

基于西门子 SIMATICS7-1200 的冷链仓储智能化控制系统设计

赵子阳 张怡豪 李俊敏 冯晓慧 毛建鸿 陈杰 卢帅

南京理工大学紫金学院 智能制造学院 江苏南京 210023

DOI: 10.12238/ems.v7i3.12307

[摘要] 为适应现代科技发展需求,随着经济的发展与 PLC 技术的不断完善,冷链物流的发展迅猛。使用传统方法容易造成资源浪费而且可操性、维护简便性要求比较高。在新鲜蔬菜、水果和肉制品的运输中,温度的控制尤为重要,所以对温度控制系统工作的安全性、可靠。为适应冷链仓储设备故障在线检测、数据快速共享、远程在线监控等发展需求,基于 PLC 控制技术、变频调速技术、组态监控技术、数据通信等技术,设计一种满足大惯性、多变量的工业冷库制冷液体温度智能化控制系统。通过 PLC 进行主体控制来实现项目功能,利用传感器(压力传感器,温度传感器等)与外部控制模块来辅以 PLC 在安全的范围内进行恒定的冷仓温度控制。

[关键词] 冷库温度智能控制;在线检测;PLC 控制

引言

近年以来,我国冷链物流行业数量快速增长,但智能化水平较低,其中仓储系统的控制与设计在其中存在较为明显的问题。现如今智能化控制技术已经成为国内外的热门研究方向,目前,我国冷链行业正在续发展,但在冷链的智能化与发达国家相比仍有一定的差距。而其中冷链储存系统直接影响产业智能化水平,为使仓储系统整体效率得到提升,将如今高速发展的 PLC 系统与其进行结合,希望推动我国冷链储存系统智能化控制技术实现进一步发展。结合现有的实际情况,认真分析现阶段基于冷链储存智能控制系统在科技方面、硬件方面、控制技术等方面的不足,探讨基于 PLC 智慧冷链的仓储系统的智能化发展方向。以此来改善我国的仓储

在成本、技术、存储方法等方面的不足之处,结合国外发展成功原因,希望对于冷链物流发展起推动作用。

1 系统总体功能设计

1.1 系统流程功能

系统感知层的温湿度监测终端进行多点位精细化温湿度监测;然后设计网络层的智能网关,与库内大量的温湿度监测终端组成无线通信网络,接收终端数据并将冷储数据实时上传入网;最后设计应用层的数据管理软件记录和展示冷链信息,并与合作冷链企业冷储管理系统做数据接口,进行温湿度的实时监控和预警,实现对产品冷链仓储的信息化管理,如图 1 所示。

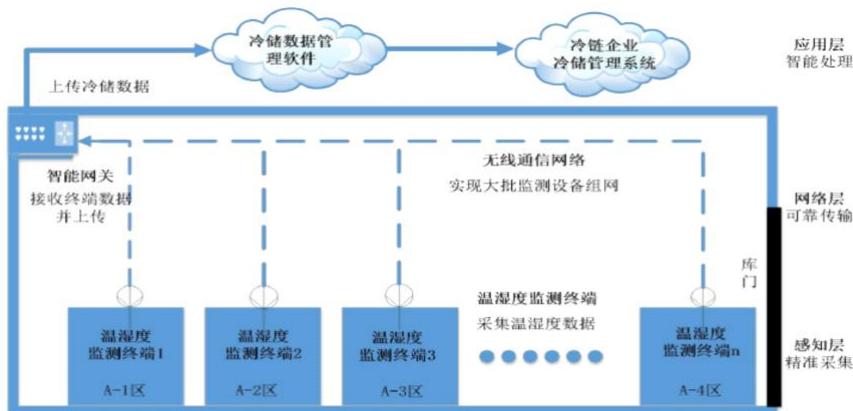


图1 系统总体框图

1.2 温度智能控制系统工作过程

在制冷系统中,首先启动冷却水循环与压缩机油泵然后进行制冷剂的循环运行,确保冷却水循环投入运行后系统开机,同时油泵投入运行并保证油压高于排气压力

0.15MPa-0.3MPa(排气压力最大值为0.6MPa),打开压缩机排气阀门,启动压缩机,压缩机吸气阀打开,根据库房温度,相应的打开供液阀给库房供液;在压缩机停机时,主机停机并关闭吸气阀门,并关闭排气阀门和油泵,压缩机停机,最

