

超高耐热工程塑料

SUMIKAEXCELTM PES
Polyethersulfone

3. PES 的射出成型

High heat
Resistant
Amorphous
Polymer

4. PES的射出成型

4-1 PES的射出成型条件

成型条件

SUMIKAEXCEL PES 和SUMIPLOY的标准成型条件如下

表4-1-1 SUMIKAEXCEL PES 的标准成型条件

牌号		3600G 4100G		4800G		3601GL20 / 3601GL30 4101GL20 / 4101GL30 ES5340	
		推荐条件	条件范围	推荐条件	条件范围	推荐条件	条件范围
干燥温度(°C)		160-180		160-180		160-180	
干燥时间(hr)		5-24		5-24		5-24	
机筒温度(°C)	后部	320	300-340	320	320-340	320	300-340
	中央部	340	320-370	340	330-370	340	320-370
	前部	350	330-380	360	340-390	350	330-380
	喷嘴	350	330-380	360	340-390	350	330-380
最合适的树脂温度(°C)		350	350-360	360	350-370	350	350-360
模具温度(°C)		140-180	120-180	140-180	120-180	140-180	120-180
射出压力(MPa)		100-200	100-200	100-200	100-200	100-200	100-200
射出速度		低速	低速-中速	低速	低速-中速	低速	低速-中速
螺杆转速(rpm)		50-100	50-100	50-100	50-100	50-100	50-100
螺杆背压(MPa)		5-10	5-10	5-10	5-20	5-10	5-10
保压压力(MPa)		50-100	50-100	50-100	50-150	50-100	50-100

表4-1-2 SUMIPLOY的标准成型条件

牌号		GS5620 CS5220 / CS5530 / CS5600		E3010 FS2200		CK3400 / CK3420 CK4600	
		推荐条件	条件范围	推荐条件	条件范围	推荐条件	条件范围
干燥温度(°C)		160	160-180	160	160-180	160	160-180
干燥时间(hr)		8	5-24	8	5-24	5	5-24
机筒温度(°C)	后部	320	320-340	320	300-340	380	360-400
	中央部	340	330-370	340	320-370	390	370-410
	前部	360	340-390	350	330-380	390	380-420
	喷嘴	360	340-390	350	330-380	400	380-420
最合适的树脂温度(°C)		360	340-390	350	350-360	400	380-420
模具温度(°C)		140-180	120-180	140-180	120-180	180	120-180
射出压力(MPa)		100-200	100-200	100-200	100-200	100-200	100-200
射出速度		低速	低速-中速	低速	低速-中速	低速	低速-中速
螺杆转速(rpm)		50-100	50-100	50-100	50-100	50-100	50-100
螺杆背压(MPa)		5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10
保压压力(MPa)		100-200	50-200	50-100	50-150	100-200	50-200

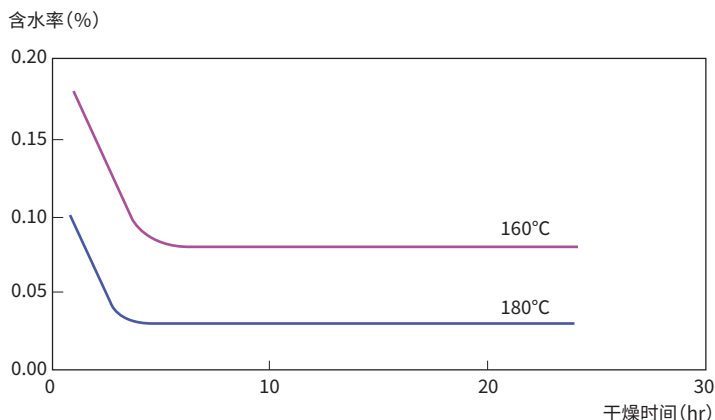
预备干燥

SUMIKAEXCEL PES 因具有吸水性,需要彻底地干燥。请使用热风循环式烘箱、除湿干燥机在160-180°C下干燥5-24小时。使用棚带式烘箱干燥时请把材料铺开至50mm以下。特别是在成型大型成型品时,推荐干燥温度180°C。

另外,非强化品或大型成型的情况下,建议使用除湿干燥机。如需使用干燥料筒,请使用有足够容量且热容量大的型号。如预备干燥不充分,成型品表面会发生银纹和流痕等现象。如发生以上的现象,则需要再次进行干燥。

SUMIKAEXCEL PES 不会发生水解,因此在上述条件下进行干燥不会发生劣化。

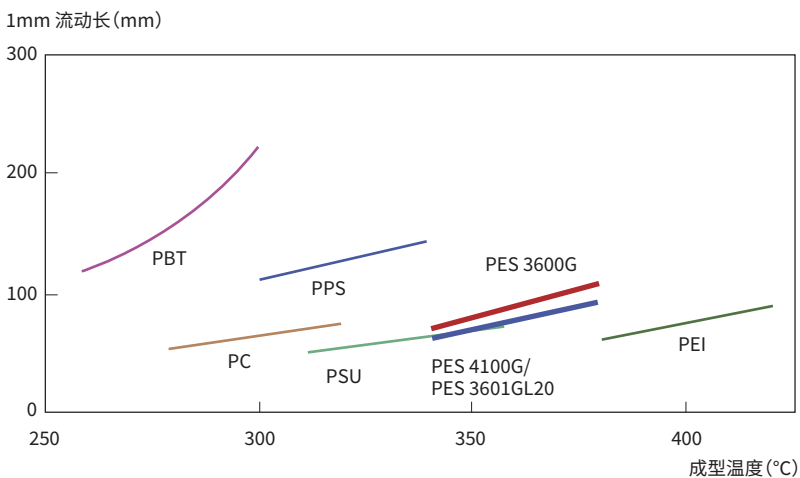
图4-1-1 4100G的干燥曲线



树脂温度

建议树脂温度为330-380°C。SUMIKAEXCEL PES 的熔融粘度较高,由于剪切发热导致树脂温度高于机筒的设定温度,有时温差会达到40°C。成型时需要确认树脂温度。

