

# 1000WM 机组凝结水泵变频在线切换操作及注意事项

## 1000WM Unit Condensate Pump Frequency Conversion Online Switching Operation and Precautions

李恒圆 季洋

Hengyuan Li Yang Ji

国家电投集团协鑫滨海发电有限公司 中国·江苏 盐城 224500

GCL Binhai Power Generation Co., Ltd. of State Power Investment Group, Yancheng, Jiangsu, 224500, China

**摘要:** 凝结水泵是凝结水系统中的一部分,是凝结水系统中升压,调流不可缺少的动力来源。在机组运行中快速调节凝水量,实现净化水质功能,变频运行时能够实现节能降耗,降低管道及设备高压泄漏风险。本次切换操作是在负荷 750MW 进行由 1A 凝结水泵变频运行倒换至 1B 凝结水泵变频运行操作总结。

**Abstract:** The condensate pump is a part of the condensate system and an indispensable power source for boosting and regulating flow in the condensate system. Quickly adjust the condensate volume during the operation of the unit to achieve the function of purifying water quality. During variable frequency operation, it can achieve energy conservation and consumption reduction, and reduce the risk of high-pressure leakage of pipelines and equipment. This switching operation is a summary of the frequency conversion operation from 1A condensate pump to 1B condensate pump at a load of 750MW.

**关键词:** 凝结水泵;变频器;在线切换;注意事项

**Keywords:** condensate pump; frequency converter; online switching; matters needing attention

**DOI:** 10.12346/etr.v5i5.8088

## 1 设备概况

汽轮机型式为超超临界、一次中间再热、反动式、单轴、四缸四排汽、单背压、凝汽式汽轮机<sup>[1]</sup>。凝结水泵设置两台 100% 容量的凝结水泵,采用单元制中压供水变频运行(变频器一拖二),不设凝结水升压泵<sup>[2]</sup>。凝结水泵有最小流量再循环管路,自轴加出口的凝结水管道引出,经最小流量阀回到凝汽器<sup>[1]</sup>。凝结水精处理系统设备由 1 套 2×50% 凝结水量的前置过滤器及 0-50%-100% 可调节旁路系统; 4×33% 凝结水量的高速混床系统及其 0-33%-66%-100% 容量的可调节旁路系统<sup>[1]</sup>。

## 2 凝结水泵变频在线切换操作步骤

### 2.1 凝结水泵变频在线切换前准备工作

①提前准备热机、电气操作票,交由操作人员熟悉危险

点及操作步骤。

②通知化学准备进行凝结水泵变频切换,化学专业提前手动开启高混及前置过滤器旁路开至 80%,防止超流量导致保护动作,切换过程中加强凝结水精处理系统检查,防止漏水。

③为防止凝结水泵出口母管长时间超压运行,操作时应有专人指挥、联系就地。安排两人至就地,一人负责启泵检查,另一人在待停运凝结水泵出口电动门处待命,操作凝结水泵出口电动门应熟练,以便接令后立即关闭凝结水泵出口电动门,尽量减少凝结水泵并泵运行时间;另安排一组人员专门进行电气操作。

### 2.2 1A 变频凝结水泵切至 1B 工频凝结水泵

①提前降低除氧器水位至 -200mm。

②将 1A 凝结水泵变频切手动,提高 1A 凝结水泵变

【作者简介】李恒圆(1984-),男,中国河南邓州人,本科,工程师,从事火力发电厂化学运行及节能减排研究。

频率，待凝结水压力稍提高后，试开凝结水最小流量再循环调门，试开正常后缓慢增加1A凝结水泵变频频率至45Hz，并将凝结水泵最小流量调节门开至80%，凝结水母管压力稳定在3.15MPa。

③关闭1B凝结水泵出口电动门，检查1B凝结水泵启动条件满足，启动1B凝结水泵工频运行，检查出口电动门联开，凝结水母管压力上升，开启凝结水泵最小流量调节门至100%，凝结水母管压力最高升至3.85MPa。

④检查1B凝结水泵工频出力正常后，即可降低1A凝结水泵频率出力，待就地检查1B凝结水泵运行正常，即可停运1A凝结水泵，本次凝结水压力稳在3.5MPa，除氧器水位最高升至90mm。

