

加工指南



**Injection**Molding

**注塑成型手册**



## 目录

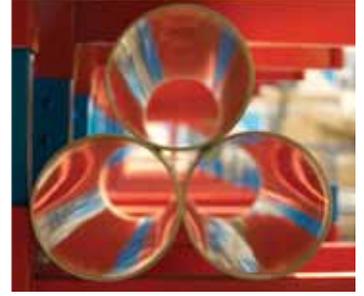
简介	2
成型准备	2
操作处理	2
干燥	2
回收再利用	3
热稳定性	3
流变性和加工性	3
净化	4
成型设备	5
设备所需材料	5
料筒加热	5
料筒容量	5
喷嘴和闭锁系统	6
锁模压力	6
螺杆	6
模具设计	7
设备所需材料	7
排气	7
加热	7
主流道	8
浇口	8
热流道	8
设备参数设置	8
温度设定	8
螺杆转速	9
背压	9
注塑压力	9
保压压力	9
收缩率	9
公差	10
金属嵌件	10
加工周期 / 冷却时间	10
模拟分析	10
先进成型技术	11
注塑缺陷分析	12

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

## APTIV™ Films

## VICOTE™ Coatings

## VICTREX Pipes™

VICTREX™ PEEK聚合物及其耐高温变体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。

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™ 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™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，符合欧盟安全和环境法规。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

威格斯聚合物是一种线性芳香族半结晶态热塑性材料，被公认为是在可使用传统热塑设备加工的综合性能最佳的材料。所有适用于半结晶态聚合物的一般成型指南也适用于威格斯材料的注塑成型，但鉴于威格斯材料更高的熔点，操作时需要特别注意一些方面，简要总结如下。

### 高温性能：

加工PEEK所使用的塑化装置必须能够在高达400°C的温度工作，加工HT和ST的塑化装置则必须能够在高达430°C的温度工作。模具最低表面温度必须达到170°C，这样注塑件产品才能达到标准的结晶度水平，从而获得预期的材料性能。

### 水分含量：

威格斯材料虽然不是吸湿性材料，但是在材料成型前必须进行干燥。

### 清洁度：

必须避免污染 – 极力推荐采用干燥专用盛放器具。

### 浇口和流道：

浇口和流道要比其它工程聚合物或高性能聚合物成型所用的更大。

详细内容请见下文各节。组件设计不属于本手册讨论范围，但是适用于其它热塑性塑料的标准聚合物设计指南同样适用于威格斯材料。若想获得技术团队的设计协助，请与您当地的威格斯代表联系。

## 成型准备

### 包装

威格斯材料一般密封在聚乙烯袋中，再装入坚固的纸板箱或扁平箱里。强烈建议在后续的运输和储存过程中，该材料一直密封保存在原包装中。需要使用时，应在清洁环境中打开箱子，并小心避免污染。任何剩余材料都必须尽快重新密封，并存放在干燥地方。只要把原材料密封在原包装内，并在标准条件下存放，标准条件定义为密封、干燥、室温和没有阳光直射。其储存期可超过10年。

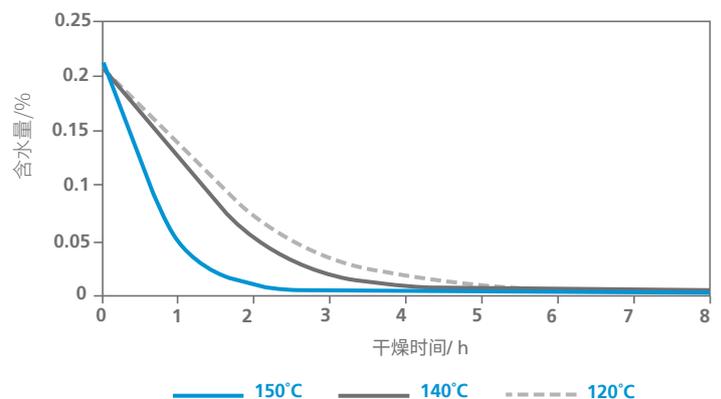
### 干燥

虽然威格斯材料在正常情况下是以原包装干燥形式供应，但是它们有可能会吸收大气中的水分。为了实现最佳工艺和性能，颗粒应进行干燥，使其含水量低于0.02%。

威格斯材料很容易在标准空气循环炉中干燥，在150°C ~ 160°C的温度下放置2 ~ 3小时即可认为已经完成干燥。当在盘中干燥时，颗粒厚度应不超过25mm。使用真空烘箱或除湿/干燥机，可以加速干燥过程，如图1所示。除湿/干燥机必须能够保持-40°C的露点或饱和温度。

为了避免材料交叉污染，建议威格斯材料采用专用设备。如果条件不允许或者不同材料在烘箱中同时干燥的话，则建议采用良好的管理和隔离措施。

图1：不同温度下，在除湿干燥机中(-40°C露点)干燥威格斯 PEEK 450G



## 回收再利用

对于大多数热塑性材料来说，将余料加以回收并再次加工是优化/提高使用率的一种常见做法。这意味着可以回收利用其注塑成型材料。在建议的加工条件下工作时，威格斯材料具有优异的热稳定性，适合以这种方式回收再利用，因此可以回收未填充牌号的研磨材料，而不存在热降解副作用。对于纤维填充牌号来说，回收再利用将导致纤维长度缩短，对机械性能造成相应的不利影响。对利用回收物料的一般建议是，未填充聚合物的回收量不要超过总重要的30%，填充复合物的最大回收量则不超过总重量的10%，不过我们建议客户自己来验证这一具体数值。还需指出的是，回收再利用会带入来自其它聚合物和研磨设备的外来交叉污染。由于加工威格斯材料时温度较高，污染导致产生黑斑，会对生产组件造成严重的质量影响。强烈推荐使用回收再利用专用设备。

