

变频器在凝结水泵上的应用

姜晓超 吕春游

(辽宁高科节能设计研究院, 辽宁 沈阳 110000)

摘要:针对社会发展中的热点和难点问题选题研究, 现如今的社会, 讲究环保、节能、可持续发展, 如何在给人类提供方便舒适的生活环境下而尽量的节约能源成为了社会的热点话题, 介绍了凝结水泵的运行特性, 变频调速的功能和特点及其优良的节能性能, 对使用效果和存在问题进行了分析。

关键词:变频器; 调速; 节能

1 概述

由电机学可知, 异步电动机的转速 n 与供电频率 f 、转差率 s 、电机极对数 p 三个参数有关(见公式 1), 改变其中任何一个参数都可以实现转速的改变。针对某一电机而言 p 是一定的, 而通过改变 s 进行调速空间非常小, 所以变频调速是最为合理的调速方法。若均匀改变供电频率 f , 即可平滑改变电机同步转速。

随着变频技术的日益成熟, 在凝结水泵上采用变频器技术, 不仅便于实现低速启动, 无级变速调节, 更能实现节能降耗, 对于安全运行, 延长设备寿命都有着重要意义。异步电动机变频调速具有调速范围宽、平滑性较高、机械特性较硬的优点。目前, 变频调速已成为异步电动机最主要的调速方式。

$$n = 60f(1-s)/p \quad (1)$$

变频技术在实现凝结水泵的转速平滑调整的同时又能实现节能降耗的目的, 因此对发电厂的运行效果和经济效益具有重要意义。其节能的原理可根据流体力学分析如下:

$$Q \propto n; p \propto T \propto n^2; P \propto Tn \propto n^3 \quad (2)$$

公式 2 表明, 水泵的水量 Q 与其转速 n 成正比, 水泵的压力 p 与其转速 n 的平方成正比, 水泵的轴功率与其转速 n 的立方成正比。因此, 当凝结水泵需求下降时, 调节转速可节约大量能源。例如: 当需要水量下降到 80%, 可以采用调速的方法使转速下降到 80%, 则水泵的轴功率要下降到原值的 $(80\%)^3$, 即 51.2%; 去除机械损耗、电机铜、铁损等影响。节能效率也接近 40%。如采用传统的挡板方式调节风量, 虽然也可相应降低能源消耗, 但节约效果与变频相比, 则有天壤之别。

降低转速 n 可大幅度的降低水泵轴功率, 当水泵低于额定转速时, 理论节电为:

$$E = [1 - (n/n')^3] \times P \times T \quad (3)$$

n 为额定转速, n' 为实际转速, P 为额定转速时电机功率, T 为工作时间。可见通过变频改造, 不但节能而且大大提高了设备运行性能, (公式 3) 为变频节能提供了充分的理论依据。

2 变频调速功能与特点

2.1 改善电机的启动性能。当电机通过工频直接启动时, 它将会产生 7 到 8 倍的电机额定电流。采用变频器启动时频率低, 转速也低, 启动电流就小, 避免工频启动时形成的大电流对电机、电缆、开关等设备的冲击, 因此启动性能得到改善。

2.2 降低电力线路电压波动。在电机工频启动时, 电流剧增的同时, 电压也会大幅度波动, 电压下降的幅度将取决于启动电机的功率大小和配电网的容量。电压下降将会导致同一供电网络中的电压敏感设备故障跳闸或工作异常, 如兜机、传感器、接近开关和接触器等均会

动作出错。

2.3 电机将在低于额定转速的状态下运行,可以减少磨损, 降低噪音, 有利于延长电机的使用寿命。减少了噪音对环境的影响。

2.4 具有过载、过压、过流、欠压、电源缺相等自动保护功能。

2.5 运转状态灵活多样,可手动控制也可完全实现自动控制, 且可与锅炉其他自控装置进行电气连锁, 实现锅炉的自动保护及计算机控制, 不会因事故影响生产。

2.6 节能效果显著。由于最终的能耗是与电机的转速成立方比, 所以采用变频后, 大大地节约了成本, 投资回报更快, 用户也愿意接受。

3 变频器发热及解决方案

变频器在运行过程中产生热量致使设备的温度很高, 由于变频器本身选用的元件耐温为 105℃, 因此设备本身可以耐受, 但周围环境温度升高, 对同置一室的其他电气设备威胁甚大。配电室的温度夏季最高可达 60℃左右, 特别是对安装在开关柜上的微机保护装置影响很大, 轻者可造成误动, 重者可致设备损坏。因此, 我们要了解一台变频器的发热量大概是多少。通常, 变频器安装在控制柜中, 可以用以下公式估算:

