

## “材料人”简介

材料人网，域名 [www、cailiaoren、com](http://www.cailiaoren.com)，2011 年 7 月起在北京开始运营，专注于助力材料领域各阶段人才成长。

网站开设有材料人考学（[http://xue、cailiaoren、com/](http://xue.cailiaoren.com/)），为广大材料专业学生（本科、研究生、博士、出国留学）提供各类考试资料和交流。其中材料人考研学院目前已经覆盖了全国各知名高校，帮助学生顺利考上理想高校。

网站开设有材料人招聘（[http://job、cailiaoren、com/](http://job.cailiaoren.com/)），第一时间为广大材料领域人才提供材料专业招聘信息，并举办职业规划沙龙，就业培训，组织材料专场招聘会，帮助材料人找到好工作。

网站开设有材料牛资讯（[http://www、cailiaoniu、com/](http://www.cailiaoniu.com/)）——材料领域新媒体，报道国内外最新科技新闻，以周报的形式尽揽方向动态，以专栏形式解读各方向基础知识，并发布材料领域专业人士对行业的观点及建议。

网站开设有材料人论坛（[http://www、cailiaoren、com/forum、php](http://www.cailiaoren.com/forum.php)），为大家提供一个线上讨论平台，另外还成立了材料人协会，在北京、上海、深圳、西安等地成立分会，促进材料领域人才线下交流。

2015 年 5 月，材料人网成立北京泰坦青材科技发展有限公司，提供材料实验室所需的各类耗材、试剂以及材料性能测试服务，并附有电商平台（[http://mai、cailiaoren、com/](http://mai.cailiaoren.com/)）。

未来，材料人将继续秉承专注服务于材料人的宗旨，致力于为材料人提供更多更好的服务。

## 关注我们



材料人微信公众号



考研学院微信公众号

此外我们还有很重要的材料人招聘，只为材料人找到好工作！

**材料人招聘：**材料人招聘网站为材料人网下材料类职场信息服务机构，全权负责为材料领域人才提供高品质多数量和专业匹配度高的全职就业和兼职实习的招聘信息、线上就业指导系列讲座和线下职场精英访谈沙龙活动、材料类专业专场联合招聘会等事宜。我们开设了如下媒体组织：①微信订阅号：材料人招聘（cailiaojob）②微信客服：jobcailiaoren ③2000 人 QQ 群：材料人招聘交流总站 149163885 ④QQ 客服：3271467181 ⑤官方微博：材料人招聘，静候大家的实习就业咨询，材料人招聘——您最忠实的就业伴侣！



材料人招聘微信公众号

## 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？

## 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。

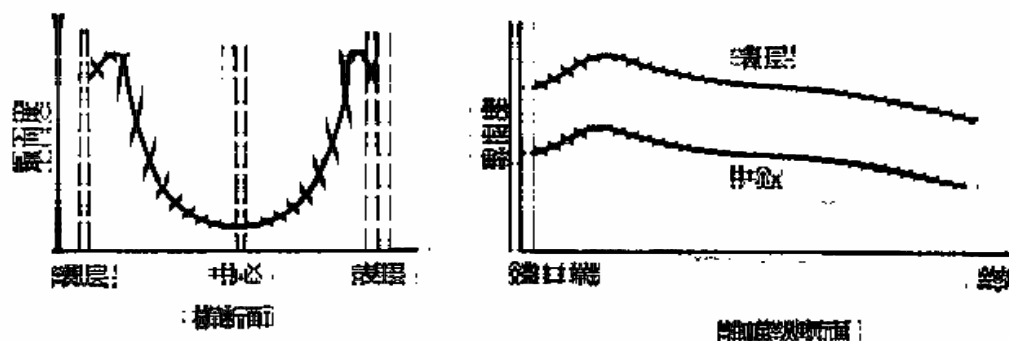
## 9、聚合物很低的导热系数和热扩散系数对塑料成型加工有哪些不利影响?

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:牵引要均匀,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 印过程的不均匀性造成的,可能原因如下:

①料斗供料不匀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。

三. 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。

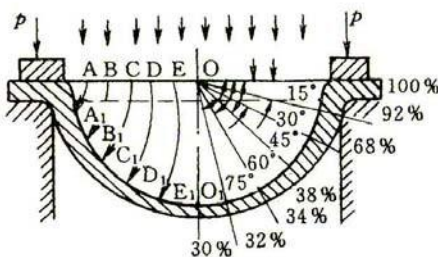
## 第八章 热成型

### 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，PEKK）；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 压制 < S 传递 < S 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)注塑比较法。

**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、錠料、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 μm；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。

## 原料配制

### 1、塑料分类的常用方法有哪些，各自包含哪些种类？

答：塑料的分类可按照不同的标准进行，以下是主要的几种分类方法。

#### (1) 按塑料中树脂的化学成分分

元素聚合物 为基础的塑料：氟塑料、有机硅塑料无机聚合物 为基础的塑料：聚硫 酸铁、聚氯化磷腈有机树脂 为基础的塑料：PE、PP、PVC等（2）按塑料的产量分

通用塑料：指一般用途的塑料。优点：成本低、产量大、用途广泛、性能变化大、制品多样；缺点：机械性能和耐热性不高 工程塑料：指适于作工程机构和化工设备等工业用途的塑料，与通用塑料无严格的区分。优点：强度、刚性、硬度等均比通用塑料高、耐高、低温性能好。缺点：产量相对小，成本较高。特种工程塑料：相对于通用工程塑料而言，其耐热等级更高，价格更贵，产量更小。主要品种包括：聚苯硫醚、聚醚醚酮、聚酰亚胺等。

### （3）按塑料具有的特定功能分

可分为多种多样的功能性塑料，即在特定的应用领域内具有某种突出的特殊性能，如耐腐蚀塑料，高绝缘性塑料，导电塑料，磁性塑料，医用塑料，光敏塑料等等。

（4）按化学结构及热行为分 热塑性：以热塑性树脂为基础，其树脂的结构一般为直链型或带有少量支链的线性

结构，多数为碳-碳为主链的聚合物。分子链之间主要以次价力或氢键相吸引而显示一定强度，同时表现出弹性和塑性。在适当的溶剂中能溶解；在加热状态下能熔化，其间只经历物理过程，不发生化学变化。即所谓的“可溶、可熔”的特性。

热塑性塑料中的树脂，按照聚集态结构又分为结晶态和非结晶态两种。热固性：起初，一般是分子量不高的预聚物或齐聚物，在适当的溶剂中可以溶解或

溶胀；受热也可以熔化。但是，热固性树脂具有一定的反应活性，在熔化和继续受热过程中，具有反应活性的官能团（基团）会发生化学反应，形成新的化学键，即所谓的“固化反应”经过“固化反应”的塑料，由原来的线性结构演变为三维体型（网状）结构。这时的塑料不能溶于溶剂，受热也不会熔化。即“不溶、不熔”

## 2、LDPE、HDPE、LLDPE结构和性能上有何差异？

答：PE主链基本上是饱和的脂肪烃长链，具有与烷烃相似的结构。但其化学组成随着

PE的聚合条件不同，有高(HDPE)、低密度聚乙烯(LDPE)之分，主链上有数目不同，长短不等的支链侧基，甚至也有少量不同类型的双键，在LDPE中尚有一定量的碳基和醚

基。不同品种PE上支链数目的大小依次为LDPE>线性低密度聚乙烯(LLDPE)>HDPE, 支链越多 其耐光降解和氧化能力越差。HDPE中仅有少数短支链, 系线型大分子, 大分子链之间没有 键连接, 因此软而富有弹性; LDPE则为有长, 短支链的线型大分子, 支链使大分子链间距 离增大, 大分子堆砌松散, 密度低结晶度也低, 更柔软, 因而LDPE的硬度、强度和耐热性 等都随之下降。

HDPE近乎线型分子, 分子链能规整排列、紧密堆砌, 易形成结晶结构, 因而密度大而 结晶度高; LDPE主链上多而长的支链影响了大分子链排列的规整性, 堆砌不紧密, 阻碍了 结晶, 所以不同类型聚乙烯的结晶度不同, LDPE为65%左右, HDPE为80~90%左右, LLDPE 为65~75%左右。随结晶度的提高, PE制品的密度、刚性、硬度和强度等性能提高, 但其 冲击性能下降。聚乙烯品种之间不仅结晶度有差别, 结晶形态与晶体参数也不尽相同。

由于各种聚乙烯结晶性能的不同, 而且通常结晶度较大, 因此, 熔体冷却后收缩率大, 它随密度不同而异。LDPE的收缩率为1~3、6%; HDPE的收缩率则高达1、5~3、6%。因而, 在设计制品及模具时, 应予考虑。PE熔点明显, 熔程范围窄, 这对选择成型加工时的加工 温度及PE熔体停留时间极为重要。

### 3、从分子结构、聚集态结构等方面分析聚丙烯的典型特征。

答: PP主链碳原子上交替存在着甲基, 使其与聚乙烯有存在一些差别: 甲基的存在使主链 略显僵硬, 分子对称性下降, 僵硬性使聚丙烯的结晶温度、熔融温度增高, 而对称性下降 又使它熔融温度降低, 就最规整的聚丙烯而言, 其净效应是熔融温度比最规整的聚乙烯提 高近50℃。聚丙烯中的侧甲基还使叔C原子活化, 也影响了聚丙烯的化学特性, 如对氧更 敏感, 更不稳定, 热和高能射线辐照导致聚丙烯发生断链而不是交联。聚丙烯中的侧甲基 还使所有其它结构特征也发生相应变化。因此, 聚丙烯一系列性能除与相对分子质量及其 分布有关外, 还与其结构特征有很大关系。

