



中华人民共和国国家标准

GB/T 9652.2—2019
代替 GB/T 9652.2—2007

水轮机调速系统试验

Testing specification of hydraulic turbine governing systems

(IEC 60308:2005, Hydraulic turbines—Testing of control systems, NEQ)

2019-06-04 发布

2020-01-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 试验条件	1
4 试验验收的一般规定	2
5 试验项目	3
6 试验方法	4
7 测试系统误差和分辨率	18
8 试验报告	18
附录 A (规范性附录) 测试系统误差和分辨率	19

前 言

GB/T 9652 分为以下两个部分：

- GB/T 9652.1 水轮机调速系统技术条件；
- GB/T 9652.2 水轮机调速系统试验。

本部分为 GB/T 9652 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 9652.2—2007《水轮机控制系统试验》，与 GB/T 9652.2—2007 相比主要技术变化如下：

- 对适用范围进行了修改、补充(见第 1 章,2007 年版的第 1 章)；
- 对试验条件进行了修改、补充(见 3.2、3.4.1,2007 年版的 3.3.1、3.3.4)；
- 对油压装置调整试验内容进行了增补、修改(见 6.1.2、6.2.1、6.2.2、6.3.1、6.3.2、6.3.3,2007 年版的 6.27.1、6.27.2、6.28.2、6.28.3)；
- 考虑到机械液压调速器、模拟电路调速器在我国均已停产十多年,目前的水轮机调速器产品都是微机型调速器,故删除了机械液压调速器、模拟电路电液调速器的有关条款(见 2007 年版的 6.1.4、6.3、6.10.1、6.10.2、6.10.3)；
- 对频率测量环节的试验内容进行了补充(见 6.10.2)；
- 对电气-机械/液压转换组件试验内容进行了补充(见 6.11.3、6.11.5)；
- 对接力器反应时间的测定方法进行了补充(见 6.14,2007 年版的 6.19)；
- 对微机调节器的调节参数校验方法进行了补充与调整(见 6.16,2007 年版的 6.11)；
- 增补了水泵水轮机调速系统的试验内容(见 6.20、6.33、6.34、6.35、6.36、6.38)；
- 补充了油压漂移试验内容(见 6.24)；
- 对空载扰动试验方法进行了补充(见 6.26.2,2007 年版的 6.21)；
- 增加了负荷调整试验内容(见 6.27)；
- 删除了油泵轴功率试验、效率试验、振动试验等内容(见 2007 年版的 6.27.2.2、6.27.2.3、6.27.2.4、6.27.2.5、6.27.2.6、6.27.2.7、6.27.3、6.27.4、6.27.5)；
- 增加了一次调频试验、建模试验内容(见 6.28、6.29)；
- 调整、补充了孤网调节试验内容(见 6.30,2007 年版的 6.22)；
- 对附录 A 进行了调整、完善(见附录 A,2007 年版的附录 A)。

本部分使用重新起草法参考 IEC 60308:2005《水轮机 控制系统试验》编制,与 IEC 60308:2005 的一致性程度为非等效。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国水轮机标准化技术委员会(SAC/TC 175)归口。

本部分主要起草单位:天津电气科学研究院有限公司、中国水利水电科学研究院自动化研究所、哈尔滨大电机研究所、东方电机控制设备有限公司、三峡水力发电厂、武汉长江控制设备研究所有限公司、上饶开元电站控制设备制造有限公司、中国大唐集团科学技术研究院有限公司水电科学研究院、雅砻江

GB/T 9652.2—2019

流域水电开发有限公司锦屏水力发电厂、西安理工大学。

本部分主要起草人：张建明、刘卫亚、朴秀日、张中亚、宋自灵、孟佐宏、余志强、江朝荣、谭中美、米建国。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB 9652—1988；

——GB/T 9652.2—1997、GB/T 9652.2—2007。

水轮机调速系统试验

1 范围

GB/T 9652 的本部分规定了水轮机调速系统的试验分类、试验项目、试验条件和方法、试验报告的编写要求。

本部分适用于水轮机调速系统(包括水泵水轮机调速系统)的型式试验、出厂试验、电站试验、验收试验、检修后的试验。

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(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 150.4 压力容器 第4部分:制造、检验和验收

GB/T 3797 电气控制设备

GB/T 9652.1 水轮机调速系统技术条件

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 31066 电工术语 水轮机控制系统

DL/T 1120 水轮机调节系统测试与实时仿真装置技术规程

DL/T 1235 同步发电机原动机及其调节系统参数实测与建模导则

DL/T 1245 水轮机调节系统并网运行技术导则

DL/T 1800 水轮机调节系统建模及参数实测技术导则

JB/T 7036 液压隔离式蓄能器 技术条件

JB/T 7037 液压隔离式蓄能器试验方法

JB/T 7038 液压隔离式蓄能器壳体 技术条件

3 试验条件

3.1 试验准备工作

3.1.1 确定试验的类别及项目,编写试验大纲。

3.1.2 制定安全防范措施,注意防止事故配压阀失灵、进水阀门或快速门失灵、机组超速保护系统及引水系统异常、触电及其他设备和人身事故。

3.1.3 准备好与本试验有关的图纸、资料。

3.1.4 配备所需的工具、设备、试验电源、仪器/仪表及传感器等。

3.1.5 试验现场应具有良好的照明条件及通讯联络设备。

3.2 试验仪器、仪表

3.2.1 测量仪器、仪表应处于检验或检定的有效期内。

3.2.2 试验前应对需采集的各物理量的变换系数进行率定。

3.2.3 测试系统误差和分辨率应符合附录 A 的规定。

3.2.4 用计算机仿真装置进行调速系统试验时,应在试验报告中写明仿真对象的主要特征参数。

3.2.5 试验所采用的测试与实时仿真装置应符合 DL/T 1120 的要求。

3.3 出厂试验条件

3.3.1 装置(或元件、回路)组装、接线、配管等正确,具备充油、充气、通电条件。

3.3.2 检查试验用油的油质、油温、气源、电源及电压波形等,应符合有关技术要求。

3.4 电站试验条件

3.4.1 装置各部分安装及外部配线、配管正确,具备充油、充气、通电条件。

3.4.2 充水试验前,被控机组及其控制回路、励磁装置和有关辅助设备均安装完毕,并完成了规定的试验,具备开机条件。

3.4.3 现场清理整洁完毕,调试过程中,不得有其他影响调试工作的施工作业。

3.4.4 设备工作条件应符合 GB/T 9652.1 的规定。

4 试验验收的一般规定

4.1 验收条件

除应符合第 3 章试验条件外,还应满足如下要求:

- a) 频率信号源特性符合产品测频方式的技术要求;
- b) 输入电源电压波动不超过 $\pm 10\%$,短暂波动不超过 $-10\% \sim +15\%$ 。

