

# 冷藏汽车设计中的几个问题

丁秀筠 刘恩华 曹德胜 王明秀

随着制冷技术的发展,易腐食品冷藏链的建立,冷藏运输环节的完善,将直接影响着冷藏链的实现和健全。

冷藏运输,从它的形式来说,应包括铁路、公路、水(海)上和航空等四个方面;从它的内容来说,应包括设备制造、工艺流程和技术条例等内容。

本文仅就搜集到的国外有关公路冷藏运输中的主要工具——冷藏汽车设计方面的资料,综合陈述如下。

## 一、冷藏汽车的分类及其性能比较

### (一)按载重量分为:

- 1.小型车,载重量2.5吨以下。
- 2.中型车,载重量2.5~4.5吨。
- 3.大型车,载重量4.5吨以上。

### (二)按车厢温度分为:

1.保温汽车(亦称干式车,必要时可外加冷源)。

2.冷藏汽车,其中分为:

(1)高温冷藏汽车,带制冷机组,车厢内温度为5~10°C之间。

(2)低温冷藏汽车,带制冷机组或其他冷源,车厢内温度在-18°C以下。

### (三)按车厢所用材料分为:

- 1.铝制车;
- 2.玻璃钢制车;
- 3.铁制车。

### (四)按制冷的方式分为:

- 1.机械制冷车;
- 2.液氮制冷车;
- 3.冷冻板制冷车(带制冷机组)。

### (五)各种材料制造的车厢性能比较:

- 1.铝制车:
  - (1)重量轻、载货率高、节省燃料油;
  - (2)不生锈;

(3)由于门框仍为铁制,故在门框处易发生静电腐蚀作用,要求在铁铝结合处加涂防电蚀涂料;

(4)合金铝板表面光亮,反光效果好,可以减少辐射热影响,故要求车厢表面保持光亮,不需要涂料;

(5)维修简便;

(6)铝材价格高,故造价昂贵。

### 2.玻璃钢制车:

- (1)外形美观;
- (2)小型车修理简便;
- (3)笨重(与铝制车比较);
- (4)造价高(与铝制车造价相差不多)。

### 3.铁制车:

- (1)价格便宜;
- (2)焊接容易,焊接技术要求不高;
- (3)材料货源充足;
- (4)易锈蚀腐烂,需加涂料防锈;
- (5)笨重。

从使用各种不同材料制造冷藏汽车的比较来看,因铝制车的特点优于其它车,故应以铝制车为主,只有小型车辆用玻璃钢制造。

### (六)各种制冷形式冷藏汽车的比较:

#### 1.保温汽车:

(1)载货效率高,因车厢不带其它设备,故装货量大;

(2)价格便宜;

(3)厢温不能控制;

(4)如果要确保运输温度,必须加冰或加干冰(加干冰时,车厢温度仍难控制),运输费用高。

#### 2.机械制冷冷藏汽车:

(1)车厢温度可调节,故对运输对象的适应性强;

(2)制冷设备运转自动化程度高;

(3) 造价高(因制冷机组的价格高);

### 3. 液氮制冷冷藏汽车:

(1) 冷却速度快。因为液氮在一个大气压下的蒸发温度为 $-196^{\circ}\text{C}$ , 故在车厢内喷淋时, 厢内温度很低, 由于温差大, 所以食品冷却速度快。

(2) 厢内仅有喷管而无其它设备, 故车厢有效容积大, 载货效率高。

(3) 因液氮成本高, 运输费较高。

### 4. 冷冻板冷藏汽车:

(1) 运转费用低。本车所带制冷机组配有电机, 是利用夜间外接电源来蓄冷降温, 故运转费用低。

(2) 载货利用率低。因为冷冻板占去了一部分车厢的有效容积, 降低了载货率。

(3) 车厢温度不能调节。它由冷冻板内工质的物理性质所决定。

(4) 不能自动除霜。

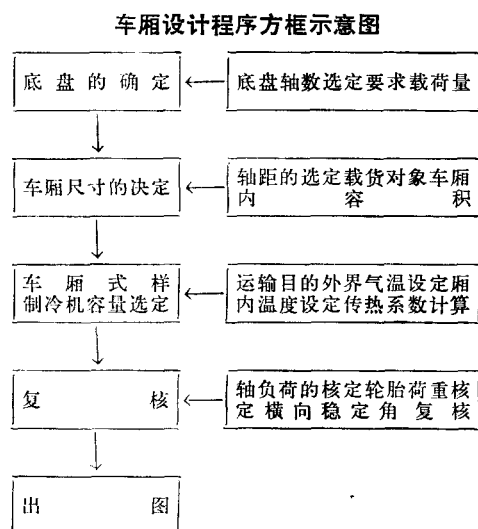
(5) 自身重, 影响载货量。

## 二、冷藏汽车车厢设计及结构概况

以机械制冷冷藏汽车为例。

### (一) 车厢工艺设计

#### 1. 车厢设计程序见下列方框图



#### 2. 车厢设计计算

##### (1) 底盘参数的确定

设计之前应由底盘生产厂供给汽车底盘简

图, 并标明轴距(如系三轴, 应标明第一、第二轴距), 以及每根轴的负载量、底盘重量及载货量等, 需填制表1。

底盘重量分布表 表 1

底盘型号:

