

注塑成型

随形冷却解决方案 提升注塑成型效率

德国 Alfred Kärcher 公司（凯驰）通过在其注塑成型模具中使用具有随形冷却功能的模芯，将每个塑料外壳制品的冷却时间缩短了 55%，极大地提高了公司的注塑成型生产率。这种特殊模芯由雷尼绍设计，并采用金属增材制造技术生产。

文 | 雷尼绍（上海）贸易有限公司



背景

德国 Alfred Kärcher 公司（凯驰）生产的高压清洗机不仅已成为众多德国家庭必备的清洁设备，而且在国际市场上也备受用户青睐，这些清洗机的显著特征是其鲜艳醒目的黄色外壳。由于 Kärcher 高压清洗机的强大功能和良好口碑，无论是室内还是室外，越来越多的人在家庭的日常清洁中使用了 Kärcher 的产品。

为满足全球市场日益增长的需求，Kärcher 每年都要生产数以百万的台紧凑型清洗机。每年单是 Obersontheim 一家工厂的 K2 标准型高压清洗机的出货量就超过两百万台。然而，即使已实现如此高的产量，Kärcher 仍无法满足全部市场需求。

挑战

Kärcher 清洗机最具辨识度的特征之一便是它的鲜黄色外壳，但外壳制造也是生产过程中的主要瓶颈之一。例如，K2 系列清洗机的外壳由六台注塑成型机生产，每台机器每天可制造 1496 个外壳，



图 1 Kärcher 高压清洗机

但这一数量对于 Kärcher 来说远远不够，因为 Kärcher 拥有四条装配生产线，工人分三班倒不间断生产，所以每日的 K2 高压清洗机组装机量可达 12 000 台。

显然，一种选择是添置更多的注塑成型机。然而在 Obersontheim 工厂内注塑成型工序的负责人 Leopold Hoffer 看来，可以通过挖掘现有设备潜力来提高生产

效率。“我们的目标是将成型周期从原来的 52 s 缩短为 40 ~ 42 s 之间，” Hoffer 解释说。为此 Hoffer 联系了总部位于 Pliezhausen 的 LBC Engineering 公司（该公司已于 2013 年 5 月被雷尼绍收购），寻求缩短模具冷却时间的方法。

解决方案

“项目的第一阶段是获取现有模具的数据，以此确定 Kärcher 提出的目标是否可行。” Kärcher 的雷尼绍项目协调人 Carlo Hüsken 回忆说。雷尼绍利用 Kärcher 提供的数据绘制出现有注塑成型工序的热成像图，然后采用 Cadmould® 3D-F 模拟软件进行分析。结果表明，塑料的熔化温度为 220℃，脱模温度为 100℃，而在 52 s 的整个成型周期内，冷却时间就占到了 22 s。模具温度用冷却水进行控制，水流速度为 10 L/min，温度为 35℃。接下来，雷尼绍对热成像过程中检测到的热点进行重点建模，因为这些区域直接导致成型周期的延长，需要对其进行进一步分析。利用这些数据，雷尼绍完成了一次含有 20

