

## GYLON®的前世今生

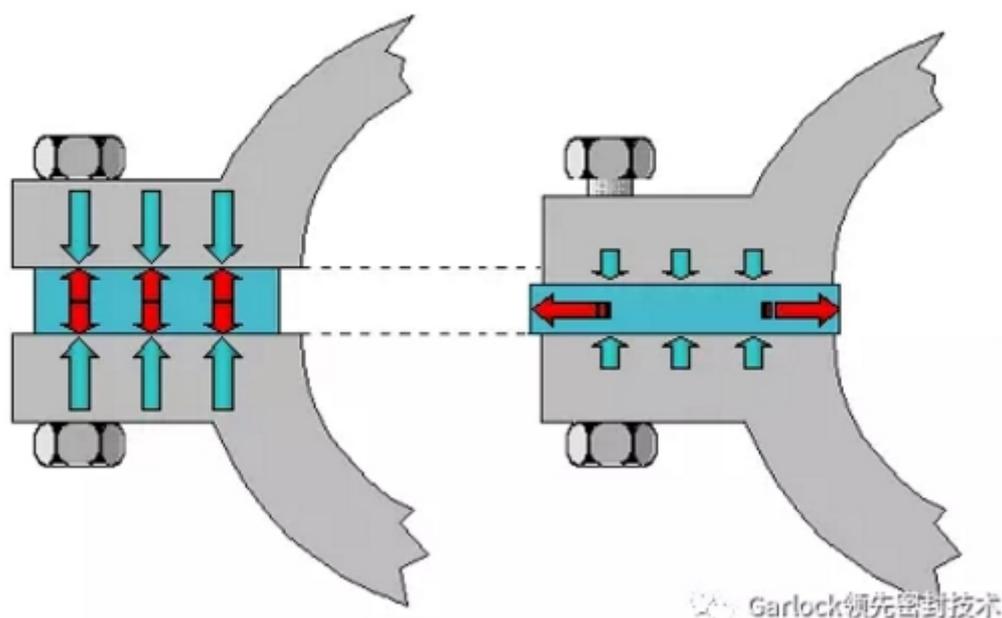
原创：Garlock 刘艳 Garlock 领先密封技术

说起 GYLON®这个词,相信业内人士都不陌生,不说是家喻户晓吧,但谈到密封垫片,确也是深入人心了.那么关于 GYLON®的前世今生呢?本篇文章就来细细说一说。

1938年,美国 Dupont 公司的化学家 Roy Plunkett 发现了 Teflon®——具有优良耐化学品的聚四氟乙烯(英文名称 Polytetrafluoroethylene, 英文缩写为 Teflon 或 PTFE),此发现对工业领域的影响意义深远。PTFE 材料具有抗酸抗碱、抗各种有机溶剂的特点,几乎不溶于所有的溶剂,同时具有耐高温的特点,且摩擦系数极低,这给密封行业材料变革带来了新的商机。



PTFE 相对分子质量较大,低的为数十万,高的达一千万以上,一般为数百万(聚合度在  $10^4$  数量级,而聚乙烯仅在  $10^3$ )。PTFE 是长链结构的高分子树脂,在长时间连续载荷作用下会发生塑性变形(蠕变),这给它的应用带来一定的限制。如当 PTFE 用作密封垫片时,为密封严密而把螺栓拧得很紧,但更易使垫片产生“冷流”(及蠕变)导致密封垫片被压扁。采用切削工艺生产的 PTFE 产品,其切削的痕迹让初始密封变得困难,同时 PTFE 冷流问题容易引起介质泄漏并导致过快的密封失效,温度/压力循环也将加快垫片的应力松弛进而引起垫片吹出。下左图为 PTFE 垫片初始安装时的受力示意图,下右图为一段时间后法兰垫片上的受力示意图。



1967年美国 Garlock 公司携手 Dupont 公司发明了型号 3500 黄褐色的 GYLON®专利垫片

材料，从此解决了 PTFE 作为垫片的蠕变困扰。PTFE 结构经过二氧化硅颗粒均匀分散改性后的 3500 型 GYLON®垫片，将切削和膨化等传统 PTFE 板材具有的典型的蠕变松弛和冷流问题最小化。且垫片可应用于强酸、溶剂、烃类、水、蒸汽、氯和低温物，这项创新在 1968 年被《化工过程》权威杂志授予瓦勒奖。随后 Garlock 公司继续研发了其它改性 PTFE 垫片来适应越来越多的化学品。其发明的高压缩率型号 3504 蓝色 GYLON®垫片可以处理中等浓度的酸（如醋酸等）和一些碱，以及型号 3510 灰白色 GYLON®垫片可用于强碱、中等浓度的酸、氯、渗透性强的化学单体（如氯乙烯、丙烯酸等）、气体等。



