

化工 · 动力 · 制冷

容积式压缩机 技术手册

主 编 郁永章

副主编 孙嗣莹 陈洪俊



机械工业出版社
China Machine Press

——化工、动力、制冷——

容积式压缩机技术手册

主 编 郁永章
副主编 孙嗣莹 陈洪俊



机械工业出版社

本手册全面地介绍了各种往复式与回转式压缩机的工作原理及研究成果,各种零部件结构与整机结构的设计计算方法以及压缩机辅助设备、往复压缩机使用和维修等内容。手册中将制冷、动力与化工用压缩机融为一体综合分析介绍,并且还涉及了机械式真空泵。手册汇集与归纳了国内外许多有价值的资料与数据,并对一些资料与书籍中混淆的概念予以澄清。

本手册可供容积式压缩机制造与选型、设计与研究人员及运行维修管理人员常备查阅;也可作为大专院校有关师生研究或学习,以及有关企业领导的决策参考。

图书在版编目(CIP)数据

容积式压缩机技术手册/郁永章主编.—北京:机械工业出版社,2000.10

ISBN 7-111-02260-2

I. 容... II. 郁... III. 容积式压缩机-技术手册
IV. TH45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 68906 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:蒋有彩 版式设计:霍永明

责任校对:张佳 刘志文 孙志筠 韩晶

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000 年 11 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·81.5 印张·4 插页·2806 千字

0 001—3 500 册

定价:140.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

编 委 会

主任委员 郁永章

副主任委员 姜希武

宋国强

蒋尚鸿

冯全科

谭跃进

张超武

委 员 (按姓氏笔画为序)

马建平 王存志 王绍安 王宗樾 叶廷玺

吴 丰 吴 杨 吴元照 吴重江 李 兵

李 琳 李 梅 汤振武 杨葛灵 尚世任

周震贤 罗嘉金 邵有惠 陈 岚 陈 钢

郑国森 赵祥凤 施恩明 高其烈 凌永骧

顾兆林 唐法武 郜旭东 黄建鲁 梁庆钟

谢兴业 葛如昕 潘祖琨 蒯锁洪

主编生平



郁永章教授，1934年生于江苏宜兴市，1957年毕业于交通大学动力机械系内燃机专业，后留校任教并随校迁西安。1957~1958年随前苏联专家学习压缩机与制冷技术，此后一直在西安交通大学从事压缩机与制冷方面的教学与科研工作。1985~1986年作为访问学者在美国普度大学机械工程系海力克实验室学习与工作，1988~1989年又在普度大学再生能源实验室工作半年。

他曾担任过压缩机与制冷教研室主任、化工系系主任、化工学院院长。自1988年起被聘为美国国际压缩机工程会议顾问委员会委员。作为发起人与组织委员会主席，在我国西安与成都主持召开了第一、二届国际压缩机技术会议。自1994年起被聘为通用机械压缩机行业技术委员会高级顾问。中国制冷学会高级会员。无锡轻工业大学机械工程学院制冷工程系讲座教授。

40余年来合作或单独在国内、外杂志或专业会议上发表的论文有：“往复压缩机排气阀室研究”、“涡旋压缩机型线理论”、“往复压缩机全浮动级差活塞”等150余篇。主编全国通用教材《活塞式压缩机》、《热泵——原理与应用》，参编教材《流体机械》、《制冷与热泵》。专著《特种压缩机》、《涡旋压缩机及其他涡旋机械》。参加编写的手册有《机械工程手册》、《热工手册》、《化工机械工程手册》。申请并获得专利有“利用天然气生产水”、“往复压缩机全浮动级差活塞”、“往复压缩机故障诊断技术”、“高强度全平衡转子式压缩机”等20余项。曾获1978年全国科学大会奖，前机械工业部、北京市等部委、省、市级科技进步和新产品研制二等奖五项、三等奖三项。

前 言

在这世纪之交编撰《容积式压缩机技术手册》，是希祈总结我国压缩机科技工作者与工程技术人员 50 年来的成就，并且汇集与归纳国内外压缩机科技文献资料，以供 21 世纪我国压缩机工作者设计、研究及使用、维修参考。

