



活塞式压缩机气阀

兰州化学工业公司化工机械研究所编

5.4

石油化学工业出版社

活塞式压缩机气阀

兰州化学工业公司化工机械研究所编

石油化学工业出版社

内 容 简 介

本书介绍了活塞式压缩机气阀的工作原理、设计计算、零部件的材料和制造工艺以及使用维护和试验研究方法。

本书主要供工厂、设计单位从事压缩机工作的技术人员参考之用。也可供工厂的专业工人和有关学校的师生参考。

活塞式压缩机气阀

兰州化学工业公司化工机械研究所编

*

石油化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $5^{5/8}$ 插页 1

字数 121 千字 印数 1—15,350

1975 年 12 月第 1 版 1975 年 12 月第 1 次印刷

书号 15063·化 8 定价 0.48 元

毛主席语录

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

读书是学习，使用也是学习，而且是更重要的学习。

马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。

前 言

在伟大的毛泽东思想的光辉照耀下，经过无产阶级文化大革命和批林批孔运动锻炼的石油化工生产和机械制造战线上的广大工人和技术人员意气风发、斗志昂扬，进一步贯彻毛主席的“工业学大庆”和“独立自主，自力更生”方针，“抓革命，促生产”，广泛开展技术革新运动，使我国活塞压缩机气阀的设计、制造、使用和科研工作都取得了丰硕的成果。在气阀制造技术和阀片的产量、质量等方面都有所提高，阀片产量已能满足需要，阀片的光洁度和平整度均达到较先进的水平。在使用过程中也不断地对气阀进行了改进和革新，气阀的耐用期有显著提高，可达到几千小时。科研单位和大专院校为配合提高气阀耐用期的工作，与工厂结合成功地进行了气阀运动规律的测定，为寻找气阀损坏的原因及改进气阀的途径提供了实测依据，也为进一步了解气阀的运动特性和从气阀运动的内在联系上研究气阀打下了基础。

在化学工业中活塞式压缩机的使用极为广泛，提高气阀耐用期和降低气阀阻力是强化现有压缩机，提高产量，降低成本的一项重要工作。同时，这也是活塞式压缩机进一步向转速高、体积小、重量轻、耗电少的先进水平发展所必须解决的问题之一。因此，正确地认识气阀，合理的设计、制造和使用气阀，改进现有气阀，创造新型气阀，是十分必要的。

鉴于石油化学工业战线广大工人和技术人员在实际工作中深感缺乏气阀方面的专业书籍，我们在初步总结我国多年

来在气阀实践中的部分经验的基础上，并参考有关的国内外资料，编写了这本小册子，供广大工人和技术人员在工作中参考。在我们编写的过程中，有关兄弟单位给予热情的支持，提供了许多宝贵资料，对我们帮助很大，谨在此表示感谢。由于我们在气阀方面实践不多，水平有限，不免存在缺点和错误，希广大读者批评指正。

编者

目 录

前 言

第一章 气阀的作用与工作原理	1
一、气阀的作用及对气阀的要求.....	1
二、气阀的分类和工作原理.....	4
第二章 气阀及其主要零件的种类和结构	8
一、气阀的种类与结构.....	8
(一) 环阀.....	8
(二) 孔阀.....	37
(三) 直流阀.....	41
(四) 塑料阀.....	47
(五) 其它阀型及其结构.....	50
二、弹簧的种类与特点.....	51
(一) 大弹簧(环形弹簧).....	52
(二) 小弹簧.....	54
(三) 板弹簧.....	56
第三章 气阀的运动分析	61
一、气阀的开闭与压缩机工作过程之间的关系.....	61
二、阀片的运动规律.....	63
三、影响阀片运动的主要因素.....	66
(一) 弹簧力.....	66
(二) 阀片的开启高度.....	68
(三) 气流速度.....	70
(四) 阀片的厚度与重量.....	73
(五) 介质中的油水含量.....	73
四、气阀的运动频率特性.....	75

第四章 气阀损坏的原因及提高气阀耐用期的途径	77
一、气阀损坏的原因	77
(一) 阀片损坏的原因	77
(二) 气阀弹簧的损坏原因	82
二、提高气阀耐用期的途径	83
(一) 气阀设计和结构	83
(二) 阀片制造	84
(三) 气阀的使用和维修	86
(四) 压缩机强化后,气阀应采取的改进措施	88
第五章 气阀的设计与计算	92
一、环阀的设计计算	92
(一) 确定气阀的主要特性参数	92
(二) 确定气阀的结构尺寸	93
(三) 气阀零件的强度校核	98
二、孔阀的设计计算	101
三、直流阀的设计计算	104
四、气阀弹簧的设计计算	106
(一) 确定每个弹簧的弹簧力	106
(二) 确定弹簧参数和结构尺寸	107
第六章 气阀零件的材料与制造	120
一、阀片	120
(一) 材料	120
(二) 制造	122
(三) 阀片制造方面的发展	127
二、弹簧	135
(一) 材料	135
(二) 制造	137
三、阀座与阀挡	143
(一) 材料	143

