

鐵路职工专业教材

移动式空气压缩机

中国人民解放军铁道兵司令部編



人民铁道出版社

移动式空气压缩机

中国人民解放军铁道兵司令部编

江苏工业学院图书馆
藏书章

人民铁道出版社

一九五九年·北京

本書敘述各型移動式空氣壓縮機的構造和作用，特別對常用的空氣壓縮機均舉實例，將它們的規格、性能、使用、保養、調整和故障處理等加以詳細說明。

本書除作鐵路職工專業教材外，還可供全國各工業部門空氣壓縮機司機、鉗工等學習與參考之用。



鐵路職工專業教材
移動式空氣壓縮機

中國人民解放軍鐵道兵司令部編
人民鐵道出版社出版
(北京市震公府17號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第010號

新華書店發行
人民鐵道出版社印刷廠印

書號1485 開本787×1092 1/32 印張5 1/4 字數130千

1959年8月第1版

1959年8月第1版第1次印刷

印數0,001—4,600冊

統一書號：15043·1041 定價

目 录

第一章 空气压缩机概論	1
第一节 空气压缩机的用途	1
第二节 空气压缩机的分类	2
第二章 空气压缩机的构造	5
第一节 空气压缩机的工作过程	5
第二节 多級式空气压缩机	6
第三节 空气压缩机作业率和功率的計算	8
第四节 移动式、活塞型空气压缩机的构造	11
第五节 气压自动調节装置	33
第六节 儲气箱，安全閥和气压表	49
第七节 空气压缩机和发动机間的傳动	53
第三章 空气压缩机和风动工具的使用	62
第一节 空气压缩机和风动工具的使用	62
第二节 压缩空气的輸送管路	64
第四章 常用的空气压缩机	66
第一节 几种移动式空气压缩机的規格及性能	67
第二节 空气压缩机的一般构造	79
第三节 空气压缩机使用与保养	98
第四节 空气压缩机的調整	142
第五节 空气压缩机的故障檢查	165

第一章 空气压缩机概論

第一节 空气压缩机的用途

利用压缩空气作为一种动能，在现代工程中，在機車車輛、制造和修理、建筑及其他等工业中具有极重大的意义。压缩空气是由一种名叫空气压缩机的专门机械生产出来的。

利用压缩空气可以带动许多机械（即所谓风动工具），这些机械在土工、石工、木工、铁工、混凝土、运输及其他等作业中都广泛地采用着。因为用压缩空气作为动力，不仅在使用上方便与安全，并且在若干施工中能提高生产效率，减少施工人員之体力劳动。所以近几十年来，各工业发达的国家，莫不对压缩空气动力，作多方面的推广和应用，所获的成效，也极为显著。例如：风动鉋釘錘，用以打击鉋釘，每分鐘可产生往复錘击运动，約 500~1800 次，不仅打出之鉋釘头外表比較整齐，且因打击力平均，所以比用手打的鉋釘，在受力上也較坚固。而每台风动鉋釘錘之工作能力，可相当于五个熟练工人。他如：风动鑽石机、风鎬、风鑽、风磨輪、风凿、风动敲击器等，均借压缩空气作动力，使产生高速运动，能提高工作效率数倍至 20 余倍；又如：利用压缩空气噴漆，不仅节省漆料，增加生产效率，且能提高质量，噴出之漆层，表面光洁，勻細，色澤美观，是手工难以作到的。总之，压缩空气在今日我們的筑路工程、开山工程、水利工程、鋼鉄结构工程、采矿、造船、鍋炉厂、机械制造厂以及运输机械等无不大量加以应用。所以空气压缩机在我們若干工程施工、机械制造、機車車輛制造、修理等工业工程

