

### 当透平机械生产变得有趣……

2016 年透平技术开放日

### 工艺可靠性配合纯度要求

来自斯达拉格集团的 Dörries VCE 1600/140 SM So 立式车床

### 追求更高现代化——加工单元 3

为辛德尔芬根的梅赛德斯奔驰打造的加工解决方案

### 用灵活性征服市场

斯达拉格集团加工中心生产现代曲轴

### 创新产品源自创新生产

铣车加工中心实现了复杂泵零件的整体加工

A detailed photograph of a metal part being machined on a lathe. The image shows the rotating workpiece, the cutting tool, and the resulting metal shavings. The background is a soft, out-of-focus industrial setting.

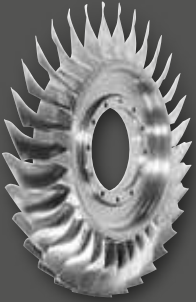
### Focus 和 Solid Rock 为完善的程序锦上添花

斯达拉格集团：2016 年交通运输和工业部件技术开放日

# 内容

## 06

2016 年透平技术开放日



## 09

Focus 和 Solid Rock  
为完善的程序锦上添花



## 12

钢铁巨人重焕活力

### 05 卷首语

作者：瓦尔特·鲍尔仕

#### 时事新闻

### 06 当透平机械生产变得有趣……

2016 年透平技术开放日

### 09 Focus 和 Solid Rock 为完善的程序锦上添花

斯达拉格集团：2016 年交通运输和工业部件技术开放日

#### 客户服务

### 12 钢铁巨人重焕活力

改造使用 30 年的 Schiess 门式钻铣床，确保未来可持续性发展

#### 航空航天和能源

### 16 涡轮叶片的自适应加工

斯达拉格为涡轮叶片的单件批量加工开发了一台柔性制造系统

#### 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，  
瑞士罗尔沙赫伯格  
Seebleichstrasse 61 9404

电话：+41 71 858 81 11

传真：+41 71 858 81 22

邮箱：info@starrag.com

##### 管理总监：

Walter Börsch（首席执行官）  
Gerold Brüttsch（首席财务官）

##### 编辑人员：

Eva Hülsler、Sabine Kerstan、  
Angela Richter、Michael  
Schedler、Saskia Schmitz、Ralf  
Schneider、Isabelle Sieber、  
Stéphane Violante

##### 图片来源：

© 图片和插图：

斯达拉格集团 2016

© 第 19-21 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，刊发  
德语、（瑞士官方拼写规则）、  
英语和法语版。尽管细心编辑，  
仍不保证没有任何错误。Star 每  
半年刊发一次。

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

# 19

工艺可靠性配合纯度要求



# 22

为辛德尔芬根的梅赛德斯奔驰打造的加工解决方案

## 航空航天和能源

### 19 工艺可靠性配合纯度要求

为客户所用：来自斯达拉格集团的 Dörries VCE 1600/140 SM So 立式车床

### 22 追求更高现代化——加工单元 3

为辛德尔芬根的梅赛德斯奔驰打造的加工解决方案

## 交通运输和工业部件

### 26 用灵活性征服市场

斯达拉格集团加工中心生产现代曲轴

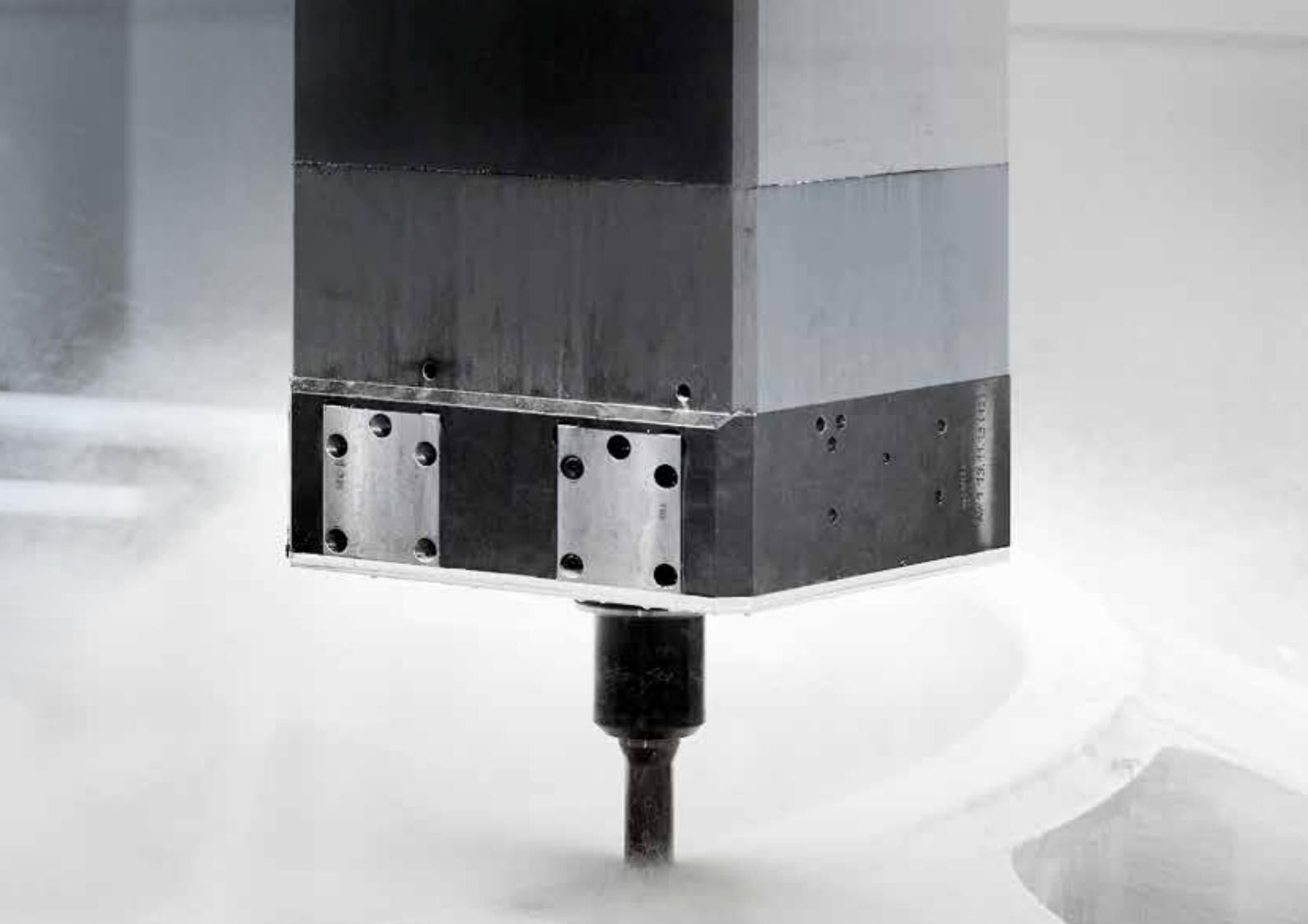
### 30 创新产品源自创新生产

铣车加工中心实现了复杂泵零件的整体加工

## 精密机械

### 34 UCH 和 BUMOTEC：建立在信任基础上的关系

UCH SA 首席执行官 Ahmed ElYamani 访谈



# 斯达拉格集团参加展览会

2017年1月20日-25日  
意大利维琴察国际金银  
制品、珠宝及钟表展  
(T-Gold Vicenzaoro)  
维琴察 (意大利)

2017年1月26日-2月  
1日  
印度国际机床展  
(IMTEX)  
班加罗尔 (印度)

2017年2月3日-6日  
印度国际珠宝展(IJJS)  
孟买 (印度)

2017年3月7日-10日  
德国莱比锡制造工艺、  
机床和特殊机械制造技  
术展览会 (INTEC)  
莱比锡 (德国)

2017年4月4日-7日  
法国里昂国际工业博览  
会 (Industrie Lyon)  
里昂 (法国)

2017年4月17日-22日  
中国国际机床展览会  
(CIMT)  
北京 (中国)

2017年5月15日-19日  
莫斯科机床工具展览会  
(Metalloobrabotka)  
莫斯科 (俄罗斯)

2017年5月23日-26日  
伊朗国际机床展览会  
(AMB)  
德黑兰 (伊朗)

2017年6月6日-9日  
国际机床展览会  
(MACH-TOOL)  
波兹南 (波兰)

2017年6月19日-25日  
巴黎航展  
布尔歇 (法国)

2017年6月20日-23日  
手表珠宝专业配套展  
(EPHJ)  
日内瓦 (瑞士)

2017年8月15日-20日  
莫斯科航展  
(Maks Airshow)  
茹科夫斯基 (俄罗斯)

2017年9月18日-23日  
(欧洲) 机床展览会  
(EMO)  
汉诺威 (德国)

2017年10月9日-13日  
捷克国际机械博览会  
(MSV)  
布尔诺 (捷克)

2017年11月8日-9日  
医疗器械及医疗器械设  
计博览会 (MDM)  
明尼阿波利斯 (美国)

2017年11月13日-16日  
国际医疗制造业零配件  
及原材料博览会  
(Compamed)  
杜塞尔多夫 (德国)

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



瓦尔特·鲍尔仕 (Walter Börsch)  
斯达拉格集团首席执行官

### 亲爱的读者：

虽然我在斯达拉格集团已经工作了九年，我们为航空航天和能源、交通运输和工业部件与精密机械领域的客户们创造的种类繁多的产品和服务仍然时常令我惊叹不已。

虽然十大品牌各有千秋，但却秉承着相同的理念：那就是我们的承诺——“精准开发，想你所想”。我们始终坚持为客户提供他们真正需要和重视的——不多不少，恰到好处。持续改进是我们实现这一目标的重要途径。

我们的成功秘诀是什么？答案是紧贴客户：为了更好地了解客户以及他们的要求，我们会认真听取他们所有的意见——在初次接触时、在项目实施过程中、在提供客户服务时、在范堡罗国际航空航天展览会（Farnborough International Airshow）或美国芝加哥国际制造技术展览会（IMTS）等国际会议和展会上。

事实证明，我们为客户量身定制的三个技术开放日活动都十分成功，活动期间我们邀请了斯达拉格集团三大目标市场的客户们莅临参观。“2016 航空结构件技术开放日”（门兴格拉德巴赫）、“2016 交通运输和工业部件技术开放日”（凯姆尼茨）和“透平技术开放日”（罗尔沙赫伯格斯达拉格集团总部）吸引了全球近 500 位专家前来参观、学习和交流信息。第 100 台 ECOSPEED 机床及其带来的 87% 产能提升让在场的来宾为之着迷。带有斯达拉格集团研发的单元控制器的柔性制造系统（FMS）的最新延伸概念也给来宾们留下了深刻的印象。

在凯姆尼茨的开放日活动中，有两项创新成果引起了特别关注：海科特加工中心的最新 Solid Rock 高精度套件使车间摆脱了对空调的依赖，最新的 Focus 卧式加工中心优化使客户利益得到最大化。通过聚焦关键环节，使投资成本降低 20%，交付周期缩短 60%。这两台新款 Focus 机床自首次展出以来备受关注，购置了所有十二款加工中心的用户也给予了积极反馈。

在我们第四版集团简讯中，您将读到更多“Star”故事。同时，欢迎您参加 2017 年，斯达拉格集团将参加一系列展会，欢迎您到现场来了解关于我们的更多信息。最重要的是，这些展会将聚焦于我们为工业 4.0 打造的高度专业化的解决方案，与我们的所有服务一样，这些解决方案也基于我们的承诺。我在此期待您宝贵的反馈意见，您可以通过间接方式提供反馈，也可以亲自与我们进行讨论。

