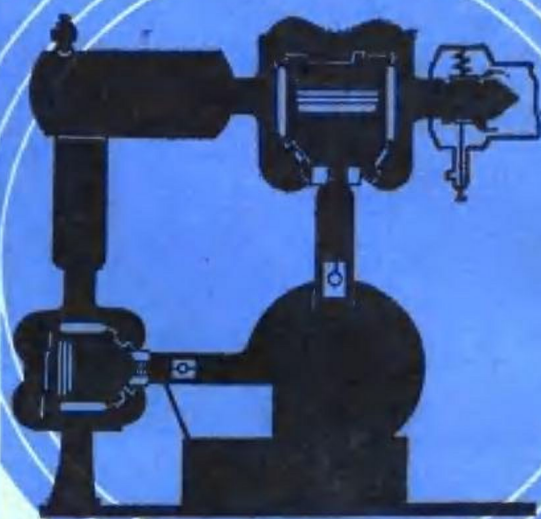




# 空气压缩机司机

陈正科 薛绍淇 孙云川 编

煤炭工业出版社

矿山机电工培训技术问答丛书

# 空气压缩机司机

主 编 张旭葵 蒋协和

编写人 陈正科 薛绍淇 孙云川

江苏工业学院图书馆  
藏书章

煤炭工业出版社

## 内 容 提 要

本书是《矿山机电工培训技术问答丛书》之一。全书共分八章,主要介绍了活塞式空气压缩机的结构、工作原理、操作、维护及故障分析和处理方法等,也介绍了空气压缩机司机应遵守和了解的有关规章制度及标准、活塞式空气压缩机排气量的测定、降噪和经济运行等内容。

本书是以问答的形式编写的,内容通俗易懂,可作为空气压缩机司机自学之用,也可供现场从事空气压缩机维修工作的工人和有关技术管理人员参考使用。

责任编辑:姜庆乐

矿山机电工培训技术问答丛书

空气压缩机司机

主 编 张旭葵 蒋协和

编写人 陈正科 薛绍洪 孙云川

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 787×1092mm<sup>1</sup>/16 印张8<sup>5</sup>/8插页2

字数195千字 印数1—3,650

1990年8月第1版 1990年8月第1次印刷

ISBN 7-5020-0423-8/TD·384

书号 3213

定价 3.75元

## 前 言

要保证煤矿机电设备的安全、经济运行，必须加强培训工作，不断提高机电工人的技术水平，以减少机电事故，提高机电设备效能。为此，原煤炭工业部生产机电处和煤炭工业出版社共同组织编写了这套《矿山机电工培训技术问答丛书》（约20本）。

这套《丛书》是参考了原煤炭工业部颁发的《煤炭工业工人技术等级标准》机电工种应知、应会的内容，在总结现场经验的基础上编写的，具有理论联系实际，文字通俗易懂的特点。以问答形式简要介绍了机电设备结构、工作原理；着重叙述了机电设备的运行、维修和故障处理；对机电设备拆卸、安装及检修标准、测定方法等也作了扼要阐述，

为便于自学，这套《丛书》采用问答形式。问答内容是按由浅入深、由易到难的原则编写的。这套《丛书》还可作为工人考核时选题参考，是矿山机电工的必备读本。

这套《丛书》主要是由开滦、徐州矿务局等单位的同志参加编写的。还有一些同志参加了审稿工作，提出了许多宝贵意见，为此深表感谢。

由于编者水平有限，《丛书》中的错误和不当之处，望广大读者批评指正。

# 目 录

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 第一章 空气压缩机的结构及其附属装置 .....                                 | 1  |
| 1-1 空气压缩机有哪些用途? 在煤矿中为什么要采用压缩空气为动力? .....                 | 1  |
| 1-2 压缩机可分为哪些种类? .....                                    | 1  |
| 1-3 各种活塞式空气压缩机在结构上有什么特点? .....                           | 4  |
| 1-4 活塞式与离心式以及螺杆式与活塞式空气压缩机相比各有什么优缺点? .....                | 5  |
| 1-5 试述活塞式空气压缩机的动作原理。.....                                | 6  |
| 1-6 试述活塞式空气压缩机型号的组成和含义。.....                             | 6  |
| 1-7 试述活塞式空气压缩机传动机构的构造。.....                              | 8  |
| 1-8 试述活塞式空气压缩机气缸的构造。.....                                | 13 |
| 1-9 对活塞式空气压缩机进、排气阀的基本要求是什么? 试述其构造。.....                  | 14 |
| 1-10 试述活塞式空气压缩机活塞和活塞环的构造及活塞环的作用。.....                    | 15 |
| 1-11 试述活塞式空气压缩机填料的作用和构造。.....                            | 16 |
| 1-12 空气压缩机为什么需要冷却? 试述其冷却系统及冷却器的结构。.....                  | 17 |
| 1-13 对空气压缩机冷却水的水质有什么要求? 冷却水软化处理的方法有几种? 其原理<br>是什么? ..... | 20 |
| 1-14 润滑对空气压缩机摩擦部件起什么作用? 空气压缩机应该使用什么样的润滑油? .....          | 22 |
| 1-15 空气压缩机有哪几种润滑方式? 试述润滑系统及其主要元件的结构。.....                | 23 |
| 1-16 什么是空气压缩机的无油润滑? 无油润滑常用什么材料做活塞环? .....                | 26 |
| 1-17 试述空气压缩机滤清器的作用和结构。.....                              | 27 |
| 1-18 试述空气压缩机储气罐的作用和结构。.....                              | 29 |
| 1-19 对空气压缩机的储气罐进行水压试验有什么要求? .....                        | 30 |
| 1-20 怎样确定空气压缩机输气管道的直径? .....                             | 31 |
| 1-21 空气压缩机输气管道有哪些管路附件? .....                             | 31 |
| 1-22 对空气压缩机输气管道的敷设有什么要求? .....                           | 32 |
| 第二章 活塞式空气压缩机的工作原理 .....                                  | 35 |
| 2-1 什么是压缩空气的压力? 它的单位是什么? .....                           | 35 |
| 2-2 什么是温度? 有几种表示方法? .....                                | 35 |
| 2-3 什么是比容? .....                                         | 35 |
| 2-4 什么是理想气体? 什么是理想气体的状态方程? .....                         | 35 |
| 2-5 什么是活塞式空气压缩机的理论工作循环? .....                            | 36 |
| 2-6 活塞式空气压缩机三种压缩过程的理论工作循环各有什么特点? .....                   | 37 |
| 2-7 什么是余隙容积? 为什么活塞式空气压缩机必须留有余隙容积? .....                  | 39 |
| 2-8 什么是活塞式空气压缩机的实际工作循环? .....                            | 39 |
| 2-9 什么是空气压缩机的排气量? 影响空气压缩机排气量的因素有哪些? .....                | 40 |
| 2-10 什么是压缩比? 为什么矿用活塞式空气压缩机要采用两级压缩? .....                 | 42 |
| 2-11 两级压缩的活塞式空气压缩机的工作循环是怎样的? 各级压缩比的分配原则<br>是什么? .....    | 42 |

