

基础部分

1、简述引起熔体破碎的主要原因。

熔体破裂是液体不稳定流动的一种现象。产生熔体破裂的原因主要是熔体中的弹性回复所引起。

熔体在管道中流动时剪切速率分布的不均匀性使熔体中弹性能不均匀分布。当熔体中产生的弹性应力一旦增加到与滞流动阻力相当时，粘滞阻力就不能再平衡弹性应力的作用，而弹性效应所致熔体流速在某一位置上的瞬时增大形成“弹性湍流”，即“应力破碎”现象。在圆管中，如果产生弹性湍流的不稳定点沿着管的周围移动，则挤出物将呈螺旋状，如果不稳定点在整个圆周上产生，就得到竹节状的粗糙挤出物。

产生不稳定流动和熔体破裂现象的另一个原因是熔体剪切历史的波动引起的。即剪切应力不同，熔体所产生的弹性效应不同，从而使其弹性回复产生差异，形成熔体破裂。

2、将聚丙烯丝抽伸至相同伸长比，分别用冰水或 90℃ 热水冷却后，再分别加热到 90℃ 的二个聚丙烯丝试样，哪种丝的收缩率高，为什么？

用冰水的聚丙烯丝收缩率高，因为冰水冷却时，冰水的温度远远低于聚丙烯的最佳结晶温度，此时，聚丙烯丝的结构更多的保持了其纺丝过程中分子的取向状态，而用 90℃ 热水冷却时，聚丙烯分子具有较为充分的解取向时间，当聚丙烯丝再次分别加热到 90℃ 时，前者才进行较高度度的解取向，表现出较高的收缩率。

3、简述高聚物熔体流动的特点。

由于高聚物大分子的长链结构和缠绕，聚合物熔体、溶液和悬浮体的流动行为远比小分子液体复杂。在宽广的剪切速率范围内，这类液体流动时剪切力和剪切速率不再成比例关系，液体的粘度也不是一个常数因而聚合物液体的流变行为不服从牛顿流动定律。即非牛顿型流动。

4、举例说明高聚物熔体粘弹性行为的表现。

聚合物流动过程最常见的弹性行为是端末效应和不稳定流动。

端末效应包括入口效应和模口膨化效应(离模膨胀)即巴拉斯效应。

不稳定流动即可由于熔体弹性回复的差异产生熔体破碎现象。

5、说明链结构对高聚物粘度的影响。

聚合物的结构因素即链构型和链的极性、分子量、分子量分布以及聚合物的组成等对聚合物液体的粘度有明显影响。

聚合物链的柔性愈大，缠结点众多，链的解缠和滑移愈困难，聚合物流动时非牛顿性愈强。链的刚性增加和分子间吸引力愈大时，熔体粘度对温度的敏感性增加，提高这类聚合物的加工温度有利于增大流动性。

聚合物分子中支链结构的存在对粘度也有影响，尤以长支链对熔体粘度的影响最大，聚合物分子中的长支链可增加与其邻近分子的缠结，因此长支链对熔体成溶液流动性的影响比短支链重要。

聚合物分子量增大，不同链段偶然位移相互抵消的机会愈多，分子链重心移动慢，要完成流动过程就需要更长的时间和更多的能量，所以聚合物的粘度随分子量增加而增大。

熔体的粘度也与分子量分布有关。一般在平均分子量相同时，熔体的粘度随分子量分布增宽而迅速下降，其流动行为表现出更多的非牛顿性。

6、说明温度对不同结构高聚物粘度的影响。

温度是物质分子运动能力的表现。温度越高，物质的运动能力越高，表现出其可变形性越好，即流动性好。当聚合物链的柔性大，其本身分子运动在常规的温度范围内，运动能力较高，表现出对温度的敏感性较低，而链的刚性增加和分子间吸引力愈大时，分子运动能力在常规的温度范围内较差，从而显现熔体粘度对温度的敏感性增加，提高这类聚合物的加工温度有利于增大流动性。

7、在宽广的剪切速率范围内，聚合物流体的剪切应力与剪切速率之间的关系会出现怎样的变化？

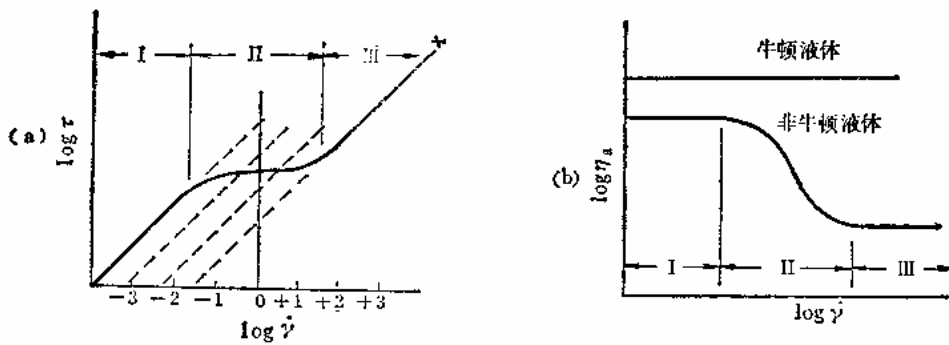


图 2-7 宽剪切速率范围聚合物熔体的 $\log \tau - \log \dot{\gamma}$ 曲线 (a) 和 $\log \eta_a - \log \dot{\gamma}$ 曲线 (b)
I 和 II—牛顿流动区；II—非牛顿流动区；X—表示熔体破裂

8、聚合物熔体在剪切流动过程中有哪些弹性表现形式?在塑料成型过程中可采取哪些措施以减少弹性表现对制品质量的不良影响?

聚合物流动过程最常见的弹性行为是端末效应和不稳定流动。

提高温度，减少剪切应力，增加高温下的流动时间，均化塑料结构，降低其流动的非牛顿性。

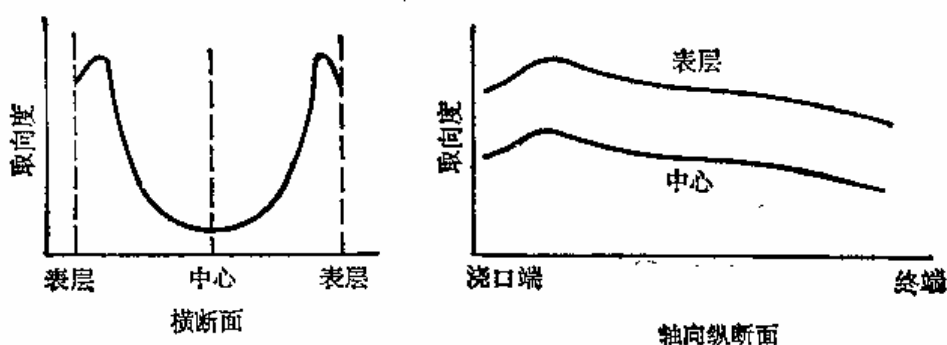
9、聚合物很低的导热系数和热扩散系数对塑料成型加工有哪些不利影响?