有规聚丙烯结构规整, 结晶能力很强。聚丙烯的晶体形态较复杂, 在不同温度条件下 会显示五种晶型,  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$  和拟六方。其  $\alpha$  晶型为单斜晶系所形成的最普通形式, 约在138℃产生, 结构最稳定, 熔融温度最高。 $\beta$  晶态是在128℃下等温结晶、热压成型加 入晶粒成核剂时产生的, 其稳定性比  $\alpha$  晶差, 熔融温度约145~150℃, 在熔融温度以上热 处理时即全部熔化, 然后可再结晶成态  $\alpha$  态。各种晶型对PP的性能影响是错综复杂的, 这



也就决定了PP的性能随成型条件而变化的多样性，以及对条件控制选择的灵活性。

#### 4、PVC加工过程中为什么会颜色变深？


答：PVC分子链中含有强极性的氯原子，分子间作用力大，这使PVC制品的刚性、硬度、力学较高，并赋予优异的难燃性能，但其介电常数和介电损耗角正切值比PE大。PVC树脂含有聚合反应中残留的少量双键、支链及引发剂残基，加之两相邻碳原子之间含有氯原子和氢原子，易脱氯化氢，使PVC在光、热作用下易发生降解反应。PVC的热稳定性十分差，受热分解脱出氯化氢(HCl)，并形成多烯结构。PVC加热到100℃，就开始脱HCl；达到130

℃时，已比较严重，超过150℃，则脱HCl十分迅速。与此同时，PVC的颜色也逐渐发生变化，由白-微红-粉红-浅黄-褐色-红棕-红黑-黑色。而PVC的熔融温度为160℃，因此纯PVC树脂难以用热塑性方法加工。

#### 5、从分子结构出发分析PC结构和性能的关系？

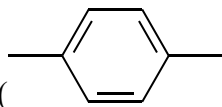
答：苯环是大共轭的芳香环，它本身是分子主链上不能弯曲的刚性部分，它减小分子链的柔曲性，又减小聚合物在有机溶液中的溶解性和吸水性。

氧基(-O-)的作用相反，它增大链的柔曲性，使链段容易绕氧基的两端键发生内旋转，并增大聚合物在有机溶剂中的溶解性。

极性较大的碳基 ，增加分子间的作用力，使分子间靠得紧些。由于分子链

各处粗细不同，空间障碍（位阻）加强，从而使分子彼此之间的刚性有所加强。碳基和氧基结合成的酯基是聚碳酸酯较易溶于极性有机溶剂的一个重要原因，也是聚碳酸酯的电绝缘性能不及非极性的聚乙烯和弱极性的聚苯乙烯的基本原因，它较易水解而断裂。

异丙基上带有两个非极性的甲基，一方面位阻增大，使得大分子内旋转不易，刚性增加，另一方面增加了链间距，减弱了分子间作用力，这两个影响相互矛盾，而使分子链刚性和位阻增大的影响略大。



总的看来,苯撑( )和羰基使分子链刚性增加的影响超过了氧基的相反作用。但氧基的存在使聚碳酸酯又具有相当的韧性。

聚碳酸酯分子链的刚性相当大(包括由于相邻分子间刚性的彼此加强),致使玻璃化转变温度较高;较大的分子间作用力和刚性分子链彼此缠结不易解除,使分子间相对滑动困难,从而熔融温度较高。链的刚性大又使高聚物在受力下的形变成小,尺寸稳定,并阻碍大分子取向和结晶,而当受外力强迫取向后不易松弛,所以在制品中的残留内应力难以消除。由于相当大的刚性和较大的分子间作用力加强了一定的位阻,所以其机械强度也较高。

## 6、高分子材料成型加工过程中为什么要使用助剂?

答:加工助剂就是改善塑料的使用性能、加工性能或降低成本而添加的物质。成型加工过程中之所以要使用助剂是从使用性能、加工性能、成本以及特殊性能要求等方面考虑的。

(1) 使用性能:任何一种聚合物(树脂)都很难同时满足使用性能要求。例如:强度:玻纤增强的塑料(玻璃钢);韧性:PS、PP、PA等 + 弹性体(橡胶等);表面性能:印刷、染色;(2) 加工性能(高速化)如流动性:润滑剂(PVC降解);加工窗口:增塑剂使 $T_f$ 降低;稳定剂使 $T_d$ 升高;(3) 降低成本:填料的使用

(4) 特殊性能要求:塑料制品,特别是有特殊用途的塑料制品,如色泽、抗静电、抗粘、阻燃等,也需加入助剂。

(5) 环保、污染(公害防止技术)消除废旧塑料的污染;生物降解材料—淀粉;化学降解—稀土化合物。

## 7、什么是增塑剂,使用增塑剂的作用是什么,增塑剂是如何起到增塑作用的?

答:凡是能降低树脂分子间的作用力,而又能与树脂又很好相容性的一类有机化合物,且本身对热和化学试剂稳定,无色、无毒。

作用:引入塑料后能使其柔软性、韧性和耐寒性提高,还可有效的改善塑料的加工流动性。



①提高聚合物的可塑性,实质是降低 $T_f$  ②改善加工性能,实质是降低粘度 $\eta$  ③赋予制

品 柔顺性

增塑机理:(1) 隔离作用:增大大分子间的距离,使分子间作用力减小;

(2) 屏蔽作用:非极性部分遮蔽了极性基团和链节,使相邻的极基团不发生强烈作用,使 联结点数量降低;

(3) 偶合作用:增塑剂的极性部分靠静电作用,与聚合物的极性基团偶合,破坏聚合物原 有的联结点。

## 8、混合操作有哪两种,完成物料混合的作用有哪些,各自主要的影响因素如何?

答:物料配制是通过各组分的混合和分散完成的其中最重要的操作也就是物料的混合与分散。混合是指多组份体系内各个组份相互进入到其它组份所占空间之中的过程;分散是指参加混合的一种组份或几种组份发生粒子尺寸减小的变化。混合操作中,凡是只使各组分作空间无规分布的称为简单混合,如果还要求组分聚集体尺寸减小的则称为分散混合。混合与分散一般是同时进行也同时完成的。

混合作用一般是靠扩散、对流、剪切三种作用来完成的。扩散作用靠各组分之间的浓度差推动,构成各组分的微粒由浓度较大的区域中迁移到

浓度较小的区域,从而达到组成的均一,其影响因素包括温度,接触面积和料层厚度。对流作用是使两种或多种物料在相互占有的空间内发生流动,以期达到组分的均一,

其影响因素主要是外力大小。剪切作用是利用剪切力促使物料组分均一的混合过程,在剪切过程中,物料块本身体

积没有变化,只是截面变小,向倾斜方向伸长,并使表面积增大和扩大了物料分布区域。因而剪切作用可以达到混合的目的。剪切的混合效果与剪切速率的大小和剪切力的方向是否连续改变有关。剪切速率越大,对混合作用愈为有利。剪切力对物料的作用方向,最好是能不断作 $90^\circ$ 角的改变,即希望能使物料连续承受互相垂直的两剪切力的交替作用,如此则混合作用的效果最好。通常的混合(塑炼)设备,不是用改变剪切力的力向,而是用

改变物料的受力位置来达到这一目的，例如用双辊筒机塑炼塑料时，只有固定的一个方向的剪切力，因此，必须通过翻料的办法来不断改变物料的受力位置，以便能够更快更好地完成混合塑化作业。

## 9、如何评价物料的混合程度？

答：对液体物料混合效果的衡量，可以分析混合物不同部分的组成而看其组成和平均组成相差的情况。但对固体或塑性物料混合效果的衡量，则应从两个方面来考虑，即组成的均匀程度和物料的分散程度。

均匀程度：组成的均匀程度是指混入物占物料的比率与理论或总体比率的差异。但是并不是均匀程度好，混合效果就一定好。因此，还必须考虑物料的分散程度。分

散程度：从混入物料间的距离来考虑，距离愈短，分散程度愈好。而物料间的距离，则与各组分粒子的大小有关。粒子的体积愈小，或在混合过程中不断减小粒子的体积，则可达到的均匀程度愈高，或从几率的概念出发，同样重量或体积的试样，粒子愈小，则相当数量的同种粒子集中在一局部位位置的可能性愈小，即微观分布越均匀。

## 10. 塑料粉料的混合设备有哪些，适用性如何？

答：转鼓式混合机（适用于非润性物料）；螺带式混合机（适用于润性和非润性物料）；捏合机（适用于润性和非润性物料）；高速混合机（适用于润性和非润性物料）。

## 11. 塑料粒料的混合方法有哪些？

答：塑料粒料混合的过程为塑炼过程。塑炼是指塑性状态的聚合物与液状物或粉状及短纤维状固体物的塑性混合，目前生产中采用的塑炼设备主要有双辊开炼机，密炼机和塑化挤出机等。

双辊开炼机简称开炼机，起塑炼作用的主要部件是一对能作相向转动的平行排列辊筒，辊间间隙可以调节。辊筒内有加热或冷却介质进出的通道。两辊转动时，进入辊隙的物料中存在速度梯度，即物料受到一定剪切力的作用，这种剪切力对物料的塑化与混合起主导作

