



# 杜邦™ Vespel® CR-6100

离心泵用磨耗零件  
应用和安装手册



创造科学奇迹



Vespel® CR-6100具有以下优点，很适合用在处理流体的离心泵上。

- 降低振动
- 提高机械轴封寿命和平均维修间隔时间 (MTBR)
- 减少泵运转时出现卡死的风险
- 提高泵运转效率
- 降低维修成本

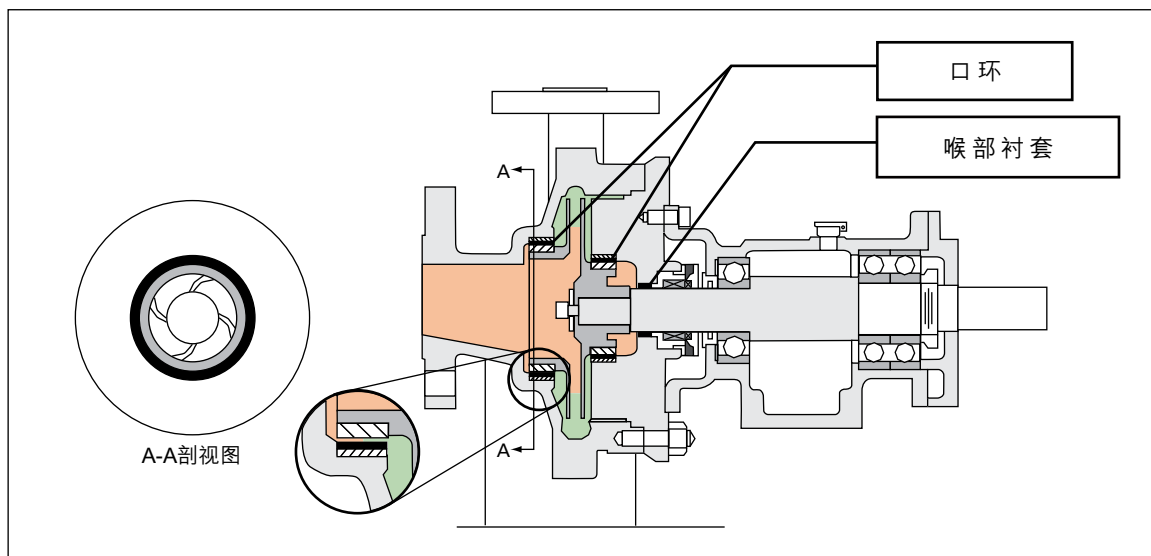
## 背景

杜邦™ Vespel® CR-6100是一种高级复合材料，成份包括高性能特富龙 (Teflon®) PFA碳氟树脂和定向碳纤维 (PFA/碳氟树脂增强复合，20%重量比的x-y平面随机定向碳纤维)。1996年以来，Vespel® CR-6100磨损零件已经成功使用在数以万计的离心泵上，主要用于炼油厂、化工厂、发电厂和其他流体处理设备。Vespel® CR-6100主要用作泵的口环 (Wear Ring)、喉部衬套 (Throat Bushing)、主轴轴承 (Line Shaft Bearing)，可取代金属和其他复合材料，显著提升泵的效率 and 可靠性，改善泵的运转性能。Vespel® CR-6100的材料特性有效降低泵运转时发生卡死的机会，口环间隙可以减小50%以上。

## 口环 (Wear Ring) 的功能

口环安装时的径向间隙很小，主要用于隔离泵内的转动件和静止件、分隔液体高压区和低压区。在非设计条件 (Off-design) 工况下运转，泵的主轴容易发生挠曲，引起动环和口环接触。传统的金属口环在这种接触或空运转 (Dry Running) 的条件下，会导致刮伤或卡死，并引起泵突然发生故障失效 (尤其高载荷泵)。因此，为减少故障发生率，不得不增大金属口环的间隙，但对泵的效率，吸入条件和泵的振动产生负面影响。Vespel® CR-6100不但可以减小口环安装间隙，并能避免发生卡死，提升泵的运转性能。(参考图1)

