

日本模具技术交流资料

(第三册)

塑料注射成形和模具

浙江省经济委员会

浙江省机械工程学会

前 言

模具技术的进步，不但关系到机械产品，还直接影响到轻工、电子、仪表、家用电器等产品的发展。目前，我国的模具技术与国外先进水平相比，尚有差距，突出反映在模具精度和光洁度、模具寿命以及模具制造周期等方面，已经影响到有关产品的“上质量、上品种、上水平和提高经济效益”。

模具行业在日本是五十年代后期开始发展的，经过二十多年努力，现在，日本的模具技术水平已较先进，其经验值得我们借鉴。为了提高我国模具技术水平，1983年3月，国家经济委员会邀请由日本贸易振兴会派出的日本模具技术交流团来华，在北京和杭州两地进行了模具技术交流。该团在杭期间交流的技术资料，涉及模具的设计、制造、应用和模压件的设计、制造工艺等方面，内容丰富，对提高我国模具技术水平，可以起到一定的促进作用。为此，浙江省经济委员会委托浙江省机械工程学会编译成《日本模具技术交流资料》，在内部发行。

浙江省机械工程学会组织了由锻压学组组长冯桐笙、付组长陈继祥、张振强以及翁心权等同志组成的编译组，由编译组组织力量将资料按专题先编译成三册出版，第一册《冷冲压加工技术资料》，第二册《精密模具材料及其热处理》，第三册《塑料注射成形和模具》。

本资料为第三册，共收集资料八篇，由陈继祥、翁心权、施建平翻译，应道宁、陈继祥、侯立生校对。

限于编译人员的经验和水平，译文中错误在所难免，望读者不吝指正，提出宝贵意见。

浙江省经济委员会
浙江省机械工程学会《日本模具技术交流资料》编译组

一九八三年九月

目 录

一、注射成形及其新进展	(1)
第一部分 注射成形 (一)	(1)
I 关于塑料	(1)
II 树脂的类型、性能和应用	(1)
III 关于塑料的简易区分方法	(10)
IV 成形温度、树脂的预干燥和模具温度的调整	(11)
V 成形的次品及其原因	(13)
附录	(16)
第二部分 注射成形 (二)	(23)
I 成形次品及其对策	(23)
II 塑料树脂的缩写	(38)
III INJECTROL—II 型注射成形机介绍 (略)	
第三部分 注射成形中的新课题	(39)
I 精密成形提高效益的进展	(39)
II 排气注射成形系统的合理化	(47)
III 有关阻燃树脂的成形	(61)
IV 有关注射成形的节能	(68)
二、成形件的尺寸精度与模具设计	(77)
三、精密成形模的理想结构	(85)
四、注射成形中模具的作用和解决成形次品的模具设计	(93)
五、热流道装置的应用与效果	(110)
六、快速成形模的最佳设计	(142)
七、模具的内压测量及其效果	(156)
八、利用热管控制模具温度	(165)

一、注射成形及其新进展

日本东芝公司

SHOICHI TAKAMURA
TADASHI SONE

第一部分，注射成形【一】

I 关于塑料

塑料成形件具有许多不同于其他产品的特性，其优缺点如下：

塑料成形的优点

- (1) 塑料成形件具有优良的电性能，
- (2) 能制造出轻而坚固的工件，
- (3) 工件具有于各种化学物质的稳定性，
- (4) 可任意地着色，
- (5) 能比较容易地制出形状复杂的工件，
- (6) 可大批量生产，

塑料成形件的缺点

- (1) 塑料成形件耐热性差，
- (2) 塑料成形件表面软，
- (3) 塑料成形件机械强度低，
- (4) 塑料成形件抗溶剂性差，
- (5) 存在废料处理的问题。

II、树脂的类型、性能和应用

塑料一般分为二类：热塑性树脂和热固性树脂。热固性树脂具有这样的性能，经加热加压处理后会变硬，而经处理的树脂不能作为原材料再次使用，因为它已不会软化。与此相反，热塑性树脂能再处理使它软化。用热固性树脂制成的工件不能重新成形，而用热塑性树脂制成的工件能多次重复成形。

