

水资源的“ET 管理”是不可行的

谢森传, 惠士博

(清华大学, 100084, 北京)

关键词: ET 管理; 水资源; 降雨量

中图分类号: TV213.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-1123(2010)01-0039-02

ET 是英文蒸发蒸腾 (腾发量) 的缩写, 它包括陆地的植物蒸腾、土面蒸发和水面蒸发, 又叫陆地蒸发, 是水文循环重要组成部分。所谓“ET 管理”, 就是以耗水量 (ET) 控制为基础的水资源管理, 所以, 又叫“耗水管理”, 这里的耗水就是 ET。具体做法是: 对一个流域或区域, 先定出目标 ET, 也就是其最大可消耗的水资源量, 然后将综合 ET 分解成分项 ET, 并定出分项目标 ET 进行控制, 以达到实际 ET 不超过目标 ET。ET 管理和我国水资源管理中实行的“总量控制, 定额管理”是相对应的, 前者是耗水量管理, 后者是用水量管理。因为用水量是可以直接测量和控制的量, 所以, 它是行之有效的水资源管理办法。

本文提出如下观点: ET 是不能直接测量的; 很多 ET 是测不准的; 很多 ET 是不可控的; 基于可操作层面, 水资源的 ET 管理是不可行的。

一、ET 是不能直接测量的

ET 是水分循环中重要的一环, 是液态水变成气态水的物理现象。到目前为止, 其值还不能像测量河流流量一样直接测量。ET 中不管哪一项, 无论是水面蒸发, 土面蒸发还是植物蒸腾, 都是通过间接测量和计算得到

的。例如, 水体的水面蒸发是通过蒸发皿的观测值换算来的。植物蒸腾也不能直接测量, 无论是一片叶子, 一棵树还是一片农田的蒸腾都不能直接测量, 例如试验场的蒸渗仪也是通过有底的试坑或试筒测得一个点的 ET 综合值。至于裸地、路面、建筑物表面的蒸发就更不好测了。不能直接测量不等于不可知, 一个人类活动少的闭合流域的多年平均水量平衡方程式可写为:

$$P=R+ET \quad (1)$$

式中, P 为多年平均降雨量; R 为多年平均径流量; ET 为多年平均腾发量。

通过测定的降雨量 P 和径流量 R , 就可通过式 (1) 计算出 ET , 这是多年平均的忽略了储变量的综合 ET 值。现在有了先进的遥感技术, 遥感监测的 ET , 也只能通过间接方法分辨出不同土地利用类型的 ET , 不能直接测出工业、生活用水的 ET 。

正因为这样, 一般水文分析主要是分析能直接测量的量, 如降雨量、河流径流量和蒸发皿测的水面蒸发量等。水资源管理都是采用能直接测量的比较可靠的量, 如地表水径流、地下水位和用户的用水量等。

二、很多 ET 是测不准的

虽然 ET 不能直接测量, 但还是可以通过间接测量和计算得出, 如农田作物的 ET, 就有许多试验数据和计算公式。但是, 得出的 ET 要么是大范围的综合 ET, 如上面提到的闭合流域的 ET, 要么就是某个局部点上的 ET, 如灌溉试验通过水量平衡计算得出的农田 ET。即使是这样, 还是有很多 ET 是测不准和计算不出来的。如生活耗水。通常的生活耗水是生活供水消耗掉的部分, 人是流动的, 其生活耗水不只是住家这部分, 遥感监测的 ET, 哪一部分算生活 ET 是说不清的。又如工业耗水。通常的工业耗水可以通过水平衡测试得出, 该值还包括渗漏和产品带走的部分, 也不全是 ET。同样, 遥感监测的 ET, 哪一部分算工业生产的 ET, 也是说不清的。现在, 有很多搞模型计算的, 认为所有的 ET 都是能算出来的。我们知道任何模型的应用都是要经过验证的, 虽然综合 ET 可通过实测径流来检验, 但各分项 ET 就很难检验了。难就难在很多 ET 是测不准的。应用遥感技术监测 ET, 监测的是大范围的 ET, 作宏观分析很有用, 但要它得出高分辨率 (空间、时间) 的分项 ET 就难了。至于遥感监测资料的应用, 有人主张用 SEBAL 模型

收稿日期: 2009-12-20

作者简介: 谢森传 (1939—), 男, 教授。

计算ET,再用SWAT模型计算地表水,再用MODFLOW模型计算地下水位,先不说它是否准确,即使算准了,从水资源管理的角度来说,也是舍近求远,本来直接可测量的地下水水位,还要通过遥感得出,显然没有必要。