中，已成为不可缺少的一种工作机械了。

第二节 空气压缩机的分类

空气压缩机可分为三种类型：活塞型（图1），涡轮（透平）型（图2）和旋转型（图3）。

我們铁路工程施工中，所采用的空气压缩机，多是活塞型空气压缩机。因此，本书只研究活塞型空气压缩机，至于涡轮型及旋转型的空气压缩机，本书则不加叙述。

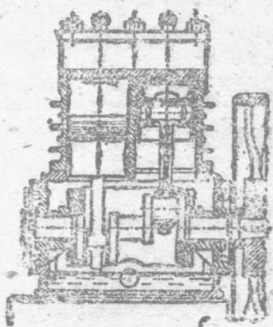


图1 活塞型立式空气压缩机

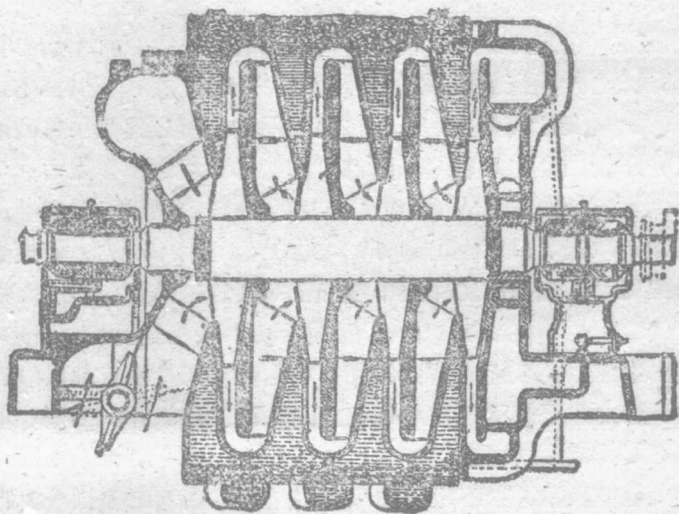


图2 涡轮型空气压缩机

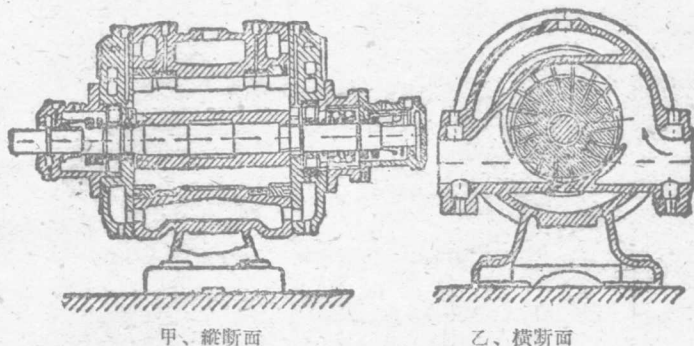


图3 旋轉型压缩机的断面

活塞型空气压缩机的构造形式各有不同，因此，动作原理和基本特征也有所不同，所以活塞型空气压缩机又分为下列几类：

1. 根据气缸的排列形式，空气压缩机可分为立式（图1），卧式（图4）和辐射式（图5）三种。

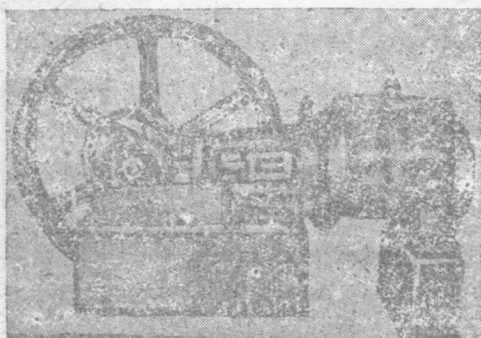


图4 卧式空气压缩机

2. 根据活塞工作的工作面。空气压缩机可分为单作用式的（图6，甲）和双作用式的（图6，乙）两种。

3. 根据工作气缸的数目。空气压缩机可分为一气缸式的和多气缸式的。

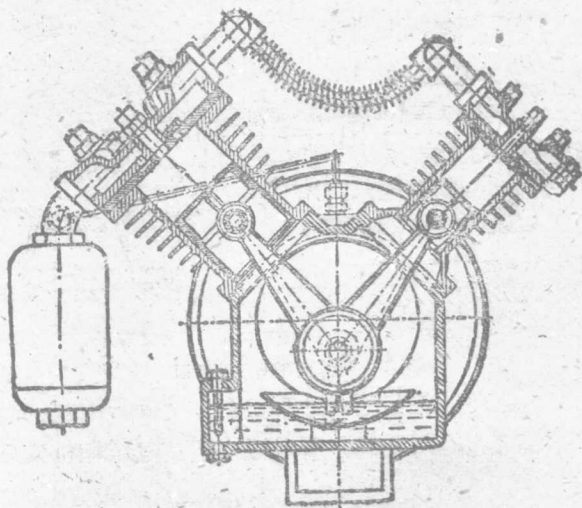
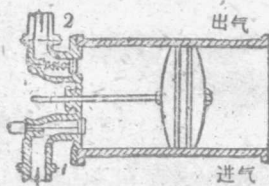


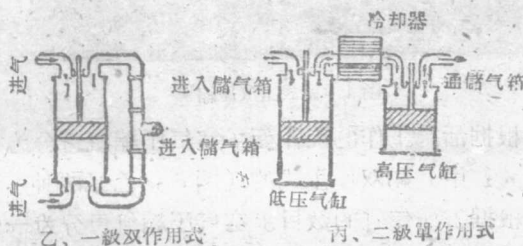
图5 辐射式空气压缩机