图4-1-2 PES的流动长(1mm)



树脂的滞留时间

树脂在机筒内的滞留时间会极大地影响成型品的品质。请控制滞留时间小于10分钟。滞留时间越长,则越有可能发生热劣化,其结果会导致变色,黑条或者黑点混入成型品中。

模具温度

请将模具温度设置为表面温度120-180°C。并且需要将模具温度设计得尽可能均匀分布。

模具温度过低会导致残留应力,使成型品发生翘曲以及开裂。玻璃纤维强化牌号则会导致表面浮纤。提高模具温度可以减少残留应力。但如果模具温度过高,取出成型品时会引起变形。

使用电加热、油加热都可以,但形状复杂的模具,较深的模具或有滑芯的模具请使用油加热型,模具温度分布应尽量均匀。

特别是大型成型或使用非强化品成型时,需要密切注意模具温度。

射出压力、保压压力

通常 SUMIKAEXCEL PES 的成型需要高射出压力,至少需要100-200MPa。薄壁成型品或玻璃纤维强化牌号、流动长较长的成型品则需要150MPa 以上。

建议保压压力设置为射出压力的1/2-1/3。使用较低的保压压力可以得到残留应力较少的成型品,但过低会导致产品缩水。

峰值压力或保压压力越高,产品就越不易脱膜,请通过调节V-P切换位置来调整峰值压力。

射出速度

SUMIKAEXCEL PES 通常适合使用低速-中速来进行成型,但根据成型品的形状,其最合适的射出速度也是不同的。

SUMIKAEXCEL PES 的熔融粘度较高,若射出速度过快,则可能由于切剪发热或空气的压缩导致烧焦或银纹。另一方面,薄壁成型品(1mm以下)或流动距离较长的成型品需要较快的射出速度。一般射出速度越低,残留应力越小。

螺杆转速,背压

为了防止剪切发热导致树脂温度升高,较低的螺杆转速比较适合,推荐设置为50-100rpm。

设置适当的背压可以使熔融更加均匀。背压设置5-10MPa比较合适,分子量比较高的牌号请适当提高。但是若设置太高则会导致树脂过热或过载等问题的发生。

暂停成型

需要暂时中止成型的时候,谨防树脂的热劣化,需将机筒温度设置为250-260℃。树脂温度低于250℃,可能会损伤螺杆表面或机筒内壁,并且重新开始成型时会导致混入异物等不良。若长时间休止时,请使用清洗料洗净机筒后降温。

清洗方法

以下说明使用 SUMIKAEXCEL PES 时的清洗方法。

清洗料使用MFR0.05左右的高分子量PE或PC、又或是其添加玻璃纤维的强化牌号较为合适。

- 加工温度较高,请注意发烟、气体喷出,树脂飞溅等危险。
- 请注意勿使清洗料滞留于机筒内。

表4-1-3 SUMIKAEXCEL PES 的切换

项目		推荐条件
设定	背压	较高(螺杆能缓慢后退的程度)
	螺杆转速	与之前使用的树脂成型时相同的转速。
清洗顺序	1. 之前使用树脂的排出	尽量排净料筒和机筒内的残留树脂。
	2. 清洗料的投入与清洗方法	保持成型温度,投入清洗料后彻底洗净。 清洗料使用聚碳酸酯或高分子量的PE比较合适。使用玻璃纤维强化的牌号可以提高洗净效果,但替换至PES前需要使用不含玻璃纤维的牌号进行清洗,请注意不要残留玻璃纤维。
	3. 温度变更	慢慢排出清洗料的同时,将温度变更为PES的成型温度。
	4. 清洗料的排出与PES投入	到达PES的成型温度时彻底排出清洗料,投入PES。
	5. 成型	使用PES清洗机筒后,待机筒温度稳定后可开始成型。

确认残留应力

SUMIKAEXCEL PES 由于成型品的残留应力,在脱膜时会发生开裂或断裂等不良。调整保压压力或保压时间,使其处于不发生缩水也不会发生过度充填的合适条件内进行作业。

SUMIKAEXCEL PES 通过以下方法来检测射出成型品的残留应力。这也可以用作一种寻找最佳成型条件的手段。

● 测试方法

1. 室温下冷却成型品。
2. 将成型品浸渍在二甲苯中90秒
3. 在冷水中洗净
4. 确认成型品上是否有开裂
5. 若无开裂,则在甲苯中进行同样的试验。将此试验按乙酸乙酯、甲乙酮的顺序进行。
6. 发生开裂时,使用当前溶剂对多个成型品进行确认。

表4-1-4 SUMIKAEXCEL PES 残留应力的确认方法(4100G)