本手册不仅全面地介绍了容积式压缩机设计计算的方法与步骤，提供了许多技术数据与资料；并且阐述了这些机器的基本原理及有关研究成果；此外，也全面地介绍了安装、使用与维修方面的知识。本手册内容广泛，涉及了几乎所有的容积式压缩机，并将制冷、动力、化工等方面的压缩机融为一体编撰。这样的写作方法应该说是一次新尝试。不仅如此，手册中还涉及了真空泵，作为同样是处理气体的机械，它们之间有着共同之处，而实际上容积式压缩机本身都可直接作为真空泵应用。当然由于真空泵吸气压力低，压力比大，所以专门的真空泵要做一些相应改进。这样的编撰目的在于使读者能起到触类旁通的作用。出于对历史的尊重，对每一机种的历史沿革都有简单说明，并且介绍少量显然已经过时的结构，这些内容有时也会给读者以某种启迪。

在编写方式上，把手册分成 7 篇共 43 章及附录。全书章次的编排是连续的，因此其中的章节、公式号、图表号在整个手册中都是唯一的，读者在查找与应用时会感到比较方便。手册的第 7 篇为信息篇，提供了国内主要压缩机企业（包括在华的外国独资、合资企业）及个别国外企业的有关信息，以便于压缩机用户查找。要说明的是这些仅是自愿入编的企业，并不是国内所有压缩机企业或工厂。

在名词术语方面，基本上执行我国标准，如把“排气量”改为“容积流量”等。某些概念相同，但过去在不同机种中使用了不同术语，本手册尽量科学地把它们统一起来，如往复压缩机中的“排气系数”与回转压缩机中的“容积效率”定义相同，世界上大多数国家用“容积效率”，故本手册中也统一使用这一术语，而不再用“排气系数”。

手册中的单位，采用我国的法定计量单位。在有些插图中，原图采用工程单位，一时无法重新绘制，只能在图中相应处另加法定计量单位的标尺，这对应用不会带来麻烦。在附录 A 中还列有详细的量纲对照，可供换算应用。

本手册是集体智慧的结晶，编者中不仅有资深教授与高级工程师，而且还有在研究与设计工作中取得出色成绩的中、青年科技工作者。手册的编撰成功，得到了通用机械压缩机行业协会的大力支持；空调与制冷行业协会也提供了支持与帮助；编委会的专家们在协助组稿与审稿方面付出了辛勤的劳动；我国及国外在华的一些压缩机企业提供了许多宝贵的资料。在此，一并表示衷心的感谢。手册中引用了许多国内外文献资料，感谢他们为压缩机发展所做的贡献，并对未能一一征得他们的同意而表示诚挚的歉意。

最后要说明的是，由于主编与编者水平有限，加之内容广泛，编写方式独特，手册中难免有欠妥之处，敬希读者批评指正。

主编 郁永章

2000 年 5 月

常用符号表

<p>A——面积(m^2) 振幅(m) 中心距(m)</p> <p>a——声速(m/s) 加速度(m/s^2) 基圆半径(m)</p> <p>B——宽度(m)</p> <p>b——系数</p> <p>C——系数</p> <p>c——比热容 [$J/(kg \cdot K)$]</p> <p>D——直径(m)</p> <p>d——直径(m) 长度(m)</p> <p>E——弹性模量(Pa) 能量(J)</p> <p>e——比能(J/kg) 偏心距(m)</p> <p>F——力(N)</p> <p>G——重量(N)</p> <p>g——重力加速度($9.8m/s^2$)</p> <p>H——升程(m)</p> <p>h——高度(m) 比焓 [$J/(kg \cdot K)$] 导程(m) 厚度(m)</p> <p>I——截面二次矩(惯性矩)(m^4)</p> <p>i——传动比</p> <p>J——转动惯量(惯性矩)($kg \cdot m^2$)</p> <p>K——刚度(N/m)</p> <p>k——比压力(N/m^2)</p> <p>L——长度(m)</p> <p>M——力矩($N \cdot m$)</p> <p>m——质量(kg) 涡旋圈数</p> <p>n——转速(r/min) 安全系数 多变指数</p> <p>P——功率(W)</p> <p>p——压力(Pa) 节距(mm)</p>	<p>q_m——质量流量(kg/s)</p> <p>q_v——容积流量(m^3/min)</p> <p>q——单位质量热量(kJ/kg)</p> <p>R——半径(m) 气体常数 [$J/(kg \cdot K)$]</p> <p>r——半径(m)</p> <p>S——熵(J/K) 行程(mm)</p> <p>s——比熵 [$kJ/(kg \cdot K)$]</p> <p>T——热力学温度(K)</p> <p>t——摄氏温度($^{\circ}C$) 厚度(m)</p> <p>u——圆周速度(m/s)</p> <p>V——排量(m^3) 容积(m^3)</p> <p>v——速度(m/s) 比体积(m^3/kg)</p> <p>W——功(J)</p> <p>w——比功(J/kg)</p> <p>Z——压缩性系数</p> <p>z——件数, 个数</p> <p>α——流量系数 相对余隙容积 夹角 线膨胀系数($1/K$) 表面传热系数 [$W/(m^2 \cdot K)$]</p> <p>β——推力系数 夹角</p> <p>δ——相对压力损失 不均匀度 间隙(mm) 夹角</p> <p>ϵ——压力比 相对偏心距</p> <p>η——效率</p> <p>θ——转角(rad) 容积比 对数平均温差</p> <p>κ——等熵指数</p> <p>λ——热导率 [$W/(m \cdot K)$]</p>
--	---

