

PA6 的加工特性

注射成型

注射成型是加工 **Ultramid®** 最重要的方法。如正确地设计了塑化设备，可在所有商用注塑机上加工 Ultramid。

Ultramid 产品适合于以下的特殊加工方法：

气体辅注射成型（GAM）

气体辅注射成型（或其它名称），可为设计者提供降低壁厚和重量，优化强度的全新可能。在多数应用中，模塑设计的自由度和较简单的模具结构是首要考虑因素。

原则上，可用本方法加工非增强型和增强型 **Ultramid** 两种产品。不同领域的各种应用已经能够实行。但是，应尽早阐明关于传统注塑的特性，如收缩、翘曲、浇口设计、注气、壁厚的分布等。

▲ 回到顶端

水辅技术的注射成型（WIT）

本方法以水形成槽形媒介。在降低壁厚和重量，以及优化强度方面的设计类似与内部气体压力技术所达到的设计效果类似。由于水的冷却效果较好，与气压方法相比，本方法可缩短循环时间。

水辅技术可用于加工增强型及非增强型的 **Ultramid** 产品。可应用与把手、壳体或传送等组件。应当考虑所有特殊因素，如给水和排水、浇口设计、壁厚分布等。

▲ 回到顶端

塑化单元

三段式螺杆

可用于其它工程热塑塑料的单螺纹三段式螺杆也适合于 **Ultramid** 的注塑成型。在现代机器中，有效螺杆长度为 **18-23 D**，螺距为 **1.0 D**，在极少情况下为 **0.8 D**。图 1 显示了经长期使用证明有效的三段式螺杆几何形状。

进料特性实质上由给料斗区域内的湿度和进料部位中的螺槽深度决定。除料筒温度的控制之外，耗散对塑化起着关键性作用。建议的螺槽深度，如图 2 所示。这些螺槽深度适用于标准和更多浅螺纹螺杆，并提供 **1: 2** 的压缩比。当使用浅螺槽螺杆时，输出速率低于上述标准设计，但在实践中这一般为次要因素。浅螺槽螺杆输送的材料比深螺槽螺杆少。因此，熔体在料筒中的驻留时间较短。这意味着，可得到更温和的粒料塑化和更高的熔体均质性。这是 **Ultramid** 注塑件的一大质量优势。

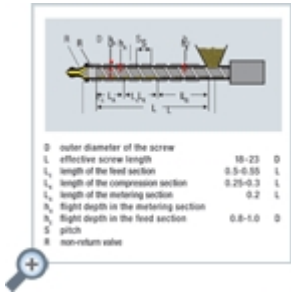


图 1

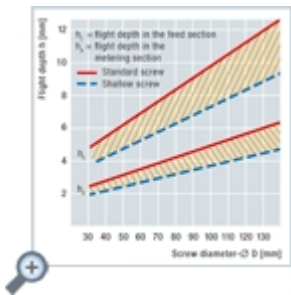


图 2

阻隔螺杆

阻隔螺杆的特点是将螺杆螺槽分为一个用于固体的螺槽和一个用于熔体的螺槽，用阻隔壁分隔。阻隔壁的缝隙宽度大于主分配器，它起着这样的作用：仅在融化材料和小于阻隔壁的颗粒时，才可进入熔体螺槽。当固体螺槽溢流到熔体螺槽中时，就将熔体置于附加剪应力下。因为在固体螺槽末端可能存在未融化的材料，为了保证足够的均质性，阻隔螺杆需要剪切和/或混合部件。

当背压低、且计量行程短时，阻隔螺杆可显示出三段式螺杆所不具备的优点。在较高背压下，吞吐率会显著下降。如果进料部分的剩余长度过短，较长的计量行程可能会导致固体局部填充熔体螺槽。

