

# 上海市地下水开发利用和保护对策

马 颖

(上海市水务业务受理中心,上海 200050)

**摘要** 对上海市地下水的开发利用现状进行分析,指出存在的问题,提出要从健全法律法规、加强管理、提高科技手段等方面入手,进一步合理开发利用和保护上海市地下水资源,实现可持续利用。

**关键词** 地下水资源;可持续利用;地面沉降

中图分类号:P641.8 文献标识码:B 文章编号:1004-693X(2008)01-0092-03

## Development, utilization and protection of groundwater in Shanghai

MA Ying

(Shanghai Water Administrative Service Center, Shanghai 200050, China)

**Abstract** Based on the present development and utilization of groundwater in Shanghai, the problems were pointed out. Measures for sustainable utilization, better development and protection of groundwater resources in Shanghai were proposed, such as perfecting laws and rules, strengthening management, improving technical level, etc.

**Key words** groundwater resources; sustainable utilization; land subsidence

上海地区地表水多年平均地表径流量为 24.15 亿  $\text{m}^3$ , 过境径流量为 9441.6 亿  $\text{m}^3$ , 深层地下水可开采资源量为 1.42 亿  $\text{m}^{[1]}$ 。2005 年上海市总取水量为 121.28 亿  $\text{m}^3$ , 其中地下水取水量为 0.75 亿  $\text{m}^{[2]}$ 。目前上海市地下水的开采量仅占上海市全市供水总量的 0.6%, 但地下水的开发利用在上海城市建设和经济发展中起着拾遗补缺的特殊作用。合理开发利用和保护地下水资源, 对实现上海地下水资源的可持续利用、有效控制地面沉降等地质灾害的发生、保护和改善生态环境具有重要意义。

### 1 水文地质特征

上海地区的地下水主要赋存于第四系松散岩类孔隙介质中, 按地质时代、水动力特征和成因类型, 将第四系松散岩类孔隙含水层划分为三大含水岩组、七个含水层(组), 即全新统潜水含水岩组, 包括潜水含水层和微承压含水层; 上、中更新统承压含水岩组, 包括第一、二、三承压含水层; 下更新统含水岩组, 包括第四、五承压含水层。另外, 在石灰岩分布

区分布有岩溶裂隙水。

根据勘探结果, 上海地区的第二、三承压含水层中蕴藏着咸水、微咸水和淡水, 第四、五承压含水砂层是由古长江、古钱塘江河流摆动及其支流岔道堆积形成的砂层, 蕴藏着丰富的矿化度小于  $1\text{g/L}$  的淡水资源, 是上海地下水的主要饮用水水源。

### 2 开发利用现状

#### 2.1 开采分布现状

目前上海地区有深井 800 余口, 除饮料生产和部分采灌井, 大部分深井分布于城市自来水管网尚未到达的偏远农村地区。

上海市中心城区地下水以回灌为主, 仅有少量开采, 地下水开采和回灌比已达 1:3.69, 近郊的宝山区、嘉定区、浦东新区、闵行区 4 个区开采以第四含水层为主, 第四含水层开采量占全部含水层的 66%, 回灌主要以第二含水层为主, 第二含水层回灌量占全部含水层回灌量的 71%; 远郊松江区、青浦区、南汇区、奉贤区、金山区、崇明县五区一县开采也

以第四含水层为主,回灌主要分布在第二含水层。

## 2.2 开采量逐年下降

上海从 1860 年开始开采地下水,由于无计划管理,地下水开采量逐年上升,至 20 世纪 60 年代初年开采量达到 2 亿  $\text{m}^3$ ,为历史最高峰。近年来,通过加强计划管理、节约用水管理,使本市地下水的开采管理由无用水计划到实行计划管理,有效控制了地下水的开采。90 年代,由于改革开放带来市场经济的发展,地下水开采量又有所上升,管理部门从 1995 年起积极推行对郊区市政自来水管网到达地区用自来水置换替代地下水的措施,高桥、吴泾、宝山、闵行等近郊地区大量压缩地下水,使地下水开采量逐年下降。2005 年上海市地下水开采量已下降到 0.75 亿  $\text{m}^3$ ,仅为历史最高开采量的 37.5%。

