



# 创新的产品解决方案 重塑市场格局

Innovative Solution to Change Market Dynamic

DMG MORI

多年来,航空航天业变化巨大:高起的油价和更严格的低碳要求使飞机制造商必须投资制造更经济且更环保的飞机。这一要求对先进飞机部件的制造带来了全新挑战。另外,空运量的攀升,意味着需要制造更多的飞机,因此需要更短的创新周期。作为机床制造行业创新领先企业,DMG MORI 支持航空航天技术的发展,位于德克尔马豪弗朗顿的航空航天卓越技术中心,与航空航天业用户紧密合作,为用户提供前瞻的制造解决方案。

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.12.034

多年来,航空航天业变化巨大:高起的油价和更严格的低碳要求使飞机制造商必须投资制造更经济且更环保的飞机。这一要求对先进飞机部件的制造带来了全新挑战。另外,空运量的攀升,意味着需要制造更多的飞机,因此需要更短的创新周期。作为机床制造行业创新领先企业,DMG MORI 支持航空航天技术的发展,位于德克尔马豪弗朗顿的航

空航天卓越技术中心,与航空航天业用户紧密合作,为用户提供前瞻的制造解决方案。

DMG MORI 的航空航天卓越技术中心致力于应对航空航天技术中最高难应用的要求。公司多年生产高附加值部件,具有开发和生产创新性数控机床的丰富经验。DMG MORI 确立的目标是听取客户的每一项要求,并在公司广泛的产品线的

基础上开发最能满足这些要求的设备,使其在制造相应部件时具备充分的灵活性及可靠性。

## 发动机壳体和旋转件加工的最佳选择——DMU / DMC FD duoBLOCK®

航空航天制造解决方案的重点在于迎合该行业的重要发展趋势,最重要的是轻型材料制造技术。铝

制的复杂结构件是将整块铝坯铣削加工而得；不断增多的复合材料应用也意味着需要大量钛部件。对于这些要求，DMG MORI 的选配配置能满足大切削量及高精度要求。duoBLOCK<sup>®</sup> 机床具有以下优点：

(1) 一次装夹完成铣削和车削加工。

duoBLOCK<sup>®</sup> 可一次装夹完成铣削和车削加工，并具有最高加工可靠性和精度。

铣车复合加工技术正在成为航空发动机生产领域的主流技术。原因是：加工高度复杂部件时只需极少装夹次数就能完成全面加工，加工时间更短，精度更高，而且工艺稳定。DMG MORI 已成功完成许多总包项目的实施，显著减少了装夹次数和加工步骤，大幅缩短了生产时间，最高达 70%。

五轴铣削与卧式或立式车削相结合的完整加工是最佳切削加工方式。DMG MORI 旗下的德国德克尔马豪弗朗顿工厂是该高难度加工领域的开拓者和全球市场的领先企业。而且，德克尔马豪弗朗顿已拥有超过 15 年铣车复合加工的丰富经验。航空航天业制造商和供应商都能得益于他们的经验。

(2) 完整加工——更快速度和更高精度。

例如，任何单一加工技术几乎不可能完全满足高精度发动机零件的完整加工要求。20 世纪末之前，这些部件至少需要用两台机床两次装夹和校正进行加工。其缺点是辅助时间长，需要多次装夹或存在二次装夹误差。

只有德克尔马豪弗朗顿提供的基于 5 轴铣削及复杂车削（甚至磨削）优化设计的铣车复合加工技术才能一次装夹完成全面加工。效果十分显著：与单台机床顺序生产方式相比，缩短了加工环节，快速提升了生产力和工艺可靠性，还提高了精

度，并显著降低了成本。

(3) duoBLOCK<sup>®</sup> ——成功的基础。

大部分投入使用的 DMG MORI 铣车复合加工机床都是基于 duoBLOCK<sup>®</sup> 系列的高科技机床，X 轴行程在 600 ~ 1600 mm。这种机床结构的床身具有极高稳定性，实心后背立柱支撑 X 轴滑座和重量轻的铣头，这为加工中的最高动态性能奠定了基础。而且，duoBLOCK<sup>®</sup> 采用热对称结构设计，各轴尺寸完美匹配。

此外，高刚性的床身和一流的抗振性能可确保最佳表面质量和最长刀具使用寿命。3 点支撑技术、安装速度快、接近性能好，包括天车能毫无障碍地向工作台中心位置装件，这些都是该机的突出特点。它的突出特点还包括全部直线轴均标配主动冷却系统，能确保高（持续）精度。滚珠丝杠、Y 轴驱动（160 型为 X 轴、Y 轴和 Z 轴），B 轴和主轴也配主动冷却系统，最大限度减小对被加工件的温度影响。而且，第 4 代 duoBLOCK<sup>®</sup> 结构的进给驱动还进行了全面冷却。选配的 SGS 主轴传感器检测转子相对定子的轴向位移，因此第 4 代机能控制对该位移的补偿，而且温度波动导致的误差只有  $\pm 10\mu\text{m}$ ，且第 4 代机比第 3 代机的精度提高 30%。