用。减少辊隙，剪切作用增大，塑化和混合效果提高，但生产能力下降。为达到加大辊隙的筒的剪切作用又不过度减小辊隙的目的，通常是使两辊转速不等。由于双辊对物料的剪切作用是单向的，很少能对流混合。生产中为克服这一缺点，多采用割刀和切割装置不断地划开辊出的料片，经交叉叠合后再投入辊隙，即通过不断改变物料受剪切的方向，以提高塑炼的混合效果。

密炼机的主要塑炼部件是一对转子和一个塑炼室。转子的横截面呈犁形，二者并以螺旋的方式沿着轴向排列。转子的转动方向是相反的，转速也略有差别，而且两转子的棱峰之间以及棱峰与塑炼室内壁之间的间隙都很小；加之塑炼室顶部的上顶柱能对室内物料施以压力，因此物料在密炼室内的塑炼过程比在开炼机上复杂得多。在密炼机的塑炼室内，预混料不仅在两个相对回转的转子间隙中而且还在转子与塑炼室内壁的间隙中和转子与上、下顶柱的间隙中受到不断变化的剪切作用，还受到两转子的折卷和往返切割作用，从而达到更好的混炼效果。密炼机的特点是能在较短的时间内给予物料以大量的剪切能。而且是在隔绝空气的条件下工作。所以用密炼机塑炼物料，在劳动条件、塑炼效果和防止物料氧化等方面均比开炼机好。密炼后的物料一般呈团状，为了使于粉碎或粒化，通常需用双辊机将团状料辊成片状物。

单螺杆挤出机是挤出成型最常用的主机，这种塑料和橡胶的成型设备也可以用于塑炼物料。挤出机的主要塑炼部件是螺杆与料筒。进入料筒的物料一方面受筒壁的加热而逐渐升温熔融，另一方面则在螺槽内绕着螺杆向前移动。物料被转动螺杆导引前进时，由于受到挤压剪切而在螺槽内作复杂的运动。物料在挤出机内的塑炼就是在受热与受复杂剪切作用的条件下完成的。由于物料在挤出机内的塑炼是连续作业，无法实现大范围的均匀混合，所以一般都用经过预混的物料作为进料。除单螺杆挤出机外，还可以用双螺杆挤出机进行物料的塑炼，与单螺杆挤出机相比，物料在双螺杆挤出机内受热时间较短，无滞留区，发生降解的可能性减小，塑化的质量也提高。

## 第5章 中空吹塑成型

### 一、简答题

#### 1. 简述中空成型的粘弹性原理、

答案要点:

利用聚合物推迟高弹形变的松弛时间的温度依赖性，在聚合物玻璃化温度以上的  $T_f$  附近，

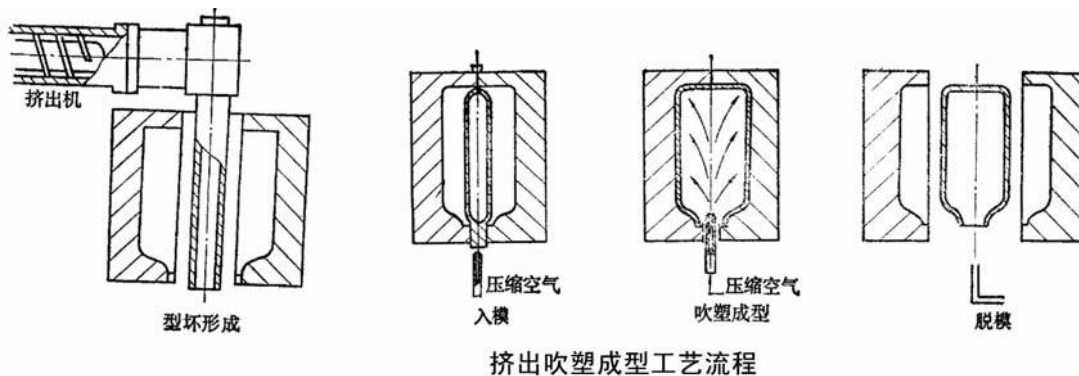
使塑料半成品（管，中空异型板等）快速变形，然后保持形变，在较短时间内冷却到玻璃化温度或结晶温度以下，使成型物的形变被冻结下来，这就是中空成型的粘弹性原理。

## 2. 简述中空成型温度对成型制品的使用温度及形状稳定性的影响、

成型温度越高，制品中不可逆形变所占比例越大，成型物的形状稳定性越好。

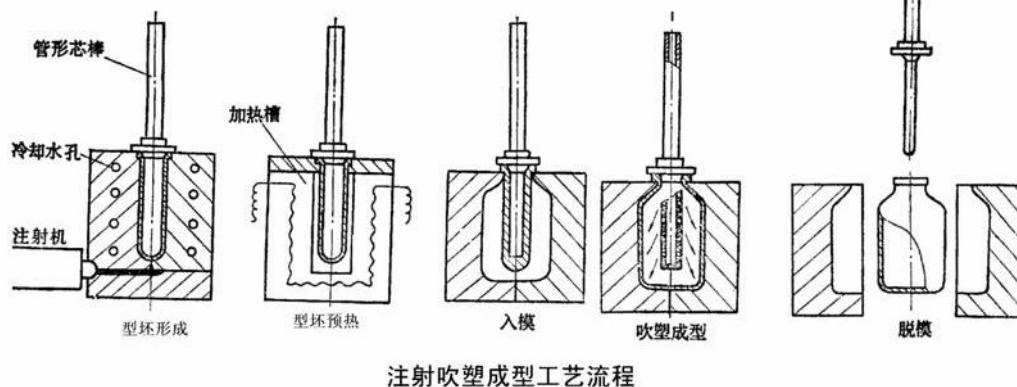
## 3. 绘制挤出吹塑工艺过程的示意图、

答案要点：

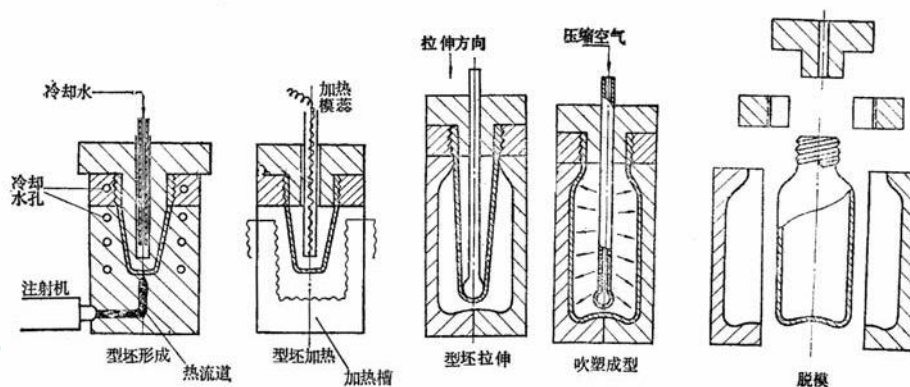


## 4. 绘制注塑吹塑工艺过程的示意图、

答案要点：



### 5、绘制注塑拉伸吹塑工艺流程的示意图、



注射-拉伸-吹塑成型工艺流程

### 6、简述挤出中空成型对聚合物原料的熔体指数,分子量分布,拉伸粘度等方面的要求、

答案要点:

考虑到既要保持挤出过程对物料流动性要求,又要避免型坯下垂,同时吹塑过程达到均匀的容器壁厚要求、聚合物原料的熔体指数低,分子量分布宽,拉伸粘度随拉伸应力增加而增大对吹塑成型十分有利。

### 二.分析题

1.以聚酯透明瓶的成型为例,说明注塑吹塑的工艺过程,并分析成型各阶段的工艺条件控制中应注意的问题、

答案要点:



聚酯的特点是易吸潮，结晶速度慢，为了得到尺寸精度高，透明性好的 聚酯透明瓶，一般采用两步法进行注射吹塑成型。第一阶段为型坯的制造（注射法），第二阶段为坯件的吹塑成型。

第一阶段型坯的制造（注射法）主要有三个步骤，首先是注射成型前的 准备，对聚酯型坯的成型前准备主要是物料的干燥，一般要对聚酯切片在  $120^{\circ}\text{C}$  下干燥 6-12 小时；其次是借助注射机和型坯成型模具进行注射成型；最后 是后处理，型坯的后处理仅限于修边，不可进行热处理。

第二阶段型坯的吹塑分四个步骤，第一是对型坯加热到  $T_g$  以上，进入橡胶态；第二是入模，即把加热好的型坯迅速移入模具中；第三是吹塑成型，即在已加热的型坯吹入压缩空气，型坯即胀大脱离金属管贴于模壁上成型；第四是冷却脱模。

就工艺条件的控制而言，第一成型阶段应注意三个方面的问题，一是物料要充分干燥，若干燥不良，会导致气孔或雾点，严重影响最终成型物的透明性；二是注射成型的温度控制，线型聚酯为结晶性塑料，但结晶速度慢。在  $130\sim 220^{\circ}\text{C}$  范围结晶速度较快，而低于  $130^{\circ}\text{C}$  时结晶较慢，所以从增加透明度的角度看，应适当提高加工温度，降低模具温度。三是坯件不可进行热处理，以免导致聚酯的结晶，从而影响后续吹塑的透明性。

