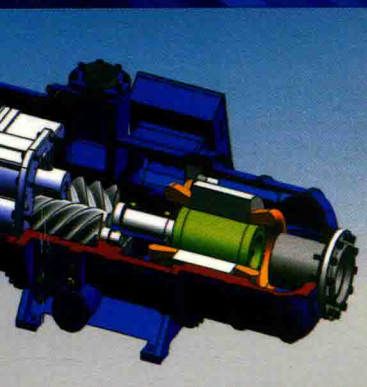


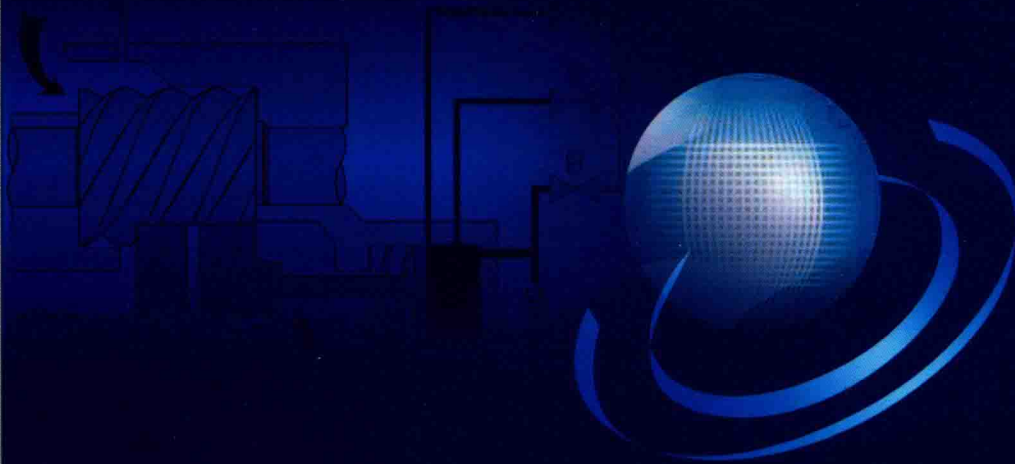
普通高等教育“十三五”规划教材



制冷压缩机

第3版

吴业正 李红旗 张华 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

张外借

普通高等教育“十三五”规划教材

制冷压缩机

第3版

	吴业正	李红旗	张 华	主编
吴业正	李红旗	张 华	闻苏平	编著
晏 刚	缪道平	孙嗣莹	邬志敏	
			何国庚	主审



机械工业出版社

本书全面阐述了往复式制冷压缩机、回转式制冷压缩机和离心式制冷压缩机的工作原理、热力过程分析与计算、动力过程分析与受力计算、总体结构等。对各种制冷压缩机的振动与噪声进行了分析并提供了降低振动与噪声的措施。在部分章节对制冷压缩机的内置电动机、安全保护、润滑系统与润滑油等做了介绍。书中有专门的章节介绍“容积式制冷压缩机的容量调节”，阐述制冷压缩机在部分负荷运行时，各种制冷量的调节方法。对采用环境友好工质的制冷压缩机技术也做了介绍。每章均提供了思考题与习题，便于读者掌握重点，加深认识和理解。

本书可供高等院校制冷专业的本科生使用，也可供从事制冷技术工作的科研和工程技术人员自学和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

制冷压缩机/吴业正, 李红旗, 张华主编. —3 版. —北京: 机械工业出版社, 2017. 8

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-57365-4

I. ①制… II. ①吴… ②李… ③张… III. ①制冷压缩机-高等学校-教材 IV. ①TB652

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 165323 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 蔡开颖 责任编辑: 蔡开颖 程足芬 商红云

责任校对: 张薇 封面设计: 张静

责任印制: 常天培

涿州市京南印刷厂印刷

2018 年 1 月第 3 版第 1 次印刷

184mm×260mm·17.25 印张·424 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-57365-4

定价: 45.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88379833

读者购书热线: 010-88379649

封面无防伪标均为盗版

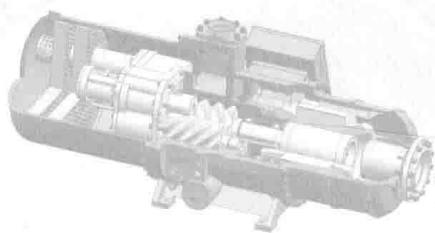
网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

金书网: www.golden-book.com



第 3 版 前 言

制冷压缩机是蒸气压缩式制冷空调系统的关键部件，对于制冷空调行业产品的节能、HCFCs 制冷剂的替代以及制冷产品 in 应用领域的拓展有着至关重要的作用。众所周知，我国已成为世界上的制冷空调产品制造大国，随着行业的发展，对制冷压缩机也提出了越来越高的要求，制冷压缩机的设计、制造和应用技术有了日新月异的发展，新的机型、新的产品不断涌现。

为了适应制冷压缩机行业的发展及其对专门人才的迫切需求，本书 2001 年 3 月首次出版。长期以来，本书已在众多高等院校制冷空调专业的教学活动中得到了广泛选用，并成为业界相关技术人员的参考书籍。

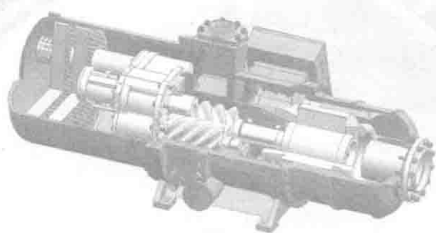
本书在 2010 年进行了修订，根据制冷压缩机行业的发展与技术状况，总结了多年的使用情况，于 2011 年出版了第 2 版。

本次修订维持第 2 版的框架结构，主要做了如下改进：在各章增加了思考题与习题，便于读者掌握重点、加深认识和理解；根据新的形势需要和技术进步，增加了部分内容，如磁悬浮离心式制冷压缩机、天然制冷剂压缩机等；增加或更新了部分插图；对部分压缩机增加了结构和运动原理的视频（扫描二维码观看），以便读者更好地理解。

