

黄河小浪底工程

● 对生态环境影响及对策研究 ●

王家耀, 张震宇

(郑州测绘学院, 郑州 450052)

[摘要] 黄河的治理问题一直受到社会各方面的关注。小浪底水利工程的兴建将使黄河的治理进入新的里程, 同时也将对库区、库周及黄河下游以黄河水为主要水源的引黄灌区、湿地、河口三角洲的生态环境产生重要影响。在长期研究的基础上, 简要分析小浪底工程对生态环境的影响, 并提出了若干对策。

[关键词] 黄河小浪底工程; 黄河生态环境; 区域可持续发展; 地理信息系统

1 引言

小浪底水库是黄河干流上最末端的一个大型水利枢纽工程, 位于黄河中游最后一个峡谷的出口。上距三门峡水库 130 km, 下距郑州黄河铁路桥 115 km, 是黄河由丘陵峡谷进入黄淮海平原的入口。小浪底水库控制流域面积 69 km², 占黄河流域面积的 92.3%, 坝址径流量和输沙量分别占全河总量的 91.2% 和近 100%, 处在控制黄河水沙的关键部位, 是黄河三门峡以下唯一能取得较大库容的坝址, 是一座以防洪、防凌、减淤为主, 兼顾发电、灌溉、供水, 除害兴利、综合利用的水利枢纽工程。水库坝顶高 281 m, 正常蓄水位 275 m, 总库容 126.5 亿 m³, 长期有效库容 51 亿 m³, 能长期发挥防洪和调水、调沙的作用。

小浪底水库建成后, 除拦蓄三门峡—小浪底区间洪水外, 还可拦蓄一部分三门峡以上来水, 与三门峡、故县、陆浑三库联合运用, 可使黄河千年一遇洪水时花园口流量不超过现在的大堤设防流量 22 000 m³/s, 百年一遇洪水时可不使用东平湖滞洪区, 控制花园口流量不超过 15 000 m³/s, 对出现机率较多的中常洪水也可相应控泄, 减少滩区 120 万人、1.28 万 hm² 耕地的受涝损失。在凌汛期, 水库可提供 20 亿 m³ 防凌库容并先期投入运

用, 有效地控制下泄流量, 不足部分由三门峡水库承担, 从而也可基本解决黄河下游的防凌问题。除保持 40.5 亿 m³ 长期防洪库容外, 水库可拦蓄泥沙 100 亿 t, 减少下游河道淤泥 78 亿 t, 加上 10.5 亿 m³ 库容长期调水减沙作用, 相当于下游河道 20 年不淤积抬升。

小浪底水库为不完全调节水库, 51 亿 m³ 的长期有效库容除汛期防洪和调水调沙外, 还可调节年内径流, 使花园口 3~6 月份来水量年增加 21.6 亿 m³, 使同期引黄水量增加 17.9 亿 m³, 平均年增加调节水量 26 亿 m³, 除保证沿黄城市、能源基地的生产生活用水外, 非汛期还可向青岛供水 10 亿 m³, 向华北供水 20 亿 m³, 并可同时提高下游农业用水保证率。小浪底水库建成后的效益靠其防洪、防凌、减淤、供水的科学运用方式来保证。

黄河小浪底工程是治理开发黄河的关键性工程, 它的兴建将使黄河的治理进入新的里程。但是, 也应该看到, 小浪底建库后黄河下游河道水沙条件变化很大, 这势必要对库区、库周及黄河下游以黄河水为主要水源的引黄灌区、湿地、河口三角洲的生态环境产生重要影响。因此, 研究小浪底水库对生态环境产生的各种影响, 防止因黄河来水来沙发生重大变化而引起的这些生态敏感区生态系统的不良效果, 具有重要实用价值和理论意义。

2 小浪底工程对库周及移民区生态环境影响预测

2.1 库周地区土壤侵蚀特征分析与建库后的演变趋势

小浪底库周地区土壤侵蚀受自然因素和人为因素的影响。自然因素包括：该区大部分为坡地，其中又以陡坡地所占比例大；年降水量季节分配很不均匀，主要集中在少数几个月，且以暴雨甚至特大暴雨形式，利于土壤侵蚀；区内大部分地面植被覆盖率差；区内人口较密集的大部地区土壤抗蚀力差。人为因素包括坡地不合理利用，陡坡开垦，修路造成陡壁陡坡，开矿废土石处置不当，樵采失宜等。

