

基于 S7-200 PLC 和 TP170A 的船舶中央空调综合控制系统的实现

赵晓玲

(青岛远洋船员学院机电系, 山东 青岛 266071)

提 要:本文利用 S7-200 PLC 实现船舶中央空调的综合控制和管理, 对制冷压缩机进行有级能量调节, 温度和湿度实现 PID 和 PWM 控制, 达到了节能和操作方便的效果。

关键词:S7-200 PLC 船舶中央空调

中图分类号:U664.5

文献标识码:A

1 引言

从追求舒适的空调环境方面看, 空调器走过了防暑御寒阶段、基本舒适阶段和静态人工环境阶段。目前, 空调的研究方向为应用变频技术, 追求空调器的高效节能, 优化制冷系统。

然而, 船用空调的技术发展缓慢。控制系统简单, 温度控制单一。没有专门的控制器, 而是通过改变机械式热力膨胀阀的开度和投入运行的压缩机缸数来调节制冷剂流量。船用空调的管理和操作需要专业的轮机员去完成。

当回风温度降低时, 机械式热力膨胀阀就减少进入蒸发器的制冷剂流量, 没有考虑周围环境的温度和湿度、冷凝器脏污、制冷剂泄漏或进气、太阳辐射等不恒定的扰动量。当外界环境温度在 25℃~28℃ 之间时, 船舶中央空调装置工作一段时间后, 回风温度太低 (<22℃ 时), 空调装置开始间歇性工作, 这对船舶电网冲击很大, 空调起停时的能量损失最多, 严重影响空调装置的可靠性和寿命。

在船用空调系统的实际运行过程中, 由于环境温度随着船舶航行变化较快, 海况复杂, 系统始终在非标准工况下运行。如何对船用空调系统优化运行控制, 是解决系统运行的可靠性和节能的关键所在。

2 船用空调技术现状

船用空调系统大多采用活塞式制冷压缩机,

壳管式换热器, 机械式热力膨胀阀, 没有其它的辅助功能。控制系统采用继电-接触器, 通过控制卸载的缸数来实现能量调节。冬季取暖, 使用船舶锅炉供热, 空调系统只有风机运行。

船用空调由三管轮管理, 启动前的滑油预热、启动时的卸载、截止阀的开关、停用冷剂的回抽、制热时加湿阀的开度等操作, 要求三管轮操作步骤熟练。

当船舶航行在冬夏交替海区时, 空调投入工作后将起停频繁, 既影响寿命, 又造成能量损失。船用空调一般没有除霜控制, 没有电动加热装置, 没有湿度检测和室外温度检测, 送风、回风比例需手动调节等。船用空调仅对室内温度单一参数进行控制, 导致温度波动大。

因此, 船用空调技术落后, 精度差, 操作麻烦。

3 基于 S7-200 PLC & TP170A 的船舶中央空调控制

船舶中央空调使用触摸屏 S7-200 PLC 与 TP170A 实现控制和管理, 采用有级能量调节的活塞式 (8 缸) 制冷压缩机 (25%, 50%, 75%, 100%), 采用 Y-Δ 启动。采用电子膨胀阀 (EX7 型) 节流, 采用吸气过热度控制。