第二成型阶段应注意三个方面的问题，一是型坯加热温度，型坯温度 过高时，熔融物料因粘度较低而容易变形，致使型坯在移动过程中，出现厚薄不均，会影响吹塑制品的质量，温度太低时，制品内部会积存较多的内应力，在使用中易产生应力破裂。且影响吹塑瓶的透明度（内应力所致）；二是冷却速度，为防止聚酯结晶影响瓶的透明性，模具温度应控制在聚酯难以进行结晶的温度（ $130^{\circ}\text{C}$ ）以下，以提高瓶的透明性，同时，温度不宜过低，以免产生较多的内应力。

## 2、以尼龙6制备的汽车油杯的成型为例，说明挤出吹塑的工艺过程，并分析 原料的选择和成型各阶段的工艺条件控制中应注意的问题、

答案要点：

汽车油杯的成型过程包括原料的选择和干燥，挤出型坯，闭模，吹塑，冷却脱模等几个过程。由于尼龙粘度相对较低型坯易下垂，原料的选择应特别注意选择高粘尼龙作为基础原料；同时，由于尼龙粘度对温度敏感性大，挤出吹塑过程应特别注意温度控制。

## 12、简单描述一个完整的注塑过程。

塑化物料，注塑，保压冷却，开模，脱模，合模

**13、注塑制品有何特点。** 壁厚均匀；制品上有凸起时，要对称，这样容易加工；为加强凸台的强度，要设筋，并在拐角处加工出圆角；倾斜的凸台或外形会使模具复杂化，而且体积变大，应该设计为和分型面垂直的形状；深的凹进部分，尽可能的集中在制品的同一侧；对于较薄的壁，为避免出现侧凹，可将制品上的凹孔设计成v形槽；所有的拐角处都应有较大的圆角。

**14、注塑机有几种类型，包括哪些组成部分。** 按传动方式：机械式注塑机，液压式注塑机，机械液压式注塑机 按操纵方式：手动注塑机、半自动注塑机、全自动注塑机 按塑化方式：柱塞式注塑机、预塑式注塑机、橡胶注塑机 包括以下：注射装置、合模装置、液压电气控制系统

## 15、柱塞在柱塞式注塑机中的作用。

柱塞将注塑力传递至聚合物，并将一定的熔料快速注射入模腔。

## 16、挤出机和注塑机的螺杆有何异同。

注塑机的螺杆存在前进、后退运动，多为尖头，压缩比较小

## 17、为了防止“流涎”现象，喷嘴可采用哪几种形式，描述每种形式的工作原理。

小孔型：孔径小而射程长。料压闭锁型：利用预塑时熔料的压力，推动喷嘴芯达到防止“流涎” 弹簧锁闭式：用弹簧侧向压合顶针。可控锁闭式：用液（或电、气）动控制顶针

开闭

## 18、锁模系统有哪几种型式，描述每种型式的工作原理。

液压式，轴杆式

## 19、注塑机料筒清洗要注意哪些问题。

1、首先使用上要注意操作的问题。2、如果加工的物料有腐蚀性，且停机后需要一定时间才开机，则要及时对料筒进行清洗。清洗工作应在料筒加热情况下进行，一般用聚苯乙烯作为清洗料。在清洗结束后，立即关闭加热开关，并做结束工作。3、如果是一般物料，清洗时一定要升温到上次实验物料的熔点之上进行清洗，否则螺杆会扭断。后在降温到所需温度进行实验。4、清洗时可采用高低不同转速进行清洗，容易洗净。最后在所需转速清洗，后进行实验。

## 20、嵌件预热有何意义。

为了装配和使用强度的要求，理解塑件内常常嵌入金属嵌件。注射前，金属嵌件先放进模具内的预定位段，而后经注射成型才能和塑料成为一个整体。由于塑料与金属的热性能差异很大，两者收缩率不同，因此，有嵌件的塑料制品，在嵌件周围易出现裂纹或制品强度较低。设计制品时应加入制品周围塑料的厚度，同时对金属嵌件进行预热也是必要的。因为嵌件预热可以减小塑料熔体与嵌件的温差，使嵌件周围的塑料熔体冷却比较慢，收缩比较均匀，产生一定的熔料收缩作用，以防止嵌件周围产生较大的内应力。

## 21、料筒加热效率跟哪些因素有关。

料筒本身的材料、壁厚，加热器的种类与分布，以及加热介质的选择。

## 22、 柱塞式注塑机中压力损失跟哪些因素有关。

物料在料筒内的输送速度，粒料与料筒壁的摩擦系数、粒状区的长度、粒状区直径。

## 23、塑料熔体进入模腔后，流动可分为哪几种情况，并对其简单描述。

喷射流动，扩展性流动，失稳流动

## 24、注塑制件后处理有哪些方法，各有什么意义。

热处理，调湿处理， 热处理的实质：

① 使强迫冻结的分子链得到松弛，凝固的大分子链段转向无规位置，从而消除这一部分的内应力。

② 提高结晶度，稳定结晶结构，从而提高结晶塑料制品的弹性模量和硬度，降低断裂伸长率。

调湿处理是为了在较短的时间内稳定的尺寸。同时还可以加快达到吸湿平衡，从而改善制件的柔曲性和韧性，使它的冲击强度和拉伸强度均有提高。

## 25、结晶性塑料和非晶塑料在注塑工艺上有何不同。

塑化阶段，结晶性塑料的塑化需要更长的时间 冷却阶段，结晶性塑料的冷却要严格控制，冷却的快慢直接影响塑件的物性

## 26、 聚丙烯、聚酰胺、聚碳酸酯、聚苯乙烯塑料注塑需要主要哪些问题。

1) 聚丙烯：非极性的结晶塑料，吸水率很低，注射时一般不需要进行干燥；成型温度范围较宽；抗氧化能力很低，成型前应加入抗氧剂等助剂。熔体流动性较好，当成型薄壁、复杂制件时，机筒温度可提高；制品较厚时，机筒温度可降低；因为结晶能力较强，提高模具温度将有助于制品结晶度的增加；如模温过低，冷却速度太快，浇口过早冻结，不仅结晶度低、密度小，而且制品内应力较大，甚至引起充模不满和制品缺料；聚丙烯注射制品的收缩率为1、2%。此外，由于它的T<sub>g</sub>较低，结晶使得制品在室温下存放时常会发生收缩，对尺寸稳定性要求较高的制品，应进行热处理；制件在低温下表现脆性，对缺陷比

较敏感，避免尖角的设计。2) 聚酰胺：聚酰胺类塑料在分子结构中含有亲水的酰胺键易吸湿，成型前必须进行干燥，以使水分降至 0、3% 以下。含水量高，成型时会使熔体粘度下降，制品表面出现气泡，银丝和斑纹等缺陷，以致使制品力学性能下降。

聚酰胺在干燥时边防止氧化变色。因为它对氧很敏感，易产生氧化降解。因此，干燥时最好采用真空干燥。干燥后的物料应注意保存，以防止再吸湿。塑化阶段因为熔融温度范围较窄，熔体粘度小：流动性大，熔体的热稳定性差，特别是和空气接触时易降解，成型收缩率较大。因此注射时对设备及成型

工艺条件的选择都应考虑以上的一些特性。3) 聚碳酸酯：聚碳酸酯的成型，对温度的调节比压力调节更为重要。聚碳酸酯制品的吸湿性小，吸湿的制品，其尺寸及力学强度均无显著变化。但是注塑成型前树脂必须进行干燥处理，极微量的水分都会导致成型的制品中就会出现银纹、气泡，甚至破裂，引起制品强度明显下降。聚碳酸酯制法不同，其分子量差异较大，再加上树脂本身分子量分布的不均匀对成型加工有很大影响。

聚碳酸酯成型收缩率很小，但熔融粘度大，流动性差，冷却速度快，制品易产生内应力，因此：聚碳酸酯成型工艺要求比较严格。4) 聚苯乙烯：聚苯乙烯为无定形塑料，本身吸水率很小，成型前不一定要进行干燥。处于粘流态的聚苯乙烯，其粘度对剪切速率和温度都比较敏感，在注射成型中是增大注射压力或升高机筒温度都会使熔融粘度显著下降。

聚苯乙烯分子链比较刚性，成型中容易产生分子取向和内应力，为了减小这些弊病，除调整工艺参数和改进模具结构外，应对制品进行热处理，模具温度应尽量保持均匀，聚苯乙烯脆性，力学强度差，热膨胀系数大，否则容易产生应力开裂。

## 27、热固性塑料传递模塑有哪几种形式，简单描述他们的不同点。

1) 罐式（或喷嘴式）：将预热的物料装入模具上部的传递料筒中，闭合模具模塑料被加热成熔体，然后通过压机对压柱加压，熔体经喷嘴注入型腔成型，升高模具温度使型腔内的熔体交联固化，取模取出制品。2) 柱塞式：在静止的压机平台上安装上一个独立的液压缸即解决了罐式模塑成型的弊端，液压缸提供了两个独立的压力功能：将热料从料槽中传递到模具的过程中紧紧闭台上下模具；提供足够的柱塞压力，独立于闭模运动。这一模塑系统允许模具设计者省去料格式模具很大的浇口，从而极大地降低了注射量和物料浪费。3) 螺杆式：此种成型能在相同条件下获得密度均匀具有精确质量预成型坯，省去了预成型和预热元件。模塑机利用一个挤压机对模塑料进行预热和预成型，方法是使料

