

# 660MW 机组凝结水泵变频调节的应用分析

杨春霞<sup>1</sup>，殷 鹰<sup>2</sup>

(1.大唐南京发电厂，江苏 南京 210057；2.大唐江苏发电有限公司，江苏 南京 210028)

**摘 要：**本文针对 660MW 机组的凝结水系统采用凝结水泵变频自动调节技术方案后，在运行中对机组经济和安全方面进行了应用分析，为同类型机组的节能降耗具有一定的指导作用。

**关键词：**凝结水泵；变频；节能；安全

## 0 引言

目前新建火电机组设计和设备选型方面把节约能源放在首位，即推行节能减排工作的若干措施，实行全面、严格的节约能源。要求在设计时，转动机械的选择应考虑机组投产后的低负荷调峰运行。凝结水泵就是选用高压变频装置调节，两台凝结水泵加装一套变频装置，可以切换互用，来满足机组低负荷调峰运行节能，达到降低厂用电率和生产成本，提高企业赢利能力，本厂从 2009 年两台 660MW 机组的凝结水泵设备在设计选型时，变频器选择了“一拖二”方式。通过对凝结水泵的节能、安全可靠运行等方面进行分析，面对“厂网分开，竞价上网”的电力市场形势，降低发电成本有着重要意义。

## 2 凝结水泵变频调节的实施

### 2.1 凝结水泵变频技术参数

两台 660MW 机组的汽轮机都是上海汽轮机厂生产的 N660-25/600/600 型汽轮机，设计凝结水流

量：凝结水系统正常一台凝结水泵工作，一台凝结水泵备用方式。见表 1。

表 1 凝结水泵变频技术参数

名 称	单 位	数 值	备 注
型号		C720III-4	
流量	m <sup>3</sup> /h	1531.34t/h	最大工况点
扬程	m	326.4	
效率	%	84	
轴功率	kW	1652.7	
转速	r/min	1480	
配用电动机型号		YLST630-4	
额定功率	kW	2000	
额定电流	A	232.4	
同步转速	r/min	1480	

### 2.2 凝结水泵变频改造技术方案

#### 2.2.1 方案说明

凝结水泵变频器采用一拖一的接线方式，一台机组采用一套变频器，即一台机组一台工频运行，一台变频运行。变频器与电动机的连接方式如图 1 所示。

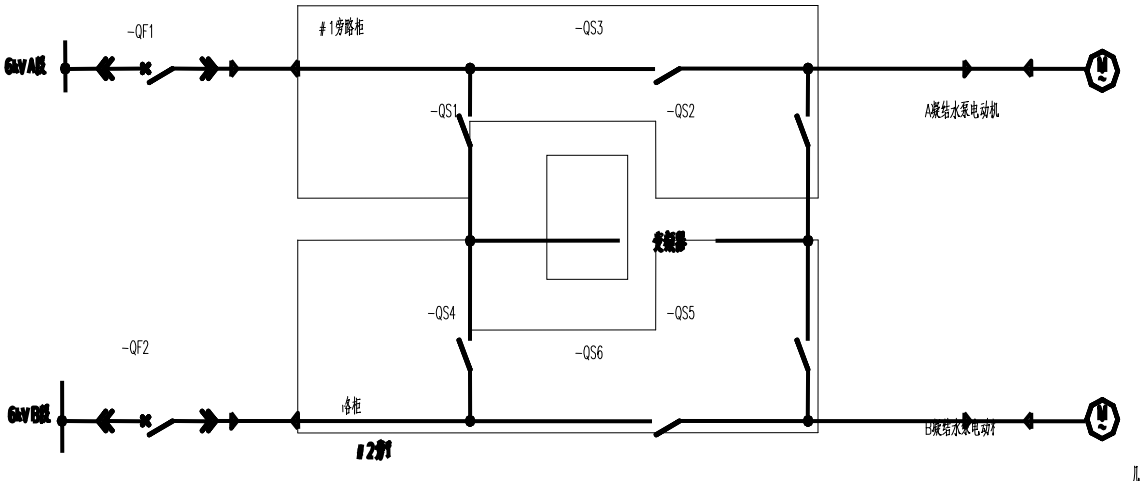


图 1 凝结水泵变频连接方式

- （1）变频运行方式；
- （2）工频运行方式；
- （3）故障切换方式。

举例运行中利用A凝结水泵说明：

- 1) A凝结水泵工频运行（QF1合闸且QS3合闸）。
- 2) A凝结水泵变频运行（QF1合闸且QS1合闸且QS2合闸且变频器处于运行状态）。

A凝结水泵停止信号定义：“与”）

- 1) A凝结水泵工频未运行（QF1未合闸或QS3未合闸）。
- 2) A凝结水泵变频未运行（QF1未合闸或QS1未合闸或QS2未合闸或变频器处于未运行状态或变频器重故障）。

QF1断路器合闸条件：（或）

- 1) 工频启动时，QS3合闸。
- 2) 变频启动时，QS1合闸且QS2合闸且变频器处于待机状态且无轻故障且无重故障。

备注：1) A凝结水泵投备用时QS3必须处于合闸状态；2) B凝结水泵投备用时QS6必须处于合闸状态；3) A凝结水泵工频运行时，QS3分闸时跳闸QF1（下降沿延时3s）；4) 凝结水泵A变频运行时，QS1分闸或QS2分闸或变频器处于未运行状态或变频器重故障时跳闸QF1（下降沿延时3s）。