1. 热塑性树脂

聚乙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、ABS、MMA以及其他属于这类的树脂。

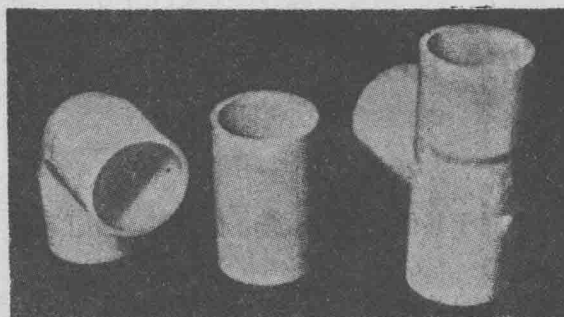
(1) 聚氯乙烯树脂

聚氯乙烯树脂由氯乙烯、氯化物和其他材料制成。通常，这类树脂原本是透明的硬性的材料，当加入一种成分（增塑剂）使材料软化，可制成软的柔性工件，称为软氯乙烯产品

和薄膜、板材、人造革都是属于这类。反之，不加增塑剂的产品则称为硬氯乙烯（R，PVC），这类产品制成管子，接头、板和类似的构件。

氯乙烯耐热性差，为改善热稳定性要加入稳定剂。成形性很大程度上取决于加入滑润剂、颜料和稳定剂。

通常，成形硬聚氯乙烯时，为防止过热采用低压缩比的螺杆，为避免树脂滞流，采用



照片1 氯乙烯管接头

不带挡圈的直螺杆。螺杆的转速为每分钟20转到50转，加热料筒的温度调至140到190℃左右。

成形结束后，加热料筒内部应彻底清理，型腔应涂上防锈油。

（2）聚乙烯（PE）

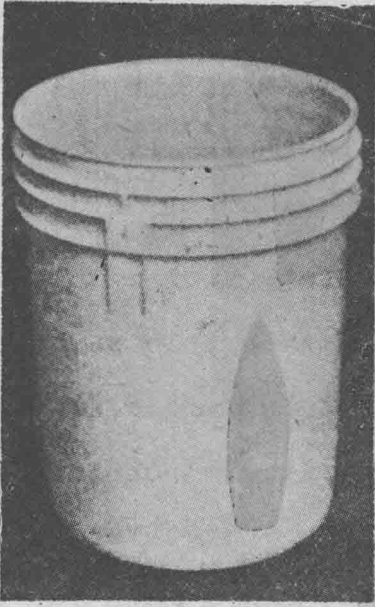
关于聚乙烯，通常生产有低密度聚乙烯（高压法）和高密度聚乙烯（低、中压法）高密度聚乙烯具有高的密度（0.94—0.96），通常有较好的：

- a，刚性，
- b，机械强度，
- c，耐热性和耐冷性，
- d，耐化学物性和耐油性，
- e，耐磨性和耐化学物性，
- f，无味、无毒、无臭以及其他质量。

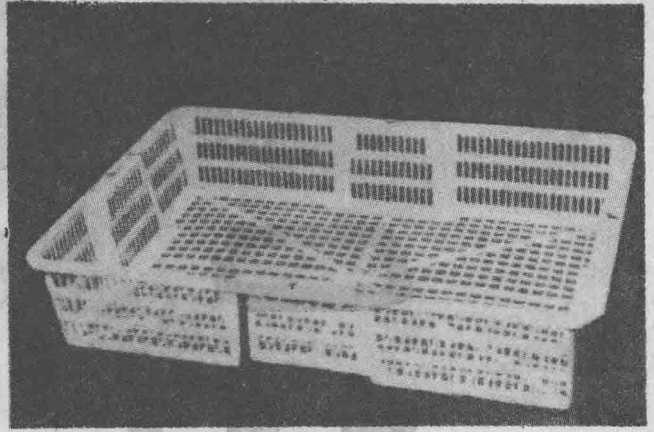
聚乙烯广泛用于制造各种各样的产品，诸如桶、篮、医用工具等。聚乙烯是一种结晶的树脂，成形收缩率高达1.5—4.5%，结晶度和收缩量因成形条件而大不相同，取决于树脂的温度、成形温度、注射速度、注射压力等因素。一般说，聚乙烯树脂易于流动，不会分解，特别易于成形并需要较高的温度。为了缩短周期，采用快速冷却的模具或低温成形，往往造成成形件强度不足。采用熔化指数（ $M.I.$ ）表示聚乙烯的流动性。 $M.I.$ 大表示流动速率大。成形条件有时很大程度上取决于 $M.I.$ 值。对于桶、容器之类产品采用 $M.I.$ 为5—10的聚乙烯。

（3）聚苯乙烯（PS）

聚苯乙烯树脂由聚合的苯乙烯组成，其特性为没有结晶性、无色、透明、硬而脆。这种树脂的成形性很好，是作可代表注塑机性能的一种标准的树脂。



照片 2 高密度聚乙烯的成形件(桶)



照片 3 耐冲击的聚苯乙烯成形件

其他特性如下:

- a, 关于透明度, 这种树脂的透明性特别好。
- b, 极好的表面光泽。
- c, 吸水率低。
- d, 无味、无臭和无毒。
- e, 重量轻、比重约为 1。

聚苯乙烯以用途分类, 如常用聚苯乙烯 (GP.PS) 用于食品容器、家用电器产品、卷盘、铭牌、照明器件等; 耐冲击聚苯乙烯 (HI.PS) 用于无线电、电视机、电冰箱、音响器件之类产品; 还有其他类型的聚苯乙烯树脂。耐冲击聚苯乙烯的抗冲击性比常用聚苯乙烯大 5 到 10 倍, 然而, 为提高工件的抗冲击性加入了合成橡胶, 工件呈半透明或完全不透明。一般成形温度为 200°C 左右, 要注意模具的边角与凹部, 因为聚苯乙烯容易开裂。无需预干燥工序就可成形, 但由于吸湿多了和空气净化不够, 会在成形件表面产生银丝纹。

