

# 浙江省地下水资源战略储备体系研究

于淑娟 赵志江

(浙江水利水电专科学校, 杭州 310018)

**【摘要】**科学合理地开发利用地下水资源、实施地下水资源储备战略,是保障浙江经济可持续发展和未来水安全的一项重要措施。本文针对浙江省水资源储备的形式和地下水使用状况,分析了建立地下水资源战略储备的作用,说明了建立地下水资源储备所需的条件,并提出实施地下水资源战略储备建议。

**【关键词】**地下水; 水资源; 战略储备; 浙江

2000年底,浙江全省年末人口数4 501.22万,人均占有水资源量2 060立方米;2006年末全省常住人口为4 981.20万人,人均水资源量为1 814立方米。随着国民经济发展和人口的不断增加,浙江省对水的需求日益增长,缺口越来越大。缺水、水体污染、水安全保障成为浙江省面临的三大核心水问题。浙江九届三次会议上浙江省工商联提交的头号议案提出,2010年浙江省水资源需求缺口将达55亿立方米;2020年将上升到67亿立方米。怎样在最短时间内缓解用水危机,使水资源系统纳入良性循环轨道,成为摆在浙江省政府面前一个严峻的问题。

地下水是水资源的重要组成部分,是重要的供水水源,在部分地区甚至成为唯一的供水水源。合理开发利用和保护地下水资源,实施地下水资源战略储备,是保障浙江经济可持续发展和未来水安全的一项重要措施。

## 1 浙江省水资源储备和地下水利用现状

### 1.1 储水形式单一,主要以地表水为主

水资源储备形式多种多样,有地表储备、地下储备、海洋储备、空中储备等形式,但浙江省水资源储备主要是以地表储备为主。2001年浙江有水库3 863座,2006年浙江水库4 105座,新增242座,增加库容352亿立方米。浙江省水资源储备上完全依赖于江河水系和现有水利工程,2006年全省水库库容3 916亿立方米,水利工程供水量196.84亿立方米。其中169座大中型水库(以蓄水水库统计)年末蓄水总量190.88亿立方米。

### 1.2 缺乏战略性地下应急水源

浙江省地表水系众多,素有江南水乡的美誉,加之水资源紧缺可以通过引调水工程解决,在思想上一直重视地表水的储备,各地市建有若干水库应对水危机。根据水文部门多年观测资料分析,省内河流年径流量也具有丰枯交替变化的特点,钱塘江衢州站52年记录中有20年是丰水期,6年平水期,26年枯水期。丰水期最长10年,最短3年;枯水期最长13年,最短5年。遇到较长枯水期,省内河流、水库的补给受到影响,容易引发水荒。按目前的水资源储备,仅靠地表水库水量不能保障干旱年、连续干旱年的供水要求。

### 1.3 地下水使用不合理

浙江省地下水资源数量约占水资源总量的八分之一,在水资源使用上也主要以地表水为主,2000年全省总用水量中地下水为7.69亿立方米,占3.82%,其中深层水2.11亿立方米。台州、金华、嘉兴三市地下水用水量占全省的50.2%。2006年全省总用水量中地下水用水量为6.57亿立方米,占3.1%。尽管地下水使用量较小,但由于地下水开采不合理,造成区域地下水位下降、漏斗区面积不断扩展、地面沉降、浅层地下水水质恶化和地下水资源衰竭等严重问题。据浙江省地质环境监测总站多年来对全省各地地面沉降的跟踪调查,到目前为止,占全省陆域面积20%左右的平原地区几乎无一例外地出现了地面沉降。区域性地面沉降比较严重的发生地主要是杭嘉湖、宁绍、温黄、温瑞等滨海平原,涉及杭州、嘉兴、湖州、宁波、台州、温州6个设区市、22个县(市、区),总面积约1.5万平方公里,约占全省总面积的15%。2006年杭嘉湖平原第Ⅱ承压含水层浅层地下水降落漏斗面积分别为4654平方公里,第Ⅲ承压含水层深层地下水降落漏斗面积2623平方公里。

