

山东省 2001 年—2010 年用水趋势与影响因素分析

张瑞她, 张庆华, 蒋磊, 翟兴涛

(山东农业大学 水利土木工程学院, 山东 泰安 271018)

摘要: 准确分析用水量影响因素和科学预测用水量, 对于实现水资源的优化配置, 缓解经济增长与水资源日趋尖锐的矛盾, 具有十分重要的意义。通过对山东省 2001 年—2010 年用水量进行分析, 得到如下结论: 用水结构中生产用水所占比例最大, 其次为生活用水, 生态用水最小, 总用水量中第一产业用水比例最大, 接近 75% (占总用水量); 总用水量自 2005 年后总体上呈缓慢上升趋势, 第二产业用水量呈下降趋势, 第三产业、生活用水量年际变化不大, 生态用水量呈上升趋势; 影响用水量的主要因素包括三次产业产值、灌溉面积和人口, 降雨量对第一产业用水有一定影响。

关键词: 用水量; 用水结构; 用水趋势; 用水影响因素

中图分类号: TV 213.4; F323.213 文献标识码: A 文章编号: 1672-1683(2014)02-0037-04

Analysis of Water Consumption Trend and Its Impact Factors from 2001 to 2010 in Shandong Province

ZHANG Rui ta, ZHANG Qing hua, JIANG Lei, ZHAI Xing tao

(College of Water Conservancy and Civil Engineering, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

Abstract: Accurate analysis of the impact factors of water consumption and scientific prediction of water consumption are of important significance to achieve the optimal allocation of water resources and alleviate the contradiction between economic growth and water resources. Water consumption of Shandong Province was analyzed from 2001 to 2010. The results showed that the industrial water consumption accounts for the largest proportion in the water consumption structure, followed by domestic water consumption and ecological water consumption. The first industrial water consumption accounted for 75% of total water consumption, which was the largest proportion. The total water consumption showed a slow increasing trend since 2005, while the second industrial water consumption showed a decreasing trend. The variations of third industrial water consumption and domestic water consumption were insignificant, while the ecological water consumption showed an increasing trend. The main factors affecting water consumption included the output value of three industries, irrigated area, and population. In addition, rainfall has a certain impact on the first industrial water consumption.

Key words: water consumption; water utilization structure; water consumption trend; impact factors of water consumption

山东省属于温带季风气候, 全省水资源总量 303 亿 m^3 , 人均水资源占有量 334 m^3 , 仅为全国人均占有量的 14.9%, 为世界人均占有量的 4.0%。准确分析用水量影响因素和科学预测用水量, 对于实现水资源的优化配置, 缓解经济增长与水资源日趋尖锐的矛盾, 具有十分重要的意义。

目前有关用水量的研究大多集中在区域用水量指标、用水结构及驱动因子分析等方面。李庆航等^[1]分析了长江流域各产业用水量变化趋势, 提出了长江流域用水总量控制指标; 顾鹤南等^[2]在分析近 20 年青岛市用水结构演变特征的基础上, 采用 SPSS 软件的主成分分析方法, 对用水结构影响因子进行了分析; 王艳等^[3]从宏观角度分析广州市的用水量变化规律及其影响这种变化规律的内在因素和外在因素;

许国琼^[4]应用 Eviews 软件建立数学模型, 实现多元线性回归分析法预测重庆市用水总量; 苏龙强^[5]分析了 1999 年—2008 年福建省工业、农业和生活用水等用水结构的变化及其驱动力因子。本文参考上述方法, 分析山东省 2001 年—2010 年用水趋势及影响其因素, 为加强山东省水资源管理, 促进水资源可持续利用及节水型社会的建设提供参考。

1 山东省 2001 年—2010 年用水量及影响因素调查

1.1 2001 年—2010 年历年用水量

本研究 2001 年—2010 年山东省历年用水量数据取自

收稿日期: 2013-07-10 修回日期: 2014-02-14 网络出版时间: 2014-03-11

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13476/j.cnki.nsbdtqk.2014.02.004.html>

基金项目: 水利部公益性行业科研专项经费(201201022)