溶剂	残留变形	残留应力
在二甲苯中发生开裂	1.3-1.5%以上	30-40MPa以上
在甲苯中发生开裂	1.0%以上	27MPa以上
在乙酸乙酯中发生开裂	0.50%以上	14MPa以上
在甲乙酮中发生开裂	0.35%以上	10MPa以上

4-2 PES的流动特性

流动性

SUMIKAEXCEL PES 的流动性随着机筒温度、射出压力以及成型品厚度的增加会大幅度提高。另一方面,模具温度的影响并不大。如有脱膜不良或浮纤、结合线开裂的现象,建议模具温度设置为160℃以上。

熔融粘度特性

SUMIKAEXCEL PES 的表观熔融粘度如下所示。

图4-2-1 表观熔融粘度的树脂温度依赖性

表观熔融粘度 (Pa · s)

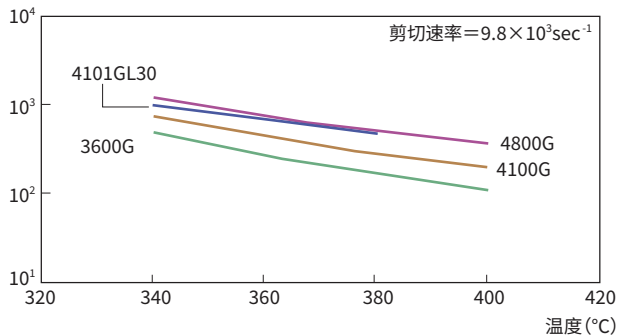
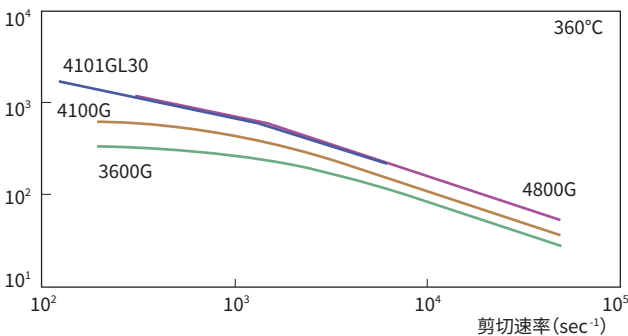


图4-2-2 表观熔融粘度的剪切速率依赖性

表观熔融粘度 (Pa · s)



一般成型

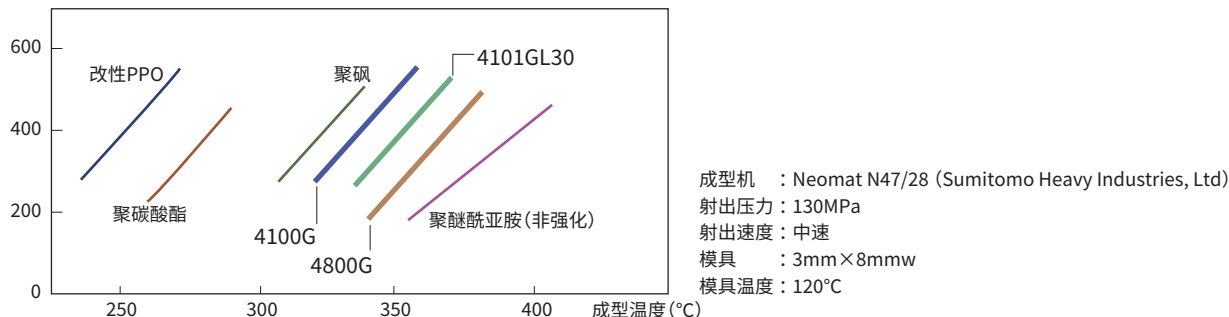
以厚度为3mm时的流动特性为中心来说明

机筒温度的影响

提高机筒温度会降低树脂的熔融粘度,使流动性提高。设定温度提高20℃会使BAR-FLOW长度增加30-60%。

图4-2-3 BARFLOW长的温度依赖性

BARFLOW长(mm)

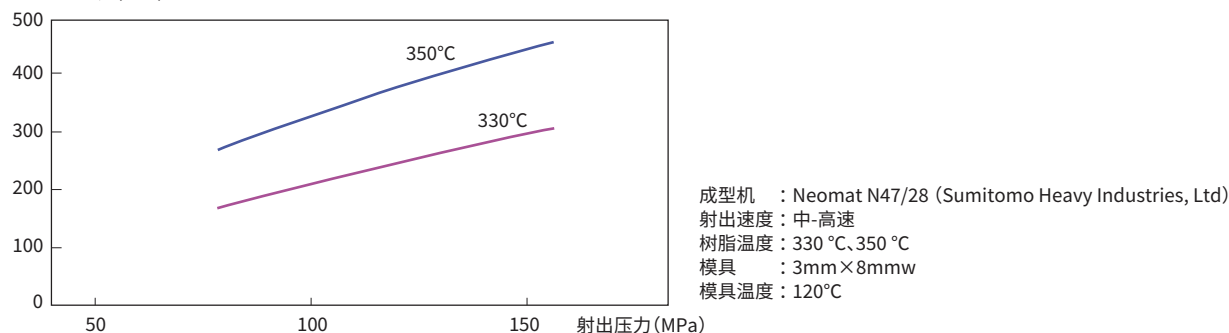


射出压力的影响

射出压力提高20MPa会使BARFLOW长度提高10-20%。一般推荐在高压下进行成型,但是需要注意脱膜不良和残留应力的影响。另外需要根据二次压力来选择合适的条件。