|                               |                                                    |    |
|-------------------------------|----------------------------------------------------|----|
| 2-12                          | 什么是比功率? 标准化空气压缩机房的标准对矿用活塞式空气压缩机的比功率有什么规定?          | 43 |
| <b>第三章 空气压缩机的电气设备</b> .....45 |                                                    |    |
| 3-1                           | 空气压缩机常配用哪些种类的电动机?                                  | 45 |
| 3-2                           | 什么是电气设备的额定值、额定工作状态? 什么是满载、过载和欠载?                   | 45 |
| 3-3                           | 三相异步电动机铭牌上各额定数值代表什么意义? 铭牌上型号字母的含义是什么?              | 45 |
| 3-4                           | 空气压缩机常用的成套电气控制设备有哪几种?                              | 46 |
| 3-5                           | 鼠笼型电动机用什么方法起动? 直接起动和降压起动有什么区别?                     | 46 |
| 3-6                           | 什么情况下采用直接起动? 什么情况下采用降压起动?                          | 46 |
| 3-7                           | 自耦减压起动器、星-三角形起动器和延边三角形起动器的适用范围是什么? 各有什么优缺点?        | 46 |
| 3-8                           | 自耦减压起动为什么能减小起动电流? 起动转矩减小多少?                        | 46 |
| 3-9                           | 与空气压缩机配套的QJ3系列自耦减压起动器的电路由哪几部分组成?                   | 46 |
| 3-10                          | 采用QJ3型自耦减压起动器起动的空气压缩机应如何进行操作? 其动作过程如何?             | 47 |
| 3-11                          | QJ3型自耦减压起动器油箱中的油有什么作用?                             | 47 |
| 3-12                          | 与空气压缩机配套的XJ01系列自耦降压起动器的电路由哪几部分组成?                  | 47 |
| 3-13                          | 采用XJ01型自耦减压起动器起动的空气压缩机应如何进行操作? 其动作过程如何?            | 48 |
| 3-14                          | 星-三角形起动为什么能减小起动电流? 起动转矩减小多少?                       | 49 |
| 3-15                          | PKY-1型星-三角控制台的电路由哪几部分组成? 设有哪些保护装置?                 | 49 |
| 3-16                          | 当采用PKY-1型星-三角控制台控制空气压缩机时应如何进行操作? 其动作过程如何?          | 49 |
| 3-17                          | 延边三角形起动为什么能减小起动电流? 起动转矩减小多少?                       | 50 |
| 3-18                          | 与空气压缩机配套的XJ1系列延边三角形起动箱的电路由哪几部分组成? 设有哪些保护装置?        | 50 |
| 3-19                          | 采用XJ1型延边三角形起动箱控制的空气压缩机应如何进行操作? 其动作过程如何?            | 50 |
| 3-20                          | 为什么绕线型异步电动机用频敏变阻器能使电动机平稳地起动起来? 这种起动方法具有什么特点?       | 50 |
| 3-21                          | 与空气压缩机配套的GTT6121系列低压绕线型电动机控制柜其电路由哪几部分组成? 设有哪些保护装置? | 51 |
| 3-22                          | 当采用GTT6121系列低压绕线型电动机控制柜控制空气压缩机时应如何进行操作? 其动作过程如何?   | 51 |
| 3-23                          | 绕线型电动机采用油浸变阻器起动有什么特点?                              | 52 |
| 3-24                          | 同步电动机用什么方法起动?                                      | 52 |
| 3-25                          | 同步电动机的励磁设备有哪两种?                                    | 52 |
| 3-26                          | KGLF11型可控硅励磁装置由哪些部分组成? 它们的作用是什么?                   | 53 |
| 3-27                          | KGLF11型励磁装置在同步电动机起动及停止时如何操作? 试述其工作过程。              | 53 |
| 3-28                          | 什么叫同步电动机的失步? 失步的原因是什么? 失步有什么危害?                    | 54 |
| 3-29                          | 什么叫同步电动机的强励?                                       | 54 |
| 3-30                          | 5L-40/8型空气压缩机有哪些配套电气设备?                            | 54 |

