

合成氨厂工人读物

气体压缩的 工艺与操作

衢州化工厂 编



0.5

燃料化学工业出版社

内 容 提 要

为适应大、中型氮肥厂广大工人为革命学技术的需要，我社组织有关单位对“合成氨厂的工艺与操作”一书重新进行了修订，并按生产工序分册陆续出版。主要介绍固体燃料气化法生产合成氨的工艺与操作。

本书介绍了氢氮混合气压缩的工艺与操作。其中主要是介绍红旗牌压缩机的工作原理、操作、维护检修及其故障排除方法；书后附有红旗牌压缩机操作问答（共 106 个），用问答的方法介绍了在实际操作中遇到的许多问题。

本书可供大、中型氮肥厂压缩车间工人学习用书，也可供车间技术人员和管理干部参考。

本书由衢州化工厂组织编写，由工人林志辰同志执笔。吴玉峰同志为本书提供了宝贵意见并作了部分修改。

合成氨厂工人读物 气体压缩的工艺与操作 衢州化工厂 编

*

燃料化学工业出版社 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

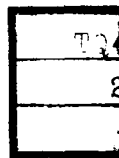
*

开本 787×1092¹/₃₂ 印张 4⁷/₈

字数 105 千字 印数 1—16,300

1974 年 11 月第 1 版 1974 年 11 月第 1 次印刷

书号 15063·2104（化-198） 定价 0.40 元



毛主席语录

现在的社会主义确实是前无古人的。社会主义比起孔夫子的“经书”来，不知道要好过多少倍。

要把一个落后的农业的中国改变成为一个先进的工业化的中国，我们面前的工作是很艰苦的，我们的经验是很不够的。因此，必须善于学习。

社会主义革命和社会主义建设，必须坚持群众路线，放手发动群众，大搞群众运动。

FB89/2P

目 录

绪 言	1
第一章 活塞式压缩机及其工作原理	5
第一节 压缩机概述	5
第二节 压缩过程	8
第三节 理论示功图	9
第四节 实际示功图	11
第五节 压缩气体的三种过程	12
第六节 多段压缩	14
第七节 压缩机的生产能力及其影响因素	17
一、压缩机的生产能力及其计算	18
二、影响压缩机生产能力的因素	21
第八节 增加压缩机打气量的途径	24
第二章 压缩系统的流程和设备	28
第一节 压缩系统的流程	28
一、压缩机的气体流程	28
二、压缩机润滑系统的流程	31
三、压缩机冷却水流程	36
第二节 压缩系统的设备	37
一、压缩机的主体部件	37
二、压缩机的附属设备	48
第三章 压缩机的操作	59
第一节 压缩机的正常操作条件	59
第二节 压缩机的开车	61
一、空载试车	62

二、空气吹洗	62
三、加压试车	64
四、正式开车	65
第三节 压缩机的停车	67
一、正常停车	67
二、紧急停车	68
第四节 压缩机的倒车	69
第五节 操作压力的控制、分析和正常操作	70
一、操作压力的分析	71
二、操作压力的控制和不正常操作	75
第四章 压缩机的故障及其处理	83
第一节 工艺故障	83
一、冷却水中断	83
二、循环油压突然下降	84
三、一段进口压力的降低	85
四、气体带水	85
第二节 机械故障	86
一、运动部件的发热	86
二、运动部件的撞击	87
三、压缩机各部件的故障	88
第三节 不正常情况及事故处理的办法	90
一、一般故障的处理	91
二、紧急故障的处理	93
第五章 压缩机的维护和检修	100
第一节 压缩机的维护	100
一、压缩机维护的方法	100
二、判断和检查	102
第二节 压缩机的检修	108
一、不停车的小修理	109

二、注油器的修理	110
三、停车修理	111
四、延长气阀使用寿命的措施	112
五、小修、中修和大修	113
六、几年来红旗牌压缩机的改进	121
附 红旗牌压缩机操作问答(共 106 个)	123

绪 言

在合成氨工业中，原料气的精炼和氨的合成都需要在高压下进行。因为，只有在高压下进行上述操作，才能有效地清除原料气中的毒物，获得较高的氨产率。因此，在原料气精炼和氨合成之前，需要事先用氢氮气压缩机将气体压缩到高压。为了使经过合成塔后的剩余氢、氮混合气体继续在合成系统内循环，必须使用循环气压缩机；为了补充合成氨生产系统所需的冷冻量，使氨在冷冻系统内循环，必须使用氨压缩机。氢氮气压缩机(以下简称压缩机)、循环气压缩机(以下简称循环机)和氨压缩机(或称冰机)的工作原理基本相同，其结构也基本相似。