本书由西安交通大学吴业正教授、北京工业大学李红旗教授、上海理工大学张华教授主持修订。参加各章编写的有：吴业正、上海理工大缪道平（第 1 章），吴业正（第 2 章），西安交通大学晏刚、北京工业大学孙嗣莹（第 3 章），李红旗、孙嗣莹（第 4 章），上海理工大学张华、邬志敏（第 5 章），李红旗（第 6 章），西安交通大学闻苏平（第 7 章）。华中科技大学何国庚教授作为主审对本书的修订和出版做出了重要的贡献。此外，西安交通大学曹峰教授对本书的修订提供了宝贵的建议，珠海琳达压缩机有限公司、上海汉钟精机股份有限公司和艾默生环境优化技术（苏州）有限公司为本书提供了配套视频，特致谢意！

由于编著人员水平所限，书中不足之处敬请读者指正。

作 者



第 2 版 前 言

本书第 1 版为普通高等教育“九五”国家级重点教材，于 2001 年出版，已历经十个春秋。十年来，制冷压缩机技术飞速发展，目标是设计和制造出更加节能环保的制冷压缩机。现在，降低制冷压缩机能耗的变转速技术已广泛用于各种类型的制冷压缩机；借助于变容量技术开发的数码涡旋制冷压缩机在我国已实用化；为保护大气臭氧层、降低制冷剂的温室效应而开发的二氧化碳制冷压缩机，已用在制冷空调领域。

为了适应修订后的教学大纲，并反映制冷压缩机的现状，根据多年的教学实践和学生的反映，作者重新编排了全书并对其内容进行了更新，在确保坚实的基础理论和知识的同时，加入当代科技发展的一些内容。制冷压缩机（第 2 版）将原有的全书八章调整为七章。删去了第 1 版的第 2 章和第 7 章，增加了“容积式压缩机的容量调节”这一章，使学生在学习时更加系统和深入，能将所学知识应用于实践。

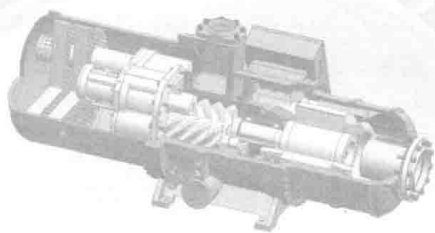
根据国标 GB 3102.4—1993，书中将表示热流量的制冷量符号改写成 Φ 而不是第 1 版的 Q ，请读者注意。

本书由西安交通大学吴业正、北京工业大学李红旗和上海理工大学张华主持修订。参加书稿撰写的老师有：缪道平（上海理工大学，第 1 章）、吴业正（第 1、2 章）、孙嗣莹（北京工业大学，第 3、4 章）、晏刚（西安交通大学，第 3 章）、李红旗（第 4、6 章）、张华（第 5 章）、邬志敏（上海理工大学，第 5 章）、闻苏平（西安交通大学，第 7 章）。

华中科技大学郑贤德教授和何国庚教授担任本书主审，他们对本书内容的取舍提出了宝贵的意见；在撰写过程中得到西安交通大学吴青平老师、北京工业大学研究生王迪、西安交通大学研究生陈世军和王欢乐的支持和帮助，作者在此向他们表示感谢。

书中不足之处，敬请读者指正。

作 者
于西安



第 1 版 前 言

在众多类别的制冷机中，蒸气压缩式制冷机占有主要的地位。制冷压缩机是蒸气压缩式制冷机的核心，承担压缩和输送制冷剂的重任。因为制冷压缩机需要在宽广的制冷量和蒸发温度范围内工作，单靠一种机型已不能满足要求，因而出现了多种类型的制冷压缩机，并随着科学技术的进步，新的机型还在不断产生。

为了适应制冷压缩机产业的发展，相应的专业人才培养备受重视。这些专业人材既要各类制冷压缩机有全面的了解，又要具有良好的适应制冷压缩机技术发展的能力。过去在高等院校中开设的有关课程和使用的教材，曾对人材的培养起到积极的作用，但因受专业分工过细的影响，内容偏窄，因而急需一些新教材，以适应当今的教学改革和科技发展之需。本书就是在这一背景下撰写的，并被确定为“九五”国家级重点教材。

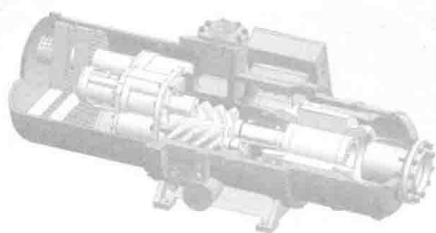
书中涉及往复式、回转式和离心式三大类制冷压缩机，详细地介绍了它们的工作原理、总体结构、主要零部件、辅助设施等。取材时，除了基本的理论和知识外，还包括了一些新概念、新技术和新机型。因氯氟烃类制冷剂被淘汰而导致的制冷压缩机技术的发展，也在书中做了必要的介绍。在撰写全书时，注意理论与实践之结合，并配以适当的图、表，使读者更易掌握和使用。

本书由上海理工大学缪道平教授和西安交通大学吴业正教授任主编。参加各章的编写者和全书主审为：第一、二章缪道平，第三章吴业正，第四、五、七章孙嗣莹教授（北京工业大学），第六章邬志敏教授（上海理工大学），第八章常鸿寿教授（西安交通大学）。华中理工大学郑贤德教授任本书的主审，他在主审时提出了许多宝贵的修改意见。

