

904306 5202164
4424.2

石油产品应用知识丛书

压缩机油

(修订本)

蔡叔华 林振庭 编



烃加工出版社

64
2

石油产品应用知识丛书

压 缩 机 油

(修 订 本)

蔡叔华 林振国 编

烃加工出版社

内 容 提 要

本书是“石油产品应用知识丛书”中《压缩机油》(1980年版)一书的修订本。本书除保持初版的章节和基本内容外,对以下内容进行了补充和修改。重点补充了根据ISO标准建立的我国压缩机油的新品种、规格、相应的工艺条件和评定方法以及近年来的研究和发展情况;并校正了初版的错误。为压缩机油合理使用提供指导。

本书可供压缩机油生产、使用、供销等部门有关工人、管理干部和技术人员参考。

石油产品应用知识丛书

压 缩 机 油

(修订本)

蔡叔华 林振国 编

•
烃加工出版社出版

海丰印刷厂排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

•
787×1092毫米 32开本 4⁵/₈印张 101千字 印数 1—2800册

1988年6月北京第1版 1988年7月北京第1次印刷

ISBN 7-80043-031-6/TH·003 定价:1.50 元

前 言

本书是《石油产品应用知识丛书》的分册，主要叙述压缩机的类型、结构特点、润滑方式和压缩机油的生产工艺、品种规格及其性能的评定方法，对不同类型和不同介质的压缩机用油的选择、使用和管理等进行了介绍。

本书于一九八〇年八月由石油工业出版社出版，参加编写的有石油五厂研究所蔡叔华、窦鸿志、李荫诚和上海第二压缩机厂林振国。这次修订由蔡叔华和林振国执笔。基本保持初版的章节和结构，但内容上作了扩充。重点补充了根据ISO标准建立的我国压缩机油新的品种规格，以及相应的工艺条件和评定方法；同时，对近年来压缩机和其润滑方面的研究与发展情况也进行了补充；修订时还对初版中的编印错误作了修正。

由于作者水平有限，书中难免会有不少缺点错误，希望广大读者批评指正。

编 者

1987年3月

目 录

第一章 压缩机的类型、结构特点及发展概况	(1)
一、容积式压缩机	(3)
二、速度式压缩机	(16)
第二章 压缩机的润滑及对润滑油的要求	(22)
一、活塞式压缩机的润滑系统与润滑方式	(24)
二、对活塞式压缩机油的基本性能要求	(29)
三、回转式压缩机的润滑系统与润滑特点	(35)
四、对回转式压缩机油的质量与性能要求	(41)
第三章 压缩机油的品种和规格	(49)
一、矿物油基压缩机油	(49)
二、合成油基压缩机油	(55)
第四章 压缩机油的生产	(65)
一、基础油的选择	(65)
二、精制深度的选择	(69)
三、添加剂的选用	(73)
第五章 压缩机油主要性能的评定	(80)
一、压缩机油的理化性能	(80)
二、压缩机油的使用性能	(88)
三、实机台架评定	(95)
第六章 压缩机油的选择	(100)
一、不同类型压缩机用油的选择	(102)
二、不同介质压缩机用油的选择	(108)
第七章 压缩机油的使用与管理	(115)

一、给油量的控制	(115)
二、换油期	(120)
三、进气和排气系统的控制	(124)
四、润滑系统的清洗及注意事项	(126)
五、压缩机油的安全使用	(127)
附录	(137)

第一章 压缩机的类型、 结构特点及发展概况

压缩机油是一种专用润滑油，主要用作压缩机内部各摩擦机件的润滑，减少摩擦磨损和功率消耗，同时起着密封、冷却、防锈、防蚀等作用。

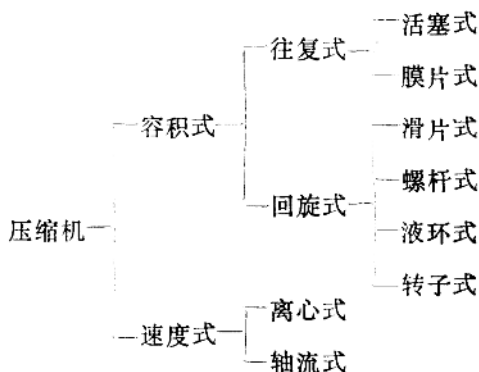
压缩机油的品种和规格随压缩机类型和结构的发展而增加，其质量水平也随压缩机技术的进展而提高。因此，在研究压缩机的润滑及提出对润滑油的要求时，必须对压缩机的类型、结构特点及发展情况作一大体的了解。