$$\text{发热量的近似值} = \text{变频器容量(KW)} \times 55 \quad [W]$$

因为各变频器厂家的硬件都差不多, 所以上式可以针对各品牌的产品。为此, 建议在设计过程中对变频器发热问题做充分考虑, 在炎热地区配电室内最好同时配置空调和轴流风机, 以保证室内的温度, 不影响其它设备正常运行。

4 变频器节能分析

辽源市某公司二期煤研石热电厂工程换热站。换热器 $Q=120MW$, 与换热器相匹配的凝结水泵如表 1。

该凝结水泵采用变频调速控制, 07 年设计并施工, 08 年冬季投入使用。二年来的运行证明, 效果良好, 变频调速器工作稳定, 收到了很好的节电、节煤效果。下面把有关情况作一介绍。

4.1 设计方案及投资

通过采用凝结水泵变频器来控制除氧器水位和凝汽器水位的平衡。即:

当 $H-SPH > L-SPL$ 时, 减小凝结水泵变频器输出

当 $H-SPH < L-SPL$ 时, 增大凝结水泵变频器输出。

H : 除氧器水位, SPH : 除氧器水位设定值, L : 凝汽器水位, SPL : 凝汽器水位设定值。

表 1

凝结水泵性能表				
型号	流量 (m ³ /h)	转速 (r/min)	轴功率 (kw)	效率 (%)
8NB-6	180	2930	40	4.8

变频器选用中国东申泵业 8NB-6 共 3 台, 其中 1 台为二期工程备用, 并增设控制柜、电缆、控制线路、切换开关等设施, 总投资 17.3 万元, 其中 3 台变频器 2.4 万元。

4.2 经济分析

辽源市冬季采暖室内设计温度 $t_w=18℃$, 室外采暖设计温度 $t_w=-22℃$, 采暖期平均温度 $t_w=-8.5℃$, 实际供暖时间为 11 月 1 日至 3 月 31 日共 151 天(3624 小时)。用变频器前, 根据机组负荷调节凝结水泵阀门开度来控制凝结水流量大小; 用变频器后控制阀门全开, 用 DC4-20mA 信号控制变频输出调整凝结水泵电机转速, 从而达到改变凝结水泵出口流量满足机组运行要求的目的。

节能计算如下:

a. 阀门调节下运行:

流量在 85% 时: 需要功率 = 97% × 40kW = 38.8kW

流量在 70% 时: 需要功率 = 94% × 40kW = 37.6kW

消耗电量: (38.8kW + 37.6kW) × 3624h = 276873.6kWh

b. 变频器调速状况下运行:

流量在 85% 时: 需要功率 = 67% × 40kW = 26.8kW

流量在 70% 时: 需要功率 = 51% × 40kW = 20.4kW

消耗电量: (26.8kW + 20.4kW) × 3624h = 171052.8kWh

所以节能效果: 276873.6 - 171052.8 = 105820.8kWh

按辽源市电费为 0.5 元 / kWh 计算: 105820.8 × 0.5 = 52910.4 元

如上计算可见节电效果明显, 增加的投资短期内即可收回。

结束语

工程实例证明, 在凝结水泵上应用变频器技术可以低速启动, 无级变速调节, 对安全、节能、延长设备寿命都有着重要的意义, 更为重要的是它的节能效果取得了可观的经济效益。

参考文献

- [1] 原魁, 刘伟强, 邹伟, 朱海兵. 变频器基础及应用. 第二版[M]. 北京: 冶金出版社, 2004.
- [2] 徐甫荣. 发电机辅机电动机节能改造技术方案分析[J]. 变频器世界, 2002.
- [3] 张选正, 张金远. 变频器应用经验[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006, 5, 1.