

## 第 23 章：污染（Contamination）

### ■ 23.1 定义

污染，是一个比较广义的词，包含了好几种外观缺陷。污染可能是以变色黑点的形式出现，也可能是色流、分层等等。图 23.1 是原料污染的照片。

也称作：黑点，黑色/棕色条纹，色流

错误的分类：喷纹



Figure 23.1 Material contamination

### ■ 23.2 污染问题的可能原因 4M 表

Table 23.1 Contamination Troubleshooting Chart

Molding Process	Mold	Machine	Material
poor changeover	hot runner hang up	hang up areas	improper storage
high melt temperature	high hot runner temperature	anti-seize	regrind
	wear surfaces	robot contamination	incoming contamination
	lubricants		mixed materials
	cleaning		

注塑工艺	模具	机器	原料
换色不良	热流道死角	死角区域	储存不当
料温过高	热流道温度过高	高温防卡油	回料
	磨损	机械手污染	来料污染
	油脂		混料
	清洁		

### ■ 23.3 污染的问题处理

原料可以在很多方式上被污染。避免所有可能的污染源，可能是最大的挑战。多数时候，最佳的起始位置是，从注塑机开始往回追溯。

#### ■ 23.3.1 注塑工艺问题引起的污染

注塑工艺方面，会导致污染发生的有：

- ✧ 换色不良
- ✧ 料温过高

##### ■ 23.3.1.1 注塑工艺问题：换色不良

当注塑机停止生产，开始换料或换色时，有很多的机会导致污染发生。整个喂料系统和熔体传递系统必须彻底的清理/清洗，确保没有前一批次的原料残余。一些需要重点检查的地方包括：

- ✧ 烘干料筒。烘干料筒有好几个死角区域，包括观察窗、吸料机、中间的分配锥、卸料口等等。在换料/换色时，必须清洁这些位置，移除上一批次的原料。可以用吸尘器来帮助清洁料筒。
- ✧ 料管。不管是烘干料筒到注塑机，还是料箱/料袋到烘干料筒，确保这些料管都得到彻底清洁很重要。这可以简单的把料管拔出，让吸料机把料管里的塑料粒子抽干。有时加料人员把料筒清理的非常干净，却忘了清理料管，当新的原料加入开始吸料时，料管的残余塑料粒子就把原料污染了。

译者注：要注意的一点是，很多原料有粉尘，这些粉尘会落在料管内。换料时可能需要用沾有酒精的无尘布，从料管内吸入来清理粉尘。或者是换用全新的软管。

- ✧ 注塑机小料斗。注塑机料斗有很多地方对积藏塑料；确保取出磁力架并仔细清理（图 23.2 是放磁力架的屋子）。同时检查料斗和注塑机下料口之间的错位。（注塑机的下落口内也会有错位，可以用气枪仔细吹扫）
- ✧ 吸料机。吸料机也会藏有原料，换色时所有的吸料机都要仔细的清理。
- ✧ 色母机。切换颜色时，色母机也要清理。色母机的加料螺杆里可能会藏有上个批次的色母。

注塑车间常常不重视对加料人员的培训，或提供的培训不足。如果加料人员不知道换色时彻底清洁的重要性，他们很可能就会省去（或者根本不知道）一些关键位置的清理，导致污染发生。对车间所有的加料人员，提供正式的培训，是确保换色成功的关键。



Figure 23.2 Pellets stuck in magnet drawer

#### ■ 23.3.1.2 注塑工艺问题：料温过高

当塑料过热时，会降解并造成黑点等污染。参考第 15 章的黑点问题处理。

#### ■ 23.3.2 模具问题引起的污染

模具相关的污染原因有：

- ✧ 热流道死角
- ✧ 热流道温度过高
- ✧ 磨损
- ✧ 油脂
- ✧ 清洁

##### ■ 23.3.2.1 模具问题：热流道死角

热流道内，任何会导致塑料滞流的区域，都可能引起污染问题。困在死角/滞流区域的塑料，在原料切换完成很长时候后，还会持续的渗到熔体里。对温度敏感的塑料，困在死角区域可能会降解并造成碳化黑点的污染。图 23.3 展示的是来自热嘴尖的污染。

