



夹具

优化工件夹紧可增加产出

精铸公司通过将工件夹紧在一个固定单元内，使托盘不断移动穿过机床，这种方法增加了一系列零件生产的效益。

文 | Russ Willcutt

当航空金属公司购置了一个功能强大的新型立式加工中心时考虑到了机床本身以外的能力。作为坚守精益生产和持续改进原则的拥护者，精铸公司将机床的购置视为构建立式加工单元的契机，以便完美地适应其越来越多的生产系列零件的需求，并以超越迄今为止发展水平的高度，实现更快速、有效和符合人体工程学的加工工艺。使机床的正常运行时间从约 40% 提升至平均 80%。

如何实现这一点？通过利用外部夹具工程技术公司的内部工程资源，构建一个单元，使它在其他托盘上忙于切削零件的同时，在机床外部的快速变换托盘上夹紧零件。每次在这些可重复的自立式托盘被安装时，将工件放置在同一位置，减少安装时间（从数小时减少到数分钟）。一个专门设计的耳轴可为额外的加工灵活性提供第四个轴，同时可赋予一次加载多个托盘的能力。



该系列零件的加工室被设计为可生产由 316 不锈钢制成的各种几何形状的电气导体。在这个加工站进行的工艺加工过程主要涉及螺纹铣削、攻螺纹和钻孔

工艺工程师 Ryan Hart 讲道：“使我们与其他精铸公司区分开来的一件事情就是：从模具、混合 / 浇注金属，以及从加工到装配的整个工艺过程均由我们自己来完成。这个夹具系统已使正常运行时间增加，使安装 / 设置时间减少，使我们能够快速转换作业内容，并更快地响应客户的各种需求。”

工件夹紧的挑战

航空金属公司成立于 1961 年，总部设在 Indiana，主要通过精铸、浸蜡型或模型铸模，反复放入混合有二氧化硅浆料的锆英砂中。一旦干燥，蜡就会在型腔的内部熔化，然后将熔化的金属倒入由此得到的模具中。这些模具在冷却之后会破裂掉并露出各种零件的铸成品（从船的螺旋桨到枪械部件）。

航空金属公司加工单元的零件系列被设计为由 316 不锈钢制成，具有各种几何形状的电导体。约 200 个不同的零件通过加工单元。在本加工站中进行的工艺过程主要涉及螺纹铣削（在吹心机储砂斗中可能会设计此工艺），一些攻螺纹和钻孔，但通常情况下，均使用标准工艺装备。

航空金属公司传统上会在更老旧的 VMC（立式加工中心）中制造这些零件，但由于机床正失去其保持精密公差的能力，故决定投资购置一款新型的斗山 DNM 500 II VMC。然而，围绕设置的中心问题仍然存在，要想在机床内安装单一工件，需要花费太多的时间。精简工艺流程的第一步就是需要开发出一个用于夹紧工件的更有效方法。

