

me270hw3 Plastic Modeling

1slide

4热固性塑料的注射成型

1. 注射器中的温度通常为：

- 注射成型机的注射器部分（也就是料筒）需要加热以使塑料材料熔化。温度的设置取决于所使用的基本塑料材料。通常，热固性塑料在注射成型过程中需要加热到一定的温度范围，以确保材料能够充分熔化并流动，但又不至于分解。

2. 注射单元的料筒长度通常为：

- 料筒的长度也是根据塑料材料的特性和成型需求来设计的。较长的料筒可以提供更好的熔体混合和温度控制，但也可能导致更高的能耗和更长的循环时间。料筒的长度需要与注射量和注射压力相匹配，以确保塑料材料能够有效地被输送和注射。

3. 熔体被注入到加热的模具中，其中发生交联反应以固化塑料：

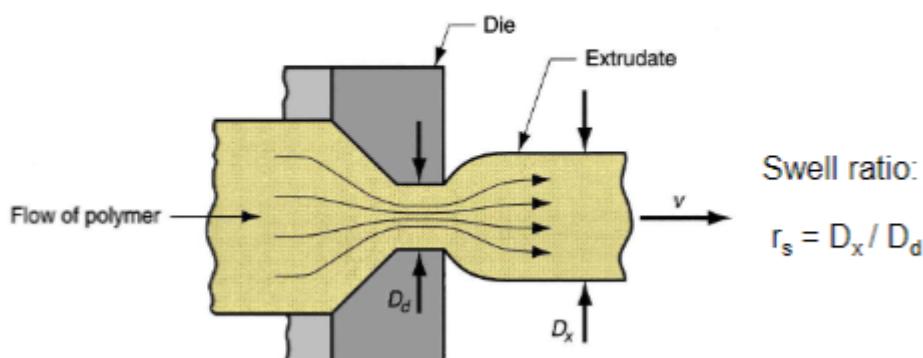
- 在注射成型过程中，熔融的塑料材料被注入到预热的模具中。模具的温度通常被控制在一个特定的范围内，以促进塑料的固化过程。在模具中，塑料材料会发生化学交联反应，形成三维网络结构，从而使塑料固化成型。

4. 循环中最耗时的步骤是：

- 在注射成型的整个循环中，最耗时的步骤通常是塑料在模具中的固化过程。这个步骤需要足够的时间来确保塑料完全固化，以达到所需的机械性能和尺寸稳定性。固化时间的长短取决于塑料材料的类型、模具的温度、注射后的塑料厚度等因素。

5挤出物膨胀

Extruded polymer "remembers" its previous shape when in the larger cross section of the extruder, tries to return to it after leaving the die orifice



1. **挤出物膨胀 (Die Swell)**：当聚合物熔体通过挤出机的模头 (die) 时，它会尝试恢复到之前在挤出机中较大的横截面积形状。这种倾向会导致挤出物在离开模头孔口后体积增大，形成一个比模头出口更大的截面。
2. **模头 (Die)**：模头是挤出过程中的一个部件，其形状和尺寸决定了挤出物的形状和尺寸。模头内部的通道设计使得聚合物熔体在通过时受到剪切和拉伸力。

3. **挤出物 (Extrudate)** : 这是聚合物熔体通过模头并开始冷却固化后形成的产品。挤出物的形状和尺寸取决于模头的设计以及挤出过程中的条件。

4. **膨胀比 (Swell Ratio)** :

- 公式: $rs = D_x / D_d$
- 其中, rs 是膨胀比, D_x 是挤出物的直径, D_d 是模头出口的直径。
- 膨胀比用来量化挤出物膨胀的程度, 即挤出物直径与模头出口直径的比值。如果 D_x / D_d 增大, 意味着膨胀比 rs 增加, 表明挤出物膨胀得更多。

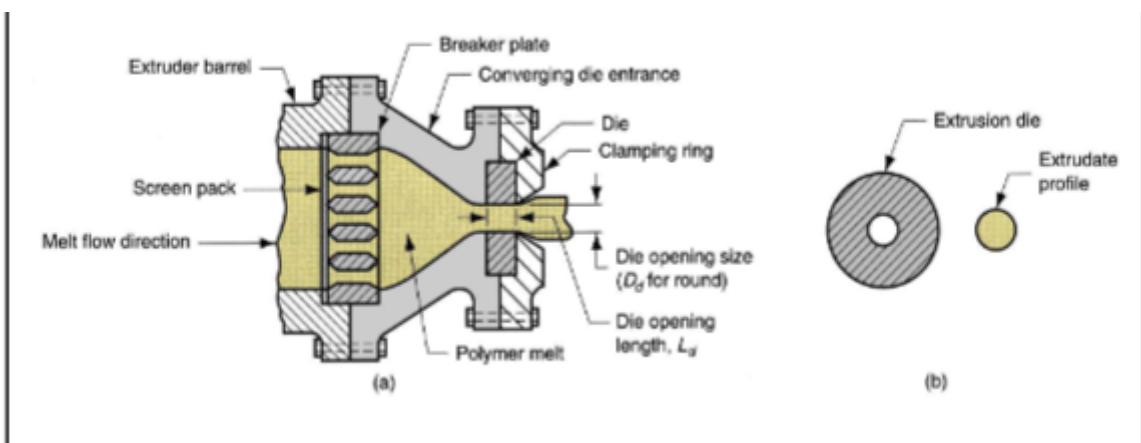
5. **粘弹性 (Viscoelasticity)** : 聚合物熔体表现出既有粘性又有弹性的特性。这种粘弹性导致了挤出物膨胀现象, 因为聚合物熔体在挤出过程中经历了剪切和拉伸应力, 当这些应力释放后, 熔体试图恢复到原来的形态。

6. **机械科学与工程 (Mechanical Science & Engineering)** : 挤出物膨胀的研究属于机械科学与工程领域, 因为这个现象涉及到聚合物的流变学 (即材料在力作用下的流动和变形行为) 以及机械设计, 如挤出机和模头的设计。



图片中的内容描述的是挤出机模头 (Die) 末端之前的一个组件, 这个组件是一系列由刚性板支撑的细丝网, 这些细丝网上有小的轴向孔, 通常被称为“过滤板”或“多孔板”。这个组件在聚合物挤出过程中有多个重要功能:

- 过滤杂质:** 过滤板的第一个功能是去除聚合物熔体中的杂质和未熔化的颗粒。这些杂质可能会在挤出物中形成缺陷, 影响产品质量。通过迫使熔体通过细丝网的小孔, 较大的杂质和未熔颗粒被拦截, 从而确保挤出物的质量。
- 均化熔体:** 第二个功能是均化熔体的流动。细丝网增加了流动路径的长度和复杂性, 有助于进一步混合和均匀熔体的温度和压力。这种均化作用有助于减少挤出物中的不均匀性, 提高产品的一致性。
- 增加背压:** 第三个功能是增加挤出机的背压。背压是指在模头之前的熔体压力。通过增加背压, 可以改善熔体的混合和塑化效果, 同时减少模头处的膨胀 (Die Swell)。背压还能帮助维持挤出过程的稳定性, 减少波动。



