

# 塑料的性能与应用

# 塑料概述

- 一、塑料的定义

- 塑料是一种具有可塑性的人造高分子有机化合物(树脂).
- 塑料是指以有机合成树脂为主要成分,加入或不加入其他配合材料(助剂)而构成的人造材料.它通常在加热、加压条件下可塑制成具有一定形状的器件.
- 所谓可塑性,是指象黏土那样,加力就变形,而撤除外力之后不恢复原状的性质.所谓弹性(弹力),是指施加一定程度的力就变形,但撤去所施加的力则恢复原状,这种性质叫弹性(例如:橡胶),具有弹性的物体叫做弹性体(如:松紧带);塑料就是利用这种加热时所产生的可塑性,加工成各种形状的.

- 二、塑料的来源

- 塑料是由低分子有机化合物(如:乙烯、丙烯、苯乙烯、氯乙烯、乙烯醇等)在一定条件下聚合而成的高分子有机化合物(聚合物).构成塑料的分子,由于分子量都有在10000以上的高分子,所以说塑料是高分子化合物(高聚物).一般塑料分子中都含有碳(C)原子和氢(H)原子,有的塑料分子结构中含有少量氧(O)、硫(S)原子.塑料的基本原料是低分子碳、氢化合物,它是从石油、天然气或煤裂解物中提炼和合成出来的人造树脂.

# 三、塑料的发展过程

- 不同塑料的开发生产时间:
- 1920-1933:聚苯乙烯(PS)、聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯(PE)、乙烯-醋酸乙烯酯共聚物(EVA)、聚丙烯(PP)
- 1935:丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)
- 1939:聚对苯二甲酸乙炔共聚物(ABS)
- 1949:聚酰胺(Nylon)
- 1950:聚甲基丙烯酸甲酯(Acrylic)
- 1956:聚甲醛(POM)
- 1958:聚碳酸酯(PC)
- 1964:聚氧化二甲亚苯(PPO)
- 1965:聚砜(PSF)
- 1975:聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)
- 1985:液晶塑料(LCP)
- 1994:改性为注塑级的PET(PETG)
- 1995:超弹性聚甲醛(TPOM)
- 1996:透明硬质聚氯乙烯
- 自欺欺人1960后以后,塑料的应用和加工技术得到了突飞猛进的发展.

# 四、塑料的分类

- 目前,塑料已发展到300多种,最常用的塑料有十几种.
- **1、按塑料的应用领域分类**
- 一般分为通用塑料和工程塑料:
- 通用塑料只可作为一般非结构性材料使用,其产量大、价格相对低廉、性能一般,多用于制做日用品.(如:PE、PP、PVC、PS、PMMA、EVA等)
- 工程塑料是指具有较高力学性能及耐高温、耐腐蚀,可以作为结构性材料,具有优异的综合性能(包括:机械性能、电性能、耐热性能、耐化学性能等),可在较宽阔的温度范围内和较长的时间内能良好地保持这种性能,并能在承受机械应力和较为苛刻的化学、物理环境中长期使用.被公认的七大工程塑料为:ABS、PC、POM、PA、PET、PBT、PPO等,工程塑料的产量相对较少,价格较贵.另外,还有功能塑料(如:LCP、人造器官等)、纳米塑料、降解塑料等.
- **2、按塑料的结晶形态分类**
- 一般分为结晶性塑料和无定形塑料
- 结晶性塑料是指在适当的条件下,分子能产生某种几何结构的塑料(如:PE、PP、PA、POM、PET、PBT等),大多数的属于部分结晶态.无定形塑料是指分子形状和分子相互排列不呈晶体结构而呈无序状态的塑料(如:ABS、PC、PVC、PS、PMMA、EVA、AS等),非结晶性塑料在各个方向上表现的的力学特性是相同的(各向同性).

### 3、按其受热时所呈现的基本行为分类

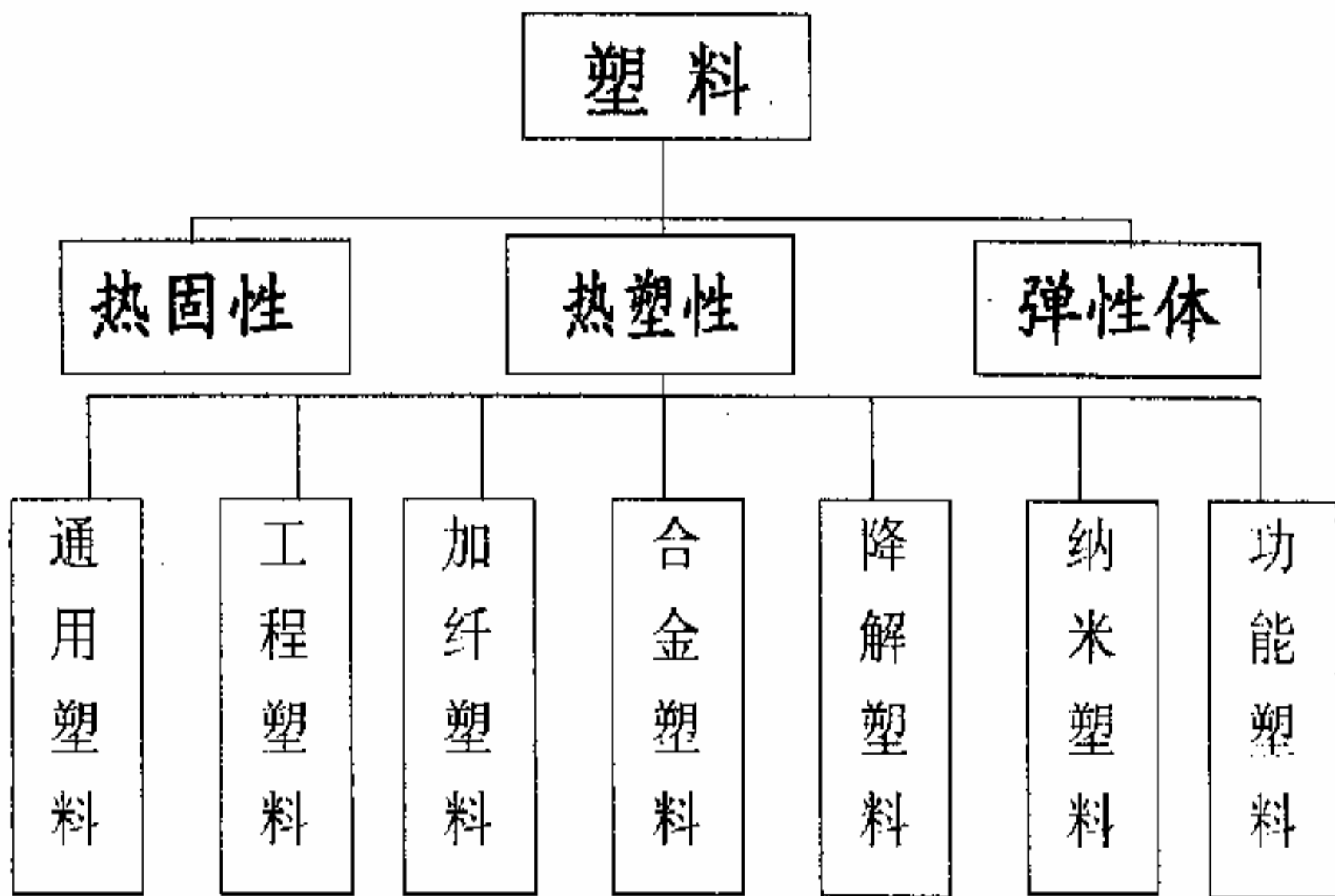
- 一般分为热塑性塑料和热固性塑料
- 热塑性塑料是指在特定的温度范围内,能反复加热软化和冷却变硬的塑料(如:ABS、PP、POM、PC、PS、PVC、PA、PMMA等),它可以再回收利用.热固性塑料是指受热后成为不熔的物质,再次受热不再具有可塑性且不能再回收利用的塑料(如:酚醛树脂、环氧树脂、氨基树脂、聚胺酯、发泡聚苯乙烯等).

### • 4、按塑料的透光性分类

- 一般分为透明塑料半透明塑料和不透明塑料.
- 透光率在88%以上的塑料称为透明塑料(如:PMMA、PS、PC、Z-聚酯等),常用的半透明塑料有:PP、PVC、PE、AS、PET、MBS、PSF等,不透明的塑料主要有POM、PA、ABS、HIPS、PPO等.

# 5、按塑料的硬度分类

- 一般分为硬质塑料、半硬质塑料、和软质塑料
- 常见硬质塑料有:ABS、POM、PS、PMMA、PC、PET、PBT、PPO等;
- 半硬质塑料有:PP、PE、PA、PVC等;
- 软质塑料有:软PVC、K胶(BS)、TPE、TPR、EVA、TPU等.
- **6、按塑料的化学结构分类**
- A、聚烯烃类(如:LDPE、MDPE、HDPE、LLDPE、UHMWPE、PP等)
- B、聚苯乙烯类(如:PS、AS、BS、ABS、MBS、HIPS等)
- C、聚酰胺类(如:PA<sub>6</sub>、PA<sub>66</sub>、PA<sub>610</sub>、PA<sub>1010</sub>等)
- D、聚醚类(如:PC、POM、PSF、PPO等)
- E、聚酯类(如:PBT、PET等)
- F、丙烯酸酯类(如:PMMA)



# 五、塑料的物理性能

- 1.比重(密度) ★
  - 塑料的比重是在一定的温度下,称量试样的重量与同体积水的重量之比值,单位为 $\text{g/cm}^3$ ,常用液体浮力法作测定方法.
- 2.吸水性 ★
  - 塑料的吸水性是指规定尺寸的试样浸入一定温度( $25 \pm 2$ ) $^{\circ}\text{C}$ 的蒸馏水中,经过24小时后所吸收的水份量;吸收水份后影响其尺寸及形状,吸水率用重量表达时,常以%表示.
- 3.透气性
  - 透气性是指一定厚度的塑料薄膜在一个大气压力下,一平方米的面积中,在24小时内所透过气体的体积( $\text{cm}^3$ )值,但透气量与薄膜厚度、面积、时间、温度、气压差值等有关.
- 4.透湿性
  - 透湿性是指水蒸气对塑料薄膜的透过情况,基本原理及定义与透气性相同.



- **5.透明度**
- 透过物体的光通量和射到物体上的光通量之比称为透光度;在入射光方向上的散射光对所有透射光之比,称雾度或混浊度.雾度通常是半透明的,并对射入光有漫透的性质.
- **6.拉伸强度**
- 拉伸强度是指在规定 的试验温度、湿度和拉伸速度下,沿试样的纵轴方向施加拉伸载荷,测定试样破坏时的最大载荷.
- **7.压缩强度**
- 压缩强度是指在试样上施加压缩载荷至破裂(对脆性材料而言)或产生屈服的强度(对非脆性材料而言).
- **8.弯曲强度**
- 弯曲强度是指试样在两个支点上,施加集中载荷,使试样变形或直至破裂时的强度.
- **9.冲击强度**
- 冲击强度是指试样受冲击破断时,单位面积上所消耗的焦耳,对于某些冲击强度高的塑料,常在试样中间开有规定尺寸之缺口,这样可以降低它在破断时所需要的焦耳.
- 不同的试件可用不同的试验方法:落球式冲击试验、高速拉伸冲击试验.

- **10.摩擦系数**
- 摩擦系数是指摩擦力与正压力之比值.在试样上加一个正压力,测定试样刚性运动时的动和静比值.
- **11.磨耗**
- 磨耗是指塑料在摩擦过程中,微粒从摩擦表面不断分离,引起摩擦件尺寸不断地改变的机械性破坏过程,也有称为磨损或磨蚀.
- **12.硬度**
- 塑料硬度是指塑料抵抗其他硬物体压入的性能,通用的有洛氏硬度和肖氏硬度两种.
- 肖氏硬度是指在规定的压力、时间下计算压痕器的压针所压入的深度.
- 肖氏压痕器可分为两类,即:A、D型.施加负荷重量为1.0、5.0公斤,压下时间为15秒,A型适用于软质塑料,D型适用于半硬质塑料;当用A型,测出超过95%量程时,应改用D型,当D型测出超过95%量程时,则需要改用洛氏压痕.
- **13.疲劳强度**
- 疲劳强度是指在一个静态破坏力而有小量交变循环的环境下,使塑料破坏的强度;疲劳载荷来源有拉压、弯曲、扭转、冲击等。

- **14.蠕变 ★**
- 蠕变是指在一定的温度、湿度条件下,塑料在固定的外力持续作用下,随时间变化所表现出的特征,这种变形的特征随增加载荷而增加,随减少载荷而减少,其变形亦逐渐恢复.蠕变的来源有拉伸蠕变、压缩蠕变、弯曲蠕变等.
- **15.持久强度**
- 持久强度是指塑料长时间经受静载荷的能力由高而降低的时间函数.例如:未经载荷前的塑料强度是1000小时,而载荷后可能只有其50%至70%之间.
- **16.线膨胀系数**
- 线膨胀系数是指温度升高1摄氏度时,每一厘米的塑料伸长的厘米数.塑料的线膨胀系数一般是钢材的十倍左右.
- **17.比热**
- 比热是指1克塑料升高1摄氏度时,所需要的热量单位.
- **18.导热系数**
- 导热系数是指某一单位面积和厚度之塑料所能通过的热量单位.塑料的导热系数很小,仅为钢材的百分之一左右,所以是良好的绝热材料.

- **19.耐热性**
- 塑料耐热性是反映塑件温度与变形量之间关系的特性,耐热性对温度有关的塑件更为重要.
- **20.玻璃化温度 ★**
- 塑料由熔融可流动温度降低至固态时的温度称为玻璃化温度,此时分子链段基本上不能运动,链节内部旋转扣紧也很困难,只有原子之间的少许移动拉伸及有普通的弹性变形,所以此时的塑料会有很大的脆性.
- **21.脆化温度**
- 当对于一定低温下的塑料施加压力时,在很小变形下它就会破坏,此温度就是脆化温度.
- **22.分解温度 ★**
- 分解温度是指塑料在受热时大分子链断裂时的温度,同时是鉴定塑料耐热性的指标之一;当熔料温度超过分解温度时,大部分熔料会呈现发黄的颜色,且制品的强度会大大降低.
- **23.熔融指数 ★**
- 熔融指数(MFI)MI是指热塑性塑料在一定温度和压力下,熔体在10分钟时间内通过测试器的小孔所流出的熔料重量,单位是以克/10分钟表示.

- **24.耐燃烧性**
- 塑料的耐燃烧性是用燃烧速率(燃烧时间内试样的燃烧长度)和燃烧失重率(燃烧前后重量之差的百分率)之比来表示的,由起火时间燃烧至自燃时间及熄灭时间,亦可作为耐燃烧性能的参考数.
- **25.耐电压**
- 迅速将电压升高到某一极限值,停留一段时间,塑料试样被击穿,称此时的电压值为试样能经受的耐电压.
- **26.耐老化性**
- 塑料的耐老化性是指在使用、贮存和加工过程中,由于受到光、热、氧、水、生物、应力等外来因素的作用,引起化学结构破坏而使原有的优良性能有所下降的现象.研究塑料的老化性是为了提高它的稳定性,延长其使用寿命.
- **27.耐化学性**
- 塑料的耐化学性是指塑料在化学介质中是否受到腐蚀,评定的依据通常是塑料在介质中一定时间后的重量、体积、强度、色泽等的变化程度.
- **28.成型收缩率** ★
- 成型收缩是指热塑性塑料在模具中成型时,冷却后脱模出的成型品,必有收缩现象,即成型品小于模腔尺寸.

$$\text{收缩率 (\%)} = \frac{\text{型腔尺寸} - \text{成品尺寸}}{\text{型腔尺寸}} \times 100\%$$

- 六、塑料的几种常见加工方法:
- A、注塑成型      B、吹塑成型      C、吸塑成型
- D、挤出成型      E、压延成型      F、层积成型
- G、吹薄成型      H、拉丝成型

- 七、塑料的特性

- 1.塑料的优点:

- (1)易于加工、易于制造(易于成型)

- 即使制品的几何形状相当复杂,只要能从模具中脱模,都比较容易制作.因而其效率远胜于金属加工,特别是注塑成型制品,经过一道工序,即可制造出很复杂的成品.

- (2)可根据需要随意着色,或制成透明制品

- 利用塑料可制作五光十色、透明美丽的制品,尚可任意着色的特性,可提高其商品价值,并给人一种明快的感觉.

- (3)可制做轻质高强度的产品

- 与金属、陶瓷制品相比,质量轻、机械性能好,比强度(强度与密度的比值)高,故可制做轻质高强度制品.特别是填充玻璃纤维后,更可提高其强度.

- 另外,由于塑料质量轻,可节约能源,故其制品亦日趋轻量化.

- (4) 不生锈、不易腐蚀
- 塑料一般耐各种化学药品的腐蚀,不会象金属那样易生锈或受到腐蚀.使用时不必担心酸、碱、盐、油类、药品、潮湿及霉菌等的侵蚀.
- (5) 不易传热、保温性能好
- 由于塑料比热大,热导率小,不易传热,故其保温及隔热效果良好.
- (6) 既能制做导电部件,又能制作绝缘产品
- 塑料本身是很好的绝缘物质,目前可以说没有哪一种电气制品不使用塑料的.但如果在塑料中填充金属粉末或碎屑加以成型,也可制成导电良好的产品.
- (7) 减震、消音性能优良,透光性好
- 塑料具有优良的减震、消音性能;透明塑料(如:PMMA、PS、PC等)可制作透明的塑料制品(如:镜片、标牌、罩板等).
- (8) 产品制造成本低
- 塑料原料本身虽然不那么便宜,但如(1)项所述,由于塑料易于加工,设备费用比较低廉,所以能降低产品成本.



## 2. 塑料的缺点

- (1)耐热性差、易于燃烧
- 这是塑料最大的缺点,与金属和玻璃制品相比,其耐热性远为低劣,温度稍高,就会变形,而且易于燃烧.燃烧时多数塑料能产生大量的热、烟和有毒气体;即使是热固性树脂,超过200摄氏度也会冒烟,并产生剥落.
- (2)随着温度的变化,性质也会大大改变
- 高温自不待言,即使遇到低温,各种性质也会大大改变.
- (3)机械强度较低
- 与同样体积的金属相比,机械强度低得多,特别是薄型制品,这种差别尤为明显.
- (4)易于受特殊溶剂及药品的腐蚀
- 一般来说,塑料比较不容易受化学药品的腐蚀,但有些塑料(如:PC、ABS、PS等)这方面的性质特别差;在一般情况下热固性树脂耐腐蚀性相当强.

- **(5)耐久性差,易老化**
- 无论是强度、表面光泽或透明度,都不耐久,受负荷有蠕变现象.另外,所有的塑料均怕紫外线及太阳光照射,在光、氧、热、水及大气环境作用下会老化.
- **(6)易受损伤、也容易沾染灰尘及污物**
- 塑料的表面硬度都比较低,容易受损伤;另外,由于是绝缘体,故带有静电,因此容易沾染灰尘.
- **(7)尺寸稳定性差**
- 与金属相比,塑料收缩率很高,故难于保证尺寸精度.在使用期间受潮、吸湿或温度发生变化时,尺寸易随时间发生变化.

## 八、塑料的着色

- 着色剂的应用品种有:干粉(色粉)、色种、色母粒、液态色浆等,分为有机颜料和无机颜料两大类.着色剂需要具有以下良好的性能:着色力强、遮盖力强、分散性(相容性)好、耐热性好、耐光性好、耐迁移性好、耐溶剂性好、耐药品性好、收缩率低等.随着客户对塑件颜色的要求越来越苛刻,色母粒或拉粒的应用越来越广.

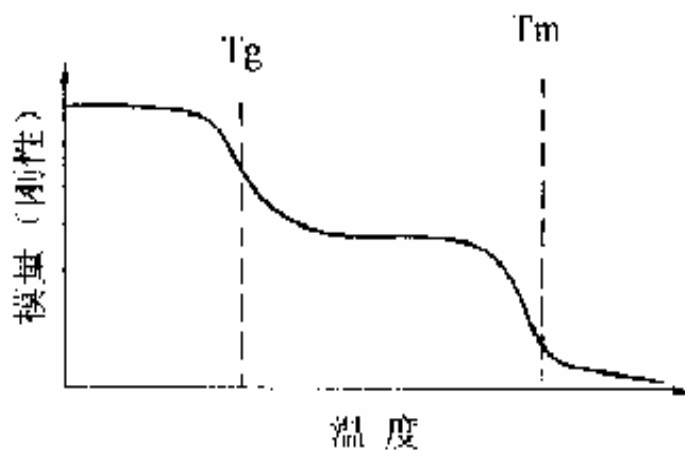
## • 九、水口料的回收利用

- 一般热塑性的水口料均可回收利用,实验证明水口料的添加比例在**25%**以内,对其塑料的性能(强度)影响不明显(**10%**以下).水口料的控制及回收利用是塑料工业的研究课题,热流道模具的使用就是减少水口料的创举.水口料的回收利用次数及比例,对塑料制品的颜色强度等均有不同程度的影响,生产时要严格控制添加水口料量.

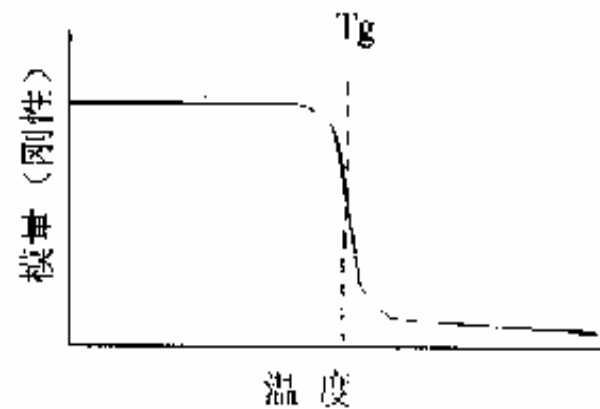
# 热塑性树脂的诸性质

- 一、塑料的热力学三态
- 在自然界中,我们把物质在常温中的聚集状态分成三种:即气态、液态、和固态.
- 以非晶态线型高聚物为代表的高分子聚合物,由于分子结构的连续性,以及其巨大分子量,所以它们的聚集状态不同于一般低分子化合物,而是在不同的热力条件下,以其独特的三种形态存在:即玻璃态、高弹态、和粘流态.
- 高分子聚合物是不存在气态的,在受热而可能气化之前,分子结构已受到彻底的破坏,成为低分子的气化物质或碳化物.
- 高分子聚合物的玻璃态实际上是固态的一种表现形式,特点是在一定的温度范围内,呈现出固态物质普遍具有的性质,在某些力学特性上类似于普通的玻璃.
- 高分子聚合物的粘流态是一种独特的“液态”,在某个温度范围内,具有既可以流动又有别于普通低分子液体的力学性质.

- 高分子聚合物的高弹态是介乎玻璃态和粘流态温度范围的独有的形态.
- 高分子聚合物和其他物质一样,在特定的温度压力条件下都有一个相对稳定的形态.比如,在普通使用条件下,可以将有机玻璃视为玻璃态的代表,而将液体树脂视为粘流态的代表.
- 当外界温度、压力发生变化并达到某种水平时,高分子聚合物将改变原有的状态而转变成另外的状态.注塑加工厂的任务就是提供这些变化的条件,在加工过程中,塑料原料(以高分子聚合物为基体)受温度、压力、剪切作用时,其粘度、物理结构、形态等等都会出现变化,其中以温度影响最大,这是塑料热成型的理论依据.



非结晶性塑料的  $T_g$  以及  $T_m$



结晶性塑料的  $T_g$

- 非晶态线型高聚物在一定的压力、不同温度条件下,上述三种聚集态及其转变条件如图A所示,这是以相对形变率来表达的三态区间的划分.图中标示的温度为聚苯乙烯试样的温度.
- 高分子聚合物,包括有结晶倾向的高聚物,不管是热塑性的还是热固性的,都有这样类似的区间划分,只是曲线的形状各不相同.例如聚乙烯、聚丙烯等有结晶倾向的高聚物,其形变曲线如图B所示,这类高聚物在进入熔点后即出现粘流态,粘度迅速下降,不可逆形变在整体中发生.在图A、图B中形变曲线上有一个脆化温度 $T_x$ ,低于这个温度,分子链段的自我振动被“冻结”下来,不可拉伸、扭转,亦无法吸收和分散外力.在外力作用下,链段很快断裂,塑料制品将显得象普通玻璃那样易于击碎.

