

最严格水资源管理制度理论体系探讨

左其亭,李可任

(郑州大学 水科学研究中心,郑州 450001)

摘要:现阶段人多水少、水资源时空分布不均、经济社会发展与水资源分布不协调,以及日益严峻的水污染形势,使得实行合理有效的水资源管理方式成为迫切需求。最严格水资源管理制度作为最新的治水方略,从取水、用水、排水三方面进行严格控制,并形成了与取水、用水、排水和管水相关的制度。通过介绍最严格水资源管理制度的提出背景,解读制度的基本理念,构建制度的理论体系框架,阐述制度形成的指导思想、基本原则、科技支撑、主要内容、理论方法和保障措施,为最严格水资源管理制度的深入研究和实践提供参考依据。

关键词:最严格水资源管理制度;理论体系;科技支撑;理念

中图分类号:TV213 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-1683(2013)01-0034-05

Discussion on Theoretical System of the Strictest Water Resources Management System

ZUO Qi-ting, LI Ke-ren

(Center for Water Science Research, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: At present, the implementation of reasonable and effective management system of water resources is urgently needed due to the increasing population with less water, the uneven temporal and spatial distribution of water resources, the incoordination between the development of economy and society and the distribution of water resources, and the increasingly severe water pollution situation. As the latest water control strategy, the strictest water resources management system is implemented from three aspects including water intaking, water use, and water drainage, thereby forming the corresponding system related to the above three aspects and water management as well. In this paper, the background of the strictest water resources management system is introduced and its basic philosophy is analyzed, and the theoretical framework of the system is developed. In addition, the guiding theory, fundamental principles, technological support, main content, theoretical methods, and safeguard mechanisms of the system are illustrated, which can provide references for the in-depth research and application of the strictest water resources management system.

Key words: strictest water resources management system; theoretical system; technological support; philosophy

水是生命之源、生产之要、生态之基。兴水利、除水害,事关人类生存、经济发展、社会进步,历来是治国安邦的大事^[1]。水资源在作为基础性自然资源和战略性经济资源的同时,也是生态延续与环境维持的控制性要素。新中国成立以来特别是改革开放以来,国家在水资源开发、利用、配置、节约、保护和管理方面取得了显著的成绩。但随着全球气候变化和大规模经济开发使得我国北少南多的水资源分布格局进一步加剧,水资源短缺、水污染严重、水生态恶化等问题逐步加重,这一系列的水问题已成为制约经济社会可持续发展的主要瓶颈。

党中央、国务院始终高度重视水资源管理工作。回良玉

副总理在 2009 年全国水利工作会议上明确提出,“从我国的基本水情出发,必须实行最严格的水资源管理制度”。陈雷部长在 2009 年全国水资源工作会议上发表了题为“实行最严格的水资源管理制度保障经济社会可持续发展”的重要讲话。2011 年中央一号文件指出,要“实行最严格的水资源管理制度”,“要建立用水总量控制制度、用水效率控制制度、建立水功能区限制纳污制度和水资源管理责任和考核制度”^[1-2];2011 年中央水利工作会议明确提出,“要大力推进节水型社会建设,实行最严格的水资源管理制度,确保水资源的可持续利用和经济社会的可持续发展”。2012 年 1 月国务院发布《关于实行最严格水资源管理制度的意见》,作为在全

收稿日期:2012-12-08 修回日期:2013-01-10 网络出版时间:2013-01-24

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20130124.1132.029.html>

基金项目:国家社科基金重大项目(12&ZD215);国家自然科学基金(51279183;51079132)

作者简介:左其亭(1967-),男,河南固始人,教授,博士,博士生导师,从事水文学及水资源研究。E-mail:zuoqt@zzu.edu.cn

国范围内实施最严格水资源管理制度的基本指导意见。这说明实行最严格的水资源管理制度是当前和今后一个时期水资源管理的主旋律,也是解决当前一系列日益复杂的水资源问题、实现水资源高效利用和有效保护的途径。

然而最严格水资源管理制度理念虽然多次被党中央国务院和部领导强调,但是就当前的研究现状来看,其仅仅是一个宏观层面上的一个理念。作为最严格水资源管理制度核心的基本理论体系还不完善,相应的制度框架还未形成。因此,在前人的工作基础上,针对当前最严格水资源管理制度研究中存在的不足,本文在深入分析最严格水资源管理制度概念和内涵的基础上,广泛总结和研究前人的工作成果,系统的构建最严格水资源管理制度理论体系。该研究可为进一步落实最严格水资源管理制度提供支撑。

