

国外工程塑料加工

(第二辑)

上海红军塑料厂 编



上海科学技术情报研究所

国外工程塑料加工

(第二辑)

上海红军塑料厂 编

*

上海科学技术情报研究所出版

新华书店上海发行所发行

上海东方红印刷厂印刷

*

1971年7月出版

代号: 1634020 定价: 0.40元

(只限国内发行)

毛主席语录

提高警惕，保卫祖国。

备战、备荒、为人民。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

洋为中用。

打破洋框框，走自己工业发展道路。



目 录

丙烯腈、丁二烯、苯乙烯(A. B. S.)树脂泡沫体	1
能够注射成型的聚酰亚胺树脂	10
线型热塑性聚氨酯	14
聚全氟乙丙烯的挤压成型	19
氯化聚醚热塑性塑料的性能和用途	25
聚4甲基戊烯-1(TPX)聚合物	31
聚丙烯的注射成型	36
有机玻璃的加工	42
聚酚氧树脂吹塑成型瓶类	46
怎样使用尼龙挤压涂层	51
尼龙的性能和加工	56
聚碳酸酯的热成型	60
单体浇铸成型尼龙	66
耐热性 ABS 树脂	70
共聚甲醛的挤压	77

丙烯腈、丁二烯、苯乙烯(A.B.S.)树脂泡沫体

由于 A. B. S. 树脂均衡地保持了作为结构部件所必要的抗冲击性、强韧性、耐热性和耐药品性等诸性能, 因此, 作为工程塑料的用途, 正在扩大。

工程塑料的用途, 例如在建筑、车辆等领域中, 迫切地希望材料的轻量化和强度的持久。虽然迄今为止发表了各种塑料泡沫体, 并在质轻、绝热、缓冲和吸音性等方面, 它们显示出优良的性能, 但是, 在强韧性、耐药品性等方面, 还存在若干问题, 这就是期望出现作为轻质材料且维持某种程度强度的泡沫 A. B. S. 的理由。

泡沫 A. B. S.

作为现在众所周知的泡沫 A. B. S. 有美国橡胶公司的洛雅拉伊脱。这是以泡沫 A. B. S. 作为芯子, 在其两面层压几层密度有若干差异的 A. B. S. 板。这种材料已在美国作为车辆外壳试用。

泡沫 A. B. S. 虽有挤压成型、注射成型

两种牌号, 但不论在何种场合下, 成型的泡沫 A. B. S. 制品, 作为轻的结构材料, 都具有下面所示的许多特点:

① 和以往所有的一般泡沫树脂不同, 可以得到作为结构材料的硬质泡沫成型品。

② 因此, 使塑料进一步接近比塑料更轻的天然结构材料的木材, 而成为划时代的结构材料。

③ 质轻、兼具刚性, 保持均衡的机械强度。

④ 成品表面呈木纹花样。

⑤ 对热具有良好的尺寸稳定性。

⑥ 吸水率少。

⑦ 在稳定的加工条件下, 容易加工成板、管和棒等各种成型品。

⑧ 在厚壁注射成型品的场合, 也能在比普通 A. B. S. 成型周期为短的情况下成型。

⑨ 成型品的切削、钻孔、打钉和胶粘等能象木材一样简单。

⑩ 根据目的要求, 也能制得相当软的制品。

表 1 泡沫 A. B. S. 的物性

成 型 法	挤 压	二 段 发 泡	试 验 方 法
密度 克/厘米 ³	0.6	0.38	ASTM D 1622-59 T
抗张强度 公斤/厘米 ²	140	28	} ASTM D 638
伸长率 %	24.6	34	
抗张弹性率 公斤/厘米 ²	3,060	885	} JIS 2号转鼓
弯曲强度(屈服) 公斤/厘米 ²	204	34	
弯曲弹性率 公斤/厘米 ²	7,380	1,525	} ASTM D 790-61
压缩强度 公斤/厘米 ²	126	30.5	
压缩弹性率 公斤/厘米 ²	3,600	775	} ASTM D-1621-59 T (10% 变形)
冲击强度 公斤·厘米/厘米 ²			
悬臂梁式 带缺口	5.5	—	} ASTM D 790
无缺口	13.6	—	
吸水率 24 小时 %	0.35	—	ASTM C 272-53
热传导率 仟卡/米·小时 °C	0.085	0.058	ASTM C 177-45

ASTM: 美国材料试验协会标准

JIS: 日本工业标准

⑪ 以薄壁 A. B. S. 板进行层压, 能制得保持与一般 A. B. S. 同等程度刚性且质轻的制品。

⑫ 同一般泡沫塑料一样, 具有很好的绝热性和吸音性。

⑬ 在一定程度上, 可进行真空成型等二次加工。

⑭ 可以着色。

表 1 所示为泡沫 A. B. S. 物性。表 2 所示为一般常用的泡沫热塑性塑料的物性。进行两表比较时, 从后者的比重为小来看, 认为未必适当, 但, 如比较每单位重量的强度时, 就有如表 3 所示的情况。

表 2 热塑性树脂泡沫体的物性

树 脂		泡 沫 聚苯乙烯	泡 沫 聚氯乙烯
成型法		挤压	—
密度	克/厘米 ³	0.09	0.04
弯曲强度	公斤/厘米 ²	7.9	5.4
弯曲弹性率	公斤/厘米 ²	284	228
压缩强度	公斤/厘米 ²	4.6	5.1
压缩弹性率	公斤/厘米 ²	214	173
冲击强度	公斤·厘米/厘米 ²		
悬臂梁式	带缺口	0.19	1.31
	无缺口	0.25	3.50
吸水率	24 小时 %	+0.42	+0.26

