

87.186

GSF

129490

铁道部干部学校

图书馆

冷藏車構造與 冷藏效能

C·O·古瑟夫

M·M·斯特列里錯夫 合著

E·A·赫依斯托夫

人民鐵道出版社

104
423

蘇聯鐵路運輸研究院報告書

冷藏車構造與冷藏效能

C. O. 古 瑟 夫
M. M. 斯特列里錯夫 合著
E. A. 赫伏斯托夫

陸 遠 應 譯
孫 昌 勵 校

人 民 鐵 道 出 版 社

一九五五年·北京

本書敘述裝有端牆式和頂棚式冷却器的四軸冷藏車和裝有工程師克列依苗諾夫式冷却裝置的冷藏車的構造，並列舉試用結果及其運用條件。

本書供與運輸易腐貨物有關的工程技術人員應用。

冷藏車構造與冷藏效能

КОНСТРУКЦИЯ И ХОЛОДОЭФФЕКТИВНОСТЬ
ВАГОНОВ-ЛЕДНИКОВ

С. О. Гусев

蘇聯 М. М. СТРЕЛЬЦОВ 著

Е. А. ХВОСТОВ

蘇聯國家鐵路運輸出版社（一九五三年莫斯科俄文版）

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

МОСКВА 1953

陸 遠 應 譯

孫 昌 勛 校

人民鐵道出版社出版

（北京市霞公府十七號）

北京市書刊出版營業許可證出字第零壹零號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印（北京市建國門外七聖廟）

一九五五年十一月初版第一次印刷半裝印1—1,080冊

書號：412 開本：850×1168 $\frac{1}{32}$ 印張2 68千字 定價(8)0.37元

序

蘇聯共產黨第十九次代表大會的指示中，按照蘇聯發展第五個五年計劃，規定在1951～1955年內輕工業和食品工業的生產至少增加70%。

爲了有利於更快地提高人民的物質生活和文化生活水平，黨和政府所提出的任務是：要在兩三年間，急劇提高對居民食品和工業品的保證。因此，就大大增加了易腐貨物的運輸。

這種運輸的運量主要由鐵路負擔，鐵路應當保證迅速地將貨物運到，並在運輸期內保證易腐貨物的質量完全良好。

爲了順利地實現這一任務，要不斷地用新的、更完善的技術來裝備鐵路運輸。

近年來鐵路上已添加了大量的冷藏車，這些車輛顯然優於舊有車輛。

此外，蘇聯鐵路運輸研究院、布良斯克機車製造工廠、運輸機械工廠及運輸和重型機器製造部的研究所（關於車輛方面的），在交通部貨物工作和計劃運輸總局、交通部車輛業務總局以及蘇聯輕工業和食品工業部的參加下，基本上完成了對於冷藏車試驗車樣和試驗車隊的設計、製造及試驗的工作。這些冷藏車是：運輸大量易腐貨物通用的和運輸牛奶專用的裝有頂棚式冷却器的冷藏車、裝有И. А. 克列依苗諾夫式冷却裝置的改良冷藏車、裝有集中式和單一式機械冷却裝置的冷藏車。

參加新型冷藏車設計和試驗的除作者外，還有下列研究院工作人員：И. А. 克列依苗諾夫、Г. П. 維諾格拉澤夫、И. М. 特列什恰林、М. М. 沙波伐林科、Г. М. 郭爾南諾夫、А. А. 福明、Н. П. 沙曼可瓦、Е. Б. 列里—漢南德、А. В. 費多賽也夫、М. К. 阿爾別高瓦。

本報告書記載關於裝有冰鹽冷却裝置的一類冷藏車研究結果，簡要說明爲冷却冷藏車所採用的冰鹽混合物的成分問題，並提供確定冷藏車補充冰鹽相稱時間的原則。

有關本書的意見請寄：Москва，164，Графский пер.，11，Отделение эксплуатации железных дорог ЦНИИ

院 長 И. А. 伊凡諾夫
鐵路管理系主任 К. С. 西蒙諾夫

目 錄

序

Ⅰ. 冷藏車的構造特點	1
1. 裝有端管式冷却器（冰籠）的冷藏車	1
2. 裝有頂棚式冷却器（冰箱）的冷藏車	9
3. 裝有工程師克列依苗諾夫式冷却裝置的冷藏車	20
Ⅱ. 冷藏車的冷藏效能	26
1. 計算方法	26
2. 傳熱係數 K_a 的數值	28
3. 車內冷却器受熱係數 α_k 的數值	30
4. 車內冷却器附近空氣循環的速度	32
5. 係數 β 和冰鹽混合物溫度 t_0 的數值	33
6. 理論上的計算	35
7. 冷藏車的試用結果	38
Ⅲ. 確定冷藏車給鹽標準的基本原則	50
Ⅳ. 確定各中間給冰所之間距離的方法	55

I. 冷藏車的構造特點^①

蘇聯出現冷藏車是在十九世紀六十年代，比美國還要早幾年。將近一百年的冷藏運輸發展期間，冷藏車無論在車體構造和走行部分方面，或特別是在冷卻方法方面，都有了改進。根據車體構造的特點，蘇聯現有冷藏車可分為三類：

