# deco magazine

115 02-2026 中文




全速前进迈向未来：*Sorath Ortho*携手*Tornos* 10

*Precijura*：精密加工领域50年的卓越与创新 22

*Kepler Loop* 荣获 *Micron d'Or* 大奖 34

人形机器人技术：零部件的大批量生产 41

171

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



“预计到2045年将需要超过4万架新飞机：数百万件航空紧固件必须具备卓越的质量和稳定的重复精度。”

44

**版本说明**

**发行量**
17'000 册

**可提供**
法语/德语/英语/意大利语/波兰语/葡萄牙语（巴西）/中文/西班牙语

**出版单位**
TORNOS SA
Rue Industrielle 111
CH-2740 Moutier
www.tornos.com
电话 +41 (0)32 494 44 44

**技术文档工程师**
Brice Renggli
renggli.b@tornos.com

**总编**
Navane Domont
domont.n@tornos.com

**平面&桌面出版**
Claude Mayerat
CH-2830 Courrendlin
电话 +41 (0)79 689 28 45

**印刷商**
Druckhaus Süd Medien GmbH
DE-50825 Köln
电话 +49 221 387 238

**联系方式**
decomag@tornos.com
www.decomag.ch

© 2026年10月 Tornos集团保留所有权利。未经出版商事先书面许可，不得复制出版本出版物的任何部分。

## 摘要

4 编者按语 – 车间网络安全：可以立即采取的行动

10 全速前进迈向未来：*Sorath Ortho*携手*Tornos*

16 全新 *Bumotec 171* 加工中心：精准至上，毫不妥协

22 *Precijura*：精密加工领域50年的卓越与创新

29 满足高要求加工的更高刚性：加强型动力刀具，实现更高性能适用于 *Swiss DT*、*Swiss GT* 和 *Swiss XT*

34 *Kepler Loop* 荣获 *Micron d'Or* 大奖

41 人形机器人技术：零部件的大批量生产

44 航空紧固件：从复杂零件到可控生产






“百分之百安全的生产车间并不存在。每一层防护都会增加攻击者实施攻击的难度。”

**Oliver Herzig,** Head of Software and Electrical Engineering

# 车间网络安全：可以立即采取的行动

**Oliver Herzig,** Head of Software and Electrical Engineering

互联机床正逐渐成为标准配置。您可以监控机床及其加工过程，并利用数据提高整个工作流程的效率。然而，连接机床的线缆是双向传输的。同一条连接既能将数据从机床传出，也能将机床接入企业网络。

这一连接背后通常是一台装有操作系统的工业计算机（*IPC*），与企业内的其他计算机并无本质区别。不同的是，这台 *IPC* 往往要在生产中使用 *15* 年甚至更久，而且很多时候从不进行更新。对于负责保护网络的人来说，这是一个噩梦般的情况。攻击者可能利用旧版 *Windows* 的已知漏洞获取这台计算机的管理员权限，进而侵入企业网络的其他部分。

这并非理论上的风险。根据《*IBM X-Force 2026* 年威胁情报指数》，制造业已连续五年成为遭受攻击最多的行业，占全部安全事件的 *27.7%*，甚至高于金融与保险业的 *27%*。*IBM* 指出了两个原因：复杂的运营技术（*OT*）环境，即机床内部 *IPC*、*PLC*、*CNC* 及其他设备的组合；以及具有高价值的知识产权，例如加工数据和程序。该报告还显示，利用漏洞是攻击者最常用的入侵方式，占全部事件的 *40%*。陈旧且未安装补丁的系统正是他们的首要目标。

## 欧盟的应对措施：《网络韧性法案》

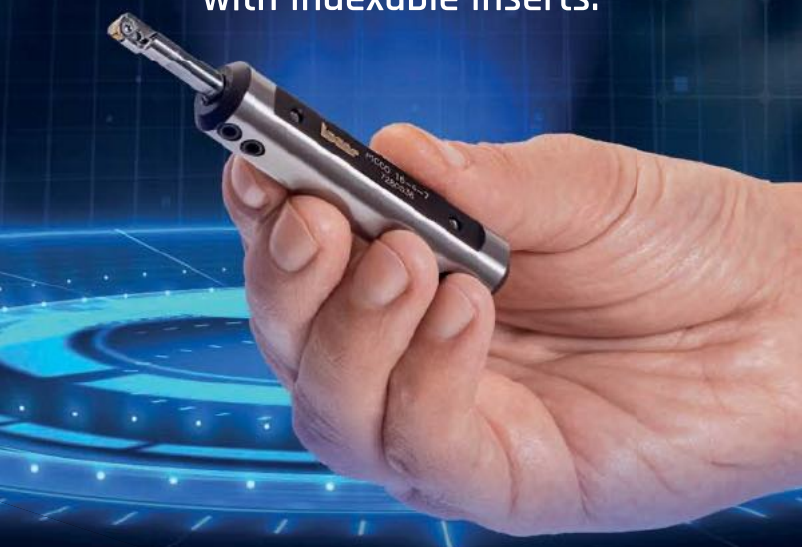
欧盟已经认识到了这一威胁，并通过《网络韧性法案》（法规 *2024/2847*，简称 *CRA*）作出回应。该法规为联网产品制定了更高的网络安全标准，机床也包括在内。按照该法规制造的机床将在其整个生命周期内定期获得安全更新，并采用安全的默认配置；其内部组件也将根据网络安全风险分析得到相应保护。此外，该法规还要求提供用户指南，说明如何安全地连接和操作机床。

对于欧盟境内的机床用户而言，这意味着新机床在抵达工厂时已经具备相应的安全保护，同时您也会获得安全连接机床所需的信息。

该法规将于 *2027* 年 *12* 月开始全面实施。您目前拥有的所有机床，以及在此日期之前收到的机床，都尚未按照该法规制造。因此，还需要数年时间，该法规才能提升整个车间的安全水平。

在此之前，以及法规实施之后，您可以采取哪些措施来保护车间安全？

YOU
TURNING
INTELLIGENTLY?
PICCOINDEX
New PICCO Boring Bars
with Indexable Inserts.



Specifically Engineered for Securely Clamping
Compact Indexable Inserts to Optimize
Internal Machining.
Suitable for rough, semi-finishing
and finishing operations of small parts.



LOGIQUICK
MACHINING INTELLIGENTLY
Member IMC Group
ISCAR
www.iscar.com

### 1. 建立机床清单

只有了解现有设备，才能加以保护。请巡视车间，并记录每台机床的以下信息：

- 机床名称和序列号
- 数控系统的类型和版本
- 操作系统及其版本（如配有 *IPC*）
- 机床是否连接到网络?
- 安装了哪些软件?
- 供应商是否拥有远程连接权限?

开始时，一份 *Excel* 表格就足够了。在这一过程中，您往往会发现一些此前无人注意到的联网机床。

### 2. 将机床网络与办公网络隔离

这是建立重要安全防线的一种简单方法。机床不应与办公计算机处于同一网络中，更不应与访客设备共用网络。请在生产网络与办公网络之间部署防火墙，并且只允许真正需要的连接。双向通信都应遵循这一原则。

机床通常不需要直接访问互联网。如果确实需要，请明确规定机床可以访问哪些服务器。

实施网络隔离后，攻击者就很难从一侧转移到另一侧。这既能保护机床，也能保护办公计算机。

### 3. 备份

机床计算机和数控系统的备份如同一份生命保险。发生攻击后需要备份，硬件出现普通故障时同样需要。有了备份，您可以更换硬件，并恢复此前运行的软件版本。

不要将备份存储在机床上。请将其保存在安全的离线位置，避免网络中的勒索软件同时加密您的备份。

备份还必须定期进行更新。四年前的备份在恢复时很可能会带来问题。

另外还有两点经常被忽视。首先，要测试备份，否则可能直到发生紧急情况时才发现备份无法使用。其次，要记录操作流程，以便同事无需先询问您，也能在机床上执行备份。

### 4. 管理好远程访问

机床供应商的远程访问有助于故障排查和软件更新，也能节省差旅成本。但连接不应始终保持开放，而应仅在真正有需要时建立，并且应由您主动开启，而不是由供应商开启。请务必记录连接人员和连接时间。

可用于远程访问管理的技术有很多，大多数机床供应商也会提供相应解决方案。如有疑问，请联系您的机床制造商。

### 5. U 盘与数据传输

许多制造企业仍使用 U 盘传输 *NC* 程序。这也是恶意软件进入企业的典型途径，甚至可能感染完全没有网络连接的机床。

如果必须使用 *U* 盘，请制定规定，只允许使用企业自有且不带离厂区的 *U* 盘。在员工使用的计算机上安装扫描工具，并在使用 *U* 盘前进行检查。

实际上，在很多情况下，通过网络共享 *DNC* 文件夹是更好的解决方案。这样可以保留程序的历史记录，并查看由谁进行了哪些修改。

### 6. 清理账户和密码

检查默认密码以及使用默认凭据登录的设备，尤其要关注管理员账户。

网络安全的一项基本原则是，每个人只能获得工作所需的访问权限。操作员账户只应允许执行操作员实际需要在机床上完成的工作。

请建立一份人员名单，记录他们的职能和访问权限，以便全面掌握当前情况。当有人离开公司时，您可以立即确定需要取消哪些访问权限。

### 7. 无法安装补丁时该怎么办

许多老旧数控系统根本无法更新。旧 *IPC* 仍运行 *Windows XP* 或 *Windows 7* 等早期版本，而且机床制造商通常已不再提供支持。

对于这些机床，你需要进一步采取措施。请将每台机床单独置于专用 *VLAN* 中，也就是网络中相互隔离的区域，并控制进出机床的网络流量。无论哪个方向，都只允许真正必要的通信。

## *Tornos* 的行动

近一年多以来，我们一直在积极推进 *CRA* 相关工作。我们相信，该法规的要求能够为客户带来切实价值。它们不仅能提高机床内部的安全水平，还能让 *Tornos* 机床与客户系统之间的连接过程更简单、更可靠。我们的目标是以尽可能方便用户的方式满足该法规的要求。

关于补丁：只要 *Microsoft* 仍支持所安装的 *Windows* 版本，我们的 *Windows IPC* 就可以安装补丁。支持期限取决于具体版本。例如，*Windows 10 IoT Enterprise LTSC 2021* 的支持将持续到 *2032* 年 *1* 月。请充分利用这一支持，确保 *IPC* 始终得到保护。

升级到更高版本的 *Windows* 通常意味着需要更换 *IPC*，因为我们的 *IPC* 供应商交付的设备通常会预装固定版本，而升级通常会影响性能。如果您不确定机床正在运行哪个版本，或需要远程访问解决方案，请联系我们的服务团队。




要清楚这一措施的实际作用：机床本身仍然存在漏洞，您只是限制了事件发生时可能造成的损失。对于新机床来说，这种做法也同样适用。但如果资源有限，应优先处理那些老旧机床。

### 8. 提前做好应急准备

在紧急情况发生之前制定好预案。明确恢复系统时应联系谁？需要断开哪些设备？应按什么顺序进行？备份存放在哪里？

请将答案写下来并打印出来，确保所有人都知道文件存放在哪里。它不必十全十美，但必须能在您承受巨大压力、需要迅速作出决定时提供指导。

## 网络安全是一个持续的过程

以上各项均为指导建议。网络安全是一个持续的过程，而不是一次性实施的项目。要提升安全水平，需要建立持续运行的流程，并获得最高管理层的支持。不要指望从第一天起就完成所有措施。

车间永远不可能达到 *100* % 的绝对安全。因此，更好的思考方式是采用分层防护思路。你每增加一层防护，攻击者的行动就会更加困难，也更有可能在达到目标之前放弃。

每个车间的安全水平都不同，因此通用建议难免较为概括。如果您刚刚起步，可以先落实前三项措施。




大师级工艺

# 切削加工
# 一个新维度

凭借其精密的刀具，HORN 正在重新定义加工。
尖端技术满足性能和可靠性：**探索 HORN。**

现在探索HORN加工工艺

horn-group.com




正处于快速发展阶段的 Sorath Ortho 在艾哈迈达巴德研发高品质医疗器械，主要用于创伤治疗和脊柱外科。

# 全速前进迈向未来：

# Sorath Ortho携手Tornos

在印度古吉拉特邦最大城市的艾哈迈达巴德，启用一座占地85,000平方英尺（7,900平方米）的先进生产基地仅仅六年后，合同制造商Sorath Ortho便已准备在未来几年迎来大幅增长，而Tornos将与其并肩同行。

