

### 能源革命只有在合理精加工条件下才能成功

风力涡轮机的首选：来自斯达拉格（法国圣埃蒂安）有限公司 (Starrag S.A.S.) 的贝蒂车削中心和磨削中心

### “我们每天都在参加冠军联赛”

Porsche Werkzeugbau 公司使用两台大型斯达拉格高速切削加工中心杜普莱恩 FOGS 开展生产

### 成熟的医疗器械解决方案

Tschida Medical Solutions 依托宝美 s191 铣车复合加工中心进入高精度制造领域

斯达拉格  
航空航天  
技术中心



# 目录

# 10

宝美 191<sup>neo</sup>——顶级机床 s191 新款上市



# 06

培训：  
投资未来

## 05 卷首语

Christian Walti 博士

### 时事新闻

## 06 投资未来

斯达拉格在罗尔沙赫伯格工厂的培训能力提高了一倍

## 10 多任务处理——数字化与人体工程学相结合

宝美 191<sup>neo</sup>——顶级机床 s191 新款上市

### 航空航天

## 12 一站式航空制造专业技术

在航空工业领域，斯达拉格长期以来一直以高产、耐用的加工方案而著称

# 16

风力涡轮机的首选：来自斯达拉格（法国圣埃蒂安）有限公司 (Starrag S.A.S.) 的贝蒂车削中心和磨削中心

### 法律公告

#### Star——斯达拉格集团简讯

**出版商：**  
斯达拉格集团控股股份公司  
Seebleichstrasse 61  
9404 Rorschacherberg  
瑞士

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

**总经理：**  
Christian Walti 博士

**编辑人员：**  
Eva Hülsler、Sabine Kerstan、  
Christian Queens、Angela  
Richter、Michael Schedler、  
Elena Schmidt-Schmiedebach、  
Ralf Schneider、Stéphane Violante

**图片来源：**  
© 照片和插图：  
斯达拉格集团 2022  
© 第 4 页，第 22-35 页：Ralf Baumgarten

**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，分别为德语（瑞士官方  
拼写）、英语和法语版本。尽管进  
行了精心编辑，但仍不能保证零错  
误。

[www.starrag.com](http://www.starrag.com)



22

Porsche Werkzeugbau 公司使用的高速切削加工中心杜普莱恩 FOGS



32

依托宝美 s191 铣车复合加工中心进入高精度制造领域

#### 能源

### 16 能源革命只有在合理精加工条件下才能成功

风力涡轮机的首选：来自斯达拉格（法国圣埃蒂安）有限公司 (Starrag S.A.S.) 的贝蒂车削中心和磨削中心

#### 交通运输

### 22 “我们每天都在参加冠军联赛”

Porsche Werkzeugbau 公司使用两台大型斯达拉格高速切削加工中心杜普莱恩 FOGS 开展生产

#### 工业

### 28 “实实在在的”成功：

Stahlwille 模锻厂用斯达拉格海科特 H55 加工中心生产工具

### 32 成熟的医疗器械解决方案

Tschida Medical Solutions 依托宝美 s191 铣车复合加工中心进入高精度制造领域

## 斯达拉格集团参加 2022 年展览会

2022 年  
2月15日 - 18日  
**新加坡航空展览会**  
樟宜 (新加坡)

2022 年  
3月8日 - 11日  
**SIMODEC 展会**  
福龙河畔拉罗什  
(法国)

2022 年  
3月17日 - 21日  
**T.Gold 展会**  
维琴察 (意大利)

2022 年  
4月4日 - 8日  
**MACH 展会**  
伯明翰 (英国)

2022 年  
4月5日 - 8日  
**SIAMS 展会**  
穆捷 (瑞士)

2022 年  
4月11日 - 15日  
**CCMT 展会**  
上海 (中国)

2022 年  
5月17日 - 20日  
**全球工业展**  
巴黎 (法国)

2022 年  
6月14日 - 16日  
**OMTEC 展会**  
芝加哥 (美国)

2022 年  
6月14日 - 17日  
**EPHJ 展会**  
日内瓦 (瑞士)

2022 年  
6月15日 - 16日  
**GTMA 展会**  
利默里克 (爱尔兰)

2022 年  
7月18日 - 22日  
**范堡罗航展**  
范堡罗 (英国)

2022 年  
9月12日 - 17日  
**IMTS 展会**  
芝加哥 (美国)

2022 年  
9月13日 - 17日  
**AMB 展会**  
斯图加特 (德国)

2022 年  
9月27日 - 30日  
**MICRONORA 展会**  
贝桑松 (法国)

2022 年  
10月4日 - 7日  
**MSV 展会**  
布尔诺 (捷克)

2022 年  
10月12日 - 15日  
**BIMU 展会**  
米兰 (意大利)

[www.starrag.com](http://www.starrag.com)



Christian Walti 博士  
斯达拉格集团首席执行官

### 亲爱的读者：

不知道您是否和我有同样的感觉：非常享受每一次的旅行，无论是因公旅行，还是休闲旅游，因为无论虚拟活动多么完美，都代替不了切身体验。因此，我特此邀请您到斯达拉格世界一游（旅程中的各个站点可在您的专属旅行指南——本期集团简讯中找到）。

我们的第一站是瑞士罗尔沙赫伯格工厂，该厂将会向您展示我们面向未来最重要的投资：斯达拉格培训中心扩建后的团队负责人 Marcel Capeder 解释了我们是如何通过重组和修订培训项目克服技术工人短缺的问题的。我们将该中心视为一所“面向现实生活的学校”，引导学员像团队成员一样以解决方案为导向，发扬创业精神并以负责任的态度进行思考和行动。

我们的目标是将学员培养成在工作中具有整体观的专家。在比较靠南的维阿当地区，我们会看到一个相关的典型案例。在那里，有一支以解决方案为导向的团队对顶级宝美机床 s191 进行了优化，开发出同样多功能的宝美 191<sup>neo</sup> 铣车复合加工中心，以克服数字化转型方面的挑战。

现在，斯达拉格又在我们“面向现实生活的学校”，为天赋异禀的学员们准备了一份大礼：在新成立的“航空航天技术中心”为他们开辟了一个工作站，该中心位于罗尔沙赫伯格工厂，现已汇集集团在生产飞机涡轮机和结构件方面的专业经验。

法国圣埃蒂安的斯达拉格公司曾经接到一项任务，要求他们采取完全不同的团队协作方式，组装一台远在中国的已拆解的贝蒂磨床，并在截止日期之前投入使用。受新冠疫情旅行禁令的影响，斯达拉格中国公司接手了这项任务，并由法国磨削专家提供远程专业支持。

位于德国厄尔士山区的 Porsche Werkzeugbau 公司同样以磨削质量为首要任务。这家 Porsche 子公司对其采用的新型杜普莱恩二合一机床充满信心，该机床用于以极快的速度、极佳的可靠性生产表面质量可达 A 级的车体成型外壳零件的冲压工具。

相比之下，来自德国图林根南部的 Enrico Danz 则认为精度是一切工作的根本：这位 Stahlwille 模锻厂的生产经理订购了一台高精度斯达拉格海科特 H55 加工中心；在锻造厂使用这种加工中心无疑会让很多生产专家吃惊不已。然而，当您了解了这位模锻领域的吉罗·吉尔卢斯，了解了其通过海科特机床生产的大钳子以及由此带来的“实实在在的”成功后，也就能理解他的选择了。

他的产品只在紧急情况下才会引起您的注意：

来自德国图林根区的外科机械师 Peter Tschida 使用宝美 s191 高精度铣车复合加工中心制造医疗器械。请阅读这位发明家激动人心的故事。他和他的儿子 Florian 和 Maximilian 为实现目标，不得不首先学习高精度加工的高超技术。