作者简介: 张瑞她(1989), 女, 山东莱州人, 硕士研究生, 主要从事水利工程建设与管理研究。E-mail: 494590003@qq.com

通讯作者: 张庆华(1960), 男, 山东招远人, 教授, 主要从事水利工程建设与管理研究。E-mail: zqh@sdau.edu.cn

“山东省水利年鉴(2001年-2010年)”,该数据来自各地市历年水资源统计公报,资料较为可靠。统计时按总用水量及用水结构分别进行。统计数据包括历年总用水量,第一、二、三产业用水量,生活用水量和生态用水量。其中第一产业用水包括农田灌溉用水和林牧渔业用水,第二产业用水包括工业用水和建筑用水,第三产业用水包括商饮业、服务业用水,

生活用水包括城镇生活用水和农村生活用水,生态用水生态用水包括城镇环境、农村生态用水。

1.2 用水量影响因素调查

影响用水量变化的因素较多,本研究选择GDP(包括三次产业)、灌溉面积、人口及当年降水量等因素进行调查,结果见表1。

表1 2001年-2010年山东省用水量影响因素统计

Table 1 Impact factors of water consumption in Shandong province from 2001 to 2010

年份	用水量 /亿 m ³	GDP/亿元			实际灌溉面积 /10 ³ hm ²	人口/万人			当年降水量/ 亿 m ³	
		第一产业增加值	第二产业增加值	第三产业增加值		小计	非农业人口	农业人口		小计
2001	199.51	1 359.49	4 556.01	3 279.53	9 195.03	4 267.81	6 507	2 517	9 024	920.90
2002	252.39	1 390.00	5 184.98	3 700.52	10 275.50	4 164.65	6 435	2 634	9 069	644.10
2003	219.36	1 480.67	6 485.05	4 112.43	12 078.15	3 971.33	6 275	2 833	9 108	1 467.00
2004	214.88	1 778.45	8 478.69	4 764.70	15 021.84	3 970.72	6 212	2 951	9 163	1 205.90
2005	211.03	1 963.51	10 478.62	5 924.74	18 366.87	4 008.43	6 066	3 147	9 213	1 270.21
2006	221.77	2 138.90	12 574.03	7 187.26	21 900.19	4 130.26	6 055	3 228	9 283	893.28
2007	219.54	2 509.14	14 647.53	8 620.24	25 776.91	4 160.31	5 909	3 436	9 345	1 211.60
2008	219.89	3 002.65	17 571.98	10 358.64	30 933.27	4 200.24	5 860	3 532	9 392	1 115.17
2009	220.01	3 226.64	18 901.83	11 768.18	33 896.65	4 236.15	5 902	3 548	9 450	1 079.94
2010	222.47	3 588.28	21 238.49	14 343.14	39 169.91	4 291.63	5 698	3 839	9 537	1 090.89

2 用水分析

2.1 用水量年变化趋势

根据调查数据,绘制山东省各类用水变化过程见图1。

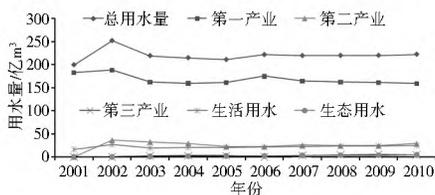


图1 2001年-2010年各类用水过程线

Fig. 1 Water consumption process lines of each type from 2001 to 2010

从图1、表1看到,山东省总用水量2002年以前为上升趋势,2002年达到最大为252.39亿m³,以后为下降趋势,2005年达到最小为211.03亿m³。2005年后为缓慢上升趋势,但总用水量年增加值不大,除2006年增加5.09%外,其余年份年增加值均在1%左右;第一产业用水量的变化趋势与总用水量基本一致;第二产业用水量除2007年增长12.91%外,其余年份基本呈下降趋势,第三产业、生活用水量年际变化不大,但生态用水量呈上升趋势(年平均增长率19.35%)。

2.2 用水结构

从表2看到,第一产业用水比例在2008年以前呈上升趋势,2008年之后呈下降趋势;第二产业用水比例在2006年以前呈下降趋势,2006年以后缓慢上升;第三产业及生活用水比例年际间变化规律不明显;生态用水比例在2003年-2010年间有明显的上升趋势。

由资料分析,山东省用水结构中第一产业用水比例最大,为74.81%,第二产业用水比例为12.07%,生活用水比例略低于第二产业为10.28%,第三产业与生态用水比例接近,分别为1.49%、1.34%。因此,第一产业仍然是用水大户。

表2 2003年-2010年各类用水比例

Table 2 The proportions of various types of water consumption from 2003 to 2010 (%)

