



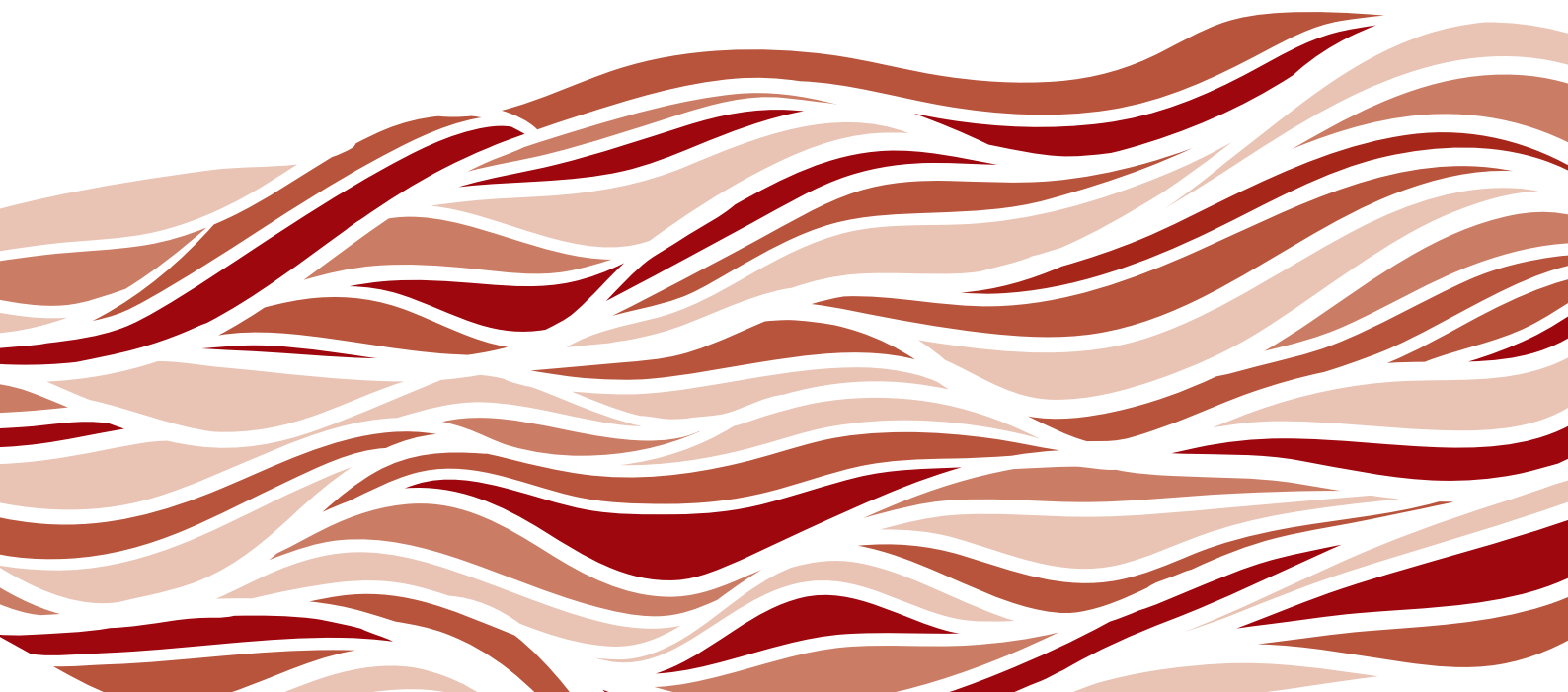
UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



