



DOI: 10.13476/j.cnki.nsbdtqk.2017.04.001

洪思扬, 王红瑞, 程涛, 等. 天津市供用水结构变化分析[J]. 南水北调与水利科技, 2017, 15(4): 01-06.
HONG Si yang, WANG Hong rui, GHENG Tao, et al. Analysis of water supply and consumption structural change in Tianjin[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2017, 15(4): 01-06. (in Chinese)

天津市供用水结构变化分析

洪思扬, 王红瑞, 程涛, 来文立, 焦志倩

(北京师范大学 水科学研究院, 北京 100875)

摘要: 供用水结构体现了区域内各产业部门供用水类型之间互相关联、互相依存的结构关系。研究区域供用水结构的特征及变化, 对协调区域经济和环境的可持续发展具有重要意义。对天津市 2001 年-2013 年供用水结构特征进行分析, 运用洛伦兹曲线及基尼系数计算方法分析用水类型空间分布特征。研究表明: 天津市供、用水总量呈上升趋势, 年均增长率均为 2.31%, 供、用水结构变化相对稳定。农业用水和生活用水的空间分布格局较为合理, 工业用水差异较大, 空间分布极不均衡, 应当引起相关部分的重视。

关键词: 供用水结构; 洛伦兹曲线; 基尼系数; 天津市

中图分类号: TV 213 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 1683(2017) 04-0001-06

Analysis of water supply and consumption structural change in Tianjin

HONG Si yang, WANG Hong rui, GHENG Tao, LAI Wen li, JIAO Zhi qian

(College of Water Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Water supply and consumption structure reflects the interconnected and interdependent structural relationships between the water supply and consumption types of different industrial sectors in a region. Studying the characteristics and changes of regional water supply and consumption structure has important practical significance in realizing coordinate and harmonious development of regional economy and environment. This paper analyzed the water supply and consumption structural change during 2001-2013 in Tianjin, and analyzed the spatial distribution characteristics of water use types using Lorenz curve and Gini coefficient. The results showed that the total amount of water supply and consumption tended to rise at an average annual growth rate of 2.31%. The change of water supply and consumption structure was relatively stable. The spatial distribution of agricultural water and domestic water was reasonable, but that of industrial water was greatly unbalanced and exceeded the internationally recognized warning level.

Key words: water supply and consumption structure; Lorenz curve; Gini coefficients; Tianjin

水作为基础性自然资源和战略性经济资源, 对国民经济发展具有重要作用^[1]。用水结构是以比例形式表达各用水类型之间互相关联与依存关系的结构体系^[2], 其合理性对协调区域经济和资源环境的发展具有重要意义。

目前, 国内外学者针对用水结构作出了大量研究。许士国^[3]等对吉林省白城市农业用水趋势进行深入探讨; 潘雄锋^[4]等利用灰色系统建模方法对用水结构进行预测分析, 以探寻更为合理化的用水结构; Sun Haoyang^[5]将信息熵理论运用到海河流域

收稿日期: 2016-08-16 修回日期: 2017-01-10 网络出版时间:
网络出版地址:

基金项目: 国家自然科学基金(51379006; 51479003)

Funds: National Natural Science Foundation of China(51379006; 51479003)

作者简介: 洪思扬(1990-), 女, 辽宁辽阳人, 博士, 主要从事水资源系统分析方面研究。E-mail: 754858372@qq.com

通讯作者: 王红瑞(1963-), 男, 北京人, 教授, 博士生导师, 主要从事水文与水资源、环境科学方面研究。E-mail: henrywang@bnu.edu.cn

用水结构的分析之中; Chen Jing^[6]建立了基于灰色分析和协同理论的区域产业用水结构评价模型; Bao Chao^[7]对中国西北干旱内陆河流域的产业结构及用水结构的关系进行深入研究及优化; 王红瑞^[8,9]等展开了北京市用水产业结构的研究; 孙才志^[10]等探讨了用水结构对中国水资源利用效应的影响及空间分布类型的驱动效应; 张天宇^[11]等从不同行业用水结构视角入手, 探究了滦河下游灌区水资源安全现状。

目前针对用水结构的研究多从时间尺度上进行, 而少有空间尺度上的研究。鉴于此, 本文在详细介绍天津市供水特点及变化规律的基础上, 对其用水结构的分布特征进行量化分析, 以期优化区域产业用水结构提供科学依据。