车厢型号:

名 称	重量 $W$ (kg)	轮距 (mm)	前轮 荷重 $W_f$ (kg)	后 轮 荷重 $W_R$ (kg)	重心高 $H$ (mm)	力 矩 $WH$ (kgmm)
驾 驶 室						
车 厢						
底 盘						
横 梁						
防 护 架						
车辆重量						
乘员重量						
载货重量						
车辆总重						

按上表计算必须注意以下两点:

第一点, 驾驶室成员大车准坐3人, 小车2人, 每人平均以65公斤荷重计算;

第二点, 为保证驾驶稳定及坡道(上坡)行车安全, 必须保证前轮荷重大于总重量的20%。

即:

$$\frac{W_f}{W} \times 100\% \geq 20\%$$

$W_f$ ——满载时前轴荷重

$W$ ——满载时整个重量

最后应填制下面的满载荷重分配表2。

满载荷重分配表 表 2

	轴荷重 (kg)	轮 胎 规 格 PR	数 量	最大推荐 荷 重 (kg)	轮胎载荷 分配比例 (%)
前轮					
后轮					

##### (2) 车厢设计及制冷机组的选择

车厢设计前首先要确定运输的对象, 运输

条件, 据此定出车厢的尺寸; 第二步按车厢内外温度条件, 隔热层厚度, 所用隔热材料等标出车厢耗冷量和操作耗冷量, 由这两部分耗冷量之和来确定制冷机的容量。

现将计算步骤简述如下:

①车厢的传热率 $U$ :

$$U = K \times A \text{ 千卡/小时}^\circ\text{C}$$

$K$ ——传热系数千卡/小时 $^\circ\text{C米}^2$

$A$ ——传热面积 $\text{米}^2$

传热系数 $K$ , 与厢体结构有关, 主要由隔热材料的性质及厚度来决定,  $K$ 值的大小直接关系到车厢的造价, 因此适当选择隔热材料及其厚度是须要的, 如日本按传热系数的大小将 $K$ 值分为四个等级(见表3), 为了使隔热材料的选用厚度与使用条件达到最佳经济效果, 拟按图1选用为宜

$A$ 为计算传热面积, 按下式计算:

车厢传热系数分级表 表 3

等 级	传热系数 $K$ (千卡/米 <sup>2</sup> 小时 $^\circ\text{C}$ )
SA级	0.300以下
A	0.300~0.400
B	0.400~0.600
C	0.600~0.850

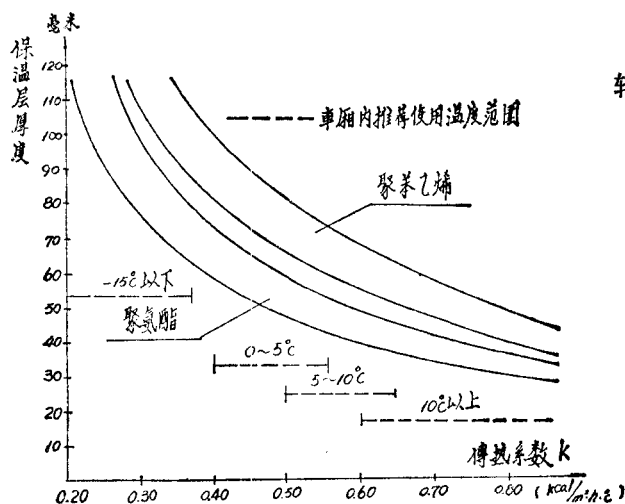


图 1 隔热性能与隔热材料厚度的关系

$$A = \sqrt{A_0 \times A_i} \text{ 米}^2$$

$A_0$ ——车厢外表面积  $\text{米}^2$

$A_i$ ——车厢内表面积  $\text{米}^2$

②由温差及太阳辐射传入车厢的热量 $Q_v$

$$Q_v = U \times \Delta t \times 1.2 \text{ 千卡/小时}$$

$$\Delta t = t_1 - t_2$$

$t_1$ ——车厢外空气温度 $^\circ\text{C}$

$t_2$ ——车厢内空气温度 $^\circ\text{C}$

1.2——太阳辐射影响系数

③装卸货物开门传入车厢的热量 $Q_s$

$$Q_s = Q_v \times N \text{ 千卡/小时}$$

$N$ 为开门系数。它与单位时间内开门次数及进入车厢的人次有关。

$N$ 值的大小见表4。

开 门 系 数  $N$  表 4

程 度	开 门 频 繁 度	$N$
A	不 开 门	0.25
B	每小时开门1~2次	0.50
C	每小时开门2~3次	1.00
D	每小时开门3~4次	1.50
E	每小时开门4~5次	2.00

④传入车厢总热量 $Q_T$

$$Q_T = Q_v + Q_s \text{ 千卡/小时}$$

⑤制冷机组容量的确定

$$Q_{REF} = \frac{Q_T}{\lambda} \text{ 千卡/小时}$$

$\lambda$ ——压缩机的运转率, 日本压缩机的运转率推荐 $\leq 75\%$ ; 即开车率控制在75%以下。

(3) 关于车厢的密封性:

