



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 44630—2024/IEC TS 62882:2020

水力机械 混流式水轮机压力脉动换算

Hydraulic machines—Francis turbine pressure fluctuation transposition

(IEC TS 62882:2020, IDT)

2024-09-29 发布

2025-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义、符号和单位	2
3.1 通用术语	2
3.2 单位	2
3.3 本文件涉及术语、定义、符号和单位汇总表	2
4 压力脉动现象介绍	13
4.1 概述	13
4.2 压力脉动总述	16
4.3 混流式水轮机尾水管压力脉动概述	18
4.4 压力脉动现象详细介绍	19
5 压力脉动测量和分析方法	24
5.1 总则	24
5.2 模型水轮机压力脉动	28
5.3 原型水轮机压力脉动	30
5.4 试验结果的分析、表示和阐述	31
6 模型试验台和原型机潜在共振的确认	33
6.1 总则	33
6.2 试验台共振识别	34
6.3 原型机可能的共振和自激振动	34
7 换算方法和流程	36
7.1 总则	36
7.2 影响换算的参数	36
7.3 相关量换算	37
7.4 可换算压力脉动类型	37
7.5 模型与原型换算精确度的统计分析	38
8 减轻措施	39
8.1 尾水管涡带现象	39
8.2 叶道涡	41
8.3 动静干涉	42
8.4 运行限制	42
附录 A (资料性) 压力脉动记录示例	43

附录 B (资料性) 模型试验典型压力脉动传感器参数	53
附录 C (资料性) 压力脉动传感器动态标定	54
C.1 快开阀法	54
C.2 旋转阀法	54
C.3 电火花法	55
附录 D (资料性) 远端压力脉动测量修正	56
D.1 总则	56
D.2 修正方法理论	56
D.3 测量和估计管道频率响应	57
D.4 压力脉动修正	58
D.5 局限性	61
附录 E (资料性) 混流式水轮机部分负荷运行强迫响应分析	62
E.1 总则	62
E.2 基于水电站详细建模的系统方法	62
E.3 基于水力系统水声特性的简化方法	67
附录 F (资料性) 空化系数对压力脉动的影响	74
附录 G (资料性) 混流式水轮机非设计工况运行同步压力脉动的换算	76
G.1 总则	76
G.2 总结说明:使用局部空化系数将模型换算到原型	81
附录 H (资料性) 压力脉动数据统计分析	83
H.1 数据比较的归一化处理	83
H.2 数据的收集	84
H.3 尾水管压力脉动	84
H.4 无叶区压力脉动	90
H.5 蜗壳进口压力脉动	94
附录 I (资料性) 收集的压力脉动数理	98
I.1 中国的试验案例	98
I.2 法国的试验案例	99
I.3 挪威的试验案例	101
参考文献	102

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件等同采用 IEC TS 62882:2020《水力机械 混流式水轮机压力脉动换算》。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国水轮机标准化技术委员会(SAC/TC 175)归口。

本文件起草单位：哈尔滨大电机研究所有限公司、中国水利水电科学研究院、中国长江三峡集团有限公司、东方电气集团东方电机有限公司、哈尔滨电机厂有限责任公司、国网湖南省电力有限公司电力科学研究院、中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院、雅砻江流域水电开发有限公司、中水北方勘测设计研究有限责任公司、湖北能源集团股份有限公司、国网甘肃省电力公司电力科学研究院、贵州创星电力科学研究院有限责任公司、广西电网有限责任公司电力科学研究院。

本文件主要起草人：覃大清、张海平、刘洁、胡江艺、陈金霞、田海平、方杰、徐用良、王万鹏、冯雁敏、张勇、张弋扬、姜德政、董开松、毛成、卢广陵、郑应霞、李海军、孟晓超、戴江、陈顺义、何成连、赵越、荀洪运、刘婷婷、王焕茂。

水力机械 混流式水轮机压力脉动换算

1 范围

本文件给出了混流式水轮机、混流式水泵水轮机水轮机工况下压力脉动的换算方法,包括:

- 压力脉动的描述、引起压力脉动的现象和相关问题;
- 本文件涵盖压力脉动类型包含但不局限于叶道涡、尾水管涡带和转轮与导叶之间动静干涉;
- 说明运行工况和托马数(空化系数)是影响压力脉动的主要因素;
- 推荐的测量和分析压力脉动方法;
- 模型试验台和原型机潜在共振的识别方法;
- 确定从模型试验结果换算到原型的方法,或者提供基于统计或经验预测原型机压力脉动的方法;
- 推荐的压力脉动数据采集系统,包括模型和原型传感器的类型和安装位置,以及定义模型与原型间的相似条件;
- 介绍了用于比较模型水轮机与相应原型水轮机压力脉动测量结果的表示方法;
- 讨论了用于从模型换算到原型的参数,例如,时域内 97% 置信度下的峰峰值、RMS 值或者标准差,频域内通过 FFT 变换获得的主频与转频间的关系;
- 讨论了压力脉动从模型换算到原型的不确定度;
- 讨论了影响换算的因素,包含不能在模型试验台上模拟的部分,如原型机的输水系统和机械系统;
- 建立了不同类型压力脉动的换算方法;
- 建议的减小压力脉动可能的方法;
- 定义了本文件的限制性。

本文件适用于机组处于正常运行条件,不包含与卡门涡、过渡过程、飞逸工况和空载有关的水力稳定性现象。

本文件提供了识别模型试验台和原型机潜在共振的方法,不涉及实际情况中共振条件的换算。如果存在共振,本文件提供的换算方法不再适用。在此种情况下,无法确定模型与原型之间压力脉动的关系。

本文件不涉及水力机械的结构细节,也不涉及其部件的机械性能,只要这些特性不影响模型压力脉动或模型与原型压力脉动之间的关系。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

IEC 60193:2019 水轮机、蓄能泵和水泵水轮机模型验收试验 (Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines—Model acceptance tests)

注: GB/T 15613—2023 水轮机、蓄能泵和水泵水轮机模型验收试验 (IEC 60193:2019, IDT)