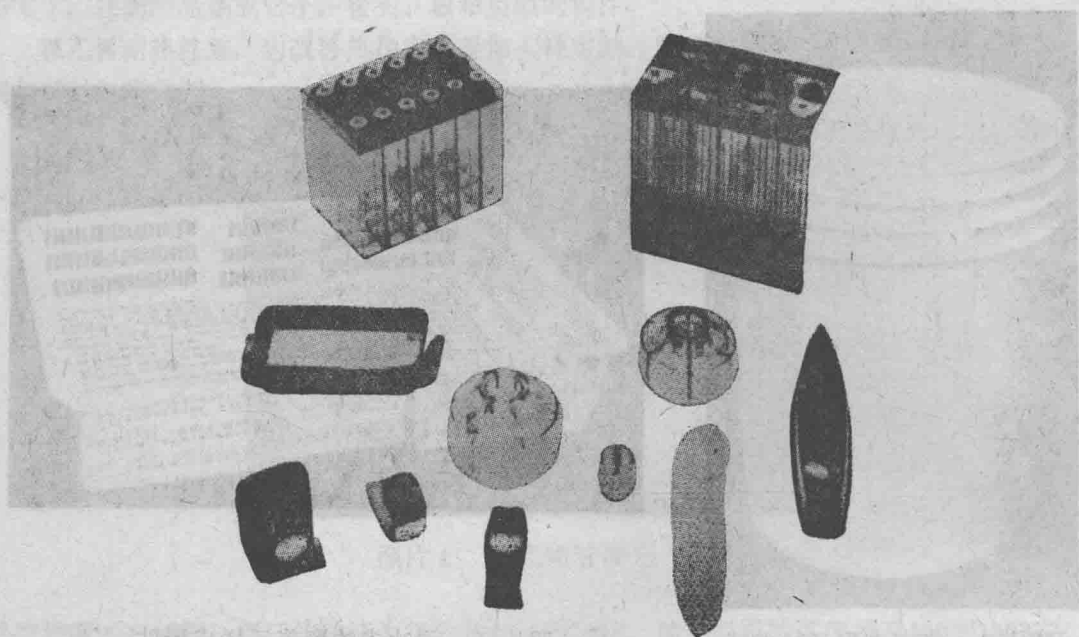
(4) AS树脂

AS树脂是以聚苯乙烯为主要成分加上丙烯腈的共聚体。自然色调是黄色的, 要用上兰剂。AS树脂具有下列特性, 弥补了聚苯乙烯的缺陷。

- a, AS树脂有极好的耐油耐候性, 这种树脂可用在接触部位。
- b, AS树脂具有高的刚性, 抗裂强度和表面硬度。
- c, 热变形温度为 $64-104^{\circ}\text{C}$ 比聚苯乙烯高 $10-15^{\circ}\text{C}$ 。

AS树脂用于制造标牌, 汽车车头灯玻璃、电池壳体、电风扇叶片、音响器件等产品。预先干燥后 (80°C , 2—4 小时), AS树脂一般在加热料筒温度为 $200-240^{\circ}\text{C}$ 下成形, 模具

温度为50—70℃。由于干燥不够和通气不好，有时会产生银丝纹。

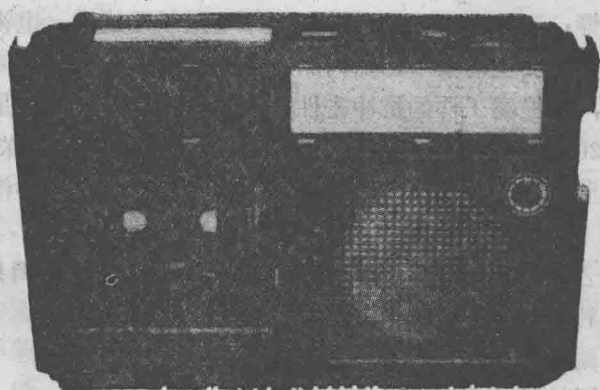


照片 4 AS树脂的成形件

(5) ABS树脂

ABS树脂由三种类型树脂共聚而成，A为丙烯腈、B为丁二烯、S为苯乙烯。成分A用以保证硬度，B保证耐冲击性，S保证成形性和流动性。

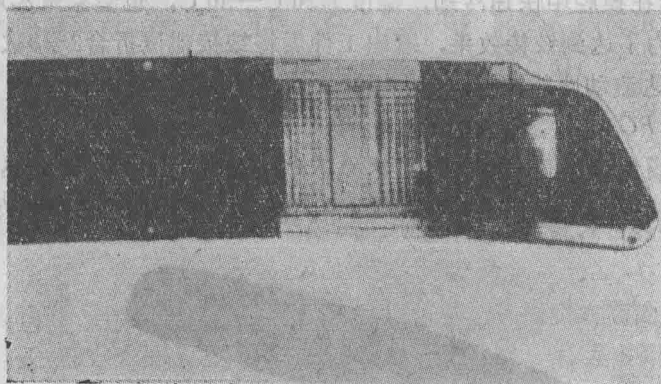
ABS刚性、耐化学物性和尺寸稳定性都很好，抗拉强度和耐冲击性也好。用于制造汽车、家用电器件和多种工业制品。在80℃下预先干燥2—4小时后，ABS树脂在加料筒温度为200—250℃下成形，模具温度约为70℃。



照片 5 ABS树脂的成形件

(6) 甲基丙烯酸树脂(MMA)

甲基丙烯酸树脂是聚合的丙烯酸及其衍生物制成的树脂的通称，甲基丙烯酸树脂的特性如下：



照片 6 MMA树脂的成形件

- a, 无色的工件其透明度非常好
- b, MMA树脂有比其他塑料更好的气候适应性和耐化学物性。
- c, MMA树脂有优越的光学性能，如紫外线透射性。
- d, MMA树脂用作标牌、广告牌、挡风玻璃、家用电器、表、汽车尾灯玻璃等产品。