此外，西安交通大学林梅教授对本书的编写做出了积极的贡献，特予致谢。

由于本书的写作是一种新的尝试（国内、外尚无同类著作），加上编著人员水平有限，书中不足之处，恳望读者指正。

作 者

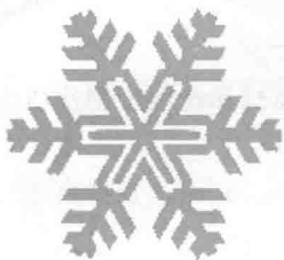


目录

第3版前言	
第2版前言	
第1版前言	
第1章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 制冷压缩机的分类	1
1.3 制冷压缩机的名义工况	7
1.4 制冷压缩机发展概况	9
思考题与习题	12
参考文献	12
第2章 往复式制冷压缩机	14
2.1 基本结构和工作原理	14
2.2 热力性能	15
2.3 驱动机构和机体部件	33
2.4 气阀	47
2.5 封闭式制冷压缩机的内置电动机	54
2.6 总体结构	58
2.7 润滑系统和润滑油	67
2.8 往复式制冷压缩机的振动和噪声	72
2.9 安全保护	80
思考题与习题	83
参考文献	83
第3章 滚动转子式制冷压缩机	85
3.1 工作原理、结构特点及发展状况	85
3.2 主要热力性能	94
3.3 动力学分析及主要结构参数	101
3.4 振动与噪声	105
3.5 摆动转子式压缩机	109
思考题与习题	113
参考文献	113
第4章 涡旋式制冷压缩机	114
4.1 工作原理、工作过程及特点	114
4.2 涡旋式压缩机的啮合原理与型线	117
4.3 结构	119
4.4 密封与防自转机构	125
4.5 热力过程	130
4.6 动力过程	139
4.7 安全保护	144
思考题与习题	145
参考文献	145
第5章 螺杆式制冷压缩机	146
5.1 基本结构和工作原理	146
5.2 螺杆转子齿形及结构参数	150
5.3 热力性能	163
5.4 吸排气孔口和内容积比调节	170
5.5 转子受力分析	174
5.6 开启式和封闭式螺杆式压缩机结构	180
5.7 螺杆式压缩机装置系统	187
5.8 单螺杆式压缩机	194
5.9 螺杆式压缩机的噪声和振动	203
思考题与习题	205
参考文献	206
第6章 容积式制冷压缩机的容量调节	207
6.1 概述	207
6.2 吸气节流调节	209
6.3 变转速调节	209
6.4 改变工作容积调节	215
6.5 其他调节方式	223
思考题与习题	227
参考文献	227



第 7 章 离心式制冷压缩机	229	的应用	254
7.1 概述	229	7.6 离心式制冷压缩机特性曲线与运行 调节	259
7.2 离心式制冷压缩机的基本理论	232	7.7 磁悬浮离心式制冷压缩机	264
7.3 叶轮	241	思考题与习题	266
7.4 固定元件	248	参考文献	266
7.5 相似理论及其在离心式制冷压缩机中			



第 1 章

绪 论

1.1 概述

制冷压缩机是蒸气压缩式制冷系统的关键部件之一。典型的蒸气压缩式制冷系统如图 1-1 所示。系统由制冷压缩机 1、冷凝器 2、节流装置 3 和蒸发器 4 组成。制冷压缩机吸入来自蒸发器的低压制冷剂蒸气，在气缸内将其压缩成高压气体，再排入冷凝器，冷凝成高压液体。

图 1-2 所示为蒸气压缩式制冷机循环的 $p-h$ 图（压力-比焓图）。图中 p_0 为蒸发压力， p_k 为冷凝压力。4—1 为蒸发过程，1—2 为压缩过程，2—3 为冷凝过程，3—4 为等焓节流过程。从 $p-h$ 图可知，制冷压缩机吸入压力为 p_0 的制冷剂，并在压缩过程中提高其压力，至压力 p_k 后排出，从而保证制冷循环。为此，要求压缩机既有高的可靠性，又有良好的经济性。

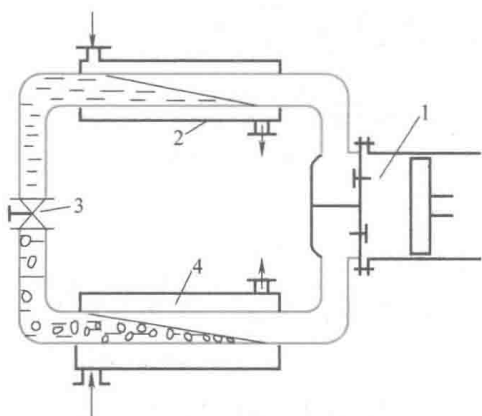


图 1-1 蒸气压缩式制冷系统

1—制冷压缩机 2—冷凝器 3—节流装置 4—蒸发器

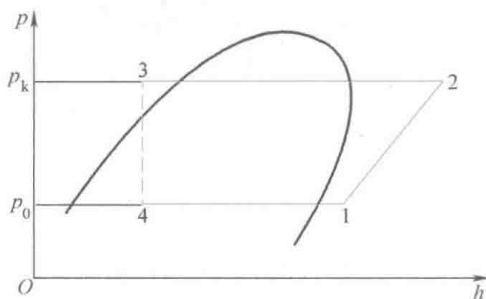


图 1-2 蒸气压缩式制冷机循环的 $p-h$ 图

1.2 制冷压缩机的分类

制冷压缩机的分类方法很多，主要有以下几种：



1.2.1 按提高气体压力的原理分类

按提高气体压力的原理不同，制冷压缩机分为容积型制冷压缩机和速度型制冷压缩机。

1. 容积型制冷压缩机

在容积可变的封闭容积中直接压缩制冷剂蒸气，使其体积缩小，从而达到提高压力的目的。这种压缩机称为容积型制冷压缩机。

容积型制冷压缩机主要有往复式（又称为活塞式）、螺杆式、涡旋式、滚动转子式、滑片式和旋叶式等形式。

(1) 往复式制冷压缩机 图 1-3 所示是一台用于冰箱的制冷压缩机，由气缸 1、活塞 2、气缸盖 7 和气阀 6 等组成封闭容积。图中的容积即为封闭容积。曲轴在电动机驱动下旋转，活塞在内止点和外止点之间做往复运动，完成吸气、压缩、排气和余隙内气体膨胀等过程。

