

便携式车载冰箱设计

梁 雪 张永恒

(兰州交通大学 机电工程学院,甘肃 兰州 730000)

摘 要:随着社会和时代的进步,便携式电器已成为人们生活中不可或缺的物品。对便携式车载冰箱整体结构进行了初步设计,给出了冰箱风机、散热器、冰箱上盖扣、冰箱出风盖、冰箱传热器及传热桶的结构设计计算,并对冰箱壳体材料进行了介绍,相信这款全新的便携式车载冰箱将为人们的生活提供更多的便利。

关键词:车载冰箱;半导体制冷;风机;散热器

中图分类号:TB657.4

随着社会和时代的进步,便携式电器已成为人们旅行时不可或缺的物品,对于便携式电器的市场需求也越来越大。论文中所设计的便携式车载冰箱是一款半导体制冷冰箱,其原理是靠电子芯片制冷,利用特种半导体材料构成的 P-N 结,形成热电偶对,产生珀尔帖效应,即通过直流电制冷的一种新型制冷方法。制冷温度范围为 -5 ~ 65℃,这种方法的优点是既能制冷又能制热,环保、无污染,体积小,成本较低,工作时没有震动、噪音、寿命长。

1 冰箱各组成构件的结构设计

1.1 上盖扣

上盖扣的作用是当上盖合上时自动锁紧上盖,防止上盖打开,以防止冰箱内物品掉出来,具体结构形式如图 1 所示。

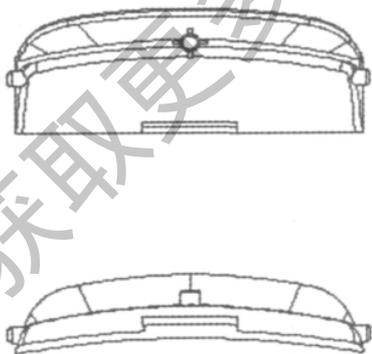


图 1 上盖扣结构

1.2 风机

设计冰箱功率 48W,根据经验选型为 DC12V/0.25A 外径 D_t 为 120mm 的轴流风机。选择轴流风机的比转数为 $n_s = 40$ 根据比转数查《泵与风机》^[3] 教材中的图 4-20 可得轮毂比 $\gamma = 0.35$ 。

确定叶轮外径 D_t : $p/0.5\rho u_t^2 = k = \text{常数}$ (1)

式中: p 为风机全压 (N/m^2); ρ 为标准状况下空气密度 1.2kg/m^3 ; u_t 为圆周速度,以降低噪音的角度出发,选择 u_t 为 70m/s; k_u 为风机系数 $k = 1/\sqrt{k_u}$,根据比转数查《泵与风机》^[3] 教材中的图 4-2, $k_u = 2.35$ 。把已知数代入式(1)可得 $\rho = 1916.88\text{N/m}^2$ 。

$$D_t = \frac{60k_u \sqrt{2p/\rho}}{\pi n} = 57.36\text{mm} \quad (2)$$

式中: n 为转数 $n = 1250\text{r/min}$ 。

由于出风盖存在阻力,影响风扇的送风量,为满足设计要求,达到尽可能好的散热效果,取 $D_t = 120\text{mm}$ 。

$$\text{风机流量: } Q = \left(\frac{n_s}{n}\right) \sqrt{p^{3/4}} = 0.545\text{m}^3/\text{s} \quad (3)$$

式中: n_s 为比转数 $n_s = 40$; n 为转数; p 为风机全压。

$$\text{风机功率: } N_B = \frac{Qp}{1000\eta\eta_g} = 1.3\text{W} < 3\text{W} \quad (4)$$

式中: Q 为风机流量; η 为风机全压效率 $\eta = 0.80$; η_g 为传动效率 $\eta_g = 1$ 。

所选的轴流风机的功率远低于风机实际工作功率,满足要求。

叶片数与轮毂比有关,查《泵与风机》的表 4-3 得叶片数为 7。

$$\text{轮毂直径 } D_h: D_h = \gamma D_t = 0.35 \times 120 = 42\text{mm}$$

(5)

式中: γ 为轮毂比; D_t 为叶轮外径。

$$\text{平均轴向速度 } C_z: C_z = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}(D_t^2 - D_h^2)} = 54.9\text{m/s}$$

(6)

将整个叶片从轮毂至外径分几个截面,截面的

数量直接决定风机的大小,一般的小型风机可取 3~5 个截面,考虑到分割的方便,采用等距离分割的方法分割。

$$\text{叶片几何平均直径: } D_m = \frac{D_t^2 + D_h^2}{2} = 90\text{mm} \quad (7)$$

几何平均半径处得圆周速度:

$$u_m = \frac{\pi D_m n}{60} = 5.88\text{m/s} \quad (8)$$

几何平均半径处的 ΔC_{mu} :

$$\Delta C_{mu} = \frac{P}{\rho u_m \eta} = 339.58\text{m/s} \quad (9)$$

任意截面处的 ΔC_u :

$$\Delta C_u = \Delta C_{mu} \left(\frac{R_m}{R} \right)^\alpha = 294\text{m/s} \quad (10)$$

