public infrastructure

表 1. 公共基础设施建设状况指标评价体系

系统层	准则层	指标层	单位		
公共基础设施	交通系统	高速公路里程	(公里)		
		对外交通	铁路里程(X ₂)	(公里)	
			民航航线长度(X ₃)	(公里)	
		对内交通	城市人均拥有道路面积(X ₄)	(平方米)	
			城市道路面积(X ₅)	(万平方米)	
			城市每万人拥有公共交通工具数(X ₆)	(标台)	
	能源系统		供电	年人均电力消费量(X ₇)	(kwh)
		发电装机容量(X ₈)		(万千瓦)	
		燃气	城市天然气管道长度(X ₉)	(公里)	
			城市用气普及率(X ₁₀)	(%)	
			城市供热面积(X ₁₁)	(万平方米)	
			城市集中供热热水管道长度(X ₁₂)	(公里)	
	通信系统	邮政	邮政营业网点(X ₁₃)	(处)	
			邮路长度(X ₁₄)	(公里)	
		电信	(电信)局用交换机容量(X ₁₅)	(万门)	
			电信长途光缆线路长度(X ₁₆)	(公里)	
			移动电话普及率(X ₁₇)	(部/百人)	
			电信移动电话交换机容量(X ₁₈)	(万户)	
	给排水系统	水资源保护	用水消耗量(X ₁₉)	(亿立方米)	
			工业直接排入海的工业废水排放总量(X ₂₀)	(万吨)	
		给水	城市供水管道长度(X ₂₁)	(公里)	
			城市人均日生活用水量(X ₂₂)	(升)	
			排水	城市排水管道长度(X ₂₃)	(公里)
				污水处理率(X ₂₄)	(%)
	环境系统	环境卫生	城市清扫保洁面积(X ₂₅)	(万平方米)	
			城市垃圾无害化处理厂座数(X ₂₆)	(场)	
			生活垃圾无害化处理率(X ₂₇)	(%)	
		环境保护	建成区绿化覆盖率(X ₂₈)	(%)	
			城市公园数(X ₂₉)	(个)	
			城市园林绿地面积(X ₃₀)	(公顷)	

2.2. 公共基础设施健康状况评价模型构建

主成分分析(Principal Component Analysis)是从多个指标中提取少数几个综合指标而保持原指标所提供的大量信息的一种多元统计方法。主成分分析能从选定的指标体系中归纳出大部分的信息, 根据主成分提供的信息进行综合评价, 可以有效避免指标在重要性判断中所带来的主观性, 保证评价结果的客观性和准确性。通过研究和借鉴参考文献[5], 如下给出了主成分法确定权重的测算步骤:

1) 构建评价矩阵

基于构建评价指标体系基础上, 收集 2004~2013 年评价数据, 其数据序列形成如下矩阵:

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = (x'_1, x'_2, \dots, x'_n) = \begin{cases} x'_1(1) & x'_2(1) & \cdots & x'_n(1) \\ x'_1(2) & x'_2(2) & \cdots & x'_n(2) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x'_1(m) & x'_2(m) & \cdots & x'_n(m) \end{cases}$$

在本文中, X 所代表的是指标层中的指标, 其中 n 的值为 30, 表示共含 30 个指标, m 表示评价对象个数, 其中 m 值为 10, 表示总共有 10 年评价数据。

2) 对原始矩阵进行标准化处理

由于评价指标中数据的类型和单位不同, 需要对其进行标准化处理, 采用如下公式对指标数据进行标准化:

$$x = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}$$

其中, $\bar{x}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{ij}$, 并且 $s_j = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}$ 。

3) 用 SPSS 软件对各系统进行主成分分析, 并确定主成分个数

在对原始数据进行标准化的基础上, 利用 SPSS 软件进行主成分分析。求出对应的特征根和特征向量, 并由累积方差贡献率大于等于 90% 来确定主成分的个数, 写出各个主成分的表达式。