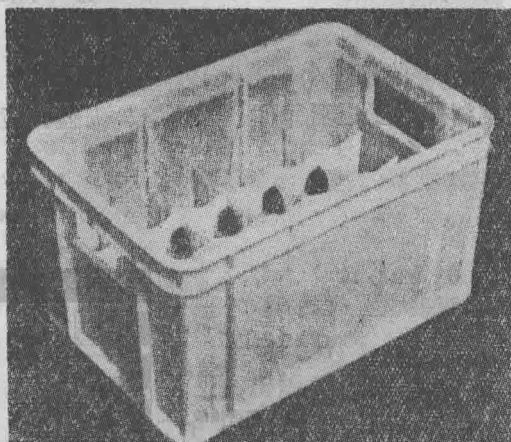
预先干燥是80℃下4—6小时，加热料筒温度调到200—250℃左右。

MMA树脂的流动性比苯乙烯、聚乙烯和其他树脂差，因此，要在高温高压下注射，要用较大的注入口、流道和浇口，模具温度约可50℃—80℃以防止成形应力、波流痕、缩痕等。

(7) 聚丙烯(PP)

聚丙烯是丙烯的聚合物，聚丙烯的性能和聚乙烯性能相似，聚丙烯的特性如下：

- a, PP比重比其他树脂小(0.90—0.91)，能浮于水。
- b, 是一种结晶的树脂，结晶度愈高抗拉强度和硬度愈大。相反，其耐冲击性降低了。
- c, PP有极好的耐热性(能经受130℃温度)，在高温下能耐酸性和碱性化学物。
- d, PP有极好的铰接效果(能承受反复活动1,000,000次)。



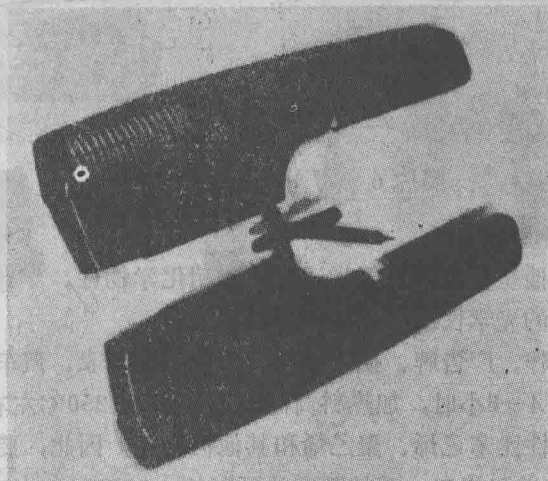
照片 7 PP树脂的成形件

PP用于各种家用食品容器，家用电器、汽车零件、容器等。聚丙烯具有低的吸水率，不需预先干燥就可定形。可以说PP树脂与聚乙烯一样容易成形。

但因其成形收缩率比聚乙烯要高约1—2%，成形温度有时为180℃时，厚的成形件常有缩痕。PP通常能在200—260℃左右成形。为了稳定加热和提高强度，有时在280℃—300℃下成形。若在模腔中快速冷却，温度为20℃—50℃，也会象聚乙烯那样产生成形应力和强度不足。为了达到铰接效果，取出工件后将铰接部位折合2—3次。象聚乙烯一样，PP也用M.I.表达流动性能，M.I.值为3—10的树脂是常用的。

(8) 聚碳酸酯(PC)

这种树脂的颜色是透明的或者在自然光下稍呈棕色，该树脂的耐热性和耐冲击性特别优越，和尼龙一起作为工程塑料(ENPLA)的代表。聚碳酸酯的特性如下：



照片 8 PC树脂的成形件

- a, PC有高的机械强度，例如冲击强度比铍和铝的压铸件的冲击强度更高。
- b, PC有高的耐热性(135—140℃)和优越的低温性能，脆裂温度区为-135—-140℃。
- c, PC有阻燃性能。
- d, PC的成形收缩率小到0.5—0.7%。

这类树脂用于电器元件、仪表壳、头盔、镜片等产品。成形时应在120℃下预干燥6小

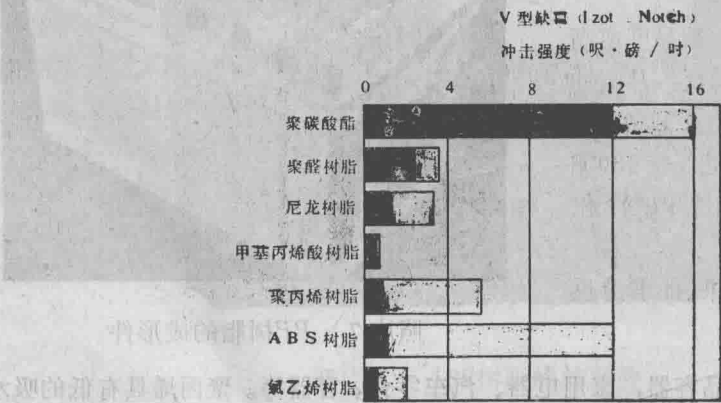


表1 PC和其他树脂的冲击值对比

时以上。成形中有湿气会造成工件内有气泡，并且降低冲击强度。料斗应装有料斗干燥器以及其他需要的部件。

因聚碳酸酯具有很高的熔融粘度，所以，成形时需要高温高压。推荐的成形温度约为 260°C — 300°C ，从物理强度看，要尽可能降低成形温度，反之，从残余应力看，也是有积极效果的。但是，成形温度过低，会造成螺杆停转，切断剪力销，产生缺料。过热和长时间输送都会引起成形的树脂变色，逐步加深棕色，并影响出加热的次品。