这张图片描述的是聚合物挤出过程中的关键组件和概念，特别是涉及到模头（die）的设计以及它如何影响挤出物（extrudate）的横截面形状。以下是对图片内容的详细讲解：

1. 模头开口的形状决定挤出物的横截面形状：

- 模头是挤出机系统的最后部分，它的开口（orifice）形状直接决定了挤出物的横截面形状。例如，如果模头开口是圆形的，那么挤出物也将是圆形的；如果模头开口是矩形的，那么挤出物将是矩形的。

2. 实心形状：

- 挤出过程可以用来制造各种实心形状，如棒材、梁、条、板、片等。这些产品在许多工业领域都有广泛的应用，包括建筑、汽车、家具和包装等。

3. 组件介绍：

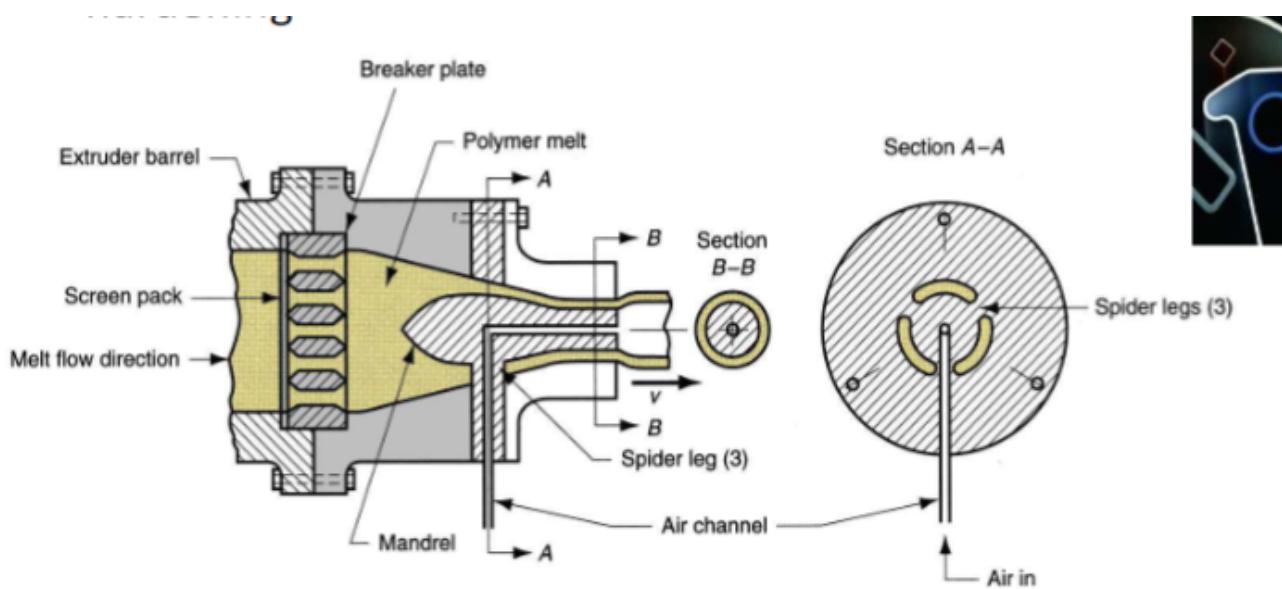
- **断裂板（Breaker plate）**：位于模头前面，用于增加背压，帮助混合和塑化聚合物，同时也可以均匀分配熔体流向模头。
- **挤出机筒（Extruder barrel）**：挤出机的筒状部分，用于加热和塑化聚合物。
- **收敛型模头入口（Converging die entrance）**：模头的一部分，其形状设计使得聚合物熔体在进入模头时速度增加，压力提高，有助于挤出物的形状更加稳定。
- **模头（Die）**：决定挤出物形状的关键部分，其内部通道设计使得熔体在通过时形成所需的横截面形状。
- **夹紧环（Clamping ring）**：用于固定和密封模头，确保熔体不会从模头的接缝处泄漏。
- **滤网组（Screen pack）**：用于过滤熔体中的杂质，提高挤出物的质量。

4. 模头开口尺寸（Die opening size）：

- 对于圆形模头，通常用直径（Dg）来表示开口尺寸。模头的开口长度（La）也会影响挤出物的尺寸和质量。

5. 挤出物轮廓（Extrudate profile）：

- 挤出物的轮廓是指挤出物的横截面形状和尺寸。通过调整模头的设计和挤出过程的参数，可以控制挤出物的轮廓，以满足特定的应用需求。



这张图片介绍的是用于制造空心型材的挤出模具，特别是一种称为“蜘蛛”心轴（spider mandrel）的设计。以下是对图片内容的详细讲解：

1. 空心型材挤出模具：

- 要制造空心型材，需要使用特殊的模具设计。这种设计包括一个中心心轴（mandrel），其形状类似蜘蛛，因此得名“蜘蛛”心轴。

2. 聚合物熔体流动：

- 在挤出过程中，聚合物熔体被引导流过心轴的支撑腿（legs）周围，然后在心轴的另一侧重新汇聚，形成单一的管状壁。

3. 空心形状的维持：

- 心轴中包含一个空气通道，通过这个通道可以吹入空气，以保持挤出物在硬化过程中的空心形状。这股空气被称为“芯吸”（cored air），它防止聚合物熔体在冷却固化前塌陷，确保空心结构的形成。