表 3 泡沫树脂每单位重量的强度

树 脂		泡沫 A. B. S.	泡沫聚 苯乙烯	泡沫聚 氯乙烯
弯曲强度(屈服)	公斤/克	340	88	135
弯曲弹性率	公斤/克	12,300	3,160	5,700
压缩强度	公斤/克	210	51	128
压缩弹性率	公斤/克	6,000	2,880	4,350

与发泡剂的关系

不仅限于 A. B. S. 树脂, 凡是为了得到热塑性树脂泡沫体用的发泡剂, 大致可分无机发泡剂和有机发泡剂两种。无机发泡剂广泛应用价廉的 DPT (二亚硝基戊次甲基四胺), 但由于分散性不好, 最近趋向使用放出

氮气的有机发泡剂。有机发泡剂可分偶氮化合物、亚硝基化合物以及磺酰肼三种。其中最常用的发泡剂是偶氮二羧酸二酰胺, 虽然主要用作聚氯乙烯、聚乙烯以及橡胶等发泡剂, 但是也可用作 A. B. S. 和聚丙烯的发泡剂。

其他常用的有机发泡剂, 胍系发泡剂显示出增加的倾向。这种胍系发泡剂使用方便, 危险性少, 制造方便。但比任何发泡剂为好的优点是存在许多诱导体。

一般来说, 发泡剂必需具备的性能如下:

① 发泡剂的分解温度(气体发生)是一定的。

② 气体发生时, 不爆炸。

③ 气体发生后, 制品无变色、发臭、污染。

④ 在通常的状态下贮存, 不变质恶化。

⑤ 分解温度的范围小。

⑥ 气体发生量多。

一方面考虑这些性能, 另一方面, 为了适合树脂起见, 则分解温度与树脂熔融温度的关系就成为重要问题。

从表 4 引用具体例子, 就其存在的问题加以叙述。

用二亚硝基戊次甲基四胺系(DPT)发泡剂发泡的情况, 与用胍系发泡剂发泡的情况相比较, 则 DPT 系发泡剂的制品表现有强烈地表面花纹(气体的痕迹)的倾向。发泡倍数在添加率低的情况下, 虽然胍系发泡剂为佳, 但在添加率增加的情况下, DPT 系发泡剂出现较好的结果。不过, 因受基础树脂的品种而异, 因此, 就有必要在多次的试验结果来掌握其适当的一点。

偶氮二羧酸二酰胺系发泡剂, 适合于丁二烯比较多的 A. B. S. 的发泡, 这可能是由于树脂的融点和发泡剂分解温度的关系所致。

要取得泡沫体的发泡剂条件, 是分解温度与基础树脂的融点相近、发气量多和比重

表4 主要发泡剂的性状

名 称	化 学 式	色 调	分 解 温 度 °C	主要发生 气 体	气体量 厘米 ³ /克	毒 性	特 点
碳酸氢钠	NaHCO_3	白	60~150	$\text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2$	267	无	连续 气泡
碳酸铵	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	白	30~60	NH_3, CO_2 H_2O	约 700	无	连续 气泡
偶氮二异丁腈	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{N}=\text{N}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \\ \text{CN} \qquad \qquad \text{CN} \end{array}$	白	95~104	N_2	137	分解生 成物有 毒	独立 气泡
二亚硝基戊次 甲基四胺	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{N}-\text{CH}_2 \\ \qquad \\ \text{NO}-\text{N} \quad \text{CH}_2 \quad \text{N}-\text{NO} \\ \qquad \\ \text{H}_2\text{C}-\text{N}-\text{CH}_2 \end{array}$	淡黄	206	N_2	240	无	独立 气泡
甲基苯磺酰肼	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_2\text{NHNH}_2$	白	100~110	N_2	120	无	独立 气泡
对, 对'氧代二 (苯磺酰肼)	$\text{H}_2\text{NHNNO}_2\text{S}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_2\text{NHNH}_2$	白	164	N_2	120	无	独立 气泡
偶氮二羧酸二 酰胺	$\text{NH}_2\text{CON}=\text{NCONH}_2$	黄	190~200	N_2	240	无	独立 气泡
NN'二甲基 NN'二亚硝 基对苯二酰 胺	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{N}-\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{N}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{NO} \quad \quad \text{O} \quad \quad \text{O} \quad \quad \text{NO} \end{array}$	黄	118	N_2	180	无	独立 气泡
二偶氮苯胺 苯氨基重氮苯	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{N}=\text{N}-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5$	褐	97	N_2	113	有不良 影响的 污染性	独立 气泡
甲基苯磺酰肼	诱 导 体	白	约 130	N_2	约 120	无	独立 气泡
甲基苯磺酰肼	诱 导 体	白	约 140	N_2	约 100	无	独立 气泡
甲基苯磺酰肼	诱 导 体	白色糊	约 100	N_2	约 120	无	独立 气泡

与熔融树脂的比重相等等等。除此以外, 最好是使用方便、无危险性的为更佳。

在考虑这些条件时, 苯磺酰肼系的诱导体发泡剂, 是最适合 A. B. S. 的发泡。这种发泡剂添加量既少, 又能得到无臭气、成品不变色的泡沫体。

但是, 根据发泡树脂的品种不同, 其结果也有相当的差异(发泡状态不同), 因此, 必须选择合适的品种。

与原材料的关系

A. B. S. 树脂大致区分为接枝共聚型和搀和型两种, 在进一步区分为丁二烯含量多的和丁二烯含量少的情况下, 不论是接枝共聚型还是搀和型, 凡丁二烯含量多的 A. B. S. 树脂有容易发泡的倾向。另外, 只从发泡倍数来看, 搀和型 A. B. S. 能够得到较大的倍