您真诚的朋友，瓦尔特·鲍尔仕

# 当透平机械生产 变得有趣……

2016 年透平技术开放日





在今年的透平技术开放日（TTD）活动中（2016年为该活动的第四届），斯达拉格与德国公司 HAIMER GmbH 承诺，与众多合作伙伴和展商共同打造一场技术盛宴。在罗尔沙赫伯格的斯达拉格活动现场主要聚焦于一项重要发现：透平机械零部件生产可以变得有趣。“和许多有趣的活动合作伙伴一起，我们将为透平机械生产提供最优质的产品和服务。”斯达拉格总经理 Bernhard Bringmann 博士向近 150 名来宾致欢迎词时如是说。

“我来这里是因为把握生产工艺的发展脉搏对我来说是非常重要的。”来自德国上乌瑟尔 Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG 公司的机械工程副研究员 Gregor Kappmeyer 博士指出。Kappmeyer 博士在他的演讲“现代航空发动机零部件——高效生产是成功之关键”中解释说，整体方法对于飞机零部件的生产而言极其重要。

**Kappmeyer 博士**称，斯达拉格集团的合作伙伴展示了如何将不同的产品和服务与机床生产商的产品和服务相结合，打造出优秀的定制解决方案，他们的成功在市场中传为佳话。位于 Igenhausen 的 HAIMER GmbH 是斯达拉格在该领域的一个重要合作伙伴：“客户能够清楚地了解，刀具装夹装置作为机床主轴和刀具切削刃之间的接口，为什么在整个工艺过程中起着关键作用；为什么刀具平衡对于机床主轴、工件精度和刀具寿命来说如此重要，他们为此提供了详细的解释。”

**在市场中**有代表性的其他重要工程合作伙伴包括 TDM Systems、CGTech Deutschland (Vericut)、Boeing (生产研究)、Benz (壳体加工刀具)、Blaser Swisslube (冷却剂和润滑剂)、Flexmill (涡轮叶片抛光和磨削)、Heule (在一道工序中进行双面去毛刺、倒角、沉孔的刀具)、Moldtech (CAD/CAM)、Oerlikon Surface Solutions (刀具涂层)、



Thomson (线性摩擦焊) 和 Wenzel (坐标测量技术)。

**与其他合作**公司相比，斯达拉格集团在柔性制造系统 (FMS) (包括单元控制器) 领域走得更远，能够利用该系统满足 90-95% 的需求。瑞士专家们负责整个系统的研发，该系统能够非常灵活地满足不同客户的需求。在开放日活动中，项目经理 Marcel Leuch 演示了一款由四台相连的加工中心、一台磨床和两台机械手 (零件装卸) 组成的新型柔性制造系统，该系统可以在三个装夹位置完成七种不同部件 (锻造导向叶片和发动机壳体) 的生产，包括部件清洗和测量。该系统的真正智能之处在于采用自动化技术，减少了非生产时间和停机时间，从而大幅提高产能。Marcel Leuch 说：“如果其中一个机械手发生故障，另一个会自动接替它运行。”这是智能自动化技术满足可靠性这一重要的客户需求的好例子。

**一位斯达拉格**专家在专门为涡轮叶片五轴联动加工设计的斯达拉格 LX 151 加工中心上演了混合部件整体加工的精细工艺——也就是该例中由铝合金、复合材料和钛合金制成的出口导向叶片 (OGV)。重 2.65 kg 的出口导向叶片带两个刀位，使用 72 kg 的铝合金锻件 (AMS 4147) 经过九道工序 (包括 3D 粗铣、表面铣削和精铣) 加工而成。其中一个刀位填充复合材料，用钛合金密封。这一完整解决方案以超低振动加工技术为支撑，由于采用了优质的无颤振表面 ( $Ra < 1.6$ )，可以在超高速 (高达 18,000 rpm) 下加工不稳定和较薄部件。为了满足这些特殊解决方

“定制刀具是我们的强项，包括用于生产超薄壁工件的刀具。”

案的需求，斯达拉格开发了自己的刀具。应用程序工程师 Michael Straub 说：“定制刀具是我们的强项，包括用于生产超薄壁工件的刀具。”这些独特的研发成果让斯达拉格能够把握机遇，即使面临非常特殊的挑战——就像这个例子中使用铝合金、复合材料和钛合金整体加工导向叶片。

**那么**，这些演示及其信息在透平技术开放日来宾中的反响怎样呢？来自 Rolls-Royce Deutschland 的 Gregor Kappmeyer 博士从许多参加者中得到了积极的反馈：“我认为，斯达拉格把所有这些单一的加工元



素整合到一起是非常棒的，只有这样才能建立一个完整的过程。技术开放日很好地向我们传达了这种完整过程的整体方法。”在活动结束时，他面露满足地说：“透平机械零部件的生产真有趣。”



## Focus 和 Solid Rock 为完善的程序锦上添花

### 斯达拉格集团：2016 年交通运输和工业部件技术开放日

6 月初，斯达拉格集团在德国萨克森州的工业城市凯姆尼茨举办了“2016 年交通运输和工业部件技术开放日”。在为期三天的活动中，斯达拉格集团在生产车间展出了两项创新成果，进行了 13 个工作站的演示，举办了 8 场专家讲座，吸引来宾 200 余人。

**亮点是**活动成功的开端：交通运输和工业部件事业部新总监 Marcus Otto 博士用两项创新成果为“交通运输和工业部件技术开放日”拉开帷幕，身体力行了这一成功事件管理规则。首先，他公布了一款最新的 Focus 卧式加工中心，优化后的加工中心能使客户利益最大化。最新的四轴卧式加工中心 HEC 400F、HEC 500F 和 HEC 630F 均为“德国制造”。在其开发过程中，开发人员特别注重提升产能和降低单位成本。因此，这几款加工中心的投资成本降低了 20%，交付时间缩短 60%。这意味着用户可以降低工时费，并能更快投产。

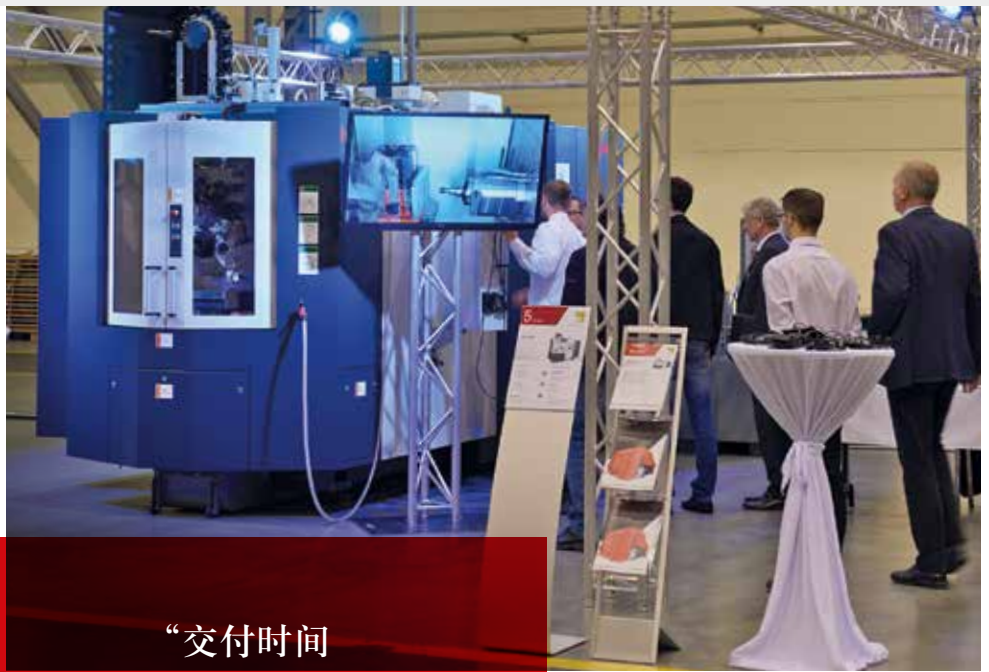
除此之外，Focus 机床的占地面积减少了 10% 左右。“这些新加工中心让我们能够准确地满足许多客户在典型生产应用中的需求。这几款新产品的重点都放在总拥有成本（TCO）上，” Otto 博士在凯姆尼茨的活动中强调道。

**第二项创新成果** Solid Rock 采用了花岗岩床身。在同样的静态刚度下，这种结构的导热性要比传统的钢结构、铸铁结构或矿物铸件结构低一半。由于材料的热容量高，机床床身能很好地耐受短期温度波动，无需采取额外的控制措施。

这些特性使床身达到了前所未有的热稳定性。

**不过，该解决方案**采用的并不是传统意义上的花岗岩。海科特在一家供应商那里找到了一种结构非常均匀、有良好的阻尼特性且吸水性极低的花岗岩。一些领先的测量机械制造商也在采用这种天然石料。Otto 博士说：“除此之外，Solid Rock 机床还具有无与伦比的温度和振动稳定性。”

**结合最新**的高精度套件，客户可以获得斯达拉格集团加工中心独一无二的定位精度，而且生产车间无需复杂的空调系统。加工座温度稳定装置是高精度套件中的一个组件，可以使所有结构件保持稳定的温



“交付时间  
缩短了 60%。”



度水平，从而可以防止温度造成的移位。专利的隔热材料使这一温度稳定装置的效率提升了一倍，使加工座与环境温度和内部热源相隔离。开发经理 Matthias Brand 说：“无论床身和加工座，如果能避免移动，都可以大大提高精度。”

**参加技术开放日**的来宾不仅被这两项全球首创技术成果吸引，许多产品演示（整体加工、工艺集成、交钥匙解决方案）以及服务和培训课程也让他们非常感兴趣。新开放的精密测量室装配两台精度达 0.7 μm 的大型测量机，也引起了特别关注。这一设施将使斯达拉格集团的质量标准在客户处得到最佳实施。

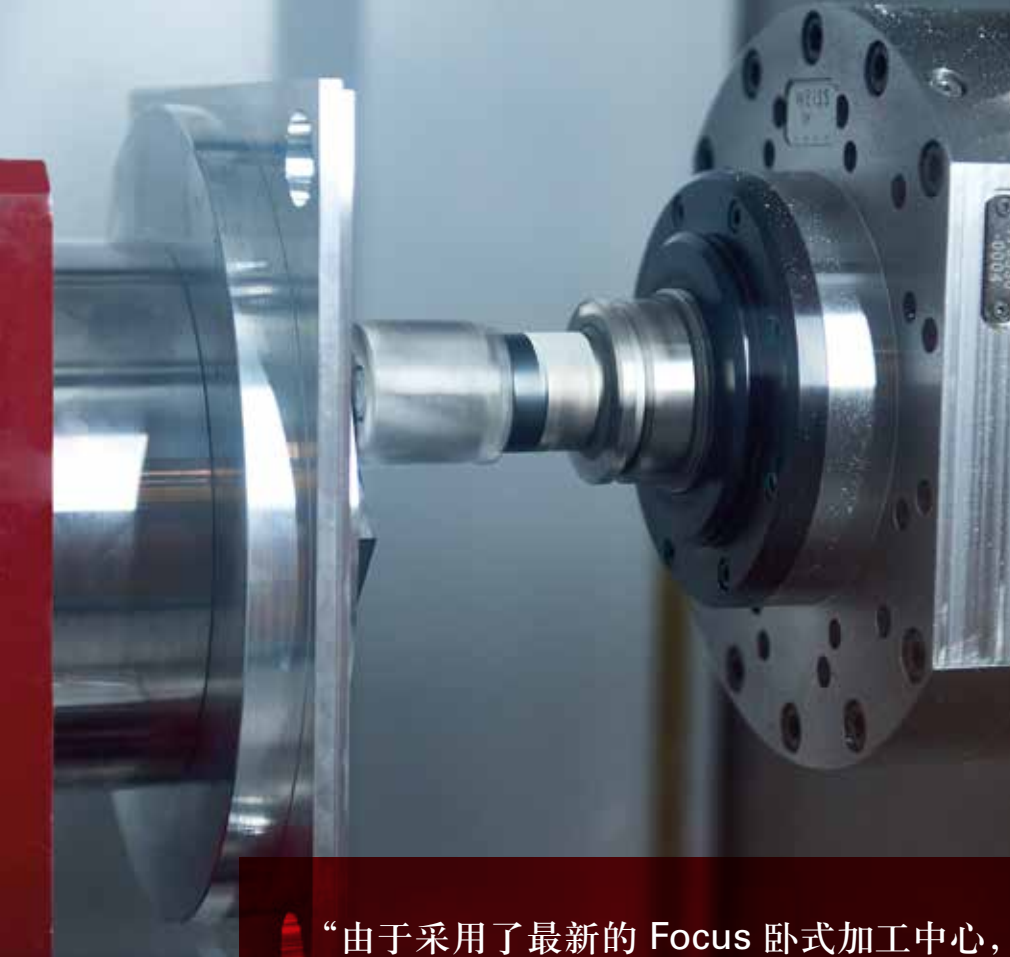
**这一为期三天**的活动之所以能取得巨大成功，不仅仅归功于这些产品演示，凯姆尼茨本地其他活动组织者的配合也功不可没。例如，同期举办的“Sächsischen Industrie- und Technologiemesse SIT”博览会，参观该展会的来宾可以乘坐班车在展览中心和斯达拉格集团公司之间往返。