⑤1A凝结水泵停运后，通知电气组进行1A凝结水泵改工频操作，在此期间再次将除氧器水位降至-200mm，降水位时应缓慢，防止调门开度过小，导致凝水母管憋压。

1A变频凝结水泵切1B工频凝结水泵具体如图1所示。

### 2.3 1B工频凝结水泵切至1A工频凝结水泵

①开启2路凝汽器本体疏水立管减温水，检查精处理装置前凝结水流量上升，凝结水母管压力下降，凝结水泵电流上升且不超限，提高除氧器水位设定值至-100mm，检查除氧器上水调门自动开大。

②工频启动1A凝结水泵，检查出口电动门联开，母管压力上升，再开启2路凝汽器本体疏水立管减温水。

③1A凝结水泵启动检查正常后，即通知就地关闭1B凝结水泵出口电动门至10%后切“远方”，停运1B凝结水泵，检查出口电动门全关，泵体不倒转。本次切换1A凝结水泵出口电动门开至35%时即开始关闭1B凝结水泵出口电动门。

④1B工频凝结水泵停运过程中检查1A工频凝结水泵电流不超限（额定电流221A），否则应立即逐个关闭凝汽器本体疏水立管减温水，本次切换开启四路凝汽器本体疏水立管减温水后1A工频凝结水泵电流最高至205A。

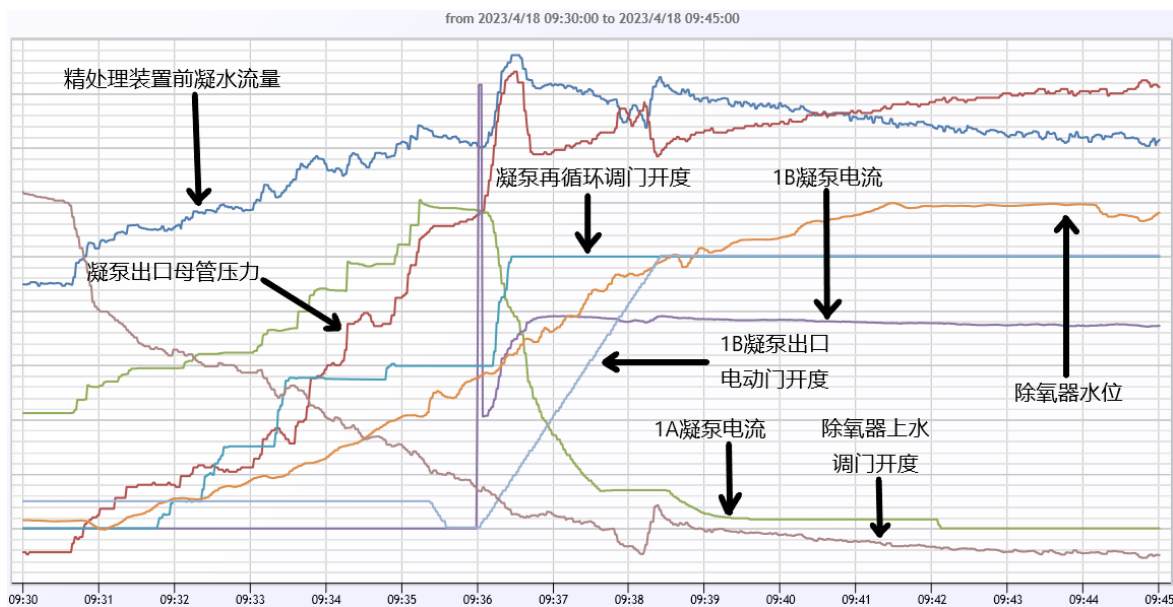


图1 1A变频凝结水泵切1B工频凝结水泵

⑤由于操作开始前调门已形成有效节流，同时切换过程中母管压力只提高0.5MPa，所以除氧器水位仅升高50mm，操作余量较大，以后再操作时可以将除氧器水位设定值设定得再高一些，以便调门开大，防止憋压。

