



汽車配件製造小叢書

活塞環的製造

柴志祥 編



人民交通出版社

統一書號: 15044·4409

定價(9): 0.31元

汽車配件制造小叢書

活塞环的制造

柴志祥 編

人民交通出版社

本書系汽車配件制造小叢書中的一種，介紹汽車活塞環制造的基本知識。本書主要內容包括活塞環的結構特點、原材料的選擇、毛坯的制造、機械加工和檢驗等。

本書從實際生產角度出發簡要闡述活塞環的制造知識，可供汽車修理部門的技術人員和技工閱讀。

汽車配件制造小叢書
活 塞 環 的 制 造
柴 志 祥 編

*

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號

新華書店北京發行所發行 全國新華書店經售

人 民 交 通 出 版 社 印 刷 廠 印 刷

*

1963年12月北京第一版 1963年12月北京第一次印刷

開本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張：2 $\frac{1}{2}$ 張

全書：66,000字 印數：1—4,300冊

統一書號：15044·4409

定價(9)：0.31元

目 录

一、活塞环的工作情况·····	2
二、活塞环的结构特点·····	4
三、鑄鉄活塞环的典型图紙和技术要求·····	7
四、活塞环的材料·····	12
五、鑄鉄活塞环制造方法概述·····	17
六、鑄鉄活塞环毛坯的鑄造·····	19
七、鑄鉄活塞环加工的主要問題·····	37
八、鑄鉄活塞环的加工計劃及定位基准的选择·····	40
九、鑄鉄活塞环机械加工的主要工序·····	46
十、鑄鉄活塞环的热处理·····	65
十一、鑄鉄活塞环的表面处理·····	68
十二、鑄鉄活塞环的檢驗·····	82
十三、結束語·····	90

一、活塞环的工作情况

1. 活塞环的密封作用

活塞环的工作条件很差，尤其是第一道环。由于它与高温的燃气和活塞的高温部分直接接触，同时由于它所作的摩擦功很大，而向外传热有限，因此环的最高温度达 300°C 。在高温下润滑油会发生碳化，保证第一道环的必要润滑便发生困难。它是在近于半干摩擦下于气缸中上下滑动的；因此使活塞环和这一带气缸的磨损加剧。

对活塞环的基本要求是使它紧贴气缸壁而不漏气。为了达到这一要求，应使活塞环在沿环长度的每一点上都对气缸壁产生一定的压力，否则气体会把活塞环从气缸上推开。

图1所示为活塞环密封作用示意图。在活塞上面空间的气体压力最大，而且是不断变化的。活塞环要在压力变化的情况下始终保持密封作用。假设在活塞上面的气体压力等于 p 千克/厘米²，气体经过活塞顶与气缸间的空隙，将第一道活塞环压向槽底。气体穿过活塞环槽上面与环的空隙，到达环的内侧。这时气体漏过部分已得到膨胀，压力降至 p_1 。压力 p_1 再把第一道活塞环推向气缸。部分气体再窜到第一道环和第二道环之间的空隙中，并膨胀到压力 p'_1 。然后再穿过第二道环槽中的空隙，并膨胀到 p_2 和 p'_2 。最后通过第三道环压力降低到 p_3 和 p'_3 ，而流入曲轴箱。由图可知：用活塞环防止活塞漏气的作用是靠环的压紧来达到的，并且密封空间的压力越高，压得越紧。活塞

