



杜邦™ Vespel® CR-6100

離心泵浦用磨耗零件
應用和安裝手冊



創造科學奇蹟



Vespel® CR-6100具有以下優點，很適合用在處理流體的離心泵浦上。

- 降低振動
- 提高機械軸封壽命和平均維修時間MTBR (平均維修間隔時間)
- 減少泵浦運轉時出現卡死的風險
- 提高泵浦的效率
- 降低維修成本

背景

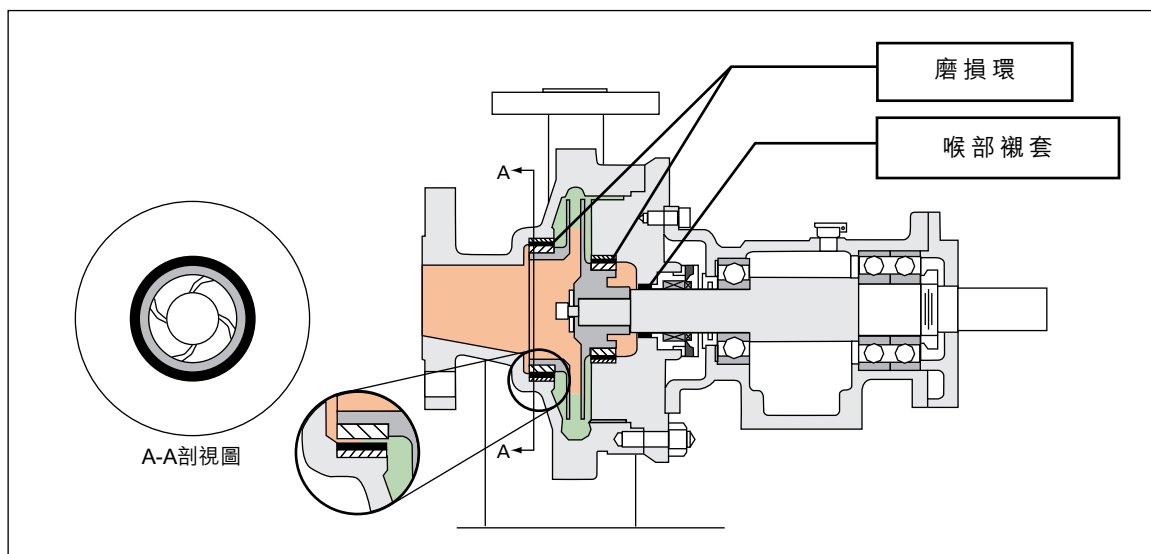
杜邦™ Vespel® CR-6100是一種高級複合材料，主要由高性能鐵氟龍 (Teflon® 碳氟樹脂) 和碳纖維複合而成。1996年以來，Vespel® CR-6100磨耗零件已經成功使用在數以萬計的離心泵浦上，主要用於煉油廠、化工廠、發電廠和其他流體處理設備。Vespel® CR-6100主要用作泵浦的磨損環 (Wear Rings)、喉部襯套 (Throat Bushings)、主軸軸承 (Line Shaft Bearings)，可取代金屬和其他複合材料，顯著提升泵浦的效率和可靠度，改善泵浦的運轉性能。Vespel® CR-6100的材料特性有效降低泵浦運轉時發生卡死，磨損環間隙可以減小50%以上。

磨損環 (Wear Rings) 的功能

磨損環安裝時的徑向間隙很小，主要用於隔離泵浦內的轉動件和靜止件、分隔液體高壓區和低壓區。在非設計點 (Off-design) 操作下運轉，泵浦的主軸容易發生撓曲，引起轉動端磨損環和靜止端磨損環接觸。傳統的金屬磨損環在這種接觸或空運轉 (Dry Running) 的條件下，會導致刮傷或卡死，並引起泵浦突然發生故障失效 (尤其高負載泵浦)。為減少故障發生率，不得不增大金屬磨損環的間隙，但卻對泵浦的效率、泵浦的吸入條件和泵浦的振動產生負面影響。安裝Vespel® CR-6100不但可以減小磨損環安裝間隙，並且避免發生卡死，提升泵浦的運轉性能。

(參考圖1)

