

冷冻冷藏技术及制冷设备的思考

于洪涛

(冰山技术服务(大连)有限公司, 辽宁 大连 116630)

摘要 目前, 制冷设备广泛应用于食品冷冻冷藏、细胞储存、冷存储罐等。制冷的基本原理是通过压缩机作用将低压蒸汽压缩高压蒸汽, 经过冷凝器、节流阀、蒸发器等, 再将蒸汽送入压缩机的入口, 完成一次制冷循环。而由于不少人们对冷冻冷藏技术知识的欠缺, 导致许多制冷设备的损坏, 甚至产生安全事故, 以及不合理使用制冷设备, 导致制冷设备寿命降低, 产生安全隐患等, 因此需对冷冻冷藏基本技术知识进行普及。随着智能物联网时代的到来, 许多设备将向着智能化方向发展, 制冷设备也不例外, 通过智能物联网技术与冷冻冷藏技术的深度融合, 将为制冷设备更好地服务人类社会提供具有积极意义的技术解决方案, 而智能化离不开高性能的芯片技术及对智能技术的基础研究, 因此可从高性能芯片研发及对智能技术的基础研究集成方面加快促进制冷设备的发展。

关键词 冷冻冷藏 制冷剂 物联网 技术融合

中图分类号: TS205.7

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)07-0140-03

当前, 我国已经成为世界第一大制冷生产大国和第一消费大国, 但目前气候的不断变化及全球气温的不断上升, 更多的制冷需求、应用可能会加剧环境问题, 从1970年以来, 全球制冷行业面对臭氧层破坏, 温室气体排放等环境问题不懈努力, 达成了蒙特利尔协议及京都议定书等国家和地方层面的协议、法规。制冷行业正在寻求更好的制冷工质替代, 满足低GWP、ODP值的前提下, 尽量提高制冷系统运行效率; 优化设计更好的制冷设备, 达到节能减排, 实现智能及网络化控制。

1 制冷剂的选用

对于商业冷冻冷藏系统, 制冷剂的选用至关重要, 根据相关协议、法规, CFC、HCFC类制冷剂已经或者正在被淘汰使用^[1], 选择替代制冷剂, 需综合考虑以下各方面:

1. 环保: 低ODP及GDWP值。

2. 安全: 考虑可燃性, 毒性等的大小, 是否可以控制。

3. 性能: 效率必须尽量高。

目前较为常用的制冷剂为: 氨(R717), 二氧化碳(R744), 合成制冷剂(R134a, R407C、R404A、R410A、R507等)。

2 氨制冷系统特点

氨制冷系统是目前大型冷库应用最广泛的制冷系统^[2]。氨作为一种天然的制冷剂, 其ODP和GWP都为零。

蒸发压力与冷凝压力都适中, 标准大气压下其蒸发温度为 -33.3°C , 与普通低温冷库冻结间蒸发温度相当, 在冷却水温 $30^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 范围内冷凝压力为 $1.1\sim 1.3\text{MPa}$, 最高不会超过 1.5MPa 。

氨的物理性质与R22近似, 但其单位体积制冷量是氟利昂类制冷剂的2倍, 在制取同等的制冷量时, 氨制冷压缩机的体积最小, 且氨制冷剂造价低廉容易制取。氨的缺点在于其安全等级为B2, 有毒, 空气中氨浓度升高达到 $16\%\sim 25\%$ 时遇明火会发生爆炸。因此各国都出台相应的政策与规范限定冷库中氨制冷剂的充注量。我国规定对使用氨作制冷剂的冷库制冷系统, 氨的充注量不应超过40吨; 作为重大危险化学品源, 气体氨的临界量为10吨。氨制冷系统在低温冷库中一般采用两级压缩中间完全冷却循环。典型的氨冷库设备繁多, 除了制冷循环的主要部件外, 还要增设多种辅助设备。氨是一种典型的无机物制冷剂, 不溶于润滑油, 需要在压缩机出口设置油分离器, 还要在各个主要储氨装置设置放油管。为收集系统内的制冷剂需要时设置高压储液器、低压液体循环桶以及排液桶。

3 氨制冷系统的优化与改进

3.1 减少系统内氨的充注量

目前国内氨冷库一般采用集中式设计, 各个冷间共用一台冷凝器, 按照制冷量需求的不同由高压液体调节站统一分配调节, 多余的制冷剂液体储存在高压储液桶内。冷库的机房设置在库房的外侧, 由机房到

