

文章编号:1004-8227(2011)03-0339-08

三峡工程生态与环境监测系统的特点

吴炳方, 袁 超, 朱 亮

(中国科学院遥感应用研究所 三峡工程生态与环境监测系统信息管理中心, 北京 100101)

摘 要: 长江三峡工程生态与环境监测系统是针对三峡工程可能引起的生态环境问题而建立的跨地区、跨部门、多学科、综合性和研究性的监测网络,自 1996 年建立以来,监测系统按照规定的监测指标体系和操作规范,对三峡生态环境进行全过程跟踪监测,取得了大量生态与环境数据及资料,为三峡生态与环境的监测与保护发挥了重要作用,为我国大型江河湖泊的综合性生态环境监测工作做出了积极探索和有益尝试。随着水库逐步转入正式运行期,三峡监测系统的监测重点也由为工程建设服务转向为工程运行服务阶段。通过对三峡工程监测系统发展至现阶段进行总结研究,梳理了三峡工程监测系统的特点、运行成效、示范意义等,最后指出了监测系统今后一个阶段内的发展方向。

关键词: 三峡工程; 监测系统; 生态环境
文献标识码: A

通过建立长期和系统的生态监测网络,来了解人类在利用资源过程中对生态与环境的影响,对生态环境的影响进行科学评价,并采取相应对策措施,是生态环境监测的重要内容^[1]。

20 世纪 70 年代末,前苏联开始了有关生态监测方面的工作,包括自然环境污染计划、生态系统功能指标及其人为影响变化的监测计划等,但真正意义上的生态监测网络从 80 年代才开始,比较有代表性的国际监测网络有国际长期生态研究网络(International Long Term Ecological Research Network, ILTER)^[2]、全球陆地生态观测系统生态网络(GTN-E)^[3]。

欧洲各国 80 年代开始建立河流生态监测网络,分别对河流物理、化学和微生物进行监测,其中比较著名的有 2000 年提出的欧洲水框架^[4] [Water Framework Directive(WFD)],它成为改善水生生态系统的基本性指导框架。美国自 80 年代开始的“长期生态研究计划(Long Term Ecological Research Program, LTER)”^[5]及 1992 年英国的“英国环境变化网络(ECN)”都是世界上最为重要的国家

级环境综合监测网络。

其中,针对评估大型水电工程对生态环境的影响而建立的生态环境监测网络,由于各国自然条件和经济社会发展水平的差异,所走过的路各有不同,但国外在流域生态环境监测与保护中的经验和教训对我们有着重要的参考价值。国际大坝的建设高潮是于 20 世纪 60 年代,随后的几十年里,国内外学者围绕大坝修建引起的生态问题进行了大量的研究,如对科罗拉多、阿斯旺高坝下游生态环境的问题研究,并提出相应监测计划,如近来,为确保美国哥伦比亚流域鱼类与野生动物计划目标的顺利实施,西北电力与保护委员会制定了监测、评估、研究、报告计划(Monitoring, Evaluation, Research, and Reporting (MERR) Plan)^[6]。黄真理^[7]针对埃及阿斯旺、巴西伊泰普、中国的二滩和三峡等 4 个世界著名水电站的生态环境监测计划及减少负面影响的对策进行了对比研究;何学民^[8]通过所看到的美国水电系列文章对美国水电开发过程中问题与经验进行回顾与研究;陈进^[9]等通过介绍发达国家在流域生态修复(美国 EVERGLADES 修复计划、日本多自然

河流计划)、大坝管理、流域机构与管理等方面的一些事例,来展示其走过的流域生态监测与保护之路。我国自 20 世纪 70 年代开始,各相关部门也相继建立了一批生态研究和环境监测站点,其中,比较有代表性的是为监测中国生态环境变化而在 1988 年成立的中国生态系统研究网络(CERN)^[10~12],及针对三峡工程与南水北调进行的生态环境监测^[13],但是从总体上看,大多数仍处于分散、重复和不规范的阶段,针对流域生态环境的监测,监测单位主要受国家科研项目 and 重大涉水工程(如水电大坝)业主委托进行专题监测和评价工作,国家层面和长期、系统的监测体系或网络还相当少^[9]。

作为治理和开发长江的关键性骨干工程,三峡工程于 2010 年 10 月试验性蓄水首次成功达到 175 m 正常运行水位,全面发挥防洪、发电、航运、供水、抗旱等综合效益。但也面临着来自库区水质、水沙调控、生物多样性保护、生态友好型水库调度及区域可持续发展等方面的挑战^[14]。

