FIRE HAS MET ITS MATCH.

高温耐久龙™极高温密封解决方案

HIGH TEMPERATURE SEALING

Providing Solutions For Extreme Applications

DURLON®

稳定可靠的
极端高温工况
密封解决方案

在极端高温的带压工况，正确选型的密封解决方案非常重要。高温耐久龙™极高温密封垫片不仅可以在极高温工况提供优异的密封性能，同时为用户提供长期安全稳定使用的高耐久性。

按照工况使用温度来分级，行业通常将密封材料区分为以下几类 (不限于)：层状硅酸盐 1000ºC (1832ºF), 柔性石墨 450ºC (850ºF), 压缩纤维 400ºC (750ºF)。

在炼油，石油化工，发电，化工等行业常见的高温工况应用，比如燃气轮机，热交换器，高温排气歧管等， 层状硅酸盐材料因为以下理化特性而被选用为理想的高温密封材料：

- ✔ 高抗拉强度
- ✔ 在极端高温下保持极低的高温热失重
- ✔ 优异的化学耐受性
- ✔ 实验室和用户实际使用验证的防火安全性
- ✔ 不燃性
- ✔ 长期使用的耐久性

内容目录

3 ..... Durlon® DRI-ETG 高温金属缠绕垫片
4 ..... Durlon® Durtec® ETG特制高温波型垫片
5 ..... Durlon® K40-ETG 高温金属齿形垫片
6 ..... Durlon® HT1000®高温非金属密封材料
7 ..... Durlon® HT1000® 高温密封膏
8 ..... API 6FB 高温火焰测试
9 ..... 高温测试数据
10 ..... HT1000® 优异的高温稳定性
11 ..... 高温带压氮气泄漏率测试数据

Durlon® 极高温密封垫片优异的高温密封性能，为广大用户的高温工况有效降低泄漏，最小化维修时间和成本，提高生产稳定性和安全性。

金云母是层状硅酸盐耐热矿物的一种。经特殊工艺处理后的高温耐久龙™HT1000® 金云母密封材料只含有极低含量的无机粘结剂。与同属于层状硅酸盐耐热矿物类的蛭石密封材料相比，高温耐久龙™HT1000® 金云母密封材料的粘结剂含量是蛭石密封材料所含粘结剂材料的50%以下。极微量的粘结剂含量，使得高温耐久龙™HT1000® 金云母密封材料在高温工况中可以保持优异的重量保持性能：在 800°C (1,472°F) 温度工况中的热失重率小于4%。经实验室验证和用户实际使用验证，高温耐久龙 ™HT1000® 在极端高温 1,000°C (1,832°F)工况中可以保持长期稳定可靠的密封性能。

DURLON®
SEALING SOLUTIONS

Durlon® DRI-ETG
高温金属缠绕垫片

Durlon® 极高温系列垫片 (ETG) 是专门为极端高温工况研发制造的半金属密封垫片系列，极端高温工况温度通常指650°C (1,200°F) ~ 1,000°C(1,832°F)。在极端高温工况，能够保持有效密封性能的关键是在法兰密封连接处，必须保持有效的螺栓扭矩。Durlon® ETG 极高温系列垫片密封结构采用高温耐久龙**HT1000®** 与高温氧化惰性石墨强化组合。通过在**HT1000®** 密封面的中部加入气密性更加优异的高温氧化惰性石墨。高温氧化惰性石墨成分进一步提升了垫片的整体密封性能，**HT1000®** 材料的高温耐受性可以充分为高温氧化惰性石墨部位隔热。两种材料的强化组合经实验室高温测试，可以最大程度保持法兰密封连接部位的螺栓扭矩。

Durlon® DRI-ETG 高温金属缠绕垫片
经高温密封实验验证
专门针对极端高温工况
最佳密封解决方案

API 6FB (在岸测试和离岸测试) Fire Test高温火焰密封测试是密封行业，世界范围内最权威的第三方高温密封测试, 请参考本手册第8~9页的测试方法和测试结果。请同时参考第10页针对市场上最主流的三种层状硅酸盐密封材料的高温热失重实验数据。