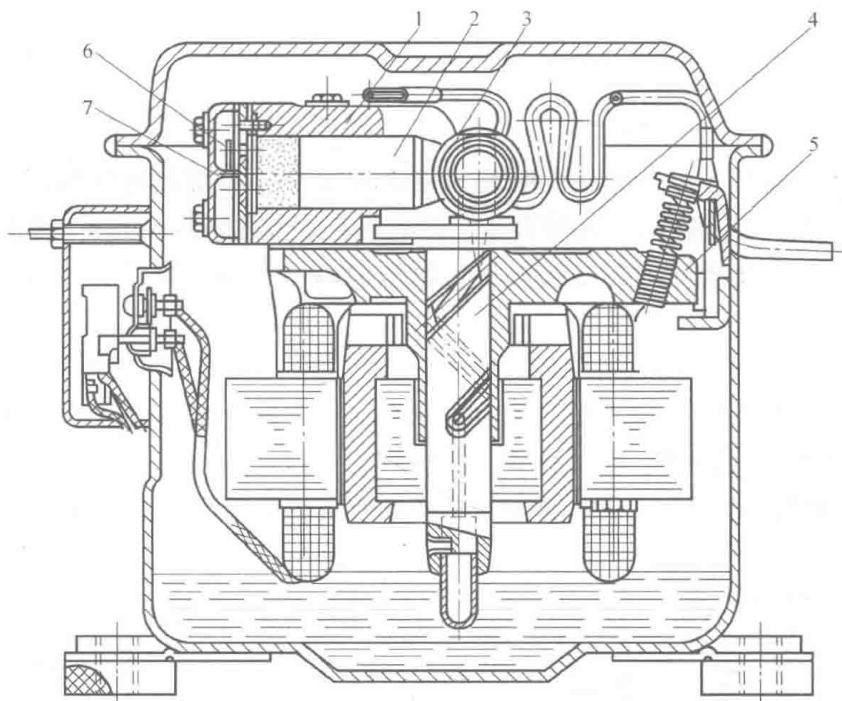


图 1-3 一台用于冰箱的制冷压缩机

1—气缸 2—活塞 3—滑管 4—曲轴 5—轴承座 6—气阀 7—气缸盖

(2) 螺杆式制冷压缩机 它是用一个或两个带螺旋槽的转子在气缸内旋转使制冷剂压缩的压缩机。带双转子的螺杆式制冷压缩机如图 1-4 所示。图 1-5 所示为双转子螺杆式制冷压缩机的封闭容积。为了清楚地显示此容积，图 1-5 中未画出气缸。从吸气孔口吸入的制冷剂蒸气在阳转子、阴转子和气缸构成的封闭容积中压缩，压力升高，最后排出排气孔口。

(3) 涡旋式制冷压缩机 它是由一个固定的静盘 2（渐开线涡旋盘）和一个呈偏心回旋平动的动盘 1（渐开线运动涡旋盘）组成可压缩封闭容积的压缩机，如图 1-6 所示。图 1-7 所示为涡旋式制冷压缩机的封闭容积。气体被制冷压缩机吸入后，在动盘、静盘构成的封闭容积中压缩，压力升高，最后从排气口 7（图 1-6）排出。

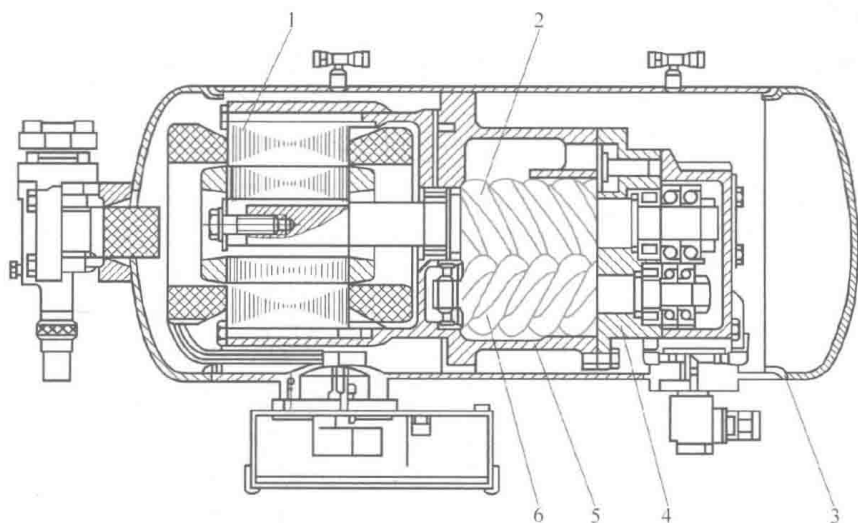


图 1-4 双转子螺杆式制冷压缩机

1—电动机 2—阳转子 3—机壳 4—排气端盖 5—机体 6—阴转子

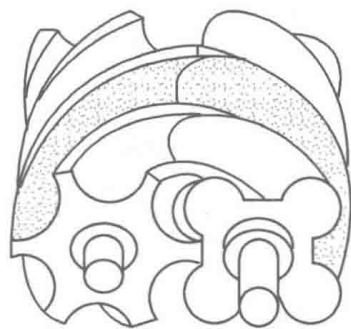


图 1-5 双转子螺杆式制冷压缩机的封闭容积

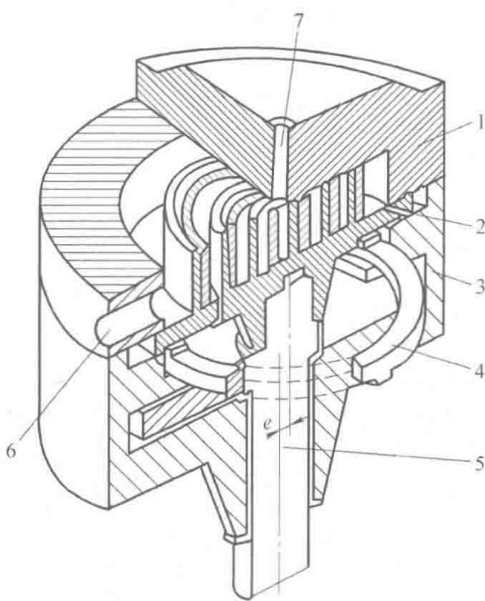


图 1-6 涡旋式制冷压缩机的部分剖视图

1—动盘 2—静盘 3—机体 4—防自转环
5—偏心轴 6—进气口 7—排气口

(4) 滚动转子式制冷压缩机 它是由固定的圆形气缸 1、转子 2、排气阀 4、始终紧贴在转子外表面的滑片 5 以及两侧端盖组成封闭容积的压缩机，如图 1-8 所示，图上也标出了封闭容积。因转子偏心安置，曲轴旋转时封闭容积不断缩小，气体压力升高，压力达到排气压力后从排气孔 3 排出。

(5) 滑片式制冷压缩机 它是由机体 1、转子 2、滑片 3 及两侧端盖构成了封闭容积，如图 1-9 所示。转子旋转时，滑片从槽中甩出，端部紧贴在气缸内壁面上，形成若干个容积可变的月牙形容积。吸气、排气时，该容积与吸气口、排气口相连，容积不封闭。压缩过程中，该容积封闭，通过容积的缩小实现气体的压缩。