1 最严格水资源管理制度的概念及内涵

1.1 最严格水资源管理制度概念

“最严格水资源管理制度”理念由于提出的时间比较短,还未形成统一的概念和定义。当前较为合理的定义为:最严格的水资源管理制度是一种行政管理制度,它是指根据区域水资源潜力,按照水资源利用的底限,制订水资源开发、利用、排放标准,并用最严格的行政行为进行管理的制度。最严格水资源管理制度的核心是由开发、利用、保护、监管四项制度来构成,再往下面则贯穿了整个水资源工作领域的评价、论证、取水工程管理、计划用水、保护治理、规划配置、监测、绩效考核等若干小制度。

1.2 最严格水资源管理制度内涵

最严格水资源管理制度是以水循环规律为基础的科学管理制度,是在遵守水循环规律的基础上面向水循环全过程、全要素的管理制度;最严格水资源管理制度是对水资源的依法管理、可持续管理,其最终目标是实现有限水资源的可持续利用;最严格水资源管理制度旨在提高水资源配置效率的管理,水功能区达标率的提高是水资源优化配置的必要条件,而用水效率的提高是水资源配置效率提高的外在体现。

2 实现最严格水资源管理制度需要的科技支撑

2.1 完善的水文工作基础

水文工作在实行最严格水资源管理制度工作中占据重要的地位,对实行最严格水资源管理制度具有重要的科技支撑作用。其主要表现为:最严格水资源管理制度主要目标的考核需要依靠水文行业扎实的基础工作;地表水、地下水的量、水质监测,是实行最严格水资源管理制度“三条红线”的重要基础工作;突发水污染、水生态事件水文应急监测,是健全水资源监控体系,全面提高监控、预警和管理能力的重要组成部分;防汛抗旱的水文及相关信息监视与预警,是提高防汛抗旱应急能力的重要基础;水文及水利信息化建设,是现代水利信息化建设的重要部分,是实行最严格水资源管理制度的重要基础;同时,最严格水资源管理制度关键科学问题的解决,需要水文科学的支持和广泛参与^[3]。

2.2 高效的水资源调度能力

最严格水资源管理制度的核心之一是建立水资源开发

利用控制红线,严格实行用水总量控制,这意味着最严格水资源管理要从取水源头出发,从取水总量上进行第一步的“最严格”控制。而我国国情和水情共同决定了水资源的时空分布不均,严重影响了水资源的开发利用以及居民的生产生活,这也是出现地下水超采以及局部水资源供应紧缺的根本原因。水资源调度作为改变水资源天然时空分布不均的有效途径,能够起到实现流域水资源合理配置的作用,是落实用水总量控制方案的重要抓手,也是实行最严格水资源管理制度的基础性工作。因此提升水资源调度能力是实施最严格水资源管理制度的必然要求,是最严格水资源管理制度快速和有效实施的重要支撑。

2.3 准确的用水总量控制模型

最严格水资源管理制度提出用水总量控制和定额管理相结合的制度,但是总量控制与定额管理的研究还未形成体系,不同层次总量控制与定额管理在具体指标的编制、实施、核算、优化、调控等过程缺乏科学依据,所以难以保证制度实施的科学性和合理性^[4]。目前水资源用水总量控制指标的确定方法存在大量主观因素的干扰,缺乏系统性、科学性^[5]。不过实践证明,基于“自然—社会”二元水循环理论的用水总量模型能很好地协调各方面限制因素,达到科学控制用水问题的目的。它在科学评价流域(区域)水资源量、水资源可利用量的基础上,综合考虑经济、社会、生态、环境的用水需求以及公平、高效与可持续原则,通过多目标决策分析将水资源合理分配到经济社会的各个部门,确定流域(区域)各发展阶段的用水总量控制指标,从而为取用水总量控制和定额管理、为最严格水资源管理的高效实施提供了强有力的支持和促进^[6-7]。

2.4 精确的用水效率控制

最严格水资源管理制度“三条红线”分别控制的是取水、用水和排水环节。用水环节作为中间过程,用水效率控制目标的实现直接关系到用水总量控制目标的实现,并且与废水排放量、水功能区水质达标情况有很大的相关性。用水效率控制是与具体用水行为关系最紧密、效果最直接的管理手段,因此,严格控制用水效率是实施最严格水资源管理制度的关键环节。基于分级控制的用水效率控制能够更精细化地管理水资源,在用水效率控制红线的基础上,进一步细化为“红”“黄”“蓝”三条线,加强对用水效率的控制力度。对用水效率进行“红”“黄”“蓝”三条线的分级控制,可以将原有的单一控制指标进一步细化,一方面为用水效率的监控提供明确的划分标准;另一方面也增加了用水单位提高用水效率的积极性,还能促进最严格水资源管理制度的有效实施^[8]。