图1：口环的功能



## Vespel® CR-6100口环在运转和安全方面的优点

当泵出现机械故障，非设计工况下运转或者空转时，口环和金属件发生直接接触，容易发生故障；尤其使用金属口环时，剧烈摩擦会导致异常发热，金属接触面被刮伤，甚至产生摩擦焊接，使泵发生卡死故障。这一聚集了高能量的危险情况，会损坏其他相关设备，可能造成液体泄漏。使用Vespel® CR-6100，能将接触材料被刮伤和泵空转的可能性减至最小，从而有效避免损坏泵内的昂贵零部件，大大降低维修成本。

Vespel® CR-6100还能减小空转对泵的不利影响。泵在发生吸入损失、非设计工况、泵启动或低转速情况下容易出现卡死。

Vespel® CR-6100可以承受泵出现卡死和空转的情况，当恢复正常运转条件时，确保泵不受到任何影响，继续正常工作。相反，金属口环在类似的情况下，往往会严重卡死并且损坏泵内零部件，需要进行拆卸维修。

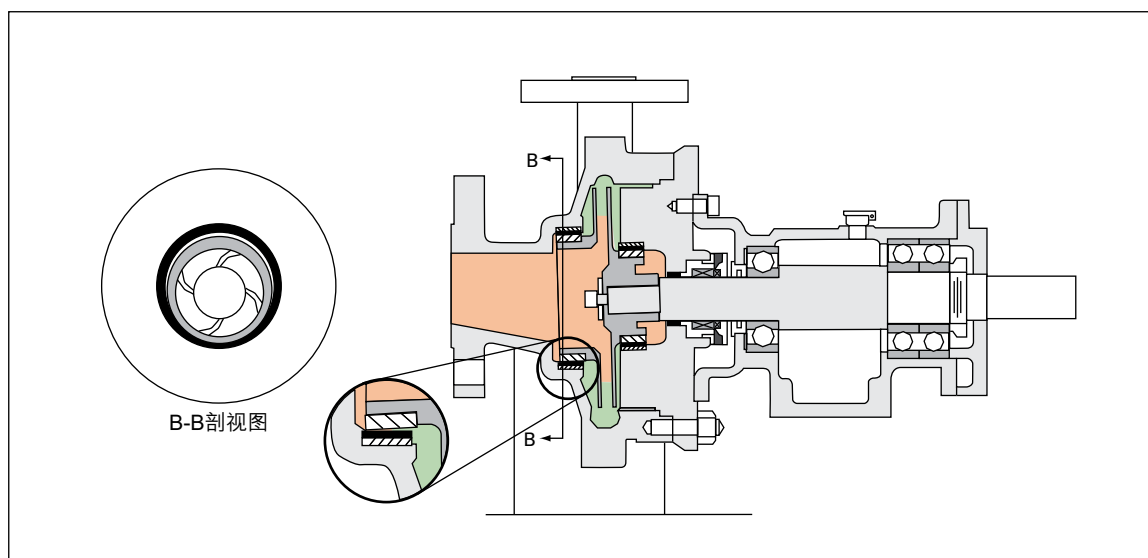
## 非设计工况的影响

非设计条件的液压工况或是机械故障时，泵的主轴会出现一定的挠曲，导致口环中心移位，因此经常会发生口环和转动的金属件相互接触。此时，金属口环会卡死，导致泵发生故障。Vespel® CR-6100口环不会卡住，使泵在该情况下还能持续运转。（参考图2）

## 维护方面的优点

Vespel® CR-6100很容易加工和安装，帮助缩短维修时间，从而提高设备利用率。Vespel® CR-6100能够加工至直径大于254mm的零件，径向壁厚仅为3.175mm，适合应用于绝大部份的离心泵。Vespel® CR-6100的加工只需使用标准的普通刀具，进刀量大，加工速度快。有别于金属耐磨材料，Vespel® CR-6100不需要进行热处理或是表面硬化处理。另外，Vespel® CR-6100具有出色的耐化学性，适用范围广泛，并且能够直接安装在金属口环内。

