

● 汽车维修系列丛书

冷藏保温汽车 维护与修理

章镛初等 编著



科学技术文献出版社

●汽车维修系列丛书

冷藏保温汽车维护与修理

章镛初 殷国柱 编著

秦德申 审校

科学技术文献出版社

(京)新登字130号

内 容 简 介

本书是《汽车维修系列丛书》的一个分册。全书共分七章。内容包括冷藏保温汽车在国民经济中的地位和作用, 以及其发展概况; 冷藏保温汽车的基本概念; 冷藏保温汽车的总体构造; 隔热车厢的构造与维修; 制冷机组的使用与维修; 制冷机组主要部件的维护与修理; 制冷机组的日常维护及故障排除。书后附有产品技术参数表及车型部件的彩图。

本书可供汽车运输部门、汽车修理厂的技术员、驾驶员、维修人员参考, 也可供汽车专业师生参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

冷藏保温汽车维护与修理 / 章镛初, 殷国柱编著. - 北京: 科学技术文献出版社, 1995.2

(汽车维修系列丛书)

ISBN 7-5023-2258-2

I. 冷… I. ①章… I. ②殷… 冷藏车-维修
N. U272.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 [94] 第 51830 号

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路15号 邮政编码100038)

北京京南印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1995年2月第1版 1995年2月第1次印刷

787×1092毫米 16开本 9.25印张 231千字

科技新书目: 325—095 印数: 1—3000册

定价: 20.80元

前 言

汽车维修系列丛书是由从事汽车教学、设计、制造、检测、维修和车辆技术管理方面的专家、教授、工程技术人员联合撰写的。本丛书汇集了国产和进口汽车的车型、技术参数及维护与修理的工艺和方法。相信它的问世对于做好车辆定期检测和维护修理,保持车辆良好技术状况,减少零部件、总成故障率,延长车辆使用寿命,降低维修费用,保证安全运输生产,提高经济效益、社会效益和环保效益能有着重要的参考作用。

这套丛书分为《客车维护与修理》、《越野汽车维护与修理》、《轿车维护与修理》、《汽车列车维护与修理》、《冷藏保温汽车维护与修理》及《起重举升汽车维护与修理》等分册。从1992年起陆续出版与广大读者见面。

本丛书与其它同类书籍不同之处在于它的系统性、新颖性和实用性;它密切配合当前我国汽车运输业贯彻实施国家有关政策法规,实行车辆技术管理改革的需要,与管理、使用大量汽车的交通、公安、城建、旅游等部门的关系尤为密切。它又是国内出版的一套介绍各种类型汽车检测与维修技术的工具书,不论在形式上或内容上均具鲜明的新颖性。本丛书各分册对各种汽车、发动机、底盘、车身、电器的检测与维修实用数据、技术标准、维修工艺、检验规范等都有详细介绍,具有较强的实用价值。此外,丛书各分册的内容比较重视图文并茂、推陈出新,在文字上力求删繁就简,突出重点,不落俗套,是本丛书另一特色。

本丛书可供汽车运输企事业领导、管理干部以及汽车检测站、维修厂的工程技术人员、维修工、驾驶员阅读,也可作为汽车检测及维修人员培训教材,还可供大专院校师生参考。

编辑出版这套系列丛书,工作量较大,加之我们的经验不多,诚恳希望得到国内外汽车生产、使用部门和广大读者的支持和帮助。并对存在的缺点和错误,给予批评指正。

汽车维修系列丛书编辑委员会

1992年2月于长沙

编著者的话

《冷藏保温汽车维护与修理》是汽车维修系列丛书的一个分册，也是我国第一部关于冷藏保温汽车的专业科技书籍。

冷藏保温汽车是食品冷藏链的重要组成部分，是公路冷藏运输的主要运输工具，也是一种十分重要的专用汽车，对人类生活和经济的发展有着极为重要的意义。本书系统地介绍了冷藏保温汽车及有关食品防腐和食品冷链、冷藏运输和冷藏运输工具的基本知识；概述了保温汽车和各种冷藏汽车的总体构造和使用维护常识；对冷藏保温汽车的主要专用设备——隔热车厢，则较为详尽地介绍其构造和使用、维护、修理方面的基础知识；至于冷藏汽车的制冷装置，鉴于当前机械冷藏汽车占冷藏汽车绝大多数的现状，着重介绍了机械制冷装置及其主要零部件的构造、维护和修理，而对其它制冷装置则结合整车构造介绍其基本知识。总之，在内容编排上做到重点突出、点面结合，使读者在较为系统地了解冷藏保温汽车基本知识的基础上，掌握保温汽车和各种冷藏汽车的构造、维护和修理方面的知识要点。本书力求做到通俗易懂，深入浅出，图文并茂。

本书为冷藏保温汽车使用人员和维修人员的专业读物，也可作为从事冷藏保温汽车和其它厢式专用汽车设计、制造的工程技术人员的参考书，并可供大中专院校汽车设计、制造、运输、维修等专业的师生参考。

本书第一、二、三、四章和附录由章镛初高级工程师撰写；第五、六、七章由殷国柱工程师撰写；朱光辉高级工程师参加了本书的编写工作。全书由湖南大学汽车教研室秦德申副教授主审。

编著者得到中国汽车工业总公司何春阳高级工程师，青岛四方车辆研究所李建坤高级工程师，上海机械学院蒋能照教授，上海海运学院卢士勋教授，上海铁道学院滕兆武副教授的指导；贵州专用汽车制造厂刘海学、湛继岗，济南汽车改装厂李道鹏，北京天云汽车改装厂任金媛，河南红宇机械厂吴志宏，武汉琴台汽车改装厂朱亚波，新乡市汽车改装修配厂薛清印，汉水车辆空调设备总厂王楚修，上海汽车空调联合公司肖延林等提供有关资料，在此一并致谢。