除了隔热材料的厚度及材质对车厢的 $K$ 值有直接影响外, 从车厢结构方面考虑, 其气密性也是相当重要的因素, 因为车厢密封性能的好坏直接关系到传入车厢的热量。当外界热空气由车厢壁, 特别是通过门扇周围渗入车厢时, 就增加了车厢的耗冷量, 也就增加了制冷机组的热负荷, 运转费用便会增加, 所以为了提高车厢的密封性能, 把门的密封性能作为设计时必须考虑的项目之一。日本冷藏汽车的密封,

车厢部分外皮、包角等处均用特制非干性密封胶密封，门扇上设有双重密封橡胶条。在密封橡胶条未老化或未发生机械损伤的情况下，其整个车厢的气密性能是良好的。

日本冷藏汽车车厢密封性能指标以泄漏空气量与车厢内容积比来表示，即：

$$V_e = V_e / V \times 100\% \text{ 米}^3$$

$V$ ——车冷内容积 $\text{米}^3$

$V_e$ ——每小时泄漏空气量 $\text{米}^3/\text{小时}$

#### (4) 稳定性能计算及复核

在设计车厢时，除了满足运输物的要求外，还得考虑车厢本身的结构特点以及行车时的稳定性能，冷藏车的稳定性能以横向稳定角大小来衡量。横向稳定角按下式计算：

$$\begin{aligned} \tan \beta &= \frac{B}{h} \\ h &= \frac{M}{W} \end{aligned}$$

式中： $M$ ：力矩

$W$ ：车重

$$B = \frac{\cos \alpha}{2W} (W_f \cdot T_f + W_R \cdot T_R)$$

$\because \alpha = 0$ ，故 $\cos \alpha = 1$

$$\therefore B = \frac{1}{2W} (W_f \cdot T_f + W_R \cdot T_R)$$

式中： $\angle \alpha$ 为装配后车厢水平位置与地面的夹角。 $\angle \beta$ 为装配后车厢与地面垂线之夹角，也称倾斜角。

按上式计算出的 $\beta$ 值应大于 $35^\circ$

$$\text{即 } \beta = \tan^{-1} \frac{B}{h} > 35^\circ$$

车厢装配后，应在试车台上进行稳定性测试，如测得的 $\beta$ 值大于 $35^\circ$ ，则为合格，如测得的 $\beta$ 值小于 $35^\circ$ ，则应调整 $h$ 及 $B$ 值，即降低重心或另选稳定宽度 $B$ 较宽的底盘。

稳定宽度请见示意图2。

#### (二) 车厢结构设计

##### 1. 车厢的材料

冷藏汽车所用材料主要为铝合金型材和板材及玻璃钢板材两大类。一般冷藏汽车在材料

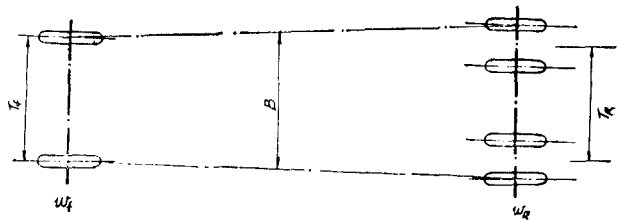


图2 底盘稳定宽度示意图

的选用方面有以下特点：

(1) 铝材多用于大型车，玻璃钢用于小型车；

(2) 在既节约铝材又满足用户要求的前提下，大量采用胶合板衬铝箔(0.3 mm厚)的混合板作内板；

(3) 除门框、底盘辅助横梁为钢件外，其余部件不用钢件；

(4) 为防止出现“冷桥”，在主骨架内衬有强度较大、导热系数小的塑料辅助骨架，可以节省大量木材；

(5) 车厢主骨架及包边件均为异形铝型材，为满足强度及装配要求，其形状一般均较复杂；

(6) 隔热材料多用聚氨酯泡沫塑料，仅部分干式保温汽车用聚苯乙烯泡沫塑料及玻璃棉；

(7) 板与板拼接处用特制的密封胶粘结密封，门口处设置特别橡胶密封条，能有效地保证气密性。

如日本的福祿好服车厢厂生产的冷藏车各部位所用材料情况见表5：

#### 2. 车厢结构：

冷藏汽车车厢结构较为复杂，但在确定车厢结构时，应考虑周密，具体的原则是：

(1) 满足使用要求：这是在确定车厢形式时重点考虑的项目，主要从满足运输对象及方便操作等要求出发来确定车厢的结构形式，以门的设置为例，有后开门，侧开门，顶开门等形式；从满足运输目的来看，有保温汽车，高温冷藏汽车、低温冷藏汽车、特定商品运输

车厢材料表 表 5

	顶 板	侧墙板	前墙板	地 板	门扇	门框
外蒙板	0.6~0.8mm厚铝板	0.8~1.0mm厚波纹铝板	1.0mm厚铝板	镀锌板加胶合板	铝板	
主骨架	工字形铝型材	工字形铝型材	同左	木方	Z型铝型材	异形钢件
辅 助 骨 架	Z型铝型材	同左	木方或氟塑料件	C型型钢		同上
内蒙板	衬胶合板或玻璃钢板	同左	同左	工字形铝板	铝板	
包边件	异形铝型材	同左	同左	同左	同左	有不锈钢件

