

软件

模具冷却仿真技术的发展

本文回顾了作为注塑成型工艺组成部分的快速加热和冷却技术以及注塑成型仿真软件的作用。

文 | Hanno van Raalte, Autodesk 公司 Simulation and Material Science 部门产品经理

高品质的塑料部件正在成为人们判断产品质量时一个越来越重要的因素。给人们带来高品质感受的一个重要因素就是完美无瑕和具有光泽的表面。一些传统的方法，如表面涂层和其他二次加工方法对于大批量的产品而言，通常是成本高昂且不切实际。在通常情况下，这种高光泽度、高品质的表面质量可以通过作为注塑成型工艺组成部分的快速加热和冷却技术来实现（图 1）。

矛盾现象

在模具充注和冷却阶段的各种理想的模具加工条件之间存在着相互矛盾的现象。即便使用的是标准等级的树脂，注入到高温模具后仍然可以获得具有超高光泽度的产品表面。这样做可以消除一些明显的表面缺陷，如焊接纹、银纹和水纹。即使玻璃纤维填充的塑料零件，由于其富含树脂的表面构成，同样能够达到高品质的表面光洁度。

温度更高的模具可以采用更薄的模壁截面，以实现更长的流动长度和更好地复制模具表面（转印）。模具充注压力最多能够减少 50%，而更低的充注压力能够带

来更低的注塑内应力，从而减少翘曲和变形地出现。

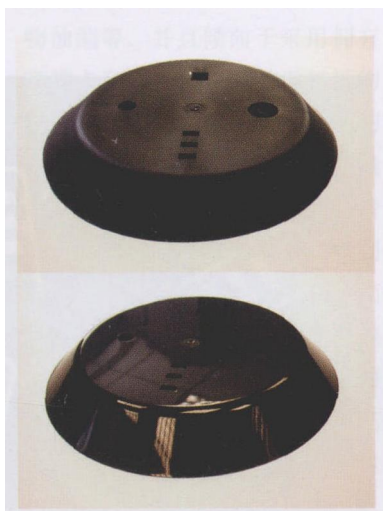


图 1 未采用快速温度循环 RTC™ 技术的亚光级 ABS 注塑件（上）和采用了 RTC™ 技术的注塑件

但是，向高温模具内注塑所带来的质量方面的优势，即需要付出冷却时间更长的代价，结果是对利润产生影响。在传统的注塑生产过程中，模具的温度都会或多或少地保持在一个恒定温度。在诸如表面质量等方面并不重要时，在通常情况下模具的温度会被设定在能够实现零件生产周期最短的温度点。但是，当要求高质量的表面光洁度时，模具温度有可能需要提高到无法以合理成本生产零件的水平。

解决方案

而快速加热和冷却技术避免了注塑和冷却阶段采用同一温度

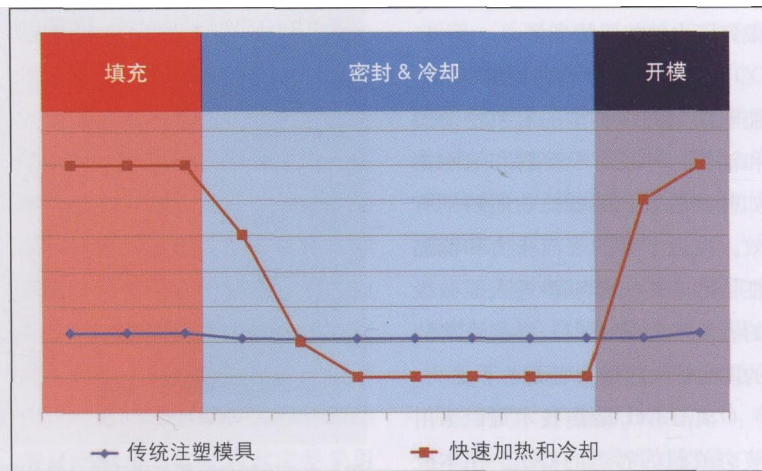


图 2 生产周期内的冷却剂温度，传统注塑技术与快速加热和冷却技术对比

的两难境地。反之，这种技术同时为充注和冷却阶段提供了最佳的工作条件。

在模具填充过程中，与聚合物材料接触的模具表面被加热到聚合物的“玻璃化温度 (T_g)”之上，以达到最佳的产品表面质量。随后，在冷却阶段内，模具温度将会迅速降温，以实现尽可能最短的生产周期。然后模具将会再度加热以准备执行下一个生产循环 (图 2)。

快速加热和冷却技术带来了新的机遇，同时也引起了新的变数。这其中不仅冷却流道的布局和模具材料都变得很重要，而且还需要选择最佳的加热技术 (例如高压热水、蒸汽、感应加热和加热元件等)。随后还要选择最佳的温度等级，并配合正确的加热和冷却时间，以维持温度水平。同时，对这项技术的不熟悉也会带来更多的不确定性。

