

水资源短缺的定义及其测度

夏骋翔

(西安财经学院经济学院 陕西 西安 710061)

摘要 水资源短缺包括存量短缺与流量短缺两个层面。存量短缺指“因为水资源存量因素导致的物种种群下降状况下的水资源存量与物种种群数量不致下降时的水资源存量之间的正缺口”。流量短缺指“在居民可以接受的价格下,水资源需求量与保证人类一定生活质量且无水资源浪费条件下水资源需求量的正缺口”。在此定义下,提出了确定水资源存量短缺的公式。用类似于恩格尔系数的方法,提出测度水流量短缺程度的公式。用经济学原理,解释了水资源短缺的观念及其测度公式。

关键词 水资源;缺水;恩格尔系数

中图分类号:TV213 文献标识码:A 文章编号:1004-693X(2006)04-0088-04

Definition and measurement of water resource deficiency

XIA Cheng-xiang

(School of Economics, Xi'an University of Finance and Economics, Xi'an 710061, China)

Abstract Water resources deficiency includes storage deficiency and flow deficiency. Storage deficiency is the difference between water storages under such circumstances that the biodiversity seriously declines due to the factor of water storage and that the biodiversity does not decline. And the flow deficiency is the difference between the demands for water resources at an acceptable price and the demands to ensure a certain living standard of human-beings without waste of water resources. The formula for storage deficiency is proposed according to the definition, while the formula for flow deficiency is developed analogously to Engel coefficient. The definitions and formulas as the meanings of the concept of water deficiency are explained according to economic principles as well.

Key words water resources; water deficiency; Engel coefficient

对水资源短缺的性的界定与量的确定,受到许多学者的关注与研究^[1-2]。许多学者在 GB 50282—98《城市给水工程规划规范》的基础上界定城市供水充裕。较有代表性的有:於方等^[3]用城市的人均综合用水量小于规划人均综合用水量作为城市缺水的衡量标准,用需水量与实际供水量的差计算城市缺水量;汪阿华^[4]对区域供水规划中用水量指标的取值进行了探讨,建议区域供水规划中水量预测宜采用分类用水定额法进行测算,同时建议水量的预测要在调查研究的基础上进行分析测算等,不详尽罗列^[5-6]。

所有这些方法,都忽视了一个关键性因素。所计算出的缺水量,都是在低价格或无价格、资源任由

人们使用的假设下得出的。对市场经济社会,对资源的需求,价格因素是决定需求量的主要变量,价格信号是调节资源配置的有力手段。对公共资源,无价(价格为零)或人为因素定价,可以测算其需求量;但当价格可通过市场调节时需求量是价格的函数,而需求量的测算中忽视价格因素,或以某一不变价格下测算,必然导致需求量测算的不真实或人为误差,进而导致短缺量的误差。因此,市场经济下价格的市场变化应进入短缺测算函数。

除此之外,需求量的规划中,缺少资源分配的“生态”基础以及跨代际的公平基础,缺少可持续发展的内涵。规划只单方面依据资源存量及可补充量,确定规划使用量,没有考虑资源的跨期分配、河

流的生态功能变化以及对不同物种的影响等等的可持续使用量,这些与市场经济及可持续发展的大背景相悖,有必要重新审视。

1 水资源短缺的定义

测量水资源短缺,首先应该对水资源短缺(缺水)的概念有一个明确的界定。缺水应该包含两个含义:一个是指水资源的存量(一定质量以上的水资源的数量)不能满足自然界生物种群的繁衍生存需要,使某一区域的自然生态受到严重破坏,威胁到物种的多样性,形成绝对的缺水(也可叫水存量短缺);另一个是指由市场形成的对人类社会、生产的水供给与水需求的均衡价格偏高(由于对自然垄断行业的管制,目前的价格不是市场均衡价格,已经被按照边际成本或平均成本管制而降低),导致社区居民的生活质量受到极大的影响,只有增加供给(可补充量(流量)增加,或过多攫取存量)才能保证消费,但由于成本、存量、或增加供给会导致其他环境问题,不符合可持续使用原则,从而形成“相对”的缺水(也可叫流量缺水)。由于价格管制(一般是价格很低,因此需求量很大,供给不能满足需求,市场处于非均衡状态)形成的水资源供需缺口,不能作为水资源缺少的评价判断标准。而目前所有的针对水资源短缺量的计算,都是在水资源价格管制下计算得到的,结果应该受到质疑。

