

自动化

自适应加工使机器人的效率更高

用于加工和抛光涡轮叶片的系统，体现了检验、刀具轨迹计算和自适应加工软件共同作用的价值。

文 | Mark Albert



图 1 Flexmill S 系列平台的配置旨在自动加工处理喷气发动机的涡轮叶片。为实施金属切削，架空式 ABB 640 型机器人对着磨料刷轮或铣刀移动叶片

最近的巴黎航空展不仅展示了最新的机型，同时也展示了最新的飞机制造过程范例。尽管与最新的商业客机相比，飞机制造过程也许显得不那么光鲜，但最新的制造技术展品仍然吸引了成千上万的航空工程师和制造业高管们于 6 月 15~21 日，参观位于巴黎市区北部郊区的布尔歇机场。

在众多的展品中，有一个专门用于加工和抛光喷气发动机涡轮叶片的自动化系统。这个系统包括一个 Flexmill S 系列平台，其中有一台架空式 ABB 机器人操纵涡轮叶片完成一个连续的加工和抛光过程，完全实现了自动化。

机器人的灵活性是系统的重要能力。该系统确切地展示了机器人如何使一个笨拙的多轴数控加工中心重新振作起来。然而，机器人的卓越协调性以及其用于测量和金属切削的机载系统掩盖了使系统发挥卓越功能的软件协调作用。

这个协调作用代表了自适应加工的一个突出例子，在加工过程中导入检验，并用于针对每个零件的工序过程，以便每次都获得理想的结果。在这种情况下，所有的步骤都由 CAM 软件开发商 Delcam 的软件程序负责实施。这些程序

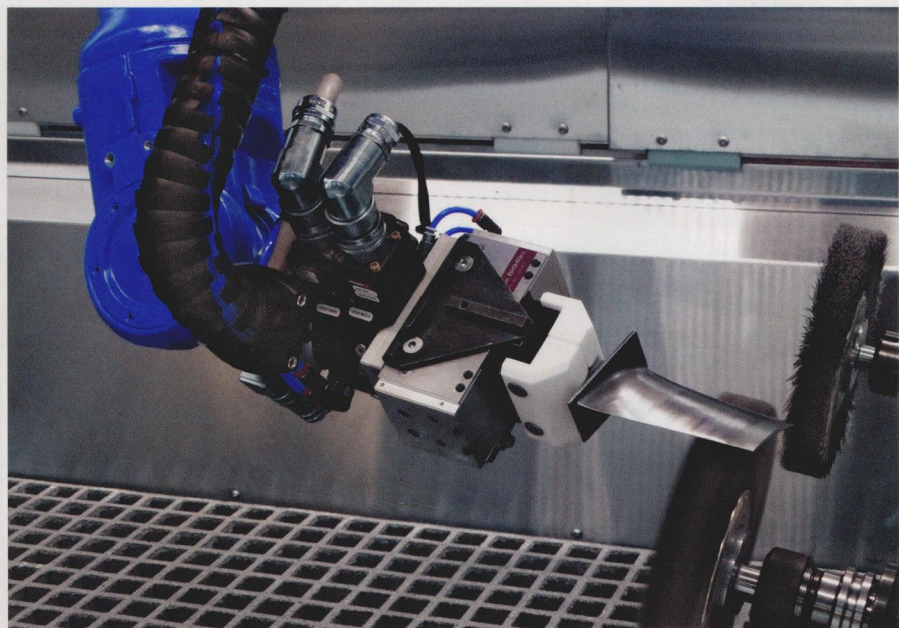


图 2 经过编程的机器人对着磨料刷轮或铣刀，清扫短弧中的叶片曲面。用于抛光的刀具轨迹由 Delcam 的 PowerMill 机器人接口生成

无缝地协同工作，进行相关的设计、加工和检验。它们所体现的概念和功能适用于作为独立产品的其他加工和检验情况。叶片加工系统仅仅提供了一个用于检查这种交互作用的背景。

硬件平台

Flexmill 作为芬兰 JOT 自动化技术公司的一个分支，是为制造企业（尤其是电子产品行业）提供模块化机器人解决方案的供应商。公司的 S 系列平台专门设计用于机器人铣削、磨削、擦光（表面光滑）以及抛光处理。根据应用场合的不同，各主要机器人开发公司生产的各种铰接型（摇臂）机器人可以在机床内部，将某个零件搬运到加工工位，或者动力刀具带到由工件夹具所夹紧的静止部分。

航展上展出的叶片加工系统配备有安装在机床结构上置式机架的 ABB 六轴机器人。此配置可为各种加工站释放下部的空间。在这种情况下，两个研磨刷轮（在分开、并排的主轴中旋转）位于作业区的右侧。在左边是一个墙上托架，它起到支撑接触触发器探头的作用，同时还可支撑铣刀的高速空气主轴。加工

处理叶片所需的所有可编程轴均是机器人的组成部分。

这些站之间的空间给机器人足够的空间来操纵用于支撑涡轮叶片的臂端夹具。在这个演示中使用的叶片大致尺寸是一个蛋糕刀的大小：长度约 6~7 in（1 in=25.4 mm），宽度约 3~5 in。该系统还可以处理较大或较小的叶片。

工件梭动搬运装置负责进出作业区下面的外壳，运输托盘。每个托盘都有分开的口袋，用于收纳已完工和未完工的叶片。机床底座地面中的卷叠式盖子在机床中梭动搬运装置的上部开闭，这样机器人就可以交换已完工和未完工的叶片。当某个托盘往返移动在外壳之外的站，则可手动装载/卸载叶片（尽管此步骤也可实现自动化）。

