

机械 制冷

冷藏集装箱与运输

◎ 王世良 编著

JIXIEZHILENG
LENGCANG
JIZHUANGXIANG
YUYUNSHU



人民交通出版社

China Communications Press

机械 制冷

冷藏集装箱与运输

◎ 王世良 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了冷藏集装箱的箱体结构和技术性能,制冷装置的原理,世界上4种主要制冷装置的结构和特性以及许多冷藏运输的相关资料。本书的特点是技术先进,资料丰富,可操作性强,是一本理论联系实际的实用型科技书,也可作为相关人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械制冷冷藏集装箱与运输/王世良. —北京:人民交通出版社, 2005.8
ISBN 7-114-05664-8

I.机... II.王... III.冷藏集装箱-集装箱运输
IV.U169.42

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第079742号

书 名: 机械制冷冷藏集装箱与运输

著 作 者: 王世良

责任编辑: 钱悦良

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.chinasybook.com> (中国水运图书网)

销售电话: (010)85285376, 85285956

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 人民交通出版社交实书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 850×1168 1/32

印 张: 13.125

插 页: 4

字 数: 325 千

版 次: 2005年9月第1版

印 次: 2005年9月第1次印刷

书 号: ISBN 7-114-05664-8

印 数: 0001—3000册

定 价: 40.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

序

机械制冷集装箱是集装箱运输中不可缺少的、十分重要的一种专用集装箱,其特点是价格昂贵,技术要求高,操作管理复杂,在国际集装箱总量中占有相当的比重。2004 年世界集装箱保有量约为 2000 万 TEU,其中机械制冷集装箱约占世界总量的 2%。

我国于 1984 年 4 月,由上海远洋运输公司向日本福祿好富(FRUEHAUF)公司购买了 30 台 40 英尺的机械制冷集装箱(三菱机组)以后,才正式开始拥有自己的机械制冷冷藏集装箱,从而开创了我国冷藏集装箱运输和制造的新纪元。

世界集装箱的制造业是在 20 世纪 50 年代开始的,起源于美国,后来逐步转移到欧洲和日本。从 80 年代起,全球集装箱的制造中心从欧洲和日本转移到韩国、东南亚和我国的台湾省。1981 年香港招商局与丹麦宝隆洋行合资在我国蛇口开始筹建“中国国际海运集装箱股份有限公司”,这是我国最早筹建的生产大型国际标准集装箱的制造厂。一直到 90 年代东南亚发生经济危机时,我国生产集装箱的厂家已发展到 46 家,另有集装箱材料配件生产厂 37 家。全国集装箱年产量最高为 176.5 万 TEU,连续 10 年居世界首位。全球集装箱的制造中心已真正由韩国、东南亚和我国的台湾省转移到了中国大陆。

随着世界经济的发展,人民生活水平的提高,冷藏货物的运输量越来越大,因此,冷藏箱的需求量迅速提高。截止到 2004 年年底,世界冷藏箱船队比上年增长 10%。这个数字比过去两年取得的增长都要高,反应了冷藏运输市场近年来的坚挺。2004 年全球机械制冷集装箱的产量为 8.77 万台(14.2 万 TEU)。这些冷藏箱主要由 6 家制造商提供。他们是:上海中集冷藏箱有限公司、青

岛马士基冷藏集装箱有限公司、青岛中集冷藏箱有限公司、上海胜狮冷冻货柜有限公司、扬州通利冷藏箱公司和丹麦马士基工业公司。这6家制造商中,在我国境内的就有5家。这5家制造厂2004年的冷藏箱总产量为7.56万台,占当年世界总产量的86.2%,其中出口国外的占九成以上。此外,丹麦马士基2004年产量为1.06万台和国外其他生产厂2004年的产量总计为1500台左右。现在,我国每年向全球各大船公司、租箱公司提供技术先进、质量保证的优质冷藏箱约7.16万台,已成为名副其实的、全球最大的冷藏集装箱生产国和出口国。但是,目前我国生产的冷藏箱所使用的制冷装置,除苏州有生产冷王(Thermo King)机组外,其他都是使用国外生产的机组。当今世界上主要的制冷装置制造商有4家,他们是美国的开利(Carrier)、冷王和日本的大金(Daikin)、三菱(Mitsubishi)。有许多迹象表明,国外制冷装置的制造基地,有向中国转移的趋势。