年份	第一产业	第二产业	第三产业	生活用水	生态用水
2003	74.10	14.89	1.16	9.22	0.63
2004	74.53	13.74	1.32	9.63	0.78
2005	76.64	10.76	1.34	10.14	1.12
2006	78.94	10.16	0.00	9.72	1.18
2007	75.07	11.59	1.39	10.49	1.46
2008	74.02	11.23	2.25	10.81	1.70
2009	73.45	11.23	2.57	10.96	1.79
2010	71.76	12.98	1.92	11.25	2.09

2.3 用水量与影响因素分析

2.3.1 总用水量与GDP分析

山东省总用水量与GDP关系见图2。由图2看到,山东省总用水量随GDP的增长而缓慢增长,其主要原因是从本世纪开始,山东省从技术与管理两个方面加大了节约用水力度,工业、农业和生活用水等积极开展节水工作,用水效率提高。例如,万元产值用水量大幅减少,由2001年的217 m³/万元,2010年减少到56.8 m³/万元。

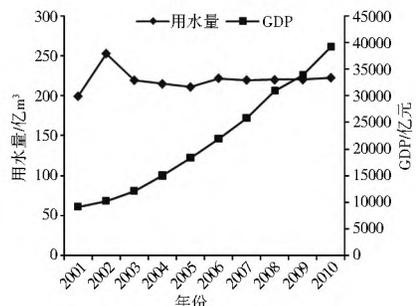


图2 总用水量与GDP关系

Fig. 2 Relationship between total water consumption and GDP

2.3.2 第一产业用水量与其增加值、灌溉面积分析

2001 年—2010 年山东省第一产业用水量与增加值、灌溉面积关系见图 3、图 4。由图 3 看到, 第一产业增加值逐年增长(平均年增长率为 11.54%), 但相应用水量增长缓慢且有一定波动, 到了 2006 年之后呈下降趋势(平均年用水量下降率为 2.25%)。而从图 4 看到, 在 2006 年以前第一产业用水量与灌溉面积变化基本一致, 2006 年以后随着灌溉面积的增加第一产业的用水量呈下降趋势(年平均下降率 2.25%)。在 2004 年以前随着耕地面积的减少, 用水量减少; 2006 年以后随着节水灌溉面积的增加用水量随着灌溉面积的增加而减少, 说明农业节水效果明显。

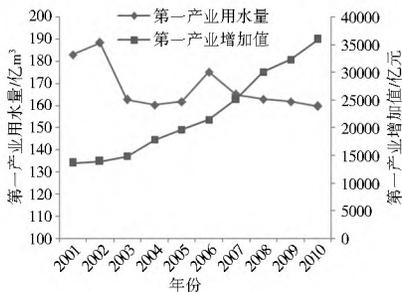


图 3 第一产业用水量与增加值关系

Fig. 3 Relationship between the first industrial water consumption and added value

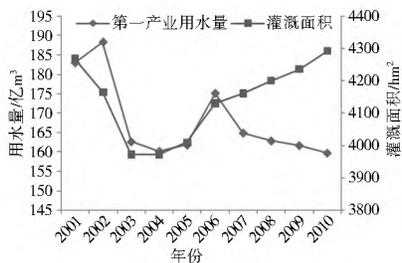


图 4 第一产业用水量与灌溉面积关系

Fig. 4 Relationship between the first industrial water consumption and irrigation area

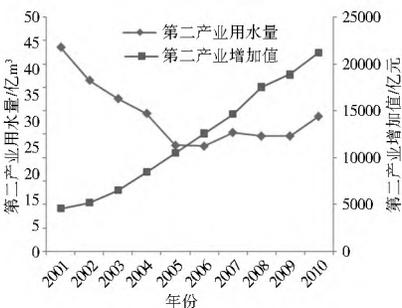


图 5 第二产业用水量与增加值关系

Fig. 5 Relationship between the second industrial water consumption and added value

2.3.3 第二产业用水量与其增加值分析

图 5 为第二产业用水量与其增加值关系图。可以看到, 第二产业增加值增长速度快(平均年增长率为 18.84%), 而 2001 年—2005 年第二产业用水量呈下降趋势(平均年用水量下降率为 11.04%), 2006 年开始又呈现增长趋势, 但增长缓慢(平均年用水量增长率为 6.73%)。分析其原因, 从山东

