

附錄 A 活塞環的構造分類

A.1 引擎本體結構

本文所提之活塞環係使用在內燃機的往復式活塞引擎中，做為活塞與汽缸壁間隙密封元件，為使我們能進一步認識活塞環，僅以往復式的四行程引擎介紹其本身的基本零組件與操作流程。

引擎結構如圖 A.1 所示，包括活塞、活塞環、活塞銷、連接桿、曲柄軸、飛輪、汽缸、汽缸蓋、進氣閥、排氣閥、閥彈簧、進排氣孔、啟動馬達、正時皮帶等零組件。

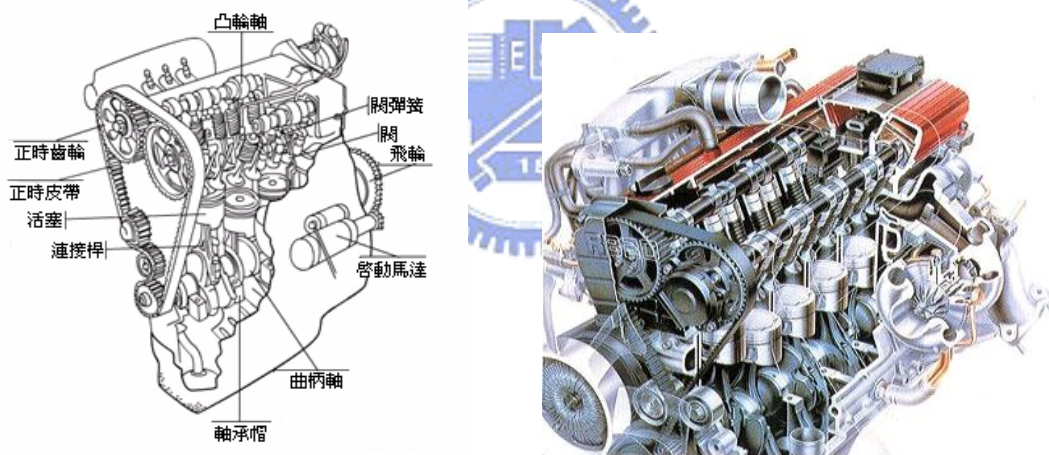


圖 A.1 引擎結構圖(摘自日本 riken 公司網頁)

A.2 活塞環

活塞環位於引擎內部的活塞槽內，擔負燃燒室密封的工作，我們將活塞和環組合從引擎分離以便我們能詳細的觀察。圖 A.2 顯示通常活塞環型式分頂上環(第一環)、第二環和油環，被安裝在一個典型引擎的各個活塞圓周凹槽上。這樣安排我們稱為三環模組。

頂上環和第二環通稱壓縮環，環的末端開口，它們不是閉合的圈子。油環由兩片油刮和擴展彈簧(在油環中間)構成。實際上，這個'擴展器'部分表現像彈簧，產生一致的張力在油環以便保持它緊緊被強迫對著汽缸壁。

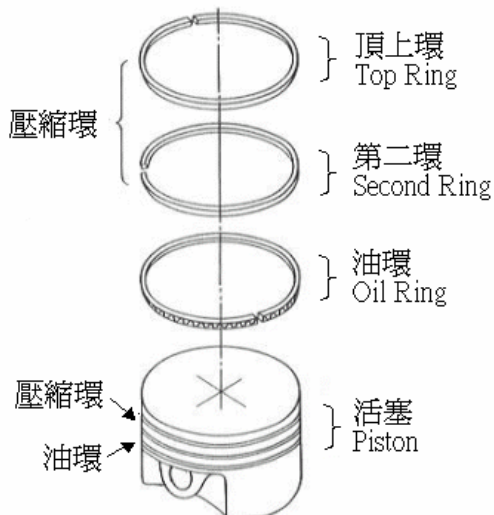


圖 A.2 活塞環(摘自日本 riken 公司網頁)

A.2.1 活塞環橫剖面形狀

活塞環的橫剖面形狀變化和將由環本身因素來確定像(即，頂上環，第二環，油環)，它必須執行那一個功能，何種材料及或何種表面塗層的需要是由特殊引擎應用所決定。如圖 A.3 及 1.4 分別展示常用的壓縮環及油環的橫剖面形式。