压缩机是一种用来压缩气体，提高气体压力或输送气体的机械。随着生产技术的发展，压缩机的种类和结构型式日益增多。如今，各种类型和规格的压缩机正在石油化工、机械制造、土木建筑、采矿冶金、交通运输、制冷与气体分离工程，以及国防、医疗、纺织、食品、农业等部门，被广泛地应用于驱动风镐、风钻、气力板手、制动车辆，控制仪表，冷冻、冷藏、空气调节、空气分离，石油裂解气分离、有机原料气的合成及聚合、重油的轻质化、润滑油加氢精制，石油钻采、油田注气，充气、喷漆、喷雾、食品包装，以及煤气输送、气体液化与装瓶等等。因此，就其用途广泛而论，压缩机是一种“通用机械”。

压缩机按其压缩气体方式的不同，可分为容积式和速度式两大类。容积式压缩机是依赖气缸内作往复运动的活塞或作回转运动的转子来改变工作容积，从而使气体得到压缩，

提高气体压力；速度式压缩机则是借助于作高速旋转的叶轮的作用，使气体得到很高的速度，然后又在扩压器中急剧降速，使气体的动能变为位能，即压力能。

容积式压缩机和速度式压缩机由于具体结构的不同，又可分为如下几种型式：



除按结构与压缩气体方式区分外，压缩机尚可按其最终排气压力和排气量进行分类。

按所达到的最终排气压力不同，可分为：

低压压缩机	排气压力 $< 10 \times 10^5$ 帕●
中压压缩机	排气压力 $(10 \sim 100) \times 10^5$ 帕
高压压缩机	排气压力 $(100 \sim 1000) \times 10^5$ 帕
超高压压缩机	排气压力 $> 1000 \times 10^5$ 帕

按排气量不同，可分为：

微型压缩机	排气量 < 3 米 ³ /分
小型压缩机	排气量 $3 \sim 10$ 米 ³ /分

●国际单位制 (SI) 规定，流体压力单位为帕斯卡，简称帕 (Pa)。1帕斯卡 = 1牛顿/米²。它与以前使用的压力单位巴 (bar) 或公斤力/厘米² (kgf/cm²) 的换算关系为：1bar = 10^5 Pa ≈ 1.02 kgf/cm²。

中型压缩机 排气量 $10\sim 100$ 米³/分

大型压缩机 排气量 >100 米³/分

此外, 按压缩介质和用途不同, 压缩机又可分为动力用压缩机和工艺用压缩机两种。前者压缩介质为空气, 主要用于驱动气动机械、工具和物料输送; 后者压缩介质为所有气体, 用于工艺流程中气体的压缩和输送。

各种结构型式压缩机依据其所能提供的排气量和最终排气压力, 大致有如图1-1所示的应用范围。

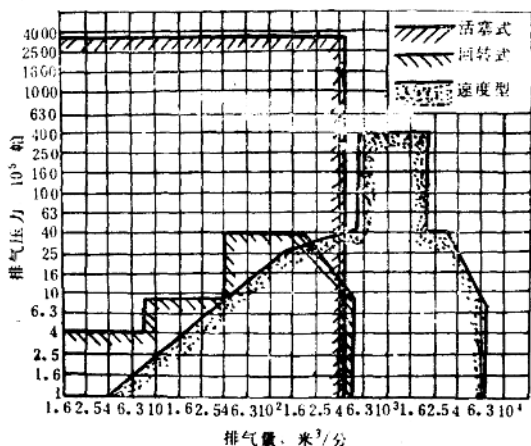


图 1-1 各种型式压缩机的应用范围

一、容积式压缩机

容积式压缩机气体压力的提高是通过气缸内工作容积变化压缩气体来实现的。根据气缸内运动部件作用情况的不同, 可分为往复式和回转式两种。

(一) 往复式压缩机

往复式压缩机常见的型式有活塞式和膜片式。它们分别

通过活塞和膜片在气缸内的往复运动，并借助进排气阀的自动开闭，进行气体的吸入、压缩和排出。

1. 活塞式压缩机

活塞式压缩机是一种最常见的压缩机。它通常利用曲柄连杆机构，变原动机的旋转运动为活塞的往复运动。其主机主要由曲轴连杆机构和压缩气体的活塞机构组成。前者又由曲轴箱、曲轴、连杆、轴承等组成；后者又由气缸、活塞、活塞环、活塞销、进排气阀等组成。在有一些压缩机中，还有十字头、活塞杆、填料箱。除主机外，还有进气滤清器、压力脉动缓冲器、冷却器、液气分离器等辅助装置及连接这些辅助装置的管路，组成一个整体。

