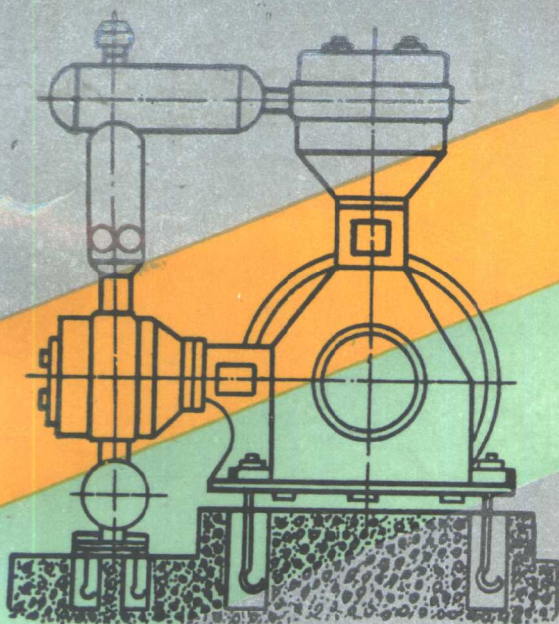


▲ 矿山机械使用维修丛书

▲ 矿山压气设备 使用维修

▲ 李世华 编



机械工业出版社

矿山机械使用维修丛书

矿山压气设备使用维修

李世华 编

蔡崇勋 主审



机械工业出版社

本书是“矿山机械使用维修丛书”之一，主要介绍了矿山压气设备的技术性能、基本构造、工作原理与安装、操作使用、维护检修、故障处理以及设备的检测、自控和选择计算等内容。

本书可供矿山机械安装、运转、维修工人和工程技术人员使用，亦可供从事矿山机械规划、设计、科研、教学人员及矿山管理人员参考。

矿山压气设备使用维修

李世华 编

蔡崇勋 主审

*

责任编辑：王世刚 版式设计：胡金璜

封面设计：郭景云 责任校对：熊天荣

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版（北京阜成门内大街27号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 $6 \frac{3}{8}$ ·字数 166 千字

1990 年 6 月北京第一版·1990 年 6 月北京第一次印刷

印数 0,001—1,710·定价：5.90 元

*

ISBN 7-111-02139-8/TD·6



丛 书 编 审 委 员 会

主任：张智铁

编委：李仪钰 夏纪顺 蔡崇勋 朱启超
吴建南 周恩浦 吴继锐 刘世勋
肖先金 郭赐吾 安 伟 李世华
魏胜利 刘玉恩 王振坤 廖国权
李海源 刘同友 徐本祺 吴友海
万 云 郭友梅 李明加 戚 铄
黄力生 钟世民 梁康荣

序

“矿山机械使用维修丛书”就要问世了，广大读者是会欢迎它的。

我国是一个采矿大国，也是矿山机械的制造和使用大国，从事矿山机械的规划、研究、设计、制造、安装、运转、维修、管理的工人和工程技术人员是如此之多，他们迫切需要这样一套《丛书》。

设备的使用、维修在设备的一生中是至关重要的。资料表明，使用维修费用总是远远超过设备原值的。于是，国外发展了寿命周期费用评价法，进而形成了“设备综合工程学”，以设备一生作为研究对象，将设备工程分为规划工程和维修工程两个阶段，对有形资产的工程技术、管理、财务等方面从各个环节（方案、设计、制造、安装、运行、维修保养、改进、更新等）进行综合管理，以提高设备可靠性和维修性，从而使设备寿命周期费用达到最经济的程度。

“矿山机械使用维修丛书”全面总结了我国矿山机械使用、维修的成就和先进经验，对进一步提高矿山职工的技术素质、提高矿山机械的可靠性和维修性、提高矿山企业的经济效益具有实用的价值。

中国有色金属工业总公司装备局和设备管理协会委托中南工业大学矿机教研室负责编审这套《丛书》是一个很好的尝试。在编写中，得到了冷水江有色金属矿山技工学校等单位的大力支持。我们期望，这一工作在全国矿山界和矿山机械行业产生普遍的良好反响。

