

CASE STUDIES ON
SOME OF THE
WORLD'S
MAJOR RIVER BASINS

中外流域综合治 理开发案例分析

主 编/郭培章 宋群

 中国计划出版社

673

TV88
G/5

中外流域综合治理 开发案例分析

主编 郭培章 宋 群

中国计划出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中外流域综合治理开发案例分析/郭培章, 宋群主编. 北京: 中国计划出版社, 2001. 8

ISBN 7-80058-970-6

I. 中... II. ①郭...②宋... III. ①流域-综合治理-分析-世界②流域开发: 综合开发-分析-世界 IV. TV21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 045832 号

**中外流域综合治理
开发案例分析**

主编 郭培章 宋群



中国计划出版社出版

(地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码: 100038 电话: 63906415、63906416)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

850 × 1168 毫米 1/32 12.25 印张 302 千字

2001 年 8 月第一版 2001 年 8 月第一次印刷

印数 1—2000 册



ISBN 7-80058-970-6/F·509

定价: 20.00 元

前 言

20 世纪 50 年代以来，世界上不少国家对大河大湖进行了综合治理与开发，他们以流域为单元，以水资源的综合开发利用为核心，合理地组织、布局生产力，建立工业区、城市群和产业带，促进了流域内经济持续健康的发展，这已成为一种发展趋势。

新中国成立以来，特别是改革开放以来，我国对江河流域的综合开发治理取得了很大成绩，但同世界发达国家相比，仍比较落后，水资源的利用率低，在对水资源的综合利用、流域的开发建设等方面，也缺乏系统的理论研究和指导。我国江河流域开发进展缓慢，水资源管理落后，特别是 1998 年长江、嫩江、松花江等江河的特大水灾，暴露了我国江河湖泊治理和管理上的问题。为此，国家对大江大河大湖的治理和开发给予了充分的重视，并将大江大河大湖的治理与开发作为“十五”时期加强基础设施建设、资源环境保护和生态建设的重要内容之一。为了进一步做好我国大江大河的治理与开发，有必要更好地借鉴国外的先进经验和做法。1999 年，江泽民总书记在郑州主持召开黄河治理开发工作座谈会上指出：“当今世界科技进步突飞猛进，我们必须把握住这个大趋势。对国际上治理开发大江河的先进科学技术，应该积极研究，并结合实际加以借鉴和应用。”因此，研究国外治理开发大江大河流域的经验与做法，对于“十五”时期积极推动我国江河的治理开发工作有重要的现实意义。

1999 年，国家计委地区经济司将《国内外流域综合治理开发案例研究》作为重点课题，组织国家计委对外经济研究所、清

华大学、北京大学、中国人民大学以及新疆自治区计委、青海省计委、北京市计委的有关专家学者成立了有关的课题研究组，分别进行研究。

本课题研究的目的在于借制定和实施国家“十五”计划之机，更多地借鉴国外河湖流域治理开发的经验，对我国河湖流域的开发治理提出一些政策建议，以利于更好地推动我国大河大湖流域综合开发治理工作的深入开展，提高我国可持续发展水平，促进国民经济的发展，改善人民生活。

根据研究的需要，本课题分为两部分进行重点研究：一部分是重点研究国外河湖流域的综合治理开发经验。共选取了 10 个国外河湖流域综合治理与开发的案例，涉及美国、英国、法国、德国、加拿大、日本、澳大利亚、东欧、巴西、埃及和苏丹等许多国家和地区，并形成了 10 份课题分报告。这些报告主要由对外经济研究所、清华大学、北京大学、中国人民大学的学者承担，大都是通过对大量资料的收集和查找，并经过认真研究形成的。许多资料是直接从国外获取的。在此基础上，形成了综合报告，主要结合我国的情况，重点分析了我国河湖流域开发治理中存在的问题，并提出了初步的政策建议。另一部分是结合我国“十五”西部生态环境的建设，由地区司直接组织有关省市计委的专家进行实证研究，形成了 3 份研究报告。因此，研究的组织方式充分体现了政府与研究部门及大学之间的合作，研究报告的内容也具体体现了国际与国内情况的结合。

