

淄博市水资源开发利用研究

杨丽丽^{1,2}, 谢新民², 尹明万², 朱书全¹, 李学敏²

(1. 中国矿业大学化学与环境工程学院, 北京 100083; 2. 中国水利水电科学研究院水资源研究所, 北京 100044)

摘要 :为实现淄博市水资源的可持续利用,分析了该市水资源特点和供用水现状,指出水资源开发利用中存在的主要问题是地下水超采、水污染严重、地表水利用率低、农业用水量大且浪费严重等。建议采取以下措施:减少地下水超采量,加强水污染监控与治理,建立节水型社会,优化调控水资源,合理调整水价,明晰水权,建立水市场。

关键词 :水资源;开发利用;调查评价;综合规划

中图分类号 :TV213.9 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-693X(2008)03-0095-04

Development and utilization of water resources in Zibo City

YANG Li-li^{1,2}, XIE Xin-min², YIN Ming-wan², ZHU Shu-quan¹, LI Xue-min²

(1. School of Chemical and Environmental Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China; 2. Department of Water Resources, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100044, China)

Abstract :For the purpose of more sustainable utilization of water resources in Zibo City, the characteristics of water resources and the status quo of water supply and water use are analyzed. Problems in the development and utilization of water resources include over-extraction of groundwater, severe water pollution, low utilization efficiency of surface water, and high agricultural water use and waste. Measures for the sustainable utilization of water resources are put forward: controlling the over-extraction of groundwater, strengthening water pollution monitoring and management, establishing a water-saving society, optimizing the allocation of water resources, regulating water prices reasonably, clarifying water rights, and establishing a water market.

Key words :water resources; development and utilization; investigation and evaluation; integrated planning

随着社会经济的发展、人口的增加和城市化的推进,淄博市水资源问题日趋严重,已对全市的供水安全和经济社会的可持续发展构成了严峻挑战。本文旨在分析该市水资源开发利用现状及存在问题的基础上,提出相关措施,以保障城乡供水水源的可持续利用。

1 水资源概况

根据 1992~2004 年系列资料对山东省淄博市水资源量进行计算,结果表明:全市多年平均降水量为 666.2 mm,多年平均水资源总量为 15.90 亿 m³,其

中多年平均地表水资源量为 7.48 亿 m³,多年平均地下水资源量 10.95 亿 m³,地下水资源与地表水的重复量为 2.53 亿 m³。

2004 年淄博市河川径流较常年偏多,河道洪水连续不断,水库水位居高不下,并多次开闸泄洪,全年径流多集中在 8 月以后,水库蓄水量较上年有所增加。大气降水是淄博市地表水和地下水的主要补给源,其形成的河川径流量为 14.11 亿 m³,年内客水引入量为 2.06 亿 m³;地表水资源量合计 16.17 亿 m³。根据地质构造、水文地质条件及行政区划,以大气降水入渗补给和区外侧渗形成的动态补

给量,作为年度地下水补给量。2004 年全市地下水补给量为 14.47 亿 m^3 ,与 2003 年补给量(14.57 亿 m^3)相当,补给模数 24.4 万 m^3/km^2 ,其中大气降水入渗补给 13.68 亿 m^3 ,占地下水总补给量的 94.5%,相邻市地下水侧渗补给量为 0.79 亿 m^3 。2004 年全市地下水补给量中与地表水重复部分为 6.51 亿 m^3 ,不重复部分为 7.96 亿 m^3 。上述水资源量是大气降水和客水形成的水资源动态总补给量,在扣除出境水量和蒸发损失后,核算得淄博市 2004 年水资源实际量为 14.77 亿 m^3 。

淄博市水资源污染日趋严重,目前已对流域社会经济的可持续发展构成了严峻的挑战。根据 2004 年水质监测结果,按照 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》对淄博市地表水水质进行评价,全年太水库及其上游一直保持Ⅱ类水体,而小清河、猪龙河以及淄河、孝妇河、沂河等主要河道下游,水质污染仍相当严重,均为劣Ⅴ类水体,仅在干旱季节作灌溉应急用水。地表水体受当地降水和河川径流影响,污染趋势不尽一致。沂河田庄水库、东里店、淄河下游综合污染指数呈下降趋势,其余河道则呈上升趋势。河道下游两侧地带的浅层地下水也受到一定程度污染。其中高青、桓台等平原区浅层地下水大多不宜饮用,有的深水井还存在串层污染现象,有的水源地个别地点、个别项目检出值仍持续偏高。