4. 根据空气在气缸内被压缩的次数。空气压缩机可分为一级式的（图6，甲）和多级式的（图6，乙）。

5. 根据发动机的类型。空气压缩机可分为汽油发动机、柴油发动机、电动机和煤气发动机等几种。



甲、一级单作用式



乙、一级双作用式

丙、二级单作用式

图6 空气压缩机工作简图

6. 根据压缩空气冷却方法。空气压缩机可分为风冷式和水冷式的两种。

7. 空气压缩机又有固定式和拖式（移动式）的两种。拖式的空气压缩机，装在汽车车身上或火车车箱上，也可以装在拖车上。在筑路作业中，最普遍使用的是拖式（装在拖车上或装配在汽车上的）的活塞型空气压缩机。固定式的空气压缩机则多用在工厂或矿山内。

第二章 空气压缩机的构造

第一节 空气压缩机的工作过程

一级式活塞型空气压缩机进行工作的方法如下：发动机带动空气压缩机的曲轴旋转，使活塞在气缸内往复运动，而吸气并压缩空气。被压缩的空气经过出气阀、导气管进入储气箱。压缩空气再从储气箱经过铁管或橡皮软管而进入风动工具，以推动其作各种工作。

详细的活塞型空气压缩机的工作过程如图（6，甲）。在气缸内的活塞由于发动机的传动而左右往复运动。气缸有两个气阀，外界的空气通过进气阀1，被吸入气缸（气阀向气缸内打开）；出气阀2开向导气管方向，用以通过压缩空气。

当活塞自左向右移动时，气缸内即形成空气稀薄现象，也就是气缸内的气压低于大气压力。由于气缸内气压低的结果，在外界的空气压力下，进气阀1便被打开，空气便开始进入气缸。在活塞继续向右移动的进气行程中，随着气缸内体积的增大，空气也继续被吸入，此时出气阀2还是闭着的。当活塞自右至左进行压缩行程时，进气阀便自动关闭，气缸内则开始压缩空气。压缩空气的压力超过出气阀弹簧的