从上述可知，在制氨过程中，压缩气体的工作占有极其重要的地位。压缩机的生产能力及其工作的好坏，是决定合成氨厂生产能力的主要因素之一。制氨过程中的动力消耗，主要也在这些设备上。因此，管理压缩机、循环机和冰机的操作人员，务必透彻地了解它们的性能及运转规律，掌握它们的安全运转规程，以降低消耗定额。同时，在合成氨厂中，由于压缩机的生产潜力常较其他工段为小，而成为全厂增加产量的关键。因此操作维修中如何管理好压缩机，使它在良好的条件下正常运转，尽量提高压缩机的年工作日，常可增加合成氨产量，降低成本，从而有力地支援了农业。因此，每个压缩机的操作管理人员，必须在毛主席革命路线指引下，不断提高阶级斗争、路线斗争和在无产阶级专政下继续革命的觉悟，履行自己的光荣职责，生产出更多的化肥支援农业，

为落实“深挖洞、广积粮、不称霸”的伟大方针而做出自己的贡献。

年产二万五千吨合成氨厂用的压缩机，大部分采用我国国产 2N45 型和 P45 型红旗牌六段活塞式氢氮气压缩机；此外还有输气量为 1600 米³/小时，由 4000 仟瓦电动机带动的压缩机。随着我国机器制造工业的发展，根据毛主席“人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进”的伟大教导，我国还自己设计和制造了大型氢氮气压缩机。例如 H22 七段和六段的氢氮气压缩机，以及用于加压造气的 2M45 和 3D22 氢氮气压缩机等，这些都是对称平衡型压缩机。不同类型的各种活塞式压缩机，其基本原理、操作、维护、检修、及事故处理均大致相同。鉴于红旗牌压缩机已有多年生产实践，工艺和操作较成熟，本书主要讨论这种压缩机。我国工人阶级响应毛主席增产节约的号召，为了最大限度地挖掘设备潜力，使其更好地为社会主义建设服务，对现有的 2N45 型红旗牌压缩机做了大胆的革新。如电机加转；镗大气缸；改革气阀等，因此，大大提高了生产能力。实践再次雄辩地证明，群众的智慧和创造力是无穷无尽的。

压缩机的类型很多，但按作用原理大体上可分为涡轮式和活塞式两类。在活塞式压缩机中，按气缸的位置和排列方法又可分为：立式的、卧式的和单列的、双列的。目前，氮肥厂合成车间所用的压缩机，如氢氮气压缩机、循环机以及氨压缩机多为活塞式压缩机。本书所介绍的红旗牌氢氮气压缩机即属于卧式双列活塞式压缩机。

在压缩过程中，气体的状态变化(温度、压力、体积)是与气体的三个基本定律相符合的。因此，在讲压缩原理之前，先来温习一下这几个基本定律。

1. 波义耳-马略特定律：当温度不变时，一定质量的气体的压力与其体积成反比。换句话说，气体在恒温下被压缩时，则其体积将随压力的增加而成比例减少。例如，将气体压缩到 100 气压，则其体积就变为原来体积的 $1/100$ 。

2. 给吕萨克定律：在压力不变的情况下，如果使气体受热或冷却，则其体积就将相应地增加或减少。换句话说，当一定质量的气体受热而温度升高时，如果它的压力保持不变，则它的体积就会增大，也就是要发生热膨胀的现象。例如，在压力不变时，若将气体温度升高 1°C ，则其增加的体积将等于它在 0°C 时所占体积的 $1/273$ 。

3. 查理定律：在保持气体体积不变的情况下，如使气体受热或冷却，则其压力亦会相应的增高或降低。换句话说，当一定质量的气体受热而升高温度时，如保持其体积不变，则其压力就会增高。例如，在气体体积不变时，如使气体的温度升高 1°C ，则其压力的增加将等于它在 0°C 时压力的 $1/273$ 。