斗内的原料进入螺杆槽，螺杆位于外部加热的料筒内。从料筒中挤出已加热的物料使之进入位于中心的传递料筒而后被挤入模具。



## 28、 简述树脂传递模塑 (Resin Transfer Molding, RTM)。

树脂传递模塑是一种闭合模塑技术,在成型时,树脂被注射进入模腔内,在压力作用下,树脂在增强材料预制件中流动且传递到各个部位。树脂注射完毕后,经过固化反应,制成最终产品。分为,真空模塑,共注射树脂传递模塑,柔性树脂传递模塑等。

RTM 有以下特点:(1) RTM 工艺分增强材料预成型坯加工和树脂注射固化两个步骤,具有高度灵活性和组合性;(2) 采用了与制品形状相近的增强材料预成型技术,纤维树脂的浸润一经完成即可固化,因此可用低粘度快速固化的树脂,并可对模具加热而进一步提高生产效率和产品质量;(3) 增强材料预成型体可以是短切毡、连续纤维毡、纤维布、无皱折织物、三维针织物以及三维编织物,并可根据性能要求进行择向增强、局部增强、混杂增强以及采用预埋和夹芯结构,可充分发挥复合材料性能的可设计性;(4) 闭模树脂注入方式可极大减少树脂有害成分对人体和环境的毒害;(5) RTM 一般采用低压注射技术(注射压力

$<4\text{kg/cm}^2$ ),有利于制备大尺寸、外形复杂、两面光洁的整体结构,及不需后处理制品;(6) 加工中仅需用树脂进行冷却;(7) 模具可根据生产规模的要求选择不同的材料,以降低成本。

## 29. 热固性塑料注塑对原料有何要求。

(1)要有便于进料的特定形状,要造粒,保证下料通畅计量准确,环境清洁;(2)流动性好,低分子及挥发物少,便于注射成型。(3)在料筒内热稳定性好,不影响注射速度;(4)在模具内固化速度快(5)不粘污模具,易脱模;(6)质均无杂质。

## 30.热固性塑料注塑机有何特点。

热固性塑料注射机属于专用注射机,是在热塑性塑料注射机的基础上发展起来的,在结构上有很多相同之处。热固性与热塑性塑料注射机主要差别在塑化部件和锁模系统上。可分为柱塞式和螺杆式两大类。

用于热固性塑料注塑成型的螺杆长径比和压缩比较小,螺槽较深注射喷嘴较短,喷嘴锥空反向。料筒一般用电加热形式,温度较高。模具一般不用加热,若注射工程塑料时,模具加热为 $80-90^{\circ}\text{C}$ ,料温高于模温。

## 31.热固性塑料注塑工艺控制特点。

注射成型过程是:塑料经过料斗进入具有一定温度的料筒中受热软化,并随着料筒温度的升高和螺杆旋转。塑料不断地受到剪切和料筒壁摩擦发热温度升高,塑化成粘流状态,粘度从大到小,又从小向大变化;然后,在螺杆的推动下,塑料经过喷嘴和流道注射到高温模具中,粘度迅速增大,经过适当时间的保温固化,最后开模出件。塑料从进料筒到出料

筒期间，发生物理变化同时发生缓慢的化学反应，而从喷嘴注入高温模腔中后，则发生激烈的化学反应，交联固化，变成网状体型结构。最佳的注射应该在粘度小以及粘度对温度和时间变化率较小的范围内。通过对模塑料温度、模具填充速率、模塑料流动速率、模塑料固化度、充模密度这些参数的控制来对热固性塑料注塑进行控制和调整。

## 二、通过查阅资料回答下列问题

### 1、简述气体辅助注塑成型。

气体辅助注射成型过程是先向模具型腔内注入经准确计量的塑料熔体，再通过气孔、浇口、流道或直接注入压缩气体，气体在型腔中塑料熔体的包围下沿阻力最小的方向扩散前进，对塑料熔体进行穿穿和挤压，推动塑料熔体充满模具型腔，并对塑料进行保压，待塑料冷却后开模顶出。整个成型周期可细分为6个阶段。

(1)塑料充填阶段：这一阶段与传统注射成型不同点为熔体只充满局部型腔，空余部分要靠气体补充。

(2)切换延迟阶段：从塑料熔体注射结束到气体注射开始 (3)气体注射阶段：从气体开始注射到整个型腔充满时止 (4)保压阶段：熔体内气体压力保持不变或略升高，使气体在塑料内部继续穿透(称为二次穿透)以补偿冷却引起的塑料收缩。(5)气体释放阶段：气体入口压力降为零。(6)顶出阶段：当制品冷却到一定程度后开模顶出。

成型特点是：注射压力小；制品翘曲变形小；可保证壁厚差异较大的制品的质量；可消除缩痕，提高表面质量；可提高制品的强度与刚度；可简化浇注系统，减少模具费用；降低锁核力，从而降低设备成本；缩短成型周期(冷却时间)。

### 2、什么是微孔塑料。

80年代中期才开始研制成功的新型泡沫塑料，其泡孔直径为0、1-10 $\mu\text{m}$ ，泡孔密度为 $10^9$ - $10^{15}/\text{cm}^3$ 。材料密度比发泡前少5%-98%。聚合物中的自由体积和缺陷能被一些微小的孔所取代，微孔将能减缓材料内部的应力集中，从而优化材料的性能，改善材料的冲击性能。

### 3. 微孔泡沫塑料的物理性能特点。

首先，微孔发泡塑料中的气体浓度高于一般物理发泡，其次，微孔发泡的成核数要大大超过一般物理发泡成型；再者，微孔发泡材料产品中的泡孔以及泡孔尺寸分布均匀而且气泡直径小，气孔为闭孔结构。

#### 4、微孔泡沫塑料的制备方法有哪些？

1)微孔发泡注射成型:采用超临界的惰性气体受到限制,微孔发泡注射成型采用超临界的惰性气体(CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>)作为物理发泡剂。其工艺过程分为四步:

a气体溶解:将惰性气体的超临界液体通过安装在构筒上的注射器注入聚合物熔体中形成均相聚合物/气体体系;

b成核:充模过程中气体因压力下降从聚合物中析出而形成大量均匀气核; c气泡长大:气在精确的温度和压力控制下长大;

d定型:当气泡长大到一定尺寸时,冷却定型。 2)超临界流体沉析法,3)相分离法,4)饱和气体法,5)单体聚合法等。

#### 5、简述可熔芯注塑成型。

熔芯注射成型 当注射成型结构上难以脱模的塑料件将类似石蜡铸造的熔芯成型工艺引入注射成型,形成了所谓的熔芯注射成型方法。

熔芯注射成型的基本原理是:先用低熔点合金铸造成可熔型芯,然后把可熔型芯作为该件放入模具中进行注射成型,冷却后把含有型芯的制件从模腔中取出,再加热将型芯熔化。为缩短型芯熔出时间,减少塑料件变形和收缩,一般采用油和感应线圈同时加热的方式,感应加热使可熔型芯从内向外熔化,油加热熔化残存在塑料件内表面的合金表皮层。熔芯注射成型特别适于形状复杂、中空和不宜机械加工的复合材料制品,这种成型方

法与吹塑和气辅助注射成型相比虽然要增加铸造可熔型芯模具和设备及熔化型芯的设备,但可以充分利用现有的注塑机,且成型的自由度也较大。

熔芯注射成型中,制件是围绕芯件制成的。制成后芯件随即被格去,这似乎与传统基础工业的做法类似,并不新奇。但是关键在于芯件的材料,传统的材料是不可能用来作为塑料加工中的芯件的,首先是不够坚硬,难以在成型过程保持其形状,尤其是不能承受压力和熔体的冲击,更主要的是精度绝不适合塑料制品的要求,所以,关键是要找到芯件的合适材料。目前常采用的Sn-Bi和Sn-Pb低熔点合金。

#### 6、简述液体-气体辅助成型。

气辅成型是通过高压气体在注塑制件内部产生中空截面,利用气体积压,减少制品残余内应力,消除制品表面缩痕,减少用料,显示传统注射成型无法比拟的优越性。气体辅助

注射的工艺过程主要包括三个阶段：起始阶段为熔体注射，熔体只充满型腔的60%—95

%。第二阶段为气体注入，把高压惰性气体注入熔体芯部，熔体前沿在气体压力的驱动下继续向前流动，直至充满整个型腔。第三阶段为气体保压，该阶段使制件在保持气体压力的情况下冷却。进一步利用气体各向同性的传压特性在制件内部均匀地向外施压，并通过气体膨胀补充因熔体冷却凝固所带来的体积收缩（二次穿透），保证制品外表面紧贴模壁。

水辅助注射成型用水代替氮气辅助熔体流动，最后利用压缩空气将水从制件中压出。与气体辅助注射成型相比，水辅助注射成型能够明显缩短成型时间和减小制品壁厚，可应用于任何热塑性塑料的制件。

