

黄河研究的进展及其面临的重大科技问题分析

Progress in the Research of the Yellow River and an Analysis on Its Important Scientific and Technical Problems

刘晓燕

(水利部黄河水利委员会科技外事局,教授级高工 郑州 450003)

一、黄河研究进展概述

建国以后,对黄河治理开发中重大技术问题展开了系统研究。“黄委会”内外广大科技工作者紧密协作、联合攻关,取得了令人瞩目的成就。

50年代,通过对黄河流域大规模的科学考察和黄河水文泥沙资料审查整编,初步摸清了黄河流域自然地理和社会经济概况、影响水土流失的主要自然因素、黄河洪水泥沙的来源,对黄土高原初步进行了类型区划分和治理措施研究,勘查确认了1843年等特大洪水的量级,总结了历史治河经验,探索了治黄方略,为黄河流域综合规划的编制和实施提供了重要科学依据。此外,河务一线职工发明的锥探灌浆技术的推广应用,解决了建国初期黄河下游大量堤防隐患处理的技术问题。

60年代,围绕三门峡水库的改建,开展了库区和下游泥沙冲淤演变研究,发展了泥沙理论,提出了水库“蓄清排浑”运用、长期保持有效库容的多泥沙河流水库运用模式;在水库改建技术方面,开展了特种深水围堰的设计施工技术和溢流坝底孔现场应力释放试验研究。这些成果为三门峡水库的成功改建和小浪底水库的设计和建设提供了坚实的科学技术基础。同时,还开展了在黄河中游干流上修建“峡谷高坝”的科技问题研究。

70年代,简易吸泥船放淤固堤技术的创造和推广使50年代开始的下游堤防自流淤背固堤工作得到了长足的发展,创造了堤防加固的新方法,之后逐步形成了淤筑相对地下河的理论;水坠坝施工技术的发明和广泛推广,大大提高了黄土高原淤地坝的修筑速度和质量,大规模的淤地坝建设创造了水土保持除害兴利的新途径,并由此创立和发展了沟道坝系理论;以钱宁教授为首的国内水利科技人员,经过十几年的分析研究和科学考察,于70年代后期提出黄河下游河道淤积物中的粗泥沙概念及其粒径界定,阐明了粗泥沙主要来自河龙间约10万 km^2 的区域,为以后的多沙粗沙区界定、确定黄土高原的重点治理区、优化三门峡水库的运行方式提供了重要科学依据。

从20世纪80年代以来,世界科学技术水平的飞速发展和黄河大规模治理开发事业的需要,进一

步推动了治黄科学技术水平的提高,其成就主要体现在以下六个方面:一是围绕黄河水沙变化、下游河道冲淤演变规律和小浪底水库防洪减淤运用方式问题开展了多学科、跨部门联合攻关,在水沙变化情况评估的原因分析、下游河道冲淤总量及时空分布、多泥沙河流水库运用以及泥沙运动理论研究方面取得了较大突破,为小浪底水库运用和黄河治理开发规划修订等提供了重要科技支撑;二是通过几十年的河道整治实践,逐步建立并发展了具有鲜明黄河特色的黄河下游河道整治理论和实施措施;三是在多沙粗沙区界定及其产沙规律、各种水保措施的减沙蓄水效益评价、坝系相对平衡理论和实践等方面取得了较大突破,为黄土高原水土保持生态环境建设提供了重要科技支持;四是对黄河地表水和地下水的量和质方面进行了调查与评价,对黄河水资源管理体制和经济政策、利用水库进行水量调度的关键技术等进行了攻关研究,为确定黄河可供水量分配方案、实施全河水量统一管理和调度、制定黄河水资源规划提供了重要科技支撑,并对典型污染物在多沙河流水体中的分布和迁移、污染物在水体中的输入响应关系和容量控制、黄河水资源开发利用中的生态环境影响及下游河道生态环境需水量等方面进行了初步探讨,为制定和实施黄河水资源保护规划提供了重要技术支撑;五是围绕小浪底水利枢纽工程的结构和施工技术开展攻关,在泄水建筑物防淤堵设计、高含沙高速水流消能结构设计和抗磨蚀材料选择、洞群围岩稳定和进出口高边坡稳定设计、大坝深覆盖层防渗处理技术等方面取得了很大突破,同时,河务部门广泛开展了黄河堤防工程的新结构、施工及抢险新技术试验研究,在堤防工程隐患探测、减少丁坝出险的新结构新材料、堤防截渗墙施工技术、堤防抢险新机具等方面取得了较大突破;六是计算机、现代通信、“3S”技术等高新技术的应用,推进了洪水预报和调度、防汛信息传输和处理、工程设计、河道地形测量、洪水跟踪监测、水土流失监测和办公自动化的现代化进程。