图4-2-4 BARFLOW长的射出压力依赖性(4100G)

BARFLOW 长(mm)

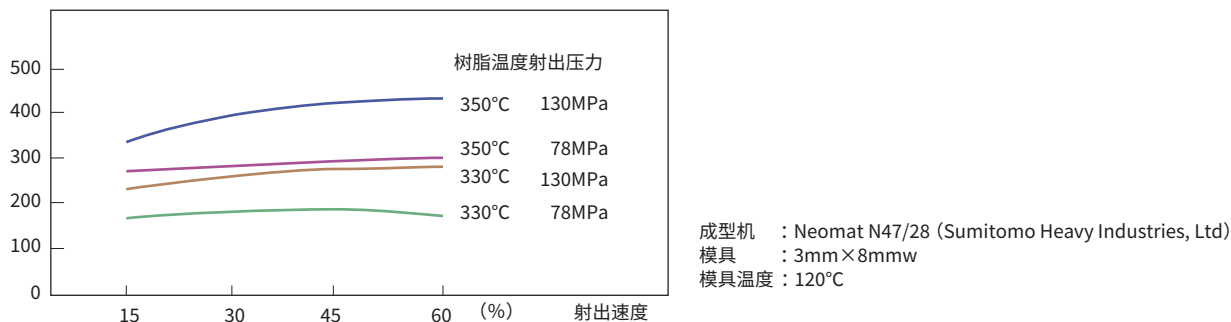


射出速度的影响

射出速度几乎不影响BARFLOW长。

图4-2-5 BARFLOW长的射出速度依赖性(4100G)

BARFLOW长(mm)

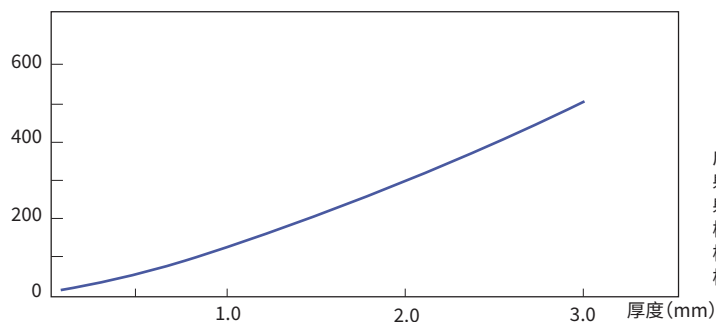


制品厚度的影响

流动长会随着厚度快速提高。1.5mm以上厚度的产品，继续增加厚度0.5mm时，流动性会提高40-70%。

图4-2-6 BARFLOW长的厚度依赖性(4100G)

BARFLOW长(mm)



成型机 : Neomat N47/28 (Sumitomo Heavy Industries, Ltd)
 射出压力 : 130MPa
 射出速度 : 60%
 树脂温度 : 360°C
 模具 : 8mmwBARFLOW
 模具温度 : 120°C

薄壁成型

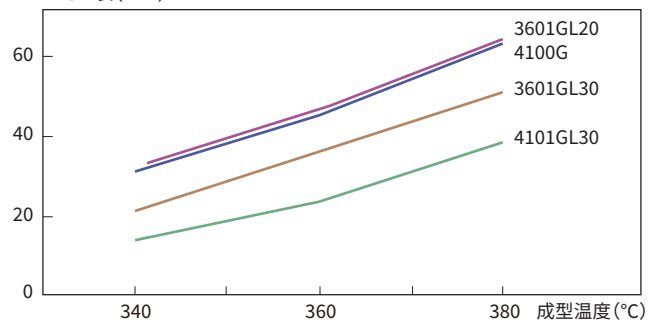
成型品厚度0.1-0.7mm时的流动特性

机筒温度的影响

随着机筒温度的升高流动性虽然会提高,但0.3mm以下厚度时效果并不明显。考虑到滞留的影响,380°C左右比较适当。

图4-2-7 机筒温度依赖性(0.7mm)

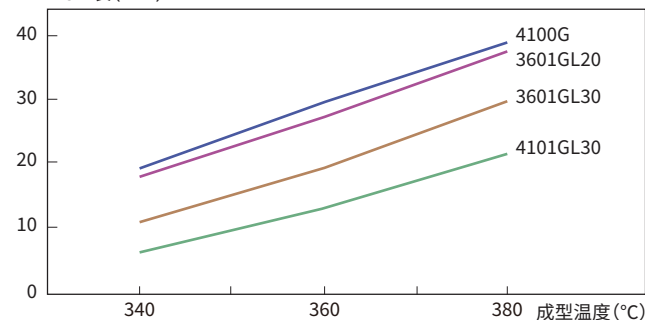
BARFLOW长(mm)



成型机 : Neomat N47/28 (Sumitomo Heavy Industries, Ltd)
 射出压力 : 130MPa
 射出速度 : 75%
 模具 : 0.7mm×8mmw
 模具温度 : 140°C

图4-2-8 机筒温度依赖性(0.5mm)