## 2.3 使用结构不断改善

地下水作为城市供水的重要补充,为上海城市建设与经济发展起到了积极作用。历史上地下水开采主要用于纺织、化工等工业行业的生产用水,用于生活用水的地下水仅占 30% 左右。随着城市自来水建设的发展,自来水供水能力提高和公共供水管网不断延伸,20 世纪 90 年代中期起,上海市实行压缩地下水开采政策,市政自来水管网到达地区使用地下水用户逐渐用自来水替代,同时由于中心城区工业产业结构调整,大量纺织等工业企业关停并转,地下水开采量得到有效控制,地下水使用结构也在不断改善。

1998 年本市地下水开采总水量为 12061 万  $\text{m}^3$ <sup>[1]</sup>,其中作为郊县农村水厂供水水源的地下水开采量占全市开采量的 64%,工业用水开采量占全市开采量的 25%,企事业单位生活用水开采量占全市开采量的 11%。而 2005 年全市地下水开采量 7452 万  $\text{m}^3$ <sup>[2]</sup>,是 1998 年开采量的 61.8%,其中作为郊县农村水厂供水水源的地下水开采量占全市开采量的 70.8%,工业用水开采量占全市开采量的 20.0%,企事业单位生活用水开采量占全市开采量的 9.2%。由此可见,上海市的地下水在不断压缩的前提下,工业用水的比例逐渐减小,使用结构正在不断得到改善。

## 2.4 地面沉降得到控制

地面沉降是困扰沿海城市的地质灾害之一,影响地面沉降的因素有地下水的开采、市政工程建设、大型构筑物的建设施工以及上海地区普遍分布的饱和淤泥质软黏土流变形等。上海濒江临海所处的地理位置,容易遭受台风、暴雨、天文大潮和长江与太湖流域洪水的侵袭,再加上日渐明显的海平面上升等因素,使地面沉降灾害长期威胁上海的生存发展环境,直接影响上海经济与社会的可持续发展。

上海作为我国最早认识地面沉降危害的城市,20 世纪 60 年代着手控制地下水开采总量,实行计划用水,采用地表水(自来水)直接灌入地下含水层的人工回灌措施,使地下水位抬高,从而达到回复土层弹性、控制地面沉降的目的,从 1965 年实行人工回灌至今,累计回灌地下的水量约 6 亿  $\text{m}^3$ 。采取控制地下水开采、地下水人工回灌两项措施,地面沉降得到了有效控制。

## 3 存在问题

### 3.1 使用结构未达到最优,未能完全做到优水优用

目前上海市在用深井中采灌井占全部深井的 23%,专灌井占 2%,开采井占 75%。全市用于公共供水的地下水约占全市地下水开采总量的 70%,但是公共供水企业使用的地下水中还有一部分供应企业生产用水,尚存在优水低用现象。

上海市外环线以内地下水开采量约占全市地下水开采量的 25%,其中外环线以内的公共供水企业开采地下水约占全市地下水开采总量的 14%,外环线以内企事业单位开采地下水约占全市地下水开采总量的 11%,企事业单位开采地下水除用于生产食品、饮料、制药及生活用水外,仍有少量优质地下水用于工业生产。

### 3.2 部分地区开采呈饱和状态,需进一步限制

上海市地下水年开采量仅占全市总取水量的 0.6%,但在城市建设和经济发展中起到积极作用,具有重要贡献。虽然目前上海市的地下水开采量已控制在 1 亿  $\text{m}^3$  以内,但各地区之间仍存在不平衡,如宝山区、浦东新区的地下水开采量占全市开采量的 58.7%,开采强度较高,个别地区部分含水层开采已达到饱和甚至超采,需进一步采取措施限制。

### 3.3 使用效率有待提高,节水工作需不断完善

经调查,部分以地下水为供水水源的郊区乡镇公共供水企业,其供水管网经过 20 多年的使用,陈旧老化,漏失率达 30% 以上,浪费较多。同时部分市民的节水意识不强,生活用水重复利用率不高,也造成地下水资源的浪费。因此,应进一步提倡节约用水,提高用水效率。进一步降低地下水供水管网漏失率,是当前保护地下水资源、缓解优质水资源缺乏矛盾、实现地下水水资源优化配置的重要任务。

### 3.4 进一步完善水价形成机制

长期以来,相对自来水水价,上海地下水水价仍然偏低,现行地下水水价中对企事业单位的收费为:公共供水管网到达地区 1.95 元,未到达地区 1.00 元。地下水作为一种无有机污染的优质水源,应该拉大与自来水的比价,真正体现其使用价值。