圖1：磨損環的功能



杜邦™ Vespel® CR-6100磨損環在運轉和安全方面的優點

當泵浦出現機械故障、非設計點操作或者空運轉時，磨損環和金屬件發生直接接觸，容易出現故障；尤其使用金屬磨損環時，劇烈摩擦會導致異常發熱，金屬接觸面刮傷，甚至產生摩擦焊接，使泵浦發生卡死故障。這一聚集了高能量的危險情況，會損壞其他相關設備，可能造成液體洩漏至大氣中。Vespel® CR-6100能將材料被刮傷和泵浦空運轉的可能性減至最低，從而有效避免損壞泵浦內的昂貴零部件，大大降低維修成本。

Vespel® CR-6100還能減輕空運轉對泵浦的不利影響。泵浦在發生吸入損失、非設計點操作、泵浦啟動或低轉速情況下容易出現卡死。Vespel® CR-6100可以承受泵浦出現卡死和空運轉的情況，當恢復正常運轉條件時，確保泵浦不受到任何影響，繼續正常運轉。相反地，金屬磨損環在類似的情況下，往往會嚴重卡死並且損壞泵浦內零件，需進行拆卸維修。

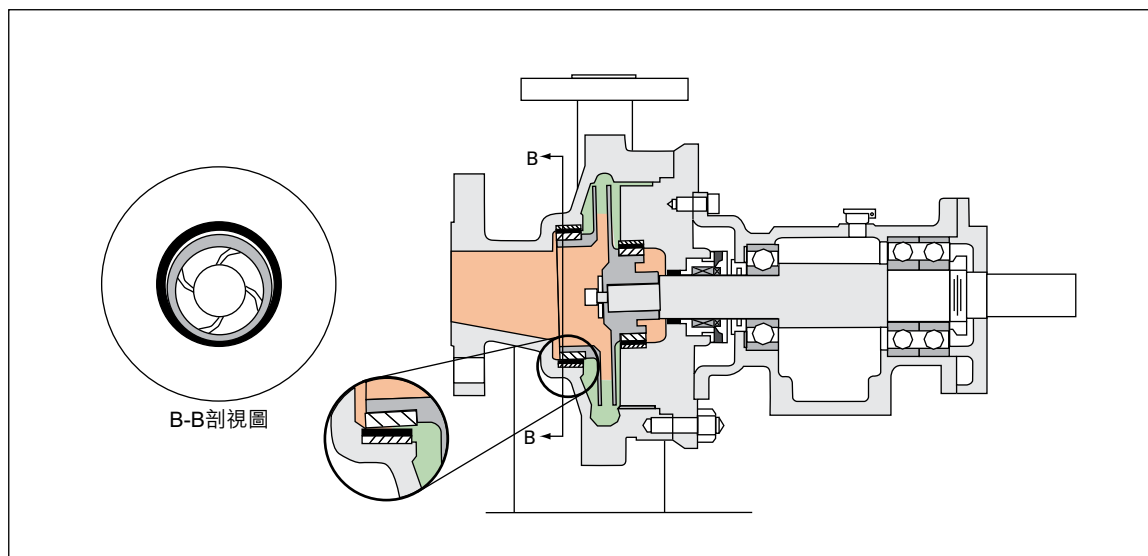
非設計點操作 (Off-design Operation) 的影響

非設計點的水力操作或是機械故障時，泵浦主軸一定會出現撓曲，導致磨損環中心移位，因此泵浦空運轉時經常會發生轉動件和靜止件相互接觸。此時，金屬磨損環會卡死，導致泵浦發生故障。Vespel® CR-6100磨損環不會卡住，使泵浦在該情況下還能持續運轉。(參考圖2)

維護方面的優點

Vespel® CR-6100很容易加工和安裝，縮短維修時間，從而提高了設備的利用率，降低長期設備維修。Vespel® CR-6100能夠加工直徑大於254mm尺寸的零件上，徑向壁厚僅需3.175mm，適合應用於絕大部份的離心泵浦。Vespel® CR-6100的加工只需使用標準的刀具，進刀量大，加工速度快。有別於金屬耐磨材料，Vespel® CR-6100不需要進行熱處理或是表面硬化處理。另外，Vespel® CR-6100具有出色的耐化學性，適用範圍廣泛，並且能夠安裝在金屬磨損環內。