图2：非设计工况的影响



## 杜邦™ Vespel® CR-6100用作离心泵磨耗零件的材料特性

Vespel® CR-6100材料提供的综合特性，适合作为多种介质的标准材料。相对于金属和其他复合材质的磨耗零件，Vespel®

CR-6100具有以下优点：

- 热膨胀系数小
- 耐高温
- 耐化学性广泛
- 易于机械加工
- 抗冲击强度高
- 摩擦系数低
- 高PV值 (P压力 - V速率)

低热膨胀系数、低摩擦系数、低磨耗率、加上高PV值，Vespel® CR-6100在泵空运转情况下，可以减少摩擦产生的热量，避免泵内零件损坏。在安装或者发生严重汽蚀 (Cavitation) 时，出现轴承故障或是剧烈振动的情况下，Vespel® CR-6100以其耐冲击强度高和容易机械加工的特性，能有效避免发生损坏，提供高性能表现。

表A：Vespel® CR-6100和最小API径向间隙的比较

孔径 (mm)	Vespel® CR-6100间隙 (mm)	API最小径向间隙 (mm)
101.6–127.0	0.178	0.381
127.0–152.4	0.203	0.432
152.4–177.8	0.229	0.457
177.8–203.2	0.254	0.483
203.2–228.6	0.279	0.508

## 间隙减小的优点

Vespel® CR-6100能有效降低泵运转时出现卡死，口环间隙可以适当减小，以提升泵的可靠性和运转效率。表A中列举了Vespel® CR-6100和标准API口环径向间隙的比较。

口环是泵内的受压部件，缩小口环间隙可以显著提高泵的可靠性，该现象被称为Lomakin效应。口环产生的径向力是由压差、流速、流体特性形成的函数，和间隙大小成反比。因此，减小口环间隙能够提高对转子的径向液压力。对于多种不同的泵，这一增加的径向压力有助于全面降低泵的振动，减小主轴出现的挠曲，延长泵的使用寿命。

减小间隙还有利于减少泵内的回流，同样的输出量需要的能耗更低，即提高泵输出效率，节能减排。若使用在大型泵或同时用在很多泵上，就可以大幅度降低耗电量，每年可节省相当可观的成本。另外，口环间隙的缩小可以将汽蚀余量 (NPSHR) 减小0.6米至0.9米，这能为苛刻的工况提供设计余量。

# 使用手册

杜邦™ Vespel® CR-6100适合用作泵内的口环、喉部衬套和主轴轴承。

## 使用限制

Vespel® CR-6100的使用范围从低温一直到260℃，Vespel® CR-6100材料在x-y平面的热膨胀系数很低，在整个温度范围内都能保持很小的间隙。(图3标示了x-y平面和z方向) 请注意，根据不同的温度，干涉配合的公差和轴向间隙需要相应调整。Vespel® CR-6100在处理非研磨性流体的泵中能发挥最佳性能。如果处理的介质固体颗粒浓度较低，Vespel® CR-6100同样能够表现出很好的性能，但是可能会因为固体颗粒的不确定性影响其稳定性，或出现提前磨损。正常的管壁剥落物或是常见碎片，由于浓度很低，不会引起上述问题。使用者请根据现场实况和使用经验，进行适当的处理。

表B：适合使用Vespel® CR-6100的泵用磨损零件

泵的类型	Vespel® CR-6100 零件
悬臂式和立式管道泵 (API泵)	静止口环、喉部衬套
两端支撑式泵	静止口环、喉部衬套
卧式多级泵	静止口环、喉部衬套、 分级衬套、减压衬套
立式泵	静止口环、分级衬套、 主轴轴承、喉部衬套

\* Vespel® CR-6100只适合于压缩安装，用作泵体内的静止部件。

## 口环 (Wear Rings)

许多不同种类的离心泵都可以使用Vespel® CR-6100磨损零件，见表B。对于处理260℃以下非研磨性介质的泵，Vespel® CR-6100能够减小口环间隙，改善泵的效率 and 可靠性。Vespel® CR-6100口环也可以用在非设计 (off-design) 工况的泵上，可以避免金属口环运转不顺而出现的那种卡死，并可以在出现短时空转后，仍能保持泵的正常运转。