洪戈

矿山机械使用维修丛书

1. 矿井提升设备使用维修
2. 矿山压气设备使用维修
3. 矿井通风设备使用维修
4. 矿井排水设备使用维修
5. 矿井钻孔设备使用维修
6. 矿井装载设备使用维修
7. 矿井轨道运输设备使用维修
8. 破碎粉磨机械使用维修
9. 挖掘机械使用维修
10. 露天潜孔钻机使用维修
11. 天井钻机使用维修

目 录

第一章 概论	1
第一节 概述	1
第二节 空压机的分类及特点	3
第三节 活塞式空压机的工作原理	7
第二章 活塞式空压机的构造	17
第一节 空压机的组成机构	17
第二节 空压机的结构特点	17
第三节 空压机的主要部件结构	26
第四节 空压机的冷却系统及其设备	33
第五节 空压机的润滑系统及其设备	40
第六节 空压机排气量的调节	45
第七节 空压机的辅助设备	51
第八节 空压机的安全保护装置	59
第三章 矿山空压设备的检测与选择计算	66
第一节 空压设备的检测仪表	66
第二节 空压设备排气量的测定	71
第三节 空压设备的选择计算	80
第四章 矿山空压设备的安装	86
第一节 4L型空压设备安装程序	86
第二节 4L型空压机的安装	87
第三节 空压机的电动机安装	89
第四节 4L型空压机零部件的装配	89
第五章 空压机的操作及有关制度	97
第一节 空压机的试运转	97
第二节 空压机的运行	100
第三节 空压机司机有关规章制度	108
第六章 活塞式空压机的维护检修	110

VI

第一节	空压机的维护保养	110
第二节	空压机的检查	116
第三节	空压机的检修和零部件的使用寿命	118
第四节	空压机检修定额	122
第五节	空压机常见故障的处理	127
第六节	空压机检修记录及其附表	141
第七章	活塞式空压机主要零部件的修理	151
第一节	机体	151
第二节	滑动轴承	158
第三节	曲轴	161
第四节	连杆和连杆螺栓	172
第五节	十字头与十字头销	178
第六节	活塞组	180
第七节	气缸	185
第八节	填料函	193
第九节	气阀	194
参考文献		196

第一章 概 论

第一节 概 述

一、矿山空压设备的用途

空压机是空气压缩机的简称。它是将自由空气压缩到所需的压力，这时的空气变为压缩空气。压缩空气一直是金属矿山和煤矿所采用的原动力之一，它用来带动风动凿岩机、风动装岩机、风动装运机、风动锻钎机、风镐等设备和风动工具，还用来带动风动原动机（俗名风马达），然后用风马达驱动工作机械。

用压缩空气作动力与利用电力、水力、液压等相比，具有如下特点：

- 1) 风动凿岩机结构简单、重量轻、操作维修方便。
- 2) 不怕过载荷，适用于能钻凿坚硬岩石和负载变化很大的风动机具。
- 3) 在超级瓦斯矿井中，可以避免电火花引起瓦斯爆炸。
- 4) 风动工具和风马达所排出的空气，可以改善井下的通风状况。
- 5) 空压机的构造、操作与维护检修比较简单。
- 6) 风动机具工作时，震动和噪声较大。
- 7) 风动机具的效率较低，用压缩空气作动力，其成本比直接使用电能高得多。

近几十年来，人们一直在探讨各种新的凿岩工具。尽管如此，由于使用压缩空气作动力具有独特的优点，故在目前和今后一定时期内，空压设备仍然在矿山获得广泛的应用。

二、矿山空压机站及其位置

空压机是矿山四大固定设备之一，从安全观点出发，空压机站一般设置在井上，因为井下的通风条件较差，使机器温度增高，

影响工人身体健康，同时增大设备发生爆炸的危险。此外，井上较井下设备运输与安装方便。我国规定：只有当井下使用压缩空气量较少，一般所需压缩空气量小于 $10\text{m}^3/\text{s}$ 时，才能在井下设置防爆型移动式空压机。

