

使用清华一号的冰箱系统毛细管 长度与充灌量匹配的实验研究^①

张华俊, 王 俊, 李洪峻, 蒲 亮

(西安交通大学 能动学院, 陕西 西安 710049)

摘要: 对一台使用清华一号作为替代工质的家用电冰箱进行了毛细管长度与充灌量匹配的实验研究, 在一定毛细管长度下得到了使能耗最低的最佳充灌量值, 并与采用 R12 的制冷系统进行了对比。

关键词: 清华一号; 毛细管长度; 充灌量

中图分类号: TB663 文献标识码: A 文章编号: 1007-7804(2001)04-0016-03

1 前 言

液体流经毛细管时进行节流膨胀, 由于毛细管作为一种流量恒定的装置工作, 在毛细管两端的压力差保持不变的情况下, 其流量不能调节。在一定的毛细管长度下, 若充入制冷剂数量过多, 单位时间内总蒸发量增加, 压缩机来不及吸走蒸发出来的工质, 蒸发压力升高; 同时, 系统流量增大, 聚集在冷凝器中等待冷凝的气体也增多, 冷凝负荷增大, 被冷凝后的工质不能及时排出冷凝器, 冷凝器管内冷凝液的液面位置升高, 造成冷凝器有效换热面积减小, 冷凝压力升高。若充入制冷剂数量过少, 蒸发器只有部分管壁得到工质浸润, 不能有效利用蒸发器的换热面积, 单位时间内的总蒸发量也较少, 满足不了压缩机的吸气要求, 蒸发压力下降, 而且, 蒸发器出口过热度增加, 压缩机吸气温度较高, 吸气比容增大, 系统质量流量减小, 流速下降, 蒸发器内换热系数减小, 更增加了换热的不充分程度; 同时, 压缩机排气量也相应减少, 冷凝压力下降。

在一定的充灌量下, 毛细管长度过长, 则毛细管阻力过大, 制冷剂流量过小, 液体聚集在冷凝器中, 排气压力过高, 同时由于向蒸发器供给的液体量不足, 致使吸气压力过低, 吸气比容增大, 压差升高, 压缩机质量流量下降, 输气系数减小。若毛细管长度过短, 阻力过小, 则制冷剂大量流过, 毛细管内容易混入热蒸汽使制冷量减小, 以至达不到所需温度, 或使运转时间增加, 同时还易造成液体

倒流入压缩机内。

综上所述, 毛细管长度和制冷剂充灌量的匹配对制冷机设计至关重要。而确定最初选定的毛细管长度和充灌量是否最佳, 常常是个困难的问题。往往要经过反复测试才能确认。通常, 在制冷系统的各项指标(如储藏温度、冷冻能力等)都达到国家标准规定后, 耗电量最低才能达到节能节材的目的。此时的毛细管长度和充灌量即为这个制冷系统的最佳匹配值。按照国家标准的规定, 耗电量实验应在环境温度 25℃ 下, 冷冻箱放置试验包及 M 包, 冰箱达到稳定运行后进行测试。由于实验条件的限制, 本文采用空箱作为实验对象, 环境温度 32℃ 时进行测试, 因为本文是想得到在分别以清华一号和 R12 作为制冷剂时毛细管长度与充灌量匹配的对比如研究, 旨在提出一个用于比较的合理的标准, 使结果具有可比性。因此, 只要可以保证冰箱达到稳定运行, 箱内温度达到要求且基本不变, 进行测试即可达到本文研究的目的。

2 测试结果

实验对象为一台某厂生产的 BCD-248(N) 型冷冻冷藏箱。将被测冰箱置于恒温间中, 温度由铜-康铜热电偶测取, 热电偶的温度为冰水混合物的温度, 温度值被采集后送入数字电压表显示。压缩机电机功率采用多功能测试仪测取, 测量值为瞬时功率和累积功率。实验分别测定了冷藏箱中部及下部温度、