小水电技术导则 机组

第3部分：调速系统

SHP/TG 003-3: 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 机组

第 3 部分：调速系统

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 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. 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 一般规定	1
4.1 调速器及油压装置选型	1
4.2 水轮发电机组运行状况	1
4.3 水流惯性时间常数和机组惯性时间常数	1
4.4 环境条件	2
4.5 水轮机调速系统用油	2
4.6 其他	2
5 技术要求	2
5.1 继电器容量	2
5.2 油压等级	2
5.3 静态特性	2
5.4 动态特性	3
5.5 调速器	3
5.6 油压装置	5
6 供货范围和备品备件	6
7 技术文件	6
8 检验和验收	6
9 铭牌、包装、运输和保管	6
9.1 铭牌	6
9.2 包装	6
9.3 运输	7
9.4 保管	7
10 安装、运行和维护	7
10.1 安装	7
10.2 运行和维护	7
11 质量保证(保修)期	7
附录 A (资料性附录) 工厂检验和现场验收试验项目	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 机组

第 3 部分:调速系统

1 范围

本部分规定了小型水轮机调速系统产品的技术要求、供货范围、备品备件、技术文件、检验与验收、包装、运输、贮存、安装、运行与维护的基本要求。

本文件适用于工作容量 $350 \text{ N} \cdot \text{m}$ 及以上的电气液压调速器(以下简称电调)以及油压装置。

2 规范性引用文件

水轮发电机产品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。

ISO 8068 润滑剂、工业润滑油及其相关产品(L类)涡轮机润滑油技术条件

ISO 11158 润滑剂、工业用油及其相关产品标准-液压油规格 HH、HL、HM、HV、HG

IEC 61000-4-4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

IEC 60308 水轮机控制系统试验

IEC 61362 水轮机控制系统规范导则

SHP/TG 001 小水电技术导则 术语和定义

3 术语和定义

IEC 60308、IEC 61362 和 SHP/TG 001 界定的术语和定义适用于本文件。

4 一般规定

4.1 调速器及油压装置选型

4.1.1 调速器及油压装置选型应合理,其工作容量应与水轮机相匹配,并应能在最大水头、最大流量情况下,可靠地控制机组,且有一定裕量。

4.1.2 导叶实际最大开度应对应接力器最大行程的 80%以上。

4.2 水轮发电机组运行状况

4.2.1 水轮机应在制造厂规定的条件下运行。

4.2.2 水轮发电机组应能在手动各种工况下稳定运行。在手动空载工况(发电机励磁在自动方式下工作)运行时,水轮发电机组转速摆动相对值不应超过 $\pm 0.3\%$ 。

4.3 水流惯性时间常数和机组惯性时间常数

4.3.1 水轮机引水系统的水流惯性时间常数 T_w 不应大于 4 s。

4.3.2 反击式机组机组惯性时间常数 T_a 不应小于 4 s。

4.3.3 冲击式机组机组惯性时间常数 T_a 不应小于 2 s。

4.3.4 水流惯性时间常数 T_w 与机组惯性时间常数 T_a 的比值 T_w/T_a 不大于 0.4。

4.4 环境条件

使用环境应满足下列要求：

- a) 海拔：不超过 2 500 m。在海拔超过 2 500 m 的地方使用时，应考虑介电性能的降低和空气冷却效果的减弱，需方应与供方协商。
- b) 环境温度：5 °C ~ 40 °C。
- c) 空气相对湿度：最湿月的月平均最大相对湿度不超过 85%（无凝结），同时该月的月平均最低温度不高于 25 °C。

4.5 水轮机调速系统用油

水轮机调速系统所用油的粘度等级应与水轮机用油保持一致，使用油温范围为 10 °C ~ 50 °C，且满足下列规定：

- a) 当油压等级不大于 12.5 MPa 时，宜选用 L-HL 液压油，油的质量应符合 ISO 8068 的规定；
- b) 当油压等级大于 12.5 MPa 时，宜选用 L-HM 抗磨液压油，油的质量应符合 ISO 11158 的规定。

