

时刻准备起飞

——德马吉助力航空制造

Ready for Take off

德马吉 Hans-Peter Schossing

尽可放心起飞！飞机发动机采用最新铣加工工艺制成，达到了更高的安全标准。

Aerotech Peissenberg 公司是著名的重型飞机涡轮部件制造商，拥有超强的加工技术实力，在 Peissenberg 公司的生产设备中，同样采用了动态性能强大、性能稳定、加工精准的五轴铣加工技术设备。为了对高强度材料实现有效的加工（这也是生产任务中的重点）公司选用了 DMC 100 U duoBLOCK[®]，并取得良好的成效。

当一架重达数 10t 的飞机起飞升空，恐怕没有一个乘客不对涡轮发动机的强大功能由衷感叹，同时对那些制造出这些发动机的制造商们表

示由衷的敬佩。毕竟，多数这种发动机是由含有大量镍、钛成分的高温高强度的合金钢制成的，加工难度非常大。在参观 Aerotech Peissenberg GmbH & Co. KG 公司这家中型企业的时候，你会发现如此困难的加工制造竟然成功实现了，而这也只是该企业众多令人惊叹的地方之一。该公司现在拥有 360 名员工，位于 Peissenberg 上巴伐利亚（Bavarian）小城。

一进入该公司现代化的入门大厅，你就会看到主要为航空业加

工制造的各种各样的发动机子系统。Peissenberg 公司出品的这些重要部件，可以在目前军用及民用航空界的 20 多种不同的发动机设备上见到。该公司的一些客户的名称颇为惹眼：MTU 飞机发动机公司、Rolls Royce 公司、EADS 公司、Snecma 公司、Volve Aero 公司、Pratt & Whitney 公司、通用电气公司（General Electric）和 ITP 公司。此外，Aerotech Peissenberg 公司还加工制造高技术的卫星部件、特种飞机设备、高精度零件，以及柴油机和 F1 发

公司目前由 Drosten 集团的初级经理 Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Christoph Drosten 负责管理。如今,该企业已成为全世界著名的发动机制造公司部件供应商。

尽管产品种类繁多, Aerotech Peissenberg 公司的生产及服务范围仍可分为一些“子类”,如涡轮盘、旋转发动机和固定发动机齿密封装置、复杂锻造的壳体或精密铸件,以及轴类部件(由锻坯经初步加工而成)。至于工件的批量规模,其中不易于加工的高温合金约为 5~7 个同类部件,还有一些终端用户,每年都要接受多达 400 台发动机的核心子系统的供货。与此同时,就目前发展趋势而言,订单数目会继续增加,预期每种发动机的订单数目最多可达到 500 台。对此,公司与客户进行了长期规划,目前的长远规划期为 12~18 个月。

观察一下这些发动机部件,您就可以认定,铣车加工技术是机械加工技术中的一个重要组成部分。

多达五轴的铣加工技术的重要地位日益显著。在多数情况下,它是指大功率的 3D 铣加工工艺,或者对含镍钛合金为主的高温合金的所谓大负荷切削作业。同时,精铣加工也崭露头角,开始取代了 EDM。

总的说来, Aerotech Peissenberg 公司对铣加工设备的期望要求可以概括如下:

(1) 在加工生产效能方面,必须比得上用于系列部件生产的加工中心。

(2) 铣加工直径较小的工件时,则要具有强大的扭矩力、高性能的切削功能和极快的铣轴速度。

(3) 设备要带有第五轴,即所谓的 B 轴,作为旋

转铣轴,这样才能具备所需的灵活性。

(4) 在时间较长的工件加工作业中,在静力、动力和散热方面,机器的稳定性都要达到极高水平,确保加工精度。

(5) 必须带有必要的装置(如带有托盘和刀具更换器的 NC 工作台),以减少进一步的安装设置工序。还需要加上可靠的选配部件,对工艺过程加以监测。

Aerotech Deissenberg 公司自 1996 年创立以来, Manfred Zimmer 生产副总裁,还有 Wenzel Beer 切削技术经理就一直努力寻找这种“多功能的铣加工设备”。

