DOI:10.3969/j.issn.1004－6933.2013.01.017

山东省城镇化发展与污水排放量及地下水资源问题

田　禹[1,2],高宗军[1,2],崔浩浩[1,2],李佳佳[1,2],朱　喜[1,2],马杨敏[1,2]

(1.山东科技大学地质科学与工程学院,山东 青岛　266510;
2.山东省沉积成矿作用与沉积矿产重点实验室,山东 青岛　266510)

摘要:依据 1981—2009 年山东省经济与环境、地下水资源数据,采用城镇化率作为城镇化发展指标,污水排放量及地下水资源为环境指标,建立回归分析数学模型,分析山东省城镇化发展与污水排放及地下水资源之间的关系。结果表明:随着城镇化的快速发展,城镇化率与污水排放量成“U”形关系,与地下水资源量成“N”型关系,拟合成三次曲线方程的相关性较好。研究认为,随着山东省城镇化的不断快速发展,污水排放量呈上升趋势,而地下水资源量总体呈衰减趋势。

关键词:城镇化率;污水排放量;地下水资源;环境库兹涅茨曲线

中图分类号:P641.8　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1004－6933(2013)01－0073－04

Study of urbanization development, sewage discharge, and underground water resources in Shandong Province

TIAN Yu[1,2], GAO Zongjun[1,2], CUI Haohao[1,2], Li Jiajia[1,2], ZHU Xi[1,2], MA Yangmin[1,2]

(1. *College of Geological Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao* 266510, *China*;
2. *Shandong Provincial Key Laboratory of Depositional Mineralization and Sedimentary Minerals, Shandong University of Science and Technology, Qingdao* 266510, *China*)

Abstract: According to economic, environmental, and underground water resources data from 1981 to 2009 in Shandong Province, an optimal model was built by equation-fitting and regression to analyze the relationships between urbanization development, sewage discharge, and underground water resources, with the urbanization rate regarded as the development indicator and sewage discharge and underground water resources regarded as the environmental indicators. The results show that, with rapid urbanization, the urbanization rate exhibited a U-type relationship with sewage discharge, and an N-type relationship with groundwater resources, which fitted a cubic curve equation well. It is pointed out that, with the increasingly rapid development of urbanization of Shandong Province, the sewage discharge shows a rising trend and the underground water resources show a decreasing trend.

Key words: urbanization rate; sewage discharge; groundwater resources; environmental Kuzents curve

1　概　述

1978 年改革开放以来,中国城镇化处于快速发展的状态,城镇化水平从 1990 年的 18.96% 提高到 2004 年的 43%。与此同时,在山东省城镇化发展中,其城镇人口比重不断攀升(图 1),GDP 快速增长。据 1978—2009 年数据显示[1],山东省城镇化进程在 1978—2000 年为较快速发展阶段,2000 至今为快速发展阶段,城镇化率已达 50.32%,年均增长 1.37%(图 2),山东省的城镇化取得了很大进展,城镇化发展已经步入快车道[2]。但是,随着城镇化的快速发展,带来的一些负面影响不容忽视,地质灾害

基金项目:山东科技大学研究生科技创新基金(YCA120207)

