

南京城市化与水资源环境耦合关系实证研究

熊东旭¹, 陈 荣²

(1. 南京工程学院 建筑工程学院, 南京, 211167; 2. 西安建筑科技大学 环境与市政工程学院, 西安 710055)

摘 要:通过建立城市化和水资源环境综合指标体系,利用耦合协调度模型,对城市化水平与水资源环境二者之间的演变规律进行研究,对南京市 2000—2012 年间的城市化与水资源环境交互耦合作用关系进行了量化分析.结果表明:南京市城市化综合指数呈线性增长趋势,水资源环境综合指数及耦合协调度总体上处于均衡发展态势,虽然近些年两者的协调度出现波动式变化,但总体发展态势良好,在合理可控的范围,需要对出现的协调度下降状况引起重视.

关键词:城市化;水资源环境;耦合关系;实证研究;南京

中图分类号:TU984;X824

文献标志码:A

随着城市化进程中城市人口与功能的聚集和土地利用方式的变化,城市化对城市水资源环境产生一系列影响.与此同时,城市化发展又离不开一个良好城市水环境的支持,城市水资源环境水平将影响城市化发展的速度与规模.为此从城市可持续发展角度来说,如何协调好城市化与水资源环境之间的关系,如何定量地评价城市化与水资源环境的协调性,已成为一个迫切需要研究的问题.

1 南京城市化发展现状

1.1 城市化水平快速提升

南京是全国人口密度最高的城市之一,“六普”数据显示:2012 年,南京市人口密度为 1417 人/km²,是全国平均水平的 10 倍.2000 年以来,南京经济总量稳步提升,城市规模快速扩张,城市面临着生态环境变化、产业结构转型、城市空间重组等诸多挑战,南京进入新一轮城市化加速发展阶段.以城镇人口占比来衡量城市化水平,2012 年南京市常住人口达 816.1 万,城镇化率为 80.23%,位列全国第 7,成为江苏省首个城镇化率超 80%的城市.目前,南京城镇化率分别高出江苏省 7.23 个百分点,高出全国 27.66 个百分点.

1.2 多层次的城市空间结构

在 2000—2010 年间,南京市按照“三集中一疏散”和“一城三区”建设战略,重点推进新城新区建设.2011 年南京提出强化“三名城三都市一乡村”功能,着力打造“三都市、三名城”(人文都市、绿色都市、幸福都市,中国人才与创新创业名城、软件与新兴产业名城、航运(空)与综合枢纽名城),围绕十大功能板块建设和城乡统筹一体发展行动纲要,布局新市镇建设,构建“1 个主城—3 个副城—8 个新城—60 个新市镇—1 300 个新社区”的新型城镇结构体系.

2 南京城市水资源环境变化趋势

持续多年的城市化进程,促进了南京经济社会的快速发展,也带来了明显的水资源环境问题,水资源环境问题已成为制约南京生态型城市建设的发展瓶颈之一.根据多年的环境动态监测资料,20 世纪 80 年代到 90 年代中期是南京市水环境污染最为严重的阶段.1995 年以来主要污染物的排放量开始逐渐减少,这对遏制水环境进一步恶化有一定积极作用,但污染物排放量依然保持在较高水平.全市地表水断面达标率 62.5%,

收稿日期:2015-01-14;修回日期:2015-07-01.

基金项目:国家自然科学基金资助(51308439);国家重大科技专项子课题(2012ZX07313-001-02).

第 1 作者简介(通信作者):熊东旭(1980—),男,江西兴国人,南京工程学院建筑工程学院副教授,主要从事城乡规划设计研究,E-mail:xiiongdongxu1980@163.com.

仍有 25.9% 的水质断面处于劣 V 类水平。(详见表 1)

表 1 南京市水体环境质量统计表 2

指 标	2000 年	2005 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
废水排放量(10^8 t)	6.49	4.7	3.38	2.53	2.33	7.77
废水中化学需氧量排放量(10^4 t)	3.61	3.03	2.02	2.18	2.24	10.3
重复用水率/%	58.2	72.31	88.1	64.75	74.8	70.36

总体来看,随着南京城市化进程的不断加速,南京城市水资源承载力承受了严峻的考验.据 2012 年《中国经济周刊》和中国社科院城市发展与环境研究所联合发布的《中国城镇化质量报告》,南京的城镇化效率指数 0.36,跌出前 60 位(注:全国地级及以上城市排名),其中水资源环境质量指数只排在了全国第 40.这表明南京单位经济社会成本的 GDP 产出效率较低,是以牺牲包括水资源环境在内的生态环境为代价的.所以南京在城市化进程中,提升水资源承载力是城市化进程中急需解决的问题.

