

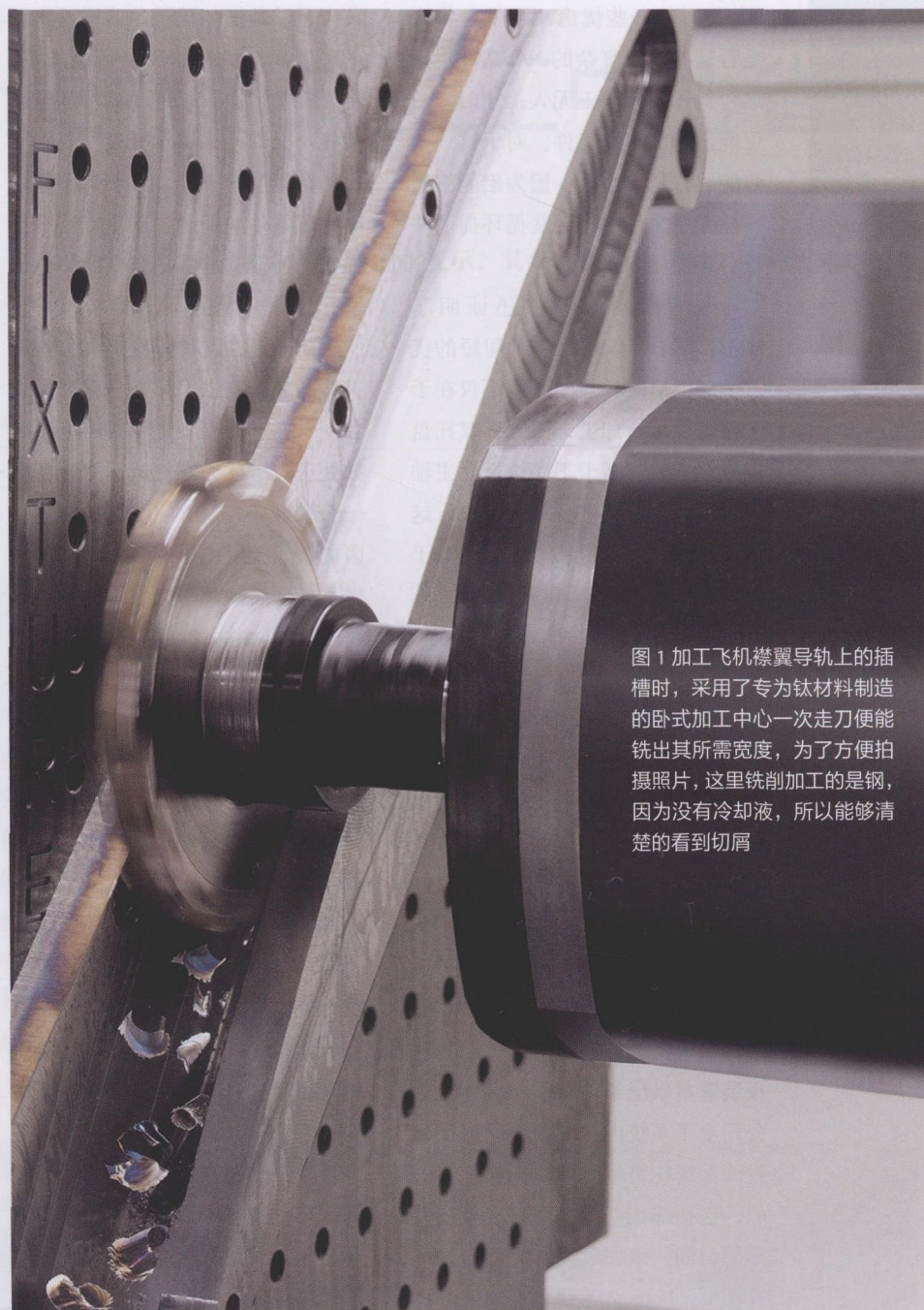


图1 加工飞机襟翼导轨上的插槽时，采用了专为钛材料制造的卧式加工中心一次走刀便能铣出所需宽度，为了方便拍摄照片，这里铣削加工的是钢，因为没有冷却液，所以能够清楚的看到切屑

卧式加工中心

认真对付钛

钛能证明哪一台机床是专为它这种金属而造的吗？

文 | Peter Zelinski

如果你加工过钛，尤其是大型钛零件，那么你就会有理由说，应该专门为这种金属打造一台机床。

SNK America 就是一家提供这种机床的供应商。事实上，该公司位于新芝加哥地区技术中心里的四台大行程机床中有两台正是这种机床。它们就是为铣削钛材而专门设计的，目前用来验证客户的工艺流程。然而，该公司全国销售经理 Mike McGuire 认为，采纳这些机器的主要障碍是显而易见的，“这些机床并不便宜。”

但是，这两台机床其实都不用于加工钛，这主要是由于钛材料的昂贵费用，以及工件本身的性质。大型钛零件往往拥有极高的价值，利润丰厚。对于提高钛加工的金属切除率和生产效率的投资，一定会得到比其他任何金属更高的回报。