**Sorath Ortho**
Survey No 1636/1 Opposite Bharat Petroleum Petrol Pump Kuha
Indore Highway Daskroi
Ahmedabad Gujarat 382433
印度
电话: +91 8866 211414
+91 75750 11006
sales@sorathortho.com
sorathortho.co.in

*Sorath Ortho*隶属于*Sigma Surgical*。*Sigma Surgical*由*Jayanti Gothi*和*Gopal Gothi*兄弟于*1998*年创立，两人至今仍担任公司董事总经理。*Sorath Ortho*将“对精度的热忱”视为企业愿景的核心，致力于为全球创伤及脊柱外科医生提供优质医疗器械，并改善患者的生活。

*Sigma Surgical*首席执行官*Mehul Gothi*表示：“我们专注于植入物和器械，希望让外科医生的工作更轻松、更舒适。”*Mehul Gothi*是联合创始人*Jayanti Gothi*之子。“从最初我父亲和叔叔带领仅七八人的团队创办公司开始，我们就一直重视有竞争力的价格、极高的精度以及稳定的交付周期。这些因素是我们实现增长的关键。”

# “Tornos设备的强大动力、高精度和准确性显著提高了我们的生产效率。”

**Mehul Gothi,**
Sigma Surgical首席执行官



## 制造挽救生命的产品

公司的增长令人瞩目：*Sorath Ortho*仅在六年前启用现有工厂，最近又开始建设一座占地面积超过现有工厂两倍的新厂。目前，公司拥有约*350*名员工和*84*台机床，其中包括七台*Tornos*瑞士型自动车床。*Gothi*先生表示，新厂计划容纳约*250*台设备。

这些*Tornos*设备包括一台*Swiss DT 26*、一台用于加工较简单零件的*Swiss DT 26 S*、一台*Swiss GT 26*，以及四台用于加工更复杂外科零件的*Swiss XT 16*。它们帮助*Sorath Ortho*以极高速度、卓越精度和最低单件成本生产高品质外科植入物。此外，这些设备也助力公司成为印度发展成为全球下一个首选制造业中心进程中的重要参与者。

*Gothi*举例说：“我们的一位德国客户过去在自己的工厂生产一种产品，单件成本约为*800*欧元。这个成本显然不可持续，因此他们考察了印度、越南和中国等国家，得到的报价为每件*175*至*180*欧元。”他继续说道：“凭借我们高度完善且透明的政策，并综合考虑材料、工时和净利润，我们能够以每件*148*欧元的价格交付该产品。客户非常认可我们的透明度、质量以及始终准时的交付。”

从创立之初，*Sorath Ortho*及其母公司就始终高度重视工作的社会和人文意义，这一点同样受到客户的认可。

他强调：“我们制造的是挽救生命的产品，任何情况下都不能出现故障。我们的存在目的并不是为了赚钱。每一件产品都必须兼具最高质量和成本效益，因为我们的使命是改善并挽救生命，而不是追求不合理的高额利润。”

## 超越期望

*Sorath Ortho*的另一项鲜明特点，是致力于超越国际法规标准和客户期望。

*Gothi*表示：“例如，如果线性公差的要求是正负*100*微米，我们自己的标准就只有这个数值的一半。”他补充道：“我们认为，企业内部标准应当比全球标准更加严格，这样才能始终以正确的精度交付符合要求的产品。”

为了实现这一卓越目标，*Sorath Ortho*持续投资于先进技术，即使这意味着需要为单台设备支付更高的成本。

他说：“在选择机床供应商时，如果要在一台*40,000*欧元的设备和一台*120,000*欧元的设备之间做决定，我们始终会选择高端设备，因为技术选型最重要的标准始终是加工精度。”

基于这一理念，*Sorath Ortho*选择了*Tornos*。

他说：“我们知道，我们可以依靠这项资本投资，获得长期、持续地高精度生产。这同样适用于我们对人才的投资：我们招聘的工程师或机床操作员都必须通过三个半月的培训。我们的系统化内部培训还包括*CAD/CAM*工程师和编程人员，他们需要接受*14*个月的培训；质量检验人员则需要接受九个月的培训。之后，我们会将他们的知识水平与薪酬挂钩。”





# “我们计划为新工厂至少采购85台新的Tornos设备。”

**Mehul Gothi,**
Sigma Surgical首席执行官

## 对质量的承诺

*Sorath Ortho*对质量的承诺并不止于投资高素质人才和*Tornos*瑞士型自动车床等先进技术。公司还践行高水平的交付理念：当外科医生需要定制植入物时，*Gothi*的团队能够确保在*40*小时内完成交付。

*Sorath Ortho*拥有*600*多种产品，其中一款“明星”植入物由*Tornos*设备生产：长度为*240*毫米的股骨近端防旋髓内钉（*PFNA*）。这是一种用于治疗不稳定髋部骨折的髓内植入器械。

*Gothi*表示：“我们使用*Tornos*设备加工这款产品以及其他一些非常特殊的螺钉，公差控制在*25*微米以内。我们对*Tornos*设备的加工结果非常满意。我们与*Tornos*的合作始于大约三年半前。如今，只要*Tornos*推出新产品或新方案，我们都会继续选择*Tornos*。*Tornos*设备的强大动力、高精度和准确性显著提高了我们的生产效率。”

## 创造附加价值

他解释道，*Tornos*设备带来的价值远不止于此。

他说：“在精度方面，*Tornos*设备与其他品牌有明显区别。例如，使用*Tornos*设备时，我们的刀具寿命提高了*17*%至*18*%。这一点非常重要，因为切削刀具十分昂贵。设备的高刚性和热稳定性也能确保产品质量始终如一。使用其他设备时，我们的团队在一个八小时班次内需要对刀具进行一次修正；而*Tornos*设备可以连续运行约*50*小时后才需要修正。”



*Tornos*的*TISIS*机床编程软件同样是一项重要优势。*Gothi*指出：“*TISIS*缩短了我们的换型准备时间，我们团队对它的功能非常满意。内置宏功能意味着我们可以非常快速地直接在机床上进行编程。在其他设备上，编程可能需要四个多小时，而在*Tornos*设备上最长只需一个半小时。”

## 面向未来的坚实基础

凭借这些附加价值，*Sorath Ortho*在为新工厂车削部门配置设备时坚定选择*Tornos*，也就不足为奇了。

他说：“我们计划为新工厂至少采购85台新的*Tornos*设备。”*Gothi*不仅是*Tornos*技术的积极支持者，也以展示公司的*Tornos*机床设备群为荣，即使来访者是竞争对手也不例外。“我坚信，当人们参观我们的工厂并看到我们所采用的技术后，他们也会采用这些技术，并成为精度更高的制造商。这将进一步提升印度在全球制造业中的声誉。”

*sorathortho.co.in*




Absolent
bumotec
171
starrag

# 全新 Bumotec 171 加工中心：

# 精准至上，毫不妥协

## 精密加工的效率新标杆

随着全新Bumotec 171 加工中心的正式发布，Bumotec 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。

**Starrag Vuadens SA**
Bumotec / SIP 产品部门
Rue du Moléson 41
1628 Vuadens
瑞士
电话 +41 26 351 00 00
vudadmin@starrag.com
starrag.com

秉承“*MORE with LESS*（以更少实现更多）”的理念，*Bumotec 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，*Bumotec 171* 的开发以一项极具挑战性的要求为出发点，即将设备占地面积控制在仅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



# “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。”

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

*Bumotec 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，确保对设备设定及运行状态进行精确监控。

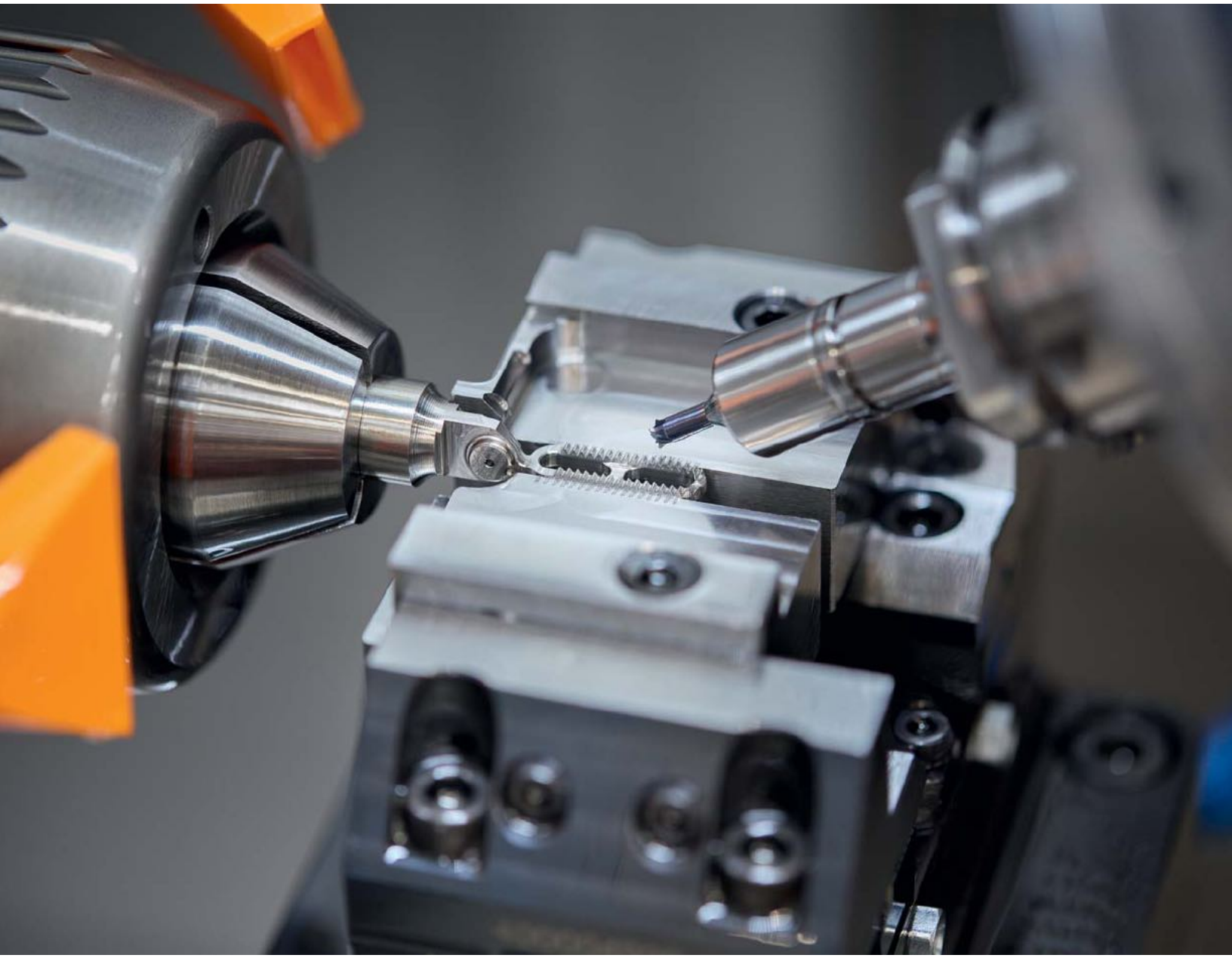
在自动化方面，*Bumotec 171* 配备智能刀具监测功能，能够自动检测刀具磨损或断裂，并自动调用刀库中的备用刀具进行替换，而无需中断生产。此外，预防性和预测性维护程序进一步提高了设备可用率。得益于这些优化措施，根据具体应用情况，生产换型及装调操作可在 *20* 分钟内完成。

## 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设备与成本较低但性能受限的设备之间进行取舍。*Bumotec 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 *Bumotec 191* 加工中心技术传承的直接继任者，全新 *Bumotec 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。



# “每个零件最高节能 7%”

### 一体化解决方案，减少装夹次数

*Bumotec 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，并消除对额外设备的需求。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。



## 一句话概括 *Bumotec 171*

紧凑、精准、智能且高效节能，全新 *Bumotec 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。




## 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，*Bumotec 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，*Bumotec 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，*Bumotec 171* 可用于生产骨科植入物、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，该设备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