#### 1.4 雨水资源未能充分回收、利用

地下水天然资源的数量及其分布取决于降水量及岩性、构造、地貌、植被等因素,即受补给来源与贮存条件的控制。浙江降水量自北向南增加,多年平均年降水量在980~2000mm之间,降水量地区差异显著,其中丘陵山地多,平原海岛少,西南山区降水量丰富。由于缺乏集雨的有效措施,每年有大量雨水被浪费,很多雨水落入被污染河流,就无法再利用。全省天然补给水资源总量 $113.92 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ,仅为地表水资源总量的12.33%。平原区浅层承压水通常与河谷潜水相连,河谷潜水可获得地表水补给,平原区深层承压水虽具有良好的贮藏空间和丰富的储存资源,因缺乏补给,其可开采资源相当有限。

## 2 建立地下水资源战略储备的作用分析

地下水资源储备系统就是利用人工补给的方法把水存储在地下含水层,形成地下储蓄水。20世纪50年代,发达国家已放弃了修建地表水库来储备水资源的传统做法,越来越多地利用地下含水层广阔的空间,建立“地下水库”来进行干旱水资源管理,来调节和缓解供水的紧张局面<sup>[1]</sup>。地下水储备系统被作为应对连续干旱和突发事件的应急水源地。目前上海、大连、烟台、石家庄等地都已建有地下水库,这已成为城市水资源供给的一种方式。我国水资源已进入了一个对地表水和地下水联合开发利用的新阶段,地下水库巨大的环保效应和水资源可持续开发效应,将成为我国较为重要的水资源储备方式之一。浙江实施地下水资源战略储备的任务主要有:

第一,为经济持续发展提供水资源保障。水资源作为一种基础性的自然资源和战略性的经济资源,不仅对人民的生命健康与自然生态系统的稳定至关重要,而且直接关系到当地经济发展的可持续性。2006年浙江人均水资源拥有量不到2000立方米,随着经济建设的发展、生产建设规模的扩大和人民生活质量的提高,水消耗量也随之迅速增加,水资源已成为浙江省社会发展的重要制约因素。保证水的持续供应是至关重要的一个因素,而建设地下水资源战略储备则可以为浙江省可持续发展提供保障。

第二,为维护水资源安全提供资源保障。利用地下水库储水,不但可以免受地表自然空间环境对水质的污染性干扰,还可以通过地层的综合过滤机能对水质起到不同程度的过滤作用。特别是使回灌水源在地下水库中有足够的水力停留时间,通过过滤、生物降解等作用,净化水质。在国外,深层地下水和地下水库已成为抵御风险、保障水资源安全最重要的手段之一。地下“水库”还具有储存、调节地下水作用,从而可以实现地表水、地下水联合调度。丰水年时,可将雨水、本地盈余地表水等通过各种回灌方式补充给地下“水库”,待枯水年时使用,一方面能提高水资源的有效利用率,另一方面地下储备的水资源可弥补特殊条件、突发事件下地表水资源的不足,提高浙江的供水保证程度。

第三,通过地下水位的恢复改善生态环境。修建地下水库可以调节和控制地下水位,达到控制和优化环境的目的。降低地下水位,在获得宝贵的水资源的同时,可改善内涝、沼泽化和次生盐渍化问题,还可因腾出巨大库容进行引洪回渗,缓解洪水压力;提高地下水位,有助于地下水降落漏斗的恢复,降低开采成本,改善土壤墒情、防止地面沉降;进行地下调贮,加大地下水垂直交替和水平交替,有助于水质的改善;地下帷幕工程(地下坝)的修建,可以切断海水入侵通道,从根本上治理海水入侵问题,同时提高陆

---

地淡水水位<sup>[2]</sup>。浙江平原地区通过地下水库建设缓解地下水过渡开采所引发的地面下沉和地质灾害;沿海城市利用地下水库进行战略储备,把雨水引入地下,调节区域水资源供应,降低台风、暴雨地质灾害。

