

走向良性运行的水经济——以色列管水用水经验

郝晓地, 宋虹苇, 赵 靖

(北京建筑工程学院可持续环境生物技术研发中心, 北京 100044)

摘要 :以色列是一个干旱、严重缺水的国家,水是其生存的国脉所系。以色列民族创造了沙漠绿洲、沙漠硅谷,而他们的经济也同样令世人瞩目。介绍以色列水资源立法的政策法规和行之有效的水资源管理体制,阐述了水资源价格体系,以及水资源淡化工程的做法。

关键词 :水资源;水法;定额供应;水价;苦咸水;海水淡化;以色列

中图分类号 :TV213.9 **文献标识码** :B **文章编号** :1004-693X(2006)02-0080-04

Towards a better water economy : Experiences in Israel

HAO Xiao-di, SONG Hong-wei, ZHAO Jing

(The R&D Center for Sustainable Environmental Biotechnology, Beijing Inst. of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China)

Abstract :Israel is a drought land country with scarce water. Water determines the nation's development to a large extent. Israel builds up the greenbelts and silicon valley in deserts. At the same time, water economy in Israel is also a focus of attention, which owes to their available laws and efficient management systems of water resources. The price systems and desalination projects of water resources in Israel were presented.

Key words :water resources; water laws; ration supply; water price; brackish water; sea water desalination; Israel

1 水资源立法

以色列水资源缺乏,不足以满足日益增长的经济需求。为了合理利用水资源,早在 1955 年以色列就颁布了一系列用水条例,如《水计量条例》、《钻井取水条例》等。1959 年,以色列正式出台了《水法》(1959 年第 5719 号文件)。《水法》废除了水资源的私人占有制,建立了宏观调控体制,使以色列在水资源配置上实现了资源与用户间的长期互利。以色列《水法》立法原则如下:①水资源为公共财产,绝不允许私人占有;②任何人有权在公共认可范围内使用水资源;③可用总水量少,优先考虑生活用水;④集中配置水资源,最佳利用有限水资源;⑤用户可通过代表参与定额供水制度的制定;⑥用户有义务提高水的利用率;⑦政府有权采取适当手段防止水资源污染。

《水法》考虑了水缺乏和水需求之间的平衡,将水首先供给民用。《水法》第一章对以色列水资源做出基本规定:“国家的水资源是公共财产,由国家控制并由国家指定用作居民用水和本国发展。”不存在水资源私人所有制或政府所有制。所有水资源属于公民,由国家代为控制,并由国家水资源委员会及其成员代为管理。“国家水规划”就是要最大限度保护水资源,最佳管理水资源,最优配置水资源。《水法》第四章进一步阐述了取消私人所有制的规定:“任何土地上的人都无权占有位于他们土地之上的、流经他们土地之上的或他们土地附近的水资源。”与其他国家立法不同,以色列的土地所有权不包括拥有所有土地之上、之下或流经其上的水资源(如水井)的权利,即使水资源完全被用于土地所有者个人,也必须拥有水资源开采许可证。

基金项目:建设部 2005 年科学技术项目计划——研究开发项目(05-K2-8)北京市教委科技发展计划重点项目(KZ200410016017)

作者简介:郝晓地(1960—),男,山西柳林人,教授,博士,从事可持续环境生物技术、可持续水资源利用的研究。E-mail:haoxiaodi@bicea.edu.cn

《水法》虽然取消了水源和水资源的私人所有权,但规定民众拥有接收和使用的权利:“任何人都有获得和使用水的权利,并受《水法》保护。”由此,建立了水的公有制与个人使用权之间的关系。水的使用权不是独立存在的,而总是隶属于《水法》所认可的用途之中:生活、农业、工业、手工业、商业、服务业和公益事业等(见《水法》第六章)。虽然水源本身不能私人所有,但水的生产、提取和供应等设备可以为私人所有,大多数情况也确实如此。水资源经配置后,可以由私营企业输送给终端用户。各种不同的用水,如钻井、汲取、供应、消费、回灌和水处理等,都需要有许可证,且每年颁发一次,有效期1年。在许可证中,对水质、水量、水生产工艺和管理、水供应、提高用水效率和防止污染等方面都作明文规定。如果用水不符合规定条件,威胁了水源,水资源委员会则有权收回许可证。

1991年《水法》作过一次修改,主要增添了《水资源环境保护》一章,新修订的水法反映了环境保护在水资源使用中的重要地位。

2 水资源管理部门

水资源委员会(以下简称为水委会)负责管理全国水资源,除保证一段时期内供水稳定,满足生活、工业、农业所需以外,还负责水经济发展、水源污染防治、开源节流、污水利用以及水政策、计划的制定等。

