

ICS 27.140  
K 55  
备案号: 63051-2018

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

**DL/T 710 — 2018**  
代替 DL/T 710 — 1999

---

## 水轮机运行规程

Code of operation for hydraulic turbines

2018-04-03 发布

2018-07-01 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 术语和定义	1
4 基本规定	2
5 运行技术条件	2
5.1 一般规定	2
5.2 水轮机导轴承	2
5.3 进水口工作闸门（或主阀）和筒形阀	3
5.4 检修密封和主轴密封	3
5.5 顶盖排水	3
5.6 补气装置	3
5.7 水力量测系统	4
6 水轮机运行操作	4
6.1 一般规定	4
6.2 启动条件	4
6.3 自动方式开停机	5
6.4 手动方式开停机	5
6.5 进水口工作闸门（或主阀）和尾水管闸门	5
6.6 检修隔离	6
6.7 隔离恢复	6
7 水轮机稳定及经济运行	6
7.1 稳定运行	6
7.2 经济运行	7
8 监视、检查和维护	7
8.1 运行监视	7
8.2 巡视检查	7
8.3 定期维护	9
9 异常运行及事故处理	9
9.1 一般要求	9
9.2 异常运行	9
9.3 事故处理	11
附录 A（资料性附录） 水轮机及其附属设备主要参数	13
附录 B（资料性附录） 现场水轮机运行规程包含内容	16

## 前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准对 DL/T 710—1999《水轮机运行规程》进行修订，主要技术内容变化如下：

- 修改了标准适用范围；
- 增加了术语和定义；
- 增加了水轮机运行管理的基本规定；
- 增加了设备运行技术条件；
- 增加了水轮机稳定运行要求；
- 增加了冲击式、贯流式机组的操作要求；
- 增加了机组蠕动、补气管漏水等事故处理内容；
- 删除了机组监控自动化系统、调速系统及油压装置、发电机及其附属设备相关内容；
- 删除了水泵的检查和维护；
- 将原标准第 8 章内容调整为附录 B “现场水轮机运行规程包含内容”。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业水轮发电机及电气设备标准化技术委员会（DL/TC 10）归口。

本标准起草单位：龙滩水电开发有限公司龙滩水力发电厂、中国长江电力股份有限公司。

本标准主要起草人：张强、王鹏宇、张继承、肖慈垚、庞万禄、吴祖平、尹熬、李志祥、姜德政、江传宾、张良颖、李冬、龙浩、谢亚军、赵红标、李宗泰、王伟。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：DL/T 710—1999。

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）。

# 水轮机运行规程

## 1 范围

本标准规定了水轮机及其附属设备的运行技术条件，水轮机运行操作，水轮机稳定及经济运行，监视、检查和维护，异常运行及事故处理等的要求。

本标准适用于功率为 10MW 及以上的水轮机；转轮公称直径在 1.0m 及以上的混流式、冲击式水轮机；转轮公称直径在 3.3m 及以上的轴流转桨式、贯流式水轮机。其他类型水轮机可参照使用。

## 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 2900.45 电工术语 水电站水力机械设备

GB 11120 涡轮机油

GB/T 11805 水轮发电机组自动化元件（装置）及其系统基本技术条件

GB/T 14478 大中型水轮机进水阀门基本技术条件

GB/T 15468 水轮机基本技术条件

GB 26164.1 电业安全工作规程 第 1 部分：热力和机械

GB 26860 电力安全工作规程（发电厂和变电站电气部分）

GB/T 30141 水轮机筒形阀基本技术条件

DL/T 507 水轮发电机组启动试验规程

DL/T 751 水轮发电机运行规程

DL/T 792 水轮机调节系统及装置运行与检修规程

DL/T 827 灯泡贯流式水轮发电机组启动试验规程

DL/T 1245 水轮机调节系统并网运行技术导则

## 3 术语和定义

GB/T 2900.45 界定的术语以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**稳定运行 stable operation**

水轮机固定部件和转动部件的振动、轴摆度、流道压力脉动等运行参数均在允许范围内的运行状态。

### 3.2

**经济运行 economic operation**

在确保安全可靠运行的基础上，通过优化水轮机及其附属设备的运行方式，对水轮机及其附属设备实施工况调整，从而最大限度地提高水轮机的运行效率，降低综合损耗（耗水率、耗电率、机械磨损等）。