2 水资源开发利用现状

淄博市水土资源丰富,光热资源充足,但由于现有水库、塘坝等拦蓄工程总兴利库容为 3.07 亿 m^3 ,仅占天然径流总量的 35.3%,拦蓄能力较低,大量河川径流得不到利用。淄博市政府对水资源的开发较重视,经过多年的水利建设,目前已形成了水库调节、渠系引水与井灌相配套的灌区水资源开发利用模式。

a. 水资源开发利用工程。淄博市自 20 世纪 50 年代以来,修建了一大批水利工程,包括大中小型水库 157 座,总库容 5.29 亿 m^3 ;引水工程 2 处,提水工程 780 处,地下水井发展到 4.48 万眼。

b. 供水量。2004 年淄博市总供水量为 10.71 亿 m^3 。其中当地地表水供水量 0.84 亿 m^3 ,当地地下水供水量 8.45 亿 m^3 ,引黄水量 1.42 亿 m^3 ,分别占全市总供水量的 7.8%、78.9%和 13.3%。

c. 用水量。淄博市经济社会发展用水分为农田灌溉用水、工业生产用水、城镇和农村生活用水。2004 年农田灌溉用水 6.31 亿 m^3 ,占用水总量的 58.9%,仍是用水大户;工业生产用水 1.5 亿 m^3 ,占总用水量的 14.0%;乡镇企业用水 1.07 亿 m^3 ,占总

用水量的 10.0%;城市综合生活和农村生活用水 1.83 亿 m^3 ,占总用水量的 17.1%。

d. 供用水特点分析。①地下水与地表水供水比例失调。2004 年淄博市共开采地下水 8.45 亿 m^3 ,占总取水量的 79%,为主要供水水源;引用地表水 2.26 亿 m^3 ,较上年减少 0.18 亿 m^3 ,占总取水量的 21%。②农业灌溉用水比例偏高。淄博市是一个典型的以灌溉为主的区域,产业结构导致了不合理的用水结构。2004 年淄博市农田灌溉用水、工业生产用水和城乡生活用水比例为 59:74:17,与全国同期用水结构(65:23:12)相比,农田灌溉用水比例明显偏高。③用水效率偏低。淄博市目前实际总水资源开发利用率达 59%,用水效率不高(有效灌溉面积 13.2 万 hm^2),农田毛灌溉定额 5 325 m^3/hm^2 ,高于全省同期水平(3 495 m^3/hm^2)。

3 水资源开发利用中存在的主要问题

a. 地下水超采严重,供需矛盾尖锐。淄博市经济发达,生产和生活需水量大,但水资源分布的不均匀性,使得该市水资源供需矛盾十分突出。据统计,自 1991 年以来,平均每年超采地下水近 1.6 亿 m^3 ,地下水位急剧下降,形成多处大面积降落漏斗,取水成本逐年增加,如担负着张店、临淄两区和齐鲁石化公司供水任务,供水量占全市城市取水量 57%的地下水水源地——大武水源地,在 1989~1990 年和 1993~1994 年两个枯水期,地下水位出现大幅度下降,最大日降幅达 0.30 m,两年内分别下降 25 m 和 20 m,降至海拔 0 m 以下,地下水位呈负值时间长达 15 个月,最低点分别为 -13.72 m 和 -14.32 m,并波及周围地区,使大批水井出现吊泵现象,供水量减少了 20%,严重影响了工农业生产和人民正常的生活。

b. 水资源污染严重,加剧了供需矛盾。据水质评价结果,目前全市地表水和地下水多数受到了不同程度的污染,而未受污染的优质水分布在偏远山区。不少企业排放的污水达不到国家允许排放标准,这在工业发达的中区尤为严重。一方面水资源短缺,另一方面水源污染、水质恶化,造成水质性缺水,两者使得水资源可利用量减少,加剧了供需矛盾。

