

磨削

如何磨削才是关键问题所在

对航空航天行业的制造商而言，哈斯马格磨床有限公司是一家富有吸引力的合作伙伴，因为它生产的 Multigrind® 磨床能够十分出色地完成具有严苛要求的磨削任务。本文就哈斯马格在航天工业中所发挥的作用，专访了哈斯马格展示部主管 Tim Kern 和软件开发主管 Wolfram Hermle。

文 | 哈斯马格磨床有限公司



更多精彩内容请扫描二维码

Tim Kern 在哈斯马格负责机床展示和协助客户完成磨削工艺流程的调整。他的专业领域包括磨削医疗植入物、医疗器械以及加工航天工业部件。Wolfram Hermle 在哈斯马格管理软件开发，他和他的团队借助 Multigrind® Horizon 开发出了一套全新的磨削软件，其优势已得到航天工业领域用户的认可。

对于 Multigrind® 磨床在航空航天工业的应用领域，Wolfram Hermle 介绍说：“在飞机发动机领域，用户会使用哈斯马格 Multigrind® 磨床加工不同类型的工件，涵盖从中压压气机叶片（IP compressor blade）到高压涡轮机叶片、高压静叶或高压挡板组件等。飞机涡轮机高压区域内的所有部件应能承受超高温和超高物理负荷，所以需要采用难于机加工且要求十分苛刻的材料，因为如何磨削才是关键问题所在。”的确，磨削于航空航天行业有着无可比拟的重要作用。“我们需要面对的技术专业知识非常之多，工程师和技术人员各有所长。相比于一些医疗技术，这个行业有着许多更严格的技术规范。在技术上，我们可以满足这一行业的高要求，通过运用磨削软件，使用我们的磨床及凭借我们的丰富经验。相信这一点已众所周



图 1 哈斯马格展示部主管 Tim Kern（左）和软件开发主管 Wolfram Hermle

知。” Tim Kern 如此评价哈斯马格在航空航天行业中的地位。

然而在磨削发动机组件时会面临着一些技术挑战。“客户需要绝对可靠且绝对稳定的工艺流程，以确保产品品质始终如一，并且应做到每个部件完全一致。” Wolfram Hermle 说道，“我们要配合发动机制造商解决他们提出的这类难题。

尽可能一次夹紧部件，校准并完成加工，也就是要一气呵成。” Tim Kern 补充道。

在工件加工中应尽量避免多次装卡，“因为多次夹紧十分耗时而且增加了成本，最主要是会降低精度。夹紧次数少也意味着减少了工件储存时间，进而缩短运行时间。散乱放置的昂贵半成品部件更少，质保和测量的费用更低且所需人员更

少，因为不必操作 5 台机床，而只需要一台磨床足矣。” Wolfram Hermle 解释说。

“在哈斯马格我们使用不同的测量技术，主要借助 3-2-1 测量来精确地获取空间内工件的位置。测量中，我们首先使用 3 个点定义平面，然后再利用其中两个点定义轴，第 3 个点则位于工件上。这并非一项全新技术，但到目前为止在磨削加工中极少使用。我们还会借助 Multigrind® Horizon 磨削软件对 3-2-1 测量的结果进行后续处理。也就是说，软件会自动调整磨削程序以便在工作空间内精准定位工件。” Wolfram Hermle 对于如何保障工件的加工精度进行了说明，并继续说道：“这里提到的 Multigrind® Horizon 3D CAD 和 3D CAM 软件包能完成涡轮机领域中近 90% 的磨削任务。如果之后他还想加工具有传动功能的齿轮（即滑座），则可以添加用于轴对称工件的软件包。工艺流程中完成修整的全套测量功能和技术已包含在软件基础包中。借助 3-2-1 测量和哈斯马格三明治夹紧系统，我们能够从技术上弥补铸造公差。例如，假设测量时压气机叶片存有公差，但通过观察难以发现，之后我们会将这一测量值输入磨削程序。最后，在磨削

