

第 20 章：烧焦（Burn）

■ 20.1 定义

在射出阶段，当气体困在模腔里时，气体在高压下产生的高温可能会点燃塑料，导致塑料烧焦。这经常会在产品和模具上留下黑色脏污。图 20.1 是烧焦缺陷的一个例子。

也称作：困气，压缩燃烧

错误的分类：棕色条纹，色流

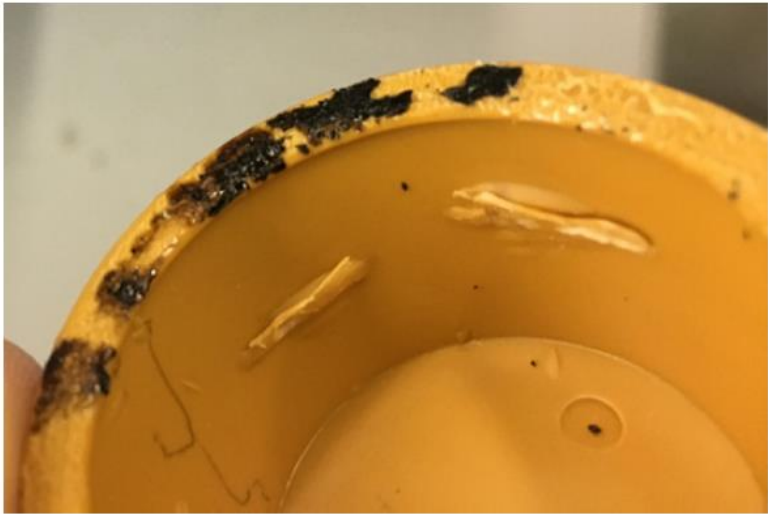


Figure 20.1 Burn

■ 20.2 烧焦问题的可能原因 4M 表

Table 20.1 Burns Troubleshooting Chart

Molding Process	Mold	Machine	Material
too fast fill velocity	venting	buildup on screw, end cap, etc.	moisture content
high melt temperature	grease, oil, or other contamination	screw design	type
high back pressure		barrel heater control problems	additives
decompression		damage to screw, barrel, tip, etc.	

注塑工艺	模具	机器	原料
射出速度过快	排气	螺杆、喷嘴积垢	含水率
料温过高	油脂，油，或其他污染	螺杆设计	原料类型
背压过大		炮筒加热问题	添加剂
松退过大		螺杆、炮筒、螺杆头等损坏	

■ 20.3 烧焦的问题处理

烧焦是产品上有棕色或黑色的变色，常常是炭黑色。在处理烧焦问题时，我们要回答两个问题：

1. 气体是哪里来的？要记住的是，在塑料进入模腔前，模腔里是充满空气的。
2. 为什么气体没有逃出模腔？

烧焦的问题处理经常会回到排气相关的缺陷，不要用工艺参数弥补模具问题！

■ 20.3.1 注塑工艺问题引起的烧焦

像前面讲的，烧焦的真正原因常常是排气不足。用工艺参数来改善烧焦问题是最后的、没有办法的办法；在调整工艺参数前，先解决模具问题。

工艺参数的设定也可以造成过多气体的产生，也可以造成气体困在模腔里，包括：

- ✧ 射出速度
- ✧ 熔体温度
- ✧ 背压
- ✧ 松退

■ 20.3.1.1 注塑工艺问题：射出速度

射出速度越高，气体困在模腔里而不是通过排气槽逃逸的可能就越大。通常放慢射出速度可以改善烧焦问题，但这会牺牲周期时间。正常情况下，如果放慢射出速度可以改善烧焦问题，那么改善模具排气也能收到一样的效果（从源头上改善）。在调整注塑工艺前总是要先检讨模具排气问题。

放慢射出速度不光会牺牲周期，也会影响塑料在射出阶段的粘度。这个粘度的变化可能会导致其他的注塑问题如光泽差异、缩水、缺胶等等。标准工艺参数已经确定后，放慢射出速度来弥补其他原因导致的问题是不允许的，所以从源头上解决问题。

不要用工艺参数弥补排气问题，排气细节详见第 7 章。

案例分析：射出速度

这个案例里，产品充填末端的结合线处有烧焦。烧焦位置有典型的塑料碳化残留在产品和模具上，放慢射出速度可

以解决这个烧焦问题。模修人员被叫过来，他把烧焦位置的排气槽深度加深了，这样，可以使用原先的射出速度而不会有烧焦问题。通过加深排气而不是放慢射出速度，周期时间可以节约 2 秒。