圖2：非設計點操作的影響



杜邦™ Vespel® CR-6100作為離心泵浦磨損零件的材料特性

Vespel® CR-6100材料的綜合特性，可以作為標準材料適用於多種製程流體上。相對於金屬和其他複合材料的磨損零件，

Vespel® CR-6100具有以下優點：

- 熱膨脹係數小
- 耐高溫
- 耐化學性廣泛
- 易於機械加工
- 抗衝擊强度高
- 摩擦係數低
- 高PV值 (P壓力 - V速率)

低熱膨脹係數、低摩擦係數、低磨耗率、加上高PV值，在空運轉情況下，Vespel® CR-6100有絕佳性能表現。Vespel® CR-6100因為高耐衝擊強度和容易機械加工的特性，在安裝或泵浦有孔蝕 (Cavitation) 現象、軸承失效或劇烈震動的運轉條件下，Vespel® CR-6100零件仍可以減低損壞風險。

間隙減小的優點

Vespel® CR-6100可以有效降低泵浦運轉時出現卡死，因此可以適當減小磨損環間隙，能夠提升泵浦的可靠度和運轉效率。

“表A”列舉了Vespel® CR-6100樣本和標準API徑向間隙值的比較。

磨損環在泵浦內扮演液壓軸承的角色，減少磨損環間隙能顯著提高泵浦的可靠性—該現象被稱為Lomakin效應。磨損環的徑向力是由差壓、流速、流體特性等函數而形成，和其間隙大小成反比。因此，減小磨損環間隙能夠在轉子上提高水力徑向力。對於多種不同的泵浦，這一增加的徑向力有助於全面降低泵浦的震動，減少主軸發生撓曲，延長泵浦的使用壽命。

間隙減小還有利於減少泵浦內的迴流，同樣的輸出量需要的能耗更低，節省能耗，提高泵浦輸出效率。若使用在大型泵浦，或同時用在很多泵浦上，就可以大幅度降低耗電量，每年都幫助您節省許多成本。另外，磨損環間隙的縮小可以將NPSHr (泵浦所需的淨正吸入揚程) 減小0.6m至0.9m，這能為苛刻的操作條件下提供設計餘量。

表A：Vespel® CR-6100和最小API徑向間隙的比較

孔徑 (mm)	Vespel® CR-6100間隙 (mm)	API最小徑向間隙 (mm)
100–124.99	0.178	0.38
125–149.99	0.203	0.43
150–174.99	0.229	0.45
175–199.99	0.254	0.48
200–224.99	0.279	0.50

孔徑 (in)	Vespel® CR-6100間隙 (in)	API最小徑向間隙 (in)
4.000–4.999	0.007	0.015
5.000–5.999	0.008	0.017
6.000–6.999	0.009	0.018
7.000–7.999	0.010	0.019
8.000–8.999	0.011	0.020

使用手冊

杜邦™ Vespel® CR-6100適合用作泵浦內的零件磨損環、喉部襯套和主軸軸承。

使用限制

Vespel® CR-6100的使用範圍從低溫到260 °C，在x-y平面的熱膨脹係數很低，在整個溫度範圍內都能保持很小的間隙。(圖3標示了x-y平面和z方向) 請注意，根據不同的溫度，干涉配合(緊配) (Interference Fits) 的公差和軸向間隙需要相應調整。Vespel® CR-6100在處理非研磨性流體的泵浦中能發揮最佳性能，可使用在固體顆粒濃度較低的介質中，但不能保證Vespel® CR-6100穩定的性能表現，因為固體顆粒變數繁多可能會導致磨損過快。正常的管壁結垢剝落物或是常見碎片，由於濃度很低，不會引起上述問題。使用者請根據現場使用經驗，進行適當的應用。

表B：適合改為使用Vespel® CR-6100的泵浦用磨損零件

泵浦的類型	Vespel® CR-6100 零件
懸臂式和立式管道泵浦 (API泵浦)	靜止磨損環、喉部襯套
兩端支撐式泵浦	靜止磨損環、喉部襯套
臥式多級泵浦	靜止磨損環、喉部襯套、分級襯套、減壓襯套
立式泵浦	靜止磨損環、分級襯套、主軸軸承、喉部襯套

* Vespel® CR-6100只適合於壓縮安裝，用作泵浦本體內的靜止部件。

磨損環 (Wear Rings)

許多不同種類的離心泵浦都可以使用Vespel® CR-6100靜止磨損零件，見“表B”。對於處理260 °C以下非磨耗性介質的泵浦，Vespel® CR-6100能夠減小磨損環間隙，改善泵浦的可靠度和性能。Vespel® CR-6100磨損環也可以用在非設計點操作的泵浦上。有別於金屬磨損環，Vespel® CR-6100可以避免因泵浦運轉不順而出現卡死，並可以在短暫空運轉後，仍能繼續正常運轉。