式中: R_m 为几何平均半径; R 为计算截面处的半径; α 为边环量指数 $\alpha = 0.5$ 。

计算截面的栅距 t :

$$t = \frac{2\pi R}{Z} = \frac{2 \times 3.14 \times 60}{6} = 62.8\text{mm} \quad (11)$$

式中: Z 为叶片数。

选取截面的等力系数 C_{yp} ,对于低压轴流风机,叶尖外的直径升力系数一般以不超过 0.8~0.9 为宜,高压轴流风机大于 0.9 为宜。

1.3 出风盖

由于出风盖要满足外形美观的要求,同时还要满足散热的要求,结合风扇的型号及尺寸,采用正面中部进风,从上下两侧出风的思想进行设计,如图 2 所示。

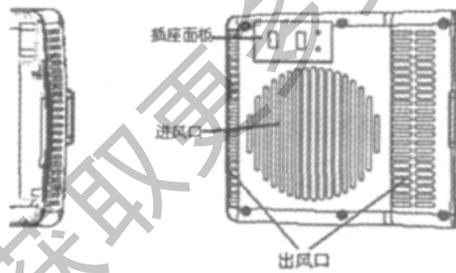


图 2 出风盖结构

出风盖瞬变热引起的负荷:

$$Q_n = FK\Delta t = 3.05\text{W} \quad (12)$$

式中: F 为出风盖面积, $F = 0.0082\text{m}^2$; Δt 为温差, $\Delta t = 20^\circ\text{C}$; K 为传热系数, $K = 18.6\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 。

$$\text{雷诺数: } R_e = RV/v = 2.2 \times 10^3 \quad (13)$$

式中: v 为空气的粘性系数, $v = 15.7 \times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$; V 为空气流速, $V = 0.67\text{m/s}$; R 为出风盖半径, $R = 51\text{mm}$ 。

$$\text{摩擦阻力系数 } \lambda: \lambda = 64/R_e = 2.9 \times 10^3 \quad (14)$$

出风盖摩擦阻力 ΔP_m :

$$\Delta P_m = \lambda \rho V^2 / 8R = 0.38\text{Pa} \quad (15)$$

式中: λ 为摩擦阻力系数; R 为出风盖半径, $R = 51\text{mm}$; V 为风道内空气平均流速, $V = 0.67\text{m/s}$; ρ 为空气密度 $\rho = 1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 。

$$\text{出风盖局部阻力: } Z = \xi \rho V^2 / 2 = 0.0081\text{Pa} \quad (16)$$

式中: ξ 为局部阻力系数 $\xi = 0.03$,查《空气调节》课本附表得。

$$\text{出风盖阻力: } \Delta P = \Delta P_m + Z = 0.3881\text{Pa} \quad (17)$$

1.4 散热器

散热器的功能是将制冷系统的热媒所携带的热量,通过散热器壁面传给大气,达到带走被冷却对象热量的目的,其结构如图 3 所示。

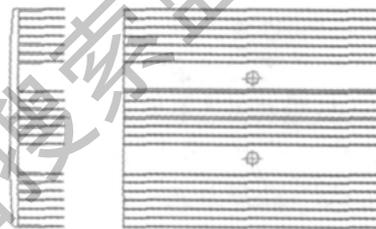


图 3 散热器结构

$$\text{确定散热器传热系数: } T_p = \frac{Q}{FK} + T_n = 50^\circ\text{C} \quad (18)$$

式中: T_p 为散热器的热端温度; Q 为散热器的散热量 $Q = 50\text{W}$; F 为散热面积, $F = 141388\text{mm}^2$; T_n 为室内温度为 30°C ; K 为散热器的散热系数,查《供热工程》可得 $K = 18.4\text{W}/\text{m}^2$ 。

$$\text{确定散热器的片数 } n: n = F/f = 21 \quad (19)$$

式中: f 为散热器每片散热面积 $f = 6500\text{mm}^2$ 。

1.5 传热器

由于两层塑料件之间要填充发泡料,而制冷片厚度又较薄,为了使制冷片产生的冷量能够传送到冰箱的内部,故要加一个传热块,由于传热块需嵌在发泡料中,对外部形状不做要求,只要能满足传热的要求即可,其提级越小越好,根据冰箱结构特点,确定采用如下形式,如图 4 所示。

