

压缩式乘用车载冰箱CB-12设计开发

张靖强 陈立新
(陕西宝鸡长岭冰箱有限公司 陕西宝鸡 721006)

摘要:本文对车载直流压缩机式冰箱的方案进行分析,从结构设计、制冷设计和电气设计三方面做了探讨,经过小批试生产及实际检测,该冰箱适应乘用车使用,完全达到设计要求。

关键词:车载冰箱;直流压缩机;设计开发

The design and development of the compressor type passenger car CB-12 refrigerator

Zhang Jingqiang Chen Lixin
(Shaanxi Baoji Changling Refrigerator Co.,Ltd. Baoji 721006)

Abstract:In this paper, the passenger car DC compressor refrigerator scheme is analyzed, the structure design, cooling design and electrical design to be analyzed. Through small batch trial production and practical testing, the refrigerator is adapted to the passenger vehicle to use, fully meet the design requirements.

Keywords:The car refrigerator; DC compressor; Design and development

随着乘用车的广泛使用,人们经常为了方便在后备箱放置矿泉水,据报道,水瓶材料聚乙烯在高温下释放有害物质,不利于身体健康。因此,人们对车载冰箱的需求迫切。国外的高档乘用车前排扶手箱或后排扶手箱处往往有嵌入式冰箱,而对于普通轿车,开发配置式车载冰箱将会有很大的市场前景。

1 乘用车载冰箱方案设计

1.1 三种制冷方式的比较

车载冰箱的制冷方式有冰袋储冷式、半导体制冷方式、蒸汽压缩式制冷方式三种。第一种方式最简单经济而且结构简单无需电源,缺点是需要预先将制冷介质冷冻到负温,吸热升温后需要重新放于冰箱或冷柜冷冻,不能连续使用;第二种式是我国目前市场上较多的方式,缺点是半

导体制冷温差越大制冷量和能源效率越小^[1],市场上民用制冷片大多在几十瓦,难以实现车载冰箱的快速大冷量制冷;压缩式制冷可以实现大制冷量的快速制冷,可以满足高端用户对制冷量的需求,缺点是结构复杂,成本较高。

目前市场上第二种方式的车载冰箱厂家多、品种全而且竞争激烈。基于这种情况,我们选择压缩机式车载冰箱,虽然技术难度大,但是制冷效果好,产品附加值高。

1.2 冰箱在车内放置位置及容积大小

我公司还未与汽车厂商达成OEM嵌入式冰箱的协议,因此优先考虑将车载冰箱作为汽车附件的形式。我们考虑后备箱和后排座椅的中间位置为车载冰箱的最佳放置位置选择。后备箱为专用储物空间,优点是容积较大,对冰箱结构设计限制较小,而且冰箱放置于此不占用乘用

空间,缺点是需要汽修厂在后备箱布置专用电源线,且夏季温度高,易造成冰箱开机时间长,功耗大;冰箱放置于后排椅中间位置,乘员分坐于冰箱左右两侧,优点是取放食品方便,缺点是向车内排放热量。因此,两个位置兼顾成为是我们首要考虑的。

作为冰箱,容积越大储存的食品越多,但是乘用车空间有限,而且车内储存过多食品亦无必要,因此有一个最佳容积选择。我们制作了12L、25L、35L三种规格的木质模型在车展上做了调查,对于外型尺寸、容积大小以及价格以及放置位置各方面因素,12L的模型最受欢迎,12L的大小无论放在中小型车的座椅还是后备箱都很适合。

