

No
02
20
20

world^{of} tools
**特别专题：
齿轮加工**



DEUTSCHLAND, STAMMSITZ
GERMANY, HEADQUARTERS

Hartmetall Werkzeugfabrik
Paul Horn GmbH
Horn-Straße 1
D-72072 Tübingen

Tel +49 7071 / 70040
Fax +49 7071 / 72893

info@phorn.de
www.phorn.de

Find your country:
www.phorn.com/countries

齿轮加工

刀具更新 - 轮齿改善

产品

2020 新产品

美国新工厂

HORN 集团投资

关于我们

HORN 集团
国际开拓

尊敬的女士们、 先生们：



几个月来，我们一直生活在非常时期，充满了不确定性、不安全性和小心谨慎。尽管过去和现在采取的措施都是必要且正确的，但现在更重要的是如何继续发展。COVID-19 对工业和许多其他领域产生了重大影响，使多家企业缩短工时，甚至有时要求其采取更深远的措施。尽管如此，我们还是支持尽快恢复合理的正常形式。

我们的产品交付能力仍然没有受到影响。深远的预防措施确保您可以通过已知的联系方式联系到您的联系人。注册客户也可以通过我们的在线商店 eshop.phorn.de 获得我们的产品。

我们本期“world of tools”（工具世界）所涉及的主题非常广泛。除了深入了解 HORN 集团的国际活动外，我们还展示了我们在齿轮加工领域的的能力，并说明了在您使用刀具之前，该刀具在我们公司所经历的道路。即使九月的大型展会 AMB（斯图加特）和 IMTS（芝加哥）没有照常举行，我们的新产品也照常问世。

展望未来，我们希望您在阅读时留下有趣的印象，并祝您将来一切顺利。

Three handwritten signatures in black ink, corresponding to the names listed below.

Markus Horn、Lothar Horn 和 Matthias Rommel

world^{of} tools

Nº 02 2020

04 齿轮加工

刀具更新 - 轮齿改善
享誉 100 年 - 现已批量生产

12 产品

锥齿轮啮合
齿轮去毛刺
220 IK 系统
DTM 系统
S117 系统
DAH8
DSRV 钛铣刀
槽插削

22 关于我们

HORN 集团
Lothar Horn 和 Andreas Vollmer 访谈
美国新工厂
HORN 集团国际开拓(Turkey)
Walter Wiedenhöfer 访谈
从粉料到成品刀片

40 MINI 系统投入使用

棘手车槽的专用刀具

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: 2020 年 10 月。在德国印刷。

出版人: 硬质合金刀具厂 • Horn-Straße 1 • D-72072 Tübingen
电话: 07071 7004-0 • 传真: 07071 72893 • 电子邮件: info@phorn.de • 官网: www.phorn.de

权利: 复制全部或部分內容必须获得出版人的书面许可, 并注明文本和图片出处“Paul Horn-Magazin world of tools®”。
其他文本和图片证明: Nico Sauermann, Paul Horn GmbH, HORN USA

版次: 22,600 份为德语, 6,500 份为英语, 3,500 份为法语

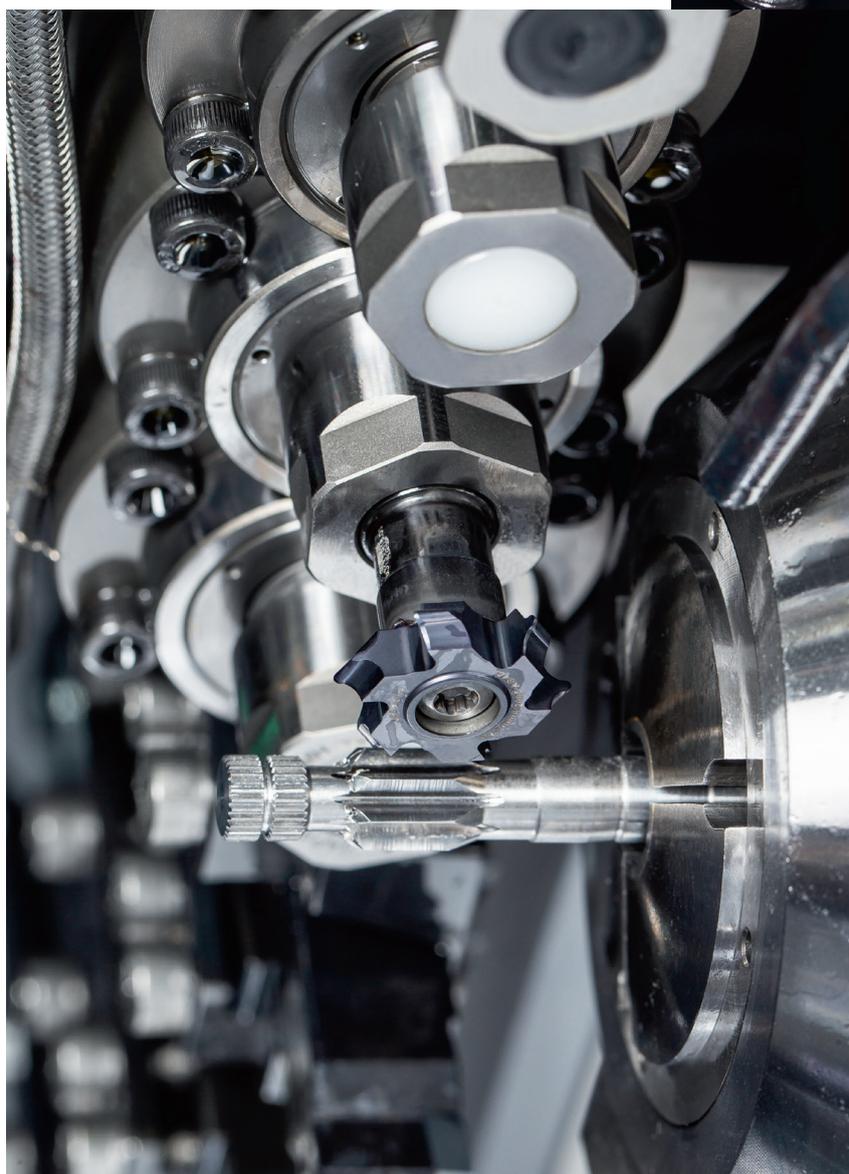
编辑/文本: Nico Sauermann, Christian Thiele

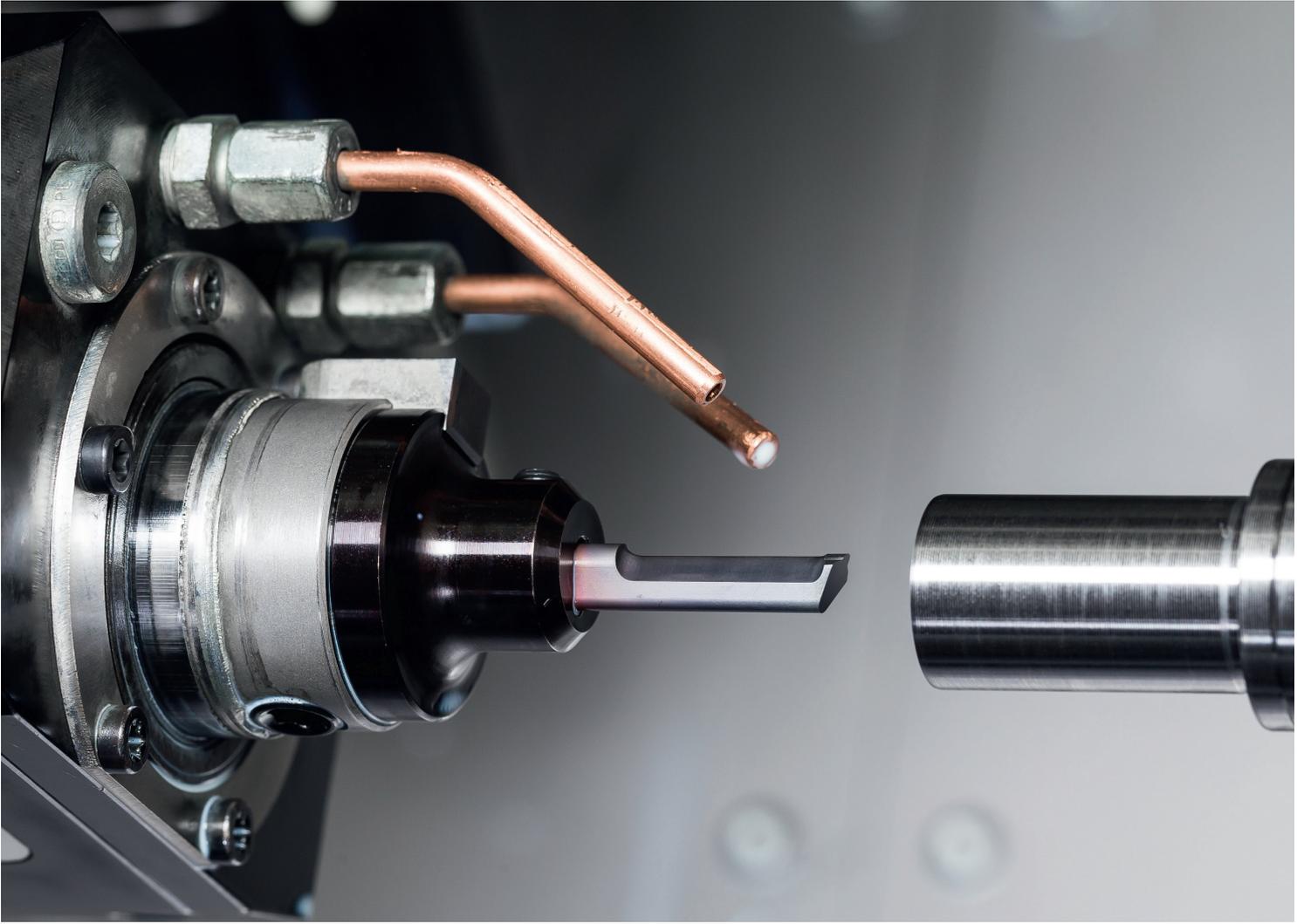
整体生产: Werbeagentur Beck GmbH & Co. KG • Alte Steige 17 • 73732 Esslingen

齿轮

刀具更新 - 轮齿改善

近年来，HORN 稳步扩展其刀具产品组合，以经济生产齿部。使用哪种刀具解决方案取决于各种因素：模块尺寸、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。HORN 为不同的应用情况开发了高效的刀具解决方案。尤其是具有耦合轴的新型机床，现在可以生产齿部，以前是用专用机床生产的。HORN 不仅是刀具供应商，还是直接在机床上开发新生产策略的合作伙伴。刀具的设计还包括加工参数的确定和机床上的设置，这些在刀具交接时由 HORN 提供。在考虑每件成本时，齿部刀具的准备是一个基本要点。