μ ——比值
 动力粘度(Pa·S)
 ν ——泊松比
 运动粘度(m²/s)
 ρ ——密度(kg/m³)
 回转半径(m)
 σ ——正应力(MPa)
 相对厚度
 τ ——切应力(MPa)
 转子扭角
 ϕ ——涡旋线展开角(rad)
 φ ——相对湿度
 转角
 ω ——角速度(rad/s)
 频率(Hz)
 下角标
 a——轴向
 ad——绝热
 d——排气
 f——静涡盘
 g——气体

i——内
 id——指示
 is——等温
 l——泄漏
 m——动涡盘
 平均
 机械
 n——名义
 o——外
 p——活塞
 压力
 pol——多方
 r——径向
 s——吸气
 阀座
 弹簧
 sh——轴
 t——切向
 v——容积
 气阀

目 录

前言
常用符号表

第1篇 压缩机设计与研究基础

第1章 总论	2	1.8.1 动力与化工用压缩机 型号编制方法	14
1.1 名词与术语	2	1.8.2 制冷压缩机与压缩机组 型号编制方法	15
1.1.1 压力与真空	2	参考文献	17
1.1.2 压缩机	2	第2章 气体性质	18
1.1.3 容积式压缩机	2	2.1 气体分类	18
1.1.4 工作腔与工作容积	2	2.1.1 单组分气体和混合气体	18
1.1.5 余隙容积	3	2.1.2 理想气体和实际气体	20
1.1.6 排量	3	2.1.3 极性气体、非极性气体和 量子气体	20
1.1.7 容积流量	3	2.1.4 制冷剂命名	21
1.1.8 标准容积流量	4	2.2 状态参数与状态方程	21
1.1.9 理论容积流量	4	2.2.1 状态参数	21
1.1.10 排气压力	4	2.2.2 理想气体状态方程	21
1.1.11 排气温度与压缩终了温度	4	2.2.3 实际气体状态方程	21
1.1.12 压力比	4	2.2.4 对应态原理与通用压缩因子	23
1.1.13 压力指示图与示功图	5	2.2.5 混合气体状态方程	23
1.1.14 功与功率	6	2.2.6 湿空气	25
1.1.15 比功率	6	2.3 实际气体的热力性质	26
1.1.16 容积效率	7	2.3.1 热力性质图	26
1.1.17 等温效率	7	2.3.2 比焓和比熵	26
1.1.18 绝热效率	7	2.3.3 比热容	27
1.1.19 等温-绝热效率	9	2.4 其他热物理性质	28
1.1.20 性能系数与能效比	9	2.4.1 粘度	28
1.2 压缩机分类与命名	9	2.4.2 热导率	29
1.2.1 按工作原理分类	9	2.4.3 溶解度	30
1.2.2 按排气压力分类	9	2.5 化学性质	31
1.2.3 按压缩级数分类	9	2.5.1 闪点	31
1.2.4 按容积流量分类	9	2.5.2 爆炸性	31
1.2.5 按结构特征与工作特征分类及命名	9	2.5.3 腐蚀作用	32
1.3 压缩机进、排气系统分类	10	2.5.4 热稳定性	33
1.4 各种压缩机的特性比较	11	2.5.5 毒性	33
1.4.1 热力性能与结构特点的比较	11	2.5.6 对生态环境的影响	33
1.4.2 鲍杰性能曲线比较	11	参考文献	34
1.5 各种压缩机适用范围	11		
1.6 压缩机的主要用途	13		
1.7 压缩机选用经济性评估	13		
1.8 容积式压缩机型号编制方法	14		

