

ICS 27.140

CCS K 55

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2574—2022

混流式水轮机维护检修规程

Code of maintenance for Francis turbine

2022-11-04 发布

2023-05-04 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 检修项目与检修周期	2
4.1 检修项目	2
4.2 检修周期	7
5 检修工艺	7
5.1 工艺质量一般要求	7
5.2 蜗壳、尾水管检修	9
5.3 筒形阀检修	9
5.4 导水机构检修	10
5.5 导轴承检修	11
5.6 主轴密封检修	11
5.7 转动部件检修	12
5.8 附属设备检修	13
6 水轮机总体回装	14
7 检修启动试验	16
7.1 一般要求	16
7.2 启动试验项目	16
7.3 验收	18

中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



扫码免费兑换电子书

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件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。

本文件起草单位：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、大唐岩滩水力发电有限责任公司。

本文件主要起草人：吴祖平、刘丰、王鹏宇、农振昌、李平、向小峰、陈峰兵、张波涛、俸梅、郑立理、李建豪、覃涛、邱涛、胡军、姬升阳、赵宗引。

本文件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）。

混流式水轮机维护检修规程

1 范围

本文件规定了混流式水轮机检修项目、检修周期、检修工艺、总体回装、启动试验及验收等技术要求。

本文件适用于功率为 10 MW 及以上或转轮公称直径 1.0 m 及以上的混流式水轮机（以下简称“水轮机”）检修。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 7596 电厂运行中矿物涡轮机油质量
- GB/T 8564 水轮发电机组安装技术规范
- GB/T 11348.5 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 15468 水轮机基本技术条件
- GB/T 16938 紧固件 螺栓、螺钉、螺柱和螺母 通用技术条件
- GB/T 28570 水轮发电机组状态在线监测系统技术导则
- GB/T 29531 泵的振动测量与评价方法
- DL/T 410 电工测量变送器运行管理规程
- DL/T 444 反击式水轮机磨蚀评估导则
- DL/T 507 水轮发电机组启动试验规程
- DL/T 596 电力设备预防性试验规程
- DL/T 619 水电厂自动化元件（装置）及其系统运行维护与检修试验规程
- DL/T 622 立式水轮发电机弹性金属塑料推力轴瓦技术条件
- DL/T 1056 发电厂热工仪表及控制系统技术监督导则
- DL/T 1066 水电站设备检修管理导则
- DL/T 1318 水电厂金属技术监督规程
- NB/T 35089 水轮机筒形阀技术规范
- NB/T 47013.1 承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求

3 术语和定义

GB/T 2900.45 及 DL/T 1066 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

A 级检修 A class maintenance

A 级检修是指对水轮机进行全面的解体检查和修理，以保持、恢复或提高设备性能。

[来源：DL/T 817—2014，3.1]

3.2

B 级检修 B class maintenance

B 级检修是指针对水轮机某些设备存在的问题，对水轮机部分设备进行解体检查和修理。B 级检修

可根据水轮机设备状态评估结果，有针对性地实施部分 A 级检修项目或定期滚动检修项目。

[来源：DL/T 817—2014，3.1]

3.3

C 级检修 C class maintenance

C 级检修是指根据设备的磨损、老化规律，有重点地对水轮机进行检查、评估、修理、清扫。C 级检修可进行少量零件的更换、设备的消缺、调整、预防性试验等作业以及实施部分 A 级检修项目或定期滚动检修项目。

[来源：DL/T 817—2014，3.1]

3.4

D 级检修 D class maintenance

D 级检修是指当水轮机总体运行状况良好，而对主要设备及附属系统和设备进行维护、保养与消缺。可根据设备状态的评估结果，安排部分 C 级检修项目。

[来源：DL/T 817—2014，3.1]

3.5

定期检修 time based maintenance (TBM)

定期检修是一种以时间为基础的预防性检修，根据设备磨损和老化的统计规律，事先确定检修等级、检修间隔、检修项目、备件及材料等的检修方式。

3.6

状态检修 condition based maintenance (CBM)

