



TwinCAT NC I 在飞机制造业用大面铣床中的应用

采用用户友好的精密数控技术 为空客 A320 提供优质金属部件

飞机制造对零部件质量和制造精度有着极高的要求。但飞机钣金零件的体积往往都非常大，导致加工和搬运的难度也倍增。Harmuth CNC-Frästechnik 与 CNC 专家 Penta-Tec 及铣削专家 A&T（一家向空中客车制造子公司 Premium Aerotec 提供结构件的公司）密切合作，以基于倍福的 PC 控制技术打造了一批大面铣床，以成功应对这些挑战。



Penta-Tec CNC Automation 公司总部位于奥地利格勒迪希，于 20 世纪 90 年代开始开发数控机床成套解决方案。Penta-Tec CNC Automation 公司总经理 Dieter König 说道：“我们的重点不再放在传统数控机床上，而是更多地关注诸如建筑模型制作、针对小型车间的木材加工解决方案以及工艺美术等应用。总体来说，我们的用户群一般都不太懂数控技术，对这种控制系统有不同的期望。他们需要机床使用起来方便，并且能够在机床工作的时候随时进行干预，同时，除了具有主要的 NC 处理功能之外，机床最好还能有许多附加功能。”

Penta-Tec 从一开始就选择了在设备控制中的使用越来越普遍的 PC 技术打造机床，接着开发了一个包含图形编辑器、2½D CAM 系统、刀具及材料管理以及机床操作功能的图形化用户界面。据 Dieter König 称，这为随后在 2011 年采用基于 PC 的控制技术奠定了基础：“倍福独特的控制解决方案已经越来越受到机械工程和数控机床制造商的青睐，并经过不断完善，可以满足各种客户群的个性化需求。与此同时，数控软件以及数控系统使用的人机界面正成为我们的核心业务领域。因此，我们停止生产自己的机床，转而使用倍福的控制技术，让我们能够集中精力为设备制造行业的客户提供数控系统解决方案。”



A&T 公司专为诸如空客 A320 系列飞机制造大型钣金件

基于 PC 的控制技术为机床制造商提供更大的灵活性

总部位于德国诺登哈姆的 Harmuth CNC-Frästechnik 是一家制造三维铣床和特殊系统的公司。公司总经理 Andreas Harmuth 是一名有丰富经验飞机维修工程师，他在解释公司的一些典型需求时说道：“尺寸和刚度对于大面铣床来说尤为关键。机床类型包括能够高速高动态运行的轻型系统、配备用于高精度端面铣削的大型切削头的重型系统，以及介于两者之间的其它所有类型。由于我们采用了倍福的控制技术，我们建造出来的机床具有极高的灵活性，让我们能够根据我们的具体需求轻松调整计算能力或轴数量。同时，基于 PC 的控制让我们能够实现远程维护。可靠性也很重要，无论是基于 PC 的控制技术还是 Penta Tec 公司的软件，因为这有助于我们将服务成本维持在最低限度。”

Harmuth 铣削系统在空客 A320 系列飞机的大型钣金件制造等应用中具有很大优势。这些零部件由位于诺登哈姆的 A&T Manufacturing 公司提供，总经理 Marc Boehinger 解释道：“空中客车，或者更确切

地说，Premium Aerotec，负责加工制造大型钣金零件的空中客车子公司，是我们最大的客户。除了供应所有材料（铝板）之外，我们还为他们提供大型复杂结构件的成型加工服务。A&T 与众不同之处在于，我们完全专注于满足客户需求，并在尽可能短的时间内提出最优的生产和物流解决方案。”

标准控制技术的强大性能及通用性

Penta-Tec 公司技术总监 Roman Felber 在强调 A&T 所使用的生产技术的广度时说道：“A&T 面临的一大挑战是需要不断实施新的机床功能。例如，生产过程优化可能需要一个工作头主轴或第二个主轴。反之它又依赖于支持各种型号的、具有高度灵活性的标准控制技术。A&T 公司和 Harmuth CNC Frästechnik 公司密切合作，优化机床（需要时可能不止一次），以最大限度地发挥其生产潜力。倍福基于 PC 的控制技术可以满足我们的所有要求，特别是我们可以在需要时在 TwinCAT 中改变轴的耦合方式。”



A&T 公司使用了 Harmuth CNC Frästechnik 提供的七台不同的面铣床，每一台铣床都是根据其特定任务量身定制而成

早在 2010 年，Penta-Tec 就发现，其专有控制系统已经无法满足不断增长的功能需求。Dieter König 说道：“我们在处理实际的 CNC 加工任务的同时还需要处理额外的自动化任务，而且我们的系统往往还必须容纳来自不同供应商的专用传感器或执行器。与此同时，系统可提供的驱动性能以及轴量数方面的灵活性也都受到了很大限制。很显然，我们需要一个全新的、灵活的、能够满足我们性能要求的控制系统。我们对市场上的各类控制器进行了分析和比较，很快倍福基于 PC 的控制技术脱颖而出，成为我们理想的解决方案。”

König 认为，首先这是因为倍福的驱动产品，如 EL7047 步进电机端子模块、AX5000 伺服驱动器和 AM8000 伺服电机可以满足各种要求，从简单的辅助步进轴和伺服轴到合并线性和液压轴的能力。其次，在 I/O 方面，倍福可以提供各种 EtherCAT 端子模块，这些模块都是基于获得全球认可的 EtherCAT 标准，可以为几乎所有类型的应用提供解决方案，特别是考虑到第三方供应商提供的特殊硬件的宽泛性。第三，Windows 被用作底层操作系统是对倍福有利的另一个关键因素，

