

第1章

塑料成型基础知识

1.1 聚合物的结构和性能

塑料的主要成分是高分子聚合物(简称聚合物),因此常用聚合物的名称命名。塑料在注射成型过程中表现出的各种性能变化和变形流动行为主要由聚合物的品种类型及其特性所决定。因此,研究塑料成型理论,首先就要研究聚合物的结构和性能。

1.1.1 聚合物的结构特点

1. 聚合物的形成

高分子聚合物是由低分子物质转变而来的,我们将低分子化合物单体转变成大分子物质的过程叫做聚合反应。单体经过这种化学反应之后,其原子便能以共价键的方式形成大分子结构,所以相对分子质量才会远远大于原来单体分子的相对分子质量。例如,尼龙大分子中,大约有 4000 个原子,相对分子质量为 2.3 万左右。天然橡胶分子中含有 5 万~6 万个原子,相对分子质量大约为 40 万。

2. 高分子的链状结构及其柔顺性

聚合物高分子是由单体分子聚合而成的,对其结构进行的研究表明,高分子基本上都属于长链状结构,长链结构犹如一根细丝,十分容易弯曲。在没有外力作用时,这种细丝总是呈蜷曲状,彼此之间相互交缠,恰似一个无规则线团。对高分子结构进行的研究还表明,高分子中的各个单体通常由碳—碳键连接在一起,碳—碳键彼此相连接时有一定的角度,这个角度在外力作用下还可以增大或减小,此外,碳—碳键还可以自由旋转,这两种特性统称为高分子的柔顺性,它可以导致聚合物具有一定的柔软性并富于弹性。

3. 高分子链状结构及其柔顺性的类型

高分子的链状结构有以下三种主要类型:

1) 线型高分子及其线型聚合物

如果整条高分子像一根长长的链条,旁边基本上没有分支,则这种结构的高分子称为线型高分子,如图 1-1(a)所示。由线型高分子构成的聚合物称为线型聚合物或热塑性聚合物,它们可以被反复加热和冷却。

2) 支链型高分子及其支链型聚合物

如果整条高分子具有一个线型主链,主链旁边带有一些支链,则这种结构的高分子称为支链型高分子,如图 1-1(b)所示。由支链型高分子构成的聚合物称为支链型聚合物,一般也可以对它们进行反复加热和冷却。

3) 体型高分子及其聚合物

如果多个高分子之间发生交联化学反应,则它们彼此就会连接起来,形成一种网状的高分子结构,这种高分子结构称为体型高分子或网状高分子,如图 1-1(c)所示。由体型高分子构成的聚合物称为体型聚合物或热固性聚合物,它们一般都是由相对分子质量较小的预聚物经过交联化学反应之后生成的。这种聚合物只能在交联时进行一次加热,交联后便会永远固化,即使再用高温也不会软化,直到很高的温度被烧焦碳化为止。