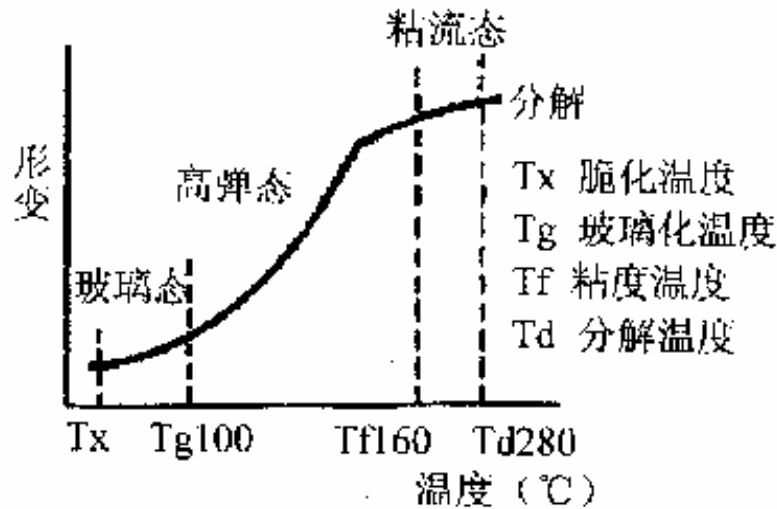


图 A 聚苯乙烯树脂的三态变化

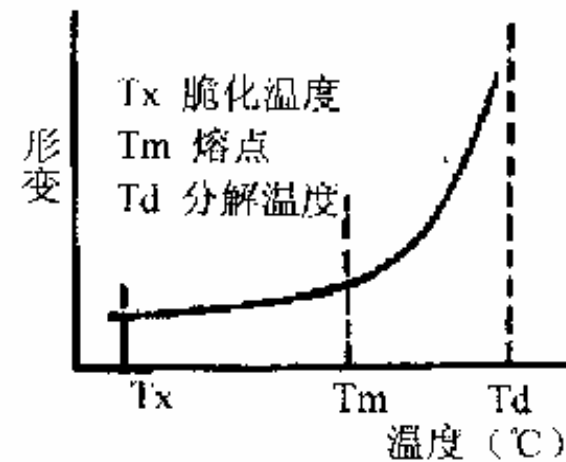


图 B 聚乙烯结晶型树脂的三态变化

## 二、塑料三态的微观结构和工艺特性

- 1、玻璃态
- 处于玻璃态下的塑料分子,链段运动基本上处于停止的状态,分子在自身的位置上振动,分子链缠绕成团状或卷曲状,相互交错,紊乱无序.在玻璃态时分子的聚集状态如下图所示:



非结晶性材料的形态



结晶性材料的形态



非结晶性材料随温度变化的形态



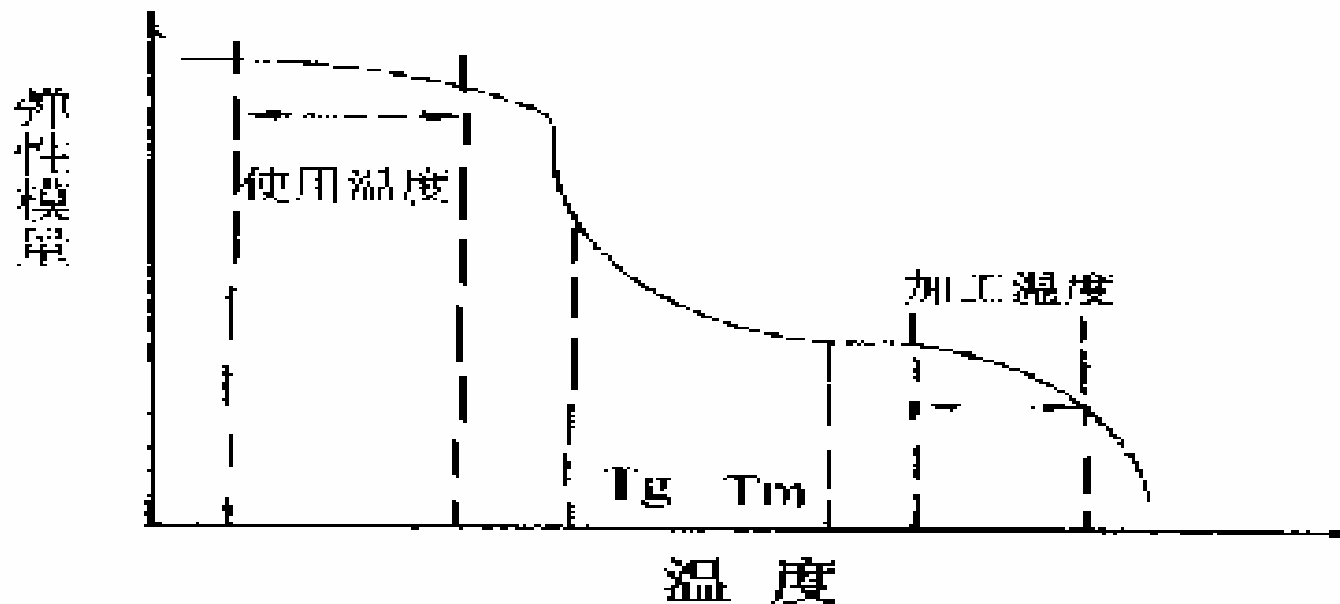
结晶性材料随温度的变化形态



- 当受到外力作用时,分子链段将作瞬间微小伸缩和键角改变.整个塑料形体具有一定的刚性和强度(抗张强度、抗弯强度等).在这种形态下,塑胶件可以被使用或进行机械加工(如:切削、钻孔、铣刨等).
- 一般非结晶形塑料(如:聚苯乙烯、有机玻璃、聚碳酸酯等),其玻璃化温度高于室温,我们可以将原料颗粒、定型了的制件视为玻璃态.至于聚乙烯、聚丙烯等“软”性塑料,事实上也存在着“硬”性的玻璃态.这类塑料中的非结晶部分,玻璃态温度比室温低很多( $-123\sim 85^{\circ}\text{C}$ ),在玻璃态温度以上处于高弹态,表现为柔性,而结晶部分熔点又比室温为高( $137^{\circ}\text{C}$ ),因晶格能的束缚,链段不能自由活动,表现为刚性,所以也能作为具有固定形状的塑料使用.
- **2、高弹态**
- 处于高弹态下的塑料分子,动能增加,链段展开成网状,但分子的运动仍维持在小链段的旋转,链与链之间不发生位置移动.受外力作用时可产生缓慢形变,当外力除去后,又是慢慢恢复原状.在这种状态下,塑料具有一种类似橡胶的弹性,所以又称橡胶态.通常称为弹性或橡胶体的高聚物,便函是在室温下处于高弹态的高聚物.



- 高弹态有两个特点:
- (1)在较小作用力下可产生较大变形,外力解除后能恢复原状.
- (2)高弹形变并非瞬间发生,而是随时间逐渐发展.与普通的弹性形变不同,在同样外力作用下,形变要延迟一段时间才能完成,而且形变量大,松弛性也较明显.
- 塑料的高弹态其实只有在热加工过程中才出现.



**塑料的使用温度、加工温度和弹性模量的关系**

### • 3、粘流性

- 处于粘流态下的塑料分子,网状结构已经解体,大分子链与链之间,链段与链段之间都有能够自由移动.可以说,这是塑料的“液体”存在的形式,只是粘性大,物理构成不同,力学性质不同.当给予外力时,分子间很容易相互滑动,造成塑性体的变形,除去外力便不再恢复原状.
- 塑料热成型过程可以这样描述:通过热和力的作用,让塑料从室温的玻璃态,经历高弹态转变为粘流态,注射入具有一定形状的封闭模腔,然后在模腔内逐渐冷却,从粘流态转回玻璃态,最后形成与模腔形状一致的制品.
- 塑料只能在粘流态下才能注射充填成型,即是说,塑料的加工温度范围只能是从粘流温度(或结晶型塑料的熔点)到分解温度之间.如果这个范围宽,加工将比较容易,如果这个范围窄,可选择的加工温度限制就大,加工就较为困难.前者以聚乙烯为代表,后者以聚氯乙烯为代表.经常应用的聚苯乙烯、**ABS**等亦属于范围宽的一类,所以在设定注塑机料筒温度时,能够比较随意;如果不需考虑色粉对高温的敏感性,温度调高些或调低些,对生产影响不大.
- 塑料在加热料筒中经历的热力学变化如图C所示:

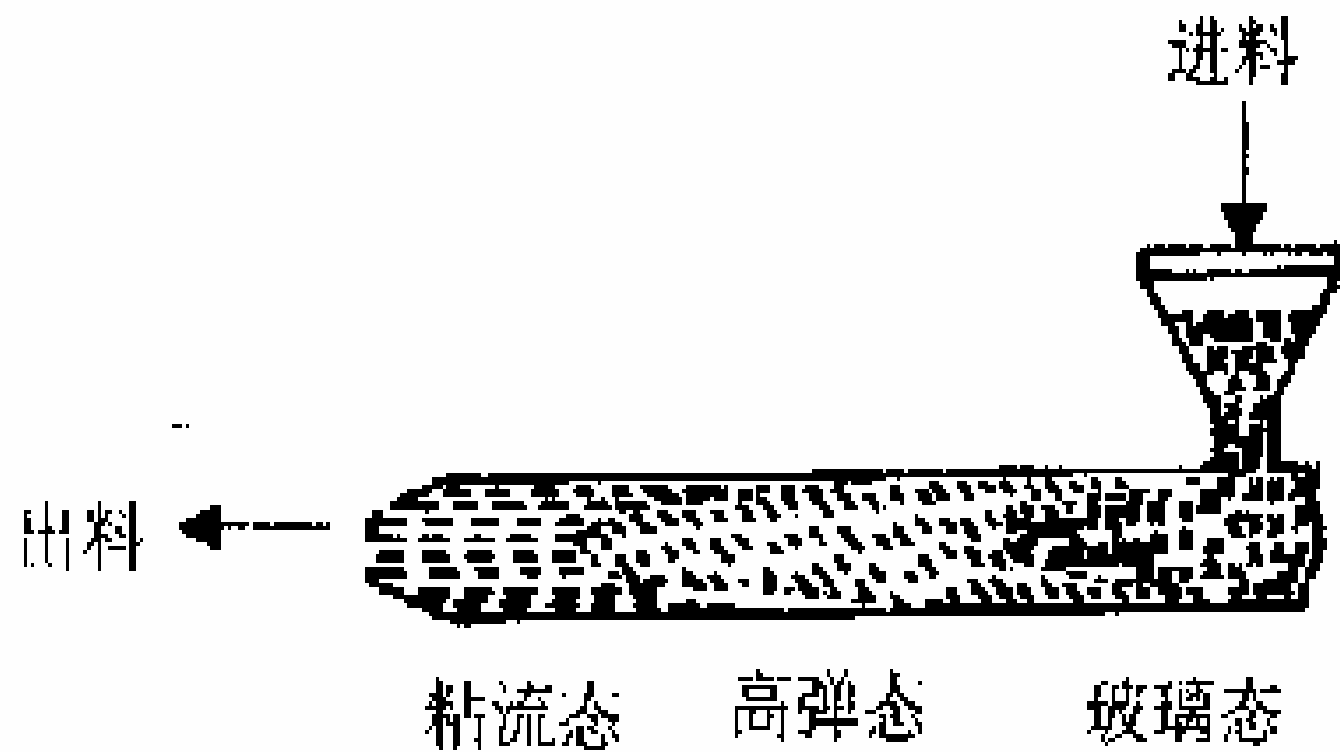
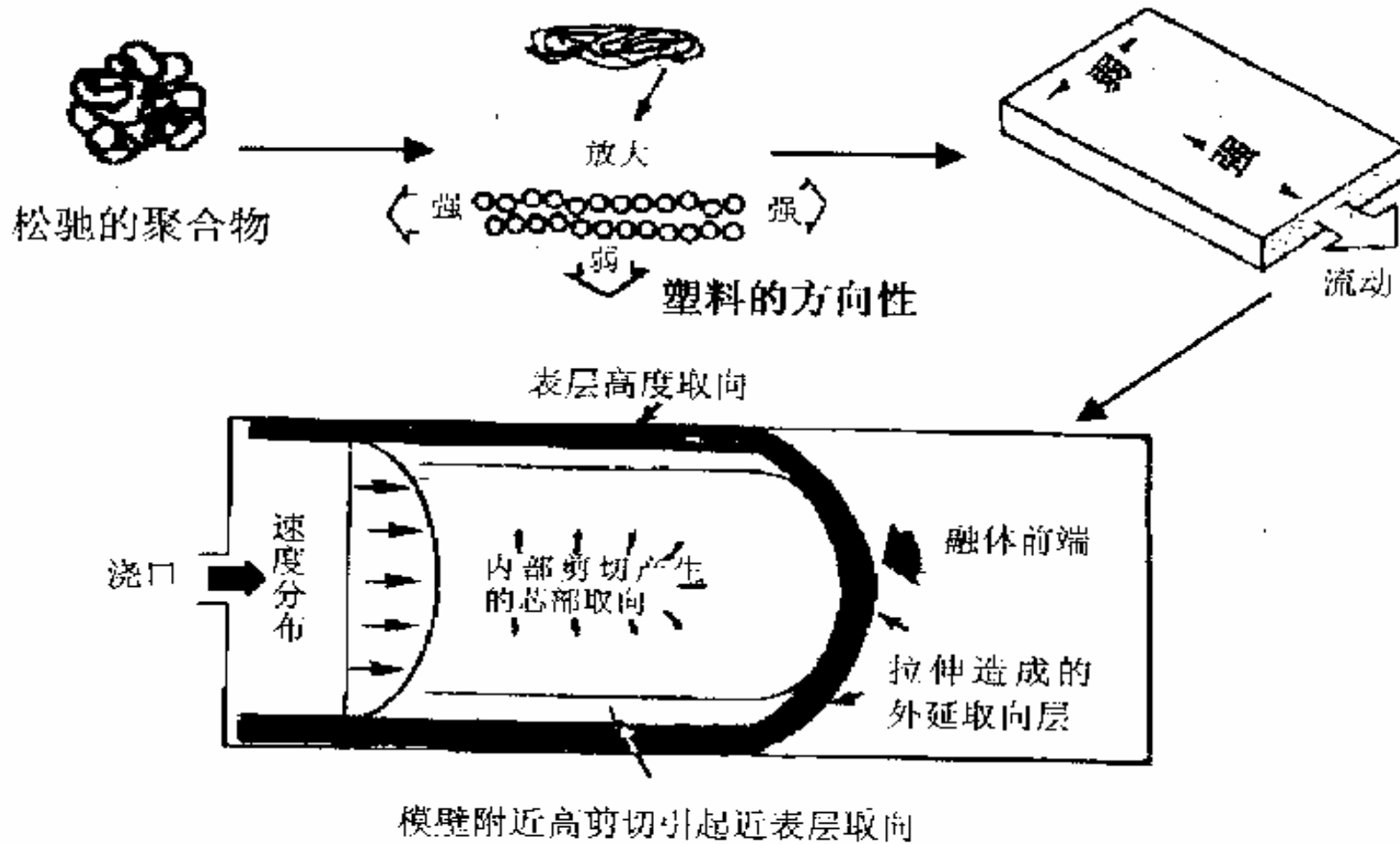


图 C 塑料在加热料筒中的三态变化

- 从图中可以看出,在热的作用下,塑料是从玻璃态经历高弹态转化为粘流态.正常的加工温度应保证这种转化顺利进行,从进料段往前到射嘴段,温度逐渐递增,如若破坏了这种递增,将使操作不稳定.即使有时在实际生产中,调校的射嘴温度比其前段料筒温度略低,但前段料筒位置内的料事实上已完全进入粘流态,稍低温度的射嘴起着保温及出料均匀的作用.
- 塑料的粘流态温度范围有一定极限,超过了这种极限,即超过了分解温度,塑料产生分解,会破坏原来的化学结构,成为低分子化合物,甚至碳化.有时喷嘴对空注射发生爆鸣声,就是由于气态低分子生成物从料筒内的高压突然转变为低压进入大气,瞬间膨胀造成.这种现象的出现,说明料筒内部分塑料不堪高温或长时间受热而发生了分解.
- 正常生产过程中的塑料,不般不会超过分解温度,但如果料筒内壁或螺杆损伤后有死角,造成长时间停滞或受到剧烈的挤压剪切,就有可能发生分解,注塑出来的制件,往往带有焰火状黄斑.

# 三、塑料分子的取向

- 塑料成型加工过程中,有一个取向现象值得注意.我们先看一下塑料实际上是如何流入成型模具的,这将有助于了解塑胶表面和芯部方向性的产生原因.如下图所示:



型腔内熔体流动模型

- 非晶态高聚物的玻璃态、高弹态和粘流态以及结晶型高聚物的非晶态部分,在一定条件下,会存在分子取向.当液体状态下的塑料在注塑机中受力的作用下,高速通过喷嘴及模具的流道时,长线形的高分子会顺着流动方向作相互平行的排列,一旦这些排列在塑料冷却固化之前来不及消除而留在了固态塑料制件之中,分子的取向及因此而形成的取向效应便保持下来.
- 一般来说,取向作用会使制件的整体性遭受削弱,表现为塑件内部各处的物理机械性能不均衡.由于分子排列的结果,与分子链相垂直的方向,强度将差于平行方向.显然,当这种取向强烈时,制件很可能出现翘曲变形或开裂.
- 下表列举了几种常用塑料分子取向后其横、直两个方向上的抗张强度及伸长率的比较:

| 塑 料     | 抗张强度 (Mpa) |      | 伸 长 率 (%) |      |
|---------|------------|------|-----------|------|
|         | 横 向        | 直 向  | 横 向       | 直 向  |
| 聚苯乙烯    | 25.5       | 44.1 | 0.9       | 1.6  |
| 高冲击聚苯乙烯 | 20.6       | 22.5 | 3.0       | 17.0 |
| A B S   | 33.8       | 70.6 | 1.0       | 2.2  |
| 低压聚乙烯   | 28.4       | 29.4 | 30.0      | 72.0 |
| 聚 碳 酸 酯 | 63.7       | 64.2 | —         | —    |

- 塑料的取向作用在有些制品上是比较容易注意到的.如图D中的透明聚苯乙烯圆形面盖制品,粗的直浇口设在中央,由于注塑时起始射压不高,后来的塑料在较大的压力梯度下缓慢进入模腔,造成分子辐射状的取向排列,加上冷却过程太快,定向作用便被保留下来.结果,经过一段不长时间的使用或静置,机械强度的差异便以应力破坏的方式暴露出来,从中央开始沿辐射方向出现众多裂纹.
- 图E是黑色的改性聚苯乙烯及聚苯乙烯共混料制件,在料流方向上出现一个弯曲位A,由于通道突然收缩变窄,塑料充盈时压力梯度大,分子取向作用大,当注射接近结束发生轻微胀模时,热熔料挤开基本冷固了的排列有序分子链,于是出现了A位置应力发白的缺陷.

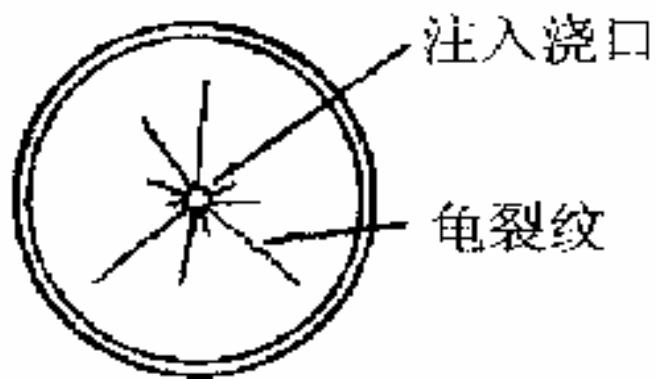


图 D 制件的辐射方向裂纹

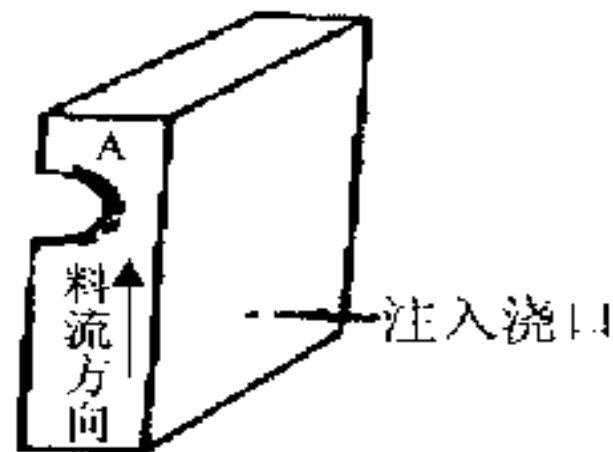


图 E 制件出现应力发白现象

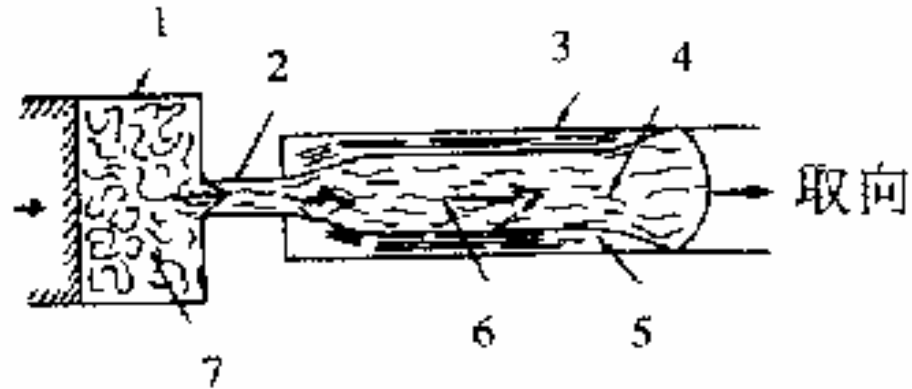


图 F 注塑时发生的熔料流动引起的分子取向（定向作用）

- 1-注塑机料筒; 2-树脂注入模具(实际上由主流道、浇口组成);
- 3-模具(型腔内部); 4-中心处流速较快的部分;
- 5-沿模腔壁面而流速极慢的部分; 6-取向而拉伸展开的树脂分子;
- 7-缠绕在一起的树脂分子
- 克服取向作用一个途径是采用较充分的注射条件(如:加快注射速度,提高料温和模温),必要时让制件在接近塑料软化温度下进行“退火”,但效果并不太理想.
- 备注:退火是在低于 $T_m$ 而高于 $T_g$ 的温度下(一般是在热变形温度以下 $20\sim 30^\circ\text{C}$ )进行的热处理方法.



# 四、熔体粘度

- 熔体粘度是反映塑料熔体流动的难易程度的特性,是熔体流动阻力的度量,粘度越高,流动阻力越大,流动越困难.聚乙烯的分子形状及其分子量分布的不同,其熔体粘度将有不同的表现.当熔融温度或施加的压力所引起速度变化时,将对加聚物或缩聚物的熔融粘度产生影响.图1-1和图1-2为各种树脂的熔融粘度和温度、压力的关系.