4.2 验收依据

应按双方合同或技术协议、GB/T 9652.1 及本部分,进行出厂试验验收或电站试验验收。

4.3 验收准备

由有关各方首先确定验收试验大纲,明确试验项目、方法、程序及仪器/仪表等。其余按照第 3 章进行。

4.4 验收时间

应按 GB/T 9652.1 或合同规定的保证期内,在产品出厂前和电站机组正式投运前进行验收试验。

4.5 验收试验仪器/仪表

试验仪器/仪表准备应按合同(协议)规定执行。有关试验仪器/仪表刻度校验或精度,均应符合本部分及有关试验各方的商定意见。

4.6 被验收试验设备

应对调速器与油压装置进行检查、调整及消除缺陷,以使设备处于正常运行状态。电站试验验收前,用户应使机组及其有关设备处于正常状态,并提供电网、引水系统、机组等有关技术数据资料(如机组惯性时间常数 T_a 、水流惯性时间常数 T_w 和导叶(喷针)及轮叶(折向器)接力器的最低操作油压 p_R 等)。

4.7 试验人员

一般宜由用户与厂家各派出合格的试验人员组成试验小组,或由用户委托第三方和厂家人员进行

试验;亦可双方协商按一定程序委托专家组试验。

4.8 仲裁方法

双方对验收试验结果有争议时,且经协商无效,可委托行业产品质量监督检测部门进行仲裁。

4.9 试验记录

试验记录应记入原始记录表格,并有观测试验人员签名,可复写、拍照、复制,不应重抄、涂改。

4.10 试验验收报告

可按照第8章编写试验验收报告,验收报告应经双方试验负责人签字,还应注明原始记录保存方。双方依据试验结果进行评价,必要时可对试验设备进行调整及消除缺陷,并重复该项试验。

5 试验项目

试验可分4类,即:型式试验、出厂试验、电站试验和验收试验,详见表1。其中涉网方面的电站试验应结合DL/T 1235、DL/T 1245、DL/T 1800进行。

表1 试验项目

序号	条号	试验项目	型式试验	出厂试验	电站试验	验收试验
1	6.1	压力容器耐压试验	△	△*		△*
2	6.2	油泵试运转及检查	△	△	△	△
3	6.3	油泵阀组的调整试验	△	△	△	△
4	6.4	油压装置密封性试验及总漏油量测定	△	△	△*	△
5	6.5	油压装置各油压、油位信号整定值校验	△	△	△	△
6	6.6	油压装置自动运行模拟试验	△	△	△	△
7	6.7	电气回路绝缘试验	△	△*		△*
8	6.8	电气回路工频耐受电压试验	△	△*		△*
9	6.9	抗干扰能力试验	△			
10	6.10	测频/测速环节检查试验	△	△	△	△
11	6.11	电气-机械/液压转换组件试验	△	△*		△*
12	6.12	随动系统极限开环增益测定及开环增益整定试验	△	△*	△*	△*
13	6.13	继电器关闭与开启时间调整	△	△	△	△
14	6.14	继电器反应时间测定	△	△*	△*	△*
15	6.15	永态转差系数及调差率校验	△	△*	△*	△*
16	6.16	比例增益 K_P 、积分增益 K_I 、微分增益 K_D 的校验	△	△*	△*	△*
17	6.17	调速系统静态特性试验及转速死区测定	△	△	△	△
18	6.18	转桨式机组调速系统的协联曲线及轮叶随动系统不准确度测定试验	△	△	△	△
19	6.19	导叶(喷针)同步试验	△	△	△	△

表 1 (续)

序号	条号	试验项目	型式试验	出厂试验	电站试验	验收试验
20	6.20	水泵水轮机调速系统扬程与导叶开度关系校验	△	△	△	△
21	6.21	操作回路检查及模拟动作试验	△	△	△	△
22	6.22	故障模拟和控制模式切换试验	△	△	△*	△
23	6.23	调速系统漏油量及静耗油量测定	△	△	△*	△
24	6.24	油压漂移试验	△	△*	△*	△
25	6.25	综合漂移试验	△	△*	△*	△
26	6.26	空载试验	△	△*	△	△
27	6.27	负荷调整试验	△	△*	△	△
28	6.28	一次调频试验	△	△*	△*	△*
29	6.29	建模试验	△	△*	△*	△*
30	6.30	孤网频率调节试验	△	△*	△*	△*
31	6.31	甩负荷试验	△	△*	△	△
32	6.32	接器不动时间测定	△	△*	△	△
33	6.33	水泵水轮机背靠背启动试验	△	△*	△	△
34	6.34	水泵水轮机的水泵启动-调相-抽水试验	△	△*	△	△
35	6.35	水泵水轮机的水泵工况失去动力试验	△	△*	△	△
36	6.36	水泵水轮机的水泵工况转发电工况试验	△	△*	△	△
37	6.37	带负荷 72 h 连续运行试验	△		△	△
38	6.38	水泵水轮机调速系统 15 d 试运行	△		△	△

注 1：“△”符号的是应做项目、“△*”是可选项目，各项试验的顺序可根据实际情况调整。
注 2：如无相应的环节功能，则不做该项试验；对未列入表 1 的环节功能及外购件，则可按制造厂规定进行试验。

6 试验方法

6.1 压力容器耐压试验

6.1.1 压力油罐耐压试验

按 GB/T 150.4 的规定进行耐压试验，试验压力按式(1)选取：

$$p_t = 1.25 p_D \frac{[\sigma]}{[\sigma]_t} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

p_t —— 试验压力，单位为兆帕(MPa)；

p_D —— 设计压力，单位为兆帕(MPa)；

$[\sigma]$ —— 压力油罐材质在试验温度下的许用应力，单位为兆帕(MPa)；

$[\sigma]_t$ —— 压力油罐材质在设计温度下的许用应力，单位为兆帕(MPa)。

试验时压力应缓慢上升，达到试验压力 p_t 后，保持 30 min，试验介质温度不得低于 5 °C。然后将

压力降至试验压力的 80%，并保持 30 min，再对所有焊接接头和连接部位进行检查。如有渗漏，修补后重新试验。

6.1.2 液压隔离式蓄能器耐压试验

按 GB/T 150.4、JB/T 7036、JB/T 7037、JB/T 7038 执行。

6.2 油泵试运转及检查

6.2.1 油泵运转试验

启运前，向泵内注满工作油，打开进、出口阀门，点动检查电机转向，确定无异常后，空载运行 1 h。然后分别在 25%、50%、75% 额定油压下各运行 10 min，再升至额定油压下运行 1 h，应无异常现象。