## 7、简述推拉（push-pull）注塑成型。

这种成型方法可消除塑料件中熔体缝、空隙、裂纹以及显微疏松等缺陷，并可控制增强纤维的排列。它采用主、辅两个注射单元和一个双浇口模具。工作时，主注射单元推动熔体经过一个浇口过量充填模腔。多余的料经另一浇口进入辅助注射单元，辅助注射螺杆后退以接受模腔中多余熔体；然后辅助注射螺杆往前运动向模腔注射熔体，主注射单元则接受模腔多余熔体。主、辅注射单元如此反复推拉，形成模腔内熔体的振动剪切流动，当靠近模壁的熔体固化时，芯部的熔体在振动剪切流动，当靠近靠近模壁的熔体固化时，芯部的熔体在振动剪切的作用下产生取向并逐渐固化，形成高取向度的制品。一般制品成型需10次左右的循环，最高的可达40次。

推-拉注射成型的周期比普通注射成型的周期长，但由于在推拉运动中材料被冷却固化，保压阶段对于控制收缩和翘曲已不是很重要了。在推-拉注射成型中，注射阶段和保压阶段合二为一。用此种注射工艺对玻璃纤维增强LCP的推-拉注射成型结果表明，与常规的注射成型相比，材料的拉伸强度和弯曲弹性模量可大大提高。

## 8、简述多点注塑成型。

利用多点进行注射的成型方式，可形成颜色分布的制品，可以减少熔体的流动长度，成型周期缩短，缺点是熔接痕增加，制品强度会有所影响。

## 9、简单介绍反应注塑成型（Reaction Injection Molding）

反应注射成型的原理是将反应原材料经计量装置计量后泵入混合头，在混合头中碰撞混合，然后高速注射到密闭的模具中，快速固化，脱模，取出制品。反应注射成型是将两种



或两种以上的低粘度高活性失稳液体物料，经过计量泵送入混合头，在高压下经过激烈撞击混合，然后高速注入密闭的模具内，完成聚合，交联固化成型等一系列工艺过程，这是一种复杂的化学反应过程，可以有目的的控制其性能。与传统的注塑成型相比，反应注射成型的特点是通过直接注射低粘废物料使注射设备和模具成本显著降低，对制作大型复杂制品尤为显著；成型温度和压力低，成型快，能耗少；对产品适应性强，产品质量好，制品设计灵活，

反应注射成型与普通注射成型有本质的不同，反应注射成型是将液体状的树脂，以较低的压力向模具内注射，所以能成型极薄的制品；反应注射是用低粘度的液体状树脂，以液面上升的形式充模，制品顶部必须能排气；反应注射过程是伴有化学反应的，制品收缩大，易产生裂痕及气泡，必须有施加保压的机构。

## 10、简述层状注塑成型。

层状注射成型是一种兼有共挤出成型和注射成型特点的成型工艺，该工艺能在复杂制件中任意地产生很薄的分层状态。层状注射成型同时实施两种不同的树脂注射，使其通过一个多级共挤模头各股熔体在共挤模头中逐级分层，各层的厚度变薄而层数增加，最终进入注塑模腔叠加，保留通过上述过程获得的层状形态，即两种树脂不是沿制品厚度方向呈无序共混状态存在的，而是复合叠加在一起。据报道，层状注射可成型每层厚度为 0.1—10 $\mu$ m。层数达上千层的制品。因层状结构，保留了各组分材料的特性，比传统共混料更能充分发挥材料性能，使其制品在阻隔气全渗透、耐溶剂、透明性方面各具突出优点。

## 三、论述题

### 1、阐述挤出和注塑有何相同点和不同点。

相同：物料都要经过塑化过程，最终通过模具赋予制品特定的形状；一般都用螺杆式进行塑化。

不同：a、结构不同：注塑成型包括注射系统，锁模系统，液压传动与电器控制系统，注射模具；挤出成型包括加料装置，料筒，螺杆，机头口模。b、挤出成型一般可以连续成型：成型管材，板材，异型材，薄膜等；注塑成型一般是单间生产或者一模多腔。

### 2、分别论述柱塞和螺杆式注塑机注塑过程中，传热、流动与冷却跟哪些因素相



## 关，如何控制。

柱塞式：物料在料筒内熔化，热量可以由电阻加热器供给，物料的塑化依靠导热和对流传热。通过柱塞将物料向前推进，通过分流梭经喷嘴注入模具。螺杆式：塑料的熔化热来自机筒的外加热和螺杆转动与塑料之间的摩擦热。螺杆可以旋转也可以水平往复移动，从而推动物料的流动。两者的冷却都是要通过模温来控制。

## 3、如何控制注塑温度。

温度的测量和控制注塑中是十分重要的。在多数注塑机上，温度是由热电偶感应的并控制的。具体温度大小控制，我们应该根据材料的特性（eg、熔点，分解温度，流动性）设备不同（eg、柱塞或螺杆式注塑机）来分别进行设定。

## 4、如何控制注塑压力。

注塑压力是指引起塑料流动的压力，可以用在喷嘴或液压线上的传感器来测量。它没有固定的数值，大体的要求是：模具填充越困难，注塑压力也增大，注塑线压力和注塑压力是有直接关系。那么就要根据材料的特性，注塑机的类型，模具的特点以及制品的质量要求等来控制压力的大小，从而保证最终的成型要求。

## 5、注塑制品产生内应力的原因。

注塑条件（如注射压力及保压压力过大，模具温度过低）原料原因；注射机的选择及制品的形状（如厚度不均，嵌件等）模具设计不当等原因。

## 四、分析题

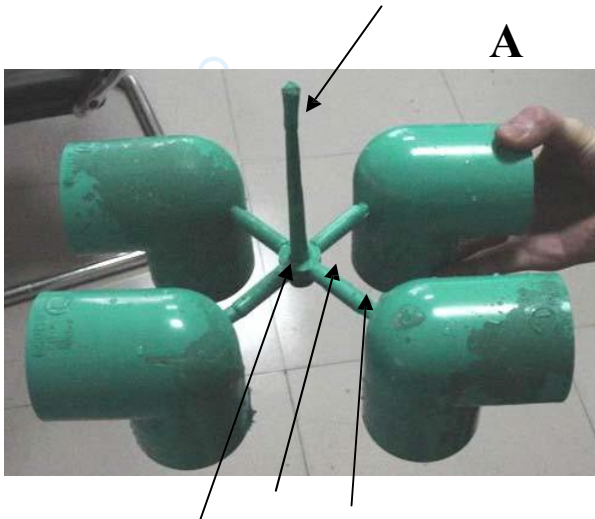
1. 下图是刚从模具中取出的注塑制件实物图（一出四，即以此注塑成型四个制品）

（1）请指出A、B、C、D部位的名称。简要说明部位B的作用。

A: 主流道      B: 冷料井      C: 分流道      D: 浇口

B的作用主要是用于存储进入流道的熔体前端冷料。

（2）制件用于建筑上水管道的90度弯接头。从使用要求考虑，选择什么高分子材料？简要谈谈理由。



B C D

PPR 作为一种新型的水管材料,具有得天独厚的优势,它既可以用作冷水管,也可以用作热水管,由于其无毒、质轻、耐压、耐腐蚀, PPR 管不仅适用于冷水管道,也适用于热水管道,甚至纯净饮用水管道。PPR 管的接口采用热熔技术,管子之间完全融合到了一起,所以一旦安装打压测试通过,不会象铝塑管一样存在时间长了老化漏水现象,也不像 PVC 塑料管接口处一般用胶粘接,抗冻和耐热能力都不好,所以很难用作热水管,由于其强度不能适

用于水管的承压要求,所以冷水管也很少使用。大部分情况下,PVC 管适用于电线管道和 排污管道。

2. 某塑胶公司有如下原料: 聚乙烯 A(熔体流动指数为7g/10min); 聚乙烯 B(熔体流动指数为0、3g/10min); 聚苯乙烯; 聚碳酸酯; 尼龙66。

(1) 拟生产  $\Phi 50\text{cm}$ 、高300cm 的垃圾桶, 可选用什么成型方法, 选择上述什 么原料(要简述选择的理由)? 为了降低生产成本, 打算在聚合物中加入 30%碳酸钙填料, 请问在加入填料后, 成型工艺可能做那些调整?

选择聚乙烯 A, 相对 B 而言, 熔体流动指数较高, 加工较容易。聚苯乙烯太脆, 会被强 酸强碱腐蚀, 不抗油脂, 不适合做垃圾桶, PC 和尼龙66原材料费较高, 也不适合做垃圾桶。大型垃圾桶可以用挤吹中空塑料成型。

加入填料后, 材料的黏度会有所提高, 所以挤出过程中应该提高温度, 以降低材料黏 度, 即降低加工难度。在吹塑时, 气体压力不宜过大, 避免基体和填料间的应力开裂。

(2) 通常应对齿轮进行什么后处理, 谈谈怎样后处理, 以及后处理的意义?

对于传动齿轮, 在传送动力最大化的同时让传送错误和噪音最小化, 这就对齿轮的同心性、齿形以及其它的特性提出了很高的加工精确要求。高精密零件的加工与一般成型加工的要求相比较, 需要注意更多的细节问题以及达到精确测量水平所要求的测量技术。相匹配的注塑机在温度控制和压力控制(包括注射压力和保压压力)上必须能够精确设定, 模具一般不超过4个型腔, 并且应该从齿轮中心位置的一个浇口处注入。目前还研究了气辅法和注射压缩模塑法, 作为改善轮齿质量、齿轮整体精度、减小内应力的一种方法。

因磨擦热和环境条件的变化, 塑料比金属热膨胀系数高许多, 导致了制件的尺寸稳定性较差。通常会对注塑制件进行退火后处理, 即将制件加热到一定温度, 保持足够时间, 然后以适宜速度冷却。退火后的制件可有效消除残余内应力, 制件不易翘曲变形, 尺寸稳定性较好。

(3)拟生产手机外壳,该公司有的工程师认为采用聚苯乙烯较好,而有的工程师认为采用聚碳酸酯较好,你认为选用那种聚合物合适,谈谈理由。若选用聚碳酸酯,在成型过程中应注意那些问题?

