

No  
02

20  
22

**world<sup>of</sup> tools**



# 特别专题： 齿轮

齿轮

访谈

微切削

AMB 2022

## 出版者说明 尊敬的读者朋友



越来越多的齿轮部件需要进行切削加工作业。究其原因，主要是汽车行业的发展和社会电气化水平的提高。此外，用户对齿廓质量的要求也越来越高。具有同步耦合主轴的现代化机床设计理念让滚动切削等工艺在通用机床和加工中心上得以实现。机床、循环和精密刀具之间必须密切配合，才能在实践中很好地应用这些工艺。在此背景之下，今年年初，我们与 DMG MORI 共同开展了一项以齿轮为主题的活动。

位于斯图加特的 AMB 和位于芝加哥的 IMTS：这两个顶级的行业展会将在 2022 年 9 月再度举办。我们将向参展观众展示我们最新的创新产品和工艺，在现场进行切削加工演示活动，并与观众展开面对面的交流对话。

针对微型和小型部件的加工，我们将在本期的《world of tools》（刀具世界）中为您介绍能够精确切削该类部件的纵向车削工艺。助您阅读愉快，开卷有益。

Three handwritten signatures in black ink. The first signature is 'Markus H.', the second is 'Lothar Horn', and the third is 'M. Rommel'.

Markus Horn、Lothar Horn 和 Matthias Rommel

# world<sup>of</sup> tools

## Nº 02 2022

# 04

## 工艺

技术奇迹 – 齿轮加工

# 06

## 各家之言

Lothar Horn  
工程博士 Masahiko Mori

# 08

## 专题

借助滚动切削工艺制造精密行星齿轮  
用于挤出工艺的精密轮齿  
灵活的齿轮铣削解决方案

# 18

## 访谈

Markus Horn 和 Christian Thönes

# 22

## 产品

切槽和切断刀具系统 M475  
高速精加工  
用于 Mini 系统的新型 I 几何形状  
纵向车削几何形状  
大模数的滚动切削  
全新高性能涂层  
DAH8 系统的新类型  
Supermini 套装

# 32

## 关于我们

AMB 2022 – 斯图加特  
IMTS 2022 – 芝加哥  
微切削和纵向车削操作解决方案  
精密品质, Allgäu 制造  
HORN 学徒荣获数控铣削德国冠军

**版本说明:** world of tools®, HORN 出版的客户杂志, 每年出版两次, 发送给客户和兴趣爱好者。出版日期: 2022 年 8 月。在德国印刷。

**出版人:** 硬质合金刀具厂 Paul Horn GmbH • Horn-Straße 1 • D-72072 Tübingen • 电话: 07071 7004-0  
传真: 07071 72893 • 电子邮箱: info@de.horn-group.com • 网址: www.horn-group.com

**权利:** 复制全部或部分內容必須獲得出版人的書面許可, 並註明文本和圖片出處“Paul Horn-Magazin world of tools®”。  
其他文本和圖片證明: Christian Thiele, Nico Sauermann, Paul Horn, Neugart GmbH, Adobe Stock

**版次:** 22,100 份德語, 4,900 份英語, 4,300 份法語, 3,000 份日語

**編輯/文本:** Nico Sauermann, Christian Thiele

**整體生產:** Werbeagentur Beck GmbH & Co. KG • Alte Steige 17 • D-73732 Esslingen

工艺

# 技术奇迹 - 齿轮加工

**如果没有齿轮, 汽车、钟表和机器将无法正常运转。技术世界和我们的日常生活离不开齿轮。对用户而言, 制造精密齿轮是一个不小的挑战。使用哪种刀具解决方案制造齿轮取决于各种因素: 模数、批量和现有机器工艺是决定要选择的生产工艺的主要因素。尤其是具有同步耦合轴的新型机床, 现在可以生产齿轮, 以前只有专用机床才能生产齿轮。**



内啮合齿轮、外啮合齿轮以及齿轴各不相同。齿轮可分为直齿、斜齿或人字齿圆柱齿轮, 直齿或弧齿锥齿轮以及类似双曲线齿轮的两轴不必相交的蜗轮。齿轮也包括蜗杆传动装置中的蜗杆。例如齿条是一种特殊形状。根据轴之间的位置关系, 齿轮传动装置分为滚子齿轮传动装置或螺旋齿轮传动装置。

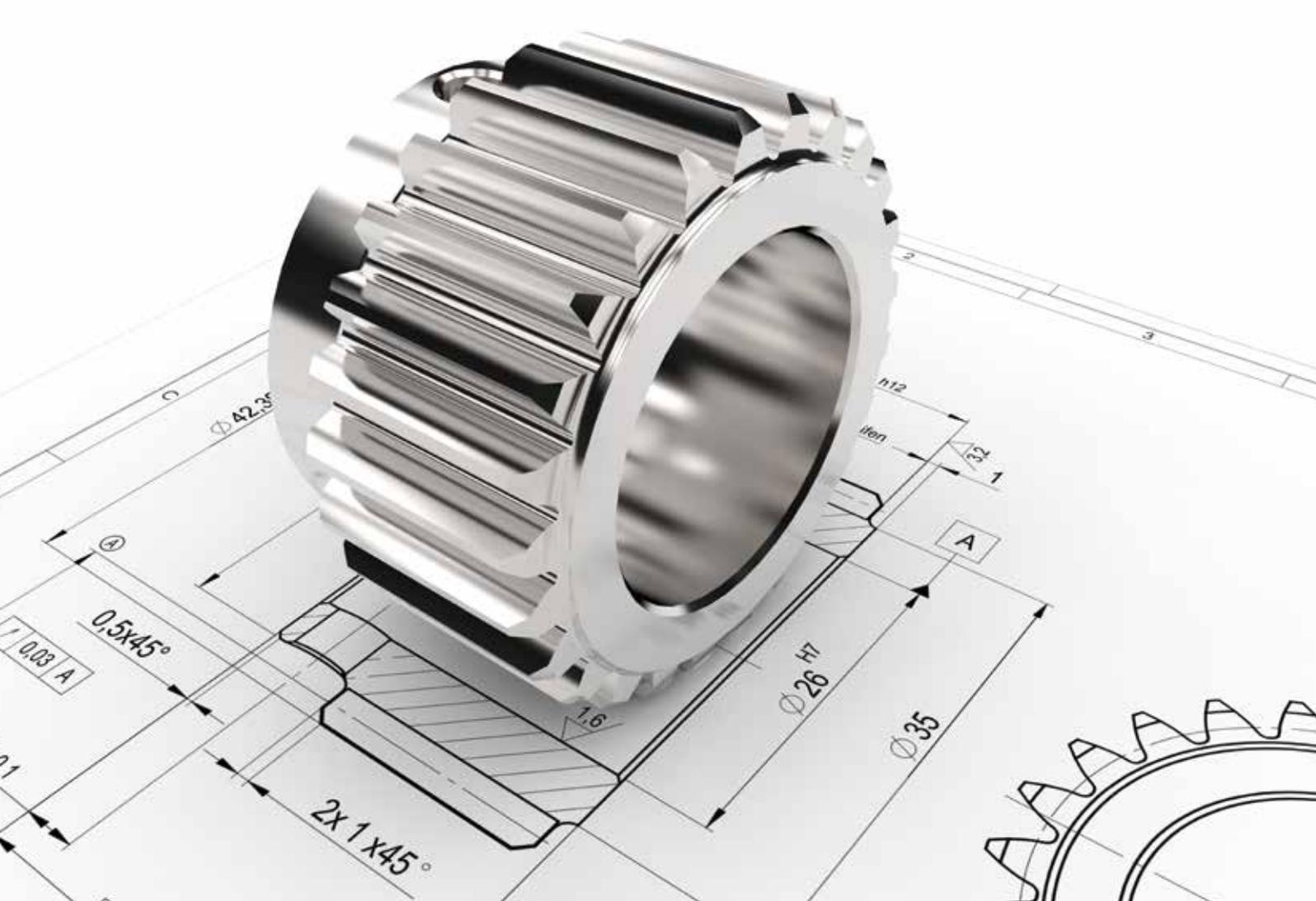
最常用的齿形是渐开线。渐开线齿部同样适用于从快到慢的传动比, 反之亦然, 适用于顺时针和逆时针旋转。该齿部的间隙相对较小, 而且制作简单, 成本低廉。另一重要的齿形是摆线齿轮。这种齿轮的优点是在从慢到快的传输过程中摩擦力小, 而且传动比较大。但这种齿形在设计和生产技术方面的要求更高。此外, 所谓的小齿轮 (自行车和摩托车传动装置中的链条传动装置这种特殊形式除外) 已不再在技术中发挥主要作用。