因为这样就能够让 Penta 的 NC CAD/CAM/CNC 用户界面与 TwinCAT 在同一个目标系统上运行，这是一个理想的设定。第四，倍福拥有丰富的工业 PC 产品线，如 CX2040 和 CX5120 嵌入式控制器，它们分别适合于实现机床控制和集中真空控制。

灵活的 TwinCAT NC I 控制平台

Roman Felber 也强调了这两个软件系统的简单互操作性：“在 Penta NC 人机界面和 TwinCAT NC I 控制平台之间进行 ADS 通信时只需要很少的开销。同时，经济实惠的 TwinCAT NC I 控制平台也适用于各种 CNC 应用。例如，它能够整合辅助切向轴或龙门轴，支持经济型解决方案，即使对于复杂的 CNC 任务也是如此。” Felber 认为，TwinCAT NC I 的另一个优点是具备极大的灵活性。轴参数可以通过 PLC 直接修改，即可以将基于视觉检查的校正值实时反馈给轴位置控制器。丝杠误差校正、X/Y 轴交叉补偿以及机床床身调平也可以用同样的方式轻松实现。此外，可以根据刀具的不同启用或禁用切向跟踪，例如，将通常作为自由运行、速度控制的异步电机运行的铣削主轴切换到伺服操

作，并将其用作刀片切割操作的切向轴。此外，主/从耦合特性以及灵活配置单个轴以形成插值组的能力也是个很大的优势，复杂系统因此可以同时或单独使用多个 Z 轴来执行其它任务。

分割插值组并以其它形式重新组合这些插值组的能力也是非常有益的。例如，在发生故障时，可以从正在切割的材料中手动抽出沿切线方向进行斜切的锯条。为此要拆分 NC 插值组。然后根据 C 轴的斜接角和旋转角计算 X 轴和 Y 轴的各个耦合系数，并耦合到 Z 轴上。如果 Z 轴随后通过手轮移动，则所有三个轴都以这样的方式移动，即沿着确切的切割方向从材料中抽出锯片。

全方位推进航空钣金件的精益、节能生产

A&T 使用 Harmuth CNC Frästechnik 的大面铣床制造飞机机身面板，以及使用航空钣金件加工空客 A320 系列飞机的结构件。对于 Roman Felber 来说，这种尺寸的机床所面临的一大挑战就是如何保持精度：“由于加工表面的尺寸达到 16×4 米，对于机床制造商来说，想要实现十分之一毫米范围内的精度几乎是不可能（至少在经济上）的。而我们只需使用软件就可以提高精度。一旦在现场安装好一台机床，就会通过激光跟踪系统使用 Penta NC 中提供的一套自动化程度很高的功能对其进行测量。此时会将所有机床相关的公差和工件相关的参数考虑进去。在这种尺寸的机床上，常常需要同时夹紧多个工件，这也意味着要根据位置和形状的单个公差进行调整。通过采取这些不同的步骤，我们可以将绝对定位精度保持在 +/-0.01 毫米以内。”

真空夹紧是一种可以简单且极为灵活地将钣金件固定在铣削系统中的方法，但视机床具体的尺寸，它很可能需要 15 到 20 kW 或更大的吸附功率。但根据具体需要提高或降低吸附功率可以显著节约能源。Andreas Harmuth 补充道：“对于尺寸较小的工件或尚未加工的材料，吸附量和泵功率都不需要这么高。然而，在加工大量较小的工件，并且在铣削过程中空气泄漏率增加时，必须加大功率。”为了最大限度地节省功率，夹紧区域被分成 32 个部分，这样就可以专为匹配指定的待加工金属零件调节压力。此外，根据材料参数和表面积计算安全固定指定零件所需的吸附量。EM3701 压力测量端子模块记录当前吸附水平，并将其作为控制值传输给 PLC，一旦加工过程完成，吸附功率会自动回落到预先设定的待机水平上，以防止工件滑落。正如 Marc Bochsinger 所解释的，这是一个显著的优势：“与简单地打开和关闭真空控制系统相比，每年可以节省 50% 到 60% 左右的功率。”



一台运行有 TwinCAT NC I 的 CX2040 嵌入式控制器用来控制大面铣床



AX5000 伺服驱动器和 AX5805 TwinSAFE 驱动器选件卡确保运动顺序不仅快速而且安全



专家团队（从左至右）：Harmuth CNC-Frästechnik 公司总经理 Andreas Harmuth，A&T 公司总经理 Marc Boehinger，Penta-Tec 公司技术总监 Roman Felber 与总经理 Dieter König，德国倍福奥地利分公司销售工程师 George Hampel，以及德国倍福自动化有限公司 TwinCAT Motion Control 和 Robotics 软件产品经理 Klaus Bernzen

除此之外，四台机床的真空控制器已经整合到一台 CX5120 嵌入式控制器上。“每台机床的实际吸附压力数据仍由 EM3701 在本地进行处理，然后与计算得出的额定值一起通过 ADS 传输给 CX5120。如果一个真空泵系统发生故障，可立即提高另一个真空泵的吸附功率以进行补偿。这种冗余概念从根本上消除了真空夹紧系统故障对工件造成成本高昂的损坏的风险。EM3701 还用于根据工艺控制吸附功率，这样可以帮助检测吸附头或吸附管系统的问题。此功能意味着系统提供的数据对于预防性维护非常重要，因此有助于保护机床的可用性。”



AM8000 伺服电机与单电缆技术（OCT）易于安装且占用空间少

更多信息：

www.penta-tec.com

www.harmuth-cnc.de

www.a-t-manufacturing.de

www.beckhoff.at