改为插削单元后，过程时间从三分钟减少到一分钟左右。

用 HORN 圆弧铣削系统进行铣齿

优化调节齿部生产过程的结果是，耗时短、刀具成本低且精度高。在改用圆弧铣削之前，用户必须在专用的齿部机床上用老式刀具生产齿部。这意味着大量的调整工作和漫长的循环时间。HORN 提供的建议是，用 613 刀具系统来铣齿。该过程解决方案满足了预期的要求：一次装夹实现完整加工、精度更高、齿部的表面质量更高且有针对性地节省时间。尽管切削压力高，六齿刀具仍具有很高的稳定性。613 型圆铣板的使用寿命达到了 1,000 个工件。切削刃的渐开线轮廓经过精密磨削。切削速度为 $v_c = 310 \text{ m/min}$ ，进给速度则程序设定为 600 mm/min 。该刀具可一次性

将齿部的八个轮齿全部磨到 2.1 mm 的最大深度。铣削方向与此相反。

用插削单元进行插齿加工

优化花键的插削时，结果是：三倍效果。刀具使用寿

优化结果是，耗时短、刀具成本低且精度高。

命延长三倍，过程时间缩短三倍。用户对迄今为止使用的 HORN 插削刀具的性能感到满意。但由于批量较大，需要优化加工时间。插削采用传统方式。也就

是说，以 0.1 mm 的进给量进行多次单行程，直到将轮齿插削到最大深度。如有十一个轮齿，则插削的过程时间约为三分钟。HORN 外勤部建议将插削工艺由传统插削改为插削单元。槽插削单元通过 VDI 接口安装在刀具转塔上。驱动轴的旋转运动通过偏心轮转换为挺杆的线性运动。挺杆的切削刃插入工件，并在插削过程之后通过内置提升装置升起。同时，提升装置可以防止切削刃从工件中返回时磨损或折断。首次尝试后，对插削工艺的重新思考就得到了确认。相关人员可以将 Supermini N105 型插削刀具的使用寿命从此前的 30 个花键延长到现在的 100 个花键。过程时间从三分钟减少到一分钟左右。

大型模块的 5 轴铣削

从模块 4 至模块 30，HORN 在通用加工中心用标准刀具，如 HORN 标准产品系列中的立铣刀、球形铣刀、曲面铣刀、圆盘铣刀、碗形砂轮铣刀和锥形铣刀等，为样件以及中小批量提供齿部解决方案。标准刀具在软件支持下生成齿形轮廓的所有几何形状：端面齿部、直齿啮合、斜齿啮合或人字齿啮合，蜗轮，不同锥齿轮或齿轮，如 Zyκλο-Paloid 齿

部。DGM、DSDS 和 DAH37 型高速进给铣刀或 M279 系统负责预铣。DSM 系统的整体硬质合金刀柄曲面和半径铣刀加工齿面和齿根轮廓。DGFF 型铣刀去毛刺和倒角。也可以使用 DG 系统的可换头铣刀，尤其是 DGVZ 铣刀。淬火后，由特殊类型的硬质合金

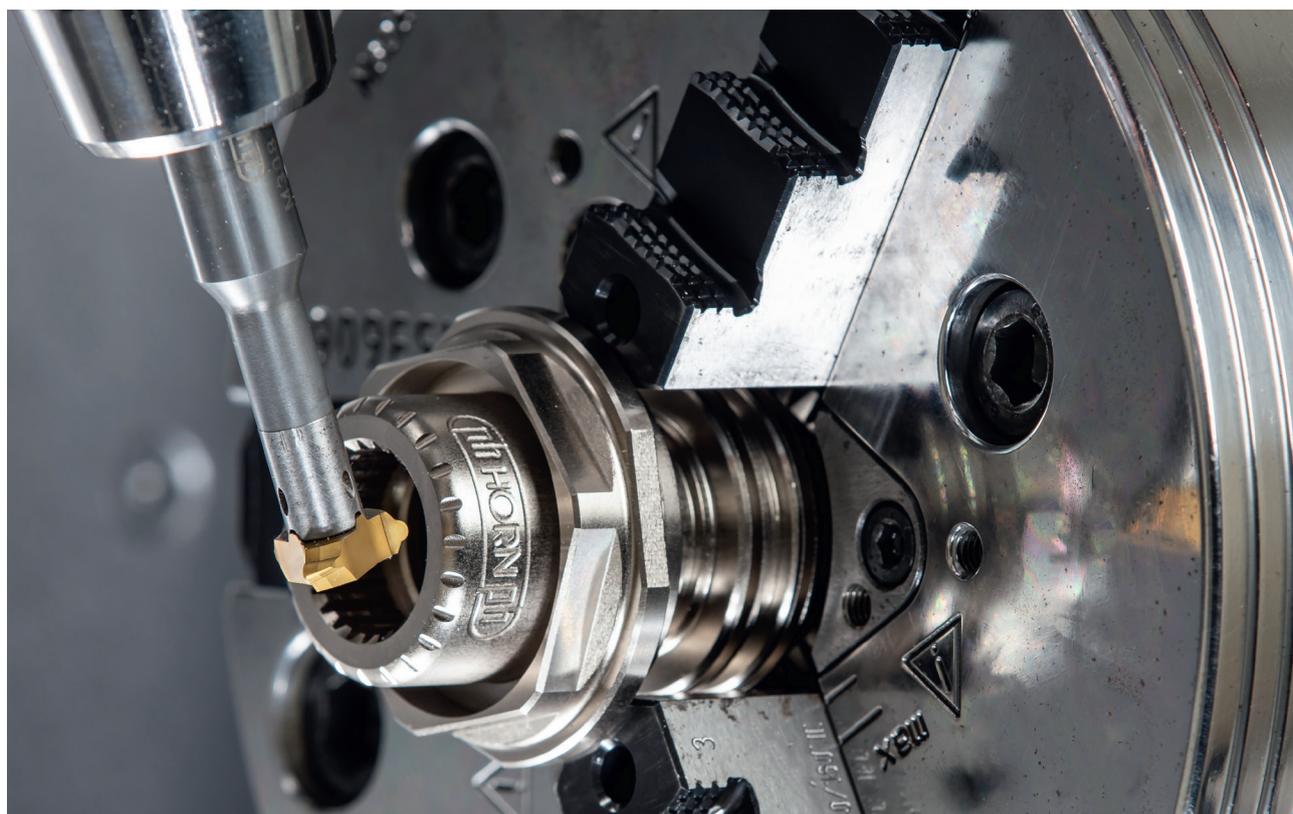
使用哪种刀具解决方案取决于各种因素。

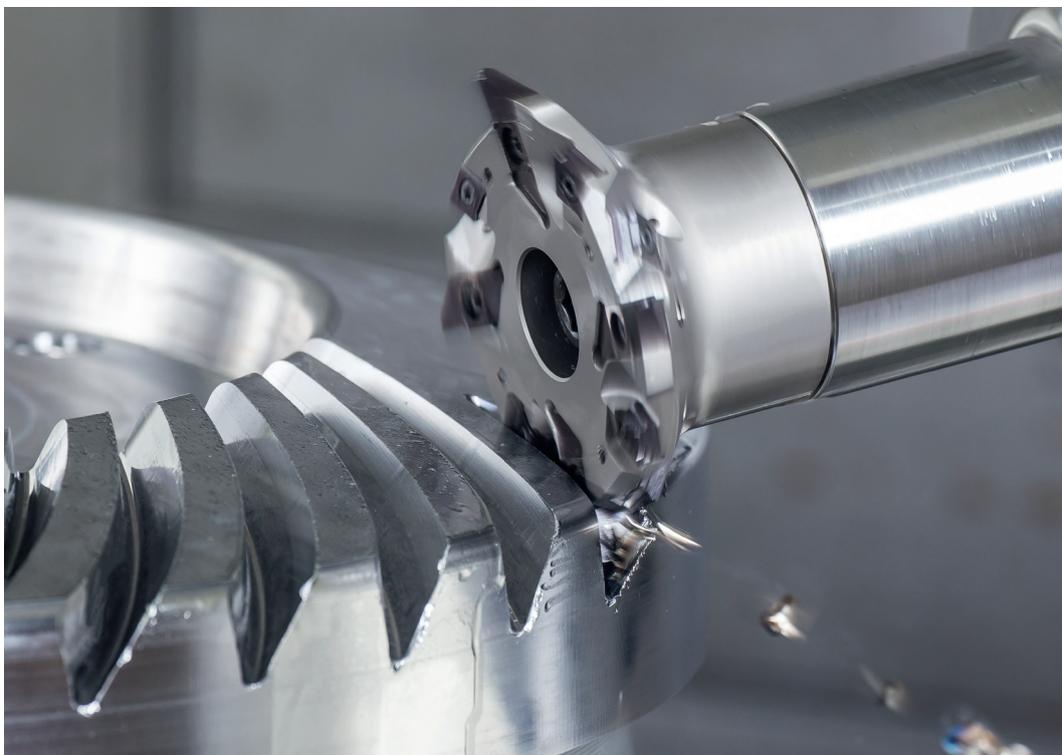
制成的标准铣刀负责最终加工。全部使用成本低廉的标准铣刀，且交付时间短。这样可以在通用的五轴车铣中心生产复杂的齿部。与昂贵的齿部机床上的生产相比，这在经济和时间上取得了巨大的效果。在通用加工中心，可以预先生产相应的坯件几何形状，然后在同一次装夹中单件生产齿轮，用于样件领域或中小批量，然后再次生产完全不同的零件。

滚动切削

HORN 滚动切削方案是啮合能力的另一个有力证明。刀具系统包括用于提高内齿部、插接齿部和其它内轮廓以及带有干涉边的外齿部生产力的刀具。

除了平面和端面齿部外，利用旋风铣削还可以高效生产渐开线或花键齿部。





从模块4至模块30, HORN在通用加工中心为样件以及中小批量提供齿部解决方案。

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,放弃在齿部末端使用退刀槽,与滚动插齿和拉削相比大部分加工过程都更加高产且经济实惠,与槽插削相比循环时间缩短了四到五倍。滚动切削刀具是为中等至大批量啮合而设计的。特别是对于内齿部, HORN用该工艺为大型模块提供了过程时间短的优势。对于滚动切削大型模块,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。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型模块。HORN滚动切削刀具专为各种应用情况而调整和设计。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。

旋风铣削

旋风铣削是指工件和刀具以一定的转速比旋转的切削生产工艺。这时刀具与工件成特定的角度放置。重要的是,工件主轴和刀具相互耦合运行。除了平面和端面齿部外,利用该工艺还可以高效生产渐开线或花键齿部。几乎所有HORN铣削系统均可用于此目的。该工艺的优势是减少了刀具运动,因为所有齿隙一气呵成。该工艺几乎可以在所有车削/铣削中心实施,因此普遍适用。

HORN 各个齿轮工艺概览

工艺	小批量	中批量	大批量
齿部铣削 外部加工	+++	++	0
插齿加工 外部/内部加工	+++	++ 与槽插削设备 组合	+
滚动切削 外部/内部加工	0	+	+++
滚动插齿 外部加工	0	+	+++
旋风铣削 外部加工	0	+++	+
锥齿轮铣削 外部加工	0	+	+++
齿部的5轴铣削 外部加工	+++	0	0
齿部去毛刺	+++	+++	+++