2.3 凝结水泵变频调节后系统运行方式

凝结水泵工频运行方式下，节流损失大、出口压力高、管损严重、系统效率低，造成能源浪费。调节水位主要是靠调节除氧器上水调整门的开度进行控制，调节信号通过调节阀门开度改变管路的压流损失来控制流量大小；变频调节后除氧器上水调整门全开，采用变频技术接受 4-20mADC 控制信号调整凝结泵电动机的转速，达到改变凝结泵出口流量的目的。使水位控制在给定值附近，保持水位的稳定。该系统消除了因管路孔口变化造成的压流损失，可靠性好，调节方便，节约能源，控制系统能很好地满足生产工艺要求。

2.4 凝结水泵变频改造后的节能分析

2011 年 9 月 1 日按照当前运行方式试验，AGC 投入，在 580MW、450MW，350MW 点试验凝泵变频自动运行，与手动调节状况进行比较，见表 2、3。

试验结果：

试验后 350MW 时 B 凝泵电流下降到 39A，当

天凝泵的电耗 0.14%，比工频时凝泵的电耗 0.35%，下降了 0.21%。

节能效果：单元机组工频运行时，凝泵日耗电量为 37307kW·h，单耗 0.36%，变频运行时，凝泵出口压力控制在 1.6～2.0MPa，每天的耗电量 20349kW·h，见表 4。

表 2 凝结水泵变频自动投运前（变频手动调节）数据

负荷 /MW	电流 /A	变频开度/%	凝水流量 /(t/h)	凝水压力 /MPa	主阀开度 /%	除氧器水位/mm	凝汽器水位/mm
596	136	88	1379	2.34	100	1850	706
550	118	82	1059	1.95	100	1854	706
417	89	70	847	1.47	100	1844	708
345	79	63	740	1.29	80	1905	702

表 2 凝结水泵变频自动投运后（变频自动调节）数据

负荷 /MW	电流 /A	变频开度/%	凝水流 量/(t/h)	凝水压 力/MPa	主阀开度/%	除氧器水位/mm	凝汽器水位/mm
594	94	80.2	1134	2.03	100	1855	667
550	89	78.5	1110	1.86	100	1867	559
408	50.69	65.2	774	1.49	100	1829	732
350	39	63.2	736	1.3	100	1849	743

表 4 凝泵日耗电量比较

工况	发电量/(万 kWh)	凝泵日耗电量/kWh	凝泵电耗率/%
试验前工频	1049.16	37307	0.36
试验后变频	1266.17	17726	0.14

如果按凝泵平均每天能节电约 1.7 万，2011 年利用小时数 6000h，上网电价按 0.42 元/（kW·h）计算，可以得出,单机凝泵变频的节电效益一年可达 178.5 万元，节能效果相当可观。2 台机全年节电效益可达 357 万元。

凝泵通过变频调节后，除氧器水位自动控制系统调节品质良好，从而保证了凝泵运行的经济性，达到了显著的节能效果。

2.5 凝结水泵变频调节安全注意事项

（1）机组运行后，一般 350MW 负荷以上，凝泵变频应投“自动”。为防止在投自动中，负荷降低时，凝水压力下降，凝泵变频“自动调节”设定下限为 55%。

（2）低负荷运行中，通过适当调节除氧器水位主调节阀，控制凝水母管压力不影响凝泵密封水压力，不使凝水含氧量增大，调整除氧器水位主调节阀注意现场管道的节流声，本机组不应放在 70% 以下，避免管道节流大。

（3）凝泵变频 “自动”运行中，除氧器水位主

调节阀全开，辅调门关闭，负荷 600MW 以上，防止除氧器水位下降，可根据除氧器水位变化调节辅调门。

(4) 凝泵变频“自动”运行中，注意凝泵和电机的振动，加强监视和测量，应尽量避免共振区域运行。

(5) 低负荷，汽泵密封水回水温度的会升高，要加强监视和调整。

(6) 运行中，存在变频凝泵不能自动跟踪定速凝泵，变频凝泵不能作为备用。

(7) 运行中一直 A 或 B 凝泵变频运行，会造成该泵寿命缩短，每月要定期切换凝泵运行，切换操作繁琐。

### 3 结束语

凝结水泵经过变频改造后，减低管道节流损失和振动，延长设备寿命。优化了凝结水泵的运行状况实现了自动控制，同时节约一定的电能，节能效果显著。如再采取一些优化运行方式，解决凝水压力低对给水泵密封水压的影响以及避开共振区，实现凝泵各工况下的变频自动，节能效果更加明显。

---

#### 作者简介：

杨春霞（1966-），江苏南京人，高级工程师，长期从事电厂汽轮机运行和管理，E-mail: xiachun6060@126.com;

殷 鹰（1970-），江苏南通人，高级工程师，长期从事电厂热控自动化，E-mail: kxb@cdt-js.com。