



China Environmental Hydraulics 2006

中国环境水力学

2006

黄真理 廖文根 主编
刘德富 禹雪中



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中国环境水力学

2006

China Environmental Hydraulics 2006

黄真理 廖文根 主编
刘德富 禹雪中



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

中国环境水力学. 2006/黄真理等主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2006
ISBN 7-5084-4090-0

I. 中... II. 黄... III. 环境水力学—文集
IV. X52-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 115471 号

书 名	中国环境水力学 2006
作 者	黄真理 廖文根 刘德富 禹雪中 主编
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
经 售	
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 39.5 印张 937 千字
版 次	2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	99.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

第七届全国环境水力学学术研讨会 2006 年 10 月在宜昌召开, 群贤毕至, 少长咸集。这是一次全国环境水力学同行们交流学术、结识朋友、谋划学科发展的盛会; 是拓展环境水力学研究领域, 加强与其他学科专家和各种相关机构和管理部門交流的机会; 也是进一步宣传推介环境水力学的研究成果, 使它们走出学校和科研机构, 为社会公众和管理部門服务的展会。

环境水力学, 顾名思义, 是环境科学与水力学交叉融合的产物, 主要研究与环境保护相关的水力学问题, 或者是水力学中相关的环境保护问题。最初, 是作为水力学及河流动力学专业的一个研究方向。由于环境保护重要性的不断提升, 环境水力学日益显示出其蓬勃发展的生机。与此相关或相近的学科方向还有: 环境流体力学、环境水文学、生态水力学、栖息地水力学、环境水利学等。环境科学与传统学科的交叉“发育”出很多新学科, 名称各异, 相互融合交叉。因此, 环境水力学要继承和发展, 研究领域需要大胆地扩展, 基本理论、研究手段和方法需要大胆地创新, 需要与这些新学科进行整合, 而不仅仅是“水力学(流体力学)基本方程+污染物质的迁移变化方程”。这些年来, 我们没有“画地为牢”, 一直坚持广义的环境水力学概念, 吸收很多其他学科的研究、技术和管理人員参与学组, 共同合作开展研究和交流。这些举措和观念, 相信对学科的发展是有益的。

众所周知, 除某些特殊行业学会外, 现在国内很多由专业委员会组织的全国性学术会议, 开起来很难, 主办方、承办方和参加者积极性都不高。不少会议要公开不起来, 要么流于形式, 难以达到预期的效果和应有作用。高校和科研机构重视论文是否 SCI 或 EI 收录(有的连 EI 也不认可), 研究生要在什么级别的刊物发表一定数量的文章才能毕业, 科研管理机构看重的是论文的数量和所谓的“国际影响”。学风浮躁、学术造假等各种学术不端行为“走出国门, 走向世界”, 真正达到了“国际领先水平”, 已经到了非整治不可的地步。然而, 真正需要重视的同行学术团体的会议很难召开, 真正意义上的同行评审和认可制度没有建立起来。这其

中，既有社会大气候的问题，也有单位或部门小环境的问题；既有政府管理部门的问题，也有学术团体自身的问题；既有现行学术评价机制失误和科研管理体制失效的问题，也有文化环境和个人心态浮躁的问题。总之，“社会大气候”需要全社会一起来推动和改善，“局部小环境”需要我们从自身做起。

环境水力学学组，作为中国水利学会水力学专业委员会下的同行组织，自从2000年9月换届以来，我们也一直面临这样的环境和困扰。担心经费问题；担心参加者的积极性不高；担心论文的数量和质量问题；等等。应该说，在很多老前辈、专业委员会领导和各位学组成员的大力支持下，我们的活动越搞越活跃，每两年一次的全国环境水力学学术研讨会越开越好，从2000年的第四届到2006年的第七届全国环境水力学会议的规模和影响就是最好的明证。