许多企业并不能看到这一点，因为大家已经习惯了采用老式方法加工这类金属。许多企业从原来偶尔加工一次钛，逐渐发展到现在需要经常加工钛。尽管如此，他们还是继续在适合于加工普通材料的机床上努力尝试加工钛一类的金属材料。McGuire 先生将这种方式称为“啃咬”，采取浅的吃刀量和精心挑选的刀具路径，试图以最低标准的生产水平来切削钛工件。人们常常以为，这就是加工钛材料应该采用的方式，但这种方式是没有必要的。深的吃刀量也可以在钛材料上加工出直槽，就像在其他金属上一样。适合于加工钛材料的机床是提高生产力的方法之一，其目的是让最简单的加工选项成为最有效率的方法。

过程降温

图片 1 和 2 说明了这一点，图中所示的零件是飞机襟翼导轨，上面有一个 1 in (1 in=25.4 mm, 下同) 厚的插槽。采用卧式钛加工中心加工这个槽时快速且直接，选用直径 8 in 的端铣刀、0.25 in 的圆角半径以及 2 in 的切削深度。加工设备为 Niigata (SNK 机床集团所属公司) 的 HN80D 硬轨卧式加工中心。而这种“钛”版的机床具有超越硬轨的重切削功能，包括一个高扭矩 CAT 50 Big Plus 主轴和高扭矩电动机。该机床工作台夹紧力比标准版提高了 50%，刀架也提高了夹紧力。

加工钛材料时，刚性非常重要。这不仅是因为它的抗拉强度高，还由于热量会带来风险。钛是热的不良导体，加工时产生的热量会积聚在切削区域。这也是切削此类金属的主要挑战。要把热效应控制在低于影响切削的温度之下，涉及多方面的因素，不仅包括冷却液的高压



图 3 刚性好的机床同时具有重切削力和高精度的特性，图中所示的直径 4 in 的孔就能够说明这一点，有的使用直径 4 in 的扁钻一次走刀便可完成，有的则是通过螺旋铣削以 210 ipm 的速度加工完成



图 4 围绕旋转轴的大范围运动可以合并装夹步骤，在一个周期内进行极端或复杂角度的加工

力和流量，还包括切削刃的锋利程度，以保持切削对动力的需求尽可能低。锋利程度对振动特别敏感，振动会使刀刃变钝，导致切削的功率和热量增加，从而工艺本身也不再能有效地加工钛。因此，对于钛，高刚性的机床和工艺的设计一部分原因是为了保持低温（图 3）。

高混合式加工

一种能加工更大和更复杂的钛零件的机床，是 SNK 的 HPS120A 五轴仿形铣床。该机床为硬轨、大推力伺服电动机和高扭矩主轴。主轴安装在一个全仿形头里，A 轴的运动范围为 180°，C 轴为 360°（图 4）。

由于能够通过大角度范围的运动对钛材料进行深度切削，改变了许多零件在这台机床上的加工策略。长的钛零件通常在龙门铣床上加工，旋转轴范围较小。对于极端的角度，零件则需要多次装夹。仿形铣床能够节省时间的原因，不仅

是拥有高的金属去除率，还把以前多个独立的操作组合进一个周期。

该机床还具备水平配置，这是其提高切削效率的另一个特点。金属屑从切口落下并远离，降低了由金属屑堆积引起的工艺失效或刀具变钝等风险。

安装和卸载工件时，工作台沿中心点旋转并放下，因此可以迅速的进行安装和卸载，甚至还可以由一个灵活的系统，如托盘穿梭车来进行装卸。这个实例，结合机床在单个周期内的生产能力，使得它能够有效地制造小批量的大型零件。McGuire 先生说：“这种机床的一类主要用户是那些未来对加工钛材质飞机零件有需求，并正致力于此的用户。”在未来几年，当积压的飞机订单下降后，生产将有可能向着少量高混合的方向发展。如果出现这种情况，那么另一种方式就能够适应这样的需求，一台专为钛材料的特殊需求而设计的机床将会大有益处。MM

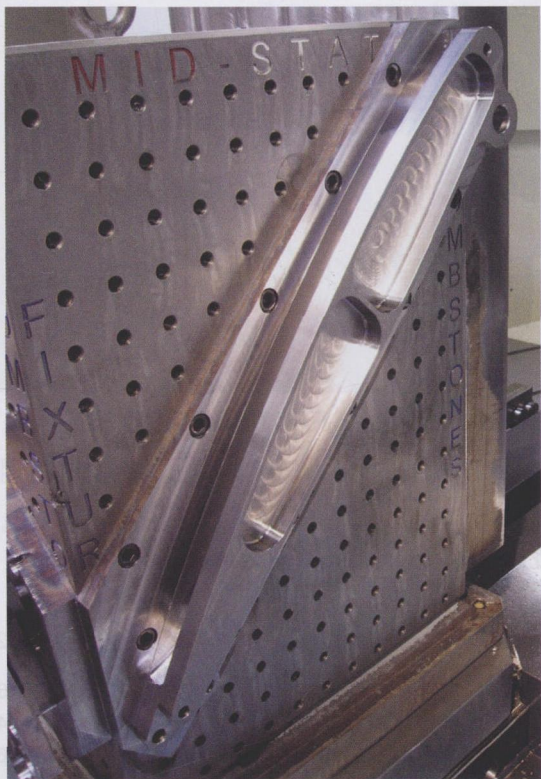


图 2 加工完成后的飞机襟翼导轨上的插槽