0 不适用

+ 一定条件下适用

++ 良好适用

+++ 非常适用

齿轮

享誉 100 年 - 现已批量生产

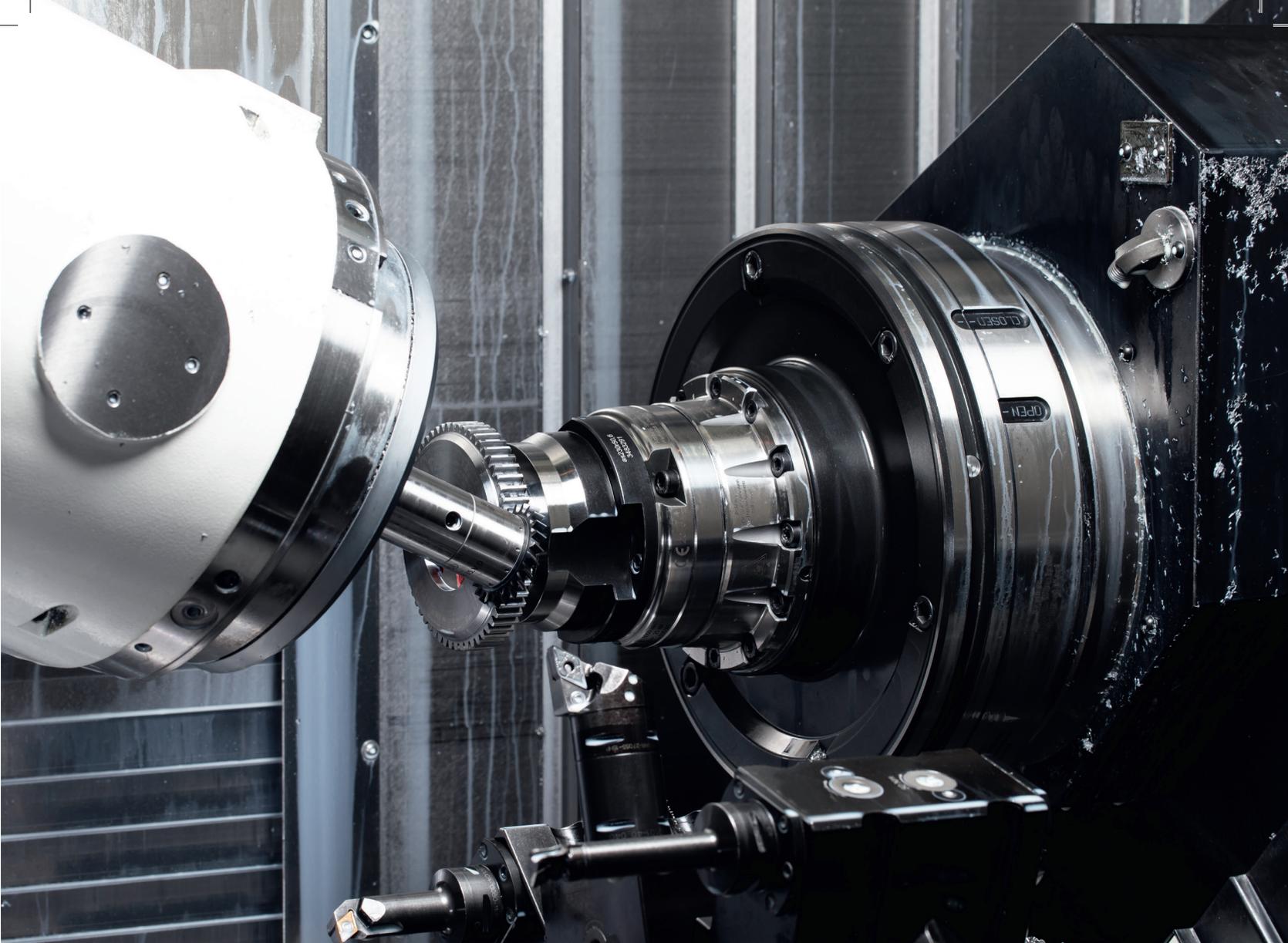
一个多世纪前，Wilhelm von Pittler 申请了滚动切削齿部的专利，即所谓的强力刮齿工艺。在 1910 年，这是一个革命性的想法。但直到加工中心配备了用于控制和同步主轴转速的系统以及过程优化软件，该工艺才在现代生产中得到更广泛的应用。这些系统使这种极其复杂的工艺得以使用。自 2019 年以来，来自法国菲雅克的航空航天专家 Collins 一直在使用这种生产工艺。机床操作员 Jean-Paul Noyes、团队负责人 Jean Pierre Destruel、工艺工程师 Joel Bousquet 和工艺开发人员 Pascal Moulènes 作为齿部问题的专家，与其刀具合作伙伴 HORN 一起，对各种类型的零件实施了滚动切削工艺。

“很多人可以销售，但只有少数人可以开发生产策略并积极支持其实施”，Pascal Moulènes 谈到引入滚动切削工艺时说，并补充：“2015 年，我们在一家刀具机床制造商那里看到了这种工艺，用于刀具机床组件的批量生产。”这引起了负责人对 Collins 自己的应用可能性的兴趣，并影响了新加工工艺的选择决策。在投资了可实现该工艺的现代化加工中心之后，以 Pascal Moulènes 为中心的负责人寻找滚动切削刀具的供应商。

“在 2017 年的汉诺威 EMO（欧洲机床展）上，我们在 HORN 展台看到了该工艺的实际应用，由于我们正在寻找硬质合金滚动切削刀具的供应商，所以我们非常感兴趣”，Moulènes 说。他们得到了 Emmanuel Gervais 对项目实施的技术支持。他是 HORN 的技术人员，是涉及灵敏航空航天部件切削加工时的第一联系人。他的专业知识和经验也融入了新刀具方案的开发。这就不难理解 Gervais 也定居在欧洲航空航天工业的中心，法国西南部图卢兹一带。



通过引入自己的滚动切削刀具系统，HORN 展示了其在齿轮制造领域的的能力。



通过滚动切削，Collins 可以使其过程更加可靠，并优化其组件的质量。

引入滚动切削工艺之前，部件是用传统的切削刀具制造的。“我们当时正在重组齿部领域零件系列的生产”，Pascal Moulènes 解释说。借助新工艺，由于调整过程次数减少，Moulènes 可以优

加工参数已在图宾根确定。

化生产过程，并节省工序之间的停止时间。除了缩短周期时间外，部件质量也得到提高。

全新工艺

“滚动切削工艺对于 Collins 来说是全新的，我们必须首先对此详细了解。但由于订单量大，我们无法进行长时间的测试”，Moulènes 说。因此，Gervais 建议在图宾根的 HORN 测试中心进行测试。“在图宾根进行多个测试系列后，为难加工材料 16NCD13 (1.6657) 确定了最佳加工参数。对于所有测试系列，结果都是可重复的，而且保持始终如一的高质量”，他说到。HORN 将测试件送回 Collins 工厂进行质量检查。齿部的最大允许轮廓误差为 0.03 mm 的偏差。HORN 测试系列的平均偏差远低于此。“HORN 能够提

供配备径跳修正系统的滚动切削刀具。当然，适当的零件质量是我们的首要目标，但延长刀具使用寿命对我们也很重要”，机床操作员 Joel Bousquet 补充。

Collins 引入滚动切削工艺的过程非常顺利：“第一批测试马到成功。我们可以应用在图宾根为该工艺确定的切削数据，几乎不需更改”，Emmanuel Gervais 说到。仅齿部零件的加工时间就比原来缩短了一半以上。用于齿部生产的滚动切削过程分为 14 道粗加工、2 道预加工和 2 道其他精加工工序，磨削余量为 0.1 mm。后续热处理的淬火变形不包括在刀具的刃形轮廓中。淬火后必须再对部件进行磨削。“如今，我们用同样的刀具来生产具有相同模块的五种不同部件。我们总共已经生产了 300 多个零件。刀具的使用寿命还看不到终点”，Pascal Moulènes 说。

高效刀具系统

HORN 刀具产品系列包括用于提高内齿部、插接齿部和其它内轮廓以及带有干涉边的外齿部生产力的滚动切削刀具。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，放弃在齿部末端使用退刀槽。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。

HORN 齿部产品组合包含大量用于生产带有模块 0.25 至模块 30 的不同齿部几何形状的刀具方案。无论齿部是装在正齿轮上、轴毂连接上、蜗杆轴上、锥齿轮上、小齿轮上还是装在客户专用的轮廓上，都可以利用 HORN 刀具解决方案经

合作 30 年：Pascal Moulènes 与 Jean Paul Noyes (均来自 Collins) 和来自 HORN France 的 Emmanuel Gervais 交谈。





滚动切削可以在现代化加工中心轻松编程。

济生产所有这些齿形轮廓。直到加工中心配备了用于控制和配合主轴转速的系统以及可实现该复杂工艺使用的过程优化软件，才能使用滚动切削工艺。

全球化企业

Collins Aerospace 在全球 300 个驻地有 70,000 多名员工，是航空航天工业最大的供应商之一。其客户包括业界所有大型国际集团。位于菲雅克的 Collins 工厂是世界领先的民用和军用飞机螺旋桨系统、驾驶舱和机舱设备以及升降舵伺服驱动装置制造商之一。空中客车 A400M 的螺旋桨也是在法国南部的工厂生产的。

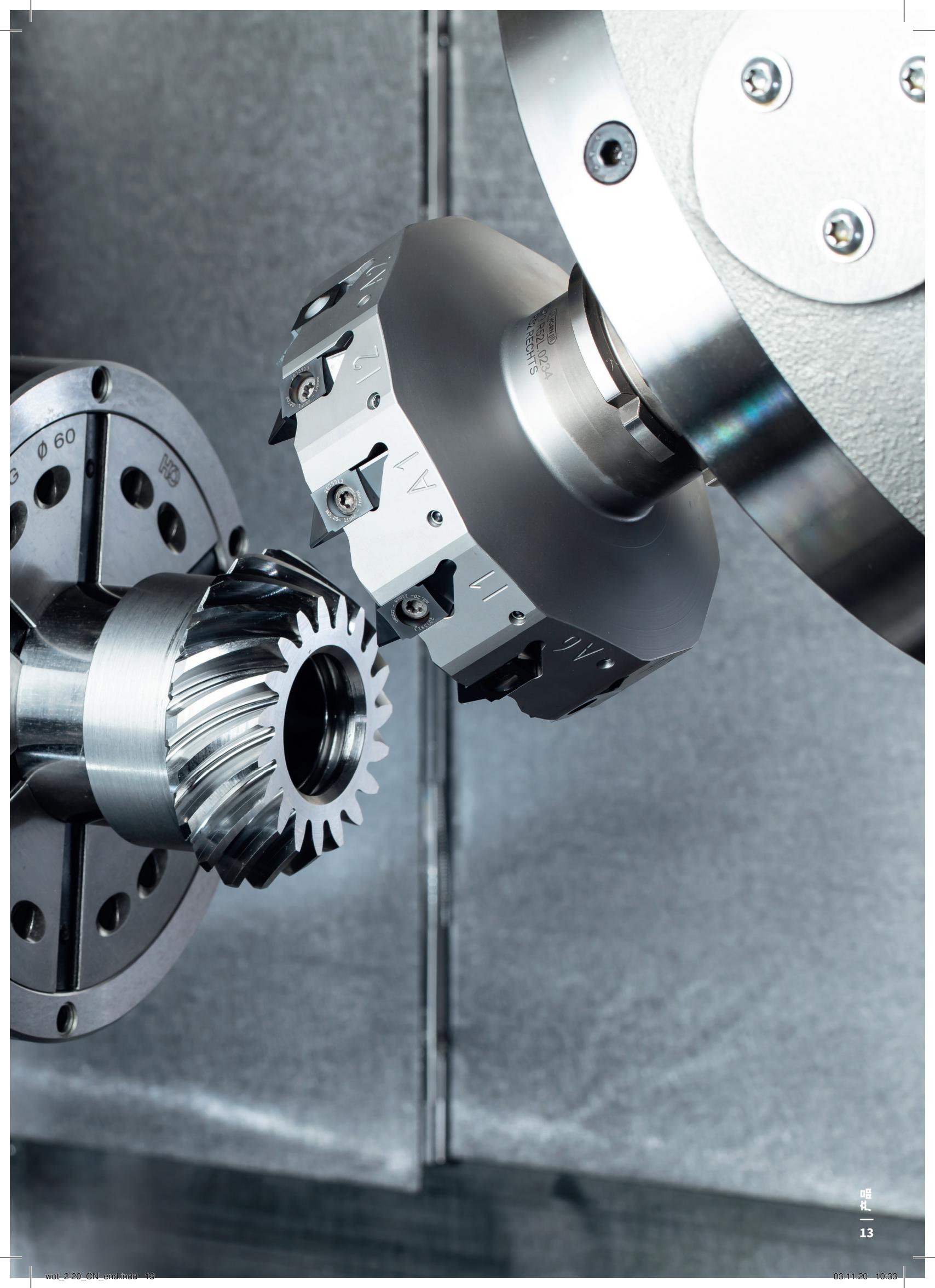
Collins Aerospace 和 HORN 已经合作了 30 年。“我们是从用于加工 Inconel 的 Mini 和 Supermini 系统开始的”，负责刀具采购的 Pascal Janot 回忆说。如今，除了 Mini 和 Supermini 系统以外，Collins 的负责人还使用 HORN 铣削解决方案。“对于需要在其上加工槽的零件，我们公司大部分使用 HORN。HORN 不仅仅提供极佳的刀具。凭借其高质量的服务，该公司是我们首选的合作伙伴之一”，Pascal Moulènes 说。