例如,德马吉于 1997 年年中交货的 DMU 80 P,是最初的带有旋转铣头和 800mm 纵向行程的“移动立柱式铣床”。这种“入门级”的设备很快就暴露出操作运行不便的缺点,客户很快向供货方提出添加 B 轴的要求。当时,首台 DMU 80 P 的运行时间经测量为 5 万 h。在随后



由 Aerotech Peissenberg 公司加工制造的发动机部件

的7年中,又订购了9台最大纵向行程为1250mm的德马吉“移动立柱式铣床”,由于制造商又做了许多改进,在更大程度上满足了Aerotech Peissenberg工程师们的需求。于是,公司自1998年起,又投入了3050万欧元的生产资金,仅在2005~2006年间规划的投资就达900万欧元。

德马吉的机器设备一向可以进行种类繁多的需要五轴铣头定位的铣加工作业。首台机器安装后不久,它就可以对多种凹槽设计构形、任意位置的开孔,以及复杂的凹式几何构形进行铣加工,且加工一般是在发动机涡轮盘、篦齿密封件和由难加工材料(如X12CrNiCO或PH13-8Mo合金钢或钛合金材料)制成的各种壳

体进行。

此外,作为国防技术的重要的核心子系统(如Eurofighter军用飞机的机匣)就是完全采用上述特殊材料加工制成的。有时,钛合金材料的叶片总成旋翼的几何构形,完全要采用粗铣方式加工而成。另一方面,该设备还可采用3D铣加工周期,在各种粗加工的发动机盘的几何设计构形上,切削加工出精确的半径。

Aerotech Peissenberg公司的生产设备中的“旗舰”应当是DMC 100 U duoBLOCK[®]通用型加工中心,该设备于2004年秋安装投产。这一台功能灵活、结构紧凑的通用型加工中心,带有X/Y/Z=1000mm×1000mm×1000mm的加

工范围,且带有一根B轴,加工轴输出功率达28kW,利用了SK 50刀柄,在速度为8000r/min时,最大扭矩可达730N·m。

与“移动立柱式”的加工设备不同,duoBLOCK[®]的专利设计技术,使刚性提高30%,动态性能提升50%。精度提高20%,因此完全满足了Aerotech Peissenberg当前的生产要求。公司的生产规格要求,带有iTNC和生产套件设备的标准配备,最好带有联动B轴、测量传感器、激光测量工具、信号灯等供货选项。此外,还达成一项协议,在保密性要求允许的范围内,应当开发出具有可行性的特殊设计,如带有T形沟槽的托盘,以“星形”样式安置的、独立的冷却剂供应驱动马达。当采用油品作为三轴运行“不间断”加工中的冷却剂时,则要通过在加工室中设置阻火器和减压阀,并配以除烟装置,对加工过程予以保护。