*Bumotec 171* 的能力同样延伸至精密微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，*Bumotec 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。

*starrag.com*

## 降低能耗而不牺牲性能

可持续发展同样是 *Bumotec 171* 开发过程中的重要关注点。借助新一代直线电机、优化的 *Fanuc* 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。

设备配备集成节能功能，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，也进一步提升了设备的环保性能。







从左至右：Jean-Michel Vallet（Precijura 技术负责人）和 Jérôme Rech（Tornos Technologie France 销售支持）。在 Precijura，Tornos 机床发挥着重要作用，尤其是在复杂技术零件的生产中。

PRECIJURA：

# 精密加工领域50年的卓越与创新

在法国汝拉地区腹地，Precijura始终秉持一个朴素的信念：最严苛的市场会推动那些持续进取的企业不断进步。过去十年来，在Olivier Chapuis的带领下，公司专注于质量、精度和持续现代化，并与Tornos建立了稳固的技术合作关系。Tornos机床在其生产体系中发挥着核心作用。

**PRECIJURA**
Rue du Fenu
39300 Équevillon
法国
电话 +33 (0)3 84 51 31 74
Fax +33 (0)3 84 51 34 87
contact@precijura.fr

## 一家专注复杂零件加工的汝拉企业

*Precijura*成立于50年前，是一家在长期服务高要求客户的过程中不断积累并巩固专业技术的工业企业。如今，公司拥有80名员工，专注于自动车削和精密技术零部件加工，主要面向小批量和中等批量订单。其长期服务的市场包括航空、航天、国防和核工业，同时也涵盖连接技术、医疗和陆路交通领域。

*Precijura* 的负责人*Olivier Chapuis*拥有在大型集团从事工业领域工作的丰富职业经验。他将大型工业企业的规范化管理理念带入*Precijura*，使公司在经历多次危

机后仍能持续前进。他表示：“新冠疫情和其他危机确实给我们带来了几年困难时期，但我们始终能够稳住局面，并迅速恢复增长。”

*Precijura* 的增长在很大程度上得益于其市场定位。公司为高要求应用领域生产零部件，经常加工难加工材料，例如镍合金、钛、不锈钢、铜合金和工程塑料。这些材料对加工提出了很高的要求，有时还必须满足非常特殊的耐热或机械强度标准。要达到这些要求，需要高精度机床、受到全面控制的工艺、严格的检验，以及深入企业文化的质量意识。





“仅仅投资机床设备还不够，还必须能够依靠可靠的维护服务，而这正是Tornos的优势之一。”

**Olivier Chapuis,**
工厂经理 / Plant Manager

## 客户要求是推动进步的动力

在*Precijura*，严谨并不是一句口号，而是源于客户的技术规范，并贯穿整个价值链。*Olivier Chapuis*强调：“客户对我们要求严格，也促使我们对供应商提出同样严格的要求，*Tornos*也不例外。”这句话概括了公司的理念：服务于关键行业，意味着必须选择能够提供同等精度、可靠性和响应速度的合作伙伴。

这种高标准也体现在公司的内部组织管理中。公司建立了重视书面记录的企业文化，这对于保存和传承专业技术至关重要。在这个行业中，每一项设置、每一种材料和每一个零件都可能具有特殊性，因此，记录本身也成为一项重要的工业工作。*Olivier Chapuis*解释道：“将所有内容形成书面记录，可以确保我们的专业能力得以延续，并持续丰富这些知识，从而不断进步。”

## Tornos机床占机床总量近一半

在这样的工业环境中，*Tornos*机床发挥着重要作用。*Olivier Chapuis*指出：“*Tornos*机床占我们机床总量的近*50%*，这个比例相当可观。”如此高的占比说明双方的关系远不止设备采购。对*Precijura*而言，机床必须精确、高效且耐用，同时还要能够随着客户需求和生产工艺的进步持续发展。

公司面临的技术挑战越来越多地来自材料的复杂性，以及零部件必须满足的严格要求。因此，机床既要长期保持稳定精度，也要具备适应不同生产任务所需的灵活性。在这方面，*Tornos*提供了宝贵的技术基础，包括卓越的加工性能、重复精度、复杂零件加工能力以及持续稳定的服务支持。



然而，在*Olivier Chapuis*看来，技术合作伙伴的价值并不只体现在已经安装的机床上，更体现在长期合作中，尤其是在遇到技术难题时。他强调：“仅仅投资机床设备还不够，还必须能够依靠可靠的维护服务，而这正是*Tornos*的优势之一。”技术人员的及时响应、对轴系问题的分析能力、现场干预以及在幕后为团队提供支持的能力，都是*Precijura*实现稳定运营的重要保障。

双方的合作还延伸至工艺改进。*Olivier Chapuis*特别肯定了*Tornos*主动提出新设备、新选项和解决方案，从而优化现有工艺的能力。他总结道：“你们会主动提出新设备方面的建议。”对于一家坚持持续改进的企业而言，这种共同创新的能力是提升竞争力的重要推动力。

## 十年完成300个改进项目

*Precijura*引以为豪的一项成就是大约十年前启动的转型。公司开始迈向工业*4.0*、机器人化和人工智能。*Olivier Chapuis*认为，这是工业企业已经不能再忽视的重要转折。如果没有这次现代化转型，*Precijura*的经济效益将会受到严重影响。

这场转型并非停留在愿景层面，而是通过一个又一个项目逐步落实。他表示：“过去十年，我们完成了*300*多个改进项目。”这个数字背后，是持续的投资、时间投入、团队参与，以及超越日常生产要求、不断进步的决心。十年完成*300*个项目，相当于几乎每十天推进一个项目。如此快的节奏原本可能让团队疲惫，但实际上却进一步巩固了持续变革的企业文化。

*Olivier Chapuis*表示，这股动力使公司的绩效在十年间实现翻倍。这一成果不仅体现在财务或生产方面，也来自*Precijura*不断自我审视，以及对机床、工艺、流程和组织进行现代化升级的能力。他提醒道：“我们绝不能满足于已有的成绩。”在他看来，持续改进的文化正是公司最鲜明的特点之一。

## 机器人化与自动化，同时坚持以人为本

未来几年，*Precijura*将继续沿着同一方向发展。公司未来的重点是全面推进机器人化。这不仅包括在机床旁集成机器人，尤其用于某些单件操作，也包括进一步迈向智能自动化，例如辅助决策、分析机床数据、优化参数，以及更深入地理解生产偏差。

*Olivier Chapuis*举例说，一套数控系统可能产生数千个持续变化的参数，任何操作人员都无法独自处理如此庞大的数据量。因此，人工智能将成为辅助工具。它并不是为了取代人员，而是帮助人员获取过去无法有效利用的信息。*Precijura*已经采用集成摄像头，通过形状识别完成分拣操作；同时，公司正与贝桑松的一家研究实验室合作，开发一套基于机床采集数据的分析、建议和决策支持软件。

在*Precijura*，自动化并不会引发对未来的恐慌。*Olivier Chapuis*指出，目标不是取消有价值的工作，而是让操作人员摆脱繁重、重复或不产生附加值的任务。清理切屑或清空废料箱的机器人不会威胁任何职业，而是能够释放人员的时间和精力。人工智能也是如此：它负责处理人类无法独自完成的数据工作。他强调：“人始终处于核心位置。”借助新的信息和分析结果，员工可以更好、更快地作出决定，并减轻工作压力。

扫描二维码，
查看视频资料

## 面向未来的合作关系

*Precijura*秉持一个明确理念：工业精度是多方共同努力的成果。它依靠企业中的每一位员工、专业技术的传承和工艺质量，同时也离不开技术合作伙伴的可靠性。在这一体系中，*Tornos*凭借其机床在生产设备中的重要占比、技术支持，以及为生产工艺提出有效改进方案的能力，发挥着不可或缺的作用。

未来的挑战仍有很多：材料将更加复杂，客户要求将更加严格，机器人化、数据应用以及人工智能在加工领域的使用也将持续发展。*Precijura*并不将这些变化视为与过去的割裂，而是看作既有发展道路的延续。*Olivier Chapuis*总结道：“我们希望*Tornos*继续帮助我们推进所有这些项目。”这句话概括了双方合作的精神：高标准、务实、聚焦生产现场，并着眼长期发展。

*precijura.com*

Göltenbodt®
Innovation and Precision.

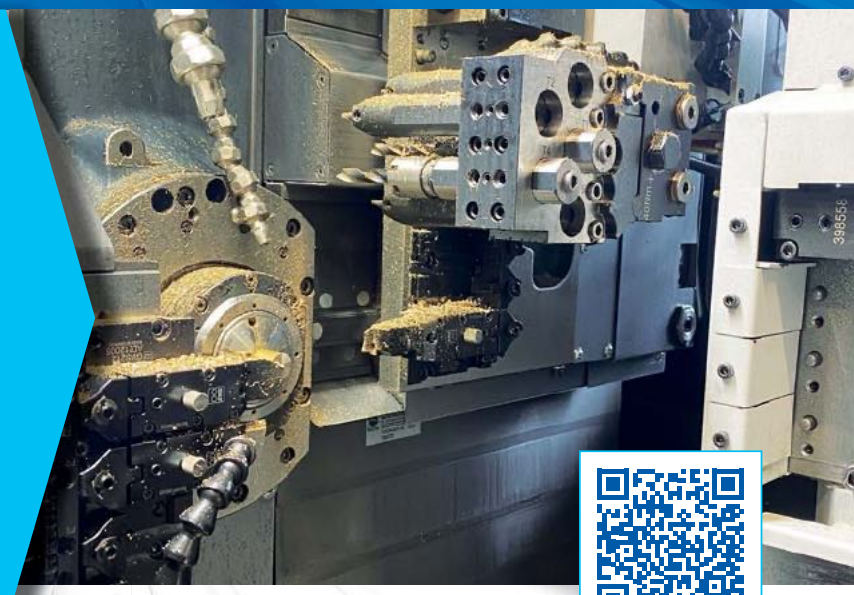
# HIGH SPEED
# LOW DOWNTIME



## GWS立柱导轨，实现超快速换刀。

**当其他机器还在准备时，您的机器早已重新运转起来。因为使用 GWS 长车床工具系统，您可以在最昂贵的地方节省时间：停机时间。**

工具在机器外部进行预设、精确定位，并在几秒钟内完成更换——完全不会影响重复精度或稳定性。凭借高达 100 巴的集成冷却剂供应、模块化钻孔臂和简单的操作，该系统不仅速度快，而且非常智能。



现在观看视频：

www.goeltenbodt.com

GWS

## 满足高要求加工的更高刚性:

# 加强型动力刀具，实现更高性能

## 适用于 Swiss DT、Swiss GT 和 Swiss XT

为了满足 Swiss DT、Swiss GT 和 Swiss XT 用户进一步提高生产效率的需求，Tornos 推出了一款配备 REGO-FIX powRgrip PG10 夹头式夹头的全新加强型动力刀具。

TORNOS

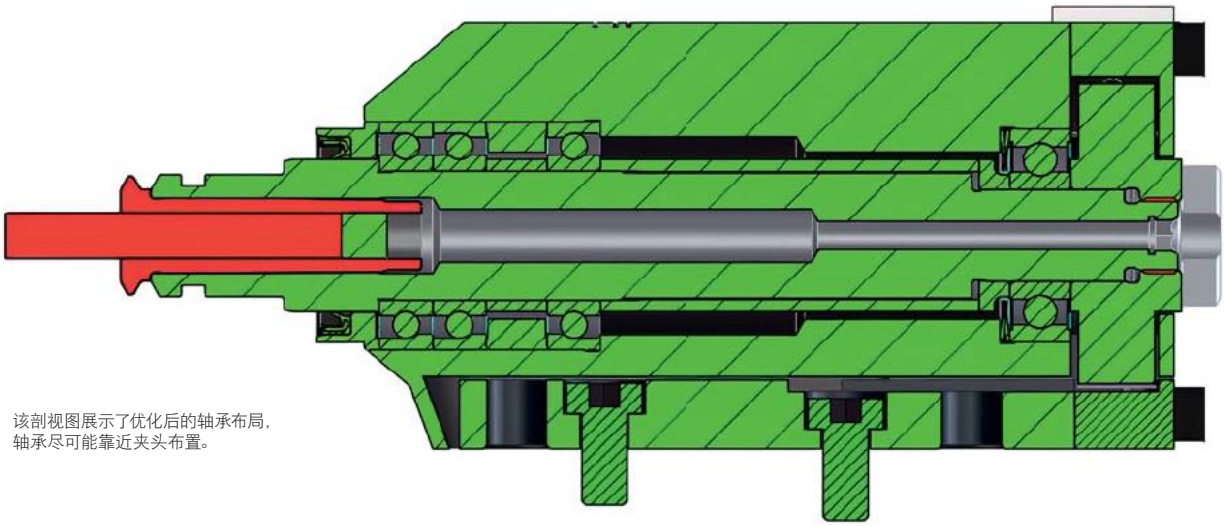
Tornos SA
Industrielle 111
CH-2740 Moutier
瑞士
电话 +41 32 494 44 44
tornos.com

