图 1 Scott Carpenter，KPI 公司总裁，正在检查加工的一个零部件，工厂是其在 2012 年从其父亲手中接管的

CAD/CAM

CAD/CAM 让加工多样化

KPI 小型加工厂使用 CAD/CAM 软件，提高旧机床的效率，改善零件生产，并创造新的业务机会。

文 | Matthew Jaster

KPI 加工是一家五人制造工厂，生产用于不同行业的各种零部件、固定装置和刀具。然而，一开始并不是这样。

这家公司是由 Barry Carpenter 在 20 世纪 70 年代创立的，当时设立在 Illinois Sheridan 的车库，只有一台手动铣床和一台手动车床。他发现专门从事变速箱生产能够获得更多利益。很快，公司增加了 CNC 加工中心和更多的员工，并搬到较大的厂房中。在巅峰时期，公司雇佣了 8 人。然而，2008 年遭遇了毁灭性的打击。Scott Carpenter，Barry 的儿子，回忆说，“那年的经济萧条使 KPI 的大客户处于特别困难的境地，也给 KPI 带来了灾难性打击。工厂严重依靠客户业务。与很多小企业业主一样，我的父亲有一个客户占其工作量的 80%。”年轻的 Carpenter 说，“因为产品没有多样化，不得不关闭公司。”老 Carpenter 在 2008 年退休，并开始转销 KPI 设备。

幸运的是，设备销售并不顺利。当时，Scott Carpenter 与一个朋友 Eric Pine 在伊利诺伊州一起做生意。他们都对建设一个小车间，并将其慢慢扩大非常感兴趣，认为这是一个机遇。2011 年，Scott 回到 KPI，帮助父亲准备一台刚出售的机床。他告诉父亲，这次回来，是想购买公司的剩余设备。“我不想让父母继续销售设备。”他说，但是 Carpenter 先生的父母对此持怀疑态度。“没有商业计划书，他们是不会交钥匙的。我花了六个月时间说服他们，但是最后，我们达成协议，由我接管工厂。”

因此，KPI 公司在 2012 年重新开始营业，最初只有两名员工，Carpenter 与 Pine。而且，设备都是原来工厂的，包含一台旧 CNC 加工中心和一台 CNC 车床。此外，他们还增加了新的 1997 Haas VMC（仍在使用）。据 Pine 说：“他们的长期目标是建立多样化客户群，并购买多轴机床来扩大公司能力。”

工厂立即收到了来自石油和天然气行业零部件加工的订单，同时也开始生产其他零部件，包括滑轮、枢轴、托架、螺栓和飞机油门。“业务突飞猛进。”Pine说，“问题是如何让工厂现有的机床和不太现代化的设备跟上脚步，满足工厂业务量上升的需求。

两个人都说，克服此问题需要解决一个特别棘手的问题就是工厂的CAM软件，他们采用了BobCAD-CAM的高速自适应粗加工选项。此选项最小化传统偏移刀具路径的走停行动，可以提高切削效率。在此特征创建的刀具路径上，在整个切削期间，刀具与材料结合，因此在刀具上产生的载荷更加稳定，无须停止和启动。KPI公司使用此CAM特征，切削更深，切削生产率更高，甚至可以在铣削中使用更长的切削刀具。

“在几个KPI项目中，高速方案节约的不仅是时间。”Pine说。使用传统刀具路径“需要左右调整”，但是与此不同，自适应刀具路径采用过度搭接的圆形移动，沿着零件的几何结构，保持刀具与材料接触。因此，Pine说：“此特征不会在零件角落产生凿痕，或发出奇怪的声音。”“这不仅为公司节约了大量循环时间，还减少了工具的磨损。”他补充说。

即便是在3D情况下，也可以保持持续结合。例如，对KPI操作有帮助的另外一个CAM特征是轮廓增加，它可用于螺旋铣削、槽加工、产生O型槽、零件轮廓粗加工和孔铣削。在所有这些情况下，操作人员未采用在单个Z水平铣削，而是选择了每个通道一个深度或一个切削角度。然后，按照程序持续铣削零件，而不是分阶铣削。