6.2.2 油泵输油量测定

在额定油压及室温条件下，启动油泵向定量容器中输油（或采用流量计），记下实测输油量 Q_i 或计量容积 V_i 及计量时间 t_i ，按式(2)算出实测 Q_i 值，重复 3 次，取其平均值：

$$Q_i = 3.6 \times \frac{V_i}{t_i} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Q_i ——压力点油泵实测输油量，单位为立方米每小时(m^3/h)；

V_i ——压力点实测计量容积，单位为升(L)；

t_i ——压力点实测计量时间，单位为秒(s)。

6.3 油泵阀组的调整试验

6.3.1 卸载阀的调整试验

6.3.1.1 对于采用纯机械方式加载/卸载的阀组，需通过改变节流孔大小，调整卸载/加载时间；当油泵达到额定转速时，卸载阀排油孔应被封闭。

6.3.1.2 对于采用电磁阀控制加载/卸载的阀组，则只需直接通过油压装置电气控制柜(箱)设置加载/卸载时间。

6.3.2 安全阀的调整试验

6.3.2.1 调整安全阀的调节螺栓，使油压高于工作油上限 2% 时，安全阀开始排油，油压高于工作油压上限的 10% 以前，安全阀应全部开启，且压力油罐/蓄能器中油压不再升高。

6.3.2.2 油压低于工作油压下限以前，安全阀应完全关闭，此时安全阀的漏油量不得大于油泵输油量的 1%。

6.3.2.3 在上述调整试验过程中安全阀应无强烈的振动和噪声。

6.3.3 单向阀(逆止阀)的试验

压力油罐/蓄能器油压在额定油压以下时，手动启动油泵，当压力升至正常压力上限时停泵，油泵的反转不得超过 2 周。

6.4 油压装置密封性试验及总漏油量测定

6.4.1 压力油罐/蓄能器的油压和油位均保持在正常工作范围内，关闭所有阀门，8 h 后油压下降不得大于额定油压的 4%；宜在油泵停动 30 min 后开始记录压力和油位，8 h 内环境温差应不大于 8℃。

6.4.2 若油压下降而油位不变,则说明是漏气所致。当油压、油位均下降时,可启动油泵将油位恢复到原值,若油压能恢复至原值,则说明是漏油所致;若油压仍低于原值,则表明在漏油的同时,还有漏气现象。

6.4.3 对于采用油-气分离式蓄能器的油压装置,考虑到蓄能器的油位无法直接观测,可根据回油箱油位变化反推蓄能器油位变化。

6.5 油压装置各油压、油位信号整定值校验

通过对压力油罐/蓄能器输油和排油的方式来改变油压和油位,进行压力信号器和油位信号器的整定。压力信号器动作值与整定值的允许偏差为整定值的±2%;油位信号器的动作值允许偏差为±10 mm。对于油、气分离式蓄能器的油位,可通过回油箱油位间接反映。

6.6 油压装置自动运行模拟试验

6.6.1 试验时,通过对压力油罐人为排油、排气的方法控制油压和油位的变化检查油压装置电气控制回路、控制流程及压力信号器、油位信号器动作的正确性。

6.6.2 不得采用人工拨动信号器接点的方式进行模拟试验。对于采用油、气分离式蓄能器的油压装置,只需通过对蓄能器人为排油的方法进行油泵自动启、停试验。

6.7 电气回路绝缘试验

6.7.1 试验条件:环境温度 15 °C ~ 35 °C,相对湿度 45%~75%。

6.7.2 绝缘试验应包括所有接线和器件,试验中应采取措施,防止电子元器件及表计损坏(对于不能承受规定的兆欧表电压的元件如半导体元件、电容器等,试验时应将其短接)。

6.7.3 绝缘试验时,使用兆欧表的额定电压应根据各电路的额定工作电压进行选择,见表 2。

表 2 兆欧表的额定电压选择

额定工作电压 U_i /V	兆欧表的额定电压/V
$U_i < 48$	250
$48 \leq U_i < 500$	500

6.8 电气回路工频耐受电压试验

6.8.1 试验条件

试验条件应符合以下要求:

- a) 环境温度 15 °C~35 °C,相对湿度 45%~75%,对不能承受规定试验电压的元件,应将其短接,甚至采取绝缘措施,装置的柜门关闭,侧壁及金属罩应安装好;
- b) 工频耐受电压试验应在绝缘电阻合格后进行。

6.8.2 工频耐受电压试验

工频耐受压试验应遵循以下原则:

- a) 在设备已完全关闭后进行试验。对不能承受规定电压的元件,应将其短接或断开。安装在带电部件和裸露导电部件之间的抗干扰电容器不应断开,应能耐受试验电压。见 GB/T 3797。
- b) 试验应在非电路连接的各电路之间以及各电路与外壳之间按 GB/T 9652.1 的规定进行。
- c) 试验时,试验电压应从零或不超过全值的 1/2 开始,然后在几秒之内将试验电压稳定增加到规

定的最大值并维持 5 s。试验后将电压逐渐下降至零。

6.9 抗干扰能力试验

6.9.1 试验条件

用稳定的频率信号源模拟机组频率/转速信号,调速系统处于自动方式,所有调节参数置于中间值,接力器稳定在 50%位置。

6.9.2 电快速瞬变干扰试验

将带有 50 Ω 终端负载的电快速瞬变脉冲群发生器以共模形式将 GB/T 9652.1 规定的干扰信号耦合到受试线路。试验方法按照 GB/T 17626.4。

6.10 测频/测速环节检查试验

6.10.1 试验用频率信号源应具有足够功率,其分辨率应符合附录 A 的要求。

6.10.2 对频率信号整形电路的各频率输入通道,分别输入与实际电压互感器(TV)信号电压相当的频率信号(包括系统 TV、发电机机端 TV),以及反映机组大轴转速的齿盘探头脉冲信号,逐一改变频率信号源的发频值,记录频率测量值与输入值。在设计的工作频率范围内,其测量性能,应符合 GB/T 9652.1 的要求。

6.10.3 测频/测速环节最小工作信号电压测定:信号频率为额定值且恒定,由高向低改变信号电压幅值,至相应输出发生变化时的信号电压即为最小工作信号电压。

6.11 电气-机械/液压转换组件试验

6.11.1 试验条件

试验应在组件工作正常、机械/电气零位调整完毕的条件下进行。试验时环境温度、油温及工作油压应在 GB/T 9652.1 规定的范围内,当正常工作需颤振分量时,应加入规定的颤振信号。

6.11.2 静态特性试验

组件带实际负载,逐次增大或减小输入控制信号,每次稳定平衡后,测量相应的输出信号,对于位移输出型电气-机械转换组件,测量其位移输出;对于流量输出型电气-液压转换组件,则测量其相应的输出流量,测点不得少于 10 点,绘制其静态特性曲线;由曲线求出其工作范围、传递系数、死区、滞环、重复精度。