c. 地表径流的拦蓄利用水平低。淄博市现有水库、塘坝等拦蓄工程总兴利库容 3.07 亿 m^3 ,仅占天然径流量的 35.3%,拦蓄能力较低,大量河川径流得不到利用。同时,由于工程质量和调度等方面的原因,地表水达不到设计的兴利指标,其实际利用量更小。据统计,1995~1997 年地表水年均供水 1.63 亿 m^3 ,仅占总供水量的 12.5%,不到地表水可利用总量的一半。

d. 矿坑水和污水的利用率低。1997 年淄博市矿坑排水量为 1.06 亿 m^3 , 其中既有水质好的金属矿水, 也有水质较差的煤矿水。目前矿坑水的有效利用量仅占矿山总排水量的 27.2%, 且多用于矿山当地的农田灌溉。全市污水总排放量近 1.72 亿 m^3 , 受组团式城市结构和工业布局分散的影响, 城市污水的集中处理比较困难。现已投入运行的市污水处理厂, 采用 AB 法处理, 处理后水质仍达不到工业用水标准, 多数排回原河道, 未能充分利用。目前的污水只有一少部分用于农业灌溉, 其利用量仅占污水总排量的 10% 左右, 利用率很低。

e. 农业用水量多, 浪费严重。农用水水价偏低, 导致用水者节水意识差, 多年来一直沿用传统的大水漫灌方式, 水资源浪费严重。

f. 水资源的统一管理、调配和监控的力度不够, 无法保障水资源优化配置与可持续利用。乡镇企业发展迅速, 用水量急剧增加, 但管理混乱, 浪费严重。产业、产品结构不合理, 高耗水项目多, 对城市供水造成影响。

4 水资源合理开发利用的途径及保证措施

a. 减少地下水超采量, 逐步实现地下水的采补平衡。一方面要严格控制地下水的过量开采(特别是地下水漏斗中心区); 另一方面要在有条件的地方采取有效措施, 拦蓄洪水和水库弃水, 增加地下水补给量, 减缓和抑制地下水位持续下降的趋势, 使地下水逐步实现采补平衡。但要注意补给源的水质, 避免加重地下水的污染。①在水资源调配原则方面, 适度利用地表水, 合理开发地下水, 地表水与地下水统一调配, 合理利用; 要合理分配各区县用水, 除满足经济社会用水外, 还要预留生态用水, 充分利用已建水库的调节功能, 实行水库联合优化调度。②在灌溉制度调整方面, 制定政策, 逐步实行农灌水收取水资源费; 大力发展以农业“三灌”(含管道式喷灌、喷水带喷灌、移动式喷灌、林果微灌、蔬菜微灌) 为重点的节水灌溉, 全市节水灌溉工程面积达到 7.68 万 hm^2 , 使灌水定额下降到 4 500 m^3/hm^2 , 平均渠系利用系数达到 0.80, 灌水利用系数平均达到 0.72。③在水资源配置方面, 优先利用地表水, 合理开采地下水, 积极饮用黄河水, 大力开展节约用水。

b. 加强水污染的监控与治理。淄博市水污染问题日趋严重, 目前已对全市的供水安全构成巨大威胁, 必须给予高度重视, 并加大监控和治理力度。首先要关停一批水污染程度大、经济规模小、没有污水处理能力的小企业; 提高企业内部的污水处理重复利用率和污水达标排放率。其次还要建设一批城