用以度量轮齿规模的数是模数。它是指相邻两轮齿同侧齿廓间的齿距  $p$  与圆周率  $\pi$  的比值。轮齿的参数, 如齿顶高和齿根高、齿根圆半径和齿顶修缘, 都可通过产品模数确定。为使用标准化刀具, DIN 780 中定义了首选模数系列。首选模数系列 I 的范围是模数 0.05 到模数 60, 首选模数系列 II 的范围是模数 0.055 到模数 70。英制齿轮用“径节”代替模数表示齿形大小。

使用几何形状确定的切削刃进行加工的工艺有: 滚铣、轮廓铣、滚刨、滚动插齿、插齿、滚动切削、轮廓拉削、5 轴自由铣或刮削。使用不确定切削刃进行加工的工艺有: 滚动磨削或轮廓磨削、珩磨、研磨、腐蚀或蚀刻。在机械和汽车工程领域进行齿轮大规模加工时, 主要依靠具有特殊连动机构和滚刀等设计成本高昂的刀具的加工机床。这些昂贵的投资通

## 如果没有齿轮, 汽车、钟表和机器将无法正常运转。

常只能在大规模加工中才能得到回报。在普通的数控车削中心和数控加工中心上则使用与应用相符的刀具, 用以加工低成本的精密齿形。



HORN 的产品组合包含大量用于生产带有模数 0.5 至模数 30 的不同齿面几何形状的刀具方案。无论是正齿轮、轴毂连接、蜗杆轴、锥齿轮、小齿轮还是客户专用轮廓的齿部，如今都可以利用铣削、槽插削及其他工艺用刀具生产所有这些齿形轮廓，而且经济实惠。滚动切削产品方案是啮合能力的另一个有力证明。这一方法在 100 多年前便为世人所知。然而，在加工中心和带有全同步主轴以及过程优化软件的通用机床实现这一极其复杂技术的应用之后，这一方法才得到广泛应用。



#### **HORN - DMG MORI**

齿轮插削、齿轮铣削和齿轮强力刮齿 Paul Horn GmbH 和 DMG MORI 公司就齿轮应用领域的这三个核心主题开展了一项活动，旨在展示组合解决方案的性能：机床、循环和精密刀具组合

各家之言

# LOTHAR HORN



Lothar Horn, Paul Horn GmbH 的总经理。

**从多方面来看，啮合传动始终是我们的一个核心主题。人们通常认为啮合传动就是指一个减速机或齿轮。从技术上讲，这也是我们在谈论啮合传动时脑海里马上浮现的一个形象。但其实啮合传动包含的内容远不止于此。我们与我们的客户、合作伙伴以及机床制造商环环相扣、紧密配合。我们相互补充、交换意见、携手将加工解决方案变成现实并推动技术向前发展 — 我们不断咬合、运动、带动行业发展。**

## 我们的技术世界离不开啮合传动。

当今世界的运转离不开啮合传动。齿轮与其他齿轮配对，将扭矩从一个轴传递到另一个轴，改变转速和旋转方向。它们可将线性运动转变成旋转运动，反之亦然。它们能够以不同的角度连接旋转轴，根据形状传递扭矩，不会出现滑移。在减速机中，它们可以将转速和扭矩增大或减小数倍。由许多微米级精度齿轮组成的精密手表机芯能够以最高的精度移动机械手表的指针，而强大的减速机则可传递数千千瓦之高的动力。简而言之：齿轮转动世界。

为了能够实现这一切，如今在生产中不仅使用专用机床，而且还越来越多地使用配备相应循环和精密刀具的通用机床和加工中心。

# 各家之言

## 工程博士

### MASAHIKO MORI



工程博士 Masahiko Mori, DMG MORI COMPANY LIMITED 总裁。

**几乎没有任何其他机器元件像齿轮那样在制造过程中涉及如此多的技术学科：机械工程、控制和驱动技术、生产技术、精密刀具以及切削材料研发。**

随着我们通用机床 5 轴技术的发展，特别是集成了车削、铣削甚至磨削工艺，齿轮制造已不再完全依赖专用设备。这给我们的所有客户提供了另一个更为经济的生产选择 — 在自动化机床上生产齿轮。为此，可以更换制齿工艺或改装自动化设备。

与专用制齿工艺相比，通用加工设备可为客户提供更多设计选择，在一台机床上仅需一次装夹即可制造各类齿轮类型。这极大地降低了投资成本，减少了内部运输工作量，并最终缩短了生产和交货时间。

通过使用以任务为导向的通用刀具，我们的客户在生产中可完全不受齿轮类型和模数范围的限制。在现有工艺框架下，我们的客户可自由选择齿形、齿根形状以及齿轮大小。

## 齿轮加工为我们的所有客户提供了一个经济实惠的生产选择。

专题

# 借助强力刮齿工艺制造精密行星齿轮

1928年，Karl Neugart 开始在黑森林生产齿轮零件。近百年后，该公司已成为一家顶级精密减速机供应商。“长时间以来，我们始终在钻研和完善我们的技术”，Neugart GmbH 工艺开发人员 Christoph Wangler 如是说。除其他制造工艺外，这家公司依靠滚动切削工艺生产减速机部件。Neugart 最终选择与 Paul Horn GmbH 合作，使用其刀具解决方案。现在，两家公司已从单纯的供应商与客户的关系发展成紧密的合作伙伴关系，共同开发新型滚动切削刀具。

“我们的创始人 Karl Neugart 从 20 年代末开始为各种机械设备和打字机生产齿轮零件”，Wangler 介绍道。如今，该公司在全球拥有 750 名员工，开发和生产行星齿轮减速机和客户定制特殊减速机。这家家族企业在其位于巴登南部的 Kippenheim 总部专门生产各种齿轮零件。Neugart 公司积累了丰富的行星齿轮减速机和客户定制减速机制造经验，可提供超过 1400 万种可能的产品配置，每年向自动化、包装设备、机床和食品等行业提供约 45 万个减速机。此外，Neugart 还研发了世界上首款采用卫生设计的行星减速机，用于食品和医疗技术行业。

## 太阳和行星

在行星齿轮减速机中，几个均匀分布在圆周上的正齿轮在内齿和外齿齿轮之间的同心圆路径上运行。正齿轮的运行路径类似于太阳系中行星的轨道。因此，行星齿轮减速机也叫行星减速机。包含有内齿的外壳称为内齿圈。大多数情况下，外壳是固定的。驱动的太阳小齿轮位于内齿圈的中心且与输出轴同轴。通常，太阳小齿轮与张紧系统相连，以便机械连接到电机轴上。



Neugart 使用 0.5 到 2 模数的 40 多种精密刀具。



Neugart 依靠 HORN 滚动切削刀具系统进行滚动切削作业。

运行期间，位于行星架上的行星齿轮在太阳小齿轮和内齿圈之间滚动。行星架同时构成减速机的输出轴。行星齿轮唯一的功能就是传递必要的扭矩。其齿数不会影响减速机的传动比。

Neugart 依靠滚动切削工艺生产内齿圈的内齿，特别是精密减速机。“滚动切削，我们只使用 HORN 刀具。刀具的性能和精度让我们信服”，Wangler 对 HORN 刀具不吝溢美之词。Neugart 在 0.5 到 2 的模数范围内使用滚动切削工艺。“我们已与 Neugart 合作了很长时间。大约四年前，我们双方就展开了滚动切削的深入合作”，HORN 销售代表 Karl Schonhardt 介绍道。

目前，Neugart 公司正在批量生产的滚动切削齿轮种类多达 40 余种。在开发新刀具方面，两家公司的设计部门保持密切的联系。刀具测试及确定新型滚动切削工艺的适当切削数据通常在 HORN 的演示和测试中心进行。“这意味着客户可以立即使用新刀具”，Schonhardt 说道。反过来，Neugart 也为 HORN 提供了对新开发刀具系统进行现场测试的可能性。“我们认为在滚动切削工艺中的密切合作非常重要。为了获得最佳的切削加工效果，我们的合作应当确保精确协调，就像我们的减速机一样”，Wangler 说道。



### 时间和精度

Neugart 公司依靠 DMG MORI 公司的机床对内齿圈进行滚动切削。Wangler 解释道：“CTX beta 1250 TC 的存在让我们拥有了一台灵活的机床，其循环方便实用，可以安全地进行滚动切削”。在引进滚动切削工艺之前，Neugart 使用的是插齿和拉削工艺。改用滚动切削后，在省时、精度以及轮齿质量方面带来了许多优势。特别在精密减速机部件的生产过程中，更高的精度发挥了重要作用。

