

starrag

斯达拉格集团简讯
2026 年 02 期

star



全球首发，专为严苛要求打造

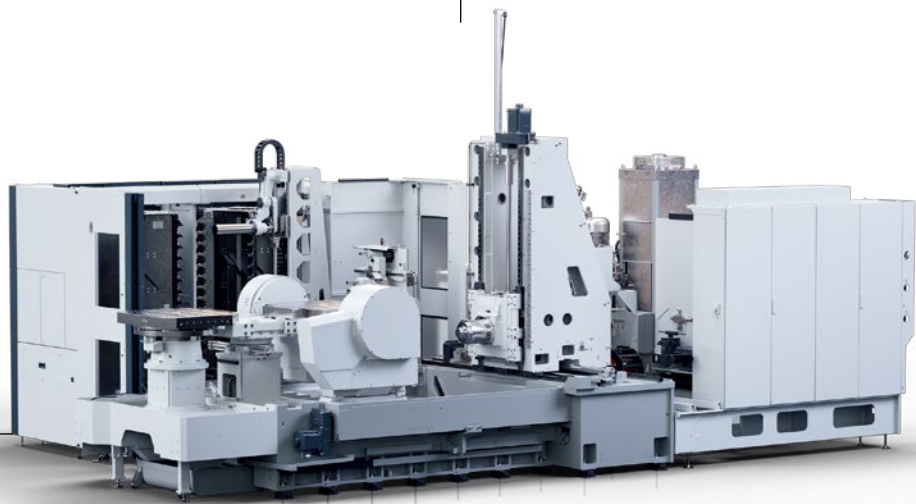
宝美 171：专为医疗技术及众多其他
应用领域设计的紧凑型高精度设备



06

全新宝美 171
加工中心

目录



10

全新性能等级：
海科特 X90



12

机床改造，
更优的投资选择

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：
Starrag 2026
© Ralf Baumgarten: 1-4, 6-9, 12-23,
32-43 页
© Tornos AG: 44-47 页

设计：Gastdesign.de

印刷：Druckhaus Süd、Cologne

重印：版权所有。

未经书面授权，不得复制本内容。

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

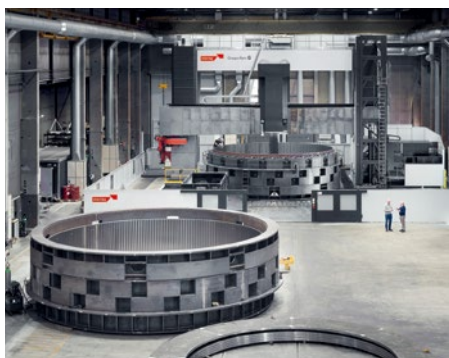
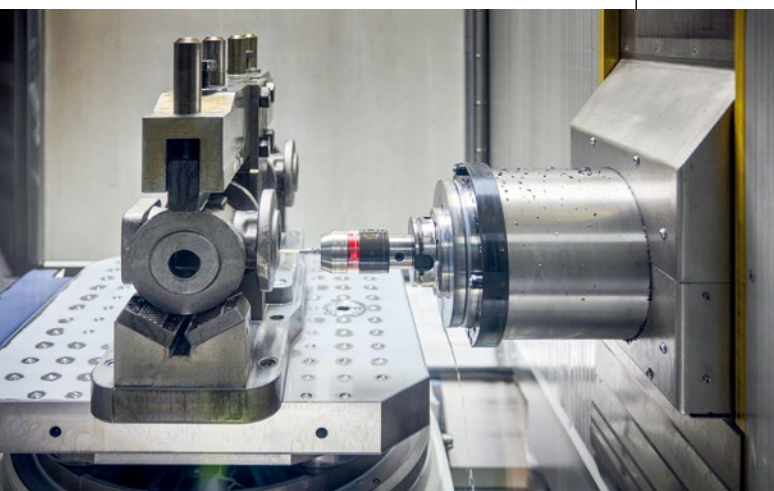


28

TTL 采购
海科特 X50

两台联动的
海科特 H80 加工中心，
实现阀体高效加工

32



40

现代重型机械
制造的核心差异

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 全新宝美 171 加工中心：

精准至上，毫不妥协

10 海科特 X90 五轴加工中心，再拓新境

全新性能等级

客户服务

12 机床改造，更优的投资选择

让旧机床重获新生是更合适的方案

18 现代化改造，创造最优商业价值

改造两台使用 15 年的杜普莱恩加工中心

航空航天

24 标准之上，永不止步

航空航天与透平技术开放日

28 TTL 采购海科特 X50

深耕高价值航空发动机业务

工业

32 单件生产也无需换型准备时间

两台联动的海科特 H80 加工中心，实现阀体高效加工

40 何为真正的超大规格 (XXL)

现代重型机械制造的核心差异

微型机械

44 瑞士专业技术与葡萄牙工业创新的融合

自 2012 年成立以来，Azurea Unipessoal Lda 已发展成为微技术与钟表制造领域的重要标杆企业

starrag

bumotec

171

紧凑灵活
稳定可靠
持续高效

专注于
真正重要的
每一个细节



SHOWROOMVUD.STARRAG.COM

或访问 BUMOTEC 官方 YouTube 频道
观看更多应用案例视频





马丁·拜伊尔 (Martin Buyle)
斯达拉格集团首席执行官

亲爱的读者：

现代制造解决方案的需求呈现出极大的差异化。市场既追求极致的精度与生产效率，同时也对灵活性、经济效益以及资源利用效率提出很高要求。因此，针对每一项任务开发适配的技术解决方案至关重要。

本期介绍的两款新产品，就充分展现了解决方案的差异化。宝美 171 仅需 3 平方米占地面积，即可完成整体加工，面向医疗技术、钟表、奢侈品以及微型机械领域。海科特 X90 则是完全另一量级的机床，可加工重达 2,000 千克、直径最大 1,600 毫米的工件。

而到了超大规格 (XXL) 加工领域，工件尺寸还要更大。例如，斯达拉格方案可加工 9 米级风电零部件，精度达到 ± 0.1 毫米，也可实现缆车滑轮的微米级精度加工。大尺寸与高精度二者并不矛盾。

萨姆森 (SAMSON) 的案例表明，如今的生产力早已不局限于单台机床本身。这家阀门与过程技术专业企业从法兰克福搬迁至奥芬巴赫，同步对约 40% 的机床设备进行更新

换代。斯达拉格为其集成两台海科特加工中心，并配套自动化与控制系统。最终实现：换型准备成本几乎归零，产能提升约 30%。

集团内部同样也在运用自研技术。TTL 位于英国哈德纳姆，专注软件与自适应加工工艺研发，加入斯达拉格集团已超过 15 年。作为工艺开发与测试平台，TTL 将接收来自母公司的第六台加工中心——海科特 X50。

兼顾技术与经济效益的解决方案，并非一定要采购全新机床。NEUMAN & ESSER 选择对一台服役 26 年的多利斯立式车削中心实施改造。通过更换驱动、电气系统与控制技术，让原有机械部件可以继续长期服役。另一个案例：美国一家航空防务零部件制造商的两台 16 米杜普莱恩 FOGS 龙门铣床，同样由斯达拉格完成现代化改造。

在罗尔沙赫伯格举办的航空航天与透平技术开放日，同样充分展现了我们全面的工程技术实力。6 月，约 250 位嘉宾齐聚现场，其中包含来自 24 个国家的 170 位客户，共同了解面向航空航天与能源行业的各类方案：从小型零部件自动化精密加工，到大型飞机结构件、发动机零部件制造方案。

在我看来，以上案例清晰诠释了现代机械工程的要义：工程创新不应从技术本身出发，而要立足于为客户创造实实在在的附加价值。其核心就是打造兼顾精度、生产效率与经济效益的解决方案。

马丁·拜伊尔 (Martin Buyle)
斯达拉格集团首席执行官



全新宝美 171 加工中心：精准至上，毫不妥协

随着全新宝美 171 加工中心的正式发布，宝美在其创新战略上又迈出了坚实的一步，推出了一款真正满足制造商核心需求的解决方案：更高的性能、更高的生产率、更强的盈利能力，同时降低复杂性、减少资源消耗、缩小占地面积。



紧凑、精准、智能且高效节能，全新宝美 171 加工中心代表着新一代生产解决方案：为高附加值制造企业带来更多价值、更高生产率以及更简洁高效的生产模式。

精密加工的效率新标杆

秉承“MORE with LESS（以更少实现更多）”的理念，宝美 171 将奠定品牌声誉的先进技术与务实的方法相结合，专注于为用户创造价值。其目标十分明确：以具有竞争力的投资成本，提供世界一流的加工技术，实现卓越的精度、重复精度和可靠性。

紧凑机身，释放宝贵生产空间

在当今制造环境中，每一平方米空间都至关重要。因此，宝美 171 的开发以一项极具挑战性的要求为出发点，即将机床占地面积控制在仅 3 平方米。整机重量优化至 3300 公斤以下，在紧凑性、稳定性和刚性之间实现了卓越平衡。其设计采用铸铁

结构，可确保优异的减振性能以及长期稳定的加工精度。最终呈现的，是一台能够实现高水平工业性能、同时占用极小空间的机床，使制造商无需扩建厂房即可提升产能。

高可用性，保障连续生产

宝美 171 的设计围绕一个核心目标展开：最大限度减少停机时间。经过精心设计的人机工程学布局、宽大的操作门以及出色的可视性，使日常调机、检查和维护工作更加简便高效。基于 Windows 平台的人机界面（HMI），搭载 FANUC Series 30, Model 31i-B5 Plus / 15 英寸控制系统，简化了编程、参数管理以及生产数据

追溯。系统还可记录所有执行操作，确保对机床设定及运行状态进行精确监控。

在自动化方面，宝美 171 配备智能刀具监测功能，能够自动检测刀具磨损或断裂，并自动调用刀库中的备用刀具进行替换，而无需中断生产。此外，预防性和预测性维护程序进一步提高了机床可用率。得益于这些优化措施，根据具体应用情况，生产换型及装调操作可在 20 分钟内完成。

简洁与性能的巧妙平衡

制造商经常需要在配置丰富但价格昂贵的机床与成本较低但性能受限的机床之间进行取舍。宝美 171 正是为了在这两个极端

之间实现最佳平衡而开发。

在其五轴联动配置下，可加工直径达 32 毫米的棒料，并可选配带有两个虎钳的辅助加工单元，进一步拓展其应用范围。

作为享誉全球、以精度和重复定位精度著称的宝美 191 加工中心技术传承的直接继任者，全新宝美 171 在极其紧凑的机身尺寸下依然提供卓越性能。其他亮点包括：主轴转速可达 8,000 rpm，加工主轴转速可达 40,000 rpm，优化的排屑工作区，关键部件便于维护，以及更便捷的清洁操作。

一体化解决方案，减少装夹次数

宝美 171 的一大优势在于，它能够在单台机床上完成从棒料到成品零件的完整加工。

通过一次装夹完成零件六面加工，可减少中间搬运，提高表面质量，并消除对额外机床的需求。这种方式能够缩短生产周期、降低出错风险并减少制造成本。用户可直接在 HMI 中保存加工工艺参数，并存储适用于多个零件系列的刀具配置。刀库容量最高可达 60 把刀具，其中包括备用

刀具。两个虎钳上的自动卡爪更换系统进一步简化了批次换型，提高了生产柔性。

降低能耗而不牺牲性能

可持续发展同样是宝美 171 开发过程中的重要关注点。借助新一代直线电机、优化的发那科驱动系统以及更低的运动部件质量，机床实现了卓越的能源利用效率。

机床配备集成节能功能，可根据当前运行状态自动优化能耗。根据不同应用条件，该技术可实现每个零件最高 7% 的节能效

宝美 171 的设计围绕一个核心目标展开： 最大限度减少停机时间。





它专为应对高精度、微型化以及高性能制造的挑战而设计，服务于医疗技术、制表与奢侈品行业、精密微型机械以及更广泛的精密制造领域。

果，同时保持全部生产性能不受影响。此外，将压缩空气需求降低至 5 bar，并在 30,000 rpm 版本中取消空气/油雾润滑系统，也进一步提升了机床的环保性能。

面向先进制造行业的高附加值应用

针对全球最先进制造行业不断增长的需求，宝美 171 提供了领先的工业和技术解决方案。它专为应对高精度、微型化以及高性能制造的挑战而设计，服务于医疗技术、制表与奢侈品行业、精密微型机械以及更广泛的精密制造领域。

凭借其复杂零件加工能力，宝美 171 能够在极严格公差要求下加工复杂几何结构，并适用于包括钢材、不锈钢、钛合金、高性能先进合金、有色金属以及黄金和铂金等贵金属在内的广泛材料。