## 热稳定性

威格斯材料的热稳定性可根据聚合物和材料组成进行大致分类：PEEK、HT和ST熔点和加工温度依次上升，热稳定性依次下降；玻璃纤维填充产品的稳定性进一步降低。

虽然最好不要让这些产品在高温环境长时间停留，当然有时无法避免这种设备停机，因此在操作时请遵循以下指导方针：

- 对于加工过程中的短时间设备停机，材料可以在其熔点温度以上的一个相对较低温度保持稳定，不发生明显的退化现象。对于PEEK和HT来说，这一时间和温度关联临界值分别大约为1小时 / 360°C或30分钟 / 380°C，当玻璃纤维填充产品成型时，时间要分别缩短50%，当ST产品成型时，停机时间不应超过5 ~ 10分钟，尤其是加工玻璃纤维填充的ST 45GL30时。
- 若预期需要停机1 ~ 2小时，应将温度降到稍低于材料熔点：对PEEK来说，该温度为340°C；对HT来说，为370°C；ST类产品不应长时间停留在料筒内。
- 若停机更长时间，料筒需作完全清洗和彻底清理。

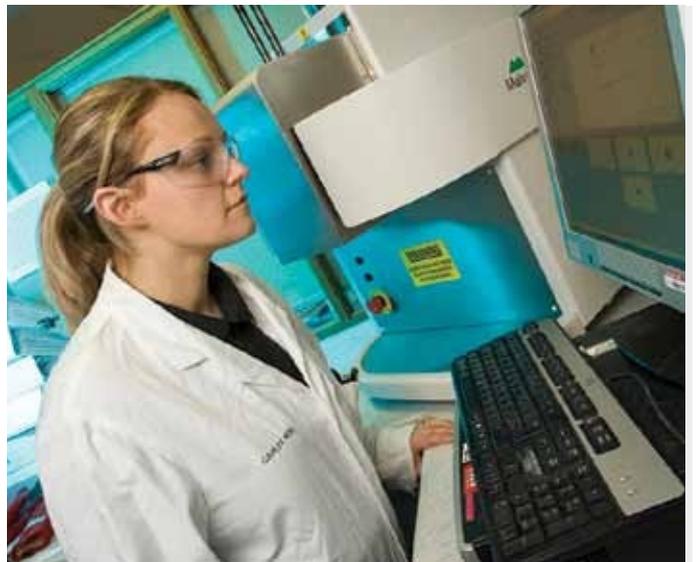
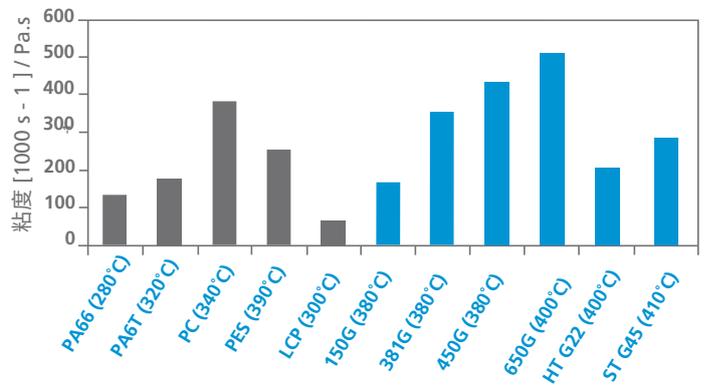
在任何加工中断时，料筒温度需回到建议温度。料筒须用新树脂清洗，直到熔体被完全清除。建议舍弃最初的几个成型产品。具体产品推荐请见产品数据表，该表可从您当地的威格斯代表处获得。

## 流变性能和加工性能

与大多数热塑性材料一样，威格斯材料的熔体粘度随温度变化而变化，并具有剪切稀释现象。威格斯材料和其它的工程塑料在剪切速度1000s<sup>-1</sup>时熔体粘度的对比情况如图2所示。虽然威格斯材料的加工温度最高，它们的熔体粘度与聚碳酸酯熔体相近。

威格斯还提供一系列用于薄壁成型的高流动材料，粘度与PA材料相近。

图2: 各种热塑性材料在典型加工温度、剪切速率1000 s<sup>-1</sup>时的剪切粘度



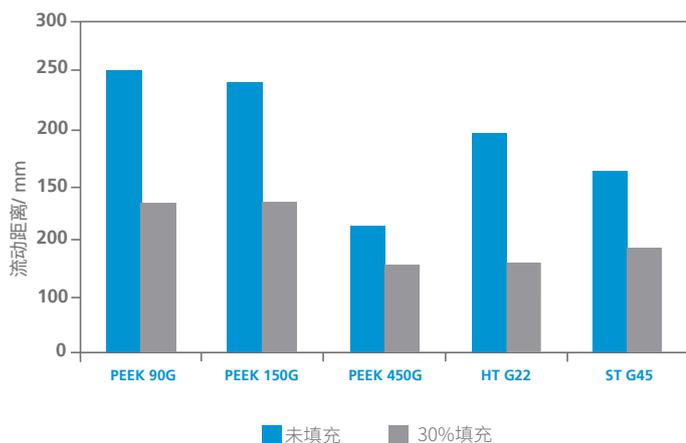
采用最先进的试验设备测定剪切粘度。



通过准确的过程控制，可以实现高质量成型。

基于PEEK 450的材料粘度比基于PEEK 150和PEEK 90的更高。将威格斯聚合物与玻璃纤维或碳纤维共混，粘度增加量取决于填料类型和含量；未填充材料和填充30%的共混物的1 mm厚螺旋流模具的流动距离如图3所示。