数(最高3.1倍)。但从发泡状态的稳定度来看,接枝共聚型A. B. S. 远为优越。

希望不要含有颜料,但如必要时,包括发泡剂在内以5%为限度。碳黑和二氧化钛比其他颜料的影响为小。

乳液聚合的A. B. S. 在同一条件下发泡时,显示强烈的不均匀性。另外,在掺和型A. B. S. 中丁二烯成分极度增加时,反而产生发泡困难。在这种情况下,用苯二甲酸酐胺的发泡剂较好。添加少量的碳酸氢钠和碳酸铵使外观花纹发生变化,或对低分子量物质的发泡等,是有效的。

制品设计问题

泡沫A. B. S. 的特点为:

- ① 轻量化,同时可降低成本。
- ② 由于发泡消除内部翘曲。
- ③ 可制得厚壁制品。
- ④ 可制得锐角制品。
- ⑤ 有吸音、音响及绝热效果。
- ⑥ 外观产生花纹。
- ⑦ 不易产生溢边、不足。

应注意的问题为:

- ① 大型成型品(需要用20吨以上机械加工的制品)周期变长。
- ② 大的制品,以300毫米为限,壁厚在3.5毫米以上,10毫米以内为佳(理想壁厚为5~6毫米)。
- ③ 不能注重外观花纹。
- ④ 主流道、分流道要大而且短。
- ⑤ 铸口希望用直接式铸口。

此外,作为模型设计时应注意的问题是模型须充分冷却,模芯一侧要通水。注意排气的位置也很重要。

成型加工

注射成型

热塑性树脂泡沫体的注射成型,聚苯乙

烯研究已进入实用阶段,专用的注射成型机也有制造。

泡沫体注射成型的情况与普通的注射成型法不同,含有发泡气体的熔融树脂在模型内膨胀充满模穴后冷却凝固。因此,由于模型并不直接遭受注射压力,所以无须使用普通注射成型那样的坚固的模型,另外,合模力也降低。其次,在厚壁制品的情况下,普通注射成型为了防止凹陷以及成型品内部空隙,必须采用高的注射压力和较长的保压时间。但是,在泡沫体的情况下,由于膨胀的关系,因此避免了这些缺点,即使冷却时间稍长,但总周期有时还是短的。

为了发挥这样的优点,或者为了显示出充分的发泡率,适合于壁厚、壁厚变化不太大和形状简单的制品。

成型机:作为泡沫体原料,虽然用注射成型用泡沫A. B. S. 即可,但对使用的注射成型机,有必要考虑下列几点:

作为注射成型机,不论柱塞式还是螺杆式均可使用。但是,为使发生气体与熔融树脂充分地混合,保持成品密度、物性的均匀,以采用螺杆式注射成型机为佳。关于喷嘴,为了防止由于料筒内的气体压力而使熔融树脂从喷嘴自然流出以及为了抑制从模型铸口部分的树脂逆流,喷嘴的前端,最好装有阀门。

模型:关于模型,如前所述,虽然无须使用很坚固的模型,但材料仍须使用模型用钢材,表面镀铬则更好。泡沫A. B. S. 注射成型模型方面铸口很重要。泡沫注射成型品的特点之一是流动痕迹形成花纹起了美观的效果。但是,这样的外观随成型品的形状而异,也随铸口的大小、位置、数量而变化。以 $1/2'' \times 1/2'' \times 2^{1/2}''$ 的角棒为例,铸口设在 $1/2'' \times 1/2''$ 一面,铸口大小为 3×2 毫米, 5×2 毫米, 12.7×2 毫米, 12.7×12.7 毫米4种。另外,铸口的位置再设在 $1/2'' \times 2^{1/2}''$ 的侧面,铸口的大小为 3×2 毫米,分别进行

了研究。所得的成品密度虽然均为0.72克/厘米³左右,并无多大的差别,但在外观方面,以铸口小者为佳。又在位置方面,以铸口设在1/2"×1/2"一面为佳。

关于照片1所示的把手,以铸口为中心,以及两侧三个地方进行研讨,在此场合下,铸口的数量多,则能得到外观良好的产品,即木材感强的产品。另外,可以看到,铸口增多时,密度有渐渐变小的倾向。

成型条件:成型条件首先是料筒温度,为了使发泡气体不致逃逸,料筒的温度梯度应以料斗侧为低,而喷嘴侧为高,并且气体应在料筒前部发生。但是,温度上升太高时,成品容易产生表面粗糙以及后膨胀。作为一般标准,希望在料斗侧为145~160℃,中央部为170~185℃,前部为190~200℃。树脂在料筒内的停滞时间希望尽可能短些。注射速度大,能够得到外观均匀的成品。注射时间(包括保压时间)以前述的把手为例,在10秒左右比较适当。泡沫树脂的注射成型时,冷却时间也因成型品的壁厚而异,但是,要比普通成型品为长。这是为了使成型品从模型取出以后不致产生后膨胀。但是,这样的现象,通过适当地调整注射量,不要那样长的冷却时间也可以介决。即使是普通的成型品,为了使厚壁的制品表面无凹陷,内部无空隙,也必须采取较长的周期时间。表5为1/2"×1/2"×2 1/2"的角形棒,以普通A. B. S.树脂和泡沫A. B. S.树脂成型周期时间的比较。普通A. B. S.注射时间(包括保压时间)长的原因已如前述,其差很大,作为总周期时间,泡沫A. B. S.为短。

表5 泡沫A. B. S.的成型周期
成形品 1/2"×1/2"×2 1/2"角棒

成型周期	一般A. B. S.	泡沫A. B. S.
注射时间	23秒	10秒
冷却时间	30秒	33秒
中间时间	17秒	17秒
总周期	70秒	60秒

泡沫注射成型品的物性:泡沫A. B. S.注射成型品的密度,大体可得到从0.6克/厘米³到0.9克/厘米³范围的制品。以前述的把手为例,在同一成型条件下成型的场合,密度的不均匀度,在连续100次注射成型的情况下,在0.665±0.025克/厘米³范围内。成型品内部的密度变化为铸口部分的密度小,离开铸口的地方密度大。这虽是意外的结果,但是泡沫成型品能在表面形成密度大的表皮而将内部的气泡部分包在里面。可以想象,这层表皮产生在铸口部分薄而离铸口的地方变厚这样的结果。但是,其密度之差约为3~5%左右。