⑥1B凝结水泵停运后，通知电气组进行1B凝结水泵改变频操作。

### 2.4 1A工频凝结水泵切至1B变频凝结水泵

①1B凝结水泵变频启动，检查出口电动门全开，提高频率至45Hz，检查1B凝结水泵出力正常，凝结水母管压力、精处理装置前凝结水流量上升后，即令就地关闭1A凝

结水泵出口电动门至10%后切“远方”，停运1A凝结水泵，检查出口电动门全关，泵体不倒转。

②缓慢降低1B凝结水泵变频频率至合适值，关闭凝汽器本体疏水立管减温水；关闭凝结水再循环调门，投入自动；投入凝结水泵水位变频调节。

③检查凝结水母管压力，凝结水流量正常，除氧器水位正常，除氧器上水主调节门动作正常，各低加水位正常，投入1A凝结水泵备用。

④对凝结水系统及给泵密封水温度进行全面检查，发现给泵密封水温度调节发散应立即切手动干预。

### 3 凝结水泵变频在线切换电气操作

#### 3.1 1A 凝结水泵电机由变频热备用转工频热备用操作

①接盘前通知，1A 凝结水泵已停运，开始进行 1A 凝结水泵电机由变频热备用转工频热备用操作，就地确认 1A 凝结水泵电机变频器已停运。

②检查 1A 凝结水泵电机变频器旁路 13G 刀闸（工频刀闸）在“分闸”位置，变频器输入 11G、12G 刀闸在“合闸”位置，1A 凝结水泵电机变频器刀闸柜“#1 变频状态”指示灯亮。

③检查 1B 凝结水泵电机变频器旁路 23G 刀闸（工频刀闸）在“合闸”位置，变频器输入 21G、22G 刀闸在“分闸”位置，1B 凝结水泵电机变频器刀闸柜“#2 工频状态”指示灯亮。

④将 1A 凝结水泵电机电源 11A13 开关由热备用转冷备用。

⑤将 1A 凝结水泵电机变频器控制方式切至“就地”位。

⑥拉开 1A 凝结水泵电机变频器输入 11G 刀闸，并检查 11G 刀闸在“分闸”位置。

⑦拉开 1A 凝结水泵电机变频器输出 12G 刀闸，并检查 12G 刀闸在“分闸”位置。

⑧合上 1A 凝结水泵电机变频器旁路 13G 刀闸（工频刀闸），并检查 13G 刀闸（工频刀闸）在“合闸”位置。

⑨检查 1A 凝结水泵电机变频器刀闸柜“#1 工频状态”指示灯亮。

⑩将 1A 凝结水泵电机电源 11A13 电源开关由冷备用转热备用，其间应注意检查保护压板状态。

⑪通知盘前，1A 凝结水泵电机已由变频热备用转工频热备用。

#### 3.2 1 号机 1B 凝结水泵电机由工频热备用转变频热备用操作

①接盘前通知，1B 凝结水泵已停运，开始进行 1B 凝结水泵电机由工频热备用转变频热备用操作。

②检查 1A 凝结水泵电机变频器旁路 13G 刀闸（工频刀闸）在“合闸”位置，变频器输入 11G、12G 刀闸在“分闸”位置，1A 凝结水泵电机变频器刀闸柜“#1 工频状态”指示灯亮。

③检查 1B 凝结水泵电机变频器旁路 23G 刀闸（工频刀闸）在“合闸”位置，变频器输入 21G、22G 刀闸在“分闸”位置，1B 凝结水泵电机变频器刀闸柜“#2 工频状态”指示灯亮。