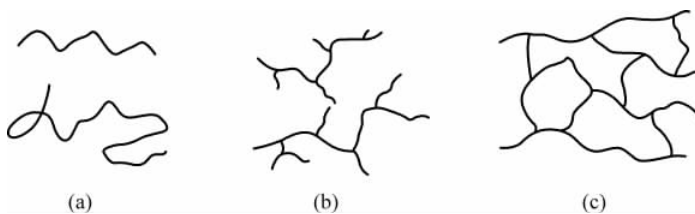


图 1-1 高分子链状结构类型

(a) 线型结构; (b) 支链型结构; (c) 体型结构

1.1.2 聚合物的物理状态

聚合物在不同条件下表现出的分子热运动特征称为聚合物的物理状态。聚合物的物理状态分为玻璃态、高弹态和黏流态三种,它们在一定条件下可以发生转变。

1. 非晶态聚合物的物理状态

固体聚合物可分为晶态聚合物和非晶态聚合物。现取一块线型非晶态聚合物,对它施加一个恒定应力,可发现试样的物理状态改变和温度的关系如图 1-2 所示。

1) 玻璃态

如图 1-2 所示,塑料在 T_g (T_g 称为玻璃化温度,是聚合物从玻璃态转变为高弹态或从高弹态转变为玻璃态的临界温度)以下温度的状态是坚

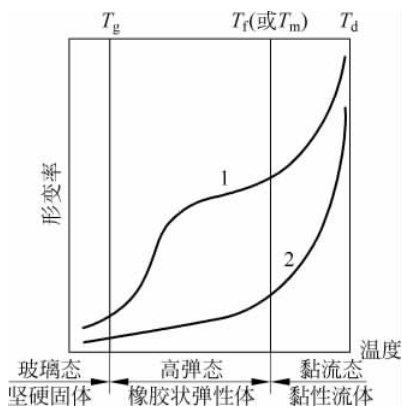


图 1-2 线型聚合物的物理状态与温度的关系

1—非晶型树脂; 2—结晶型树脂

T_g —玻璃化温度; T_f —非晶型塑料黏流温度;

T_d —分解温度; T_m —结晶型塑料熔点

硬的固体,我们称之为处于玻璃态,它是大多数塑料制品的使用状态。玻璃态下的聚合物,由于链段运动被冻结,在外力作用下分子链只能发生很小的弹性变形,而且是可逆的。这样的变形符合胡克定律,即应力与应变成正比。当外力撤除后,其变形也消失(这种聚合物在玻璃态下发生的服从胡克定律的弹性变形称为普弹变形)。在这种状态下,可进行车、铣、钻等切削加工,不宜进行大变形量的加工。如果将温度降低到 T_g 以下某一温度 T_s ,塑料受力容易发生断裂破坏,这一温度称为脆化温度,它是塑料使用温度的下限。

2) 高弹态

如图 1-2 所示,当塑料受热温度超过 T_g 低于 T_f (T_f 称为黏流温度,是聚合物在黏流态与高弹态间转变的临界温度)时,随着温度的升高,分子热运动的能量逐渐增加,高聚物的体积膨胀,达到某一温度后,虽然整个大分子链尚不能移动,但分子中的链段都有足够的活动空间,能够发生位移,因而分子的形状可以发生拉直或卷曲,这时开始呈现柔软而富有弹性的高弹态(聚合物在高弹态下发生的不服从胡克定律的弹性变形称为高弹变形)。

3) 黏流态

如图 1-2 所示,聚合物在温度 T_f 以上处于黏流态,黏流态也称熔融态或熔体。聚合物在黏流态下,分子热运动大大增加,大分子链将会因此而解冻,于是在外力作用下,相互交缠蜷曲的大分子链将会沿着受力方向发生解缠、伸直以及相对滑移,从而表现出一种变形量很大的宏观流动,并且在外力解除后,这些变形和流动不能恢复,它们将保留在冷却或交联固化的聚合物中,使聚合物在受力和受力前后发生形状变化。在这种状态下可进行注射、挤出、压缩和压注成型。因此,研究聚合物在黏流态下的变形和流动,是注射成型理论中最为关键的问题。

如果在黏流态下连续不断地对聚合物加热,则温度达到 T_d (T_d 称为热分解温度,是聚合物在高温下开始分解的临界温度)以后,聚合物将发生热分解。因此,热分解能破坏聚合物的组成,导致注射成型质量变差,生产中必须避免发生这种现象。

所谓热分解是指高温聚合物与氧气接触后,产生可燃性低分子物质以及挥发性低分子物质气体的现象。

2. 晶态聚合物的物理状态

如图 1-2 所示,结晶聚合物的物理状态和温度的关系与非晶态聚合物不同之处主要有两点,一是和 T_f 对应的温度叫做熔点 T_m ,是结晶聚合物熔融和凝固之间的临界温度;二是完全结晶的聚合物在 $T_g \sim T_m$ 之间基本上不呈高弹态(应变量基本不变),这对扩大聚合物的使用温度范围非常重要。

1.2 聚合物的流变性质

流动和变形是塑料成型加工中最基本的工艺特征,聚合物流变学主要研究聚合物材料在外力作用下产生的应力、应变和应变速率等力学现象与自身黏度之间的关系,以及影响这些关系的各种因素,如聚合物的分子结构,相对分子质量的大小及其分布,温度和压力等,在注射成型生产中,研究聚合物流变学的目的主要是为了应用其理论,正确地选择和确定比较合理的工艺条件,以及利用这些理论设计合理的注射成型系统和模具结构。