1 天津市水资源概况

天津市地处华北平原东北部, 东临渤海, 属海河流域下游, 是环渤海地区的经济中心。地势西北高、东南低。境内河流众多, 主要河流包括: 海河干流、北运河、永定河、大清河、子牙河和南运河等。多年平均降水量在 720~560 mm 之间, 年内降水主要集中在 7 月-8 月, 占总降水量的 65% 左右。天津市人均水资源占有量仅为 160 m³, 为全国人均占有量的 1/16, 世界人均占有量的 1/50, 远远低于世界公认的人均占有量 1 000 m³ 的缺水警戒线, 属严重资源型缺水地区。

2 数据来源及研究方法

2.1 数据来源

本文水资源量、供水量及用水量等数据资料主要源自《天津市水资源公报》^[12] (2001-2013 年) 及《天津市综合水资源规划报告》(2001-2013 年)。

2.2 研究方法

2.2.1 洛伦兹曲线

洛伦兹曲线用以分析和比较一个国家在不同时代或不同国家在同一时代的财富公平程度, 其弯曲程度反映收入分配的不平等程度, 弯曲程度越大, 收入分配越不平等, 反之越趋于平等。凭借其计算结果的准确性及计算过程的简便性, 在非经济领域也有了一定的研究和应用, 如在土地利用结构、能源消耗的空间分布、地区间生态足迹比重等方面均有涉及。作为一种实用性强且计算便捷的分析方法, 洛伦兹曲线在用水结构分析中的研究涉及较少, 非经

济领域的研究成果为其在用水结构中的运用提供了理论基础与实际借鉴, 且用水量单从数量值这一角度出发, 在经济学模型中具备适用性。故本文借鉴前人研究经验^[13], 运用该方法分析区域用水结构空间分布规律, 以期区域用水结构的调整及优化提供依据。

本文从天津市各分区各类型用水数据出发, 首先计算各分区各用水类型的区位熵(区位熵由某一分区某种类型用水量与全市该类型用水总量的比值, 除以该分区用水总量与全市用水总量的比值求得); 其次对区位熵进行排序, 列出分区各类型用水量百分比和总用水百分比, 求出累积百分比; 最后以各分区总用水累积百分比作为横坐标, 以某一类型用水的累积百分比作为纵坐标, 绘出天津市各类型用水的洛伦兹曲线。曲线可以反映某种用水类型在整个研究区域中的空间分布状况, 其弯曲程度代表了该用水类型的空间分布状态, 弯曲程度越大, 说明该用水类型在研究区域的空间分布格局的差异性越大, 弯曲程度越小, 说明空间分布格局的差异性越小, 评价结果直观, 易于读者理解。

2.2.2 基尼系数

经济学中, 基尼系数是用于定量衡量收入分配差异度的指标, 数值在 0~1 之间。基尼系数可以在洛伦兹曲线直观地表示社会财富分配不均等程度的基础上, 将其不均等程度量化, 弥补了洛伦兹曲线无法定量评价的缺陷。按联合国相关组织的规定, 基尼系数数值与其评价结果存在关系见表 1^[14]。

表 1 基尼系数与评价结果间的关系

基尼系数	< 0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5	> 0.5
评价结果	高度平均	比较平均	相对合理	差距较大	差距悬殊

将基尼系数应用于用水结构的研究中, 可以定量地反映某用水类型在各个研究区域的空间分布差异程度, 数值越大, 表明某用水类型在空间分布上的差异越大; 数值越小, 在空间分布上越趋于均衡, 且其评价结果可与洛伦兹曲线的结果进行对照。值得注意的是, 用水量数据有别于社会财富等其他研究对象, 其均衡性的划分标准与经济指标存在一定的区别, 分类标准并不能完全参照表 1 中的分类方法, 且分类的科学性也值得进一步的考证。因此, 本文针对表 1 的分类标准, 仅对各类型用水量的分类做参考性的判断, 而未将其明确划分属某一类, 主要从基尼系数的数值方面进行考虑与分析。本文采用简化的基尼系数的计算方法^[15], 计算公式如下:

$$G = \sum_{i=1}^{n-1} (P_i M_{i+1} - P_{i+1} M_i) = \sum_{i=1}^{n-1} P_i M_{i+1} - \sum_{i=1}^{n-1} P_{i+1} M_i \quad (1)$$