根据有关规定：空压机运转时震动较大，只宜安装在单层建筑物内。机房的平面尺寸取决于设备外形及通道的大小。通常考虑设备的安装、运输及检修等方便，一般取通道宽为 1.5m ，机房高度也与设备高度及是否设置起重设备有关。如果是立式空压机，则机房高度须考虑可能从气缸内取出活塞。一般最小高度为 3.5m ，最高可能达到 $5.5\sim 6\text{m}$ 以上，当空压机的生产量在 $40\text{m}^3/\text{min}$ 以上时，应安装手动吊车。机器的地基不应与机房墙壁连接。房内应通风良好，夏季房内温度最好不超过房外温度的 10°C 。另外，在条件允许的情况下，空压机站不应与其它建筑物设在一起，以免空压机运转时的噪声影响其他工人的工作。

三、矿山空压机设备的组成部分

空压设备由空压机、拖动装置、辅助设备及压气管路等组成。

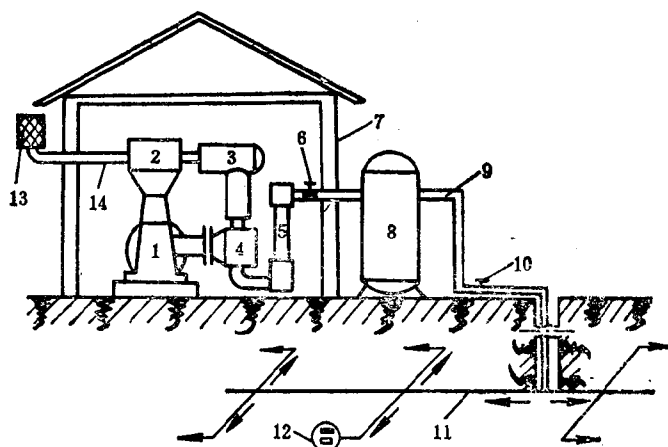


图1-1 矿山空压机站布置示意图

- 1—L型空压机 2、4—空压机高、低压气缸 3—中间冷却器 5—压后冷却器 6—逆止阀 7—空压机房 8—风包 9—地面排气管路 10—闸门
11—井下压气管路布置 12—风动工具 13—空气滤清器 14—吸气管路

空压机除它本身外，还包括中间冷却器、压力调节器等装置；拖动装置一般采用电动机，附有起动和控制系统；辅助设备中包括空气滤清器、风包（储气罐）、冷却水循环系统等；压气管路是指管道及其附件。

矿山空压机站的布置如图 1-1 所示。空气经过空气滤清器 13 沿吸气管路 14 吸入空压机 1 中，在空压机中，空气经过压缩使其压力达到规定值后，沿排气管进入风包 8，然后由输气管路送往井下或其它用户。

第二节 空压机的分类及特点

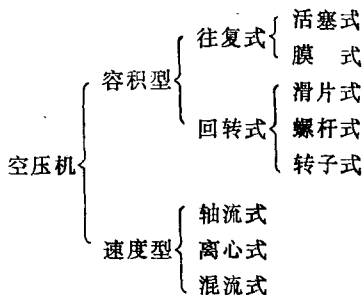
一、空压机的基本型式

空压机按照压缩气体方式的不同，可分为容积型和速度型两大类。容积型空压机通过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；速度型空压机则是借助于作高速旋转叶轮的作用，使气体得到很高的速度，然后在扩压器中急剧降速，使气体的动能变为压力能。