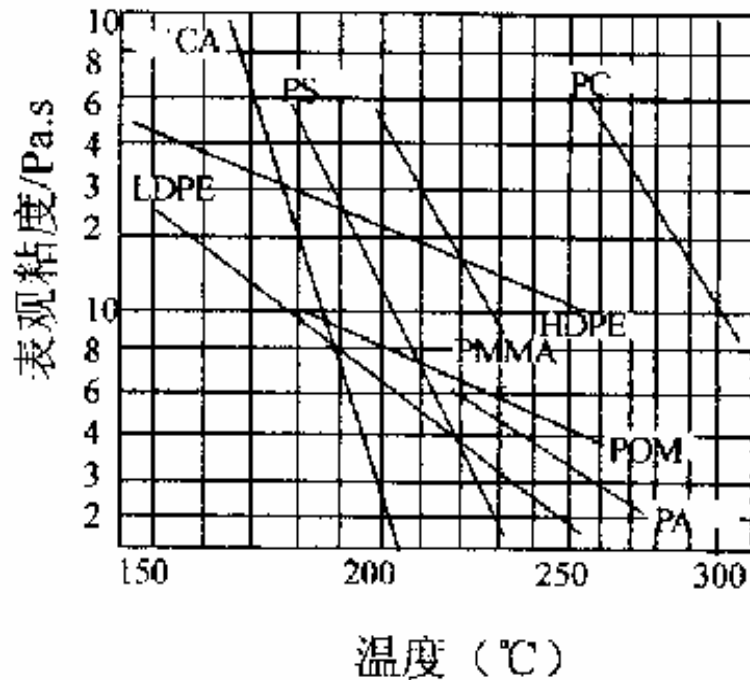


图 1-1 塑料熔体粘度与温度的关系

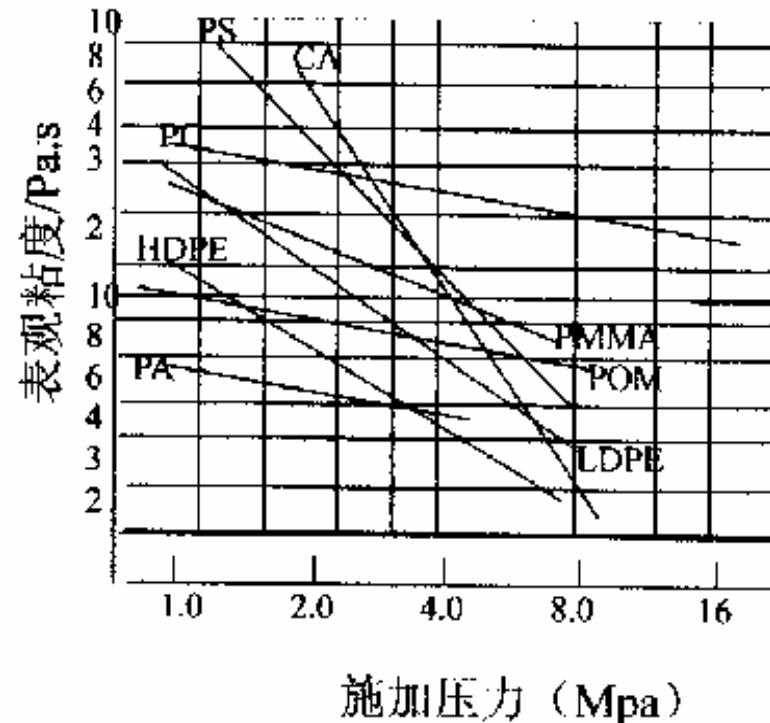


图 1-2 塑料熔体粘度与压力的关系

- 从图1-1可以看出,乙酸纤维素、聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、尼龙及聚碳酸酯等树脂,它们都是随着温度的增加粘度急剧下降的,因此曲线的斜率较大,而聚乙烯及聚甲醛树脂则对温度不敏感.

### 一些塑料粘度受温度的影响

| 序 号 | 塑 料   | 对温度的敏感度 |
|-----|-------|---------|
| 1   | C A   | 最 高     |
| 2   | P S   | 较 高     |
| 3   | P P   | 稍 低     |
| 4   | P E   | 一 般     |
| 5   | P O M | 差       |

- 图1-2和图1-3表示测定时因加压引起速度(称之为剪切速度)变化时,各树脂熔体粘度的变化情况.从图1-2可知,聚苯乙烯及各种聚乙烯树脂的熔体粘随速度的增加表现出急剧下降的倾向,而尼龙、聚甲醛、聚甲基丙烯酸甲酯及聚碳酸酯的熔体粘度则对速度不敏感.图1-3中把热塑性聚酯和聚丙烯作了比较,如在100cm/s的低速度区域,当剪切速度改变时热塑性聚酯的粘度几乎不变,而聚丙烯树脂的粘度则随剪切速度的增加而急剧下降.

### 压力对塑料熔体粘度的影响 (示例)

| 序号 | 名称    | 熔点温度(°C) | 压力变化范围/Mpa | 粘度增大倍数 |
|----|-------|----------|------------|--------|
| 1  | P S   | 131~165  | 0~126.6    | 134    |
| 2  | A B S | 130~160  | 14~175.8   | 100    |
| 3  | P E   | 105~136  | 0~126.6    | 14     |
| 4  | HDPE  | 105~137  | 14~175.8   | 4.1    |
| 5  | LDPE  | 105~125  | 14~175.8   | 5.6    |
| 6  | MDPE  | 110~120  | 14~175.8   | 6.8    |
| 7  | P P   | 160~176  | 14~175.8   | 7.3    |

- 热塑性树脂存在这样一种倾向,如果其熔体粘度对温度敏感的话对剪切速度就表现得不敏感;相反,对剪切速度敏感的话对温度就不敏感.唯一例外的树脂是聚苯乙烯,它的熔体粘度不仅对温度敏感而且对剪切速度也敏感.

## 塑料熔体粘度对剪切速率的敏感度

| 序号 | 塑 料        | 敏 感 度       |
|----|------------|-------------|
| 1  | ABS(最敏感)   | 对剪切的敏感度依次降低 |
| 2  | P C        |             |
| 3  | PMMA       |             |
| 4  | PVC        |             |
| 5  | P A        |             |
| 6  | P P        |             |
| 7  | P S        |             |
| 8  | LDPE(最不敏感) |             |

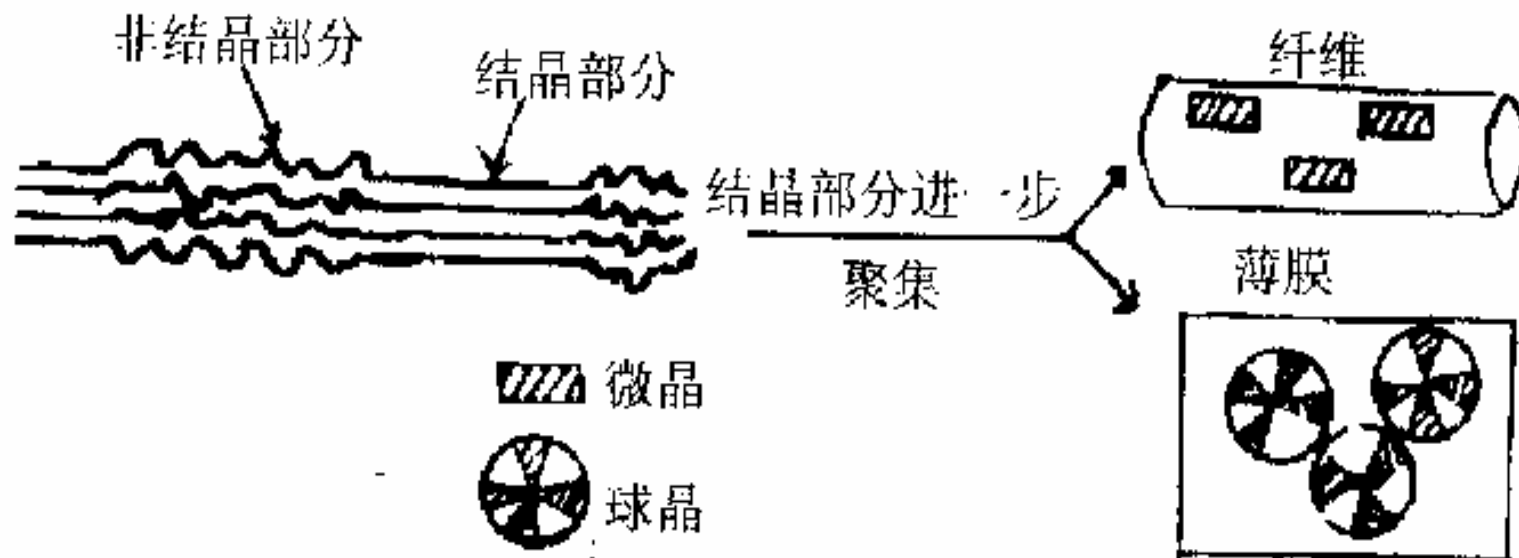
- 聚苯乙烯(PS)之所以是最容易成型加工的树脂,就是因为能简单地通过提高熔融温度,或通过提高熔融树脂注入到模具时的速度(注射速度)的方法来降低其树脂粘度.象尼龙含有官能团的树脂其最佳成型温度(实际的注射温度)都在熔融温度附近,而且其温度可调范围较小;由于活泼原子团组成的加聚物,其最佳成型温度高得多,温度可调范围大,通过提高注射速度的方法等都可降低其熔体粘度,加聚物树脂的特性通过多级注射速度的注塑机会得到更好的发挥.

## 常用塑料改进流动性能的方式

| 序号 | 塑料代号 | 俗 名     | 改进方式   |
|----|------|---------|--------|
| 1  | P E  | 聚乙烯     | 提高螺杆速度 |
| 2  | P P  | 聚丙烯     | 提高螺杆速度 |
| 3  | P A  | 尼龙(聚酰胺) | 提高温度   |
| 4  | POM  | 聚甲醛     | 提高螺杆速度 |
| 5  | P C  | 聚碳酸酯    | 提高温度   |
| 6  | P S  | 聚苯乙烯    | 两者都行   |
| 7  | ABS  | —       | 提高温度   |
| 8  | PVC  | 聚氯乙烯    | 提高温度   |
| 9  | PMMA | 聚甲基丙酸甲酯 | 提高温度   |

## 五、结晶度

- 热塑性树脂固体中的分子聚集状态有疏有密,可以把致密的部分称为结晶部分,而把过疏的部分称为非晶部分,大多数的聚合物都会有某种程度的结晶部分;因此,我们把结晶部分的含有率称为结晶度.但一般而言,像尼龙、热塑性聚酯那样具有官能基的聚合物,或像聚丙烯、聚乙烯等分子排列较规整的聚合物,它们的结晶度较高,而共聚物或混合的聚合物等其结晶度较低.一般聚合物的实际结晶度比其固有的结晶度要低,因此,其结晶度可以通过热处理或提高模温的方法得到提高.
- 结晶度高的聚合物其强度增加、伸长率下降、体积减小.塑料的结晶度越高,其密度就大,熔融温度(熔点)也越高,而且强度大,透明性低,伸长率小.可见结晶度和物性有着紧密的关系,各种树脂在拉伸特性上的变化和该树脂在成型加工过程中产生的结晶化的差异有关.而且结晶化的差异越大,聚合物其拉伸特性的变化幅度也越大.



### 热塑性树脂的结晶部分和非结晶部分的模型

- 结晶性较好的聚合物会因其结晶化的进行而产生体积收缩,进而影响其制品的尺寸稳定性.因此,必须设法在加工时尽可能使其结晶度提高到固有的结晶度,以防止后收缩引起制品的尺寸稳定性.现实上,为了改善制品的尺寸稳定性,常在树脂中添加一些能起结晶化的促进剂(成核剂).

# 六、玻璃化温度

- 在热塑性树脂中有一个玻璃化温度(玻璃化转变点)的现象,即:聚合物在随温度增高的过程中,在其熔融前会在某一温度范围内处于既非固体又非粘性液体的橡胶态,我们把出现橡胶态的开始温度称为其玻璃化温度( $T_g$ ).在这个温度范围里聚合物的热膨胀会突然变大,而且所发生的形变和橡胶不同,是不可逆的形变.
- 玻璃化温度特性对使用聚合物制品时是非常重要的;例如,把制品放置在玻璃化温度以上的温度条件下时,会招致意想不到的变形.反之,如果想对制品进行改变形状加工处理等,则可以在玻璃化温度以上进行实施.此外,希望提高制品的结晶度时,也可以在这个温度范围中进行处理.



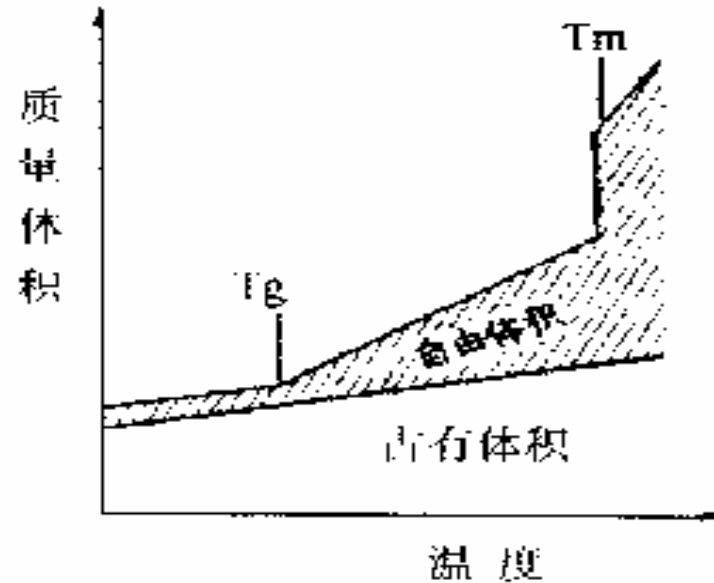
# 七、蠕变及应力松弛

- 如果把一个由热塑性树脂制成的细长板的一端挂上重物,在放置了一个较长的时间后,就会发现板的长度在随着时间一点一点地增大,而且即使把重物取下来,板的长度也不会再恢复,我们把这种现象称为蠕变.
- 如果在板的两端加上拉应力或者压应力并使之保持在一定的长度,同样在放置了一个较长的时间后,就会发现所加的应力在逐渐变小甚至变为零,我们把这种现象叫做应力松弛.
- 当然,这种现象在作用力施加较短的瞬间是见不到的,只有在长时间受力的情况下才能发生.这种现象在钢铁、陶瓷或热固性树脂中是见不到的,热塑性树脂之所以发生这种现象,与线状巨大分子随时间顺其应力方向滑移有关.
- 因此,为了防止这种现象的发生,就应该增加大分子和大分子之间的横向束缚力.这其中的一个方法就是提高其结晶度,如尼龙、聚酯及聚丙烯等树脂,本来其结晶度就较高,但为了更好地防止以上现象的发生,必须在进行纤维加工时,用热处理或拉伸来最大限度地提高它们的结晶性.另一个方法就是使用某些化学药品,使之形成三维网状结构,如热固性树脂就属于此类,因其三维网状结构的束缚可以有效地防止大分子间的滑移.

- 塑料的蠕变现象或应力松弛现象常引起一些意外的事故.如把一个是凹形,一个是凸形的两个制品,强制压在一个组合成“子母扣配合”的形式时,由于是强制压入,在接合部两制品必然要分别受到压应力和拉应力的作用,时间一长接合部就会松动而影响装配品的继续使用.此外,在制品的贮存或搬运过程中,必须注意不要使之受到很大的应力,否则会引起制品的变形、破损等问题.

## • 八、热膨胀

- 热塑性树脂的缺点之一是其热膨胀和热收缩比较大,有时会因此影响其使用.例如,在其他种类的树脂表面上用热塑性树脂涂覆时,或把金属和热塑性树脂组合在一起使用时,由于各自膨胀系数的不同,有时会造成弯曲、龟裂、松弛等问题.而且,把其制品作为机械零部件使用时,也会因发生热膨胀等引起尺寸变化,造成配合不良等问题.
- 一般各种材料都有随温度升高其热膨胀系数增大的倾向.树脂的热膨胀系数对温度的变化及树脂的比容(单位质量所具有的体积)和温度的关系如下图所示:

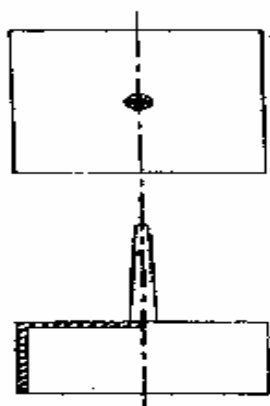


## 树脂热膨胀系数和质量体积与温度的关系

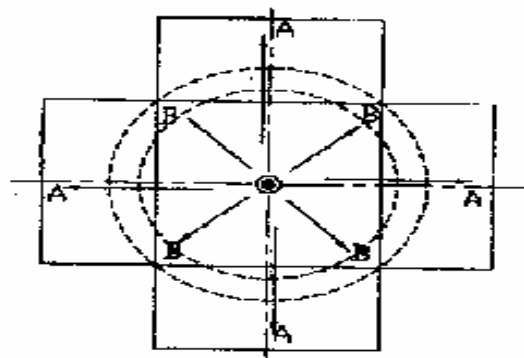
- 从上图中可知,树脂在一定的温度范围内其热膨胀系数是以一定的速率变化的,而一旦到了玻璃化温度就会有急剧的增大,最后导致熔融.根据对树脂内部的观察,在低温下保持不变的自由体积(分子间的自由间隙),一旦进入玻璃化温度后就会随温度升高而急剧增大.塑件变形加工必须在 $T_g$ 温度以上进行,正是因为自由体积增大后分子易于运动,所以有利于改变其形状的加工.热塑性树脂的热膨胀系数一般比其他材料要大5~10倍.

# 九、塑料的流动方向和熔料的冷凝过程

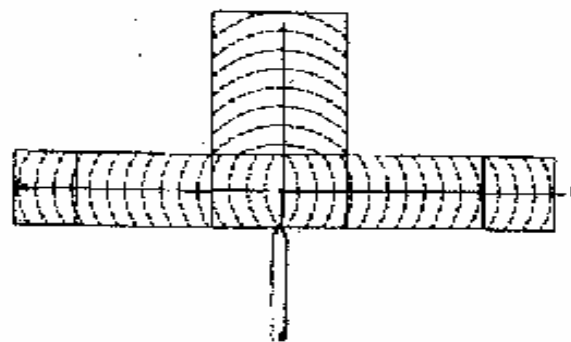
## A、塑料的流动方向



(图 a)



(图 b)

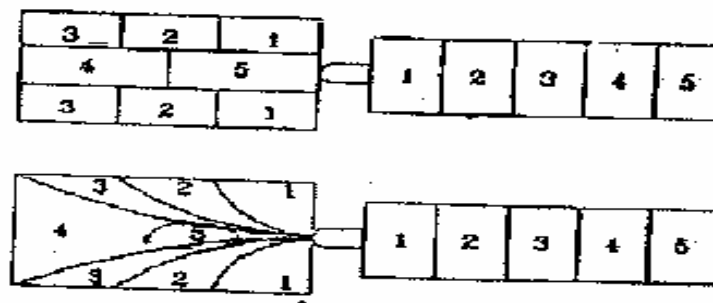


(图 c)

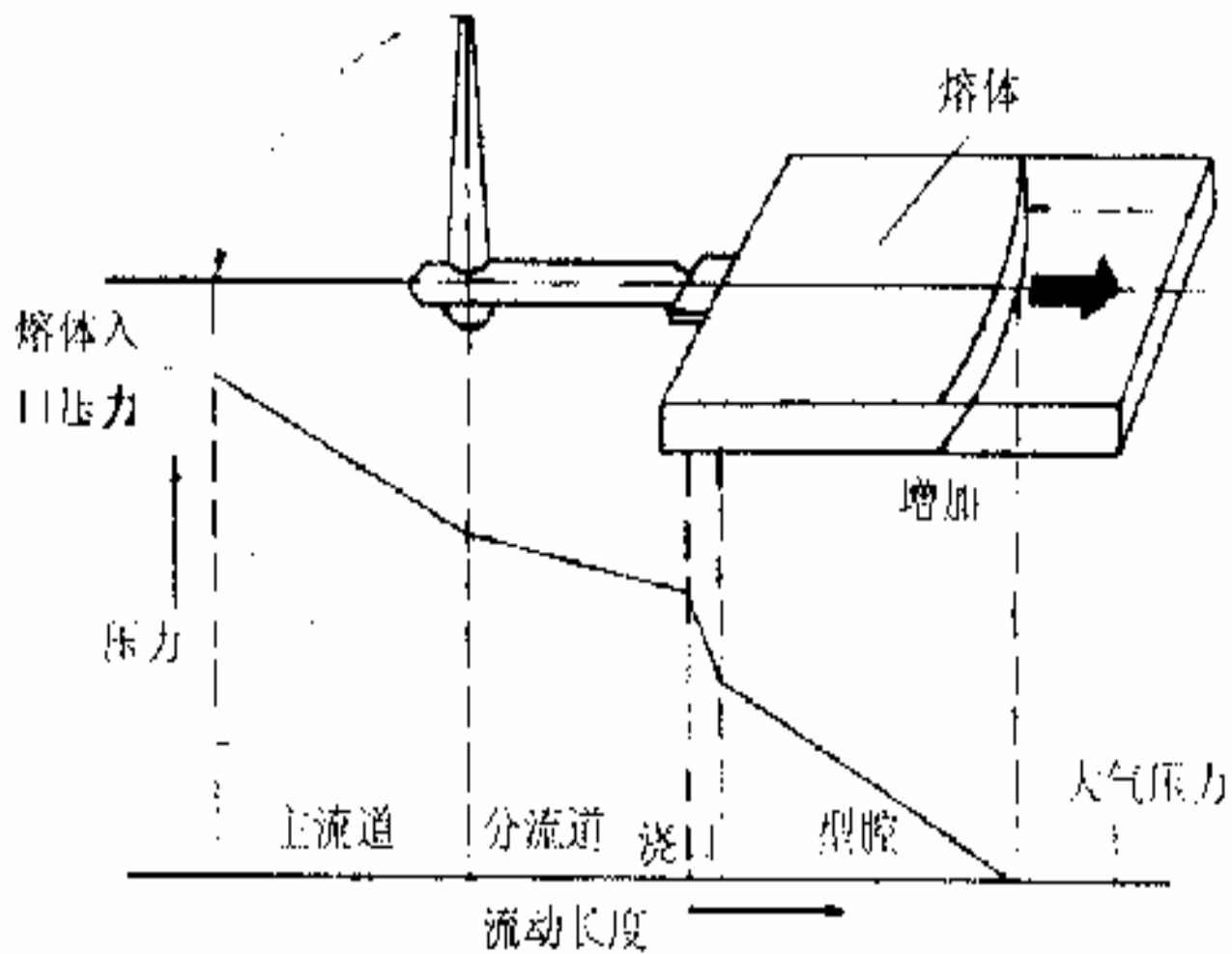
## B、熔料的冷凝过程



冷凝表层



冷凝过程



注射压力沿着熔体流动路径上的分布

# 十、与注塑加工有关的主要塑料性能

## • 1、流动性

- 受热后熔融状态的塑料,在压力作用下,充满整个型腔的能力叫流动性,一般用专业流动性测试模具来进行测试.
- 同一种类不同牌号的塑料的流动性均不相同,不同结构的塑件对塑料的流动性提出不同的要求,塑料的流动性与成型温度和压力等条件密切相关.通常,若流动性太大,一方面会使熔料充填不紧密,造成制品的疏松,影响产品质量;另一方面流动性太大,注塑件周边容易出现披锋(毛边)粘模及喷嘴流延,造成水口堵塞.而塑料的流动性过小,对于结构复杂流程较长的塑件,注塑时流动困难,易出现缺胶、缩水等现象,产生大量废品;或必须用高压条件注塑,容易造成塑件内应力过大.我们要根据产品结构、大小、厚薄情况,选择流动性合适的塑料成型.

- **2、吸水性及挥发物含量**
- 在热塑性塑料中或多或少地含有水分及挥发物,适量的水分有增塑的作用.如果塑料中的水份及挥发物超过一定的比例时,则会在注塑时出现很多问题(如:降解、发雾、强度降低等),严重时可产生气泡(银纹)、表面粗糙,对于透明制品透光性被破坏(浑浊不清)等不良现象,对精密塑件很难保证其精度.但是绝对干燥的塑料会引起流动性降低,脆性增加,成型时充模困难,也是不可使用的,这一点要特别注意,有的人认为塑料干燥得越充分越好,这是一个错误的观念.
- 引起塑料中水分和挥发物多的原因主要有以下三个方面;
- **A、塑料树脂的平均分子量低;**
- **B、塑料树脂在生产时没有得到充分的干燥;**
- **C、吸水性大的塑料因存放不当而使之吸收了周围空气中的水分,不同塑料有不同的干燥温度和干燥时间的规定.**

常用塑料的含水量与干燥温度 (实例)

| 塑料名称   | 允许含水量(%)  | 干燥温度(°C) |
|--------|-----------|----------|
| 聚乙烯    | 0.01      | 71       |
| 聚苯乙烯   | 0.05~0.10 | 71~79    |
| 纤维素塑料  | 最高0.40    | 65~87    |
| 聚氯乙烯   | 0.08      | 60~93    |
| 聚碳酸酯   | 最高0.02    | 121      |
| 聚丙烯    | 0.10      | 71~82    |
| 酯类纤维塑料 | 0.10      | 76~87    |
| 尼龙     | 0.04~0.08 | 71       |

### • 3、收缩率

- 产生收缩率的主要原因有以下三个方面:
  - A、塑料具有比金属大得多的热收缩(大一个数量级,约十倍).
  - B、塑料制品在硬化后并非刚体,在脱模后塑件有一定的弹性回复.
  - C、刚脱模时,压力开始降低,但塑件仍然贴在模壁上,制品发生塑性变形.
- 影响收缩率的因素有塑料的性质成型条件模具与制品的设计.无定型塑料的收缩率小于1%,结晶型塑料的收缩率均超过1%,结晶性塑料注塑的制品,具有后收缩现象,需在冷却24小时后进行测量其尺寸,精确度可达0.02mm.