后关闭冷却水循环,实现制冷系统停机。为实现制冷剂的供给量相匹配系统需求量,控制系统要根据库房的温度变化实时调整库房制冷剂的供给量,供液阀采用电动调节阀实现阀开度可以随着温度的变化而变化。以管道压力为参考对象设计控制系统压缩机的运行频率。同时实现压缩机的频率可以根据压力的变化实时调节,实现对系统的调节。

2 冷链储存温湿度控制设计

2.1 温度控制稳定性

冷链仓储各区域的温度设定点得到了精准维持。通过对温度传感器数据的实时监测与PLC控制算法的有效执行,冷藏区平均温度波动控制在 2°C ~ 5°C 范围内,冷冻区平均温度波动控制在 -10°C ~ -5°C 范围内,均符合冷链仓储的温度标准要求,确保了存储货物的品质不受温度波动影响。温度监控分站的制冷系统主要由风机、空气压缩机、冷却泵和比例阀等构成。在制冷过程中,液态制冷剂从冷库中吸收热量,降低冷库温度后,通过风机将其蒸发汽化成低温低压的气体;而后经由空气压缩机将其压缩成高温高压的气体,然后压缩

进入冷凝器;在冷凝器中向冷却介质散热,冷凝为高压液体;最后经过比例阀,实时调整低温低压制冷剂的流量,从而控制冷库内的温度,达到循环制冷的目的。

2.2 湿度控制设计

湿度控制同样要表现稳定,冷藏区湿度保持在相对湿度30%~70%之间,冷冻区湿度维持在较低水平且稳定在70%左右。这有助于防止货物受潮、发霉或因干燥而导致的水分流失等问题,有效延长了货物的保质期。同时为了能够实时精准调节冷库,系统采用不同传感器,不间断采集相关数据,来确保控制精准稳定。

3 控制系统硬件设计

主电路有空气压缩机 M1、冷却泵 M2、冷却风机 M3 等3台电动机,以及空气开关 QF、熔断器 FU、交流接触器 KM、热继电器 FR 构成。

其中,空气压缩机采用变频调速控制方式,实现制冷剂循环系统的制冷循环,冷却泵电机也采用变频调速控制方式,实现冷凝器散热,维持冷凝压力,如图2。

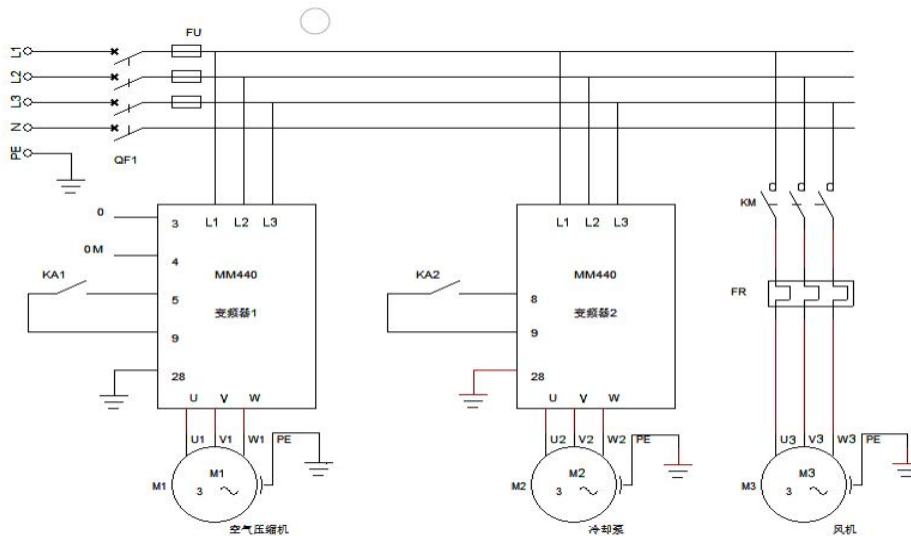


图2 主电路图

控制电路由SB1、SB2、SB3组成,分别代表启动按钮、停止按钮、急停按钮。模拟量输出端子连接到空气压缩机变频器来控制空气压缩机的运行速度。压力与温度传感器分别接入模拟量模块的输入端子上,接收参考数据。比例阀与模拟量输出端子连接,用来控制比例阀的开度。YV1、YV2分别为进气阀(Q0.4)和排气阀(Q0.5)。KA1、KA2分别连接PLC的Q0.6和Q0.7驱动,用来控制变频器启动运行。KM为冷却风机控制接触器,由PLC的Q0.0驱动。Q1.4~Q1.7对应链接HL1~HL4用来控制四个报警指示灯。冷却泵的三段速控制由变频器2控制,分别对应PLC的输出端口Q1.0~Q1.2,如图3。

