

大有利用前景的水资源：浅层地下水*

Water Resource with Broad Prospect : Shallow Underground Water

田宁宁 王凯军 (北京市环境保护科学研究院, 北京 100037)

摘要 浅层地下水因普遍受到污染,多年来利用程度很低。这一部分被忽视的浅层地下水在市区广泛存在,而且水位水量稳定。在北京市严重缺水而需水量剧增的情况下,急需采取相应措施进行研究开发和综合利用。

关键词 浅层地下水 水资源 合理利用

持续的人口增长、水资源的时空分配不均和周期性的干旱,迫使人们寻找水资源利用的合理途径。目前北京市生活用水主要取自于100m以下的深层地下水,所以大量地下30m以内的浅层地下水未被利用。这层水主要是通过自然蒸发、地下入渗、植物吸收或形成地表径流进入下水管道流走,有许多施工降水直接排入城市地下水管道。平原区浅层地下水的补给源有山前侧渗补给,地表水入渗补给,降雨补给等。地表水、降水通过包气带,由于土壤的吸附净化作用,形成的浅层地下水水质远远优于地表水、生活污水、中水。代替部分自来水用于低质用水具有可观前景。如不加以利用,的确是水资源的一种浪费。

1 浅层地下水的定义

储存在地下岩土孔隙中的水,有液态水、气态水、固态水三种形式。液态水中主要为受重力影响的重力水,此外还有不受重力影响的结合水、毛细水、矿物水等。按含水层孔隙性质分为孔隙水、裂隙水、岩溶水;按地下水埋藏条件可分为上层滞水、潜水和承压水;按地下水埋藏深浅分浅层地下水、深层地下水。

国际上对地下水的研究已有悠久的历史,但是对浅层地下水的专门研究却很少。关于浅层地下水的定义在国际上还没有统一,各个地区根据本区的水文地质特征,定义的浅层地下水一般为地下10~50m左右,其中包括上层滞水、潜水,在含水层薄的地区还包括部分承压水。考虑到北京市的水文地质情况,将地下30m以上含水层中的水统称“浅层地下水”,主要包括潜水、上层滞水,在东南部地区还包括部分承压水。

2 浅层水资源状况

研究区域浅层地下水资源量评价问题,作为一个单独的资源

源量由地下水总量中剥离出来是新近提出的研究课题。目前在浅层水的定义仍不十分确切的情况下,独立计算浅层地下水资源量是十分困难的。这里只能以现有资料为基础,进行一些资源量讨论。虽然有一些计算数字提出,但应看作是一种定性的概略的初步讨论。相信随着研究程度的不断提高,勘探工作的不断深入,浅层地下水资源数字会逐渐提高精度,逐渐接近正确结论。

水量调查结果表明,北京市区浅层地下水资源总量约为6.94亿 m^3 。浅层地下水的补给主要有以下三方面:(1)浅层地下水西部侧向流入519.7万 m^3/a ;(2)河湖入渗量1065万 m^3/a ;(3)上水及雨污管道渗漏入渗量4112万 m^3/a 。也就是说在保持采补平衡的条件下,可供连续使用的水量有5696.7万 m^3/a (约为资源总量的1/10)。

根据浅层地下水水质的初步调查结果表明,浅层地下水虽然受到轻微污染不再适合做饮用水源,但是其水质与相关标准比较,完全可以用于生活杂用、农业、市政用水及部分工业用水。从其可用的水量和水质情况看,浅层地下水可代替相当一部分洁净水用于低质用水,对于节约洁净水资源将有重大意义。

3 浅层地下水可利用途径

城市用水中有相当一大部分用水对水质要求并不高,如部分工业用水和建筑用水。据有关资料表明,每人每天直接用于饮食的水量,一般不超过5L;而对于新建的住宅小区,由于卫生设备比较完善,人均日用水量(包括公共建设和绿地用水在内)每日为300~350L,饮用水仅占其中的1/70~1/60,绝大部分的用水量是消耗在食物、衣物的洗涤、冲洗便厕、清洗地面和车辆。其中不直接接触人体的各种杂用水,约占总用水量的50%以上。也就是说,采用浅层地下水代替清洁水源,在保证同样生活质量的前提下,现有自来水供水量可节约30%~50%,可见节水潜力很大。

低质市政杂用水的用水范围主要是四环以内的主要公园

* 本研究为北京市自然科学基金会资助项目“市区浅层地下水资源调查及利用途径研究”,课题编号8992006。

绿化、沿河岸绿化、城市道路的喷洒用水量等,具体分布如下:

3.1 城市绿化用水

城区绿地由于位置较为分散,在目前状况下很难计算出绿化用水量。根据1999年北京市统计年鉴,北京市人均占有绿地 8.18m^2 。市区人口总数大约有660万人,经初步估算城市绿化面积大约有 5400万m^2 ,根据每 m^2 绿地年用水量 1m^3 ,一年共需要耗水 5400万m^3 。