1.3 CB-12主要技术参数

依据问卷调查,我们将第一款产品的主要技

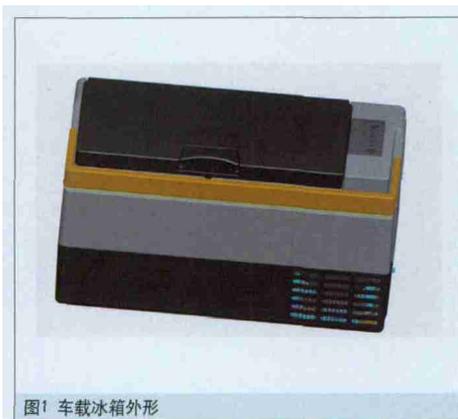


图1 车载冰箱外形

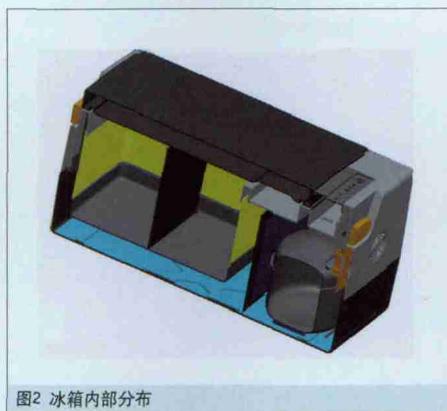


图2 冰箱内部分布

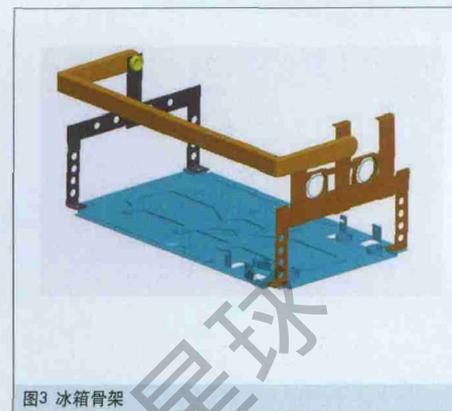


图3 冰箱骨架

技术指标确定为容积12L,采用直流压缩机、R134a制冷剂。其主要技术参数见表1。

2 结构设计

根据用户调查的结果,我们设计了卧式单门顶开式结构的整体布局,设有活动提手,便于冰箱的搬运。由于冰箱较小,空间结构利用率要求高,我们用Pro/ENGINEER软件做自顶向下的设计方法,预先设计分配了各大零部件的外形尺寸以及结构布局,经过小组讨论、设计评审后以发布几何的形式分发给各结构设计师、制冷设计师和电气设计师。各设计师在严格限定的几何范围内开展设计,如遇特殊问题需要协商时由总体设计师组织协调讨论,意见被采纳时总体设计师更新骨架,相关设计人员更改相应设计。冰箱外形如图1所示,内部分布如图2所示。

2.1 食品储存区

食品储存区设在冰箱的左边大部分区域,由

蒸发器和底托以及门围护而成。设有活动塑料隔档,近压缩机端为浅冷区,远端为深冷区。为了充分利用空间在压缩机的顶部区域设有约0.5升的巧克力等小件食品储存室。

2.2 箱体结构

箱体上壳、下壳、蒸发器组件构成,上下壳体为HIPS塑料注塑成型,蒸发器组件由吹胀式铝板蒸发器和塑料底托构成。发泡料注射于由上壳、蒸发器组件、塑料薄膜构成的结构内部。由于需要方便搬动,本冰箱设计了提手,提手安装于冰箱两侧的钢支架上,且连接于钢制压缩机底板上。

压缩机底板承担了冰箱及内部所有的重量。

冰箱骨架结构如图3所示。

2.3 压缩机区域

压缩机布置于冰箱的右部,该区域还有冷凝器、冷凝风机、控制器等部件,空间非常狭小。制冷管路的焊接、电气线束接插件的连接均在此

空间完成。因此,零部件的布置、工序工艺的合理性直接影响生产效率和产品质量。

2.4 门体

由于冰箱较小,为了降低工艺难度和成本,我们采用一次吹塑成型工艺生产聚丙烯门体,门体内侧设有注料孔,注入环戊烷发泡料实现保温性能,门体四周有门封密封。冰箱门体如图4所示。

汽车环境可能出现倾斜、颠簸等状况,因此门体上设有自锁式门扣手,防止食品溢出散落,

表1 CB-12车载冰箱主要技术参数

分类	技术参数
总有效容积 / V	12
制冷范围 /	10 ~ -18
额定电压(DC) / V	12 / 24
输入功率 / W	35
制冷剂	R134a
充注量 / g	38
发泡剂材料	环戊烷
外型尺寸 / mm	510 × 310 × 260
重量 / kg	10



图4 冰箱门体

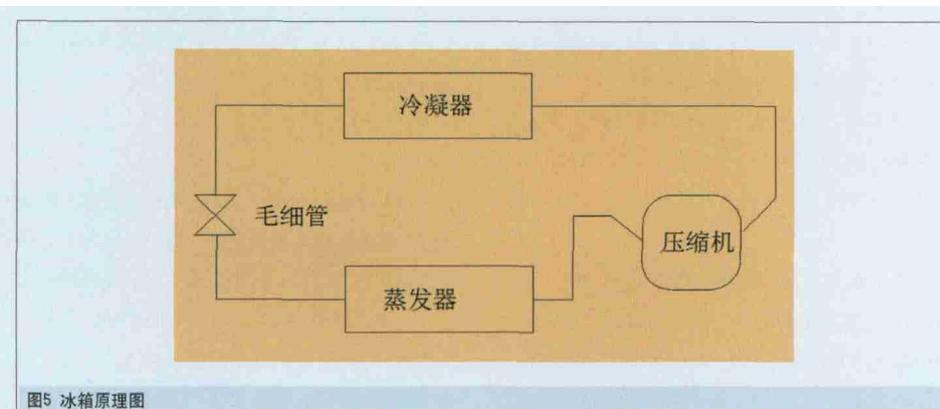


图5 冰箱原理图

保护食品及乘员的安全。门体内还预埋有永磁铁,以给控制器上的磁敏开关提供门的开关状态。

3 制冷设计

本冰箱采用R134a蒸汽压缩式制冷方式,制冷器件包含直流压缩机、冷凝器、毛细管、蒸发器、干燥过滤器、配管等。

3.1 系统原理

由于要在乘用车内使用,故不能使用现在家用冰箱普遍采用的高效环保但易燃易爆的绿色制冷剂R600a,因此我们选择安全性好的R134a制冷剂。除压缩机使用直流电以外,本冰箱与普通家用冰箱的原理一样,都是由压缩机提高R134a制冷剂压力,在冷凝器散热后变为高压饱和液体,经毛细管降压后变为低温低压液体,在蒸发器吸热使冰箱降温后变为气态回流至压缩机而形成一个制冷循环。冰箱原理图如图5所示。

