

# 珠江三角洲地区经济社会发展与水资源需求关系的实证分析

刘敏

(中山大学岭南学院, 广东 广州, 510275)

**摘要:** 地方经济社会的发展与水资源需求之间具有较强的联系。本文运用珠三角地区 2001-2010 年的数据, 研究了经济增长、产业结构与城市化与水资源需求的关系。研究发现, 珠三角城市化程度的提高将增加用水总量。同时经济增长将增加用水总量需求, 但增加的幅度在减弱, 而产业结构的优化将减少用水总量, 且其幅度在提高。而产业结构的调整将促进用水效率的提升。

**关键词:** 珠三角 经济社会发展 水资源需求

**中图分类号:** F29      **文献标识码:** A

水资源作为一种重要的战略资源已经成为人类经济社会发展重要组成部分。人类经济社会高度的发展一方面给水资源环境带来了危机与压力, 另一方面也受到水资源环境的制约。而随着人类经济社会高度的发展, 经济社会系统与水资源系统的相互作用是越来越紧密。本文将分析珠三角地区体现社会经济发展的经济增长、产业结构变化以及城市化与该地区总用水以及人均用水的相关性, 进而分析各城市社会经济发展指标与用水总量与效率之间相关性, 以说明珠三角社会经济发展与水资源需求之间的内在关联。同时通过建立相关的计量模型分别考察珠三角社会经济发展各项指标对于用水总量或用水效率的影响, 以揭示社会经济发展与水资源需求之间的内在规律。

## 一、经济社会发展与水资源关系研究综述

经济发展、资源利用、环境保护三者的关系一直学者关心的问题, 经济发展依赖与资源的开发和利用, 经济发展的同时会给环境带来巨大的压力甚至是损害, 如何解决好经济发展与环境保护直接关系到经济发展是否持续健康。张妍等[1]认为经济发展与保护环境两者应该同步, 在动态过程中寻求两者的平衡统一, 经济发展会带来污染, 污染会阻碍经济增长的速度, 环境问题的加剧促使环境保护意识的加强, 各种保护环境的政策出台和保护环境的行动为经济增长提供良好的环境资源和投资环境, 反向又促进经济可持续发展。樊杰和千庆兰

[2]采用了比较分析方法,研究了环渤海地区、长江三角洲地区和珠江三角洲地区资源环境和经济发展的区域差异特征,对工业化过程中地区经济发展与资源环境的相互关系进行了探讨。袁洪锋[3]分析了我国各省的水资源利用和当地经济发展状况,认为水资源在促进经济发展的同时,经济发展对缓解用水压力也有一定帮助,经济较为发达地区的水资源压力较小,经济落后地区的水资源压力较大,并指出水环境污染问题的原因不是由经济发展所致,而是两者关系失衡所致。王钟[4]从经济学的视角综合分析水资源系统和经济系统的耦合关系,提出了协调三峡库区水安全和经济发展的双重“经济-环境统筹策略”。

在具体分析广东地区水资源与经济可持续发展的关系研究中,林桂花[5]重点分析了广东省干旱缺水、洪涝灾害、水环境恶化这三大水问题,提出广东省实现水资源的优化配置、节约保护、高效可持续利用的可持续发展建议;王钊[6]首次对广东省的水资源演变情势进行研究分析,对广东省水资源进行全面客观的评价,并利用数理统计方法,综合反映了广东省降水和径流的年际变化规律;李伟烈[7]针对广东省的水资源状况以及开发利用中存在的主要问题,提出了广东省水资源可持续利用的对策;谢小康等[8]运用多目标规划和模糊综合评价的方法,结合广东省水资源特点,建立了水资源承载力多目标计算与综合评估模型,综合评估了广东省21个市水资源承载力现状,指出了广东省各市水资源利用与社会经济发展匹配的程度;徐靖[9]对现有条件下广东省的水资源开发利用程度、开发类型及利用模式中存在的问题进行综合评价,分析了广东省水资源开发利用与社会经济可持续发展之间的协调程度。综上所述,现有研究虽然都关注到了经济社会发展与水资源之间的联系,但往往只涉及到经济社会发展的某一方面,且实证的研究较为缺乏。