(6) 旋叶式制冷压缩机 它是由椭圆形气缸 1、转子 2、叶片 4 和两侧端盖构成封闭容

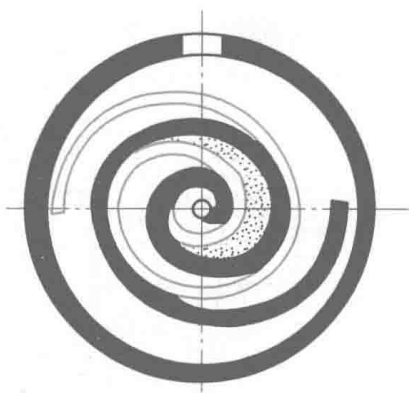


图 1-7 涡旋式制冷压缩机的封闭容积



积，此时转子与气缸为同心配置，叶片在转子上倾斜安装，如图 1-10 所示。因椭圆形气缸与转子有两条接触线，故压缩机是双作用式的。转子与气缸的同心配置使转子旋转时完全平衡，因而转速高。

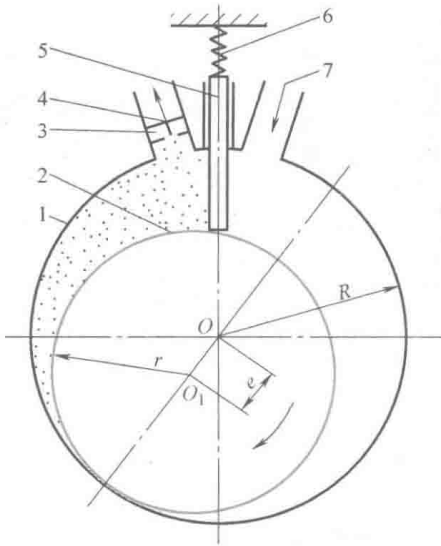


图 1-8 滚动转子式制冷压缩机

- 1—气缸 2—转子 3—排气孔 4—排气阀
5—滑片 6—弹簧 7—吸气孔

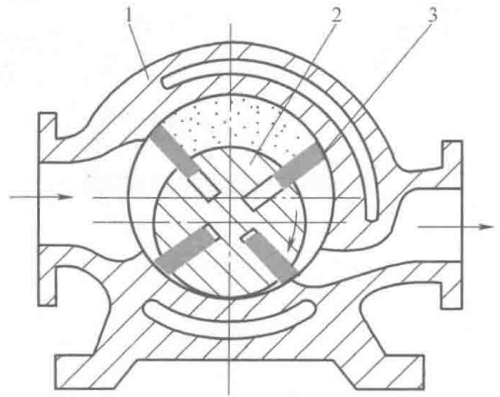


图 1-9 滑片式制冷压缩机

- 1—机体 2—转子 3—滑片

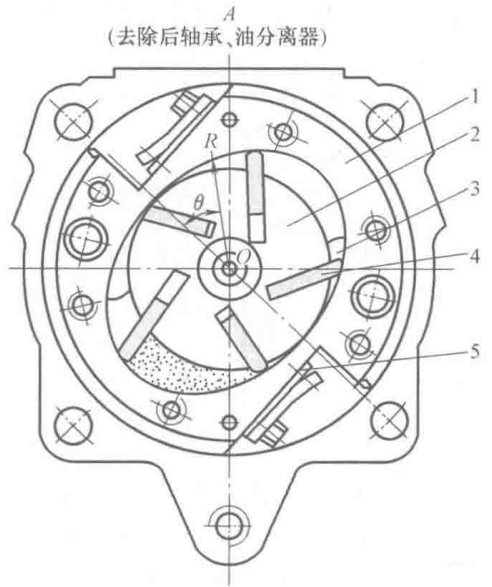
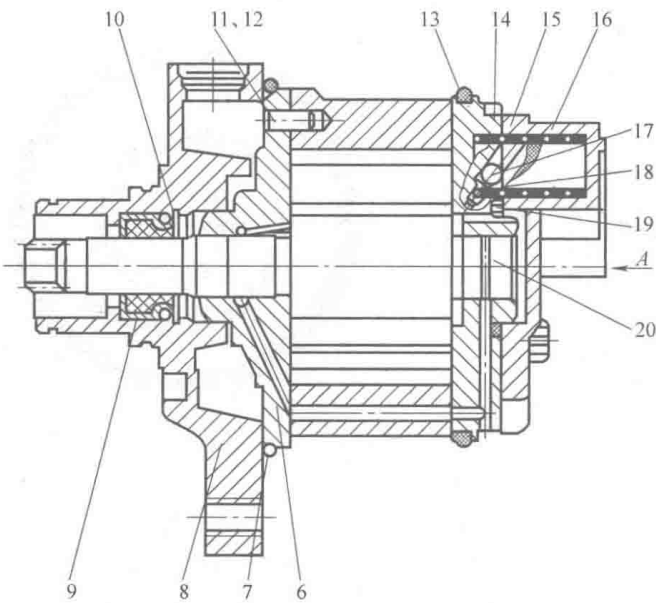


图 1-10 旋叶式制冷压缩机

- 1—气缸 2—转子 3—吸气口 4—叶片 5—排气阀 6—前轴承 7—O 形圈
8、14—前端盖 9—轴封 10—挡圈 11—扁销 12—圆柱销 13—大密封圈
15—油分离器 16—滤网 17—单向阀钢球 18—单向阀弹簧 19—小密封圈 20—转子轴

2. 速度型制冷压缩机

速度型制冷压缩机提高制冷剂气体压力的途径是先提高气体动能（同时压力也有些提高），再将动能转变为位能，提高压力。

速度型制冷压缩机有离心式和轴流式两种。因轴流式制冷压缩机的压缩比小，不适用于制冷系统，故速度型制冷压缩机一般指离心式制冷压缩机。图 1-11 所示为单级离心式制冷压缩机的结构示意图。

图 1-11 中，被吸入的制冷剂气体在叶轮 1 中流动，叶轮传递给气体的功增加气体速度，也适当地提高气体静压。从叶轮流出的高速气体通过扩压器 2 时，速度降低，压力进一步提高，如图 1-12 所示。图 1-12 中， ABC 为气体压力变化线， DEF 为气体速度变化线。