1981年4月,正当我国积极推广集装箱运输之际,为了进一步开展集装箱运输的需要,我曾编写了《冷冻集装箱》一书(人民交通出版社,1981年4月第一版,1985年4月第2次印刷)。该书主要是根据日本上村健二著的《冷冻コンテナ便覧》及其他国外制冷技术和冷藏运输的资料编写成的。至今已有20多年了。应该说明的是,我不是制冷专业的专家,我的专业是集装箱运输。当时编写该书只是为我国开展集装箱运输应急的需要,介绍一下冷藏集装箱有些什么特点,如何使用而已,只能起一个启蒙的作用。20多年来,除了《冷冻集装箱》一书外,至今还没有一本系统地介绍冷藏集装箱的著作。这与我国当前是世界上冷藏集装箱的主要制造国和出口国是极不相称的。现在王世良同志的著作《机械制冷冷藏集装箱与运输》,就是弥补了这一缺陷,是适时的、十分必要的。

王世良同志是一位工人出身的专家,1966年开始在上海船厂当学徒。1978年恢复高考后,进入上海交通大学制冷专业学习。1982年毕业于上海交通大学。1983年到上海远洋运输公司航运

处搞集装箱管理,主管冷藏集装箱技术。1984年我国引进第一批冷藏箱时,他参与了技术谈判,是引进先进技术的决策者之一。为了进一步掌握冷藏集装箱的制造、操作和维修技术,他曾多次去韩国、日本、德国等集装箱和制冷装置的制造厂进行学习和接受培训。在上海远洋运输公司工作期间,他10余次受命去日本和韩国监造冷藏集装箱,为我国冷藏集装箱的建设作出了巨大的贡献。同时,又为自己掌握世界上最先进的冷藏集装箱的技术管理和操作维修打下了坚实的基础。由于他的谦虚、好学、勤奋和努力,和我国正好处于大力发展冷藏运输的良机,他很快地成长为我国既有理论,又有实践操作经验的、一流的冷藏集装箱专家。

1994年他进入中国国际海运集装箱(集团)股份有限公司(简称中集集团)以后,就参与了上海中集冷藏箱有限公司的筹建工作,1996年公司建成后,任质量控制部经理。1999年又受命去青岛参加青岛冷藏箱有限公司的筹建工作。直到建成后回上海中集。现任上海中集冷藏箱有限公司技术中心经理,总经理助理,主管冷藏集装箱的技术开发工作。

王世良同志是我国集装箱标准化技术委员会委员、上海制冷协会会员,他在国内外杂志上发表论文多篇,其中主要有:“八十年代冷藏集装箱制冷系统的发展”(上海制冷学会1999年年会论文集);“冷藏集装箱故障统计分析及其管理对策”(《航海技术》1994年第二期);“Statistical analysis of reliability of container refrigeration units”(“International Refrigeration”1995年)。他还获得了有关冷藏集装箱的五项专利。2004年在他主持下开发的“新一代环保节能型冷藏集装箱”的科研项目,对改善大气臭氧层的破坏有重大意义,从而获得2004年度上海市宝山区科学进步一等奖,该成果在国外“World Cargo”杂志2003年第9期上已作了详细报道,引起了国际冷藏运输界的重视。

本书比较全面地介绍了冷藏集装箱的箱体结构和技术性能,制冷装置的原理,世界上4种主要制冷装置的结构和特性以及许多冷藏运输的相关资料。本书的特点是技术先进,资料丰富,可操