工件夹紧解决方案

经过对各种不同类型工件夹具和系



图1 附有固定装置的备用托盘已准备好装载螺纹铣削加工的工件，每个零件的加工时间不到 2 min

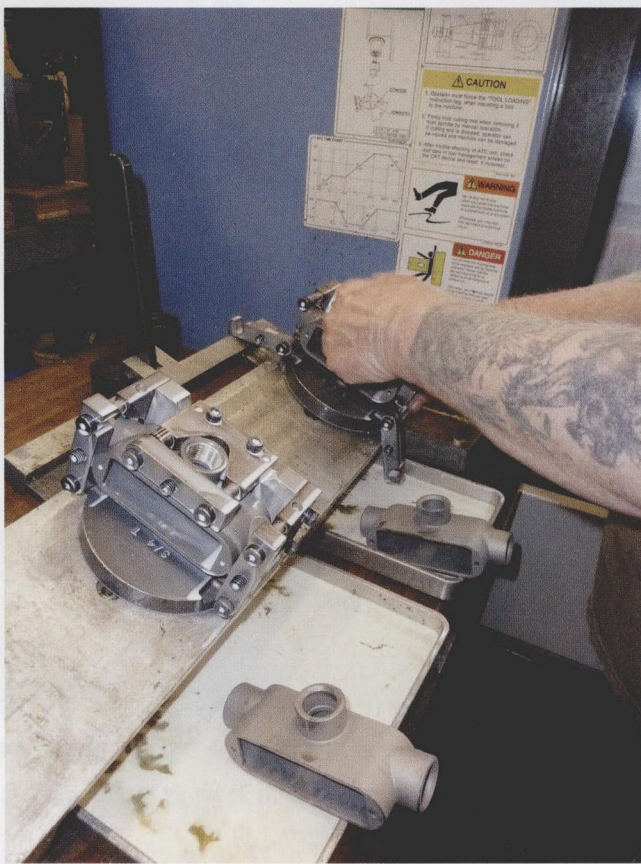


图2 在这里，已从 VMC 中移除的加工工件被夹住，并为无螺纹的工件所取代

统的比较，航空金属公司确定 Schunk 的 VERO-S NSE，链条 138 快速转换托盘系统更适合当前加工流程，它配有可在内部进行加工的轻型夹具装置。

这个解决方案的目标是双重的。首先，快速的安装设置减少了机床的停机时间，将原先 2 ~ 4 h 的时间减少到仅需几分钟。Schunk 系统包括一个夹紧站，用于接收托盘，可提供 0.000 2 in (1 in=25.4 mm) 的重复定位精度。航空金属公司一般在机床上放置两个零件，而另外两个托盘在机床外待命。断开所花费的时间不足 1 min。一旦两个零件被加工，则两个已附着于托盘的新工件就会被加载进来。即使这个阶段已经得到仔细检查，航空金属公司也在寻求方法，使整个装配尽可能地轻，以便于处理。例如，已加载的托盘重量在开始时 would 达到 8 lb(1 lb=0.45 kg)，但 Hart 发现斗山的定轴性可使操作人员更

为积极地移除材料，并可将修整预装托盘的重量降至 6 lb。此外，机加工车间还在 VMC 的旁边设计了一款工作台，使其长到足够容纳四个托盘。工作台的表面略向操作人员所处位置倾斜，这样一来，操作人员就不必弯腰去加载和卸载零件，与此同时，工装夹具柜也被安装到位，以便使所有必要的工具都可以触手可及。

对于工件夹紧方案而言，航空金属公司的第二目标就是要委托制作一个定制的耳轴工作台，便于托盘的装 / 卸载，并使多个零件一次完成加工。基本上讲，耳轴工作台类似于一个摇篮，或者说是一个一侧扁平、绕其纵向轴旋转的圆筒。当工件被安装时，工作台旋转，以提供额外的第四轴加工角度。Hart 勉强接受耳轴工作台的所有者 Elsemere Stan Martin 和 Schunk 公司的销售代表 Lester Adair 对其需求的加以描述。

基于一些最初的对话，以及 Adair 的介入，Martin 能够按照 Hart 的精确规格来设计工作台，确保航空金属公司的操作人员能够轻易地通过配备工作台，使其与现用的 Schunk 工件夹紧装置相配合，处理安装事宜。据 Hart 称，新单元一到货，航空金属公司的操作人员就使其安装妥当并投入运转。Hart 评论道：“Stan 真是很棒的合作伙伴，Lester 也是如此。他们两个都精通自己的业务，我所要做的无非是描述一下我的想法，接着他们就去着手按我的要求开展工作了。Stan 也为我们提供了所需要的一切，从软件到布线，以便使所有设备能够被快速地连接起来。这真的是一次完美的安装。”

工件夹紧的好处

那么，自新单元被组装后，航空金属公司的业务发生了什么变化？据

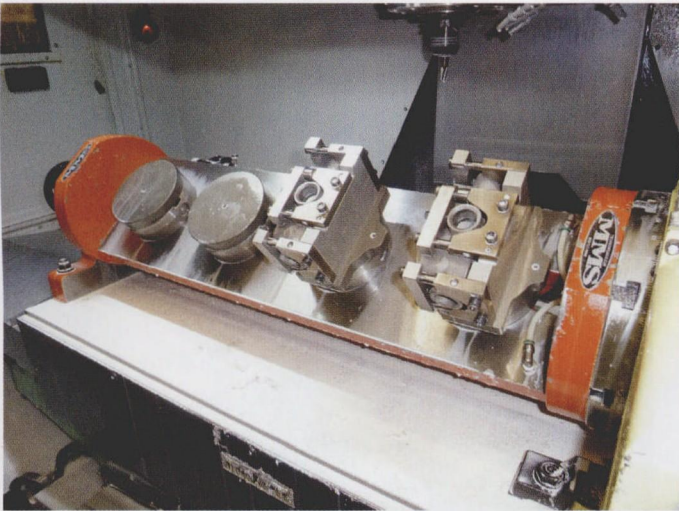


图 3 Martin 加工服务公司生产的这款四站耳轴台专门用于匹配已选定的德国 Schunk 公司的夹紧解决方案。由于提前计划安排到位，故仅花费了不到一天的时间就完成了单元各构件的连接，并投入运转