**Fraunhofer** 机床和成形技术研究所 (IWU) 所长 Matthias Putz 教授帮助技术开放日与同期举办的“2016 年凯姆尼茨国际制造产业讨论会 (4th International Chemnitz Manufacturing Colloquium ICMC 2016)”建立联系。他在报告中讲述了目前加工技术的发展趋势（包括使用超声技术、低温冷却、混合机床辅助深孔钻削），这也正

是斯达拉格集团目前正在努力的领域。凯姆尼茨当地知名科学家也呼吁机床用户和制造商转变思维，尤其是在工业 4.0 方面。

“生产知识是未来的发展动力，所以我们要利用这些机床得出有用的数据。”

**以振动传感器**为辅助的状态监控是预防性维护的前提条件，这一技术早在 2011 年就为斯达拉格集团作为标准配置使用——测试现场组长 Frank Weirauch 在参观一项演示时发现。所以，斯达拉格的专家们在这方面已有多年经验。他们几乎拥有独一无二的的能力，可以通过利用传感器和评估微处理器之间的相互作用，把加工中心打造成“透明”的机床。用户可以通过以太网访问数据，甚至可以远程访问。“他们



“由于采用了最新的 Focus 卧式加工中心，  
投资成本降低了  
20 %。”

可以即刻查看连接到公司网络的机床状态，不用离开自己的工位，”演示人员向观众们解释道。这项技术为这位技术专家打开了新世界的大门，他不必再依靠听力去评估机床运行是否顺畅，而是可以根据测量结果作出准确判断。准确记录的振动荷载可以帮助他调整过程和参数。

由于采用了状态监控，我们可以根据趋势分析，在部件损坏之前予以更换。这些测量以及随后的分析是斯达拉格集团服务部门在生产系统维护过程中收集的指纹的一部分，可以使生产系统更高产、更可靠地运行。

不过，该技术需要在很长一段时期内存储大量信息，也就是所谓的“大数据”。农

用机械制造商 AGCO GmbH（马尔克托贝尔多尔夫）的生产总监 Karl-Heinz Welz 便是一个无惧所谓“数据铁规则”的人，他是斯达拉格集团的老客户，已经有许多机床成功投产。关于工业 4.0，Welz 先生在他的精彩演讲中提出了一系列问题：“究竟由谁来操控人工智能，这真的是人类未来的任务吗？一切事物是否都能用算法来预测？在未来的工厂中，人将扮演什么样的角色，是否将被机器人完全取代？”在凯姆尼茨，他提倡尊重和信任员工。就沟通问题，他也提出了一项令人惊讶的重要建议：“要言之有物！言之有趣！允许犯错！因为只有通过犯错误，我们才能从中学习到经验教训！”这也揭示了技术开放日之所以成功的另一个重要因素：让机床

用户发声，而不仅仅是机床制造商和科研人员独占讲台。斯达拉格集团真正实践着“精准开发，想你所想”这一承诺，这让每一位来宾都满意而归。 ▀



老旧机床焕然一新：  
斯达拉格集团服务团队全面改造 Schiess 双立柱钻  
铣床。

## 钢铁巨人重焕活力

改造使用 30 年的 Schiess 门式钻铣床，确保未来可持续性发展

“我们最大的挖掘机铲斗容量能达到 42 m<sup>3</sup>”，Komatsu Mining Company GmbH 工厂经理 Ralf Petzold 说这相当于约 75 吨散装物料的处理能力，更具体来说，就是单个铲斗可一次装载两辆卡车。在这家坐落在杜塞尔多夫的工厂，规模宏大的厂房中生产着各种巨型零部件，用于装配大批量的液压挖掘机，整个生产场景令人十分震撼。一台 40 FZT 型的 Schiess 门式钻铣床在过去三十年一直负责加工这些超大尺寸的零部件。这座体型庞大的设备总高度达 7.8 米，行程长达 14 米。这台机床在漫长的岁月中不断老化，所以 Komatsu Mining 的管理层与斯达拉格集团服务部门联手，一起寻找一条改造之路，使它能满足未来的需求。



发展：

“这次合作非常成功，我们已经准备好迎接未来。”

一览最新龙门式升降平台：从这里可以爬上高高的工件，防坠落装置可提高安全性。

### 不同寻常的改造方案

有多个因素倾向于改造方案，该方案相当于对 40 FZT 进行一次大修。这台旧机床仍然显示出卓越牢固的工程质量。就 Komatsu 而言，40 FZT 中集成的生产技术是值得保留的。加工精度和切削率都很出色，只不过停机时间、磨损和落后的控制和安全技术导致越来越多的问题发生。“这会影响到我们企业的生命线” Ralf Petzold 强调道。这些年来，他们对物流和生产布局进行过各种工艺优化，所以公司不愿意在这方面做出任何改变。床身也可以重新利用。虽然他们也可以选择购置一台新机床，但高昂的重置价值让他们放弃了这一方案。旧机床的核心部分可以保留下来，所以他们决定进行改造。如果能找到合适的合作伙伴，改造项目的成本会大大降低。在进行了大量市场调查和竞争能力分析

后，公司决定由斯达拉格集团的服务机构承接这一工作。“评价矩阵和个人印象最终使天平倾向于斯达拉格集团，” Ralf Petzold 承认说。他们在斯达拉格集团印证了自己的理念：一家有实力的企业一定会坚守承诺。

### 斯达拉格集团服务部利用 Schiess 技术知识实施现代化改造项目

“我们在正确的时间选择了正确的合作伙伴。”无论出现怎样的意外问题，斯达拉格集团都能很好地应对。凭借 Schiess 全套原始文档——软硬件图纸以及所有液压装置平面图和施工图，包括零部件图纸——斯达拉格集团能够重建任何机床的各个部分，使之达到经检验的质量标准。完善的技术知识储备不仅仅局限于 Schiess 设备，还有其他系统专家（Froriep、Wotan 和 Köllmann）向

多利斯沙尔曼以及前工作人员贡献的技术知识。不仅如此：斯达拉格集团服务部还能取得由新机床业务公司买卖的全套组件。这种综合改造可以根据客户的个性化需求进行调整，在公司的总营业额中占有很大份额。

Ralf Petzold 总结到：“此次的合作联盟从始至终都非常成功，现在我们已经为迎接未来做好准备。”结果本身说明了一切：改造后的机床在经过陡峭上升的启动坡道后，可用性水平能达到 98 %。其性能甚至超越了机床刚交付时的水平，而且精度值完全可以媲美新机床。

### 以复杂操作确保速度和安全

走近改造后的机床，新外壳给人的第一印象是升级过程对技术安全标准更新下了很大功夫。为了避免操作人员发生危险，同时不对工作造成限制，达到高水平的安全



**可用性达到 98 %**

改造后，机床可以加工总重达 120 吨的部件，精度可媲美新机床。

性是至关重要的。一台全新的移动式龙门升降平台便是其中之一。该升降平台加入了专为辅助工作人员从驾驶舱安全进入较高工件设计的防坠器，是其一大特点。从视觉控制和整体安全性角度而言，工作区域照明是另一项重大改进。另外，系统技术现代化是改造中的另一重要问题。先前的换刀机械手特别容易发生故障，已经被高科技工业机器人所取代，这种机器人集众多优势于一身：除了较为直观的设计特点外，新机器人系统能够更快速地作出反应，具有所有必要的自由度，不受设定轴线和横动极限的阻碍，从而缩短了换刀时间。在旧机床彻底检修过程中，测试和更换关键部件是一个重要方面。斯达拉格集团在这方面很有优势，能够获取厂内生产和设计的部件，包括所有原装图纸，所以几乎能对所有需要完成的内部任务进行例

证，这样就能同时确保高质量标准与短周转时间。主要组件得到彻底检修，并通过斯达拉格集团内部测试平台进行了疲劳试验，包括电机、齿轮机构和铣削头等驱动装置。需要时，斯达拉格集团可以内部解决新部件需求，借鉴其他机床部分，拿出完整的解决方案。同时，老旧的电子系统也被现代化设备所取代。所有这些措施都有助于提高运行可靠性，从而确保该工业系统的工艺可持续性。

#### **重焕活力，满足未来需求**

机床还新增了吸风系统，显著改善了工作区域的空气循环质量。该设备可以降低吸入空气中的冷却润滑剂浓度，有利于机床操作者的健康，使整个厂房建筑都从中受益。事实上，在使用冷却液的重型加工过程中，工作区域内部的空气质量要比机床外部更好。所

以，优化范围还要延伸到冷却剂的供给部分。原先的冷却润滑剂系统存在各种缺点，而且运行故障会导致加工期间发生延迟。斯达拉格集团改进了废水处理和冷却润滑油混合控制装置的设计。在更换液压、气动和电动部件时，斯达拉格集团将冗余系统改造成了符合当前环保规定的先进解决方案。控制技术系统实现了跨代的进步，由现代化的西门子 Sinumerik 840D sl 取代了原先的控制系统。对于 Komatsu 而言，重新利用所有现有程序、简化界面以实现便捷的刀具管理具有非常重要的意义。

#### **可以分享专家经验的合作伙伴**

“你永远不知道打开机床时会遇到什么情况，”工厂经理 Ralf Petzold 评论说，随后又补充道：“你会有一长串的突发事件需要理清头绪，找出首先需要做什么。”

成果：

“机床现在的换刀时间间隔缩短了。”



以改造取代购置新机床——保留原有布局既能提高职业安全性，又能提高机床操作员的接受度。

斯达拉格集团是 Schiess、Wotan、Wanderer、Froriep、Jungenthal、Köllmann 等公司所有施工文件的唯一所有者，当然，它也是目前整个集团所有新产品文件的唯一所有者。

也就是说，斯达拉格集团拥有建造所有机床的全部文件。存档的数万张图纸让我们有足够的制造商经验作为支撑，为您的机床和磨床提供良好的服务。这对于您来说是至关重要的优势。

我们在机床方面的技术知识意味着我们始终都将是您最好的选择！

这个问题很关键，因为客户和服务提供商的侧重点有时会有所不同。

在这一点上，工厂经理对他们与斯达拉格集团服务部之间极富建设性的合作给予了高度评价。斯达拉格集团和 Komatsu 维护团队人员的技术知识储备及其在多年时间里积累的丰富经验让他们总能找出圆满的解决方案。由于质量和精度方面的要求格外严苛，斯达拉格集团服务部要进行高度复杂的维修，如轴承座的热金属化以及随后 Y 轴和 Z 轴静压系统的调节和恢复。尽管斯达拉格集团敬业的项目经理们会根据客户的具体需求拟定大量项目计划措施和详细规格目录，某些位置仍然会发生意外磨损。斯达拉格集团不仅在项目规划阶段竭力满足客户要求，还在改造机床时请客户注意机床可能的潜力，以期达到最佳的