第七届全国环境水力学学术研讨会，在继承和总结前几次会议的经验 and 特色的基础上，又有了新的发展。

一、继续由中国水利水电出版社出版会议论文集《中国环境水力学2006》，外观设计和体例在总体风格上保持不变。出版会议论文集需要花费很多的人力、物力和财力，给组织者增加了很大工作量，但我们还是坚持下来。我曾经在不同的场合多次说过，出版一本论文集也许意义和价值并不大，但如果我们坚持系列化出下去，它就能系统反映中国环境水力学发展的脉络和成果。我很高兴地看到，出版的论文集已经产生了越来越大的影响，引用频率的增加说明了同行认可的增加。希望论文集的出版工作能够坚持下去，希望学组成员把两年一本的论文集看成是中国环境水力学的丛刊，都来维护和提高论文集的水平、质量和权威性，真正反映出中国环境水力学研究水平和发展脉络。

二、与《长江流域资源与环境》杂志合作，出版“环境水力学专辑”。从会议收录的论文中选择部分优秀论文同时刊登在《长江流域资源与环境》杂志上，目的是进一步扩大会议和成果的影响。这样做，也是我们根据学组成员的提议，照顾很多科研单位现行论文评价体制的折衷选择。这种做法得到了中国水利水电出版社和《长江流域资源与环境》杂志编辑部的理解和支持。

三、我们与世界自然基金会（WWF）中国淡水与海洋项目部合作，在本次会议上开辟了专题。WWF一直致力于中国的环保事业，在大熊猫等物种保护方面开展了大量卓有成效的工作。淡水与海洋项目部在长江中

下游江湖连通、湿地恢复与生态调度方面，与中国的科学家、地方政府和有关管理机构密切合作，进行了很多具有前瞻性的科研和试验示范工作，同时，共同推动了流域综合管理和健康长江理念的深入人心，成为“长江论坛”的发起人和推动者之一。而这些工作，正是未来中国环境水力学研究需要重点关注和推动的领域。因此，我们与 WWF 一拍即合，希望借此建立起一个交流和合作的平台，分享 WWF 淡水与海洋项目部在中国实施项目的经验和成果，特别是来自国际的经验。

四、学术会议交流主要以论文形式反映最新研究成果，而学术专著则具有系统性。环境水力学从 20 世纪 80 年代开始作为一个学科方向在中国发展以来，已经取得了丰富的成果，出版了各种各样的学术专著、教材和论文集，这些成果对正在从事环境水力学研究的新人和研究生们无疑是很重要的文献资料。本次会议专门组织了一个“环境水力学学术著作”专题，交流和展示 20 多年来特别是最近几年环境水力学学术著作出版方面的成果。

本次会议共收到论文约 120 篇，经过组织专家审查，本次会议论文集收录 87 篇，分“水环境模拟与应用”、“水环境机理试验与评价方法”、“水污染防治与水资源保护”、“河流健康与生态水力学”、“世界自然基金会（WWF）资助项目”5 个专题。不论从论文的数量、质量还是论文的学科范围分布，比以往各届会议都有了可喜的变化，特别是这些年来我们一直致力推动的生态水力学（水文学、水工学）、河流健康等领域，论文数量已经有了显著的增加，成为本次会议的热点和主题。在大家的共同推动下，学组的很多成员单位主持和参与了国家自然科学基金委员会（NSFC）重大项目《大型水利工程对长江流域重要生物资源的长期生态学效应》，传统环境水力学与新学科、新技术的融合和交叉已变得越来越习以为常，环境水力学的路子也越走越宽阔。

从本次会议论文集中我们也应该看到，论文的水平和质量参差不齐，有些论文的研究和写作还不够规范和严谨，真正高水平的论文不多。特别是学科的交叉研究还不够深入和紧密，新的学科方向还正在孕育之中。

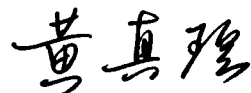
这次会议在三峡大学召开，规模和人数超出了原先预计，三峡大学和长江水产研究所作为承办单位，为会议的成功召开做了大量的工作。WWF 中国淡水与海洋项目部组织了相关专题论文并给予了资助。环境水力学学组的挂靠单位——中国水利水电科学研究院水环境研究所，在会议

前期工作中，特别是在论文组织和审改中安排了大量人力、物力。在此，向所有为会议成功召开作出贡献的单位和个人表示感谢。

环境水力学学组组长

中国水利学会水力学专业委员会副主任

国务院三峡办水库管理司副司长（研究员、博士）

A stylized handwritten signature in black ink, reading '黄真宇' (Huang Zhenyu).