6.11.3 动态特性试验

用频率法进行试验。组件带实际负载,输入 0.02 Hz~10 Hz 的正弦波信号,输入信号的幅值应使组件工作在线性范围内,必要时可加入偏置信号。对于位移输出型电气-机械转换组件,用位移传感器测量输出位移;对于流量输出型电气-液压转换组件,可用动态流量变送器或用带有位移或速度传感器的试验伺服缸测量其输出流量。并用自动记录仪记录输入、输出信号的波形图,求出其幅频、相频特性。

6.11.4 电气-液压转换组件油压漂移的测定

6.11.4.1 对于位移输出型电气-液压转换组件,保持输入控制信号为零,装置带实际负载,在 GB/T 9652.1 规定的正常油压范围内,改变油压大小,测量相应的位移变化量。该变化量与工作行程之比,即为相对油压漂移。

6.11.4.2 对于流量输出型电气-液压转换组件,保持输入控制信号为零,在 GB/T 9652.1 规定的正常油

压范围内,改变油压大小,测量其相应的输出流量。使输出流量恢复至零所需的输入信号的变化值与额定信号之比,即为相对油压漂移。

6.11.5 电气-机械转换组件及位移输出型电气-液压转换组件负载漂移的测定

保持组件输入控制信号不变,使其位移输出处于中位,改变负载大小,测量其相应的位移变化,该变化与工作行程之比,即为相对负载漂移。

6.11.6 电气-液压转换组件静态耗油量的测定

在正常工作油压下带实际负载,输入控制信号为零,测定电气-液压转换组件每分钟静态耗油量,并记录当时油温。

6.12 随动系统极限开环增益测定及开环增益整定试验

6.12.1 极限开环增益测定

6.12.1.1 试验应在继电器开/关机时间调整至调节保证设计值后进行。

6.12.1.2 试验时,继电器置于任意位置,改变放大系数以改变电液随动系统的开环增益,向电液随动系统输入端施加 20%最大反馈电压的阶跃扰动信号,观察在各种开环增益下的继电器动作稳定性。

6.12.1.3 能使电液随动装置保持稳定的最大开环增益即为极限开环增益。

6.12.2 确定电液随动系统开环增益整定值

开环增益置整定值的确定原则是在满足转速死区和随动系统不准确度考核指标要求的前提下选取较小值。

6.13 继电器关闭与开启时间调整

6.13.1 开度限制置于全开位置,分别调整主配压阀、事故配压阀或重锤关机阀的阀芯限制行程或油路节流孔口,并采用下述方法,使继电器全开或全关:

- a) 在自动方式下向调速系统突加全开、全关的控制信号;
- b) 操作紧急停机阀的动作和复归;
- c) 对于装有事故配压阀或重锤关机阀的调速系统,还应通过动作事故配压阀或重锤关机阀,使继电器全速关闭。

6.13.2 记录继电器在 25%~75%行程之间移动所需时间,取其 2 倍作为继电器开启或关闭时间。

6.13.3 当继电器具有分段关闭装置时,应在直线关闭时间调整完毕后,再投入分段关闭装置,按调节保证计算设计要求调整继电器延缓段时间和拐点位置。

6.14 继电器反应时间测定

6.14.1 试验条件

试验应在无水或静水状态下进行。

6.14.2 试验方法 1

退出调速器位移反馈断线保护功能,切除位移反馈,在规定的压力降条件下,通过调速器控制输出进行随动系统的开环阶跃试验,按开启或关闭方向逐次使主配压阀从中间位置迅速移动到整定位置。主配压阀由中间位置向开启或关闭侧的位移,各测 6 点以上;将主配压阀的输入换算为标么值,绘制主配压阀相对行程与主继电器相对速度的关系曲线,曲线斜率的倒数即为继电器反应时间 T_{yv} 。

6.14.3 试验方法 2

使调速器处于模拟的并网发电状态, K_P 、 K_D 、 b_p 置于零, 人工频率/转速死区 E_f 置于零, K_I 置于选定值, 对调速器施加绝对值逐渐增大的正/负频率阶跃信号, 测量并记录主配压阀行程和主接力器速度, 绘制主配压阀相对行程与主接力器相对速度的关系曲线, 曲线斜率的倒数即为接力器反应时间 T_{yv} 。

6.14.4 不同基准下接力器反应时间的关系

对于同一调速器, 主配压阀基准行程取值不同, 将影响主配压阀输入的标么值, 从而导致接力器反应时间数值不同。以主配压阀阀芯实际最大行程 S_M 作为基准时得出的接力器反应时间 T_{yv} , 与 GB/T 31066 定义的接力器响应时间常数 T_y 在数值上相差开环增益的倍数, 其量化关系可按式(3)折算:

$$T_{yv} = T_y \times \frac{S_r}{S_M} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

S_r ——在线性假设前提下, 输入信号(转速或中间接力器行程)相对偏差有效值折算至 100% 时, 所对应的主配压阀阀芯行程理论值, 单位为米(m);

S_M ——主配压阀阀芯实际最大行程, 单位为米(m)。

注: 如今已广泛使用微机调节器+电液随动系统结构模式的调速器, 用 T_{yv} 作为随动系统模型结构参数更方便、实用, 待修订 GB/T 31066 时, 将考虑这一因素。

6.15 永态转差系数及调差率校验

6.15.1 永态转差系数 b_p 校验

6.15.1.1 使调速系统进入开度调节模式, 用外接频率信号源作为机组频率信号, 开环增益置于整定值, 人工频率/转速死区 E_f 及人工开度死区 E_Y 置于零, 开度限制置于最大值, K_P 、 K_I 置于整定值, K_D 置于零。

6.15.1.2 当 b_p 分别置于 2%、4%、6%、8% 时, 改变输入信号频率, 测量接力器某两个输出值 Y_1 、 Y_2 及对应的输入信号频率值 f_1 、 f_2 。

6.15.1.3 按式(4)计算各 b_p 设值下的实测 b_p :

$$b_p = \frac{-(f_2 - f_1)}{\frac{f_r}{\frac{(Y_2 - Y_1)}{Y_{\max}}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

f_r ——额定频率, 单位为赫兹(Hz);

Y_{\max} ——接力器最大行程, 单位为毫米(mm)。

6.15.2 调差率 e_p 校验

6.15.2.1 使调速系统进入功率调节模式, 用外接频率信号源作为机组频率信号, 开环增益置于整定值, 人工频率/转速死区 E_f 及人工功率死区 E_P 置于零, 开度限制置于最大值, K_P 、 K_I 置于整定值, K_D 置于零。

6.15.2.2 当 e_p 分别置于 3%、4%、6%、8% 时, 改变输入信号频率, 测量某两个有功功率值 P_1 、 P_2 及对应的输入信号频率值 f_1 、 f_2 。