聚合物的成型收缩率

| 类别     | 塑料名称            | 成型收缩率(%) |         |
|--------|-----------------|----------|---------|
|        |                 | 非增强      | 玻璃纤维增强  |
| 非结晶性塑料 | 聚苯乙烯            | 0.3~0.6  | ——      |
|        | 苯乙烯-丁二烯共聚物(SB)  | 0.4~0.7  | ——      |
|        | 苯乙烯-丙烯腈共聚物(SAN) | 0.4~0.7  | 0.1~0.3 |
|        | ABS树脂           | 0.4~0.7  | 0.2~0.4 |
|        | 有机玻璃(PMMA)      | 0.3~0.7  | ——      |
|        | 聚碳酸酯            | 0.6~0.8  | 0.2~0.5 |
|        | 硬聚氯乙烯           | 0.4~0.7  | ——      |
|        | 苯乙烯改性(PPO)      | 0.5~0.9  | 0.2~0.4 |
|        | 聚砷              | 0.6~0.8  | 0.2~0.5 |
|        | 纤维素塑料           | 0.4~0.7  | ——      |
| 结晶性塑料  | 聚乙烯             | 1.2~3.8  | ——      |
|        | 聚丙烯             | 1.2~2.5  | 0.5~1.2 |
|        | 聚甲醛             | 1.8~3.0  | 0.2~0.8 |
|        | 聚酰胺(尼龙6)*       | 0.5~2.2  | 0.7~1.2 |
|        | 聚酰胺(尼龙66)*      | 0.5~2.5  | ——      |
|        | 聚酰胺(尼龙610)*     | 0.5~2.5  | ——      |
|        | 聚酰胺(尼龙11)*      | 1.8~2.5  | ——      |
|        | PET树脂           | 1.2~2.0  | 0.3~0.6 |
| PBT树脂  | 1.4~2.7         | 0.4~1.3  |         |

## • 4、塑料的加工温度

- 塑料的加工温度就是达到粘流态的温度,加工温度不是一个点而是一个范围(从熔点到分解温度之间).在对塑料进行热成型时应根据制件的大小、复杂程度、厚薄、嵌件情况、所用着色剂对温度的耐受性、机台性能等因素选择适当的加工温度.

常用塑料的加工温度范围如下表所示

| 塑料名称  | 玻璃化温度    | 熔点   | 加工温度范围   | 分解温度(空气中) |
|-------|----------|------|----------|-----------|
| 聚苯乙烯  | 85~110℃  | 165℃ | 180~260℃ | 260℃      |
| ABS   | 90~120℃  | 160℃ | 180~250℃ | 250℃      |
| 高压聚乙烯 | -125℃    | 110℃ | 160~240℃ | 280℃      |
| 低压聚乙烯 | -125℃    | 130℃ | 200~280℃ | 280℃      |
| 聚丙烯   | -20℃     | 164℃ | 200~300℃ | 300℃      |
| 尼龙66  | 50℃      | 225℃ | 260~290℃ | 300℃      |
| 尼龙6   | 50℃      | 265℃ | 260~290℃ | 300℃      |
| 有机玻璃  | 90~105℃  | 180℃ | 180~250℃ | 260℃      |
| 聚碳酸酯  | 140~150℃ | 250℃ | 280~310℃ | 330℃      |

- 为何在注塑生产中温度计所反映温度常可改变,而且同一制品(同一模具)放到不同机台生产时所设定的温度可能不相同?实际上塑料的热成型温度是相对固定的,只是由于采用的测温方法、测温点布局及温度感应器的性能差别才造成上述差异.温度指示控制仪上显示的温度并非料筒内熔料的实际温度,而是间接的、局部性的温度.

- **5、注塑成型前需了解的塑料性能**
- 每个注塑工作者在设定注塑工艺条件时,需要彻底了解所用塑料的相关性能,才能科学地设定工艺条件和分析注塑生产过程中出现的问题.
- A、塑料的种类、牌号(了解塑料的成份、性能时考虑的因素);
- B、塑料的密度(设定多段射胶的位置时考虑的因素);
- C、塑料的吸湿性及允许水量(设定干燥条件时考虑的因素);
- D、塑料的玻璃化温度、熔点、分解温度(设定料筒温度时考虑的因素);
- E、塑料的熔融指数FMI(设定注射压力、背压时考虑的因素);
- F、塑料的结晶性(设定模温/料温时考虑的因素);
- G、塑料容许的注射压力范围(设定注射压力时考虑的因素);
- H、塑料在料筒内容许的停留时间(设定残料量及停机时考虑的因素);
- I、塑料的成型收缩率(设定模温/料温/压力时考虑的因素);
- J、塑料成型时的模具温度范围(设定模温时考虑的因素);
- K、其它性能(如:耐化学性、热变形温度等)在塑件后加工时考虑的因素.

## 一些常用塑料的流长比和型腔压力

| 材料代号 | 流长比(平均)      | 型腔压力(Mpa) |
|------|--------------|-----------|
| LDPE | 270:1(280:1) | 15~30     |
| P P  | 250:1        | 20        |
| HDPE | 230:1        | 23~39     |
| P S  | 210:1(200:1) | 25(54)    |
| ABS  | 190:1        | 40        |
| P A  | 170:1(150:1) | 42        |
| POM  | 150:1(145:1) | 45        |
| PMMA | 130:1        | 30        |
| P C  | 90:1         | 50        |

- 备注:使用新材料时,应向供应商索取“塑料物性表”,以便了解上述性能.

# 常用塑料的性能及工艺特点

## • 聚 苯 乙 烯 (P S)

### • 1. PS的性能:

- PS是无定型聚合物,密度为 $1.04\text{g/cm}^3$ 左右(稍大于水),称为标准塑料,流动性好,吸水率低(小于0.02%),是一种易于成型加工的透明塑料.其制品透光率达88~91%,着色力强,硬度高.但PS制品脆性较大,易产生内应力开裂(可有煤油浸擦来检验),耐热性较差( $60\sim 80^\circ\text{C}$ ),无味无毒.

### • 2. PS的应用:

- 装饰品、照明指示牌、灯罩、文具、透明玩具、日用品、厨房用品、水杯、餐盒、镜片、冷藏库和冰箱内绝热层(发泡后)、建材、EPS包装材料等.

### • 3. PS的工艺特点:

- PS的熔点为 $166^\circ\text{C}$ ,加工温度一般在职 $85\sim 220^\circ\text{C}$ 为宜,分解温度约为 $280^\circ\text{C}$ ,故其加工温度范围较宽.PS料在加工前,可不用干燥,由于其MT较大流动性好,流动阻力小,故其注射压力可低些.因PS比热低,其制件一经模具散热即能很快冷凝固化,其冷却速度比一般原料要快,开模时间可早一些,其塑化时间和冷却时间都较短,成型周期时间会短一些;PS制品的光泽随模温增加而截止好,带有内应力的胶件可在 $65\sim 80^\circ\text{C}$ 水槽内浸泡沫塑料1~2小时,然后缓慢冷却至室温,便能消除内应力.

• **4. PS的加工条件:**

|           |                    |                            |             |  |
|-----------|--------------------|----------------------------|-------------|--|
| 干燥温度(°C)  | 60~75              | 干燥时间约(hr)                  | 1小时(一般不用干燥) |  |
| 模具温度(°C)  | 20~60              | 残料量(mm)                    | 3~12        |  |
| 熔胶温度(°C)  | 180~220            | 背压(Mpa)                    | 5~10        |  |
| 注射压力(Mpa) | 70~120             | 锁模力约(ton/in <sup>2</sup> ) | 2           |  |
| 注 塑 速 度   | 快 速                | 回料转速(rpm)                  | 60~100      |  |
| 螺 杆 类 别   | 标 准 螺 杆(直 通 式 喷 嘴) |                            |             |  |
| 停 机 处 理   | 关 料 闸 啤 清 即 可      | 碎料翻用(%)                    | 0           |  |

• **5. PS的模具制作:**

|           |                        |
|-----------|------------------------|
| 合适壁厚(mm)  | 1.5~3                  |
| 浇 口 设 计   | 扁侧入水、直接入水、扇形入水、圆形披风式入水 |
| 收 缩 率 (%) | 0.4~0.6                |

# 高抗冲击聚苯乙烯(HIPS)

- **1、HIPS的性能:**

- HIPS为PS的改性材料,密度 $1.04\text{g/cm}^3$ 左右,分子中含有5~15%橡胶成份,其韧性比PS提高了四倍左右,冲击强度大大提高,可做结构性材料使用(如:制品上可做扣位、柱位),但易老化.它也具有PS易于成型加工、着色力强的优点,HIPS制品为不透明性;HIPS吸水性低,加工时可不需预先干燥.

- **2、HIPS的应用:**

- 各类家用电器外壳、电子零件、电子仪表壳、冷藏库和冰箱内壳、电话壳、文具、玩具、建材、包装材料等.

- **3、HIPS的工艺特点:**

- 因HIPS分子含有5~15%的橡胶成分,在一定程度上影响了其流动性,注射压力和成型温度都宜高一些.其冷却速度比PS慢,故需足够的保压压力、保压时间和冷却时间.成型周期会比PS稍长一点,其加工温度一般在 $175\sim 230^\circ\text{C}$ 为宜.HIPS制件中存在一个特殊的“白边”问题,可通过提高模温和锁模力、减少保压压力及保压时间等办法来改善,产品中夹水纹会比较明显.

• **4、HIPS的加工条件:**

|           |             |                             |             |
|-----------|-------------|-----------------------------|-------------|
| 干燥温度(℃)   | 60~80       | 干燥时间约(hr)                   | 1小时(一般不用干燥) |
| 模具温度(℃)   | 30~75       | 残料量(mm)                     | 4~10        |
| 熔胶温度(℃)   | 175~230     | 背压(Mpa)                     | 5~10        |
| 注射压力(Mpa) | 60~110      | 锁模具力约(ton/in <sup>2</sup> ) | 2           |
| 注塑速度      | 中等          | 回料转速(rpm)                   | 60~100      |
| 螺杆类别      | 标准螺杆(直通式喷嘴) |                             |             |
| 停机处理      | 关料闸啤清即可     | 碎料翻用(%)                     | 15~30       |

• **5、HIPS的模具制作**

|          |                                       |
|----------|---------------------------------------|
| 合适壁厚(mm) | 2~3                                   |
| 浇口设计     | 大多数入水均可采用,如扁侧入水、直接入水、扇形入水、潜水、薄膜入水、细水口 |
| 收缩率(%)   | 0.4~0.7                               |



# 苯乙烯-丙烯腈共聚物(AS或AN)

- **1、AS的性能:**

- AS为丙烯-苯乙烯的共聚体,也称作SAN,密度 $1.07\text{g/cm}^3$ 左右,它不易产生内应力开裂.透明度较高,其软化温度和抗冲击强度比PS高,耐疲劳性差.

- **2、AS的应用:**

- 托盘类、杯、餐具、冰箱内格、旋钮、灯饰配件、饰物、仪表镜、包装盒、文具、气体打火机、牙刷柄等.

- **4、AS的加工条件**

- AS加工温度一般在 $210\sim 250^\circ\text{C}$ 为宜.该料较易吸湿,加工前需干燥一小时以上,其流动性比PS稍差一点,故注射压力亦略高一些,模温控制在 $45\sim 75^\circ\text{C}$ 较好.

• **4、AS的加工条件**

|           |             |                            |        |
|-----------|-------------|----------------------------|--------|
| 干燥温度(℃)   | 70~85       | 干燥时间约(hr)                  | 1~2    |
| 模具温度(℃)   | 40~80       | 残料量(mm)                    | 3~10   |
| 熔胶温度(℃)   | 210~250     | 背压(Mpa)                    | 5~15   |
| 注射压力(Mpa) | 100~140     | 锁模力约(ton/in <sup>2</sup> ) | 2~2.5  |
| 注塑速度      | 中等          | 回料转速(rpm)                  | 70~100 |
| 螺杆类别      | 标准螺杆(直通式喷嘴) |                            |        |
| 停机处理      | 关料闸啤清即可     | 碎料翻用(%)                    | 0      |

• **5、AS的模具制作**

|          |                   |
|----------|-------------------|
| 合适壁厚(mm) | 1.5~3             |
| 浇口设计     | 可采用任何形式的浇口,亦可用热流道 |
| 收缩率(%)   | 0.4~0.4%          |

# K 料(B S)

- **1、K 料的性能:**

- K料是由苯乙烯与丁二烯共聚而成,它是无定型聚合物,又称人造橡胶.透明、无味、无毒、密度为 $1.01\text{g/cm}^3$ 左右(比PS、AS的低),耐冲击性能比AS高,透明性(80~90%)好,热变形温度为 $77^\circ\text{C}$ ,耐化学性较差,易受油、酸、碱及活性强的有机溶剂侵蚀.K料中含有丁二烯成分的多少,其硬度亦不同,由于K料的流动性好,加工温度范围较宽,所以其加工性能良好(MFI为8克/10分钟).

- **2、K料的应用:**

- 杯子、盖子、瓶、合页式盒子、衣架、玩具、PVC的代用料制品、食品包装及医药包装用品等.

- **3、K料的工艺特点:**

- K料的吸水性低,加工前可不用干燥,如果K料长时间在湿度大的环境中敞开式存放,则需干燥( $65^\circ\text{C}$ 以下),而且流动性好,易于加工,其加工温度范围较宽,一般为 $170\sim 250^\circ\text{C}$ 之间,不结晶,收缩率低(0.4~0.7%).K料在高于 $260^\circ\text{C}$ 时,若熔料在料筒中停留时间长(20分钟以上),会引致热降解,影响其透明度,甚至会变色变脆.宜用“低压、中速、中温”的条件成型,模具温度宜在 $20\sim 60^\circ\text{C}$ 之间,较厚的制品,取出后可放入水中冷却,以得到均匀冷却,避免出现空洞现象.

- 4、K料的加工条件:

|           |                       |                            |        |
|-----------|-----------------------|----------------------------|--------|
| 干燥温度(°C)  | 一般不用干燥                | 若受潮则需在65°C以下干燥1小时左右        |        |
| 模具温度(°C)  | 20~60                 | 残料量(mm)                    | 3~8    |
| 熔胶温度(°C)  | 170~250               | 背压(Mpa)                    | 3~10   |
| 注射压力(Mpa) | 60~100                | 锁模力约(ton/in <sup>2</sup> ) | 2~2.5  |
| 注 塑 速 度   | 中等                    | 回料转速(rpm)                  | 70~100 |
| 螺 杆 类 别   | 普通标准型(透明度要求高时,选择专用螺杆) |                            |        |
| 停 机 处 理   | 关料闸啤清即可               | 碎料翻用(%)                    | 20~40  |

- 5、K料的模具制作:

|           |                              |
|-----------|------------------------------|
| 合适壁厚(mm)  | 1.0~6.0                      |
| 浇 口 设 计   | K料可采用所有类型的浇口(浇口厚度为0.7~0.9mm) |
| 排 气 槽 大 小 | 厚度为0.3~0.6mm,宽度为3~6mm        |
| 收 缩 率 (%) | 0.4~0.7                      |

# 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)

- 1、ABS的性能:

- ABS为丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三元共聚物,它是无定型聚合物,密度为 $1.05\text{g/cm}^3$ 左右,具有较高的机械强度和良好“坚、韧、钢”的综合性能.ABS是一种应用广的工程塑料,其品种多样,用途广泛,也称“通用工程塑料”,(MBS称为透明ABS),易于成型加工,耐化学腐蚀性差,制品易电镀.

- 2、ABS的应用:

- 泵叶轮、轴承、把手、管道、电器外壳、电子产品零件、玩具、表壳、仪表壳、水箱外壳、冷藏库和冰箱内壳.

- 3、ABS的工艺特点:

- (1)ABS的吸湿性较大和耐温性较差,在成型加工前必须进行充分干燥和预热,将水分含量控制在0.03%以下.
- (2)ABS树脂的熔融粘度对温度的敏感性较低(与其它无定型树脂不同).ABS的注射温度虽然比PS稍高,但不能像PS那样有较宽松的升温范围,不能用盲目升温的办法来降低其粘度,可用增加螺杆转速或提升注射压力/速度的办法来提高其流动性.一般加工温度在 $190\sim 235^\circ\text{C}$ 为宜.
- (3)ABS的熔融粘度属中等,比PS、HIPS、AS均较高,流动性较差,需采用较高的注射压力啤贷.
- (4)ABS采用中等到注射速度啤贷效果好(除非形状复杂、薄壁制件需用较高的注射速度),产品水口位易产生气纹.
- (5)ABS成型温度较高,其模温一般调节在 $45\sim 80^\circ\text{C}$ .生产较大产品时,定模(前模)温度一般比动模(后模)略高 $5^\circ\text{C}$ 左右为宜.
- (6)ABS在高温炮筒内停留时间不宜过长(应小于30分钟),否则易分解发黄.

• **4、ABS的加工条件:**

|           |             |                            |        |
|-----------|-------------|----------------------------|--------|
| 干燥温度(°C)  | 70~80       | 干燥时间约(hr)                  | 1.5    |
| 模具温度(°C)  | 45~80       | 残料量(mm)                    | 2~8    |
| 熔胶温度(°C)  | 190~235     | 背压(Mpa)                    | 9~18   |
| 注射压力(Mpa) | 90~140      | 锁模力约(ton/in <sup>2</sup> ) | 2~2.5  |
| 注塑速度      | 中等          | 回料转速(rpm)                  | 70~100 |
| 螺杆类别      | 标准螺杆(直能式喷嘴) |                            |        |
| 停机处理      | 关料闸啤清即可     | 碎料翻用(%)                    | 20~30  |

• **5、ABS的模具制作**

|          |   |
|----------|---|
| 合适壁厚(mm) | 1.8~3                                       |
| 浇口设计     | 大多数入水均可采用;可扁侧入水、直接入水、扇形入水、潜水、薄膜入水、点水口可减少蛇纹。 |
| 收缩率(%)   | 0.4~0.7                                     |

# 有机玻璃(P M M A)

- **1、PMMA的性能:**

- PMMA为无定型聚合物,俗称有机玻璃(亚加力),密度为 $1.18\text{g/cm}^3$ 左右. 透明度极好,透光率为92%,它是很好的光学材料;耐热性较好(热变形温度为 $98^\circ\text{C}$ ),其产品机械强度中等表面硬度低、易被硬物划伤而留下痕迹,与PS相比,不易脆裂.

- **2、PMMA的应用:**

- 仪表镜片、光学制品、电器、医疗器材、透明模型、装饰品、太阳镜片、假牙、广告牌、钟表面板、汽车尾灯、挡风玻璃等.

- **3、PMMA的工艺特点:**

- PMMA的加工要求较严格,它对水份和温度很敏感,加工前要充分干燥,其熔体粘度较大,需在较高温度( $219\sim 240^\circ\text{C}$ )和压力下成型,模温在 $65\sim 80^\circ\text{C}$ 较好.PMMA热稳定性不太好,受高温或在较高温度下停留时间过长都会造成降解.螺杆转速不宜过大( $60\text{rpm}$ 左右即可),较厚的PMMA制件内易出现“空洞”现象,需用大浇口和“高料温、高模温、慢速”注射的条件来加工的.

- **4、PMMA的加工条件:**

|           |                    |                            |           |
|-----------|--------------------|----------------------------|-----------|
| 干燥温度(°C)  | 80~85              | 干燥时间约(hr)                  | 2~3       |
| 模具温度(°C)  | 65~80              | 残料量(mm)                    | 2~6       |
| 熔胶温度(°C)  | 215~240            | 背压(Mpa)                    | 13~28(要高) |
| 注射压力(Mpa) | 100~170            | 锁模力约(ton/in <sup>2</sup> ) | 4         |
| 注塑速度      | 低速                 | 回料转速(rpm)                  | 60~80     |
| 螺杆类别      | 标准螺杆(如需较大射压可改用小螺杆) |                            |           |
| 停机处理      | 需用PP料清洗            | 碎料翻用(%)                    | 0         |

- **5、PMMA的模具制作:**

|          |                           |
|----------|---------------------------|
| 合适壁厚(mm) | 厚度为1.5~4.0mm,但特厚件的注塑技术则不同 |
| 浇口设计     | 宜用圆形或方形浇口,且需用大尺寸浇口        |
| 收缩率(%)   | 0.4~0.7                   |



# 聚乙烯 (PE)

- 1、PE的性能:
- PE是塑料中产量最大的一种塑料,密度为 $0.94\text{g/cm}^3$ 左右,特点是半透明、质软、无毒、价廉、加工方便.PE是一典型的结晶型高聚物且有后收缩现象.它的种类较多,常用的有LDPE较软(俗称软胶或花料),HDPE俗称硬性软胶,它比LDPE硬,透光性差,结晶度大;LLDPE性能非常优良,与工程塑料相似.PE耐化性好,不易腐蚀,印刷困难,印刷前表面需要进行氧化处理.
- 2、PE的应用:
- HDPE.....包装胶袋、日用品、水桶、电线、玩具、建材、容器
- LDPE.....包装胶袋、胶花、玩具、高频电线、文具等
- 3、PE的工艺特点:
- PE制件最显著的特点是成型收缩率大,易产生缩水和变形.PE料吸水性小,可不用干燥.PE的加工温度范围很宽,不易分解(分解温度约为 $300^\circ\text{C}$ ),其加工温度为 $180\sim 220^\circ\text{C}$ 较好;若注射压力大,制品密度则高,收缩率较小.PE流动性中等,保压时间需较长,并保持模温的恒定( $40\sim 70^\circ\text{C}$ ).PE的结晶程度和成型工艺条件有关,它较高的凝固温度模温低,结晶度就低.在结晶过程中,因收缩的各向异性,造成内部应力集中,PE制件易变形和开裂,产品放在 $80^\circ\text{C}$ 热水中水浴,可使内应力得到一定的松弛.成型过程中,料温和模温偏高一些为宜,注射压力在保证制件质量的前提下应尽量偏低,模具的冷却特别要求迅速均匀,产品脱模时较烫.

- **4、PE的加工条件**

|           |             |                            |            |
|-----------|-------------|----------------------------|------------|
| 干燥温度(°C)  | 65~75       | 干燥时间约(hr)                  | 0.5(可不用干燥) |
| 模具温度(°C)  | 40~70       | 残料量(mm)                    | 3~10       |
| 熔胶温度(°C)  | 180~220     | 背压(Mpa)                    | 7~18       |
| 注射压力(Mpa) | 80~130      | 锁模力约(ton/in <sup>2</sup> ) | 2          |
| 注塑速度      | 中等          | 回料转速(rpm)                  | 60~100     |
| 螺杆类别      | 标准螺杆(直通式喷嘴) |                            |            |
| 停机处理      | 关料闸啤清即可     | 碎料翻用(%)                    | 20~40      |

- **5、PE的模具制件**

|          |   |
|----------|---|
| 合适壁厚(mm) | 1.0~2.5                                       |
| 浇口设计     | 大多数水均可采用、可扁侧入水、直接入水、薄膜入水、细水口等,排气一定要足够,亦可用热流道. |
| 收缩率(%)   | 1.5~4.0                                       |

# 聚丙烯 (PP)

- **1、PP的性能:**
- PP为结晶型高聚物,密度仅为 $0.91\text{g/cm}^3$ (比水小),常用塑料中PP最轻.通用塑料中,PP的耐热性最好,其热变形温度为 $80\sim 100^\circ\text{C}$ ,能在沸水中煮.PP具有良好的耐应力开裂性能,有很高的弯曲疲劳寿命,俗称“百折胶”.
- PP的综合性能优于PE料,PP产品质轻、韧性好、耐化学性好.PP的缺点:尺寸精度低、刚性不足、耐候性差,易产生“铜害”,它具有后收缩现象,制品易老化、变脆和变形.
- **2、PP的应用:**
- 各类家庭用品、透明锅盖、化学品输送管道、化学品容器、医疗用品、文具、玩具、抽丝、水杯、周转箱、管材、合页等.