(1) 木車體、(2) 金屬構架木圍板、(3) 全金屬。

根據冷卻方法和冷卻器的構造，用冰鹽冷卻的冷藏車分為下列各種型式：

(1) 裝有端牆式冷卻器的冷藏車、(2) 裝有頂棚式冷卻器的冷藏車、(3) 裝有工程師克列依苗諾夫式鹽水自行循環裝置的冷藏車。

我們將更詳細地來研究各種型式的冷藏車。

1. 裝有端牆式冷卻器（冰籠）的冷藏車

蘇聯全國鐵路廣泛推行了裝有端牆式冷卻器（冰籠）的冷藏車

木車體冷藏車 所有在1937年以前製造的裝有端牆式冰籠的二軸車和四軸車都屬此類。這類冷藏車的車體由木構架、木圍板（內面及外面）和絕緣層組成。車體的木構架由立柱及斜撐構成。柱子上下用彈頭固定於上下側梁上，在橫的方面，柱子也相互連結；下面由地板架梁連結，上面由車頂弓形梁連結。上面側梁與下梁用嵌於立柱內的鐵拉桿連結，拉桿直徑為10公厘。拉桿的上端有方形桿頭嵌入上面的側梁內，下端穿過槽鋼梁的上翼緣，並用兩只螺帽固定起來。這類車輛有厚22公厘的木圍板（內面及外面）。

現在使用的四軸冷藏車多數是用麥稽板絕緣，部分車輛用軟木絕緣，極少數的車輛有用別種材料（鋁片、絕緣板、綢紋紙）來做絕緣層。這類車輛裝有金屬製的或木製的冰籠，容冰量為2~4.2噸。這種車輛冷藏效能不好的原因是由於冰籠構造不良、容量小和冷卻面小。可用改進冷卻器的方法來消除此種缺點，並大大地提高其冷藏效能。為此，中央研究院已研究出一種金屬冰籠新的結構，冰籠的冷卻面從38平方公尺增大到42平方公尺，能容冰5噸（圖1）。1937年以前製造出的四軸冷藏車已預定在大修時裝置這種冰籠。木車體車輛的主要缺點是構架強度小而且構架與車底架的連結力弱，以致車體和車底架常發生相對移動。因此從1937年起停止製造這種車輛，而以構造更完善的車輛來補充。

① 對於用機械冷卻的冷藏車，因其試驗尚未終結，本書從略。



圖 1. 中央研究院設計的金屬製掛
棚式冰箱

橫梁，以便吊掛冷藏的肉類。地面木踏板高 140 公厘，用鉸鏈連結在車輛的側牆上。

爲了加強空氣循環，最初造出的冷藏車曾裝有通風機。設想因此會有較低的溫度均勻地分佈在車內貨間各處。通風機由裝置在車頂的風力發動機使其旋轉。

試驗說明通風機工作時在車內並沒有改善溫度狀況和使空氣溫度均勻，因此從 1938 年起出產的車輛不再裝通風機。這種在冷藏車中數量上佔第一位的金屬構架木圍板車輛，經過多次試驗和多年運用，證明無論對車體強度方面或溫度狀況方面，質量都令人滿意（對於裝有端牆式冷却器的車輛在這兩方面都能達到這種程度）。但由於這些車輛是按照“0—B”限界製造，從運用觀點來講是不利的。

“0—B”限界的車輛全部容積是 82.5 立方公尺，而“1—B”限界的車輛全部容積則等於 98 立方公尺（參看表 1——牛奶車），即多 19%。車輛的有效裝貨容積及其運輸易腐貨物時的利用率就會增加同樣的數量。所以今後如再製造“0—B”限界的冷藏車是不合理的。

全金屬冷藏車 冷藏車除車體的強度外，車體外皮的不透空氣性也有重大的關係。車體的木質外圍板乾燥後會產生裂縫，使空氣進入絕緣層和車輛內部。周圍滲透空氣是額外的熱源，使車內溫度狀況惡化並引起額外的冷耗量。爲了消除

金屬構架木圍板冷藏車 這是第二類裝有端牆式冷却器的冷藏車。構造上比第一類完善。所有 1937 年布良斯克機車製造工廠製造的“0—B”限界的四軸冷藏車都屬於這一類（圖 2）。這種車輛的主要尺寸列於表 1。

車體的構架是金屬的，全部採用焊接。構架的柱子用角鋼和 Z 型鋼做成。用螺栓將木檔固定在金屬柱子上，木質內圍板和外圍板釘在木檔上。柱子上端用角鋼製成的車頂弓形梁和縱向的角鋼側梁來連結，下端用車底架側面的槽鋼連結。車牆厚 150 公厘，頂棚厚 141 公厘，都用 98 公厘的一層麥秸板絕緣；地板厚 186 公厘，用 100 公厘的一層泥炭板絕緣。靠近車內兩端牆各裝有一對金屬冰箱，容冰 6.4 噸。車上裝置帶鉤的