医疗技术

这种多功能性使其能够应用于众多高附加值工业领域。在医疗行业，宝美 171 可用

每个零件最高 节能 7%

于生产骨科植入物、外科手术器械部件、微创医疗器械、骨固定系统以及诊断和分析设备部件。

制表与珠宝行业

在制表及奢侈品行业中，该机床可用于生产高度复杂的机芯零件、技术型表壳、精密珠宝零件以及采用贵金属和创新材料制造的微型机构零件。

精密微型机械

宝美 171 的能力同样延伸至精密微型机械及先进技术领域，可支持高性能连接器、



传感器、光学设备、精密测量仪器以及航空航天、航天和国防领域子组件的生产。

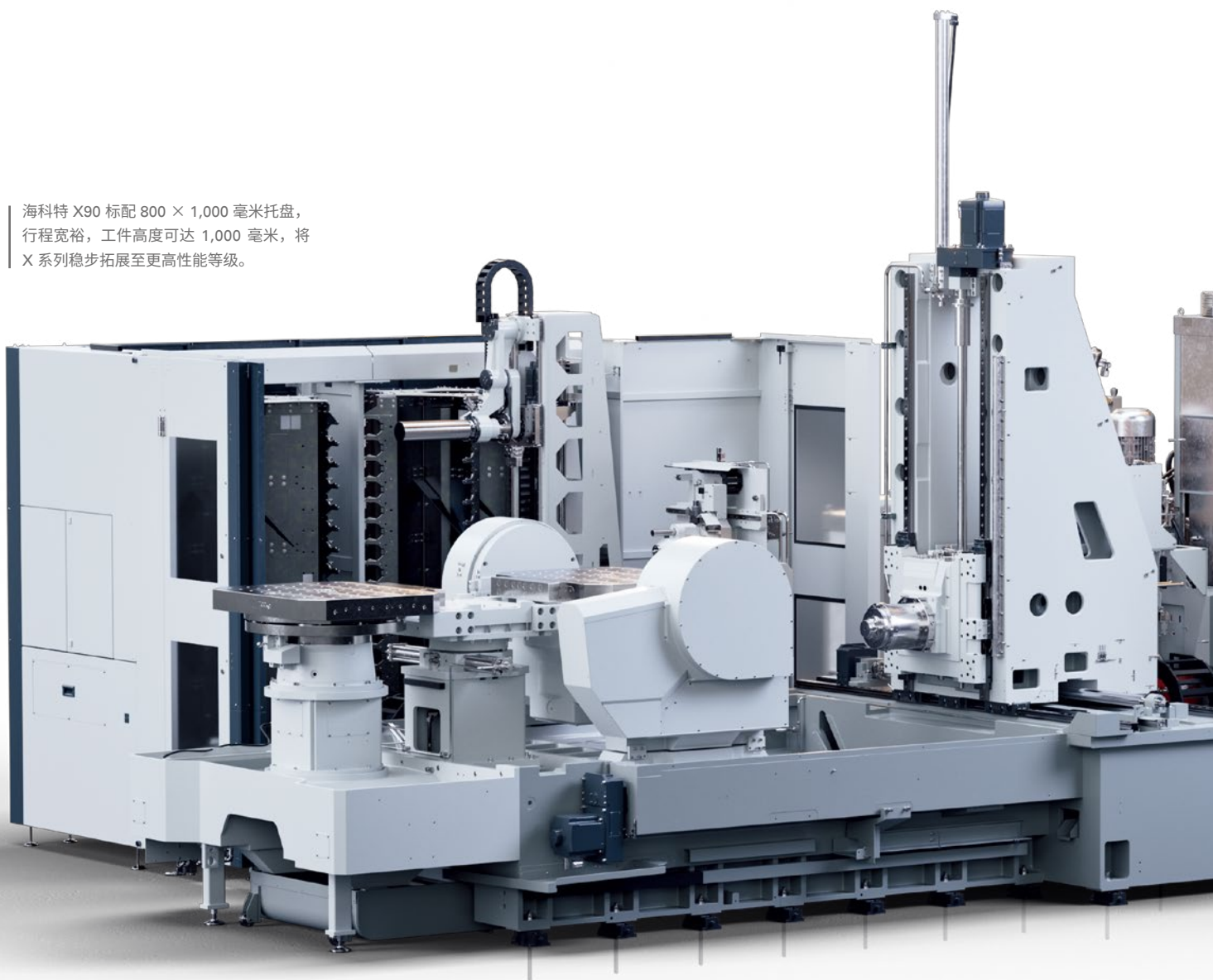
其加工钛合金及先进高性能合金材料的能力，使制造商能够满足最严格的机械强度、尺寸稳定性以及轻量化要求。

通过融合卓越技术、材料加工专长、工业灵活性以及经济竞争力，宝美 171 为先进制造行业当前及未来面临的挑战提供了可持续解决方案。它帮助最严苛的制造企业开发更加创新、高性能和微型化的产品，同时确保最高水平的质量、可追溯性和可靠性。 ▽

海科特 X90 五轴联动 再拓新境

在此之前，要对如此大尺寸工件进行五轴加工，
必须选用规格大得多的机床方案。

海科特 X90 标配 800 × 1,000 毫米托盘，
行程宽裕，工件高度可达 1,000 毫米，将
X 系列稳步拓展至更高性能等级。



斯达拉格推出海科特 X90，进一步突破这一尺寸边界。海科特 X 系列紧凑型卧式加工中心，首次实现可加工最重 2000 千克、最大直径 1,600 毫米的工件。

全新性能等级

海科特 X90 标配 800 × 1,000 毫米托盘，行程宽裕，工件高度可达 1,000 毫米，将 X 系列稳步拓展至更高性能等级。X 系列久经验证的机床设计首次覆盖该尺寸级别，将更大的加工规格与紧凑型卧式加工中心成熟的动态性能、精度完美融合。

标配级工艺稳定性

大切屑量对机床排屑能力提出了极高要求。海科特 X90 的运动结构可主动优化排屑性能：通过倾斜工件，切屑可直接导出

加工区域。高温切屑快速排出加工区域，可显著减少热量积聚、切屑堆积，降低后续故障风险。最终实现，稳定的加工和更长的刀具寿命。

传承海科特基因的整体加工

与 X 系列所有机型一致，海科特 X90 配备集成式摆动回转工作台，传力路径短，机床结构刚性优异，可在最少装夹次数下，实现复杂工件的高经济性整体加工。大容量刀库、极短的非生产时间、丰富的自动化选项，让海科特 X90 成为应对高难度制造任务的高性能解决方案。 ▀

占地面积

8,900 mm × 4,600 mm

行程

X 轴：1,750 mm

Y 轴：1,300 mm（可选 1,400 mm）

Z 轴：1,400 mm（可选 1,800 mm）

回转直径

1,600 mm

工件高度

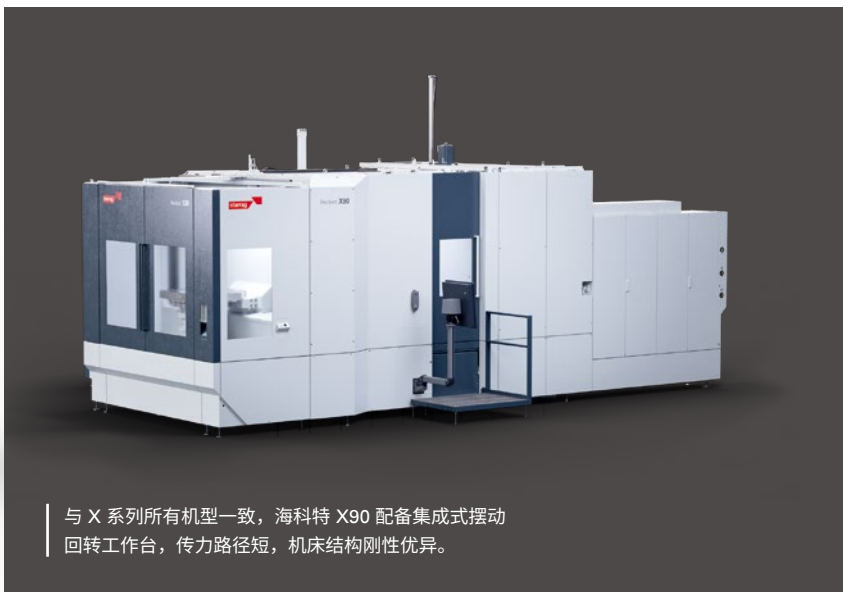
1,000 mm

最大承重

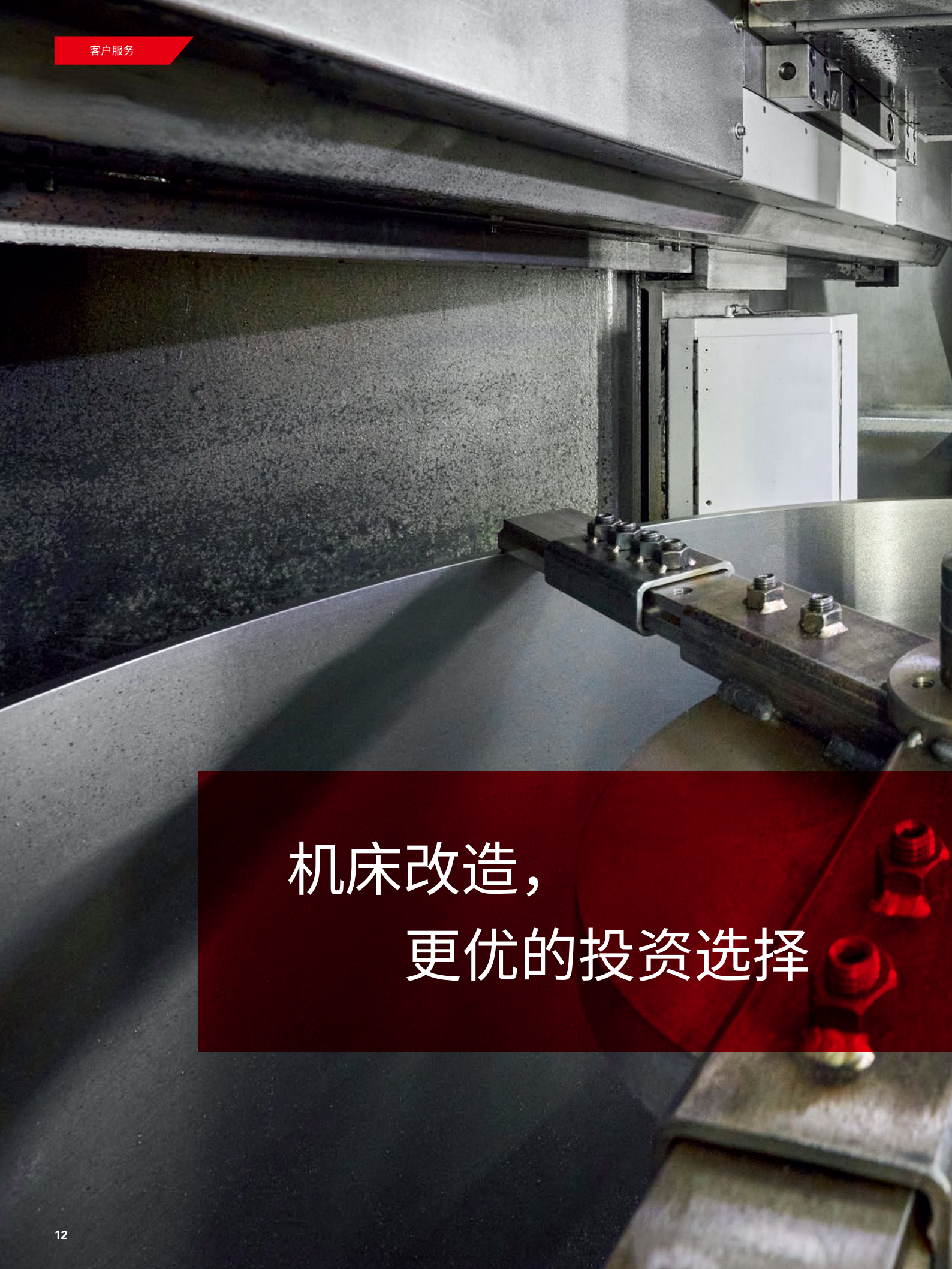
2,000 kg

相较于大型加工中心的潜在节约优势

- 投资成本
- 运输成本
- 地基
- 占地面积
- 加工流程



与 X 系列所有机型一致，海科特 X90 配备集成式摆动回转工作台，传力路径短，机床结构刚性优异。



机床改造，
更优的投资选择



事实证明，让旧机床重获新生，是比采购新机更合适的方案。通过全面改造，斯达拉格让这台久经考验的立式车削中心适配未来生产需求，也让 NEUMAN & ESSER 成为机床改造的忠实用户。



归根结底，对斯达拉格改造专业能力的信任，是 NEUMAN & ESSER 做出该决策的关键。

“机床产能尚能满足需求，机械部件状态依旧完好。”德国亚琛附近于巴赫-帕伦贝格的 NEUMAN & ESSER 机加工车间（NEA 集团）加工部门负责人西蒙·普雷尔 (Simon Prell) 回忆道。

