

## 黄河流域环境演变与水沙运行规律 研究取得丰硕成果

叶青超

(地理研究所 北京 100101)

本项研究为 1988—1992 年国家自然科学基金重大项目,由中国科学院、国家计委地理研究所和水利部黄河水利委员会共同主持,组织了有关科研、生产和高等院校等 19 个单位 140 余人的协作研究。其研究目标是:“综合研究历史时期黄河流域环境变迁与水沙变化事实,流域侵蚀产沙规律及水利水保效益,下游水沙变化与河床演变规律,提出黄河流域环境演变与水沙变化趋势及整治方向,为 2000 年以后国家治理黄河决策提供科学依据和基础资料”。主要研究内容为:从流域系统角度,宏观地再现秦汉以来环境变迁与水沙变化的景况,为深入分析现代黄土高原水土流失和下游河道堆积及洪泛现状、原因、强度提供历史背景值;重点分析中游侵蚀产沙和下游水沙变化、河床演变的现状、原因、规律、发展趋势及治理对策;着重分析现代大型水利枢纽、人类活动和社会经济活动可能引起水沙及环境变化的趋势,提出方向性的综合治理开发意见。

历时 4 年半,在各有关部门大力支持、全体科技人员共同努力下,经过全面、系统的综合研究,取得了一系列丰硕的基础性研究成果,达到了“弄清事实、分析规律、预测趋势和提出治理方向”的预期目标,为治黄事业作出了积极的贡献。在国内外各级学术刊物上发表论文 187 篇,出版专著 4 本;培养博士研究生 2 名,硕士研究生 8 名。1993 年 7 月在国家自然科学基金委员会组织的验收会上,评审专家组指出:“该项目已圆满完成了预期目标和国家自然科学基金委下达的任务书,研究成果达到国际先进水平”。该成果已被多项研究所引用。

本项研究的最大特色是:在当今环境科学研究领域中,把地学的环境演变研究和水利学的水沙运行研究紧密地结合起来,这在我国江河研究领域中具有鲜明的特色,在世界各国江河研究中也并不多见。其研究成果优于国内一些纯流域水沙变化研究、水土保持研究、河流环境变化研究和河流地貌系统研究的水平,处于国际科技的前沿,对推动今后黄河和其它江河研究工作有重要的现实意义。

本项研究的另一特色是:突出了多部门多学科综合研究的方向,特别是在当今环境科学研究领域中,突破了原有学科的局限性,加强了地理学与其它不同学科的交叉。充分发挥了多部门多学科相互协作,相互渗透,综合研究的优势。立足于全局,立足于长远,在研究过程中,除了研究一些眼前科学问题外,还着重研究了 2000 年以后减少入黄泥沙前景,延长下游河道寿命途径,以及流域综合治理开发方向等一些带关键性、根本性和长远性的重大科学问题。

本项研究成果内容新颖,以新的面貌出现在环境科学研究的前沿,开拓了研究的深度和广

度。许多科学问题在前人工作基础上深化提高,并有新的发现和突破;有些问题前人未进行研究的,我们开展了,还对过去没有研究的地区开展了调查研究,填补了空白。现就一些重大科学问题研究的主要进展介绍如下:

一、通过大量的考证研究,进一步明确了古代黄土高原的植被主要为疏林灌丛草原。依据旱涝等级资料,通过回归分析,重建近 250 年来中游地区输沙量与径流量的逐年变化值,划分出若干丰水与枯水段,多沙与少沙段。

二、在前人资料基础上,通过颗分改正,分辨出中游的粗泥沙主要来自基岩地层、黄土地层和风沙,其产沙量分别占黄河输沙量的 9.2%、18.5% 和 3.4%。通过晋西地区小流域典型区考察,得出了不同重力侵蚀方式和产沙比例分别为:滑坡 0.5%、滑塌 49.7%、崩塌 19.9%、泻溜 29.9%。进一步开拓了泥沙输移比研究的深度,论证了黄土高原泥沙输移比分为接近于 1 和小于 1 两个等级。

三、首次通过子午岭区野外考察、定位观测、人工降雨试验与综合研究,明确了人类活动是影响黄土高原土壤加速侵蚀的重要因素,就局部地区来说,当前人类活动加速侵蚀率占 60—70%。根据大量考察、统计和计算,预估到 2030 年黄土高原在新增库坝工程条件下,可减少入黄泥沙量约 8 亿吨左右;但由于大型煤田不合理开采等造成的不良后果,到 2030 年年均新增入黄泥沙量将达 1 亿吨以上。

四、利用地质地貌和钻孔资料,首次得出了中游小北干流从公元 220 年到 1960 年的年均沉积速率为 0.25—0.35 亿立方米的数据;并研究提出了 1855 年以来黄河下游河道的沉积模式,即冲积扇塑造与河道形成、堤防完善后河道再塑造和下游河道较缓慢抬升等三个阶段。

五、通过考察和计算,第一次全面分析了黄河上游水沙特性、水沙运行规律及近代河床演变的基本规律。首次发现在黄河下游河道挟沙调整过程中,床沙粒径的变化直接影响挟沙力,断面形态则影响输沙率随流量变化的变幅。床沙较细、断面窄深时,河道对各级粒径泥沙都有较大的挟沙力,当  $\sqrt{B}/H$  值接近 8 时,河道的挟沙力最大。

六、通过流域环境、水沙和河道演变发展趋势的综合分析,预估到 2010 年沿黄河用水量达到 392 亿立方米,将导致河道水量减少,洪峰流量大幅度削减,水沙关系失调。下游河道逐渐向间隙性河流发展,河槽萎缩,防洪形势依然严峻。预估下游河道还可行水 60—100 年。

七、经过高层次的综合分析,明确未来黄河流域综合治理开发方向是:一个立足(立足于流域全局);两个重点(中游水土流失,下游洪涝);三个促进(流域环境向良性方向转变,国家经济建设发展,人民生活提高);四个统一(上中下游统一考虑,点面线统一考虑,水沙运行与环境、水沙和河道演变发展统一考虑,治理与开发统一考虑)。

以上进展,是近几年来地学与水利学协作研究,圆满完成的基础性研究优秀成果,涉及面广,难度大,思路开阔,内容系统、全面、创新,为治理开发黄河决策提供了高水平的科学依据,有重大的应用价值,同时为地学、水利学、环境科学的发展作出了重大贡献。

在本项研究成果的基础上,中科院又承担了“八五”国家攻关项目“流域灾害环境演变趋势及治理对策”的研究,并已取得新的进展。