## 二、珠三角地区社会经济发展与水资源需求的相关性分析

本部分将分析代表社会经济发展的各项指标与水资源需求之间的相关性,以揭示两者之间的内在联系。指标的选取原则在于尽可能采用能反映两者间关系的实质,同时具有可度量性和可统计性。在社会经济发展方面,经济增长,采用的是人均GDP、GDP指数及GDP等指标来衡量;而产业结构的指标,考虑到珠三角第一产业的比重一直都较低,并且处于较为稳定的状态,主要采用的是第二产业的比重(简称二产比)和第三产业的比重(简称三产比)两个指标;城市化指标,受限于数据的获取,考虑的是人口城市化的指标,采用的是非农业人口比重(简称非农比)来衡量。而在水资源需求方面,主要着重于用水总量和用水效率两方面的考虑,采用的是总有水量和人均用水量两个指标。本文采用的数据年份为2001-2010年,

数据来源于广东省的水资源公告和各地区统计局公布的数据。

表1 社会经济发展指标与水资源需求指标的相关性

	人均GDP	GDP指数	GDP	二产比	三产比	非农比	人均用水	总用水
人均GDP	1							
GDP指数	.308*	1						
Gdp	.751**	.173	1					
二产比	-.440**	.097	-.545**	1				
三产比	.540**	-.083	.657**	-.977**	1			
非农比	-.165	-.460**	-.265*	-.080	.025	1		
人均用水	-.233	-.308*	-.117	-.332**	.252*	.366**	1	
总用水	.325*	-.132	.579**	-.618**	.644**	.264*	.520**	1

注：\*\*表示在1%的水平显著；\*表示在5%的水平显著。

统计结果表明，人均GDP、GDP、二产比、三产比、非农比均与总用水量显著相关，说明社会经济发展与水资源总量需求具有紧密的联系。具体而言，经济增长指标、城市化指标与水资源总量需求均为显著正相关。经济增长意味着资源消耗的增加，尤其是粗放型的经济发展方式将较大消耗自然资源，其对于水的需求也将越来越大。同时城市化程度的提高将扩大城市的规模，进一步促进水资源的需求总量，胡泊[10]的研究也发现，吉林省城市化水平的提高将带来工业用水量和城镇生活用水量的增加，在农业灌溉用水量不能明显降低的情况下，从而带动了整个需水总量的增加。

而产业结构中的二产比与水资源的总量需求却为显著负相关，三产比与水资源总量需求为显著正相关，结果表明随着第二产业节水技术的进步及节水管理的完善，其对于用水的总量需求具有回相对降低。整体而言，社会经济的发展将对水资源的需求呈现增加的趋势，但其中也存在一定减弱的力量。

值得注意的是，有研究发现，地区经济发展与水资源利用量之间的关系存在明显的正相关，并且工业生产与水资源利用的相关度较高[11]。而本文的结果也表明，产业结构的变化（二产比或三产比）与总用水量的相关性较之经济增长和城市化均有大。

城市人均用水指标体现是该城市水资源利用的效率。统计结果显示,人均GDP、GDP指数、二产比、三产比、非农比均与人均用水量显著相关。具体而言,GDP指数、二产比与人均用水量显著为负相关,表明随着经济增长速度以及第二产业对于节水技术进步和管理的完善均对于用水效率有大正面的影响。这说明经济发展将有助于水资源利用率的提升,这一结果与相关的研究结论是一致的。如根据1998~2005年中国各省区水资源消耗和经济发展的相关数据的研究发现,随着经济的发展我国各省区水资源利用效率得以增加[12]。

二产比与用水效率的显著负相关说明政府可通过注重调整产业结构和强化需水管理,大力发展低耗水、低污染产业,降低工业用水量与降低水污染,实行生产模式的转变,大力倡导高效节水的高科技工业生产模式,提高水资源利用率。

另一方面三产比和非农比均与人均用水量显著正相关,表明第三产业和城市化的发展将降低全社会的用水效率。服务业的发展说明社会发展的社会化、现代化以及集约化的提升,这将改变原有的生活方式进而影响用水效率。而城市是人口、建筑及工业的高度密集区。城市化意味着城市的基础设施相对完备,居民用水便利,公共市政用水量(如绿地、消防等)高于农村地区。因此,城镇化将使人均生活用水量大幅度提高,城市供水压力及水环境压力逐年上升,发展生产与水资源短缺的矛盾日益加剧。