(二) 制造.....	144
第七章 气阀的使用与维护.....	145
一、气阀的组装.....	145
二、气阀的安装.....	148
三、气阀的拆修.....	151
第八章 气阀性能的测试方法.....	156
一、使用示功器测定气阀的工作情况.....	156
(一) 示功图的记录方法.....	156
(二) 示功图的分析方法和典型示功图.....	158
二、气阀的运动规律测定.....	163
(一) 阀片运动规律的主要测定方法.....	163
(二) 阀片运动曲线的分析.....	171

第一章 气阀的作用与工作原理

一、气阀的作用及对气阀的要求

活塞式压缩机是化肥、石油化工、炼油、冶金、矿山、机械制造、气体分离、医药、制冷等许多工业部门广泛应用的机器之一。它的主要用途是提高气体的压力和输送气体。

在许多化工生产过程中，物料的反应是在一定的压力下连续进行的。对于气体物料是用压缩机将其压缩到一定的压力后，送入化学反应设备进行反应。活塞式压缩机是常用的压缩机之一，它由气缸、活塞、吸气阀、排气阀以及曲柄连杆传动机构等部件组成（图 1-1）。

气阀是活塞式压缩机完成其工作循环必不可少的部件之一，它的运动与活塞的运动相配合完成压缩机每个工作循环中的膨胀、吸气、压缩和排气四个过程（参见图 1-2）。在压缩机吸气之前，吸气阀和排气阀均关闭，并保持密封，气缸内的气体膨

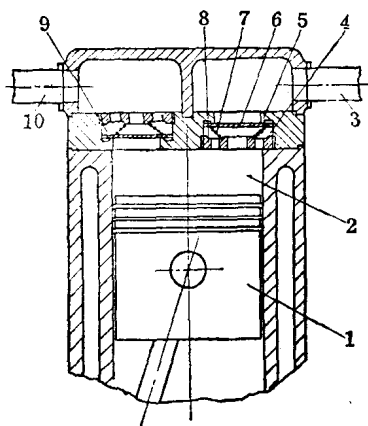


图 1-1 活塞式压缩机
气缸部分示意图

1—活塞；2—气缸；3—吸气管；4—吸气阀；5—阀座；6—阀片；7—弹簧；8—阀挡；9—排气阀；10—排气管

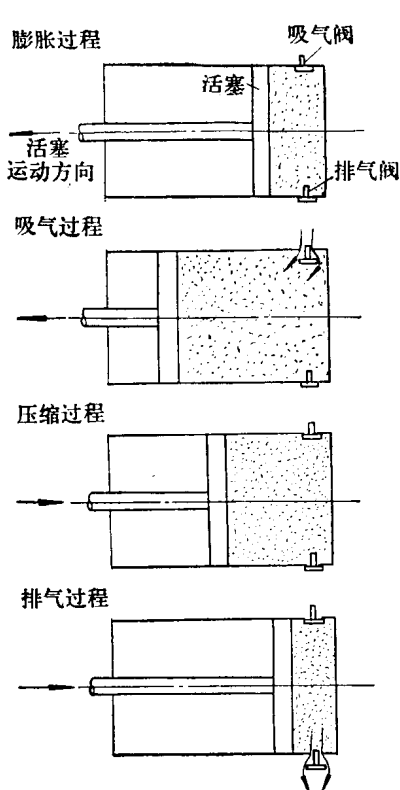


图 1-2 气阀的运动和作用示意图

厂的压缩机比作人的心脏，气阀就相当于心脏的活门。气阀的耐用期及其性能直接影响着压缩机的输气量、耗电量和开车率等，从而影响着化工产品的产量和成本。为了提高产量降低成本，应对活塞式压缩机气阀提出如下的要求：

1. 耐用期长

气阀应具有一定的耐用期，以保持压缩机长期连续运转。这对于化工过程用压缩机特别重要，如果因气阀损坏压缩机

胀，形成低压；当气缸内压力低于吸气管路内的压力时，吸气阀打开，气体经吸气阀进入气缸内；开始压缩时，吸气阀关闭并保持密封，将气体封闭在气缸内进行压缩，压力逐渐升高；当达到规定的压力（略高于排气管路内的压力）时，排气阀打开，将具有一定压力的气体排出气缸。这样不断地循环，就可以连续地把压力较低的气体压缩到需要的压力，并送往用户使用。