作性强,是一本理论联系实际的实用型科技书,也可作为相关人员培训用教材。特别是第三篇中的第四、五、六、七章(包括冷藏集装箱的操作、检修、故障诊断和养护维修),是作者用几十年积累的冷藏集装箱工作经验和心得体会写成的,是本书的核心内容。我相信本书的出版,对我国冷藏集装箱的使用和发展将起到指导性作用。

《集装箱化》杂志社社长兼主编

刘鼎铭

2005年5月

前 言

随着中国成为“世界工厂”的崛起,作为现代化的国际间运输工具的集装箱在中国如火如荼地发展起来了,上海、深圳等港口正成为世界名列前茅的集装箱大港。与此同时,集装箱制造业在中国取得了极为成功的地位,今天约有 70% 以上的集装箱都是在中国制造,令人振奋。

同样,随着人民生活需求的提高,国际间交流日益频繁,主要用于食品运输的特种集装箱——冷藏集装箱运输正获得越来越多的应用。今天,冷藏集装箱运输已经全面取代了过去冷藏舱运输的地位。而且,这一趋势还在加强。目前正在建造的大型集装箱船上往往拥有几百个冷藏箱箱位,就证明了这一点。

如同普通集装箱制造业一样,冷藏集装箱的制造业也已经转移到中国。就箱体制造业来说,如果说 20 世纪 80 年代是日本、德国的领地,90 年代是韩国人的市场,那么进入 21 世纪,则是中国人的天下。最近几年,在中国境内生产的冷藏集装箱占全世界产量的 90% 左右。其中中国的民族企业——中集集团作出了不可磨灭的贡献。最近几年,中集集团每年都为世界生产了将近一半的冷藏箱。

冷藏集装箱的运输是在 1984 年由上海远洋运输公司首先开河的。那年 8 月,公司所属“唐河”轮携带 10 多个冷藏箱开往欧洲,开始了中国第一次冷藏箱运输,从此冷藏箱运输就正式开展起来了。

1995 年,扬州通利冷藏箱公司引进新加坡技术,造出了中国第一批正规的冷藏箱。接着上海胜狮冷冻货柜公司也生产出自己的冷藏箱。到 1996 年 6 月,中集集团旗下的上海中集冷藏箱公

司,生产了具有历史意义的第一个冷藏箱,从而打破了世界冷藏箱制造业的格局。迫于中集冷藏箱公司的竞争压力,国外的同业纷纷歇业,从而为实现冷藏箱制造业到中国的大转移,迈出了决定性的一步。

笔者于1982年从上海交通大学制冷专业毕业后到上海远洋运输公司工作。参与了中国第一批冷藏箱的技术引进、监造和管理,并负责培训了大批船舶管理、码头管理和堆场维修技术人员,因此对制冷装置的维修和管理有较多的感性知识。

1995年,笔者又参与了上海中集冷藏箱有限公司的技术引进和筹建工作,建厂后负责技术开发,对冷藏箱箱体制造有较多的了解。

在从业冷藏集装箱行业20多年中,深感到冷藏集装箱行业是一个非常特殊的专业。冷藏箱的箱体、制冷装置都是冷藏箱不可分隔、相互依存的两个部分。但事实上,从事箱体制造的人不管制冷装置制造,从事制冷装置的人也不了解箱体,而从事制造和管理的人更是风马牛不相及了。特别是各制冷装置供应商,相互之间是互不往来的。

实际上,冷藏集装箱运输和制造、修理,甚至于包括食品的预处理是一个系统工程,哪一个环节出了问题都会造成损失,因此必须要对其有一个全面的了解,真正做到融会贯通,这是对从事这一事业人员的要求。