高温测试证书	
Fire Test	API 6FB, Fourth Edition 2019, Type 1 (在岸测试)
Fire Test	API 6FB, Fourth Edition 2019, Type 2 (离岸测试)
Fire Test	API 607, 4th Edition with Exxon Modifications

垫片系数	G_b psi (MPa)	a	G_s psi (MPa)
DRI ETG 内外环型	90 (.620)	0.590	0.1 (0.0001)

m & Y	m	Y psi
DRI ETG 内外环型	2.8	5,800

DRI-内外环型:

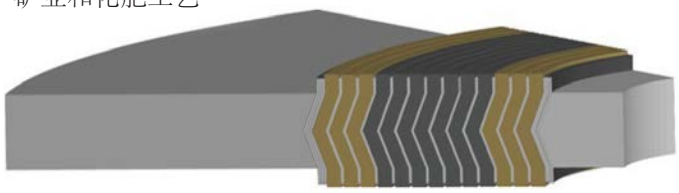
金属缠绕部位(D) 基本型与外定位环 (R) 和内环(I) 组合。适用于**FF**和**RF**法兰密封面型式。

API 6FB Fire Test Type 2 (离岸测试)-高温火焰密封测试:

- 加热/冷却温度交变: 60 分钟 实验平均内部压力:547psig
- 高温火焰温度 > 1093°C (2000°F)持续实验时间： 30分钟
- 实验允许泄漏率（针对实验样品 6" Class 300#密封垫片）：24.0 ml/min
- 加热/冷却-温度交变过程测得泄漏率: 0 ml/min
- 泄压/加压-压力交变过程测得泄漏率: 0 ml/min

适用高温工况:

- 尾气排放系统 (船基和陆基，内燃机，冶金工业)
- 设备涡轮增压器
- 高温燃气锅炉和高温换热器
- 过热蒸汽
- 油气生产和燃烧器
- 化工高温工艺和石油化工高温工艺
- 生物质气化工艺
- 船基和陆基高温设备
- 反应器和发电
- 矿业和化肥工艺



Durlon® Durtec® ETG
特制高回弹齿型垫片

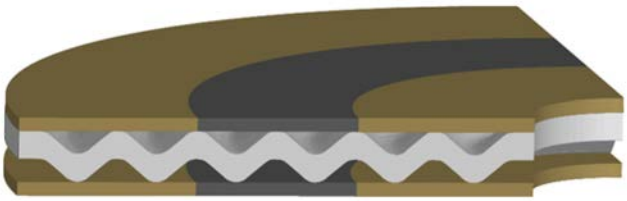
Durlon® Durtec® 特制波型垫片由特殊设计的波型金属骨架覆盖优质软性密封材料制造。垫片结构的波型由仿真系统设计，具有定制化的高回弹性，给垫片提供了最优化的物理力学性能。Durtec® 波型内核高度牢固，与行业中常规波型垫片相比，不会在垫片安装过程中被大的法兰载荷压溃。由于垫片具有定制化的高回弹性，Durlon® Durtec® 垫片在低螺栓扭矩下就可以达到优异的密封性能。

Durtec® ETG 极高温垫片专门设计密封高温高压严苛工况。确保密封的抗吹出，安全防火，抗毒性，腐蚀性介质泄漏。广泛应用于各种管道法兰，阀门，压力容器，换热器，塔，罐等等化工设备工况。

Durtec® 是Triangle Fluid Controls Ltd. 注册商标

物理特性*	
温度: Min Max (须选型金属材质)	-200°C (-328°F) 1,000°C (1,832°F)
pH 范围, 在室温测试	0-14
压力: 最大, bar (psi)	430.9 (6,250)

**与金属材质和贴面材质相关*
注意: 以上数据按照 Inconel 625 金属内核和 ETG 高温贴面



金属内核材质:

- 标准内核材质为316 不锈钢
  名义厚度0.125” (3mm)
- 根据工况要求，可以选用其他金属材质，比如: SS304, SS321, SS316Ti, Monel®, Titanium, Hastelloy® INCOLOY 800, INCOLOY 825, INCOLOY 625 & Alloy 20 等等

适用工况:

- 高温尾气排气系统 (内燃机，冶金行业)
- 工业锅炉和换热器
- 油气制造和燃烧器
- 涡轮增压器设备
- 过热蒸汽
- 焚烧设备
- 化工和石油化工
- 海基和陆基高温设备
- 高温工艺干燥设备
- 矿业和化肥制造工艺

证书	
Fire Test**	API 607, 4th edition with Exxon modifications

***Durtec® gasket faced with flexible graphite passed modified API 607 fire test and meets the requirements of Shell Specification MESC SPE 85/203 & PVRC SCR Flexible Graphite Spec for FG 600 material.*

Durlon® K40-ETG
高温金属齿形垫片

Durlon® 金属齿形垫片由金属精密齿形内核覆盖优质软性密封材料制造。金属内核材质通常是不锈钢，根据用户的工况需求，可以选用其他适用材质。

齿形垫片贴面密封材料须按照用户工况选型。常用的材料包括柔性石墨和膨体四氟材料。在高温工况，适用 HT1000® / ETG耐高温材料。

Durlon® K40-ETG极高温金属齿形垫片在比较低的法兰压紧应力下就可以达到密封效果。同心圆金属齿形和软性密封材料共同形成多层线密封。垫片同时具有抗吹出和易于操作的特点。

Durlon® ETG 极高温垫片是专门为极端高温工况研发制造的半金属密封垫片系列。极端高温工况温度通常指650℃ (1,200°F) ~ 1,000℃(1,832°F)。在极端高温工况，能够保持有效密封性能的关键是在法兰密封连接处，必须保持有效的螺栓扭矩。K40-ETG极高温齿形垫片密封结构采用高温耐久龙HT1000® 与高温氧化惰性石墨强化组合。通过在HT1000® 密封面的中部加入气密性更好的高温氧化惰性石墨。高温氧化惰性石墨进一步提升了垫片的整体密封性能，HT1000® 材料的高温耐受性可以充分为高温氧化惰性石墨部位隔热。两种材料的强化组合经实验室各种高温测试，可以最大程度保持法兰连接部位的螺栓扭矩。

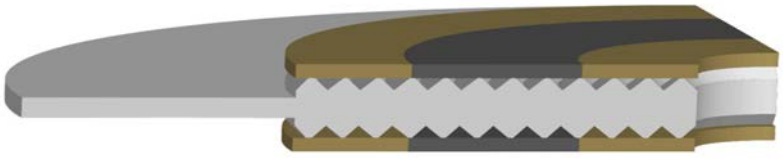
物理特性	
温度: Min Max (与金属内核材质相关)	 -200°C (-328°F) 1,000°C (1,832°F)
压力, max, bar (psi)	414 (6,000)
pH 范围, 在室温测得	0-14

适用工况:

- 高温尾气系统
- 高温锅炉和高温换热器
- 过热蒸汽
- 油气制造和燃烧器
- 焚烧设备
- 化工和石油化工
- 生物质气化工艺
- 反应器和发电厂
- 高温工艺干燥设备
- 高温强氧化工况

金属内核材料:

- 金属内核标准材质是 316 不锈钢，厚度为 0.125” (3mm)。
- 按工况可以选用其他金属内核材质: SS304, SS321, SS316Ti, Monel®, Titanium, Hastelloy® INCOLOY 800, INCOLOY 825, INCOLOY 625 & Alloy 20 等等。
- 为了避免法兰密封面的电化学腐蚀，金属内核材质通常需要和法兰材质相同。



