

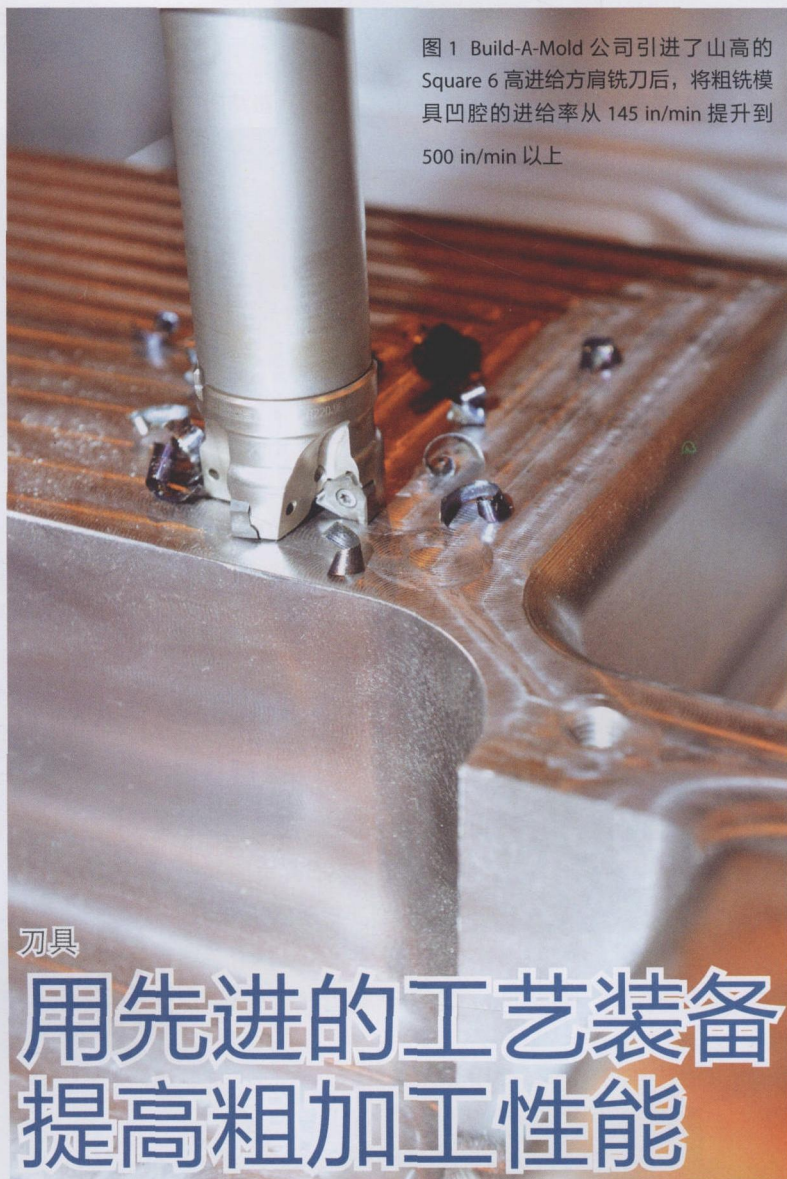


图1 Build-A-Mold 公司引进了山高的 Square 6 高进给方肩铣刀后，将粗铣模具凹腔的进给率从 145 in/min 提升到 500 in/min 以上

刀具

用先进的工艺装备 提高粗加工性能

Build-A-Mold 公司相信，只要机床有能力，他们就能以 500 in/min 的速度运行刀具。而这也是该公司在设法获得更新、更快的设备的原因。

制造模具的粗加工作业与其最终的表面精加工作业一样重要。粗加工典型模腔所去除的材料大约为工件材料的 70%。因此，粗

加工刀具运行的速度越快，越能缩短整个的加工周期，并能提高机床的生产能力，交付模具也更快。

Build-A-Mold 公司在刀具上添

加了一个简单的切换装置，以此提高其老旧镗铣床和龙门式铣床的粗加工能力。新刀具的金属去除率在某些情况下甚至可达到以往的 3 倍。该公司的粗加工刀具寿命也得到显著增加。Build-A-Mold 公司主要生产汽车外部零件（上漆）和内部零件、进气歧管以及其他发动机零部件的注塑模具，同时还为塑料垃圾桶和其他各种容器制造模具。

Build-A-Mold 公司的刀具包括从直径 0.020 in 的球头铣刀到直径 6 in (1 in=25.4 mm, 下同) 的镶嵌式铣刀，刀具长度从 0.125~15 in，且全部配有刀柄。该公司每年生产 150~200 个模具，并为其模具进行从设计到成品的全部加工。

寻求合作

Build-A-Mold 公司如果能加快粗加工模具的速度，就能提高其机加工能力，而无需承担额外的设备或劳动成本。另外，花费在生产一个模具上的时间减少，盈利的能力就会增加。三轴龙门镗铣床的粗加工作业作为公司整体生产计划的主要部分，吸引了 Build-A-Mold 公司的数控主管 Joe Hindi、模具制造工序经理 Rob Caixeiro 以及公司工艺装备副总裁 Tony Romanello 的注意。三人随后找到山高刀具公司应用专家 Ken Adair、山高刀具公司在温莎的分销商 WFS 公司的 Frank Palombo，并与他们进行密切合作。

