

# 安徽省水资源与社会经济协调发展空间分布研究

周亮广

(滁州学院 地理信息与旅游学院, 安徽 滁州 239000)

**摘要:** 基于水资源与社会经济协调发展模型, 选取平水年份的 2005 年为例对安徽省水资源与社会经济协调发展空间分布进行分析。研究发现: 安徽省地市级水资源与社会经济的协调度差异明显: 以高开发利用极不协调(5 个城市) 和低开发协调(6 个城市) 两个类型最为突出; 其他地市基本以中度开发协调或基本协调为主。人均 GDP 最高的合肥、芜湖、马鞍山、铜陵和淮南 5 市是高开发利用极不协调区; 人均 GDP 低的阜阳、亳州和宿州 3 市正处在低开发协调区; 另外处在低开发协调区的宣城、池州和黄山 3 市是人均水资源量在全省最高的 3 个区。进一步对比淮北与芜湖发现, 两市水资源和人口数量相当, 但协调度迥异, 其 GDP 和用水量相差都在 2~3 倍。可见, 社会经济发展水平差异以及由此带来的用水差异是水资源与社会经济协调发展差异的根本原因。与已有的研究成果对比发现, 协调度与社会经济干旱指标在度量水资源支持社会可持续发展上结论基本吻合, 尤其在经济发展水平较高区域表现出更高的一致性。

**关键词:** 协调发展; 水资源; 社会经济; 安徽省

**中图分类号:** F127; TV213.4   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1672-1683(2013)04-0149-04

## Study on the Spatial Distribution of Coordinated Development of Water Resources and Economy in Anhui Province

ZHOU Liang guang

(*Geographic Information and Tourism Department, Chuzhou University, Chuzhou 239000, China*)

**Abstract:** The model of coordinated development of water resources and economy was used to investigate the spatial distribution of coordinated development of water resources and economy in Anhui Province using the data in the normal flow year of 2005. The results showed that the regional difference of the coordinated development degree of water resources and economy is significant between different cities in Anhui province. There were two outstanding types: extremely incoordination with high utilization ratio of water resources (five cities) and coordination with low utilization ratio of water resources (six cities), and other cities showed coordination with moderate utilization ratio of water resources. The five cities (Hefei, Wuhu, Maanshan, Tongling, and Huainan) showing incoordination with high utilization ratio of water resources had the highest per capita GDP, whereas the three cities (Fuyang, Bozhou, and Suzhou) showing coordination with low utilization ratio of water resources had the lowest per capita GDP. Moreover, the three cities (Xuanchen, Chizhou, and Huangshan) showing coordination with low utilization ratio of water resources had the highest per capita water resources. Further, Huaibei and Wuhu had similar population and water resources quantity, but the coordination degree was significantly different, and the differences of GDP and water consumption between the two cities were about 2 to 3 times. Consequently, the different level of socioeconomic development and the resulting water consumption difference were the basic causes for the difference of coordinated development between water resources and social economy. Compared with previous studies, the results in this study were in good agreement that the coordination degree and the indicator of socioeconomic drought are two main indexes to measure the sustainable development of water resources, especially in the area with a higher economic development level.

**Key words:** coordinated development; water resources; social economy; Anhui Province

收稿日期: 2012-10-30   修回日期: 2013-05-23   网络出版时间: 2013-07-28

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20130728.1310.029.html>

基金项目: 安徽省高校优秀青年人才基金项目(2010SQRW106); 滁州学院科技创新团队支持计划项目(CXTD201105)

作者简介: 周亮广(1981-), 男, 山东桓台人, 讲师, 硕士, 主要从事水文水资源研究。E-mail: spring\_8102@126.com

## 1 安徽省水资源与经济发展概况

安徽省位于暖温带与亚热带的过渡带,从降雨量看,水资源较为丰沛,多年平均降雨量 800~1 800 mm(河川径流深 200~800 mm)。但由于特殊的地理位置,受季风环流和地形的影响,降雨时空分布极为不均,旱涝灾害频繁发生。全省人均、每公顷平均水资源量分别为 16 500 m<sup>3</sup> 和 15 600 m<sup>3</sup>,不足全国平均数的一半;淮河流域特别是淮北地区,水资源人均亩占有量仅为全省的 50% 左右。淮北中北部不足 500 m<sup>3</sup>。按照世界惯例,安徽大部分地区已接近或达到中度和重度缺水地区,部分地区已达极度缺水地区。