式中: $0 \leq G \leq 1$, M_i 为某一分区某种用水的累积百分比; P_i 为某一分区用水在全市总用水的累积百分比。 i 的取值为 1 到 7, 代表本文中天津市的七个分区。

3 供水情况分析

3.1 供水状况的分区统计

本文按中心城区、滨海新区(塘沽区、汉沽区和大港区)、武清区、宝坻区、蓟县、宁河区和静海县七个分区进行统计分析, 见图 1。



图 1 天津市行政区划图

Fig. 1 Administrative division map of Tianjin

3.2 供水类型

城市供水就是供水部门按照要求的水质和一定的水压, 向其服务的对象提供足够的用水, 同时保证供水的连续性、可靠性和卫生安全性^[6]。天津市供水按其来源可分为地表水供水、地下水供水、海水利用、其他水源供水等。

(1) 地表水供水。

天津市地表水供水量由 2001 年的 11.17 亿 m^3 上升到 2013 年的 17.01 亿 m^3 , 呈逐年递增趋势, 年均增长率为 3.57%。外流域引调水又划分为跨一级区调水和跨二级区调水, 其中, 跨一级区调水相对跨二级区少, 跨二级区调水量 10 年间波动在 3.37 亿 m^3 至 6.14 亿 m^3 之间, 大体呈逐年递增趋势。

(2) 地下水供水。

天津市多年平均地下水开采量为 6.86 亿 m^3 , 由 2001 年的 7.97 亿 m^3 逐年递减至 2013 年的 5.69 亿 m^3 , 年均下降率为 2.77%。深层地下水开采量逐年递减, 深层承压水应在南水北调后作为战略储备资源, 并利用其他水源予以替换^[7]。

(3) 海水利用。

天津滨海新区海水资源丰富, 且海水开发利用优越。目前, 天津市正在开展运用多种技术推进海水淡化工程的建设^[18]。至 2013 年, 天津市的海水直接利用量已达到 15.4 亿 m^3 。

4 用水情况分析

4.1 用水统计方法

用水系统是工业、农业、生活及生态等多种类型用水相互作用而组成的有机整体, 本文从上述四个子系统进行用水量统计分析。

天津市用水总量由 2001 年的 19.14 亿 m^3 增长至 2013 年的 24.05 亿 m^3 , 年均增长率为 1.92%。用水结构在 2001 年-2013 年间变化相对稳定, 各用水类型中以农业用水为主, 除个别年份外均占用水总量的 50% 以上, 2001 年-2007 年间用水量缓慢上升, 之后几年内保持平稳。生态用水自 2003 年起开始缓慢增长, 生活用水及生态用水数值变动不大。天津市多年来各类用水变化具有以下特点:

(1) 工业用水。

2001 年-2013 年间, 天津市工业用水总量呈缓慢上升趋势, 由 2001 年的 4.49 亿 m^3 上升到 2013 年的 4.96 亿 m^3 , 年均增长率为 0.83%。近年来, 天津市各工业部门节水意识有所提高, 对水资源的管理日益完善, 用水效率及用水循环率有所提高。各分区中, 工业用水占总用水量的比重均不大, 且用水量均呈平稳或下降趋势。

(2) 农业用水。

天津市农业用水量在总用水量中占有最大份额, 由 2001 年的 9.97 亿 m^3 增长到 2013 年的 11.98 亿 m^3 , 年均增长率为 1.54%。宝坻、武清农业用水量大, 两地多年农业总用水量占天津全市农业总用水量的 50% 以上。近年来天津市加大了农业节水工程建设力度, 并且取得了良好的成效, 但低效粗放的灌溉和福利水灌溉形式依旧广泛存在, 且农民上交的水资源费较低, 这些都造成了农业用水浪费现象严重^[19]。

(3) 生活用水。

市区的生活用水量由 2001 年的 4.68 亿 m^3 增长到 2013 年的 5.66 亿 m^3 , 年均增长率为 1.60%, 这与市区经济的快速发展和人口的不断增长密不可分, 尤其是滨海新区自 2005 年被列入“十一五”规划后, 着重发展生态宜居新城区, 城镇生活用水量不断增加, 年均增长率达 1.75%。相