简而言之,缺水的分析框架,应该包含两个层面:一个层面是指水资源不能满足生态需要;另一个层面指水不能满足人类正常生活需要,或者更精确地说,在水资源不被浪费的前提下不能满足人类需要。这两个层面所出现的资源需求量与资源供给量之间的缺口,才是缺水。任意践踏水资源而导致的水资源不足,不应该叫做水资源短缺。只有出现绝对缺水或相对缺水时,才应该叫缺水,造成水危机。

总结以上观点,对水的短缺可作如下分类及定义:水的存量短缺,可以定义为“因为水资源存量因素(而非其他因素)导致的物种种群下降状况下(种群不可恢复,如沙漠化)的水资源存量与物种种群数量不致下降时(种群可恢复的下限)的水资源存量之间的正缺口”。水的流量短缺,可以定义为“在居民可以接受的价格下(此价格应能正确反映水资源的稀缺性)水资源需求量,与保证人类一定生活质量且无水资源浪费条件下水资源需求量的正缺口”。

2 水资源短缺的测度

2.1 存量短缺量

一般可以根据某区域内生物种群的历史数量,

或根据生物种群相对于水资源的边际变化量,确定一个基准,作为“物种种群数量不致下降”的基值,从而对不同区域的缺水情况进行统计,确定存量短缺量的数值或存量短缺的区域大小。

假设生物种群数量 F 与水资源存量 Q 的关系为 $F = f(Q)$,生物种群数对水存量的边际种群量为 $MF(Q) = \frac{df}{dQ}$,存量缺水的判断基准为 $MF_0 = \frac{df(Q_0)}{dQ}$, Q_0 是被认为种群数量不可恢复的水存量或种群数量可恢复的下限,某地区 j 是否缺水,由种群边际量 MF^j 与基准量的差的正负确定(用上标表示考察对象,如考察的地区或考察的家庭等),缺水区域的数量(单位:个/单位面积)为

$$N_a = \left\{ \sum_j \forall j \quad MF^j - MF_0 \geq 0 \right\} \quad (1)$$

总存量缺水程度——存量短缺指数(absolute deficient index for water, or stock deficient index for water, D_{wa})可用缺水区域数量 N_a 占总区域数量 N_1 的千分比表示(也可考虑用种群数量、人口数量作权重),即:

$$D_{wa} = \frac{N_a}{N_1} \times 1000\% \quad (2)$$

2.2 流量短缺量

由于是在一定价格下的需求量,这样就引入了一个名义变量(与价格尺度、货币单位有关)。为消除名义变量,用实物变量表示水短缺量,可根据水短缺会导致居民生活水平下降这一关系(本文以讨论自来水水价为例,不讨论资源水水价),用类似于恩格尔系数的方法确定水流量短缺的程度,即首先计算水消费支出占总消费支出的百分比,根据在贫困线的家庭平均维持生活的水消费量支出(水价应为现行的低价)占总消费支出(总收入即贫困线)的百分比,确定相对缺水的基准。对贫困家庭来说,由于水资源的消费,水费已是他们的生活负担,可近似认为水资源无浪费。水价放开以后,居民水消费支出占总支出的百分比若大于等于此基准,可认为此居民家庭水消费短缺,社会短缺程度用水短缺家庭数占总家庭数的比例表示。

