ICS 27.140

F23

备案号： 33087- 2011

DL

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 293 - 2011

## 抽水蓄能可逆式水泵水轮机运行规程

## Code of operation for reversible pump-turbine of pumped-storage

2011-07- -28发布 2011-11-01实施.

#### 国家能源局发布

## 抽水蓄能可逆式水泵水轮机运行规程

1范围

本标准规定了水泵水轮机运行工况及工况转换、运行基本技术条件、运行操作、巡视检查、运行监视、运行分析、不正常运行和事故处理的基本要求。

本标准适用于单机功率 150MW及以上的单级混流可逆式水泵水轮机。单机功率小于150MW 及其他型式水泵水轮机可参照执行。

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/T6075.5 在非旋转部件上测量和评价机器的机械振动 第5部分：水力发电厂和泵站机组 GB/T11348.5 旋转机械转轴径向振动的测量和评定第5部分：水力发电厂和泵站机组

GB/T 15469.2 水轮机、蓄能泵和水泵水轮机空蚀评定 第2部分：蓄能泵和水泵水轮机的空蚀评定

GB/T17189水力机械（水轮机、蓄能泵和水泵水轮机）振动和脉动现场测试规程

3 水泵水轮机运行工况及工况转换

3.1 基本运行工况及启动方式

3.1.1 水泵水轮机基本运行工况有静止、水轮机工况、水泵工况、水轮机方向调相工况和水泵方向调相工况。

3.1.2 水泵启动方式有静止变频器（SFC）启动和背靠背启动。

3.2 工况转换

3.2.1 水泵水轮机运行工况转换有以下几种：

——静止转水轮机工况、水轮机工况转静止。

——静止转水泵工况、水泵工况转静止。

——静止转水轮机方向调相工况、水轮机方向调相工况转静止。

——静止转水泵方向调相工况、水泵方向调相工况转静止。

——水轮机工况转水轮机方向调相工况、水轮机方向调相工况转水轮机工况

——水泵工况转水泵方向调相工况、水泵方向调相工况转水泵工况。

——水泵工况转水轮机工况。

3.2.2 水泵水轮机启动时，应先启动辅助系统，退出导叶液压锁定。

3.2.3 水泵工况启动时，宜先压水启动至水泵方向调相工况。

3.2.4 水泵方向调相工况转水泵工况，应先排出转轮室内压缩空气，溅水功率或转轮室压力满足要求后，开启进出水阀和导叶，转至水泵工况运行。

3.2.5 水泵工况停机，应根据其水力特性和发电电动机出口断路器性能，合理设定导叶关闭和发电电动机出口断路器断开时间。宜将输入功率降到不大于最大输入功率的 33%后，再断开发电电动机出口断路器。

3.2.6 背靠背拖动时，应充分考虑各种水头情况，合理设置拖动机导叶的开启规律，确定合适的拖动

力矩。

3.2.7水泵工况转水轮机工况运行时，宜先水泵工况停机，再转水轮机工况。

3.2.8在厂用交流电全部消失时，能以黑启动方式启动，使厂用电系统恢复，并向外输电。

4水泵水轮机运行基本技术条件

4.1水库运行

4.1.1水库运 行应设定最高运行水位、最低运行水位（正常消落水位）、极限最高水位、极限最低水位、运行库容曲线，并根据工程设计确定电站正常发电库容（ 含冰冻库容）、备用库容、防洪库容。

4.1.2水库水位自动监测装置应冗余设置，接入电站监控系统，设置水库水位监测报警。水库水位宜

采用工业电视系统进行监视。

4.1.3电站应具备水库运行高水位和低水位自动停机功能，机组在水泵工况和水轮机工况运行时，实现在上、下水库到达最高或最低水位时自动停机。

4.1.4水库运行期， 上、 下水库充水和放空时，水位升降速率按设计规定进行控制。

4.1.5水库在汛期应限制运行的水库最高水位，控制水库下泄流量，减轻或避免下游洪水灾害。

4.1.6对于冬季水库结冰的电站， 应根据冰冻情况制定合适的运行方式，确保水库安全运行。

4.2水泵水轮机运行

4.2.1在最大和最小水头范围内，水轮机工况运行时，应在相应水头下的机组最大保证功率的50% ~

100%范围内稳定运行。

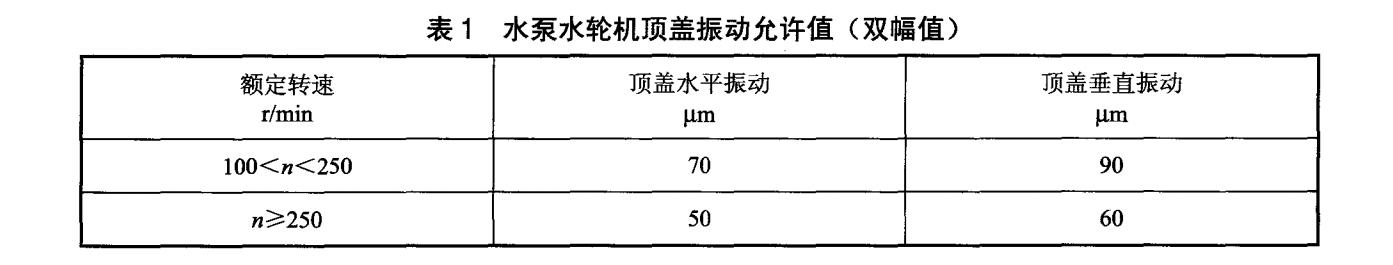
4.2.2水泵工况运行时，在设计扬程范围和正常频率变幅范围内，水泵水轮机应能按导叶开度和扬程

