

加工指南

Compression Molding 压塑成型手册



目录

简介	2
设备和模具要求	2
7步压塑工艺	2
组件性能	3
故障排除	5

在当今这个竞争激烈的世界，您希望从先进材料供应商那里得到的绝不仅仅是材料本身。挖掘高性能聚合物的最大潜力，意味着将组件设计与材料选择和优化工艺结合考虑。这是实现最大使用价值以及以尽可能低的组件成本达到高制造效益的关键所在。设计和材料选择确定之后，要提高产品质量和产量，工艺优化就变得至关重要。

威格斯聚合物解决方案事业部在业内拥有超过40年经验，专为帮助客户挖掘聚芳醚酮(PAEK)聚合物及相关产品的最大潜力。我们提供各种各样的VICTREX PEEK产品，在广泛的温度范围和极端条件下这些产品均能提供出众的性能，且每种产品都能很方便地在标准设备上加工。

在聚芳醚酮的设计、材料选择和加工支持方面，我们都能为客户提供无与伦比的技术支持。作为这种技术支持的一部分，我们编写了这份手册，为您优化压塑成型加工条件助一臂之力。此外，我们遍布世界各地的技术团队可以为您在原型构建、应用开发、设计和模拟上提供帮助，并在替代金属材料的相关应用中提供支持。

我们数量不断增加的技术中心拥有支持全系列 VICTREX PEEK 产品的加工设备，提供现场加工培训和广泛的材料及特征分析。我们可为特定应用项目提供量身定做的数据生成服务，为此提供支持的是建立在大量产品和应用基础上，并不断丰富数据库。同时，通过与各大学术机构合作，及参与众多行业领先的研究项目，我们的技术知识和能力进一步得到了加强，使我们能够与客户合作开发更多创造性的解决方案。



VICTREX™ PEEK

VICTREX™ PEEK聚合物以及其耐高温变体VICTREX HT™聚合物以及 VICTREX ST™聚合物，被公认为全世界性能最佳的热塑性材料之一。产品的供应形式包括熔体过滤颗粒、碾磨精细粉末或含有功能性填充物和增强剂的复合材料。在高性能应用的设计与制造中，这些聚合物用来替代金属和其他材料，以提高性能增强设计自由度，同时降低系统成本。

APTIV™ Films

威格斯 APTIV™薄膜外形很薄且非常柔韧，提供VICTREX PEEK聚合物的所有出色性能，其高性能组合包括热成形性和优异的声学性能，使其成为目前性能最好、用途最广的热塑性薄膜。APTIV薄膜这项技术突破，有助于降低系统成本并改善产品性能，同时提供更大的设计自由度并简化工艺流程。

VICOTE™ Coatings

VICOTE™ 涂料由VICTREX PEEK聚合物制成，为环保高性能专用涂料。这种粉末和水融分散体提供高温性能、出众的抗划伤性和耐磨性、高强度和耐久性。与传统涂料相比提高了性能、延长了应用寿命、提高了设计自由度，同时降低了系统成本。

VICTREX Pipes™

VICTREX Pipes™是由VICTREX PEEK 聚合物制成的耐久、轻质的挤出管材产品，具有耐高温性能和独特的综合性能。VICTREX Pipes是金属和低性能聚合物的理想替代材料，该聚合物管材具有优秀的耐化学性和耐腐蚀性、低渗透性、耐磨损性和抗冲击性。