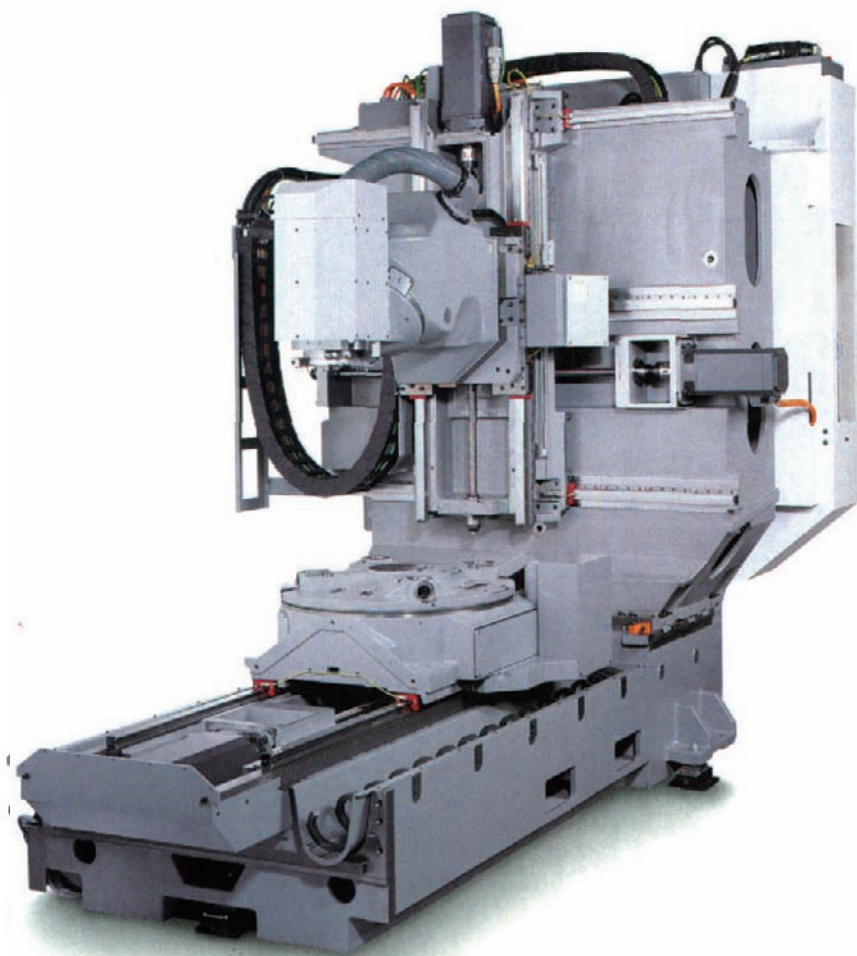
通过占公司投资总额60%的、对高硬度合金材料进行的现场切削加工测试,DMC 100 U duoBLOCK[®]满足相关要求的卓越性能得到切实验证。

一块待加工材料1.4435(V4A),规格为260mm×130mm×200mm,被安置在一台设备上(而不是像以前那样,被安置到3台同样的加工设备上),仅通过一次测试运行,就完成了依据以下数据的加工任务。

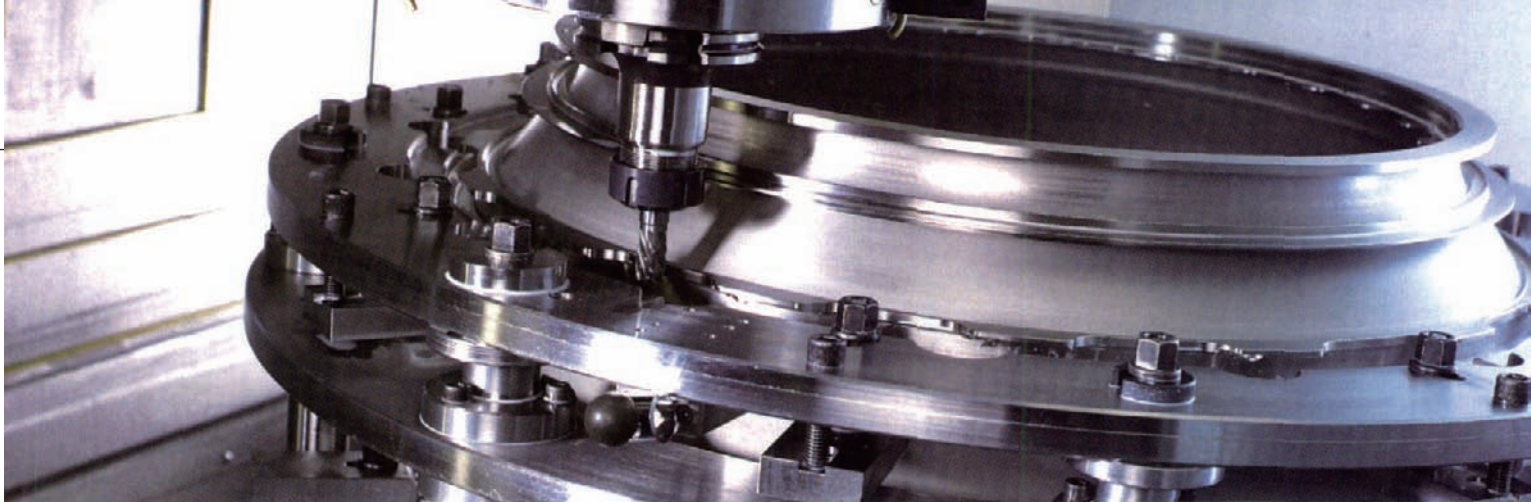
(1)整体钻头Walter B 3011 M-100 127钻头,直径 $D=95\text{mm}$,转速 $S=600\text{r/min}$,进给速度 $F=84\text{mm/min}$,切削屑量 $n=595\text{cm}^3$ 。