对国外的研究，课题组着重介绍了国外对一些大河大湖流域进行综合治理与开发的主要经验及作法：一是注重对河湖流域的综合开发利用。其流域的战略规划都以多目标和综合协调开发政策为特点，以全面系统的科学论证为基础，并建立由政府、企业、研究及民间机构共同参与的跨地区或跨国界的合作机制，实现对流域的综合治理。二是针对不同河湖流域的特点实施不同的

综合治理和开发战略及政策。重点解决影响河湖流域开发利用的一些重大问题。三是实施对河湖流域的有效管理。包括设置管理机构,调整组织方式,并充分运用法律法规手段对河湖流域进行有效的管理。针对我国河湖流域的状况,报告也提出了转变河湖流域开发治理的指导思想,加强对我国重要河湖流域的综合规划与治理开发,加大经济与法律手段的运用及逐步建立合理有效的组织管理机构体系等对策。对国内的研究,课题组重点介绍了国内一些流域在“十五”期间进行生态环境综合整治的新趋势。

本书是在研究报告的基础上改编而成。在体例上,将总报告的内容改为综合篇,将国外的专题报告改为国外篇,同时,将新疆塔里木河流域、黄河源头及北京西部周边地区进行综合整治的研究报告编为国内篇。全书共十五章。各章的主要执笔人是:第一章宋群、孙广宣、陈长缨;第二章郭培章、付晓东;第三章许学工、后立胜;第四章黄微波、孙桢、杨宏伟、朱世铭;第五章陈吉宁、付莉燕、全向春;第六章施汉昌、刘广立、董春宏;第七章单立志、徐文东、赵鹏;第八章陈吉宁、冯叶成、王小侗;第九章单立志、王世明、刘超祥;第十章张祖英、刘若鹏;第十一章张祖英、胡洪营、胡林林、刘锐;第十二章施汉昌、刁惠芳、林刚;第十三章艾拉提·艾山、刘晏良、戴健、戴俊生、来欣、金兆杰;第十四章侯宝健、张兰青、胡文娟、任勇;第十五章孙桢、高连生、王丽萍、张波、赵申、张壬午。水利部原水资源司司长、教授级高工吴国昌同志对此书提出了很好的修改意见。全书由郭培章和宋群统稿。

对河湖流域的综合治理与开发是实现我国资源、环境、人口可持续发展的重要组成部分,在借鉴国外经验的基础上,逐步形成符合我国国情,并有利于国民经济与社会全面发展的流域综合治理与开发的体系和机制还有许多需要不断探索和解决的新问题。此书的研究成果仅仅是个起步,旨在引起社会的广泛重视,

推动我国可持续发展的研究。限于课题组人员的水平，肯定还有不尽如人意之处，欢迎读者的批评指正。

《国内外流域综合治理开发案例研究》课题组

2001年4月

综 合 篇

20 世纪 50 年代以来，世界上不少国家对大河大湖进行了综合治理与开发，他们以流域为单元，以水资源的综合开发利用为核心，合理地组织、布局生产力，建立工业区、城市群和产业带，并促进了流域内经济持续健康的发展，这已成为一种趋势。

本篇着重总结了国外对一些大河大湖流域进行综合治理与开发的经验及做法：一是注重对河湖流域的综合开发利用。二是针对不同河湖流域的特点实施不同的综合治理和开发战略和政策，重点解决影响河湖流域开发利用的一些重大问题。三是实施对河湖流域的有效管理。同时，针对我国河湖流域的状况进一步提出应转变河湖流域开发治理的指导思想、加强对我国重要河湖流域的综合规划、治理开发、加大经济与法律手段的运用以及逐步建立合理有效的组织管理机构体系的政策建议。