状态检修是指根据状态监测和诊断技术提供的水轮机状态信息，评估水轮机的状况，在故障发生前进行检修的方式。

[来源：DL/T 817—2014，3.1]

4 检修项目与检修周期

4.1 检修项目

4.1.1 C 级检修项目

水轮机 C 级检修项目见表 1，根据水轮机状态评估结果可适当调整。

表 1 水轮机 C 级检修项目

序号	机构名称	部件名称	检修项目
1	蜗壳、尾水管	蜗壳	1. 外观检查； 2. 排水阀动作试验； 3. 排水阀阀盘密封检查； 4. 蜗壳进人门连接螺栓无损检测； 5. 蜗壳进人门（外开式）无损检测
1.1		尾水管	1. 外观检查； 2. 尾水管平管段、基础环及锥管第一管节脱空检查、处理； 3. 排水阀拦污栅检查、处理； 4. 排水阀动作试验； 5. 排水阀阀盘密封检查； 6. 尾水管进人门连接螺栓外观检查； 7. 尾水管穿梁孔门连接螺栓外观检查

表 1 (续)

序号	机构名称	部件名称	检修项目
2	筒形阀	机械、油压装置	1. 外观检查; 2. 油压装置检查; 3. 同步装置检查; 4. 安全阀校验; 5. 液压油过滤、检验; 6. 重要紧固件检查; 7. 筒形阀接力器及操作油管路外观检查; 8. 卸载阀动作值测定; 9. 自动补气试验; 10. 手动操作筒形阀试验; 11. 自动操作筒形阀试验; 12. 筒形阀开启、关闭时间测定
		电气装置	1. 自动化元件检查; 2. 同步装置检查
3	导水机构	座环	外观检查
		底环	1. 外观检查; 2. 抗磨板空蚀、磨损局部处理
		导叶	1. 外观检查; 2. 立面间隙测量与调整; 3. 端面间隙测量与调整; 4. 空蚀检查及处理; 5. 导叶轴套密封检查、处理
		顶盖	1. 表面清扫、局部防腐; 2. 焊缝外观检查; 3. 螺栓松动检查; 4. 抗磨板空蚀、磨损局部处理
		底环	1. 外观检查; 2. 抗磨板空蚀、磨损局部处理
		导叶	1. 外观检查; 2. 立面间隙测量与调整; 3. 端面间隙测量与调整; 4. 空蚀检查及处理; 5. 导叶轴套密封检查、处理
		顶盖	1. 表面清扫、局部防腐; 2. 焊缝外观检查; 3. 螺栓松动检查; 4. 抗磨板空蚀、磨损局部处理
		接力器	1. 外观检查; 2. 动作试验; 3. 压紧行程测量与调整; 4. 外观检查
		控制环	1. 控制环自润滑轴承(轴向、径向)间隙测量; 2. 控制环连接板检查
		拐臂	1. 外观检查、螺栓松动检查; 2. 导叶止推轴承间隙测量; 3. 剪断销及信号装置检查; 4. 限位块检查

表 1 (续)

序号	机构名称	部件名称	检修项目
4	导轴承	油槽	1. 外观检查; 2. 轴承外部清扫, 渗漏检查、处理; 3. 透平油检验、过滤或换油; 4. 螺栓松动检查; 5. 油槽表面清扫; 6. 油槽密封检查、处理
		轴瓦	瓦面抽检 (外观检查、无损检测)
		轴承冷却系统	1. 外观检查; 2. 油过滤器清扫或更换滤芯; 3. 冷却系统严密性试验; 4. 电机预防性试验
5	主轴密封	主轴工作密封	1. 外观检查; 2. 主轴密封通水试验; 3. 主轴密封磨损量测
		主轴检修密封	外观检查及空气围带通气试验
6	转动部件	转轮	1. 外观检查; 2. 叶片出水边无损检测; 3. 叶片焊缝无损检测 (抽检); 4. 止漏环间隙测量
		主轴	外观检查
7	附属设备	顶盖排水装置	1. 外观检查; 2. 水泵抽水试验; 3. 水泵振动测量; 4. 自流排水孔清理; 5. 顶盖水位计检查; 6. 电机预防性试验
		补气系统	1. 主轴中心补气阀动作试验、密封面检查、渗漏试验; 2. 浮球阀动作试验、密封面检查; 3. 强迫补气系统管路检查, 动作试验
		水车室环形吊车	1. 外观检查; 2. 动作试验; 3. 螺栓松动检查
		自动化元件	1. 外观检查; 2. 紧固检查及校验; 3. 密封面渗漏检查、处理
		其他附属设备	1. 外观检查; 2. 油、水、气管路及阀门清扫、检查, 渗漏处理; 3. 表计检查、校验; 4. 标示牌修复或更换; 5. 机坑里衬、水车室通道、管路补漆