聚合物很低的导热系数和热扩散系数在加工中主要是影响塑料制品中温度分布的不均匀性，从而导致制品结构的非均匀性。另一方面，降低制品的生产效率。

10、取向度和取向结构的分布与哪些因素有关?

温度和剪切应力分布，聚合物受热时间，聚合物的结构因素。

12、试画出挤出成型时，制品取向度的分布图。



11、取向度对注塑制品的力学性能有何影响？

非晶聚合物取向后，沿应力作用方向取向的分子链大大提高了取向方向的力学强度，但垂直于取向方向的力学强度则因承受应力的是分子间的次价键而显著降低。因此拉伸取向的非晶聚合物沿拉伸方向的拉伸强度，断裂伸长率和冲击强度均随取向度提高而增大。取向结晶聚合物的力学强度主要由连接晶片的伸直链段所贡献，其强度随伸直链段增加而增大，晶片间伸直链段的存在还使结晶聚合物具有韧性和弹性。通常，随取向度提高，材料的密度和强度都相应提高，而伸长率则逐渐降低。

第4章 挤出成型

一. 简答题

1. 什么是挤出成型, 挤出过程分为哪两个阶段？

答案要点：

挤出成型亦称挤压模塑或挤塑，即借助螺杆或柱塞的挤压作用，使受热熔化的聚合物物料在压力推动下，强行通过口模而成为具有恒定截面的连续型材的成型方法。可分为聚合物物料的塑化和塑性体的挤出定型两个阶段。

2. 干法挤出过程与湿法挤出过程有哪些差别？

答案要点：

按塑料塑化方式的不同，挤出成型工艺分为干法和湿法两种。干法挤出的塑化是依靠加热将固体物料变成熔体，塑化和挤出可在同一设备中进行，挤出塑性体的定型仅为简单的冷却操作。湿法挤出的塑化需用溶剂将固体物料充分软化，塑化和挤出必须分别在两套设备中各自独立完成，而塑性体的定型处理要靠脱出溶剂操作来实现。

3. 单螺杆挤出机的挤出系统和传动系统包括哪几个部分？

答案要点：

单螺杆挤出机由传动系统，挤出系统，加热和冷却系统，控制系统等几部分组成。挤出系统和传动系统主要包括传动装置、加料装置、机筒、螺杆、机头和口模等五部分

4. 简述挤出机的驱动电机的类型与挤出稳定性的关系。

答案要点：

驱动电机分为：电磁调速电机；直流调速电机；变频调速电机；油压马达。其中以直流调速电机的转速最稳定，挤出过程的稳定性最好，油压马达的转速随扭矩过于敏感，扭矩的微小变化就导致其转速变化，对挤出稳定性不利。

5. 简述单螺杆挤出机的螺杆的几个功能段的作用.

答案要点：

加料段：自物料入口向前延伸的一段称为加料段，在加料段中，物料依然是固体，主要作用是使物料受压，受热前移，螺槽一般等距等深。

压缩段：压缩段是指螺杆中部的一段，物料在这一段中受热前移并压实熔化，同时也能排气，压缩段的螺槽体积逐渐减小。

均化段：螺杆最后一段，均化段的作用是使熔体进一步塑化均匀，并使料流定量，定压由机头流道均匀挤出，这段螺槽截面是恒等的，但螺槽深度较浅。

6. 什么是螺杆的压缩比, 单螺杆挤出机的螺杆通过哪些形式获得压缩比?

答案要点：

螺杆加料段第一个螺槽容积和均化段最后一个螺槽容积之比称为压缩比。压缩比的获得有以下方法：①等矩不等深 ②等深不等矩 ③不等距不等深。

7. 简述分离型螺杆的结构特点.

答案要点：

在螺杆的压缩段附加一条螺纹，这两条螺纹把原来一条螺纹形成的螺槽分成两个螺槽，一条螺槽与加料段螺槽相通，用来输送固态物料；另一条螺槽与均化段相通，用于液态物料的输送。这就避免了单螺纹螺杆固液共存于一个螺槽引起的温度波动。

8. 简述屏障型螺杆的结构特点.

答案要点：

屏障型螺杆就是在螺杆的某部位设立屏障段，使未熔的固态物料不能通过，并促使固态物料熔融的一种螺杆。通常情况下，屏障段设在均化段与压缩段相交处。

9. 机头和口模在理论上分为哪 3 个功能各异的区域, 各区域有什么作用?

答案要点:

(1) 口模集流腔: 把流入口模的聚合物熔体流分布在整个截面上, 该断面的形状与最终产品相似, 而与熔体输出装置的出口形状不同。

(2) 过渡流道: 它使聚合物熔体以流线型流入最终的口模出口。

(3) 模唇: 它赋予挤出物以适当的断面形状, 并使熔体“忘记”在区域(1)和区域(2)中不均匀的流动历史。

10. 挤出机料筒有哪些加热和冷却方式?

答案要点:

加热方式: 热载体加热; 电阻加热; 电感加热; 红外加热

冷却方式: 风冷却; 水冷却; 油冷却:

11. 简述双螺杆挤出机的主要工作特性.

答案要点:

a. 强制输送作用 在同向旋转啮合的双螺杆挤出机中, 两根螺杆相互啮合, 啮合处一根螺杆的螺纹插入另一根螺杆的螺槽中, 使其在物料输送过程中不会产生倒流或滞流。无论螺槽是否填满。输送速度基本保持不变, 具有最大的强制输送性。

b. 混合作用 由于两根螺杆相互啮合, 物料在挤出过程中进行着比在单螺杆挤出机中更为复杂的运动, 不断受到纵向横向的剪切混合, 从而产生大量的热能, 使物料加热更趋均匀, 达到较高的塑化质量。

c. 自洁作用 反同旋转的双螺杆, 在啮合处的螺纹和螺槽间存在速度差, 相互擦离过程中, 相互剥离粘附在螺杆上的物料, 使螺杆得到自洁。同向旋转的双螺杆, 在啮合处两根螺杆的运动方向相反, 相对速度更大, 因此能剥去各种积料, 有更好的自洁作用。

12. 如何获得单螺杆挤出机最大的固体输送速率?