图3：材料的方向性

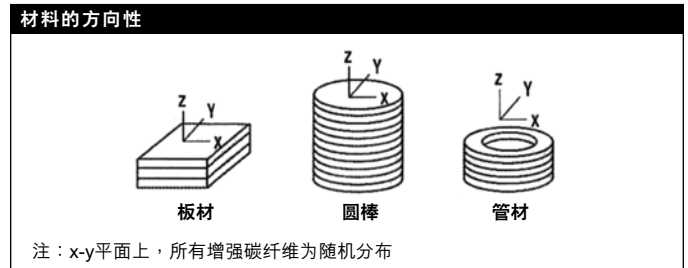
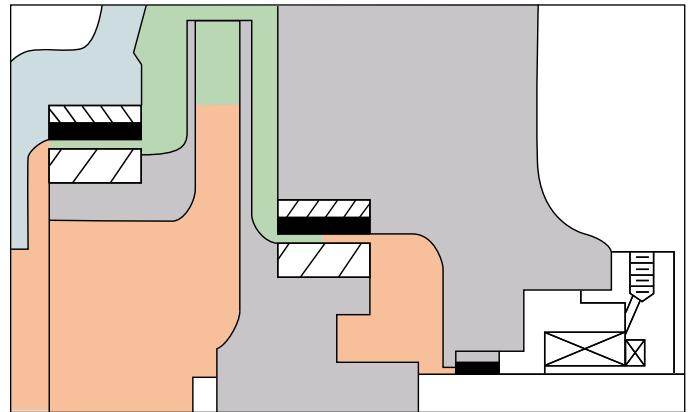


