

A detailed photograph of a waterjet cutting process. A high-pressure water jet is directed at a red metal part, creating a fine mist of water and metal particles. The background is a blurred industrial setting. The overall image has a high-contrast, industrial aesthetic.

starrag

斯达拉格集团简讯
2026年01期

star

以更小空间实现更高性能：一套重新定义生产柔性与效率标杆的制造系统



10

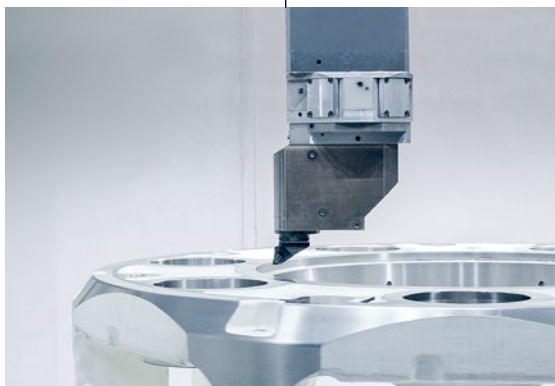
静压导轨加工中心，实现钛合金
切削参数新突破



14

在航空航天和透平技术卓越生产中心 (ATCC)，
斯达拉格 (Starrag) 致力于复杂加工工艺的研发、
测试与优化。

目录



22

多利斯立式车削中心开启
精密加工新纪元

法律公告

Star——斯达拉格集团简讯

出版商:

StarragTornos Group AG
Seebleichstrasse 61
9404 Rorschacherberg
瑞士

电话: +41 71 858 81 11
邮箱: info@starrag.com

编辑人员: Polina Dekarz、
Franziska Graßhoff、Sabine Kerstan、
Ruby Lu、Christian Queens、
Angela Richter、Michael Schedler、
Elena Schmidt-Schmiedebach、
Ralf Schneider、Stéphane Violante

图片来源:

© 照片&插图:
斯达拉格 2026
© Ralf Baumgarten: 第 1, 3, 4, 26-39 页
© Tornos AG: 第 44 - 47 页

设计: Gastdesign.de

印刷: Druckhaus Süd、Cologne

重印: 版权所有。

本内容未经书面授权，不得复制。

Star——斯达拉格集团简讯——一年出版两
次，分为德语、英语、中文和法语版本。尽
管进行了精心编辑，但仍不能保证零错误。

www.starrag.com

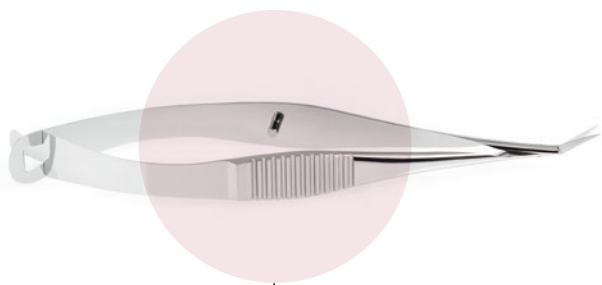


26

斯达拉格为 KAPP NILES 交付高精度海科特 HEC 800 加工中心

搭载四台海科特 H75 加工中心的全新生产系统，铸就生产效率领先优势

34



44

以精密制造，成就远见蓝图

卷首语

05 斯达拉格集团首席执行官马丁·拜伊尔

时事新闻

06 新闻快报

08 精准至上的追求、工艺导向的思维模式，再加上对工程技术的满腔热忱……

雷莫·霍伊西 (Remo Heusi)，斯达拉格集团客户服务总经理

10 新世界纪录！

斯达拉格静压导轨加工中心，实现钛合金切削参数新突破

航空航天

14 透平机械制造的工艺专长

在位于罗尔沙赫伯格的航空航天和透平技术卓越生产中心 (ATCC)，斯达拉格致力于复杂加工工艺的研发、测试与优化

18 Ecospeed F-精准赋能：

Notthoff 成功背后的长期合作伙伴关系

能源

22 斯达拉格赋能惠尔信

多利斯立式车削中心开启精密加工新纪元

工业

26 精准的“心脏移植”

斯达拉格为 KAPP NILES 交付高精度海科特 HEC 800 加工中心

交通运输

34 生产力的全新变革

搭载四台海科特 H75 加工中心的全新生产系统，铸就生产效率领先优势

微型机械

40 宝美 191neo

爱尔兰 Smithstown 公司：依托斯达拉格，实现稳定优质的制造水平

44 Tornos SwissNano 7

以精密制造，成就远见蓝图



斯达拉格 2026 年展会安排

www.starrag.com

2026 年 1 月 16 日 - 20 日
维琴察珠宝展览会 (T.GOLD Vicenzaoro)
维琴察 (意大利)

2026 年 1 月 20 日 - 23 日
美国拉斯维加斯设计、狩猎及户外用品展 (NSSF SHOT Show)
拉斯维加斯 (美国)

2026 年 2 月 3 日 - 5 日
墨西哥工业展览会
蒙特雷市 (墨西哥)

2026 年 2 月 3 日 - 6 日
新加坡航展
新加坡 (新加坡共和国)

2026 年 3 月 2 日 - 6 日
西班牙毕尔巴鄂机床展览会 (BIEMH)
毕尔巴鄂 (西班牙)

2026 年 3 月 2 日 - 6 日
美国骨科医师学会年会 (AAOS)
新奥尔良 (美国)

2026 年 3 月 2 日 - 6 日
SIMODEC 展会
拉罗什 (法国)

2026 年 3 月 10 日 - 12 日
MFG 行业会议
劳德代尔堡 (美国)

2026 年 3 月 17 日 - 19 日
航空航天与防务供应商峰会
西雅图 (美国)

2026 年 3 月 30 日 - 4 月 2 日
全球工业展
巴黎 (法国)

2026 年 4 月 13 日 - 17 日
韩国首尔国际机床展 (SIMTOS)
首尔 (韩国)

2026 年 4 月 14 日 - 16 日
美国航空/防卫产业展
波士顿 (美国)

2026 年 4 月 20 日 - 24 日
MACH 展会
伯明翰 (英国)

2026 年 4 月 21 日 - 23 日
航空维修及地面服务展
奥兰多 (美国)

2026 年 4 月 21 日 - 25 日
CCMT 展会
上海 (中国)

2026 年 4 月 21 日 - 24 日
SIAMS 展会
穆捷 (瑞士)

2026 年 4 月 22 日 - 23 日
骨科制造展
里昂 (法国)

2026 年 5 月 11 日 - 12 日
加拿大蒙特利尔制造技术展 (MMTS)
蒙特利尔 (加拿大)

2026 年 6 月 9 日 - 11 日
OMTEC 展会
芝加哥 (美国)

2026 年 6 月 11 日
GTMA 展会
利默里克 (爱尔兰)

2026 年 6 月 16 日 - 19 日
手表珠宝专业配套展
日内瓦 (瑞士)

2026 年 7 月 20 日 - 24 日
国际航展
范堡罗 (英国)

2026 年 9 月 4 日 - 8 日
维琴察珠宝展览会 (T.GOLD Vicenzaoro)
维琴察 (意大利)

2026 年 9 月 15 日 - 19 日
AMB 展会
斯图加特 (德国)

2026 年 9 月 29 日 - 10 月 2 日
Micronora 展会
贝桑松 (法国)

2026 年 10 月 6 日 - 9 日
布尔诺国际机械工业博览会
布尔诺 (捷克共和国)

2026 年 10 月 22 日
医疗制造峰会/医疗技术创新论坛
图特林根 (德国)



马丁·拜伊尔 (Martin Buyle)
斯达拉格集团首席执行官

亲爱的读者：

今年春天的意大利，无论是米兰，还是科尔蒂纳丹佩佐，到处都洋溢着奥运氛围。来自全球各地的运动员齐聚于此，参与这场友谊赛事。

在机械工程领域，同样存在对顶尖性能的极致追求。在本期开篇，我们将报道一项堪称世界纪录级别的成就：借助全新的斯达拉格 S1250 HD 加工中心，我们的铣削工艺专家在钛合金粗加工中取得了令人瞩目的性能数据。飞机制造商空客 (Airbus) 公司的应用实践证明，这一技术理念在工业环境中同样表现出色：在对原型机进行全面的耐久性测试后，空客为其瓦雷尔工厂订购了五台该型号加工中心。

对顶尖性能的需求不仅存在于航空航天领域，能源技术领域亦是如此。在罗尔沙赫伯格的航空航天和透平技术卓越生产中心 (ATCC)，斯达拉格研发并测试全新加工工艺，例如为一家美国能源公司研发的移动燃气轮机机匣部件加工工艺。但正如在精英体育领域一样，速度并不是决定成败的唯一因素。精度同样至关重要。这一点，北美航空航天工业高精度结构件和功能件制造商 Notthoff Engineering 的 Ecospeed F 加工中心便是绝佳例证。在该公司，复杂的铝合金结构件均按照最高标准的精度和工艺稳定性要求进行制造。

在江阴市惠尔信精密装备股份有限公司 (Wilson Precision Equipment)，多利斯立式车削中心的应用同样将精度作为核心关注点。该公司主要为风力发电机、压缩机和工业设备等领域制造大型复杂结构件。借助斯达拉格技术，惠尔信正进一步拓展重型切削生产业务，并大幅提升加工效率。

农业机械领域亦是如此：在 PÖTTINGER，四台海科特 H75 加工中心组成灵活的集成制造系统，确保割草机和耕作机承重部件的精密机加工。在齿轮技术领域，每微米的精度都至关重要：KAPP NILES 使用一台海科特 HEC 800 加工中心生产齿轮磨床的高精度部件，而这些齿轮磨床又能制造出轮廓精度和同心度达到最高水平的齿轮及传动部件。

而在另一个行业，精度的缺失可能会带来实实在在的“视觉困扰”。在医疗技术领域，Strub Medical GmbH & Co. KG 专注生产高精度显微外科手术器械。Tornos 走心机 (如 Swiss Nano 7) 被用于制造眼科手术部件。在这类应用中，精度直接决定手术的成败。

位于爱尔兰香农的 Smithstown Light Engineering 同样涉足类似领域，专注生产骨科器械和植入物系统。该领域的挑战包括产品频繁变更以及高比例的新产品导入 (NPI)，这要求新部件能快速、稳定地过渡到批量生产阶段。宝美 191neo 加工中心就是其新产品导入 (NPI) 战略的核心支柱。

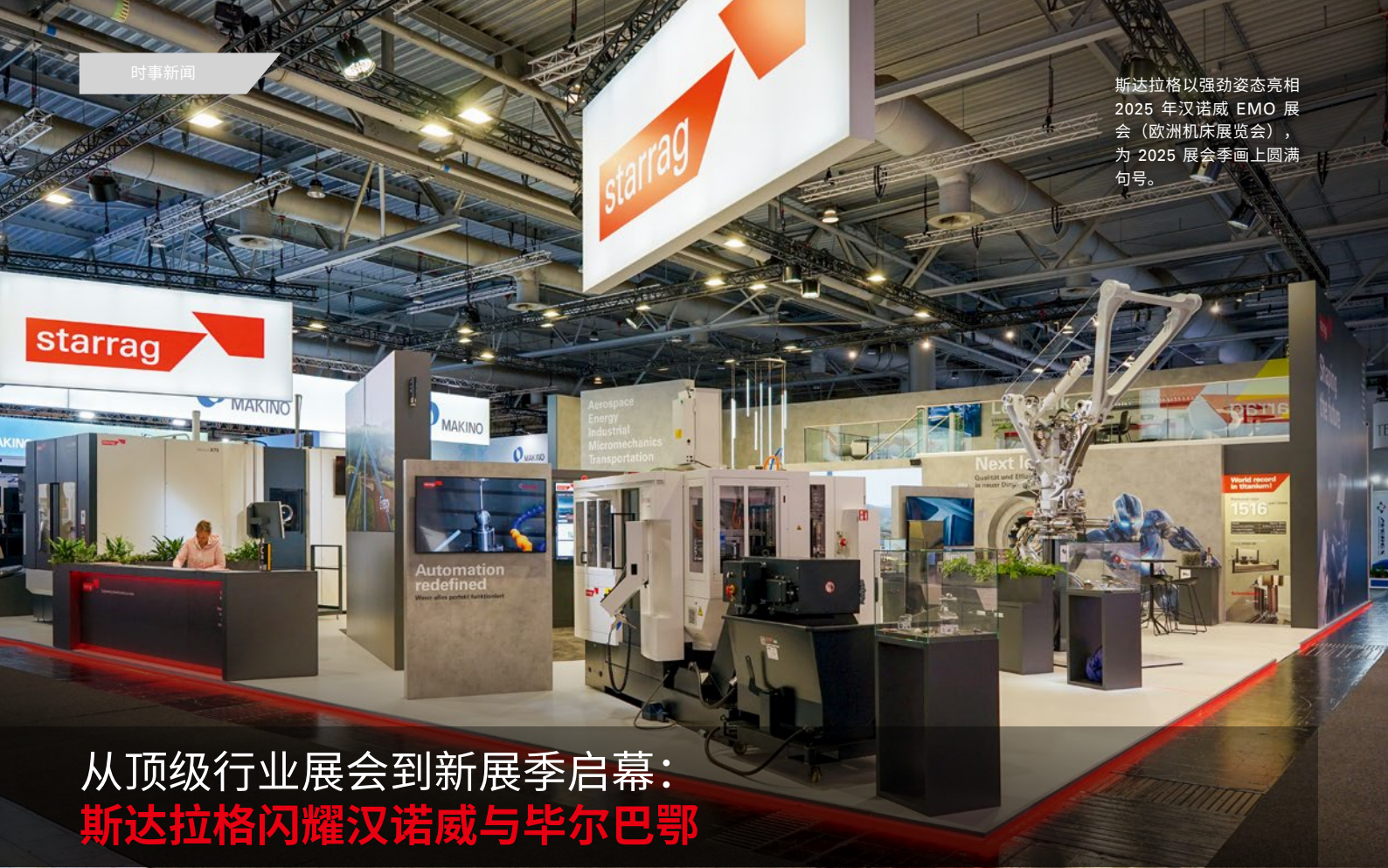
但无论是体育领域还是机械工程领域，奥运级别的纪录最终都是由人创造的。自 2025 年 9 月起，雷莫·霍伊西 (Remo Heusi) 开始担任瑞士斯达拉格集团全球客户服务部门负责人。在他看来，服务远不止于出现问题时的维修响应：而是对机床、工艺和用户履行技术责任的体现。

对斯达拉格而言，卓越不仅意味着尖端技术，更重要的是敬业的人才以及与客户长期合作伙伴关系。

希望您能畅读本期内容，并从中深入了解现代精密制造的广泛应用领域。

马丁·拜伊尔
斯达拉格集团首席执行官

斯达拉格以强劲姿态亮相 2025 年汉诺威 EMO 展会（欧洲机床展览会），为 2025 展会季画上圆满句号。



从顶级行业展会到新展季启幕： 斯达拉格闪耀汉诺威与毕尔巴鄂

斯达拉格以强劲姿态亮相 2025 年汉诺威 EMO 展会（欧洲机床展览会），为 2025 展会季画上圆满句号。作为行业顶尖展会，EMO 仍是国际制造技术的核心交流平台。2025 年，该展会持续吸引着来自全球各地的观众。

斯达拉格的双层展台令人印象深刻，充分展示了集团丰富的产品系列。亮点展品包括海科特 X70 加工中心、一套完整的空客 (Airbus) A350 前起落架，以及宝美 191neo 的现场加工演示。

另一个特别令人瞩目的亮点是实体机床与数字体验的结合：借助 VR 眼镜和 360° 实景应用程序，观众能够沉浸于斯达拉格的技术世界，从全新视角体验机床、运动轨迹及加工工艺。

EMO 展会再次回到汉诺威还需时日，下一届汉诺威 EMO 展会将于 2029 年举办。

西班牙毕尔巴鄂机床展览会 BIEMH 拉开了 2026 年展会季的序幕。斯达拉格以“从微型到巨型应用”为主题参展，全方位展示了其产品组合的广度——从小型精

密解决方案到巨型机床结构应有尽有。与此同时，斯达拉格向西班牙市场传递了一个重要信号：MCAP Innovation Beyond Machinery 公司成为其新的西班牙总代理商。因此，BIEMH 展会不仅标志着斯达拉格在 2026 展会季的成功开局，也预示着其国际市场布局的持续拓展。 ▽



西班牙毕尔巴鄂机床展览会 BIEMH 拉开了 2026 年展会季的序幕。

1885

海科特 (Heckert)

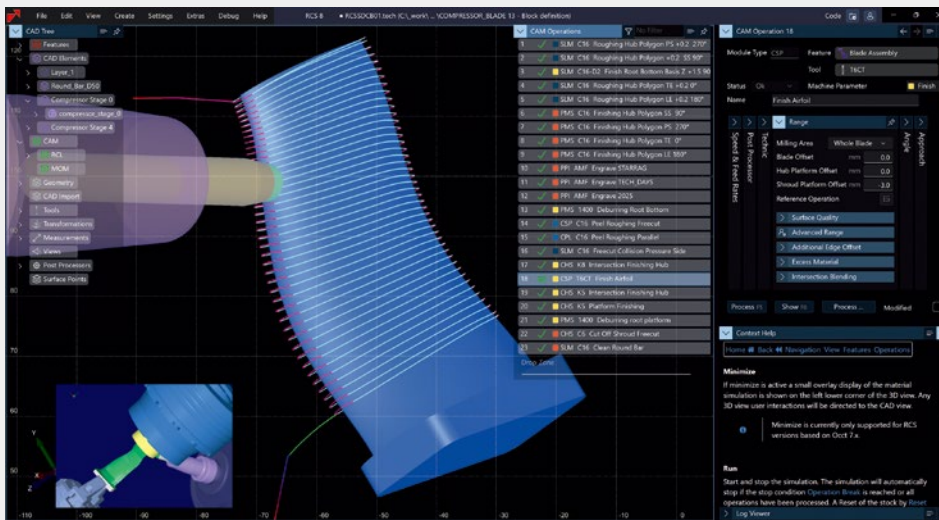
海科特 125 周年 —— 从“漫游者 (Wanderer)” 品牌到高精度五轴加工时代