4) 利用主成分分析结果进行综合评价

假设主成分个数为 3 个, 分别为 F_1 、 F_2 、 F_3 , 对应方差贡献率为 $\beta_1\%$ 、 $\beta_2\%$ 、 $\beta_3\%$, 则系统的综合得分为 $Y = \beta_1\%F_1 + \beta_2\%F_2 + \beta_3\%F_3$ 。同理, 可以计算出各子系统的综合得分。

3. 天津市公共基础设施建设状况评价实证研究

本文原始指标数据来源于《中国统计年鉴》(2004~2013)、《天津市统计年鉴》(2004~2013)、《中国城市统计年鉴》(2004~2013)。

3.1. 天津市公共基础设施建设状况评价实证分析

1) 运用 SPSS 软件对各系统进行主成分分析, 并确定主成分个数在对原始数据进行标准化处理的基础上, 运用 spss 软件进行主成分分析, 在累计贡献率大于 90% 情况下, 共有 3 个主成分, 其特征值, 分别为 22.533、2.925、1.793, 其对应的方差贡献率为 75.11%、9.75%、5.978%。各主成分对应的表达式为:

$$\begin{aligned} F_1 = & 0.20x_1 + 0.20x_2 + 0.19x_3 + 0.20x_4 + 0.20x_5 + 0.19x_6 + 0.19x_7 + 0.19x_8 \\ & + 0.12x_9 + 0.17x_{10} + 0.21x_{11} + 0.21x_{12} + 0.18x_{13} + 0.12x_{14} + 0.01x_{15} + 0.18x_{16} \\ & + 0.20x_{17} + 0.20x_{18} + 0.09x_{19} - 0.17x_{20} + 0.20x_{21} + 0.17x_{22} + 0.21x_{23} + 0.20x_{24} \\ & + 0.21x_{25} + 0.19x_{26} + 0.18x_{27} - 0.07x_{28} - 0.12x_{29} + 0.20x_{30}, \end{aligned}$$

$$F_2 = -0.03x_1 + 0.14x_2 + 0.27x_3 + 0.01x_4 + 0.08x_5 + 0.06x_6 - 0.18x_7 + 0.22x_8 \\ + 0.05x_9 - 0.29x_{10} + 0.09x_{11} + 0.08x_{12} + 0.23x_{13} - 0.10x_{14} + 0.34x_{15} - 0.23x_{16} \\ - 0.08x_{17} - 0.05x_{18} - 0.28x_{19} + 0.26x_{20} + 0.13x_{21} + 0.16x_{22} + 0.02x_{23} - 0.02x_{24} \\ + 0.08x_{25} + 0.10x_{26} - 0.27x_{27} + 0.17x_{28} + 0.40x_{29} + 0.12x_{30},$$

$$F_3 = -0.12x_1 + 0.07x_2 + 0.02x_3 + 0.07x_4 + 0.08x_5 + 0.17x_6 - 0.08x_7 - 0.09x_8 \\ + 0.09x_9 + 0.07x_{10} - 0.02x_{11} - 0.06x_{12} + 0.17x_{13} - 0.36x_{14} + 0.42x_{15} + 0.22x_{16} \\ - 0.14x_{17} - 0.11x_{18} + 0.39x_{19} - 0.12x_{20} - 0.08x_{21} + 0.09x_{22} + 0.01x_{23} - 0.18x_{24} \\ - 0.06x_{25} - 0.11x_{26} + 0.08x_{27} + 0.43x_{28} - 0.23x_{29} - 0.06x_{30}.$$

2) 利用主成分分析结果进行综合评价

在求得各主成分表达式时, 利用综合评价公式 $Y = \beta_1 \% F_1 + \beta_2 \% F_2 + \beta_3 \% F_3$ 计算出天津市公共基础设施系统建设状况评价及各公共基础设施子系统建设状况评价(见表 2), 并绘制了天津市公共基础设施系统建设状况评价折线图(见图 1)。