“长江三峡工程生态与环境监测系统”(以下简称三峡监测系统)作为一个专为三峡生态与环境问题而设立的跨地区、跨部门、多学科、综合性和研究性的监测系统,自 1996 年组建以来,经过 15 a 的正常运行,为三峡库区生态与环境的变化积累了长期、系统的历史资料。与国内外工程监测网络等相比,其监测范围以库区为主,兼顾上、中、下游,监测内容除考虑工程影响的专项监测外,还考虑行业管理的执法监测,提供监测数据的同时还进行生态环境综合分析工作,无论是监测类别、监测科目、监测范围及监测频次,都是最为庞大、全面、完整的监测网络。此外,三峡工程中的百万移民,是世界建坝史上独一无二的,其所带来的库区人地矛盾也是其它工程所不可比拟的,对这样一个特殊地区进行生态环境监测,其复杂性不言而喻。

作为三峡工程生态环境建设和保护工作的重要组成部分,黄真理等^[15]从规划层面对三峡监测系统初步研究和总结。经过多年运行,监测系统又进行多次比较大的调整,2010 年试验性蓄水成功达到正常运行水位,也使得三峡监测系统的监测重点由建设期为工程建设服务向运行期为工程运行服务转变。因而,本文通过对三峡监测系统发展至现阶段进行总结研究,梳理了三峡监测系统特点、运行成效、示范意义等,尤其是其运行以来对全面掌握三峡

库区生态环境变化的支持作用,最后指出监测系统在今后一个阶段内的发展方向,对今后减免三峡工程生态环境不利影响,保障水库安全运行及管理具有特殊意义。也为我国大型江河湖泊的综合性生态环境监测工作提供参考。

1 监测系统概述

三峡工程从论证到建设的整个过程都处在国内与国际社会的高度关注和争议中,鉴于三峡工程生态与环境问题所具有的复杂性,为长期、系统地观察三峡库区生态与环境的发展变化,积累相应的数据资料,为三峡库区的生态与环境保护治理提供科学的依据,根据《长江三峡水利枢纽环境影响报告书》(以下简称《环评报告书》)要求^[16],1996 年,在国务院三峡工程建设委员会办公室(以下简称国务院三峡办)组织协调下,建立了三峡工程生态与环境监测系统。该监测系统由环保、水利、农业、林业、气象、卫生、地矿、地震、交通、中科院、三峡总公司、湖北省、重庆市政府等国家十几个部委和地方相关单位的有关部门组成。

经过 15 a 的运行发展,通过内外部评估、整改修编,截止 2011 年初,三峡监测系统已由建成之初的监测中心和 12 个监测子系统(含 15 个监测重点站)发展为由监测中心、信息管理中心和 28 个监测重点站及其下属约 150 个监测基层站点构成的跨地区、跨部门、跨行业、跨学科的多层次综合监测体系。三峡监测系统逐渐形成合理的学科及类型布局,现有监测内容涵盖了污染源、水环境、农业生态、陆生生态、湿地生态、水生生态、大气环境、地质灾害、地震、人群健康共 10 个监测子系统、26 个类别、50 项监测科目。

监测范围以库区为重点,延及长江中下游乃至河口相关地区^①,三峡监测系统组织结构如图 1 所示。

三峡监测系统目标是跟踪监测三峡工程对生态环境的影响,通过积累历史数据,分析由工程建设引起的生态环境变化和发展趋势,以便及时提出应对策略,为最终的三峡生态环境后评估提供依据。不同时期,三峡监测系统的目标会有所侧重:蓄水前,主要是收集背景资料、观测现状、建立本底数据库;蓄水期,主要是监控水情变化、配合水库蓄水;正常运行后,在监测三峡工程运行后对库区及上下游生