海科特的历史可追溯至 1885 年，约翰·巴蒂斯特·温克勒霍费尔 (Johann Baptist Winklhofer) 与理查德·阿道夫·耶尼克 (Richard Adolf Jaenicke) 于当年在凯姆尼茨创立了 Chemnitzer Velociped-Depot。这家自行车维修作坊创立了品牌“Wanderer”，之后迅速发展为工业制造企业，并于 1899 年起开始量产铣床。历经数十年发展，公司逐步成长为业务布局多元、具有国际影响力的工业集团。在整车制造、办公设备生产业务之外，机床制造板块异军突起，成为公司发展的核心支柱。



1944 年工厂遭战火摧毁，经重建后，公司于 1951 年正式更名为 VEB Fritz Heckert。在此期间，公司确立了以机床制造为核心的发展定位。海科特深刻推动了工业制造的发展进程，尤其凭借数控机床的率先引入，以及对高产能批量加工的坚定深耕，树立了行业标杆。自 1998 年起，海科特

正式成为斯达拉格集团的一员。如今，海科特已然成为高产能卧式加工中心的代名词，其产品兼具高精度、高动态响应与工艺集成化的核心优势。依托五轴加工技术、自动化解决方案以及深厚的制造工艺积淀，海科特将数年前尚被认为难以企及的加工应用，尽数变为现实。



凭借 RCS 8.0，斯达拉格推出新一代叶片加工解决方案。

RCS 8.0 —— 经验与人工智能的融合

30 年 CAM 技术积淀与机床智能化的碰撞：凭借 RCS 8.0，斯达拉格推出新一代叶片加工解决方案。这款创新软件将成熟的加工策略与人工智能辅助优化相结合，

在处理复杂自由曲面轮廓时，能实现极高的加工精度。自动化工作流程、针对各种毛坯的智能几何适配，以及直接的实时反馈功能，让加工过程更快速、更安全、更高效。同时，经典功能得以保留：凭借全面的向下兼容性，现有程序和加工策略可实现无缝集成。最终可缩短加工时间、延长刀具寿命，并为五轴加工中心带来全新水平的工艺稳定性。

精准至上的追求、工艺导向的思维模式， 再加上对工程技术的满腔热忱……

……塑造了雷莫·霍伊西 (Remo Heusi) 的整个职业生涯。自 2025 年 9 月起，他以总经理身份负责瑞士斯达拉格集团的全球客户服务业务。与他交流过的人很快就能感受到，对他而言，服务绝非可有可无的后续工作，而是决定投资能否成功的核心所在。企业若能定期维护其高精机床，并将预防性维保放在首位，不仅能让机床的可用率达到最高，更能在长期运营中实现总拥有成本的最优管控。

“服务从来不是一个部门的事，而是一种做事的态度。”这句话出自君特·埃勒 (Günther Eller)——一位深耕行业多年、始终秉持客户至上理念的前辈。“他始终坚持，要在机床的全生命周期内，为客户实现机床可用性的最大化。”霍伊西表示。“我当然会坚持这个理念。”

机械工程领域的客户服务

这位瑞士工程师专注于全球客户服务的持续发展，旨在确保客户所使用的斯达拉格机床具备高效的生产力和成本效益。这个理念的核心并非追求新的概念，而是提供清晰定义的服务以及透明化的服务体系架构。

“此外，我希望跟我们强大的团队一起，更有效地对现有服务项目进行标准化，并使其在所有产品线中保持一致性。通过这种方式，我们能提高服务透明度、提升品牌认知度，并让客户更便捷地获取斯达拉格服务。”霍伊西解释道。

服务体系的设计需保持标准统一，且便于用户操作使用。他对服务的这个核心理解，源于多年的行业实践经验：出任现职前，霍伊西曾在两家历史悠久的瑞士企业：布勒集团 (Bühler Group) 和耐驰特 (Netstal) 担任高级服务和管理职务。这两家企业与斯达拉格一样，都是各自行业的全球领军企业。在这两家企业，服务工作始终与生产效率、工艺稳定性以及机床长期可用性紧密关联。

在那里积累的操作高度自动化、高性能机床的经验，进一步深化了他对服务的理解：服务是机械工程领域不可或缺的组成部分，并非机床出问题后的后续支持，而是贯穿机床全生命周期的一项核心技术职能。

机床可用性作为关键绩效指标

对雷莫·霍伊西而言，机床可用性是一项关键的经济指标。一台机床的真正价值，会在多年的日常使用中逐渐显现。“因

此，在机床的整个生命周期内持续保持高水平的可用性至关重要。这需要持续且定期的维护。”他强调道。在他看来，意外停机是推高成本的关键因素，而通过可预判的预防性措施，这类情况能得到最大程度的规避。曾在布勒集团与耐驰特担任领导职务的经历，也塑造了他的职业理念：对霍伊西而言，服务绝非只是机床出故障后的维修工作，更是对机床、生产流程与用户履行技术责任的体现。

机床数据的获取与应用

我们的核心目标，是让服务与现有技术专长实现更深度的融合。工作的重点在于，充分运用从实际应用和生产流程中总结的经验洞察，对机床运行状况做出科学评估，并制定针对性的应对方案。霍伊西解释道：“在那些我们能凭借深厚的应用技术积淀，为客户提供更全面的支持、创造可量化附加价值的领域，我看到了巨大的发展潜力。”

“企业的高额成本往往源于意外停机，而这正是我们通过贴近客户、提供主动式服务，致力去规避的问题。”

雷莫·霍伊西 (Remo Heusi)，
斯达拉格集团客户服务总经理



“因此，在机床的整个生命周期内持续保持高水平的可用性至关重要。”

未来，这类服务还可与机床可用性、系统运行性能等明确的技术指标进一步结合，这种服务模式的重要性或将持续提升。各类兼具前瞻性与预防性的主动解决方案（如自动化远程设备特征分析技术）在这

方面发挥着重要作用。借助该技术，斯达拉格机床可实现远程监控，即便设备运行性能出现细微偏差，也能在早期被及时检测并分析。相关维护工作也能据此制定针对性计划，从而进一步提升机床的可用性

和生产效率。因此，客户服务始终是连接机床与用户的长效技术接口，秉持预防性、数据驱动的服务理念，始终以保障机床的高可用率为核心目标。 ▾



斯达拉格静压导轨加工
中心，实现钛合金切削
参数新突破

新世界纪录!

2023 年欧洲机床展览会 (EMO) 上，斯达拉格首次展出 S1250 HD 五轴静压导轨加工中心原型机。凭借卓越的刚性与减振性能，该原型机在当时创下了钛合金粗加工的切削参数纪录。经初期测试验证，如今的标准款机型将这一纪录提升至令人惊叹的全新高度。设备的升级得益于更坚固的机身结构、扭矩达 15,000 Nm 的新型铣头，以及扭矩 25,000 Nm 的齿轮式转台。

多年来，斯达拉格 STC 系列加工中心始终引领钛合金结构件高效加工的行业标准。钛合金材质韧性极强、导热性差，属于难加工材料，加工时会给刀具切削刃带来巨大应力，也无法采用高速切削工艺。要实现钛合金的高效加工，需采用低速、大扭矩的切削方式，这就对机床的刚性和减振性能提出了极高要求。正因如此，斯达拉格决定为旗下卧式 STC 1250 加工中心推出升级款，其刀臂水平直线轴采用静压导轨设计。

这款全新加工中心更名为斯达拉格 S1250 HD，具备无摩擦、无磨损、超高刚性、高阻尼的核心特性，完美适配钛合金结构件的五轴重型切削工艺。原型机的粗加工测试显示，其材料去除率最高可达滚柱轴承款机型的三倍。同时，经优化的减振与动态性能，让设备在精加工环节也能保证极佳的加工精度和表面质量。空客公司 (Airbus) 为其瓦雷尔工厂下达的采购订单，印证了这一全新设计理念的成功。在对原型机完成一系列耐久性试验后，空客公司订购了五台斯达拉格 S1250 HD 机

床，并提出了几项定制化需求。

大扭矩转台，铣头性能全面升级

瑞士斯达拉格公司航空航天与透平机械销售总监亚历山大·菲茨 (Alexander Fitz) 表示：“两年前的测试结果给客户留下了深刻印象。因为斯达拉格 S1250 HD 能实现钛合金结构件加工效率的跨越式提升，这是以往设备无法比拟的。为了最大程度满足钛合金加工专业客户的定制化需求，我们决定对量产机型进行针对性改进。”此

原型机的粗加工测试显示，其材料去除率最高可达滚柱轴承款机型的三倍。



多年来，斯达拉格 STC 系列加工中心始终引领钛合金结构件高效加工的行业标准。

次改进主要围绕转台和铣头展开，HD 款原型机的这两大部件均沿用了标准款 STC 1250 的配置。亚历山大·菲茨解释道：“钛合金结构件的高性能铣削加工，并不需要高转速的直驱式工作台。因此我们将其更换为齿轮式工作台，该款工作台拥有 25,000 Nm 的超大扭矩和 32,000 Nm 的夹紧扭矩，能更好地满足加工需求。”除了提升工作台扭矩，客户还要求对铣头进行升级改进。亚历山大·菲茨表示：“标准款 STC 系列机床所采用的万能铣头结构十分紧凑，能实现对工件的最佳加工可达性，因此可搭配短刀具进行加工。我们针对斯达拉格 S1250 HD 对该铣头进行了小

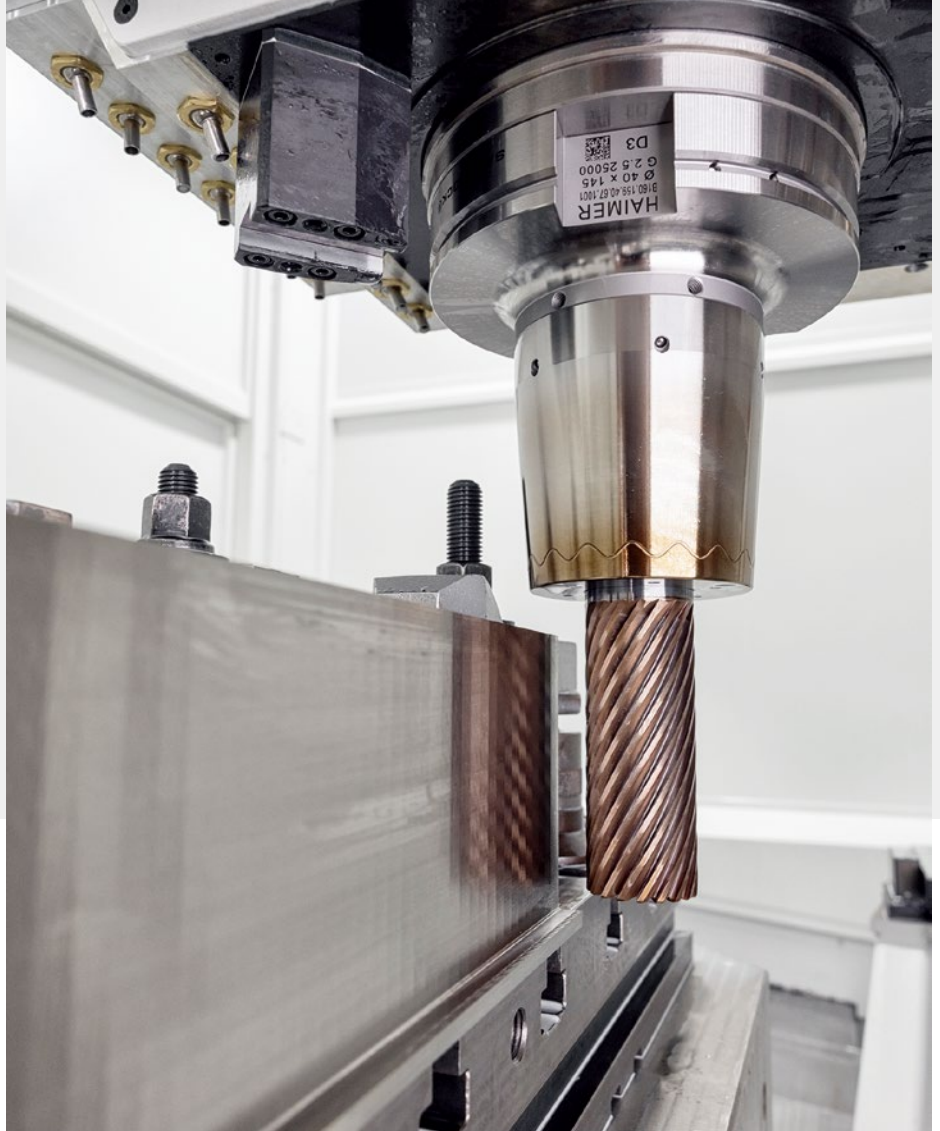
幅改造。我们将万能铣头的单侧做了加大设计，为 A 轴的升级腾出空间，升级后的 A 轴性能提升 50%，扭矩达 12,000 Nm，夹紧扭矩为 20,000 Nm，同时还保留了原有的加工可达性。”

设备的工作主轴采用斯达拉格自主研发的 53 kW 高刚性机械主轴，扭矩可达 1,600 Nm，最高转速为 4500 rpm。该主轴的一大全新配置为 HSK-B160 接口。亚历山大·菲茨表示：“160 mm 的大直径接触面能保证刀具的高刚性，这对于大切深加工而言至关重要，尤其是在使用大悬伸刀具的情况下。”

机床刚性再度提升

斯达拉格的研发团队针对量产机型，在原型机的基础上做了多项改进，改进内容不仅仅包含客户提出的需求点。静压技术首席设计师罗兰多·森恩 (Rolando Senn) 表示：“我们的首要目标是进一步提升设备的材料去除率，同时降低刀具的磨损程度。”而实现这一目标的核心，在于提升机床的刚性和减振性能。罗兰多·森恩介绍道：“为此，我们对机床结构进行了强化，床身和立柱的刚性都得到了进一步提升。我们还增大了静压导轨的接触面积，以此进一步提升机床的刚性和减振性能。”

刀具的高磨损率是钛合金加工中最主要的成本支出之一。



同时，我们通过机械设计优化，让静压导轨的自动控制系统更具刚性，且更便于维护。”

真正价值，实测印证

量产机型的初期测试取得了令人振奋的成果。斯达拉格高性能加工系统 (HPS) 事业部技术总监马库斯·埃斯博士 (Dr. Markus Ess) 重点介绍了在罗尔沙赫伯格开展的一项测试，空客瓦雷尔工厂的钛合金加工专家也到场见证：“我们开展了一次性能切削测试，测试采用了最优的工装夹装方式和刀具配比。测试中采用 80 mm 短款 Igel 铣刀进行满刃粗加工，切深 68 mm，进给速度 80 mm/min，主轴转速 160 rpm。此次测试已达到刀具的性能极限。而机床的运行状态却极为平稳，主轴的功率消耗仅为额定功率的 60% 至 70% 左右。”

此前的一系列测试也充分表明，目前制约加工效率提升的并非机床本身，而是刀具性能。

斯达拉格的铣削工艺专家表示，新款 S1250 HD 在钛合金 (Ti6Al4V) 上开展的后续性能切削测试，创下了钛合金加工的世界纪录，测试成果如下：测试采用斯达拉格自主研发的 40 mm 18 齿重型切削硬质合金铣刀对钛合金块进行粗加工，切削参数为：切削速度 $v_c = 120$ m/min，每齿进给量 $f_z = 0.45$ mm，轴向切深 $a_p = 98$ mm，径向切深 $a_e = 2$ mm；主轴转速 955 rpm，进给速度 $v_f = 7,735$ mm/min，平均未变形切屑厚度 $h_m = 0.101$ mm。测试

结果为：金属去除率 Q 达到了惊人的 $1,516$ cm³/min，这一数据意味着生产效率的大幅提升，也充分印证了加工中心、刀具与工艺协同配合的一体化方案为客户带来的核心价值。此前的一系列测试也充分表明，目前制约加工效率提升的并非机床本身，而是刀具性能。因此，我们计划开展更多联合测试，不仅会搭配自研刀具，还将与顶尖刀具制造商合作，力求让斯达拉格 S1250 HD 创下更多世界纪录。

长刀具适配深腔加工

斯达拉格 S1250 HD 的研发团队已着眼于未来的市场加工需求。因为近年来近净成形坯料的现代化制造工艺不断发展，未来钛合金加工中的粗加工量或将大幅减少。届时，加工的核心难点将转向采用长达 500 mm 的长刀具，对复杂深腔进行高效加工。而这一加工需求的实现，核心仍在于刀具，其中 HSK-B160 刀柄的大平面支撑能为长刀具提供最优的夹持稳定性。