市综合污水处理厂, 逐步提高城市污水处理能力和重复利用率。由于地下水污染防治和解决的难度及时间跨度要比地表水污染的防治大得多、长得多。因此, 必须对社会各界大力宣传污染水体和盲目利用污水灌溉或回灌地下水所带来的灾难性后果, 加强污水排放、污水灌溉和污水回灌地下水的监督和管理, 逐步减少污水直接灌溉的面积和直接回灌地下水的范围, 严格执行污水达标排放制度, 逐步扩大符合灌溉水标准的污水灌溉规模, 确保供水安全、食品安全及环境安全等。

c. 建立节水型社会, 提高水资源利用率。淄博市水资源比较短缺, 为了使有限的水资源发挥更大的经济、社会、生态效益, 必须建立节水型社会: ①制定全市节水灌溉总体规划, 加大节水宣传力度, 增强全民的节水意识; ②调整产业结构, 减少高耗水农作物种植面积, 使用水结构更趋合理; ③结合淄博市工农业现状, 推广切实可行的节水技术, 提高水资源利用率。

d. 加强全市的水资源开发利用规划工作。全市的水资源开发利用规划要突出系统性、可持续性、公平性和效益优先等原则, 要把水污染治理规划和节水规划放在优先位置。一方面水资源要为当地社会经济发展服务, 另一方面社会经济的发展也必须考虑水资源的承受能力。水资源开发利用规划既要考虑水资源与社会经济、生态环境之间的协调、健康发展, 又要做到地表水、地下水、过境水、跨流域调水以及污水处理回用的合理配置和高效利用。更新无偿水利的观念, 增强有偿水利意识, 拓宽水利融资渠道, 倡导“谁投资, 谁受益”原则。遵守市场规律, 对于已建成工程的运营管理, 政府应从技术和财务上予以规范和监督。

e. 合理调整水价, 确保配置合理。为缓解或解决区域水资源供需矛盾、改善水环境生态, 在积极引受外来客水的同时, 重点开展污水回用和分质供水工作。对不同的水, 进行不同的价格定位: ①大幅度提高优质水的水资源费价格和城市污水处理费价格, 合理确定回用水和劣质水综合水价。②针对不同的用途, 制定不同的水资源费价格和城市污水处理费价格。例如, 对于和人民生活密切相关的用水价格要低一些, 对于洗浴、桑拿等特殊行业用水, 要大幅度提高水资源费和城市污水处理费价格。制定“淄博市水价管理办法(试行)”和“淄博市非常规水源建设管理及使用奖励办法”。因此, 建立和完善淄博市水价体系, 利用水价政策进一步促进全市的水资源统一管理和计划用水、节约用水工作, 支持全市水资源的合理开发和高效利用。

f. 明晰水权 ,建立水市场。 尽管淄博市各区之间缺乏水力联系 ,但在各区内部地表水与地下水、上游与下游、工业与农业、生活与生产用水之间存在着错综复杂的水力联系。 这就要求对所有用水实行总量控制 ,进行定额计划管理。 在取水许可、用水计划的基础上 ,逐步明晰用水权 ,建立水市场 ,制定水权交易市场规则 ,将用水节水推向市场 ,以经济手段推动节水。 制定实施“ 淄博市节水型社会建设规划 ”,“ 淄博市水权水市场暂行管理办法 ”;“ 淄博市农村小型水源工程产权制度改革方案 ”等规章制度 ,为水资源的“ 统一管理、科学管理、动态管理 ”提供一个工作平台 ,切实加强水行政主管部门对水资源开发利用实施监督和管理的职能。

(上接第 19 页)

ρ_{LOE} 相同。 结果提示 ,利用水螅摄食行为特性检测水体微毒的时间至少比 24h 暴露于微毒水样的测试方法节约时间达 700 倍。 本实验 Cu^{2+} 的 ρ_{LOE} 与 7 d $\rho_{LOE}^{[3]}$ 非常接近 ,但后者的实验时间是本文实验时间的 5000 倍 ,与 Holdway 等^[3] 7 d 期间的喂食、换水和观察所耗费的精力和时间相比 ,本文实验方法体现出很大的优越性 ,操作简便 ,时间极短 ,在淡水环境实时监测中具有广泛的应用前景。 由于首次设计此方法 ,一些技术有待进一步完善 ,如秀体 搔汁液的定量问题等。 另外 , ρ_{LOE} 和 ρ_{NOE} 的数据不够细致 ,有待进一步研究。

表 3 ρ_{NOE} 、 ρ_{LOE} 与 GB- I 中限量比较 mg/L

离子名称	ρ_{NOE}	ρ_{LOE}	GB- I 中限量
Cu^{2+}	1.27×10^{-4}	1.27×10^{-3}	1×10^{-2}
Cd^{2+}	5.62×10^{-4}	5.62×10^{-3}	1×10^{-3}
Pb^{2+}	4.144×10^{-2}	4.144×10^{-1}	1×10^{-2}

参考文献：

[1] 陆星家 ,席贻龙 ,刘桂云 . 金属铜在日本沼虾体内的分布和积累[J]. 生态学杂志 ,2005 ,24(12):1444-1448.