2006年9月

目 录

前 言

水环境模拟与应用

三峡水库“水华”预测	李崇明 黄真理 张晟 常剑波 (3)
河滩人工湿地对河流洪水位影响的数值模拟研究	张娜 武周虎 (14)
闽江下游河道一维动态水质模拟	刘梅冰 陈兴伟 (20)
南水北调南四湖下级湖水流水质数值模拟	焦义坤 武周虎 孙丽凤 (26)
南水北调东线东平湖大汶河口污染混合区数值模拟研究	夏存娟 武周虎 (32)
洋山港海域垂向二维水流数值模拟	周玮 孔令双 余斌 (39)
人工调控河道纳污能力计算研究	
——以太湖流域望虞河为例	瞿淑华 张红举 (46)
北大港水库水质模拟及分析	郭磊 高学平 张晨 赵玉明 (53)
土壤渗滤处理系统的水力负荷模拟研究	尹海龙 徐祖信 李松 尧一骏 (61)
钱塘江河口水流水质模型研究	朱军政 (68)
取水口高程对过渡型水库水温分布结构	
影响的研究	郝红升 李克锋 李然 赵再兴 (75)
季节性封冻水库水温预测模型	赵再兴 李克锋 蒲灵 邓云 郝红升 (82)
多层取水叠梁门方案对稳定分层水库水温结构	
的预测研究	梁瑞峰 李嘉 李克锋 李冰冻 (90)
南通天生港电厂温排水叠加影响范围数值模拟	杨国胜 刘昭伟 叶闽 (97)
三峡水库蓄水初期近坝区水温分布	
特性分析	江春波 马方凯 张黎明 张世彦 刘春梅 (103)
滩坑水电站水温数值模拟	杨芳丽 谢作涛 张小峰 陆俊卿 刘建发 (110)
连续弯道平面二维温排水的数值模拟	何书琴 槐文信 曾玉红 (117)
长江黄石段温排水影响区域的叠加效应分析	刘昭伟 杨国胜 陈永灿 叶闽 (123)
黄浦江突发性水污染事故预警预报系统	姜卫星 张海平 陈玲 林卫青 (131)
流体力学方法在水处理设施优化设计中的应用	罗麟 (137)
氧化沟的环境水力学问题	李玲 陆豪 (143)

水质预测的人工神经网络方法综述	付健 陈永灿 刘昭伟 (148)
-----------------------	------------------

水环境机理试验与评价方法

浅海中海水淡化高盐度尾液排放的试验研究	邵冬冬 罗永强 (159)
旋转水射流冲击压强的实验分析	胡鹤鸣 陈永灿 李玲 曾成杰 (167)
三峡水库上游入库污染负荷背景值研究	黄真理 (177)
长江寸滩断面以上流域输入三峡库区非点源	

氮磷负荷研究	梁常德 龙天渝 李继承 刘腊美 (184)
三峡库区悬移质泥沙对磷的吸附解吸研究	王晓青 李哲 吕平毓 郭劲松 (191)
三峡库区消落区土壤磷释放源区的识别	贾海燕 雷阿林 叶闽 雷俊山 (203)
利用水生植物净化水体悬浮泥沙的初步研究	郭长城 喻国华 王国祥 曹昀 (210)
非淹没刚性植物的阻流特性	吴福生 (215)
五种植物在污水生物处理中的应用	黄钰铃 严静 纪道斌 (223)
西藏高寒地区引水渠道冰花生消过程原型	