(9) 聚酰胺 (PA)

聚酰胺以尼龙6和尼龙66可代表，因其杰出的性能，在工程塑料中评价很高，该树脂是韧性的，有高的耐反复冲击性，极好的机械性能，低的摩擦系数，极好的耐磨性和自润滑性。

尼龙结晶大约为10%—40%，机械强度取决于结晶量。该树脂有高的吸水率，尼龙6的含水当量比为3.5%，而尼龙66为2.5%。二者的熔点也不同，尼龙6熔点为 215°C ，尼龙66为 256°C

当温度略高于熔点时，结晶立即破坏了，粘度急骤降低，使之流动，并稍带粘性。

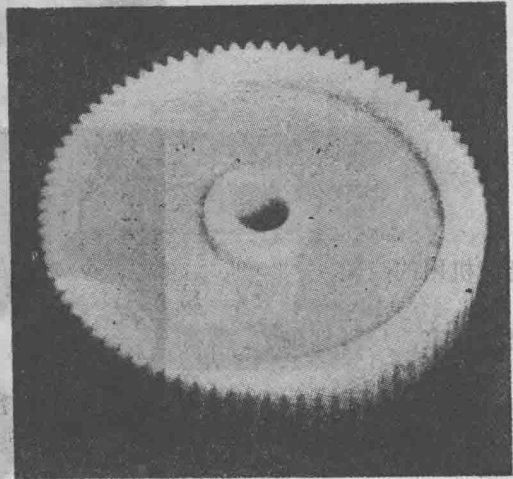
尼龙广泛用于齿轮、绕线筒、接头、轴衬、辊轮、风扇、紧固件、汽车零件和工业产品。至于成形性，尼龙6和尼龙66两者都比较差，首先要在 80°C 下预干燥4—6小时，尼龙6在 230°C — 250°C 温度下成形，尼龙66在 260°C — 280°C 温度成形，模具的温度约为 50°C — 80°C 。

尼龙6和尼龙66成形过程中的特性是熔化时树脂液化，以致难以产生螺杆推动力去完成充模。注嘴容易阻塞，难以进行连续成形，而且容易产生流涎现象。刚成形的产品耐冲击性差，并且是脆的，在空气中放置一周后，由于吸湿，改善了耐冲击性，这类树脂滞流和过热都会产生一些黄色和黑色的条纹。

(10) 缩醛树脂

于缩醛树脂，单聚体的德尔林 (delrin，一种聚甲醛的商品名称)，共聚体的杜拉康 (duracon) (塞尔康 celcon)，共聚聚甲醛商品名等，如今都在日本市场应用。前者是高密度和高结晶性能的，后者耐热和耐化学物。此外，缩醛树脂是很韧的，有低的摩擦系数，低磨损和极好的耐热性，能在 100°C 下连续工作。这类树脂用于齿轮、凸辊轮、轴承、轴衬、壳体之类产品。