在某种程度上，CAD/CAM特征使工厂经理能够集中注意力。Pine说：“多亏了软件将相关零件的型号与CAM程序员选择‘树’相关联，零部件或零件系列的设计变化不再像以前一样耗时。这样一来，改变零件特征时不需要重写程序。”

如果零件设计变化，Pine说：“只需要重新绘图、重新选择更改的模型并重新计算刀具路径，让软件关联新模型和现有CAM树即可。”此特征对设计零件系列特别有帮助。将一个系列设计中的新零件与现有CAM树关联，可以在几分钟内完成刀具路径的编程。

这些和其他软件特征及功能给KPI带来了多种好处。现在，工厂规模还不大，有五名员工，领导迟疑是否购买新机床，但是很快，他们意识到不断进步是运营工厂的重要原因。幸运的是，软件投资已经获得了不错的经济效益，工厂有能力利用现有硬件取得更多的成功。接下来，要利用已经获得的利润投资新的多轴机床。

图3 KPI制造优质CNC加工零部件，着重强调低数量和快速周转。这是其生产的一小部分零件的实例

想法诞生

Eric Pine喜欢尝试新的技术、以非传统方式制造并探索如何以不同的方式来完成项目。“我想从宏观上把握，不局限不迟疑地控制KPI的运营方式，”他说。最初也是对创造性和承担风险的需求，促使Pine帮助Scott Carpenter重新开办其父亲的工厂。

之前，Pine只能用自己私人时间来实验制造工艺和程序，但是作为KPI的副总裁和生产经理，他具有了尝试的自由。KPI的员工都非常信服此理念。“如果我们有更好的制造零件的方式，那么我们将探索其他选项。”Pine说，“在运营小型加工厂时，你会喜欢灵活性高的变化节奏。”

此创造性可以表现在机床、计算机、员工讨论、分配任务等方面。“我们围绕这个主题问了很多问题。”Pine说，“我们厌倦这样做了会怎样？你是否觉得这种方法从长期看更有效？CAD/CAM软件如何能够使我们的生活更加简单一些？”

这不足为奇，Carpenter的父亲Barry在创立公司时，在车间溜达，也会问自己这样的问题。“我爸爸经常会过来视察我们的工作，看看我们做的怎么样。”KPI公司现任总裁，年轻的Carpenter说，“他想看看我们在做什么，使用了什么技术。他赞赏实施软件取得的成果。”MM

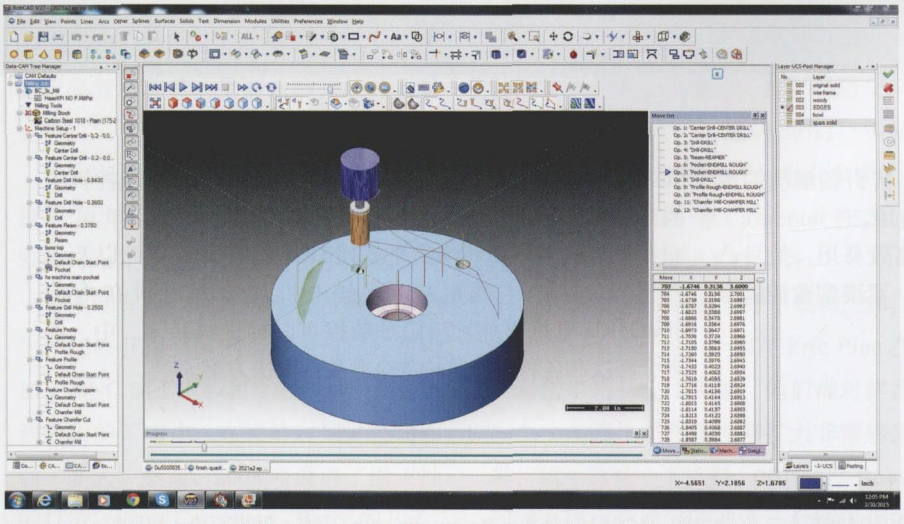

图2 此截图展示出了一个组装工具，强调了在BobCAD/CAM的V27铣削专业包中使用的3D平面和三轴线框刀具路径。三轴线框铣削和三轴铣削使KPI能够快速去毛刺或加工复杂几何结构