

人与河流和谐发展*

钱正英，陈家琦，冯杰

摘要：人类根据社会经济发展的需要，对河流开发利用和改造的力度不断加大，引发了河流自身和周边环境的一系列问题。我国近几十年来以空前未有的速度和规模进行水利建设，虽取得了巨大效益，但也在一定程度上影响了河流的自然功能和永续利用，对此必须引起高度重视。本文首先从河流的形成和发展、河流的自然功能、河流的基本特征等方面阐释了河流自身的发展规律。然后论述了人类活动和河流演变的相互影响。针对我国河流的现状和问题，指出必须落实科学的发展观，坚持人与河流和谐发展，并且需要研究并处理好三个方面的问题，包括总体要求和区别对待，保证生态和环境需水，以及在河流开发、利用、保护和管理方面应当注意的一些问题。

关键词：人类活动；河流；和谐发展

世界各地人民都把当地的主要河流称为他们的母亲河，这是因为：人类不仅依傍河流而生，而且利用和开发河流，谋求社会经济的发展。随着社会生产力的提高和科学技术的进步，人类对河流开发的力度越来越大，对河流资源的索取越来越多。但是，在河流对人类贡献越来越大的同时，也引发了河流自身和周边环境的一系列问题，甚至影响到河流的基本功能和永续利用。国内外对这些问题都在进行探讨，并提出种种看法。我们认为，为实现人类社会的可持续发展，必须在认识自然规律的基础上，努力做到人与河流和谐发展，现提出以下认识供讨论。

一 河流自身的发展规律

1 河流的形成和发展

在地球的演变历程中，出现过多次陆地板块的分离和碰撞，相应发生过多次的陆海变迁。在不同地质年代的河流，各有其形成、发育、衰退和消亡的过程。喜马拉雅山在新生代第三纪中期的崛起，导致我国出现西高东低的地势，从而形成我国大部分河流由西向东的流向。又经过相当长期的演变，到第四纪在东部形成广大冲积平原，才出现

*本文经林秉南、潘家铮、徐乾清、陈志恺、宁远、刘宁、戴定忠等院士、专家多次讨论审核，修改而成，特此致谢。

当今主要河流的雏形。

不同地区的自然环境塑造了不同特性的河流，同时，河流的活动也不断改变着与河流有关的自然环境。当外部的自然环境发生重大变化时（例如：剧烈的地质活动，气候上的突变等），河流本身的走向、形态或径流会出现较大的变化，导致新的河流发育形成，原有的河流衰退甚至消亡。从这些意义上讲，可以说河流也有其生命过程，但这种过程是十分漫长的，而且和生物的生命过程有本质的区别。

2 河流的自然功能

河流是地球演化过程中的产物，也是地球演化过程中的一个活跃因素，它的自然功能是地球环境系统不可或缺的。因此，河流的自然功能在总体意义上就是它的环境功能。初步认为，可从以下三个方面进行研究分析：

河流的水文功能 河流是全球水文循环过程中液态水在陆地表面流动的主要通道。大气降水在陆地上所形成的地表径流，沿地表低洼处汇集成河流。降水入渗形成的地下水，一部分也复归河流。河流将水输送入海或内陆湖，然后蒸发回归大气。河流的输水作用能把地面短期积水及时排掉，并在不降水时汇集源头和两岸的地下水，使河道中保持一定的径流量，也使不同区间的水量得以调剂。

河流的地质功能 河流是塑造全球地形地貌的一个重要因素。径流和落差组成水动力，切割地表岩石层，搬移风化物，通过河水的冲刷、挟带和沉积作用，形成并不断扩大流域内的沟壑水系和支干河道，也相应形成各种规模的冲积平原，并填海成陆。河流在冲积平原上蜿蜒游荡，不断变换流路，相邻河流时分时合，形成冲积平原上的特殊地貌，也不断改变与河流有关的自然环境。

