夹具

小型发动机推动第五轴加工概念

生产铝坯遥控直升机发动机部件所面临的公差挑战，促使 KME 公司开发一种创新型第五轴墓碑式夹具，一次装调便能在卧式加工中心上完成多个工件的加工。

文 | Derek Korn

KME（位于加利福尼亚州奥兰治）是遥控直升机界的知名企业，其生产的高端铝坯发动机体积小功率大。这使得小型遥控直升机得以具备了较大机型的性能，动力提高 30%以上，可表演先进的空中杂技而不用担心发动机会被拖垮。

为使发动机有效地工作，KME 的发动机使用的铝坯组件在加工中必须达到严格的公差。最初，该公司发现几乎不可能在其立式加工中心上实现曲轴箱轴承套圈的公差。为解决此问题，KME 公司决定创建一种非典型的夹具装置，T 型墓碑式夹具，并带有一个一体化设置的第五轴旋转分度器。每个分度器由其独立的伺服电动机驱动，电动机就安装在空心的墓碑式夹具内。有了这种第五轴墓碑式夹具，就可以在车间热稳定条件更好的（确保必要的点对点精度）卧式加工中心上，一次装卡便完成曲轴箱和其他主要发动机部件的加工。在该装置上可以同时装卡 4 个工件，提高了生产率，满足了客户的需求。

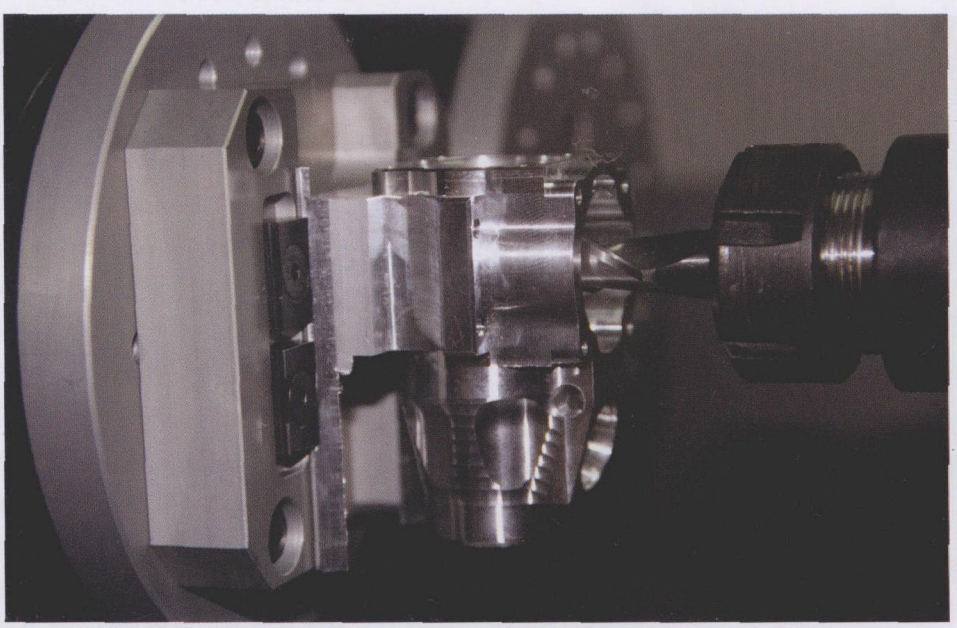

图 1 KME 公司开发的第五轴墓碑式夹具，有助于确保遥控直升机发动机部件（如曲轴箱）的点对点精度

从设计到制造

KME 的发动机部件使用的是铝坯，这是实现更高马力的关键，因为铝坯件的壁可以做得更薄。因此，比起传统的铸铝汽缸来，这种材料的汽缸可以挤进较大的空腔。如今，该公司提供规格为 0.6 in^3 和 1.1 in^3 两种遥控直升机发动机版本。0.6 in^3 的发动机可以安装到通常使用 0.5 in^3 发动机的直升机上，无需任何修改。同样，1.1 in^3 的发动机可以直接换掉 0.9 in^3 的发动机。

每个引擎内的 22 个组件中，曲轴箱被认为是最具挑战性的机件。KME 公司认识到，多次装卡会妨碍加工轴承套圈达到所必需的定位公差，便试图在立式加工中心的第四轴分度台上安装旋转分度器。这样能够准确地把曲轴箱旋转 180°，交替地加工每个套圈而无需重复装卡。然而，车间的热波动却影响了立式加工中心保持必要的公差。这促使他们尝试一种装配架（通过电火花把曲轴箱的轮廓加工成一异形型材）。曲轴箱被安装在装配架里面，装配架在车床上被卡紧，第一个轴承套圈加工完成后，夹具只需翻转并重新卡紧，便可以加工另一个套圈了。尽管装配架提供了一

个有效的方式来保持了轴承套圈与车床之间的定位，但使用这种方法时机器的不稳定性还是导致了约 50%的废品率。

KME 公司随后决定另外投资置办工具，在更稳定的 Kiwa KH-45 卧式加工中心上加工曲轴箱。使用两面都安装有旋转分度器的 T 型墓碑式夹具，就可以做到一次装卡生产两个部件。但是，计划又变了，因为这时他们意识到可以利用墓碑式夹具的镂空设计，在其内部安装伺服电动机驱动各个旋转分度器。