2.5 合理的水功能区限制纳污指标体系

水功能区限制纳污红线是以水体功能相适应的保护目标为依据,根据水功能区水环境容量,严格控制水功能区接纳污染物总量,并以此作为水资源管理及水污染防治管理不可逾越的限制。红线要求按照水功能区划对水质的要求和水体的自净能力,核定水域纳污能力,提出限制排污总量。合理的水功能区限制纳污总量体系建立所要求的关键部分就是水功能区纳污能力与限制排污总量的准确核算以及水功能区限制排污总量时空分配的确定。合理的水功能区限

制纳污指标体系能为水功能区限制纳污红线的落实提供前期的基础,也为最严格水资源管理制度的有效实施提供必要的科技支持^[9]。

2.6 先进的数字流域建设

数字流域是对流域的数字化表述,是在现有的流域数字化体现形式的基础上,运用数字化的手段来处理、分析和和管理整个流域,实现流域的再现、优化和预测,对宏观与微观信息都能够比较全面、系统地掌握,从而有效弥补现有流域的运行缺陷,帮助解决流域现有问题,优化流域的建设、管理和运行,促进流域的健康可持续发展^[10]。数字流域不仅能在计算机上建立虚拟流域,再现流域的水资源的分布状态,更为重要的是,它可以通过各种信息的交流、融合和挖掘,综合气象、水文、国土、交通等信息,通过数字化模拟现代化手段,提高流域水资源综合管理水平。同时也可以为最严格水资源制度的有效落实和可持续发展战略的实施提供有力的科学依据^[11]。

3 最严格水资源管理制度的理论体系框架

基于对最严格水资源管理制度理念的认识,以及其内涵的理解,总结出最严格水资源管理制度基本理论并构建了最严格水资源管理制度的理论体系框架,见图 1。同时,对最严格水资源管理制度理论的指导思想、基本原则、目标、主要内容、理论方法和保障措施进行探讨,以指导最严格水资源管理的实践、支撑最严格水资源管理战略的规划和实施。

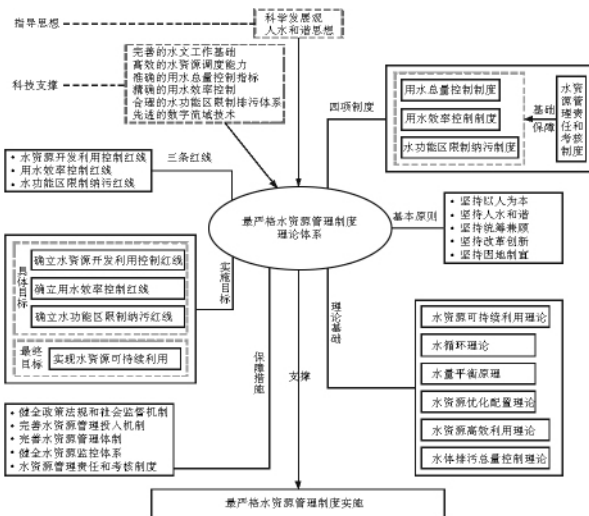


图 1 最严格水资源管理制度理论体系框架

Fig. 1 The theoretical framework of the strictest water resources management system

3.1 指导思想

(1) 科学发展观。科学发展观是坚持以人为本,树立全面、协调、可持续的发展观,促进经济社会协调发展和人的全面发展的一种方法论。最严格水资源管理制度的本质就是在深入贯彻落实科学发展观的基础上,以水资源配置、节约和保护为重点,强化用水需求和用水过程管理,通过健全制度、落实责任、提高能力、强化监管,严格控制用水总量,全面提高用水效率,严格控制入河湖排污总量。

(2) 人水和谐思想。人水和谐是指“人文系统与水资源

相互协调的良性循环状态,即在不断改善水系统自我维持和更新能力的前提下,使水资源能为人类生存和社会经济可持续发展提供久远的支撑和保障”^[12-13]。最严格水资源管理制度实施的根本目标就是解决当前紧缺的水资源形势,控制水资源开发总量、提高水资源利用效率、限制污水排放总量,从而实现水资源的可持续利用,最终达到人与水的和谐相处。

