



Sterling Engineering 的两台荣田精机 VL-160CM 立式车床配备了动力工装等额外的功能，通过增加加工能力减少了设置次数；还有高压冷却系统延长了刀具寿命，提高了排屑效率

立式车床

立式车床工艺装备动力化

本文提到的这家公司在两台新型数控立式车床上投资了动力工装和高压冷却系统，免除了许多设置工作，增加了产出，并提高了车间里材料搬运的安全。

文 | Russ Willcutt

购买新机床往往是为了履行某种特定工件的加工合同。但是，除了满足这个目标外，通常还可以获得额外好处。这就是 Sterling Engineering 在投资了两台强有力的立式转塔车床（VTL），并带有两个对他们来说很新的选项：动力工艺装备和高压冷却系统之后，他们所发现的“增值”之处，包括减少设置、简化工作流程、提高产能，甚至还有更安全的车间生产环境。另外，该厂还吸取了在使用这两项功能时所学到的经验教训，继续更有效地利用这些机器。

“尽管我们是为了某种特定的任务而购买这些机床，它们也确实让我们重

新思考，我们在加工其他工件时可以怎样改进，才可以做到加工更迅速，设置的次数更少。”总经理 Chris Haddad 称，“有了这些新功能，我们现在对以前很难做好的工作有了报价能力。因为能够在一台机器上做更多的工作，材料搬运量也减少了，降低了我们每个零件的制造成本。动力工装使我们能够直接加工工件的细节，这节省了大量时间和人力；而高压冷却系统则提高了材料去除率，刀具可以在刀口上逗留时间更长，刀片损坏的概率也降低了。这两台立式转塔车床表现相当不错，改善了我们的整体



图1 这种排气罩曾经需要额外的步骤来加工键槽，现在在荣田精机 VTL 上，车削后便可以接着加工此键槽

工作流程。”

Sterling 的声誉

Sterling Engineering 坐落在康涅狄格州的 Barkhamsted, 1941 年由工具制造商 John Lavieri 和他的弟弟 Daniel 成立, 原本是一个小型的工具模具厂, 当时只与一家从事开发海盗式战机的 Vought Sikorsky 公司合作。小厂逐渐发展, 其重点从工具制造转向合同加工。但它始终把西科斯基公司当作大客户, 另外还有普惠、GKN、通用电气、MB Aerospace 以及美国铝业等。除了主要涉及航空航天之外, Sterling 也服务于发电和重工业市场。自 3 月 1 日起, 该公司成为了总部设在纽约州湾岸的 Air Industries Group 的全资子公司。

2012 年投标新任务后, Haddad 先生和他的同事们仔细研究了设备阵容, 认为是时候投资新的立式车床了。这将提升他们的能力, 简化加工工艺, 并帮助他们加工出其航空客户所需要的更复杂的几何形状。他们开始审查机床及其目前能适用的相应功能, 进而落实了新合同, 工艺便要立即升级。“合同一经敲定, 便有新的紧迫感,” Haddad 回忆说, “特别是因为它有赖于新机床提供的新增功能。我们知道应尽快缩小候选机床名单, 作出决定, 以便开始加工这种零件。”

幸运的是, 这时正好芝加哥举办国际制造技术展览会 (IMTS), 有很好的机会仔细考察几十种立式车床, 与其原始设备制造商及分销商当面交流。在展会期间参观了 15~20 个展位后, Haddad 先生终于决定将重点放在三种机器, 他的研究表明, 它们能够满足 Sterling 的需求。此时, 真正的工作开始了。

尽职调查

展会配备了几十台坚固的机床, 如数控卧式中心、立式加工中和车削中心, 贴着原始设备制造商的标志, 包括吉丁斯 - 刘易斯、DMG MORI、马扎克、普惠、Gray 以及辛辛那提 - 米拉克龙。