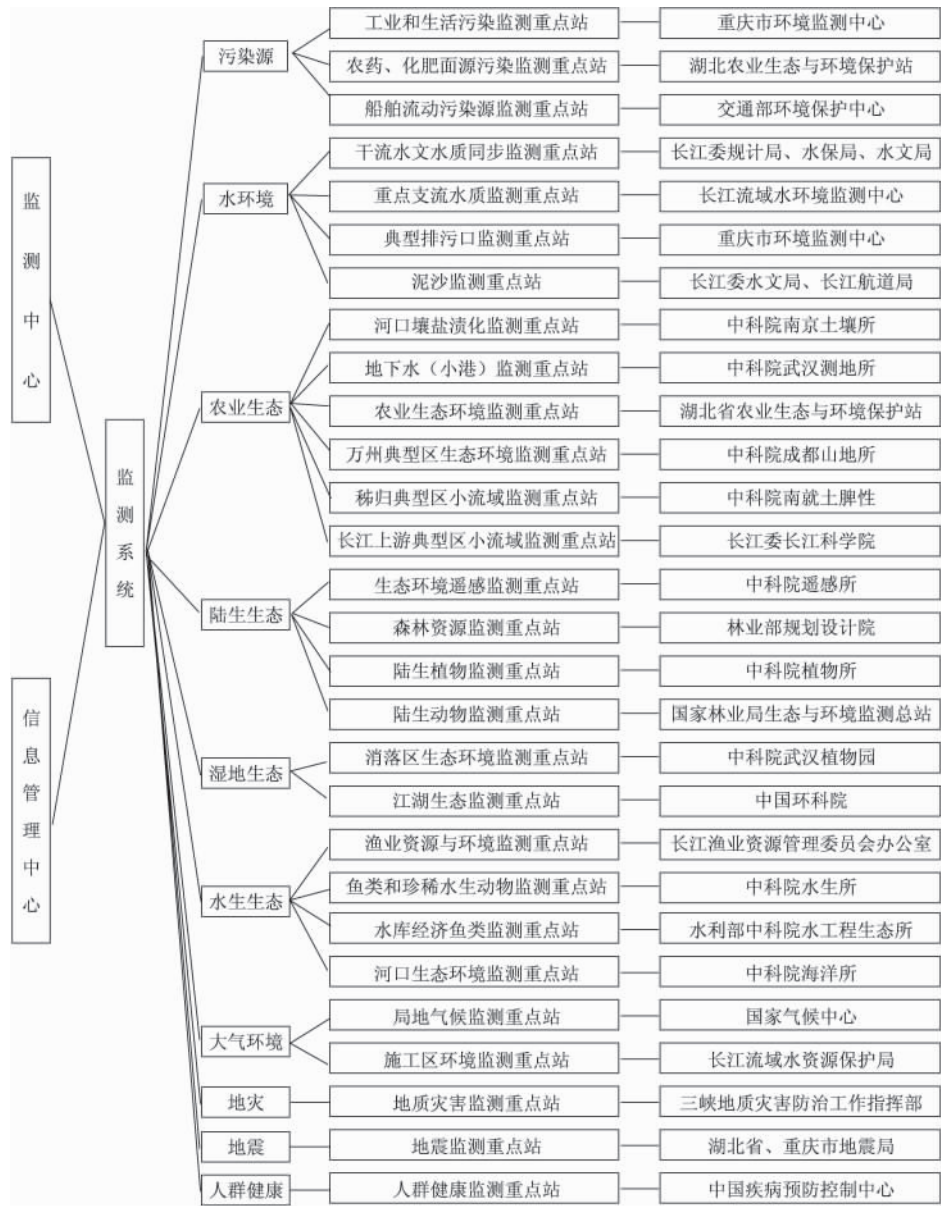


图 1 三峡工程生态与环境监测系统组织结构图

Fig. 1 Organization Chart of Ecological and Environmental Monitoring System for the Three Gorges Project

态环境的影响同时,还要监测库区及其上游经济社会发展、生态环境变化对三峡工程运行的影响,为三峡水库优化调度提供环境技术支撑。

由于三峡监测系统构成单位涉及中央和地方众多部门,其运行呈分布式管理,运行管理主要由国务院三峡办负责,监测工作依托于既定监测业务部门。其中,各监测单位围绕三峡工程开展的生态与环境监测,在其既定部门监测业务上开展,即三峡监测系统各监测重点站在行政隶属上对其上级主管部门负责,在三峡监测工作上向国务院三峡办负责。三峡监测系统现有运行管理体系见图 2。

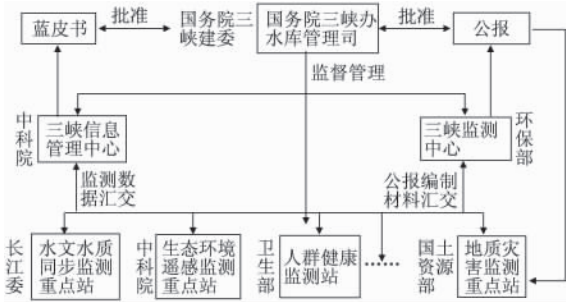


图 2 三峡工程生态与环境监测系统运行管理体系

Fig. 2 Operation Management System of Ecological and Environmental Monitoring System for the Three Gorges Project