希望这段简短介绍能够激发您对斯达拉格世界的好奇心，激励您阅读 2022 年 01 期 Star 简讯。

祝您阅读愉快！

Christian Walti



## 投资未来

斯达拉格在罗尔沙赫伯格工厂的培训能力提高了一倍

瑞士斯达拉格公司正在扩建其位于瑞士罗尔沙赫伯格总部的培训中心，面积扩大了一倍，培训师队伍进一步壮大，培训的范围也有所拓展。目的是要为我们自己的学员以及整个地区的其他学员提供更好的职业培训。斯达拉格希望以此解决当前劳动力市场的问题，尤其是缓解技术工人短缺的状况。

“通过重新组织方案，我们建立了职业培训改革的框架，这项改革目前正在进行中，并将在两年内发挥作用。”

Marcel Capeder  
斯达拉格培训中心团队负责人

斯达拉格培训中心团队负责人 Marcel Capeder 强调称：“通过优化培训项目，我们主要是想鼓励年轻人了解技术职业，并将我们公司知名的高水平技术与技能传承下去。”该负责人认为这项计划的成功是毋庸置疑的，因其建立在强大的基础之上。

斯达拉格股份公司是圣加仑州罗尔沙赫伯格地区的最大雇主，也是周边地区的一家主要制造企业。虽然不是所有人先前都了解我们公司，但每当年轻人看着切屑在我们的机床上飞舞，看到加工后的高精度零件，总能提高他们对我们培训项目的兴趣。

斯达拉格股份公司目前拥有 25 名学员。其中大部分在接受机电和设计工程师方面的培训，除此之外我们还提供计算机科学家、物流专家、自动化专家和商务人士培

训。斯达拉格集团人力资源部负责人 Sasa Colic 称：“在我们总部所有雇用人数约 200 名工人的情况下，这个项目的规模相当大。”

Sasa Colic 和瑞士斯达拉格集团的其他管理层都高度重视该培训项目，他们认为：“我们最宝贵的资产是有能力、又有动力的员工。通过提供正确的基础培训，我们既保障了下一代的未来，又保障了公司的未来。”

为投资开绿灯

考虑到近几年来，劳动力市场普遍存在技术工人日益短缺的问题，所以在罗尔沙赫伯格工厂扩建培训中心的计划很快就得到了执行委员会的必要支持。Marcel Capeder 还给出了另外一个很好的扩建理由：“通过重新组织方案，我们建立了职业培训改革的框架，这项改革目前正在进行中，并将在两年内发挥作用。”由于他本人目前加入了多个委员会，致力于 MEM（机械、电气和金属工业）产业八个基本技术职业培训课程的改革，所以他很清楚哪些东西最重要：“关键是要将工作描述模块化，这在培训当中也有所反映。”

对于斯达拉格来说，扩建培训中心不仅能够为公司内部员工创造更好的培训条件，还能作为对圣加仑 Swissmechanic 和 Heerbrugg LIBS 外部培训中心的补充，为该地区的其他公司提供职业培训支持。所以说，斯达拉格其实是在构建广泛的课程组合，其中既包含基础课程和公司间课程，还包含补习和进修课程。“随着我们的扩张和另外两名职业培训师的加入，我们内部已掌握规划、制造、装配和连接技术领域的专业知识。”

新培训中心分为两层，额外的空间容纳了焊接和自动化工作区及手动工作站。比如



其中配置了设计灵活的多功能培训墙，可用于开展使用气动装置的 PLC 控制器逻辑培训。现有的数控系统和传统机械也正在扩展。

### 培训也可以很有趣，通过项目激发热情

培训经理 Marcel Capeder 称：“培训能否成功，关键不仅仅在于我们的设备。激发学员对职业的热情也同样重要。为此，我们需要考虑当年轻人的学习方式。比起使用螺丝刀和锉刀，他们更愿意使用平板电脑和手机。”

面向未来，重点是要将数字化与机械学结合到一起进行传授，虽然这两者之间存在天壤之别。“实现这一目的的最佳方式是

依托项目工作。” Marcel Capeder 提到了最近开发和生产机械臂和控制系统的例子。还有一个突出项目涉及钓鱼用的转向辊，其特点是设计轻巧，操作极其平稳。Marcel Capeder 解释称：“学员们获得了使用 3D 打印机的经验，而 3D 打印机将成为未来课程的一个重要组成部分。一般来说，我们会努力寻找既具有一定的实用价值，又能实现小批量销售的项目工作。这种实用价值可以让学员感受到，对于面向市场的产品，质量和公平的价格真的非常重要。”

### 公司创立至今的发展历程

最受欢迎的一个项目是对旧机器进行彻底检修，最好是公司在其 100 多年的发展历

程中用过的机器。斯达拉格股份公司于 1897 年由 Henri Levy 创立，最初是一家机器制造公司。当时，该公司为纺织厂制造的机器取得了巨大成功，具体包括自动套丝机和绕线机。梭绣机的小线圈需要绕线才能加工，这种线圈称为线轴。

Marcel Capeder 很高兴看到学员对检修这些有着 100 多年历史的原装机械机器充满热情。这些任务包括首先了解机械流程并确认缺陷。然后实施维修工作，生产或采购一些零件，进行组装并最终对相关机器进行微调。Capeder 称：“截至目前，我们已经能够对每台旧机器进行彻底检修以重新发挥其原有的功能。”

斯达拉格还提供制造喷气发动机等项目。



“在斯达拉格，我们还会传授一些‘软’技能。我们有着共同的价值观，如信任、公平、自豪和尊重。”

Sasa Colic  
集团人力资源部负责人





“尤其是过去几年，相比其他州，我们的机械师和设计工程师多次取得最优成绩。”

**Marcel Capeder**

斯达拉格培训中心团队负责人



斯达拉格培训中心团队负责人 Marcel Capeder (左) 和 Sasa Colic, 集团人力资源部负责人 (右)

目前的课题主要是在专科部门探讨，当学员完成其四年培训期的第二部分，就可以直接面对其未来职业生活中可能会碰到的任务。

### 在全州范围内取得成功

瑞士斯达拉格公司在培训项目上取得的成功可以从期末测试的结果中窥见一斑。Marcel Capeder 称：“尤其是过去几年，相比其他州，我们的机械师和设计工程师多次取得最优成绩。”他还指出了另外一个成功因素：“最终的成绩只是其一。我认为更重要的一点是要能够将所学技能应用到职业生活当中。我们在这方面做得特

别好，这一点可以从我们目前的员工队伍组成看出，其中约有三分之一的员工来自我们自己的培训项目。”

斯达拉格有一位明星学员叫 Roman Forter。他的最终设计作品“对叶盘部分进行五轴编程优化”被认为是该州最佳作品。他不仅给考官留下了深刻的印象，就连斯达拉格的专家都对其大加赞赏，以至于他后来肩负起了在中国和印度监督各种培训课程和项目的重任。后来他又到应用科技大学进行了专业学习，现在在罗尔沙赫伯格担任技术员。

“斯达拉格的培训项目对我来说堪称完

美。透过该项目，我从理论到实践全方位体验到了高科技的真正含义。这也激励着我做最棒的自己，我因而获得了一份每天都让我激情澎湃的工作。”

### 面向现实生活传道授业

集团人力资源部负责人 Sasa Colic 认为，除了专业培训，其他方面也很重要：“在斯达拉格，我们还会传授一些‘软’技能。我们有着共同的价值观，如信任、公平、自豪和尊重。所以，学员的心态对我们来说很重要。我们希望大家能作为团队一员，以解决问题为导向，并以创业和负责任的方式进行思考和行动。”

宝美 191<sup>neo</sup> — 顶级机床  
s191 新款上市



**高度灵活:**

宝美 191<sup>neo</sup> 向市场提供的不是一种单一的生产方式，而是基于一个平台的 12 种配置。无论是面对医疗技术的特殊要求，还是奢侈品和广义上的微型机械零件加工，宝美 191<sup>neo</sup> 为当前和未来的挑战提供了真正经济和技术最优的解决方案。



扫码观看  
191<sup>neo</sup> 视频

# 多任务处理—— 数字化与人体工程学相结合

机械加工界的“瑞士军刀”：斯达拉格出品的宝美 s191 铣车复合加工中心凭借其多功能特性获此殊荣。三个小写字母意指瑞士制造商对这款顶级机床进行了再度优化：宝美 191<sup>neo</sup> 不仅传承了其前身的多功能特性，还进一步简化了操作，而这一切在很大程度上得益于新型人机界面 (HMI) 的引入。