的协联关系稳定运行。

4.2.3在各种运行工况下 （包括水轮机工况甩负荷、水泵造压和水泵断电等过渡过程），水泵水轮机不

应产生共振和有害变形。

4.2.4在保证的稳定运行范围内，水泵水轮机顶盖的垂直方向和水平方向的振动值，应不大于表1的规定要求。测量方法按GB/T 17189、GB/T 6075.5执行。



4.2.5正常运行工况下， 主轴相对振动（摆度）应不大于GB/T 11348.5 中相关规定的上限线，且不超过轴承总间隙的75%。

4.2.6水泵水轮机 正常运行时振动、摆度超过规定值，应重新调整，直至振动和摆度值符合要求。

4.2.7水泵水轮机正常运行时，在机坑地板.上方1m处所测得的噪声不应大于98dB (A), 在距尾水管进入门1m处所测得的噪声不应大于105dB (A)。

4.2.8水泵水轮机各种工况下的压力脉动不应超过设计规定值。

4.2.9水泵水轮机在 电站水质条件下的空蚀损坏保证应符合GB/T 15469.2的规定。

4.2.10水泵水轮机不宜在压力脉动、 振动、摆度、空蚀等指标较差的不稳定区域长时间运行；投用自动发电控制功能（AGC）的水泵水轮机应设置合理的运行范围和调节速率。

4.2.11水泵水轮 机应根据水头变化设定水轮机工况的最大负荷限制；宜根据相应水头下机组最大允许负荷的导叶开度设置合理的导叶开度限制。

4.2.12水泵水轮机正常运行时， 应投入相应工况的全部保护、信号及自动装置。

4.3主要部件运行要求

4.3.1水导轴承

4.3.1.1水导轴承应设置流量、瓦温、油温和油位的自动化测量元件。

4.3.1.2水泵水轮机在各种工况运行时，其稀油润滑的水导轴承的轴瓦最高温度不应超70C；润滑油的最高运行温度不超过50"C。

4.3.1.3水导轴承油冷却器投入运行前应经过耐压试验；设置水导轴承油混水报警装置。

4.3.1.4当轴承润滑油采用外循环冷却时，应由相应的自动化元件监控润滑油的循环和冷却供给。

4.3.2主轴密封

4.3.2.1主轴密封应满足各工况的运行要求。

4.3.2.2主轴密封冷却水应供水可靠，供水流量和压力应设置合理，并保持稳定。

4.3.2.3主轴密封正常运行时应无异常的渗水、漏气、温度高和严重磨损等情况。

4.3.2.4主轴密封应设置密封环温度、 磨损量、冷却水流量和压力等测量元件。

4.3.3导水机构

4.3.3.1导叶 应设有防止设备破坏及事故扩大的保护限位装置。

4.3.3.2导水机构宜设自动投退的全关位置液压锁定装置。

4.3.3.3导水机构应 设置全开、全关位置的机械锁锭装置。

4.3.3.4导水机构应合理设置接力器的压紧行程，设置导叶异步保护装置；当导叶非正常时应报警。

4.3.3.5对于单导叶接力器的导水机构，导叶开度偏差超过规定值时应停机或闭锁开机。

4.3.3.6导叶漏水量应满 足进出水阀打开时平压的要求。在额定水头下，导叶设有端面密封时，导叶漏水量不应大于水泵水轮机额定流量的3%；导叶不设端面密封时，导叶漏水量保证值满足制造合同规定值要求。