站,主要负责三峡监测系统公报编制与监测技术支持工作。信息管理中心依托在中国科学院遥感应用研究所,主要负责三峡监测信息全面管理工作以及三峡信息系统的运行、管理维护工作。各重点站是专业技术实力较强,监测仪器与通讯设备先进,有一定监测的单位承担。根据工作需要,重点站下设基层站,由重点站负责管理。

三峡监测系统在系统运行过程中,主要通过公报、综合分析报告及各类专报等3种类型的报告以及三峡工程生态与环境监测系统信息网站(www.tgenviro.org)来全面、实时、客观的发布三峡库区生态与环境相关信息。截止日前,已连续15 a编制《长江三峡工程生态与环境监测公报》(白皮书)^①,并向国内外公开发布;开展综合分析研究,编制《长江三峡工程生态与环境监测综合分析报告》(蓝皮书);编写了大量技术报告、监测简报、信息专报、监测快报等各种形式的技术资料^②等,这些为三峡地区生态建设和环境管理决策提供了重要的技术支持。

2 监测系统的运行成效

三峡监测系统围绕与三峡工程有关的生态、环境问题,开展持续监测和研究工作,在多年的监测运行过程中,取得了一系列的成果,其运行成效主要表现为以下几个方面。

(1) 获得大量珍贵本底与现状数据。建立重要河流的生态监测网络,进行长期和系统的生态监测对科学评价河流是相当必要和迫切的。15 a来,三峡监测系统通过连续地监测,积累了三峡工程建设期及蓄水试运行期间大量第一手的、不可重现的长时间序列本底和现状生态环境监测数据,涵盖了流域、自然、生态、环境、经济等诸多方面。数据类型包括各重点站提交的三峡工程生态与环境监测数据(含原始监测数据、报告、图片和视频数据)、基础地理与遥感监测数据、公共数据以及纸质资料档案等,保证了监测数据的系统性、综合性和连续性。

目前,水利部门在研究河流生态调度和对河流健康的管理过程中,由于缺乏科学的数据,面临无法进行有针对性的生态调度和管理困境^[9]。而三峡监测系统对监测数据的系统性积累,将无疑为开展

三峡工程生态与环境跟踪评估、后评估,为深入分析三峡工程生态与环境的影响和减免三峡工程生态环境影响不利因素提供了可靠的数据保障。

(2) 实现生态环境监测数据的信息化共享。三峡生态环境监测数据的共享,是开展综合分析、并全面、客观、科学地回答三峡工程生态环境问题的基础和前提。为了保证监测系统内部数据共享与交流,促进综合分析工作开展,提升监测系统服务功能,避免重复投资和信息资源浪费,三峡监测系统在保证监测数据的规范化与系统化管理同时,从2002年开始,就致力于三峡生态环境监测数据的信息化平台建设,依托中国科学院遥感所运行管理,于2009年实现了监测系统内部的数据共享,同时逐步对社会提供数据共享服务。

该共享平台由数据传输、数据处理、三维与多媒体、查询分析、决策支持、信息发布网站7个子系统构成(如图3)。共享平台实现了三峡生态环境监测信息的安全、规范存储、管理(监测数据汇交、整编、质量控制、处理、存储、检索、档案管理等)和数据的共享,促进监测数据高效利用与发挥整体效能。

(3) 促进了科学研究与应用。多年来,监测系统充分利用多学科交叉优势,监测内容涉及水(污染源、水环境、水生生态)、陆(陆生生态、农业生态、湿地生态)、空(大气环境)、人与社会(人群健康、社会经济、移民安置)、地震地灾等诸多领域。高度重视新技术、新方法的应用,采用考察、观测、试验、计算模拟等研究手段,尤其是利用卫星遥感、地理信息系统技术的实时动态等优势,结合地面观测手段,使得监测工作从时间和空间维度上获得了极大的提升。

在获取大量监测数据和珍贵资料的基础上,各监测子系统开展了大量科学性和应用性的研究工作,取得了许多有价值的研究成果,有的以学术论文、文章或专著等形式公开发表,如以学术专著形式出版的《三峡工程生态与环境保护丛书》、《三峡工程生态与环境监测系统研究》等一系列学术著作^[15,17,18],涉及了生态与环境监测、水污染防治、生物多样性保护、农业生态环境、地质灾害以及生态与环境监测系统本身等众多学科领域的最新科研成果。学术论文更是不计其数,这些极大地促进了学科技术方法的创新,相应推动了相关学科的进步。如为最大限度地减少工程对水生生物的影响,监测

① 国家环境保护总局. 长江三峡工程生态环境监测公报, 1997~2010.

