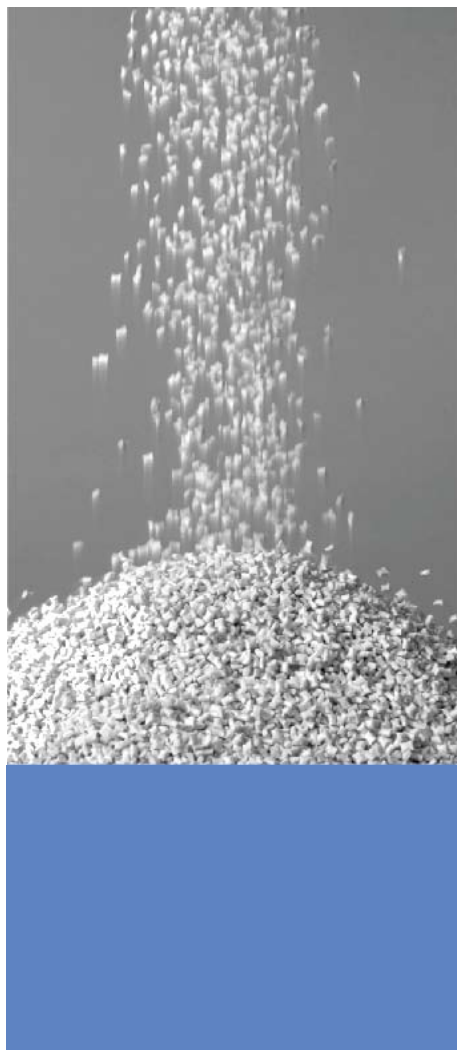


液晶高分子  
Liquid Crystal Polymer (LCP)

**VECTRA®**

注塑成型



**POLYPLASTICS CO., LTD.**

## 1. 引言

VECTRA 是一种具有独特化学结构的全芳香族液晶聚酯。

它的化学结构和细微结构与普通聚酯相比有很大区别，因此其基本物性和成型加工性也很独特。

VECTRA 全部具有热塑性，可用市售的普通注射成型机进行成型（但有些等级需要使用具备耐高温和耐腐蚀系列的注塑机）。VECTRA 通常在熔融时具有低粘度而在固化时具有高刚性，但在其机械特性中却存在各向异性。下面介绍 VECTRA 注射成型方面的基本方法，但特殊等级的成型问题还需具体协商。

### \*粒料保存

VECTRA 粒料在充分干燥和防潮包装后发货。应将粒料放在货盘上并保存在干燥场所，避免包装受污破损。开封后要立即再封好以防吸湿和异物混入。

## 2. 预干燥

VECTRA 的吸湿性非常小，如 A 等级聚合物在 23℃、50%RH 条件下的平衡吸湿量仅为 0.03% (300ppm) 左右。由于 VECTRA 是聚酯类材料，因此即使进行了防潮包装，也应在成型前进行预干燥。

建议在 140~160℃、4 小时以上（最长可达 24 小时）的干燥条件下用除湿干燥机进行干燥。

也可使用架式热风干燥机或斗式干燥机。不论使用哪种，都应调节热风温度和风量等以使粒料能够按上述条件得到均匀干燥。尤其是在斗式干燥机的情况下，更应注意防止短道（short pass）现象，并确保粒料温度（而非设定温度）达到上述温度。