## 集专业知识精华于人体工程学设计

“既往模块化加工中心已然凭借极其可靠而强大的功能提供了完美解决方案，足以应对高附加值精密小零件加工领域的各种挑战，这种情况下我们还能怎样突破，继续精进呢？”这是汇集了生产、工艺设计、质量、应用、服务设计和制造专家的斯达拉格团队对自己的考问。

对于这个问题，在您看到宝美 191<sup>neo</sup> 的一刹那，答案就已经不言而喻了：新款机床集专

业知识精华于人体工程学壳体当中。借助宽大的玻璃视窗和优化分布的检修门，这款机床提供了良好的视野范围，使其各个位置都一览无余，为操作员提供了更多便利。用户通过灯带一眼就能确认机器的运行状况。操作员只需动动手指即可轻松切换屏幕。

您可以实时跟踪当前加工工艺的进度、配置编程并监控生产。总而言之，铣车复合加工中心凭借直观且用户友好的设计，加快了操作员熟悉机床的速度。在

劳动力市场缺乏高技能工人的情况下，这是一项显著优势。

## 12 种配置的精密加工解决方案

宝美 191<sup>neo</sup> 的主轴通孔直径有三种规格：42 mm、50 mm 和 65 mm，背面加工单元有四种不同的类型：“P”型 - 单虎钳机构，“PRM”型 - 多副虎钳和夹具组合，“R”型 - 立卧转换背主轴结构，“RP”型 - 背主轴 + 虎钳或顶针结构。由此可见，191<sup>neo</sup> 向市场提供的不是一种单一的生产



换刀时间缩减约15%，因而可以满足严苛的加工节拍要求，缩短非生产时间。



植入物的医疗技术应用示例



斯达拉格维阿当虚拟展厅

方式，而是基于一个平台的 12 种配置。无论是面对医疗技术的特殊要求，还是奢侈品和广泛意义上的微型机械零件加工，宝美 191<sup>neo</sup> 为当前和未来的挑战提供了真正经济和技术最优的解决方案。

### 非生产时间大幅降低

宝美 191<sup>neo</sup> 无需用户干预也能稳定又可靠地高效率运行。换刀时间缩减约 15%，因而可以满足严苛的加工节拍要求，缩短非生产时间。新款机床的其他优势还有：

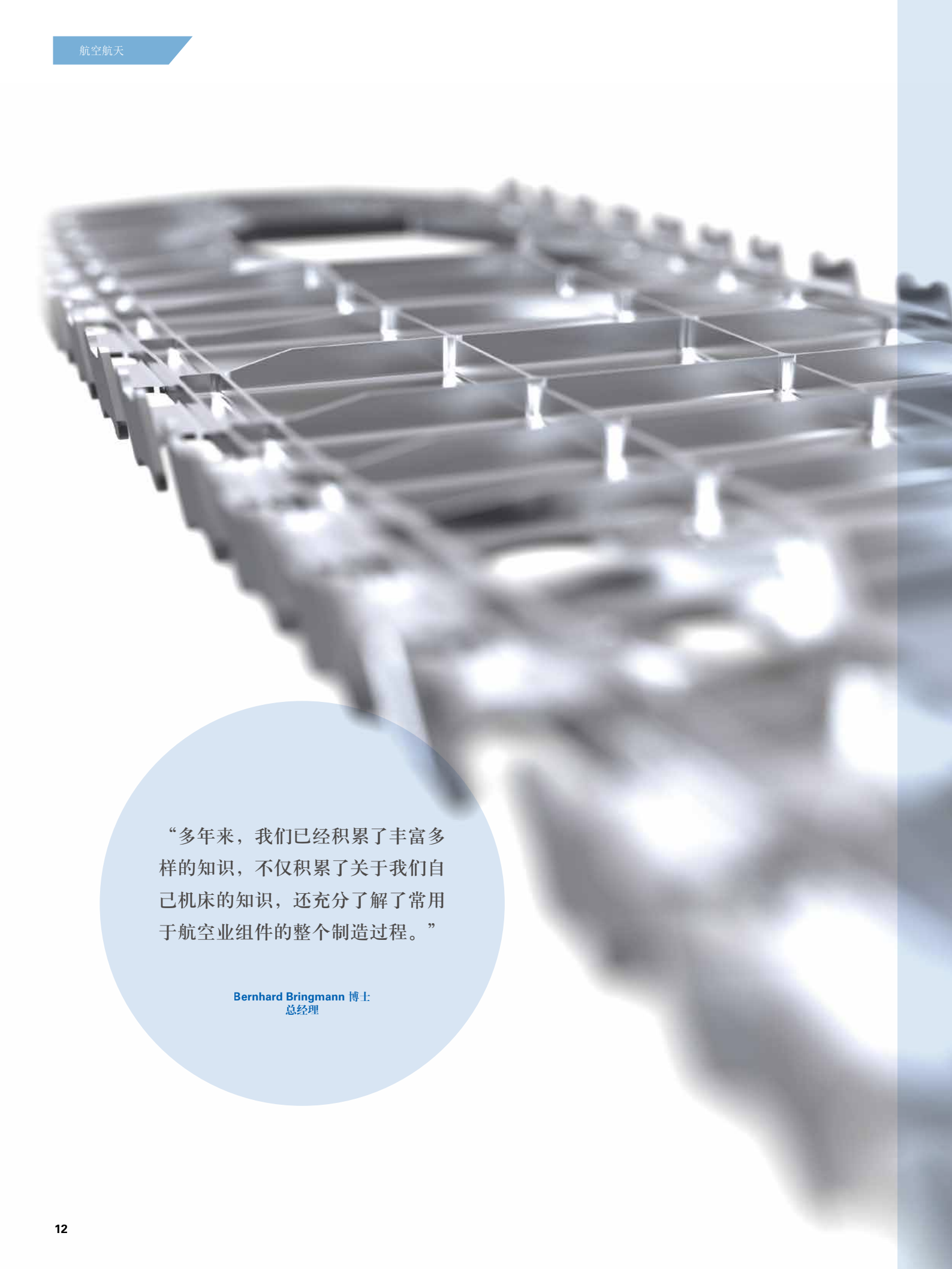
斯达拉格铣磨主轴和拾取单元的扭矩增加，运行速度相比之前提升了 12%。宝美刀库标配 90 多个刀位，另有刀具破损传感器并行运转，以监测刀具问题。搭配宝美托盘装置或自动单元机器人，可实现昼夜连续生产，只在进行预防性维护时需要生产中断。

斯达拉格认为，模块化设计可满足客户的各种要求。公司提供多种外围选装设备，包括温控高压系统、排屑器和棒料自动送料机。用户可通过单次装夹加工各种复杂

的高要求工件，因为宝美 191<sup>neo</sup> 不仅支持车、铣、磨、抛光等常规加工工艺，还支持滚齿、刮削、钻石刀镜面加工等非常规工艺。

### 内置远程控制器的加工中心

新款机床不仅传承了宝美 s191 经久考验的可靠性与生产稳定性，还引入了最新生产技术，以应对数字化转型方面的挑战。 ▀



“多年来，我们已经积累了丰富多样的知识，不仅积累了关于我们自己机床的知识，还充分了解了常用于航空业组件的整个制造过程。”

**Bernhard Bringmann** 博士  
总经理



## 一站式航空制造专业技术

在航空工业领域，位于瑞士罗尔沙赫伯格的斯达拉格工厂长期以来一直以高产、耐用的加工方案而著称。该工厂因此成为斯达拉格航空航天技术中心的首选，这项举措旨在将集团内部在制造透平机械和结构件方面现有的专业经验汇集到一起。

自 20 世纪初斯达拉格开始制造机床以来，航空航天业一直是斯达拉格的核心市场之一，时至今日依然如此。罗尔沙赫伯格工厂总经理兼高性能系统业务部负责人 Bernhard Bringmann 博士解释称：“多年来，我们已经积累了丰富多样的知识，不仅积累了关于我们自己机床的知识，还充分了解了常用于航空业组件的整个制造过程。”