性能特点。他们与客户携手确定了性能范围和评估项目持续时间。毕竟，过渡阶段需要外部企业来弥合。对于 Komatsu 而言，在物流挑战方面的努力是值得的。

#### 让生产达到最大可靠性

所有参与旧机床改造和更新的人员对此都充满热情。工厂经理 Ralf Petzold 总结说：“我们对结果非常满意。”斯达拉格项目经理补充道：“机床甚至比刚交付的时候更好用。”

“机床现在甚至比刚交付的时候更好用。”

# 涡轮叶片的自适应加工



## 斯达拉格为涡轮叶片的单件批量加工开发了一台柔性制造系统

一台来自斯达拉格的先进的柔性制造系统负责执行精确锻造钛合金涡轮叶片的精铣。这家瑞士机床设备制造商凭借自身在设计 and 关键细节方面的多年经验，每年生产优质涡轮叶片达 40,000 件。因工艺造成的零件差异小，可以为每个叶片生成单独的铣削程序。

一台来自斯达拉格的先进的柔性制造系统负责执行精确锻造钛合金涡轮叶片的精铣。

斯达拉格股份公司总部设在罗尔沙赫伯格，20 多年来一直致力于制造涡轮叶片和结构件的交钥匙项目。这些年来他们建造了近 60 个多机床自动化系统，获得了宝贵的技术经验。现在，随着柔性制造系统（FMS）在世界各地呈现蓬勃发展的趋势，越来越多的客户都得益于这些经验。销售总监 Rainer Hungerbühler 解释道：“以前我们最多同时承接两个这种项目，而现在我们手上有四个项目，要交付到亚洲和美国。无论在质量还是效率方面，航空航天和能源行业在涡轮叶片等关键组件的生产中越来越倚重这种自动化批量加工所带来的优势。”

用于飞机发动机的压缩机叶片加工是一个非常特殊的项目。加工用的钛合金坯料经精确锻造而成。虽然两个叶片表面（进口侧和压力侧）的精度已经无需任何后加工，但边缘仍需要达到特定弧度。每个涡轮叶片的过渡区不能有任何明显的偏移或铣削痕迹。

锻造工艺即使达到这种高精度水平，部件之间仍会存在差异。虽然叶片表面最小偏差对最终应用的影响几乎可以忽略不计，但轮廓的差异给边缘和过渡区的铣削带来了极大挑战。

### 亮点：自适应铣削

为解决这一问题，Swiss 工厂研发人员选择采用 LX 051 机床。该系列机床是斯达拉格专为涡轮叶片的高精度五轴联动加工而开发。为了让每个叶片达到最佳过渡，斯达拉格选用了自适应铣削技术。这意味着每块坯料的铣削过程都可以单独调整。首先，机床会执行一个测量过程，扫描每块坯料的形状。基于这一数据，为坯料计算出适当的数控铣削程序并立即执行。这样就能在边缘弧度和叶片表面之间实现所需的过渡效果。



## 生产安全是第一要务

一个六轴机械手用于运输零部件，并在必要时为第二条生产线的机床供料。

斯达拉格柔性制造系统自动化负责人 Günter Leitold 解释说：“这种自适应铣削是该系统的亮点之一。测量过程必须非常快速，这一点很重要，因为这样才能保持较高的产能水平。我们采用了市面上最新的扫描技术来实现这一点。这位工程师指出，斯达拉格作为该类型制造系统的总承包商，要负起全面的责任：“我们的核心竞争力在机床、刀具、设备和 CAM 系统领域。我们还有配置这些系统所需的丰富知识。另外很重要的一点是，我们只和能达到我们要求的高性能和高可用性水平的领先企业合作。”

### 荣誉设计确保高可用性

在规划阶段，系统可靠性是一个重要的考虑因素。在最终配置后，该系统每年要加工 40,000 件涡轮叶片。为此，设计师们选用了全冗余结构。柔性制造系统由两条

配置完全相同的生产线组成，每条生产线包括两个装载站、两台带扫描装置的 LX 051 加工中心、一个清洗系统、一个标记针和一个测量单元。一个六轴机械手用于运输零部件，并在必要时为第二条生产线的机床供料。

整个系统由一个单元控制器和 PPC 系统控制，而且该控制器还能启动不同的应急策略。这样可以确保系统以三班制每周连续运转六天。Günter Leitold 补充道：“只要停止单个单元部件，使用冗余系统就可以在运行过程中进行维护。只需要点击鼠标就可以从单元控制运行中删除有问题的单元，然后就可以进行维护或程序测试了。”

### 自适应结构自始至终确保叶片高质量

为了确保高水平的可用性，系统结构也经过了慎重规划。坯料锻造会产生极小的轮

廓差异，所以斯达拉格仍需要依靠人力辅助。“因为整个过程几乎完全自动化，所以做这个决定并不轻松，”应用技术总监 Patrik Rutishauser 解释说。“不过计算结果表明，我们的操作员辅助结构对于该系统来说是最高效的解决方案。”其原因在于，一个高效的铣削过程要求用规定夹持力进行安全夹紧。虽然叶片与叶片之间的偏差极小，但是如果采用自动配置，有些坯料可能无法准确地落到支撑点上。部件在固定过程中可能会产生应力，在铣削结束后的释放过程中会产生变形，致使叶片无法使用。

为此，斯达拉格开发了一款可以根据叶片坯料具体情况进行调整的自适应装置。另外，他们还将限制允许的部件公差作为替代方案，即提前剔除所有不符合规定公差的叶片坯料。随后，便可通过固定装置实



为解决这一问题，Swiss 工厂研发人员选择采用 LX 051 机床。该系列机床是斯达拉格专为涡轮叶片的高精度五轴联动加工而开发。

## 通过单元控制器实现全自动生产，作为发展目标之基础

现自动化。不过，使用锻造钛合金坯料时报废量过高，最终难以达到可接受的结果。

### 完全自动化：两次铣削、去毛刺、清洗、标记和检查

系统共有四个装夹点。每个点装配一台控制电脑，与单元控制器通信。坯料在交付时带有唯一的二维码标记。装夹时，读取装置会记录该二维码，并将其发送给单元控制器。销售总监 Rainer Hungerbühler 强调了柔性制造系统的多功能性：“该系统为七种不同的涡轮叶片变型设计。叶片加工工序由单元控制器根据不同的优先事项指定。”

所有叶片的基本加工流程相同。每个叶片要在两个装夹位置上进行加工，即需要两

组不同的夹具。在第一组夹具中，坯料按照斯达拉格研发的夹紧原理夹住。露出两面的边缘和过渡区以便进行加工。第二组夹具包括一个叶片夹紧系统，用于叶片根部和头部的铣削。铣削后，机床会进行必要的去毛刺。第二次铣削过程会去除叶片上的原始标记，由标记针给叶片加上一个新的二维码。

最终光学测量过程也需要一组夹具，该工序会对每个叶片的 50 多项功能进行检查。

为确保装夹尽可能高效，在整个系统运行期间，适用于一种叶片类型的三组夹具会同时装到装夹点。一旦加工完成，操作员会从测量夹具中取出叶片，更换另外两组夹具，然后往夹具中放入新坯料。

### 专业的加工技术

应用工程师 Patrik Rutishauser 强调了系统中其他有价值的功能：“斯达拉格的专业技术不仅体现在机床上，还体现在加工过程中。他们使用我们的 CAM 软件生成自适应铣削程序，并利用我们的硬质合金铣削刀具来确保最佳切削性能。”

为了应对四台全天候运转的加工中心对刀具的高要求，斯达拉格还为关联的制造系统提供了两台刀具磨床以及辅助设备，其容量由单元控制器控制。这两台磨床使定制刀具的最终磨削可以在现场完成。和所有必备刀具一样，这些刀具经过测量后会热缩装配刀柄，然后根据需要提供给机床。 ▀

# 工艺可靠性配合 纯度要求



项目经理 Antonius Mußhoff 和专家 Christian Spiegel：在 Dörries CONTUMAT 规划一个整体加工项目。

## 为客户所用：来自斯达拉格集团的 Dörries VCE 1600/140 SM So 立式车床

地中海的一艘游轮、亚洲的一家酿酒厂和巴伐利亚的一家乳品厂会有什么重要的共同之处？那就是他们都装配了来自厄尔德工厂的 GEA 离心技术。离心机主要用于处理和净化各类液体或固液分离，应用实例包括饮用水和污水处理、啤酒和牛奶生产、压载水净化和柴油处理。GEA 公司位于德国东威斯特伐利亚，他们依靠斯达拉格集团可靠的生产技术来满足食品业和加工业客户的超高要求。

“如果您打开家里的冰箱，里面至少有三种食品是采用 GEA 技术生产的，” GEA Group AG 杜塞尔多夫总部企业媒体及新闻负责人兼东威斯特伐利亚子公司公关经理 Lilian Schmalenstroer 说。GEA 已经从原先的单个组件（分离器和卧螺离心机）制造商发展成为能够提供高水平垂直整合的系统供应商，包括乳品厂、酿酒厂全套设备或船舶专用设备（液体制备和净化）。

“为满足不断增长的世界人口的需求，GEA 在系统解决方案领域不断创新，为食品加工和稀缺能源利用领域贡献自己的力量，” GEA 厄尔德工厂项目经理 Antonius Mußhoff 说道。厄尔德工厂的生产设施也同样复杂。该厂生产的产品中包括公司的

一些关键组件（例如每年近 800 台分离器，每批一般 1-3 台）。“在这个工厂中，我们能够满足各种各样特殊的客户要求，”专家级机械工程师说道。“我们没有任何现成的东西可用：我们都是抱着通过深入讨论创造出个性化系统的想法去拜访客户。”

在这方面，瑞士斯达拉格集团与 GEA 不谋而合，斯达拉格也侧重于打造客户定制生产解决方案。“迄今为止，我们生产分离器已经有超过 120 年的历史，这些设备可以应对不断增长的生产量，”项目经理说。“精度方面的要求也越来越高。目前我们在特定点的精度至少能达到 20  $\mu\text{m}$ 。”为了确保这些点的精度，生产过程

必须设计得非常可靠，而且要达到高水平的加工重复精度。这一要求来自于分离器的典型操作条件，即 12,000 rpm 的转速。除了高速外，还要确保平稳运行，这一点只能通过能提供低不平衡量和精确运行特性的驱动技术才能实现。Antonius Mußhoff 说：“我们已经把重 1.5 吨的滚筒的不平衡量降低到 300 - 400 克。安装完所有组件并且进行了平衡微调后，剩余的不平衡量只有 5 克。”

为了满足这些要求，遵守食品行业极其严格的法规要求，产品的主要组件必须相互协调、精确配合。所有组件均采用独特的改性双相钢制成。根据严格的卫生法规规定，食品加工技术必须采用水和化学品清

“使用 CONTUMAT 进行精铣很重要，可以大大提高产能。”



GEA Group AG 杜塞尔多夫总部企业媒体及新闻负责人 Lilian Schmalenstroer 说：“我们向全球所有客户提供的分离器都满足欧洲卫生设备设计组织 (EHEDG) 的卫生法规和/或美国的 3A 卫生标准的严格要求。”

洗，因此要使用不锈钢和高效密封剂。Lilian Schmalenstroer 说：“我们向全球所有客户提供的离心机都满足欧洲卫生设备设计组织 (EHEDG) 的卫生法规和 / 或美国的 3A 卫生标准的严格要求。”

为了做到这一点，最重要的组件在整体加工后，要使用多利斯沙尔曼（瑞士斯达拉格集团子公司，位于德国门兴格拉德巴赫）提供的多利斯 CONTUMAT (VCE 1600/140 SM So) 立式车床进行精铣。Antonius Mußhoff 说：“使用 CONTUMAT 进行精铣很重要，可以大大提高产能。因为就生产过程而言，精度是非常重要的。”