为了防止成型过程中再度吸湿，建议在成型时使用斗式干燥机。

Fig. 2-1 Drying Curve of E130i

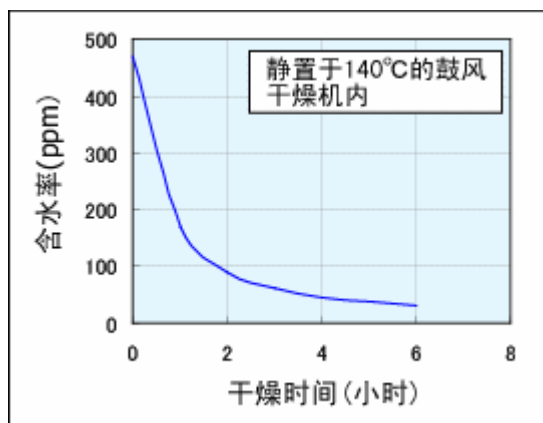
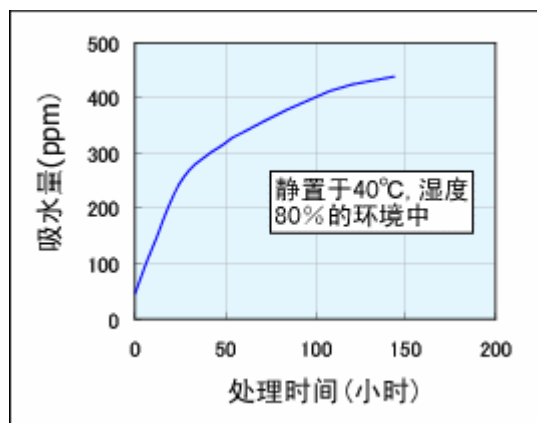


Fig. 2-2 Moisture Absorption Curve of E130i



### 3. 回料的使用

如果按所建议的成型条件进行成型，VECTRA 将显示出良好的热稳定性。根据实验室研究结果，即使进行 5 次 100%回收使用，其静态强度和弹性模量也能保持初始值的 75~90%。另请注意，反复回收会使材料轻微变黑。

表 3-1. 五次回收时的物性下降情况 (保持率 %)

物性	E130i	E473i
拉伸强度	82	75
拉伸弹性模量	83	82
拉伸度	105	107
弯曲强度	86	79
弯曲弹性模量	93	86
简支梁冲击强度	86	80

• 使用 100%回收材料

虽有上述实验事例，但回收材料的用量还是以保持在总量的 25%左右为宜。这是因为 25%左右的掺入率会大大降低多次回料的比例，使新材料和 1 次回料的比例保持在 93.8%。为了防止上述色相变化，也理应采取这种做法。

回料大小不一有时会导致计量不稳、卷入气体、产生气泡等问题。为此，在使用回料时建议再造粒 (re-pellet)，如果使用粉碎材料则应去除超大号颗粒和粉末以使粉碎料颗粒大小均匀。

### 4. 选择成型机

VECTRA 可用普通螺杆式成型机进行成型。

虽说料筒温度因 VECTRA 的等级类型而异，但估计最高温度一般不超过 380℃，因此普通成型机的加热圈即可。

就塑化装置的大小而言，1 次注射量最好为成型机最大注射量的 50~75%。

VECTRA 可用普通的开式喷嘴进行成型。开式喷嘴的压力损失通常最小并且无需考虑机械动作的可靠性，因此应尽量使用这种喷嘴。不过，由于 VECTRA 具有良好的流动性，假如为了获取更高的流动性而特意把料筒温度设得很高，则会出现流涎现象。

喷嘴加热圈应当用独立的控制器来控制。这样的话，出现流涎和拉丝现象时，降低喷嘴温度将是一个有效方法。但如果过度降低料筒设定温度，则会使流动性变差，填充压力急剧上升，冷料混入产品并产生气泡。图 4-1 中所示的“LCP 喷嘴”既可阻止流涎和拉丝现象，同时又不会过度降低喷嘴温度，因此有助于稳定成型。