四軸冷藏車主要類型的技術特性

表 1

車輛特性名稱	單位	四 軸 冷 藏 車 類 型					
		前菲尼克 斯工廠製 造的木車 體冷藏車 ("I-B" 限界)	金屬樑架 內外木圍 板冷藏車 ("O-B" 限界)	運輸機 械工廠 造全金 屬冷藏 車	布良斯克 工廠造頂 棚式冰箱 冷藏車 (牛奶車)	布良斯克 工廠造頂 棚式冰箱 冷藏車 (通用式)	克里苗諾 夫式冷却 裝置冷藏 車(全金 屬式)
車體外長	公 厘	12,210	13,587	13,510	13,516	13,586	13,570
車體外寬	"	2,990	2,900	2,995	2,980	2,930	2,980
內長(全部)	"	11,918	13,287	13,210	13,224	13,286	13,290
內長(裝貨)	"	10,120	10,188	10,190	12,024	13,286	10,712
內寬	"	2,608	2,600	2,700	2,688	2,630	2,700
側牆內高	"	2,620	2,300	2,433	2,650	2,670	2,640
車輛中部內高	"	2,820	2,580	2,620	2,960	2,960	3,132
全部地板面積	平方公尺	32.2	34.5	35.6	35.5	35.0	35.9
裝貨地板面積①	平方公尺	26.3	25.5	26.5	31.0	33.7	28.0
全部容積	立方公尺	86.5	82.5	89.0	98.0	97.0	107.0
裝貨容積②	立方公尺	61	51	59.5	65.5	64.5	70
淨載重	噸	25.0	23.6	25.4	24.0	24.0	21.2③
裝冰機重	噸	3.5	6.4	6.4	5.0	5.0	5.5
皮重	噸	31.5	30~32④	33	35.0	32.4	38.0
皮重係數(車輛皮 重與淨載重之比)	—	1.26	1.27~1.35	1.3	1.46	1.35	1.79
車輛外部表面積	平方公尺	162.5	165	174.5	179.0	179.0	186
冷却器幾何表面積	平方公尺	38	48	45	74.5	74.5	246⑤
掛冷藏肉類吊鈎數	個	—	150	165	—	195	—

① 裝貨面積根據車輛寬度扣除車輛側牆上支木的厚度來計算。

② 計算裝貨容積時，車輛高度採取自地面踏腳板至吊掛梁的高度。

③ 金屬樑架木圍板冷藏車("O-B" 限界)用麥岩板絕緣的皮重32噸、用棉攪拉(Минора)絕緣的皮重30噸。

④ 有克列依苗諾夫式冷却裝置的車輛其冷却器表面積是由鹽水放冷器表面積和冷發生器的鹽水槽表面積相加而得。

⑤ 因為克里苗諾夫式車輛無論在主要構件的強度方面或在車輛裝貨容積方面都有可能增加有效載重量，故現時正研究關於將其載貨標重從30噸改為34噸的問題(淨載重從21.2噸改為25.2噸)。