1.2.1 牛顿流体与非牛顿流体

流体在管内一般有层流和湍流两种流动状态。层流的特征是流体质点的流动是按许多彼此平行的流层进行的,各流层的方向与流道轴线平行,同一流层之间的各点速度彼此相同,但各层之间的速率却不一定相等,而且各层之间也无可见的相互影响,如图 1-3(a)所示。湍流的特点是管内的流体质点除了在与轴线平行的方向流动外,还在管内的横向上做不规则的任意流动,质点的流动轨迹成紊乱状态,如图 1-3(b)所示。

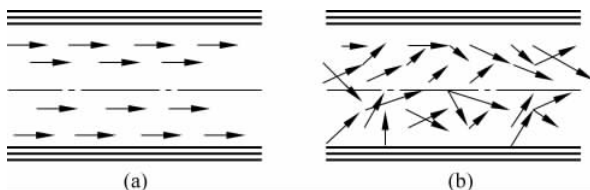


图 1-3 流体质点在管内流动轨迹示意图

英国物理学家雷诺提出的流体的流动状态转变(由层流变为湍流)条件为

$$Re = dv\rho/\eta \quad (1-1)$$

式中, Re 为雷诺数; d 为管道直径; ρ 为流体密度; η 为流体黏度; v 为流体速度。对通常液态来说, $Re < 2100 \sim 4000$ 时为层流, $Re > 4000$ 时为湍流。大多数聚合物熔体的黏度都很高,成型时的流速不大,流体流动的 Re 值一般为 10 左右,因此,通常可将聚合物熔体的流动看作为层流状态来研究。

描述液态层流的最简单规律是牛顿定律。该定律称:当流体以切变方式流动时,其切应力与剪切速率间存在线性关系。牛顿流体的流变方程式为

$$\tau = \eta \dot{\gamma} \quad (1-2)$$

式中, τ 为切应力,Pa; η 为比例常数,也称为牛顿黏度, η 是物料的一种基本特性,它的大小反映了牛顿流体抵抗外力引起流动变形的能力, $\text{Pa} \cdot \text{s}$; $\dot{\gamma}$ 为单位时间内流体产生的切应变,一般称为剪切速率, s^{-1} 。

但事实上,只有少数聚合物熔体服从牛顿流动规律,所以在注射成型中,大多数聚合物熔体都是非牛顿流体,而且这些聚合物都近似地服从 Qstwald-DeWaele 提出的指数流动规律,即

$$\tau = K \left(\frac{dv}{dr} \right)^n = K \left(\frac{d\gamma}{dt} \right)^n = K \dot{\gamma}^n \quad (1-3)$$

式中, K 为与聚合物和温度有关的常数,可反映聚合物熔体的黏稠性,称为稠度系数; n 为与聚合物和温度有关的常数,可反映聚合物熔体偏离牛顿性质的程度,称为非牛顿指数。

式(1-3)也可以写成

$$\tau = K \dot{\gamma}^{n-1} \dot{\gamma} = \eta_a \dot{\gamma} \quad (1-4)$$

$$\eta_a = K \dot{\gamma}^{n-1} \quad (1-5)$$

在以上两式中, η_a 称为聚合物熔体的表观黏度(或非牛顿黏度)。就其力学性质而言, η_a 与牛顿黏度相同,但它表示的是非牛顿流体(服从指数流动规律)在外力作用下抵抗切变形的能力,并且由于非牛顿流体的流动规律比较复杂,表观黏度除与流体本身性质以及温度有关之外,还受切变速率影响,这就意味着外力大小及其作用的时间也能改变流体的黏稠性。

在指数流动规律中,非牛顿指数 n 和稠度系数 K 均可由试验测定。其中 $n=1$ 时, $\eta_a = K = \eta$,这意味着非牛顿流体转变为牛顿流体,所以, n 值可以用来反映非牛顿流体偏离牛顿性质的程度。当 $n \neq 1$ 时,绝对值 $|1-n|$ 越大,流体的非牛顿性越强,切变速率对表观黏度的影响越强。很明显,在其他条件一定时, K 值越大,流体的黏稠性也就越大,切变形和流动困难,需要较大的切应力作用。