(2)Walter直角铣头,齿数 $Z=5$,转速 $S=1000\text{r/min}$,进给速度 $F=800\text{mm/min}$,径向切削深度 $a_e=50\text{mm}$,轴向切削深度 $a_p=13\text{mm}$,切削屑量 $=520\text{cm}^3$ 。

(3)Walter直角铣头,齿数 $Z=7$,转速 $S=1000\text{r/min}$,进给速度 $F=1000\text{mm/min}$,径向切削深度



铣加工中心的DMC 100 U duoBLOCK



$a_e=50\text{mm}$, 轴向切削深度 $a_p=10\text{mm}$, 切削屑量 = 500cm^3 。

公司对切削结果进行了评估,结果令人振奋,针对新型的 duoBLOCK® 的加工效果,得出了以下的观察检测结果。

(1) 对于 95mm 的钻加工任务,利用水平、垂直和旋转角度的铣头,达到了同样的加工效果。因此,5XtorqueMASTER™ 联动 B 轴铣头,能够极为理想地满足大负荷切削加工的相关需求。

(2) 无需夹紧工作台或 C 轴,也能完成大负荷的切削加工任务。

(3) 甚至当加工轴的运行负荷达到 130% 时,加工机器也未发生不良振动。

在当时,并不是只有 Aerotech Peissenberg 的工程人员对机器达

到的加工水准给予了认证, AECMA EASE、BLI 和 DQS 以及来自 Rolls Royce、Pratt & Whitney、MTU、Volvo 等客户的质量认证机构,都对加工质量给予了认可。同时, Aerotech Peissenberg 进一步的投资显然也说明了对机床供应商及其合作伙伴的预期极高。每当

有客户向 Aerotech Peissenberg 公司发出订单,所有部门——不管是并行工程部门、工程规划部门、NC 编程部门还是设备的设计和制造部门——都会立即全身心地投入工作。所有



参与部门都有一个明确的目标:推出最佳解决方案,尽最大可能满足客户要求,使产品符合预定的参数标准。Aerotech 模范项目,在未来会对 Peissenberg-德马吉的“合作轴心”产生深刻影响,只要双方准备在持续发展的航空设备市场继续开展合作经营。对此,可以做出如下的确切表述:一旦某一第三方的生产要求得以确定, Aerotech Peissenberg 公司就会联合德马吉的工程师,利用自身的工程服务和生产能力,以及专有技术,推出符合客户要求的德马吉设备。通过这种方式,合作双方打算继续协作,利用近 10 年来连续成功推出的精致机床和广泛多样的外围附件,在未来航空技术市场上彼此扶持,共同立足。一切迹象都指向最为关键的一点,为了准备和实施高技术生产,推出符合市场需求的产品,就要在不同工程技术之间建立直接的合作关系。 (责编 小颖)

