



中华人民共和国国家标准

GB/T 20043—2005

水轮机、蓄能泵和水泵水轮机水力性能 现场验收试验规程

Field acceptance test to determine the hydraulic performance of hydraulic
turbine, storage pumps and pump-turbines

(IEC 60041:1991, MOD)

2005-09-08 发布

2006-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
水轮机、蓄能泵和水泵水轮机水力性能
现场验收试验规程

GB/T 20043—2005

*

中国标准出版社出版发行
北京西城区复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

<http://www.spc.net.cn>

电话:63787337、63787447

2006年6月第一版 2006年7月电子版制作

*

书号: 155066·1-27550

版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533

目 次

前言	III
第1篇 总则	1
1 一般要求	1
2 术语、定义、符号及计量单位	2
3 水力性能保证的性质和范围	9
4 试验	11
第2篇 稳态性能试验的实施	13
5 测试程序和条件	13
6 测试结果的计算与分析	15
7 测量不确定度	17
8 与保证值的比对	19
第3篇 测量方法综述	25
9 效率	25
10 水力功率	25
11 机械功率	26
12 流量	26
第4篇 电功率测量	26
13 概述	26
14 测量方法	26
15 仪用互感器	32
16 误差分析	32
第5篇 水力比能的测量	33
17 概述	33
18 水力比能的确定	33
19 有效吸入比能的确定	40
20 压力测量	41
21 压差测量	48
22 真空测量	49
23 自由水面水位测量	49
24 测量水井和静水箱	50
25 误差分析	51
第6篇 流量测量	51
26 概述	51
27 流速仪法	52
28 毕托管法	62
29 压力—时间法	62
30 示踪法	68
31 堰板	69

32	标准差压装置	73
33	容积法	74
第7篇	效率测量的热力学法	76
34	概述	76
35	效率和单位机械能	77
36	单位机械能的测量方法	78
37	仪器	81
38	应满足的试验条件	82
39	修正项	84
40	测量误差	86
第8篇	指数试验	86
41	概述	86
42	测量方法	87
43	试验程序和结果	91
第9篇	机组暂态过程特性试验的实施	92
44	试验条件和程序	92
45	试验结果的计算和分析	93
附录 A (规范性附录)	稳定运行工况下性能测量的系统不确定度	95
附录 B (规范性附录)	离异点的排除	101
附录 C (规范性附录)	稳定运行工况下试验的随机不确定度分析	102
附录 D (规范性附录)	运行工况范围内试验拟合曲线的随机不确定度分析	105
附录 E (资料性附录)	物理数据表	108
附录 F (规范性附录)	机器水力比能公式的推导	119
附录 G (规范性附录)	电功率测量——单相测量系统修正值及三相系统测量误差分析示例	120
附录 H (规范性附录)	流量测量的流速仪法的实施	122
附录 I (规范性附录)	热力学法——功率平衡与单位机械能计算	130
附录 J (规范性附录)	流量测量的声学法	133
附录 K (规范性附录)	发电机各项功率损耗(效率)及水轮机应承担配额的确定	139
附录 L (规范性附录)	转速测量	146

前 言

本标准是根据国际电工委员会 IEC 60041:1991《水轮机、蓄能泵和水泵水轮机水力性能现场验收试验》标准制定的。

为统一国内水轮机、蓄能泵和水泵水轮机水力性能现场验收试验方法,规范水力设备招投标及验收规则,维护各方合法权益,适应加入 WTO 后需求,本标准在整体技术内容和商贸相关条款上修改采用了该国际标准,在内容编排上作了适当调整,同时在正文和附录中采用了部分国际标准化组织 ISO 3354:1988《封闭管道清洁水流的测量——采用流速仪在稳定流条件下全满流管道的速度——面积法》和日本电气学会 JEC 157:1980《水轮机及水泵水轮机效率试验方法》相关标准的内容,以利于方便应用。

本标准按篇章、节、点结构编写,共分正文 9 篇 45 章和 11 个附录,相对独立的内容成为篇,层次比较分明。将机组暂态过程特性试验的实施放在正文最后一篇(第 9 篇)。将热力学法、声学法以及指数试验法独立成篇。将发电机功率损耗及水轮机的份额分担移至附录中。声学法仍在附录中。这与原 IEC 的篇、章、节、点结构相比更加一目了然。

