

地下水资源超采的分类探讨

高正夏 龚友平

(河海大学土木工程学院 南京 210098)

摘 要 从地球系统科学及社会可持续发展的高度,论述了地下水超采对环境的影响,重点探讨了地下水与地下水资源的区别,地下水资源超采的科学含义,对现行地下水资源超采分类方法进行了评述并提出了新的分类方法,最后对如何保证地下水资源的可持续开发提出了一些建议和措施.

关键词 地下水资源 超采 可持续开发

中图号 TV213

近年来,全球环境与社会可持续发展的问题引起了全人类的普遍关注,我国政府也提出了可持续发展战略,然而,要保证人类社会健康地可持续发展,涉及一系列社会科学和自然科学问题,是一个巨型系统工程,水资源作为该巨型系统工程的一个重要组成部分,是保障人类生存和社会经济不断发展的重要基础^[1,2].在人类社会五千年的发展史中,水资源问题主要以水灾和旱灾的形式出现,造成水灾旱灾频繁出现的最根本原因是地球上水资源分布的时空不均匀性,属自然气象原因,而当代特别是近期出现的水资源枯竭,水体污染,以及由此引发的地面沉降,海水入侵等严重的环境地质问题,则主要是人类开发利用水资源方法不当造成的,其中,地下水资源盲目超量开采尤为突出,本文试图对地下水资源超采的定义及分类以及合理开发利用地下水资源的途径进行粗浅的探讨.

1 地下水与地下水资源概念的差异

地下水与地下水资源是两个不同的概念,对这两个概念的正确理解和认识对指导地下水的开发利用具有十分重要的意义.地下水是指埋藏在地面以下岩土层中的水,包括渗入水,凝结水,原生水,埋藏水或残留水,脱出水等,而地下水资源仅是指地下水中的渗入水部分,主要是由于大气降雨和地表水体(河流,湖泊)渗入地下而形成的,它与其它类型地下水的根本区别在于是否具有可恢复性,据此我们也可以将整个地下水分为两大类,一类是矿藏性地下水,亦可称之为“地下水矿”,另一类为资源性地下水,或称为地下水资源,开发利用地下水主要是指开采资源性地下水,即开采后可以得到有效补给的那部分地下水^[3].

70 年代初,曾有一个错误的观念,认为井打得越深,地下水就越丰富,于是大规模开采深层承压水,造成华北地区地表水缺乏,地下水位大幅度下降,出现了严重的干旱.

建国初期到 70 年代末,对山西省大同市的地下水资源量进行了多次论证,有的专家说大同市地下水资源量高达 4 亿多 m^3 ,是丰水区,有的专家说大同市是缺水地区,地下水资源量只有 1 亿多 m^3 ,而事实上在大同市地下水开采量只有 1 亿 m^3 时,即出现了地下水位持续下降,原因就在于对地下水和地下水资源这两个概念模糊不清,教训是十分深刻的.

2 地下水资源超采的科学含义及分类

在 1996 年水利部水文水资源司颁发的《全国地下水资源开发利用规划工作技术大纲》中地下水超采定义为多年平均的地下水开采量超过了多年平均的地下水可开采量,从而造成地下水资源枯竭、水质恶化、地面沉降等环境地质问题.具体操作时,地下水可开采量采用 1987 年全国第一次地下水资源评价所确定的数值,多年平均地下水实际开采量以 1985 ~ 1994 年作为多年平均计算时段,如果发生了下列两种情况之一,则

该区域可视为超采单元,多年平均实际开采量大于可开采量,发生了严重环境地质问题。

在划定的超采单元中再根据开采强度划分若干超采区,判别标准为:多年平均开采强度大于单位面积地下水可开采量,如发生下列情况之一的超采区则视为严重超采区:(a)多年平均开采强度大于单位面积地下水可开采量的1.5倍;(b)地下水位持续下降速率大于 1.5 m/a ;(c)土层固结引起的地面沉降速率大于 10 mm/a ;(d)地下淡水含水层矿化度大于 1 g/L 。

在1996年3月山东省水利厅水资源办公室下发的《编制全省地下水开发利用规划工作安排意见及技术细则》中将一个规划单元划分为超采区和未超采区,划分标准为: $K \leq 1$ 为未超采区; $K > 1$ 为超采区。其中 K 表示地下水开采强度与当地地下水可开采模数之比。

