CAD/CAM

有助于生产铝制吉他的 CAD/CAM 软件

Wolfert 公司使用 CNC Software 公司的 Mastercam 软件开发了单坯锭铝制吉他产品。

文 | Emily Probst

当 Wolfert 公司最初为其密苏里州的 St. James 工厂添置高级 CAD/CAM 软件时，工厂计划使用此软件制造航空部件。然而，当 Ken Wolfert 先生想用铝材制作吉他时，公司认识到此软件将非常适用于这一应用。公司最终开发铝质吉他产品线，并设置了 Metalin 吉他子公司。

新产品研发的想法开始于 2011 年初，当时 Wolfert 先生正在阅读音乐杂志中一篇关于使用硬木制造电吉他时遇到险情，并且在不远的将来硬木将被耗尽的文章。作为一个使用铝坯锭制造小航空器部件的制造商，他想知道是否能以同样的方式制作吉他。Wolfert 先生制作了几张草图，回忆传统 Les Paul 模型，并将其带出他自己的工作室，设备经理 Bast 先生正在编写计算机数控程序，尽管他在吉他方面几乎没有什么经验，但他对自己的能力非常有信心。

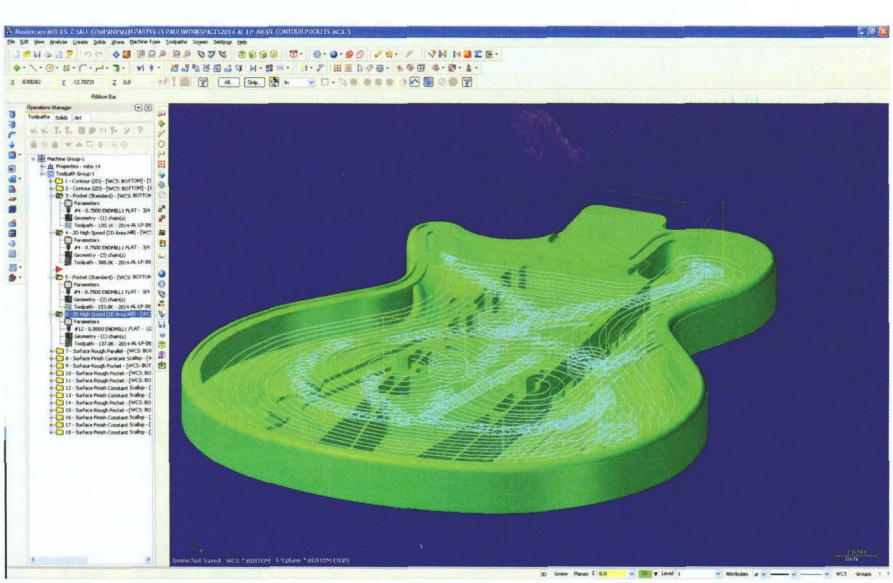

图 1 Metalin 吉他制造商对吉他体使用相同的动态移动技术，使吉他体机构变薄但不发生变形，重量减轻但无损强度和音质

Wolfert 先生说，如果几年前没有获得的 CAD/CAM 先进性能，他的公司绝不会开启这个新进程。当时，公司的工作重心是为二级供应商生产小型航空部件。因为 Wolfert 公司能提供高质量的产品并进行快速转型，所以公司可以应对日益复杂的工作。客户通常需要有某种复杂角度的航空部件，并要求 Bast 先生创造性价比高的主要部件。使用四轴数控加工中心的会话式程序设计，他将能够完成工作。然而，这款半自动化的程序设计是一种特有的劳动密集型程序，其工作量成为了一种负担。

2008 年，Wolfert 先生和 Bast 先生选择了 CNC Software 公司的 Matercam 软件，随着 CAD/CAM 软件功能的到位，以及得到图形界面制造方案的指导，Wolfert 公司的业绩在五年之内实现了翻番。

