

全球变化和水资源的可持续发展

陈家琦

(中国水利水电科学研究院 北京 100044)

摘 要 从不同角度阐述了在全球变化环境中水资源所面临的诸多问题, 提出水资源问题在全球环境与发展研究中应占有的重要位置。对在水资源的规划和管理中如何贯彻水资源可持续发展原则应注意的技术问题进行了探讨。

关键词 全球变化 生存环境 水资源开发 可持续发展

分类号 P467; TV 213; G353.11

1 前 言

全球变化的研究正在国际科学界展开, 集中表现在当前正在进行的几个全球性合作科研计划如 HP、IGBP、WCRP 等。在全球变化研究中水问题的地位虽已得到确认, 但还没有提到其应有的高度。在这些计划中对水资源变化的研究常作为气候变化的一个响应, 从而处于整个研究过程中接近尾声的一个环节, 只有当气候如何变化有了结果时才能进行。这些研究计划的完成需要几个十年甚至更长, 因此, 水的研究成果需要很多的等待。但现实世界的水资源问题日益突出, 出现水危机的地区不断扩大, 有的地方已形成对生存环境的威胁, 对水问题的研究刻不容缓。在全球变化的总课题中, 人为影响导致的水资源直接变化研究应占有一定的比重, 并研究相应的对策和措施。水资源的可持续发展原则是保护人类生存环境中重要的一环, 在国际上已经引起重视, 但迄今对如何具体执行尚缺少成熟意见。因此, 对水资源规划和管理中贯彻可持续发展原则的有关问题进行探讨十分必要。

2 全球变化研究中水的地位

从20世纪后半叶起, 人们开始意识到经济和社会的发展与环境的不断恶化相互关联, 并且由于人类社会的不断发展和科学技术的进步, 人类活动对自然环境的干扰也越来越大。在1972年民间组织罗马俱乐部发表了第一篇报告《限制增长》, 指出盲目追求经济发展可能导致社会因受到大自然和人类体系的制约而遭受致命打击, 为人类的前途敲起警钟。同年在斯德哥尔摩由联合国召开的“人类环境会议”第一次把环境问题提到国际舞台上以引起全世界的重视。此后世界上一些国家纷纷探索正确的发展道路。例如在1980年美国环境质量理事会发表的《2000年的地球》, 1987年世界环境与发展委员会发表的《我们共同的未来》等, 都是有关正确发展道路的代表作, 后者并明确提出可持续发展的概念^[1]。但是以上活动都未能在环境与发展问题中

摆正水在其中的地位。虽在1977年于阿根廷马德普拉塔召开的联合国水会议上对水问题进行了全面讨论,但在国际科技界仍未能把水与环境问题紧密联系起来。直到为1992年联合国环境与发展大会作准备工作时,一些与水有关的国际组织在都柏林召开了“国际水与环境会议——21世纪的发展问题”,并在会议通过的《都柏林声明》和《会议报告》中,比较系统地阐述了水在环境与发展中的地位和作用^[2]。由于这次会议的推动和国际水界的努力,在1992年6月于里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上通过的重要文献《21世纪议程》中,第18章专门谈了水的问题^[3]。

从90年代初正式开始执行的全球变化研究“国际地圈生物圈计划(IGBP)”已经进行了4个多年头,其中各核心项目的研究内容已逐步具体化并不断提高其可操作性,开始取得了一些进展。其中与水有关的核心项目“水文循环的生物圈方面(BAHC)”已制定出研究执行计划,其最终目标是估计未来水资源的变化。由世界气象组织(WMO)倡导进行的世界气候研究计划(WCRP)中设立了“全球能量与水循环试验项目(GEWEX)”,其主要目标是为了补充并完善与全球水文循环有关因素的全球观测系统,以进一步认识物理水文过程在气候系统中的作用。在这个项目中还设立了子项目“GEWEX大陆尺度国际项目(GCIP)”,主要为研制大尺度水文模型和水文/大气耦合模型,以提供把未来气候变化转换为对一个区域或流域水资源的方法。联合国教科文组织(UNESCO)主持进行的第4期国际水文计划(HP-IV, 1990~1995)定名为“在变化的环境中水文学与水资源可持续开发”,重点研究大气、地面和水系统界面间的过程,为建立大尺度水文/气候耦合模型打好基础。为实现上述各项研究计划,现有的各国水文气象观测布置和技术设施难以胜任,为此世界气象组织水文水资源司在1993年建议建立世界水文循环观测系统(WHYCOS),在充分利用各国现有水文站网基础上,进行必要的加强、改造和补充^[4]。这一切都说明在全球变化研究中水的地位的变化和加强。