容积型和速度型空压机按结构型式和工作原理如右分类：

各种类型空压机的应用范围见图 1-2 所示。

根据我国金属矿山使用的实际情况，本书主要介绍容积型活塞式 L 型空压机的构造、原理、操作、维护、检修及故障处理。同时对无油润滑空压机也作简要介绍。



二、活塞式空压机的分类

活塞式空压机的分类方法很多，名称也不尽相同，通常有如下几种分类方法：

1. 按压缩次数分

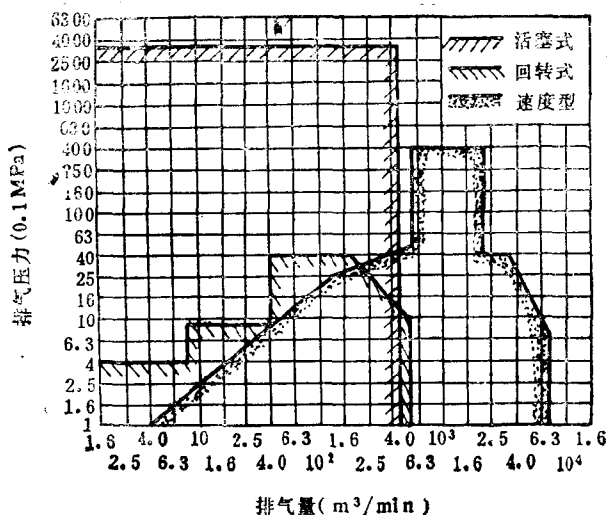


图1-2 各类空压机的应用范围

1) 单级空压机 气体在气缸中只压缩一次就达到所需要的压力。

2) 两级空压机 气体在低压缸内压缩到适当压力后, 经过中间冷却器冷却, 再进入高压缸进行第二次压缩。

3) 多级空压机 压缩的次数在二次以上的空压机。

2. 按气缸内作用次数分

1) 单动式空压机 活塞只一端进行压缩。

2) 复动式空压机 活塞的两端都能压缩。

3. 按气缸的排列方式分

1) 立式空压机(图 1-3 a)。

2) 卧式空压机(图 1-3 b)。

3) L型空压机(图 1-3 c)。

4) V型空压机(图 1-3 d)。

5) W型空压机(图 1-3 e)。

6) 扇形空压机(图 1-3 f)。

7) M型空压机(图 1-3 g)。

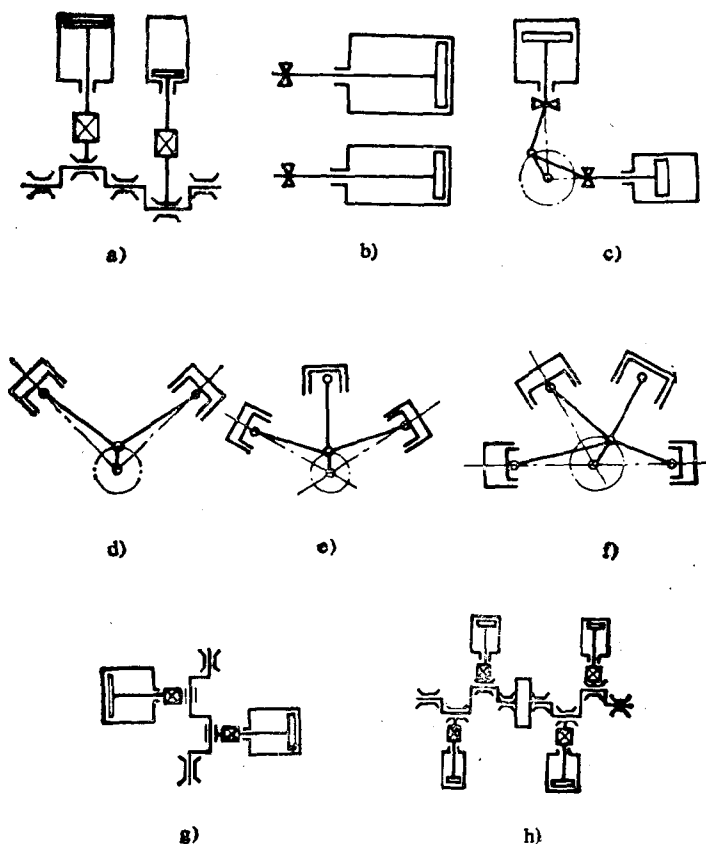


图1-3 活塞式空压机的基本型式

8) H型空压机(图 1-3 h)。

4. 按排气压力大小或按排气量分(表 1-1)