当然，只有高精度是不够的，产品还必须具有良好的表面质量。美国 3A 标准规定，与食品接触表面的算术平均粗糙度必须达到  $Ra \leq 0.8$ 。归根结底，产品的成功最终



高水平的质量意识：装配材料加工机床的车间 5 表明这一工艺可靠性不仅仅局限在这里，在其他地方也能得到保障（图中为多利斯 CONTUMAT 车床）。

“对于我们来说，高水平的工艺可靠性是一个增值点。凭借这一可靠性水平，是一个增值点。凭借这一可靠性水平，车床上生产所有组件，长久保持高质量水平。”

还是离不开高水平的工艺可靠性——这是一个需要持续监控的因素。专家级来访者在参观生产过程时可以立刻看出，这一工艺可靠性不仅仅局限在这里，在其他地方也能得到保障。这种可靠性通过 3D 坐标测量技术进行检查并获得保障。

GEA 使用冷却剂生产，在加工过程中冷却剂会从圆形密封件中流出，以确保加工过程的可靠性。“在加工过程的最后阶段，我们会换用立式精铣工艺，无张力运行可以确保质量，”项目经理解释道。“我们把组件居中放置，使所有直径的公差相同。”1970 年至今，GEA 已使用过两台多利斯 CONTUMAT 立式车床，在使用该类机床方面积累了相当丰富的经验。出于成本原因，在机床更新换代时，该公司最终转向了竞争对手产品。然而，如 Antonius Mußhoff 所说，GEA 不能使用该系统加工

所有组件，他们很快就意识到，并不是价格越便宜越好。

因此，GEA 又购买了一台新的多利斯 CONTUMAT 车床，用于处理重达一吨的重要组件。CONTUMAT 拥有坚固的铸铁结构（设计的最大工件重量为 9 吨）、强大的驱动力（进给力达 35,000 N）和静压导轨，因此能够以高水平的重复精度加工重型组件，整个过程安静可靠、振动极低。对于 GEA 的生产应用而言，消除振动格外重要：使用 CONTUMAT，静压导轨和坚固的床身可以确保静音加工。“灵活性是斯达拉格集团给予我们的另一项关键优势，”Antonius Mußhoff 继续说。“这种灵活性让我们能够无缝集成一条额外的测量轴，这是我们一起经过多个阶段开发的。这种协作只有在双方专家都积极交流意见的前提下才能达成。所以我们对这一



专家 Christian Spiegel 在多利斯 CONTUMAT 车床上启动了一个由中央规划部门开发的程序。

## 生产安全：

“此外，我们正在向零废品进军，并且已经取得了不少成绩。”



低不平衡量：  
GEA 的分离器以剩余不平衡量极低（仅为几克）为特点（图中为带集成式直接驱动的 CSI 500 分离器）。



GEA 厄尔德工厂项目经理 Antonius Mußhoff 说：由于多利斯 CONTUMAT 采用高度可靠、生产级别的车削工艺，几乎不会发生需要返工的情况。

过程的结果，也就是这台车床感到非常满意。”

**滚筒底座**是迄今为止最复杂的组件之一，这台立式车床证明了其在加工该组件方面的特殊价值：该组件在分离器中用于支撑所有其他组件，所以其质量和精度水平起着至关重要的作用。“滚筒底座达到最高质量水平，公差等级达到 IT6，这就要求零件显示一个位置，相互之间构成 20 μm 的公差，” Mußhoff.Mußhoff 解释道。“只有可靠的工艺才能达到这一质量水平。”

**不过，在购买决策**过程中起重要作用的不仅仅是工艺可靠性：由于 CONTUMAT 的

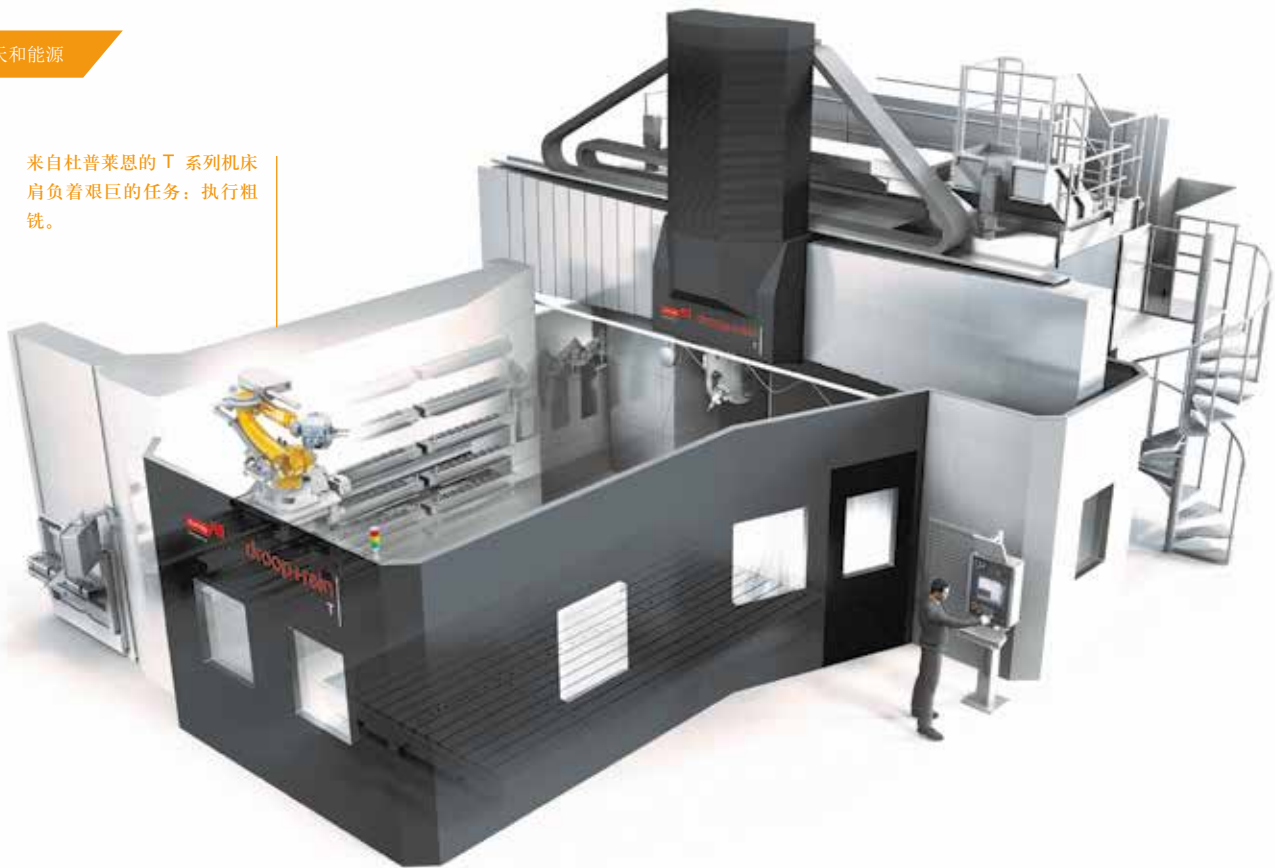
加工过程起着重要作用，GEA 非常重视可靠的服务。“我们有自己的维护团队，很多工作可以自己完成，”项目经理说。“不过，在特殊作业时，斯达拉格集团的专家可以在三个小时内赶到。这对于一个不允许出现故障的工艺流程来说非常重要。我们还希望机床供应商能够提供全天候服务，周末发生紧急情况时可以加班处理。”

**斯达拉格集团**的产品和服务都很符合他们的口号“精准开发，想你所想”，这意味着客户可以准确地获得他们需要、所重视的。作为客户，GEA 重视哪些方面呢？

Antonius Mußhoff 说：“对于我们来说，高水平的工艺可靠性是一个增值点凭借这

一可靠性水平，我们可以在多利斯 CONTUMAT 车床上生产所有组件，长久保持高质量水平。由于 CONTUMAT 采用高度可靠、生产级别的车削工艺，几乎不会发生需要返工的情况。此外，我们正在向零废品进军，并且已经取得了不少成绩。”

来自杜普莱恩的 T 系列机床肩负着艰巨的任务：执行粗铣。



## 追求更高现代化——加工单元 3

梅赛德斯奔驰  
辛德尔芬根工厂：

开发一台能够成为行业典范的刀具制造系统是一项异常艰难的任务，只能考虑采用智能控制技术的最新现代化的机床。要达到如此高的水平，需要进行大量的工程设计。

为了稳固梅赛德斯奔驰辛德尔芬根工厂在开发、技术和专业经验方面的地位，Daimler AG 也将投资这一设备中心，并在 Tübinger Allee 增建一座厂房，内部称其为“TübA”。2015 年，最新“加工单元 3”就诞生在那里——作为一台试验加工中心，它不仅可以直接加工用于汽车外壳的金属板材成型刀具，还可以直接进行测试。

除了 Daimler 对最大精度、可靠工艺、环保和节能的基础要求外，中心经理 Günter Sprecher 还为该项目设定了明确的目标：“新技术工厂的目标是成为其他刀具制造商的榜样。而这一设备中心

将反过来在技术工厂中起重要作用，因为刀具制造和系统设计能力可以在这里得到融合。”为了实现所有要求，所有项目参与者必须为机床和控制技术开发许多新功能，因此需要打破陈规。

### 强大的团队

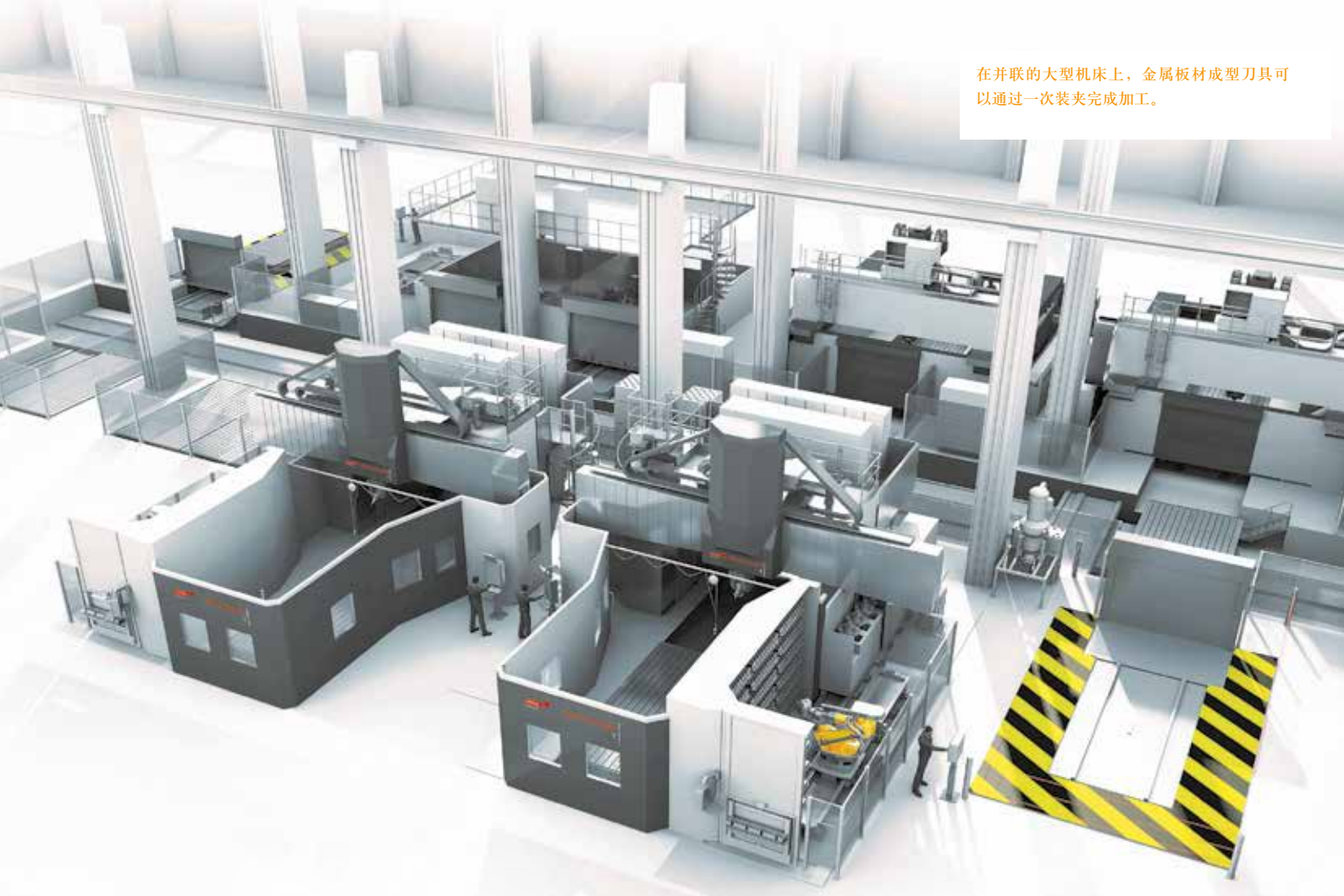
多利斯沙尔曼是斯达拉格集团子公司，拥有知名品牌杜普莱恩，以带可交换铣头的大型专用刀具加工机床而著称。公司承接了一个为系统安装合适保护设备（包括附件）的项目。为了完全模拟加工过程，他们事先确定该机床必须装配 Siemens AG 的 Sinumerik 840D sl 数控系统。“因为这一控制系统可以无缝集成到西门子面向