选择改造，而非购置新机

实际上，企业原本已经规划并做好预算，准备替换这台服役 26 年的多利斯 CONTUMAT VCE 2000/180 立式车削中心。但替换新机的方案存在诸多不利条件。如果更换新机，需要开展大规模地基施工，并且生产至少要中断六个月。NEUMAN & ESSER 与斯达拉格紧密协作，最终决

定对机床实施全面改造。归根结底，对斯达拉格改造专业能力的信任，是 NEUMAN & ESSER 做出该决策的关键。NEUMAN & ESSER 主要生产压缩机，服务于特种气体、氢能等行业，同时也生产机械工艺工程领域的各类机床及附件。机加工业务主要承接大型定制零部件，以单件、小批量生产为主。因此，对机床的精度、可靠性与可用性也提出很高要求。

斯达拉格技术：经受整体加工工况验证

多年以来，该机加工车间一直选用斯达拉格机床开展生产。斯达拉格机床在复

杂机械零部件整体加工中表现可靠。例如杜普莱恩 T 系列龙门加工中心，自 2011 年起就实行三班运行，用于数吨重的活塞压缩机曲轴箱体的整体加工。

多利斯 CONTUMAT VCE 2000/180 立式车削中心同样性能稳定，服役时长已超 25 年。这款紧凑型单柱立式车削中心可加工大型回转类工件，例如缸体、缸套、活塞，以及结构复杂的备件与维修件。加

工对象涵盖实心缸体，以及对壁厚精度要求严苛的薄壁缸套。同时还可加工直径最大 1.3 米的活塞。无论是新机制造、备件生产还是维修业务，工件内外径均需要达到百分之一毫米级别的公差。该机床精度高、刚性强，尤其是长期精度表现优异，因此成为改造的理想对象。

这并非偶然：这台立式车削中心历经数十年日常生产，价值已经得到充分验证。其坚固的铸造结构部件构成了稳固的机床床身，既可以承受大切削力，也可满足百分之一毫米级别的加工精度要求。精度与耐用性兼备，这一点在要求严苛的备件维修业务中尤为可贵。

改造重点：刀架与控制系统

本次改造重点针对两个老化最突出的部分：立式车削中心的刀架单元以及控制系统。刀架系统送至德国门兴格拉德巴赫的斯达拉格工厂进行全面大修，升级至当前最新技术水平，其中包括配置全新 Z 轴驱动。与此同时，机床整套电气系统全部换新，搭载西门子 SINUMERIK ONE 数控系统，配套全新驱动、测量系统、开关柜以及控制面板。

改造方案早期就与客户维护部门协同设计，兼顾经济效益，同时最大限度压缩停机时间。西蒙·普雷尔表示：“刀架和控

制系统，这两部分是我们面临的最大难题。对这两部分的针对性改造，让这台机床恢复到近乎新机的状态。”

本次改造并非简单替换老旧控制系统。联合斯达拉格为这台立式车削中心配置的控制系统，与车间内新机保持高度一致。因此操作员切换不同机床几乎无需适应时间。“这样就实现了岗位轮换作业。”西蒙·普雷尔说道。“操作员可以非常轻松地切换机床，直接上手生产。”他对本次改造的效果评价为“非常满意”。企业计划到 2027 年，将全部机床统一升级为西门子标准化控制系统。



“操作员可以非常轻松地切换机床，直接上手生产。”

西蒙·普雷尔 (Simon Prell)，
NEUMAN & ESSER 公司加工部门负责人





改造是兼顾经济效益
与高性能的更优解。

快速重启，即刻恢复生产

完成调试之后，改造效果立刻显现。虽然整套控制系统全部换新，该立式车削中心在改造完成后的第二周就恢复满负荷生产。经过简短现场培训，操作员就可以高效开展作业。西蒙·普雷尔称：“改造完马上就可以产出合格产品。改造期间，不可避免的停机时间仅为 12 周。这对我而言是最大的收益。”在西蒙·普雷尔看来，项目成功的另一关键，是斯达拉格改造专家与客户内部维护团队之间的紧密配合。

“维护团队和服务工程师之间良好协作，对我们而言至关重要。”他着重强调。核心要素在于双方的专业能力，以及“平等透明的沟通机制”。

而真正的考验是改造完成之后，也就是在日常实际生产当中。但本次改造的目标并不是追求产能的爆发式增长。改造之前，这台立式车削中心本身就处于较好的运行水平。“我们原来的生产水平并不差。但经过改造之后，整体水平又上了一个台阶。”西蒙·普雷尔总结道。提升主要体现在生产效率、机床的可用度、操作便捷性以及加工质量几个方面。但他表示很难给出精确量化数据：“这点要实事求是。性能提升幅度属于个位数百分比级别。”他补充道，作为典型的小批量定制生产企业，本身就很难把这类改善效果做精准量化。对 NEUMAN & ESSER 来说，工件质量持续稳定比单纯缩短加工时长更为重要。

操作员体验改善，助力提升生产效率

稳定可靠的机床在备件及维修业务中价值尤为突出。和大批量生产不同，这里每一份订单都各不相同。“我对这台改造后的机床及其可靠性非常有信心。”西蒙·普雷尔评价道。“扎实稳固的整机结构令人印象深刻。”得益于机床便于操作、加工空间宽敞，人机友好度高，他手下的班组也很愿意使用这台机床作业。对部门负责人而言，本次改造成功的意义已经远超单个项目本身。过去企业很少考虑机床现代化改造，如今改造已经成为投资策略中不可或缺的一环。“未来，改造依旧是我们的发展路径，会始终作为备选方案。”西蒙·普雷尔说道。这套方案尤其适合经过

长期验证的成熟机床，既可以维持产能，充分利用现有基础设施，相比采购新机还能大幅缩短停机周期。磨床改造以及本次立式车削中心改造都收获良好效果，他计划继续推行机床改造路线。

有时，改造就足以解决全部问题

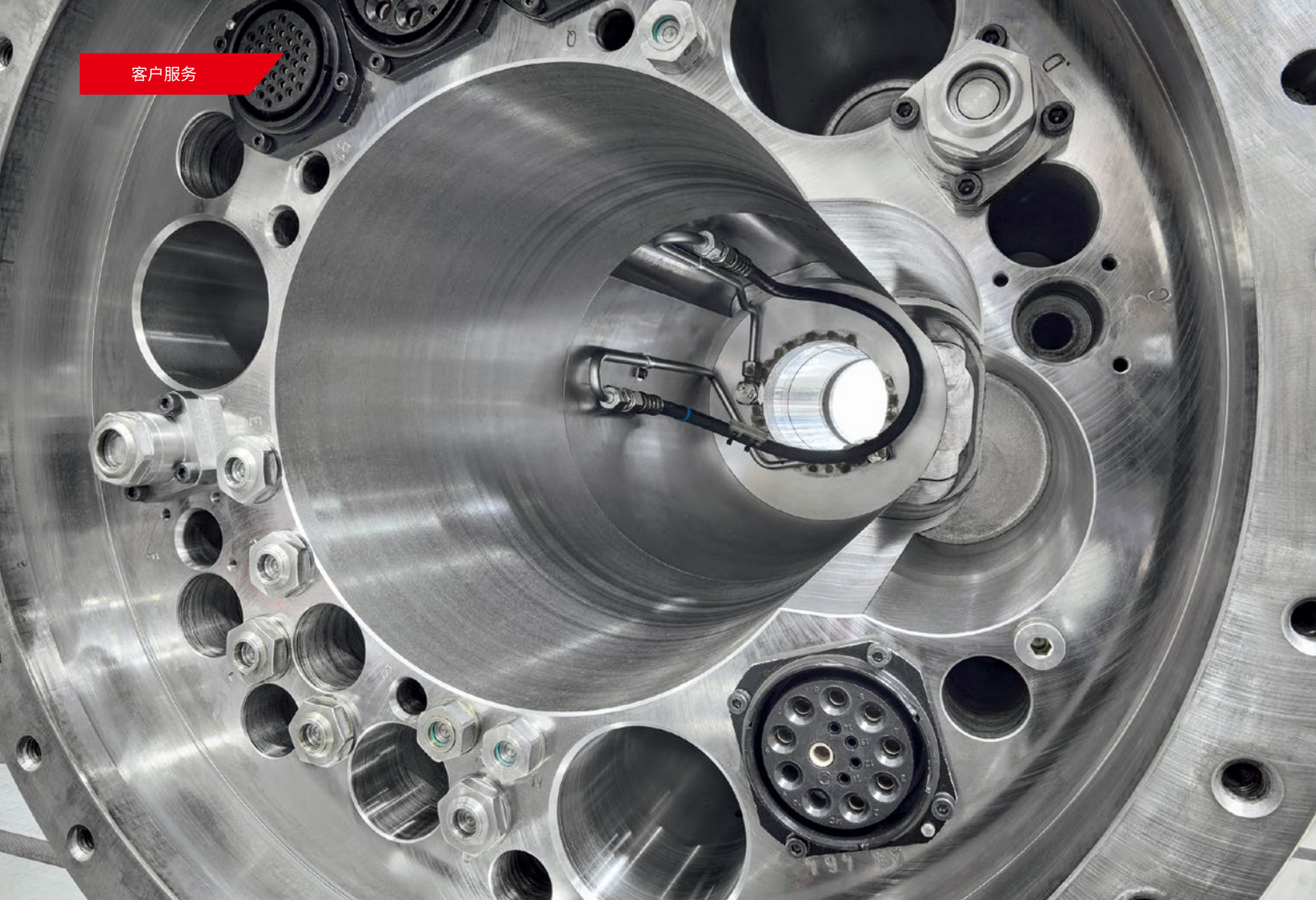
斯达拉格是这条道路上重要的合作伙伴。在多利斯立式车削中心改造圆满完成后，下一个现代化改造项目已经提上日程，对

象是沙尔曼 (Scharmann) 落地镗床。在生产负责人看来，这是顺理成章的选择。如果机械本体工况良好，就未必需要采购全新机床。这种场景下，改造会是兼顾经济效益与高性能的更优解。 ▀

“改造完马上就可以
产出合格产品。这
对我而言是最大的
收益。”

西蒙·普雷尔 (Simon Prell),
NEUMAN & ESSER 公司
加工部门负责人





现代化改造，创造最优商业价值

两台来自斯达拉格杜普莱恩产品系列、行程达 16 米的五轴龙门加工中心，在航空航天领域连续稳定运行超过 15 年后，经过现代化升级改造，现已具备再服务二十年的高效加工能力。斯达拉格在保留高度成熟的验证工艺基础上，引入最新的控制、驱动与监控技术，帮助全球领先航空航天制造商延长现有资产价值，同时将对生产的影响降至最低。

该分阶段现代化改造项目由斯达拉格实施，服务对象是一家生产核心零部件的领先航空航天制造商。两台机床交替施工：一台保持生产，另一台拆机重建。首台机床验证通过后，随即切换施工另一台；最终两台杜普莱恩 FOGS 机床均按时、按预算交付。对该客户而言，改造方案的经济性显著更优：机床机械结构状态完好，且已完全融入高度优化的生产单元。项目不仅成本可控，

还避免了新增大规模机床所需的漫长交付与调试周期。“采购新机床大约需要两年，而改造的停机时间仅 7 个月。成本节约十分可观。”斯达拉格美国服务经理斯蒂芬·巴克利 (Stephen Barclay) 表示。客户获得的远不止是“原样延续”。改造后的两台机床配备了全新电气架构、最新一代西门子数控系统、全新驱动与电机，并在整个加工范围内实现了体积误差补偿，同时具备基于传感器级数据采集的预测性维

护能力。改造在保留客户依赖的原有工艺基础上，全面提升了可靠性、加工性能、功能性与运行可视化水平。两台杜普莱恩 FOGS 高架龙门五轴机床分别于 2004 年和 2011 年投入使用。“直观来说，它们长 16 米、宽 6 米、高 2.5 米，专为超大型飞机机身零部件的超高精度加工而设计。”斯蒂芬·巴克利介绍道。他全程负责该项目，并与斯达拉格德国工程团队协同推进。这种规格的机床，精度以体积精

度而非线性精度衡量。“我们的目标是：在五轴加工环境中，无论刀具位于整个工作空间的任何位置，都能够将刀尖定位在一个直径为 55 微米的球体范围内。”斯蒂芬·巴克利解释道。在持续超过 15 年、全天候（24/7）连续生产运行的情况下，这两台机床始终保持着这一精度水平，甚至表现得更为出色。

新机采购 vs 现代化改造：方案评估

两台机床在一个温度控制精度达到 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的恒温车间内运行，属于一套集成式托盘加工单元：加工单元内配有专用三坐标测量机、清洗干燥站点与上下料站点，14 米