编著者

1992年10月于上海

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 冷藏保温汽车在国民经济中的地位和作用	(1)
一、食品冷藏链的重要意义	(1)
二、冷藏保温汽车在“冷链”中的重要作用	(1)
第二节 冷藏保温汽车发展概况	(2)
一、国外冷藏保温汽车的发展概况	(2)
二、我国冷藏保温汽车的发展概况	(3)
第二章 基本概念	(6)
第一节 易腐食品和易腐货物	(6)
一、食品的主要成分	(6)
二、食品腐败变质的原因	(8)
三、易腐货物的主要种类	(10)
第二节 食品冷藏链和冷藏运输	(10)
一、食品防腐保鲜的方法	(10)
二、食品冷藏保鲜的基本原理	(11)
三、食品冷藏链	(11)
四、冷藏运输	(14)
第三节 冷藏保温汽车的基本概念	(15)
一、冷藏保温汽车的定义和分类	(15)
二、冷藏保温汽车的主要技术性能参数	(17)
第三章 冷藏保温汽车的总体构造	(23)
第一节 冷藏保温汽车的基本工作原理	(23)
一、外界环境对厢内温度的影响	(23)
二、隔热车厢平均传热系数	(24)
三、静态参数和动态参数	(25)
四、保温汽车的基本工作原理	(26)
五、冷藏汽车的基本工作原理	(27)
第二节 保温汽车的总体构造	(28)
一、汽车底盘	(29)
二、隔热车厢	(29)
三、副车架	(29)
四、车厢和底盘的连接装置	(30)
第三节 固体制冷冷藏汽车的总体构造	(30)
一、固体制冷的基本原理	(30)
二、水冰和盐冰冷藏汽车的总体构造	(31)
三、干冰冷藏汽车的总体构造	(32)
第四节 液氮冷藏汽车的总体构造	(33)

一、液氮制冷的基本原理	(33)
二、液氮冷藏汽车的总体构造	(34)
三、液氮制冷装置与隔热车厢的匹配	(35)
第五节 机械冷藏汽车的总体构造	(36)
一、机械制冷的基本原理	(36)
二、机械冷藏汽车的总体构造	(40)
第六节 冷板冷藏汽车的总体构造	(41)
一、冷板制冷的基本原理	(41)
二、冷板冷藏汽车的总体构造	(42)
三、冷板的安装和维护	(44)
第四章 隔热车厢的构造和维修	(45)
第一节 隔热车厢的基本构造	(45)
一、隔热车厢的基本构成	(45)
二、车厢隔热壁的基本结构	(45)
三、隔热车厢的基本分类	(48)
第二节 隔热车厢的结构形式	(49)
一、整体骨架式隔热车厢	(49)
二、整体隔热层式隔热车厢	(50)
三、分片发泡组装式隔热车厢	(53)
四、夹层板粘接组装式隔热车厢	(56)
第三节 隔热车厢门及车厢附件	(58)
一、车厢门	(58)
二、车门附件	(59)
三、车厢内附件	(61)
四、车厢外附件	(62)
五、其它车厢附件和密封材料	(63)
第四节 隔热车厢的维护和修理	(64)
一、隔热车厢的使用要点	(64)
二、冷藏保温汽车隔热车厢的维护	(65)
三、隔热车厢的修理	(66)
第五章 制冷机组的使用与维修	(69)
第一节 制冷机组的基本构造	(69)
第二节 制冷机组的结构形式	(70)
一、整体式机组	(70)
二、分体式机组	(71)
三、制冷机组按蒸发温度分类	(71)
四、带有两台压缩机的制冷机组	(72)
第三节 制冷机组的正确使用	(72)
第四节 制冷机组的维护和修理	(74)
第六章 制冷机组主要部件的维护与修理	(76)
第一节 制冷压缩机的构造、维护及修理	(76)
第二节 换热器的构造与维护	(79)

一、制冷机组换热器的强化传热.....	(79)
二、制冷机组换热器的构造.....	(80)
三、制冷机组换热器的维护.....	(81)
第三节 制冷机组发动机的构造和维护.....	(81)
一、发动机的基本工作原理.....	(81)
二、发动机的主要构件.....	(82)
三、制冷机组发动机的维护.....	(82)
第四节 制冷机组离合器的构造及维护.....	(83)
一、离心式离合器.....	(83)
二、电磁离合器.....	(84)
第五节 热力膨胀阀和气液控制阀.....	(85)
一、热力膨胀阀的构造和维护.....	(85)
二、高压压力控制开关的构造和使用要点.....	(86)
三、吸入压力调节阀的构造和作用.....	(87)
第六节 干燥过滤器和视液镜.....	(88)
一、干燥过滤器的构造和维护.....	(88)
二、视液镜的构造和使用.....	(89)
第七节 融霜系统的构造原理及维修.....	(89)
一、融霜基本原理.....	(89)
二、自动融霜系统.....	(90)
三、微压控制器的基本原理及构造.....	(91)
四、定时融霜系统.....	(91)
五、融霜电磁阀.....	(91)
六、融霜用三通阀.....	(92)
第八节 电气控制系统的维护修理.....	(94)
一、制冷机电气系统的主要构成及工作原理.....	(94)
二、制冷机电气系统的维护与修理.....	(96)
第七章 制冷机组的日常维护及故障排除.....	(98)
第一节 制冷系统的检修及故障排除.....	(98)
第二节 制冷机组发动机的检修及故障排除.....	(101)
第三节 常见故障、原因及排除.....	(103)
附 录 主要冷藏汽车车型及性能.....	(105)
附表一 我国主要冷藏汽车产品技术参数表.....	(120)
附表二 我国主要保温汽车产品技术参数表.....	(125)
附表三 我国冷藏汽车用制冷机组主要技术参数表.....	(130)
参考文献.....	(135)