全球 300 个驻地有 70,000 多名员工。

产品

顶尖新产品： 锥齿轮啮合刀具





PS21 0234
RECHTS

Ø 60

HO

PS21 0234
RECHTS

产品

小批量也可以实现经济效益



小批量也可以实现经济效益

HORN 扩展其用于啮合的产品系列。通过用于锥齿轮齿部铣削的新型刀具系统，HORN 与机床制造商 INDEX 合作，可以在通用车削/铣削中心进行锥齿轮的完整加工。用户不再需要专用机床来生产这些齿部。这样可以在一次装夹中生产所有功能面和齿部。这就可以通过机床的受控循环，实现部件

HORN 在这方面使用的是 S276 和 S279 型的双刃刀片。这类可转位刀片切向拧紧。这可以实现稳定的刀片座，特别是对于成型铣削作业。刀具在车削或更换刀片后不必重新测量，因为刀片的圆周经过精密磨削。通过铣削体的不同装配可以实现齿部的不同齿数和轨迹。整套系统（循环、刀具和夹具）的开发需要机床制造商和刀具制造商的大量专业知识。为实施该过程，INDEX 要求各种类型的机床采用“锥形滚铣”循环。HORN 提供具有 HSK-T40 和 HSK-T63 接口的铣削体。刀片轮廓取决于模块，并经过精密磨削。

精度高、循环时间短、经济效益高。

的高精度、短循环时间、过程的高经济效益以及短加工时间。通过使用 INDEX 的通用车削/铣削中心，即使是小批量，也可以灵活高效地生产带有锥齿轮齿部的部件。这使得以前购买齿轮或由外部制造齿轮的中小型公司也有利可图。

产品

定义的齿部去毛刺



在几秒钟内完成定义的齿部去毛刺

随着定义的齿部去毛刺工艺的开发，HORN 在齿轮制造领域有了进一步的提高。用毛刷和压盘对齿部去毛刺比较容易，但是随着对齿部精度和质量的要求不断提高，通常不再允许在边缘出现不明确的倒角。HORN 开发了一种工艺，连同相应的生产过程，用于制造定义的倒角。例如，具有模块 1 尺寸且齿数为 25 的齿轮，可以在不到五秒的时间内在两侧都配备定义的 45 度倒角。该生产过程的前提是具有耦合轴的车削/铣削中心。用户不需要特殊的夹具。整体硬质合金刀柄刀具可以夹在常规的夹钳、热缩卡盘或液压膨胀卡盘中。

该工艺特别适用于齿轮的大批量加工。铣刀是专用工具，必须针对每个齿部进行设计。根据应用情况，HORN 技术人员设计与模块匹配的切削刃几何形状、齿顶圆直径和所需的倒角。HORN 随刀具提供用于加工的过程数据。刀具成本低，而且由于过程时间短，可以很快收回

不到五秒即可实现定义的 45 度倒角。

成本。硬质合金基材、刀具涂层以及切削刃几何形状是针对每种齿部材料专门设计的。材料对于加工过程没有影响。钢、铝和塑料倒角均可极快铣削。



产品

用于镜面切削加工的 DTM 铣削系统

用于镜面切削加工的 DTM 铣削系统

HORN 的 DTM 端面铣削系统新增了用于对有色金属和塑料进行高光泽切削加工的刀片。配备单晶金刚石 (MKD) 的 DTS 型刀片可铣削几乎完美的表面, 平面度小于 $1\ \mu\text{m}$ 。该铣削系统适用于对表面质量要求较高的应用, 例如镜面抛光。DTS 型刀片适用于 DTM 端面铣削系统, 与用于预切削的切削刀片配合使用, 可实现高效率和高经济效益。根据待切削加工的材料, 使用切削材料 PCD 或 CVD-D 进行预切削。原则上, 所有用于高光泽切削加工的刀具都采用单刃设计。其余刀片座都装有粗加工切削刃或补偿刀片。配备 MKD 的切削刃的轴向突起设置为 $0.02\ \text{mm}$ 。

由于结构设计的原因, 配备 PKD 的粗加工切削刃始终径向预切削。因此, MKD 切削刃几乎不可能过载甚至损坏。

DTM 铣削基体的刀片座可以通过调整螺栓沿轴向进行调节。螺栓每旋转十度, 刀片座调整 $0.01\ \text{mm}$ 。因

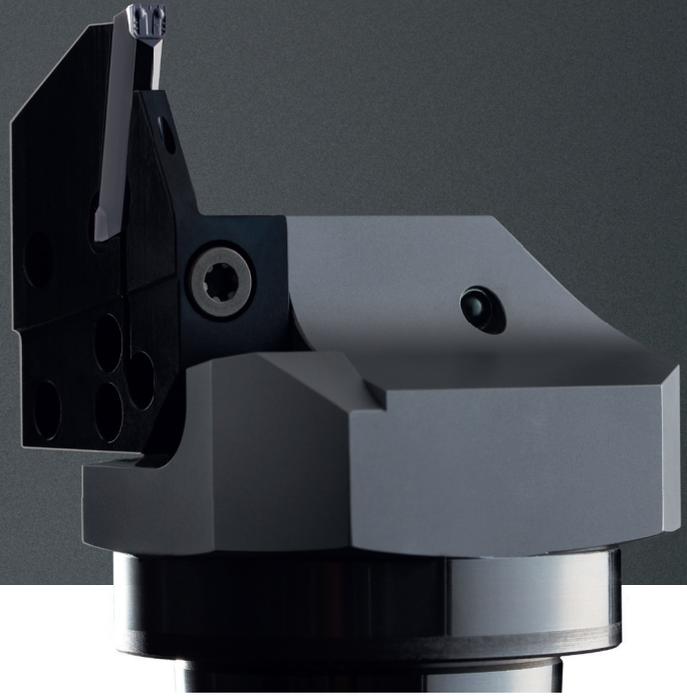
此, 各个切削刃的端跳可以微米级精确调整。内部冷却液供应可确保对接触区进行有针对性的冷却, 并能高效排屑。铝基体质量轻, 因此对主轴有保护性, 与钢基体相比能耗更低。为达到高达 $5000\ \text{m}/\text{min}$ 的高切削速度和刀具的平稳运行, HORN 可以实现基体的精细平衡。高光铣削的应用范围很广。特别是在刀具和模具制造中, 该工艺省去了抛光作业,

这种刀片可以铣削几乎完美的表面。

同时提高了平面度质量和表面质量。因此, 该工艺用于模具表面在待生产部件中反射的情况。这包括例如透明塑料或阀板的密封面。配备 MKD 的球形铣刀用于生产 PET 吹塑模具或巧克力铸模。除高光铣削外, HORN 还在其刀具产品系列中提供使用 MKD 刀具进行高光车削的解决方案。

产品

220 刀座系统



220 刀座系统

HORN 扩展了 220 刀座系统,使其适用于刀具产品组合中几乎所有型号的刀片。所有刀座都可以直接快速地夹在通用基

座、34T、312、S315、S316 以及用于 S64T 型的六刃切槽刀片。S25、S224 和 S229 系统的刀座设计用于轴向切槽。切槽系

该系统可以灵活、方便地集成到工作空间中。

座支架上。系统的 T 形接口可在更换刀座时提供高精度。此外, T 形确保基座支架与刀座之间的接口稳定。所有版本均配备有内部冷却液供应装置。冷却液射流直接来自夹指和支架。这样可以确保在使用过程中,有针对性地对剪切区进行冷却。用螺栓可以关闭内部冷却液供应装置的上部开口。冷却介质通过接触面在基座支架与刀座之间转运。

HORN 提供用于以下刀片型号的径向切槽刀座: S100、S224、S229、S274

统种类繁多,因此可以确保大量的切槽宽度、切槽深度、切断操作以及与材料相匹配的基材和涂层。用户可根据机床接口选择

基座支架。HORN 提供的基本支架有方形、圆柄、TS 接口、HSK 接口或多边形接口。

为了将刀具灵活、高效地用于中小批量,所用刀具系统的模块性起到决定性的作用。该系统可以灵活、方便地集成到工作空间中。此时的目标是大幅减少换刀时的装调时间,并提高机床效率。HORN 通过模块化刀具系统提供了这些可能性。该系统既可用于单轴车床,也可用于多轴机床。刀座更换便捷且精确。

产品

S117系统的快速交付



S117系统的快速交付

即日起, HORN 可以在五个工作日内专门为 S117 切槽系统交付特殊规格。为此, HORN 再次优化了现有的 Greenline 工艺, 使用户不仅能在短时间内得到独特的刀片, 还能得到合适的刀架。这确保了即使是复杂的刀片轮廓, 也能得到刀架的可靠支持。通过 Greenline 工艺, 客户在用部件图纸进行询价后的两个工作日内就会收到含有刀片和刀架报价图纸的报价单。订购后, 客户将在 48 小时内收到图纸以供批准。批准后, HORN 会在五个工作日内交付专用刀具。Greenline 工艺可用于 3 至 20 个刀片和 1 至 2 个刀架。

HORN 提供的模具宽度为 10 mm、12 mm、16 mm、20 mm、26 mm、32 mm 和 45 mm, 根据应用情况, 这些模具可精密磨削成所需的特殊模具。最大模具深度取决于要求的切削宽度。刀具涂层可针对应用情况专门选择, 可用于材料组 P、M、K