Haddad 先生发现亚洲来 IMTS 参展的制造商显著增加, 而且展览质量很高, 他感到很震惊。在他的设备搜索入围名单中, 一个是在日本, 另一个在韩国, 第三个在中国台湾。基于在芝加哥所看到的介绍, 他联系到这三种产品在美国的分销商, 并考察它们的性能质量, 收集其技术规范并详细询问。有一次他有机会访问一个技术中心, 看他正在考虑购买的机床的实际运行演示, 在另一处, 他还访问了一家最终用户, 得到了该机床真实运行的反馈。所有这些他都是被引荐后通过电话联系的。

“我们当然要考虑价格和适用性, 但毕竟我们做完这些研究后, 再做决定就很简单了。” Haddad 说, “我们发现, 荣田精机机器除了强大和精确外, 其设计对操作人员十分方便, 操纵工件时不会造成腰背拉伤或其他伤害。”

荣田精机有限公司是东台精机集团的成员, 总部设在台湾高雄市。在美国, 其产品由缅因州肯纳邦克的 CNC Systems 经销。虽然荣田精机主要生产数控立式车床, 但同时它也为航空航天和地面运输等市场生产立式车削中心、高速钻削中心、立式磨削中心和完整的生产线, 包括机器人。

CNC Systems 的总裁 Stephen Arcari 协助 Sterling 做出决定。“我了解了他们的需求, 最后建议他们考虑 VL-160CM 重型立式车削中心。”他说。

Arcari 先生说, 三轴立式转塔车床的技术规范, 包括 78.7 in (1 in=25.4 mm) 的最大摆动和最大切削直径, 49.2 in 的最大切削高度。该机可处理的工件重达 17 600 lb (1 lb=0.45 kg), 并有一个 16 单元的换刀装置。“机器整体刚性有赖于其米汉纳铸铁基座。”他说, “VL-160CM 有结实的肋构, 在重型加工过程中能减少振动和热变形。”

做出决定, 交付机器, 售后选项如安装高压冷却系统和初步的培训于 2013 年完成, 公司准备开始接新订单。

换挡策略

还有一个例子也说明提前进行研究是十分值得的。Haddad 先生在投资这些机床之前也曾考虑过有可能会失去订单, 思考怎样用两台立式转塔车床更高效地完成现有的工作, 甚至寻求新的业务。由于这种先见之明, 机床并没有闲置。

在第一台荣田精机立式转塔车床安装了大约半年后, 普惠的前承包商



图 2 这种排气罩曾经需要额外的步骤加工键槽, 现在在荣田精机 VTL 上, 车削后便可以接着加工此键槽

Brian Bidwell 加盟 Sterling, 担任负责数控编程的制造工程师。事实上, 新机床是把他吸引到这个位置的原因之一。

Bidwell 先生到厂时, 公司已经开始分配新的工作给这些机床, 所以他给自己定下的工作, 是尽力学习关于此车床的一切, 尤其是这两个功能怎么样才能够得到充分发挥。

不难想象, 立式转塔车床的主轴允许在进行车削作业的同一台机床上执行如铣削这样的程序。“例如, 我们有一个排气罩, 需要加工一个键槽 (图 1)。如果没有动力刀具, 就必须把工件搬到另一台机床上, 并做一系列装卡, 非常耗时。现在, 只是多了一个操作, 可以在同一台机床上进行, 不必再做设置。”

他还指出, 加工不规则形状, 例如公司生产的另一种具有卵形内径零件, 用动力工装可以比用现有的方法更快、更容易、更准确。另外还有些意想不到的好处, 包括工人的安全。“我们正在考虑加工一种大而重的零件, 需要在其周围以一定的角度钻一系列的孔。” Haddad 先生说, “在我们拥有带动力工装的立式转塔车床之前, 我们曾想过把工件悬在工作台上, 在卧式镗铣床上钻。我们将不得不用套筒主轴, 所以刀具的下垂是一个主要问题。操作人员将必须用升降机移动工件以获取钻孔的合适位