4.1.2 B 级检修项目

水轮机 B 级检修应在 C 级检修项目的基础上进行, 实施项目见表 2, 根据水轮机状态评估结果可适当调整。

表2 水轮机B级检修项目

序号	机构名称	部件名称	检修项目
1	蜗壳、尾水管	蜗壳	蜗壳进入门焊缝检查、处理
		尾水管	1. 锥管与基础环焊缝检查、处理； 2. 尾水排水阀阀盘密封更换
2	筒形阀	机械、油压装置	1. 密封检查、处理； 2. 同步装置调整； 3. 操作机构调整、处理； 4. 重要焊缝无损检测； 5. 局部锈蚀处理； 6. 压油泵输油量测定； 7. 液压系统升压试验； 8. 静水启闭试验
		电气装置	UPS 供电状态下，筒形阀动作试验
3	导水机构	座环	局部防腐
		底环	局部防腐
		导叶	缺陷检查、处理
		顶盖	1. 重要焊缝无损检测； 2. 抗磨板局部缺陷处理
		接力器	1. 重要焊缝无损检测； 2. 压紧行程调整
		控制环	控制环自润滑轴承间隙测量、处理
		拐臂	导叶止推轴承间隙测量、处理
4	导轴承	轴瓦	1. 瓦面检查、处理； 2. 瓦间隙测量
		轴承冷却系统	外循环油泵轴封、轴承检查、处理
5	主轴密封	主轴工作密封	密封副检查及修复
6	转动部件	转轮	1. 主要焊缝无损检测； 2. 缺陷处理
		主轴	1. 主要焊缝无损检测； 2. 缺陷处理
7	附属设备	顶盖排水装置	水泵轴承检查、处理
		补气系统	1. 主轴中心补气阀动作值检查、调整； 2. 浮球阀密封面处理； 3. 强迫补气系统法兰及密封面检查、处理
		水车室环形吊车	钢丝绳保养

4.1.3 A级检修项目

水轮机A级检修应在B级检修项目的基础上进行，实施项目见表3，根据水轮机状态评估结果可适当调整。

表3 水轮机A级检修项目

序号	机构名称	部件名称	检修项目
1	蜗壳、尾水管	蜗壳	1. 接力器及盘型阀分解检查、密封更换； 2. 接力器严密性耐压试验
		尾水管	1. 接力器及盘型阀分解检查、密封更换； 2. 接力器严密性耐压试验
2	筒形阀	机械、油压装置	1. 密封更换； 2. 整体防腐处理； 3. 液压操作机构分解、检查； 4. 同步机构分解、检查
		电气装置	1. 故障模拟试验； 2. 动水关闭试验（选做）
3	导水机构	座环	防腐处理
		底环	1. 防腐处理； 2. 导叶下端面密封更换； 3. 底环与座环间的密封更换； 4. 空蚀部位处理； 5. 导叶排水孔检查
		导叶	1. 轴瓦更换； 2. 导叶轴密封更换； 3. 导叶立面密封处理； 4. 空蚀部位处理
		顶盖	1. 防腐处理； 2. 分瓣面连接螺栓无损检测，必要时更换； 3. 顶盖与座环连接螺栓无损检测，必要时更换； 4. 导叶上端面密封更换； 5. 空蚀部位处理
		接力器	1. 分解检查、密封更换； 2. 接力器严密性耐压试验
		控制环	自润滑轴承更换
		拐臂	1. 导叶止推轴承更换； 2. 限位块焊缝检查
4	导轴承	油槽	1. 瓦面无损检测； 2. 瓦面处理或更换； 3. 油槽密封更换； 4. 油槽渗漏试验
		轴承冷却系统	油、水管路法兰、接头密封更换
5	主轴密封	主轴工作密封	1. 供水管更换； 2. 管路密封更换； 3. 主轴密封分解检查及处理
		主轴检修密封	空气围带更换
6	转动部件	转轮	1. 与主轴连接螺栓无损检测； 2. 止漏环圆度测量
7	附属设备	顶盖排水装置	1. 水泵分解检查； 2. 管路密封更换
		补气系统	主轴中心补气系统管路及补气阀分解检查、密封更换，管路密封渗漏试验

