

文章编号: 1004 - 7271(2007)05 - 0505 - 04

· 研究简报 ·

环境温湿度对陈列柜制冷系统 运行特性影响的实验

谢 堃¹, 陈天及¹, 余克志¹, 严志刚², 李雪艳², 杨 宁¹

(1. 上海水产大学食品学院, 上海 200090;
2. 北京富连京制冷机电有限公司, 北京 100038)

摘要: 实验研究了环境温湿度对内藏机组的立式敞开式冷藏陈列柜制冷系统运行性能的影响。实验测试表明, 环境温度每升高 1 °C, 柜制冷系统的冷凝温度将上升 1.2 °C, 蒸发温度将上升 0.7 °C, 机组功率消耗将增加 2%; 同样, 环境相对湿度每升高 10%, 制冷系统的冷凝温度将上升 0.9 °C, 蒸发温度将上升 1.3 °C, 机组功率消耗将增加 2.25%。当环境温湿度从 25 °C、40% 上升到 30 °C、90% 时, 系统冷凝温度升高 11.0 °C, 蒸发温度升高 10.1 °C, 机组功率消耗增加 21%。因而, 维持较低的温湿度环境工况, 可使柜运行性能稳定, 并使机组功率消耗减少, 达到节能的目的。

关键词: 陈列柜; 内藏机组; 环境温湿度; 运行特性; 节能

中图分类号: TB 65 文献标识码: A

Experiments on the effect of ambient temperature and relative humidity on the running characteristics of the display case refrigeration system

XIE Kun¹, CHEN Tian-ji¹, YU Ke-zhi¹, YAN Zhi-gang², LI Xue-yan², YANG Ning¹

(1. College of Food Science, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. Beijing Furenjing Refrigeration and Machinery Electric Co., Ltd., Beijing 100038, China)

Abstract: The effect of ambient temperature and relative humidity on the running characteristics of the refrigerated vertical open display case system with internal located refrigeration unit was investigated experimentally. The tests show that, with an increase in temperature of 1 °C, the condensing temperature of the cabinet refrigeration system increased by 1.2 °C, the evaporating temperature increased by 0.7 °C, and the power consumption of the unit increased by 2% respectively. Likewise, when the ambient relative humidity increased by 10%, the condensing temperature increased by 0.9 °C, the evaporating temperature increased by 1.3 °C and the power consumption increased by 2.25%. When the ambient temperature and relative humidity changed from 25 °C, 40% to 30 °C, 90%, the system's condensing temperature increased by 11.0 °C, the evaporating temperature increased by 10.1 °C, and the power consumption increased by 21%. Therefore, maintaining lower ambient temperature and relative humidity can keep steady performance and reduce the power consumption of the unit so as to attain the objective of saving energy.

收稿日期: 2006-12-20

基金项目: 上海市重点学科建设项目(T1102)

作者简介: 谢 堃(1970 -), 女, 讲师, 主要从事制冷装置热力学、节能技术方向的研究。E-mail: kxie@shfu.edu.cn

Key words: display case; internal located refrigeration unit; ambient temperature and relative humidity; running characteristics; energy saving

制冷陈列柜是超市中用来陈列销售易腐败食品的冷藏橱柜,柜内安装维持柜内低温的制冷系统的蒸发器。根据制冷机组连接方式的不同,陈列柜有分体式和整体式之分^[1]。整体式陈列柜体积较小,常用于小型超市或便利店,制冷机组通常采用风冷,安装在柜底部,并随柜安置在商店内,因而店内环境空气的温湿度将直接影响制冷系统的运行。对立式敞开式制冷陈列柜,由于环境空气温湿度的变化将影响通过敞开口进入陈列柜的热湿负荷,使柜内制冷系统蒸发器的热负荷发生变化^[2-3]。这对依靠回汽过热度来调节制冷循环运行工况的热力膨胀阀制冷系统来说,其运行工况将发生变化,影响机组运行的制冷效率^[4]。由于小型超市及便利店的营业场所小,客流频繁,店内环境温湿度受室外环境干扰影响较大,同时陈列柜自身所带风冷机组产生的热量作用,使室内环境温湿度受季节气候、人流、机组运行等因素变化影响较大,难以维持恒定值^[5-6]。研究立式敞开式冷藏陈列柜在不同环境温湿度工况条件下的运行,考察其制冷系统的运行特性及功率消耗,对陈列柜制冷系统的合理配置和提高其运行经济性很有必要。

