

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2013.10.016

PLC对冷凝压力控制的应用研究

魏纪君,袁 哲,杨敏玲,王 坤,程 镇,汤继保
(合肥通用机械研究院,安徽 合肥 230088)

摘要: 冷凝压力是制冷循环的主要参数之一,它直接关系到制冷装置的制冷效果、安全性和能耗水平。针对制冷系统中存在的对影响冷凝压力的主要因素分析不够详尽、对干扰因素的克服方法不够明确与控制精度不高、以及控制流程不够清晰等问题,特别设计了一套控制系统,采用可编程控制器(PLC)作为控制核心,触摸屏 TP170A 作为监控画面,前馈-反馈控制模型作为理论依据,对冷凝压力的影响因素进行了仿真分析,对经典的反馈控制模型与前馈-反馈控制模型在工程应用中的优、缺点进行了比较,对控制系统的实现过程进行了详尽的阐述。研究表明,所设计的控制系统能够实现各种控制模型应用,冷凝压力控制精度显著提高,干扰因素影响得到了抑制,实现了参数监控、故障报警以及人机对话,整个制冷系统可靠平稳运行。

关键词: 前馈-反馈; PLC; 冷凝压力

中图分类号: TH39;TB652

文献标识码: A

文章编号: 1001-4551(2013)10-1233-04

PLC-based application for the control of condensing pressure

WEI Ji-jun, YUAN Zhe, YANG Ming-ling, WANG Kun, CHENG Zhen, TANG Ji-bao
(Hefei General Machinery Research Institute, Hefei 230088, China)

Abstract: The condensing pressure is one of the main parameters of the refrigeration cycle, which has a direct influence on the effect, security reliability and energy consumption level of the refrigeration device. Aiming at such questions as the analysis of the main factors that influence the condensing pressure in refrigeration system not being detailed enough, the method to overcome the interference factor not being explicit, the controlling accuracy not being high, and the control process not being distinct, on the basis of the theory of feedforward-feedback controlling model, a set of control system was designed especially by using the programmable controller (PLC) as the controlling core and taking a touch screen (TP170A) as the monitor screen. Besides, a simulation analysis on the influential factors of condensing pressure was handled, a comparison between their advantages and disadvantages of the classical control model of and feedforward - feedback controlling model in the engineering application was made, and the realization process of controlling system was presented clearly. The results indicate that the designed controlling system can manage the application of every kinds of the controlling model with the great improvement of the condensing pressure control accuracy, the well suppression of the interference factors. Meanwhile, the parameters is managed to be monitored, the faults will be alarmed, and the man-machine dialogue are realized, the whole refrigeration system is to operate stably and reliably.

Key words: feedforward-feedback; PLC; condensing pressure

0 引 言

冷凝压力是影响装置正常运行性能的重要参数,当冷凝压力升高时,压缩机的排气压力上升,压缩比

增大,制冷量减少,功耗增大,冷凝压力高还容易引起设备破损故障;当冷凝压力过低时,将导致热力膨胀阀前后压力过小,供液动力不足,流经热力膨胀阀的制冷剂流量急剧减少,使制冷量大大降低,造成制冷

收稿日期: 2013-05-14

作者简介: 魏纪君(1979-),男,湖北天门人,主要从事特种空调控制系统方面的研究与设计。E-mail:cs6300@163.com

装置工作失调。把冷凝压力控制在设定点,对于制冷系统而言非常重要^[1]。

传统的冷凝压力控制主要以PID调节器作为控制核心,采用经典的反馈控制理论。缺点是控制方式单一,控制精度不高,振幅大,响应慢^[2]。

本研究采用PLC作为控制核心,对冷凝压力的变化进行仿真模拟,为了克服外界的扰动,首次引入前馈-反馈控制模型对冷凝压力的控制进行相关的试验研究。

1 制冷系统组成和工作原理

制冷系统主要包括1台冷凝器、3台压缩机、3个膨胀阀、3个供液电磁阀、3个储液罐、1台海水三通调节阀。冷凝器与蒸发器均采用3段独立设计,从而使制冷剂系统分为3个独立的系统。其中一个系统出现故障时,不影响其余两个系统的正常工作。

制冷系统工作原理如图1所示,低温低压的制冷剂气体被1#~3#压缩机吸入后加压变成高温、高压的制冷剂气体,高温、高压的制冷剂气体在冷凝器中与外界海水进行热交换,变成中温、高压的液体(热量被外界海水带走),中温、高压的液体再经过膨胀阀节流降压后变为低温、低压的液体,低温、低压的液体制冷剂在蒸发器中吸热蒸发后变为低温、低压的气体,低温、低压的制冷剂气体再被压缩机吸入,如此循环^[3]。