由上面简单地说明可以看出：气阀是气体进出气缸的门户，是压缩机的重要部件。人们把合成氨

被迫停车,将影响整个系统的生产,例如:合成氨厂用红旗牌压缩机,停车更换气阀一次,减产合成氨约一吨,每停、开车一次多耗的电量折合电费约100元。因此,要求气阀的耐用期至少应保持压缩机在其检修周期内安全连续运转,不能因气阀损坏而引起压缩机非计划停车。

2. 阻力小

活塞式压缩机克服气阀阻力所消耗的功率占整个活塞式压缩机所需功率的10~20%。一台功率4000千瓦的压缩机,损失在气阀上的功率按15%计,则是600千瓦,这个损失是不容忽视的。因此合理的设计气阀,可以降低气阀阻力,大大地减少压缩机的动力消耗。

3. 密封性好

气阀在关闭状态下应有良好的密封性,没有漏气现象。如果气阀的密封性不好,气体漏出,不仅影响了压缩机的排气量,并且浪费了动力。对于中小型化工厂,由于所采用的压缩机气量较小,则气阀漏气对生产的影响更为显著,所以,对小型压缩机气阀的密封性要求更为严格。

4. 阀的开启和关闭及时

气阀关闭不及时将会引起部分气体倒流,影响压缩机的实际排气量,同时,加大了阀片的运动速度,影响阀片的耐用期。气阀开启不及时或阀片不能迅速达到全开,将增加气阀的阻力,使压缩机效率降低。

5. 气缸余隙容积小

在气阀中,阀片与气缸之间的空间是所在气缸余隙容积的一部分,减少这部分的容积,就是减少气缸的余隙容积,可以提高压缩机的容积效率。

6. 加工制造简单,材料来源容易,成本低。

7. 安装、维修方便。通用性和互换性较好。

二、气阀的分类和工作原理

活塞式压缩机气阀从其本身的运动特点以及气阀的运动与压缩机运动的内在联系来分析可分为强制阀和自动阀两大类。

1. 强制阀

活塞式压缩机上的强制阀与内燃机的进排气阀类似，由

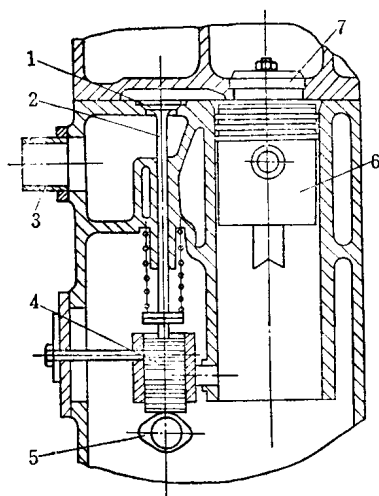


图 1-3 强制吸气阀示意图

1—进气阀；2—阀杆；3—进口管；4—
调整机构；5—吸气阀开阀控制机构；
6—活塞；7—排气阀

运动密封元件、气阀开闭的控制机构、传动机构和调整机构等部分组成（图 1-3）。运动密封元件的运动（即气阀的开启和关闭）是由压缩机的曲轴经过传动机构带动控制气阀开闭的凸轮机构强制地进行。由调整机构来保证气阀的开启与关闭的时间符合压缩机工作循环的要求。采用强制阀时，必须根据压缩机的操作条件调整气阀开闭时间与活塞位置（曲柄转角）的相对关系，否则将出现气阀开闭过早或过迟的现象，引起压缩机的气量和