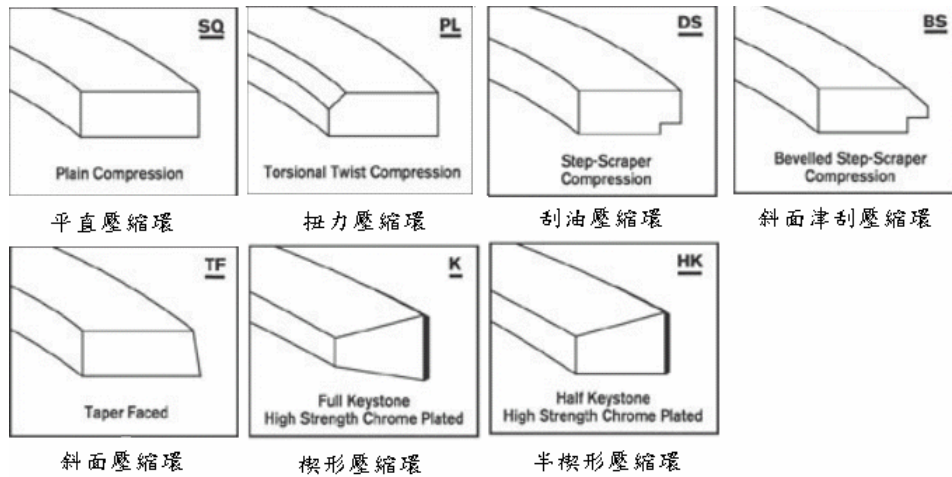


圖 A.3 壓縮環橫剖面種類(摘自 Grant Piston Rings 公司網頁)

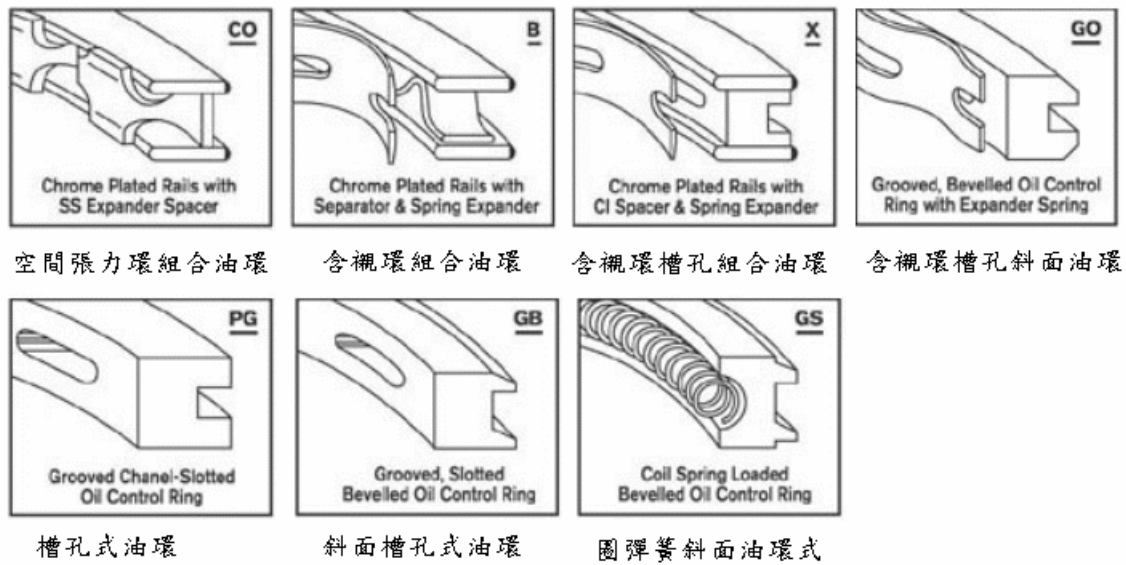


圖 A.4 油環橫剖面種類(摘自 Grant Piston Rings 公司網頁)