刀具系统包括用于提高内齿轮、花键和其它内轮廓以及带有干涉边的外齿轮加工生产力的刀具。在此种应用中，滚动切削的关键优势在于，与插齿加工相比显著缩短了过程时间，使用了优化后的车削/铣削中心，在一次装夹中车削和啮合，放弃在齿轮末端使用退刀槽。此外，与滚齿和拉齿相比，滚动切削通常具有更高的生产效

率和成本效益，与槽插削相比，循环时间缩短了四到五倍，这些都令人印象深刻。其优势这也体现在硬加工齿轮的可能性上。滚动切削刀具是为中等至大批量啮合而设计的。同时，根据应用和需要加工的材料的具体情况对刀具进行调整，不同的刀具接口适合不同的齿数和模块尺寸。

特别是对于内齿轮，HORN 的优势体现在生产较大模数的齿轮时工艺时间较短。对于滚动切削较大模数的齿轮时，需要允许工件和刀具主轴之间相应同步的大型刚性铣削/车削中心。模数越大，机床在刚性方面的问题就越关键。这个问题可以在刀具侧通过将切口分成左右两侧来解决。根据小型整体硬质合金滚动切削刀具的相关经验，HORN 利用获得的专有技术来覆盖大模数齿轮。在实施之前，技术人员会检查每种应用的可行性，并与用户讨论刀具设计和工艺建议。

## 强力刮齿最大的优势是工艺时间显著缩短。



产品组合一瞥：Neugart 的行星齿轮减速机。



密切合作：Karl Schonhardt（左）正在与 Christoph Wangler 交谈。

#### 整体硬质合金或带有转换头

系统包含适用于 0.2 至 2 模数的圆柱形或锥形刀具。一体式整体硬质合金类型的直径最大为 20 mm，设计纤薄。在小模块和部件处使用，尤其是由于碰撞危险而需要细长刀柄时。刀片材料和镀膜由使用情况确定，会在工件上产生极高的表面质量。刀具直径大于 20 mm 时使用带有转换头系统的滚动切削刀具。精密接口使机床内切割头的更换变得简单，无需拆下支撑装置。由硬质合金制成的支撑装置确保了较高的刚度、耐磨性和精度。对于较大的模块，HORN 依靠使用配备可转位刀片的刀架。特别是 WSR 型刀具，HORN 实提供了将内部冷却液供应装置放置在切削刃前面或后面的选项。根据应用，可以通过适当的冷却加工盲孔、通孔或阶梯孔。

## 精密接口让切削刀头的更换变得更为简单。

#### 不仅限于强力刮齿

Neugart 使用 HORN 滚动切削刀具已有四年左右的时间。但双方的合作时间其实更久。Neugart 还使用了其他 HORN 旗下的切槽刀具系统、模板开槽刀具以及其他刀具。“我们对 HORN 刀具的性能和可靠性非常满意。HORN 快速的交货时间也令人称赞。这意味着我们可以快速响应客户的紧急需求”，Wangler 说道。

专题

# 精密齿廓刀片 用于插销

**高压、高扭矩和高制造精度：**KraussMaffei 公司在汉诺威生产用于挤出机的螺旋输送机要求其约 600 名员工具备高水平的专业知识。螺杆在挤出过程中承受较高负荷。在螺杆模块化设计的情况下，花键用于精确定位各个元件。除其他制造工艺外，该公司还依靠齿轮插削工艺生产齿轮。他们找到了 Paul Horn GmbH 共同合作，大幅缩短了生产和非生产时间。

在挤出过程中，塑料或其他粘性、可硬化材料在连续过程中通过喷嘴进行挤压。为此，塑料（挤出物）首先在挤出机内通过加热和内摩擦熔化和均质化。此外，挤出机中形成材料流经喷嘴所需的压力。从喷嘴喷出后，塑料通常会经过水冷校准固化。KraussMaffei 专注于复合领域。复合主要可提高产品的机械性能，例如抗拉强度、抗冲击性和断裂伸长率。

该系统的核心之一是挤出机螺杆，一般分为三个区域。后侧区域是加料段。材料通过料斗以固体（颗粒）形式送入其中，通过加热元件从外部熔化。螺杆旋转，将材料输送到压缩段。螺槽深度减小，物料在压缩段进行压缩，形成所需压力。最后，计量段确保料流质量均匀，流向刀具。根据要加工的材料，挤出机系统可以配备一个、两个或多个螺杆轴。

## 该系统的核心之一是挤出机螺杆。



HORN 依靠 117 系统对花键进行插齿加工。



### 精密型花键

“螺杆通常为模块化结构。为此，我们可在螺杆芯轴上添加各类元件。这就出现了各种长度的螺杆”，制造规划师 Andreas Rudolf 介绍道。从准备工作开始，Rudolf 一直与他的同事合作，优化制造流程。为此，他们还仔细研究了连接套筒花键的生产制造过程。“套筒是齿轮箱和挤出机螺杆之间的连接部分”，Rudolf 说道。套筒的直径在 25 mm 到 180 mm 之间，具体取决于螺杆直径。花键是一种多从动件连接装置，用在轴与轴毂之间径向传递扭矩。制造精度要求非常高，以确保齿部的所有齿面都能参与到力的传递中来。但轴和轴毂可以轴向移动。

“之前，我们采取的方法是根据组件的几何形状利用电火花加工花键。但电火花加工耗时长且非加工时间长，这迫使我们考虑转变生产策略。我们希望能在一台机器上完成部件的生产制造过程”，Rudolf 解释道。因此，制造规划师们联系了负责 KraussMaffei 的 HORN 销售代表 Andreas Nitschke。Nitschke 建议对花键进行插齿加工。他认为：“鉴于部件的几何形状和齿部的长度，我们不能使用滚动切削等其他工艺”。

从电火花加工到插齿的转变实现了生产力的巨大飞跃。



花键的长度在进行插齿加工时需要稳定的刀架。

#### 采用 HORN 的插齿工艺

每个套筒上必须制造两个花键。一个用于齿轮毂，一个用于连接挤出机螺杆。齿部必须相互对齐，这尤其对于双螺杆挤出机而言是一个重要的质量指标。

KraussMaffei 使用 DMG MORI 的 CTX beta 1250 TC 车削/铣削中心生产套筒，该套筒配备线性轴，可最大限度地减少插齿时的机器磨损。对花键进行插齿加工时则使用各种不同的 HORN 刀具系统。Nitschke

为较大的内径选择了 117 系统，为较小的直径选择了 Supermini 110 系统。但两种刀具系统的插齿工艺是相同的。切削刃轮廓经过精密磨削。刀片的轮廓与齿部轮廓相匹配。

在使用中，机器将刀具置于部件前并提供编程的进给量。然后切入工件。齿部的末端有一个车槽，用作插削刀具的空程。刀具在此处重新抬起，然后返回起始位置。反复重复此过程，直到达到所需深度。该



#### KraussMaffei

KraussMaffei 是全球塑料和橡胶生产、加工机械和系统的领先制造商之一。业务范围涵盖注塑机械、挤出技术及反应成型技术的所有领域。凭借在标准化和个性化产品、工艺、数字和服务解决方案方面的创新能力，KraussMaffei 始终确保客户在整个价值链上获得持续的附加价值。产品和服务范围广泛，可为多行业的客户提供服务，包括汽车、包装、医疗、建筑行业以及电子电气产品和家用电器等各领域。KraussMaffei 在全球拥有约 4,700 名员工。



部件每次行程的切深为 0.1 mm。然后主轴前进一个齿并重新开始加工过程，直至花键的所有齿加工完毕。对于更大的直径和更深的齿形，刀片也可以设计为具有多个切削刃的款型。刀片可配有一个精切刀和一个或多个预切刀。该设计用于减轻精切刀的负担。在机器上插齿可为用户带来诸多优势。可以制造出不同的槽、轮廓、齿部或导向槽。一次装夹即可完成工件的制造过程。这可减少加工步骤，甚至节省拉床或电火花加工设备的投资。