在聚物流变学理论中,凡是服从指数流动规律的非牛顿流体,统称为黏性液体。根据非牛顿指数 n 的取值性质,黏性液体包括三种类型:当 $n < 1$ 时,称为假塑性液体;当 $n > 1$ 时,称为膨胀性液体;当 $n=1$ 但是只有切应力达到或超过一定值后才能流动时,称为宾哈姆液体。在注射成型中,除了热固性聚合物和少数热塑性聚合物外,大多数聚合物熔体均有近似假塑性液体的流变学性质,不同类型流体的流动、流变曲线如图 1-4 和图 1-5 所示。

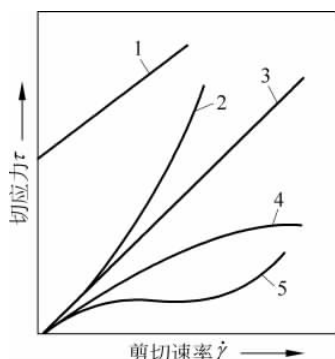


图 1-4 不同类型流体的流动曲线

1—宾哈姆流体；2—膨胀性液体；3—牛顿流体；
4—假塑性液体；5—复合型流体

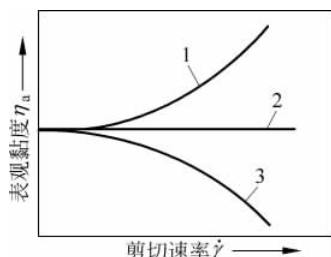


图 1-5 不同类型流体的流变曲线

1—膨胀性液体；2—牛顿流体；
3—假塑性液体

1.2.2 影响聚合物熔体流变学行为的主要因素

聚合物熔体在一定剪切速率下的黏度,反映了它在该剪切速率时的流变行为,而塑料成型过程中影响聚合物熔体黏度的因素,可以从聚合物本身和工艺条件两方面来考虑,分述如下。

1. 聚合物结构组分和其他组分对黏度的影响

1) 分子结构

聚合物的分子结构对黏度影响比较复杂。一般来说,大分子链柔顺性较大的聚合物,链间的缠结点多,链的解缠、伸长和滑移都困难,一般都需要较大的剪切速率和较长的剪切作用时间,故熔体黏度以及黏度对剪切速率的敏感性(或非牛顿性)也都会因此而增大,即熔体流动时的非牛顿性强;而对于链的刚硬性和分子间吸引力比较大的聚合物,熔体黏度对温度的敏感性增加,非牛顿性减弱,提高成型温度有利于改善流动性能,属于这类性质的聚合物有聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚酰胺和聚对苯二甲酸乙二酯等。

聚合物大分子中存在支链结构时,对黏度也有影响,并且支链长度越大,支化程度越高,对黏度影响越显著。具体表现为支化程度提高,黏度增大,流动性降低。出现这种现象的原因可以理解为支链越长,支化程度越高,则它们与附近其他大分子链缠结越紧,从而导致变

形和流动困难。

2) 相对分子质量

聚合物相对分子质量比较大时,大分子链段会有所加长,大分子链重心移动减慢,链段间相对位移被抵消的机会增多,链的柔顺性加大,熔体黏度以及黏度对剪切速率的敏感性(或非牛顿性)也都会因此而增大。

3) 相对分子质量分布

聚合物内大分子之间相对分子质量的差异叫做相对分子质量分布,差异越大分布越宽,反之分布较窄。聚合物的分子质量分布对表观黏度也有很大的影响,聚合物中的分子质量分布越宽,聚合物的熔体黏度就越小,熔体流动性就越好,但成型的塑料件性能并不理想。

4) 添加剂

注射成型用的聚合物中一般都要加入少量的添加剂,以提高其实用性能。这些添加剂主要有着色剂、润滑剂、稀释剂、增塑剂、稳定剂等。虽然添加剂在聚合物中所占的比例不大,但是当聚合物中加入这些添加剂后,聚合物大分子间的作用力会发生很大变化,熔体的黏度也会随之改变。

2. 温度对黏度的影响

由于聚合物大分子的热运动有赖于温度,所以和大分子热运动相关的黏度问题必然受温度影响。一般而言,温度升高,大分子间的自由空间随之增大,分子间作用力减小,分子运动变得容易,从而有利于大分子的流动与变形,宏观上表现为聚合物熔体的表观黏度下降,故在注射成型过程中常常利用提高温度来降低黏度,提高流动性。

