



UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



小水电技术导则 设计

第8部分：社会与环境影响评价

SHP/TG 002-8:2019



免责声明

本导则未经联合国正式编辑。本导则内采用的名称和资料并不代表联合国工业发展组织的秘书处关于各国、领土、城市、地区或其当局的合法地位，以及关于国土、边界的界定、或对经济体系及其发展程度等问题的任何意见和立场。例如“发达的”、“工业化的”和“发展中”等一类词汇只为方便统计，未必表示一个国家或者地区的真实发展程度。本导则中提及的公司名称或者商业产品并非联合国工业发展组织为其代言。本导则尽可能保持内容的准确性，但联合国工业发展组织及其成员国均不对使用本导则可能产生的结果承担任何责任。本导则可被自由引用或转载，但需注明出处。

© 2019 UNIDO/INSHP – 版权所有

小水电技术导则 设计

第 8 部分：社会与环境影响评价

鸣谢

本导则是联合国工业发展组织（UNIDO）和国际小水电联合会（INSHP）共同合作努力的成果，约 80 名国际专家和 40 家国际机构参与了导则的编制、同行审查，并提出了具体意见和建议，使导则更具实用性和专业性。

UNIDO 和 INSHP 非常感谢许多机构在制定本导则期间作出的贡献，特别是以下国际组织：

——东南部非洲共同市场（COMESA）

——全球区域可持续能源中心网（GN-SEC），特别是西非国家经济共同体可再生能源和能源效率中心（ECREEE）、东非可再生能源和能源效率中心（EACREE）、太平洋可再生能源和能源效率中心（PCREEE）和加勒比可再生能源和能源效率中心（CCREEE）。

中国政府推动了本导则的最终定稿，对其完成具有重要意义。

以下人士为编制本导则作出了贡献，包括有价值的投入、审查和提供建设性意见：Mr. Adnan Ahmed Shawky Atwa, Mr. Adoyi John Ochigbo, Mr. Arun Kumar, Mr. Atul Sarthak, Mr. Bassey Edet Nkposong, Mr. Bernardo Calzadilla-Sarmiento, Ms. Chang Fangyuan, Mr. Chen Changjun, Ms. Chen Hongying, Mr. Chen Xiaodong, Ms. Chen Yan, Ms. Chen Yueqing, Ms. Cheng Xiaolei, Ms. Chileshe Kapaya Matantilo, Ms. Chileshe Mpundu Kapwepwe, Mr. Deogratias Kamweya, Mr. Dolwin Khan, Mr. Dong Guofeng, Mr. Ejaz Hussain Butt, Ms. Eva Kremere, Ms. Fang Lin, Mr. Fu Liangliang, Mr. Garaio Donald Gafiye, Mr. Guei Guillaume Fulbert Kouhie, Mr. Guo Chenguang, Mr. Guo Hongyou, Mr. Harold John Annegam, Ms. Hou ling, Mr. Hu Jianwei, Ms. Hu Xiaobo, Mr. Hu Yunchu, Mr. Huang Haiyang, Mr. Huang Zhengmin, Ms. Januka Gyawali, Mr. Jiang Songkun, Mr. K. M. Dharesan Unnithan, Mr. Kipyego Cheluget, Mr. Kolade Esan, Mr. Lamyser Castellanos Rigoberto, Mr. Li Zhiwu, Ms. Li Hui, Mr. Li Xiaoyong, Ms. Li Jingjing, Ms. Li Sa, Mr. Li Zhenggui, Ms. Liang Hong, Mr. Liang Yong, Mr. Lin Xuxin, Mr. Liu Deyou, Mr. Liu Heng, Mr. Louis Philippe Jacques Tavernier, Ms. Lu Xiaoyan, Mr. Lv Jianping, Mr. Manuel Mattiat, Mr. Martin Lugmayr, Mr. Mohamedain Seif Elnasr, Mr. Mundia Simainga, Mr. Mukayi Musarurwa, Mr. Olumide TaiwoAlade, Mr. Ou Chuanqi, Ms. Pan Meiting, Mr. Pan Weiping, Mr. Ralf Steffen Kaeser, Mr. Rudolf Hüpfel, Mr. Rui Jun, Mr. Rao Dayi, Mr. Sandeep Kher, Mr. Sergio Armando Trelles Jasso, Mr. Sindiso Ngwenga, Mr. Sidney Kilmete, Ms. Sitraka Zaraso Rakotomahefa, Mr. Shang Zhihong, Mr. Shen Cunke, Mr. Shi Rongqing, Ms. Sanja Komadina, Mr. Tareqemtairah, Mr. Tokihiko Fujimoto, Mr. Tovoniaina Ramanantsoa Andriampaniry, Mr. Tan Xiangqing, Mr. Tong Leyi, Mr. Wang Xinliang, Mr. Wang Fuyun, Mr. Wang Baoluo, Mr. Wei Jianghui, Mr. WU Cong, Ms. Xie Lihua, Mr. Xiong Jie, Ms. Xu Jie, Ms. Xu Xiaoyan, Mr. XuWei, Mr. Yohane Mukabe, Mr. Yan Wenjiao, Mr. Yang Weijun, Ms. Yan Li, Mr. Yao Shenghong, Mr. ZengJingnian, Mr. Zhao Guojun, Mr. Zhang Min, Mr. Zhang Liansheng, Mr. Zhang Zhenzhong, Mr. Zhang Xiaowen, Ms. Zhang Yingnan, Mr. Zheng Liang, Mr. Zheng Yu, Mr. Zhou Shuhua, Ms. Zhu Mingjuan.