长托盘在各加工区间流转。在这一级别的航空航天制造中，稳定、可追溯的批量生产环境至关重要。斯蒂芬·巴克利表示：

“这类机床的易损耗部件通常是线缆、电气元件，而本次项目的核心动因是原数控系统已停止技术支持。”这就像一台电脑，即便运行状态完好，一旦到了产品生命周期终点，就无法再获得技术支持。当客户仍需使用设备时，现代化改造往往是极具商业价值的选择。考虑到地基与大型结构件的巨额投入，我更愿意称之为‘价值重焕’。”斯达拉格对每个项目均进行独立评估。若客户需要提升产能、扩大加工行程、新增加工能力或实现显著的效率跃升，采购新机床往往是长期收益最优的方案。

但本项目中，现有机床结构性能依然优异，客户的首要诉求是保留机床久经验证的航空航天制造工艺。因此，现代化改造是实现目标的最优路径。双方的沟通始于 2018 年，远早于正式订单；改造与换新两种方案均经过了审慎评估。客户工程师曾专程前往欧洲，在另一家用户工厂实地观摩了一台全新 FOGS 机床的验收过程。“我认为这是决定性的一步，最终所有人都同意选择改造而非采购新机。”斯蒂芬·巴克利说。

守护原有工艺

项目最严苛的要求并非速度或精度，而是工艺连续性。“客户希望最大限度减少生产中断，降低内部重新验证的工作量。”斯蒂芬·巴克利表示。“生产平台一旦发生重大变更，就需要开展大量工艺验证、编程与资质认定工作。核心要求是：机床必须兼容所有原有程序、沿用全部现有刀具，并无缝融入既有生产环境。通过在保

“直观来说，它们长 16 米、宽 6 米、高 2.5 米，专为超大型飞机机身零部件的超高精度加工而设计。”

斯蒂芬·巴克利 (Stephen Barclay)，
斯达拉格服务经理，美国



**“整台电气柜完成组装
与预测试，随时可进
场安装。”**

斯蒂芬·巴克利 (Stephen Barclay)
斯达拉格服务经理，美国



留成熟可靠的机床架构基础上，对技术平台进行升级，我们得以延续已通过验证的制造工艺，同时将对生产运营的影响降到最低。”

在航空航天领域，这绝非“锦上添花”的便利，而是合规性的硬性要求。“航空零部件就像医疗器件，绝不能随意更改生产方式。每个零件都有可追溯的批次号，制造工艺均经过验证并处于严格管控之下。”

斯蒂芬·巴克利说道。

这一原则决定了项目的技术边界。项目更换了全新电气柜，以及全部线缆、传感器与驱动模块。两台全天候运行的 16 米机床，全部驱动电机升级为西门子最新一代产品：体积更小、功率相当，能效大幅提升。

数控系统升级至西门子最新平台，既解决了触发本次项目的系统停机问题，也

引入了最新西门子运动控制套件，包括 MDynamic 与 Engineered Motion Control。主轴及其他主要机械部件则刻意保留原样。“客户决定不更换为其他设计的主轴。”斯蒂芬·巴克利解释道。“他们更倾向于将原有主轴翻新修复后继续使用。这样既能保证核心机械部件状态良好，又避免了可能影响原有工艺的变更。”有一项升级超出了原定项目范围。两台机床均从斯达拉格标准运动管理系统 (KMS) 升级为体

积误差补偿系统 (VCS)。该系统通过数控系统内部算法修正全加工空间内的几何偏差，而非单纯依赖机械精度。其优势包括：五轴全联动下刀尖定位更精准、工件表面质量更优异，整体表现优于合同约定的“不低于原有水平”标准。

7 个月停机期的高效压缩

停机时长是项目所有环节的核心约束。单台停机期间，制造商通过提高核心零部件库存、内部消化产能缺口，未将生产任务外迁。这意味着工期没有任何延误空间。

“如果机床停机超出约定期限，将严重影响客户的产能交付。”斯蒂芬·巴克利表示。

为尽可能缩短现场停机时间，项目团队决定将能够在场外完成的工作尽量前移。早在首台机床改造启动之前，就已经完成了超过 18 个月的采购与准备工作。“所有

子组件均在我们德国工厂预制并打包，整台电气柜完成组装与预测试，随时可进场安装。”斯蒂芬·巴克利介绍。贯穿 16 米全行程的拖链（含信号线、液压管路与气动软管）均在工厂预制并完成测试。“我们在现场的工作就是拆旧装新。”20 余年完整留存的工程数据，为项目提供了有力支撑。

“FOGS 系列机床均为适配客户现场定制化生产。我们完整保留原始制造规格，即便 20 年后也能随时调取。这些数据对改

造项目至关重要。”斯蒂芬·巴克利说道。

项目进度通过每两周一次的联合评审会议追踪管控，计划包含数百项子任务；两台机床之间为期 12 周的验证期也顺利完成。在操作人员适应新的人机界面期间，斯达拉格还派驻了应用支持工程师提供现场协助。

从被动响应到预测维护

本次改造带来的最大功能提升，不在于精

.....
“全新数控系统让客户采集机床数据变得更简单。”

斯蒂芬·巴克利 (Stephen Barclay)，
斯达拉格服务经理，美国



现代化改造成效显著：此次升级使机器在技术和外观上都焕然一新。

度，而在于运行可视化。“全新的数控系统大幅简化了客户从机床获取数据的过程。我们所说的数据涵盖了设备上的每一个开关和传感器。例如，现在单个传感器即可同时采集温度以及压力/真空数据。传感器甚至能够监测制冷系统中的气体压力，而这些信息在过去是无法获取的。客户可获取的数据点远超以往，能更清晰地洞察运行趋势与潜在故障点，这在 20 多年前是完全无法实现的。”这一能力为客户内部专属的数据分析部门提供了数据支撑。“核心目标是识别运行趋势，提升机床正常运行时间，改善工厂整体生产表现。

通过采集过去不可见的的数据，企业既能提升生产效率，又能降低非计划停机风险。”斯蒂芬·巴克利表示。该生产单元还保留了斯达拉格自检认证系统 (SQS)，每季度运行一次。机床将铣削主轴归位后，自动换装激光主轴，借助固定安装的光学反射镜，对全行程范围内的体积精度进行自测，并生成一份针对机床主要坐标轴状态的“健康报告”。

前后验证，有据可依

所有结果均经过验证，绝非主观推定。项

目启动前与完工后，分别执行了完整机床精度检测与客户指定样件加工测试，前后数据逐一比对。“所有指标均不低于原有水平，部分更优。这是双方约定的底线。我们保证，所有功能与性能参数的精度、效率均不低于改造前水平。”斯蒂芬·巴克利确认道。

作为服务国防行业的制造商，客户同步开展了网络安全审查。软件版本、发布日期及配套基础设施均提前完成核验，确保符合客户网络安全要求。本项目充分展现了斯达拉格在机床全生命周期内的客户支持

“我们保证，所有功能与性能参数的精度、效率均不低于改造前水平。”

斯蒂芬·巴克利 (Stephen Barclay)，
斯达拉格服务经理，美国





“坦率地说，斯达拉格派驻到我们项目的现场团队极其优秀，是双方合作成功的关键。”

.....

能力。无论最优方案是采购新机、实施战略性改造，还是双管齐下，斯达拉格都会与客户共同研判，找出匹配其生产需求、运营与经济效益最佳的路径。

该制造商的核心系统负责人用“连战连捷”来形容斯达拉格的项目执行表现。作为项目内部系统负责人兼设施首席工程师，他评价道：“人生中有些时刻，‘眼见为实，不吐不快’这句话格外贴切。在 FOGS 改造项目中，斯达拉格团队展现出的专业水

准令人印象深刻——在当下充满挑战的商业环境中，如此表现实属难得。百闻不如一见。从全新的物料分装与现场备货，到施工执行，再到德国端前期的工程设计与打包发货，所有环节都印证了斯达拉格对‘充分规划，杜绝低效’理念的严谨践行。这一点在整个项目中体现得淋漓尽致。

得益于贵团队出色的组织能力，两个项目均推进得滴水不漏。坦率地说，斯达拉格派驻到我们项目的现场团队极其优秀，是



双方合作成功的关键。在得克萨斯州开展的改造工作中，斯达拉格团队全程保持一流水准。坦白讲，这是我 49 年职业生涯中见过最出色的项目执行。你们连续取得圆满成功，表现堪称完美。”



标准之上，永不止步

航空航天与能源行业的高效生产

生产率提高、技术人才短缺，加上零部件日益复杂，正持续推动航空航天与能源行业的制造模式变革。如何应对这些挑战？2026年6月，在斯达拉格总部举办的航空航天与透平技术开放日上，工艺规划人员、制造经理与生产专家找到了答案。本届活动的重点并非单纯展示标准机床设备，而是集成制造工艺、数字化工具与自动化方案，全面探索未来先进制造的发展方向。

盛

夏时节超过 30°C 的高温，最初让参加第 26 届斯达拉格航空航天与透平技术开放日的来宾们感受到了不小的“热度”。不过，作为主办方的斯达拉格早已做好充分准备：大型活动帐篷配备了空调系统，航空航天与透平技术中心各展区持续供应瓶装饮用水和各类茶点。尽管现场展示的设备 and 机床在运行过程中会产生额外热量，参观者仍能够在舒适的环境中深入了解先进制造技术、数字化解决方案以及自动化创新成果。

马丁·拜伊尔 (Martin Buyle) 迎接了约 250 名嘉宾。这位斯达拉格集团首席执行官表示：“参会人数创下了新纪录。”参会者包括来自 24 个国家的近 170 名客户，以及特邀的潜在客户与合作伙伴代

表。全球主要飞机制造商、原始设备制造商、一级供应商及电站透平制造商均有代表出席。斯达拉格执行董事会成员、首席销售官亚历山大·阿滕贝格 (Alexander Attenberger) 补充道：“来自美洲、亚洲和欧洲的客户专程前往瑞士罗尔沙赫伯格，参加这场行业盛会。”

需求增长催生的产能瓶颈

航空航天工业目前处于增长阶段，业内专

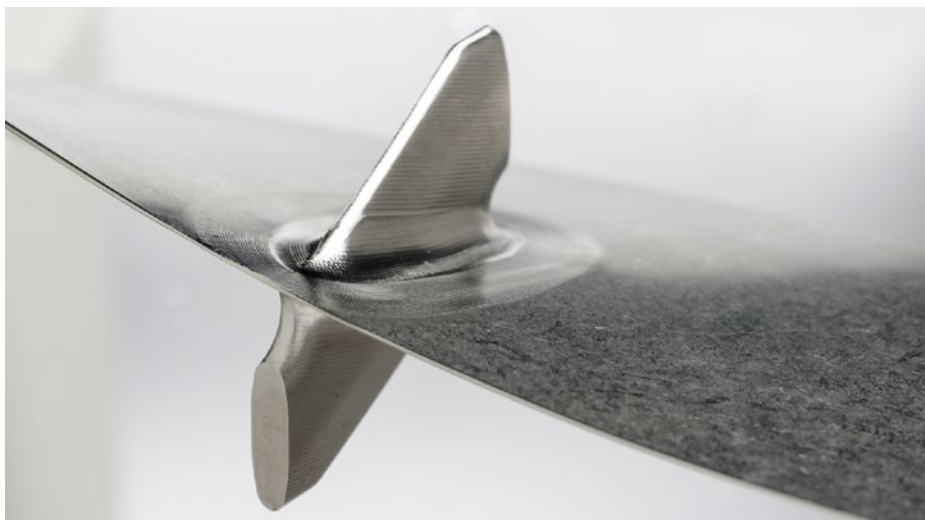
家一致认为，未来几年这一势头仍将持续。但正因各大飞机与发动机制造商订单饱满，其生产经理与供应商正面临越来越大的压力。产能必须提升，交付周期必须缩短，熟练技术工人短缺，也催生了对全新制造理念的需求。

集团首席执行官马丁·拜伊尔表示：“这正是我们的价值所在。我们为客户提供的不是标准机床，而是他们当下真正需要的制造解决方案。我们位于罗尔沙赫伯格的总部专注于航空航天工业及燃气轮机、汽轮机复杂零部件的生产，在这里，我们向全球业界展示最新技术成果，也为深入交流创造契机。”马丁·拜伊尔强调道。

自动化与数字化成为核心焦点

此次活动对于工艺规划人员、制造经理以及生产专家而言尤具价值，他们往往面临着从以手工为主的单件生产向批量制造转型的挑战。因此，自动化与数字化贯穿了整场活动的核心议题。活动伊始，HAIMER 集团总裁、Wintool AG 公司监事会成员安德烈亚斯·海默 (Andreas Haimer) 就在主题演讲中强调了数字化与自动化的重要性：“如今，数字化与自动化不再是可选项，而是必选项，对于希望未来在欧洲或其它人力成本较高的国家

创下新纪录：来自 24 个国家的近 170 名客户和 250 位来宾



“我们为客户提供的不是标准机床，而是他们当下真正需要的制造解决方案。

马丁·拜伊尔 (Martin Buyle)，
斯达拉格集团首席执行官



“人工智能将成为未来十年的核心技术。”