答案要点:

结构角度: 1 增加螺槽深度; 2 降低物料与螺杆的摩擦系数; 3 增加物料与料筒的摩擦系数; 4 选择适当的螺旋角。

工艺角度：① 增加料筒温度 ($f_b \uparrow$)；② 降低螺杆温度 ($f_s \downarrow$)。

13. 简述聚合物物料在单螺杆挤出机中的熔化过程。

答案要点：

由固体输送区送入的物料，在进入熔化区后，即在前进的过程中同加热的料筒表面接触，熔化即从这里开始，且在熔化时于料筒壁留下一层熔体膜，若熔体膜的厚度超过螺翅与料筒间隙，就会被旋转的螺翅刮落，并将其强制积存在螺翅的前侧，形成熔体池，而在螺翅的后侧则为固体床，这样，在沿螺槽向前移动的过程中，固体床的宽度就会逐渐减少，直至全部消失，即完全熔化，熔体膜形成后的固体熔化是在熔体膜和固体床的界面发生的，所需热量一部分来自料筒的加热器，另一部分则来自于螺杆和料筒对熔体的剪切作用。

14. 简述聚合物熔体在挤出机均化段的流动形式。

答案要点：

熔体在均化段的流动包括四种形式：正流、逆流、漏流和横流。

15. 简述采用单螺杆挤出机挤出成型的挤出稳定性与螺杆均化段长度、螺槽深度及物料流动性的关系。

答案要点：

① 如果挤出物料流动性较大 (K 较大, 较小), 则挤出量对机头压力的敏感性较大, 不宜采取挤出方法加工；

② 深槽螺杆对压力的敏感性比浅槽螺杆大；

③ 螺杆均化段较长对机头压力的敏感性较小。

16. 简述挤出成型中, 对挤出物进行牵引的作用。

答案要点：

① 保持挤出物的稳定性；

② 消除离模膨胀引起的尺寸变化；

③ 使制品产生一定程度的取向, 改进轴向强度和刚度。

17. 简述软管挤出成型的工艺流程.

答案要点:

将聚合物物料加入挤出机料斗内, 经挤出机加热混炼成熔融状态, 由螺杆的旋转推动使熔融料通过机头环形通道形成管状, 借助于定径装置使熔融物定型, 经冷却水槽的进一步冷却后, 由牵引装置夹持前进, 最后经盘卷即得成品。

二. 分析论述题

1. 以尼龙棒材的挤出成型为例, 说明挤出成型的工艺过程, 并讨论原料和设备结构的选择, 工艺条件的控制中应注意的问题.

答案要点:

①原料的选择: 尼龙的熔融温度范围窄, 黏度偏低, 须特别注意选择高黏度的尼龙作为挤出棒材的原料, 以保证成型的稳定性;

②原料干燥: 尼龙极易吸水, 挤出前必须充分干燥, 否则, 会导致尼龙在加工过程中出现降解;

③挤出成型: 是棒材制造的主要过程, 挤出成型中应注意两点, 一是挤出速度要慢, 否则影响定型; 二是温度控制波动范围要小, 否则容易造成黏度的较大波动, 从而影响挤出稳定性;

④制品的定型与冷却: 定型部分要长一些, 采用缓慢冷却, 若使用急冷, 很容易造成棒体内部缩孔;

⑤牵伸和后处理: 牵伸要均匀, 牵引切割后的棒材要进行调湿处理, 以防止使用过程中的尺寸变化。

2. 以 ABS 挤出管材, 管材截面厚度不均匀, 出



现半边厚, 半边薄的现象, 如图所示, 请分析原因, 提出相应的解决办法.

答案要点:

ABS 挤出管材, 管材截面厚度不均匀, 出现半边厚, 半边薄的现象, 属于挤出制品的横向不均匀性, 产生这一现象一般是由不合理的口模设计造成的, 可能原因如下:

①三个口模区域中任何一个设计不合理。如是这一原因, 应检查口模集流腔、过渡流道、模唇的设计, 尤其是过渡流道流线化程度是否充分, 模唇的同心度等, 并加以改进。

②口模壁面温度控制不当。口模壁面温度控制不当会使截面各处流体的粘度产生一定差异, 从而使流速不同, 流速快的一面壁厚, 针对这一情况, 应使口模壁面温度保持一致。

③由于压力引起口模的壁面的弯曲变形。如是这一原因, 应增加壁面厚度, 选择高强度材质, 提高口模强度, 或者减小物料的流动阻力, 以防止壁面的弯曲变形。

④在流道中作为型芯支撑作用的障碍物的存在。如是这一原因, 应改变型芯支撑物的形状或位置, 尽量减小这些支撑物对熔体流线性的影响。

3. 聚氯乙烯的型材的挤出成型中, 出现表面粗糙, 请分析原因, 提出相应的解决办法.

答案要点:

型材的挤出成型中, 出现表面粗糙, 属于挤出制品的横向不均匀性, 产生这一现象一般是熔融混合物通过口模挤出时, 进入口模的熔体温度, 压力和组成随时间而发生变化或者牵引过程的不均匀性造成的, 可能原因如下:

①料斗供料不均导致不正常的固体输送;

②熔融不充分;

③物料配制过程的混合不均匀;

④不合理的口模设计导致较低的流线化程度造成熔融物料集聚并不连续地流出滞流区;

⑤挤出速度过快导致熔体的不稳定流动;

⑥冷却和牵引过程随时间发生变化。

针对以上因素采取相应的措施。

4. 某工厂采用挤出成型方法制造的硬质聚氯乙烯装饰型材, 使用一段时间(约2个月)后出现料轴向尺寸变小, 试分析产生的原因及防止办法。

答案要点：

硬质聚氯乙烯装饰型材出现了缓慢收缩，可能是滞后效应造成的。具体来说，由于型材成型过程中一方面要以一定压力通过口模，流动截面由大变小，产生了一定的拉伸流动，使分子链产生取向作用；另一方面，由于出模后的牵引作用，使取向来不及回复，弹性能无法释放或分子链无法松弛，在使用过程中出现缓慢松弛，这就导致了型材。防止方法有：①增加管材口模平直部分长度；②降低挤出速度；③对型材进行热处理，以防止使用过程中的变形或收缩。

