

气体注射成型的历史

气体注射成型是近年来在通用塑料领域日臻成熟的一门技术。

虽说这一技术已于 1969 年由旭化成推出,但最初只是被看作厚壁成型品(色拉盘)用的防凹痕方法,因而没有引起足够的重视。不过,由于这种成型法基本上属于低压成型,可大幅度降低成本并改善质量,因此到了上世纪 80 年代,这种方法在欧美被改良成一种可适应复杂的大型制品成型需要的技术,受到很大关心并被寄予厚望。

本公司于 1992 年末引进了 Battenfeld 公司的 Airmould 系统,在研究 GAI 成型技术的同时还进行了各种专利和文献的调查。

下面介绍 GAI 成型法的概况、特征以及用途方面的例子等。

(1) 基本工作原理

GAI 成型法的基本过程是:将熔融树脂注入金属模腔中,接着注入不会与树脂相互混合在一起的加压流体,在其内压的作用下,熔融树脂被挤压到腔壁上,在此状态下冷却(保压和冷却工序可同时进行)后即可获得所需的产品。

基本工作模式如下图所示。具体方法是将熔融树脂注入封闭的金属模具内,随后将氮气等惰性气体注入熔融树脂的内部以使熔融树脂紧贴于金属模具的内面上,熔融树脂冷却固化后释放气体压力并打开金属模具,这样便可获得带有空心部分的注射成型品。

(2) GAI 成型法的设定

GAI 成型时,应在普通注射成型工序的基础上重新设定:①气体注入延迟时间、②气体压力、③气体保持时间以及④气体释放时间。

① 气体注入延迟时间是指从树脂注射完成到气体注入开始的一段时间。如果延迟时间太短,壁厚就会变得极薄,成型品有时就会破裂并出现空洞。相反,如果过长,外观就会变差,或者固化后无法注入气体。

② 气体压力一般在 30MPa 以下,而不必像普通注射成型那样要加压到 100MPa。

③ 气体保持时间兼具普通注射成型的保压工序和冷却工序的作用。时间越长,制品的尺寸就越精确。

④ 气体释放时间是指在开模前释放内部高压气体的时间。如果在恢复到大气压前就开模,制品有时就会破裂。

(3) GAI 成型法的特点

一般包括下面几点:

① 可使用合模力较低的成型机以降低运行成本。

- ② 可缩短厚壁成型品的成型周期。
- ③ 可用成型法来减小成型品的重量。
- ④ 可消除凹痕。
- ⑤ 可通过降低内部应变来提高尺寸精度。
- ⑥ 可忽略均厚设计的原则而进行壁厚不均的灵活设计。
- ⑦ 空心成型品通过 1 道工序就能完成，因此可降低组装成本。

缺点如下：

- ① 注气孔会残留下来。
- ② 空心处和实心处的表面光泽有时会出现差异。注入气体时，成型品的表面有时会出现称为“switch over mark”的外观缺陷。
- ③ 难以控制空心部分的位置和形状。
- ④ 难以进行多腔成型，有精度要求时最多只能使用 2 腔成型。
- ⑤ 通道部分（为了引导气体而设置在制品上的厚壁部分）外观不良，这种现象称为 blush。
- ⑥ 与普通注射成型相比，制品更容易受模具温度的影响而变形。
- ⑦ 没有可定量预估并适用于收缩的规律。
- ⑧ 适用“高压气体管理法”。

(4) GAI 成型法分类

按气体控制方法来分类

| | 容量控制法 | 压力控制法 |
|------|---|--|
| 内容 | 在可变容量的容器（典型的例子如活塞气缸）里备好一定量的气体，边压缩边将其注入到成型品内，然后再求出气体量。 | 对气体进行压缩并在高压状态下将其蓄积在容器内，成型时减压到所需程度并注入成型品内部，然后再求出气体量。 |
| 控制性 | 压力逐渐上升，然后随着空心部分的扩大又逐渐下降。注入全部计量气体后将无法继续升压。 | 压力急速上升，然后保持一定。可通过阶段性控制获得与容积控制相同的压力分布。 |
| 适用树脂 | 由于气体容积得到控制，因此很容易防止气体侵入不必要的部分。适用于通用塑料。 | 可有效施加保压。适用于结晶性工程塑料。 |
| 适用系统 | CINPRES, Engel, Mannesmann, Krauss-Maffei | AGI, Battenfeld, 出光 GIM, Engel, Kloeckner, Mannesmann, Krauss-Maffei |

按气体注入位置来分类

| | 喷嘴 | 分流道 | 模腔 |
|--|----|-----|----|
| | | | |

| | | | |
|-----|---------------------|---------------------|------------------|
| | 需要专用喷嘴 | 无需专用喷嘴 | 无需专用喷嘴 |
| 自由度 | 无需专用模具 | 需要专用模具 | 需要专用模具 |
| | 难以使用热流道 | 难以使用热流道 | 可以使用热流道 |
| 控制性 | 树脂与气体的流动方向相同，因此容易控制 | 树脂与气体的流动方向相同，因此容易控制 | 难以使气体朝树脂流向的反方向流动 |
| | 难以控制多个模腔 | 难以控制多个模腔 | 容易控制多个模腔 |
| 外观 | 浇口与气孔合一 | 浇口与气孔合一 | 浇口与气孔分设 |

按加工方法来分类

| | 欠注法 | 满注法 | 副模腔法 |
|----|------------------------------|--|-----------------------------|
| 原理 | 向模腔内注入少于模腔容积的树脂，使之像气球一样膨胀起来。 | 将树脂充入模腔，接着充入与冷却固化所引起的树脂收缩量相当的高压气体以消除凹痕和弯曲。 | 用材料充满模腔，然后注入气体以使多余的材料流入副模腔。 |
| 优点 | 可获得高空心化 | 外观良好 | 外观良好 |
| 缺点 | 不适用于难以膨胀的材料 | 难以使气体侵入到末端 | 如果无法增加回收材料的比例，则不会降低材料费用 |
| | switch over mark 导致外观不良 | 难以获得高空心化 | 浇口与气孔分设 |