

徐少明 金光熹 编著

空气压缩机 实用技术

机械工业出版社

空气压缩机实用技术

徐少明 金光熹 编著

李庆桃 主审



机械工业出版社

(京)新登字054号

本书是为从事空气压缩机的操作、维修人员编写的读物。它较全面、系统地介绍了目前国内应用广泛的活塞式空气压缩机的类型、工作原理、结构与安装、润滑和冷却；操作、维护与检修；常见故障及排除；安全、经济运行以及修理和测试等方面的知识。书后附有常用的资料、数据。

本书内容丰富、知识面广、实用性强、通俗易懂，宜作初中以上文化水平工人的自学用书或专门教材，并可供专业管理部门和技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

空气压缩机实用技术/徐少明，金光熹编著。—北京：
机械工业出版社，1994

ISBN 7-111-04028-7

I. 空…

II. ①徐…②金…

III. 空气压缩机

IV. TH457

出版人：马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑：蒋有彩 版式设计：王颖 责任校对：樊中冀
钱既佳

封面设计：姚毅 责任印制：王国光

机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1994年4月第1版·1994年4月第1次印刷

787mm×1092mm¹/32·12.625印张·278千字

0 001—5 000册

定价：14.00元

前 言

空气具有可压缩性、不燃烧、不凝结、一般无毒、无害等特点。将它压缩到一定压力后，作为一种动力源，它不仅输送、使用方便、安全，也不存在资源不足和污染环境的问题。使用压缩空气的机械，虽然利用率较低，噪声也较大，但它不产生火花、不怕超负荷，无触电危险，特别能适应湿度大、粉尘多、高温、易燃、易爆等特殊、恶劣环境及冲击性和负荷变化大的场合，具有使用其他动力(电力、热力等)的机械所不具备的许多优点。因此，已越来越多地被国内、外各种工业、矿山、科研等部门所采用。

空气压缩机既是为满足动力或工艺上不同要求而生产压缩空气的机械，同时又是要由原动机驱动而大量消耗动力的机械。只有合理使用、精心维护、及时调试、正确修理，才能保证空气压缩机持续、安全、经济地运转。为此，操作、维修人员必须掌握用好、管好空气压缩机和压缩空气站的基本知识。

为便于空气压缩机的操作、维修人员掌握一定的基础理论和专业知识，尽快提高业务水平，并为专业管理人员提供参考，笔者根据多年的工作实践和理论探讨，从工人的角度出发，本着实用的原则编写了此书，献给广大读者。

本书第一、二章由西安交通大学压缩机教研室主任金光熹教授编写，并对其余章节作了仔细审改。第三章至第十一章由徐少明编写，在编写过程中，承蒙邹贻模、肖光珠等同

ASEC 11

志以及贵州汽车制造厂、东风汽车公司教委、贵阳市经委等单位 and 部门的大力支持与帮助，李庆桃同志在审稿时提出不少宝贵意见，使本书得以顺利出版，在此表示衷心的感谢。

由于空气压缩机和压缩空气站所涉及的知识和技术范围较广，限于编者的理论水平和实践经验，不足之处恳请读者批评指正。

编者 1993年5月

目 录

前 言

第一章 概述	1
第一节 压缩机的分类	1
第二节 容积式压缩机的型号说明	4
第三节 容积式压缩机的基本原理及特点	8
第四节 活塞式压缩机的基本形式及特点	9
第二章 活塞式空气压缩机的工作原理	16
第一节 工作过程	16
第二节 理论示功图	18
第三节 压缩气体的三种过程	20
第四节 实际示功图	23
第五节 二级压缩的理论与实际工作过程	26
第六节 多级压缩	29
第七节 排气量计算	32
第八节 功率、效率及容积比能	35
第三章 活塞式空气压缩机的结构及安装	40
第一节 常用空气压缩机的结构	40
第二节 空压机的主要零、部件及安装	50
第三节 空压机的附属装置	115
第四章 空气压缩机的润滑和冷却	124
第一节 空压机的润滑	124
第二节 空压机的冷却	142
第五章 空气压缩机的操作	167
第一节 开机前的检查准备工作	167