第3章 容积式压缩机热力过程		第4章 热力计算方法	57
分析	36	4.1 常规热力计算	57
3.1 压缩过程与膨胀过程	36	4.1.1 正常性热力计算	57
3.1.1 定质量压缩与膨胀过程		4.1.2 复算性热力计算	61
方程和过程功	36	4.2 工作过程模拟计算	66
3.1.2 变质量压缩与膨胀过程		4.2.1 工作过程模拟的数学模型	66
热力学分析	38	4.2.2 工作过程数学模拟举例	70
3.1.3 一般性热力计算中压缩与		4.3 优化设计计算	80
膨胀过程的处理	38	4.3.1 优化的基本概念	80
3.2 理想循环	40	4.3.2 压缩机优化设计例题	81
3.2.1 理想循环假设	40	参考文献	84
3.2.2 理想循环组成	40	第5章 有限元和边界元方法在压缩	
3.2.3 理想循环的作用	40	机中的应用	85
3.3 实际循环	40	5.1 概述	85
3.3.1 往复压缩机实际循环	40	5.2 有限元模型的建立	85
3.3.2 回转压缩机实际循环	41	5.2.1 物理直觉法(直接法)	85
3.4 容积效率分析与计算	42	5.2.2 变分法	85
3.4.1 已知压力指示图求容积效率	43	5.2.3 加权残数法	85
3.4.2 已知容积流量求容积效率	43	5.3 单元划分及位移模式	86
3.4.3 压缩机设计时的分析计算方法	43	5.3.1 单元划分	86
3.4.4 容积效率取值参考范围	45	5.3.2 位移模式的选择	87
3.5 实际循环指示功计算	45	5.4 求解过程	88
3.5.1 由指示图求指示功	45	5.4.1 有限元法的处理过程	88
3.5.2 由已知热力参数求指示功	46	5.4.2 伽辽金法建立有限元方程举例	
3.5.3 由热力性质图表的焓差求指示功	47	——热传导问题	88
3.5.4 由数学模拟循环计算指示功	49	5.4.3 整体刚度矩阵的构成	90
3.6 多级压缩机级数选择与		5.4.4 边界条件加入方法	90
各级压力比分配	49	5.4.5 求解矩阵	91
3.6.1 多级压缩理由	49	5.5 边界单元法	94
3.6.2 级数选择	50	5.5.1 边界单元法的特点	94
3.6.3 各级压力比分配	50	5.5.2 边界单元法求解过程	94
3.7 各级工作容积的确定	52	5.6 应用算例	95
3.7.1 第 I 级工作容积计算	52	5.6.1 有限元方程的构造	95
3.7.2 第 i 级工作容积计算	52	5.6.2 往复压缩机零件的强度分析示例	96
3.7.3 多级往复压缩机各级		5.6.3 管道内的流场分析	101
泄漏系数计算	53	参考文献	101
3.8 功率计算	54	第6章 压缩机可靠性工程	102
3.8.1 指示功率	54	6.1 概述	102
3.8.2 轴功率	54	6.1.1 可靠性定义	102
3.8.3 机械效率	54	6.1.2 可靠性工程	102
3.8.4 驱动力功率	55	6.1.3 维修性与广义可靠性	102
3.8.5 电功率	55	6.1.4 失效与故障	102
3.8.6 变工况运行压缩机的驱动		6.1.5 可靠性的尺度	103
机功率选配	55	6.2 可靠性设计中的概率分布问题	106
参考文献	56		

