

直冷电冰箱制冷系统优化设计探析 论文

作者: 李刚 蔡颖玲 张凤林 时间: 2007-11-24 14:19:00 来源: 论文天下论文网

[发表: 快速、低价、优质](#)

[3000 万硕士、博士、期刊论文全文下载](#)

的论文发表经验,快捷的论文发表服务,保证所发表
志均为正规合法的期刊,收费同行最低!

提供 60 万硕士论文、10 万博士论文、2700 万期刊
全文下载服务,助您一臂之力!

李刚 蔡颖玲 张凤林 王军 车景顺

摘要: 冷冻室蒸发器采用多层换热片的复合立体结构,在 S 型制冷盘管壁外侧固定套装翅片,增加冷冻室顶部和低部两个高温区制冷量。将冷冻室按 1:1 划分出变温室,通过其中温度传感器控制双稳态电磁阀通断实现制冷剂回路切换,将变温室按冷冻、软冷冻、冷藏使用,也可关闭。通过横、竖盘管混排结构的丝管式冷凝器设计,借助制冷系统压缩机、冷凝器、蒸发器负荷匹配及其与毛细管制冷剂流量匹配,通过防凝露管走向及位置设计、蒸发器管道位置及走向布置和回气换热器设计,研制的 B C D-186 C H S 直冷电冰箱最大负荷日耗电 0.39 度,在变温室为节能状态时耗电在 0.35 度以下,最低达 0.31 度。

关键词: 热工学 优化设计 理论分析 直冷电冰箱 制冷系统

1 前言

电冰箱发展速度很快,我国电冰箱的产量由 1991 年的 470 万台增加到 2001 年的 1349 万台,平均年增长 11.1%[1]。而电冰箱的耗电量占家用电器总耗电量的 32%[2],所以,节能降耗和环保是电冰箱研发工作的重要课题,而蒸发器和冷凝器的传热能力、软冷冻及变温技术优化设计则是关键因素。

2 蒸发器的优化设计

研制采取了以下措施。第一,减小冷藏、冷冻两蒸发器的面积比差值,在总面积一定情况下,尽量加大冷藏室蒸发器的面积,采用大内径蒸发管、增加蒸发管长度及双管并行排列结构等,保证在低温或高温环境下有最佳的开停比,从而保证在一定环境温度下耗电最少。第二,设计高效蒸发器。冷冻室蒸发器是由从上到下依次排列多个换热层片和连接所有换热层片的连接管组成的复合立体式结构[3],换热层片由多个并列 S 型制冷盘管构成,且在其盘管壁外侧固定套装翅片,大大增加了制冷盘管与空气间接触面积,如图 1 示。该蒸发器在不改变电冰箱结构情况下,大幅度增加冷冻室蒸发面积,增加冷冻室顶部和低部两个高温区制冷量,使其快速达到规定要求,缩短压缩机工作时间,大幅降低能耗。冷藏室采用导热粘接胶膜将压扁铜管紧紧粘在传热铝板上,并通过高粘合双面胶粘贴在冷藏室内胆上,增强传热效果。第三,合理安排蒸发器位置和制冷剂走向。据箱内自然对流情况,制冷剂流向采用逆流式换热,毛细管和回气管采用较长的并行锡焊或热塑工艺等,以提高换热效果。第四,通过理论计算和试验相结合方法,合理匹配蒸发器与冷凝器的传热面积,努力减小冰箱工作系数,避免过低蒸发压力和过

高冷凝压力,达节能目的。

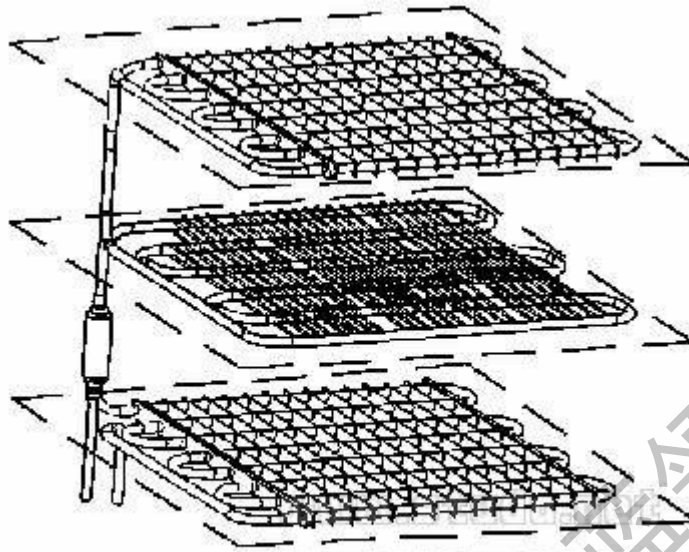


图1 冷冻室蒸发器示意图

3 冷凝器优化设计

在优化冷凝器设计中除合理增大冷凝面积外,还应充分考虑以下几点:

3.1 设计横、竖盘管混排结构冷凝器:在冷凝器内为制冷剂气液两相状态,分析冷凝器中制冷剂流态变化和内、外部换热条件,横排管冷凝器的换热系数比竖排管冷凝器增加3倍以上,为加强流体扰动,破坏流动边界层,采用横、竖盘管相结合走向的冷凝器将会提高冷凝器换热效果,同时也可降低制冷剂流动噪声。

3.2 丝管式冷凝器代替百叶窗式冷凝器:在其它条件不变情况下,丝管式冷凝器传热性能好,对应的制冷循环效率提高,能耗减小。

3.3 改内藏式冷凝器为外挂式:外挂式冷凝器散热条件比内藏式冷凝器好得多,对降低冷凝温度和过冷温度十分有利,可有效节能降耗。

3.4 防凝露管节能设计:从压缩机排气管至干燥过滤器出口整个高压区域皆为冷凝器负荷对应区域,包括制冷剂蒸汽的冷却、冷凝及再冷(过冷)三个过程,对应设备包括付冷凝器、主冷凝器及门边防露管。由于排气温度的不同,采用不同制冷剂时管路布置也不相同。项目研制中采用制冷剂R600a,由于采用R600a使压缩机排气温度的降低,约55℃左右,故将压缩机排出的高压气体先进门边防露管,再进主、副冷凝器,这样即使条件变化,门边防露管末端对应温度也高于最高环境温度,既可保证加热门框、提高防露效果,同时,在管路布置时尽量使防露管远离箱体内腔,又可减小热量向箱内传递,实现节能之目的,系统图如图2示。

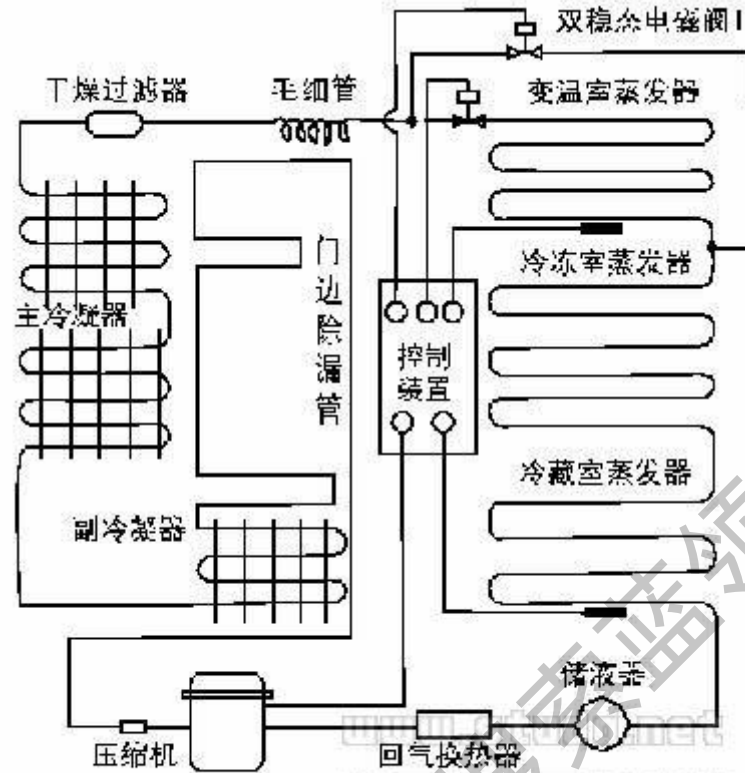


图 2 软冷冻及变温技术设计制冷系统示意图

4 软冷冻及变温技术设计

过高的环境温度或过低的箱内温度对电冰箱的能耗均有直接影响。环境温度过高,冷凝器散热受到影响,而冰箱内温度过低,一方面增加传热温差,另一方面需较低的蒸发温度从而降低制冷系统循环效率,甚至延长压缩机开机时间,造成能耗上升。过低的、不必要的冷冻室温度设计会加剧冰箱能耗上升。为满足消费者需要,又使冰箱降耗节能,软冷冻及变温设计就显得十分重要。