安徽省位于中国华东地区,是中国经济最具发展活力的长江三角洲的腹地;东邻江苏、浙江,北接山东,是承接沿海发达地区经济辐射和产业转移的前沿地带;西有湖北、河南,南有江西,是中国实施西部大开发、加快中西部发展战略的桥头堡,具有独特的承东启西、连南接北的区位优势。2011 年全年全省生产总值 15 110.3 亿元,按可比价格计算,比上年增长 13.5%,连续 8 年保持两位数增长,但省内各区域经济发展并不均衡,水资源分布亦不均衡,发展过程中,安徽省水资源与社会经济和人口的协调状况值得进一步深入探讨。

## 2 研究方法

关于区域协调发展已有大量研究成果,其中以区域社会经济、生态环境与资源禀赋等的协调发展研究较多<sup>[1]</sup>。在研究方法上,主要包括:利用模糊数学中的隶属度来建立协调度函数<sup>[2]</sup>;利用灰色系统对协调度进行分析与预测<sup>[3]</sup>;从系统论协同学出发,以不同时段各子系统的有序度组合状况来反映协调度<sup>[4-5]</sup>;通过混沌分析建立系统整体协调度优化模型<sup>[6]</sup>;建立距离协调度模型对系统协调发展定量评价<sup>[7]</sup>;利用主成分分析方法<sup>[8]</sup>,秩相关分析方法<sup>[9]</sup>等建立协调度模型;利用经济与环境综合效益函数和效益指数来构建协调度和协调发展度模型<sup>[10]</sup>等。本文所选用的各指标的协调度模型是针对安徽省的平均水平而建立的,相对与其它协调度模型而言,更能反映出各个区域之间的协调度差异,在当前的协调发展计算中,使用相当广泛。

### 2.1 水资源与社会经济协调发展模型

由于系统处于动态变化之中,因而,系统内部要素之间

的关系也处在不断调整中。协调度就是度量系统之间或系统内部要素之间协调状况好坏的定量指标<sup>[11]</sup>。它是一个时间概念,具体表现为某一状态的值,反映系统的整体的优劣状态。水资源与社会经济的协调发展,是衡量经济不同的发展阶段水资源的开发利用的程度及其供求关系。

水资源与社会经济协调度的计算公式<sup>[12]</sup>为:

$$CI_j = WPCR_j / OPCR_j$$

$$WPCR_j = WPC_j / WPC$$

$$OPCR_j = OPC_j / OPC$$

式中:  $CI_j$  为协调度指标;  $WPCR_j$  为各行政区划人均水资源相对指数;  $OPCR_j$  为各行政区划其他指标(人均水资源量、每公顷平均用水量、单位工业产值用水量等)相对指数;  $WPC_j$  为各行政区划人均水资源量;  $WPC$  为安徽省人均水资源量;  $OPCR_j$  为各行政区划(指标);  $OPC$  为安徽省指标。

整体上来说,协调度越大,则水资源对区域社会经济发展的支撑能力越强,相反地,协调度越小,则水资源对区域性社会经济发展的支撑能力越小<sup>[13]</sup>。通过对协调度的评价结果可知,协调度大于 1,则表明这一地区的水资源对其社会经济发展的支撑能力大于安徽省的平均水平,有利于水资源与社会经济的协调发展;协调度小于 1,则表明这一地区的水资源对其社会经济发展的支撑能力小于安徽省平均水平,其结果不利于水资源与社会经济的协调发展。