Durlon® HT1000®
高温密封板材

Durlon® HT1000® 金云母是层状硅酸盐耐热矿物的一种。经特殊工艺处理后的高温耐久龙™金云母密封材料只含有极低含量的无机粘结剂。与同属于层状硅酸盐耐热矿物类的蛭石密封材料相比，高温耐久龙™HT1000®金云母密封材料的粘结剂含量是蛭石密封材料所含粘结剂材料的50%以下。极微量的粘结剂含量，使得高温耐久龙™金云母密封材料在高温工况中可以保持优异的重量保持性能：在800℃(1,472°F)温度工况中的热失重率小于4%。经实验室验证和用户实际使用验证，高温耐久龙™HT1000®在最高达1000℃工况中可以保持长期稳定可靠的密封性能。

Durlon® HT1000® 金云母原材料经过特殊工艺处理后，其微观纤维呈现出层状结构而不是线状结构。物理力学特征是纤维高柔性，高抗拉强度，纤维层间结构的垂直方向可以耐受巨大机械压力。纤维理化特征包括：强化学耐受性，防火性，不熔性，不燃性，阻燃性，对人体无害性。

适用工况:

- 发动机排气歧管
- 锅炉
- 高温反应器和相关设备
- 高温化工工艺和石油化工工艺
- 高温工艺干燥设备
- 高温焚化工艺
- 发电
- 油气生产

物理特性 - Style S90	
颜色	金属金色
原材料	特制金云母 90% min.
粘结剂	特制硅胶
适用温度: Min Max	-55°C (-67°F) 1,000°C (1,832°F)
压力, Max, bar (psi) Style S90 Styles L316/T316	 5 (73) 40 (580)
密度, g/cc (lbs/ft³)	1.9 (119)
压缩率, % ASTM F36J	18-25
回弹率, % ASTM F36J	39-43
蠕变强度, MPa (psi) DIN 52913	40 (5,800)
抗拉强度, MPa (psi) ISO 178	20 (2,900)
高温热失重 @ 800°C, % DIN 52911	≤5
导热率 W/(m.K) DIN 52612 @200ºC @400ºC @600ºC	 ~0.20 ~0.35 ~0.60
介电强度 @ 20ºC, kV/mm (V/mil) IEC 60243	~20 (508)

证书	
Fire Test	API 607, 4th edition with Exxon modifications

Style: S90

特制层状高纯硅酸盐金云母板材。

Style: L316

特制层状高纯硅酸盐金云母板材，由0.002″ 厚度316不锈钢板材增强。

Style: T316

特制层状高纯硅酸盐金云母板材，由0.004″ 厚度316不锈钢板增强。

Durlon is a registered trademark of Triangle Fluid Controls Ltd. and Gasket Resources Inc. • durlon.com • trianglefluid.com • gasketresources.com • durabla.ca • durlon.cn • durablaasia.com.sg REV. 2024/07

Durlon® HT1000® Paste
高温密封膏

Durlon® HT1000® 高温密封膏用来连接填补大型HT1000®燕尾槽垫片拼接垫片的连接缝隙。

包装规格: 170 g 或 90 g（塑料盒包装）

存放时间: 未开封状态下，包装日期起6个月。

注意: (只用于工业用途) 操作时请佩戴护目镜和手套。保持环境通风。操作后请洗手。请避开明火或其它火源。**请不要重复使用产品容器，放置于儿童接触范围之外。**

警告: 请避免吸入粉尘或蒸气。避免产品直接接触眼睛，皮肤或衣服。如果误吞，请漱口，请勿催吐，请马上咨询医生。吸入: 如果环境不通风，请佩戴呼吸面具。如果感觉呼吸不畅，请到室外吸入新鲜空气。如果接触皮肤，用肥皂清水大量清洗。如果发现皮肤出现皮疹，请尽快就医。 请按以上建议佩戴保护装置。使用前请阅读产品SDS和产品技术参数。

存放: 产品须保存在密闭容器中，保存环境须干燥，阴凉（冰箱冷藏能最大延长产品保存期限）。请避开明火。

保证: 公司确保产品符合发布的技术参数和性能。对于产品不当选用或使用而造成的伤害，公司不承担相关责任。

HT1000® 是Triangle Fluid Controls Ltd.公司的注册商标

物理特性	
温度: Min Max	260°C (500°F) 1,000°C (1,832°F)
硫化时间表	
温度	所需时间
149°C (300°F)	4 小时
204°C (400°F)	3 小时
260°C (500°F)	2 小时
316°C (600°F)	1 小时
371°C (700°F) 或更高	<1 小时

