

流域管理基本法则研究 ——以长江流域系统管理为例*

何太蓉^{1,2} 杨达源¹ 陈可锋¹

(1:南京大学城市与资源学系, 南京 210093; 2:重庆师范大学地理系, 重庆 400047)

提 要 流域是自然形成的水动力系统, 流域管理是以水资源为中心的科学研究。“管理”是用法律、规范、条例、办法等来实现的, 而流域是复杂的系统, 具有整体性、动态性、耗散性, 同时它是人类赖以生存的资源环境。因此流域管理就应该顺应河流流水的动态变化。长江流域的管理是一项系统工程, 应坚持以综合管理为根本、以科学预测为基础、以降低熵值为目标、以环境安全为核心。即在坚持整体综合全面统筹的前提下, 其治理和开发必须以科学预测为基础, 尤其是洪涝灾害的治理应该有中长期的灾害预测作为启动治理工程的根据; 同时管理的目标是降低系统熵值以加大系统稳定性和有序性; 还有长江流域管理的核心任务是流域环境安全, 以保证流域经济、社会和生态的可持续发展。

关键词 流域管理 预测 环境安全 长江

分类号

水系的汇水范围即为该水系流域, 它是自然形成的水动力动态系统^[1]。流域都有汇集、贮存和安全排泄洪水的功能。流域的单元地貌包括河道、河漫滩、河流阶地、冲积扇河谷和分水岭高地等, 每一个单元地形都有其特定的水文功能和生态潜力^[2]。流域管理是指国家以流域为单元进行的水资源统一管理, 具体包括对水资源的开发、利用、治理、配置、节约、保护以及水土保持等活动的管理^[3,4]。在实际管理中, 由各地区水行政主管部门依据相应的法律、法规、条例、规范、办法等实现具体的管理活动。由于流域是系统, 具有整体性、动态性、耗散性等特征, 而法律、法规、条例、规范、办法等是人为制定的条款, 存在分块性、静态性和滞后性等问题。因此如何管理流域的动态变化问题成为流域管理中亟待解决的关键问题。本文以长江流域系统管理为例, 探讨了流域管理的基本法则, 为中国流域管理提供借鉴。

1 以综合管理为根本

流域首先是一个自然形成的系统, 流域管理首先是系统管理。系统具有整体性, 因此其管理应该是以综合管理为根本。从这一点出发, 流域管理即是通过流域内水资源的统

* 2003-08-28 收稿; 2004-09-16 收修改稿。何太蓉, 女, 1973 年生, 博士研究生, 讲师。E-mail: he_trong@263.net

一管理, 加强江河、湖泊泻洪排涝和抗旱的能力, 改善流域水环境, 为流域内国民经济和社会发展提供有效的水资源保障。

长江是中国第一大河, 世界第三长河。发源于青藏高原唐古拉山脉主峰各拉丹冬雪山西南侧, 在我国东南海岸注入东海, 全长 6300km。习惯上可将其分为三段, 河源至湖北宜昌为上游, 宜昌至江西湖口为中游, 湖口以下为下游。长江流域面积约 $180 \times 10^4 \text{km}^2$, 横跨中国大陆的三大地势阶梯, 地势西高东低, 整个流域中, 山地占总面积的 65.6%, 丘陵占 24%, 平原占 10.4%。长江流域的管理目前仍以各省区市水行政主管部门为主, 在重点河段和边界河段则由长江流域机构长江水利委员会进行管理。因此主要还是一种分散的管理体制, 即流域内水资源的管理被强制性地分割到各行政区。虽然流域机构被定性为国务院水行政主管部门的派出机构, 在流域内行使水行政管理职责, 而事实上流域水管理权力已被各行政区分割殆尽, 流域机构的地位显得十分尴尬。只能被限定在特定区域(如重要河段、边界河段)和特定标准内(如取水许可的限额以上)承担水管理职能或取水许可管理职能。这对整个流域水资源开发利用和管理的调控起不到实质性作用, 无法承担对流域水资源进行综合全面管理的职能。