全球变化研究的核心目标,是为进一步理解那些控制着整个地球系统并相互作用着的物理、化学和生物过程,为认识生命支持系统的整体以及在这个系统中发生的变化,特别是人类活动对以上这些过程和系统造成的影响。研究是为了尽可能减轻因人类活动造成对环境变化的不利影响,避免威胁人类生存环境情况的出现。水是地球上一切生物赖以生存最重要的物质和环境组成中最活跃的因素,也是人类社会发展和经济活动中的重要因素。通过全球水文循环,使水这一重要的环境因素带有全球意义。

当前强调的全球变化研究,是指在人类活动影响下因地球自然环境受到额外干扰而引起的附加变化。人类活动的基本目的是为了改善人类的生存条件和生活环境,但也带来一些不利因素。由于对水的需求日益增长,首先在一些水资源条件脆弱地区出现用水危机,而水环境的不断恶化使生存环境受到危害。因此,在全球变化研究中摆正水的位置实属刻不容缓。

3 水资源的全球变化研究

全球变化研究中 IGBP 的核心项目 BAHC 的研究内容,侧重于从研究地面和大气界面上水分和能量的交换与植被的作用入手,建立能表述土壤-植被-大气系统中水分和能量流时空

变化模型。其研究技术途径是从一个植被象素点上的土壤-植被-大气间水分和能量转换的小尺度一维模型逐步过渡到一个区域以至全球大尺度模型,以描述地面特性与水分和能量通量时空变化的关系。由小尺度向大尺度模型的过渡,目的就是为研究全球变化对生物圈和水资源局部变化的影响,对农业和水文特性的影响,还包括水资源和生物圈的局部变化、农业和水文的变化。把这些变化反馈到全球水文循环和气候系统中去,并引起其相应的变化。反复这个过程,或可进一步认识气候、水文和生物圈系统间复杂的且多方面的相互作用,以建立能对上述变化作出定量估计的数学模型,并对未来可能的变化进行估计。为配合上述研究,在BAHC计划中还包括研制可提供区域变量的程序和算法(或称人工天气生成器),以推估未来条件下由于某些因素的变化而出现的气候信息,用以推估水资源的变化。不难看出,这些研究并不能期望在短期内就可取得结论性成果,需要在不断充实资料、改进观测设施和技术、并有待遥感技术的进一步提高分辨率,以及计算机性能的进一步提高等基础上,逐步实现上述要求。特别是迄今为止对气候将如何变化,仍有争议,这就使全球变化对水资源影响的研究处于被动,不少专家认为现行气候模型对预估因人为影响而引起的气候变化还需作较大的改进,包括IPCC主席波林(B. Bolin)也承认由于人类社会的未来发展难以预见,气候系统的演进在一定程度上也是难以预估的^[5]。BAHC计划中已经注意到气候模型的进一步完善化是要在模型中反映水文循环的作用,但水文循环中的地面过程是在水文循环全过程中研究的薄弱环节,在这里地面过程却又是受人类活动影响最强烈部分,不但一些机理尚未完全弄清,又缺少实测资料,从而对建立能完整表达水文循环全过程的数学模型尚有不少困难。这个模型涉及的尺度范围由植被的象素元到全球大尺度,对不同观测资料的同化技术处理和不同尺度模型参数的参数化处理,以及不同要求的观测技术、设备和体系的改进与计算机性能的提高,都是有待解决的问题。在研究过程中由大尺度模型向小尺度模型转化,由小尺度模型向大尺度模型反馈,经过多次耦合、反馈、调整、平衡的反复运算,得到既能反映全球变化,又能比较切合实际地反映局部气候变化的结果,再据以估计当地的水资源变化。

根据对历史上已发生的现象所积累的资料和信息来推论今后可能变化的难点,在于至今人们尚不能很好地解释如气象、水文的历史信息中存在的长周期振荡或中短期变化的原因,因而不能对这些变化作出可靠的预估。因此,即使说由于温度气体排放量的增加可能导致气温的升高,也并不能说明从现在起今后几十年以至百年这一具体时段里,气温就一定会升高,因为这个导致“升高”的因人为影响引起的变化,还要叠加在大自然中已存在的自然振荡之上,后者的振幅显然比目前所能估计的因人为影响而造成的变幅大得多。这样就对预估从现在起今后一段具体时间内(例如到2030年或2050年)的气温变化预估还有许多不确定因素有待研究。因此,因气候变化可能引起的水资源变化,从定量上目前还未到能据以作出决策的程度。在当前水资源问题决策中,只能把这个问题作为不确定因素处理。