总之,53年黄河的治理开发过程就是人们对黄河的认识深化过程,在这个过程中,科学技术为黄河治理开发提供了有力的支撑,同时治黄科学技术本身也得到了长足的发展。

二、黄河水问题现状思考

1. 黄河水资源特点分析

黄河水沙的产生和输移过程,构成了黄河的水沙运动系统。其有3个特点。

(1)水少。黄河多年平均天然径流量 580 亿 m^3 , 约占全国的 2%, 地下水可开采量 110 亿 m^3 。黄河 690 亿 m^3 的水资源承担着本流域及下游沿黄占全国 15% 的耕地、12% 的人口及 50 多座大中城市的供水任务, 同时还要向流域外部分地区远距离调水。黄河流域人均占有水资源量(含地下水) 644 m^3 , 按实际供水区人均 530 m^3 , 远低于全国水平(2 220 m^3) 和国际公认的水资源紧张线(1 700 m^3)。因此可以认为,黄河的缺水总体上属于资源性缺水。

(2)来水在年内分配集中、年际分配悬殊,因此增加了水资源利用的难度。黄河天然来水量汛期与非汛期的比例为 60:40, 目前经干流水库调节后为 45:55, 年际降雨量的差异最大达 3.4 倍, 形成黄河的特大洪水年和严重枯水年, 甚至连续枯水年。

(3)含沙量大。黄河水体的含沙量之大为世界之最, 这除了增加水资源开发利用的难度外, 更重要的是使黄河下游变成地上悬河, 致使下游洪灾频繁, 成为国家心腹之患。

2. 当前黄河面临的水问题

黄河下游素有“三年两决口、百年一改道”之说, 洪灾问题历来十分突出。约 13 世纪后, 旱灾发生率逐渐增加, 至清末达十年五旱。可见, 水旱灾害频繁是黄河水问题的基本特征。

新中国成立以后, 国家对黄河的治理开发十分重视, 进行了大规模的水利建设, 包括下游堤防加高培厚、修建干支流水库、开辟滞洪区、发展引黄灌溉、修建供水工程、开展大规模水土流失治理等。所有这些, 一方面提高了下游抗御洪灾的能力, 扭转了历史上频繁决口改道的险恶局面, 极大地促进了区域社会经济发展, 但同时由于水资源的大量开发, 也使水资源供需矛盾更加突出。目前, 黄河水资源的开采度(含地下水)已达 60%, 而国际公认的流域水资源合理开采度是 40%; 黄河目前 60~70% 的河段为 IV 类、V 类和超 V 类水, 远超过全国平均水污染水平(47%)。21 世纪初, 小浪底水库投入运用后, 下游防洪能力又将进一步提高, 但水资源的供需形势将随着社会经济的发展而更加严峻。可见, 黄河水资源的可持续利用问题已经成为 21 世纪黄河最大的水问题。要实现黄河水资源的可持续利用, 需要回答 6 个问题: 一是黄河水资源的最大可开采量是多少, 二是未来流域及沿黄地区将需要黄河提供多少水, 三是怎样把黄河的可用水配置好, 四是如何提高水的利用效益, 五是如何保障区域饮水安全, 六是黄河水资源开源的途径有哪些。