^① 收稿日期: 2001-05-27

冷冻箱第二层温度、冷冻箱蒸发器接管温度、冷藏箱蒸发器进出口温度及温控器感温点温度值

四个毛细管长度,有四个最佳匹配值如表中星号(*)所示。

表 1 不同毛细管长度与充灌量下的功耗

工质	毛细管长度/mm	充灌量/g	开/停机时间/min	功耗/kWh
清华一号	4400	100	15/16	1.94
		110	13/15	1.81
		125	9/16	1.69
		* 135	9/17	1.68
		145	10/17	1.74
	4600	120	13/15	1.81
		135	11/18	1.73
		* 165	9/18	1.51
		180	9/18	1.66
	R ₁₂	3900	150	15/16
165			11/15	1.82
* 180			8/16	1.44
195			11/17	1.73
210			9/17	1.58
225			9/18	1.54
R ₁₂	4020	150	13/16	1.73
		160	10/16	1.65
		170	9/17	1.44
		180	9/16	1.65
		* 190	10/17	1.61
		200	9/17	1.65
	210	9/17	1.68	

表 1 中列出了分别采用清华一号和 R12, 在不同毛细管长度和充灌量下的功耗值。从表中可以看出, 在一定的毛细管长度下, 随着系统充灌量的增加, 冰箱功耗减小, 在达到最佳充灌量后, 若继续增加充灌量, 则功耗会回升。这是因为充灌量较小时, 气体蒸发量相应减小, 而且, 蒸发器只有部分管壁得到工质浸润, 蒸发器面积不能得到有效利用, 换热系数下降, 制冷量严重不足, 造成系统开机时间过长, 功耗较大。随着充灌量的增加, 换热系数和单位时间内蒸发量增加, 制冷量增加, 开机时间减少, 功耗减小; 在到达最佳充灌量后若继续增加充灌量, 制冷剂流量增加, 瞬时功率增大, 虽然系统的开机时间有所缩短, 但总能耗的变化趋势却是逐渐增大的。由表中可以看出, 对应于两种制冷剂,

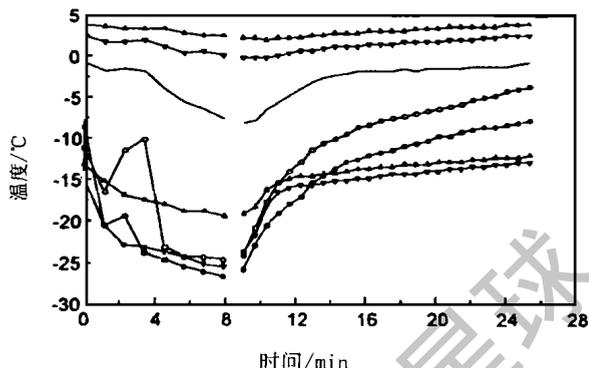


图 1 清华一号制冷剂在毛细管长度 4400 mm、充灌量 125 g 时各测点温度值

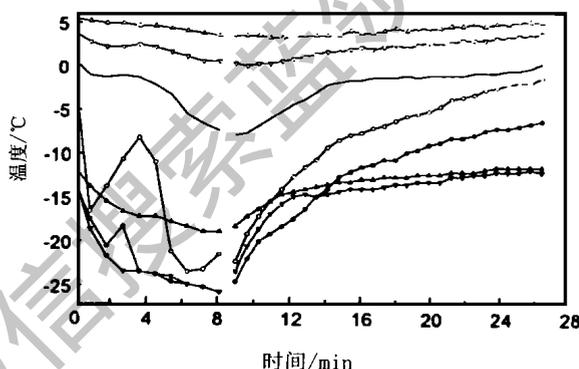


图 2 清华一号在毛细管长度 4600 mm、充灌量 165 g 时各测点温度值

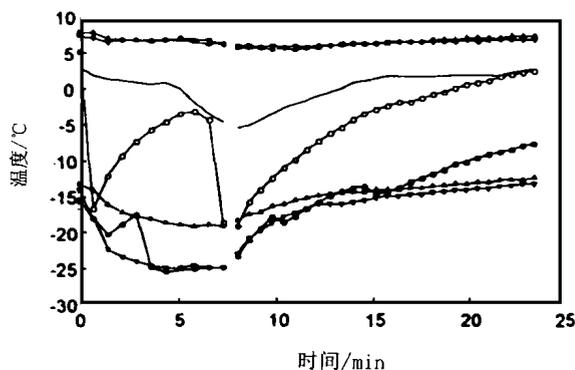


图 3 R12 在毛细管长度 3900 mm、充灌量 180 g 时各测点温度值

图 1~ 4 为表 1 中四种最佳匹配下系统的测点温度值。各曲线含义如表 2 所示。在实验中发现, 在制冷剂充灌量较小时, 冷藏箱温度较高, 而冷冻箱温度较低, 蒸发器进出口温差很大, 这是因为制冷剂质量少, 在流过冷冻箱蒸发器时已有大部分蒸发掉, 剩下的制冷剂不能满足冷藏箱制冷量要求, 因此冷藏箱温度偏高, 造成蒸发器出口处过热度增大, 进出口温差增加。当充灌量增加到最佳值时, 冷冻冷藏箱温度匹配合理, 蒸发器进出口温度也会有合