4.4进出水阀系统

4.4.1进出水阀正常运行时不作流量调节。

4.4.2进出水阀应设置全关位置液压锁定装置和全开、全关位置的机械锁锭装置；无机械锁装置的，检修时应采取可靠的措施。

4.4.3进出水阀的开启、关闭时间应与导叶开启、关闭的时间相配合。

4.4.4进出水阀开启前应先平压，开启时两侧压差不应大于30%。

4.4.5进出水阀在最不利情况下和在最大流量下都应能动水关闭，其关闭时间不超过机组最大飞逸转速下持续运行的允许时间。

4.4.6进出水阀的止水密封装置可用水压或油压操作。密封的投入和退出应与进出水阀阀体的开启和关闭动作相闭锁。对没有检修密封的进出水阀，应设有安全可靠的隔离装置。

4.4.7进出水阀操作机构采用油压操作的宜设单独的操作油源。采用水压操作的，其水压控制系统中控制阀的操作水源应可靠。

4.4.8进出水阀控制系统应具备两路独立可靠的控制电源，故障时可自动切换并发出信号。

4.4.9进出水阀本身发生事故关闭时，应联动事故跳机关闭导叶。

4.4.10进出水阀与尾水事故闸门间应设置硬闭锁功能。

4.4.11进出水阀系统设置旁通阀和检修旁通阀的，宜选用带自关闭功能的针阀。

4.5调速系统

4.5.1调速系统应具有 良好的稳定性和调节品质，应满足下列运行要求：

——满足水泵水轮机稳定运行的要求和电力系统对频率调节与功率调节的要求。

——满足机组启停、稳态运行时对转速、负荷的控制要求。

——满足水泵工况下导叶开度和扬程协联关系运行的要求。

——在机组甩负荷或水泵断电时，满足水力过渡过程调节保证的要求。

——在背靠背拖动时，控制拖动机的导叶开度满足拖动力矩和转速差的要求。

——对具备黑启动功能的机组，调速系统应能满足黑启动孤网运行时对频率、低负荷等的控制要求。

4.5.2调速系统应具备以自动和手动方式打开和关闭导叶、设置任意导叶开度的功能。并能实现在事故情况下手动紧急关闭导叶，联动机组停机的功能。

4.5.3导叶接力器的开启和关闭时间，应能现场整定。

4.5.4调速系统应设置两路测量机组转速的信号源，当失去－一路测速信号时机组应能保持正常运行，同时失去两路测速信号不应影响机组停机。并应设置导叶开度限制装置。

4.5.5调速系统应具备两路独立可靠的控制电源，故障时可自动切换并发出信号。电源切换引起的接力器行程变化不大于全行程的2%。

4.5.6调速器应选用双重化配置的控制器。对采用接力器电气反馈的调速器，应按双重化配置接力器行程传感器，且行程传感器相互间的误差不得大于0.4%。

4.6调速系统和进出水阀的油压装置

4.6.1进出水阀和调速系统宜各自设置独立的油压装置。

4.6.2油压装置应具 备自动补气和补油的功能，运行时油位和压力变动不超过设计规定值。

4.6.3油压装置的油卸荷阀和气安全阀动作值应设置正确，并能可靠动作。

4.6.4调速 系统油压装置应保证在事故低油压时，导叶可靠关闭，并自动停机。

4.6.5进出水 阀油压装置应保证在事故低油压时，阀门可靠关闭，并自动停机。

4.7 技术供水系统

4.7.1技术供水系统供水总管、转轮止漏环和主轴密封冷却水管路均应装设控制阀门、自清洗过滤器

和测量、控制元件。供水管宜采取必要的防结露措施。

4.7.2技术供水系统供水流量、 压力应根据设计规定进行整定，可根据季节水温进行调整。

4.7.3技术供水系统应能承 受下游最高尾水位的静水压力和机组过渡过程的压力上升。

4.7.4有 黑启动要求的电站，其技术供水系统应能满足黑启动要求。

4.7.5技术供水系统采用水泵 供水时，水泵应冗余设置并可自动切换。

4.7.6技术供水系统取、排水口第一个阀门应选用不锈钢阀门，与尾水管相连的埋管宜选用不锈钢材料。

4.8渗漏排水系统

4.8.1渗漏排水系统与检修排水系统应严格分开，两系统都必须安全可靠，确保厂房安全。

4.8.2渗漏排水系统可自流排水或水泵排水。

4.8.3渗漏排水工作泵的流量应按集水井的有效容积、渗漏水量和排水时间确定。渗漏集水井的有效容积应至少能汇集60min的厂内正常总渗漏水量，工作泵应能在20min~ 30min 排空。

4.8.4渗漏排水系统应设置备 用泵，其流量与工作泵相等，主、备用泵应能自动切换。

4.8.5渗漏排水系统应至少具备两路独立的供电电源并能自动切换。

4.8.6渗漏集水井应 设置监视水位的测量装置，渗漏排水系统应自动控制。

4.8.7定期清理渗漏集水井， 保证渗漏排水泵正常运行。

4.8.8厂房最底层宜设置快速排水通道至渗漏集水井。

4.9 压水供气系统

4.9.1压水供气系统应能满足水泵水轮机频繁启动和工况转换的要求。每台机组如设独立压水储气罐，则在空气压缩机不补气和罐内最低工作压力下，储气罐的容积应能满足不少于2次压水操作的用气。