成形前应在 80°C — 90°C 干燥4小时，德尔林的成形温度为 200°C ，杜拉康的成形温度为 180°C ，模具温度约为 80°C 。



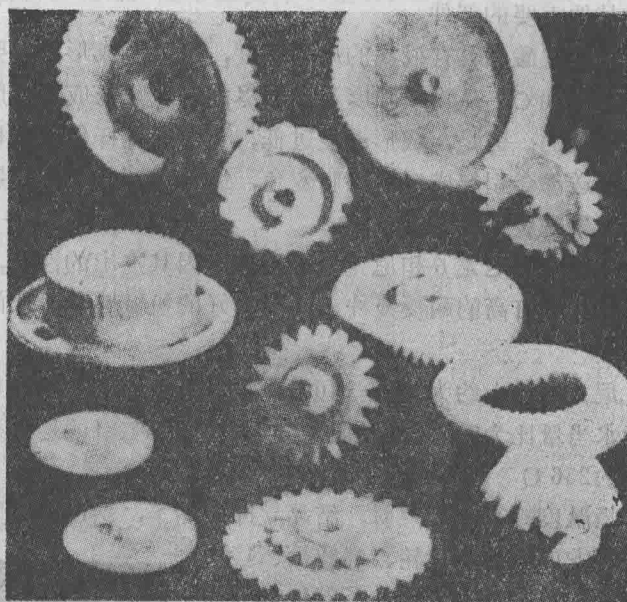
照片9 尼龙件

A, 各种齿轮

B, 自润滑性和低摩擦系数,

耐疲劳性

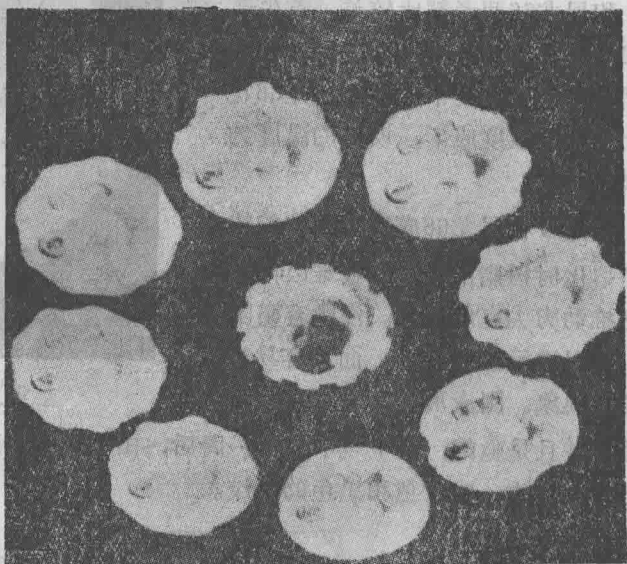
C, 金属, 尼龙



A, 缝纫机用的凸轮

B, 尺寸稳定, 尺寸精确

C, 酚醛树脂



照片10 POM(聚醛)树脂的产品

A, 产品名称, B, 性能, C, 传统用料。

在注嘴部位装一加热器会大大提高这个部位的温度,以防止阻塞。树脂在 200°C 以上温度下停留,在加热料筒中就开始分解,并产生气体。分解一开始就进展激烈,由于,此时用了阀控注嘴,特别是一种冷凝式的注嘴,会引起熔化的树脂从料斗处反向射出,造成危险状态,必须充分注意加热控制。此时产生的气体是甲醛,有特异的气味,会使人难以睁眼

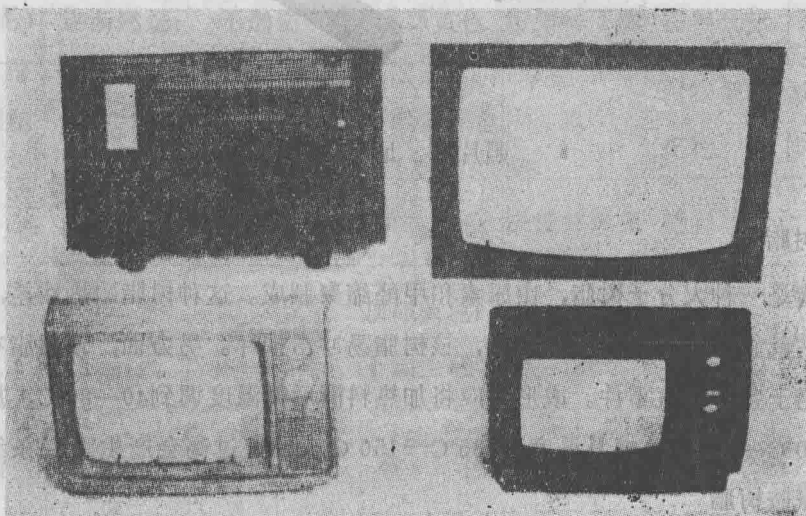
，或者难以呼吸。如过热超过10—15分钟，且有树脂剩留，则应预先将树脂更换为聚乙烯或聚苯乙烯。

(11) PPO

诺里尔(Noryl)是由改性的PPO(聚苯撑氧)制成，已研制成功并实际应用。诺里尔是结晶树脂，热转变温度为180℃，有高的机械强度，极好的电绝缘性能和耐火性。该树脂用于各种壳体 and 类似的产品，以及电器和电子零件。

成形前应将树脂在60—120℃干燥4小时，成形温度调为280℃左右，模具温度约为80℃。

最近，这类树脂正广泛用在电视机壳体以及其他家用电子产品(需要作为阻燃树脂那样强度的)，当前，这种树脂是令人瞩目的。



照片11 诺里尔的电视机壳体

2. 热固性塑料

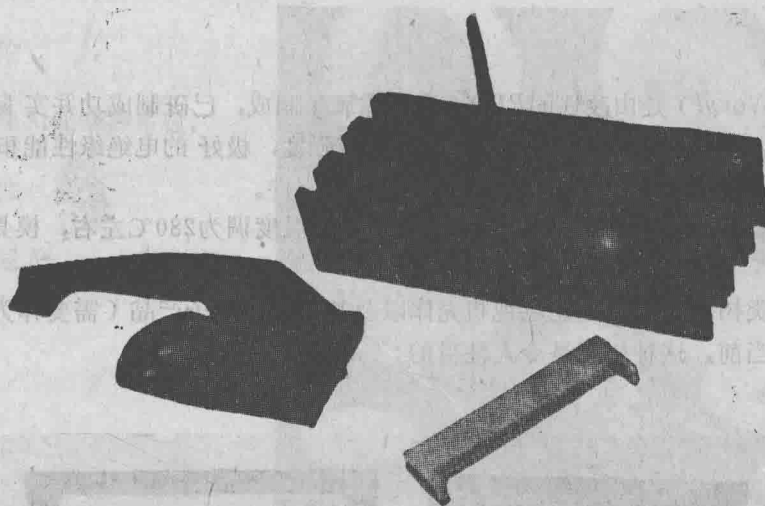
酚醛、脲醛和三聚氰胺树脂都属于加热到一定温度就硬化的树脂。

(1) 酚醛树脂

酚醛树脂是苯酚和甲醛反应的产物。也称为胶木，这种树脂的本色是棕色，然而，这种树脂的制件几乎都是黑色的，至于热敏感性，该树脂能承受温度达135℃左右，该树脂的抗拉强度是高的，但树脂要用锯屑和纤维增强，以降低脆性。

