

卧式加工中心

卧式加工的成本和效益

对本文中提到的公司来说，从立式加工转向卧式加工的成本高于预期，但这样做带来的价值也更高。目前，这家公司绝大多数的加工中心都变成了卧式加工中心，本文阐明了其中原因。

文 | Peter Zelinski

Advance CNC Machining 公司在使
用立式加工中心的时候，公司总
裁 Jeremy Hamilton 对投资于卧式加工中
心的建议表示抗拒。他曾说：“我看不出
来在加工中心花那么多钱有什么好处。1
台卧式加工中心的价钱可以买 3 台立式
加工中心了。”

而担任公司制造副总裁的 Kyle
Dunaway 却建议卧式加工中心。在前一
份工作岗位上，Dunaway 先生每天都在
与卧式加工中心打交道。而在 Advance
公司，他每天的工作却都脱离不开立式
加工中心。其中的差异对他而言十分明
显。

但是，最终并不是 Dunaway 先生
所提出的建议引发了公司如此之大的转
变，而是因为他能做好的工作却是绝大
多数未来员工所不能做到的。Advance
所使用的立式加工中心经常要执行数量
繁多的装卡操作，工件要在一个又一个
夹具之间换来换去，每道工序都要转
面，以便将不同的加工面呈现给主轴。
每一个步骤都非常关键，每一次装卡也
都要求十分精密。而作为专业级机械师
的 Dunaway 先生却能够精确地执行这些
装卡操作，公司内其他经验丰富的机械
师也一样能做到。但当 Advance 公司需
要扩容成 2 班工作制以满足客户需求时，



图 1 卧式加工中心的一项高效优势是可以单次装卡就加工好一个部件的各个表面，而 Advance CNC Machining 公司认为其好处远超于此

移动供电

更便捷...

更轻, 更高速, 更经济:
E4.1 轻型拖链 R4.1 轻型
拖管...快速装填...节省时
间和成本...

重量减轻 30%



欢迎莅临 CCMT2015
W3 馆 714 展台



▲ 反馈服务编码 M2276

申请免费样品
扫描二维码或登录:

www.igus.com.cn/PQLCN306

plastics for longer life® ...motion plastics

igus®
易格斯拖链轴承仓储贸易(上海)有限公司
电话: 021-5130 3100 传真: 5130 3200



图 2 自第一台卧式加工中心成功投产以来, 公司一直在以每年 1 台的速度添购卧式加工中心

公司却无法找到具备同等技术水平的数量足够的新聘员工。

从当时来看, 卧式加工中心有可能正是这个问题的正解。因为卧式加工中心可将工件夹持在其立柱或立碑之上, 并能让工件绕其 B 轴转动, 在同一加工周期内让各个不同的面接近刀具, 从而只需更少的装卡次数(图 1)。因此, 这家公司可以通过购入卧式加工中心来获得更大的生产能力, 并为此加工中心配备加工经验不太丰富的新员工。Hamilton 先生选择了一家他所信任的机床制造商 Makino 公司, 并从这家公司购买了 1 台最便宜的卧式加工中心。

自那以来, 公司以大致每年 1 台的速度购入卧式加工中心(图 2), 如今, 公司已经拥有 5 台卧式加工中心。所有后续卧式加工中心都是价格比第一台更贵的机型, 同时也具备更多的功能和更强的能力。

回顾自己终于开始使用第一台卧式加工中心的感受时, Hamilton 先生发现, 他对卧式加工中心昂贵程度的感受是多么的错误。实际上, 卧式加工中心比他预期的还要贵, 因为要想有效使用这种设备必须额外投资。但是, 卧式加工中心的生产率也高于他的预期。其生产率如此之高, 以致在抵消其意外昂贵程度

之后还有剩余。事实上, 从第二台卧式加工中心开始, 公司就开始发挥出这种机床在速度和精度方面的优势, 实施了各种高速加工技巧, 更进一步地充分利用了它的加工能力。这样公司就利用不同类型的加工中心发展出了不同类型的机加工能力。

如今, 甚至 Advance 公司已经将其在卧式加工中心上执行任务的每小时加工费率提升了 50%, 但卧式加工中心的加工速度远高于其他设备, 与只能使用立式加工中心工作的时候最优惠价格相比, 现在的报价一般还低 25%。更昂贵的机床事实上让这家加工公司可以用更低的报价争取到业务。

