

ICS 27.140

P 98

备案号: 40022-2013

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 792 — 2013

代替 DL/T 792 — 2001

水轮机调节系统及装置 运行与检修规程

**Code of operation and maintenance for hydraulic turbine
regulating system and devices**

2013-03-07 发布

2013-08-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 总则	1
4 水轮机调节系统及装置的基本运行方式	3
5 水轮机调节系统及装置的运行操作	4
6 水轮机调节系统及装置的巡检与维护	7
7 水轮机调节系统及装置的故障与处理	8
8 水轮机调节系统及装置的检修	11
9 水轮机调节系统及装置检修后的试验	13
10 水轮机调节系统及装置运行检修技术文件	13
附录 A (资料性附录) 水轮机调节系统及装置重要试验内容及周期	14
附录 B (资料性附录) 水轮机调节系统及装置运行规程编写的基本内容	15
附录 C (资料性附录) 水轮机调节系统及装置检修规程编写的基本内容	16
附录 D (规范性附录) 关于快速事故停机、紧急事故停机的定义与描述	18
附录 E (规范性附录) 水轮机调节系统并网运行基本模式	20
参考文献	21

前 言

本标准是按照《国家能源局关于下达 2010 年第一批能源领域标准制（修）订计划的通知》（国家能源局国能科技〔2010〕320 号）的安排、根据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》修订的。

本标准是对 DL/T 792—2001《水轮机调速器及油压装置运行规程》的修订，主要修改如下：

- 增加了检修方面的内容；
- 总则部分进一步明确了运行、检修（维护）人员的职责；
- 为适应电力调度部门对水电厂的运行要求，对运行方式进行了补充、完善，增加了调相运行、孤立运行、一次调频方式运行、水泵运行等内容；
- 对调速器及油压装置的运行操作、调速器的巡检、调速器的定期维护、油压装置的定期维护、调速器的故障处理等内容进行了补充、修改与完善；
- 增加了异常运行方式的内容；
- 为规范与统一事故停机方面的概念，增加了对快速事故停机、紧急事故停机的相关规定。

本标准实施后代替 DL/T 792—2001。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业水电站自动化标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国水利水电科学研究院、长江控制设备研究所、湖南省电力公司科学研究院、哈尔滨电机厂有限责任公司、陕西电力科学研究院、重庆大唐国际彭水水电开发有限公司、北京华电水电有限公司、国网新源新安江水力发电厂。

本标准主要起草人：张建明、潘熙和、孟佐宏、朴秀日、李华、吴小林、王爱生、万天虎、史小杰、王建勇、张治宇、刘同安、严国强、何里。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

水轮机调节系统及装置运行与检修规程

1 范围

本标准规定了水轮机调节系统及装置的运行与检修技术要求，故障及事故处理措施，检修维护的基本内容及计划、工期控制原则等。

本标准适用于工作容量 $350\text{N}\cdot\text{m}$ 及以上的水轮机电液调速器及其配套使用的油压装置与附属设备，包括数字式、模拟式电液调节系统及装置。其他容量、类型的水轮机调速器及配套使用的油压装置与附属设备可参照执行。

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（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 9652.1 水轮机控制系统技术条件
- GB/T 9652.2 水轮机控制系统试验
- DL/T 496 水轮机电液调节系统及装置调整试验导则
- DL/T 563 水轮机电液调节系统及装置技术规程
- DL/T 838 发电企业设备检修导则
- DL/T 1040 电网运行准则
- DL/T 1055 发电厂汽轮机、水轮机技术监督导则
- DL/T 1066 水电站设备检修管理导则
- DL/T 1120 水轮机调节系统自动测试及实时仿真装置技术

3 总则

- 3.1 为规范水轮机调节系统及装置运行、检修、维护和设备安全稳定运行，特制定本标准。
- 3.2 运行人员负责水轮机调节系统及装置的运行操作，并应对所管辖的水轮机调节系统设备定期巡视、检查，发现异常应及时处理。
- 3.3 检修、维护人员负责水轮机调节系统及装置的 A、B、C、D 级检修，状态检修，故障检修及日常维护。
- 3.4 应根据电网的运行要求整定水轮机调节系统的有关参数，执行水轮机调节系统的反事故措施。
- 3.5 水轮机调节系统及装置计划检修应随水轮机的计划检修进行。设备检修、调试完毕后应及时向运行人员交代设备的技术变动情况和参数整定，整理原始资料，形成检修与试验报告，修订相应的技术文件。应根据技术变动情况及时修改运行规程和检修规程。
- 3.6 水轮机调节系统的运行、检修、维护人员应经过专门的技术培训，了解设备的使用与技术性能，取得相应资质。
- 3.7 检修后应按 GB/T 9652.2、DL/T 496、DL/T 1120 的规定对水轮机调节系统及装置进行试验，试验结果应达到 GB/T 9652.1 或 DL/T 563 所规定的指标及性能与功能要求。
- 3.8 水轮机调速器调整检查的基本要求与投运前应具备的条件：
 - a) 主接力器的关闭与开启时间的整定及关闭规律符合调节保证计算要求。
 - b) 调节参数整定正确。

- c) 轮叶启动转角整定正确、协联关系准确。
 - d) 工作电源、备用电源及自动回路工作正常，信号正确。
 - e) 远方及现地开/停机、负荷调整、快速事故停机、紧急事故停机等动作及信号指示正确。
 - f) 机组频率信号 TV 回路和系统频率信号 TV 回路熔断器或空气断路器完好并已投入。
 - g) 位移反馈环节连接完好，传动灵活，信号正常。
 - h) 调速器与监控系统现地控制单元 (LCU) 通信正常。
 - i) 接力器锁定装置动作正常、信号指示正确。
 - j) 接力器与控制环或转桨机构，或喷针/折向器，或调压阀的联动操作灵活可靠，在全行程内动作平稳。
 - k) 事故配压阀、重锤关机装置、分段关闭装置、机械过速保护装置等均已调试合格，动作时间及规律符合设计要求。
 - l) 调速器参数整定及功能投入和切除应满足并网运行条件。
- 3.9 油压装置调整检查的基本要求与投运前应具备的条件：
- a) 用油质量符合 GB/T 9652.1 和 DL/T 563 的规定。
 - b) 油泵及阀组工作正常、运行平稳。
 - c) 压力油罐压力、油位与回油箱油位、油温在规定范围内。
 - d) 自动补气装置及压力、液位信号元件、油冷却/加热装置、油外循环过滤装置动作正常。
 - e) 事故低油压、低油位的整定值在规定范围内。
 - f) 漏油装置手动、自动调试合格。
 - g) 各液压管路、阀件、接头、法兰等各部件均无渗漏现象。
- 3.10 水轮机调节系统及装置的主要设备：
- a) 调速器电气控制（调节）柜。
 - b) 调速器机械液压随动系统。
 - c) 油压装置及漏油装置。
 - d) 油压装置及漏油装置控制柜。
 - e) 接力器位移传感器、有功功率变送器、水压传感器、齿盘测速传感器。
 - f) 测频/测速组件。
 - g) 水轮机调节系统的各种交、直流电源。
 - h) 水轮机调节系统的各种测量仪表、指示灯。
 - i) 事故配压阀、重锤关机装置、分段关闭装置、机械过速保护装置。
 - j) 水轮机调节系统的有关二次回路。
- 3.11 主要技术文件：
- a) 水轮机、主接力器的有关技术参数。
 - b) 转桨式机组的协联关系。
 - c) 蓄能机组泵工况下，扬程与接力器开度关系。
 - d) 引水系统参数。
 - e) 调节保证计算报告。
 - f) 水轮机调节系统及所属设备规范，使用说明书，用户手册及选型计算书，运行、检修规程，竣工图纸，试验报告等。
 - g) 调速器及油压装置生产厂所提供的全套技术资料。
 - h) 安全保护装置定值。
- 3.12 备件与专用工具。应结合本单位实际情况，本着保证水轮机调节系统及装置长周期安全稳定运行的原则，制定备件储备定额，定额数量宜不少于 10%。水轮机调节系统及装置的备件主要包括：