从流域的各单元地形的水文功能分析, 由于每一个单元地形都有自己在整个流域系统中的特定功能和作用, 如果其中任何一个单元地形发生了生态改变或是退化, 不能正常发挥其水文和地貌功能, 从而导致整个系统不能正常发挥其应有的功能^[2]。例如, 冲积扇上的自然草类生态被灌木或乔木取而代之, 冲积扇就会被沟谷分割而形成集中水流, 其原有的分散和削弱径流能量、拦截碎屑物和泥沙、过滤和清洁地表水以及有效渗透和补充地下水的功能就会下降, 进而引起地表水量大增、土壤水分含量降低、植物产量以及保护性的地表覆盖就会越来越少, 最终导致沙漠化进程加速。流域是一个系统, 流域内的各单元地形是密切联系的。如河道的正常状态与其河漫滩、阶地和植被群落的正常状态关系密切。因此, 每一个单元地形都应纳入流域规划程序和流域目标配置中去。规划程序中忽视任何一个单元地形, 则流域的正常功能就会削弱。

长江流域是一个庞大的整体区域, 在流域内的任何一项工程都会导致全流域的影响^[5], 尤其是上游的大型水利工程。三峡工程对长江流域生态与环境的影响是深远的, 形成的三峡水库对库区以及中下游都有多方面的影响, 有的影响是不可逆的, 也是难于补救的。

因此从流域整体性出发, 流域管理应该是以综合管理为根本。从机构设置方面, 应该打破以往绝对分散性区域管理, 将区域管理的骨干力量联合起来, 建立有效的具有综合性实体性的流域管理委员会。也即将流域机构定位在长江流域这个区间上的区域利益共同体, 要做到流域整体利益和区域利益在流域机构决策中得到平衡。这样, 长江上游的水土保持、下游的洪涝灾害以及上游污染危及下游的情况才会得到有效控制。流域的上下游、左右岸、干支流都是大系统中的小系统, 是紧密联系的大集体。只有以流域的整体利益、整体系统的平衡为各系统的根本, 则流域的整体持续发展才能实现。

2 以科学预测为基础

流域是自然形成的水资源动态系统, 动态性是系统的重要特征。系统是由多种成分和部分组成, 其中一个成分或部分发生变化, 都会通过系统内部的物质循环、能量流动和信息传输导致其他成分或部分甚至系统整体发生变化。正因为系统的这种动态变化的特征,

在流域管理中要以科学预测为基础。

长江流域的管理无论是各省市的水行政主管部门还是共同的流域机构，其管理行为的依据都是法律、法规、条例、办法等条款。而通常为了维护法律的稳定性以及法制建设的不够完善，导致在管理中碰到许多法律无法解决的新问题。关于长江流域管理的国家级法律法规主要有水法、环境保护法、防洪法、水污染防治法、水土保持法等，还有相应的防汛条例、河道管理条例如《长江河道采砂管理条例》等。各级地方政府又有相应的系列条例、办法等，如重庆市与水有关的法规有 11 个。由于法律条文是“死”的，而流域则是变化的活的有机系统，因此在进行管理的过程中应该在综合研究和科学预测的基础上完善法律体系，建议出台《长江流域法》这样的综合性法律，用于指导流域的全面动态管理，同时要求条文的制定要具有科学性，最好能体现动态变化的特征。

长江流域的管理以科学预测为基础，尤其在流域防洪管理中应予以重视。虽然有防洪法对防洪的各方面进行规范，但是河道内洪水位和洪水量是在不断变化的。以 20 世纪长江流域的几次大洪水为例，由于长江上游天然林的破坏，保水、蓄水能力降低，更由于上游生态环境恶化，来沙量大增（表 1），从而引起中下游河道抬高。因为几十年来长江的洪水、枯水、含沙、输沙一直在变化，1998 年与 1954 年和 1931 年相比，低洪峰流量却导致高洪水水位（表 2）。其中一个重要原因就是上游的土壤流失引起中下游河床的淤积抬高，洪水位越来越高，河堤也越筑越高，抗洪压力越来越大。

表 1 20 世纪长江流域土壤侵蚀变化^[6]

Tab.1 Changes of soil erosion in the Yangtze River in 20th century

| 年份 | 侵蚀面积 (km ²) | 年侵蚀量 (10 ⁴ t/a) | 植被盖度 (%) |
|------|-------------------------|----------------------------|----------|
| 1919 | 50000 | 15 | 42.0 |
| 1949 | 360000 | 100 | 23.6 |
| 1979 | 560000 | 235 | 11.3 |
| 1998 | 562000 | 240 | 11.7 |

表 2 20 世纪长江三次洪水的比较^[6]