4. 组件介绍：

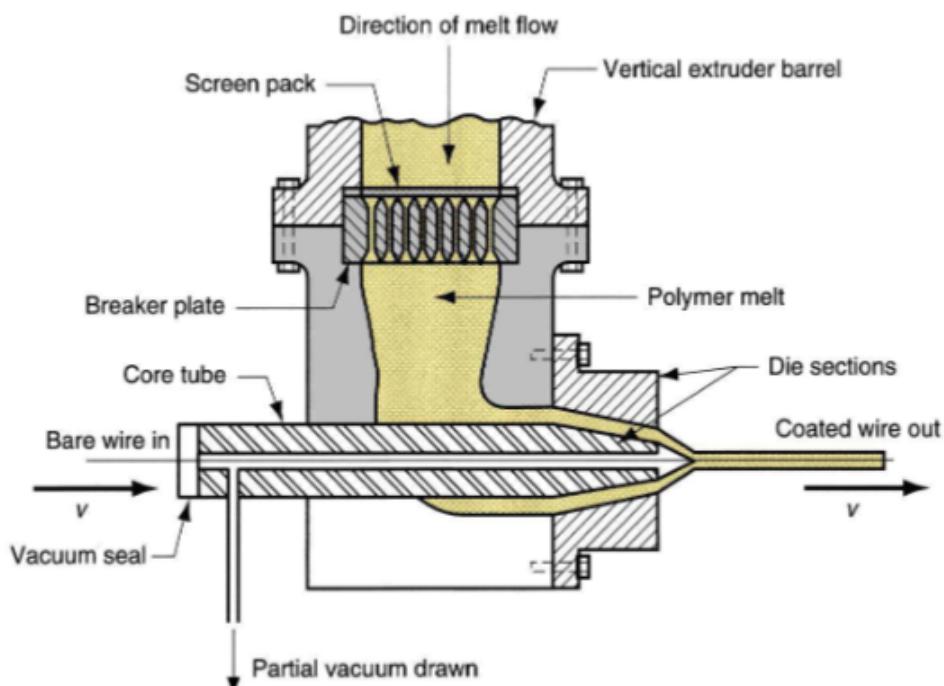
- 挤出机筒（Extruder barrel）**：挤出机的筒状部分，用于加热和塑化聚合物。
- 分流板（Breaker plate）**：位于模头前面，用于增加背压，帮助混合和塑化聚合物，同时也可以均匀分配熔体流向模头。
- 滤网组（Screen pack）**：用于过滤熔体中的杂质，提高挤出物的质量。
- 聚合物熔体（Polymer melt）**：挤出机筒中加热和塑化后的聚合物材料。
- 蜘蛛腿（Spider legs）**：支撑心轴的结构，聚合物熔体流过这些腿，形成空心型材的壁。

5. 截面视图：

- 图片中可能还包含了不同截面视图（Section A-A 和 Section B-B），这些视图展示了挤出模具的内部结构和组件布局。

6. 机械科学与工程：

- 设计和优化挤出模具需要深入理解聚合物的流变学、热力学和机械设计，这些都是机械科学与工程领域的重要内容。



1. 聚合物熔体涂覆：

- 在这个过程中，裸线被拉过一个模具，同时聚合物熔体被挤出并均匀地涂覆在裸线的表面。这种工艺可以用于制造绝缘电线或通信电缆。

2. 高速拉线：

- 裸线以高速通过模具，聚合物熔体在挤出的同时迅速固化，形成一层均匀的涂层。这个过程需要精确控制线速度和挤出量，以确保涂层的厚度和质量。

3. 真空促进粘附：

- 在裸线和聚合物涂层之间形成一个轻微的真空，这有助于促进涂层与裸线的粘附。这种真空通常通过在模具的特定区域形成密封来实现。

4. 组件介绍：

- **垂直挤出机筒** (Vertical extruder barrel)：挤出机的筒状部分，垂直安装，用于加热和塑化聚合物。
- **滤网组** (Screen pack)：用于过滤熔体中的杂质，提高涂层质量。
- **断裂板** (Breaker plate)：位于模头前面，用于增加背压，帮助混合和塑化聚合物，同时也可以均匀分配熔体流向模头。
- **模头部分** (Die sections)：包括多个部分，设计用于形成所需的涂层形状和厚度。
- **芯管** (Core tube)：模具的一部分，用于引导裸线通过模具，并保持其在挤出过程中的中心位置。

5. 真空密封：

- 在裸线进入模具的区域，通过密封形成一个局部真空环境。这个真空环境有助于涂层更好地粘附在裸线上。

4-1壁厚

- **保持恒定壁厚**：为了避免应力和翘曲，建议保持恒定的壁厚，或者逐渐过渡壁厚变化。
- **RIM（反应注射成型）**：对于变化的壁厚，RIM工艺更为适合。
- **壁厚与周期/小时的关系**：提供了不同壁厚范围对应的生产周期（周期/小时），壁厚越厚，生产周期越长。
 - 0.125-0.187英寸：25-40周期/小时
 - 0.187-0.275英寸：18-25周期/小时
 - 0.275-0.393英寸：5-18周期/小时

4-2加强筋和凸台

- **加强筋**：作为加厚壁的替代方案，可以使用加强筋、凸台和垫片，它们大约是壁厚的1%。
- **凸台**：可以像圆柱形加强筋一样处理，并连接到外壁以防止空气困住。凸台也可以融入壁中以避免厚度变化。
- **加强筋的方向**：加强筋应沿着材料流动的方向布置。
- **加强筋的尺寸**：加强筋的深度应至少是壁厚的4倍，宽度应是壁厚的5倍。
- **加强筋的形状**：推荐使用大量短加强筋而不是单个大加强筋。加强筋应是空心的，而不是实心的，并且在角落处应有曲线。

4-3孔和倒角

- **孔**：孔对零件的完整性有很大影响。两个孔或孔与侧壁之间的最小间距应为孔径的1倍，以保证零件强度和材料流动。通孔比盲孔更受青睐，孔的深度不应超过其直径的2倍。
- **倒角**：外部倒角有时需要机械滑块或侧芯。内部倒角通常需要提升器，如果可能的话，应避免使用。
- **移动侧芯或滑块**：展示了模具中侧芯或滑块的移动，以形成孔或倒角。

- **移动内部芯或提升器**: 展示了模具中内部芯或提升器的移动，以形成内部倒角。

这些幻灯片提供了塑料注射成型设计和橡胶弹性体行为的详细指导。让我们逐页进行讲解：

第一页：内部倒角无提升器

- **内部倒角**: 根据零件的柔韧性，可以在没有提升器的情况下弹出零件，或者在顶针上添加芯杆。
- **顶针**: 用于弹出零件。
- **分型线**: 零件在弹出过程中表面可能会发生偏转。

第二页：分型线选择

- **分型线**: 选择分型线以简化模具设计。避免分型线成为倒角，因为这会增加模具设计的复杂性。

第三页：螺纹设计顾问

- **螺纹**: 螺纹通常需要粗糙，或者在成型后通过攻丝添加。对于精细或更坚固的螺纹，可以使用嵌件。
- **嵌件**: 嵌入长度应至少是直径的两倍，表面应粗糙化。
- **螺纹和嵌件位置**: 应位于分型线上。未对齐分型线的嵌件需要在成型后通过拧松机制释放。

第四页：分型线排气

- **排气**: 通常在分型线上进行排气。避免有凸起的地方，以免气体被困住。
- **排气口设计**: 为了增加分型线上的排气，应使排气口宽而浅，而不是窄而深，以防止材料流出。排气口应放置在角落附近。

第五页：角落设计顾问

- **尖锐角落**: 会导致应力集中。
- **圆角**: 减少空气困住的可能性。
- **壁厚一致性**: 在角落处保持均匀的壁厚。
- **内半径**: 应大于壁厚的25%。

第六页：零件弹出设计顾问

- **冷却和收缩**: 塑料在冷却时会收缩并“锁定”在任何内部凸起周围。重要的是在凸起上包含拔模角。
- **拔模角**: 为了使零件弹出更容易，应在墙壁上包含拔模角或锥度（至少0.5度）。
- **浇口和顶针位置**: 如果可能，将浇口和顶针放置在零件的底部，因为它们会对表面光洁度产生不利影响。