小浪底水库建成后, 黄河下游防洪工程体系基本形成。如果小浪底和三门峡水库能够达到设计的防洪减淤目标, 如果下游堤防质量可靠, 如果中游生态环境水土保持建设能够收到预期成效, 那么, 下游河道淤积问题将在一段时间内得到基本控制, 黄河下游的防洪威胁可以得到一定程度的缓解。但

现在的问题是: 小浪底水库应该怎样运用才能最大限度地减少下游淤积? 小浪底和三门峡水库到底能在多大程度、多长时间使下游河道不发生淤积抬高? 中游水土保持生态环境建设实际能减少多少入黄泥沙? 下游河道淤积发展前景如何? 下游堤防是否安全可靠? 怎么提高其安全度? 实际上, 即使以上问题都有满意答案, 但小花间洪水预见期和预报精度问题、防汛信息系统和专业抢险队伍的水平问题仍是影响下游防洪安全的重要因素。此外, 在特大洪水发生时, 下游滞洪区的防洪保险制度和灾后重建机制也需研究制定。可见, 黄河下游的防洪减灾问题仍是 21 世纪黄河治理开发的重大问题之一。

黄土高原的水土流失是中国头号生态环境问题。它不仅使黄河下游河道淤积抬高, 更是造成当地生态环境脆弱、人民生活贫困、社会经济落后的根源, 因此, 国家应把生态环境建设作为西部大开发的根本。黄土高原几十年水土保持的实践证明, 要达到基本遏制水土流失并改善当地生态环境继续恶化趋势的目标, 尚需几代人的努力。当前, 除了投资因素外, 一些重大科学技术问题的突破也影响着黄土高原生态环境保护和建设的推进。首先, 生态环境建设与水资源保护利用是一对既相互联系、相互制约, 又相互依存的矛盾, 黄土高原生态环境建设在控制土壤侵蚀、改善生态环境的同时, 必然需要消耗一定的水量, 因此, 黄土高原的生态环境建设的目标和措施配置与当地水资源的适应性问题是当前需要考虑的重大问题之一。第二, 生态环境保护和建设需要及时掌握生态环境的发展动态, 并评价生态环境保护和建设的效益, 为国家决策提供支持, 但该问题目前尚无成熟的技术方案和手段。第三, 黄土高原生态环境保护和建设项目涉及全社会多个部门, 需要全社会多部分的共同努力, 但问题是如何使各部门间协调一致, 如何使投入的资金发挥更大的效益, 即生态环境保护和建设的组织管理模式和运行机制问题。

总之, 黄河的治理开发是一项长期而复杂的任务。黄河科研工作应该紧密跟踪黄河的实际情况, 应用先进的科技手段, 紧紧围绕黄河防洪、水资源利用、生态环境建设中具有重大影响的关键科学技术问题, 重点攻关, 并力争取得突破, 为治理开发黄河提供有力支撑。

三、21 世纪初应重点研究的黄河科学技术问题

1. 关于黄河水资源的可持续利用

对黄河水资源的系统研究始于 70 年代。1987 年国务院颁布的“在南水北调工程生效前黄河可供水量分配方案”是 80 年代以前黄河水资源研究成果的集中反映。90 年代开展的黄河断流成因及对策、三门峡以下非汛期水量调度、流域天然径流量分析计算、流域水管理体制等研究, 为实现黄河水量统一管理和调度提供了有力的科技支撑。但总体看来, 我们在水资源方面的研究尚较薄弱, 现有成果尚不足以满足黄河水资源可持续利用的需要。根据当前黄河水资源面临的问题, 急需围绕黄河水资源