耐高温性能

优异的耐高温性能，连续使用温度达260°C，可以在苛刻的环境中为产品带来更长的使用寿命、可靠性以及更宽的安全范围。

机械强度和尺寸稳定性

威格斯材料优异的强度、刚性和长期耐蠕变和耐疲劳性能，使其可用以设计重量更轻、耐久性 or 强度更高的零部件。

耐磨性

在潮湿或干燥磨损环境中，低摩擦系数和优异的耐磨性有助于延长零件的使用寿命和维持其完整性。

耐化学腐蚀性

对多种酸、碱、烃类和有机溶剂具有优异的耐受性，甚至在高温下也具有耐腐蚀性。

耐水解性

威格斯材料的吸湿性和渗透性很低，不会在水、蒸汽或海水中水解，因此成功地被用来提高组件的可靠性。

电气性能

在极宽的频率和温度范围内可保持优异的电气性能，满足电气和电子工程应用的苛刻要求。

低烟尘、低有毒气体释放量

无需使用添加剂即可自熄，燃烧产生的气体毒性极低。

纯度

释气与萃取物极低，适用于更清洁的生产。

环保

完全可回收、无卤素、符合RoHS和REACH标准。

质量和供应保障

所有生产通过 ISO 9001:2008认证，符合欧盟安全 and 环境法规。我们不放过每个细节 – 对每个批次的聚合物进行多达 50多种检测 – 向我们的客户保证产品质量和一致性。

作为世界上唯一一家垂直整合的聚酮材料解决方案提供商，我们对关键性原材料拥有完全的掌控 – 这一点对聚合物质量的一致性而言至关重要。

我们的宗旨是在产能方面必须有超前意识，这意味着我们在保障客户供应方面具有无可比拟的实力。我们的两个独立运营的聚合物工厂拥有年产4,250吨的产能。通过集中式物流系统和当地配送仓库，我们在世界各地均可提供快速交货(一般在7天之内)。

简介

在处理小批量生产或较大组件，如用于油气应用的大直径密封圈，或用于项目早期阶段加工原型组件的制备时，压塑成型工艺仍然是一项非常有用且经济的传统技术。

相比注塑成型，压塑成型的优点包括：

- 设备和模具的资金投入少。
- 能够成型较大和较厚组件(注塑成型通常的极限厚度为15mm到20mm)。

压塑成型最显著的劣势是生产率低。对于VICTREX PEEK、VICTREX HT和VICTREX ST等热塑性材料而言，周期时间通常达数小时或者更久。

设备和模具要求

液压设备应能够产生足够的压力实现无孔隙成型；压实阶段通常要求型腔中有350bar的压力。液压设备应配备两块加热板，确保能够将模具加热到400°C(加工PEEK或HT)或450°C(加工ST)。

建议在模具周围配备独立控制的加热器，以确保在模塑过程中没有冷区，对于较长模具尤其建议如此。模具长度一般是成型件的两倍以上，所以有必要确保压力设备有足够的板间间隙来容纳模具。

模具应使用洛氏硬度50HRc以上的高温耐腐蚀金属(如H13)制造，能经受最高400°C(对于ST的情况是450°C)下的多次加热/冷却循环。设计模具时必须注意确保钢材的厚度足够承受加工过程中施加的高压而没有断裂的危险。

绝大多数压塑成型件是厚壁制品，所以需要在冷却过程中保持高压。为了在熔融温度下将高压保持更长时间，建议操作时采用严格公差的首圈，以避免过量熔体在运动件之间流动。密封圈和滑动模块之间的间隙应在50µm以下。