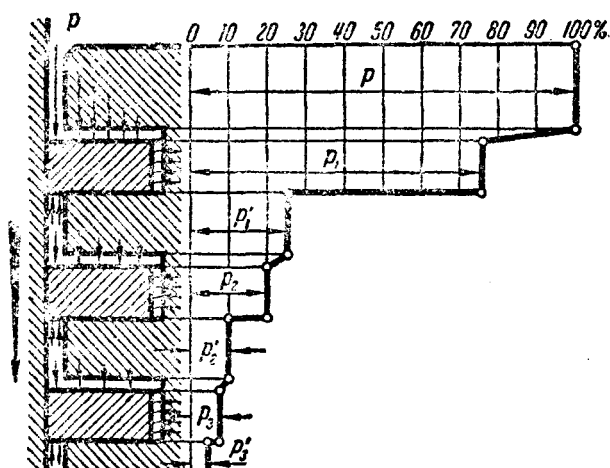


图1 活塞环密封作用示意图

环和环槽所形成的曲折路径，只是提高了环的密封作用而已。气体穿过活塞环槽和活塞环间的曲折路径时，由于遭受多次的节流和膨胀而降低本身压力，到最后一道环时气体的压力和速度就极低了。根据试验：假定压力 p 取100%，则 $p_1=0.76p$ ， $p_2=0.20p$ 和 $p_3=0.076p$ 。

2. 活塞环的径向压力特性

为了密封可靠，希望活塞环在整个使用期限中总以均匀的压力压紧气缸壁。但在实际应用情况下，观察出环和气缸磨损的结果，首先在环的切口附近 45° 的范围内出现空隙，在这些地方的压力是负值。活塞环圆周上一有空隙出现，环的正常工作就被破坏。为了延长活塞环的使用寿命，应使它具有沿圆周不均匀的（修正的）压力，并且最大压力在切口地带。对于这种不匀压来说，最合理的径向压力分布图是梨形的压力图（图

2)。当气缸尺寸和几何形状不精确时，切口处具有高度压力集中的活塞环仍具有良好的适应性。

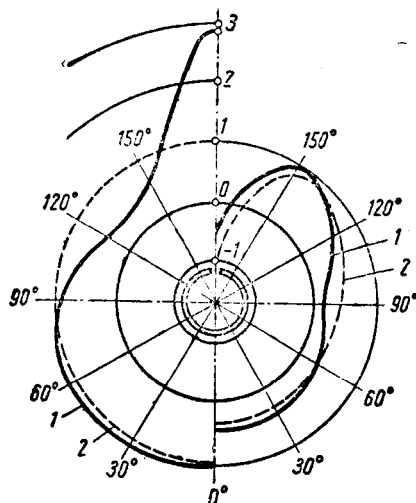


图2 活塞环沿气缸圆周的压力图（左半）和磨损后压力图的变化（右半）
1-修正环；2-等压环

提高活塞环使用寿命的有效方法之一是采用胀簧。胀簧是一种薄片弹簧，它装在活塞环与环槽壁之间，以增加环的弹性。故即使在活塞环有很大的磨损以及活塞环弹性降低很多的情况下，仍可保持活塞环与气缸必需的密封性能。现在胀簧一般还只用在油环中。

二、活塞环的结构特点

1. 活塞环切口的形式

为了使活塞环有伸缩的弹性，并使便于装配，活塞环必须

开有切口。此外，切口处在装配时必须留有适当的间隙 Δ (图 3)，以避免当活塞环受热膨胀时卡住。

图 3 表示活塞环的各种切口形式。

图 3a 为阶切口。这种切口制造较困难。在安装时，需要将环张开较大，故环的末端容易折断。

图 3b 和 c 为斜切口。这种切口有左向和右向两种，通常切成 30° 或 45° 。它们同样具有上述切口的缺点，但程度较小而言。这种切口的优点是可以减少切口处的间隙 Δ 。例如，假设用直切口 (图 3d) 时，切口处的间隙为 $\Delta = 0.4$ 毫米，用斜形切口时，则实际间隙 Δ_0 将各为：
 $\Delta_0 = \Delta \sin 30^\circ = 0.2$ 或 $\Delta_0 = \Delta \sin 45^\circ = 0.28$ 毫米。

图 3d 和 e 为直切口。这种环的制造最简单。实际经验证明，在汽车拖拉机发动机中用直切口时，其密封性能并不比其它形式的差。因此现代大多数的发动机广泛地采用直切口。