选用 PC 较好。聚苯乙烯的化学稳定性比较差,作为手机外壳可以被多种有机溶剂溶解,会被强酸强碱腐蚀,不抗油脂,并且在受到紫外光照射后易变色。质地硬而脆,抗冲击性能较差,作为手机外壳不耐摔,易破裂。

聚碳酸酯无色透明,耐热,抗冲击,阻燃,在普通使用温度内都有良好的机械性能。但其耐磨性差,一些用于易磨损用途的聚碳酸酯器件需要对表面进行特殊处理。

PC 遇水容易水解,产生断键、分子量下降和物理强度降低等现象。所以应该严格控制 PC 中的水分,避免产品出现气泡银纹等,通常在 PC 加工前需用热风干燥机干燥3-5小时。

### 3、有如下几种塑料制品需要成型:(10 分)

(1) PVC 薄片,厚度0、30mm,宽度1、2m

挤出成型: PVC 粒料自料斗进入料筒,在螺杆旋转作用下,通过料筒内壁和螺杆表面摩擦剪切作用向前输送到加料段,在此松散固体向前输送同时被压实;在压缩段,螺槽深度变浅,进一步压实,同时在料筒外加热和螺杆与料筒内壁摩擦剪切作用,料温升高开始熔融,压缩段结束;均化段使物料均匀,定温、定量、定压挤出熔体,到机头后通过一个狭缝型片状口模成型,经冷却定型得到制品。

(2) PE 储水桶,直径1、5m,高1、5m。吹塑成型:物料通过上述挤出装置,得到一个型坯,继而从模唇与模芯的间隙中继续挤出,对坯进行预吹胀,最后高压吹胀型坯,使之贴紧模具型腔,实现产品塑性成型阶段。

(3) PA6 大型水力发电机轴瓦 浇注成型:在常压或低压下将液态树脂,这里指尼龙单体或预聚体浇注入模内或外壳内,固化成型。最后在对其外观进行适当修正即可。

(4) PP 洗衣机内桶 注塑成型：塑胶材料在注塑机的料筒中经过外部的加热和螺杆的旋转而产生的剪切热

对树脂材料进行塑化成熔体后，通过施加一定的压力，把熔体注射到具有一定的形状的型腔中经过冷却定型后所产生的物品就为注塑。

请谈谈上述塑料制品可用什么方法成型，简述大致成型过程。

4、下图是采用毛细管流变仪测得的A、B两种共聚PP的表观粘度~剪切速率关系曲线。某公司要注塑成型一批汽车用蓄电池壳（注意蓄电池壳中有许多跟外壳连在一起的很薄的隔板），拟选用A和B两种PP中的一种。

(1) 试分析两种PP流动曲线的特点。

(2) 你觉得应该选择哪一种PP较好，简要谈谈理由。

(3) 如果你觉得只是知道该图所示的流动特点还对两种PP加工特性了解不全面，你打算还要测试其它哪些性能，谈谈测试获得的数据对拟定工艺条件有何帮助。

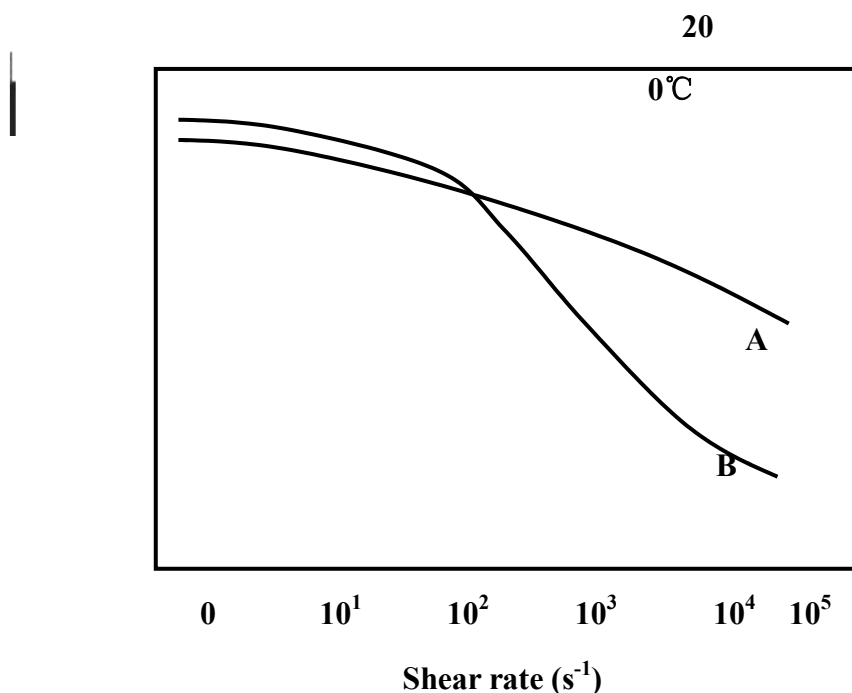
1、从图中可以发现共聚物A、B的黏度都随剪切速率的增加而减小，是典型的假塑性流体。在剪切速率较低（小于  $500 \text{ s}^{-1}$ ）时，两种共聚物的黏度随剪切速率变化都比较小，

相同剪切速率下，A的黏度要略低于B。当剪切速率继续增加时（大于  $500 \text{ s}^{-1}$ ），A和B的黏度继续减小，但B黏度随剪切速率变化更快，相同剪切速率下A的黏度大于B的黏度。

2、注塑成型汽车用蓄电池壳，要求尺寸稳定性好，强度高，抗蠕变性能好，滞后现象小，应选择A，相比于B，A对剪切速率更不敏感，说明A的分子链刚性更大，分子间作用力更强，成型后材料的尺寸稳定性和抗蠕变性能也越好，在周期性外力作用下滞后现象更小。

3、可以测A和B的熔融指数，这样可以更清楚地了解他们的流动性，为其成型工艺如压力、温度等提供依据；测定其分子量及其分布，分子量越大，分子间作用力越强，成型温度、压力越高；测定其熔点，熔点是加工的最低温度。





5. 某研究者做了如下实验：将部分马来酸酐接枝聚乙烯（MAH-g-PE）加入 PA66 中，经双螺杆挤出机共混后，注塑成型标准试样，测试标准试样的缺口冲击强度跟 MAH-g-PE 加入量的关系见下图。其中，曲线 A 为成型后，仅室温放置了 24 小时测得的结果；曲线 B 为成型后室温放置 5 周测得的结果。

- （1）请简要谈谈放置时间对材料韧性的影响，并解释其中的原因。
- （2）若用纯的 PA66 塑料加工齿轮，马上装配到某机械上并将机械投入使用，你预测齿轮在使用过程中可能出现什么问题。
- （3）为了克服（2）中的问题，若仅从成型加工方面考虑，应对齿轮做怎样的后处理，谈谈后处理对材料结构和性能有哪些方面的影响。
- （4）为了克服（2）中的问题，若从材料改性方面考虑，加入部分 MAH-g-PE。试谈谈加入 MAH-g-PE 后，在成型加工工艺、制品后处理方面应做哪些调整，对制品其他性能有何影响。

1、放置时间越长，韧性越差，因为PA66和PE存在后期结晶现象，所以试样会变硬，韧性变差。

2、在使用过程中齿轮会变形，变脆。

3、应该进行退火处理，通过退火可以消除制品中残留的内应力，防止翘曲变形，使制品的尺寸稳定性变好，另外可以使结晶更完善，力学强度提高。

4、MAH-g-PE 一方面可以起到增韧作用，另一方面可以改善 PA66 的加工性能。加入 MAH-g-PE后，成型温度可以适当降低，注射速率也可以降低点，制品的冲击强度会提高，尺寸稳定性提高，但是拉伸强度会降低，耐热性变差。

6. 图A 和B 和不相容共混物注塑试样的形态三维和二维模型（注意A 和B 中注塑工艺、模具是不同的）

（1）试分析图A 和B 包括哪几层结构，分散相形态有何特点。两者有何不同。

皮层（固化层），过渡层（皮下层）和芯层。皮层含被拉伸的分散相粒子，过渡层含拉伸的分散相粒子和球状分散相粒子，芯层只含球状分散相粒子或椭球状分散相粒子。两者的不同点在于图B表示的是浇口中的熔体，随着流动方向，固化层逐渐变厚，芯层逐渐变薄；而图A表示的是制品的一部分，它的每一层的厚度都是均匀的。