### 三、珠三角经济社会发展对水资源需求的影响分析

以上分析结果显示了珠三角地区的社会经济与水资源需求之间存在相关关系。现有的研究已经表明,水资源系统与经济社会巨系统之间的关系集中体现在经济社会活动对水环境系统的干扰,以及大自然赋予水环境系统的自我组织和调节的抗干扰能力[13]。以上的分析仅仅说明社会经济发展与水资源需求两方面单一变量之间一些内在的联系。社会经济发展各方面对于水资源需求的影响如何尚有待进一步的发掘。因此,本部分将在上面分析的基础上建立计量模型,综合考察经济增长、产业结构以及城市化各指标对于用水总量或人均用水的影响。由于经济增长、产业结构对于水资源需求的影响可能是非线性以及两者之间存在的对于水需求影响的交互效应。本部分将建立线性模型、经济增长、产业结构指标非线性模型以及进一步的考察两者交互效应的模型,具体的模型变量情况见下各表。

## (一) 人均 GDP、二产比、非农比对用水总量的影响

表 2 人均 GDP、二产比、非农比影响用水总量的计量结果

变量	用水总量		
	模型 1	模型 2	模型 3
常数	86.19923	513.2702	267.9961
人均 GDP	0.000188*	0.001454*	0.005113**
二产比	-1.427555**	-17.72337**	-11.68178**
非农比	21.43377*	2.165530	4.292883
人均 GDPx 人均 GDP		-1.42E-08*	-2.65E-08**
二产比 x 二产比		0.147068**	0.110396**
人均 GDPx 二产比			-4.61E-05**
R <sup>2</sup>	0.440656	0.750672	0.786539
F	15.23096**	33.72073**	33.77640**

注：\*\*表示在1%的水平显著；\*表示在5%的水平显著。

实证结果表明（表2），人均GDP、二产比以及非农比均对用水总量具有线性的显著的影响，其中人均GDP和非农比得系数为正，而二产比的系数为负，各变量的影响方向在三种模型中均为一致。这一结果表明人均GDP的提高，人口城市化程度的提高将增加区域的用水总量。这是由于因此随着经济社会的发展，人类迫于人口压力和自然条件的限制，出现了水资源过度利用的现象[14]。具体而言，经济的发展吸引了大量外来人员涌入珠三角地区，人口的迅速发展导致该地区用水量的不断提高，生活用水、工业用水、农业用水随着社会发展和生活水平的提高而不断变。而第二产业的发展将降低区域的用水总量，体现出第二产业内部结构变化、技术进步以及管理完善对于需水的变化。

值得注意的是，人均GDP以及第二产业的发展对于用水总量可能是非线性的，进一步的计量结果发现（表2，模型2），人均GDP增加将增加用水总量需求，但增加的幅度在减弱，而二产比重的提升将减少用水总量，而且其幅度在提高。同时（表2，模型3）实证结果显示，人均GDP与二产比的交叉项也对用水总量显著且系数为负，表明两者对于用水的总量将有抑制的作用。随着经济发展以及产业结构的调整，珠三角地区对于社会经济发展对于水需求影响的正面推动将可能受到良性的调整。

## (二) GDP、二产比、非农比对用水总量的影响

表3 GDP、二产比、非农比对用水总量影响的计量结果

变量	用水总量		
	模型1	模型2	模型3
常数	41.02673	457.9197	179.8818
GDP	0.006483**	0.016092**	0.055932**
二产比	-0.816446**	-15.67857**	-6.991293**
非农比	33.19837**	12.57789*	13.73895**
GDPxGDP		-2.07E-06**	-3.38E-06**
二产比 x 二产比		0.132027**	0.064702**
GDPx 二产比			-0.000611**
R <sup>2</sup>	0.586014	0.845163	0.896319
F	27.36714**	61.13404**	79.24525**

注：\*\*表示在1%的水平显著；\*表示在5%的水平显著。

GDP、二产比、非农比对用水总量影响的实证结果显示(表3), GDP、二产比及非农比均对用水总量具有线性的显著的影响, 其中人均GDP和非农比得系数为正, 而二产比的系数为负。结果表明GDP的提高, 人口城市化程度的提高将增加区域的用水总量, 而第二产业的发展将降低区域的用水总量。人类发展历史已经充分说明, 经济社会的发展将会对资源与环境造成重大的影响。一个地区乃至国家的社会发展方式以及经济结构是否合理, 不仅在某种程度上决定着这个国家或地区经济社会的持续发展, 而且也对资源使用和环境消耗有着极为重要影响。