第七页：纹理设计顾问

- **纹理**: 在模具中应用表面图案。
- **隐藏缺陷**: 纹理可以隐藏缺陷并改善握持处理。

- **防止刮擦：**为了防止刮擦，将拔模角增加到 $1\text{--}1.5^\circ$ 每0.001英寸纹理深度，以适应与分型平面垂直的所有表面。

第八页：避免移动侧芯和提升器

- **避免移动侧芯和提升器：**通过设计避免使用移动侧芯和提升器，以简化模具设计。
- **塑料产品设计指南：**提供了塑料产品的设计考虑因素，如强度、刚度、蠕变、比重、抗冲击性、使用温度、热膨胀系数、紫外线保护、溶剂和酸碱抵抗性。

第九页：成本驱动因素

- **成本驱动因素：**列出了影响塑料产品成本的三个主要因素：模具成本、加工成本和材料成本。模具成本在低产量时占主导，加工成本与零件周期时间高度相关，材料成本在高产量时占主导。

第十页：弹性体行为

- **弹性体行为：**解释了弹性体在拉伸时分子如何解开并伸直，提供材料的初始弹性模量。随着进一步的应变，交联分子的共价键在模量中起越来越大的作用，刚度增加。更多的交联使弹性体更硬，其弹性模量更线性。
- **橡胶刚度：**展示了三种橡胶（天然橡胶、硫化橡胶和硬橡胶）的刚度随应变增加的变化。

2question

1 Which of the following are true statements?

- @As temperature increases, the density of a polymer also increases. 【错】
 - @As temperature increases the viscosity of a polymer decreases.
 - @As the degree of crystallinity increases in a given polymer, the polymer becomes denser, stiffer, and its melt temperature increases.
 - @Transparent polymers have a degree of crystallinity of zero or near zero.
 - @The degree of crystallinity has a greater effect on the stiffness of a polymer than on its melt temperature.
 - @ Thermoplastics can be repeatedly changed from solid to liquid without chemical change, making them idea for rapid processing.
-
- @As temperature increases the viscosity of a polymer decreases.
 - @As the degree of crystallinity increases in a given polymer, the polymer becomes denser, stiffer, and its melt temperature increases.
 - @Transparent polymers have a degree of crystallinity of zero or near zero.
 - @The degree of crystallinity has a greater effect on the stiffness of a polymer than on its melt temperature.
 - @ Thermoplastics can be repeatedly changed from solid to liquid without chemical change, making them idea for rapid processing.

T+ viscosity - density -

温度升高导致聚合物分子链之间的距离增大

温度升高增加了分子的热运动，使得分子链之间的滑动更容易，从而降低了聚合物的粘度

crystallinity + density + melt point + stiff+

结晶度的增加意味着聚合物中有序排列的区域增多，
需要更多的能量来破坏这些有序结构

因为结晶区域提供了更多的结构支撑-》结晶度对聚合物的刚性影响大于对其熔点温度的影响：

Transparent polymers have a degree of crystallinity of zero or near zero

透明聚合物通常具有较低的结晶度，因为高度有序的结晶区域会散射光线，导致不透明。因此，为了保持透明度，聚合物的结晶度需要保持在较低

有一句正确的话

@Thermoplastics are the only group of polymers that economically make sense to recycle.

2 Which can be melted and cooled repeatedly without degradation?

Epoxy

Isoprene

Polymethyl methacrylate

Polyurethane

Nylon

ABS

PVC

Polymethyl methacrylate

ABS

PVC

反复熔化和冷却而不发生降解的 热塑性

+Nylon

1. **聚甲基丙烯酸甲酯（**Polymethyl methacrylate, PMMA**）**：PMMA是一种透明的热塑性塑料，具有抗冲击、耐候和耐化学性，被称为替代无机玻璃的材料。由于其热塑性的特性，PMMA可以在加热时熔化，在冷却时固化，这个过程可以多次重复而不会发生化学变化。

2. **尼龙（**Nylon**）**：尼龙，也称为聚酰胺（**Polyamide, 简称PA**），是一种热塑性树脂。尼龙具有良好的力学性能、耐热性、耐磨损性、耐化学药品性和自润滑性。它是一种可以在加热时熔化，在冷却时固化的热塑性材料，可以重复这一过程。

3. **ABS**：ABS是一种常见的热塑性塑料，具有良好的机械性能和加工性能。它可以在加热时熔化，在冷却时固化，且这一过程可以多次重复。ABS塑料广泛应用于各种产品和组件的制造中。

4. **聚氯乙烯（**PVC**）**：PVC是一种热塑性材料，可以在加热时熔化形成连续网络，在冷却时固化。PVC的凝胶化或熔化过程涉及到颗粒的破坏和分子的缠结，这些缠结的分子在冷却时可以再结晶，形成三维结构。这一过程可以多次重复

1. 环氧树脂（**Epoxy**）是一种热固性塑料，一旦固化后通常不能通过加热来反复熔化和重塑。

2. 聚氨酯（**Polyurethane**）虽然可以通过特定的化学过程进行回收和再利用，但它们通常不像热塑

性塑料那样直接通过熔化和冷却来回收。

3. 伊索prene (Isoprene) 是一种合成橡胶

3 All thermoplastics have the potential to be recycled.

True

4 Which is the correct order of sections in an extruder from the die back to hopper?

Feed, Compression, Metering

Metering, Compression, Feed

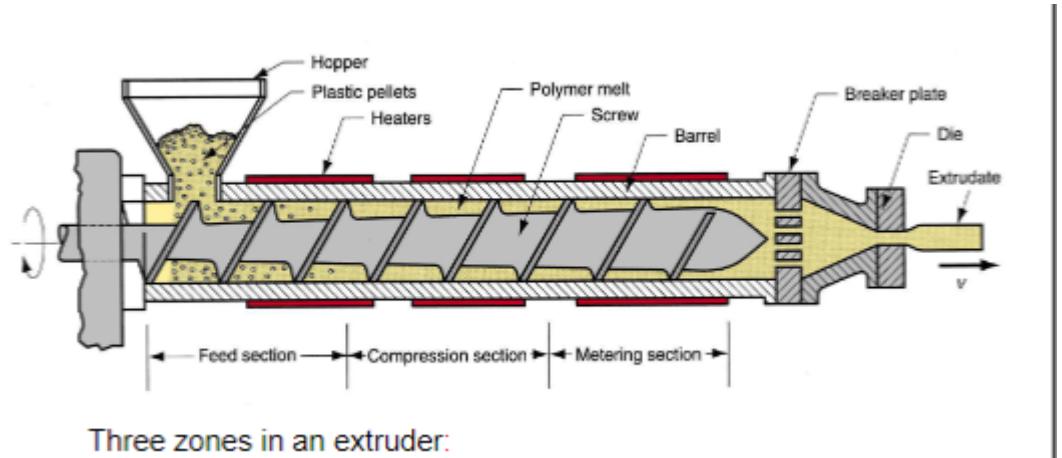
Extrudate, amorphous flow, granule stock