### 3.3

**异常运行 abnormal operation**

运行参数超标或带缺陷运行，存在潜在风险可能导致不良后果的状态。



### 3.4

**稳定运行区（A/B 区） stable operation area（area A/B）**

水轮机可长期安全、稳定运行的工况区域。

### 3.5

**限制运行区（C 区） limited operation area（area C）**

水轮机不宜长期运行的工况区域。

### 3.6

**禁止运行区（D 区） prohibited operation area（area D）**

水轮机不应运行的工况区域。

## 4 基本规定

4.1 水轮机投入运行前应完成运行管理机构设置，以及定期试验与轮换、巡回检查、缺陷管理等运行管理制度的制定。

4.2 运行维护人员应进行水轮机相关技术培训，并掌握运行维护技能。

4.3 运行技术资料主要包括：

- a) 水轮机及其油、水、气系统等附属设备的布置图、结构图、原理图、接线图，安装维护使用技术说明书和随机供应的产品图纸，各种盘柜和自动化设备的安装布置图。
- b) 水轮机进水口、引水管、蜗壳（配水环管）、尾水管、主阀、闸门等流道及部件的安装布置图、结构图、操作原理图等。
- c) 水轮机运转特性曲线、调节保证计算结果、安全稳定经济运行资料、并网许可资料及其他重要计算资料。
- d) 水轮机及其附属设备的安装、检修过程记录、试验记录、验收记录、投运许可记录，安装、运行的影像资料。
- e) 水轮机及其附属设备改进部分的方案、图纸和技术资料及历年运行记录总结，缺陷记录，异常和事故记录，油、水、气系统运行记录，各部轴承运行温度记录，各充油设备加、排油记录，各部振动（轴摆度）记录。
- f) 运行所需的备品备件目录，特殊工具目录及存放要求。
- g) 现场运行规程、运行图册、检修规程、试验规程、应急处置方案等。
- h) 水轮机及其附属设备主要参数（参见附录 A）。

4.4 水轮机的运行安全管理应符合 GB 26164.1、GB 26860 的安全工作规定。

4.5 运行单位应根据水轮机型式及电站特点编写现场运行规程及运行维护记录表格等。现场运行规程编写内容见附录 B。

## 5 运行技术条件

### 5.1 一般规定

5.1.1 水轮机应满足 GB/T 15468 的要求。

5.1.2 水轮机自动化元件及自动化系统应满足 GB/T 11805 的要求。

5.1.3 水轮机调节系统应满足 GB/T 9652.1、DL/T 792、DL/T 1245 的要求。

5.1.4 新安装及检修后的水轮机应满足 DL/T 507 的要求，灯泡贯流式水轮发电机组还应满足 DL/T 827 的要求。

### 5.2 水轮机导轴承

5.2.1 水轮机导轴承的汽轮机油应符合 GB 11120 的规定，其轴承运行、静止状态油位应符合设备技术

规范并根据设备运行实际情况设定。

5.2.2 水轮机在各种运行工况下，其稀油润滑的导轴承巴氏合金瓦最高温度不超过 70℃，油温最高不超过 55℃，最低不低于 10℃；采用弹性金属塑料瓦的瓦体最高温度不超过 55℃，油温最高不超过 50℃。设备制造厂家有特殊规定的，按厂家规定执行。