河流的生态功能 河流是形成和支持地球上许多生态系统的重要因素。在输送淡水和泥沙的同时，河流也运送由于雨水冲刷而带入河中的各种生物质和矿物盐类，为河流内以至流域内和近海地区的生物提供营养物，为他们运送种子，排走和分解废弃物，并以各种形态为他们提供栖息地，使河流成为多种生态系统生存和演化的基本保证条件。这不仅包括河流和相关湖泊沼泽的水生生态系统和湿地生态系

统,也包括河流所在地区的陆地生态系统以及河流入海口和近海海域的海洋生态系统。

3 河流的基本特性及发展规律

由上可见,河流具有多方面的自然功能,其中最基本的是水文方面的功能。从一定意义上说,水文方面的功能决定了其他方面的功能,水文方面的特性决定了其他方面的特性。河流的水文特性决定于所在流域的气候特征以及地形、地貌和地质特征。河流的水文要素包括径流、泥沙、水质、冰情等方面,其中最活跃的是径流。由于气候特征的作用,河川径流表现有一定的律情(regime)。如:径流的季节变化,一年中有汛期、中水期和枯水期;径流的年际变化,不同年份有丰水年、平水年和枯水年。径流特性和气候、地貌、地质特性,决定河流中不同的含沙量及其年内分配和年际变化。径流和含沙是河流活动的最基本要素,体现河流的基本特点。

河流本身、所在的自然环境、以及这个环境所支撑的生态系统,三者之间不断互动,在变化中相互调整适应。河流在这种反复调整过程中演化发展,这就是河流自身的发展规律。

二 人类活动和河流演变的相互影响

在生物的演化和进化过程中,地球上出现了人类。人类和其它动物一样,必须以饮水水源作为生存的第一条件,并和其他生物群体共享包括水在内的地球自然资源。人类和其它动物不同的是:人类利用和改造一些河流,发展生产,创造文明,从而逐渐支配了自然界几乎所有的资源,并以地球的主人自居。古埃及文明、古两河文明、古印度文明和古中华文明无不发源于大河两岸的冲积平原,是有其必然性的。这是因为,只有广阔的冲积平原和源源不断的河流淡水资源,才有条件发展大规模的人类社会和建立经济基础。根据社会经济发展的需要,人类对河流进行了各种方式的改造。从某种意义上说,人类是通过改造河流,才创造了今天的文明世界。但是,随着人类社会经济的发展,自然环境受到的干扰越来越大,河流的自然功能也受到越来越严重的损伤。

首先是河流集水范围内的自然环境受到各种干扰，例如：森林和草地受到破坏，加重了水土流失；各类建设及生产中的废渣、废料和废水污染了地表水和地下水；各种废气污染了大气，并造成酸雨，导致植被破坏和水体污染；由于温室气体增加导致全球气温的变化，将对人类社会造成不利后果，包括对流域生态系统、河川径流和江河洪水的影响。

由于人类开发利用土地，并利用河水发展灌溉、航运、发电、城乡供水等各种功能，从而改变了河流的本来面貌，例如：围垦河流两岸的洪泛土地，从而割断河流与两岸陆地的联系，并侵占洪水的蓄泄空间；引水到河道以外，从而减少河流的径流；筑坝壅高或拦截河水，从而阻拦或改变河水的流路；建造调节径流的水库，从而改变河流的水文律情；利用河流排泄废水，从而改变河流的水质。在改造河流的同时，也改变了河流所在地区的原有生态系统，并创造了城镇村庄、农耕地、人工湿地以及人工河流等各种人工生态系统。

以上种种改造，都不同程度地改变了河流天然的水文律情，干扰它的自然功能。河流是一个巨大的系统，具有较强的抵御干扰能力，但如果干扰超过它的自我调节和自我修复能力，其自然功能也将不可逆转地逐渐退化，最终将影响甚至威胁人的生存和发展。我国不少河流已经发生各种演变，对我国社会经济的可持续发展正在日益形成威胁，需要引起高度重视。

三 我国河流的状况和问题

1 河流开发利用的历史久远

我国河流开发的历史久远，很多河流已经远非原始的状态。黄河和长江流域的开发历史都在两千年以上，即使珠江、松花江、辽河以及西北地区的内陆河等流域，也有数百年以上的开发历史。