综合上面所述，我们可以简略地用几句话来表示上述三个定律。即：

在恒温下，气体的体积与压力成反比。

在恒压下，气体的体积与温度成正比。

在恒容下，气体的压力与温度成正比。

虽然在实际的压缩过程中，气体的体积、温度和压力都是在变化的，但我们从上述三个基本定律中不难理解：气体经过压缩以后，温度和压力是升高的，而体积则是缩小的。

将上面三个定律综合起来，可用下列方程式来表示：

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad (1)$$

式中 P_1 、 P_2 ——分别表示条件变化前后的气体压力，其数值常用绝对大气压表示，即由压力表上的读数加上一个大气压；

V_1 、 V_2 ——分别表示条件变化前后的气体体积；

T_1 、 T_2 ——分别表示条件变化前后气体的绝对温度，其数值系由日常采用的水银摄氏温度计所测得的读数，加上 273 而得。例如：水银温度计为 35，则气体的绝对温度为 $273 + 35 = 298^\circ\text{K}$ 。

压缩机各段气缸容积、冷却器等的设计，即是按照这些基本定律进行计算确定的。因此，操作中经常注意各段气体的压力及温度，即可知道压缩机的运转是否正常。

第一章 活塞式压缩机及其工作原理

第一节 压缩机概述

在实际生产中，压缩机的选择主要根据合成氨厂生产规模及整个合成氨厂采用的工艺生产流程等因素决定的。为了便于后面的学习，首先对 2N45 型和 P45 型红旗牌压缩机作一概括的介绍。

1. 2N45 型红旗牌压缩机(包括电动机)的主要规格

(1) 压缩机组(原设计资料):

一段排气量(进口状态): $130 \text{ 米}^3/\text{分}$ (改造后实际排气量为 $166 \text{ 米}^3/\text{分}$)

转速: 125 转/分 (现已加转为 150 转/分 或更多)

活塞行程: 800 毫米

最终排气压力: 360 公斤/厘米^2

压缩机段数: 六段

气缸排列: 双列卧式

一段吸入压力(进口管道处): 727 毫米汞柱

一段入口温度(平均): 35°C

轴功率: 1600 千瓦

外形尺寸: $11.1 \times 7.6 \times 3.6 \text{ 米}$

重量: 86 吨

(2) 电动机组(原设计资料):

功率: 1800 千瓦 (经加转后实际功率是 2500 千瓦)

电压: 6000 伏特

电流：205 安培(经加转后实际电流是 260 安培)

励磁机电压：181 伏特

励磁机电流：209 安培

2. 红旗牌压缩机的主要性能如表 1-1 所示

表 1-1 红旗牌压缩机主要性能(一段前有加压水封)

段 别	进口气体压力, 公斤/厘米 ² (表压)	出口气体压力, 公斤/厘米 ² (表压)	气缸直径, 毫 米	气体出口温度, °C
1	150~1000毫米水柱	2.0	1100	≤150
2		8.0	710	≤150
3		21	570	≤150
4	21	54	325(365)	≤150
5	145	145	185(205)	≤150
6		350	105(125)	≤150

3. 压缩机的气缸排列

压缩机的气缸排列, 低压侧为三、一、五段气缸; 高压侧为四、二、六段气缸。其中一、二段气缸为双动的; 三、四、五、六段气缸为单动的, 这样的排列方式主要是考虑到活塞力的平衡, 使两列及轴在往复运动中所受的力比较均匀。

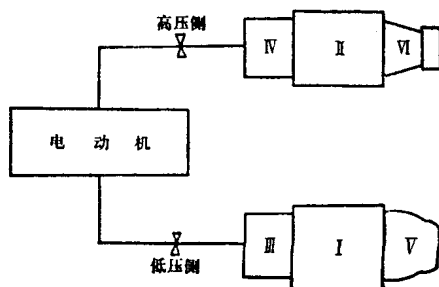


图 1-1 压缩机气缸排列简图

其气缸的排列如图 1-1 所示。

压缩机是用国产 T2K 型 1800 仟瓦（现有些已改造成 2500 仟瓦）同步电动机所带动的，电动机在中间。

压缩机两侧的连杆及活塞杆等传动机构为一根主轴所带动，连杆及活塞杆通过十字头作铰状连接。电动机的转子用键固定在主轴上，两者一同旋转，主轴的旋转运动通过曲柄—连杆—十字头机构的传递，转变为活塞杆的往复直线运动，同一列中各段气缸的活塞都装在一根活塞杆上。

