



UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



小水电技术导则 管理

第4部分：工程验收

SHP/TG 005-4: 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 管理

第 4 部分：工程验收

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 Changju, Ms. Chen Hongying, Mr. Chen Xiaodong, Ms. Chen Yan, Ms. Chen Yueqing, Ms. Cheng Xialei, 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. Wei Jianghui, Mr. WU Cong, Ms. Xie Lihua, Mr. Xiong Jie, Ms. Xu Jie, Ms. Xu Xiaoyan, Mr. Xu Wei, Mr. Yohane Mukabe, Mr. Yan Wenjiao, Mr. Yang Weijun, Ms. Yan Li, Mr. Yao Shenghong, Mr. Zeng Jingnian, 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 工程导(截)流前验收	1
5 水库(拦河闸)下闸蓄水验收	1
6 机组启动验收	2
7 竣工验收	3

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 管理

第4部分:工程验收

1 范围

本部分规定了小型水电站工程关键节点的验收条件及主要内容,包括导(截)流验收、下闸蓄水验收、机组启动验收和工程竣工验收。验收的组织、规范、程序、方法以及工程移交和遗留问题处理等相关的要求应按项目合同文件的规定执行。

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 工程导(截)流前验收

4.1 工程导(截)流验收应具备以下条件:

- a) 导流工程已基本完成并具备过流条件,投入使用后不影响其他后续工程施工;
- b) 主体工程中与截流有关的水下隐蔽工程已完成,质量符合合同文件规定的标准;
- c) 截流方案已编制完成,各项准备工作已就绪;
- d) 工程度汛方案已批准,相关措施已落实;
- e) 截流后壅高水位以下的移民搬迁安置和库底清理已完成并通过验收;
- f) 有航运功能的河道,碍航问题已得到解决。

4.2 工程导(截)流验收应包括以下主要内容:

- a) 检查已完成水下工程、隐蔽工程、导(截)流工程是否满足导(截)流要求;
- b) 检查建设征地、移民搬迁安置和库底清理完成情况;
- c) 审查截流方案,检查导(截)流措施和准备工作落实情况;
- d) 检查为解决碍航等问题而采取的工程措施落实情况;
- e) 鉴定与截流有关已完工程施工质量;
- f) 对验收中发现的问题提出处理意见。

4.3 工程分期导(截)流时,宜分期进行导(截)流验收。

5 水库(拦河闸)下闸蓄水验收

5.1 下闸蓄水验收应具备以下条件:

- a) 挡水建筑物的形象面貌满足蓄水位的要求；
- b) 蓄水淹没范围内的移民搬迁安置和库底清理已完成并通过验收；
- c) 蓄水后需要投入使用的生态流量排放设施已完成,并具备过流条件,相关生态补偿措施已落实；
- d) 蓄水后需要投入使用的泄水建筑物及闸门控制设施已基本完成,并具备过流条件；
- e) 有关观测仪器、设备已按设计要求安装和调试,并已测得初始值和施工期观测值；
- f) 蓄水后未完工程的建设计划和施工方案已落实；
- g) 蓄水后可能影响工程安全运行的问题已处理,有关重大技术问题已有结论；
- h) 蓄水计划、导流孔(洞)封堵方案等已编制完成并通过批准,各项准备工作就绪；
- i) 年度度汛方案(包括调度运用方案)已经按规定批准,相关措施已落实；
- j) 已满足项目国家规定的其他要求。

5.2 下闸蓄水验收应包括以下主要内容：

- a) 检查已完工程是否满足蓄水要求；
- b) 检查建设征地、移民搬迁安置和库区清理完成情况；
- c) 检查近坝库岸处理情况；
- d) 检查蓄水准备工作落实情况；
- e) 鉴定与蓄水有关的已完工程施工质量；
- f) 对验收中发现的问题提出处理意见。

