

流域生态水文格局与水环境安全调控

The Eco - Hydrological Pattern of Basin and the Safe Accommodation of Water Environment

严登华¹ 何 岩² 邓 伟²

(中国科学院长春地理研究所, 博士生¹; 博导² 长春 130021)

受到自然和人类非理性活动的影响, 世界范围内的水体污染日益严重, 水环境问题已经成为一个严峻的生存问题摆在世人面前。在将城市作为水环境的污染大户进行深入研究之后, 人们又发现农业污染更是水体污染的罪魁祸首。联合国教科文组织 (UNESCO) 在 1998 年《世界科学报告》中指出: 在面临全球环境日益恶化的前提下, 保障淡水环境的可持续性科学研究的首要目标。水环境管理已经从上世纪 60、70 年代的最优管理, 70、80 年代的综合管理已经过度到当今的集成化管理。水环境问题产生的关键是地表生态水文格局的紊乱, 流域尺度是水环境管理和研究的最佳选择尺度, 生态学和文学的交叉学科生态水文学是水环境安全调控的有效理论和工具, 建立和谐的生态水文格局, 是实现水环境安全的关键之举。

一、水环境问题产生的关键——生态水文格局的紊乱

水是地球表层系统中最活跃的因子, 有两方面的效用。首先, 水是岩石、土壤和生物体等的重要组成部分或构成物质之一。其次, 水是地球表层系统 (epi-sphere) 中物质和能量传输的载体, 地球表层系统中绝大多数物质的运移都是以水溶液的形式进行的, 同时, 水有较大的比热, 是重要的能量传输介质。水环境问题的产生即水体污染主要是水在作为物质和能量传输介质发生循环的过程中, 大量的有毒有害物质 (能量) 进入到水体中, 使水体的水质和水体底质的物理、化学性质和生物群落组成发生变化, 从而降低了水体的使用价值和功能。

一定地貌格局控制下的生态过程和水文循环, 彼此都具有一定的等级结构。两者相互促进, 同时又相互制约, 在一定的时间和空间上发生耦合, 形成具有地域特色的生态水文格局。这种生态水文格局制约着物质和能量向水体中释放和从水体中吸收。在一定意义上讲, 生物在其生命周期内, 主要是从环境中择取物质和能量, 包括从水体中吸纳部分物质, 同时向环境中释放排泄 (溢) 物, 以满足其自身的生存和发展。地球表层系统的生物的发育, 增加了地表的粗糙度和稳定度, 降低了水沿着地表发生运移的速率和及其夹带能力, 减少了物质向水体中的释放。自然进化的历程中, 水文过程和生态过程相互影响, 生态水文格局向着和谐的方向发展。

人类作为地球表层系统中重要组成部分, 需要从地表生态水文过程中择取一定的物质和能量, 供人类自身的发展。然而, 随着人口的增加, 择取的物质和能量也相应地增多, 对地球表层的压力增大。人类的非理性活动, 直接导致和谐的生态水文过程的破坏, 如下垫面的不合理重组 (即 LUCC 非正常变化)、生态破坏 (如水土流失、土地“三化”) 等, 使得物质和能量向水体中的排放发生紊乱; 同时, 人水争地, 减少了水的生态空间, 破坏了水体环境。此外, 地球内部物质活动以及天体作用、自然应力引起的变化也导致地表生态水文过程的破坏, 如火山地震, 重塑了地表的生态水文格局。

从流域的角度综观水环境问题的成因, 就是和谐的生态水文格局遭到破坏。城市和工业对水环境的破坏可以认为是一种特殊的 LUCC 状态下生态水文过程的突变。近百年来, 水环境问题的恶化, 主要是受到人类活动的影响, 具体表现为三种效应的综

和保护意识, 共同关注这个容易被遗忘的角落——矿区。

参 考 文 献

- [1] 黄毅诚. 中国能源与环境协调发展的战略选择. 煤矿环境保护, 1992(3)
[2] 隋鹏程. 中国矿山灾害. 湖南人民出版社, 1998

- [3] 张璞. 矿产、资源开发对生态环境的影响分析, 中国矿业, 1999(4)
[4] 庞跃辉. 资源开发与环境保护——西部大开发的关键问题. 矿业安全与环保, 2000(2)
[5] 申宝宏. 采矿工程灾害与环境损伤的基础理论问题. 矿业安全与环保, 2000(4) (责任编辑 肖庆山)

合。(1) 全球变化,温室效应,气候变暖,导致降雨发生的时间和空间在地域上出现重新组合。(2) 区域紊乱,“三废”排放,污染物进入水体中,导致区域性的环境酸化。(3) 局地变化,局地下垫面的重组,导致局地的产水、蓄水混乱,水环境容量下降。综观这三方面的效应,归结起来,就是人类活动超出了水环境的承载力,导致生态破坏、区域水文过程紊乱。水环境问题产生的核心就是生态水文格局的紊乱。

