

济南泉域地下水保护对策探析

吴兴波¹, 牛景涛², 牛景霞³

(1. 济南市水利局, 山东 济南 250014;

2. 山东省水利科学研究院, 山东 济南 250013;

3. 济南水文局, 山东 济南 250014)

摘要 济南泉域是典型的单斜构造, 裂隙岩溶发育, 地下水丰富, 泉水众多。为保护好济南泉域地下水, 保持“泉城”特色, 从分析泉域地质及水文地质条件、地下水开发利用现状及存在问题出发, 提出回灌补源、分质供水、开源节流、禁采限采、经济调节、管理与监测等工程措施和非工程措施。

关键词 泉域 地下水保护 回灌 济南

中图分类号 :P641.8 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-693X(2004)05-0064-03

1 济南泉域地质及水文地质条件

济南泉域东起东坞断裂, 西至马山断裂, 北以石炭、二迭系煤系地层和济南火成岩体为界, 南以齐长城地表、地下分水岭为界, 面积约 1 500 km² [1]。地势南高北低, 为典型的单斜构造。自南而北的地层分布有太古界泰山群变质岩系、古生界寒武系灰岩及页岩、中与下奥陶系灰岩、泥质灰岩及白云质灰岩, 地层产状走向近东西, 倾向北, 其中中、下奥陶系灰岩至山前逐渐隐伏于第四系之下, 济南市北部地下分布着中生代燕山期辉长岩、闪长岩, 东郊和西郊的北部地区下伏古生界石炭、二迭系煤系地层, 与中奥陶系灰岩成假整合接触。区内断裂有 3 组, 北北西向的东坞断裂、千佛山断裂、石马断裂、平安店断裂和马山断裂, 近南北向的炒米店断裂, 北东向的港沟断裂。这些断裂对济南泉域地下水的分布、运动具有一定的控制作用。

济南泉域是以岩溶水为主的相对独立完整的地下水系统, 具有统一的水动力场、水化学场、水温场, 具有间接补给、直接补给和汇集排泄等一套完整的地下水补给、径流、排泄、蓄存功能。系统内巨厚的古生代碳酸盐类岩层, 历经多次构造运动, 断裂、裂隙岩溶发育, 形成了以溶隙、溶孔、溶穴为主和少量溶洞管道组成的网络输水通道和储水空间。在地质条件有利的济南市区, 形成了巨大的岩溶水储水体系, 构成了巨大的天然岩溶地下水库, 形成了以趵突泉、黑虎泉、五龙潭和珍珠泉为代表的四大泉群。南

部低山丘陵区岩石裸露, 为岩溶水的补给径流区, 水位埋深 50 ~ 100 m, 富水性差, 单井出水量一般小于 100 m³/d, 向北至丘陵及岛状山分布区, 水位埋深 10 ~ 50 m, 富水性中等, 单井出水量 100 ~ 1 000 m³/d, 北部山前平原裂隙岩溶发育, 水量丰富, 单井出水量在 1 000 ~ 5 000 m³/d, 局部地区大于 10 000 m³/d [1]。

2 地下水资源开发利用现状及存在主要问题

2.1 泉域地下水开发利用现状

济南市是一个资源型缺水城市。泉域多年平均降雨量 654 mm, 水资源总量 5.87 亿 m³, 其中地下水资源量为 3.06 亿 m³, 人均占有水资源量 225 m³, 仅为全国人均占有水资源量的 1/10。泉域水资源不仅匮乏, 而且在时间和地域上分布不均, 汛期 6 ~ 9 月份降雨量占全年总降雨量的 70%, 在地域上全市降雨呈现由东南向西北递减的规律。1993 ~ 2002 年 10 年平均年供水量为 5.67 亿 m³, 其中地下水供水量为 3.1 亿 m³, 占总供水量的 54.7%, 地下水开采系数达 1.0 以上。在地下水利用中, 生活地下水 1.2 亿 m³, 占地下水供水量的 38.7%; 生产用地下水 1.9 亿 m³, 占地下水供水量的 61.3%。在开发利用中, 水资源浪费现象依然十分严重。农业灌溉仍以大水漫灌为主, 工业用水的循环利用率不高, 万元产值耗水量大。济南泉域的水污染现象比较严重, 区内所有河道几乎全为污水河道。作为市区的排污河道小清河, 各类水质指标超标率均为 100%, 并引起了地下水污染, 特别是小清河沿岸的浅层地下水已