其他成型部分

1、为什么静态浇铸时不用塑料熔体，而离心浇铸时却常用塑料熔体？

因为塑料熔体的粘度较高，流动性较差，静态浇铸时，流体的流动动力仅是流体的重力，若采用塑料熔体成型，由于塑料熔体流动性差，很容易产生模具充不满的现象，形成废品。而离心浇铸时，有离心力作为其流动的助动力，可即好又快的完成充模过程。因此离心浇铸时可却常用塑料熔体。

2、用滚铸和滚塑技术成型制品时，模具为什么必须同时在两个相互垂直的轴向上旋转？

保证制品结构的均匀性。

3、用粉末流化床浸涂和静电喷涂的金属件为什么必须经过烘烤才能在金属件表面上形成光滑平整的塑料涂层？

因为烘烤才能避免由于物料冷却过程的不均匀性造成的涂层的非均匀性。

4、在离心浇铸和滚铸两种成型技术中都要求模具在成型过程中转动。二者的转动方式和转动对物料造型所起的作用有什么不同？

离心浇铸主要依赖离心力，转速较大，可成型较大的制品；滚铸则主要靠塑料自重，转速低，设备成本低，可更低廉生产中小制品。

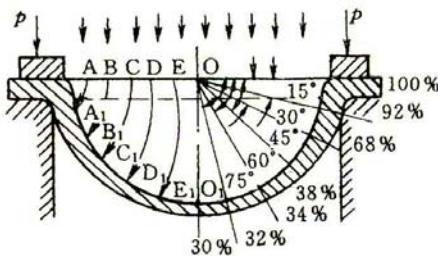
第八章 热成型

1. 热成型的定义。

答案要点：

热成型是一种以热塑性塑料板材和片材为成型对象的二次成型技术，其法一般是先将板材裁切成一定形状和尺寸的坯件，再将坯件在一定温度下加热到弹塑性状态，然后施加压力使坯件弯曲与延伸，在达到预定的型样后使其冷却定型，经过适当的修整，即成为制品。热成型过程中对坯件施加的压力，在大多数情况下是靠真空和引进压缩空气在坯件两面形成气压差，有时也借助于机械压力或液压力。

2. 为什么自由真空成型不能制备大拉伸比的制品？



答案要点：

自由真空成型法成型过程中，随着拉伸程度的增大，最大变形区（即片材中心）的厚度不断减小，如图所示，半球最深处的厚度只有片材厚度的 30% 左右，因此实际生产中不能制备大拉伸比的制品。

3. 简述双片热成型过程和特点

答案要点：

首先将两块加热至要求温度的片材夹持在半合模具的模框中，合模使片材边缘粘合，然后将吹针插入两片材间将压缩空气送至两片材间的中空区。与此同时，通过设在两半合模上的气门将片材与模具间的气体抽出，则片材就在内部压缩空气及外部真空压力的作用下与模腔内壁紧密贴合，经冷却、脱模、修壁等步骤即取得制品。

双片热成型常用来成型中空制品，具有成型快、制件壁厚均匀的特点，制件成型效果类似于吹塑和旋转模塑成型，并且该成型方法可方便地实现中空制品两组成部分在颜色、厚度及其他结构性质方面的灵活组合。

4. 要制作一直径达 2 米、高 5 米、厚 15 毫米的大型聚乙烯圆筒，可以采用哪些方法？

答案要点：

对于这种大尺寸的圆筒，很难采用挤出法生产，可以采用热成型法生产。如可以用机械加压法生产两、三块弧形板，通过热熔连接成一个完整筒体。也可以采用加热后卷绕的办法直接卷绕成型。

5. 简述气胀覆盖成型和特点

答案要点：

气胀覆盖成型（billow drap forming）又称为反向拉伸成型（reverse draw forming），该法是气胀预拉伸成型同覆盖成型结合的一种成型方法。气胀覆盖成型法基本过程是：预热片材向上吹胀，顶部片材为最薄处，此时阳模下移，最先接触泡顶，同时拉伸两侧片材使壁厚趋向均匀。其后过程同阳模覆盖成型一致，也可在覆盖结束后从阳模抽真空辅助成型，以利于片材更紧密地贴合在阳模壁上。这种方法实际上使片材在成型之前经历了气胀和阳模两次相反方向的拉伸作用，因而制品厚度均匀性更好。

6. 机器设备在运输前需要用塑料膜包装，如何包装并解释机理。

答案要点：

可以采用热成型中的一种原体成型方法，即用热收缩膜包装设备。热收缩膜包装成型原理是：生产热收缩膜时，用一定的工艺流程在薄膜内形成很大的残余应力，在室温下使之处于凝滞状态；当加热到高弹态时，这些残余应力将导致薄膜剧烈的收缩。设备包装的具体过程是将包装品用热收缩薄膜包起来，再置入热成型箱内加热后，薄膜开始收缩便紧包住包装品。

7. 简述旋转式三工位机的工作过程。

答案要点：

旋转式三工位机的工作过程分为三个工位：第一工位是取片和片材夹持，第二工位是片材加热，第三工位为成型，片材在三个工位中传递，周而复始。

8. 气压成型时为什么一般要设计缓冲板，应设计在什么位置？

答案要点：

气压成型由于压力较高，成型速度快，过高的压力容易导致制件形成发泡及夹层结构；另外，冷的压缩空气也会造成制件表面提前硬化导致制件冷拉伸产生内部缺陷。因此需要在气体入口处设缓冲板，避免冷空气直接吹到热片材上，同时减缓片材局部受压过大的情况。

9. 热成型的成型温度范围如何确定？

答案要点：

一般用直接观察的办法可大致确定成型温度范围和最低成型温度，以保证在最大拉伸区域内不发白或不出现明显缺陷为准，而最高成型温度则以片材不发生降解和不会在夹持架上出现过分下垂的为宜。这可以通过改变加热距离和时间来调节成型温度。为了获得最短的成型周期，通常成型温度都偏于下限值。