第一章 绪 论

第一节 冷藏保温汽车在国民经济中的地位和作用

冷藏保温汽车是专用汽车的一个重要种类,对人类生活和社会经济的发展有着巨大作用。冷藏保温汽车的经济意义在于保证货物的运输质量,避免易腐货物在运输过程中腐烂变质而受到经济损失。冷藏保温汽车在国民经济中的地位和作用主要体现在:冷藏保温汽车是重要的冷藏运输工具,是组成冷链的重要环节,因而可以从冷链对国民经济发展的作用、冷藏保温汽车在冷链中的地位等方面来分析。

一、食品冷链的重要意义

俗话说:“民以食为天”。食品的生产、加工、保管、贮藏、运输及销售分配与人民生活关系密切,食品冷链的各个环节都与人民生活休戚相关。据联合国粮农组织估计,目前世界各国农牧业每年生产各种食品30多亿吨,其中肉、鱼、蛋、奶、水果、蔬菜等易腐食品有十多亿吨,这些食品在流通过程中腐烂变质不堪食用的有二三亿吨。我国人民易腐食品的消费水平并不高,但损耗和浪费十分惊人,每年都有大量的蔬菜、水果、水产、肉类等腐败变质,有的在产地腐烂、有的在运输过程中或销售时遭损。据中国制冷学会“食品冷链专题讨论会”(1981年于昆明)估计,因技术设施不完善、贮运方法不妥当等原因导致易腐货物在贮运过程中受到的损失每年达6亿多元。如某一年猪肉因冷库不够降价处理损失了1亿元,收购鸡蛋15亿斤,储运中损坏0.5亿斤,损失0.7亿元;水果每年有近百万吨腐烂变质或贬值处理;捕捞海鱼每年有七分之一烂掉,约40万吨。商业部门估计全国易腐食品腐烂变质所遭受的损失每年高达十几亿元。近几年,随着人民生活水平的提高,对易腐食品的需求和消费量也增长很快,食品贮运中的损失更大。

在易腐食品贮运过程中不间断地使用冷藏法被认为是保持易腐食品品质的最为经济有效的办法,建立食品冷链就可避免上述损失,因而食品冷链得到人们的高度重视。多数发达国家都已建立了食品冷链。我国政府也极为重视此项工作,1986年国务院正式批准的交通运输政策要点中明确指出:要大力发展冷藏运输,尽快建设冷链,并专门成立“冷链办”负责此项工作。

二、冷藏保温汽车在“冷链”中的重要作用

冷藏运输是冷链的重要环节。从某种意义上来说,冷链是指从生产时间和地点到销售时间和地点,用于易腐货物处理、贮存、运输和销售的各种冷藏工具和冷藏作业过程的总和。在冷藏作业的地点变换时,如从产地冷库到中转冷库、从中转冷库到销地分配性冷库、从分配性冷库到售货点,都需要进行冷藏运输。如前所述,世界各国每年生产易腐食品十多亿吨,其中约有五分之一在流通过程中腐烂变质。我国因运输不当而致损失的易腐食品也有五分之一以上。可以说,运输不当是造成易腐货物受损的主要原因之一。

在冷藏运输的各种方式中,公路运输具有显著的优越性。公路建设的成本大大低于铁路,又不像水路那样受自然条件的限制,各国公路网的密度均大大高于铁路网和水路网,并可较

好地考虑货物的合理流向。公路运输的运速比水路运输快，又不像铁路和水路运输那样需要进行多次编组、装卸、转运甚至有时会在中转地入库待运。公路运输具有运输周期短、运距较短、周转环节少等优点。甚至可实行从货物装上车后直达目的地，途中不进行装卸的“门对门”运输。因而已成为最重要的运输方式。在发达国家，一般公路运输的运量约占货物总运量的三分之二以上，货物周转量则占40%左右，有的则超过一半。

在我国，冷藏保温汽车是公路冷藏运输的主要工具。作为运输易腐货物的专用汽车，虽然装上隔热车厢后有效装载质量有所减少，但能够保证易腐货物的运输质量。我国以前常用普通货车或蓬车来运输肉、鱼等易腐食品，会使这些食品受到污染，甚至腐烂变质而丧失食用价值。公路冷藏运输与铁路和水路冷藏运输相比，其经济效益主要表现在“运距效益”、“时间效益”和“运输质量效益”。“运距效益”是指汽车运输可以抄近路，运距较短，在短途运输较少的货物时，汽车运输成本有可能降低；“时间效益”是指汽车运输可避免多次装卸转运、编组待运，在同样运输距离时，送达时间较短，可减少货物占用的流动资金，减少销售地的必需仓储量，节省中转地和销售地的仓储费用，某些易腐食品上市较早可以卖较高的价钱；“运输质量效益”是指汽车运输中可避免货物因多次装卸而碰伤或受污所造成的损失，以及避免易腐货物因周转中温度升高而造成货物质量下降，甚至腐烂变质的损失。因此，冷藏保温汽车在冷链中也有着极为重要的意义，发展冷藏保温汽车对发展我国经济和人民生活水平具有很大作用。