5.2.3 外循环冷却的稀油润滑导轴承，其油流量和压力应符合设备技术要求，循环油泵及其电源均应有可靠备用。

5.2.4 稀油润滑导轴承的冷却水中断后，机组无损害继续运行的时间应符合设备制造厂的规定。

5.2.5 水润滑橡胶导轴承在水轮机运行时投入润滑水，主用水源故障时，应能切换至备用水源。

### 5.3 进水口工作闸门（或主阀）和筒形阀

5.3.1 闸门在正常挡水时的漏水量不超过设计规定，主阀漏水量应符合 GB/T 14478 的规定，筒形阀漏水量应符合 GB/T 30141 的规定。

5.3.2 主阀在平压条件下，应能正常开启。进水口工作闸门启闭操作应符合设计规定。

5.3.3 进水口工作闸门（或主阀）只允许运行在全开或全关位置。

5.3.4 进水口工作闸门（或主阀）操作的水源、电源或压力油源应安全可靠。

5.3.5 进水口工作闸门（或主阀）应能自动和手动操作，现地和远程监控功能应可靠完备。

5.3.6 进水口工作闸门（或主阀）在开启和关闭过程中，应动作灵活可靠，位置准确，液压系统的工作压力不超过规定值。

5.3.7 进水口工作闸门（或主阀）应能按设计要求在动水条件下关闭，关闭时间应满足机组防飞逸保护的要求。

5.3.8 进水口工作闸门应具备中控室硬接线紧急关闭功能。

5.3.9 正常情况下，导叶关闭后方可投入筒形阀，正常停机时筒形阀应关闭。

5.3.10 筒形阀卡阻时，其控制系统应停止运行并发报警信号。

5.3.11 筒形阀的压油装置油压降至事故低油压动作值时，筒形阀应能动水关闭。

5.3.12 筒形阀电源消失时应能手动操作关闭筒形阀。

### 5.4 检修密封和主轴密封

5.4.1 检修密封充、排气试验应正常，无漏气。

5.4.2 主轴密封的轴向、径向间隙调整应符合设计要求。

5.4.3 无接触式主轴密封的水轮机在停机后应投入检修密封。

5.4.4 机组开机时应投入主轴密封，主用水源故障时，应切换至备用水源。

5.4.5 主轴密封水的压力和流量应符合设备技术规范并根据设备运行实际情况设定。

5.4.6 接触式主轴密封的磨损量应符合设备技术规范并根据设备运行实际情况设定。

### 5.5 顶盖排水

5.5.1 顶盖排水泵排水能力应满足排出顶盖集水的要求。

5.5.2 顶盖排水泵应具备自动启停和报警功能。

5.5.3 自流排水孔应保持通畅。

### 5.6 补气装置

5.6.1 补气装置应能可靠动作，补气管路应保持通畅。

5.6.2 强迫补气装置应根据水轮机运行工况自动投入和退出。

5.6.3 水轮机补气装置排水管路应保持通畅，逆止装置密封可靠。



5.6.4 主轴中心孔补气装置支撑座对地绝缘电阻，应不小于  $0.5\text{M}\Omega$ 。

## 5.7 水力量测系统

5.7.1 水力量测系统应满足水轮机自动控制及试验测量的要求。

5.7.2 上游水位、下游水位、电站水头、拦污栅压差、水库含沙量及水库水温等测量装置应工作正常。

5.7.3 水轮机净水头及流量、蜗壳（配水环管）进口压力、蜗壳末端压力、顶盖压力、尾水管出口压力、尾水管压力脉动、冷却水流量及水温、机组振动（轴摆度）、过机含沙量等测量装置应工作正常。

## 6 水轮机运行操作

### 6.1 一般规定

6.1.1 水轮机启停宜采用自动操作方式，新投产、检修后首次启动宜采用现地手动开机方式。

6.1.2 尾水管充水应满足以下条件：

- a) 蜗壳进入门、尾水管进入门等流道进入门关闭。
- b) 尾水管排水阀门关闭。
- c) 顶盖排水系统恢复正常运行。
- d) 筒形阀全开。
- e) 无影响尾水管充水的其他情况。

6.1.3 蜗壳（配水环管）、压力钢管（引水隧洞）充水应满足以下条件：

- a) 尾水管充水完成，尾水管闸门已开启。
- b) 蜗壳（配水环管）排水阀、压力钢管排水阀已关闭。
- c) 导叶全关，筒形阀全关，喷针关闭，接力器锁定投入。
- d) 压力钢管（引水隧洞）通气孔通畅。
- e) 进水口工作闸门（或主阀）系统工作正常。
- f) 水轮机调节系统已能正常运行。
- g) 水轮机自动装置已投入正常。
- h) 主轴密封、检修密封已正常。
- i) 无影响蜗壳（配水环管）、压力钢管（引水隧洞）充水的其他情况。

6.1.4 进水口工作闸门应在压力钢管（引水隧洞）充水平压后方可提起。

6.1.5 压力钢管（引水隧洞）根据现场情况，可按下列方式排水：

- a) 开启蜗壳排水阀排水。
- b) 开技术供水排水。
- c) 动作折向器（偏流器）、开启喷针，或开启配水环管排水阀排水。
- d) 无影响水轮发电机组安全的其他排水方式。