要切身感受我们的专业经验，最好亲临位于罗尔沙赫伯格应用中心的卓越生产中心 (CPE)。这座约 2,000 平方米的大厅配备了

最先进的 NB、LX 和 STC 五轴加工中心，可用于制造各种叶片、叶盘和复杂结构件。斯达拉格的技术专家致力于在该工厂测试和优化新的复杂机床工艺，通常是按照客户订单并在生产条件下进行，与此同时他们还会不断积累宝贵经验。

### 独特的应用包

Bringmann 博士热情洋溢地说：“就在‘航空航天技术中心’获得其正式命名的同时，我们正在卓越生产中心调试一台 ECOSPEED 机床。这台机床的托盘长达四

米，我们因此可以在此规模下重现我们在结构件方面的专业经验。”计划超出了预期：为实现最佳协同效应，未来对 Ecospeed 系列的开发和生产将从门兴格拉德巴赫迁至罗尔沙赫伯格。对于这一决定，Bringmann 博士做出如下解释：“搬迁 Ecospeed 工厂后，我们可以一站式为航空航天业提供广泛应用，放眼全球都很少有公司能够做到这一点。”具体包括为透平机械的叶片、导向叶片、叶盘、叶轮、机匣、齿轮箱和壳体提供制造解决方案。范围还包括各种尺寸的铝合金和钛合金结构件，以及起落架组件。



“我们很少将自己定位为机床供应商，而更多的会定位为解决方案提供商。我们会将客户视为我们的合作伙伴，并依靠我们的工艺专长为其提供持续支持。”

**Bernhard Bringmann 博士**  
总经理

### 一站式提供完整的制造解决方案

重要的不仅仅是斯达拉格系列机床：Bringmann 博士称：“我们很少将自己定位为机床供应商，而更多的会定位为解决方案提供商。我们会将客户视为我们的合作伙伴，并依靠我们的工艺专长为其提供持续支持。”

我们的支持自斯达拉格最初收到咨询时便

已开始。Bringmann 博士解释称：“在理想情况下，客户会带着对组件、材料和所需数量方面的想法，向我们寻求制造解决方案。如果是这样，我们便可发挥所有专长，为其找到生产可靠性最高、单位成本最低的零件制造方案。”

斯达拉格的工艺专长并不限于制造高端机床，该公司在用于加工的辅助组件方面也表现出色：比如可以生产专为客户工件设

计的整体硬质合金铣刀，为客户创造工艺优势。在定制夹持技术和夹具方面亦是如此。甚至公司的定制 CAD/CAM 软件也是在罗尔沙赫伯格工厂开发的，包括后置处理器编程。除了所有这些活动外，斯达拉格还要负责所有测量循环控制和仿真工作，直至获得完整的自动化和数字化解决方案。所有斯达拉格无法提供的工艺要素都会交给选定的，能够提供最佳工艺产品的专业合作伙伴处理。这类产品包括冷却



“我们不仅仅是机床制造商。首先我们开发工艺。我们的高端机床是其中的一部分，还有许多其它部件。”

**Bernhard Bringmann 博士**  
总经理



液、刀具系统、附加软件等。

### 优化、测试、实施和支持工艺流程

为完善其服务范围，斯达拉格会确保所有组件都能妥善协同运转。在这方面，罗尔沙赫伯格卓越生产中心再次发挥作用，该中心未来仍将继续成为航空航天技术中心的核​​心。卓越生产中心将在实际生产条件

下对客户应用进行测试和优化。Bringmann 博士指出：“这意味着我们能够创建真正有效而可靠的生产过程，同时获得基于现实情况进行优化且过程安全的单位成本。然而，我们的承诺不止于此，我们还会提供现场实施方面的支持，无论现场位于世界哪个角落，也无论流程是否已经启动且在运行，我们都将持续成为客户的坚强后盾。”

# 能源革命只有 在合理精加工条件下 才能成功

只有实现二氧化碳净零排放，才能真正阻止气候变化。为实现这一目的，搭载更强、更安静和更紧凑驱动装置的新型强效风力涡轮机发挥着重要作用，这些驱动装置无论有没有变速箱均可运行。其效率取决于对所有重要驱动元件的合理精加工。多年来，这一直是斯达拉格贝蒂机床的专长。









贝蒂 RVU 4700/450，工作台直径 4,500 mm。新的 RVU 磨削中心支持以微米级精度磨削直径介于 1,000 至 6,000 mm 之间任意尺寸的轴承。

这项任务极具挑战性：根据全球风能理事会 (GWEC) 发布的《2021 年全球风能报告》，未来十年，必须要以比之前快三倍的速度安装风力涡轮机才能实现净零排放的目标。目前，全球风能行业已经着手大力投资新的涡轮机，以求解决这一问题。然而，在加快风能基础设施扩建速度的同时，也不能忽视质量问题。在价值创造链的所有领域，都需要真正了解其业务的供应商。

然而，只有与驱动行业合作才有可能建造新的、更高效的风力涡轮机。因为无论有没有变速箱，要想将风能这种非常不稳定

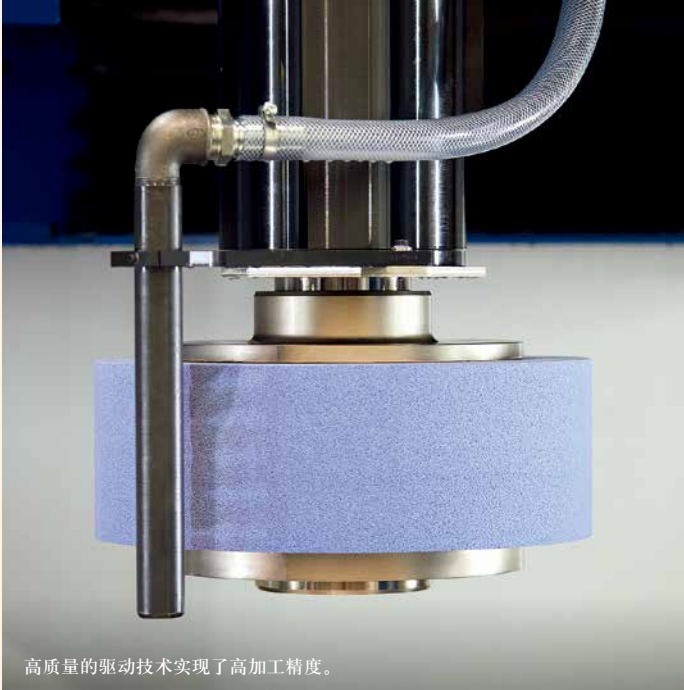
的能源转化为电能，都必须使用以高精度制造的驱动元件，如轴承、齿轮和变速箱的其他部件。斯达拉格（法国圣埃蒂安）有限公司 (Starrag S.A.S.) 凭借其大型立式贝蒂车削中心和磨削中心在该应用领域和整个能源领域享有盛誉。

#### 磨削 — 知识积累很重要

需要特别说明的是，磨削在驱动元件的制造当中起到了至关重要的作用。Starrag S.A.S. 工厂厂长 Jean-Luc Baechlé 解释称：“磨削，知识积累很重要。我们这儿的磨削专家凭借多年的专业知识，能可靠

预测某个尺寸或形状如何才能达到微米级精度。”这位来自法国的专家确信，有了贝蒂 RVU 立式磨削中心，不仅可以完成这项任务，而且这些机床甚至可在执行微米级高精度磨削的过程中，在任何时候实现极高的重复精度。来自圣埃蒂安工厂的磨削技术工作台尺寸介于 800 mm 至 6,000 mm 之间，同样是专为大型风力涡轮机部件设计的。该工作台可以加工重达 2,000 kg 至 16,000 kg、高度达 1,000 mm 的工件。