第二节	开机	169
第三节	运行	171
第四节	运行中的排气量调节	172
第五节	对压缩空气的要求	188
第六节	停机	191
第七节	换机	193
第六章	空气压缩机的维护和检修	194
第一节	维护保养	194
第二节	检修	199
第三节	空压机与管道的完好标准	205
第七章	空气压缩机的故障分析及排除	211
第一节	润滑系统的故障	211
第二节	冷却系统的故障	215
第三节	压力异常与排气温度过高	217
第四节	异常声响和过热	221
第五节	主要零、部件的损坏及断裂	227
第六节	不正常的振动和噪声	235
第七节	燃烧与爆炸	241
第八节	示功图显示的故障	243
第八章	空气压缩机的安装及试车	252
第一节	空压机的安装	252
第二节	同步电动机及容器的安装	273
第三节	管道、阀门的安装	275
第四节	试车	281
第九章	空气压缩机的安全、经济运行	290
第一节	压缩空气站的设计、安装及管理	290
第二节	正确的操作	293
第三节	冷却、润滑系统	294
第四节	维护保养	294

第五节	提高排气量	298
第六节	消减气流脉动	300
第七节	合理使用及改进	308
第八节	预防燃烧与爆炸	313
第九节	安全保护装置	317
第十章	空气压缩机的修理	323
第一节	零件的损坏	323
第二节	常见的修理方法	326
第三节	主要零、部件的修理	327
第十一章	空气压缩机的测试	350
第一节	一般测量	350
第二节	排气量测量	356
第三节	功率测量	371
第四节	压力试验	377
附 录		383
附表1	空气的物理常数	383
附表2	标准状况下干空气的组分	384
附表3	不同海拔高度处的大气压力	385
附表4	空气湿度表	385
附表5	法定计量单位与常用单位及其换算	387
参考文献		395

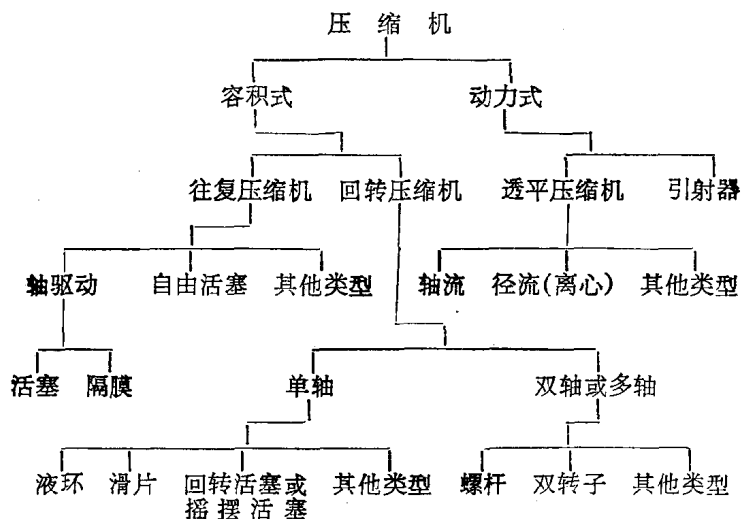
第一章 概 述

第一节 压缩机的分类

压缩机是一种压缩气体、提高气体压力或输送气体的机械。其种类很多，分类方法各异，结构及工作特点各有不同，现分述如下。

一、按照GB4976—85标准分类

总分类如下：



二、根据压缩介质分类

压缩机可分为空气或各种气体如氮、氢、氧、氟、天然气、石油气、一氧化碳、二氧化碳、乙烯、丙烯以及稀有气

体如氮、氟、氩、氙等压缩机。

三、按压缩机的公称排气压力分类

广义地说,凡是用以获得压缩气体的机械,都叫压缩机。但习惯上根据机械所能达到的压力高低分为通风机、鼓风机和压缩机,见表1-1。通风机和鼓风机主要用于输送气体。压缩机主要用于提高气体压力。各类压缩机所能达到的压力和排气量如图1-1所示。

表1-1 通风机、鼓风机和压缩机的压力范围

分 类		排气压力 P (10^5Pa)
通 风 机		≤ 0.147
鼓 风 机		$0.147 \sim 2.0$
低 压	压 缩 机	$2.0 \sim 10$
中 压		$10 \sim 100$
高 压		$100 \sim 1000$
超 高 压		> 1000

四、活塞式压缩机的分类

(一) 按压缩机的参数分类(表1-2)

