长三角地区城市水资源供给对土地利用结构的影响

赵 亚 莉

(河海大学 公共管理学院, 江苏 南京 211100)

摘 要:[目的] 分析长三角地区城市水资源供给对土地利用结构的影响,为制定长三角地区城市水土协调利用政策提供依据,也可为"十三五规划"中节水型社会建设任务的实现提供决策支持。[方法] 基于"结构—功能"理论,从城市生产、生活和公共服务三项基本功能出发,分析水资源供给结构对城市土地利用结构变化的影响,并以 2001—2014 年长三角地区地级及以上城市为样本,构建计量模型。[结果] 区域整体范围内,城市生活用水供给量与生活用地规模呈显著的正相关关系,生产用水供给量与生产用地规模也呈正相关关系,而服务用水供给量与公共服务用地规模不显著;就影响程度来看,生活用水与生活用地的回归系数为 0.339 3,生产用水与生产用地的回归系数为 0.086 7;水资源供给对土地利用结构的影响在不同城市间存在较大差异,城市规模越大,等级越高,其影响也越明显。[结论] 研究期内长三角地区水资源供给对生活、生产用地的影响已经显现,并且对生活用地规模的影响远远大于对生产用地规模的影响,而对公共服务用地的影响尚未显现;一旦出现水资源危机,大城市土地资源的开发利用将受到直接影响。

关键词:水资源供给;土地利用结构;影响;长三角地区

文献标识码:A **文章编号**:1000-288X(2017)06-0299-06 **中图分类号**:F301.24, TV213

文献参数:赵亚莉.长三角地区城市水资源供给对土地利用结构的影响[J].水土保持通报,2017,37(6):299-304. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.06.049; Zhao Yali. Effects of water resource supply on land use structure in Yangtze River Delta[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017,37(6):299-304. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.06.049

Effects of Water Resource Supply on Land Use Structure in Yangtze River Delta

ZHAO Yali

(*College of Public Administration, Hohai University, Nanjing, Jiangsu* 211100, *China*)

Abstract: [Objective] This paper mainly analyzed the effect of water resource supply on land use structure. It might provide the bases for the policies with respect to coordinated utilization of urban land resource and water resource in the Yangtze River delta, and for decision support of water-saving society construction of the 13th Five-Year Plan, as well. [Methods] Based on the theory of structural-functionalism, having the basic functions of urban production, life and public service as core, a mathematical model was built between several pairwise factors, as productive water and productive land, living water and living land, service water and service land in the Yangtze River Delta during 2001—2014. [Results] ① There was a significant positive correlation between the supply of living water and the scale of living land. And a significant positive correlation between the supply of productive water and the scale of production land was also detected. However, the service water had no significant effect on the service land. ② The regression coefficient was 0.339 3 between living water and living land, and was 0.086 7 between productive water and productive land. ③ From the regression coefficient, the influence of water supply on living land was much greater than that on productive land. The effect of water resource supply on land use structure was positively correlated with GDP and

收稿日期:2017-02-17 **修回日期**:2017-06-12

资助项目:教育部人文社会科学研究青年项目"长三角地区城市建设用地扩展的水资源约束与调控研究"(16YJC630175);中央高校基本科研业务费专项 (2015B13814)

第一作者:赵亚莉(1984—),女(汉族),宁夏回族自治区固原市人,博士,讲师,主要从事土地经济与管理、土地资源可持续利用方面的研究。E-mail:nx_zhaoyali@163.com。

urban scale rank. In general, a city with more GDP and larger scale might easily undergone severe feedback from water resource supply. [Conclusion] The influences of water supply on the life land and production land both existed. The influence on the public service land had not yet appeared in the Yangtze River Delta. If water resources are becoming scare, the development and utilization of urban land resources will be directly affected in large city.