图3：建议加工条件下各种威格斯材料的螺旋流动距离(横截面1mm x 6mm)



## 净化

在理想条件下，应该使用完全清洁的设备加工威格斯材料和复合物。对于注塑成型机来说，这要求将螺杆从料筒上拆下，并进行清洁。如果不能拆下螺杆，则必须采取净化措施。合适的净化材料是那些在温度达到380°C时仍然保持性能稳定的材料(需特别注意，这些材料包括PES和PEI)；而且现在市场上有专门用于威格斯材料加工温度下的净化材料。

## 开机程序

在加工威格斯材料之前，必须清除设备里所有其它聚合物的残留物。由于加工威格斯材料的加工温度较高，来自其它聚合物的交叉污染将导致退化和黑斑产生。

- 应该在料筒内停留物料的加工温度下进行清洗。
- 开始清洗，直到清洗材料上看不到应去除材料的残留物为止。
- 停止送入清洗材料，并清空螺杆。
- 设定料筒加热器，使其达到威格斯材料要求的加工温度。
- 当达到加工温度时，将威格斯材料送入螺杆并挤出，直到形成清洁的熔融物。

## 关机程序

在加工其它材料之前，必须从加工设备中清除威格斯材料。如果螺杆和料筒是有带表面氮化处理层的，而威格斯材料在氮化层上固化的条件下，它会导致氮化层金属被剥离下来，这一点也很重要，所以不推荐使用带氮化层的螺杆和料筒。

- 清空装载威格斯材料的料斗和料筒。
- 送入清洗料，直到看不见材料的残留物为止。
- 降低所有料筒区域的温度设定，使其达到清洗材料的稳定温度。
- 继续送入净化材料，直到料筒内实际温度低于300°C。
- 停止送入清洗材料，并清空螺杆。

## 成型设备

威格斯材料可以由通用往复式注塑成型机进行加工，只要料筒加热圈能够支持高温加工即可。最有效的做法包括使用陶瓷加热带和料筒覆盖层。当加工紧密公差部件时，带电动注射装置的机器比传统液压机器更能提供精密的控制工艺。

### 螺杆和料筒材料的选择

机器磨损是所有工程热塑性塑料加工设备的常见问题，当注射成型填充纤维的材料是，这个问题尤其严重。为了使磨损最小化，螺杆、模头和料筒必须加以硬化。硬化工具钢最常用的办法是氮化法。此技术可提供必须的表面强度，以防止熔融物引起的过度磨损。在威格斯材料与氮化涂层接触时，必须确保材料没有冷却和固化。聚合物与氮化涂层经常粘得很牢固，这种粘合力会把涂层从金属表面剥落。下述钢材已经成功用于制造适合威格斯材料的加工设备：

- D2工具钢(马氏体铬工具钢)
- WEXCO 777
- CPM-10V
- CPM-9V
- S32 219(不锈钢)

实践证明，使用耐腐蚀的双金属材料制成的螺杆和料筒可获得满意的效果。应避免使用铜，铜合金材料，因为在威格斯材料的加工温度下，它们可能产生降解。用于运输熔融物的金属部件，其表面应该进行光滑处理，并高度抛光。如果这些部件的表面粗糙度增加，会导致熔融物粘结在金属部件上，从而延长停留时间，增加黑斑的形成机会，阻碍聚合物的流动。

### 料筒加热

为了成功地将PEEK及其复合物加工成型，料筒加热器必须能够达到并保持在400°C；当加工成型HT、ST及其复合物时，料筒加热器必须能够达到并保持在430°C。大多数注塑成型机无须调整即可达到这样的温度。如果需要调整，通常是安装温度范围更大的加热器和控制器。与云母加热器相比，最好采用陶瓷加热器，它能在每次注塑时都提供均匀一致的加热。此外，推荐使用可以带来加工和成本节约收益的料筒覆盖层。

沿螺杆和料筒到料斗的热传导可能会降低输送效率。为保证良好的料斗进料，加料口温度应保持在70°C ~ 100°C，可以通过水冷却实现热控制，但是必须注意保持后部区域的温度。

### 料筒容量

与所有聚合物加工一样，材料的停留时间必须尽可能短。在理想情况下，料筒容量应为总射出重量(包括浇口和流道)的2 ~ 5倍。如果在料筒容量大于以上比例的注塑机上进行注塑加工，则温度可以比建议温度低10°C ~ 20°C(参见故障检修一节)。降低HT和ST材料加工成型时的温度必须小心，因为这些材料更容易在喷嘴处固化。



加工成型机尺寸应适合待生产部件。

## 喷嘴和闭锁系统

在正常操作过程中，整个循环周期的大部分时间内料筒的喷嘴和模具的主浇口套都会互相接触，而浇口套的温度明显低于熔融物和喷嘴。威格斯材料有一个很高的固化点 $T_c$ ，如果温度下降到 $T_c$ 以下，熔融物将很快固化。因此，需要将足够大的加热器安装在喷嘴处，以防止降温和产生注塑冷料，这一点是很重要的。一般情况下，因为熔融物很可能在喷嘴与模具主浇套接触位置发生固化与/或降解，所以建议不要对威格斯材料使用延长型喷嘴。