当然,泡沫A. B. S.注射成型品的强度是随密度而变化的。图1所示为前述把手密度和强度的关系,在强度方面它比用泡沫聚苯乙烯成型的制品远远为好。

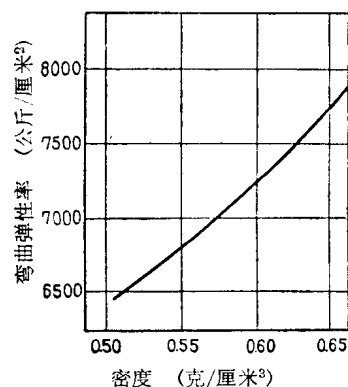
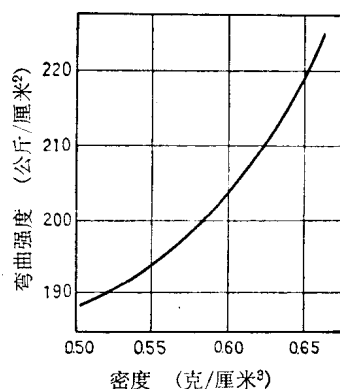


图1 把手密度与强度的关系

表 6(a) 成型条件

		模 型 号 码		估计周期/H	
		年 月 日			
		室温,湿度 机械名	°C, %	30 V25—200	
装 置		料 筒		B	C
		料筒端		SPC	SPS
		喷嘴端		SVO	SVN
		螺杆端		SFS	RSP
加 热 器		MH 1		150	180
		MH 2		225	200
		MH 3		230	210
		MH 4		235	
		DH		215	200
螺 杆 调 整	E109	螺杆操作		直接动作	
	E275	注射单元后退		保压以后	
		螺杆转数	转/分	61	
	E122	螺杆马达电流	安倍	17	
	E250	可塑化冲程	毫米	100	45
	E253	残留量	毫米	0	
		塑化时间	秒	13	14
	H·15	螺杆油缸背压	公斤/时 ²	10	
注 射 调 整	H·16	注射速度	门阀开度	最大	8 次
		注射时间	秒	1.5	2
	E112	最高压力	WZ	时间	
	E234	增量时间	秒	6.5	
	E253	最高压冲程	毫米	0	
			秒	6	9
	E237	最高压	公斤/时 ²	60	60
			秒	6	
	E238	调整压	公斤/时 ²	55	60
			秒	4	
	E239	保 压	公斤/时 ²	10	
	E240	冷却时间	秒	30	
	E235	停止时间	秒	5	
	E236	限位开关动作 时间	秒	1	
原 料		使用原料			
		干燥时间	秒		
		干燥温度	°C		
模 型		模型温度, 芯	°C	51	
		模穴	°C	42	
		取数、重量	个、克	1	
		周期时间	秒	57	63
		标准周期	次		

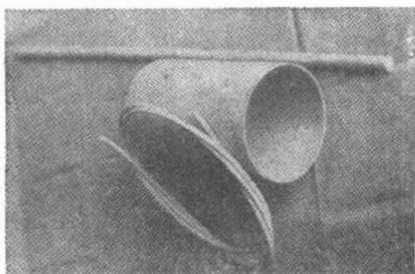
成型品名 泡沫A. B. S. (A)

表 6(b) 成型条件

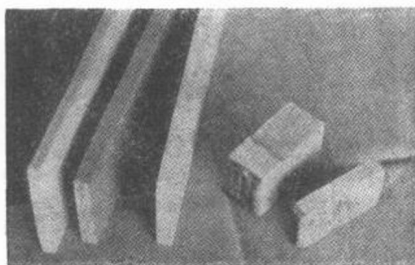
		模 型 号 码		估计周期/H	
		年 月 日			
		室温,湿度 机械名	°C, %	V15—75	V17—65
装 置		料 筒		C	B
		料筒端			S
		喷嘴端		SVS	SVS
		螺杆端		RSP	RSP
加 热 器		MH 1		170	185
		MH 2		200	235
		MH 3		200	230
		MH 4		195	
		DH			
螺 杆 调 整	E109	螺杆操作		直接动作	直接动作
	E275	注射单元后退			
		螺杆转数	转/分	42	127
	E122	螺杆马达电流	安倍		
	E250	塑化冲程	毫米	15~20 (17.5)	70
	E253	残留量	毫米	0	0
		塑化时间	秒		20
	H·15	螺杆油缸背压	公斤/时 ²	15	20
注 射 调 整	H·16	注射速度	阀门开度		
		注射时间	秒		
	E112	最高压	WZ		
	E234	增量时间	秒		0
	E253	最高压冲程	毫米	2.4	
	E237	最高压	公斤/时 ²		
			秒	10	
	E238	调整压	公斤/时 ²		
			秒	20	25
	E239	保 压	公斤/时 ²		45
	E240	冷却时间	秒	120	70
	E235	停止时间	秒		
	E236	限位开关动作 时间	秒	2	
	H·17	锁模速度	阀门开度		
原 料		使用原料		A. B. S.	
		干燥时间	秒	2 小时	6 小时
		干燥温度	°C	10.5	
模 型		模型温度, 芯	°C	35~40	40~45
		模穴	°C		50~55
		取数、重量	个、克	1	1/150
		周期时间	秒		77~80
		标准周期	次		



照片 1 注射成型品(把手)



照片 2 挤压成型品(管、棒)



照片 3 板材(印刷材料)