6.2.1 随机事件与随机变量	106	6.5.3 给定可靠度时零件 耐磨寿命的计算	134
6.2.2 概率与概率分布	106	6.6 压缩机与系统的可靠性设计	135
6.2.3 均值、标准差(均方差) 及变差系数	109	6.6.1 压缩机与系统可靠性的 基本概念	135
6.2.4 中位秩与平均秩	109	6.6.2 可靠性设计与传统设 计方法的区别	136
6.3 应力和强度的分布与干涉及 可靠度计算	109	6.6.3 压缩机可靠性设计内容	136
6.3.1 应力和强度的分布与干涉	109	6.6.4 可靠性水平等级与 可靠性经济指标	136
6.3.2 已知应力与强度分布的 可靠度计算	110	6.6.5 可靠性预测	137
6.3.3 机械零件的疲劳强度分布	110	6.6.6 可靠性分配	140
6.4 零件的强度可靠性设计	117	6.6.7 系统可靠性最优化	142
6.4.1 零件的强度可靠性设计一般原则	117	6.7 可修复产品的可靠性设计	146
6.4.2 零件的无限寿命可靠性设计	119	6.7.1 维修性的意义	146
6.4.3 零件的有限寿命可靠性设计 与寿命预测	119	6.7.2 维修的分类与尺度	147
6.4.4 等幅变应力作用下零件的疲劳寿命与 可靠度	120	6.7.3 维修性设计	147
6.4.5 疲劳强度可靠性设计与 安全系数的关系	120	6.7.4 按有效度最大原则确定最佳 预防维修间隔期	149
6.4.6 螺栓或螺纹紧固连接可靠性设计	120	6.7.5 按总费用最小原则确定 最佳维修间隔期	150
6.4.7 承受轴向交变载荷紧固螺栓 连接的可靠性设计	124	6.7.6 可修复系统可靠度计算	150
6.4.8 压缩(拉伸)弹簧可靠性设计	126	6.8 可靠性试验	152
6.4.9 滚动轴承的疲劳寿命与可靠度	130	6.8.1 可靠性试验种类	152
6.5 摩擦零件可靠性设计	132	6.8.2 寿命试验设计	153
6.5.1 磨损典型过程与寿命曲线	132	6.8.3 寿命试验数据的处理与评估	154
6.5.2 给定寿命时零件 耐磨性的可靠度计算	133	6.8.4 加速寿命试验	156
		参考文献	156

第 2 篇 一般往复压缩机

第 7 章 往复压缩机结构型式、 结构参数与结构实例	158	7.3 往复压缩机的结构型式和结构参数	161
7.1 概述	158	7.3.1 方案设计	161
7.2 往复压缩机结构分类	161	7.3.2 往复压缩机的结构型式	162
7.2.1 按气缸容积的作用方式分类	161	7.3.3 往复压缩机的主要结构参数	164
7.2.2 按列数分类	161	7.3.4 压缩机方案设计中影响 结构设计的其他要素	167
7.2.3 按结构型式分类	161	7.3.5 往复压缩机方案示例	171
7.2.4 按重数分类	161	7.3.6 往复压缩机的系列化方法	174
7.2.5 按冷却方式分类	161	7.4 往复压缩机典型结构实例	175
7.2.6 按压缩级数分类	161	7.4.1 风冷式压缩机	175
7.2.7 按气缸数分类	161	7.4.2 水冷式压缩机	178
7.2.8 按有、无十字头分类	161	7.4.3 气缸自然冷却压缩机	220
7.2.9 按气缸润滑状况分类	161	7.4.4 对置式超高压压缩机	223
7.2.10 按安装方式分类	161	7.4.5 制冷往复压缩机	226