第二节 冷藏保温汽车发展概况

一、国外冷藏保温汽车的发展概况

欧美国家较早采用冷藏法来保持易腐食品的鲜度，逐步建立食品冷藏链。20世纪初，就已生产冷藏运输工具，第二次世界大战前铁路运输在易腐货物运输中占主导地位，50年代和60年代冷藏保温汽车和冷藏船舶发展较快，70年代以来，冷藏集装箱发展迅速。国际上通常把易腐货物运输中采用冷藏运输所占的比率称为冷藏运输率，以此作为衡量冷藏运输发展程度的标志。欧、美、日等发达国家的冷藏运输率为80~90%，前苏联和东欧国家为50%左右，发展中国家一般只有10~20%。公路冷藏运输的运量占冷藏运输总运量的比率：欧洲发达国家和日本为60~80%，美国近年为40~50%，而易腐货物冷藏运输的周转量中公路运输所占比率欧、美、日各国均占60%以上。可见，公路运输已取代铁路运输成为冷藏运输的主要方式，特别在中距离和短距离冷藏运输中发挥主体作用，美国运距在500公里以下的冷藏货物运输基本都采用公路运输，欧洲国家则只有国际联运才采用铁路运输。

冷藏保温汽车已成为专用汽车的重要种类之一。美国冷藏汽车保有量约16万辆，保温汽车约6万辆，冷藏保温汽车占全国载货汽车总保有量的0.8~1%，另有冷藏保温的挂车、半挂车约30万辆，占挂车和半挂车总数的9~10%。日本冷藏保温汽车保有量约12万辆，近几年年产量一般为2万多辆，其中冷藏汽车约占25~35%，冷冻汽车约占25%左右，保温汽车约占40~50%。前苏联冷藏保温汽车的保有量约15万辆，年产量为2万辆左右，其中冷藏汽车约占40%。法国冷藏保温汽车约3万辆，还有几千辆冷藏挂车和半挂车，总计占全国运输汽车总数的1%。原联邦德国冷藏保温汽车有3~4万辆，还有冷藏挂车和半挂车几千辆，占全国运输汽车总数的2%。英国冷藏保温汽车2万多辆，占货运汽车的2.8%。

冷藏汽车中较多采用机械式制冷方式，用得最多的是厢内温度全自动控制的压缩式制冷

机组,著名的生产厂商和商标有美国西屋公司的“热王牌”(Thermo King)、美国开利(Carrier)公司(在法国和意大利等国设有子公司)、德国的超卓(Sutrak)公司、康维塔(Konvektta)公司、意大利的弗朗格(Franger)公司、日本的三菱公司等。近几年液氮和液态二氧化碳等液化气体制冷、蓄冷板制冷等新冷源在冷藏汽车中也日益得到广泛的应用,而以前曾用过的干冰(固体二氧化碳)、盐冰(混有盐份冰点低于 0°C 的冰)等制冷方式则逐渐被淘汰。

各国都十分重视冷藏运输。1970年,欧洲经济委员会成员国在日内瓦签署了《关于易腐货物的国际运输及其所用的专用设备的国际协议》(简称ATP),规定了运输不同易腐货物的温度条件、测定和检验冷藏运输工具有关性能的方法程序、运输工具和检查规定使用的证书格式等。1976年,国际制冷学会组织D₂、D₃两个专业委员会的有关专家制订了《易腐货物运输用汽车、货物集装箱和铁路车辆热工试验的基本试验程序》(简称BTP),于1978年至1979年正式发表后执行。国际铁路联盟在奥地利维也纳建成的亚森纳尔试验站设有静止试验室和运行试验室,前者可在静态条件下测定K值、漏气量、制冷机性能等;后者则可模拟车辆运行的各种条件,除 $-50\sim+50^{\circ}\text{C}$ 的温度和50~100%的相对湿度环境条件外,还有风速、光辐射、雨雪等,为当今世界上首屈一指。其它有名的试验站,如意大利的帕多瓦试验站和罗马试验站、德国慕尼黑试验站、法国安东尼试验站等。美、英、西班牙、日本等国也建有该类测试中心。

二、我国冷藏保温汽车的发展概况

(一)我国冷藏保温汽车发展过程

我国公路冷藏运输是50年代后期开始发展起来的。当时,外贸部门为运输出口的肉类食品采用苏联“吉尔”载货汽车改装保温汽车。60年代初外贸部门开始布点采用国产解放牌货车改装保温车。随后,商业部门也开始确定厂点改装BW12型(车厢容积为 12 m^3)解放保温车。60年代后期到70年代初期,易腐货物的冷藏运输发展较快;为满足公路冷藏运输的需要,先后进口罗马尼亚“布切奇”牌、匈牙利“却贝尔”牌中型保温车和意大利“菲亚特”牌重型保温车。1973年,国务院领导指示,我国应自行布点生产冷藏保温汽车。商业部门和机械部门都指定一些工厂定点生产保温汽车。由于当时我国冷藏保温汽车的生产尚处于起步阶段,在数量、品种、质量等方面均不能满足外贸、商业、水产、医药卫生等部门的需求。因此,70年代中期起至80年代中期,我国又从日本、意大利、罗马尼亚等国进口了近千辆冷藏保温汽车,花费外汇数千万美元,其中1979年至1981年外贸系统就进口85辆,耗汇178万美元。为提高我国冷藏保温汽车的制造技术,1979年起通过补偿贸易形式,引进罗马尼亚先进技术,在江苏镇江合作生产冷藏汽车,采用美国“热王”牌制冷机组;1982年我国颁布“食品卫生法”,对食品运输提出明确的卫生要求,促进了食品冷藏链的发展,也刺激了冷藏保温汽车和厢式食品车的需求。1983年中国汽车工业公司在北京举办改装车专用车新产品展评会,有9家工厂展出6辆冷藏汽车、13辆保温汽车新产品,对我国冷藏保温汽车的品种和技术发展起了很大的促进作用。

