

汽动给水泵密封水滤网差压高原因分析

李恒圆 季洋

国电投协鑫（滨海）发电有限公司 江苏盐城 224000

摘要：密封水系统作为汽动给水泵安全稳定运行的关键保障，其滤网差压异常升高会直接导致密封水流量衰减、密封端面润滑冷却失效，进而引发机械密封磨损、泵轴抱死等严重故障。本文以汽动给水泵为研究对象，结合机组运行数据与行业实践案例，从介质污染、设备结构、运行操作及仪表监测四个维度，系统分析密封水滤网差压高的核心成因，揭示各因素间的作用机制，为同类设备故障排查与预防提供理论依据和工程参考。

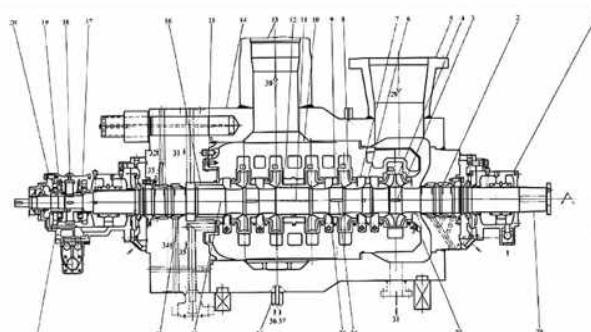
关键词：汽动给水泵；密封水滤网；差压高；原因分析；故障预防

引言

汽动给水泵是火电机组汽水循环系统的核心动力设备，承担着向锅炉输送高压给水的重要任务，其运行可靠性直接影响机组的安全经济性。密封水系统通过持续提供清洁冷却介质，在泵轴与密封件之间形成稳定液膜，既实现轴端密封防泄漏，又起到润滑降温作用。密封水滤网作为该系统的关键净化元件，需有效拦截介质中的固体杂质、悬浮物等污染物，保护机械密封端面不受磨损。

我公司的汽动给水泵是在原博泵公司生产的 $16 \times 16 \times 18-5\text{stgHDB}$ 型，为卧式、水平、五级筒体式离心泵。主泵的所有部件均安装在芯包上，芯包可以从外壳中抽出，可大大缩短泵的检修时间。

叶轮与泵壳采用适当的结构和材质，从而保证动静部分即使发生磨损，也可保护转动部件。在磨损发生后，通过调整动静部分间隙，亦可使泵组保证高效运行。给水泵主泵中间级上有一中间抽头，中间抽头的出水压力、流量可满足再热器喷水减温的要求，泵中间抽头出口设置逆止门和关断门。中间抽头斜 45° 向上抽出。推力轴承可在所有的稳态和暂态情况下（包括泵起动和停止时），维持纵向对中和可靠的平衡轴向推力。轴端密封采用迷宫型水力密封，能保证泵在运行时密封水不进入泵而泵送水不泄漏出来，泵体结构如图1。



1-径向轴承罩, 2-吸入端填料函, 3-第一级叶轮键, 4-第一级叶轮, 5-吸入法, 6-第一级定位销, 7-第一级轴套, 8-叶轮组, 9-定位销组, 10-蜗壳, 11-叶轮中心键, 12-中分面定位销, 13-水泵出口, 14-泵壳, 15-泵壳套管, 16-平衡套筒, 17-推力轴承罩, 24-疏水轮毂, 25-导叶组, 26-叶轮键组, 27-第一级导叶, 28-泵轴, 29-吸入, 30-排出, 31-平衡管, 32-密封水注水, 33-密封水旁路, 34-卸荷水管, 35-给泵中间抽头

图1 汽动给水泵的结构图

给水泵转子叶轮主要采用背靠背的布置形式平衡给泵运行中的轴向推力：首级叶轮采用双吸叶轮，第二、三级叶轮与第四、五级叶轮为背靠背布置。在泵的自由端设有平衡鼓，残余推力及启停时的推力用推力盘来平衡，其轴向推力如图2：