另一种如图 3f 所示的切口，制造上更为复杂。这种切口和 a 图的阶切口一样可以减少润滑油进入燃烧室。此外，这种切口的强度也较高。

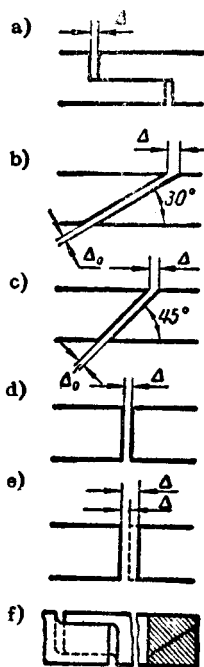


图 3 活塞环的切口

2. 压缩环的结构

压缩环按结构 (图 4) 可以分为矩形断面的、梯形断面的、不对称断面的及其它等等。环的高度 b ，即沿圆柱面母线

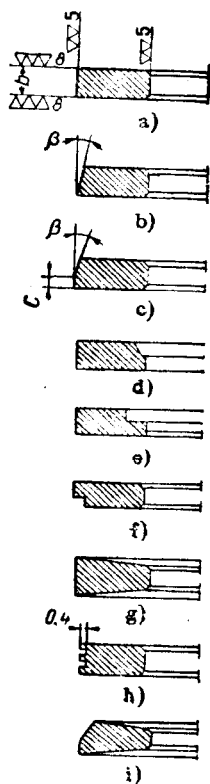


图4 压缩环的断面形状

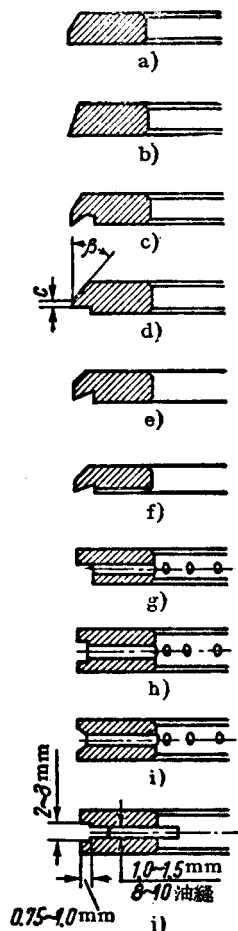


图5 油环的断面形状

的尺寸，对高速发动机来说约在2~4毫米之间。薄环对气缸不平度的适应性较好；这时摩擦也较小，因为摩擦力与环的高度

成正比。减少环的高度可以縮減活塞的重量和高度。

为了使压缩环易于磨合，目前常采用錐形的断面。如图4b所示的这种压缩环，建議取工作面母綫的傾斜角 $\beta = 15' \sim 30'$ ，而对于图4c和i所示的压缩环（有圓柱带的錐面）來說，可取 $\beta = 2^\circ$ 。这种压缩环圓柱带的高度可取 $c \approx \frac{1}{3}b$ 。只有第一道压缩环不采用截形断面，因为此环背面很高的气体压力已能保証良好的磨合性。若第一道环的工作表面上存在錐度时，在气缸中气体压力达到最大值的时候，就有可能将此环推离气缸壁，而降低密封性。