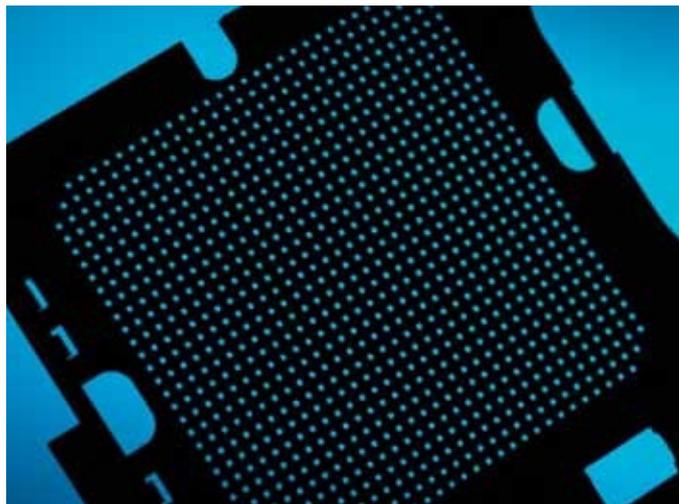
对于建议的加工温度，威格斯材料一般具有足够高的粘度，可以采用开放型喷嘴系统。建议不要使用闭锁型喷嘴，因为它们常产生熔融物死角，并减低射出时的压力。如果出现过量的原物料从喷嘴流出，可稍微调低熔体压力，但与此同时模腔需要增加适当的排气措施。

## 锁模力

制品和流道在分型面上的投影面积决定了在最大射出压力下，防止模具胀开所需的锁模力。加工薄壁部件时的注塑压力可超过2000 bar，特别是当使用的材料是增强型威格斯材料时。

## 螺杆

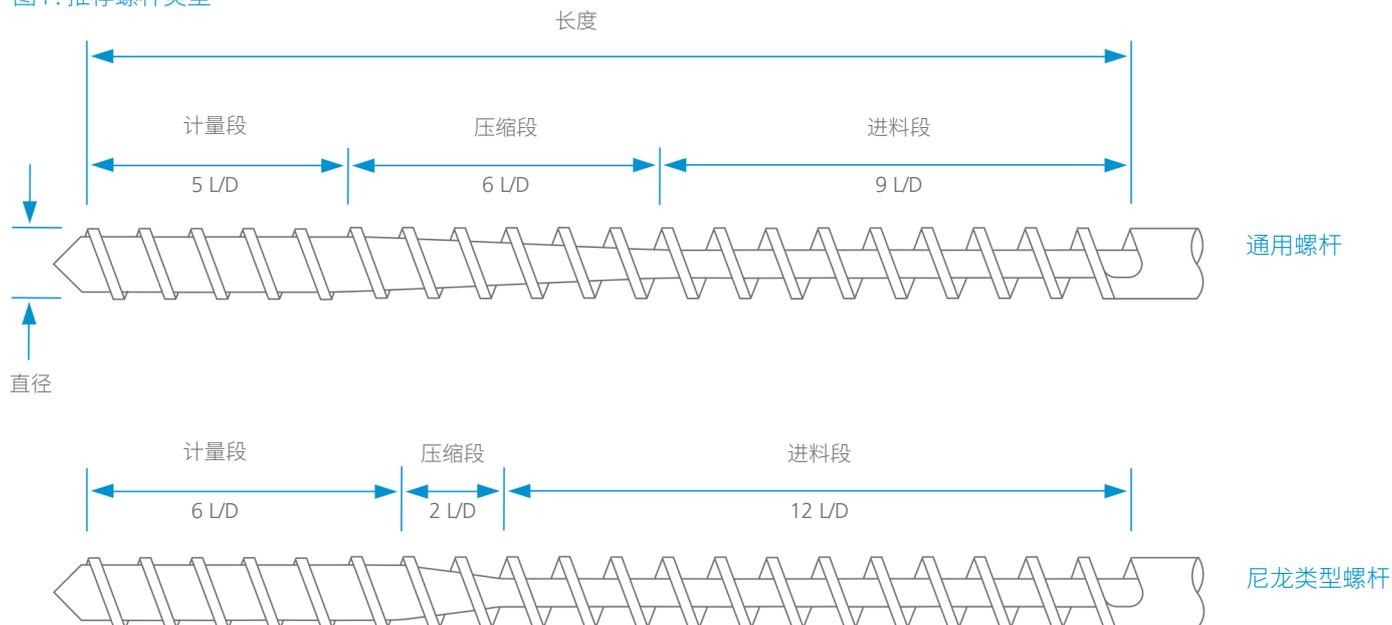
大部分通用和尼龙类型螺杆均适用于加工威格斯材料。它们的合适长径比(L/D)如图4所示。



虽然其具有半结晶性质且加工温度高，但是，采用威格斯聚合物还是可以获得几何形状复杂的扁平部件。

建议螺杆长径比L/D的最小值为16:1，应优先选用18:1和24:1之间的L/D比值。为避免未熔融的颗粒传送到螺杆的压缩段，必须准备较长的进料段。在压缩段内，压缩比应为2:1~3:1之间。止逆环须安装在螺杆顶部，以保证形成足够持续的注塑压力。螺杆前移时，止逆环与螺杆的空隙应能使材料不受限制地流过。对于中型的成型机，典型值与螺杆顶部直径的间隔为3mm。

图4：推荐螺杆类型



## 进料段

利用现有标准模具技术可以轻松注塑成型威格斯材料。但是，由于高熔体温度(≈ 400°C)和高模具温度(≈ 200°C)，必须考虑某些设计要素。这些要素在下面列出。

### 设备所需材料

模具硬度通常为52 ~ 56 HRc。加工大多数威格斯材料时，通常采用质量优良的热锻钢BS BH13，它具有良好的高温强度、优异的韧性、延展性和良好的可加工性。它可以硬化到54 ~ 56HRc。用于小批量至中批量加工玻纤或碳纤维填充牌号的模具可以配备BH13制造的浇口镶件。