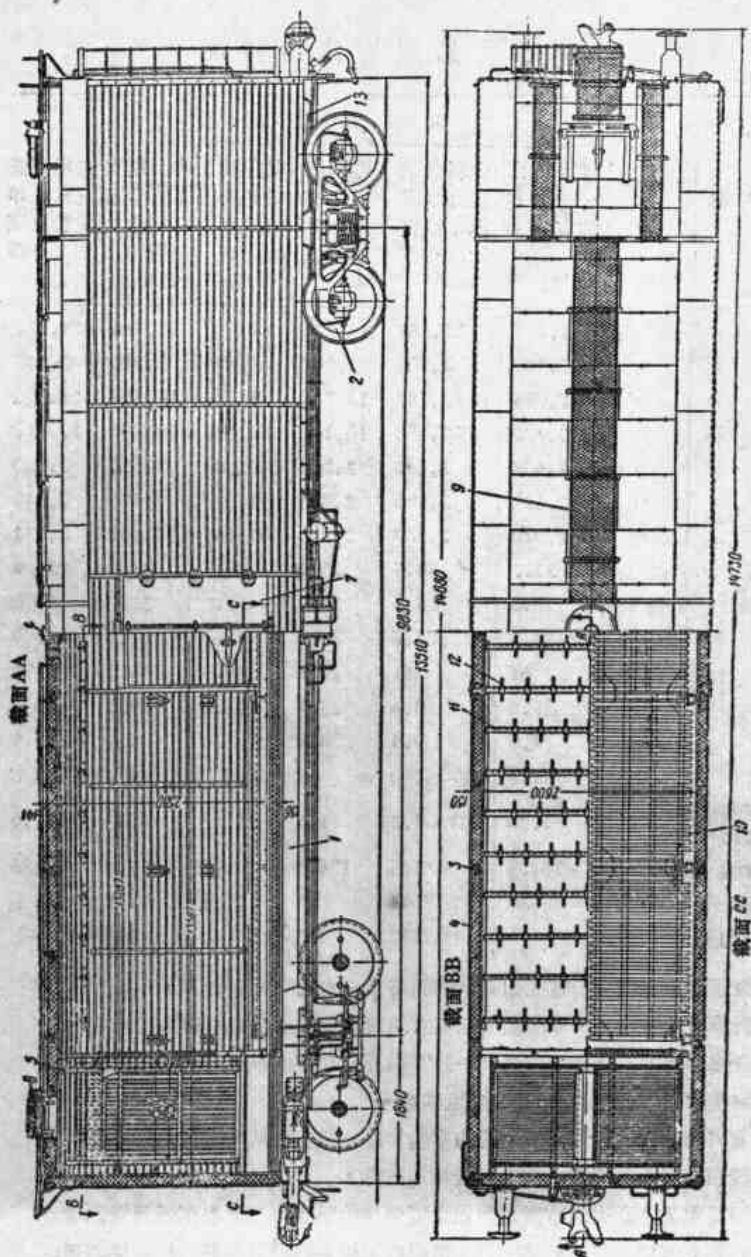


圖 2. 金屬構架木圍板冷藏車總圖 (“O-B”限界)

- 1—車底架，2—轉向架，3—車體的絕緣層，4—車體的絕緣層，5—柵欄式金屬冰箱，6—裝冰孔，7—裝貨門，8—爐子隔離層，9—車頂走台，10—地面踏脚板，11—肉條吊掛架，12—肉條吊鉤，13—缸吸盤（水封）。

這種缺點和其他理由，決定製造全金屬結構的冷藏車。根據這一決定，蘇聯鐵路運輸研究院在1946年製定了技術任務，有一個工廠根據技術任務設計了全金屬結構的冷藏車，並自1948年開始製造裝有端牆式冷卻器全金屬結構的冷藏車（圖3）。

