

螺杆式多机头并联机组在大型制冷系统中的应用

熊克菲¹ 马越峰¹ 黄劲松²

(北京市京科伦冷冻设备有限公司 北京 454800)

(国内贸易工程设计研究院 北京 100054)

摘 要 本文简述了螺杆式多机头并联机组在大型制冷系统中的应用进行介绍,并对其实际使用情况与氨制冷系统做了比较

关键词 螺杆式多机头并联机组;氟制冷系统;氨制冷系统

Refrigeration Racks Was Used in Large Refrigeration System

Abstract The screw compressor racks used in large refrigeration system is recommended and compared with ammonia refrigeration system under actual operation condition in this paper.

Keywords Screw compressor racks; Freon refrigeration System; Ammonia refrigeration System.

1 概况

山东金螺集团冷库原为烟冷及山东省商业设计院设计及承建,原设计制冷系统以氨为制冷剂。制冷及设备系统(包括电气、制冷设备、给排水)最终报价为 560 万元,由于各种原因后改为氟制冷系统,工质为 R22,由北京京科伦冷冻设备有限公司承包,制冷系统总投资为 600 万元。

2 生产能力

1. 冻结:60t/日,共分 6 间,每间 10t,库房温度 -28℃,每间每日进货 10t,进货温度 20℃,经 20 小时降至 -15℃;

2. 低温冷藏 8500t,库温 -20℃,分 12 间。其中:大间 2 间,每间库容 1000 吨;小间 10 间,每间库容 650 吨。

3 制冷系统

制冷系统采用“R22”为制冷剂,热力膨胀阀直接供液制冷机采用螺杆式多机头并联带经济器,制冷剂冷却油的制冷机组,冷凝采用蒸发式冷凝器。冷风机采用京科伦公司自行设计研发的 JDJ 系列吊顶式冷风机。

4 冷负荷及机器设备的配置

1. 冻结(60t/日 $t_0 = -38^\circ\text{C}$)

$Q_j = 60\text{t} \times 4460 \text{ 大卡/时} = 267600 \text{ 大卡/吨}$
(311KW)

$Q_0 = 10\text{t} \times 5800 \text{ 大卡/吨} = 58000 \text{ 大卡/时}$

a) 制冷机组:实配一台 LS06-75D 螺杆式多机头并联制冷机组在 40/-38℃时 $Q_0 = 331\text{KW}$

b) 冷风机: $F = \frac{58000 \times 1.2}{150} = 464\text{m}^2$

实配 2 台 JDJ-315, $F = 315\text{m}^2$ 吊顶式冷风机。

c) 蒸发式冷凝器:

制冷量 $Q_0 = 331\text{KW}$

电机功率:75 匹 $\times 6 = 450 \text{ 匹}(338\text{KW})$

油冷却器热负荷:120KW

$\Sigma N = 331\text{KW} + 338\text{KW} + 120\text{KW} = 789 \text{ KW}$

蒸发式冷凝器移热量为 $789 \times 1.2 = 946.8 \text{ KW}$

实配一台 ZNX-1200 蒸发式冷凝器,移热量为 1200KW。

2. 低温冷藏(8500t, $t_0 = -30^\circ\text{C}$)

$8500\text{t} \times 35 \text{ 大卡/时吨} = 297500 \text{ 大卡/时}(346\text{KW})$

a) 制冷机组:实配一台 LS05-75D 螺杆式多机头并联制冷机组在 40/-30℃时 $Q_0 = 399\text{KW}$ 。

b) 大冷藏间配两台 $F = 250$ 吊顶式冷风机,小冷藏间每间配两台 $F = 180\text{m}^2$ 吊顶式冷风机。

c) 蒸发式冷凝器

制冷量: $Q_0 = 399\text{KW}$

电机功率: $N = 5 \text{ 台} \times 75 \text{ 匹/台} = 375 \text{ (匹)}$
(282KW)

油冷却器热负荷:100KW

$\Sigma N = 399\text{KW} + 282\text{KW} + 100\text{KW} = 781\text{KW}$

蒸发式冷凝器移热量为: $781\text{KW} \times 1.2 = 937.2\text{KW}$

实配一台 ZNX-1200 蒸发式冷凝器,移热量为 1200KW。

5 实际使用情况

该厂原有一个氨制冷系统的冷库,并设有冻结间,在该厂参观的前三天(8月初)厂里对两个制冷系统冻结的耗电量做了一个比较。

氨制冷系统:冻结 1t 肉的平均耗电量为 140 度电。

氟制冷系统:冻结 1t 肉的平均耗电量为 90 度电。

6 二种制冷系统的比较

1. 投资比较

氨制冷系统设备及安装投资额为 560 万元。

氟制冷系统设备及安装投资额为 600 万元。

2. 机房面积比较

氟制冷系统:二台多机头并联制冷机组及配电柜,机房面积为 $12\text{m} \times 9\text{m} = 108\text{m}^2$ 。

氨制冷系统:根据热负荷计算 -38°C 系统需配两台 KA-20 螺杆式压缩机(带经济器)在 $40/-38^\circ\text{C}$ 时 $Q_0 = 348\text{KW}$ 。

-30°C 系统:配一台 KA20 和一台 KA-12.5 螺杆式制冷压缩机组(带经济器)在 $40/-30^\circ\text{C}$ 时 $\Sigma Q_0 = 360\text{KW}$ 。

