

加,其中积雪降水增加起主要作用。在我国东南部地区对流活动明显加强,这与硫酸盐气溶胶的影响明显不同。

气溶胶对亚洲季风的总体气候效应主要是减弱夏季风环流和降水,黑碳和沙尘气溶胶虽然可能会使对流与季风降水增强,但只限于局部地区。

二是对于干旱和暴雨的影响。最近 20 多年,东亚夏季风持续偏弱,江淮流域和华南多雨,经常出现暴雨洪涝,如 1991、1998、1999、2003、2005、2006、2007 年;而华北持续干旱,尤其从 1978 年以后。有研究认为(Xu,2001 年),近年华南和沿海地区工业经济迅速发展引起了硫酸盐气溶胶增加是导致我国夏季风雨带南移的一个可能的原因。硫酸盐气溶胶明显削弱到达地面的太阳辐射,而使地表降温,从而减小了夏季海陆热力差异,造成东亚夏季风环流减弱,西太平洋副热带高压脊线南移,季风雨带偏南。另外,也有研究指出(Menon 等,2002 年),黑碳气溶胶也可能是造成我国雨带南移和长江流域对流性暴雨发生频繁的一种可能机制。模拟结果表明,当全球气候模式加入较大比例的黑碳气溶胶而且中国南部气溶胶光学厚度大于北方时,模拟出的中国降水和温度变化都与观测结果相似。

进一步分析表明,黑碳气溶胶加入后,通过大气吸收太阳辐射,使大气柱加热,从而改变气柱的垂直温度廓线,蒸发、潜热通量、大气稳定度等物理特性,使得加入黑碳气

溶胶的地区上升运动加强,如果水汽供应充分,有利于对流活动和暴雨发生。局地对流的加强反过来又引发更大尺度大气环流产生相应的适应性调整,结果在上升运动区南北两侧诱导出下沉气流,抑制华北和华南降水的发生。其他研究也得到类似结果,即高层的气溶胶层可增加深对流的发生,因而有利于强降水出现。但对此 Ramanathan 等(2005 年)和张华等(2008 年)提出了不同看法,认为黑碳气溶胶加热大气可使大气稳定度增加,从而抑制对流,降水减少,干旱更易发生,因而这个问题尚需进一步研究。

我国的地形云降水是许多地区水资源的主要来源,尤其是在干旱和半干旱地区这种降水更为重要。但近年的研究表明(Rosenfeld 等,2007 年),自 1954 年以来,当山区山顶的能见度小于 8 km 时,由于气溶胶的影响,地形云降水可能减少 30%~50%,这表明由气溶胶造成的空气污染可明显减少山区水资源,干旱条件更易发生。上述研究结果表明,人类活动排放的气溶胶可能是影响我国干旱与暴雨区分布的一个因子,但其不确定性较大。

总之,大气气溶胶对水资源的影响主要是通过改变水循环实现的。大气气溶胶的气候效应之一是影响亚洲或东亚季风的强度以及云系的降水特征,从而改变降水的时空分布和降水强度。 ■

王浩(中国工程院院士)

水资源管理宜适应环境变化的需要

随着人类经济社会的发展,温室气体的排放量呈快速增长趋势,温室效应日趋显著,全球环境变化和人类活动从供水、需水及水资源配置与调度等方面深刻影响到水资源系统。

环境变化对水资源系统的总体影响包括:以增温为主要特征的气候变化对水资源总量、过程和空间分布、供需关系和水环境等都有显著的影响,给水资源持续利用和安全保障带来一系列巨大挑战;气温升高导致供需水发生逆向演变,水资源供需矛盾将进一步加剧;降水时空格局朝更加不利的方向演进,水资源调配的难度进一步增加;气候变化使北方地区水资源系统脆弱性加大,水生态与环境保护压力进一步加重;极端天气与水文事件发生频率增加,给水资源应急管理带来严峻挑战。

为了应对这种挑战,在水资源管理方面应该采取的总思路:

(1)承认气候变化的事实,遵循无悔原则。承认气候变化的事实及其对水资源的影响,同时认识到气候变化存在的很大不确定性,水资源管理要应对最不利的形势,遵循

无悔原则,努力提高水安全的保障程度。

(2)采取主动适应的策略,实现趋利避害。自觉履行水资源管理的公共职责,主动适应气候变化影响,加强水资源的需求管理和高效利用,强化水资源保护和水生态修复,增强水资源调配和管理能力,趋利避害,将气候变暖的负面效应降到最低程度,并充分利用和发挥气候变化的正面效应。

(3)服务又好又快发展,保障水资源安全。以服务于经济社会又好又快发展作为水资源管理的出发点和归宿,切实履行水资源管理的公共服务职能,在水资源承载能力范畴,满足经济社会发展的水资源合理需求。

(4)以资源承载力为约束,加强水资源综合管理。要加强气候变化对水资源影响的研究,强化供水管理、需水管理、用水管理和排水管理,努力维护水循环的经济社会和生态环境服务功能。

(5)广泛寻求合作,实施共同应对。气候变化对水资源管理影响十分广泛,要加强与相关部门的合作,促进信息共享,建立协同机制,共同应对气候变化带来的水资源挑战。 ■