4.6 其他

使用环境条件如不满足要求，性能指标可由供需双方协商。

5 技术要求

5.1 继电器容量

水轮机调速系统继电器容量应保证达到设计规定值。

5.2 油压等级

调速器及油压装置的油压等级为(MPa)：2.5、4.0、6.3、10.0、12.5、16.0。

5.3 静态特性

5.3.1 静态特性曲线应近似为一条直线。

5.3.2 永态转差系数 b_p 为 4% 时，测至主继电器的转速死区见表 1。

表 1 水轮机调速系统转速死区

项目	调速器类型			
	大型电调 ($A > 75\,000\text{ N}\cdot\text{m}$)	中型电调 ($18\,000\text{ N}\cdot\text{m} \leq A \leq 75\,000\text{ N}\cdot\text{m}$)	小型电调 ($3\,000\text{ N}\cdot\text{m} \leq A < 18\,000\text{ N}\cdot\text{m}$)	特小型电调 ($350\text{ N}\cdot\text{m} \leq A < 3\,000\text{ N}\cdot\text{m}$)
转速死区 i_x (%)	0.02	0.06	0.10	0.20

5.3.3 转桨式水轮机调速系统，桨叶随动系统的不准确度 i_a 不应大于 0.8%，实测协联曲线与理论协联关系曲线的允许偏差应为桨叶接力器全行程的 1%。

5.3.4 对多喷嘴冲击式水轮机调速系统,在稳态工况下,任何两喷嘴之间的位置偏差不应大于全程的1%;每个喷嘴位置对所有喷嘴位置平均值的偏差不应大于0.5%。

5.4 动态特性

5.4.1 调速器应保证机组在各种工况和运行方式下的稳定性,并满足下列要求:

- a) 在空载工况自动运行时,施加一阶跃型转速指令信号,观察过渡过程。待稳定后转速摆动相对值应满足:
 - 1) 中小型电调不应超过 $\pm 0.25\%$;
 - 2) 特小型电调不应超过 $\pm 0.3\%$ 。
- b) 如果机组手动空载转速摆动相对值大于规定值,其自动空载转速摆动相对值不得大于相应手动空载转速摆动相对值。
- c) 对转动惯量不能满足调节保证计算要求的机组,其空载转速摆动相对值由供需双方另行协商。

5.4.2 接力器不动时间不应大于0.2 s。

5.4.3 机组甩负荷后动态品质应满足下列规定:

- a) 甩100%额定负荷后,在转速变化过程中,超过稳态转速3%额定转速值以上的波峰不应超过两次;
- b) 调节时间应满足如下要求之一:
 - 1) 从甩负荷后接力器首次向开启方向移动时起,到机组转速摆动相对值不超过 $\pm 1\%$ 为止的调节时间不应大于40 s;
 - 2) 从机组甩负荷时起,到机组转速与额定转速的偏差小于 $\pm 1\%$ 为止的调节时间 t_E 与从甩负荷开始至转速升至最高转速所经历的时间 t_M 的比值应满足下列要求:
 - 中、低水头反击式水轮机不应大于8,
 - 桨叶关闭时间较长的轴流转桨式水轮机不大于12,
 - 对高水头反击式水轮机和冲击式水轮机不大于15。
- c) 对从电网解列后给水电站供电的机组,甩负荷后机组的最低相对转速不应低于0.85(投入浪涌控制及桨叶关闭时间较长的贯流式机组除外)。

5.5 调速器

5.5.1 PID型调节器的调节参数应能在设计范围内整定:

- a) 比例增益 K_P 最小值不大于0.5,最大值不小于20;
- b) 积分增益 K_I 最小值不大于 0.05 s^{-1} ,最大值不小于 10 s^{-1} ;
- c) 微分增益 K_D 最小值为0,最大值不小于5 s。

5.5.2 永态转差系数 b_p 应能在0至10%范围内任意整定。

5.5.3 速度指令信号的调整范围为额定转速的 $\pm 10\%$ 。

5.5.4 开度(负荷)限制机构应能在零至最大开度(负荷)范围内任意给定。

5.5.5 接力器的关闭时间 T_f 与开启时间 T_g 应能在设计范围内任意整定。

5.5.6 调速器应能实现机组以自动和手动方式启动、停机和紧急停机。

5.5.7 调速器应能设置人工失灵区,其范围应为额定转速的 $\pm 1\%$,并应能在其设计范围内任意整定。

5.5.8 当测速装置输入信号、水头信号、功率信号或接力器位置信号消失时,应能使机组保持所带的负荷,水轮机主接力器的开度变化允许偏差为其全程的 $\pm 1\%$,同时不得影响机组的正常停机和事故停机。