观测研究	陈明千 班久次仁 石运强 李然 (227)
厌/缺氧水体水质反应过程室内试验研究	张海平 薛晗 朱宜平 (232)
淀山湖叶绿素 a 的高光谱遥感监测研究	宋玲玲 仇雁翎 张洪恩 赵建夫 (237)
扰动对共培养条件下微囊藻生长的影响	王珂 高光 陈大庆 (244)
超高频雷达提取河水表面流	王才军 文必洋 马志刚 严卫东 黄晓静 (251)
鉴江流域水资源数量与质量联合评价	王渺林 夏军 朱辉 (259)
重庆市主城区江段天然河床泥沙污染评价	刘胜 王平义 潘瑾 刘晓菲 (264)
W 值水质评价法的改进与应用	蓝琳 谢洪章 陈兴伟 (270)
乌梁素海人居环境用水损害评价	郝伟罡 郭中小 苗澍 贾利民 李畅游 (274)
三峡工程生态与环境查询分析子系统的实现	马新辉 吴炳方 朱亮 罗治敏 (280)
流域侵蚀产沙模型与农业面源污染模型	

研究评述	李娟 贾仰文 周祖昊 牛存稳 (285)
水体中泥沙对有机物的吸附作用研究进展	于敏 张海平 朱宜平 (291)
人工湿地系统中氮磷去除机理的研究进展	唐峰 陈季华 (296)
湖泊富营养化模型及评价方法研究进展	姜雅萍 马宗仁 (303)

水污染防治与水资源保护

湖湾水环境改善对策研究	马巍 李锦秀 廖文根 彭静 禹雪中 (315)
-------------------	-------------------------

河流水污染损失补偿的理论模型	禹雪中 李锦秀 骆辉煌 吴金萍	(323)
重庆市“禁磷”绩效评估	阙平 李崇明 吕平毓 张晟 张勇	(329)
对流域规划三个重要问题的探讨	余富基	(337)
长江流域水质型缺水态势及节水思路初探	雷俊山 叶闯	(345)
沧州市生态与环境修复水资源保障综合措施研究	王长明	(352)
邢台百泉岩溶地下水系统饮用水水源保护区划分研究	乔光建 张登杰	(361)
南水北调东线第一期工程水污染防治研究	朱顺初 杨智	(369)
黑河下游额济纳绿洲生态环境恢复方案研究	罗玉丽 姜丙洲 王自英	(374)
天津雨洪水资源利用对改善生态环境的作用	周潮洪 刘红艳	(382)
南四湖行洪问题分析	屈璞	(389)
汉阳四湖水环境修复技术研究	魏小华 雒文生	(393)
湖泊富营养化治理与环保生态产业开发	冯忠民 陈云槐 求丹	(400)
我国水资源保护与管理中若干科技需求探讨	王尚玉 廖文根	(405)

河流健康与生态水力学

论河流保护与修复的生态目标	彭静 李翀 徐天宝	(415)
葛洲坝水利工程对长江中游生态水文特征的影响	徐天宝 彭静 李翀	(423)
宜昌站 1900~2004 年生态水文特征变化	李翀 廖文根 彭静 叶柏生	(430)
雅砻江锦屏二级水电站减水河段生态需水量研究	王玉蓉 李嘉 李克锋 芮建良	(439)
基于遥感信息的流域生态系统健康评价		
——以大宁河流域为例	吴炳方 罗治敏	(446)
健康长江的评价指标体系初探	王孟 叶闯 肖彩 张立	(453)
三峡水库建设前后库区 10 年土地覆盖变化	张磊 董立新 吴炳方 周万村	(459)
基于 IFIM 方法的黄柏河生态需水量计算	时晓燕 刘德富	(468)
WEAP 模型及其在黄柏河流域需水管理中的应用	黄钰铃 田芳艳 刘德富	(473)
葛洲坝至古老背江段鱼类的		
水声学调查	张慧杰 杨德国 危起伟 杜浩 张辉 陈细华	(481)
葛洲坝下游中华鲟产卵场地形分析	张辉 危起伟 杨德国 杜浩 陈细华 张慧杰	(490)
再论生态水工学	刘德富 黄钰铃 王从锋	(501)
河道开挖的生态理念与设计思路的探讨	诸葛亦斯 纪道斌	(507)
大坝建设对河流廊道的影响与对策探讨	纪道斌 诸葛亦斯	(513)
景观生态学原理在河道生态岸堤构建中的应用		
——以江苏省镇江古运河生态岸堤为例	陈明曦 姚云鹏 陈芳清 刘德富	(519)