和 N。方柄刀架的标准尺寸从 10 x 10 mm 到 32 x 32 mm 不等。

Greenline 订单必须在半个班次内在下一可用机床上开始。这种短的时间规定支持以小时为周期进行订单记录和内部原材料供应。进行在线订单记录时, 订单特定的数据 (例如件数、刀具类型和涂层以及其他相关参数) 将自动与系统中存储的 Greenline

用户不仅能在短时间内得到独特的刀片, 还能得到合适的刀架。

要求标准进行比较。然后系统决定: Greenline 是否有能力。这个决定同时将确定生产路线, 包括时间表。订单数据仅在一小时后就在工作准备部门进行处理, 然后该部门创建生产过程和生产订单, 以进行生产 - 这是以小时为周期的流程基础。

产品

高速进给铣削实现高金属去除率



高速进给铣削实现高金属去除率

HORN 在高速进给铣削方面取得了新发展。通过 DAH82 和 DAH84 系统, HORN 展示了用于这种铣削工艺的新一代产品。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 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 $a_p = 1.0$ mm (DAH82) 和 $a_p = 1.5$ 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

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。

为套式铣刀: 50 mm ($z = 4$), 52 mm ($z = 4$), 63 mm ($z = 5$), 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

钛合金专用立铣刀



钛合金专用立铣刀

为了对钛和钛合金进行高效和经济的加工，HORN 优化了 DS 铣削系统。刀具专家 HORN 在这方面使用新开发的 IG3I 基材。通过将新的硬质合金种类和新开发的刀具涂层相结合，可显著延长使用寿命。此外，新基材还具有均匀的磨损特性。切削加工钛时，切削刃锋利的微观几何形状、正前角、大后角和经抛光的切屑空间可防止工件边缘区域冷作硬化以及切削面上形成积屑瘤。可变的螺旋角和不同的齿距可确保平稳且低振动的铣削过程。尽管切削刃很锋利，但新涂层仍具有很高的涂层附着力，因此可以确保高切削刃稳定性。由于具有较高的耐热性，该涂层可用作隔热层，以减少传入硬质合金的热量。

IG3I 基材日后将取代此前使用的 TSTK 基材，该基材已在市场上显示出高性能。HORN 提供的标准立铣刀直径从 2 mm 到 20 mm 不等，有四或五个切削刃。有效长度是直径的两倍和三倍。研发 DS 钛铣刀的出发点是多年前在加工软质和硬质钢、铬

新涂层确保高切削刃稳定性。

镍钢和超级合金以及铜、铝、塑料和纤维加强型塑料过程中经过考验的 DS 系统的硬质合金铣刀。

产品

内方头的插削



内方头的插削

HORN 的槽插削产品组合新增了用于插削内方头的刀具几何形状。根据要生产的内方头的扳手宽度，用户可以在 N105、N110 和 N177 系统之间选择合适的刀具尺寸。N105 和 N110 系统适用于扳手宽度 4 mm 至 13 mm。扳手宽度在 13 mm 至 22 mm 时，则使用 N117 系统。

HORN 在 2019 年就已经展示了该产品组合的进一步发展，推出了内部冷却的刀架。新的刀架通过支撑和横向支撑刀片座来提供冷却润滑剂出口，以便在槽插削过程中优化冷却。另外，几何形状也适用于插削单元和转塔插削。有针对性的冷却可减少刀具磨损。这样可以延长使用寿命并改善工件的表面质量。由于内部供应冷却液，即使槽较深，也能确保接

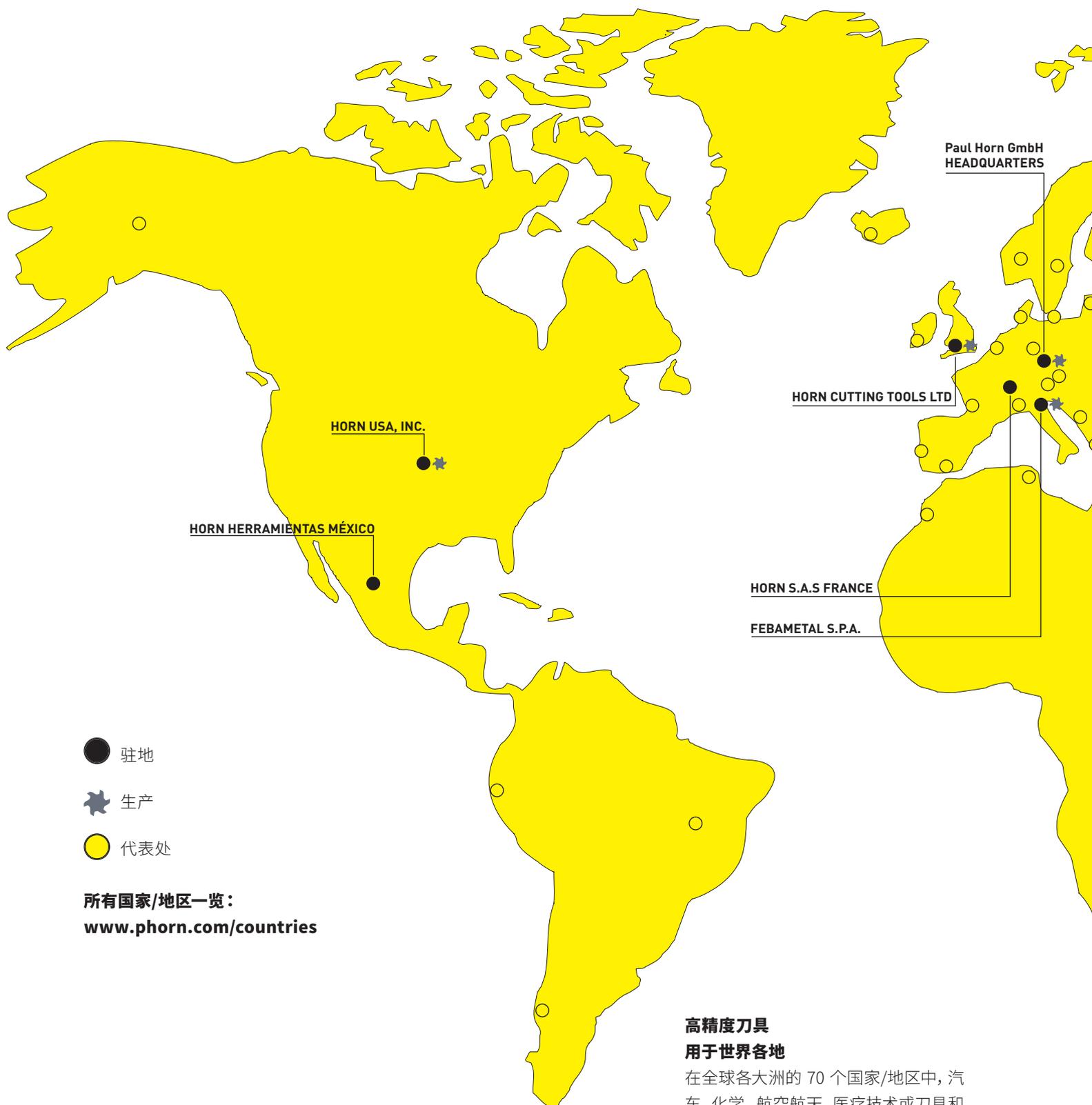
触区域的冷却。除此之外，更高的扫气作用可改善排屑并降低切屑堵塞的危险。

在数控机床上进行槽插削为用户提供了几个优势。工件上的槽可以在一次夹紧中完成，无需反复夹紧。齿部、传动键槽、方头、扭转槽以及弧形槽：通过槽插削

有针对性的冷却可减少刀具磨损。

的生产方法可以生产任何几何形状。与传统空间相比，它提供了一种经济有效的替代方案，因为它几乎可以在任何数控车床上使用。

HORN 集团



高精度刀具 用于世界各地

在全球各大洲的 70 个国家/地区中，汽车、化学、航空航天、医疗技术或刀具和模具制造行业的公司都使用 HORN 刀具进行生产。除了 25,000 种标准刀具外，这家家族企业迄今已向客户提供了超过 150,000 种特殊解决方案。这意味着，这家 1969 年成立于图宾根州戈马林根的



硬质合金刀具制造商，如今已成为技术领先的精密刀具制造商，可完成高要求的切削加工任务。HORN 在图宾根总部以及英国、意大利、捷克和美国进行生产。2019 年，德国的销售额为 1.94 亿欧元，全球销售额约为 3 亿欧元。公司集团在德国有 1000 名员工，在全球有 1500 名员工。公司的核心竞争力基于四大支柱：自主研发部门、自有涂层技术、自有硬质合金生产和自有生产工艺。HORN 以平均 100 件为一批，每年生产成百上千万刀片，自动化程度高达 97%。

关于我们 跟随第 2 代走向 国际化



Paul Horn GmbH 总经理, 公司创始人 Paul Horn 的儿子 Lothar Horn 接受有关 HORN 集团国际化的采访。

“ Horn 先生, 您是 1991 年进入公司的。1993 年, HORN France 成立, 这是国际化的开端。是怎么发展到这一步的?”

当我进入公司时, 三个主题紧紧围绕着我: 独立销售、广泛的产品类别和公司的国际化。当时选择法国, 是因为公司已经通过合作伙伴在那里活跃了几年, 已经了解了市场, 而且潜力也只发挥了一部分。

新工厂为我们开辟了长期的产能。

然后有哪些国家?

按时间顺序是: 1995 年英国, 1998 年美国, 2001 年匈牙利, 2008 年意大利, 2010 年捷克, 2012 年中国, 2012 年比利时, 2013 年瑞典, 2015 年墨西哥和 2018 年俄罗斯。2020 年, HORN 集团进入土耳其, 成立了自己的销售公司。

HORN 集团的新公司何时成立, 您何时与商务代办处合作?

现在我们活跃在 70 多个国家。在其中的大多数国家都与商业合作伙伴合作。基本上, 我们与那些将“客户导向, 质量和速度”的理念内化, 并且非常了解客户和市场的公司合作。这方面的一个例子就是我们在瑞士的代表处 DIHAWAG, 近五十年来, 我们一直与其保持平等的合作伙伴关系, 而且不断发展。如果合作伙伴关系或市场需求在中长期内发生变化, 会导致您重新思考, 自己也会变得活跃起来。重要的始终是能够为客户提供最好的服务。

HORN 集团总销售额的国际份额是多少?

2019 年整个 HORN 集团的年销售额约为 3 亿欧元。国际份额超过 1 亿欧元。在目前的新冠形势下, 德国以外的各个市场复苏速度明显比德国市场快得多。

美国目前正在建设新工厂包括生产设施, 2020 年土耳其成立了 HORN 公司。其背景是什么?