未来计划的 NX 工艺链，所以也是影响工艺可靠性的因素之一，” Daimler 大型机床项目经理 Ali Fidankök 解释道。为了确保实现技术规格中的细节，机床工程师要求完全掌握控制技术。因此，这一工作标志着杜普莱恩与西门子建立亲密项目伙伴关系的开端。

### 设备

该系统按照计划在 2015 年 7 月中旬投入运行，包括两台 T 30 55 PT R75 C 门式加工中心和两台采用加高龙门式设计的 FOGS 50 68 PT M40 C 多功能高速加工中心。这些相连的大型机床在托盘运输系统（适用工件重量达 40 吨）和机器人工作

在并联的大型机床上，金属板材成型刀具可以通过一次装夹完成加工。



“加工时间**缩短 31%。**”

站等设备的辅助下，可以通过一次装夹完成金属板材成型刀具的加工。

铸造件的加工过程从门式加工中心开始。这台机床的驱动力达 75 kW，扭矩达 5,500 Nm，用于重型切削，有六个带自动交换装置的铣头和一个基于七轴机械手的刀库。这台机床肩负着艰巨的任务——执行粗铣。压制时直接接触金属板材的**活性表面**等的精镗和精铣在 FOGS 系列**加高龙门铣床**上进行。每台机床带四个可自动交换的铣头，包括一个用于各种电机铣削主轴的叉式铣头。

所采用的工艺和技术旨在确保部件进入**试验中心**的下一工序，尽可能减少或者避免返工。

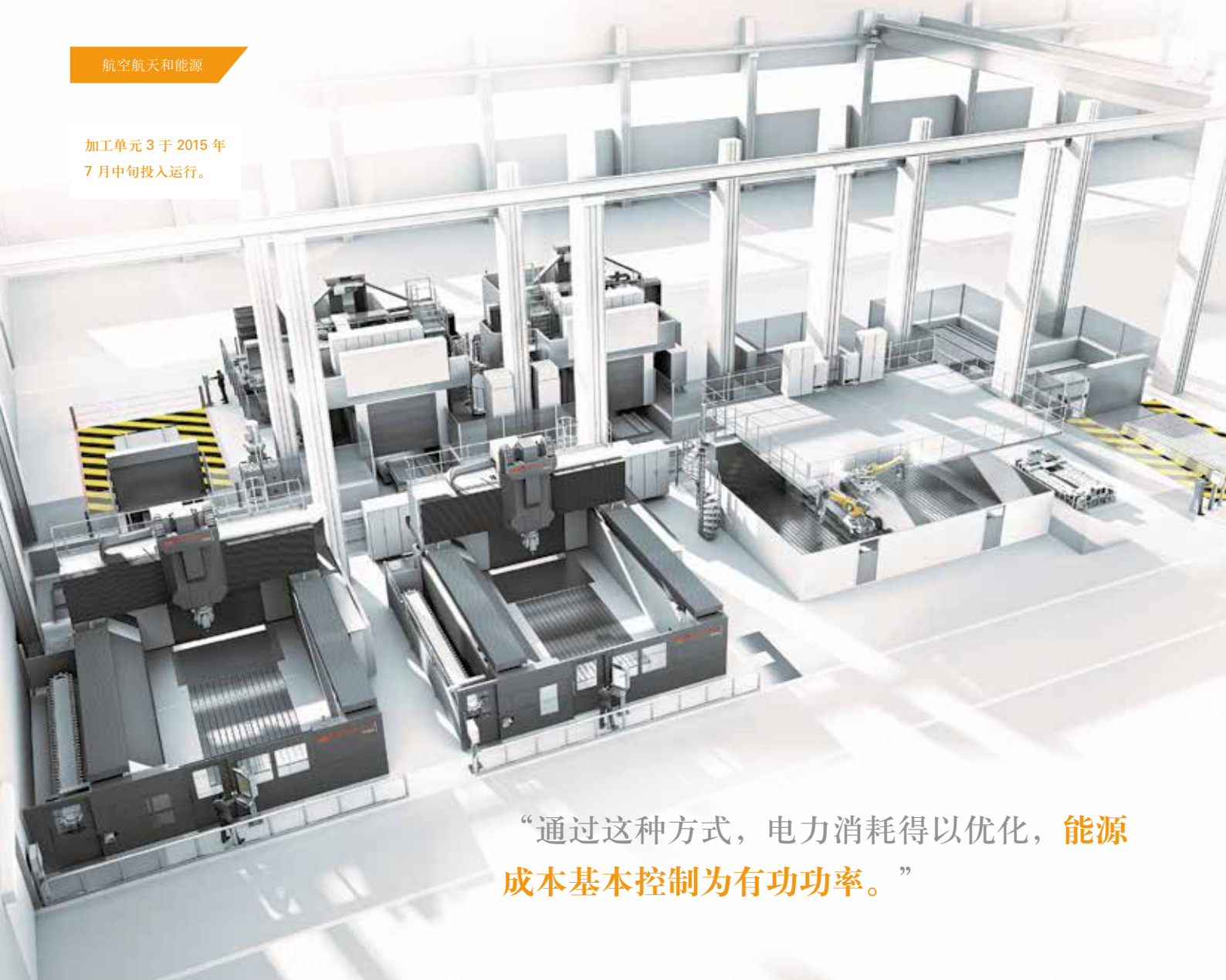
“我们做到了这一点，同时把**确定验收部件**的加工时间从 36 分钟缩短到 25 分钟，”杜普莱恩销售总监兼工厂经理 Ulrich Wiehagen 说到。“其中数控系统的表面特性功不可没。”Sinumerik MDynamics 铣削工艺包通过改进**Web 运行**，实现了较高的加工速度以及出色的、具有视觉吸引力的铣削性能。最新的机电运动控制技术也起到了辅助作用，如基于模型的**进给控制 Engineered Motion Control (EMC)**。

#### **运动测量提高工艺可靠性**

铣床带可交换铣头，运动比较复杂。如果温度差异等原因会造成机床精度不确定性，或者计划进行特别精细或高精度加工，

那么铣头自动运动测量可以确保必要的工艺可靠性。杜普莱恩在西门子最新 C9960 测量循环的基础上开发了一个适用于机床中所有铣头的测量及检查循环，机床操作员可以轻松安全地使用。该循环可以快速准确地测量机床运动，无需服务支持或特殊设备。通过使用机床的**标准测量探头和高精度陶瓷校准球**，机床操作员能够在一小时内对铣头进行**重复标定**。更换测量探头、安装校准球、调出程序、执行自动化过程、检查结果，必要时采用校正值——整个过程就这么简单！为了兼容新的系统应用程序，比如实现这一扩展的运动测量，控制系统需要所谓的运动链。这些都是运动结构

加工单元 3 于 2015 年  
7 月中旬投入运行。



“通过这种方式，电力消耗得以优化，**能源成本基本控制为有功功率。**”

的标准化要求。虽然对于用户而言，这些概念比较抽象而且始终在后台运行，但却能促进其他未来功能的实现，使机床不会过时。

#### 轻松操作：刀具定向移动

如果铣刀和铣头能够沿刀具定向一起移动到各种操作环境，可以大大减轻机床操作员的负担。为了在刀具方向上实现这一虚拟 Z 轴，控制系统中首度采用了全新刀具坐标系（TCS）。根据在工作区域中的定向，当刀具和铣头移动时，位移的各部分会分布在直线几何轴上。

#### 环保与能效

新加工单元 3 的设备不仅要确保实际加工任务无故障和高产能，项目实施过程中还有另外两个重要问题需要考虑——环保和能效。Ulrich Funk 领导的 Daimler 项目总体管理团队要求将能耗减少 40%，这一目标在各参与方的共同努力下，经过大量项目工作得以完成。每一处细节都经过精心设计，从机床的 LED 照明、机床与西门子高效异步电机（能效等级 IE3）的兼容性，一直到无功功率补偿。后者并非传统意义上的预定义一次性无功功率补偿，而是能根据排屑器以及各种装置每次启动和停止自动响应机床的不同负载状态。这样，几

乎可以永久地、完全地自动补偿无功功率。Ulrich Wiehagen 说：“通过这种方式，电力消耗得到优化，能源成本基本控制为有功功率。”

#### 现代化服务维护概念为工艺可靠性提供支持

杜普莱恩还实施了一项现代化、超前的服务和维护概念。通过 Sinumerik Integrate 软件套件的 Analyze MyCondition 持续监控机床的状态和质量，支持平稳的机床运行，将非计划停机时间降至最低水平。这是整个版图中另一个较为重要的部分，为系统的工艺可靠性提供支持。

另外，FOGS 加高龙门机床装配了用于各种电机铣削主轴的叉式铣头，可以提供所需的高水平扭矩，用于预精加工或高速精铣。



“电力消耗减少 40%。”

自动运动测量：

通过测量循环和下游容积补偿，可以随时检查机床运动——快速、简单、准确，无需服务支持或特殊设备。

### 极短时间内实现三班制

加工单元 3 于 7 月投入运行后，2015 年 8 月初引入了三班制运转。所有参与者都对结果感到非常骄傲。正如斯达拉格集团声称的“精准开发，想你所想”，Daimler AG 的要求在最现代化的金属板材成型刀具加工系统中得以实现。

在 TübA 技术工厂便能找到这一成功的证据：该系统已经成为刀具制造系统的典范。





# 用灵活性征服市场

## 斯达拉格集团加工中心生产现代曲轴

通过把交付时间从数月缩短到数周，曲轴制造商 Feuer powertrain 在不到十年的时间里征服了欧洲市场，成为全球领先的企业之一。其成功关键在于：不断改进，远离使用专用机床的传统曲轴生产。

他们的生产线由多台加工中心组成——如海科特的 HEC 630 D 卧式加工中心——使生产变得快速、灵活、优质，最终转化为利润。

曲轴加工被视为金属加工中的最高学科。毕竟，作为内燃机的核心组件，曲轴要经过 20-50 道工序才能投入使用——具体取决于内燃机的尺寸大小和要求。Feuer powertrain 主要生产长 300 mm - 1,400 mm 的铸造曲轴和锻造曲轴，可以满足不同批量大小，用于大众、宝马、奥迪、法拉利、捷豹、玛莎拉蒂、通用等品牌汽车的经典汽车发动机，以及宾利和劳斯莱斯的高端 12 缸发动机。这些曲轴不仅在汽车制造业备受青睐，还常用于卡车、工业发动机、船舶和发电机。