参考文献	230	9.9 压阀罩与阀孔盖板	282
第 8 章 往复压缩机动力计算	231	9.9.1 压阀罩结构	282
8.1 压缩机中的主要作用力	231	9.9.2 阀孔盖板	282
8.1.1 曲柄连杆机构的几何 关系与运动关系	231	9.10 注油接管与其他接管	283
8.1.2 作用力计算	233	9.10.1 注油接管	283
8.1.3 作用力分析	236	9.10.2 工作腔压力指示接管	284
8.2 飞轮矩计算	239	9.10.3 工作腔放液接管	284
8.2.1 确定飞轮矩	239	9.11 气缸支撑	285
8.2.2 压缩机方案对飞轮矩的影响	241	9.12 气缸结构示例	285
8.3 惯性力及惯性力矩的平衡	243	参考文献	289
8.3.1 单列压缩机	243	第 10 章 活塞组件	290
8.3.2 多列压缩机	244	10.1 概述	290
参考文献	257	10.2 筒形活塞设计计算	290
第 9 章 气缸组件	258	10.2.1 筒形活塞结构设计	290
9.1 概述	258	10.2.2 筒形活塞尺寸确定 和强度校核	293
9.1.1 气缸分类	258	10.2.3 活塞销设计计算及其定位	294
9.1.2 气缸组件	259	10.3 盘形与鼓形活塞设计	296
9.2 气冷式气缸设计计算	259	10.3.1 盘形与鼓形活塞结构设计	296
9.2.1 风冷式气缸结构设计	259	10.3.2 盘形与鼓形活塞主要尺寸的确定 和强度校核	299
9.2.2 工质自然冷却的气缸结构	260	10.4 级差活塞设计	300
9.2.3 气阀在单作用气缸上的布置	260	10.4.1 级差活塞结构设计	300
9.3 水冷式气缸设计	261	10.4.2 级差活塞高、低压级调心问题	301
9.3.1 无十字头单作用或 级差式气缸设计	261	10.5 柱塞结构设计	302
9.3.2 低压双作用气缸设计	262	10.6 活塞和柱塞的材料	303
9.3.3 中压气缸设计	266	10.7 活塞结构示例	303
9.3.4 高压气缸设计	267	参考文献	307
9.4 超高压气缸设计	268	第 11 章 活塞环、刮油环与填料	308
9.4.1 超高压缸体设计	268	11.1 概述	308
9.4.2 超高压缸盖设计	269	11.1.1 动密封部位与密封介质	308
9.5 阀室与通道设计	269	11.1.2 动密封原理	308
9.5.1 低压缸阀室与通道设计	269	11.2 活塞环设计	312
9.5.2 高压缸阀室与通道设计	270	11.2.1 活塞环结构	312
9.6 气缸套与工作镜面	272	11.2.2 活塞环材料	314
9.6.1 气缸套结构	272	11.2.3 活塞环计算	318
9.6.2 工作镜面	274	11.2.4 活塞环泄漏数学模型	320
9.6.3 气缸套材料	275	11.3 刮油环	322
9.7 气缸主要尺寸确定与强度校核	275	11.4 填料	323
9.7.1 气缸主要尺寸确定	275	11.4.1 结构型式	323
9.7.2 厚壁气缸与缸套强度校核	276	11.4.2 填料的材料	324
9.7.3 气缸材料	279	11.4.3 填料函(填料盒)结构	324
9.8 气缸的连接与密封	279	参考文献	327
9.8.1 气缸连接螺栓	279	第 12 章 气阀组件	328
9.8.2 密封垫与密封接口设计	281	12.1 概述	328

X 目 录

12.2 气阀的基本组成与工作原理	328	12.9.8 直流阀	366
12.2.1 气阀的基本组成	328	参考文献	367
12.2.2 气阀工作原理	329	第 13 章 活塞杆与十字头组件	369
12.3 气阀结构型式分类	330	13.1 概述	369
12.3.1 按启闭元件形状分类	330	13.2 活塞杆与十字头连接方式	369
12.3.2 按气阀职能分类	330	13.2.1 对活塞杆与十字头连接的要求	369
12.3.3 按气流与启闭元件的方向分类	330	13.2.2 活塞杆与十字头连接方式	369
12.3.4 按进、排气阀整体结构分类	331	13.2.3 活塞杆通过十字头导油 冷却结构	371
12.4 气阀通流截面、流量系数与 推力系数	332	13.3 活塞杆设计	372
12.4.1 气阀通流截面	332	13.3.1 活塞杆结构	372
12.4.2 流量系数及有效通流截面	333	13.3.2 活塞杆材料、主要尺寸及强度 校核	373
12.4.3 推力系数	335	13.4 十字头体设计计算	377
12.5 气阀工作过程的数学模拟	335	13.4.1 十字头体结构设计	377
12.5.1 环状与网状阀工作过程的 数学模拟	335	13.4.2 十字头体主要尺寸确定、 强度计算及材料	380
12.5.2 舌簧阀数学模拟	337	13.5 十字头销及其定位	385
12.6 气阀特性参数的 选择与简易评估	340	13.5.1 十字头销结构	385
12.6.1 阀隙马赫数与压力损失	340	13.5.2 十字头销定位	385
12.6.2 阀片全开时的弹簧力与 气体推力比	341	13.5.3 十字头销尺寸材料与强度计算	385
12.6.3 气阀升程	343	13.6 十字头组件结构示例	385
12.6.4 阀片运动的简易评判	345	参考文献	387
12.6.5 气阀主要特性参数的计算举例	346	第 14 章 连杆组件	388
12.6.6 气阀设计与选用步骤	347	14.1 概述	388
12.7 环状阀与网状阀结构设计	348	14.2 连杆结构设计	388
12.7.1 总体设计	348	14.2.1 连杆结构分类	388
12.7.2 阀座	348	14.2.2 杆身结构	389
12.7.3 升程限制器	351	14.2.3 小头结构	390
12.7.4 阀片	351	14.2.4 大头结构	390
12.7.5 气阀弹簧	352	14.2.5 连杆在机器中的定位	392
12.7.6 气阀螺栓	355	14.3 连杆材料与强度校核	392
12.8 簧片阀设计	355	14.4 小头衬套	397
12.8.1 簧片设计	355	14.5 大头瓦	398
12.8.2 簧片阀座	356	14.6 连杆螺栓	398
12.8.3 升程限制器	356	14.7 连杆结构示例	399
12.9 气阀结构示例	358	参考文献	402
12.9.1 环状阀	358	第 15 章 曲轴组件	403
12.9.2 网状阀	359	15.1 概述	403
12.9.3 碟状阀	360	15.2 曲轴结构与尺寸确定	403
12.9.4 菌状阀	361	15.2.1 曲轴结构型式	403
12.9.5 自弹条片阀	361	15.2.2 曲轴结构设计要点	406
12.9.6 槽状阀	362	15.2.3 主要尺寸的确定	408
12.9.7 组合阀	362	15.3 曲轴材料	408
		15.4 曲轴强度	409