3.2 基本原则

坚持以人为本,着力解决人民群众最关心最直接最现实的水资源问题,保障饮水安全、供水安全和生态安全;坚持人水和谐,尊重自然规律和经济社会发展规律,处理好水资源开发与保护关系,以水定需、量水而行、因水制宜;坚持统筹兼顾,协调好生活、生产和生态用水,协调好上下游、左右岸、干支流、地表水和地下水关系;坚持改革创新,完善水资源管理体制和机制,改进管理方式和方法;坚持因地制宜,实行分类指导,注重制度实施的可行性和有效性。

3.3 三条红线与四项制度

(1) 三条红线。最严格水资源管理制度的核心是确立“三条红线”,实际上是在客观分析和综合考虑我国水资源禀赋情况、开发利用状况、经济社会发展对水资源需求等方面的基础上,提出今后一段时期我国在水资源开发利用和节约保护方面的管理目标,实现水资源的有序、高效和清洁利用。“三条红线”是国家为保障水资源可持续利用,在水资源的开发、利用、节约、保护各个环节划定的管理控制红线。

(2) 四项制度。最严格水资源管理的“四项制度”是一个整体,其中用水总量控制制度、用水效率控制制度、水功能区限制纳污制度是实行最严格水资源管理的具体内容,水资源管理责任和考核制度是落实前三项制度的基础保障。只有在明晰责任、严格考核的基础上,才能有效发挥“三条红线”的约束力,实现最严格水资源管理制度的目标。用水总量控制制度、用水效率控制制度、水功能区限制纳污制度相互联系,相互影响,具有联动效应。任何一项制度缺失,都难以有效应对和解决我国目前面临的复杂水问题,难以实现水资源有效管理和可持续利用。

3.4 理论基础

最严格水资源管理制度的理论基础包括水资源可持续利用理论、水循环理论、水量平衡原理、水资源优化配置理论、水资源高效利用理论和水体排污总量控制理论。最严格水资源管理制度的基础理论是最严格水资源管理制度实施的基本支撑,也是最严格水资源管理制度理论体系的基础。

(1) 水资源可持续利用理论。水资源可持续利用是指在维持水的持续性和生态系统整体性的条件下,支持人口、资源、环境与经济协调发展和满足代内和代际人用水需要的全部过程^[14-15]。水资源可持续利用是一种在不超过水资源再生能力、社会经济持续发展或者保持以前的发展速度的前提下,水资源开发利用的模式。地球上的水资源量是有限的,并不是取之不尽用之不竭的,但是由于水循环的存在,才使得水资源的可持续利用成为可能。由于经济社会的飞速发展,水资源紧缺已经成为不争的事实。基于水资源可持续利用的理论,实现最严格水资源制度本质上就是要在取水、用水、排水三个方面严格控制,减少水资源开发量、提高用水效

率、减少水体排污总量,以实现水资源与经济、社会、生态环境协调的可承载、有效益、可持续的发展。

(2)水循环理论。水循环是联系大气圈、水圈、岩石圈和生物圈相互作用的纽带,是水资源形成的基础。也正是由于水循环的作用,使水处在永无止境的循环之中,也使得水资源成为一种可再生资源,因此,水循环的存在是水资源可再生性的基础,也是水资源可持续利用的前提。水循环理论的研究是开展最严格水资源管理制度理论研究的基础。水循环的机理和特点决定了水循环是永无止境的,但是可再生并不意味着无限可取。因此开发利用水资源过程中,一定要转变观念,实施最严格的管理,以保证水资源的可再生性,实现水资源的可持续利用。

(3)水量平衡原理。水量平衡原理是研究一切水文现象和水资源转化关系的基本原理。水量平衡原理的提出从根本上说明了水资源是有限的,不是无限可取的。水量平衡原理是最严格水资源管理制度实施的基础理论。从本质上表明了确立水资源开发利用总量控制红线的根本意义以及确立用水效率控制红线和水功能区限制排污控制红线的必要性和重要性。水量平衡原理的存在,决定了宏观和微观上的“开源”措施均不是解决水资源严重短缺的根本措施。只有严格的“节流”措施才是解决这一问题的关键。

