

全球气候变化对内陆干旱区水资源的影响及区域气候响应

李筱艳

(河海大学土木工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要:在介绍全球气候变化及其对地表系统和水资源所产生影响的基础上,着重阐述了在自然状态和干旱化趋势下,受人类活动干扰影响的中纬度内陆干旱、半干旱区水资源的气候响应,突出了水圈-岩石圈相互作用的影响。

关键词:气候变化;水资源;区域气候异常;温室效应

中图分类号:TV211,P461

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2001)07-107-02

人类活动引起的温室效应及由此造成的全球气候变化引起一系列环境问题.其根本的原因是大气成分的变化影响了地表环境系统的水、汽、热条件,而水、汽、热平衡是保持环境系统平衡的基本要素,尤其其中纬度内陆干旱、半干旱区,环境系统较脆弱,水、汽、热平衡一旦被打破,区域环境问题就频繁发生.而受到破坏的环境系统的响应使区域气候异常更加显著.

1 全球气候变化对水资源的影响

在天然状态下,水资源的循环保持着动态的平衡,陆地上水均衡基本方程式^[1]为

$$A - B = (X + Y_1 + W_1 + Z_1) - (Y_2 + W_2 + Z_2) = \Delta\omega \quad (1)$$

式中: A 为水均衡总收入项; B 为水均衡总支出项; X 为大气降水量; Y_1 为地表水流入量; W_1 为地下水流入量; Z_1 为水汽凝结量; Y_2 为地表水流出量; W_2 为地下水流出量; Z_2 为蒸发量; $\Delta\omega$ 为水均衡期的储存量变化.同时,陆地上水均衡基本方程式也可写为^[1]

$$X - (Y_2 - Y_1) - (W_2 - W_1) - (Z_2 - Z_1) = V + m + \mu\Delta h + \mu_e\Delta h_e \quad (2)$$

式中: V 为地表水变化量; m 为包气带水变化量; μ 为潜水含水层的给水度和饱和差; Δh 为均衡期潜水位变化值; μ_e 为承压含水层的弹性给水度; Δh_e 为承压水测压水位变化值; $\mu\Delta h$ 为潜水变化量; $\mu_e\Delta h_e$ 为承压水变化量;其它符号涵义同式(1).

全球气候的变暖直接影响全球水循环和水量分布.全球气温升高,则大气中的饱和水汽压差发生变

化,按全球均温较 100 多年前上升 0.6°C 计算,目前全球平均气温约为 25°C ,大气的饱和水汽压按马格奴斯经验公式计算^[1]:

$$E = E_0 \times 10^{\frac{at}{b+t}} \quad (3)$$

式中: E_0 为气温 0°C 时的饱和水汽压,取为 6.1078 MPa ; E 为气温 t 时的饱和水汽压, MPa ; a 、 b 为经验系数,取 $a = 7.45$, $b = 235$; t 为气温, $^\circ\text{C}$.由式(3)可看出,饱和水汽压与温度呈指数关系,当气温升高时,饱和水汽压随之很快增大,空气能容纳的水汽量增加,空气中能容纳的水汽的增加量由饱和差 d 决定:

$$d = E - e \quad (4)$$

式中: E 为某一温度下饱和水汽压; e 为该温度下的实际水汽压.在区域水汽压一定时,饱和差随气温升高而升高,水分蒸发相应加剧.

从式(1)可以看出, Z_2 增加,大气中水气含量可能增加(在干旱内陆地区,没有足够的水分供给蒸发),而 Z_1 减小,且 X 也减小, Y_1 、 W_1 也可能减小,总的结果是 $\Delta\omega$ 大幅度减小,甚至减为负值.在式(2)中,反映为 V 和 m 减小, μ 和 μ_e 增大, Δh 和 Δh_e 呈负值,结果是右端项减小,甚至为负值.

全球气候变暖已成为广泛接受的事实,由此引起了地表系统水、汽、热条件的变化,从而改变了全球水分循环和水量平衡状况.从水均衡方程式和蒸发预测模型可以证实,全球气候变化确实对全球范围内水循环过程和水量平衡状况造成了影响^[2].