3 南京城市化与水资源环境耦合关系实证研究

3.1 指标体系的建立及权重计算

通过运用频度统计法对近年来城市化与水资源环境相关指标研究文献进行指标使用频度统计,初步确定了从人口城市化、经济城市化、空间城市化、社会城市化这四个方面选取 16 个指标,以综合反映城市化的水平.为衡量城市水资源环境水平,根据世界经济合作与发展组织(OECD)和联合国环境规划署(UNEP)共同提出的环境指标“压力—状态—响应概念模型”(P-S-R),并从水资源压力、水资源水平和水资源治理 3 个方面 16 项指标,来综合反映城市水资源环境的发展水平及变化趋势.数据主要来源于 2001~2013 年国家统计局南京调查队抽样调查资料、《南京市统计年鉴》和《南京调查概览》,个别年份有数据缺失,取相邻年份数值采用插值法补齐获得.

由于原始数据量纲不同,无法直接进行比较,故根据变异系数法,对南京市 2000~2012 年的 16 项城市化水平指标和 16 项水资源环境综合水平指标进行标准化处理,计算出相应的指标权重(注:为保证计算结果精度,权重值有效位数保留至小数点后 4 位).

(1) 正向指标越大越好,计算公式为:

$$X'_{ij} = (X_{ij} - \min X_j) / (\max X_j - \min X_j). \quad (1)$$

负向指标越小越好,计算公式为:

$$X'_{ij} = (\max X_j - X_{ij}) / (\max X_j - \min X_j). \quad (2)$$

(2) 依据样本得出各指标值的均值 \bar{x}_j 和标准差 S_j , 变异系数的计算公式为:

$$V_j = S_j / \bar{X}_j, \text{ 其中: } \bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij} \text{ (} n \text{ 表示数据样本的数量),}$$

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2} \text{ (} j = 1, 2, 3, \dots, 13). \quad (3)$$

(3) 再通过归一化处理,求出各指标的权重:

$$\omega_j = V_j / \sum_{i=1}^{13} V_j. \quad (4)$$

(4) 单项指标评价的得分为:

$$S_{ij} = \omega_j \times X'_{ij}. \quad (5)$$

(5) 第 i 项被评价对象的综合水平得分为:

$$S_i = \sum_{j=1}^n S_{ij}. \quad (6)$$

(6) 式中, X_{ij} 代表第 i 个样本的第 j 项评价指标值, $\max X_j$ 、 $\min X_j$ 分别代表所有样本中第 j 项评价指标的最大值与最小值, m 是评价样本数, n 是指标数.