② 监测系统各重点站. 长江三峡工程生态与环境监测系统各重点站年报, 1996~2009.

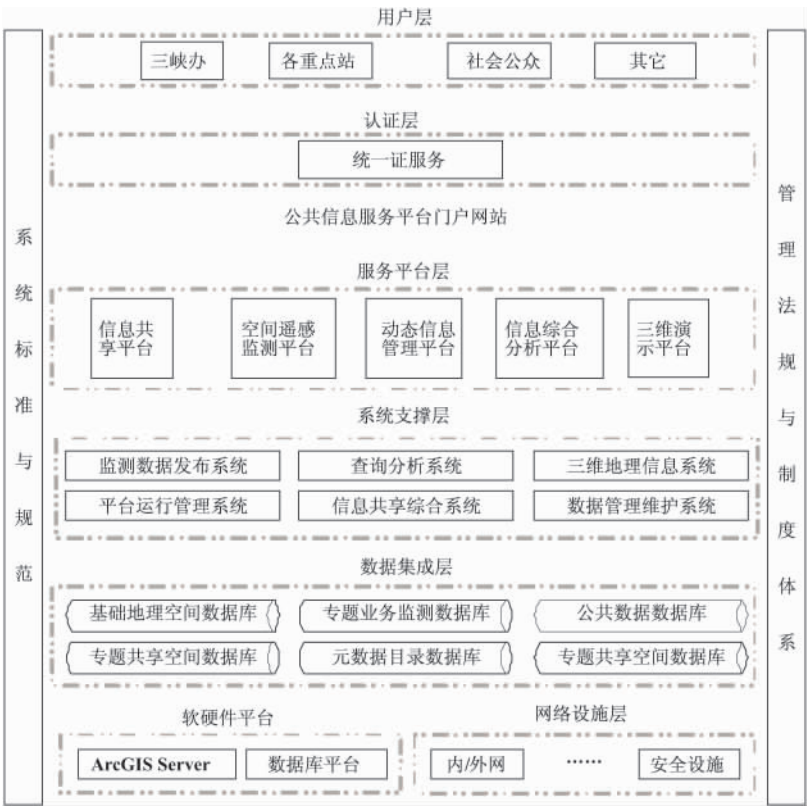


图 3 三峡工程生态与环境监测系统信息共享平台架构

Fig. 3 Frame of Information Sharing Platform of Ecological and Environmental Monitoring System for the Three Gorges Project

系统内外相关科研院所经过多年的研究^[19,20],^①,于 2009 年成功完成中华鲟全人工繁殖,实现了物种保护技术的重大突破;通过监测分析,改正了部分的错误认识和观点,如在三峡库区范围内被淹植物的调查研究中,由于人类认识自然的不全面性,学术界普遍认为三峡兴建会使疏花水柏枝自然种群的灭绝,而后发现在三峡大坝下游 100 km 处仍有野生居群,改变三峡蓄水导致该特种灭绝的学术观点,也直接指导了物种保护工作的开展^②;在三峡库区地质灾害防治、水土保持、长治、天保等一系列保护与恢复三峡库区及其上游的生态环境工程中,三峡监测系统都发挥了科技支撑作用。

此外,通过“白皮书”及时将监测结果对国内外公开发布,客观呈现了三峡生态环境的真实现状,成为国内具有权威性和说服力的三峡生态与环境信息交流窗口^③。

从 2009 年开始,通过“蓝皮书”,利用监测数据

综合研究、分析与评价的成果,进行了三峡工程对生态环境影响的跟踪评估,将三峡库区当前突出或迫切的生态与环境问题展现出来,如三峡水环境、土地与生态、气象与气候、人群健康、地质环境、地震活动等,进一步促进三峡工程生态环境重大问题的科学研究。

(4) 推动了相关行业自身的发展。监测系统 15 年的运行发展过程中,各监测任务承担单位将监测和研究相结合,将研究作为导向,按照《长江三峡工程生态与环境监测系统实施规划》实施生态监测工作。通过监测技术手段的不断提高和能力建设的投入,保证了监测数据连续性和成果的可靠性。同时,通过加强相关领域的研究,促使监测内容与方法不断完善,培育各专业领域的学科方向,拓展其自身专业研究深度,提高分析认知水平,从而带动整个监测系统业务水平与学术水平的提高。此外,多年的监

① 陈永柏. 三峡工程运行对下游关键生物保护对象的生态水文学特征影响的适应性管理对策研究——兼论三峡水库的生态调度. 中国科学院博士后研究报告,2010.