6.1.6 贯流式机组的充排水按现场运行规定执行。

### 6.2 启动条件

6.2.1 水轮机流道充水完成，工作闸门及检修闸门全开。

6.2.2 水轮机调节系统工作正常，信号指示正确。

6.2.3 主阀及控制系统工作正常。

6.2.4 水轮机附属设备投入正常，信号指示正确。

6.2.5 水力监测装置投入正常，监测信号正常。

6.2.6 水轮机保护及自动装置正常投入。

6.2.7 水轮发电机组具备开机条件。

### 6.3 自动方式开停机

#### 6.3.1 自动开机

6.3.1.1 确认水轮机满足 6.2 的要求。

6.3.1.2 检查监控系统中开机条件满足。

6.3.1.3 执行自动开机命令。

6.3.1.4 监视自动开机流程动作正确。

6.3.1.5 检查水轮机及其附属设备状态、参数正常。

#### 6.3.2 自动停机

6.3.2.1 机组负荷满足停机条件。

6.3.2.2 执行自动停机命令。

6.3.2.3 监视自动停机流程动作正确直至停机完成。

6.3.2.4 检查水轮机及其附属设备状态、参数正常。

### 6.4 手动方式开停机

#### 6.4.1 手动开机

6.4.1.1 确认水轮机满足 6.2 的要求。

6.4.1.2 投入机组技术供水。

6.4.1.3 按附属设备启停顺序依次手动启停附属设备。

6.4.1.4 退出接力器锁定。

6.4.1.5 按 DL/T 792 的规定将机组手动开机至额定转速。

6.4.1.6 检查水轮机及其附属设备状态、参数正常。

#### 6.4.2 手动停机

6.4.2.1 发电机状态满足 DL/T 751 规定的停机要求。

6.4.2.2 按 DL/T 792 的规定将机组手动停机。

6.4.2.3 按停机流程启停附属设备。

6.4.2.4 关闭水轮机技术供水。

6.4.2.5 停机完成，检查水轮机及其附属设备状态、参数正常。

### 6.5 进水口工作闸门（或主阀）和尾水管闸门

6.5.1 操作闸门前确认尾水管、蜗壳等流道进人门已关闭。

6.5.2 检查尾水管排水阀、蜗壳（配水环管）排水阀等流道排水阀已关闭。

6.5.3 操作顺序：先关闭进水口工作闸门（或主阀）、后关闭尾水管闸门；先开启尾水管闸门、后开启进水口工作闸门（或主阀）；贯流式机组飞逸事故时先关闭尾水管闸门、后关闭进水口工作闸门，非事故情况下操作顺序可根据机组实际情况制定。

6.5.4 下列情况下应关闭进水口工作闸门（或主阀）和关闭尾水管闸门，对于冲击式水轮机和吸出高度为正的水轮机，可不关闭尾水管闸门：

a) 机组过速达到关闭进水口工作闸门（或主阀）的条件。



- b) 水轮机导轴承、导叶轴套、真空破坏阀、检修密封检修。
- c) 导水机构检修。
- d) 水轮机调节系统排油、排压、失去压力。
- e) 水轮机调节系统的接力器、受油器、事故配压阀检修。
- f) 两个及以上导叶剪断销剪断。
- g) 打开蜗壳进入门、尾水管进入门。

## 6.6 检修隔离

- 6.6.1 检查发电机电气部分检修隔离已完成。
- 6.6.2 检查渗漏、检修排水系统工作正常。
- 6.6.3 关闭进水口工作闸门（或主阀）并做好安全措施。
- 6.6.4 排尽进水口工作闸门（或主阀）至蜗壳段流道内的积水。
- 6.6.5 排尽蜗壳（配水环管）内的积水。
- 6.6.6 关闭尾水管闸门。
- 6.6.7 排尽尾水管积水。
- 6.6.8 断开水轮机附属设备电源。
- 6.6.9 关闭水轮机检修有关的油、水、气系统阀门。
- 6.6.10 关闭水轮机调节系统供油总阀，必要时卸压。
- 6.6.11 开启筒形阀至全开并投入锁定。
- 6.6.12 冲击式水轮机检修执行 6.6.1、6.6.2、6.6.4、6.6.7、6.6.8、6.6.9 的措施。
- 6.6.13 转桨式水轮机调节系统卸压前开启桨叶至全开。

## 6.7 隔离恢复

- 6.7.1 检查水轮机导轴承油槽油位符合规定，油色正常。
- 6.7.2 检查渗漏、检修排水系统工作正常。
- 6.7.3 关闭水轮机尾水管、蜗壳等流道中的门、孔、洞。
- 6.7.4 关闭压力钢管（引水隧洞）、蜗壳（配水环管）、尾水管排水阀。
- 6.7.5 恢复水轮机自动化元件及自动化系统至正常。
- 6.7.6 恢复水轮机调节系统至正常。
- 6.7.7 恢复水轮机附属设备至正常。
- 6.7.8 恢复水轮机有关的油、水、气系统。
- 6.7.9 开启充水阀或利用尾水倒灌对尾水管充水，充水中监视水轮机及附属设备漏水情况，平压后提起尾水管闸门并锁定。
- 6.7.10 打开进水口工作闸门（或主阀）充水阀对压力钢管（引水隧洞）、蜗壳（配水环管）充水，检查流道各部和水轮机及附属设备的漏水情况，平压后开启进水口工作闸门（或主阀）。
- 6.7.11 恢复技术供水至正常。
- 6.7.12 机组电气部分恢复到备用后，机组启动试验操作应按 DL/T 507 的要求执行（灯泡贯流式水轮发电机组还应满足 DL/T 827 的要求）。