两列传动机构的构造是相似的，系由机身、运动机构和气缸三部分所组成。

机身包括机座、曲柄箱、筒形滑道等。

运动机构包括带曲柄的主轴、连杆、具有上下滑板的十字头、活塞杆等。

气缸部分包括气缸、填料箱、进出口气阀、活塞和活塞环等。

4. 压缩机的辅助设备

压缩机的辅助设备除主机外有静止设备共二十五台，包括一段进气水封槽一台、一至三段中间水冷却分油器三台、四至六段缓冲器、冷却器、水分离器共九台、四段前水分离器一台、六段前碱液分离器一台、集油槽一台、事故吹除槽一台、循环油箱一台、循环油过滤器两台、循环油冷却器一台、冷却水回水槽二台、电器操作盘一台、操作台一台。

压缩机的传动设备共六台，包括 1800 千瓦（或 2500 千瓦）电动机一台、循环油泵一台、注油泵一台、盘车器一台、风机一台（有的已取消）、废油泵[●]一台。

● 废油泵整个压缩系统只有一台，其作用是把各台压缩机放出的油水集中，由废油泵将油水送到油库。

第二节 压缩过程

每台压缩机都有气缸和活塞。

图 1-2 所示是一单动压缩机。这种压缩机当活塞在气缸中往返一次，只有一次吸

气过程和一次排气过程。

其压缩气体的过程共分为三步，即：1.吸入；2.压缩；3.压出。现将三者分叙于后：

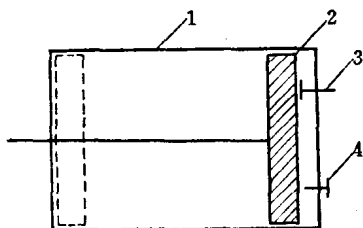


图 1-2 单动压缩机的气缸简图

1-气缸；2-活塞；3-进气阀；4-排气阀

1. 吸入 当活塞 2 向左边移动时(见图1-2)，缸内体积增大、压力下降；

当压力降到稍小于进气管中的气体压力时，则进口管中的气体便顶开进气阀 3 的弹簧进入气缸，并随着活塞的向左移动继续进入缸内，直到活塞移至左边的末端(又称左死点)为止。

2. 压缩 当活塞调转方向向右边移动时，缸内体积开始缩小，压力也随之上升；由于进气阀有止逆作用，故缸内气体不能倒回进口管中。同时，因出口管中的气体压力又高于气缸内部的气体压力，则缸内的气体也无法从排气阀 4 流出缸外；而出口管中的气体又因排气阀的止逆作用，也不能流回缸内。此时，缸内的气体量保持一定，只因活塞继续向右移动，缩小了缸内的容气空间(体积)，便使气体的压力升高了。

3. 压出 由于活塞右移压缩了缸中的气体，便提高了气体的压力。当缸内的气体压力升高到稍大于出口管中的气体压力时，缸内气体便顶开排气阀的弹簧而压入出口管中，

并继续压出到活塞移至右边末端(又称右死点)为止;然后,活塞又开始向左移动,又重复上述动作。

由于活塞在气缸内不断地来回运动,便使气缸循环地吸入和压出气体。因此,便将活塞的每一来回,称为一个工作循环。活塞每来或回一次所经过的距离,叫做冲程。

图 1-3 所示,是一双动压缩机的气缸。这种气缸的两端,都具有进气阀和排气阀。其压缩过程与单动气缸相同,所不同的,只是在同一时间里,不论活塞向哪一方向移动,都能在其前方发生压缩作用,在其后方进行吸气过程。也就是说,无论活塞向左或向右移动,都能同时吸入和压出气体。

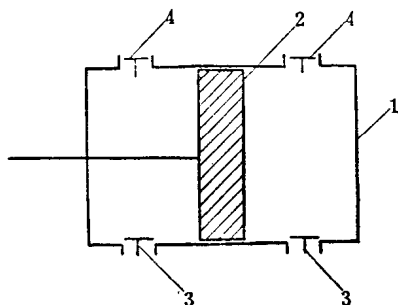


图 1-3 双动压缩机气缸简图
1-气缸; 2-活塞; 3-进气阀; 4-排气阀

第三节 理论示功图

气体在气缸内体积和压力的变化,可以用专门的仪器(示功器)描绘在图纸上,这种图,就称为压缩机的示功图。从示功图上,可以看出气体在气缸内的真实工作情况,同时,也可从示功图中发现压缩机的不正常现象。