比之下,农村生活用水的年均增长率为-1.77%,2001年至2013年间,农业人口转移数为10.14万人,因而农村生活用水量不断下降,用水强度整体变动不大。

(4) 生态用水。

天津市生态用水总量由2003年的0.3亿 m^3 增长到2013年的1.46亿 m^3 ,年均增长率为17.14%。尽管生态用水的增幅在各类用水中最大,

但截至2013年,生态用水总量仅相当于全市用水总量的6.09%,说明天津市对生态环境的重视程度仍有待加强。

4.2 用水类型空间分布特征分析

由于天津市各分区生态用水数据自2004年才开始有较为完整的记录,故采用2004和2012年天津市各分区各类型用水数据,依据前文所述方法,绘制各类用水类型的洛伦兹曲线,见图2。

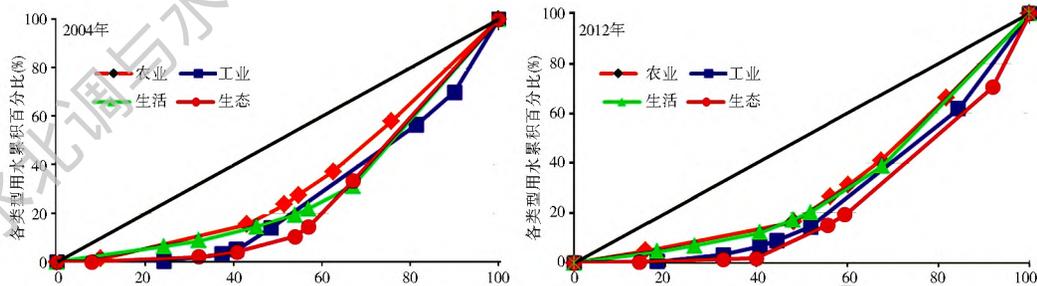


图2 2004及2012年天津市各类型用水洛伦兹曲线

Fig. 2 Lorenz curves of each type water consumption in Tianjin in 2004 and 2012

由图2可以看出,2004年和2012年天津市用水空间分布格局无明显变化,呈现微弱的用水空间格局趋于均匀化的趋势。两个年份的农业用水洛伦兹曲线距离绝对均匀线最近,生活用水的洛伦兹曲线紧随其后,说明在全市空间范围内,农业用水和生活用水分布比较均匀。工业用水的洛伦兹曲线相对较远,生态用水最远,说明这两种类型的用水在全市的用水空间分布格局具有较大的差异性,局部集中性较为明显。据相关统计数据,2004年滨海新区工业用水量占全市工业用水的比重为29.98%,而滨海新区用水总量仅占全市用水总量的9.97%;中心

城区的生态用水量占全市生态用水量的66.67%,而用水总量仅占全市用水总量的33%。2012年滨海新区工业用水量占全市工业用水的比重为38.22%,而用水总量仅占全市用水总量的15.68%;宁河县的生态用水量占全市生态用水量的29.51%,而用水总量仅占全市用水总量的8.09%。由此可见,由洛伦兹曲线得到的分析结果与实际情况基本相符。

