

塑料的熔接性能

KOREA POLYACETAL CO., LTD.

1. 熔接线的产生

这个现象发生于熔融流体前端分成两支流道并且汇聚在一点的时候。由于中心/障碍物，厚度变化或者转轮分支（多浇口），熔体流体前端会发生分离。

2. 熔接线的种类

熔接缝被分离后重新汇聚的熔融流体前端分开。

(1) 对接或冷焊

这个发生在两道流体相遇但是没有立刻流动的情况下。

(2) 熔接线

熔接线是由两条原始流体重新结合后一条额外的流体形成的。

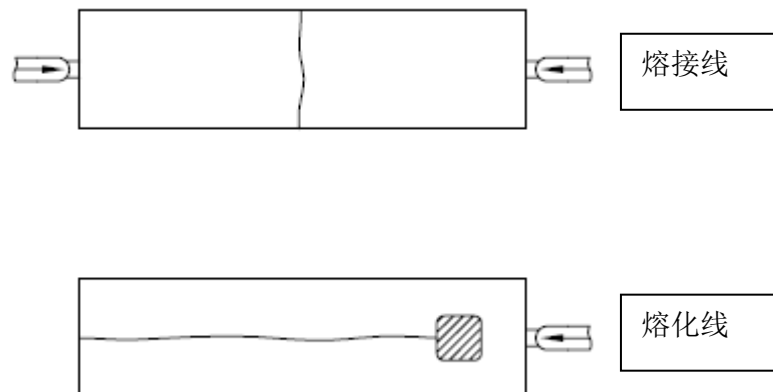


图 1. 熔接缝种类(熔接线和熔化线)

Adapted from Robert A. Malloy, Plastic Part Design for Injection Molding (1994)

3. 熔接线的起因



(1) 结构原因 (产品设计)

- 1) 由于产品内部的孔或厚度差异，会出现熔接线。
- 2) 这会使熔接线看不见并且通过不改变移动熔接线位置的设计是十分困难的。

(2) 树脂原因

- 1) 如果树脂缺乏流动性，熔融树脂通过接缝流动。当它最终通过时会形成明显的熔接线。
- 2) 添加剂对树脂的兼容性不好也是原因之一。
- 3) 另一个原因是树脂与半固体的熔融快速固化。
- 4) 树脂在注射成型过程中，如果在模腔中加入过多的脱模剂，树脂在熔接部位可能会流动。

这将阻碍熔接接部件的组合并导致熔接线

- 5) 含有铝和珍珠着色剂的树脂是另一个可能的原因。

(3) 注射成型条件

- 1) 当熔体前端与冷树脂重新相遇从而降低了树脂温度，这也能导致熔接线的产生。
- 2) 过低的注塑速度或者压力应为树脂重新加入后降低了树脂温度，导致发生熔接线。
- 3) 注塑成型不良时产生气体也会造成熔接线的产生。

(4) 模具原因

- 1) 因为两个浇口之间的距离太远或者浇口在产品薄壁这边等糟糕的浇口设计也会导致熔接线的产生。
- 2) 当模具挤压力偏高并且树脂流动性较差时，流体前端温度降低导致熔接线。
- 3) 一旦空气或者不稳定材料在模具内树脂接缝中聚集，气体无法被排除导致熔接线。

4. 问题

- (1) 裂纹
- (2) 熔接线处物理性能降低
- (3) 降低耐化学性
- (4) 降低尺寸稳定性和精确性

5. 迎合角和熔接线

熔接线可以在特定的流体前端迎合角下消失。这个被称为“消失角”通常根据树脂的种类不同为 120° ~ 150° 。这个可接受熔接角度可以被用来作定性解释或者填充模拟中的去除熔接线。