② 三峡工程生态与环境监测白皮书. 三峡库区陆生生物多样性主题报告. 陆生生物监测重点站,2010.

③ 国家环境保护总局. 长江三峡工程生态环境监测公报. 1997~2010.

测研究中,三峡监测系统内部已经形成了一批高素质的青年研究和技术人才队伍,也为监测系统长期稳定的发展奠定了坚实的基础。

三峡监测系统中的农业、水生、船舶流动污染等监测重点站,纳入三峡监测系统之前,并没有自己的监测体系,根据三峡生态环境监测内容需求,才逐步建立了相应的行业监测体系。可以说,三峡监测系统监测框架体系不断完善的同时,也极大地推动着行业本身监测体系的快速发展。

三峡生态环境监测工作的科学应用需求和监测技术方法上的创新,不仅促进了相关学科的发展,也扩大了三峡工程生态环境监测系统的影响力,为国内外正确认识和评价三峡工程对生态环境的影响提供了有利的论据。

3 监测系统的示范经验

三峡监测系统针对大型工程、大型江河湖泊,涉及区域性、流域性的生态环境影响组织开展监测工作,并进行良好的运行管理等方面,无疑起到了一定的示范作用,尤其是随着多年的实际运行,该系统在战略决策层面已经体现出高度前瞻性,在规划实施层面具有较强的可操作性,这些成功经验无疑具有一定的普遍适用性和借鉴性。主要包括以下几个方面:

(1) 顶层设计的前瞻性。三峡监测系统建立之初就形成了涵盖生态、环保、水文、气候及社会经济等比较全面的监测体系,并且随着流域生态环境监测的需求变化,对监测内容与重点站布局进行了不断的优化和完善,为三峡库区及上下游地区生态环境监测资料的积累提供了能力保障。

(2) 社会优势资源的整合。三峡监测系统是建立在不同单位已有的业务平台上,其优势在于可以整合不同单位的已有资源,在避免重复建设的同时,尽快形成监测能力,从而提供主管部门科学、准确的数据分析结果。

(3) 规范化的监测体系。三峡监测系统在国务院三峡办、三峡集团公司的支持下,在各个承担机构主管部门的通力协作下,在中心、重点站、基层站等具体业务承担单位的共同努力下,以及监测工作验收检查、过程评估等监督手段的督促下,在引进、消化、吸收和推广先进的生态与环境监测技术过程中,形成了较为规范的监测框架、技术方法与管理制度的,保证了监测成果的连续性、可比性,增强监测系统的

集成性与统一性。

(4) 系统结构的动态调整。三峡监测系统运行过程中,根据三峡工程建设进度需求、不同蓄水阶段生态环境的发展变化及监测的连续性,通过多次内、外部评估手段,对监测系统进行了3次比较大的调整,调整的主要内容包括现有监测内容调整、新增监测站点、监测能力建设、监测数据综合分析、加强监测技术管理等五个方面。如2009年通过《长江三峡工程生态与环境监测系统实施规划(修编本II)》,对监测系统的监测能力建设和技术管理进行调整完善,将监测内容进行归并和重组,保证监测体系通过重点站得到贯彻实施。

三峡监测系统运行至今,实践证明其特有的探索模式是卓有成效、值得借鉴的,为我国大型江河湖泊的综合性生态环境监测工作做出了积极探索和有益尝试。

4 监测系统的展望

监测工作是管理的“眼睛”,在现有条件和当前需求下,为确保三峡监测系统在任何情况下,都能发挥其应有的作用,需要对监测系统在以下几个方面持续关注。

(1) 三峡监测系统体系结构需要不断优化。三峡监测系统经过多年的评估、规划修编,使得监测能力已有了很大提高,但随着库区社会经济快速发展、环境保护压力持续加大,现有的三峡监测系统体系仍需要不断优化完善。