生态水文调控与流域水质管理关系浅析	王孟 叶阔 雷阿林	(528)
大坝的生态负面影响及补偿措施	高永胜 王芳 王浩 谷欣	(534)
鱼类栖息地水力学研究方法简述	杨宇 乔晔	(542)
大坝对鱼类影响的生态水力学研究浅述	彭期冬 廖文根	(548)

世界自然基金会 (WWF) 资助项目

促进江湖联系的闸口生态调度防洪排涝风险分析	程卫帅 刘丹 陈进	(557)
促进江湖联系的闸口调度对策及影响区管理机制 ...	黄茁 黄薇 朱江 王利民 陈进	(566)
洪湖湿地生态恢复与季节性的江湖联系机制探讨	王学雷 鲍达明 宁龙梅	(574)
聚类分析在江汉湖群典型湖泊分类中的应用	宁龙梅 王学雷 朱明勇	(580)
基于层次分析法的湖泊湿地综合功能评价		
——以洪湖为例	宁龙梅 王学雷 朱明勇	(586)
长江湖北段邻江湖泊功能衰退机理及修复对策研究	何广水 姚仕明 范北林	(592)
国外水电环境认证制度对我国的借鉴意义	唐万林 禹雪中	(598)
涨渡湖生态渔业与小额信贷	李志华 刘绍平 段辛斌 陈大庆	(605)
沅水流域水电梯级开发对水生生物影响的预测	刘明典 李志华 杨青瑞 刘绍平	(614)

水环境模拟与应用

三峡水库“水华”预测^{*}

李崇明^{1,2} 黄真理³ 张 晟² 常剑波¹

(1. 中国科学院水生生物研究所, 湖北武汉 430072; 2. 重庆市环境科学研究院, 重庆 400020;
3. 国务院三峡工程建设委员会办公室水库管理司, 北京 100038)

摘 要 本文根据三峡库区江段 16 条一级支流和重庆市 35 座大中型水库的调查资料, 分析不同水流条件下, 水体 Chl a 的浓度与总磷和透明度的关系。发现在水库环境中, 水体 Chl a 的浓度与总磷以及透明度都具有较好的相关性, 但在流水条件下则没有明显的关系。由于三峡库区江段大多数支流的营养水平已达到富营养化状况, 当三峡水库建成、水流条件发生变化后, 在支流河口等水域存在爆发“水华”的可能。为此, 我们根据 1998 年枯水期, 在三峡库区流域面积大于 100km² 的 40 条支流河口实测的总磷浓度, 利用所建立的水库环境中总磷与 Chl a 的关系, 对三峡成库后在局部水域爆发“水华”的可能性和程度进行了分析, 并提出了相应的对策。

关键词 三峡水库 Chl a 总磷 “水华”