張力和导气管內的空气压力后，便将出气門頂开，活塞繼續自右向左移动时，壓縮空气便經過出气門及导气管进入儲气箱內。在壓縮空气进入儲气箱的这一段時間內，气缸內的空气压力，差不多是等压的。此后活塞再向右移动，气缸內又吸入新鮮空气，直到最右端（即下死点），活塞再由右至左移动时，又进行壓縮及排气工作。活塞如此循环不息地在气缸內左右往复运动。新鮮空气也不断被吸入、壓縮和排入儲气箱中，来完成壓縮空气的任务。

从上面的图中可以看出，空气压缩机的工作是由进气、壓縮、排气这三个相連貫的阶段組成的。这种空气压缩机就叫作一級、一缸、活塞型、单作用式的空气压缩机。

第二节 多級式空气压缩机

为了获得压力較高的壓縮空气，常使空气在压缩机內分成二級或更多級的壓縮。同时为减少空气压缩机工作时所需的功率起見，对在空气压缩机內进行壓縮的空气加以冷却，使空气在壓縮过程中，温度不致过分增高，以減低壓縮所需时的功率。其冷却方法各有不同，可在空气压缩机气缸体与气缸盖上鑄以冷却水层，在此水层內加入冷却水，以冷却气缸壁、气缸盖以及气缸內的壓縮空气；也可在空气压缩机上装置一中間冷却器（此种冷却器又分为风冷与水冷两种），將經過每級壓縮后的壓縮空气导入中間冷却器內冷却之；也有將以上二法并用，以达到冷却目的；又有在空气被壓縮終結后，进入儲气箱以前，使先經一冷却器，以凝結壓縮空气中的水分，使进入儲气箱內的壓縮空气尽可能保持干燥状态。

不論怎样冷却，其方法不外是水冷与风冷两种。其总的目的，不外是提高空气压缩机的工作效率。关于冷却裝置及

冷却过程，将在冷却装置一节中詳述之，故不多讲。

二級、多缸、活塞型、单作用式的空气压缩机的工作过程如图7所示。图中1为第一級（即低压級），2为中間冷却器，3則为第二級（即高压級）。二个活塞經連杆連接在一根曲軸的两个連杆軸頸上，但两个連杆軸頸的角度不同，两个連杆軸頸相隔 180° 。当低压缸1內的活塞由下死点上行时，将上一行程吸入气缸的空气进行压缩，至一定压力时，頂开排气閥，并經排气閥压入中間冷却器內进行冷却；同时高压缸3內的活塞則由上死点下行，将中間冷却器冷却后的压缩空气，經高压进气閥吸入高压缸內。当低压缸內的活塞再由上死点下行时，新鲜空气又經過低压进气閥被吸入气缸。同时，高压缸內的活塞則又由下死点上行，将上一行程吸入的压缩空气，再加以压缩，至一定压力时，頂开排气閥，經此閥和导气管压入儲气箱內以供应用。

由以上所讲的二級、活塞型、单作用式的空气压缩机的工作情形，可以归纳其工作步骤如下：

1. 空气經低压进气閥，进入低压缸，进行第一級压缩。
2. 第一級压缩空气經低压缸排气閥，导入中間冷却器冷却之。

3. 冷却后的压缩空气經高压进气

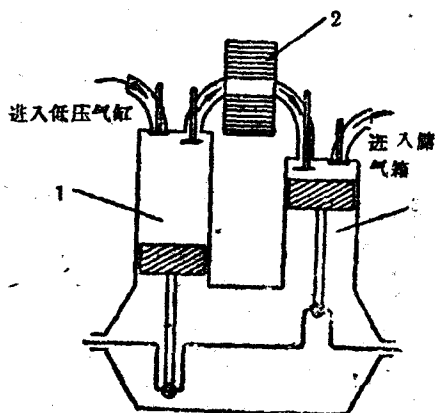


图7 二級、多缸、活塞型單作用式空气压缩机的工作过程：

1——低压缸；2——中間冷却器；
3——高压缸。

閥，进入高压缸进行第二级压缩。

4. 第二级压缩空气，经高压缸排气阀、导气管导入储气箱中，以供应用。

二级压缩式的空气压缩机和一级压缩式的空气压缩机比较起来，二级压缩式的空气压缩机的优点有下列三点：

(1) 由于压缩空气的温度在中间冷却器里降低的结果，就可保证得到正常的润滑。因为温度过高时，润滑油就会分解出一种很粘的油来，将气缸和气门胶住或堵塞；润滑油还可能着火；活塞和气缸就会遭到损坏。