4.9.2各台机组压水供气气罐可共用母管供气，母管至各气罐的联络管上应有必要的隔离阀门以防局部漏气造成全厂事故。

4.9.3调相工况运行时， 压水供气系统应根据尾水锥管的水位，自动补气压水，使尾水锥管内的水位保持在转轮以下。

4.9.4压水供气系统宜选 用不锈钢球阀和管路。

4.9.5压水供气气罐等压力容器应设置安全阀，安全阀动作值应设置正确，并能可靠动作。

4.10监控自动化系统

4.10.1监控自动化系统应可靠，对电力系统调峰、填谷、调频、黑启动及事故备用等要求应能迅速准确地响应。

4.10.2监控 自动化系统应对水泵水轮机的各种运行工况进行实时监测，并实现工况转换的过程监视。程序阻滞时应报警并自动转停机。

4.10.3监控自动化系统的基本要求：

－具备实现基本工况转换的功能。

－具备启动、停机、负荷调整的自动控制功能，在自动控制故障时应能切换到现场手动。

－具备自动记录及追忆功能。

－具备现地单步控制功能。

－具备现地和远方控制.上水库进出水口事故闸门和尾水事故闸门下落的功能。

－具备对各模拟量、开关量监视的功能。

－具备对主要控制阀门、油泵、水泵等设备进行远程和现地控制的功能。

－具备过速时，启动保护装置停机的功能。

－具备满足各种工况运行的自动化元件。

－具备至少两路独立的电源，在故障时实现自动切换。

4.10.4下列情况下应发出故障报警：

－运行水头、负荷、成组控制系统异常。

－轴承油位、油温和瓦温达到报警设定值。

－主轴密封和止漏环温度达到报警设定值。

－主轴密封环磨损量达到报警设定值。

－一大轴摆度、 顶盖振动、拾机量等值达到报警设定值。

－调相工况运行时尾水管内水位升高到报警设定值。

－顶盖水位升高到报警设定值。

－冷却水、润滑水中断或流量降低到报警设定值。

一水过滤器前后进出口压差达到报警设定值。

－一主用油泵、 水泵等故障。

－一辅助系统油压、 水压、气压增高或降低到报警设定值。

－辅助系统油位、水位增高或降低到报警设定值。

－导叶异步保护装置动作。

-调速器异常或调速器主用控制器故障。

－进出水阀控制系统双控制器单路故障。

－机组运行时上水库进出水口事故闸门、尾水事故闸门、进出水阀异常。

－一转速 常达到报警设定值。

4.10.5下列情况下应事故停机：

－运行水头、负荷异常，达到自动停机值。

－轴承油温、瓦温、主轴密封温度、止漏环温度升高到自动停机值。

－轴承润滑油位降低到自动停机规定值。

－一大轴摆度、顶盖振动等值达到自动停机值。

－调相运行时尾水管内水位升高到自动停机值。

－冷却水、润滑水异常，导致流量中断或降低并超过一 定时间，达到自动停机值。

－调速器、进出水阀油压装置油压降低，或油位降低到自动停机值。

－转速超过过速保护动作值。

－顺序控制流程执行超过规定时间。

－闸门下落到自动停机高度。

－水淹厂房保护装置发出停机信号。

－导叶异步保护装置动作达到自动停机规定值。

－水库水位到自动停机水位。

－按动紧急停机按钮。

4.11事故闸门

4.11.1.上水库进出水口事故闸门和尾水事故闸门应配置可靠的控制和动力电源。事故闸门应满足地下厂房出现异常情况时，厂房现地和远方控制室操作紧急落门的要求。

4.11.2尾水事故闸门和进出水阀的状态应可靠闭锁，即尾水事故闸门全开时进出水阀才能开启，进出水阀全关时尾水事故闸门才能关闭。

5水泵水轮机运行操作

5.1运行操作基本要求

5.1.1水泵水轮机的并网、 解列、工况转换和负荷调整，应在电网调度指令下进行。

5.1.2正常情况下，水泵水轮机应选择自动方式运行。

5.1.3水泵水轮机检修后启动或故障查找时应采用手动方式（现地单步）开机、停机。

5.1.4 具有多台水泵水轮机的电站，应合理轮换安排机组运行。

5.1.5长时间备 用的水泵水轮机，每周应安排一次开机运行检查 。

5.1.6每台水泵水轮机每月应安排一天例行停机检查。

5.1.7严寒地区冬季水库结冰的电站，应有相应的水泵水轮机启动和运行的特殊措施。

5.2基本启动条件

5.2.1.上水库 进出水口事故闸门和尾水事故闸门应处于全开位置。

5.2.2动力电源、 操作电源、信号电源均正常投入，表计信号指示正确。

5.2.3调速器、 进出水阀等系统均处于备用状态。

5.2.4油、 气、水系统处于备用状态。

5.2.5保护和 自动装置应正确投入。

5.2.6水泵水轮机及其 各部件处于随时可启动状态。

5.3自动启停及工况转换操作

5.3.1检查并确认机组控制方式在 “远方/自动”，辅助设备控制方式在“远方/自动”。

5.3.2在操作员站选择目标工况。

5.3.3监视自动控制流程动作正常。

5.3.4达到目标工况后， 检查并确认各设备、参数运行正常。

5.4 手动方式（现地单步）启停

5.4.1水轮机工况手动开机

5.4.1.1机组控制方式切至 “现地手动”，手动方式开机条件满足。

5.4.1.2投入技术供水系统，检查并确认各部水压、流量正常；投入高压油顶起装置、退出机械制动装置。

5.4.1.3对外循环式的水泵水轮机轴承， 检查并确认油泵已启动，检查并确认油流和冷却水正常。

5.4.1.4进出水阀至全开位置， 打开导叶至空负荷开度位置，转速达到设定值后退出高压油顶起装置。

5.4.1.5并网后， 按电网调度要求调整机组功率。

5.4.2水轮机工况手动停机

5.4.2.1将机组功率减到最 小值后解列。

5.4.2.2机组与电网解列后，导叶、进出水阀全关。

5.4.2.3监视转速下降至设定值时，投入高压油顶起装置、机械制动装置。

5.4.2.4退出电气制动，并按设计规定退出机械制动或保持投入状态。

5.4.2.5停稳后退出技术供水系统，对外循环式的水导轴承应检查并确认油泵延时停止，退出高压油顶起装置。

5.4.3水轮机工况转水轮机方 向调相工况手动操作

5.4.3.1将机组有功功率、 无功功率降到最低值。

5.4.3.2将导叶、 进出水阀关至全关位置。

5.4.3.3打开蜗壳至尾水管旁通 阀、止漏环供水阀，对没有水环排水系统的应打开水环排水阀，打开主压水阀和补气压水阀向转轮室充入压缩空气进行压水。

5.4.3.4关闭主压水阀， 压水至设计水位时，关闭补气压水阀。

5.4.3.5调相运行过程 中应根据尾水锥管水位自动补气压水。

5.4.4水轮机方向调相工况转水轮机工况手动操作

5.4.4.1关闭蜗壳至尾水 管旁通阀、止漏环供水阀，对没有水环排水系统的应关闭水环排水阀。

5.4.4.2检查并确认补气压水阀关闭，打开转轮回水排气阀，开启进出水阀。

5.4.4.3关闭转 轮回水排气阀。

5.4.4.4打开导叶至空负荷开度位置。

5.4.4.5按电网调度要求调整机组功率。

5.4.5水泵方向调相工况手动开机

5.4.5.1机组控制方式切至 “现地手动”，手动方式开机条件满足。

5.4.5.2选择水泵工况拖动方式。

5.4.5.3投入技术供水系统， 检查并确认各部水压、流量正常；投入高压油顶起装置、退出机械制动装置。

5.4.5.4对外循环式的水泵水轮机轴承，检查并确认油泵已启动，检查并确认油流和冷却水正常。

5.4.5.5对转轮室先压水后升速的机组，打开蜗壳至尾水管旁通阀、止漏环供水阀，设有水环排水系统的应打开水环排水阀，打开主压水阀和补气压水阀向转轮室充入压缩空气进行压水；关闭主压水阀，压水至设计水位时，关闭补气压水阀。

5.4.5.6对先升速后转轮室压水的机组，升速至转轮室压水时，打开蜗壳至尾水管旁通阀、止漏环供水阀，对设有水环排水系统的应打开水环排水阀，打开主压水阀和补气压水阀向转轮室充入压缩空气进行压水；关闭主压水阀，压水至设计水位时，关闭补气压水阀。