作者简介:田禹(1983—),男,博士研究生,研究方向为水文水资源。E-mail:tianyu023@126.com

频发,环境污染,资源浪费、枯竭等问题已严重影响人们的生活质量,如何协调城镇化与环境、资源的发展成为目前亟待解决的问题。

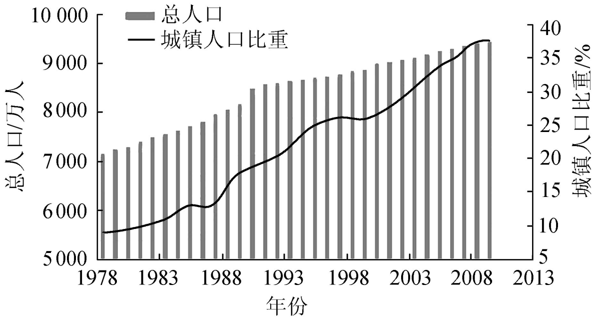

图 1　城镇人口发展趋势

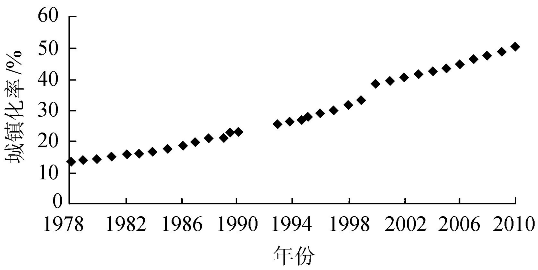

图 2　山东省城镇化率多年变化趋势

笔者以山东省 1978—2009 年的环境经济数据及城镇化率为基础[2],依据环境库兹涅茨曲线(EKC)假说[3],建立回归数学模型,分析全省的城镇化率与污水排放量及地下水资源之间的关系,以期为山东省城镇化进程和环境的协调发展与资源的合理保护及应用提供参考。

2　数学模型的选取

计量模型的选取既要有一定的统计意义,也要保证统计学所需的模拟精度具有现实意义,能够对指标间的关系予以合理解释。根据以上原则以及前人研究的经验[4-11],本文选取对数模型和多项式模型,分别进行计算,选取拟合程度最好的模型作为污水排放(或地下水资源量)与城镇化指标的关系反映。模型如下:

$$y = h_0 + h_1 x + h_2 x^2 + h_3 x^3 + \varepsilon \qquad (1)$$

式中:y 为污水排放量(地下水资源量);x 为人均城镇化率;h_0、h_1、h_2、h_3 为模型参数;ε 为随机误差。

模型中的 h_0、h_1、h_2、h_3 随着取值的不同,可以反映出不同的环境质量和经济发展之间的关系,具体如下:①当 $h_1 \neq 0, h_2 = 0, h_3 = 0$ 时,污水排放量与城镇化率之间呈现线性关系;②当 $h_1 > 0, h_2 < 0, h_3 = 0$ 时,污水排放量与经济发展之间符合倒“U”形关系;③当 $h_1 < 0, h_2 > 0, h_3 = 0$ 时,污水排放量与经济发展之间呈现“U”形关系;④当 $h_1 > 0, h_2 > 0, h_3 = 0$ 时,污水排放量与经济发展之间呈现“凹函数”关系;⑤当 h_1、h_2、h_3 都不为 0 时,污水排放量与经济发展之间呈现三次曲线关系。

3　城镇化发展与污水排放量关系

以山东省 1981—2009 年的环境经济数据及城镇化率为基础[2],依据环境库兹涅茨曲线假说对全省的污水排放量和城镇化率之间的关系进行了三次曲线方程的拟合[4-7],其相关性较好。拟合三次曲线方程为

$$y' = 2.2375x^3 + 136.24x^2 - 1806x + 116042 \qquad (R^2 = 0.9442) \qquad (2)$$

式中:y' 为山东省污水排放量,万 t;x 为城镇化率。

通过式(2)可以用城镇化率变化求出污水排放量,反之亦可求出城镇化率,这对有效治理污水排放及城镇化发展都具有重要意义。根据图 3 可以看出,在研究期内出现拐点,这说明在城镇化率达到一定程度时候,随着人们对污水排放治理力度的加大,污水排放量有下降的趋势。同时,由图 3 可知,近年来随着城镇化率增长,污水排放量也呈现出明显的波动上升状态,这应该引起社会和政府部门的充分关注,虽然污水排放量与城镇化率关系呈现“U”形关系,理论上意味着将来会出现拐点,随后废水排放量就会递减,但是,拐点的出现绝对离不开环境的治理与保护,因此,加大废水排放的控制和治理力度仍将是今后环境工作的重点。

