

# 某电厂 660MW 机组凝结水泵变频改造效益分析

薛华

内蒙古锦联铝材电厂 内蒙古霍林郭勒 029200

**【摘要】**探讨凝结水泵性能特性及单耗较高原因,凝结水泵改造为变频调节后运行工况及系统的改进,比较变频调节和节流调节的经济效益和其他效果。

**【关键词】**660MW; 凝结水泵; 变频改造; 节能; 效益分析

## Benefit analysis of frequency conversion transformation for condensate pump of 660MW unit in a power plant

Xue Hua

(Inner Mongolia Jinlian aluminum power plant, Hologol 029200)

**ABSTRACT:** This paper discusses the performance characteristics of condensate pump and the causes of higher unit consumption, and compares the economic benefits and other effects of frequency conversion regulation and throttling regulation.

**Key Words:** 660MW; Condensate Pump; frequency conversion transformation; energy saving; benefit analysis

### 1 概述

我公司装有 660MW 机组配置凝结水泵型号为 NLT560-570×4S 立式筒袋形多级离心泵, 额定入口流量 1845.37m<sup>3</sup>/h, 额定工况下扬程 338mH<sub>2</sub>O。配套电机型号为 YLKK630-4 型, 功率 2240kW。电压 10kV, 电流 147.3A, 功率因数 0.92, 转速 1488r/min。

凝结水泵的作用是把凝汽器中的水打入低压加热器, 凝结水在低压加热器中吸热升温后在送入除氧器, 除氧器正常水位的保持可调整凝结水流量来实现。此外凝结水还为凝结水泵提供机械密封冷却水, 并作为汽轮机低压轴封供汽减温水、低压旁路减温、低压缸喷水减温、发电机内冷水箱补水等辅助设备用水。

通过运行现状发现, 凝结水泵运行经济性较差, 为了降低厂用电量, 改善运行性能, 2019—2020 年陆续对各台机组凝结水泵进行高压变频调速改造, 取得了明显的经济效益, 现对原设备主要问题安装变频器的经济作一些分析。

### 2 改造前凝结水泵的主要问题

凝结水泵运行时, 除氧器液位采用除氧器上水调节阀来调节。满负荷时, 调阀的开度接近于 50%, 凝结水母管压力保持在 3.3MPa 以上。这种方式耗电且不经济。

从而浪费了电能, 厂用电率增加, 机组的运行经济性降低。

凝结水泵出口压力较高, 易造成管道泄漏的异常现象。

### 3 变频改造技术方案

#### 3.1 变频器调速系统配置

凝结水泵容量按照 2×100% 配置, 所以每台机组 2 台凝结水泵共用 1 套变频装置, 通过旁路刀闸及接触器进行凝结水泵变频、工频及两台凝结水泵之间的切换, 即采用一拖二变频器。

高压变频调速装置采用国产, IGBT 等关键部件采用进口元件。高压变频调速装置由旁路刀闸柜、变频变压器。功率单元, 控制单元组成, 变频器容量选择为 3000kVA, 转速最大变化范围 10%—100%。

变频装置安装在 10kV 配电室内, 分别用电缆与 10kV 开关及凝结水泵电机连接, 变频装置控制电源采用直流控制, 配置 UPS 作为备用控制电源。

#### 3.2 改造后的运行调整的改进

为尽快收回投资, 改造后变频泵长期运行, 工频只作为备用。为了保证凝结水系统和其他辅助设备的安全稳定运行, 制订以下调整措施:

1) 变频运行时, 凝汽器要保持一定水位运行, 除氧器上水调整门开度在 95% 以上, 通过改变电机转速调节除氧器水位。

2) 机组在运行状态下应尽可能保持变频调节的凝结水泵运行状态, 另一台凝结水泵保持工频联动备用。

3) 工频泵每 15 天定期进行 1 小时切换运行, 保证工频泵处于良好备用状态。

4) 变频泵和工频泵切换时, 先把运行泵变频切至工频运行, 变频器备用后, 用变频启动备用泵, 使变频在额定转速下运行, 检查运行正常后再停止工频泵运行做备用。

5) 由于变频泵靠转速调解出力, 而工频泵靠除氧器上水调门调节, 运行中一旦发生变频泵跳闸、备用泵联启的情况, 凝结水压力、流量将会突然增大导致除氧器和凝汽器水位波动, 对机组的安全运行形成威胁, 针对这一问题将控制逻辑修改为: 当变频泵或者变频泵高压开关发生事故且发出联启工频泵的指令时, 程序预置指令立即将除氧器上水调门关至一定位置并自动进行除氧器水位调节。