水委会对国家水源实行管理的根本依据是《水法》。根据《水法》中的定义,水源指:泉水、河水、湖水、水库水和其他水体,还包括污水,而且不分地表、地下,天然或人工,也不管流态如何。水委会是国家服务机构,依照国家基础部政策指导水经济,代表政府最高法律效力,有权决定国家水经济政策。

另外,以色列有两家性质特殊的国有公司与水相关,一家是国家水规划公司,其主要任务就是负责国家和地区性主要水利工程的设计;另一家就是负责全国输水系统的麦考罗特公司。麦考罗特有限公司是以色列的国有水务公司,负责国家水资源的管理,开发新水资源,保证所有地方的正常用水。政府通过麦考罗特公司对国家供水网进行运行和管理,并按季节和月份配额将水及时并有保证地输送给用户。

3 水资源配置

1959年,随《水法》颁布,依据其确立的水资源配置制度开始实施“水的定额供应”。国家按地方划分“定额供应区”,并相应建立起一系列农业和作物用水定额、每人每天生活用水定额和工业用水定额

等。《水法》颁布时,虽未说明水资源配置的先后顺序,但在《水条例》(1976年第5736号文件)中有明确规定(定额供应区内用水法则):一般在干旱地区内,水资源配置原则为:先市政,后工业,再农业,最后配置其他用途。

3.1 市政用水

市政用水包括生活所需、园林绿化、地方服务业、公益事业、贸易、商业等用水,各种配比尚未固定,一般按具体所需分配,但各行业分配水量的差距不能超过12%,否则市政府将被处以财政罚款。另外,水委会要尽最大努力减少市政水损失,无论是管理不善还是市政管网泄漏所致。

3.2 工业用水

对于用水量超过 $5000\text{ m}^3/\text{a}$ 的生产型大用户实行定额供应,并依据用水量标准和产品类型、生产规模等来制定,供水量一般按用水量标准乘以生产规模来计算。另外,污水处理不满足排放标准的工厂不能获得用水许可证。

3.3 农业用水

在个体农业和计划农业之间的水资源配置情况是有所不同的。个体农业的水资源配置,根据《水法》,需先统计农民的土地面积、名称和所用水量,然后建立起不同作物的用水定额,农业用水量最终按照作物种植面积乘以作物用水量标准来确定。计划农业的水资源配置则要根据土壤类型、水生产手段和居住区内最多用水单元数来确定,最大供水量按计划用水单元数乘以单元用水量标准来计算。

1999年,以色列水资源已开采殆尽,水委会做出决定:将农业用水定额减少40%(以1998年的用水定额为基准),在2000~2002年间,再减少50%。

4 水资源价格体系

水价是在生产供应者与消费者之间建立起来的用水机制。在实行“水税”的地区,水价即“水税”。

全国用水的 $2/3$ 由麦考罗特公司供应。公司收取的水价是由国家基础部和财政部确定并经以色列议会通过的。水价随消费水平、电费、人均工资等变化而变化。

水价按用途不同可分为三类:生活用水价格、市政服务用水价格、工农业用水价格。

4.1 生活用水价格

生活用水价格是在麦考罗特公司销售水价的基础上,再加上市政部门对系统的运行维护和废水处理等的征税,一般约为 $0.7\sim 1.0$ 美元/ m^3 。

另外,生活水价是随着用水量的增加而不断升高,即实施阶梯型水价。居民用水量在每户 8 m^3 以

内采用一级价格;在 15 m^3 以内,以 $8\text{ m}^3/\text{户}$ 的一级水价为基准,每增加 1 m^3 ,水价也相应提高。人口较多的用户享有水价优惠政策,4人以上的其他家庭成员按 $3\text{ m}^3/(\text{月}\cdot\text{人})$ 计。

4.2 市政服务用水价格

除生活用水以外的其他市政用水,如地方服务业、公益事业、贸易、商业、园林绿化等用水就属于市政服务用水。其价格由政府后勤部和财政部根据从麦考罗特公司购买时的水价制定。其中园林和绿化用水价格较低,与生活用水一级价格相同。这部分用水只在每年的4~11月供应,且限量供水,按 $0.6\text{ m}^3/\text{m}^2$ 的标准实行,但每个花园不能超过 $300\text{ m}^3/\text{a}$ 。

4.3 工农业用水价格

工农业用水价格较生活用水和市政服务用水价格低,原则上是与麦考罗特公司销售水价相同,但地方政府要收取一定的资源配置费和供水成本费。

工业用水价格:定额内用水,水价为 $0.2\text{ 美元}/\text{m}^3$;超过定额10%以内用水,水价为 $0.4\text{ 美元}/\text{m}^3$;超过再多,水价为 $0.6\text{ 美元}/\text{m}^3$ 。