6.15.2.3 按式(5)计算各 e_p 设值下的实测 e_p :

$$e_p = \frac{-(f_2 - f_1)}{\frac{f_r}{(P_2 - P_1)} \times 100\%} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

f_r —— 额定频率，单位为赫兹(Hz)。

P_r —— 机组额定功率，单位为兆瓦(MW)；

6.16 比例增益 K_P 、积分增益 K_I 、微分增益 K_D 的校验

6.16.1 试验条件

在无水或静水条件下，并置永态转差系数 $b_p=0$ 、人工频率/转速死区 $E_f=0$ ，频率给定为额定值。

6.16.2 试验方法

6.16.2.1 比例增益 K_P 、积分增益 K_I 校验

置 K_P 、 K_I 、 K_D 于待校验值，对调节器施加有效频率偏差为 Δx 的阶跃频率信号，用自动记录仪或示波器，录制调节器控制输出 y_u 的过渡过程，从录波图可直接求取 K_P 、 K_I ，见图 1。

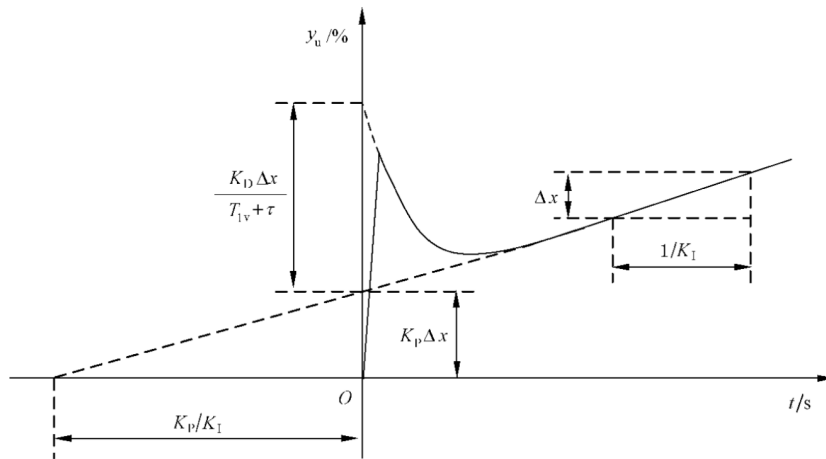


图 1 数字调节器控制输出录波曲线 1

6.16.2.2 微分增益 K_D 、微分衰减时间常数 T_{1v} 校验

K_P 置于已校验值、 K_I 置于零、 K_D 置于待校验值。其中，自动记录仪的测量时间常数应小于 20 ms；对调节器施加有效频率偏差为 Δx 的阶跃频率信号，录制调节器控制输出 y_u 的过渡过程，从录波图可测得 K_D 、 T_{1v} ，见图 2，图中 τ 为数字调节器的采样周期。

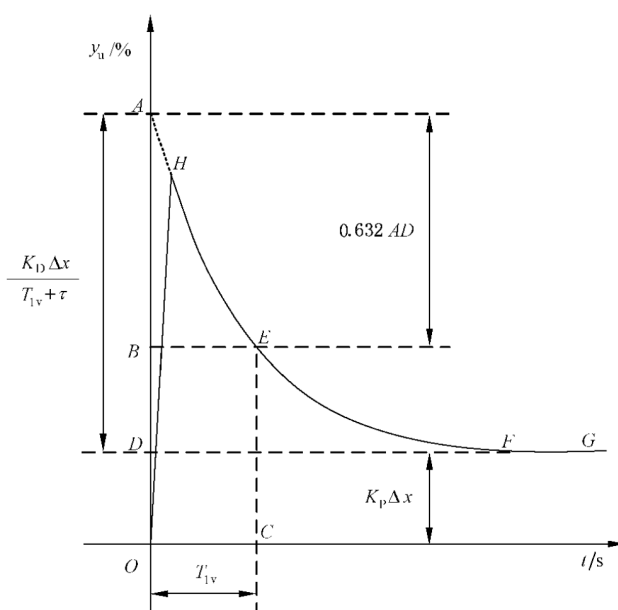


图 2 数字调节器控制输出录波曲线 2

6.17 调速系统静态特性试验及转速死区测定

6.17.1 调速系统在模拟并网发电状态、开度调节模式，开环增益置于整定值，人工频率/转速死区 E_f 及人工开度死区 E_v 置于零，开度限制置于最大值， K_D 置于零， K_I 置于最大值， K_P 置于实际整定值， b_p 置于 4%，由外接频率信号源作为机组频率信号。

6.17.2 输入稳定的额定频率信号，用“开度给定”的方法，将导叶或喷针接力器调整到 50% 行程位置。然后调整输入信号频率值，使之按一个方向逐次升高或降低，在接力器每次变化稳定后，记录该次输入信号频率值及相应的接力器行程。

6.17.3 在 5%~95% 的接力器行程范围内，测点不得少于 8 点。如有 1/4 以上测点不在曲线上或测点反向，则此试验无效。

6.17.4 根据上述试验数据，得出接力器开/关两个方向的静态特性曲线，两条曲线间的最大区间即为转速死区 i_x 。

6.17.5 用阶跃频率信号法测定转速死区 i_x ，方法步骤如下：

- K_I 置于实际整定值，其他试验条件同 6.17.1。
- 输入稳定的额定频率信号，用“开度给定”的方法，将接力器调整至 20% 的行程位置。
- 在额定频率的基础上，用正、负阶跃频率信号对调速系统进行阶跃扰动。
- 开始选取的阶跃信号幅值应小于被测调速系统可能最小转速死区的一半，在此信号作用下，接力器不产生运动。
- 然后逐次增大阶跃信号幅值进行上述扰动。当信号幅值增至某值，接力器开始产生与此信号相对应的运动时，在该信号下重复 3 次正、负扰动，要求接力器的运动方向每次均与该信号的正、负正确对应，否则还应继续增大信号幅值，直至出现满足上述要求的最小信号。
- 用同样的方法求出接力器在 50% 和 80% 行程位置时满足上述要求的最小信号。
- 上述所得 3 个信号中的最大值的 2 倍即为该调速系统的转速死区 i_x 。
- 试验中，每次扰动应在前次扰动引起的接力器运动稳定之后进行，阶跃频率信号和接力器行程信号应由自动记录仪记录。

6.17.6 实际电网频率下测定转速死区 i_x ，方法步骤如下：

- 试验在模拟并网发电状态或实际发电状态下进行，在模拟并网发电状态，调速器机频输入端接实际电网频率，在实际发电状态则输入实际机频信号； K_D 置于零， K_P 、 K_I 置于实际整定值， $b_p = 4\%$ ，其他试验条件同 6.17.1。
- 用试验记录仪自动记录频率信号和接力器位置信号。当频率变化相当慢，调速器能够跟随变化而使迹线图呈椭圆状平行四边形时，迹线包络线间与频率轴平行的最大迹线长度即为转速死区 i_x 。频率变化较快，调速器跟不上变化时，所录的迹线部分不用；见图 3。