VECTRA 具有固化速度快且脱模性好的特点，因此可进行短周期成型。为了发挥这一优势，应尽量选用塑化能力强的成型机。螺杆形状一般以如下形状为宜：

- 螺杆前端的计量段有数个固定槽深的螺纹
- 完好的止逆阀
- 长进料式（输送段较长，Long feeding type）

图 4-1. LCP 喷嘴

- 喷嘴直径小 ( $\phi 1 \sim 2\text{mm}$ )
- 喷嘴前端有大功率加热圈
- 把热电偶设置在前端

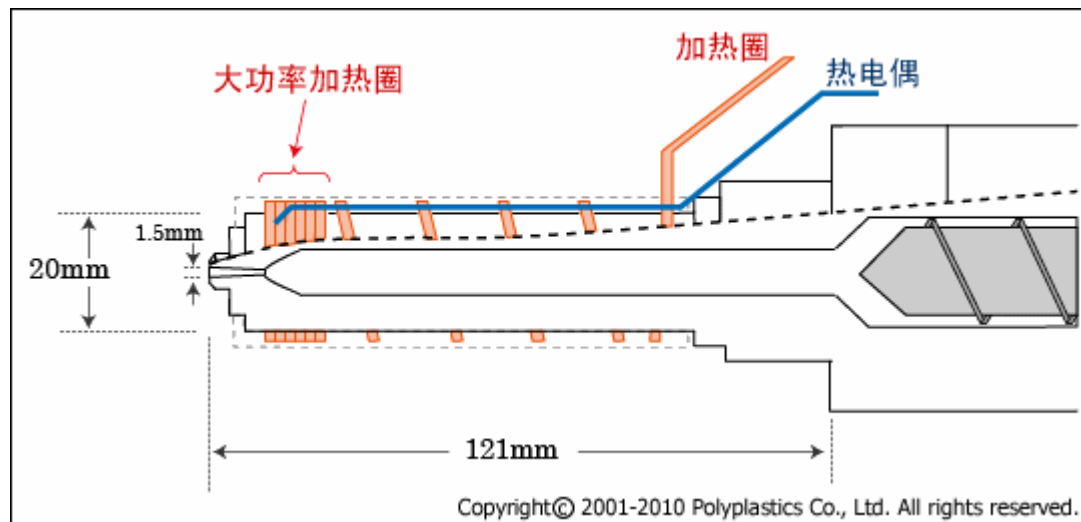
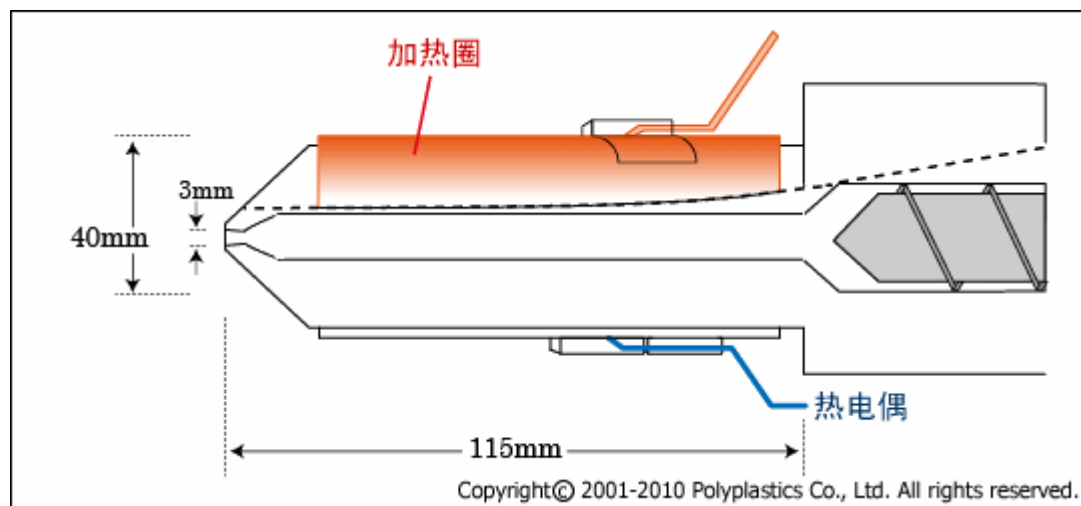


图 4-2. 标准喷嘴



## 5. 模具设计

VECTRA 有各向异性，因此在模具设计时既要遵守各种基本原则，又要考虑这种特性。

成型品的物性取决于 VECTRA 自身与填充材料的取向及其程度，而这种取向则起因于材料流动时的剪切力。因此，必须结合对最终产品的特性要求来考虑模腔内的材料填充形式。一般来说，壁厚越薄，取向就越明显。为使成型品符合特性要求，产品设计者应与模具设计者密切合作。

此外，在熔合纹处有时无法发挥 VECTRA 的固有优势，因此模具设计时应尽量避免出现熔合纹。

### 5.1 模具材质

VECTRA 对模具的腐蚀性较小，因此所有标准模具材料均可使用。有些填充材料也会使模具受到磨损，此时应选用适当的钢材，并像处理充填有同种填充材料的普通成型材料那样采取淬火等措施。