使用指导:

1. 确保垫片平铺，连接部位对齐。确保垫片和法兰密封面洁净，无异物，无油脂。
2. 使用前，请搅拌密封膏。确保垫片表面干净，干燥。打开密封膏容器，在垫片燕尾槽连接处均匀涂抹一层薄薄的密封膏，使用一次性刮刀将密封膏填充燕尾槽连接缝中，然后用刮刀抹平垫片表面的密封膏。然后闭合法兰，紧固螺栓。
3. 螺栓紧固请按照垫片供应商提供的方法。
4. HT1000® 高温密封膏在垫片使用后，开始硫化连接。

API 6FB 高温灼烧密封测试

高温火焰灼烧密封试验和高温密封试验

在高温工况中，由于没有标准化的测试规定，所以，如何准确比较和评估不同种类高温垫片的密封性能就显得非常关键。针对极端高温工况，行业中最权威，用户认可度最高的第三方试验是API 6FB高温火焰灼烧密封测试。 这个测试不仅用来评估高温垫片在工况中的安全性，而且是评价垫片在极端高温工况中密封性能的指标性测试。

理解 API 6FB 高温火焰灼烧密封试验

Type 1 (在岸测试)和Type 2 (离岸测试)比较

美国石油学会(API) 开发了API 6FB 标准。这个测试标准是行业内国际公认的最权威和最严苛的高温密封测试程序。用来测试和评估上游，中游和下游的高温工况中法兰连接垫片的高温密封性能，防火性能。这个标准将工况分为两类: Type 1 - 在岸测试和 Type 2 - 离岸测试。

在两类测试中，测试垫片会被安装到测试法兰连接中。法兰内部开始加压到37.9 ~39.3Bar (550~570 PSIG)。然后从外部对整个法兰连接用高温火焰进行60分钟的持续高温灼烧。然后将法兰连接冷却和泄压，然后再将法兰连接加压到37.9 ~39.3Bar (550~570 PSIG)。针对加热/冷却阶段 和 泄压/再次加压 阶段，测试设定的合格泄漏率都是： 24.0 ml/min （针对6” Class 300# 规格测试垫片）。这两个高温密封测试的主要区别是测试条件包括测试温度。大部分高温灼烧密封测试的测试垫片规格为 6-inch ANSI Class 300 。

下表（表1）所示, API 6FB Type 1 (在岸测试) 使用了多个热源火焰喷口，火焰温度 760℃~982℃ （1400 ~ 1800°F ）和一个量热仪模块温度648 ℃ （1200°F）。 试验现场如右图（图1）。

API 6FB Type 2 (离岸测试), 测试条件比在岸测试更加严苛。使用单个热源，更高温度的火焰喷口，火焰温度在1093~ 1371℃(2000 ~ 2500°F）。 量热仪模块温度982℃ （1800°F）。试验现场图请参考下页（图2）。

Type 2 (离岸测试) 更高的试验温度要求，用来模拟更加严苛，更加难以预测的离岸工况，比如海洋油气钻机和平台系统。离岸测试被用来作为验证极端严苛工况下设备性能的测试标准。

TYPE 1 法兰连接就绪，高温灼烧开始前

TYPE 1 高温灼烧过程

图1: API 6FB Type 1 (在岸测试) 高温灼烧开始前(上图)； 高温灼烧过程(下图)

表 1. API 6FB 测试温度

	Type 1 (在岸测试)	Type 2 (离岸测试)
热源个数（喷火口）	多个 或者 几处分布	1
火焰温度	760-982°C (1400-1800°F)	1093-1371°C (2000-2500°F)
量热仪模块温度（法兰温度）	648°C (1200°F)	982°C (1800°F)