他们的第五轴墓碑式夹具具备了许多优点。分度器从夹具的表面仅仅扩展了几英寸，比在表面安装的分度器所占用的空间要少。另外，伺服电动机、电路板和所有的电源线和信号电缆全都被安全地放在夹具内部。水银旋转开关安装在夹具托盘的基座里，台面全旋转都不会有电缆缠绕。每次托盘被旋转并降低到机器的台子上时，开关就会与卧式加工中心上匹配的连接器啮合，该连接器连接着卧式加工中心导轨罩和夹具的控制单元。只要有一个新的托盘降低到台子上，就会有一个信号被发送到控制单元，告诉机床其数控系统已经到位，并运行那个程序。

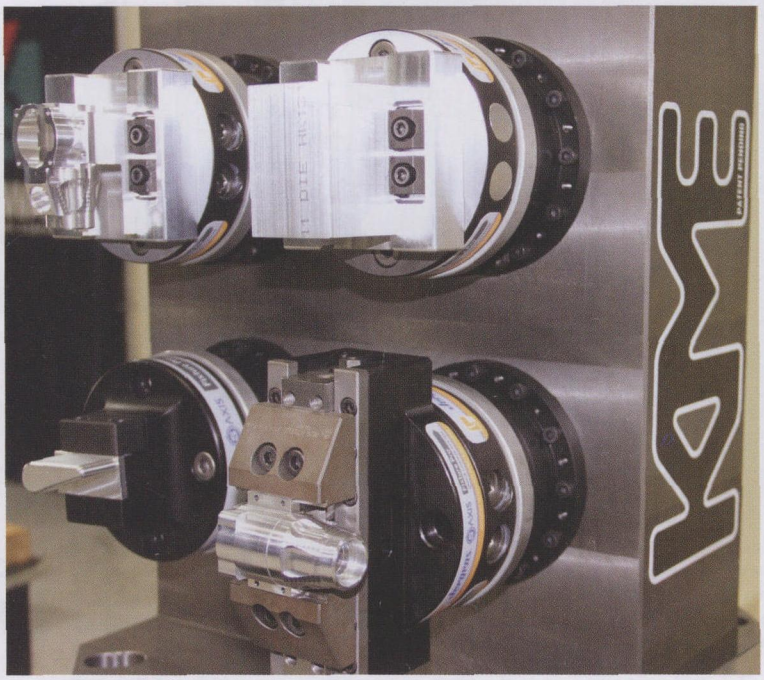

图 3 购置墓碑时可选配 Jergens 公司的五轴托盘更换器。这些托盘更换器和夹具盘有相同的功能，且采用牵引螺栓快速安装到夹具底部，而不是被多个固定螺钉锁定

KME 使用第五轴墓碑加工遥控直升机发动机的 3 个主要部件：曲轴箱、汽缸和汽缸盖，每种部件 4 个一组进行加工，而不是配套加工这些组件。这样一来，只有其中一部分程序被提取出来作业。每个旋转分度器有其自己的工件程序，因此不同的工件可以在夹具上同时装卡。

过去的两年，该公司还在不断改进其五轴墓碑式夹具的设计。卧式加工中心的热稳定性与精确旋转第四轴托盘和第五轴墓碑分度器的能力结合起来后，使该公司月产 300 台发动机的目标得以实现，而且再没有出现采用老方法时的高废品率。Mezzasalma 先生说，该设备正在申请专利，非常适合一般需要 3 次或更多次装卡的加工。宽度小于 7 in 的小零件是比较理想的，但在墓碑夹具里面也可以安装几乎任何规格的伺服电动机来夹持较大工件。目前，使用该设备可以在五个轴上定位，但该公司还计划提供全五轴加工轮廓的版本。MM

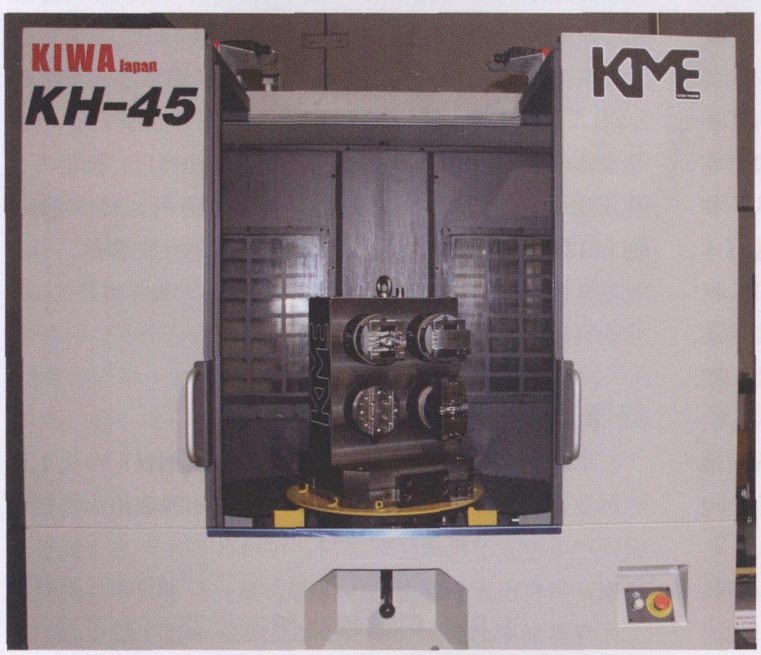

图 2 每个旋转分度器有自己的工件程序，因此不同的工件可以在夹具上同时装卡