适的数值,使制冷剂在离开蒸发器时有合适的过热度,在避免液体进入压缩机引起液击的情况下保证制冷剂的蒸干点靠近蒸发器出口以求蒸发器达到较高的传热效率。如图 1~4 所示。图中间断处为开停机转换。从图中可以看出,冷冻冷藏箱温度符合国家标准中关于冷藏箱温度在 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$, 平均值 $< 5^{\circ}\text{C}$, 冷冻箱温度 $\leq -18^{\circ}\text{C}$ 的规定。

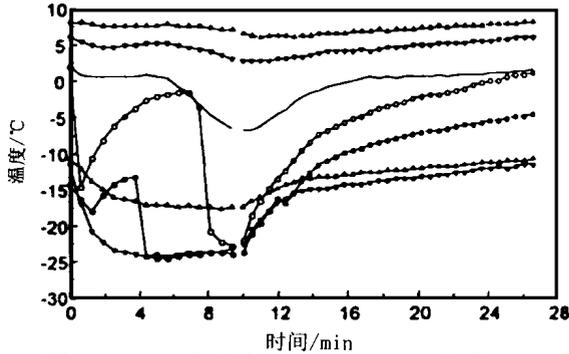


图 4 R12 在毛细管长度 4020 mm 充注量 190 g 时各测点温度值

另外,从表中还可以看出,采用清华一号的系统比采用 R12 的系统需要更长的毛细管长度和更少的充灌量,这是因为清华一号比 R12 的汽化潜热大,单位容积制冷量大,因此在一定的制冷量下,需

要更小的制冷剂质量流量,而减小制冷剂充灌量和增加毛细管长度即可达到这个目的。

表 2 毛细管长度与充灌量匹配实验图中各曲线含义

—△—	冷藏箱最上层温度	—▲—	冷冻箱内空气温度
—5—	冷藏箱第二层温度	—▼—	冷冻箱蒸发排管温度
—○—	冷藏箱蒸发器出口温度	—	温控器温度
—●—	冷藏箱蒸发器进口温度		

3 结 论

本文以一台 BCD-248(N) 型家用冷冻冷藏箱为实验对象,分别采用清华一号和 R12 为制冷剂,对制冷系统作了毛细管长度和充灌量的实验研究,得到了两种工质在四种毛细管长度下使能耗最低的最佳充灌量值,同时还发现,采用清华一号的制冷系统比采用 R12 的制冷系统需要更长的毛细管长度和更少的充灌量,同时,由于采用清华一号的系统的启动电流大于采用 R12 的系统,因此,清华一号的耗电量大于 R12

甲醇转化为氢气一步法工艺

随着燃料电池技术的发展,埃克森-美孚公司正致力于开发能把液态烃和氧化烃转变为氢气的低成本清洁工艺,该公司正在探索使用甲醇作为氢气的清洁能源来源

该公司最近研制出一系列能直接一步将甲醇 100% 转化为氢气和二氧化碳的催化剂。据该公司透露,这些催化剂组分不含基础催化剂或氧化铬

韩 美

由二氧化碳高效率合成甲醇

日本关西电子公司和三菱重工业公司共同开发由 CO_2 和氢气反应合成甲醇的工艺中使用的独特的成分组成的催化剂,实用性好,转化效率达 95%

以上。使用寿命约 4 年。已经开发的铜、锌、铝为组分的催化剂中加入镓、镁,成功地使转变效率和使用寿命大幅度提高。

陈晓惠

节能型金属焊割气

该发明是节能型金属焊割气,用硼砂溶液与石油液化气按每公斤气体需 8 mL 溶液的比例注入钢瓶内配制而成。具有价格低廉、节能降耗、可燃时

间长、安全可靠、无残留废气排放、质量轻、方便运输与搬运等特点。适宜配用氧气切割与焊接钢材及有色金属使用。

陈晓惠