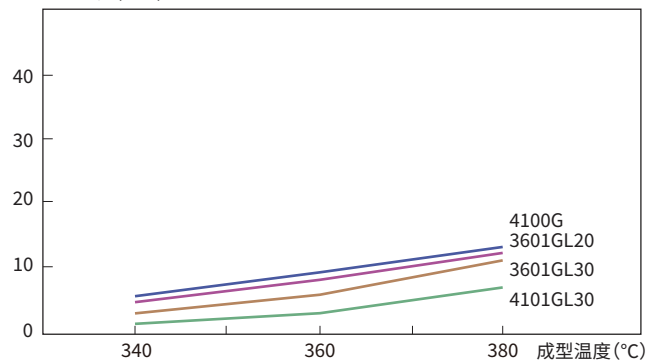
BARFLOW长(mm)



成型机 : Neomat N47/28 (Sumitomo Heavy Industries, Ltd)
 射出压力 : 130MPa
 射出速度 : 75%
 模具 : 0.5mm×8mmw
 模具温度 : 140°C

图4-2-9 机筒温度依赖性(0.3mm)

BARFLOW长(mm)



成型机 : Neomat N47/28 (Sumitomo Heavy Industries, Ltd)
 射出压力 : 130MPa
 射出速度 : 75%
 模具 : 0.3mm×8mmw
 模具温度 : 140°C

制品厚度的影响

流动性对厚度有依赖性,在制品设计时需要留心。

图4-2-10 厚度依赖性(4100G)

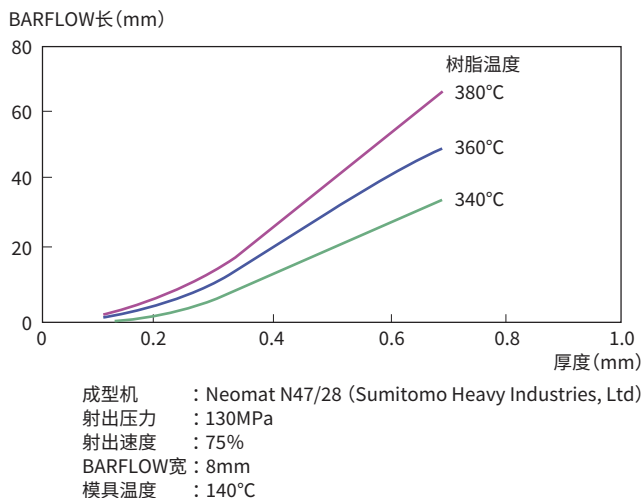
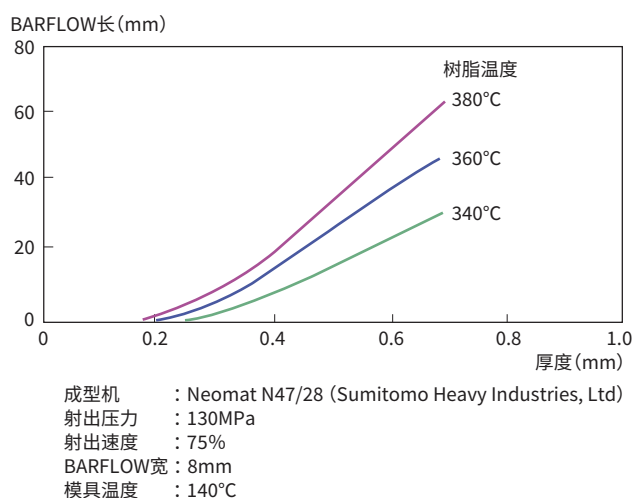


图4-2-11 厚度依赖性(3601GL20)



射出压力的影响

薄壁流动性受射出压力的影响较大。一般推荐射出压力为100MPa以上,但请综合考虑制品外观、残留应力等决定合适的射出压力。

图4-2-12 射出压力依赖性(4100G)

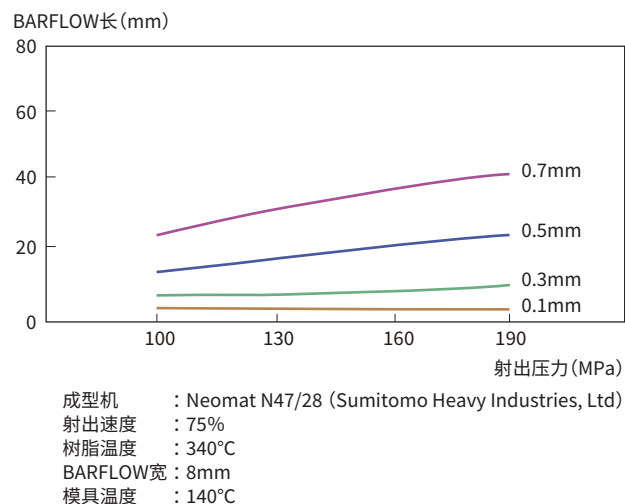
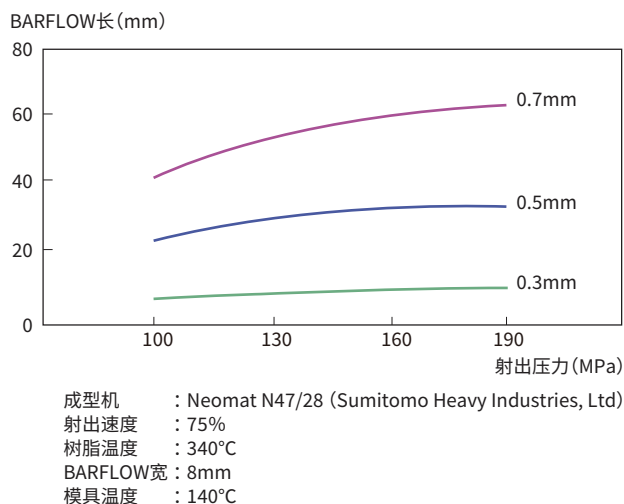