|      |                                               |    |
|------|-----------------------------------------------|----|
| 3-31 | GK-1-01型空气压缩机专用高压开关柜的动作过程是怎样的？                | 54 |
| 3-32 | GK-1-01型高压开关柜设有哪些电气保护和联锁装置？                   | 56 |
| 3-33 | 5L-40/8型空气压缩机如何操作？                            | 56 |
| 第四章  | 活塞式空气压缩机的保护装置                                 | 58 |
| 4-1  | 活塞式空气压缩机的安全阀有什么作用？一般有哪些种类？构造如何？               | 58 |
| 4-2  | 活塞式空气压缩机的释压阀有什么作用？有哪几种？构造如何？                  | 59 |
| 4-3  | 对释压阀的安装、使用和检修有什么要求？                           | 60 |
| 4-4  | 空气压缩机除应设置一般电气保护外，为什么还要对其工作状态进行检测和保护？          | 60 |
| 4-5  | 空气压缩机应有哪些检测和保护项目？整定值为多少？                      | 61 |
| 4-6  | 空气压缩机需进行温度保护和温度检测的项目有哪些？                      | 61 |
| 4-7  | 空气压缩机常用温度保护的元件有哪些？试述其动作过程及有关的注意事项。            | 61 |
| 4-8  | 空气压缩机需进行压力保护的项目有哪些？                           | 64 |
| 4-9  | 空气压缩机常用压力保护的元件有哪些？试述其动作过程。                    | 64 |
| 4-10 | 空气压缩机断水保护装置常用哪些元件？它们是如何动作的？                   | 65 |
| 4-11 | PKY-9型空气压缩机专用控制箱有哪些保护装置？如何动作？                 | 67 |
| 第五章  | 活塞式空气压缩机的操作运行                                 | 71 |
| 5-1  | 活塞式空气压缩机运转前应做哪些准备工作？                          | 71 |
| 5-2  | 应该怎样起动活塞式空气压缩机？                               | 71 |
| 5-3  | 空气压缩机在运转中应注意哪些事项？                             | 71 |
| 5-4  | 空气压缩机停机时应做好哪些工作？                              | 72 |
| 5-5  | 活塞式空气压缩机为什么要调节？有哪些调节方法？                       | 72 |
| 5-6  | 活塞式空气压缩机的气缸应如何合理注油？试述其合理注油量。                  | 77 |
| 5-7  | 什么叫击穿？什么叫断路？什么叫短路？                            | 78 |
| 5-8  | 空气压缩机在起动和停止操作过程中，对电气部分应注意哪些问题？                | 78 |
| 5-9  | 空气压缩机在起动前及运行中其电气设备应作哪些检查？                     | 79 |
| 5-10 | 电源电压过高或过低对电动机运行有什么害处？                         | 79 |
| 5-11 | 电动机在运行中的允许温度为多少？如何测量运行中电动机的温度？                | 80 |
| 5-12 | 电动机过负荷运行有什么害处？低负荷运行有什么缺点？                     | 80 |
| 5-13 | 空气压缩机电动机为什么要干燥？经常采用哪些方法干燥？                    | 80 |
| 5-14 | 在送电或起动时为什么要先合隔离开关后合断路器，而在停电时要先拉开断路器后拉开隔离开关？   | 81 |
| 5-15 | 起动电抗器或起动电阻器铭牌规定的接通持续率（JC%）是什么意思？为什么起动结束后必须短接？ | 81 |
| 5-16 | 在起动过程中，为什么油浸变阻器在中途不能停留太久？                     | 81 |
| 5-17 | 空气压缩机在运行中电源突然停电，司机应如何操作？                      | 81 |
| 5-18 | 空气压缩机在运行中，电气部分发生哪些情况必须立即停机检查？                 | 81 |
| 5-19 | 油断路器出现哪些异常现象必须立即停止运行？                         | 82 |
| 5-20 | 常用低压熔丝（熔件）有几种？能否采用多股导线中的铜丝作熔丝用？               | 82 |
| 5-21 | 怎样正确选择测定绝缘电阻用的兆欧表？                            | 82 |
| 5-22 | 怎样正确使用测定绝缘电阻用的兆欧表？                            | 82 |
| 第六章  | 活塞式空气压缩机的故障分析与处理                              | 84 |



|      |                                                |     |
|------|------------------------------------------------|-----|
| 6-1  | 气缸内产生异常响声的原因是什么? 如何处理?                         | 84  |
| 6-2  | 曲轴箱内发生撞击声的原因是什么? 如何处理?                         | 84  |
| 6-3  | 吸、排气阀产生敲击声的原因是什么? 如何处理?                        | 84  |
| 6-4  | 胶带轮、联轴器产生异响的原因是什么? 如何处理?                       | 85  |
| 6-5  | 轴瓦和轴承过热的原因是什么? 如何处理?                           | 85  |
| 6-6  | 活塞杆过热的原因是什么? 如何处理?                             | 85  |
| 6-7  | 排气温度过高的原因是什么? 如何处理?                            | 86  |
| 6-8  | 排气压力过高和过低的原因是什么? 如何处理?                         | 86  |
| 6-9  | 排气量降低的原因是什么? 如何处理?                             | 86  |
| 6-10 | 压缩空气中油水过多的原因是什么? 如何处理?                         | 87  |
| 6-11 | 润滑油的油压过高和过低的原因是什么? 如何处理?                       | 87  |
| 6-12 | 润滑油的油温过高的原因是什么? 如何处理?                          | 88  |
| 6-13 | 空气压缩机产生震动的原因是什么? 如何处理?                         | 88  |
| 6-14 | 什么是积碳?                                         | 88  |
| 6-15 | 空气压缩机发生爆炸事故的主要原因是什么?                           | 89  |
| 6-16 | 防止空气压缩机发生爆炸事故的措施有哪些?                           | 89  |
| 6-17 | 电动机合闸后不能起动是什么原因? 如何处理?                         | 90  |
| 6-18 | 空气压缩机能起动但达不到额定转速是什么原因? 如何处理?                   | 91  |
| 6-19 | 空气压缩机起动时掉闸是什么原因? 如何处理?                         | 91  |
| 6-20 | 电动机在运行中温度超过规定值是什么原因?                           | 91  |
| 6-21 | 鼠笼型电动机转子断条是什么原因? 如何判断?                         | 92  |
| 6-22 | 电动机震动大是什么原因? 如何处理?                             | 92  |
| 6-23 | 绕线型电动机或同步电动机电刷冒火、绕线型电动机滑环及短路环冒火是什么原因?<br>如何处理? | 92  |
| 6-24 | 空气压缩机在运行中断路器突然跳闸是什么原因?                         | 92  |
| 6-25 | 起动电抗器或频敏变阻器过热是什么原因? 如何处理?                      | 93  |
| 6-26 | 同步电动机不能牵入同步是什么原因?                              | 93  |
| 6-27 | 高压电力电缆经常发生哪些故障? 其原因是什么?                        | 93  |
| 6-28 | 造成空气压缩机电气短路着火的原因是什么? 当这类事故发生时司机应采取什么<br>措施?    | 94  |
| 第七章  | 活塞式空气压缩机的噪声控制和经济运行                             | 95  |
| 7-1  | 什么是噪声? 噪声有什么危害?                                | 95  |
| 7-2  | 空气压缩机的噪声是怎样产生的?                                | 95  |
| 7-3  | 我国的工业企业噪声的卫生标准是什么? 《煤矿安全规程》对噪声有什么规定?           | 96  |
| 7-4  | 怎样降低空气压缩机的噪声?                                  | 96  |
| 7-5  | 怎样测定空气压缩机的排气量?                                 | 97  |
| 7-6  | 压风系统经济运行的措施有哪些?                                | 101 |
| 第八章  | 有关规章制度及标准                                      | 103 |
| 8-1  | 空气压缩机司机岗位责任制的内容是什么?                            | 103 |
| 8-2  | 空气压缩机司机交接班制的内容是什么?                             | 103 |
| 8-3  | 空气压缩机司机巡回检查制的内容是什么?                            | 103 |
| 8-4  | 空气压缩机完好标准的内容是什么?                               | 104 |