根据计算土壤侵蚀量模型，我们对典型小流域的土壤侵蚀量进行了计算，并划分了6个土壤侵蚀的强度分级，得出了小浪底库周区域土壤侵蚀评价表。

移民计划全部实施后，还将有50%的库区人口生活在库周较为狭窄的地区，从事各种与当地资源条件有关的工农业生产，库周人口负载量将大大增加，人口密度将达到历史高峰，这样就会造成人地矛盾激化，土地资源压力增加，耕地负担越来越重，毁林开荒，陡坡耕垦现象将愈演愈烈，成为造成新的水土流失的主要原因；以安置移民为目的之一的工矿企业的发展及水库本身的建设，必将使开矿、采石、修路等活动日益频繁，如不采取措施，将会带来更为严重的水土流失，增加水库淤积量。

2.2 建库后小浪底库区生物多样性的变化态势

(1) 生境退化和生态系统多样性的减少

小浪底工程对生物多样性的影响，主要不在于蓄水对物种的消灭，而在于对原有生境的毁坏和移民迁建，工地建设与开发活动对生物适生生境的影响；另外，人类对植被的破坏和对某些动物的捕杀，可改变生物间的各种生态联系与能量流动和物质转化途径，使生态平衡和生物多样性遭受破坏。库区生境的变化趋势表现为：陆地范围减少，水域面积增加，自然生态系统减少，人为生态系统增加；陆生生境发生逆向演替，生境质量下降。

(2) 生物群落的物种组成与数量向着贫乏方向演变

这主要表现为陆生植物群落被淹没，物候相位和植物组成比例上发生变化，陆生动物种群由于水库的蓄水和库周受人类活动影响导致动物难以栖

身，水域生物群由于建坝后水文条件与环境发生变化，水域生物种类组成将发生改变，珍稀动物由于小浪底工程建设导致库区景观生态环境的巨大改变而遭受破坏和干扰，等等。

(3) 小浪底工程对太行山济源猕猴自然保护区的影响

由于该区猕猴无明显的垂直迁移现象，小浪底水库建成后，可能会影响到猕猴在水平方向上有规律的迁移，使猕猴活动范围变小，可食用植物数量、质量下降；水库淹没了啮齿动物洞穴和取食基地后，必然使该地区啮齿动物数量增多，这样会吸引更多的肉食动物，尤其是猛禽类动物在库周活动，将给该区猕猴带来更大威胁，甚至影响其生存繁衍；建库所带来的移民后靠，使得区内人口密度增大，人类活动日趋频繁，可能造成猕猴食物短缺，影响其生存。

2.3 库区移民大县——新安县环境现状与演变趋势

新安县的环境现状在整个库周地区有一定代表性。其一，小浪底库区移民总数达19万多人，而新安县移民接近总数的50%，其中相当一部分要在本县安置，加上人口自然增长率达1.825%，人地矛盾日趋严重；其二，新安县水土流失面积占土地面积的80%以上，农业投入的一部分被水土流失抵消了，造成无效的投入；其三，工业与乡镇企业的发展加剧了生态环境的恶化。小浪底工程的建设使原本就脆弱的生态环境将是雪上加霜。

2.4 小浪底工程移民对下游安置区环境的影响

移民安置活动对下游安置区的自然生态环境的影响，主要表现在加大了自然资源开发利用的强度，尤其是土地资源、生物资源和水资源的利用。这是因为，小浪底移民安置多是以土地安置为对策的，强调土地安置是基础，这将导致人均耕地的减少；小浪底库区多属少林地区，只有库周有些次生林地，移民安置可能对这些仅存的次生林带来更大破坏；移民安置对安置区水资源的利用，包括移民要分享水源和移民因生产活动而加重污染水源，造成水源设施的紧张和水源质量下降。