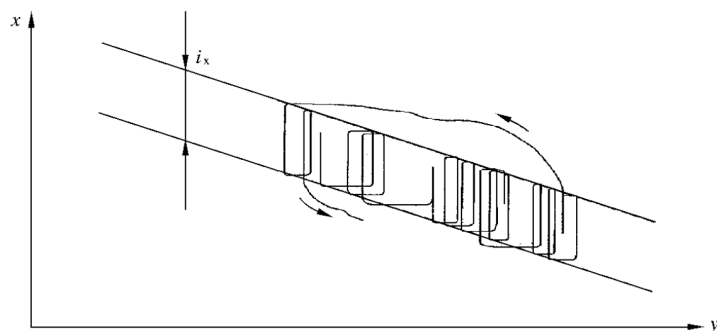


图 3 实际电网频率下测定转速死区

6.17.7 人工频率/转速死区校验应在调速系统转速死区 i_x 测定后，投入人工频率/转速死区 E_f ，并置于待校验值，按 6.17.2 的方法进行试验。

6.18 转桨式机组调速系统的协联曲线及轮叶随动系统不准确度测定试验

6.18.1 将水头信号置于某一待试验值，导叶控制部分切为手动，轮叶控制部分置于自动。

6.18.2 逐次手动改变导叶接力器行程，待轮叶接力器稳定后，记录导叶接力器行程和相应的轮叶接力器行程（或轮叶转角）。

6.18.3 据上述试验数据，绘制协联曲线，求取随动系统不准确度 i_a 、实际协联曲线与设计（理论）曲线的偏差。

6.18.4 其他水头下的协联曲线也按上述同样方法进行校核，至少应进行最大水头、额定水头、最小水头下的协联关系试验。

6.18.5 为便于数据自动记录，还可采用 6.17.2 静特性试验方法，导叶、轮叶控制部分均置于自动，通过输入频率的变化，使导叶接力器行程根据频率变化自动逐次增加或减小，测试仪将自动记录导叶、轮叶接力器行程的稳态点。

6.19 导叶（喷针）同步试验

6.19.1 对于多喷嘴冲击式水轮机或每个导叶接力器单独控制的机组，导叶/喷针间的同步要求见 GB/T 9652.1。试验在制造厂内或现场机组充水前或静水状态下进行，试验条件同 6.17.1。

6.19.2 选任一导叶/喷针接力器为参照对象。在 50%~80% 导叶/喷针接力器行程之间，一个方向缓慢增大或减小开度给定值或频率值，记录接力器位置（纵坐标）和其他选定的导叶（喷针）接力器位置（横坐标），得出一系列位置增大和减小的封闭滞环曲线。

6.19.3 从上述滞环曲线中求取 2 个导叶（喷针）接力器位置的偏差和任一导叶（喷针）接力器位置对所有导叶（喷针）接力器平均位置的偏差。

6.20 水泵水轮机调速系统扬程与导叶开度关系校验

试验在模拟的水泵工况抽水运行状态进行,输入并逐次改变模拟扬程信号的电流值,测量相应的导叶接力器位移输出,据此绘出扬程与开度的关系曲线,并与设计(理论)关系曲线比较,当误差超过 $\pm 1\%$ 时,应进行修正。

6.21 操作回路检查及模拟动作试验

根据设计资料检查操作回路,调整各信号接点,进行开/停机、功率增/减、甩负荷、事故停机、工况转换等模拟动作试验。

6.22 故障模拟和控制模式切换试验

6.22.1 模拟测频/测速输入信号、水头信号、功率信号、接力器位移信号消失故障和工作电源故障,检查故障保护与容错功能、接力器位移变化。

6.22.2 控制模式(频率控制、功率控制、开度控制、水位控制和流量控制)切换时,检查切换功能、接力器位移变化。

6.23 调速系统漏油量及静耗油量测定

6.23.1 漏油量的测定

6.23.1.1 调速系统处于手动控制方式,切断油压装置向调速系统以外的机组自动化元件等各部位供油的通路,接力器处于全关位置。

6.23.1.2 根据压力油罐油位在一定时间内下降的高度和压力油罐内径,即可计算出单位时间内调速系统的总漏油量。

6.23.1.3 对于采用油、气分离式蓄能器的油压装置,则根据回油箱油位在一定时间内上升的高度和回油箱面积,计算出单位时间内调速系统的总漏油量。

6.23.2 静耗油量的测定

调速系统置于自动控制方式,接力器调整至 50% 行程的位置,并处于稳定状态,其他试验条件及试验方法与6.23.1相同,求出单位时间调速系统的静耗油量。

6.24 油压漂移试验

接力器分别置于 25% 、 50% 和 75% 的开度,在调节参数、指令信号及输入信号不变的条件下,使油压在GB/T 9652.1规定的正常工作范围内变化,测量接力器在不同位置时的行程漂移值,并取其平均值,漂移量不得超过 $\pm 0.5\%$ 。

6.25 综合漂移试验

6.25.1 用稳定的频率信号源模拟机组的额定转速信号并维持不变,调速系统处于自动稳定状态,油压在GB/T 9652.1规定的正常工作范围内,所有调节参数置于整定值,并使接力器在 50% 行程位置。

6.25.2 对试验仪器与被测调速系统通电30 min后,记录输入信号的频率值、电源电压、环境温度、接力器行程和油压变化,持续8 h。试验记录开始后不得对调速系统进行调整和操作。

6.25.3 将8 h试验过程中记录的接力器行程最大变化量,按实际整定 b_p 值折算成转速相对偏差,此值作为综合漂移值。

6.26 空载试验

6.26.1 手动空载转速摆动值测定

6.26.1.1 机组空载运行并稳定于额定转速后,励磁系统自动运行且机端电压变化不大于额定值的 $\pm 0.25\%$,记录机组手动空载工况下任意 3 min 转速波动的峰-峰值,重复测定 3 次。

6.26.1.2 若手动空载工况下接力器 3 min 内位置漂移超出 $\pm 0.2\%$,则本次试验结果无效;应对电液随动系统的平衡位置重新进行调整后,再行试验。

6.26.2 空载扰动试验及自动空载转速摆动值测定

6.26.2.1 改变频率给定的空载扰动

6.26.2.1.1 试验准备

手动空载运行状态下,将“频率给定 f_c ”置于额定频率,预置一组调节参数,再将调速系统切至自动,使机组转速稳定于额定转速附近的稳态转速带。

6.26.2.1.2 试验操作

在不同的调节参数组合下,观察能使转速稳定的调节参数范围。选择若干组有代表性的调节参数,分别在上述各组参数下,通过改变“频率给定 f_c ”,对调速系统施加幅度不小于 4% 额定转速的阶跃给定,观测并记录机组转速、接力器行程等参数的过渡过程。