15.5 曲轴的扭振	414	16.5.1 滚动轴承选择与应用	433
参考文献	417	16.5.2 滑动轴承设计计算	436
第 16 章 机身与中体组件	418	16.5.3 薄壁轴瓦设计计算	437
16.1 概述	418	16.5.4 厚壁轴瓦设计计算	446
16.2 机身设计	418	16.6 机身密封与防爆	447
16.2.1 对置式机身设计	418	16.6.1 一般压缩机轴封结构	447
16.2.2 一般卧式机身设计	420	16.6.2 主轴伸出端气体密封	448
16.2.3 立式机身设计	421	16.6.3 附爆措施	451
16.2.4 角度式机身设计	421	16.7 机身结构示例	451
16.2.5 制冷压缩机机身设计	422	参考文献	452
16.3 中体与中间接筒设计	424	第 17 章 飞轮、盘车机构及传动	
16.3.1 中体与中间接筒组合方式	424	结构	453
16.3.2 卧式整体式中体结构	424	17.1 飞轮设计计算	453
16.3.3 插入式滑道	425	17.1.1 飞轮结构和材料	453
16.3.4 中间接筒	425	17.1.2 飞轮设计计算	453
16.3.5 挡油板与刮油圈	426	17.2 盘车机构	457
16.4 机身材料、主要尺寸确定与强度		17.2.1 盘车机构的结构型式	457
校核	429	17.2.2 盘车装置的计算	461
16.4.1 机身材料	429	17.3 联接机构	462
16.4.2 主要尺寸确定	429	17.3.1 带轮传动	462
16.4.3 机身强度校核	430	17.3.2 联轴器	471
16.4.4 中体材料与强度校核	432	17.3.3 离合器	476
16.5 轴承设计计算	433	参考文献	479
第 3 篇 特殊往复压缩机			
第 18 章 滑管与滑块压缩机	482	18.5 典型结构示例	492
18.1 概述	482	18.5.1 氮气压缩机	492
18.1.1 曲柄连杆机构的两个特例		18.5.2 天然气压缩机	493
——曲柄双滑块和导管机构	482	18.5.3 多用途压缩机	495
18.1.2 工作原理与基本结构	482	参考文献	496
18.1.3 优缺点及适用场合	485	第 19 章 斜盘与斜轴压缩机	497
18.2 受力分析与动力特性	485	19.1 概述	497
18.2.1 运动分析	485	19.1.1 斜盘压缩机	497
18.2.2 受力分析	485	19.1.2 斜轴压缩机	498
18.2.3 动力特性	486	19.2 工作容积和动力特性	498
18.3 磨损特性分析	487	19.2.1 斜盘压缩机工作容积和	
18.3.1 线性磨损量计算	487	动力特性	498
18.3.2 工作压力	487	19.2.2 摆盘压缩机工作容积和	
18.3.3 摩擦路径	488	动力特性	503
18.3.4 磨损特性分析	488	19.2.3 斜轴压缩机工作容积和	
18.4 关键零部件分析	489	动力特性	510
18.4.1 曲柄导管机构	489	19.3 气缸数的奇偶性对压缩机	
18.4.2 十字滑块机构	489	流量脉动性的影响	511
18.4.3 气缸-活塞组件	490	19.4 结构示例	512
18.4.4 气阀	492	19.4.1 旋转斜盘压缩机结构示例	512