圖3：材料的方向性

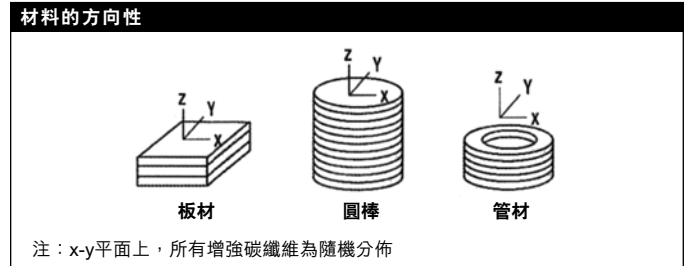
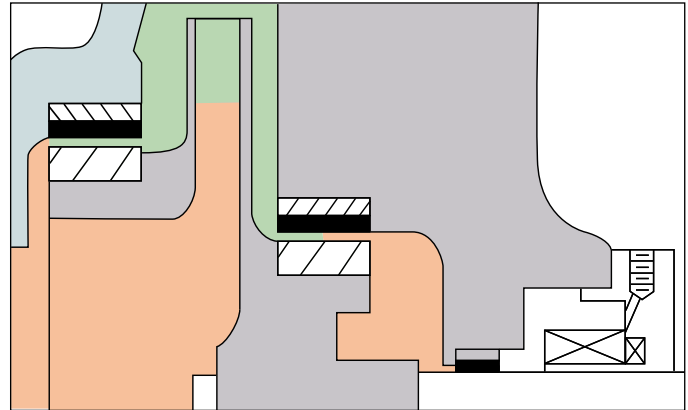


圖4：典型懸臂式泵浦中Vespel® CR-6100磨損環和喉部襯套的安裝方式



喉部襯套 (Throat Bushings)

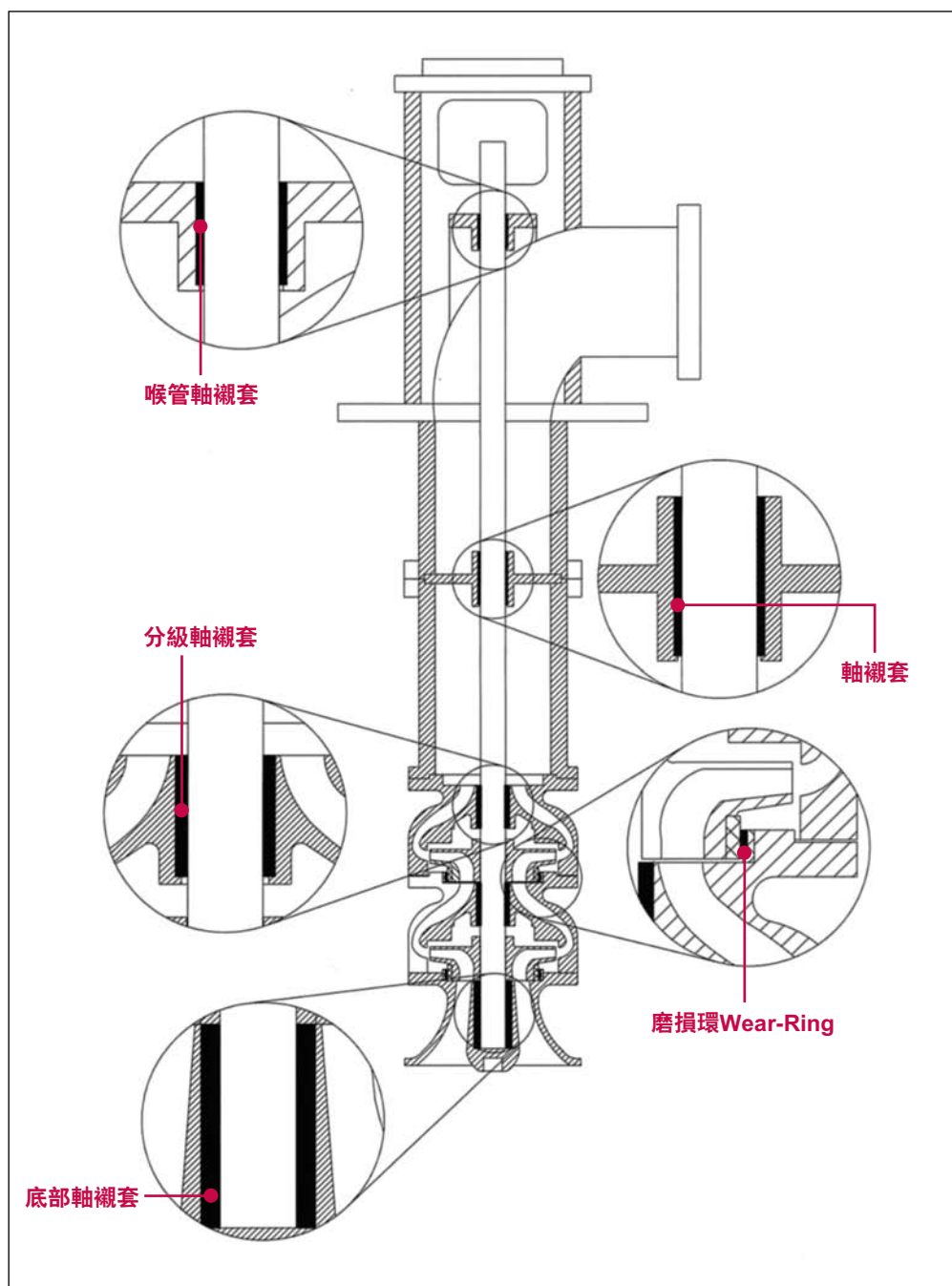
機械軸封所需的沖洗條件，一般由喉部襯套的安裝而形成很小的間隙，用來控制機械軸封內的流體環境。Vespel® CR-6100喉部襯套可以保持非常小的間隙，代替常規的特製零件、彈簧壓緊式密封、石墨(碳精)襯套等。相對於這些特殊襯套，Vespel® CR-6100的成本更低，容易安裝，更能延長軸封壽命。另外，Vespel® CR-6100喉部襯套的極小裝配間隙，還能改善常見機械軸封的沖洗效率。