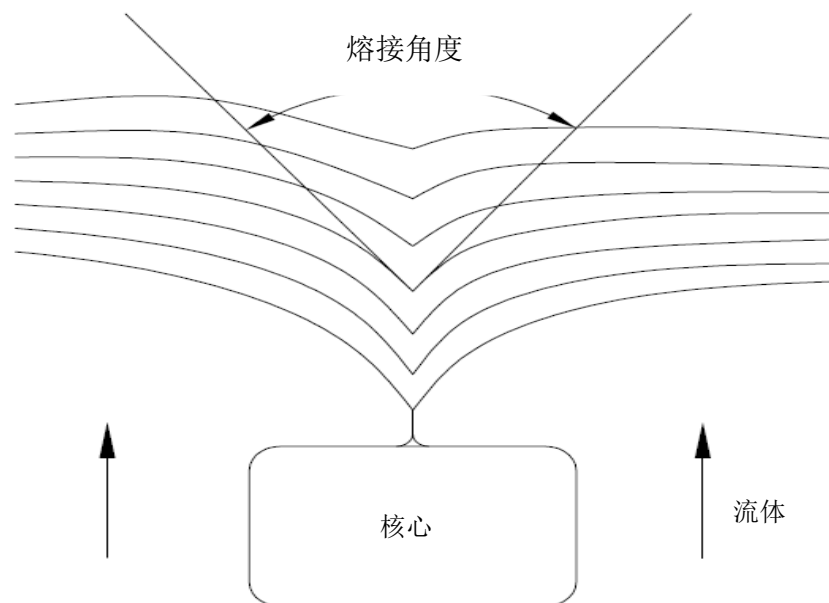


图 2. 熔接消失角

Adapted from Robert A. Malloy, Plastic Part Design for Injection Molding (1994)

6. 熔接线和机械性能

对于机械性能来说，有较多高内聚熔接线通常比较少低内聚熔接线要出色。然而在熔接线处要评估机械性能是很困难的。

- 脆弱的熔接线可能带来以下问题：

- (1) 分子之间的纠缠度不足和扩散
- (2) 相反, 冻结分子（或纤维）方向
- (3) 熔接表面V型裂痕
- (4) 异物或者空隙

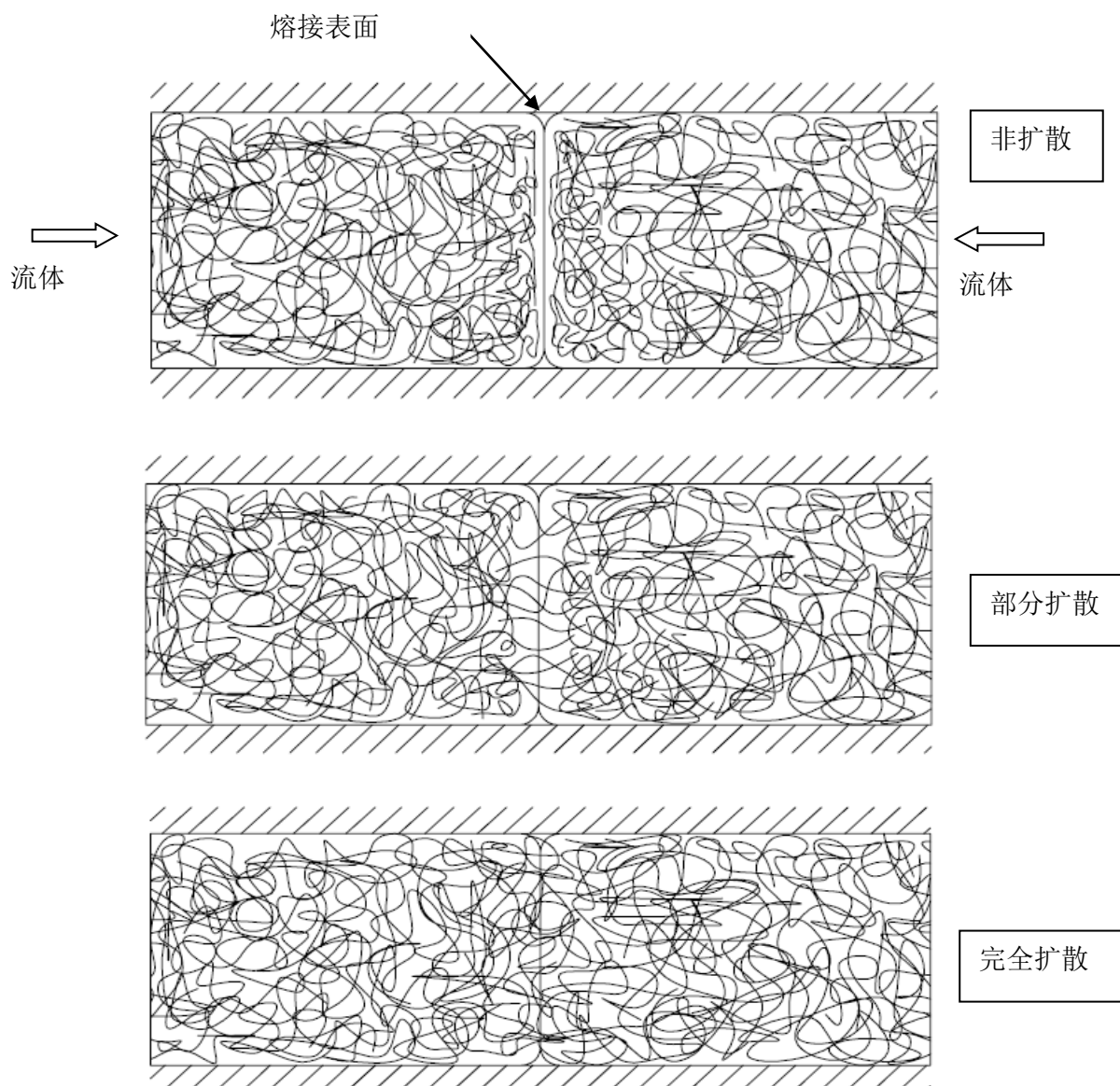


图 3. 分子扩散和纠缠

Adapted from Robert A. Malloy, Plastic Part Design for Injection Molding (1994)