如发生了海(咸)水入侵、地面沉降等环境地质问题的地区也视为地下水超采区,如发生了下列情况之一,则划为严重超采区:(a) $K > 1.2$;(b)地下水位连续下降速率大于 1.5 m/a (1984~1993年平均);(c)土层固结引起的地面沉降速率大于 10 mm/a (1984~1993年平均);(d)地下淡水含水层矿化度大于 5 g/L ,或氯离子含量与重碳酸根含量之比大于3,或氯离子含量大于 100 mg/L 。

多年平均地下水开采量的计算时段一般为1984~1993年,资料短缺地区也可采用1994年前不少于5年的连续时段。

以上定义有一定的实用性,但不够严密。多年平均地下水可开采量是根据历年地下水可开采量系列资料取平均值或采用频率分析而计算出来的,地下水可开采量系列又是与地下水天然补给量系列相关的(确定地下水可开采量其中有一种方法就是将地下水资源量乘上一个可开采系数 ρ),地下水资源量系列严格上应属非平稳时间序列,因其有明显的周期性,一些时期还表现出某种趋势特征,但通过一定的数学处理如周期差分处理,可近似看成是一个一维平稳时间序列,其判断依据是随机过程在前后时间的环境和条件基本没有变化,平稳随机过程 $X(t), t \in T$ 有三个基本性质^[4~7]:(a)一阶分布函数与 t 无关, $F(x, t) = F(x, t + \tau)$;(b) $E(x, t) = \text{常数}, t \in T$;(c) $E[X(t) \times X(t + \tau)] = \Gamma(\tau)$ 。

多年降雨量系列虽然不是严格意义上的平稳过程,但可以看出充分长的降雨量系列其统计特征不会随系列增加或减少几年而发生显著的变化。多年平均开采量是根据历年开采量系列求得,历年开采量系列基本是受人为因素影响的系列,它的大小随着工农业生产的发展以及城乡人民生活水平的提高,呈不断上升的趋势,但也可能人为限制开采,使历年开采量逐年减少,甚至为零,因此历年地下水开采量系列可看成是一维非平稳时间序列,其统计特征随着所取计算时段的不同而出现明显的差异。

由此可见多年平均开采量与多年平均可开采量如不进行系列的分析,直接进行比较是不恰当的。

从另外一个角度来考虑,一些环境地质问题也并非只有当地下水超采后才发生,例如,地面沉降只要具备了一定的地质条件,加上水动力条件的触发就可发生,而水动力条件的改变可以是一个短期行为,如地下水开采强度的突然加大,或不均匀开采所致,并不能据此判断地下水就发生了超采。

再例如地下水开采激发污染,只要有水动力条件改变和污染源的存在,就可能发生,而其中关键问题是污染源,试想如果没有污染源的存在,地下水动力条件再改变,污染也不会发生。

至于地下水降落漏斗,只要有开采井抽水,就会产生降落漏斗,如果开采井分布不合理,开采时段也不合理,就有可能产生较大的降落漏斗,此时也不一定就是某水文地质单元的地下水的开采量超过了地下水的可开采量。

判断地下水是否超采应主要从地下水的水量考虑,设想一个地下水系统相对独立的研究区域可分为若干个小一级区域,对某一个固定的研究区域(包括某一小区),地下水开采量与地下水可开采量的关系有两种情况:(a)对多年平均系列(年数要足够长),地下水逐年开采量均大于逐年地下水的可开采量,这可视为地下水的持续超采;(b)对多年平均系列(年数要足够长),地下水的多年平均开采量小于多年平均地下水的可开采量,但对某一具体时段,如某一年,或某一年中的某一月,地下水的年(或月)开采量大于年(或月)的地下水可开采量,这可视为地下水的间歇超采。

对某一个固定的研究时段,地下水开采量与地下水可开采量的关系也有两种情况:(a)对整个研究区域,地下水的开采量大于地下水的可开采量,这可视为地下水的区域超采;(b)对整个研究区域,地下水的开采量小于地下水的可开采量,但对整个研究区域中的某一个小区,地下水的开采量大于该小区所能分配的地下水可开采量,这可视为地下水的局部超采。