5.4.5.7转速达到设定值后退出高压油顶起装置。

5.4.5.8并网后， 机组运行于水泵方向调相工况，调相运行中应根据尾水锥管水位自动补气压水。

5.4.6水泵方向调相工况转水泵工况手动操作

5.4.6.1关闭蜗壳至尾水管旁通 阀、止漏环供水阀，对设有水环排水系统的应关闭水环排水阀，检查并确认转轮室补气压水阀关闭，打开转轮回水排气阀。

5.4.6.2关闭转轮回水排气阀 。

5.4.6.3溅水功率或转轮室压力满足要求后，打开进出水阀和导叶至水泵工况稳定运行。

5.4.7水泵工况手动停机

5.4.7.1将机组功率降低到不大于最大输入功率的33%后，机组解列。

5.4.7.2与电网解列灭磁后， 导叶全关，进出水阀全关。

5.4.7.3监视转速下降至设定值时，投入高压油顶起装置、机械制动装置。

5.4.7.4退出电气制动，并按设计规定退出机械制动或保持投入状态。

5.4.7.5退出技术供水系统，对外循环式的水导轴承应检查并确认油泵延时停止，退出高压油顶起装置。

5.4.8水泵工况转水泵方 向调相工况手动操作

5.4.8.1关闭导叶、 进出水阀。

5.4.8.2导叶、 进出水阀至全关后，打开主压水阀和补气压水阀进行压水。

5.4.8.3打开蜗壳至尾水 管旁通阀、止漏环供水阀，对设有水环排水系统的应打开水环排水阀。

5.4.8.4关闭主压水阀， 压水至设计水位时，关闭补气压水阀。

5.4.8.5调相运行过程 中应根据尾水锥管水位自动补气压水。

5.5 水泵水轮机检修隔离和恢复操作

5.5.1隔离操作

5.5.1.1机组停机并做好机组电气方面的检修隔离措施。

5.5.1.2关闭进出水阀并做好安全隔离措施。

5.5.1.3关闭尾水事 故闸门及其旁通阀并做好安全隔离措施。

5.5.1.4隔离技术供水系统， 包括各冷却器的排水。

5.5.1.5隔离转轮 室压水供气系统。

5.5.1.6投入机械制动装置。

5.5.1.7设有导叶全关机械锁锭的水泵水轮机，应投入导叶全关机械锁锭。

5.5.1.8打开蜗壳排水阀、 尾水管排水阀。

5.5.1.9启动机组检修排水系统， 并做好排水泵运行及水位的监视。

5.5.1.10检查并确认蜗壳和尾水管内水已排空。

5.5.1.11将主轴密封装置隔离。

5.5.1.12将主轴检修密封泄压隔离。

5.5.1.13隔离调速系统，其油压装置泄压。

5.5.1.14做好隔离设备的防误动措施，如拉开电源、加装机械锁锭等。

5.5.2恢复操作

5.5.2.1检查并确认水导轴承油位正常，油质合格。

5.5.2.2检查并确认尾水管、蜗壳进人孔关闭。

5.5.2.3关闭蜗壳、尾水管排水阀。

5.5.2.4投入各动力电源、 控制电源，顶盖排水泵、漏油泵控制方式置于“自动”位。

5.5.2.5恢复主轴密封装置，检查并确认主轴检修密封在退出状态。

5.5.2.6恢复调速器系统， 压力油罐建压正常。

5.5.2.7打开尾水事故闸门旁通阀对尾水管、蜗壳进行充水，检查并确认各部位无漏水，主轴密封装置工作正常。

5.5.2.8开启尾水事故闸门。

5.5.2.9恢复转轮室压水供气系统、 冷却水系统。

5.5.2.10恢复进 出水阀到备用状态，压力油罐建压正常。

5.5.2.11退出导叶全关机械锁锭。

5.5.2.12恢复机组 电气方面的备用状态，检查并确认机组满足开机条件。

5.6调速系统检修隔离和恢复操作

5.6.1隔离操作

5.6.1.1拉开调速器油压装置压力油泵的动力电源。

5.6.1.2关闭调速器油压系统与其他设备油路的阀门和供气回路阀门。

5.6.1.3检查并确认调速器系统漏油泵在正常运行状态。

5.6.1.4将调速 器压力油罐泄压，必要时排油。

5.6.1.5必要时拉开调速器系统电气柜的控制电源。

5.6.2恢复操作

5.6.2.1恢复调速 器油压装置压力油泵的动力电源。

5.6.2.2对调速 器压力油罐进行建压，检查并确认压力、油位正常。

5.6.2.3打开调速器 油压系统与其他设备的油路阀门和供气回路阀门。

5.6.2.4恢复调速 器电气柜的控制电源，检查并确认其工作正常。

5.6.2.5检查并确认调速器系统漏油泵在正常运行状态。