## 7 水轮机稳定及经济运行

### 7.1 稳定运行

- 7.1.1 水轮机的稳定运行范围应不超出 GB/T 15468 的规定。

7.1.2 反击式水轮机应进行不同水头工况下的真机稳定性测试，确定稳定运行区、限制运行区和禁止运行区，并按以下原则运行：

- a) 水轮机应保持在稳定运行区运行。
- b) 水轮机不宜在限制运行区长期运行，因试验等特殊情况，可在限制运行区短时运行。
- c) 水轮机不应在禁止运行区运行，仅允许在负荷调整过程中穿越禁止运行区。

7.1.3 反击式水轮机应参考水轮机运转特性曲线运行，并注意该水轮机对空蚀、叶道涡、卡门涡、尾水管压力脉动的限制要求。

7.1.4 轴流转桨式或贯流式机组协联关系设置应正确，并与水轮机调速系统协调，运行中应能根据水头变化实时调整。

7.1.5 水轮机不宜超设计水头范围运行。

## 7.2 经济运行

7.2.1 水轮机宜进行效率真机实测试验，并绘制效率曲线，指导经济运行。

7.2.2 机组启动时，优先选择单位耗水量小、停备水量损失大的机组。

7.2.3 启停操作宜采用停机至发电、发电至停机方式，缩短状态转换时间。

7.2.4 在满足稳定运行的条件下，机组宜选择最优效率区运行。

7.2.5 在满足安全稳定运行的条件下，应按全厂效率最优原则，确定机组运行台数及每台机组的运行负荷（即成组调节或 AGC 运行）。

7.2.6 导叶漏水量大的水轮机，停机后应关闭主阀，贯流式机组可关闭尾水管闸门。

7.2.7 机组停机后应及时停运相关附属设备。

7.2.8 应及时清理进水口拦污栅。

## 8 监视、检查和维护

### 8.1 运行监视

8.1.1 电站上游、下游水位。

8.1.2 水轮机顶盖振动、水轮机导轴承振动（轴摆度）、噪声、各部压力脉动。

8.1.3 转桨式水轮机导叶桨叶开度与水头的协联情况。

8.1.4 水轮机导轴承温度、温升、轴承油位。

8.1.5 主轴密封和顶盖排水装置运行情况。

8.1.6 补气装置运行情况。

8.1.7 技术供水系统运行情况。

8.1.8 油、水、气系统等附属设备压力、流量。

8.1.9 水轮机各仪表指示。

8.1.10 自动化元件及自动化系统、调节系统、保护装置的工作情况。

8.1.11 停机状态下，应监视主轴蠕动，检修密封等工作情况。

### 8.2 巡视检查

#### 8.2.1 常规巡检

- a) 巡视检查应按规定的时间、路线进行。
- b) 巡视路线应有明确的巡检内容。
- c) 巡视检查应设置专用记录，发现设备异常应记录和及时处理。

## 8.2.2 特殊巡检

### 8.2.2.1 水轮机遇下列情况应进行特殊巡视检查：

- a) 设备新投运或检修后恢复运行。
- b) 水轮机遇事故处理后投入运行。
- c) 水轮机有设备缺陷尚未消除。
- d) 设备运行参数超过规定值。
- e) 顶盖漏水较大或顶盖排水不畅通。
- f) 洪水期或下游水位较高。
- g) 稳定性试验。
- h) 试验工作结束后。