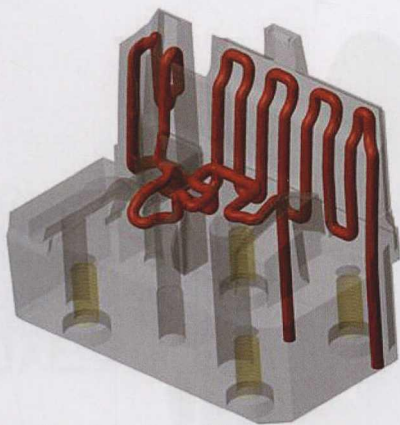


图 2 金属 3D 打印树脂模芯

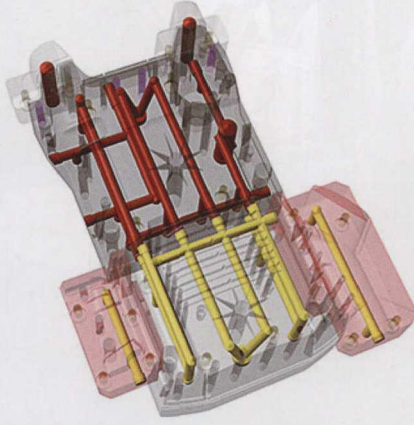


图 3 K2 黄色后壳生产模具的原始设计

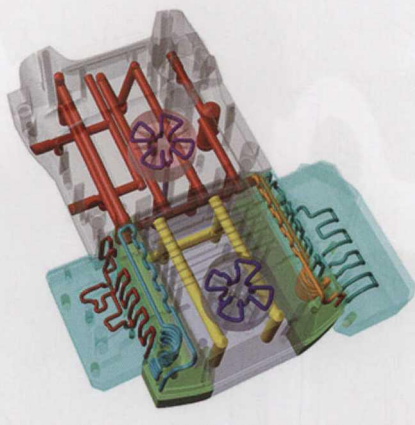


图 4 K2 黄色后壳生产模具的全新设计，具有随形冷却功能

个成型周期的数据模拟，其中包括对模具壁温度的分析。

根据 Hüsken 的建议，在进行第二次模拟时，雷尼绍改进了喷嘴侧的温度控制方式，即通过在喷嘴侧的模具板内加入两条传统的冷却水道，加大对模具板上的铍铜圆形螺纹接头的冷却效果。

随后，雷尼绍又进行了两次模拟，以此评估当应用随形冷却时可能获得的潜在改进。传统的模具冷却方式是在模具中钻孔，以形成网状冷却液通道。由钻孔方式形成的通道的几何形状会受到限制，对于比较简单的模具，这种冷却方式可以达到预期效果，但对于更为复杂的模具，冷却效果就会大打折扣。采用随形冷却方式的模芯，则使用了金属增材制造方法，即这类模芯是利用增材方式逐层加工出来的。增材制造方式十分灵活，这意味着模具中冷却液通道的复杂性几乎不受限制。一般情况下，模具内的随形冷却通道可保持与模具壁的距离均等，因此冷却效果更加均匀；或者在模具内热点集中的区域，可加大随形冷却通道的密集度，以此为这些区域提供更快速的冷却。

模拟过程显示，采用随形冷却后，实际上几乎所有热点区域的冷却效率均可得到有效提升，模具壁的温度降低多达 70℃。

最后，在模具中一个没有足够空间

来设置随形冷却通道的区域，Kärcher 巧妙地改进了产品设计，以此缓解成型冷却问题。

根据模拟结果，雷尼绍为 Kärcher 提出了一个全面的改进方案，指出随形冷却可用于改进模具中热点区域的温度控制，从而使各个部分的冷却速率更加均匀，并减少整体冷却时间。修改后的模具设计加入了两个增材制造的模芯，可向确定的热点区域提供随形冷却功能。

结果

雷尼绍使用热成像技术检查了修改后的模具设计的效果，确认模具壁的温度可降低 40℃ ~ 70℃，冷却时间可从 22 s 缩短至 10 s，减少了 55%。Kärcher 注塑技术团队的负责人 Volker Neu 也通过实际生产证明，新的模具设计加上对一些外围工艺的重新调整（充料系统、处理系统等），可将成型周期从 52 s 缩短至 37 s。现在，每台注塑成型机的外壳日产量可从 1496 个增加至 2101 个。

随后，Kärcher 对其他模具的设计也进行了改进。雷尼绍使用增材制造技术生产了这些具有随形冷却功能的模芯，Hüsken 在制造过程中为雷尼绍提供了积极的支持。

Hoffer 最初曾对该项目持怀疑态度，现在他说道：“结果比预想的要好，雷尼绍销售给我们一套完整的改进方案，他

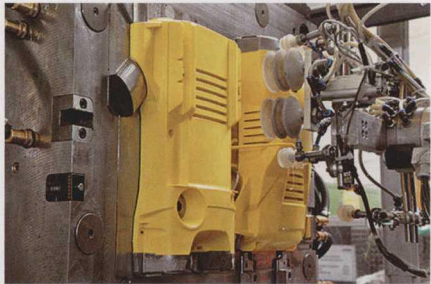


图 5 制造中的 Kärcher K2 高压清洗机

们对我们使用的模具进行了全面考察与分析，帮助我们实现了最佳生产率。”

雷尼绍始终在综合运用各种技术手段的基础上为客户提供专属解决方案。“就我们的案例而言，它既涉及传统冷却技术，又涉及随形冷却技术，既包含传统方式加工的冷却液通道，又包含采用增材制造方式加工的模芯，同时还涉及模芯的真空钎焊技术，利用所有这些技术，我们才能制定出最合适的生产方案。”

通过这个项目，Hoffer 收获了重要的知识和经验。“将来，我们在设计阶段就会更加重视成型冷却效率。在 Kärcher，冷却效率计算将成为模具设计中的关键一环。利用这些信息，我们可以决定是使用传统冷却方案还是随形冷却方案。”

“雷尼绍为我们提供了完美的支持。在这次的项目中，雷尼绍是我们正确的选择。将来，当我们需要设计闭合轮廓温度控制方案时，相信它也会成为我们最合适的合作伙伴。” Hoffer 总结道。MM