

变频闭式循环冷却水泵在电厂节能改造中的应用

陈 凯

(徐州华鑫发电有限公司, 江苏 徐州 221000)

摘 要:节能环保一直是公司追求的目标,近几年通过对一些一次风机、凝结水泵等高压辅机进行变频改造取得了一定的经济效益,但在低压动力节能方面还有一定的改造潜力,因此通过对公司 400V 闭式循环冷却水泵电机进行变频改造,总结在低压动力变频改造中的一些经验。

关键词:闭式水泵;经济分析;控制方案;控制回路优化

0 引言

徐州华鑫发电有限公司使用的闭式循环冷却水泵电机功率 110KW 电压等级 400V,电机额定电流 202A,系统正常运行时电机电流 160A 至 170A 之间,2 台闭式循环冷却水泵电机正常运行时一用一备,电动给水泵组处于备用状态时,闭式水泵出口母管调压阀开度长期处于 20%~35%之间,调压阀存在很大节流损失,一旦电动给水泵组投入运行,该调节阀即处于全开状态,所以闭式水泵的运行方式存在较大的节能空间。为了保证各种工况下的机组闭式冷却水需要量,计划对单台机组的一台闭式水泵进行变频改造。为确保系统运行安全,本次改造只对其中一台进行改造正常时变频运行,故障时快速切换至另外一台工频运行。

1 经济分析

每年的11月份至次年3月份,改造前闭式水循环泵的转速为1480 r/min,出口压力0.75MPa,电机电流160A左右。改造后闭式水循环泵的转速1238 r/min,出口压力为0.602 MPa,电机电流约90A。11月份至次年3月份可以节省电量约:

$$[1.732 \times 385 \times 0.89 \times (160-90)/1000] \times 24 \times 151 \\ = 150551 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

每度电按0.47元计算:

$$150551 \times 0.47 = 70758.97 \text{ 元}$$

每年4月份至10月份,改造前闭式水循环泵的转速为1480 r/min,出口压力0.65 MPa,电机电流165A左右。改造后闭式水循环泵的转速1298 r/min,出口压力为0.6 MPa,电机电流115A。4月份至10月份可以节省电量约(调停天数按100天计算):

$$[1.732 \times 385 \times 0.89 \times (165-115)/1000] \times 24 \times (214-100) \\ = 81186.67 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

每度电按0.47元计算:

$$81186.67 \times 0.47 = 38157.7 \text{ 元}$$

改造后全年可节省电费:

$$70758.97 + 38157.7 = 108916.67 \text{ 元}$$

如果按照目前机组年利用4100小时计算年节约电费:70000元

设备改造投资包括采购变频器控制柜、变频电机、电缆等费用约为10万元左右,按照机组年利用4100h计,1.5年收回投资。

2 控制方案(以 11 号闭式循环水泵为例)

2.1 闭式循环水泵正常在变频器方式下运行控制方式

(1)就地变频控制柜电机运行切换刀闸切至变频状态(其辅助接点送至 DCS 做为判断依据),在 DCS 画面上显示“隔离刀闸变频”状态,此时如无变频器故障信号、变频电机风机故障信号并收到变频器备妥信号,则具备启动变频器的条件。

(2)运行人员点动“11 号闭式循环水泵启动指令按钮”DCS 向电源开关柜闭式泵开关发合闸指令,电源开关合闸后变频控制柜带电,变频器准备好后发出变频器备妥信号,运行人员可以通过闭式泵变频控制窗口进行变频控制,点击“#11 闭式泵变频控制”弹出“闭式泵变频控制”窗口,点击“变频启动”按钮后变频器启动运行,运行人员根据需要进行转速设定。

(3)变频器故障、电机散热风机故障后其辅助接点一路启动就地箱变频故障指示灯,一路送至

DCS，一路联跳 400V 工作段闭式循环水泵电源开关。电源开关联跳后由热控 DCS 逻辑联启另一台泵。

(4) 正常运行中根据出口压力自动调节转速。
(目前依靠闭式水调压阀调节压力)

2.2 闭式循环水泵正常在工频方式下运行控制方式

(1) 就地变频控制柜电机运行切换刀闸切至工频状态（其辅助接点送至 DCS 做为判断依据），在 DCS 画面上显示“工频控制”状态，此时如无保护动作信号，则具备启动工频运行的条件。

(2) 运行人员点动“11 号闭式循环水泵启动按钮”DCS 向电源开关柜闭式泵开关发合闸指令，电源开关合闸后闭式循环水泵以工频状态运行。

(3)工频运行时如发生故障电源开关跳闸后由热控 DCS 逻辑联启另一台泵。

见图 1。

| #11 闭式泵变频控制 | 闭式泵变频控制 | #11 闭式泵操作 |
|-------------------------------|---------|-----------|
| Rpm | | |
| A | | |
| 变频器远程控制变频启动启指令变频器备妥信号变频停止 停指令 | | |
| 变频器运行信号变频器故障复位 | | |
| 变频器故障信号 | | |
| 电机散热风机运行 | | |
| 电机散热风机故障 PV | | |
| 隔离刀闸变频位置 SP | | |
| 隔离刀闸工频位置 OUT | | |