表 3 (续)

序号	机构名称	部件名称	检修项目
7	附属设备	强迫补气装置	管路密封更换
		水车室环形吊车	轴承箱分解检查
		自动化元件	检查处理, 根据需要更换或改造
		其他附属设备	管路及接头密封更换

4.2 检修周期

水轮机检修周期、检修停用时间直接取决于设备的健康水平与运行状态, 宜与发电机检修周期、检修停用时间相结合。水轮机检修周期、检修策略宜参照表 4 执行, 检修停用时间宜参照表 5 执行。

表 4 检修周期、检修策略表

检修等级	检修周期 (年)	检修策略
A 级检修	15~20	机组投产运行一定年限后, 可选取一台水轮机实施抽查性 A 级检修, 当检查状况良好, 可延长其余机组 A 级检修周期
B 级检修	根据需要安排	除为解决影响机组安全性或经济性的严重缺陷外, 原则上不安排 B 级检修
C 级检修	1~2	通过机组状态评价与检修评估, 设备状况良好的机组可适当延长
D 级检修	0.5~1	—

注 1: 对状态稳定的设备, 根据设备状态评价结果, 可逐步延长检修周期。
注 2: 在水轮机运行或检修中, 发现危及安全运行的重大缺陷, 应立即检修或延长检修时间。
注 3: 水轮机主要运行参数频繁超出设计值, 或是水轮机效率、功率明显降低时, 报主管单位批准后, 可调整检修周期、检修停用时间。
注 4: 多泥沙河流可适当缩短检修周期。
注 5: 应在定期检修的基础上, 根据设备技术状况, 结合部件的磨损、劣化和老化规律, 逐步扩大状态检修的比例, 缩短检修停用时间。

表 5 水轮机检修停用时间

转轮直径 D_1 (mm)	检修停用时间 d (天)			
	A 级检修	B 级检修	C 级检修	D 级检修
$D_1 < 2500$	$30 \leq d \leq 45$	$20 \leq d \leq 30$	$7 \leq d \leq 9$	根据检修项目, 可适当安排检修停用时间, 但不得超过 C 级检修停用时间的下限
$2500 \leq D_1 < 4000$	$50 \leq d \leq 65$	$35 \leq d \leq 40$	$7 \leq d \leq 9$	
$4000 \leq D_1 < 5500$	$50 \leq d \leq 65$	$40 \leq d \leq 45$	$7 \leq d \leq 9$	
$5500 \leq D_1 \leq 6500$	$55 \leq d \leq 70$	$45 \leq d \leq 60$	$12 \leq d \leq 14$	
$D_1 > 6500$	$90 \leq d \leq 140$	$50 \leq d \leq 80$	$12 \leq d \leq 14$	

注 1: 在水轮机检修过程中, 发现危及安全运行的重大缺陷, 可延长检修停用时间。
注 2: 对于多泥沙河流、磨蚀严重的水轮机, 其检修停用时间可在本表规定的停用时间上乘以不大于 1.3 的修正系数。
注 3: 配有筒形阀的机组, A 级检修停用时间可在本表规定的检修停用时间上适当延长。

5 检修工艺

5.1 工艺质量一般要求

5.1.1 检修过程中使用的垫片、密封条应符合设计、厂家要求。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/557146062101006024>