80年代是我国冷藏保温汽车发展最快的时期。“六五”期间,社会保有量从3500辆增至6000辆,年产量从500辆发展到1100多辆;“七五”期间,社会保有量发展到11000多辆,年产量发展到2000辆左右。品种数已从“六五”初的十余种发展到几十种。技术上也取得很大的进展。70年代我国生产的冷藏保温汽车,其隔热车厢总传热系数一般为 $0.8\sim 1\text{ W/m}^2\text{K}$,通过技术引进和采用新工艺,到“六五”期间,有些厂的隔热车厢总传热系数已降到 $0.4\sim$

0.45 W/m²K,到“七五”期末,一些先进产品已达到0.3~0.35 W/m²K,接近国际先进水平。车厢漏气倍数也从而大大下降,密封性能有很大提高。湖南岳阳制冷设备总厂、湖北襄阳汉水车辆空调设备总厂、上海新江机器厂等先后引进技术研制生产关键配套件——制冷机组。在基础技术工作方面,制订了保温汽车冷藏汽车技术条件、保温汽车冷藏汽车性能试验方法、运输用制冷机组试验方法等专业标准和部标准。1988年镇江冷藏汽车厂建成具有国际水平的热工性能试验室^①,成为我国冷藏保温汽车热工性能的检测中心。

(二) 我国冷藏保温汽车的使用状况

至80年代末,我国冷藏保温汽车的社会保有量约11000辆,其中冷藏汽车约占10%。主要使用部门为商业部门的食物(主要为肉食)、水产等副食品生产、供销公司(企业),近年来随着改革开放不断深入,大、中城市一些菜场也购置了冷藏运输用车,商业部门所属企业拥有的冷藏保温车约占60~65%,其中保温车占90%以上。外贸部门的食物进出口公司等单位拥有的冷藏保温汽车约占15~20%,用来运输供出口的肉类、水产、禽蛋制品、高档蔬菜和水果,冷藏车运输所占比例较高。诸如农牧渔业系统运输动植物种畜、种苗;医药卫生部门运输疫苗、血浆制品;部队、工矿、大饭店运输各种食品,还有少量运输对温度有特殊要求的化工原料和军工产品。我国冷藏保温汽车主要运输对象还是各种肉类和水产,近年来随着食品市场价格逐步放开,蔬菜和水果的运量也在不断增长。

由于我国肉食的产地主要在内地,而销地主要在沿海及大城市,牲畜的屠宰季节性又较强,因而我国冷藏运输的特点是季节性强和流向比较集中。一年内11月至翌年2月、4月至7月是两次旺季,其月运量约占全年的15%和10%。流向则集中于京津沪穗等大城市和广东、福建、江苏、浙江等沿海省份。我国易腐货物运输主要靠铁路,公路运输的运量仅占20%左右,近年来公路冷藏运输率提高较快,冷藏保温汽车保有量增长也较快。我国公路冷藏运输可分为:产地到大城市或铁路水路集运点的长途运输,以及省间调拨长途运输,运距500公里左右或更长些;中转冷库到港口车站及省内调拨等中距离运输,运距300公里左右;城市冷库到市郊或市内车站码头的短途运输,运距约20~50公里;冷库到销售点的分配性运输,运距一般不到20公里。

(三) 我国冷藏保温汽车的生产和技术概况

当前我国冷藏保温汽车的生产厂家连同以前生产过冷藏保温汽车的厂家共有20多家。80年代末、90年代初,我国冷藏保温汽车的年产量为1500~2000辆,其中冷藏汽车占10~20%。我国汽车工业和改装车生产厂点分散以及重复生产的问题,在冷藏保温汽车的生产格局中也有反映。在我国冷藏保温汽车生产企业中,属机械部门汽车行业的主要有镇江冷藏汽车厂、贵州专用汽车厂、济南汽车改装厂等;属商业部门定点的企业主要有武汉商业冷藏机械厂、马鞍山冷藏机械厂、长春第一钣金厂等;80年代由军工企业转产冷藏保温汽车的有航空航天部门所属的北京天云汽车改装厂、福建长城制冷总厂和以生产冷板式冷藏汽车闻名的河南省红宇机械厂等。其中镇江冷藏汽车厂是我国最大的冷藏保温汽车专业生产厂,近几年的年产量达500辆以上。该厂还曾组装生产冷藏集装箱,其冷藏保温汽车已形成从微型货车至重型货车底盘改装,还有轿车型货车底盘改装的完整系列,品种多达30多种。武汉商业冷藏机械厂是我国另一家较大的冷藏保温汽车生产专业厂,该厂从60年代就开始研制、生产冷藏保温汽车,现已具备年产1000辆的生产能力。济南汽车改装厂“七五”期间引进德国“三明治”式隔热车厢板为生产线,现已形成年产2000辆的生产能力。北京天云汽车改装厂也能生产从0.5吨微型货车至10吨重型货车底盘改装的各种冷藏保温汽车,年产量达200辆左右,也是我

国较大的冷藏保温汽车生产厂。贵州专用汽车厂是汽车行业最早生产冷藏保温汽车的企业，年产量在一二百辆，年生产能力则达300辆以上。上述其他企业的年产量在100辆左右。

其它生产冷藏保温汽车的企业还有：兰州专用汽车厂、武汉琴台汽车改装厂、济南专用汽车厂、沈阳救护车厂、北京旅行车有限公司、保定地区汽车厂、湖北鄖阳汽车改装厂、河南新乡汽车改装修配厂等。生产冷藏保温汽车的军工企业还有解放军6455工厂、4808工厂（均在山东省）等。