1 实验装置及测试方法介绍

实验样柜为立式敞开式冷藏陈列柜,设计柜温 $3\sim 7\text{ }^{\circ}\text{C}$,柜的长 \times 高 \times 宽为:1.8 m \times 1.9 m \times 0.75 m,有效容积976升,陈列面积4.6 m²,具有四层货架五层货位,采用单层风幕并配用全封机组,该机型是目前小型超市及便利店中使用最多的立式敞开式柜型。

测试是在经过标定的专业制冷陈列柜性能测试环境室中进行的。在柜制冷系统的蒸发器表面、冷凝器表面、节流阀前后管路及压缩机进出口等处分别布置热电偶测点,采用美国Fluke公司的温度采集系统,在每一稳定的环境工况下记录处理测量值,并记录陈列柜每一运行周期机组的功率消耗。实验采用的环境温度在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $27\text{ }^{\circ}\text{C}$, $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 三档可调,控制精度 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$;相对湿度采用40%,70%,90%三档可调,控制精度 $\pm 5\%$,组成9种环境实验工况。

2 环境温湿度变化对陈列柜制冷系统运行工况的影响

2.1 环境温度的变化对制冷系统冷凝温度和蒸发温度的影响

环境温度的变化对制冷系统冷凝温度(t_k)和蒸发温度(t_0)的影响表示在图1、图2中。

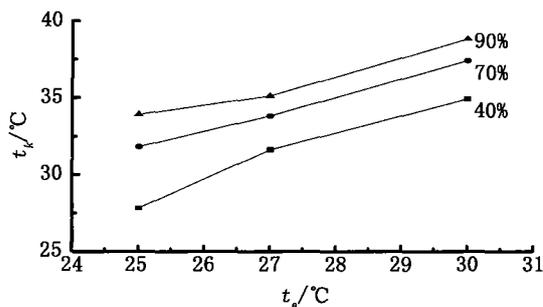


图1 不同相对湿度时环境温度 t_a 的变化对冷凝温度 t_k 的影响

Fig. 1 Effect of change in ambient temperature t_a on condensing temperature t_k at different relative humidity

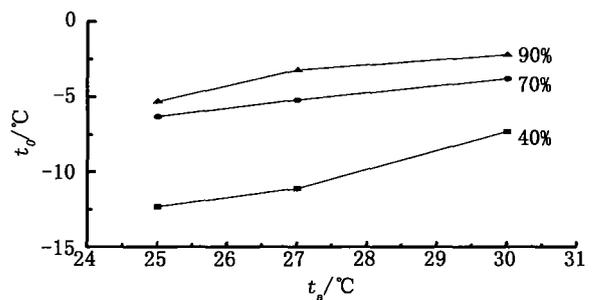


图2 不同相对湿度时环境温度 t_a 的变化对蒸发温度 t_0 的影响

Fig. 2 Effect of change in ambient temperature t_a on evaporating temperature t_0 at different relative humidity

由图可见,随着环境温度的上升系统冷凝温度和蒸发温度随之上升。当维持环境相对湿度40%不

变,环境温度(t_a)从 25 ℃ 上升到 30 ℃ 时, t_k 升高 7.1 ℃, t_0 升高 5.0 ℃; 当维持环境相对湿度 70% 不变, t_a 从 25 ℃ 上升到 30 ℃ 时, t_k 升高 5.6 ℃, t_0 升高 2.5 ℃; 同样, 当维持环境相对湿度 90% 不变, t_a 从 25 ℃ 上升到 30 ℃ 时, t_k 升高 4.9 ℃, t_0 升高 2.5 ℃。可见, 环境温度每升高 1 ℃, 系统冷凝温度平均上升 1.2 ℃, 蒸发温度平均上升 0.7 ℃。