1 引言

三峡水利枢纽工程位于长江三峡之一西陵峡中段的三斗坪镇, 距下游已建成的葛洲坝水利枢纽工程约 40km, 最终正常蓄水位 175m, 总库容 393 亿 m³, 水库水面面积 1084km², 回水长度 660km, 涉及湖北省及重庆的 25 个县(市、区), 库区幅员面积 5.79 万 km², 1994 年正式开工建设, 预计 2009 年完工^[1]。2003 年, 三峡电站第一批机组建成投产, 水库正常蓄水位达到 139m, 长江涪陵以下的天然河道已经变成水库。在水体的营养物质浓度不变的条件下, 当天然河流变成水库后, 水流条件的变化可能导致水体富营养化的极端表征——“水华”的发生。三峡库区江段有大于 100km² 的支流约 40 条, 大小河湾不计其数, 受成库后干流雍水的影响, 这些支流的河口和库湾将形成持续时间不等的缓流区甚至死水区。由于三峡成库后干流过流断面面积增大、流速降低, 水流中携带的泥沙大量沉积、水质变清, 水体透明度增大, 加之库区冬季气温升高、雾日减少、日照增长等, 为藻类的生长繁殖提供了有利条件, 更增加了在上述区域爆发“水华”的可能性。三

^{*} 基金项目: 重庆市科技攻关项目(合同号 6756)。

本文刊载于《长江流域资源与环境》杂志 2007 年第 16 卷第 1 期“环境水力学”会议专刊。

峡水库一期蓄水完成后,在大宁河、香溪河、神女溪等支流河口已经发现了“水华”现象,说明三峡库区的富营养化控制和藻类“水华”防治问题已经迫在眉睫。

国内外相关研究表明,富营养化水体中的 Chl a 浓度与总磷以及透明度都存在一定的关系^[2,3],并且,通过研究局部区域富营养化水体的 Chl a 与总磷、透明度的关系,可以预测特征相同或相近的水体的富营养化趋势^[4,5]。有鉴于此,根据对三峡库区江段 16 条一级支流和重庆市 35 座大中型水库的调查资料,分析不同水流条件下,水体 Chl a 浓度与总磷和透明度关系,然后利用 1998 年枯水期,在三峡库区江段流域面积大于 100km² 的 40 条支流河口实测的总磷浓度,对未来三峡水库可能发生藻类“水华”的区域,以及“水华”发生的频率和程度等进行预测和界定,为三峡水库水环境管理及水污染防治提供理论依据。

研究地点涉及三峡水库回水区的 16 条一级支流和重庆市(三峡水库影响区)的 35 座大中型水库。

2 材料与方法

2.1 研究区域和采样站点布置

2001 年 11 月~2003 年 3 月,在三峡库区江段流域面积大于 100km² 的 16 条一级支流,以及库容量大于 10⁷m³ 的 35 座大中型水库设置采样点采集水样。支流上一般在中游和河口布设 2 个断面,乌江等较大的支流适当增加断面数量,较小的支流只在河口设置 1 个断面。采样点位于所设断面中间,水面以下 0.5m 处。水库中除长寿湖设置 5 个监测点外,其余的均只在库中心和出口处设置 2 个采样点,同样在水面下 0.5m 处取样。

表 1 本研究调查的次级河流及监测断面监测

编号	河流名称	监测断面名称	流域面积 (km ²)	境内长度 (km)	年均流量 (m ³ /s)	河口位置	距三斗坪 (km)
1	綦江	綦江县三江镇、江津仁沱镇	4394	153.0	122.0	顺江	654
2	花溪河	南彭水库、南温泉、王家坝	272	57.0	3.6	李家沱	620
3	嘉陵江	合川糖厂、北碚朝阳桥、大溪沟	157900	153.8	2120.0	朝天门	604
4	桃花溪	葛兰、桃花街	364	65.1	4.8	长寿河街	528
5	龙溪河	邻封镇、长化排污口上游	3248	218.0	54.0	羊角堡	526
6	梨香溪	石沱烈火村、蔺市龙门桥	851	13.6	13.6	蔺市	506
7	乌江	贵州省思南、贵州省沿河、龚滩、彭水码头、武隆、涪陵麻柳嘴	86900	235.0	1610.0	麻柳咀	484
8	龙河	丰都龙河大桥	2810	114.0	58.0	乌杨	429
9	汝溪河	汝溪镇丰庙村、共和村龙滩桥	720	11.9	11.9	石宝镇	338
10	壤渡河	甘宁桥、壤渡河口	269	37.8	4.8	壤渡	303
11	芷溪河	高升镇、芷溪河口	229	30.6	4.4	万州城区	277
12	小江	开县渠口、云阳双江镇	5173	117.5	116.0	双江	247
13	汤溪河	沙市、峒口	1810	108.0	56.2	云阳	222
14	梅溪河	石岗、梅溪河大桥	1972	112.8	32.4	奉节	158
15	大宁河	巫溪城厢、巫山大昌、巫山龙门	4200	142.7	98.0	巫山	123
16	梁滩河	白市驿、土主、龙凤桥	491	88.0	6.6	北碚	距朝天门 60km