图3 “固锁” 刀具夹紧系统



图4 此成品展示出很多荣田精机 VTL 能实现的细节, 比如用动力刀具钻出来的孔, 以及由机床的高压冷却系统把纠缠不清的切屑清理出来的深沟

置。而这仅仅是从安全角度考虑的一个问题。现在, 我们能够把工件安在立式转塔车床上, 非常稳定。我们可以在一台机床上把所有需要做的事做完。大工件重新定位的次数越少, 在该区域的每个人就越安全。”

这里的高压冷却系统是 ChipBlaster JV-40, 它提供的最大压力为 1500 psi (1 psi=6.895 kPa) (图 2)。Bidwell 先生说, 它的主要优点包括排屑。“我们生产的某些零件家族是有深槽的, 其工艺要产生鸟巢型切屑, 会很快破坏刀具路径, 冷却系统有助于打散切屑, 清理路径, 使我们能够继续加工细节。”

其他优点还有, 能穿透可能出现在低或中等压力冷却液喷雾和工件表面之间的空气阻隔, 有助于散热, 防止工件和刀具的变形, 保持精密的公差, 并带来高质量的表面粗糙度。冷却液喷射有助于创建低而稳的温度环境, 有利于刀具留在刀口较长时间并以更快的切削速度作业, 刀片出现损坏的机会较少。“这确实有助于加工我们这种大型工件的加工, 这时计算的是 ‘每个工件用几个刀片’, 而不是加工小工件时所计算的 ‘每个刀片几个工件’。因为更换它们的成本非常高, 所以这些刀片的使用寿命应尽量长。”

Bidwell 先生继续在新立式转塔车床上做试验, 尤其是动力工装和高压冷却系统所能提供的额外能力, 不断想办

法更高效地加工现有零件, 同时也借助这些机床提供的扩展功能及其高科技选项, 吸引新的客户。

经验教训

当谈到动力工装的特点时, Bidwell 先生指出, 重要的经验教训主要在三个方面: 用极坐标插补模式 (G112) 还是用点对点模式进行编程。“我最初尝试不用极坐标插补编程所有的切削, 但发现很难说清要做什么。” 他说。“极坐标插补则容许用较简单的代码, 更类似于普通三轴铣床编程, 这样我就可以依靠机床控制系统做大部分的工作。我们仍然使用点对点做钻孔类的作业。”

● 如何充分利用有限的刀具能力。“对于孔的去毛刺操作, 我把用来加工顶部和底部圆角半径的两把刀具改成用一把 Heule COFA 刀具。这可以让一把刀具精加工该孔的两侧, 节省了转盘里的空间。” Bidwell 先生说。

● 在高压冷却剂系统方面, 它使得陶瓷刀具具有较稳定的切削。“定量的冷却液使在如铬镍铁合金 718 或海恩斯 188 这类超级合金里的陶瓷刀片的使用寿命更长一些, 我们能够在旋转之前在刀口推刀具 1~2 min。在重载粗加工作业时, 用陶瓷刀具提高生产力。”

● 深槽排屑大大改善。“在某个应用场合, 即使刀具是在 3 in 深的沟里时, 我也能把切屑搞出来。” 他解释说。

正确调整喷嘴使冷却液喷在刀刃上十分重要。“否则你只会把它喷得到处都是。”

Bidwell 先生对荣田精机专有的刚性刀具夹紧系统也很喜欢, 它有超大的 Z 轴铸钢 “撞头”, 装有腾跃耦合器和 T 型拉杆, 实现了安全可靠、可编程的刀具固定。“我们发现, 我们能够复制老式立式转塔车床用 ‘固锁’ 夹紧刀具所做的重型切削 (图 3)。这是非常稳定的。更高的刚性使得振动小, 并可最终实现较好的表面粗糙度和较长的刀具使用寿命。” **MM**