10. 什么叫牵伸比？如何提高热成型制品的牵伸比？

答案要点：

牵伸比为成型最大深度与宽度之比，一般表示为 H/L (或 D)， H 为深度， L 为宽度， D 为直径。为了增大牵伸比(深拉)，确保制品断面厚度的均匀性，可采用预拉伸的办法，如前面介绍的采用柱塞辅助以及气胀预拉伸方法都是为此目的。

11. 成型速度对热成型制品的性能有何影响？厚片材和薄片材的成型速度有何区别？

答案要点：

热成型的成型速度一般是指最终成型时片材所受到的牵伸速率，过大的成型速度会导致材料因为流动不足而使产品在偏凹(或凸)的位置出现厚度过薄的现象，甚至被拉穿而成为废品。但过小的速率又会因片材的先行冷却而出现裂纹。薄型片材的牵伸一般都应快于厚型的，因为前者的温度在成型时下降较快，应适当提高成型速度。

12. 模具温度对热成型制品质量和生产效率有何影响？

答案要点：

模温高时，制品表面光泽度高，轮廓清晰，但成型周期延长。适当的模温还可减小制品的内应力，减少制品拉伸皱纹。

13. 热成型加工过程中为什么需考虑材料的软化温度范围和热态力学强度？

如何从这两方面选择适宜热成型加工的材料结构？

答案要点：

热成型过程中材料的温度下降很快，需要材料在较宽的温度范围都能保持适当的柔韧性，可塑性和弹性，才能保证最终制品边角部分的完整性，因此适合热成型过程的材料软化温度范围应比较宽。热成型加工的聚合物分子量分布应比较宽。

材料还需具有较高的热态力学强度，否则热态下一经牵伸就会厚薄严重不均，这就要求用于热成型的热塑性塑料分子量不宜过低。另外可通过在分子链中引入强极性基团或交联结构限制分子链的相互滑移，提高材料的热成型加工性能。

14. 与注塑成型相比，热成型有哪些优势和不足？为什么？

答案要点：

与注塑成型相比，热成型设备投资低；由于成型温度、压力低，对模具耐热压要求低，所以模具费用低；易成型大物件；易于产品更新。

不足在于原材料损耗大；成型温度低导致制品残余应力大；成型形状受限，通常只有一面被模具定型；制品精度较低；生产人力成本高。

15. 采用单面电加热方式对 8 毫米的 ABS 板材真空覆盖成型后发现出现以下情况，试分析可能原因并提出解决方案

(1) 表面起泡

(2) 制品侧面和底部交界处很脆

(3) 制品内侧没有出现阳模表面那样清晰的花纹

答案要点：

由于 ABS 是热的不良导体,采用单面电加热方式对 8 毫米这样的 ABS 厚壁板材加热时,片材内部和外表面间热传递距离太远,因此表面已过热而内部尚未充分受热;表面起泡的另一原因是 ABS 易吸水受潮,因此加热前应在较低温度下预热。

真空覆盖成型时制品侧面和底部交界处是成型过程中材料受到牵伸变形最大的部分,也是厚度最小的部分,同时又是最后定型的部分,残余应力也最大,因此该部位是制品的结构薄弱点,在外力下易破坏。可采用预拉伸的方式调整制品厚度,克服结构上的薄弱点。

真空成型动力仅 0.01~0.03Mpa,对于厚壁板材成型动力显得不足,所以制品内侧成型不完整,没有完全反映阳模表面的结构,可采用气压成型或机械加压成型提高成型动力。

压延与压制

1. 简要叙述压制成型的原理和方法。

参考答案:也称为压缩模塑或压制。其定义为:将一定量的模压料(粉状、粒状或纤维状等塑料)放入金属对模中,在一定的温度和压力作用下成型并固化得到制品的一种方法。在模压成型过程中需加热和加压,使模压料熔化(或塑化)、流动充满模腔,并使树脂发生固化反应。其原理是把加压、赋形、加热等过程通过受热模具的闭合,实现模塑料的成型。

2. 热塑性塑料和热固性塑料的压制成型有何异同点?

参考答案:热塑性塑料的模压过程与热固性塑料基本相同,但是由于没有交联反应,所以在流满型腔后,须将模具冷却使其熔融塑料变为具有一定强度的固体才能脱模成为制品。因此,模具需交替加热与冷却,周期长,不经济。只用于模塑较大平面的或流动性差的塑料制品。

模压热固性塑料时,置于型腔中的热固性塑料在热的作用下,先由固体变为熔体,在压力下熔体流满型腔而取得型腔所赋予的形状,随着交联反应的进行,树脂的分子量增大、固化程度随之提高,模压料的粘度逐渐增加以至变为固体,最后脱模成为制品。

3. 简要叙述压制成型的基本过程包括哪些步骤?

参考答案:原料准备(原料配制、预压、预热、计量等);模压(加热、加压、熔化、成型);放气(热固性);固化(+冷却定型)。

4. 压制成型有哪些优缺点？

参考答案：优点：对热塑性塑料：（1）适于投影面积大的制品；（2）能够克服大分子定向给制品带来的如翘曲等问题，特别是在生产大面积平板制品时；（3）适用于流动性特别差的塑料原料的成型；如：特种工程塑料（PEEK, PEEKK）；高填充的塑料制品；对于热固性塑料：（1）注射等成型工艺会产生大量的浇注系统废料（流道赘物），对于热固性塑料而言，是不可再利用的，（2）注射制品的收缩率一般较大，而压制制品的收缩率一般很小， $S_{\text{压制}} < S_{\text{传递}} < S_{\text{注射}}$ ，（3）压制可以生产“布基”增强的制品，（4）压制成型的设备投入等费用较低。

缺点：（1）塑化作用不强，成型过程中无物料补充，须对原料进行予塑化，计量要求准确、压缩比要小；（2）间歇操作，生产效率低，难以连续化、自动化；（3）生产周期长；（4）成型产品的形状、尺寸等受到一定的限制。

5. 模压用原材料包括哪些组分，各自的主要作用如何？

参考答案：树脂体系：包括树脂、稀释剂和交联剂、引发剂和固化剂、阻聚剂等；增强材料：骨架，赋予模压料良好的力学性能，防止微裂纹的扩展；填料：降低成本，改善工艺性，改进物理性能，外观及赋予特殊性能；脱模剂：改善脱模性能；增稠剂和着色剂等。