5. 按润滑方式分

1) 无润滑空压机。

2) 有润滑空压机。

三、活塞式空压机的几种类型特点

1. 立式空压机的特点

1) 气缸的磨损比较均匀而且较小, 因为活塞上下运动, 对

表1-1 按排气量和排气压力分类

分 类 方 法	名 称	说 明
按排气量分	微 型	$Q \leq 1 \text{ m}^3/\text{min}$
	小 型	$1 \text{ m}^3/\text{min} < Q \leq 10 \text{ m}^3/\text{min}$
	中 型	$10 \text{ m}^3/\text{min} < Q \leq 100 \text{ m}^3/\text{min}$
	大 型	$Q > 100 \text{ m}^3/\text{min}$
按排气压力分	低 压	$0.1 \text{ MPa} < p \leq 1 \text{ MPa}$
	中 压	$1 \text{ MPa} < p \leq 10 \text{ MPa}$
	高 压	$10 \text{ MPa} < p \leq 100 \text{ MPa}$
	超高压	$p > 100 \text{ MPa}$

气缸壁的作用力较小，润滑油在缸壁上分布均匀，活塞环的工作条件得到改善，机器的寿命较长。

2) 往复运动零件的惯性力对基础的作用方向是垂直的，因此振动较小，故基础较小。

3) 空压机转速可以提高，空压机的运动装置可以做得更加紧凑。

4) 占地面积少，结构简单，机座小。

5) 气缸是垂直安装的，可以保证气缸自由伸长来补偿温度应力和弹性变形。

6) 气缸和活塞拆装方便。

立式空压机的主要缺点是气阀和级间管路的布置较麻烦，因高度较大，故操作维修不方便。

2. 卧式空压机的特点

1) 整个机器都在操作管理人员的视线范围内，维护修理方便。

2) 主轴和连杆等机件的拆卸、安装均较方便。

3) 结构简单、零件较小，便于管路布置。

4) 空压机房的高度较小。

卧式空压机的主要缺点是惯性力不能平衡，因此转速的增大受到限制，而且基础较大；由于机器外形尺寸较大，机器占地面

积较多，气缸与活塞的磨损不均匀，机器的寿命较短。

3. L型空压机的优缺点

1) 由于动力平衡性好，故运转速度较高，并且基础较卧式的小。

2) 由于两列的连杆连接在一个曲拐上，曲轴的拐数少，轴向长度短，曲轴的主轴颈可装滚动轴承。

3) 一、二级气缸错开 90° ，中间冷却器可直接装在机器上，结构紧凑。

4) 两气缸之间距离较远，便于管路和气阀的布置。

5) 大直径的低压缸垂直布置成立列，小直径的高压缸水平布置成卧列，这样可避免较重的活塞对气缸磨损的影响。

由于L型空压机特别适于作两级压缩，故我国固定式动力用的空压机就较多地选用此类。但其缺点是制造、安装及检修较麻烦。

4. 对称平衡式空压机的优缺点

1) 惯性力完全可以得到平衡，机器的转速可提高，运转平稳，基础较小，机房较低。

2) 由于相对两列的活塞力的方向相反，能互相抵消，改善了主轴颈的受力情况，减少了主轴颈与主轴承的磨损。

3) 便于拆卸、安装、维护和管理。

对称平衡式空压机的主要缺点是运动部件和填料的数量较多，机身和曲轴的结构比较复杂，结构庞大，安装时占地面积较大。但是，对于大、中型空压机采用这种结构型式，其优点很明显。

第三节 活塞式空压机的工作原理

一、活塞式空压机的一般工作过程

每一台空压机都有气缸和活塞。空压机压缩空气的过程包括吸入、压缩和压出三个过程。为了说明工作原理，将单级单动式空压机的一个气缸简化如图1-4所示。

1. 吸入过程

当活塞 2 向右腔移动时，气缸 1 的左腔容积增大，压力下降，当压力降到稍低于吸气管中的气体压力时，则吸气管中的空气便顶开吸气阀 4，进入气缸 1 中，随着活塞 2 向右移动，空气继续进入气缸 1 中，直到活塞移至右边的末端（即右死点）为止。