极好的电绝缘性和耐水、油及化学物的性能，使这种树脂用在制造通信仪器零件、接线工具之类产品。

成形时应将加热料筒后部的成形温度调到30℃—80℃，加热料筒的温度调到80—110℃，模具温度约为170℃—210℃。提高模具温度将缩短硬化时间，但过分提高会在工件的表面造成黑色的条纹，并且发泡。



照片 9 尼龙件

(2) 脲醛树脂

脲醛树脂是一种大分子树脂，由尿素和甲醛缩聚制成。这种树脂耐热性差，在 70°C — 80°C 温度左右就软化。机械强度也较低，该树脂易冲击损坏。另一方面，该树脂有极好的电绝缘性能，用于各种电气零件。成形时应将加热料筒后部温度调到 40°C — 80°C ，加热料筒前部温度调到 80°C — 150°C ，模具温度为 135°C — 150°C ，温度过高会产生黑色条纹和开裂。

(3) 三聚氰胺树脂

该树脂是三聚氰胺和甲醛缩聚物制成。是硬性的，耐水、油和化学物，耐热，并有极好的电绝缘性能，该树脂用于电器件，还用在成形盘子、食品容器等产品，因为没有甲醛的影响。

成形时应将加热料筒的后部温度调到 40°C — 60°C ，加热料筒的前部温度为 80°C — 105°C ，模具温度约为 130°C — 145°C 。

缩短固化时间会使表面光泽降低，并产生变性，成形温度过高会产生开裂。

III、关于塑料的简易区分方法

不同品种的树脂制成了各种类型的塑料件和类似零件。用化学分析是可以区分其差别的，然而，甚至专家也常常搞错。下表是区分树脂的方法，学了这些区别方法后，是很有用的，这些方法是应该试验的。

表2 塑料的简易区分方法

方法 类型	燃烧的难易	火焰熄灭后燃 烧的连续性	火焰的色调	塑料状态	具体的气味	塑料件特性
甲基丙烯酸 树脂	易 烧	继续燃烧	末端呈黄 兰色	软	气味象 丙烯酸单体	不象玻璃那 样冷
苯乙烯树脂	易 烧	继续燃烧	橙黄色； 黑烟	软	气体象 苯乙烯单体	喷镀时象金 属声； 用于透明件
聚酰胺(尼龙)	逐渐燃烧	不燃烧	顶部黄色	熔化时下滴	特异气味	有弹性
氯乙烯树脂	难 燃	不燃烧	下端黄绿色	软	气味象氯 化物	软型象橡胶； 具有各种硬度
聚丙烯	易 燃	继续燃烧	黄 色	快燃并燃完	特异气味	乳白色
聚乙烯	易 燃	继续燃烧	顶部黄色； 下端兰色	熔化时下滴	气味如石油	软和乳白色； 用于产品的为 中间色
酚醛树脂	逐渐燃烧	不燃烧	黄 色	膨胀并开裂	气味如苯酚	用于产品 为黑色和棕色
脲醛树脂	难 燃	不燃烧	黄色；末 端带青色 和绿色	膨胀并开 裂；发白	气味如尿 素和甲醛	用于产品 色彩美丽
三聚氰胺树脂	难 燃	不燃烧	淡 黄	膨胀并开 裂；发白	气味如尿 素和甲醛	比脲醛更光 泽；表面很硬
不饱和聚酯	易 燃	继续燃烧	黄—黑烟	稍有膨胀； 发白	烟 象 苯乙烯单体	用于玻璃钢

IV、成形温度、树脂的预干燥以及模具的温度调整

螺杆料筒温度的调整取决于树脂，主要为制造厂及其等级。料筒温度选得不合适，会造成成形次品，树脂分解（取决于所用的树脂），产生有害气体影响人体，甚至可能发生

爆炸（取决于树脂）。料筒温度的调整应在了解所用树脂性能后，根据这些性能确定相应的温度。如成形吸水的树脂，会产生银丝纹和其他现象，引起次品。预先干燥，除去水分就可避免这类次品。

预干燥应采用料斗干燥器和干燥炉。按所用的树脂，模具应强制冷却，因为，成形时模具温度有时会增高的。必要时，对树脂采用强制冷却，会缩短其冷却时间，而树脂仍能很好流动，这样就缩短了成形周期。提高模具温度进行成形是用于流动性差的树脂，调整模具的温度会改善树脂在模具型腔中的流动性，产生出更好的成形件。

成形方法诸如树脂在模腔中加热和固化，树脂在螺杆料筒中半熔，模具用加热器强制加热，也都适用于热固性塑料。此时，螺杆料筒的温度要调得低一些，而模具温度要调得高一些。表3为常用的成形和预干燥温度以及模具的温度。