6.26.2.2 手动改变机组转速的空载扰动

试验准备同 6.26.2.1.1,自动空载稳定工况下,“频率给定 f_c ”始终置于额定频率,调速系统切至手动,通过手动增/减接力器位移,改变机组当前的实际转速,当转速变化幅度超过 4% 额定转速时,再切至自动,观测并记录机组转速、接力器行程等参数的过渡过程。

6.26.2.3 空载调节参数定值的选取

在调节过程稳定的前提下,选定转速过渡过程超调量小、收敛快、波动次数少、且转速摆动值最小的一组调节参数作为整定的空载调节参数。

6.26.2.4 自动空载转速摆动值测定

自动空载稳定工况下,“频率给定 f_c ”置于额定频率,在上述空载扰动试验选定的空载调节参数下,测定自动空载工况下任意 3min 转速波动的峰-峰值,重复测定 3 次,试验结果取其平均值。

6.27 负荷调整试验

6.27.1 试验条件

机组处于并网发电状态,调速系统处于功率或开度控制模式,使机组在选定的工作点带 10%~95% 额定负荷稳定运行。

6.27.2 试验操作

在不同的调节参数组合下,调速器接受监控系统的负荷调整指令,实现机组负荷调整。观察并记录机组转速、蜗壳进口水压、有功功率和接力器行程、调压井水位等参数的过渡过程,通过对过渡过程的分析比较,选定负载工况时的调节参数。

6.27.3 试验注意事项

负荷调整时,应考虑对机组的最大和最小负荷进行限制,防止有功功率越限运行,同时应避免机组频繁穿越或长时间运行在振动区。

6.28 一次调频试验

一次调频试验按 DL/T 1245 执行。

6.29 建模试验

建模试验按 DL/T 1235、DL/T 1245、DL/T 1800 执行。

6.30 孤网频率调节试验

6.30.1 实际孤网频率调节试验

机组处于大电网并列运行,带不小于机组额定功率 25% 的负荷,待功率稳定后,通过输电线路的操作,使线路突变不大于机组额定功率 15% 的负荷,观测并记录机组频率、接力器行程/有功功率等信号在大网转孤网过程中的变化,及其随后的孤网运行中的过渡过程,验证调节过程是否正常、稳定。

6.30.2 单机带负荷模拟

当实际孤网试验条件不具备时,可采用本方法验证:机组处于大电网并列运行,带不大于机组额定功率 15% 的负荷,待功率稳定后,使主变高压侧断路器跳闸,但发电机出口断路器依然保持合位,观测并记录机组频率、接力器行程等信号在此切换过程中的变化,验证调节过程是否正常、稳定。

6.30.3 孤网频率调节数字仿真

当实际孤网试验条件不具备时,也可采用孤网仿真试验,此时机组处于大电网并列运行,将机组数字模型的频率输出信号引入调速系统频率输入端口,代替被测机组频率信号。其中,机组数字模型应计入机组惯性、负荷惯性和被控系统的自调节系数。

6.31 甩负荷试验

6.31.1 试验准备

试验前应做好如下准备:

- a) 甩负荷试验前,应再次复核/确认输入试验记录仪各信号的率定值;
- b) 甩负荷试验前,应做好安全措施,防止机组飞逸和水锤事故。

6.31.2 试验操作

甩负荷试验应按照下列步骤依次进行:

- a) 将空载及负载调节参数置于整定值,机组先后带额定功率 25%、50%、75%、100% 的负荷;
- b) 在额定功率 25%、50%、75%、100% 的负荷下分别跳开发电机出口断路器,进行甩负荷试验,用试验记录仪记录机组转速、接力器行程、水压/水位及定子电流等信号的过渡过程。

6.32 接力器不动时间测定

6.32.1 用频率阶跃法测定接力器不动时间 T_d

6.32.1.1 试验条件

试验在制造厂内或现场机组充水前或静水状态进行,若在制造厂进行试验,则大型调速系统试验用接力器,其直径应不小于 350 mm、容积应不小于 270 L。试验时,调速系统处于模拟的并网发电状态,

由外接频率信号源作为机组频率信号, $b_p=4\%$, 调节参数、开环增益置于实际整定值, 开度限制置于最大负载开限。输入额定频率信号, 用功率/开度给定或手动操作的方法, 将接力器调整至 50% 位置。

6.32.1.2 试验方法

在额定频率的基础上, 使输入信号的频率突增 0.2 Hz, 用自动记录仪记录输入频率信号和接力器位移信号, 即可得出以输入信号频率突变瞬间为起点, 到接力器开始运动为止的接力器不动时间 T_q 。试验重复 3 次, 取其平均值。

6.32.2 用斜坡规律的频率信号测定接力器不动时间 T_q

试验条件同 6.32.1, 在额定频率的基础上, 施加以斜坡规律变化的频率信号, 对大型调速系统为 1 Hz/s, 对中小型及特小型调速系统为 1.5 Hz/s; 用自动记录仪记录输入频率信号和接力器位移信号, 确定以频率信号上升 0.02% 为起点, 到接力器开始运动为止的接力器不动时间 T_q , 见图 4。试验重复 3 次, 取其平均值。

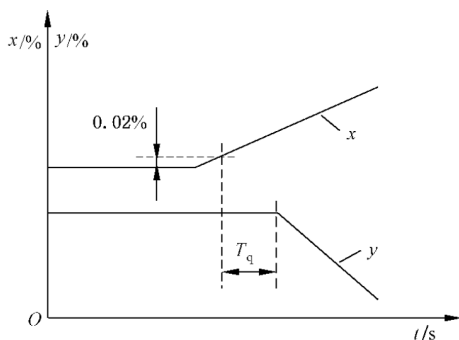


图 4 以斜坡规律变化的频率信号测定接力器不动时间

6.32.3 甩负荷试验测定接力器不动时间 T_q

6.32.3.1 试验准备及操作

甩负荷试验前机组功率应处于稳定状态, 然后再进行甩 25% 或甩 10%~15% 负荷操作。

6.32.3.2 接力器不动时间 T_q 的两种确定方法

电站可选择下列任一种方法测定接力器不动时间:

- 从机组甩 25% 负荷示波图上直接求出自发电机定子电流消失为起点, 到接力器开始运动为止的接力器不动时间 T_q 。对于型式试验的 T_q 测定, 应以此方法为依据。
- 从机组甩 10%~15% 负荷示波图上, 求出以机组转速上升 0.02% 为起点, 到接力器开始运动为止的时间, 作为接力器不动时间 T_q 。