农业用水价格:有效农业用水价格一般不高于 $0.12\sim 0.14\text{ 美元}/\text{m}^3$ 。定额内50%用水,水价为 $0.1\text{ 美元}/\text{m}^3$,另外50%水价按照 $0.14\text{ 美元}/\text{m}^3$;超过定额用水10%以内,水价为 $0.26\text{ 美元}/\text{m}^3$,再多则为 $0.5\text{ 美元}/\text{m}^3$ 。按照作物平均定额用水 $3\ 000\sim 7\ 000\text{ m}^3/\text{hm}^2$,计算得年度用水费用约为 $360\sim 840\text{ 美元}/\text{hm}^2$ 。这表明要较高的产量才能平衡这些费用。

4.4 其他

如果平均水价突然增高(即用水量增加),这意味着系统内部可能存在泄漏隐患,这时地方政府负责立即修复工作,并承担由此而造成的水损失费用,但只要泄漏问题得以妥善解决,地方政府就有权按照生活用水一级水价向用户收取水损失费用。

地方政府至少每两月公布一次用户水表记录,收费清单完全基于此记录。如果计费时段内,水价出现任何波动,就先假定此时间段内用水量均匀,然后根据原水价收取变化前水费,按新水价收取变化后水费;如果一段时期内水表不能正常工作,而导致不能确定用户用水量时,地方政府有权按照出问题的前两个月和出问题的后两个月的平均水量收费或根据上一年相应时期的用水量收费。

5 以色列水资源淡化工程

淡化工程能够将海水/苦咸水或被污染的原水处理成所需水质的水。在过去几年里,以色列发起并支持了三个大型水资源淡化工程,旨在开辟新的供水水源,并使现存供水系统升级。

5.1 受污染的井水淡化

城市建设、工业活动,还有多年来对含水层上方可耕地施用化肥和灌溉,使以色列主要地下水源咸化,被污染的程度加深。检测结果发现,在越来越多被开采的水井中,“有害物质”(主要是硝酸盐、重金属和有机物)这一指标,超过了以色列健康部的饮用水标准。所以一些水井已被迫关闭,其他的也只能被作为非饮用水,如灌溉和工业之用。

至2002年,以色列水委会已经投资并监督了3口水井的修复工作,同时,建立了2座井水淡化工厂,每年可生产饮用水 155 万 m^3 ,另外还有19个工程处于技术评估阶段。大多数工程都是以BOOT模式(建设—拥有一运行—转让)运行。BOOT协议在水井所有者、水供应者和个体经营者间签订。国家提供工程创始所需资金,占全部投资的40%,其宗旨就是要在2010年,每年在供水系统中重新引入 5000 万 m^3 的饮用水。

一般而言,水井出水量为 $80\sim 200\text{ m}^3/\text{h}$,处理水成本在 $1.2\sim 1.4\text{ IS}/\text{m}^3$ (谢尔克,以色列货币单位),相当于 $0.24\sim 0.28\text{ 美元}/\text{m}^3$ 。

5.2 苦咸水淡化

苦咸水指总溶解固体占 $1\ 000\sim 10\ 000\text{ mg}/\text{L}$ 的咸水。现在每年要在全各地的水井中汲取 1.66 亿 m^3 的苦咸水直接作为供水水源。其中 $3\ 500\text{ 万 m}^3$ 用于工业(主要是冷却水),余下的用于农业(鱼塘和灌溉)。在埃拉特和阿亚拉地区,每年还要另外淡化 1000 万 m^3 的苦咸水,以提供 700 万 m^3 的饮用水,即苦咸水平均利用率或转化率为70%。

淡化苦咸水旨在增加饮水量:①用处理过的生活污水取代目前工农业使用的苦咸水,而把苦咸水作为增设的淡化厂的原水来源;②开发并淡化新的苦咸水水源。目前,每年可利用的苦咸水大约有 2 亿 m^3 ,可生产 $5\ 000\text{ 万 m}^3$ 饮用水。淡化水最终进入供水系统,为了改善其水质,水委会要求淡化后的水质必须高于饮用水标准。

以色列淡化苦咸水选用的是最经济的反渗透工艺,成本一般在 $1.4\sim 1.8\text{ IS}/\text{m}^3$ (相当于 $0.28\sim 0.36\text{ 美元}/\text{m}^3$)取决于工厂大小(经济规模),原水供给和盐水排放成本等。

5.3 海水淡化

2002年初,以色列政府批准建立了几个总年产量达 4 亿 m^3 饮用水的海水淡化厂。所有工程均实行国际竞标。到2002年中,公布了4个中标工程,每年将提供 3.05 亿 m^3 饮用水。其中3个工程受财政部、国家基础部、环境部代表组成的委员会监督,以BOOT或BOO(建设—拥有一运行)方式运行,由政