#### 实现目标

工件的一面生产完成后，副主轴拾取工件并生产另一面。拾取工件并对另一面进行插齿加工后，两面的齿部必须完全对

齐。这对机器操作人员提出了非常高的要求。“HSK63-T 的转换精度还不足以满足我们的质量要求，所以我们必须直接在刀具上进行过程中测量来显着提高精度”，Rudolf 介绍道。现在，整体加工连接套筒的目标实现了。部件精度和生产率得到了提高，同时减少了非生产时间。“我们对 HORN 插削刀具的性能非常满意。刀具的精度和耐用性让我们信服”，Rudolf 对 HORN 刀具赞不绝口。

## 在机器上插齿可为用户带来诸多优势。



模块化设计：两个生产过程中的挤出机螺杆。从前面可看到套筒。



成功的合作：机器操作员 Lars Remmling 与 Andreas Rudolf 和 HORN 销售代表 Andreas Nitschke 正在交谈。

专题

# 灵活的齿轮铣削解决方案

**HORN 与 DMG MORI 的合作降低了齿轮加工的成本。刀具系统与 DMG MORI gearMILL 软件组合的不断发展使用户能够使用标准刀具在通用加工中心上高效地制造齿轮部件。无论是单个零件和原型的生产, 还是中小规模的高质量齿轮几何形状的生产, 该技术都可实现较高的经济效益。**

借助 gearMILL 软件, 机床制造商 DMG MORI 在通往使用通用加工中心经济地制造齿轮部件的道路上迈出了决定性的一步。该软件可以计算不同的齿轮几何形状, 然后生成铣削路径。这适用于直齿、斜齿或人字齿的正齿轮, 蜗轮以及各类锥齿轮, 例如 Klingelnberg 的 Zyklo-Palloid 齿轮或其他齿轮几何形状。

## 标准刀具和软件树立行业标杆

齿轮铣削使用 HORN 标准系列刀具, 包括立铣刀、球形铣刀、曲面铣刀、圆盘铣刀和锥形刀具。“理论上对模数范围没有限制, 但在实践中, 我们主要加工最大模数为 30 的齿轮。然而, 比模数因素更重要的是, gearMILL 能够使通用 5 轴加工中心生产高度复杂的齿轮。经济效益十分可观。可以预先在通用加工中心上加工相应的毛坯几何形状, 然后在同一装夹中生产单个零件、原型以及中小规模的齿轮。与使用昂贵的齿轮切削机床进行常规加工相比, 这可带来巨大的经济和时间优势”, HORN 的大客户经理 Joachim Hornung 解释道。相较于使用专用齿轮加工刀具, 使用标准刀具进行齿轮铣削可为用户提供快速的设备可用性以及更低的刀具成本。此外, 由于 HORN 刀具系统具备快速可用性, 这还可为用户提供更佳的设备使用灵活性。



HORN 研发了 M279 铣削系统, 用于经济地粗加工 Zyklo-Palloid 齿轮。



凭借其广泛的标准刀具系列，HORN 为精加工齿轮提供了多种不同解决方案。

HORN 和 DMG MORI 多年来一直密切合作，共同推动通用切削加工技术领域的向前发展。增加客户利益、节省成本、缩短工艺时间、提高工艺可靠性、缩短反应时间以及最重要的，普遍使用标准刀具解决方案，这些都是双方从一开始就设定的共同目标。市场上取得的成功证明了这一战略目标的正确性。事实证明，双方合作的高进给铣削技术大获成功。HORN 近年来特别重视这一领域，并研发了多种标准产品系列。例如，用于近净形齿轮粗加工的高进给铣刀就包括 DAH 系统的刀头、DG 系列的整体硬质合金转换头以及 DS 系列的整体硬质合金产品。HORN 专门研发的硬质合金产品因其韧性高且耐磨性强，特点是具有极长的使用寿命。这也适用于齿面精加工的铣刀；例如，基于 DG 转换头系统的特殊几何形状和转换头。主要优势：即使齿轮模数较小，也可保持高稳定性。具有高稳定性的锥形几何形状只需机器进行的微小补偿运动。甚至根圆半径也可使用相同的刀具创建。

#### 更快的制造工艺

HORN 标准产品系列的不同铣刀可覆盖不同齿部几何形状要求严苛的整个生产过程。与 DMG MORI 研发的 gearMILL 控制软件结合使用，在进行原型及中小规模工件的生产作业时，可在通用加工中心上灵活、快速、经济地加工任何几何形状的高精度齿廓。因此，使用专用齿轮切削机床和特殊齿轮切削刀具的缺乏灵活性且昂贵的生产方式终将被这种更快速的制造工艺所取代。



Joachim Hornung, HORN 原始设备部门主管。

## 市场上取得的成功已证明一切。

访谈

# MARKUS HORN 和 CHRISTIAN THÖNES

**HORN 和 DMG MORI 共同发起的齿轮活动目前正在进行中。活动包含哪些主题？**

**Christian Thönes:** 通过该活动，我们想明确表达的是，只有机床、精密刀具和工艺整体协同配合，切削加工才能为客户带来理想的附加价值。这在顶级齿轮加工领域表现得更为明显。作为世界领先的机床制造商之一，我们很高兴拥有精通切削材料和刀具开发及制造专业的 Paul Horn GmbH 作为我们的合作伙伴。

**Markus Horn:** 该活动旨在展示组合解决方案的性能：机床、循环和刀具的组合以及用户能够从中获得的附加价值。一个很大的优势在于：许多现有的机器可以通过调整以适应各类工艺。然后选用相应的刀具解决方案。DMG MORI 是一个活跃在全球市场的高效的合作伙伴，与之合作，我们得以在要求严苛的切削加工领域更好地满足客户需求。

**活动的目标群体是谁？**

**Markus Horn:** 凭借不同的齿轮解决方案，我们的活动受众是已在齿轮领域开展业务或希望未来进入此领

域的用户。通过机床、循环和刀具的正确组合，能够以极其经济的方式生产不同齿形。我们对自己的定位是研发新生产策略企业的合作伙伴。刀具的设计还包括加工参数的确定和机床设置，这些在提供刀具时也由我们负责提供。在考虑每件成本时，齿轮刀具的准备是一个基本要点。

**Christian Thönes:** 我们齿轮加工产品范围极为广泛且以质量为导向，基本上可以满足所有用户的需求。对于金属切削车间和加工车间来说，齿轮加工的主题更具战略意义，因为他们为这一高端领域提供的服务多种多样。但专业的齿轮制造商也能从灵活的利用通用机床进行中小规模齿轮及单个零件加工的解决方案中受益良多。他们能够灵活地达到生产力峰值，快速修复有缺陷的齿轮或“只”生产一个齿轮。最重要的是，使用我们的 gearSKIVING 技术循环，啮合质量能达到 7 以上，或者使用 gearMILL 啮合质量能达到 5 以上。这与您的专用机床加工效果相当，但加工速度更快，例如，我们在波鸿的共同客户 Mönninghoff 就选择使用了 gearSKIVING 技术循环。





DMG MORI 首席执行官 Christian Thönes 和 HORN 总经理 Markus Horn。

#### 用户能够获得哪些优势？

**Christian Thönes:** 在通用机床上采用通用刀具进行齿轮加工可降低了投资和运营成本，同时提高设计自由度和交付灵活性。在个别情况下，完整的加工过程还能缩短流程链，从而缩短生产时间并减少内部物流工作量。

**Markus Horn:** 我们共同客户的优势在于能够依靠和利用我们的相应技术和先进的齿轮专业知识，无论是在机器方面还是在刀具方面。越来越多的企业选择在通用机床上加工齿轮。这为用户提供了更大的灵活性，而且如有必要，他们现在可以将以往外包的工作流程转为在企业内部完成。

#### 技术循环有何作用？

**Christian Thönes:** 齿轮加工可能是唯一能够完全利用我们多年技术循环专业经验的应用领域。自 2010

## 该活动旨在展示联合解决方案的卓越性能。

年以来，DMG MORI 技术循环一直在引导用户完成对话式编程。只需输入几个齿轮参数，即可几乎自动生成完美的数控程序。这通常可以缩短高达 60% 的数字工作准备时间。针对不同的齿轮可使用不同的技术循环。最广泛的应用领域要数 gearSKIVING 为内

齿轮和外齿轮滚动切削所提供的模数高达 11 的加工解决方案。使用该方案，我们为美国的 SKF 实现了生产直径高达 3,000 mm 的大型轴承座圈。另一方面，gearMILL 可以使用标准刀具对模数大于 3 的大型齿轮进行铣削加工，几乎没有任何限制。gearBROACHING 则适用于模数高达 4 的干涉轮廓工件的生产。