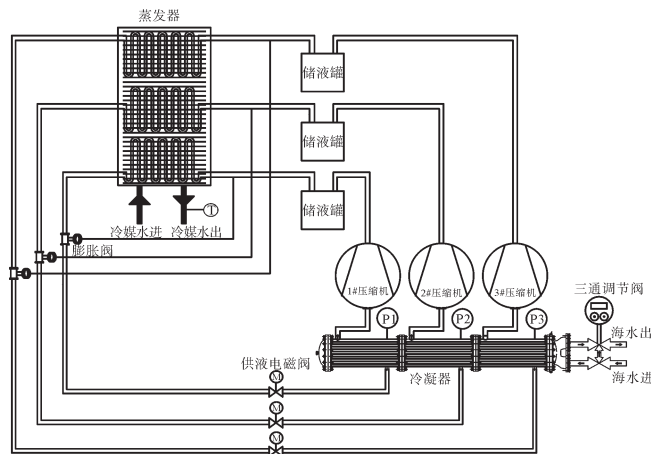


图1 制冷系统流程图

2 控制理论分析

一般的控制系统都基于反馈原理,采用闭环结构,它们按偏差而调节,不论产生偏差的根源何在,它们都可以工作,只要外作用能够平稳下来,系统最终能使偏差消除或基本消除^[4]。

根据制冷系统流程图,冷凝压力的控制主要是通过三通调节阀调节海水的进出水比例,从而改变进入冷凝器的冷却海水量,达到控制冷凝压力的目的^[5]。根据控制系统的反馈原理,结合实际应用中制冷系统冷凝压力的控制方式,本研究采用的闭环控制框图^[6]如图2所示。

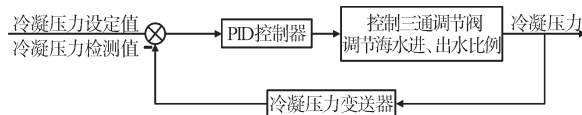


图2 冷凝压力控制框图

本研究根据冷凝压力控制框图,在3台压缩机依次启动时,进行试验,测试的曲线如图3所示。

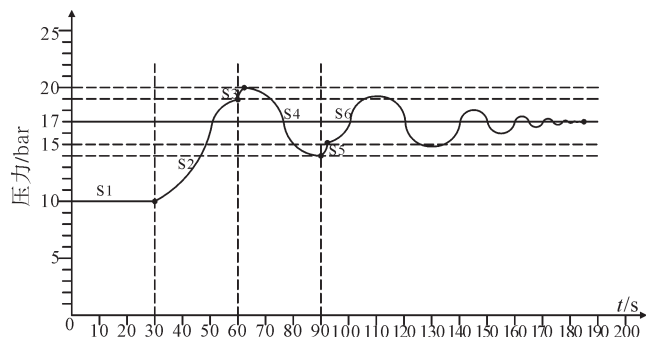


图3 冷凝压力测试曲线图

对曲线分析结果如表1所示。

表1 曲线分析表

曲线名称	设备状态
S1	3台压缩机停机
S2	1#压缩机启动运行
S3	1#压缩机平稳运行,2#压缩机启动时,对冷凝压力产生干扰
S4	1#、2#压缩机平稳运行
S5	1#、2#压缩机平稳运行,3#压缩机启动时,对冷凝压力产生干扰
S6	1#、2#、3#压缩机平稳运行,冷凝压力控制到设定点

为了确保制冷系统能够安全可靠运行,本研究对冷凝压力值设定了报警值20 bar,曲线S3中,冷凝压力最大值已触动了报警值,制冷系统运行存在巨大的安全隐患。

产生曲线S3、S5的原因为当压缩机启动时,冷却水量不足,导致冷凝压力上升。尽管海水三通调节阀在压缩机平稳运行后,对冷凝压力进行了很好的控制。但是在压缩机从启动到平稳运行过程中,对冷却水量的需求时间与三通调节阀响应调节时间不能同步。三通调节阀的响应时间明显滞后^[7]。

为了克服压缩机在启动时产生的扰动,需要

对冷凝压力控制进行优化,为此引入前馈控制理论。

在过程控制中,经常遇到的外作用是扰动的变化,对此可采用前馈控制系统,控制作用是扰动的函数,如果研究者能够精确地了解过程特性和测出扰动量,则计算得出的控制作用恰好能抵消扰动的效应,使被控变量保持不变^[8]。