|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 8-5 空气压缩机检修质量标准的内容是什么? ..... | 108 |
| 8-6 标准化空气压缩机房的标准是什么? .....   | 120 |
| 附录 .....                     | 123 |
| 参考文献 .....                   | 128 |

# 第一章 空气压缩机的结构及其附属装置

1-1 空气压缩机有哪些用途？在煤矿中为什么要采用压缩空气为动力？

答：空气压缩机亦称压风机（以下简称为空压机），是矿山四大固定设备之一。通过空压机，可将自由空气压缩到所需要的压力而成为压缩空气，用以驱动风动机具，如风钻、风镐、抓岩机、风水泵、空气锤、铆钉机、锻钎机等。在矿山岩巷开拓中广泛应用的锚杆喷浆技术，也是用压缩空气做喷浆动力的。此外，矿山还经常用压缩空气进行清理水仓，驱动副井上、下口的风动操车设备和主井上、下口风动装、卸载设备。

用空压机产生的压缩空气作原动力，与使用电力相比较有如下优点：

（1）在有沼气的矿井中，可以避免因电动机具产生的电火花而引起的瓦斯爆炸；  
（2）不会因为过载而损坏机具。适用于钻削坚硬岩石的冲击式和负载变化很大的风动工具；

（3）压缩空气可进行能量储存，不凝结，输送方便；

（4）压缩空气以及风动机具排出的空气，不污染环境，并有助于井下的通风。

尽管空压机和风动机具的效率较低，风动机具工作时的震动和噪声较大，但是，由于有上述优点，因而空压机仍然广泛地应用于煤矿生产中。

1-2 压缩机可分为哪些种类？

答：压缩机是一种通过压缩气体来提高气体压力的机械。按原理和结构的不同，压缩机可分为容积型（包括活塞式、回转式）和速度型（包括离心式和轴流式等）。煤矿常用的主要是活塞式和少量回转式空气压缩机。部分活塞式空压机的规格见附录一。

## 1. 活塞式压缩机

活塞式压缩机由曲柄连杆机构将原动机的回转运动变为活塞的往复运动，气缸和活塞共同组成压缩容积。活塞在气缸内作往复运动，使气体完成向气缸内进气、压缩、排气等过程。气缸上装有吸、排气阀，用以实现气体的吸入与排出。