使用中如有其他意见和建议，欢迎提供，以便再版更新。

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 环境影响评价	1
4.1 一般规定	1
4.2 工程分析	2
4.3 现状调查与评价	3
4.4 预测评价	3
4.5 保护措施	4
4.6 管理与监测	5
4.7 投资与环境经济损益分析	5
5 建设征地与移民安置	5
5.1 建设征地实物调查	5
5.2 移民安置规划	6
5.3 补偿投资	6
6 水土保持	6
6.1 水土流失防治目标与要求	6
6.2 水土流失防治措施体系	7
6.3 水土保持投资	7
7 社会评价	7
8 评价结论及建议	7
附录 A (规范性附录) 小型水电站生态流量的计算方法	8

前 言

联合国工业发展组织(UNIDO)是旨在促进全球包容和可持续工业发展(ISID)的联合国专门机构。为联合国和各国未来 15 年可持续发展提供框架的《2030 年可持续发展议程》和联合国可持续发展目标,已将 ISID 列为其可持续发展的三大支柱之一。能源对经济、社会发展和提高生活质量不可或缺,UNIDO 的 ISID 任务明确将支持建立可持续能源体系。过去 20 年里,国际社会对能源的关注和讨论越来越多,扶贫、环境风险和气候变化等问题正成为焦点。

国际小水电联合会(INSHP)是一个协调和促进全球小水电发展的国际组织,各区域、次区域和国家对口单位、相关机构、公共单位和企业自愿加入,以社会效益为其主要目标。INSHP 旨在通过发达国家、发展中国家和国际组织间的三方经济技术合作促进全球小水电发展,为广大发展中国家的农村提供环保、负担得起、充足的能源,从而增加就业机会、改善生态环境、减少贫困、提高农村生活文化水平和经济发展水平。

UNIDO 和 INSHP 自 2010 年起合作编制的《世界小水电发展报告》显示,全球对小水电的需求和其发展程度并不匹配,技术缺乏是大多数国家发展小水电的主要障碍之一。UNIDO 和 INSHP 决定基于成功发展经验并通过全球专家合作,共同编制《小水电技术导则》(简称导则)以满足各成员国的需求。

本导则根据 ISO/IEC 指令第二部分(详见 www.iso.org/directives)的编制规则起草。

提请注意,本导则中的一些内容可能涉及专利权问题。UNIDO 和 INSHP 不负责识别任何此类专利权问题。

引 言

小水电是广泛认可的解决偏远农村地区电气化问题的重要可再生能源。尽管欧洲、北美、南美和中国等大多数国家都拥有很高的装机容量,但许多发展中国家受到许多因素的阻碍(包括缺乏全球认可的小水电好案例或标准),仍有大量小水电资源未得到开发。

本导则将通过应用全球现有的专门知识和最佳实践,解决目前缺乏适用于小型水电站的技术导则的问题,让各国利用这些达成共识的导则来支持他们目前的政策、技术和生态环境。对于机构和技术能力有限的国家,将夯实他们发展小水电的知识基础,从而制定鼓励小水电发展的优惠政策和吸引更多的小水电投资,以促进国家经济发展。本导则对所有国家都是有益的,特别是在技术知识比较缺乏的国家中分享经验和最佳实践。

本导则适用于装机容量 30 MW 及以下的小型水电站,可作为小型水电站规划、设计、建设和管理的技术性指导文件。

- 《小水电技术导则 术语》给出了小型水电站常用的专业技术术语和定义。
- 《小水电技术导则 设计》给出了小型水电站设计的基本技术要求、方法学和程序,专业涵盖了电站选址规划、水文、工程地质、工程布置、动能计算、水工、机电设备选型、施工、工程造价估算、经济评价、投资、社会与环境评价等。
- 《小水电技术导则 机组》对小型水电站水轮机、发电机、调速系统、励磁系统、主阀和监控保护及直流电源系统设备提出了具体的技术要求。
- 《小水电技术导则 施工》对小型水电站施工技术提出了规范性指导意见。
- 《小水电技术导则 管理》对小型水电站项目管理、运行维护、技术改造和工程验收等技术方面提出了规范性指导意见。

小水电技术导则 设计

第 8 部分:社会与环境影响评价

1 范围

本部分规定了小型水电站建设环境影响评价的一般原则、内容和要求。因社会评价、移民安置、水土保持评价政策性比较强,一般由国家指定的部门进行专题研究,本文件仅给予一般性技术指导。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改)适用于本文件。

SHP/TG 001 小水电技术导则 术语和定义

3 术语和定义

SHP/TG 001 界定的术语和定义适用于本文件。

4 环境影响评价

4.1 一般规定

4.1.1 环境影响评价应主要依据国家和地方的有关管理规定、技术标准和规范、相关流域或区域的规划、工程技术文件等。

4.1.2 环境影响评价因子应根据技术标准和管理要求,选取水环境、声环境、空气环境、土壤的评价因子,确定评价标准。评价因子宜按以下原则选择:

- a) 地表水环境评价因子可根据水体功能选择 DO、pH、COD_{Mn}、BOD₅、NH₃-N、TN、TP、石油类、大肠菌群等水质指标及水面面积、蓄水量、水温、径流过程、水深、流速、冲淤变化等水文径流指标。
- b) 地下水环境评价因子宜选择地下水位、pH、氨氮、砷、高锰酸盐指数、硝酸盐等。
- c) 声环境评价因子应为等效连续声级 Leq(A)。
- d) 空气环境评价因子宜选择 CO、NO₂、PM₁₀、TSP 等。
- e) 土壤环境评价因子宜选择 pH、TP、TN、有机质等。

4.1.3 环境影响评价标准可分为环境质量评价标准和污染排放标准,应满足国家和地方质量控制标准。

4.1.4 环境影响评价等级和范围应根据工程直接影响范围、影响程度和可能造成的间接影响范围、影响程度,依照相关技术规范规定的划分标准确定。评价范围应根据各环境要素评价等级确定。

4.1.5 应根据工程特点、排污特征、运行方式和环境保护目标的敏感性确定工程社会与环境影响评价重点。一般以工程建设对河湖生态系统的阻隔、径流调节作用及由此产生的水环境、生态环境的影响为评价重点。

4.1.6 环境保护目标应满足以下要求：

- a) 生态环境保护目标：应根据建设区域生态环境现状和环境敏感区保护要求，提出生态环境保护需要达到的目标，含陆生生态、水生生态在物种、群落、多样性保护等方面保护目标。
- b) 水环境保护目标：应根据建设区域和上下游水环境敏感区对水质、水量的要求，提出水质、水量保护的目标。
- c) 大气环境保护目标：应根据建设区域大气环境现状和大气环境敏感区的保护要求，提出大气质量保护的目标。
- d) 声环境保护目标：应根据建设区域声环境现状和声环境敏感区的保护要求，提出声环境保护目标。

4.2 工程分析

4.2.1 工程分析应包括工程与国家相关法律法规和规划的符合性分析、工程环境合理性分析、施工分析、工程占地及移民安置分析、工程运行分析、环境影响识别和筛选等方面。

4.2.2 应从工程总体布局、开发方式、水库坝址、坝型选择、料场、弃渣场等布置情况、运行调度方式、生态流量满足程度等方面对工程进行环境合理性分析，并提出推荐或替代方案。如流域属于梯级开发，还应根据流域已有水电站工程现状，分析工程建设在运行方式、生态调度和要求、减脱水河段生态修复措施等方面与已有小水电工程衔接的可行性与必要性。

4.2.3 施工分析应满足以下要求：

- a) 应根据土石方开挖、回填情况，估算弃渣量，并结合弃渣场布置，分析弃渣运输、堆放对渣场周边环境的影响；
- b) 应根据施工机械和车辆运输情况分析噪声源强度及影响范围，分析施工车辆运输对当地居民生活、交通的影响；
- c) 应根据施工人员数量和生产用水情况，估算生活污水、生活垃圾和生产废水的排放量，并结合周边的环境现状，分析污染可能产生的途径与影响；
- d) 应根据施工导流、总体布置等，分析施工对灌溉、供水、水生生态和交通运输可能产生的影响；
- e) 应根据施工占地、扰动地表情况，分析对环境敏感目标的影响途径和范围，分析对地表植被、表土资源及水上流失的影响；
- f) 应根据施工活动，分析对环境敏感区生境及区域主要动植物的影响。

4.2.4 应根据淹没与占地情况、移民安置方式、外来施工人员等，分析可能造成的社会与环境影响因素，如涉及到环境敏感区、宗教、国家之间和国际关系、民族关系、民俗文化、文物、景观等，应分析社会与环境的制约因素。

4.2.5 应根据水资源分布的变化和水文、泥沙情势变化及建筑物阻隔等，分析对生态、工农业用水、水环境、已有水电站运行调度及其下游生态环境等的影响。

4.2.6 应全面列出可能受工程影响的环境要素及环境因子、工程建设受到已有工程或环境现状制约或影响的环境要素及环境因子，识别影响性质和程度；应在环境影响识别的基础上，筛选出主要的社会与环境要素及因子，作为预测和评价的重点；环境影响识别和筛选可采用类比分析法、矩阵法、专家判断法等方法。

4.2.7 根据项目的类型、位置、敏感度和规模，以及潜在环境影响的特性和大小，可将项目环境影响评价等级分为以下三级：

- a) 一级：项目将会产生重大的不良环境影响，影响范围有可能超出工程的现场或设施范围。其环境评价内容包括分析项目潜在的积极和消极的环境影响，与其他可行的替代方案（包括“无项目”情况）相比较，提出预防、削减、缓解或补偿不良影响及改善环境性能的各种措施，并编制环境影响评价报告。

- b) 二级:项目对人群或重要环境地区,包括湿地、森林、草地和其他自然栖息地产生的不良影响小于一级,影响范围仅限于工程现场。环境评价应包括项目潜在的积极和消极的环境影响,提出可用于预防、消减、缓解或补偿不良影响及改善环境性能的各种措施。
- c) 三级:经环境筛选后项目对环境的不良影响很小或没有影响,可不作进一步的环境评价。

4.3 现状调查与评价

4.3.1 环境现状调查与评价包括区域环境现状调查与评价、环境质量现状调查与评价、区域污染源调查与评价三方面。

4.3.2 区域环境现状调查与评价应包括下列内容:

- a) 地形地貌和地质情况调查:工程所在地区的地形特征和地貌类型、地质构造、地层岩性和崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象;
- b) 气象调查:年降水量及其年内分布、年蒸发量、风力、主导风向、极端气温以及暴雨等灾害性天气;
- c) 水文和泥沙调查:径流及其组成,逐月平均流量、逐月平均含沙量、泥沙颗粒级配,枯水和洪水特性;
- d) 河流水系调查:地表水文特征、所属水系划分、水环境功能区划、水质和水资源利用,本项目主体工程位置与区域水系的关系。应附地表水水系图。如工程上、下游河流涉及到减脱水河段,还应调查减脱水河段的长度、范围、成因、修复治理情况;
- e) 土壤调查:土壤类型、理化性质及肥力;
- f) 陆生生物应调查植被的类型、分布、盖度、优势种类,珍稀动植物和濒危动植物的分布,生理、生态习性;水生生物应调查工程影响水域内鱼类区系组成、优势种类,洄游性鱼类生活习性、产卵场等分布,珍稀水生生物种类、数量、习性、生境分布及其保护级别;
- g) 环境敏感区调查:类型、等级、地理位置、范围、功能区划、保护对象、保护要求及与主体工程位置关系等;
- h) 水土流失调查:类型、成因、土壤侵蚀模数及治理情况。

4.3.3 环境质量现状调查与评价应包括下列内容:

- a) 应调查地表水环境、地下水环境、生态环境、声环境、空气质量环境等的背景质量:应根据环境质量现状调查情况,评价区域环境质量,说明环境质量的变化趋势。
- b) 应利用环境质量现状监测或近期例行环境监测数据进行环境质量现状评价。环境质量现状监测应符合相关环境质量监测标准、环境保护标准、社会与环境影响评价技术导则等相关规定。
- c) 应调查区域主要环境问题,调查应包括水土流失情况、水电开发减脱水河段治理情况、污染源排放管理与水质达标情况、河流生态保护及生态流量保障等方面。应分析区域主要环境问题产生的原因及环境制约问题。

4.3.4 区域污染源调查与评价应包括下列内容:

- a) 应选择评价区水环境质量的主要污染因子和特征污染因子作为主要调查对象。
- b) 污染源调查应包括废水污水排放口,农业面源污染情况、农药化肥的使用情况以及主要噪声源、空气污染源等。

4.4 预测评价

4.4.1 环境影响预测和评价应满足下列基本要求:

- a) 环境影响预测和评价范围,应根据评价工程特点和环境特性、当地环境保护要求确定。
- b) 环境影响的预测和评价,可分为施工期与运行期两个时段。
- c) 环境要素和因子应根据有关环境标准、环境功能要求进行评价。对于尚无环境标准的环境要

素和因子,可用环境背景值、阈值进行评价。

- d) 预测评价重点应预测水文情势、水温、水质的影响,预测工程对河流湖泊生态系统的影响分析,提出工程生态流量下泄过程。
- e) 环境影响预测可采用数学模式法、物理模型法、类比调查法、景观生态学法、图形叠置法、专业判断法等。

4.4.2 预测评价的内容和方法应符合下列要求:

- a) 工程运行改变下游水文情势的,应预测对下游生活、生产、生态环境用水的影响,对于引水式发电工程或具有调节性能水库的小型水电站工程应分析电站下游生态流量满足程度。生态流量的构成及确定方法可参见附录 A。
- b) 应预测水温分层型水库建设对水温的影响,分析低温水下泄对下游生态和农业的影响。
- c) 涉及地下水环境敏感程度为“敏感”级的小型水电站工程应开展地下水环境影响评价。
- d) 应预测水库淹没、工程占地对土地资源、文物古迹、民俗文化、景观的影响。
- e) 涉及到移民安置时,应评估移民安置对移民生活质量、就业、医疗、教育、基础设施、宗教与民族习惯、社区重建、安置区环境质量、水土流失等方面的影响。
- f) 应预测因淹没、占地、移民安置、施工活动对野生植物及珍稀野生动物、濒危野生动物栖息地的影响。
- g) 工程所在河流中有珍稀鱼类、濒危鱼类、特有鱼类和洄游性鱼类时,应分析工程建设对鱼类的影响。
- h) 工程涉及到自然保护区等环境敏感区时,应预测对环境敏感区保护对象、保护范围及保护区的结构与功能的影响及对河湖生态系统的影响。
- i) 当通过地质勘查初步确定工程可能对环境地质有影响时,应预测工程对滑坡、塌岸等环境地质的影响。
- j) 应预测施工期废污水、水土流失的影响,以及施工对环境空气、声环境、固废的影响及人群健康的影响。
- k) 分析项目对当地就业、经济发展、资源利用、人民生活状况等方面的影响。
- l) 对存在环境风险的工程,应分析环境风险源项,计算环境风险后果,开展环境风险评价。

4.5 保护措施

4.5.1 保护对策措施应具备技术可行性、经济合理性、运行可靠性和环境保护目标的可达性。

4.5.2 保护对策措施应满足以下要求:

- a) 工程运行对下游各项用水有影响时,应提出改善或补偿措施,并设置生态流量放水设施。
- b) 水温分层对下游农业灌溉或水生生态有影响时,应设置分层取水设施或其他水温恢复措施。
- c) 工程对地下水敏感区产生影响时,应提出地下水环境保护措施。
- d) 工程建设对珍稀野生动植物有影响时,应采取植物移栽、动物栖息地保护或迁地保护措施。
- e) 工程建设对自然保护区等敏感区产生影响时,应采取保护或避让措施。
- f) 对鱼类洄游通道有影响时应设置过鱼设施或采取人工繁殖放流的措施。
- g) 对施工期废污水,应提出污水处理措施。
- h) 对施工扬尘、噪声应采取降尘、减噪措施。
- i) 应提出施工期人群健康保护措施。
- j) 对存在环境风险的工程,应提出风险防范措施。
- k) 提出保护当地民俗文化、文物古迹、景观保护或补偿性措施。