### • 3、PP的工艺特点:

- PP在熔融温度下有较好的流动性,成型性能好,PP在加上有两个特点:
- 其一:PP熔体的粘度随剪切速率的提高而明显的下降(受温度影响较小);
- 其二:分子取向程度高而呈现较大的收缩率.
- PP的加工温度在200~250℃左右较好,它有良好的热稳定性(分解温度为310℃),但高温下(280~300℃),长时间停留在炮筒中会有降解的可能.因为PP的粘度随着剪切速率的提高有明显的降低,所以提高注射压力和注射速度会提高其流动性;若要改善收缩变形和凹陷,模温宜控制在35~65℃范围内,PP的结晶温度为120~125℃.PP熔体能穿越很窄的模具缝隙而出现披锋.PP在熔化过程中,要吸收大量的熔解热(比热较大),产品出模后比较烫.PP料加工时不需干燥,PP的收缩率和结晶度比PE低.

- **4、PP的加工条件:**

|           |             |                            |       |
|-----------|-------------|----------------------------|-------|
| 干燥温度(°C)  | 65~75       | 干燥时间约(hr)                  | 0.5~1 |
| 模具温度(°C)  | 35~65       | 残料量(mm)                    | 3~10  |
| 熔胶温度(°C)  | 200~250     | 背压(MPa)                    | 9~17  |
| 注射压力(MPa) | 80~130      | 锁模力约(ton/in <sup>2</sup> ) | 2     |
| 注塑速度      | 中等          | 回料转速(rpm)                  | 60~90 |
| 螺杆类别      | 标准螺杆(直通式喷嘴) |                            |       |
| 停机处理      | 关料闸啤清即可     | 碎料翻用(%)                    | 15~30 |

- **5、PP的模具制作:**

|          |  |
|----------|--|
| 合适壁厚(mm) | 1.5~2.5  |
| 浇口设计     | 大多数入水均可采用,可扁侧入水、直接入水、扇形入水、潜水、薄膜入水、细水口等,亦可用热流道. |
| 收缩率(%)   | 1.2~2.5%,加入30%玻纤可改善至0.7%左右.                    |

# 聚酰胺 (PA)

- **1、PA的性能:**

- PA也是结晶型塑料,俗称尼龙,密度为 $1.13\text{g/cm}^3$ 左右,品种很多,应用于注塑加工的常有尼龙6、尼龙1010、尼龙610等.尼龙具有机械强度高、韧性好、耐疲劳、表面光滑、有自润滑性,摩擦系数小、耐磨、耐热( $100^\circ\text{C}$ 内可长期使用)、耐腐蚀、制件重量轻、易染色、易成型等优点.PA的缺点是:极易吸水、注塑条件要求苛刻,尺寸稳定性较差;因其比热大,产品脱模时很烫.PA66是PA系列中机械强度最高、应用最广的品种,因其结晶度高,故其刚性、耐热性都较高.

- **2、PA的应用:**

- 高温电气插座零件、电气零件、齿轮、轴承、滚子、弹簧支架、滑轮、螺栓、叶轮、风扇叶片、螺旋桨、高压封口垫片、阀座、输油管、储油容器、绳索、扎带、传动皮带、砂轮粘合剂、电池箱、绝缘电气零件、线芯、抽丝等.

### • 3、PA的工艺特点:

- 因PA极易吸湿,加工前一定要进行干燥(最好使用真空抽湿干燥器),含水量应控制在0.25%以下,原料干燥得越好,制品表面光泽性就越高,否则比较粗糙;但是干燥不宜太充分,含水分要保证在0.15%左右.PA不会随受热温度的升高而逐渐软化,熔点很明显,温度一旦达到熔点就出现流动(与PS、PE、PP等料不同);尼龙料的流变特性是其粘度对剪切速率不敏感.
- PA的粘度远比其它热塑性塑料低,且其熔化温度范围较窄(仅5℃左右).PA流动性,容易充模成型,也易走披锋.喷嘴易出现“流涎”现象,最好用弹弓针阀式喷嘴,否则抽胶量需大一点.PA熔点高,凝固点也高,熔料在模具内随时会因温度降低到熔点以下而凝固,妨碍充模成型的完成,易出现堵嘴或堵浇口现象.所以,必须采用高速注射(薄壁或长流程制件尤其这样),保压时间要短,尼龙模具要有充分的排气措施.
- PA熔融状态时热稳定性较差,易降解;料筒温度不宜超过300℃,熔料在料筒内加热时间不宜超过30分钟.PA对模温要求很高,可利用模温的高低来控制其结晶性,以获得所需的性能.PA注塑时模温在50~90℃之间较好,PA<sub>6</sub>加工温度在230~250℃为宜,PA<sub>66</sub>加工温度为260~290℃;PA制品有时需要进行“调湿处理”,以提高其韧性及尺寸稳定性.

- **4、PA66的加工条件:**

|  |                     |                            |       |
|--|---------------------|----------------------------|-------|
| 干燥温度(°C)                                   | 80~90               | 干燥时间约(hr)                  | 2~3   |
| 模具温度(°C)                                   | 50~90               | 残料量(mm)                    | 3~8   |
| 熔胶温度(°C)                                   | 260~290             | 背压(Mpa)                    | 2~6   |
| 注射压力(Mpa)                                  | 90~140              | 锁模力约(ton/in <sup>2</sup> ) | 4~8   |
| 注塑速度                                       | 高速尤其是薄壁             | 回料转速(rpm)                  | 70~90 |
| 螺杆类别                                       | 标准螺杆(忌用抽湿螺杆),针阀型喷嘴. |                            |       |
| 停机处理                                       | 关料闸啤清即可             | 碎料翻用(%)                    | 5~15  |
| 备注:对于因含湿量大而分解的尼龙水口料,其性能不能再还原,即使重新干燥亦难再次使用. |                     |                            |       |

- **5、PA的模具制作**

|          |  |
|----------|--|
| 合适壁厚(mm) | 2~3.5  |
| 浇口设计     | 小型制品可用潜水浇口或点式浇口,较大型制品则最好使用大浇口但流道长度应越短越好,可用热流道. |
| 收缩率(%)   | 0.8~2.0(但需留意成型后吸湿的尺寸变化)                        |
| 吸水率(%)   | 100%相对湿饱和时,它能吸收达8%或更多水份                        |



# 聚 甲 醛 ( P O M )

- **1、POM的性能:**

- POM是结晶型塑料,密度为 $1.42\text{g/cm}^3$ ,它的刚性很好,俗称“赛钢”.它具有耐疲劳、耐蠕变、耐磨、耐热、耐冲击等优良的性能,且摩擦系数小,自润滑性好.POM不易吸湿,吸水率为 $0.22\sim 0.25\%$ ,在潮湿的环境中尺寸稳定性好,其收缩率为 $2.1\%$ (较大),注塑时尺寸较难控制,热变形温度为 $172^\circ\text{C}$ ,聚甲醛有均聚甲醛两种,共性能不同(均聚甲醛耐温性好一点).

- **2、POM的应用:**

- 可代替大部分有色金属、汽车、机床、仪表内件、轴承、紧固件、齿轮、弹簧片、管道、运输带配件、电水煲、泵壳、沥水器、水龙头等.

- **3、POM的工艺特点:**

- POM加工前可不用干燥,最好在加工过程中进行预热( $80^\circ\text{C}$ 左右),对产品尺寸的稳定性有好处.POM的加工温度很窄( $195\sim 215^\circ\text{C}$ ),在炮筒内停留时间稍长或温度超过 $220^\circ\text{C}$ 时就会分解,产生刺激性强的甲醛气体.POM料注塑时保压压力要较大(与注射压力相近),以减少压力降.螺杆转速不能过高,残量要少;POM产品收缩率较大,易产生缩水或变形.POM比热大,模温高( $80\sim 100^\circ\text{C}$ ),产品脱模时很烫,需防止烫伤手指.POM宜在“中压、中速、低料温、较高模温”的条件下成型加工,精密制品成型时需用模温机控制模温.

- **4、POM的加工条件:**

|           |               |                            |       |
|-----------|---------------|----------------------------|-------|
| 干燥温度(°C)  | 可不用干燥         | 若受潮则100°C以下干燥2小时           |       |
| 模具温度(°C)  | 40~90         | 残料量(mm)                    | 2~6   |
| 熔胶温度(°C)  | 195~215       | 背压(Mpa)                    | 5~10  |
| 注射压力(Mpa) | 80~140        | 锁模力约(ton/in <sup>2</sup> ) | 2~4   |
| 注 塑 速 度   | 中等速度          | 回料转速(rpm)                  | 50~70 |
| 螺杆类别      | 标准螺杆(直通式喷嘴)   |                            |       |
| 停机处理      | 需用PP/PE/PS料清洗 | 碎料翻用(%)                    | 10~25 |

- **5、POM的模具制作:**

|           |  |
|-----------|--|
| 合适壁厚(mm)  | 2~3.5  |
| 浇 口 设 计   | 大部分浇口设计均可以,如属小型零件则大多数采用针点浇口或潜水浇口.            |
| 收 缩 率 (%) | 2.0~2.5%之间,48小时内会出现后收缩约0.1%,高模温,长注塑时间可使收缩减小. |

# 聚碳酸酯 (PC)

- **1、PC的性能:**

- PC为无定型塑料,俗称防弹胶,密度为 $1.2\text{g/cm}^3$ ,透明性好.它具有优良的“韧而刚”的综合性能,机械强度高、韧性好、耐冲击强度极高、耐热耐候性好、尺寸精度和稳定性高、易着色、吸水率低.PC热变形温度为 $135\sim 143^\circ\text{C}$ ,可长期在 $120\sim 130^\circ\text{C}$ 的工作温度下使用.PC的缺点是:耐化学腐蚀性差、耐疲劳强度低、熔融粘度大、流动性差、对水份极敏感,易产生内应力开裂现象.

- **2、PC的应用:**

- 高温电气制品、风筒壳、火牛壳、电工用具、电机壳、工具箱、奶瓶、冷饮机壳、照相机零件、安全帽、齿轮、食品盘子、医疗器材、导管、发夹、吹风筒、理发用品、鞋跟、纤维增强后可作结构更强的工程零件、CD碟.

- **3、PC的工艺特点:**

- PC料对温度很敏感,其熔融粘度随温度的提高而明显降低,流动加快.对压力不敏感,要想提高其流动性,采取升温的办法较快.PC料加工前要充分干燥( $120^\circ\text{C}$ 左右),水分应控制在 $0.02\%$ 以内.PC料宜采用“高料温、高模温和高压中速”的条件成型,模温控制在 $80\sim 110^\circ\text{C}$ 左右较好,成型温度在 $280\sim 320^\circ\text{C}$ 为宜.PC产品表面易出现气花,水口位易产生气纹,内部残留应力较大,易开裂,因此PC料的加工要求较高.PC收缩率较低( $0.6\%$ 左右),尺寸变化小;PC料啤出的制品可使用“退火”的方法来消除其内应力。

• **4、PC的加工条件:**

|           |                    |                            |       |
|-----------|--------------------|----------------------------|-------|
| 干燥温度(°C)  | 90~100             | 干燥时间约(hr)                  | 2小时以上 |
| 模具温度(°C)  | 80~110             | 残料量(mm)                    | 2~8   |
| 熔胶温度(°C)  | 280~320            | 背压(Mpa)                    | 6~15  |
| 注射压力(Mpa) | 130~180            | 锁模力约(ton/in <sup>2</sup> ) | 4~6   |
| 注 塑 速 度   | 中速或高速              | 回料转速(rpm)                  | 60~80 |
| 螺 杆 类 别   | 标准、细型(忌用抽湿螺杆及弹弓射咀) |                            |       |
| 停 机 处 理   | 用HDPE清洗            | 碎料翻用(%)                    | 10~25 |

• **5、PC的模具制作:**

|                            |   |
|----------------------------|---|
| 合适壁厚(mm)                   | 2~3.5                                       |
| 浇 口 设 计                    | 小型制品可用针形浇口,较大型制品则最好使用大浇口,但流道长度应越短越好,直径越大越好. |
| 收 缩 率 (%)                  | 0.5~0.7%(纵向横向收缩非常接近)                        |
| 备 注: 不适用于除湿(排气)式注塑料管的机型和长咀 |   |

# 聚氯乙烯 (PVC)

- **1、PVC的性能:**
- PVC是无定型塑料,密度为 $1.38\sim 1.41\text{g/cm}^3$ 比如水重,热稳定性很差,易热分解.PVC难闻燃烧(阻燃性好),耐化学腐蚀性较好,电绝缘性好,粘度高,流动性差.PVC种类很多,分为软质半硬质及硬质PVC,收缩率大( $1.5\sim 2.3\%$ ),PVC产品表面光泽性差,其性能(强度、韧性、透明性、流动性等)随种类不同而不同,甚至差异很大(美国最近研究出一种透明硬质PVC可与PC媲美).
- **2、软PVC的应用:**
- 薄膜和人造革、电线电缆的绝缘层、建材、凉鞋、台布、玩具、水管、地板、家庭用品、文具、包装用品、运动器材等.
- **3、软PVC的工艺特点:**
- PVC在 $150\sim 170^\circ\text{C}$ 下则呈熔融状态, $190$ 以上就会分解.软PVC加工温度范围窄( $160\sim 185^\circ\text{C}$ ),加工较困难,工艺要求苛刻,加工时一般情况下可不用干燥(若需干燥,在 $60\sim 70^\circ\text{C}$ 下进行).模温较低( $30\sim 50^\circ\text{C}$ ),PVC加工时易产生气纹、黑纹等,一定要严格控制好加工温度,螺杆转速应低些,残量要少,背压不能过高,模具排气要好.PVC料在高温炮筒中停留时间不能超过 $15$ 分钟,软PVC宜用大水口进胶,采用“中压、慢速、低温”的条件来成型加工较好.软PVC产品易粘前模,开模速度(第一段)不宜过快,在流道冷料穴处应做成扣位式,以拉出水口;啤PVC料停机时需及时用PS水口料(或PE料)清洗泡筒,防止PVC分解产生 $\text{HCl}$ 气体,腐蚀螺杆、炮筒内壁.

- **4、PVC的加工条件:**

|            |                       |                             |       |
|------------|-----------------------|-----------------------------|-------|
| 干燥温度 (°C)  | 不用干燥,若潮湿时,需在70以下干燥1小时 |                             |       |
| 模具温度 (°C)  | 30~50                 | 残料量(mm)                     | 2~6   |
| 熔胶温度 (°C)  | 160~185               | 背压(Mpa)                     | 4~8   |
| 注射压力 (Mpa) | 70~110                | 锁模力约 (ton/in <sup>2</sup> ) | 2     |
| 注 塑 速 度    | 慢速或中速                 | 回料转速 (rpm)                  | 50~80 |
| 螺 杆 类 别    | 标准螺杆(直通式喷嘴)           |                             |       |
| 停 机 处 理    | 有HDPE/PS清洗            | 碎料翻用 (%)                    | 15~25 |

- **5、PVC的模具制作:**

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 合适壁厚(mm)  | 2~3.5   |            |
| 浇 口 设 计   | 大多数入水口均可采用,因塑料粘度颇高,流道及浇口均需用比正常略加大20%左右,切忌使用热流道系统,排气一定要充分. |            |
| 收 缩 率 (%) | 硬质:1~1.5  | 软质:1.5~2.3 |

# 聚苯醚 ( P P O )

- **1、PPO的性能:**

- PPO(MPRLY)是一种综合性能极佳的无定性工程塑料,密度为 $1.06\text{g/cm}^3$ ,硬而韧,其硬度比PA、POM、PC高,机械强度高、刚性好、耐热性好、耐化学性好、热变形性好(热变形温度为 $126^{\circ}\text{C}$ ,可在沸水中煮)、尺寸稳定性高(缩水率为 $0.7\%$ ),吸水率低(小于 $0.15\%$ ).缺点是对紫外线不稳定,颜色会变深.

- **2、PPO的应用:**

- 高频电子零件、绝缘零件、线圈芯、医疗用具、高温食具、食具消毒器、滤水器材、齿轮、泵页轮、化工用管道、塑料螺丝钉、复印机壳及零件、打印机、传真机、计算机内部配件等.

- **3、PPO的工艺特点:**

- PPO的熔体粘度高、流动性差、加工条件高.加工前,需在 $110^{\circ}\text{C}$ 的温度下干燥 $1\sim 2$ 小时,成型温度为 $260\sim 310^{\circ}\text{C}$ ,模温控制在 $80\sim 110^{\circ}\text{C}$ 为宜,需在“高温、高压、高速”的条件下成型加工.此料注塑生产过程中水口前方易产生喷射流纹(蛇纹),水口流道以较大为佳;PPO长其在加工温度下有“交联”倾向.



- **4、PPO的加工条件:**

|            |              |                             |       |
|------------|--------------|-----------------------------|-------|
| 干燥温度 (°C)  | 100~120      | 干燥时间约(hr)                   | 1~2   |
| 模具温度 (°C)  | 800~110      | 残料量 (mm)                    | 4~8   |
| 熔胶温度 (°C)  | 260~310      | 背 压(Mpa)                    | 3~15  |
| 注射压力 (Mpa) | 100~140      | 锁模力约 (ton/in <sup>2</sup> ) | 2~3   |
| 注 塑 速 度    | 高 速          | 回料转速 (rpm)                  | 70~90 |
| 螺 杆 类 别    | 标准螺杆 (直通式喷嘴) |                             |       |
| 停 机 处 理    | 关料闸啤清即可      | 碎料翻用 (%)                    | 20~30 |

- **5、PPO的模具制作:**

|           |  |
|-----------|--|
| 合适壁厚(mm)  | 2~3.5  |
| 浇 口 设 计   | 容易产生喷射流纹,大形塑件最好选用薄膜形或扇形浇口,细小塑件可用针点形或潜水浇口,流道则以较大为佳. |
| 收 缩 率 (%) | 0.5~0.8%   |



# 聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT)

## • 1、PBT的性能:

- PBT是一种性能优良的结晶性工程塑料,刚性和硬度高,热稳定性好.密度为 $1.30\sim 1.38\text{g/cm}^3$ ,结晶熔点为 $220\sim 267^\circ\text{C}$ ;它具有优良的抗冲击性能,因摩擦系数低而耐磨性极优,尺寸稳定性好,吸湿性较小,耐化学腐蚀性好(除浓硝酸外);易水解,制品不宜在水中使用,成型收缩率为 $1.7\sim 2.2\%$ (较大),制品经 $120^\circ\text{C}$ 退火后可提高其抗冲击强度 $10\sim 15\%$ .

## • 2、PBT的应用:

- 用在要求润滑性及耐腐蚀的一些部件中,如齿轮、轴承、医药用品、工具箱和搅拌棒、打球用防护面罩、页轮、螺旋桨、滑片、泵壳等.

## • 3、PBT的工艺特点:

- PBT注塑之前一定要在 $110\sim 120^\circ\text{C}$ 的温度下干燥3小时左右,成型加工温度为 $250\sim 270^\circ\text{C}$ ,模温控制在 $50\sim 75^\circ\text{C}$ 为宜.因该料从熔融状态一经冷却,则会立即凝固结晶,故其冷却时间较短;若喷嘴温度控制不当(偏低),流道(水口)易冷却固化,会出现堵嘴现象.若料筒温度超过 $275^\circ\text{C}$ 或熔料在料筒中停留时间超过30分钟,易引起材料分解变脆.PBT注塑时需用较大水口进胶,不宜使用热流道系统,模具排气要良好,宜用“高速、中压、中温”的条件成型加工,防火料或加玻纤的PBT水口料不宜再回收利用,停机时需用PE或PP料及时清洗料管,以免碳化.

- **4、PBT的加工条件:**

|                             |             |                            |       |
|-----------------------------|-------------|----------------------------|-------|
| 干燥温度 (°C)                   | 110~120     | 干燥时间约(hr)                  | 2~3   |
| 模具温度 (°C)                   | 50~75       | 残料量(mm)                    | 2~6   |
| 熔胶温度 (°C)                   | 250~270     | 背压(Mpa)                    | 5~10  |
| 注射压力 (Mpa)                  | 100~140     | 锁模力约(ton/in <sup>2</sup> ) | 3~4   |
| 注 塑 速 度                     | 高 速         | 回料转速(rpm)                  | 70~90 |
| 螺 杆 类 别                     | 标准螺杆(直通式喷嘴) |                            |       |
| 停 机 处 理                     | 关料闸啤清即可     | 碎料翻用(%)                    | 15~25 |
| 备注: 防火PBT需要用PE料过泡,水口料不宜回收利用 |             |                            |       |

- **5、PBT的模具的制作:**

|           |  |
|-----------|--|
| 合适壁厚(mm)  | 1.5~4 (排气要充分)                                      |
| 浇 口 设 计   | 不宜用热流道系统;大部分浇口均宜,因为需高速注塑,浇口通常要较大,针点形潜水浇口的直径应为1.5mm |
| 收 缩 率 (%) | 1.7~2.3%,成型后48小时内仍有少许收缩(0.05%)                     |

# 乙酸丁酸纤维素( C A B )

- 1、CAB的性能:
- CAB是一种无定型纤维素类塑料,密度为 $1.15\sim 1.22\text{g/cm}^3$ ,因其组成不同,有透明、半透明、不透明三种状态.它是纤维素塑料中韧性最好的品种之一,能耐高动态疲劳,透气性好,透水率高,耐光性、耐候性及耐化学性特佳,成型收缩率为 $0.3\sim 0.8\%$ ,尺寸稳定性好.
- 2、CAB的应用:
- 眼镜架、闪光灯、安全镜、医药用具及盘子、工具柄、小型电气绝缘零件.
- 3、CAB的工艺特点:
- CAB的熔点为 $140^{\circ}\text{C}$ ,成型加工温度在 $180\sim 230^{\circ}\text{C}$ 为宜,加工前一定要在 $80^{\circ}\text{C}$ 的温度下干燥2小时左右,模具温度应控制在 $40\sim 70^{\circ}\text{C}$ 之间.宜用“中压、中速、中温”的条件成型加工,可适用于大多数类型的水口进浇,热稳性较好,停机时无需用其它料清洗炮筒.

• **4、CAB的加工条件:**

|           |                      |                            |        |
|-----------|----------------------|----------------------------|--------|
| 干燥温度(°C)  | 70~85                | 干燥时间约(hr)                  | 2~3    |
| 模具温度(°C)  | 4070°C 薄壁制品需要提高到80以上 |                            |        |
| 熔胶温度(°C)  | 180~230              | 背压(Mpa)                    | 5~10   |
| 注射压力(Mpa) | 70~110               | 锁模力约(ton/in <sup>2</sup> ) | 2~3    |
| 注塑速度      | 中等                   | 回料转速                       | 80~100 |
| 螺杆类别      | 标准螺杆(直通式喷嘴)          |                            |        |
| 停机处理      | 关料闸啤清即可              | 碎料翻用(%)                    | 10~20  |

• **5、CAB的模具制作:**

|          |   |
|----------|---|
| 合适壁厚(mm) | 1.5~4                                     |
| 浇口设计     | 大多数入水口都可采用,如:扁侧入水、直接入水、扇形入水、潜水、薄膜入水、细水口等. |
| 收缩率(%)   | 0.3~0.8%                                  |

# 塑料的简易鉴别方法

- 塑料的种类繁多,注塑件常用的塑料主要有:PE、PP、PS、AS(SAN)、BS、ABS、POM、PA、PC、PVC、ABS或AS+玻纤增强料等.
- 塑料分子的结构、成分很复杂,特别是共聚、共混物及改性材料和含有各种添加剂(如:填料、稳定剂、增塑剂、阻燃剂、混合材料等)的塑料常常不能用简单的方法鉴别出来,需借助化学试验、测试仪器(光谱仪)等手段才能鉴别出其组成成份.
- 不同类型的塑料要知道其类别,实验室通常是通过一些精密的分析检测仪器来鉴别,如红外线光度计、色谱仪、色质仪、核磁共振仪等.由于这些检测仪器价格非常昂贵,一般的塑件生产厂家未必有条件购置.但实用(经验性)的塑料鉴别方法也有很多,其中有两种是最常用的:《比重量度鉴别方法》和《燃烧特性鉴别方法》.
- 在没有测试仪器分析化验室的情况下,可以通过密度大小、燃烧现象及外观颜色、制品性能的不同来加以区分;塑料着色以后,很难用肉眼直接看出是何种塑料,要用“看、听、闻、压、摔、咬”的方法来综合鉴别.现将各种常用塑料的特性、制品性能、鉴别方法等简单地介绍一下,供大家鉴别塑料材料时参考.