2004年及2012年天津市各类型用水的空间分布格局变化不大,具体如图3所示,这里不再详细说明。

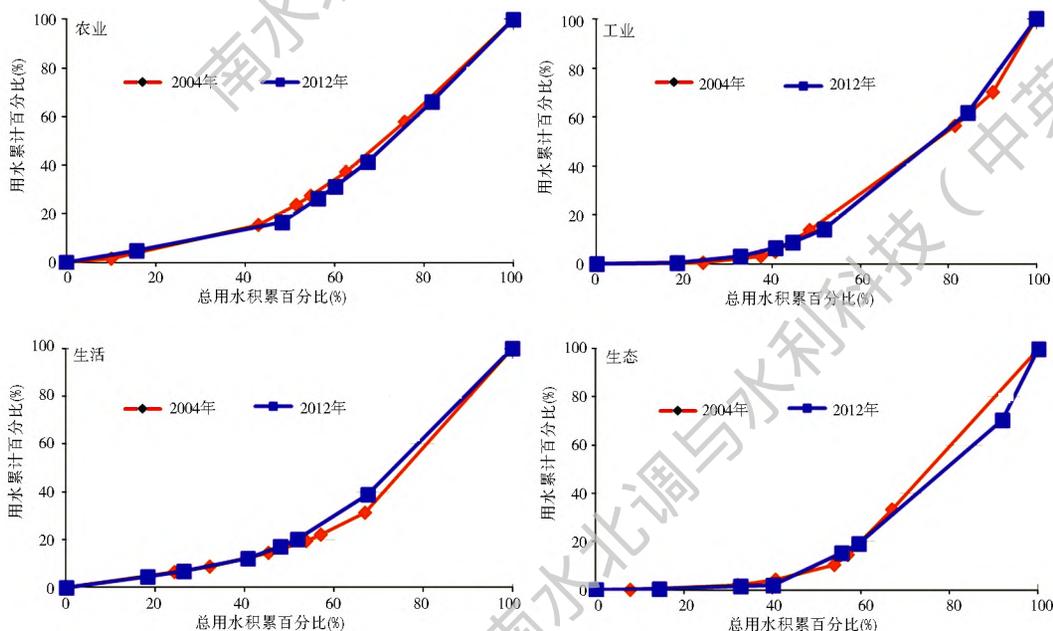


图3 2004年和2012年天津市各类型用水洛伦兹曲线

Fig. 3 Lorenz curves of water consumption in Tianjin in 2004 and 2012

洛伦兹曲线直观显示了各类型用水在全市空间分布的差异性,在此基础上,本文计算了 2012 年天津市各用水类型的基尼系数,结果见表 2。

表 2 2012 年天津市各类型用水的基尼系数及评价结果

Tab. 2 Gini coefficients and evaluation results of each type water consumption in Tianjin in 2012

用水类型	农业用水	工业用水	生活用水	生态用水
基尼系数	0.355	0.461	0.376	0.524

由表 2 可以看出,农业用水和生活用水的基尼系数数值相对较小,说明其空间分布格局较为合理。工业用水差异相对较大,其空间不均衡分布已经超过了经济学中公认的以 0.4 为界的“警戒水平”^[13,20]。虽然不能在此界定工业用水的空间不均衡性已处于警戒状态,但基尼系数的数值的确在一定程度上反映出其分布的集中程度,至少其不均衡程度要强于农业用水和生活用水。对生态用水而言,其基尼系数的计算结果较大,但这里需要注意的是,本文用水数据的来源是水资源公报,水资源公报中生态用水特指城市补水,而非传统意义上的生态用水。因此,生态用水主要体现在城区,且地区间分布不合理的现象也可以解释,而不能单纯从生态用水基尼系数的计算结果较大就得出生态用水地区间“差距悬殊”的结论。若想考证传统意义上的生态用水的空间分布特征,则需注意数据来源问题。在未来的水资源管理与配置中,应将重点放在工业用水和生态用水部分,均衡地区间的工业用水和生态用水。基尼系数的计算结果与前文洛伦兹曲线分析所得到的结论一致,符合天津市实际情况。

在考虑将基尼系数运用于用水结构的研究中时,通过会考虑到这样一个问题,即不同分区的用水结构不应完全相同,基尼系数运用的合理性应如何考证?毕竟我们不能要求所有分区的用水结构保持一致,如某些地区以工业生产为主,某些地区粮食生产占主导,某些地区的居民比较集中,这势必会造成不同的用水结构类型。但本文从基尼系数这一视角出发,目的并不是揭示各地区用水结构不均衡这一事实进而去否定它,而是为发现实际规律,并在不否定其固有合理性的基础上,发现其中的不规律性。如在研究过程中发现,农业用水和生活用水的空间分布比较均衡这一事实,这说明农业和生活用水占地区总用水量的比重在地区之间比较均衡,甚至也可以从某种程度上侧面反映天津市的农业生产和居民分布的现状。而工业用水的空间分布不够均衡,比较集中,说明天津市的工业比较集中于某些区域,但文章的意图并不是否认这种现象的存在,而是想

说明既已存在这一事实,在未来的产业发展中,可以考虑产业的集聚与扩散来缓解工业用水对地区总用水的压力。

5 结论与建议

本文借鉴了洛伦兹曲线和基尼系数在经济和非经济领域运用的成功经验,将其应用于天津市用水结构的研究中,以期发现研究区内部用水的差异性,进而为地区水资源的合理高效利用提供一定的依据。主要结论如下:

(1) 天津市供水总量大体呈上升趋势,年均增长率为 2.31%,地下水供水量逐年减少,年均下降率为 2.77%,海水直接利用量依托于滨海新区的发展逐年增长,其他水源供水量所占份额很小。