4.6 管理与监测

4.6.1 应按施工期和运行期进行环境管理与监测,提出具有可操作性的环境管理措施、监测计划及建设项目不同阶段的竣工环境保护验收目标。

4.6.2 应结合建设项目影响特征,制定相应环境质量、污染源、生态以及社会环境影响等方面的跟踪监测计划。

4.6.3 对于非正常排放和事故排放,特别是事故排放时可能出现的环境风险问题,应提出预防与应急处理预案;施工周期长、影响范围广的建设项目还应提出施工期环境监理的具体要求。

4.7 投资与环境经济损益分析

4.7.1 社会与环境保护投资估算应明确编制依据和采用的费用、标准,根据保护措施提出工程量、措施量及费用标准,计算社会与环境保护总投资并提出分年度投资安排。

4.7.2 应从建设项目产生的正负两方面环境影响,以定性定量相结合的方式,估算建设项目所引起社会与环境影响的经济价值,并将其纳入建设项目的费用效益分析中,作为判断建设项目可行性的依据之一。

4.7.3 应以建设项目实施后的影响预测与社会与环境现状进行比较,从环境要素、资源类别、社会文化等方面筛选出需要或者可能进行经济评价的社会与环境影响因子,对量化的社会与环境影响进行货币化,并将货币化的社会与环境影响价值纳入建设项目的经济分析。

5 建设征地与移民安置

5.1 建设征地实物调查

5.1.1 建设征地范围应包括枢纽工程建设区和水库淹没影响区,具体应包括下列内容:

- a) 枢纽工程建设区含大坝、电站等永久建(构)筑物的建筑区、对外交通用地和管理区等永久征收范围和料场、弃渣场、作业区、临时道路、施工营地、物资运输转运站、其他临时设施用地及施工爆破影响区等临时用地范围。
- b) 水库影响淹没区包括水库淹没区和因水库蓄水而引起的影响区:
 - 1) 水库淹没区包括水库正常蓄水位以下经常淹没区和正常蓄水位以上受水库洪水回水、风浪、船行波、冰塞壅水等引起的临时淹没区;
 - 2) 水库蓄水影响区包括水库蓄水引起的浸没、塌岸、滑坡、内涝、水库渗漏等地质灾害区及其他受水库蓄水影响的区域如孤岛等。

5.1.2 水库淹没对象的设计洪水标准以重现期(年)表示,可按表 1 确定。

表 1 不同淹没对象的设计洪水标准

淹没对象	重现期(年)
耕地、园地	2~5
林地、草地、未利用地	正常蓄水位
农村居民点、集外镇、一般城镇和一般工矿区	10~20
中等城市、中等工矿区	20~50

5.1.3 征地移民实物应包括建设征地范围内的人口、土地、建(构)筑物、其他附着物、矿产资源、文物古迹、具有社会人文性和民族习俗性的建筑、场所、市政工程及公用设施、基础设施等。

5.2 移民安置规划

5.2.1 移民安置规划应包括移民安置方式、安置点的选择与设计、基础设施与市政公用事业设施配套、库区防护等。

5.2.2 移民安置方式应根据当地法律法规和规定,选择适合当地自然条件、社会经济条件和移民意愿的方式。

5.2.3 移民安置任务应以需要安置的人口来反映,包括生产安置人口和搬迁安置人口,并满足下列要求:

- a) 生产安置人口应指因项目建设失去土地等生产资料需要重新安排生产出路的人口。
- b) 搬迁安置人口应指因项目建设而必须搬迁房屋内居住的人口。
- c) 应通过现场调查结合地方有关规定确定基准年安置人口。

5.2.4 移民安置需考虑从调查基准年到设计水平年的人口自然增长率,可按公式(1)确定。

$$B = B_0(1 + R)^{(n_1 - n_2)} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- B —— 为设计水平年的人口,人;
- B_0 —— 为调查基准年人口,人;
- n_1 —— 为设计水平年,年;
- n_2 —— 为调查基准年,年。

5.2.5 安置目标是指移民安置后在设计水平年能达到的总体水平,包括经济发展目标和社会发展目标。应本着移民安置后其生产生活水平达到或超过搬迁前的原有水平的原则确定安置目标,具体内容应包括下列内容:

- a) 经济发展目标包括人均纯收入、人均粮食占有量等;
- b) 社会发展目标包括移民安置区的社会公用事业和基础设施的发展目标。

5.3 补偿投资

5.3.1 补偿投资计算应依据国家和地方政府相关的法律法规、规定和建设征地实物调查成果和移民安置规划成果,主要包括补偿补助费、工程建设费、其他费用等。

5.3.2 补偿补助费应主要包括征收土地补偿和安置补助费、临时征用土地补偿费、房屋及附属建筑补偿费、房屋装修补偿费、青苗补偿费、林木补偿费、农副业设施补偿费、工业企业补偿费、搬迁补助费、贫困移民建房补助费、文教卫生增容补助、搬迁过渡期补助等。