鉴于国内介绍冷藏集装箱的书籍不多,即使有也是部分地隐藏在某些书中,使从业者很难系统地找到有关资料,而全面反映冷藏集装箱运输、制造、修理全过程的资料更是少之又少。

笔者有幸经历了冷藏集装箱的引进、技术管理(包括制冷装置的管理)和冷藏箱箱体的制造等过程,积累了一定的经验。为了中国的冷藏集装箱运输的发展,愿把这些经验贡献出来,以供参考。希望对读者有所帮助。

本书得以出版,首先要感谢上海海事大学“集装箱化”杂志社社长刘鼎铭教授,在整个编写和出版过程中,刘教授作了彻底无私

的奉献,由于他的鼓励,我才起了动笔的念头。此外,全国集装箱标准化技术委员会顾问关慎谦研究员也对本书作了指导。本书在编写过程中还得到了尹龙先生、王翔先生的帮助,及人民交通出版社水运编辑室刘继辉主任的支持,在此一并表示感谢!

书中如有不妥和疏漏,敬请读者不吝指正!

王世良

2005年5月1日

目 录

第一篇 概 要

第一章 冷藏运输概要	1
第一节 冷藏运输的意义和作用	1
第二节 冷藏货易腐变质的原因	3
第三节 冷藏货的防腐法及其基本原理	3
第四节 冷藏运输与冷藏集装箱	6
第二章 冷藏集装箱的特征	7
第一节 一般特征	7
第二节 技术要求	8

第二篇 箱 体 篇

第一章 冷藏集装箱的尺寸、容积、质量	11
第一节 主要尺寸、容积、质量的名词定义	11
第二节 尺寸、容积、质量表示方法的标准	13
第二章 冷藏集装箱的主要技术参数	13
第一节 外部尺寸、允许公差和额定质量	13
第二节 代码、内外设计温度和最大漏热率	15
第三节 内部最小尺寸、门框开口和漏气率	17
第三章 冷藏集装箱的结构	18
第一节 底架	19
第二节 侧板	21

第三节	顶板	22
第四节	前框	23
第五节	后框	23
第六节	门	25
第七节	角部封板	26
第四章	冷藏集装箱的试验	26
第一节	强度试验	27
第二节	漏气试验	38
第三节	漏热试验	40
第四节	热性能试验	45
第五节	ATP 试验	46
第六节	气调箱气密试验	48
第五章	冷藏集装箱的材料	49
第一节	冷轧不锈钢板	49
第二节	热轧钢板	52
第三节	铝合金板	53
第四节	铝合金型材	54
第五节	门封胶条	57
第六节	软质聚氯乙烯	58
第七节	硬质聚氯乙烯挤压型材	59
第八节	聚乙烯挤压型材和低压聚乙烯胶带	60
第九节	密封胶	61
第十节	铆钉	63
第十一节	角件	69
第十二节	紧固件	69
第十三节	焊丝	70
第十四节	箱门锁具	70
第十五节	粘结剂	72
第十六节	修补胶	75
第十七节	油漆	76

第六章 冷藏集装箱箱体修理	78
第一节 紧急修理	79
第二节 分层修理	80
第三节 贴补修理	81
第四节 嵌入贴补	86
第五节 焊接工艺与程序	88
第六节 铆接分段修理	89
第七节 焊接分段修理	91
第八节 T形地板修理	92
第九节 副地板修理	94
第十节 发泡工艺	94
第十一节 修理工具和材料	97

第三篇 冷 机 篇

第一章 制冷基础知识	99
第一节 术语	99
第二节 制冷装置的基本原理	109
第二章 冷藏箱用制冷装置的基本原理和结构	111
第一节 制冷系统原理	111
第二节 电气控制原理	112
第三节 结构	117
第四节 主要部件	119
第三章 制冷系统和电气控制的范例	129
第一节 开利制冷装置	129
第二节 三菱制冷装置	141
第三节 冷王制冷装置	149
第四节 大金制冷装置	154
第四章 操作	161
第一节 启动	161