3. 压力对黏度的影响

由于聚合物大分子长链结构复杂,自由状态下堆砌密度很低,相互之间具有较大的自由空间,所以熔体受到一定的压力时,大分子之间的自由空间会被压缩减小,大分子链将相互接近,彼此之间的作用也会加强,于是宏观上将表现出体积收缩,表观黏度增加。因此,可以认为,聚合物(热塑性塑料)在成型过程中,如果成型压力增大,伴随着熔体体积收缩,其黏度数值也将会增大。对热固性塑料来说,注射成型加工过程中黏度的变化与热塑性塑料存在着本质的区别。

1.3 聚合物成型过程中的物理行为

聚合物在成型过程中发生的物理变化主要是结晶和取向,处理不好结晶和取向这两个问题,制件的质量将会受到很大影响。因此,生产中经常需要调整某些工艺参数,才能很好地控制结晶和取向过程。

1.3.1 聚合物的结晶

1. 结晶的概念

对于某些固体材料,如果它们中的质点既是近程有序又是远程有序,则可将它们称为晶

体材料,反之则为非结晶型。

通常,分子结构简单、对称性高的聚合物从高温向低温转变时都能结晶,如聚乙烯、聚偏二氯乙烯和聚四氟乙烯等。除此之外,一些分子链节虽然较大,但分子之间作用力也很大的聚合物,当它们从高温向低温转变时也可以结晶,如聚酰胺、聚甲醛等。然而,对于分子链上有很大之侧基则成为非晶材料。在聚合物中,也可以分为结晶聚合物和非结晶聚合物两大类型,其中非结晶聚合物又叫做无定形聚合物。

聚合物结晶发生在高温熔体向低温固态转变的过程中,结晶和非结晶聚合物的主要区别在于分子链的构型(结构形态)在此过程中能否得到稳定规整的排列,如果可以则为结晶型,反之则为非结晶型。

侧基的聚合物来说,一般都很难结晶,如聚苯乙烯、聚醋酸乙烯酸和聚甲基丙烯酸甲酯等。此外,分子链刚性大的聚合物也不能结晶,如聚砷、聚碳酸酯和聚苯醚等。结晶聚合物与非结晶聚合物的物理力学性能以及注射成型性能都有很大差异。例如,结晶聚合物一般都具有耐热性、非透明性和较高的强度,而非结晶聚合物刚好与此相反。后面将对两者差异进行讲述。

聚合物结晶态与低分子物质结晶态有很大的区别,主要表现有晶体不整齐、结晶不完全、结晶速度慢和没有明晰的熔点等。对于大多数结晶聚合物,完全熔融的温度范围(习惯上称熔点)为

$$T_m = (1.5 \sim 2.0) T_g \quad (1-6)$$

其中,对称性高的聚合物取上限,反之取下限。

2. 二次结晶和后结晶

由于聚合物的结晶速度很慢,结晶后期经常会发生一种叫做二次结晶的现象。所谓二次结晶,是指发生在初晶结构不完整的部位,或是发生在初始结晶残留下的非晶区内的结晶现象。二次结晶的速度比初始结晶更慢,有时甚至需要数年或者数十年才能完成。除了二次结晶外,一些制品在成型后还会发生一种后结晶现象,这种聚合物成型时一部分来不及结晶的区域在成型后发生的继续结晶过程。后结晶常常在初晶的界面上生成并发展,促使聚合物内的晶体进一步长大。二次结晶和后结晶都会使制品的性能和尺寸在使用或贮存中发生变化。为了避免这种现象,成行后可对制品进行退火处理,以便在退火高温中加快二次结晶和后结晶的速度,促使制品内的晶体结构尽快地趋于完善,这样才能有效地保证制品出厂时的性能和尺寸。

3. 结晶速度和结晶度

1) 结晶速度

结晶速度反映结晶聚合物在外部条件作用下呈现出的结晶能力。当聚合物熔体从 T_m (熔点)以上的高温冷却到 $T_m \sim T_g$ 温度后,结晶速度主要受温度影响,并且各种聚合物的结晶速度-温度曲线彼此相似,而且与低分子物质相似,具有成核与生长两个阶段。通常,聚合物的均相成核(黏流态聚合物中各个区域出现新相晶核的几率都是相同的)速度随温度降低而增大,但结晶的生长速度却随温度降低而减小,所以各种结晶聚合物的结晶速度都有可能某一温度下达到最大值。