- **1、聚丙烯(PP) 俗称百折胶**
- PP是最轻的一种塑料,密度为 $0.9\sim 0.91\text{g/cm}^3$ ,比水轻,在水中能浮于水面.PP料粒呈乳白色、半透明、蜡状物,燃烧时速度慢,火焰上端呈黄色,中间带蓝,有燃滴滴落现象,熄灭火焰后,有一股石蜡气味.PP制品质轻且硬,耐热、耐腐蚀、耐疲劳性优良,韧性好(能经受上万次弯曲、折迭),PP制品易老化.
- 备注:PP与PE(聚乙烯)特性相似,但PE密度为 $0.91\sim 0.95\text{g/cm}^3$ ,密度比PP稍大,硬度比PP稍低,鉴定PP时应与PE要仔细地加以区分开来.
- **2、苯乙烯(PS) 俗称硬胶**
- 纯PS是一种硬而脆的无色透明塑料,密度为 $1.05\text{g/cm}^3$ ,接近水的比重.PS燃烧速度慢,火焰黄亮、闪光、冒黑烟,熄灭后有一股特殊的煤气味;PS制品硬度高,脆性大,易划伤和产生内应力开裂现象,用手能折断(脆性破坏);PS制品表面光泽性良好,耐冲击强度低.
- **3、丙烯腈-苯乙烯共聚物(AS或ASN) 俗称透明大力胶**
- SAN(AS)是PS改性后的一种微蓝色透明粒料,密度为 $1.08\text{g/cm}^3$ ,比水略重.SAN慢速燃烧、火焰闪光、黄亮、冒黑烟,熄灭时有一股似PS刺激性的气味(腥味),SAN制品韧性增大,比PS制品的脆性有所改善.

- **4、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS树脂) 俗称超不碎胶**
- ABS是一种通用的工程塑料,料粒呈牙黄色(象牙白),为不透明塑料,密度为 $1.06\text{g/cm}^3$ ,比水略重.ABS能慢速燃烧、火焰黄亮、闪光、冒黑烟,熄灭后,有一股似PS刺激性腥味.阻燃ABS很难燃烧,离火后自熄现象.ABS玻璃纤维料粒粗糙,呈浅灰色,光泽性较差.ABS制品具有“韧、硬、刚”的综合性能,强度高、刚性好,硬度、耐冲击性、制品表面光泽性好.
- **5、聚甲醛(POM) 俗称赛钢**
- POM是一种白色不透明粒料,密度很大,一般为 $1.42\text{g/cm}^3$ ,比水重.
- 燃烧时火焰呈蓝色,几乎无色(不冒烟),熄灭后有一股强烈地、刺激性甲醛气味(易流眼泪).POM制品硬度高,刚性好,耐磨、强度高;制品表面光泽性好,手模时有一种油腻感,POM是一种刚性很高的工程塑料,与金属性能相似.
- **6、聚碳酸酯(PC) 俗称防弹胶**
- PC是一种综合性能优良的工程塑料,纯PC密度为 $1.20\text{g/cm}^3$ ,比水重.PC料粒呈微黄、透明状.PC燃烧时,火焰明亮,冒大量黑烟、起泡、炭化,离火后有自熄现象,有一股略刺激性的酚(香)味.PC制品耐冲击强度高、耐温性好( $120^\circ\text{C}$ )、韧性好,且有较高的硬度、刚性.PC制品常发生内应力开裂现象.



- **7、聚酰胺(PA) 俗称尼龙**
- PA品种繁多,常见有PA6、PA66、PA1010等.纯PA密度在1.051.15g/cm<sup>3</sup>之间,PA是一种浅黄色、半透明的料粒,外观比较粗糙(不光滑).PA燃烧时火焰上黄下蓝,噼啪起滴成纤,离火后能自熄(不冒黑烟),有一股燃烧角质(指甲、头发)的气味.
- **8、聚氯乙烯(PVC)**
- PVC是一种热稳定性较差的塑料,种类较多,分为软质、半硬质、硬质PVC三种.PVC大多为白色粉末料或片料、粒料等.纯PVC为无色透明料粒,密度为1.251.45g/cm<sup>3</sup>,比水重.燃烧慢,火焰上黄、下绿、冒黑烟,离火后能自熄,有一股刺激性(HCL ↑)焦糊气味. {检查塑料中是否含有氯元素,常用铜丝在生灯(酒精灯)上加热至无色红热状态,再取少量待测塑料,置于铜丝上加热,火焰呈现蓝绿色(CuCL<sub>2</sub>),则认为塑料中含有氯} .PVC制品强度刚性均较低.



## • 9、有机玻璃(PMMA)

- 有机玻璃又称亚加力,其料粒大多为无色透明(有的为微蓝色),密度为 $1.20\text{g}/\text{cm}^3$ 左右.制品透明性最好,与PS相比韧而不易脆裂;但与PC相比其韧性/强度都较低,表面硬度低、易被硬物划伤.
- PMMA较易燃烧,火焰呈蓝色(黄顶),不冒烟,燃烧易出现起滴起泡现象;离火后仍能继续燃烧,并发出强烈的花果臭味(类似于榴莲气味)或腐烂的蔬菜臭味.

### 比重鉴别方法

| 测试用液体名称    | 比重   | 测试比重用具                           |
|------------|------|----------------------------------|
| 工业用酒精      | 0.8  | 容量瓶<br>试管架<br>试管<br>镊子<br>试管用搅拌棒 |
| 水          | 1    |                                  |
| 氯化钠 (饱和盐水) | 1.22 |                                  |
| 氯化镁        | 1.33 |                                  |
| 氯化锌        | 1.63 |                                  |

# 热塑性塑料的高性能化

- 为了满足注塑行业不断高涨的市场对塑料的要求,几十年来科学家们一直努力研制出更多的性能优异的新型合成树脂,同时又对现有的树脂必能进行改良,层出不穷地推出高性能化新品种.
- 通过改性,可使合成树脂实现高性能的主要方法有如下几种:
- (1)共聚合 采用两种以上的单体进行聚合的方法.
- (2)合金化 把两种以上的聚合物通过混合/混炼,形成微分散结构的方法.
- (3)复合化 在树脂中添加聚合物以外的物质的方法.
- (4)立体规整化 采用新型的聚合催化剂提高聚合物分子有序性的方法.
- 其中(1)和(4)可以被认为是化学改性的方法,而(2)和(3)是物理改性的方法.使用这些方法不仅可以制造出具有一般性能的材料,而且还可以制造出各种具有高性能的材料.
- 例如,聚苯乙烯作为单一品种的树脂问世以来,通过和丙烯腈(AN)、甲基丙烯酸甲酯(MMA)、丁二烯(BD)等单体的共聚改性,通过和弹性体的合金化或通过和其他物质的复合化改性等方法的不不断改良,现在已发展成为苯乙烯系树脂的一大类树脂,其应用领域也在不断扩大.

# 一、共聚合

- **1、加成共聚的方法**
- 耐冲击性聚丙烯在制造时,首先是在聚丙烯的均聚物形成后,马上进行乙烯和丙烯的共聚合,然后再用机械的方法将它们混合在一起.因此,耐冲击性聚丙烯树脂是由聚丙烯均聚物和乙烯丙烯共聚物组成的混合物体系.在受到冲击时,主要是各个分散在均聚物体系的乙烯丙烯共聚物部分能吸收和消耗冲击能,使体系的耐冲击性得以提高的,耐冲击聚丙烯树脂具有较均衡的物性,且刚度、耐热性、耐冲击性均较好,具有广泛的用途.如果我们从固体的结构角度看,这种共聚合可以被认为是专门为了实现合金化的共聚合方法.
- 图1-1显示的照片为耐冲击聚丙烯中乙烯、丙烯嵌段共聚物的形态.

- **2、缩聚物中替换某种单体的方法**

- 人们可以利用在缩聚物中替换某种单体的方法来实现聚合物的高性能化.
- 如以尼龙、尼龙**66**为代表的聚酰胺树脂,为了使其获得更好的刚性和抑制进行缩聚,制成含苯环的聚酰胺.由于其主链上含有苯环,与尼龙**6**或尼龙**66**相比则刚性较高,高温时形状稳定性好,吸水率低等特点.当然,替换其中的二元胺也是可以的,如用邻苯二甲胺替代尼龙**66**中的二元胺而制成的塑料被用于薄壁制品,其用途正在不断扩大.

- **3、其他**

- 如聚碳酸酯作为光学材料使用时,必须减少其双折射率.为此常用聚苯乙烯对其进行改性,但采用一般共混的方法,如下图**(a)**所示聚苯乙烯将少数 $\mu\text{m}$ 单位粒径的粒子分散在聚碳酸酯中,则在化学结构上呈现出不均一性.与之相比,若采用在聚碳酸酯的两末端上结合苯乙烯的方法,其材料就可显示出良好的均一性,如下图**(b)**所示,其共聚物的分子上聚苯乙烯部分都集中在聚碳酸酯的末端.像这样,苯乙烯以业已生成的聚碳酸酯末端为起点,聚合成聚苯乙烯的共聚合方式,一般被称为接枝共聚.

## 二、合金化

- 把两种以上的聚合物混合在一起各取其所长,互相弥补其所短的方法叫做合金化.为了达到预期的目的,必须使体系像两种以上的金属经熔融混合得到的金属合金那样,具有较稳定的微分散结构.
- 如果两种聚合物具有相容性,则可以达到分子水平的混合,这种混合物在成型中其行为举动相当于一种聚合物,其成型品中各部分的微观结构也是完全均一的.但大多数聚合物之间是不相容的,对不相容的聚合物单纯地用机械的手段将其混合,是不可能使其形成均一分散的结构.为此,常常通过机械手段和化学手段并用的方法,尽可能使其形成较微细的分散(微分散),以提高体系的均一程度实现良好的物性,这就是现在一般所进行的合金化的方法.与之相比,前述共聚合的方法是通过化学手段实现合金化的方法.
- **1、相容性聚合物合金**
- 上个世纪七十年代,人们已经认识到聚苯醚(PPO)和聚苯乙烯(PS)是能达到分子水平相容的,而后美国的CE公司把用PPO/PS混合的各种型号的成型材料推向了市场.
- 丙烯腈和苯乙烯的共聚物(AS)和聚甲基丙烯酸甲酯之间有着较好的相容性,将两者通过熔融混合而成的聚合物合金,商品名叫Stylac,它具有透明性、耐候性兼备的特性.

- **2、非相容性合金**

- 耐冲击性聚丙烯、耐冲击性聚苯乙烯等都属于非相容性合金.在非相容性合金中,大多数都是选择弹性体聚合物以提高其基体聚合物有耐冲击强度的体系.
- 最近问世的**Stylac AT30**,也属于这种合金,**AS**和**PMMA**有较好的相容性,经混合后制成的**AT30**具有较好的表面硬度、透明性和耐冲击性.
- 制作非相容性合金的另一种方法是,在混合时加入第三种聚合物作为相容剂以形成稳定的微分散体系.

- **3、复合化**

- 所谓复合化,就是在聚合物中加入各种填料(填充剂)以实现高性能化的一种方法.在各种聚合物中如聚丙烯、聚酰胺(尼龙)、聚碳酸酯等都是很常用的,而填充剂一般以玻璃纤维、碳纤维等为主流.
- 玻璃纤维具有价格低拉伸强度大的优点,日本常用直径为**13um**的,而欧美常用**10.5um**的玻璃纤维做填充剂使用.碳纤维的强度和玻璃纤维差不多,但其重量轻.一般玻璃纤维和碳纤维的配合量都在数十份左右,在这种情况下能使材料轻量化的面纤维是有利的,此外在要求高强度和高刚性的场合,碳纤维也是有利的.

- 配合**30%~40%**的短玻璃纤维后对各种树脂具有补强效果,凡添加了玻璃纤维的体系,在**100℃**以上的高温条件下,其拉伸强度能达到室温条件的几倍.为了使体系达到更好物性,玻璃纤维和聚合物的界面接着是极为重要的,为此玻璃纤维必须经过预先处理,以期提高其表面硬度、集束性和聚合物的亲合性.
- 最近,有人报告了用粘土作填充剂的方法;在尼龙中仅添加**4%**的粘土,就可以把尼龙在**120℃**下的弹性模量提高三倍以上,而且其热变形温度也得到了大幅度的提高.
- 目前粘土尼龙已经进入实用化,被用于汽车发动机室内部件使用.今后,这种复合化的方法也必将在其他聚合物上得到应用.
- **4、立体规则化**
- 根据分子内定向程度的大小,聚乙烯可被分类为高密度和低密度的两种,目前作为成型材料使用的聚丙烯其分子内都是定向的,非定向的聚丙烯为油状物,不能作为成型材料使用.正是因为聚丙烯分子内的原子团都按一定的方向配置,所以有较高的结晶性,一般把具有这样特性的聚合物称为立体规则性聚合物.
- 生成这种聚丙烯的方法是在**1953**年,由意大利米兰大学的纳塔教授发现的,这种分子内定向的聚丙烯被命名为等规聚丙烯.



- 立体规则性聚合物在聚合时,一般采用和一般的加成聚合有所不同的引发剂(催化剂),而新型催化剂的出现,对聚丙烯树脂的高性能化作出了很大的贡献.特别是最近,因采用高规则性催化剂而合成出来的聚丙烯均具有高结晶性、高刚性和高耐热性.
- 合成立体规则性聚苯乙烯的研究也在进行,有报告指出,立体规则性聚苯乙烯的熔点为**270°C**,具有较高的结晶度;而且其结晶速度较快,人们期待着能用这种材料代替一般的工程塑料使用.



## 163 短信群发平台 国内最具规模的短信群发平台

下载地址: [www.163duanxin.com](http://www.163duanxin.com)

客服 QQ: 123617893

### 163 短信群发平台使用说明

#### 一、术语解释

下行:从短信客户端发送短信到用户手机上

上行:用户手机发短信到客户端上

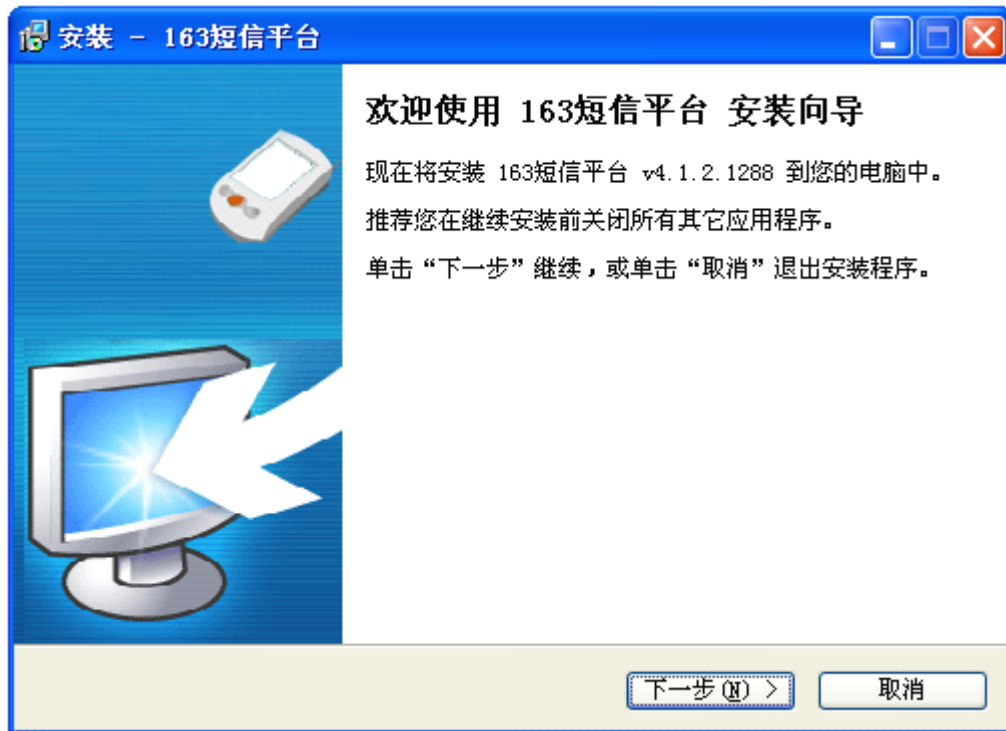
#### 二、程序特点:

- 1、界面简单, 直观
- 2、操作方便
- 3、可自行设置某些操作
- 4、可接收回复短信, 支持多种方式显示
- 5、可将接收到的短信转发到某手机
- 6、对于上行信息可设置自动回复功能
- 7、断点续发功能, 如果上次发送短信没有发完, 出现异常情况, 下次启动后系统会提示你是否续断发送
- 8、号码, 内容记忆功能, 如果你正在编辑号码或内容出现异常情况, 下次启动后会提示你有正在编辑的内容是否继续编辑
- 9、定时发送功能
- 10、名片夹管理功能
- 11、客户信息导入导出功能,
- 12、临时发送号码导入功能
- 13、超长短信自动分割功能
- 14、当天发送内容与上次发送号码记忆功能
- 15、提醒功能, 可对生日, 节日提醒设置提醒功能;
- 16、账户余额自动更新功能
- 17、登陆密码修改功能
- 18、支持代理功能
- 19、数据库备份功能
- 20、压缩数据库加快访问功能
- 21、自动升级功能

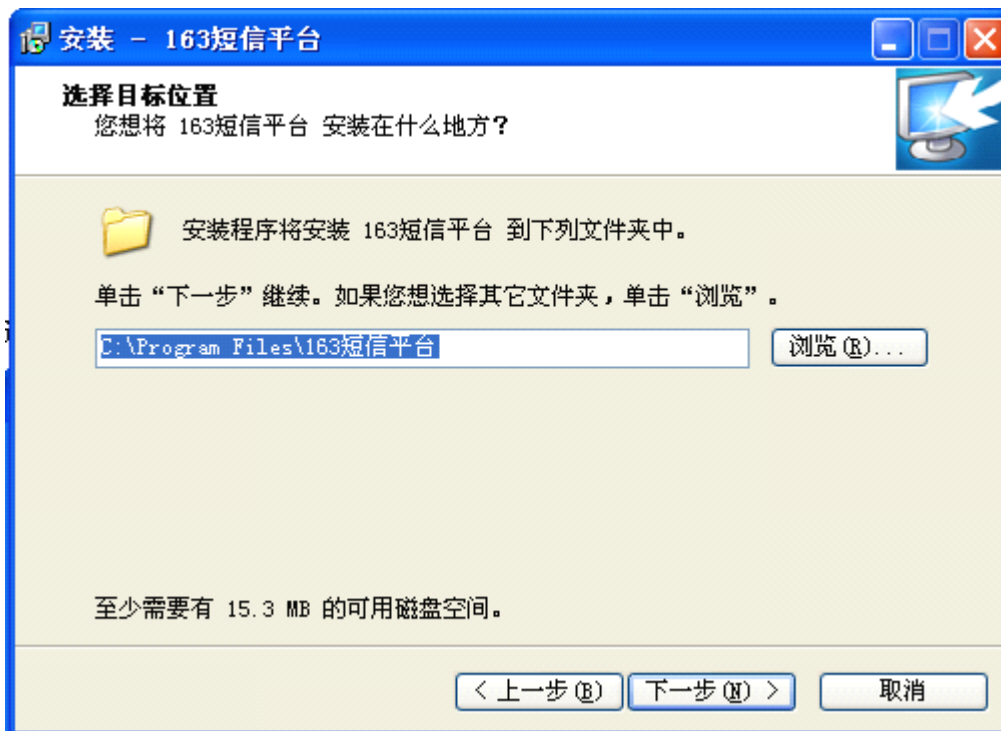
#### 三、操作说明

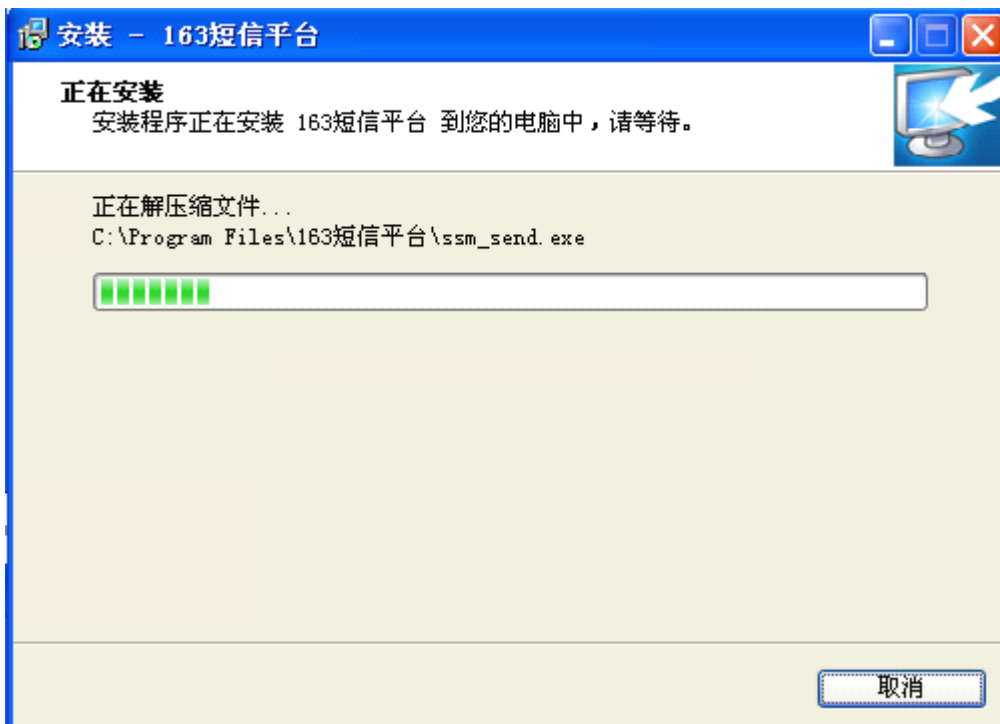
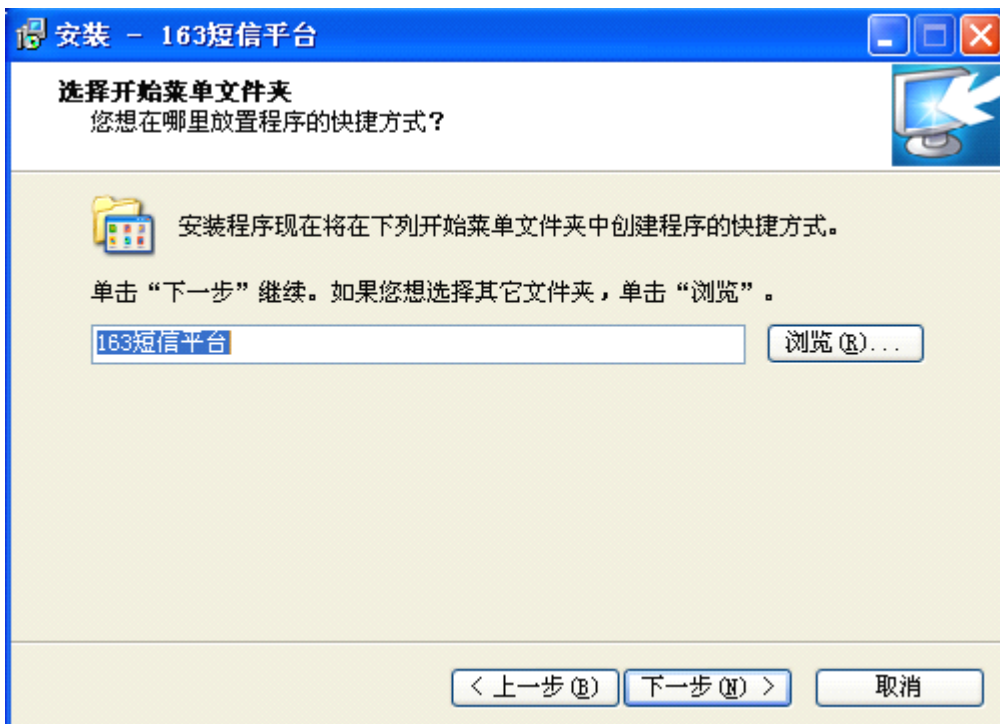
##### 1、安装