表 2 南京城市化与生态环境协调发展指标体系

目标层	一级指标层	二级指标层	指标性质	权重
城市化(A1)	人口城市化(X ₁)	城镇人口比率 x ₁ /%	正向指标	0.051 3
		第三产业人口所占比重 x ₂ /%	正向指标	0.021 6
		人均 GDP(元) x ₃	正向指标	0.128 9
	经济城市化(X ₂)	第三产业在 GDP 中的比重 x ₄ /%	正向指标	0.009 3
		第三产业/第二产业的产值比 x ₅ /%	正向指标	0.017 5
		人均工业总产值 x ₆ (10 ⁸ 元)	正向指标	0.144 7
	空间城市化(X ₃)	建成区总面积 x ₇ (hm ²)	正向指标	0.073 5
		人均道路面积 x ₈ (m ²)	正向指标	0.057 7
		城市人口密度 x ₉ (人/km ²)	负向指标	0.081 0
		城镇人均居住面积 x ₁₀ (m ²)	正向指标	0.034 1
		科技人员人数 x ₁₁ (人)	正向指标	0.084 0
		普通高校在校学生数/万人 x ₁₂ (人)	正向指标	0.075 5
	社会城市化(X ₄)	拥有执业、助理医师数/万人 x ₁₃ (人)	正向指标	0.017 3
		人均可支配收入 x ₁₄ (元)	正向指标	0.116 8
		城镇登记失业率 x ₁₅ /%	负向指标	0.043 5
		拥有公共交通工具 x ₁₆ /万人(标台)	正向指标	0.043 3
城市废水总排放量 y ₁ (10 kt)		负向指标	0.211 9	
单位工业产值工业废污水排放量 y ₂ (10 kt)		负向指标	0.110 6	
水资源环境(Y ₁)	人日均生活用水量 y ₃ (10 kt)	负向指标	0.027 7	
	人均日生活污水排放量 y ₄ (10 kt)	负向指标	0.064 6	
	废水中化学需氧量排放量 y ₅ (10kt)	负向指标	0.122 3	
	地下水开采系数 y ₆ /%	负向指标	0.065 3	
	水域面积率 y ₇ /%	正向指标	0.074 5	
	水资源(B ₁)	水资源水平 y ₈ (Y ₂)	人均水资源量 y ₈ (10 kt)	正向指标
人均年降雨量 y ₉ /%			正向指标	0.015 1
三级以下地表水比率 y ₁₀ /%			负向指标	0.017 8
地下水污染面积比率 y ₁₁ /%			负向指标	0.004 8
土壤水污染面积比率 y ₁₂ /%			负向指标	0.017 1
水资源治理(Y3)		污水治理投资占 GDP 的比重 y ₁₃ /%	正向指标	0.038 5
		工业废水排放达标率 y ₁₄ /%	正向指标	0.087 8
		城市生活污水排放达标率 y ₁₅ /%	正向指标	0.052 0
		重复利用率 y ₁₆ /%	正向指标	0.017 1

3.2 灰色关联评价分析

通过灰色关联度模型,对南京市城市化水平与水资源环境之间的关系进行定量评价.因为原始指标量纲不同,所以需要进行无量纲化处理,计算方法采用公式(1)与(2).其关联系数的计算公式为:

$$\sum_{t=1}^n \xi_{ij}(t) = \frac{\Delta_{\min} + k\Delta_{\max}}{\Delta_{ij}(t) + k\Delta_{\max}} \tag{7}$$

式中, $\sum_{t=1}^n \xi_{ij}(t)$ 为 $Z_j^Y(t)$ 对 $Z_i^X(t)$ 在 t 时的关联系数, $\Delta_{ij} = |Z_j^Y(t) - Z_i^X(t)|$,

$$\Delta_{\max} = \max_i \max_j |Z_i^X(t) - Z_j^Y(t)|,$$

$$\Delta_{\min} = \min_i \min_j |Z_i^X(t) - Z_j^Y(t)|.$$

$Z_i^X(t)$ 和 $Z_j^Y(t)$ 分别表示南京市 t 时刻城市化水平与城市水资源环境质量水平的标准化值, k 为分表系数,一般取值 0.5. 关联系数只代表各个时刻之间的关联系数,由于关联系数太多而且分散,为了方便比较,此次研究将各个时刻的关联系数集中于一个值上,采用求平均值的方法来处理,其公式为:

$$\gamma_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \xi_{ij}(t). \tag{8}$$

通过比较各关联度 γ_{ij} 值的大小,可以得出水资源环境系统中的哪项指标对城市化水平影响较大,若 $\gamma_{ij} = 1$,表明城市水资源环境系统中某项指标与城市化水平 $Z_i^X(t)$ 之间有密切关联,且变化规律是完全相同的;若 $0 < \gamma_{ij} < 1$ 时, γ_{ij} 值愈大,表明关联度愈强, γ_{ij} 值愈小,则表明关联度愈弱.

3.3 耦合协调度模型与协调发展类别的判断

利用耦合协调度模型能够有效地判断城市化水平与水资源环境系统之间交互耦合的协调发展程度,其计算公式为:

$$D = (C \times T)^{\frac{1}{2}}, \quad (9)$$

$T = (\alpha U_1 + \beta U_2)^{\frac{1}{2}}$ 式中, D 为协调度, C 为耦合度,其计算公式为 $C_n = \left[\frac{(u_1 \times u_2 \times \dots \times u_n)}{\prod(u_i + u_j)} \right]^{\frac{1}{2}}$,本文中只涉及城市化和水资源环境两个子系统,因此,取 $n = 2$.