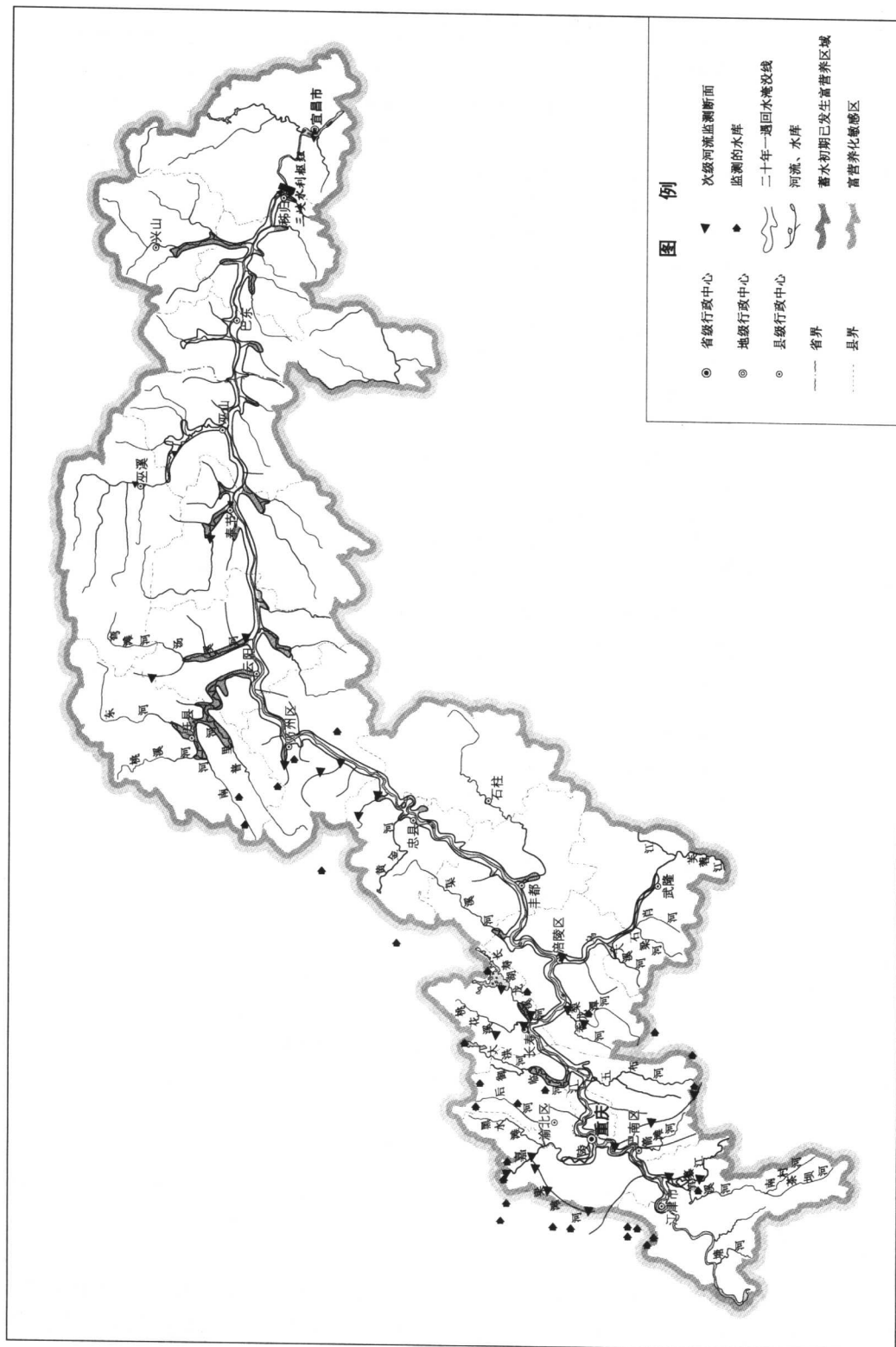


图 1 三峡库区水系图

表 2

本研究调查监测的 35 座大中型水库

行政区	编 号	水 库 名 称	使 用 功 能	水面面积 (km ²)
合川市	1	合川双龙水库	灌溉、养殖、发电、旅游	2.27
	2	合川红旗水库	灌溉、养殖、发电、旅游	1.40
大足县	3	大足上游水库	饮用、农灌	1.43
	4	大足化龙水库	饮用、农业灌溉	1.38
	5	大足龙水湖水库	饮用、农灌	2.58
永川市	6	永川上游水库	农灌	1.00
	7	永川关门山水库	农灌	0.67
荣昌县	8	荣昌三奇峙水库	饮用、农灌	0.80
江津市	9	江津清溪沟水库	灌溉、养殖、发电	
璧山县	10	璧山金堂水库	饮用	0.76
	11	璧山同心水库	饮用	0.90
南川市	12	南川土溪水库	灌溉、防洪、发电	1.54
渝北区	13	渝北两岔水库	生活、渔业、农业用水	2.82
	14	渝北新桥水库	生活、农业用水	1.59
梁平县	15	梁平盐井口水库	工农业、生活用水	0.60
涪陵区	16	涪陵卫东水库	发电、人畜、农业用水	0.47
	17	涪陵水磨滩水库	发电、人畜和农业用水	0.94
开县	18	开县龙安水库	防洪、灌溉、养殖、发电	0.59