Tab. 2 Comparison of three floods belonging to 20th century

| 记录年 | 最大洪峰流量 (m ³ /s) | 最大洪水位 (m) | 死亡人数 (人) |
|------|----------------------------|-----------|----------|
| 1931 | 64600 | 28.28 | 145000 |
| 1954 | 76100 | 29.73 | 33000 |
| 1998 | 63600 | 54.49 | 2000 |

因此长江流域的洪灾治理需要预测，而且需要中长期的科学预测。需要了解各成分的变化趋势，它们相互之间的影响，尤其是要研究各单元地形水文功能的变化。从分水岭到坡地汇流成小沟谷，然后经过冲积沟口和冲积扇进入主河道，还有河漫滩和阶地等。每一个单元的水文功能发生退化，则整个流域系统的水文功能也会退化。河道系统发生改变，如截弯取直，引起河道坡度加大，水流速加大，从而加大水流的下切能力和河岸侵蚀的危险，还有河道变宽，则泥沙搬运能力下降，形成心滩、边滩、斜滩等，更加大水的流速和

河岸侵蚀能力。这些都将引起洪水排泄通道的变化，在防洪工程中应予以考虑。

长江流域管理的其他方面，如取水、水污染的防治等，同样需要以科学预测为基础。

3 以降低熵值为目标

流域是自然形成的水资源动态系统，是一种动态有序的耗散结构。

一个系统要处于耗散结构，即动态有序，必须满足以下几个条件：(1) 系统开放。(2) 远离平衡态。(3) 非线性相互作用。(4) 涨落现象。上述条件是相互紧密联系的，根据这些条件可以把耗散结构定义为：在非平衡条件下产生的，依靠物质、能量、信息不断输入和输出条件来维持其内部非线性相互作用的有序系统。流域系统符合耗散结构的要求。首先，这个系统是开放的大系统，与所处的环境存在物质流、能量流、信息流；其次，流域系统是远离平衡态的，平衡态的特征是各要素均匀单一，无序，熵值极大，混乱程度最大，显然，流域系统在时间上、空间上和功能上能保持有序，因此它是远离平衡态的；流域系统内部要素和子系统之间是非线性结构，系统内各要素和子系统之间有着相互制约、相互推动的非线性关系；另外，流域系统还不断受到外界的影响而产生无数个“小涨落”，当涨落影响的程度达到一定的结果时，系统就会产生“巨涨落”，从当前的状态跃到更有序的状态，形成新的耗散结构，从而不断地推动流域系统向前发展^[7]。

熵是系统的一个状态函数，其改变量的大小仅与研究对象的起止状态有关，同时熵是系统无序程度的度量。在无人为干扰的情况下，流域系统会自动从环境中输入负熵而使系统产生有序。而流域又是人类赖以生存的环境，他会从流域环境中输入负熵流来达到自身系统的有序，与此同时导致了流域系统的无序，或者说引起了流域的熵增加。因此，从耗散结构的角度对流域管理就应该这样理解：依据流域耗散结构中熵变与系统有序性的关系，通过人为的干预调控行为，降低系统的总熵值，使流域达到有序状态。

管理的目的是保持系统的有序性，这就要求流域内各子系统保持一定的秩序，而且在组合上协调、适度，并能保持动态平衡协调，最终实现流域系统的良性循环、演化。流域系统是耗散结构也说明流域的有序是一种动态有序，有从低度有序向高度有序演化的进程。但由于许多不合理的人类活动，如流域内的陡坡垦殖、砍伐森林、排放污水等，都会破坏原有系统的有序状态。此时要通过相应的流域管理措施和行为使之重新回到有序的轨道上来。其目的是降低系统的总熵值，增大系统的有序度，让流域系统处于良性循环状态。

总之，流域管理要以降低系统熵值为目标，尽量遵循自然规律，减少人为不合理的行为。

4 以环境安全为核心

从一般意义上讲，环境安全包括两个层次的内容：一是针对人体健康和生产技术活动的生产技术性安全；二是上升到社会的政治性安全^[8]。作为国家生存和发展的必要的物质基础和基本保障条件，资源环境安全问题始终是世界各国持续发展的核心任务和基本要求。流域环境安全是指流域水资源和水环境的有效管理和合理使用，强调流域系统平衡和利益协调，这是流域管理的核心任务。