在为风能领域要求极高的驱动制造商制造机器时，必须要在制造时使用高质量



高质量的驱动技术实现了高加工精度。

“  
该工作台可以加工重达  
2,000 kg 至 16,000 kg、  
高度达 1,000 mm 的工  
件。”



工作台静压轴承和力矩电机驱动为工作台减震和无反向间隙旋转提供了保障。

的驱动技术。圣埃蒂安对此没有任何顾虑：法国斯达拉格工厂的机床配有带静压轴承和力矩电机的工作台，这些工作台与高刚性的灰口铸铁结构相结合，可提供高加工精度、减震和无反向间隙效果。得益于大尺寸滚珠丝杠，液压平衡，恒定砂轮平衡，及精确元件温度控制的支座和电主轴安装转塔，使得此系统更佳地完善。

#### 由人体工程学设计提供支持：HMI Berthgrind 用户界面

磨削的一个重要方面是操作简便。有一个神奇的词叫 HMI：这三个字母是 Human Machine Interface（人机界面）的缩写，表示便于专业人员更轻松的操作机床控制系统的用户界面。销售工程师 Sylvain Lhoste 认为，这项任务非常重要：“部件磨削非常复杂，所以我们使用了用户界面 Berthgrind 来为操作员提供支持。”来自圣埃蒂安的磨削技术适用范围非常广泛。工厂厂长解释说：“对于所有风力涡轮机，我们提供的磨削机床，可以加工用于定位

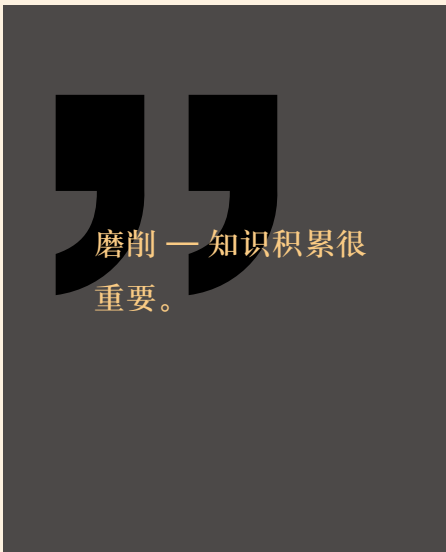
整个风力涡轮机（机舱）或转子叶片的轴承。这些机床可帮助涡轮机将风能高效转化为电能。”对于在主旋转轴和发电机之间装有变速箱的风力涡轮机，我们的机床还可加工高精度转子轴轴承以及轴承、齿轮和变速箱的其他部件。对于没有变速箱的超大型风力涡轮机，我们的机床可为其磨削其所需要的最大轴承。”斯达拉格的磨削技术很受欢迎：例如，在制造直径介于 1,000 至 6,000 mm 的各种圆锥滚柱轴承、球形滚柱轴承和圆柱滚柱轴承方面，



全球风能行业正在加速发展。



RVU 2800/250 2C，使用双栈车缩短了 20% 的加工时间。



涉及到风能时，需要真正了解其业务的技术供应商。

其质量已得到全球公认。

**使用双栈车：加工时间缩短 20%**

加工风力涡轮机的轴承也是一门专业技术。例如，如果用户使用 RVU 2800/250 立式磨削中心，能够通过双栈车同时使用两个砂轮或车削刀具，加工时间可缩短约 20%。此外，增加一个栈车还可将机床生

产力提高 10 倍。工厂厂长 Baechlé 称：“这家高效工厂是我们与客户紧密合作的典范。借助新的立式 RVU 磨削中心，客户能够以微米级精度磨削直径介于 1,000 至 6,000 mm 之间任意尺寸的轴承。

**保修期延长一倍后，降低了昂贵的维修费用**

“其背后的理念来自于世界领先的轴承制造商，出于客户的利益考虑，该制造商希望将轴承保修期延长一倍，即延长到 24 个月。”凭借经过优化的新型机床技术，该集团现在可以以明显的优势提供不同于竞争对手的驱动技术。保修期延长一倍后，风力涡轮机运营商在进行昂贵而耗时的维护工作之前，有了更长的安全期。这是一个非常重要的因素，受到了很多客户（不

仅仅是难以进入的海上风力平台客户)的赞赏。然而,并非只靠技术就能将挑剔的用户转化成忠诚的客户。这就是斯达拉格理念——“精准开发,想您所想”的作用所在。这意味着客户始终可以不多不少,精准获得其真正需要的技术和服 务。Baechlé 称:“我们尝试了一切可能的方案,以开发能精准满足客户需求的解决方案。”

**尽管受到了新冠疫情出行禁令的影响:  
依然在中国实现了按时调试**

具体情况是,客户需要我们在中国快速、可靠地组装和调试一台立式磨削中心,而且是在新冠疫情期间。由于圣埃蒂安的专家们无法前往远东,斯达拉格中国公司的技术人员在贝蒂专家的远程支持下,接手

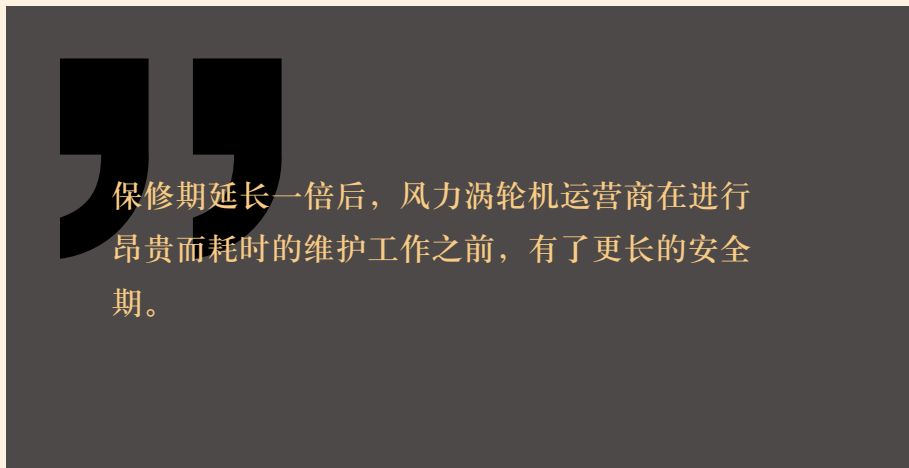
了这项艰巨的任务:组装并调试一台以拆解状态交付的机床。Baechlé 称:“在中法之间的通力合作下,所有组装和调试工作均在规定时间内圆满完成,并得到了客户的认可。这次在如此动荡的情况下积累的成功经验,帮助我们赢得了信任,并带来了更多新的订单。”



微米级高精度磨削。



“我们的机床甚至可以磨削最大的轴承。”  
Starrag S.A.S. 工厂厂长 Jean-Luc Baechlé



“凭借这种铣削技术及其由解决方案驱动的与整个工艺集成，我们得以参与最高水平的竞争，并在大型工具设计厂的冠军联赛中一展身手。”Lutz Kramer，工具和模具制造部负责人

# “我们每天都在参加冠军联赛”

近年来，德国施瓦岑贝格地区的 Porsche Werkzeugbau 公司将其机械加工技术提升到了最高水平。该公司实现这一目标的一个重要原因是使用了两台大型斯达拉格杜普莱恩 FOGS 高速切削 (HSC) 加工中心。这两台加工中心用于以最高精度对车体成型外壳零件的冲压工具进行精加工，并呈现具有磨削质量的表面。

高级汽车制造商应该要有高级的工具设计厂。为确保满足所有先决条件，Porsche Werkzeugbau 公司施瓦岑贝格工厂过去 5 年共计投资了 4,000 万欧元，以求从 KUKA 转型后，将工具设计厂发展到尽可能高的水平。这家施瓦岑贝格公司用这笔钱做了很多事，其中包括搭建了两个新的生产车间，购买了一台新的 25,000 kN 伺服压力机，用于进行与生产相关的工具试用，并投资改造和购买了新的加工设备——包括两台杜普莱恩 FOGS 35 68 N40C 型斯达拉格高速切削加工中心。除此之外，还对机械生产进行了彻底检修，对生产工艺进行了重组。