其目标是在保持机床内部所需紧凑结构的同时，提高加工性能。更高的刚性、可控的同心度以及显著增强的材料去除能力，使这项新开发成果尤其适用于要求最严苛的加工操作。

### 材料去除能力最高提升至三倍

在 *100Cr6* 钢材上进行的测试表明，其材料去除能力最高可达到标准动力刀具的三倍。

每齿进给量（*Fz*）可从标准刀具的 *0.005 mm* 提高至加强型刀具的 *0.015 mm*，同时保持稳定且可控的加工表现。这项改进可显著缩短高要求铣削操作的循环时间。



该剖视图展示了优化后的轴承布局，轴承尽可能靠近夹头布置。

## 全面重新设计的高刚性结构

这一性能的提升主要得益于系统整体刚性的显著增强。

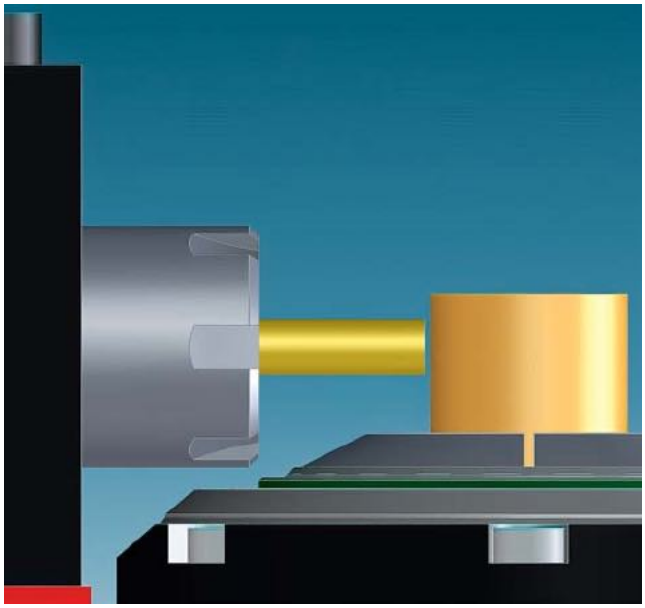
由于轴承位置向前调整，尽可能靠近切削力的作用点。这种新结构可将径向刚性提高 *35 %*，从而减少加工过程中产生的变形和振动。

针对直径不超过 *Ø6 mm* 的刀具，新刀轴的直径也进行了缩小。该结构使刀具能够更靠近棒料，并可使用更短的切削刀具，从而直接提升整个系统的刚性。

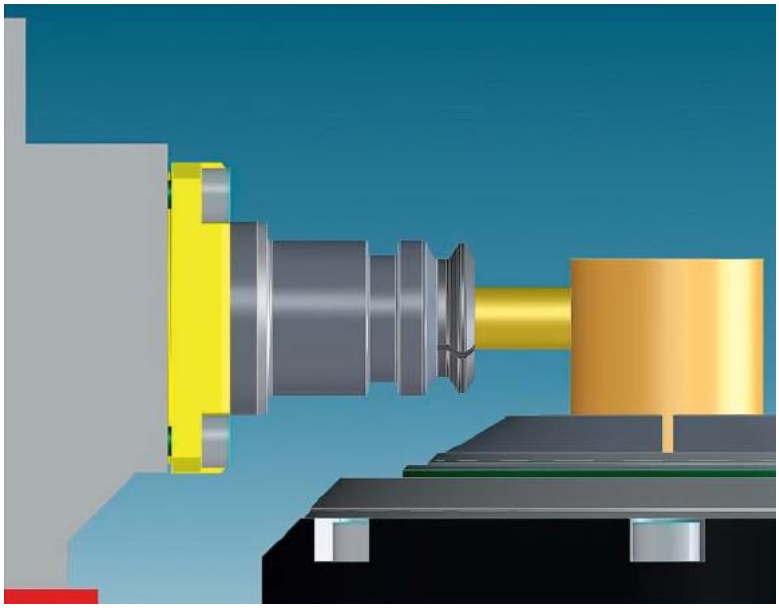
尽管进行了这些改进，其外形尺寸仍与现有解决方案完全相同。刀具之间的中心距保持 *38 mm* 不变。




PGU 9500 自动夹紧装置



使用 ER20 弹簧夹头时，由于螺母占用空间较大，需要使用更长的刀具，以避免与导套发生碰撞。



采用 PG10 弹簧夹头后，可缩短轴的长度，从而使用更短的刀具在更靠近棒料的位置进行加工。

## REGO-FIX powRgrip PG10 夹头

该设计的另一个关键要素是集成 *REGO-FIX PG10* 夹头，从而确保高精度夹紧。

该工艺可确保整套系统在 *3×D* 测量位置的总跳动量不超过 *3 µm*。如此低的跳动可使切削力更均匀地分布在刀具各切削刃上，从而减少过早磨损并改善加工零件的表面质量。

采用 *powRgrip* 技术时，在 *PGU* 装配单元上更换切削刀具需要拆下刀柄。为简化这一操作，加强型刀具只需拆卸一颗螺钉即可取下。因此，完整刀柄可快速从 *PGU* 单元上拆下，同时不会增加车间维护操作的复杂性。

## 更精准的重复定位

刀柄通过燕尾结构固定在刀排上，不再使用定位销。

这种固定方式可确保每次安装时都能实现更加精准的重复定位。此外，还可将多个加强型刀具并排安装，同时保持较高的定位精度。

## 兼容现有刀具

该设计也充分考虑了与现有刀具的兼容性。

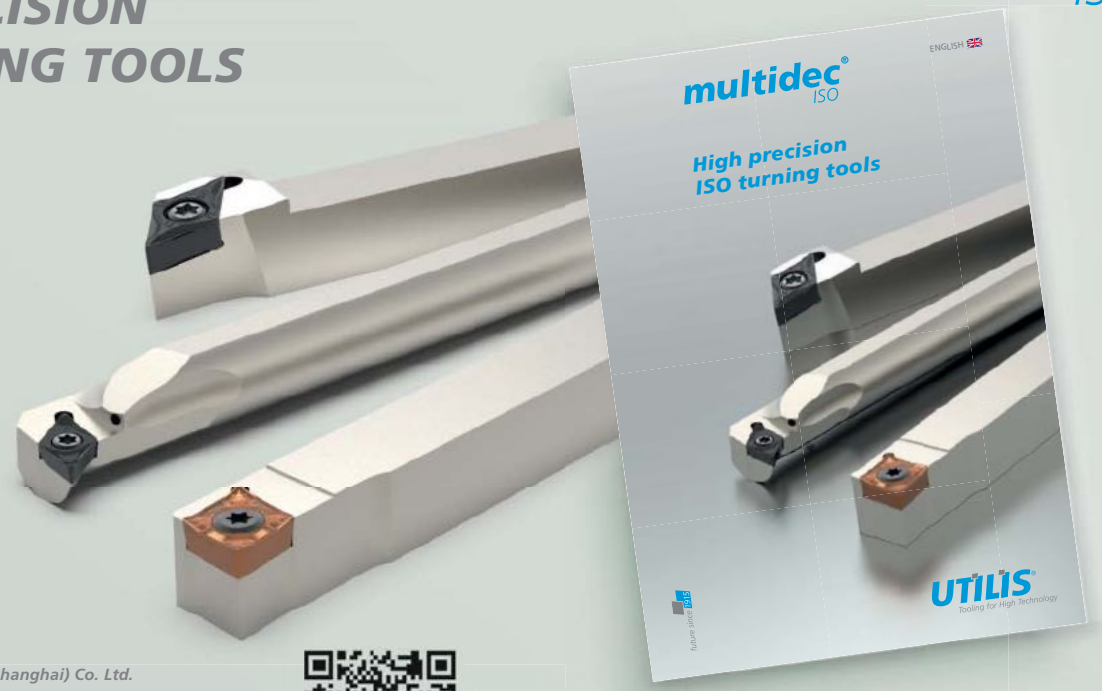
专用兼容刀具使用户能够继续使用车间内已有的标准动力刀具。它是在标准刀具上增加了额外加工结构，使加强型刀具可以沿燕尾导轨滑动。

因此，用户在集成加强型刀具的同时，仍可继续使用现有的标准动力刀具。

# New catalog!

## HIGH PRECISION ISO TURNING TOOLS

multidec® ISO




立即下载目录

在这里扫描!

111 future since 1915


**URMA Trading (Shanghai) Co. Ltd.**
Dept: UTILIS China, Swiss Type Tools
Rm A231, Building 3, No.526, 3rd Fute Road
200131Shanghai, Pilot Free Trade
Phone +86 21 6109 6217, Fax +86 21 2301 0401
china@utilis.com, www.utilis.com


微信搜一搜

Utilis精密工具

UTILIS®
Tooling for High Technology

# serge meister sa

PRECISION CARBIDE TOOLS



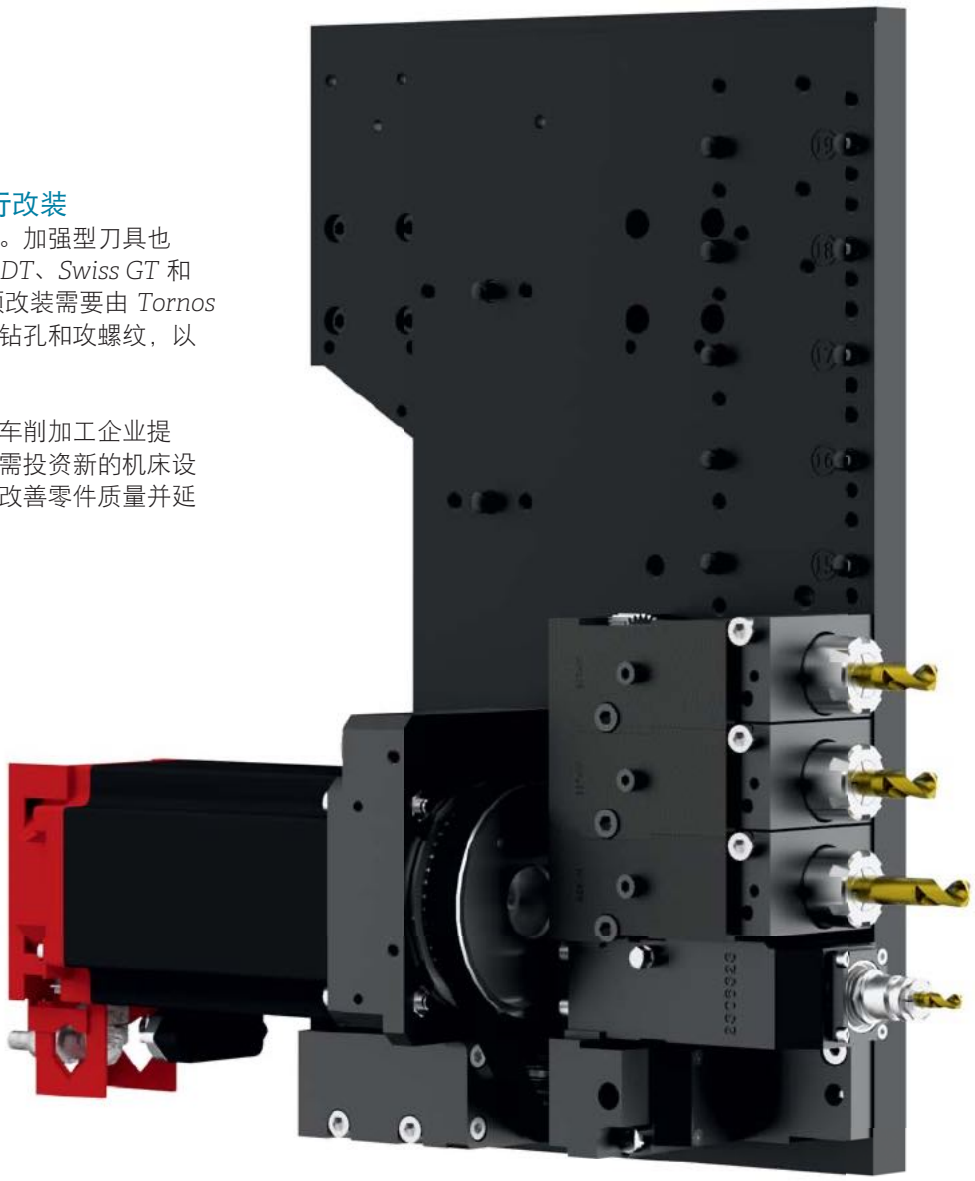

# Grinding

**Grinding for all models of Guide bushes, Collets, and sleeves with a diameter not exceeding 48 mm - Ø > 2.00 (Subject to evaluation)**