- a) 调速器机械液压随动系统的电液转换元件、主控阀（主配）、切换阀、滤油器滤芯、密封元件。
- b) 油压装置的油泵、压力信号元件、液位开关、自动补气装置。
- c) 油压装置控制柜的接触器、软启动器。
- d) 调速器电气控制柜的主要功能模块/组件及电源模块，以及有功功率变送器、压力传感器、频率/转速测量组件和继电器位移传感器等。
- e) 各种继电器、按钮、指示灯。
- f) 调速器所用各种型号的转换开关、电源开关。
- g) 调速器所用各种型号的显示表计及显示器。
- h) 水轮机调节系统及装置生产厂所提供的特种备件及专用工具。

4 水轮机调节系统及装置的基本运行方式

4.1 调速器的基本运行方式

4.1.1 自动运行方式

调速器正常运行方式时，调速器应在自动远方工作状态，操作人员只需巡检和远方操作。自动运行方式有如下运行调节模式。

- a) 按频率调节。
- b) 按开度调节。
- c) 按功率调节。
- d) 按水位调节。
- e) 按流量调节。
- f) 调相运行。
- g) 蓄能机组的水泵〔抽水〕¹⁾方式运行。
- h) 孤立〔孤岛〕〔孤网〕运行。
- i) 一次调频方式运行²⁾。

4.1.2 手动运行方式

- a) 机械手动。
- b) 电气手动。

4.2 油压装置的运行方式

4.2.1 油泵的基本运行方式：

- a) 自动（主/备用）运行。
 - 1) 间歇运行。
 - 2) 连续运行。
 - 3) 增压泵连续运行，主/备用泵间歇运行。
- b) 手动运行。

4.2.2 补气装置的运行方式：

- a) 自动补气。
- b) 手动补气。

4.3 水轮机调节系统的异常运行方式

4.3.1 发生下列情况之一即为水轮机调节系统的异常运行方式：

1) 本规程中〔 〕的用法：用方括号中的内容代替其前面的概念可以组成同一或另一词条。
2) 一次调频在开度调节/功率调节模式下体现，与频率调节模式不同。

- a) 调速器冗余系统出现某一冗余部件故障时。
- b) 水头信号测量故障时。
- c) 机组有功功率、系统频率（电网频率）信号测量故障时。
- d) 接力器位移信号、机组频率/转速信号测量故障时。
- e) 机械液压随动系统故障时。
- f) 调速器出现溜负荷等负荷异常波动现象时。
- g) 调速器出现抽动和振动现象时。
- h) 调速器出现电源消失时。
- i) 油泵启动频率明显提高，系统耗油明显增加时。

4.3.2 异常运行方式的处理原则。

出现水轮机调节系统异常运行方式时，运行人员应密切监视水轮机调节系统的运行状况，并采取必要的应急措施，以防止故障范围扩大。

- a) 当出现 4.3.1 中 a)、b)、c)、i) 所列故障现象时，水轮机调节系统可以继续保持自动运行；出现其他故障时，可切手动临时运行。操作人员必须在现地值守，做好相应的安全措施，并向调度说明情况，必要时申请停机进行检修。
- b) 冗余通道的某一通道因故障退出运行后，可继续使用备用通道运行。退出的冗余故障通道应及时检修。
- c) 水轮机调节系统出现下列任一情况时，应立即停机退出运行：
 - 1) 油压装置系统故障不能维持正常油压时。
 - 2) 调速器机械液压系统渗漏油现象严重时。
 - 3) 调速器机械液压系统卡阻严重时。
 - 4) 自动或手动方式运行不能正常维持接力器位置稳定时。
 - 5) 调速器全部失电，且无法手动控制时。

5 水轮机调节系统及装置的运行操作

5.1 调速器的运行操作

5.1.1 开机

5.1.1.1 手动开机

- a) 开机前应确认调速器已具备手动开机条件。
- b) 调速器置“手动”位置；对于转桨式机组，轮叶在开机前应处于启动转角。
- c) 通过手动操作机构，调整导叶/喷针开度，使机组平稳升速，最终将机组转速稳定在额定转速附近。在手动开机过程中应注意观察机组转速，防止机组过速。对于转桨式机组轮叶宜在“自动”位置，若轮叶在“手动”位置，应按协联要求调整轮叶角度。对于冲击式机组，与启动喷针相对应的折向器应处于全开位置。
- d) 在手动开机过程中，操作人员严禁离开操作岗位。

5.1.1.2 自动开机

- a) 开机前应确认调速器已具备自动开机条件。
- b) 调速器置“自动”位置。
- c) 调速器接收到 LCU 的“开机命令”信号后，根据机组频率自动调整导叶/喷针、轮叶/折向器开度，最终将机组转速稳定在额定转速附近。操作人员应注意监视自动开机过程及相关设备状态。

5.1.2 停机

5.1.2.1 手动停机

- a) 调速器在“手动”位置。

- b) 机组减负荷至空载，手动发令跳开发电机出口断路器。
- c) 待发电机出口断路器跳开后，关闭导叶/喷针至全关。
- d) 监视机组转速，当机组转速降至规定值时，手动投入制动装置和/或高压油。
- e) 导叶全关并压紧后，投入接力器锁定。

5.1.2.2 自动停机

- a) 调速器在“自动”位置。
- b) 调速器接收到 LCU 的“停机命令”信号后，按照设计的停机规律自动停机。操作人员应注意监视自动停机过程及相关设备状态。
- c) 检查导叶全关并压紧，接力器锁定在投入位置³⁾。