奥利弗·加斯曼博士 (Dr. Oliver Gassmann)
圣加仑大学技术管理专业

继续保持生产效益的企业而言，尤其如此。我们的目标必须是实现制造流程的标准化、数字化，并逐步推进自动化。”

安德烈亚斯·海默特别关注生产车间层面的落地：“CAM 系统与数控程序已经实现数字化，但刀具管理还远未达到这个水平。而我们的‘未来刀具车间’理念，正是为了填补这一空白。”安德烈亚斯·海默所说的，是一套端到端的完整流程，涵盖从刀柄选型、存储、组装、刀具配送直

至上机使用的全环节。同时，实体流程将被完整数字化复刻，从构建数字孪生、将数据回传至 CAM 系统，到库存管理、刀具准备，直至最终投产。其优势在于：仿真更简便、换型准备时间更短、工艺可靠性更高。斯达拉格已经落地了这样一套“未来刀具车间”，参会者也得以在现场亲眼观摩这套方案。

第二位特邀演讲嘉宾的分享更进一步。奥利弗·加斯曼博士 (Dr. Oliver Gassmann)

的演讲聚焦工业领域的人工智能应用。“人工智能将成为未来十年的核心技术。”这位圣加仑大学技术管理专业教授表示。在他看来，人工智能对所有制造企业都具备巨大潜力。但他同时也提醒：“要真正发挥这些优势，我们必须重新思考工作流与生产流程。仅仅采购最新的人工智能工具是远远不够的。关键在于培训员工，让他们真正掌握这些系统，释放其全部潜力。”

13 个展区，13 大亮点

从理论回归实践。斯达拉格设置了 13 个展区，参会者以小组形式依次参观。斯达拉格航空航天与透平业务销售经理亚历山大·菲茨 (Alexander Fitz) 强调：“我们的重点不是产品展示，而是呈现能为客户创造实际附加值的落地解决方案。这些方案

是我们与多家值得信赖的专业技术合作伙伴共同规划落地的，包括 Blum、Fanuc、Haimer、Heule、Hexagon、Liebherr、Schunk、Siemens 与 Vericut。”每个展区都聚焦一项与斯达拉格客户高度相关的特定应用或技术。这也充分展现了斯达拉格集团深厚全面的专业技术积累。展出的机床产品阵容丰富：既有宝美 191^{neo} 车铣中心这类紧凑型加工中心——展会现场还演示了无需人工干预的燃油喷嘴全自动超精密加工；也有杜普莱恩 FOGS 系列大型龙门加工中心，用于起落架等零部件的生产制造。铝合金与钛合金结构件、机匣、

叶片及叶盘，是斯达拉格机床最具优势的核心加工工件。“大型机床自动化”主题引发了参会者的浓厚兴趣。原因在于，大型机床自动化对输送技术、托盘、夹具系统及测量技术都有着特殊要求。斯达拉格目前正与利勃海尔自动化系统部门在美国合作推进一个专项项目：一套用于发动机零部件检修的柔性制造系统。该系统共包含 11 台斯达拉格机床，其中包括用于立式车削与磨削的贝蒂 VT 20 与 RVU 1350 机床，以及五轴海科特 X90 MT 加工中心与斯达拉格 STC 1250 MT 大型加工中心。其中一大亮点是由斯达拉格提供的 64 个

托盘，可通用于上述四类机床。下面是一位参会嘉宾的现场感言：“斯达拉格技术开放日是了解行业前沿动态、为自身生产汲取灵感的绝佳机会。令我印象尤为深刻的是，整套制造流程实现了高度集成，从机加工、后序处理直到自动化环节，一气呵成。我会把大量新思路带回公司，帮助我们优化流程，最终为客户交付更优质的产品。非常感谢活动的出色组织，不仅消解了高温带来的不适，还总能留出时间让我们与各国同行展开深入交流。”



“大型机床自动化”主题引发了参会者的浓厚兴趣。



TTL 采购 海科特 X50， 深耕高价值航空 发动机业务

TTL 素来凭借软件实力树立行业口碑，如今却采购海科特 X50 五轴加工中心，乍看像是业务方向发生了转变。这家总部位于英国白金汉郡、专攻自适应加工与数字化制造的企业，之所以做出这一选择，实则源于业务层面的现实变化：越来越多客户将单件价值达六位数的零部件项目交由他们承接，采购高性能机床也就成为业务推进的必然一步。

TTL 成立于 1987 年，总部毗邻艾尔斯伯里，近 40 年来始终专注解决从 CAD 模型到成品零件之间的各类工艺难题。公司基于西门子技术开发定制化 CAD/CAM/CNC 解决方案，面向全球航空发动机、国防、核能、医疗及精密制造领域客户，提供自适应加工、数字孪生与过程控制服务，约 85% 的客户来自英国以外。TTL 隶属于斯达拉格集团已超过 15 年，但作为独立事业部运营，拥有独立的组织架构与 IT 系统。“TTL 是专注软件业务的独立事业部，我们的方案全部围绕西门子 NX 展开，核心方向是自适应

加工。”TTL 副总裁西蒙·罗杰斯 (Simon Rogers) 表示。今年 12 月，TTL 将接收一台海科特 X50 五轴卧式铣车复合加工中心。这是哈德纳姆工厂的第 6 台机床，也是 TTL 首次从母公司采购机床。

投资背后的动因

“喷气发动机零部件、高压压气机叶片修复、叶盘修复都是我们深度涉足的领域，因此我们必须采购行业顶尖的技术，最终选择了斯达拉格的机床。这台海科特 X50 车铣复合机床将于今年底进驻我们工厂。

我们采购这台机床，并非因为同属斯达拉格集团，而是出于其技术性能，以及我们众多全球客户都在使用斯达拉格机床这个现实。”

推动这笔投资的核心原因，是 TTL 客户委托加工的零部件价值正在发生变化。单片叶片的自动化修复是一种业务场景，而整体叶盘的修复则完全是另一个量级。“单片叶片的修复，零件本身价值可能是 500 美元，修复成本约 1500 美元。而复杂的整体叶盘 (IBR) 或叶盘类零件，价值和成本都会翻 10 倍，达到 5 万至 15 万美元。凭借我们的软件技术，搭配海科特 X50 实现这类零件的自动化修复，将形成巨大的商业优势。”TTL 财务总监保罗·惠斯坦斯 (Paul Whistance) 补充道。

促成这笔采购的另一重要因素，是美国某大型国防项目的多机床自适应加工需求。TTL 正作为工艺与软件合作伙伴，与斯达拉格共同参与该项目。该国防项目已对海



“凭借我们的软件技术，搭配海科特 X50 实现这类零件的自动化修复，将形成巨大的商业优势。”

保罗·惠斯坦斯 (Paul Whistance)，TTL 财务总监

科特 X50 机床进行了长期且大规模的投资部署。采购同款机床后，TTL 便可在哈德纳姆工厂完成客户工艺的开发、验证与优化，无需远赴全球各地的客户现场。

业务能力的补位

TTL 现有的 5 台机床均为中小型五轴平台，均采购自集团外部，适用于低价值修

复业务，且搭载的数控系统各不相同。随着零部件价值与复杂度不断提升，现有机床的能力已达上限。“过去我们选择集团外的机床，是因为客户需要低成本、入门级的多轴机床。”西蒙·罗杰斯解释道。“价值 500 美元的零件修复，与高价值零部件的再制造或全新制造，完全是两种商业逻辑。正是这一变化，让我们对斯达拉格机床产生了需求与兴趣。商业场景推动我们向更先进的技术升级；而我们的软件技术能力越强，也就越需要配套更高性能的机床。”

机床亮点

海科特 X50 是配备摇篮机构的卧式加工

中心，传力路径短、结构刚性高，可实现一次装夹完成五面加工，同时具备车削功能。对 TTL 而言，摇篮式转台结构是这台机床最核心的优势。“摇篮式结构让工件可以灵活摆动，这对我们的动态加工能力而言是极大的提升。”西蒙·罗杰斯表示。“在加工叶片这类型面时，刀尖贴合工件持续进给的速度得到大幅提升。此外，可实现的加工直径也接近我们现有其他平台的两倍。这对 TTL 来说至关重要。”这台机床的可加工工件高度也大幅提升，可覆盖 TTL 此前无法加工的中型机匣，包括机匣再制造涉及的法兰与接口部位。

“海科特 X50 配备 18000 rpm 电主轴，兼具五轴铣削与车削能力，功能全面；还

可加装角度头，搭配可靠的混合轴承。这些特性都让它成为我们的理想之选。它精度极高，振动控制出色，动态性能无与伦比。这就是我们选择它的原因。我们真心认为，海科特 X50 的性能远超其他同类机床。”

这款机床搭载最新一代西门子数控系统，这对全套工具链均基于西门子技术的 TTL 而言至关重要。TTL 能够实现从 CAM 编程环境到最终客户车间机床控制系统的全流程开发与验证，构建完整的端到端解决方案，确保加工工艺在整个实施过程中的一致性与可靠性。

核心价值

TTL 的业务通常分为两大方向。一是铸件、锻件的全新制造，核心难点是六自由度下的最佳拟合对齐；二是 MRO（维护、修理和检修），此时工件状态已与原始设计模型存在偏差。“服役后的零部件显然不再是出厂设计时的形状，与 CAD 模型存在差异。”西蒙·罗杰斯解释道。“因此我们必须针对应力或热变形导致的偏差、形位变化进行调整，通过自动化测量流程完成扫描，并利用测头数据修正工艺。完

成测量后，软件可自动计算出新的 CAD 模型形态，生成新的刀路、后置处理代码与仿真程序，最终输出可直接加工的 G 代码。最终目标是彻底省去手工修型工序。”

“简单来说，传统加工到一定程度就必须停下，否则就会导致零件报废。因此必须留出余量，也就导致过渡区域余量不均、整体余量偏大。后续只能靠手工打磨修型，这会带来重复性劳损 (RSI) 的职业健康风险。尤其是高温合金与钛合金的抛光、打磨工序，职业健康与安全压力更大。我们已有客户应用了这套技术，产品返修后重新投入使用，完全不再需要手工修型。这是非常显著的价值提升。”

恰到好处的匹配

X50 是海科特 X 系列中规格最小的机型，而这恰恰契合 TTL 的定位。作为一家专注于工艺开发和交钥匙解决方案的企业，而非传统零部件外协加工商，TTL 的生产设施规模也与此相匹配。“TTL 的厂房空间有限，因此通常选用中小型机床。”西蒙·罗杰斯说。“对我们工厂而言，海科特 X50 已经属于大型机床。在特定配置下，它的回转直径很大，可以加工中型燃气轮机零部件。遇到更大尺寸零件的客户项目时，我们也能快速对标 X70 或 X90 机型。”

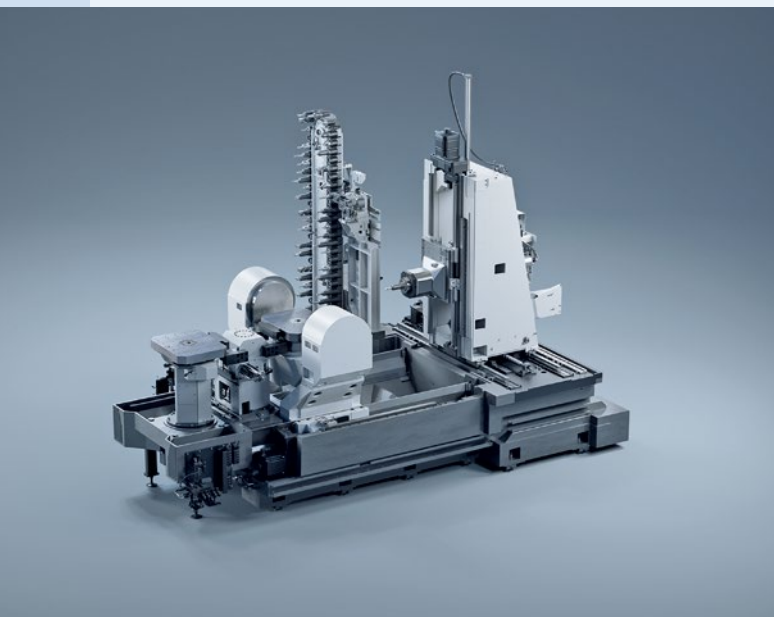
这种可扩展性意义重大：在哈德纳姆工厂

“我们凭借自身的技术、经验与工程知识，解决别人解决不了的问题。”

西蒙·罗杰斯 (Simon Rogers)，TTL 副总裁

TTL 的业务通常分为两大方向。一是铸件、锻件的全新制造，核心难点是六自由度下的最佳拟合对齐；二是 MRO（维护、修理和检修），此时工件状态已与原始设计模型存在偏差。





“五年前，我们 90% 以上的业务都和斯达拉格无关，
如今这一比例已降到 50%。”