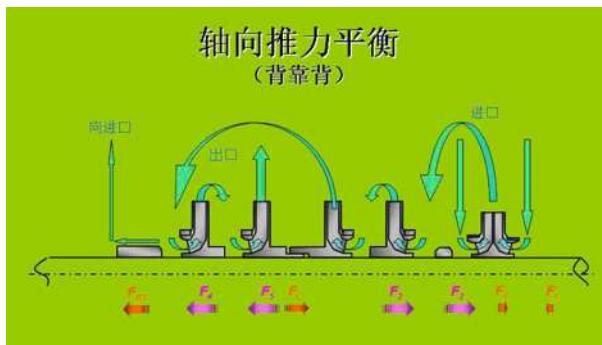
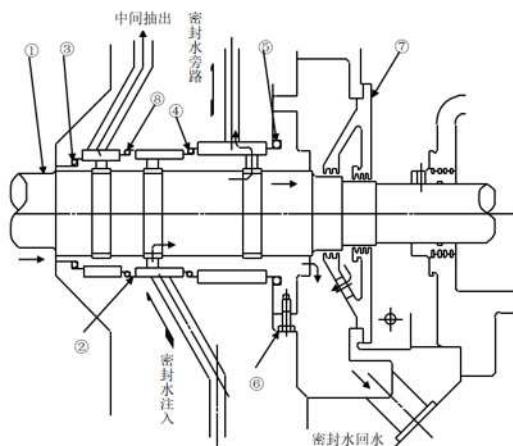


图 2 汽动给水泵的轴向推力示意图

1 给泵密封水作用

为防止泵内的高压水向外流出形成蒸汽，同时控制泵体内工质热量向轴承方向传递，从外部向节流衬套和轴或轴套的间隙里注入密封水，完全防止了高压水的泄漏。由于所注入的密封水的一部分会进入泵内，故该密封水必须为纯水，我厂采用凝结水。



①轴；②节流衬套；③O形圈；④O形圈；⑤O形圈；
⑥调整螺钉；⑦轴承架盖；⑧O形圈；
图 3 给泵密封水结构

该密封运行中无需像填料那样进行调整、更换。密封水的一部分从靠近的一侧被旁路掉，旁路配管中附有节流孔板，密封水回水通过密封桶被全部收回凝汽器，完全没有外部泄漏。

泵体内少量给水通过迷宫密封间隙流向轴端，经卸荷水通道泄压至给泵入口管道，仍有少量高温给水及热量通过轴套间隙流向轴端，此时向轴套间隙通过温度较低的凝水，即保证高压水不向外泄漏，又可以带走向轴承方向传递的热量，保证轴承方向的运行温度不高。

2 密封水运行现状

我厂密封水回水温度设置为 50℃，通过密封水调阀自动控制。夏季高负荷期间，给泵密封水流量异常，密封水滤网差压最高增至 104kPa，期间机组真空 -92kPa，凝结水温度 45.3℃。切换至备用滤网运行后无改善，拆出滤网后检查，滤网无明显脏污。



图 4 2A、2B 给泵密封水拆出滤网

汽机专业调整密封水回水设定温度至 52℃，调整后密封水滤网差压运行降至 42kPa 左右。根据此现象，判断给泵密封水滤网凝水温度与密封水回水温度设定值差值较低，需求密封水量增大。

3 密封水滤网差压高的核心原因分析

查看给泵密封水滤网差压曲线分析，差压随负荷升降成正比变化，排除测点故障原因。通过以上现象可以判断给泵密封水滤网无脏污堵塞现象，造成密封水差压高的主要原因为密封水流量偏大。

根据冬季、夏季不同负荷的参数对比，发现凝水温度对汽泵滤网差压影响较大：

表 1 2025 年 1 月、8 月汽泵密封水数据变化

	机组负荷	凝水温度	汽泵转速	密封水滤网差压	
				2A	2B
1 月	1000	31.3	5647	32	36
	750	30.2	4656	27	30
	500	29.7	3794	20	20
8 月	1000	44.3	5720	104	100
	750	44.4	4880	34	44
	500	39.7	3776	24	29