为便于脱模，建议使用脱模剂。脱模剂应在高于加工过程最高温度时仍保持稳定。

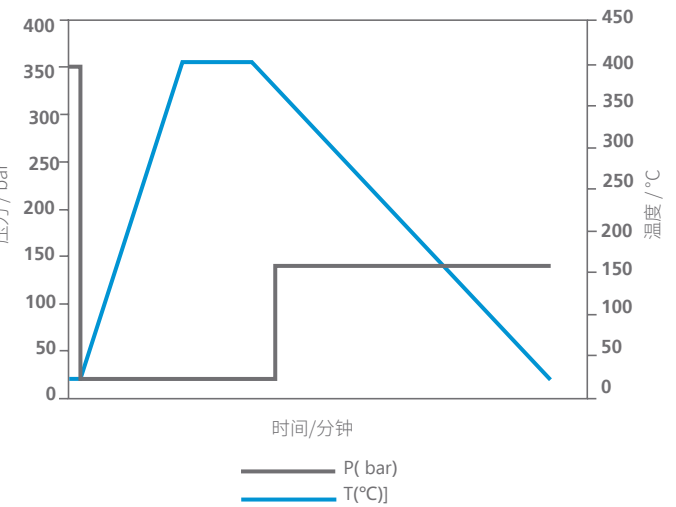
7步压塑工艺

1. 彻底清洁所有组件，装配模具。内表面必须绝对清洁，以避免在成型件中形成黑斑。Victrex微细粉末在压塑前需烘干；PEEK 450PF和HT P45PF应在150°C下烘干3小时，ST P45PF则应在180°C下烘干3小时。在烘干以及所有加工阶段中，至关重要的是确保Victrex材料保持清洁，不受任何交叉污染。
2. 在所有与熔体接触的表面涂上脱模剂，待其干燥。
3. 模具填充并压实：
生产组件所需粉末的量可通过以下公式近似计算：
$$\text{粉末重量} = \text{组件体积} \times \text{密度} \times 102\%$$

将粉末装填到模具中，将密封圈放在顶部并施加高压(350 bar型腔压力)将粉末压实。添加更多粉末，重新压实，直到充填到所需的粉末量为止。
4. 将热板和模具的加热器设定到需要的温度(PEEK 450PF或HT P45PF一般是400°C，ST P45PF一般是420°C)并尽可能快地加热，同时施加较低的型腔压力($\approx 20\text{bar}$)。
5. 系统达到设定温度后，应使其在恒定温度和压力下保持一段时间(具体取决于成型件大小)，以形成熔体的均匀性。
6. 施以高压，关闭加热器，待系统自然冷却到室温。
7. 脱模：打开模具，取出PAEK成型件。

PEEK 450PF典型的温度-压力曲线如图1所示；具体大小可能各不相同，取决于模具和组件设计。

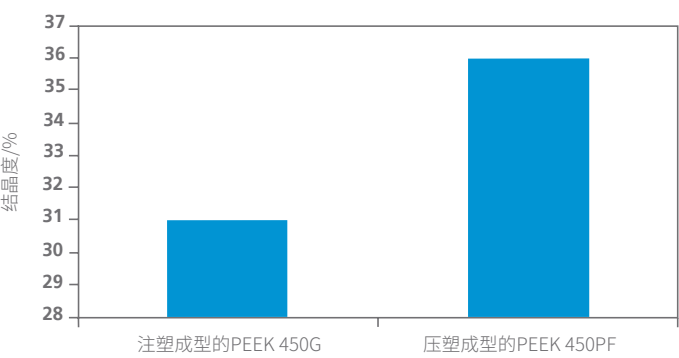
表1: PEEK 450PF典型压塑成型工艺的压力和温度曲线，用时间函数表示。



组件性能

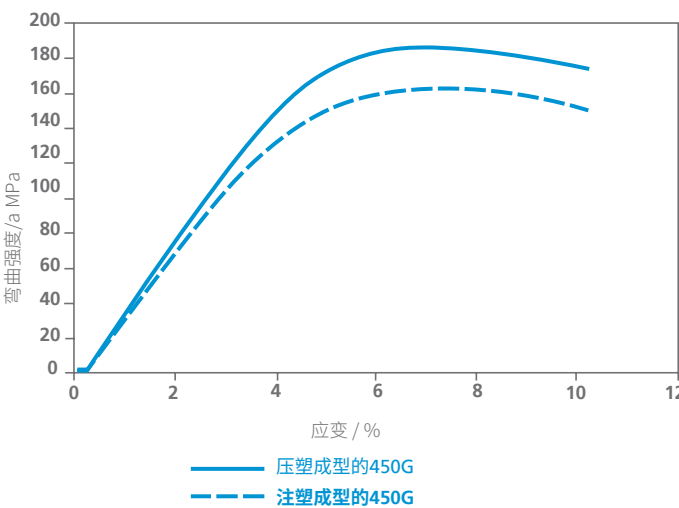
压塑成型的冷却过程可以比注塑成型工艺慢很多，因此材料在压塑成型件中达到的结晶度水平(≈ 35%)将会比注塑成型件(≈ 20% - 30%)更高。这将对Victrex材料的机械性能造成影响。