假设贫困线为 M_0 ,现行管制水价为 P_0 ,在贫困线上的居民家庭在价格 P_0 时的平均水消费量为 q_0 ,任一居民家庭 k 收入为 M_k ,在水市场价格为 P 时其家庭水消费量为 q_k ,相对缺水家庭的数量为 N_r ,则有:

$$N_r = \left\{ \sum_k \forall k \quad \frac{Pq_k}{M_k} - \frac{P_0q_0}{M_0} \geq 0, q_k > q_0 \right\} \quad (3)$$

其中(P_{q_k}/M_k)可定义为水消费的恩格尔系数 , (P_0q_0/M_0)可定义为水相对缺乏的基准恩格尔系数。

总存量缺水程度——流量短缺指数(relative deficient index for water , or flow deficient index for water , D_{wr})可用相对缺水家庭的数量 N_r 与总家庭数量 N_2 的千分比表示 ,即 :

$$D_{wr} = \frac{N_r}{N_2} \times 1000‰ \tag{4}$$

某地区是否出现水危机 ,应由 2 个指数综合确定。

3 水短缺的经济学解释

水资源的存量缺水程度 ,可以简单地用沙漠化程度衡量。沙漠化地区 ,水生资源及很多物种消失 ,可以被认为已经达到边际种群下降数量超过不可恢复的程度。

就人类对水的需求而言的相对缺水(流量缺水)来说 ,短缺是相对于需求而言的供给缺少 ,经济学中也称作需求过剩(excess demand)。

需求是指消费者愿意并且能够支付的商品量。市场中的每一个个体对水的需求 ,在生理需要范围以内 ,其需求价格弹性接近于零 ,即完全无弹性。超过生理需要以后的需求价格弹性 ,随着价格的降低而逐渐增大。一般情况下 ,对于不同收入阶层 ,高价格时 ,收入越高 ,价格弹性越大 ;低价格时 ,收入越低 ,价格弹性越大。如图 1 , D_R 表示高收入者的水消费需求曲线 , D_P 表示低收入者的水消费需求曲线 , D_A 表示平均需求曲线。高价格时(P_H) ,高收入者需求价格弹性较大 ,而此时低收入者的需求价格弹性较小 ,低价格时(P_L)正好相反。也就是说 ,高收入者已尽其所能消费水 ,降价已不会使其消费量增加。

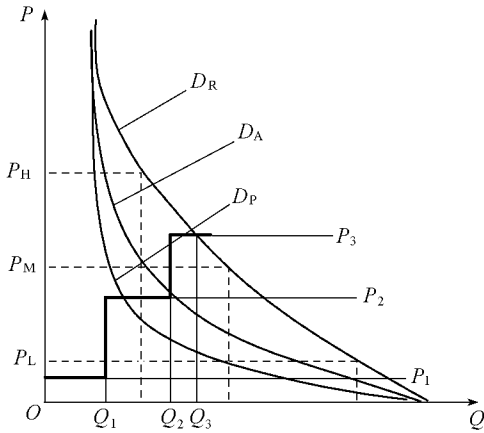


图 1 价格与需求量关系

供给是厂商愿意并且能够提供的商品量。由于水是人民生活必需品 ,水的供给又有很强的规模效

应 ,使其形成自然垄断 ,因此各个国家为打破垄断 ,都会使水供给行业成为公共部门行业 ,经营的目标不是利润最大化 ,而是福利最大化。供给量一般都会尽最大资源可开采量(不一定是可持续开采量)进行供给 ,即供给曲线是完全无价格弹性的(垂直于水平轴) ,水的供给价格一般是保持供给企业不亏损 ,即按平均生产运行成本定价。这样 ,出现了水的价格与需求无关的局面。只要生产或生活需要 ,而供给能力或资源存量达不到要求 ,就被认为水资源短缺。这也成为对水资源短缺值估算的依据 ,显然存在问题。