#### 4 改变频调节效益分析

为了验证凝结水泵变频改造后的节能效果, 分别在 340MW、630MW 负荷下, 对同一套凝结水泵分别进行变频调节和工频调节的电耗测试, 电功率采用电度表测量, 凝结水流量、转速采用运行表计读数, 凝结水泵出口压力、流量 DCS 测点。

表 1 工频运行时的各项主要数据

测量项目	单位	330MW	650MW
凝结水泵出口流量	m <sup>3</sup> /h	876	1515
电动机输出功率	kW	1699	1898
电动机电流	A	93	111
电机频率	Hz	50	50
凝结水泵出口压力	MPa	3.54	3.0
耗电率	/	0.494%	0.294%

表 2 变频运行时的各项主要数据

测量项目	单位	330MW	650MW
凝结水泵出口流量	m <sup>3</sup> /h	916	1180
电动机输出功率	kW	591	1408
电动机电流	A	34.7	82.7
电机频率	Hz	35.12	44
凝结水泵出口压力	MPa	1.627	2.069
耗电率	/	0.161%	0.196%

表 3 节能效果计算数据

机组平均负荷率	%	91
机组利用小时数	h	7000
改造前耗电量	万 kWh	1234.8
改造后耗电量	万 kWh	823.2
统计年节约电量	万 kWh	411.6
购电电价	元 / kWh	0.383
年节约费用	万元	157.6428
降低厂用电率	%	0.098%

通过表 1、表 2 可以看出, 采用变频调节可降低凝结水泵的耗电率, 特别是低负荷时更加明显。机组负荷在 50% 的额定功率下耗电率下降达 0.333%, 机组负荷在额定功率时, 耗电率下降 0.098%。

通过表 3 可以看出, 机组在 650MW 负荷时, 按运行 7000 小时计算, 可节约电量 411.6 万 kWh, 按公司现阶段购电电价 (0.383 元 / kWh), 每年可节约 157.64 万元。

从经济的角度看凝结水泵由节流调节改为变频调速是合理的, 降低了凝结水泵的功耗, 节电效果较为明显。计算结果显示: 在机组 600MW 或以上负荷工况运行时, 6 个月即可收回 71.8 万元的变频设备投资成本。

#### 5 凝结水泵改用变频调节后的其他优点

凝结水泵由节流调节改为变频调速后, 不但可以节约大量的电量, 在提高凝结水系统运行可靠性与延长设备的使用寿命等方面都有很多优点。

减少汽水损失: 缓解凝结水再循环门冲刷严重的情况, 再循环门渗漏大大减少。

凝结水泵的运行可靠性提高, 寿命延长。凝结水泵采用变频调节后, 运行频率长时间低于额定转速, 大大降低了泵内发生汽蚀的可能性。此时由于转速低使水泵的轴承和轴封使用寿命延长。

凝结水泵配套的电机使用寿命延长。采用变频调速后可以实现低转速的平滑启动, 消除了电动机直接启动时存在的大励磁涌流对电动机产生的剧烈冲击, 增加了电动机的绝缘寿命, 也增加了电动机轴承、轴、绕组的寿命。

提高系统设备的可靠性。在低负荷时, 采用变频调节随着转速的下降, 泵的扬程也随之减少, 凝结水泵出口压力降低, 低加和轴加水侧压力降低, 不像节流调节那样反而升高, 有效地防止系统设备超压, 大大减少系统管道以及加热器泄漏机率, 同时减少了凝结水管道的振动, 当变频故障切换时只要采取适当措施就不会引起除氧器水位的大幅度波动。

减少了对环境的污染。采用变频调速后可以减少大量的电能,即可以节省燃煤,也就减少了烟尘排放物,减少了对大气的污染,或者说可以减少处理空气污染的投资费用。

## 6 改造后需要完善的问题

需要保证变频器柜体和厂房大地的可靠连接,保证人员和设备安全。为防止信号干扰,控制系统做好埋设

独立的接地系统,对接地电阻的要求不大于4欧姆。到变压器的信号线,必须采用屏蔽电缆,屏蔽线的一端要求可靠接地。

### 【参考文献】

- [1] 陶毅,赵跃进,李正.风机、泵类负载变频调速节电传动系统及其应用技术条件,GB/T 21056-2007.
- [2] 行业标准-电力.火电厂风机水泵用高压变频器,DL/T 994-2006.