A.2.2 活塞環工作面輪廓

頂上和第二壓縮環的工作或運轉面的側面輪廓，約有直線、斜線、桶形、外切口、斜外切口、內斜、單楔形、雙楔形等數種，如圖 A.5 展示三種常用的輪廓。

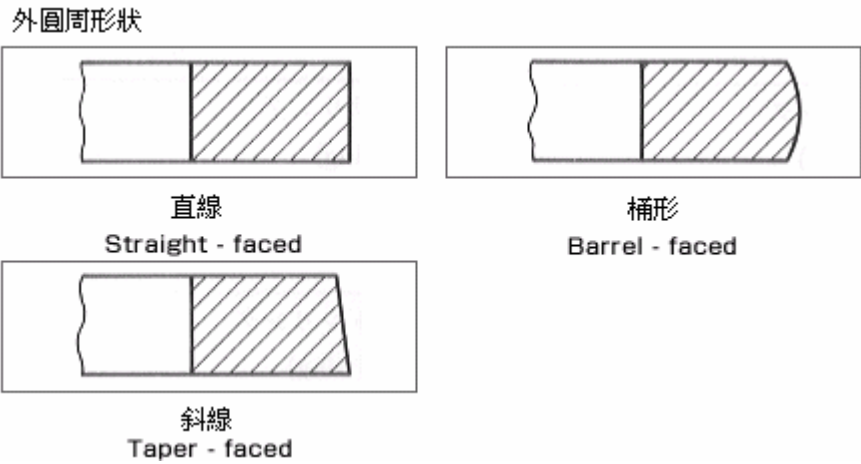


圖 A.5 活塞環工作面輪廓(摘自日本 riken 公司網頁)

A. 2. 3 活塞環缺口形狀(Gap Shape)

環缺口創造一個可能的氣體滲漏路徑。在某些應用，特別缺口形狀被設計使缺口間隙最小化是為了減少氣體的滲漏。缺口一般分為直線、斜線、階級及密封等四類，其中以密封式方洩漏效果最佳，但加工最困難，如圖 A. 6 展示三種常用的輪廓。

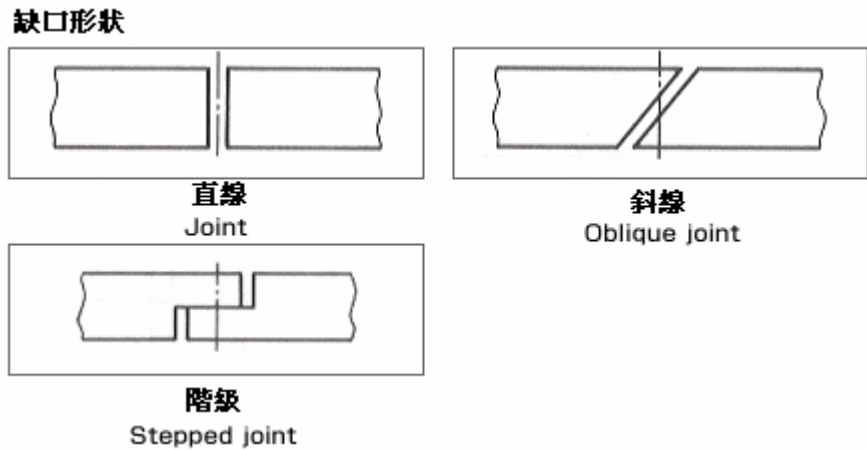


圖 A. 6 活塞環缺口形狀(摘自日本 riken 公司網頁)

A. 3 活塞環功能

環的基本功能(Basic Ring Function)氣體密封、熱傳遞、油控制

及支撐活塞功能，是活塞環的四大主要功能，在幾乎所有的情況中，在三個環的模組中每一個獨立的環被設計以便最佳化或協助其他兩個環的功能。

A. 3.1 氣體密封功能

頂上環提供氣體密封和第二環在它下方協助密封和調整油膜的功能。燃燒室必須儘可能做成氣密的，以便由迅速燃燒的可燃氣體產生壓力，將在汽缸內的活塞向下移動導致曲柄軸轉動產生動力。

氣密度不僅在動力行程重要，在進氣行程也非常重要，壓縮和排氣行程也重要。這個功能被稱為氣體密封功能。

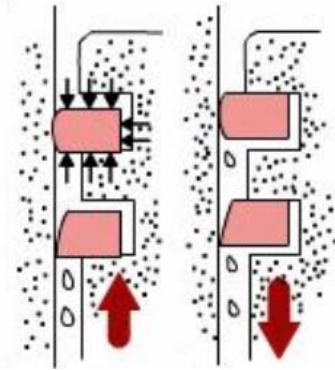


圖 A. 7 活塞環功能一

A. 3.2 熱傳遞功能

活塞環功能從熱活塞攜帶熱離開進入到引擎冷卻的汽缸壁/區塊，熱能流動從活塞凹槽進入活塞環和進入汽缸壁，熱最後被傳遞進入引擎冷卻水。熱傳遞功能是非常重要的來保持可接受的溫度和活塞及活塞環的穩定性，以便密封能力沒被減弱。