从图中可以看出，熔接线的机械性能取决于分子间的纠缠和扩散。为了增加纠缠和扩散，温度必须要高以达到分子活跃温度。为了在熔接线处有好的机械性能，因为同样的原因，模压也必须要高。

成型工艺变量影响熔接线冲击强度。

(1) 熔点

1) 过高的温度会使树脂分解并且产生气体。

2) 模具设计者经常会为了缩短流体长度而去增加浇口数量，这会导致流体前端损失温度和压力。

(2) 注射速度

(3) 保压

(4) 空腔壁温，保压和保压时间

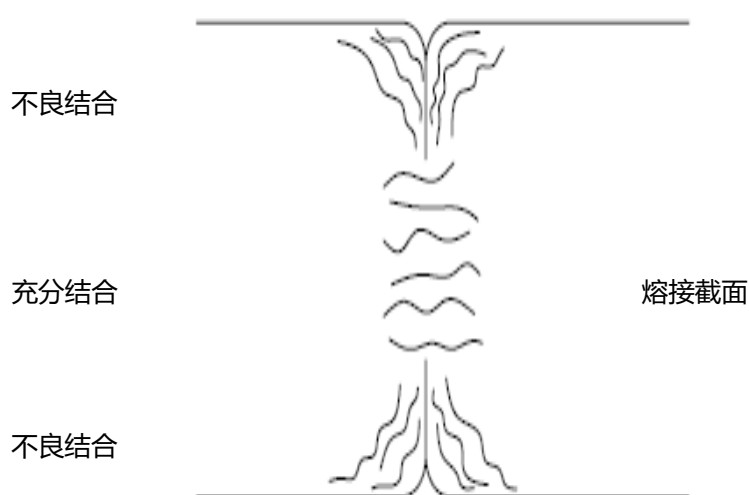


图 4. V型熔接线

Adapted from Robert A. Malloy, Plastic Part Design for Injection Molding (1994)

上图表明，熔接和预裂纹的侧面是通过熔体流动前沿的喷泉流动行为形成的冻结分子取向。这种缺口缺陷在外观上很突出，是一个尖锐的应力集中点。这种缺口的形成是由于难以从熔体流动前沿排出气体。

熔接线中机械性能的变化

根据产品的流向，机械性能随熔核在产品熔接缝内的数量和位置而变化。比如，熔接线的冲击强度会随着熔体前端的温度降低而减弱，原因是熔核和浇口之间的距离增加了。简单内部核心的机械性能不会因位置的改变而改变。然而，多核心的力学性能与位置变化有关。

熔接线的机械性能与塑料，添加剂和增塑剂的关系

塑料比其他材料更容易受熔接线的影响。在工程塑料中，我们必须特别考虑机械性能和外观的劣化。下表显示了浇口末端样品形成的对接熔接缝机械性能的降解。

熔接特性可以随几何形状、流动长度和熔接角度而变化。

未增强产品的保留系数约为80-100%。

对非增强非结晶塑料熔接性能影响最大的是其熔点。然而，它很少影响模温。换句话说，尽管非结晶树脂的模具温度很高，但它很少影响任何东西，因为温度低于玻璃化温度。

然而，熔点，模温，注射速度，和退火能影响结晶塑料的熔接线强度。上述保留系数并不是完全绝对的。这意味着每种情况都必须单独考虑，冲击方式、长期疲劳和与化学品的接触。

添加剂和增强剂的影响是显著的。润滑剂、脱模剂和阻燃剂对熔接性能有负面影响。虽然增强剂（玻璃纤维，矿物填料）可以根据添加量来增加机械性能，它同时具有相对较低的保留系数。随着增强剂和长径比的增加，熔接性能损失增加。在纤维增强塑料中，由于喷射流动方向不好，熔接线性能的衰退程度更高。

下图显示了根据熔接线上的流动变化，玻纤增强塑料中流动方向和垂直方向的力学性能



图5. 熔接线中的玻纤方向

Adapted from Robert A. Malloy, Plastic Part Design for Injection Molding (1994)