■ 20.3.1.2 注塑工艺问题：熔体温度

当成型温度在厂家推荐值的上限或超过上限时，原料就可能降解并释放出分解气，这个额外的分解气可能会困在模具里无法排出。当前面讲到的步骤都无法改善烧焦问题时，我们就要测量实际的熔体温度。要清楚原料厂家推荐的成型温度范围。车间的所有工艺人员要能够方便的获取，车间所用原料的厂家推荐成型温度范围。

当熔体温度是烧焦原因时，要去确认可以影响实际熔体温度的工艺参数，如炮筒温度、背压、螺杆转速。不要假设炮筒温度的显示值就是实际的熔体温度。

如果炮筒温度本身设定的很高，那原料就很有可能会过热降解。确认炮筒温度设定是在推荐范围内的，并且监控值也是和设定值一致的。要注意有无加热区是处于 100%加热功率的，这往往代表加热圈的加热功率不足或热电偶的温度读取错误。要记住，加热圈要和炮筒是紧密接触的；热电偶要在指定的位置，并且和安装孔的底部贴牢。

因为剪切是塑料熔化的最大能量来源，检查储料的背压和螺杆转速也很重要。和炮筒温度一样，背压和螺杆转速也会设置错误，所以要记得对比标准工艺参数。通用的准则是，螺杆转速应该调整到，储料在开模前 2~3 秒结束。背压的设定正常在 5~20Mpa 之间，取决于原料的类型和色母的效果。

■ 20.3.1.3 注塑工艺问题：松退

过度的松退会导致空气吸入。在射出阶段，这个吸入的空气必须要排出。松退时吸入的额外空气，可能会导致，模具的排气不堪重负而产生困气烧焦。

检查松退是否过大。如果松退是故意设大来改善流涎或拉丝问题的，请检查喷嘴的温度。喷嘴温度过高会导致流涎，从而需要过大的松退来改善。测试减小松退距离，评估会不会对成型有影响。记住储料完要有一定的松退距离，让止逆环能正常封闭。

■ 20.3.2 模具问题导致的烧焦

当处理烧焦问题时，模具的嫌疑是最大的。模具方面会导致烧焦的有：

- ✧ 排气
- ✧ 油脂，油，或者其他污染

■ 20.3.2.1 模具问题：排气

烧焦的首要原因是模具的排气不足！当出现烧焦问题时，总是要先检讨模具的排气。改善排气能消除烧焦问题（详见第 7 章）。图 20.2 是典型的因为排气不足造成的结合线位置烧焦。



Figure 20.2 Classic example of burning from lack of venting at knit line

当模具的排气脏污时，排气效果会打折扣。如果模具是在正常生产的过程中出现烧焦问题的，那第一件事就是要清理模具（分型面，顶针，斜顶，滑块）。如果清理模具能解决问题，请检讨是否能增加额外的排气，或者是要制定合理的保养间隔。如果模具需要频繁的保养清理分型面和排气，那就说明模具的排气不足，需要增加额外的排气。

如果模具容易有烧焦问题，那烧焦位置的钢材，被慢慢被侵蚀的风险就很大。这个侵蚀会导致模具的永久损坏，并带来粘模、外观不良、分型面跑边等缺陷。所以改善模具排气，要好于修补侵蚀损坏的模具。

■ 20.3.2.2 模具问题：污染

如果模具的分型面等排气位置，因为模具活动部件的油脂或油污而污染，那这个污染可能会堵塞模具的排气。如果这个污染是个长期存在的问题，要确定污染的来源是哪里，并从源头上解决。

当模具有液压油的泄漏，通常可以查看到漏油的位置。当液压油被熔体在模腔里推动前进时，会导致模具排气的堵塞。如果是油缸的漏油，可能需要维修或替换油缸；也有可能是接头位置的漏油，有时接头在模具的上方，没有完全旋紧时，会有油滴出并落入模腔。所以一般液压接头都尽可能不设计在模具的顶部。

模具活动部件的过多油脂，会跑到模腔并被熔体推动堵住排气。经常是模具刚刚完成修模，模修人员认为油脂的用量是越多越好---所以过来的模具满是油脂。和你的模修车间一起确定正确的模具油脂用量。