### 8.2.2.2 特巡要求：

- a) 根据项目制定特巡周期和记录表。
- b) 特巡可借助仪表仪器及安全工器具进行。

## 8.2.3 巡检内容

### 8.2.3.1 水轮机运转声音正常，无异常振动。

### 8.2.3.2 压力钢管伸缩节正常，地面排水畅通。

### 8.2.3.3 压力钢管、蜗壳（配水环管）、尾水管的排水阀全关且无漏水。

### 8.2.3.4 蜗壳进入门、尾水管进入门螺栓齐全、紧固，无漏水、剧烈振动现象。

### 8.2.3.5 导轴承油位、油温、油质、油混水装置、导瓦温度、轴承支架（轴承座）振动和冷却润滑水压力、流量、水质、温度等正常。

### 8.2.3.6 导轴承油盆无渗漏、无甩油，油雾吸收装置无油雾外逸现象。

### 8.2.3.7 水轮机调节系统工作正常。

### 8.2.3.8 水轮机导水机构工作正常。

### 8.2.3.9 导叶轴套无漏水，转桨式水轮机的叶片密封正常，受油器无漏油现象。

### 8.2.3.10 剪断销无剪断或跳出（拉断销无拉断、弯曲连杆弹簧连杆无变形），信号装置完好。

### 8.2.3.11 主轴密封润滑冷却水压力、流量值、磨损量指示正常，渗漏水量正常。

### 8.2.3.12 顶盖各部件无松动，渗漏水量、水位正常，顶盖排水泵运行时间及启动频率正常。

### 8.2.3.13 补气装置工作正常、排水管水位正常。

### 8.2.3.14 管路阀门状态正确，油、水、气系统无渗漏，过滤器运行正常，压差不超过规定值。

### 8.2.3.15 水力监测装置工作正常，显示监测数据正确。

### 8.2.3.16 各部位测压、测流、测温、液位等测量装置完好，参数正常。

### 8.2.3.17 电气引线、接线完好，无过热、受潮、松动现象。

### 8.2.3.18 冲击式水轮机的水斗、喷针、喷嘴工作正常。

### 8.2.3.19 油泵电动机工作正常，回油箱、漏油箱油位、油温、油质正常。

### 8.2.3.20 阀门位置正确，管路、阀门无渗漏，滤油器无堵塞。

### 8.2.3.21 主阀空气阀关闭、平压管路工作正常，无漏水。

### 8.2.3.22 控制装置工作正常，无渗漏，仪器仪表指示正确。

### 8.2.3.23 液压操作的主阀压油罐油位、油压正常，无渗漏；补气装置工作正常，无渗漏；检修密封与工作密封无渗水，位置状态正确。

### 8.2.3.24 进水口固定卷扬机的电源及控制系统正常。

### 8.2.3.25 首次启动或检修后水轮机的检查按 DL/T 507 的要求进行。



### 8.3 定期维护

- 8.3.1 水泵、油泵轮换和启动试验。
- 8.3.2 过滤器、汽水分离器排污。
- 8.3.3 进水口球阀排沙。
- 8.3.4 主备用及正反向供水切换。
- 8.3.5 振动（轴摆度）测量、分析。
- 8.3.6 油质检验。

## 9 异常运行及事故处理

### 9.1 一般要求

- 9.1.1 当水轮机运行出现异常时，值班人员应立即采取有效措施，解除对人身和设备的威胁，限制事故的扩大。
- 9.1.2 除危及人身安全等紧急情况外，未经当值负责人同意，不应复归事故信号或改动现场设备状态。
- 9.1.3 应及时记录现象、处理情况，分析原因、制定防范措施。
- 9.1.4 遇下列情况，值班人员可直接解列停机、关闭进水口工作闸门（或主阀），必要时关闭尾水管闸门：
  - a) 转速上升至超速保护定值时进水口工作闸门（或主阀）未自动关闭。
  - b) 水轮机调节系统油压下降至事故低油压以下且保护未动作。
  - c) 筒形阀调节系统油压下降至事故低油压以下且保护未动作。
  - d) 导水机构失控。
  - e) 顶盖、压力钢管（引水隧洞）、蜗壳（配水环管）、尾水管等相关设备大量漏水。
  - f) 其他严重危及人身及设备安全的情况，应立即关闭进水口工作闸门（或主阀）。

### 9.2 异常运行

#### 9.2.1 振动（轴摆度）超过规定值

- 9.2.1.1 调整负荷，使振动（轴摆度）降至规定值范围内，调整无效，危及机组安全运行时，应停机处理。
- 9.2.1.2 检查水轮机导轴承、顶盖等部件的运行情况，发现异常及时处理。
- 9.2.1.3 检查水车室、蜗壳、尾水锥管异声情况，严重时停机检查处理。
- 9.2.1.4 对转桨式水轮机，检查机组协联关系，发现不合理及时调整。
- 9.2.1.5 拦污栅压差过大，应降低负荷，必要时停机清污。

#### 9.2.2 导轴承异常处理

##### 9.2.2.1 导轴承温度高

- 9.2.2.1.1 监视导轴承瓦温、油温、油位、油色及冷却水压力、流量。
- 9.2.2.1.2 检查振动（轴摆度）情况，必要时调整负荷。
- 9.2.2.1.3 检查循环油系统压力、流量及供、排油阀位置，必要时进行调整。
- 9.2.2.1.4 导轴承温度继续上升，应停机处理。