冷藏汽车的关键配套件——制冷机组以前一直依赖进口，常用的有美国Thermo King公司的“热王”牌、美国开利公司及其在法国的子公司生产的各种制冷机组。贵州专用汽车厂在70年代末曾试制国产制冷机组装在本厂生产的机械冷藏汽车上，武汉商业机械厂在80年代初也曾为武汉商业冷藏机械厂生产的冷藏汽车配套制冷机组，这些国产制冷机组的可靠性等性能较差。80年代中后期，湖南岳阳制冷设备总厂引进德国康维塔公司技术和冷凝器、蒸发器生产、检测线，制造客车空调机和冷藏汽车制冷机组。湖北汉水车辆空调设备总厂也先后引进美国开利公司和德国超卓公司技术及部分散件，制造客车空调机和运输用制冷机组。上海新江机器厂从1991年起引进德国康维塔公司技术和散件，组装大客车空调机和运输用制冷机组。此外，上海沪江空调设备厂在上海机械学院支持下，于1989年研制成功国产车用制冷机（压缩机为进口件）。随着我国冷藏保温汽车生产的发展，运输用制冷机组也一定会逐步实现国产化。

目前我国冷藏保温汽车按所选用汽车底盘的吨位和按制冷方式等可分为30多个品种，若按隔热车厢结构特征、厢内温度调控范围等则可进一步分为60多个品种。镇江冷藏汽车厂、济南汽车改装厂等通过引进国外先进技术，其新型“三明治”式隔热车厢的总传热系数（K值）可达到 $0.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 的国际先进水平。北京天云汽车改装厂、河南新乡汽车改装修配厂等生产的冷藏保温汽车，K值也小于 $0.4\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ，达到国际标准规定的A级水平。这说明我国冷藏保温汽车隔热车厢的技术水平已达到和接近国际先进水平。

镇江冷藏汽车厂与上海机械学院等单位合作，于1988年建成可按国际制冷学会BTP试验程序进行热工试验的冷藏汽车试验室，可进行厢体总传热系数（K值）测定、漏气倍数测量、制冷机制冷量测定和降温性能试验等多项静态测试，试验精度等都达到当时的国际水平。武汉商业冷藏机械厂等企业也建有热工试验室。这些试验室的建成并投入运行，必将为提高我国冷藏保温汽车技术水平开辟新的途径。

第二章 基本概念

第一节 易腐食品和易腐货物

在通常的环境条件下进行贮藏和运输时，容易腐败变质的货物，称为易腐货物。易腐货物中主要是易腐食品。

食品是人类维持生命的基本物质，按其来源可分为动物性食品和植物性食品两大类，前者包括肉、鱼、禽、蛋、乳及其制品，还有动物油等；后者包括各种粮食、蔬菜、水果、植物油等。除粮食外，绝大多数都是易腐食品。

一、食品的主要成分

世界上食品种类繁多，但组成它们的化学成分不外乎水分、脂肪、蛋白质、糖类、维生素、矿物质和酶等。这些成分及其性质决定着食品的品质和营养价值。

(一) 水分

水是一切新鲜食品的主要成分之一。如水果的含水量为73~90%；蔬菜为65~96%；鱼类为70~80%；肉类为50%左右。有些食品含水量较少，如谷物为12~14%；食糖为0.5~3%。食品中水的存在形式有自由水和结合水两种。自由水存在于食品的汁液和细胞液中，冻解食品解冻后能重新被食品组织吸收；结合水则是构成蛋白质或胶体的主要成分，冻结点比自由水低，解冻时不能完全被食品组织吸收。

食品中的水也是微生物繁殖的必要条件，降低食品中的含水量或使之冻结成冰，就可以限制微生物的繁殖，延长食品的保存时间。

(二) 脂肪

脂肪在动物性食品和植物的种子中含量较多，如肥猪肉含29.2%，鸡蛋含11.6%，牛奶含3.5%，花生含39.2%，而在一般蔬菜和水果中含量较少。脂肪按其来源可分为植物性脂肪和动物性脂肪两大类。植物性脂肪如豆油、花生油、菜籽油等，常温下呈液态；动物性脂肪如猪油、牛油、羊油，常温下呈固态。

脂肪对人体具有重要作用：它为人提供热量，其发热量比同样重量的糖类和蛋白质大一倍多；脂肪又是维生素A、D、E、K及胡萝卜素的溶剂，人体在吸收脂肪的同时吸收这些营养物质，并起到调节生理机能的作用；人体还借助脂肪来保持正常体温，保护体内器官，维持人的生理功能。

(三) 蛋白质

蛋白质是一类复杂的高分子化合物，是构成细胞核和原生质的主要成分，是动植物维持其生命活动所不可缺少的物质。蛋白质主要由碳、氢、氧、氮、硫和磷等化学元素组成，少数蛋白质还含有铁、铜、锌等金属元素。一般情况下，蛋白质含氮量为16%左右。自然界中的蛋白质有液态的，如乳汁、血液等；有半液态的，如蛋白、肌肉等，以及不同致密程度的固态的，如毛发、角质物（如指甲）等。

蛋白质在酸、碱、酶的作用下会发生水解作用。水解时只分解成氨基酸的称为单纯蛋白

质，水解时除生成氨基酸外还有其它物质的称为结合蛋白质。食品中存在的单纯蛋白质主要有清蛋白类、球蛋白类、醇溶蛋白类、谷蛋白类和硬蛋白类；食品中的结合蛋白质有核蛋白类、色蛋白类、磷蛋白类、糖蛋白类和脂蛋白类等。