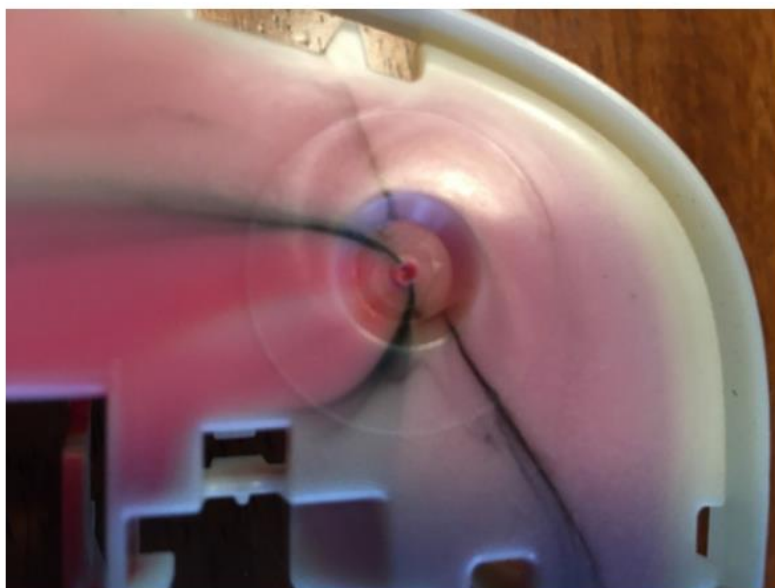


Figure 23.3 Contamination at hot tip

热流道系统装配后，应该在需要的成型温度下，既不会漏胶，也没有元件之间的错位---这会导致滞流死角。热嘴和分流板之间不应有任何的装配间隙。

热流道分流板的拐角，是最容易有死角并导致原料滞流的。取决于热流道的设计，多数的热流道拐角是使用十字枪钻法加工的。十字枪钻的交叉位置会有死角并导致原料滞流，使用机加工的堵头---加工有 R 角的过度，可以改善这个问题。

分流板可能会破损开裂，裂缝的间隙会让原料滞流在那里。分流板的开裂经常导致昂贵和耗时的维修；因此，要培训技术人员，开机前让热流道有足够的时间吸热，达到整体的热平衡后再注射塑料。

#### ■ 23.3.2.2 模具问题：热流道温度

当热流道的温度比需要的温度高时，原料降解的几率大大增加。如果原料在热流道里降解，就会造成产品有黑点或棕色条纹的污染问题。

确认热流道的设定温度是否正确，热流道的实际温度是否和设定温度一致。如果热流道的某个加热区一直有加热功率输出，那要么是接线错误，要么是热电偶接触不良。

#### ■ 23.3.2.3 模具问题：磨损

模具的任何有相互摩擦运动的表面，都有可能会磨损。经过一段时间，磨损产生金属粉末或金属碎片可能会污染模腔表面。这个金属粉尘会出现在产品表面，造成外观缺陷。

目视检查模具的导柱、耐磨块、边锁、精定位、虎口等位置，粉尘经常是咬死/咬死开始出现的早期现象，所以一旦检测到任何的磨损问题，要从源头改善好。

#### ■ 23.3.2.4 模具问题：油脂

模具上任何润滑油，都可能会污染产品。不管是润滑脂还是润滑油，过多的润滑油只要进入模腔，就会污染产品，或导致产品报废。

模具需要检查有无过度润滑。经常是模具刚刚维护/维修完，模修人员为了保险起见，在所有的活动部件都满满的加了一遍油。有时连续生产了几个小时，模具还是在持续渗油，生产的全是废品。记得和模房维护人员建立优化的模具加油润滑作业标准。模具润滑不是简单的涂点油在顶针上，油脂必须轻轻的涂抹，恰到好处，过度润滑会导致问题。