### 2.2 指标体系的选取

水资源开发利用主要目的即满足人口和社会经济的需求,因此选取可供水指标:人均水资源拥有量  $G_1$  (m<sup>3</sup>); 每公顷平均水资源拥有量  $G_2$  (m<sup>3</sup>); 人均可供水量  $G_3$  (m<sup>3</sup>); 万元 GDP 工业产值水资源拥有量  $G_4$  (m<sup>3</sup>); 需水指标:人均用水量  $X_1$  (m<sup>3</sup>); 每公顷平均需水量  $X_2$  (m<sup>3</sup>); 人均生活用水量  $X_3$  (m<sup>3</sup>); 万元 GDP 工业产值需水量  $X_4$  (m<sup>3</sup>) 作为安徽省水资源与人口和社会经济的协调发展的指标。

## 3 安徽省水资源与社会经济的协调发展评价

2005 年安徽省平均降水量 1 208.3 mm,较多年均值多 3.0%,属平水年份。本文选择平水年份的 2005 年作为安徽省平均状态进行分析。根据 2005 年《安徽省统计年鉴》和《安徽省水资源公报》计算,全省水资源与社会经济发展指标见表 1。

表 1 安徽省水资源供需各项指标值

Table 1 The values of each index of water resources supply and demand in Anhui Province

年份	人均水资源拥有量 $G_1 / m^3$	水资源模数 $G_2 / (10^4 m^3 \cdot km^{-2})$	人均可供量 $G_3 / m^3$	万元 GDP 的可供水量 $G_4 / m^3$	人均用水量 $X_1 / m^3$	每公顷平均用水量 $X_2 / m^3$	人均生活用水量 $X_3 / m^3$	万元 GDP 工业产值用水量 $X_4 / m^3$
2005 年	1 103.82	51.57	319.26	386.97	301.01	4 800.45	31.4	303.1

1993 年国际人口行动提出,区域人均水资源量少于 1 700 m<sup>3</sup> 时,将出现用水紧张现象,少于 1 000 m<sup>3</sup> 时出现缺水现象,少于 500 m<sup>3</sup> 则为严重缺水<sup>[14]</sup>。表 1 中,平水年份的 2005 年安徽省人均水资源占有量远低于 1 700 m<sup>3</sup>,因此全省都呈现用水紧张或缺水的现象。

根据安徽省的水资源开发及利用的实际情况,并且借鉴各地区对水资源开发利用的程度划分标准:利用率小于 20%,

为低开发利用区或低难开发利用区;利用率在 20%~40% 中的闭区间为中开发利用区;利用率大于 40% 的则为高开发利用区。水资源与社会经济协调发展的协调度的评价标准划分为:综合协调度小于 0.75 为极不协调;在 0.75~0.95 闭区间为不协调,在 0.95~1.15 闭区间为基本协调,大于 1.15 为协调。

### 3.1 安徽省水资源与社会经济的协调发展分析

根据协调度计算公式,计算安徽省 2005 年水资源与社

会经济的协调度,见表2。可以看出,平水年份2005年为中开发不协调。

表2 安徽省2005年水资源与社会经济的协调度

Table 2 The coordination degree of water resources and social economic development in Anhui Province in 2005

年份	CI	水资源开发利用率(%)	协调评价
2005	0.9415	28.92	中开发不协调

虽然随着社会经济和技术水平的发展,安徽省节水水平逐渐提高,单位GDP用水和单位工业产值用水从2001年-2005年近5年内明显减少,尤其是单位工业产值用水5年减

少了27%,但是单位耕地用水量、工业用水量和生活用水量甚至都高于偏丰水的2003年,加上社会经济的发展、人口的增加及生活水平的提高,导致用水量大增,因此2005年仍呈现出中开发不协调状态。周亮广等人在2011年<sup>[15]</sup>选取相同指标和相同年份,从社会经济干旱角度得出安徽省2005年为中度干旱,与本文结论相吻合。

### 3.2 安徽省各地市水资源与社会经济的协调度空间差

选取平水的2005年进行安徽省各地市协调度空间差异分析。根据《2005年安徽省水资源公报》和《2005年安徽统计年鉴》各地市水资源供需指标,结合协调度公式计算结果见表3。

表3 安徽省各地市水资源与社会经济的协调度

Table 3 The coordination degree of water resources and social economic development of every city in Anhui Province