同样 GDP 以及第二产业的发展对于用水总量可能是非线性的, 进一步的计量结果发现(表3, 模型2), GDP 增加将增加用水总量需求, 但增加的幅度在减弱, 而二产比重的提升将减少用水总量, 而且其幅度在提高。同时(表3, 模型3)实证结果显示, GDP 与二产比的交叉项也对用水总量显著且系数为负, 也表明两者对于用水的总量将有抑制的作用。有研究结果显示, 1996-2006 年我国工业水资源消耗强度总体上呈现不断下降的趋势, 其中技术效应所导致的各部门用水效率提高是工业行业水资源消耗强度持续下降的最重要原因, 而结构效应所导致的用水密集部门的发展在一定程度上抑制了水资源消耗强度的下降。因此, 技术升级和工业结构调整有助于可持续利用水资源、建立节水型社会[15]。

## (三) 人均GDP、三产比、非农比对用水总量的影响

表4 人均GDP、三产比、非农比对用水总量影响的计量结果

变量	用水总量		
	模型1	模型2	模型3
常数	-52.43495	165.2005	157.3089
人均GDP	4.75E-05	0.001343*	0.000919
三产比	1.578228**	-10.08396**	-9.271531**
非农比	22.53248*	7.485226	9.831703
人均GDPx人均GDP		-1.46E-08*	-2.44E-08**
三产比x三产比		0.138628**	0.111983**
人均GDPx三产比			3.20E-05
R <sup>2</sup>	0.476465	0.778710	0.790208
F	17.59515**	39.41229**	34.52741**

注：\*\*表示在1%的水平显著；\*表示在5%的水平显著。

在人均GDP、三产比、非农比对用水总量的线性计量结果中（表4），显示人均GDP对用水总量没有显著的影响，而三产比和非农比对用水总量产生正面的影响。而在非线性的计量模型中，人均GDP对于用水总量均有正向的显著影响，但影响的程度在将随GDP的提升而减弱，而此时三产比对于用水总量具有抑制的作用，并且其作用将随三产比得提升而增强。这一结果说明，珠三角现阶段经济发展整体而言对于用水需求总量起到正面推动的作用，但其效应将随经济发展质量的提升而减弱。

## (四) GDP、三产比、非农比对用水总量的影响

在GDP、三产比、非农比对用水总量的影响单纯的线性模型计量结果显示（表5），GDP、三产比以及非农比均对用水总量具有显著的正向的影响。这说明随着经济社会的发展，政府更有财力和资源加快节水和低污染排放等新技术的开发和推广。通过推行节水减污的清洁生产技术，将污染从源头削减，并加强污水处理关键技术的应用和工艺设备的技术改造，加强节水工作，这都将有利于降低水的需求。而在非线性模型中，GDP及非农比均对用水总量具有显著的正向的影响，其中GDP的影响作用随GDP的增加而减弱，同时三产比得影响显著，系数为负，并且其影响作用随三产比的增加而加强。结合上面的结果可知，第三产业带的发展对水资源需求存在较为复杂的关系，综合而言，其发展也将对于水需求起到较好的抑制作用。

表5 GDP、三产比、非农比对用水总量影响的计量结果

变量	用水总量		
	模型1	模型2	模型3
常数	-38.05928	187.6424	129.1376
GDP	0.005893**	0.016572**	0.000358
三产比	0.840011**	-10.37573**	-6.718961**
非农比	33.57734**	15.31245**	17.12041**
GDPxGDP		-2.32E-06**	-3.53E-06**
三产比x三产比		0.136803**	0.080259**
GDPx三产比			0.000521**
R <sup>2</sup>	0.580460	0.867558	0.892095
F	26.74890**	73.36501**	75.78430**

注：\*\*表示在1%的水平显著；\*表示在5%的水平显著。

#### (五) GDP指数、二产比、三产比、非农比对人均用水的影响

表6 GDP指数、二产比、三产比、非农比对人均用水影响的计量结果

变量	人均用水量	
	模型1	模型2
常数	2198.585	1464.246
GDP指数	-10.72604	-10.83841
二产比	-8.459089*	
三产比		6.442382
非农比	262.7482	279.1950
R <sup>2</sup>	0.244817	0.212046
F	6.267528**	5.202797

注：\*\*表示在1%的水平显著；\*表示在5%的水平显著。

在人均用水方面，综合社会经济发展各方面的指标对其影响的计量结果显示（表6），GDP指数、二产比、三产比、非农比对人均用水影响的计量结果显示，除了二产比对人均用水均有显著的负向影响外，其余的变量影响均不显著。虽然很多单一的社会经济发展指标