Table 2. The evaluation value of the construction conditions of urban public infrastructure and each subsystem in Tianjin
表 2. 天津市公共基础设施系统及各子系统建设状况评价

年份	交通系统	能源系统	通信系统	给排水系统	环境系统	总评价
2004	-1.28	-1.20	-0.87	-1.09	-0.92	-5.36
2005	-1.08	-1.00	-0.72	-0.85	-0.72	-4.38
2006	-0.41	-0.65	-0.42	-0.35	-0.49	-2.32
2007	-0.67	-0.36	-0.17	-0.39	-0.19	-1.77
2008	-0.10	-0.13	-0.05	-0.08	-0.04	-0.40
2009	-0.10	0.11	0.18	0.18	0.05	0.41
2010	0.20	0.36	0.19	0.33	0.29	1.37
2011	0.65	0.65	0.26	0.46	0.60	2.63
2012	1.13	1.01	0.73	0.74	0.61	4.23
2013	1.66	1.20	0.88	1.04	0.81	5.59

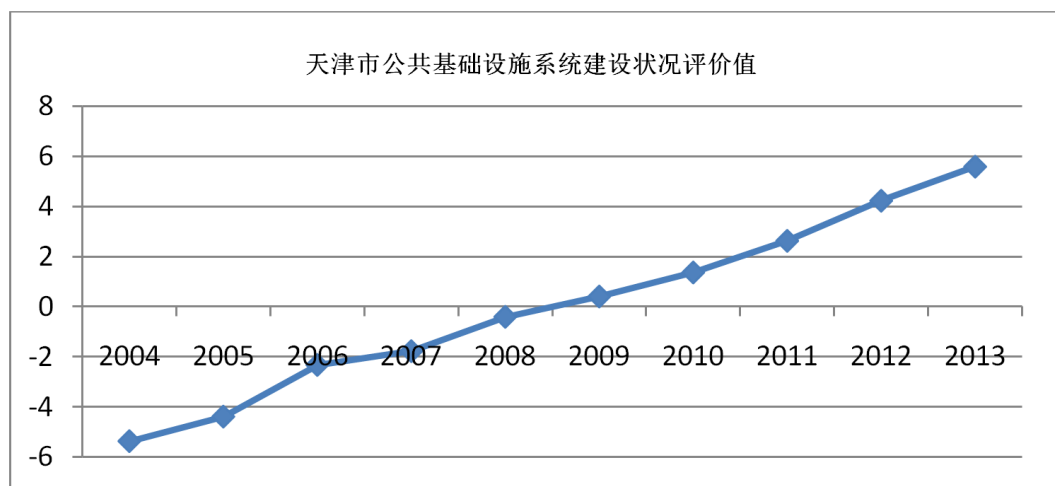


Figure 1. Curve: the evaluation value of construction conditions of urban public infrastructure in Tianjin
图 1. 天津市公共基础设施系统建设状况评价折线图

Table 3. The level of the urban public infrastructure conditions of each subsystem in Tianjin
表 3. 天津市公共基础设施建设各子系统建设状况等级表