由于阻隔壁中的附加剪切应力以及剪切和混合部件，对于纤维增强型和/或阻燃型 **Ultramid** 产品，不建议使用阻隔螺杆。

排气螺杆

不应在排气螺杆中加工阻燃 **Ultramid** 产品。尽管排气机器可用于其它 **Ultramid** 产品，但它们并不需要，因为粒料装运时是干燥的，可直接使用。不建议在排气机器中干燥颗粒或研磨材料，因为这将导致分子降解，从而造成制成品质量不良，对于热敏产品尤其如此。

螺杆梢，止回阀

螺杆梢和止回阀的设计对于熔体无障碍、顺畅地流向塑化单元至关重要。这可防止注射和保持期间熔体回流。

稳定的熔体料垫和较长的保压压力时间只可通过止回阀实现。

料筒和止回阀之间的间隙不应大于 **0.02 mm**（图 3）。

为了防止熔体回流，各段（A、hA 和 H）内的流动截面积大小应相同，如图 3 所示。建议以此方式设计螺杆梢（图 3 中的角度 C）：使聚集在料筒前段或喷嘴中的熔体尽可能少。

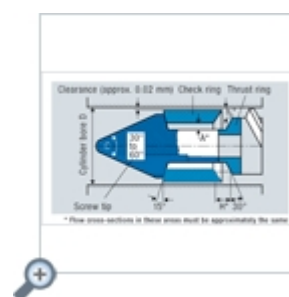


图 3

机器喷嘴

由于其流线型设计和均匀的传热性，开放式喷嘴比封闭式喷嘴更为理想。特别是在从一种颜色转换成另一种时，其优势尤为明显。喷嘴中从料筒过渡到喷嘴孔的角度应等于螺杆梢角度。

为了防止塑化阶段熔体逸出，喷嘴应正对模具。然后，将螺杆缩退约 **5 至 10 mm**，给喷嘴减压，并从模具上拉回。为了防止熔体逸出，还可冷却喷嘴。但是，熔体不得凝固。在玻纤增强产品情况下，例如，容易在喷嘴的前部形成“冷料”，将导致注塑质量缺陷。

如果塑化工具是立式的和/或熔体粘度低，往往无法避免熔化的聚合物喷嘴中流出。在此情况下，以选用封闭式喷嘴为宜，可保证生产不中断。在从模具上回退注射单元时，这些喷嘴还可防止熔体在喷嘴尖端与氧气接触。必须以保证平稳、平静地流动设计针形封闭式喷嘴。如图 4 所示。

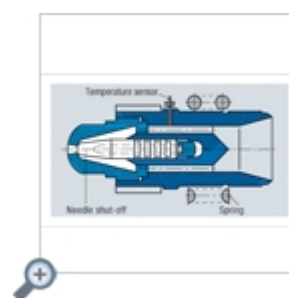


图 4

由于每个附加的加热阶段都会使热敏感材料受到不必要的热负荷，如果安装了封闭式喷嘴，可避免中断。这尤其适用于 **Ultramid** 阻燃级产品。从封闭式喷嘴中比从开放式喷嘴中清除热降解的材料更困难。

从封闭式喷嘴中比从开放式喷嘴中抽出凝固的熔体更容易、更干净。从喷嘴孔口中完全清除凝固材料十分重要，这可避免固体材料进入下次注射的模腔中，在其中固体材料可能会产生切口效应或导致模塑中的条纹或裂纹。喷嘴孔口必须呈锥形（图 5 中的角度 β ），以保证凝固的料无障碍抽出。

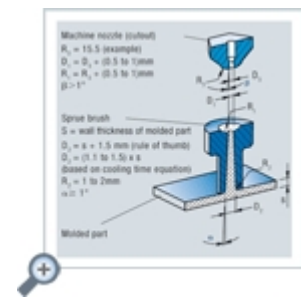


图 5

在其缩退时，封闭式喷嘴还能够使塑化单元以背压工作，从而使熔体更好地熔融均匀。在自着色时，不应忽视这一优点。

▲ 回到顶端

防磨损

如同大多数其它玻纤增强热塑性塑料一样，玻纤增强型 **Ultramid** 加工时建议使用带有耐磨组件的塑化单元，例如双金属材料枪身及硬化的螺杆、螺杆梢和止回阀。