3 小浪底工程对黄河下游生态脆弱区生态环境影响预测

3.1 小浪底工程对引黄灌区生态环境影响预测

小浪底工程生效后，由于引黄保证率提高，引

黄灌区的泥沙堆积与排水河道淤积将愈来愈严重；在自流灌区和背河洼地等区域，一方面会由于引黄保证率的提高导致水资源的过度浪费，另一个方面也易引起土壤的次生盐碱化。从一定程度上讲，建库后供水环境的改善和水资源管理失控所带来的黄河水资源的掠夺式开采和承载力负载，将是造成黄河下游生态环境恶化的主要原因。

3.2 小浪底工程对黄河下游典型湿地生态环境影响预测

湿地的资源潜力和环境功能主要表现在生物生产力很高，可持续地向人类提供食物的原材料，为人类提供饮用水和其他用水，在蓄水、调节河川径流、补给地下水和维持区域水平衡中发挥重要作用，湿地具有生物多样性富集的特点，等等。小浪底工程建成后的不同减淤运用阶段，黄河对典型湿地补给的水量，随着人口的增加，人们对湿地资源的需求，含沙量、水质变化的时空分布特征，相互作用机制以及所造成的湿地生态系统结构与动能的变化和生态系统可能的演替等，都可能带来某些负面效应。例如：到了小浪底工程正常运用时期，引黄退水的含沙量将会增加，湿地又面临新的淤积，再加上人类活动的加剧，湿地生态将面临新的恶化的威胁；黄河河滩及背河洼地的生态环境将向不良方向演变，对黄河三角洲湿地生态环境改良也将产生不利影响。

3.3 小浪底工程对黄河河口三角洲生态环境影响预测

黄河河口三角洲是世界上少有的河口湿地生态系统，也是一个新生的生态系统，具有一定的脆弱性和独立的演替规律。黄河入海口地区是海陆能量与物质交流的集中地。黄河三角洲生态环境演变与黄河水、沙关系甚为密切。小浪底工程必然会影响到进入河口的水量和沙量的变化，从而影响到本区整个生态环境综合体。进入河口泥水沙量的减少将导致生态环境趋向恶化；黄河水发生季节性变化将影响区域水盐平衡，这将影响河口地区的土壤盐渍化，部分已经脱盐的土壤可能会发生不同程度的次生盐渍化，如治理不力也可能对河口地区的农业生产产生影响；进入河口水量的减少会给河口生态环境带来较严重的影响，将使河口三角洲及近海海域生态环境进一步恶化。

小浪底工程对黄河河口、邻近海域生物与渔业变化的影响是多方面的、复杂的，只有在水库运行

后经长期观察才能逐步掌握其影响变化的性质，但有一点是大致可以肯定的，即工程生效后对河口地区的不利影响将随着时间的推移而增强。

4 建库后库区及下游黄河水质变化趋势分析

4.1 小浪底建库后库区水质变化趋势分析

小浪底库区目前已遭受营养盐类、部分有毒重金属和微生物污染，小浪底以下黄河水质一方面受上游来水水质状况影响，另一方面受区间汇入支流、沿岸工矿企业及城镇排污影响。

小浪底水库的来水 98% 承接三门峡水库下泄水量，三门峡至小浪底之间来水量很小，且此段为峡谷型河道，两岸短小支流接纳的工业、生活污水量较小，再加上库容大，有一定的稀释自净能力。因而小浪底库区的水质取决于三门峡水库的下泄水水质。依据近 10 年三门峡下泄水质监测资料，采用 Deniel 趋势检验法对水质变化趋势进行了分析，可以认为三门峡水库下泄水水质良好。

4.2 小浪底建库后下游黄河水质变化趋势预测

小浪底以下至黄河口河段干流长 898 km，其中小浪底至花园口河段（简称小花段）128 km，该河段水质受小浪底水库下泄水质及区间废污水直接排入影响较大。

小浪底水库建成后，其运用方式将改变下游河道流量、含沙量条件，对该区间的水质将产生一定影响。经计算分析，预测结果取得了不同条件下各断面预测水平年的 COD_{Mn} 浓度值，定量描述了小浪底水库建成后 2000、2010 年小花段水质变化趋势，可为该区间污染优化控制提供科学依据。预测结果表明：在区间排污负荷一定的条件下，河段流量对水质状况有较大影响；黄河小花段泥沙对清水的 COD_{Mn} 浓度影响不显著，但对浑水水体的 COD_{Mn} 浓度影响十分显著；水库建成运用后，尽管通过增加下泄流量和减少下泄含沙量可大大改善下游黄河水质，但在下泄水质稳定的条件下，小花段的水质主要受控于洛河、新老颍河和沁河支流污染物的排放，小花段排污负荷变化对河段 COD_{Mn} 水质有明显影响。小花间废污水排放量的增加，将是黄河下游水质恶化的主要原因。