为模具的各个活动部件找到最合适的润滑油脂，也是很重要的事情。市场上有各种各样的润滑油脂，有的会更适用于某些特殊场合。

#### ■ 23.3.2.5 模具问题：清洁

模具清洁动作或模具没有清洁，都可能会引起污染。要保持注塑过程的良好运行，模具要保持干净。脏污的模具会导致产品的表面污染。在清洁模具时必须非常小心，因为擦模具的步骤会在模具的表面残留纤维，在产品表面形成弯弯曲曲的，小线虫一样的缺陷（图 23.4）

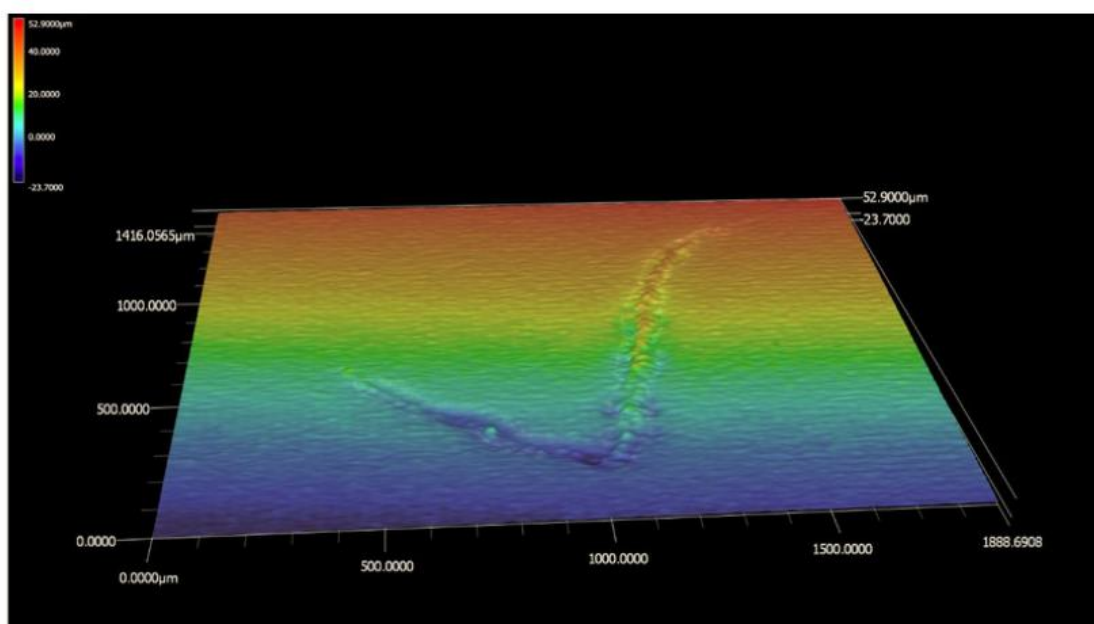


Figure 23.4 Surface scan of a mold wipe fiber molded onto a part surface

在擦拭模具表面时，使用干净的无尘布可以尽量避免模具表面污染。脏污的抹布不光会留下污染，也可能擦花模具的表面。

要注意模具上的油脂可能会因为接触到化学品而分解，这种事情容易发生在技术人员用模具清洗剂直接对着模具喷的情况下。清洗剂里的溶剂，会影响油脂的粘度，导致油脂会流动，从而污染模具。



### ■ 23.3.3 机器问题引起的污染

有些机器方面的因素会导致污染发生，包括：

- ✧ 死角区域
- ✧ 防卡死油脂
- ✧ 机械手污染

#### ■ 23.3.3.1 机器问题：死角区域

在注塑机的熔体传递系统里，任何的错位或破损都会导致原料滞流。一些需要重点排查的位置包括：

- ✧ 小料斗和下料口之间
- ✧ 炮筒和法兰盘
- ✧ 法兰盘和喷嘴
- ✧ 喷嘴和喷嘴转接头
- ✧ 喷嘴和喷嘴尖
- ✧ 喷嘴尖和浇口套
- ✧ 螺杆，炮筒，螺杆头的任何破损