▲ 回到顶端

注塑模具

模具设计

VDI 2006 规定的模具设计准则也适用于 **Ultramid** 产品。

非增强型产品的低熔体粘度意味着，可在模塑件上极精确地复制模具表面上的特征；因此必须按照对后续部件的要求，以相同的精确度制造这些表面。

对玻纤增强型产品，玻纤含量可能会使模塑件表面形成微暗的外观（玻纤效应）。可通过在高速下注射同时提高模具的温度（如升至 80-120 °C）弥补这一效应。

拔模斜度和顶出

通常 Ultramid 产品注塑模具上的拔模斜度为 1-2°。更低的拔模斜度会大大增加脱模力，因此顶出系统十分重要。对于细长模芯，应使用高强度钢。在加工 A3X2G5 等产品时，为减小脱模力，使用表面涂层（如 TiN 或 CrN）可能有所帮助，和/或使表面更光滑。顶出杆或顶出板的表面积应尽可能大，从而确保产品不会再在脱模过程中被顶穿或变形。这尤其适用于侧向分型和/或小拔模斜度的注塑。在某些情况下，大面积顶出允许更早脱模，从而缩短循环时间。

浇注系统的类型

原则上，Ultramid 可以使用所有传统的浇注系统，包括热流道系统。由于在较短的中断期间也存在熔体凝固的危险，自绝缘的热流道和前腔系统可能会引发问题。

进料系统（流道和浇口）必须有足够大的截面积，以避免在不必要的高熔体温度和压力下工作，防止模塑件表面上出现条纹和焦痕。浇口区熔体的过早凝固会导致出现气泡和缩水，因为保压压力不足以补偿模具模腔中的体积收缩量。

对纤维增强型牌号，浇口区域在较高的输出速率下磨损会增大；可通过选择适当的类型的钢，并使用可更换的模芯来克服这种情况。

模具排气

对于 Ultramid，尤其是阻燃级产品，流动末端或流动前锋的会合处的排气至关重要。0.015 至 0.02 mm 的排气缝隙应加工至 2-3 mm 长，然后加宽延至开口前约 1 mm（见图 6）。对于流动性好的产品如 B3S，为了避免飞边，必须使狭缝变得更薄。理想的狭缝厚度视模具而定，从 0.005 mm 起通过加工测试确定。

经检验，耐腐蚀高合金钢（例如 X42Cr13、DIN 1.2083）适合于 A3X2G...级产品。

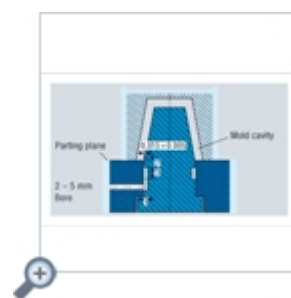


图 6

嵌件的使用

封装金属插件十分简便。但是，如尺寸较大，应将其预热至 100-150℃，或至少至模具温度，以使模塑塑料中不会出现过大的内应力。必须去除金属件的油污，并进行滚花、纹槽或其它类似加工，以使其更为紧固。此外，应磨圆插件的边缘。