显然,耦合度值 $C \in [0, 1]$,可将其分为 6 个类型.

表 3 城市化与城市水资源环境的耦合类型

耦合度 C	等级	状态特征
$C=0$	无关	系统将向无序发展
$0 < C \leq 0.30$	低水平耦合阶段	水资源环境承载能力强,城市化对环境破坏程度不大,水资源环境完全能够承载和消化城市化所带来的后果(城市化水平一般在 30% 以下)
$0.30 < C \leq 0.50$	颤颤阶段	水资源环境承载能力下降,它不能完全消化和吸纳城市化发展带来的影响(城市化水平达到 30%,城市化进入快速发展时期)
$0.50 < C \leq 0.80$	磨合阶段	已经有相当多的发展资金注入城市水资源环境修复中,城市化与水资源环境开始良性耦合(城市化水平超过 50%)
$0.80 < C < 1.00$	高水平耦合阶段	生态城市化和城市生态化已经成为人们生活的基本目标,城市化与水资源环境建设互相促进(城市化水平超过 70%)
$C=1.00$	良性共振耦合	系统将趋向新的有序结构

T 为城市化水平与水资源环境之间的综合协调指数.在实际中,最好使 $\in (0, 1)$, U_1, U_2 分别为城市化水平和城市水资源环境的综合评价得分, α, β 为待定系数.由于城市化水平与城市水资源环境质量同等重要,所以 α, β 都取 0.50,得出耦合协调度值 D .根据 D 值大小,把城市化水平和水资源环境之间的耦合协调类型分为 4 个类型(如表 4).

表 4 耦合协调度等级划分标准

协调度 D	$0 < D \leq 0.40$	$0.40 < D \leq 0.50$	$0.50 < D \leq 0.80$	$0.80 < D < 1.00$
等级	低度协调耦合	中度协调耦合	高度协调耦合	极度协调耦合

4 结果分析

4.1 南京城市化和水资源环境综合水平的测度结果

依据公式(5)~(6)算出南京城市化的综合水平,此城市化水平是根据各项评价指标算出的结果,代表南京城市化的一个发展趋势.从图 1 可以看出,南京城市化水平逐年上升的趋势,除 2002—2003 年表现为慢速发展状态,其他年份都呈现稳健增长的发展状态.

从图 2 看出,南京市水资源环境综合水平呈现波动增长的发展趋势,自 2000 年以来,南京水资源环境综合水平数值总体呈现上升趋势,表明南京水资源环境综合水平正在向好的方向发展.但 2004 年和 2011 年相比前一年都出现稍许倒退,与南京分别在随后的一两年举办了大型赛事有关(南京分别于 2005 年承办了第十届全国运动会、2013 年承办了第一届亚洲青年奥林匹克运动会、2014 年承办了第二届世界青年奥林匹克运动会),大赛前期进行了大规模的城市基础设施建设工程,造成南京水资源环境综合水平的回落,但在大赛举办的当年及以后,随着基础设施建设工程的结束,水资源环境综合水平又呈现出快速增长的发展状态.

