

# 活塞环的类型与结构

## 1. 活塞环的功用及工作条件

为了确保活塞能够平稳顺畅的上下运动，填补和密封这部分的间隙，在活塞上设置了活塞环，活塞环是用特殊金属制成，称为密封环（气环）和油环两种。活塞环是具有弹性的开口环（如图 1 所示）。

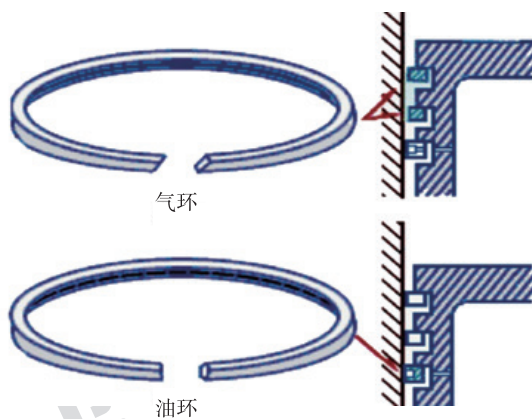


图 1 活塞环

### (1) 功用

气环是保证气缸与活塞间的密封性，防止漏气，并且要把活塞顶部吸收的大部分热量传给气缸壁，由冷却水降温。其中密封作用是主要的，因为密封是传热的前提。如果密封性不好，高温燃气将直接从气缸表面流入曲轴箱。这样不但由于环面和气缸壁面贴合不严而不能很好散热，而且由于外圆表面吸收附加热量而导致活塞和气环烧坏。油环起布油和刮油的作用，下行时刮除气缸壁上多余的机油，上行时在气缸壁上铺涂一层均匀的油膜。这样既可以防止机油窜入气缸燃烧掉，又可以减少活塞、活塞环与气缸壁的磨损。

### (2) 工作条件

活塞环在高温、高压、高速和润滑极其困难的条件下工作，尤其是第一道环。长期以来，活塞环一直是发动机上使用寿命最短的零件。活塞环工作时受到气缸中高温高压燃气的作用，温度很高（特别是第一道环温度可高达  $300^{\circ}\text{C}$ ），活塞环在气缸内随活塞一起作高速运动，加上高温下机油变稀，使环的润滑条件恶劣，难以保证良好的润滑，因而磨损严重。另外，由于气缸壁的锥度和椭圆度，活塞环随活塞往复运动时，沿径向会产生运动，使环受到交变应力而容易折断。因此，要求活塞环弹性好，强度高、耐磨损。目前广泛采用的活塞环材料是合金铸铁（在优质灰铸铁中加入少量铜、铬、钼等合金元素），第一道环镀铬，其余环一般镀锡或磷化。

## 2. 气环

气环是密封活塞和气缸间的间隙，防止气体泄漏的密封环。气环有切口，具有弹性，在自由状态下外径大于气缸直径。它与活塞一起装入气缸后，外表面紧贴在气缸壁上，形成第一密封面，被封闭的气体不能通过环周与气缸之间，便进入了环与环槽的空隙，一方面把环压到环槽端面形成第二密封面，同时，作用在环背的气体压力又大大加强了第一密封面的密封作用，气环密封效果一般与气环数量有关，

