

[5 轴加工]

铝合金和钛合金的高速切削加工



MTU Friedrichshafen 有限公司引进德马吉的 HSC 精密加工中心，进一步提升了铝合金及钛合金涡轮增压器压缩机转轮的 5 轴加工速度。

文 / DMG 中国公司

作为全球领先的高性能柴油发动机、成套传动系统和分散式能源生产设备供应商，MTU 的产品不但品种繁多，而且技术先进，因此被广泛地应用于船舶、陆地车辆和轨道交通以及工业应用领域。

作为 Tognum 集团最大的子公司，相对市场常见的标准系统，MTU 在涡轮增压器领域内的权威性越来越受到重视。进入新世纪，企业进行大规模的重组，并对经营战略做出重大调整。为了实现铝合金以及钛合金高精度涡轮增压器压缩机转轮的三班次量

产，这座位于博登湖畔的企业决定投资引进德马吉的 5 轴高速铣削加工中心。目前，已经有两台 DMC 75 V linear 在德国弗里德里希港 (Friedrichshafen) 正式投入使用。第三台采用新德马吉设计 (New DMG Design) 理念并配备有德马吉 ERGOline® 和西门子 Sinumerik 840D solutionline 的升级版 HSC 75 linear 机器也已到位 (图 1)。

度身打造涡轮增压器

新世纪伊始，高性能的涡轮增压器越来越成为 MTU



图 2 钛合金压缩机转轮的 5 轴同步加工对德马吉的 HSC 机床稳定性提出了最高要求

Friedrichshafen 有限公司的核心技术。MTU 公司在弗里德里希港的系列生产厂主管 Klaus Jäger 这样描述道：“一方面，对尾气排放的规定要求越来越严；另一方面，客户对性能的要求也在不断提高，市场上的标准产品已不能满足我们的要求。我们必须为自己出产的发动机度身打造匹配的涡轮增压器。除了对排量以及动态性能的要求不断增加外，可靠性和使用寿命也一直是我们关注的重要特性。”

必须为 MTU 出产的发动机专门设计配套的涡轮增压器，这既是一次挑战，但同时也是一次难得的机遇。如果成功，就能在不断增长的高性能发动机领域取得决定性的优势，并从竞争对手中脱颖而出。当然，要实现这一目标，前提条件是必须有针对性地巩固并强化目前具备的、在涡轮增压



图 1 目前，已有两台 5 轴 HSC 铣削加工中心 DMC 75 V linear 在 MTU 有限公司投入使用。第三台采用新德马吉设计理念的升级版 HSC 75 linear 将续写德马吉的传奇。在控制方面，为了和 Sinumerik 840D powerline 配套，MTU 公司在引进的第三台 HSC 75 linear 上配备了 Sinumerik 840D solutionline

器研发尤其是制造领域的权威性和能力。

具体的项目规划始于2003年。在研发部门的有力支持下，从2005年起，高性能涡轮增压器的生产和装配部门经历了彻底的重组和改造。最终（项目的计划结束时间为2012年），整个制造技术将完全变样。

一流的合金加工技术

以发生了显著变化的压缩机转轮生产部门为例。在MTU Friedrichshafen公司负责涡轮增压器生产规划的项目经理Willi Kempter介绍最初情况时说：“我们并非从零开始，而是已经拥有自己的涡轮增压器生产。不过，当时配备的还全都是特种机械。我们都很清楚，这样的生产结构不能满足新的要求。我们首先必须实现设备的标准化。这样一来，一方面，我们能够灵活应对压缩机转轮多样化的尺寸；另一方面，在确保高性能的同时，又可有效地控制成本。”

由于压缩机转轮的外形尺寸非常复杂多样，因此，在购置机床时，5轴同步加工技术也就顺理成章地成了必然。设备规划主管Jürgen Kohn还记得当时的情况，他补充道：“但另一个难题又摆在了我们面前——虽然大部分零部件都是采用锻造铝合金制成的，然而，为保证承受高负荷的高要求发动机的使用寿命，钛合金正被越来越多地应用到压缩机转轮上。为此，我们当时需要这样一台机床：它既能实现铝合金的高速加工，同时又必须足够稳定，以便能切削加工硬度明显高得多的钛合金。”

虽然两者之间存在矛盾，但



图3 MTU约80%的高性能涡轮增压器使用的是锻造铝合金制成的压缩机转轮（左图）；剩下的20%则使用钛合金制成的压缩机转轮（右图）。由于加工时间比较长，因此钛合金加工占据了HSC全部加工产能的60%

位于弗里德里希港的MTU还是幸运地找到了合适的解决方案。作为涡轮增压器生产技师，Karlheinz Riegg对当时引进德马吉的5轴HSC铣削加工中心这一决定的正确性从未怀疑过。他评价道：“由于对精度以及表面加工质量有着极高的要求，因此，作为速度、动态性能以及稳定性的完美组合，我们决定选择DMC 75 V linear（图2）。另外，和其他供应商的产品相比，德马吉的设备占地面积较小。更重要的是，和过去使用的特种设备相比，DMC 75V linear的性价比更优越。”

MTU约80%的高性能涡轮增压器使用的是锻造铝合金制成的压缩机转轮；其余20%则使用钛合金制成的压缩机转轮。由于加工时间长，因此钛合金加工占据了HSC全部加工产能的60%（图3）。

2005年设备安装初期，MTU也面临了困难。Klaus Jäger说道：“我们决定引进的DMC 75 V linear才刚研发问世，对设备能否立即投入3班倒的生产，的确冒了一定风险。开始阶段发生在设备上的小毛病，也让我们手足无措。但这没有影响MTU产品一贯的高品质，以及与德马吉的持续合作。”

HSC 75 linear 已安装到位

现在，所有的风浪都被一一克服了，Klaus Jäger说道：“实现客户与供应商之间良好合作的关键并不是设备本身，而是双方如何处理出现的问题。德马吉给我们的感觉是一个值得信赖的合作伙伴。不但时刻关注我们的需求，还会把我们的需求转化为对产品的不断改进。所以，虽然初期出现了一些问题，但我们还是决定引进DMC 75V linear的升级换代产品。该设备目前主要用于钛合金的加工。至今为止，我们同德马吉在铝合金以及钛合金加工领域的良好合作也印证了此前我们对供应商的评价标准。”Karlheinz Riegg也证实道：“安装以来，第二台设备运转良好并非常可靠。另外，第一台DMC 75V linear虽然有些小问题，但总体还是令我们满意的。德马吉也承诺会尽快解决所有遗留问题。”

现在，Karlheinz Riegg和他的同事们正满怀憧憬地期待着采用新德马吉设计理念并配有西门子Sinumerik 840D solutionline的升级版HSC 75 linear能尽快到位。他们希望通过这台设备的引进，进一步提高整个生产过程的稳定性和可再现性。[MM]