(2) 由于二级压缩式，空气压缩机内压缩空气温度降低的结果，就比在一级压缩式的空气压缩机内，有更高一级的压缩条件。

(3) 随着 $\frac{P_2 \text{ (压缩终了时的压力)}}{P_1 \text{ (进入空气的压力)}}$ 比率的增加，体积系数 η 也增加了。而空气压缩机的单位的功率则降低了。

第三节 空气压缩机作业率和功率的计算

活塞型、单作用式的空气压缩机的作业率(即生产率)，可根据其气缸的尺寸来计算。而二级压缩式的空气压缩机的作业率，则按第一次压缩气缸的尺寸来计算。计算时应先求出气缸的容积，以其容积乘上空气压缩机每分钟的转速，即可求出一个气缸每分钟的实际吸入空气量。然后再乘上空气压缩机的气缸数(只乘低压气缸数)，即可知道一台空气压缩机的实际作业率(即实际生产率)。其计算方法如下：

单作用式的空气压缩机，每转一转时，活塞的行程容积为

$$V = \frac{\pi D^2}{4} S \text{ 公尺}^3,$$

式中 D ——气缸直径（公尺）；

S ——活塞行程（公尺）。

空气压缩机在 n 轉/分鐘时，实际吸入气缸的空气量为

$$Q = \tau V = \tau \frac{\pi D^2}{4} S n \text{ 公尺}^3/\text{分鐘},$$

式中 τ ——有效作用体积系数（在 0.75~0.90 之間）；

n ——空气压缩机轉速（轉/分鐘）。

当空气压缩机的气缸数为 A 时，則其作业率为

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \tau S n A \text{ 公尺}^3/\text{分鐘},$$

式中 A ——低压气缸数。

空气压缩机的作业率受轉速的影响，而不受空气压缩机压力的影响。空气压缩机的作业率，也受吸入空气的温度和密度的影响。温度愈低，則空气密度愈大，輸入空气的重量单位数目也愈大。照例，空气压缩机的作业率系指在正常条件时而言，而这种正常条件就是：空气的压力 $P = 1$ 大气压（水銀柱为 735.5 公厘时）；温度 $t = 15.5^\circ\text{C}$ 。因此，在計算作业率时，必須根据初温度和高出海面（海拔）的高度而引用修正系数（参閱表 1、2）。

空气压缩机的指示功率可根据吸入 1 公尺³空气所消耗的功 L_0 ，按下面的公式計算：

$$N_i = \frac{L_0 Q}{60 \times 65} = \frac{L_0 F S n \tau i A}{60 \times 75} \text{ 馬力},$$

式中 Q ——吸入空气量（公尺³/分鐘）；

F ——活塞面积（公尺）；

S ——活塞行程（公尺）；

n ——空气压缩机的轉速（轉/分鐘）；

i ——空气压缩机活塞的工作面数目；

A ——空气压缩机的气缸数；

τ ——有效作用的体积系数（在 0.75~0.90 之間）。

表 1

根据空气初温度而确定的空气压缩机的生产率
和功率的修正系数

初温度 (°C)	修正系数	初温度 (°C)	修正系数
15.5	1.000	4.4	1.040
-23.8	1.180	10.0	1.020
-23.3	1.154	21.1	0.980
-17.7	1.130	26.6	0.961
-12.2	1.030	32.2	0.944
-6.6	1.083	37.7	0.928
-1.1	1.061	43.3	0.912
0	1.058	48.9	0.896