初期测试表明，减振型长刀具的加工性能

远优于整体式长刀具。马库斯·埃斯信心十足地表示：“我们这款 HD 系列机床的机身结构，同样能完美适配这类深腔加工需求。我们打造的这款机床刚性极强，是钛合金加工的理想设备，既能完成高效的粗加工，也能搭配超长刀具开展复杂深腔加工，是一款兼具当下性能与未来适配性的全能型机床。”

刀具磨损大幅降低

刀具的高磨损率是钛合金加工中最主要的成本支出之一。而设备优异的减振性能可

以有效改善这一问题，即便提高切削速度，也能显著延长刀具的使用寿命。罗兰多·森恩表示，这一特性蕴藏着巨大的成本节约潜力：“在机床的高强度使用过程中，刀具成本的节约足以覆盖静压导轨带来的额外设备投入。”

马库斯·埃斯还提到了企业选用斯达拉格 S1250 HD 能收获的另一项优势：

“尽管这款机床的单机功率消耗高于常规机床，但从单位产出的能耗来看，大幅缩短的加工时间能为用户节省大量能源，同时降低企业的二氧化碳排放。从单件工件加工角度而言，用户的总驱动能耗大幅降低，同时还能节省冷却润滑系统、液压系统、气动系统、制冷设备等基础设备的能耗。”

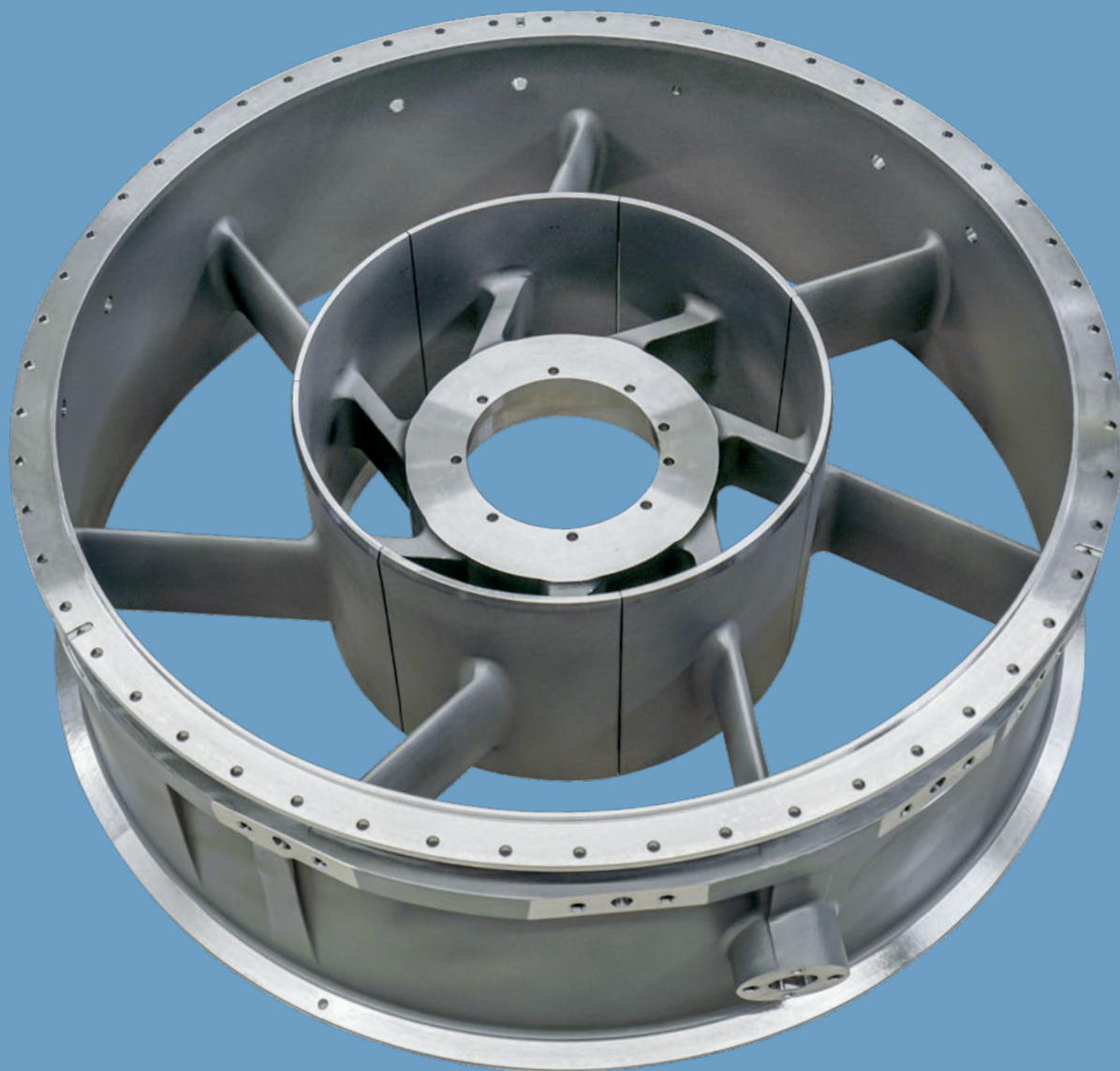


“在机床的高强度使用过程中，刀具成本的节约足以覆盖静压导轨带来的额外设备投入。”

罗兰多·森恩 (Rolando Senn)
静压设计高级工程师



机床的工作主轴采用斯达拉格自主研发的 53 kW 高刚性机械主轴，扭矩可达 1,600 Nm，最高转速为 4500 rpm。



斯达拉格将制造机匣部件，并以整套组件 (shipset) 的形式发运至美国。

透平机械制造的工艺专长

在位于罗尔沙赫伯格的航空航天和透平技术卓越生产中心 (ATCC)，斯达拉格致力于复杂加工工艺的研发、测试与优化。近期，该中心承接了为一家美国公司提供移动式燃气轮机的制造业务。对斯达拉格而言，这本质上是一项研发项目。

数十年来，斯达拉格在罗尔沙赫伯格总部持续积累透平机械制造领域的工艺专长。全球航空航天和能源行业均在充分运用这些技术积累。毕竟，瑞士机械工程师本质上是生产解决方案的提供商。斯达拉格亚太区销售总监、透平机械专家克劳斯·施特鲁贝尔 (Klaus Struebel) 解释道：“大多数客户想要的不仅仅是我们的高端机床。他们购买机床是将其作为实用、高效工艺的一部分。这些工艺通常会集成到完整的制造系统中。这就要求我们始终掌握最新的工艺专长。”

斯 达拉格通过测试和小批量生产等合同获取这类业务，客户可借助这些服务应对生产高峰期等场景。目前，卓越生产中心 (ATCC) 正在执行一个美国订单的生产任务。斯达拉格需负责为客户完成数款燃气轮机机匣的整体加工工作，这些机匣均为小批量生产。

在实践中积累经验

斯达拉格高性能加工系统 (HPS) 事业部研发与技术负责人马库斯·埃斯博士 (Dr. Markus Ess) 表示，这份订单有着特殊的背景：“尽管我们已有机匣生产经验，但

实际上我们并非零部件供应商。但由于合同涵盖了从毛坯到可装配的机匣部件的完整工艺流程，因此我们将这次合作视为拓展和完善工艺专长的契机。毕竟，我们的客户对这类全面的工艺专长的需求日益迫切。”

客户也清楚，斯达拉格并非传统意义上的供应商。这次的合作契机源于实际需求。客户的前供应商认为小批量生产已无经济效益，而市场上也找不到其他具备必要专长和设备的服务供应商。而斯达拉格位于罗尔沙赫伯格的卓越生产中心 (ATCC) 具备机匣加工所需的理想条件，斯达拉格可

在此完成大部分工作。该中心占地面积约 2000 平方米，配备了最新的斯达拉格四轴和五轴加工中心。此外，现场还有经验丰富的应用专家和研发人员提供支持。

“从经济角度来看，我们无需为这个订单额外投资新设备，这是一项优势。”马库斯·埃斯表示。“针对客户的机匣加工，我们采用了卓越生产中心 (ATCC) 现有的 STC 1250MT 和 STC 800MT 加工中心，可根据机匣尺寸和要求，灵活适配切削和车削加工。”

机匣制造涉及哪些工作？

燃气轮机通常由多个部分组成：进气道（必要时含增压器）、压缩机（通常为多级结构）、燃烧室、轮机本体（将高温气体的热能转化为机械能或电能）以及排气道。客户的燃气轮机亦是如此，其机匣由六种不同的机匣部件组成；新一代产品则有七个机匣部件。

每个旋转对称的机匣都需满足不同要求，

尺寸和几何形状也各不相同。根据工作环境温度不同，材质也有所差异。冷端部分采用钛合金，热端部分（温度最高可达 2000 摄氏度）则采用高温合金。

根据合同，斯达拉格将制造机匣部件，并以整套组件 (shipset) 的形式发运至美国。

“整套组件”指的是一台轮机所需的全套机匣部件。

小批量与多样化的结合

斯达拉格 2025 年计划交付 10 套机匣组件。“我们与客户约定分两批交付，每批包含 5 套组件。”克劳斯·施特鲁贝尔表示。“对我们而言，这意味着七种不同的机匣每种都以 5 件为一批进行生产，从而将装夹和热处理成本降至最低。”尽管如此，斯达拉格仍需要精密的生产计划，不仅要考虑机床利用率，还要兼顾各类

辅助工艺。“在这个项目中，我们不仅负责车削、铣削和钻孔工序，还需承担额外的电火花加工 (EDM)、焊接、热处理以及检测、测试等工作。”技术负责人马库斯·埃斯解释道。“在此过程中积累的整套工艺流程知识，对我们而言极具价值。”

准备周期短

此次工艺开发的可用周期仅为六个月。考虑到机匣种类繁多且要求差异极大，这个周期并不充裕。挑战始于难加工材质，还包括部分特征（如孔）的加工可达性受限等问题。为确保叶片等附件的精准定位，必须严格遵守严苛的公差要求。此外，部分表面还需达到极高的光洁度要求。除了在斯达拉格机床上完成的加工工序外，还需开展多项辅助工作。比如，深孔钻削后需进行压力测试。焊接、电火花加工 (EDM)、热处理与淬火工艺以及 Cerakote

涂层处理等工作，均外包给经认证的外部合作伙伴完成。所需的荧光渗透检测 (FPI) 工艺亦是如此。

马库斯·埃斯指出：“这些工序中，许多都是不受我们直接控制的中间环节，会中断内部生产流程。但我们经验丰富的员工成功构建了高效运转的工艺流程，并圆满完成了订单，客户非常满意。”克劳斯·施特鲁贝尔补充道：

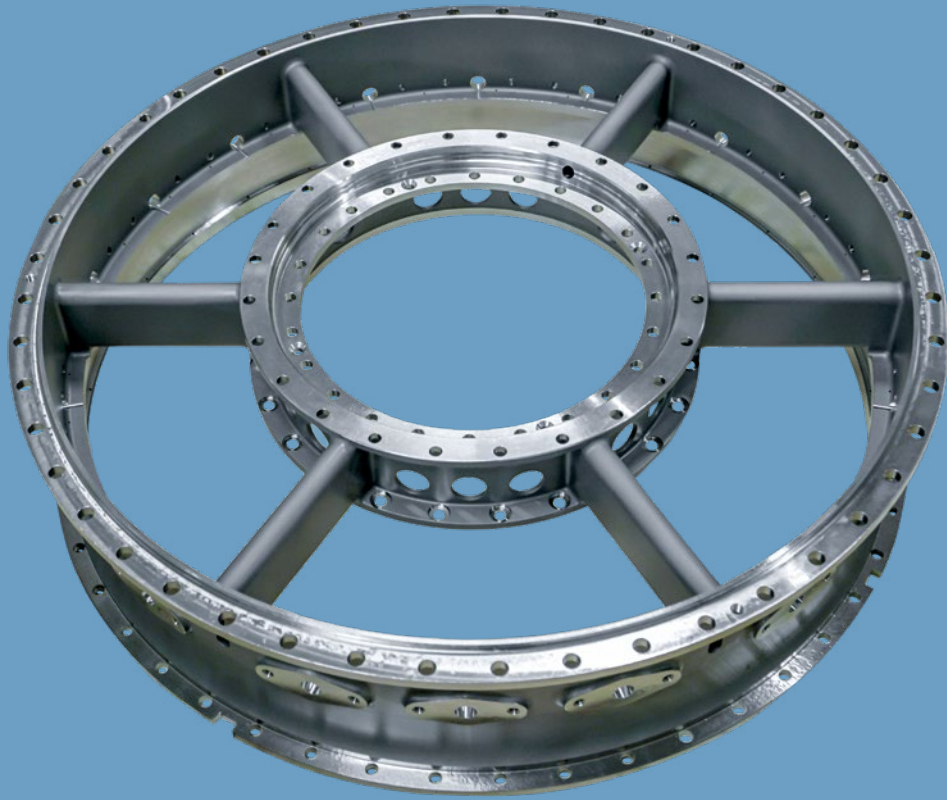
“由于客户位于美国，我们开发了一套全面的项目管理系统，包括每周举行线上会议，讨论并监控项目进展，便于客户准确了解工作进展情况以及我们是否能按期交付。”

关键的一次性成本

技术研发同样受到经济因素的制约。毕竟，斯达拉格不仅希望积累专业知识。

每个旋转对称的机匣都需满足不同要求，尺寸和几何形状也各不相同。





自主研发和磨削的合金铣刀有助于优化加工性能。

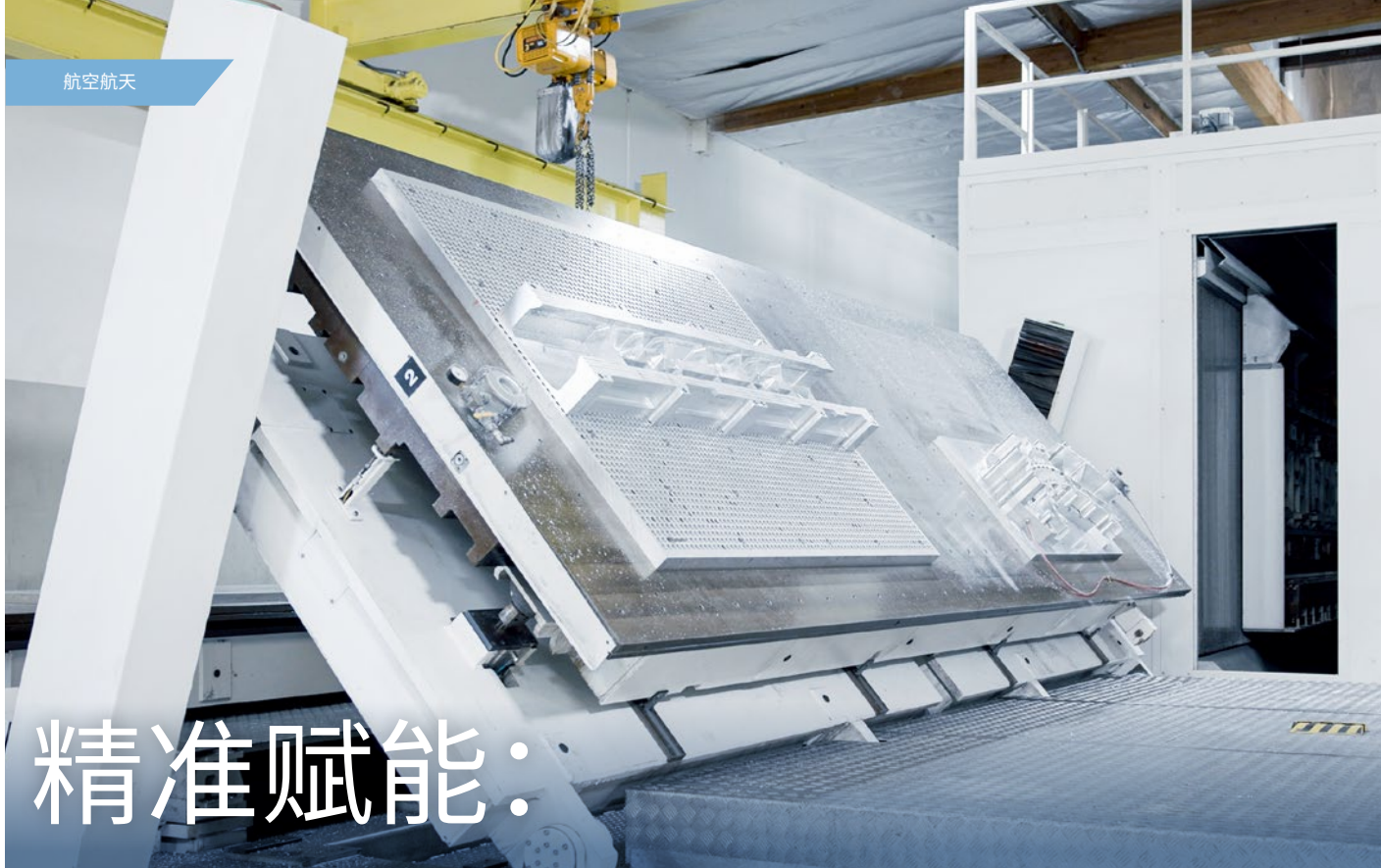
因此，一次性成本是重要考量因素，而夹具便是其中之一。高级应用工程师斯坦尼斯拉夫·斯坦克维奇 (Stanislav Stankevich) 解释道：“我们最初计划使用四种不同的夹具，但这会导致项目成本太高。因此，我们提出了创新的模块化夹持概念。这是一款组合式夹具，可通过单一设备实现七种机匣的装夹。”为此，他们在托盘上标记了矩阵标识，明确每种机匣的装夹位置。在装夹过程中，始终使用相同的槽位，但会搭配不同的标准立式装夹