立式泵浦用磨耗零件

Vespel® CR-6100也可以使用在立式泵浦中，作為立式泵浦主軸軸承，磨損環和喉部襯套 (如圖5)，取代常用的橡膠、黃銅、石墨等其他材料。

對於輕煙類泵浦、冷凝水泵浦和其他潤滑性低的泵浦，Vespel® CR-6100能明顯提高泵浦運轉的可靠性。(某些立式泵浦零部件需要特殊間隙值，請參考安裝手冊中的“立式泵浦注意事項”)

圖5：安裝在立式泵浦中的Vespel® CR-6100磨耗零件



安裝手冊



杜邦™ Vespel® CR-6100磨損零件便於加工和安裝，主要安裝方法有兩種：

1. 把Vespel® CR-6100磨損環先安裝到加工好的金屬環內徑裏面，再一起裝到泵浦內。
2. 直接將Vespel® CR-6100安裝在泵殼內。

以上兩種方法都很容易安裝，並且成本低。Vespel® CR-6100能夠安裝在徑向空間較小的支撐環中(附錄A，表5)，對於用戶最簡便的方法就是在原有的金屬磨損環內裝上Vespel® CR-6100“襯套”。不論是用作“襯套”還是整塊Vespel® CR-6100磨損環，安裝時的關鍵是考慮正確的干涉配合、配合間隙和軸向膨脹間隙。

第一步：在表1或表2中選擇合適的干涉配合間隙

x-y平面上(磨損環的內徑/外徑)，金屬的熱膨脹係數比Vespel® CR-6100大，因此泵浦工作溫度下的干涉配合間隙與室溫下的間隙值不同。裝配間隙值根據泵浦內介質的最高溫度決定。

A. 附錄A，表1 (碳鋼)：泵浦為碳鋼材質，各種溫度下，Vespel® CR-6100和碳鋼件(或其他熱膨脹係數相近的材質)的裝配間隙。

B. 附錄A，表2 (不銹鋼)：泵浦為不銹鋼材質，各溫度下，Vespel® CR-6100和300系列不銹鋼金屬件(或其他熱膨脹係數相近的材質)的裝配間隙。

注意：一般而言，截面的徑向壁厚小於6.35mm的Vespel® CR-6100零件，將其壓入金屬環後，徑向的壓縮量即等於設置的配合間隙值。(例如：干涉配合間隙為0.381mm，裝配後Vespel® CR-6100徑向尺寸壓縮0.381mm)