(二) 按压缩机的结构特点分类

1. 按气缸排列的形式及位置分 分为立式、卧式、角度式。

立式——气缸轴线与地面垂直。

卧式——气缸轴线与地面平行。其中包括一般卧式、对称平衡型(又称对动式)、对置型等。

角度式——气缸轴线彼此成一定角度,如L、V、W型等。

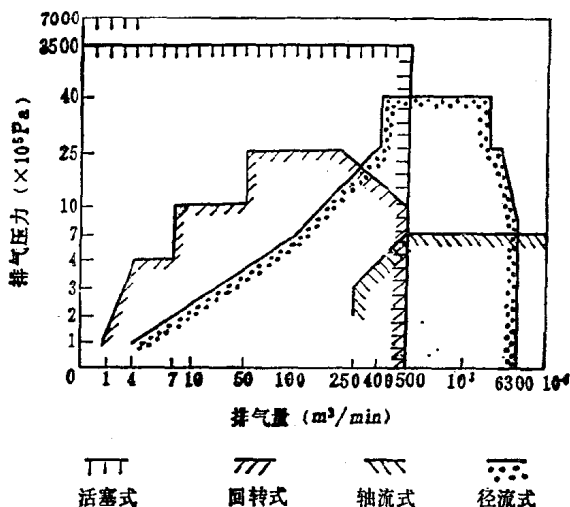


图1-1 各类压缩机的使用范围

表1-2 活塞式压缩机的分类

压缩机分类	排气压力 P (10^5 Pa)	压缩机分类	排气量 V (m^3/min)	消耗功率 N (kW)
低压	2.0~10	微型	<1	<10
中压	10~100	小型	1~10	10~100
高压	100~1000	中型	10~100	100~500
超高压	>1000	大型	>100	>500

2. 按气体在气缸内被压缩的次数分 分为单级、二级、多级。

单级——气体经一级压缩达到终压。

二级——气体经二级压缩达到终压。

多级——气体经三级以上压缩达到终压。

3. 按活塞的工作面在气缸内的作用情况分 分为单作

用式、双作用式、级差式。

单作用(单动)式——只在一侧完成工作过程。

双作用(复动)式——活塞两侧都完成工作过程。

级差式——大小活塞组合在一起，完成不同级次的工作过程。

4. 按曲柄连杆机构的差异分 分为无十字头、有十字头两种。

无十字头——多用于低压、小型压缩机。

有十字头——适用于大、中型及高压压缩机。当压缩有毒气体或不容许有油的气体时，大多采用此形式。

五、根据压缩机的冷却方式分类

分为风冷、液冷(如水冷、油冷、液氨冷却等)、内冷却及外冷却等多种。其中以风冷式和水冷式的应用较广。

六、按压缩机的固定方式分类

分为固定式和移动式两种。

七、按原动机类型分类

分为电动机驱动，柴油、汽油、煤油、天然气发动机或汽轮机驱动等多种。以电动机或柴油机驱动的居多。

尚有分为润滑或无润滑压缩机，以及按压缩机转速分为低速、中速、高速压缩机等。

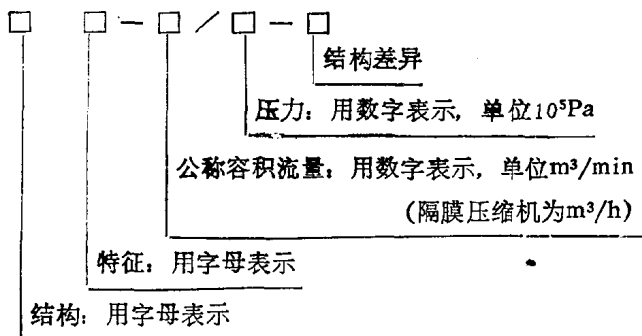
第二节 容积式压缩机的型号说明

按照JB2589—86标准的规定，容积式压缩机型号由大写汉语拼音字母和阿拉伯数字组成，表示方法如下：

一、型号说明

(一) 结构

1. 不同机型的结构代号



(1) 往复活塞压缩机 V——V型; W——W型; L——L型; S——扇型; X——星型; Z——立式; P——卧式; M——M型; H——H型; D——两列对称平衡型; DZ——对置型。