长江流域面积大，人口多，各类资源在全国均占有相当的比重。但由于开发历史悠久，再加上地区之间发展水平不平衡，上、中、下游均存在各自的环境安全问题，这危及到各

区域经济、社会、生态的可持续发展。如长江源区海拔高，气候干寒，土壤瘠薄，是全球气候变暖的敏感地区，已成为全球热污染的受害区，同时源区东部草场严重过牧。金沙江段落差极大，达 3000m，因此水力资源富集。但由于该段地质构造复杂，地貌类型多样，山高坡陡，同时断裂带发育，致使岩层破碎，再加上雨量丰富，风化和重力作用强烈，更有长期以来毁林开荒、陡坡耕作，造成水土流失非常严重。长江上游段（宜宾至宜昌）由于人口集中，垦殖历史悠久，又是建设重点地区，水土流失严重；同时水污染、水环境的压力也非常大。长江中游段（宜昌至湖口）由于泥沙淤积和多年来的围垦，调蓄洪水的湖泊面积大大缩小，导致洪灾威胁加剧。同时湖泊湿地生态遭到严重破坏，引起生物多样性降低。长江下游段（湖口至入海口），一是存在与中游类似的洪灾威胁，二是因人口和产业密集，引起河湖富营养化和严重淤积等水环境问题，三是泥沙在长江口的淤积和江水对江堤的冲刷引起了河道的航行安全^[9]。

为实现整个长江流域的可持续发展，针对流域各段不同的环境安全问题，必须要建立适宜的以环境安全为核心的流域管理机制。如促进长江流域生态环境资源的合理利用与保护的流域生态环境补偿机制，主要是下游对上游地区进行生态保护所付出的应给予一定补偿，如设立洪水风险基金等。进行流域生态环境功能分区，以便不同地区采取不同的治理保护措施。建立长江流域环境安全可持续发展协调委员会，以促进和监督长江流域可持续发展战略的实施。

总之，长江流域的管理是一项系统工程，无论是从机构设置还是法制完善上努力，都应该坚持以综合管理为根本、以科学预测为基础、以降低熵值为目标、以环境安全为核心。

参 考 文 献

- 1 杨达源. 自然地理学. 南京:南京大学出版社,2001:197-207
- 2 Mark M Petersen. A natural approach to watershed planning, restoration and management. *Water Science Technology*, 1999, 39(12): 347-352
- 3 李 曦,雷海章,熊向阳. 我国流域管理的现状问题及对策. *科技进步与对策*,2002,(3):38-39
- 4 彭红霞. 面向 21 世纪的流域管理研究. *科技进步与对策*,2002,(5):38-39
- 5 John Kerr, Kimberly Chung. Evaluating watershed management projects. *Water Policy*, 2001,(3):537-554
- 6 He Xiubin, Jiao Juren. The 1998 flood and soil erosion in Yangtze River. *Water Policy*, 1998, (1): 653-658
- 7 沈小峰,胡岗,姜璐. 耗散结构论. 上海:上海人民出版社, 1987:1-50
- 8 蔡守秋. 论环境安全. <http://www.riel.whu.edu.cn/show.asp?ID=298>
- 9 虞孝感. 长江流域生态安全问题及建议. *自然资源学报*,2002,17(3): 294-298

Study on the Basic Principle in Watershed Management

—Taking the Yangtze River Watershed as an Example

HE Tairong^{1,2}, YANG Dayuan¹ & CHEN Kefeng¹

(1: Department of Urban and Resources Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, P.R.China;

2: Department of Geography Chongqing Normal University, Chongqing, 400047, P.R.China)

Abstract

Watershed management is scientific management focusing on water resource. Management is realized by means of laws, criteria, byelaws, means and so on. Watershed is a complicate system which has some characteristics such as integer, dynamic, dissipative etc., and it is important resources environment to human kind. So watershed management ought to pay attention to the variance of every component in watershed. The Yangtze River watershed management is a systems engineering. In the process of its management, we must persist in integrative management as root, scientific forecasting as base, reducing entropy value as object, environmental safety and security as kernel task. The preconditions on the synthesis analyzed of watershed components, repairing and exploitation watershed ought to base on scientific forecasting. Especially we should base on the mid-long-term disaster forecasting in start-upping floods impairment project. Reducing entropy value can increase system's stability and ordering, and ensuring the environment safety and security can guarantee sustainable development of economy, society and ecology of watershed.

Keywords: Watershed management; forecast; environmental safety and security; the Yangtze River