汽油机一般采用2道气环，柴油机一般多采用3道气环。

### (1) 气环的断面形状

气环的断面形状很多，最常见的有矩形环、扭曲环、锥面环、梯形环和桶面环（如图2所示）。

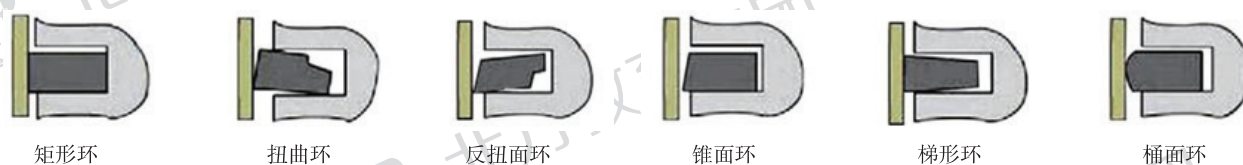


图2 活塞环的断面形状

#### 1) 矩形环

断面为矩形，其结构简单，制造方便，易于生产，应用最广。但是矩形环随活塞往复运动时，会把气缸壁面上的机油不断送入气缸中。这种现象称为“气环的泵油作用”。活塞下行时，由于环与气缸壁的摩擦阻力及环的惯性，环被压靠在环槽的上端面上，气缸壁面上的油被刮入下边隙和内边隙；活塞上行时，环又被压靠在环槽的下端面。结果第一道环背隙里的机油就进入燃烧室，窜入燃烧室的机油，会在燃烧室内形成积炭，造成机油的消耗量增加，另外上窜的机油也可能在环槽内形成积炭，使环在环槽内卡死而失去密封作用，划伤气缸壁，甚至使环折断，可见泵油作用是很有害的，必须设法消除。为了消除或减少有害的泵油作用，除了在气环的下面装有油环外，广泛采用了非矩形断面的扭曲环。

#### 2) 扭曲环

是在矩形环的内圆上边缘或外圆下边缘切去一部分，使断面呈不对称形状，在环的内圆部分切槽或倒角的称内切环，在环的外圆部分切槽或倒角的称外切环。装入气缸后，由于断面不对称，产生不平衡力的作用，使活塞环发生扭曲变形。活塞上行时，扭曲环在残余油膜上浮，可以减小摩擦，减小磨损。活塞下行时，则有刮油效果，避免机油烧掉。

同时，由于扭曲环在环槽中上、下跳动的行程缩短，可以减轻“泵油”的副作用。目前被广泛地应用于第2道活塞环槽上，安装时必须注意断面形状和方向，内切口朝上，外切口朝下，不能装反。

#### 3) 锥面环

断面呈锥形，外圆工作面上加工一个很小的锥面（ $0.5^\circ \sim 1.5^\circ$ ），减小了环与气缸壁的接触面，提高了表面接触压力，有利于磨合和密封。安装时不能装反，否则会引起机油上窜。

#### 4) 梯形环

断面呈梯形，工作时，梯形环在压缩行程和做功行程随着活塞受侧压力的方向不同而不断地改变位置，这样会把沉积在环槽中的积炭挤出去，避免了环被粘在环槽中而折断，可以延长环的使用寿命。但是主要缺点是加工困难，精度要求高。

#### 5) 桶面环

桶面环的外圆为凸圆弧形，是近年来兴起的一种新型结构。当桶面环上下运动时，均能与气缸壁形成楔形空间，使机油容易进入摩擦面，减小磨损。由于它与气缸呈圆弧接触，故对气缸表面的适应性和对活塞偏摆的适应性均较好，有利于密封，但凸圆弧表面加工较困难。楔，可起均布润滑油的作用，下行刮油能力强，减少了润滑油的上窜。

### 3. 油环

油环有普通油环和组合油环两种（如图3所示）。

#### (1) 普通油环

普通油环又叫整体式油环。环的外圆柱面中间加工有凹槽，槽中钻有小孔或开切槽，当活塞向下运动时，将缸壁上多余的机油刮下，通过小孔或切槽流回曲轴箱；当活塞上行时，刮下的机油仍通过回油孔流回曲轴箱。有些普通环还在其外侧上边制有倒角，使环在随活塞上行时形成油楔，可起均布润滑油的作用，下行刮油能力强，减少了润滑油的上窜。

#### (2) 组合式油环

如图3所示的组合环由上下两片侧轨环与中间的扩张器组成，侧轨环用镀铬钢片制成，扩张器的周边比气缸内圆周略大一些，可装侧轨环紧紧压向气缸壁。这种油环的接触压力高，对气缸壁面适应性好，而且回油通路大，重量轻，刮油效果明显。

如图 3 所示的组合油环由三个刮油钢片和两个弹性衬环组成，它具有上述组合环的优点。近年来汽车发动机上越来越多地采用了组合式油环。它的缺点主要是制造成本高。



图 3 油环

#### 4. 一二道气环的判别方法

第一道活塞环在其工作表面进行了多孔镀铬或喷钼，由于多孔性铬层硬度高，并能储存少量机油，从而可以减缓活塞环及气缸壁的磨损。喷钼可以提高活塞环的耐磨性。第一道环和第二道环不能装反，一般在活塞环上标有标记，也可以从外观上区别，第一道环比第二道环光亮、光滑，轻敲击时第一道环比第二道环声音清脆。

#### 5. 活塞环的方向性

对于扭曲环和锥面环有方向性，不能装反，否则会导致窜油。在活塞环上有标记的一面应朝上。