5.5.9 软件设计的基本要求如下：

- a) 软件应采用结构化、模块化设计,并满足机组各种运行工况下的调节与控制的要求；
- b) 软件系统应至少应包括下列模块:测频、PID 调节、输入输出处理、显示、诊断与检错等。

5.5.10 微型调速器除调速器基本功能外,还应具有故障诊断和容错控制功能,并具备通信接口,开放通信协议。

5.5.11 测速装置应满足下列规定：

- a) 在额定转速 $\pm 10\%$ 范围内,静态特性曲线应近似直线,其转速死区应符合设计规定值；
- b) 在额定转速 $\pm 2\%$ 范围内,其放大系数的实测值允许偏差为设计值的 $\pm 5\%$ 。

5.5.12 电-液和电-机转换器应满足下列要求：

- a) 在符合规定的使用条件下,转换器应能正确、可靠工作；
- b) 电液转换器的死区,油压漂移和放大系数实测偏差及油耗量不应超过设计规定值,工作范围不得小于设计规定值；
- c) 电-机转换器的操作力和行程应不小于设计值；
- d) 电-液或电-机转换器在电源消失时应有回中功能。在稳定状态,其电源消失时接力器行程变化的允许偏差应为其全行程的 $\pm 1\%$ 。

5.5.13 规定压力降的主配压阀流量特性应符合设计规定值。

5.5.14 调速器可根据导叶关闭规律设置分段关闭装置,其拐点位置应能在 $0\sim 60\%$ 开度范围内任意整定,且动作稳定可靠,其分段拐点位置偏差应不超过接力器全行程的 $\pm 3\%$ 。

5.5.15 事故配压阀应满足如下要求：

- a) 关机时间的整定应不小于快速事故停机的最短接力器关闭时间；
- b) 事故配压阀动作起到主接力器开始动作的延时不大于 0.5 s ；
- c) 宜设置反映阀芯动作状态的位置信号。

5.5.16 液压元件装配后,在规定油温及额定油压下的漏油量不得超过设计规定值。

5.5.17 应采用置于接力器附近、可靠性高的位移变换器作为接力器反馈装置,位移传感器的输出信号可为 $-10\text{ V}\sim 0\text{ V}$ 、 $0\text{ V}\sim 10\text{ V}$ 电压型或 $4\text{ mA}\sim 20\text{ mA}$ 电流型,位移传感器的精度等级应不低于 0.5 级。

5.5.18 调速器的电源宜采用交、直流同时供电,互为备用。其中之一故障时可自动转换并发出报警信号。电源转换时接力器行程变化的允许偏差为全行程的 $\pm 1\%$ 。在下述供电电源及频率范围内应能保证调速器连续稳定运行：

- a) 交流电源：
 - 输入电压范围： $380/220\times(85\%\sim 110\%)\text{ V}$ ；
 - 频率允许偏差： $\pm 10\%$
- b) 直流电源：
 - 输入电范围： $220/110\times(85\%\sim 110\%)\text{ V}$

5.5.19 绝缘电阻与工频耐受电压应满足下列规定：

- a) 在温度为 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 及相对湿度为 $45\%\sim 75\%$ 的环境中,各电气回路间及其与机壳和大地的绝缘电阻应不小于 $1\text{ M}\Omega$ ；
- b) 各独立带电部件与裸露导电部件之间,电路与金属外壳(或地)之间,在温度为 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 及相对湿度为 $45\%\sim 75\%$ 环境下试验,按其工作电压大小,应能承受表 2 规定的耐压试验电压,历时 5 s 。

表2 水轮机调速系统耐压试验电压

单位:(V)