**Markus Horn:** 技术循环可使用户相对轻松地实施例如不同类型齿轮的制造过程。当然，大多数情况下，现场都会有一名应用工程师针对应用为客户选择合适的刀具。除循环之外，机床、刀具、工件和夹紧情况也起着关键性作用。重要的是，应当关注整个过程。

#### 相应的刀具解决方案是什么样的？

**Markus Horn:** 根据工艺和任务要求，刀具为标准解决方案或个性化特殊刀具。槽插削时，使用单齿刀片或多齿刀片。它们通过主轴直接或使用驱动刀具，即所谓的槽插削装置，在相应刀柄上切入工件。铣齿时，通常使用的是整体硬质合金铣刀，也有是带有可换刀片的 Zyκλο-Palloid 铣刀。滚动切削时，较小的模块使用的是整体硬质合金插齿刀，较大的模块则使用配备可换刀片的基体。

## 应用工程师在现场为客户选择最合适的刀具。



合作的目标是插齿、铣齿和滚动切削工艺。



**Christian Thönes:** 产品主要包括用于 gearSKIVING 工艺的高性能刀具和可换刀片系统或用于 gear-BROACHING 的高精度插削刀具。HORN 专家团队可在三个工作日内完成对客户要求的检查, 然后在短短几周内提供完全符合客户任务要求的刀具。

HORN 还可为较大模数的齿轮提供带有可换刀片的滚动切削系统。

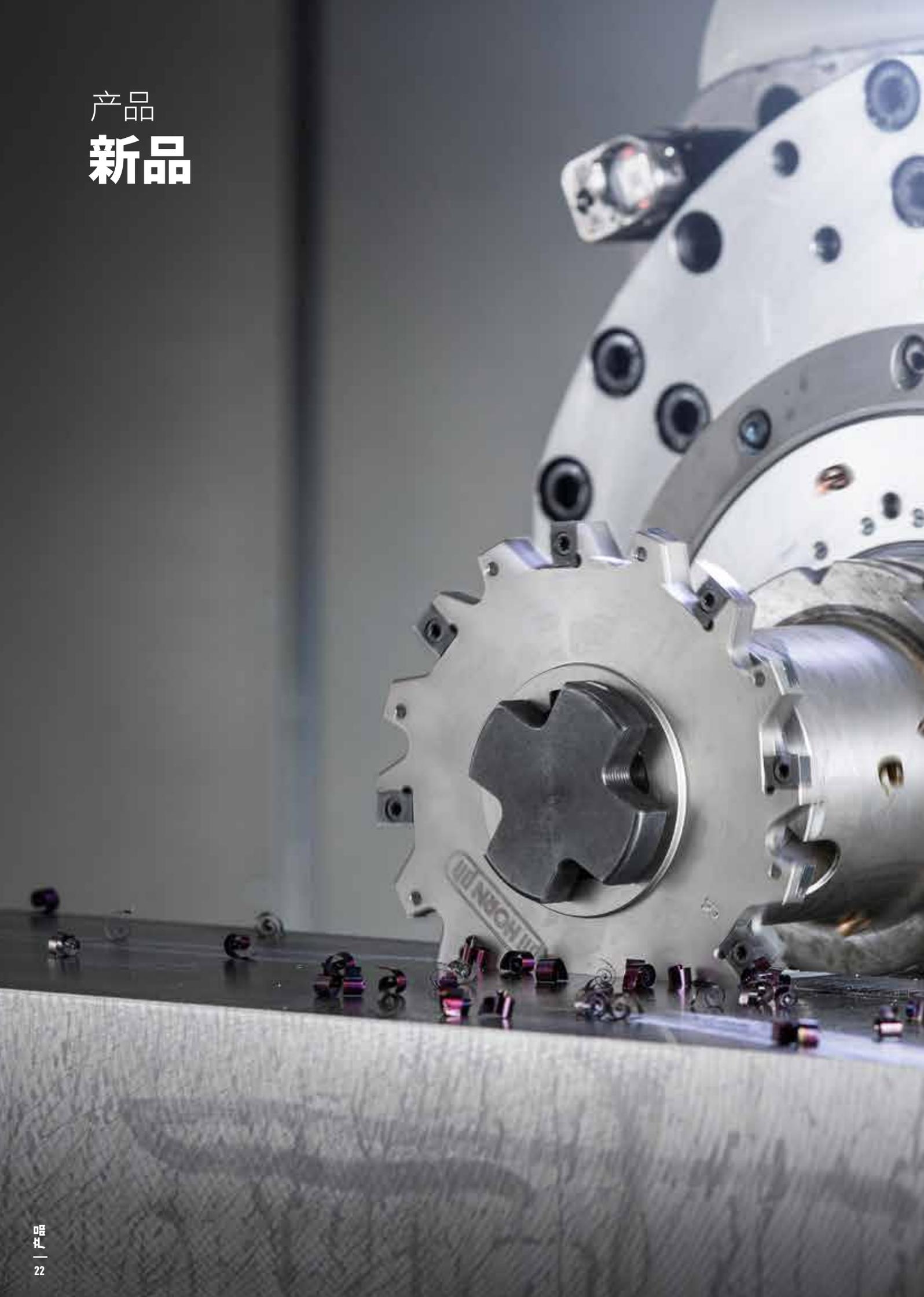
#### 在哪里以及如何体验联合解决方案?

**Christian Thönes:** DMG MORI 技术和服务中心以及我们所有的工厂随时可为我们的客户提供服务。特别是在通用机床上进行齿轮加工, 它在 Pfronten 举行的 DMG MORI 开放参观日活动中以及今年的全国秋季贸易展览会期间, 都是我们的热门主题。

**Markus Horn:** 下一次现场体验我们联合解决方案的机会是德国斯图加特金属加工展览会 (AMB)。我们将在 1 号展厅利用 DMC 65 FD H monoBLOCK 展示齿轮加工主题, 并在 DMU 75 monoBLOCK 上为观众展示不同的铣削操作。此外, 这些工艺也会在我们的演示中心进行展示。

## 槽插削时, 使用单齿刀片或多齿刀片。

产品  
新品





产品

# 切槽刀具 系统 M475



## 切槽和切断刀具系统 M475

HORN 将在 2022 年德国斯图加特金属加工展览会 (AMB) 上推出新一代切槽和切断刀具系统。这一全新的刀具系统可实现经济高效的铣削性能。精密磨削的可转位刀片提供四个可用切削刃口，每个切削刃口有两个左切削刃和两个右切削刃。用户不必再用不同刀片来装备铣削体。HORN 使用新型 RC4G 切削材料制造带有圆形断屑器的正切可转位刀片。该材料可确保在铣削过程中实现高切削性能。M475 系统是对现有 HORN 铣削系统 M310、382 和 383 的补充。铣削基体的特殊表面处理为刀具提供了高水平的保护，防止其受到切屑磨损。

可现货供应圆盘铣刀、套式铣刀和旋入式铣刀基体。套式铣刀和旋入式铣刀类型配备了内部冷却液供应装置。HORN 提供直径 80 mm 到 200 mm 的圆盘铣刀。切断和切槽宽度可选 5 mm、6 mm 或 8 mm。套式铣刀提供切削圆为 63 mm 到 200 mm 的刀具。槽宽与圆盘铣刀类型的槽宽相同。旋入式铣刀标配是切削宽度 5 mm，直径 40 mm 至 63 mm。所有类型的有效齿数取决于各自直径。例如，直径为 40 mm 的套式铣刀  $z_{eff} = 2$ ，200 mm 的圆盘铣刀  $z_{eff} = 13$ 。数量众多的有效切削刃也有助于提高新型 M475 铣削系统的经济效益。

**用户不必再用不同  
刀片装备。**

产品

# 高速精加工



## 高速精加工

HORN 开发了新的 DTM 1710 铣削系统，用于使用研磨填料精加工有色金属和塑料。由于进给速度很高，该刀具系统可实现较高的生产率和成本效益。经过精确激光加工的 PCD 切削刀片在精加工过程中能够实现非常高的表面质量。PCD 切削刃的质量、优质的 PCD 基材和微米级精度的端跳确保了这一点。

焊接到刀盒上的 PCD 切削刃可以使用刀架上的调节螺钉进行轴向调整。为了在高转速下也可以使用，刀盒被固定以消除离心力的影响。HORN 技术人员在交付刀具之前即已设置好端跳。

与市场上的其他此类刀具相比，HORN 铣削系统在各直径范围均可提供更多的切削刃。铝合金铣削体质量轻，因此对主轴有保护性。铣削体经过特殊表面处理，从而提供长期保护，防止切屑磨蚀。为实现高表面质量并在高转速下也可使用，带有刀架的刀具必须进行精细平衡。铣削体上设有平衡孔，以实现高平衡质量。