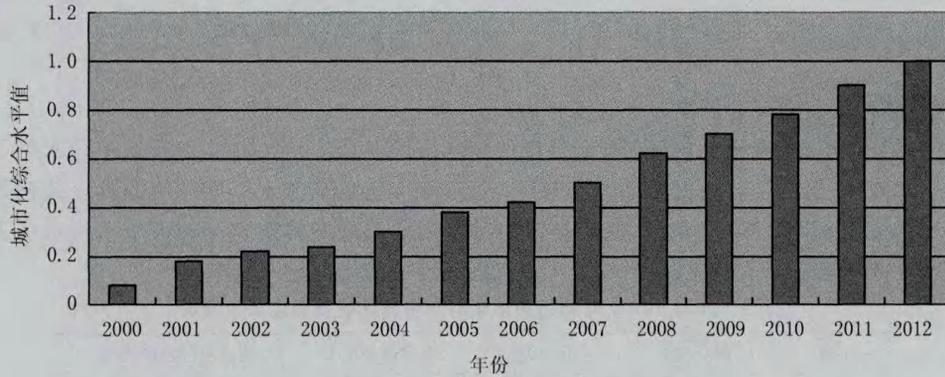


图 1 2000~2012年南京城市化综合水平的演变过程

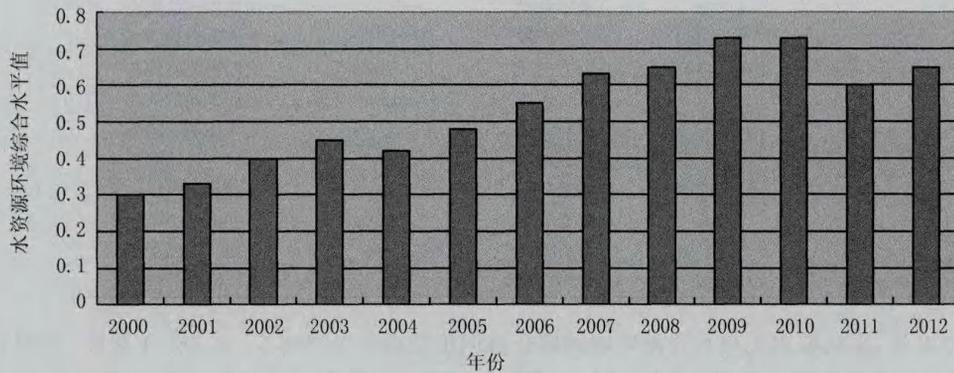


图 2 2000~2012年南京水资源环境综合水平的演变过程

4.2 南京城市化与水资源环境综合水平的灰色关联度分析

通过公式(7)和(8)计算出结果,显示它们的灰色关联度都大于 0.5,属于较强相关,说明南京城市化水平与水资源环境之间联系紧密.为了进一步揭示二者之间的关系,对所得结果进行排序,分别得出:水资源环境约束城市化的主要因素、城市化胁迫水资源环境的主要因素.

水资源环境约束城市化的主要因素,表现在水资源环境质量、工业废水和城市生活污水的排放等方面对城市化水平的约束和限制,是水资源环境对城市化发展的负反馈作用.

通过对南京市水资源环境和城市化水平各项指标的灰色关联度计算,所得结果都大于 0.5,属于高度相关.水资源环境的 16 项指标,按照与城市化关联度由大到小的排序依次为:城市废水总排放量(0.611 3)、废水中化学需氧量排放量(0.592 2)、单位工业产值工业废污水排放量(0.581 9)、工业废水排放达标率(0.580 8)、水域面积率(0.576 1)、地下水开采系数(0.570 1)、人均日生活污水排放量(0.566 3)、人均水资源量(0.564 7)、城市生活污水排放达标率(0.564 2)、污水治理投资占 GDP 的比重(0.562 0)、人日均生活用水量(0.559 6)、三级以下地表水比率(0.556 7)、重复利用率(0.554 9)、土壤水污染面积比率(0.554 9)、人均年降雨量(0.552 7)、地下水污染面积比率(0.550 0),它们主要从水资源环境压力、水资源环境水平、水资源环境治理等方面来表现水资源环境对城市化进程的影响,水资源环境压力是影响南京城市化的最主要因素.

城市化对水资源环境胁迫的因素主要表现在城市化进程中城市功能的集聚、建成区面积的扩大、城市市政基础设施的建设、经济的发展以及人口的快速增长等方面.通过计算南京城市化的 16 项指标与水资源环境系统的灰色关联度,反映了城市化进程对水资源环境的胁迫作用,城市经济建设水平的提高、城市人口的快速增多等因素是胁迫水资源环境的主要原因,依次为:城市人口密度(0.755 9)、建成区总面积(0.741 7)、人均工业总产值(0.741 6)、普通高校在校学生人数/万人(0.738 2)、人均 GDP(0.736 1)、人均可支配收入(0.734 3)、人均道路面积(0.729 0)、城镇人口比率(0.728 2)、城镇登记失业率(0.719 7)、拥有公共交通工具

辆/万人(0.718 3)、科技人员人数(0.717 6)、城镇人均居住面积(0.714 1)、第三产业人口所占比重(0.711 2)、第三产业/第二产业的产值比(0.711 0)、拥有执业医师、助理医师/万人(0.709 3)、第三产业在GDP中的比重(0.706 8)。