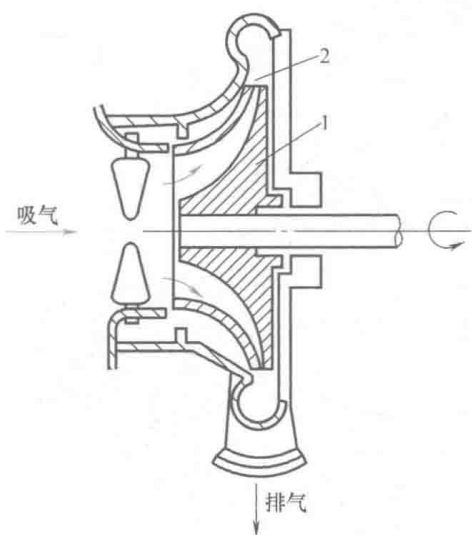


图 1-11 单级离心式制冷压缩机的结构
1—叶轮 2—扩压器

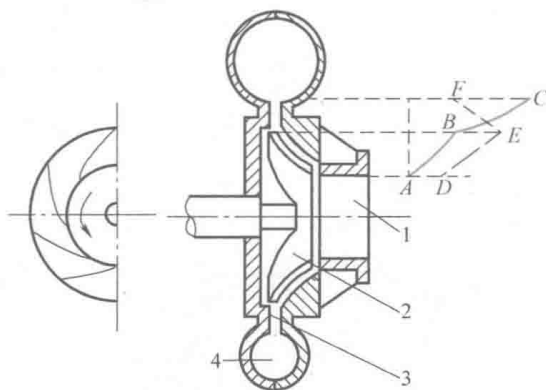


图 1-12 离心式制冷压缩机中气体压力和速度的变化
1—吸气口 2—叶轮 3—扩压器 4—蜗室

1.2.2 按使用的制冷剂种类分类

按制冷剂种类的不同，制冷压缩机可分为有机制冷剂压缩机和无机制冷剂压缩机两大类。前者包含的制冷剂有氟利昂制冷剂和碳氢化合物，如 R22、R404A、R134a、R407C、R410A、R600a（异丁烷）、R290（丙烷）等；后者包含的制冷剂如 R717（氨）、R744（二氧化碳）等。R600a、R290、R717 和 R744 均存在于自然界，属于环境友好型制冷剂，因而更受到人们的重视。不同制冷剂对压缩机材料和结构的要求不同。氨对铜有腐蚀性，因此氨压缩机中不允许使用铜质零件（磷青铜除外）；氟利昂制冷剂渗透性强，对有机物质有溶胀作用，必须在设计和制造氟利昂制冷机时充分考虑；二氧化碳压缩机用于跨临界的制冷循环，因此排气压力高达 11MPa，是传统制冷压缩机的 5~10 倍，故对压缩机的可靠性和密封性等提出了高要求；由于碳氢化合物易燃、易爆，因而对碳氢化合物制冷压缩机的安全性提出了严格要求。

1.2.3 按密封方式分类

按密封方式的不同，制冷压缩机可分为开启式、半封闭式和全封闭式三类。

1. 开启式制冷压缩机

开启式制冷压缩机是一种靠原动机驱动其伸出机壳外的轴或其他运转零件的压缩机。它的特点是容易拆卸、维修。由于原动机与制冷剂和润滑油不接触，原动机不必具备耐制冷剂和耐油的要求，因而可用于氨制冷系统。



开启式制冷压缩机密封性能较差，制冷剂易通过支承曲轴的轴承向外泄漏，因此必须有轴封装置。图 1-13 所示为中型开启式氨制冷压缩机，曲轴左端有轴封 1，右端为油泵 10。用曲轴带动油泵，向各润滑部位供油。

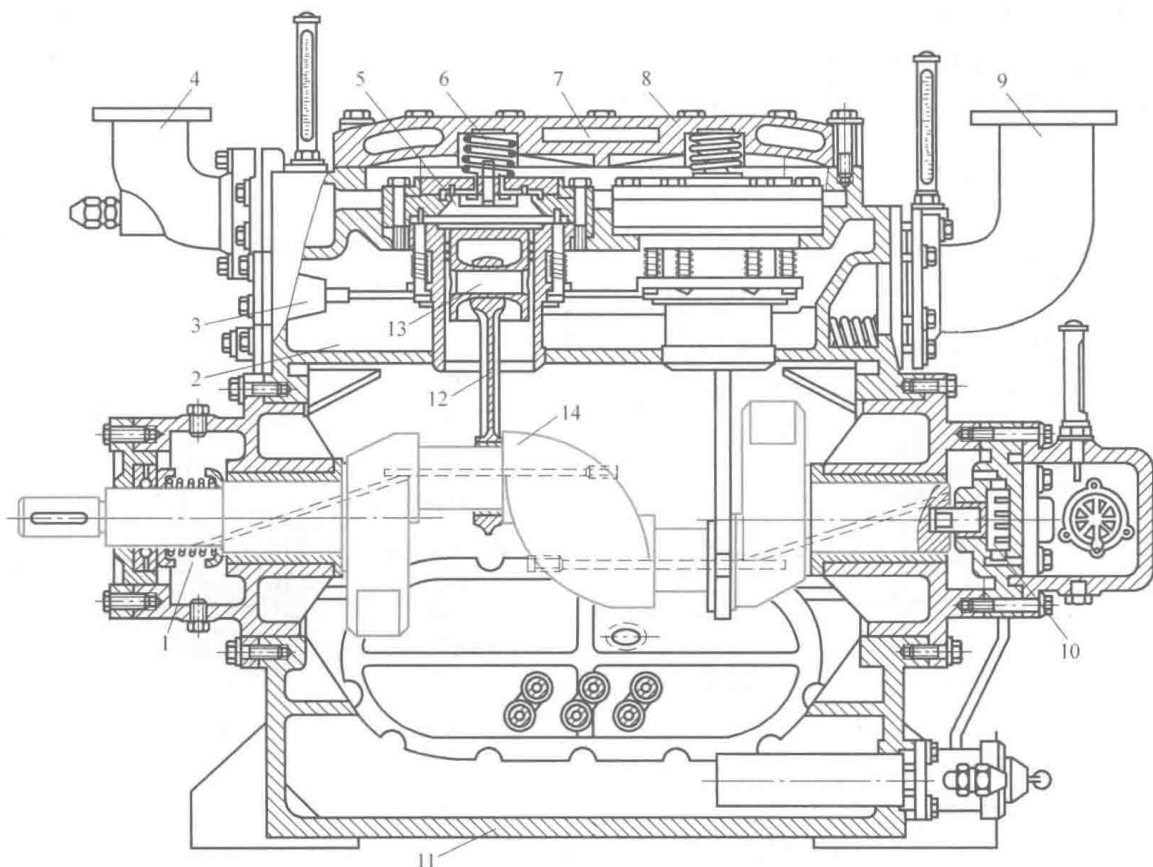


图 1-13 中型开启式氨制冷压缩机

- 1—轴封 2—进气腔 3—油压推杆机构 4—排气管 5—气缸套及进排气阀组件 6—缓冲弹簧 7—水套
8—气缸盖 9—进气管 10—油泵 11—曲轴箱 12—连杆 13—活塞 14—曲轴