第二步：在附錄A，表3中選擇運轉間隙

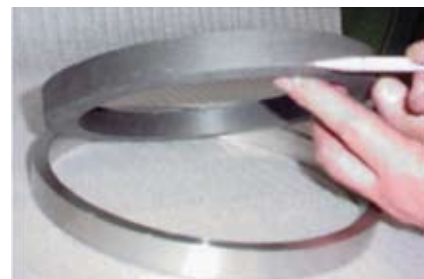
附錄A，表3表示不同直徑的磨損環，對應的運轉間隙。跟熱膨脹係數大的材料不同，Vespel® CR-6100在整個使用溫度範圍內始終保持安裝時的間隙值。隨著溫度的上升，磨損環內部的應力得到釋放，磨損環內徑就會以同樣的熱膨脹係數隨著和其裝配的金屬件一起變大。跟其他材料一樣，如果葉輪和泵浦本體的材質不同，磨損環尺寸需要溫度修正值。請確認Vespel® CR-6100的內徑後，在表中選擇相應的間隙值。

注意：建議先將Vespel® CR-6100壓入裝好以後，再進行最後的內徑加工。這樣能保證最佳的精度、表面粗糙度和孔的同心度。(這跟其他材料的情況一樣)

立式泵浦注意事項：很多立式多段泵浦的各段間採用餘隙配合，如果間隙值大於Vespel® CR-6100建議的最小間隙，這就需要相應的調整來保證轉軸的同心度。主要有兩種調整方法：增大Vespel® CR-6100主軸軸承的間隙，或者減小餘隙配合的間隙值。

第三步：設置軸向間隙

杜邦™ Vespel® CR-6100所含的碳纖維具有一定的方向性，在x-y平面的熱膨脹係數很低，在z方向熱膨脹係數較大(其係數類似樹脂)，因此z方向安裝時必須留有一定的間隙。附錄A，“表4”列出260℃以下的不同操作溫度，Vespel® CR-6100軸向長度每毫米需要的間隙膨脹量。



Vespel® CR-6100導角及金屬環倒角

第四步：將Vespel® CR-6100壓入孔徑中

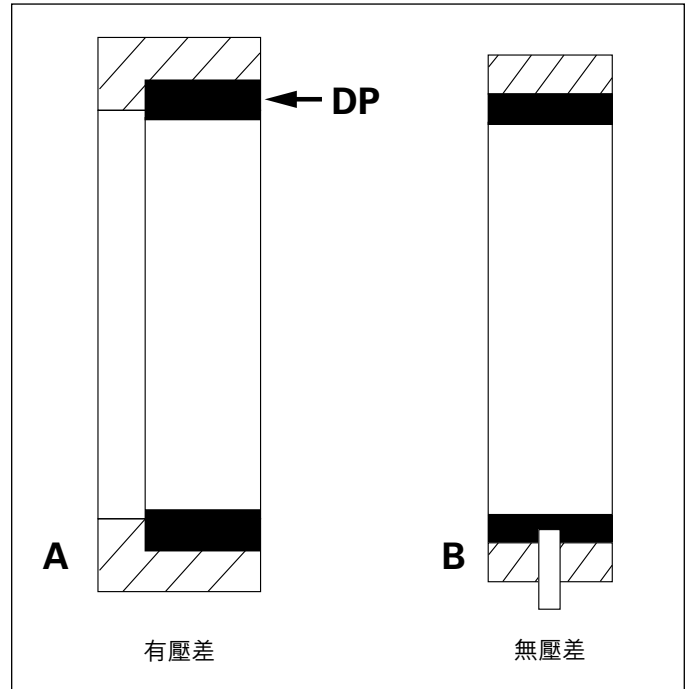
使用液壓設備或人工加壓設備，將Vespel® CR-6100壓入定位。加壓之前，請確認金屬件內孔具有合適的引導斜面，並且沒有銳角。若在Vespel® CR-6100磨損環的邊緣加工出寬3.175mm，安裝間隙為0的導向臺階，壓入安裝時就會更容易。