表 5-1. 各种模具对 A130 的耐磨损性

模具材料	模具表面状态		
	1000 次注射后	2000 次注射后	3000 次注射后
HPM31 (SKD11)	无变化	无变化	无变化
STAVAX	无变化	无变化	无变化

HPM31 是日立金属工具钢株式会社的塑料模具用钢，

STAVAX 是则 Uddeholm 株式会社的塑料模具用钢。

### 5.2 流道

按加工易度排序的话通常为半圆形、梯形和圆形流道，而从截面积和压力损失的角度排序（由好到坏）的话则为圆形、梯形和半圆形，因此建议使用圆形或梯形流道。如果同时考虑经济性，最佳流道直径取决于所需的流道长度、产品大小等，因此不能一概而论，但通常为 2~5mm。应尽量缩短流道长度。对于多腔模具而言，为了减少模腔间的差异，最好使到各个模腔的距离保持相等。

此外，如果主流道尺寸远大于注射成型机的喷嘴孔径，主流道内就会出现喷射纹，卷入空气，从而产生气泡。为此，对于注射成型机的喷嘴孔径，建议把主流道的最小直径设计成比喷嘴孔径大 0.5mm 左右，并将斜度设为 0.5~1°。

VECTRA 本来具有良好的脱模性，但由于流动性也很好，如果模具表面有伤，该伤就会被转写并大大降低脱模性。因此不能忽视流道和主流道的磨损。应在流道和主流道的末端设置冷料井以防冷料流入产品。

### 5.3 浇口

在 VECTRA 的模具设计中，浇口设计尤为重要。

VECTRA 有各向异性，因此必须在考虑填充方式的基础上来确定浇口位置。特别是想要在产品的特定方向上发挥 VECTRA 的良好特性的情况下，原则上应将其作为流动方向。

如果产品形状复杂且填充过程中方向紊乱，也可不必过于考虑浇口位置的影响。

侧、点、潜伏等常用浇口方式均可使用。

### 5.4 排气口

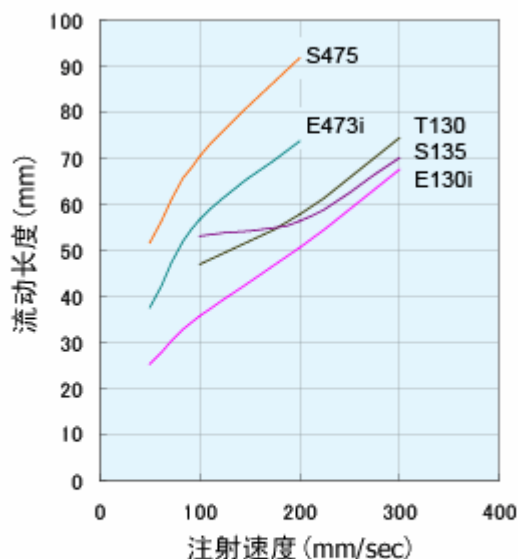
VECTRA 在成型时几乎不会产生气体，但为了排空模腔内的空气以便填充，设置排气槽仍是个好方法。VECTRA 用的排气槽深度以 1/100~2/100mm 为宜。在这个深度下，截面很小，会使空气流动受到限制，因此不仅要在空气容易滞留之处设置排气槽，也要尽可能地在大的范围内设置排气槽。

## 6. 成型加工特性

### 6.1 流动性

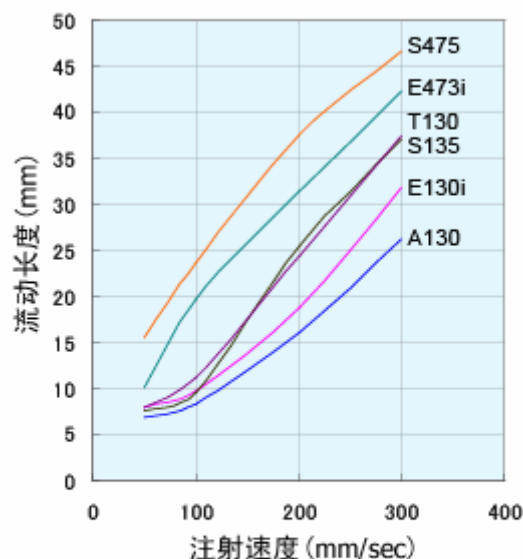
VECTRA 在 0.2~0.3mm 厚时的棒流动长度如图 6-1~6-2 所示。即使与通用塑料和通用工程塑料相比（更别提各种超级工程塑料），也可得到极长的棒流动长度，充分显示出 VECTRA 的优点。由图 6-2 可知，即使在薄壁（0.2mm）情况下也可轻松获得 30mm 以上的流动长度，因而非常有利于薄壁成型。请在产品设计和模具设计时参考这些资料。