表 1

R717	R22	R404A	R507	R717 盐水载冷
-5%	-4%	6%	=	9%

冷库内长距离的输送管道也会存有大量的制冷剂。集中式氨冷库内存有大量的制冷剂,根据国际氨制冷学会提供的相关数据,一座 6.5 万 m² 的冷藏库,约需充注 30 吨的氨制冷剂,虽然没有超过我国相关标准,但仍然会给企业和当地政府带来一定压力。在氨制冷系统中降低氨的充注量,是提高系统安全性的有效方法。SHANMUCAMSKG 等提出了“一种用于工业制冷的分布式超低氨充注系统(ULC)”,ULC 系统是一种模块化的分布式制冷系统,它将开式驱动螺杆压缩机和蒸发器风扇结合在一个集成模块中,并且采用封闭耦合式单元以及自动化的电子制冷剂供液控制技术,有效缩短了制冷剂进入蒸发器的管程^[3]。同时 ULC 系统冷凝部分选用熔合并联板式换热器而非管壳式冷凝器,氨制冷剂不会大量存在于冷凝器管道中。与单级中央制冷系统相比较,ULC 系统能减少 7% 的能源消耗、3% 的用水量以及 98% 的氨充注量,单个分布式单元最坏的情况下氨泄漏量低于 45Kg,提高了氨冷库的安全性与经济性。

3.2 提高氨制冷循环的效率

低温冷库冷冻间库内货物在冻结前后温差大,库内温度波动较大。因此,在氨冷库的冻结间蒸发器宜采用泵供液的方式,氨泵供液的循环倍率一般取 5~6。多倍供液加泵供液的模式可以提高蒸发器内的传热系数且不会出现氨制冷剂气体的过热,同时由于泵供液高流速冲刷可以防止在较低的蒸发温度下润滑油积存在蒸发器管道内影响换热效果。

如何获取更大的过冷度是提高制冷循环 COP 的关键因素之一。研究表明,对于氨制冷系统,单位制冷量随过冷度的增加变化最大,过冷度每增加 1℃,氨制冷量约增加 4.9KJ/Kg。为了进一步增大过冷度,提高氨制冷系统制冷效率,某学者提出氨制冷跨蒸发系统循环应用于氨冷库系统。提出对于存在多级蒸发系统的氨冷库,除第一级蒸发系统直接由冷凝器供液以外,其他蒸发系统均由与它相近的上一级蒸发系统进行供液,系统运行更加节能高效。

4 二氧化碳制冷系统的特点

4.1 工质特性

CO₂ 为环保制冷剂,ODP=0、GWP=1,对环境无破坏作用。CO₂ 安全无毒、不可燃,并具有良好的热稳

定性,即使在高温下也不会分解出有害的气体。CO₂ 单位容积制冷量高,具有良好的流动和传热特性,可显著减小压缩机、换热器和管路尺寸,不存在制冷工质淘汰更换问题。CO₂ 缺点是系统压力较高,对设备制造及系统安装要求较高,另外普适性较差,适合低温工况。

4.2 系统特点

1. 根据使用功能不同,使用不同的制冷形式,简化系统,保证系统安全、环保、可靠。

2. 末端采用 CO₂ 制冷剂,保证人员及食品的安全。

3. 充分利用 CO₂ 低温换热特性,提高整个制冷系统的效率。

4. CO₂ 制冷剂系统部分系统内设置水分过滤器,则保证系统内部发生内腐,保证系统安全运行。

5. 低温段 CO₂ 系统的安全与保护:只要有高温段压缩机的运行,就可保证 CO₂ 低温段系统内的压力维持在正常范围内,这是系统正常的安全压力保证措施;高温段压缩机短暂停机期间,CO₂ 气液分离器压力由低温库环境维持,不会超出设计压力;当低温段 CO₂ 系统长时间停机时,系统内压力升高至设定压力值后,开启高温段压缩机组,用以维持低温段系统内的压力或将低温段 CO₂ 制冷剂排放掉;CO₂ 系统停机维持机:系统压力超高的最后保护装置是系统所配置的安全阀,在超过设定压力后开启,这是极端情况下的应对措施。

5 氨系统与二氧化碳系统经济性比较

5.1 制冷效率比较

在 -40~-10℃ /35℃ 工况, R744/R717 复叠系统压缩机部分的制冷系数与其它系统比较(纯理论分析,实际使用时趋势基本一致,但有偏差)如表 1 所示。