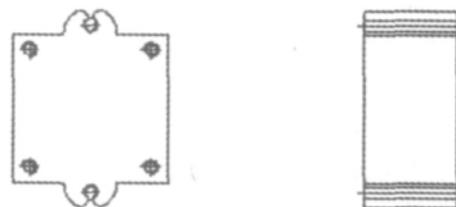


图 4 传热器结构

1.6 传热桶

传热桶的作用是将制冷片传来的热量再传给冰箱内的各部分。其结构如图 5 所示。



图 5 传热桶结构

2 冰箱壳体材料选择

小家电类常用的材料有 ABS、PP 和尼龙等。ABS 耐热温度在 85℃ 左右,表面光洁度好,铸造变形小;PP 表面性能较好,热流动好,更适宜铸造较大且薄的铸件;尼龙的价格很高,是 ABS 的数倍,多用在需耐温较高和承受较大压力的地方,所以,考虑到生产成本、表面性能、上色等因素,对材料进行如下选择:由于 ABS 较硬而且不易变形,手感好,故人手经常触摸的地方,像上盖及上盖扣、电源线盖等选用 ABS。内衬、底座、出风盖、中框采用 PP。

3 结论

1) 能制冷并能制热。夏日时,能够提供冷饮,保存、保鲜食物。当改变半导体内的电流方向时,其冷热面就会改变,这样汽车冰箱便成为加热箱。

(上接第 29 页)

因此,政府在推进农村土地流转时,既要鼓励和支持农民进行不同形式的流转共同发展,又要积极引导农民探索新的流转模式,使农民在土地流转中获得更多收益。

5 启示和结语

山丹县农村土地流转是一个边实践、边摸索、边总结、边规范的过程,但在这一过程中由于始终坚持了解放和发展农村生产力,实现土地规模化经营,提高农业生产效益,促进农民持续增收,保障农民权益的基本方向,极大地调动了龙头企业、合作社、种植大户、农户参与土地流转的积极性,推进了农业产业化经营,加快了农民向非农业转移的步伐,有效提高了农村劳动生产率和农民收入水平。全县土地流转形成了能人带动型、企业基地型、合作社组织型、亲友托管型 4 种主要模式。

实践证明,农村土地流转符合农村经济社会发

展趋势,对于进一步优化农村资源配置、加快现代农业发展、增加农民收入有着极大的推动作用,政府应因势利导,加速推进。要以提高土地资源合理有效配置,促进产业发展和农业增效、农民增收为目标,按照“依法、自愿、有偿”的原则,在坚守“不得改变土地集体所有权性质、不得改变土地用途、不得损害农民土地承包权益”三条流转底线的前提下,采取更加积极、更加有效的措施,促进农村土地流转在更高层次、更大范围合理流转。此外,乡村基层组织要在土地流转中积极为广大农户及流转大户搭建平台,密切与广大农民群众的联系,实现基层组织、农户和承包户的共赢。

2) 易于携带、外形美观。由于半导体制冷片的结构简单、外形尺寸很小,所以冰箱的总重量很轻,预计该冰箱的总重量在 3kg 左右,整个外形应采用流线型设计,手感好,可根据不同需要搭配出各种颜色。

3) 操作简单、噪声低。该冰箱具有制冷与制热两种功能,操作很简单,只需拨动转换开关即可。

参考文献:

- [1] 代彦军,倪靛. 太阳能半导体冰箱实验研究与性能分析[J]. 太阳能学报, 2002.
- [2] 罗斌,代彦军. 太阳能半导体冰箱的性能分析[J]. 制冷学报, 2006.
- [3] 王朝晖. 泵与风机[M]. 北京: 中国石化出版社, 2007.
- [4] 吴业正. 制冷原理及设备[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1997.
- [5] 屈华昌. 塑料成型与模具设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [6] 徐德胜. 半导体制冷与应用技术[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1992.
- [7] 吴宗泽,罗圣国. 机械设计课程设计手册[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [8] Changyu Shen, Lixia Wang, et al. Optimization for Injection Molding Process Conditions of the Refrigeratory Top Cover Using Combination Method of Artificial Neural Network and Genetic Algorithms [J]. Polymer - Plastics Technology and Engineering 2007 46: 105 - 112.

展趋势,对于进一步优化农村资源配置、加快现代农业发展、增加农民收入有着极大的推动作用,政府应因势利导,加速推进。要以提高土地资源合理有效配置,促进产业发展和农业增效、农民增收为目标,按照“依法、自愿、有偿”的原则,在坚守“不得改变土地集体所有权性质、不得改变土地用途、不得损害农民土地承包权益”三条流转底线的前提下,采取更加积极、更加有效的措施,促进农村土地流转在更高层次、更大范围合理流转。此外,乡村基层组织要在土地流转中积极为广大农户及流转大户搭建平台,密切与广大农民群众的联系,实现基层组织、农户和承包户的共赢。

参考文献:

- [1] 郭荣华. 我国农村集体土地流转制度研究[M]. 北京: 北京大学出版社, 2010.
- [2] 洪增林. 我国集体土地流转系统研究[M]. 北京: 科学出版社, 2008.