表 2

根据海拔高度而确定的空气压缩机的生产率
和功率的修正系数

修正系数				修正系数			
海拔 高度 (公尺)	生产率	生产率的功率		海拔 高度 (公尺)	生产率	生产率的功率	
		5公尺 ³ /分	7公尺 ³ /分			5公尺 ³ /分	7公尺 ³ /分
0	1.00	1	1	2155	0.76	0.83	0.87
305	0.96	0.98	0.97	2435	0.73	0.87	0.83
610	0.92	0.96	0.95	2743	0.71	0.84	0.83
915	0.89	0.94	0.94	3048	0.68	0.82	0.81
1218	0.85	0.93	0.92	3356	0.65	0.79	0.78
1523	0.82	0.91	0.90	3658	0.63	0.78	0.77
1828	0.79	0.90	0.89				

功 L_0 可按表 3 采用。

空气压缩机曲轴所需的功 (其中包括克服轴承摩擦力等所需要的) 可按下列式计算:

$$N_s = a \frac{N_i}{N_m},$$

式中 N_m ——空气压缩机的机械效率 (0.75~0.85) ;

a ——储气箱导气管等处损失的系数,

$$a = 1.05 \sim 1.08。$$

表 3

压缩空气的压力	压缩从 1 大气压至							
	1.5	2	3	4	5	6	7	8
L_0 为吸入1公尺 ³ 空气所消耗的功 (公斤公尺)	4178	7298	11950	15753	18285	20668	22750	24608

第四节 移动式、活塞型空气压缩机的构造

无论那一种活塞型空气压缩机,都是由下列的基本部分组成的:气缸体、气缸盖、曲轴箱、曲轴、连杆、活塞、配气装置(进气门和排气门)、冷却装置、润滑系统、检查气压的仪表、储气箱、安全阀和空气压缩机的负荷调节器等。

一、气缸体

气缸体是由特种的细粒铸铁制成的。采用铸铁气缸体,不但材料价格便宜,而且便于铸造成复杂的形式和加工(气缸的铣削和研磨),在温度升高时,又能很好的散热,而且膨胀很少。

在风冷式的空气压缩机,机体外表铸有很多散热片,以便利用外界的空气,促使气缸的冷却。因此,这种气缸体大都是每只气缸铸为一个气缸体,所以也称它为分铸气缸体,如图8所示。这种气缸体的优点是:在不论有几只气缸的机体上,如个别缸坏了时可以调换。水冷式的空气压缩机,在气缸周围则铸有冷却水套。以便利用循环的冷却水吸收气缸壁的热量,并将此热量带走。因此,这种气缸体的构成,多是将所有的气缸铸成一个机体。所以称它为整铸气缸体,如图9所示。这种气缸