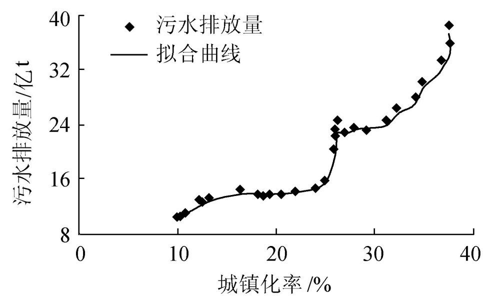

图 3　1981—2009 年城镇化率与污水排放量关系

从图 3 也可以看出,近似“U”形的三次曲线方程具有较高的拟合优度,通过曲线的转折点,目前山东省污水排放量已经渡过了峰值,之后随着城镇化的发展呈现下降趋势,近年来趋于平缓。但是污染排放情况并不容乐观,总体趋势是城镇化率逐渐上升、污水排放量也有明显的上升趋势。

4　城镇化发展与地下水资源关系

山东省在城镇化发展中,城市建设和居民生活用水绝大部分源于地下水,工业用水中地下水占了 85%,众多国家特大型和大型企业供水全部来自地下水,地下水在山东省经济发展、城乡建设和人民生

活中发挥着十分重要的作用。

然而山东省却是我国缺水省份之一,水资源人均占有量仅为全国人均占有量的 1/7。水资源的匮乏,年际年内以及地区之间的分布不均衡,以及社会发展对水资源需求不断增加,使得水资源短缺问题日益突出(图 4)。

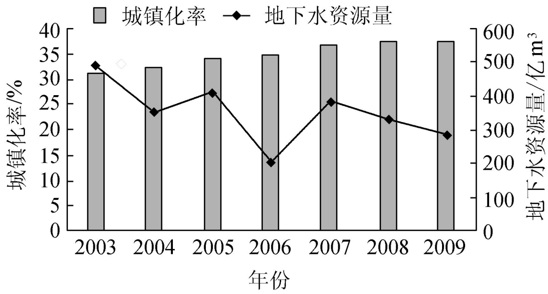

图 4　地下水资源与城镇化率的关系

依据环境库兹涅茨曲线假说对城镇化率及地下水资源量[7]进行了三次曲线方程的拟合(图 5),其相关性较好。拟合三次曲线方程为

$$y'' = 0.1588x^3 - 20.596x^2 + 880.26x - 12265 \quad (R^2 = 0.9144) \qquad (3)$$

式中:y''为山东省地下水资源量,亿 m^3;x 为城镇化率。

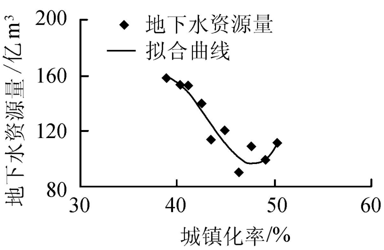

图 5　城镇化率与地下水资源关系

表 1　地下水资源量统计[2]

年份	城镇化率/%	地下水资源量/亿 m^3	年份	城镇化率/%	地下水资源量/亿 m^3
2000	38.96	157.30	2005	44.77	120.01
2001	40.38	152.60	2006	46.23	90.22
2002	41.05	152.60	2007	47.60	106.93
2003	42.52	140.40	2008	48.97	99.75
2004	43.49	114.55	2009	50.34	111.16

通过式(3)可以用城镇化率变化求地下水资源量,反之亦可求出城镇化率。从表 1、图 4、图 5 中可以清晰地看出,山东省随着城镇化率的不断提高,地下水资源逐渐衰减,城镇化率与地下水资源量关系成“N”形。从图 5 中可以看到,在城镇化率达到一定程度的时候,地下水资源有上涨趋势,这是由于人们意识到地下水资源枯竭给人们带来的问题逐渐增加,加大了地下水资源的保护力度,但是由于地下水资源受降水、人为过量开采、路面板结导致地下水补给受阻等因素的影响,整体上有下降的趋势。