5 小浪底工程对生态环境影响的基本结论与对策

5.1 基本结论

(1) 小浪底工程对生态环境影响的时空分布不均匀,就影响的空间分布而言,可分为库区、下游悬河段及湿地、河口及邻海区域。无论是从影响因子数量、程度强弱,还是从经济损益角度,库区远大于下游地区,下游影响又大于河口及邻海区域,即自西向东呈减弱趋势,但这种减弱又有区域变异。就影响的时间分布而言,小浪底水库蓄水前后是个突变点,在蓄水前的施工阶段,只有1/3的因子受影响;在蓄水后施工阶段,约有高达92%以上因子受影响;到蓄水拦沙阶段结束,正常运用阶段开始仍有20%的因子受到影响。

(2) 工程对生态环境影响的众多因子中,库区移民环境容量是工程决策中比较敏感的制约因子。水库蓄水后,淹没范围广,移民数量大,有半数就近后靠安置,面临着土地承载能力过载,劳动力就业,库区森林植被、土地、物种、地质环境受干扰等,移民能否得到妥善安置,关系着未来库区经济能否可持续发展,生态系统能否进入良性循环,环境质量能否得到改善,成为工程成败的关键因素之一。因此,对移民不应强调粮食自给和开荒种地。濒危物种的抢救、保护、库区农业生态系统的改造,植被的维护和中上游水土保持等也是敏感问题。

(3) 小浪底工程对下游湿地的作用,在初期蓄水拦沙阶段,以有利影响为主;正常运用期不利影响占主导地位;对黄河河口三角洲的影响则是多方面的、复杂的,不利影响随着时间推移将占主导地位。水库生效后,黄河下游引黄灌区排水河道淤积将加重,自流灌区与背河洼地等将成为发生土壤次生盐碱化的危险区。

(4) 水库建成后,库区水质总体上可达地面Ⅲ类标准,多数污染指标可达地面Ⅰ、Ⅱ类标准。小花段废水排放量的增加,将是建库后黄河下游水质恶化的主因,对新、老蟒河的污染负荷进行治理削减,是控制干流小花段水污染恶化的有效途径。

5.2 对策

(1) 小浪底工程生态环境影响对策的制定,必须和黄河流域的可持续发展战略紧密联系,同时还要突出宏观对策的整体性、区域性、层次性、重点性、时效性、预警性、可操作性、组织有序性。也就是将小浪底工程影响区域的可持续发展战略和对策作为一项系统工程,既有宏观的战略,又有系统协调的结构与功能,更有具体实施的方案与措施,

形成从宏观战略到具体对策措施和技术的配套系统。这样才能有小浪底影响区域决策与对策的完整性、科学性、实用性。

(2) 高度重视小浪底工程对生态环境造成的影响,尽早采取有效措施。对小浪底工程引起的生态环境问题,若能给予足够重视并采取积极的有效措施,给予及时有效的投资,存在的不利影响大多数可以转化或降低到一定程度。且措施采取越早、越及时,付出的代价也越小。对于建坝前就已存在的环境问题,可以尽早整治,避免与工程不利影响的叠加。对于目前人力难以控制和难以预测的环境影响,应加强监测和预报;否则,不利影响任其发展,将直接影响小浪底工程的有效运行和效益的发挥,并会阻碍黄河流域的持续发展,加剧黄河流域环境恶化趋势。

(3) 建立小浪底工程环境影响动态监测系统,即建立一个完整的小浪底工程生态环境监测网络,一套完整的监测指标体系,监测管理体系和监测质量保证体系,以解决水质监测、水文监测、局地气候监测、山地灾害监测、河口水生物监测、陆生动植物监测、人群健康监测、施工区环境监测等,以便对小浪底工程建设前后、库区及黄河下游的生态环境,实行全过程跟踪监测和管理。此项工程应统一领导、统一规划、分期实施,与工程建设相适应,监测站点具有代表性。