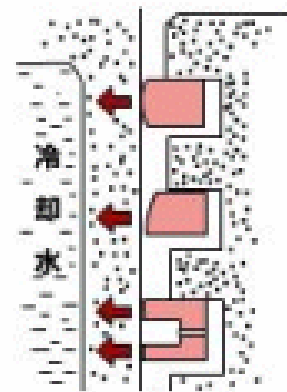
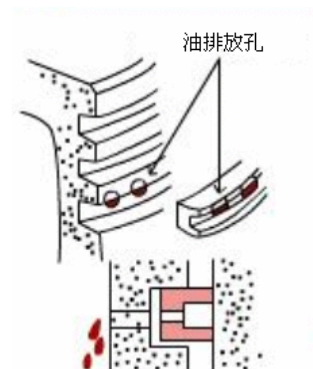


圖 A. 8 活塞環功能二

A. 3.3 油控制功能

活塞環需要一些油作為潤滑，無論如何設計來保持最小量的油。油環以刮除的方式功能，使



過量的油離開燃燒室。以這方式，油耗被保持在可接受的水平和減少有害的散發。油被油環刮除多餘的油從排放孔進入活塞。

圖 A.9 活塞環功能三

A.3.4 支撐活塞功能

活塞借由活塞環與汽缸壁保持緊密接觸時，同時達成在汽缸內支撐活塞，阻止活塞與汽缸壁產生敲擊。

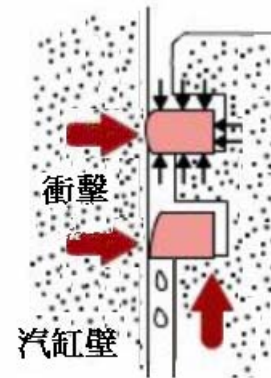


圖 A.10 活塞環功能四

A.4 活塞環密封能力

活塞環氣體密封能力有兩個簡單而重要的因素需要考量：環軸向表面平坦(頂環和底環)、控制環位置和抑止振翼(Flutter)現象

這是重要的活塞環對著活塞的密封緊度，在活塞運動期間或其他燃燒氣體將滲漏像被展示在圖 A.11a 中到它的右邊。為了這個理由，活塞環的頂上和底下表面是精密的研磨成光滑表面粗糙度近乎 1 微米 (micrometer)。平直度 (flatness) 確保在活塞凹槽緊的底座和良好的密封特徵。

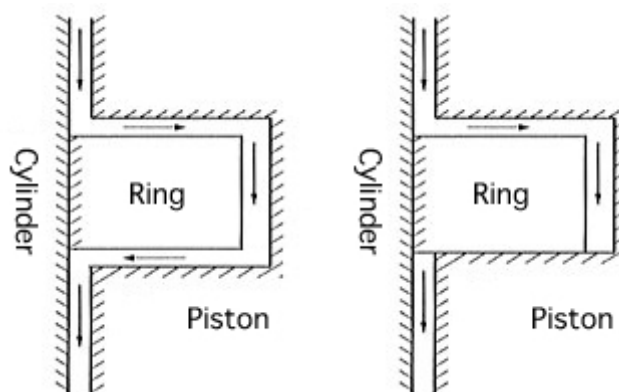


圖 A. 11a 環軸向表面 圖 A. 11b 環位置控制

在引擎(連續)運轉如果活塞環無法對著活塞凹槽停留坐著，則燃燒氣體可能由活塞環及槽之間的空隙產生滲漏路徑。當環在活塞凹槽向上移動，可能發生像環被舉升的情況。當環在凹槽內迅速上上下下的運動被稱為振翼。這樣的環運動是不被期待的和造成壓力從燃燒室滲漏。在引擎操作期間被各種各樣的技術被採用來控制環位置和防止振翼。