将注塑机的炮筒拆开检查，是非常耗时耗力的事情，但有的时候为了找到问题的原因，也不得不做。在关机拆卸前，先用其他颜色的塑料过一遍炮筒；这个颜色的切换能帮助突出问题区域——原先的颜色还残留在那里。也要寻找有无积碳的区域。不管怎么说，这是个很浪费时间的工作，先确保其他的原因都已经排除完了。

查看喷嘴尖的设计形式，可以观察到可能的死角区域。图 23.5 是 3 种不同喷嘴尖的剖面照片，注意照片最左边的通用喷嘴尖设计，喷嘴孔和嘴尖内部的球面过渡，是一个很大的死角滞流区域。通用喷嘴尖因为这个设计，常常会导致污染问题，造成产品的色流缺陷。



Figure 23.5 Nozzle tips: general purpose, nylon, and full taper

### ■ 23.3.3.2 机器问题：防卡死油脂

在安装喷嘴或喷嘴尖（还有螺杆头，不要忘了）时，螺纹上总是要抹一层防卡死高温油（通常是二硫化钼）。如果有抹的过多，那安装后油就可能挤出/渗出到料里面，造成污染（图 23.6）。这个防卡死高温油通常会导致产品的黑点缺陷。



**Figure 23.6** Nozzle tip with excess anti-seize (top) and appropriate amount of anti-seize (bottom)

防卡死高温油不适用于“如果用一点有好处，那越多就是越好的”这句名言。设备维修人员一定要使用合适的用量，避免产品因污染而报废。

### ■ 23.3.3.3 机器问题：机械手污染

回去看一下你的注塑车间，灰尘和油脂是不是到处都是？当机械手进入模具空间取产品时，它就可能会污染模具。这个方面的一个例子是，脏污的气管刚蹭到模腔表面，这会将一些灰尘脏污传递到模具上，可能导致外观缺陷。

另一个需要考虑的是机械手治具，如果吸盘是脏的，那取件时，它就会在产品表面留下污染印记。另外，取件治具的其他元件如果会接触到模具，那就可能会污染到模腔。

#### 案例分析：机械手污染

这是一个 ABS 材料的产品，单腔模，产品有表面类似于喷纹的问题。检查原料的烘干、含水率，模具的排气，工艺参数的设定、实际料温，都没有方向。使用 STOP 方法，仔细观察产品的生产过程，发现机械手在吸取产品后，从模具的顶出侧后退，脏污的气管挂到了前模模腔。暂停注塑机动作，检查前模模腔，模腔上有一小条油污/脏污。产品的缺陷是机械手污染造成的。对机械手气管进行清洁并用扎带整理好，问题解决了。在这个案例里，早一点运用 STOP 方法的话，可以更早更高效的解决问题。

### ■ 23.3.4 原料问题引起的污染

原料方面会导致污染的有：

- ✧ 储存不当
- ✧ 回料
- ✧ 来料污染
- ✧ 混料

#### ■ 23.3.4.1 原料问题：储存不当

在每个注塑车间，都会有各种杂质的存在，包括：

- ✧ 灰尘，粉尘，花粉
- ✧ 其他塑料粒子
- ✧ 纸板和木屑
- ✧ 金属
- ✧ 油脂和油

如果原料的包装任其开放，那 200% 的概率，上述的杂质中的一种或多种，会进去原料里（图 23.7）。上面讲到的任何杂质都会导致注塑件的污染，产生废品。

所有的原料都保持封闭在容器里，尽可能减小和外界杂质的接触机会。如果注塑机旁边的料箱没有盖上，那附近的机器如果换料吹料的话，原料间的交叉污染就会发生。图 23.8 展示的是料箱盖子上的木屑污染，如果没有盖上的话，这些木屑就会跑到原料里。





