

黄河流域环境演变与水沙运行规律*

左大康 叶青超

(中国科学院 地理研究所
国家计委)

【摘要】 由于黄河治理任务的紧迫性,系统地研究黄河流域环境演变与水沙运行规律,有着重大的实践意义和学术意义。本文就该项目研究的重要意义、项目内容与主攻目标、研究进展和下一步工作打算作了简要的阐述。近二年来本项研究取得了一系列环境变化背景值,深化了水沙运行规律的认识,为今后二年的综合分析和全面总结,积累了可靠的科学数据。

一、重大意义

全球环境变化是人们普遍关心的问题,它涉及社会、经济、自然和人类生活的各个领域。黄河流域处于我国中部半干旱半湿润地区,流域面积75万平方公里,人口约占全国的十分之一。域内资源丰富,是我国粮棉、能源和重化工业的生产基地,其社会经济发展对国民经济全局和“四化”建设的速度,均有着举足轻重的意义。然而随着人口的剧增,人类社会经济活动所引起的不良环境变化也十分突出。中游黄土高原强烈的土壤侵蚀,使黄河多年平均输沙量高达16亿吨,成为全球环境突出问题之一。这一不良环境是造成历史时期黄河下游泥沙强烈堆积、溃决横溢、洪水泛滥的主要症结。建国40年来,虽然治黄工作取得了巨大成绩,安全渡过了伏秋大汛,但在黄河流域没有得到彻底根治之前,下游河道每年仍以平均10厘米的速度不断淤积抬升,潜在的决口危险仍然存在。“黄河安危,事关大局”。黄河万一出险,将给沿黄地区乃至全国社会和经济带来灾难性的损失。因此,研究我国这个特殊的“忧患”,根治黄河流域不良环境,是一项长期艰巨的任务,也是刻不容缓的重任,它已成为中外学者和我国政府十分关注的问题。

黄河问题极为复杂。由于黄土高原环境脆弱,长期以来,植被破坏、土壤侵蚀强烈和不合理的开垦等自然的和人为的种种原因,有许多科学问题有待我们深入进行基础性的研究。例如,秦汉以来黄河流域的气候波动、植被演化、水沙变化与人类加速侵蚀的关系;粗泥沙来源与产沙量;自然侵蚀与人类加速侵蚀的关系;下游河道水沙变化规律与沉积发展趋势;以及河口演变与下游河道淤积关系等一系列重要现象和规律,尚未完全掌握,从而影响到治黄战略决策的进行。国家自然科学基金委员会把“黄河流域环境演变与水沙运行规律”列为“七五”重大项目,要求对上述黄河问题进行系统研究,这将为治黄决策部门提供比较系统的科学依据,也将推动有关学科的发展。

* 该课题为国家自然科学基金“七五”重大项目

二、项目内容与主攻目标

本项目的研究内容共有 15 个子课题,分别属于下列 4 个研究领域,即:(1)历史时期流域环境变迁与水沙变化关系;(2)流域侵蚀产沙规律及水保减沙效益分析;(3)黄河下游水沙变化与河床演变规律;(4)流域社会经济活动和自然环境演变趋势及治理方向。本项目以弄清事实,分析规律,预测趋势和提出治理方向为指导思想。从流域角度将上述四个方面的研究内容有机联系起来,突出上、中、下游(含河口)的相互联系;流域环境演变与水沙运行之间关系;点、线、面的关系;历史、现代和未来发展变化的关系。本项目自 1988 年 7 月起至 1992 年底结束。通过四年多的研究,将系统的回答减少入黄泥沙的前景;干流多库联合调水调沙的可行性方案;探讨延长黄河下游现行河道寿命的途径,以及流域综合治理与开发方向等问题。

本项目由中国科学院和国家计委所属地理研究所及黄河水利委员会共同主持,参加单位有水利电力部水利科学研究所、清华大学、北京大学、陕西省气象局、中国科学院西北水土保持研究所、海洋研究所、成都山地灾害研究所等。

三、研究进展概况

通过野外考察(陆上的和海上的)、野外定位观测、室内模拟实验(人工降雨和水槽试验)、数学模拟、各种样品化验以及资料收集等研究工作,取得了大量的和最新的第一手资料数据,并提出了一些新的见解。研究工作的实施总的看来是顺利的。到 1990 年底撰写了近 140 篇阶段研究成果论文,除部分论文参加国内外学术交流和在有关刊物上发表外,并出版了两本学术论文文集。现就本项目研究的五个中心问题的进展情况分述如下:

1. 黄河流域自然环境变化背景值

重点研究秦汉以来流域自然环境变化与水沙变化的关系。在对气候波动的研究中,根据丰富的历史文献记载,树木年轮宽度量测定年等代用气候资料的发掘,为流域气候变化序列的建立提供了基本资料。在分析较大范围气候变化的时空分布特征中,采用复经验正交函数(CEOF)对若干不同类型的气候波动传播和周期振荡作了较为深入的探讨,可以得出以下几点结论^[1]:(1)CEOF 第一空间模式表征历史时期中、下游旱涝时空分布的气候特征;第二模式揭示出旱涝变率最大地区在黄河中、下游的西部;第三模式表征旱涝反向变化为南北型,其传播方向自中游分别向上、下游地区。(2)通过对 CEOF 向量的时间振幅序列的功率谱分析指出,第一特征向量的高频部分显著周期分别为 2—3 年,5 年和 11 年;第二特征向量的显著周期分别为 3.8 年,6.4 年和 8 年。而低频部分的第一特征向量的显著周期为 34 年,第二特征向量的周期为 42 年。这些周期大多与大气环流等的准两年周期振荡和南方涛动主周期以及太阳黑子活动周期等较接近。(3)通过对时间振幅和位相函数变化分析得知,第一特征向量的相对峰值处,大多客观地反映出大范围的典型干旱或洪涝年,500 年内平均振荡周期为 6.6 年;而第二特征向量的相对峰值则侧重表征出区域性典型旱、涝年,同时指出 5—6 年为显著性周期振荡。

关于黄土高原原始自然植被情况,通过历史文献记载以及人文资料等综合分析,得出新的

看法,认为古代黄土高原的原始植被,在塬面和丘陵地区为稀树灌丛草原,乔木只是稀疏生长,且长势不好。在山地和谷地有较多的乔木和森林。这个论证与前人的黄土孢子花粉分析的结论基本一致,对今后黄土高原治理有重要的指导意义。

对于王景治河,下游河道出现700年安流局面,历来有不同看法。本课题的研究认为,安流局面的形成是许多因素综合的结果。其中,河道分流以及大面积湖泊的存在,可能是重要的原因。这一论证有助于我们了解当时黄河水沙变化的史实,为当今治理河道提供借鉴。

2. 自然侵蚀和人为加速侵蚀在黄河流域环境演变和侵蚀产沙中的地位和作用

本课题组在陕西子午岭黄土丘陵区建立了天然次生林区观测场,对人为破坏植被、砍伐森林、不合理开垦等人为加速侵蚀进行动态观测。初步观测结果表明,砍伐森林和不合理开垦等人为加速侵蚀,较天然植被下的侵蚀量增加了数十倍至数百倍。依据这些观测结果,提出了现代黄土高原人为加速侵蚀大于自然侵蚀的看法。而从宏观调查研究来看,自延安至庆阳一线为界,界的以北地区自然侵蚀大于人为加速侵蚀,以南地区则以人为加速侵蚀为主。以北地区黄土高原支离破碎,千沟万壑,加之气候干旱,年降雨量小于400毫米,植被覆盖度很差,以致土壤侵蚀非常强烈,一般多年平均侵蚀模数每平方公里1万吨左右,最大值每平方公里达到3.5万吨。以南地区以土石质丘陵和黄土台塬为主,年降水量大于400毫米,植被覆盖度较好,相应地土壤侵蚀强度较小,子午岭黄土丘陵区每平方公里侵蚀模数仅400吨,洛川塬每平方公里侵蚀模数约3000吨。这一问题的认识对黄土高原水土保持工作有重大的意义,因而今后还需按区域差异,做进一步观测研究,并提出定量数据和分析。

3. 中游黄土高原侵蚀产沙规律及水利水保减沙效益

研究降雨量与径流量、径流量与产沙量之间的数量关系,即可根据降雨变化趋势预测径流、侵蚀产沙的变化趋势。我们根据无定河支流芦河横山流域、泾河支流蒲河巴家咀流域、汾河上游的松塔河独堆流域、昌源河盘陀流域等多个流域的降雨、径流和产沙数据,利用多种函数形式,模拟其降雨径流关系和径流产沙关系,进而分析这些关系的性质,选出最优的模拟函数。初步研究表明,黄土高原地区年降雨和年径流有较明显的正比关系,多数测站模拟的相关系数(R)达到0.7—0.8;而年径流与年产沙的正比关系更加明显,其相关系数(R)都在0.7以上,高的可达0.9以上。这一研究成果可为今后黄土高原多沙粗沙区径流、产沙变化趋势预报提供科学依据。

水利水保工程的减沙效益是人们非常关注的问题,直接关系到黄河下游淤积发展和洪水灾情的演变。近两年来在原有水文法计算的基础上,进一步综合分析了黄河流域降水、气温和农村经济状况等,以及它们对中游近70年来水沙变化及水利水保工程拦沙的影响。根据现有干流水库7座、支流水库607座以及许多支流淤泥坝的库容和泥沙淤积速率来统计,其拦沙效益将逐年降低。1970—1979年平均每年拦沙3.66亿吨,1980—1984年为2.86亿吨,到2000年和2030年将分别减为1.55亿吨和1.01亿吨。这些数据为确切评价水利水保措施的减沙效益及对下游河床的影响提供新的认识。