Hopper, barrel, die

Compression, feed, metering

Metering, Compression, Feed

计量区 (Metering) 、压缩区 (Compression) 到输送区 (Feed)



Three zones in an extruder:

- **进料区 (Feed section)** : 塑料颗粒 (plastic pellets) 从料斗 (hopper) 进入挤出机, 开始被加热和软化。
- **压缩区 (Compression section)** : 塑料在螺杆 (screw) 的推动下进一步加热和压缩, 体积减小, 密度增加。
- **计量区 (Metering section)** : 塑料熔体在螺杆的最后部分被均匀地输送到模具, 确保挤出物的尺寸和形状一致

Hopper (料斗) → Feed (输送区) → Compression (压缩区) → Metering (计量区) → Die (模具)

5 The physical property of plastics that is utilized in spider dies to make tubing is:

Pseudo-plastic flow

Shear rate thinning

Non-Newtonian flow

Viscoelasticity

Viscoelasticity

在挤出成型中，特别是使用“蜘蛛型”模具（spider dies）制造管材时，利用了塑料的粘弹性（viscoelasticity）特性。粘弹性是材料同时具有粘性和弹性的特性，这种特性在聚合物加工中尤为重要。

1. 粘弹性（Viscoelasticity）：

- 粘弹性是描述材料在受到力作用时，其变形和回复过程中既表现出粘性流体的特征，又表现出弹性固体的特征。在挤出成型中，塑料熔体围绕“蜘蛛腿”流动并重新汇聚形成管壁，这一过程中塑料的粘弹性特性允许材料在流动时发生形变，同时在冷却固化后保持形状。这种特性对于确保管材的均匀壁厚和良好表面质量至关重要。

其他选项，如伪塑性流动（Pseudo-plastic flow）、剪切变稀（Shear rate thinning）、非牛顿流动（Non-Newtonian flow），虽然也是描述流体（包括塑料熔体）在流动中的行为，但它们并没有特别指出粘弹性这一在挤出成型中利用的关键物理特性。粘弹性是这些流动行为背后的基础物理属性，它综合了材料的粘性和弹性响应。

6 In which of the following characteristics do plastic parts often do better than metals:

Impact resistance
temperature resistance
strength,
stiffness,
resistance to ultraviolet radiation,
Strength to weight ratio

Impact resistance

Strength to weight ratio

1. **强度和刚度**：塑料的强度和刚度通常不如金属。这意味着在承受高负荷或需要高刚性的应用中，塑料可能不是最佳选择。
2. **蠕变（Creep）**：热塑性塑料在长时间受力下会发生蠕变，即逐渐变形。而热固性塑料由于其交联结构，不易发生蠕变。
3. **强度-重量比**：塑料的强度-重量比可以与金属竞争。这使得塑料在需要轻量化的应用中非常有用，如航空航天和汽车工业。
4. **抗冲击性**：塑料具有良好的抗冲击性，能够很好地吸收冲击力。这使得塑料在需要抗冲击的应用中，如安全设备和防护装备，表现出色。
5. **使用温度**：塑料的使用温度相对于金属和陶瓷来说是有限的。这意味着在高温环境下，塑料可能不是最佳选择。
6. **热膨胀系数（CTE）**：塑料的热膨胀系数（CTE）通常较高，这意味着它们在温度变化时尺寸变化更显著。在设计时需要考虑这种热膨胀对产品性能的影响。
7. **紫外线保护**：塑料需要紫外线保护以防止阳光引起的降解。这通常通过添加紫外线吸收剂或使用涂层来实现。
8. **溶剂**：塑料通常易溶于某些溶剂。在设计塑料产品时，需要考虑它们可能接触到的溶剂类型，以确保产品的稳定性。

9. 耐酸碱性：塑料对大多数酸和碱具有抵抗力。这使得塑料在化学工业和实验室设备中广泛应用。

Plastic Product Design Guidelines:

- Strength and stiffness – generally not as good as metals
- Creep – problem for thermoplastics, not for thermosets
- Strength-to-weight ratio – competitive with metals
- Impact resistance – plastics absorb impact well
- Use temperature – limited relative to metals and ceramics
- CTE – ΔT dimensional changes usually more significant
- UV protection – needed to prevent sunlight degradation
- Solvents – often soluble
- Acids, Bases –resistant to most

7 Two-plate molds are used to separate the sprue and runners from the parts.

False

在塑料注射成型或压缩成型中，模具通常由两部分组成：动模（移动的一半）和定模（固定的一半）。这两部分合起来形成完整的模腔，用于形成塑料零件的形状。

两板模具（Two-plate molds）通常指的是在注塑成型中使用的模具，它们由两个主要部分组成：动模板和定模板。这两部分在模具的分型线上分开，使得塑料零件和流道系统（包括主流道、分流道和浇口）可以在模具打开时被分离。

在两板模具中，塑料材料通过注塑机喷嘴注入模具的主流道，然后流入分流道，最后通过浇口进入模腔。当塑料零件冷却并固化后，模具沿分型线打开，通常动模板会移动，而定模板保持固定。此时，塑料零件和流道系统通常会通过顶出系统从模具中被推出。

然而，题目中的陈述“Two-plate molds are used to separate the sprue and runners from the parts”实际上是不准确的。在两板模具中，塑料零件和流道系统（包括主流道、分流道和浇口）确实是在模具打开时被分离的，但它们并不是被“分离”开来，而是塑料零件被顶出，而流道系统通常仍然与模具的某一部分相连，需要后续的手工或自动操作来去除。

因此，正确的解释应该是：在两板模具中，模具的打开允许塑料零件被顶出，但流道系统（包括主流道、分流道和浇口）并不会自动与零件分离，它们需要通过额外的步骤来去除。所以，题目中的

陈述是错误的。

在传统的两板模具中，模具的两个部分在成型过程中是分开的，以便可以取出塑料零件和流道系统中的塑料（被称为浇道系统，包括主流道、分流道和浇口）。以下是两板模具的工作原理和特点：

1. 注塑过程：

- 熔融的塑料通过注塑机的喷嘴注入模具的主流道。
- 然后塑料通过分流道分配到各个浇口，最后填充到模腔中形成零件。
- 冷却后，模具打开，零件和流道系统中的塑料（包括流道、浇口和冷料井中的冷料）被分离。

2. 模具分离：

- 在两板模具中，模具的分离通常通过液压或机械方式实现。
- 模具打开后，可以通过手工或自动方式取出零件和流道系统中的塑料。

3. 流道系统：

- 流道系统的设计是为了在注射成型过程中将熔融塑料有效地输送到模腔中。
- 在零件取出后，流道系统中的塑料通常被回收再利用。

4. 优点：

- 两板模具允许单独分离零件和流道系统中的塑料，这有助于提高材料的利用率和减少浪费。
- 这种模具设计也便于自动化生产，因为零件和流道系统的分离可以通过机械手或自动化装置来完成。

5. 缺点：

- 两板模具通常比三板模具（如热水口模具）更复杂，成本也更高。
- 模具的维护和修理可能更加复杂，因为有更多的部件和移动部件。

8 Compression molding and transfer molding do not use an extrusion barrel and are primarily used for thermosets and elastomers.