2. 半封闭式制冷压缩机

半封闭式制冷压缩机是一种外壳可在现场拆卸修理内部机件的无轴封的制冷压缩机。电动机和压缩机连成一体装在机体内，共用一根主轴，如图 1-14 所示。图示压缩机的主轴为曲拐式曲轴 5，它横卧在一对滑动主轴承上。主轴左端悬臂支承着电动机转子。因电动机为内置电动机，故主轴不必穿过压缩机外壳，不需要轴封。

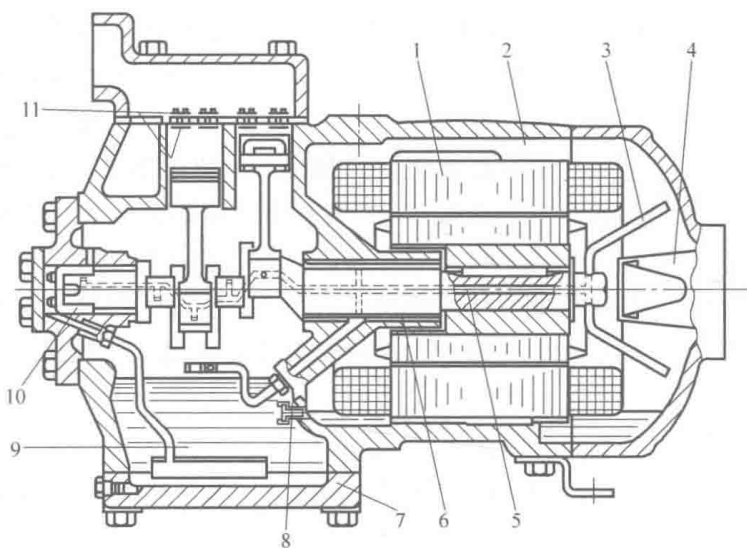


图 1-14 半封闭式制冷压缩机

- 1—电动机 2—通道 3—压力平衡管 4—滤网 5—曲拐式曲轴
6—轴承 7—底盖 8—单向阀 9—油池 10—油泵 11—气阀

3. 全封闭式制冷压缩机

全封闭式制冷压缩机是一种压缩机和电动机装在一个由熔焊



或钎焊焊死的外壳内的制冷压缩机。焊接的外壳保证制冷剂不会外泄，但也因此使机壳不易打开、修理。图 1-15 所示为全封闭式制冷压缩机，其电动机和压缩机用弹簧支承。吸气管 10、排气管 5 和加液管 4 露出壳体，供连接制冷系统、加液和其他工艺之需。

1.2.4 按使用的蒸发温度范围分类

使用的蒸发温度范围与制冷压缩机的种类、规格和使用的制冷剂有关。例如，国家标准 GB/T 10079—2001 规定了活塞式单级制冷压缩机的使用范围，见表 1-1 和表 1-2。该标准适用于有机制冷剂（R22、R404A、R134a、R407C、R410A 等）、无机制冷剂（R717），以及气缸直径不大于 250mm 的单级活塞式全封闭、半封闭、开启式制冷压缩机。但该标准不适用于以下产品中的压缩机：

- 1) 家用冷藏箱和家用冻结箱。
- 2) 运输用及特殊用途制冷空调设备。

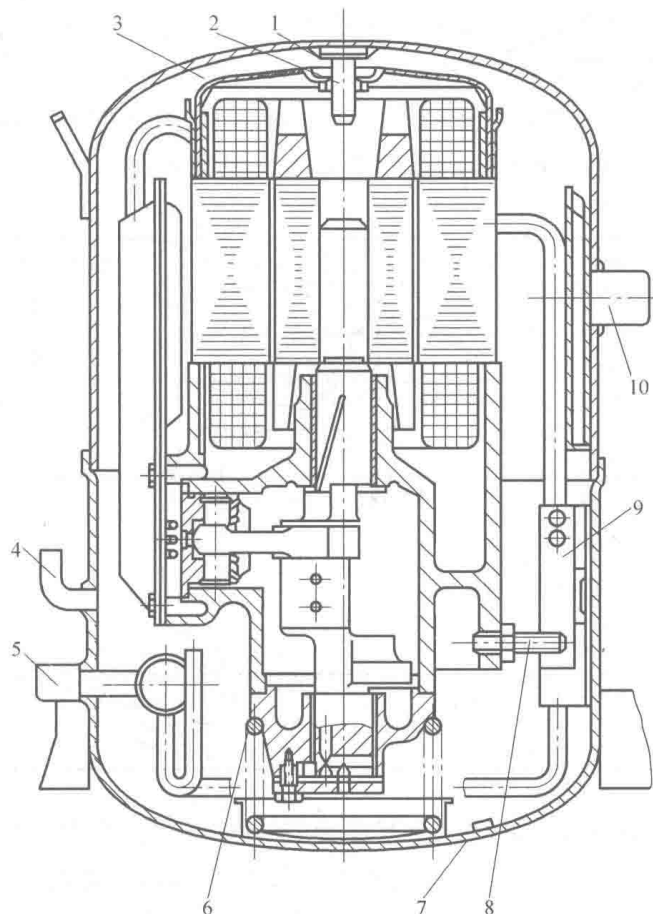


图 1-15 全封闭式制冷压缩机

1—上弹簧 2—上支销 3—支架 4—加液管 5—排气管
6—下弹簧 7—磁铁 8—抗扭销 9—抗扭架及板簧 10—吸气管

表 1-1 有机制冷剂压缩机使用范围

类型	吸入压力饱和温度/℃	排出压力饱和温度/℃		压缩比
		高冷凝压力	低冷凝压力	
高温	-15~12.5	25~60	25~50	≤6
中温	-25~0	25~55	25~50	≤16
低温	-40~-12.5	25~50	25~45	≤18