④将 1B 凝结水泵电机电源 11B12 开关由热备用转冷备用。

⑤检查 1 号机 380、220V 保安 MCC 段上至“1 号机凝结水泵高压变频装置交流电源”10BME0GS004 开关在合闸位置。

⑥检查 1B 凝结水泵电机变频器控制方式在“就地”位，确认柜内所有空开均在合闸位置、变频器控制柜“急停”按钮已复位、UPS 装置运行正常，无异常报警。

⑦检查 1B 凝结水泵电机变频器控制柜内保护压板状态。

⑧检查 1B 凝结水泵电机变频器变压器柜干式变温控仪运行正常，无异常报警和跳闸信号。

⑨检查 1B 凝结水泵电机变频器刀闸柜高压带电显示装置（GK<sub>2</sub>）三相指示灯均不亮。

⑩拉开 1B 凝结水泵电机变频器旁路 23G 刀闸（工频刀闸），检查 23G 刀闸（工频刀闸）在“分闸”位置。

⑪合上 1B 凝结水泵电机变频器输入 21G 刀闸，检查 21G 刀闸在“合闸”位置。

⑫合上 1B 凝结水泵电机变频器输出 22G 刀闸，检查 22G 刀闸在“合闸”位置。

⑬检查 1B 凝结水泵电机变频器刀闸柜“#2 变频状态”指示灯亮。

⑭检查 1B 凝结水泵电机变频器控制器运行正常，无异常报警信号。

⑮检查 1B 凝结水泵电机变频器功率柜、变压器柜、刀闸柜前后柜门已关好。

⑯将 1B 凝结水泵电机变频器控制方式切至“远方”位。

⑰将 1B 凝结水泵电机电源 11B12 开关由冷备用转热备用，其间应注意检查保护压板状态。

⑱通知盘前，1B 凝结水泵电机已由工频热备用转变频热备用。

### 4 凝结水泵变频切换主要危险点及注意事项

#### 4.1 凝结水泵电机超流保护跳闸

为防止凝结水管路（尤其高混系统）超压，在并泵操作过程中会全开再循环调门，必要时需开凝杂水用户，以达到降低母管压力的目的。某厂凝结水泵设计流量为 2310t/h，而单台工频凝结水泵开启以上用户后凝水流量会超出设计流量，在开凝杂水用户前应检查凝结水泵电流，对凝结水泵出力进行评估，开启后要及时进行检查，防止超流跳闸。

#### 4.2 除氧器水位高

操作过程中除氧器水位上升过快主要集中在首次工频凝结水泵启动前，变频凝结水泵提升转速期间，在此期间凝结水泵母管压力上升幅度较大，造成除氧器上水流量突增，除氧器水位快速升高。操作开始前应提前将除氧器水位降

至-200mm以下。如操作过程中发现除氧器水位上升过快,应暂停提升凝结水泵转速,手动关小除氧器上水调门,待水位控制稳定后再继续操作。手动关小除氧器上水调门时应注意控制凝结水母管压力,防止突升。

### 4.3 凝结水母管压力高造成精处理泄漏

操作过程中应维持机组负荷在700MW以上且运行稳定,保证凝结水流量,防止憋压。

操作过程中,凝结水母管高压主要集中在两台凝结水泵并泵运行期间,尤其两台工频凝结水泵并泵运行时,凝结水母管压力存在超压风险。可提前开启4路凝汽器本体疏水立管减温水,增大凝结水流量。另外,应提前降低除氧器水位至-200mm,在并泵操作前提高除氧器水位设定值,开大除氧器上水调门开度,降低凝结水泵出口母管压力。

为防止凝结水泵出口母管长时间超压运行,操作时应有专人指挥、联系就地。安排两人在就地检查、操作,一人负责启泵检查,另一人在待停运凝结水泵出口电动门处待命,接令后立即关闭凝结水泵出口电动门,尽量减少凝结水泵并泵运行时间,另安排一组人员专门进行电气操作。

①高混保护切除造成凝结水流量剧烈波动。操作开始前

应通知化学专业提前开启高混及前置过滤器手动旁路开至80%,防止超流量导致保护动作。②操作过程中凝结水压力波动较大,易造成给泵密封水回水温度波动。提前做好给泵密封水回水温度大屏曲线,操作过程中加强监视,发现曲线波动异常,及时进行手动干预。③精处理入口凝结水流量最高量程至2425t/h,高于此量程变坏点,变坏点后不影响除氧器水位调节。

## 5 结语

凝结水泵变频运行是节能降耗的重大改进措施,节电率可以达到20%~60%<sup>[3]</sup>。变频运行实现的启动期间的变压冲洗,大幅缩短启动时间,同时减少水冲击。变频器的在线切换也是运行中的应对异常处理的一种方法,为机组稳定运行提供更多的安全手段。

## 参考文献

- [1] 张鸿军.国家电投集团协鑫滨海发电有限公司集控运行规程[Z].
- [2] Zinvert系统智能高压变频调速系统用户手册[Z].
- [3] 王廷才,王伟.变频器原理及应用[M].北京:机械工业出版社,2009.