第一章 国外大河大湖流域综合治理与开发的主要经验

20 世纪 50 年代以来，世界上不少国家对大河大湖进行了综合治理与开发，他们以流域为单元，以水资源的综合开发利用为核心，合理地组织、布局生产力，建立工业区、城市群和产业带，并促进了流域内经济持续健康的发展，这已成为一种趋势。

研究国外治理开发大江河湖的经验与做法，对于“十五”时期积极推动我国江河的治理开发工作有重要的现实意义。本章主要是在专题研究的基础上，对国外河流和湖泊的治理与开发的具体实践和做法进行了比较系统的分析，对其经验进行总结。

一、国外大河大湖流域的基本特点

从选取的密西西比河、科罗拉多河、泰晤士河、亚马孙河、多瑙河、莱茵河、尼罗河、墨累—达令河、琵琶湖、伊利湖等国外 10 个有代表性的大河大湖流域的自然情况来看，大都具有以下特点：

一是这些河湖都是跨地区或跨国的，流域面积大，人口多。最短的泰晤士河长约 440 公里，流经英国的 6 个郡，最长的尼罗河全长约 6700 公里，流经 9 个国家。流域面积最小的面积约有 20 多万平方公里，最大的约在 700 多万平方公里。河流周围的人口一般都在千万以上，尼罗河周围生活的人口则高达 1.4 亿。

二是水资源及其他经济资源都非常丰富。如亚马孙河流域仅在巴西境内即有 8000 万千瓦的水能可利用，航运条件十分优越。

此外水产品丰富，淡水鱼类多达 2000 种，植物种类繁多，矿产资源有石油、铁、锰、锡、铝土矿等。

三是这些河湖的流域地区都是重要的农业或工业基地，是这些国家或地区的经济命脉。如伊利大湖区的加拿大安大略省和美国八大州是北美重要的工业及农业区。大湖区的八大州占全美制造业总产量的 1/3 以上，而加拿大的安大略省占加拿大制造业总产量的一半以上。安大略省主要集中了一些劳动密集型、能源密集型产业，如造纸、采伐、家具制造、纺织及服装加工等行业。美国八大州的产业则以资金密集型、技术密集型为主，主要为制药行业、机械、仪器及电子工业等。大湖地区也是美国及加拿大最重要的农业基地。据估计，位于大湖附近的美国各州有 1.36 亿英亩耕地，占美国耕地面积的 1/7。不足加拿大总耕地面积 10% 的加拿大大湖区，农业收入却占该国农业总收入的 1/4 以上。

四是这些河流都经历过水污染，水资源受到不同程度的破坏，后经过长期的治理和综合开发，取得了很大的成效。如英国的泰晤士河曾是有名的臭河，泰晤士河的严重污染曾使鱼类绝迹一百多年，但经过多年的治理，在 1955 年到 1980 年间，工业总污染负荷降低了 90%。水质得到改善，河域内的自然生态环境逐渐恢复。从 1960 年起，在局部地区重新出现了鱼群，1974 年秋季，由于从泰晤士河中捕捉到一条活鲑鱼，科学家通过研究得出了“泰晤士河适合鱼类生存”的结论。70 年代中期以后，鱼群的种类及数目都在不断增加，各种大型无脊椎动物、水禽、水生植物也陆续出现在泰晤士河域中，其中不乏一些珍稀种属。

从案例研究提供的 10 条河流湖泊的资料情况看，国外大河大湖的治理和开发做法及经验都是以水资源的治理与综合利用为主要内容展开的。前者主要是围绕治理河流的水污染和保护水资源而采取的措施，后者则主要是提高水资源的利用效率的一些做法，同时，为了更好地实施对大江大河流域的开发与治理，相应