挤压成型

以挤压成型用泡沫 A. B. S. 为原料, 由挤压成型可以制得照片 2 所示的管、板、棒、吹塑薄膜等成型品。现说明挤压成型时的挤压机及机头。首先, 关于挤压机, 当然根据一般 A. B. S. 用的螺杆也能制得成型品, 但重点放在操作性能以及成型品的外观均匀性等方面, 则须注意若干问题。第一, 要使在进料和在料筒内发生的气体不从进料口处逃逸, 有必要将螺杆的加料区加长。其次, 要使制品表面不发生表面破裂而逃逸气体, 有必要将原料树脂在料筒内充分地混炼, 以便增加成型品的表面强度。又在螺杆的尖端不允许有停滞的树脂。机头的构造和一般的树脂不

同, 为使发泡气体贮藏在熔融树脂的内部, 当机头内有局部的急剧压力变动时, 在这部分发生预膨胀(机头中的气体提早膨胀), 产生成品壁厚不均、密度不均等现象。因此, 在机头内部, 压力变化必须从挤压机尖端到机头出口之间均匀地下降, 为此, 希望不要有平直部分(定型)。另外, 在加工宽幅的制品时, 也可使用圆形机头。现在已用 40 毫米的挤压机, 用直径 100 毫米的圆形机头, 挤出宽度为 300 毫米左右、厚度为 6 毫米的板。

以 40 毫米挤压机, 用鱼尾形机头, 在挤压宽度为 60 毫米、厚度为 9 毫米的板时的成型条件: 料斗侧为 160°C 、中央为 175°C 、机头为 173°C 、模型为 140°C 和螺杆转速为 24 转/分, 可以得到产量为 6 公斤/小时、密度为 0.51 克/厘米³ 的板。

对挤出板的密度最具影响的因素是挤压机中央部的温度和螺杆转速。上述挤压机, 在中央部温度为 170°C , 螺杆转速为 30 转/分时, 可以得到产量为 7 公斤/小时, 密度为 0.6 克/厘米³ 的板。

但是, 这些挤压条件与密度的关系, 因挤压机的构造、机头构造而有显著的差别。

挤出板的密度和强度的关系如图 2 所示, 随着密度增加, 则弯曲强度提高。

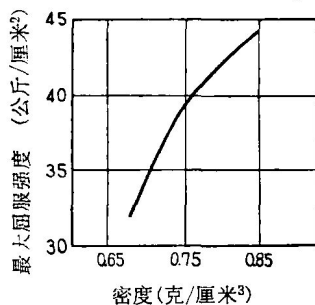


图 2 泡沫 A. B. S. 挤出板的密度与强度关系

泡沫 A. B. S. 夹芯板以及压成型

A. B. S. 泡沫体的最大用途之一可以考虑在轻量结构方面的利用。在此场合下, 单纯的泡沫 A. B. S. 虽然适合于轻量化的目

的,但在某种场合对强度方面有进一步要求提高的情况。这就是出现由铝板或 A. B. S. 板组合而成的夹芯板的理由。这些板的物性如表 7 所示,强度有所提高,外观和 A. B. S. 完全一样,无变化。也可作印刷等表面加工。另一方面,也可进行某种程度的压成型。下面说明其制造方法以及压成型。

表 7 泡沫 A. B. S. 夹芯板的物性

	密 度 克/厘米 ³	弯 曲 试 验		强度/密度比	
		弯曲强度 公斤/厘米 ²	弹性率 公斤/厘米 ²	弯曲强度	弹性率
A	0.73	306*	60,000	419	82,000
B	0.54	245	10,900	453	20,000

表 8 泡沫 A. B. S. 与木材的含水率、吸水率

	泡沫 A. B. S.	合成橡胶	杉 木
吸水率 %	0.35	20.75	27.36
含水率 %	0.15	2.92	2.29

在 A. B. S. 泡沫体的表面,涂上胶粘剂甲乙酮后立即可粘合薄壁的 A. B. S. 片材。A. B. S. 片材粘合在泡沫体的两面以后,放在平板间加压 20 分钟,并在 180~200℃ 温度下加热软化 1~2 分钟,进一步用橡胶辊加压。在此工艺过程中,必须充分排除泡沫体与片材之间的空气。表面材料在用铝时,必须选择适当的胶粘剂,铝板的表面处理也应完整。

由这样加工制得的夹芯板,和泡沫 A. B. S. 板一样能进行真空成型。用 FB-7 型真空成型机,以 30 毫米角状阳模作试验时, $H/W=0.2$,即深度为 6 厘米的制品时,可在温度 150℃ 附近成型。

二次加工

根据上述各种加工方法,泡沫 A. B. S. 可以制得各种成型品,但也能同木材一样进一步切断和打钉等,也容易胶粘。

首先,在进行切断时,如作普通切断,必然在其表面露出发泡面,而对此面作涂饰的

设想是不适当的。但是,为了使这样的切断面气泡,呈平滑的表面,可使用细齿的锯子。切断速度以 60 厘米/分左右为适当,太快时,切断面不平滑。泡沫 A. B. S. 也能着色,根据在黄、红、蓝色的情况下加入 0.4~0.7% 的干拌色,在白色情况下添加 5%,可以得到色泽均匀而不变色的着色泡沫 A. B. S.。

泡沫 A. B. S. 的胶粘剂以 A. B. S. 溶解在甲乙酮的溶液即可。但当考虑操作性能时,希望加入作为第三组分的甲苯。即在粘接大型制件时,有必要延长胶粘剂的粘接保持时间。为此,使用 A. B. S.、甲乙酮、甲苯重量比为 40:60:50 左右的混合液为佳。此混合物作为胶粘剂的粘度适当,操作性能良好。