表2：PEEK 450G注塑成型件的典型结晶度与PEEK 450PF压塑成型件的比较。



使用压塑成型无填充PEEK加工的试样比注塑成型样品的强度和刚性更高，拉伸性能也有类似的提高。

表3：压塑成型件的典型弯曲性能与注塑成型件的比较。



必须用适量的VICTREX PAEK粉末小心充填清洁的模具。

通过使用威格斯微细粉末牌号可获得最佳的组件性能。压塑成型工艺缺乏剪切力，这意味着不适合颗粒成型。得到的零件在被压缩颗粒之间存在粒状分界线，这一点与熔接痕相似，将使得机械性能下降。此外将更难在模具中实现同样高的填充密度，这会造成遍布整个零件的孔隙。

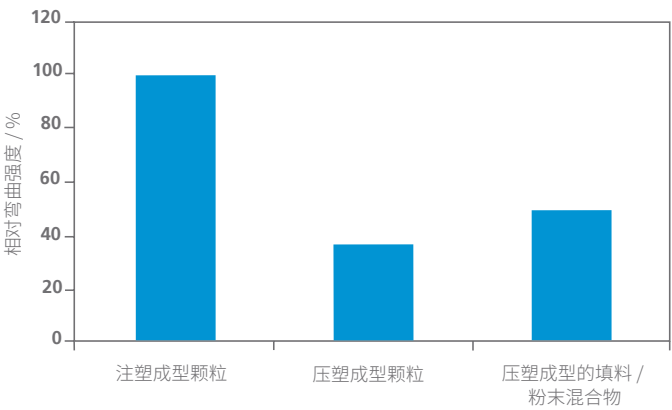


可进行弯曲性能测试来监测压塑成型件的质量。

同样，使用纤维增强颗粒进行压塑成型时，剪切力的缺乏也会造成颗粒之间熔接痕的分界线，其机械性能一般会比未填充注塑成型件更低。此外，也经常可以发现组件粒状边界线之间发生开裂。增强组件的建议成型步骤是将PAEK微细粉末与磨制纤维制成混合物，因为经验表明使用这种技术可以得到机械性能优异的组件。

如图4所示，使用压塑成型纤维增强颗粒加工出的样品显示出的弯曲强度和刚性相比注塑成型样品显著降低(拉伸行为也有相似表现)。但是，使用PEEK 450PF和磨制纤维组成的粉末混合物显示出性能上的明显提高，类似于挤出半成品型材预期能达到的水平。

表4：压塑成型和注塑成型450CA30粒料弯曲性能与磨制纤维/粉末混合物的比较。



很明显强度仍低于注塑成型样品，这是因为纤维取向效应造成的。注塑成型的纤维沿流动方向排列，使其在纤维流动方向上具有优异的机械性能，而在垂直于流动的方向上性能显著降低。使用压塑成型件加工出的样品，由于在加工过程中缺乏剪切，其性能具有各向同性。

为将来的注塑成型零件制作原型时必须加倍注意，用压塑成型件加工出的零件性能可能有很大的差异，对薄壁零件而言尤其如此，其中加工后的纤维增强压塑成型件相对注塑成型件强度可能会差很多。



在使用威格斯细粉牌号时可得到最佳的组件性能。



就像这个电镀环上所看到的那样，压塑成型零件上可能要进行机械加工等二次加工。

故障检修

最常见的加工问题往往是由不正确的加工条件或清洁度不够所造成的。下表展示了经常会遇到的缺陷、可能原因以及建议纠正方法的概述

缺陷

空洞	
可能原因	解决办法
冷却过程中压力不足	提高压力
过度溢边	检查模具密封
冷却过快	降低冷却速度
压力没有保持整个冷却过程	保持压力至脱模

表面黑斑	
可能原因	解决办法
模具表面污染	提高模具的清洁度 (无尘布)