4. 预估黄河流域水沙变化和下游河道发展趋势及延长下游河道寿命的可能性。

干流修建系列水库对河流水沙变化的影响是当前治黄中十分关注的问题。通过对龙羊峡至三盛公,河口镇至龙门两个河段的水库调度运用、水资源开发利用、引黄灌溉、防洪防凌的实地调查研究,获得了不少新的认识。如刘家峡和龙羊峡大型水库投入运用后,由于洪水调平,

相应地引起河道排洪排沙能力降低,河床沉积加重,主流摆动加剧。1986年龙羊峡水库蓄水后,1987年和1988年12月在三盛公下游都出现冰塞。1988年汛期,龙羊峡和刘家峡水库蓄水46.2亿立方米,结果使龙门、华县、河津、湫头和潼关河道多淤积0.42亿立方米,下游河道多淤积0.63亿立方米。此外,我们对刘家峡水库建成前后,河口镇和龙门站的水沙变化做了还原计算,由于改进了计算方法,即在还原计算水量的过程中,按水流传播时间分别进行推算,因而比前人的工作前进了一步。以上对干流大型水利工程带来的新问题的调查研究,将对今后治黄战略决策有重要的参考价值。

预估黄河沉积发展趋势是治河的关键之一。近两年来我们采用沉积物分析方法,结合流域水沙变化状况,首次详细分析了中游龙门至潼关河段的沉积速率。分析表明,从三国时期至三门峡水库建库前的1805年间,年平均沉积量为0.25亿立方米。其中,1573年(明代)到1960年黄土高原的土壤侵蚀加剧,年平均沉积量比1573年以前增大了41%。此外,利用下游河道27个地质钻孔资料,首次编制了下游沉积地质纵剖面图,这些工作为1855年黄河铜瓦厢决口以来下游河道新老沉积地层特性和沉积速率等对比研究,提供了可靠的依据。通过黄河下游不同粒径组泥沙冲淤规律研究,发现1973—1988年三门峡水库“蓄清排浑”控制运用期,小于0.025毫米的细沙,由1962—1973年建库初期每年冲刷泥沙0.29亿吨,变为每年淤积0.7亿吨左右;大于0.025毫米的粗泥沙平均每年比建库初期泥沙多淤积0.72亿吨左右。表明在“蓄清排浑”时期内,黄河下游泥沙淤积有所增加的原因,主要与细砂淤积量增加有关。与此同时,还根据实测资料对河床纵剖面进行了多元回归分析,建立了比降与河床纵剖面凹度的关系。这些研究成果对下游河道整治都有参考价值。

5. 依据流域现代环境变化和水沙运行规律,提出方向性的综合治黄意见

本课题初步编制了“流域生态环境整治与建设区划方案(草案)”,将整个流域暂时划分为12个治理开发区。方案中强调开发治理及人类对生态环境的调控和定向塑造。根据多年来工作的积累和流域的经济、社会实况,又把流域资源开发放在首要的位置加以研究,从而调整了开发与治理的地位和作用,使之更符合经济建设的要求和流域的实际。

四、下一步工作安排

1991年将在前段工作的基础上,继续进行定位观测、实验研究和必要的野外补点考察。1992年将全面进行研究工作总结。

为了较好地完成本项目的研究目标,已于1990年设计了初步的总结纲要和具体要求。1991年底将集中部分力量就黄河流域环境演变与水沙运行规律进行高层次的综合分析,讨论有关流域综合治理与开发方向等重大问题。

黄河问题非常复杂,对一些问题的看法还存在分歧。例如,下游河道的淤积问题,其形成原因是水沙条件,还是由于河口延伸造成的?这是一个长期没有统一认识的重大问题,而这一问题对河道演变发展趋势预估和治理措施等都是非常重要的。我们将发挥多学科多部门联合研究的优势,拟于1991年组织一次下游河道联合考察,重点调查河口延伸对下游河道淤积影响的性质及其影响程度,以求得到一个比较统一的看法,这在学术上和治黄战略决策上,都是十分重要的。

参 考 文 献

- [1] 吴祥定等. 利用复经验正交函数分析近500年来黄河中下游旱涝时空分布, 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究文集, 第一集, 1991年, 地质出版社.

ENVIRONMENTAL EVOLUTION AND THE REGULARITIES OF WATER AND SEDIMENT MOVEMENT IN THE YELLOW RIVER BASIN

Zuo Dakang Ye Qingchao

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

Due to an urgent need for taming the Yellow River, it is of important practical and theoretical significances to study systematically the environmental evolution and the regularities of water and sediment movement in the Yellow River basin. An outline is given in this paper concerning the important significance of this study, the content and principal objectives of the research project, the progresses made so far and the working arrangement for the near future. In the recent two year studies of this project, a series of background values have been obtained which can be used as a basis for revealing the environmental evolution, and the understanding has been deepened concerning the regularities of water and sediment movement. All these have accumulated valuable and reliable scientific data for comprehensive analyses and all-aspect studies in the coming two years.