2 中纬度内陆干旱区水资源的气候响应

2.1 自然状态下中纬度内陆干旱区水资源平衡

在中纬度内陆干旱、半干旱区,受气候变暖趋势

和人类活动的影响,地表水系统已日渐退化,地下水以其时空分布变化小、水质较好等特点成为重要的水资源,有些地区成了惟一的供水水源。地下水还是赋存于地表以下岩土体中的地球内部物质、能量的载体,地下水和含水介质组成了地下水系统并处于不断运动的状态,是维系地球浅表的水分、热量、盐分和物种的不可或缺的调节器。随着全球气候变暖、干旱化效应的加剧,中纬度干旱内陆地区由于系统脆弱性严重,人为活动影响大等原因,气候异常有更加明显的趋势。在式(1)的水均衡方程中, Y 减小, Y_1 、 W_1 、 Z_1 、 Y_2 、 W_2 假设不变, Z_2 增加,结果是 $\Delta\omega$ 出现负增长,即水量平衡受到破坏,区域气候环境向恶性循环发展,干旱化趋势日益加剧,生物生存所需水分难以得到保证,生态环境受到破坏,使区域向荒漠化方向发展。

2.2 干旱化趋势下地下水系统及气候响应

在干旱、半干旱内陆区,地下水系统受干旱化趋势的影响,地表含水量普遍降低,区域气候条件也相应发生改变。

首先,水的热容量大于岩石的热容量,含水的岩土层热容量大于干燥的岩土层的热容量,对某种岩土体,其热容量随含水量增大而增大,随含水量减小而减小。因此,地表岩土体含水量越高,白天和夏季高温时升温越慢,则年高温较低,夜晚和冬季低温时降温较慢,则年低温较高。而在干旱化趋势下,白天和夏季温度较高,夜晚和冬季温度较低,水量平衡被破坏的气候响应是气温异常被放大。

研究表明,岩土体由地表往下地温以某一梯度降低,而到一定深度后为常温层,地温不随地表气温波动(日、季、年)而波动或波动极小。因此,地下水系统由地表往下水温也逐渐降低并趋稳定,地下水系统在地表蒸散作用和热量辐射下,不断进行热量的交换,且这种交换作用随地下水位降低而减弱,随地下水位升高而增强。干旱化趋势下,这种热量交换减弱,温度较低的地下水对气温的冷却效应减弱,即:地下水位降低的气候响应也是气温异常被放大^[3]。

总之,干旱化趋势下,水量平衡遭到破坏,地下水位降低,其共同的效应是区域气候异常更加显著。

2.3 受人类活动干扰下水资源的气候响应

降雨减少和蒸发加剧使区域地表水体流量大为减少,人类活动对水资源的需求量随着工农业生产的发展而增加。显然,人为大量开采地下水必然使地下水位大幅度降低,即全球气候变暖影响了地下水系统,使地下水系统的调节功能退化,而由此引起的地下水和地表水系统的退化叠加于区域内人为大量开采地下水,又使区域气候发生响应,即将区域气候

异常放大。因此,在中纬内陆干旱、半干旱区,研究由于全球气候变暖产生的地下水系统退化以及退化的地下水系统叠加人类活动影响之后区域气候异常的响应,对该区域脆弱的环境系统的可持续开发利用是极其重要的。

3 结 语

从水量平衡和水分循环的角度考虑,全球气候变化对区域水资源的可能影响主要表现在:

a. 全球气候变暖改变了地表系统的水、汽、热运动规律,影响了全球水分循环过程和水量平衡,尤其对环境系统较脆弱的干旱、半干旱内陆区的影响更为显著,即干旱化效应的加剧。

b. 在干旱、半干旱内陆区,随着干旱化效应的加剧,水分循环和水量平衡进一步遭受破坏,使区域呈现气候异常,即白天和夏季气温偏高,夜晚和冬季气温偏低,日温差和年温差大,区域气候干暖化趋势显著。

c. 随着人口数量的快速增长、经济的发展和城市化进程的加快,用水量急剧增长,使区域水资源系统退化,以水资源循环为基础的水、热、汽运动过程遭受破坏,区域干暖化效应更为加剧。所以,在中纬度内陆干旱、半干旱区,全球气候变化引起的水资源系统的退化和人类活动导致的水资源系统的退化二者相互叠加、相互响应,是区域气候异常的主要原因。

本文主要从水分循环和水量平衡的角度,定性分析了区域气候异常与水资源系统的关系,为揭示中纬度内陆区水资源系统的演变模式及运行机制,建立地下水开采和全球气温升高对区域内干旱化和气温异常趋势的影响预测模型,提出防止区域气候异常加剧的水资源开发调控模式和防治对策,运用地理信息系统理论和方法,模拟可持续发展条件下区域地下水位的阈值图谱提供基本的理论基础。

参考文献:

- [1] 王大纯,张人权,史毅虹,等.水文地质学基础[M].北京:地质出版社,1995.
- [2] Kenneth D F. Climate change impacts on water resources and possible responses in MINK region[J]. Climatic Change, 1993, 24:83~115.
- [3] 周爱国,徐恒力,陈刚.北方地区地下水系统退化的气候干旱化效应[J].地球科学,2000(5):510~513.

(收稿日期:2001-08-02 编辑:熊水斌)