图4：典型悬臂式泵中Vespel® CR-6100口环和喉部衬套的安装方式



## 喉部衬套 (Throat Bushings)

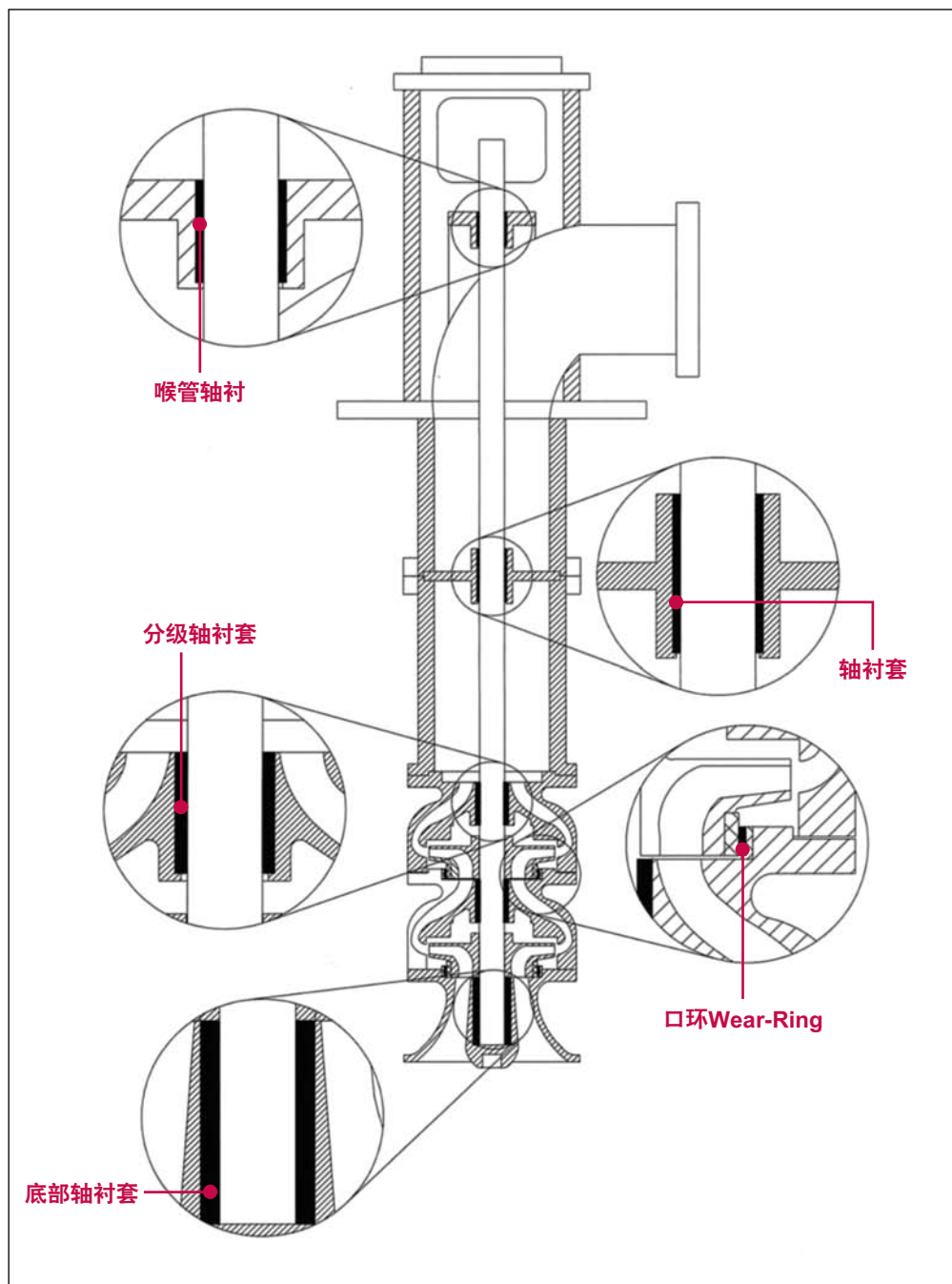
机械密封一般由喉部衬套来控制。衬套安装后留下很小的间隙，这一间隙会在机械密封环境和处理的流体之间形成一道障碍，用来控制机械密封的流体环境。Vespel® CR-6100喉部衬套可以保持非常小的间隙，代替常规的特制零件、弹簧压紧式密封、石墨衬套等。相对于这些特殊衬套，Vespel® CR-6100的成本更低，容易安装，明显延长密封寿命。另外，Vespel® CR-6100喉部衬套的装配间隙小，能改善常见机械密封的冲洗效率。

## 立式泵用磨耗零件

Vespel® CR-6100也可以使用在立式泵中，作为立式泵主轴轴承，口环和喉部衬套(如图5)。Vespel® CR-6100可以取代常用的橡胶、黄铜、石墨等其它材料。

对于轻烃泵、冷凝泵和其他润滑性低的泵，Vespel® CR-6100能明显提高泵运转的可靠性。(某些立式泵零件需要特殊间隙值，请参考安装手册中的“立式泵注意事项”。)

图5：安装在立式泵中的Vespel® CR-6100磨耗零件



# 安装手册



杜邦™ Vespel® CR-6100磨耗零件便于加工和安装，主要安装方法有两种：

1. 把Vespel® CR-6100口环先安装到加工好的金属环内径里面，再一起装到泵内。
2. 直接将Vespel® CR-6100安装在泵内。

以上两种方法都很容易安装，并且成本低。Vespel® CR-6100能够安装在径向空隙很小的环境中 (附录A，表5)，对于用户最简便的方法就是在原有的金属口环内装上Vespel® CR-6100“衬套”。不论是用作“衬套”还是整个口环，安装的关键是考虑正确的干涉配合、配合间隙和轴向膨胀间隙。

## 第一步：在表1或表2中选择合适的干涉配合间隙

x-y平面上 (口环的内径/外径)，金属的热膨胀系数比Vespel® CR-6100大，因此泵工作温度下的干涉配合间隙与室温下的间隙值不同。装配间隙值根据泵内介质的最高温度决定。