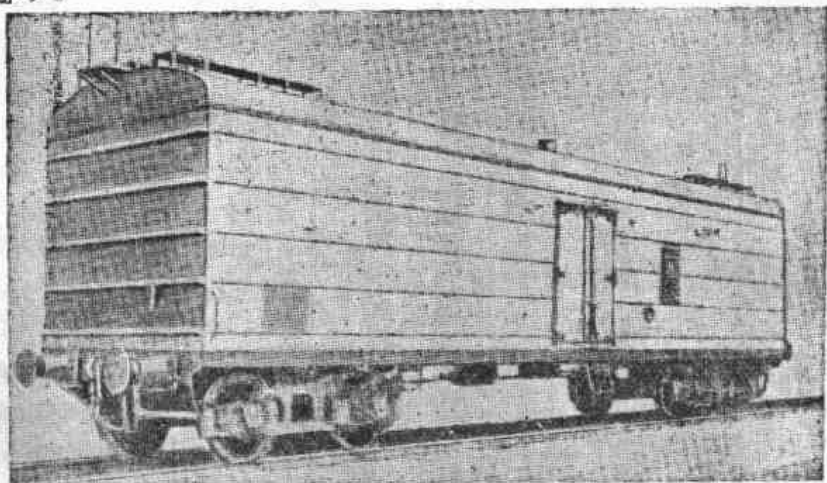


圖 3. 有端牆式冷卻器的全金屬冷藏車外形圖

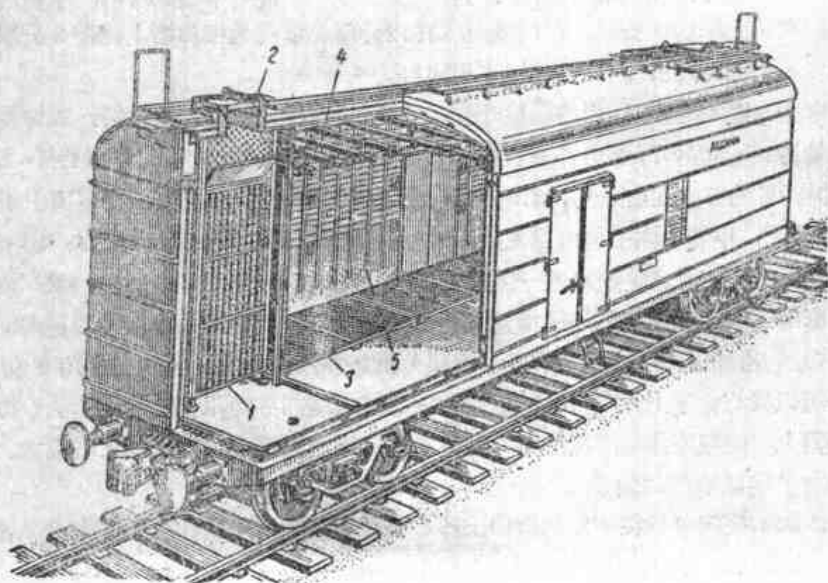


圖 4. 全金屬冷藏車的外形和內形圖

1——柵欄式金屬冰箱，2——裝冰孔，3——地面金屬踏腳板，4——肉條吊掛梁和吊鉤，5——牆上支木。

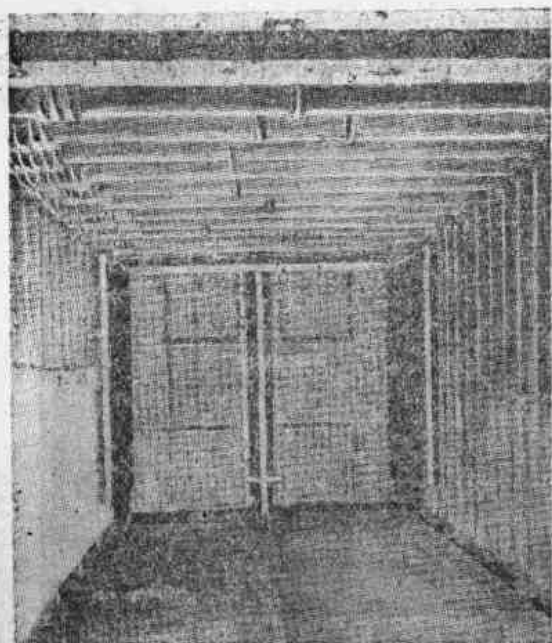


圖 5. 全金屬冷藏車內形圖

木圍板在牆上厚為15公厘，在頂棚上厚為12公厘。車內地板和牆上鋪着2公厘的鋅板（牆上鋪到1公尺高），各板互相焊接。

車體周圍的絕緣層用“棉模拉”做成，這種棉模拉是一種人造材料，單位體積的重量為25~30公斤/立方公尺，熱傳導係數為0.035~0.04千卡/平方公尺、時、度。絕緣層的厚度在牆上為132.5公厘，在地板上平均為112公厘，在車頂上平均為170公厘。車體周圍平均傳熱係數根據工廠的計算等於0.4千卡/平方公尺、時、度。中央研究院由試驗確定這一係數的實際數值等於0.5千卡/平方公尺、時、度。

車頂、側牆和地板的周圍構造見圖6。特別值得注意的是冷却器的新式結構（圖7）。冷却器的壁板是用有孔（洞眼）的鍍鋅鐵板做成，連結在由角鋼和直立圓鋼組成的骨架上。用有孔的鍍鋅鐵板做壁板能部分地阻止食鹽從冰籠中撒落到底盤上，使鹽停滯在冰塊外面，即停滯在冰塊與循環空氣接觸最大的地方。因此增加了空氣冷却的強度。

冰籠的底板可以從下面位置向上移高至冰籠高度的1/4處；冬季運輸減少裝到冰籠去的冰量，這樣的移動位置是必要的。

冰籠能容冰6.4噸。籠內冰塊全部幾何表面為45平方公尺。地面金屬踏腳板是新式的結構（圖8）。採用金屬踏腳板以替代在運用上有許多缺點の木踏腳板。

全金屬車的技術特性列於表1。

全金屬冷藏車的外形和內形見圖3，圖4及圖5。

這種車輛的構造特點如下：車體的構架是金屬的，而為了減少熱橋的影響，柱子和車頂弓形梁的內面鋪上木條。外牆板用壓有加強肋的2.5公厘銅板製成，各板互相焊接。車頂用2公厘的平銅板鋪蓋。頂板焊於車頂弓形梁和牆板上。地板外面包着2公厘厚。而有水波紋的高40公厘的綫紋鋼板。這種綫紋鋼板部分地代替了車底架中梁的作用。車體內面

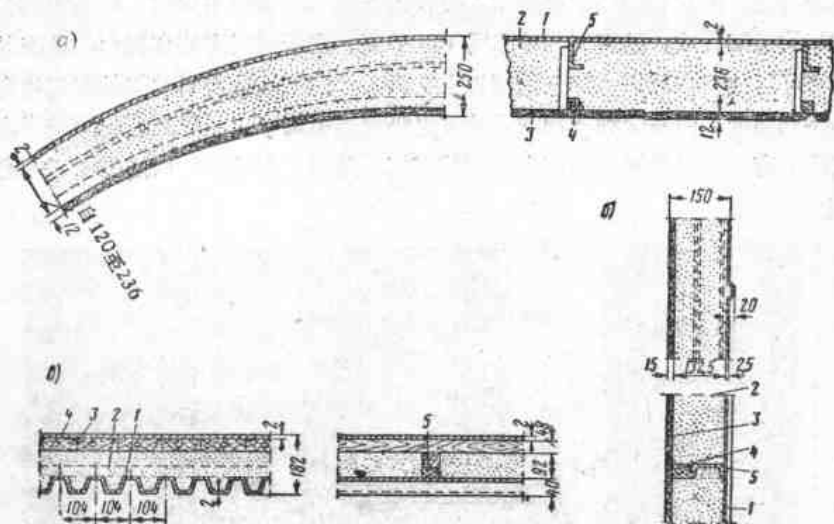


圖 6. 全金屬冷藏車周圍的構造

- a — 車頂截面：1 — 金屬外頂板，2 — 棉襪拉做的絕緣層，3 — 木質內頂板，
4 — 木條，5 — 不等邊角鋼 $40 \times 80 \times 6$ 公厘；
b — 縱脊截面：1 — 金屬外牆板，2 — 棉襪拉做的絕緣層，3 — 木質內牆板，
4 — 木條，5 — 槽鋼柱 $80 \times 45 \times 6$ 公厘；
c — 地板截面：1 — 外面金屬網紋板，2 — 棉襪拉做的絕緣層，3 — 木質地板，
4 — 地板上的2公厘鍍鋅板，5 — 木條。