5.3 工程分期蓄水时,宜分期进行下闸蓄水验收。

6 机组启动验收

6.1 机组启动验收应具备以下条件：

- a) 与机组启动运行有关的建筑物基本完成,满足机组启动运行要求；
- b) 水库(渠首)水位已超过最低发电水位,引水量可满足机组启动运行最低要求；
- c) 与机组启动运行有关的金属结构及启闭设备安装完成,并经过调试合格,可满足机组启动运行要求；
- d) 水轮发电机组、附属设备以及油、气、水等辅助设备安装完成,经调试合格并经分部试运转,满足机组启动运行要求；
- e) 有关的电气设备(或装置)安装完成,并按有关规程规定进行试验合格,可满足机组启动运行要求；
- f) 输、变电设备和设施的建设、安装、调试完毕,并通过相关部门的安全性评价或验收,送电准备工作已就绪,满足机组启动运行要求；
- g) 机组启动运行的测量、监测、控制和保护等电气设备已安装完成并调试合格；
- h) 运行管理单位已组建,运行管理人员的配备可满足机组启动运行要求；
- i) 有关机组启动运行的安全、消防等防护措施已落实；
- j) 现场安全工作规程、运行操作规程等规章制度已经制定。

6.2 机组启动验收前应组织编制机组设备启动试运行试验文件,包括机组启动验收工作大纲和试运行计划,提出验收工作计划和准备工作要求。

6.3 机组启动试运行应进行机组启动试验、机组带额定负荷或相应水头下最大负荷连续 72 h 试运行。

- a) 进行机组启动试验,机组启动试验程序包括：
 - 1) 对引水系统、机组本体、机组附属设备,与被验机组相关的油、气、水等公用系统、电气设备、控制保护设备等进行检查、试验和评价；

- 2) 对引水设施、设备进行充水时和充水后的检查、试验；
 - 3) 机组第一次启动和空载运行时的检查、试验；
 - 4) 机组投入系统和带负荷检查、试验；
 - 5) 机组甩负荷试验。
- b) 进行机组带额定负荷连续运行 72 h 试运行。如因负荷不足,或因特殊原因使机组不能达到额定出力时,可根据具体条件确定机组应带的最大试验负荷。
 - c) 经 72 h 带负荷连续运行一切正常,机组启动试运行即告完成,并提出机组启动试运行工作报告。
- 6.4 机组启动试运行过程中,应做好机组的检查、试验记录和试运行记录,所有这些记录资料均应作为移交运行管理单位技术资料的一部分。
- 6.5 启动试运行过程中发现的设备缺陷和故障等问题,应及时处理。处理不合格的不得移交试生产。
- 6.6 机组启动验收合格后应出具验收报告,并办理交接手续进行商业运行。

7 竣工验收

7.1 竣工验收应具备以下条件：

- a) 工程已按批准的设计规模、设计标准全部建成,工程质量合格；
- b) 电站正常运行至少一年,各台机组均能按额定出力运行；
- c) 新建水电站工程已经过至少一个洪水期和/或冰冻期的考验,多年调节水库需经过至少两个洪水期考验,期间水库最高水位已经达到或基本达到正常蓄水位；
- d) 已满足规定的其他要求。

7.2 竣工验收应包括以下主要工作内容：

- a) 检查工程按照已审批的设计文件进行建设的基本情况,主要包括工程形象面貌、工程任务及功能实现情况、工程重大设计变更履行程序情况、环保措施落实情况以及工程量、工程投资等。
- b) 根据挡水建筑物蓄水后运行安全监测资料分析成果、稳定和结构安全复核成果以及发现问题的处理情况等,检查评价挡水建筑物的安全性。
- c) 根据蓄水后运行泄洪消能建筑物运行状况和发现问题的处理情况等,检查泄洪消能设施的功能,评价工程防洪度汛的安全和可靠性。检查工程是否存在质量隐患和影响工程安全运行的问题。
- d) 根据引水发电系统建筑物运行情况、运行安全监测资料分析成果以及放水检查发现问题的处理情况等,检查评价引水发电系统建筑物的功能及安全性。
- e) 根据蓄水后运行安全监测资料分析和稳定复核成果以及发现问题的处理情况等,检查评价枢纽建筑物永久边坡工程和近坝库岸边坡处理工程的稳定性。
- f) 根据蓄水后运行枢纽工程安全监测系统运行维护情况,仪器设备完好情况,监测资料整编分析工作情况,检查评价工程安全监测系统的有效运行情况。
- g) 根据电站水轮发电机组试运行、负荷试验及机组检修成果,检查评价机组运行的功能与可靠性。
- h) 检查工程在土建施工、设备制造及安装等方面的施工质量,以及蓄水后运行暴露出的质量缺陷的处理情况,评价工程质量。
- i) 对工程遗留问题提出处理意见和要求。



**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