三、很多ET是不可控的

ET管理的目的是为了减少ET,或减少所谓无效和低效ET。既然要减少它,就要能控制它。而实际上,很多ET是不可控的,或者说是不可避免的。举例来说,天然植被的ET,马路路面、建筑物表面、水体水面等的ET都是不可控制的。就拿灌溉农田的ET来说,是可以控制一部分的,可是作物水分生产函数的概念,到底多少ET才能得多少产量,提高单位ET的产出是重要的,不是只一味地减少ET。另外,农田的薄膜覆盖是减少棵间土面蒸发的有效措施,但有的田间试验证明,棵间土面蒸发是减少了,作物的蒸腾却增加了,当然,产出也增加了。又如,作物是有生长期的,收获前可以通过减少灌溉来减少ET,收获后的ET就不可避免了。

四、基于可操作层面水资源的ET管理是不可行的

水资源、水环境管理措施,必须具有可操作性,有可靠的量化指标来控制。我国把水资源量区分为地表水资源和地下水资源,对一个流域或区域的水资源规划,要分析其水资源总量(包括地表水和地下水),再分析其可利用水资源和可供水量。根据有关规划和分析,得出不同水平年的需水量。再根据当地水资源状况,缺水地区按“以供定需”,丰水地区按“以需定供”的原则,进行供需平衡分析。在水资源管理方面,实行“总量控制、定额管理”的原则。虽然,各地情况不同,操作起来复杂程度不一样,但总

的说来,由于地表水和地下水的量是可测量和可控制的,其可操作性是比较好的。

再来看ET管理的可操作性。对一个区域,先来看下面的水量平衡方程式:

$$P+I+CS=ET+O \quad (2)$$

式中, P 为区域内年降雨量; I 为年入境流量(包括地表水、地下水); CS 为年内区域内各种储变量之和(包括地表水、地下水、土壤水); ET 为年蒸腾蒸发量; O 为年出境流量(包括地表水、地下水)。

先来看最简单的情况,即多年平均的情况,水资源可持续利用的条件下,各种储变量之和 $CS=0$;简单起见,认为流域规划结果该地区入流和出流一样,即 $I=O$ 。这样,式(2)就变得很简单了。

$$P=ET \quad (3)$$

式(3)的意思就是该地区可以消耗的水量(ET)就等于降雨量。对于水资源管理来说,就要进行水资源配置的具体操作,要区分出农业、工业、生活、生态的ET,这种ET不仅包含用水量的消耗部分,还包括自然降雨量的消耗,一是区分很难,二是进一步转换成以体积计的水量更困难。这种ET管理,对农业ET是可操作的。不灌溉的就是雨养农业,灌溉农业由作物生长期的需水量(ET)和需水过程计算出灌溉过程和灌溉水量,这是国内外的常规做法。对于城市和山区,工业、生活、生态的ET如何转换成以体积计的水量,目前可用的成果不多。前面说的是水量平衡中的支出项,其收入项是降雨量,降雨量如何分配给工业、生活,且转换成以体积计的水量,又是一个操作难题。不管是收入项还是支出项,公式(2)(3)中是不包含用水量这一项的,所以,不能按它进行水资源配置。

再来看一个特例,如极干旱的新疆南疆地区的塔里木河,出山口以后的广大地区降雨量很小,只有50mm

左右,可以忽略不计,就是式(2)中的 $P=0$ 。另外,它是内陆河流,没有出海水量问题,所以,式(2)中的 $O=0$ 。同样,认为是多年平均的情况,水资源可持续利用的条件下,各种储变量之和 $CS=0$ 。这样,式(2)也变得很简单了。

$$I=ET \quad (4)$$

式(4)的意思就是该地区可以消耗的水量(ET)等于入流量。对于水资源管理来说,其收入项是可以测量和控制的河流流量,可以用断面法、河道内、河道外分析法等方法来规划和管理。所以,类似这种地区,ET管理还有一定的可操作性,但也存在分项ET的操作问题。对于有500多mm降雨,处在半湿润的地区,例如海河流域,情况就不一样了。这类地区的农作物有一个有效降雨的问题,对其他土地利用类型的降雨量,就很难分有效和无效了,也无法控制,其ET就不好管理了。举例来说,自然植被的ET只能顺其自然,无法控制,有什么样的降雨,就有什么样的自然植被,要以保护和修复为主。又如城市的ET也是很难控制的,为了改善环境,大搞种草植树、人工水面、喷泉、甚至马路洒水、屋顶绿化,这些都是增加ET的,当然,要与当地的水资源条件相适应,不能盲目地大搞。又如工业、生活用水,其重复利用也是增加ET的。像这些都是要控制供水,而不是控制ET。对于人口众多,经济发达,城市众多,山区面积也不小的海河流域,其ET管理的难度就更大。所以,从可操作性和流域实际出发,水资源的ET管理是不可行的。

五、结 语

基于上述4点分析,水资源的ET管理是不可行的。

本文的目的在于从不同角度探讨水资源的ET管理的适用性和可行性。

责任编辑 王晓平