内部黑斑	
可能原因	解决办法
粉末被污染	检查干燥烘箱和其它可能污染源的清洁度

有显著变色的黑斑	
可能原因	解决办法
高温下的保持时间过长	修改工艺，降低温度并缩短时间

降解	
可能原因	解决办法
温度过高	降低温度设定， 检查设定温度的准确性
保持时间过长	优化工艺
系统加热过慢	考虑提高加热器功率或在可能时增加额外的加热器
型腔内残留空气过多	调整最初的压实工艺

未熔融粉末	
可能原因	解决办法
可能原因	解决办法
温度不够	提高设定温度
保持时间不够	延长保持时间
模具不均匀	检查模具中是否有冷区

技术支持

威格斯聚合物解决方案事业部专注于聚芳醚酮产品，可全面满足您对质量、技术和供应保障的要求。当今的竞争环境异常激烈，因此选择一家拥有先进技术并且技术服务最深入、响应最快的领先供应商携手合作， 是取得成功的关键。

联系我们
了解更多信息

产品选择

点击
或扫码



询价

点击
或扫码



联系威格斯

点击
或扫码



总部位于英国的威格斯是享誉全球的聚醚醚酮高性能聚合物解决方案的供应商，专注于汽车、航空航天、能源（包括制造和工程）、电子和医疗等战略市场。每天有数百万人依赖于采用威格斯聚合物制成的产品或组件，应用领域横跨智能手机、飞机和汽车、石油和天然气作业以及医疗器械。凭借40多年的经验，我们利用PEEK和PAEK聚合物以及半成品和成品部件，开发全球领先的解决方案，为客户打造市场优势，为环境与社会发展做出贡献，并为股东创造价值。如需了解更多信息，请访问威格斯官网 (www.victrex.com) 或关注我们的微信公众号。

World Headquarters

Victrex plc
Hillhouse International
Thornton Cleveleys
Lancashire
FY5 4QD
United Kingdom

tel +44 (0)1253 897700
fax +44 (0)1253 897701
mail victrexplc@victrex.com

Asia Pacific

Victrex High Performance
Materials (Shanghai) Co Ltd
Part B Building G
No. 1688 Zhuanxing Road
Xinzhuang Industry Park
Shanghai 201108
China

tel +86 (0)21-6113 6900
fax +86 (0)21-6113 6901
mail scsales@victrex.com

Europe

Victrex Europa GmbH
Langgasse 16
65719 Hofheim/Ts.
Germany

tel +49 (0)6192 96490
fax +49 (0)6192 964948
mail customerservice@victrex.com

Japan

Victrex Japan Inc
Mita Kokusai Building Annex
4-28, Mita 1-chome
Minato-ku
Tokyo 108-0073
Japan

tel +81 (0)3 5427 4650
fax +81 (0)3 5427 4651
mail japansales@victrex.com

©Victrex plc September 2016

©威格斯公司2025更新

Victrex plc believes that the information contained in this document is an accurate description of the typical characteristics and/or uses of the product or products, but it is the customer's responsibility to thoroughly test the product in each specific application to determine its performance, efficacy, and safety for each end-use product, device or other application. Suggestions of uses should not be taken as inducements to infringe any particular patent. The information and data contained here in are based on information we believe reliable. Mention of a product in this document is not a guarantee of availability. Victrex plc reserves the right to modify products, specifications and/or packaging as part of a continuous program of product development. Victrex plc makes no warranties, express or implied, including, without limitation, a warranty of fitness for a particular purpose or of intellectual property non-fringement, including, but not limited to patent non-infringement, which are expressly disclaimed, whether express or implied, in factor by law. Further, Victrex plc makes no warranty to your customers or agents, and has not authorized anyone to make any representation or warranty other than as provided above. Victrex plc shall in no event be liable for any general, indirect, special, consequential, punitive, incidental or similar damages, including without limitation, damages for harm to business, lost profits or lost savings, even if Victrex has been advised of the possibility of such damages regardless of the form of action.

VICTREX™, APTIV™, VICOTE™, VICTREX PIPEST™, VICTREX HT™, VICTREX ST™, VICTREX WG™, PEEK-ESD™ and the Triangle (Device), are trademarks of Victrex plc or its group companies.

