机床

航空航天工业的完整解决方案

德国巨浪是一家专注于数控立式加工中心制造和研究的机床生产厂家。自 1958 年开始数控立式加工中心的研制以来，始终秉承“Seconds ahead（瞬间超越）”的理念，陆续推出了众多卓越的机床设备。巨浪公司的用户遍布世界各地，广泛分布于汽车零部件制造、仪器仪表、航空航天、医疗手术器械、钟表和珠宝等行业。

文 | Chiron 公司

巨浪公司在航空航天领域深耕多年，有着成熟的加工方案，作为数控立式加工中心的领袖企业之一，巨浪乐于分享成功的解决方案，助力中国航空航天工业的发展。

MILL 系列五轴加工机床

巨浪 MILL 系列五轴加工机床（图 1），特别适合加工航空航天行业五轴类工件。 通过摇篮式 *A*/*C* 轴的摆动结构，或桥板式 *A*/*B* 轴结构，这些复杂结构件上的加工部位，可以实现一次装卡完成五面甚至六面的加工，极大地提高了加工精度和效率。五轴类零件加工深刻代表了巨浪的核心优势，越是难加工的五轴类复杂零件，越能体现巨浪为客户创造的价值。

图 1 MILL 系列五轴加工机床

MILL 系列同时非常适合发动机以及飞机液压控制部分的泵体阀体类工件加工（图 2）。特别是巨浪的摇篮式 *A*/*C* 轴转台，以及 *B*/*C* 轴内嵌转台。*C* 轴可以实现 1000 r/min 的高转速，实现对工件外形轮廓和内孔的精车加工。车削加工不但提高了加工效率，同时又降低了镗削加工的成本，并且实现了铣车复合加工，由此深受客户青睐。同时，阀体内部的深孔加工以及交道孔加工，更加突显了 MILL 系列的优势，该系列机床可以做到 30 倍径以上的深孔加工，孔径可以细小到 0.2 mm。

MP 系列加工中心

美国波音公司和空客公司都非常青睐巨浪公司的 FZ15MP 型加工设备（图 3）。MP（Multi Profile）系列加工中心既可用于加工以型材为毛坯的小型零件，也可用于加工长达 10 m 或更长的型材零件，但机床本身并不大，规格最大的横向宽度也不超过 2 m。整个加工单元

由机床和一侧或双侧送料器（储料器）组成，送料器的长短取决于型材的长度。

该机床的独特之处在于没有传统的工作台，取而代之的是两个对置的位于机床内部的数控旋转轴，由于是围绕 X 轴旋转，可称之为数控 A 轴。这两个旋转轴同步旋转，但分工不同：左侧的转轴一方面带动零件旋转，以便对零件的四周均可进行加工，另一方面还可带动零件在 X 方向左右移动；右侧转轴不做直线运动，但跟随左侧转轴做同步转动，其主要作用是支撑加工件，保证加工过程中零件的刚性。

无论零件最终有多长，通过左侧转轴的往复施动，都能以分段加工的方式完成全部加工内容。而对于较短的零件，在完成加工任务后，可使用切断刀具将零件从毛坯上切断分离，并传送到机床外部。对于这类小型零件的批量加工，由于具备储料器和自动送料功能，在全部毛坯用完之前，根本无需操作人员的介入，整个加工过程的自动化程度很高。

发动机叶片的加工

航空发动机越来越受到重视，提高性能、降低排放成为衡量发动机的重要指标。巨浪 MILL2000 非常适于加工压气机叶片（图 4），钛合金的叶片边缘厚度仅为 0.2 mm，对于机床的技术要求非常严苛。巨浪凭借机床的高刚性和动态性能，选用直径为 30 mm 的球头铣刀配合阻尼刀杆，高效完成长 700 mm、宽 240 mm 的钛合金叶片的加工，极大地提高了加工效率。

航空发动机压气机里面的小尺寸叶片，可以采用 DZ15/18KS 机床实现双工位双主轴加工，成倍提升加工效率。DZ15/18KS 机床只需 20 min 即可加工长度为 30 mm 的高温合金叶片。

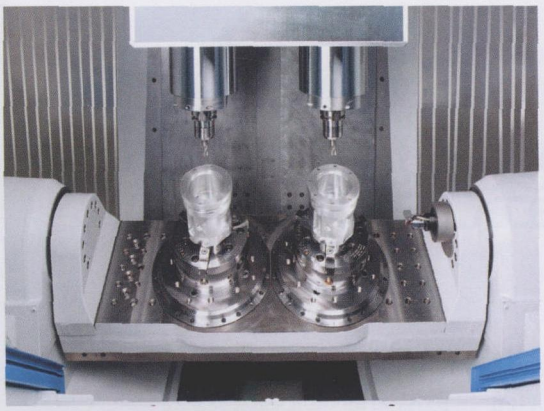

图 2 MILL 系列同时非常适合发动机以及飞机液压控制部分的泵体阀体类工件加工

图 3 FZ15MP 型加工设备

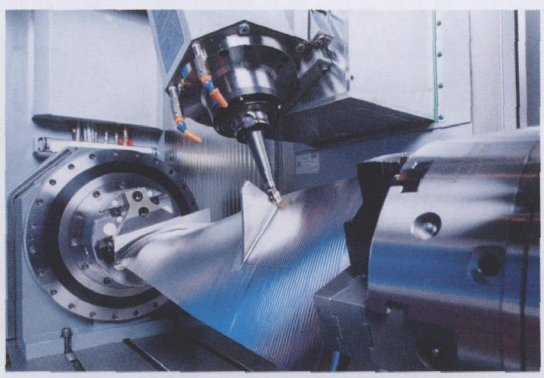

图 4 MILL2000 非常适于加工压气机叶片

图 5 飞机翼肋

翼肋及细长类结构件的加工

巨浪加工飞机翼肋是另一个亮点，MILL2000 配合方箱夹具，可以固定装卡 4 个翼肋，实现左右翼肋的成对装卡，同步施行翼肋正反两道工序 OP10 和 OP20 的加工（图 5）。对于 OP20 所需的真空吸附夹具，方箱内部可以提供联接管线，极大地简化了加工内部空间，方箱可以实现 360° 回转，便于排屑。相对于传统的龙门机床，MILL2000 不但减小了占地空间，由于避免了刀具路径的干涉，翼肋侧面也可以经一次装卡加工完成。

除此之外，MILL 系列同样适用于飞机上的细长类零件，X 轴行程最大可达 8 m，飞机机翼的很多长梁也都可依靠 MILL 系列加工完成，通过整体加工法生产。这不仅提升了加工效率，而且提升了工件质量。

复合材料的加工解决方案

现如今，复合材料在飞机制造中得到越来越多的应用，MILL 系列同样擅长复材的加工。针对复合材料的切削粉尘，巨浪机床的密闭加工舱段，可以彻底将粉尘及时排空，降低对人体的损害。机床主轴具有特殊的防油漏密封，避免工件遇油失效。从波音空客的飞机制动刹车盘到虎式直升机的旋翼，巨浪机床都功不可没。

巨浪公司在中国采取以服务带动销售的营销策略，通过咨询式的销售方式帮助客户成功。巨浪不只是销售机床，而是提供整套解决方案，凭借专业的技术水平和卓越的售后服务，通过紧密的合作，巨浪已经真正成为客户的合作伙伴，并始终致力于实现双赢。MM