从营养角度来分析，蛋白质又可分为完全蛋白质和不完全蛋白质。前者含有缬氨酸、亮氨酸、赖氨酸等八种氨基酸，而后者则缺少其中一种或几种氨基酸。动物性食品如肉、鱼、禽、蛋、乳等所含的是完全蛋白质；植物性食品所含的蛋白质大多属不完全蛋白质，用植物性食品做唯一的蛋白质来源会引起营养缺乏。

蛋白质对人体来说是至关重要的，既是机体的组成材料，又是补充、修复和维持机体的物质。蛋白质的作用不能由其他物质替代，人们必须每天从食品中摄取，成年人一般每天的需要量为80~100克。

(四) 糖类

糖类是食品中广泛存在的有机物质，由碳、氢、氧三种元素组成，绝大多数糖类物质含氢量和含氧量的比例与水一样，因此又称为碳水化合物。植物性食品中含有大量糖类，大多数是淀粉和纤维素，约占80%；动物性食品中糖类的含量不多，包括极少数葡萄糖在内仅占2%左右。

糖类是动物能量的主要来源，也是人体热量最主要最经济的来源。除了粗纤维不能被人体消化和吸收外，大部分糖类都能被人体所吸收。糖类是一切生物体的重要成分之一，在人的生命活动中其重要性也仅次于蛋白质。

糖类又分为单糖、贰糖和多糖三种。单糖不能水解，如葡萄糖、果糖和半乳糖都是单糖。单糖存在于鲜果和一些鲜菜中，果蔬在呼吸酶的作用下能进行呼吸作用，吸进氧气，放出二氧化碳和热量，结果不仅消耗了糖类，而且产生的热量还会引起果蔬的其他生理化学变化，并为微生物繁殖创造良好条件。因此必须采用冷藏法来抑制果蔬的呼吸作用，以便延长其贮藏期限。贰糖有蔗糖、麦芽糖和乳糖等，贰糖不能被人体吸收，微生物也不会直接使贰糖发酵。贰糖水解生成单糖，一个分子的贰糖水解后可生成两个分子的单糖，单糖会被人体吸收。多糖有淀粉、纤维素和糖元等。多糖类物质在某种酶的作用下会发生水解作用，生成单糖。淀粉在米、面等谷类食品中含量较多，人体吸收的糖分主要是淀粉在酶作用下水解产生的单糖。纤维素不易被人体吸收，但有利于肠壁蠕动，可帮助消化。

(五) 维生素

维生素是维持人体正常生命活动所必须的一种有机物质，对调节人体的新陈代谢起着极为重要的作用，虽然人体对它的需要量很少，但缺乏维生素就会引发各种疾病。许多维生素在人体内充当辅助酶，是机体代谢的生物催化剂，若是过多地饮用某种维生素，反而对人体有害无益。因此，了解维生素的种类、性质、生理功能及存在于哪些食物中，是很重要的。

根据溶解度，维生素可分为脂溶性维生素和水溶性维生素两大类。维生素A、D、E、K等不溶于水而溶于脂肪和脂肪溶剂，属于前者；维生素B、C可溶于水，属于后者。上述各小类维生素中又可包括多种维生素，如B小类中有B₁、B₂、B₆、B₁₂等。

(六) 矿物质

食品中所含的矿物质是无机盐类，是人体所有细胞和组织必需的，赖以调节机体新陈代谢，维持正常的生理功能。矿物质和蛋白质组成一个体系，维持体内的酸碱平衡，并保持各种组织的透析压力。因此，人们必须从食品中吸取一定的矿物质。

动物性食品各种矿物质含量相差很大，如骨骼中矿物质为83%左右，主要成分是磷酸钙、

磷酸镁、碳酸钙和碳酸镁；血液中含有较多的氯化钠和含铁化合物；肝脏中含有碱金属和碱土金属的磷酸盐和氯化物，也含有铁质；肉类中主要含磷酸盐，其次是镁和钠。植物性食品的矿物质主要成分有钾、钠、钙、镁、铁的磷酸盐、硫酸盐、硅酸盐和氯化物。植物的种子、块茎、根等含有较多的钾、磷、镁，枝干部分含钙较多，叶子则含镁较多。人体需要多种矿物质，所以不能偏食。

（七）酶

酶是活细胞产生的一种具有特殊催化作用的蛋白质，被称为生物催化剂，当它脱离活细胞后仍然具有活性。各种食品中都含有少量的酶，它参与并加快食品中物质代谢的各种生物化学变化，本身则不发生变化。酶的催化作用是造成食品腐败变质的重要因素，必须予以控制。酶的分子量与蛋白质的分子量相近，并具有胶体性质。冷冻、振荡、加热等都能引起蛋白质的变性，也能引起酶的变性，使之丧失活性。

按照酶的催化反应的性质，酶可分为：

1. 水解酶类：能促进水解某种化合物使其生成小分子化合物的酶，如淀粉水解酶、蛋白水解酶、脂肪水解酶等；
2. 氧化还原酶类：能促进电子或氢离子转移的酶，如乳酸脱氢酶、细胞色素酶等；
3. 分裂酶类：能促进一种化合物分为两种或两种以上化合物的酶；
4. 移换酶类：能把某种基团由一种化合物转移到另一种化合物的酶，如氨基酸移换酶、磷酸移换酶、甲基移换酶等；
5. 同分异构酶类：能促进同分异构体的互变或将某一基团移换而生成同分异构体的酶，如磷酸甘油酸移位酶等。