图4-2-13 射出压力依赖性(3601GL20)



射出速度的影响

薄壁流动性几乎不被射出速度影响。射出速度过快容易导致烧焦等不良的发生。

图4-2-14 射出速度依赖性(4100G)

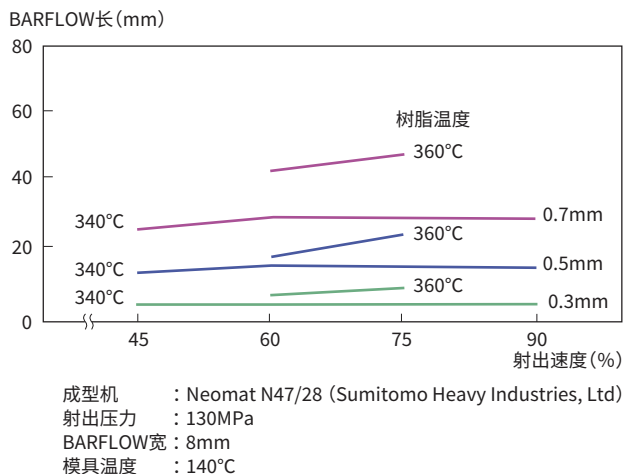
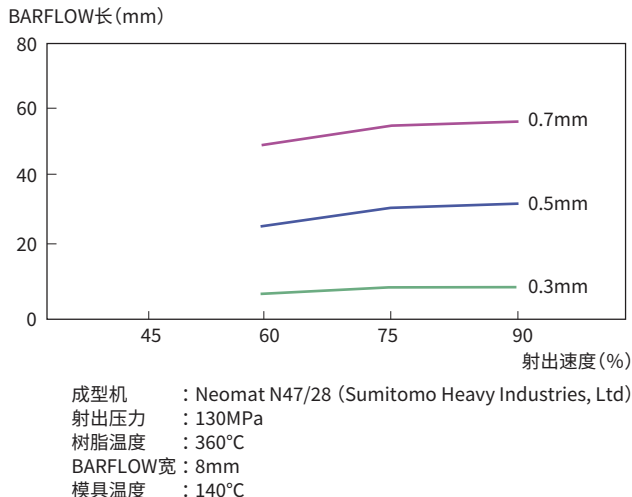


图4-2-15 射出速度依赖性(3601GL20)

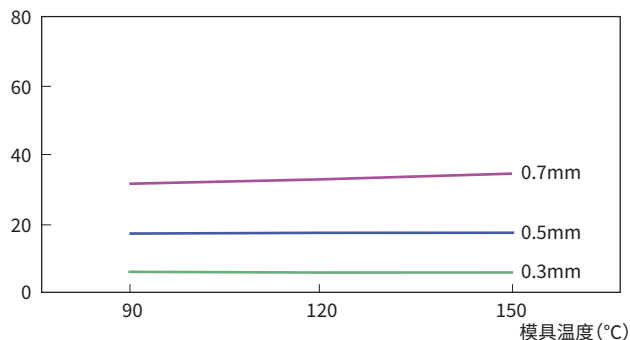


模具温度的影响

薄壁流动性几乎不被模具温度影响。但是若有脱膜不良或浮纤、结合线开裂等情况发生时，建议将模具温度升高至160℃以上。

图4-2-16 模具温度依赖性 (4100G)

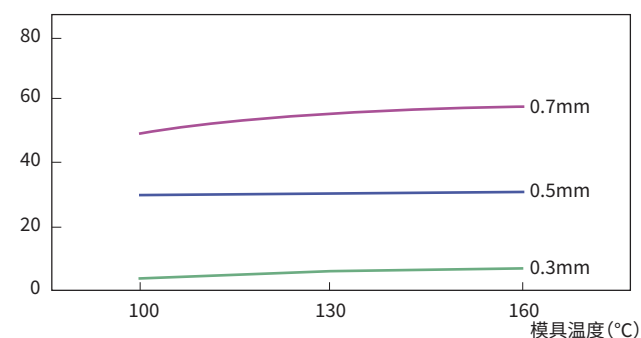
BARFLOW长 (mm)



成型机 : Neomat N47/28 (Sumitomo Heavy Industries, Ltd)
 射出压力 : 130MPa
 射出速度 : 75%
 树脂温度 : 340℃
 BARFLOW宽 : 8mm

图4-2-17 模具温度依赖性 (3601GL20)

BARFLOW长 (mm)



成型机 : Neomat N47/28 (Sumitomo Heavy Industries, Ltd)
 射出压力 : 130MPa
 射出速度 : 75%
 树脂温度 : 340℃
 BARFLOW宽 : 8mm

4-3 PES的射出成型机与模具

射出成型机的选择

SUMIKAEXCEL PES 可通过常用的往复螺杆式射出成型机或柱塞式射出成型机进行成型。

螺杆、机筒

- SUMIKAEXCEL PES 的填充强化牌号因添加玻璃纤维等材质，推荐使用有耐磨损功能的型号。
- 螺杆建议选用标准式样。带过滤功能或高混炼的螺杆会导致树脂的滞留时间变长或因剪切发热致使树脂温度升高超过400℃，因此不推荐使用。