结合制冷系统冷凝压力控制的特点,本研究采用前馈与反馈控制相结合的系统,前馈控制作用与反馈控制作用相加。

根据冷凝压力的控制方式与扰动的作用形式,本研究构建的冷凝压力控制优化图如图4所示。

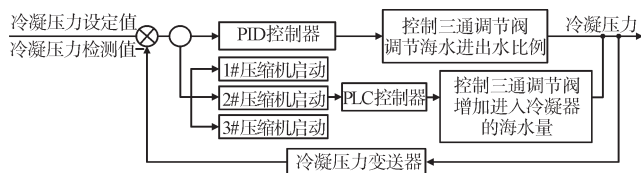


图4 冷凝压力控制优化图

本研究根据冷凝压力控制优化图,在3台压缩机依次启动时,进行试验,结果显示扰动进行了排除,冷凝压力得到很好的控制,测试的曲线如图5所示。

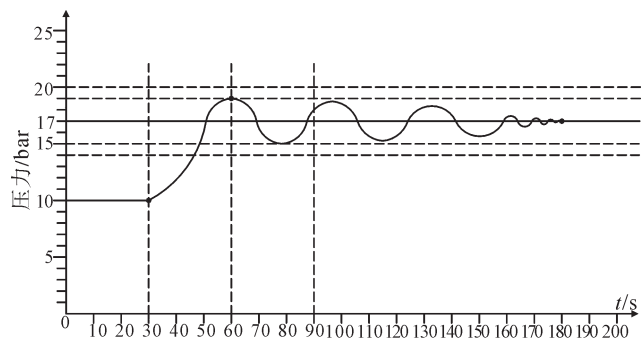


图5 冷凝压力优化测试曲线图

经比较冷凝压力测试曲线得知,优化后的冷凝压力控制有如下优点:

- (1) 冷凝压力值的变化更加的平缓,振幅更小。
- (2) 冷凝压力峰值为19 bar,系统运行更安全。
- (3) 冷凝压力值达到稳定的时间为180 s,系统响应更快。

3 控制系统实现

3.1 PLC基本单元和模块的选用

控制系统选用西门子S7-300系列PLC及功能扩展模块,来实现制冷系统各参数的检测与控制。选用的功能模块如下:

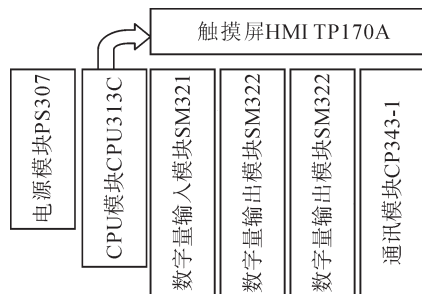


图6 控制系统模块图

CPU模块CPU313C是带集成数字量和模拟量输入/输出的紧凑型CPU,能够适应对处理能力和响应时间要求较高的场合^[9-10]。

CPU313C有以下特点:

- (1) 内置微处理器,处理器处理每个二进制指令的时间达到100 ns~200 ns。
- (2) 外插扩展存储器,为用户提供充分的空间。
- (3) 具有灵活的扩展能力,可扩展多达31个模块。
- (4) 内置多点接口MPI,可以最多同时建立8个与S7-300/400或与PG、PC、OP的连接,MPI可以用来建立最多16个CPU组成的简单网络。
- (5) 内置输入/输出,24个数字量输入用作报警处理,和16个数字量输出,以及4个模拟量输入,2个模拟量输出用于测量电流/电压信号,以及一个附件输入用于测量温度。