西蒙·罗杰斯 (Simon Rogers)，TTL 副总裁

X50 机床上验证成熟的工艺，可直接迁移到客户现场同系列的更大机床上。同时，这台机床也将作为难加工金属的切削测试平台。“这个选择不只是 TTL 的决定，更是客户的选择。”西蒙·罗杰斯表示。“我们倾向于跟随终端用户的选型方向。他们基于切削试验、性能评估与参数规格选择了斯达拉格，而在这件事上，我完全认同他们的判断。”

更长远的布局

这笔订单标志着 TTL 与母公司的合作关系

进入了新阶段。“五年前，我们 90% 以上的业务都和斯达拉格无关，如今这一比例已降到 50%。”西蒙·罗杰斯说。斯达拉格在航空航天、船舶、国防、核能、医疗与奢侈品领域的众多全球目标客户，都正在将西门子 NX 标准化为统一平台。而 TTL 在该技术上的应用能力，正成为斯达拉格旗下各品牌重新切入客户项目的重要桥梁。这台海科特 X50 还将承担展示功能。斯达拉格英国公司将开放演示与客户参观，让意向客户能亲眼看到海科特 X50 真实的航空航天加工工艺，而非仅做样件试切。“我们凭借自身的技术、经验与工

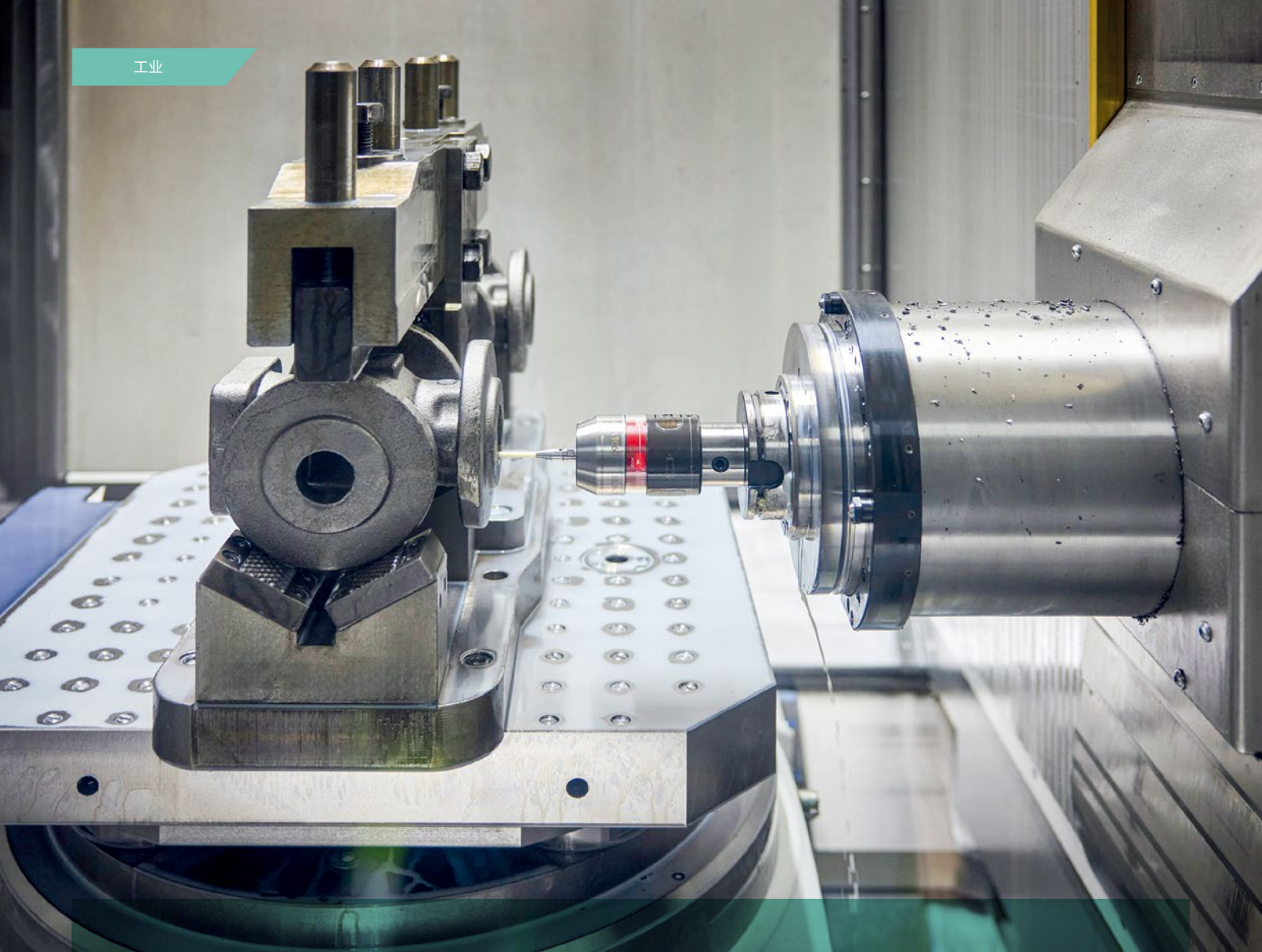
程知识，解决别人解决不了的问题。在本地配备这类机床后，我们自身与整个集团的能力都能得到提升，推动业务迈上新台阶。如今我们已具备这项内部能力，可以成为技术中心，把这台机床的价值挖掘到行业顶尖水平。”西蒙·罗杰斯总结道。海科特 X50 将于 12 月进驻哈德纳姆工厂，为 TTL 2027 年的 40 周年庆典提前献礼。





单件生产也无需 换型准备时间

两台联动的海科特 H80 加工中心，实现阀体高效加工



如何让德国本土工厂的单件和小批量生产具备全球竞争力？特种阀门制造商萨姆森 (SAMSON) 选择了由斯达拉格担任总承包商的解决方案。该方案由两台海科特 H80 加工中心组成，通过 Erowa LoadMaster Compact 托盘系统实现全自动化，借助最多 69 个预配置托盘，机床可在长时间无人干预的情况下自主生产。系统还配套了 Gebhardt 物料仓储系统，可根据生产订单自动提供相应的毛坯件以备装载。



“在建设新厂区的过程中，我们有机会对设备群进行全面现代化升级，更换约40%的机床。”

亚历山大·埃普尔 (Alexander Eppe)
萨姆森加工工艺负责人

萨姆森公司是全球领先的阀门与过程控制技术解决方案供应商，目前正经历其发展史上规模最大的一次转型。公司总部正从法兰克福迁往奥芬巴赫，涉及 120 多台机床与系统，以及近 2,000 名员工，职能涵盖行政、研发、生产、销售与服务等全部领域。

加工工艺负责人亚历山大·埃普尔 (Alexander Eppe) 博士解释说，此次搬迁带来了诸多优势：“过去 120 年，我们在法兰克福实现了长足发展，目前在空间与厂内物流方面已触及结构性瓶颈。奥芬巴赫厂区约 14 万平方米，我们可以全面重组运营，并继续发展壮大。”亚历山大·

埃普尔博士负责制造业务的重新设计与搬迁：“在建设新厂区的过程中，我们有机会对设备群进行全面现代化升级，更换约 40% 的机床。我们希望凭借此举为打造高效、面向未来的生产业务奠定基础，在全球市场保持竞争力。”

聚焦自动化

自 2026 年初以来，制造部门在保持满负荷生产的同时，分阶段搬迁了约 120 台机床。新机床的安装也在顺利推进，重点聚焦自动化。“我们的目标是通过无人值守提高生产率，并应对技术人才短缺问题，”亚历山大·埃普尔博士强调道。“为

此，我们需要让机床在无人值守状态下持续高效运行，同时最大限度减少甚至消除换型准备时间。”

挑战在于，萨姆森公司专注于特殊应用场合的控制阀，因此阀体零部件产品种类极为多样。工件在待加工材料、几何形状和尺寸方面各不相同。极小批量乃至单件生产，是常态。“因此我们需要一套带预配置托盘的柔性自动化解决方案，”阀体部门运营负责人乌韦·贝尔格 (Uwe Berger) 解释道。“只有这样，我们才能实现无人值守生产。”

具体而言，项目聚焦于公称直径不超过

“斯达拉格在可承受的成本框架内为我们开发了技术上最优的整体解决方案，”

亚历山大·埃普尔 (Alexander Eppel),
萨姆森加工工艺负责人



150 毫米的阀体加工，同时还包括中间件、隔热件等类似零部件的自动化生产。过去，这类工件通常在四轴卧式加工中心上完成加工。“从机床技术角度来看，四轴卧式加工中心完全能够满足这些零件的加工需求，”乌韦·贝尔格表示。“因此起初我们并不打算改变这一成熟的加工模式，以避免额外的编程工作。不过，为了实现稳定可靠的自动化生产，我们引入了 Siemens NX 作为新的 CAM 平台，并借



助数字孪生技术对加工过程进行仿真和验证。只有确保程序在虚拟环境中得到充分验证，自动化和无人值守生产才具备可靠运行的基础。”

寻找具备自动化经验的合作伙伴

由于这类自动化升级对萨姆森的制造业务而言是全新领域，相关负责人希望寻找具备相关经验的合作伙伴——“理想情况下是德国机床制造商，因为我们十分看重就近服务，以及随之而来的快速、可靠的技术支持，”亚历山大·埃普尔博士说。萨姆森的现有设备群包括来自多家制造商的四轴加工中心，总体上能够满足要求。不

过，在选型过程中还有其他标准需要考量。对亚历山大·埃普尔博士和萨姆森的决策者而言，尤为重要的一点是机床制造商需要担任总承包商：“在搬迁阶段，我们没有能力自行承担各项协调工作。我们需要一个理解我们需求并能付诸实施的可靠合作伙伴。”

三家公司进入最终候选名单，并各自提交了由加工中心和托盘系统组成的自动化方案。“最终，斯达拉格在可承受的成本框架内为我们开发了技术上最优的整体解决方案，”亚历山大·埃普尔博士解释道。“斯达拉格对接本项目的销售代表圭多·施泰因布吕克 (Guido Steinbrück) 发挥了关键

作用。他对我司情况十分了解，善于倾听，很快就理解了我们的核心诉求，并提交了一份高度贴合我们需求的方案。”

针对这套柔性制造系统，圭多·施泰因布吕克推荐了两台四轴海科特 H80 加工中心，该机型属于斯达拉格凯姆尼茨工厂开发的紧凑型模块化系列：“这是节省空间的卧式加工中心，传承海科特的核心基因：精度出众、动力强劲、加工速度快，并且能够保持多年极高可靠性。”过去两年，萨姆森已在阀体加工中实际使用海科特 H80 机床。乌韦·贝尔格对机床表现非常满意：“这些机床完全满足我们的要求。”本次新订单中，他们新增几项定制化需求：其中一台海科特 H80 加工中心配置了加工

端面的 U 轴附件头的驱动装置，U 轴附件头可以自动装载并夹紧在主轴上，能够以微米级精度加工出密封面。“我们还选择了容量更大的 265 刀位的刀库，以便装载备用刀具，实现更长时间的自主运行。”

海科特紧凑型机床同样提供五轴版本

选择斯达拉格作为合作伙伴的另一个因素是，海科特紧凑型机床也提供五轴版本。这对萨姆森而言是关键考量，因为公司目前正在开发一套模块化阀门平台。这些阀体包含众多结构特征，加工复杂度随之提升，五轴加工因此成为颇具吸引力的选择。

“未来，我们也打算通过自动化加工，在一次装夹中完成这些零部件的加工制造。

因此，在规划新的制造系统时，我们已经预留出第三个机床位，用于安装一台五轴加工中心。”

在此背景下，乌韦·贝尔格表达了另一个期望：“我们希望在系统中采用标准化的机床托盘，可以同时适用于两台四轴加工中心和未来的五轴加工中心。”这对斯达拉格而言不成问题。因为海科特紧凑型机床从设计之初就支持标准化机床托盘。

成效显著的自动化方案

对亚历山大·埃普尔而言，比经过验证的机床更重要的，是斯达拉格销售代表圭多·施泰因布吕克及其团队开发的自动化

“海科特 H80 加工中心完全符合我们的要求。”

乌韦·贝尔格 (Uwe Berger)，萨姆森阀体制造厂高级工长



方案。圭多·施泰因布吕克与三家领先的托盘系统制造商合作开发了多套方案，并向萨姆森的决策团队提供了不同选择。

最终，瑞士供应商 Erowa 凭借其 LoadMaster Compact 1400 中标。Erowa 销售经理亚历山大·温特 (Alexander Winter) 解释了他们的系统为何如此适合这个应用：“LoadMaster 是一套模块化、高性能的自动化系统。凭借刚性极佳的结构和超长行程直线轴，它特别适合为多台机床供料，可将机床与刀库、装卸站在一条自动化生产线上连接起来。”