高温密封测试数据

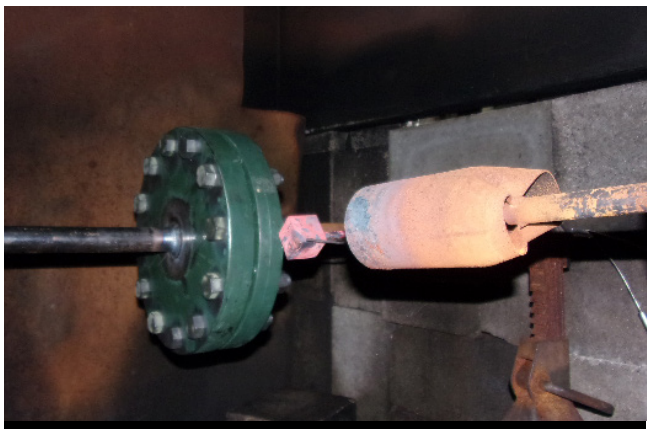
API 6FB - Type 2 (离岸测试) 测试数据

Durlon® SWG DRI-ETG 高温耐久龙™极高温缠绕垫片的测试数据在高温灼烧试验领域树立了新的技术标杆。 API 6FB Type 2 (离岸测试) 模拟了离岸海上钻井作业中可能发生的极端情况，因此在行业里被公认为是测试高温垫片在极端高温情况下保证其密封性能的最严苛测试。

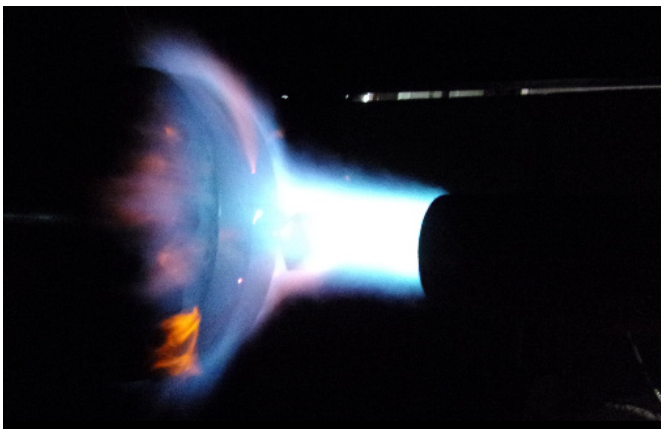
Durlon® SWG DRI-ETG 在这个测试中检测到的泄漏率为零。到目前为止，同行业其他种类的高温垫片的相同测试中从来没有报道过零泄漏率的测试结果。

Type 2 (离岸测试) 在高温灼烧 – 冷却阶段和泄压 – 重新加压阶段, 实际测得的泄漏率都是零泄漏。同行其他任何型号的高温垫片在Type 1 (在岸测试) 或 Type 2 (离岸测试) 的测试报告中从来没有报道过零泄漏率的测试报告。

客观地讲，因为Type 1 (在岸测试)的测试条件没有Type 2 (离岸测试)严苛，所以在岸测试比离岸测试更加容易测得比较低的泄漏率。



TYPE 2 法兰连接就绪，高温灼烧开始前



TYPE 2 高温灼烧过程

TYPE 2 高温灼烧后，马上测试泄漏率

以上第三方测试实验室：Yarmouth Research and Technology (www.yarmouthresearch.com) 。测试由专业工程师执行和签发测试报告。这个实验室是密封行业公认最权威的高温密封性能测试实验室。

YRT YARMOUTH RESEARCH AND TECHNOLOGY

图 2 (请参考以上3 幅试验照片): API 6FB Type 2 (离岸测试)

综合性的高温试验认证和广泛的用户认可

Durlon® DRI-ETG 极高温金属缠绕垫片是密封行业中唯一同时通过 API 6FB Type 2离岸测试, API 607测试, 和 API 6FB Type 1在岸测试的高温金属缠绕垫片。