(4)水资源优化配置理论。水资源优化配置泛指通过工程和非工程措施,改变水资源的天然时空分布;开源与节流并重,兼顾当前利益和长远利益;利用系统科学方法、决策理论和先进的计算机技术,统一调配水资源;注重兴利与除弊相结合,协调好各地区以及各用水部门之间的利益和矛盾,尽可能地提高区域整体的用水效率,以促进水资源的可持续开发利用和区域的可持续发展^[16-17]。水资源优化配置的实质就是提高水资源的配置效率,一方面提高水的分配效率,合理解决各部门和各行业(包括环境和生态用水)之间的竞争用水问题;另一方面则是提高水的利用效率,促使各部门或各行业内部节约高效用水。

(5)水资源高效利用理论。水资源高效利用的目的就是满足经济社会发展和生态环境维系的需水要求,以提高水资源的单位经济效益和生态效益,以水资源的可持续利用支撑经济社会的可持续发展,促进人水和谐相处。经济社会可持续发展理论和流域或区域内的水循环转化机理是水资源高效利用的理论基础^[18]。加大推进工、农业节水技术和居民生活节水器具、合理有效的水价体系、流域或区域内水资源的合理配置和水资源的统一管理都是实现水资源高效利用的重要手段。水资源高效利用的直接效用就是提高用水效率,杜绝各种用水浪费,更进一步的减少取用水量,实现水资源开发利用总量控制,最终实现水资源的可持续利用。

(6)水体排污总量控制理论。水体排污总量控制是指根据一个流域、地区或区域的自然环境及其自净能力,根据水环境质量标准,通过控制污染源的排污总量和相应的污染物处理措施,把污染物负荷总量控制在自然水体环境承载能力范围之内^[19]。水体排污总量控制的基本思路是根据流域或区域的社会经济发展状况,通过行政与经济干预以及各种技术措施,逐步将污染物排污总量控制在水环境容量范围之内

3.5 保障措施

(1)科技支撑保障的建设。先进技术和制度为最严格水资源管理的实施提供科技保障,是最严格水资源管理制度有效实施的前提。目前其研究和建设情况还很薄弱,现有的技术条件还不足以支撑最严格水资源制度的实现。因此,要加快基础水文信息数据的采集和观测,健全全国水文观测站点和水文信息共享平台的建设;加快对于“自然—社会”二元水循环理论的用水总量模型的研究,系统提出用水总量控制指标体系;加快节水型生产工艺、节水灌溉技术和节水器具的推广和实施,建立精确的用水效率控制指标体系;加快水功能区纳污能力与限制排污总量核算和水功能区限制排污总量时空分配的研究,确定合理的水功能区限制排污指标体系;加快数字流域建设,实现对全国河湖水系的数字控制和管理。

(2)“三条红线”指标选择和控制指标的分解的研究。“三条红线”是从不同角度、不同层面对水资源的利用和保护进行管理的一个明确的界限。同时,“三条红线”彼此之间相互联系、相互制约,共同构成一个完整的水资源管理体系。当前反映取水、用水、排水过程的指标很多,但是缺乏将其作为统一整体考虑的指标体系,因此,要加快完整控制指标体系的研究。还要迅速着手于对国家层面的宏观控制指标进行分解的工作,建立省、市、县三级行政区域水资源管理红线指标体系。

(3)水资源管理责任和考核制度的建立。要将水资源开发、利用、节约和保护的主要指标纳入地方经济社会发展综合评价体系,县级以上地方人民政府主要负责人对本行政区域水资源管理和保护工作负总责。国务院对各省、自治区、直辖市的主要指标落实情况进行考核,水利部会同有关部门具体组织实施,考核结果交由干部主管部门,作为地方人民政府相关领导干部和相关企业负责人综合考核评价的重要依据,具体考核办法由水利部会同有关部门制订,报国务院批准后实施。

(4)水资源监控体系的建设。全面提高水资源监管能力,是实施最严格水资源管理的必要手段。加快建立与用水总量控制、用水效率管理、水功能区管理要求相适应的监控体系是实施最严格水资源管理制度的迫切需要。加强省界等重要控制断面、水功能区 and 地下水的水质水量监测能力建设;加强对重点取水户取水、主要入河排污口等的适时监控;加快水资源信息化建设,实现水资源管理向动态、精细、定量和科学管理转变。

(5)水资源管理体制和投入机制的完善。进一步完善流域管理与行政区域管理相结合的水资源管理体制,切实加强流域水资源的统一规划、统一管理和统一调度。强化城乡水资源统一管理,对城乡供水、水资源综合利用、水环境治理和防洪排涝等实行统筹规划、协调实施,促进水资源优化配置。拓宽投资渠道,建立长效、稳定的水资源管理投入机制,保障水资源节约、保护和管理经费,对水资源管理系统建设、节水技术推广与应用、地下水超采区治理、水生态系统保护与修复等给予重点支持。