5.6.2.6检查并确认调速器系统处于备用状态。

5.7 进出水阀系统检修隔离和恢复操作

5.7.1隔离操作

5.7.1.1检查并确认进出水阀在全关位置，工作密封在投入状态，接力器锁定在投入状态。必要时投入检修密封。

5.7.1.2检查并确认进出水阀旁通阀在关闭状态并投入机械锁锭。

5.7.1.3拉开进出水阀油压装置压力油泵的动力电源。

5.7.1.4关闭进出水阀油压系统与其他设备的油路阀门和供气回路阀门。

5.7.1.5检查并确认进出水阀系统漏油泵在正常运行状态。

5.7.1.6将进出水阀压力油罐泄压，必要时排油。

5.7.1.7必要时拉开进出水阀电气柜的控制电源。

5.7.2恢复操作

5.7.2.1恢复进出水阀油压装置压力油泵的动力电源。

5.7.2.2对进出水阀压力油罐进行建压，检查并确认压力、油位正常。

5.7.2.3打开进 出水阀油压系统与其他设备的油路阀门和供气回路阀门。

5.7.2.4退出进出水阀接力器机械锁锭及旁通阀机械锁锭，退出检修密封。

5.7.2.5恢复进 出水阀电气柜的控制电源，检查并确认其工作正常。

5.7.2.6检查并确认进 出水阀漏油泵在正常运行状态。

5.7.2.7检查并 确认进出水阀系统处于备用状态。

5.8 进出水阀、尾水事故闸门和上水库进出水口事故闸门的操作

5.8.1基本要求：

－尾水事故闸门全开时进出水阀才能开启，进出水阀全关时尾水事故闸门才能关闭。

－开启尾水事故闸门前应检查尾水管进人孔、蜗壳进人孔、蜗壳排水阀、尾水管排水阀处于关闭状态。

－正常情况下，尾水事故闸门、上水库进出水口事故闸门下降到设定值时应发出报警，并能自动将闸门提升至正常位置。

5.8.2下列情况需要关闭进出水阀和尾水事故闸门：

－转轮检修。

－主轴密封检修。

-导水机构检修，导叶套筒检修，导叶间隙检查维护。

－一止漏环检修 。

5.8.3下列情况需要关闭上水库进出水口事故闸门、进出水阀和尾水事故闸门：

－输水系统排空检查、维护。

－一进出水阀本体、 检修密封等的检查、维护。

6水泵水轮机巡视检查、运行监视和运行分析

6.1巡视检查基本要求

6.1.1巡视检查应按规定的内容和路线进行，发现设备异常应及时处理。

6.1.2巡视检查应结合当前运行状况，确定重点巡视部位。

6.1.3频繁启 动的水泵水轮机，应增加现场巡视的部位和次数。

6.1.4、下列情况应增加巡检次数：

－设备新投运或检修后恢复运行。

－运行方式发生重大变化。

－设备运行超过规定值。

一同类型设备已发生过故障。

6.2运行监视

6.2.1水轮机工况启、 停及稳定运行时监视

6.2.1.1监视水轮机工况启、停自动控制流程，确认其正常执行。

6.2.1.2监视并 确认水泵水轮机各部件运行正常。

6.2.1.3监视并确认油、气、水等辅助设备压力、流量正常。

6.2.1.4监视并确认水泵水轮机振动、 摆度正常。

6.2.1.5监视并确认水泵水轮机各部件温度、温升正常。

6.2.1.6监 视并确认各自动化元件、保护装置工作正常。

6.2.1.7低水头启动时， 监视非同步导叶动作情况确认其正常，并确认同期过程转速稳定。

6.2.2水泵工况启、 停及稳定运行时监视

6.2.2.1监视水泵 工况启、停自动控制流程，确认其正常运行。

6.2.2.2监 视并确认静止变频器、背靠背拖动设备启动正常。

6.2.2.3监视并确认各 部件温度、温升、振动、摆度正常。

6.2.2.4监视并确认各 部件油位、油压、水压、流量正常。

6.2.2.5监视并确认压水供气系统工作正常。

6.2.2.6监视并确认主轴密封运行正常。

6.2.2.7监视并确认各 自动化元件、保护装置工作正常。

6.2.2.8背靠背拖动时， 监视转速差正常。

6.2.2.9水泵方向调相工况运行时，监视止漏环温度和吸收功率，确认其正常；转水泵工况时，监视转轮室回水造压过程，确认其正常。

6.3水泵水轮机部件的巡视检查

6.3.1水导轴承油槽油色、油位正常，油槽无漏油、甩油，定期进行油质化验；冷却水管路无松动、脱落、渗漏，水压正常；外循环泵运行无振动大、异音、过负荷等异常现象；导轴承的螺栓无松动。