系统控制流程图如图 1 所示, 触摸屏操作主界面如图 2 所示。

收稿日期:2006-05-26

作者简介:赵晓玲 (1968-), 女, 副教授

· 10 ·

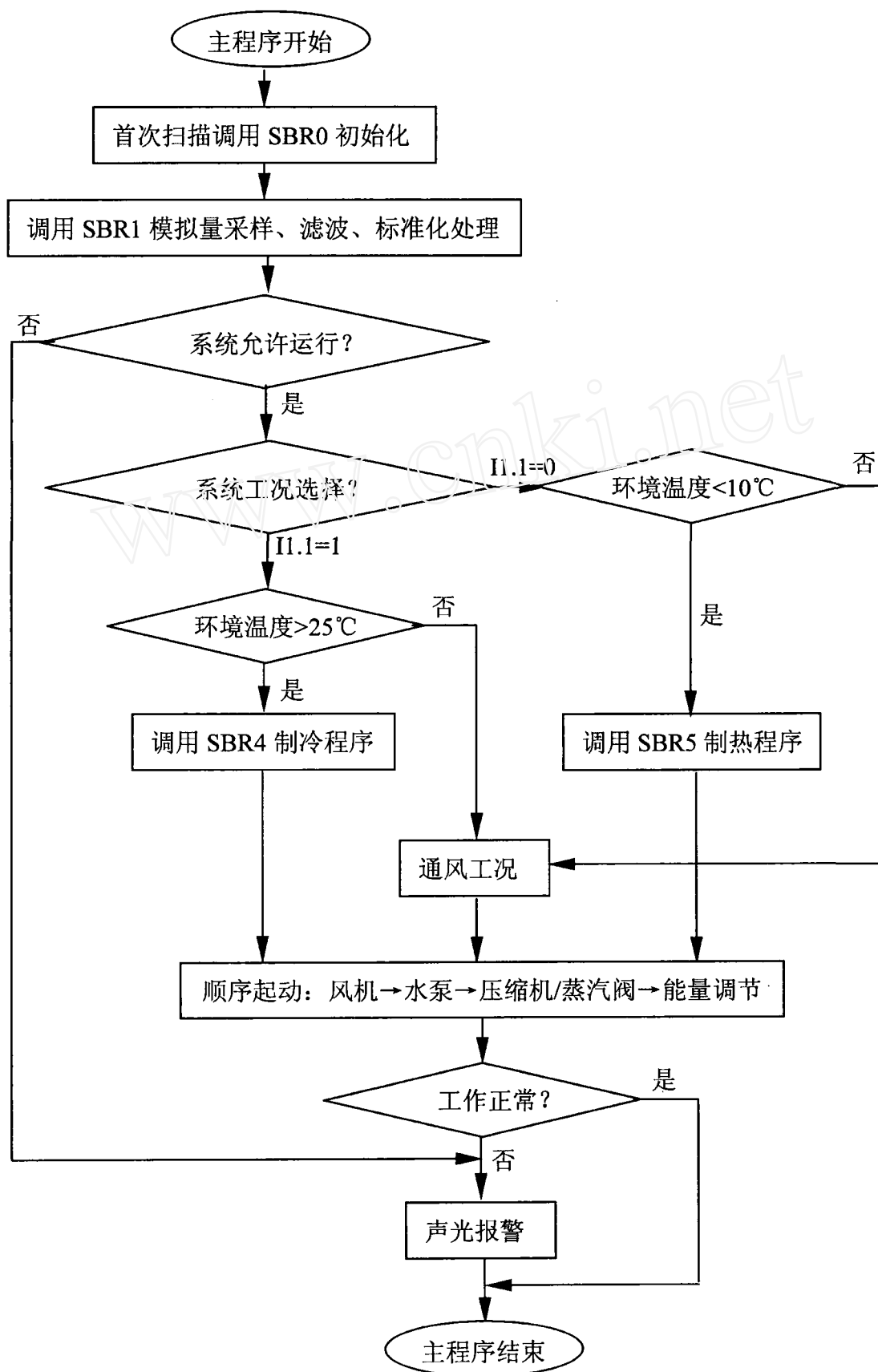


图 1 船舶中央空调自动控制主程序

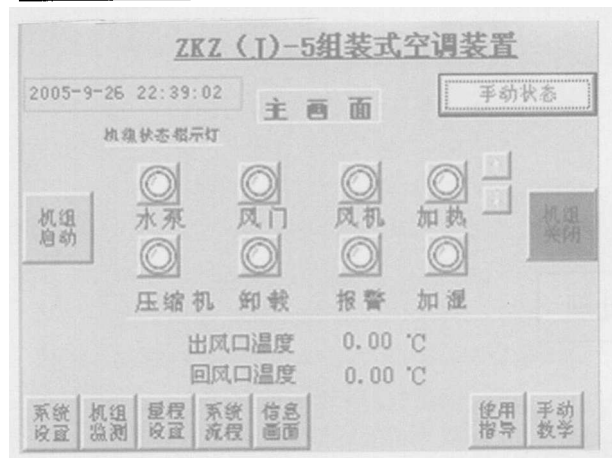


图 2 主画面

3.1 准备工作

①控制回路接通 380V 电源后,中间继电器线圈通电,其触头使新风门驱动器和回风门驱动器开启,开启过程约 30 秒,风门驱动器开到限定位置后,各有一个限位信号反馈给 PLC,此后 PLC 可以控制水泵、空调装置的风机和压缩机。

②控制方式选择 PLC 控制,工况选择制冷或制热。

3.2 制冷工况

控制方式选定 PLC,工况选择选定制冷后。

①新、回风门驱动器开启到位,信号反馈 PLC;

②PLC 使水泵启动,控制面板指示灯(绿色)亮。水压控制器使中间继电器有电,其触头闭合信号反馈给 PLC;

③压缩机电机温度保护器正常,压缩机系统高、低压力正常,油压正常。这些信号反馈给 PLC。

④PLC 的“启动风机”延时 2 秒闭合,风机正常启动,控制面板上指示灯(绿色)亮。

⑤PLC 的“启动压缩机”使压缩机正常启动,供液电磁阀开启,控制面板上对应指示灯亮。

⑥空调控制装置按 PLC 设定的温度进行制冷运行:

回风管中温度传感器测到回风温度 $> 25^{\circ}\text{C}$ 时,启动压缩机和供液电磁阀,PLC 显示负荷 100%;回风温度 $= 24^{\circ}\text{C}$ 时,开启卸载电磁阀,压缩机的负荷卸去 25%,PLC 显示负荷 75%;回风温度 $= 23^{\circ}\text{C}$ 时,压缩机的负荷卸去 50%;回风温度 $= 22^{\circ}\text{C}$ 时,压缩机的负荷卸去 75%,PLC 显示负荷 25%;回风温度 $< 21^{\circ}\text{C}$ 时,停止压缩机运行,关闭卸载电磁阀,风机继续运行,PLC 显示负荷 0%。

空调装置在制冷过程中,如果水泵过载或失水

压,或失油压,或压缩机出口的高、低压不正常,或压缩机过载,或风机过载,或滤网堵塞,PLC 的“综合报警”闭合,输出综合报警信号,并及时停机。

3.3 制热工况

控制方式选定 PLC,工况选择选定制热后。

①新、回风门驱动器开启到位,信号反馈给 PLC;

②开机条件已具备,PLC 中的“启动风机”延时 2 秒闭合,风机正常启动,控制面板上指示灯(绿色)亮。空调装置按 PLC 设定的温度和湿度进行自动制热和加湿。

③出风管中的温度传感器测到出风温度 $< 27^{\circ}\text{C}$ 时,PLC 的“开启电动蒸汽加热调节阀”闭合,电动三通调节阀开启,开始加热;测到出风温度 $= 29^{\circ}\text{C}$ 时,电动三通调节阀停在该设定位置附近,测到出风温度 $> 31^{\circ}\text{C}$ 时,PLC 的“关闭电动蒸汽加热调节阀”闭合,使电动三通调节阀关闭。

出风管中湿度传感器测到出风湿度 $< 40\%$ 时,PLC 的“开启加湿电磁阀及供加湿控制继电器”闭合,湿膜加湿器通电,加湿电磁阀开启加湿,指示灯亮,当出风湿度 $> 60\%$,PLC 的“关闭电动蒸汽加热调节阀”闭合,停止加湿。