(6)政策法规和社会监督机制的健全。抓紧完善水资源

配置、节约、保护和管理等方面的政策法规体系。广泛深入开展基本水情宣传教育,强化社会舆论监督,进一步增强全社会水忧患意识和水资源节约保护意识。大力推进水资源管理科学决策和民主决策,完善公众参与机制,采取多种方式听取各方面意见,进一步提高决策透明度。

4 结语

最严格水资源管理制度作为新时期水利发展改革的重要内容和加快转变经济发展方式的战略举措,表明国家重视水资源的态度和破除水资源瓶颈制约的决心,体现了社会各界对解决突出水问题的热切期盼,彰显了水利部门解放思想、转变理念,以水资源的可持续利用支撑和保障经济社会可持续发展的坚强决心和坚定信念。其在限制水资源过度开发、提高水资源利用率、降低水功能区纳污量等方面具有显著作用,认真的落实和实践最严格水资源管理制度,必将能够实现水资源的可持续利用和经济社会的可持续发展。

参考文献(References):

- [1] 中共中央国务院. 中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定[Z]. 2010. (The State Council of the People's Republic of China. The Central Committee of CPC's Decision on Promoting Water Conservancy Reform and Development[Z]. 2010. (in Chinese))
- [2] 左其亭,张保祥,王宗志,等. 2011 年中央一号文件对水科学研究的启示与讨论[J]. 南水北调与水利科技, 2011, 9, (5): 68-73. (ZUO Qi-ting, ZHANG Bao-xiang, WANG Zong-zhi, et al. Revelation and Discussion on Water Science Research from the "2011 No. 1 Document by the Central Committee of the CPC"[J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2011, 9, (5): 68-73. (in Chinese))
- [3] 左其亭. 水文为实行最严格水资源管理制度提供科技保障[N]. 中国水利报, 2012-04-12(007). (ZUO Qi-ting. Hydrology Provides Technological Safeguard for Implementation of the Strictest Water Resources Management System[N]. China Water Resources News, 2012-04-12(007). (in Chinese))
- [4] 褚俊英,王浩,秦大庸,等. 我国节水型社会建设的主要经验、问题与发展方向[J]. 中国农村水利水电, 2007, (1): 11-15. 21. (CHU Jun-ying, WANG Hao, QIN Da-yong, et al. The Main Experience, Problems and Development Direction of Water-saving Society Construction in China[J]. China Rural Water and Hydropower, 2007, (1): 11-15. 21. (in Chinese))
- [5] 裴源生,刘建刚,赵勇,等. 水资源用水总量控制与定额管理协调保障技术研究[J]. 水利水电技术, 2009, (3): 8-11, 15. (PEI Yuan-sheng, LIU Jian-gang, ZHAO Yong, et al. Study on Support Technique for Coordination Between Total Amount Control and Quota Management of Water Consumption for Water Resources[J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2009, (3): 8-11, 15. (in Chinese))
- [6] 周祖昊,王浩,贾仰文,等. 基于二元水循环理论的用水评价方法探析[J]. 水文, 2011, (1): 8-12, 25. (ZHOU Zu-hao, WANG Hao, JIA Yang-wen, et al. Discussion on Water Use Assessment Based on Dualistic Water Cycle[J]. Journal of China Hy-

drology, 2011, (1): 8-12, 25. (in Chinese))