对于 Hamilton 先生而言, 更低报价仅是最初带来的好处。当使用卧式加工中心代表立式加工中心完成委托时, 客户更是从各个其他方面获得了好处。

小批量

Advance 公司维护性加工和生产部件加工业务的比重为对半分, 维护性加工就是为修理或改造其机械设备的工厂定制零部件。特别是在生产部件方面, Advance 如今已争取到了使用立式加工中心时所不可能争取的业务。

在立式加工中心上, 位于前面的部

件如果采用圆柱坯料加工时，会由于过多的装卡作业而导致加工公司无法报出具有竞争力的价格。而且即使公司的报价为客户所接受，客户也无法接受其作业流程。为了能够经济高效地利用所有工件装卡时间，公司会想要一次性加工整批 2000 件的订单，而极少有客户想要一次性积累如此之多的存货。而按客户想要的方式以小批量、逐步批次来加工部件时，却导致立式加工中心处于尴尬的状况，而对卧式加工来说，却是一种自然的生产方式。

实际上，为不同客户加工部件，两种部件可以在同一台卧式加工中心上交替批次加工出来。在完成第一批 3 件圆柱工件的加工循环之后，机床切换工件托盘，执行 2 件长方形工件的加工，与此同时，操作员装载下一组圆柱形工件坯料（图 4）。以这种方式运行，在单班运行时间内，就可由一台机床同时履行 2 位不同客户的订单。

有了这种在加工作业装卡或部件加载期间仍能继续切削作业的自由度，加上卧式加工中心可以让工件转面以减少装卡工作量的优势，以及能保持多种装卡位置原位不动的能力，还有使用立柱式夹具不同面进行加工作业的随时投入

工作的好处，这些共同促成了相当可观的机床可用性。

“在立式加工中心上，在工作顺利的状况下，一位技能纯熟的员工有可能可以保持 2 台加工中心达到 75% 的切削作业时间，” Hamilton 先生说，“而在使用卧式加工中心时，只要细心一些的员工在任何一天都可以让 2 台中心的切削运行时间超过 90%。”而且还有高速加工方面的优势，这家公司已经将这个优势发展为自己的特别专长领域了。

高进给率

对于在第一台之后购买的 4 台 Makino 卧式加工中心，这家加工公司喜欢它们的一项额外特色功能，即 Makino 公司所拥有的“超级几何智能”算法，这种 CNC 刀具路径的前瞻型算法能够在高进给率下保持严密的精度，从而实现高速铣削。这家加工公司通过实验总结得到了切削速度可以提高到什么程度以及这种加工方案给程序员留下了多少额外自由度。Dunaway 先生说，实施加工作业最高效方式通常并不是采用大深度铣削道次，而是采用较浅度的铣削道次，减少铣削深度的负面影响，这样的方式还延长了刀具的使用寿命并减少了

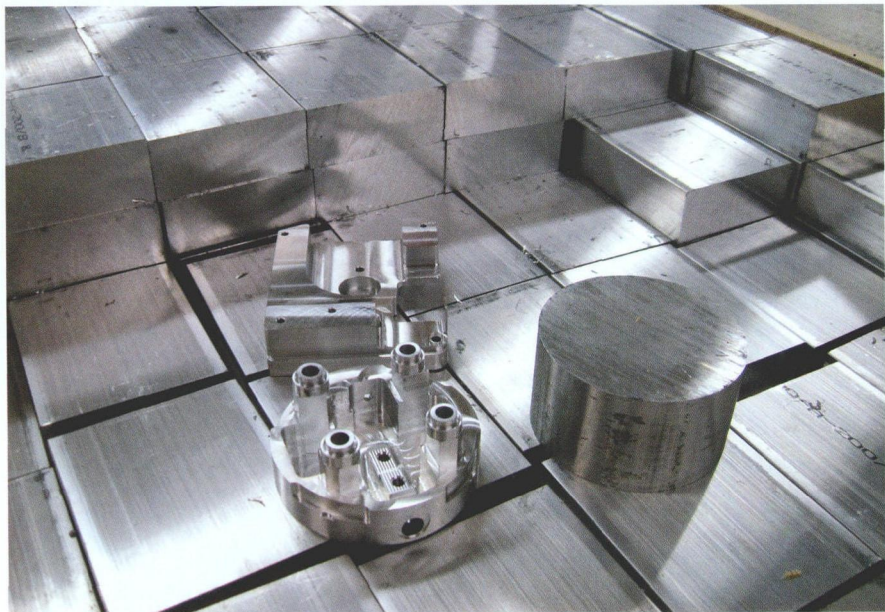
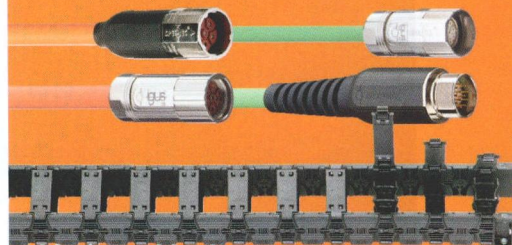