补丁程序

Delcam 提供了自适应加工技术，以及用于加工自动化的所有底层软件，Delcam 在此应用中配置了三个主要的软件成分。PowerMill Robot 进行机器人的编程。从基本上讲，这个软件生成了使用传统 PowerMill 能力的刀具轨迹，提供了针对机器人的一系列额外功能，

以确保机器人运动的精准性。

与具有对其可用线性轴和旋转轴运动的高度的可预见性不同，机器人对其关节的运动方式，有很多可选方案，以创建预期的运动。但是，并非所有这些可选方案都同样具有可行性。某些关节位置的组合可产生“异常”，其中关节的对准会限制可操作性，或导致不稳定的运动。这种情况就好比以非自然的方式，把胳膊拧到一个人的肩胛骨之间。

出于这个原因，PowerMill 的机器人接口包括：能够显示编程器的方向选择对机器人影响的仿真模拟，以便检测和纠正异常状况。当机器人程序在仿真模拟中得到证明之后，即可进行后置处理，以满足单元中特定型号机器人的各种需求。针对此应用的机器人编程包括：检索叶片，跟踪将叶片曲面和砂轮接触的模式，移动叶片顶部，并将其横架在铣刀上进行修整，并将加工完成的叶片返回到梭动装置。

协同配合机械加工作业的探测例程由 Delcam 公司的综合检测软件 PowerInspect 负责处理。该软件编制了检查顺序，使机器人能够在系统确定叶片上现有库存材料所需的点位，接触到相对于探头的叶片。这一步骤还检查叶片的位置和方向。可自动调整加工路径，以补偿任何已被发现的未对准。

适应某个自适应过程

第三个软件成分是 Delcam 能够带来的自动化，它可以连接探查例程和加工例程，以创建一个真正的自适应加工过程。从本质上讲，自适应加工采用了过程中检验的方式，以确定拟加工零件的形状，然后使刀具轨迹适应于加工具有高精度的零件。这个周期可以重复，直到计算机辅助设计文件中的标称零件形状与已完成加工的零件形状之间达到完整符合的程度。

不同于 PowerMill 和 PowerInspect 软件，Delcam 自动化是一种基于云计算的过程控制软件，由 Delcam 专业服务提

供, 该团队由可为某一应用创建定制工作流的制造软件专家构成。例如: 在此应用中, 过程中检验数据得以收集并被用于重塑一个标称的 CAD 模型, 以便使其代表已完成加工的零件。这种新模式继而被用于自动为再加工生成一套独特的刀具轨迹。一旦为应用确立了这个工作流, 自适应加工反馈回路便可通过一台连接到机床控制, 并链接到一个基于云的加工位置(或在机械工厂的网络或在互联网上)进行协调。Delcam 自动化系统管理全自动单元的所有过程控制, 复杂的计算任务, 并为单元提供保证生产流畅所需的各种控制指令。

一般情况下, 在单元上被加工处理的叶片可生成跨越磨铣站的一两个道次。砂轮可在每面持续 30 s 的一个抛光周期中去除大约 20 μm 。使用 8000 r/min 的硬质合金侧向切削铣刀对齿缘进行铣削

时, 大约可从顶部去除 0.25 mm。

自适应加工的情形

据 Delcam 公司专门负责机器人解决方案的行业营销经理查尔斯·琼斯称, 具有自适应加工的机器人系统最具优势, 可以消除混合问题, 避免手工整修操作, 并最大限度地减少切割时间。在这种情况下, 生成准确塑造的光滑表面, 提供了一种有效、经济的方式。自适应加工也充分利用了机器人的灵活性。例如: 兼容的臂端工具可以处理各种尺寸的叶片, 其原因在于探测提供了正确的零件位置和方向。无需定制工件夹具。

同样, 转换只不过是找出正确的零件号, 调用相应的 CAD 数据及其相关刀具轨迹的一个简单的过程。重新生成拟加工区域的刀具轨迹可补偿摇杆机器人刚度的固有限制。最后, 自适应加工可确保已



图3 机器人将成品叶片返回地板下的零件棧动托盘。在同一个托盘中承载下一个待加工的叶片

完工零件符合表面光洁度和尺寸公差规范。在这个系统中, 在合格零件被生产出来之前, 机器人不会停止工作。MM

我们为全球2000多家客户提供钨钢陶瓷应用解决方案

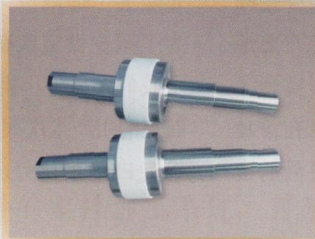
主要产品: 成型轧辊、结构陶瓷、钨钢模具、钨钢零件、钨钢坯料

夏阳与全球知名钨钢企业美国肯纳Kennametal、欧洲森拉天时Ceratizit、日本桑阿洛伊sanalloy、中国台湾春保CBcarbide保持良好合作关系, 使夏阳成为优秀的钨钢材料供应商, 完全满足客户个性化、多样化、专业化要求。

夏阳正为全球2000家以上客户提供产品和服务。今天夏阳正致力于成为“钨钢陶瓷零部件优秀供应商”、“全套钨钢陶瓷解决方案提供商”、“钨钢陶瓷应用专家”。



汽车散热器焊接辊



光伏轧辊



热流道喷嘴



钨钢拉伸模具



钨钢零部件



陶瓷部品

XYC 夏阳®
钨钢陶瓷应用专家
Tungsten Steel Ceramics Applications Specialist

东莞市夏阳精密钨钢有限公司

地址: 广东省东莞市常平镇东部工业园白花沥管理区

电话: +86-769-83939973

服务热线: 400-6220-800

传真: +86-769-83939972

网址: www.xycarbide.com 邮箱: yang88@xycarbide.com



▲反馈服务编码M5270