活塞式压缩机又分为若干类。

### 1) 按排气量分

微型压缩机——排气量小于  $1\text{m}^3/\text{min}$ ；

小型压缩机——排气量为  $1\sim 10\text{m}^3/\text{min}$ ；

中型压缩机——排气量为  $10\sim 60\text{m}^3/\text{min}$ ；

大型压缩机——排气量大于  $60\text{m}^3/\text{min}$ 。

### 2) 按所达到的排气压力分

鼓风机——排气压力小于  $0.3\text{MPa}$ ；

低压压缩机——排气压力为  $0.3\sim 1\text{MPa}$ ；

中压压缩机——排气压力为  $1\sim 10\text{MPa}$ ；

高压压缩机——排气压力为  $10\sim 100\text{MPa}$ ；

超高压压缩机——排气压力大于  $100\text{MPa}$ 。

### 3) 按压缩级数分

单级压缩机——气体经一次压缩即达到排气终压；

多级压缩机——气体经多次压缩达到排气终压。

### 4) 按气缸的排列方式分

(1) 立式压缩机——气缸中心线与地面垂直，如图1-1a所示；

(2) 卧式压缩机——气缸中心线与地面平行，见图1-1b；

(3) 角度式压缩机——气缸中心线互成一定角度，并按气缸排列所呈的形状，又分为L型、V型、W型、扇型等，分别如图1-1c、d、e、f所示。

(4) 对置式压缩机：

对称平衡型压缩机——气缸水平置于机身的两侧，且相邻曲轴的错角为 $180^\circ$ ，如图1-1g、h所示；

对置型压缩机——气缸水平置于机身的两侧，且相邻曲轴的错角不等于 $180^\circ$ ，如图1-1i所示。

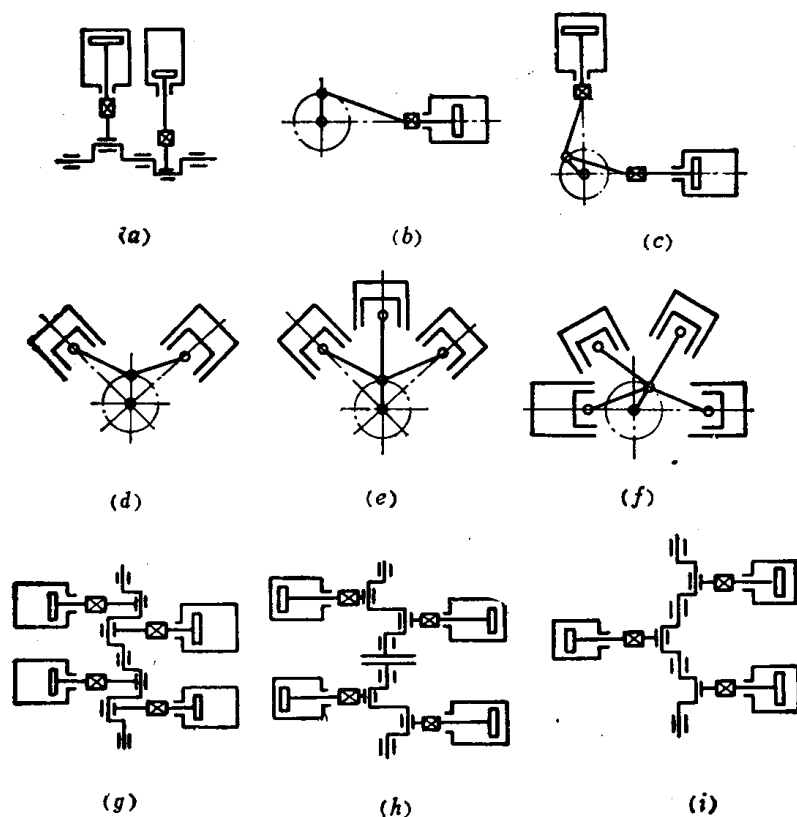


图 1-1 不同的气缸排列方式图

### 5) 按活塞在气缸所实现的气体压缩循环分

单作用式压缩机——气缸内仅一端进行压缩循环，如图1-2a所示；

双作用式压缩机——气缸内两端都进行相同级次的压缩循环，如图1-2b所示；

级差式压缩机——气缸内一端或两端进行两个或两个以上不同级次的压缩循环，如图1-2c所示。

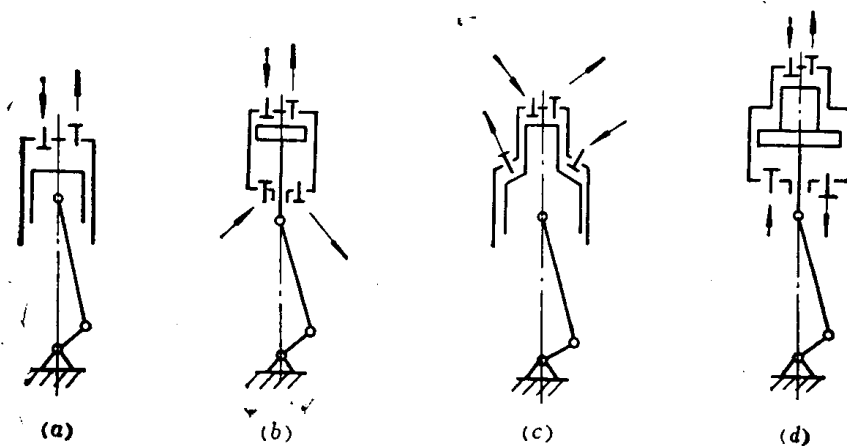


图 1-2 活塞往复一次气缸中实现的气体压缩循环

(a)一单作用式；(b)一双作用式；(c)、(d)一级差式

#### 6) 按冷却方式分

风冷压缩机——气缸用空气冷却；

水冷压缩机——气缸用水套冷却。

#### 7) 按润滑方式分

有油润滑压缩机——气缸内注油润滑；

无油润滑压缩机——气缸内不注油润滑。

#### 8) 按用途分

动力用压缩机——提供动力或作为仪表用的压缩气源；

工艺用压缩机——在工艺流程中输送工艺气体。

### 2. 回转式压缩机

回转式压缩机是靠转子作回转运动改变工作容积而提高气体压力的，一般由进、排气孔控制气流的进出。常见的回转式压缩机有滑片式、罗茨式、螺杆式等。

#### 1) 滑片式压缩机

如图 1-3 所示，在圆筒形气缸内偏心地放置一个圆柱形转子，转子上开有若干切槽，其内放置滑片；转子旋转时，滑片在离心力的作用下端部压紧在气缸内壁上，由气缸内壁、转子外表面和两相邻的滑片构成工作容积。转子旋转一周，每一工作容积实现一次进气压缩、排气、膨胀的气体工作循环。由于滑片在气缸内壁及转子槽内相对运动时产生的摩擦阻力较大，故机械效率低。

#### 2) 罗茨式鼓风机

如图 1-4 所示，罗茨式鼓风机具有一截面呈“8”字形的气缸，其中设置一对截面相同，也呈“8”字形的转子。当两转子反向旋转时，气体从进气口进入，被升压后从排气腔排出。