5.1.2.3 快速事故停机⁴⁾

快速事故停机具体按附录 D.1 执行。

5.1.2.4 紧急事故停机⁴⁾

紧急事故停机具体按附录 D.2 执行。

5.1.3 运行方式的转换

5.1.3.1 自动运行方式切至手动运行方式

- a) 对具备无扰动“手动—自动”切换功能的调速器，可直接切换；对于不具备该功能的调速器，切换前应进行相应的调整，使机械开限与实际开度一致，再切至手动运行方式。
- b) 对于转桨式机组，应注意保证协联关系的正确。

5.1.3.2 手动运行方式切至自动运行方式

- a) 确认调速器处于正常状态。
- b) 对具备无扰动“手动—自动”切换功能的调速器，可直接切换；对于不具备该功能的调速器应进行相应的调整，使平衡表处于平衡状态，再切至自动运行方式。
- c) 对于转桨式机组，在轮叶随动系统切至自动运行方式前，应先手动调整轮叶实际开度与协联输出信号基本一致，并检查轮叶平衡表处于平衡状态，再切至自动运行方式。

5.1.3.3 其他切换

- a) 常规切换。调速器根据运行操作要求，除定期（或遇故障）要进行手自动切换外，也要对调速器冗余部件进行切换，以确保在系统故障时能正常切换。切换操作时，操作人员应注意监视接力器位移信号的变化。
- b) 功能切换：调速器在运行过程中，根据不同的控制功能，需要进行不同的切换，如并网运行时进行一次调频投/切、功率调节/开度调节之间的切换等操作。操作人员切换操作后，注意监视调节系统的运行状态。

5.1.4 空转/空载运行

调速器可以开机至空转/空载或甩负荷至空载/空转或机组正常解列至空载/空转，当励磁系统不投入时，机组即处于空转状态，当励磁系统投入时，机组即处于空载状态。

当调速器处于自动运行方式时，注意监视机组频率、导叶/喷针开度等；当调速器在手动运行方式时，操作人员必须在现地值守、监视。

5.1.5 并网运行模式

机组在并网前，应确保机组具备并网条件。在并网运行时，水轮机调节系统应具备附录 E 所述的几种主要工作模式。

3) 有的机组在停机备用状态不投锁定，只有退出备用时才投入锁定；但目前大多数监控流程的设计是投入锁定的。

4) 事故停机是一个总的说法，包括快速事故停机、紧急事故停机，具体参照附录 D。联动情形：紧急事故停机的优先级高于快速事故停机，发电机出口断路器立即跳开的优先级高于延时跳开。

5.1.6 负荷增减

5.1.6.1 自动运行方式

水轮机调节系统接受相应指令，实现负荷增减。负荷增减时，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，并监视机组负荷分配合理；同时应避免机组频繁穿越或长时间运行在振动区、空化区。

- a) 在开度调节运行方式下，水轮机调节系统接收来自 LCU 的负荷增减脉冲，增加或减少机组有功功率。
- b) 在功率调节运行方式下，水轮机调节系统接收来自 LCU 的模拟量或数字量（通信方式）形式的功率给定绝对值，由水轮机调节系统自行完成机组有功功率调整过程。

5.1.6.2 手动运行方式

- a) 通过手动操作机构调整负荷，调整时应避免机组负荷超出正常范围。
- b) 对于转桨式机组，在调整导叶开度的同时，注意保持协联关系的正确。
- c) 避免机组频繁穿越或长时间在振动区、空化区运行。

5.2 油压装置的运行操作

5.2.1 油泵运行操作

5.2.1.1 油泵自动运行

- a) 应至少保持一台“主用”、一台“备用”。
- b) 设置油泵控制方式为“自动”。
- c) 检查油泵运转时应无异常噪声。
- d) 监测油泵的启停或加载、卸载是否能按照程序要求在相应液位、压力设定值作出相应的动作。
- e) 应定期进行油泵主备轮换与备用油泵的启动试验。

5.2.1.2 油泵手动运行

- a) 设置油泵及其阀组控制方式为“手动”。
- b) 检查压力油罐和回油箱液位是否正常。
- c) 检查压力油罐压力不高于启动主用泵压力后，启泵、加载。
- d) 压力油罐压力到达额定压力或液位到达上限后，卸载、停泵。
- e) 手动操作油泵时，应注意监视油压、油位。

5.2.2 补气操作

5.2.2.1 自动补气

- a) 自动补气装置在“自动”位置。
- b) 检查压力油罐油位、压力在正常区间。

5.2.2.2 手动补气

- a) 将油泵操作开关转换至“切除”。
- b) 检查压力油罐液位、压力达到补气条件。
- c) 检查气源压力在额定值，打开补气阀。
- d) 当压力油罐压力达到正常工作压力上限时，缓慢打开压力油罐的排油阀，当油位降至规定值（即停止补气油位）时，再关闭排油阀。
- e) 当压力油罐压力重新达到正常工作压力上限时，关闭补气阀，停止补气。
- f) 将油泵恢复至自动方式。
- g) 补气过程中如压力降至备用油泵启动条件时，停止补气、手动启泵，待压力达到正常工作压力下限时停泵，继续补气。
- h) 手动补气时，应注意监视压力、油位，操作人员禁止离开操作现场。

6 水轮机调节系统及装置的巡检与维护

6.1 基本要求

- 6.1.1 应对水轮机调节系统及装置的巡回检查、定期维护、点检项目和要求做出规定。
- 6.1.2 应结合机组具体情况，根据设备制造商技术资料，依照国家和行业标准、规程，编制水轮机调节系统及装置的巡检和维护规定，纳入机组运行和检修规程，并定期修订。
- 6.1.3 应按照相关规定，制定与水轮机调节系统及装置相关的反事故措施并纳入运行规程。
- 6.1.4 在设备运行期间，按规定的巡检内容和巡检周期对水轮机调节系统所属各类设备进行巡检，巡检内容还应包括设备技术文件特别提示的其他巡检要求。巡检情况应有书面或电子文档记录。
- 6.1.5 汛期或极端气候等运行环境下，应加强巡检；新投运的设备、对核心部件或主体进行解体性检修后重新投运的设备，宜加强巡检。

6.2 水轮机调节系统及装置的运行巡检

运行、检修、维护人员应对水轮机调节系统及装置进行定期巡检。巡检次数和时间各水电厂可自行规定，但应遵循以下原则：

- a) 有人值班的水电厂运行人员巡检每天不少于 1 次；无人值班的发电厂值守人员每周至少巡检 2 次。巡检人员应做好巡检记录，发现问题应及时通知检修、维护人员处理。
- b) 水电厂检修人员每周至少巡视 1 次。巡检人员应做好巡检记录，发现问题及时处理。
- c) 水轮机调节系统及装置异常运行期间应增加巡检频次。