表 1-2 无机制冷剂压缩机使用范围

类型	吸入压力饱和温度/℃	排出压力饱和温度/℃	压缩比
中低温	-30~5	25~45	≤8

1.3 制冷压缩机的名义工况

制冷压缩机的性能参数，如制冷量、输入功率、性能系数，均与工况有关。为了比较、选用和设计，有必要规定统一的工况。



通常，在名义工况下进行比较。不同类别制冷压缩机有不同的名义工况值。下面列出了活塞式单级制冷压缩机、螺杆式制冷压缩机、全封闭涡旋式制冷压缩机的名义工况。

(1) 活塞式单级制冷压缩机 (GB/T 10079—2001) 有机制冷剂压缩机名义工况见表 1-3，无机制冷剂压缩机名义工况见表 1-4。

表 1-3 有机制冷剂压缩机名义工况 (单位: °C)

类型	吸入压力饱和温度	排出压力饱和温度	吸入温度	环境温度
高温	7.2	54.4 ^①	18.3	35
	7.2	48.9 ^②	18.3	35
中温	-6.7	48.9	18.3	35
低温	-31.7	40.6	18.3	35

注：表中工况制冷剂液体的过冷度为 0°C。

① 为高冷凝压力工况。

② 为低冷凝压力工况。

表 1-4 无机制冷剂压缩机名义工况 (单位: °C)

类型	吸入压力饱和温度	排出压力饱和温度	吸入温度	制冷剂液体温度	环境温度
中低温	-15	30	-10	25	32

表 1-3、表 1-4 适用的制冷剂和压缩机类别与表 1-1 和表 1-2 相同。

(2) 螺杆式制冷压缩机 螺杆式制冷压缩机及机组名义工况见表 1-5。

表 1-5 螺杆式制冷压缩机 (GB/T 19410—2008) 及机组名义工况 (单位: °C)

类型	吸气饱和(蒸发)温度	排气饱和(冷凝)温度	吸气温度 ^②	吸气过热度 ^②	过冷度
高温(高冷凝压力)	5	50	20		0
高温(低冷凝压力)		40			
中温(高冷凝压力)	-10	45		10 或 5 ^①	
中温(低冷凝压力)		40			
低温	-35				

① 用于 R717。

② 吸气温度适用于高温名义工况，吸气过热度适用于中温、低温名义工况。

表 1-5 适用的制冷剂为 R717、R22、R134a、R404A、R407C、R410A 和 R507A。采用其他制冷剂（如 R290、R1270 等）的压缩机及压缩机组可参照执行。

(3) 全封闭涡旋式制冷压缩机 全封闭涡旋式制冷压缩机名义工况见表 1-6。

表 1-6 全封闭涡旋式制冷压缩机 (GB/T 18429—2001) 名义工况 (单位: °C)

类型	吸气饱和(蒸发)温度	排气饱和(冷凝)温度	吸气温度	液体温度	环境温度
高温	7.2	54.4	18.3	46.1	35
中温	-6.7	48.9	4.4	48.9	35
低温	-31.7	40.6	4.4	40.6	35

全封闭涡旋式制冷压缩机使用范围如下：



- 1) 高温型。蒸发温度 $-23.3\sim-12.5^{\circ}\text{C}$ ，冷凝温度 $27\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，压缩比 ≤ 6.0 。
- 2) 中温型。蒸发温度 $-23.3\sim 0^{\circ}\text{C}$ ，冷凝温度 $27\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。
- 3) 低温型。蒸发温度 $-40\sim -12.5^{\circ}\text{C}$ ，冷凝温度 $27\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。
- (4) 容积式 CO_2 制冷压缩机 容积式 CO_2 制冷压缩机名义工况见表1-7。

表1-7 容积式 CO_2 制冷压缩机(GB/T 29030—2012)名义工况

压缩循环		低温侧		高温侧——亚临界		高温侧——跨临界	
应用 (蒸发温度 类型)	循环类型	吸气温度	蒸发温度	冷凝温度	冷凝器出口 过冷度 ^①	排气压力	膨胀前温度
		$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	MPa	$^{\circ}\text{C}$
高蒸发温度	跨临界	20	10	—	—	10	20
中蒸发温度	亚临界1	5	-5	15	0	—	—
	亚临界2	0	-10				
	跨临界1	5	-5	—	—	9	35 ^②
	跨临界2	0	-10				
	跨临界3 ^③	9	-1				
低蒸发温度	亚临界1	5	-35	-5/5	0	—	—
	亚临界2	-25					
	亚临界3	10	-50	-20	—	—	—
	亚临界4						
	跨临界1	5	-35	—	—	9	35 ^②
	跨临界2	-25					
	跨临界3 ^④	32	-25	—	—	—	—

① 该数据用于计算压缩机(组)的名义制冷量,实际试验时,为确保试验的准确性,该参数的数据可以选取 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。

② 该数据用于计算压缩机(组)的名义制冷量,实际试验时,为确保试验的准确性,该参数的数据可以远离 CO_2 制冷剂的临界点,如可以选取 20°C 。

③ 该工况为汽车空调压缩机运行名义工况,转速 $1800\text{r}/\text{min}$ 。

④ 该工况为电冰箱用全封闭型电动机-压缩机运行名义工况。

1.4 制冷压缩机发展概况

制冷技术的发展与制冷压缩机的发展密切相关。制冷压缩机的技术水平在一定程度上代表制冷技术的发展水平。制冷压缩机是蒸气压缩式制冷机的重要组成部分,制冷系统能源效率的提高很大程度上依赖压缩机的效率。1834年在伦敦工作的美国发明家波尔金斯造出了第一台以乙醚为工质的蒸气压缩式制冷机,并正式申请了英国第6662号专利。这是后来所有蒸气压缩式制冷机的雏形。但乙醚易燃、易爆。1875年卡列和林德用氨作为制冷剂,从此蒸气压缩式制冷机占了统治地位。1930年,氟利昂制冷剂的使用给蒸气压缩式制冷机带来了新的变革,从20世纪70年代开始,随着环境友好型制冷剂的开发和应用,制冷压缩机的研发也取得了很大的进展。