深化了解

这时，仿真技术就能够发挥其重要作用了，它让模具的设计者可以掌握更多的信息，然后做出决策。在变量和选项的数量过多，以至于无法直接理解时，仿真技术

就能够帮助人们更深入的了解，寻找替代方案，以尽量减少风险。

在过去的几年中，注塑仿真软件增加了一些新的能力，能够让人们更深入地了解传统注塑生产循环期间，在模具内部发生了何种变化。目前这些能力已经将快速加热和冷却技术纳入其中，能够帮助人们选择最佳技术，优化冷却流道、加热元件和热电偶的布局。

仿真还能帮助人们理解快速加热和冷却对真实零件的影响。型腔 1 的流体前沿温度能够指示出在熔融流体前沿经过时模具上的局部温度。在那些要求达到高表面光洁度的区域，这个结果应当显

示出在材料 T_g 温度以上的均匀温度分布。同样的结果还可以用于与焊缝线结果相结合，确保焊接线在 T_g 温度之上成形并增强，以使其达到肉眼无法辨识的程度 (图 3)。

仿形冷却经常与快速加热和

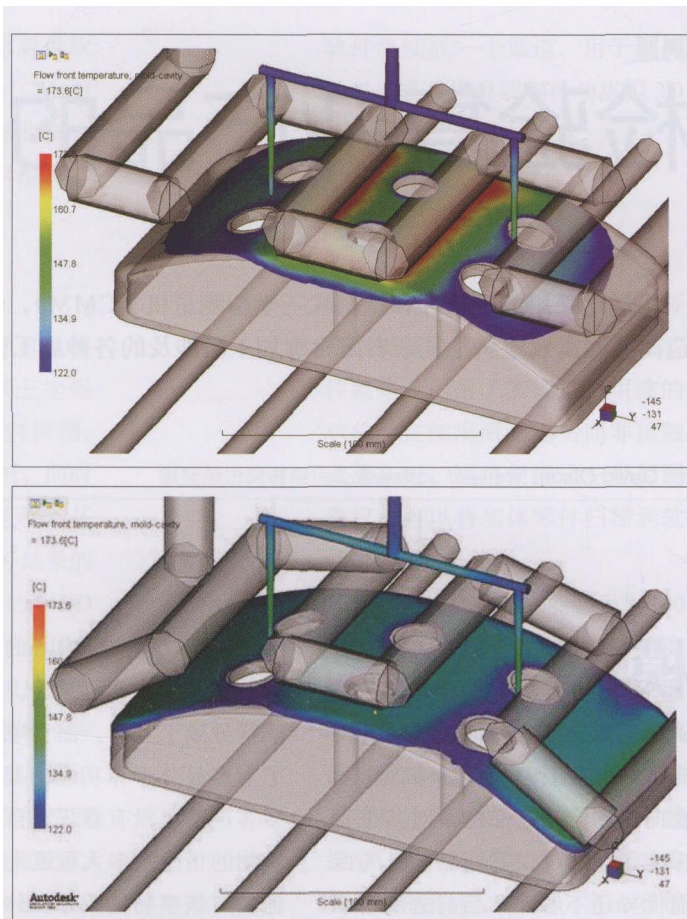


图 4 上图为采用快速加热和冷却技术和传统冷却流道时高于 T_g 温度的型腔流体前沿温度，下图为采用同样温度级别的优化仿形冷却流道布局

冷却技术组合使用，这是因为仿形冷却能够对温度变化要求做出快速而局部化的响应。在对比图 4 所示的两种不同冷却流道布局时，其优势是非常明显的。左侧采用传统冷却流道设计的型腔流体前沿温度结果分布非常不均匀，在朝向侧面的部分甚至低于 T_g 温度 (透明部分)。而采用仿形冷却流道布局的同类仿真结果表明高于 T_g 温度的温度分布更加均匀，应当能够带来分布均匀、高品质的表面光洁度。

总而言之，快速加热和冷却技术提供了生产高品质塑料零件的能力。仿真技术能够帮助提供更深入工艺过程的观察力，从而有助于确保拥有达到质量标准的能力。[MM]

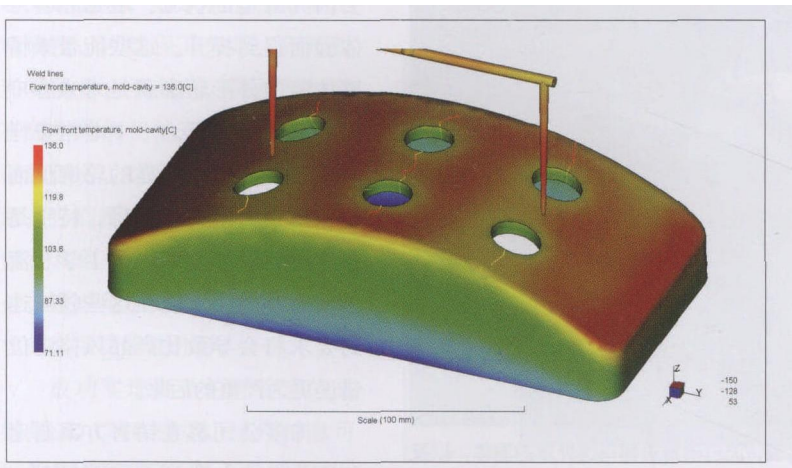


图 3 为了尽量减少焊接线的可见性，可以通过观察型腔流体前沿温度和焊接线结果图，来确保焊接先在高模具表面温度下形成