府保证最低销售水量。另外一个中标工程由麦考罗特公司监督。水委会是4个工程的评估委员会和专家委员会。所有工程完工后,将成为世界上最大的海水淡化工程。

这些工程都将使用海水反渗透工艺,能源自供。与苦咸水淡化工程要求一样,水委会明确指海水淡化水质也必须优于饮用水标准。这种优质水与天然水混合后,具有软化水的作用,能降低水中氯、钠、硼浓度。这样,不仅居民、工农业用户的饮用水水质被改善,而且用于农业灌溉的处理水也同时被改善。

淡化水成本大约在0.5~0.6美元/m³,比世界上其他海水淡化厂的成本要低。

6 现状与对策

以色列正处于水经济危机边缘。不仅水的需求

和消耗在不断上升,自然资源开发殆尽,而且由于过度开采和人类频繁活动,源水水质还在继续恶化。

面对如此形势,以色列政府制定了总体行动纲领:①保护现有水资源;②主要通过海水淡化和源水净化增加饮用水量;③大力发展污水的收集和净化处理技术,使再生污水代替饮用水成为农业灌溉用水的主要来源;④利用提升水价、改善管理、立法等强制手段,加大各部门的节水力度;⑤致力于农业技术的开发和利用,使低质水,如回收的污水、苦咸水等能用于农业灌溉。

参考文献:

[1] Ministry of National Infrastructures the Water Commission. Israel's Water Economy[EB/OL]. http://www.mfa.gov.il/mfa/go.asp?MFAHombboo.

(收稿日期 2005-04-18 编辑 高渭文)

(上接第70页)因此,在有磁场的条件下,可以增大高岭石对Cu²⁺吸附的吸附量,特别是对低浓度的Cu²⁺,其效果更加明显。

2.6 磁处理对象对高岭石吸附Cu²⁺的影响

在吸附温度25℃,高岭石2g, c(Cu) = 0.009608 mol/L,吸附溶液50 mL,磁处理时间5 min,吸附时间1 h的实验条件下,对Cu²⁺溶液、高岭石、Cu²⁺溶液和高岭石分别进行磁处理后再混合吸附。溶液的浓度与吸附量的关系见图6。

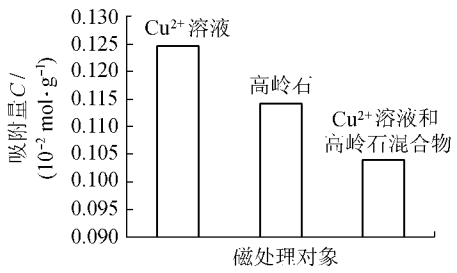


图6 磁处理对象对Cu²⁺吸附的影响

由图6可以看出,对于不同的磁化对象,混合后,其吸附量也会不同,磁化的Cu²⁺溶液与没有磁化的高岭石交换吸附,其吸附量最大,没有磁化的Cu²⁺溶液与磁化的高岭石交换吸附,其吸附量次之,但是两者都磁化的,其吸附量反而很小。这说明虽然磁处理会增强高岭石对Cu²⁺的吸附量,但是将磁化的高岭石与磁化的Cu²⁺溶液进行混合,却起到了抑制作用,使得吸附量大大减少。

3 结论

a. 高岭石类粘土矿物吸附重金属离子(特别是

低浓度的)的主要原因是围绕硅氧-铝氧单位边缘的破键产生了多余的负电荷,以及外露羟基(-OH)的作用。影响高岭石对Cu²⁺吸附的因素有:①在一定条件下,增加吸附作用时间,吸附量随之缓慢递增,但吸附时间过长吸附量则反而变小,最佳吸附时间是40~50 min;②改变溶液中初始浓度,其吸附交换等温线成S型,属于二级吸附;③溶液的pH值在2~5之间增加时,吸附量亦随之直线增加。

b. 磁场作用对Cu²⁺(特别是低浓度的)的吸附量有着显著影响,影响的主要因素有:磁感应强度、磁化时间和磁化对象。①增加磁感应强度,吸附量随之递增,且增长速度随之变快;②增加磁化时间,吸附量随之平稳递增;③对于不同磁处理对象,磁化溶液后的吸附效果最好,磁化高岭石效果次之,固液都磁化效果则最差。

参考文献:

[1] 何宏平,郭九皋,谢先德,等.蒙脱石等矿物对重金属离子吸附选择性的实验研究[J].矿物学报,1996,19(2):231-234.
[2] 韩恩山,朱令之,王桂香.超微细粘土矿物及其与金属离子相互作用研究[J].河北工业大学学报,2000,29(1):102-105.
[3] 李永绣,况小东,何小彬,等.天然高岭石类粘土矿物对Se³⁺、Th⁴⁺的吸附[J].稀土,1996,17(6):19-22.
[4] 庄杰,刘孝义.磁处理对粘土矿物比表面积的影响[J].沈阳农业大学学报,1996,27(2):148-153.

(收稿日期 2004-11-27 编辑 高渭文)