作者简介: 吴兴波(1969—), 男, 山东临朐人, 高级工程师, 从事水资源保护与研究。

不能饮用。

2.2 开发利用存在的主要问题

a. 地下水严重超采,泉群停涌,并引起了地裂地陷等地质环境问题。由于大量抽取地下水,采补失衡,地下水严重超采,致使泉水从1972年春季开始出现断流,以后几乎年年有停喷现象,且停喷时间逐年延长,地下水漏斗区已达近200 km²,并引起了地裂地陷等一系列地质环境灾害。

b. 开采布局不合理。市区、东郊开采相对集中,开采量大,西郊开采量较小。另外,没有实施分层取水,致使市区、东郊地下水超采,趵突泉地下水水位1962~2002年40年间下降了8.20 m。

c. 地下水环境没有得到有效改善。从整体上看,泉域地下水水质是好的。但由于排污河道小清河的污染,已引起小清河沿岸的浅层地下水水质恶化。另外,近年来城市和城镇规模不断扩大,硬化路面和建筑增多,不透水面积增大,减少了降雨对地下水的有效补给,也对水体的交换与自净产生很大的负面影响。

d. 用水结构不合理,尚未实现“优水优用”。泉域内有黄河客水、当地地表水、地下水等供水水源,多种水源串联供水,生活、生产、环境用水不分开,致使优质地下水没有得到高效利用和有效保护。

3 地下水保护对策

结合地质-水文地质条件、地下水开发利用现状及存在问题,济南泉域地下水保护必须真正做到采外补内、节流治污、引黄引江保泉相结合,在回灌补源、分质供水、开源节流、禁采限采、经济调节、管理与监测等方面加大力度,以改善地下水生态环境,保持泉城特色,促进地下水资源的可持续利用。

3.1 加速建设玉符河回灌保泉生态工程,增加对地下水的补给量

济南市在2001年8月(丰水期)和2002年3月(枯水期)分别组织实施了2次玉符河人工回灌补源保泉试验,回灌补源使泉域地下水水位显著上升。以这次回灌试验成果为基础,并结合多年来保泉供水研究成果,在玉符河上建设回灌补源工程是可行有效的。回灌工程包括新建4座拦河坝,新打10眼增渗井,6 km的河道综合治理及绿化工程。近期从卧虎山水库引水补源,年回灌量4000万 m³,远期调引黄河、长江客水补源,年回灌能力达7000万 m³。

3.2 全面推行分质供水,加大污水处理回用,有效利用泉水资源

“分质供水、优水优用”是提高市民生活质量,解决生活、生产与保泉三者用水矛盾的有效途径。生

活用水优先利用优质地下水,而将地表水和中水作为非饮用水,用于农田灌溉、园林绿化、冲厕以及对水质要求较低的工业等方面。按照4~6 L/人·d的需求量、城市规划人口300万人计算,日饮用需水量仅为1.2万~1.8万 m³,居民生活饮用水完全可由优质地下水供给。

加强水资源保护,关停污染源企业,坚决治理水污染,保护好水环境,并对处理后的污废水实施回用。特别是城区的护城河、大明湖及小清河,沿线要严格控制在排污,并逐步实施雨污分流。已建的日处理能力42万 m³的盖家沟、兴济河2座污水处理厂,要加快配套管网的建设,近期使污废水处理回用率达到60%以上,首先供给位于东部工业区的黄台电厂、化肥厂等企业。下一步根据集中与分散处理相结合的原则,加快建设小型污水处理厂,加大污水处理回用量,积极建设中水工程,有效利用中水资源。今后凡是建筑面积在2万 m²以上的综合性服务楼和高层住宅、建筑面积在3万 m²以上的公益项目、规划人口在3万人以上或中水回用量在750 m³以上的住宅小区,必须配套建设中水设施。

通过实施各项保泉措施,济南市趵突泉、黑虎泉、珍珠泉、五龙潭四大泉群日喷涌水量可达15万 m³。通过实施泉水先观后用工程,可有效利用泉水资源,建一座10万 m³/d的自来水厂,除保留5万 m³/d用于改善护城河、大明湖水环境外,其余10万 m³/d可以进入自来水厂,供给城市用水。

3.3 加大开源节流力度

加大地表水供水量,积极建设东湖供水工程,使地表水与地下水的供水比例调整为7:3。东湖供水工程是引黄、引江双水源城市供水项目,近期主要向东部产业带供水,年供水量8300万 m³。远期向东部新城区供水,年供水量1.87亿 m³。供水水源在南水北调东线胶东输水工程实施前以黄河水为主要水源,南水北调东线胶东输水工程实施后以长江水为主要供水水源。工程建成后,可以大量减少东郊区地下水的开采。

由于地下水开采布局不合理,济西水源地尚有潜力可挖。今后在减采西郊水源地的前提下开发济西水源地,日开采量控制在12万 m³,作为西部新城区供水水源。

节水是当前济南市水资源工作的重中之重,必须大力加强工农业生产和生活节水工作。科学制定用水定额,大力推广节水新技术、新工艺、新设备,深入开展节水技术改造,降低单位产品耗水量,工业用水重复利用率要由现在的67%逐步提高到85%。农田灌溉要大力发展喷灌、滴灌、微喷灌等节水灌溉