（2）图A 和B 各是单浇口模具还是多浇口模具。

图A是多浇口模具；图B是单浇口模具。

（3）形成这样的形态对制品性能有何影响？

1、使制品产生内应力，使制品机械性能下降。2、但表面的分散相的取向有助于提高材料的力学性能，甚至可以产生二次屈服现象。两者相互竞争。

（4）分析产生图B 这样的形态的原因。请阅读下面一段话，对你分析有所帮助（仅共参考，一些参考文献未列出，图10 也未列出。其中的图9 是下图B）

原因有三：第一，接触冷模具表面的熔体前端会形成相同厚度的固化层，接着的熔体遇到固化层后仍会冷却固化直到充模结束；第二，浇口部位的固化层比非浇口部位要经历更长的稠化时间；第三，一旦固化层形成，其表面的剪切速率变为0。剪切速率从0到最大只有离固化层表面很薄的一层。由于同样的原因，主要包含拉伸分散相粒子的皮下层随着流动方向变薄，而包含球状粒子的芯层变得越来越厚。

（5）翻译带横线的一段话。

Before mold filling, the preformed dispersed PC and PET droplets must have already experienced some degree of stretching in the high shear and elongational flow fields during the previous blending process. The morphology evolution to the final solid-state structure after injection molding was determined by the flow fields experienced by the melt during mold filling, and the cooling rate during and after mold filling. The high shear and elongational fields during mold filling cause the deformation and also the break up and coalescence of the dispersed particles. The final shape and size of the injection-molded bar is the product of the balance between deformation, breakup and coalescence. In the case of non-isothermal flow, the velocity distribution across the thickness has an inflection point where the shear rate reaches the maximum [27], while the shear rate is zero at the mold surface and the center. The shear rate profile in two positions of the cross section from gate to non-gate end is schematically illustrated in Fig. 10. Compared to other shear rate profiles proposed in the literature [26], it presents

a solidified layer with increasing thickness along melt flow direction. The solidified layer was formed continuously until cessation of mold filling. The solidified layer shown in Fig. 9 contained elongated dispersed phase. That the solid layer close to the gate end was thicker is understandable because of the following facts:

a. Even though the same thickness forms as the melt flow front touches the cold mold surface all along the mold, the material near the initial solid layer can continue to cool to solid until the cessation of mold filling.

b. The solidified layer near the gate end experienced longer thickening time than that at the non-gate end.

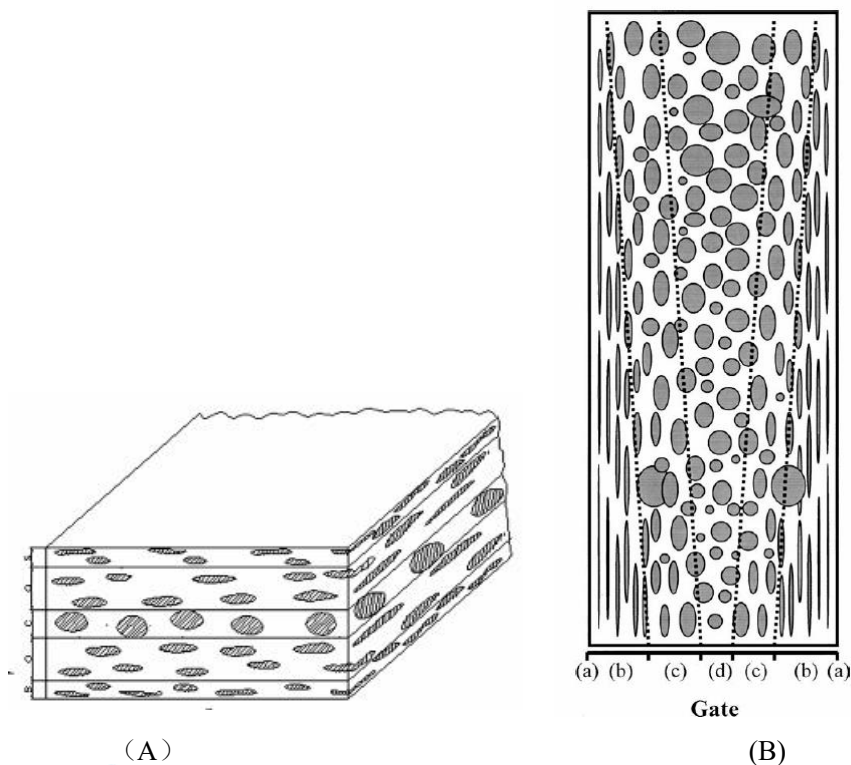
c. As soon as the solidified layer is formed, the shear rate in the previously solidified layer surface decreases to zero. Though the maximum shear rate appears near the solidified layer surface, there exists a thin melt layer where the shear rate is relatively low since the shear rate changes continuously from zero at the surface of the solidified layer to the maximum at a point quite close to the solidified layer. Based on the same reason, the subskin layer, mainly comprised of elongated dispersed phase, turns thinner along the melt flow direction, while the core layer containing mainly spherical domains gets thicker and thicker from gate to non-gate end.

The higher the melt flow rate is, the shorter the time is needed for mold filling, and the stronger the shear and elongational fields are. Hence, high injection speed promotes the

deformation and the breakup of particles、 As mentioned above, the final morphology is the product of the balance

between deformation and breakup、 From Figs 3–8 (图略), it was found that the deformation

played a predominant role in the formation of the subskin layer since with the increase of the injection speed, the diameter of the elongated particles decreased significantly、 The increase of injection speed shifted the position of the subskin layer toward the bar surface (i、 e、 , the solidified layer became thinner), increased the aspect ratio of the dispersed particles, and reduced the diameter of the dispersed particles in the subskin layer、 Moreover, for high speed injection molding, after mold filling, the melt exhibited relatively higher temperature than the case of low speed injection because the melt was exposed less time to a cold mold and more heat was generated by the viscous friction during mold filling、 Therefore, the solidified layer was thinner at the moment of subskin layer formation, and the subskin layer started to develop at a position closer to the surface、 This effect also contributed to the subskin layer thickening、 In the core zone, as observed in the SEM micrographs, the dispersed domains assumed the form of spheres and ellipsoids regardless of the injection speed、 On the other hand, high injection speed brought about strong elongational and shear rate fields to promote the deformation and breakup of the dispersed phase into smaller particles、 Besides, the longer cooling time enabled the smaller particles to recover、 Therefore the shape of the dispersed particles obtained at high injection speed was close to spherical and their size were smaller than those at low injection speed、 However, Ghiam and White [14] observed that the lower the injection rate, the finer is the phase morphology of the injection molded nylon 6/PE blend parts、 They argued that the influences of the associated pressure and shear viscosity rise caused by the decrease of injection rate overcome the effect of weaker elongational and shear rate fields、



翻译：熔体流动速率越高，充模所需时间就越短，剪切和拉伸场也就越强。因此，高的注射速度会引起微粒的变形和破裂。正如前述，最终形态是变形与破裂平衡的产物。从图3-8

(图略)可以看出，变形对皮下层的形成起了重要作用，而注射速度的提高，拉伸微粒的直径急剧减小。注射速度的提高使皮下层的位置移到了棒表面(也就是固化层变薄了),使分散相粒子的拉伸比增大并且使皮下层的分散粒子的直径减小。此外,对于高的注射速度,在充模后,熔体的温度高于低注射速度的熔体温度,这是由于高注射速度的熔体与冷模具的接触时间更短,而且充模时粘性磨擦又升高了温度。因此,当皮下层变形时,固化层变得更薄,并且皮下层开始在靠近皮层的地方生长,最后使皮下层变厚。如SEM图所示,在芯层区域,分散相呈现球状和椭球状,并且不受注射速度影响。另一方面,高的注射速度会引发强的拉伸和剪切场,引起分散相的变形和破裂,最后形成更小的微粒。除此之外,长的冷却时间会使小微粒复原。因此,高注射速度下获得的分散相粒子形状更接近于球状,并且它们的尺寸会小于低注射速度的分散相粒子。然而, Ghiam 和 White[14]观察到注射速率越低,注射的PA6/PE混合物部件的相形态越好。他们认为由剪切速率减小引起的压力和剪切粘度的上升的影响超过了弱的拉伸和剪切场的影响。

## 五. 综合应用题



## 某公司生产拟投产生台式计算机键盘。

(1) 试从使用性能、成型加工性、材料加工、加工成本等方面考虑, 为该公司选择什么高分子材料。

生产键盘的材料主要有二种: ABS和HIPS(俗称475)。一般较低档的采用475, 高档的用ABS。另外, 按键有时用专用的镭雕ABS生产, 它的特点是经过镭雕处理后, 黑色的产品上显示白色的字符。

(2) 通过查阅有关资料列出大致配方、注塑成型工艺条件, 并作必要解释。

(3) 如果要降低成本, 可以从哪些方面考虑对材料进行改性。材料改性后, 注塑成型工艺应做哪些调整。

ABS塑料制作的键盘, 其耐磨, 耐高温特性还需提高; 可换用TPU(热可塑性聚氨酯)制作键盘, 它是一种环保塑胶制品, TPU具有强度高、韧性好、耐磨、耐寒、耐油、耐水解、耐老化、耐气候等优良特性。用TPU制键盘, 其特征是在通过将TPU片进行热成型制得的键盘中, 该热塑性聚氨酯树脂片是使以六亚甲基二异氰酸酯(A1)为主要成分的有机二异氰酸酯(A)、以聚碳酸酯二醇(B1)为主要成分的多元醇(B)及以C2~C10的脂肪族二醇(C1)为主要成分的链增长剂(C)反应制得的树脂粒料进行熔融成型的片材。使用的TPU, 其二次成型性、耐油性、耐变色性、透明性、印刷适性良好。