图 3 这里的场景是为两位不同的客户用长方形坯料和圆柱形坯料加工出两种不同数量的部件

... the-chain 用于您的机床



耐油



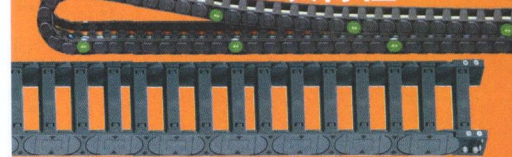
静音，快速



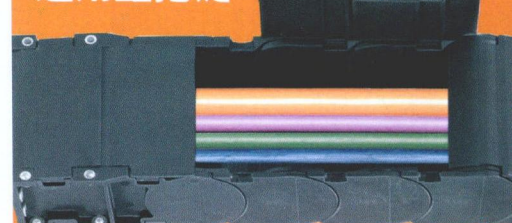
极其密闭



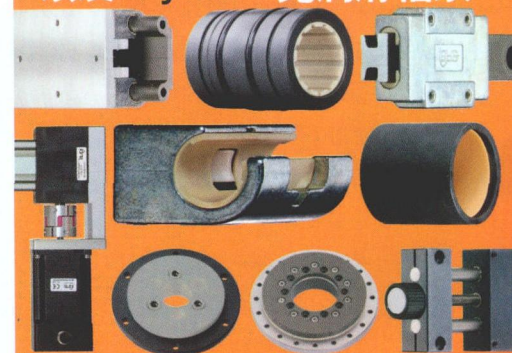
长行程



通用型拖链



以及 dry-tech 免润滑轴承



24 小时或当天交货
在线计算使用寿命
精进技术，降低成本

plastics for longer life ...motion plastics

igus®
▲反馈服务编码M2276
易格斯拖链轴承仓储贸易（上海）有限公司
电话：021-5130 3100 传真：5130 3200

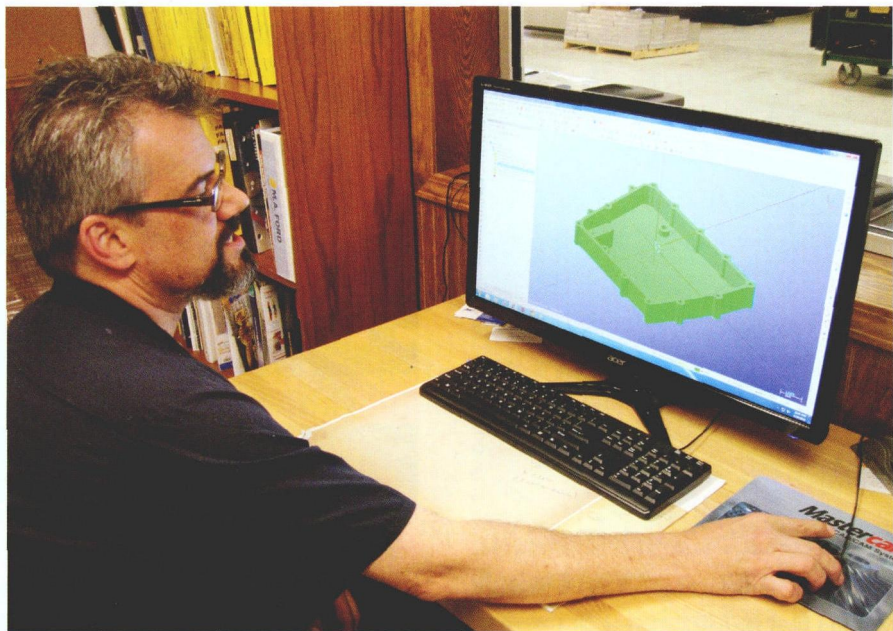


图4 程序员 Tommy Coulter 列出了一个刀具路径，这个路径为4圆柱形部件提供了更短的加工周期

必须使用的刀具种类。

圆柱形工件也生动地证明了这点。要想达成工件精细复杂的细部，传统上有可能要求运用不同尺寸的刀具进行粗加工，并要求结合运用多种其他刀具以完成细部的精加工。但是 Advance 公司发现自己可以采用一种连续弧段式刀具路径以短得多的加工周期满足这样的要求（图5），这样的路径只用一把刀具，在这个工件的形状铣削过程中，让刀具始终如一地保持在高进给率下，并且保持着始终一致的材料切除量。Advance 公司使用了 Mastercam 软件的“动态铣削”功能来生成这种刀具路径，这种路径可让单把小型端铣刀加工出除钻孔以外的所有部件细部，避免了采用其他方式时浪费在刀具更换上的时间。

在高主轴转速和进给率下实现的精密度还有助于这家加工公司利用专为这种类型机加工所设计的更新型的切削刀具配件。由于立式加工中心缺乏使用先进切削刀具所需要的速度和刚性，所以在立式加工中心上使用这种刀具反而会拖累生产率。而如今，刀具供应商会主动来到 Advance 公司，为其提供在卧式加工中心上试用的新刀具样品。在一项