的管理,特别是水资源的优化配置、节约、高效利用和保护,开展科学研究。

实现黄河水资源的优化配置,首先要摸清黄河水量的家底及变化趋势,然而由于认识差距、时代背景以及资金投入不足等因素,以往这方面的研究或不够深入,或过于偏重来水用水资料的统计,忽视区域产水用水的基本特点、基本规律和分析计算方法的研究,以致对黄河水资源量问题中的有些方面仍存在模糊认识。为此,近期急需通过深入细致的典型调研和观测试验,研究黄河流域产水及耗水特点,完善黄河来水量和用水量的计算方法,探索黄河流域生态用水的概念、变化特点和计算方法,以达到摸清黄河水量的家底、为黄河水资源规划提供技术支撑的目的。研究重点:黄河重点产水区的产水特点和变化趋势、黄河典型支流三水转化关系、黄土高原典型支流产汇流特性变化和黄河流域地下水存量及变化趋势分析。传统意义上的水资源优化配置,往往忽略水资源与生态环境的适应性。但现代意义的水资源优化配置,不仅需要考虑水资源的社会效益和经济效益,还要兼顾水资源的环境效益。所以,近期要认真研究黄河流域生态环境用水特点及用水量计算方法,包括水质意义上的河道环境需水量、水土保持生态环境建设意义上的环境需水量、下游河道输沙用水等的变化特性和计算方法,为确定黄河可用水量及其科学配置提供支持。

利用水库调度全河水量是实现黄河水资源优化配置的另一个关键环节,而做好来水和用水预报则是进行水量调度的关键。但由于前期缺乏研究基础,目前对沿黄用水情况尚不能准确及时掌握,对来水预报的水平也不能满足水量调度的需要,同时,随着水量调度工作的深入,对预调入水的水质也需要有所交待。因此近期应抓紧研究的课题是:黄河重点耗水区的区域水平衡机制及耗水量、黄河水量水质的实时监测技术、黄河径流预报关键技术、黄河水质预警预报关键技术等。随着黄河水资源紧缺问题日渐严重,作为水资源的一种特殊表现形式,洪水能否充分发挥和怎样发挥其水资源功能逐渐成为人们关注的课题,因此应从水资源优化配置的角度,研究干支流骨干水库调整汛限水位和蓄水时机可能性,优化其运行方式。

做好全流域节水和高效用水是目前解决黄河水资源供需不平衡问题的首选措施。但实施这项措施将涉及社会的许多部门和方面,而且不仅需要技术支持,还需要政策和法律支持。为此,作为流域水行政主管部门,当前需要认真研究两个问题:一是不同区域引黄灌溉的节水潜力及相应的经济措施,二是不同区域高效节水农业的技术配置模式和相关政策。

水质的持续恶化使本已稀缺的黄河水资源雪上加霜,目前已成为黄河继水旱灾害之后的第三大灾害。控制和治理水污染刻不容缓。但这个问题同样涉及社会的许多部门和方面。作为流域水行政主管部门,当前应重点研究三个问题:一是黄河干支流重点河段水体污染特点及发展趋势;二是黄河干流重点河段满足水质目标的纳污能力;三要提出控制和治理流域水污染的指导性意见。

南水北调工程是从根本上缓解我国北方地区

严重缺水局面的必要措施,也是实现全国水资源优化配置的重要组成部分。从黄河水资源配置与西北及北方地区水资源配置的相互关系角度,当前需要深入研究南水北调三条线路的合理调水量、调水时机,以及调水分别能在多大程度上解决黄河水资源短缺的问题,为国家宏观决策提供科学依据。

2. 关于黄河防洪减灾

黄河防洪的核心困难是减淤。根据对黄河防洪形势的分析,当前黄河科研要以“小浪底水库运用”为切入点,重点抓好6个问题的研究。

(1) 小浪底水库防洪减淤运用方式 小浪底水库对控制黄河下游河道的淤积抬高、提高防洪能力具有至关重要的意义。近期要在其初期运用方式的研究基础上,通过原形观测资料分析、动床模型试验和泥沙数学模型验证等手段,重点研究小浪底水库运用后下游河道的再造床过程及排洪输沙能力变化、小浪底水库库区冲淤调整规律、小浪底水库拦沙后期防洪减淤运用方式、小浪底水库拦沙期黄河下游河道冲淤及河势变化趋势及对策、小浪底水库运用后河口河段冲淤演变趋势及对策。