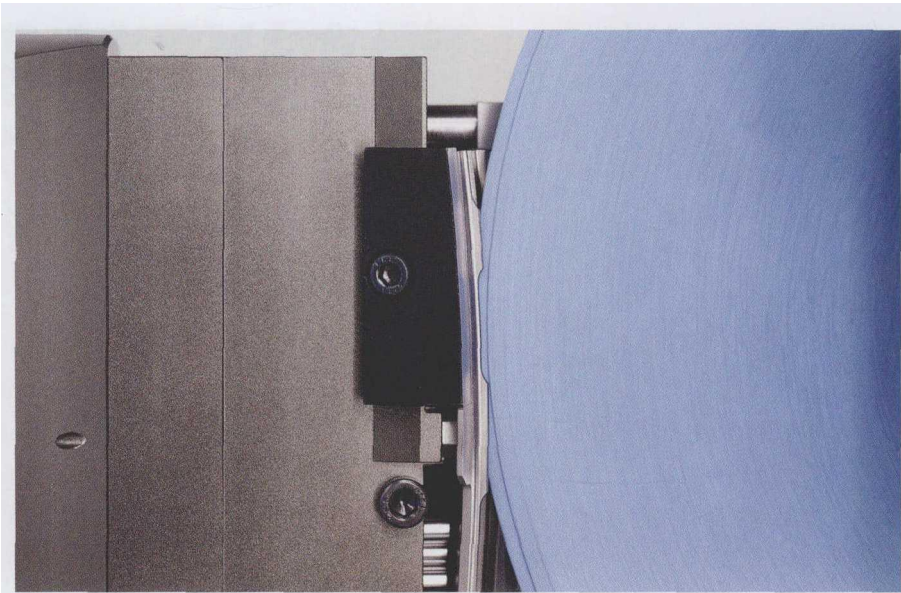


图 3 精度达 0.001 mm。磨削一块飞机涡轮机挡板组件

工艺流程中校准铸造公差，从而使发动机效率达到最佳。”磨削软件在整个磨削工艺流程中的作用如何，Tim Kern 表示，“特别是在精度要求达到 0.001 mm 的应用领域，我们的磨削软件正发挥着越来越重要的作用，且功能日趋完善。除能够创建磨削路径外，Multigrind® Horizon 还是一套真正的 CAM 系统，一套磨削编程系统、一套刀具管理工具、一个机器人搬运程序、一个测量系统界面及一个非常易于

使用的操作软件。我们的磨削软件不仅灵活而且功能强大，无论是开发设计者还是操作人员均可以使用各自的用户级别来操作机床。” Wolfram Hermle 补充说道，“采用不同权限或用户级别来管理作业的优势在于一套经验证的磨削工艺流程，如 FAA（美国联邦航空管理局）规定的流程，无法被未经授权者更改。因此，Multigrind® Horizon 确保可以随时追踪到何人何时对磨削软件进行了何种修改。这种完整的记录过程在航空航天工业中是必须的。”

“另外，向铀固定装置内注入高压压气机叶片既昂贵又费时，注入操作人员还需要对部件在这一铀固定装置内的位置负责。也就是说，注入过程决定了最终部件是合格品还是昂贵的次品。” Tim Kern 表示，“在处理涡轮机组件时会用到镍、镍基合金、钛、钛铝合金、铝合金及陶瓷涂层。所有材料都须能够承受涡轮机内巨大的物理负荷。关键在于重量轻、抗高温且抗拉强度大。”

最后，Tim Kern 谈及航天工业用户最重视的方面，他表示：“用户希望拥有一套技术成熟的磨削工艺流程，可随时进行生产且不出错。也就是说，需要开发出稳定的工艺流程且实现自动化。目前，我们的工艺流程在英国、法国、中国或美国都运行良好。”

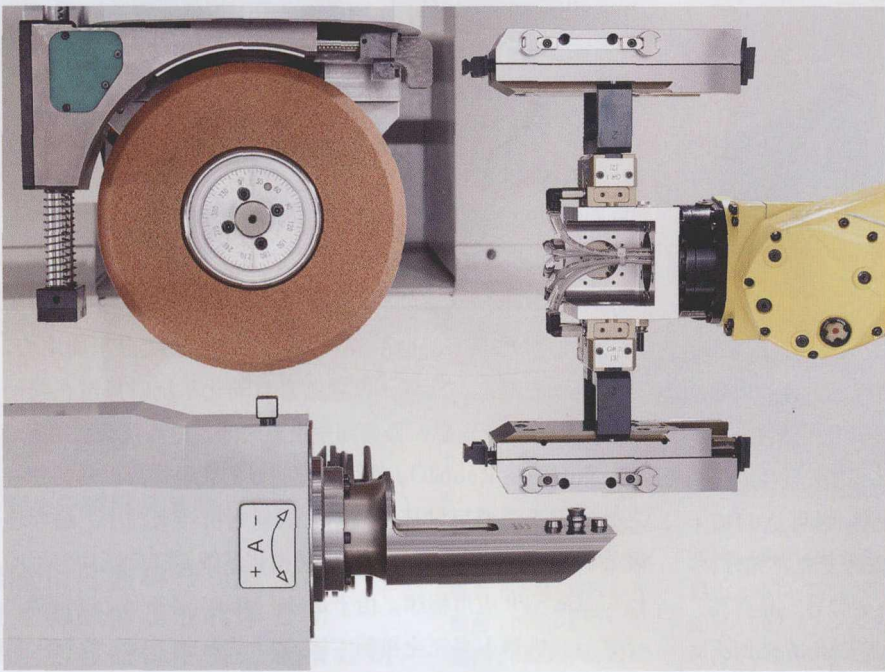


图 2 使用哈斯马格三明治夹紧系统进行涡轮机叶片的整体加工