所有这些措施都建立在坚实的基础之上：

在此之前，整个工具设计团队对从开发和设计到采购、生产和工具试用，最后到转移至操作员压制设备（包括对机床组的适应性测试）的整个流程进行了分析。在此过程中发现了一个重要情况：在机械加工当中，对工具的精加工还可以进一步改进，尤其是在精度、速度和表面质量方面。

#### 轻质结构带来了更严苛的要求

机械生产负责人 Marco Franz 列举了一些重要原因：“多年来，我们一直在经历向轻质结构的转变，作为在成型外壳领域为保时捷 (Porsche) 提供成型技术支持的技术中心，我们受托开发向铝制车体转变所需的工具。在成型过程中，铝板在反应



上比钢板要敏感得多，由此给我们的工具设计带来了巨大挑战。我们的现有机床无法满足所有要求。”如果购置两台新的高速加工中心对压制模具进行精加工，应该能够满足在表面质量、精度和速度方面的新要求。Marco Franz 认为，这样应该还

“我们现在的速度更快，也更精确，并且能够根据具体部件和几何形状获得出色的表面精度。”  
Marco Franz, 机械生产负责人





“斯达拉格成功达成了我们愿望清单中 90% 以上的内容。”

Marco Franz, 机械生产  
负责人



有助于提高加工过程的效率与经济效益，并大幅提升质量水平。所提出的要求包括基本的先决条件，如工艺稳定性、可用性和维护便利性，以及一些不容折损的特

性，如温度稳定性。除此之外，还确定了面向未来的主轴性能数据规格。Lutz Kramer 解释称：“您在购买这种机床时，会希望能够使用 10 到 20 年的时间。然而在这段时间内，很多代效率更高、速度更快的新铣削工具会被开发出来。我们必须要在招标期间就充分考虑所有这些因素。”

基于所有这些要求，Porsche Werkzeugbau 公司的决策者设定了一个很高的标准，并且意识到没有多少制造商能够达到所要求的标准。工具和模具制造负责人 Kramer 称：“我们在与不同供应商进行技术讨论的过程中，很快就能分辨出哪些供应商能够并且愿意克服这些挑战。有些机床供应商在早期阶段就退出了，没有退出的后来

也没能提供可接受的解决方案。”

#### 来自斯达拉格的高级机床

最终，决策者们选择了两台斯达拉格杜普莱恩 FOGS 35 68 N40C 高速加工中心。这些五轴机床专为精加工而设计，其中配置了一个高架龙门，可沿 X、Y 和 Z 轴在 6,800 x 3,500 x 1,500 mm 的空间范围内移动。该设备配有一个含 100 个刀位的刀库（可以装入 HSK32、HSK63 和 SK50 刀柄），一个带有 40 kW 铣磨主轴和 700 Nm 高扭矩的偏心叉式铣头，以及三个转速分别为 18,000、40,000 和 65,000 rpm 的铣削电主轴。除此之外，Marco Franz 还为两台机床中的一台订购了一个特殊的 6,000 rpm 的角度铣头，可用于加工难以

接触的区域。Lutz Kramer 很肯定地说：“这些主轴可以充分满足未来多年的需求。”

### 超越机床之功能——精准开发，想您所想

除了技术参数以外，选择斯达拉格机床还有其他原因。对此，工具和模具制造负责人 Kramer 解释称：“我们想要的不仅仅是一台机床，更是适用于我们工具制造工艺的解决方案。这也是我们认定斯达拉格就是我们要找的合作伙伴的一个主要原

因。面对杜普莱恩专家，我们从一开始就充分感受到了他们真的在倾听我们的意见，想要了解我们以及我们工艺背后的想法，并且希望利用他们的专业知识帮到我们。”

机床安装完毕后，两家公司携起手来，充分考虑 CAM、控制系统和机床的特征，对工作流程进行了微调。这项工作非常必要，因为要想获得最佳表面质量，就需要在路径上实现超高的精度，并且要能够适

应最高速运转时的情况。为此，必须明确 CAM 与 NC 之间的接口，并与控制系统制造商的专家合作，根据工艺要求优化调整其功能。

这种跨学科的方法以及精妙的驱动优化与 FOGS 系列成熟机床技术的结合非常成功：其结果是不仅获得了 A 级表面，还实现了非常高的精度，在自由表面上的最高路径速度可达 16 m/min。这些工艺从那以后一直保持稳定运行。Lutz Kramer 非常满意：



Lutz Kramer: “您在购买这种机床时，会希望能够使用 10 到 20 年的时间。”



“凭借这种铣削技术及其由解决方案驱动的和整个工艺的集成，我们得以参与最高水平的竞争，并在大型工具设计厂的冠军联赛中一展身手。”

Lutz Kramer, 工具和模具制造部负责人



这些主轴可以充分满足未来多年的需求。



“获得稳定的工艺流程需要很长时间，尤其是对于铝制零件的成型工具来说更是如此，因为影响因素太多。但斯达拉格一直都在帮助我们，直到我们确信达到目标。” Marco Franz 补充道：“我一开始不认为能够达到目标。但斯达拉格却成功达成了我们愿望清单中 90% 以上的内容。因此，投资购进新的杜普莱恩 FOGS 机床真是一个明智的决定。我们现在的速度更快，也更精确，并且能够根据具体部件和几何形状获得出色的表面精度。”

“借助杜普莱恩 FOGS 机床，我们按照预期改进了质量水平，并在后续工序中将工作台上的手工工作量减少了约 20%。”

Lutz Kramer, 工具和模具制造部负责人

工具和模具制造负责人也确认了这一点：“我们为与斯达拉格合作取得的成就而感到骄傲。借助杜普莱恩 FOGS 机床，我们按照预期改进了质量水平，并在后续工序

中将模具制造人员在工作台上的手工工作量减少了约 20%。凭借这些优势，我们成了大型工具设计厂冠军联赛中的一家顶级团队。”

机床安装完毕后，两家公司携起手来，充分考虑 CAM、控制系统和机床的特征，对工作流程进行了微调。



# “实实在在的” 成功

Stahlwille  
模锻厂用  
斯达拉格  
海科特 H55  
加工中心  
生产工具



Stahlwille  
模锻厂享受  
到了海科特  
H55 加工中  
心的精度和  
重复精度优  
势



计划产品范围内的 26 种不同工件也可通过编程进行自动轮班。



典型模锻厂的特点是工具多样化。

Stahlberg（钢山）、Erzwiese（矿石草地）和 Finstertal（铁及褐石矿）：在德国的施马卡尔登-迈宁根区，很多地名都透露出这里矿产丰富。由于铁、银、铜等矿产资源丰富，自中世纪以来，图林根森林周边建起了很多工具车间、炼铁厂和锻造厂。其中有一些匠心先驱，比如早在二十世纪初工业化时期就已建立，至今仍发展强劲的工具制造商 SWM-Gesenkbau。

城堡遗址、锤子和钳子：施泰因巴赫-哈伦贝格的盾形纹章清楚地表明了该镇的特色。根据该镇的网站，“当地历史悠久的铁匠铺仍在热火朝天地运转着，震撼人心的金属加工博物馆和全球唯一的开瓶器作坊就是例证。”

同样震撼人心的还有存续 60 年之久的 SWM 工具厂。自 1996 年以来，该厂已被德国领先的工具制造商，也就是总部位于伍珀塔尔的 STAHLWILLE 集团兼并。自那时起，位于图林根州南部的这家模锻厂就一直致力于为全集团供应锻造零件，

以生产优质螺丝刀和抓取工具并开发智能扭矩技术。模具锻造是 SWM 的一项特殊优势，因为这些工具一直都是在施泰因巴赫-哈伦贝格内部制造。结合数十年的经验，集成式 CAD-CAM 链提供了效率与质量双重保障。这一点在将工具送入部分自动化生产线时显得尤为明显。

在最新且最先进的 SWM 生产线中心配置了新型斯达拉格海科特 H55 卧式加工中心。制造业从业者如果听到模锻厂使用高精度紧凑型加工中心，可能会感到惊讶。但如果您了解这条生产线的设计工程师及