元件。这使得经验丰富的操作员能够相对快速地重新配置夹具。

为确保加工流程的高效性，还需开展多项内部研发工作。在机匣领域拥有丰富经验的斯坦尼斯拉夫·斯坦克维奇，负责工艺和刀具的调试磨合以及设备优化工作。他解释道：“为了能在难以触及的区域进行钻孔和切削加工，我们的专家研发了超薄角度铣头，该铣头配备特殊接口，具备极高的刚性，可胜任重型切削加工任务。”

自主研发和磨削的合金铣刀有助于优化加工性能，深孔钻头、反向镗钻等其他刀具也均来自斯达拉格自有研发部门。

制造流程结束后，每个零件都会按照规定标注序列号。随后安装螺栓、销钉、T型螺母及其他供应部件。整套组件随后会放入坯料交付时使用的可重复利用包装中。之后，整套机匣组件将发运至客户在美国的工厂，在此完成轮机的全面组装和测试。 ▾



精准赋能：

Notthoff 成功背后的长期合作伙伴关系

从二战时期的小型加工车间起步，到发展成为航空航天结构件高速加工专家，Notthoff Engineering 始终坚信，合适的机床是将潜力转化为实绩的关键。秉持这个前瞻性理念，这家总部位于美国加利福尼亚州的制造商于 2013 年购入了首台斯达拉格 Ecospeed F 2060 卧式加工中心。十余年后，基于此前的成功经验，Notthoff 又添置了第二台 Ecospeed F 系列加工中心——更为紧凑的 F 1540 型号，进一步拓展了生产能力，彰显了其对创新、精度与发展的持续追求。

Notthoff Engineering 成立于 1941 年，最初是一家战时小型加工车间，历经八十余年稳步发展，现已成为高度专业化的航空航天分包制造商。正如首席执行官凯利·凯勒 (Kelly Kaller) 所言：“Notthoff Engineering 是一家多年来稳步发展的家族式小型机械加工企业，我们专注生产高速加工的整体式飞机结构件及直升机零部件。” Notthoff 公司约 80% 的产品为铝合金零件，其余为钛合金、高温合金及其他硬质合金零部件。产品涵盖各类航空航天结构件，包括翼肋、长桁、隔框及机身段等。首席运营官阿尼·华雷斯 (Arnie

Juarez) 说道：“举个例子，我们最近加工了一块约 3,085 千克的坯料，而最终交付的零件重量仅为 86 千克。材料去除率高达 95%，这对我们来说是很常规的情况。” Notthoff 公司总部位于亨廷顿比奇，拥有四座厂房，总占地面积约 6,000 平方米，业务涵盖美国近年来多款重要军用飞机的相关项目。“我们的业务主要集中在军工领域。我们参与了 F-35 和 F-47 战斗机的相关加工工作，早年也为 F-18 战斗机完成了大量零部件生产。F-16 战斗机目前仍在服役，我们也持续为其提供配套服务，并且参与的项目范围十分广泛。”阿尼·华雷斯表示。新一代战斗机 F-47 项

目的推进，也彰显了 Notthoff 公司在美国尖端国防制造领域日益重要的地位。

斯达拉格——基于实证的选择

21 世纪 10 年代初，当 Notthoff 评估卧式加工中心时，阿尼·华雷斯极为严谨，他走访了欧洲多家客户，实地观察不同机床的实际生产情况。他的发现极具说服力。

“斯达拉格的销售团队邀请我前往爱尔兰，参观了另一家正在使用其机床的企业。我们与该公司的相关人员进行了全面交流，他们都对斯达拉格赞不绝口，甚至还在额外添置两台斯达拉格机床。之后我

们又参观了另一家法国机床制造商，但抵达时发现他们的机床正在进行维修。我与现场人员交流后了解到，他们的机床存在诸多问题。至此，我们几乎已经敲定最终的选择。”阿尼·华雷斯说道。但这一选择并非仅仅基于对比得出的可靠性优势。

阿尼·华雷斯对 Ecospeed 系列的技术架构研究得越深入，就越坚信他做了正确的选择。Ecospeed 系列的核心差异化优势在于获得专利的 Sprint Z3 并联运动铣头。“我真正欣赏斯达拉格的地方在于其运动学设计。其他制造商的大型卧式加工中心大多配备笨重的旋转铣头，运行速度非常缓慢。这些铣头的启停和运转过程耗时较长，会浪费大量加工时间。而斯达拉格配备的 Sprint Z3 铣头，能在瞬间完成从 0 到 40 的速度切换。机床可以持续高效运转，加减速性能极为出色，因此我们使用这台机床生产零件的速度，比市面上任何其他机床都要快得多。”

高性能背后的技术支持

Ecospeed F 系列是斯达拉格专为铝合金及软金属结构件高速铣削打造的专业解决方案。2060 和 1540 两款型号均搭载 Sprint Z3 铣头，这一并联运动系统能在五个轴向上实现 1G 的加速度，加加速度值高达 200 m/s^3 ，可在不影响精度的前提下实现快速定位。斯达拉格全国销售经理兼航空航天领域专家蒂姆·穆尼 (Tim Mooney) 用其特有的直白方式描述道：“这是目前市场上速度最快、功率最强的机床——得益于 Sprint Z3 铣头，其效率比其他所有机床高出 30% 至 40%。”主轴参数是这一优势的核心支撑。

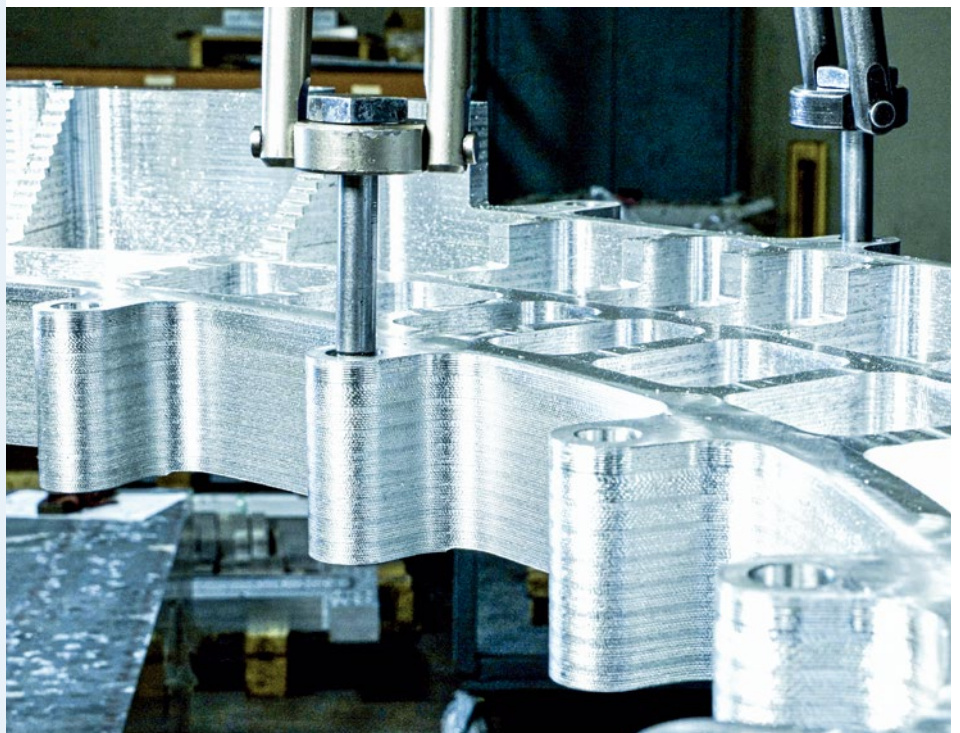
Ecospeed 系列机床的主轴转速可达 30000 rpm，功率为 120 kW，基准转速为 3800 rpm，机床在此转速下可实现满功率输出。蒂姆·穆尼解释了这一参数的重要性：“铝合金结构件铣削的核心在于功率。如果能在较低转速下实现满功率输出，就可以使用更大规格的刀具，实现更宽、更深的切削，从而提升每小时最大金属去除率。这一点是我们的竞争对手望尘莫及的。”Sprint Z3 铣头的摆动行程为 $\pm 45^\circ$ ，可满足约 95% 的铝合金结构件加工需求。当通过自动换刀装置装载直角铣头时，该机床可快速升级为 6 轴加工平台，摆动行程扩展至 135° ，能够在一次装夹中完成底切、侧面钻孔及其他复杂几何

结构的加工。对于薄壁铝合金结构件加工，Sprint Z3 铣头的轻量化设计（主轴组件约 200 千克，而传统叉形铣头主轴重达 2 至 3 吨）具备决定性优势。“由于需要控制的部件质量极轻，薄壁件加工不再是难题，因为我们可以快速平稳地完成切削。”蒂姆·穆尼表示。“我们能够全程精准控制切削过程，并快速通过圆角部位，从而避免振动产生。”

两台机床，一套战略

2013 年安装的 Ecospeed F 2060 加工中心，加工范围为 $2,000 \text{ mm} \times 6,000 \text{ mm}$ ，使 Notthoff 能够加工航空航天领域部分最

而斯达拉格配备的 Sprint Z3 铣头，能在瞬间完成从 0 到 40 的速度切换。





” 这台机床让我们能够按时交付高质量的产品。

阿尼·华雷斯 (Arnie Juarez),
Notthoff Engineering 首席运营官



大规格的结构件。十余年后，这台机床仍能按给定规格稳定运行。“这台机床于2013年安装，13年后的今天，我们仍在用它生产高质量的零部件。”阿尼·华雷斯说道。“我们从未对其进行过彻底检修，而它至今仍能将公差控制在25 μm以内。”

较新的 Ecospeed F 1540 加工中心的加工范围为 1,500 mm × 4,000 mm。两台机床并非简单的产能叠加，而是形成了互补搭配。“我们不必让大型机床去处理小型工件，而是可以将这类加工任务转移至 Ecospeed F 1540，让两台机床同时运行，以最高效的方式发挥各自的作用。”阿尼·华雷斯解释道。两者在技术上的差异也让这一搭配尤为实用。

Ecospeed F 2060 采用最小量润滑 (MQL) 技术，通过主轴输送可生物降解的油雾；

而 Ecospeed F 1540 则采用全浸式冷却方式。这一设计使 Notthoff 能够根据不同的零件类型和加工条件，对两台机床进行针对性优化。两台机床均为双托盘配置，确保了主轴的最大运行时间。“当一台托盘在机床内进行零件加工时，工程师可以同时为另一台托盘准备下一个加工任务。”阿尼·华雷斯表示。“他们可以在机床运行期间将刀具装入刀库，更新程序，并让机床立即恢复加工循环。”托盘更换仅需120秒，两台机床均采用 Siemens 840D Solution Line 控制系统，全年24小时不间断运行；所有程序在投入车间使用前，均通过 Vericut 仿真软件进行验证。

质量、时效、成本三重保障

对凯利·凯勒而言，投资斯达拉格的价值体现在主轴运行时间、加工效率和市场竞争三个核心方面。“这台新机床效率极

高，极大地提升了我们车间的加工能力和产能，为我们带来了显著的竞争优势。”他说道。对阿尼·华雷斯来说，竞争优势则来源于生产速度。“这台机床让我们能够按时交付高质量的产品，同时由于我们的加工速度远快于竞争对手，客户也能以更优惠的价格获得零部件。”Ecospeed系列的自校准功能也为加工质量提供了保障，降低了对操作员的依赖。“这台新机床具备自校准功能，由于该功能是机床自带的，极大地减轻了操作员的工作压力。”这些机床还能直接满足波音 (Boeing) 公司最新的制造规范要求。

“波音及其他客户的新要求规定，所有加工操作必须在一次装夹中完成。我们的机床配备了 90° 铣头，该铣头存储在刀库中并可自动装载，这使得机床实际上具备了6轴加工能力，让我们能够在一次装夹中完成所有孔加工，无需进行二次操作。”

阿尼·华雷斯解释道。“因此我们能够及时交付符合最严格要求的零部件，让我们更具竞争优势。”

服务与支持：合作伙伴的核心价值

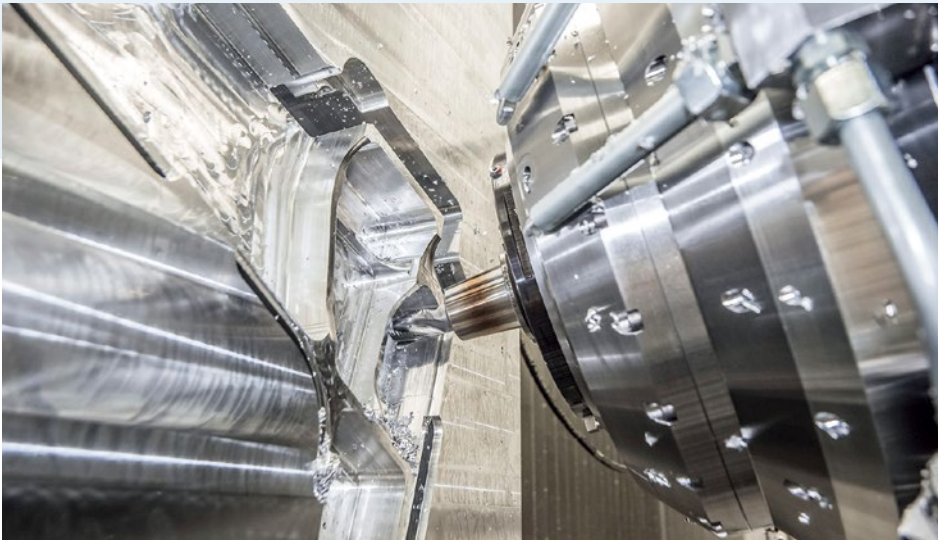
对阿尼·华雷斯而言，售后服务质量是其采购决策的核心考量因素，也是 Notthoff

床停机，客户就无法产生收益，因此每次都会立即着手解决问题。”斯达拉格的服务体系包括远程故障诊断功能，德国的工程师可以直接登录机床控制系统，实时诊断问题。当需要现场服务时，斯达拉格的响应速度也非常快。“如果远程无法解决问题，他们会派遣服务技术人员，通常最多 24 至 48 小时内就能抵达现场。不过很

商，而不是那种做一锤子买卖的企业。无论是提供服务支持，确保机床 95% 的技术可用性，还是应用团队通过优化编程以最大化材料去除率，人的因素都至关重要。”

国防领域增长与未来规划

随着美国国防支出的增加以及重大项目生产速度的加快，Notthoff Engineering 正处于有力的增长态势。该公司已为两台机床安排了加工任务，并正在评估进一步提升产能的方案。“我们倾向于向内发力、稳步前行。”阿尼·华雷斯表示。“我们的空间已经有点紧张了，四座厂房都已摆满了设备。要么处理部分老旧设备，要么投资新建厂房，目前看来后者是一个比较现实的选择。”



” 目前，斯达拉格在美国市场已安装超过 850 台机床。

再次选择斯达拉格 Ecospeed F 1540 的主要原因。“如果购买机床后才发现缺乏售后服务支持，那可真是太糟糕了。”他说道。“斯达拉格的售后服务一直非常出色，这也是我们购买第二台机床的原因。他们始终对自己的产品负责，参与度高，响应也十分迅速。他们真正理解，一旦机

多问题通过电话沟通就能解决。”阿尼·华雷斯表示。目前，斯达拉格在美国市场已安装超过 850 台机床，并拥有一支来自工厂的服务工程师团队，在全美各地进行战略布局；同时，其位于希伯伦的零部件中心储备了价值约 200 万美元的备件。蒂姆·穆尼总结道：“我们是解决方案提供

蒂姆·穆尼证实，斯达拉格在美国的航空航天客户中，约 90% 专注于国防应用领域，而 Ecospeed 系列加工中心作为标准配置，可满足所有严格的政府规范要求。Notthoff 与斯达拉格长达 12 余年的合作关系，正是蒂姆·穆尼所描述的合作伙伴理念的典范：“斯达拉格与客户的关系，不仅仅是一次机床交易，而是多年来建立互信关系并相互支持的长期合作——我们致力于长远发展。”

斯达拉格赋能惠尔信

开启精密加工新纪元

江阴市惠尔信精密装备股份有限公司（以下简称：惠尔信）作为一家致力于中大型精密机械零部件加工的高新技术企业，是风电、压缩机、机床、纺机等高端装备领域的重要供应商。其深知加工设备性能对产品质量和生产效率的决定性影响，因此面对全球产业升级的浪潮，面对客户对产品质量与精度的要求不断提高，惠尔信当机立断，开启了他的设备升级之旅。





通过采购一台直径 4000 mm 的多利斯立式车削中心，惠尔信为企业稳健发展奠定了基础。

全力护航，惠尔信成功进军风电精加工

“2013 年，我们决心进入风电精密加工领域，这是我们与斯达拉格合作的契机。”惠尔信机械（泰兴）有限公司副总经理高文杰回忆道。“风电精密零部件对设备的加工精度，尤其是对形位公差的要求极为严苛，我们现有的设备已经无法满足。而斯达拉格旗下以高精度著称的多利斯大型立车却是加工这类产品的利器。”

回首 2013 年，惠尔信踏出与斯达拉格合作的第一步，购置了一台直径 4000 mm 的多利斯立式车床。十余年来，这台立车犹如一位稳健的“精密工匠”，始终保持着高精度、高效率和高稳定性。“多利斯设备的卓越表现大大超出了我们的预期，是我们成功进军风电精密加工领域的重要