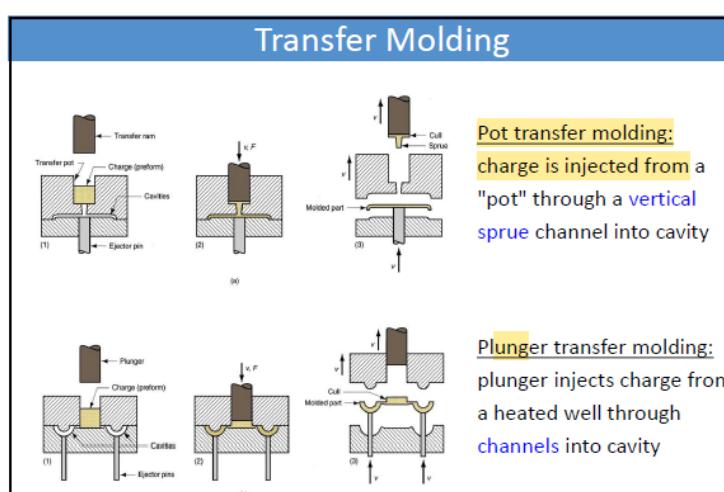
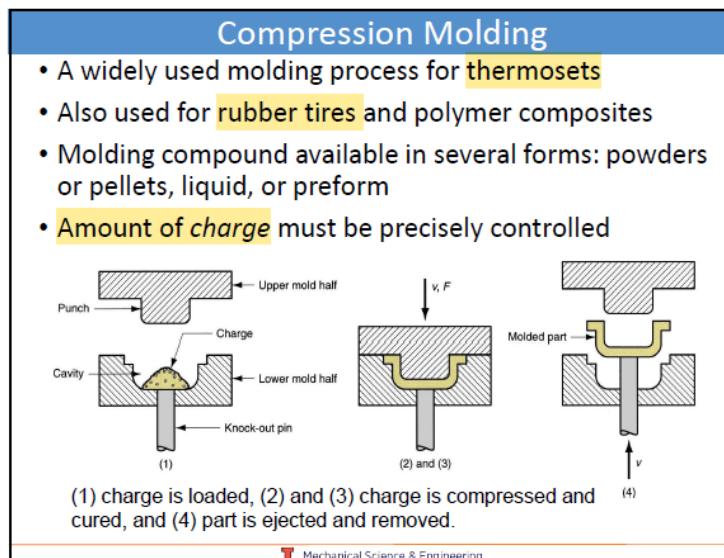
True

压缩成型（Compression Molding）和转移成型（Transfer Molding）是两种不同的塑料加工技术，它们确实有一些共同的特点，但也存在显著的差异。以下是对这两种工艺的一些解释：

1. **压缩成型**是一种制造工艺，它通过将材料（通常是粉状、粒状或纤维状的塑料）放入模具型腔中，然后闭合模具并施加压力和热量，使材料熔融并充满模具型腔，最后固化成型。压缩成型通常用于热固性塑料和橡胶材料，因为这些材料在加热和加压下能够固化成型。压缩成型的优点包括能够生产出具有光滑表面和精确尺寸的零件，以及能够加工大型和复杂形状的部件。然而，这种工艺通常需要较长的生产周期，并且可能需要手工操作，这限制了自动化程度。
2. **转移成型**则是一种结合了注塑成型和压缩成型特点的技术。在转移成型过程中，塑料原料首先在一个加热的腔室中预热，然后通过柱塞的压力将熔融的材料转移到冷模具中完成成型。转移成型的主要优点是能够生产出具有良好的表面质量和尺寸精度的塑料件，且由于材料在冷模具中成型，成品的收缩率较低。此外，转移成型允许使用较低的成型压力，从而减少了对模具的磨损。转移成型广泛应用于多种行业，包括汽车、电子、消费品等领域，尤其适用于制造具有精细细节或复杂几何形状的塑料部件。

关于题目中的陈述：

- 压缩成型和转移模具确实不使用挤出筒。这两种工艺都是将材料直接放入模具中，通过加热和加压来成型，而不是通过挤出筒来成型材料。
- 这两种工艺主要用热固性和橡胶材料。压缩成型特别适合热固性塑料，而转移成型虽然主要用于热固性塑料，但也可以使用一些热塑性材料。



9 Thermoforming is limited to which plastic types?

Thermoplastic
Pseudoplastic
Thermoset
Viscoelastic materials
Non-Newtonian
Elastomer

Thermoplastic

热成型（Thermoforming）是一种塑料加工技术，它涉及将热塑性塑料板材加热至软化状态，然后利用压力将其贴合到模具上，冷却后形成所需的形状。这种工艺主要用于制造一次性或短期使用的塑料制品，如包装托盘、食品容器、汽车部件等。

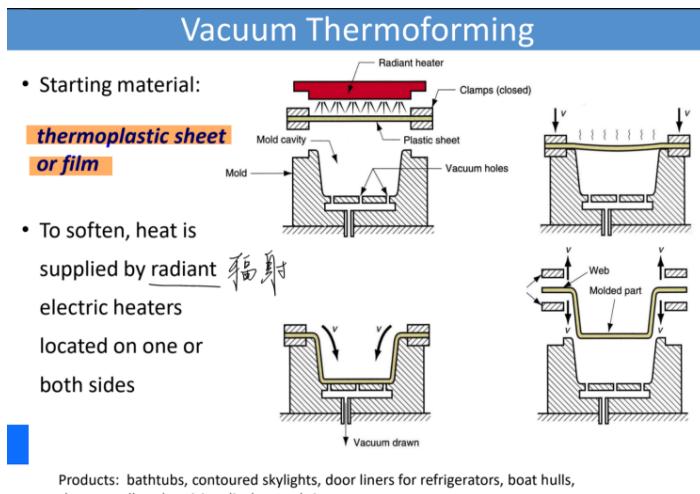
热成型主要适用于热塑性塑料（Thermoplastic），因为这类材料在加热时会变软并具有流动性，冷

却后又可以重新硬化。热塑性塑料包括多种类型，如聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚氯乙烯（PVC）、聚苯乙烯（PS）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）等。