5.3.3 工程建设费应包括安置区基础设施工程及专业项目、防护工程和库底清理等费用。

5.3.4 其他费用应包括前期工作费、综合勘测设计费、咨询服务费、技术培训费、税费等。

6 水土保持

6.1 水土流失防治目标与要求

6.1.1 项目建设造成的扰动土地范围,应包括永久征地和临时用地及其他管理和使用的土地。

6.1.2 水土流失防治目标应满足下列要求:

- a) 应尽量减少对原地貌的人为扰动;
- b) 因项目建设造成的水土流失均应得到有效治理;
- c) 工程弃渣应存放于弃渣场地并采取防护措施;

- d) 施工结束后除永久建(构)筑物和水面外,其他土地应恢复植被或原有土地利用功能;
- e) 可恢复林草植被的区域均应恢复植被。

6.2 水土流失防治措施体系

水土流失防治措施主要应采取拦渣工程、斜坡防护工程、土地整治工程、防洪排导工程、降水蓄渗工程、防风固沙工程、植被恢复与建设工程、临时工程等,应根据建设项目的实际情况采取相应的防治措施。

6.3 水土保持投资

水土保持投资应包括工程措施费、植物措施费、临时措施费、独立费用及国家规定的其他费用。

7 社会评价

7.1 社会评价应由公众参与。公众参与对象应包括受影响的居民和团体(利益相关方)、行业主管部门、专家和社会团体。公众参与应满足下列要求:

- a) 应确定听取利益相关方(主要包括移民和移民安置区居民)意见的方法和程序。
- b) 应分析公众参与意见,简述主要结论,明确意见是否采纳及相应理由。

7.2 社会环境现状调查主要对项目影响区域内人口、土地、就业、收入状况、公共设施、公共卫生设施、宗教与民族、社区结构、文物古迹、景观资源等现状情况。

7.3 应在社会环境现状调查的基础上根据当地生活水平、宗教与民族习惯、文物景观保护受拟建工程影响的居民的权利保护等要求,提出社会环境保护目标。

8 评价结论及建议

评价结论及建议应满足下列要求:

- a) 概括全部评价工作;
- b) 简洁、准确、客观地总结建设项目实施过程各阶段的生产和生活活动与当地社会与环境的关系;
- c) 明确一般情况下和特定情况下的社会与环境影响,提出采取的保护措施;
- d) 纳入公众参与调查评价的结论;
- e) 从社会与环境保护角度分析,得出建设项目是否可行的结论。

附录 A
(规范性附录)
小型水电站生态流量的计算方法

A.1 维持水生生态系统稳定所需水量

维持水生生态系统稳定所需水量的计算方法主要有水文学法、水力学法、组合法、综合法及生态水力学法。

A.1.1 水文学法

水文学法是以历史流量为基础,根据简单的水文指标确定河道生态环境需水。最常用的代表方法有 Tennant 法及河流最小月平均径流法。

A.1.1.1 Tennant 法

- a) 计算方法:根据水文资料以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态。
- b) 保护目标:鱼、水鸟、长毛皮的动物、爬虫动物、两栖动物、软体动物、水生无脊椎动物和相关的
所有与人类争水的生命形式。
- c) 计算标准:

表 A.1 保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流流量状况

流量状况描述	推荐的基流(枯水期) (%平均流量)	推荐的基流(丰水期) (%平均流量)
泛滥或最大		
最佳范围	60~100	60~100
很好	40	60
好	30	50
良好	20	40
一般或较差	10	30
差或最小	10	10
极差	0~10	0~10

- d) 基本要求:
 - 1) 应根据不同区域、不同需水类型、不同保护对象,认真分析系列水文资料,进行相关河段数据分析,调整流量标准,使调整后的流量符合当地河流情况。
 - 2) 水生生物对流量的要求在不同季节有所不同,需要根据生态系统不同月份、不同季节对流量的要求,给出年内下泄流量过程线,与水生生物生境要求相符合。
- e) 适用范围:作为河流进行最初目标管理、战略性管理方法使用。

A.1.1.2 最小月平均径流法

a) 计算方法:以最小月平均实测径流量的多年平均值作为河流基本生态环境需水量,即:

$$W_b = \frac{T}{n} \sum_{i=1}^n \min(Q_{ij}) \times 10^{-8} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

W_b ——为河流基本生态需水量, 10^8 m^3 ;

Q_{ij} ——为第 i 年 j 月的月平均流量, m^3/s ;

n ——为统计年数;

T ——为换算系数,值为 $31.536 \times 10^6 \text{ s}$ 。

b) 假设条件:在该水量下,可满足下游需水要求,保证河道不断流。

c) 适用范围:适合于干旱、半干旱区域,生态环境目标复杂河流。对生态环境目标相对单一地区,计算结果偏大。

A.1.2 水力学法

水力学法是以栖息地保护类型的标准设定的模型,主要有基于水力学参数提出的湿周法及 R2-CROSS 法。

A.1.2.1 湿周法

a) 计算方法:湿周法采用湿周(见图 A.1)作为栖息地的质量指标,绘制临界栖息地区域(通常大部分是浅滩)湿周与流量的关系曲线,根据湿周流量关系图中的转折点(如图 A.2)确定河道推荐流量值。