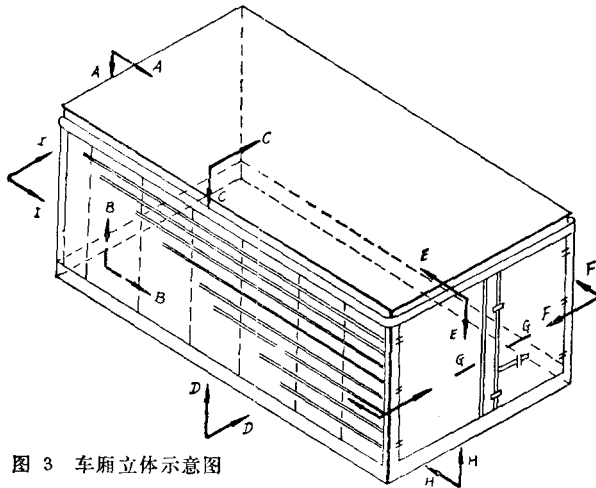


图 3 车厢立体示意图

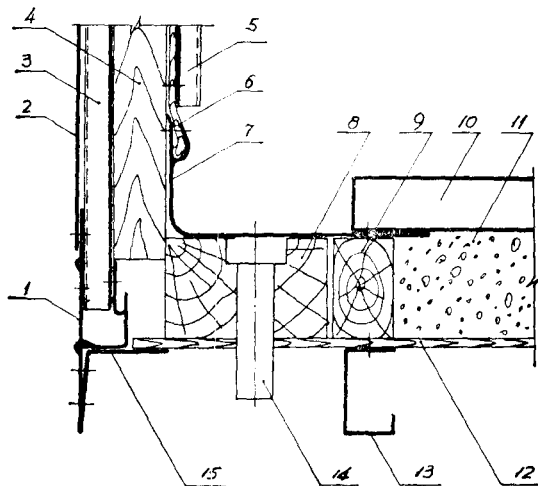


图 5 B-B节点示意图

1)、15)前下包边件；2)前外板；3)前板主骨架；4)前板木方；5)保护条；6)前内板；7)前下内包边件；8)、9)底木横梁；10)内底板；11)隔热层；12)底外板；13)辅助横梁；14)排水管。

汽车等。总之确定车厢结构要以满足使用要求为依据。

- (2) 满足强度要求；
- (3) 简化装配工艺；
- (4) 保温性能、密封性能良好；
- (5) 便于维修；
- (6) 材料来源容易；
- (7) 造价低；
- (8) 外形美观。

当然，在确定车厢时并非八个条件均同时能满足，根据需要要有主有次。

图 3 至图 15 是装配式冷藏汽车车厢的结构节点示意图。

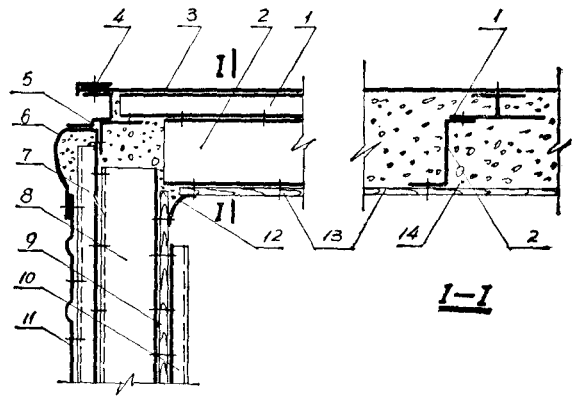


图 4 A-A节点示意图

1)前外板；2)主骨架；3)辅助骨架；4)保护条；5)、13)内板；6)、8)前上包边件；7)压条；9)隔热层；10)、15)灰板；11)顶板；12)顶部主骨架；14)顶部辅助骨架。

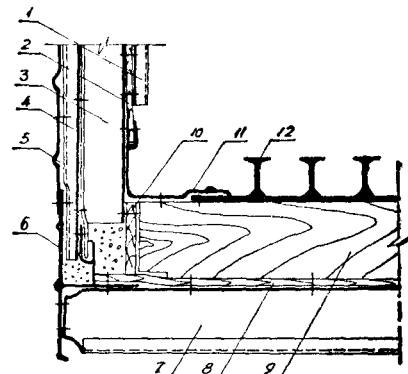


图 6 C-C节点示意图

1)顶主骨架；2)辅助骨架；3)顶外板；4)压条；5)、6)侧上包边件；7)墙主骨架；8)辅助骨架；9)、13)内板；10)保护条；11)侧外板；12)夹板；14)隔热层