活塞式压缩机可按其结构上的特征，作如下的区分。

(1) 按气缸排列相对位置不同，分为：

立式压缩机 气缸中心线与地面垂直；

卧式压缩机 气缸中心线与地面平行，且都分布在曲轴的一侧；

角式压缩机 气缸中心线彼此成一定角度，如L型、V型、W型、T型和扇型等；

对称平衡型压缩机 气缸成水平布置，并分布在曲轴两侧，在两主轴承之间相对两列气缸的曲柄错角为 180° ；根据电机位置不同，又分为M型和H型两种，M型：电机位于机身的一侧，H型：电机位于两个机身之间；

对置式压缩机 气缸成水平布置，并分布于曲轴两侧，但相邻的两相对列气缸的曲柄错角不等于 180° ；根据其结构特点又可分为两种情况：一是曲轴两侧相对的气缸中心线不在一直线上，制成奇数列，二是曲轴两侧相对的气缸中心线在一直线上，制成偶数列。

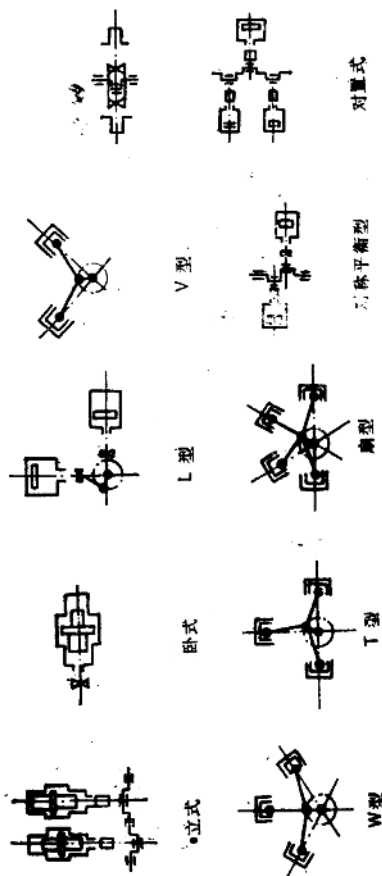


图 1-2 活塞式压缩机结构示意图

(2) 按曲柄连杆机构不同，分为：
无十字头式和十字头式两种。

(3) 按活塞在气缸内作用方式不同，分为：
单作用式、双作用式和级差式三种。

活塞式压缩机的各种气缸排列如图1-2所示。

活塞式压缩机是一种出现最早、应用最广泛的压缩机，至今它在不少领域内的优越性依然十分显著，在生产和技术方面仍然不断地得到提高。

在大型压缩机中，对称平衡型（图1-3）仍处于重要的地位，并且随着石油化工等生产设备的大型化，压缩机也随之向大型化发展，但由于活塞式压缩机结构的笨重和自身的振动，限制了它向更大容量的发展。特别是近年来离心式压缩

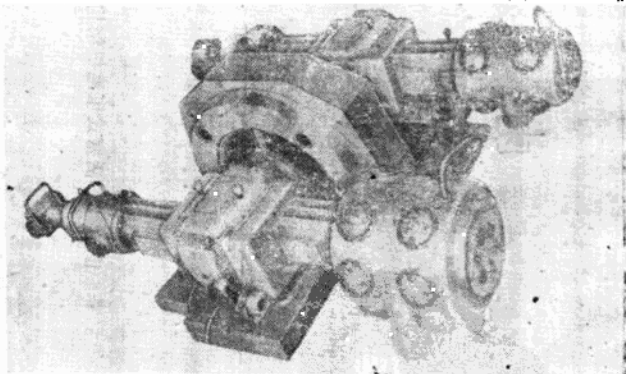


图 1-3 对称平衡型压缩机

机发展很快，在大容量的使用场合显示出较好的综合经济效益。因此，诸如日产量600吨以上的大型合成氨装置中的大容量压缩机将由离心式所代替。但在不少高压使用范围内，对称平衡型压缩机仍是一种主要的型式。

中小型压缩机和微型压缩机，大部分用来压缩空气，驱动气动机械和工具，被大量地应用于矿山、道路施工和其它需要压缩空气的场合。这种动力用压缩机有固定式和移动式之分，它的排气压力一般在 10×10^5 帕以下，尤以 $(7 \sim 8) \times 10^5$ 帕为最常用。其结构采用V型、W型、L型、扇型为多，并向着高转速、短行程、轻量化和低功率消耗等综合技术经济指标方向发展。作为移动式使用的中小型压缩机的排气量