Keywords: water resource supply; land use structure; effect; the Yangtze River delta

城市作为人类文明发展到一定阶段的产物,在其形成过程中,社会就赋予了生产、生活和公共服务三大基本功能。结构功能理论认为,城市是具有一定结构或组织化形式的系统,构成城市的各个组织结构以其有序的方式相互关联,并对城市整体发挥相应的功能。城市功能依附和源于城市结构[1],结构的变迁会导致功能的相应调整。而水和土地作为城市建设和发展的基础条件和限制因素,水土资源在不同产业之间的配置结构一定程度上决定着城市的主体功能。工业化时代,我国多数城市遵循"先生产,后生活"的理念,自然资源配置很大程度上偏向工业而消减了生活,突出城市的生产功能。而后工业化时代,资源配置的重心由工业领域向服务业领域倾斜,城市生活、服务功能将逐步取代城市生产功能的主体地位。鉴于此,本研究基于城市三大基本功能对水、土资源利用结构予以划分。纵观研究期内全国城市水土资源利用结构,生活用水比重由2001年的31%上升为2014年的37%,生产用水由47%下降为30%;生产用地由26%下降为23%,公共用地由15%上升为20%。水、土资源作为城市经济社会发展至关重要的稀缺资源,在可持续利用的前提下,二者具有效应上的正相关性[2]。现有文献针对二者的相互关系做了大量研究,一是分析了土地利用对水资源的影响,土地利用剧烈改变将引起城市用水总量、用水结构、水环境等的变化,直接影响水资源的数量和质量[3-6];二是分析了水资源总量对土地利用的影响,水资源对土地开发利用具有一定的制约作用,水资源短缺直接约束着城镇建设规模[7-10]和建设速度[11]。现有研究主要集中于水、土资源总量关系方面,在关注总量关系的同时,理应考量水、土资源利用结构之间的关系,因为城市用地管理除了总量控制外,结构管理也是核心内容之一[12]。而目前直接针对水资源供给结构与城市土地利用结构关系的专门研究相对较少,有待深化。鉴于此,本文基于城市功能的视角,分析长三角地区城市水资源供给结构对城市土地利用结构的影响,为制定长三角地区城市水土协调利用政策提供依据,也为"十三五规划"中节水型社会建设任务的实现提供决策支持。

1 水资源对土地利用结构的影响机制

水土资源是人类赖以生存的物质基础之一,是城市发展的基础支撑。人们日常生活需要"生活用水、生活用地"的支撑,产业发展也需要"生产用水、生产用地"的支撑,城市社会公共活动更离不开"公共用水、公共用地"的支撑。从水的自然和经济属性上看,水资源既是自然资源也是生产要素,水资源对城市土地利用结构的影响主要是通过自然资源和生产要素来实现。从资源角度看,水是人体生命活动不可缺少的物质,人们的日常生活离不开水,水是决定城市人口规模的刚性因素[13]。而人口规模是影响城市土地利用结构变化最有活力的因素之一,城市人口的增加不仅加大了对住房等生活用地的需求,而且随着城市居民生活水平的提高,对道路广场用地、绿地等公共服务用地的需求相应增加[14]。除此之外,水资源对城市人口的地域分布也产生深远影响[15],而人口的分布直接关系着城市土地利用的空间布局;从生产要素角度来看,水不仅作为原料直接参与生产活动,也是工农业等一切经济活动不可或缺、不可替代的投入要素,水资源与土地、人力、资本等要素具有同样的功能和重要性。水资源作为产业结构演化和产业空间布局重组的主要动力之一[16-17],水资源的供给结构直接影响城市产业类型和结构的变化,水资源的分布直接决定着工业产业布局,产业结构的转变以及空间布局调整最终必定会在相应的土地利用变化中得到反映。由此可见,水作为资源不仅为城市提供了物质基础,也作为生产要素为城市扩展提供了发展动力,水资源供给量决定了城市所能容纳的人口规模和产业结构,以及人口和产业的集聚状况,进而影响城市各类用地的规模和布局(图1)。