子系统	等级	子系统	等级
交通系统	优	给排水系统	差
能源系统	良	环境系统	差
通信系统	差		

3.2. 天津市公共基础设施建设状况评价结果分析

从图 1 可以看出 2004~2013 年来, 天津市公共基础设施建设状况评价价值逐年提高, 其中从 2004 年的 -5.36 提高到了 2013 年的 5.59, 其中涨幅为 10.95。从曲线各年的纵截距可以看出, 2007 年至 2010 年, 评价价值增长幅度相对比较固定, 其增长值保持在 1.0 左右, 从 2010 年至 2013 年, 评价价值增长幅度相对较大, 每年的评价价值增长幅度将近为 1.5。从图像整体来看, 图像在 2006 年处出现的相对较大的波动, 主要是因为其评价价值从 2005 至 2006 年出现了较大幅度增长, 增长值为 1.94, 而 2006 年至 2007 年处其评价价值增长幅度仅为 0.55。通过对上述评价结论研究发现, 天津市公共基础设施建设状况评价价值逐年递增和天津市重视公共基础设施建设、加大公共基础设施投资力度、从而导致的公共基础设施存量不断增加密切相关。公共基础设施建设状况评价价值逐年稳定的增长与天津市在公共基础设施方面持续稳定的投入密切相关。

从表 2 可以看出, 天津市公共基础设施各子系统建设状况评价价值均呈现出稳定的上升趋势, 但是在上升程度中各子系统表现各自的不同。在 2004 年时, 交通系统、能源系统、通信系统、给排水系统、环境系统各子系统建设状况评价价值分别为 -1.28、-1.20、-0.87、-1.09、-0.92, 其中, 交通系统评价价值最小为 -1.28, 通信系统评价价值最大为 -0.87。在 2013 年, 各子系统建设状况评价价值分别为 1.66、1.20、0.88、1.04、0.81, 其中, 交通系统建设状况评价价值最大为 1.66, 环境系统建设状况评价价值最小为 0.81。在这 10 年中, 各公共基础设施子系统建设状况评价价值涨幅为 2.94、2.40、1.75、2.13、1.73, 依据各子系统涨幅由大及小进行排序, 依次为: 交通系统、能源系统、给排水系统、通信系统、环境系统。通过上述数据分析发现: 2004~2013 年, 天津市公共基础设施各子系统建设均得到了较大程度的提升, 其中交通系统发展最快, 环境系统发展最慢。

以 2013 年公共基础设施各子系统建设状况评价价值进行分析, 以各子系统中最大值和最小值为界, 把评价价值分为三个部分: 其中当 $0.81 \leq f(x) \leq 1.09$ 时, 该阶段表示为公共基础设施建设状况等级为差; 当 $1.09 \leq f(x) \leq 1.37$ 时, 该阶段表示为公共基础设施建设状况等级为良好; 当 $1.37 \leq f(x) \leq 1.66$ 时, 该阶段可以称为公共基础设施建设状况等级为优。为此, 2013 年各子系统公共基础设施建设状况等级如下(见表 3)。

通过上述分析可以看出, 近年来, 天津市公共基础设施系统建设状况一直在提升, 其中交通系统建设状况较优, 能源系统次之, 给排水系统、通信系统、环境系统建设状况较差, 有待进一步提高。

4. 结论

本文利用主成分法对天津市 2004~2013 年公共基础设施建设状况进行评价, 评价结果显示在这 10 年来, 天津市公共基础设施建设水平逐年提高, 已经达到了较高程度, 但是各个公共基础设施子系统建设水平存在着一定差异。为提高公共基础设施系统整体建设状况, 一方面要加大公共基础设施整体投入力度, 提高公共基础设施整体存量; 另一方面要重视天津市公共基础设施子系统建设状况, 加大公共基础设施在给排水系统、环境系统、通信系统投入力度。

参考文献 (References)

- [1] 胡扬名. 城乡统筹发展背景下农村信息化建设问题研究[J]. 江西社会科, 2016, 2(2): 208-213.
- [2] 巢哲雄. 严格法律监管加强输变电类建设项目环境保护[J]. 环境保护, 2013, 8(15): 22-23.
- [3] 陈恒林. 加强农业基础设施建设[J]. 中国财政, 2016, 3(6): 49-50.
- [4] 潘胜强, 马超群. 公共基础设施发展水平评价指标体系[J]. 系统工程, 2007, 25(7): 88-92.
- [5] 朱建平. 应用多元统计分析[M]. 北京: 北京科学出版社, 2015: 68-74.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ssem@hanspub.org