XI 目 录

19.4.2 摆动斜盘压缩机结构示例	515
19.4.3 斜轴压缩机结构示例	520
参考文献	521
第 20 章 摆动活塞压缩机	523
20.1 概述	523
20.2 摇摆曲柄驱动的摆动活塞压缩机	523
20.2.1 摇摆曲柄机构运动和动力 特性分析	523
20.2.2 摆动式压缩机工作腔计算	525
20.2.3 作用力分析	526
20.2.4 典型结构	527
20.3 摇摆滑杆驱动摆动活塞压缩机	527
20.3.1 几何关系	527
20.3.2 动力学分析	528
参考文献	531
第 21 章 隔膜压缩机	532
21.1 概述	532
21.2 金属膜片隔膜压缩机	532
21.2.1 工作原理	532
21.2.2 液压系统设计及结构	533
21.2.3 膜腔与液压缸的压力指示图分析	534
21.2.4 膜腔及膜片设计	535
21.2.5 典型结构示例	538
21.3 非金属膜片隔膜压缩机	543
21.3.1 工作原理及特点	543
21.3.2 膜腔和菌状小头的设计	544
21.3.3 盖板和小头设计	545
21.3.4 膜片材料	545

21.3.5 作用力近似计算	545
21.3.6 典型结构示例	546
参考文献	547
第 22 章 电磁与气液力驱动往复 压缩机	548
22.1 电磁驱动往复压缩机	548
22.1.1 概述	548
22.1.2 电动式压缩机工作原理	549
22.1.3 电动式压缩机线性近似设计	552
22.1.4 电磁式压缩机	558
22.1.5 结构实例	563
22.2 自由活塞压缩机	564
22.2.1 工作原理与特点	564
22.2.2 自由活塞压缩机结构方案	565
22.2.3 发动机和压缩机工作容积计算	565
22.2.4 活塞运动方程	567
22.2.5 调节特性	567
22.2.6 自由活塞压缩机结构示例	567
22.3 气力增压器	570
22.3.1 气力增压器基本结构与 工作原理	570
22.3.2 动力活塞控制替续器	570
22.3.3 冲次控制器	570
22.3.4 结构示例	570
22.4 液力驱动增压压缩机	571
22.4.1 往复泵供液驱动压缩机	572
22.4.2 回转泵液力驱动压缩机	572
参考文献	574

第 4 篇 回转式压缩机

第 23 章 双螺杆压缩机	576
23.1 概述	576
23.1.1 基本结构和工作原理	576
23.1.2 螺杆压缩机特点	577
23.1.3 分类及适用范围	578
23.1.4 发展历程及发展方向	579
23.2 转子型线	579
23.2.1 转子型线设计原则	579
23.2.2 型线方程和啮合线方程	581
23.2.3 典型型线及其啮合线	583
23.3 几何特性	592
23.3.1 转子螺旋齿面及其法线方程	592
23.3.2 齿间面积和面积利用系数	594
23.3.3 齿间容积及其变化过程	595
23.3.4 扭角系数及内容积比	597
23.3.5 吸气孔口	598
23.3.6 排气孔口	601
23.4 工作过程	602
23.4.1 工作过程分析	602
23.4.2 内压力比及压力分布图	602
23.4.3 容积流量及容积效率	603
23.4.4 轴功率及绝热效率	605
23.4.5 排气温度	607
23.4.6 喷油量计算	608
23.5 受力分析	608
23.5.1 轴向力计算	608
23.5.2 扭矩的计算	609
23.5.3 径向力的计算	609
23.6 转子加工及刀具设计	609
23.6.1 转子加工方法及其发展	609