2.2 环境相对湿度的变化对冷凝温度和蒸发温度的影响

图 3、图 4 表示环境相对湿度的变化对柜制冷系统冷凝温度(t_k)和蒸发温度(t_0)的影响。由图可见, 随着环境相对湿度的升高, 系统冷凝温度和蒸发温度随之上升。当维持环境温度 25 ℃ 不变, 环境相对湿度(ϕ)从 40% 上升到 90% 时, t_k 升高 6.1 ℃, t_0 升高 7.0 ℃; 当维持环境温度 27 ℃ 不变, ϕ 从 40% 上升到 90% 时, t_k 升高 3.5 ℃, t_0 升高 7.9 ℃; 同样, 当维持环境温度 30 ℃ 不变, ϕ 从 40% 上升到 90% 时, t_k 升高 3.9 ℃, t_0 升高 5.1 ℃。可见, 环境相对湿度每升高 10%, 系统冷凝温度平均上升 0.9 ℃, 蒸发温度平均上升 1.3 ℃。

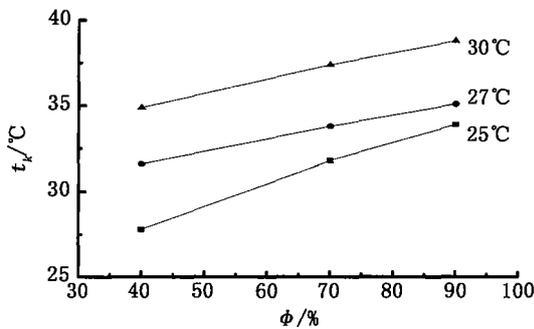


图 3 不同环境温度下相对湿度 ϕ 的变化对冷凝温度 t_k 的影响

Fig. 3 Effect of change in relative humidity ϕ on condensing temperature t_k at different ambient temperature

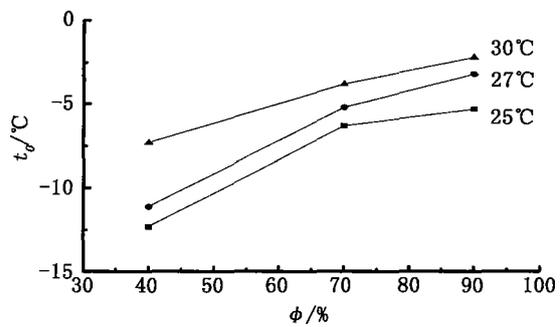


图 4 不同环境温度下相对湿度 ϕ 的变化对蒸发温度 t_0 的影响

Fig. 4 Effect of change in relative humidity ϕ on evaporating temperature t_0 at different ambient temperature

综合上述环境温湿度的变化对柜制冷系统运行工况的影响, 当环境温湿度从 25 ℃、40% 升高到 30 ℃、90% 时, 制冷系统的冷凝温度(t_k)升高 11.0 ℃, 蒸发温度升高(t_0)升高 10.1 ℃。实验表明了环境温湿度的变化对柜制冷系统运行的冷凝温度和蒸发温度影响极大。

3 环境温湿度变化对机组功率消耗的影响

当陈列柜运行的环境温湿度发生变化时, 柜制冷机组的功率消耗将产生较大的变化。实验表明, 随着环境温湿度的提高, 制冷机组的功率消耗将增加。

3.1 环境温度变化时对柜制冷机组功率消耗的影响

图 5 表示实验样柜在不同环境温度(t_a)时运行一周期(4 h)机组的功率消耗(W) (不包括柜内制冷机组以外如照明、防露及风机等消耗的功率)。实验表明, 随着环境温度的升高, 机组的功率消耗随之增加。

由图 5 可见, 当保持实验环境相对湿度 40% 不变, 环境温度从 25 ℃ 升高到 30 ℃ 时, 功率消耗从 5.85 kW·h 上升到 6.39 kW·h, 功率消耗增加 0.54 kW·h。当保持环境相对湿度 70% 不变, 环境温度从 25 ℃ 上升到 30 ℃ 时, 功率消耗从 6.23 kW·h 上升到 6.89 kW·h, 增加了 0.66 kW·h。同样当保持相对湿度 90% 不变, 环境温度从 25 ℃ 上升到 30 ℃ 时功率消耗增加 0.6 kW·h。这表明, 环境温度平均每升高 1 ℃, 样柜机组功率消耗约增加 2%。