(2) 天津市用水结构变化相对稳定,各用水类型中以农业用水为主。借助洛伦兹曲线及基尼系数的计算方法可以看出,天津市工业用水的空间分布极不均衡,已超过了经济学意义上的“警戒水平”,对经济社会的持续稳定发展极为不利。相比之下,农业用水的空间分布最为均衡,生活用水次之。

本文对用水结构的相关问题进行了初步的探究,但仍存在一定的局限性,如用水不均衡等级的划分标准比较模糊,未能向经济学中的相关研究一样,对研究对象的分类等级进行量化,希望在今后的研究中能够对这一问题加以改进和完善。结合文章的研究结果,针对天津市供用水现状,提出以下几点建议:

(1) 要从根本上优化天津市用水结构,需降低农业和工业用水比重。农业节水方面,可以采用滴灌喷灌方式取代粗放低效的传统灌溉方式,适当压缩农业生产。工业节水方面,应进一步提高工业用水复用率,结合自身产业特点适当限制高耗水产业的发展。

(2) 针对天津市生态用水及工业用水的空间分布极不均衡的现状,应进一步优化用水结构。各分区在发展建设过程中应给予生态用水更大程度的重视,进而实现地区间的均衡发展。针对工业用水空间分布不均的现状,各分区应充分考虑区域水资源实际条件和经济产业特点,合理发展产业集群,即实现水资源的统一配置和集约利用。

(3) 结合天津市经济社会发展现状,在“滨海新区、中心城区、各区县”三个主体间实现水资源的合理统一配置。滨海新区应加快建设引水管线工程,进而加大海水淡化即再生水处理规模。探索发展以生态景观城市为载体的,以防污控污为重点的水资源管理利用模式。

(4)在京津冀一体化发展的形势下,实现水资源的开发、利用、管理、节约、配置和保护六大方面的保障,进而实现水资源合理配置、水生态环境保护和水务管理及保障等方面的并轨,克服水利协同发展所面临的困难,进而从根本上保障京津冀地区水安全^[21]。

参考文献: (References)