查询前 5 年夏季机组运行相关数据进行对比：

表 2 2020–2025 年夏季汽泵密封水数据

年份	机组负 荷 MW	凝汽器真空 kPa	凝结水温度 ℃	给泵密封水差压 kPa		给泵转 速
				2A	2B	
2020	1000	-91.94	45.17	17	18	5568
2021	1000	-91.44	45.2	12	14	5544
2022	1000	-90.81	47.4	34	38	5564
2023	1000	-92.57	44	11	14	5552
2024	1000	-92.34	44.49	62.5	62	5628
2025	1000	-92.04	45.27	102	99	5741

通过以上数据分析可知：

(1) 2020 至 2022 年三年间，凝结水温度近达 45℃以上。

其中 2022 年达 47.4℃，但汽泵密封水滤网差压仅 38kPa。

可以认为高负荷期间机组真空偏低、凝结水运行温度偏高不是给泵密封水流量偏高的主要原因。

(2) 给泵转速，相同负荷条件下增长较多，结合给水流量偏差近 150t/h 的现状。判断给泵再循环内漏严重，给水再循环泄漏致给泵本身出力异常升高。

4 结论与建议

(1) 综合以上信息，可能造成汽泵密封水流量异常上升的原因有以下几点：

①汽泵密封水滤网差压高是由于密封水运行流量增大导致。

②汽泵密封水回水温度设定值偏低。

③给泵本身出力升高，汽泵级间运行压力升高，可能引起轴端密迷宫封漏量增大。

④机组经 8 年运行，汽泵迷宫密封可能存在磨损情况，造成轴端密封漏量上升。

⑤汽泵密封 O 型圈老化，导致密封能力下降。

⑥密封水旁路节流孔磨损，可能造成给泵密封水流量增加。

⑦卸荷水管路堵塞，更多的高温给水通过轴套间隙进入密封水腔室，导致密封水回水温度升高，为降低回水温度，密封水流量上升。

(2) 运行建议：

①适当提高汽泵密封水回水温度（厂家建议设定值为 55–60℃），调整密封水回水温度时要关注汽泵轴承温度变化。

②利用机组检修机会检查汽泵迷宫密封磨损情况，并

视情况进行修复。

③检查汽泵密封水旁路节流孔板及卸荷水通道、密封 O 型圈等设备老化、磨损。

④利用机组检修机会，消除汽泵再循环调阀内漏。

⑤机组检修前，在高负荷期间择机关闭汽泵再循环管路，验证汽泵出力是否正常，及时发现、消除汽泵可能存在出力下降问题。

参考文献：

[1] 段学友,周静,贾斌,等.660MW 机组汽动给水泵系统试运问题分析及处理 [J]. 内蒙古电力技术,2020,38(2):34–37.

[2] 刘红革.华能滇东电厂 4×600MW 机组汽泵密封水系统存在问题及改进方法 [J]. 中国电业,2019(19).

[3] 马愈.CHTC 型给水泵机械密封水温度高的分析研究及处理 [J]. 电力技术研究,2019.

[4] 中国电力企业联合会.电站锅炉给水泵检修导则:DL/T735–2010[S].北京:中国电力出版社,2010.(规范滤网维护与差压监测)

[5] 王新军,李立军.汽动给水泵密封水系统优化及常见故障处理 [J]. 电站系统工程,2018,34(5):61–63.(分析滤网差压高原因及优化方案)

[6] 周晓宁.泵用机械密封失效原因分析与检修 [J].湖南造纸,2011(3):36–38.

[7] 佚名.核电厂主给水泵机械密封失效分析及改进 [J].豆丁网,2023-12-30.

[8] 原创力文档.汽动给水泵密封水 [EB/OL].<https://m.book118.com/html/2024/1223/8011074112007011.shtml>,2024-12-24.