二、水环境管理和研究的最佳地域尺度——流域尺度

水环境问题的发生受到地表生态水文过程的制约,具有整体性和系统性。景观单元是生态过程发生的最小地域尺度,一组景观单元的地域综合形成坡面,坡面组合形成最低一级流域,它是水文循环发生的最小地域尺度。低级流域组合形成高级流域,高级流域再在更高层次上组合形成更高一级的流域。在一定地貌格局控制下,流域具有层次性和分维特征,因而生态水文格局是具有层次性和自相关性(分维特征)的组合系统。水环境系统的演化受到全球变化、流域特征和局地生态水文情势的影响。从研究的尺度上来说,流域尺度上的研究是其最佳的选择。传统意义上的水环境管理都是从行政区域的角度进行,然而在大多数情况下。行政边界与流域边界具有不整合性,使得水环境的管理也就失去了其整体性。目前,国内外都开展了大量的从流域尺度进行水环境管理的研究,国外对一些大河的管理也逐渐开展了从流域尺度进行的管理,并制定出相应的战略、对策和措施。相比而言,我国这方面的工作较弱。为使国内研究和管理与国际接轨,我国也应该采取一定的措施进行大江大河的流域集成管理。

小流域是流域的基本单元,从小流域的角度出发,研究生态水文过程对水环境系统的调控,以此为基础,在高一层次上进行综合,从而实现全流域水环境的持续管理。同时,小流域内的生态水文情势比较均一,研究更具有可操作性。

三、水环境调控的有效理论和工具——生态水文学

从水环境发展的本身来看,提高淡水生态系统抵御外界干扰的能力并维护其本身的结构和功能是实现淡水环境可持续管理的基础。淡水的可持续管理模式必须是与环境友好,在经济上可行,同时社会是可以接受的。成功的水环境管理,不但要削减对水环境所构成的各种危机(或压力),而且还要为水环境的合理利用创造更多的机会。而要实现这

个目标,必须注重对淡水生态系统的功能与大尺度的水文过程的综合研究,将流域、水和生物动力三个要素综合到一个超有机体(super organism)上。这也决定了水环境管理的原则——在一定的经济条件下实现生物多样性、水质、水量的和谐平衡。淡水生态系统的动力学和水文过程的综合必将为淡水环境可持续发展奠定基础。然而在很长一段时间内,水环境调控的主导措施是基于水文机制的水利工程技术。近年来,采用生态措施对水环境进行调控成为研究的热点,然而,单学科的研究很难逃脱其本身的局限性,即使人类采取了很多措施,却仍难达到预期的成果。

在这种背景下,“生态水文学”作为一门水环境综合研究和管理的科学,于1992年在Dublin水与环境国际会议上正式提出,1995年被列入联合国教科文组织国际水文计划第二阶段(UNESCO/IHP 1996~2001)的研究项目之中。

生态水文学是生态学与水文学的交叉学科,目前尚未有统一定义。I Rodriguez - Iturbe认为生态水文学是研究生态格局和过程下的水文机制的科学,气候—植被—土壤的相互作用是其控制性的因素,土壤湿度是其关键的研究因子。IHP-列出的地表生态水文过程(eco hydrological process in the surficial environment)包括植被变化,土地利用和侵蚀过程,水库和三角洲的沉积过程,河系、洪泛平原和湿地之间的关系及地表水过程,并认为生态水文学的实用性含义(Working definition)是研究在不同时空尺度上水文过程与生物动力过程相互综合的科学。生态水文学研究是要获得水环境可持续管理的方案,有明确的学科研究目的。严登华等认为生态水文学是研究一定时空尺度上生态过程与水文过程的耦合演进规律及成因,探求协调的生态水文模式,应用于水资源可持续管理实践的科学。生态水文学研究在生态学、水文学及环境学的相互研究中有所涉及,但总的来说,目前生态水文学是一门年轻学科。Zalewski M等在《UNESCO/IHP-2.3 2.4项目实施背景、设想、原理和科学指南》中,指出生态水文学研究的设想包括:(1)采用生态水文学方法提高河道的抵抗、维持和缓冲能力,实现水环境持续利用;(2)河流、水库和河口的脆弱性决定于水文和生物过程的时间演化,这些演化会在人类的干预下发生变化;(3)营养物质进入到水体环境的方式和强度决定于人为因素对流域内的水文和生态特征的干扰;(4)洪水的强度及持续时间受到河道系统生物过程的改变,即水文变化受到生态格局的影响;(5)河流中营养物质富集状况受到地表水和河道生物结构的影响;(6)污染物的转移和变化受到水力—水文格局和河流廊道生态特征的影响;(7)基于GIS的生态水文学方法应用于由交错带和

基本斑块组成的流域,获得在微观尺度上的水文和生态信息,在高一级尺度上汇合,这种对水文信息的增加将会对流域水文格局做出更深刻的解释;(8)对生态水文过程的深刻理解和预测能力的提高是水环境和景观高效管理的基础;(9)交错带(河岸缓冲区、湿地和洪泛平原等)结构的理想化是降低污染物从流域进入河流和下游水体的一个主要工具^[3]。