6. 对模压用树脂原料有何要求？

参考答案：对增强材料和填料要有良好的浸润性能，树脂要有适当的粘度，良好的流动性；树脂的固化温度低，在固化过程中挥发物要少，工艺性好、并能满足模压制品特定的性能要求等；特殊性能的要求，如耐腐、耐热等；一般具有较快的固化速度；树脂固化后有较高的机械强度，良好的韧性。

7. 模压用热固性塑料主要有哪些，各自有何特点？

参考答案：不饱和聚酯树脂：俗称聚酯，是由不饱和二元酸或酸酐混以定量的饱和二元酸或酸酐在高温下与饱和二元醇或二元酚经缩聚而制得的线性聚酯树脂。其大分子结构中存在不饱和乙烯基双键，可与活泼的烯类单体交联形成体型结构的热固性树脂。特点：成型工艺特性好，而且价格低廉、可室温固化、固化时无低分子物放出、可在较低的温度和压

力下成型。

酚醛树脂：以酚类化合物与醛类化合物缩聚而得的树脂。是合成树脂中最早发现并最先工业化的品种。特点：耐热性好、电绝缘性优良、耐腐蚀、原料来源充足、价格低廉等特点。固化过程中有副产物放出、需高压成型、固化温度较高、机械性能稍差等缺点，但仍有较强的通用性。

环氧树脂：在大分子主链上大多含有醚键的，同时在其两端含有环氧基团的聚合物总称为环氧树脂。是由双酚 A 或多元醇、多元酚、多元酸、多胺与环氧氯丙烷经缩聚反应而成。环氧树脂在未固化前是线性热塑性树脂。分子链中有很多活性基团，在固化剂的作用下能交联为网状体型结构。

氨基树脂是由含有氨基或酚胺基的单体(如脲、三聚氰胺、苯胺等)与醛类(主要是甲醛)经缩聚反应而生成的线性聚合物，在加入固化剂后才形成体型结构的热固性树脂。氨基树脂的性能特点是表面硬度高，耐刮伤、无色透明。可制成色彩鲜艳的塑料制品。

8. 模压用树脂体系中常常包含阻聚剂，其作用是什么，对阻聚剂有何要求？

参考答案：为了提高聚酯型模压料的贮存稳定性，常在其组分中加入阻聚剂。阻聚剂在模压料组成中仅占很少的比例，它与一般的所谓的稳定剂不同，它的作用是阻止或减少在混合、熟化和贮存过程中的固化反应，提高模压料贮存期。在固化阶段，固化反应首先被阻聚剂减慢，但它的作用很快被自内基的快速产生所掩盖，随着阻聚剂含量的降低，反应速率加快。阻聚剂应和不饱和聚酯树脂有良好的相容性和化学稳定性，对固化树脂的性能影响很小，溶液着色小，毒性低。常用阻聚剂是对苯二酚、用量一般为 0.02%–0.05% 之间。

9. 模压塑料中增强材料的表面处理一般有哪些方法？

参考答案：玻璃纤维的表面处理方法一般分为热处理和表面化学处理法。热处理是脱去纤维表面含有的纺织型浸润剂如石蜡乳剂等，处理条件一般为 340–350℃/10–15min。纤维系隔热处理脱蜡后，若处理条件得当，一般能提高模压制品的力学性能。

表面化学处理方法则使用到表面处理剂，又称偶联剂，是一类在分子中既有能与无机分子起物理或化学作用的基团，又有能与聚合物分子起物理或化学作用的基团的化合物。由于它同时能与无机物和聚合物起作用，故可以在无机材料与高分子材料的界面上搭起“分子桥”，使两者紧密地结合，达到增强的目的。在模压料成型时，偶联剂主要用来

改善粉末填料或增强材料与树脂的结合，提高制品的强度和使用寿命，并改善其加工性能与耐水性。

10. 模压成型前通常要进行装料量的计算，其目的、原则和计算方法如何？

参考答案：**目的：**保证制品几何尺寸的精确；防止物料不足；防止物料损失过多而造成废品和材料的浪费。**原则：**准确的装料量应等于该模体制品的体积乘以密度，再附加 3%~5% 的挥发物、毛刺等损耗，经过几次试压后，确定出理想的装料量。**方法：**(1) 形状、尺寸简单估算法；(2) 密度比较法；(3) 注型比较法。

11. 模压成型前物料的干燥和预热有何异同？

参考答案：如加热的目的是去除水分和其他挥发物，则这种加热的称为干燥。如果目的是使物料便于模压，则称为预热。模压前物料的预热是以提高制品质量和便于模压的进行为目的，在模压前将模压料进行加热。干燥：以驱赶水分和挥发份为目的（热塑性塑料），热塑性模压料成型前的加热主要起干燥作用，其温度应以不使模压料熔成团状或饼状为原则。同时还应在加热过程中是否发生降解和氧化，如有，则应在较低温度或真空下进行。

12. 模压成型前为什么通常都要对物料进行预热？

参考答案：

热固性模压料在模压前的加热通常都是兼具预热和干燥双重意义的，但主要是预热。其主要优点为：①缩短固化时间和成型周期；②提高固化均匀性和力学性能；③提高流动性、降低收缩率和内应力，提高产品质量；④降低模压压力，节省能源。

13. 模压成型前对物料进行预热的方式有哪些？

参考答案：主要有四种形式：热传递（热板加热）；对流（烘箱加热）；辐射（红外线加热）；内热源预热（高频电热法）。

14. 松散的粉状或纤维状的模压料在成型加工之前通常要进行预压，预压操作的优缺点如何？

参考答案：

将松散的粉状或纤维状的模压料预先用冷压法压成重量一定、形状规整的密文体的作业称为预压，所压的物体被称为预压物或压片、锭料、形坯等。其**原则**为整数个、能紧凑地放入模具。其优点为：1) **提高效率**：加料快，准确而简单；降低压缩率，简化模具；预压物中空气少，传热快，预热、固化；提高预热温度；2) **方便操作**：加料简单；避免粉尘飞扬、改善劳动条件；便于运输；便于模压较大或带有精细嵌件的制品，这是利用与制品形状相仿的预压物或空心预压物的结果。其缺点为：增加设备、人力（如果在后面的工序中得不到补偿，成本增加）；松散度特别大的长纤维、需大型、复杂的设备；模压结构复杂或混色斑纹制品，不如用粉料好。