6.2.1 调速器的巡检

- a) 检查调速器报警信息。
- b) 调速器报警信息、表计、信号灯指示正常，开关位置正确。
- c) 供电正常，各电气元器件无过热、异味、断线等异常现象。
- d) 水头指示值与当前实际水头一致，控制输出与接力器位移信号基本一致。
- e) 运行方式和运行模式正常。
- f) 调速器运行稳定，控制输出与接力器位移信号无异常波动与跳变。
- g) 调速器各阀件、管路无渗漏，阀件、限位螺杆及锁紧螺母位置正确。
- h) 调速器各杆件、传动机构工作正常，钢丝绳无脱落、发卡、断股现象，销子及紧固件无松动或脱落。
- i) 滤油器压差应在规定的范围内。
- j) 调速器各部位螺钉、锁紧螺母无松动脱落现象。
- k) 接力器动作正常，无抽动现象；推拉杆旋套位置正确，其背帽无松动现象；锁定位置正确，不渗漏。

6.2.2 油压装置的巡检

- a) 检查油压装置报警信息。
- b) 油压装置油温在允许范围内（10℃～50℃）。
- c) 压力油罐油压在“正常工作压力上限”与“正常工作压力下限”之间；油位介于“上限油位”与“下限油位”之间。
- d) 自动补气装置应完好，自动补气失效时应手动补气。
- e) 回油箱油位介于“上限油位”与“下限油位”之间，无渗漏。
- f) 漏油箱油位正常，漏油泵运行正常，无异常振动和噪声；油箱各部位不渗漏。
- g) 压油泵打油正常，无异常噪声，停动时不反转，无过热现象，电动机电流正常，接触器或软启动器工作正常；组合阀动作正常，无异常振动，无渗漏。
- h) 稳定状态下，对于间歇运行的油泵，若制造厂无特殊要求，其启动间隔不得小于 30min。

- i) 各管路、阀件、油位计无漏油、漏气现象，各阀件及锁紧螺母位置正确。
- j) 各元件、组件、液压阀及管路温度正常。

6.3 定期维护

6.3.1 调速器的定期维护

- a) 定期进行调速器自动、手动切换试验，并检查动作情况及有关指示信号。
- b) 定期动作和复归调速器各种电磁阀，包括快速停机电磁阀和/或紧急停机电磁阀，防止长期不动作导致卡死、失效。
- c) 定期对滤油器进行切换、清扫或更换。
- d) 对有关部位定期加油。
- e) 对冗余部件进行定期切换。

6.3.2 油压装置的定期维护

- a) 定期对油泵进行主、备用切换。
- b) 定期对滤油器进行切换、清扫或更换。
- c) 定期对油质进行抽样检验，保持油质合格。
- d) 定期对漏油泵进行手动启动试验。

7 水轮机调节系统及装置的故障与处理

7.1 故障处理的基本要求

7.1.1 在水轮机调节系统及装置发生故障时，应采取有效措施遏制故障的发展，消除对人身和设备造成的危害，恢复设备的安全稳定运行，并及时将故障处理情况向领导或技术部门汇报。

7.1.2 在故障处理过程中，值班人员应坚守岗位，迅速正确地执行值（班）长的命令。对重大突发事件，值班员可依照有关规定先行处理，然后及时汇报。

7.1.3 如果故障发生在交接班过程中，应停止交接班，所有人员在交班值长指挥下进行故障处理。故障处理告一段落，由交接双方值长商定是否进行交接班。

7.1.4 故障处理完毕后，应如实记录故障发生的经过、现象和处理情况，并对故障发生的原因进行分析，必要时要注意保护故障现场；未经当班值（班）长同意不得复归事故信号或任意改动现场设备状况，紧急情况除外（如危及人身安全时）。

7.1.5 故障处理完毕后，应针对故障发生原因制定相应的防范措施。

7.2 调速器的故障处理

7.2.1 自动开、停机不成功

- a) 现象：调速器未能按指令完成开、停机过程。
- b) 原因：未接收到开、停机命令；电源故障；机组频率测量故障；开限拒动；液压系统故障（如电液转换元件故障，引导阀、主配压阀发卡、切换阀失效）；继电器位移传感器故障等。
- c) 处理：应设法排除以上可能的故障原因，必要时将调速器切至手动运行，用手动方式完成开、停机操作，并安排检修处理。在停机过程中如果导叶已关闭，但由于剪断销剪断或导叶漏水量过大造成机组转速下降不到预定值时，应关闭进水工作门（阀）并停机。

7.2.2 调速器抽动和振动⁵⁾

7.2.2.1 调速器周期性抽动。

- a) 现象：平衡表周期性摆动；主配压阀抽动并有油流声；继电器发生有规律的往复运动；机组有功功率/转速周期性摆动。

5) 若水轮机调节系统的人工频率/转速死区、永态转差系数/调差率整定值较小，当参与电网一次调频时，继电器位移/机组有功功率会随着系统频率的变化而自动调整，这属正常调节现象，与调速器抽动不同。

- b) 原因：随动系统增益过大或其他整定参数发生变化，超过稳定极限；传感器及电液转换元件滞环非线性过大；功率闭环调节存在超调等。
- c) 处理：对于具有冗余设计的调速器，可以先切至备用通道，观测周期性抽动现象是否消失。否则，应将调速器切至手动运行方式，或停机检修。

7.2.2.2 调速器非周期性抽动。

- a) 现象：调速器有间歇性非周期抽动；平衡表摆动；主配压阀有油流声；继电器发生无规律往复运动；机组有功功率/转速非周期性摆动。
- b) 原因：电源电压不稳定；电气硬件故障；反馈元件性能劣化或回路接触不良；调节器受到严重干扰；油质劣化造成阀芯卡阻、节流口堵塞等。
- c) 处理：对于具有冗余设计的调速器，可以先切至备用通道，观测非周期性抽动现象是否消失。否则，将调速器切至手动运行方式，或停机检修。

7.2.2.3 调速器振动。

- a) 现象：引导阀、主配压阀及其杆件和管路产生频率较高的抖动，并伴有明显的振动噪声。
- b) 原因：电液转换元件振动分量过大；控制阀及管路进气；控制阀搭叠量不对称等。
- c) 处理：首先将调速器切手动方式运行，若故障仍未消失，应及时停机检修。

7.2.3 调速器溜负荷⁶⁾

- a) 现象：在没有接收到负荷调整指令的情况下，机组有功功率自行减小或增加。
- b) 原因：平衡表指示与溜负荷的方向不一致时，一般属机械液压系统原因，大多是由于电液转换元件或主配压阀发卡或节流孔堵塞以及机械零点漂移所致；平衡表指示与溜负荷方向一致时，属电气部分原因，如机组频率测量错误或干扰；继电器位移或有功率信号采样有问题；人工频率/转速死区为 0；调节器硬件故障等。
- c) 处理：对于机械液压系统原因，应停机检修；对于电气部分原因，可将调速器临时切至手动运行方式，或停机检修。

7.2.4 机组频率消失

- a) 现象：机组开机、空载/空转或并网运行时，调速器测不到机组频率信号。
- b) 原因：机组频率测量回路熔断器熔断；TV 残压过低；测频模块/组件元器件故障或失效等。
- c) 处理：开机过程中若发生机组频率故障，应立即停机或改手动方式开机；空载/空转时发生机组频率故障，调速器可切至手动运行方式，或由调速器自行触发关机保护，以保证机组安全；机组并网运行中发生机组频率故障时，对具有容错功能的调速器，可保持继电器当前位置继续自动运行，否则应切至手动运行方式，但操作人员要现地监视并决定是否停机处理。