6.3.2导叶接力器无抽动、漏油现象；导叶异步保护装置无动作，信号装置正常。

6.3.3主轴密封温度、 磨损量、冷却水流量正常，漏水在正常范围内。

6.3.4水泵水轮机部分各管路阀门状态正确，无漏油、漏水、漏气现象，过滤器运行正常。

6.3.5各电磁阀、 配压阀、传感器状态正确，电气引线完好， 无过热、受潮、松动等现象。

6.3.6蜗壳、尾水管进人孔门螺栓齐全、紧固，无漏水、无剧烈振动现象。

6.3.7顶盖各部件无振动、松动，排水畅通，排水泵工作正常。

6.3.8主轴检修密封处于退出状态。

6.3.9调相运行时，检查并确认止漏环温度、冷却水流量正常。

6.4进出水阀系统的巡视检查

6.4.1控制柜各电源开关均投入状态，电源指示正常，散热风机运行正常；控制柜面板各选择开关位置正常。

6.4.2电气元件无过热、 脱落断线等异常情况，各端子引线良好，无脱落、断线、破损现象。

6.4.3压力油罐油位、 压力、温度正常，压力油泵、漏油泵按规定正常运行且无异响、过热等异常现

6.4.4压力油罐补气系统各阀门状态正常，能满足自动补气要求。

6.4.5进出水阀、 延伸段、伸缩节无漏水，各油、水管路连接无松动、脱落、渗漏现象。

6.4.6进出水阀在关闭或开启状态下，其接力器和枢轴无渗漏。

6.5调速系统的巡视检查

6.5.1电气柜各电源开关均投入状态，电源指示正常，散热风机运行正常；电气柜控制面板选择开关位置正常，电调各参数正常。

6.5.2电气元件无过热、 脱落断线等异常情况，各端子引线良好，无脱落、断线、破损现象。

6.5.3调速器运行应稳定， 导叶接力器无异常抽动、跳动和摆动现象；控制器应在运行状态。

6.5.4油、气、水管路各阀门状态正确，各管路的连接应无松动、脱落、渗漏现象。

6.5.5 压力油罐油位、压力、温度正常，压力油泵、漏油泵按规定正常运行且无异响、过热等异常现象。

6.5.6压力油罐补气系统各阀门状态正常，能满足自动补气要求。

6.5.7电液转换器、 主配压阀、引导阀工作正常；调速系统设有机械柜的，其机械开限、手自动切换阀、事故停机电磁阀均在相应状态，且机械柜各参数指示正常。

6.6辅助和附属设备的巡视检查

6.6.1压水供气气罐压力 正常，连接管路无漏气现象。

6.6.2压水供气各 阀门电磁引导阀引线完好，无发热现象，阀芯无卡涩；液压操作管路无渗漏。

6.6.3水泵水轮机测量装置系统各数据显示正常，各现地显示表计无超限、抖动。

6.6.4技术供水水泵运行平稳、无异音，管路无渗漏。

6.6.5顶盖无异 常渗水，排水系统运行正常。

6.6.6各控制盘、动力盘盘面控制方式开关位置正确，指示正常。

6.6.7盘柜各 电源开关接线紧固无松动，各继电器触点正常无抖动、粘结现象，各端子无松动脱落。

6.6.8各保护压板投切位置正确，各温度值在正常范围内，振动、摆度测量显示正常。

6.6.9自动化元件应无尘土、油污、水污及锈蚀现象；引线完好无损伤。

6.7甩负荷后的停机检查

6.7.1检查甩负荷过程中机组温度、 振动、摆度、转速、压力等监测量是否正常并进行分析。

6.7.2检查并确认主轴密 封装置无异常。

6.7.3检查并确认导叶接力器及其反馈机构无漏油、松动；检查并确认控制环、拐臂连杆销钉焊缝无开裂，导水机构各紧固螺栓无松动；导叶异步 保护装置正常。

6.7.4检查并确认尾水管进人孔、蜗壳进人孔、顶盖、尾水锥管、导叶套筒无渗漏，各把合螺栓无松动。

6.7.5检查并确认进出水阀及其旁通阀、伸缩节等无渗漏。

6.7.6检查并确认油、 气、水管路接头无渗漏，管夹无松动。

6.7.7检查并确认各 位置开关无松动、脱落。

6.7.8开机时检查并确认振动、 摆度、温度正常，运行无异常。

6.8辅助和附属设备的定期轮换与试验

6.8.1辅助和附属设备应按规定进行定期轮换与试验工作。

6.8.2定期轮换由监控系统控制的主、备用设备，处于备用状态的设备应定期进行启动试验。