图6-1. Vectra的棒流动长度 (t=0.3mm)



机筒温度:  
E130i 350°C T130 380°C  
E473i 350°C S135 370°C  
S475 370°C  
模具温度: 80°C

图6-1. Vectra的棒流动长度 (t=0.2mm)



机筒温度:  
A130 300°C T130 380°C  
E130i 350°C S135 370°C  
E473i 350°C S475 370°C  
模具温度: 80°C

## 6.2 成型收缩率

表 6-1 以及图 6-3~6-8 给出了 VECTRA 各个等级的代表性成型收缩率。收缩率总体上很小，因此有助于保持正确的产品尺寸。特别是流动方向的收缩率很小，而垂直方向的收缩率则较大。如果成型品形状复杂且流向紊乱，实际上会取两者的中间值视作平均收缩率以确定模腔尺寸。

表 6-1 以及图 6-3~6-8 给出的都是简单形状的值，因此对于形状复杂的实际成型品，可能会得出略有不同的值，但由于收缩率的绝对值很小，因此也可认为对尺寸精度的影响也较小。不过，如果是尺寸精度非常严格的产品，则应考虑制作试验模并预先测出其正确的收缩率，或者用正式模具修正预估收缩率以确定模腔尺寸。

表 6-1 各个等级的成型收缩率

(单位: %)

	单位	A130	E130i	E473i	T130	S135	S475
流动方向	%	0.01	0.02	0.03	0.07	0.08	0.10
垂直方向	%	0.45	0.54	0.39	0.51	0.52	0.39