第四,减轻财政投资压力。浙江现有大小水库 4 000 余座,每年花在水库维护、加固和新的水利工程资金达数百亿。2001~2006 年浙江水库与枢纽工程投资 5 145 650 万元。天然地下水库储水具有得天独厚的优越性,通常不需修筑地下拦蓄工程就能储水。地下水库本身不占用宝贵的地表国土资源,不影响地面建设,也不会产生因水库建设诱发的地震、跨坝,同时其储水蒸发消耗小。因此,地下水库储水成本相对较低,美国的 ASR 系统一般比地表水库提供水的单位费用要节省 50%。

### 3 建立地下水资源储备所需条件

#### 3.1 地质条件

浙江丰富的降水和地表径流为地下水的形成、富集提供了有利条件,钱塘江等主要河流山间洼地及中下游河谷地带地下水赋存条件为松散岩类孔隙水(孔隙水)、碳酸盐岩类裂隙溶洞水(岩溶水)、红色碎屑岩类孔隙裂隙水(红层水)和基岩裂隙水(基岩水)等四大类。浙北和浙东沿海平原发育第四纪松散堆积物,形成封闭式、多层次含水层与隔水层相间分布的地下水系统。这些地质特征为浙江省建立地下水资源储备提供良好的地质条件。因此,在浙江杭嘉湖平原、温黄、温瑞平原可利用过渡开采所形成的疏干空间利用人工回灌技术修建地下水库,浙东沿海平原修建滨海平原型及岩溶型地下水库,还可以利用浙江众多天然河谷的冲积层修建地下水库。

#### 3.2 制度保障条件

水资源储备不仅是建水库,还包括水资源使用和分配。需要建立完善的综合管理制度体系保障水资源科学的储备、合理的开发和利用。

第一,严格控制深层地下水的开采。第四系、第三系承压地下水,在水文地质学上常常被简称为深层地下水,作为一种具有“非再生性”特征的水资源,它是在特定地理环境下形成的水资源,用了之后就没有了。在其他水资源可以满足供给的前提下,深层地下水资源绝对应该作为战略性储备水资源,应该严格地加以保护,而不是开采。

第二,严格取水许可制度,实行总量控制,推行回灌制度。要以计划用水、节约用水为目的,以取水许可审批为基础,以用水量为核心,以用水定额管理和超定额累进加价的手段,加强对各用水单位的监督检查。依据取水许可的规定取水用水,新建、改建和扩建的大中型建设项目,必须进行水资源论证,同时应配套建设相应的节水措施。对因过量开采地下水而导致地面下沉的地区,除了要严格控制地下水取水制度外,还要推行回灌制度。温黄平原、杭嘉湖平原重点是严格控制地下水的开采,充分利用地表水,适度开发微咸水,禁止开采深层水,扩大地下水回灌区域;温瑞、平湖城应结合地下水人工回灌措施,基本实现地下水资源的采补平衡,抑制地面下沉逐年扩大趋势。

第三,加强地下水资源保护,遏制水环境恶化。目前,浙江省水资源紧缺主要表现为水质性缺水,未经处理城市污水和工业污水,既污染了地表水体,也直接威胁着地下水水质。为加强水资源保护,要狠抓污水处理厂的建设,鼓励工矿企业搞好污水处理,并制定污染控制计划指标,层层分解到各排污单位,纳入目标责任制。同时,还要控制农药的使用量,实行科学施肥,减小地面污染对地下水的污染。另外,加强地下水科学研究和监测工作,建立统一的地下水位、水量和水质以及地面变形的监测网站,及时掌握和预报地下水的动态变化,为保护地下水资源和水环境提供科学的依据。

第四,建立雨水、洪水回灌制度。随着城市化进程的不断推进,地表生态赋存状况被改变,大面积房屋建筑、公路使得地表水渗入受到破坏,导致地下水补给受到影响。浙江是一个降雨充沛,台风暴雨频繁的地区,每年台风都造成了严重的洪涝灾害。一方

面缺水,另一方面水资源得不到有效利用。从长远看,雨水利用是发展循环经济和改善区域生态环境的有效手段之一。“雨水资源”是地下水的重要补给源,把雨水拦截并储存起来,留到用水高峰或者缺水季节利用,其所体现的资源储备潜力是深远的。