地区	人均GDP/元	人均水资源量/m <sup>3</sup>	人均用水量/m <sup>3</sup>	CI	水资源开发利用率(%)	协调评价
合肥市	18 718.55	513.28	355.72	0.608 5	74.09	高开发利用极不协调
淮北市	9 500.15	634.61	183.83	1.147 0	31.59	中开发利用基本协调
亳州市	4 816.979	796.71	121.97	1.733 1	16.91	低开发协调
宿州市	5 177.689	711.81	87.34	2.153 8	14.50	低开发协调
蚌埠市	8 931.306	908.87	281.97	1.052 5	32.91	中开发利用基本协调
阜阳市	3 479.984	713.36	110	1.346 7	16.83	低开发协调
淮南市	11 069.88	419.89	858.02	0.278 1	209.70	高开发利用极不协调
滁州市	7 529.455	985.49	381.75	0.977 5	40.74	高开发利用基本协调
六安市	4 593.242	1776.36	340.97	1.523 4	20.12	中开发利用协调
马鞍山市	25 866.55	443.31	1 041.83	0.298 4	243.45	高开发利用极不协调
巢湖市	6 663.515	915.76	333.07	0.907 6	38.30	中开发利用不协调
芜湖市	17 630.64	692.00	443.41	0.624 1	67.45	高开发利用极不协调
宣城市	9 686.983	2 349.73	419.65	1.909 7	18.70	低开发协调
铜陵市	25 200.01	834.92	692.31	0.675 2	86.40	高开发利用极不协调
池州市	7 037.149	3 428.37	458.05	2.482 8	14.29	低开发协调
安庆市	6 936.235	1 314.91	290.66	1.216 0	23.70	中开发利用协调
黄山市	10 031.61	3 897.63	299.45	3.887 3	8.36	低开发协调

从表3可以看出,2005年平水年份安徽省各地市水资源与社会经济的协调度亦表现出很大的区域差异。

(1) 平水年的安徽省各地市水资源与社会经济的协调状况以高开发利用极不协调(5个城市)和低开发协调(6个城市)两个类型最为突出;其他地市基本以中度开发协调或基本协调为主。

(2) 高开发利用极不协调的5市有合肥、芜湖、马鞍山、铜陵、淮南。这与周亮广等(2011)从社会经济干旱角度得出的2005年安徽省经济干旱最严重的区域也相一致。由表3可见5市的人均GDP在全省都正排在前五位,经济发展水平在全省最高:合肥市作为安徽省省会,人口众多,经济发达,GDP量(853亿元)高出其他城市的2~3倍;马鞍山、芜湖、铜陵3市主要由于工业用水量巨大,是全省工业平均用水量的2~4倍,人均用水量占居全省第一二三位;淮南作为全国13个亿吨煤炭基地之一和全国6个煤电基地之一工业用水量最大,高达15.61亿m<sup>3</sup>,占到全省当年工业用水量的23%。社会经济的发展 and 人口的聚集使地区水资源需求量大增,带来水资源的供应与人口和社会经济的极不协调。进一步分析发现,5市中又以淮南和马鞍山两市协调度最低,都在0.3以下,两市的水资源开发利用都超出了200%,需要

大量地外部供水维持居民生活和社会经济的正常发展,经济高度发展、本底水资源不足,更加大了水资源与社会经济发展的极不协调。

(3) 低开发协调的6市有亳州、宿州、阜阳、宣城、池州、黄山。可大体分为两类,一类是经济发展水平相对较低的地区,如阜阳、亳州和宿州人均GDP在全省排在倒数第一、第二位和第四位,经济发展水平低,人均用水量也在全省处于最低水平;另一类是水资源总量比较丰富区,如宣城、池州和黄山人均水资源量在全省位列前三。可见,经济发展水平相对落后、社会发展用水量少和区域本底水资源总量丰富的地区,水资源开发利用不需太高就可维持水资源与社会经济发展的协调发展。6市在社会经济干旱评价<sup>[15]</sup>中也基本是干旱指数最低的无旱情,不过在协调度和社会经济干旱评价吻合度上要低于经济发展水平较高区域,在经济发展水平较高区域两者表现出更高的一致性。