2 模型设定与数据来源

2.1 模型设定及说明

在定量分析城市水资源供给对土地利用结构的影响中,为了弥补时间序列数据过短的问题,本文采用长三角地区地级及以上城市面板数据,分别基于城

市生活、生产和公共服务 3 大基本功能构建水资源与土地资源利用的关系模型。其中，满足生活所需的水土资源利用作用关系中，水资源供给对土地利用结构的影响作用离不开人口因素的传导，因此，在构建生活用水与生活用地关系模型时，将人口因素纳入，模型见公式(1)；用于支撑城市生产的水土资源利用关系中，生产用水供给对生产用地的影响主要通过产业结构得以实现，在构建相关模型时将产业结构因素纳入其中，模型见公式(2)；除此之外，为城市生活、生产有序进行而发挥公共服务作用的水土资源，水资源供给对土地利用结构的影响作用通过人口和产业结构因素共同体现，因此，在考察公共服务用水与公共服务用地关系时，将人口和产业结构因素一并纳入，模型见公式(3)。

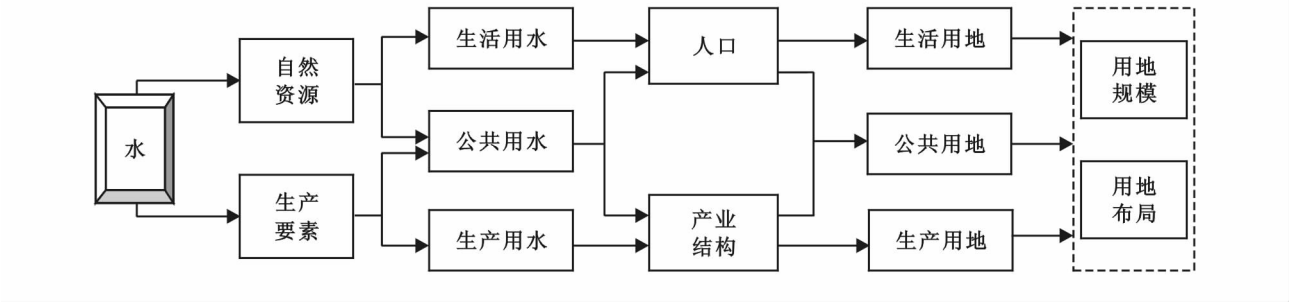


图 1　水资源供给对土地利用结构影响关系

$$LH_{it}=\alpha_1+\beta_{11}\cdot WH_{it}+\beta_{12}\cdot RK_{it}+\varepsilon_1 \quad (1)$$

式中：LH——城市生活用地规模；WH——城市生活用水供给量；RK——城市人口数量。

$$LC_{it}=\alpha_2+\beta_{21}\cdot WC_{it}+\beta_{22}\cdot EC_{it}+\varepsilon_2 \quad (2)$$

式中：LC——城市生产用地规模；WC——城市生产用水供给量；EC——产业结构中第二产业产值。

$$LG_{it}=\alpha_3+\beta_{31}\cdot WG_{it}+\beta_{32}\cdot RK_{it}+\beta_{33}\cdot SC_{it}+\varepsilon_3 \quad (3)$$

式中：LG——城市公共服务用地；WG——城市用于公共服务的水资源供给量；SC——产业结构中公共服务业情况，用第三产业产值表征；i，t——第 i 个城市和第 t 年；ε_1，ε_2，ε_3——随机扰动项；α_1，α_2，α_3——常数项；β_{11}，β_{12}，β_{21}，β_{22}，β_{31}，β_{32}，β_{33}——估计系数。