## 可对已投入生产的机床进行改装

这项创新并非仅适用于新机床。加强型刀具也可安装在已投入生产的 *Swiss DT*、*Swiss GT* 和 *Swiss XT* 机床上。不过，这项改装需要由 *Tornos* 技术人员完成，包括在刀排上钻孔和攻螺纹，以便固定燕尾导轨。

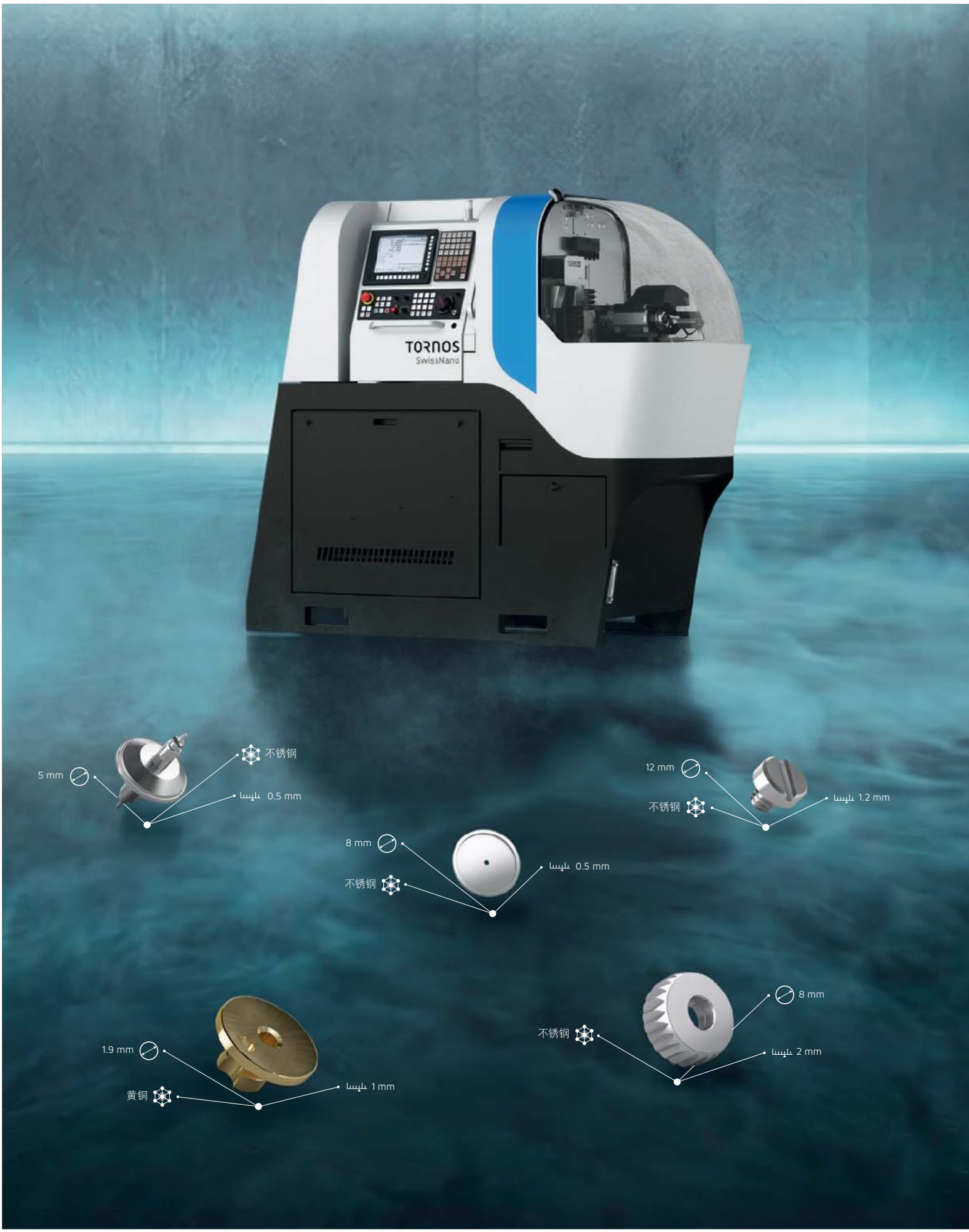
这款全新的加强型刀具为走心车削加工企业提供了一种切实可行的方式：无需投资新的机床设备，即可提高生产效率，同时改善零件质量并延长刀具寿命。






希望了解更多信息，或评估这款刀具在贵公司生产中的应用潜力？请联系您的 *Tornos* 代表。

*tornos.com*


TORNOS
SwissNano
5 mm
不锈钢
抛光 0.5 mm
12 mm
不锈钢
抛光 1.2 mm
8 mm
不锈钢
抛光 0.5 mm
1.9 mm
黄铜
抛光 1 mm
不锈钢
8 mm
抛光 2 mm

# Kepler Loop 荣获 Micron d'Or 大奖




Kepler Loop 在 Micronora 2026 上获奖。该系统将几何测量直接集成到 Tornos SwissNano 机床中，凭借其超低测力探测技术，能够在生产周期内检测微型、易损零件。它把测量偏差传送给数控（CNC）系统，将尺寸检测转化为自动修正，从而确保生产尺寸始终尽可能接近目标尺寸。

TORNOS

**Tornos SA**
Industrielle 111
CH-2740 Moutier
瑞士
电话 +41 32 494 44 44
tornos.com

据 *Tornos* 发布的信息，*Kepler Loop* 在 *Micronora 2026* 上荣获 *Micron d'Or* 大奖。这一奖项凸显了微技术领域的一项挑战：如何在机床内部测量难以检测的零件，并随即对加工过程进行调整。机内测量、极低接触力、闭环修正以及质量与性能数据采集，共同体现了这一解决方案的工业应用价值。

## 几微米的偏差就可能影响整批产品

在精密车削中，原本合格的生产过程可能逐渐超出公差范围。刀具磨损、机床或车间温度变化、材料尺寸离散性以及切削条件的变化都会造成影响。此外，细长零件的挠曲和批量生产过程中出现的几何漂移也会带来偏差。

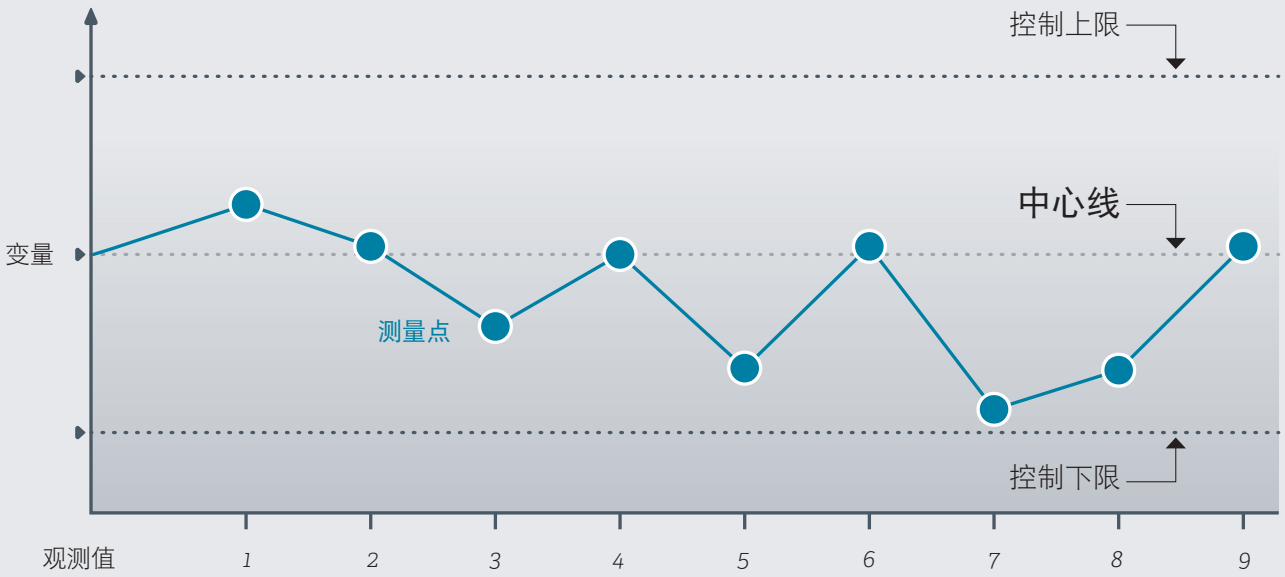
机外检测会在偏差出现、被发现和得到修正之间产生延迟。抽样还可能中断生产流程，且使生产依赖外部检测工位。在此期间，机床可能继续加工出具有相同缺陷的零件。

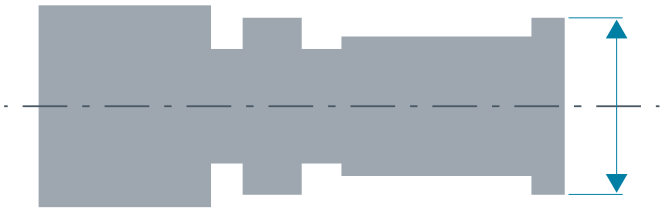
### 接触零件而不使其弯曲

*Kepler Loop* 采用无复位弹簧的模拟接触式测量系统，从而避免传统机械测头在触发测量前通常必须施加的阈值力。极低的接触力可减少小型、薄壁或柔性零件发生挠曲或位移的风险。

## *Kepler Loop* 概要

- 适用于 *SwissNano* 系列机床。
- 已在 *SwissNano 7* 上展示。
- 测量链精度优于 *0.5 µm*。
- 可测外径范围: *0.1* 至 *6.5 mm*。
- 可测内径范围: *0.5* 至 *6.5 mm*。
- 测量、分析和修正均集成在机床内。

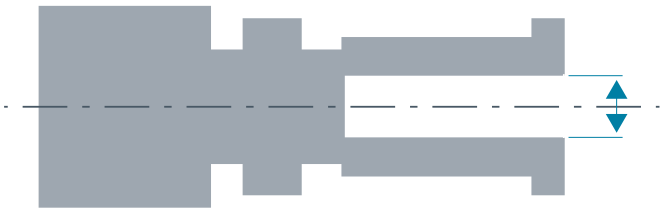




外径
可测量 0.1 至 6.5 mm 的外径

传感器的相对位移由机床的数控轴实现。因此，测量始终以机床坐标轴为基准，无需可能影响精度的独立外部驱动装置。

整套测量链的综合精度优于 *0.5 µm*。该装置结构紧凑，不受切削油影响，并配有温度补偿功能，适用于无恒温控制的车间。光学系统可以进行非接触检测，但其成本、体积或对油污和毛刺的敏感性可能增加集成难度。