生态水文学一经提出,就广受人们的青睐,有的学者认为生态水文学是实现淡水资源可持续利用的重要理论和有效工具,通过生态水文学的研究,人类有望走出水环境问题的困境;有的学者认为生态水文学将是今后几年内水资源可持续开发利用研究中最有意义的前沿学科。联合国教科文组织主持的国际水文计划第一阶段研究(UNESCO/IHP-)中也把生态水文学作为其重要的研究领域,并在26个国家和地区开展了39个项目的研究。

四、建立流域和谐的生态水文格局,实现水环境的安全调控

当前,自然和人类非理性活动对生态水文格局的破坏特别严重,地表生态水文过程已经失去了其和谐发展的态势。探求生态水文学演化规律,谋求和谐生态水文格局已经成为区域水环境研究的当务之急。对遭到破坏的生态水文格局进行修复和重建,建立和谐生态水文格局是实现水环境安全调控的关键所在。

科技动态

减少汽车污染的蒸馏装置

据英《新科学家》2001年2月3日报道:美国奥斯汀得克萨斯大学和福特汽车公司的研究人员对汽车尾气的测试表明,一台汽车发动机发动半小时,排放的碳氢化合物有80%是在最初的两分钟内喷出的。原因是汽车在最初启动的两分钟,发动机是冷的,等发动机变热之后,汽油燃烧比较完全,排放的碳氢化合物就明显降低了。

汽车发动机只能燃烧蒸发以后的汽油,但目前的汽车发动机在刚启动时,因为发动机是冷的,故吸入的汽油没有挥发而仍然呈液态,于是刚启动的汽车从尾喷管喷出的就是没有完全燃烧的燃料。这些没有完全燃烧的燃料和氮氧化物反应还会产生臭氧这种烟雾成分。

目前,国外已经对生态水文学及地表生态水文格局进行了深入研究,在我国,这方面的研究非常少,目前的研究还是停留在学科的引入及相关含义的解释上,同时,受学科局限,对生态水文学研究的理论框架和方法体系尚未建立,因而在我国必须大力加强生态水文学研究。

主要参考文献

- [1] I Rodriguez - Iturbe, Ecohydrology: a hydrologic perspective of climate - soil - vegetation dynamics[J]. Water resource research, 2000, 36(1): 3 ~ 10
- [2] Zalewski M, Janauer G A, Jolankaj G. Ecohydrology. A new paradigm for the sustainable use of aquatic resource[A]. In: Conceptual Background, Working Hypothesis. Rational and Scientific Guidelines for the Implementation of IHP - Project 2.3 2.4, Technical Document in Hydrology. No. 7[C]. Paris: UNESCO, 1997, 55 ~ 80
- [3] 刘昌明, 孙睿. 水循环的生态学方面: 土壤/植被/大气系统水分能量平衡研究进展[J]. 水科学进展, 1999, 10(3): 251 ~ 259
- [4] 穆宏强, 夏军. 水文生态耦合模式的理论框架[J]. 人民长江, 1999, 30(增刊): 65 ~ 67
- [3] 严登华, 何岩, 邓伟, 等. 生态水文学研究进展[J]. 地理科学(待刊出)
- [4] 邓伟, 何岩. 水环境: 21世纪人类更加关注的重大环境问题之一[J]. 地理科学, 1999, 19(2): 97 ~ 101
- [5] 严登华, 何岩, 邓伟, 等. 水资源地域耦合空间结构初探[J]. 华北师大学报(自然科学版), 2000, 32(4): 82 ~ 87
- [6] 武强, 董东林. 试论生态水文学主要问题及研究方法. 水文地质与工程地质, 2000, (2): 69 ~ 72

(责任编辑 王宏章)

(上接第21页)

一定建立在产生二氧化碳的地方,因为风可以起关键作用,只要风一直在地球的周围吹,二氧化碳就会在通过散布在全球各地的氢氧化钙“湖泊”的上面时,被大部分吸收掉。

于是,得克萨斯大学西南研究所的 Rudy Stanglmaier 和福特汽车公司合作设计了一种蒸馏装置,可使发动机在实际上还是冷状态时也像已经变热一样,在汽车点火的瞬间就能使汽油完全燃烧,减少污染。

Stanglmaier 设计的这种蒸馏装置,利用来自汽车发动机的热量从汽油中分离出5%的最容易挥发的碳氢化合物分子,并将这些挥发的碳氢化合物储存在一个容器中,供发动机启动时使用。由于这些已挥发的燃料分子大部分在发动机处于冷状态时也能立即燃烧,这就大大减少了不燃烧的碳氢化合物数量,也即减少了对环境的污染。这个蒸馏装置的重量只有2.5公斤。(刘先曙)

Zioch 计算,20万平方公里的氢氧化钙“除气器”每年可以吸收约7吉吨二氧化碳,这一数字等于人类每年排放的二氧化碳总和。

(刘先曙)