7.2.5 电网频率消失

- a) 现象：调速器测不到系统频率信号。
- b) 原因：电网频率测量回路熔断器熔断；电网 TV 电压不正常；测频模块/组件元器件故障或失效等。
- c) 处理：电网频率信号消失一般不会影响机组运行，可安排在适当时间处理。

7.2.6 继电器位移信号故障

- a) 现象：调速器测量不到继电器位移信号或信号跳变。
- b) 原因：继电器位移传感器故障；继电器位移信号采集通道或模块故障。
- c) 处理：在开机过程中、空载或空转运行中出现继电器位移信号故障时，调速器应能自行触发关机保护，以确保机组安全；在并网运行中出现继电器位移信号故障时，对具有容错功能的

6) 担任系统调频任务的机组，人工频率/转速死区、永态转差系数/调差率整定值较小，当参与一次调频时，机组负荷会随着系统频率的变化而自动调整，这属正常调节现象，与溜负荷不同。

调速器，可保持接力器当前位置继续自动运行，否则应切换至手动运行方式，但操作人员要现地监视及确认是否停机处理。

7.2.7 有功功率信号故障

- a) 现象：调速器测量不到机组有功功率信号或信号跳变。
- b) 原因：有功功率变送器故障或失效；有功功率信号采集通道或模块故障。
- c) 处理：若此时调速器处于功率调节模式，应切换至开度调节模式或其他调节模式。有功功率信号故障一般不影响机组运行，可安排在适当时间处理。

7.2.8 水头信号故障

- a) 现象：调速器测量不到水头信号或信号跳变。
- b) 原因：水头传感器/变送器故障或失效；水头信号采集通道或模块故障。
- c) 处理：水头信号故障一般不影响机组运行，可安排在适当时间处理；但对于转桨式机组，此时轮叶不能按照自动水头值协联，实际有效水头需要人为设置。

7.2.9 调速器电气部分故障

- a) 现象：调速器出现相应的故障信号报警。
- b) 原因：电源故障、模块及通道故障、通信故障、控制器本体或 CPU 故障、锂电池欠电压等。
- c) 处理：应根据硬件实际故障更换相关的硬件模块、组件，恢复调速器正常工作。有备用机的应切至备用机运行，公共部分故障或无备用机的可切至手动运行，并尽快处理。若是调速器电源消失，则应检查备用电源是否投入，若同时失去工作电源与备用电源，应将调速器切至手动运行，查明失电原因，并恢复供电。

7.2.10 调速器液压随动系统故障

调速器液压随动系统故障包括：电气—机械/液压转换环节故障、主配故障、切换阀故障、液压放大系统故障、反馈故障等。检修人员应根据随动系统实际故障进行相关的检查处理，恢复调速器正常工作。

7.3 油压装置故障处理

7.3.1 油压过低处理

- a) 检查压力油罐液位是否过高，如液位过高，则应检查压力油罐及补气管路是否漏气、补气阀是否自动补气，若未自动补气应立即手动补气；若补气量不能补偿漏气量，应准备停机处理。
- b) 若压力油罐液位正常，则应检查主用、备用泵是否启动，若未启动，应立即手动启动油泵；若手动启动不成功，则应检查二次回路及动力电源、油泵—电动机是否正常。
- c) 若主用泵在运转，则应检查回油箱油位是否过低、安全减载阀组（或油泵组合阀）是否误动、油系统有无泄漏。
- d) 若油压短时不能恢复，则把调速器切至手动，停止调整负荷并作好停机准备。必要时可以关闭进水闸门停机。
- e) 油压低至事故低油压时，应直接动作快速事故停机或紧急事故停机。

7.3.2 油压过高处理

- a) 对于油泵间歇运行方式的油压装置，检查油泵是否运转，若油泵在运转状态则手动停泵。
- b) 对于油泵连续运行方式的油压装置，检查安全减载阀组（或油泵组合阀）是否处于加载状态，若在加载状态则手动卸载、停泵。
- c) 检查压力罐液位是否低、补气阀是否正在补气，若液位低或补气阀在补气则手动停止补气，并排气。

7.3.3 压力油罐油位异常处理

压力油罐油位过高或过低，应检查自动补气装置的工作情况，必要时手动补气、排气，调整油位

至正常。

7.3.4 回油箱液位异常处理

- a) 回油箱液位过高，检查压力油罐液位是否正常，若液位过低，则参照 7.3.2 条 c) 项处理；若压力罐液位正常，则化验油液是否混水。
- b) 回油箱液位过低，检查压力罐液位是否正常，若液位过高，则参照 7.3.1 条 a) 项处理；若压力罐液位正常，检查油系统是否有泄漏。

7.3.5 油泵故障处理

油泵故障主要包括：油泵无流量输出或输油量过低、油泵出现反转、油泵运行中出现异常振动和噪声、油泵出现抱泵故障等。应联系专业人员根据油泵实际故障进行相关的检查处理，恢复油泵正常工作。

7.3.6 漏油箱油位异常处理

- a) 漏油箱油位过高，而油泵未启动时，应手动启动油泵，并查明原因，尽快处理；若手动无法启动油泵，则应检修处理。
- b) 油泵启动频繁且油位过高时，应检查电磁阀等阀件是否大量排油及各泄漏点漏油量是否偏大，并进行相应处理。

8 水轮机调节系统及装置的检修

8.1 检修分类

检修工作可分为以下五类：A/B 级检修、C 级检修、D 级检修、状态检修、故障检修。

8.2 检修周期

8.2.1 水轮机调节系统及装置的检修计划应遵循 DL/T 838，随水轮机计划检修进行。计划检修工期安排不应影响水轮机整体计划检修工期。

8.2.2 当水轮机调节系统发生危及安全运行的异常情况或发生事故时，应退出运行进行故障检修。应根据设备损坏的程度和处理难易程度向电网调度部门申请检修工期，按调度批准的工期进行检修。

8.2.3 水轮机调节系统在运行中遗留的设备缺陷应尽可能利用机组停机备用或临时检修机会消除，减少带病运行时间。

8.3 检修项目

检修工作的项目应不少于本标准规定的内容。在按本标准执行的基础上，各水电厂可根据实际情况增加必要的检修项目。

8.3.1 D 级检修项目

- a) 基本项目。
 - 1) 水轮机调节系统所属的各电气屏柜及内部组件检查、清扫。
 - 2) 水轮机调节系统所属二次接线端子检查、紧固。
 - 3) 水轮机调节系统所属各自动化元件检查、动作模拟。
 - 4) 滤油器滤芯的检修清扫或更换。
 - 5) 水轮机调节系统渗漏检查及处理。
 - 6) 导叶、轮叶、喷针、折向器、调压阀接力器位置反馈检查、校验。
 - 7) 残压测频与齿盘测速组件的检查。
 - 8) 所有螺栓、螺母预紧。
- b) 特殊项目。
 - 1) 运行中发现的缺陷，可以延迟到 D 级检修中进行的项目。
 - 2) 为确定 A/B 级检修项目的预备性检查。