图 4 Carl Simpson 是数控机床的程序员 / 操作员，将已装载的托盘转移到 VMC。每个托盘的重量不到 6 lb，可减少操作者的疲劳，并可使更多的零件在工作结束之前，被加载到机床中

Hart 称，变化甚大，具体包括：除了主轴的正常运行时间大幅增加之外，重复性和精度也有了很大改善，由于具备了在飞轮上改变设置的能力，可使夹具快速转换，以应对最后关头的急件，从而让公司能够变得可以更敏捷地响应客户需求。

增加的生产效益也降低了单元运转的成本，其中包括所需的电力以及监视系统运行所需的操作人员。Hart 指出 VMC 曾在所有三个工作班次全时运行。扩充的能力现在能够使斗山满足两个班次期间的需求。

对于大于电器外罩的零件来讲，无法移除耳轴。工作台可一次处理来自同一零件系列、多达四个托盘，尽管通常只有两个零件被加载进来，这是由于随着速度的增加，只能有两个新托盘被加载，而另外两个处于被加工状态。

由于航空金属公司机加工车间中所有其他的 VMC 均配备有相同的控件，故 DNM 500 II 的发那科控件也可将转换简化到新机床中。由于这些机床中绝大部分为第四轴机床，对于新的 VMC 来讲，所需要做的事情就是准备一些额外的代码来打开夹紧接收装置。

相较于以往系统，新单元的配置更注重于人机工程学，从而使加工区很容

易实现导航和减少操作者产生身体紧张。这也意味着每天会有更多的零件穿过加工单元。

新的加工单元允许航空金属公司追求连接盘（以往无法竞标合同，如枪械的某些零件）。VMC 的高精度、工件夹紧系统所赋予的设置和转换简易性，使航空金属公司能够追求制造出新零件，或者涉足新市场。新技术也促使航空金属公司开始在机械工厂的其他领域寻求更高的效率。

朝着未来方向努力

在机加工车间拥有这种新技术唤醒了航空金属公司在其他领域挖掘各种潜在利益。受到 Schunk 公司液压刀夹设计的启发，航空金属公司将其作为冷缩配合和压合系统的对照标准。Hart 讲道：“我们觉得它们的表现优于我们尝试过的一切。事实上，它使我们的工装使用寿命提高了四到五倍，所以我们立即将它们切换到所有的机床上。”

VMC 和工件夹紧系统运转的如此出色，以至于 Hart 正计划在不久的将来安装一个复制单元，同时，也将重建旧的机床，并且把各种服务集成进去。

除了提高车间的生产率外，加工单

元也可为客户提供各种便利。例如，只要能够实现每个零件成本的显著节省，航空金属公司基本上会将这些节省，与客户均分。这种方法不仅有助于实现公平或深化合作关系，同时也可促使客户在制造零件时采用新的工艺流程和技术，这样可为每个参与方节省资金。

航空金属公司还利用生产单元吸引学生涉足制造业的职业生涯。航空金属公司拥有约 300 名员工，是 La Porte 最大的企业雇主，它积极地将自身触角延伸到当地的技术学校、社区和高中。航空金属公司还将举办工厂参观，给学生一睹现代加工风采的机会，操作人员和工程师也会参与当地的招聘会，并深入教室给学生介绍实现制造业生涯需要哪些条件以及这种职业会给从业者何种回报。

Hart 讲道：“这是一个工程师所要做的事情，这是航空金属公司所从事的业务，如果你准备今后进入此行业，这就是你需要做的事情，航空金属公司将会提供有薪的暑期实习机会。”

“一旦这些学生看到加工单元，就可能会改变他们对制造业的想法。而这种类型的接触是帮助克服技能差距的一个更为强大的方法，可以确保我们在未来拥有合格的工程师和机床操作人员以及程序员。” 