代表性的螺杆设计如下所示。

- L/D 螺杆长 (L)/螺杆直径 (D)=20左右
- 压缩比 : 2-2.2左右
- 各区段
 - 供料段 : 55%左右
 - 压缩段 : 25%左右
 - 计量段 : 20%左右
- 建议螺杆头部附带止逆功能。

喷嘴

- 喷嘴的材质参考螺杆和机筒。
- 推荐使用直通式喷嘴。封闭式喷嘴存在多处死角，容易使树脂滞留其中，因此不推荐使用。
- 喷嘴加热器需有独立控制系统，最好使用控制功能良好的PID方式。
- 如果使用加长型喷嘴，要充分考虑温度分布的均一性。

射出部件以及控制系统

- SUMIKAEXCEL PES 熔融粘度较高，推荐使用最大射出压力大于200MPa的成型机。
- SUMIKAEXCEL PES 熔融粘度高，计量时扭矩容易增大，推荐使用高功率可塑化装置的射出成型机。

成型机容量

- 建议根据制品大小、参考螺杆直径和锁模力选用计量值为全射出容量1/3-3/4的成型机。计量值太小会导致树脂滞留进而引起各种成型不良的发生。

模具设计

SUMIKAEXCEL PES 熔融粘度较高,成型收缩率较低,因此在模具设计时请留意以下要点。

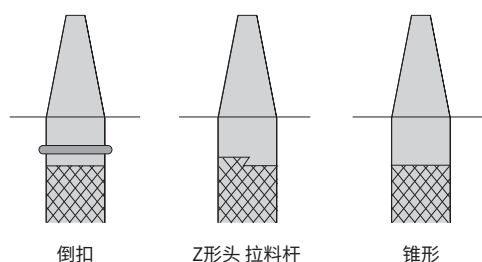
模具材质

- 试作以及少量成型时可使用碳素钢(S55C),有发生摩擦部位的话建议淬火。
- 需要量产或对尺寸精度要求较高的情况下,选择使用更强韧的铬钼钢(SCM435、SCM440)、合金钢(SKD11、SKD61)。
- 如需使用其他材质,请事前确认是否可以使用。(不推荐使用Cu系合金材质)

水口

- 推荐使用较短、倾角大(约5°)的样式。
- 为了更好的去除水口,建议设置如图所示的拉料杆

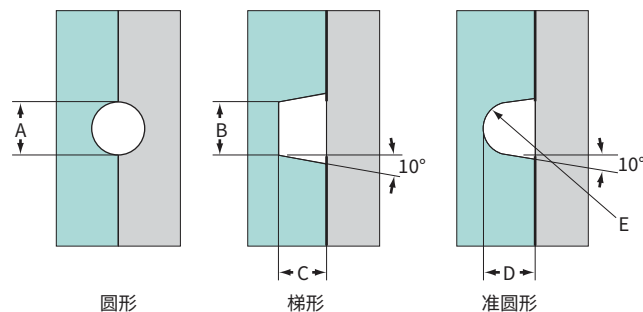
图4-3-1 水口形状



流道

- 应使其尽可能地短和粗,请考虑流动性后决定。
- 断面形状建议使用圆形或梯形。
- 浇口取得平衡也是很重要的。

图4-3-2 流道形状



流道断面尺寸例(mm)