2.2　数据来源及处理

城市用地结构可根据历年《中国城市建设统计年鉴(2002—2015 年)》用地面积数据计算得到。其中，与生产功能直接对应的用地类型是工业用地和物流仓储用地，与生活功能直接对应的是居住用地，与服务功能直接对应的用地类型是公共管理与公共服务用地、商业服务业设施用地、公用设施用地。由于 2011 年颁布的《城市用地分类与规划建设用地标准(GB50137-2011)》对城市用地分类进行了调整，导致新标准前后公共用地所包含的土地类型存在差异，2001—2011 年公共用地主要由公共设施和市政公用设施用地组成，2012—2014 年公共用地主要由公共管理与公共服务用地、商业服务业设施用地、公共设施用地等组成。与生产、生活、服务功能相对应的供水类型分别是居民生产用水、生活用水和公共服务用水，其中，公共服务用水直接来源于《中国城市建设统计年鉴》，生产、生活用水可通过《中国城市建设统计年鉴》中生产运营用水、居民家庭生活用水修正得到。生产运营供水统计中包含了市区范围内农林牧渔业用水，而第一产业生产用水不在本研究范围之内，因此相应数据需要剔除。考虑到数据的可获得性，通过对研究期内南京、杭州等部分城市水资源公报数据测算，生产运营用水中第一产业用水约占 40%，其它城市也按此比例消除第一产业用水的影响，最终得到城市生产用水数据。居民家庭用水统计中除了城市居民家庭用水外，还包含了市区的农民家庭供水，根据南京市、宁波市等城市水资源公报数据测算，城镇居民生活用水占全部居民家庭用水的比例约为 90%，按此比例测算出城市居民生活用水。人口选用常住非农人口，数据来源于《中国人口和就业统计年鉴》。二、三产业产值用二、三产业国内生产总值表示，为消除价格因素的影响，将各年份产值数据折算成 2001 年的不变价格。研究期内，苏州、南通、扬州、泰州、绍兴等城市进行了行政区划调整，导致相应城市辖区的行政区范围发生了变化，为了保证统计数据口径的一致，此处以最近年份 2014 年各城市行政区范围为准，将发生变化的各城市各类数据做了相应调整。由于自 2006 年之后《中国城市建设统计年鉴》中上海市的用地面积数据缺失，本文最终所使用的数据是 2001—2014 年长三角地区 24 个地级及以上城市的面板数据。为尽可能消除异方差，对所有变量进行对数变换，处理后的变量为 $\ln LH_{it}$，$\ln LC_{it}$，$\ln LG_{it}$，$\ln WH_{it}$，$\ln WC_{it}$，$\ln WG_{it}$，$\ln RK_{it}$，$\ln EC_{it}$，$\ln SC_{it}$。

3 研究结果及分析

本研究运用 EVIEWS 7.0 软件，为避免“伪回归”现象，在回归前对数据平稳性进行检验。为了增强检验结果可靠性，本文同时采用 LLC 检验、IPS 检验、ADF Fisher，PP Fisher 等多种方法进行平稳性检验。结果发现，所有变量在1%的显著性水平上都拒绝了有单位根的假设，可以认为 $\ln LH_{it}$，$\ln LC_{it}$，$\ln LG_{it}$，$\ln WH_{it}$，$\ln WC_{it}$，$\ln WG_{it}$，$\ln RK_{it}$，$\ln EC_{it}$，$\ln SC_{it}$ 是平稳序列。由于各城市之间水、土资源利用情况存在明显差异，故采用固定效应模型；为避免个体间异方差的影响，进一步设置为 FGLS，结果详见表1。模型(1)和模型(2)考查了生活用水与生活用地的关系，模型(3)和模型(4)考查了生产用水与生产用地的关系，模型(5)和模型(6)考查了公共用水与公共用地的关系，其中，模型(2)、模型(4)、模型(6)采用的是单变量回归模型，主要用于验证各类水资源供给量与土地利用之间的正、负向关系。

表1 水资源供给对城市土地利用结构的影响估计结果

lnLH	模型(1)	模型(2)	lnLC	模型(3)	模型(4)	lnLG	模型(5)	模型(6)
常数项	−1.750 7***	−3.526 8***	常数项	−3.321 2***	0.796 5**	常数项	−3.086 6***	2.554 5***
lnWH	0.339 3***	0.825 0***	lnWC	0.086 7***	0.317 5***	lnWG	0.001 3	0.039 5
lnRK	0.511 7***	—	lnEC	0.384 1***	—	lnSC	0.357 1***	—
				—	—	lnRK	0.140 2***	—
AdjR^2	0.95	0.90	AdjR^2	0.95	0.88	AdjR^2	0.93	0.8
F	278	128	F	252	101	F	183	56