内径
可测量 0.5 至 6.5 mm 的内径

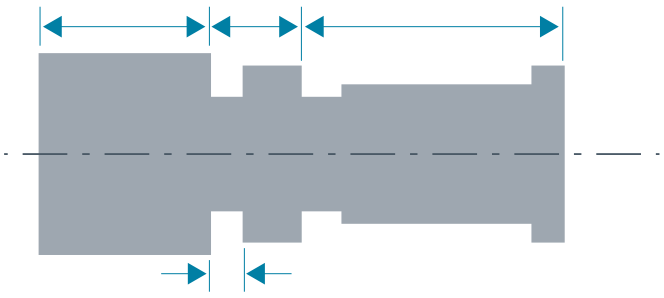
## 测量与修正闭环

*Kepler Loop* 已在 *SwissNano 7* 上展示，并可用于 *SwissNano* 系列机床。其控制过程分为四个步骤：

1. **生产**：*SwissNano* 在实际生产条件下加工零件。
2. **测量**：传感器以极低的接触力在机床内部检测零件几何尺寸。
3. **分析**：将测量值与目标尺寸比较，以识别偏差趋势。
4. **修正**：数控系统接收测量信息并自动执行所需修正。

这里的“实时修正”是指在生产周期内进行测量，并将结果自动用于机床修正。该闭环可补偿刀具磨损、部分材料变化以及某些几何漂移。

根据配置，*Kepler Loop* 可以扫描圆柱度误差，并协助修正导套的夹紧状态。系统还可帮助刀具或车刀对中、检测断刀，并在识别到质量或工艺问题时触发机床停机。



外部长度
高精度测量外部长度和槽

## 根据几何形状调整测量方式

公布的测量范围包括 *0.1* 至 *6.5 mm* 的外径和 *0.5* 至 *6.5 mm* 的内径。此外，还可测量可接近的外部长度、深度、槽、台阶、圆柱度误差及其他轴向特征。

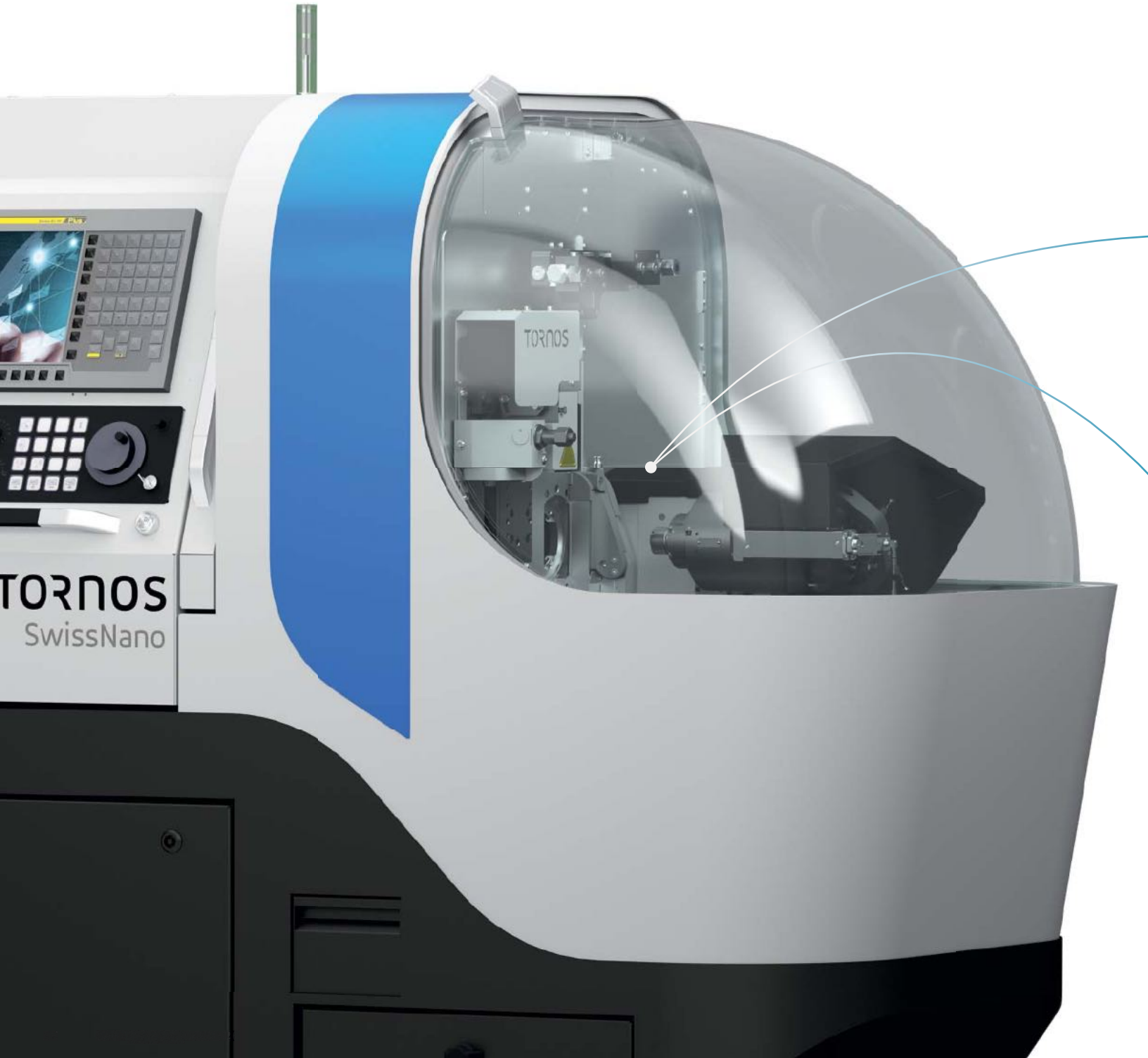
可接近性仍是决定性因素。当副主轴在背面加工或传送过程中遮挡零件时，总长度可能难以测量。能否测量取决于零件几何形状和机床配置。

检测可以覆盖 *100%* 的零件，也可以采用统计过程控制（*SPC*）策略。测量频率可根据加工节拍、零件关键程度和可追溯性要求进行调整。

## 保持目标尺寸所带来的收益

*Tornos* 表示，生产启动时间可缩短 *50%*，首件确认所需零件从四件减少到一件。制造商还公布了刀具消耗降低 *50%*、废品减少 *70%* 以及调机时间缩短 *50%* 的数据。这些性能数据并不保证适用于所有应用。

其作用机制十分明确：更快确认首件、减少手动调整，并在整批产品超出公差前识别漂移。对磨损进行补偿还能避免不必要的换刀。使加工尺寸保持在目标值附近，可减少对操作员修正干预的依赖。



## 从钟表制造到医疗领域的应用

在钟表制造中，细轴和精密零件同时面临功能与外观要求。在电子和连接技术领域，微型连接器、触点和插针对小直径加工提出挑战。医疗和牙科领域则重视重复精度、尺寸稳定性和可追溯性。

复杂或易损的微型精密零件也是潜在应用对象，尤其是难以检测的零件。在精密汽车零部件领域，该系统适用于需要稳定性、自动化和质量监控的小型批量零件。

## 记录生产数据以实现更有效的控制

人机界面（*HMI*）可连接机床信号，记录测量值及其分布、修正值、生产事件、设置、重磨操作和停机情况。它还可以跟踪产量、质量信息以及每日和每周过程能力指标，用于评估工艺满足公差要求的能力。

根据测量策略，这些数据可用于计算设备综合效率（*OEE*）的三项要素：可用率、性能率和质量率。通过分析这些数据，可以把尺寸偏差与车间事件关联起来。

*Kepler Loop* 由此勾勒出一种更自主、更稳定且可追溯的生产方式：测量结果会直接触发相应操作。团队的经验依然至关重要，用于选择监控尺寸、确定检测策略并解读事件。自动补偿与工艺知识的结合，为智能生产奠定了坚实的基础。

*tornos.com*



Kepler Loop 荣获 2026 年 Micron d'Or “智能系统与软件” 类别大奖，将几何测量直接集成到 Tornos SwissNano 机床中。其极低测力的测头可在生产周期内检测微型和易损部件。

pomzed.ch

# WIBEMO

## CLAMPING SYSTEMS | MECHANICAL COMPONENTS

**GLOBAL INNOVATION**

ADJUST FOR RUN-OUT
ECROU MICRON™

PATENT PENDING



SIMODEC INNOVATION AWARD 2026

PATENT PENDING

WIFORCE™
COLLET

INTERNAL CLAMPING
SYSTEM F30-F48



PATENTED

WIFEX™
COLLET

INTERNAL CLAMPING
SYSTEM F8-F25



PATENTED

MOWIDEC-TT™
CENTERING SYSTEM




FIND OUR PRODUCTS ON OUR ESHOP – **SHOP.WIBEMO.CH**

TECHNICAL ASSISTANCE | SHORT LEAD TIMES | LARGE STOCK OF BLANKS | SINGLE PIECE AND SMALL SERIES

Rue Montchemin 12 | 2832 Rebeuvelier | Switzerland | T +41 32 436 10 50 | info@wibemo.ch | www.wibemo.ch

SWISS MADE

# 人形机器人技术：零部件的大批量生产

对于车削件制造商而言，人形机器人带来的挑战并不在于某个特殊零件的加工，而在于大量重复生产。同样的小齿轮、轴和隔套会在一台机器人中重复出现数十次，而每增加一台机器人，零件需求量也会随之成倍增长。因此，这一市场面临的首先考验不是精密制造技术，而是生产效率和产能。

TORNOS

Tornos SA
Industrielle 111
CH-2740 Moutier
瑞士
电话 +41 32 494 44 44
tornos.com

尽管该领域常因各种引人注目的演示而备受关注。然而，对于车削加工企业而言，真正的价值在于物料清单（*BOM*）。一台人形机器人由多个关节组成，每个关节都配有执行器，而每个执行器内又包含减速器。与我们行业密切相关的零部件，正是集中在这些减速器之中。

## 先计算，再分析

简单计算便足以说明这一市场的潜力：三个行星齿轮、两级传动结构、十四个关节，意味着每台机器人需要八十多个行星齿轮，这还不包括太阳轮、齿圈、轴和销轴。因此，每台机器人需要一百多个车削件并非乐观预测，而只是最低估算。

## 零部件数量倍增的机械结构

行星减速器通过多个行星齿轮分配扭矩。这种结构具有更高的刚性，能够承受更大的载荷，同时效率更高，并可实现反向驱动。这种结构尤其适合车削件的批量生产。

## 决定整个零部件系列的关键要求

难点并不在于相对简单的几何形状，而在于热处理与齿形质量之间的相互影响。这一要求决定了整个零部件系列的制造工艺。

## 关键指标始终不变

这正是多主轴机床架构能够充分发挥优势的地方。通过将加工工序分配到多个同时运行的工位，可显著缩短加工周期。如果同一种零件在每台机器人中需要使用一百次，那么每节省一秒钟，都相当于乘以一百，再乘以机器人的产量。

人形机器人产业很可能重现汽车工业曾经对几代车削件制造商带来的发展机遇：巨大的生产需求足以彻底改变零部件制造的经济效益。在这种情况下，多主轴技术的优势将得到充分发挥。单位面积产量更高、所需操作人员更少、单件成本显著降低；当相同的行星齿轮、轴、销轴和隔套实现大规模生产时，其经济效益将极具吸引力。

- **一台人形机器人可包含一百多个车削件**，其中包括大量行星齿轮、轴、销轴和隔套。
- **挑战不在于零件能否加工**，而在于能否以稳定的质量和具有竞争力的成本实现大批量生产。
- **行星减速器比谐波减速器结构需要更多机械零部件**，因此尤其适合车削件生产。
- **质量必须从最初的加工工序开始建立**，并且在整个流程中得到保证，尤其是在热处理之后。
- **人形机器人产业可能会对车削件生产产生与汽车工业相同的影响：**足够大的产量将从根本上改变单个零件的经济效益。
- **多主轴技术凭借高生产效率、**占地面积小以及操作人员需求少等优势，可提供极具竞争力的解决方案。