以黄河与长江为例：一般认为，黄河在大约 15 万年前冲出三门峡，东流注入太平洋。通过游荡不定的流路和挟带的大量泥沙，不但塑造了华北平原，而且不断改变渤海湾和黄海的形态，从而支持、发展了陆地和近海海域相应的生态系统。史前时期在这片冲积平原上，

就开始有人类活动，到两千多年前的春秋战国时期，河流两侧出现堤防，秦汉以后形成两岸统一的堤防系统，将狂野不羁的黄河约束于两堤之间，从而根本改变了黄河下游的形态，使黄河河道具有“善淤、善决、善徙”的特点，形成黄河与人类的尖锐矛盾。黄河的东流和频繁改道，不可避免地侵犯海河水系和淮河水系，在隋唐以后由于南粮北调的需要，开辟了贯通黄、淮、海和长江水系的人工大运河，更使黄、淮、海河的矛盾变得错综复杂，成为世界少有的治水难题。

随着喜马拉雅山的崛起，古金沙江、古雅砻江和古大渡河从南流（入古红河）相继转为东流，形成古川江水系。最终由于三峡在大约几十万年前贯通，才形成我国的最大河流长江。长江挟带的泥沙造成两岸的冲积平原，而两岸平原和湖泊沼地的陆续开发，又不断侵占长江洪水的蓄泄空间，形成并日益加重两岸的洪涝威胁。

2 河流开发利用的规模巨大

新中国成立以来，为适应社会经济的急速发展，以空前未有的速度和规模开发利用和改造河流。到 2004 年底：全国的江河湖海堤防总长达 27.7 万 km，保护人口 5.31 亿人；河流上的大、中、小水库 8.5 万座，总库容 5542 亿 m³，为河川年均径流总量的 20.5%；供水总量 5548 亿 m³，为年均水资源总量的 19.8%；灌溉面积 5625 万 hm²，为耕地面积的 45%。

水资源的开发利用很不平衡，在华北平原、辽河平原、甘肃省的河西走廊和其他省、自治区的一些地方，水资源的开发已呈现过度；在西南、东北的一些边境地区和经济不发达地区，水资源的开发利用效率很低，还有不同程度的开发利用空间。

3 当前存在的问题

对河流的大规模开发利用，也带来不少问题，直接影响河流的自然功能和永续利用，主要表现为：

1) **水质严重污染**：在经济发达地区的河流、湖泊以至水库，都受到不同程度的污染，并且日趋严重，成为当前我国水资源可持续利用的最大威胁。

2) **下游河湖干涸**：一些河流由于上中游过度用水，造成下游河

湖干涸，不仅影响下游地区社会经济的发展，而且还使这些地区的地下水严重超采，造成地面沉降、海水入侵等地质灾害。在干旱地区的内陆河，下游河湖干涸不但使当地人民失去生存条件，而且由于下游生态系统的衰亡，造成沙漠扩大，危及全区的生态安全。

3) **洪灾威胁依然严重**：多年来虽然不断加固、加高和增建堤防，并兴建巨大的调节水库，但是许多河流的洪灾威胁依然严重，有的甚至比过去更为严重。这是由于：对河流洪水的调节力度过大，使河流减少了汛期的造床流量，造成河床萎缩；土地无序开发，大量侵占行洪滩地和蓄洪湖泊，压缩了洪水的蓄泄空间。以上两种因素都导致河流的洪水位不断抬高，在有的地方，防洪工程建设和洪水位抬高甚至形成恶性循环。

4) **近海海域的生态系统退化**：由于河流入海的淡水减少，近海海域的盐度相应增加，加上大量污染物的排入，使我国近海海域的生态系统都有不同程度的退化，以渤海湾最为严重。珠江口及东南沿海的红树林衰亡，不仅影响生物的多样性，还将加重今后风暴潮的危害。

以上种种，已经直接影响人民的生产和生活，并将危及社会经济的可持续发展。

四 必须正确处理人与河流的关系

由以上分析可知，我国河流的开发正面临着一个关键时刻。在我国，不仅河流开发利用的程度高于许多国家，而且自然与人为因素交错作用，面临的情况和问题远比其他国家复杂严重。在我国今后的社会经济发展中，如何落实科学发展观，正确处理人与河流的关系，在世界上尚无先例可循。