首先,通过对现有信息共享平台进行进一步完善,以适应综合分析决策需求的不断增加、扩展数据共享服务的内涵、提高部门间的信息交换效率。其次,加强监测系统的资源整合力度,尤其是现有应急监测预案的对接整合,把三峡生态环境的预警和应急放在突出位置,逐步实现单向应急管理向综合应急管理的转变,由注重事发后应急监测处置向注重事前预警预防转变。

(2) 建立数字三峡公共服务平台,推动库区生态环境空间信息可视化发展。三峡库区生态环境复杂,基于短期、局部、单要素方法来分析生态环境变化和水库的关系,很难得到准确的结论,在遇到突发环境事件、公众和媒体关心的生态环境问题难以应对。况且,随着政府决策科学化、社会经济发展信息化、各行业技术建立体系化以及生态环境综合分析的需求,传统的以技术和数据为服务模式的地理信

息服务方式已不能满足日常管理和综合分析决策需求,建立数字三峡平台将成为三峡生态环境监测最有效的手段之一,即通过三峡生态环境监测系统公共服务平台,推动库区生态与环境网络实时监控的可视化,采用快速数据采集、实时传输、3D模拟、数据同化和网络视频技术的结合,集成地形、气象、水文、生态、环境的空间信息,达到空间信息的实时可视化表达与场景分析,具备多尺度、交互式空间可视化和分析能力,建立多部门信息会商机制,及时发布生态环境影响信息,完善三峡生态环境监测的技术保障体系,为管理决策、科学认知、风险防范和公众知情提供最优质的信息支撑。

在三峡监测系统的信息系统升级工作中,要在顶层设计中重点围绕国家关注的重大生态环境问题展开需求分析,如综合分析、预警预报、场景模拟等,并预留扩展接口,使公共服务平台与监测体系有效耦合。

(3) 建立监测系统综合和适应性管理。三峡生态环境的复杂性,注定其监测不是一个部门的事情,而是涉及十几个政府部门或行业管理部门,涉及长江沿线所有省份。而三峡工程生态环境监测系统也包括众多部门,涉及专业领域几十个,在这样的一个巨复杂的系统之下进行生态环境监测系统管理,具有特殊性,很多问题前所未有,充满不确定性。采用统一的行政管理的办法既不现实,也无必要,需要采用综合和适应性管理的方法对监测系统进行动态管理。

监测系统综合和适应性管理的核心是建立各部门及利益相关参与、协商和交流平台,如水环境、防治水质污染,涉及周边地方政府、国土资源、水利、气象、卫生防疫、民政减灾、水上交通部门等十几个政府或行业管理部门,建立重大水污染事件应急调度监测,必须与各相关部门应急预案保持一致及建立必要的行政协调机制。对于不同阶段的监测需求,要求根据监测的连续性和生态环境的变化来不断调整监测内容、监测站点等,采取适应性的管理模式,通过不断学习、反馈、修正,以保证监测体系的有效性。建立监测系统的综合和适应性管理的方法将是未来做好三峡生态环境保护工作的重要途径。

5 结语

国家对三峡生态与环境的监测、保护及治理投入是巨大的,但是由于生态环境效应的滞后性、隐蔽

性、水利工程生态与环境影响复杂的耦合作用机制,以及库区经济发展、社会转型、认知水平的提高和环保意识觉醒,使得在以生产运营为主的“后三峡时代”中,库区生态环境所面临的问题和困难可能比建设期更为复杂,同样,相应的生态环境监测工作也更为艰巨。

从这个意义上讲,三峡工程生态与环境监测工作必将是一个长期、连续的工作。作为集众多学科优势于一身的跨地区、跨部门、多学科、综合性和研究性的监测网络,其所具有的系统性、综合性和完整性优势,是其它监测系统难以企及的,处于不可或缺的重要地位。

因而,在未来的监测工作中,三峡监测系统需要继续通过资源整合、数据共享、联合共建,发展服务于三峡生态环境的观测与试验平台、数据资源共享平台。在现有认知条件下,对某些尚未认识、了解的问题,继续通过长期、连续的监测工作,不断积累数据,深入开展科学实验,分析生态环境影响及规律,在原有监测基础上不断加强应急监测和综合分析能力,完善信息共享和决策支持服务平台,以达到监测为三峡生态与环境保护服务的目的。

三峡工程生态与环境监测系统建设及其监测工作必将是一个任重道远的过程。

参考文献:

- [1] SPELLERBERG I F. Monitoring ecological change[M]. Cambridge University Press, 2005.
- [2] 赵士洞. 国际长期生态研究网络(ILTER)——背景、现状和前景[J]. 植物生态学报, 2001, 25(4): 510~512.
- [3] 牛 栋, 李正泉, 于贵瑞. 陆地生态系统与全球变化的联网观测研究进展[J]. 地球科学进展, 2006, 21(011): 1 199~1 206.
- [4] KALLIS G, BUTLER D. The EU water framework directive: measures and implications[J]. Water Policy, 2001, 3(2): 125~142.
- [5] 赵士洞. 美国长期生态研究计划: 背景、进展和前景[J]. 地球科学进展, 2004, 19(5): 840~844.
- [6] POWER N, COUNCIL C. Columbia river basin monitoring, evaluation, research, and reporting (MERR) Plan[EB/OL]. 2010. <http://www.nwcouncil.org/library/report.asp?docid=16>.
- [7] 黄真理. 国内外大型水电工程生态环境监测与保护[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(2): 101~108.
- [8] 何学民. 我所看到的美国水电(之九)——美国科罗拉多河流域格伦峡谷水坝及适应性管理[J]. 四川水力发电, 2007, 26(1): 127~131.
- [9] 陈 进, 黄 薇. 水资源与长江的生态环境[M]. 北京: 中国水

利水电出版社,2008.

[10] 杨 萍,于秀波,庄绪亮,等. 中国科学院中国生态系统研究网络(CERN)的现状与未来发展思路[J]. 中国科学院院刊, 2008,23(6):555~561.

[11] 黄铁青,牛 栋. 中国生态系统研究网络(CERN):概况、成就和展望[J]. 地球科学进展,2005,20(8):895~902.

[12] 傅伯杰,刘世梁. 长期生态研究中的若干重要问题及趋势[J]. 应用生态学报,2002,13(4):476~480.

[13] ZHANG Q F. The South-to-North Water Transfer Project of China: Environmental implications and monitoring strategy [J]. JAWRA Journal of the American Water Resources Association,2009;1 238~1 247.

[14] FU B J,WU B F,LU Y H,et al. Three Gorges Project;Ef-forts and challenges for the environment [J]. Progress in Physical Geography,2010,34(6):741~754.

[15] 黄真理,吴炳方,敖良桂. 三峡工程生态与环境监测系统研究 [M]. 北京:科学出版社,2006.

[16] 中国科学院环境评价部,长江水资源保护科学研究所. 长江三峡水利枢纽环境影响报告书(简写本)[M]. 北京:科学出版 社,1996.

[17] 黄真理主编. 三峡工程生态与环境监测和保护[C]. 宜昌:中 国三峡出版社,2004.

[18] 国务院三峡工程建设委员会办公室. 三峡工程生态与环境保护丛书[M]. 北京:中国水利水电出版社,2007.

[19] 常剑波,曹文宣. 中华鲟物种保护的历史与前景[J]. 水生生物 学报,1999,23(6):712~720.

[20] 危起伟. 中华鲟繁殖行为生态学与资源评估[D]. 中国科学院 水生生物研究所,2003.

CHARACTERISTICS OF THE ECOLOGY AND ENVIRONMENT MONITORING SYSTEM OF THE THREE GORGES PROJECT

WU Bing-fang, YUAN Chao, ZHU Liang

(Institute of remote sensing app lications Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; Information Center of Ecological and Environmental Monitoring Network for the Three Gorges Project, Beijing 100101, China)

Abstract: The ecology and environment monitoring system of the Three Gorges Project(TGP)is a trans-re-gional,trans-departmental,multi-disciplinary,and comprehensive investigative monitoring network,estab-lished for monitoring the potential ecological and environmental problems caused by the TGP. Since it was established in 1996,in line with basic regulations,unified monitoring variables and standard operation pro-tocols,the system had traced the whole ecology and environment conditions of the Three Gorges,accumula-ted abundant data for the environmental evaluation of the TGP. A series of achievements have been made by monitoring system. At the same time,it has made a positive and useful attempt and explore for integrat-ed monitoring of the ecological environment of rivers and lakes in China. As the TGP step into its full oper-ation period,the focus of the monitoring system synchronously shifted from the construction services for the engineering to the project operation phase. In this paper,we summarized the characteristics,achieve-ments and exemplars of the monitoring system,and then pointed out the direction for the development of the monitoring system in the next stage.

Key words: the Three Gorges Project(TGP); monitoring system; ecology and environment; characteristic