长时间使用的、用于加工玻璃纤维或碳纤维填充牌号的模具，可以考虑使用工具钢，如硬度为56 ~ 60HRc的BS BD3或BD6。



模具越大，对热量的控制越关键。

实践证明，对于原型构建或短期使用模具，可以使用BP20。还有一种常见的做法是使用BP20模座，配BH13模腔和模芯。

表1: 某些常用工具钢

BS	AISI	W.-No.	DIN	JIS	HRc
BD2	D2	1.2379	X155CrVMo121	SKD11	55-62
BH13	H13	1.2344	X40CrMoV5-1	SKD61	54-56
BD3/BD6 D3 ~ D6		1.2436	X210CrW12	SKD1	56-60
BP20	P20	1.2311	40CrMMo		50-53

### 排气

为了良好填充和避免燃烧，提供足够的排气非常重要。为了使PEEK 90G容易流动，可以采用8μm深的排气槽，或者对标准牌号可以采用10 ~ 15μm排气槽，这样就不会形成毛边。排气槽的位置与部件设计密切相关；最简单的位置是在模具分型面或沿顶针。如果排气仍然不充分，可以进一步逐步增加槽的尺寸；采用保护性调整片也是一种选择。

### 加热

威格斯材料的模具可以配备电加热器或采用高温型油温机加热方式，高压水加热也是一种选择。但是，由于高压要求和相关安全问题，高压水加热方式一般不适用于在威格斯材料加工中使用。

- 电加热经济实惠，并且相对容易集成和使用。取决于其额定功率，利用电加热的加热时间可以相对较短，但是会形成有问题的热点，这种加热方法最适合小型组件。
- 燃油加热器较难设计和实施。它的显著优点是能够提供加工成型更大组件或使用更大或更深的模芯所需的热量。
- 为了实现快速加热，可以考虑将两者结合使用，并同时使用温度控制系统对模具进行温度控制。

强烈建议在模具和机械工作台之间使用绝缘板。还有一种能够降低成本的普遍的做法是以热绝缘层包裹模具，使得温度得以均匀分布。对于燃油加热，推荐使用尽可能短的大直径绝缘流动管线，因为一般情况下热耗散高达40°C。当设定机械和工艺时，请确保模具表面温度至少是170°C：对于燃油加热，通过流动管线的耗散通常意味着加热器的设定温度要比模具表面实际达到的温度要高得多。

## 主流道

主流道的厚度应大于4mm，并尽可能短，脱模角度至少为2°，建议使用大尺寸冷料井。实践证明大直径主流道有助于复杂模具的填充过程。对于更大尺寸部件的直接浇口来说，主流道厚度应为部件厚度的1-1.5倍。

## 浇口

模具浇口的尺寸和类型取决于熔融物的体积、型腔数，制品的几何形状。威格斯材料是半结晶热塑性塑料，其收缩率比无定形聚合物高。为了减少收缩率和避免过多应力聚集，浇口应尽可能大。浇口尺寸与部件厚度有关，对于未填充材料来说，浇口最小直径或厚度应为1mm，对于复合物来说，浇口尺寸最小应为2mm，或者对于厚部件来说，浇口尺寸最小应为部件壁度的2/3。直浇口厚度应为模具厚度的1~1.5倍。大多数浇口设计适合威格斯材料成型。最常见的浇口是护耳式浇口、侧浇口或扇形浇口。潜伏式浇口或地道形浇口只能用于薄壁部件或小部件。

为了最大限度地减少产品表面收缩和产品内部孔洞，设计威格斯材料浇口的主要原则是浇口应尽可能大，尽可能长时间地保持材料流动(推荐为最大截面厚度的2/3)。

## 热流道

威格斯材料可在热流道系统中进行加工。在大多数情况下，直通式喷嘴的热流道系统可以提供最广泛和最宽的加工窗口，从而实现最佳加工结果。使用针阀式喷嘴顶端可能会存在问题，因为熔体容易凝固于喷嘴处而造成阀针动作不灵活。此外，半热流道系统也是一个很好的选择，可以节约材料和简化工艺，加宽工艺操作窗口。