从一个个的 PTFE 大分子到 GYLON®构重组性的改性 PTFE 垫片成品，其制造工艺复杂且要求高。GYLON®采用独特的制造工艺，通过液态的充分搅拌，将独有的 PTFE 分散乳液与填充物在分子级别充分搅拌，通过专有的辊压系统反复压延后得到均匀结构的板材，此板材经过短时间的高温烧结，所含液态溶剂被 100%挥发回收，半成品成功烧结成强度均一的板材成品，在性能上体现为各向同性。由于均匀添加了无机物微颗粒，GYLON®密封材料拥有高度致密的结构和均一优异的性能，保持了卓越的抗化学品性和很好的抗吹出能力，解决了普通聚四氟乙烯用于密封易蠕变松弛的难题。

随着化学工业类的腐蚀性介质日趋复杂，市场上开发了多种新型管道法兰材质和结构，但匹配的密封难题又出现了。轻型法兰面粗糙或者刚性不够，密封面上荷载有限就很难使普通的垫片有效密封，而荷载过大容易使法兰变形或甚至开裂。1989 年 Garlock 公司研发了 3565 型 GYLON®垫片，其外层材料更柔软，法兰和垫片接触时可以有更好的压缩性，同时更为坚硬的内核可阻止介质渗透和防止垫片吹出。随着化学工业的产能持续增加，设备/管道法兰工况中水锤和压力峰变化愈趋普遍，需要新的密封方案来解决。Garlock 为此推出了型号 HP3560 和 HP3561 型 GYLON®垫片，这些垫片嵌入冲孔不锈钢内芯，同时具有耐高压和耐化学品特性。



在 1994 年 Garlock 为低载荷工况应用推出了型号 3545 型 GYLON®垫片，用于被腐蚀的、翘曲的和波浪状的法兰。3545 型 GYLON®非常柔软，由可压缩的外层和硬的 PTFE 内芯组成，是适合于需要硬质材料工况却难以密封的管道系统、阀和法兰的理想垫片材料，对于法兰面高度不平整或者受损的法兰面有很强的补偿作用。此外，Garlock 克服了工艺难题，将难分散的石墨材料成功均匀地分散到 PTFE 结构中得到了 3530 型 GYLON®。3530 型 GYLON®大幅度降低 PTFE 的孔隙率，其材料非常致密且耐受绝大部分化学品，解决了易腐蚀且易渗透的氢氟酸密封难题，为无机氟化工的蓬勃发展保驾护航。



21 世纪以来，世界各国对逸散泄漏越来越多的关注使设计工程师们摒弃了传统的大尺寸垫片燕尾槽拼接生产技术。为此，Garlock 开发了热焊接 GYLON®的专利工艺，专利工艺中不添加任何其它物质，完全杜绝了燕尾槽式泄漏途径并且使大尺寸 GYLON®垫片在使用时避免了过早吹出的问题。目前 Garlock 全球有两种热熔接技术在使用，一种德国技术的  $\Omega$  型对接熔融式（下图），一种为美国技术的斜面叠加式。两种加工工艺都能保证大尺寸 GYLON®垫片尺寸精确并保持了 GYLON®本体材料的强度和密封性。随着多晶硅行业的蓬勃发展，Garlock 全球各分公司的热熔接大尺寸垫片因尺寸精确、密封性紧密和低蠕变的特性获得市场高度认可，大量应用于多晶硅行业氢还原法的大尺寸关键设备中。



Garlock 的 GYLON®自面世以来，持续满足并超越顾客的期望。在 2008 年，Garlock 启用了纽约州总部全新的 GYLON®生产车间，这是 Garlock 耗时 5 年斥资 3500 万美金的工厂现代化项目的一部分。除了使用优秀的工艺体系保障质量和生产效率，新工厂引入了最先进的闭环回收系统可使生产过程中的溶剂全部回收以此消除 VOC

(Volatileorganicchemical 挥发性有机化合物，简称 VOC) 排放。Garlock 利用专利的配方、特有的生产工艺及质量控制流程，成功开发了一系列防范污染的 GYLON 材料，其配方和流程符合 FDA (美国食品医品管理局), USPVI (美国药典) 等苛刻的洁净要求，帮助客户行之有效地解决了医疗、食品和乳制品行业里各种工艺过程中的密封难题。

此外，Garlock 德国和中国团队积极配合业内领头羊企业开发电子级多晶硅原料，成功开发出配套高洁净度的 GYLON®材料，配合苛刻的检测手段保证半导体多晶硅专用洁净的 GYLON®垫片的质控流程。