以下是对其他选项的简要说明：

1. **伪塑性 (Pseudoplastic)**：这是指表现出剪切变稀行为的非牛顿流体，即在剪切力作用下粘度降低。虽然某些热塑性塑料可能表现出这种行为，但这不是热成型的主要考虑因素。
2. **热固性塑料 (Thermoset)**：热固性塑料在加热和固化后，不会在加热时再次熔化。因此，它们不适合热成型工艺，因为热成型需要材料在加热后能够软化并重新成型。
3. **粘弹性材料 (Viscoelastic materials)**：粘弹性材料同时具有粘性和弹性的特性。虽然某些热塑性塑料可能表现出粘弹性，但这不是一个限制热成型的因素。
4. **非牛顿流体 (Non-Newtonian)**：非牛顿流体的粘度会随着剪切率的变化而变化。虽然某些热塑性塑料可能表现出非牛顿流体的特性，但这不是一个限制热成型的因素。
5. **弹性体 (Elastomer)**：弹性体是一类在去除应力后能够恢复原状的材料，通常指的是橡胶类材料。虽然弹性体可以被加热和塑形，但它们不是热成型的主要材料选择，因为热成型主要针对的是热塑性塑料。

总结来说，热成型主要适用于热塑性塑料，因为这类材料可以在加热时软化并在冷却后重新硬化，从而形成所需的形状。其他类型的材料，如热固性塑料，由于其固化后不可再次熔化的特性，不适合热成型工艺。



10 Which are true statements about Structural Foam Molding?

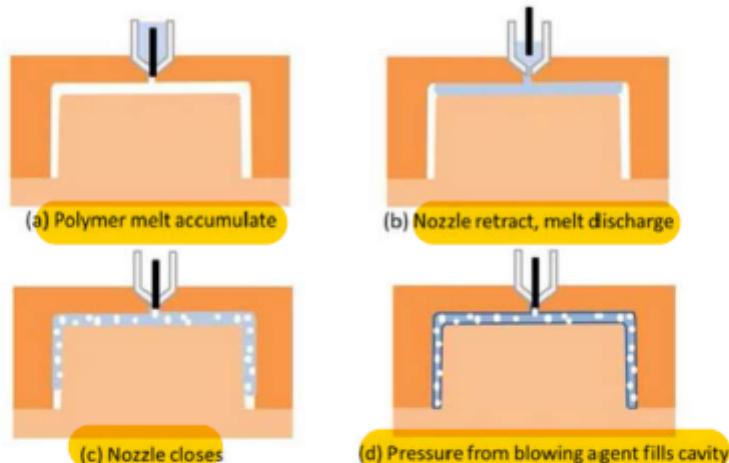
- @SFM can make parts with a higher strength-to-weight ratio than other polymer manufacturing methods.
 - @With high pressure injection, production rates can be significantly increased.
 - @For the material to foam it requires a chemically activated foaming agent.
 - @The density of material within a part depends heavily on its local temperature during curing. Colder regions will be more dense and hotter regions less dense.
- @SFM can make parts with a higher strength-to-weight ratio than other polymer manufacturing methods.**
- @The density of material within a part depends heavily on its local temperature during curing. Colder regions will be more dense and hotter regions less dense.**

关于结构泡沫成型（Structural Foam Molding），以下陈述是正确的：

1. SFM可以制造出比其他聚合物制造方法具有更高强度-重量比的零件。结构泡沫成型通过在塑料的熔融状态下引入化学发泡剂或惰性气体，形成具有微孔泡沫核心和致密外表面的结构。这种独特的结构使得材料在保持强度和刚性的同时减轻了重量，因此具有比传统聚合物更高的强度-重量比。
2. 材料的密度在很大程度上取决于其在固化过程中的局部温度。较冷的区域会更密，较热的区域会更疏松。在结构泡沫成型过程中，材料的密度确实会受到固化时局部温度的影响。这是因为发泡剂在不同温度下的反应速率不同，导致泡沫的形成和固化过程在不同区域有所差异。较冷的区域泡沫形成较少，因此密度更高；而较热的区域泡沫形成较多，密度相对较低。
结构泡沫成型是一种高效的制造方法，它通过在较低的压力下注射塑料和发泡剂的混合物，形成具有高强度和轻质特性的零件。这种工艺不仅适用于生产大型或复杂的塑料部件，而且还能提供优异的表面外观和设计灵活性

SFM Process

1. *Inert blowing agent* requires a high pressure polymer melt to prevent it from coming out of solution (e.g. nitrogen),
2. A *chemically activated blowing agent* uses heat inside the mold to activate (e.g. azodicarbonamide).



Mechanical Science & Engineering

Adv. and Disadv. of SFM

Advantages:

1. *Light weight* – significantly less material used (40-80%)
2. *Large* parts with thick wall sections
3. Low pressure means *molds* can be *lighter* and *less expensive*
4. High stiffness to weight ratio – 0.5-3 times greater rigidity than solid injection molded parts. A part 50% less dense, but twice as thick (i.e. same weight) could have 8 time greater stiffness.

Disadvantages:

1. *Surface finish* worse ("blushed") than injection molding
2. Long cycle *time* – lower production speed.

11 Which can make parts with different color layers of plastics?

Vacuum thermoforming

Blow molding

Structural Foam molding

Insert molding
Transfer molding
Rotomolding
Compression molding

Rotomolding

旋转成型（Rotomolding），也称为滚塑成型或旋转模塑，是一种制造中空无缝塑料产品的工艺方法。这种工艺特别适合于生产大型、复杂形状的塑料制品，如储罐、游乐场设备、汽车零部件等。旋转成型的基本原理是将塑料粉末或颗粒装入模具中，然后模具沿两个垂直轴旋转并加热，使塑料材料均匀分布在模具内表面，形成所需形状，最后冷却定型而成制品。

旋转成型过程中，塑料材料在模具内均匀分布，可以形成具有均匀壁厚的产品。这种均匀的壁厚有助于确保产品的耐用性和强度。此外，旋转成型工艺可以用于多种塑料材料，包括聚乙烯、聚氯乙烯、尼龙和聚丙烯等，这些材料可以提供不同的性能属性，如耐化学性、耐温和耐磨性。

旋转成型的一个显著优点是设计灵活性。由于旋转成型可以生产出具有复杂形状和细节的产品，因此设计师在产品开发中拥有更大的自由度。此外，旋转成型还具有材料效率的优势，因为它可以优化原材料的使用，产生的浪费最少。

在颜色层方面，旋转成型可以通过使用不同颜色的塑料粉末或颗粒来制造具有不同颜色层的塑料部件。例如，可以通过在模具中装入不同颜色的塑料材料，通过旋转和加热使它们熔融并形成具有多层颜色的制品。这种方法可以实现丰富的颜色效果，为产品提供独特的视觉吸引力。

12 Injection molding used high pressure for molding whereas RIM utilizes low pressure.

True

反应注射成型（RIM）是一种在低压和低温下制造塑料部件的独特工艺。它通常用于生产大型、几何复杂的部件，如汽车保险杠、空气扰流器等。RIM工艺使用热固性聚合物的两种液态部分，将它们混合在一起，在模具中引发固化过程。这种工艺与传统的注塑成型相比，具有更低的注射压力，通常在50-150 psi左右，而传统的注塑成型压力可以达到10,000-20,000 psi。