第二节 停止	161
第五章 检修	162
第一节 陆上检修	162
第二节 船上检修	172
第三节 一般性修理	175
第四节 定期维修	175
第六章 故障诊断	178
第一节 根据机型和运转模式诊断故障	178
第二节 自动诊断功能	180
第三节 按逻辑顺序诊断故障	180
第四节 根据温度记录图诊断故障	180
第五节 根据故障现象诊断故障	184
第七章 维护和修理	192
第一节 维修工具	193
第二节 维护和修理作业	194
第三节 结构、附件的维护和修理	221

第四篇 运 输 篇

第一章 运输冷藏集装箱的船舶	232
第一节 运输冷藏集装箱用的船舶设备	232
第二节 冷藏集装箱在船上的装载位置	236
第三节 普通货船运输冷藏集装箱	236
第二章 冷藏集装箱的装货	238
第一节 装货前的检查	238
第二节 装货时的注意事项	239
第三节 装载方法	240
第四节 货物装载对箱内通风和温度的影响	244
第三章 冷藏集装箱的运输	246
第一节 一般注意事项	246

第二节	降温保温性能和箱内温度分布	246
第三节	货物运输温度和通风换气	251
第四节	冷藏集装箱的通风换气	252

第五篇 货 物 篇

第一章	冷藏货物	255
第一节	货物的预冷	255
第二节	果蔬的呼吸热	257
第三节	冷藏货物的失水	258
第四节	不制冷时箱内货物温度的变化	260
第五节	乙烯对果蔬的影响	261
第二章	冷藏货物的运输参数	262
第一节	水果	263
第二节	蔬菜、花卉	265
第三节	冷却食品	268
第四节	冷冻食品	270
第五节	其他类产品	272
第三章	冷藏集装箱的气调控制	273
第一节	气调控制原理	273
第二节	气控冷藏集装箱	276
第三节	开利公司的“Ever Frash”气控系统	277
第四节	冷王公司的“AFAM ₊ ”气控系统	278

第六篇 其 他 篇

第一章	冷藏集装箱的几种特殊材料和部件	280
第一节	聚氨酯泡沫材料	280
第二节	发泡剂	285
第三节	制冷剂	287

第四节 疏水装置	293
第五节 插头和插座	296
第二章 冷藏集装箱的 ATO-DLO 认证和试验	300
第一节 ATO 认证要求	301
第二节 ATO 试验	302
第三章 冷藏集装箱 USDA 认证	304
第一节 总体要求	305
第二节 申请书内容	305
第四章 冷藏集装箱制造业现状	307
第一节 箱体制造业的转移	307
第二节 箱体制造技术的现状	307
第三节 制冷装置制造业的变化	309
第四节 制冷装置技术的进步	310
第五章 冷藏集装箱的发展趋势	312
第一节 环保和节能	312
第二节 智能、安全和信息化	316
第三节 低温化和气调化	318
附录一 非 ISO 冷藏集装箱	320
附录二 各国的电制	364
附录三 水果、蔬菜储藏时散发的呼吸热	367
附录四 货物运输数据参考	369
附录五 常用单位换算	382
参考文献	387

CONTENT

PART 1 General

Chapter 1	An introduction on refrigerated cargo transportation systems	1
1-1	Significance and application	1
1-2	An analysis on deterioration of refrigerated cargo	3
1-3	Methods and principals of anti-deterioration	3
1-4	Refrigerated cargo transport and refrigerated container	6
Chapter 2	Special features of refrigerated container	7
2-1	General characteristics	7
2-2	Technical Requirements	8

PART 2 Insulated Box

Chapter 1	Dimensions, internal volume and mass of refrigerated containers	11
1-1	Terminology and definition of major dimensions, internal volume and mass	11
1-2	Indication method of dimensions, internal volume and mass	13
Chapter 2	Major technical parameters of refrigerated containers	13
2-1	External dimensions, tolerance and rated mass	13
2-2	Coding, designed internal and external temperature and maximum heat leakage	15