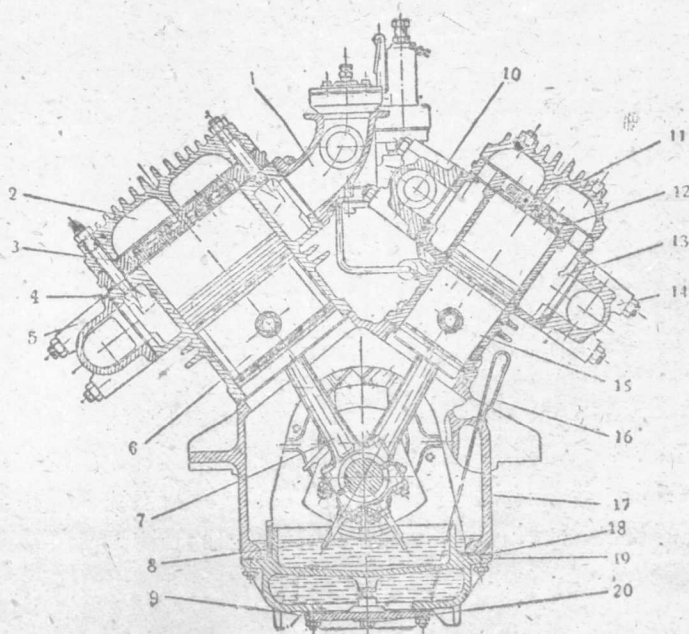


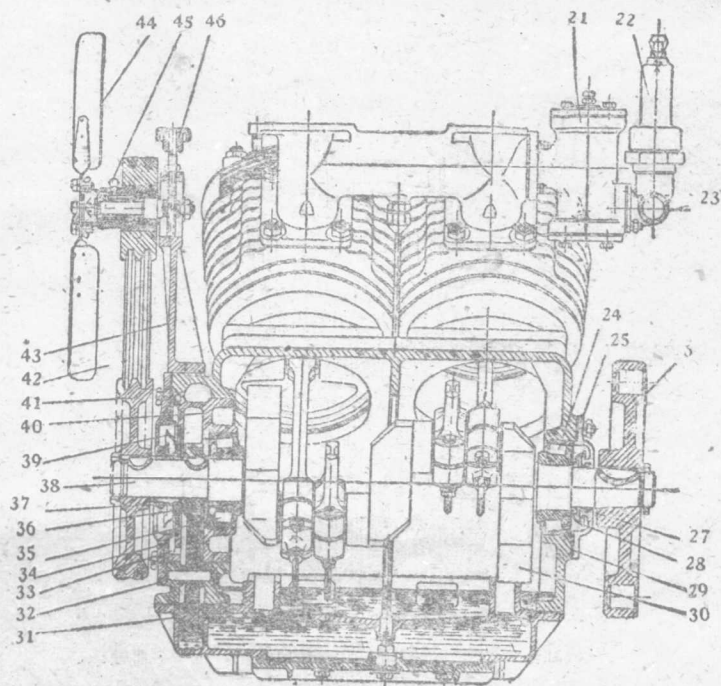
图 8 风冷式

- 1——一级气缸进气门； 2——一级气缸盖； 3——一级气缸气门；
 7——连杆； 8——喷油器； 9——油底壳槽盖； 10——二级气缸加
 14——二级气缸进气门； 15——二级气缸活塞； 16——油量表；
 栓； 21——减压装置； 22——安全活门； 23——通气管； 24——前圆
 圈)； 28——前擋油圈； 29——曲轴箱； 30——曲轴配重鉄； 31——
 后圓錐滾柱軸承； 36——主动齿輪； 37——后填料； 38——曲軸；
 風扇皮帶； 43——風扇支架； 44——風扇輪叶片；

体的缺点是：有一个气缸损坏时，整个机体也就不能用了。

二、气缸盖

在絕大部分空气压缩机上，气缸盖是不和气缸体鑄在一起，而是单独鑄成的，并且用質量較高的鑄鉄制成。气缸盖



空气压缩机:

4——一级气缸; 5——一级气缸加压管; 6——一级气缸活塞;
 压管; 11——二级气缸盖; 12——二级气缸气门; 13——二级气缸;
 17——曲轴箱; 18——垫圈; 19——油底壳; 20——油底壳的洩水
 錐滾柱軸承; 25——曲軸箱前蓋; 26——飛輪; 27——前填料(阻油
 油泵齒輪; 32——曲軸箱后蓋; 33——前蓋墊; 34——墊圈; 35——
 39——后擋油圈; 40——軸承套; 41——風扇的主动皮帶輪; 42——
 45——風扇的黃油嘴; 46——調整螺絲。

是用气缸盖螺絲固定在气缸体的上部。在气缸体和气缸盖之間裝置有气缸墊(銅皮包石棉的, 或用兩面塗有石墨的紙板制的), 用以使两个表面緊密的相接合, 可防止空气壓縮机在壓縮時漏氣, 并可保證得到所需要的末壓力。

在風冷式空气壓縮机的气缸盖上鑄有冷却用的散熱片,