RIM工艺的主要优点包括：

1. 设计灵活性：RIM可以生产出使用传统注塑成型工艺难以制造的零件，如厚壁和薄壁零件、泡沫芯等。
2. 轻质耐用：通过RIM制造的部件坚固而轻便，其特性取决于材料的选择，如聚氨酯具有耐热性、尺寸稳定性和高动态性能。
3. 成本效益：RIM通常使用铝合金模具，这使得模具成本更低，同时由于其低压特性，所需的合模力也较小，从而降低了设备成本。
4. 减少周期时间：RIM的循环时间相对较短，这意味着更快的生产速度和更短的周转时间。

RIM工艺中，聚氨酯是最常用的材料，它按硬度可分为弹性体和硬质体两大类。硬质聚氨酯具有较高的硬度和弯曲模量，而弹性聚氨酯则具有较高的冲击强度。RIM工艺还可以通过使用发泡剂来制造具有高密度表皮和低密度微孔芯的泡沫材料，这些材料在达到强度的同时，结构上承受的重量也更少。

- Used to mold thermosetting materials
- Chemical reaction occurs within the mold
- **Avoids heat & pressure of ordinary injection molding**
- Examples: automotive bumpers and steering wheels.



13 Which process has the shortest cycle time?

Injection molding

Compression Molding

Reaction Injection Molding

Rotomolding

Structural Foam Molding

Transfer Molding

Thermoforming

Injection molding

在比较不同的塑料成型工艺时，注射成型（Injection Molding）通常具有最短的生产周期时间。这是因为注射成型过程高度自动化，从塑料的熔融、注入模具、冷却到成品的脱模，整个过程可以在很短的时间内完成。

注射成型的主要步骤包括：

1. **合模**: 模具闭合准备注射塑料。
2. **注射**: 熔融的塑料在压力作用下被注入模具中。
3. **冷却**: 注入模具的塑料冷却固化，形成所需形状。
4. **开模和顶出**: 模具打开，成品被顶出并从模具中取出。

注射成型的循环时间可以从几秒到几分钟不等，这取决于塑料的类型、产品复杂度、注射机的性能以及模具设计等因素。由于注射成型可以快速连续地生产出大量一致的零件，因此它在大批量生产中非常高效，特别适合于生产形状复杂、尺寸精确的塑料制品。

相比之下，其他一些塑料加工技术，如压缩成型（Compression Molding）、反应注射成型（Reaction Injection Molding）、旋转成型（Rotomolding）、结构泡沫成型（Structural Foam Molding）、转移成型（Transfer Molding）和热成型（Thermoforming）可能需要更长的循环时间，因为它们涉及不同的加热、加压和固化过程，这些过程通常需要更多的手动操作和更长的固化时间。

14 Which of the following statements are true:

@Whenever possible design parts without the need for mechanical sliders or lifters, as they increase the cost of the die significantly.

@If threading is needed in an injection molded part, either use an insert, or design it with very fine threads.

[]

? ? ? ? ? ? ? ? ?

@Some injection molded parts do not require a taper, or a slider for internal undercuts, if the material is sufficiently flexible.

@Injection molding, like metal casting, works better with parts that have uniform wall thickness.

@High aspect ratio (height/width) features should be aligned with the flow direction of the molten polymer.

@Blow molding can be used to form both thermoplastic and thermosetting materials. []

- 这个陈述是错误的。吹塑成型（Blow Molding）通常用于热塑性塑料，而不是热固性塑料。热固性塑料在加工过程中不会熔化，因此不适合吹塑成型

@Holes should be spaced with a minimum of 1 diameter of solid material between them

Answers

@Whenever possible design parts without the need for mechanical sliders or lifters, as they increase the cost of the die significantly.

@Some injection molded parts do not require a taper, or a slider for internal undercuts, if the material is sufficiently flexible.

@Injection molding, like metal casting, works better with parts that have uniform wall thickness.

@High aspect ratio (height/width) features should be aligned with the flow direction of the molten polymer.

@Holes should be spaced with a minimum of 1 diameter of solid material between them.

1. 尽可能设计无需机械滑块或顶针的零件，因为它们显著增加了模具的成本。

- 这个陈述是正确的。机械滑块或顶针是复杂的模具组件，它们增加了模具的制造成本和维护难度。如果设计允许，应尽量避免使用这些组件。

2. 如果需要在注射成型零件中加入螺纹，要么使用嵌件，要么设计非常细的螺纹。

- 这个陈述是正确的。在注射成型中创建螺纹可能很复杂，通常需要使用专门的模具或嵌件。细螺纹更容易通过模具制造和脱模过程。

3. 如果材料足够柔软，一些注射成型零件不需要锥度或滑块来处理内部倒扣。

- 这个陈述是正确的。柔性材料可以在脱模时变形，从而允许零件在没有滑块或锥度的情况下脱模。

4. 像金属铸造一样，注射成型更适合处理壁厚均匀的零件。

- 这个陈述是正确的。均匀的壁厚有助于确保塑料零件在冷却和固化过程中均匀收缩，减少应力和变形。

5. 高宽比（高度/宽度）的特征应与熔融聚合物的流动方向对齐。

- 这个陈述是正确的。高宽比大的特征（即高度远大于宽度的特征）如果与流动方向对齐，可以减少填充模具时的压力和变形。

6. 吹塑可以用来成型热塑性和热固性材料。

- 这个陈述是错误的。吹塑通常用于热塑性材料的成型，因为它们在加热时可以熔化并在吹塑过程中重新成型。热固性材料一旦固化，就不能通过加热来重新熔化和成型。

7. 孔应该间隔开，它们之间至少有1倍直径的实体材料。

- 这个陈述是正确的。在设计注射成型零件时，需要确保孔之间有足够的实体材料，以维持零件的结构完整性并防止薄弱点。

15 Die Swell

An extruder makes a rod of final diameter 21 mm at a rate of 6 cm/s. Assuming a swell ratio of 1.1 calculate the die diameter (mm) and the velocity of the polymer inside the die opening using conservation of volume.

An extruder makes a rod of final diameter 21 mm at a rate of 4 cm/s. Assuming a swell ratio of 1.1, calculate the die diameter (mm) and the velocity of the polymer inside the die opening using conservation of volume (give answers to TWO decimal places).

Diameter = mm

Velocity of Polymer = cm/s

```
# 15
from sympy import pi
# v1*s1=v2*s2
r1=21
ratio=1.05
v1=4

r2=r1/ratio

s1=r1/2*r1/2
s2=r2*r2/4
v2=s1*v1/s2
print(v2,r2)
```

16 Die Swell

A polymer is extruded with a swell ratio of 1.25 and a spider mandrel with an OD of 38 mm and an ID of 36 mm. What is the final tube thickness?

A polymer is extruded with a swell ratio of 1.25 and a spider mandrel with an OD of 38 mm and an ID of 36 mm. What is the final tube thickness?

WallThickness = mm

```
# 16
Sr=1.3
Do=39
Di=37

Tf=Sr*(Do-Di)/2
print(Tf)
```