在位于图林根州北豪森县的公司总部，近 650 名员工每年要为世界各地的客户生产多达 150 万个曲轴。位于美国密西西比州蒂尼卡的新工厂将于今年投产，负责供应美国市场，将确保公司的进一步发展。随后，公司还计划在亚洲、德国诺德豪森开设生产工厂。

他们的成功故事还在继续。2003 年，公司创始人 Dieter Feuer 及其合伙人 Bernd Gulden 和总经理 Oliver Wönnmann 联手创办了公司 "Feuer powertrain"，从此踏上

曲轴生产的革新之路。他们想利用极大的灵活性和速度来征服市场，在 2010 年之前成为欧洲市场领导者——这一目标他们已经实现了。现在，Feuer powertrain 年营业额达 1.5 亿欧元，已跻身全球排名第四的供应商。

### 加工中心将取代专用机床

Feuer powertrain 团队真正颠覆了曲轴生产设计。在过去很长一段时间，曲轴生产所需要的各种加工操作只能由专用机床执行，包括定长切割、定心、车削、铣削、

车拉、深孔钻削、表面滚压、辊压矫平、滚压、双头轨道磨削、平衡微调、抛光和热处理。在产品派送之前还要进行各种测量和检查步骤。

专用机床购置价格高且灵活性差，因此只有在大规模生产中才具有成本优势。而在中小规模生产中，其单位成本几乎达到无法承受的水平。正因如此 Feuer powertrain 才要去寻找替代方案：现在，在位于诺德豪森的公司总部的五家工厂中，所有生产线全部采用并联的海科特加工中心。它们仅在复杂性和工作站数量上略有不同，只有一些高端品类需要进行部分调整。此外，自动化程度也各不相同。在 1,000 - 10,000 件的小批量生产线上，员工有时需要在某一点进行人工干预，而在 2 号车间中，生产负责是完全自动化的。订单量通常为 10,000 - 100,000 件。

所有生产线都有一个共同特点，那就是可以快速地、毫不费力地进行调整。这让

## 盈利能力：

“其他厂商平均需要 6-8 个月才能完成的生产，我们只需要 8 周就能交货。”

技术娴熟的员工能够非常快速灵活地应对新订单。这是他们取得成功的一个重要因素，正如技术总监 Hubert Singer 所强调的：“当他厂家平均需要 6-8 个月才能完成的生产，我们只需要 8 周就能交货。依靠我们基于加工中心的生产概念，我们在生产力和产品多样性之间找到了平衡。”

### 标准机床与自主研发工艺

在诺德豪森的工厂，有 300 多台机床每天 24 小时、每周 7 天连续运转着。其中有 42 台为海科特生产。这一合作关系从 2007 年开始。工艺优化总监 Fikret Ersindigil 回忆道：“那时候我们刚刚开始将生产转向加工中心。因为一个紧急订单，我们急需三

台钻铣机床，海科特及时为我们提供了这些机床。”这些机床就是 CWK 500 D 卧式加工中心，Feuer powertrain 把它们整合到一个半自动化单机解决方案中，用于紧急的小批量生产。“这样我们才完成了这个订单，同时对使用海科特机床有了初步经验，” Fikret Ersindigil 解释说。在那之后，他和他的同事们继续为新概念寻找合适的设备供应商。“最初我们尝试把生产线作为交钥匙工程承包给机床制造商，但是并没有达到我们的期望，”工艺过程专家说。“所以我们决定为下一条生产线自己研发和组织生产工艺。为此，我们需要强大且可靠的基础机床。”



HEC 630 D 的任务涵盖五种不同工艺：  
定长切割/定心、油路钻孔、轴承卸荷、行程卸荷和末端加工。



Feuer powertrain 在诺德豪森的工厂中安装了 39 台 HEC 630 D 和 3 台 CWK 500 D 加工中心。Feuer powertrain 还依靠合作伙伴海科特建设位于美国密西西比州蒂尼卡的新工厂。

### 强大与可靠

他们在斯达拉格集团找到了理想的合作伙伴，正如 Hubert Singer 所说：“在 CWK 机床上的合作证明了他们是值得我们信赖的供应商，他们的机床结构十分符合我们的生产理念。”所以，Feuer powertrain 在随后一条生产线中采用了 CWK 500 D 的后续型号——HEC 630 D，这是当时市面上最新的机型。这台四轴卧式加工中心属于海科特的超小动态系列，但由于不同轴有着“XXL 超大行程”，所以为中等大小的组件开辟了新道路。该机床以前的型号名称体现了这一特点：HEC 500XXL。现在，该机床改名为 HEC 630 D，机床数据也根据客户利益进行了进一步优化：工作区域带有一个 500 × 500 mm 的装夹平

## 安全：

“从理论上来说，这些机床建造得非常稳定，可以一直为我们的应用服务下去。”

面，允许 1,000 mm 的工件干涉直径。托盘可以承载重达 1,000 kg 的组件。数字式交流伺服传动装置与预张紧滚珠丝杠支撑在两端，赋予直线轴高水平的动力，使所有轴都达到 100 m/min 和 10 m/s<sup>2</sup> 的**组合速度**。转速达 20,000 rpm 的电主轴作为工作主轴，并提供一个直联主轴作为备选，用于提升转速。数控转台的直接驱动转速达 100 rpm，所以能保证最短的定位时间，包括在 B 轴上。

功率数据现在对于 Feuer powertrain 来说只能算第二重要，Fikret Ersindigil 解释

说：“我们只会用到一小部分主轴功率。轴加速度和快速换刀对于我们来说更重要，目的是减少非生产时间。在加工期间刀库的简单运行也非常适合我们。”Fikret Ersindigil 还认为海科特加工中心的高水平可靠性和可用性非常有价值，是高质量和盈利的基础。他继续强调说：“从理论上来说，这些机床建造得非常稳定，可以一直为我们的应用服务下去。至少八年来这些机床一直昼夜不停地运转着，并没有表现出任何明显磨损。”

## 多功能性

HEC 630 D 的任务涵盖五种不同工艺：**定长切割/定心、油路钻孔、轴承卸荷、行程卸荷和末端加工**。油路钻孔是其中一项格外艰巨的任务。油路从主轴承经过曲轴网一直钻到销和连杆轴承，使曲轴上的重要点可以在运行过程中得到润滑。油路最长 200 mm，直径 5 mm。Fikret Ersindigil 深知这些深钻孔的难度：“以前这种复杂的加工在标准加工中心上是不可想象的。我们不得不投入大量专家力量把这一工艺安全地加入到机床中。由于采用了液压抱紧装置和集成数控轴，使组件能放置到正确位置，现在这一工艺运行得非常完美。HEC 加工中心装配了适当的液压耦合点，而数控轴可以整合到 CNC 控制技术中，所以该任务也实现了自动化。”

适用于不同工件尺寸的夹具还可用于轴承卸荷和行程卸荷，因为在轴（轴承卸荷）和曲轴网（行程卸荷）上钻孔可以节省重量，从而提升性能。不过，这些加工工艺仅适用于高性能发动机。

## 服务——节省成本的关键点

针对上述五种工艺，Feuer powertrain 采用了标准版本的 HEC 630 D——只做了一点补充：将负责油路钻孔的机床的 X 轴延长了 50 mm。“海科特为我们提供了这样一个选项，让我们省去了购买更大机床的必要，”工艺优化师 Fikret Ersindigil 笑着说。总体来说，他对这家来自凯姆尼茨的机床制造商提供的服务还是非常满意的：“在购买前，他们给我们提供了合理的建议，随后给我们提供了专业的产

品，并在后期运行过程中提供了快速的协助。” Fikret Ersindigil 继续说：“如果我在早上汇报了一项故障，更换件一般在白天就能送到，这意味着晚上机床就能恢复运行。”他还对海科特的远程服务和电话支持大加赞赏：“我总能联系到专家，而不是呼叫中心对技术一窍不通的话务员。”这样既省时、省力又省钱，对维持令人满意的长期合作关系起到了重要作用。 ▽



技术总监 Hubert Singer（左）、Feuer powertrain 工艺优化总监 Fikret Ersindigil（中）以及斯达拉格集团交通运输和工业部件事业部销售总监 Michael Fiedler 博士对两家公司之间的成功合作表示非常满意。

Sascha Korupp, Herborner Pumpentechnik 有签约权利的技术经理

## 创新产品源自创新生产

### 铣车加工中心实现了复杂泵零件的整体加工

**Herborner Pumpentechnik**，一家拥有 140 多年历史的公司，通过采用创新泵取得巨大的成功。同样创新的生产设备为此奠定了基础，包括一个带两台加工中心的全自动制造系统。特别值得一提的是，新安装的海科特 **HEC 800 HV MT** 铣车加工中心通过大小型铸造件的整体加工确保了经济的制造成本。

中等规模的泵制造商想要从一群强大的竞争对手中脱颖而出，必须要展示自己与众不同之处。创新是成功的关键——这不仅涉及公司自己的产品，还包括用于研发和生产的设备。Herborner Pumpentechnik 的授权代表兼技术经理 Sascha Korupp 坚信这一点。不过，他首先指出了另一个成

功因素：“员工的作用尤为重要。比如说，为了得到理想的结果，我们研发部门一次又一次地试验，他们的坚持便体现在我们产品的寿命、成本效益和高实用价值中。当在生产中实现构思的时候，我们还要依靠那些了解如何在现代机床上经济高效生产有技术挑战的组件的人员。”

事实上，Herborner Pumpentechnik 在所有这些方面的优势从其不断增长的市场分和新产品的成功中可见一斑，如 2012 年投放市场的 100% 涂层泵。HP (Herborner 泵涂层) 厚 500-1000  $\mu\text{m}$ ，质地超极顺滑，甚至可以抹平轻微的凸起和凹陷。“它让我们把液压效率提高了 10%。” Sascha Korupp 强调说。“它还能提供高防腐保护，所以在原本需要使用价格高很多的不锈钢或铜元件的地方可以改用灰铸铁组件。”

Herborner Pumpentechnik 始终坚持朝向这一新方向发展，而这一过程最重要的是转换生产方式，正如技术经理所说：“我们的泵基于模块化设计，主要包括四个铸件——泵壳、被面板、叶轮和护罩。为了实现涂层，这些部件必须采用更复杂一点的结构，这意味着加工的时候要依靠最先进的设备。除此之外，客户要求泵的尺寸越来越大，这也是我们投资购买一台更大的新加工中心的另一个重要原因。”

### 所有铸铁部件的整体加工

生产经理 Klaus Tollerian 对他们的要求做了详细解释：“因为我们现在生产的泵的公称直径达到 400，所以我们需要一个足够大的工作区域。这些部件——无论是叶轮还是壳体——都需要车削以及镗孔和铣削操作。所以我们可能必须得购买一台立式车床和一台加工中心，这是我们每个人都担心的。”不过，海科特 HEC 800 Athletic HV MT 铣车加工中心让 Herborn 的团队找到了能将两种功能结合起来的替代方案。

凭借其立 / 卧转换主轴和强大的直接去洞数控转台，这台卧式加工中心为所有铸铁部件的整体加工提供了理想的条件。

和其他机床相比，海科特有着先天的优势。毕竟，Klaus Tollerian 及其同事与这家位于凯姆尼茨的公司及其机床打交道已经有 15 年之久。最早，他们使用一台海科特 CWK 630 取代了一台日本产的铣削加工中心，这么多年过去了，它以出色的性能和可靠性获得了他们的认可。