额定电压 U_i	工频试验电压(交流均方根值)
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 690$	2 500

c) 对不适于由主回路直接供电的辅助电路,应能承受按表3规定的耐压试验电压,历时5 s。

表3 水轮机调速系统辅助电路耐压试验电压

单位:(V)

额定电压 U_i	工频试验电压(交流均方根值)
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$U_i > 60$	$2 U_i + 1 000$,其最小值为1 500

5.5.20 电气装置应能承受来自电源、信号源和控制端口的干扰,以及周围环境的辐射电磁场干扰,同时设备本身的电磁干扰应减小到最低程度,应按照 IEC 61000-4-4 进行电快速瞬变试验。施加干扰时,电气装置的功能和动作应正确无误,继电器不应有异常动作。

5.6 油压装置

5.6.1 压力罐应符合压力容器设计和使用规定。

5.6.2 工作油压超过 6.3 MPa 时,油压装置的压力容器应采用油气分离的囊式蓄能器。工作油压不超过 6.3 MPa 时,可采用油、气接触的普通压力罐,也可采用囊式蓄能器。

5.6.3 在正常工作油压上限,非隔离式压力罐内油和空气体积比宜为 1/3~1/2。

5.6.4 油压装置正常工作油压的范围为名义工作压力的 $\pm 2\% \sim \pm 5\%$ 。紧急停机压力(事故停机的最小压力)的选择应使关机后压力不降到最低操作压力以下。

5.6.5 在正常工作油压下限和油泵不启动时,压力罐的容积至少应能在压力降不超过正常工作油压下限和最低操作油压之差的条件下提供规定的各继电器行程数。

- 混流式水轮机:为3个导叶继电器行程;
- 冲击式水轮机,除3个折向器继电器行程外,还应考虑(1.5~2)个喷针继电器行程;
- 转桨式水轮机,除3个导叶继电器行程外,还应考虑(1.5~2)个桨叶继电器行程;
- 带调压阀控制的调速器,除3个导叶继电器行程外,还应考虑(1.5~2)个调压阀继电器行程。
- 用于孤网运行的控制系统,需适当加大可用油体积,一般为上述数值的1.5倍~2倍。

5.6.6 油泵技术应满足下列要求:

- 油压装置宜设置双油泵,一台工作油泵,一台备用油泵;
- 油泵的工作转速不宜超过 1 500 r/min。在调速器稳定工况下,自正常工作压力下限至正常工作压力上限的升压时间不大于 100 s;用于孤网运行的调速器,其自正常工作压力下限至正常工作压力上限的升压时间不大于 40 s。
- 在机组静止或稳定状态下,对于间歇运行的油压装置油泵,其启动间隔应大于 20 min。

5.6.7 安全阀技术应满足下列要求:

- 当油压高于工作油压上限 2% 以上时,安全阀应开始排油;当油压高于工作油压的上限 10% 以前,安全阀应全部开启,并使压力罐中油压不再升高;

- b) 安全阀的泄漏量不大于油泵输油量的 1%；
- c) 安全阀动作应正确、可靠、无强烈振动和噪声。

5.6.8 油压装置各压力信号器整定值的允许动作偏差为整定值的±2%。

5.6.9 控制系统管道内油的流速不得超过 5 m/s。

6 供货范围和备品备件

供货范围和备品备件应包括以下项目：

- a) 供货范围：调速器、油压装置、位置变送器、调速器电子部件与液压单元之间的专用电缆；
- b) 备品备件：必要的易损坏的元器件；
- c) 其他：由供需双方协商并在订货合同中规定的其他设备及备品备件。

7 技术文件

供方应向需方提交必要的技术文件，主要包括：

- a) 系统原理及操作原理图；
- b) 外形图及安装图；
- c) 屏柜内主要部件布置图及配线图；
- d) 外购设备(含硬件)所附文件；
- e) 出厂检验报告和合格证(1套/台)；
- f) 安装、使用、维护说明书；
- g) 交货明细表。