但除气候变化的因素外,水资源却因人类活动的直接影响而变化,如森林覆盖面积的锐减、土地利用方式的改变、城镇面积的扩大、农业技术的改进和水工程的兴建等都会影响水文规律的变化并因而影响不同地点水的供需关系,引起水环境的变化。全球变化研究的基本目标是探讨人类活动如何造成对环境的影响,并从而影响人类的生存和发展支持系统,以便及时采取有效措施进行防治。因此,对水资源的研究,也应按照其本身的特点,放在水资源的开发利用而引起的水环境可能恶化上,并予以努力防止和采取相应的防治措施。为维护人类的生存环

境和人类社会的持续发展,对水资源可持续开发的研究也就必然提到议事日程上。

4 当前面临的水资源问题

从20世纪后半叶以来,各类用水量的增加超过了供应能力,致使许多地区出现了用水危机。在一些国际会议上不断发出警告:“水资源正在取代石油而成为在全世界引起危机的主要问题;”^[6]“在干旱或半干旱地区因国际河流和其他水源地的使用权,可能成为两国间战争的导火线;”^[7]“淡水紧张和使用不当,对可持续发展和环境保护构成了严重而又不断增长的威胁”^[3]“由于世界上许多地区淡水资源普遍稀缺,而且逐渐被破坏,污染日益严重,加之不相容的人类活动泛滥,因此必须对水资源实行统筹规划和管理, ”^[8]等等。尽管如此,全世界用水量的增加却随人类社会的发展仍然保持上升趋势。据俄国什克罗曼诺夫(I A. Shiklom anov)的统计,全世界用水量从1900年的每年约5790亿 m^3 ,到2000年将增加到51900亿 m^3 ,即在100年中增长达9倍,其中前50年用水量增长约2.53倍,而后50年则约增长3.8倍。用水不断增长原因之一是随人口增长相应地对工农业产品要求增加,生活用水和工农业用水随之增长;其次是人们生活水平不断提高,这在发展中国家问题就更为突出。除人口压力外,用水量不断增加,但资金不足,供水能力建设跟不上,保护环境的投资就更加困难。因此水的供需形势趋于紧张,更易导致水环境恶化。

到20世纪80年代,发达国家人均日用水量约为发展中国家的10倍。发达国家的人口增长率一般较小,有的国家甚至接近零增长,而发展中国家人口增长率则相对较高。如果以人均占有年水量 $1000m^3$ 作为区分水资源供需是否紧张的下限,则根据国际人口行动组织(Population Action International)的一份报告中统计,在全世界有关于水的统计资料的149个国家中,在1955年人均年占有水量不到 $1000m^3$ 的国家有7个,到1990年这样的国家就达到19个,预计到2025年将达到30个。^[8]以中国为例,在多年平均年径流量不变的条件下(按27115亿 m^3 计),在1955年人均年占有水量为 $4452m^3$,到1990年降为 $2335m^3$,而到2025年则将降到 $1761m^3$ 。因此,人口的压力不容乐观,如不下大力气控制人口增长,将因各类用水增加导致过度开发水资源而使水环境恶化,形成灾难性后果。从人类社会的发展过程看,在一定阶段用水的增加是必然的,供水能力的增加要适应用水增长的需要,但供水能力的增加除受财力和物力的制约外,还必须注意自然条件的限制。如使自然条件受到损害而影响到天然的供水能力,则后果是十分严重的。怎么办?一个共同的结论就是寻找一条水资源可持续开发的途径。

5 水资源的可持续开发利用

水资源是一种可更新的自然资源,对于水资源的开发利用,应当注意开发强度不要超过其自然更新的能力,这是保证水资源可持续开发的首要问题。水资源可持续开发主要是为了保障人类社会的持续发展,维护人类的生存环境。这一原则已为国际公认,但如何实施这个原则尚缺少可供操作的具体技术方法。总的来说,实施水资源可持续开发原则,要既能发挥水的功能

有利于社会和经济的发展,又能保护好环境,合理有效地利用水资源,又能使因水引起的自然灾害减到最低,并尽量杜绝人为引起的水灾害发生。为此,应对有关问题进行探讨。

5.1 关于河流水资源的科学分配

对沿河各主要河段或地点应按照其自然条件确定出可引到河道以外地点的最大可供水资源量的分配方案,作为进行供水工程规划的依据,以防止因不合理开发引用而对工程下游地区用水造成威胁。由于天然来水自然变化的随机性,如由于来水的年际变化和出现连续多年少水段等,以及年径流量中洪水的大部和涝水都无法利用,要求比较稳定可能利用的水资源只是全部来水中的一部分,为了顾及上下游的关系,不能把这个工程所在地点上的全部径流都作为在这个点可引向河道以外的水量。因此,在持续开发的要求下,应当适应变化中的社会要求,不能只按照现状条件下上下游的用水情况来分配其范围内的水资源,而应考虑流域中不同地区经济和社会发展速度的差异而带来用水的矛盾。对于来水变化中的不确定性,一是远景的与上游地区经济和社会发展相应的用水量难以正确估计,二是可能的因气候变化带来的来水量的变化。因此,在分析河流中不同地点可供水量分配时,要留有足够余地,决不能满打满算。可行的办法是按一定保证率来水进行分配,且除社会用水外,还需留足保护环境和生态要求用水。