## 4 实施地下水资源战略储备的建议

实施地下水资源储备战略,提高水资源的保障水平,维护“水资源安全”,要从浙江实际出发,正确认识浙江水资源禀赋,科学评价全省水资源的总体状况,搞好全省水资源储备战略规划,采取有效措施,千方百计提高水资源安全保障能力,促进经济社会可持续发展。

### 4.1 转变观念,加快地下水资源储备系统规划工作

在充分发挥现有地表水储备系统作用的同时,加紧进行地下水资源储备系统规划,用 10~20 年时间建立满足中长期水资源需求的地表与地下多层次储备系统。把地下深层水作为长期战略资源进行储备,浅层地下水和地下水回灌作为中期水资源储备。应全面系统地进行全省范围的地下水资源计算评价,确定可采资源量,研究固体废弃物的堆砌、填埋对地下水质的影响,同时实施地下水战略储备。山区主要以涵养保护为主,切实保护好地下水补给源头的水环境质量,并采取有效措施增加补给。平原区主要以有效恢复地下水的量与质为主,通过开采控制、联合调蓄、污水资源化等措施,支撑地下水保障城市供水水源安全的同时,实施战略储备。城市围绕水源供给保障、地下水污染预防控制、地下水资源战略储备、地面沉降有效遏制、湿地重建等诸多问题,通过调整开采布局,控制开采量,实施地下水与地表水联合调蓄等人工干预,使地下水切实得到逐步蓄养。

### 4.2 建立水资源储备协调机构

地下水库作为一种具有长远性和战略性的储备方式应从理论和技术两方面积极探索实践,从而为浙江省提供优质丰产的水源,同时地下水库的兴建、开发和利用是一个涉及技术、经济和社会的综合性问题。

地下水资源储备是一项跨行业、综合性很强的系统工程,它需要各方面专家共同努力。按现行水资源管理体制,地下水归国土资源部管,地表水归水利部门管,多部门的水行政管理不利于地表水和地下水的统一管理和水资源储备。从资源管理和未来发展的角度来看,水资源储备包含水资源分配、使用和储备。因此,在规划水资源储备区域范围内,无论是水资源储备模式的选择,还是储备规模的确定,都需要有一个高层协调机构,建议成立一个综合性水资源储备协调机构。

### 4.3 完善水资源储备政策法规体系

在政策方面,应该鼓励、引导各级政府根据当地具体的水资源状况及社会经济条件进行地下水资源储备,以此实现以水资源的可持续开发利用,支持经济可持续发展的战略目标。

### 4.4 发展水资源储备的科技保障体系

资源储备的科技保障体系就是人类为获取更大效益的一系列方法和手段,包括研究与开发体系、技术创新体系、技术推广体系。水资源储备科技保障体系的建立,应该以构筑与水资源优化配置相适应的工程技术体系。在农业节水技术,污水资源化技术,海水淡化技术,雨水利用技术,人工补给技术,水源污染修复技术,深层地下水的开采技术等方面寻找新的突破口。近期要加强以下几个方面工作:

- (1) 加紧地质勘探工作,在温瑞、温黄平原,金衢盆地,杭嘉湖平原寻找适宜地下水库地址;

---

(2)加强地质信息收集与地下水水位、水质的监控;

(3)在城市中修建小型水利工程,收集雨水、洪水,并回灌到地下储存;

(4)加强地表排污工程建设。

#### 4.5 建立以政府投入为主的资金保障机制

水资源储备主要是依靠政府推动与实施,投资以公共财政投入为主。同时,可以通过市场化运作、引入商业保险等方式来控制储备成本、防范风险。对长期储备所需资金主要由中央与地方政府承担,中期储备主要由地方政府承担,但国家应给予一定的补助支持。

#### 参考文献:

[1]费宇红,崔广柏.地下水人工调蓄研究进展与问题[J].水文,2006(8):10~14.

[2]李砚阁.地下水库建设研究[M].北京:中国环境科学出版社,2007.