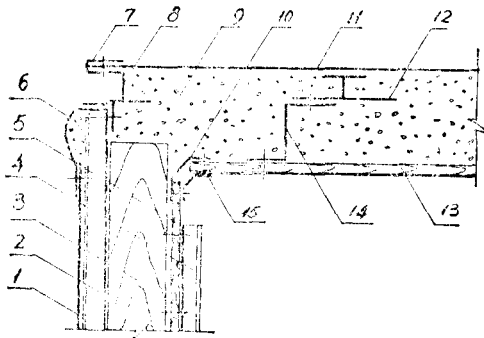


图 7 D-D节点示意图

1) 保护条; 2) 内板; 3) 辅助骨架; 4) 主骨架; 5) 侧外板; 6) 侧下包边件; 7) 底横梁; 8) 底外皮; 9) 木横梁; 10) 挡板; 11) 底内包角; 12) 底工形内肋板。

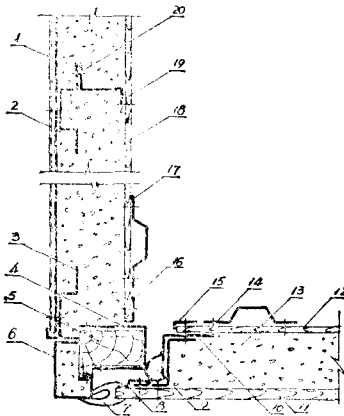


图 9 F-F节点示意图

1) 侧外板; 2) 主骨架; 3) 后部立包边件; 4)、6) 侧门框; 5) 木方; 7)、9) 密封橡胶条; 8)、15)、16) 压条; 10) 门扇框架; 11)、12) 门扇内外板; 13)、18) 隔热层; 14)、17) 保护条; 19) 侧内板; 20) 辅助骨架。

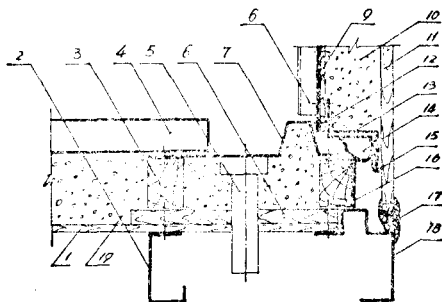


图 11 H-H节点示意图

1) 底外板; 2) 辅助横梁; 3) 木梁; 4) 内底板; 5) 排水管; 6) 加强板; 7) 门槛; 8) 保护肋; 9)、11) 门扇内外板; 10)、19) 隔热层; 12)、15) 压条; 13) 门扇框架; 14)、17) 橡胶密封条; 16)、18) 门框。

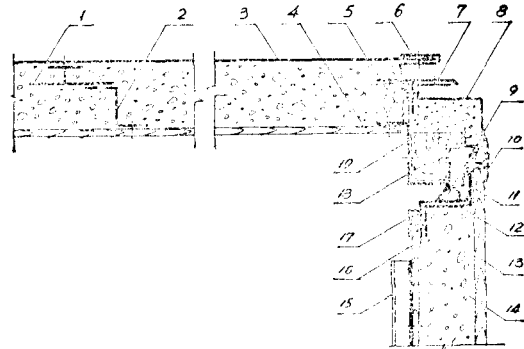


图 8 E-E节点示意图

1) 工形主骨架; 2) 辅助骨架; 3) 顶外皮; 4) 顶内板; 5)、18) 方木; 6) 压板; 7) 后部上包边件; 8)、19) 上门框; 9)、10) 密封橡胶条; 11)、17) 压条; 12) 门扇框架; 13)、16) 门扇内外板; 14) 隔热层; 15) 保护条。

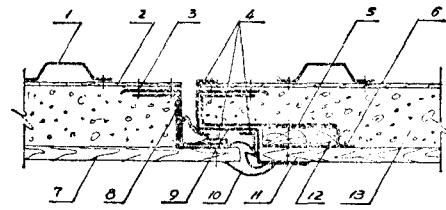


图 10 G-G节点示意图

1) 保护条; 2) 内板; 3) 框架; 4) 压条; 5) 右门框; 6) 衬板; 7) 外板; 8) 左门框; 9)、10) 橡胶密封条; 11) 右门包边件; 12) 木方; 13) 隔热层。