3. 油环的結構

油环的作用是調节供向活塞側表面和压缩环的潤滑油量，把气缸壁上多余的滑油刮回曲軸箱，以限制进入燃烧室的潤滑油量。

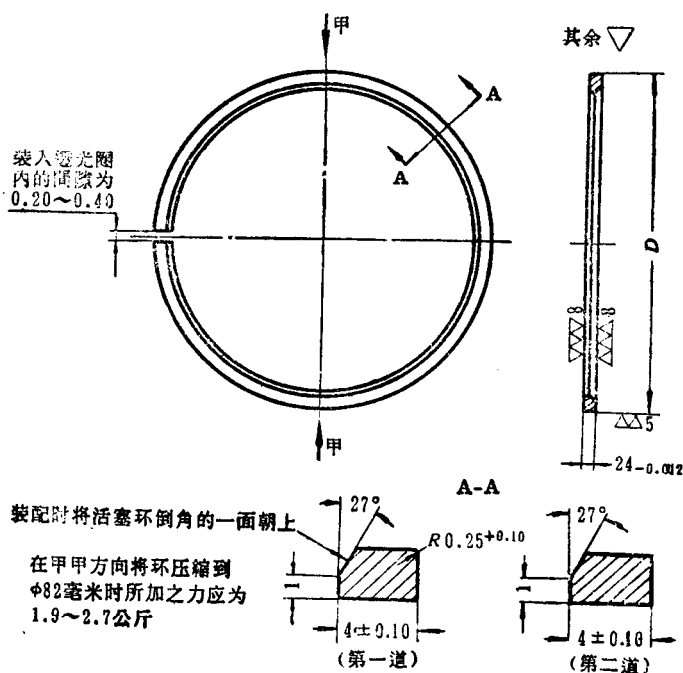
油环的結構如图5所示，錐面环母綫的傾斜角 $\beta = 4^\circ \sim 5^\circ$ ；当环上有圓柱带时，斜角 $\beta = 18^\circ \sim 20^\circ$ 。在中間有槽的油环（图5k、i、j）中，刮油的边緣数增加一倍，在活塞上行和下行时都能刮油，因此比一般的环有效，但其高度差不多也要增加一倍（ $b = 5 \sim 8$ 毫米）。油环的高度通常比压缩环的高，大約是油环径向厚度的1.0~1.5倍。

三、鑄鉄活塞环的典型图紙和技术要求

1. 活塞环典型图紙

(1) 压缩环，如图6所示。

(2) 油环，如图7所示。



活塞环修理尺寸表

加大尺寸	标准	0.25	0.50	0.80	1.00	1.25	1.50
D	82.00	82.25	82.50	82.80	83.00	83.25	83.50

图 6 格斯-51型发动机压缩环第一、二道

2. 活塞环技术要求

由于活塞环在气缸中工作条件的复杂，对活塞环提出以下技术要求：

(1) 尺寸的精度：

1) 活塞环的高度公差为 0.010~0.012 毫米。

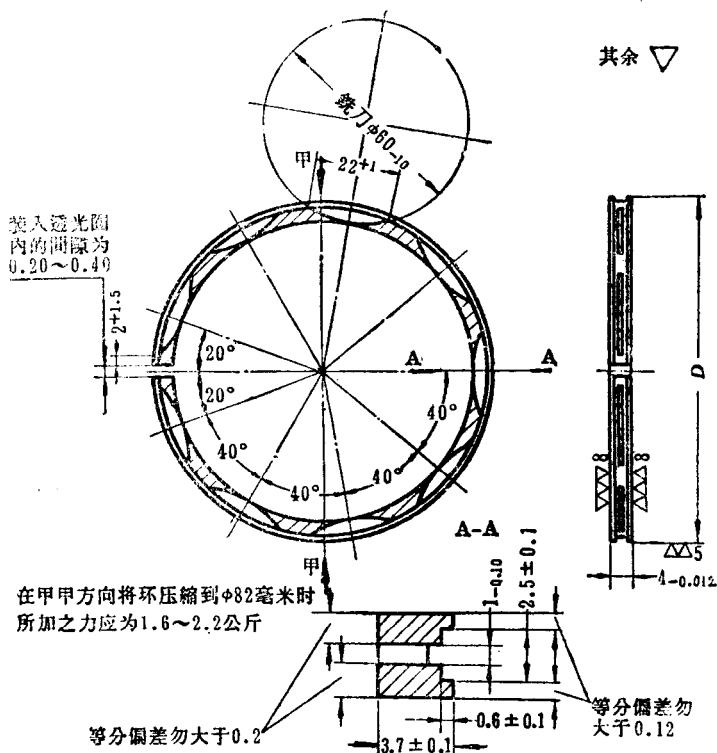


图7 格斯-51型发动机油环

2)各种结构活塞环的径向厚度公差规定在 $\pm 0.1 \sim 0.12$ 毫米范围以内。

3)活塞环在压缩状态下,切口间隙大小的公差为0.3毫米。

(2)加工光洁度:

活塞环端面的光洁度不应低于 $\nabla \nabla \nabla 7$, 活塞环外圆柱或外

圓錐度表面的光潔度應在 $\nabla\nabla 5 \sim \nabla\nabla 6$ 範圍內。

注：鍍鉻活塞環的光潔度應按工作圖紙規定，建議採用 $\nabla\nabla\nabla 8$ 。

(3) 幾何形狀：

1) 活塞環兩端面的撓度不得超過 0.05 毫米。

2) 活塞環兩端面的不平行度，應在活塞環高度尺寸上所規定偏差範圍內。

3) 活塞環外圓柱面（與氣缸工作表面相配合的圓周面）的幾何形狀準確度應保證與其相配合的表面相互密合。用漏光檢驗時，壓縮環漏光允許一處不超過 15° ，圓周總和不超過 45° ，油環漏光允許一處不超過 20° ，圓周總和不超過 60° ，漏光空隙不許超過 0.03 毫米。

(4) 金相組織：

製造活塞環用普通灰鑄鐵和合金鑄鐵作材料，其金相組織為細微片狀的珠光體組織或索氏體狀的珠光體，並有均勻分布的細微片狀的直線形或渦卷形的石墨，不允許有游離狀態的滲碳體，在磨片上允許呈現有不大于總面積 5 % 分散的晶粒狀鐵素體。

(5) 機械性能：

1) 為了保證活塞環能夠在高應力下工作而無折斷的危險，活塞環材料的彈性系數與彎曲強度極限的比值規定如下：

① 對於外徑與徑向厚度之比大于 24 時不得超過 220；

② 對於外徑與徑向厚度之比小于 24 時不得超過 200。

2) 活塞環成品硬度為 $R_{0.96} 96 \sim 106$ ，在同一活塞環上的硬度差別不得超過 5 個單位。

3) 活塞環用 25 公斤/毫米² 的應力作彎曲試驗時，其永久變形不得大于 10 %。

4) 活塞環的彈性由將它的切口壓縮到指定的標準間隙為止

所必需的負荷（公斤）來確定，這負荷垂直地加在通過切口的直徑上的。對一般發動機活塞環來說，這個負荷是3~16公斤。例如解放牌汽車的活塞環應不小於4.5公斤。

5) 活塞環徑向壓力的分布，應符合於工作圖的徑向壓力圖。解放牌汽車活塞環的徑向壓力分布如圖2和表1所示。

(6) 其它要求：

1) 活塞環在去外皮後和機械加工前，毛坯須經時效處理。

2) 活塞環上不得有裂縫、孔眼、疏松、黑點、含雜質痕跡及其他缺陷。

3) 不得有毛刺及碰痕。

4) 活塞環在切口處 30° 內圓面的尖角上允許有缺口，在修整後此缺口尺寸不得大於1.2毫米。

5) 活塞環圓柱形或錐形外表面在採用特殊鍍層時，鍍層的性質及厚度應符合工作圖紙的規定，建議採用鍍鉻時的鍍層厚為0.14~0.20毫米，鍍錫時的鍍層厚為0.005~0.01毫米。為了保證鍍鉻均勻牢固，活塞環的工作表面在鍍鉻前通常要經過磨削，在鍍鉻後要作研磨。

表 1

角 α	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
p/p_0	1.05	1.05	1.14	0.90	0.45	0.67	2.86