- [1] 杨丽英,许新宜,王红瑞.中国水利现代化发展水平综合评价分析[J].资源科学,2011,33(9):1708-1713. (YANG Liying, XU Xinyi, WANG Hongrui. A comprehensive evaluation of the development of water conservation modernization in China[J]. Resources Science, 2011, 33(9): 1708-1713. (in Chinese))
- [2] 王小军,王海丽,易小兵.广东省长序列供用水量结构性变化分析[J].广东水利水电,2013(9):8-12. (WANG Xiaojun, WANG Hairi, LI Xiaobing. Analysis of structural changes in long sequence water supply and consumption in Guangdong Province[J]. Guangdong Water Resources and Hydropower, 2013(9): 8-12. (in Chinese))
- [3] 许士国,吕素冰,刘建卫,等.白城地区用水结构演变与用水效益分析[J].水电能源科学,2012,30(4):106-214. (XU Shigu, LYU Suling, LIU Jianwei. Analysis of water consumed structure evolution and benefit in Baicheng region[J]. Water Resources and Power, 2012, 30(4): 106-214. (in Chinese))
- [4] 潘雄锋,刘凤朝,郭蓉蓉.我国用水结构的分析与预测[J].干旱区资源与环境,2008,22(10):11-14. (PAN Xiongfeng, LIU Fengzhao, GUO Rongrong. Analysis and forecast of water utilization structure in China[J]. Journal of arid land resources and environment, 2008, 22(10): 11-14. (in Chinese))
- [5] Sun Haoyang. Analysis and Trend Prediction of Water Utilization Structure in Haihe River Basin [J]. Communications in Computer and Information Science, 2013, 398: 692-703.
- [6] Chen Jing. Coordination degree assessment model for regional industrial water utilization structure[J]. Advances in Environmental Technologies III, 2014, 955-959: 3343-3346.
- [7] Bao Chao. Mutual optimization of water utilization structure and industrial structure in arid inland river basins of Northwest China [J]. Journal of Geographical Sciences, 2006, 16(1): 87-98.
- [8] 王红瑞,王岩,吴峙山.北京市用水结构现状分析与对策研究[J].环境科学,1995(2):31-34,72,93. (WANG Hongrui, WANG Yan, WU Zhishan. Analysis of the current structure of Beijing municipal water use and a study on the response strategy for water conservation [J]. Environmental Science, 1995(2): 31-34, 72, 93. (in Chinese))
- [9] Wang Hongrui, Wang Yan. Three industries and water consumption of Beijing [J]. Journal of Environmental Sciences, 1998, 10(2): 181-188.
- [10] 孙才志,谢巍,邹玮.中国水资源利用效率驱动效应测度及空间驱动类型分析[J].地理科学,2011(10):1213-1220. (SUN Caizhi, XIE Wei, ZOU Wei. Contribution ratio measurement of water use efficiency driving effects and spatial driving type in China [J]. Scientia Geographica Sinica, 2011(10): 1213-1220. (in Chinese))
- [11] 张天宇,韩宇平,张功瑾.滦河下游灌区水资源安全社会调查分析[J].华北水利水电学院学报,2012(4):25-28. (ZHANG Tiayu, HAN Yurping, ZHANG Gongjin. Social investigation of water resources security for irrigation area in the lower Luanhe River [J]. Journal of North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power, 2012(4): 25-28. (in Chinese))
- [12] 天津市水利局.天津市水资源公报(2001~2013). Tianjin Water Conservancy Bureau. Tianjin Water Resources Bulletin (2001~2013). (in Chinese)
- [13] 刘欢,左其亨.基于洛伦茨曲线和基尼系数的郑州市用水结构分析[J].资源科学,2014(10):2012-2019. (LIU Huan, ZU O Qiting. Analysis of water consumption structure in Zhengzhou based on Lorenz Curves and Gini Coefficients [J]. Resources Science, 2014(10): 2012-2019. (in Chinese))
- [14] 肖伟华,秦大庸,李玮,等.基于基尼系数的湖泊流域分区水污染物总量分配[J].环境科学学报,2009,29(8):1765-1771. (XIAO Weihua, QIN Dayong, LI Wei. Model for distribution of water pollutants in a lake basin based on environmental Gini coefficient [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2009, 29(8): 1765-1771. (in Chinese))
- [15] 施卫国.一种简易的基尼系数计算方法[J].江苏统计,1997(2):16-18. (SHI Weigu. A simple calculation method of the Gini coefficient [J]. Jiangsu Statistics, 1997(2): 16-18. (in Chinese))
- [16] 杨宏亮.长春市供水系统风险评估研究[D].长春:吉林大学,2008. (YANG Hongliang. Risk assessment of water supply system in Changchun [D]. Chuangchun: Jilin University, 2008. (in Chinese))
- [17] 孟良,燕双建,赵兴龙.淄博黄泛平原区深层承压水可开采量计算[J].地下水,2008,30(5):48-77. (MENG Liang, YAN Shuangjian, ZHAO Xinglong. Calculation of exploitable yield of deep confined water in Zibo yellow river flood plain area [J]. Groundwater, 2008, 30(5): 48-77. (in Chinese))
- [18] 马敬环.关于天津尽快制定有关海水淡化废弃物排放规范和标准的建议[J].决策咨询通讯,2008(3):25-71. (MA Jinghuan. Suggestions of norms and standards of Tianjin to make up to solve desalination waste discharge [J]. Making and Consultancy Newsletter, 2008(3): 25-71. (in Chinese))
- [19] 张骏涛.天津市农业灌溉用水量计量模式分析[J].天津农业科学,2009,15(6):20-22. (ZHANG Juntao. Metering mode analysis of agricultural irrigation water in Tianjin [J]. Tianjin Agricultural Sciences, 2009, 15(6): 20-22. (in Chinese))
- [20] 洪兴建.基尼系数合意值和警戒线的探讨[J].统计研究,2007,24(8):84-87. (HONG Xingjian. Acceptable range and security line of Gini Coefficient [J]. Statistical Research, 2007, 24(8): 84-87. (in Chinese))
- [21] 王红瑞,刘昌明,毛广全,等.水资源短缺对北京农业的不利影响分析与对策[J].自然资源学报,2004,19(2):160-169. (WANG Hongrui, LIU Changming, MAO Guangquan. Negative effects of water scarcity on agriculture in Beijing and countermeasures [J]. Journal of Natural Resources, 2004, 19(2): 160-169. (in Chinese))