8 检验和验收

检验和验收项目见附录 A。

9 铭牌、包装、运输和保管

9.1 铭牌

铭牌的材料及刻划方法应能保证其字迹在设备的整个使用时期内不易磨灭，应标明的项目如下：

- a) 名称、型号；
- b) 额定油压(MPa)；
- c) 工作容量(N·m)；
- d) 压力罐容积(m³)；
- e) 制造厂名、出厂年月、编号等。

9.2 包装

9.2.1 设备有特殊要求的应在包装箱上注明。

9.2.2 产品应有内包装和外包装箱，插件插箱应锁紧扎牢，包装箱应有防尘、防雨、防振措施，并有吊装设施及标志。

9.2.3 产品包装前的检查主要包括：

- a) 产品的附件、备品、合格证和有关技术文件是否齐全；

b) 产品外观有无损坏;

9.2.4 出口产品的包装应符合相关国家检验检疫的规定。

9.2.5 包装保证时间为从出厂之日起不超过 12 个月。

9.3 运输

供需双方应指明设备适用的运输工具和运输时的要求。运输及装卸按包装箱上的标记进行。

9.4 保管

9.4.1 产品应存放在环境温度为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+55\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度不大于 85%,室内无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和强电磁场作用,无灰尘、防雨的库房内。

9.4.2 自供方发货之日起,在符合 4.4 和 9.4.1 的储存条件下,供方应保证在 12 个月内不致因包装不善而引起产品的锈蚀、精度降低等。

10 安装、运行和维护

10.1 安装

设备的安装应按照供方提供的产品使用、维护说明书的规定进行。

10.2 运行和维护

10.2.1 投入正式运行前应进行相关试验,并达到其规定的要求。

10.2.2 运行和维护应符合规范性引用文件、供方提供的安装、使用、维护说明书和水电站相关运行规程的规定。

10.2.3 供方应对设备在安装、使用和维护过程出现的问题提供技术支持,并对需方进行设备安装、使用和维护等方面的培训。

11 质量保证(保修)期

在正确地保管、安装和使用条件下,产品的质量保证期为自投入 72 小时试运行之日起 1 年,或从最后一批货物交货之日起 2 年,以先到期为准。质量保证期内如因制造质量引起的设备损坏或不能正常工作,供方应无偿修理或更换。

附 录 A
(资料性附录)

工厂检验和现场验收试验项目

表 A.1 工厂检验和现场验收试验项目表

序号	试验项目	工厂检验	现场验收
1	外观检查	√	√
2	表计检查	√	√
3	电气接线检查	√	√
4	电气回路绝缘试验	√	
5	通信功能检查	√	√
6	电源检查试验	√	√
7	压力罐耐压试验	√	
8	油泵试验	√	
9	油压装置密封性试验	√	√
10	油压装置各油压、油位信号整定值校验	√	√
11	油压装置自动运行模拟试验	√	√
12	测速装置检查试验	√	
13	电—液转换器试验	√	
14	继电器关闭时间 T_f 与开启时间 T_g 调整	√	√
15	继电器关闭与开启时间范围测定	√	
16	操作回路动作试验	√	√
17	调节模式和控制方式的切换试验	√	√
18	实用开环增益测定及开环增益整定试验	√	√
19	转速指令信号、开度指令信号、功率指令信号、永态转差系数 b_p 校验	√	
20	比例增益 K_p 、积分增益 K_I 和微分增益 K_D 的校验	√	
21	调速器静态特性(包括人工转速死区)和转速死区 i_x 测定试验	√	√
22	协联曲线及桨叶随动系统不准确度 i_a 测定试验		
23	导叶(喷针)间同步试验		√
24	继电器不动时间 T_q 测定试验	√	√
25	调速器总油耗量测定	√	
26	故障模拟和控制模式切换试验	√	√
27	自动开、停机试验		√
28	空载试验		√
29	甩负荷试验		√
30	事故低油压关闭导叶试验		√
31	带负荷连续 72 h 运行试验		√
<p>注 1: 表中标有符号“√”的为应做项目。</p> <p>注 2: 如被试设备不具备与某试验项目有关的结构和功能,则该项目无需进行。</p>			



**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