(2) 小浪底水库运用后三门峡水库运用方式 三门峡水库自1973年采用“蓄清排浑”运用方式后至1986年,抑制了淤积末端上延,基本控制了潼关高程的不断抬高。但1986年后,由于其上游降雨偏少、用水增加和“龙刘”二水库调节径流的影响,使原已缓解的矛盾又有所加剧,表现为:潼关高程居高不下、渭河下游淤积加重、库区河道变形剧烈等。因此,当前应充分考虑小浪底水库运用后三门峡水库应承担和可承担的防洪减淤功能,分析三门峡库区冲淤演变规律及发展趋势,研究兼顾潼关高程和下游防洪减淤需要的三门峡水库运用方式。要在近几年潼关河段清淤实践的基础上,通过调整三门峡水库运用水位、重点河段清淤疏浚、修建河道整治工程等措施的重点分析和比较,搞清如何控制或降低潼关高程的作用,进而提出改善潼关河段淤积形势的综合措施。

(3) 黄河下游河道长期淤积形势预测及对策 “拦、排、放、调、挖”,处理和利用泥沙,是50多年治黄实践的总结,也是今后黄河下游防洪减淤的重要方略。小浪底水库运用后,下游防洪减淤工程体系已基本构成,当前需要深入研究“拦、排、放、调、挖”等减淤措施的实际减淤能力和发展趋势,为今后防洪减淤工程体系的调度运用提供指导意见。研究内容包括:黄土高原生态环境建设的减淤作用及发展趋势;小浪底水库拦沙调沙对下游的减淤作用及发展趋势;下游河道及河口冲淤演变发展趋势;引黄放淤及淤筑相对地下河工程可处理泥沙的潜力;重点河段挖河疏浚的减淤作用;黄河下游防洪减淤骨干工程体系的合理运用方式。

(4) 提高黄河下游堤防工程安全度的关键技术 黄河下游堤防险点隐患较多、险工及整治工程多为易出险的传统柳石结构,加之小浪底水库下泻清水将使河道发生冲刷下切,工程险情可能更加严重,因此,近期要重点研究黄河下游堤防安全评价方法,并对下游重点堤段的安全性作出评价,为今后堤防的加固加高提供科学依据;要继续研究可减少下游丁坝出险的新结构和新材料、堤防隐患探测

及加固的新技术。

(5) 提高黄河防汛指挥能力的关键技术 包括三花间致洪暴雨预报关键技术研究、黄河下游洪水中长期预报关键技术研究、黄河下游防汛信息系统关键技术开发与引进等。

在继续提高黄河防洪工程技术措施的控洪能力的同时,建设和完善当前黄河防洪安全保障体系的薄弱环节的黄河防洪管理体系是减少洪灾损失的重要手段。为了尽快建立健全黄河防洪管理体系,需要尽快在小浪底水库运用后对黄河下游的洪水及凌汛形势、小浪底水库运用后下游蓄滞洪区的作用及管理方式、防洪风险管理体制和洪灾损失评估方法等方面提供技术支持。

3. 关于黄土高原生态环境保护 and 建设

水是黄土高原生态环境保护 and 建设的核心,是区域社会经济制约因素。但由于时代背景和认识的差距,以往对黄土高原生态环境的研究一般仅着眼于减少入黄泥沙、促进当地农业生产,因此研究内容多集中在水土流失的基本规律、水土流失治理措施及小流域治理措施配置等。从国家“西部大开发”和黄河治理开发的需要来看,今后研究的着眼点除了以上两点外,更要重视生态环境建设与水资源的适应性问题。因此,近期研究的重点是:(1) 弄清黄土高原不同类型区水资源的存量;(2) 分析生态环境保护和建设不同措施的耗水量;(3) 根据黄土高原生态环境恶化的特点和发展趋势,从既有利于遏制土壤侵蚀,又有利于促进水资源高效利用、发展当地经济的角度出发,研究提出不同类型区生态环境保护和建设的目标模型和技术措施配置模式;(4) 要重点加强多沙粗沙区水土流失治理