根据社会经济发展中水资源以需定供的原则,经济发展水平低,需水量相对也较低。故虽然水量较小,但同时社会经济发展水平相对较低的城市同样不会出现干旱状况。

在安徽省的17个地市中,与淮北市形成明显对比的是芜湖市,见表4。两市的水资源量、国土面积、人口数量及其

水资源模数和人均水资源量都相当。但是在水资源与社会经济的协调度方面,淮北(1.147 0)为中开发利用基本协调,而芜湖(0.624 1 级)属高开发利用极不协调。造成这一差异的原因,不在于水资源的自然条件,而是由于两市社会经济发展差异引起的水资源供需量迥异,GDP、人均用水量、每公顷平均用水量与工业用水量的比值都在 2~ 3 倍。可见,在水资源量相当的情况下,社会经济发展程度是造成水资源与社会经济协调度迥异的主要原因。这与利用社会经济干旱<sup>[5]</sup>研究水资源与人类社会关系时得出的结论相一致。

表 4 淮北与芜湖基本情况对比

Table 4 Comparison of the basic situation of Huaibei and Wuhu

地区	水资源总量 /10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	国土面积 /km <sup>2</sup>	人口数量 /10 <sup>4</sup> 人	人均水资源拥有量 G <sub>1</sub> /m <sup>3</sup>
芜湖市	15.7	3 317	47.33	692
淮北市	13.36	2 725	49.03	634.61
比值	1.18	1.22	0.97	1.09

  

水资源用量及经济状况对比				
地区	人均用水量 X <sub>1</sub> /m <sup>3</sup>	每公顷平均用水量 X <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	工业用水 /10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	GDP /10 <sup>8</sup> 元
芜湖市	443.41	57.75	5.31	400
淮北市	183.83	19.2	1.92	200
比值	2.41	45.15	2.77	2

## 4 结语

安徽省降雨量虽然较为丰沛,但是随着社会经济的发展,即使在平水年份水资源与社会经济的发展也表现出不协调,并且空间上表现出明显的区域差异特点:经济发展水平较高的地区表现为高开发利用极不协调,经济发展水平较低和本底水资源丰富的地区表现为低开发利用协调状态。因此,社会经济发展的差异是造成水资源与社会经济协调度迥异的主要原因。协调度与社会经济干旱指标在度量水资源支持社会可持续发展上结论基本一致,尤其在经济发展水平较高区域表现出更高的一致性。

### 参考文献(References):

[1] 张丽,董增川,张伟.水资源可持续承载能力概念及研究思路探讨[J].水利学报,2003,(10):110-114.(ZHANG Li,DONG Zengchuan,ZHANG Wei. On Concept of Sustainable Capacity of Water Resources[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2003,(10):110-114. (in Chinese))

[2] 戴西超,谢守祥,丁玉梅.技术—经济—社会系统可持续发展协调度分析[J].决策参考,2005,(6):29-32.(DAI Xi chao, XIE Shou xiang, DING Yu mei. Analysis on the Coordination Degree Sustainable Development of Technology, Economy and Society System[J]. Decision Reference, 2005,(6):29-32. (in Chinese))

[3] 刘耀彬,李仁东,宁学锋.中国区域城市化与生态环境耦合的关联分析[J].地理学报,2005,60(2):237-247.(LIU Yao bin, LI Ren dong, NING Xue feng. Grey Associative Analysis of Regional Urbanization and Eco-environment Coupling in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2005,60(2):237-247. (in Chinese))

[4] 雷社平,解建仓,黄明聪,等.区域产业用水系统的协调度分析[J].水利学报,2004,(5):1-8.(LEI She ping, XIE Ji an cang, HUANG Ming cong, et al. Coordination Degree Analysis of Regional Industry Water use System[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2004,(5):1-8. (in Chinese))

[5] 刘向东,何建敏,江红莉.基于 PESR C 的区域协调发展研究—以宁波市为例[J].西安电子科技大学学报(社会科学版),2010,20(1):47-53.(LIU Xiang-dong, HE Jian-ming, JIANG Hong-li. Regional Coordinated Development Based on PESR C—Ningbo City as an Example[J]. Journal of Xi'dian University (Social Science Edition), 2010,20(1):47-53. (in Chinese))