(4) 运用“3S”(GIS、RS、GPS)集成技术,建立小浪底工程对生态环境影响预警地理信息系统,对小浪底工程影响的区域生态环境动态监测数据进行存储、管理、处理和分析。针对黄河中下游重大生态环境问题,建立一系列信息服务模式与方法;为小浪底工程影响区域环境保护提供宏观决策;为区域可持续发展规划,区域开发策略,方案的制定提供实时、有效的信息服务;监测工程影响区域可持续发展敏感因子与其阈限值的接近程度,适时对区域不可持续性的方向进行预警,进行对策分析,为预警、决策提供强有力的信息与技术支持;为小浪底库区小流域开发治理提供信息服务。

参考文献

- [1] 李晨. 黄河小浪底水利枢纽工程环境影响评价 [J]. 水利水电环境, 1989, (2)
- [2] 林秀山. 小浪底水利枢纽在黄河治理开发中的地位及工程任务 [J]. 人民黄河, 1993, (3)
- [3] 林秀山、涂启华. 小浪底水利枢纽的工程规模和综

- 合运用方式 [J]. 人民黄河, 1993, (3)
- [4] 安新代. 小浪底水库蓄水调节运用方式及供水作用分析 [J]. 人民黄河, 1993, (3)
- [5] 涂启华. 小浪底水库减淤运用方式及作用 [J]. 人民黄河, 1993, (3)

The Effect of Xiaolangdi Project on Environment in the Yellow River and its Countermeasures

Wang Jiayao, Zhang Zhenyu

(The Institute of Surveying and Mapping, Zhengzhou 450052, China)

[Abstract] The harnessing of the Yellow River has been paid serious attention to by every aspect of society. To start the construction of Xiaolangdi Project will make the harnessing of the Yellow River get into a new course of development. But, at the same time, it will exert a great influence on ecological environment. Based on long-term investigation and research, by using theories of sustainable development and methods of environmental evaluation, this paper analyzes the effect of Xiaolangdi Project on the environment in the areas such as the reservoir and surrounding area, the immigration area, and the fragile area of the downstream. Moreover, the tendency of the water quality changes in the reservoir area and the downstream is analyzed. It is considered that the spatio-temporal effect on environment is not well distributed. Resettlement is the key environmental issue of the project. The different application phases of the project will exert different influence on wetlands, the irrigation area of downstream, the delta and estuary. After the construction of the project, the increasing discharge of waste water in the section of Xiaolangdi to Huayuankou will be the major cause that worsens water quality. So it is suggested to formulate sustainable development countermeasures. "3S"(GIS, RS, GPS) integration technology is used to establish the dynamic monitoring system and the prediction geographic information system.

[Key words] Xiaolangdi project; Yellow River ecological environment; regional sustainable development; geographic information system

《石油学报 (石油加工)》征稿简则

《石油学报 (石油加工)》是由中国科学技术协会主管, 中国石油学会主办, 石油化工科学研究院承办的学术刊物, 是石油、石油化工类核心期刊。

本刊主要刊登有关原油的性质与组成、石油加工和石油化工工艺、炼油化工催化剂、燃料和石油化学品及助剂、化学工程、反应动力学、系统工程、环保、油品分析等方面的基础理论和应用研究论文及研究结果的综合述评; 优先报道这些方面的最新成果。

本刊刊载的各类基金资助的项目论文达 40% 以上。每期均有若干论文被国外、国内许多重要检索性刊物所收录。本刊首批入选中国学术期刊 (光盘版), 并已通过中国期刊网 (www. chinajournal. net. cn) 全文上网。

本刊为双月刊, 大 16 开本, 国内外公开发行, 逢双月末出版。

稿件撰写要求请参照本刊 1999 年 (第 15 卷) 第 4、5 期的“投稿须知”或到编辑部索取。

来稿请寄: 北京市学院路 18 号《石油学报 (石油加工)》编辑部

邮编: 100083 电话: (010) 62327551-8282