省工业万元增加值用水量看, 2001 年为 $95.8 \text{ m}^3/\text{万元}$, 2010 年为 $13.6 \text{ m}^3/\text{万元}$, 说明随着企业节水技术、节水改造的実施和用水管理水平的提高, 用水效率大幅提高。

2.3.4 生活用水量与人口数量分析

图 6 为山东省 2001 年—2010 年生活用水量与人口关系图。由图看到, 除去 2002 年生活用水量数据出现异常外, 其他年份山东省生活用水量随着人口的增加而增加, 但增长趋势缓慢(平均年生活用水量增长率为 3.11%)。

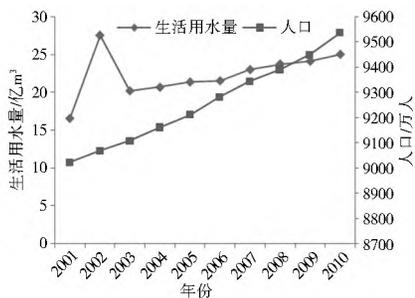


图 6 生活用水量与人口关系

Fig. 6 Relationship between domestic water consumption and population

2.3.5 降水量对用水量的影响

山东省降水量与第一产业有实力的关系见图 7。一般情况下, 第一产业用水随降水量的减少而增加。

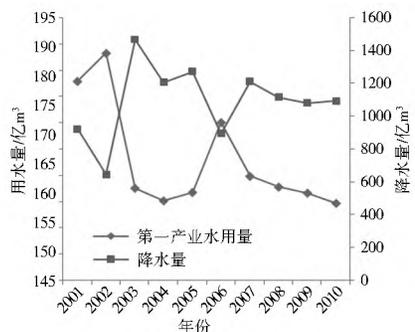


图 7 第一产业用水量与降水量关系

Fig. 1 Relationship between the first industrial water consumption and precipitation

3 结论

(1) 山东省用水结构中生产用水所占比例最大(占 88.37%), 其次为生活用水(占 10.28%), 生态用水最小(占 1.34%)。总用水量中主要为第一产业用水, 用水比例接近 75%(占总用水量), 生活用水与第二产业用水比例接近, 约占 10%左右, 第三产业与生态用水比例接近, 不到 1.5%。

(2) 山东省总用水量总体呈缓慢增长趋势。其中, 2006 年前第一产业用水量变动较大, 2006 年后用水量呈下降趋势; 2006 年前第二产业用水量呈下降趋势, 2006 年开始又呈现增长趋势, 但增长缓慢; 第三产业用水量、生活用水量年际变化不大, 生态用水量呈上升趋势。

(3) GDP、工业增加值、人口等因素的增长对用水量的增加有影响, 但用水量增长远低于因素的增长率; 第一产业用水量随降水量的减少而增加, 由于农业采取节水灌溉, 第一产业用水量随灌溉面积的增加而减少。

参考文献(References):