表3

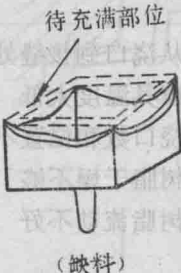
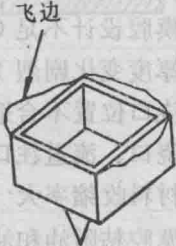
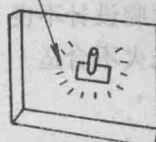
	树脂名称	螺杆料筒温度(℃)	预干燥		模具温度(℃)
			温度(℃)	时间(小时)	
热	PS(聚苯乙烯)	180—260	75—80	大于1—1.5	40—80
	AS树脂	180—240	75—85	大于2—4	40—80
	ABS树脂	180—260	80—100	大于2—4	40—80
	PMMA (聚甲基丙烯酸酯)	180—240	70—100	大于2—10	50—100
塑	PA(尼龙6)	235—280	80—100	大于2—10	60—100
	PA(尼龙66)	250—300	80—110	大于2—10	60—120
	PE(聚乙烯)	200—280	不需要	不需要	20—50
	PP(聚丙烯)	200—280	不需要	不需要	20—50
性	氯乙烯				
	硬	165—200	80—120	大于1	
	软	150—200	50—80	大于1	
	PC(聚碳酸酯)	250—320	100—120	大于4—10	70—120
热固性树脂	POM(缩醛树脂)	175—210	80—90	大于2—4	60—100
	诺里尔(Noryl)	240—315	85—120	大于2—4	80—120
	PE(酚醛)	80—110	不需要	不需要	175—220
	MF(三聚氰胺)	80—100	不需要	不需要	135—155
	UF(脲醛)	80—100	不需要	不需要	135—135
	聚酯Pre-Mix	80—110	不需要	不需要	150—200

V、成型的次品及其原因

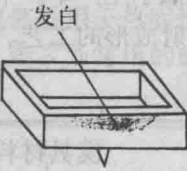
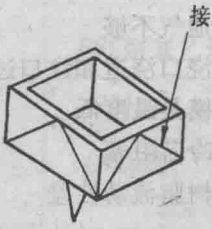
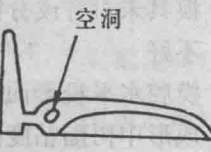
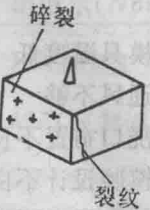
许多现象降低成形件的质量，其中有缩痕、飞边和缺料。至于这些现象的成因，按装不良，注射温度、注射压力、注射速度、注射时间、固化时间、料筒温度等调整不良，以及其他因素都会引起次品。

对这些现象缺乏措施就会造成成形件的废品率增加，结果降低了生产率。下表描述了普通的塑料注射成形工艺有关产生次品的现象，该表还涉及到注射成形的工艺。

表 4 成形的现象

现象	次品示例	成形机床成形条件	模具材料
缺料		* 成形机床注射量不足 * 材料供量不足 * 注射压力过低 * 树脂温度低，流动性差 * 注射速度慢 * 注射部位产生阻力，压头损失大	* 浇口平衡不好 * 通气不够 * 浇口浇道和注口过小 * 模具温度低 * 冷芯阻塞 * 树脂流动性差
飞边		* 注射压力高 * 夹压力不足 * 成形材料供给过多 * 树脂温度高 * 注射压力保持时间长	* 模具未对齐或分模面接触不好 * 模腔水平投影面积过大 * 成形中树脂粘度低
缩痕		* 注射压力低 * 注射压力保持时间短 * 注射速度慢 * 成形材料供量不足 * 树脂温度高	* 模具温度过高或不均 * 浇口小 * 浇道和注口夹小引起阻力 * 模腔中有厚截面 * 树脂收缩率大
银丝纹和喷射痕		* 塑化不好 * 树脂过热及分解 * 注射速度过高 * 注射压过高注射速过快 * 螺杆中有空气（背压和压缩不足）	* 模具温度低 * 通风不够 * 浇口布置不良 * 模腔设计不良 * 树脂干燥不够

续上表

波流痕		* 温度过低以及流动性不足 * 注射速度低 * 注嘴过小 * 注射保压过低	* 模具温度过低 * 模具冷却不合适 * 树脂流动不好
发白现象		* 熔化不均，树脂局部过热 * 注嘴冷 * 注射速度过快或过慢 * 树脂过热分解	* 模温过高或过低 * 浇口、流道、注口过小 * 模具表面粘附水和油 * 树脂干燥不够 * 树脂用的润滑剂挥发量
接缝线不好		* 树脂温度太低，流动不良 * 注射压力低 * 注射速度慢 * 注嘴冷	* 从浇口到接缝处距离太长 * 模具温度太低 * 浇口数和位置不合适 * 树脂干燥不够 * 树脂流动不好
空洞		* 注射压力低 * 注射保压不够 * 注射速度过快或过慢 * 保持时间短	* 欠通气 * 模腔设计不足（厚截面及厚度变化剧烈） * 浇口位置不合适 * 浇口、流道注口过小 * 材料收缩率大
黑条纹糊斑		* 由于树脂留在料筒和其它处，局部过热 * 注嘴附件不好 * 注射速度快 * 材料保持时间长 * 料筒温度高注射压力高	* 模腔粘附油和油脂 * 由于浇口部位摩擦使树脂过热和分解 * 排气不好 * 溶剂过多
表面碎裂和裂纹		* 注射压力过高 * 树脂温度低，流动性差 * 注射保压太高 * 保压时间过长	* 浇口过宽 * 模具温度过低 * 工件粘合不良 * 模腔设计不良 * 退火不合适