注：*，**，*** 分别表示10%，5%和1%的显著性水平。下同。

3.1 生活用水供给对生活用地规模的影响

从表1估计结果来看，考查生活用水与生活用地关系的模型(1)和模型(2)中各变量的回归系数与理论预期一致，估计系数均通过了1%的显著性水平检验，并且系数均为正，表明生活用水供给对生活用地的变化产生显著的正向作用。从模型(1)可知，在不考虑其他因素变动的条件下，水资源供给量每增加1%，城市生活用地面积将增加0.339 3%，这说明居民家庭生活用水充足保障是长三角地区城市生活用地面积快速增加的重要因素之一。研究期内，长三角城市生活供水量由 1.53×10^9 m^3 增加到 2.54×10^9 m^3，增加了66%，而生活用地由730 km^2 增加到1 968 km^2，增加了170%，生活用地的增加幅度是生活用水供给增加幅度的2.6倍。这也说明城市居民生活用地的增加除了受水资源供给的影响外，还受到人口等其它因素的影响。模型(1)显示，在不考虑其它因素变动的条件下，城市人口每增加1%，生活用地面积将增加0.511 7%，与生活供水相比，人口对生活用地的影响相对较大，究其原因主要是因为人们对住房的需求直接转嫁到对生活用地的需求上。而对城市水资源来说，即使在水资源短缺、供水紧张的情形下，城市供水一贯坚持优先保障城市居民生活用水的原则，使得居民生活用水基本得到了保障，因此研究期内水资源并未成为城市生活用地扩张的决定性因素。

3.2 生产用水供给对生产用地规模的影响

通过模型(3)和模型(4)可以看出，所有系数均通过了5%的显著性水平检验，并且从模型(3)可知，在不考虑其它因素变动的条件下，生产用水供给量每增加1%，城市生产用地面积相应的增加0.084 5%，说明研究期内长三角地区各城市生产用水供给对生产用地规模的变化产生正向作用。但从模型系数来看，生产用水与生产用地的估计系数相对较小，远远小于二产产值与生产用地的估计系数，这意味着与二产产值相比，生产用水对生产用地规模扩张的影响作用还未显现。统计也显示，2001年，长三角城市生产用水 1.50×10^9 m^3，2014年为 1.80×10^9 m^3，增加了20%；而生产用地由691 km^2 增加到1 708 km^2，增加了147%，二者增幅相差较大。原因可能有以下方面，一是长期以来各城市以片面追求经济增长速度为目标，而经济的快速发展导致了对土地资源的需求，特别是对产业用地的需求不断增加，使得短期内二产产值对生产用地的影响作用凸显；二是长三角地区城市工业用水重复利用比例较高，水资源利用率提高，减小了生产用地规模扩张中对水资源的依赖性，据统计2014年江苏省工业用水重复利用率提升为88%。

3.3 服务用水供给对公共服务用地的影响

模型(5)和模型(6)估计结果显示，公共服务用水估计系数未通过显著性检验，说明短期内水资源供给对服务用地没有影响或者对其的影响尚未体现。随着产业结构调整步伐加快，长三角24城市产业结构持续优化，服务业比重不断增大。2001年该地区城市第三产业占比平均约为40%，2014年上升为48%，其

中,有 9 个城市超过 50%,南京、杭州甚至达到了 56%和 58%。三产的快速发展导致对服务用地需求的不断增加,统计显示,长三角地区城市服务用地占总建设用地面积的比重呈逐年增加趋势,由研究初期的 15%增加为研究末期的 20%。模型(5)也可以看出,三产产值与服务用地的估计系数显著为正,在不考虑其他因素变动的条件下,三产产值每增加 1%,城市服务用地面积将增加 0.357 1%。但是,从水资源的消耗来看,服务业对水资源的需求最小,长三角地区城市水资源供给中,公共服务用水量占供水总量的比重最低,并且呈逐年下降的趋势,统计显示研究初期公共服务用水比重为 15%,而研究期末下降为 11%。