KEPITAL(共聚POM) 熔接性能

种类	牌号	MI(g/10min)	拉伸强度保持系数(%)	拉伸伸长率保持系数(%)
标准 (未增强)	F10-03H	3	99	32
	F20-03	9	99	40
	F30-03	27	99	37
	F40-03	50	97	33
冲击强度	TE-24	6	81	5
	FU2020R (焊接牌号)	2.5	99	65
玻纤增强	FG2025	7	26	57

注) 1. FU2020R : 延伸熔接增强牌号

[标准牌号/非增强牌号]

和非熔接牌号相比, 非增强牌号有更低的拉伸强度和拉伸伸长率的保留系数, 尽管 它与熔接处的粘度不同。

[抗冲击剂或玻璃纤维的影响]

当材料含有抗冲击剂或者玻纤增强, 和非增强牌号比, 在熔接线处仍然有更低的拉伸强度和拉伸伸长率保留系数。

KEPAMID(PA6, PA66) 熔接特性

种类	牌号		拉伸强度保持系数(%)	拉伸伸长率保持系数(%)
PA6	1300CRH	非增强	92	24
	1533GFU	30%玻纤增强	40	29
PA66	2300MR	非增强	80	53
	2330GFH	30玻纤增强	29	26

和非增强牌号相比, 30%玻纤增强的 PA6 和 PA66在熔接线处仍有更低的拉伸强度和拉伸伸长率保留系数。

KEPEX(PBT) 熔接特性

牌号		拉伸强度保持系数(%)	拉伸伸长率保持系数(%)	备注
1200M	非增强	99	57	
3330GF	30%玻纤增强	20	13	

和PA6 和PA66类似, 和非增强牌号相比, 30%玻纤增强的 PBT在熔接线处也有更低的拉伸强度和拉伸伸长率保留系数强度和拉伸伸长率保留系数

7. 故障排除

(1) 如果熔接处树脂温度过低

- 1) 提高气缸、喷嘴和模具的温度。或者，当树脂流向熔接处时，通过产生剪切热来提高熔接处树脂的温度。（改变注射速度和产品厚度）
- 2) 安装冷料孔或增大尺寸。
- 3) 增加浇口数量。
- 4) 改变浇口位置。

(2) 如果是气体引起的

- 1) 为防止气体进入，如有可能，在较低温度下注入。增加排气口。
- 2) 增大尺寸，因为在浇口、流道和浇口处的强烈摩擦会产生大量的气体。
- 3) 通过逐步进行气体通风来控制速度。
- 4) 减少注射机气缸内树脂的停留时间。（减少气体产生）
- 5) 检查树脂的干燥度
- 6) 在熔接附近安装顶针（排气口作用）

(3) 如果树脂不完美组合在熔接处得到的压力较小

- 1) 增加压力
 - 2) 检查螺钉和止回环的磨损：压降
- (4) 尽可能避免使用脱模剂。如果有必要，请使用硬脂酸而不是含有硅的。
- (5) 安装主顶针，轻顶熔接位置，将熔接线移动到主顶针上。注射后移除它们。
- (6) 在熔接附近不可能扩大厚度。但是，可以在孔附近扩大厚度。 这可以增加熔接处冲击强度并减小宽度。
- (7) 当产品厚度变化较大时，由于树脂先向厚部流动，后向薄部流动，在薄部中心形成熔接线或气泡。
在这种情况下，通过减小厚度变化或安装一个流量引导器来控制树脂的流量。
- (8) 检查混合料是否有其他材料或异物。
- (9) 移动熔接处的位置，使其通过导液管安装不可见，或改变产品厚度和浇口位置。
- (10) 压花加工或在熔接附近贴上标志

Headquarters

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7481 Fax. +82-2-714-9235

EU & America Sales

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7467 Fax. +82-2-714-9235

Asia Sales

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7491 Fax. +82-2-714-9235

China Sales

上海聚醚醚化工贸易有限公司
上海市长宁区天山路1717号SOHO天山广场2幢T2-903C室(200051)
Tel. +86-21-6237-1977 ; E-mail: cpac.sales@gpac-kpac.com

免责声明: 此文件中包含的信息是基于现有的知识和经验, 所以当有新的知识和经验产生的时候可能会发生改变。此信息不能被视作为对于特定性能描述或特定应用的保证和承诺。所以使用者在使用此产品之前应先自行决定此产品是否满足产品要求。此产品并非供给医用和牙科移植应用, 使用者须满足所有的安全和健康标准。KPAC对于此信息的使用不作任何保证, 对于其可靠性不作任何承诺。