4 可持续利用的建议

4.1 进一步完善管理法律法规体系

现有地下水管理的法律法规对回灌控制地面沉降、地下水监测设施的保护、市政建设抽取地下水的行为尚未有严格的规定。为有效保护上海市地下水资源,做到合理开发利用,实现可持续利用,有效控制地面沉降等地质灾害的发生,保护和改善生态环境,建议进一步完善上海地下水管理的法律法规,划定地下水禁采区、超采区,实现地下水的统一规划、合理配置。

4.2 进一步改善使用结构

要逐步调整地下水开采布局,优先利用地表水,全面统一规划上海水资源。改善地下水使用结构,鼓励地下水用户改用自来水(地表水)。对以地下水为供水水源的公共供水企业,采用集约化方式,通过地表水供水管网的延伸予以切换。对使用地下水作生产、生活的用户单位,如条件成熟可改接自来水的,建议政府部门对改接自来水的地下水用户制定相应的配套政策并在资金上予以补贴,做到水到并封。

4.3 合理开采,优水优用

地下水含有丰富的矿物质,是优质饮用水。如能在合理开采的计划下采用管道直供、桶装等多种形式,将优质地下水供市民饮用,将对优化饮用水结构、改善饮用水水质具有较大意义。

现行地下水水价与自来水相比偏低,未能充分体现地下水的价值,不利于对地下水的保护性开发。建议在地下水开发利用中体现优水优用的原则,提高生产性用水水价,通过经济杠杆防止地下水的低质使用,引导用户从使用地下水转向使用地表水。有效控制浪费,达到优水优价、优水优用的目的。

4.4 加大科技投入,提高管理水平

开展科研工作,提高地下水管理的科技含量。有必要建立地下水地理信息系统,将上海市地下水的各项信息集中传输至中央控制系统,运用先进的技术手段,不断提高管理水平。

4.5 加强管理,节约用水

节约用水和科学用水,应成为地下水水资源管理的首要任务。要加强地下水的计划用水、节约用水管理工作,严格控制和压缩在用深井数量,在地下水紧缺和地面沉降严重的地区禁止开凿新井,对自来水管网到达地区积极采用自来水置换地下水。对暂时无法用自来水取代的公共供水,要做好查漏巡检,防止跑、冒、滴、漏,达到节约使用地下水的目的。

4.6 进一步加强人工回灌,改善城市环境

保护和改善生态环境,是保障上海社会经济可持续发展的重要工作。地下水人工回灌既能够补充地下水资源量,又可有效地维持或抬高地下水位,达到控制地面沉降的目的。为了保证地下水人工回灌量,建议采取以灌用结合为主的方式,鼓励用户多回灌,同时合理布置专用回灌井,常年进行人工回灌,以弥补目前回灌量的不足,使地下水人工回灌从灌用结合逐步转向专业回灌。

参考文献:

[1] 汪松年.上海市水资源普查报告[M].上海:上海科学技术出版社,2001:72.  
[2] 上海市水务局.2005年上海市水资源公报[R].上海:上海市水务局,2006.  
[3] 上海市水务局.1998年上海市水资源公报[R].上海:上海市水务局,1999.

(收稿日期 2006-09-03 编辑 傅伟群)

(上接第 71 页)

参考文献:

[1] 陈培榕,李景虹,邓勃.现代仪器分析实验与技术[M].北京:清华大学出版社,2006.  
[2] 万峰,范世福.光谱分析用多通道检测器的工作原理和选用[J].分析仪器,2003(1):19-22.  
[3] 倪一,黄梅珍.紫外可见分光光度计的发展与现状[J].现代科学仪器,2004(3):3-7.  
[4] 陈捷光,范世福.光学式分析仪器[M].北京:机械工业出版社,1989.  
[5] JOHANSSON J, CAUCHI M, SUNDGREN M. Multiple fiber-

optic dual-beam UV/VIS system with application to dissolution testing[J]. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2002, 29: 469-476.  
[6] 金国藩,周兆英.仪器仪表的微型化、集成化和智能化[J].现代科学仪器,2000(3):7-8.  
[7] KURZWEIL R. Spiritual machine[J]. R&D Magazine, 1999, 41(7):14-21.  
[8] 金钦汉.分析仪器发展趋势展望[J].中国工程科学,2001(1):85-88.  
[9] 范世福.现代分析仪器发展的前沿技术和设计思想[J].分析仪器,2000(1):1-4.

(收稿日期 2007-10-10 编辑 高渭文)