- [7] 王浩. 实行最严格水资源管理制度关键技术支撑探析[J]. 中国水利, 2011, (6): 28-29, 32. (WANG Hao. Discussion of Key Technical Support on Implementation of the Strictest Water Resources Management System[J]. China Water Resources, 2011, (6): 28-29, 32. (in Chinese))
- [8] 赵恩龙,黄薇,霍军. 基于分级控制的用水效率制度建设初探[J]. 长江科学院院报, 2011, (12): 23-26. (ZHAO En-long, HUANG Wei, HUO Jun. Preliminary Study on Institutional Construction for Water Use Efficiency Based on Hierarchical Control[J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2011, (12): 23-26. (in Chinese))
- [9] 彭文启. 水功能区限制纳污红线指标体系[J]. 中国水利, 2012, (7): 19-22. (PENG Wen-qi. Index System for Limiting Pollution Load Red Line of Water Function Zone[J]. China Water Resources, 2012, (7): 19-22. (in Chinese))
- [10] 刘家宏,王光谦,王开. 数字流域研究综述[J]. 水利学报, 2006, (2): 240-246. (LIU Jia-hong, WANG Guang-qian, WANG Kai. Review on Advancement of Study on Digital River Basin in China[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2006, (2): 240-246. (in Chinese))
- [11] 刘英敏. 基于 GIS 和 RS 的数字流域构建关键技术研究与实践[D]. 长春: 吉林大学, 2006. (LIU Ying-min. The Research and Practice on Key Techniques of Digital Basins Construction Based on GIS and RS[D]. Changchun: Jilin University, 2006. (in Chinese))
- [12] 左其亭,张云,林平. 人水和谐评价指标及量化方法研究[J]. 水利学报, 2008, (4): 440-447. (ZUO Qi-ting, ZHANG Yun, LIN Ping. Index System and Quantification Method for Human-water Harmony[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2008, (4): 440-447. (in Chinese))
- [13] 王浩,王建华,秦大庸,等. 基于二元水循环模式的水资源评价理论方法[J]. 水利学报, 2006, (12): 1496-1502. (WANG Hao, WANG Jian-hua, QIN Da-yong, et al. Theory and Methodology of Water Resources Assessment Based on Dualistic Water Cycle Model[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2006, 12: 1496-1502. (in Chinese))
- [14] 冯尚友. 水资源持续利用与管理导论[M]. 北京: 科学出版社, 2000. (FENG Shang-you. Introduction of Sustaining Water Resources Utilization and Management[M]. Beijing: Science Press, 2000. (in Chinese))
- [15] 张仁田. 区域水资源可持续利用研究[D]. 南京: 河海大学, 2004. (ZHANG Ren-tian. Study on Sustainable Utilization for Regional Water Resources[D]. Nanjing: Hohai University, 2004. (in Chinese))
- [16] 许新宜,王浩,甘泓,等. 华北地区宏观经济水资源规划理论与方法[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1997. (XU Xin-yi, WANG Hao, GAN Hong, et al. Theory and Methods of Macroeconomic Water Resources Planning in North China[M]. Zhengzhou: Yellow River Conservancy Press, 1997. (in Chinese))
- [17] 左其亭,窦明,马军霞. 水资源学教程[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2010. (ZUO Qi-ting, DOU Ming, MA Jun-xia. Water Resources Course [M]. Beijing: China Water Power Press, 2010. (in Chinese))

(下转第 65 页)

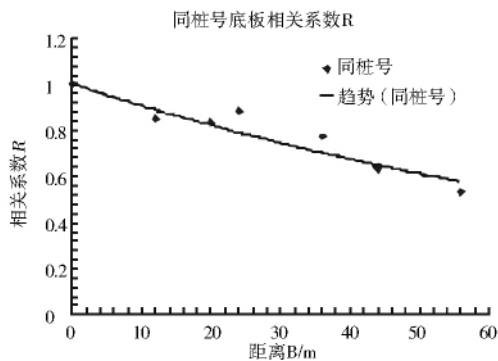


图 11(d) 同桩号底板测点的相关系数趋势

Fig. 11(d) The trend of correlation coefficients between the measuring points along the transverse direction of slabs

由上述计算可得： L_x 左岸=52.6 m； L_x 右岸=40 m； L_x 中线=73.3 m； L_B =59.3 m。从大量相邻两点的相关性分析中可以得出，底板测点的相关性较好，底板的整体性较好。相邻点的互相关系数比位置不相邻点的相关系数要大得多，都大于 0.8，属于高度相关。从振动相关尺度计算结果可以看出，水垫塘中轴线附近测点的相关尺度较大，大于两岸的相关尺度，即中轴线附近的相关性最好；横向相关尺度较大，大于两岸的相关尺度；右岸的相关尺度最小，相关性最差。同桩号的三个测点，水垫塘中轴线上测点与左侧底板测点的相关系数比右侧的要大。