模具温度控制通道和装置

很大程度上，注塑的质量取决于模具中的温度条件。仅在适当设计的模具中温度控制通道系统和适当动力的温度控制装置情况下，才可能精确控制模具温度。为了实现一致的温度分布

或阻止模塑件中的翘曲，往往需要在不同温度下保持模具的两半或模具的某些件。因此，应当在尽可能多的单独回路中布置温度控制通道，可将其中有些回路串联连接。

可以采用使用水的温控制装置达到 **Ultramid** 所需的模具温度。也可用专用装置（闭路系统）获得高达 150℃ 的温度。

熔熔和凝固特性

Ultramid® 受热时的软化特性，可用据 DIN 53445 测量的剪切模量和阻尼值与温度之间的函数关系进行表示（图 1 和 2）。软化仅在温度恰好低于熔点时才较为明显，该熔点对于 **Ultramid T**，约为 270℃；对于 **Ultramid A**，约为 240℃，对于 **Ultramid B**，约为 200℃。玻璃纤维会使软化点升高。

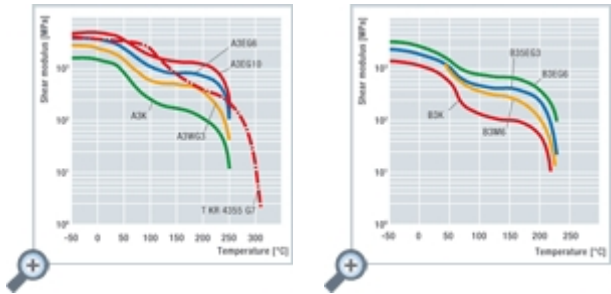


图 1

图 2

在较小的温度范围内（低于熔点的 20℃至 40℃），熔体也会凝固，这取决于冷却速率和相关的 **Ultramid** 产品等级。同时，体积收缩率为 3% 至 15% 左右。体积的总收缩量可从图 1 中的 PVT 图上读出。

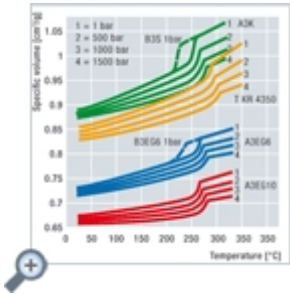


图 3

▲ 回到顶端

热学性能

Ultramid 的较高热焓（如图 4 中的温度函数所示），不仅需要大功率的熔熔加热设备，且凝固和冷却时间较长，凝固和冷却时间与壁厚或直径的平方成正比。

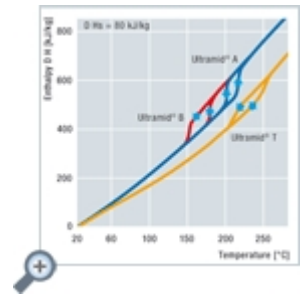


图 4

▲ 回到顶端

熔体粘度

使用毛细管流变仪测量、或通过注塑测试形成的粘度图，据此对 Ultramid 熔体的流变性进行评估。

在加工温度范围内，Ultramid 产品的熔体粘度为 10 至 1,000 Pa·s，实际值很大程度上取决于温度和剪切速率。相对摩尔质量或相对溶液粘度（由名称中的第 1 位给出）越高，熔体粘度越高，流动阻力就越大（图 5）。对于矿物填料或玻璃纤维增强的 Ultramid 产品，粘度会与增强材料的加入量成比例增大。

熔体粘度可能随时间变化而变化。例如，当熔体过于潮湿、过热或受到高机械剪切力时，粘度可能会快速下降。氧化也可导致粘度下降。所有这些因素都对制成品或半成品的机械性能及耐热老化性具有影响。

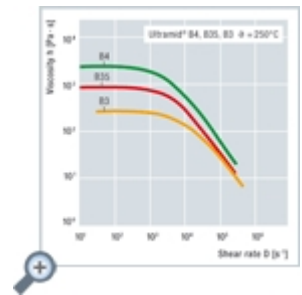


图 5

▲ 回到顶端

熔体的热稳定性

若加工方法正确，Ultramid 熔体将拥有出色的热稳定性。在正常加工条件下，材料不会受到外界影响或改变。仅当滞留时间较长时，聚合物链才会发生降解。欲了解建议的加工熔融温度，可参见 [Ultramid 系列图表](#) 中的表 1 和表 2。