第五步：固定安裝

只要選擇的裝配間隙合適，Vespel® CR-6100磨損環不需要額外的機械固定裝置。但是，必須有足夠的壓差確保Vespel® CR-6100的軸向一側能緊靠金屬件凸緣 (圖6，A)，防止Vespel® CR-6100磨損環軸向滑動。若沒有壓差，可以考慮徑向銷固定 (圖6，B)。

一般來說，為防止軸向壓差將靜止磨損環推出金屬孔徑，建議凸緣的最小軸向厚度為3.048mm。凸緣的徑向厚度最小為3.175mm。若應用於壓差過大 (每段的壓差1.73MPa以上)，或者特殊條件的泵浦，安裝方法需要特殊考慮。如需更多幫助，請聯繫您當地的杜邦™ Vespel® CR-6100業務代表。

圖6：壓差下的固定方法



附錄 A

**表1：碳鋼材料泵浦本體/葉輪 — SI單位
建議安裝方式 — 干涉配合**

熱膨脹係數 $CTE = 11.8 \times 10^{-6} \text{mm/mm/}^\circ\text{C}$

孔徑 (mm)	泵浦的操作溫度 $^\circ\text{C}$									
	20以下	38	66	93	121	149	177	204	232	260
0.0–25.4	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.127	0.127	0.127	0.127	0.127
25.4–50.8	0.127	0.127	0.152	0.152	0.152	0.178	0.178	0.178	0.203	0.203
50.8–76.2	0.178	0.178	0.203	0.229	0.229	0.254	0.254	0.279	0.279	0.305
76.2–101.6	0.203	0.203	0.229	0.254	0.279	0.305	0.330	0.330	0.356	0.381
101.6–127.0	0.254	0.279	0.305	0.330	0.356	0.381	0.406	0.432	0.457	0.483
127.0–152.4	0.305	0.330	0.356	0.381	0.432	0.457	0.483	0.533	0.559	0.584
152.4–177.8	0.356	0.381	0.406	0.457	0.483	0.533	0.584	0.610	0.660	0.686
177.8–203.2	0.406	0.432	0.483	0.533	0.559	0.610	0.660	0.711	0.737	0.787
203.2–228.6	0.457	0.483	0.533	0.584	0.635	0.686	0.737	0.787	0.838	0.889
228.6–254.0	0.508	0.533	0.610	0.660	0.711	0.762	0.838	0.889	0.940	0.991
254.0–279.4	0.559	0.584	0.660	0.711	0.787	0.838	0.914	0.965	1.041	1.092
279.4–304.8	0.610	0.660	0.711	0.787	0.864	0.914	0.991	1.067	1.143	1.194
304.8–330.2	0.660	0.711	0.787	0.864	0.940	1.016	1.067	1.143	1.219	1.295
330.2–355.6	0.711	0.762	0.838	0.914	0.991	1.092	1.168	1.245	1.321	1.422
355.6–381.0	0.762	0.813	0.889	0.991	1.067	1.168	1.245	1.321	1.422	1.499
381.0–406.4	0.813	0.864	0.965	1.041	1.143	1.219	1.321	1.422	1.499	1.600

**表2：300系列不銹鋼材料泵浦本體/葉輪 — SI單位
建議安裝方式 — 干涉配合**

熱膨脹係數 $CTE = 17.4 \times 10^{-6} \text{mm/mm/}^\circ\text{C}$

孔徑 (mm)	泵浦的操作溫度 $^\circ\text{C}$									
	20以下	38	66	93	121	149	177	204	232	260
0.0–25.4	0.102	0.102	0.102	0.127	0.127	0.127	0.127	0.127	0.127	0.152
25.4–50.8	0.127	0.127	0.152	0.178	0.178	0.203	0.203	0.229	0.229	0.254
50.8–76.2	0.178	0.203	0.229	0.254	0.279	0.279	0.305	0.330	0.356	0.381
76.2–101.6	0.203	0.229	0.254	0.305	0.330	0.356	0.406	0.432	0.457	0.508
101.6–127.0	0.254	0.279	0.330	0.381	0.406	0.457	0.508	0.559	0.584	0.635
127.0–152.4	0.305	0.330	0.381	0.457	0.508	0.559	0.610	0.660	0.711	0.762
152.4–177.8	0.356	0.406	0.457	0.533	0.584	0.660	0.711	0.787	0.838	0.914
177.8–203.2	0.406	0.457	0.533	0.610	0.686	0.737	0.813	0.889	0.965	1.041
203.2–228.6	0.457	0.508	0.584	0.686	0.762	0.838	0.940	1.016	1.092	1.194
228.6–254.0	0.508	0.559	0.660	0.762	0.838	0.940	1.041	1.118	1.219	1.321
254.0–279.4	0.559	0.610	0.737	0.838	0.940	1.041	1.143	1.245	1.346	1.448
279.4–304.8	0.610	0.686	0.787	0.914	1.016	1.143	1.245	1.372	1.473	1.600
304.8–330.2	0.660	0.737	0.864	0.991	1.118	1.219	1.346	1.473	1.600	1.727
330.2–355.6	0.711	0.787	0.914	1.067	1.194	1.321	1.448	1.600	1.727	1.854
355.6–381.0	0.762	0.838	0.991	1.168	1.270	1.422	1.549	1.702	1.829	1.981
381.0–406.4	0.813	0.914	1.067	1.219	1.422	1.524	1.676	1.829	1.981	2.134