我们认为，从总体上必须坚持“**人与河流和谐发展**”。和谐发展的要义是：一方面，人类为了本身的发展，必须开发、利用和改造河流；另一方面，利用要有限度，改造必须适当，必须从总体上不损害河流的自然功能，保持河流的永续利用。初步认为，需要研究并处理好如下问题：

1 总体要求和区别对待

我国河流按其改造程度，大体可分为三类：

第一类：完全或基本保持自然状态的河流系统：人类活动影响较小，基本上未建具有控制能力的水工程，开发利用程度小于 10%，例如雅鲁藏布江、怒江、黑龙江干流等边境河流；

第二类：人工化与自然复合的河流系统：人类活动有一定影响，流域中建有一定有控制能力的水工程，开发利用程度一般在 10%~20%，有的甚至接近 40%。这涵盖了我国的大多数河流，包括长江、珠江等；

第三类：人工化河流系统：人类活动影响较大，水工程控制程度较高，天然河流已改建为不同类型的人工河流系统，河流水质污染严重，开发利用程度在 40%以上，甚至高达 70%以上，例如淮河下游，海河中下游，黄河下游，以及一些内陆河流的中下游。

因此，如果要求对第二类和第三类河流恢复或基本恢复其原有状态与原有的自然功能，是不现实的；甚至对第一类河流，也不能无视当地人民的发展需要，不加分析地完全划为自然保护区。但另一方面，在我国近几十年的迅速发展中，一些主要江河由于各种人类活动，其自然功能正在或已经退化，如果不正视这些问题而任其发展，也将造成严重后果。因此，如何在坚持总体要求下，对河流的开发、利用和改造分类指导，并提出不同要求，是当前水利总体规划中的首要任务。

可否作如下设想：对江河源区，原则上划为自然保护区，基本禁止开发；对水源丰富而关系重大的江河，例如长江和珠江，应在保护中开发，并以开发促进保护；对水源不够丰富而关系重大的河流，例如黄河、淮河和辽河，应调整原有的开发规划并采取适当的补救措施加以保护；对经济发达的东部地区某些河流，例如海河中下游和淮河下游，应改进和完善原来的规划，建成符合总体自然环境、可永续利用的人工化河流系统。

2 合理配置水资源，保证河流的生态和环境需水

为了保持河流的永续利用，根本的对策是通过建设高效、节水、防污型社会，节制社会经济用水，制止对水质的污染，切实保证河流的生态与环境需水。水资源配置的最基本原则应当是：为人与自然和

谐发展创造条件。当前，一些地方在水资源配置规划中的偏向仍然是：对社会经济用水的预测偏高，对河流生态和环境需水的估计偏低。

在国外，从 20 世纪的 70 年代以后，就陆续提出对河流生态需水的各种计算方法，但一般偏重于在中小河流上如何保证各类生物体的栖息和生长环境。在我国，相应的研究工作从 20 世纪末才较大规模地展开，至今对河流生态需水的含义仍有两种不同的理解。从狭义方面理解，河流的生态需水主要是指河道内水生生态系统的需水，这也是国外的研究重点。但从我国的实际情况出发，对河流生态需水的研究重点，应当从广义方面理解，即：宏观自然环境对河流的要求，包括维持河流的水沙平衡、水盐平衡以及河流与地下水的互补关系。广义的生态需水量应当是保持河流整体环境功能的需水量，广义的生态需水量可以涵盖狭义的生态需水量。

国际上多认为河流水资源的合理开发利用率是 30%，极限开发利用率是 40%。这种考虑是为了保持河流的整体环境功能，和上述的广义生态需水要求是一致的。由于我国河流处于各种不同的自然环境，承担的环境功能和永续利用的要求也有所不同，当前需要参考国际标准，进一步研究各河的具体情况，确定相应的生态和环境需水量，据此确定合理的开发利用率。