为保证最高生产安全性，该机采用大坡度防护盖和防护罩，确保加工区内切屑最佳流动，落屑部位采用单体防护盖，快速和可靠地向机后排屑。

(4) 无磨损的转矩电机驱动铣车工作台。

DMG MORI 的所有铣车复合加工机床的车铣工作台都采用最先进的无磨损的直驱电机驱动，最高转速可达 1200 r/min，工作台锁紧的最大扭矩达 13500 N·m。另一个重要特性是工作台的运动特性布局，它牢固固定在床身上，因此不需要摆动。

(5) 成功满足各种应用所需的模块化系统。

在产品组成方面，duoBLOCK<sup>®</sup> 系列最突出的特点是它的高科技模块选配，尤其是 450 刀位的刀库系统及最短屑到屑换刀速度的换刀系统；而且，最新推出的轮式刀库，使该机可用角度铣头以及在加工的同时换下的刀具，送入刀库的外刀轮中；所配的主轴同样一流，所有铣车复合加工机床的标配中都包括可在水平与垂直位置间无级定位的 B 轴。选配的数控 A 轴也能用最大达  $-30^\circ$  的负角进行 5 轴加工。在主轴本身方面，用户可以基于被加工件选择主轴，从高速电主轴到强大扭矩的机械主轴。其中的亮点当之无愧的是 5X torqueMASTER<sup>®</sup> 机械主轴，其扭矩高达 1550N·m，它适用于重型铣削，还有两种转速高达 12000 r/min 的主轴，其扭矩达 288N·m 和 430N·m，非常适用于加工航空发动机的镍合金和钛合金部件。

(6) 托盘交换系统。

从铣车复合加工机床销售统计



第4代duoBLOCK<sup>®</sup>机床



LASERTEC 65 3D 机床



DMU 65 monoBLOCK® 机床

数据可以发现：大约 80% 的铣车复合加工机床都配托盘交换系统。原因很简单：需要铣车复合加工的复杂工件需要比较长的准备时间，因此对机床利用率影响很大。而托盘交换系统能显著提高生产力，还能在生产的同时装夹。总之，托盘交换系统带给铣车复合加工中心更快的速度和更高的安全性。

(7) 灵活的铣车复合加工系统选配丰富，从回转托盘库到托盘交换系统可选。

在自动化方面，铣车复合加工机床可配回转托盘库，最大达 10 盘位，因此总托盘数可达 12 个，因此，整个系统能进行无人值守生产。还有更灵活的多机加工系统，搁架式托盘库、装盘位、卸盘位以及中央刀库，带测量位和辅助工序的系统，这些系统不仅只显示在 CAD 显示器中，也表现在已成功完成的多个不同规模系统的实施上。

(8) 个性化软件确保最高效率。

长期的车削和铣削经验还体现在 DMG MORI 控制面板内的个性化加工循环软件方面，这些软件能最佳地发挥铣车复合加工技术的优势。

(9) 铣车工作台亮点。

所有该系列机床都采用转矩电机的 DirectDrive 直驱技术(高性能

和大扭矩、极小磨损、高精度)；高刚性工作台(轴向和径向滚柱轴承或双排轴向角接触滚珠轴承(YRT))；钻削和铣削加工的强大保持扭矩(获专利的工作台液压夹紧)；在机电平衡；带托盘交换系统的高精度装夹。

### 具有激光堆焊能力的 LASERTEC 65 3D

DMG MORI 推出的 LASERTEC 65 3D 是一台目前市场上独一无二的复合加工机床，它能在全功能五轴铣床上进行激光堆焊，并达到最终零件品质。该机独特之处是，它将激光堆焊技术与铣削技术集于一身，一次装夹完成加工，因此可以制造高度复杂的工件。例如，可加工成形许多具有底切的 3D 几何形。该复合加工技术让一台机床能执行基体材料的加工、喷涂和精加工，节省成本和缩短生产总时间，是非常经济的解决方案，开创了前所未有的全新制造方法。

### 配全新设计的回转摆动工作台的 5 轴铣床 DMU 65 monoBLOCK®

具有高动态性能的 DMU 65 monoBLOCK® 是第一台不仅拥有 monoBLOCK® 机床结构特有的超凡稳定性，而且还拥有高速回转摆动

工作台的机床，它是同类产品中占地最少的机床，只需 7.5m<sup>2</sup>。加工区域(735mm × 650mm × 560mm)合理，易接近，空间大；该机床提供了全部铣削技术，还拥有极高的扩展灵活性，从 3 轴应用到 5 轴应用，粗加工到精加工，一台机床适应各行业需求，极具价格竞争优势。

DMU 65 monoBLOCK® 具有以下亮点：加工范围大。回转摆动工作台允许的最大工件直径 840mm，高度 500mm，最大质量 1000kg，刚性工作台的 最大工件尺寸 1000mm × 840mm × 560mm，最大质量 3000kg；天车可从机床工作台中心的上方装件；接近性能和人机友好性。机床门 1310mm 的开度，允许在加工的同时从正面装刀，配自动化系统后也能从正面全区接近；占地少，安装面积仅 7.5m<sup>2</sup>。

### 结束语

目前，飞机的机身无一不采用超轻且高强度材料(如钛合金或复合材料)制造；为了减少排放，现在的发动机内温度更高，因此对镍合金的需求也不断增加。为实现这些材料的高效加工，DMG MORI 的航空航天卓越技术中心不断创新，开发和研制更高性能和具有前瞻性技术的机床。(责编 玲犀)