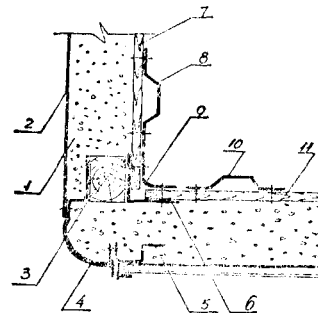


图 12 I-I节点示意图

1) 隔热层; 2) 前外板; 3) 木方; 4)、5) 前立包边件; 6)、9) 夹板; 7)、11) 内板; 8)、10) 保护条。

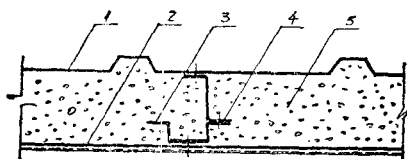


图 13 玻璃钢作内板结构示意图

1)玻璃钢内板; 2)外墙板; 3)主骨架; 4)辅助骨架; 5)隔热层

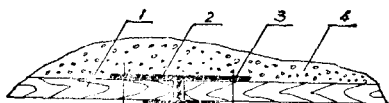


图 15 内顶板拼接示意图

1)内顶板; 2)工字形夹板条; 3)膨胀螺钉; 4)隔热层

### 三、装配式结构的车厢生产工艺概况

#### (一) 生产工艺特点:

1. 骨架与面板组成六大块, 这六大块按一定的程序拼装成车厢外壳, 再行装配内板, 最后填充隔热层。

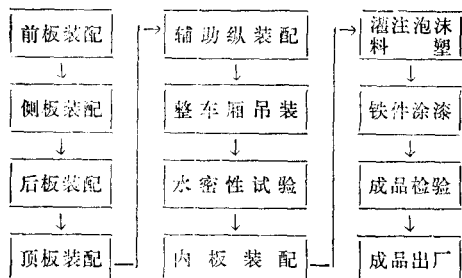
2. 骨架, 包边件等异形构件均为外购件, 不需自行加工, 这样省工省料。

3. 生产工艺流水作业, 工装设备齐全, 加工精度高。

4. 除内底板为焊接外, 其余部分为螺栓、铆钉、膨胀螺钉联接, 这种紧固方式虽然耗工时较大, 但组装精度高, 变形小, 可以提高装配速度和质量。

#### (二) 厢体装配工艺流程

车厢装配工艺流程如下:



### 四、冷藏汽车的制冷系统

#### (一) 冷藏汽车的制冷形式及其制冷设备

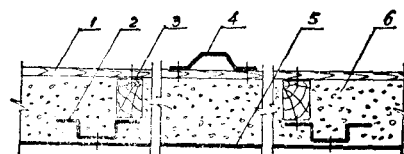


图 14 衬铝胶合板作内板结构示意图

1)铝胶合板内板; 2)主骨架; 3)木骨架(侧板为Z形氯塑料辅助骨架); 4)保护条; 5)前外板(波形板); 6)隔热层

的配备。

常见的冷藏汽车有: 机械冷藏汽车; 冷冻板冷藏汽车; 液氮冷藏汽车。

#### 1. 机械冷藏汽车

机械冷藏汽车配有活塞压缩式制冷机组和冷风机, 其制冷能力应根据车厢的传热计算来确定。压缩机的动力来源有两种方式, 一种是由底盘发动机供给; 另一种动力来源是单独配备小型发动机作压缩机的动力。两者比较起来, 借用主发动机的动力虽然可以省掉一台小发动机, 但其产冷量受主发动机出力的制约, 当汽车高速行驶或爬坡时, 因行车功消耗大, 相应地输给压缩机的功就小, 甚至停止供给, 这样车厢温度就难以保证。单独配备发动机就不存在这一弊病。如日本生产的机械冷藏汽车大多以这种形式配备动力, 仅有2.25吨级小型冷藏汽车才直接从主发动机取力。为便于汽车停驶时或夜间使用外接电源作动力, 以降低运输费用, 亦有增配电动机的做法。

#### 2. 冷冻板冷藏汽车

为降低冷藏汽车运转费用, 目前发展了一种冷冻板冷藏汽车, 该车系在车厢内增设蓄冷冻板, 板为夹层结构, 内装水、酒精、酒精水溶液及乙二醇等。冷冻板“充冷”, 仍靠制冷机组。但制冷压缩机在夜间是用外接电源来驱动的, 白天运输时靠冷冻板积蓄的“冷量”, 作降温或保温用。

#### 3. 液氮冷藏汽车

这种汽车以液态氮作冷源。在车上配有液氮贮罐、喷管、控制仪表箱等。液氮从贮液罐出来, 经管道送至车厢内的喷管喷入厢内, 因

为液氮在一个气压下的汽化温度为 $-196^{\circ}\text{C}$ ,所以喷出的液氮汽化后,能将车厢内的空气温度降低或维持在要求的温度范围内达到冷藏运输的目的。车厢温度是通过仪表控制液氮喷淋量来调节的。用液氮冷藏汽车作低温冷藏运输( $-18^{\circ}\text{C}$ 以下)是比较好的,作高温冷藏运输( $0^{\circ}\text{C}$ 以上)就不太理想,因为当厢内温度控制不好,会冻坏食品(如水果蔬菜),另外液氮系一次使用不能回收,故费用较高。