2) 结晶度

结晶度指聚合物内结晶组织的质量(或体积)与聚合物总质量(或总体积)之比,主要用来表征聚合物的结晶程度。聚合物可能达到的最大结晶度与自身结构和外部条件(如温度等)有关,大多数聚合物的结晶度为10%~60%,但有些聚合物的结晶度也可能达到很高数值,如上面提到的聚丙烯,结晶度达70%~95%,高密度聚乙烯和聚四氟乙烯的结晶度也能超过90%。

4. 结晶对塑件质量的影响

通常结晶度大的塑件密度大,强度、硬度高,刚度、耐磨性好,耐化学性和电性能好;结晶度小的塑件,柔软性、透明性较好,伸长率和冲击强度较大。

1.3.2 聚合物的取向

1. 取向的概念

聚合物的大分子及其链段或结晶聚合物的微晶粒子在应力作用下形成的有序排列叫做取向结构。根据应力性质的不同,取向结构分为拉伸取向和流动取向两种类型。前者是由拉应力引起的,取向方位与应力作用方向一致,后者是在切应力作用下沿着熔体流动方向形成的。注射成型中,主要发生流动取向。

2. 取向对聚合物性能的影响

对于非结晶聚合物来讲,取向是大分子及其链段的有序排列结构,取向后聚合物会呈现明显的各向异性,即在取向方位力学性能显著提高,而垂直于取向方位的力学性能显著下降。部分聚合物纵向拉伸取向后的各向异性情况如表1-1所示。

表 1-1 部分聚合物纵向拉伸取向后的力学性能

聚 合 物	强度极限/MPa		伸长率/%		聚 合 物	强度极限/MPa		伸长率/%	
	纵向	横向	纵向	横向		纵向	横向	纵向	横向
聚苯乙烯	45.0	26.0	1.6	0.9	高密度聚乙烯 聚碳酸酯	30.0	29.0	72.0	30.0
ABS	72.0	35.6	2.2	1.0		65.5	65.0	—	—
高抗冲聚苯乙烯	23.0	21.0	17.0	3.0					

3. 注射成型时影响取向的因素

1) 温度

熔体温度 T_R 和模具温度 T_M 升高都会使取向程度下降。这是因为,温度升高以后,虽然有利于熔体变形和流动,取向程度有可能增大,但与此同时,聚合物内的解取向能力增长更快,两者作用之结果,常常是解取向的影响占优势,所以导致取向程度降低。所谓解取向,是指取向后的聚合物大分子在高温作用下,因布朗运动而恢复原来的蜷曲状态的能力。其中,大分子恢复原状的过程叫做大分子松弛。

2) 注射压力和保压力

提高注射压力和保压力能增大熔体中的切应力和切变速率,有助于加速取向过程,使取向程度和制品密度提高。

3) 浇口冻结时间

熔体充满模腔停止流动之后,在一定长的时间内分子热运动仍然比较剧烈,已经流动取向的结构单元很有可能被解取向。但是,采用大浇口时,熔体在浇口中冷却得较慢,浇口冻结较晚,流动过程将会延时,从而可在一定程度上补偿因分子热运动而引起的解取向,尤其是在浇口附近,取向非常显著。

4) 模具温度

模具温度较低时,聚合物的大分子运动容易被冻结,故解取向能力减小,取向程度增大。

5) 充模速度

关于充模速度对取向过程的影响,可分为快速充模和慢速充模两种情况讨论。

(1) 快速充模时,因流速作用,制品表层附近可以得到高度取向,而内部却因为温度的下降比正常充模时慢得多,所以解取向能力增强,取向程度比表层附近轻微。

(2) 慢速充模时,熔体与周围界面(流道和模腔表壁等)的接触时间长,较多的热量会被模具带走,在同样的注射温度下与快速充模相比,大分子松弛时间(相当于 $T_R \sim T_g$ 或 $T_R \sim T_m$ 温度区间)缩短,解取向能力下降,取向程度提高。另外,慢速充模时往往还需要较大的注射压力,故取向程度还将因此而进一步提高。