酶对温度非常敏感，在某一温度下，酶的活性最大，这被称为酶的最适宜温度。大多数酶的最适宜温度在40~50℃之间。在0℃时酶的催化作用会变得非常缓慢。

二、食品腐败变质的原因

新鲜食品在通常的环境条件下贮存，由于附在食品表面上的微生物和食品内酶的作用，会使食品的色、香、味、外观和内在营养发生从量到质的一系列变化，到一定时间后食品会腐败变质，以致完全不能食用。

引起食品腐败变质的主要原因有以下三种。

（一）微生物作用

微生物几乎存在于自然界的一切领域，一般肉眼是看不到的，要用显微镜才能看见。食品在常温下放置，很快就会受到微生物污染和侵袭，引起食品腐败变质的微生物有细菌、酵母菌和霉菌等，它们在生长和繁殖过程中会产生各种酶类物质，破坏细胞壁而进入细胞内部，使食品中的营养物质分解，食品质量降低，进而使食品发生变质和腐烂。

微生物对食品的破坏作用，与食品的成分和贮藏环境等因素有关。动物性食品中肉类、鱼类、禽类、蛋类和乳类食品，植物性食品中的水果和蔬菜等，由于含水量多，营养丰富，为微生物的生长和繁殖提供了良好的条件，在通常的温度条件下很快会腐败变质，这些都是易腐食品。长期以来，人们为了延长食品的贮放时间，对微生物的生长条件和抑制其生长和繁殖的办法进行了大量研究。发现水分是微生物生长的必要条件，也是组成微生物的基本成分，微生物还藉以进行新陈代谢。食品中水分多，微生物就容易生长繁殖。一般认为，当食品中含水量达50%以上时，是细菌生长繁殖的有利条件，若食品含水量在30%以下，细菌的繁殖受到抑制，含水量在12%以下时，细菌繁殖困难。因此，各种干制、腌渍的食品就容易

保存。采用冷冻的方法使食品内部的水分冻结成冰，也能有效地抑制微生物的生长和繁殖。

温度是微生物生长繁殖的另一个重要条件。各种微生物都有其生长所需的一定范围的温度条件，超过这一温度范围，微生物的生命活动就会停止或终止。对某种微生物而言，可以有维持其生命活动的最低温度和最高温度，还有其生长繁殖最适宜的温度，在最适宜温度时，微生物繁殖得最快。根据上述温度范围，微生物可分为嗜冷性、嗜温性和嗜热性。大多数腐败菌属于嗜温性微生物。表2-1列出三类微生物对温度的适应性。如果环境温度超过微生物适应的最高温度，就对它们有明显的致死作用，一般细菌在100°C时会迅速死亡。微生物对低温的忍耐力也较差，除嗜冷性微生物外，通常在0°C左右微生物的繁殖受到抑制。

微生物和其他生物一样，也要进行新陈代谢。食品中的乳糖、葡萄糖和盐类等简单物质可直接穿透细胞膜而进入微生物内部，而淀粉、蛋白质和维生素等有机物则先要分解成简单物质，然后才能进入微生物体内。各种微生物对营养物质的吸收有选择性，如腐败菌需要蛋白质，酵母菌则喜欢糖类，含蛋白质丰富的食品也就容易腐败变质，含糖类多的食品则容易醇化变酸。

表2-1 微生物对温度的适应性

微生物类别	温度范围	最低温度(°C)	最适宜温度(°C)	最高温度(°C)
嗜冷性		-5~5	20~30	35~45
嗜温性		10~15	35~40	40~50
嗜热性		20~40	55~60	65~75

(二) 酶作用

酶作用是指食品在酶类作用下使营养成分分解变质的一种现象。由于动物性食品和植物性食品本身都含有一定量的酶，在适宜的条件下，酶促使食品中的蛋白质、脂肪和糖类等物质分解，产生硫化氢、氨等难闻气体和有毒物质，使食品变质而不能食用。鱼、肉、禽、蛋、乳等动物性食品，蛋白质含量丰富，保存不当就会腐败变质。蔬菜和水果等植物性食品蛋白质含量较少，但在氧化酶的作用下促进自身的呼吸作用，消耗营养成分而变得枯黄乏味，植物的呼吸热还使食品温度升高，微生物的活动加剧，而加速食品的腐烂变质。

酶的活性也与温度有关，在一定的温度范围内，酶的活性随温度的升高而增强，在低温下酶的活性就很小。但是酶本身也是一种蛋白质，若超过其最适宜温度，酶会随着温度升高而变性，最后丧失活性。一般酶的最适宜温度为40°C左右，例如在30°C~50°C时，酶对蛋白质的分解作用最剧烈。当温度达到80°C时，所有酶都会被破坏。低温也可抑制酶的作用而使食品不致很快变质。根据酶的不同种类和食品的不同成分，低温贮藏有不同的温度要求，一般要求在-18~-20°C以下的温度条件下贮藏，对有些含有不饱和脂肪酸的食品（如某些鱼类）则要求在-25~-30°C下贮藏，才能有效地抑制酶的作用。

(三) 非酶作用

非酶作用引起食品变质包括氧化作用、呼吸作用、机械损伤等。食品因氧化作用而致变质如油脂的酸败，这是油脂与空气中的氧气接触而被氧化，生成醛、酮、醇、酸等，使油脂本身变粘，比重增加，出现难闻的气味和有毒物质。其它如维生素C、天然色素（如番茄色素等）也会发生氧化，使食品质量降低乃至变质。新鲜水果、蔬菜、蛋类等是有生命的活体，在脱离植株或母体后仍进行呼吸作用，消耗自身的营养成分，导致食品质量下降甚至变质。