GYLON® 工厂，位于美国纽约州 Palmrya 镇 Garlock 密封技术集团总部



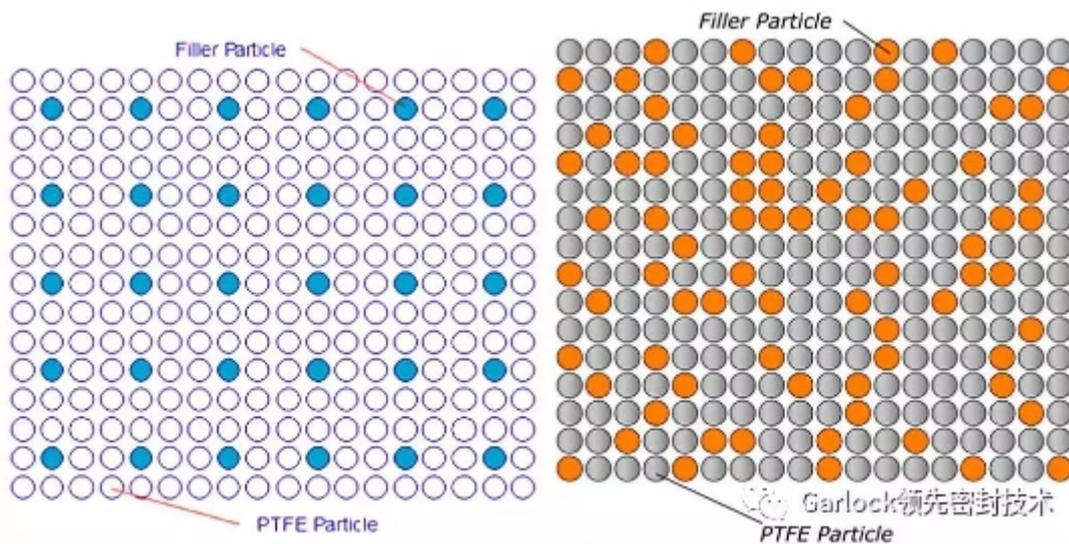
一直被模仿，从未被超越。

自 GYLON®问世以来，很多模仿的竞品宣称自己与 GYLON 等同。由于基础材料采用 PTFE，一般无机填充材料也能买到，加上 GYLON®改性材料的颜色很容易被模仿，肉眼真是很难辨优劣。作为工业品来说，外观相似并不代表性能相近。

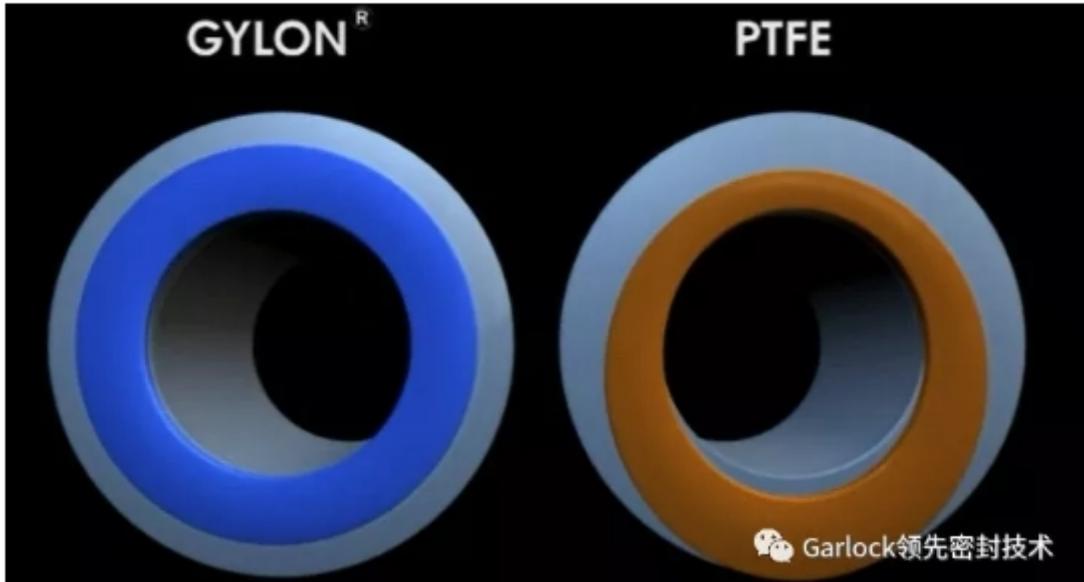
那么什么是真正的好密封材料？客户无法分辨 PTFE 基础选材的好坏和填充分散工艺控制，笔者建议从密封件的两个最基本的性能来了解和区别。

1) 密封性。测试标准可以是美国 ASTM 标准也可以是欧洲 EN13555 标准或中国 GB 国家标准。统一测试条件下，泄漏量大小相比则优劣性很容易区别。

2) 蠕变松弛。改性 PTFE 的改性效果好坏，就在于垫片材料能否长期有效保持密封。蠕变松弛最能说明问题。蠕变松弛率低，则保持螺栓扭矩的能力高，不易松弛，长期密封有效。