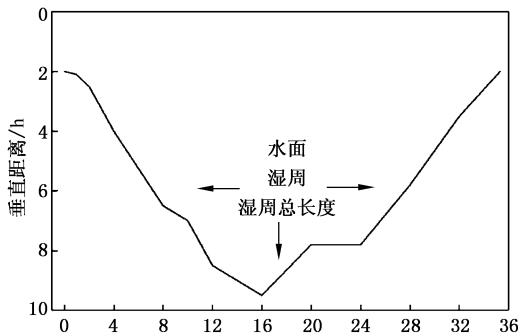


图 A.1 湿周的定义

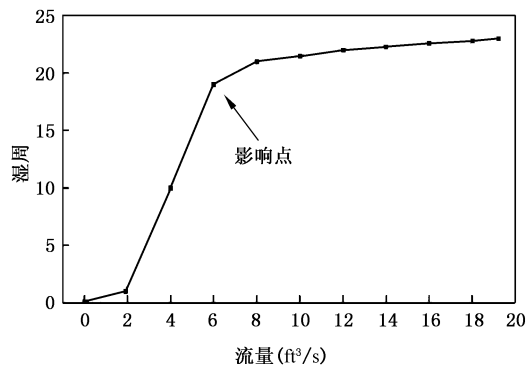


图 A.2 湿周流量关系

$$[1 \text{ ft}^3 (\text{立方英尺}) = 0.028 \ 316 \ 8 \ \text{m}^3]$$

b) 制约条件:湿周法受河道形状影响较大,三角形河道湿周流量关系曲线的增长变化点表现不明显;河床形状不稳定且随时间变化的河道,没有稳定的湿周流量关系曲线,也没有固定的增长变化点。

c) 适用范围:适用于河床形状稳定的宽浅矩形和抛物线型河道。

A.1.2.1 R2-CROSS 法

- a) 计算方法:采用河流宽度、平均水深、平均流速及湿周率指标来评估河流栖息地的保护水平,从而确定河流目标流量。其中:湿周率指某一过水断面在某一流量时的湿周占多年平均流量满湿周的百分比。
- b) 计算标准:

表 A.2 R2-Cross 法确定最小流量的标准

河宽/m	平均水深/m	湿周率/%	平均流速/(m/s)
0.3~6.3	0.06	50	0.3
6.3~12.3	0.06~0.12	50	0.3
12.3~18.3	0.12~0.18	50~60	0.3
18.3~30.5	0.18~0.3	≥70	0.3

- c) 限制条件:
- 1) 不能确定季节性河流的流量。
 - 2) 精度不高:根据一个河流断面的实测资料,确定相关参数,将其代表整条河流,容易产生误差,同时,计算结果受所选断面影响较大。
 - 3) 标准单一:三角形河道与宽浅型河道水力参数采用同一个标准。
 - 4) 标准设定范围较小:标准设定范围在河宽为 18 m~30 m。
- d) 适用范围:非季节性小型河流。同时,为其他方法提供水力学依据。

A.1.3 组合法(水文—生物分析法)

- a) 计算方法:采用多变量回归统计方法,建立初始生物数据(物种生物量或多样性)与环境条件(流量、流速、水深、化学、温度)的关系,来判断生物对河流流量的需求及流量变化对生物种群的影响。
- b) 研究对象:鱼,无脊椎动物(昆虫、甲壳纲动物、软体动物等)和大型植物(高等植物)。
- c) 适用范围:适用于受人类影响较小的河流。

A.1.4 生态水力学法

A.1.4.1 计算方法:

- a) 通过水生生物适应的水力生境确定合适的流量,属于生境模拟法。假设水深、流速、湿周、水面宽、过水断面的面积、水面面积、水温是流量变化对物种数量和分布造成影响的主要水力生境参数;急流、缓流、浅滩及深潭是流量变化对物种变化造成影响的主要水力形态。
- b) 模型分三大块(见图 A.3),一是河道水生生境描述,该模块调查分析水生生物对水深、流速等水力生境参数的最基本生存要求;分析水温变化对水生生物的影响;分析水生生物对急流等水力形态的基本生存要求。二是河道水力模拟,利用水力学模型对研究河段进行一维~三维水力模拟,计算不同流量时研究河段内各水力生境参数值的变化情况。分析一、二两个模块,制定水力生境指标体系。三是河道水生生态流量的决策,由水文水资源、水力、环评、水生生态工作者依据水力生境指标体系,结合河道的来水过程、当地的社会经济发展状况及政策综合确定河道生态流量。

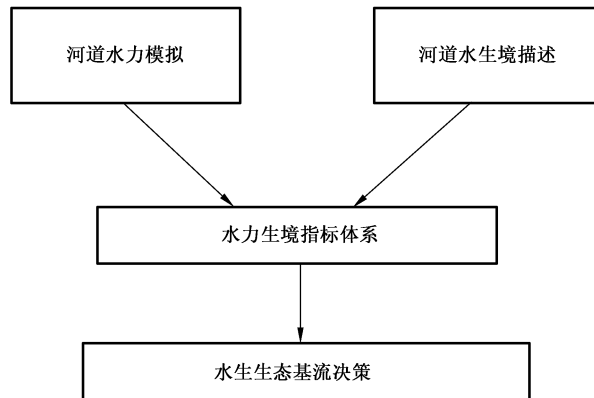


图 A.3 生态水力法示意框图

A.1.4.2 枯水期指标体系：

- a) 沿程水力生境参数:统计水力参数在不同区间的河段长度,及每个区间河段长度占整个河段长度的百分比,避免因计算出的某一河段参数偏低,而该段在整个河段中所占比重非常小,单凭最低值进行判断所造成的失误。
- b) 水面面积:统计不同流量情况下水面面积大小及占枯水期多年平均流量情况下水面面积的百分比。
- c) 水力形态:统计不同流量时缓流、急流、较急流、较缓流的段数、累计河段长度及每种形态河段长度占总河段长度百分比。统计不同流量时浅滩及深潭的个数。
- d) 水温:各月水温沿程变化图,在出现极端水温断面处,列出不同流量情况下各月水温值。
- e) 典型断面水深等水力生境参数年内变化:在有较大支沟汇入断面,比较水力生境参数的年内变化。