## 设备参数设置

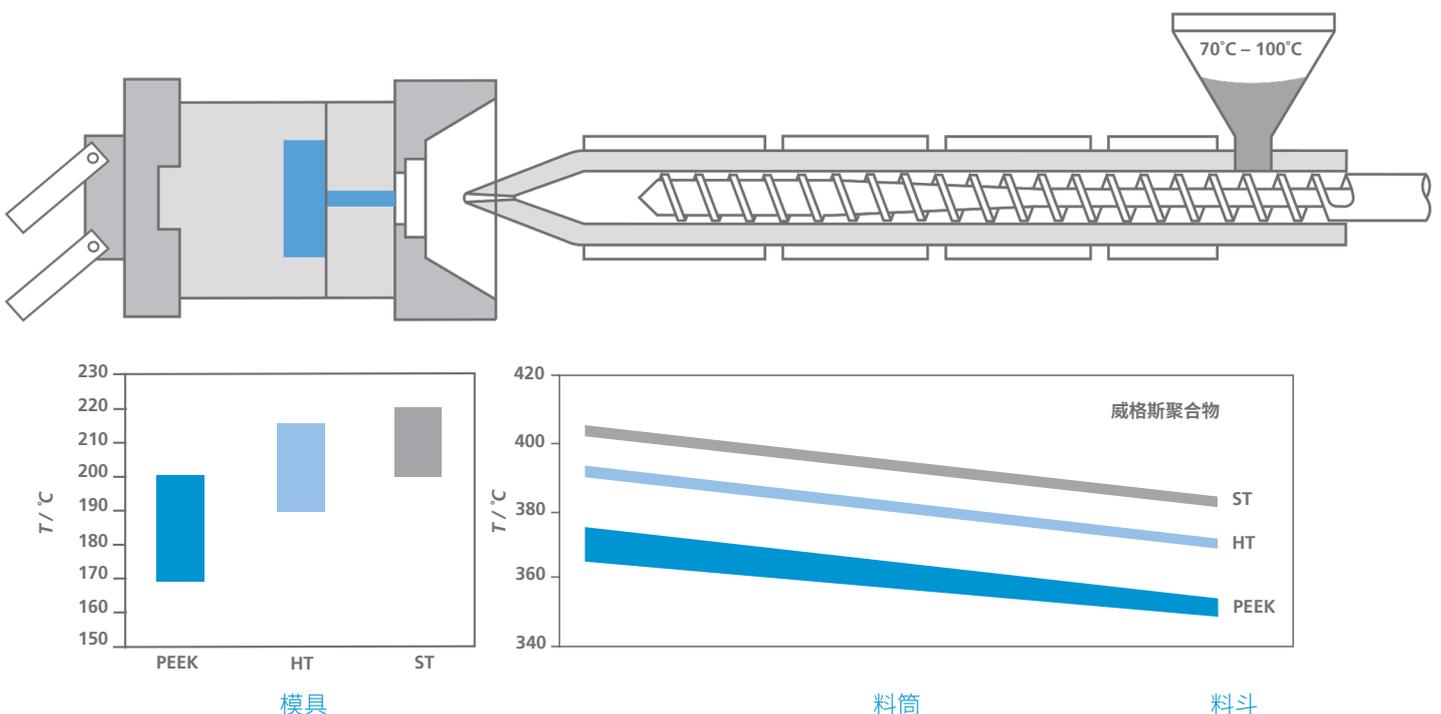
### 温度设定

注塑成型机和模具的最佳加工条件取决于很多因素。图5概括地显示了威格斯材料成型的建议开始温度设定情况。

- 料斗需要保持在相对较低的温度，以确保颗粒可以正常送入螺杆。
- 经过料斗之后需要给颗粒加热，使其在达到压缩段之前熔融。
- 图5显示了未填充PEEK、HT和ST成型的典型机筒温度曲线；由于它们的熔点依次增高，因此，它们的温度曲线依次上移。
- 这些聚合物的复合物的粘度更高，要求提高料筒温度(取决于填料类型和填料量，一般提高10°C~20°C)。
- 为了获得PEEK、HT和ST成型的结晶部件，建议模具温度分别为170°C、190°C和200°C。模具温度越高，越有助于填满模腔，对于填充牌号尤其如此，更高的模具温度可以提高部件的尺寸稳定性。这样做会延长加工周期，但是不会造成聚合物降解。

可通过您当地的威格斯代表获得各种产品数据表，或从 [www.victrex.com](http://www.victrex.com) 下载，该网站列出了相关材料性能组合和建议的机械设定。

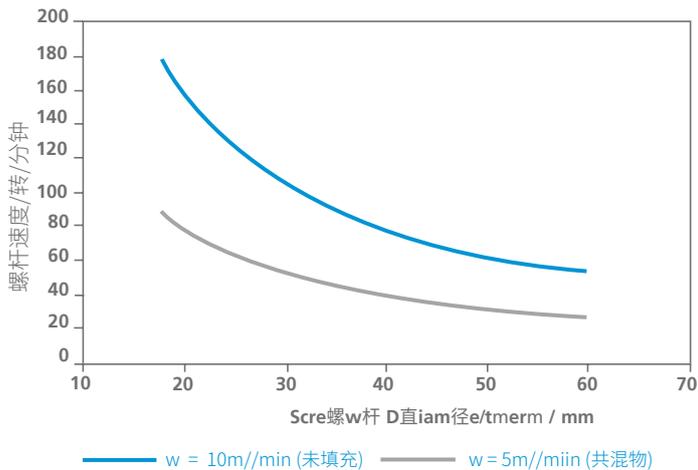
图5：加工未填充威格斯材料的典型温度设定



## 螺杆转速

威格斯聚合物具有优异的热稳定性，适合范围较广的螺杆转速，且聚合物不会损坏。加工未填充威格斯材料时，建议螺杆顶端转速为5~10m/min。螺杆转速(单位：转/分钟)的变化曲线如图6所示。对于威格斯复合物来说，推荐下端转速保持在5m/min，因为在螺杆转速更高时，剪切效应可能导致过多纤维断裂，损害机械性能。

图6：以m/min和转/分钟表示的螺杆速度与螺杆直径的变化曲线



材料性能和成型条件对成型收缩率有显著影响。

## 背压

为了均匀地塑化威格斯材料，适合的背压 $\approx 20 \sim 50$ bar。纤维填充的复合物应在更低的背压下加工，以减少纤维断裂。

## 注塑压力

注塑压力取决于系统，可以采用加工模拟软件进行评估。具体取决于设计、熔体温度、注塑速度和模具温度，最高可达2000bar。在某些情况下，这些可通过提高温度(增加浇口固化时间)、降低注塑速度与/或增加流动路径的截面积(主流道、流道、浇口)进行调整。