4 控制系统软件设计

根据功能要求,系统的控制过程大体可看为:首先对温度和压力进行数据采集,将采集到的数据与设定数据进行比对,若温度大于上限且压力低于下限,冷却泵电机方可启动。运行时,压缩机的运行频率依据压力反馈值采用PID控制,如图4。启动顺序依次为冷却泵电机、冷却风机、排气阀、吸气阀、空气压缩机。比例阀的开度是根据温度变化,采用PID控制调节,如图5。运行时,若出现故障情况,则进行报警响应,警示灯亮起。按下停止按钮,按照压缩机、吸气阀、排气阀、冷却水泵、冷却风机的顺序依次停止。

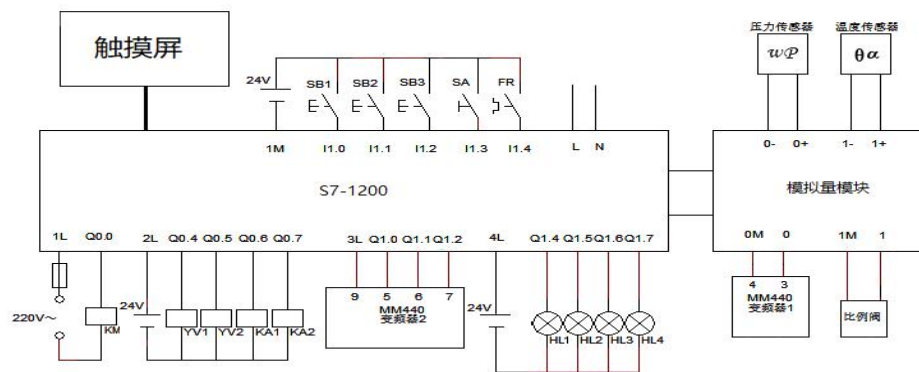


图3 控制电路图



图4 压力检测图



图5 温度检测图

触摸屏监控画面主要实现并显示检测器件的PID参数设置与冷却泵、冷却风机、排气阀和吸气阀等制冷系统的设备工作状态,以及压力上下限与报警指示灯等。根据监控画面所包含的功能,建立的数据对象有:冷却泵、冷却风机、排气阀和吸气阀等开关量,以及压力给定值、温度给定值、实际压力、实际温度、PID输出、变频器运行频率等数值量。在设计设备组态中,主要将组态画面中的数据对象与PLC程序中的编程元件进行匹配连接,实现由PLC程序的运行结果来驱动组态画面控制器件的效果。

5 结语

在本文中,探讨了基于PLC的冷链储存智能控制系统的可行性,这一系统通过传感器技术和自动化控制,有效的提升了冷链管理的效率和可靠性。PLC技术的应用,不仅提高了冷链环境的精确控制能力,还促进了冷链仓储的智能化、节能化发展。随着技术的不断进步,PLC系统将更加智能化,实现远程监控和控制来提高生产过程的实时监控和控制能力。

【参考文献】

- [1]夏振环 基于 S7-200SMART PLC 与 MCGS 触摸屏的冷链仓储智能化控制系统构建江苏电子信息职业学院. 2021, (12): 97-101.
- [2]杨海玉,卢增民,赵子瑜,钟玉娟,杜子年,王昭同.

基于智慧冷链的智能仓储系统发展现状与前景分析. 培黎职业学院. 2022, 45 (18): 155-158.

- [3]周奎,夏振环,陈浩珉等. 基于以太网的集群型工业冷库 温度远程监控系统设计[J]. 机电工程技术, 2021, 50 (12): 151-154.

- [4]卢军,蔡怀海,谷艳红. 基于物联网的智能仓储管理系统的设计[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 2018, 34(5): 33-37.

- [5]唐广耀. 基于 RFID 的智能仓储控制系统设计[D]. 银川: 宁夏大学, 2016: 12-18.

- [6]王国禹. 我国生鲜农产品冷链物流现状及发展对策[J/OL]. 中文科技期刊数据库(文摘版)经济管理, 2018 (06) [2018-01-01].

- [7]丁九龄,张婉蒙,陈刚. 基于数据采集的智能仓储监控系统[J]. 物联网技术, 2023, 13 (12): 143-146.

项目来源: 1. 2024 年江苏省大学生创新项目(国家级, 项目编号: 202413654001Z)

2. 2022 年南京理工大学紫金学院产教融合课程(ZJ202237KCJSC03)(校级)

作者简介: 赵子阳(2002-),男,山东人,在读本科生,专业: 21 级测控技术与仪器。