3.2 道路路面喷洒用水

目前城市道路喷洒由市和区环卫部门负责,水源全部为自来水,取水点为固定的消火栓。按北京市城市规划设计研究院《北京市总体规划》研究成果,公路一环内道路用地率在1991年前为3.82%,到2010年达到13.43%。若在近期工程方案中道路用地率按10%计,则能用浅层地下水喷洒道路面积约 14.1km^2 。根据环卫部门提供的喷洒道路的用水指标,每立方米可喷洒 2500m^2 道路,则一天一次喷洒道路需水量为 5640m^3 ,目前北京市许多路面一天喷洒2次。按市政府治理大气环境污染,减少城市空气灰尘量的要求,未来北京市路面喷洒要求达到一天3次。届时,北京市四环以内用于喷洒路面降尘所需用水量将达到 $300\text{m}^3/\text{d}$ 。

3.3 洗车用水

北京市目前共有各类汽车160万辆,洗车按 $40\text{L}/\text{车}$ 计算,一星期洗1次,一年耗水 332.8万m^3 。

根据以上计算,可以采用较低水质替代清洁水源的绿化、道路喷洒、洗车总用水量约为 $6000\text{万m}^3/\text{a}$ 。

4 浅层地下水利用的良好环境效应

4.1 浅层地下水的开采提高了地下水资源保护能力

污染物随着地表水入渗进入包气带后,会产生一系列复杂的物理、化学和生物作用,从而降低污染物对包气带环境影响。包气带厚度增加,延长了污染物在包气带中运移的途径和时间,使得污染物与包气带介质间作用更充分,结果是提高了包气带的自净能力,增大了它的环境容量、提高水资源保护能力。

4.2 提高了大气降水的可利用率

浅层地下水位降低导致部分含水层疏干,富余出更大的空间可接纳地表水入渗,也可以减少地下水蒸发。地表径流减少,又可以减轻和防止渍涝灾害。提高天降水的利用率,变无效雨为有效雨。开采浅层地下水,以井为基础的地下水与地表水联合运用,地下水不足时可补河水、水库水,这样,可预见降汛前潜水水位,为防涝提供蓄水条件,也可防止土壤盐化。

4.3 代替部分清洁水源

浅层地下水的利用能促进雨水、地表水、土壤水、地下水间的“四水”转化,减少深层地下水的开采,增加承压水的含

量,对地面沉降有减缓作用。从而保护环境,维持城市水循环系统平衡。

4.4 浅层地下水开采有利于盐碱改良

浅层地下水埋藏浅,因蒸发作用使盐分在土壤中聚集导致土壤盐碱化。随着浅层地下水的开采,地下水位埋藏逐渐增加,这就意味着该地下水蒸发作用不断减弱。同时由于大气降水入渗会促使原堆积在土壤中的盐份减少,盐碱化进度在不断减弱,也可使盐碱地逐步得到改良。

5 浅层地下水利用的经济可行性

5.1 自来水价格

北京市自2000年11月1日起调整自来水水价。居民自来水价格由 $1.3\text{元}/\text{m}^3$ 调整到 $1.6\text{元}/\text{m}^3$,工商业用水由 $1.6\text{元}/\text{m}^3$ 调整到 $2.4\text{元}/\text{m}^3$,洗车、生产纯净水行业用水由 $3\text{元}/\text{m}^3$ 调整到 $10\text{元}/\text{m}^3$,洗浴业用水由 $3\text{元}/\text{m}^3$ 按不同档次调整到 $5\sim 30\text{元}/\text{m}^3$ 。

5.2 中水利用价格

以北京市第四清洁车辆厂中水工程为例建设日处理量 100m^3 的处理工程,其中水处理设施占地面积 80m^2 ,工程投资23万元,运行成本按2000年物价计算:

	电费	药费	人工费	维修费	折旧费	合计
费用(元/ m^3)	0.45	0.17	0.33	0.07	0.43	1.45

5.3 污水处理回用水价格

以某市城市污水处理厂回用工程为例,回用水设计规模 $47.0\text{万m}^3/\text{d}$,总工程造价3.36亿元人民币。回用水价格为 $0.6\text{元}/\text{m}^3$ 。

5.4 浅层地下水利用经济评价

建立一个浅层地下水利用工程主要是打井、水泵、水处理等费用,此外还有一些电费和人工管理费用。根据调查单井出水量是 $10\text{m}^3/\text{h}$,如果每天工作10h,用来浇灌绿地,其服务面积是 30000m^2 。建设一个 $10\text{m}^3/\text{h}$ 的供水站所需费用约为8万元,占地面积约 10m^2 ,运行费用 $0.2\text{元}/\text{m}^3$ 。

由上述对比分析可知:利用浅层地下水可以省去大部分水处理费用,而且工程投资也很低,出水水质比中水、污水要好得多,更加经济合算。浅层地下水的利用不会象中水及污水回用那样,对环境产生较多负面影响。

6 结论

浅层地下水的利用,既有利于环境改良,又有利于节约清洁水资源。其工程建设费用比自来水、中水、污水厂低得多,占地面积小,其水质也比中水、污水好。所以,无论从环境指标、经济指标上看,浅层地下水的利用是有很好的经济性的。□