最近的情况当中，当地 Iscar 公司代表 Jerry Ward 向公司推荐了一种新型高速进给铣刀，这款铣刀让公司在深挖袋加工作业当中减少了幅度可观的加工用时。这种高速加工能力甚至让卧式加工中心可以与整组不同类型的机床展开竞争。有一种类似于 Bundt 蛋糕盘的加工部件之前完全通过车削方式加工，但公司在将这个圆形部件所需要去掉大量的坯料当中耗费了过多的车削镗头。公司转而采用卧式加工中心来加工此工件，以浅切削深度和高进给率将无用材料从工件上铣削除去。如今，用单把端铣刀就可以将之前需要耗费 10 多个车削镗头刀刀才能完成的切削量去掉。

自由发挥的空间

Dunaway 先生举出一个部件用于说明公司加工能力提高的程度，他称之为“肘部件”，这个部件之前要求在 3 台立式加工中心上执行 7 次加工作业。这个复杂部件的特色体现在各种各样的斜角形状，其中一些形状的定位必须以 3 个不同表面上的数据为基准进行定位。他自己非常了解这个部件，因为这个部件装卡要求非常严苛，他很难信任其他人

能够完成这件工作。而如今却有许多员工只需在卧式加工中心上进行 2 次装卡就可以完成所有加工作业。以 3 项部件数据为基准的表面形状的位总是能够正确完成，因为这些形状的加工与所有相关数据在同一个循环内完成。通过将整个加工过程合并成更少加工循环带来的高效率，加上通过高速加工实现的效益，这个部件的总加工用时已经从 14 h 缩短到 6 h，其中还不包括节省下来的装卡用时。在这台更昂贵的机床上，公司实现了更低廉的生产过程。

当然，这种机床的初始购置价格非常可观。而采用加工能力更强的机床会导致公司继续投入其他投资，诸如能力更强的刀具和工件夹持装置、更优良的冷却液和更出色的检验设备，甚至投资于公司以前从未采用过的步骤，诸如预设步骤。但是，对于这些投资当中的每一项，公司所做到的事就是提升自己的竞争能力，并在事实上让自身进入了更高水平的竞争层次。

“我们以前与数量庞大的小型委托加工公司展开竞争，” Hamilton 先生表示，但是“我们如今已经几乎不再牵涉到这种竞争当中。”取而代之的是这家公司正在投标竞争那些小型加工公司无能为力的工件。

Advance 公司已经不再只服务于本地市场。在一位营销经理和一家质量管理网站的帮助下，公司已经形成了更高效的加工能力并已在全美国展开业务。如今，潜在客户不远千里地来到这家公司。Advance 公司的客户如今已遍及 24 个州并还在不断增加。

目前，公司之前投入的所有投资已全部获得收益，而这个更高层的竞争领域正是公司想要继续参与其中的层次。因此，他说自己已经不再那么抗拒在该花钱的地方大笔投入了。例如，他想很快取得一项错失的资格，弥补由其造成公司不能投标于一些最近工作的损失。他说，下一项工作很有可能是 ISO 认证。[MM]