

煤礦工人技術操作小叢書(七)

# 往复式空气压缩机

煤炭工業部沈陽管理局机电处編

煤炭工業出版社



## 前面的話

現代化的煤礦，裝備有大量的机电設備。這些設備能不能安全運轉，直接關係着生產任務的能不能均衡完成，勞動效率的能不能提高，和成本的能不能降低。為了更好地發揮設備的效能，避免事故和故障，必須提高現有司機的技術水平，加強設備的管理和維護。我們編寫這本書的目的，就是為了培訓司機，提高司機的技術水平。

為了適應工人現有水平，書中以實際操作為主，很少敘述原理和公式，文字力求通俗，並且儘可能採用現場常用的名詞、術語。但由於時間倉促，經驗不足，恐很難完全滿足現場的需要。各地如採用此書為教材，希望教員同志根據現場具體情況進行講授，並且歡迎隨時指出書中的錯誤和缺點。

對於數量較少的大型設備，在本書中沒有作詳細的敘述。培訓這些設備的司機時，可參照設備的說明書進行教學。

煤炭工業部沈陽管理局机电處

1955年11月

# 目 錄

## 前面的話

第 1 節 基礎知識 .....	3
第 2 節 往复式空气压缩机的構造 .....	17
第 3 節 往复式空气压缩机的附屬裝置 .....	45
第 4 節 往复式空气压缩机的操作 .....	57
第 5 節 往复式空气压缩机的維護檢修 .....	69
附錄：空气压缩机司机的職責 .....	83

## 第 1 節 基礎知識

### 一、空气壓縮設備

在煤炭工業中，壓縮空氣是一種重要的動力。不但有最常用的風鑽、風鎬等風動工具，並且有壓縮空氣機車，和用壓縮空氣來操縱的推車機、井口安全門、大型絞車的制動系統等。

壓縮空氣其所以廣泛運用在煤炭工業中，主要是由於它很安全，由於它不會發生火花，不致於引起瓦斯或煤塵爆炸。但用壓縮空氣動力的最大缺點，就是效率低，成本高。所以，提高效率，降低成本，合理地使用壓縮空氣，就是一個很重要的問題。這個問題的解決，首先就要求我們空氣壓縮機司機，提高技術水平，改善操作，保證機器的安全經濟運轉。

這本書就是幫助空氣壓縮機司機學習技術的。

空氣壓縮設備，包括以下幾部分：空氣壓縮機，吸氣管（包括濾風器），排氣管（包括風包），冷卻裝置和動力裝置（電動機）。圖 1 就是空氣壓縮設備的示意圖。司機必須熟悉每一部分的構造和使用。這

本書中也將對每一部分都作詳細介紹。

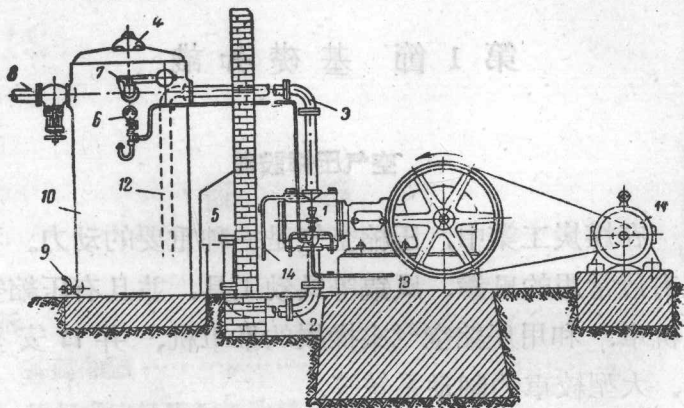


圖 1 空氣壓縮設備示意圖

1—空氣壓縮機；2—吸氣管；3—排氣管；4—檢查孔；5—濾風器；6—壓力表；7—安全閥；8—風管；9—放油和水閥；10—風包；11—電動機；12—輔管；13—進水管；14—出水管。

空氣壓縮機有三類：往復式，迴轉式，渦輪式。煤礦上幾乎都不用迴轉式的，渦輪式的也只在水洗廠有使用的。煤礦上普遍使用的是往復式的，所以本書就只講往復式空氣壓縮機。

## 二、空氣的壓力、溫度、比容、濕度和潔度

壓力、溫度和比容，有人稱為氣體的三個要素，也就是說這是三個很重要的問題。空氣的濕度和潔度，對空氣壓縮設備影響很大，也很重要。我們就先

來說明一下，因為我們在說空氣壓縮機的時候，處處都要用着它們。

1. 壓力：向氣球中吹氣，氣球就會慢慢漲大，再繼續吹氣，氣球就可以炸裂開來。是什麼力量使氣球漲起來，使氣球炸裂呢？我們說，這是吹進去的气体的壓力。天空中有很厚一層空氣，我們叫它做大气，