市场经济中 ,价格因素是调整供需变化乃至达到供需平衡(市场均衡)的主要力量。在价格这一市场信号失去作用力的情况下 ,市场的非均衡就有可能出现 ,短缺就会出现。即短缺是与价格捆绑在一起的。在定义及测度短缺量时 ,要说明价格。如图 1 中 ,价格为 P_1 时 ,水的需求量会很大 ,价格为 P_3 时 ,穷人的需求量只有 Q_1 ,富人的需求量不超过 Q_3 ,价格为 P_2 时 ,平均每人需求量不超过 Q_2 。如果采用分部计价 ,每人基本生活用水量为 Q_1 ,不超过 Q_2 部分的价格为 P_2 ,超过 P_2 部分的价格为 P_3 ,则此三类人水的需求量分别为 Q_1 , Q_2 , Q_3 ,由此计算的水短缺值与在同一价格下的短缺值是不一样的 ,这说明计算水短缺 ,要考虑价格因素 ,当前价格下的短缺量并非价格调整后的短缺量。尤其在预测未来水资源短缺程度时 ,要考虑水价格的走势。

流量短缺相对家庭数量 ,用到 2 个数值的大小比较。见图 2 , x_1 表示水资源需求量 , x_2 表示其他商品需求量集合 ,凸向原点的 2 条曲线为无差异曲线 ,过 A , B 点的 2 条直线分别为预算约束线。收入为 M_0 ,价格为 P_0 时 ,水的消费量为 Q_A ,此时 $\frac{P_0 Q_A}{M_0} = \frac{Q_A}{M_0/P_0}$ 即水消费支出占总支出的比例的含义为 :单位实物收入(以水实物为单位衡量的收入)水的消费量。如果水价格提高到 P ,收入提高到 M ,消费量由 Q_A 变为 Q_B (Q_A 为 Slutsky 实际收入不变时的消费量) ,若如图 2 所示 $Q_A > Q_B$,水消费支出占总消费支出中的比例下降 ,说明水并没有以前认为的那么重要 ,或实际不缺水 ,否则实际缺水。图 2(a) 表示水价放开后 ,水实物收入减少 ,水的消费量减少 ,水的消费被其他物品消费替代 ,说明低价水时水被过度浪费 ,此时实际不缺水 ;图 2(b) 表示水价放开后 ,水实物收入不变。此时若水消费减少 ,同样说明水以前被过度浪费 ,市场价格没有真实反映水资源的稀缺性。水消费不减少 ,说明水确实处于短缺状态 ;图 2(c) 表示水实物收入提高。若此时水消费量减少 ,说明

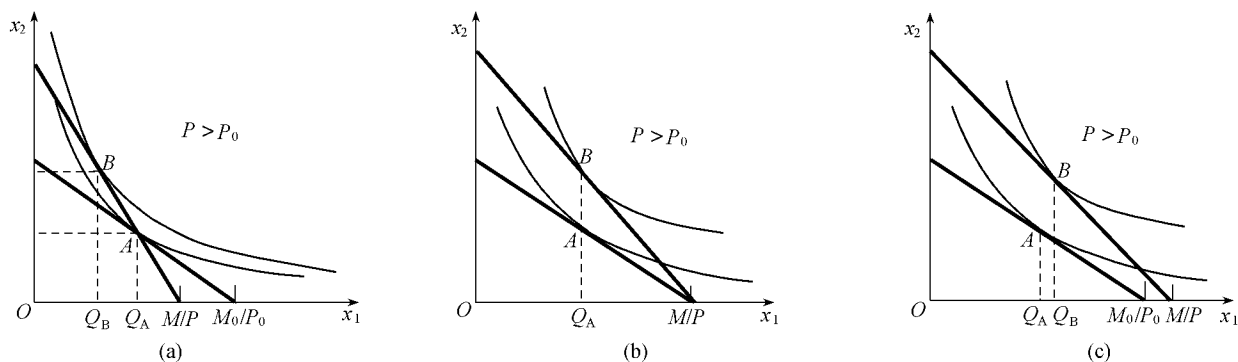


图 2 流量短缺分析图

水被错定为劣等品,以前水价没有真实反应水资源的稀缺性。若水消费不减少反而增加,表现出水是正常商品,水的稀缺性在市场上被正确反映,供给若满足不了需求,则缺水。

综合以上分析,即 $\frac{Q_B P}{M} \geq \frac{Q_A P_0}{M_0}$ 时,相对流量缺水。凡符合此条件的家庭,构成缺水家庭数。缺水家庭数量占总家庭数量的比值,说明的是普遍的缺水程度。这就是式(3)(4)的由来。