Sascha Korupp 补充道：“在合作方面，海科特员工的配合度也总是非常高。从销售到售后服务能得到可靠的支持对于我们来说是一个至关重要的因素，而且他们的响应速度也很快。就现在来看，我们其他机床的供应商在这方面没有一个能比得上海科特。”

### 工艺可靠性和可用性——成功自动化的两大支柱

持续优化生产工艺是 Herborner Pumpentechnik 成功战略的一部分。从很早开始，这支团队便意识到，要实现夜班无人值守并在德国保持竞争力，并联机床和托盘库是势在必行的。所以在 2008 年，该泵制造商投产了一台全自动的 Liebherr 制造系统，其中包括两台海科特加工中心。

“在过去八年，该系统证明了自己的价值，”生产经理 Klaus Tollerian 解释道。这很大程度上归功于海科特加工中心高水平的工艺可靠性和可用性，没有它们是不可能实现如此可靠的自动化运行的。“我们新购置了一台 HEC 800 Athletic HV MT，用来替换其中一台集成的 CWK 630 机床，相信也一定不会让我们失望，”加工专家肯定地说。

凭借坚固耐用、热对称设计的主要组件、数字交流进给驱动、所有直线轴中复杂的



### 盈利能力：

“由于采用整体加工，加工时间可以缩短至三分之一。”

滚柱导轨和滚珠丝杠，该机床结构为打造可靠工艺奠定了坚实的基础。该机床还采用了多种不同的控制和监控设备。标准配置包括一个主轴振动传感器，通过该传感器可以对加工过程进行监控和优化。斯达拉格集团区域销售经理 Holger Quintus 解释道：“传感器带有评估软件，可以检测出高度不平衡的刀具以及主轴轴承上的磨损情况。这样就可以事先计划好维修工作，从而避免突发故障。传感器还能指示加工过程中的振动，从而提高质量并延长主轴使用寿命，使过程得以优化。”

对于 Klaus Tollerian 来说，另外一些细节也很重要：“工作区域的设计能让切屑自由下落到居中放置的排屑器上。这样可以避免切屑在工作区域堆积，影响过程的可靠性。”他还赞成用固定护板取代伸缩护罩，这样可以更好地防止切屑和冷却剂进入功能部件。因为护板不必和直线轴一起运动，所以机床能够达到更高的加速度和

进给速度。由于其他供应商的机床无法整合海科特 HEC 800 Athletic HV MT 的所有优势（或者只能通过昂贵的附加增值服务实现），整个服务包与现有机床的兼容性、性能及成本优势成为影响决策的一个重要因素，Klaus Tollerian 解释说。“此外，该机床的加工区域比 CWK 630 大近三分之一，所以我们现在可以生产更多种类的零部件。这足以应对大型叶轮的生产——现在我们的泵公称直径可达 400——这对于循环车床而言已经是极限了。”

#### 主轴快速转台和附加轴扩大应用范围

带立/卧转换主轴和数控转台的所选机床配置对成功起到了重要作用。立/卧转换主轴有水平和垂直两个工作位置，即使在主轴运转时也能转换，大大减少了非生产时间。到达对应的最终位置后，主轴会锁定到鼠牙盘中。这种契合有助于确保高稳定性，这在车削过程中尤为重要。在旋转模式下，传动系的附加解耦装置可以在切

削中断时吸收作用在壳体上的所有冲击力，从而持续保护主轴轴承。另外，HSK-T100 刀柄还用于车削加工，可以实现精确的径向定位。这意味着车削过程也能保证海科特备受期待的高水平精度。

高精度数控转台拥有两吨的载荷承载能力、57 kW 输出功率（在 100% 载荷循环下）、高达 500 rpm 的转速以及 2,520 Nm 的最大扭矩，为大型叶轮的内部加工又创造了一个有利条件。Holger Quintus 指出，HEC 800 Athletic 标准配置带有自动不平衡检测：“由一个综合程序测量不平衡，并指示其位置和所需要的平衡重量大小，这样操作员就能快速纠正不平衡。”

由于海科特 HEC 800 Athletic HV MT 的整个运动系统，Herborner Pumpentechnik 的加工团队现在可以通过一次装夹加工很多零部件，不再像以前一样需要多次装夹。“这让我们的加工时间减少了三分之



成果：  
“它让我们把液压效率提高了 10%。”

一。” Klaus Tollerian 高兴地说。让他感到高兴的另一件事是，Liebherr 系统中两台机床上的程序可以继续使用，无需任何调整，而且还可以在 HEC 800 Athletic HV MT 上顺利加工以前的组件。

为了创造条件实现这一目标，该团队并没有在新的 HEC 800 Athletic HV MT 上采用普通转台，而是把转台大小改成了 630 × 630 mm。另外，他们还在机床顶部加入一个自动装载舱口，可以轻松装载超大尺寸的工件。生产经理还提到另一项优势：带 180 个刀位的自动刀库可以容纳直径达 340 mm、长达 800 mm 的刀具。“除了适用范围更广泛之外，这一容量足以应对所有任务。甚至还有足够的空间容纳姐妹刀具。” 尽管容量大，但与市面上其他解决方案相比，该刀库占地面积更小，这在空间有限的情况下是一项关键优势。



海科特 HEC 800 Athletic HV MT 为镗孔、铣削和车削提供了理想的条件。



### 结束语

通过投资海科特 HEC 800 HV MT 铣车加工中心，Herborner Pumpentechnik 扩大了其并联制造系统的生产容量，其中包括一台作为辅助加工中心的海科特 CWK 630。由于其高水平的工艺可靠性和可用性，即使在无人值守的夜班，两台机床都能保证可靠的自动运行。凭借其超大工作区域、立/卧转换主轴和快速转台，HEC 800 HV MT 为大小铸造部件的镗孔、铣削和车削提供了理想的条件。整体加工使加工时间减少了三分之一。 ▀

# UCH 和 BUMOTEC: 建立在信任基础上的关系

在法国汝拉山脉腹地，距离日内瓦 60 公里的地方，UCH SA 公司首席执行官 Ahmed El Yamani 邀请我们前往他们在维拉尔圣索沃尔的工厂，与我们畅谈他们的活动、经营策略以及和宝美品牌的关系。UCH 于 2003 年由五位合伙人成立，五人都是加工工业界的专家级人物。UCH 现在在法国拥有 35 名员工，最近刚刚在摩洛哥成立了一家子公司。



Ahmed El Yamani, UCH SA 首席执行官

UCH SA 首席执行官 AHMED EL YAMANI 访谈

**UCH 公司发展非常快速。你们的成功关键是什么？**

**Ahmed El Yamani:** 加工是我们工作的核心。我们是中小型装配公司的分包商，这些公司又服务于大型跨国集团。我们之所以能顺利发展壮大，主要归功于多元化经营的战略决策。从一开始，我们就决定不专注于单一市场；我们投资了大量机床，可以为我们的加工一系列产品，同时保持利润率。结果就是，我们现在实现了平衡产量，业务分布于不同产业部门，其中 30% 来自制表业、40% 来自皮革制造业、20% 来自能源行业，其余 10% 分布在医疗、微工程和眼镜制造业。

**具体来说，你们为这些市场领域提供哪些类型的零部件？**

**Ahmed El Yamani:** 在制表领域，我们主要生产大批量的钛合金机芯、表带，另外还生产折叠扣、端件和表壳。皮革制造领域涉及更广泛，覆盖皮革上装配的所有金属件，如搭扣、紧固件、折叠扣等。而在能源领域，我们主要为断路器生产附件和

小型电气元件。我们近 90% 的产品都销售给法国、瑞士和意大利的客户。

**哪些设备能让你们满足这些市场的需求？**

**Ahmed El Yamani:** 我们共有 40 个生产单元，包括 23 台加工中心——其中 20 台来自宝美、一些机械车床和一些混合型生产单元，混合型生产单元结合了机械技术和数字控制，在复杂程度方面为我们增加了更多生产选项。我们与众不同之处在于我们能够针对不同的市场需求提供适当的加工解决方案。如果没有这些机床的技术能力，我们现在可能已经不复存在了。

**你们从 2003 年开始和宝美合作，现在情况如何？**

**Ahmed El Yamani:** 在 UCH 成立第一年，我有幸在一次展会上遇到了宝美的销售代表 Damien Chêne。当时我对这个品牌有所耳闻，但还没有购买他们的加工中心。同年我们下了第一个订单，购买了一台 s192。从那开始，我们每隔一段时间就要订一次货。从 UCH 成立至今，平均每 8 个

月就要安装一台宝美机床。现在我们总共有 20 台宝美机床，其中包括两台 s192、两台 s89、八台 s94、一台 s90、三台 s92，最近我们又购买了四台 s191，第五台将在 2017 年交付。所有这些机床都在昼夜不停地运转。

**发展：**

“宝美机床让我们能够成功地实现多元化经营战略”

**宝美加工中心占你们设备总量的一半。是什么原因让你们做出这样的决定？**

**Ahmed El Yamani:** 最初我们选择宝美是因为这家公司及其产品在瑞士享有良好的口碑，尤其是在制表业。更进一步地说，要和大型集团合作，我们必须能够达到和他们内部设备相同水平的质量和精度。宝美机床还能提供广泛的加工可能性，同时优化单位成本，让我们能够成功地实现多元化经营战略。



与多夹具解决方案相比，选择 s191 让我们节省了四分之三的加工时间



第二个主要原因是售后服务。我们在使用其他机床时曾经遇到过严重的维护问题，所以我们选择供应商的衡量标准之一就是服务质量。宝美可以提供快速、高效、优质的服务。我们购买的机床数量就清楚证明了这一点。任何时候我们需要人工干预或维护保养，他们的服务团队总能以超快的速度找出适当的解决方案。就我们现在的生产速度而言，我们承担不起任何非计划停机。另外，我们还能随时联系到他们的“应用专家”团队，他们会主动为我们想要实施的测试和安装项目提供专家意见。最后我要说的是，宝美制造的机床可靠、精确，让作为分包商的我们能够为客户提供干净的零部件，没有毛刺也不需要任何修饰，再复杂的零部件都一样。

**您能举一个使用 s191H 加工的零部件的例子吗？**

**Ahmed El Yamani:** 这样的例子有很多，其中有一款来自奢侈品界的产品：钛合金袖扣。这款产品的挑战在于，我们必须在单一生产循环中完成全部六个面的加工，这样才能保持竞争力。我们依靠 s191 机床的能力赢得了这一订单。这台机床的二



袖扣

次装夹装置可以在一次装夹条件下运用铣削、轮廓切削、镗孔和车制锥螺纹等技术，让我们能够在短短不到 15 分钟的单一循环中完成六面加工，加工完的产品可以直接交付给客户。如果没有这台机床，我们可能要把这些加工操作拆分到多个生产单元，导致成本直线上升，每件产品的平均生产时间是现在的四倍，更不用说在准备多夹具操作时损失的产能。另一个原因是钛合金在加工过程中极易燃烧，而 s191 型号装配有集成灭火器，所以我们只使用这种机床加工钛合金产品。

### 盈利能力：

“宝美机床能够优化加工每件产品的单位成本”

### 2017 年你们有哪些项目和计划？

**Ahmed El Yamani:** 我们的中期战略是通过扩大经营，继续更新我们的设备库，充分利用最新研发成果带来的技术可能性。关于我们的质量战略，我们近期更新了我们的 ISO 9001 认证，并且正在筹备 2015 版本。在商业展会方面，我们将和往年一样，于 6 月 20 日 - 23 日参加 2017 年手表珠宝专业配套展，届时将展出我们的生产方案。 ▾

**starrag**

Starrag Group

Engineering precisely what you value

# Focus live!

We are looking forward to your visit!

**IMTEX** 2017

IMTEX, Bangalore  
26.01. – 01.02.2017  
Hall 4, Stand C101



**-20%**  
lower investment costs

**-60%**  
shorter delivery time

**INTEC**

INTEC, Leipzig  
07. – 10.03.2017  
Hall 3, Stand G20/H21



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