## 保压压力

保压压力通常比注塑压力低，在整个浇口凝固时间内必须保持背压，以避免缩痕和孔隙。

## 收缩率

热塑性塑料在模具中冷却时会发生收缩；对于威格斯材料来说，这是由于热收缩和结晶区形成引起的。由于受成型条件显著影响，成型收缩率不仅受材料类型的影响，更与工艺，产品，模具等综合因素有关：提高注塑压力、保压压力和保压时间，通常会降低收缩率，而提高料筒温度和模具温度通常会提高成型收缩率。产品几何形状和尺寸以及流动特性(浇口)则进一步影响其数值。

在建议成型条件下，对使用扇形浇口成型板样件的收缩率进行了评估。如表2所示，对厚度为2mm和6mm的成型结果进行了分类。以较高比例添加增强填充材料，通常会降低收缩率，还会显著提高非各向同性行为。

表2：在推荐加工条件下扇形浇口成型板的典型收缩率

牌号	收缩率 厚 2mm		收缩率 厚 6mm	
	顺流 (%)	交叉流 (%)	顺流 (%)	交叉流 (%)
未填充牌号	1.0	1.3	1.7	1.8
GL30 填充牌号	0.3	0.9	0.5	0.9
CA30 填充牌号	0.0	0.6	0.1	0.6
FC30 耐磨牌号	0.2	0.6	0.4	0.7

## 公差

在标准成型条件下，典型公差大约为0.05%。尺寸公差取决于许多因素，包括部件和模具设计及具体成型条件。表3给出了大尺寸扇形浇口成型的2mm和6mm厚板的材料尺寸公差数值。

表3: 威格斯材料的尺寸公差

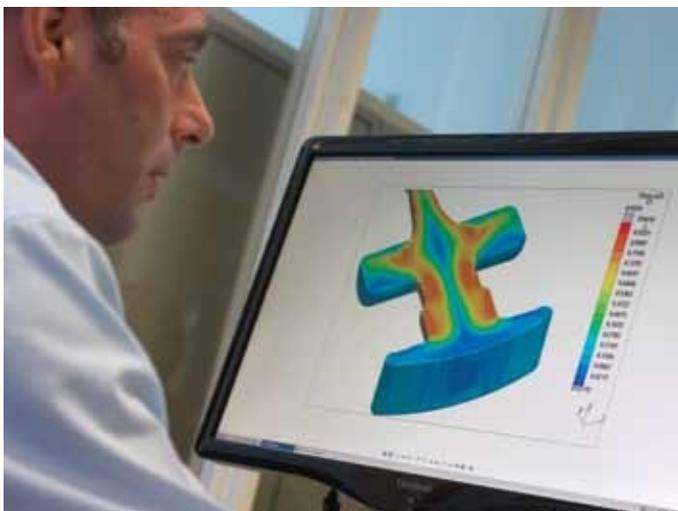
牌号	公差 厚度2mm		公差 厚度6mm	
	顺流 (%)	交叉流 (%)	顺流 (%)	交叉流 (%)
未填充牌号	0.02	0.03	0.05	0.07
GL30 填充牌号	0.02	0.02	0.07	0.08
CA30 填充牌号	0.02	0.04	0.05	0.09
FC30 耐磨牌号	0.02	0.03	0.04	0.04

## 金属嵌件

包覆成型冷金属嵌件可导致接触材料层的结晶度降低。因此，建议对金属嵌件预热到模具温度，提高熔接线强度，降低因收缩率不同导致的应力断裂，确保获得合格的结晶度水平。

## 加工周期 / 冷却时间

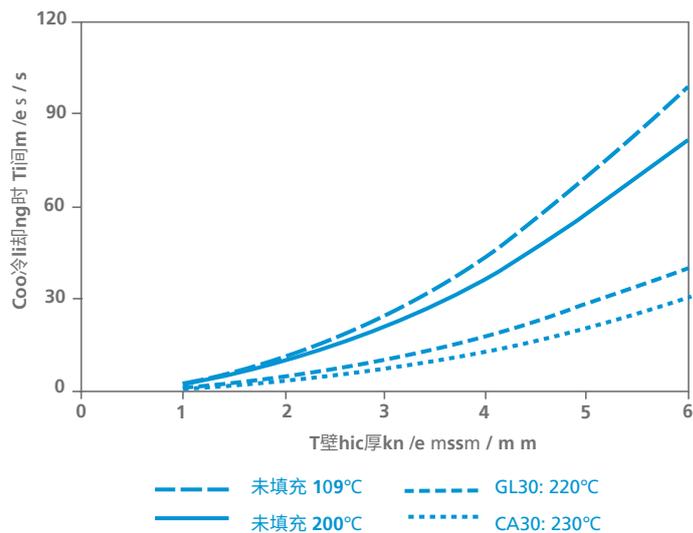
在许多情况下，威格斯材料被指定用于紧密公差的应用或结构组件；因此，制造尺寸稳定且不存在缩痕或孔隙的塑件非常重要。注塑时间，保压时间和冷却时间对成型塑件的质量影响都同等重要。



预先的模拟分析可以得到最佳浇口位置。

不同威格斯材料的估计冷却时间和壁厚的关系如图7所示。冷却时间取决于机械设定、材料特性和模具设计。对于未填充材料来说，通过改善射出系统，如顶针数量、尺寸和位置，在比图7所示温度高10°C射出时，冷却时间可缩短大约15%。

图7: 模具温度180°C时估计冷却时间和壁厚的关系



## 模拟分析

在制造模具之前，强烈建议使用数字计算进行加工模拟：用于确定浇口位置，确保塑件填充压力位于加工能力范围之内；浇口位置，大小，数量，确保平衡流动，最大限度地减少接合线，确定何处需要排气。过程模拟也是排除模具故障问题和组件性能问题的强大工具。