为了达到可能的最佳效果，必须考虑整个机床环境并使其达到尽可能高的稳定性水平。机床的结构、导轨、主轴以及工件和铣刀的夹紧系统对加工效果有着决定性影响。HORN 为这一新上市的铣削系统提供 50 mm ( $z = 10$ )、63 mm ( $z = 14$ )、80 mm ( $z = 18$ )、100 mm

## 由于进给速度很高，该刀具系统可实现较高的生产率和成本效益。

( $z = 24$ ) 和 125 mm ( $z = 30$ ) 直径类型。所有类型均直接在切削刃口配有内部冷却液供应装置。

HORN 高性能 PCD 切削材料由不同尺寸金刚石颗粒的精密混合物制成。金刚石的比例增加，有效硬度、韧性和切削刃质量也相应得到了提高。严格的质量标准及检查确保产品拥有强大的性能。HORN 为 DTM 1710 铣削系统提供两种不同 PCD 基材的刀盒，具体取决于要加工的材料。

产品

# 用于 MINI 系统的 新型 I 切削刃槽型



## 用于 Mini 系统的新型 I 几何形状

HORN 开发了一种新的切屑几何形状，特别适用于 108 型 Mini 刀具系统。这种 I 几何形状主要用于加工具有较差切屑形成特性的材料。该几何形状适用于仿形车削、纵向车削和端面车削。尤其在钢和不锈钢材料的小切削量加工作业中，该刀具系统可显示出其在切屑控制方面的优势：更高的工艺稳定性以及更长的使用寿命。HORN 开发的新型 I 几何形状还可以加工无铅材料。由于切屑形成效果不佳，这些材料未来将会给用户带来更大挑战。对于小进刀深度，HORN 还提供圆角半径低至 0.05 mm 的刀片。现货供应圆角半径 0.05 mm 到 0.2 mm 的标准刀片。

Mini 型号的端面螺纹切削刀片是 HORN 的核心产品之一。该刀具系统主要适用于车削应用。精密刀具已经证明了它们的价值，特别是内部车孔以及内部车槽时。借助低振动的硬质合金刀架，即使悬垂部分较长，

**这种 I 切削刃槽型主要用于加工具有较差切屑形成特性的材料。**

切削刀片也可形成质量良好的表面，并确保高工艺可靠性。Mini 系统的全面产品组合为不同内径、不同的几何形状和基材以及 CBN 或金刚石嵌件提供了不同尺寸的切削刀片。

产品

# 纵向车削几何形状



## 纵向车削几何形状

为实现在纵向车削技术领域的应用，HORN 对 S224 型双刃开槽系统进行了扩展。具有 PT 几何形状的可转位刀片特别适用于狭窄空间和带有干涉轮廓的铲齿应用。该切削刃几何形状专为高效的纵向车削、端面车削和轮廓车削而设计。经过优化的切屑形状几何可确保工艺可靠的切屑形状控制。HORN 提供两种不同涂层的刀片，用于不同材料。50 度角的 2.8 mm 窄切削刃在切断工件时也可实现较低的材料消耗。

新 PT 几何形状的最大切削深度为  $a_p = 2.5 \text{ mm}$ 。可现货供应的可转位刀片有左侧和右侧两种规格，圆角半径为 0.2 mm。根据要加工的材料，HORN 提供 EG5 和 IG3 刀具涂层。合适的刀夹有 12x12 mm 和 16x16 mm 两种尺寸规格可选，分左侧和右侧两种类型。所有刀架型号的内部冷却液供应装置确保了剪切区有针对性的冷却。

**为实现在纵向车削技术领域的应用，HORN 对双刃开槽系统进行了扩展。**

产品

# 大模数的滚动切削



## 大模数的滚动切削

针对牙型高度较大的齿轮，HORN 进一步开发了 WSR 滚动切削系统。HORN 使用获得专利的空心锥柄接口调整 WSR 刀具系统，以适应更大模数的齿轮。最大切削圆为 120 mm。与配备可转位刀片的刀具相比，整体硬质合金插齿刀可提供更高的制造精度。相关刀柄的灵活设计可以适应碰撞和长度方面的相应加工情况。整体硬质合金切削刃和相关刀柄的完全自产保证了刀具的功能和灵活性。

通过对滚动切削系统的扩展，HORN 满足了用户将 WSR 刀具系统的性能特征延续到更大模数齿轮的愿望。该刀具的性能和精

度允许在不返工的情况下完成齿轮加工。此外，可实现的较长使用寿命进一步提高了该滚动切削系统的经济效益。HORN 为刀具提供灵活的内部冷却液供应装置：从后到切削刃的冷却、从前到切削刃的冷却或两者结合。此外，还可以使用原始值单独对滚动切削齿轮进行重磨。

## HORN 调整 WSR 刀具系统， 以适应更大模数的齿轮。

产品

# 全新高性能 涂层



## 全新高性能涂层

凭借新的 RC2 和 RC4 涂层，HORN 展示了高性能刀具涂层领域的新发展。涂层的高韧性和硬度使钢材能够以高切削速度进行加工，并因此显著提高刀具使用寿命。该涂层的耐热性较高，即使在干加工和冷却润

## HORN 不断投资新的现代化技术。

滑剂供应不足的情况下也可高效加工。多种带有新的 HiPIMS 涂层的刀具系统均可现货供应。内部涂层制备可实现快速交货，即使特殊刀具也是如此。

HORN 不断投资新的现代化技术。2015 年，CemeCon 公司向 HORN 交付了三台 HiPIMS 设备的第一台，也是世界上的首台 HiPIMS 设备。这种高功率脉冲磁控溅射技术为精密刀具涂层带来了特有优势和新的可能性。它可以构造非常致密和紧凑的涂层，这种涂层同时非常坚硬和坚韧。这些涂层结构非常均匀，即使刀具几何形状复杂，也显示出均匀的涂层厚度。新型和现有涂层和技术的研究和开发是成功的核心部分。HORN 聘请了一个专门处理这一主题的工程团队。自内部涂层制备开始以来，HORN 也已经与设备制造商合作开展研究和开发项目。

产品

# DAH8 系统 的新材质刀片



## DAH8 系统的新类型

为了在更广泛的材料中使用，HORN 对 DAH 铣削系统的切削材料类型进行了扩展。SC6A 和 IG6B 是对高进给铣削刀具系统的补充。通过扩展，客户可以专门针对要加工的应用调整切削材料。SC6A 类型适用于 ISO M 切削加工组的加工，辅助应用 ISO S。针对 ISO 组 P 的切削加工，HORN 开发了 IG6B 类型。此外，这也适合作为其他材料组的多用途类型。

DAH82 和 DAH84 系统是 HORN 推出的用于高进给铣削的新一代产品。精密烧结的可转位刀片有八个可用切削刃，实现低切削刃价格和高经济效益。尽管安装位置为负，但正向的切削刃几何形状可以确保平滑和平稳的切削以及良好的排屑。HORN 提供的该刀片采

用 SA4B、SC6A 和 IG6B 基材，可通用于各种材料。可转位刀片主切削刃上的大半径可实现平滑切削，确保切削力的均匀分布，从而达到较长使用寿命。最大切削深度  $a_p = 1.0 \text{ mm}$  (DAH82) 和  $a_p = 1.5 \text{ mm}$  (DAH84)。

DAH82 型号可作为立铣刀和旋入式铣刀用于以下切削圆中：20 mm ( $z = 2$ )，25 mm ( $z = 3$ )，32 mm ( $z = 4$ )，35 mm ( $z = 4$ ) 和 40 mm ( $z = 5$ )。作为套式铣刀用于以下切削圆中：40 mm ( $z = 5$ )，42 mm ( $z = 5$ ) 以及 50 mm ( $z = 6$ )。切削圆大于 50 mm 时，使用较大的 DAH84 型可转位刀片。两种型号在以下直径时标准化为套式铣刀：50 mm ( $z = 4$ )，52 mm ( $z = 4$ )，63 mm ( $z = 5$ )

## 为了在更广泛的材料中使用，HORN 对 DAH 铣削系统的切削材料类型进行了扩展。

，66 mm ( $z = 5$ )，80 mm ( $z = 6$ )，85 mm ( $z = 6$ )，100 mm ( $z = 7$ ) 和 125 mm ( $z = 8$ )。所有基体都经过特殊的表面处理。这样可以实现高强度和高硬度，从而提供长期保护，防止切屑磨蚀。