建立了必要的有效的管理体制。

二、对河流水资源污染和破坏的治理

从国外 10 条河流和湖泊的水资源情况看，大体可分为两种情况：一是由于工业污水、农业污水、生活污水的长期大量排放及降雨、地下水等多种因素的影响，造成河水的高富营养化、盐渍化等污染，严重影响了流域的生态环境和人民的生活。这类的河流主要有泰晤士河、多瑙河、莱茵河、墨累—达令河及伊利湖区和琵琶湖等 4 河两湖。二是由于自然和非自然因素使水资源受到一定程度的破坏，影响了水资源的有效利用。这类河流有因洪水造成灾害的密西西比河，因日照强烈引起河水大量蒸发、形成干旱的尼罗河，因森林砍伐造成水土流失的亚马孙河和因水消费超过供给造成水量不足的科罗拉多河等。对此，国外的治理措施和做法是不同的。

（一）水资源污染的治理

对于已经形成的水资源的污染，国外的主要治理措施是减少污染源头的排放。为此，多数国家和地区都是通过制定排放标准和目标，设立实现减排的污水处理厂，改造给、排水系统等基础设施建设，加强水质的纯化处理和监测工作进行治理的。同时，为了保证治理措施的顺利实施，国外通常都采取带有一定法律效力的《协定》、《协议》及《条例》的形式将治理措施固定下来。其主要做法是：

1. 充分运用协议和条例形式，加强对污水排放的限制及治理。最具代表性的是伊利湖和琵琶湖的治理。60 年代末，美国和加拿大两国政府开始认识到解决伊利湖富营养化问题对该地区生态及经济的重要性，伊利湖的全面治理工作在两国政府的参与

下开始实施。针对伊利湖的富营养化问题，美国和加拿大两国政府一致认为，限制磷排放是控制伊利湖富营养化的关键所在，当务之急是尽快制定一项两国共同实施的磷排放削减计划。两国政府针对富营养化问题，采取了一系列措施，如在 1972 年和 1978 年分别共同签署《大湖区管理协议》，旨在恢复大湖区的良好生态环境，特别是削减大湖流域的磷负荷，《协议》规定了两国政府在大湖区的污染治理和保护方面的权利及负有的责任、义务，为解决包括伊利湖在内的五大湖的环境污染、维护该地区的生态平衡提供了政策依据及管理办法；此外，在美国和加拿大建立大量的城市污水的集中系统和污水处理厂；制定减少营养物和工厂有毒物排放的标准；针对削减面源污染，制定未来十年该地区的农业发展计划；自 70 年代以来，美国各大州相继通过法案，禁止生产含磷洗涤剂；80 年代末，美国已有超过 7.5 亿美元投入到大湖区污染治理之中，包括建成两座大型污水处理厂，采用物理、化学法处理大部分的工业废物，建成污水截流沟，并进行污水预处理。这些措施大大减少了未经处理的废水排放到大湖流域的数量。经过多年治理，伊利湖富营养化问题基本得到解决。为了达到更高的水质目标，以美国国家环保局为主，美国各级政府、商业界与公众共同参与制定了污染防治计划，目的是最终消除高稳定性有毒物质的危害，维持大湖盆地环境与经济的可持续发展。

为了解决琵琶湖的富营养化问题，日本制定了《富营养化防止条例》。在条例中，对工厂和事业单位制定了严格的排水基准值，特别是限制氮和磷的排放浓度；同时在法律上禁止了含磷合成洗涤剂的使用。该条例号召人们对一味追求物质丰富和生活便利的现代生活观念进行反省，强调应该在自然和人之间建立一种和谐的关系，同时要求行政、企业和县民共同努力和合作来保护琵琶湖。根据《富营养化防止条例》，滋贺县除了计划对下水道设施进行改进外，还实施下列几项对策：一是企业单位和事业单

位的废水排放必须按照要求对氮、磷元素含量进行削减；二是禁止买卖和使用含磷的洗衣粉；三是农业生产中恰当使用肥料，对农业用水进行适当的管理；四是对家庭排水和家畜废水进行相应的处理。在《富营养化防止条例》中，还制定了一定的氮和磷排放控制目标。水质目标值的确定，一方面要参考判断是否处于富营养化状态的氮、磷含量底值，并结合琵琶湖没有被污染前的湖水水质情况；另一方面也要考虑到当时的技术水平和削减的可能性。此外，针对各排放单位废水中氮、磷元素含量进行削减的问题，政府还要求各有关单位在 1 年的时间内进行处理设施的设计和建设。考虑到一些中小企业的财力问题，政府实行针对脱氮和除磷处理的专项融资制度，中小企业如果进行处理设施的建设，就可以得到长期低利的融资。同时严格执行湖泊法的新规定，要求 200 人以上的排泄物净化槽必须有相应的氮、磷处理设施。由于实施了这些措施，削减沿湖的企业和事业单位排水中氮和磷含量取得了很显著的成绩。