与其他方案相比，Erowa LoadMaster 打造出了最精简的整体系统。亚历山大·埃普尔还强调了该方案的一项特殊技术特

性：“我们需要能够从两侧将托盘插入货架，并在必要时旋转托盘。为此，Erowa 开发了 360° 旋转功能，运行完美。”

安装在萨姆森的 LoadMaster 系统提供 69 个托盘存储位。这些存储位配备了斯达拉格的高精度机床托盘，这是该机床制造商的核心竞争力之一。“应我们要求，这些托盘上加工了专用孔位，便于我们安装夹具，”乌韦·贝尔格解释道。“夹具永久固定在托盘上，这意味着毛坯件的换型准备几乎不费功夫。”

用于毛坯件与成品的高架仓库

说到毛坯件：圭多·施泰因布吕克提出，将存放在欧标托盘上的坯料自动供应至四

个 Erowa 装载站，这一提议广受好评。这一功能由 Gebhardt 的仓储系统实现，该系统还可容纳存储成品件，直至后续加工或生产批次完成。

控制系统管理整个制造流程

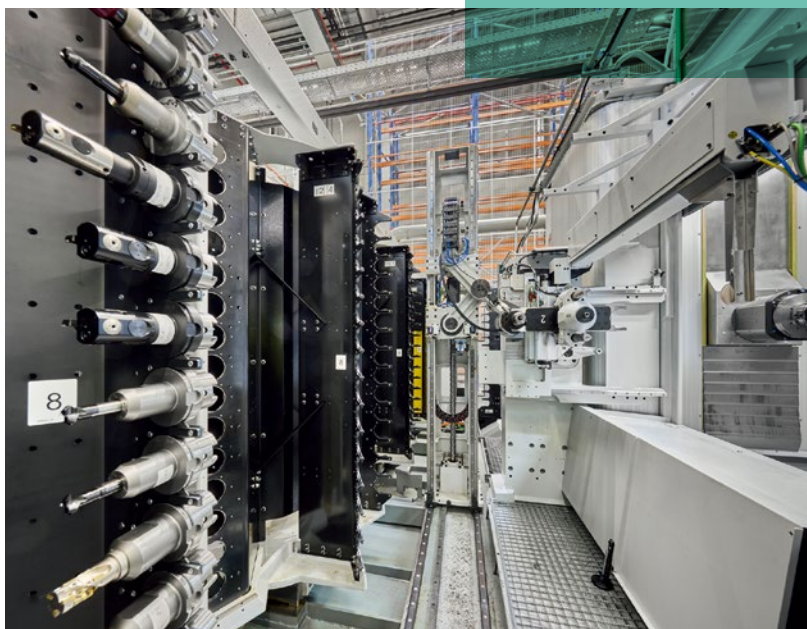
要管控订单和所有流程，包括精准供应所需毛坯件，需要一套功能强大的控制系统。

“我们公司其他领域已在使用 PROCAM 的 EMS 软件，”亚历山大·埃普尔解释道。“因此，我们也倾向于在柔性制造系统中使用这套软件。EMS 与斯达拉格机床、Erowa 托盘系统之间的通信不存在问题。”

如今，PROCAM EMS 承担总体控制。这其中包括订单的优化排程，以及确定订单

“凭借其可容纳 265 把刀具的大型刀库，还可以装载同型刀具。”

乌韦·贝尔格 (Uwe Berger)，萨姆森阀体制造厂高级工长





“斯达拉格作为新柔性制造系统的总承包商，工作堪称出色。”

亚历山大·埃普尔 (Alexander Epple)，萨姆森加工工艺负责人

在哪台机床上以何种顺序加工。EMS 还会考虑剩余刀具寿命等约束条件，使机床尽可能长时间自主运行。此外，EMS 还会向机床提供相应的数控程序。

“数字化的最大挑战在于确保不同系统之间的数据交换顺畅运行，”亚历山大·埃普尔强调道。“对于全自动化运行而言，控制系统与 ERP 系统、刀具管理系统、

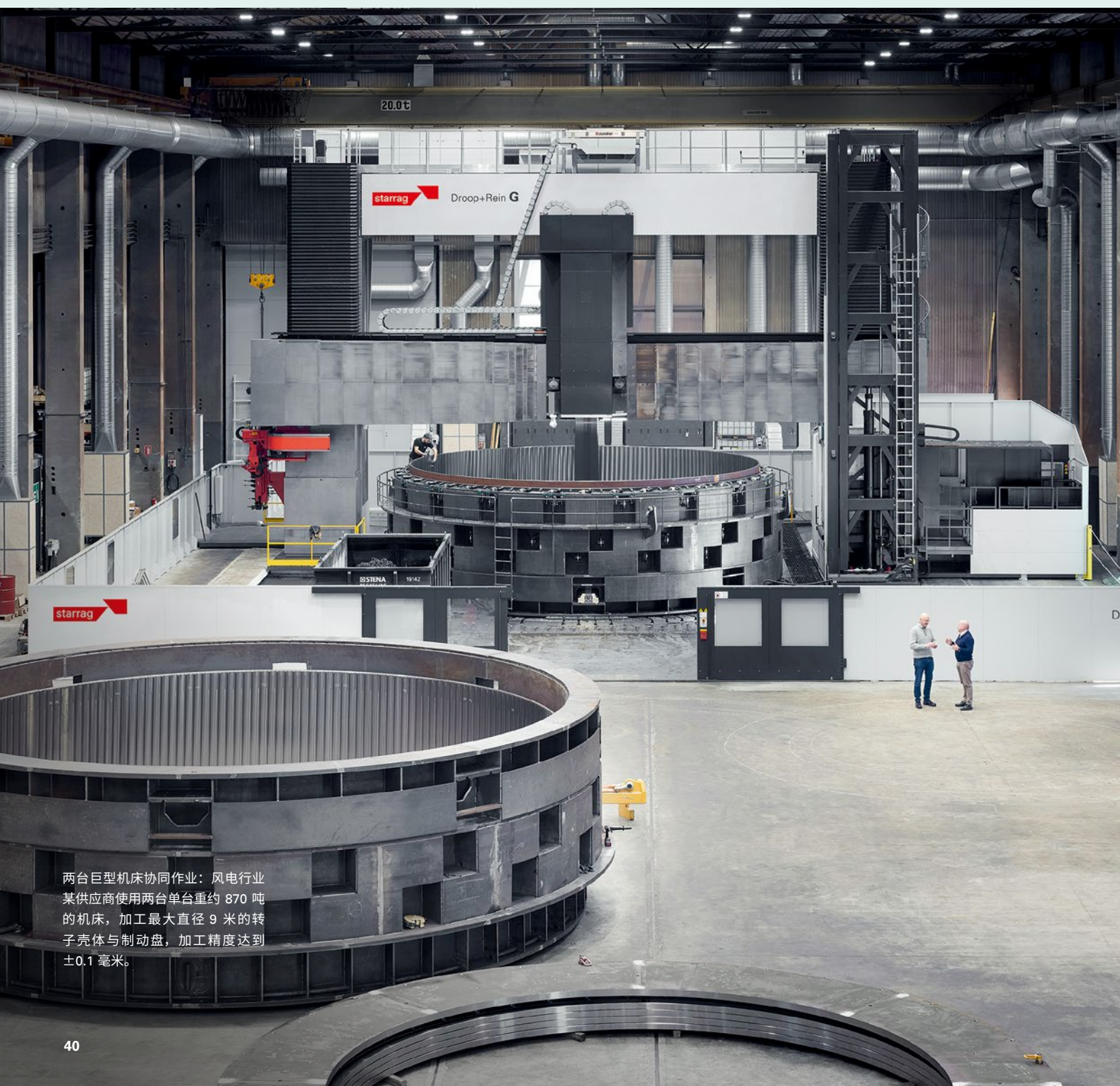
CAM 和 CAQ 系统以及数控系统之间的通信必须 100% 完美运行。当然，这些任务主要属于我们的职责范围。但斯达拉格和 Erowa 在这方面也非常开放和配合。”

自 5 月起，这套柔性制造系统已在萨姆森位于奥芬巴赫的工厂投入运行。亚历山大·埃普尔对此赞不绝口：“斯达拉格作为新柔性制造系统的总承包商，工作堪称出

色。工期、执行和成本均完全保持在既定轨道上。”乌韦·贝尔格则对既定目标的实现充满信心：“目前，我们对系统的利用率仅为 80% 左右。但我们已经看到，曾在小批量生产中占比总成本约 15% 至 20% 的换型准备成本，正降至几乎为零。此外，与两台独立机床相比，这套自动化系统将使我们的产能提升约 30%。”

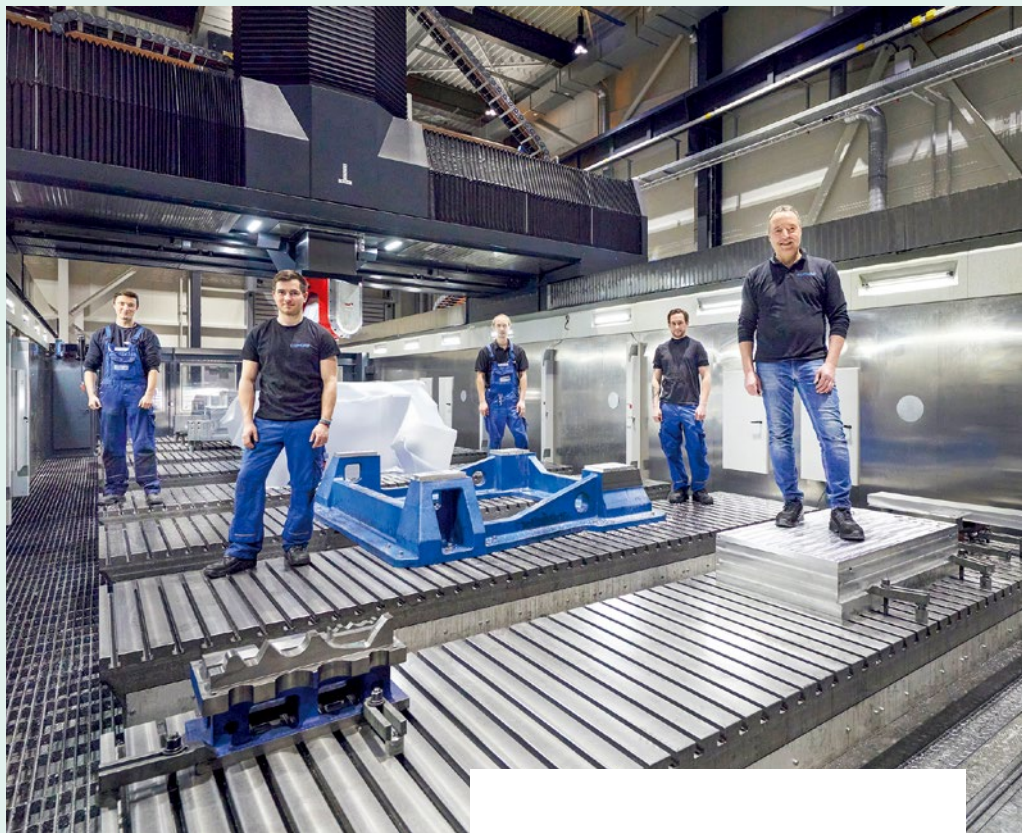
何为真正的 超大规格 (XXL)

现代重型机械制造的核心差异



两台巨型机床协同作业：风电行业某供应商使用两台单台重约 870 吨的机床，加工最大直径 9 米的转子壳体与制动盘，加工精度达到 ± 0.1 毫米。

在斯达拉格，“XXL（超大规格）”并不单指机床本体外形尺寸，而是代表可覆盖的多样化加工任务。



媒体热衷于各类排行榜：全球最大邮轮、最快跑车或是最高摩天大楼。如今，即便是智能手机、咖啡机这类产品，新品发布几乎都会被纳入各类榜单。

行业专业媒体也顺应了这一潮流。几周前，一本知名机械工程杂志刊发了全球大型铣床盘点文章。斯达拉格杜普莱恩 FOGS HD 也登上榜单，取得亮眼的第二名。但规格大小不能只用米、吨、千瓦来衡量，实际内涵远不止于此。在斯达拉格，“XXL（超大规格）”并不单指机床本体外形尺寸，而是代表可覆盖的多样化加工任务。

从透平叶片专业厂商到超大规格系统解决方案供应商

斯达拉格真正进军大型零部件加工领域的突破始于 1956 年。凭借透平叶片加工机床，斯达拉格踏入能源技术与航空航天领域，该领域对精度要求极高，工件尺寸也持续增大。

集团有针对性地并购扩张，为如今完整的产品阵容奠定了基础。多利斯 (Dörries)、

杜普莱恩 (Droop+Rein)、贝蒂 (Berthiez) 等专业品牌系统性扩充了产品谱系。斯达拉格将上述技术整合成立大型零件加工系统 (简称 LPMS) 事业部，集大型工件铣削、车削、磨削能力于一体。

