

磨床

VG 创新定制化之路 从航空发动机到风电齿轮箱



更多精彩请扫描二维码

文 | 达诺巴特 (DANOBAT) 集团

2019 年底，达诺巴特 (DANOBAT) 大型立式磨床达诺巴特 VG 立式磨床在中国航空发动机集团交付使用，成为第 11 项达诺巴特 VG 立式磨床系列定制化立式磨削解决方案在中国本土的成功应用。时值达诺巴特 VG 立式磨床服务中国航空业十周年，也标志着这一技术在航空发动机领域的高度成熟，达诺巴特立式磨床的高精度、高生产率和定制化水平经受了行业严苛的检验。

齿轮箱是风力发电机的核心部件，造价昂贵。因此，选择质量可靠、运行良好的齿轮箱是提供高质量风机的关键。高标准的定制化立式磨削受到风电行业的关注。在航空发动机领域成熟应用的达诺巴特立式磨床，能解决复杂和苛刻的加工挑战。该解决方案是与最终用户密切合作构思的，由设备本身和所有相关工艺流程组成，提供一个完整的定制化解决方案。得益于用于多个主轴的柔性转塔概念，立式磨床可在一个设置中执行多个操作。这一发展完全适应客户的加工需求，它能力强大，包含不同的技术，如磨削、车削、钻孔、镗削和铣削操作以及测量过程。

风电齿轮箱行星齿轮加工要求 最大利润和生产灵活性

风电设备中使用的所有组件都要具



图 1 为确保在更短生产时间内提高生产率，定制化的达诺巴特 VG 立式磨床可适应多种应用需求

备较高的行业技术水平，而且由于维护、性能、环境控制等方面的严格规定，需要持续创新的解决方案以确保最大的盈利能力。在全球航空领域数十年的应用中表现突出的多功能性，使达诺巴特 VG 立式磨床成为风机齿轮箱制造的优化解决方案。

为确保在更短生产时间内提高生产率，定制化的达诺巴特 VG 立式磨床包括用于硬车削和磨削的大余量切削能力，用于快速磨削凸型滚道的宽砂轮，以及机上

工件测量和自动换刀系统。定制化方案还提供模具服务，能够根据每个工件的几何形状和质量及生产要求优化工艺。此外，夹具服务可优化设置并随时间变化。

Danobat 的立式磨床系列分为两个不同范围：小型达诺巴特 VG 立式磨床（最大齿轮外径在 600 ~ 1000 mm 之间）专注于小型风机齿轮箱行星齿轮。在大型风机变速箱的制造中，引入大的达诺巴特 VG 立式磨床范围（最大齿轮外径在 1000 ~ 1800 mm 之间）。

磨床采用铸铁结构，刚性突出，能够成功满足客户的高生产率要求。通过有



图 2 达诺巴特 (DANOBAT) 大型立式磨床

限元计算对该结构进行了优化，以方便内部筋板分布，并为框架提供良好的稳定性和刚度，以获得最佳精度。它具有独立的滑板，有助于获得最大的定位精度，并在 X 轴上可选择的安装直线电机。由光栅尺控制冷却到受控温度，并为机器提供必要的动态能力，以进行高精度插值。

在其杰出的核心技术中，有一个回轮的 B 轴用于刀具的角度定位。在 B 轴上采用鼠牙盘结构锁紧确保在硬车削操作中获得极佳定位、优异的表面光洁度和更大的刚性和更大的锁定扭矩。

旋转 C 轴工作台具有机械或静压轴承，可实现平滑移动和极佳表面光洁度，并确保圆度小于 $1\text{ }\mu\text{m}$ 。此外，它采用扭矩电机直接驱动，没有反向间隙。在这些先进技术的加持下，优良的刚性、定位精度、一致性和工艺灵活性都成为必然。

为了确保最高的精度水平，达诺巴特利用自己的内部开发来设计机床的关键部件，如用于内部和切向磨削的高频主轴、工作台和 B 轴。它们由高级专业人员在最先进的设施中设计、开发、制造和安装。有完好的文件存档流程和加工标准的复核，并在需要时确保组件的可互换性。因此，达诺巴特始终保持着



图 3 VG 在各项先进技术的加持下，优良的刚性、定位精度、一致性和工艺灵活性都成为必然



图 4 风机轴承的应用

大量供应商部件库存。在没有第二方干预的情况下，可以快速、直接地交付。所有这些都有助于提高机器每年的使用率。

欧洲高科技齿轮的成熟应用：Grupos Diferentials

Grupos Diferentials SA 成立于 1962 年，全球总部位于西班牙，主要从事变速器领域的齿轮和部件制造。今天，它已经成为一个高度专业化的制造供应商，专门生产用于汽车工业、海运、铁路和航空等行业的机械传动的高科技齿轮，在提供高附加值的同时执行技术先进的任务，可对具有紧密公差难加工材料进行操作。

西班牙 Grupos Diferentials 已经在很多领域的高科技齿轮加工中应用了达诺巴特定制化的达诺巴特 VG 立式磨床立式磨床。该公司的主要目标是制造更大的部件、扩大客户组合的同时，保证高质量和短交货期。而在此过程中，其面临的主要挑战是以标准化的方式生产高质量零件。

他们定制的达诺巴特 VG 立式磨床 -1000/700 立式磨床配有一个用于零件硬车削和磨削的多刀位工作头，以及一个测量臂，可验证制造的部件是否符合标准并提供最佳质量。该磨床具有高刚性，在设计时就考虑到了硬车削过程中的稳定

性和振动消除等需求。设备集成的测量系统能够测量内外径、面和锥，重复性小于 $1\text{ }\mu\text{m}$ ，从而保证零件的尺寸几何精度小于 $5\text{ }\mu\text{m}$ 。高度定制化，确保适应现有的夹紧工具。因此，包含一个用于制造大中型直径的主磁夹紧系统和一个用于批量较小零件的自动卡爪卡盘。

Grupos Diferentials 需要解决的重要问题是设备的多功能性和灵活性。达诺巴特在磨床中设计包含了一个自动换刀装置，为每次制造的不同类型零件选择最合适的刀具。

智能磨削加速数字化转型

达诺巴特 VG 立式磨床立式磨床开发附带了达诺巴特 DoGrind+ 软件。这是一种用户效率更高的软件，任务的执行时间减少了 40%，由于它只显示必要的参数，而且集成了故障排除应用程序，具有快速解决问题的能力，因此它还能够实现更快的编程。达诺巴特将数字化磨削的所有创新整合到其数字中心（Digital Focus）中，这是一个数字化解决方案的环境，旨在改善用户体验，使访问、控制和理解机器的复杂过程变得更容易。此项开发允许操作员以比 30% 更快的速度查看，并为不同的应用程序使用相同的界面，在其他改进中将易学性提高了 50%。MM