机械冷藏汽车、冷冻板冷藏汽车、液氮冷藏汽车制冷设备装配位置见图16~19。

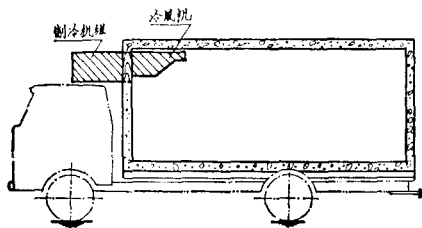


图 16 机械冷藏车——制冷机组横式装配

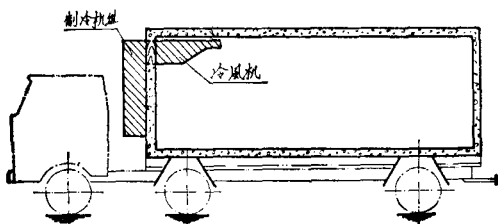


图 17 机械冷藏车——制冷机组立式装配

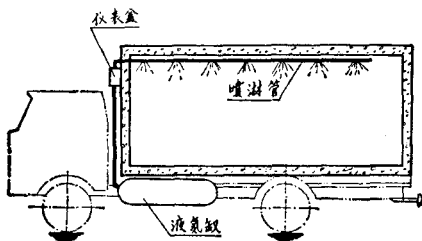


图 18 冷冻板冷藏车

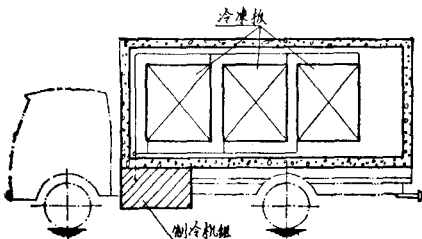


图 19 液氮制冷冷藏车

## (二) 机械冷藏汽车制冷系统及其元件介绍

### 1. 制冷系统的组成:

制冷系统的工况分“制冷”、“加热”和“除霜”三种。现将这三种工况下系统的运转状态简要说明如下: (见图20)

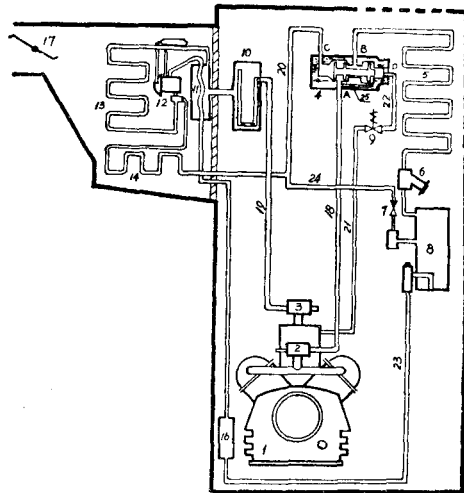


图 20 机械冷藏车制冷系统图

1)压缩机; 2)排气阀; 3)吸气阀; 4)三通阀; 5)冷凝器; 6)单向阀; 7)单向阀; 8)贮液器; 9)电磁阀; 10)气液分离器; 11)热交换器; 12)热力膨胀阀; 13)蒸发器; 14)融冰管; 15)压力表; 16)干燥过滤器; 17)风门; 18)排气管; 19)吸气管; 20)热气管; 21)、22)泄压管; 23)液体管; 24)加压管; 25)毛细管

注: 15)压力表未画出来

### (1) 制冷工况

当制冷系统处于“制冷”工况时,车厢降温,这时压缩机上的排气阀(2)和吸气阀(3)开,单向阀(6)开,三通阀(4)的阀芯在其背部弹簧力的作用下,处于左端的位置,这时阀口A、B通;单向阀(7)、电磁阀(9)关闭了。当系统处于这种状态时,高压制冷剂( $R_{12}$ )液体自贮液器(8)出来经由管道(23),干燥过滤器(16),热交换器(11)到热力膨胀阀(12),节流为低压液体进入蒸发器(13),吸收了热量,蒸发为低压蒸汽,从蒸发器出来经热交换器成为过热蒸汽,再到气液分离器(10),被压缩机吸回,经过压缩机压缩成为高压过热气体,再通过三



通阀(4)排至冷凝器,冷凝为高压液体回贮液器(8),由此便完成了制冷循环。

### (2) 除霜工况

当车厢内蒸发器表面结霜厚度影响其传热效率时,就应该使系统处于“除霜”工况。在这种工况下系统所处的状态是:压缩机的排气和吸气阀(2)(3)开,单向阀(6)关,(7)开,电磁阀(9)开,三通阀芯背部泄压,阀芯向右端移动,阀口(B)关闭,A、C通。风门(17)关闭,这时由压缩机排出的高压热蒸气经管道(18)至(20)送入蒸发器融霜,冷却后的制冷剂气体经热交换器(11),气液分离器(10)再回至压缩机。这样往复循环,便达到除霜的目的。

### (3) 加热工况

此时系统的工作状态和“除霜是一致的,仅仅是车厢内冷风机的风门(17)打开,使热空气在车厢内循环,起到加热车厢的作用。

这里要说明几点:①三通阀动作是受电磁阀(9)控制,其右腔经管道(21),(22)与压缩机低压串通,故右腔泄压,在左腔高压压力的作用下阀芯向右移动,使阀口(A), (C)相通,高压气体流经管道(20)送至蒸发器,同时三通阀内的毛细管(25)被右阀芯关闭,高压气体不能泄入右腔,使整个阀芯稳定在右端;②由于阀口(B)及单向阀(6)关闭,冷凝器不工作;③电磁阀的动作是受装在空气冷却器(亦称冷风机)上的压差计来控制的(亦可手动控制);④该系统所用热力膨胀阀的特点除了是外平衡式外,该阀体内高低压腔之间有一毛细孔相通,其作用一方面在“制冷”工况停止时,有少量液体泄入蒸发器,另外在“加热”或“除霜”工况时,可减少制冷剂循环量。