(2) 隔膜压缩机 G——隔膜由轴驱动; GJ——隔膜由机械机构直接驱动。

(3) 回转压缩机 YH——液环压缩机; HP——滑片压缩机; HY——回转活塞或摇摆活塞压缩机; LG——螺杆压缩机。

2. 结构代号后面加注字母的含义 加F者均为固定风冷容积式压缩机(微型压缩机除外); 加Y者为移动容积式压缩机机组; 加C者为车装压缩机机组; 但对压缩机本身皆不加注Y。

(二) 特征

它是指具有特殊使用性能的容积式压缩机, 如需表示多项特征时, 应按以下顺序的代号来标注: W——无润滑; WJ——无基础; D——低噪声罩式。

(三) 公称容积流量

它表示压缩机排出的气体在标准排气位置的实际容积流

量,该流量应换算到标准吸气位置的状态(温度、压力、湿度),也就是习惯所称的排气量。

(四) 压力

1) 吸气压力为常压(一般为 $0.98 \times 10^5 \text{Pa}$)时,型号中的压力值表示压缩机公称排气压力的表压力值。

2) 对增压、循环或真空压缩机均应标出其公称吸、排气的表压力值(若吸气压力低于常压时,则以带负号的真空度表示),且吸、排气压力之间以符号“—”隔开。

(五) 结构差异

它是为了便于区分容积式压缩机的品种(如改型)而认为有必要时才标注的,用数字、小写字母或二者并用来表示。

二、型号说明举例

1. VY-6/7型空气压缩机 往复活塞式、V型、移动式,公称容积流量(下文称为排气量) $6 \text{m}^3/\text{min}$,公称排气表压力 $7 \times 10^5 \text{Pa}$ 。

2. WWD-0.8/10型空气压缩机 往复活塞式、W型、无润滑、低噪声罩式,排气量 $0.8 \text{m}^3/\text{min}$,排气压力 $10 \times 10^5 \text{Pa}$ 。

3. L₂-10/8型空气压缩机 往复活塞式、L型,活塞力 $2 \times 9.8 \times 10^3 \text{N}$,排气量 $10 \text{m}^3/\text{min}$,排气压力 $8 \times 10^5 \text{Pa}$ 。

4. SF-10/150型空气压缩机 往复活塞式、扇型、风冷、固定式,排气量 $10 \text{m}^3/\text{min}$,排气压力 $150 \times 10^5 \text{Pa}$ 。

5. ZW-0.65/180-200氮氢气循环压缩机 往复活塞式、立式、无润滑,排气量 $0.65 \text{m}^3/\text{min}$,公称吸气表压力 $180 \times 10^5 \text{Pa}$,公称排气表压力 $200 \times 10^5 \text{Pa}$ 。

6. P-3/285-320氮氢气循环压缩机 往复活塞式、卧式、排气量 $3 \text{m}^3/\text{min}$,吸气压力 $285 \times 10^5 \text{Pa}$,排气压力 $320 \times$

10^5Pa 。

7. M-285/320-C型氮氢气压缩机 往复活塞式、M型、排气量 $285\text{m}^3/\text{min}$ ，排气压力 $320 \times 10^5\text{Pa}$ ，第C种变形产品。

8. H_{22} -165/320型焦炉气压缩机 往复活塞式、H型、活塞力 $22 \times 9.8 \times 10^3\text{N}$ ，排气量 $165\text{m}^3/\text{min}$ ，排气压力 $320 \times 10^5\text{Pa}$ 。

9. D_{12} -150/3.5型煤气压缩机 往复活塞式、对称平衡型，活塞力 $12 \times 9.8 \times 10^3\text{N}$ ，排气量 $150\text{m}^3/\text{min}$ ，排气压力 $3.5 \times 10^5\text{Pa}$ 。

10. DZ-12.2/250-2200型乙烯增压压缩机 往复活塞式、对置型、排气量 $12.2\text{m}^3/\text{min}$ ，吸气压力 $250 \times 10^5\text{Pa}$ ，排气压力 $2200 \times 10^5\text{Pa}$ 。