在土耳其, 我们之前的合作伙伴的情况发生了变化, 所以我们亲自接管这里。自 1998 年以来, 我们一直在美国以 HORN 的身份活跃, 但现在的办公场所已经不足以容纳目前的约 120 名员工, 而且此前的驻地生产面积有限。新建筑为我们开辟了长期的产能, 并为未来技术创造了空间条件。

关于我们 全球局势变化 与动态

“ ” **Vollmer 先生, 在 COVID-19 的影响下, 德国和全球目前的销售状况如何?**

我们遇到的特殊情况是, 在公司历史上第一次, 我们, 主要是我们的外勤部, 几乎被全面禁止去现场拜访我们的客户和潜在客户 - 而且是在较长的时间内。当然也有地区差异。中国等一些国家在经过第一波和严格的封锁后, 迅速恢复了某种常态。其他采取不同策略的国家有不同的发展, 并仍会持续。但总体上可以说, 尽管目前市场已经明显趋于平稳, 但新冠疫情导致全球范围内的减产和低迷, 我们在 2019 年底几乎从来没对此担心过。

怎样来应对这些挑战呢?

我们对销售团队的工作进行了妥善安排, 使客户无论是通过电话、电子邮件亦或其他数字渠道都可与我们取得联系。全公司的生产、设计、销售以及物流系统均处于正常运转状态。因此, 现有客户和对我们感兴趣的人在这段时间里可以照常使用我们的服务, 当然, 现场服务例外。不过, 我在这里可以明确补充一点, 实际上现场服务也已经在逐渐放开了。另外一个可用渠道就是我们已经运转多年的 eShop。除了下单订购外, 客户还可以在 eShop 下载 .Step 和 .DXF 文件用于生产模拟。

Andreas Vollmer 于 1992 年加入 Paul Horn GmbH。目前担任销售经理和董事会成员。

美国 HORN 公司的新工厂落成对当地市场和 HORN 集团意味着什么?

美国的新建筑代表着我们对美国市场的明确声明和承诺, 长久以来, 美国市场一直是我们继德国市场之后最强大的国际市场, 也是我们未来解决方案的巨大潜力所在。新建筑恰好为此提供了空间条件。我们为能够迈出这一步而感到自豪, 并坚信这最终将使我们的客户受益, 特别是通过提升生产能力、扩增培训空间和建立全新演示中心等方面。

您对新成立的土耳其 HORN 公司有哪些期许?

土耳其市场非常有趣。由于汽车、航空航天技术等领域有许多知名 OEM 企业和配件行业企业都将生产迁移过去, 所以土耳其的未来前景是非常好的。我们之前已经通过贸易代理公司活跃在当地市场上, 并且通过密切合作对客户和需求形成了比较深入的了解。即使新冠疫情的蔓延在一定程度上阻碍了新业务的开展, 但我仍然有信心, 我们将能够快速投放刀具解决方案, 为客户创造更多附加值。



关于我们

美国 HORN 新工厂落成, 全力打造未来空间

作为 HORN 集团旗下子公司, 美国 HORN 公司汲取德国总部的诸多正面经验, 取得了巨大成功。Paul Horn GmbH 逐步提升产能, 以缩短交货时间, 更好地满足客户要求, 而 HORN USA 在持续扩大规模的同时, 也时刻关注着客户的期望。



战略性增长始终是 Paul Horn GmbH 的成功支柱。公司自 1969 年成立以来, 一直致力于为金属加工行业中的高要求用户提供创新型解决方案和高精度开槽、纵向车削和铣槽刀具。企业文化是以为客户提供优质切削刀具为己任, 而企业发展则是通过产品研发、公司规模或地域范围等参数来衡量。

PAUL HORN GMBH 的销售业务开拓始于 1993 年。

1993 年, HORN 集团成立了第一批子公司, 开始面向国际市场扩大销售与生产。其中美国子公司 HORN USA Inc. 成立于 1997 年。该公司选址在田纳西州富兰克林市的一个工业园区内, 将一栋简朴的建筑作为办公地点。1998 年, 在芝加哥举办的国际制造技术展上, 公司宣布正式开业。此次展会上, 来自德国的产品专家和销售经理为美国新同事提供了支持。这个制造领域最大的专业展会预示着 HORN 精密刀具和技术实力在美国的最佳起点。



Andreas Vollmer
总裁

我们让梦想成真 - HORN USA 2020

1997年，我第一次来到富兰克林。在决定以自己的销售网络和人员覆盖北美市场后，我们需要对大量事情进行组织与规划。对我们来说，美国 HORN 项目是关系到 HORN 集团长远发展的关键决定之一。我们知道，为了将美国 HORN 公司建设和发展成为美国领先的硬质合金刀具制造商，我们必须审慎行事，力求每一步的明智决策。尽管我们在 1998 年才开始在此建立销售和分销网络，但一直追求尽早实现本地化生产。终于，在 2001 年，我们达成了这一目标。

经过 22 年的持续成功发展，我们现在可以搬进自己的大楼中了。

我为所有奉献时间与精力帮助美国 HORN 取得非凡成功的人感到骄傲。新大楼的落成启用为我们在美国市场的未来发展树立了又一个里程碑。我们为所有员工、合作伙伴和访客打造了现代化、高度专业的环境，而这也代表着 HORN 对美国制造承诺与高品质的不懈追求。



Duane Drape
全国销售经理

美国 HORN 公司新工厂 历经 20 年规划的不凡成果

2002 年 7 月 1 日，我作为美国 HORN 公司的管理团队的一员，在此开启了新的职业生涯。当年，我们的众多目标之一就是让美国 HORN 公司拥有自己的办公及生产建筑。这些年来，我们看了能满足公司未来五年需求的不同建筑，但一直没有找到真正合适的那一个。

因此，当知道可以在我们自己的场地上建造一座新建筑时，我们以最佳的 HORN 方式考量并分析了所有因素。最终得出的结论是，这个项目将带领我们走向未来，尽管需要将可用空间提升到当时的 2.5 倍以上。我们能够留在原地不动，不会因为搬迁而失去任何一名员工，我们还能够建立一个超现代化的生产设施，充分适应未来发展。

美国 HORN 的新建筑为我们提供了足够的空间和机会，至少可以保障未来 15 年的发展需要。我们为当地经济做出了宝贵贡献，同时也使 HORN 成为北美地区刀架、磨削和喷涂设备的全线制造商。

我很自豪能成为美国 HORN 管理团队的一员，并期待着在未来 15 年里，继续参与公司的下一步发展规划。

Chad King 运营经理



从我在美国 HORN 公司工作的那一刻起，我就意识到了 HORN 与其他公司的不同之处：永远关注客户需求，并能建立员工与公司之间的忠诚互信。最先进、独特、成本效益高的客户解决方案，以及长期保障产品与服务品质的实力，为美国 HORN 公司带来了经久的成功与发展。我们的新建筑也恰巧体现了这两个特点。

新建筑的选址是为了能够保留现有的全部员工。大楼的规模和功能使我们能够提升产能、增强实力，同时预留足够的成长空间，让我们能够继续更好地服务于北美地区客户。我期待着 HORN 的美好未来。

Jason Farthing 内勤与 市场经理



十九年如白驹过隙。2001 年，当我以年轻人的身份加入美国 HORN 公司时，我还尚未意识到自己的职业生涯就在这样一个积极且充满激情的团队中开始了。

多年前，新建筑还只是一个梦想，没想到现在却已触手可及。我们将毫不松懈地以高标准来衡量自己，始终为客户提供最佳服务。

2005 年第二阶段的扩张使美国 HORN 的业务规模进一步扩大。通过购置额外的建筑空间，公司制造能力得以翻倍，从而跟上了全美、加拿大和墨西哥的业务需求增长步伐。

第三步，2013 年，建筑所占面积扩大到 3700 平方米左右。在此次扩建过程中，建立了一个拥有足够空间的现代化培训中心，成为公司进一步发展的支柱。

美国 HORN 公司生产 Supermini® 系统、Mini 系统、DR 铰刀系统和 312/315/314 产品组的标准与特制产品。生产设施包括超过 25 台数控磨床及相关设备。由于北美和中美地区对产品的需求不断增长，公司的进一步扩张成为大势所趋。

寻找理想地点

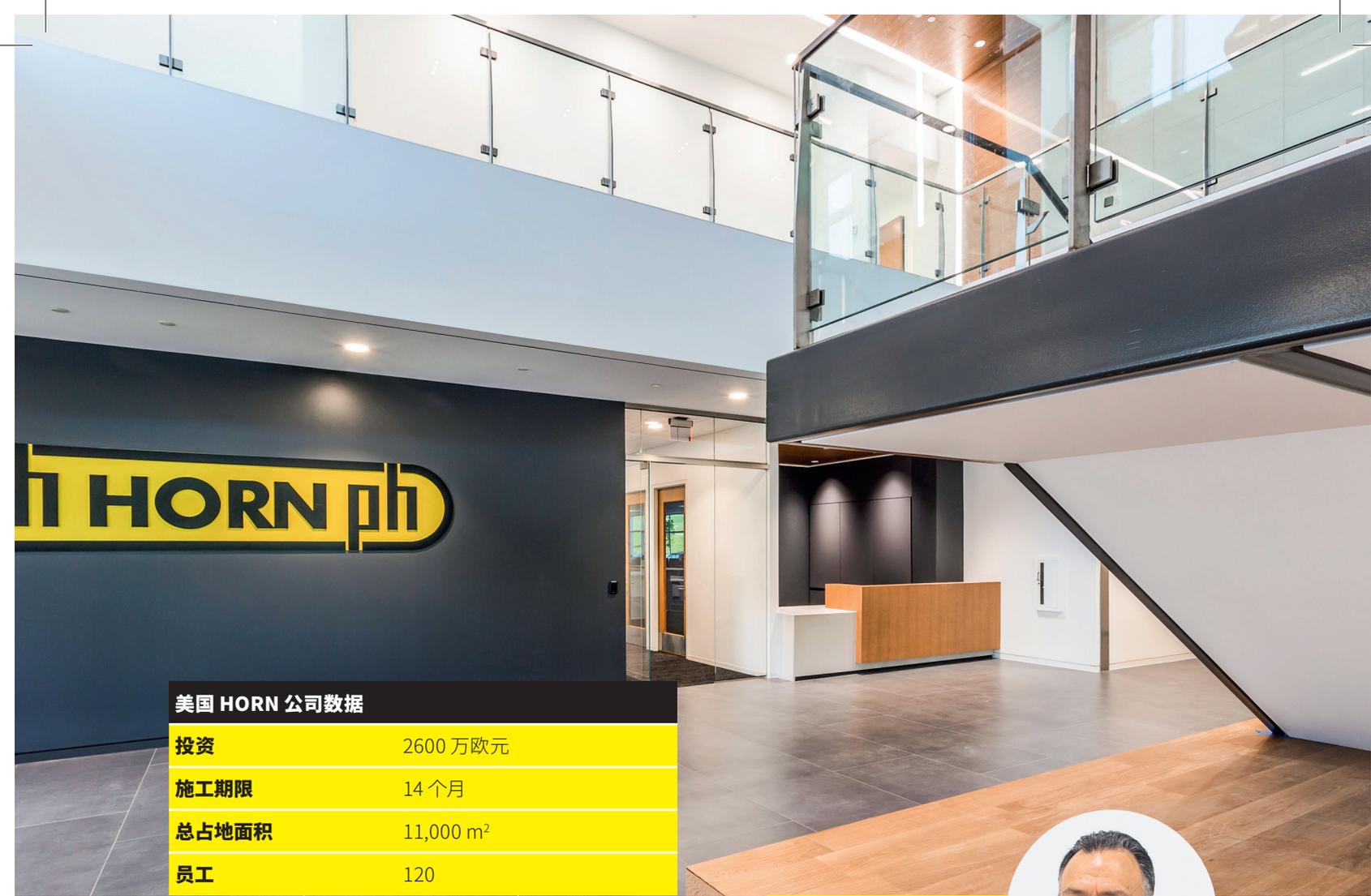
2020 年第三季度，公司会将整个生产线迁移到距原址仅 0.8 公里的新生产基地。事实上，此等规模的扩张与搬迁已经酝酿多年。2002 年公司任命了新的管理团队。新团队甫一上任，就定下了一个目标，要为美国 HORN 寻找一个长期办公及生产地点。