## 2. 主要设备及控制元件

机械冷藏汽车制冷系统所配备的主要设备及控制元件有:

### (1) 压缩机

压缩机为活塞开启式顺流,结构方面的特点是:缸体为铝合金铸件,缸体与曲轴箱为一

整体,均铸有散热片;活塞、曲轴、缸套为铁合金,活塞与缸套配合精度高,不设密封环及油环,磨损后两件必须同时更换,该机吸气阀上附有压力调节器,可以恒定吸气压力,避免吸气压力过高或过低,造成启动或运转困难。

### (2) 冷凝器及蒸发器

这两大件均为翅片盘管。在蒸发器下设有加热管,作为除霜时防止水盘结冰。

### (3) 热力膨胀阀

前面已经提及该系统所配热力膨胀阀是平衡式膨胀阀,它能克服由于蒸发器管道阻力产生的压力损失造成供液不足的现象。该系统所配膨胀阀的另一最大特点是阀体内高低压腔有一毛细管串联,其作用前面已经述及。

### (4) 三通阀

为了使该系统能适应三种工况运转,系统中配有换向三通阀,它实际上是一个滑阀,靠气压变化动作,它由阀体、阀芯、弹簧等组成。该阀有三个主阀口,一个辅助阀口,主阀口是控制制冷剂流向的,辅助阀口是控制阀芯动作的。三通阀的工作状态见图21、22。

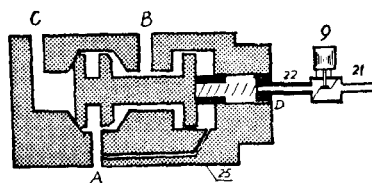


图 21 三通阀工作状态—制冷工况

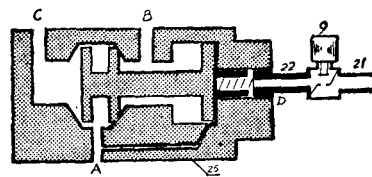


图 22 三通阀工作状态—加热、除霜工况

### (6) 气液分离器

气液分离器是套管式的。内套管为U形管,在U形管的上下弯头处开有小孔,外套管外面绕有螺旋加热管。当由蒸发器来的低压蒸汽进入气液分离器后,由于气流速度降低,混在气体中的液体制冷剂及油滴便沉积下来,然

后被器外的加热管加热蒸发成气体，再由压缩机吸走。而油滴则通过弯头上的小孔，亦被压缩机吸回曲轴箱重复使用。

#### (7) 干燥过滤器

该系统上配的干燥过滤器与一般小型氟里昂系统上所配的干燥过滤器基本相同，内装有过滤网和干燥剂，其既起过滤作用，还可除去制冷剂中所含的水份。常用的干燥剂有硅胶或分子筛。

#### (8) 控制系统

机械冷藏汽车的制冷机和发动机的控制系统是比较完善的。其配有恒温控制器，温度计，压差计，运转计时器和各种功能的继电器等。

恒温控制器。分手动和自动两种操作方法。其可使系统处理连续运转，也可使系统间断运转。每一种操作方法均可控制系统处于“制冷”、“除霜”和“加热”三种工况。

温度计：是在车厢外显示车厢内温度的指示仪器。如果厢体内温度偏离调定值，可以据此加以调节。

压差计：是用来控制“除霜”的。当冷风机进出口风压差达到一定值时（0.7英寸水柱），压差计便可指令电磁阀（9）打开，使制冷系统处于“除霜”状态，进行除霜工作。

运转计时器。是用来记录发动机累计运转

时数的。计时器半年内记数在500小时以上者，就标志着压缩机或发动机以及整个系统应进行一次全面检查。

电路系统上的控制元件有：

①保险器。可控制自动阻流继电器线圈的电流，当线圈电流过大，温升过高时，保险器的双金属开关断电，切断线圈电流，以防止线圈烧坏。

②自动阻流器。自动阻流器是控制发动机起动电流的。当电流在45A以上时接通，当电流降至25A以下时切断电源。它只在发动机启动很短时间内起作用，当启动时间过长，电瓶所供电流衰减到25A以下时，它可以切断电路，以保护电瓶和起动电动机。

③过电流保护开关。当起动电流超过250A以上时，起动电路自动断开。

④发动机冷却水温保护开关。当发动机冷却水套水温升至95℃时，此开关切断电路，令发动机停止工作。

⑤保持回路。在电路系统中除正常运转线路外，还并联有保持回路，它可以保持线路稳定，在行车时不会因振动使开关自动脱开断电而停车。

⑥稳定电路。在除霜时因霜层减薄，风压差不稳定，可能发生泄压电磁阀断电，使除霜不完全，为防止这种现象发生，特在除霜恒温控制器线圈上附设稳定电路。

## “技术服务”专栏启事

本刊拟开辟“技术服务”专栏，刊登读者提出的技术问题解答，以便更好地为读者提供技术资料服务。读者在工作中遇到的技术问题，欢迎函寄本刊编辑部，本刊将尽力组织这方面的稿件，给以解答。

您对本刊及本专栏有什么要求和意见，欢迎来信提出。

《食品科学》编辑部