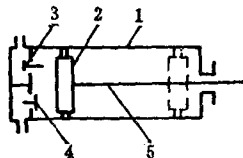


图1-4 单级单动式空压机气缸示意图

2. 压缩过程

当活塞 2 向左移动时，气缸 1 的左腔容积开始缩小，这样便开始压缩气缸 1 中的空气，由于在气缸 1 上的吸气阀 4 有止逆作用，气缸 1 中的空气不能流回吸气管中。同时，因排气管中的空气压力，又高于气缸 1 内部的空气压力，气缸 1 内的空气，也无法从排气阀 3 排到气缸外；而排气管中的空气，又因为排气阀 3 有止逆作用，也不能流回气缸中。此时，气缸 1 内的空气保持一定，由于活塞 2 继续向左移动，缩小了气缸左腔内的容积，使空气被压缩，空气的压力也随着升高。

1—气缸 2—活塞 3—排气阀
4—吸气阀 5—活塞杆

3. 压出过程

随着活塞 2 向左移动压缩空气，空气的压力继续升高，当气缸 1 中的空气压力升高到稍大于排气管中的空气压力时，气缸 1 的空气便顶开排气阀 3 并继续排出直至活塞移到左边末端（即左死点）为止。然后活塞 2 又开始向右移动，重复上述动作。活塞每来回一次称为一个工作循环。活塞每来回一次所经过的距离叫做冲程。

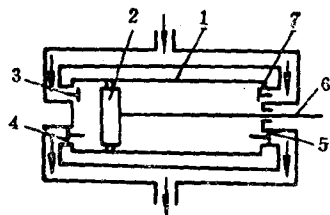


图1-5 单级双动式空压机气动示意图

1—气缸 2—活塞 3、7—吸气阀
4、5—排气阀 6—活塞杆

图 1-5 所示为单级双动式压缩机的一个气缸简化图，这种空

压机气缸的两端，都装有吸气阀和排气阀。当活塞 2 从左向右移动时，使空气经过打开的吸气阀 3 吸入气缸 1 的左腔中，与此同时，在气缸 1 的右腔中将空气压缩，待排气阀 5 打开后，把压缩空气由气缸 1 右腔排到排气管中。当活塞 2 从右向左移动时，空气经过吸气阀 7 被吸入气缸 1 右腔中，而压缩空气由气缸 1 左腔经过排气阀 4 把压缩空气排出。这种空压机，曲轴每旋转一周（一个全行程），发生两次吸气和两次排气过程。

二、单级单动式空压机的理论工作过程

在分析单级单动式空压机的理论过程中，我们先作出如下假设：

1) 没有余隙空间，即当活塞在气缸中到死点位置时没有间隙。

2) 在吸气时，气缸中的压力不变，等于大气压力，这必须使吸气阀和吸气管路中无阻力。

3) 在排气时，气缸中压力不变。这必须使排气阀毫无阻力。

4) 在空压机内没有阻力损失，即空气通过吸、排气阀和活塞摩擦没有产生能量损失。

在上述四个假设条件下，分析一下单级单动式空压机的压缩过程，空气在气缸中压力与容积变化情况，如图 1-6 所示。此图的纵坐标线代表压力 P ，横坐标线代表容积 V ，称为 $P-V$ 图。当活塞 2 在气

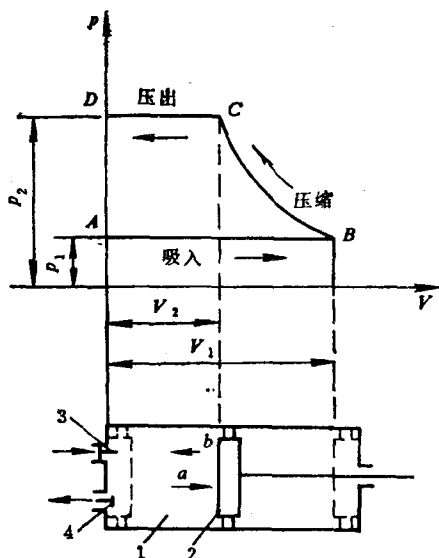


图1-6 单级单动式空压机的理论示功图

1—气缸 2—活塞 3—排气阀 4—吸气阀