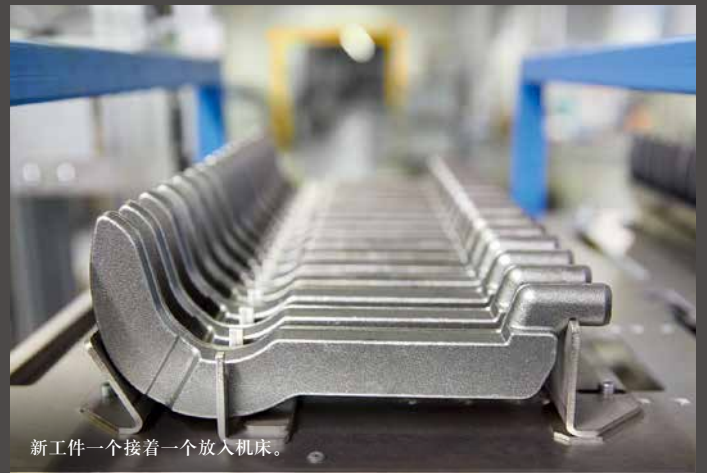
其想法，就会对其中的缘由恍然大悟。

#### Enrico Danz：模锻领域的吉罗·吉尔卢斯

“人”这一因素在工具制造领域特别重要，发挥着关键作用：Enrico Danz 解释了公司的成败与其员工之间的密切关系。生产经理 Danz 最初是一名汽车机械师，在 SWM 工作期间通过夜校学习取得了机械工程学位。这位机械工程师现在专攻工具技术，但他没有因为天赋而妄自尊大。Danz 当然不是一位坐在办公桌后仅凭理论作出决定的老板。他对每个工件都了如



夹具的变体很多，因此可以支持灵活的设计方案。



新工件一个接着一个放入机床。



模锻领域的吉罗·吉尔卢斯，SWM 生产经理 Enrico Danz

指掌；所有的操作他都亲自尝试过很多遍。Danz 称：“为确定某项工作改进的潜力，我必须亲临现场。没有别的办法。”

有一天，这位实用主义者发现大钳子的生产显示出还可以优化的潜力。对他来说，单纯依靠机器人和复杂的标准化夹具来提高自动化程度的典型做法是不够的。他认为，金属切割方面存在劣势，钳子头部的夹持和铣削太耗时。另外，主轴的功能也比较有限。Danz 进一步解释道：“除此之外，产品种类也严重受限，更换工装非常耗时。所以，显然我们必须重新考虑生产线问题。我们的目标是大幅压缩生产过程，并尽可能缩短装夹时间。”

最大挑战在于机械生产厂的建筑结构。

**“海科特是一台重负荷机器。  
利用这台机器，  
我们开辟了无数新的可能性，  
并且永无止境。”**

Danz 指出，生产车间还是“20 世纪 60 年代的东德建筑，柱状框架的宽度和地板的负载能力决定了生产速度”。唯一的解决方案是从凯姆尼茨引进生产技术。毕竟，海科特紧凑型系列的一个重要特点是在最小的空间发挥最大的生产力。

来自施马尔卡尔登的“一臂之力”

熟悉迪士尼卡通漫画的人都知道，即使像吉罗·吉尔卢斯这样的技术天才也不会孤军奋战。吉尔卢斯选择向小助手（一个带腿的灯泡）寻求帮助，而 Danz 则选择向施马尔卡尔登的 Jan Hilpert 寻求帮助。像往常一样，自动化专业公司 ROBOTICS 的总经理是最早知道 Danz 最新计划的人员之一。他回忆称：“当他跟我说起关于新生产线的想法时，我立即就意识到了其中面临的挑战。面对计划产品范围内的 26 种不同工件和 30 秒的平均加工时间，我们要怎样实现自动轮班？”Danz 补充道：“在 Jan 思考自动化问题的同时，我正在设计至少可夹持四个不同工件的夹具。”

为什么 SWM 没有让夹具设计专家参与该项目？Danz 很快就否定了这一说法：“我

“海科特凭借惊人的刚性和最佳阻尼主轴，可以有效支撑，我也因此能够最大限度提升我的高速钢型材刀具的性能。”

找到的所有夹具制造商都对锻造件及其公差没什么经验。”特别是在我们的案例中，受模锻过程中收缩率的影响，制造公差存在波动。这基本不在他们的专业范畴内。因此，我们使用自有专业知识和规划能力可能是最明智的决定。”

### 锻造中的高精度机械——用大锤敲坚果？

制造公差的话题备受瞩目。像海科特 H55 这样的高精度加工中心对于公差要求通常为零点几毫米的公司来说有何用处？Danz 称：“在普通应用中，精度可能是决定性因素，但我们看重的是海科特中心的稳定性、空间要求和惊人的灵活性。目前，我们仍在努力将计划范围内的产品逐一搬上机床，但新产品也在不断增加。我们现在还收到了姊妹公司供应的零件，这些零件必须从反面加工，最后连接到一起。新机床的精度和重复精度也让我们叹为观止。”

模锻厂需要非常坚固的多功能夹具，而夹具本身就有半吨重。Danz 很欣慰地说：“海科特的最大载重为 800 kg，可以轻松应对。海科特凭借惊人的刚性和最佳阻尼主轴，可以有效支撑，我也因此能够最大限度提升我的高速钢型材刀具的性能。目前，相比之前的生产运行，我们结合内部开发的夹具，将铣削速度提升了 40%。除此之外，我们还可以对启动策略进行编程，并确定进一步优化的潜力。借助 H55，我们可以形成全新的工具加工概念，而这在以前是不可能的。”

### 快速转换提升了自动化水平

该加工中心在稳定性和灵活性方面都很加分。Danz 称：“对我来说，其载重也极其灵活，为我提供了更多夹具设计选择。”Danz 还另外补充了一例灵活性所带来的好处：“过去，我要用半个班次的时

间手动对一些零件进行机械加工。现在，多亏有了海科特，我可以快速进行转换，实际上我可以将这一过程自动化，然后将员工部署到其他工位。切换只需半个多小时即可完成，到时下一个零件也已经开始运行。在托盘排序模式下，很容易就能快速获得两个、三个甚至四个零件。”

当被问及他最青睐海科特的哪一点时，他的第一反应是“所有”。不过，他最终补充道：“海科特是一台重负荷机器。利用这台机器，我们开辟了无数新的可能性，并且永无止境。每次想到这一点，我都会会心一笑。有了这些知识，我现在可以开始重新审视我们的产品组合中完全不同的领域，未来也因此变得更加振奋人心。顺便说一下，这一切都得益于我们投资引入的，采用同等设计的第二台海科特 H55。”



高速钢型材铣刀以三倍切割速度运行。



位于图林根州南部的 SWM 模锻厂为整个 Stahlwille 集团供应锻造件。

# 成熟的医疗器械 解决方案

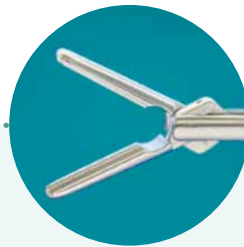
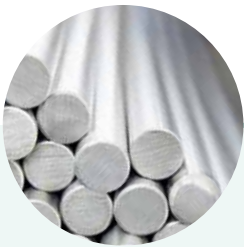


Tschida Medical Solutions 依托  
宝美 s191 铣车复合加工中心  
进入高精度制造领域





“我们在转塔  
上最多可同时  
铣削 9 个组件。”



锯齿颗颗精制：Tschida 团队对其开发的无创 DeBaKey 镊子引以为豪，这款双链接器械配有二个钳口和一些专用齿，可以安全抓取和夹住非常敏感的血管。

# 这


把全球最惊艳的“瑞士军刀”重达 4 吨多，具备车削、铣削、研磨、镗孔、冲孔、锯削、刨削，甚至插针功能，无反向间隙精度可达微米级；由此为图特林根区的外科机械师 Peter Tschida 提供了充分的理由订购斯达拉格宝美 s191 铣车复合加工中心，这把机械加工界的“瑞士军刀”。