8.3.2 C 级检修项目

- a) 基本项目。

- 1) 全部 D 级检修项目。
 - 2) 油液清洁度检查。
 - 3) 水轮机调节系统各电气回路检查。
 - 4) 水轮机调节系统操作回路联动试验及信号检查。
 - 5) 信号隔离继电器校验。
 - 6) 故障保护功能及容错功能检查、模拟。
 - 7) 事故配压阀、重锤关机装置、分段关闭装置的检查、动作模拟。
 - 8) 机械超速保护装置检查、动作模拟。
 - 9) 油泵组合阀、压力油罐空气安全阀试验、调整。
 - 10) 所有表计包括压力表、压力开关、压力变送器、温度传感器和液位计校验。
 - 11) 各种电磁阀的测试。
- b) 特殊项目。
- 1) 运行中发现的缺陷, 可以延迟到 C 级检修中进行的项目。
 - 2) 为确定 A/B 级检修项目的预备性检查。
 - 3) 水轮机调节系统的预防性试验按 GB/T 9652.2、DL/T 496、DL/T 1120 有关规定执行。

8.3.3 A/B 级检修项目

- a) 基本项目。
- 1) 全部 C 级检修项目。
 - 2) 水轮机调节系统各自动化元件检查、调整。
 - 3) 液压系统管路的检修。
 - 4) 主配压阀的检修、清扫。
 - 5) 事故配压阀、重锤关机装置、分段关闭装置的检修、清扫。
 - 6) 机械超速保护装置的检修。
 - 7) 压力油罐内部检查、清扫。
 - 8) 回油箱检修、清扫。
 - 9) 漏油箱检修、清扫。
 - 10) 压油泵解体检修。
 - 11) 油泵组合阀检修。
 - 12) 继电器的耐压能力与密封性能检查。
 - 13) 水轮机调节系统设备检修后的试验见本标准第 9 章。
- b) 特殊项目。
- 1) 重大反事故措施的执行。
 - 2) 设备结构有重大变动。
 - 3) 改进设备的功能和性能。
 - 4) 更新设备, 换型改造。

注: 特殊项目的实施应在检修前提出实施方案, 经相关部门审批, 待准备充分后方可实施。关键重要设备或组件的改造、换型应呈报主管单位和电网调度部门备案。

8.3.4 状态检修项目

已开展状态检修的水电厂可根据水轮机调节系统设备实际运行健康水平参照本标准制定状态检修项目。

水轮机调节系统的设备状态检修项目制定原则应保证系统检修后的健康水平, 不发生因水轮机调节系统设备漏检而引发的水轮机组强迫停运事故。

8.3.5 故障检修项目

凡由于水轮机调节系统所属设备、元器件、组件或回路引发的, 发生危及设备安全运行, 而必须要求

停机进行检修的项目，以及在运行中发生故障，致使机组强迫停运进行检修的项目均为故障检修项目。

9 水轮机调节系统及装置检修后的试验

9.1 一般要求

检修后的水轮机调节系统及装置必须经试验合格后才能投入系统运行。试验标准应遵循 GB/T 9652.2、DL/T 496、DL/T 1040、DL/T 1120 的规定。

9.2 计划性检修后的试验

9.2.1 A/B 级检修后的试验项目应按 DL/T 496、GB/T 9652.2 的规定逐项进行，技术性能应满足 GB/T 9652.1、DL/T 563 的规定。必要时或有条件时，可进行机组一次调频性能测试、AGC 性能测试等相关试验，其性能指标应满足 DL/T 1040 的要求。

9.2.2 C/D 级检修若更换水轮机调节系统设备元器件、组件，或重新调整接力器关闭规律、接力器关闭和开启时间等重要参数时，应按照 GB/T 9652.2、DL/T 496、DL/T 1040、DL/T 1120 进行相关的试验。

9.3 状态、故障检修后的试验

涉及 A/B 级检修的项目内容应按第 9.2.1 条执行。涉及 C/D 级检修的项目内容应按第 9.2.2 条执行。

10 水轮机调节系统及装置运行检修技术文件

10.1 各水电厂可按本标准所提技术文件项目，根据本厂发电设备管理特点开展水轮机调节系统及装置运行检修技术管理工作。

10.2 运行检修技术文件主要包括有关水轮机调节系统及装置的运行规程、检修规程，设备检修维护记录簿（含履历表）、巡检记录簿（表）、检修技术总结、技术改造（改进）专题报告、故障事故记录（含履历表）、故障事故专题分析报告、试验记录报告和结果分析报告等。

10.3 运行检修技术文件应真实全面反映水轮机调节系统及装置运行检修维护状况，可以是书面记录，也可以是电子文档。

10.4 检修技术总结和检修技术档案的形成。

10.4.1 水轮机调节系统及装置检修完毕后，应及时进行技术总结；设备改造应进行专题总结，同时修订图纸和运行、检修规程。

10.4.2 水轮机调节系统及装置检修报告的格式可参照 DL/T 838、DL/T 1066 中关于检修报告、检修总结格式的要求制定。

10.4.3 A/B 级检修、故障检修、设备改造应形成技术档案并归档。技术档案的基本内容包括：检修机组的编号、型号、生产厂家，水轮机调节系统及装置主要设备的编号、型号、生产厂家，实际检修的起止日期，从上次检修到本次检修期间的实际运行小时数、备用小时数、C/D 级检修次数、总的强迫停运小时数，本次检修报告，两次检修间故障分析及处理报告，主要设备缺陷处理记录，技术革新和设备改造专题资料，检修的试验记录报告和结果分析报告等。

10.5 水轮机调节系统及装置的故障记录文件。

- a) 水轮机调节系统及装置发生故障应有完整的记录，记录应包括以下内容：故障发生的时间、故障发生前及发生时的重要运行参数（机组有功功率、频率、导叶/喷针开度、轮叶/折向器开度、水头、机组的运行方式及控制方式、调速器运行方式和控制模式等）、故障发生时出现的所有信号、相关表计指示状况及数值、设备动作顺序、运行人员的处理过程。
- b) 故障造成的设备损坏情况，检修情况过程及采取的措施，更换的元件及参数。
- c) 故障发生的原因分析（包括设备或元件质量问题，设计、制造上的缺陷，运行、检修、施工、验收中存在的问题，设备隐患等有关记录）。
- d) 针对本次故障事故所制定采取的反事故技术措施。

附录 A

(资料性附录)