注： α ——由位於切口對側與危險剖面相當的點算起；

p ——環在汽缸壁各點上的壓力；

p_0 ——環圓周上的平均壓力。

四、活塞环的材料

根据活塞环的工作情况，制造活塞环所用的材料应该满足下列要求：

- 1) 在高温工作条件下能保持高的强度和弹性。
- 2) 在高温和潤滑不足时有耐磨性和小的摩擦系数。
- 3) 有良好的抗蚀性。
- 4) 易于加工制造。

为了满足上述要求，近年来各国基本上都采用鑄鉄活塞环，因为它有良好的耐磨性、弹性和热稳定性，而且加工性能好，成本低。以鑄鉄的化学成分来说，可分为普通鑄鉄和合金鑄鉄，以前大多采用普通灰鑄鉄来制活塞环，以后广泛采用合金鑄鉄，最近几年来又有返回非合金鑄鉄的趋向。在苏联大多采用合金鑄鉄，其他国家則两种都有采用。当然，合金鑄鉄的性能較佳，控制也較容易，但是往往要用电炉熔化，同时由于具有合金元素，所以成本比較高。如果采用非合金或少量合金的鑄鉄，用三节炉或冲天炉熔化，如正确控制配料成分、造型材料、浇注溫度等，也能得到质量优良的活塞环。例如某厂經驗証明，在单体鑄造活塞环时，只要严格控制配料成分在表2范围内，同时将型砂水份控制在4.5~5.5%，浇注溫度不低于

普通灰鑄鉄

表 2

化学成分 (%)					
C总	C化合	Si	Mn	S	P
3.0~3.2	0.7~0.8	2.8~3.2	0.5~0.8	≤0.1	0.4~0.6

1350°C，可不經热处理而获得 95 % 甚至接近 100 % 的索氏体状态珠光体的金相組織。該厂生产的活塞环一般能保証行駛 40,000 公里以上。

表 3 为我国第一机械工业部第六局所推荐的合金鑄鉄，并建議采用单体鑄造的方法制造活塞环。

表 4 为苏联制造活塞环的灰鑄鉄。

为了控制灰鑄鉄的适宜化学成分，我們有必要研究一下主要元素 C、Mn、Si、P 及其他合金元素对鑄鉄組織的影响。

(1) 碳的影响：

碳是石墨化元素，随着总含碳量的增加，一般能增加析出的石墨。随着石墨的增加，鑄鉄的弹性、硬度及其他机械性能下降。因此，一般希望含碳量在 3.4~3.8% 以下。

合 金 鑄 鉄

表 3

类 别	活 塞 环 高 度 (毫米)	化 学 成 分 (%)								
		C _总	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti
1	2.0~ 2.5	3.5~ 3.8	2.6~ 3.0	0.5~ 0.8	0.3~ 0.7	≤0.10	0.9~ 1.2			
2	>2.5 ~3.0	3.5~ 3.8	2.6~ 2.8	0.5~ 0.8	0.3~ 0.7	≤0.10	0.9~ 1.2			
3	>3.0 ~4.0	3.5~ 3.8	2.5~ 2.75	0.5~ 0.8	0.3~ 0.7	≤0.10	0.9~ 1.2			
4	>4.0 ~5.0	3.5~ 3.8	2.4~ 2.65	0.5~ 0.8	0.3~ 0.7	≤0.10	0.9~ 1.2			
5	>5.0 ~6.0	3.5~ 3.8	2.2~ 2.5	0.5~ 0.8	0.3~ 0.7	≤0.10	0.9~ 1.2			
6	>6.0 ~7.0	3.5~ 3.8	2.0~ 2.4	0.5~ 0.8	0.3~ 0.7	≤0.10	0.9~ 1.2			
7	>3.0 ~4.8	3.7~ 3.8	2.7~ 2.9	0.6~ 0.8	0.3~ 0.5	≤0.05		0.25~ 0.35	0.25~ 0.35	
8	>3.0 ~4.8	3.7~ 3.9	2.4~ 2.6	0.6~ 0.8	0.3~ 0.5	≤0.05		0.25~ 0.35		0.25~ 0.5 0.1~ 0.2

注：表中的化学成分应按產品图的活塞环高度選擇之。