罗茨式鼓风机结构简单，制造方便，但效率低。

#### 3) 螺杆式压缩机

如图 1-5 所示，螺杆式压缩机具有一个“∞”字形的气缸，其中平行放置两个高速回转并按一定传动比互相啮合的螺旋形转子，由互相啮合的一对齿槽形成工作容积。在工作

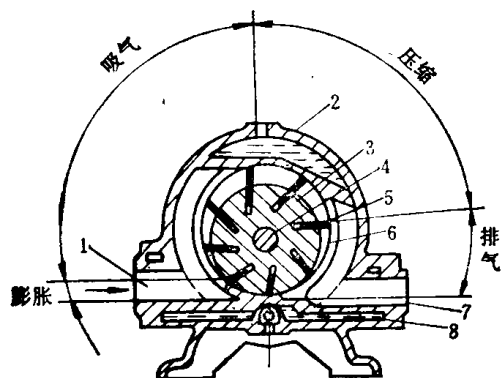


图 1-3 滑片式压缩机

1—吸气口；2—外壳；3—转子；4—转子轴；5—滑片；  
6—压缩室；7—排气口；8—水套

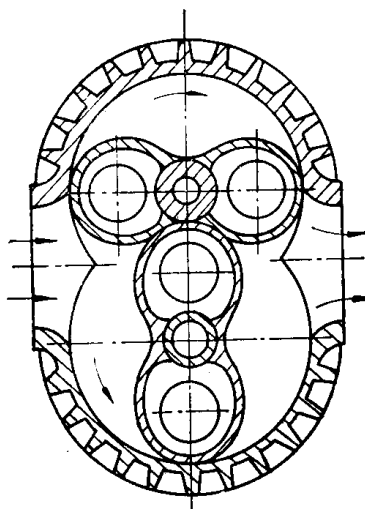


图 1-4 罗茨式鼓风机

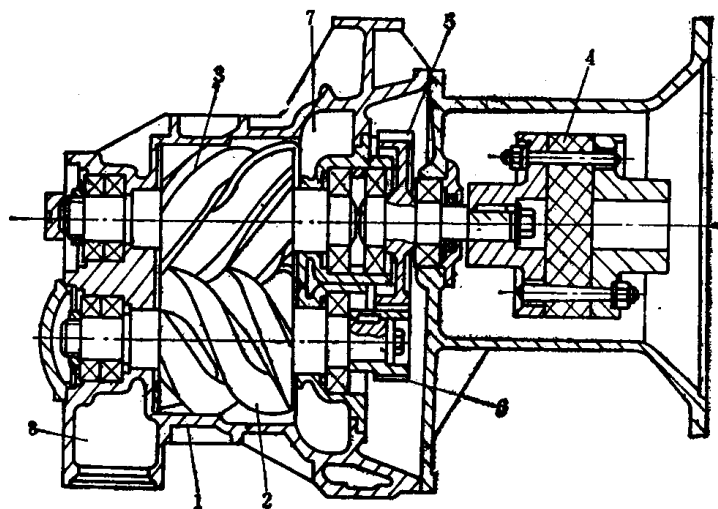


图 1-5 螺杆式压缩机主机构造图

1—机壳；2—阳转子；3—阴转子；4—联轴器；5、6—增速齿轮；7—进气腔；8—排气腔

中，阳转子的齿峰与阴转子的齿谷互相填塞，使各自的沟槽容积在旋转中逐渐变小，从而将沟槽中的气体压缩。

螺杆式压缩机零件少，结构紧凑，运行平稳，寿命长，维护管理简单，但转子型线复杂，加工要求较高，噪声较大。

1-3 各种活塞式空气压缩机在结构上有什么特点？

答：各种活塞式空压机在结构上有如下特点。

#### 1. 卧式空压机

如图 1-1b 所示，卧式空压机有单缸双缸之分，气缸水平布置，并且都在曲轴的同一侧。运动机构装拆方便，运动部件和填料较少，惯性力不能平衡，故转速的增加受到限制，导致空压机、驱动机和基础的重量及外形较大。多级压缩时，只能采用多缸串联，因而气

缸、活塞的拆装不方便。在设计大、中型空压机时已不采用卧式空压机，但因其具有结构紧凑、零件少、避免采用高压填料等优点，所以在小型高压的空压机中仍被采用，但矿用空压机已不采用。

## 2. 立式空压机

如图1-1a所示，气缸呈上下垂直布置，活塞环和填料的润滑、磨损均匀，机身受力简单，往复惯性力垂直作用在基础上，机器和基础的占地面积较小，不易变形。但大型立式空压机机身太高，因而维修不方便。

## 3. 对置式空压机

(1) 对称平衡式空压机，如图1-1g、h所示，其特点是两主轴承之间相互两列气缸的曲柄错角为 $180^\circ$ ，惯性力可完全平衡，转速得以提高；由于相对两列活塞力能互相平衡抵消，减小了主轴颈的受力与磨损，因而是现代大容量空压机的较好型式。

(2) 对置式空压机，如图1-1i所示，其气缸在曲轴两侧水平布置，相邻的两相对列曲柄错角不等于 $180^\circ$ ，并分两种：一种为相对两列气缸的中心线不在一条直线上，制成3、5、7奇数列；另一种为曲轴两侧相对两列的气缸中心线在一条直线上，成偶数列，相对列上的气体作用力可以抵消一部分，多用于超高压空压机。

## 4. 角度式空压机

如图1-1c、d、e、f所示，其特点是气缸中心线间具有一定夹角，但不等于 $180^\circ$ ，有W型、V型、L型和扇型等，气阀装拆、级间冷却器和级间管路设置方便，结构紧凑，平衡性能好，多做成小型移动式空压机。

W型：当各列往复运动质量相等而且气缸中心线夹角为 $60^\circ$ 时，动平衡性能最好。

V型：当各列往复运动质量相等而且气缸中心线夹角为 $90^\circ$ 时，平衡性最佳，夹角为 $60^\circ$ 时结构最紧凑。

L型：当两列往复运动质量相等时，机器运转的平稳性比其他角度式都好，L型空压机大多用作固定式空压机。

扇型：结构复杂，只在特殊情况下应用。

1-4 活塞式与离心式以及螺杆式与活塞式空气压缩机相比各有什么优缺点？

答：与离心式空压机相比，活塞式空压机具有如下优点：

- (1) 不论流量大小，都能达到所需要的压力。
- (2) 热效率较高，功率消耗比其它型式的空压机低。
- (3) 适应性较强，可用于较大的排气量范围，而且在调节排气量时，排气压力几乎不变。