水轮机调节系统及装置重要试验内容及周期

水轮机调节系统及装置重要试验内容及周期见表 A.1。

表 A.1 水轮机调节系统及装置重要试验内容及周期

试验名称	试验内容	试验周期或条件
测频/测速组件检查试验	测频/测速分辨率和误差测量	1年
位移传感器的调整试验	传感器零点/满度检查、校验, 测量误差、线性度测试	1年
接力器关闭与开启时间及关闭规律检查调整	接力器开关机时间及关闭规律测试	1年
故障模拟试验	电源、导叶接力器位移信号、转速/频率信号、水头信号、有功功率信号故障模拟试验	1年
操作回路动作试验	自动开机、手/自动切换、增减负荷、自动停机 等模拟试验	1年
控制模式切换试验	频率控制、功率控制、开度控制、水位控制和流量控制的切换试验	A/B级检修或功能改变后
调速器静态特性试验	人工转速/频率死区、实际转速死区、接力器摆动值、非线性度、永态转差系数测试	A/B级检修或功能改变后
协联关系试验	协联曲线及轮叶随动系统不精确度测试	A/B级检修或功能改变后
导叶(喷针)间同步试验	多喷嘴冲击式水轮机各喷针和每个导叶单独控制的水泵水轮机导叶间的同步试验	A/B级检修或功能改变后
联动模拟试验	与机组监控系统、励磁系统联动试验	1年
空载试验	空载扰动、手动和自动空载转速摆动测试	功能改变后或必要时
甩负荷试验	验证甩负荷后过渡过程性能是否满足调节保证计算要求	A/B级检修或功能改变后
接力器不动时间 T_q 测定试验	测定指令信号按规定变化时的接力器不动时间	功能改变后或必要时
带负荷连续 72h 运行试验	检验机组带负荷连续运行时的调速器稳定性能	A/B级检修或功能改变后
接力器的压力和密封检查	检查接力器的承压能力和渗漏油情况	A/B级检修或必要时
油泵运转及检查	油泵空载及负载试验	1年
安全阀或阀组试验	安全阀、卸载阀、止回阀等的试验	1年
油压装置各油压、油位信号整定值校验	压力和液位信号动作准确性校验	1年
油压装置自动运行模拟试验	人为进行油压及油位变化, 进行油压装置运行模拟试验	1年
一次调频试验	一次调频调节性能测试	功能改变后或必要时
AGC 负荷调节试验	AGC 负荷调整速度和滞后时间测试	A/B级检修或功能改变后
孤立运行试验	模拟孤网[孤岛]或在实际孤网方式下, 进行频率/负荷调整试验, 选择优化参数	功能改变后或必要时
黑启动试验	按水电厂制定的黑启动方案进行试验	功能改变后或必要时
参数测试	数学模型参数测试与辨识	功能改变后或必要时

注: 试验方法按本标准和 DL/T 496、GB/T 9652.2、DL/T 1120、DL/T 1040 执行。

附录 B (资料性附录)

水轮机调节系统及装置运行规程编写的基本内容

水电厂(站)应结合本厂具体情况,根据本标准并参照 DL/T 600 编写本厂的水轮机调节系统及装置现场运行规程。规程应包括如下主要章节和内容。

B.1 范围

本章应对规程的主要内容作出介绍,并指出规程的适用范围。

B.2 引用的标准

列出所引用的标准。

B.3 相关设备主要技术参数

B.3.1 水轮发电机组主要参数。

B.3.2 调速器主要参数及整定值。

B.3.3 油压装置参数及整定值。

B.4 基本要求

对调速器及油压装置投入运行前应具备的条件、必须满足的基本要求作出规定。

B.5 运行方式

对调速器及油压装置的运行方式作出规定。

B.6 运行操作

对开机、停机、负荷调整、运行方式转换等操作作出具体规定。

B.7 巡检与维护

对日常巡检的内容及定期维护的部位、方法作出规定。

B.8 故障及事故处理

对调速器及油压装置常见的故障及事故处理原则和方法、步骤作出明确规定。

B.9 附录

现场运行规程可根据需要附以下图纸:

- a) 调速器机械液压系统图。
- b) 调速器电气系统图。
- c) 油压装置系统图。

附录 C
(资料性附录)

水轮机调节系统及装置检修规程编写的基本内容

水电厂(站)应结合本厂具体情况,根据本标准并参照 DL/T 600 编写本厂的水轮机调节系统及装置现场检修规程。规程应包括如下主要章节和内容。

C.1 范围

本章应对规程的主要内容作出介绍,并指出规程的适用范围。

C.2 引用的标准

列出所引用的标准。

C.3 相关设备主要技术参数

C.3.1 水轮发电机组主要参数。

C.3.2 调速器主要参数及整定值。

C.3.3 油压装置参数及整定值。

C.4 检修周期

对调速器及油压装置计划检修、状态检修、故障检修的基本要求作出规定。

C.5 检修项目

在本标准执行的基础上,结合本厂实际情况对调速器及油压装置的检修项目作出规定。

C.6 检修方法及检修工艺

对各检修项目的检修操作方法及检修工艺作出具体规定。

C.7 检修后的调整试验

在执行本标准及 GB/T 9652.2、DL/T 496、DL/T 1120、DL/T 1040 的基础上,结合本厂实际情况对检修后的调整试验项目、方法、技术要求作出具体规定。

C.8 日常维护与保养

结合本厂实际情况对调速器及油压装置的日常维护与保养作出规定。

C.9 附录

现场检修规程可根据需要附以下图纸资料:

- a) 调速器机械液压系统图。
- b) 调速器电气系统图。
- c) 油压装置系统图。
- d) 调速器及油压装置安装布置图。
- e) 漏油装置安装布置图。
- f) 电控柜安装布置及盘面与结构图。

- g) 系统油管路和设备布置图。
- h) 电气系统框图及原理图。
- i) 调速器电路图及配线图。
- j) 端子接线图。
- k) 压油装置组合阀装配图。
- l) 外购件用户手册或说明书。
- m) 主配压阀结构图。
- n) 事故配压阀、重锤关机装置、分段关闭装置、机械超速装置结构图。

附录 D (规范性附录)

关于快速事故停机、紧急事故停机的定义与描述

D.1 快速事故停机 quick shutdown

指在水轮机调速器处于运行工况下，机组发生故障事故时，通过向调速器发送快关信号，从而作用于调速器的快速停机阀，使接力器在最短关闭时间（调节保证计算要求的关机时间）内关闭而实现机组停机。快速事故停机具体分为机械事故快速停机（QSD-M）、电气事故快速停机（QSD-E）。

D.1.1 机械事故快速停机 quick shutdown, mechanical faults (QSD-M)

在机组机械部分发生故障事故的情况下（例如，轴承温度过高，机组运行中调速器低油压、低油位，机组运行中突然发生异常振动和摆动……），即时动作调速器的快速停机阀；为避免不必要的机组转速上升，在快速停机过程中，发电机出口断路器应延时跳开（大约在水轮机导叶开度的空载位置、冲击式水轮机折向器完全折入或者达到零功率输出时）。