**A. 附录A，表1 (碳钢)：**泵体为碳钢材质，Vespel® CR-6100和碳钢件 (或其他热膨胀系数相近的材料) 在不同温度下的装配间隙。

**B. 附录A，表2 (不锈钢)：**泵体为不锈钢材质，Vespel® CR-6100和300系列不锈钢金属件 (或其他热膨胀系数相近的材料) 在不同温度下的装配间隙。

**注意：**一般而言，截面的径向壁厚小于6.35mm的Vespel® CR-6100口环，将其压入金属环后，径向的压缩量即等于设置的配合间隙值。(例如：干涉配合间隙为0.381mm，装配后Vespel® CR-6100径向尺寸压缩0.381mm)

## 第二步：在附录A，表3中选择运转间隙

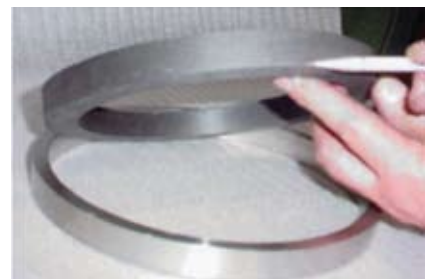
附录A，表3表示不同直径的口环，对应的运转间隙。跟热膨胀系数大的材料不同，Vespel® CR-6100在整个使用温度范围内始终保持安装时的间隙值。随着温度的上升，口环内部的应力得到释放，口环内径就会以同样的热膨胀系数随着和其装配的金属件一起变大。跟其他材料一样，如果叶轮和泵体的材质不同，口环尺寸需要温度修正值。请确认Vespel® CR-6100的内径后，在表3中选择相应的间隙值。

**注意：**建议先将Vespel® CR-6100压入装好以后，再进行最后的内径加工。这样能保证最佳的精度、表面粗糙度和孔的同轴度。(这跟其它材料的情况一样)

**立式泵注意事项：**很多立式多级泵的各级间采用定位导向配合，如果定位间隙值大于Vespel® CR-6100建议的最小间隙，这就需要相应的调整来保证转轴的同轴度。主要有两种调整方法：增大Vespel® CR-6100主轴轴承的间隙，或者减小导向配合的间隙值。

## 第三步：设置轴向间隙

杜邦™ Vespel® CR-6100所含的碳纤维具有一定的方向性，在x-y平面的热膨胀系数很低，在z向热膨胀系数较大 (其值类似树脂)，因此z向安装时必须留有一定的间隙。附录A，表4列出260℃以下的不同工作温度，Vespel® CR-6100每毫米轴向长度需要的间隙膨胀量。



用于安装定位的CR-6100导角

#### 第四步：将Vespel® CR-6100压入孔径中

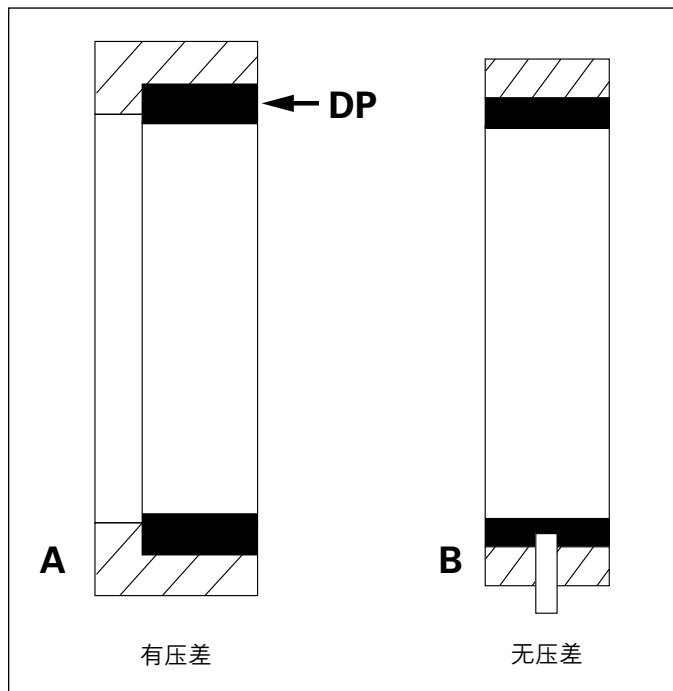
使用液压设备或人工加压设备，将Vespel® CR-6100压入定位。加压之前，请确认金属件的内孔具有合适的引导斜面，并且没有锐角。若在Vespel® CR-6100口环的边缘加工出宽3.175mm，配合间隙为0的导向台阶，压入安装时就会更容易。