不难预测,按照现在的各个城市和整个山东省的城镇化发展速度和需水量的增加情况,在不久的将来地下水资源会越来越匮乏。可以大胆推测,在 2020 年山东省基本实现工业化[6]后,地下水资源按照现今发展形势是不能承受的。

5　结论与建议

随着城镇化的快速发展,城镇化率与污水排放量关系成“U”形、与地下水资源量关系成“N”形,污水排放量趋于增长的趋势,而地下水资源总体呈衰减的趋势,这就说明城镇化率的提高并不能使环境、自然资源自动好转。

为此建议:加大工业废水和城市污水处理力度,使其达标排放;合理处置城市生活垃圾,防止因大气降雨淋滤入渗污染地下水;将污染严重的企业和有毒有害堆积场逐渐搬离水源地。对淤积河道进行疏通,防止污水聚集,对城区附近主要渗漏河段采取铺砌防渗措施,做到污水排放畅通无阻;对河道内的违章建筑进行清理。

为杜绝一切污染水源地水体的经济活动,保证水源地利用的永久性和持续性,山东省应对已有地下水、地表水水源地实施流域性保护或者按区域进行统一规划。结合流域性自然生态恢复与保护,对已有地下水、地表水水源地进行流域性保护区划分,并在一定程度上提高水资源总量利用率。

在未来社会经济发展中,遏制山东省地下水资源衰减与短缺需依赖于加大拦蓄地表水以下渗补给,城市集中式供水结构普遍转向以地下水、地表水供水并举,或以地表水供水为主,减少地下水开采,不排除跨流域调水补充。

水资源保护工作具有长期性、连续性和复杂性,为掌握区内各类水水质状况和动态变化,为政府部门及时提供准确可靠的基础资料,必须建立完整的监测网络系统,对水环境中各要素进行长期监测;监测过程中重点监测地下水水质变化较大或遭受污染的重点地段;对监测资料要及时整理,定期进行分析研究,并据此及时制定和修改保护本区地下水源的各种措施。

参考文献:

[1] 山东省统计局. 山东省统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2010.

[2] 孙靖,张强. 山东省城镇化发展最佳目标探析[J]. 人口与发展,2008,14(3):71-76.(SUN Jing,ZHANG Qiang. The urbanization of Shandong turns to develop the best target discussion and analysis[J]. Population and