考虑到我国的实际条件，对北方和西北地区一些已经过度开发的河流，只能先按较低要求恢复生态和环境用水。例如：中国工程院在 2003 年研究西北地区水资源合理配置的综合报告中提出，为了保护西北干旱地区的自然环境，西北地区的内陆河流必须维持到达其终端湖泊的全流程，以保证至少在洪水季节补充河流下游两岸和湖泊周边天然绿洲所需的地下水位。经过对各地内陆河流实际演变情况的分析，认为至少应保证内陆河流的生态和环境用水不低于年均径流量的 50%，相应的河流的开发利用率不得超过 70%。

对南方和东北地区一些尚未过度开发的河流，建议参照国际公认的标准，从严控制开发利用率，对生态和环境用水留有充分的余地。

在配置年径流量的基础上，还需根据各河的实际情况，进一步提出生态和环境用水在洪水期、中水期和枯水期的时段分配。

3 在规划设计和水利管理的各个层面上落实河流的生态和环境用水

在流域或区域水资源综合规划中，必须考虑环境和生态需水的要求，包括水量和水质两方面的要求，并规定一些关键的控制性指标。要研究在规划实施后，各关键河段剩余径流在时程上和数量上的变化，分析这种变化是否足以维持河流必要的环境功能，以保证环境不出现恶化现象；同时，还需研究废污水排放量的情况，对废污水的处理和回用予以通盘考虑。总之，在规划阶段虽然只能作比较粗线条地估计，但这种估计是十分必要的。

在工程设计阶段，应重视工程的环境影响评价，即预测评价。对规划阶段提出的各种问题，工程设计阶段应比较详细地予以研究解决。水利工作的任务是合理配置水资源，保证人与河流的和谐发展，必须坚决防止以牺牲环境和生态效应为代价的河道外超量引水和超采地下水，并防止河流遭受污染，以免造成不可挽回的不良后果。

在管理运用层面，应及时对已建各类水工程进行环境和生态影响的评价，即回顾评价。要对向河道外引水和耗水的实际情况、不同河段不同季节剩余径流情况、因控制调节径流导致的河流水文变化情况、河川径流的污染情况，以及对环境和生态的不利影响等方面，进行跟踪调查，找出原因，提出改进意见和修复措施。需要加强研究河流水文律情变化对生态和环境的影响。

河流的治理开发涉及到自然科学和技术科学领域中的诸多方面，不仅要解决当前各方受益的问题，还要对未来年代人类利益通盘考虑。我们应当在科学技术、社会经济、环境和生态等方面加强研究，不断提高认识能力，并在实践中不断总结经验，努力做到人与河流和谐发展。

参考文献

- [1] Bernard Jerry, Tuttle Ron. Stream Corridor Restoration: Principles, Process, and Practices [M]. USDA, Natural Resources Conservation Service, 1998.
- [2] 倪晋仁, 崔树彬, 李天宏, 金玲. 论河流生态环境需水[J]. 水利学报, 2002, (9)

- [3] 杨爱民, 唐克旺, 王浩, 刘小勇. 生态用水的基本理论与计算方法[J]. 水利学报, 2004, (12)
- [4] 陈启慧, 夏自强, 郝振纯, 李琼芳. 计算生态需水的 RVA 法及其应用[J]. 水资源保护, 2005, 21 (3)
- [5] Richter B D. How much water does a river need[J]? *Freshwater Biology* 1997, 37 (2)
- [6] 陈东, 曹文洪, 胡春宏. 河床枯萎的临界阈研究[J]. 水利学报, 2002, 2
- [7] 黄海军, 李凡, 庞家珍, 乐肯堂, 李士国等. 黄河三角洲与渤、黄海陆海相互作用研究[M]. 北京科学出版社, 2005, 3
- [8] 钱正英, 张光斗. 中国可持续发展水资源战略研究[M]. 水利水电出版社, 2001, 3
- [9] 钱正英, 沈国舫, 潘家铮. 西北地区水资源配置生态环境建设和可持续发展战略研究[M]. 科学出版社, 2004, 5
- [10] 中华人民共和国水利部. 中国水资源公报 2000~2004[R]. 中国水利水电出版社,