两台卧式桶泵装置及一台高压贮液器,机房面积约需 $24\text{m} \times 12\text{m} = 288\text{m}^2$,氨制冷系统机房面积比氟制冷机房面积约大 180m^2 。

3. 机器比较

氨制冷系统:采用国产螺杆式制冷机组(大冷或烟冷)

氟制冷系统:采用德国比策(Bitzer)半封闭式螺杆制冷压缩机。

4. 自动化程度比较

氨制冷系统采用人工手动控制。

氟制冷系统采用全自动控制。

5. 操作人员比较

氨制冷系统每班 3 人值班(每天 9 人)。

氟制冷系统可无人值守或每班 1 人(每天 3 人)。

6. 一次投资与经常运行费用比较

a) 冻结

氨制冷系统吨冻结耗电量为 140 度电。

氟制冷系统吨冻结耗电量为 90 度电。

每天省电量: $140 - 90 = 50$ 度 $\times 60\text{t} = 3000$ 度电

每年省钱: 3000 度 $\times 300$ 天/年 $\times 0.6$ 元/度 = 54 万元/年(每年按 300 天生产,每度电按 0.6 元计)

b) 低温冷藏

由于低温冷藏没有做比较,但采用多机头并联机组,由于机器的运行是根据吸气压力进行自动能量调节,所以其蒸发压力一直工作在一个比较经济的蒸发压力范围,其耗电量应该比普通氨制冷系统省。

c) 机房建筑费用

氨制冷机房约需 288m^2 ,氟制冷机房约 108m^2 ,每按 700 元计,则可节省费用为 $180\text{m}^2 \times 700$ 元/ $\text{m}^2 = 12.6$ 万元

d) 值班人员工资

氨制冷机房每班 3 人每天按 3 班共 9 人

氟制冷机房每班 1 人每天按 3 班共 3 人

则可节省费用为 6 人 $\times 1000$ 元/月 $\times 12$ 月/年 = 7.2 万/年

e) 氟制冷系统比氨制冷系统多投资 $600 - 560$ 万 = 40 万元人民币。减去氟制冷机房建筑费用 12.6 万元则实际多投资 27.5 万元。

f) 氟制冷系统冻结每年所节省电费为 54 万元,工人工资每年节省 7.2 万元,两项共为 61.2 万元,则氟制冷系统所增加的费用在半年内就可回收。除此以外,氟制冷系统具有维护费用低、施工周期短等优点。

综合以上比较,金螺集团在其后吉林九台新建的工程中制冷系统全部采用螺杆式多机头并联机组做制冷机。

7 采用氟制冷系统存在的问题

采用多机头并联的制冷系统虽然相对氨制冷系统来说有着系统简单,操作容易占地面积小,节能、自动化程度高等优点,但 R22 只是过渡性替代制冷剂其生产和消费将于 2016 年冻结在 2015 年的生产水平,虽然对发展中国家它们的最终淘汰时间为 2040 年,但是由于目前臭氧层耗损加速。对中国企业若干年后对 R22 生产和维修的淘汰将是十分关键的事情,因此,在中国企业淘汰 R22 的过程,应鼓励企业选择有效性更长的替代品和替代技术。当然多机头并联机组所采用的比策压缩机具有 R404a、R134a 与 R22 等制冷工质的共用性,随着 R22 限用期的临近,R134a 及 R404a 等替代工质的使用将会更为广泛。随着替代制冷剂用量的增加,其费用也将不断降低,届时可通过更换替代制冷剂和冷冻油

来解决 R22 限用和生产维修费用增加的问题。

8 建议

1. 研发氨用多机头并联制冷机组

由于采用多机头并联机组能够容易实现制冷量和设备冷负荷自动匹配,使制冷系统始终在最高效率状态下运行从而减少制冷机的运行费用。根据当前国内各制冷设备制造厂所生产的多机头并联机组都是以氟为制冷剂。用于氨制冷系统的多机头并联机组仍是个空白。鉴于当前环保的要求以及冻结温度要求越来越低的实际情况,建议国内制冷设备的生产厂家能尽快研制出适用于“氨”为制冷工质的多机头并联机组并可根据需要进行配组双级制冷,以进一步提高制冷系数降低能耗。

2. 由于氨制冷系统较氟制冷系统复杂,实现全自动控制费用比氟系统高。可根据制冷系统的实际情况先利用蒸发压力和中间压力对多机头并联机组进行自动能量调节以解决一次投资和经常运行费用的矛盾。

3. 充分利用压缩机排气余热,采用热“氟”或热“氨”融霜。在库内冷风机的融霜过程中,应利用压

缩机的排气余热替代电热融霜,在多机头并联机组的制冷系统内,一般一台并联机组同时对几个冷藏间供冷。当一个库房融霜时,其它库房仍在降温,这样可以利用降温库房压缩机运行的排气余热对正在融霜的库房提供融霜热源,同时可以将融霜过程产生的制冷剂液体直接排至正在降温库房的冷却设备。可不设排液桶,这也是降低制冷系统运行费用的有力措施。

4. 在非使用多机头并联机组的制冷系统中机器配置应尽可能与负荷一致,卸载应采用单机卸载,尽量不用单台机器汽缸或滑阀卸载的方式。以避免出现大马拉小车的现象。

5. 冻结间内冷风机的选用应根据制冷负荷和库内面积及射程对冷风机生产厂家提要求。在满足使用条件的前提下尽量减小轴流风机的电机功率。这样即减少库内电机运行产生的热负荷,同时又降低了冷风机电机的运行费用。

参考文献

略