Development, 2008,14(3):71-76. (in Chinese))
[3] SHAFIK N,BANDYOPADHYAY S. Economic growth and envi-ronmental quality: time series and cross-country evidence[R]. Background Paper for World Development Report 1992. Washington,D C:World Bank,1992:8-19.
[4] 吴玉萍,董锁成,宋键峰. 北京市经济增长与环境污染水平计量模型研究[J]. 地理研究,2002,3,21(2):239-246. (WU Yuping, DONG Suocheng, SONG Jianfeng. An research of Beijing's economic growth and environmental pollution level measurement model[J]. Geographical Research, 2002,3,21(2):239-246. (in Chinese))
[5] 陈华文,刘康兵. 经济增长与环境质量:关于环境库兹涅茨曲线的经验分析[J]. 复旦大学学报:社会科学版,2004(2):87-94. (CHEN Huawen, LIU Kangbing. Economic growth and environmental quality: an empirical analysis of the environmentel Kuznets curve[J]. Fudan Journal: Social Sciences Edition, 2004(2):87-94. (in Chinese))
[6] 沈满洪. 一种新型的环境库兹涅茨曲线:浙江省工业化进程中经济增长与环境变迁的关系研究[J]. 浙江社会科学,2000,4(4):53-57. (SHEN Manhong. A new-type environmental Kuznets curve: relational research between economic growth and environmental change in the process of industrialization of Zhejiang Province[J]. Zhejiang Social Sciences, 2000, 4(4): 53-57. (in Chinese))
[7] 陈东,李琳,王良健. 湖南经济增长与环境质量演进实证研究[J]. 湖南经济管理干部学院学报,2004,15(4):13-14. (CHEN Dong, LI Lin, WANG Liangjian. An empirical analysis of economic growth and the evolution of environmental quality of Hunan Province[J]. Journal of Hunan Economic Management College, 2004, 15(4):13-14. (in Chinese))
[8] 韩玉军,陆旸. 经济增长与环境的关系:基于对 CO_2 环境库兹涅茨曲线的实证研究[J]. 经济理论与经济管理,2009(3):5-11. (HAN Yujun, LU Yang. The relationship between economic growth and environmental quality: an empirical test on the environmental Kuznets curve of CO_2)[J]. Economic Theory and Business Management, 2009(3):5-11. (in Chinese))
[9] 中国科学院可持续发展研究组. 2001 年中国可持续发展报告[M]. 北京:科学出版社,2001.
[10] 彭水军,包群. 中国经济增长与环境污染:基于时序数据的经验分析(1985-2003)[J]. 当代财经,2006(7):96-100. (PENG Shuijun, BAO Qun. Economic growth and environmental pollution: an empirical analysis based on china's time series data (1985-2003)[J]. Contemporary Finace & Economics, 2006(7):96-100. (in Chinese))
[11] 俞双恩,吴培军,缪子梅. 江苏省城市用水预测研究[J]. 河海大学学报:自然科学版,2007,35(6):727-730. (YU Shuangen, WU Peijun, MIAO Zimei. Prediction of urban water consumption of Jiangsu Province[J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2007,35(6):727-730. (in Chinese))
(收稿日期:2012-02-20 编辑:高渭文)

(上接第 72 页)
[3] 李计初. 建立水资源管理"三条红线"实行最严格水资源管理制度:访水利部水资源司司长孙雪涛[J]. 中国水利,2010(24):6-7. (LI Jichu. Establishment of water resources management "three red lines" to implement the most strict water resources management system: an interview with Sun Xuetao, Director of Water Resources Division, MWR[J]. China Water Resources, 2010(24): 6-7. (in Chinese))
[4] 黄昌硕,耿雷华. 基于"三条红线"的水资源管理模式研究[J]. 中国农村水利水电,2011(11):30-31,36. (HUANG Changshuo, GENG Leigua. Water resources management mode based on "three red lines"[J]. China Rural Water and Hydropower, 2011(11):30-31,36. (in Chinese))
[5] 胡铁松. 最严格水资源管理制度内涵分析[C]// 实行最严格水资源管理制度高层论坛论文集. 武汉:湖北省水利学会,2010:104-109.
(收稿日期:2012-02-27 编辑:高渭文)

·简讯·

河海大学 6 项科研成果获 2012 年度中国商业联合会科学技术奖

中国商业联合会科学技术奖是经国家科学技术部授权批准设立的奖项,2012 年度共评出全国商业科技进步奖 151 项。

近日,中国商业联合会发布"2012 年度中国商业联合会科学技术奖"名单,河海大学共有 6 项科研成果获奖,其中一等奖 2 项,二等奖 4 项。

由河海大学计算机与信息学院主持完成的"水资源水环境多源信息提取与集成及决策管理"和该学院参与完成的"超大规模视频监控与信息服务关键技术研发和应用"均获一等奖。此外,港口海岸与近海工程学院主持完成的"港口群系统及其优化研究",以及企业管理学院主持完成的"典型行为倾向下的供应链收益共享契约协调机制研究"、"技术性贸易壁垒风险预警及应对机制的研究——以江苏省机电仪行业为实证"和"我国市场潜力与外商 FDI 区位选择关系研究——基于长三角地区面板数据分析"均获二等奖。

(本刊编辑部供稿)