■ 20.3.3 机器问题导致的烧焦

检查机器的状态，确保机器没有在温度、背压、转速等失控的状态下运行。原料的任何原因的过热都会导致过多分解气的产生，引起烧焦。

机器相关的原因有：

- ✧ 螺杆、喷嘴、螺杆头的积垢
- ✧ 螺杆设计和原料特性不符
- ✧ 炮筒超温
- ✧ 螺杆、炮筒、止逆环的破损

■ 20.3.3.1 机器问题：积垢

积垢是指长时间的运行后，塑料或其分解物在炮筒内沉积。当这个沉积物分解时，它会产生额外的气体和分解产物，导致模具排气不足。如果这个额外的气体没办法从模具排出，它就会产生困气并引起烧焦。当机器经常暂停或切换原料时，沉积物就会出现，或成为问题。

这个沉积物通常会带来其他的缺陷症状，如黑点，喷纹，棕色条纹等。长时间停机或切换原料时的彻底清洗清料，能尽量避免这个问题发生。

有时这个沉积物是从喷嘴、炮筒、转接头等配合错位处来的。保证塑料在熔体流动方向是顺滑没有死角的，是很好的实践手段。任何的错位都会产生原料会长时间滞留的死角区域。

合理的关机流程，也是避免沉积物产生的关键。当机器要暂停生产时，炮筒应该射空，来降低原料在炮筒内降解的机会。对有的材料来说，这变成一个很关键的问题，温度敏感的原料会很快降解，需要在暂停或停机前先用热稳定的原料清洗。

■ 20.3.3.2 机器问题：螺杆设计错误

注塑制程中，作用在塑料粒子上的剪切，是塑料熔化的最大能量来源。如果螺杆的设计没有正确的长径比和压缩比，储料时就会产生过度的剪切，引起原料降解，这也会导致过多的分解气，需要从模具里排空。典型的通用螺杆如图 20.3 所示。



Figure 20.3 Typical general-purpose screw

要记住的是，如果模具以前在这台机器一直正常生产，机器的螺杆也没有更换过，那烧焦就不是螺杆的设计问题。也要可能是螺杆有积碳或其他沉积物，造成螺牙的深度发生变化。另外，在极端情况下，如果螺杆上沉积物形成一个屏障，会完全改变螺杆的性能。如果是这样，建立正确的关机和清料流程就非常重要。

■ 20.3.3.3 机器问题：炮筒超温

除了剪切过度会造成原料过热而降解，如果炮筒、喷嘴、法兰等任何位置的实际温度高于设定温度，那也可能会导致原料过热降解。

检查炮筒温度的实际值，有无任何加热区超温过热的迹象。经常有的加热区会因为储料剪切过大，而实际值高于设定值。如果某个加热区的实际温度高于设定温度，机器却没有加热功率（电流）输出，那就有以下可能之一：

1. 螺杆储料时旋转产生的剪切热过大，造成炮筒的实际温度高于设定温度，注塑机对炮筒的这段加热失去控制。如果确认是这个情况的话，尝试着将螺杆的储料速度下降到，储料在开模前 2~3 秒结束，或者检查储料背压是否过高。
2. 在很少见的情况下，炮筒的热电偶安装在错误的位置或接线错误。这在注塑机最近有更换加热圈或热电偶时可能性很大。如果是这种情况的话，你可以观察到一个加热区在没有加热输出的情况下超温，而另一个加热区在持续加热输出的情况下温度升不到。这个是热电偶接错的正常指标。