成型条件和发泡行为

在发泡 A. B. S. 的情况下,成型条件根据各成型品而完全不同,此外由于成型机的关系,不用说成型条件包括泡沫成型品外观在内的发泡状态也不同。如一线式螺杆注射成型机时,不论是那种牌号的成型机,发泡成型一般是可能的,但如果要得到较好的泡沫成型品,还是使用高性能的成型机较好。

表 6 表示由 V25—200 设备所得的成型条件记录。在此情况下,料筒由 B 料筒取代 O 料筒,从而使流动性能稍有改善,又由于将喷嘴由 SVO 取代 SVN,则改善了发泡状态。当成型周期从 57 秒改为 63 秒,由于变更了成型条件,才得到了提高。

加热是取决于树脂的熔融温度和发泡剂的分解温度的,但是,一般以稍低一些为好。调整压和保压希望分别予以调整。冷却时间虽应根据成型品的壁厚而调整,但实验结果,壁厚在 20 毫米以上时,冷却时间要几分钟。由于壁厚为泡沫 A. B. S. 成型时的标准,因

* 注:原文为 30.6 恐系 306 之误。

此,需要有更多的实验数据。概括如下:

3.5 毫米以下,	发泡倍数小
3.5~8 毫米	合适的壁厚在 5 毫米左右
8~10 毫米	} 成型条件必须根据工艺技术决定
10~15 毫米	
15~20 毫米	发泡时容易产生不均匀
20 毫米以上,	成型周期变长

由于与物性的关连性可以考虑以 2 倍发泡为限,因此必然与发泡状态(不均匀)有关系。

众所周知,因为泡沫体有绝热效果,壁厚的制品,在冷却时需要时间,所以延长周期是不可避免的。因此,易于趋向高速流入,但由于高速流入破坏发泡行为,而使表面粗糙激化。

此外,关于铸口问题,在不考虑外观和考虑外观时是不同的,在强调外观花纹时,铸口位置在尽可能减少后挤压的同时,助长铸口部分发泡为有效。

为使夹芯结构的表皮变薄,而提高模型

温度,但延长了周期,因此要视那一方面重要而决定之。

用 途

上面说明了发泡 A. B. S. 树脂的特点以及加工方法,这里说明了其应用范围。从其特点,首先是作为轻量结构材料的用途,可以用作汽车内部的板,根据情况,也可用于外装板。此外,由于对热稳定,可以考虑作为高温绝热材料使用。也可作为如照片 2 所示的管、棒等结构材料应用。

其次,由于外观类似木材,而且密度也和木材相近,作为木材的代用是今后一大方向。照片 1 所示是作为这方面例子的把手等。当作木材用时,考虑到发泡 A. B. S. 的特点是耐水性、耐腐蚀性,可以期望有新颖的用途,而且,也可以考虑在家俱、室内装饰品等方面的利用。照片 3 所示作为板材用途之一的印刷材料。

摘译自《工业材料》Vol. 15,
p. 14~23, Jan. 1967.

能够注射成型的聚酰亚胺树脂

改性聚苯醚 (NORYL) 树脂和能够注射成型的聚酰亚胺 XPI-182 树脂是两种新型树脂。由于以往的聚酰亚胺树脂本身的耐热性极高, 因此加工困难, 不能利用热塑性树脂的成型方法, 所以一般都采用粉末冶金式的成型方法。XPI-182 是最早的热塑性聚酰亚胺树脂, 其耐热性在 264 磅/时² 的应力下, 热变形温度为 500°F (260°C) 以上。

XPI-182 是热塑性的耐热性聚酰亚胺化合物, 以纯料成型的制品外观是透明的, 颜色为淡黄色。XPI-182 与普通的聚酰亚胺有下列几点不同。

① 热塑性, 热变形温度在 264 磅/时² 的应力下是 500°F (260°C) 以上 (杜邦的聚酰亚胺即使在 750°F (399°C) 也能保持常温的机械性能, 在 500°F (260°C) 可连续使用)。

② 可以一般的成型技术加工 (由于杜邦的聚酰亚胺不熔融, 因此不能以普通的成型法加工。)

③ 可作为聚酰亚胺加工, 因此不需要强度转化热处理。

④ 可溶解于某种溶剂。

以纯粹的 XPI-182 成型的制品, 具有卓越的机械性能、电气性能及机械加工性。其制品韧性高、耐蠕变强、抗摩耗性大, 表面硬度比之大部分的塑料为大。XPI-182 的耐化学药品性能好, 对 Skydrol、氯化烃、芳香和脂肪烃、稀酸及稀碱都有抵抗性。

大型的成型品, 在空气中到 500°F (260°C) 能够长时间的连续使用。从其溶解特性, XPI-182 很有可能根据通常的方法应用在塑料增强结构的加工及涂料方面。

XPI-182 适用于较大温度范围, 需要保持电气、机械性能, 特别是要求长时间的可靠

性和耐久性方面。

性 能

XPI-182 的物理性能及电气性能如表 1、表 2 及图 1 所示。这些数据是根据不含填充料及其它添加剂, 只以纯粹的聚酰亚胺从压缩成型板切取的试条而测定的。

表 1 一般特性

比重	1.28	ASTM 方法 D-648
热变形温度 (264 磅/时 ²)	> 500°F (260°C)	
玻璃化温度	536°F (280°C)	
洛氏硬度 M 标尺	119M	D-785
弯曲强度	@ -40°F (-40°C) 24,500 磅/时 ² 73°F (22.7°C) 16,000 ~ 20,000 磅/时 ² 392°F (200°C) 10,000 ~ 12,000 磅/时 ² 475°F (246°C)	D-790
弯曲模数	@ -40°F (-40°C) 530,000 磅/时 ² 73°F (22.7°C) 480,000 磅/时 ² 392°F (200°C) 370,000 磅/时 ² 475°F (246°C) 330,000 磅/时 ²	D-790
抗张力	@ -76°F (-60°C) 15,000 磅/时 ² 73°F (22.7°C) 10,000 ~ 12,000 磅/时 ²	D-1708
伸长	@ -76°F (-60°C) 4.5% 73°F (22.7°C) 5.0 ~ 8.0%	D-1708
抗压强度	@ 73°F (22.7°C) 22,300 磅/时 ² (屈服)	D-695