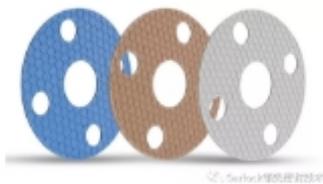
GYLON（左图）和一般改性 PTFE（下右图）的微观结构对比



GYLON 和一般改性 PTFE 使用效果对比

当然作为改性垫片来说，工艺可靠、改性均匀则板材性能各向同性，改性不均匀则直接影响到成品性能是否均匀。此外，一般密封件厂商会提供很多典型性能供客户参考，如拉伸强度、压缩率、回弹率、耐化学品性等，建议您和您的密封件合作伙伴一起结合实际工况做讨论，挑选出最合适的密封应用方案，共建一个更加清洁、安全的美好世界。

随着工业蓬勃发展到 21 世纪初，世界各地对于逸散泄漏的控制和规定愈发严格。德国 VDI2290 规范在 2012 年 7 月发布生效并成为德国空气污染委员会(TA-luft)的一部分，密封性及逸散排放在每个工厂业主议程中成为一个主要话题。最新 VDI 允许的逸散排放量为  $0.01\text{mg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ ，即周长为 1m 的密封垫片允许每秒 0.01mg 的最大泄漏量（旧版本为： $0.1\text{mg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ ）。除了符合 TA-luft 的常规 GYLON®材料外，Garlock 也在持续开发更低泄漏率更易安装更不易蠕变的新一代 GYLON®材料。

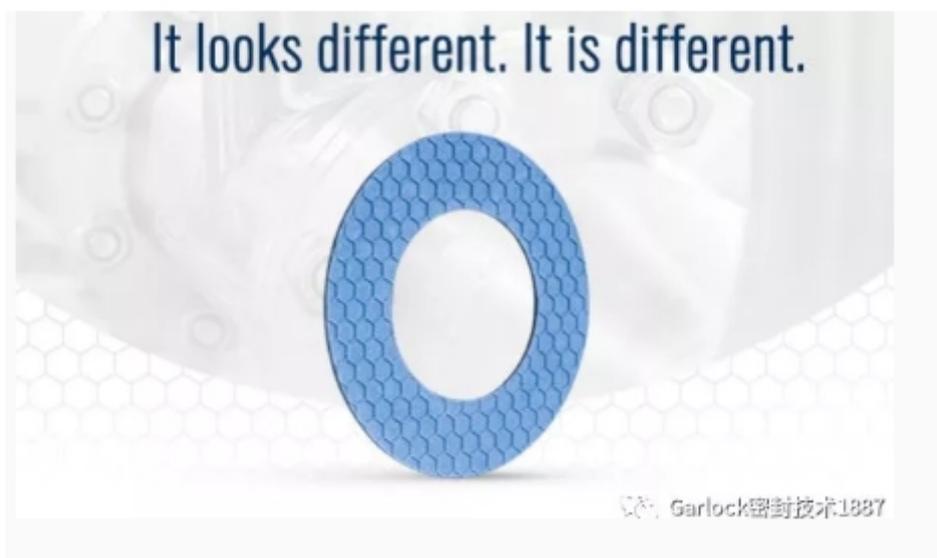


2018 年 Garlock 向全球客户发布了 GYLON®EPIX™新一代材料。它使用表面突起的结构，并基于已经验证优异性能 GYLON®材料制造，创制成具有高度整合优化密封性能的材料，高度的压缩率提高 GYLON®EPIX™新一代材料与法兰的补偿性，也降低了冷流形变，更方便安装。

GYLON®EPIX™已获得全球 15 个以上的专利。Garlock 是专门为满足工业上的密封需求提供实际可靠的解决方案。由于改进了的结构设计，可按颜色辨别的材质以及单一的厚度，GYLON®EPIX™让密封更简单容易。

此外，Garlock 应用团队针对垫片失效案例做了一些原因调查。调查发现 100 个失效

垫片案例中，68 个失效例子都是由于压缩不足（扭矩不足）导致的，14 个是压缩过量（扭矩过大）造成的。除了专业的密封件外，每年 Garlock 全球同仁也举办多种多样的技术交流和培训，传授给客户正确选用垫片和安装垫片的方法，帮助客户提升流体密封安全意识和实践水平。



Garlock 的某些工业密封研究和研发机构在全球保持领先。从材料研发到产品设计，我们从未停止寻求更适合客户需求的方法。重视环境可持续性发展, 保护地球的美丽与资源, 是我们一直以来的追求.



更多信息请关注 Garlock 微信公众号，或者登陆官网：[www.garlock.com.cn](http://www.garlock.com.cn) 文章属 Garlock 公司版权。