2. 加强对污水的处理和监测。最具代表性的是莱茵河的治理。莱茵河是条国际河流，其治理需要各国相互配合。1976 年 12 月沿河各国签订了“无机盐协定”和“化学品协定”，对莱茵河的恢复起着非常重要的作用，受到了莱茵河流域给水事业国际联盟的欢迎。根据“无机盐协定”，沿河的每个国家必须减少碳酸钾盐厂向莱茵河排放的无机盐量。同时，在加强对水质的处理方面，主要是增加过滤工序，建立污水处理厂，加强监测。

沿河的德国从 1975 年起，开始建立自己的污水处理厂，使可生物降解物质的排放量降低了 90%，并且使莱茵河河水的溶解氧浓度得到了一定的改善。污水处理厂的建成大大改善了河口地区的水质。为了加强对水质的处理，德国设立了综合性的完全连续的监测系统，这个系统包含 15 个水质监测站，分布在莱茵河以及一些主要支流上。每个监测站取样的方法是每次连续取样

两小时，然后保存在 -18°C 的环境中。通过这些单独的试样就可以获得与流量有关的 24 小时总样和 14 天总样。这些监测站都装备有对一些基本参数（如水温、溶解氧、pH 值、电导率、浊度和鱼活跃程度等）进行测量的传感器，而其中一些监测站则装备有更多的设备。德国莱茵河监测项目的检测范围包括：连续记录上面提到的基本参数；连续记录河流流速；在随机样中测量汞浓度和 BOD 值；在 14 天总样中测量下列参数：COD 值、有机碳、总磷、氮平衡、氯化物和硫酸盐浓度、钠离子浓度、钾离子浓度、钙离子浓度、镁离子浓度、总 α 放射性、总 β 放射性；在 8 周总样中测量重金属离子镍（Ni）、锌（Zn）、铜（Cu）、铬（Cr）、铅（Pb）、镉（Cd）、铁（Fe）、锰（Mn）、砷（As）的浓度等。对上述参数的记录和分析结果将以报告的形式保存下来。每个月来自每个监测站的 24 小时总样将用来作如下分析：6 种芳香烃、13 种氯代脂肪烃、22 种硝基和氯代芳香化合物、27 种除草剂。来自莱茵河较大支流河口的试样也会对上述化合物进行检测，但检测频率要低一些。每个支流的监测项目根据当地的条件设计，既包括对河水水质的连续监测，又包括对试样的实验分析。监测工作每年大概需要做四次。除了对化学项目进行检测以外，还对一些生物学指数进行了测定。

3. 运用数学模型对河水水质进行科学管理。最具代表性的是泰晤士河的治理。20 世纪 50 年代末，英国就开始研究用数学方法来预测泰晤士河污染趋势及其对河流水质的影响，从而制定出河流的水质标准。同时还加强了对污水处理厂的管理，并提出了“有效氧负荷”和“污染预算”的概念。有效氧负荷是指沿河口某处排放的有机污染物，抵达海水口前，到底要耗氧多少。它与排放到海口的距离有关，距离愈长，耗氧愈多。英国将泰晤士河用的“有效氧负荷”作为制定污水处理厂废水排放到潮汐河口的标准，确定排污口必须长期保持 $\text{BOD} < 10$ 毫克/升；氨氮 < 2.5