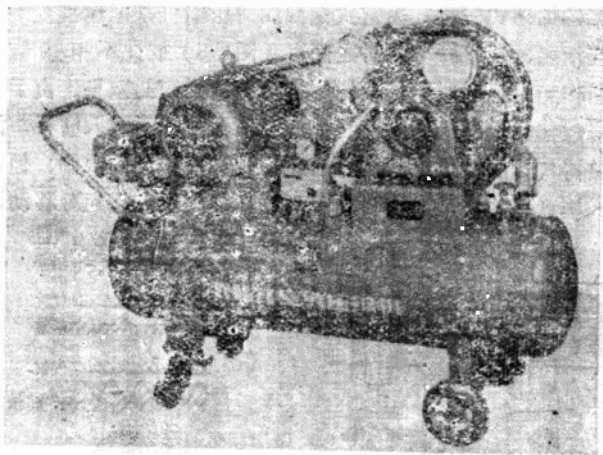


图 1-4 微型空气压缩机

一般在 $12 \text{米}^3/\text{分}$ 以下，这是因为更大容量的活塞式压缩机的体积和重量，已达到或接近便于移动的极限，而将由日益发展的轻便的回转式压缩机来代替。

超高压压缩机发展的历史不长，应用也不广泛，除实验室用途外，高压法合成聚乙烯生产是目前工业用超高压压缩机的唯一用途。但随着聚乙烯需要量的不断增长，促进了高压聚乙烯合成工业和超高压压缩机技术的发展。近年来，超

高压压缩机在工业上应用的最高压力为 3500×10^5 帕，供实验室中使用的压力已达到 10000×10^5 帕。而且，在零部件结构、材质和关键件的工作原理方面均有重大改进。

压缩机若按对气缸内压缩室给油与否，可分为有油润滑压缩机和无油润滑压缩机。从提高气体纯度和防止污染的需要出发，无油润滑压缩机获得了日益广泛的应用。无油润滑压缩机气缸内压缩室的密封形式，有迷宫式、石墨环式和聚四氟乙烯环式三种。迷宫式无油润滑压缩机是把迷宫置于气缸与活塞、活塞杆与填料之间，（图1-5）彼此不相接触，利用作相对运动时所造成的气体节流达到密封效果。由于气体接触部分没有滑动摩擦，排气中不含油和不混入磨料，故能保持气体的高纯度。同时，还不受气体种类的限制。但迷宫式毕竟是非接触式密封，因而在小排气量或低相对移动速

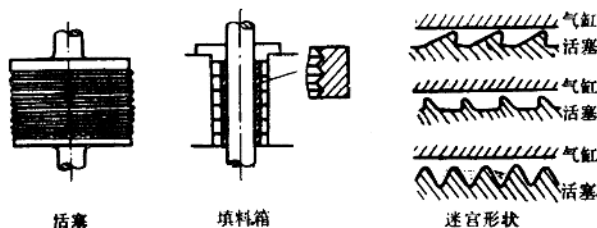


图 1-5 迷宫结构

度时，由于迷宫处的泄漏较大，使压力不易建立。石墨环式和聚四氟乙烯环式总称接触式密封，其密封元件便是具有自润滑性能的石墨或聚四氟乙烯，用它们制成的活塞环和活塞杆填料，便能在没有润滑油的条件下良好地工作。近年来，由于聚四氟乙烯生产的发展，特别是在聚四氟乙烯材料中添加石墨、玻璃纤维、铜粉、二氧化硅及二硫化钼等提高耐磨性、导热性和减少热胀系数等加工技术的发展，从而能制成

优质的自润滑活塞环和填料。因此，填充的聚四氟乙烯环已成为无油润滑的主要型式，获得了良好的使用效果。但在压力高于 200×10^5 帕后，聚四氟乙烯环的寿命不易保证，因此无油润滑技术在压缩机中使用还受到一定的限制。

此外，尚有一种特殊结构的活塞式压缩机——摩托压缩机。这种压缩机将燃气机和压缩机装在同一曲柄机构上，组成一个整体，故又称整体式压缩机。它由燃气机的动力缸发出动力，驱动压缩机气缸内活塞进行工作。摩托压缩机主要用于石油化工和石油炼制工业部门，从最初输送天然气到现