功率的额外损失。

由于上述原因以及强制阀的零件繁多，制造、安装和调整较复杂，所以在现代压缩机上很少采用强制阀。目前，仅在个

别的小型高转速压缩机上，为提高压缩机的吸入气量，其第一级吸气阀采用强制阀。

2. 自动阀

自动阀由阀座、阀片、阀挡、弹簧等零件组成(图 1-4)。自动阀的开闭运动是在其运动密封元件——阀片两侧(即缸内和进、排气管路内)的压力差的作用下，自动完成的。

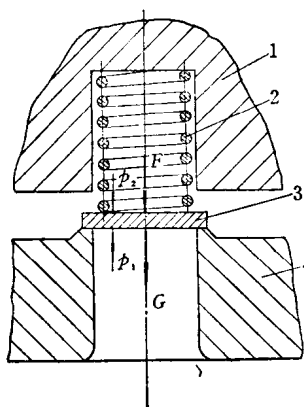


图 1-4 自动阀结构示意图

1—阀挡；2—弹簧；3—阀片；4—阀座

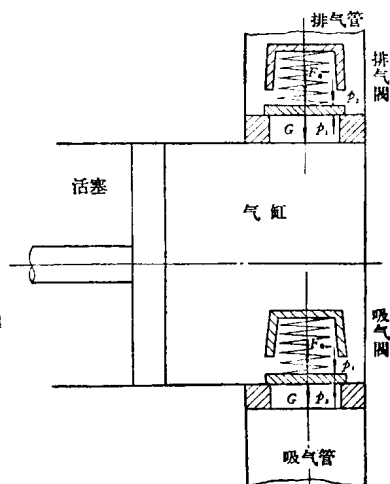


图 1-5 吸气阀和排气阀阀片

作用力的示意图

按图 1-5 的位置自动阀的开闭条件如下：

对于吸气阀

开启条件：

$$p_2 f_z \geq p_1 f + F_0 + G$$

关闭条件：

$$p_1 f + F \geq p_2 f_z + G$$

对于排气阀

开启条件:

$$p_1 f_z \geq p_2 f + F_0 + G$$

关闭条件:

$$p_2 f + F \geq p_1 f_z + G$$

式中 f ——承受管路气体压力的阀片工作面积;

p_1 ——缸内压力;

p_2 ——管路内气体压力;

F_0 ——阀全闭时弹簧力;

F ——阀全开时弹簧力;

G ——阀片及弹簧的重量;

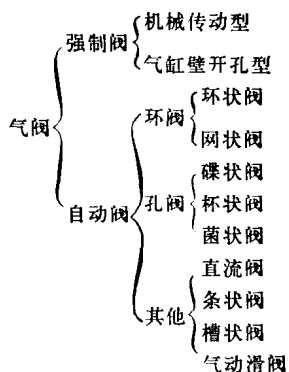
f_z ——气阀阀座通道面积。

上面各式均为各参数的代数和, 在计算时应按气阀的实装位置确定各参数的符号。式中未考虑惯性力的影响。

在自动阀开闭条件的各参数中, 阀片与弹簧重量 G 是固定不变的量, 弹簧作用力 F_0 及 F , 在阀片不运动时也是定值, 管路压力 p_2 (即吸入管和排出管内的压力) 一般可看作是定值 (实际上, 由于压缩机的间歇式的吸入和排出, 必然会引起管路内压力 p_2 的波动, 但波动范围很小, 为了分析方便, 可把 p_2 看成定值)。只有气缸内的压力 p_1 是随着活塞的往复运动, 由吸气压力到排气压力周期地变化。自动阀就是随着压缩机气缸内的压力 p_1 的变化, 而自动开启和关闭。

因此, 自动阀不需要象强制阀那样一套开闭控制机构、传动机构和调整机构。同时自动阀可以自动地适应压缩机工作循环的要求。当压缩机的操作条件改变时, 不需调整就可自动地适应新的工作条件。另外, 自动阀的结构比较简单, 零件少, 所以现代活塞式压缩机几乎全部采用自动阀。

为了适应不同类型的压缩机的需要, 上述的两类气阀, 都有许多结构型式, 详见下表:



由于现代活塞式压缩机, 特别是化工过程用压缩机主要使用自动阀, 因此在本书以后的几章里主要对自动阀进行分析和讨论。

第二章 气阀及其主要零件的种类和结构

一、气阀的种类与结构

在活塞式压缩机上使用的各种自动阀中，目前以环阀使用得最为广泛，因此，本节将着重讨论环阀的种类及其结构特点。同时，考虑到高压和超高压压缩机的特点和压缩机向高转速方向发展的趋势，在本节中也对孔阀，直流阀等作适当的

介绍。另外，用工程塑料制造气阀，是我国工人阶级在文化大革命期间的一项创造，在本节中也以一定篇幅加以介绍。

(一) 环阀

1. 环状阀

(1) 环状阀的组成与结构型式

环状阀由阀座、阀挡、阀片、弹簧、垫片以及螺栓螺帽等零件组成(图 2-1)。常见的结构有三种。

1) 开式结构 阀座和阀挡的中心部分或经过垫片或直接靠紧，由螺栓紧固在

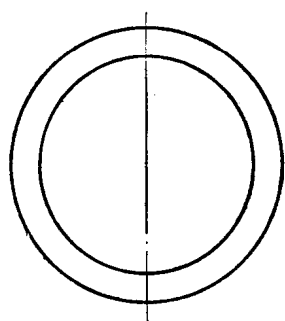
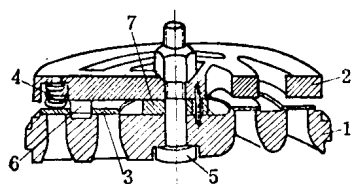


图 2-1 环状阀

1—阀座；2—阀挡；3—阀片；4—弹簧；5—螺栓；6—导向块；7—垫片