

夹紧

利用 CAD/CAM 进行高密度加工

CAD / CAM 软件简化了高密度设备机器车间的设计。

文 | Derek Korn



图 1 作为高密度加工中使用的一个零件，J&R Machine 开发出一些允许在同一设置下加工各种零件的夹具

J&R Machine 公司制造医疗设备、工业设备、能源和赛车领域关键零件，而威斯康辛州的 Shawano 公司也为了减少内部工作量来研究工件夹紧装置，它使多轴机器能接触到零件的多个表面，同时通过一个单独的设置使许多独立零件迅速加载。这个概念被称为高密度加工，相关的 CAD / CAM 技术的开发扮演了一个重要的角色，使 J&R 戏剧性地克服十年前就面临的一些重大挑战。

2004 年初，由于经济不景气和增加低工资国家外包，业务急剧减少。J&R Tim Tumanic 意识到，他唯一的选择就是开发技术更复杂、不易外包的增值业务。为了使业务有利可图，公司重新组建了业务模式，从传统的加工车间到完整的生产服务，而且公司还修改了车间操作流程，开始采购更多先进设备。

到了 2009 年，商业环境开始有所改善。J&R 购买了卧式加工中心和多轴车削中心，并承揽了多年前就开始设

想的一些复杂的业务。J&R 还从 CNC Software 公司购买了数控编程 CAM 软件和 Solidworks CAD 软件。虽然此前对每台机器进行了人工数控编程，但公司意识到，这种新的软件功能有助于该公司精简高密度工件夹紧夹具的设计以及刀具轨迹生成过程。

“Mastercam 和 Solidworks 使我们大大提高从打印机到零件之间的转换速度。” J&R 副总裁、夹具主设计师和数控程序师 Parker Tumanic 说。“通过缩短交货期，我们开始吸引稳定而复杂的业务流，这曾是我们的目标。”

例如，过去通过 Tumanic 通常需要花费 10h 来编程的机器零件现在最多仅需 1h，这不仅促使他个人生产力的大大提高，同时还增加了 10h 的机床切削时间。因此，CAD / CAM 软件初始投资对生产力的影响与数控机床一样。

在花费一年来熟悉这些新的软件工具后，Tumanic 将注意力转向发展 J&R 专有的内部产品线：密度夹具。由于仅采用一个设置步骤，高密度加工涉及工具变换成本摊销，成本被分摊到固定在一台机器上的多个零件。制作一个需要更换 10 次工具，每一个零件花费的时间为 3s，因此相当于用 30s 时间更换工具。通过高密度夹具定位 10 个零件，

每个零件的工具更换时间缩短到 3s。

“我们制作的每一个零件都有自己的定制夹具。”Tumanic 解释说,“我们从不在夹具设计上马虎,我们也不会将零件单价定高。客户支付一次性的夹具费用,作为回报,他们得到一个更低价格。例如,如果我们为客户加工 1 万个零件,与其他供货商相比,每个零件便宜 2 美元,那么客户就节省了 2 万美元。如果我们收取夹具费 5000 美元,客户就节省下 1.5 万美元,但他们将来就无须再支付夹具费用。但是如果夹具成本分摊在单价中,他们将来还得继续支付这笔费用。”

高密度加工专业的每个新职位都需要一个合适的候选人,Tumanic 将零件的 CAD 模型输入 Solidworks,并使用它作为基础设计。CAD 模型有两种模型:一个用于零件,另一个用于夹具。夹具设计首先要设计一个预定义的、像模板一样的标准夹具底座,然后将零件和定制夹具的模型导入 Mastercam, Tumanic 就是用它开发制造工具路径的。尽管许多零件都能够通过单个加工设置制造,但他仅需要创建每个零件和夹具的工具路径。完成这些程序后,Tumanic 可以通过一系列的剪切和粘贴操作将其填充整个工件夹紧板。

然后 Tumanic 然后使用 Mastercam 的离线机器模拟功能,确保没有空隙导致故障。如果模拟结果显示存在间隙,他可能会改变该位置的刀具轨迹,用不同工具或 Solidworks 来修改工件夹紧装置的设计。

J&R 尽可能采用高密度法来设计定制夹具,通过单一设置加工多达 100 个零件。Tumanic 说:“取决于不同零件,这会减少高达 30% ~ 90% 的单位零件循环时间。此外,设计良好的定制夹具能减少运营商可能出现的加载错误,它还可以接触到更多操作和更少的区域,提供一个更严格的工件夹紧解决方案,从而能减少公差。而且,因为一次能设置更长的总体机器周期时间,这样运营商可以同时监控两三台机床,而不是仅仅一台。”

J&R 也在不断寻找其他办法来改善其制造流程,它在这方面的一个盟友是 ShopWare, ShopWare 是当地一种数控编程经销商。每当遇到一个加工问题,Tumanic 就咨询 ShopWare,而且经销商也对该公司进行了现场培训。2012 年,J&R 与 ShopWare 咨询一个特殊项目,涉及为其卧式加工中心开发一个高密度的加工流程,来制造原本需要修改多种工具和进行多项补偿的复杂六面体零件。



图 3 为了安全地加工高密度零件,J&R 采用了 Mastercam 的机器模拟特性

基于实现的效率,J&R 获得一份长期合同,现在每年加工工作大约达到 2000h。此外,按照 ShopWare 的建议,J&R 不久将为 Solidworks 安装一个 Mastercam,成为 Solidworks 菜单的一个项目。这样 Tumanic 就能对夹具设计和夹具制造流程进行快速过渡改进,这也使他创造出更好的夹具设计和制造流程方案,同时降低首批产品交货期。

定制夹具设计和制造工作已经被证明极其重要,Tumanic 确定,近 100 个高密度夹具项目的原有和新零件的机械生产力将得到提高。在过去的 5 年里,由于高密度夹具和其他工作改进,J&R Machine 的销售额大约翻了一番,达到 1000 万美元。劳动力成本已从占据收入的 18% 减少到仅占 10%。另外,仅有 30 名员工的公司已经实现工作量加倍,这些人应获得适当的奖励。事实上,那些夹具制造业内最活跃的机械师很快就能与 Tumanic 合作,成为夹具设计师和数控程序员,这有助于公司进一步降低劳动力成本与销售成本之间的比率。MM



图 2 高密度加工也在直立机器上进行,这样减少了必要工具更换次数,增加加工效率