3.2 环境相对湿度变化对柜机组功率消耗的影响

图 6 表示实验样柜在不同环境相对湿度(ϕ)时, 柜运行一周期(4 h)机组的功率消耗(W) (同样不

包括柜机组以外的功率消耗)。实验表明,随着环境相对湿度的升高,机组的功率消耗也随之增加。

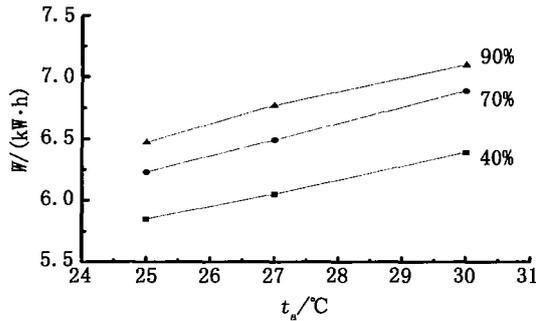


图5 样柜在不同环境温度下运行一周期(4 h)机组的功率消耗

Fig. 5 Power consumption of the sample case upon completion of 1 cycle (4 h) at different ambient temperature

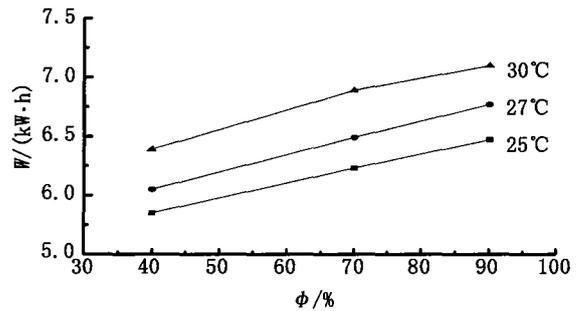


图6 样柜在不同环境相对湿度下运行一周期(4 h)机组的功率消耗

Fig. 6 Power consumption of the sample case upon completion of 1 cycle (4 h) at different ambient relative humidity

由图6可见,当保持实验环境温度25℃不变,相对湿度从40%升高到90%时,功率消耗(W)从5.85 kW·h上升到6.47 kW·h,增加了0.62 kW·h。当保持环境温度27℃不变,相对湿度从40%升高到90%时, W 从6.05 kW·h上升到6.77 kW·h,增加了0.72 kW·h。同样保持环境温度30℃不变,相对湿度从40%升高到90%时, W 从6.39 kW·h上升到7.10 kW·h,增加了0.71 kW·h。表明环境相对湿度平均每升高10%,样柜机组功率消耗增加约2.25%。

同样,综合上述环境温湿度的变化对柜机组功率消耗的影响,当环境温湿度从25℃、40%升高到30℃、90%时,样柜机组的功率消耗(W)从5.85 kW·h上升到7.10 kW·h,功率消耗增加21%。

4 结束语

通过对内藏机组的立式敞开式冷藏陈列柜的实验测试表明,当环境温湿度从25℃、40%升高到30℃、90%时,样柜制冷系统的冷凝温度升高11.0℃,蒸发温度升高10.1℃,机组功率消耗增加21%。环境温湿度的变化将对制冷陈列柜制冷系统的运行产生较大的影响。因而对使用内藏机组的立式敞开式冷藏陈列柜的小型超市和便利店来说,将柜安置在店内通风良好、环境温湿度相对低的位置处,同时要远离店内热湿源,尤其在冬季要远离取暖散热器,在夏季要维持店内空调并采用自动门或门帘来改善柜周围环境条件,尽量维持较低的温湿度环境工况,不但可使柜运行性能稳定,同时可使机组功率消耗减少,达到节能的目的。

参考文献:

- [1] 陈天及. 商业制冷装置[M]. 天津:天津科学技术出版社,2001.
- [2] Cortella G, Manzan M, Comini G. CFD simulation of refrigerated display cabinets[J]. International Journal of Refrigeration, 2001 24(3): 250-260.
- [3] David H. Walker, Ramin T. Faramarzi, Van D. Baxter. Investigation of energy-efficient supermarket display cases[CD]. Presented at the 2003 International Congress of Refrigeration, Washington D. C. Paper No. ICR0507.
- [4] 畷崎 史武, ショーケースの低温用電子膨張弁[J]. 冷凍, 2004, 79(11): 26-31.
- [5] 山田 英司, ショーケースの高鮮度管理[J]. 冷凍, 2003, 78(9): 12-17.
- [6] 谢 堃, 陈天及, 余克志, 等, 便利店用立式敞开式制冷陈列柜的结构特点及运行特性分析[J]. 冷藏技术, 2006, 2: 22-24.