\* 80mm□×1mmt 平板，侧浇口 2mmt×1mmt，注射压力 60MPa

图 6-3. A130 的成型收缩率

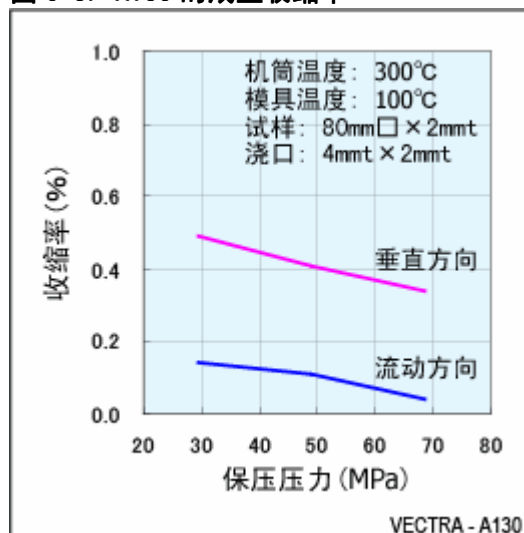


图 6-4. E130i 的成型收缩率

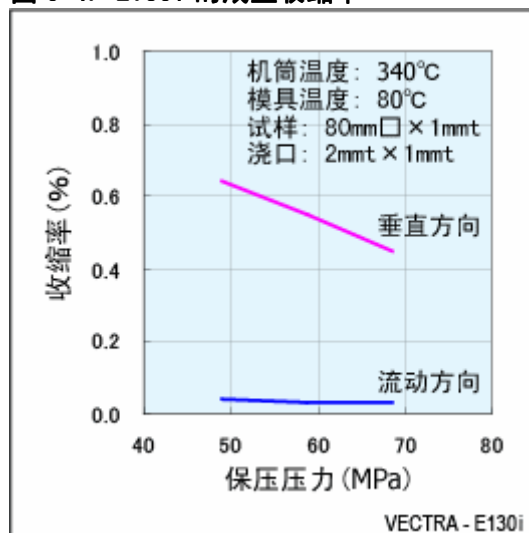


图 6-5. E473i 的成型收缩率

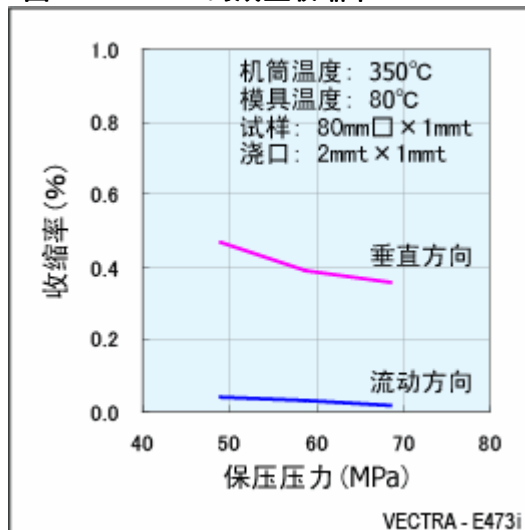


图 6-6 T130 的成型收缩率

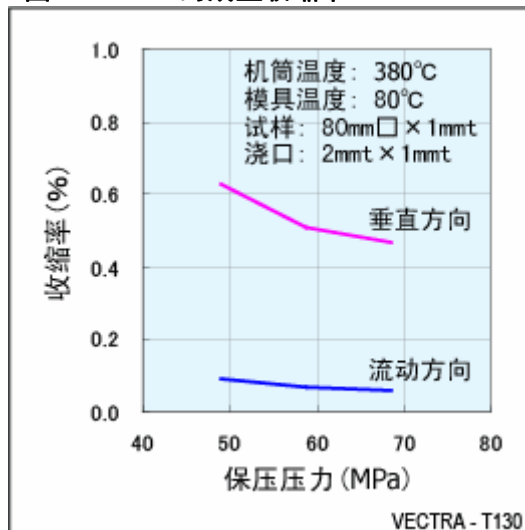
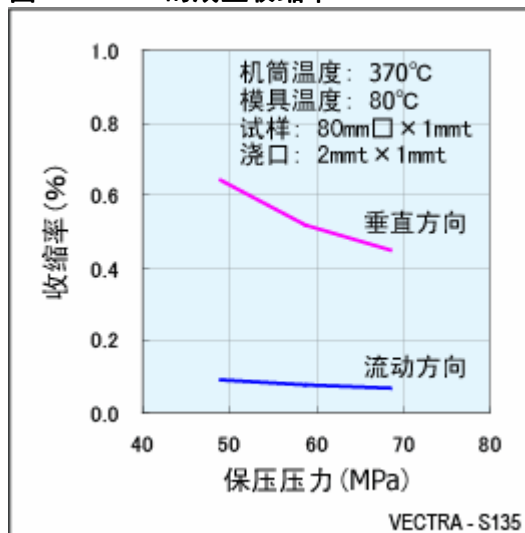


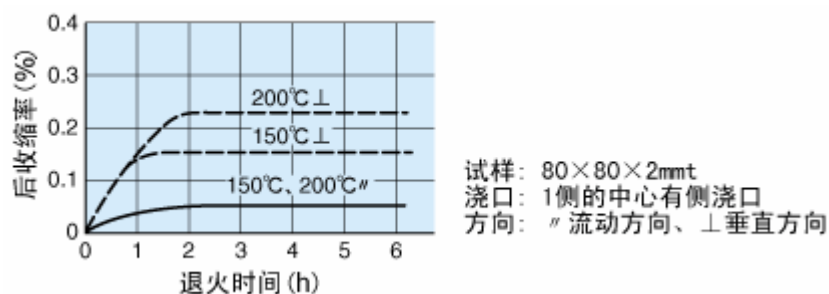
图 6-7 S135 的成型收缩率



### 6.3 后收缩率

A130 树脂在 150°C 和 200°C 温度下退火时间与后收缩率的关系如图 6-8 所示。大约 2 小时的退火后，后收缩会达到饱和状态，即收缩率不再变化。

图 6-8. A130 的后收缩率





## 7. 成型条件

### 7.1 料筒温度

普通的喷嘴和料筒温度如表 7-1 所示。此设定是一种推荐标准，也可根据成型状态调整 10~20℃。为了防止拉丝和流涎现象，可将喷嘴温度调低 10~20℃。不过，请注意下面几点：