目前,传统冰箱的两个温区,R室 5°C ,F室为 -18°C ,而且F室相对较大。将F室划分两区域,其一温度仍保持 -18°C ,其二温度为 -10°C 。F室内冻结物很难在短时间内用刀进行切割处理,在食用前必须解冻,此举一耗费时间,二造成营养成分流失。将F室分离出一个 -10°C 温区,既可使鱼、肉等食品在 $-7\sim-10^{\circ}\text{C}$ 低温下冻结,又能达到短时间内用刀进行切割处理的目的,同时,据使用冰箱需要,也可将此温区温度设定为R室温度 5°C 或F室温度 -18°C ,甚至关闭。此即所谓软冷冻及变温技术。

图 2 为软冷冻及变温技术设计制冷系统示意图[4]。从图中可以看出制冷剂经压缩机压缩,在冷凝器中冷凝后流经干燥过滤器和毛细管,系统分为两个支路。支路一:制冷剂经变温室蒸发器、冷冻室蒸发器、冷藏室蒸发器、贮液器和回气换热器后回到压缩机形成循环回路。支路二:制冷剂经双稳态电磁阀 1、冷冻室蒸发器、冷藏室蒸发器、贮液器和回气换热器后回到压缩机形成循环回路。

在结构设计中,电冰箱由上而下分为冷冻室、变温室和冷藏室(变温室由冷冻室按 1:1 分割形成),各间室都有相对独立的蒸发器。变温室蒸发器设计时较大,满足变温室作为三星冷冻室的匹配。而该间室作为其他功能间室(如冷藏、软冷冻等)使用时,可以通过设在变温室的温度传感器将温度信号送至电冰箱的控制装置中,控制装置据温度设定值对双稳态电磁阀的通路进行切换实现。当电冰箱启动运行时,电磁阀 1、2 处于通电状态,系统按照支路二形成的循环回路运行,同时变温室的温度传感器检测变温室的温度。变温室温度若在变温室的设定温度范围内,系统按照支路二形成的循环回路继续运行。若检测到温度高于变温室设定值上限,电冰箱的控制装置使双稳态电磁阀 1 处于断电状态,而双稳态电磁阀 2 仍通电,系统按照支路一形成的循环回路运行,直到温度传感器感应到温度低于变温室的温度设定值下限时,双稳态电磁阀 1 执行通电操作,而双稳态电磁阀 2 断电,系统又按支路二循环回路运行。此时冷冻室和冷藏室温度继续下降,直到冷藏室温度达到标准后,压缩机停机,系统如此往复循环。这种设计,控制压缩机启停的是冷藏室温度,而变温室温度的设定及变化仅控制双稳态电磁阀的通断,以切换制冷剂流向,并不直接控制压缩机的运行,故可较好解决双路循环系统存在的频繁开、停机现象,既使压缩机及其附件寿命延长,又减少启动功率,耗电量也随之降低。

需要指出,变温室蒸发器按三星级冷冻室要求(-18℃)与冷冻、冷藏室蒸发器匹配,制冷剂充注量也按变温室为冷冻室制冷能力充注,这样一来,通过温度设定控制双稳态电磁阀以切换制冷剂流向,可将变温室按冷冻室或软冷冻(-7~-10℃)或冷藏室使用,也可关闭,与同样大小固定冷冻室容积的电冰箱相比,此变温技术既满足消费者对冰箱温区的多方需求,又节能降耗。表 1 为能耗实测数据,可以看出,单独调高变温室温度(将变温室作为软冷冻室或冷藏室)可以节能,单独关闭变温室更加节能。

表 1 直冷冰箱 BCD-186CHS 的能耗实测数据(环境温度 25℃)

冰箱状态	耗电量 (kWh/24h)	冷藏室 温度(℃)	变温室 温度(℃)	冷冻室 温度(℃)	开停机率 (%)	能耗对比 (%)
国家标准测试	0.39	+5.0	-18	-18	30.2	100
改变变温室温度	0.35	+5.0	-10	-18	21.8	89.7
改变变温室温度	0.35	+5.0	+5	-18	17.3	84.6
关闭变温室	0.31	+5.0	+4(室内 无负荷)	-18	14.1	79.4

5 制冷系统优化匹配及管路走向节能设计

5.1 制冷系统优化匹配

项目综合考虑箱体热负荷、系统制冷量、压缩机效率、电冰箱工作周期等相关参数,使之达最佳匹配状态。

5.1.1 设计中的气候类型应与使用地区的气候匹配,否则耗电增加,甚至出现不停机现

象,同时

获取更多资料 微信搜索蓝领星球