D.1.2 电气事故快速停机 quick shutdown, electrical faults (QSD-E)

在机组电气部分发生故障事故的情况下（例如，发电机的电气部分，出现差动、过电流、失磁、过电压等），发电机出口断路器立即跳开，并即时动作调速器的快速停机阀，实现机组停机。

D.2 紧急事故停机 emergency shutdown

在机组过速、水轮机调速器出现严重故障、电站中某些特定危险出现的情况下，或者紧急停机按钮触发时，需要进行紧急事故停机。此时将由其他自动化元件或装置（如事故配压阀、重锤关机装置等）跨越调速器关闭接力器使机组停机，或关闭主进水阀（球阀、蝶阀、筒阀、快速门）实现机组停机。紧急事故停机具体分为自动紧急事故停机（ESD-A）、手动紧急事故停机（ESD-PB）。

D.2.1 自动紧急事故停机 automatic emergency shutdown (ESD-A)

在机组过速、水轮机调速器出现严重故障、电站中某些特定危险出现的情况下，自动紧急事故停机流程将会自动触发。在自动紧急事故停机过程中，如果可能的话，发电机出口断路器应延时跳开（大约在水轮机导叶开度的空载位置、冲击式水轮机折向器完全折入或者达到零功率输出时）。

D.2.2 手动紧急事故停机 push-button emergency shutdown (ESD-PB)

当运行人员发现异常情况决定手动紧急停机时，可手动按下紧急停机按钮实现机组停机。由于在这种情况下，机组控制系统及装置的故障类型尚不明确，因此在紧急停机动作的同时，发电机出口断路器应立即跳开。

D.3 汇总表以及联合触发情形

表 D.1 总结了快速事故停机和紧急事故停机的不同情形。

为了保证机组的安全，联合触发的正确动作应遵守机组安全规定。基本规则是：

- a) 紧急事故停机的优先级高于快速事故停机；
- b) 发电机出口断路器立即跳开的优先级高于延时跳开。

例如：若自动紧急事故停机的同时伴随电气事故下的快速停机信号，则将跨越调速器，并立即跳开发电机出口断路器，使机组紧急停机（其结果类似于手动紧急事故停机）。

表 D.1 快速事故停机和紧急事故停机情况汇总

触发情形		触发判据	调速器状态		动作	
			有效	无效		
QSD-M	机械事故快速停机	机组机械故障事故	√		延时跳开发电机出口断路器（在空载开度或者 $P_G \approx 0$ 时跳开）	通过向调速器发送快关信号，使接力器在最短时间内关闭而实现机组停机
QSD-E	电气事故快速停机	机组电气故障事故	√		立即跳开发电机出口断路器	
ESD-A	自动紧急事故停机	机组超速，调速器严重故障等		√	如果可能的话，宜延时跳开发电机出口断路器（在空载开度或者 $P_G \approx 0$ ，或最终导叶开度为零时跳开）	由其他自动化元件或装置跨越调速器关闭接力器使机组停机，或关闭主进水阀实现机组停机
ESD-PB	手动紧急事故停机	由运行人员决定	无关		立即跳开发电机出口断路器	
联动情形					紧急事故停机的优先级高于快速事故停机； 发电机出口断路器立即跳开的优先级高于延时跳开	
注：建议在水轮机正常停机结束后，操作快速停机阀和/或紧急停机阀；建议对快速停机阀和/或紧急停机阀定期进行功能检查。						

附录 E
(规范性附录)
水轮机调节系统并网运行基本模式

在机组并网运行时，水轮机调节系统应具有如下所述的几种基本工作模式。

E.1 功率调节

根据负荷分配要求增减机组有功功率。LCU 向调速器发送模拟量或数字量（通信方式）形式的功率给定绝对值，由调速器自行跟踪功率给定，实现功率闭环调节。

E.2 开度调节

根据负荷分配要求增减导叶/喷针开度，从而改变机组有功功率。开度调节为调速器并网运行的必备调节模式。

E.3 一次调频

根据电网运行要求投入一次调频功能，调速器根据实际频率与目标频率（即频率给定）的偏差自动调整接力器开度/机组有功功率，以提高电网频率控制水平、保持电网稳定。

注：对于低水头机组，由于机组水力特性的影响，一次调频的有功功率输出会出现明显的反调和滞后现象。

E.4 水位调节

水轮机调节系统在水位调节模式下，将电站前池水位信号作为控制目标，根据开度—水位关系曲线控制机组开度，进而控制水库水位，改善来水量的优化自动调度。

E.5 流量调节

水轮机调节系统在流量调节模式下，将流量作为控制目标，通过中枢控制站手动或自动设定目标信号，从而作用于调速器的导叶开度限制或开度给定，同时把导叶或轮叶开度折算成与流量成比例的量作为反馈信号，实现对沿着同一河流的若干梯级电站系统按一个给定的流量曲线进行控制的目的。

E.6 调相运行

调相运行用于发电机输出无功功率。机组已同期并网，导叶或喷针正常关闭，而转轮在空气中转动（有的蓄能机组抽水调相可以不压水），或使水轮机与发电机分开（解耦）的运行方式。

对于蓄能机组，有发电调相和抽水调相两种调相运行方式。

E.7 可逆式机组（水泵水轮机）的水泵运行

蓄能机组处于泵工况运行，调速器根据实际扬程，按给定的扬程与开度曲线调节导叶开度，使泵机组始终运行在对应最佳工况。水泵抽水运行时，应将频率/转速调节功能或功率调节功能切除，按开度调节运行。

E.8 孤立运行

当机组处于孤立运行时，水轮机调节系统以频率为调节日标，根据频率变化自动调整导叶/喷针开度，从而改变机组频率与有功功率，使机组频率维持在一定范围内。

注：调速器在并网的不同运行模式下运行时，若机组频率偏差持续大于某一设定值（如大于 0.5Hz），则自动转入频率调节模式，即进入孤立 [孤岛] [孤网] 运行方式。一次调频与孤立调节不同，前者以开度/功率作为调节日标，后者以频率作为调节日标。若孤立运行时负荷变化十分频繁且变化幅度过大，将引起调节过程不稳定。

参 考 文 献

- [1] GB/T 1.1—2009 标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写
 - [2] JB/T 8191 电工术语 水轮机控制系统
 - [3] IEC 61362 水轮机调节（控制）系统技术规范导则
-

中华人民共和国
电力行业标准
水轮机调节系统及装置
运行与检修规程
DL/T 792—2013
代替 DL/T 792—2001

*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2013年8月第一版 2013年8月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1.5印张 43千字
印数 0001—3000册

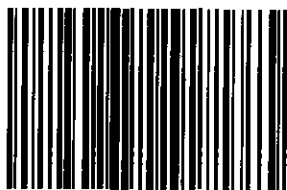
*

统一书号 155123·1614 定价 13.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



155123.1614

上架建议：规程规范/
水利水电工程/水力发电