五年前，弗里丁根地区（靠近图特林根）Tschida Medical Solutions (TMS) 的所有者兼创始人 Peter 和 Ivonne Tschida 做出了一个非常大胆的决定。这家位于常被称为德国施瓦本地区“医疗谷”的家族企业决定，不仅要利用三维 CAD 发明、开发和设计不锈钢医疗器械，还要利用斯达拉格的宝美 s191 高精度铣车复合加工中心

实施自主生产。作此决定需要很大的勇气，因为 Peter 及其儿子 Florian 和 Maximilian 当时还对数控加工和 CAM 软件一窍不通。

### 集高精度与各种附加功能于一体

经过约一年的培训，凭借新获取的知识，宝美 s191 及其很多附加功能迅速打开了



“在批量加工中，独立零件在形状和质量上的要求一直都非常高。”

进入数控加工领域的大门。直线电机驱动的铣车复合加工中心最大可以装载和加工直径达 50 mm 的棒料零件，对面工位上的多爪装置可以非常可靠地固定和支撑复杂零件，确保即使在 6 面加工情况下也能维持非常严格的公差。除此之外，还可缩减非生产性调试时间：Tschida 通过一个实例解释道：“我们在转塔上最多可同时铣削 9 个组件。这意味着相比单件生产，我们可避免 8 次换刀。”

弗里丁根的制造成本很高，因为镊子、剪刀和持针器等器械都是用高合金不锈钢棒料零件（X20Cr13，直径 25 mm）制作的，然后还需要 Tschida Medical Solutions 将其组合成复杂的微弹簧、微卡销和管轴器械。Tschida 的团队每天 24 小时批量生产这些组件，甚至在全自动化、无人值守的夜间亦是如此。精确的温度控制保障了安全可靠的重复精度，所有五个轴的精度都达到了两微米，而稳定且低振动的床身更

是实现了近净成形精加工表面处理。然而，尤其让 Tschida 引以为豪的是：“关于这台机床的最大胆之处在于，我们所有关于产品的专业知识都可以在内部进行。我们将继续潜心研究这台机床，挖掘它所有的创新点，并应用于我们的产品中。”

#### 成功故事：DeBakey 镊子

所谓的无创 DeBakey 镊子是一款有着两



**教育：**在一年时间里，Peter Tschida 及其儿子 Florian（图）和 Maximilian 学习了如何使用 7 轴宝美 s191 Bumotec 加工中心生产微米级精度的医疗器械。



**医疗谷：**图特林根区（图：弗里丁根镇）的外科器械销量约占全球销量的一半。



个钳口的双铰接器械，最初被选为试验品进行制造。这款器械齿形特殊，可用于安全拿起和固定非常敏感的血管。这些微型（宽度小于 0.4 mm）交叉齿通过专用工装铣削制作，其半径非常小，在相互对立的钳口上排列着互锁且无反向间隙的纵向齿。为减少工作量，s191 对其钳口内侧进行了精密加工，完成后无需再度抛光。

这项案例研究取得了成功，Tschida 很快便可向其分销商供应这款 DeBaKey 镊子。凭借其优质的齿形，这款镊子必将从竞争中脱颖而出。外科机械师解释称：“钳口零件经常会腐烂。镊子上只要有几颗锯齿缺失或错位，就可能伤到血管。”

尽管制造成本有所提高，但案例研究表明，

**PETER TSCHIDA：**“关于这台机床的最大胆之处在于，我们所有关于产品的专业知识都可以在内部进行。我们将继续潜心研究这台机床，挖掘它所有的创新点，并应用于我们的产品中。”

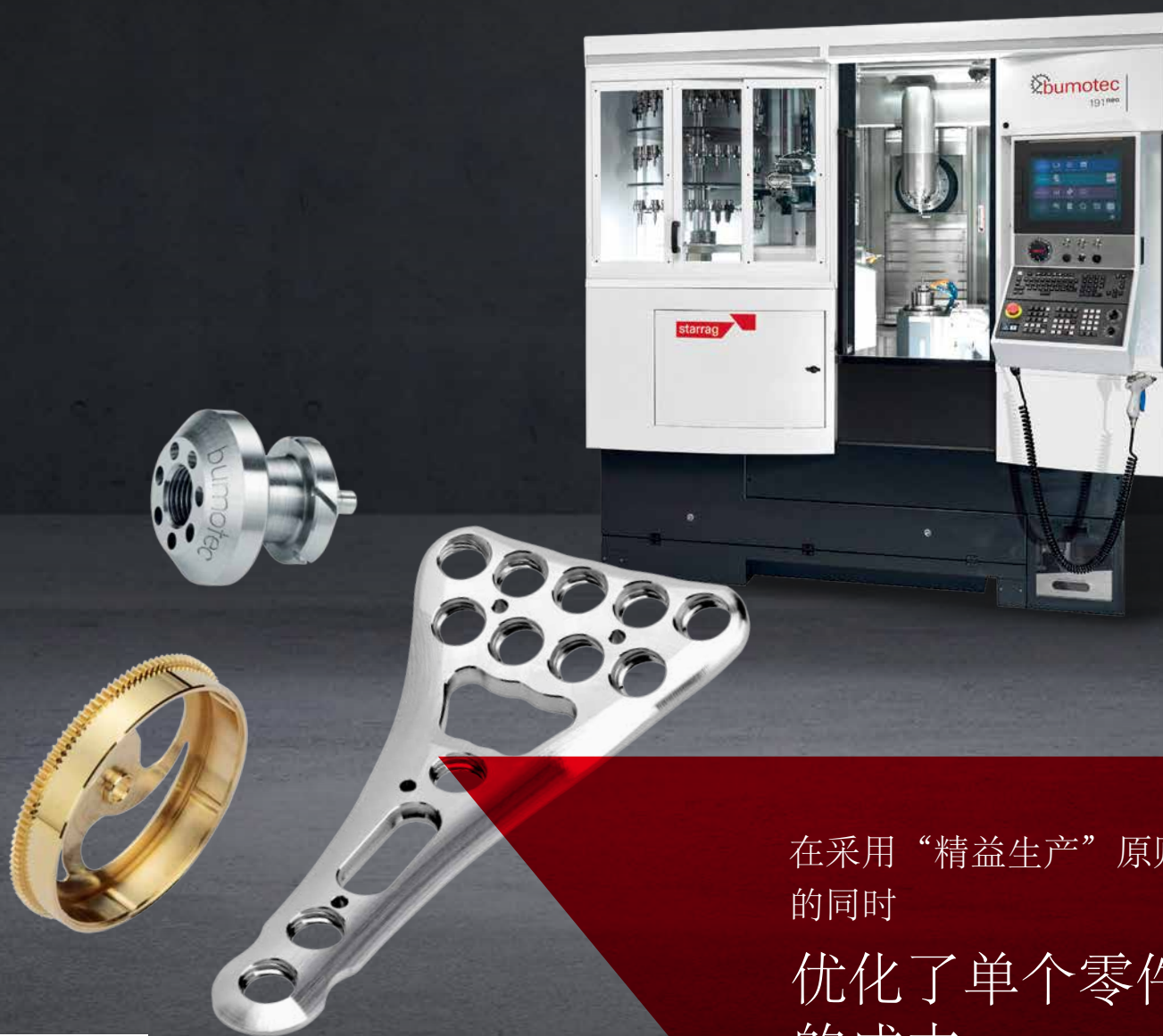
s191 可以非常高效地生产这款零件（一个转塔可以生产四个零件）。DeBaKey 镊子是对 s191 能力的印证。Tschida 指出：“在批量加工中，独立零件在形状和质量上的要求一直都非常高。该案例还向我们展示了如何缩短细化零件所需的时间。此外，最终的装配时间也缩短了，因为匹配零件和实现所需功能的速度显著提升了。”

starrag

bumotec

宝美 191<sup>neo</sup>

多任务处理——数字化与人体工程学相结合



在采用“精益生产”原则的同时

优化了单个零件的成本