大气是有壓力的。在圖 2

上，我們可以看得很明

白：一個管子插在水中，

把管子中的活塞提起時，

由於水面受到大气壓力的

作用，使水跟着活塞上

昇，在一般情況下，昇到

10.33 公尺高以後，活塞再提高，水就不再昇高了，

可見大气壓力是等於 10.33 公尺高的水柱的壓力。因為在溫度是攝氏  $4^{\circ}$  時，1 立方公分的水重 1 克，所以，

如果只就水柱底一平方公分的面積來說，這 10.33 公尺

高的水柱重： $1033 \times 1 = 1033$  克，也就是等於 1.033

公斤。所以說，1 大气壓力等於每平方公分 1.033 公

斤，省略一點，就是等於每平方公分 1 公斤。

工業上一般都是用每平方公分受多少公斤的力，

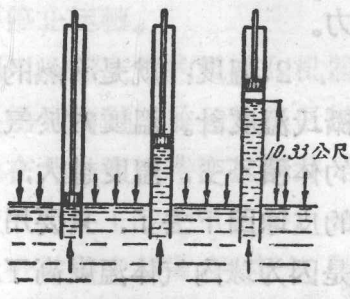


圖 2 用水柱試驗大气壓力

來作為壓力的單位。但一般測量壓力的儀表（壓力表），上面的刻度，並不是代表氣體的真實壓力，而是表示它的壓力和大氣壓力的差。也就是說：大氣壓力沒有計算在內，要計算它的真實壓力，還要加上大氣壓力。這種按壓力表的刻度上表示出的壓力，我們叫它做表壓力。表壓力加上大氣壓力，叫做絕對壓力。

2. 溫度：就是冷熱的程度。空氣壓縮機一般是用攝氏溫度計。溫度對於氣體有很大的關係。如果氣體的體積不變，溫度越大，氣體的壓力就越大。小孩玩的皮球凹下去了，只要用火一烤，就會凸起來，這就是因為球內氣體溫度高了，壓力加大。

3. 比容：比容就是1公斤氣體所佔的容積，按每立方公尺多少公斤來計算。

4. 空氣的濕度：大氣裏經常含有水蒸汽。並且在一定的溫度下，空氣可能含有的水蒸汽是有一定限度的，當空氣裏含的水蒸汽超過這個限度時，就會有霧出現。溫度越低，空氣中可能含有的水蒸汽越少。

流向使用地點的壓縮空氣逐漸冷卻，它的濕度也逐漸增加，直到分出霧狀的水分時為止。周圍的空氣溫度越低，水蒸汽在空氣管路中就凝結得越厲害。



空气中的水分，对空气压缩设备是非常有害的，因为水分凝结后，落到风管的内壁上，流到它的较低部分，使风管的断面面积缩小，造成空气流动的额外阻力。当温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ 时，水分在风管的内壁上结成冰，同样也能缩小管径。更坏的是：有时管子个别地段完全冻结，阻碍了个别地段的工作，如果主要干线冻结，整个空气压缩装置就要停止运转。

当水分和空气一起引到用压缩空气的机械和机器裏时，这些水分会使机械生锈和腐蚀。并且能降低机械的能力。同一空气压缩机在井上使用时，比在井下效率高，就是因为井上的空气比井下的空气干燥。另外，积存在风管管路中的水分被很大速度的空气带动，会引起水力的冲击，在长风管中，这种冲击更加厉害。

所以，需要特别注意从风管中分离水分。管路系统的设计和装置，顺着空气的流动方向要有向下的坡度，还要在必要的地方安设水分离器，工作时要经常放出分离器裏的水。

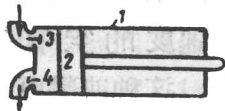
5. 空气的潔度：空气中除了水以外，还含有灰塵。空气中灰塵的含量变动很大，是由空气压缩设备所在地点的条件和情况决定的，一般每1立方公尺

的空气中灰塵的含量，能達到千分之二克或者更多。這些灰塵能加速空氣壓縮機和風動工具運動部分的磨損，因此空氣壓縮機應當從沒有煤塵和灰塵的地點吸入空氣，吸入的空氣在進到機器裏以前要通過濾風器。

### 三、往復式空氣壓縮機的分類

1. 按動作的方法分類：往復式空氣壓縮機有單動式和復動式兩種。圖3的甲和乙，就是這兩種空氣壓縮機的示意圖。

甲)



乙)

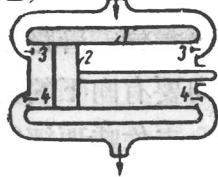


圖3 空氣壓縮機的示意圖

1—氣缸；2—活塞；  
3—吸氣閥；  
4—排氣閥。

圖3甲是單動式的，只在氣缸的一側有吸氣閥和排氣閥，只能在活塞向一方面前進時吸進大氣和排出壓縮空氣。圖3乙是復動式的，在氣缸的兩側，都有吸氣閥和排氣閥，活塞無論向那方面移動，都是活塞（移動方向）前方空氣受到壓縮，後方吸氣。也就是說活塞無論前進和後退，都能進行吸氣和排氣。