如圖 A. 11b 顯示一張簡化的動力汽缸繪圖。活塞環從活塞環凹槽的底下被舉升離開凹槽下側面，此時允許燃燒氣體從它的背後通過(洩漏)。有幾個方式來防止這種舉升現象。我們現在將集中於一個這樣的方法：調整上部和下部壓縮環的閉合的缺口尺寸(S_1) (頂上和第二環)。

在圖 A. 12 中，' S_1 ' 尺寸參考閉合的缺口(缺口間隙)。這是缺口保留在環末端之間當環被關閉到它工作的直徑(汽缸孔直徑)時。

d_1 : 公稱直徑(mm)

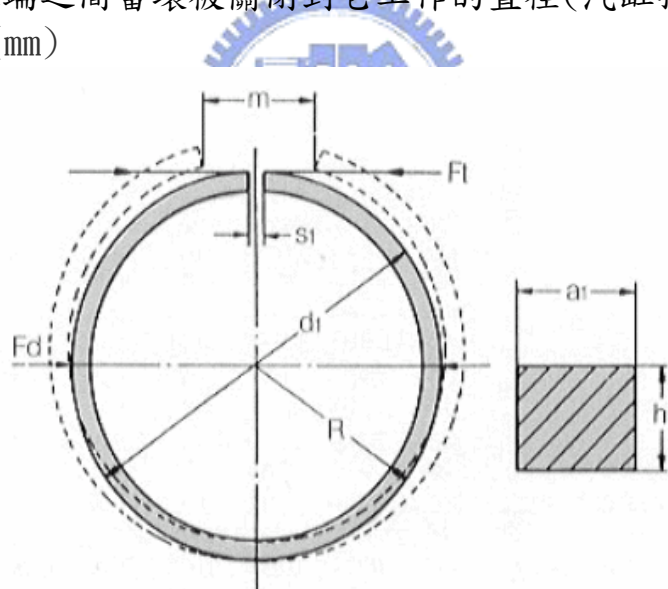


圖 A. 12 環缺口示意圖

R : 半徑($d_1/2$)(mm)

h_1 : 寬度(mm)

a_1 : 厚度(mm)

S_1 : 缺口間隙(mm)

F_t : 切線力(N)需要閉合自由缺口間隙到公稱直徑

F_d : 直徑力(N)需要保持直徑在 90° 從毗鄰相等公稱直徑當前述力量被

應用在前述位置

m ：自由缺口間隙(mm)

閉合的缺口是非常小，僅僅是幾分之一毫米，當環被關閉到它的工作直徑時它總是在那裡。在高溫度和低溫之下，有一個溫度差在活塞環和其它汽缸組件之間(襯套、汽缸、活塞等)。此外，各個組件材料通常是不同的，造成汽缸、活塞，和活塞環的熱擴散率不同。考慮到這些因素，在某種程度上閉合的缺口必須被設計來防止閉合時環的缺口末端相互接觸。

因為 S_1 必須是一個正數，當引擎運作環總是有一個輕微的缺口打開(通常大約 0.3mm)。即使這個缺口非常小，仍然有輕微的氣體壓力滲漏導致環的振翼。由平衡頂上和第二環 S_1 的值(缺口的平衡)，環設計師能達到壓力的平衡，這樣，在最高的汽缸壓力階段期間(燃燒/擴展行程)，壓力在頂上和第二環之間無法達成頂上環從它在活塞凹槽的底下側面的位子舉升[4]。這個缺口平衡或調整壓縮環閉合的環缺口 (s_1)是一個為使頂上環振翼減到最小被接受的方法。

位於引擎汽缸活塞的活塞環槽內小小的活塞環是一項重要的零組件，從它的徑向外表面與汽缸壁是否緊密接觸，環本身的張力是否足夠產生密封力量，兩端缺口的大小、形狀，甚至在活塞和汽缸的上部緊鄰燃燒室區域，潤滑非常貧乏和摩擦力非常高時，環對高壓產生的擦損、磨損抵抗是否足夠等因素皆對引擎的效能有一定程度的影響。

活塞環新近發展集中於：更小的厚度(軸向寬度)、更少重量、更低環張力、更低的氣體吹漏、更少的引擎摩擦、改善燃料消耗和更高具體輸出、減少潤滑劑油耗，朝向達成現代車用引擎環保(低油耗及低污染排放)、經濟與高輸出的目標。