A.1.4.3 指标标准：

表 A.3 生态水力学法确定大型河流最小流量的水力生境参数标准

生境参数指标	最低标准	累计河段长度的百分比%
最大水深	鱼类体长的 2~3 倍	95
平均水深	≥ 0.3 m	95
平均速度	≥ 0.3 m/s	95
水面宽度	≥ 30 m	95
湿周率	$\geq 50\%$	95
过水断面面积	≥ 30 m ²	95
水面面积	$\geq 70\%$	
水温	适宜鱼类生存、繁殖	
生境形态指标	概念界定	
急流	平均流速 ≥ 1 m/s	段数无较大变化,急流、较急流段累计河段长度减少 < 20
较急流	平均流速 0.5~1 m/s	
较缓流	平均流速 0.3~0.5 m/s	
缓流	平均流速 ≤ 0.3 m/s	
深潭	最大水深 ≥ 10 m	个数无较大变化
浅滩	河岸边坡 $\leq 10^\circ$, 5 m 范围内水深 ≤ 0.5 m	

A.1.4.4 适用范围:

适用于大中型河流内的水生生物生态流量的计算。对中型河流,上述标准适当降低。

A.2 维持河流水环境质量的^{最小}稀释净化水量

A.2.1 7Q10 法

采用 90% 保证率最枯连续 7 天的平均水量作为河流最小流量设计值。

A.2.2 稳态水质模型

以河流的每一个排污口为河段分界线,将河流概化为多个河段,对一般内陆河段,污染物允许排放量的公式为:

$$W_i = C_s(Q_0 + q_i) - C_0 Q_0 \exp\left(-\frac{Kx_i}{u}\right) \dots\dots\dots (A.2)$$

对潮汐河段和河网化河段,污染物允许排放量的公式为:

$$W_i = C_s(Q_0 + q_i) - C_0 Q_0 \left[\exp\left(-\frac{u}{2E_x}(1 - \sqrt{1 + 4KE_x l u^2})x_i\right) \right] \dots\dots\dots (A.3)$$

对整个河段,总允许纳污量 W 等于各河段允许纳污量 W_i 之和。

式中:

- W_i ——为河段 i 污染物允许排放量, g/s;
- C_s ——为从某断面流出的污染物浓度必须满足的水环境质量标准, mg/L;
- Q_0 ——为上游来水流量, m^3/s ;
- q_i ——为河段 i 污水流量, m^3/s ;
- C_0 ——为上游来水中的污染物浓度, mg/L;
- K ——为污染物衰减系数, d^{-1} ; x_i 为河段 i 混合过程段长度, m;
- u ——为水体平均流速, m/s; E_x 为纵向分散系数, cm^2/s 。

A.2.3 环境功能设定法

根据河流水质保护标准和污染物排放浓度,推算满足河流稀释、自净等环境功能所需水量的方法。

将河流(河段)划分为 i 个小段,将每一小段看作一个闭合汇水区,根据水量平衡法及水质模型,计算每一段的河道需水量 Q_{vi} ($i=1, 2, \dots, n$), 然后对其求和,即得整个河流(河段)的环境需水量。其中, Q_{vi} 必须同时满足下列方程:

$$\begin{aligned} Q_{vi} &\geq \lambda \times Q_{wi} \\ Q_{vi} &\geq Q_{ni}(p) \end{aligned} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

- λ ——为河流稀释系数;
- Q_{wi} ——为 i 小段合理的污水排放总量,指达标排放的废污水量;
- $Q_{ni}(p)$ ——为不同水文年(如多年平均、枯水年、平水年)设定保证率(指月保证率,如 $p_0 = 90\%$ 、 $p_0 = 80\%$ 等)下, i 小段的河道流量。

A.3 河道内输沙需水量

$$W_i = S_i / \frac{1}{n} \sum_{i \neq 1}^n \max(C_{ij}) \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

W_i ——为输沙用水量, m^3 ；

S_i ——为多年平均输沙量, m^3 ；

c_{ij} ——为第 i 年 j 月的月平均含沙量, m^3 ；

n ——为统计年数。

A.4 河道蒸发需水量

$$V = H_0(A - P) \quad \dots\dots\dots(A.6)$$

式中：

V ——为计算时段内水体的净蒸发损失量, m^3 ；

H_0 ——为计算时段内水面蒸发深度, m ；

A ——为计算时段内水体平均蓄水水面面积, m^2 ；

P ——为计算时段内降雨量, m 。



**UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION**

Vienna International Centre
P.O. Box 300 · 1400 Vienna · Austria
Tel.: (+43-1) 26026-0
E-mail: info@unido.org
www.unido.org



**INTERNATIONAL NETWORK
ON SMALL HYDROPOWER**

136 Nanshan Road
Hangzhou · 310002 · P.R.China
Tel.: (+86-571)87132793
E-mail: secretariat@inshp.org
www.inshp.org