(续表)

冲击强度	0.6~0.8 呎·磅/时	D-256
带缺口的 悬臂梁式 (1/8 吋试条) 无 缺口	3.0~5.0 呎·磅/时	
摩擦系数	静态 0.13 动态 0.15	
(对钢)	动态 0.25	
(薄膜之间)		
线膨胀系数	-22°F 至 86°F (-27 ~30°C) 2.85×10^{-5} 吋/吋/°F -22°F 至 435°F (-27 ~224°C) 3.18×10^{-5} 吋/吋/°F	D-696
导热性	0.087·Btu (英热单位) ·呎/小时·呎 ² ·°F	
热重量分析*	T ₁₀ (空气中) 845°F(451°C) T ₁₀ (氮气中) 895°F(479°C)	
成型收缩	6.3 密耳/吋	
吸水率	22.7°C 中 24 小时 0.75% 100°C 中 24 小时 2.5%	D-570
尺寸变化	(在 22.7°C 的水中 24 小 时后) +0.4%	
摩擦强度	0.144 c.c./100 次	
阿姆司特朗 摩擦机		
折光率 n_{30D}	1.6317	

* T₁₀ 是当重量减少 10% 时的温度

表 2(1) 电气性能

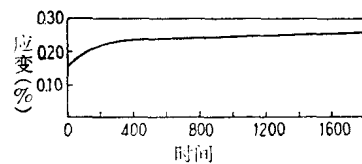
绝缘强度	瞬时击穿 @ 78°F(25.6°C) 384 伏/密耳(133 密耳) 212°F(100°C) 496 伏/密耳(135 密耳) 分级击穿 @ 78°F(25.6°C) 450 伏/密耳(133 密耳) 212°F(100°C) 350 伏/密耳(135 密耳)	ASTM D-149
体 积	条件 1: 40 小时 22.7°C, 50% 相对湿度 > 1.6×10^{16} 欧姆-厘米	D-257
电 阻	条件 1 加 96 小时, 35°C, 90% 相对湿度 > 1.2×10^{16} 欧姆-厘米 @ 212°F(100°C) 7.8×10^{14} 欧姆-厘米	

(续表)

	300°F(149°C) 3.4×10^{14} 欧姆-厘米 392°F(200°C) 9.5×10^{13} 欧姆-厘米	
表 面	条件 1: 40 小时, 22.7°C, 50% 相对湿度 > 7.0×10^{15} 欧姆	D-257
电 阻	条件 1 加 96 小时, 35°C, 50% 相对湿度 4.0×10^{14} 欧姆 @ 212°F(100°C) 2.3×10^{15} 欧姆 300°F(149°C) 2.1×10^{15} 欧姆 392°F(200°C) 3.4×10^{14} 欧姆	
耐 弧 性	125 秒	D-495

表 2(2) 介电常数及功率因数

条 件	测 定 温 度	GPS	介电常数	功率因数
40 小时	73°F(22.7°C)	60	3.45	0.0016
22.7°C, 50% 相对湿度		10 ³	3.40	0.0028
		10 ⁶	3.21	0.0102
	73°F(22.7°C)	60	3.33	0.0014
		10 ³	3.28	0.0028
		10 ⁶	3.13	0.011
干 燥	212°F(100°C)	60	3.31	0.0019
48 小时		10 ³	3.25	0.0029
50°C		10 ⁶	3.14	0.0070
	392°F(200°C)	60	3.15	0.0012
		10 ³	3.10	0.0026
		10 ⁶	3.03	0.0024
全浸渍, 24 小时, 22.7°C	73°F(22.7°C)	60	3.47	0.0015
		10 ³	3.61	0.0026
		10 ⁶	3.43	0.014

图 1 XPI-182 的抗张力蠕变
(1,000 磅/吋²-25°C)

蠕变: XPI-182 的优良耐蠕变性如图 1 所示。测试是在常温 1,000 磅/吋²的应力下, 测出对时间的应变。应变在 400 小时时成 0.25% 的平衡状态, 1,800 小时时也无变化。

耐药品性(密闭杯法): XPI-182在下列药品中浸渍 72 小时后, 无表面恶化。浸渍于 Skydrol、Varsol、乙醇、二甲苯、水、50% 醋酸、10% 苛性钠、10% 氨水、5% 硫酸、四氯化碳、醋酸乙酯、二氧杂环己烷等无不良现象。

在水中煮沸 600 小时后, XPI-182 仍保持在常温及 400°F(204°C) 下原有抗张力的 85%, 原有弯曲强度的 55~60%。

溶解性: XPI-182 完全溶解于二甲基甲酰胺、二甲基乙酰胺、二甲基亚砷、吡啶及甲基吡咯烷酮。也可溶于二甲基甲酰胺: 甲乙酮(70:30)或二甲基甲酰胺: 甲苯(70:30)等混合溶剂。在 180°F(82°C) 中边加温边搅拌 3~4 小时易于制成稳定的溶液。该溶液在冷却前呈混浊状, 冷却后透明。

耐热性: 在空气与氮气中的 XPI-182 热重量分析的结果示于图 2。T₁₀ 值(重量减少 10% 时的温度)在空气中为 845°F(452°C),

在氮气中为 895°F(480°C)。显示了 XPI-182 高的热稳定性。

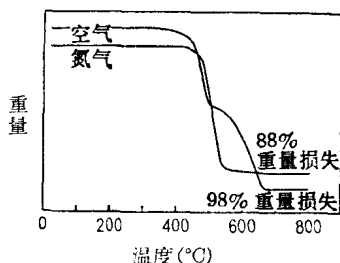


图 2 XPI-182 的热重量分析

(10°/分, 标尺 4 毫克/时)