活塞式空压机的主要缺点是：

- (1) 因往复惯性力大，转速不能太高，致使机器体积大而重；
- (2) 结构复杂，易损件多，维修工作量较大。

螺杆式空压机与活塞式空压机相比，有如下优点：

- (1) 维修管理简单，维护费用低，结构简单，运动部件少，转子与机壳之间不接触、无阀，仅轴承为磨损部分，油和水的消耗量少，服务年限长。

- (2) 外形紧凑，重量轻，安装简单，便于移动。

螺杆式空压机的缺点是：比功率大，因而电耗大，噪声较大。

所以，螺杆式空压机比较适合在井下使用，防爆型螺杆式空压机配合锚杆喷浆机使用，能安全可靠地工作。

#### 1-5 试述活塞式空气压缩机的动作原理。

答：图1-6为L型空压机的构造示意图。其动作原理为：由电动机带动曲轴2（4L型通过三角皮带带动）旋转，然后通过连杆3与十字头4，使曲轴的旋转运动变成活塞8的直线往复运动。图中立者为第一级（低压）气缸9，卧者为第二级（高压）气缸。当活塞由外止点向内止点开始运动时，气缸内活塞外侧处于低压状态，空气便通过吸气阀13进入气缸，开始吸气过程。当活塞由内止点向外止点返回运动时，吸气阀关闭，气缸内空气被压缩而压力升高，这是压缩过程。当压力超过排气阀14外面的气压时，在压力差的作用下，排气阀打开，空气压力不再增加，压缩过程结束，开始排气过程。当活塞到达外止点时，排气过程完毕。活塞反向，缸内残留的压缩空气开始膨胀，直到压力降至低于吸气阀外面的空气压力时，吸气阀才又打开吸气，至此完成一个工作循环。如果空压机是双作用的，则活塞两侧都具有工作容积，当活塞外侧完成一个工作循环，活塞内侧也完成了一个工作循环，不同的是相互差了半个周期。空气经过一级气缸压缩排气，经中间冷却器冷却后，进入二级气缸再次压缩、排出，进入储气罐（俗称风包）。活塞周而复始的这样运动，不断地将压缩空气输入储气罐中，以供使用。

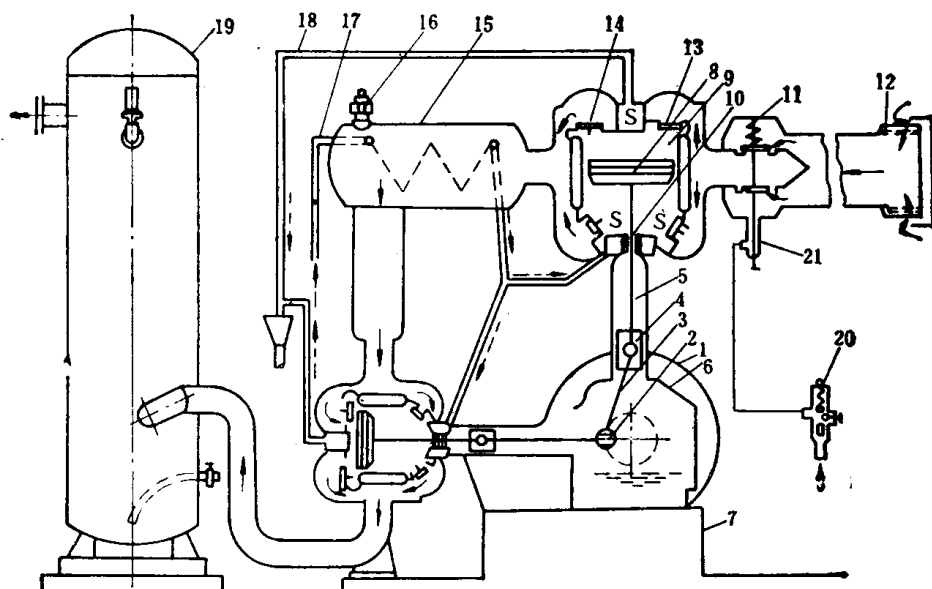


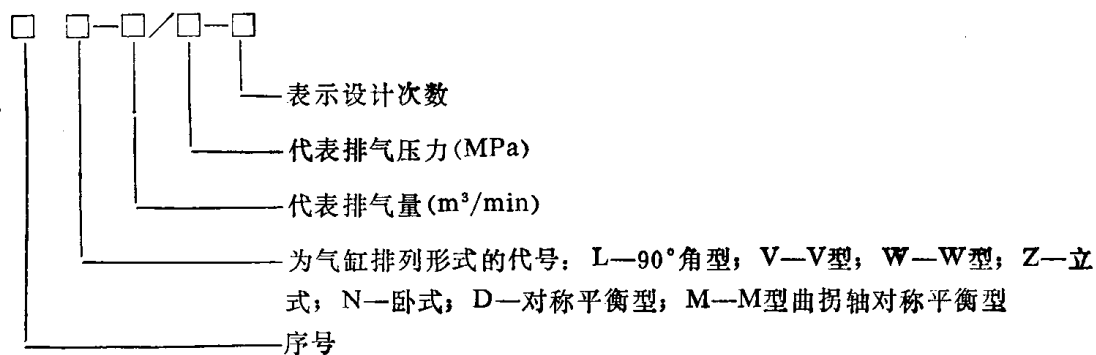
图 1-6 L型空压机的构造示意图

- 1—胶带轮；2—曲轴；3—连杆；4—十字头；5—活塞杆；6—机身；7—底座；8—活塞；9—气缸；  
10—填料箱；11—减荷阀；12—滤清器；13—吸气阀；14—排气阀；15—中间冷却器；16—安全阀；  
17—进水管；18—出水管；19—储气罐；20—压力调节器；21—减荷阀组件  
注：图中有“S”字样处为冷却水串通的地方。——气流方向，“——”冷却水流方向