Hindi 和 Caixeiro 首先测试了山高的 Square 6 高进给方肩铣刀。直径为 2 in 的刀具可以将粗铣凹腔的进给率从 145 in/min 提升到 500 in/min 以上。尽管结果已经相当不错，但更令人不可思议的是，这是在一些老旧的机床上实现的。Square 6 刀具与三角刀片结



图2 Build-A-Mold 公司使用 Double Octomill 平面铣刀后，延长了刀具寿命并提高了生产能力

合，有六个切削刃，每刃有更高的生产率和更低的成本。该刀具有三种不同的刀片槽形和三个不同的间距，能够提供可靠且高效的端面铣削、轮廓铣、插铣、开槽和方肩铣。Square 6 的刀片可以设置为 90° 的切割角度，直接加工出 90° 的侧壁并省去了二次操作。一个与切削力同向的中心螺丝把刀片锁定到位，刮片可优化表面光洁度。这些刀片总共有六个切削刃，可转位 2×3 次。

“从来没人尝试过用老旧机床来做高进给铣削。”Caixeiro 指出，“在山高刀具之前，我们曾尽量挖掘机床的能力，寻找各种途径来提高产量，主要是通过工艺装备。老机床能为高进给切削提供必要的刚性，现在以最大速度运行，并给 Square 6 刀具最大的进给率。另外，刀具寿命和产量都有所提高。”

Build-A-Mold 公司用其中一个 2 in 的 Square 6 刀具在 900~1200 r/min 的主轴转速和 250 in/min 的进给率下，切削深度可达 0.040 in。这些速度和进给率都已达到那台老铣床的最大值。而该公司还想再进一步提高，他



图3 Build-A-Mold 公司把 Square 6 刀片的切削角设置为 90° ，可直接加工 90° 的侧壁，且无需二次插铣操作

们希望以 500 in/min 的进给率运行山高刀具。这便是 Build-A-Mold 公司在设法获得更新、更快的设备的原因。

有了 Square 6 刀具之后，Build-A-Mold 公司又引进了山高的 Double Octomill 平面铣刀。Hindi 表示，与 Square 6 相似，Double Octomill 有更长的刀具寿命和更高的生产能力。Double Octomill 的直径为 6 in，有 10 个刀片槽，共有 16 个切削刃。Build-A-Mold 公司目前以 0.125 in 切削深度、完整直径和最大金属去除率运行此刀具。

Build-A-Mold 公司为其 Double Octomill 和 Square 6 刀具配备了采用山高 Duratomic 技术涂层的刀片。涂覆工艺以特殊的方式将铝原子和氧原子排列组合来增强韧性和耐磨性，得到持久的涂层。因此提高了刀片的机械性能、热性能和韧性，远远超过任何现有的刀片产品。

“在配备山高刀具之前，我们曾尽力完善粗加工工艺。”Caixeiro 解释说，“我们打算用带标准圆角刀片的 2 in 和 4 in 刀具以及纽扣刀具，加上多重走刀。我们用以前的

刀具加工用于生产全地形车引擎罩的大型模具，走刀需要 2~3 次。现在用 Square 6 以斜坡技术粗加工其凹腔只需一次走刀。用 Double Octomills，我们可用完整直径，切削深度达 0.200 in。而用以前的刀具切削深度只能达到 0.100 in。”

建立一致性

Build-A-Mold 公司的镗铣床功率为 50 PS (1 PS=0.735 kW)，龙门铣床为 25 PS。用于粗加工的机床主轴转速为 1600~3000 r/min 不等。Build-A-Mold 公司的程序员 Jeff Bailey 表示，在引进新的工艺装备之前，粗加工参数和组件的加工时间因机床和机械师而异。随着山高刀具的引进，厂里对每一台机床进行了标准化。现在，每台机床都运行相同的程序，采用相同的切割深度、速度和进给率。该公司还自主研发了托盘、墓碑式标准化夹具和托盘系统。

此外，车间工作人员将数据输入到内部开发系统，对机床开机和停机时间、编程时间和无人值守运行时间进行跟踪。在工作流程方面，公司的主调度员可使用此系统以及计时系统，按工时和工艺来分解各项任务。然后，将有关信息发送到每个部门，确保各项任务按时完成。

Build-A-Mold 公司还简化了工件编程工作，由一个程序员为所有的镗铣床和龙门机床开发程序。该程序员十分了解厂里对表面粗糙度的要求和所有机床的速度和进给参数。在工装方面，Build-A-Mold 公司正在计划引进更多的插入式钻头。模具的精加工工序也正在考虑采用山高的工艺装备。Build-A-Mold 已经走上正轨，因为它成功实施精益生产和 5S 方法论，2012 年的业务增长了 15%。”**MM**