3.4 通风工况

当空调房间既不需要冷却,也不需要加热时,本空调装置可只开启风机,作为通风使用。当外界气温在 $10 \sim 25^{\circ}\text{C}$ 之间时,为通风工况。同时,当室内温度在 18°C 以下时,电动加热器自动投入工作,采用时间比例(PWM)控制加热器的通电时间;当室内温度在 $21^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ 之间时,制冷压缩机进行有级能量调节,对室内气温进行微调。

以上三种工况在触摸屏上设置,PLC 控制器根据环境温度和回风温度自动进行工况选择,舱室温度、湿度参数定值控制,有效地防止压缩机间歇性起停。空调投入/切除工作,只需在触摸屏上进行操作,PLC 自动控制电机 Y - Δ 启动、滑油预热、截止阀开关、冷剂回抽、PID 能量调节、风机 - 水泵 - 压缩机之间的顺序起动等,不会因为轮机员操作失误出现事故。

基于 S7 - 200PLC 的船舶中央空调控制系统采用自动控制和手动控制两种控制方式,控制空调装置回风口、出风口的温度和湿度,保护空调装置正常运转。夏季控制空调装置回风口温度为 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$;冬季控制空调装置出风口温度为 $29 \pm 2^{\circ}\text{C}$,

湿度为 $50\% \pm 10\%$ 。

4 结果

基于 S7-200 PLC 的船用中央空调系统,使用了电子膨胀阀和 S7-200 的 PID、PWM 高级指令,用 PROTOOL CS 设计了基于触摸屏的监控、操作界面,能实时动态显示 PID 参数及历史曲线。使本系统具有以下优点:

(1) 节能。由于船用空调压缩机大部分时间处于有级能量调节的工作状态,减少了空调起停时的能量损失。

(2) 调节精度高。电子膨胀阀的 PID 控制,电动加热器的时间比例 (PWM) 控制,电动蒸汽调节阀、电动冷却水调节阀和风门调节阀的比例控制,室内湿度、温度及环境温度自动检测,基于 PLC 技术控制空调的运行与室内的负荷及参数变化趋势相匹配,提高了室内温度、湿度的控制精度,提高了系统运行的能效比。

(3) 稳定可靠。采用 PLC 控制技术后,系统长期处于平稳的运转状态,大大减少了压缩机启停次数,增强了压缩机寿命,减少了噪音。

(4) 调节范围宽。采用 PLC 控制技术后,船用

中央空调系统的制冷(热)量有较大的变化范围,适用于船舶航行的复杂、多变工况及系统的除霜。使连续可调的船用空调系统达到设定温度快,温度波动小。

(5) 操作管理方便。只需在触摸屏上起停操作,启动前的准备自动进行,随工况自动选择工作模式,报警具有历史记录。

参考文献:

- [1] V4. 0 STEP7 MicroWIN Programming, SIEMENS, 2005 年 12 月
- [2] SIMATIC S7-200 Manual, SIEMENS, 2005 年 9 月
- [3] SIMATIC Protocol CS/RT Manual, SIEMENS, 2000 年 12 月
- [4] 王永华, 现代电气控制及 PLC 应用技术[M], 北京航空航天大学出版社, 2003 年 9 月
- [5] 李松, 海洋环境下船用空调现状及发展探讨[J], 制冷与空调, 2005 第 2 期
- [6] 王乃义主编, 船用空调原理与设备[M], 哈尔滨工程大学出版社, 2001 年

Automated Control of Marine Central Air - Conditioner Based on S7 - 200 PLC & TP170A

ZHAO Xiao - ling

(1. Marine Engineering Department, Qingdao Ocean Shipping Mariners College, Qingdao 266071, China)

Abstract: Based on S7-200 PLC realized marine central air-conditioners' integrated automated control and management, step regulate the energy of cooling compressor automatically with S7-200 PLC. Use the PID instruction and PTO/PWM high speed pulse implement to regulate the temperature and humidity, obtain the result of energy-saving.

Keywords: S7-200, PLC, Marine Central Air-Conditioner