“多利斯车床的优异表现超出我们的预期。”

高文杰
惠尔信机械（泰兴）有限公司副总经理

助力，也为惠尔信与斯达拉格的后续合作打下了坚实的基础。”高文杰坦言道。

“所以当 2024 年再次面临设备升级的关键决策时，我们毫不犹豫的选择了斯达拉格，一次性订购了包括多利斯立车和海科特卧加在内的 9 台设备。”

持续赋能：惠尔信风电精加工实力再上层楼

多利斯立车不仅满足了精密风电零部件对形位公差的严苛要求，并在核心技术优势的加持下，大幅提升了惠尔信的产品品质和生产效率。

多利斯立车采用减振型铸铁结构与坚固的龙门设计，以革命性的静压技术为支撑，能有效降低振动，即使在长期重载切削下仍保持超强刚性及热稳定性，为持续高精度输出提供了物理保障。其具备多功能附件头，结合多功能圆盘式刀库，实现了车、铣、镗、磨等多种加工方式，对比同类设备加工效率提升超 25%，大幅缩短了关键部件的交付周期。此外，其配备灵活的刀具输送系统，可快速换刀，先进的数字化控制系统，操作便捷，功能强大，实现了精确控制与自动化加工，减少人工干预，进一步提高了生产效率。

加工效率提升 25%

斯达拉格机床的效率表现突出，为惠尔信打造优质生产环境提供了重要支撑。

“多利斯立车的这些性能，于风电行业大型精密零部件加工而言至关重要。”惠尔信机械（泰兴）有限公司设备部经理郑伟东颇有感触的说，“当初正是多利斯立车的优秀表现坚定了我们进军风电精密加工领域的信心。我相信在这些优秀设备的加持下，惠尔信将为风电精密加工领域的发展贡献更多力量。”

海科特卧式加工中心：重载精密制造

海科特卧式加工中心也是此次生产设备升级的有力组成，该系列机床专为高精度、重载切削而设计。其可加工重达 13 吨的工件，并实现卓越的精度。在两米的加工范围内，可实现直线度和平面度误差小于 7 μ m，位置度小于 0.02mm，郑伟东补充道：“加工工件的尺寸精度和表面粗糙度

都能达到极高水平，完全满足我们对产品精度的要求。”

不止如此，海科特卧加采用塔式刀库设计，可满足最大镗刀直径 950mm、最大刀具长度 800mm、最大刀具重量 50kg 的特殊需求，显著提高特殊刀具需求产品的加工效率。此外，它还配备了防碰撞功能，确保了高工艺可靠性、效率与稳定性。

斯达拉格的设备性能毋庸置疑，在惠尔信为其营造的优越运行环境中更是发挥的淋漓尽致。惠尔信采用独创的地基打造方式，使地基异常牢固，配合精准的温控管理，为斯达拉格设备提供了绝佳的展示“舞台”，完成了诸多其他设备和企业难以企及的高难度加工任务。

“斯达拉格的卓越设备是提升我们加工实力的核心驱动力。它们不仅在性能上无可挑剔，更在长期运行中展现出卓越的可靠性和稳定性，让我们对未来的发展充满信心。”高文杰总结道。

双向奔赴，开启精密加工新纪元

斯达拉格与惠尔信的合作可以说是两家企业的双向奔赴，这不仅体现在设备与需求的契合上，还体现在双方团队在合作中所展示的信任与默契，更重要的是两家企业在文化和理念上的高度一致。“合作过程中，斯达拉格团队表现出了极高的专业素养和技能水平，不仅利用其全球行业的业务经验结合中国市场的特点给予专业建议，并按时保质保量的完成安装维护任务，让我们完全没有后顾之忧。”高文杰

给予了斯达拉格团队高度认可。

斯达拉格集团中国区总经理刘新则表示，惠尔信是一家非常注重创新、品质、信誉和坚持的企业，有非常清晰的定位，并能持之以恒，这和斯达拉格的企业文化非常契合。今天，在双方的共同努力下，已经建立了基于中国本土市场的风力发电机高精度、高效率、高稳定性的制造模式。

“斯达拉格的高品质机床，是我们加工能力提升的核心动力。”

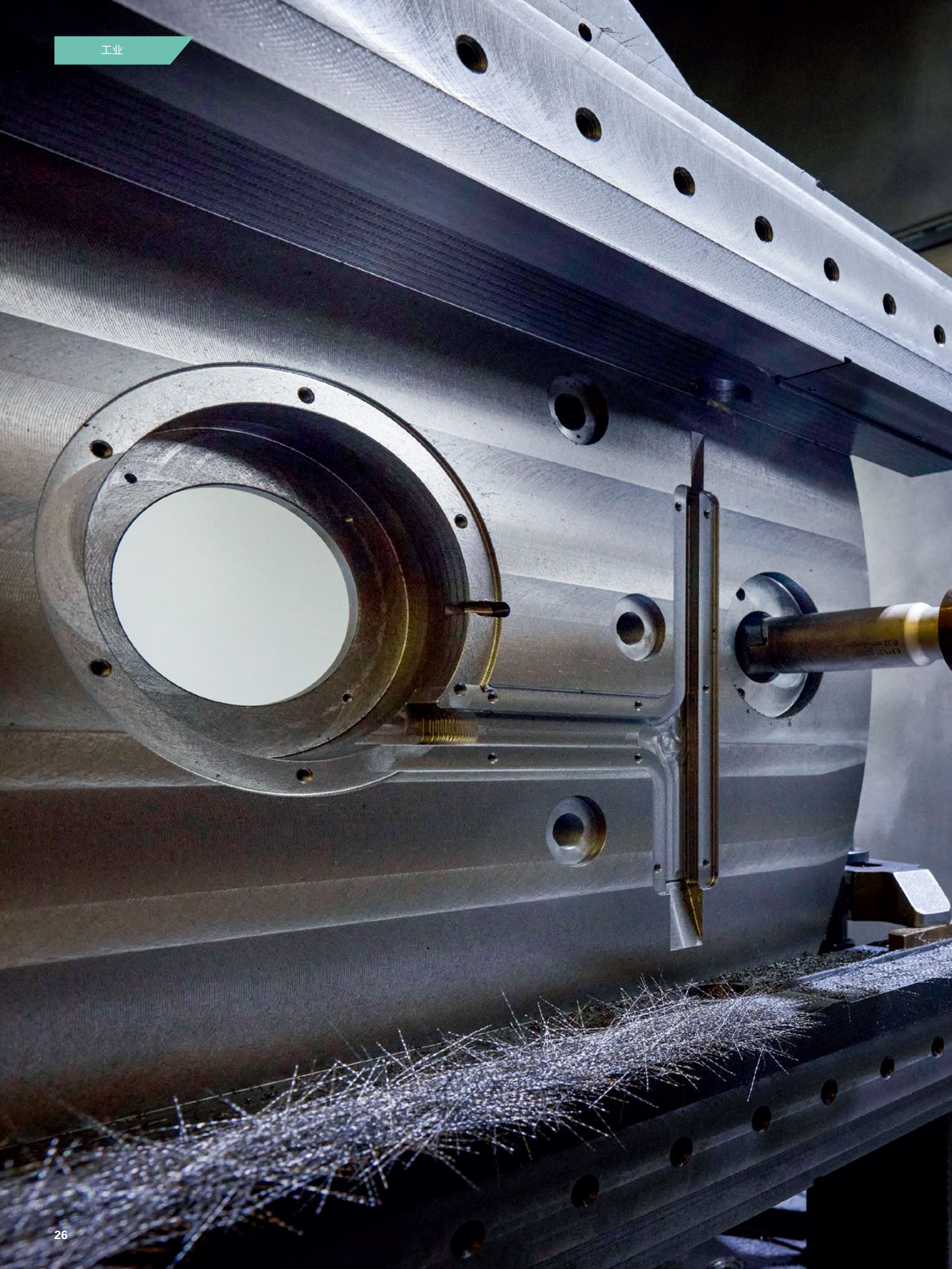
高文杰
惠尔信机械(泰兴)有限公司副总经理

随着市场的发展和变化，双方的强强合作会得到进一步深化。未来，斯达拉格期待与惠尔信继续携手共进，在精密制造的广

阔天地里，不断探索创新，以更先进的设备与技术，持续推动中国制造业高质量发展，开启精密加工新纪元！



双方将以创新技术与高性能设备，迈向更高发展阶段。





精准的“心脏移植”

斯达拉格为 KAPP NILES 交付高精度
海科特 HEC 800 加工中心

除了本身超高的基础精度外，斯达拉格为其海科特加工中心配套的高精度包，是促成此次合作的另一项决定性因素。

2024年，齿轮磨床专业制造商 KAPP NILES 在其科堡 (Coburg) 生产基地更换了一台用于精密精加工的坐标镗床。新投入的机床为：高精度海科特 HEC 800 加工中心。对于立方体零件加工部门负责人萨沙·福克尔 (Sascha Forkel) 而言，此次设备更换堪比一次心脏移植：“这是我们生产运营中的核心机床，没有它，我们将无法生产。”如今，这场“移植手术”的成功已是毋庸置疑！

走 进 KAPP NILES 位于科堡的工厂生产车间，便能直观感受到这里专注于特种机床研发制造的氛围。萨沙·福克尔表示：“整洁有序的生产环境，再加上高品质设备群，是我们打造优质齿轮磨床的先决条件。”在他的管理下，这里可加工尺寸达 1 立方米的立方体结构零件：“这些都是我们机床的核心组件，主要用于齿形和轮廓的高精度

加工。”为了让 KAPP NILES 的机床满足客户的高标准要求，每一个这类零部件都必须严格遵循最高 $3\ \mu\text{m}$ 的形位公差和尺寸公差要求。最终加工出的齿形需实现精准、静音的齿轮啮合，该工艺广泛应用于汽车制造、机械工程等多个领域。这些零部件的材质 80% 为铸铁，其余为钢材，福克尔的团队会在各类加工中心上对其进行粗加工。所有有质量要求的加工面均预

留 $0.3\ \text{mm}$ 的加工余量。孔径则额外预留 $1\ \text{mm}$ 的加工余量。

这位切削工艺专家解释道，后续的精加工工序则更为复杂：“在精加工环节，我们的形位公差控制在几微米范围内，零部件之间的相对位置公差同样如此。同时，加工表面也必须达到顶级的精度标准。”

生产的核心

此前，这项精加工工作由一台已使用 16 年的坐标镗床完成，但该机床的备件供应已无法得到保障。对于负责人而言，这台旧设备的故障风险过高，且一旦故障会造成长时间的生产停工。因此，为做好风险防范，他们决定更换这台设备。核心要求就是：新机床需与旧机床一样，能稳定实



“海科特加工中心本身就具备超高的机械精度。”

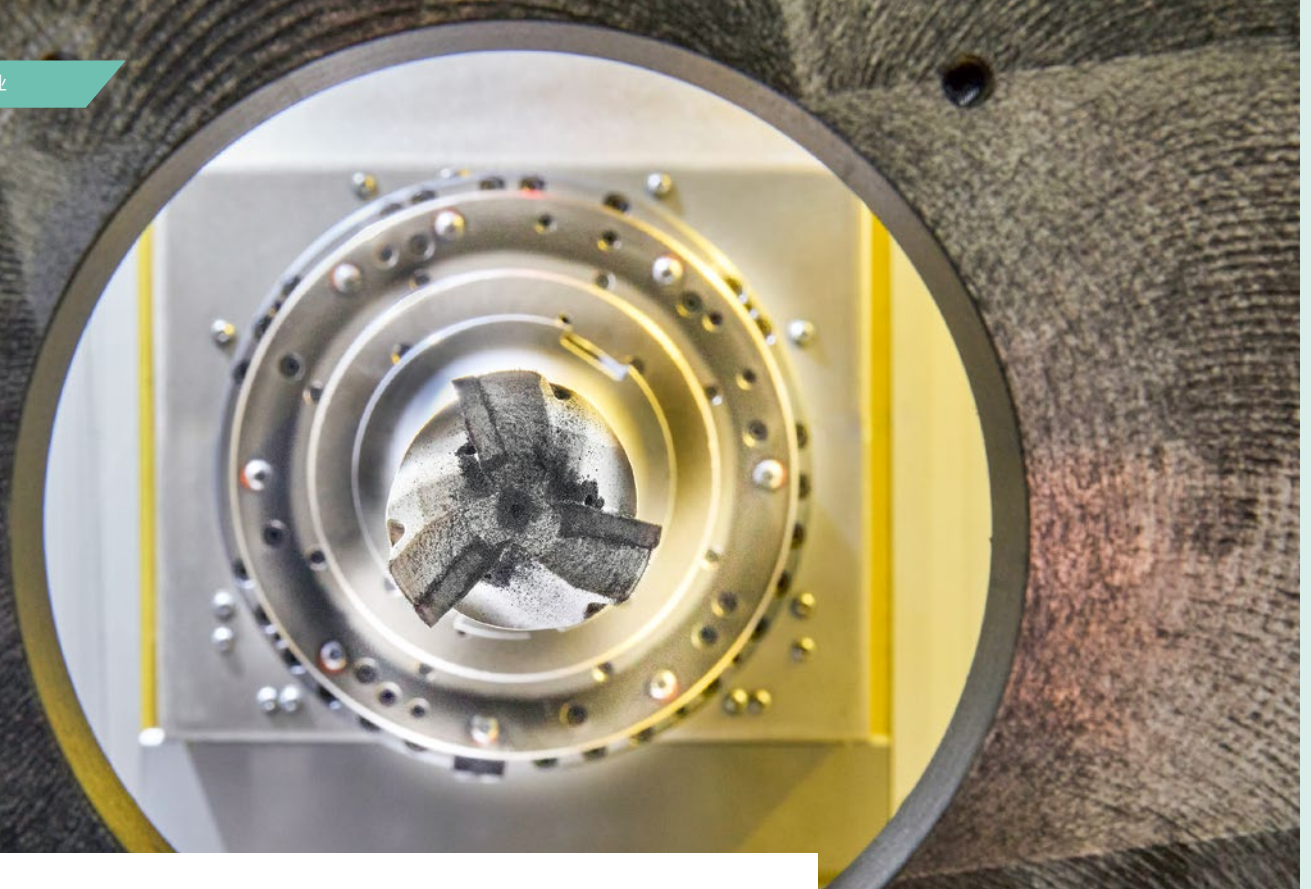
莱纳·克劳斯 (Rainer Krause), 区域销售经理

现微米级的高精度切削加工。经过市场调研, KAPP NILES 筛选出三家供应商进入候选名单。机床操作员也参与到了此次机床选型工作中。他们挑选了加工难度最大的零部件——复杂的电机壳体, 作为试切削的工件。三台候选机床在完全相同的条件下进行测试: 同款测试件、相同的粗加工工艺、同款工装夹具、相同的数控程序及刀具。为确保所有测试结果具备可比性, KAPP NILES 的机床操作员为各机床厂商完成了粗加工件的装夹工作。萨沙·福克尔强调: “操作这台机床, 需要经验

丰富的操作员和数控编程人员。这台机床将成为我们新的生产核心, 但它并非决定加工成败的唯一因素。只有机床、操作员和数控编程人员三者完美配合, 才能加工出高精度的零部件。”为完成最终评估, KAPP NILES 在同一台测量设备上, 对三台机床试加工出的样件进行了全尺寸检测。萨沙·福克尔表示: “结合检测结果和其他技术细节考量, 我们最终选定斯达拉格作为供应商, 选用其配备高精度包及其他高精度附加装置的海科特 HEC 800 加工中心。”

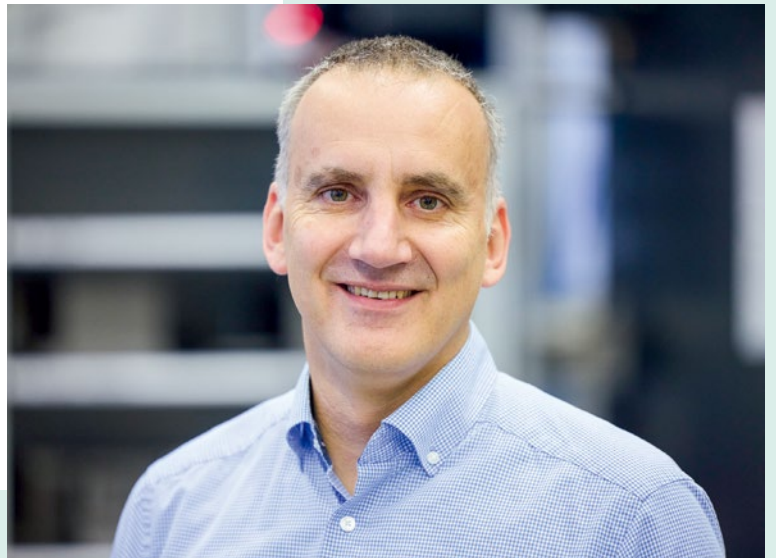
机械精度与软件补偿的较量

除检测结果外, 机床的机械精度是此次选型的另一项决定性标准。负责 KAPP NILES 业务的斯达拉格区域销售经理莱纳·克劳斯 (Rainer Krause) 解释道: “海科特加工中心本身就具备超高的机械精度, 其公差范围仅为常规加工中心的一半。”萨沙·福克尔对此表示认同。他指出, 其他多家机床厂商的机床也能达到相近的精度, 但这类精度是通过控制系统的软件补偿实现的。以他的经验来看, 这种方式会引发