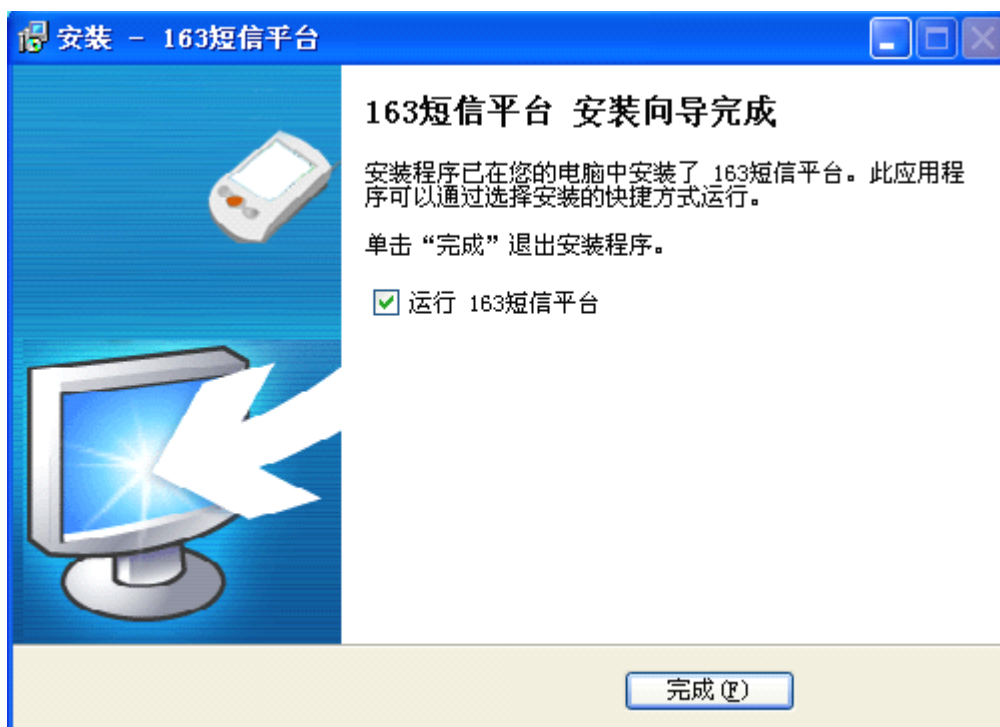
- 1.1 从网站 [www.163duanxin.com](http://www.163duanxin.com) 上免费下载安装程序
- 1.2 运行安装程序



选择“下一步”







如果选择了在“创建桌面快捷方式”则会在桌面上创建 163 短信平台快捷方式



## 2、运行

### 2.1、登陆

程序运行后出现以下界面



选择输入项说明：

【选择网关】：系统已经内置了几个要连接的 163 短信平台服务器网关用来选择；

【我的账号】：您申请使用 163 短信平台时分配给您的用户名或您通过网络注册的用户名与密码；

说明：第一次登陆后系统将记住您的账号，如果用多个账号登陆，只要您登陆过，系统将记录下来；

**【我的密码】:** 在申请账号的同时分给您的默认密码或您自己通过网络注册的密码  
“记住密码”选项用来记录您上次登陆的密码; 您下次登陆时可以直接登陆

按钮说明

**【V】:** 单击扩展选项,设置登陆参数(代理服务器设置)

**【登陆】:** 输入登陆信息或设置完扩展选项后, 用来登陆系统;

**【取消】:** 取消本次操作, 退出程序

**【注册】:** 如果没有用户名则可以通过网络注册;

扩展选项说明:

用途:

如果你是通过代理服务上网的, 例如: 长城宽带等方式上网, 就要设置代理服务器, 才能上网这时就要用扩展选项来实现此功能;

界面如下:

**【类型】:** 选择您的代理服务器类型; 默认“不使用代理”有 SOCKS4、SOCKS5、HTTP 等代理方式

**【地址】:** 代理服务器地址, 填 IP 地址;

**【端口】:** 输入代理服务器的端口号

如果是 SOCKS5 或 HTTP 类型, 如果有用户名与密码限制则在;

**【用户】:** 输入登陆代理服务器的用户名

**【密码】:** 输入登陆代理服务器的密码

上面选项设置完毕后, 点“登陆”进入下一步

2.2、读取客户信息, 进入主界面

界面如下:



界面说明：

整个界面分区几个部分：

【功能操作区】：用来操作系统所有的功能；

【用户信息区】：显示您的用户信息，“用户名称”、“登陆账号”、“客户编号”、“账户余额”等信息；

【客户信息编辑区】：可以增加、删除修改客户信息；

【短信编辑区】：用来编辑您要发送的短信内容；

【状态显示区】：显示现在的状态：与服务器连接状态、短信发送与登陆状态，短信发送进度，日期等信息；

操作介绍：

#### 2.2.1、功能操作区

【上线】：与服务连接，用户只有连接上该项才能进行相应的短信发送等操作；

【下线】：与服务断开连接，断开连接后【上线】功能可用

【导入】：导入客户资料

界面如下图：

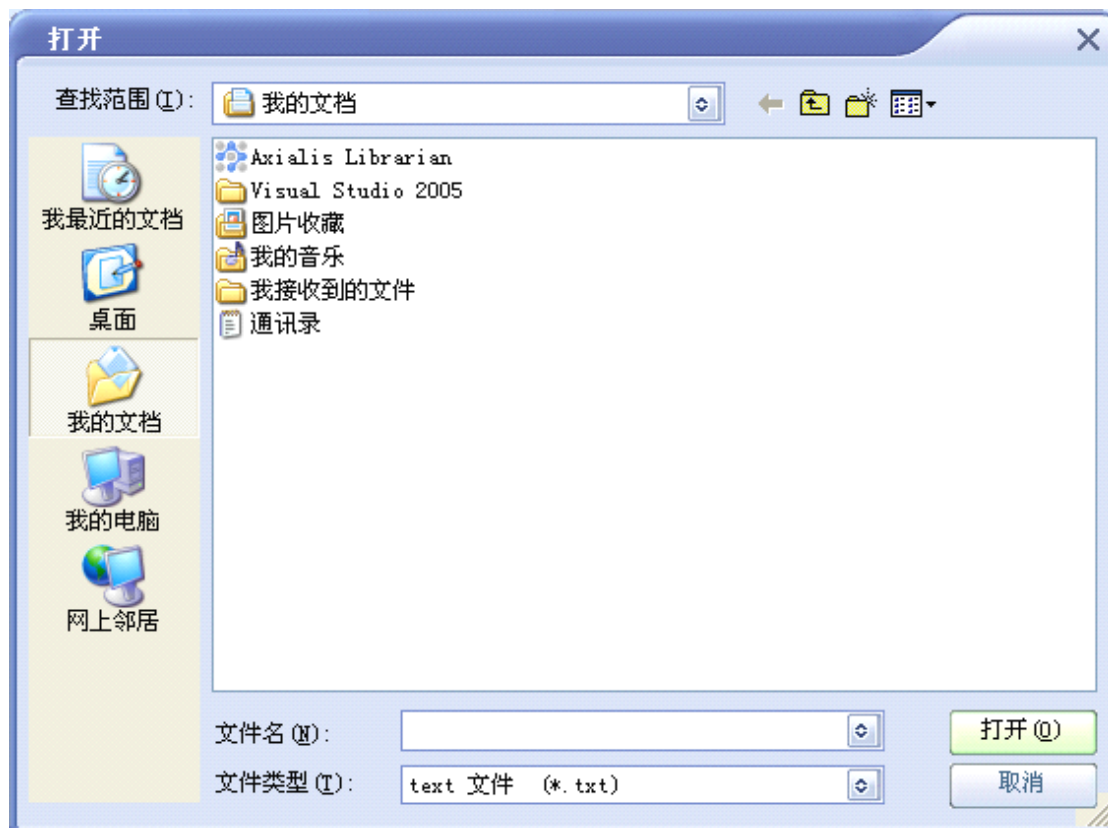


说明:

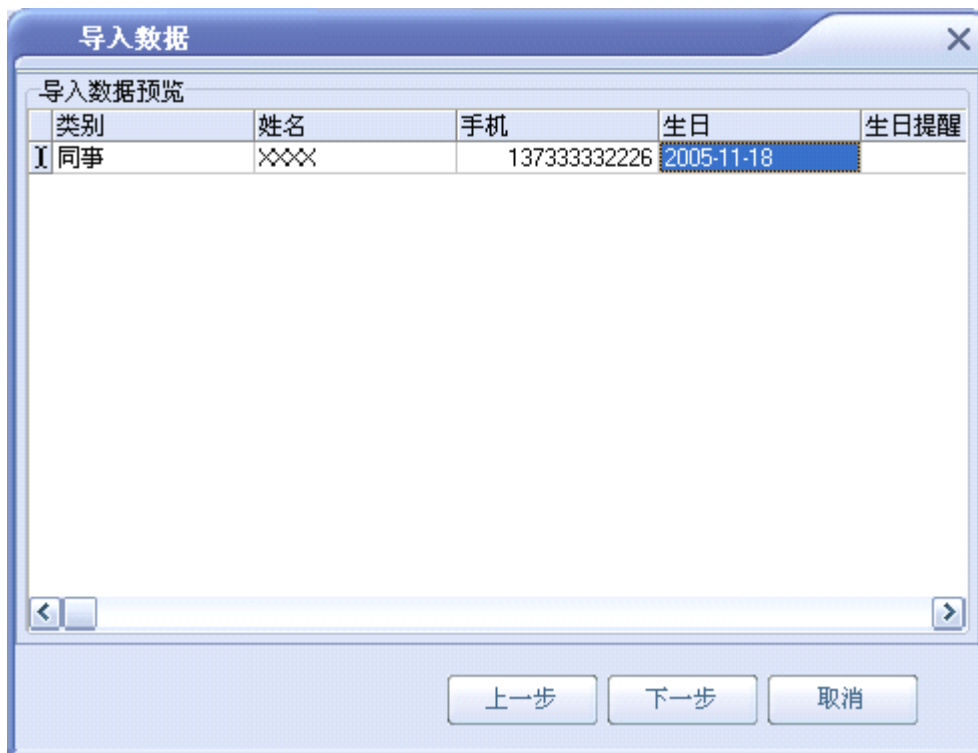
系统可导入两种格式的文件下面有格式说明,必须是图例中的格式,否则系统无法识别(1、EXCEL 2、文本)

以文本为例操作说明:

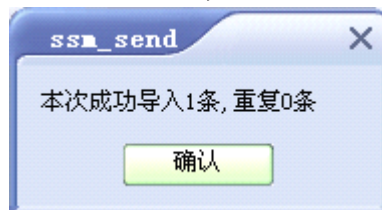
选择文本格式 点击“下一步”,进入选择导入文件界面



选择要导入的文件后出现如下界面



再点击“下一步”，导入工作完成；



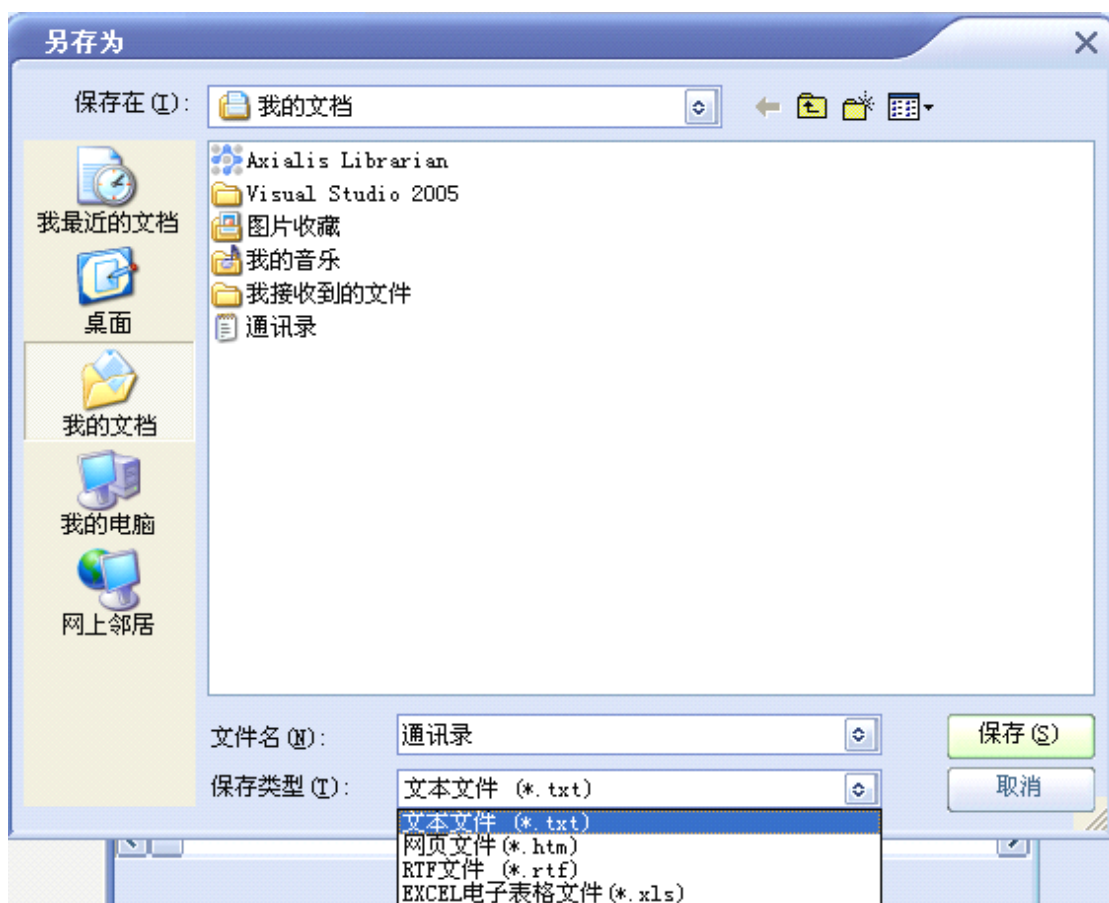
完成后“客户信息编辑区”会显示出你导入的用户信息说明：

导入的内容中，如果“类别”在名片夹中不存在则系统会自动创建

**【导出】：**将名片夹中的所有数据导出到指定的文件中

图例：



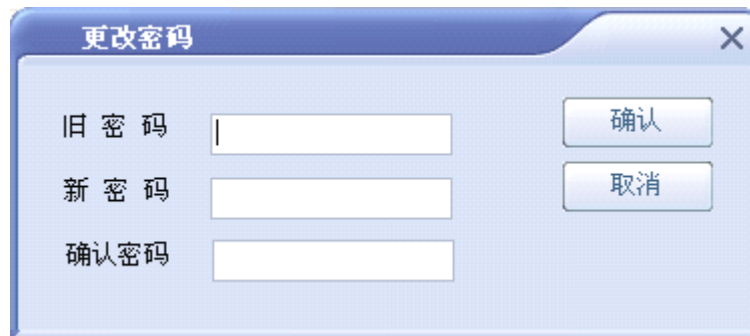


【历史】： 查询发送与接收的历史记录



| 群发编号 | 号码 | 时间 | 组别 | 姓名 | 内容 | 状态 |
|------|----|----|----|----|----|----|
|------|----|----|----|----|----|----|

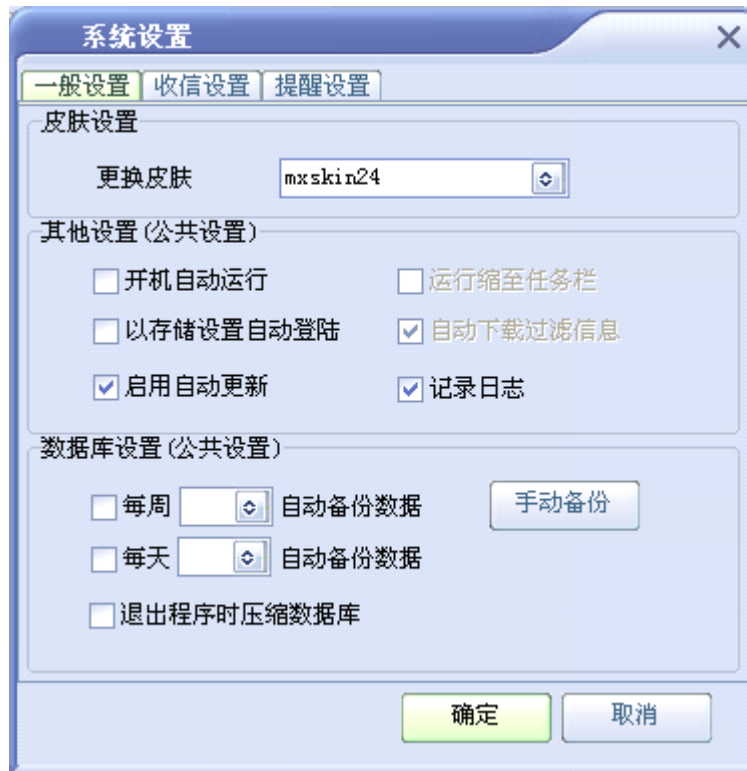
【更改密码】： 更改用户密码



更改成功后系统会提示



【系统设置】： 系统的功能设置



### 一般功能设置

**皮肤设置:** 系统为你提供了几十种皮肤, 供你选择, 你只要选择相应的皮肤后, 下次进入就是你设置的皮肤

### 其他设置

**开机自动运行:** 如果设置此选项, 则每次开机时程序会自动运行;

**运行缩至任务栏:** 如果设置了“开机自动运行”则此项可设置, 如果设置此功能, 程序自动运行后会缩至任务栏中

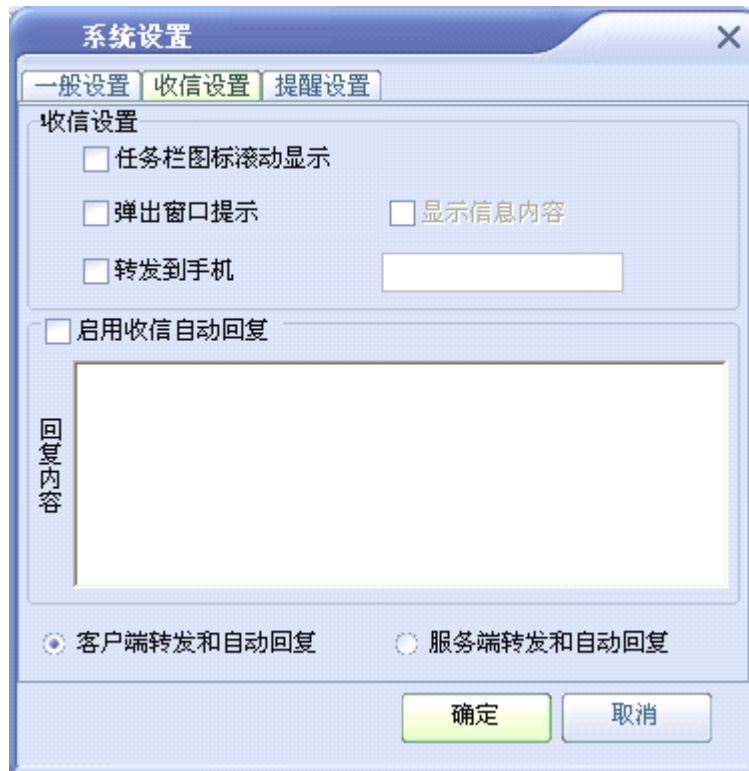
**以存储设置自动登陆:** 如果设置此选项, 则系统会按你上次成功登陆的用户名与密码进入; 前提是必须存储密码, 否则会登陆失败

### 数据库设置

可设置对数据库的每周, 每天自动备份;

“手动备份”, 是你点一次备份一次

“退出程序时压缩数据库”设置用来设置, 每次程序退出时自动压缩数据, 以加快访问速度



### 收信设置

**任务栏图标滚动显示:** 设置此选项, 如果有上行信息则在任务栏右下角有收信图标滚动显示;

**弹出窗口提示:** 设置此选项, 如果有上行信息则在任务栏右下角弹出窗口显示“您有新的短信息”;

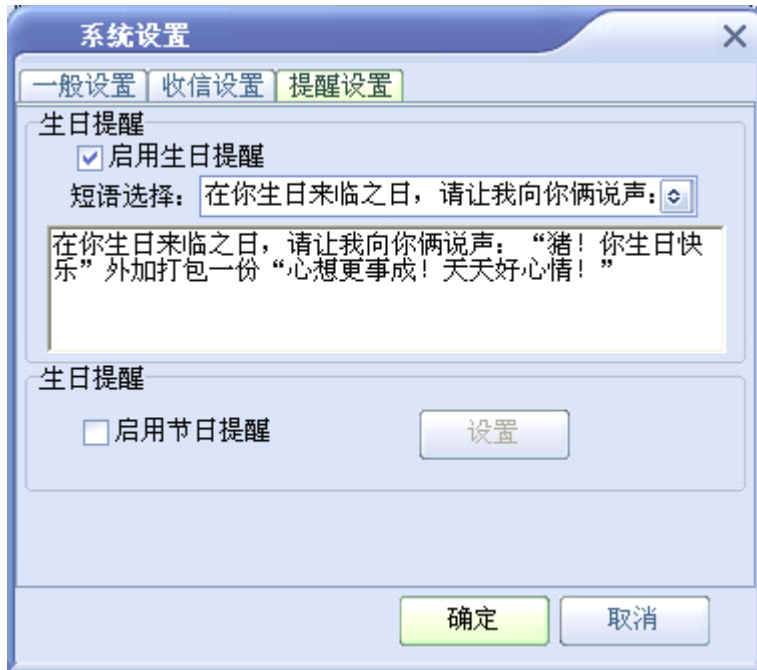
**显示信息内容:** 如果设置“弹出窗口提示”选项, 此功能可用, 选择此项后则有上行信息则会在任务栏右下角弹出窗口显示上行短信内容;

**转发到手机:** 设置此选项, 并输入要将上行信息转发到的手机号, 如果有上行信息则会将上行内容发到您设定的手机上;

**启用自动回复:** 选择此项功能, 如果有上行短信, 系统会自动回复您指定的内容;

客户端转发与服务端转发功能, 是用来设置、收信转发与自动回复是有客户端(本程序)收到信息后转发, 还是服务端收到后直接转发, 客户端不用处理。

**说明:** 客户端转发利弊: 客户端必须处于运行状态, 如果关机或关闭则转发不成功; 在统计下行条数时会将转发与自动回复的条数统计出, 数据准确服务端转发, 客户端可以处于运行状态, 就能将信息转发出去, 客户端也可以收到上行信息; 但服务端转发的下行则在客户端无法统计出;