行星减速器



轴　行星架　太阳轮和行星轮

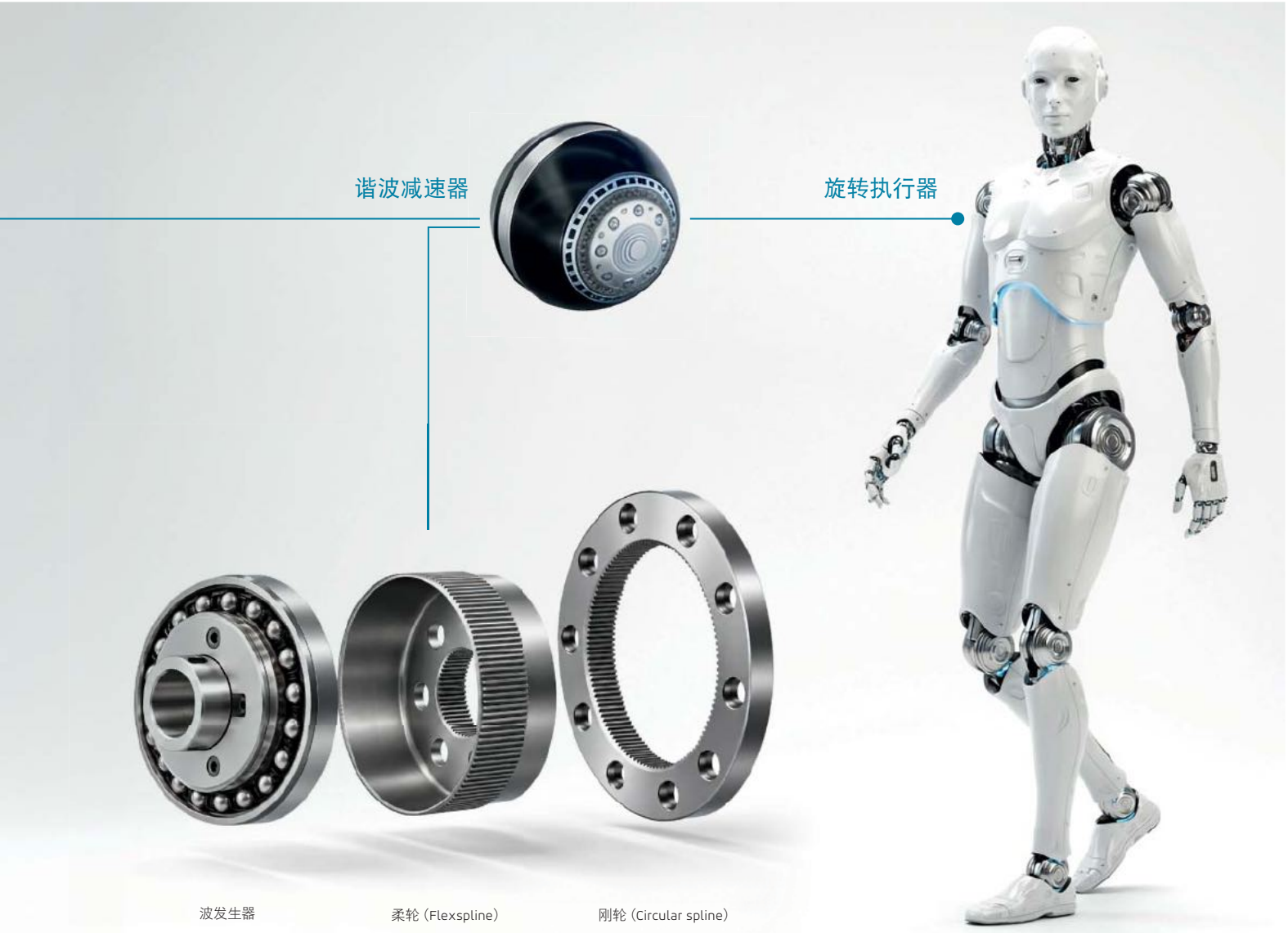
这项技术早已在汽车工业中证明了自身价值。在该行业，竞争力取决于能否以稳定的质量生产数百万个零部件。如今，新一代多主轴机床在微机械精度、加工能力、工艺稳定性、自动化和灵活性方面不断取得突破。它们既能达到以往主要由单主轴机床实现的精度水平，又兼具多主轴技术的生产效率优势。

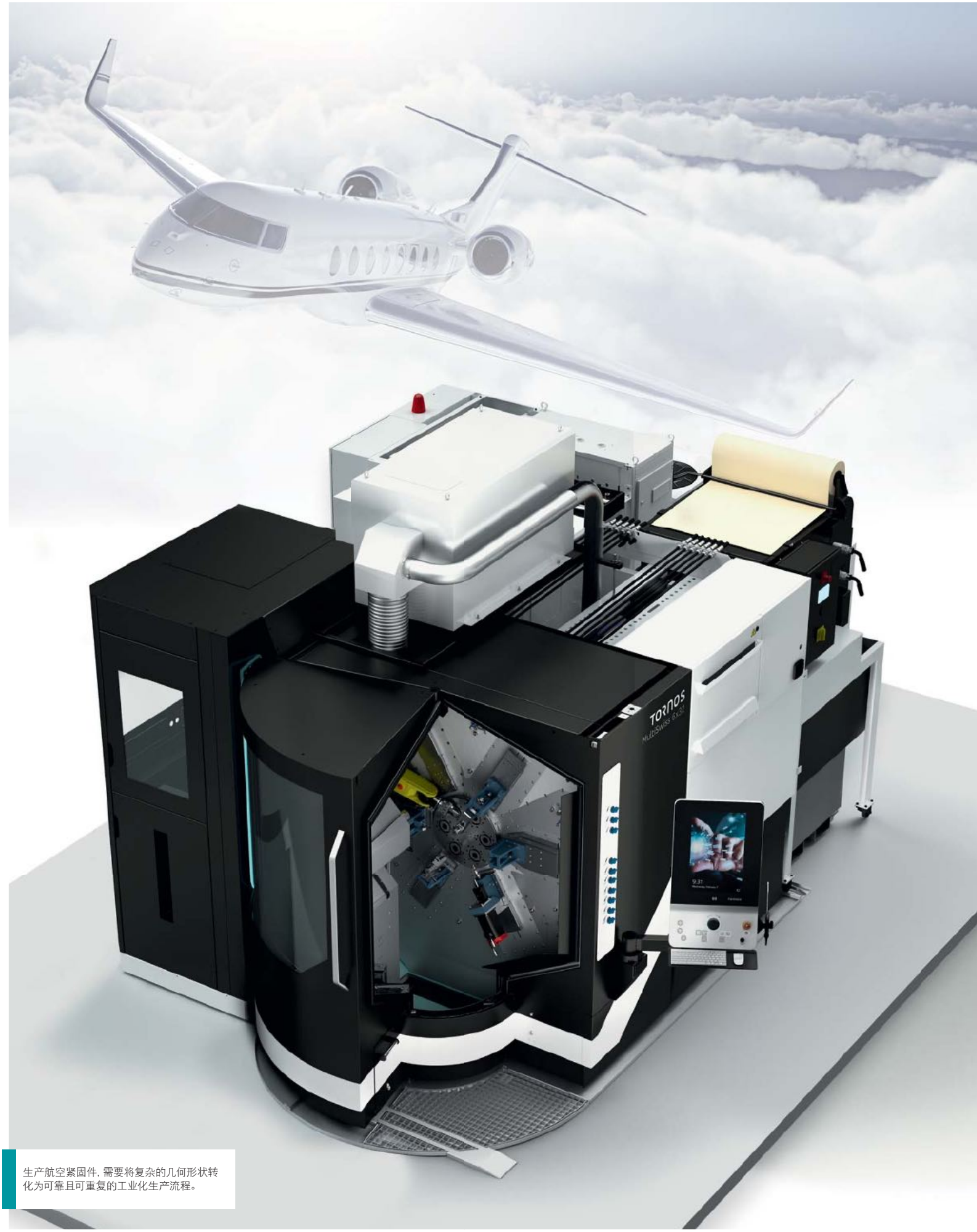
对于人形机器人所使用的减速器和执行器零部件而言，问题已不再是多主轴机床能否加工这些零件，而是当生产规模真正扩大时，多主轴机床将在多大程度上成为这一领域的首选解决方案。

## 有待验证的零部件系列

人形机器人市场仍处于发展阶段。然而，所需零部件的类型已经十分明确，包括批量生产的小型表面硬化齿轮、转子轴、间隔套和螺纹滚柱。这正是*Tornos*能够为客户提供支持的领域：将市场机遇转化为经济高效、稳定可重复且可控的工业化生产。

*tornos.com*






生产航空紧固件，需要将复杂的几何形状转化为可靠且可重复的工业化生产流程。

## 航空紧固件：

# 从复杂零件到可控生产

一枚航空紧固件，在仅仅几毫米的材料中集中了贯穿整个制造工艺流程的要求。对于精密车削企业而言，挑战不在于把零件做出来一次，而在于批量复现——工具、检测与成本始终可控。三个零件实例展示了 MultiSwiss 解决方案如何把零件几何形状与一套从上料到检测、能够稳定保持节拍的工业化组织连接起来。

TORNOS

**Tornos SA**
Industrielle 111
CH-2740 Moutier
瑞士
电话 +41 32 494 44 44
tornos.com

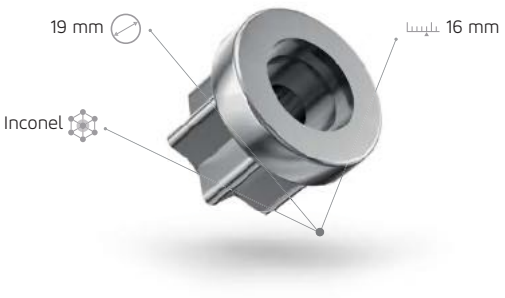
带法兰螺母、带螺纹空心体、六角头零件：这些几何形状对任何精密车削车间都不陌生。然而它们的工业化却需要截然不同的取舍。材料、需要保护的表面以及刀具可达性共同决定了工艺流程。因此，多主轴机床的价值就在于其能否在确保产出合格，工作负荷可预期的前提下，长期稳定地重复执行这条工艺路线。

行业背景进一步凸显了这一课题的重要性。航空运输的长期预测普遍指向 *2045* 年前全球将需要超过 *40 000* 架新飞机，其中近一半用于机队更新。这些数字背后，是分包企业面临的现实：持续的产能需求，而零件本身不容许出现任何偏差。

## 从功能表面出发

三个实例贯穿全文：一件 *Inconel*（高温合金）零件，直径*19 mm*、长 *16 mm*；一件不锈钢空心体，直径 *14 mm*、长 *25 mm*；一件不锈钢零件，直径*16 mm*、长 *35 mm*。三者分别呈现出法兰与多瓣外轮廓、内外螺纹，以及六角头与螺纹端部。

工艺工程始于图纸。对于螺纹紧固件，必须识别传递载荷的表面、保证定位的表面，以及需要保持的几何关系。螺纹牙型、过渡圆角和支承面状态，其重要性往往不亚于主要直径。外观良好的零件本身并不能证明其合格。




A know-how built and refined since 1935.
A family-owned company passed down through four generations.
Manufacturing based in Moutier, the heart of Swiss machining.

DUNNER
SWISS TOOLING PRODUCER

From the very beginning, one motivation: your success.