11. G-5/200型氩气压缩机 隔膜式(轴驱动)，排气量 $5\text{m}^3/\text{h}$ ，排气压力 $200 \times 10^5\text{Pa}$ 。

12. LGFD-20/7型喷油螺杆压缩机 螺杆式、风冷、低噪声罩式，排气量 $20\text{m}^3/\text{min}$ ，排气压力 $7 \times 10^5\text{Pa}$ 。

13. HPY-12/7型空气压缩机 滑片式、移动式、排气量 $12\text{m}^3/\text{min}$ ，排气压力 $7 \times 10^5\text{Pa}$ 。

三、关于型号标注的变化

目前国产往复活塞式压缩机型号的标注已逐渐向国际标准过渡。主要是取消结构代号前的列数字序(数字)，在结构代号后下角加注阿拉伯数字表示该机的活塞力。活塞力是指压缩机在运行中，活塞所承受的气体压力、气缸壁与活塞之间的摩擦力、运动部件所产生的惯性力等各种力的总和，单位为 $9.8 \times 10^3\text{N}$ 。

如： L_2 -10/8型=原3L-10/8型。代号L后面的数字

2 表示该机的活塞力为 $2 \times 9.80665 \times 10^3 \text{N}$ 。

第三节 容积式压缩机的基本原理及特点

一、基本原理

(一) 往复活塞压缩机

压缩机在运转时, 活塞不断运动, 气缸与活塞之间的容积发生增大和缩小的周期变化。依靠气阀的作用, 容积每发生一次变化, 就完成一次气体的吸入、压缩和排出的工作过程。

(二) 回转压缩机

压缩机的滑片、螺杆、转子或其他形状的回转压缩部件, 其作用与活塞相似, 在运转中也发生容积的周期变化, 但不必依靠气阀就能完成工作过程。

二、特点

(一) 活塞式压缩机

- 1) 流量较小, 气流速度低, 损失小, 效率高。
- 2) 压力范围广, 适用于从低压到超高压。
- 3) 适应性强, 排气压力变动较大时, 排气量不变。同一台压缩机还可用于压缩不同的气体, 排气量便于调节。
- 4) 除超高压压缩机外, 机组的零、部件多用普通金属材料, 制造精度要求不太高。
- 5) 外形尺寸及重量较大, 结构复杂, 易损件多。
- 6) 排气有脉动。气体中常混有润滑油(无润滑压缩机除外)。

(二) 隔膜压缩机

其气缸不需要润滑, 密封性能好, 被压缩气体的纯度(净化度)较高。主要用于高压力、小排气量, 对压缩气体的纯度和密封有较高要求的场合。

(三) 回转压缩机

这类压缩机兼有往复活塞压缩机和透平压缩机的某些优点，但只适用于中、低压范围。

第四节 活塞式压缩机的基本形式及特点

活塞式压缩机按气缸的排列形式通常分为立式、卧式和角度式三种。卧式又分一般卧式、对称平衡型、对置型等。

一、立式压缩机

其气缸轴线与地面垂直，图1-2为一级至六级立式压缩机的基本形式简图。它们的特点是：

1) 由于气缸是垂直排列的，气缸内表面(镜面)不承受活塞重量，活塞与气缸的摩擦和润滑均匀，活塞环的工作条件较好，因此磨损小且均匀。

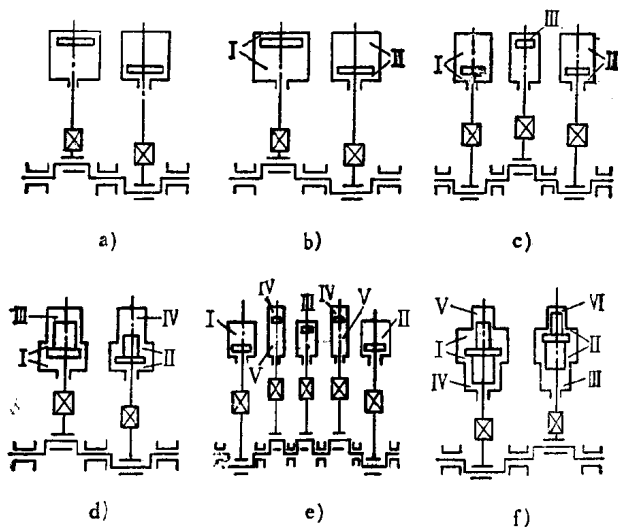


图1-2 立式压缩机基本形式简图

a) 一级 b) 二级 c) 三级 d) 四级 e) 五级 f) 六级