的关键技术研究,包括沟道坝系相对稳定、淤地坝过洪能力、适地林草品种、适地高效用水技术等,以推动多沙粗沙区综合治理、拦减泥沙,并遏制荒漠化的发展。

生态环境保护和建设需要及时掌握生态环境的发展动态,并评价生态环境保护和建设的效益,为国家投资决策和建设计划安排提供支持。因此近期急需开展以下工作。(1) 充分利用遥感等高新技术,结合野外查勘调绘,建立一套可信度较高的水土保持生态环境基本数据库。为此需要研究黄土高原水土保持生态环境建设需要的动态监测重点内容、监测技术配置方式,提出一套科学的监测站网设计方案。(2) 组织多部门科技人员,研究和规范黄土高原地区水土保持生态建设对黄河水沙影响的定量评价方法,关键是如何准确估计生态环境建设各单项措施在不同区域和不同运行状态下的蓄水能力、水蒸发散失量,包括对不同量级洪水的影响,以及如何准确估计区域天然产水模数,如何准确估计生态环境建设各单项措施在不同区域和不同运行状态下的拦沙能力,为准确评价生态环境建设效益及对黄河治理开发的影响提供科学依据。此外,继续深入研究不同类型区、不同降雨条件下的产流产沙规律,以认识黄土高原水土保持对不同量级洪水的影响,在近期内仍是必要的。

黄土高原生态环境保护 and 建设的组织管理模式、法制建设和运行机制是实施西部大开发战略中需要认真研究的一个重大社会科学课题,关系到国家投资能否真正充分地发挥效益,因此也应在近期科研计划中给予足够重视。

(责任编辑 王宏章)

科技动态

化验唾沫可能发现早期癌

据英《新科学家》2000年7月29日报道:将来有一天,有些癌症可能只要简单地化验一下唾沫就能发现。英国剑桥大学的 Ron Laskey 和他的同事说,其中的诀窍是早期的癌细胞会进入唾沫和痰中。

研究发现,大多数癌来源于薄片状细胞,或上皮癌细胞。上皮癌细胞往往成为肺、膀胱、结肠或其他器官的衬里,它们会不断地从上皮的最外层脱落,这是癌变开始发作的关键性信号。由于脱落的上皮癌细胞容易进入唾沫,因此只要找到适当的抗体化验唾沫,就和化验大便和尿

一样,也能化验出早期的癌细胞。

现在 Laskey 发现了一种只有在正在分裂的癌变细胞中才能找到的称为 McMs 的蛋白质抗体。当剑桥大学 Addenbrooke 医院的这位科研人员和他的同事用这种抗体给一些女性的宫颈涂片作化验时,发现有7名本来已诊断为“解除癌症警报”的女性有极细微的早期癌变。

肺癌是最难早期发现的癌症。他们认为,由于早期肺癌细胞有最容易进入唾液和痰的途径,因此就有可能通过化验痰和唾液发现早期肺癌。(刘先曙)

“以毒攻毒”,治疗癌症

据英《新科学家》2000年9月16日报道:英国伦敦帝国大学的 Mahendra Deonarain 领导的一个科研小组想用氰化物治病救人,让它既要杀死体内的癌细胞而又不伤害病人的正常细胞。他们准备用一年的时间先进行动物试验。伦敦的一家生物技术公司也在研究这种以毒攻毒的治疗癌症方法。他们的目标是研究出一种抗生素。这种抗生素既可以“钩住”癌细胞,又可以和产生氰化物的木薯和杏这些生化植物中的一种酶(里哪苦苷酶,这种酶能把无害的一种苦味的结晶生氰葡萄糖苷里哪苦苷变成有

毒成分)结合,从而保证做到只让氰化物在肿瘤细胞内产生,并且只和癌细胞结合。它其实是一种双联蛋白质,即既是一个微型毒物“生产厂”,又是一个只钩住癌细胞的“钩子”。

Deonarain 的科研小组制定了一个两步治疗方案。第一步是给癌症病人注射双联蛋白质抗生素,第二步是让病人得到里哪苦苷,并流过全身,与体内的癌细胞结合并将它们毒死。

(刘先曙)