由于美国 HORN 公司周边商业区中没有足够面积的区域供使用，因此寻找理想地点的过程颇费了一番周折。最终，在 2016 年，一处面积约 4.35 万平方米的场地加上可用面积达 9400 平方米的商业建筑进入了公司视野。管理团队按照典型的 HORN 方式对该场地进行了分析和评估，得出的结论是，由于该场地十分靠近原址，所以是下一步扩张的理想方案。

客户满意度的提升

如 Paul Horn GmbH 一样，美国 HORN 公司也将增长视为重中之重，这就是公司在北美业务不断扩张的原因。美国 HORN 公司始终如一地关注客户需求，从而实现了稳定、强劲的增长。全国销售经理 Duane Drape 回忆了 1998 年他刚刚入职公司时所看到的情景。“当时有点令人害怕，因为房间空荡荡的，仅有的几名员工也似乎很茫然。”但好在后来空间需求迅速增长，很快就需要进行扩张了。2001 年，公司大楼完成扩建，并安装了第一台数控磨床，开始按照德国标准进行生产。在美国生产精密切削刀具，缩短了产品交货期，且可提供当地惯用的英制尺寸产品、公制产品和客户定制刀具。这使得美国 HORN 公司的销售额实现了大幅增长。





美国 HORN 公司数据

投资	2600 万欧元
施工期限	14 个月
总占地面积	11,000 m ²
员工	120

“我们留在原地不动，没有因为搬迁而失去任何一名员工，而且通过 UPS Ground 为百分之七十以上的客户维持了通常两天的交货时间，”Duane Drape 解释道。期间，一块儿比较简陋的行政区域和仓储空间被划分出来并出租给了小型公司，直至美国 HORN 公司决定对其进行紧急翻新改造。

为了确保整栋建筑达到美国 HORN 公司要求的先进水准，建设施工于 2019 年第三季度启动。除了在土地和现有建筑方面约 880 万欧元的基本投资外，公司在改造和设备上的投入达到约 1410 万欧元，技术设施投入达到了 350 万欧元。项目历时 14 个月，共投入近 400 人力。

Duane Drape 表示：“全新的美国 HORN 总部大楼代表着最先进的技术水平，为我们提供了足够的空间和机会，至少可以保障未来 15 年的发展需要。我们使 HORN 成为北美地区的一体化精密刀具制造商，为当地经济做出了宝贵贡献。”此举背后的驱动力是希望为客户提供最高质量的产品和最好的服务与支持，毕竟客户才是企业发展的重中之重。

John Kollenbroich 产品管理部经理



20 多年前，当我加入美国 HORN 公司时，我知道这里正在制造世界一流的产品，所以我相信公司本身也会达到最高标准。

从外观上看，新建筑兼具优雅与上乘品质。在内部，室内设计与布置则体现了建筑规划过程中对员工的高度重视。我很开心成为 HORN 团队的一员，并期待着今后更多年与它共同奋斗。

现代化的培训设施

实施广泛的培训计划已被证明是美国 HORN 公司及其客户取得成功的一个长期关键因素。因此，在新址着重对培训设施进行了大幅扩展。所有的会议和培训空间都可以灵活用于其他用途。这些空间特别适合团体培训。桌椅的布置可以使互动学习达到最佳效果。而且从房间的任何地方都能清楚地看到屏幕。



Michelle Watson
人力资源部经理

2012年我加入美国 HORN 成为了公司第一位人力资源部经理。一开始我就得知，公司正在寻找一块地来建设自己的办公与生产建筑。8年一晃而过，现在我们终于要搬到新家了。

新建筑完美体现了员工、客户与供应商之间的相互珍视。整个建筑呈现出的先进技术水准给我留下了深刻印象。



Jim Guy
区域销售经理 - MW/NW

我 13 年前加入美国 HORN 公司，担任应用与销售工程师。

我很快发现，这里的企业文化与我之前工作过的公司大不相同。

这里的工作氛围非常好，大家就像家人一样相处！

我当时就有一种感觉，我将可以参与公司一路的成长，为它未来的发展做出贡献。现在，公司新建筑几乎已完工，我们已经为未来做好了准备！



Jim Garfield
区域销售经理 - 加拿大

我从 2010 年开始在美国 HORN 公司加拿大分部工作。HORN 团队始终以其专业精神和乐于分享知识的态度而令人印象深刻。

作为 HORN 团队一员，我觉得自己非常幸运，能够见证这一里程碑的诞生。虽然新建筑与人们预想中的美国 HORN 公司总部的样子差不多，但实际上它的意义远不止于此，它就像一个家。美国 HORN 是一个大家庭，用一家人搬进新家来形容此次搬迁相当贴切。

培训室由 HORN 学院负责设计，以达到最佳使用效果。这是 Paul Horn GmbH 为销售系统员工和终端用户提供内、外部培训的一项举措。内部培训主要侧重应用或基础知识，如 Excel 的使用。外部培训则更注重刀具的操作和正确应用，以及进给和切削速度的选择。

通过 AV 系统可以现场直播新产品的切削及演示。通过在线培训直播课程，用户可以在任意地点观看现场演示，或通过联网显示设备查看回放。会议空间最多可容纳 240 人进行演讲和培训，并可通过 Zoom 或任何其他媒体进行共享。



Mike Csizmar
区域销售经理 - ME/NE

2003 年我开始在 HORN 公司上班时，它还“只是”一家专门做开槽刀具的公司，但当时就有人告诉我，这仅仅是一个开始。我后来才发现，这话说的太保守了。

专注于为客户提供技术解决方案，辅以强大的团队精神，这就是公司成功的秘诀。从 1998 年 650 平方米的办公室发展到现在 1 万多平方米的一流先进建筑，无疑是成功的最佳写照。我们将一如既往，延续这一理念以及对客户和团队的承诺。

作为一家面向未来的企业，早在新冠疫情爆发之前，公司就已经认识到高质量在线培训服务的必要性。显然，现在的形势不便于开展面对面的培训活动，但新的培训方式却显现出了极大优势。Duane Drape 表示：“我们可能不会再有常规水平的客户拜访量，但仍然需要有效的培训。而在线培训课程恰巧填补了这一空白。”

在过去的三个月中，美国 HORN 公司已经举办了 40 场在线培训课程，每场课程的参与人数多达 200 甚至更高。已经有近 500 名学员从中受益。公司每周都会举办三场培训。此外，外部团队成员还提供个性化培训课程，可以选择现场培训或在线培训方式，后者使用的平台与内部平台相同。

将超前思考作为行事准则

即使在搬迁到新址的过程中，美国 HORN 公司也未忘记公司成功的原则。首先，通过一流的培训、支持以及高品质产品来满足客户需求。

一旦生产设施全力运转，美国 HORN 公司的产能将达到以往的三倍左右。生产设施还添加了自有喷涂设备和刀架制造设备。仓库马上就能达到每小时 350 件的拣货能力（目前拣货能力是每小时 175 件）。

生产面积超过 4100 平方米，另有 2500 平方米空间用于满足未来扩建需求。由此可见，美国 HORN 公司已经为未来的成功打造了坚实基础。

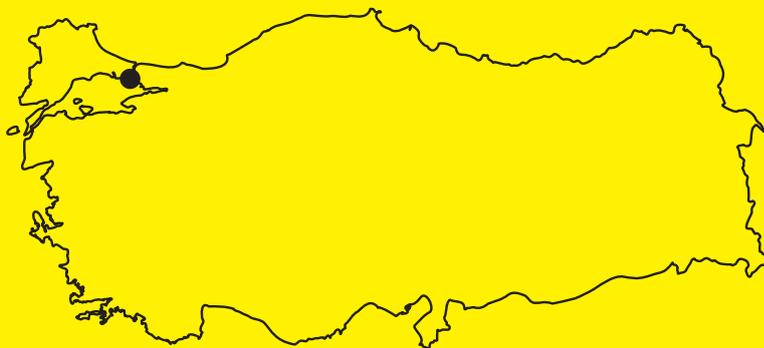


George Ashby
制造经理

在美国 HORN 公司，我们始终着眼于未来，不断积极发展，努力实现新的目标。公司身为精密产品制造商，从最初的销售中心发展到制造工厂，凭借优质的客户服务赢得了广泛声誉。但很快，它的空间与规模已经不足以满足发展需求。现在，我们根据自身需要量身打造属于自己建筑的愿景已经成为现实，而且是完美的现实。我们对未来二十年的发展充满期待。

关于我们

HORN 集团的国际化开拓



HORN集团于2020年4月1日通过设立销售公司直接开启迈进土耳其市场的征程。在此之前，HORN 精密刀具是通过位于土耳其的一个贸易伙伴在当地开展销售的。为了能够更好地挖掘潜力，满足土耳其当地客户的市场需求，集团决定在土耳其设立自有公司，开展后续业务。所遵循的座右铭：全球化思维，本土化行动。

所遵循的座右铭：全球化思维，本土化行动。

在土耳其，未来要追求的目标与 HORN 集团在德国和许多其他国家的目标一致，即将用户的技术领先与持续的客户关系相结合。由于每个国家的状况都不尽相同，因此存在着广泛的地域运作空间，以适应各自的地方条件。新销售办公室位于伊斯坦布尔，占地面积约为 450 m²。Bahadır Öge，土耳其 HORN 公司负责人之一：“土耳其为我们的产品提供了很好的发展机遇。我相信，我们将能实现我们的中长期目标，同时也将进一步巩固并扩大我们在土耳其身为技术引领者的地位。”

土耳其国土面积为 783,562 km²，2019 年总人口约 8300 万。虽然据统计，机床业务自 2019 年以来一直在下降，但政府的中期前景仍然比较看好。根据 VDMA 数据，原计划到 2022 年，土耳其的实际国内生产总值每年增长百分之五。然而，随着新冠疫情的爆发，不仅是土耳其，全球绝大多数经济体的经济



Bahadır Öge, 土耳其 HORN 公司负责人之一。



HORN 产品系列可为土耳其客户提供全面的刀具解决方案。

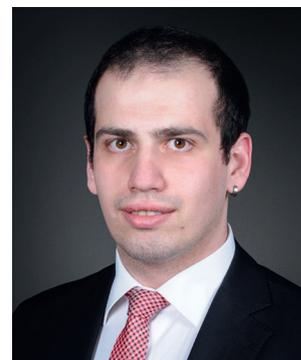
走向都变成未知数。尽管如此，Öge 还是信心满满地补充说：“在未来一段时间内，市场会非常需要创新性刀具解决方案来有针对性地改进和优化切削工艺，甚至无需投资购置新机床。”