5.2 关于工程的洪水安全保证率和供水保证率

工程的洪水安全保证率包括设计和校核洪水标准,对供水工程则分别供水对象规定供水保证率,并均以法定形式规定于相应的规程或规范中。为执行水资源可持续开发的原则,仍然应当执行根据国家具体条件和安全与经济原则制订并经法定程序审定批准的各项标准,但应从维护人类的生存环境这一出发点,适当予以补充。可持续发展的原则要求社会和经济的发展不要人为影响造成巨大损害甚至灾难。对水工程而言,虽然已经规定了洪水安全标准,但也要尽量避免因发生超标准洪水导致垮坝并造成对下游的毁灭性灾难。解决途径的关键在于要在设计思想上认识任何一种洪水安全标准的背后,还有发生超标准洪水的风险。不能只对设计或校核标准负责,而不考虑如果一旦发生超标准洪水的可能产生的后果及应采取的非常措施,努力把损失减到最小程度。这个思想在60年代曾由谢家泽提出,但并未能在实践中推广。

对于工程的供水保证率,也应在设计中考虑到如遇达不到设计供水保证率的特枯来水年时,应考虑和安排非常补救措施,进行非常调度,以求总体损失包括经济和社会方面的损失降到最小。

水库工程在运行一个阶段后,会出现因工程老化和水库淤积等影响其原定的防洪和供水标准,如果供水区的发展使原定标准不能适应,就要考虑后续工程包括扩建原有工程或新建工程以适应新的用水要求,但这种增加应限定在原定的水分配限额以内。也就是说,在进行工程的规划设计时,虽然仍按规定要求考虑设计或规划水平年的供需情况,但也要估计到在超过设计(规划)水平年后会出现的情况,以及可能的补救措施,以保证这一地区可持续发展。

5.3 关于供水和水环境保护问题

水资源开发利用引起的水环境问题不容忽视,这也是可持续发展的一个重要原则。必须强调在制定供水规划的同时,制定因供水增加而相应增加的废污水治理规划;并在兴建供水工程的同时,也要安排落实废污水治理工程的修建。这个问题虽提出多年,但实施上常遇到困难,这主要是管理体制上的不适应,即常因修建供水工程部门与治理废污水部门分属不同系统,计划上很难协调一致,其结果就导致水环境的日趋恶化。若不能下大力量有效地解决这一问题,必

将影响水资源的持续开发,并对人类的生存环境造成威胁。

综上所述,为维护全球生命支持系统的稳定而研究全球变化时,对水资源的研究不应仅局限于因气候变化导致水资源的变化,而更为迫切的是人类活动直接对水资源变化的影响。全面贯彻水资源可持续发展的原则,并及时在水资源的规划、设计、管理等方面制定相应的政策和规定是十分必要的。

参 考 文 献

- 1 WCED. Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987
- 2 ICWE. The Dublin Statement and Report of the Conference. International Conference on Water and the Environment, Dublin, 26~ 31 Jan. 1992. In: Global water Resources, ed by Young GJ et al. Cambridge: Cambridge University Press, 1994
- 3 UNCED. Agenda 21. Chapter 18. Earth Summit 92. London: The Regene Press Corporation, 1992. 157~ 172
- 4 Rodda J C al. World Hydrological Cycle Observing System. Hydrological Sciences Journal 1993. 38, (5): 373~ 378
- 5 Bolin B. Trust the Science. Our Planet. 1995, 7(2): 23~ 24
- 6 WCED. Sustainable Development and Water: Statement on the WCED Report "Our Common Future". Water International. 1989, 14(3): 151~ 152
- 7 Biswas A K. Water for Sustainable Development in the 21st Century. President's Address to 7th World Congress on Water Resources. Morocco. Water International. 1991, 16(4): 219~ 224
- 8 Engelman R and Le Roy P. Sustaining Water-Population and the Future of Renewable Water Supplies. Population and Environment Programme. Population Action International, 1993

Global Change and Sustainable Development of Water Resources

Chen Jiaqi

(China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100044)

Abstract: This paper discussed issues that water resources are faced with the global change studies, as well as the due important position of the water resources in the assemble program of global change studies. This paper attempts also to discuss some relevant technical issues in water resources planning and management in implementation of the principle for water resources sustainable development.

Key words: global change; survival environment; water resources development; sustainable development