HT1000®
卓越的高温稳定性

HT1000® 高温热稳定性测试数据

导致高温垫片发生泄漏的主要原因是密封材料在高温工况中的热稳定性差，热失重率高。因此，高温密封材料如何在高温工况下有效保持重量，降低热失重率，就成为保持密封性能的关键因素。

市场上主流的三种高温密封材料：HT1000®金云母基，蛭石基和滑石粉基。这三种材料在极高温工况中都能够保持较低的热失重率。下图 3是实验室测得这三种材料在670℃和1000℃的高温热失重率。

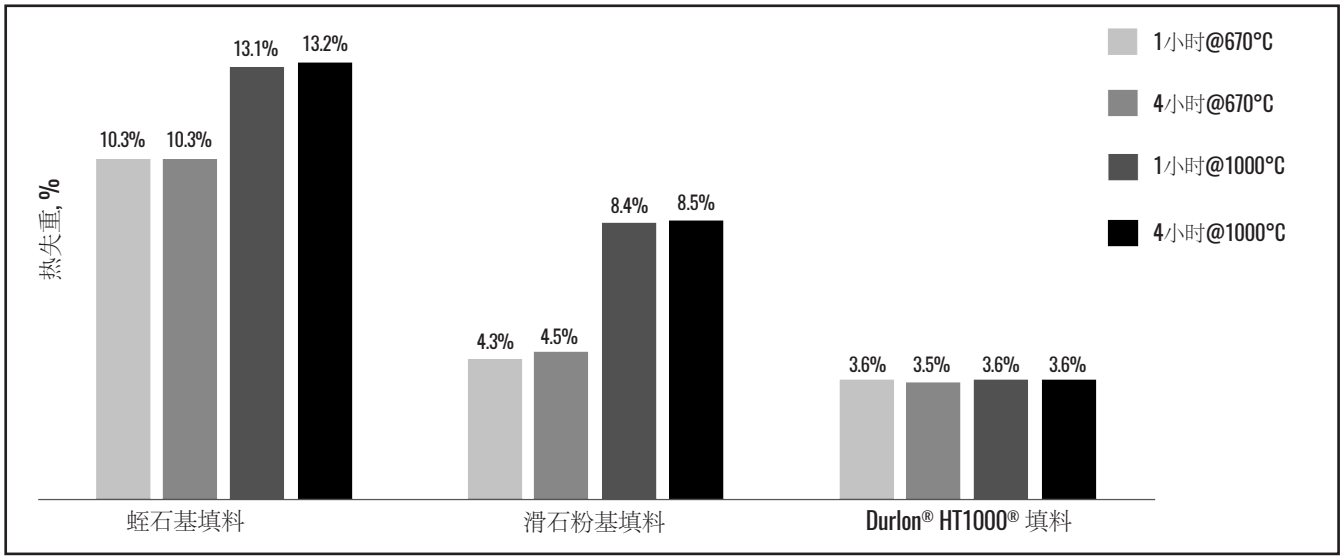


图3: 在不同温度下的材料热失重率

高温密封测试数据

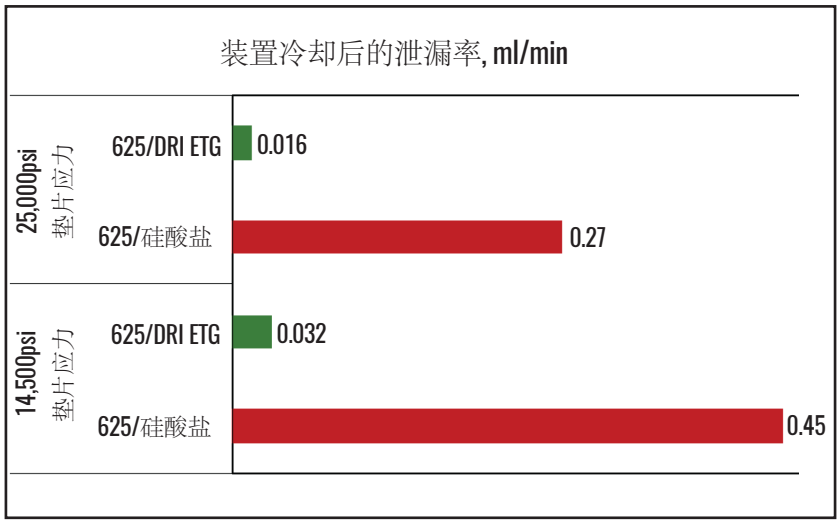
定制化高温密封性能测试

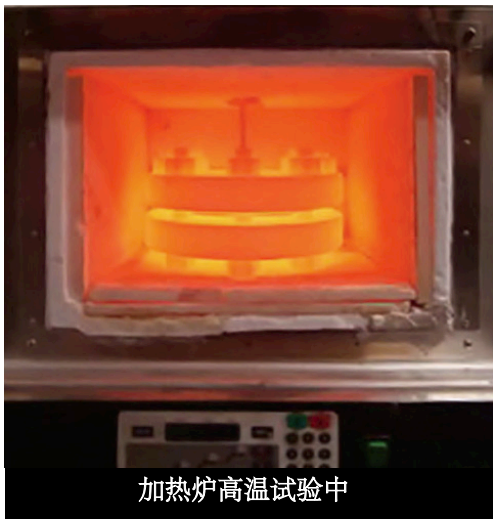
测试在极端高温工况下气态介质的密封性能。**Durlon® DRI-ETG** 极高温金属缠绕垫片被安装在法兰测试装置中。测试装置中气态介质是经过加压的氮气。然后将装置放在加热炉中，将温度升高至测试温度开始测试。

两种类型的高温缠绕垫片作为试验样品，规格是美标 **ASME B16.20 4" Class 600**金属缠绕垫片：一个样品的非金属密封填料是常规的硅酸盐云母，另外一个样品是 **Durlon® DRI-ETG**极高温填料。两组测试样品分别按照 **14,500 psi** 和 **25,000 psi** 垫片应力进行安装。具体测试流程如右边所示：

以下泄漏率数据显示，**Durlon® DRI-ETG** 极高温填料缠绕垫片比较常规高温硅酸盐云母填料缠绕垫片，泄漏率低了 **14 ~17** 倍。

- 测试装置通过测量装置的内压降低来计算气体介质的泄漏率。
- 首先将氮气加压至 **150 psig （10.3Bar)**。测量此时的泄漏率。
- 将加热炉温度升高至 **1382°F（750°C）**，保持此温度 **24**小时。
- **24**小时后，测算高温状态下装置内气体的泄漏率。
- 将装置冷却至室温，将装置重新加压至**150 psig （10.3Bar)**，然后再次测算泄漏率。




加热炉高温试验中

安全可靠的高温密封解决方案

高温密封解决方案

工业密封行业需求高性能的高温密封垫片有效密封各种严苛的高温工况

越来越多的用户意识到高温工况密封的重要性。 如果发生泄漏，可能会导致灾难性的后果，比如设备损坏，人身安全和巨大的财务损失。开发创新性的高温密封材料以及制造高性能的高温密封垫片，使得用户在应对各种严苛的高温工况时，能够确保密封的高可靠性，高安全性和长周期使用。

建议最终用户和工程公司需要按照具体工况进行最恰当的密封垫片产品选型，计算校核和安装。

Durlon® 极高温密封解决方案已经为广大用户带来了满意的使用效果。

Warning: Durlon® gasket materials should never be recommended when both temperature and pressure are at the maximum listed. Properties and applications stated are typical. No applications should be undertaken by anyone without independent study and evaluation for suitability. Never use more than one gasket in one flange joint and never reuse a gasket. Improper use or gasket selection could cause property damage and/or serious injury. Data reported is a compilation of field testing, field service reports and/or in-house testing. While the utmost care has gone into publishing the information contained herein, we assume no responsibility for errors. Specifications and information contained within are subject to change without notice. This edition cancels and obsoletes all previous editions.

DURLON®
SEALING SOLUTIONS