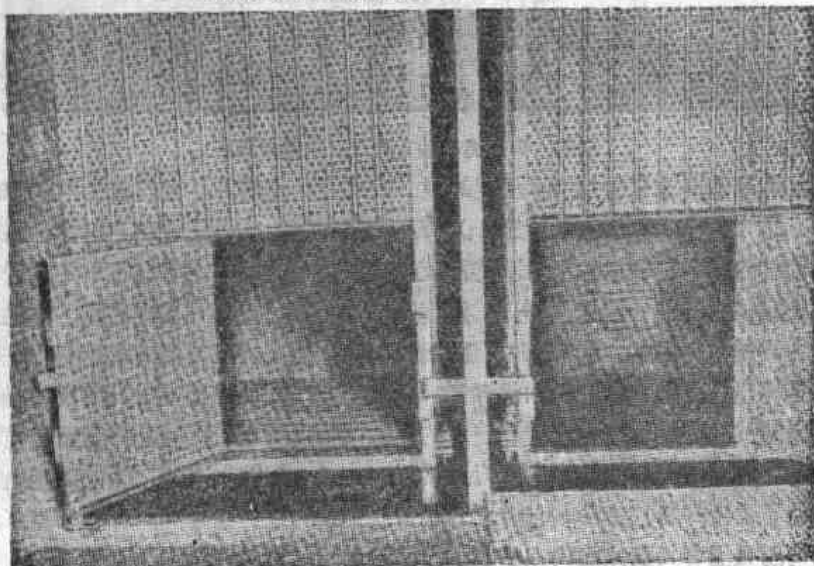


圖 7. 安置在全金屬冷藏車內裝有孔眼的金屬壁板的柵欄式冰籠

金屬踏脚板是用有肋的薄鋼條做成，接合處略成弓形並採用焊接。踏脚板的骨架用較厚的扁鋼做成。踏脚板的總高爲 150 公厘。在最初出產的車輛中，地面踏脚板上有可以放倒的撐脚（每一踏脚板上 5 只）。應用經驗表明這種踏脚板沒有具備必需的強度，而在受到貨物的重量下很快地被壓彎了。所以工廠就開始出產最新式結構有用整塊角鋼做成的支架的踏脚板。角鋼上有缺口，以便使循環的空氣通過。

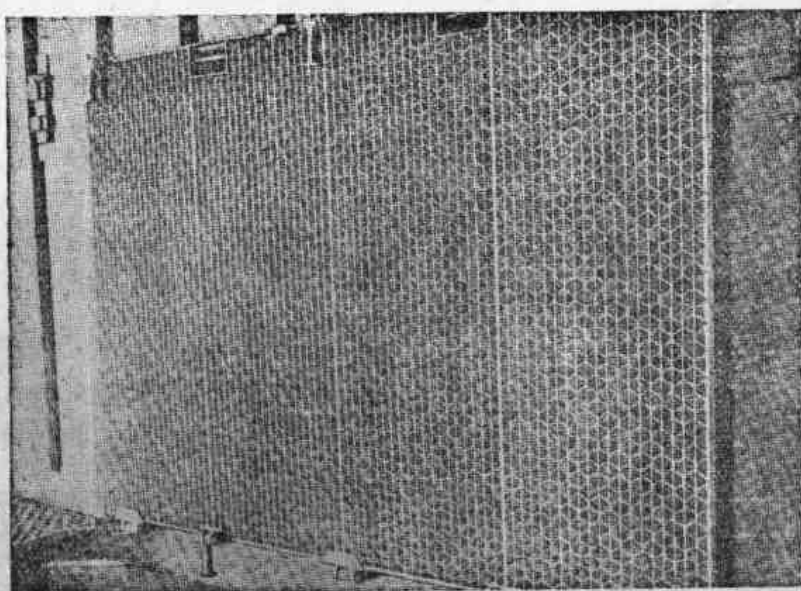


圖 8. 全金屬冷藏車的地面金屬踏脚板

每輛冷藏車設有兩只指示溫度的壓力表式遙測溫度計，表盤裝於車輛的側牆上①。壓力表式遙測溫度計（圖 9）有感受溫度變化的熱球瓶和毛細管，熱球瓶和毛細管內裝滿膨脹係數很大的特種液體（如水銀之類）。熱球瓶中的液體反應其周圍環境（空氣）溫度的變化，溫度降低時收縮，溫度升高時膨脹。在熱球瓶中壓力的變化經過毛細管 7 傳到布爾頓管彈簧 1，迫使管彈簧壓縮或放開。管彈簧的移動經過撥桿 2、扇形板 3 和盤彈簧 5 傳到溫度計指針 4，迫使指針繞表盤軸心旋轉，表盤的分度是根據攝氏溫度表做的。熱球瓶爲避免受機械的影響而致損壞，就放在瓦斯管內，一個裝在冰箱附近的下面，另一個裝在車門之間的頂棚上。