15. 模压粉对预压操作有着显著的影响，其影响因素有哪些，如何影响？

参考答案：

①水分：水分增加，倾倒性下降，压缩率增大，对模压不利；水分减少，倾倒性增大，压缩率减小，对预压不利；②粒度：粒度均匀，小颗粒及水分减少，倾倒性增大，对预压有利；粒度过分均匀，预压物中空隙过多，强度不高；③倾倒性：倾倒性大，有利于加料；倾倒性小，对预压不利。④压缩性：压缩性小，预压无意义；倾倒性大，预压困难。5 润滑剂：适量：易脱模，外观质量好；过多：力学性能下降。

16. 模压用模具主要有哪些形式，各自特点如何？

参考答案：

	溢料缝	原料	排气	加料室	制品尺寸及性能
溢式	有，浪费在5%以内	要求不严格（浪费）	易	无	尺寸精度不高，施压不准确，力学性能不易控制
不溢式	无	计量严格	不易	有	尺寸精度、质量性能好
半溢式	部分溢料	不严格	较易	有	尺寸精确，质量性能较好

半溢式	部分溢料	不严格		有	尺寸精确，质量性能较好
-----	------	-----	--	---	-------------

17. 模压过程中，压力、时间和温度是重要的控制因素，各自对模压过程和制品性能的影响如何？

参考答案：

压 力：1、增大压力：流动性增加、收缩率降低、密度增大，制品性能提高；2、减小压力：气孔增加、收缩率增大，密度降低，力学性能和外观质量下降；3、压力过大：设备、能量消耗增大，压机、模具寿命缩短。

温 度：1、升高温度：流动性增大、固化时间下降，成型周期缩短；2、温度过高：（1）固化温度过高，固化时间迅速缩短，充模困难，甚至充不满模；（2）表面固化过快，水分、挥发份跑不出来，影响力学、电学性能，也极大影响其外观质量；

时 间：1、大制品（长时间）；2、预压、排气（使压制时间缩短）；3、压制时间过短（固化不完全）。

18. 什么是压延成型，压延成型可以完成哪些作业？

参考答案：

压延是将混炼胶在压延设备上制成片材或与骨架材料制成复合片材半成品的工艺过程，即是使胶料受到延展的工艺工程，是通过旋转的两个辊筒的压力实现的。可以完成包括压片、贴合、压型、贴胶和擦胶等作业，也可用于表面整饰（光滑、光泽、粗糙、图案）。

19. 生产薄膜和片材的一般方法包括哪些？

参考答案：

- （1） 薄膜：1） 平膜法；2） 吹膜法；3） 流涎法；4） 车削法；5） 压 延
（2） 片材：1） 压制、层压；2） 挤出；3） 压延

20. 压延成型的优缺点？

参考答案：优点：（1）加工量大，1年的加工量可达5000—10000吨；（2）生产速度快：薄膜生产的线速度可达60—100m/min，甚至300m/min；（3）质量好：制品的厚度公差可控制在5%左右，表面平整；（4）连续生产，效率高

缺点：（1）设备庞大，投资大；（2）设备专用性强，产品调整困难；（3）维修困难（设备庞大、辅机众多）；（4）幅宽同样受到限制

21. 压延成型机按照辊筒数目和排列方式分，各有哪些种类？斜Z字型排列和倒L型排列方式各自的优点如何？

参考答案：按照辊筒数目，压延成型机可以分为双辊（主要用于混料、供料、压片等）、三辊、四辊、五辊、六辊等；按照辊筒排列方式，可以分为I型、三角型、倒L型、Z型、斜Z型等。

斜Z字型排列的优点：

- 1) 辊筒相互独立，受力时不互相干扰，传动平稳、操作稳定，制品厚度易控制；
- 2) 物料和辊筒的接触时间短、受热少、不易分解；
- 3) 各筒拆卸方便，易于检修；
- 4) 上料方便，便于观察存料，且便于双面贴胶；
- 5) 厂房高度要求低。

倒L型排列的优点：

- 1) 物料包住辊的面积比较大，产品的表面光洁度较好；
- 2) 杂物不容易掉入；

22. 压延过程对辊筒有何要求？

参考答案：① 辊筒要求有足够的强度、刚度；作业面应耐磨、耐腐蚀、高强度；② 材料：冷铸钢；壳：冷硬铸铁，芯：球墨铸铁；铬钼合金；③ 表面光洁度：很光 $Ra : 0.08 \mu m$ ；④ 刚性好，限制长径比，1:2—1:3.5 辊筒加热均匀。

23. 压延成型的辅机有哪些，各自的作用如何？

参考答案：

- （1）引离辊

① 作用：从压延辊上均匀无折皱地剥离已成型的薄膜

② 位置：距最后一辊 7.5—15 cm

③ 结构：中空，内通蒸汽加热

(2) 轧花辊

① 结构：一个轧花辊、一个胶棍（内腔均通冷水冷却）

② 影响因素：压力、转速、冷却速度

(3) 冷却装置

① 作用：冷却定型

② 结构：4—8 只冷却辊

(4) 橡皮运输带 （作用：减小内应力）

(5) 收卷装置

① 关键因素：张力

过大：在存放中产生应力松弛（导致摊不平、严重收缩）

过小：堆放时易把薄膜压皱

② 怎样控制张力

(6) 金属检测器、进料料斗、切割装置等

24. 影响压延制品质量的操作因素有哪些，各自如何影响？

参考答案：

A、辊温和辊速

物料在压延成型时所需要的热量，一部分由加热辊筒供给，另一部分则来自物料与辊筒之间的摩擦以及物料自身剪切作用产生的能量。产生摩擦热的大小除了与辊速有关外，还与物料的增塑程度有关，亦即与其粘度有关。因此，压延不同配方的塑料时，在相同的辊速下，温度控制就不一样；同理，相同配方不同的辊速，温度控制也不应一样。

辊温与辊速之间的关系还涉及到辊温分布、辊距与存料调节等条件的变化。

压延时，物料常粘附于高温和快速的辊筒上。为了使物料能够依次贴合辊筒，避免夹入空气而使薄膜不带孔泡，各辊筒的温度一般是依次增高的，但最后两辊温度应近于相等，这样有利于薄膜的引离。各辊温差在 5—10℃ 范围内。