本标准增加了部分内容,如功率测量中增加了日本 JEC157 的误差分析方法及示例,流速仪法中增加了国际 ISO 3354 流量计算方法,压力—时间法中增加了日本 JEC 水头恢复曲线和导叶关闭后漏水量的计算方法,指数试验中增加了近期国外专家在国内电站试验的一些经验,以及日本和中国在流速仪法中的一些经验。

本标准还增加了具体内容:如流速仪在半径上的测点数增加在规则流态下的限定,即流向偏角 $\leq 5^\circ$,流速非对称 ≤ 0.05 ;流速仪法直管段长度在 $25D$ 时称为理想测量状态,但现实电站均难以满足,因此须视电站具体条件,由供需双方在合同中规定增加测量半径及测点数等问题;声学法测量断面直管段最短不小于 $6.5D$,断面椭圆度 $< 1\%$,声道夹角通常为 45° 或 65° 等。单位水能测量断面也可布置在略有收缩的渐变段上。

原 IEC 标准未对双断面压力—时间法等截面有压管道的总长度作出规定,根据依太普电站和大古力二厂使用的经验,等截面有压管道总长度均在 $10D$ 以上,依太普压力钢管内径 \times 长度为 $10.5\text{ m}\times 142.2\text{ m}$,大古力为 $12.2\text{ m}\times 158.6\text{ m}$ 。因此本标准规定等截面有压管道总长度应在 $10D$ 或以上,这样坝后式、引水式水电站一般功能满足此条件。

本标准的附录 A 至附录 K(附录 E 除外)均为规范性附录,附录 E 为资料性附录。

本标准由国家标准化委员会提出。

本标准由全国水轮机标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:中国水利水电科学研究院、哈尔滨大电机研究所。

本标准主要起草人:单鹰、唐澍、殷士光、刘诗琪。

水轮机、蓄能泵和水泵水轮机水力性能 现场验收试验规程

第 1 篇 总 则

1 一般要求

1.1 范围和目的

1.1.1 本标准适用于反击式/冲击式水轮机、蓄能泵及水泵水轮机水力性能现场验收/相关目的¹⁾试验。在未颁布其他相关标准前,本标准适用于大中小各类型上述水力机械验收试验之用。但对小型水力机械,标准中某些条款可放宽使用,由供需双方在合同中确定。

1.1.2 本标准适用于水轮机与发电机,水泵与电动机,水泵水轮机与电动发电机直联式结构,其他型式结构可参考使用。

1.1.3 本标准规定了水轮机、蓄能泵及水泵水轮机水力性能现场测试的参数、要求的测试条件、采用的测试方法以及供货技术合同各保证事项是否得到满足的评价方法。

1.1.4 若现场验收试验条件不能满足本标准的要求时,则需方与供方协商,对本标准相关条款作适当修改补充后推荐使用,或建议采用模型验收试验。

1.1.5 本标准除与保证事项密切相关的经济利益外,不包括纯属商业性质的问题。

1.1.6 本标准不涉及机械的结构细节及机械部件的力学特性。

1.1.7 本标准有处理任何试验环节出现争议的准则和相应的措施。本标准还涉及试验结果的计算方法,最终报告的范围、内容和格式等。

1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

IEC 60308 水轮机调速系统试验国际规程

IEC 60609-1 水轮机、蓄能泵和水泵水轮机空蚀评定

IEC 60034-2 旋转电机 第二部分:损耗与效率试验(通过试验确定旋转电机损耗和效率的方法)
(不包括牵引电机)

IEC 60034-2A 对 IEC 60034-2 的第一次修正

ISO 3354:1988 封闭管道清洁水流的测量-采用流速仪在稳定流条件下全满流管道的速度-面积法

ISO 3455 明渠液流测量——旋浆式流速仪在开敞式直水槽中的率定

ISO 3966 封闭管道中的液流测量——采用静压毕托管的流速面积法

1) 相关目的指:

- ① 确定新型产品的技术特性;
- ② 确定轴流转浆式水轮机导叶/轮叶最优协联关系;
- ③ 提供电厂机组经济负荷分配的基本数据;
- ④ 研究原模型水轮机效率缩尺的影响;
- ⑤ 标定水轮机差压流量计系数。