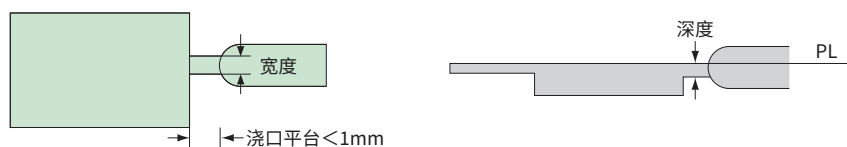
A	B	C	D	E
>4	>3	>3	>4	D/2

浇口系统

侧浇口

- 使用矩形浇口时,缩短浇口平台长度,加大深度能提高效率。建议浇口深度为成型品厚度×0.7左右,浇口平台长度小于1mm。

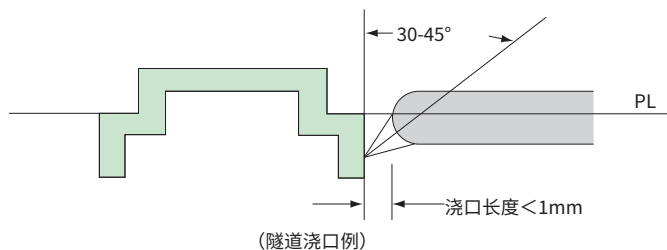
图4-3-3 侧浇口形状



点针式/隧道浇口

- 建议浇口径0.8~1.2mmφ, 浇口长1mm以下。若流动距离较长, 比起增大浇口, 更建议使用多点浇口。

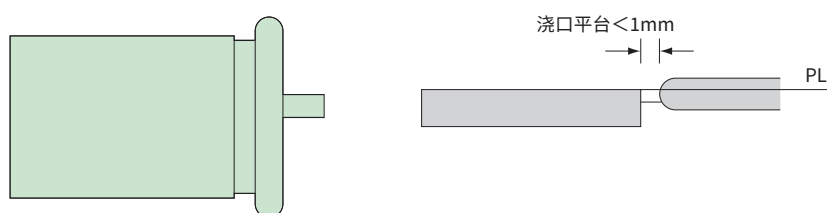
图4-3-4 点针式/隧道浇口形状



薄膜浇口

- 浇口的厚度为成型品厚度×0.5较好, 浇口平台长度建议小于1mm。

图4-3-5 薄膜浇口形状



脱膜倾角

- SUMIKAEXCEL PES 的成型收缩率较小, 即使是比较浅的成型品也需要有 $1^\circ(1/60) \sim 2^\circ(1/30)$ 的倾角。如较深的话建议增大倾角。
- 薄壁成型品容易过填充, 因此建议增大倾角。
- 玻璃纤维强化牌号也建议增大倾角。
- 根据制品的形状, 有时会无法取得足够的倾角。此时需要考虑使用滑芯或研究顶出的方式。

排气槽

- SUMIKAEXCEL PES 推荐使用0.01~0.05mm左右的排气槽。SUMIKAEXCEL PES 的熔融粘度较高, 使用0.05mm的排气槽也不易发生飞边。
- 薄壁成型品必须设置排气槽。

4-4 PES的再生利用

新料中添加再生料混合时,根据牌号以及用途需要调整混合的比例。各牌号能够与再生料混合的比例如表4-4-1所示。

表4-4-1 再生料的推荐混合比例

牌号	再生料的比例 (%)
4100G / 4800G	30以下
3601GL20 / 4101GL20	20以下
3601GL30 / 4101GL30	10以下

非强化牌号里添加过多再生料时,制品的颜色会变深,且可能变脆。玻璃纤维强化牌号回收使用时,玻璃纤维长度会变短,从而导致机械强度的降低,因此需要限制混合的比例。各牌号再生料的添加比例与拉伸特性的变化如表4-4-2所示。

表4-4-2 非强化以及玻璃纤维强化牌号再生料使用的比例与拉伸特性

牌号		4100G / 4800G				3601GL20 / 4101GL20	
再生料的比例 (%)		30		100		30	100
物性		拉伸强度 (MPa)	破坏形态	拉伸强度 (MPa)	破坏形态	拉伸强度 (MPa)	拉伸强度 (MPa)
回收使用次数	新料	86	延性	86	延性	126	126
	1	87	延性	87	延性	126	121
	2	89	延性	87	延性	125	116
	3	88	延性	87	延性	126	109
	4	88	延性	88	延性	124	102
	5	89	延性	87	延性	122	98

TECHNICAL NOTE

超高耐热工程塑料

SUMIKAEXCELTM PES



机能树脂事业部

Sumitomo Chemical Co., Ltd. Advanced Polymers Division High-Performance Engineering Plastics Department
Add: Tokyo Nihombashi Tower, 2-7-1, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo 103-6020, Japan
Tel: +81-3-5201-0266
URL: <https://www.sumitomo-chem.co.jp/sep/english/>
Access: https://www.sumitomo-chem.co.jp/english/company/group/detail/access_tokyo.html

Sumitomo Chemical Co., Ltd. Energy & Functional Materials Research Laboratory <Super Engineering Plastics Group>
Add: 6, Kitahara, Tsukuba-shi, Ibaraki 300-3294, Japan
Tel: +81-29-864-4177
Access: https://www.sumitomo-chem.co.jp/english/company/group/detail/access_tsukuba_03.html

Sumitomo Chemical Advanced Technologies, LLC.
Add: 3832 East Watkins Street, Phoenix, AZ 85034, USA
Tel: +1-602-659-2500
URL: <https://sumichem-at.com/>

Sumitomo Chemical Europe S.A. / N.V.
Add: Woluwelaan 57, B-1830 Machelen, Belgium
Tel: +32-2251-0650
URL: <https://sumitomochemical europe.eu/>

Sumitomo Chemical Asia Pte Ltd.
Add: 3 Fraser Street, #07-28 DUO Tower, 189352, Singapore
Tel: +65-6303-5188
URL: <https://sumitomo-chem.com.sg/>

Dongwoo Fine-Chem Co., Ltd.
Add: 22, Sandanoryon-gil, Samgi-myeon Iksan-si, Jeollabuk-do, 54524, Korea
Tel: +82-63-839-2942
URL: <https://www.dwchem.co.kr/main.do?lang=eng>

住化电子管理（上海）有限公司 徐汇分公司
Sumika Electronic Materials (Shanghai) Corporation Xuhui Branch.
Add: Floor 1, Building 91, No.1122 North Qinzhou Road, Xuhui District, Shanghai, 200233, China
Tel: +86-21-5459-2066
URL: <https://www.sumika.com.cn/>

住化电子管理（上海）有限公司 徐汇分公司 上海技术研发中心
<Shanghai Technical Center>
Add: Floor 1, Building 91, No.1122 North Qinzhou Road, Xuhui District, Shanghai, 200233, China
Tel: +86-21-5459-2063

住化电子材料科技（深圳）有限公司
Sumika Electronic Materials (SHENZHEN) Co., Ltd. <Shenzhen Office>
Add: Room17G, Nuode Finance Centre, NO.1006 of Fuzhong Road3, Lianhua Street, Futian Distrit, Shenzhen, China P.C:518026
Tel: +86-0755-2598-1596
URL: <https://www.sumika.com.cn/>

制品的详细内容 <https://www.sumitomo-chem.co.jp/sep/>