3.4　不同规模城市间对比分析

为分析长三角地区不同规模城市间水资源对土地利用影响的差异,依据 2014 年国务院《关于调整城市规模划分标准的通知》,将长三角地区 24 个城市分为大城市和中等城市,其中,大城市包括无锡、徐州、常州、苏州、南通、淮安、盐城、扬州、泰州、宿迁、杭州、宁波、绍兴、台州,中等城市包括连云港、镇江、温州、嘉兴、湖州、金华、衢州、舟山,对不同规模的城市分别进行估计(表 2)。结果显示,在大城市估计模型中,生活用水和生产用水的估计系数在 1%水平下均通过显著性检验,其值分别为 0.607 9 和 0.163 4,并且生活用水的估计系数超过了人口的系数,而服务用水的估计系数不显著。说明大城市里水资源供给对生活用地和生产用地规模的变化产生正向的影响作用。对中等城市而言,只有生产用水的估计系数在 10%水平下通过显著性检验,并且模型系数为负,生活用水和服务用水的估计系数均未通过显著性检验。总体来看,中等城市土地利用变化受水资源的影响较小,即城市规模越大、城市等级越高,城市土地利用受水资源的影响也将越发明显,一旦水资源面临短缺,大城市土地资源的开发利用将受到直接影响。就其原因主要是规模越大的城市,人口、经济发展对水资源的需求越大,粗放的资源利用方式使得大城市资源短缺形势更为严峻,水资源已成为大城市土地开发利用的重要因素。

表 2　不同规模城市模型估计结果

项目	大城市			中等城市		
	lnLH	lnLC	lnLG	lnLH	lnLC	lnLG
常数项	−3.502 9(−6.24***)	−3.537 0(−10.50***)	−3.745 6(−11.36***)	1.656 7(2.49**)	−2.128 2(−4.09***)	−2.117 9(−3.79***)
lnWH	0.607 9(7.47***)	—	—	−0.115 4(0.21)	—	—
lnRK	0.391 8(7.29***)	—	0.112 4(1.82*)	0.552 4(13.63***)	—	0.160 6(1.67*)
lnWC	—	0.163 4(5.34***)	—	—	−0.080 2(−2.41*)	—
lnEC	—	0.379 3(21.64***)	—	—	0.386 0(15.58***)	—
lnWG	—	—	−0.010 7(−0.40)	—	—	0.014 3(0.23)
lnSC	—	—	0.416 7(14.23***)	—	—	0.268 6(5.77***)
R^2	0.88	0.93	0.92	0.91	0.95	0.85
Adj·R^2	0.88	0.92	0.92	0.90	0.95	0.83
F	85	151	132	114	219	57

注:括号内数据为 t 检验值。

4　结论与讨论

(1) 从区域总体来看,生活用水供给量与生活用地规模呈现出显著的正相关关系,相关系数为 0.339 3,说明城市居民生活用地的增加受水资源供给影响较大,因为对于一座城市来说,生活用水的有效保障是吸引人口的一个重要因素,而人口对住房的需求与生活用地的变化息息相关;生产用水供给量与生产用地规模也呈现出显著的正相关关系,但是系数相对较小,为 0.086 7,说明长三角地区城市水资源供给对生产用地的影响虽然已经显现,但是不明显,原因可能是因为生产用水循环利用的特殊性,随着长三角地区城市工业用水重复利用率的不断提高,减小了城市生产用地规模扩张对水资源的依赖;服务用水供给量对公共服务用地的影响不显著,说明短期内水资源供给对服务用地没有影响或者对其的影响尚未体现,与理论预期一致。因为公共服务用地是间接支持人类生产与生活的用地类型,况且公共服务业对水资源的需求较小,因此公共服务用地受水资源的影响较小;对比分析不同规模城市水资源供给对土地利用结构的影响,发现城市规模越大、城市等级越高,城市土地利用结构受水资源供给的影响越大。就大城市模型估计结果来看,生活用水和生产用水对土地利用的影响均显著为正,系数分别为 0.607 9 和 0.163 4,而中等