“在这个项目中，我们建立起了特殊的互信合作关系。”

萨沙·福克尔 (Sascha Forkel),
KAPP Niles 立方体零件加工部门负责人



诸多问题：“举个例子：我们在这台机床上加工孔时，通常会使用单刃刀具。多轴联动下的软件补偿会产生形变，导致加工出的孔并非标准的圆柱面。这是我们绝对无法接受的。”除了本身超高的基础精度外，斯达拉格为其海科特加工中心配套的高精度包，是促成此次合作的另一项决定性因素。床身、轴驱动装置和滚珠丝杠均

配备水冷系统，保障了机床的热稳定性。冷却水自身被精确控温，温度波动维持在 $\pm 1\text{ K}$ 的设定范围内。同时，电机、液压系统等所有热源均与床身等影响加工精度的核心部件做了隔热处理。该高精度包还包含手工刮研的导轨，能实现更优的定位精度。

深度定制开发

斯达拉格区域销售经理克劳斯介绍了订单确认后的定制化研发流程：“我们从工艺角度出发进行方案研发，确保我们的海科特 HEC 800 加工中心能满足 KAPP NILES 全系列零部件的加工需求。”

所有研发措施均以加工精度为核心。例如，位于凯姆尼茨的研发团队进一步收紧了回转轴的公差范围，尤其对 B 轴的摆动误差做了优化控制。因为 KAPP NILES 的加工刀具需要从两侧加工轴承孔，这对分度精度提出了极高要求。

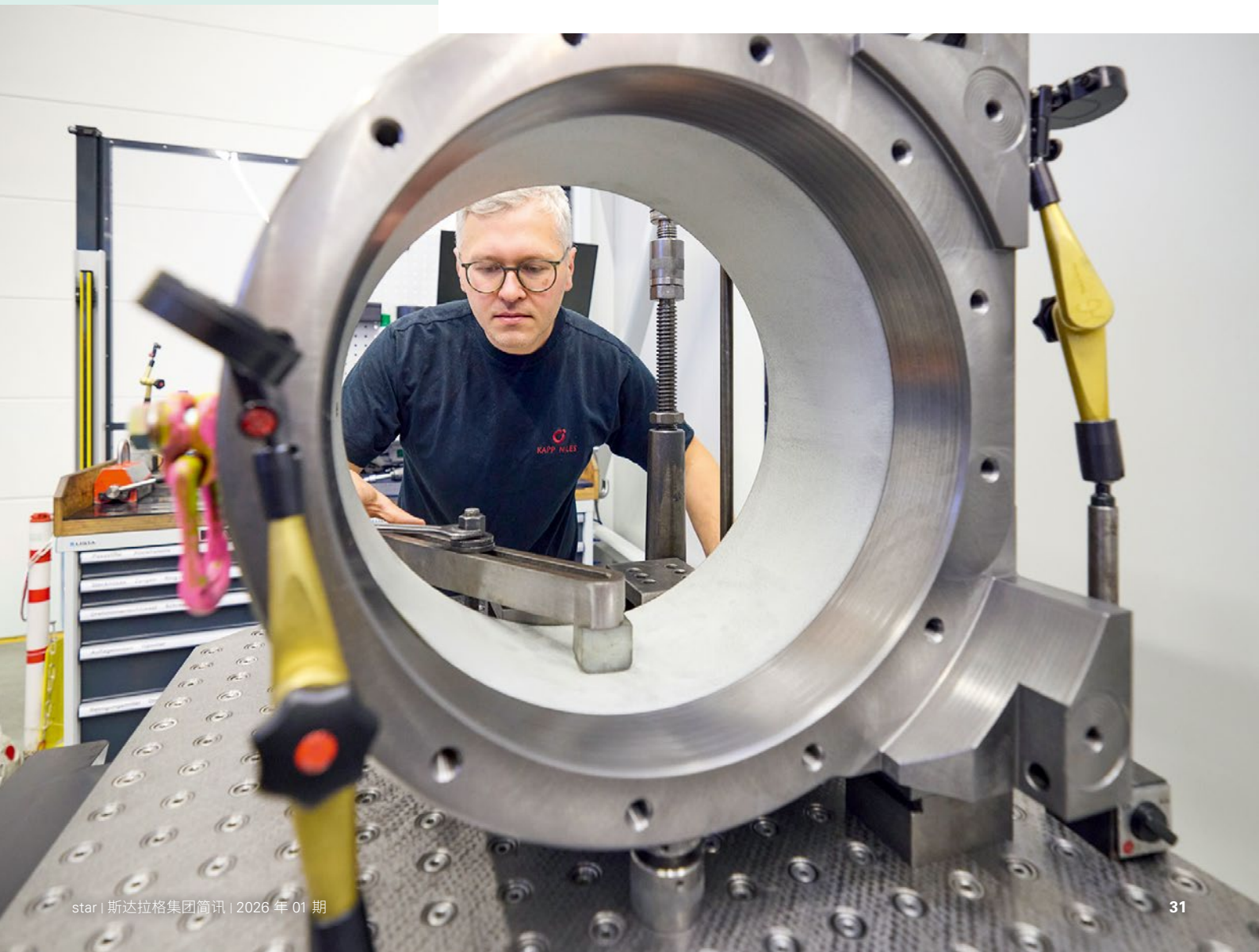
主轴方面，KAPP NILES 选用了斯达拉格自主研发的直驱解决方案。萨沙·福克尔表示：“机械主轴哪怕存在极其微小的误差，对我们而言都是无法接受的。为提升加工工艺的稳定性，我们甚至将主轴最高转速从 12000 rpm 下调至 10000 rpm。”

机床的快速进给速度和加速度梯度也有所降低，尽可能避免机床产生振动。莱纳·克劳斯强调了与萨沙·福克尔及其团队的紧密合作：“在这个研发阶段，我们进行了大量沟通，将方案细节敲定至极致——甚至包括托盘在装卸站上的轻缓定位方式。因为如果托盘定位操作过于粗暴，产生的振动会传导至机床内部，影响加工精

度。”机床的操作可达性也是此次定制的重要考量点。机床操作员希望在进行工装装夹和工件检测时，能便捷、安全地抵达加工区域。为此，我们为该机床设计了配套的台阶、扶手以及机床前方的操作平台，并对所有操作外围设施做了相应的抬高处理。同时，该加工中心还配备了自动钻孔系统。

“我们从工艺角度出发进行方案研发，确保我们的海科特 HEC 800 加工中心能满足 KAPP NILES 全系列零部件的加工需求。”

莱纳·克劳斯 (Rainer Krause)，区域销售经理



非关键性零件的自动化加工方案

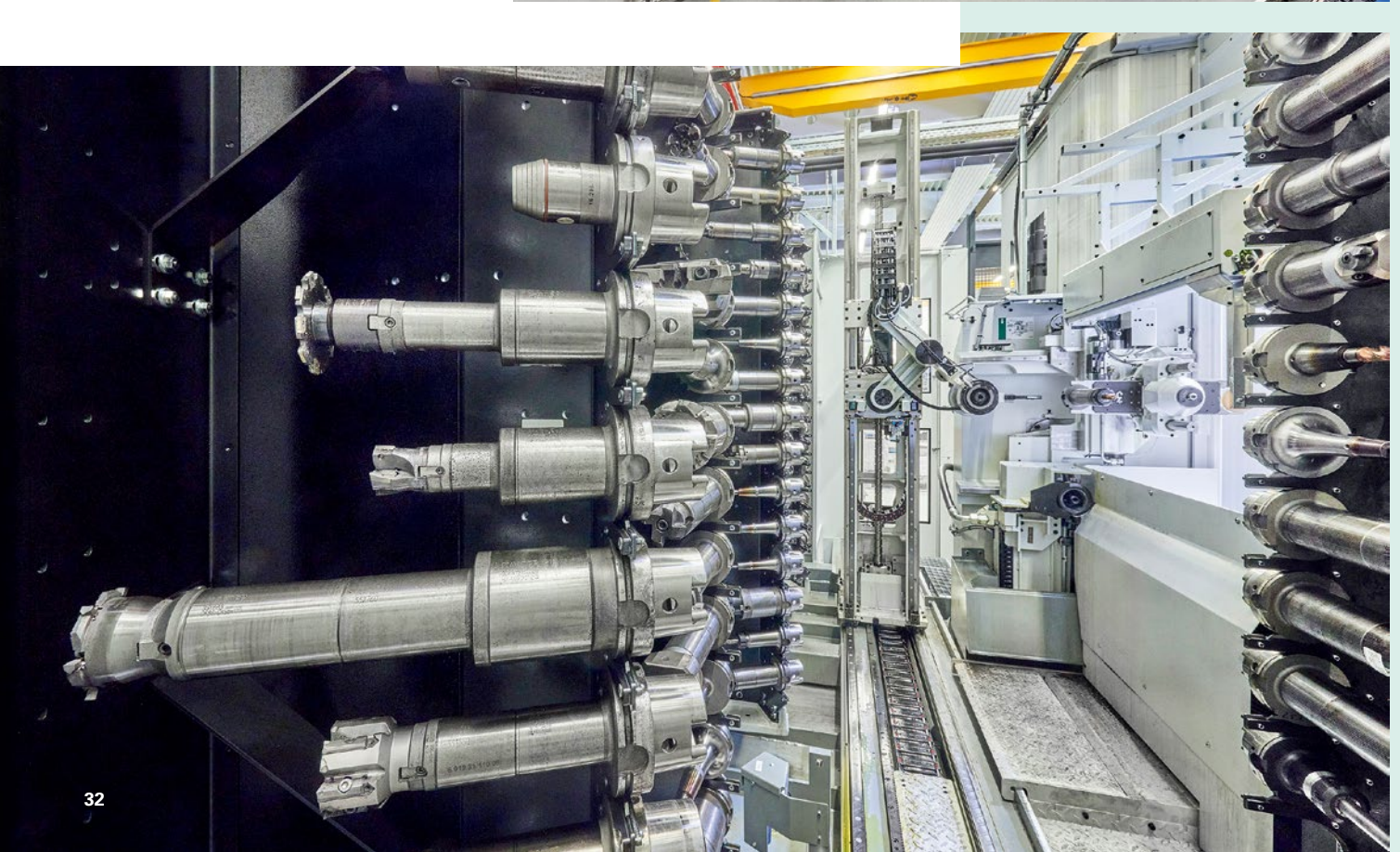
从项目初期，KAPP NILES 就计划为该加工中心配套自动化系统。萨沙·福克尔解释道：“我们的目标是实现非关键性零件的无人化加工。由于我们在托盘自动化领域缺乏经验，因此在这方面完全依赖斯达拉格的专业技术支持。”斯达拉格有着与多家专业自动化厂家的合作经验，此次自动化系统的选型主要依据 KAPP NILES 的现场工况确定。莱纳·克劳斯解释道：“结合 KAPP NILES 的现场空间条件，我们最终选定了 Erowa LoadMaster 系统。该系统配备 9 个工件托盘站，能实现产能效益的最大化。”

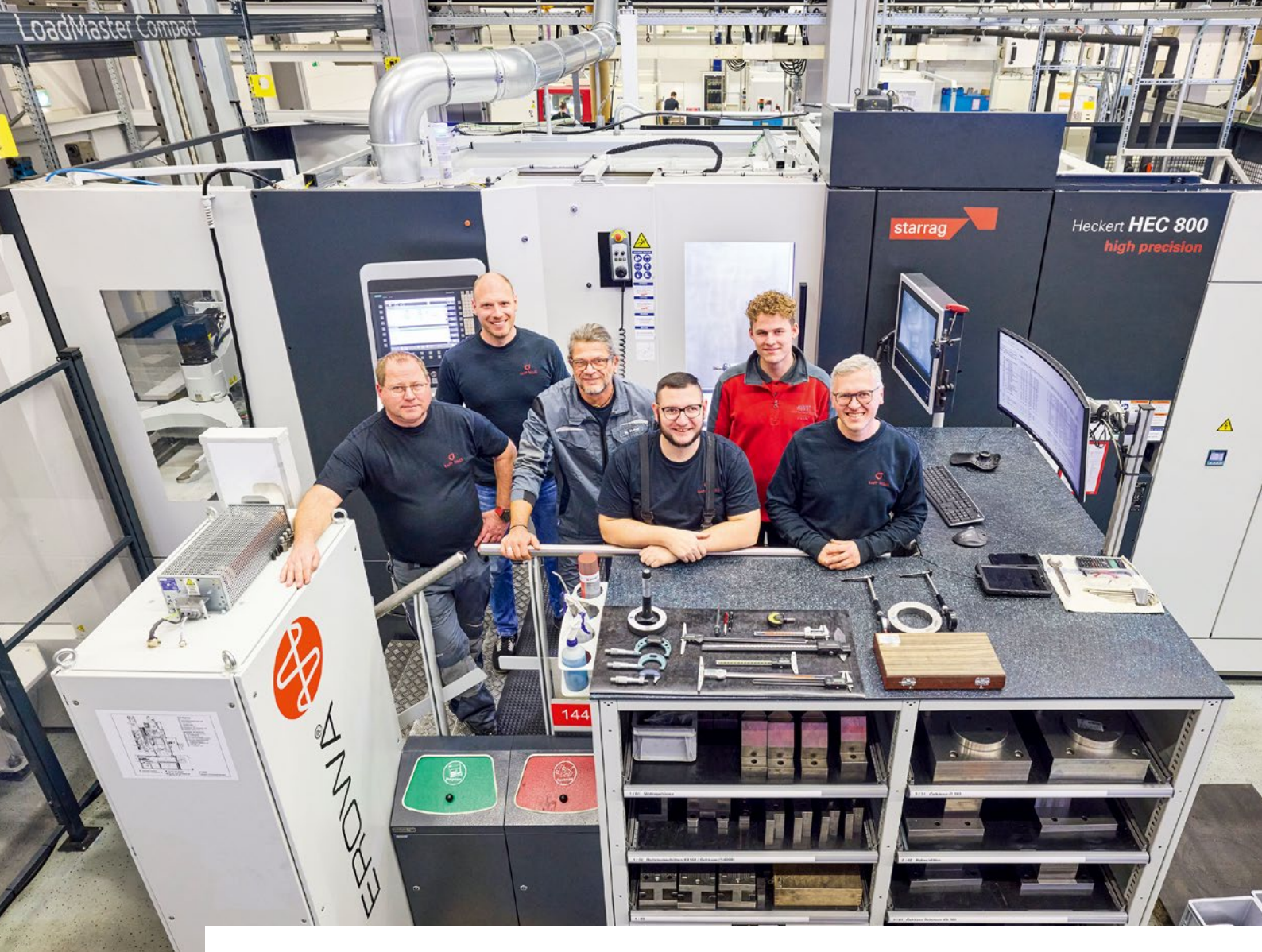
“我们的目标是实现非关键性零件的无人化加工。”

萨沙·福克尔 (Sascha Forkel),
KAPP Niles 立方体零件加工部门负责人

莱纳·克劳斯强调，托盘制造是这家位于凯姆尼茨的机床制造商的核心竞争力之一：“所有托盘均由我们自主生产，因为托盘对工件的加工精度影响重大。我们为 KAPP NILES 共交付了 9 个托盘，其中 6 个为标准款，经精密铣削和打磨加工而成；另外 3 个为针对超高难度加工件定制的手工铣削款。”配备 Erowa LoadMaster

系统的海科特 HEC 800 加工中心，占地面积与旧机床相当，加工效率却实现了提升。“正如我们所规划的，非关键性零件现已实现全自动化加工，这类零部件的公差要求在 $10\ \mu\text{m}$ 及以上，即配合公差等级为 H6、H7 级。”这种精度对 KAPP NILES 来说只能算是“粗加工”。





只有机床、操作员和数控编程人员三者完美配合，才能加工出高精度的零部件。

信任——重要的合作原则

萨沙·福克尔坚信，斯达拉格以及这家位于凯姆尼茨的海科特专业制造商，是他们的最佳合作选择。“两家中型机械制造企业携手合作，能实现优势互补。双方彼此深谙行业门道，清楚合作的核心关键。在这个项目中，我们建立起了特殊的互信合作关系。”此外，团队前往凯姆尼茨的工厂实地考察，以及与海科特的标杆客户交

流，也为双方建立信任奠定了基础。这份信任，在此次设备更换的落地执行中体现得淋漓尽致。项目负责人并未按照原计划，逐步完成从坐标镗床到海科特加工中心的切换，而是决定一步到位，萨沙·福克尔介绍说：“我们在 2024 年 7 月拆除了旧机床，随后利用两周时间完成了车间的前期准备工作，因为海科特 HEC 800 加工中心已于 8 月中旬如期到货。”该加工中心于 11 月完成现场验收，经过短暂的

调试适应期后，于 2025 年 1 月正式投入生产。萨沙·福克尔表示：“诚然，这种直接替换的方式是一次大胆的尝试。但通过与位于凯姆尼茨的斯达拉格专家团队的紧密沟通，我们评估认为，机床更换过程中出现问题、新的海科特加工中心无法从一开始就正常投产的风险相对较低。我们的最终结论是：这场生产核心的“心脏移植手术”，取得了圆满成功。”