3.2 控制系统程序的设计

由制冷系统原理图可知,控制的主要参数为冷媒水的出水温度和压缩机的冷凝压力,冷媒水的出水温度主要通过压缩机启停来控制。

控制系统PLC程序设计流程如图7所示。

3.3 控制系统监控画面设计

监控设备选用西门子的HMI TP170A。监控画面主要由5部分组成:“运行状态”、“参数显示”、“参数设定”、“故障报警”、“帮助信息”。

“运行状态”:主要显示“手动/自动”、“遥控/本控”、“冷媒水泵启/停”、“1~3#压缩机启/停”等信息。

“参数显示”:主要显示“出水温度”、“冷凝压力”、“三通调节阀开度”等信息。

“参数设定”:主要进行“出水温度”、“冷凝压力”、“报警值”等设定。

“故障报警”:主要对“出水温度过高”、“冷凝压力过高”、“压缩机故障”等报警显示。

“帮助信息”:主要是对故障的处理方法进行图文的说明。

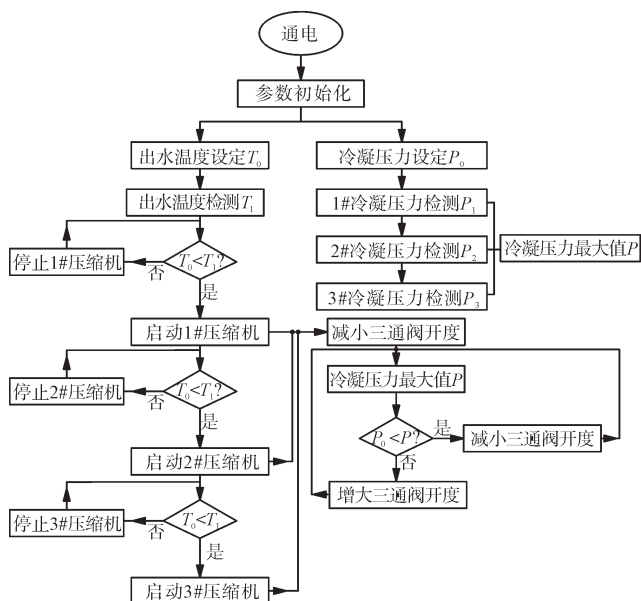


图7 PLC程序设计流程图

4 结束语

本研究采用可编程控制器对所有的数据进行采集、设备进行控制,是一种可靠便捷的控制方案,触摸屏作为监控设备为制冷系统的运行状态、参数、故障报警以及人机交互提供了分析平台。本研究通过前馈-反馈控制理论的工程应用,实现了冷凝压力的精

确控制。因此以PLC作为控制核心对冷凝压力控制是一种有效而合理的控制方式^[11]。

参考文献(References):

- [1] 齐和乐,吴兆林,周志钢,等. PLC对并联压缩机组及风冷冷凝器的控制[J]. 自动化仪表,2009,30(4):27-33.
- [2] 蔡明伟,刘叶弟,王晓东,等. 风冷式冷凝器冷凝压力调节的节能特性研究[J]. 制冷空调与电力机械,2010,135(31):5-7.
- [3] 薛殿华. 空气调节[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [4] 陶永华. 新型PID控制及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
- [5] 姚新红,蒋旭平,徐志斌,等. 低温环境下的冷凝压力调整[J]. 制冷,2006,25(1):84-85.
- [6] 陈征雄. 冷库微机控制系统设计[J]. 冷藏技术,2006,25(2):60-64.
- [7] 李 鹏. 并联压缩机制冷技术的应用现状及发展趋势[J]. 冷藏技术,2006,3(1):33-37.
- [8] 蒋慰孙,俞金寿. 过程控制工程[M]. 北京:中国石化出版社,1999.9.
- [9] 肖风华. 螺杆制冷压缩机组PLC控制系统[J]. 自动化技术与应用,2006,25(7):64-76.
- [10] 江志农,张进杰,敖静晖. 基于支持向量机的往复压缩机示功图识别研究[J]. 流体机械,2012(5):21-25.
- [11] 高 涛,吴兆林,周志钢. 基于PLC的液冷系统自动控制[J]. 自动化仪表,2006,27(9):57-60.

[编辑:李 辉]

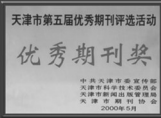
欢迎订阅《机械设计》杂志

国际标准刊号: ISSN 1001-2354

国内统一刊号: CN 12-1120 / TH

《机械设计》杂志是中国机械工程学会机械设计分会会刊、中文核心期刊、中国科技论文统计源期刊、中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊,学位与研究生教育指定中文重要期刊,国内外公开发刊。本刊已被“中国核心期刊(遴选)数据库”、“中国科技期刊精品数据库”、“中国期刊网”、“中国学术期刊(光盘版)”、“中国学术期刊综合评价数据库”等全文收录。《机械设计》的影响因子在同类科技期刊中名列前茅,并多次荣获天津市一级期刊、天津市优秀期刊奖。本刊为月刊,每月20日出版,A4开本,每期传递信息量近20多万字。

本刊主要栏目:设计领域综述(含动态、方针政策等);专题论文(含设计方法、CAD、模块化设计、有限元、可靠性、失效分析、优化设计、并行设计、疲劳设计、反求工程、价值工程、人机工程、智能工程、专家系统、机构学、机械动力学、摩擦学、结构、传动、零部件、机电一体化等);现代装备制造技术与实例分析(含专题论文中各种设计技术,在实际应用中的实例分析与经验);工业设计论坛与资讯(含设计理论与方法、零部件设计、新技术新工艺、产品设计等)。



国内总发行:天津市邮政报刊发行局

邮发代号: 6-59

国外总发行:中国国际图书贸易总公司

邮发代号: M7315

订购处: 国内各地邮局及本编辑部均可订购,国外可与本社联系

单册订价: 10.00元,全年订价: 120元

杂志社地址: 天津市河北区南口路40号

电话: (022)27343427

邮政编码: 300232

E-mail: jxsj@chinajournal.net.cn

欢迎订阅·欢迎投稿·欢迎刊登广告