如图 1-4 所示,当活塞 2 按箭头 a 的方向向右移动时,缸内 I 的空间增大,进气阀 3 打开,吸入过程开始。如设进入气缸的气体压力为 P_1 ,则活塞由左死点移至右死点时所进行的吸入过程,在示功图中,用一段平行于 V 轴并和它相距

P_1 的直线 AB 来表示。此直线说明：在吸入过程中，气缸压力恒定不变，而气体的体积却不断增加。

当活塞调过头来，按箭头 b 的方向向左移动时，缸内 I 的空间缩小，气体开始被压缩；随着活塞继续左移，空间愈来愈小，气体压力也就逐渐升高。这一压缩过程，在示功图中以曲线 BC 表示，此曲线称为压缩曲线。曲线 BC 表明：在压缩过程中，随着压力的逐渐增加，气体体积是逐渐缩小的。

当缸内的气体压力升高到稍大于出口管中的气体压力 P_2 时，排气阀 4 被顶开，压出过程便开始。这一过程，在示功图中以一段平行于 V 轴，并以与它相距为 P_2 的直线 CD 来表示。此直线表示，在压出过程中，缸内压力一直保持不变。

当活塞达到左死点时，运行停止，压出过程结束。活塞转而向右移动，缸内压力下降，吸入过程又重新开始。活塞在左死点改变运行方向、并向右边移动时，气缸内压力下降的过程，在示功图中以垂直于 V 轴的直线 DA 来表示。

在理论示功图中，以 AB、BC、CD 及 DA 线为界线的 ABCDA 图形的面积，就表示压缩气体时所消耗的功，也就是推动压缩机所必须的理论功。因此，理论示功图的面积愈小，则将气体压缩到所需压力时消耗的理论功也就愈少。

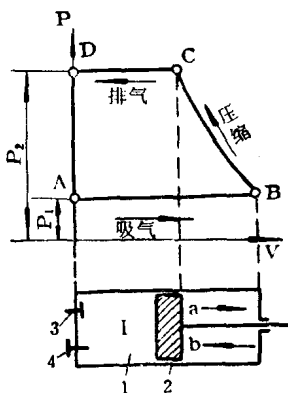


图 1-4 压缩机的理论示功图

1-气缸；2-活塞；3-进气阀；
4-排气阀

第四节 实际示功图

在描绘理论示功图时，并没有考虑到活塞与气缸盖之间的空隙(余隙)，而当作活塞运行至死点时，与气缸盖完全靠近。但实际上，气缸的余隙是存在的，也是无法避免的，因为：

1. 压缩气体时，混合气中可能有部分水蒸气凝结下来，而水是不可压缩的，如果气缸中不留余隙，则压缩机不可避免地会遭到损坏。因此，压缩机气缸中的余隙容积，不但应留，而且，还应留得比可能由气体凝成液体的体积大一些。

2. 由于有余隙容积的存在，以及残留在余隙容积内的气体的膨胀作用，能使进气阀开关时比较平稳；同时，也不会使活塞与缸盖发生撞击，而招致损坏。

3. 压缩机上装有气阀室，在气阀室中的进排气阀之间的通路上，必须留有空隙，以和缓气体对进排气阀的冲击作用。同时，为了安装和调节时的需要，在气缸盖与处于死点位置的活塞之间，也必须留有一定的空隙。

从上述看来，气缸中留有余隙，能给压缩机的装配、操作和安全使用带来很多好处。但余隙留得过大，不仅没有好处，反而对压缩机的工作有很大影响。因为留在余隙中的气体，在吸气时产生膨胀作用，会使吸入的气体量减少，压缩机的生产能力也就因此降低。所以，在一般情况下，压缩机气缸所留的余隙容积，约为气缸工作部分容积的3~8%；而在压力较高、直径较小的压缩机气缸中，所留的余隙容积通常为5~12%。

图1-5是一压缩机气缸的实际示功图。从图中可以看出，由于气缸有等于 V_0 的余隙容积存在，则吸入过程并不是活塞在死点(图中的A点)时就开始进行，而是在活塞反向走了一