- 降低机筒温度时：冷料或不充分塑化导致机械特性等下降。
- 提高机筒温度时：料筒内几乎不会因滞留时间和长时间滞留而产生凝胶或腐蚀性气体，但长时间中断成型时应降低机筒温度，而重新开机前则应进行数次清洗（shot purge）。

发生计量不良时，建议将机筒温度设定改为如下所示的平直或反斜设定。

（例）对于 E130i

(NH) 350℃ - 350℃ - 350℃ - 350℃（平直）

(NH) 350℃ - 350℃ - 360℃ - 370℃（提高料筒的后部温度）

表 7-1 各个等级的推荐料筒温度设定

等级	喷嘴	前部	中部	后部	水冷部
等级 A	290℃~320℃	290℃~320℃	280℃~300℃	270℃~310℃	80℃
等级 B	290℃~320℃	290℃~320℃	280℃~300℃	270℃~310℃	
等级 C	330℃~350℃	330℃~350℃	320℃~340℃	310℃~350℃	
等级 D	310℃~330℃	310℃~330℃	300℃~330℃	300℃~340℃	
等级 Ei	340℃~365℃	340℃~365℃	340℃~360℃	330℃~370℃	
等级 S	355℃~370℃	355℃~370℃	350℃~380℃	350℃~390℃	
等级 T	370℃~380℃	370℃~380℃	370℃~390℃	360℃~400℃	

### 7.2 模具温度

建议在 80~120℃范围内设定 VECTRA 的模具温度。模具温度处于 80℃时通常没有问题，但如果存在光泽、表面光洁度等外观问题时，建议使用高模温。

### 7.3 塑化

螺杆转速通常为 100rpm，不过也可使用高转速以加快循环和提高计量稳定性。

为了防止流涎和纤维折损，建议将背压设为 0~2MPa。

### 7.4 注射压力和注射速度

VECTRA 的所有等级的熔融粘度都很低，因此通常可在远低于普通热塑性树脂的压力下进行成型。大部分成型品都可在 15~45MPa 的树脂压力下进行成型。此外，VECTRA 的固化速度很快，因此快速注射可获得良好效果。

### 7.5 成型机的停止和开启与材料切换

#### (1) 成型停止时

停止成型时，应彻底清洗机筒内的残留树脂。

如果下次用相同的材料来成型，只需清洗即可，但如果下次用不同的树脂来成型，则应切换清洗材料。此时应选用可适应前一种树脂的成型温度的清洗材料。例如，具有与 VECTRA 相同的成型温度和良好热稳定性的树脂包括聚丙烯、高密度聚乙烯、市售的丙烯酸类等。

不同等级的 VECTRA 的成型温度相差很大。

值得注意的是清洗材料因等级而异。

#### (2) 成型开始时

如果机筒内的树脂在 VECTRA 成型温度范围内是稳定的，则可直接加热至 VECTRA 的成型温度，然后用 VECTRA 进行清洗。不过，由于 VECTRA 的熔融粘度很低，料筒内的残留树脂难以被完全清洗出，因此要彻底清洗。一个简单有效的方法是先含有玻璃纤维的聚碳酸酯清洗，然后再用 VECTRA 清洗。

如果残留树脂的成型温度范围不同于 VECTRA，建议将机筒温度调至机筒中残留树脂的成型温度，接着用在 VECTRA 和残留树脂两者的成型温度下均可使用并且具有良好热稳定性的树脂（聚丙烯、高密度聚乙烯、（视情况而定的）聚碳酸酯等）清洗，然后设成 VECTRA 的成型温度并在上述 VECTRA 的成型温度范围内像使用稳定树脂进行清洗。

如果机筒内的树脂是 VECTRA，则可直接地加热至 VECTRA 的成型温度并用 VECTRA 进行清洗。不过，VECTRA 的成型温度范围因等级而异，因此应确认所用的温度范围。如果所用温度不同，即便都是 VECTRA 也应如上述成型温度范围不同的树脂一样进行清洗。