起落架守护飞机安全着陆

在航空领域，斯达拉格的超大规格加工实力不仅体现在巨型工件上，也体现在关键安全零部件的生产，这类零部件制造对可靠性与精度有着严苛要求。起落架零部件就是典型代表，它是商用飞机承受载荷最大的部件。每次着陆时，起落架必须安全承载整机重量，同时承受巨大冲击载荷、侧向力以及转向带来的作用力。因此其材料、几何外形、制造质量方面的要求也水涨船高。新一代起落架采用高强度钛合金或合金钢，未来还可能采用难加工不锈钢材料。典型工况包括材料去除率超 80% 的坯料，以及微米级精度加工工艺。加工

但规格大小不能只用米、吨、千瓦来衡量，实际内涵远不止于此。

流程多达 40 道工序，涉及复杂外轮廓加工、高精度多孔位钻孔，以及后续热处理。零部件的几何结构带来特殊加工挑战。一旦加工特征超出圆柱基体范围，仅靠车削工艺就无法完成加工。这种情况下，杜普莱恩 FOGS 加工中心可实现一次装夹完成全部加工。机床刚性优异，即便是安全等级极高的起落架壳体，也可以兼顾经济效益与超高加工精度。斯达拉格的解决方案广受市场认可。

全球航空航天供应商已投入约 60 台杜普莱恩加工中心，专门用于飞机起落架生产。这充分印证：“超大规格”不只关乎尺寸、吨位，更关乎精度、工艺稳定性以及可靠加工高复杂度零部件的能力。



换言之：机床本身的体型大小并非关键，能否精准交付客户真正需要的价值才最重要。

当机床本身也达到超大规格

在风电行业，尺寸、精度与生产效率三者的平衡同样至关重要。该领域不仅工件体型庞大，机床设备本身也十分巨型。在某制造网络中，一台杜普莱恩大型龙门加工中心和一台多利斯立式车削中心，共同加工 14 - 15 兆瓦级海上风力发电机的转子壳体与制动盘。两台机床单台重量约 870 吨，大致相当于 140 头成年公象的总重量。零部件直径可达约 9 米，加工精度达到 ± 0.1 毫米。配套使用的多利斯立式车削中心，设计最大回转直径可达 15 米。这意味着现有制造能力已经可以适配下一代功率更高的海上风机。

微米级精度

大型工件加工并非完成铣削、车削就宣告结束。只有经过最终精加工过程，工件才能达到最终精度指标。为此需采用多利斯立式回转磨床以及贝蒂立式磨床。例如贝蒂机床，一次装夹融合车磨复合工艺，可加工直径最大 4700 毫米的主轴承。加工时长由原来的 3 - 4 天缩短至仅 4 - 5 小时。而多利斯机床经过专门重新设计，面向未来更大尺寸的滚柱轴承圈加工。主要升级包括加大龙门结构，可拓展适配直径最大 7000 毫米的工件卡盘；全新设计的车削 / 钻削总成，以及集成式 HSK 100A 钻削主轴。这为未来加工尺寸更大的滚柱轴承圈做好了准备。

步步攀登，技术登峰

现代架空索道与吊厢缆车表明，缆车行业同样存在超大规格加工需求。业内某知名企业使用一台重 135 吨的杜普莱恩 FOGS D40 机床（加工行程 $20,000 \times 9,400 \times 6,900$ 毫米）加工驱动轮与从动轮。

该机床可加工用于大型索道滑轮的分段结构件，单个分段长度最长可达 13 米。一个极具代表性的实例：某现代化山谷车站配备两台宽度达 9 米的滑轮。

构件体型巨大，但必须一次装夹完成加工，并达到 20 至 25 微米的精度要求。实现这一目标的关键在于机床卓越的结构刚性。

凭借高刚性设计，即使面对如此大型的工件，机床依然能够保证最高水平的加工精度，而这正是现代索道系统实现安全、可靠运行的基础条件。

工件需求催生全新机床

部分工况需求十分特殊，现有机床设计会遇到性能上限。模具制造行业就是一例：用户既需要利用高切削性能对重型冲压模具进行高效粗加工，又要在后续精加工阶段实现极高的表面质量和尺寸精度。为应对该难题，斯达拉格开发了全新的杜普莱恩 FOGS HD 高架桥式加工中心概念，该创新设计融合了传统龙门机床的优势，同时兼具高速桥式机床的动态性能，实现了两者优势的最佳结合。

行程规格 $15,000 \times 5,000 \times 2,000$ 毫米，最大扭矩 7,500 牛米，具备独立加工区域，

支持多工件并行加工、同步装夹。精加工效率相比传统龙门机床提升 20 - 30%，兼顾大余量强力粗加工与高精度精加工。

依托空间测量、温控环境以及体积误差补偿系统，该机型可实现 15 - 20 微米加工精度。这在模具制造行业同样得到充分体现。XXL 不仅意味着超大的加工尺寸，更意味着能够以极高精度和生产效率完成各种复杂制造任务。对于 Starrag 而言，

“XXL”并不一定代表更大的机床，而更重要的是针对特定应用需求提供量身定制的解决方案。借用 Starrag 的品牌理念，可以这样概括：“Engineering XXL – Precisely What You Value（打造超大规格工艺——精准开发，想您所想）。”换言之，真正重要的并非机床尺寸本身，而是其能否精准满足客户的实际需求并持续创造价值。■



超大规格磨削加工：工作人员正在多利斯机床上调试新型磨削支架系统，用于大型滚柱轴承的高精度加工。

配套使用的多利斯立式车削中心，设计最大回转直径可达 15 米。



步步攀登，技术登峰：来自比勒菲尔德的斯达拉格技术，已在最长 13 米分段构件加工中充分验证自身实力。

Azurea Unipessoal Lda:

瑞士专业技术与葡萄牙工业创新的融合

自 2012 年成立以来，Azurea Unipessoal Lda 已发展成为微技术与钟表制造领域的重要标杆企业。在樊尚·斯克日普恰克 (Vincent Skrzypczak) 的领导下，这家位于葡萄牙的企业实现了显著增长，凭借应对复杂技术挑战的能力以及始终如一的卓越品质而脱颖而出。



十年间，Azurea 的生产规模扩大至原来的 18 倍，这份增长得益于企业在技术与人才培养方面的战略性投入。



凭借现代化的工作环境和先进的生产设备，Azurea Unipessoal Lda 专注于钟表机芯装配零件的制造。

技术挑战的解决离不开与 Tornos 的紧密合作。Tornos 不仅是我们的设备供应商，更是机床选型和技能传承的重要合作伙伴。

公司拥有 50 多台数控机床，其中包括 30 台 Tornos 自动车床，充分展现了创新与传统工艺的和谐融合。

战略区位与独特专长

为满足 Azurea 集团瑞士子公司不断增长的需求，这家葡萄牙工厂选址于波尔图附近的 Maia。该地区是葡萄牙重要的工

业中心，以拥有高素质技术人才而闻名。Azurea Unipessoal Lda 首席执行官樊尚·斯克日普恰克表示：“将我们在瑞士积累的专业技术复制到葡萄牙是一项重大挑战，但我们通过培训和持续支持团队，成功实现了既定目标。”凭借现代化的工作环境和先进的生产设备，Azurea Unipessoal Lda 专注于钟表机芯装配零件的制造。面对技术挑战，公司通过与 Tornos 的紧密合作加以解决。作为关键合

作伙伴，Tornos 在机床选型和技术能力传承方面发挥了重要作用。

创新驱动：Tornos 机床的核心价值

在 Azurea Unipessoal Lda 的生产体系中，Tornos 机床构成了制造流程的重要基础。生产团队专家弗拉迪米尔·莱唐 (Vladimir Leitão) 表示：“SwissNano 和 EvoDECO 等机型能够满足我们对精度和重复精度的

配备独立刀具系统的 EvoDECO 系列机床能够同时执行粗加工与精加工，从而显著提升生产效率。



Azurea 甚至针对自身需求对部分功能进行了定制开发。例如，在 SwissNano 机床上增加了底部取件功能，以满足特殊生产要求，充分体现了企业的创新精神以及加强垂直整合能力的发展策略。

严苛要求。尤其是 SwissNano，其操作简便且易于上手。”他进一步解释道：“这些机床的人机交互非常直观，非常适合生产直径小于 4 毫米的微型零件，同时还能清晰观察各坐标轴的运动状态。”

配备独立刀具系统的 EvoDECO 系列机床能够同时执行粗加工与精加工，从而显著提升生产效率。此外，TISIS 和 TB-DECO 软件为工艺同步和复杂程序编制提供了强大支持。Azurea 甚至针对自身需求对部分功能进行了定制开发。例如，在

SwissNano 机床上增加了底部取件功能，以满足特殊生产要求，充分体现了企业的创新精神以及加强垂直整合能力的发展策略。

与 Tornos 的成功合作

EvoDECO 和 DECO 系列等 Tornos 机床的引入与应用，在 Azurea Unipessoal Lda 的发展过程中发挥了关键作用。樊尚·斯克日普恰克表示：“这些机床使我们能够以无与伦比的稳定性和重复精度生产复杂

零件。这完全符合钟表行业对精密制造的要求，因为在这个行业，每一个微米都至关重要。”Azurea 与 Tornos 的合作并不限于设备采购。Azurea 集团持续投入员工内部培训，以确保专业技术能力得以长期传承与发展。培训课程既由企业内部专家授课，也邀请包括 Tornos 在内的合作伙伴参与实施。因此，员工能够获得持续的技术培训和快速响应的技术支持，从而不断优化企业制造流程。

弗拉迪米尔·莱唐回忆道：“特别是在新

冠疫情期间，我们与 Tornos Ibérica 的专家保持紧密合作，共同提升团队在 TISIS 与 TB-DECO 软件方面的应用能力。”这些培训进一步提升了团队对机床性能的开发和应用水平。

面向未来的雄心壮志

短短 10 年间，Azurea Unipessoal Lda 的生产能力增长了 18 倍。这一成绩得益于企业在技术与人才培养方面持续不断的战略投资。目前，公司拥有约 4,000 平方米的生产面积，并正在推进进一步扩建项目。

同时，公司还计划引入包括 Tornos 单主轴和多主轴解决方案在内的新技术。樊尚·斯克日普恰克表示：“我们的目标是在预判市场需求的同时，始终保持在创新前沿。”

共同价值观与共同愿景

Azurea 的企业文化建立在责任担当、进取精神和灵活应变能力之上，而这些价值观同样体现在 Tornos 身上。通过将瑞士精密制造传统与葡萄牙的创新活力相结合，Azurea Unipessoal Lda 充分展现了国际化

发展的巨大潜力。在 Tornos 等合作伙伴的支持下，公司已做好充分准备，以迎接未来挑战，并持续推动钟表制造行业乃至更广泛工业领域的创新发展。■



如需了解更多信息，请联系：
azurea.ch



弗拉迪米尔·莱唐回忆道：“特别是在新冠疫情期间，我们与 Tornos Ibérica 的专家保持紧密合作，共同提升团队在 TISIS 与 TB-DECO 软件方面的应用能力。”

“我们的目标是在
预判市场需求的
同时，始终保持
在创新前沿。”

樊尚·斯克日普恰克 (Vincent Skrzypczak)，
Azurea Unipessoal Lda 公司首席执行官

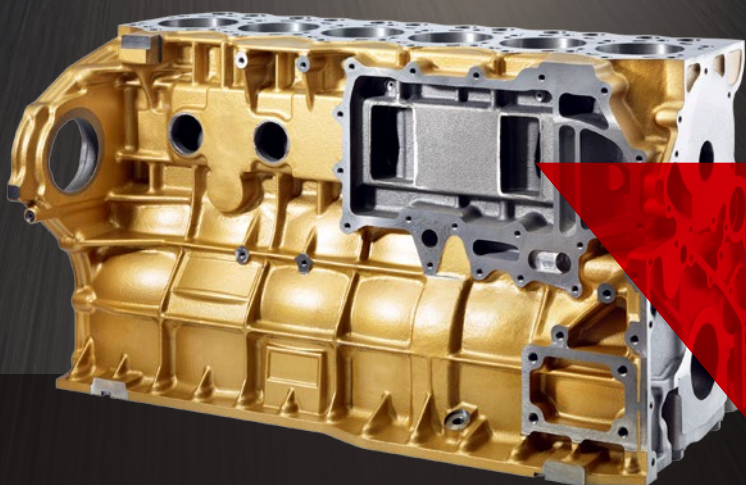
starrag

精准开发，想您所想

海科特 (Heckert)

积淀铸就 领先实力

高动态性能发动机制造



已成功实现

批量生产：

缸体与缸盖全套交钥匙解决方案



敬请预留观展时间

德国斯图加特国际金属加工展览会 (AMB)
2026 年 9 月 15 - 19 日
7 号馆, B11 展位



即刻申领 AMB
免费观展门票

www.starrag.com