注: 在测定接力器不动时间试验中, 接力器位移信号拟直接采集位移传感器的信号, 以消除信号滞后及信号转换各环节时间常数的影响。

6.33 水泵水轮机背靠背启动试验

6.33.1 背靠背拖动机启动

拖动机(原动机)与泵机组(被拖动机)的导叶均处于全关位置, 使两台机组的输入与输出之间通过

电气联系在一起,并分别投入励磁;作为拖动机的调速系统接收监控系统“背靠背启动”命令后,将控制拖动机的导叶以整定的速度缓慢开启。

6.33.2 背靠背泵机组启动

随着拖动机导叶的开启,拖动机从静止状态开始向水轮机旋转方向逐渐加速,同时泵机组受拖动机的驱动,也将从静止状态开始向水泵旋转方向逐渐升速。

6.33.3 启动完成

当泵机组到达额定转速附近时,泵机组启动断路器分、泵机组运行断路器合(并网),泵机组即进入水泵调相状态。同时作为拖动机的调速系统在接收监控系统的“停机”命令后,将控制导叶全关至零并停机。

6.34 水泵水轮机的水泵启动-调相-抽水试验

6.34.1 水泵启动过程

6.34.1.1 背靠背启动

启动过程见 6.33。

6.34.1.2 变频启动

泵机组(被拖动机)导叶处于全关位置,泵机组启动断路器合,利用变频启动方式使泵机组转速逐渐上升,励磁装置投入并进行调节,当泵机组转速达到额定转速附近,泵机组启动断路器分、泵机组运行断路器合(并网),泵机组进入水泵调相状态。随后即可进行充水建压等一系列水泵抽水运行的准备工作。

6.34.2 水泵抽水运行

当充水建压过程完成后,监控系统向调速系统发出“水泵抽水”命令,调速系统将自动根据扬程与导叶开度关系曲线,将导叶调整至相应最优开度,机组进入水泵抽水运行状态。

6.35 水泵水轮机的水泵工况失去动力试验

机组处于抽水运行工况,使泵机组运行断路器跳闸,机组抽水动力电源中断,调速系统将控制接力器由抽水开度关至全关位置;观测并记录机组转速、水压、接力器行程、调压井水位等参数的变化过程。

6.36 水泵水轮机的水泵工况转发电工况试验

6.36.1 抽水转静止

监控系统向调速系统发出“水泵转发电”或“停机”命令,调速系统将控制导叶全关至零,同时泵机组运行断路器分,等待机组转速逐渐下降。

6.36.2 静止转发电

当机组转速下降至零,且其他设备的准备工作已完成,监控系统向调速系统发送“水轮机开机”命令,调速系统将控制导叶开启,使机组向水轮机方向逐渐升速,进而将机组转速调整至额定转速附近。在机组满足同期条件后,合发电机断路器,调速系统将根据监控系统的功率调节命令调整机组功率。

6.37 带负荷 72 h 连续运行试验

水轮机调速系统的全部调整试验与机组的其他试验完成之后,拆除试验接线,使机组所有设备恢复

到正常运行状态,然后进行带负荷 72 h 连续运行试验。

6.38 水泵水轮机调速系统 15 d 试运行

水泵水轮机调速系统的全部调整试验与机组的其他试验完成之后,拆除试验接线,使机组所有设备恢复到正常运行状态,然后进行 15 d 试运行。

15 d 试运行期间,机组运行方式由电网调度,但为了达到考核目的,平均每天启动次数宜不少于 2 次。

7 测试系统误差和分辨率

测试系统误差和分辨率按附录 A 执行。

8 试验报告

8.1 编写试验报告目的

编写试验报告目的是正式记载所观测的数据、计算及分析结果。它应拥有足够资料证明按本试验规程所作全部试验,已达到试验目的。此外,还应将各试验结果列出表格或绘制曲线,可包括经证实的原始记录(或复制件),测量仪表读数应符合观测所得记录。

8.2 编写试验报告格式

全部试验应包括下述内容:

- a) 试验依据、目的;
- b) 被试验设备制造厂、型号、出厂编号及出厂日期;
- c) 电站、机组及被试验设备主要技术参数;
- d) 试验项目(包括条件、方法、仪表及原始数据等);
- e) 试验结果(包括数据、曲线、图表、照片等);
- f) 试验结论、验收意见;
- g) 主持、参加单位和人员。

附 录 A
(规范性附录)
测试系统误差和分辨率

A.1 一般测试系统误差要求

转速测量系统误差	$ f_x \leq 0.002\%$
温度测量系统误差	$ f_T \leq 0.5\text{ }^\circ\text{C}$
水压测量系统误差	$ f_{pw} \leq 1\%$
油压测量系统误差	$ f_{pD} \leq 0.5\%$
时间测量系统误差	$ f_t \leq 0.01\text{ s}$
功率测量系统误差	$ f_N < 0.2\%$
流量测量系统误差	$ f_Q < 1.5\%$
指令信号测量系统误差	$ f_d < 0.5\%$
接力器行程测量系统误差	$ f_y < 0.05\%$

A.2 特殊要求测试系统误差或分辨率要求

- 转速信号(转速死区、综合漂移测定试验)测量系统分辨率应小于转速死区规定值的 1/10;
- 接力器行程(转速死区、不准确度测定试验)测量系统(含转换机构、传感器、A/D 转换)误差相对值应不大于转速死区规定值的 2.5 倍;
- 主要测试仪器/仪表的容许系统误差范围要求:

超低频信号发生器	(分辨率 $< 0.001\text{ Hz}$)
数字频率计	(分辨率 $< 0.001\text{ Hz}$, 采样周期 $\leq 0.04\text{ s}$)
位移传感器	(精度:大型调速器 $< 5 \times 10^{-4}$, 中型调速器 $< 1 \times 10^{-3}$, 小型及特小型调速器 $< 1.5 \times 10^{-3}$)
压力变送器	(精度 0.5 级)
各型流量计	(精度 1.5 级)
功率测量变送器	(精度 0.2~0.5 级)
真空压力表	(精度 1.5 级)
工频周波表	(精度 0.2~0.5 级)
交/直流电流表	(精度 0.2~0.5 级)
交流电压表	(精度 0.2~0.5 级)
直流电压表	(精度 0.2~0.5 级)
兆欧表	(精度 0.2~0.5 级)
微机测试仪	(所配超低频信号发生器、频率计及位移传感器等的要求同上)
压力表	(精度 1.5 级)

中 华 人 民 共 和 国

国 家 标 准

水轮机调速系统试验

GB/T 9652.2—2019

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

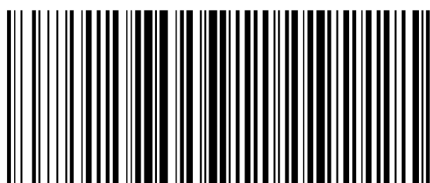
服务热线: 400-168-0010

2019年6月第一版

*

书号: 155066 · 1-62935

版权专有 侵权必究



GB/T 9652.2-2019