### 9.2.2.2 油位、油质异常

9.2.2.2.1 监视导轴承瓦温、油温。

9.2.2.2.2 油位过高，检查油槽是否进水，如进水应停机处理。如油质合格，调整油位至规定值。

9.2.2.2.3 油位过低，应检查是否渗漏或溢出。有渗漏，应设法消除并补油，必要时停机处理。

9.2.2.2.4 油质不合格，可进行在线滤油处理，必要时停机处理。

### 9.2.2.3 橡胶轴承润滑水中断或水压降低

9.2.2.3.1 检查阀门位置、开度，必要时调整压力或切换至备用供水。

9.2.2.3.2 检查过滤器堵塞情况，必要时切换至过滤器备用侧运行，清理过滤器。

9.2.2.3.3 采用水泵供润滑水的，必要时立即启动备用水泵，查明原因并处理。

9.2.2.3.4 润滑、冷却水中断不能恢复，停机处理。

### 9.2.2.4 冷却水中断或水压降低

9.2.2.4.1 监视导轴承瓦温、油温。

9.2.2.4.2 检查阀门位置、管路渗漏情况，必要时进行处理。

9.2.2.4.3 检查冷却水过滤器堵塞情况，必要时清理过滤器。

9.2.2.4.4 主用水源不能满足，投入备用冷却水。

9.2.2.4.5 冷却水中断不能恢复，停机处理。

### 9.2.3 主轴密封水压、流量异常

9.2.3.1 检查阀门位置、开度，必要时调整压力或切换至备用供水。

9.2.3.2 检查过滤器堵塞情况，必要时切换至过滤器备用侧运行，清理过滤器。

9.2.3.3 检查主轴密封磨损指示，监视顶盖水位。

9.2.3.4 主轴密封水中断不能恢复，停机处理。

### 9.2.4 水轮机顶盖水位高

9.2.4.1 监视顶盖水位变化趋势。

9.2.4.2 检查排水泵启动情况，必要时启动应急排水泵。

9.2.4.3 检查自流排水情况，必要时清理排水口。

9.2.4.4 检查主轴密封、导叶轴套、泄压管、真空破坏阀等部位，漏水量过大停机处理。

9.2.4.5 对于备用机组，必要时投入检修密封。

9.2.4.6 对于运行机组，可调整运行工况。

### 9.2.5 导叶剪断销剪断（拉断销拉断、弯曲连杆报警、弹簧连杆报警）

9.2.5.1 正常停机时剪断销剪断，应继续停机，必要时关闭进水口工作闸门（或主阀）。

9.2.5.2 事故停机时剪断销剪断，立即关闭进水口工作闸门（或主阀）。

9.2.5.3 两个及以上剪断销剪断应解列停机，关闭进水口工作闸门（或主阀）。

9.2.5.4 贯流式机组剪断销剪断应解列停机，必要时关闭尾水管闸门。

### 9.2.6 机组蠕动

9.2.6.1 退出检修密封。

9.2.6.2 投入制动风闸。

9.2.6.3 检查导水机构工作情况。

### 9.2.7 大轴中心孔补气管漏水

9.2.7.1 检查补气阀密封漏水情况，必要时停机处理。

9.2.7.2 调整水轮机运行工况，阀门发卡应停机并关闭隔离阀。

9.2.7.3 补气管损坏，立即停机，关闭进水口工作闸门（或主阀），如有必要关闭尾水管闸门。

### 9.2.8 筒形阀失步、卡阻

9.2.8.1 检查筒形阀液压系统报警情况。

9.2.8.2 开机过程中失步、卡阻，终止开机流程。

9.2.8.3 停机过程中失步、卡阻，保持停机状态。

9.2.8.4 检查筒形阀液压系统，必要时停机排水处理。

## 9.3 事故处理

### 9.3.1 水导瓦温过高烧瓦

9.3.1.1 启动机组事故停机流程，监视流程执行正确。

9.3.1.2 记录瓦温过高时水的压力、流量、温度及油的油位、温度、流量等。

9.3.1.3 将机组转为检修状态并通知检修人员处理。

### 9.3.2 水淹水车室

9.3.2.1 应立即停机，并投入应急排水泵。

9.3.2.2 断开水车室附属设备电源。

9.3.2.3 漏水量威胁其他机组时，应立即停运相关机组。

9.3.2.4 关闭进水口工作闸门（或主阀），关闭尾水管闸门，水轮机流道排水。

9.3.2.5 将机组转为检修状态并通知检修人员处理。

### 9.3.3 机组过速

9.3.3.1 一级过速动作，宜停机处理。

9.3.3.2 二级过速动作，监视停机过程，保护拒动作时紧急停机，关闭进水口工作闸门（或主阀），贯流式机组关闭尾水管闸门。

9.3.3.3 停机后，全面检查，分析事故原因。

### 9.3.4 抬机事故

9.3.4.1 立即停机，将机组转为检修状态。

9.3.4.2 检查顶盖、主轴密封、活动导叶端部、顶盖螺栓等各部位破损、渗漏情况。

9.3.4.3 检查滑环室、机头等部位撞击、变形情况。

9.3.4.4 检查补气、排气装置工作情况。

9.3.4.5 对破损、变形、渗漏部位进行拆解检查处理。