在水资源量相对充足的情况下,在成本价格下的需求量不大于供给量,市场不会感觉到水危机。但是,随着人口数量的增长,生产规模的扩大,需求曲线向右移动,一方面,低的价格使需求量超过供给量,形成短缺,另一方面,供给企业一般被迫超负荷运转,造成水生产平均成本提高,使企业形成亏损。因此,水短缺与水行业亏损存在相关性,短缺是价格信号失灵造成的。价格信号失灵,也造成企业亏损。解决了水短缺的认识观念,可以同时部分解决企业亏损。

价格信号对投资有决定性作用,它直接与投资收益有关。有了水短缺的正确概念,水价格的调整

就会自然用于水资源短缺的解决方案中。水资源价格的调整对水产业投资会产生激励作用,海水、废水、污水、雨水等等,如果有利可图,都可能被开发。各种节水设备,使用后如果有收益,都可能形成强大的市场。因此,对水短缺的正确认识观,对水相关产业的发展有积极的促进作用。

参考文献:

- [1] 姜文来.水资源价值论[M].北京:科学出版社,1998.
- [2] 康雪.以生命的名义——中国水资源问题的思考[M].福州:福建教育出版社,2002.
- [3] 於方,过孝民,张强.城市污染型缺水的界定及其经济损失的计算[J].中国环境科学,2003,23(1):100-104.
- [4] 王阿华.区域供水规划中用水量指标取值探讨[EB/OL]. [2004-02-26]. <http://www.hwcc.com.cn/newsdisplay/newsdisplay.asp>?
- [5] 张刚,米大鹏,余向荣.缺水条件下北京市水市场构建与水价形成机制研究[J].水利经济,2004,22(6):37-40.
- [6] 李克国.水资源补偿政策刍议[J].水资源保护,2003(2):6-7.

(收稿日期:2005-01-06 编辑:傅伟群)

(上接第77页)

c. 经过氧化后的焦化废水虽然 COD 的去除率较高,但残留浊度仍然较高,氧化后应进行混凝沉淀处理,试验表明 FeCl_3 是较合适的混凝剂。

d. Fenton 混凝沉淀法反应速度快,操作简单易控制,具有其他处理方法不可替代的作用,特别是对含有毒有害成分较多且浓度较高的复杂焦化终冷废水的处理有较强的可行性。

参考文献:

- [1] 尹成龙,单忠健.焦化废水处理存在的问题及其解决对策[J].工业给排水,2000,26(6):35-37.
- [2] 张昌鸣,余长舜.焦化废水净化及回用技术研究[J].环

境工程,1999,17(1):16-19.

- [3] 毛悌和.化工废水处理技术[M].北京:化学工业出版社,2000.
- [4] 徐向荣,王文华,李华斌.Fenton 试剂处理酸性染料废水的研究[J].环境学报,1997(6):23-24.
- [5] 徐新华.工业废水中专项污染物处理手册[M].北京:化学工业出版社,2000.
- [6] CHIANG L C, CHANG J E. Electrochemical oxidation process for the treatment of coke-plant wastewater[J]. J Environmental Science, 1995, 30(4):753-771.
- [7] ZEPPER R G. Hydroxyl radical formation in aqueous reaction $\text{pH} = 3 \sim 8$ of iron with hydrogen per-oxidation: The photo-Fenton reaction[J]. Environmental Science and Technology, 1992, 26(2):313-320.

(收稿日期:2004-12-15 编辑:傅伟群)