图1 变频器3个控制画面

3 控制回路优化

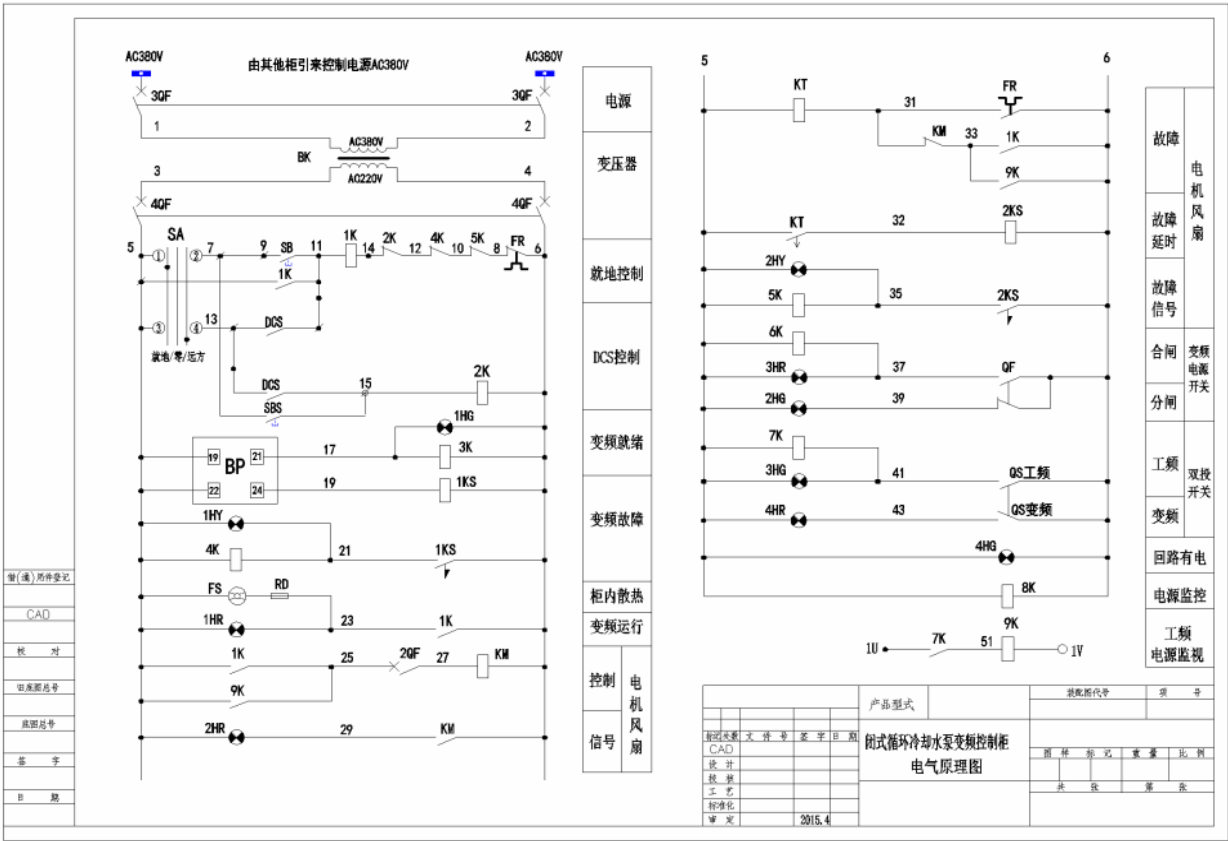


图2 变频器控制回路图纸

为保证变频控制的可靠性，变频柜的控制电源单独从原闭式泵PC段备用电源开关间隔取用，变频器根据现场需要可以就地启动和调节频率，也可以远方通过DCS画面进行操作。同时回路考虑增加变频电机散热风机跳闸联跳电机回路，避免电机由于失去散热功能导致过热烧坏。为确保在变频柜故障跳闸时迅速判断是变频器本身故障还是变频电机散热风机故障引起，在回路中增加需人工复归的信号

报警继电器，分别报散热电机故障及变频器故障。同时为避免电缆长度及系统外部扰动对变频器造成的影响在变频器的进出口处安装电抗器,变频控制柜内同时设计工频运行切换元件，当变频器出现故障后，系统在自动切换至另外一台运行的同时可以先将变频器隔离检修，变频柜能够使用工频继续运行互为备用，在变频柜内设计工频运行时变频电机散热风扇自投的回路，根据现场功能设计控制回路

图纸具体见图2。

在进行控制回路优化的同时充分考虑变频柜体的散热问题,由于变频器长期运行产生的热量较大,在变频器安装时充分考虑了其运行的环境温度,将变频柜安装在400VPC段开关室内,开关室内的空调可以满足变频柜对环境温度的要求,同时在变频柜设计时,在柜体两侧安装辅助散热风机,在变频柜顶部设计散热孔。使用变频器后电机的启动电流大大减小,延长了电机的使用寿命,同时变频器本身具备完善的故障保护,当出现故障时能够及时断开电源并通过回路联跳进线电源开关切除故障,最大限度的保护电动机。在进行变频改造的同时将使用多年的电动机更换成节能型变频电动机,既保证的设备可靠性又进一步提高了电动机效率。

4 结束语

电厂节能改造是一项技术性很强的工作,需要认真进行准备及收集资料,并根据现场实际情况制定合理的改造和施工方案,需要在实践过程中不断完善,在节能的同时确保设备安全稳定运行。

参考文献:

- [1] 中国大唐集团公司.中国大唐集团公司火电机组节能降耗指导意见[Z].

作者简介:

陈 凯 (1990-), 男, 江苏徐州人, 助理工程师, 从事继电保护工作, E-mail: kailinworld@126.com。