6.8.3下列辅助和附属设备应列入定期轮换与试验工作：

－油压装置压力油泵定期轮换。

－轴承外循环油泵定期轮换。

－顶盖排水泵定期轮换。

-调速器油系统过滤器定期轮换。

－一技术供水泵定 期轮换。

－一调速系统控制器定期轮换。

－渗漏排水泵定期轮换。

－检修排水泵 定置试验。

6.8.4尾水事 故闸门、上水库进出水口事故闸门应定期进行启闭试验。

6.9 运行分析

6.9.1应定期进行运行分析， 对水泵水轮机状态、操作监视、异常现象等综合分析。

6.9.2水泵水轮机大修 或技术改进前后运行状况、事故或障碍、重大缺陷和重大隐患，应开展专题分析。

6.9.3根据运行分析结果， 改进设备巡检和维护管理。

6.9.4应定期对水泵水轮机可靠性数据进行分析， 根据分析结果，改进设备运行方式。

7水泵水轮机不正常运行和事故处理

7.1不正常运行和事故处理基本要求

7.1.1水泵水轮机设备应进行缺陷分类管理。

7.1.2设备出现事故，运行人员应尽快解除对人身和设备的威胁，限制事故的扩大。

7.1.3运行人员应熟悉掌握水泵水轮机运行事故预案，并定期举行反事故演习。运行生产现场应配置包括并不限于以下事故预案：

－水淹厂房事故预案。

－一压力容 器爆裂事故预案。

－压力钢管爆管事故预案。

－机组控制失效事故预案。

7.1.4遇下列情况，运行值班人员可以不经电网调度允许立即解列停机，事后汇报：

－压力钢管爆裂大量漏水。

－输水系统与机组设备发生共振。

－与压力钢管或尾水管直接相通且无隔离阀门管段爆裂大量漏水。

－顶盖破裂严重漏水。

－一导叶失控。

－一主轴密封严重漏水。

－蜗壳、尾水管进人孔大量漏水。

－转速上升到过速定值时，进出水阀没有自动关闭。

－尾水事故闸门门槽封盖处大量漏水。

7.2 振动、摆度超过规定值处理

7.2.1水泵水轮机应避 开不稳定区运行。

7.2.2运行中应随时检查并确认轴承处于正常运行状况。

7.2.3振动、 摆度严重超过规定值，应立即停机处理。

7.2.4分析振动、 摆度测量结果，确定原因并进行相应处理。

7.3水泵工况运行过负荷处理

7.3.1监视机组电流、 电压、功率、频率、各部件温度上升情况，以及机组振动、摆度、导叶开度是否正常；调速器参数是否正常。

7.3.2水泵工况过负荷，应调整该水头下的导叶开度，限制水泵工况最大输入功率。

7.3.3水泵 工况过负荷超过设计允许连续运行时间，应停机处理。

7.4调速器控制器故障处理

7.4.1双控制器的调速器一台 控制器有故障，自动切换到备用控制器运行。

7.4.2调速器改手动方式运行时，现地应设专人监视。

7.5 调相运行时止漏环温度高处理

7.5.1止漏环温度高时，应做好运行检查、监视和分析。

7.5.2现地检查止漏环冷却水供、排水阀门位置是否正确，压力、流量是否正常。

7.5.3有异常应及时处理。

7.6水导轴承温度高故障处理

7.6.1水导轴承温度高时，应做好运行检查、监视和分析。

7.6.2现地检查水导轴承冷却水供、排水阀门状态是否正确，压力、流量是否正常。

7.6.3检查冷却器、油水回路是否正常。

7.6.4检查大轴摆度、 顶盖振动是否正常。

7.6.5有异常应及时处理。

7.7水导轴承油位低故障处理

7.7.1水导轴承油位低时，应密切监视水导轴承瓦温、油温趋势。

7.7.2检查水导轴承实际油位是否正常，检查冷却器、油管路有无漏油。

7.7.3有异常应及时处理。

7.8主轴密封温度高故障处理

7.8.1主轴密封温度高时，应现地检查主轴密封冷却水流量、水压是否正常，冷却水回路有无漏水。

7.8.2有异常应及时处理。

7.9主轴密封抬起故障处理

7.9.1主轴密封 被抬起时，应现地检查其供水回路是否正常。

7.9.2监视停机过程， 待转速为零后，可投入大轴检修密封，检查顶盖排水泵运行正常。

7.9.3关闭进出水阀、 尾水事故闸门，排空尾水管及蜗壳等，做好主轴密封检查的安全隔离措施。