2. 按壓縮機的級數分類，空氣

壓縮機可分為：單級式、二級式和多級式三種。

(1)單級式：在一個氣缸裏，把空氣一次壓縮到所要求的程度。

(2)二級式：在一個氣缸裏，把空氣一次壓縮到一定程度（不到所要求的程度）然後把這壓縮空氣排送到中間冷卻器裏，用冷卻水充分冷卻後，再導入第二個氣缸，再壓縮到要求的程度。也就是分成兩個階段來壓縮。為什麼分成兩個階段壓縮呢？因為在一個氣缸裏進行壓縮時，壓縮空氣就要過熱，這就減低了空氣壓縮機的效率。所以使用中間冷卻器降低空氣的溫度，以便提高空氣壓縮機的效率。

(3)多級式：在多級式空氣壓縮機裏，空氣的壓縮是連續的在幾個氣缸裏進行的，這樣可以增高它的壓力。

在煤礦裏，大多數使用二級式空氣壓縮機。先在低壓氣缸裏把空氣壓縮到2.5—3個大氣壓。然後再把它導入高壓氣缸裏壓縮到8個大氣壓（實際低於這個壓力）。

3.按氣缸的位置分類：空氣壓縮機可分為立式、臥式、傾斜式和V式四種。臥式和立式的空氣壓縮機有一級的也有二級的，V式的空氣壓縮機只有二級或

二級以上的。

在臥式的空氣壓縮機中，活塞的往復運動，和裝置機體的地板相平行；在立式的空氣壓縮機中，活塞的往復運動和地板相垂直。

也有這樣的空氣壓縮機，它的一個氣缸是臥式的，一個氣缸是立式的。

以上說的四種，臥式的佔面積較大。目前我國各礦使用的空氣壓縮機大多數是臥式的，但因為立式空氣壓縮機具有很多優點，特別是它的機械效率較高，所以最近製造的空氣壓縮機多是立式的。V式的一般是小能力和可移動的空氣壓縮機。

4. 按排氣量分類：空氣壓縮機可分為下列三種：

1) 小型的，排氣量在每分鐘 10 立方公尺以內。2) 中型的，排氣量從每分鐘 10 到 40 立方公尺。3) 大型的，排氣量從每分鐘 60 到 100 立方公尺，還有每分鐘 100 立方公尺以上。

在礦山很少使用排氣量超過每分鐘 100 立方公尺的往復式空氣壓縮機。

礦山常用的移動式空氣壓縮機的排氣量，多半在每分鐘 10 立方公尺以內。

按冷卻方法分類：空氣壓縮機可分為：1) 風冷的

(只用在小型空气压缩机)。2)水冷的。

#### 四、往复式空气压缩机的动作

##### 1. 单级往复式空气压缩机的动作

圖 4 是單級往复式空气压缩机的动作簡圖。当活塞从右端死點 1 的位置向左移动時，活塞右端向隙內沒有被排完的壓縮空气開始膨脹；等到活塞到 2 點，气缸右端的空气压力下降到略低於吸入的 空气 的压力，这时，右下端吸气閥甲被大气压開。活塞再向左移动，新鮮空气就不断的被吸入气缸；等到活塞到達左端死點 3 時，气缸裏吸滿了新鮮空气。吸气閥甲被彈簧的压力自动地關閉。在这以後，活塞向右行，把气缸裏空气壓縮。当活塞到 4 點時，空气被壓縮，它的压力恰好超过風包裹的压力，这样排气閥乙就被压開。活塞再向右移动，壓縮空气的压力不再增高，被壓縮的空气繼續排到風包裹；等到活塞達到右端死點 1 的位置時，除了活塞和气缸盖中間的間隙裏留下的以外，气缸裏的的壓縮空气全排出去了。以後，活塞再向左移动，右端气缸間隙裏剩餘的壓縮空气又膨脹，到 2 點新鮮空气又被吸入，活塞回到 3 點時，吸入的空气又被壓縮，到 4 點時又開始把壓縮空气

排出。活塞不断地作往复运动，新鲜空气也不断地被吸入，压缩和排入风包，这样就达到了压缩空气的任务。



圖 4 單級往复式空气压缩机的动作

由圖上知道空气吸入气缸以前，要經過吸气管和吸气閥会有相当的阻力損失，所以空气進入气缸時的压力常較大气压力低，大約是 0.98 大气压；压缩空气在 4 點被排出的时候，要克服排气閥和排气管的阻力，所以它的压力也要比風包裹空气压力高一點，一般大約超过 0.2 大气压。