B、辊筒的速比

(1) 作用：使物料依次贴辊；更好地塑化

使压延辊具有速比的目的不仅在于使压延物依次贴辊，而且还在于使塑料能更好地塑化，因为这样能使物料受到更多的剪切作用。此外，还可使压延物取得一定的延伸和定向，从而使薄膜厚度和质量分别得到减小和提高。为达到延伸和定向的目的，辅机各转辊的线速度也应有速比，这就是引离辊、冷却辊和卷绕辊的线速度须依次增高，并且都大于压延机主辊筒(四辊压延机中的第四辊)的线速度。但是速比不能太大，否则薄膜的厚度将会不均，有时还会产生过大的内应力。薄膜冷却后要尽量避免延伸。

(2) 调节：速比过大——包辊

速比过小——不贴棍

调节速比的要求是不能使物料包辊和不吸辊。速比过大会出现包辊现象；反之则会不易吸辊，以致空气夹入而使产品出现气泡，如对硬片来说，则会产生“脱壳”现象，塑化不良，造成质量下降。

C、辊距、存料量

(1) 辊距的作用：调节产品的厚度；改变存料量

压延辊的辊距，除最后一道与产品厚度大致相同外(应为牵引和轧花留有余量)，其它各道都比这一数值大，而且按压延辊筒的排列次序自下而上逐渐增大，使辊隙间有少量存料。

存料量的作用：在成型中起“存储”、“补充”、进一步“塑化”

(2) 存料多少

存料的多少和旋转状况均能直接影响产品质量。存料过多，薄膜表面毛糙和出现云纹，并容易产生气泡。在硬片生产中还会出现冷疤。此外，存料过多时对设备也不利，因为增大了辊筒的负荷。存料太少，常因压力不足而造成薄膜表面毛糙，在硬片中且会连续出现菱形孔洞。存料太少还可能经常引起边料的断裂，以致不易牵至压延机上再用。

旋转情况

存料旋转不佳，会使产品横向厚度不均匀、薄膜有气泡、硬片有冷疤。存料旋转不佳的原因在于料温太低。辊温太低或辊距调节不当。

基于以上种种，辊隙存料是压延操作中需要经常观察和调节的重要环节。

D、剪切、拉伸

由于在压延机上压延物的纵向上受有很大的剪切应力和一些拉伸应力，因此高聚物分子会顺着薄膜前进方向(压延方向)发生分子定向，以致薄膜在物理机械性能上出现各向异性。这种现象在压延成型中称为定向效应或压延效应。就软聚氯乙烯薄膜来说，由定向效

应引起的性能变化主要有：①与压延方向平行和垂直两向(即纵向和横向)上的断裂伸长率不同；②在自由状态加热时，由于解取向作用，薄膜各向尺寸会发小不同的变化；纵向出现收缩，横向与厚度则出现膨胀。

如果压延制品需要这种定向效应，例如要求薄膜具有较高的单向强度，则生产中应促进这种效应，否则就需避免。定向效应的程度随辊筒线速度、辊筒之间的速比、辊隙存料量以及物料表观粘度等因素的增长而上升，但随辊筒温度和辊距以及压延时间的增加而下降。此外，由于引离辊、冷却辊和卷取辊等均具有一定的速比，所以也会引起压延物的分子定向作用。

25. 影响压延制品质量的原料因素有哪些，各自如何影响？

参考答案：

A、树脂

(1) 分子量及其分布

一般说来，使用相对分子质量较高和相对分子质量分布较窄的树脂，可以得到物理力学性能、热稳定性和表面均匀性好的制品。但是这会增加压延温度和设备的负荷，对生产较薄的膜更为不利。所以，在压延制品的配方设计中，应权衡利弊，采用适当的树脂。

(2) 挥发份、灰份、水分

树脂中的灰分、水分和挥发物含量都不能过高。灰分过高会降低薄膜的透明度，而水分和挥发物过高则会使制品带有气泡。

B、其它组分：增塑剂、稳定剂等

增塑剂含量越多，物料粘度就越低，因此在不改变压延机负荷的情况下，可以提高辊筒转速或降低压延温度。

采用不适当的稳定剂常会使压延机辊筒(包括花辊)表面蒙上一层蜡状物质，使薄膜表面不光、生产中发生粘辊或在更换产品时发生困难。压延温度越高，这种现象越严重。出现蜡状物质的原因在于所用稳定剂与树脂的相容性较差而且其分子极性基团的正电性较高，以致压延时被挤出而包围在辊筒表面形成蜡状层。颜料、润滑剂及螯合剂等原料也有形成蜡状层的可能，但比较次要。

26. 造成压延产品横向厚度不均的重要因素之一是辊筒的变形和辊筒表面温

度不均匀，应当如何防止？

参考答案：

压延产品质量的一个突出问题是横向厚度不均，通常是中间和两端厚而近中区两边薄，俗称“三高两低”现象。这种现象主要是辊筒的弹性变形和辊筒两端温度偏低引起的。

结果——使物料中间厚、两边薄

(2) 防止措施

中 高 度:这一措施是将辊筒的工作面磨成腰鼓形。辊筒中部凸出的高度 h 称为中高度或凹凸系数，其值很小。一般只有百分之几到十分之几毫米。产品偏薄或物料粘度偏大所需要的中高度偏高。

轴 交 叉:压延机相邻两辊筒的轴线一般都是在同一平面上相互平行的。在没有负荷下可以使其间隙保持均匀一致。如果将其中一个辊筒的轴线在水平面上稍微偏动一个角度时(轴线仍不相交)，则在辊筒中心间隙不变的情况下增大了两端的间隙，这就等于辊筒表面有了一定弧度。

预 应 力:这种方法是在辊筒轴承的两侧设一辅助轴承，用液压或弹簧通过辅助轴承对辊筒施加应力，使辊筒预先产生弹性变形，其方向正与分离力所引起的变形方向相反。这样，在压延过程中辊筒所受的两种变形便可互相抵消。所以这种装置也称为辊筒反弯曲装置。

辊筒表面温度变化的影响：

在压延机辊筒上，两端温度常比中间的低。其原因一方面是轴承的润滑油带走了热量另一方面是辊筒不断向机架传热。辊筒表面温度不均匀，必然导致整个辊筒热膨胀的不均匀，这就造成产品两端厚的现象。

为了克服辊筒表面的温差，虽然在温度低的部位采用红外线或其他方法作补偿加热，或者在辊筒两边近中区采用通风冷却，但这样又会造成产品内在质量的不均。因此，保证产品横向厚度均匀的关键仍在于中高度、轴交叉和预应力装置的合理设计、制造和使用。