表3：建議運轉徑向間隙 — SI單位

孔徑 (mm)	徑向間隙 (mm)
0.0–25.4	0.102
25.4–50.8	0.102
50.8–76.2	0.127
76.2–101.6	0.152
101.6–127.0	0.178
127.0–152.4	0.203
152.4–177.8	0.229
177.8–203.2	0.254
203.2–228.6	0.279
228.6–254.0	0.305
254.0–279.4	0.330
279.4–304.8	0.356
304.8–330.2	0.368
330.2–355.6	0.381
355.6–381.0	0.394
381.0–406.4	0.406

表4：軸向端面間隙 — SI單位

操作溫度 (°C)	單位長度軸向膨脹量 mm/mm (20°C 大氣溫度為基準)
-73	-0.030
-46	-0.020
-18	-0.012
10	-0.003
38	0.006
66	0.015
93	0.024
121	0.033
149	0.042
177	0.054
204	0.067
232	0.092
260	0.118

表5：徑向最小壁厚 — SI單位

孔徑 (mm)	最小壁厚 (mm)
0.0–50.8	1.575
50.8–101.6	2.210
>101.6	3.175

基本物理特性

機械特性 (方向)	測定方法 (ASTM)	測定値 (MPa)
拉伸強度 (x-y平面)	D-3039	211
拉伸彈性模量 (x-y平面)	D-3039	18,000
彎曲強度 (x-y平面)	D-790	152
彎曲彈性模量 (x-y平面)	D-790	10,800
壓縮強度 (x-y平面)	D-695	80
壓縮彈性模量 (x-y平面)	D-695	2,600
壓縮強度 (z向)	D-695	302
壓縮彈性模量 (z向)	D-695	2,200

熱性能	測定方法 (ASTM)	測定値
軟化溫度	熱機械分析	287°C
熱膨脹係數	D-696	-
	260°C (x-y)	$3.3 \times 10^{-6} \text{m/m/}^\circ\text{C}$
	149°C (z)	$326 \times 10^{-6} \text{m/m/}^\circ\text{C}$
	149-204°C (z)	$453 \times 10^{-6} \text{m/m/}^\circ\text{C}$
	204-260°C (z)	$923 \times 10^{-6} \text{m/m/}^\circ\text{C}$

其他特性	測定方法 (ASTM)	測定値
比重	D-792	2.05
硬度	D-2240	75-80 Shore D
吸水率	D-5229	< 1%



台灣杜邦股份有限公司

地址：台北市105敦化北路167號13樓 (宏國大樓)

電話：886-2-514-4399

傳真：886-2-2712-0460

網址：vespel.dupont.com

本資料係屬於正常物質範圍，但不得作為制訂規格之限制，亦不得單獨使用為設計基礎。杜邦公司將不對其所提供之建議以及使用後產生之任何結果作出保證，且不承擔任何責任。所有因接受本建議所生之風險應歸屬於買方。本資料不得視為對任何專利權的授權，亦不視為授意侵犯任何專利權。由於無法預期客戶使用情況的所有變化，杜邦不對使用本資料的任何後果作出任何保證，且不承擔任何責任。

©2008版權為美國杜邦公司所有，翻印、仿冒必究。

杜邦橢圓形標誌、杜邦™、杜邦廣告語“創造科學奇蹟”及Vespel®均為杜邦或其關係企業之註冊商標或商標。

AP-B0802 (12/08)



創造科學奇蹟