农业和旱作农业,使灌溉水的有效利用率从 0.5 逐步提高到 0.8。城镇生活用水要大力推广节水器具,努力建设节水型社会。今后凡是新建用水设施,必须采用节水设备,否则不予验收使用。对于已建用水设施,必须限期更换。

3.4 科学划定超采区、禁采区、限采区和保护区,加大地下水保护力度

明确划定地下水超采区、禁采区、限采区和保护区,采取有效措施,切实加强水源地的涵养与保护。市区、东郊地区划为超采区,市区二环路以内泉水出露区划为禁采区,东西郊地区划为限采区,南部山区划为一级保护区,东西郊地区划为二级保护区^[2]。市区二环路以内、近郊自来水管网到达区、有地表水源区地下水水井全部关闭。对南部山区水源补给区要重点保护,加强植被绿化,并有计划的退耕还林,要因地制宜地修建小型水库、塘坝、水窖等水保工程,防治水土流失。在城市建设中,要留有一定比例的透水面积,切实把城市防洪和回补地下水两者结合起来,达到既减少洪水灾害,又增加地下水补给的目的。

3.5 贯彻“优水优价”原则,以经济杠杆促进地下水的高效利用和有效保护

当前济南的水价是按用途分类计价的,服务业、生产、生活用水价格依次降低,显然违背了市场规律,其结果是导致了地下水的无序开采和严重超采。

要树立“按质论价、优水优价”理念,建立科学的水价形成机制和水市场。不同的水体要采用不同的价格,要大幅提高优质地下水的价格,劣质水、回用水采用低价,以水价杠杆的调节作用,促进水资源的优化配置,保障地下水资源的高效利用和有效保护。根据济南市国民经济发展水平和地下水状况,地下水价格 2005 年要达到 8.0 元/ m^3 ,2010 年达到 20.0 元/ m^3 ^[3]。

3.6 加强管理与监测,以现代科学技术保障地下水环境的良性循环

加强地下水开发利用的计划审批和用水管理,加大对地下水水位、水质的监测力度。采用现代通讯技术、计算机技术、“3S”技术等高新技术,建立“济南泉域地下水实时监测与决策支持系统”,强化地下水、地表水、客水、中水等水源的联合调度与优化配置,对地下水的发展态势进行实时监测与预测预报,努力实现地下水生态环境的良性循环。

参考文献:

- [1] 山东省地质矿产局. 济南保泉供水系统研究[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1996. 1~26.
- [2] 吴兴波. 济南市水资源可持续利用对策分析[J]. 山东水利, 2002, (6): 28~30.
- [3] 刘善鹏. 21 世纪初期济南发展若干问题研究[M]. 济南: 济南出版社, 2000. 112~137.

(收稿日期 2003-05-26 编辑 傅伟群)

(上接第 63 页) 出政绩不能再有短期行为,不能再以牺牲环境为代价。积极宣传和推动实施绿色会计制度,对防治水污染将起到重大作用。

g. 重视水污染防治新理论、新思路、新技术的研究与推广。我国水污染的严重程度是人们始料未及的,水污染治理的巨大难度也是人们始料未及的。这两个始料未及的出现不但有思想、政策、投入等方面的因素,而且还有治理理论、思路、技术等方面的局限。为了扭转当前水污染方面的被动局面,应当放开眼界探讨治污方面的新理论、新思路、新技术。例如,在治污新理论方面除了前文所述的战略环境评价及绿色会计理论,还有正在世界上兴起的循环经济理论、水退化理论、水域直接净化理论等。循环经济理论认为,传统经济是由“资源—产品—污染排放”所构成的物质单项流动的经济,而循环经济倡导的是一种建立在物质不断循环利用基础上的经济发展模式,它要求把经济活动按照自然生态系统的模式组成“资源—产品—再生资源”物质反复循环流动利用的过程,使得整个经济系统以及生产和消费过程中基本上不产生或产生少量的废物,资源得以综

合利用。废弃物资源化、减量化、无害化,是其重要原则和标志。按此理论,应重视污水资源化及中水利用工作,大力提倡工业冷却水的循环利用,努力使污染减量化和无害化,这应是污染防治工作的努力方向。再如生态生物水体修复技术是目前国内发展很快的一种新技术,主要是按照自然水体的自我修复规律去恢复自然水的本来面貌,具体技术是利用培育的植物或微生物的生命活动去转移、转化、降解水中的污染物,包括好氧处理,厌氧处理,利用细菌、藻类的处理,利用湿地、土地、河湖等自然的净化能力处理,等等,从而使水体得到净化。生态修复技术的优点是:处理效果好,工程造价低,很少耗能或不耗能,运行成本低,等等。同时,这种处理技术不向水体投放药剂,不会形成二次污染,还可以与绿化环境及景观改善相结合,在治理区建设休闲和体育设施,创造人与自然相和谐优美环境。所以这种廉价实用的技术在我国江河湖泊广大范围的污水治理中有着很广阔的应用前景。

(收稿日期 2003-12-13 编辑 徐娟)