- [1] 李庆航, 钱凯霞, 肖昌虎, 等. 长江流域用水趋势及用水总量指标研究[J]. 人民长江, 2012, 43(2): 12-15. (LI Qinghang, QIAN Kai xia, XIAO Chang hu. Yangtze River Water Use Trends and Indicators of Total Water Use[J]. Yangtze River, 2012, 43(2): 12-15. (in Chinese))
- [2] 顾鹤南, 王建. 青岛市近 20a 用水结构变化及其驱动力研究[J]. 人民黄河, 2012, 34(9): 55-60. (GU H e n a n, WANG Jian. Qingdao, Water Structural Changes in Recent 20 a and Driving Forces [J]. Yellow River, 2012, 34(9): 55-60. (in Chinese))
- [3] 王艳, 吴学伟, 许刚. 广州市用水量变化规律分析[J]. 水利经济, 2007, 25(2): 43-45. (WANG Yan, WU Xu e wei, XU Gang. Guangzhou, Water Variation Analysis [J]. Water Economy, 2007, 25(2): 43-45. (in Chinese))
- [4] 徐国琼. 多元线性回归模型预测重庆市用水量[J]. 供水技术, 2010, 4(4): 27-29. (XU Guo qiong. Multiple Linear Regression Model to Predict Water in Chongqing [J]. Water Technology, 2010, 4(4): 27-29. (in Chinese))
- [5] 张强. 福建省近 10 年用水结构变化及驱动力分析[J]. 水资源与工程学报, 2010, 21(1): 10-14. (ZHANG Qiang. Fujian Province, Nearly 10 Years of Water and Driving Forces of Structural Change [J]. Resources and Engineering, 2010, 21(1): 10-14. (in Chinese))
- [6] 刘宝勤, 姚治君, 高迎春. 北京市用水结构变化趋势及驱动力分析[J]. 资源科学, 2003, 25(2): 38-43. (LIU Bao qing, YAO Zhi jun, GAO Ying chun. Beijing, Water Structural Changes in Trends and Driving Forces [J]. Resource Sciences, 2003, 25(2): 38-43. (in Chinese))
- [7] 高训字, 郑建华, 卢静, 等. 北京市水资源结构变化及其驱动力分析[J]. 北京水务, 2008, (5): 10-13. (GAO Xun yu, ZHENG Jian hua, LU Jing. Beijing, Water Structural Change and Its Driving Forces [J]. Beijing Waterworks, 2008, (5): 10-13. (in Chinese))
- [8] 粟晓玲, 赵晨, 马黎华. 关中地区近 20 年来用水结构演变及驱动力研究[J]. 灌溉排水学报, 2008, 27(5): 7-13. (JIA Xiao ling, ZHAO Chen, MA Li hua. Guanzhong Area Nearly 20 Years of Water Structure and Driving Forces of Evolution [J]. Irrigation and Drainage, 2008, 27(5): 7-13. (in Chinese))
- [9] 吕翠美, 吴泽宁, 胡彩虹. 用水结构变化主要驱动力因子灰色关联度分析[J]. 节水灌溉, 2008, (2): 39-41. (LV Cui mei, WU Ze ning, HU Cai hong. Structural Changes of Water Main Driving Factors Grey Correlation Analysis [J]. Irrigation, 2008, (2): 39-41. (in Chinese))
- [8] 山东省发展和改革委员会, 山东省水利厅. 山东省水资源总体规划[R]. 2007. (Shandong Provincial Development and Reform Commission, Water Resources Department of Shandong Province. The Comprehensive Planning of Water Resources in Shandong Province [R]. 2007. (in Chinese))
- [9] 黄金林, 迟宝明, 路莹, 等. 地下储水空间雨洪资源调蓄技术研究进展[J]. 灌溉排水学报, 2008, 27(2): 123-127. (HUANG Jin lin, CHI Bao ming, LU Ying, et al. Advances on Rain Flood Regulation and Storage Technology by Groundwater Storage Space [J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2008, 27(2): 123-127. (in Chinese))
- [10] 王宗志, 王银堂, 胡四一. 水库控制流域汛期分期的有效聚类分析[J]. 水科学进展, 2007, 18(4): 580-585. (WANG Zong zhi, WANG Yin tang, HU Si yi. Effective Fuzzy Cluster Method for Dividing Reservoir Flood Season [J]. Advances in Water Science, 2007, 18(4): 580-585. (in Chinese))
- [11] 董哲仁, 张晶. 洪水脉冲的生态效应[J]. 水利学报, 2009, 40(3): 281-288. (DONG Zhe ren, ZHANG Jing. Ecological Effect of Flood Pulses [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2009, 40(3): 281-288. (in Chinese))
- [12] HU Siyi, WANG Zongzhi, WANG Yintang, et al. Encounter Probability Analysis of Typhoon and Plum Rain in the Taihu Lake Basin [J]. Sci. China Tech. Sci., 2010, 53: 3333-3340.
- [13] 冯平, 毛慧慧, 余萍. 蓄滞洪区洪水资源利用的风险效益分析[J]. 自然灾害学报, 2011, 20(6): 99-103. (FENG Ping, MAO Hu hui, YU Ping. Analysis of Risk and Benefit of Flood Utilization of Detention Basin [J]. Journal of Natural Disasters, 2011, 20(6): 99-103. (in Chinese))
- [14] 胡庆芳, 王银堂, 杨大文. 流域洪水资源可利用量和利用潜力的评估方法及实例研究[J]. 水力发电学报, 2010, 29(4): 21-27. (HU Qingfang, WANG Yingtang, YANG Da wen. Assessment Approach for Flood Resources Availability and Utilization Potentiality and Its Application [J]. Journal of Hydroelectric Engineering, 2010, 29(4): 21-27. (in Chinese))

(上接第 28 页)