综合以上两种情况,可以得到与一般认识相反的结论,即在相同的注射温度下,就注射制品内部的取向而言,慢速充模会比快速充模得到更为强烈的取向结构。然而,就制品表层附近的取向而言,仍然是充模速度快时取向程度高。

1.4 聚合物成型过程中的化学行为

降解和交联是聚合物成型过程中发生的主要化学反应,它们对制件的质量有很大的影响。

1.4.1 降解

降解是指聚合物在某些特定条件下发生的大分子链断裂、侧基的改变、分子链结构的改变及相对分子质量降低等高聚物微观分子结构的化学变化。导致这些变化的条件有高聚物受热、受力、氧化或水、光及核辐射等的作用。按照聚合物产生降解的不同条件可把降解分为很多种,主要有热降解、水降解、氧化降解、应力降解等。热降解主要是由于高聚物长时间高温受热时引起的降解;水降解是指当聚合物分子中含有容易被水解的化学基团时,高聚物就可能在成型加工过程中遇到水分而被分解,这种成型生产中出现的现象称为水降解;而当高聚物与空气中的氧接触后导致的降解现象称为氧化降解;应力降解是指聚合物受到外力时导致微观分子结构发生化学变化,同时还会导致聚合物相对分子质量降低的现象。

1.4.2 聚合物的交联

聚合物的交联通常是针对热固性塑料而言的。在热固性塑料的树脂成分中,聚合物的

大分子主要是线型结构,但这种线型聚合物与热塑性塑料中的树脂聚合物不同。热固性塑料在进行成型加工后,其内部的聚合物分子结构会发生化学变化,聚合物的分子与大分子与交联剂作用后,其线型分子结构能够向三维体型结构发展,并逐渐形成巨型网状的三维体型结构,这种化学变化称为交联反应。

热固性塑料经过合适的交联后,聚合物的强度、耐热性、化学稳定性、尺寸稳定性均能有所提高。

1.5 塑料的定义、组成、分类与用途

1.5.1 塑料的定义与组成

塑料是以高分子聚合物为主要成分的高分子材料,它在一定的温度和压力条件下具有流动性,可以被模塑成型为一定的几何形状和尺寸,并在成型固化后保持其既得形状不发生变化。

聚合物虽然是塑料中的主要成分,但是单纯的聚合物一般不单独使用,必须在其中添加一定数量的助剂后才可在工业中使用,具有使用价值。例如,添加增塑剂可以改善聚合物的流动性能和成型性能;添加光稳定剂可以防止塑料在阳光、灯光和高能射线辐照下出现降解和性能变坏等现象。

1.5.2 塑料的分类

塑料的品种较多,分类的方式也很多,常用的分类方法有以下三种:

1) 按制造方法分类

按制造方法可将塑料分成两大类:聚合反应和缩聚反应。

(1) 聚合反应是许多低分子单体化合成聚合物的化学反应。在此反应过程中没有低分子物质析出。

(2) 缩聚反应是许多低分子单体化合成聚合物的化学反应。但在此反应过程中有低分子物质析出。

2) 按成型性能分类

按成型性能可将塑料分成两大类:热塑性塑料和热固性塑料。

(1) 热塑性塑料:这种塑料中树脂的分子结构是链状或树状结构,如图 1-1 所示。它在加热时制成一定形状的塑件,冷却后保持已定型的形状。如再次加热,又可软化熔融,可再次制成一定形状的塑件,如此可反复多次。在上述过程中一般只有物理变化而无化学变化。由于这一过程是可逆的,在塑料加工中产生的边角料及废品可以回收,粉碎成颗粒后重新利用。如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚甲醛、聚碳酸酯、有机玻璃、氟塑料等都是热塑性塑料。

(2) 热固性塑料:热固性塑料是指树脂在加热过程中发生化学反应,由线形高分子变成体型高分子结构。此后遇热不再熔融,也不溶于有机溶剂。如果加热温度过高,只能炭化。变得既不熔融,也不溶解,塑件形状固定下来不再变化。在成型过程中,既有物理变化,又有化学变化。由于热固性塑料上述特性,故加工中的边角料和废品不可回收再生利用。