**Figure 23.7** Open gaylord: contamination waiting to happen



**Figure 23.8** Contamination on gaylord lid

#### ■ 23.3.4.2 原料问题：回料

回料提供了另一种污染发生的机会。过程中会发生污染的有：

- ✧ 粉碎过程中混入了其他材质的废品或料头。这可以用专人粉料来避免，或者是使用机边粉料机---这是最保险的方法。经常发生的是，对产品不清楚/对车间规定不清楚的员工，把其他机器的产品随手扔进了粉料机，只因为这两个产品的颜色是一样的。
- ✧ 如果回料是粉碎完再慢慢消耗的，那原料储存的过程中会发生的任何污染问题，都可能在回料上出现。
- ✧ 添加回料的过程是非常关键的，要保证是正确的回料添加到正确的原料里。
- ✧ 粉料机本身有污染源，因为清洁不够，或前一批次的其他原料。

最好的方法还是，在废料产生的地方直接粉碎。通过将粉碎完的废料直接添加到注塑机，很多污染的机会就不会存在。另一个优势是，回料的烘干在这种情况下也不需要了。

#### 案例分析：回料污染

这个例子里，一个 ABS 原料的产品，注塑机是 700 吨的注塑机。生产过程中机器有射胶量不稳定的问题，看上去是机器的止逆环出了故障。当机器的喷嘴和法兰盘拆开，发现有金属异物困在螺杆头和喷嘴位置。使用 STOP 方法，观察到生产的废品会粉碎回用---但是产品上的金属嵌件并没有取下，导致粉碎料被金属嵌件污染。

如果要回用的产品是有金属嵌件或金属装配件的，粉碎的时候要特别特别小心。磁铁只能分拣出铁金属，而非铁金属比如铜会漏下去。

译者注：有专用的金属检测分离设备，比如德国的双仕，可以分拣出铜或铝的金属异物。

#### ■ 23.3.4.3 原料问题：来料污染

不管是什么原料，在生产的过程中总会有一定程度的“污染”。通常情况下，来料的污染程度不会影响到产品的质量。

对于一些要求很高的注塑场合，原料要进行过筛后的胶带分析（图 23.9）。胶带分析可以判断，原料本身是不是含有过多的污染。



Figure 23.9 Gel tape

来料中可能会发现的污染包括：

- ✧ 添加剂的抱团
- ✧ 橡胶交联物
- ✧ 杂质如灰尘、花粉、木屑、纸屑
- ✧ 挤出造粒时产生的原料分解的碳化物

#### 案例分析：来料污染

这个例子里，产品的原料是 PC/ABS。产品的外观是高光的，原先的生产一直没有问题。在导入新批次的原料后，产品开始出现外观缺陷。和原料供应商一起分析后确认，是原料配色里使用的钛白粉抱团了（没有分散开），造成产品成型后出现外观缺陷。

在供应商做了改善，重新发出一批原料后，产品的外观缺陷消失了。

#### ■ 23.3.4.4 原料问题：混料

保持原料不出现混料问题很关键。如果有其他的原料混在我们要成型的原料里，污染缺陷就会发生。有的混入的原料还可能导致危险，比如 PVC 或 POM。教育车间里的每个人，不是黑色的都是一种类型的塑料，白色的也都是一种类型的塑料。所有的塑料必须分开放置。

图 23.10 是原料污染后生产出的产品的一个例子。黑色的 TPO 材料的产品，产品表面有轻微的灰色条纹。沿灰色条纹的位置将产品切开后，目视可以清楚的看到一粒扭曲变形的塑料粒子。这也是毁掉一个产品只需要一粒杂料的鲜明粒子。



**Figure 23.10** Single-pellet contaminant in wall stock

避免原料遭受污染的一个关键是，所有的料筒和料箱，都清晰的标识出里面的原料的型号。在加料到料箱或料筒之前，应交叉确认添加的是不是正确的原料。如果料筒被污染了，那几十上百公斤的原料都要报废，还有相应的清理料筒的时间。

清洁所有原料可能会接触到的地方是必须的。所有的箱子、容器，管线，料筒料斗，粉料机，吸料机等等，在切换原料时必须彻底的清理。几个塑料粒子的残留，可能会导致几个小时的废品。

不相容的塑料混在一起，会产生很大产品缺陷，包括污染，分层，黑点，色流，喷纹。