5 结论

对官地水电站水垫塘底板的泄洪振动原型观测成果分析计算结果表明，在官地水电站底流消能的情况下，位于消力池内前段(坝前 0+149)这一区域的板块的振动响应最为剧烈，之后沿程减弱。水舌经跌坎后与消力池底板附着后发生水跃，引起消力池内水流掺混、旋滚强烈，引起底板强烈振动。正常运行下的水垫塘底板是在水流荷载作用下的随机受迫振动，其低频、随机、小振幅特性显著，且优势频率明显。虽然激发水垫塘底板振动的原因较为复杂，但振动本身却有着很好的相关性、相似性以及同步性。改变泄洪方式，扩大水舌入水面积，增加开孔数量是减弱底板振动强度，提高底板运行安全性的一种有效手段。可见，典型工况下水垫塘底板泄洪振动特性的原型观测成果，对于官地水电站的泄洪安全监测、科学诊断与调度以及保障泄洪设施的安全运行具有重要的参考意义。

参考文献(References):

[1] 练继建,杨敏.高坝泄流工程[M].北京:中国水利水电出版社,2008.(LIAN Ji-jian, YANG Min. Hydrodynamics for High Dam [M]. Beijing:China Water Power Press,2008. (in Chinese))

[2] 杨敏,崔广涛.水垫塘底板稳定性控制指标的探讨[J].水利学报,2003,(8):6-10.(YANG Min, CUI Guang-tao. Study on control factors of stability for plunge pool slabs[J]. Journal of Hydraulic Engineering,2003,(8):6-10. (in Chinese))

[3] 杨敏,董天松.高坝消力塘防护结构稳定性研究进展[J].长春工程学院学报(自然科学版),2010,11(3):77-81.(YANG Min, Dong Tian-song. Research progress in stability of protecting structure in high dam plunge pool[J]. Journal of Changchun Institute of Technology(Natural Sciences Edition),2010,11(3):77-81. (in Chinese))

[4] 雷中俊.安康水电站表孔消力池破损原因分析及加固处理[J].水力发电,2010(11):48-53.(LEI Zhong-jun. Analysis on the damage causes of the stilling basin for the Ankang Hydropower Station and its reinforcement[J]. Water Power,2010(11):48-53. (in Chinese))

[5] 李静,姜伯乐,金峰.消力池底板及导墙脉动压力特性试验研究[J].人民长江,2009,40(17):52-54.(LI Jing, JIANG Bo-le, JIN Feng. Experimental research on fluctuating pressure characteristics of bottom plate of stilling basin and training wall[J]. Yangtze River,2009,40(17):52-54. (in Chinese))

[6] 王继敏.高坝消力塘防护结构安全问题研究[D].天津:天津大学,2007.(WANG Ji-min. Study on the Safety of Protective Structures in Stilling Pool of High Dam[D]. Tianjin:Tianjin University,2007. (in Chinese))

[7] 张声鸣,陈建.水垫塘底板稳定研究[J].长江科学院院报,1997,85-90.(ZHANG Sheng-ming, CHEN Jian. Experimental Research on Stability of Concrete Slabs for Plunge Pools[J]. Journal of Yangtze River scientific research institute,1997,85-90. (in Chinese))

[8] 崔莉,张廷芳.射流冲击下护坦板块失稳机理的随机分析[J].水动力学研究与进展(A辑),1992,7(2):212-218.(CUI Li, ZHANG Ting-fang. The Random Analysis of Apron Slab under the Percussion Action of Jet Flow[J]. Journal of Hydrodynamics(A),1992,7(2):212-218. (in Chinese))

[9] 杨弘.二滩水电站水垫塘底板动力响应特性与安全监测指标研究[D].天津:天津大学,2004.(YANG Hong. Study on Dynamic Response Characteristics and Safety Monitoring Indexes of Apron Slabs in Plunge Pool of Ertan Hydropower Station[D]. Tianjin:Tianjin University,2004. (in Chinese))

(上接第 38 页)

[18] 裴源生,张金萍.水资源高效利用概念和研究方法探讨[A].中国水利学会 2005 学术年会论文集——节水型社会建设的理论与实践[C].北京:中国水利学会,2005:5.(PEI Yuan-sheng, ZHANG Jin-ping. Discussion of Concepts and Research Methods on Water Resources Efficiently Use[A]. Annual Conference Proceedings of Chinese Hydraulic Engineering Society in 2005——Theory and Practice of Water-saving Society[C]. Beijing: Chinese

Hydraulic Engineering Society,2005:5. (in Chinese))

[19] 张修宇,陈海涛.我国水污染物总量控制研究现状[J].华北水利水电学院学报,2011,(5):142-145.(ZHANG Xiu-yu, CHEN Hai-tao. Current Research Situations of Water Pollutant Total Control in China[J]. Journal of North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power,2011,(5):142-145. (in Chinese))