生产力的 全新变革

搭载四台海科特 H75 加工中心的全
新生产系统，铸就生产效率领先
优势

近二十年来，PÖTTINGER 在机械加工
生产环节，一直采用由四台加工中心和
托盘仓储系统组成的自动化产线。



农机制造商 PÖTTINGER 仅用十二周，就完成了老旧柔性生产系统的更换升级。这一创举的实现，得益于与机床供应商斯达拉格及自动化专业服务商 PROMOT 的深度合作。这套全新高效解决方案的核心，是四台海科特 H75 加工中心；其与 PROMOT 提供的托盘仓储系统、生产控制站协同配合，实现了高度灵活且全流程数字化的生产模式。

奥地利格里斯基兴市的 PÖTTINGER Landtechnik GmbH，专业研发生产草地作业、农田耕种及数字农业机械制造相关的各类机械设备。旗下产品涵盖割草机组、装卸设备、犁具、中耕机，以及各类辅助系统和配套软件，全系列均采用前沿技术打造。生产与物料管理部门负责人约尔格·莱希纳 (Jörg Lechner) 表示：“作为家族企业，我们始终秉持可持续发展、品质至上与长远规划的理念，这些核心价值观也直接融入了我们的生产理念之中。”

其中核心原则之一，是打造高度灵活的生产体系，能够精准满足客户的个性化定制需求。PÖTTINGER 摒弃库存式生产模式，所有产品均以周为周期组织生产，并可根据市场需求灵活调整生产计划。这一点在犁具生产中体现得尤为明显，犁具的定制品类繁多，几乎没有任何两台完全相

同。PÖTTINGER 工程部门凭借设计精巧的模块化系统，为定制化生产奠定了基础；即便面对高度复杂的生产需求，该系统也能实现产品改型的后续调整和准时生产。近二十年来，PÖTTINGER 在机械加工生产环节，一直采用由四台加工中心和托盘仓储系统组成的自动化产线。也正因如此，PÖTTINGER 长期以来都是柔性生产领域的先行者。但五年前，公司亟需寻找全新的解决方案，以期在生产技术层面再次实现突破，保持行业领先。

寻找高刚性与高精度的柔性生产系统

PÖTTINGER 的加工作品品类极为丰富：从轻约 300 克的普通结构钢连接件，到重达 27 千克的铸坯复杂齿轮箱壳体，均有涉及。同时，该产品线还要满足能够加工长度近 900 mm 的焊接框架类零件的需求。并且，生产对加工精度的要求也极具挑战

性。例如，齿轮箱壳体的加工需严格遵循微米级的公差要求。机械生产部门负责人伊斯肯德·梅尔科佐格鲁 (Iskender Merkezoglu) 解释道：“这就要求我们的加工中心兼具高刚性与高精度的双重特性。”

对老旧产线进行改造的方案很快被否决，因为改造所需的周期过长，且不同版本的软件之间也会产生兼容问题。因此，PÖTTINGER 决定在正常生产的同时，对产线进行整体更换——一场生产领域的“全新变革”。

斯达拉格凭借其海科特 H75 卧式加工中心，成功拿下了此次机床采购订单。相较于同类机床，这款由凯姆尼茨工厂研发的机床，在占地面积更小的前提下，拥有更大的加工空间和回转直径，这一优势令人印象深刻。“考虑到我们生产场地的空间限

制，这一优势尤为为重要。而且从长远来看，我们的加工件在尺寸和复杂度上都能不断提升。”伊斯肯德·梅尔科佐格鲁补充道。PÖTTINGER 整体生产负责人雷蒙德·霍亨辛 (Raimund Hohensinn) 补充道：“斯达拉格的这款高端加工中心还具备超高的能效，这一点与我们的发展理念高度契合。因为在 PÖTTINGER，我们始终高度重视能源的高效利用。”

PÖTTINGER 选择了罗伊塔姆 (Roitham) 市的 PROMOT 自动化有限公司作为自动化合作伙伴；该公司与斯达拉格联手，打造出了一项核心优势：高性价比的刀具管理系统。“斯达拉格为其海科特 H75 加工中心，配备了性价比极高的 260 刀位刀库。”伊斯肯德·梅尔科佐格鲁说。“而 PROMOT 通过其桁架式装载机 Toolmaster，将四台机床的刀库相互联通，让我们可使用的刀具总数达到了 1040 把。我们

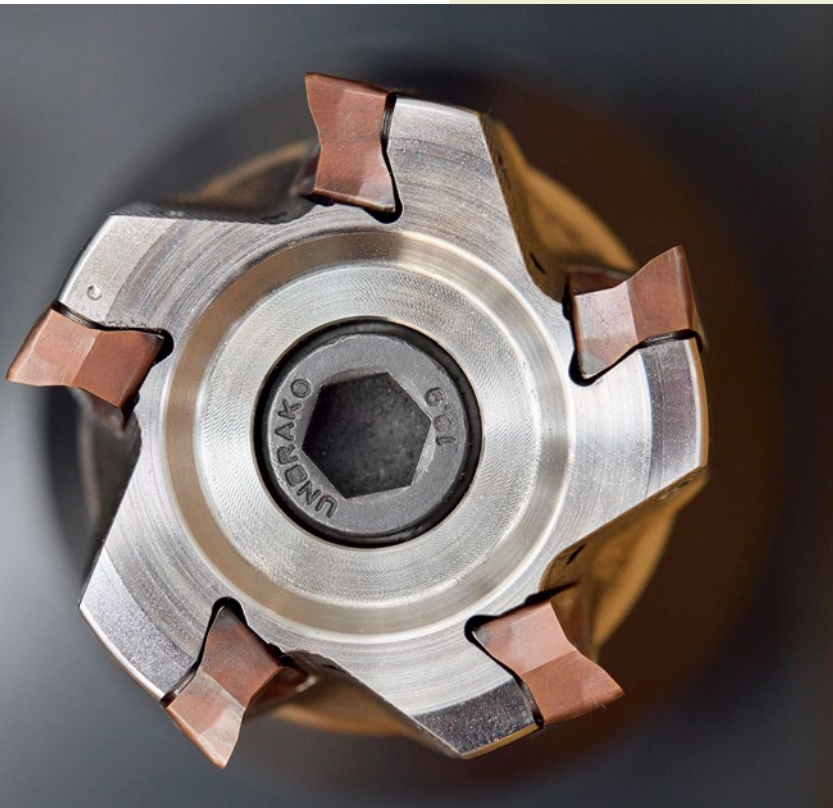
可以根据生产需求，在四台机床之间灵活调配刀具。”这一设计不仅节约了生产成本，也为生产计划制定开辟了新的可能性。因为生产控制系统可毫不费力地随时将加工任务，重新分配至空闲的机床。梅尔科佐格鲁还指出，所有机床的刀具数据均可实现实时共享。这一功能的实现，得益于集成在刀柄上、由对刀仪完成数据录入的巴鲁夫 (Balluff) 芯片。

生产经理雷蒙德·霍亨辛总结道：“最终选择斯达拉格和 PROMOT 的解决方案，核心原因是其兼具顶尖的技术、高效的生产能力，以及双方良好的合作配合。在项目推进阶段，斯达拉格为我们提供了大量支持，且能快速响应并解答我们的各类问题。这也让我们建立了充分的信任。PROMOT 同样如此。从项目规划到设备调试投产，我们三方团队的合作都十分顺畅。”

数字孪生与仿真软件，大幅缩短调试与启动周期

PÖTTINGER 承担了项目的整体协调工作，并直接对接各施工分包商。自动化专业服务商 PROMOT 担任项目集成商，将四台海科特 H75 加工中心，与由 Palmaster FFS1500 堆垛机操控的、五层 134 个仓位的高位立体仓库完成集成。这套柔性生产系统还配备了四个 Vario 工件装夹站，其中两个支持电动翻转。产线的“大脑”，是由 PROMOT 提供的主控计算机；该设备与 SAP 系统互联互通，实现对整个生产流程的全面管控。

PÖTTINGER 的编程与生产计划负责人马里奥·哈明格 (Mario Hamedinger)，在项目团队中发挥了核心作用。他很早就意识到，要在仅十二周的紧迫周期内完成产线更换，必须依靠数字化技术的支持。于是



“斯达拉格为其海科特 H75 加工中心，配备了性价比极高的 260 刀位刀库。”

伊斯肯德·梅尔科佐格鲁
(Iskender Merkezoglu)
机械生产部门负责人，
PÖTTINGER Landtechnik GmbH



他提议，寻求沙恩斯坦 (Scharnstein) 市的 Pimpel GmbH 及其 CHECKitB4 仿真软件的技术支持。这款软件可在 CAM 工作站的虚拟控制系统中，完成数控程序的调试运行。

斯达拉格提供了海科特 H75 加工中心的数字孪生模型，可精准还原机床本体与控制系统的各项参数。借助该模型，Pimpel 的仿真软件可对 ISO 代码进行图形化仿真，验证零件加工的可行性，并排查控制系统可能存在的问题——这一切都在机床安装前数月就已完成。



“这样一来，每次托盘交换至少能为我们节省 1 分钟的加工时间，约占整个加工周期的 20%。”

马里奥·哈明格 (Mario Hamedinger)
编程与生产计划负责人，
PÖTTINGER Landtechnik GmbH

此外，斯达拉格还提前在凯姆尼茨工厂备好四台海科特 H75 加工中心，让 PÖTTINGER 的编程和调机人员，能在机床正式交付前，就在真实的工况下完成所有零件加工工艺的测试。“我和同事们在凯姆尼茨工厂待了约四周，完成了所有程序的调试。”马里奥·哈明格说。“如果没有数字孪生模型和 CHECKitB4 仿真软件，我们绝无可能在十二周的时间内完成产线的升级改造。”

机外工件清洗，实现生产效率再提升

马里奥·哈明格还发现了生产工艺流程中存在的优化空间，以及对应的成本节约潜力。因为在此之前，加工完成后的工件清洗工序，均在机床内部完成。“我们的目

标，是将清洗工序从机床内部剥离出来。”哈明格解释道。这一想法得到了斯达拉格和 PROMOT 的全力支持。三方协作实现了这一工艺优化：加工完成的工件通过转台，被转运至仓库内的专用装卸站。该装卸站配备了自动闭合门，以及用于压缩空气和冷却液的清洗喷嘴。工件的清洗工序在该装卸站完成，而此时机床已开始加工下一个工件。哈明格欣喜地说：“这样一来，每次托盘交换至少能为我们节省 1 分钟的加工时间，约占整个加工周期的 20%。无需缩短铣削加工时间，就能实现生产效率的大幅提升。”PÖTTINGER 还在产线升级的同时，完成了生产基础设施的现代化改造，摒弃了原有的分散式供液模式，改用容量为 8,500 升的集中式冷却液供给系统。这一改造不仅提升了生产工



艺的稳定性，降低了设备维护成本，还为日常生产操作带来了诸多便利。

机械生产部门负责人伊斯肯德·梅尔科佐格鲁，还提到了海科特 H75 加工中心另一项为未来生产保驾护航的优势：“斯达拉格为这些机床配备了专属的 fingerprint 状态检测，凭借这一功能，我们无需服务技术人员到场，就能在现场调取机床的所有核心运行数据。我们将这些数据发送至斯达拉格凯姆尼茨工厂，工厂的专业技术人员能在一天内为我们出具数据分析报

告。”通过将设备数据与历史运行数据、测试基准数据对比分析，我们能精准判断机床振动值何时达到临界状态，并制定对应的处理措施。这种基于数据的故障诊断方式，让设备维护计划的制定更具针对性，有效减少了意外停机时间。

一台拥有四个加工工位的大型机床

十二周后，这套全新的柔性生产系统顺利完成现场验收。得益于各台机床的并行调试磨合，仅用了数周该系统就达到了满负荷生产状态。在此期间，编程和调机人员

还在持续对机床进行精调优化。因为只有让四台机床的运行参数完全一致，主控计算机才能实现加工任务的最优分配，无需对 A、B、C、D 四台机床做差异化区分。为确保四台机床在装配精度和加工区域定位上完全一致，每台机床都配备了相同的基准托盘。由此，这套相当于“一台拥有四个加工工位的大型机床”的生产系统就此成型。这一设计理念也融入了生产计划与管控环节：在 SAP 系统中，四台机床并非独立存在，而是作为一个统一的工作站进行集中的生产计划安排。总经理约尔格·莱希纳认为，项目的成功，不仅得益于

顶尖的技术成果，更离不开背后每一位工作人员的努力。莱希纳强调：“项目的成功，核心在于每位员工都勇于担当，并且积极协作，共同推动生产工艺的持续优化。对我们而言，最重要的是让每一位员工都能参与到企业的发展进程中。每个人都在为企业发展贡献力量，而这份付出并非源于被动要求，而是出于内心的热爱。”他特别强调，合作各方始终平等相待、彼此高度信任，再加上 PÖTTINGER 全体员工的倾力付出，这两大因素为项目的成功奠定了坚实基础。 ▀



“项目的成功，核心在于每位员工都勇于担当，并且积极协作，共同推动生产工艺的持续优化。”

约尔格·莱希纳 (Jörg Lechner)
生产与物料管理部门负责人
PÖTTINGER Landtechnik GmbH



斯达拉格助力 Smithstown 铸就卓越加工



Smithstown Light Engineering 位于爱尔兰香农镇，在过去 50 年里经历了非凡的转型。公司于 1974 年在布莱恩·金 (Brian King) 的领导下成立，最初是一家传统模具制造企业，如今已发展成为拥有 300 多名员工的全球医疗器械巨头。如今，Smithstown 在爱尔兰和波兰拥有三个生产基地，每年生产数百万件精密零部件，而斯达拉格宝美 191neo 加工中心已成为其新产品导入 (NPI) 战略的核心支柱。

Smithstown Light Engineering 首席执行官杰拉德·亨 (Gerard Henn) 解释道：

“布莱恩·金 (Brian King) 是爱尔兰顶尖的模具制造商，曾荣获多项奖项，凭借精度和高品质赢得了良好声誉。即便你在晚上 10 点给他打电话反映问题，他第二天也会及时响应。这种以客户为中心的理念，是我们一切业务的基石。”

2011 年，杰拉德·亨的儿子布莱恩 (Brian) 出任总经理，他意识到模具制造行业的周期性特征具有一定挑战性，尤其是在 2008 年金融危机之后。Smithstown 当时已涉足手术用夹具、固定装置和仪器仪表领域，这类业务具有重复订单模式；为此，他们开始精心规划业务转型方向。

“2018 年，我们仍在生产模具，但转型的决定已十分明确。我们退出了模具制造业务，开始专注于医疗器械生产。”

爱尔兰医疗器械行业格局

爱尔兰西海岸已成为欧洲医疗器械制造中心，史赛克 (Stryker)、捷迈 (Zimmer)、德

普伊 (DePuy)、波士顿科学 (Boston Scientific) 和美敦力 (Medtronic) 等行业巨头均在这座“绿宝石岛”上设有重要运营机构。如今，Smithstown 约 90% 的业务来自爱尔兰本土运营，其余 10% 分布于美国和中美洲地区。不过，随着公司声誉的不断扩大，国际业务占比正逐步提升。

“每当美国或其他地区举行供应商评审会议时，我们经常受邀参与竞标。凭借优质口碑，我们的品牌在业内知名度渐升。”

杰拉德·亨指出。

零部件微型化与公差严苛化

随着医疗器械零部件日益微型化、复杂化，且公差要求愈发严苛，传统制造方式已难以满足需求；为此，Smithstown 开始采购斯达拉格宝美 191neo 等适用的机床。这是因为曾经尺寸在 100 mm 以上的零部件，如今已缩小到需要借助放大镜才能检查的程度。“我们现在生产的一些零部件，真的需要戴上眼镜才能看清。这些复杂的医疗器械需要多种加工工序，包括交叉钻孔、倒角、精密内圆角加工，以及

内外表面的表面精加工处理。除了样件，许多产品在批量生产中也要求公差控制在 3 至 5 μm 范围内。”杰拉德·亨继续说道。

“四五年前，我们需要占用生产资源来为客户制作样件。原本计划两天完成的工作，往往会拖延至四周，导致一台机床停工一个月。”杰拉德·亨回忆道。

由于香农和波兰的生产基地同时推进 10 至 15 个新产品导入项目，生产过程频繁中断，给公司带来了巨大挑战。“我们无法完成生产指标，时不时会损失两周甚至六周的生产时间，因此必须做出改变。”

专属新产品导入 (NPI) 设施

相关解决方案需要同时涉及组织架构和技术层面的变革。Smithstown 成立了专属的新产品导入部门，配备了独立于批量生产的专用机床附件。然而，这些专用机床附件需要能够处理最复杂的几何形状加工。斯达拉格宝美 191neo 加工中心凭借

其 60 把容量的刀库、主轴与背面加工虎钳，以及 12.2 kW、26,000 rpm 的 B 轴铣头，完美胜任了这一需求。“我们需要一款能够完成多种加工工序的机床，一款能够处理超复杂几何形状且满足严苛公差要求的机床。”

Smithstown 的技术团队成员大多拥有 25 至 35 年的行业经验，他们参加了欧洲机床展 (EMO) 等行业展会，并与供应商保持密切沟通。斯达拉格凭借多个令人信服的优势，成为了极具潜力的核心供应商。除了在多个行业领域的品牌声誉外，其中一个原因是斯达拉格在爱尔兰拥有医疗器械行业客户，且在爱尔兰制造研究中心 (IMR) 设有常驻机床。“我们开始询问一系列问题，比如：你们的服务水平如何？保修政策是什么？你们在爱尔兰有多少台在用机床？”

为何选择斯达拉格宝美 191neo?