[6] 吕彤,韩文秀.基于协调的区域“经济—资源—环境”系统混沌控制[J].系统工程理论与实践,2002,(3):8-12.(LU Tong, HAN Wen-xiu. Chaos Control of Ec-R-Ev System Based on Coordination[J]. Theory and Practice of Systems Engineering, 2002,(3):8-12. (in Chinese))

[7] 汤铃,李建平,余乐安.基于距离协调度模型的系统协调发展定量评价方法[J].系统工程理论与实践,2010,30(4):594-602.(TANG Ling, LI Jian-ping, YU Le-an, et al. Quantitative Evaluation Methodology for System Coordination Development Based on Distance Coordination Degree model[J]. Systems Engineering Theory & Practice, 2010,30(4):594-602. (in Chinese))

[8] 朱俊成,钟儒刚,杨益明.基于主成分分析法的武汉城市圈区域协调发展研究[J].资源开发与市场,2010,26(2):120-124.(ZHU Jun-cheng, ZHONG Ru-gang, YANG Yi-ming, et al. Research on Coordinated Development of Wuhan Urban Agglomeration Based on Principal Component Analysis[J]. Resource Development & Market, 2010,26(2):120-124. (in Chinese))

[9] 朱效明,李旭祥,张静.黄河流域县级城市人居环境与经济发展研究[J].安徽农业科学,2010,38(10):5491-5494.(ZHU Xiao-ming, LI Xu-xiang, ZHANG Jing. Coordinated Development of Human Settlement and Economy in County-level Cities in the Yellow River Basin[J]. Journal of Anhui Agriculture Science, 2010,38(10):5491-5494. (in Chinese))

[10] 廖重斌.环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系—以珠江三角洲城市群为例[J].热带地理,1999,19(2):171-177.(LIAO Chong-bin. Quantitative Judgment and Classification System for Coordinated Development of Environment and Economy—A Case Study of the City Group in the Pearl River Delta[J]. Tropical Geography, 1999,19(2):171-177. (in Chinese))

[11] 李瑜,庄会波,宋秀英.山东水资源与环境社会经济协调发展综合评价[J].水文,2003,23(4):37-41.(LI Yu, ZHANG Hui-bo, SONG Xiur-ying, et al. Comprehensive Assessment on Water Resources Development Coordinate with Environment, Society and Economy for Shandong Province[J]. Hydrology, 2003,23(4):37-41. (in Chinese))

[12] 汪党献,王浩,马静.中国区域发展的水资源支撑能力[J].水利学报,2000,(11):21-26,33.(WANG Dang-xian, WANG Hao, MA Jing. Water Resources Supporting Capacity for Regional Development in China[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2000,(11):21-26,33. (in Chinese))

[13] 张晓东,朱德海.中国区域经济与环境协调度预测分析[J].资源科学,2003,(2):1-6.(ZHANG Xiaodong, ZHU Dehai. Forecast and Analysis of Coordinated Index Between Regional Economic Development and Environment in China[J]. Resource Science, 2003,(2):1-6. (in Chinese))

[14] 钱正英,张光斗.中国可持续发展水资源战略研究综合报告及各专题报告[M].北京:中国水利水电出版社,2001:27-30.(QIAN Zhengying, ZHANG Guangdou. Synthetic and Special Research Reports of Water Resource Strategy about Sustainable Development of China[M]. Beijing: Publishing company of hydraulic and hydroelectric Engineering, 2001:27-30. (in Chinese))

[15] 周亮广,戴仕宝,江玉晶.基于水资源供需平衡评价机制的安徽省干旱时空分布[J].自然资源学报,2011,26(6):1030-1039.(ZHOU Liang-guang, DAI Shi-bao, JIANG Yu-jing. Study on the Drought of Temporal and Spatial Distribution of Anhui Province on the Balance Mechanism of Supply and Demand of Water Resources[J]. Journal of Natural Resources, 2011,26(6):1030-1039. (in Chinese))