端牆式冷却器的冷藏車有重大的缺點，主要的是：在貨間內各處的空氣溫度不均勻而且溫度又隨冰箱內冰量的變化而波動。

① 從 1951 年起，根據交通部中央研究院的建議，壓力表裝置在冷藏車的車頂上。

由於車輛上部區域的溫度較高，尤其在車門之間的地區，當在外部溫度很高情況下作長途運輸，車內上部區域的冰凍貨物常被解凍。另一方面，車輛下部區域的空氣溫度急劇地下降，尤其在冰箱附近的下部區域，成為冷藏貨物（鮮果、菜蔬等等）凍壞的原因。空氣從冰箱到車輛中部的運動在循環很弱時使空氣變得很熱，這是車內沿貨間長度空氣溫度分佈不均勻的原因。空氣的溫度也隨車輛的高度而不均勻，這是因為冰箱的佈置使較重的冷空氣集中在車輛的下部區域。無論沿貨間長度或貨間高度，要消除空氣溫度分佈不均勻，對於端牆式冷却器可用強迫空氣循環的方法，或採用適當結構的冷却器代替端牆式冷却器，這種適當結構的冷却器裝置在車內頂棚的下面，沿車輛全長排列着。

第一，由於在冷却器附近換氣較強，加強了空氣與冷却器之間的熱交換。

第二，保證沿車輛全長有經常的冷氣流自上而下——即從冷却器到地板。頂棚循環板、牆上垂直支木和特種結構的地面踏腳板也促進這種循環的方向。

端牆式冷却器的冷藏車由於維護簡單和作用可靠在鐵路上使用得最普遍，爲了考慮到所指出的缺點，現在已必須用有更現代化結構冷却器的車輛來代替。

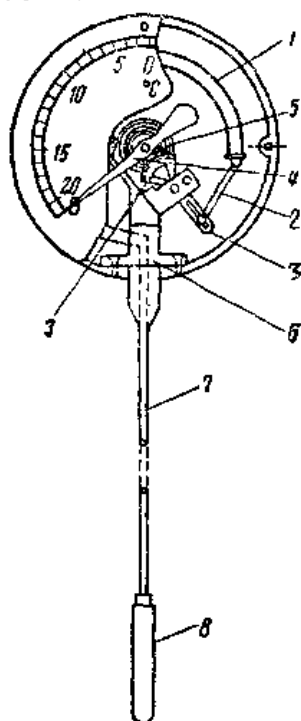


圖9. 壓力表式遙測溫度計

- | | |
|------------|---------|
| 1——布爾頓管彈簧， | 2——撥桿， |
| 3——扇形齒， | 4——指針， |
| 5——盤彈簧， | 6——楔卡， |
| 7——毛細管， | 8——熱球瓶。 |

2. 裝有頂棚式冷却器（冰箱）的冷藏車

第一輛裝有頂棚式冷却器的試驗車（圖10）是在1947年由中央研究院設計和裝備的，車內有8個整片金屬冰箱，箱高300公厘，總冷却面63.5平方公尺，容冰量3.7噸。每個冰箱有單獨的裝冰孔，較端牆式冰箱的裝冰孔尺寸稍大一些，孔口圈框也較低。採用這樣的結構是假定能使裝冰工作更便利。爲了保證車輛的通風，在冰箱的上面安設有特種的網格，經過網格（與孔蓋裝置成一定的角度）進行車內換氣。按縱向計算，每兩個最鄰近的冰箱間用連結管連結。排除廢鹽水的

試用中證明，裝冰到試驗車輛的冰箱中有一些技術上的困難，並將增加人工的消耗。用手放出鹽水，在服務人員方面也要很當心，因為若延遲關閉放水閘門的蓋子，會使全部鹽水從冰箱中放出，這就減少了冰箱的冷卻效能。