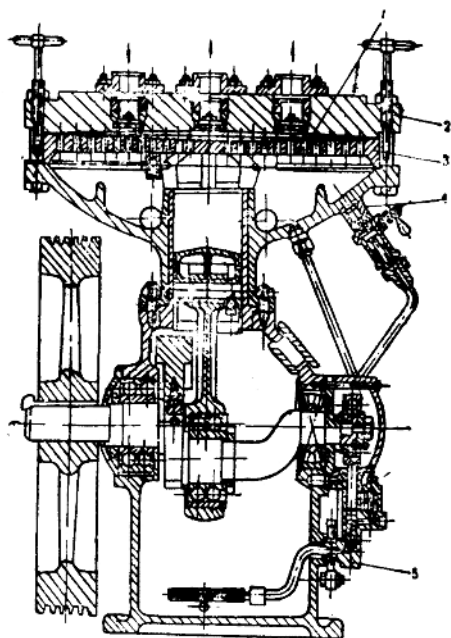


图 1-6 膜片式压缩机

1—膜片；2—气板；3—油板；4—单通阀；5—供油泵

在发展成为工艺用大型压缩机的主要类型之一。

2. 膜片式压缩机

膜片式压缩机通常是指曲柄连杆机构通过液体而驱动膜片工作的一种隔膜式往复压缩机，（图1-6）只有在低压力时，才由曲柄连杆机构直接驱动膜片。由于膜片压缩机膜腔的气密性很好，压缩介质不被油所污染，因此常被用作某些纯度较高的稀有气体的压缩、输送和装瓶，以及用于输送不允许泄漏、易燃、易爆、强腐蚀性、放射性的气体和剧毒介质。但由于膜片工作寿命的限制，目前膜片式压缩机只限于较小的容量，且其相对体积和重量较大。

（二）回转式压缩机

回转式压缩机是一种借助于气缸内一个或多个转子的旋转运动所产生的气缸工作容积的变化，而达到气体压缩的容积式压缩机。常见的有滑片式、螺杆式、液环式和转子式等多种型式，尤以滑片式和螺杆式应用最广。

与往复式压缩机比较，回转式压缩机一般不存在往复惯性力和力矩，具有转速高、结构简单、运转平稳、气流脉动小，以及体积小、重量轻、可靠性好等特点。但回转式压缩机的功率消耗比往复式压缩机略高，目前所能达到的压力还不高。

1. 滑片式压缩机

滑片式压缩机是在气缸内设置偏心的转子，并在转子上若干条槽内安放滑片的一种回转压缩机。当转子由原动机带动旋转时，滑片在离心力的作用下从槽中滑出，其端部紧贴在气缸内壁，并沿气缸内壁滑动，将气体从吸入口并经压缩输到排出口。

工业上应用滑片式压缩机的历史，可以追溯到上世纪中期。最初的滑片式压缩机多采用钢质滑片、滴油润滑。其

结构虽较活塞式压缩机简单,但由于提供少量的油仅作润滑,机内泄漏较大,排气温度较高;同时,由于润滑困难,滑片和气缸壁的磨损较明显。之后,出现了带卸荷环的结构,(图1-7a)这种卸荷环装在气缸内壁处,其内径略小于气缸内径,且能沿气缸转动。卸荷环承受了所有滑片的离心力,以滑片与卸荷环间的摩擦代替了滑片与静止的气缸内壁的摩擦,从而减少了机械摩擦损耗;同时,气缸又采用双层壁水套冷却,增进散热效果。这样,使早期的缺陷得到弥补,压缩机效率有了提高。这种带卸荷环的滑片式压缩机至今仍被一些工业部门所采用。

然而,滑片式压缩机具有突破性进展,是采用了喷油内冷技术。它屏弃了滴油润滑和双层壁水套冷却的传统方式,

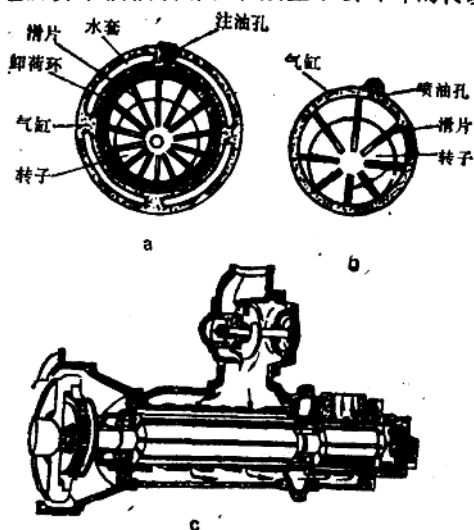


图 1-7 滑片式压缩机

a—卸荷环式; b—喷油内冷式;
c—两级压缩喷油内冷式