#### 1-6 试述活塞式空气压缩机型号的组成和含义。

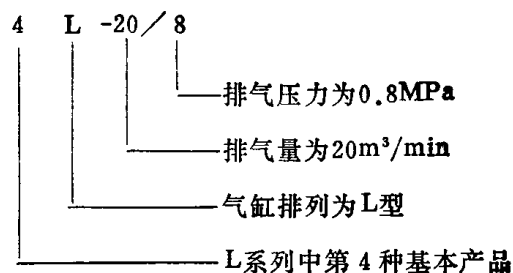
答：活塞式空压机型号的组成和含义如下：



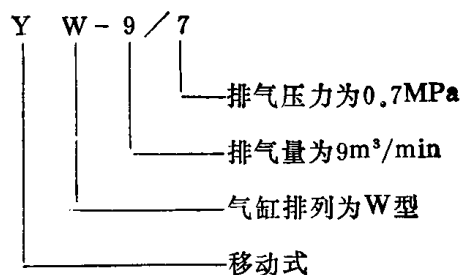


现举例说明如下:

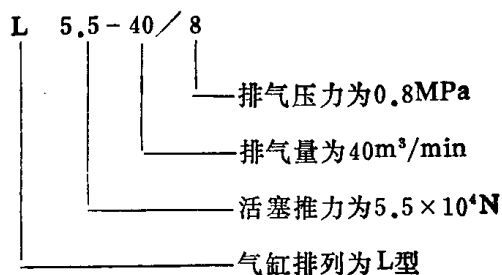
1. 4L-20/8



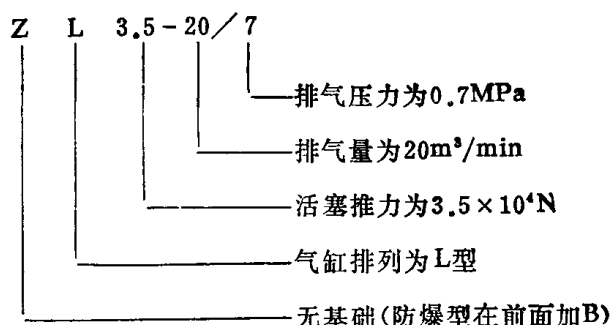
2. YW-9/7



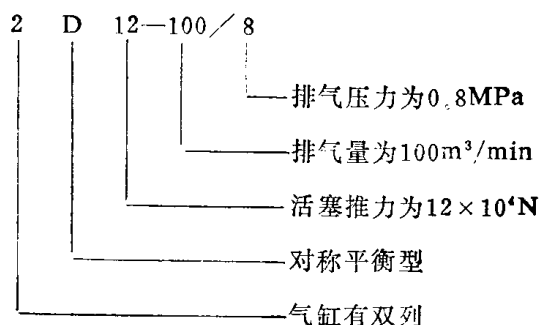
3. L5.5-40/8



4. ZL3.5-20/7



## 5. 2D12-100/8



## 1-7 试述活塞式空气压缩机传动机构的构造。

答：活塞式空压机的传动方式均为曲轴-滑块机构，机构由机身、曲轴、连杆和十字头等部件组成。现以4L-20/8型（如图1-7所示）和5L-40/8型（如图1-8所示）为例，将其传动机构的构造简述如下。

## 1. 机身

机身用铸铁制成，它是空压机所有机件的支承部分，也是传动机构的定位和导向部分，不同型式的空压机具有不同形状的机身。图1-9所示为4L-20/8型空压机的机身，其外形为正置的直角形，在垂直和水平颈部分别制成立列和卧列的可拆十字头滑道，颈部端面对法兰与气缸相连，机身相对的两个侧壁上，开有大小不同的两个轴承孔，曲轴可以从机体端面的轴孔装入。机身底部兼作油池，用地脚螺栓与基础固定。所有检查孔盖均垫以软垫，使机身密封。在机身立列颈部有通孔，以防填料不严密时，机身内产生过高的压力。为了能方便地拆卸连杆和十字头，在机身后和十字头滑道旁，分别开了三个长方形的窗口和两个圆孔，均用有机玻璃盖予以密封。

## 2. 曲轴

曲轴由球墨铸铁制成。L型空压机的曲轴如图1-10所示，仅有一个曲拐，曲臂上固结着两块平衡铁，以平衡曲轴在旋转和往复运动中产生的惯性力。曲轴两端装有两个双列球面向心滚子轴承，曲轴的外伸端有锥度，借此可以方便地装拆皮带轮（由图1-8可以看出，对于5L-40/8型空压机，电动机的转子是直接套装在曲轴外伸端上以平键联接的）。曲轴后端插装有传动齿轮油泵用的小轴，并经过小轴上的蜗杆传动柱塞式油泵。曲轴上钻有油孔，以使油泵排出的润滑油通向各摩擦润滑点。

## 3. 连杆

连杆包括杆体、大头、大头盖、小头等部分，其结构如图1-11所示。杆体截面有圆形、环形、工字形等，其材料通常用球墨铸铁。杆身有贯穿大小头的油孔；大头为分开式，嵌有挂巴氏合金的钢背瓦片，紧装于连杆大头孔（用瓦垫调整间隙）中。小头轴衬为一整圆轴（铜）瓦，穿入十字头销与十字头相连，轴瓦磨损后可以更换。

## 4. 十字头

十字头有整体式和分开式两种，图1-12为整体封闭式结构的十字头，系用球墨铸铁制成，沿纵向以螺纹与活塞杆相连，用以调节气缸余隙。两侧有装十字销用的锥形孔，十字头销用键固定在十字头上，并与连杆小头瓦相配合。十字头销与十字头摩擦面上分别有油孔和油槽，从连杆油孔流来的润滑油经油孔和油槽润滑小头瓦和十字头的滑板。