## 先进成型技术

威格斯材料是半结晶热塑性塑料，采用任何适用于其它半结晶热塑性塑料的技术都可以加工。此外，多种先进成型技术已被证明适用于PEEK聚合物，包括气体辅助注塑成型、发泡成型、吹塑成型、微注塑成型以及模具表面使用感应加热。具体细节可咨询您当地的威格斯销售代表。



采用注塑成型，可以得到具有紧密公差的部件。

## 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。

欲获取更多信息或帮助，请联系当地的威格斯聚合物解决方案事业部业务代表或访问我们的网站 [www.victrex.com](http://www.victrex.com)。

# 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



## 注塑缺陷分析

最常见的加工问题往往是由模具温度不足、浇口对于待成型产品而言太小以及清洗不充分引起污染造成的。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

整个部件呈深棕色 / 透明边或深色  
(仅自然着色牌号可见) :

可能原因	解决办法
模具温度低 (无定形区)	提高模具温度 若型腔不能完全填充: 检查模腔是否存在冷料区
热降解	降低料筒温度

黑斑(仅自然着色牌号可见)

可能原因	解决办法
交叉污染	处理和干燥颗粒的设备必须十分干净 检查研磨机/回收再利用(如果使用的话)
成型威格斯材料前清洗不充分	根据威格斯建议,充分清洗设备 拆下螺杆,用刷子清洁螺杆和料筒,调查熔体流动区是否存在死点或受损表面
料筒和喷嘴温度太高	降低料筒和喷嘴温度
停滞时间太长	射胶量和设备尺寸进行更好地配合

欠注 :

可能原因	解决办法
注塑材料不够	提高射胶量 提高注塑压力
熔体流动不足	提高料筒温度 提高模具温度 提高注塑速度 增大浇口、注道和流道尺寸

欠注:(接上表)

可能原因	解决办法
设计不正确	增加浇口、主流道, 流道尺寸, 改变浇口位置
堵塞或缺乏排气	增加排气
材料选择不正确	选择熔体粘度更低的牌号
塑化装置泄漏	检查螺杆、料筒, 止逆环磨损情况

成型产品易碎 :

可能原因	解决办法
料筒过热	降低料筒温度 短成型周期 降低螺杆转速
残余内应力	提高料筒温度 低注塑压力 提高成型周期 提高模具温度 增大浇口、主流道, 流道尺寸 提高料筒温度
熔接痕	提高注塑速度 提高模具温度 改变浇口设计或位置 改善排气
材料喷出	降低注塑速度 改变浇口位置与/或类型

冷料 :

可能原因	解决办法
材料在喷嘴中冷却	增加冷料井 检查喷嘴加热器是否完全覆盖喷嘴 塑化后螺杆后抽 减少热量传递给模具

孔洞和表面凹坑 :

可能原因	解决办法
保压阶段时间或压力不足	提高射出压力 提高停留时间/压力 降低料筒温度
模具设计错误	增大浇口、主流道, 流道尺寸

### 表面光洁度较差：

可能原因	解决办法
斑纹： 材料过热	降低料筒和喷嘴温度 减少停留时间 降低射出速度 降低螺杆转速
材料潮湿	干燥材料
料筒中出现“死点”	设计料筒和喷嘴成流线型 清洁螺杆、料筒和喷嘴 检查损坏、凹坑等情况
表面起霜(增强牌号)： 射出速度太低	提高射出速度 提高料筒温度
模具温度太低	提高模具温度
熔体剪切力过大	降低螺杆转速

### 产品烧焦：

可能原因	解决办法
型腔中有残余空气	降低射出压力 降低射出速度 检查排气是否堵塞 改善排气性 改变浇口位置、尺寸或类型

### 飞边或模具不能充分闭合：

可能原因	解决办法
锁模力不足	降低射出压力 降低射出速度 降低料筒温度(要求平衡：提高粘度，但是还需提高压力) 降低模具温度 降低速度设定值 增加锁模力或锁模吨数
模具组合不正确或弯曲	重新研磨和重新校准模具接触面 安装重型衬板 检查模具接触面上是否有杂质
支撑不够	增加支撑

### 扭曲或变形：

可能原因	解决办法
模具中温度不均	使模具整体温度均匀
组件不对称	考虑重新设计型腔、流道和浇口 在模具两面使用温差补偿
提前射出	使用冷却装置 增加冷却时间 降低模具温度
材料中纤维取向	改变浇口位置 降低射出速度
硬度不足	改变组件设计(如增加肋条等) 增加模具厚度 考虑使用纤维增强牌号 检查射出系统(更多/更大顶针)

### 过分收缩：

可能原因	解决办法
工艺条件	降低模具温度 提高射出压力 延长保压时间/压力
浇口太小	增加浇口尺寸

### 脱模困难：

可能原因	解决办法
组件硬度不足	增加冷却时间 降低模具温度
拔模角度不够	加大拔模角度
射出系统不合适	通过使用更多顶针或加大顶针尺寸， 来增加顶针的横截面积
模具表面抛光不足	沿射出方向直线抛光 表面积大的组件可能需要排气， 以避免真空积聚

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](http://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](mailto:victrexplc@victrex.com)

#### Asia Pacific

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

*tel* +86 (0)21-6113 6900  
*fax* +86 (0)21-6113 6901  
*mail* [scsales@victrex.com](mailto: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](mailto: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](mailto: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 PIPE™, VICTREX HT™, VICTREX ST™, VICTREX WG™, PEEK-ESD™ and the Triangle (Device), are trademarks of Victrex plc or its group companies.