双方经过数年的逐步沟通，才最终达成采购合作。斯达拉格维阿当工厂的英国和爱尔兰地区业务代表亚历山大·盖尔弗 (Alexandre Gelfer) 发挥了关键作用。Smithstown 制造与新产品导入负责人弗拉维奥·德坎波斯 (Flávio DeCampos) 表示：“我们向亚历山大展示了一系列零部件样品，希望找到一款能够覆盖其中大部分产品加工需求的机床。”

2025 年 1 月，Smithstown 最终决定采购斯达拉格宝美 191neo，主要基于以下几个关键因素。首先，该机床的核心优势在于将五轴加工中心功能与车削环境完美融合。“有了宝美 191neo，就相当于在车削中心内部集成了五轴加工功能。这使得机床能够加工公差要求最严苛的复杂零件。在一个机床平台上，有 12 种可能的配置方案，可实现最多 7 轴和三个主轴协

同工作。”弗拉维奥·德坎波斯解释道。其次，相较于其加工范围，该机床结构紧凑，占地较小。第三，该机床具备满足未来未知需求的灵活性。“我们需要一款堪称新产品导入领域‘劳斯莱斯’级别的机床，而斯达拉格宝美 191neo 无疑就是这样的机床。我们深知第一台新产品导入专用机床将成为未来业务运营的核心，而只有斯达拉格这样享有盛誉的品牌才能满足这个要求。”杰拉德·亨强调道。

“我们与斯达拉格进行了深入细致的沟通。我们询问了机床的所有功能，有哪些标准配置和特殊选项。把所有信息都提供给我们，逐一深入探讨。我们讨论了我们的需求、现有可配置选项、斯达拉格已向其他客户提供的方案，以及他们认为我们需要考虑的重点。最终我们确定的机床配置包括：60 把容量刀库、主车削主轴、B 轴铣削主轴，以及带虎钳的背面加工单元，用于夹持零件完成最终加工工序。”

战略影响

自交付以来，宝美 191neo 已迅速成为 Smithstown 未来十年新产品导入战略的核心支柱。“新产品导入业务关系到未来两年的发展。如果我们现在不投入资源开展新产品研发，未来就将失去业务。”杰拉德·亨强调道。

专属新产品导入部门如今能够独立运作，避免了因占用量产资源而导致的冲突和生产延误。“如果新产品导入需要五周时间进行研发，那就专门分配五周时间。这不会影响量产进度，客户也不会感受到任何延误。”购买斯达拉格产品并非一次性投资。“我们不会今年买一台斯达拉格，明年又换其他品牌。我们拥有最先进的生产设施、顶尖的技术，以及明确的增长规划。未来，随着业务需求的增长，我们还将添置第二台、第三台宝美加工中心，甚至更多。”



杰拉德·亨博士 (Dr. Gerard Henn)
Smithstown Light Engineering 首席执行官



弗拉维奥·德坎波斯 (Flávio DeCampos)
新产品导入制造经理

“我只能对斯达拉格表示赞赏。双方的沟通、斯达拉格的耐心、透明度和快速响应能力，都令人印象深刻。”

杰拉德·亨博士

首次生产应用体验

宝美 191neo 加工的首个测试零件，是为某全球制造商生产的一款医疗器械。“我们之前曾在走心机上加工过类似零件，但这款新零件的复杂程度远超以往。如果使用普通车削中心，我们需要进行多次装夹。而现在，我们实现了棒料入机、成品出机的一体化加工——对于复杂、高精度公差的零件，这是必不可少的加工方式。如今的客户要求已经不允许我们像过去那样，在加工中心上进行二次加工。”

这些零件的几何形状极具挑战性。“最终量产零件的轮廓公差需控制在 3 至 5 μm 范围内。在其他机床上，我们根本无法达到这样的公差要求。而使用宝美加工中心，即便进行复杂的量产加工，我们也能稳定保持这个公差水平。”弗拉维奥·德坎波斯指出。

这款医疗零件已历经九次设计迭代。“六个月内进行了八次设计变更。在每次迭代中，我们都要生产 5000 件零件。我们从一开始就需要一台能够应对这种设计变更的机床，现在终于找到了。当该产品进入全面量产阶段，预计年产量将达到 1000 万至 2000 万件，但在医疗器械行业，这类商业化量产可能还需要几年时间。到那时，我们必须确保加工流程万无一失，以维持量产所需的极高精度公差。宝美加工中心为我们提供了大多数机床无法比拟的工艺稳定性和精度，同时具备在单一工序中完成复杂零件加工的灵活性。”杰拉德·亨表示。

卓越的性能表现

Smithstown 团队拥有使用市场上多个知

名品牌机床的经验，但宝美的表现确实令人印象深刻。“最突出的优势是其加工稳定性。在所有运动机构同时运行的情况下，其他机床往往难以维持精密的微米级公差，而宝美 191neo 却完全没问题。”

这个性能改变了 Smithstown 的加工方式。“有些锥面的轮廓公差要求极为严苛，我们甚至质疑这是否应该通过铣削或磨削工序来完成，但宝美加工中心却能轻松胜任。”弗拉维奥·德坎波斯说道。该机床目前实行两班制运行，必要时可实现 24 小时不间断生产。目前，每个零件的加工周期约为 15 分钟。“随着我们对机床和加工策略的熟悉，我们有信心将加工速度至少提升 20%，加工周期甚至可能缩短

30% 以上。”弗拉维奥·德坎波斯表示。

安装、调试与培训

在斯达拉格调试工程师斯特凡·纳尔霍费尔 (Stefan Narnhofer) 的支持下，机床调试工作顺利推进。“斯特凡的表现非常出色。他工作极为严谨，且极具责任心。这样的供应商服务，已然无可挑剔。”杰拉德·亨补充道。斯特凡参与了工厂验收测试、机床安装、调试工作，并在后续返回现场进行了 CAM 编程优化。“我们保持了工作的连续性。始终是同一个人在跟进，他非常了解我们的运营和流程。”杰拉德·亨继续说道。为三名机床操作员提供的培训课程也同样卓有成效。“值得一



这种直观的人机界面极大地缩短了学习周期。
让·卡洛斯·古德斯 (Jean Carlos Guedes) 五轴铣削专家

提的是，该机床的人机界面 (HMI) 非常易于操作。当铣头移动时，能够清晰地解所有轴的运动状态，这充分体现了机床的易用性。“与其他机床相比，优势非常明显，其图形显示界面非常直观。”弗拉维奥·德坎波斯解释道。这种直观的界面极大地缩短了学习周期。“有一位操作员仅接受了一周的培训，回来后就能立即开始加工零件了。”弗拉维奥·德坎波斯说道。

未来的学习与提升空间

杰拉德·亨和弗拉维奥·德坎波斯都坦诚表示，他们仍处于对机床的初步学习阶段。弗拉维奥·德坎波斯承认：“要想充分发挥这台机床的潜力，还有很多东西需

要学习。”这引发了关于进阶培训的讨论。“我致电斯达拉格维阿当工厂销售经理克劳德·巴利夫 (Claude Ballif)，询问我们如何进一步发挥这项技术的优势，克劳德立即回应称，每位客户在熟练操作机床后，都会回来参加第二阶段的进阶学习。因为每位客户都希望突破加工极限，而宝美加工中心让我们有能力实现这个目标。”杰拉德·亨补充道。

克劳德解释说，用户最初会根据使用其他类型机床的经验进行编程。“但宝美的功能远比这更强大。用户需要改变他们的策略，从一个全新的、充满无限可能的角度来对待加工工作。”杰拉德·亨说道。弗拉维奥·德坎波斯表示认同：“负责编程

的操作员拥有五轴加工中心的操作背景。对于习惯使用五轴加工中心的人来说，他们主要关注铣削加工，不会考虑在同一台机床上进行车削加工，这实际上要求我们的机械工程师和研发团队都转变思维方式。”回顾这段合作，杰拉德·亨给予了高度评价：“我只能对斯达拉格表示赞赏。双方的沟通、斯达拉格的耐心、透明度和快速响应能力，都令人印象深刻。对于我们的项目工程团队来说，宝美 191neo 正成为复杂医疗器械零部件加工的首选机床。”

结束语

成立专属新产品导入部门的战略决策，以及对斯达拉格宝美 191neo 技术的投资，使该公司在全球要求最严苛的制造领域之一中占据了有利的增长地位。“你会听到很多关于瑞士制表业的赞誉，以及斯达拉格在该行业的深度参与。当我在 CAD 屏幕上看到我们的一些零件及其微小的尺寸时，我就明白其中的原因了。这台机床能够应对各种复杂加工需求，实在太出色了。”杰拉德·亨继续说道。

Smithstown 每年生产数千万件零部件，业务在爱尔兰和波兰持续扩张，公司拥有明确的战略规划，未来必将添置更多宝美加工中心。“如果我们无法参与下一轮竞标；如果我们无法加工客户所能想象的最复杂零件，那么五年后我们就可能无法立足于市场。而宝美加工中心赋予了我们这种能力。它是我们新产品导入业务中的‘劳斯莱斯’，随着我们对其功能的进一步了解，它将帮助我们赢得更多项目，支撑公司未来 50 年的持续发展。”杰拉德·亨总结道。■

加工速度提升
20%

“随着我们对机床和加工策略的熟悉，我们的加工速度至少提升 20%，加工周期缩短 30% 以上。”

弗拉维奥·德坎波斯 (Flávio DeCampos)
新产品导入制造经理



STRUB MEDICAL: 以精密技术 服务于视觉医疗

对于 Strub Medical GmbH & Co. KG 公司而言，选择 Tornos SwissNano 7 标志着向更高效生产高精度微外科器械迈出了重要的一步。公司所有者兼总经理马尔科·穆勒 (Marco Müller) 带领公司迎接制造钛微型部件的挑战——凭借 SwissNano 7 的可靠性、重复精度和卓越的人体工学设计，公司实现了战略扩张。



Strub Medical 长期专注于不锈钢外科器械生产，产品涵盖微型剪刀、内窥镜器械等。



马尔科·穆勒与 Tornos 的斯文·马丁 (Sven Martin) 在 SwissNano 7 机床前合影，该机床是 Strub Medical 微加工项目的核心装备。



Strub Medical 公司总部位于德国诺伊豪森奥布埃克，拥有约 100 名员工，配备现代化机床集群。

“我们的优势在于自主把控生产全流程。”

马尔科·穆勒 (Marco Müller)
Strub Medical 总经理

一家拥有传统和创新精神的企业

这家位于德国诺伊豪森奥布埃克的企业拥有约 100 名员工，配备有现代化的机器设备，包括三台 Escomatic、八台 CNC 车床（其中包括 SwissNano 7）以及最先进的 CNC 铣床。凭借这些先进的基础设施，STRUB MEDICAL 能够制造出质量卓越、精度极高的工件。STRUB MEDICAL 扎根于全球知名的外科器械中心图特林根的医疗技术区，将传统的手工艺与最先进的

制造技术相结合。在充满激情和远见的总经理马尔科·穆勒的领导下，公司不断发展，如今已自主掌握 90% 以上的制造流程——车削、铣削、磨削和手工精加工——以确保始终如一的高品质。

“我们的优势在于能够自己控制流程的每个步骤。这样，我们就能确保完美的可重复性——这在我们的领域至关重要，”马尔科·穆勒解释道。作为一名专注于精益管理的工业工程师，马尔科·穆勒在

STRUB MEDICAL 塑造了一种注重创新和可持续发展的企业文化。

新挑战：钛与极限精度

STRUB MEDICAL 传统上专注于不锈钢手术器械的生产——从微型剪刀到内窥镜器械。2023 年，该公司开始大胆进军了一个新领域：制造精细的钛旋转部件，这类产品对复杂性和精度有着极高要求。

“SwissNano 7 助力我们实现技术跨越，机床性能可靠，可完美融入生产体系，为我们开辟全新发展方向。”

马尔科·穆勒 (Marco Müller)
Strub Medical 总经理



“这对我们来说是全新的领域。钛是一种非常难加工的材料。但借助 SWISSNANO 7，我们可以获得所需的稳定性、精度和重复精度，以满足亚微米级公差的要求，”马尔科·穆勒强调道。

对清洁度、精细度和均匀度的要求如此之高，只有具有卓越的热稳定性和高度优化的人体工学设计的机器才能应对这一挑战。

SwissNano 7: Tornos 的精密性是成功的关键

SwissNano 7 专为加工直径 7 mm 以下的高精度车削零件而开发，对 STRUB MEDICAL 而言是一个重要的技术里程碑。该机器结构紧凑、节能且符合人体工学，在每平方米都十分宝贵的车间中表现卓越。

得益于其精心设计，SwissNano 7 提供了出色的可操作性：设置、工具更换和维护都轻而易举，这对操作员来说是一个巨大的优势。“让我们信服的是其结果的一致性和易操作性。一旦设置好，该机器可以连续运行数天而没有任何偏差。尽管结构紧凑，但它仍然非常稳定，几乎不会发热。这非常令人印象深刻，”马尔科·穆勒说道。



此外，其能源效率也完全符合该公司的环境战略：SwissNano 7 耗电少，但加工性能稳定。这对希望优化资源而不影响质量的 STRUB MEDICAL 来说是一个关键优势。

精确性是增长的动力

凭借 SwissNano 7，STRUB MEDICAL 成功地定位于一个要求高、附加值高的市场领域——同时降低了能耗，优化了生产面积。与 Tornos 的合作象征着精湛工艺与最先进工业技术之间的结合。

“SwissNano 7 使我们实现了技术飞跃。这款机器值得信赖，与我们的生产环境完美融合，为我们开辟了新的前景。”马尔科·穆勒总结道。

这一决策已收获显著成效：Strub Medical 的专业能力，结合 SwissNano 的精度与稳定性，为他们打开了全新市场领域。

精确与合作：成功的秘诀

STRUB MEDICAL 位于一个以医疗技术和精密制造而闻名世界的地区中心。要在如此苛刻的领域取得成功，就需要最高水平的制造技术——而 SWISSNANO 7 正能提供这种技术。这个决定取得了丰硕的成果：STRUB MEDICAL 的专业知识与 SWISSNANO 的精密性和稳定性相结合，为该公司打开了一个全新的市场领域。

TORNOS 德国团队始终确保快速提供备件、经验丰富的应用工程师支持以及出色的销售服务团队——这是为我们的客户（包括 STRUB MEDICAL）提供服务的理想保障。

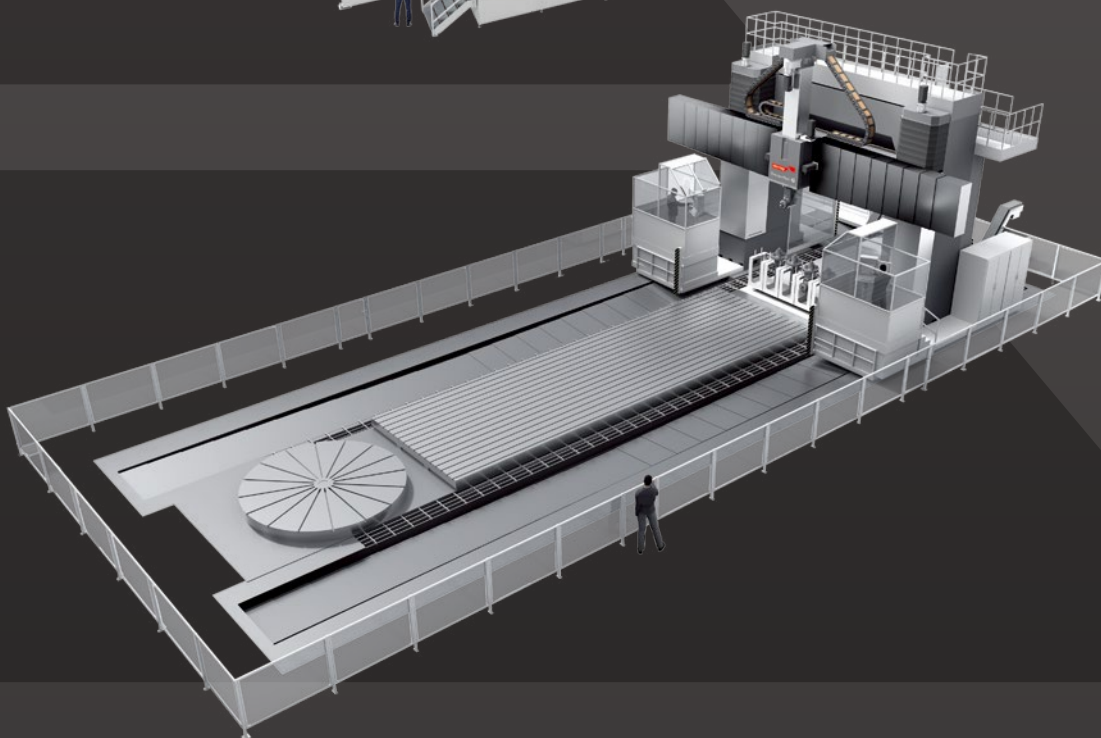
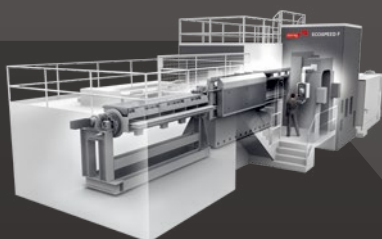
STRUB MEDICAL 体现了所有 TORNOS 合作伙伴所共有的创新思维：以专业能力、激情、人体工学和精密技术为健康和机械完美服务。■

starrag

Engineering precisely what you value

从微型到 巨型应用

我们都有合适的
加工解决方案



www.starrag.com