用纯 XPI-182 成型的制品, 其弯曲特性对于热老化的影响示于表 3 及表 4。此数据表明 XPI-182 在 450°F(232°C) 的温度可连续使用一年以上, 在 475°F(246°C) 可连续使用 6 个月。到 515°F(268°C) 虽然接近了 XPI-182 的玻璃化温度, 但还可连续使用 3 个月。

耐紫外线性: 从压缩成型的试条的两

表 3 热老化对弯曲特性的影响

试验温度: 22.7°C

	老化温度	老化时间					
		0	500	1,000	2,000	4,000	8,000
弯曲强度, 磅/时 ²	400°F(204°C)	16,000	13,300	12,000	6,800	7,500	7,200
弯曲模数, 磅/时 ²	400°F(204°C)	480,000	470,000	470,000	520,000	520,000	450,000
弯曲强度, 磅/时 ²	450°F(232°C)	16,000	12,800	12,600	10,500	8,800	7,700
弯曲模数, 磅/时 ²	450°F(232°C)	480,000	500,000	470,000	530,000	480,000	490,000
弯曲强度, 磅/时 ²	475°F(246°C)	16,000	13,100	12,800	7,600	7,100	
弯曲模数, 磅/时 ²	475°F(246°C)	480,000	490,000	470,000	510,000	430,000	
弯曲强度, 磅/时 ²	515°F(268°C)	16,000	13,300	11,900	7,400		
弯曲模数, 磅/时 ²	515°F(268°C)	480,000	410,000	420,000	420,000		

表 4 热老化对弯曲特性的影响

试验温度: 475°F(246°C)

	老化温度	老化时间		
		0	500	1,000
弯曲强度, 磅/时 ²	450°F(232°C)	6,600	5,000	3,600
弯曲模数, 磅/时 ²	450°F(232°C)	330,000	290,000	220,000
弯曲强度, 磅/时 ²	470°F(246°C)	6,600	7,600	6,800
弯曲模数, 磅/时 ²	470°F(246°C)	330,000	290,000	240,000

侧,相距6吋用萤光太阳灯和暗光的组合光进行变时照射,对弯曲特性的影响如表5所示。

表5 紫外线对弯曲特性的影响

	照 射 时 间			
	0	1,000	2,000	4,000
弯曲强度,磅/吋 ² @73°F(22.7°C)	16,000	15,100	15,900	14,900
弯曲模数,磅/吋 ² @73°F(22.7°C)	480,000	470,000	490,000	480,000

由此可见 XPI-182 是不受紫外线的影
响。

填料的影响:表6所示用加有填料的
XPI-182 压缩成型,经机械加工切取的试条
所测得的数据。

表6 加填料 XPI-182 的强度

填 料, %	弯曲强度,磅/吋 ²		弯曲模数,磅/吋 ²	
	73°F (22.7°C)	392°F (200°C)	73°F (22.7°C)	392°F (200°C)
合成云母-10	15,200	9,100	750,000	620,000
合成云母-20	15,500	10,400	1,100,000	870,000
合成云母-30	14,900	10,600	1,530,000	1,360,000
Cab-O-Lite F-1-20	16,600	9,200	830,000	710,000
Cab-O-Lite F-1-30	17,400	10,400	1,050,000	870,000

填加云母呈乳白色,而填加 Cab-O-Lite
F-1 呈半透明。

填加石墨、聚四氟乙烯和二硫化钼是为
了使其具有润滑等特别性能而使用的。

加 工 法

XPI-182 的成型

注射成型:在预备试验中,XPI-182 能
在 L/D 约为 20 的螺杆式注射成型机上成型。
成型温度为 480°F(249°C)~600°F(316°C)。

挤压成型:XPI-182 在排气式挤压机
上,能在 600°F(316°C)~650°F(343°C)的温
度中挤压成型。模子要做得易于挤出并需加
热。

压缩成型:模具加热至 570°F(299°C)~
575°F(302°C),加入聚合物,闭模加接触压。
预热 3 分钟,开模 20 秒排出挥发体,闭模
加接触压 2 分钟后,加 2,900 磅/吋² 的压
力。模具用蒸气冷却至 400°F(204°C)~
475°F(246°C)。脱模剂用 Dow Corning 20
聚硅酮脱模剂较好。

XPI-182 的机械加工

成型的 XPI-182 在台式车床使用圆头
刀具进行机械加工。使用的刀具研磨得与切
削各种钢材的刀具相同。

以切削钢材时的 2 倍转速,缓慢进刀其
加工精度较好。

使用 XPI-182 的涂料

a) 能配成 XPI-182 的二甲基甲酰胺-甲
乙酮(甲乙酮的最大量是容积 70:30)溶液。
固体含量是以所需的粘度和加否颜料而异。
固体含量在 20~30% 范围的是易于操作的
溶液。

将组分在 180°F(82°C)~200°F(93°C)搅
拌 2~3 小时,可制得良好的溶液。溶液的过
滤根据需要而进行。

b) 在表面清净的基底上,用定厚器制成
薄膜。

作为厚度的估计,是以干燥薄膜和溶液
薄膜的厚度的比,与固体含量百分率成比例。
即以 20% 溶液拟制得 1 密耳的薄膜,则需以
溶液制成 5 密耳的涂料。

c) 常温干燥至不剥落,随后在 250°F
(121°C)~260°F(127°C)的炉中干燥 4~5 小
时。

译自《工业材料》Vol. 15, No.1, Jan.

p. 48~50, 1967.