城市估计模型中，只有生产用水与生产用地通过显著性检验，并且系数为负，生产用水与生产用地呈反方向变化，说明水资源供给已成为影响大城市土地开发利用的关键因素。

(2) 本研究重点讨论了水资源供给总量对土地利用结构的影响，其实，水资源供给政策和供给方式也对土地利用产生一定的影响，比如通过调整供水结构可以优化土地利用结构，通过对某一用途供水总量的控制可以控制不同类型用地规模等，有关问题将在后续研究中进一步深入探讨。众所周知，区域土地利用是自然及社会、经济等人文因素共同作用的结果，并且各种因素的影响也不是单独的，而是纵横交错的相互影响；还有，一些重要的因素难以量化或数据难以获取，比如政策因素，它在中国土地利用中的影响作用是不言而喻的，但政策因素难以量化，考虑到本研究主要验证水资源对土地利用的影响，所以只选取了几个典型指标，忽视了其他众多自然、人文因素的影响，这些都会给研究带来一定的偏差。但值得肯定的是，通过本研究证实了即使在河网密布的长三角地区，城市土地利用也确实受到水资源的影响。可以预见，随着中国经济进一步发展和资源环境约束强化，今后水资源会更加稀缺，人们必须客观认识水资源重要性，城市的建设过程中必须考虑水资源的影响，高效利用水资源，严格遵循“以水定产、以水定城”的管理政策，调整水资源供给结构，重视城市水资源保护，这也是其他地区城市发展中应加以注意的问题。

[参 考 文 献]

[1] 龙绍双.论城市功能与结构的关系[J].南方经济,2001(11):49-51.

[2] 甘红,刘彦随,李宪文.区域土地利用变化与水资源利用相关分析[J].南京师大学报:自然科学版,2003,26(3):82-88.

[3] 蔡春晓,刘红玉,李玉凤,等.南京仙林新市区土地利用结构与格局对湿地水环境氮、磷影响研究[J].环境科学,2014,35(8):2920-2927.

[4] 黄金良,李青生,洪华生,等.九龙江流域土地利用/景观格局—水质的初步关联分析[J].环境科学,2011,32(1):64-72.

[5] 段应元,刘学录.基于水资源承载力的民勤绿洲土地利用结构优化研究[J].中国沙漠,2011,31(1):174-179.

[6] Hayashi T, Tokunaga T, Aichi M, et al. Effects of human activities and urbanization on groundwater environments: An example from the aquifer system of Tokyo and the surrounding area [J]. Science of the Total Environment, 2009,407(9):3165-3172.

[7] 王双,何春阳,潘耀忠,等.水资源约束下北京地区2004—2020年土地利用变化情景模拟研究[J].自然资源学报,2006,21(4):535-544.

[8] 许月卿,李艳华,赵菲菲.水资源约束下土地利用变化情景模拟研究:以河北省张北县为例[J].中国农业大学学报,2015,20(4):214-223.

[9] 戴靓,陈东湘,吴绍华,等.水资源约束下江苏省城镇开发安全预警[J].自然资源学报,2012,27(12):2039-2047.

[10] 赵亚莉.长三角地区城市建设用地扩展的水资源约束[J].中国人口·资源与环境,2016,26(5):123-128.

[11] 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.

[12] 李永乐,吴群,舒帮荣.城市化与城市土地利用结构的相关研究[J].中国人口·资源与环境,2013,23(4):104-110.

[13] 钟世坚.珠海市水资源承载力与人口均衡发展分析[J].人口学刊,2013(2):15-19.

[14] 鲁春阳,文枫,杨庆媛.城市土地利用结构影响因素的通径分析:以重庆市为例[J].地理科学,2012,32(8):936-943.

[15] 封志明,杨艳昭,游珍.中国人口分布的水资源限制性与限制度研究[J].自然资源学报,2014,29(10):1637-1648.

[16] 李莹.水资源在城市进程中的保障作用[D].陕西 杨凌:西北农林科技大学,2009.

[17] 陈妍彦,张玲玲.水资源约束下的区域产业结构优化研究[J].水资源与工程学报,2014,25(6):50-55.