For 20 years, our **NewSurf**® ceramic guide bushes have enabled you to machine the most challenging, demanding, and innovative materials.

www.dunner.ch

因此，*14 mm* 空心体要求考察内外表面之间的关系以及夹紧状态下的表现。对于 *35 mm* 零件，二次加工的准备取决于实际可用于装夹的表面。正是产品定义文件把这些观察结果转化为具体的制造要求。




## 使切削与真实材料相匹配

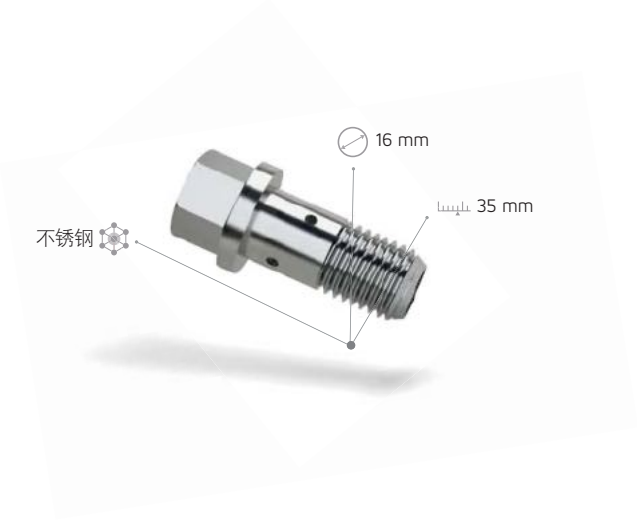
仅标注“不锈钢”不足以确定切削参数。具体牌号、组织结构和冶金状态都会改变材料的可加工性。奥氏体不锈钢通常产生长而韧的切屑，在切削作用下发生加工硬化，并促使材料粘附于刃口。刀具随之在硬化表面上工作，存在沟槽磨损和表面质量劣化的风险。

镍基合金则带来另一类约束。其高温强度和低导热性对刃口提出很高要求。加工硬化与粘附会加速磨损。此外，*Inconel* 这一名称本身也涵盖多个不同牌号：仅凭一个名称既无法选定切削参数，也无从得知毛坯的热处理状态。

因此，前期准备须将材料确认与试切结合起来：观察刃口演变、切屑形成以及直至换刀为止所获得的尺寸。刀具制造商强调，冶金状态与毛坯的制备方式对磨损机理有显著影响。粗加工策略还须为精加工留出合适的余量。对车间而言，目标是确定可复现的刀具寿命，并在出现任何尺寸漂移之前换刀。

## 棒料还是坯料：一项经济性权衡

毛坯的选择决定了工艺流程的经济性。棒料便于实现连续送料，并可从同一进料来源生产多个零件号。接近成形的坯料可减少去除量，但会带来定位、几何离散性和搬运方面的要求。比较时须涵盖全部成本项，包括所有成本项目以及为建立装夹基准所需的各项工序。



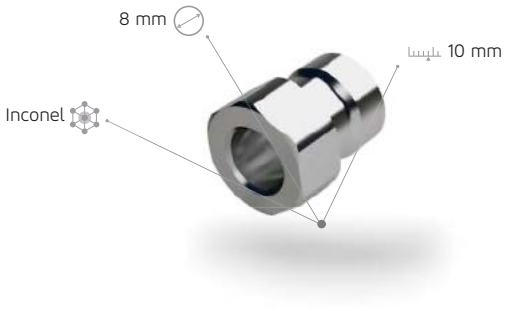

在棒料加工方面，*MultiSwiss* 的棒料通过能力为：*6x16* 可加工至 *16 mm*，*8x26* 可加工至 *26 mm*，*6x32* 可加工至 *32 mm*。成品直径显然不等于原材料直径：加工余量和毛坯几何形状均须纳入计算。这些能力参数可作为初步选型依据。

而坯料加工则并非需要另一台独立的机床：*MultiSwiss* 系列可在三个平台上以 *Chucker* 配置实现——*6x16*、*8x26* 和 *6x32*。车间由此覆盖三个直径等级，而无需改变机床理念或调机知识。对于航空紧固件，这意味着可以从零件及其零件族出发进行工艺规划，而不是把零件硬塞进现有机床的规格之中。

上料方式随后依据坯料与目标节拍确定：对于可散装定向的零件采用振动料斗，当几何形状、质量或表面敏感性有要求时则采用机器人上料。这一选择关系到支承面的保护、定向的可靠性以及单元的实际自主运行能力——因此，它必须在工艺研究阶段就被纳入考虑，而非事后补充。



装夹方式本身仍取决于具体应用：对于空心体，夹紧力过大会在加工中使几何形状变形，夹持不足则会在切削力作用下发生位移。工艺流程还须安排背面加工和可达区域的去毛刺，同时保护已完成的表面。松开后的检测用于确认零件是否仍保持其所需特性。




## 平衡各工位以保持生产节拍

多主轴机床将工序分配到多个工位，这些工位同时加工不同的零件。单个零件会依次经过这些阶段：因此，一个零件的总加工时间，与机床进入稳定状态后两件成品之间的产出间隔并不是同一个概念。如果混淆这两项指标，就等于在比较并不描述同一现实的性能数据。

生产节拍取决于负荷最大的工位、辅助运动以及与背面加工之间的协调。如果某道钻孔工序占用某一工位的时间长于其他工位，那么缩短一道本已很短的工序对总体产出并无助益。因此，工艺人员要寻找在何处拆分粗加工、移动精加工或调整工序顺序，同时不丢失几何基准。只要能够减轻瓶颈工位的负荷，增加一道工序就是合理的。

*MultiSwiss* 主轴彼此独立，可沿 *Z* 轴移动，转速条件可按工位调整。这一架构使切削能够与各道工序相匹配。对于带内外螺纹的零件体，研究需要根据所选工艺将孔的预加工、外圆加工和螺纹加工衔接起来。因此，主轴数量本身并不能预测生产率：生产率源于一个可实现工艺流程的合理平衡。



## 稳定切削过程与温度

*MultiSwiss* 主轴采用静压技术。油膜承担导向作用，并在加工过程中抑制振动。对于要求苛刻的零件，这一特性可稳定切削并保护表面——它是对合理设计的装夹和适配刀具的补充，而非替代。

温度调控针对的是另一类变化源。*Tornos* 通过油液和换热器控制温度，并可根据安装条件提供不同的冷却方案。在生产中，关键在于在负载变化时或停机之后仍然保持稳定的尺寸条件。因此，调试阶段必须包含能够代表这些实际情况的运行序列，而不止于首件检测。

最后，冷却液必须以足够的流量到达切削区。*MultiSwiss* 系列区分标准泵与高压选项；具体选择取决于刀具、材料和所需的排屑效果。最高压力本身并不构成一种完整的工艺策略。*Tornos* 同时将切削油过滤与主轴用油过滤分开：遵循各自回路及其维护规程，有助于保持切削与静压运行所设定的工作条件。

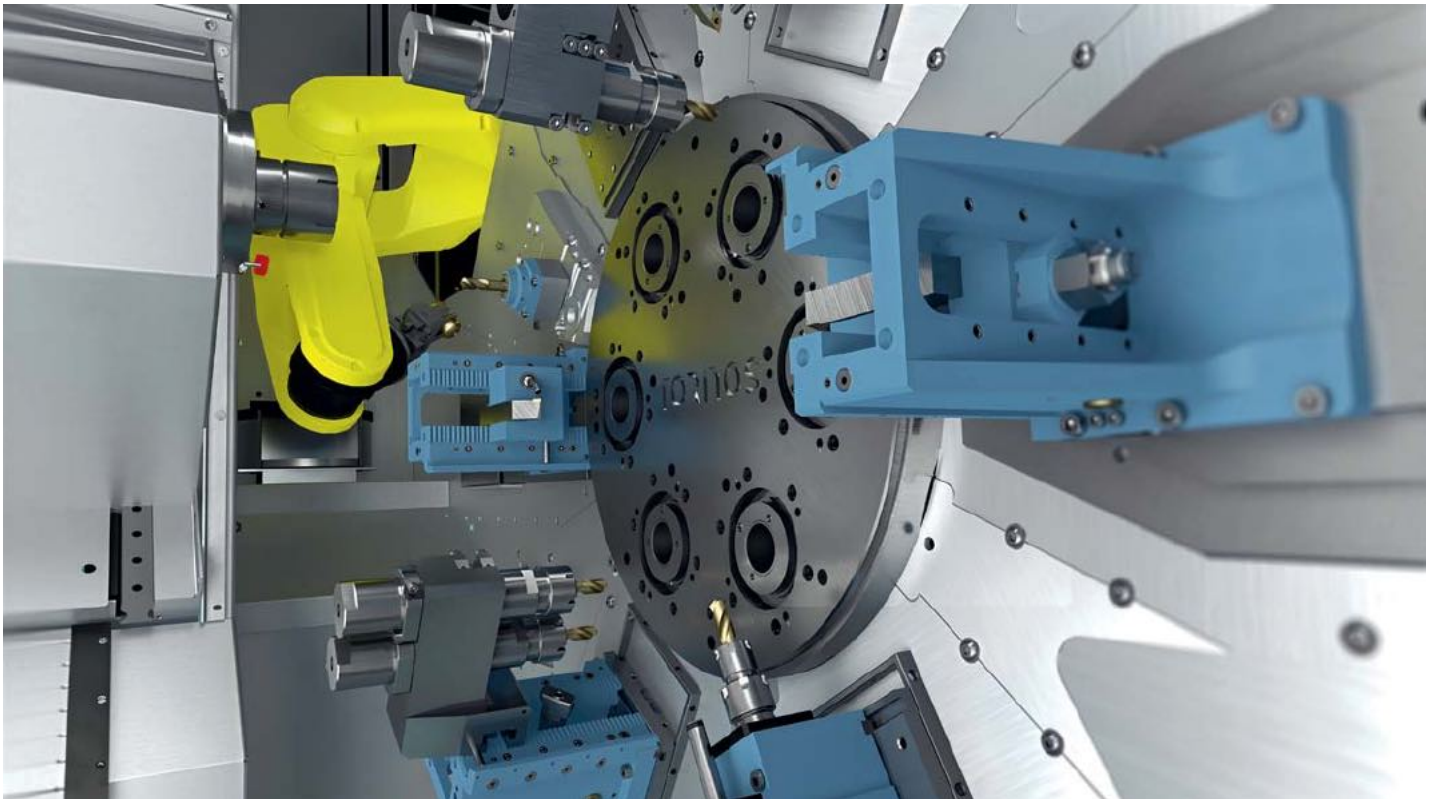
## 长时间生产而不失控

长时间生产要求各项功能具备相互匹配的自主运行能力。材料储备、排屑能力和刀具寿命须与目标运行周期相对应。对于带孔或内螺纹的零件，排屑不畅会干扰下一道工序。因此，调试需要考察真实的工序衔接，直至零件的取出与存放。

在兼容机型上，*ACB Plus*（*Active Chip Breaker Plus*）技术可启用可编程断屑功能。纵向轴以低频方式振荡，并与主轴同步，从而短暂中断切削并使切屑断裂。通过减少切屑在零件或刀具周围的缠绕，该功能可以提升生产安全性并减少人工干预。其参数设置需要根据材料、工序和机床配置来设定。

搬运、清洗和测量可集成到 *MultiSwiss Chucker* 解决方案中。这些可能性要求对具体应用进行精确定义：需测量的特性、频次、偏差的处理方式，以及相关零件的去向。卸料时保护支承面同样属于工艺流程的一部分，而收集方式则需根据表面敏感性和后续工序来选择。





检测计划需要将测量结果与相应的零件和批次关联起来。它要明确规定出现漂移时应用如何相应，并界定需要复查的产出范围。因此，航空合规性取决于完整的工业过程——包括其检测与其文件记录。

## 唯一真正重要的指标：合格零件的成本

真正有意义的经济指标，是在界定的范围内把所发生的成本与最终验收合格的零件数量相对应：其中包括材料、刀具、调机、机时、干预、检测和外协工序。标称循环时间必须与在代表性批次中观察到的停机和质量合格率放在一起衡量。这一视角可用于评估工艺策略调整，而不是简单地把成本转移到返修或额外检测上。

产出环节也必须在整条制造链中准确定位。根据紧固件的不同，后续可能仍然需要成形、单独的螺纹加工、热处理或表面处理以及补充检测。航空紧固件制造商通常也会组合使用这些工艺。减少机加工工序，并不意味着能取消由产品定义本身所规定的其他步骤。

*MultiSwiss* 方案研究由此可以聚焦于一个已识别的零件族，并考量其批量和验收标准。最终所追求的结果，是一个平衡的工艺流程，其刀具、搬运与检测能够长期支撑既定的生产节拍。在决定实施工业化生产时，车间必须能够把每一项技术选择与其对合格产出的可测量影响联系起来。而这，正是 *Tornos* 协助客户的关键所在。

*tornos.com*

APPLITEC
CUTTING TOOLS



## IN-Line / GT-ZFX

Innovative three-directional cutting geometry with next-generation chip breaker, ensuring excellent chip control in difficult materials.

Learn more

TORNOS

TITANS OF CNC

TITANS OF CNC
SWISS MACHINING
ACADEMY

# 为技术教育
# 带来繁荣“BOOM !”

瑞士加工学院通过提供**免费**在线培训，正在革新瑞士型和多轴加工的世界。该学院由Tornos和TITANS of CNC提供支持，旨在为学员、教育工作者和制造业员工提供在当今精密加工行业取得成功所需的技能。

掌握精密加工，提升技能:
立即访问 **swissmachiningacademy.com** 并确保
在社交媒体上关注TITANS of CNC。






swissmachiningacademy.com