按照 Wolfert 先生的想法，铝制吉他不具有唯一性，所谓“唯一性”在于如何制造。抛光和打磨前，内部带分格的顶层和背面层与外接缝焊接在一起。他说，Wolfert 公司制作了铝制单坯锭外的封闭式箱体，改善其强度、音调和持续性。第一个 Metalin 吉他是采用欧特克公司的设计而制作。这些易于输入进 Mastercam 编程软件，软件生成了四轴

计算机数控切割程序。为减轻重量和增加质感，组合产品中加入了结实牢固的石墨圈，并且 Seymour Duncan 拾音器也改进了音质。

Wolfert 先生最初设想 Metalin 吉他是一种完全外观定制的一次性产品，对于所有拥有者而言都具有唯一性。但在早期设计阶段，他也提出了两种对于大部分吉他演奏者而言可负担得起的现成选择方案。Bast 先生修改了体型设计，增加了“f 孔”和“弯音节”，使其更舒适并且价格更低，不必追逐新模式，从而满足这些附加元件的特性要求。

图 2 Metalin 用于吉他内部构造设计制造，所呈现的内部构造来支撑附加元件，如弯音条

按照 Bast 先生的想法，Mastercam 软件更容易把这些变化并入 CAM 程序中。他必须要做的是引入这些设计变化并更新刀具路径，自动使其顺应新的几何结构。根据模型所做变化，这种自动化类型使得从原型设计阶段向另外阶段转移变得更简单易行。在早期原型设计阶段，Bast 先生使用固态坯生产了 8 个不同的雏型。一旦他们对雏型结构整合性、音质和演奏的舒适度感到满意，便开始要求有经验的乐师试弹吉他。按照公司的说法，令这些用户惊奇的是，固态坯铝制吉他体没有“像锡一样的”声音，是一种非常庄重的乐音。然而，该产品还有一个缺点，吉他的称重量为 10.5~11 lb (1 lb=0.45 kg，下同)，比当时流行的电吉他模型重约 3 lb。对于演奏者而言，这是一个问题，因为他们每次要练习或在舞台上演奏数个小时。这就对下一个雏型设计提出了挑战：在原来的吉他体设计上去除 50% 以上的材料，且不能以牺牲结构整体性或音乐质量为代价（图 1）。Bast 先生曾进行过此项挑战，因为他已经在航空部件上使用的许多材料移除方法也适用于吉他体。他说：“许多航空部件是薄壁构造，对此，我们使用了 Mastercam 软件动态移动技术，持续调整工具和部件壁上固定负载的进给量和速度。这能够使我们使用小型工具，且当逐渐减轻吉他体的内结构重量时，能进行粗处理并进行表面整饰。通过这种方法，无需扭曲这些结构，我就能够将其重量减轻。因而，无需损害强度或音调质量，就可以做到为吉他体减重。”

下一轮雏型涉及到尽可能从 8 个原始雏型体的 7 个中移除材料的创新型计算机数控程序，Bast 先生与 Metalin 吉他的制琴师 Jeremy Tessaro 密切合作，确保减重的结构变化不会发生改变并改进乐器的声音。Bast 先生使用 Mastercam 的动态移动技术创造了切侧壁的安全刀具路径并在内断面中创造狭窄挡边。标准厚度约为 0.050 ft (1 ft=308.4 mm，下同)，除非需要使用附加材料来支撑桥接器、拾音器和吉他表面的弯音节（图 2）。完成切削时，以固态 24 lb 铝坯锭启动的吉他体现在称重为不足 3 lb。根据流行的电吉他模型，乐器的总重量约为 7 lb。

Mastercam 数控编程软件也有助于设计。例如，Metalin 的变形设计有一个按照 Mastercam 数控编程软件形变创建的唯一一个表面特形体。设计过程中，当靠近路径中的转弯时，包裹唯一成型表面，不使工具超载。此粗加工的刀具路径产生了有趣的纹理图案，公司已将其作为成品保留（图 3）。MM

图 3 Mastercam 软件通常用于雕刻扫描设计的刀具路径，由客户创建至乐器表面内