毫克/升的指标。“污染预算”是指在达到水质标准的前提下，水体可接纳的最高污染负荷。对于泰晤士河，“污染预算”中最适用的参数是溶解氧水平。按照水质标准的规定，允许水体保持一定的亏氧量——氧气完全饱和（100%）与实际氧气百分含量之间的差值，这一“允许亏氧量”就等于以溶解氧作为参数时的“污染预算”。所有排放物需要消耗的氧气总量不能超过“允许亏氧量”。建立“污染预算”的原则是：①能保证迁徙鱼类正常通行；②港湾地区的动物种群能维持海洋捕渔业的存在。在建立起“污染预算”之后，必须保证它在所有排污者之间公平分配，使现在和未来的排污者在排放废水的标准方面是平等的。为此，首先需要对非点污染源进行审核。由于在泰晤士地区多数排污口处于集中污水管网之中，因此，只分出 10% 的预算用于非点源。其次，需要确定剩余预算中，哪些分配给现有排污者，哪些留给将来的排污者。如果为将来保留的预算不足，当新污染源将保留值耗尽时，就必须重新分配并且需要修正处理标准；如果为将来保留的预算过多，又可能使“污染预算”的整个控制目标无法实现。此外，还建立了稳态水质模型，其最大价值是用于规划新厂发展时，能使投资收到最大的效益，它已用于计算直接排放到泰晤士河的发电厂冷却水对河口的影响。

（二）水资源的治理

国外对水资源的治理经验总的说是针对不同的情况采取重点治理的措施。主要是：

1. 以防洪为主要内容的治理。密西西比河是洪灾比较严重的河流，历史上洪灾比较频繁。有记载的最早一次洪水是 1543 年。1849、1850 及 1858 年发生了几次较大洪灾，1882、1903、1912、1913、1927 年又相继发生了多次洪水，特别是 1927 年下游洪灾造成的灾害极为严重，经济损失达 20 多亿美元。1965、

1972、1973、1976、1982、1983 年密西西比河流域又发生了好几次大洪水。1993 年的夏季大洪水，直接和间接损失达 180 亿美元。1996 年和 1997 年又受到洪水的危害。洪水期的高强度降水严重侵蚀了土壤，污染了地表水资源，造成环境的严重破坏以及经济上的巨大损失。密西西比河的治理始于 19 世纪初，在 1820 年前，主要是私人修建零星堤防挡水，以防洪为目的。从 1820 ~ 1878 年，治理进入了以航运为主要目的的阶段。主要是联邦政府授权各州出售沿密西西比河下游及俄亥俄河的联邦土地，为防洪设立防洪基金；国会授权对密西西比河下游地区进行考察，找出防洪和改善密西西比河下游的航运的可行办法——筑堤防、修建江河（天然与人工）出水口、裁弯取直（加快洪水下泻）。自 1879 ~ 1927 年，密西西比河的治理进入了防洪和航运并重时期。进一步修筑堤防，初步建立了密西西比河下游大型堤防系统。从 1927 年之后至 20 世纪 80 年代中后期，美国政府开始重视政策法规等非工程措施在治理中的作用，加大了立法和管理的力度，密西西比河的治理进入了工程措施和非工程措施相互结合的全面整治和开发阶段。主要是将整个流域分为干流、支流和小支流三级进行全面规划、分别控制。密西西比河治理的主要目的是防洪和航运。工程措施是在上游清除暗礁、堵塞支汊、修建梯级闸坝与渠化河道。中游修建防洪堤、丁坝群、护岸以及疏浚以便缩窄河道，提高航深。干流下游建防洪堤、分洪区、分洪道、裁弯取直并辅以护岸、丁坝以及疏浚等办法以稳定河岸河床。在河口则修建导流堤，治理拦门沙水道等。各支流则以综合利用水库为主。密西西比河干支流河道整治工程种类之全，数量之多，在世界各河整治史上是领先的。

2. 对河水大量蒸发造成干旱的治理。最具代表性的是尼罗河。尼罗河是世界第二长河，但其中游以下约 5000 公里由于日照和沙漠地带，河水大量蒸发，造成河水流量季节性变化大，缺