4.3 南京城市化和水资源环境的耦合协调度分析

由公式(9)得出南京城市化水平与水资源环境的耦合协调度,2000年以来,南京城市化水平与水资源环境耦合度在0.350 5~0.637 3之间。2000~2004年,南京城市化水平与水资源环境的耦合关系处于颀颀阶段;2005年以后南京逐步进入磨合阶段,主要是因为对水资源的过度开发以及城市生活污水和工业废水的大量排放对水资源环境造成了破坏,说明城市化对水资源环境的压力越来越明显。

表5 2000—2012年南京城市化与水资源环境耦合度及协调度

年份	耦合度 C	耦合类型	耦合协调度 D	耦合协调发展类型
2000	0.350 5	颀颀阶段	0.388 9	低度协调的耦合
2001	0.430 2	颀颀阶段	0.457 7	中度协调的耦合
2002	0.442 4	颀颀阶段	0.466 8	中度协调的耦合
2003	0.445 0	颀颀阶段	0.478 2	中度协调的耦合
2004	0.452 2	颀颀阶段	0.521 5	高度协调的耦合
2005	0.511 3	磨合阶段	0.583 7	高度协调的耦合
2006	0.537 5	磨合阶段	0.618 9	高度协调的耦合
2007	0.539 3	磨合阶段	0.638 3	高度协调的耦合
2008	0.580 3	磨合阶段	0.651 1	高度协调的耦合
2009	0.594 3	磨合阶段	0.754 0	高度协调的耦合
2010	0.639 6	磨合阶段	0.781 6	高度协调的耦合
2011	0.623 2	磨合阶段	0.754 3	高度协调的耦合
2012	0.637 3	磨合阶段	0.760 4	高度协调的耦合

2000~2012年,南京城市化与水资源环境的耦合协调度值位于0.388 9~0.760 4之间,表明它们由中低度协调耦合向高度协调耦合发展。2000年以来,南京城市化与水资源环境的协调度大幅度改善,结合图2及当年的南京经济社会状况,南京环境出现了两个驻点:

第1个驻点出现在2003年,此时协调度涨幅较小,原因主要是该年城市发展较为缓慢和水资源环境受城市建设工程快速推进的影响。这可能受到当时SARS疫情和筹办2005年十运会建设工程快速施工推进的负面影响,这些都对南京的城市化进程和水资源环境带来不利。

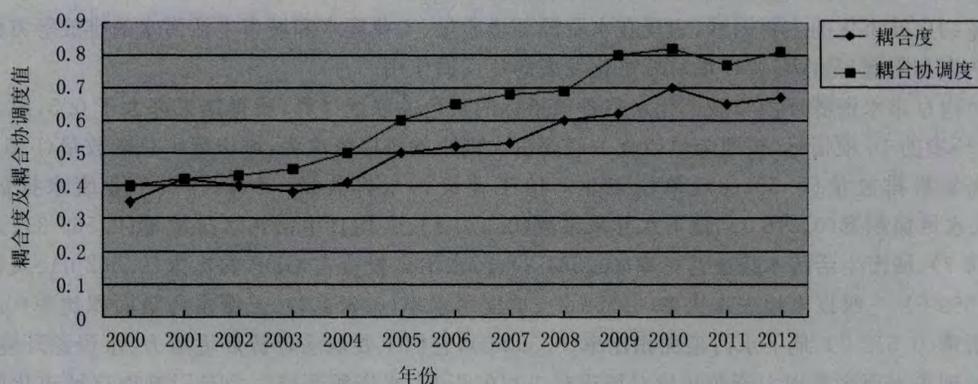


图3 2000—2012年南京城市化水平与水资源环境耦合度及协调度时间序列变化

第2个驻点则出现在2011年,协调度有稍许下降,城市水资源环境改善速度有所减缓,根据库兹涅茨的倒“U”型曲线变化原理,城市快速发展对水资源环境利用强度逐渐加大,对水环境的破坏也日渐加强。尽管水环境治理与保护水平在相应地提升,但提升的速率小于水环境压力增长的速率,造成水资源环境改善速率表现为缓慢改善的趋向。按照这样的趋势,2011年之后的城市化与水资源环境发展指数的差距应该是逐渐拉大,但2012年协调度却小幅度回升,这与对水环境影响较大的青奥基础土建工程结束有关;以及南京市