	19	开县三汇水库	农灌、防洪、发电、养殖等	0.82
万州区	20	万州新田水库	生活、工农业用水	0.73
	21	万州登丰水库	生活、工农业用水	0.79
潼南县	22	潼南清云水库	渔业用水	1.67
	23	潼南崇龛水库	集中式生活饮用水	2.33
黔江县	24	黔江小南海水库	饮用水、一级保护区、风景名胜区	2.87
酉阳县	25	酉阳胜利水库	灌溉、发电、防洪	
	26	酉阳龙潭水库	灌溉、发电、防洪、人畜饮水	
秀山县	27	秀山钟灵水库	集中式饮用水源	1.80
垫江县	28	垫江双河水库	集中式生活饮用水	0.60
北碚区	29	北碚胜天水库	灌溉、生活、企业用水、发电、旅游、种养殖	0.40
长寿县	30	长寿大洪湖	饮用水、渔业用水	4.67
	31	长寿长寿湖	集中式饮水、发电、航运、养殖等	40.00
巴南区	32	巴南下洞口水库	景观、农业用水	
	33	巴南南彭水库	景观、渔业、农业用水	
	34	武隆江口水库	发电、饮用、旅游	
	35	武隆山虎关水库	灌溉、饮用	

2.2 实验分析

(1) 叶绿素 a (Chl a)。采水样 1L, 加入 1mL 1%碳酸镁悬浊液, 闭光冰盒中保存, 24h 内用分光光度法测定 Chl a 的浓度。测定时先用 0.45 μ m 的 GF/C 玻璃纤维滤纸过滤