产品

# SUPERMINI 套装



## Supermini 套装

这款久经考验的带有端面夹紧装置的刀架系统，HORN 现在推出了套装版本。这是为了满足用户使用不同高度 SUPERMINI 刀具系统的愿望。这种刀架类型不是通过刀片的侧面，而是通过端面的夹紧楔进行夹紧。这导致切削刀片的夹紧力更高，从而使整个系统具有高刚性。此外，这种夹紧方式提高了刀片更换的重复精度，并且由于正面操作而更好地利用了可用的结构空间。当在长车床上使用时，这是一个很大的优势，因为用户可以在不拆卸刀夹的情况下更换切削刀片。

**端面夹紧楔可对刀片施加更高的夹持力。**

这款刀架套装由一个圆柄刀夹和三个不同的夹紧件组成。夹紧件适用于 SUPERMINI 系统的三种不同刀片高度：03、04 和 05。客户可在订货时选择所需的圆柄刀夹直径。HORN 提供 10 MM、12 MM、16 MM、20 MM、22 MM、25 MM 和 28 MM 直径。英制尺寸有 1/2"、5/8"、3/4" 和 1" 直径可供选择。所有套装均可现货供应。

关于我们

# AMB 2022 - 斯图加特



International Exhibition  
for Metal Working

13 - 17.09.2022  
Messe Stuttgart  
Germany



德国斯图加特国际金属加工展览会 (AMB) 于 1982 年创办, 每两年在斯图加特举办一次, 展示国际金属加工行业的亮点。该展主要为热衷于金属加工行业的人士展示与金属加工相关的产品、技术和创新以及服务和概念。所以, 该展同时是一个培训和交流场所以及市场的平台。对参观者和参展商而言, AMB 是一项重大的行业盛会。

AMB 国际金属加工展览会已成为一个顶级展会, 在偶数年份举办。该展在行业展会中处于领先地位, 跻身世界前五名。所有世界市场和技术的领导者聚集在一个总展览面积超过 12 万平方米, 展示未来生产的技术。明确的主题大厅分配为参观者提供极大的便利。AMB 设有精彩的节目及特别展。无论乘坐飞机、汽车、城市快铁或火车, 都很容易到达斯图加特贸易展览中心。

与往常一样, HORN 展台位于 1 号馆。在约 500 平方米的场地上, 参观者可体验新产品、工艺、解决方案, 并可在现场参观切削加工作业。HORN 精密切削刀具在三台机器上运行。新的展会理念更贴近生产和产品, 更加注重展示并证明刀具性能。

其他亮点包括针对年轻人的特别展, HORN 学徒将在其中展示自己的学习成果, 还有 VDMA 创新论坛、德国世界技能组织 (WorldSkills Germany) 活动、“艺术遇见技术”体验展以及自由参观。

## AMB 已成为全球顶级展会。



**Anne Neumann, HORN**  
展会管理负责人

对我们而言, 斯图加特的 AMB 展和芝加哥的 IMTS 展绝对是亮点。由于疫情的关系, 这两个展会在两年前无法举办、或无法以常规方式举办。因此, 今年我们很期待能够再次在斯图加特和芝加哥与我们的客户、兴趣爱好者和参观者展开面对面的交流对话。恭候您的光临!

关于我们

# IMTS 2022 – 芝加哥



## IMTS 2022

INTERNATIONAL MANUFACTURING TECHNOLOGY SHOW  
SEPTEMBER 12 - 17, 2022 • MCCORMICK PLACE • CHICAGO



国际制造技术展 (IMTS) 是西半球规模最大、历史最悠久的行业贸易盛会。它每两年在伊利诺伊州芝加哥的麦考密克广场举行。IMTS 2022 将于 12 月 17 日至 2022 年 9 月 17 日举行。它是制造技术的发明者、制造商、供应商和驱动者聚会和分享想法的地方。来自世界各地的行业专业人士将参加 IMTS。他们将有机会看到传统和数字制造的最新发展, 以及超过 15,000 种新的加工技术, 并了解这些技术将如何帮助他们企业解决问题并提高效率。

2022 年将举办第 33 届北美最重要的制造技术贸易展览会。IMTS 2018 是参观人数最多 (129,415 人)、迈考密展览中心展览空间最大 (132,315 平方米)、参展企业最多 (2,563 家) 的一届 IMTS 展。IMTS 每年在芝加哥举办, 吸引了来自 117 个国家的买家和卖家。

## 来自世界各地的行业专业人士将参加 IMTS。

HORN USA 展台位于西楼, 431722 号展位。在约 500 平方米的场地上, 参观者可体验新产品、工艺、解决方案, 并可在现场参观切削加工作业。HORN 精密切削刀具在三台机器上运行。新的展会理念更贴近生产和产品, 更加注重展示并证明刀具性能。

### 为什么要参加 IMTS ?

- 技术 : 90% 的参观者了解到了新产品或新想法。
- 灵感 : 88% 的参观者找到了新的解决方案。
- 合作 : 93% 的参观者在 IMTS 上实现了他们的目标。



关于我们

# 微切削和瑞士机床车削操作解决方案

外径 0.1 mm, 车槽 0.5 mm, 进给 5  $\mu\text{m}$  — 欢迎来到微切削加工世界! 助听器螺丝、自动手表平衡配重或医疗组件微车削零件。制造此类零件需要专业知识、精密机床和特殊刀具。切削深度高达 0.01 mm, 用户对所使用的刀具提出了非常高的要求: 光亮表面以及较小切削压力下组件的高尺寸精度。HORN 利用适用于微切削加工的  $\mu$ -finish 系统以及其他适用于纵向车床的刀具系统和生产工艺开发出合适的解决方案。

使用纵向车床进行微切削加工时, 对刀具的要求很高。由于有时切削深度非常小, 切削刃必须非常锋利, 才能确保切削压力尽可能低。但切削刃变得更加锋利就会导致微崩刃的风险增加。即使是切削刃上微米范围内的小断口, 也会对工件的加工表面产生负面影响。此

## 更换精度为 2.5 $\mu\text{m}$ 。

刀片夹紧是刀具设计中的另一要点。加工小直径车削零件时, 必须精确测量刀具的刀尖高度。即使是最小的刀尖高度偏差也会对小直径工件的质量产生负面影响。在理想的情况是, 机器操作员能够旋转可转位刀片而无需重新调整刀尖高度。借助  $\mu$ -Finish 系统, HORN 在车削双刃刀片时可提供  $\pm 0.0025$  mm 的更换精度。结合稳定的刀片座, 这使得刀片的四周也得到精确磨削。此外, 方柄刀架的接触面也经过磨削, 可影响 HORN 系统的整体精度。

## 磨削锋利无瑕的切削刃需要依托大量的专业知识。

外, 切削面的表面质量也起着至关重要的作用。为抑制积屑瘤的形成, 切削面必须具有良好的滑动性能。因此, 切削面会经过精细磨光或抛光。

磨削锋利无瑕的切削刃需要依托大量的专业知识。要想刀具在以后的使用过程中达到所需性能, 需要具有最细粒度的砂轮、特殊的新磨削技术和放大 400 倍的显微镜。与此同时,  $\mu$ -finish 系统的每批产品都会经过 100% 的检验。重要的质量保证标准是切屑面的高表面质量、刀尖高度以及切削刃裂口。具体来说:  $\mu$ -Finish 系统的公差很小, 完全可避免切削刃上出现能看得到的不均匀。



HORN 为用户提供完整刀具解决方案。



S274 系统带有经过精细磨光的切削刃，可以精确加工微车削零件。

HORN 还是所有常见纵向车削操作的全方位服务供应商。广泛的刀片产品组合可以轻松适应不同纵向车削工艺的要求。HORN 与 Graf Werkzeugsysteme、Boehlerit 和 W&F Werkzeugtechnik 公司建立起了密切的合作伙伴关系，也为刀片和机床的接口以及 ISO 刀具范围提供解决方案。