政府以“迎 2014 青奥会”为契机,推进环境保障工作有关。城市在水环境治理和河道环境整治等方面取得明显的成效,一些突出的水环境问题有所缓解。这种借助举办国际盛会进行大规模城市治理的“盛会模式”,虽然在短期内可以快速地促进城市水资源环境的发展,但其后如何持续保持,将成为影响南京水资源环境未来趋势的关键。

5 结束语

城市水资源环境的研究涉及社会经济、生态环境、水资源、水循环等多种因素,是一个多目标多系统的分析过程。作者通过对南京城市化与生态环境耦合关系实证研究可以看出,城市化进程在经济快速发展的驱动下不断加快,水资源环境也在逐步改善,但是城市化与水资源环境的协调状况整体呈拉锯状态,说明南京市在加快经济发展的同时,应在可持续发展原则的指导下,建立水资源承载力模型,对生态环境保护的投入需要更进一步的找准其中的契合点,确保二者的协调状况稳中渐升。

参 考 文 献

- [1] 周一星. 城市地理学[M]. 北京:商务印书馆,2003:96-134.
- [2] 高翔. 西北地区城市化过程中水资源约束时空变化——以陇海兰新经济带甘肃段为例[J]. 兰州大学学报(自然科学版),2013,49(3):299-305.
- [3] 陈慧,冯利华,孙丽娜. 南京市水资源承载力的主成分分析[J]. 人民长江,2010,41(12):95-98.
- [4] 谭婧,陶小马,陈旭. 基于改进熵值法的城市“精明增长”综合测度——以长江三角洲16市为例[J]. 长江流域资源与环境,2012,41(02):129-136.
- [5] 鲍超,方创琳. 干旱区水资源对城市化约束强度的情景预警分析[J]. 自然资源学报,2009,24(9):1509-1519.
- [6] 王如松,欧阳志云. 社会-经济-自然复合生态系统与可持续发展[J]. 中国科学院院刊,2012,27(3):337-345.
- [7] 张永勤,缪启龙,何毓意,彭补拙. 区域水资源量的估算及预测分析——以南京地区为例[J]. 地理科学,2001,21(5):457-462.
- [8] 方创琳,王德利. 中国城市化发展质量的综合测度与提升路径[J]. 地理研究,2011,30(11):1931-1946.
- [9] 张子龙,陈兴鹏,逯承鹏,等. 宁夏城市化与经济增长和环境压力互动关系的动态计量分析[J]. 自然资源学报,2011,26(1):22-33.
- [10] 刘晓君,张宏. 基于BOT与TOT的基础设施项目融资模式-TBT[J]. 西安建筑科技大学学报:自然科学版,2004,36(1):94-97.
- [11] 张阳,刘晓君,白庶. 城市污水资源化建设项目采用BOT方式的风险管理[J]. 西安建筑科技大学学报:自然科学版,2006,38(1):89-92.
- [12] 石培基,杨雪梅,宫继萍. 基于水资源承载力的干旱内陆河流域城市适度规模研究[J]. 干旱区地理,2012,35(4):646-655.
- [13] DAI Shanshan, LI Lanhai, XU Honggang, et al. A system dynamics approach for water resources policy analysis in arid land; a model for Manas River Basin[J]. Journal of Arid Land, 2013, 6(1):118-131.

Empirical Study on Coupling Interaction Between Urbanization and Water Resources Environment in Nanjing

XIONG Dongxu¹, CHEN Rong²

(1. School of Architecture and Engineering, Nanjing Institute of Technology, Nanjing 211167, China

2. School of Environmental and Municipal Engineering, Xi'an University Of Architecture And Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: The evolution law of the urban level and water resource environment was studied by establishing the comprehensive index system of urbanization and water resources and using the model of coupling coordination degree. A quantitative analysis was made on the relationship between urbanization and water resource environment in Nanjing from 2000 to 2012. The results showed that the Nanjing urbanization comprehensive index was a tendency to increase linearly, the comprehensive index of water environment and the coupling coordination degree was generally in the balanced development of the situation. Although in recent years the degree of coordination changed in volatility, the overall developing status was favorable and within a controllable range, should pay attention to the decline of coordination degree.

Keywords: urbanization; water resources and environment; coupling interaction; empirical study; Nanjing