#### 第五步：固定安装

如果选择的装配间隙合适，Vespel® CR-6100口环不需要额外的机械固定装置。但是，必须有足够的压差确保Vespel® CR-6100的轴向一侧能紧靠金属件凸缘 (图6，A)，防止Vespel® CR-6100口环轴向滑动。若没有压差，可以考虑径向销固定 (图6，B)。

一般来说，为防止轴向压差引起的口环在金属件内的轴向位移，建议凸缘的最小轴向厚度为3.048mm。凸缘的径向厚度最小为3.175mm。若应用于压差过大 (每级的压差1.73MPa以上)，此或者特殊工况的泵，安装方法需要另外考虑。如需更多帮助，请联系当地的杜邦™ Vespel® CR-6100业务代表。

图6：压差下的固定方法





## 附录 A

**表1：碳钢材料泵体/泵头 — SI单位**      **热膨胀系数  $11.8 \times 10^{-6} \text{mm/mm/}^\circ\text{C}$**   
**建议安装方式 — 干涉配合**

孔径 (mm)	泵的运转温度 $^\circ\text{C}$									
	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系列不锈钢材料泵体/泵头 — SI单位**      **热膨胀系数  $17.4 \times 10^{-6} \text{mm/mm/}^\circ\text{C}$**   
**建议安装方式 — 干涉配合**

孔径 (mm)	泵的运转温度 $^\circ\text{C}$									
	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：建议运转径向间隙 — SI单位**

孔径 (mm)	径向间隙 (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：轴向端面间隙 — SI单位**

运转温度 (°C)	单位长度轴向膨胀量 mm/mm (20°C 温度为基准)
-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：径向最小壁厚 — SI单位**

孔径 (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

机械特性 (方向)	测定方法 (ASTM)	测定值 (MPa)
拉伸强度 (x-y平面)	D-3039	211
拉伸弹性模量 (x-y平面)	D-3039	18,000
弯曲强度 (x-y平面)	D-790	152
弯曲弹性模量 (x-y平面)	D-790	10,800
压缩强度 (x-y平面)	D-695	80
压缩弹性模量 (x-y平面)	D-695	2,600
压缩强度 (z向)	D-695	302
压缩弹性模量 (z向)	D-695	2,200

热性能	测定方法 (ASTM)	测定值
软化温度	热机械分析	287°C
热膨胀系数	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	测定方法 (ASTM)	测定值 (MPa)
比重	D-792	2.05
硬度	D-2240	75-80 邵氏Shore D
吸水率	D-5229	< 1%



**杜邦 (中国) 研发管理有限公司**

**地址：上海浦东新区张江高科技区蔡伦路600号**

**电话：021-2892-1000**

**传真：021-2892-1234**

**产品咨询电话：400-8851-888**

本资料反映了杜邦对主题内容的当前认识。提供本资料的目的，仅为阁下自身的实验提供一些可能的建议，但绝不意味着本资料可以替代阁下为决定杜邦的产品是否适合阁下的专门用途而需进行的任何测试。当有新的资讯和试验报告产生时，本资料可能会作相应修改。由于无法预计实际终端使用情况的所有变化，杜邦不就使用本资料的任何后果作出任何保证，且不承担任何责任。本印刷物不得视为对任何专利权的许可，亦不视为授意侵犯任何专利权。

©2008版权为美国杜邦公司所有，翻印、仿冒必究。

杜邦椭圆形标志、杜邦™、杜邦广告语“创造科学奇迹”及Vespel®均为杜邦或其关联公司之注册商标或商标。

AP-B0801 (12/08)



**创造科学奇迹**