5.2 建设投资比较

1. 同直径管道, R744 管是 R717 管重量的 2~2.5 倍。

2. 同制冷效果低压气体管道, R744 管是 R717 管重量的 50%。

3. 同制冷效果低压液体管道, R744 管是 R717 管重量的 2.5 倍。

4. R744 系统低压管道一般是 R717 系统重量的 90%。

5. R744 系统低压管道保温材料用量一般是 R717 系统的 2/3。

6. R744 系统低压管道保温外保护层材料用量一般

是 R717 系统的 80%。

7. 相同直径的管道, R744 自动阀门造价一般与 R717 相同, 手动阀门一般不超过 2 倍。

8. 制冷效果相同的低压管道系统用手动阀门, R744 系统与 R717 系统造价基本持平。

6 智能技术与冷冻冷藏技术的融合探索

6.1 开源的智能模型库

目前, 智能系统研究主要包括如图像处理、模式识别、语音识别、智能交互、先进控制等。其中图像处理已广泛应用于众多领域, 如医学成像、视频及图像还原等; 模式识别是一种基于概率统计等方法的识别、聚类方法, 该类方法中包含了诸如贝叶斯概率统计、线性及非线性聚类等, 在智能家居、智能汽车、智能移动终端中均有应用。语音识别与智能交互是实现用户与产品对话的一种方式, 其中语音识别是目前研究的前沿, 通过语音识别, 对用户语音的发声频率、响度、内容等进行自动判断, 从而使得设备能够分辨出用户类别及意图, 完成特定功能。

制冷设备与智能系统的融合亦可从智能系统的基础研究开始, 如可通过图像处理判断人的相貌, 从而判断出是否为主人或家属, 从而决定设备是否开启或关闭, 通过模式识别判断设备目前的运行情况, 是否产生了故障及故障的类别是什么, 通过交互终端告诉用户。通过语音识别功能判断用户的语音指令是什么, 并通过语音交互完成用户需求的动作。同时, 智能的制冷设备离不开先进的控制系统, 控制系统能够精确可靠地控制制冷或制热是判断制冷设备性能优劣的重要标准。

目前, 许多的智能算法、模型在工程领域得到了具体应用, 但这些智能模型并未形成统一的标准, 仍处于离散状态, 因此有必要将目前较成熟的智能模型集成为一个可供开发者共享的智能模型库, 基于共享模型库使得设计师可快速地设计和实现智能系统。对制冷设备的研发来说, 可从集成智能模型到应用智能方面加速智能制冷设备的研发。

6.2 智能高性能处理器研发

智能高性能处理器是智能产品的处理核心, 是将智能化产品有机整合的关键部件, 因此高性能处理器的研发以及将其应用到制冷设备中, 是生产制造制冷设备的重要过程^[4]。

目前, 国际上常见的处理器研发、生产或制造厂商包括 Intel 公司、Atmel 公司、ARM 公司、AMD 公司、

ST 公司、华为公司等, 其主要流行的处理器芯片包括 Intel 公司的酷睿芯片系列处理器、AMD 公司的锐龙系列芯片处理器、华为公司的海思麒麟移动端芯片处理器等。

硬件突破主要包括硬件电路的集成, 硬件电路单板化并集成为 SOC, 智能化算法的硬件集成等, 通过硬件突破的方式使得智能化单元被设计为基本电路, 通过电路的电连接器、逻辑连接等组成智能化算法, 使得智能单元的运算得到更大速度的释放, 因此较为适应智能化时代对数据快速运算的需求, 更能够满足未来社会对运算速度的要求。

软件突破主要包括高效运算代码的设计、智能化算法设计、高效的数据与存储处理程序等, 通过软件突破的方式使得智能化运算不再依赖于具体的硬件设备, 从而可将智能化应用从具体硬件或设备中释放出来, 同时可在不同的设备间运行, 克服了硬件兼容性问题, 因此能够更好地适应人们对互联互通、相互交融的需求。

7 结语

总之, 空调制冷系统已广泛应用于人们的日常生活和工业生产中, 但在实际安装过程中若稍有疏忽, 就会引起一系列的安全问题。本文介绍了冷冻冷藏技术及常用的制冷系统和方法, 并对制冷设备智能化进行了可行性探索, 提出可从高性能微处理器和智能模型库两个方面进行。提出处理器本身智能化可从硬件突破和软件突破, 并提出共享智能模型库设想, 从而加速对智能制冷设备的研发。

参考文献:

- [1] 张庆斌. 暖通空调工程管理与暖通节能技术分析 [J]. 新型工业化, 2021, 11(03): 180-181.
- [2] 李元超. 空调制冷现状及未来发展趋势 [J]. 电子元器件与信息技术, 2020, 04(08): 111-113.
- [3] 毛宁. 暖通空调工程中制冷系统管道设计及施工技术措施 [J]. 建筑技术开发, 2020, 47(24): 121-122.
- [4] 徐宇宝, 林华, 王子权. 基于 STM32 智能温控自调速风扇 PID 控制研究 [J]. 齐齐哈尔大学学报(自然科学版), 2018, 34(05): 7-11, 18.