[2] KARNTANUT W ,PASCOE D. A comparison of methods for measuring acute toxicity to *Hydra vulgaris*[J]. Chemosphere ,2000 ,41(10):1543-1548.

[3] HOLDWAY D A ,LOK K ,SEMAAN M. The acute and chronic toxicity of cadmium and zinc to two *Hydra* species[J]. Environ Toxicol 2001 ,16(6):557-565.

[4] 王莹 ,郝家胜 ,陈娜 ,等 . 铅、镉和锌 3 种重金属离子对水螅

参考文献：

[1] 淄博市水资源管理处 . 淄博市水资源公报[R]. 淄博 :淄博市水资源管理处 ,2004.

[2] 淄博市水利与渔业局 . 淄博市水利发展与改革“ 十一五 ”规划报告[R]. 淄博 :淄博市水利与渔业局 ,2005.

[3] 马德海 . 疏勒河流域水资源开发利用研究[J]. 水利水电技术 ,2006 ,37(5):1-4.

[4] 畅建霞 ,王义民 ,黄廷林 ,等 . 石羊河流域水资源开发利用存在的问题及调控对策[J]. 干旱区资源与环境 ,2006 ,20(1):73-77.

[5] 谢新民 ,张海庆 ,尹明万 ,等 . 水资源评价及可持续利用规划理论与实践[M]. 郑州 :黄河水利出版社 ,2003.

(收稿日期 2007-03-02 编辑 徐 娟)

的联合毒性研究[J]. 生命科学研究 ,2006 ,10(1):91-94.

[5] 欧小兵 ,李海云 ,陈永芳 ,等 . 铜、镉对水螅的急性和联合毒性作用[J]. 环境污染与防治 ,2006 ,28(8):584-588.

[6] PARDOS M ,BENNINGHOFF C ,GUEGUEN C ,et al. Acute toxicity assessment of Polish(waste) water with a microplate-based *Hydra attenuata* assay : a comparison with the microtox test[J]. Sci Total Environ ,1999 ,15 :141-148.

[7] PACHURA S ,CAMBON J P ,BLAISE C ,et al. 4-nonylphenol-induced toxicity and apoptosis in *Hydra attenuata*[J]. Environ Toxicol Chem 2005 ,24(12):3085-3091.

[8] PACHURA-BOUCHET S ,BLAISE C ,VASSEUR P. Toxicity of nonylphenol on the cnidarian *Hydra attenuata* and environmental risk assessment[J]. Environ Toxicol ,2006 ,21(4):388-394.

[9] ARKHIPCHUK V V ,BLAISE C ,MALINOVSKAYA M V. Use of *Hydra* for chronic toxicity assessment of waters intended for human consumption[J]. Environ Pollut ,2006 ,142(2):200-211.

[10] 汪安泰 . 水螅离体组织的摄食行为[J]. 动物学杂志 ,1998 ,33(1):9-12.

[11] 汪安泰 . 水螅 AChE 和 NPY 类似物的定位[J]. 动物学报 ,2006 ,52(1):115-122.

[12] 汪安泰 . 水螅的消化、排遗和触手生长模式的研究[J]. 动物学杂志 ,1996 ,31(2):1-5.

[13] 汪安泰 . 水螅的反口孔结构和功能[J]. 动物学报 ,1996 ,42(2):135-140.

[14] 张才学 ,郑文凯 ,林玉凤 ,等 . 4 种重金属离子及其混合液对壶状臂尾轮虫的急性毒性实验[J]. 湛江海洋大学学报 ,2005 ,25(1):56-59.

(收稿日期 2007-09-12 编辑 徐 娟)