3.2 直流压缩机

此冰箱选用德国Danfoss公司的BD-35F型R134a直流压缩机,BD-35F型压缩机不仅纯直流型,而且有交直流两用型,考虑到本产品为仅供汽车使用的小型冰箱,我们选用纯直流型。这款压缩机原理是外置整体式电器盒,将直流12V/24V逆变为交流电驱动压缩机运转。它的特点:

- (1) 提供直流高低压保护,高压为固定值17V/31.5V(对应12/24),低压可配置不同的电阻R2来调整;
- (2) 提供冷凝风扇的直流电源,减少了外部电路的复杂性;
- (3) 改变电阻R1可以调整压缩机的转速,从而调整压缩机的制冷量;
- (4) 由LED的闪烁次数提供压缩机的故障状态,极大地方便了冰箱的故障诊断。

诸多接口的开放,使得直流冰箱的设计、工艺的复杂性大大降低,BD35F是一款在直流、移动场合使用的非常好的小容量压缩机,电路图如图6所示。

3.3 蒸发器及冷凝器设计

车载冰箱的蒸发器不仅用作制冷元件,还可以作为冰箱的内部围护结构的内胆,本冰箱采用管板式蒸发器,即使用铝板折弯咬合结构,在

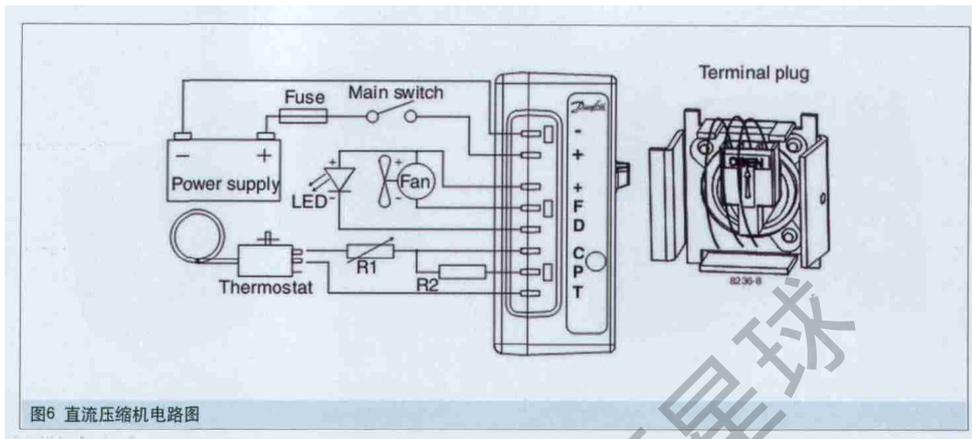


图6 直流压缩机电路图

食品储藏区用高温固化粉料喷涂,达到耐腐蚀且美观的作用,而在铝板的外侧贴覆铜管作为蒸发器的管路。这种蒸发器结构较之吹胀式蒸发器易于实现,而且在设计初期容易调整蒸发管路的布置,使得制冷匹配比较容易。

由于本冰箱结构较小,没有多余的空间布置其他形式的冷凝器,只能选用丝管式冷凝器环绕于压缩机周围,为了提高冷凝器效率,我们箱体侧壁设置了两台小型风扇,加快空气循环,排出冷凝热量。

4 电气控制设计

本冰箱的控制任务主要是依据用户设置的温度来调节压缩机的运行以及提供对冰箱的保护和警示信号。由于BD-35F压缩机自带的变频器提供了较多的接口,因此本冰箱的控制相对简单。显示控制器设置在冰箱的右上部分,由单片机组成显示及控制系统,分别设有开关和温度调节按钮、黄绿蓝LED灯分别显示箱内温度由高到低、红色LED压缩机的故障状态。在控制板上接入了压缩机调速电阻以及电压保护调节电阻,由变频器直接提供了冷凝风扇电源。

5 结论

CB-12冰箱样机完成后,我们不仅做了性能试验,而且在河滩砂石路段、35°坡面做了运行试验(如图7所示),冰箱运转正常,制冷指标完全达到设计要求。本冰箱不仅适用于乘用车的食品储藏,还可扩展到车用医药的储存,具有广发的市场应用前景。



图7 小批量生产

参考文献

- [1] 俞国良.半导体制冷器性能测试.制冷.1991.3