红外相机可以用来很好的发现喷嘴或法兰位置的过热区。见图 20.4

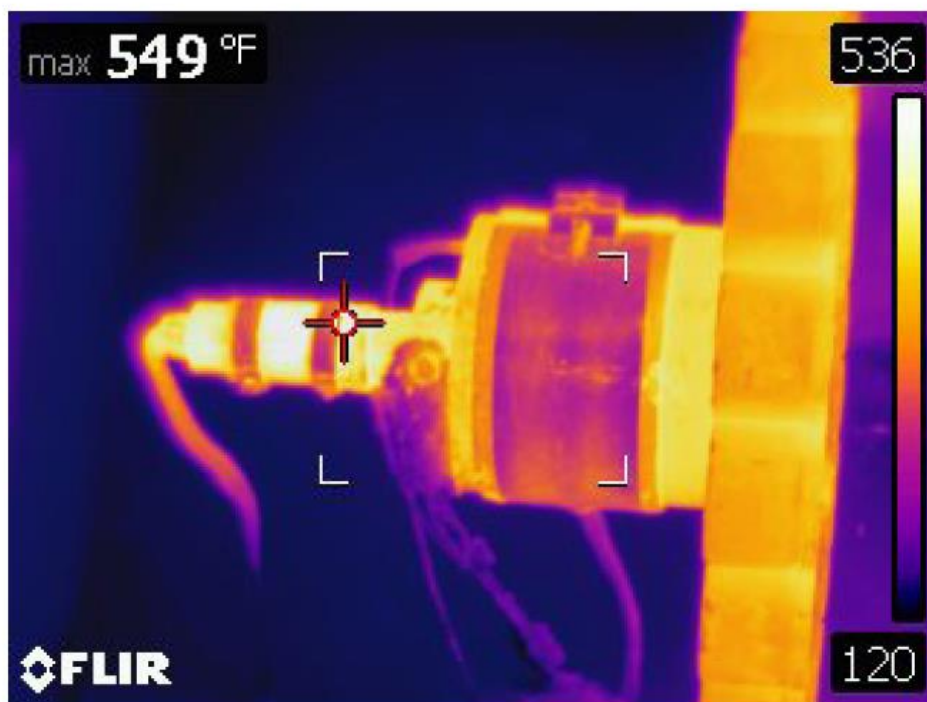


Figure 20.4 IR photo of nozzle looking for hot spots

■ 20.3.3.4 机器问题：破损

注塑机的螺杆、炮筒、止逆环、法兰盘、喷嘴、嘴尖等位置的破损，会导致局部的高剪切或滞流存在。这些破损的元件会产生额外的气体或导致模具排气不良。有的情况下，不一定是破损，而是小金属块困在炮筒内的某一位置。

不幸的是，要检查这个破损或金属杂质是否存在，喷嘴头或法兰盘要拆下，才能对各个元件进行检测。这是费时费力的事情，只有在很确信有元件破损或金属杂质的情况下，才安排这个检测。

■ 20.3.4 原料问题引起的烧焦

原料方面，有几个因素会导致烧焦发生：

- ✧ 含水率
- ✧ 原料类型
- ✧ 添加剂

■ 20.3.4.1 原料问题：含水率

烧焦通常是熔体里含有的分解气在模腔充填阶段无法逃逸时的结果。当成型吸湿性的原料时，如果原料含水率过高，那水分会在熔融高温下变成蒸汽，进入塑料熔体内。这个气体通常也会造成产品喷纹之类的缺陷，但也会引起烧焦缺陷，如果它无法从模腔逃逸的话。

详见第 9 章。

■ 20.3.4.2 原料问题：原料类型

和很多其他缺陷那样，有的材料会特别容易烧焦。温度非常敏感的原料如 PVC 或 POM，会快速降解，可能在炮筒内就已经是燃烧状态。在成型温度敏感材料时，确保所有的温度—包括热流道温度以及原料停留时间，都得到精确的管控，也没有塑料熔体会长时间停留的滞流区域。

在成型这些可能会出问题的原料时，确保成型温度是在厂家的推荐温度范围内（译者注：最好是中线或中线偏下）。同时也要确认使用的是正确的原料，没有杂料污染。

另一个要考量的地方是原料切换。在高温料切换成低温料时，要让炮筒充分的冷却到低温料的成型温度，再添加要使用的低温原料。特别是要切换的是 PVC、POM 这类温度敏感的原料，一定要确保炮筒的实际温度，已经下降到原料允许的成型温度范围内。

案例分析：PVC 烧焦

这个案例里，产品要切换成 PVC 原料测试打样。当使用新的原料打样时，样品上有严重的碳化烧焦原料。各种工艺参数做了调整，来改善这个烧焦问题。在和原料供应商检讨时，才得知原料的配方出了问题，原料不能满足注塑成型所需的热稳定条件。如果在前期就对原料的配方和原料供应商进行检讨，无数的试模时间就不会白白浪费。

■ 20.3.4.3 原料问题：添加剂

色母也会增加烧焦发生和出现的可能。有的色母会比原料更容易降解，产出更多的分解气体。另外，浅色产品的烧焦更容易被发现，即使是非常轻微的烧焦。因为深色的产品会掩盖部分烧焦缺陷，所以在检讨产品的深筋位等排气困难位置是否有烧焦问题时，最好用浅色原料打样。用深色原料打样时，有时会发生这样的例子，烧焦只发生在产品深筋位的尖部，无法察觉；直到有人用手擦过烧焦位置，留在手上的黑色碳粉才让人察觉。

其他的添加剂如塑化剂、脱模剂等，也会导致分解气过多，并堵塞模具排气槽。像 20.3.2.1 提到的那样，模具排气是避免这类烧焦问题的关键。

如果在成型前有添加色母或其他的添加剂（不是造粒的这种生产方式），要确保添加比例在生产过程中是得到正确控制的。如果混合了过多的色母或添加剂，那注塑过程中出现问题的可能性就会显著增加。也要确认色母或添加剂的载体，和要成型的原料是相容的，或一致的。