跟用水效率存在显著的相关,但这一结果说明,珠三角地区社会经济发展对于水资源利用效率的影响机制尚待未来的探索。

#### 四、主要结论

本文集中考察珠三角地区社会经济发展与水资源需求的内在联系,结果发现经济社会发展与水资源需求联系密切。具体而言,在单一指标的相关性方面,经济增长指标、城市化指标与水资源总量需求均为显著正相关。产业结构中的二产比与水资源的总量需求却为显著负相关,三产比与水资源总量需求为显著正相关。在与用水总量的相关性中,相关最大的是产业结构,其次为经济增长,最后为城市化。而人均用水方面,GDP指数、二产比与人均用水量显著为负相关,三产比和非农比均与人均用水量显著正相关,在与人均用水的相关性依次最大的为城市化、经济增长和产业结构。

在社会经济发展对于水需求的综合影响方面,结果表明城市化程度的提高将增加用水总量。同时经济增长将增加用水总量需求,但增加的幅度在减弱,而产业结构的优化将减少用水总量,且其幅度在提高。产业结构的优化将会提升用水的效率。具体而言,人均GDP或者GDP增加将增加用水总量需求,但增加的幅度在减弱,而二产比重的提升将减少用水总量,且其幅度在提高,GDP或人均GDP与二产比的交叉项也对用水总量显著且系数为负。在社会经济发展对于人均用水的综合影响方面,除了二产比对人均用水均有显著的负向影响外,其他变量影响均不显著。

#### 参考文献:

- [1] 张妍、尚金城、于相毅. 城市经济与环境发展耦合机制的研究[J]. 环境科学学报, 2003, 1
- [2] 樊杰、千庆兰. 我国东部沿海重点地区经济发展与资源环境相互作用关系的研究[J]. 自然资源学报, 2004, 1
- [3] 袁洪峰. 我国水环境问题与人口、社会、经济因素的相关分析[J]. 人口学刊, 2001, 5
- [4] 王钟. 三峡库区水安全与经济发展协调研究[J]. 探索, 2006, 5
- [5] 林桂花. 广东水资源的忧虑与思考[J]. 人民珠江, 2002, 5
- [6] 王钊. 广东省水资源演变情势分析[D]. 武汉大学硕士学位论文, 2004

- [7] 李伟烈. 广东省水资源问题及可持续利用对策[J]. 生态环境, 2004, 13
- [8] 谢小康、陈俊合、刘树锋. 广东省水资源承载力量化研究[J]. 热带地理, 2006, 5
- [9] 徐靖. 广东省水资源开发利用与社会经济发展[J]. 广东水利水电, 2004, 10
- [10] 胡泊. 吉林省城市化与水资源利用关系的量化研究[J]. 研究与探索, 2010, 2
- [11] 朱华友, 吕东芳. 区域经济发展与水资源利用的关系研究[J]. 浙江师范大学学报(自然科学版), 2010, 6
- [12] 陈素景、孙根年、韩亚芬、李琦. 中国省际经济发展与水资源利用效率分析[J]. 统计与决策, 2007, 22
- [13] 彭静、王浩、徐天宝. 珠江三角洲的经济发展与水文环境变迁[J]. 水利经济, 2005, 11
- [14] 赵翔、陈吉江、毛洪翔. 水资源与社会经济生态环境协调发展评价研究[J]. 中国农村水利水电, 2009, 9
- [15] 陈雯、王湘萍. 我国工业行业的技术进步、结构变迁与水资源消耗[J]. 湖南大学学报(社会科学版), 2011, 3

## The Study of Relationship between Water Demand and Economic & Social Development in Pearl River Delta

Liu Min

(Lingnan College, Sun Yat-sen University, Guangzhou, Guangdong, 510275)

**Abstract:** Local economic social development and water demand has strong connection. This study tries to reveal the correlation between economic growth, industrial structure, urbanization and water demand on the basis of data from 2001 to 2010 in Pearl River Delta. The results find that the increase of urbanization will add to the amount of water demand, economic growth will also increase the total amount of water demand, but the increasing range in down, while optimization of the industrial structure will reduce the amount of water, and the increase in improving in Pearl River Delta. The adjustment of industrial structure will promote the efficiency of water use.

**Key words:** Pearl River Delta, Economic & Social Development, Water Demand

**收稿日期：**2012-08-01

**作者简介：**刘敏，中山大学岭南学院

**【责任编辑：黄晓星】**