#### 广博的知识

**HORN 的专业知识不仅限于切削刀具。该刀具制造商还利用其专业知识帮助其客户和合作伙伴选择正确的应用、开发新的纵向车削刀具系统和制造工艺。其中包括，例如，驱动单元相关能力、背加工用刀架和完整的刀具组合解决方案。**

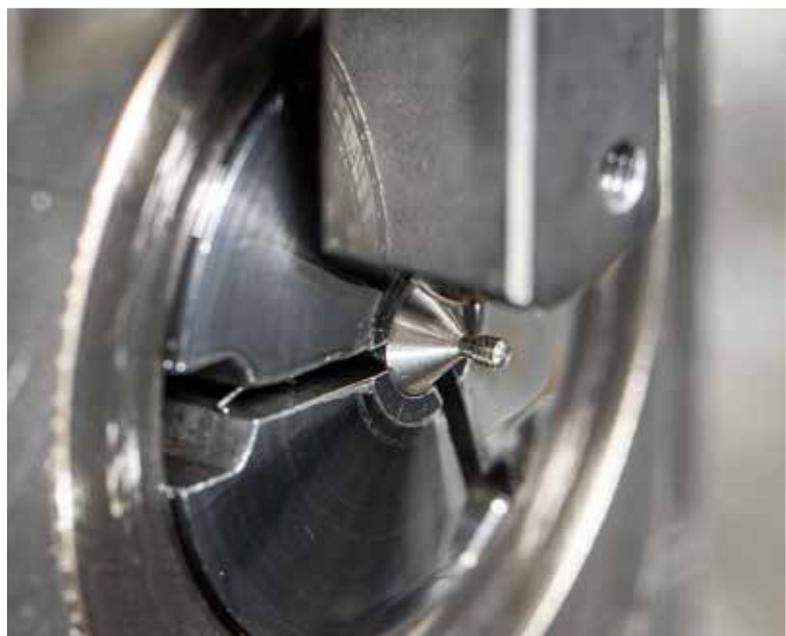
# 关于我们

## 精密品质， ALLGÄU 制造

“Gscheid gmacht”这一公司口号不仅出现在 Reinhard Buck 公司的徽标上。他及所有公司员工也在践行着这一口号。该公司在阿尔高地区洛伊特基希 (Leutkirch im Allgäu) 生产从微型组件到复杂组件的所有产品。Reinhard Buck 的明星产品包括最小直径为 0.5 mm 的微车削零件。该公司依靠 Paul Horn GmbH 的刀具系统进行高效切削加工。公司总经理认为：“刀具的多样性和性价比是 HORN 产品的主要优势”。加工直径为 1.6 mm 的旋片时，Buck 主要依靠 S274 刀具系统和切削宽度为 0.3 mm 的 606 型圆弧铣刀。

从 1993 年开始，Reinhard Buck 除在多家公司任职外，还在他的车库中制造车削零件。他对自动车床的热情从未消退。他坚信：“我的技术越好，就越容易用它来赚钱。”2007 年，他决定自己单干，并于次年 2008 年创办了自己的公司。公司刚成立不久就遭遇了全球经济危机。

但由于他良好的声誉和高品质的工作，他的公司 zmttec 得以在这场危机中发展壮大。目前，该公司共有 25 名员工。Reinhard Buck 在小型和微型车削零件领域积累的专业知识使他成为解决棘手车削零件问题的专家。他的客户来自医疗技术、牙科技术、机械工程、航空工业和狩猎武器部件等各行业。



用 S274 系统车削 M1.6 x 0.35 螺纹。



零毛刺要求曾是一项挑战。

### 零毛刺要求

Buck 在用于液压气动阀的旋片中看到了优化制造工艺的潜力。该公司每年生产约 20,000 件 X8CrNiS18-9 (1.4305) 组件。该组件的长度为 2.6 mm，螺纹尺寸为 M 1.6，配合直径为 1 h8。为了能够在以后的使用中调整该旋片，必须在该零件的螺纹侧铣出一个 0.3 mm 宽、0.5 mm 深的铣槽。“加工的主要困难在于该组件完全不能有毛刺。如果要在螺纹上铣槽，不难想象，要做到无毛刺并不容易。你不能简单地用锉刀给这么小的组件去毛刺。否则，螺纹就报废了”，Buck 介绍道。

Buck 依靠 HORNS274 刀具系统纵向车削外轮廓。“我们选择了 IG35 刀具涂层，用于不锈钢材料。这种涂层在加工不锈钢、钛和其他超合金时极为高效”，HORN 销售代表 Gisbert Voß 解释道。这种铝钛氮化硅涂层摩擦系数低，结合 HORN 切屑几何形状，可抑制积屑瘤的形成。由于采用了 HiPIMS 涂层技术，该涂层具有非常光滑的特性和高耐热性。另外，这种刀具涂层在切削刃处没有诸如微滴或其他涂层缺陷。用户可以使用更高的切削值，从而缩短循环时间，降低单位成本。除外之外，使用该涂层能够获得更高的表面质量。

**“我的技术越好，就越容易用它来赚钱。”**



### 使用 606 系统铣槽

外轮廓车削完毕后，螺纹的制备也依靠 S274 系统刀片。M 1.6 螺纹的长度为 2.2 mm，螺距为  $P=0.35\text{ mm}$ 。车削螺纹后的下一个加工步骤是铣槽。“过去，我们用精细的高速钢锯片切槽。这个地方有改进潜力”，Buck 说。Voß 建议使用 606 型六刃圆弧铣削系统铣槽。首次尝试即获成功，从此，Buck 用 HORN 铣削系统替换了高速钢刀具。为保证铣槽后不产生毛刺，车削螺纹和铣槽加工要重复三次。“然后，组件就没有毛刺了”，Buck 说道。

HORN 为圆弧铣削系统扩展了用于铣削窄槽的刀具。该刀具产品组合的圆弧为用户实现了成本密集型窄槽加工的成本节约。HORN 提供切削宽度从 0.25 mm 到 1 mm 的标准刀具，具体取决于直径。最大铣削深度  $t_{\text{max}}$  在 1.3 mm 和 14 mm 之间，具体取决于刀具直径。根据被加工材料的不同，可以使用不同涂层的刀片。整体硬质合金刀柄的质量确保了铣削过程中的减振。所有刀柄类型均配备有内部冷却剂供应。

多年来保持紧密合作：Gisbert Voss 与 Reinhard Buck 和机器操作员 Jürgen Schmid (从左到右) 正在交谈。

### 良好的合作

**Buck 早在 zmttec 成立之前就开始与 HORN 合作。Buck 很重视这一来自图宾根的刀具制造商提供的支持和技术建议。“与其他刀具制造商相比，刀具的多样性和性价比是 HORN 产品的主要优势。除此之外，即使我们提出的任务要求极为严苛，HORN 也能为我们提供专业的建议和合适的刀具解决方案。”**

在与火柴棒的比较下，可以更直观地看出组件大小。



关于我们

# HORN 学徒荣获数控铣削德国冠军

来自 Paul Horn GmbH 的学徒 Tom Schmid 荣获数控铣削德国冠军。在 6 月初在图特林根举行的 Chiron Group 最后一轮比赛中，他战胜了其他 13 名参赛者，获得冠军。颁奖典礼已于 6 月 23 日举行。

最后一轮比赛的任务是在给定时间内设计、编程和制造三个复杂组件。这不仅要求参赛者有良好的时间管理能力，同时也要保证精确度。比赛结束时，制造的全部三个组件必须能够组装在一起。

下一场比赛，世界职业技能锦标赛，将于 10 月举行。由于疫情原因，2022 年该项赛事取消在中国上海举行，转为在 Leonberg 进行数控铣削对决。届时，Tom Schmid 有机会与其他各国参赛者一较高低。“我对比赛结果感到非常高兴，非常期待参加即将到来的世界锦标赛”，这位初露锋芒的工业机械师说道。除 Schmid 外，另有两名 HORN 学徒进入了该项比赛的前 10 名：Christian Falch 获得第三名，Lars Bauer 位列第十名。

德国技能大赛由德国世界技能组织 (WorldSkills Germany) 主办。WorldSkills Germany 是一家来自德国的非营利性协会，总部位于斯图加特，成立于 2006 年，旨在组织国内和国际职业技能比赛。作为双轨教育领域公认的网络合作伙伴，该协会为年轻人开辟了新途径，将他们的激情转化为职业能力，成为各自领域的佼佼者！WorldSkills Germany 正在大力推广职业培训，并提高公众对双轨教育职业的认可度。凭借“在竞争中学习”的成功理念，大赛努力加强职业教育和培训，提高其吸引力并支持终身学习。



Christian Falch、2022 年德国冠军 Tom Schmid 和 Lars Bauer (从左到右)。

## 下一场比赛，世界职业技能锦标赛，将于 10 月举行。



# 高效刮削产生最大驱动力

探索 HORN

卓越的性能始终是最佳加工工艺和完美刀具结合的结果。  
为了实现这一目标，HORN 结合了尖端技术、性能和可靠性。



[horn-group.com](http://horn-group.com)