### (3) 切换树脂时

如果是可直接与 VECTRA 切换的树脂，可参照上述成型停止和开始方法，在保持料筒温度的同时直接进行清洗。

如果是不能原封不动地与 VECTRA 切换的树脂，则建议用在 VECTRA 和想要切换的树脂两者的成型温度下均可使用并且具有良好热稳定性的树脂（聚丙烯、高密度聚乙烯等）清洗，然后设成成型温度。

特别是在向 VECTRA 切换并且残留树脂的粘度大于 VECTRA 的情况下，由于切换难度大，因此更应彻底清洗。

### (4) 其他

如果长期滞留在机筒内，VECTRA 有时也会劣化成异物，此时必须充分清洗。

如果黑色着色品等深色材料难以彻底去色，建议先用含有玻璃纤维的聚碳酸酯清洗，接着用聚乙烯清洗，然后再用两者反复交替清洗。将料筒内的清洗材料完全排出后再装入下一种清洗材料的话效果会更好。

## 8. 安全注意事项

只要遵守成型业界的一些基本安全注意事项，VECTRA 成型中就不会发生危险。不过，与其他塑料一样，VECTRA 在很高的温度下被加热后会产生分解物。如果换气不足，这些分解物有时会蓄积起来并造成卫生损害，因此应适当换气。

为了防止产生热分解、引发气体以及料筒内压，应将等级 A、B、C、D/等级 Ei/等级 T、S 的树脂温度分别控制在 350℃/370℃/385℃以下。由于这些温度远高于普通成型温度，因此不必加热到如此高的温度。

如果要短时间中断成型，虽然可在成型温度下放置，但再次开机时则要充分清洗。如果放置时间超过 30 分钟时，应将成型温度调低 50℃左右。

供给粒料并转动螺杆前，应使料筒有足够的加热时间以使温度至少达到各个等级的成型温度-10℃。作业人员应戴护目镜（特别是在清洗时）。操作很烫的模具时应使用防护手套。成型暂停期间，应使注射装置回退以免因接触模具而导致喷嘴固化。

## 客户注意事项

- 本资料所记载的物性值是按各种规格及试验方法规定的条件制得的试验片的代表性测试值。
- 本资料是根据本公司积累的经验及实验数据作成的, 本文所示数据对在不同的条件下使用的制品不一定能完全活用。  
因此其内容并非能保证完全活用于客户的使用条件, 引用或借用时请客户最终判断。
- 有关本资料所介绍的应用例, 使用例等地知识产权及使用寿命, 可能性等请客户自作考虑。  
此外, 本公司材料并没有考虑在医疗和齿科方面的应用(用作移植组织片), 故不推荐用在此方面。
- 有关安全操作规定, 请根据使用的参考相应材料的「技术资料」。
- 有关本公司材料的安全使用, 请参照与所用材料, 品级相对应的制品安全数据表「MSDS」。
- 本资料是根据现阶段搜集到的资料, 信息, 数据而作成的, 如有新的见解时, 有可能不加预告而作更改, 敬请注意。
- 对本公司制品的说明材料, 或者是这里所说的注意事项等, 如有任何不明白的地方, 敬请与本公司联系, 咨询。

★ “VECTRA” 是宝理塑料株式会社在日本以及及其他国家使用的商标。

## 宝理塑料株式会社

日本东京都港区港南 2 丁目 18 番 1 号  
JR 品川 East Building (邮编: 108-8280)  
Phone: +81-3-6711-8610 Fax: +81-3-6711-8618

### Affiliates

Polyplastics Asia Pacific Sdn. Bhd. (Kuala Lumpur)  
Polyplastics Asia Pacific Singapore Pte. Ltd. (Singapore)  
Polyplastics Marketing (India) Private Ltd. (India)  
Polyplastics Marketing (T) Ltd. (Bangkok)  
台湾宝理塑料有限公司(台北)  
宝理塑料(中国)有限公司(香港)  
宝理塑料贸易(上海)有限公司(上海)  
宝理工程塑料贸易(上海)有限公司(上海)  
宝泰菱工程贸易(南通)有限公司(南通)