#### 提醒设置

启用生日提醒：启动此功能后，程序会每天判断一名片信息，如果有今天生日的人员，则会弹出信息提示您；

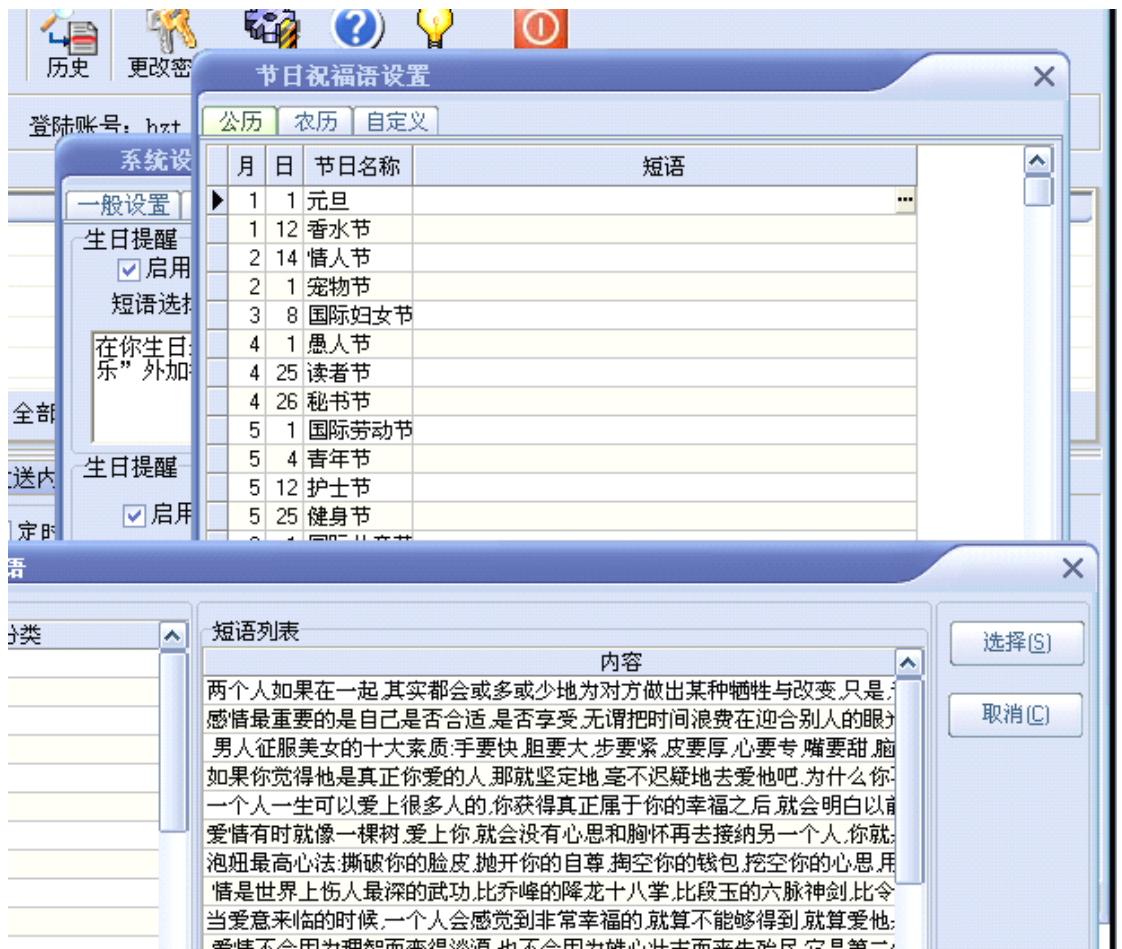


如果选择是，则会将今天生的的人员与祝福语同时放到发送区，您只要点击发送就可以将信息发送出去；

注意：此功能只在当天第一次登陆时处理一次；

#### 节日提醒设置

启用此功能，并点击设置后弹出如下界面；



系统已经提供了常用的公历与农历节日，另外系统也为您提供了可自定义节日的功能，只要您在相应的短语中输入要发的内容或点击后面的“...”来选择系统为您提供的内容；

**【帮助】：**显示帮助文档

**【关于】：**显示系统的关于信息，并提交您对程序的意见与建议



## 2.2.2、用户信息区

显示你的基本信息(说明：账户余额为你的点数，发送一条短信扣 1 点)

用户名称:测试1      登陆账号:ceshi1      客户编号:03710019      账号余额:1条

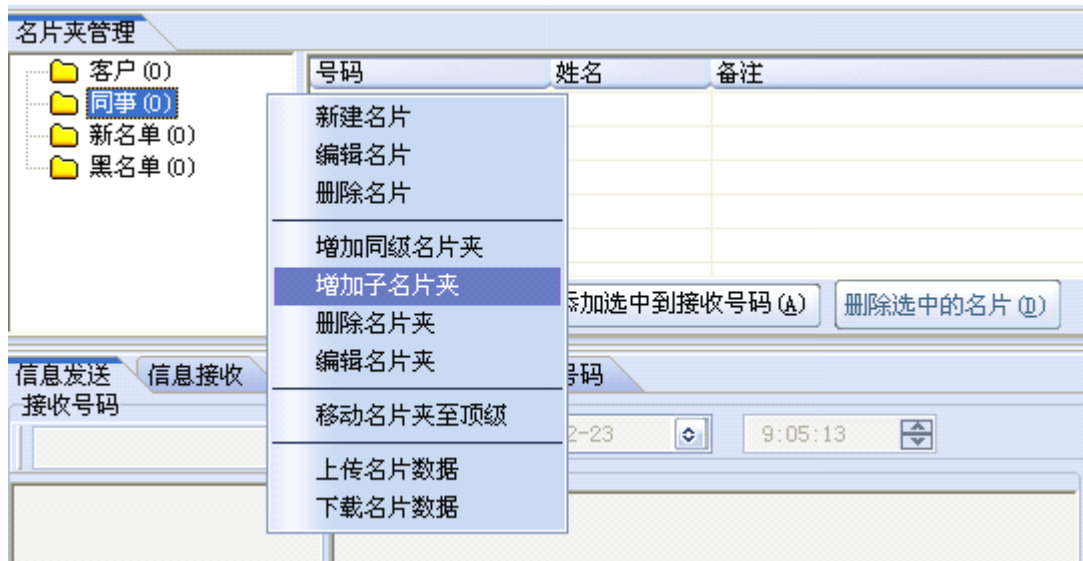
## 2.2.3、客户信息编辑区

### 2.2.3.1 名片夹管理

名片夹管理是用来管理您的长期客户，你只要将他的信息按组输入进来，以后每次要发送信息时选择你要发的用户添加或拖到发送号码区，输入要发的内容，就可以了；

操作说明：

用在名片夹管理窗口点击右键，弹出如下界面



上面三项用来管理名片，中间三项用来管理名片夹，最后一项增加子名片夹

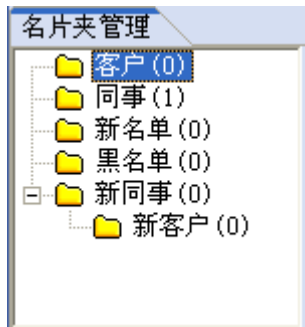
增加名片夹用来增加同级名片夹，点击后出现如下界面



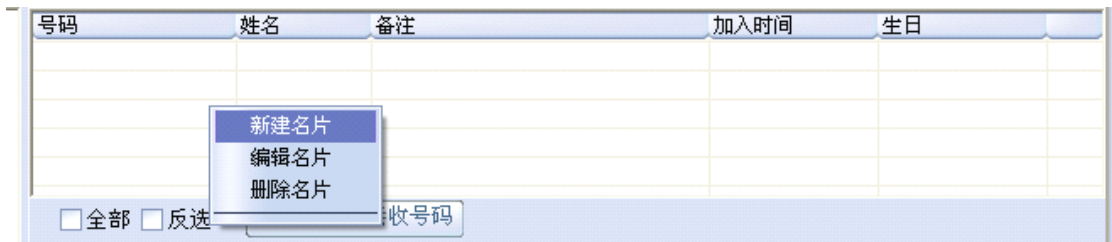
输入要建立的名夹后在名片夹管理处显示出你增加的名称;增加子名片夹界面如下，



增加后结果如下：



### 2.2.3.2 客户名片管理

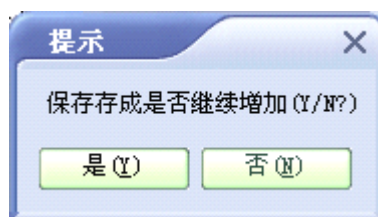


操作:

右键单击名片区，弹出如上图界面，点击“新建名片”，弹出如下界面



如果相应的内容后点“保存”出现如下界面



如果选择“是”则继续录入名片，选否则退出增加“名片”功能



要编辑名片则选择要编辑的人员，右键选择“编辑名片”或（双击相应的人员）出现如“增加名片”界面，修改相应的信息点“保存”即可；

如果要删除则点击要删除的人员，右键选择“删除”；

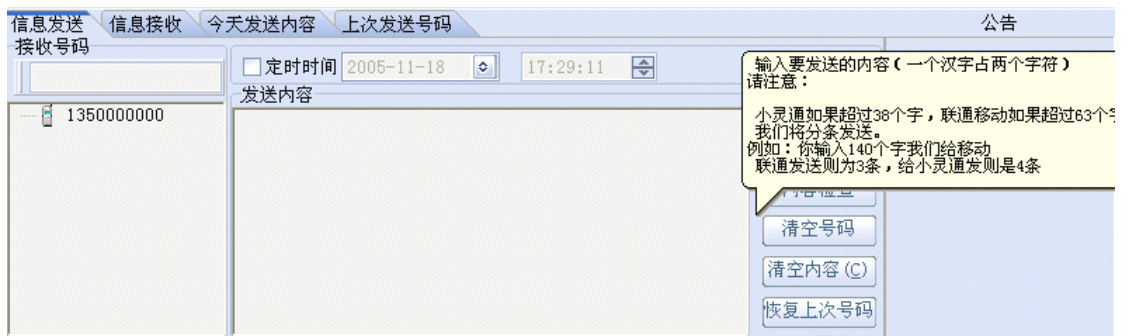


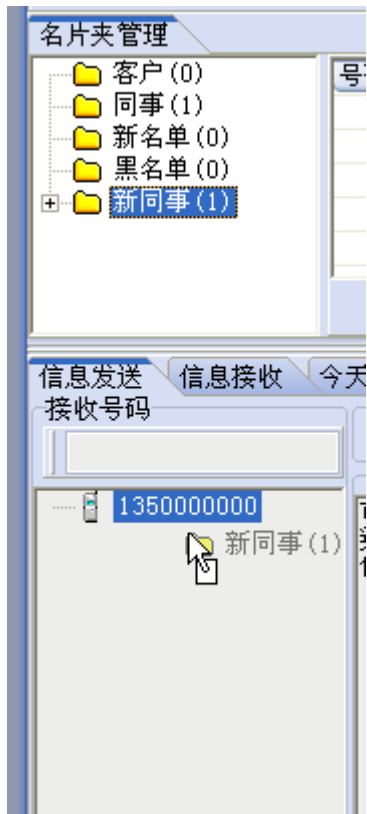
## 2.2.4、短信编辑区

### 2.2.4.1 设置接收号码

接收号码有四种方式添加：

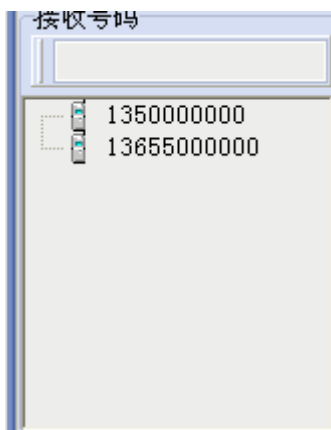
- 1、手工在接收号码框中输入号码，手机 11 位时自动增加到接收区，小灵通输入完后按回车增加到接收区；
  - 2、从名片夹管理中拖拽一个组到接收区，会将这个组下面的用户添加到接收区；
  - 3、在名片编辑区选择要发更新的号码，点”添加选中到接收号码”可以将选择的号码添加到发送区；
  - 4、从 EXCEL 文件中导入
- 操作界面如下面几个图片





| 号码  | 姓名   | 备注 |
|---|------|----|
| <input checked="" type="checkbox"/> 13655000000 | 1111 |    |
|   |      |    |
|   |      |    |
|   |      |    |
|   |      |    |

全部    反选   [添加选中到接收号码](#)

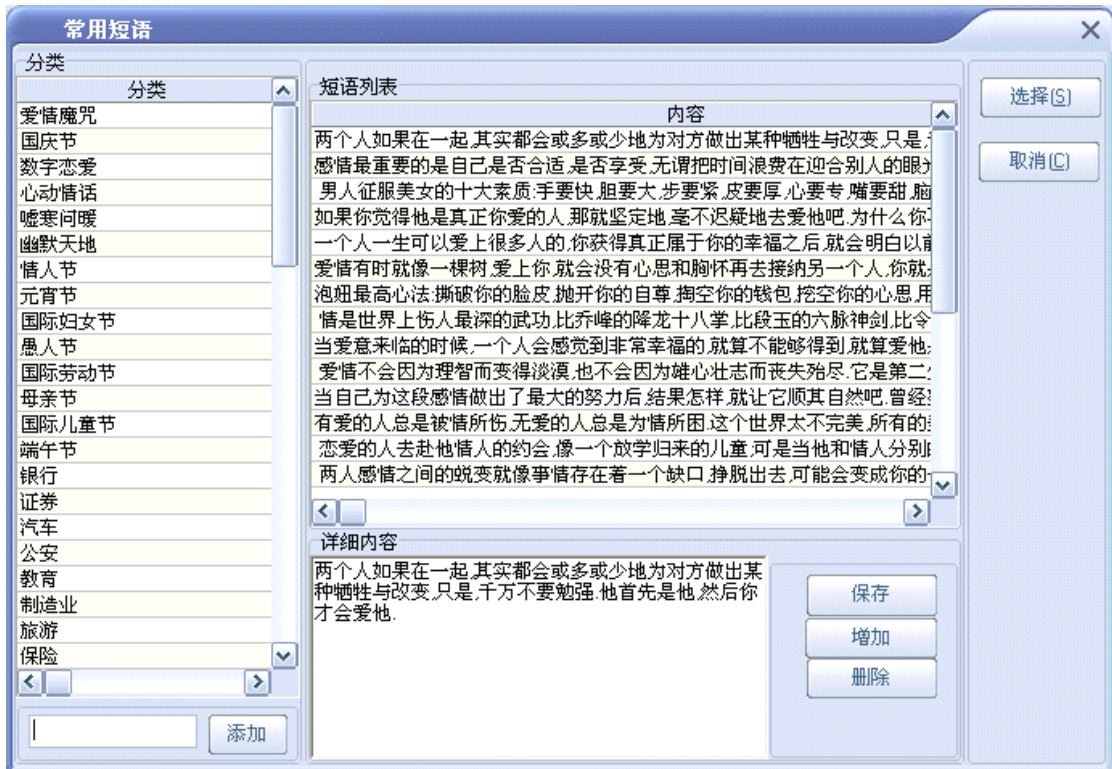




说明：添加时接收区将去掉重复号码，即一个号码只能出现一次

#### 2.2.4.2 编辑要发送短信

短信内容可以自己写，也可以选择系统内置的内容，点击“选择短语”出现如下界面



左边是短语分组：右面是分给的具体内容；

分类编辑：

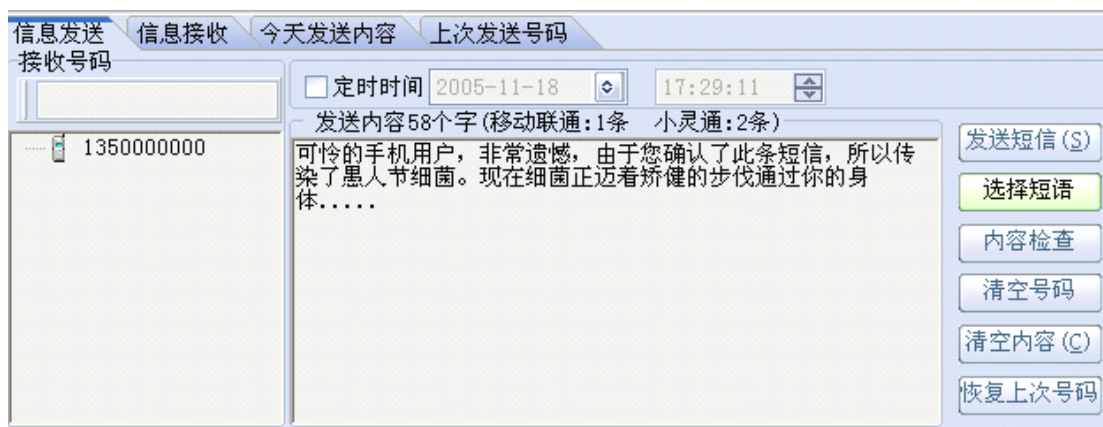
在“添加”按钮前输入分组的内容，点“添加”增加分组,在分类表格上要删除的内容，右键选择“删除”删除分组

短语编辑：

您选择短语列表中的短语后，下面显示全部的内容，如果你要修改可直接修改，点“保存”即可，如果点“增加”则增加一条短语，点“删除”则删除当前选中短语；

选择要发送的内容有两种方法：

- 1、双击你要选择发送的短语，程序会将你选择的内容自动带到发送内容中
- 2、选择你要发送的内容，然后点“选择”；



内容检查：如果你发的内容中有非法字符系统将提示你

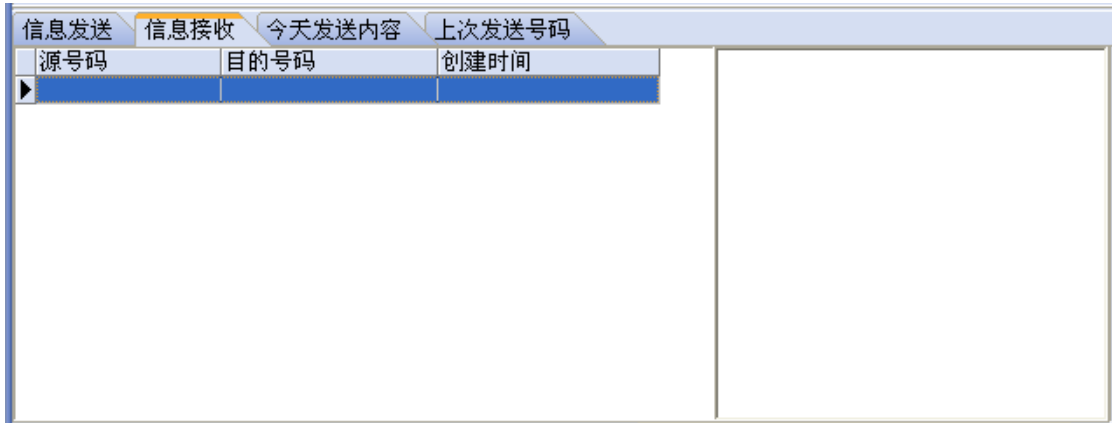


【清空号码】、【清空内容】、则清除你编辑的原号码与内容

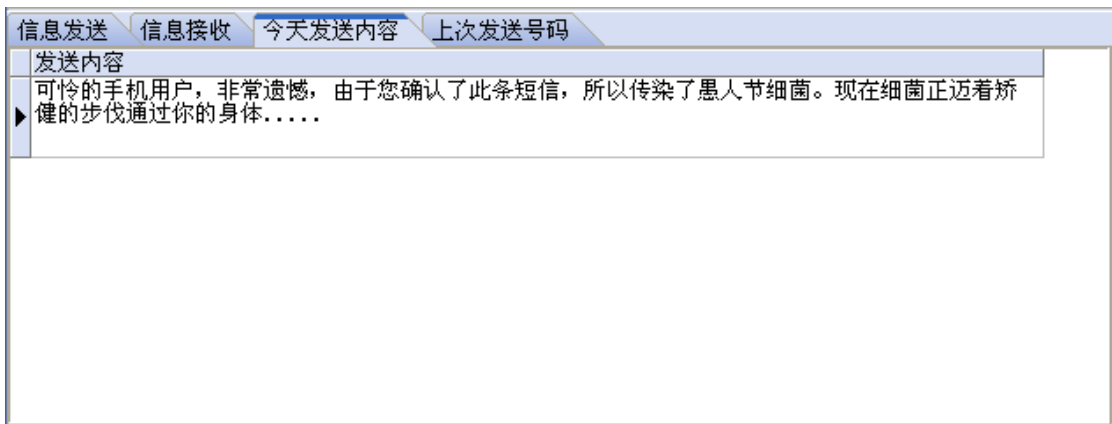
【发送短信】是把你设置的号码与内容提交到服务端发送,发送同时对内容进行检查  
如果成功提交到服务端则提示您成功提交了几条,发送后将清空发送号码与内容



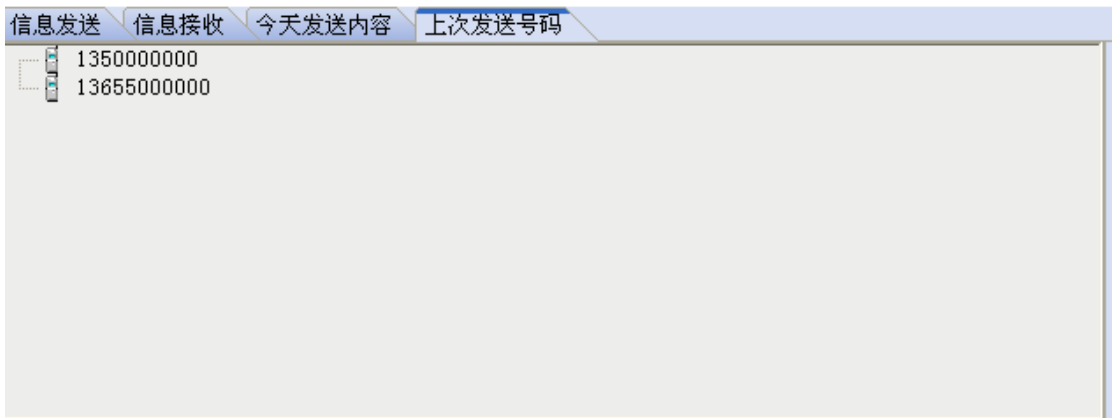
如果有上行信息同时也会出现在“信息接收”的页面里



对于您今天发出的内容程序将记录下来，以你发送的顺序先发的在下显示,双击某条信息可将此内容重新放到发送内容中



对于上次您发送的号码系统也记录下来（重启程序后不存在，只存在缓存中，且只记最后一次发送的号码），你如果点“信息发送”页面上的“恢复上次号码”此信息将会被放到接收号码区；



### 2.2.5 状态区

显示与服务端的连接状态与系统状态，短信发送状态与进度



## 3、短信发送流程

## **163 短信群发平台 国内最具规模的短信群发平台**

下载地址: [www.163duanxin.com](http://www.163duanxin.com)

客服 QQ: 123617893

### **163 短信群发平台功能**

- 对所有客户进行群发短信: 主要应用开会通知、节日祝福、新产品发布、与客户沟通等信息, 同时向大量移动、联通、小灵通用户进行群发短信; 便捷的操作设计, 让群发短信更简单。
- 添加、删除、修改类别及客户信息: 企业可以将用户按类别不同, 进行分类管理, 同时也可以随时进行修改, 删除及转换所属类别等。按用户输入所定制的信息分类发送;
- 触发条件发送: 根据用户要求企业可以设定时间对自身的用户进行节日问候, 过节祝福等亲情沟通。信息生成后, 系统将会在指定的时间自动将信息发送给用户。
- 地址本的导出导入: 为方便企业用户的输入, 用户可以将原有的地址导入或导出(或在 EXECL 固定格式) 到神州快信软件中。
- 客户资料的查询: 针对企业某一特定用户或特定类别, 通过输入关键词的形式来加以查找;
- 发送历史记录及发送日志: 软件本身可将成功或失败的信息, 在通过“神州快信”短信发送平台所发送的条数进行登记备案, 以便于企业客户的帐目核实。
- 系统支持短信回复, 用户可在接收短信后, 回复新短信到目标特服号, 进行信息交流。

### **163 短信群发平台应用范围**

- 企业办公: 会议通知短信确认、短信日程提醒、公告订阅短信、招聘短信联系等;
- 商品流通业: 商场促销活动通知、会员管理、供应商管理等;
- 物业管理公司: 客户关怀、缴费通知短信、小区公告短信等;
- 银行: 企业对帐通知、内部信息沟通、外部信息交流、短信客户关怀、短信帐务变动通知等;
- 证券: 中签短信通知、实时解盘资讯短信、股评短信、股票买卖通知短信、实时解盘短信等;
- 医院: 短信挂号、住院病情通知、看病咨询短信、医院保健预约等;

- 酒店：住宿信息、服务信息、客房信息；
- 餐饮行业：促销打折优惠活动通知、VIP 客户管理、短信抽奖等；
- 会员制俱乐部：活动通知、积分查询、客户关怀等；
- 旅游公司：短信会员管理、旅游信息发布、组团优惠通知、旅游新线路消息等；
- 保险：保单查询、续费提醒、客户生日提醒、保费计算等、代理人通过短信联络客户、维系客户；
- 工商、税务：向法人、纳税人及时传递各类政策信息等等；
- 社团、协会：通过短信向会员提供服务，也可通过短信发送活动通知等等；
- 汽车销售、服务：用于跟进买主，为车主提供专业的保养知识服务，发送活动通知等
- 彩票中心：开奖信息、试机号信息、投注资讯等等；
- 拍卖行：拍卖活动通知、会员关怀等；
- 物流行业：收单短信确认、到货短信确认、车辆调配等；
- 房地产行业：房讯通知短信、节日问候短信、入住通知等；
- 电力：监控信息通知、客户缴费通知等；
- 邮政行业：收汇确认通知、EMS 短信确认等；
- 考试培训中心：培训通知、考分查询等；

**163 短信群发平台 国内最具规模的短信群发平台**

下载地址：[www.163duanxin.com](http://www.163duanxin.com)

客服 QQ: 123617893