## 2. 二級和多級往复式空气压缩机的动作。

当需要的压缩空气的压力較高時，常使空气在空气压缩机裏分成二級或多級來压缩。空气压缩机裏進行压缩的空气，中間經過一次冷却，使空气在压缩过程中，溫度不致过分增高。冷却方法，可以向气缸壁和气缸盖的水套裏不断地送入流动的冷却水，也可以在空气經過每級压缩後導入中間冷却器進行冷却。

空气經過压缩後，在進入風包以前，有的还要經過冷却器，使压缩空气裏的水分冷凝下來，这样，進入風包裹的压缩空气就能保持乾燥状态。

圖 5 是二級復動的空氣壓縮機的簡圖。當活塞向右端移動時，低壓氣缸右下端的吸氣閥 1 被打開，空氣由吸氣閥 1 吸入；同時活塞左端已吸入的空氣就被壓縮，當達到一定壓力時，低壓氣缸左上端的排氣閥 2 被打開，壓縮空氣經甲管進入中間冷卻器 3。為了使空氣在壓縮過程中能部分地冷卻，所以在氣缸壁內有冷卻水套。中間冷卻器裏裝有很多冷卻水管，冷卻水先由右下端管子裏流到左端，再迴流到右上端流出。在管子外面，裝有用來引導空氣的隔板；使空氣按圖中箭頭的方向在管子外面流過，以得到充分的冷卻。空氣經過冷卻後經乙管和高壓氣缸吸氣閥 4 進入高壓氣缸裏。同時高壓氣缸左端已進入的壓縮空氣被第二次壓縮到規定的終壓時，壓縮空氣把高壓氣缸左下端的排氣閥 5 壓開經丙和丁管進入後冷卻器 6。經過冷卻後由連管流入水油分離器，把壓縮空氣裏所含的水分和油分冷凝。最後得到的乾燥的壓縮空氣，經連管進入風包。風包上裝有壓力表、安全閥。當低壓氣缸裏活塞向右行時，它的作用相反。這種復動空氣壓縮機工作時，活塞每作一次往復運動，可吸入二個有效吸氣行程容積的空氣量，所以它的排氣量較單動的空氣壓縮機大一倍。圖 5 上箭頭表示空氣和冷卻水的流動

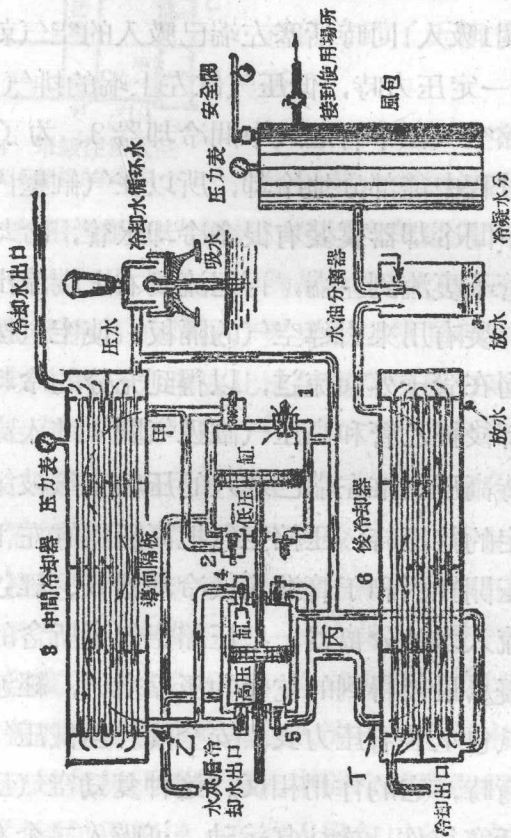


圖 5 二級復動的空氣壓縮機簡圖



方向。由以上所說的，我們可以把复动空气压缩机的动作，歸納为以下六个步驟：

1. 空气經過第一級压缩；
2. 導入中間冷却器冷却；
3. 空气經過第二級压缩；
4. 導入後冷却器中冷却；
5. 用水油分离器把压缩空气裏所含的水分和油分离；
6. 把乾燥的压缩空气送入風包裹，再供給使用地點。

### 五、空气压缩机的排气量、气缸間隙和輸出係數

**排气量：**空气压缩机的排气量，就是它每分鐘內所送出的空气的量，是用每分鐘多少立方公尺計算的。

**气缸間隙：**空气压缩机的活塞，往左或往右，都不能進到和气缸盖緊接，中間要保留一定的間隙，叫做气缸間隙。如果沒有气缸間隙，活塞就会頂到气缸盖上，机器会受損害，所以必需要有間隙。

**輸出係數：**空气压缩机的排气量，在实际工作时，往往因为一些条件的影响，要变小一些。实际排