1948年中央研究院設計了頂棚式冷卻器結構的第二方案，由唐波夫車輛修理工廠裝置了一輛試驗車（圖11）。

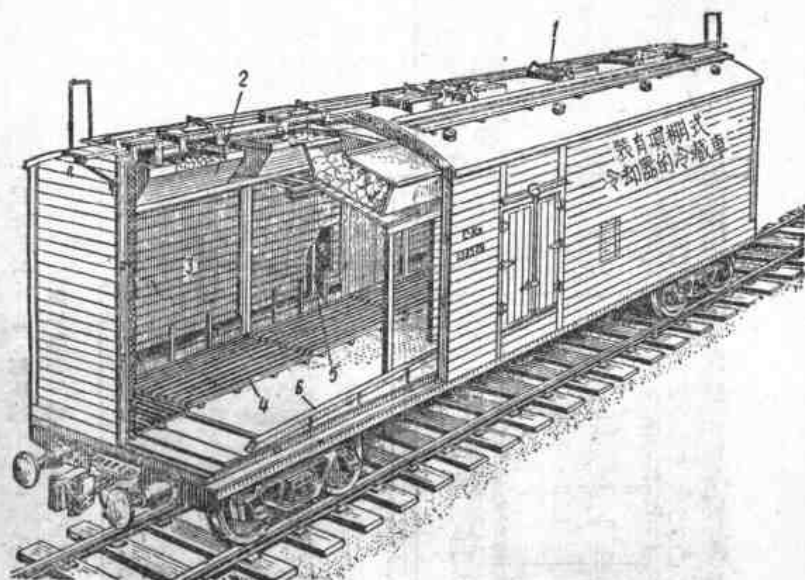


圖11. 裝有中央研究院設計的頂棚式冷卻器(第二方案)的試驗用冷藏車外形和內形圖

1——裝冰孔，2——頂棚式冰箱，3——循環板，4——地面踏腳板，
5——排除鹽水裝置，6——排除鹽水斜槽。

在第二方案（圖11）的車內頂棚下面裝置着10個金屬冰箱，共能容冰4.2噸。冷卻面73平方公尺。在車輛橫的方向每兩個冰箱相互連接。車輛兩端最邊上的對冰箱各有一個裝冰孔，中間各對冰箱有兩個裝冰孔，這些裝冰孔沿車輛縱向中心綫排成一行。此外，在車頂兩端還規定各有一個供通風用的孔。

裝冰孔排成一行和縮短冰箱的長度保證了第二方案車輛的給冰條件比第一方案車輛好，但是把冰配置在冰箱裏的困難還未完全消除。在車輛試驗時已經判明：為使給冰方便起見，裝冰孔的長度應不小於冰箱長度的70~80%。這一比例關係在設計試驗車隊時已經採用。在第二方案的車輛中設有特種裝置，使鹽水自動從冰箱中流出，並約在冰箱高度的各處保持鹽水固定的工作水平面。中央研究院研究出的流出鹽水裝置的結構，後為製造工廠採用來設計通用車和牛奶車時並

沒有本質上的改變。

布良斯克機車製造工廠根據交通部中央研究院的技術任務製定了兩種裝有頂

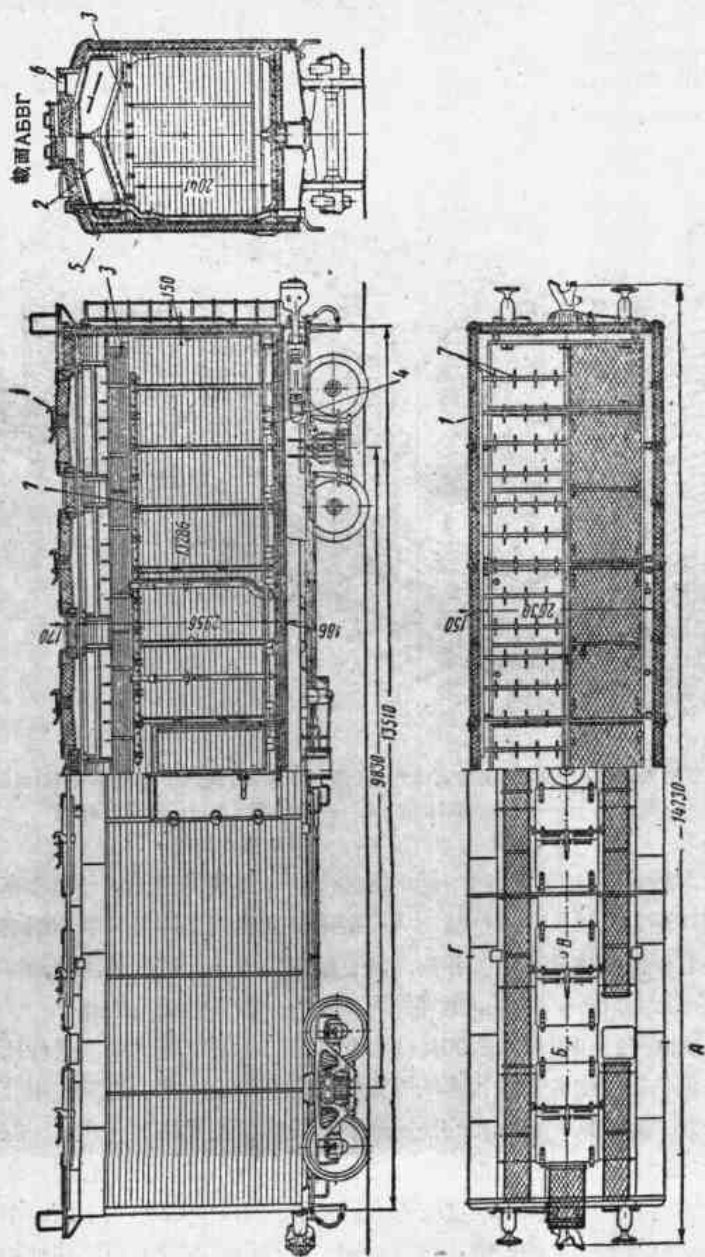


圖12. 裝有頂棚式冷卻器的通用冷藏車總圖

1—裝冰孔，2—頂棚式冰箱，3—循環板，4—地面踏闆板，
5—鹽水放出裝置，6—通風孔，7—肉條吊掛梁和吊鉤。