### 9.3.5 蜗壳进入门、尾水管进入门、伸缩节等漏水

9.3.5.1 漏水量可控时，采取必要措施，停机处理。

9.3.5.2 漏水量威胁其他机组运行时，应立即停运相关机组。



**9.3.5.3** 漏水量不可控时，立即停机，关闭进水口工作闸门（或主阀），必要时关闭尾水管闸门；启动应急响应。

**9.3.6 蜗壳进入门、尾水管进入门、伸缩节、引水管等爆裂**

**9.3.6.1** 立即停机，关闭进水口工作闸门（或主阀），关闭尾水管闸门。

**9.3.6.2** 可能过水设备立即停电。

**9.3.6.3** 监视集水井水位，启动排水泵排水。

**9.3.6.4** 漏水量不可控时，启动应急响应。

附 录 A  
(资料性附录)  
水轮机及其附属设备主要参数

水轮机及其附属设备主要参数见表 A.1～表 A.3。

表 A.1 水轮机主要特征参数

名称	单位	参数	备注
型号			
额定水头 $H_r$	m		
最高水头 $H_{\max}$	m		
加权平均水头 $H_w$	m		
最低水头 $H_{\min}$	m		
额定功率 $P_r$	MW		
最高水头功率 $P_{\max}$	MW		
最低水头功率 $P_{\min}$	MW		
额定流量 $Q_r$	m <sup>3</sup> /s		
额定转速 $n_r$	r/min		
比转速	m • kW		
飞逸转速 $n_{\text{run}}$	r/min		
最大水推力与转动部分质量	t		
主轴直径 $d_{\text{ms}}$	mm		
转轮公称直径 $D_1$	mm		
转轮叶片数 $Z_1$	片		
固定导叶数 $Z_{\text{sv}}$	片		
活动导叶数 $Z_0$	片		
叶片关闭时间 $T_b$	s		
最高保证效率 $\eta$	%		
导叶关闭时间 $T_{\text{gv}}$	s		
吸出高度 $H_s$	m		
装机高程	m		
安装高程 $Z$	m		
旋转方向			
蜗壳类型			
尾水管类型			

表 A.2 附属设备主要特征参数

项目	单位	参数	备注
顶盖排水	顶盖均压管数量	根	
	排水泵类型		
	排水泵数量	台	
	排水泵扬程	m	
	排水泵流量	m <sup>3</sup> /h	
	排水去向		
主轴密封	密封类型		
	主用水源		
	备用水源		
	漏水量	L/min	
	密封水流量	m <sup>3</sup> /h	
检修密封	密封类型		
	额定压力	MPa	
	密封用气量	L/次	
	密封气源		
水导轴承	导瓦类型		
	导瓦数量	块	
	冷却方式		
	循环方式		
	冷却（润滑）水流量	m <sup>3</sup> /h	
	冷却（润滑）水压力	MPa	
	标准油位	mm	
	水导油槽油量	m <sup>3</sup>	
补气系统	补气方式		
	装置类型		
	补气位置		

表 A.3 水轮机及其附属设备主要参数运行整定值

项目	单位	整定值	动作后果
水导瓦温过高	℃		
水导瓦温高	℃		
水导轴承油温过高	℃		
水导轴承油温高	℃		
水导轴承进水温度高	℃		
水导轴承出水温度高	℃		
水导冷却（润滑）水流量低	m <sup>3</sup> /h		



表 A.3 (续)

项目	单位	整定值	动作后果
水导油槽油位低	mm		
水导油槽油位高	mm		
水导油槽油混水	%		
水导外循环油流中断	MPa		
主轴密封水流量低	m <sup>3</sup> /h		
主轴密封供水压力低	MPa		
顶盖排水泵停泵水位	mm		
顶盖排水泵启泵水位	mm		
顶盖水位高报警	mm		
水导轴承轴摆度高报警	μm		
顶盖水平振动高报警	μm		
顶盖垂直振动高报警	μm		

附 录 B  
(资料性附录)  
现场水轮机运行规程包含内容

现场水轮机运行规程包含内容见表 B.1。

表 B.1 现场水轮机运行规程包含内容

序号	章	包含的内容
1	范围	列出规程的主要内容和适用范围
2	规范性引用文件	列出正文中所引用的标准清单
3	术语和定义	对规程中涉及的概念进行定义，确定恰当的术语，减少多义和同义现象，避免信息交流过程中的歧义
4	基本规定	列出水轮机运行的管理要求及必备资料
5	运行技术条件	列出水轮机及其附属设备的基本技术要求
6	水轮机运行操作	列出水轮机及其附属设备的典型操作
7	水轮机稳定及经济运行	列出水轮机稳定运行及经济运行的要求和条件
8	监视、检查和维护	列出水轮机及其附属设备的运行监视、检查（包括巡视检查）和定期维护内容
9	异常运行及事故处理	列出水轮机及其附属设备的典型异常运行及事故处理方法
10	附录	根据规程需要，增加的规范性附录、资料性附录及提示的附录