HORN TURKEY

Cevizli Mahallesi, M.Kemal Paşa Cad. No:66,
Hukukçular Towers, A Blok, K:17, No:109,
34865 Kartal, İstanbul
电话: +90 216 999 18 35
传真: +90 216 969 18 35
info@horn.com.tr · www.horn.com.tr



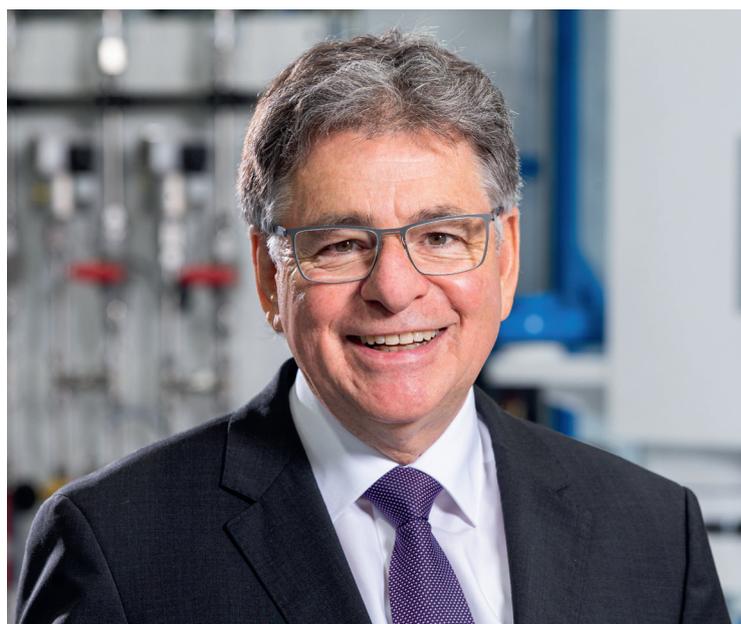
Murat Yegül, 土耳其 HORN 公司销售人员



Olgun Icen, 土耳其 HORN 公司销售人员

关于我们

简短提问: WIEDENHÖFER 先生 对于 HORN HARTSTOFFE GMBH 的情况介绍



自 2019 年 12 月以来, Walter Wiedenhöfer 先生一直担任 Horn Hartstoffe GmbH 负责人一职。

公司采用的成型工艺有哪些?

在 Horn Hartstoffe GmbH, 我们使用生坯挤压加工、重点为磨损件的等静压加工或干袋式加工、复杂形状的注塑以及多层刀具和多部件模具的轴向压制。因此, 所有产品都可以在保障经济性和高品质的前提下, 采用各自的最佳成型工艺进行生产。

Wiedenhöfer 先生, 您认为 Horn Hartstoffe GmbH 的优势是什么?

优势主要集中在几十年来积累的硬质合金与金属陶瓷产品制造的技术实力上。此外, 我们还拥有广泛而深厚的制造专业知识。所有这一切都得到了我们员工的长久支持, 他们全心贡献了自己的宝贵经验。整个流程包括: 特定工艺的材料准备, 在刀具制造车间针对相应成型工艺进行刀具的设计与制造, 产品成型乃至烧结和检验。

当前的主题和挑战是什么?

目前, 我们正致力于优化工艺链, 以确保产品的高品质, 增加预烧结炉和烧结炉, 扩大烧结车间, 并在刀具制造方面引入新的生产工艺, 如在 5 轴加工中心上增加硬质合金微铣削。此外, 下一步还将利用多传感器测量机对坯件测量进行改造并引进新测量工艺, 以及缩短刀具和新产品引进和改造的开发时间。

我们以高度负责的态度处理使用资源。

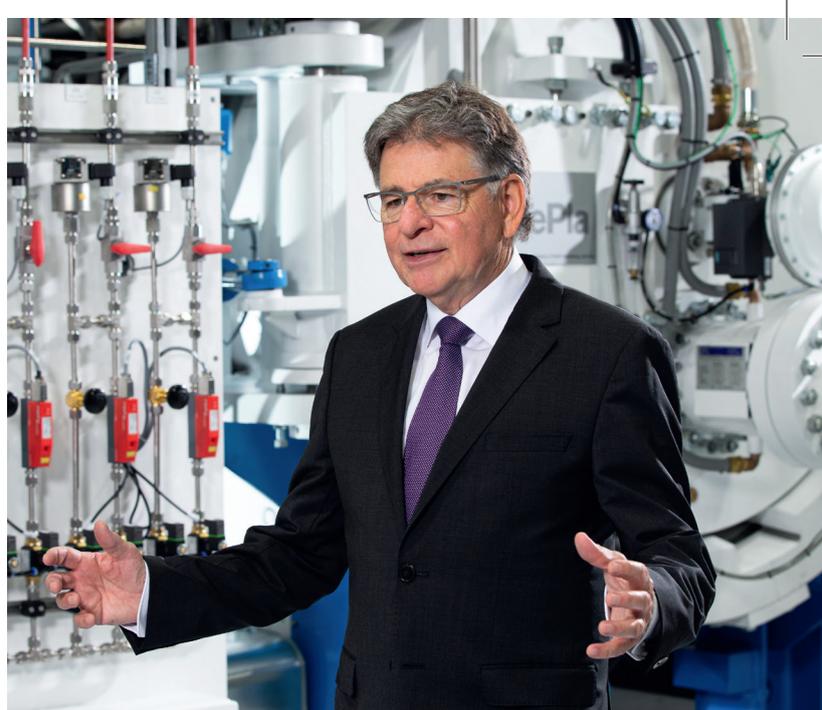
企业内部拥有完整价值链有哪些优势?

一方面, 公司能够对市场变化和市场需求做出快速反应, 特别是在新产品研发方面。另一方面, 可以利用制造知识在新产品的开发过程中进行综合协调, 也可以将制造知识融入到开发过程中。此外, 还拥有技术知识保护和第三方独立性。

可持续发展理念在 Horn Hartstoffe GmbH 扮演什么样的角色?

自 1991 年公司成立以来, 可持续发展一直是我们的企业理念中不可或缺的一部分。

我们以高度负责的态度处理原材料, 在增值链中尽可能地注重材料的回收和加工, 并以节能方式运营我们的建筑, 例如在建筑中全面应用 LED 技术。我们通过了能源管理认证, 也在日常运营中使用自然资源。



关键词 COVID-19：新冠疫情的爆发有为公司造成什么困难吗？

没有，我们在早期阶段就采取了针对员工的保护措施，也为公司的正常运作启动了保障措施。回顾过去的这段时间，可以说这项工作成功的，所以也将继续执行，暂定持续到 2020 年底。我们在任何时候都要确保充分的行动能力。例如，增加预制材料的安全储备，以实现更大的独立性，不受时局的影响。所有措施均经由员工得到了很好的落实。

开发新产品时，您会在什么时间点介入才能保证目标顺利达成？

我们早在设计阶段就会对刀具概念的要求给出建议。期间，我们会检查生产技术相关的可能性与必要性。在某些情况下，我们还会进行测试，以确保可行性。

除刀具坯件外，您还生产磨损件和半成品。您能具体介绍一下吗？

从根本上说，这样做的目的是用新的附加产品来开拓切削加工领域以外的市场，并在生产技术方面发挥协同效应。例如石油工业中使用的硬质合金密封垫圈、压印冲头、电动刀具和刀具制造领域中的应用，以及根据客户图纸生产、烧结和磨削的圆形、方形、扁平硬质合金棒材或硬质合金坯料等半成品。

Paul Horn GmbH 作为合同服务提供商为客户提供增材制造服务。3D 打印技术也可以应用在硬质合金上吗？

有越来越多的人询问具有功能适应性的刀片，例如针对冷却液定向供给的流体力学优化，这些最终只能通过 3D 打印来实现。为此，我们公司开展了各种研究和开发活动，以便为用钨/钴材料制成的产品进行激光增材制造提供必要的基础开发。

这是从材料的无裂纹、密度与均匀性等方面考虑，以在将来制造出增材近净形产品。就材料以及系统领域而言，市场上有着决定性的发展。对于原型制造和小批量生产来说，这个话题格外有意义。

内部刀具制造起到哪些作用？

内部刀具制造与工艺开发一起代表了研发与生产之间的战略联系。这样可以迅速实施产品构想，并使我们在面对变化、生产中断和刀具优化时迅速做出反应，轻松面对一些突发状况。由于不同成型工艺的刀具需要极高精度，即 $\pm 1\mu\text{m}$ 的公差，市场上几乎没有任何供应商能做到这一点。因此，建立自己的刀具制造部门就成为必然。同时，我们还形成了 HORN 特有的刀具理念，使刀具实现起来更加容易。而且还形成了第三方独立性。

公司在未来一段时间的目标是什么？

未来的目标是扩大轴向压制领域的技术和产能，生产具有复杂形状和几何形状的刀片以及集成冷却液供给，并通过集成数据库的数字化流程，缩短从产品理念到成品的开发时间。从“客户要求/客户利益”的角度来看，我还特别注意通过新的制造工艺和测量方式来扩展刀具制造。



关于我们

从粉料到成品刀片， 依托自身实力彰显成功本质

“只有当我能够用刀具影响整个流程链时，才会取得最佳结果！”Paul Horn GmbH 创始人 Paul Horn 的这一理念，被他的儿子 Lothar Horn 和孙子 Markus Horn 始终如一地奉行，并因此奠定了公司成功的基石。



刀片的制造过程是从混合和制备硬质合金粉末开始的。

众所周知，HORN 的交货时间极短，那么在面对已连续增长 50 余年的产量时，只有通过高度自动化（目前自动化程度已达 97%）且非常灵活的流程，才能实现有效管理。这就要求不断调整日益复杂的制造工艺，以适应最新的技术、物流和组织结构知识，从而掌握从开发到交付的各种工艺链和技术。



轴向压制工艺可以生产具有高经济效益的复杂刀片。

均匀性，批次重量约为 1000 kg。在称量和调整对后续成型很重要的压制助剂和添加剂时，需要非常小心，因为即使是细微的差别（压制助剂的容差为 0.01 g），也会对成品产生决定性的影响。然后，待压制的混合物会针对不同成型工艺按照先入先出的原则放入垂直回转式仓库中。

直接和间接成型工艺

通过直接和间接成型工艺可将压制混合物转化为刀片或刀架。间接成型应用的工序是挤压和等静压。通过此种方式制成的生坯先经过预烧结，然后进行切削加工，最后再进行烧结。对于直接成型、轴向压制或注塑，后续操作仅有预烧结和 HIP 烧结（HIP - 热等静压）。

两台活塞杆压机将混合物压成条状，其横截面积与 Supermini 系列的模具或各种旋转轴相对应。将连续形成的条自动分成适合支撑板的长度，输送到预烧结装置，然后切割成适合刀具的部分，进行切削加工、清洗和最终烧结。

在等静压工序中，将待压制混合物填入弹性外套中，借助于液体在约 2000 bar 的压力下径向压缩，然后形成刀具。内置水平仪可以使圆柱形压力容器实现自动充填。该工艺用于生产圆形和椭圆形截面

自动化程度已达97%。

（带孔和无孔）以及旋转轴。在大约 2000 bar 的压力下，一根长 500 mm、直径 70 mm 的杆材的压制过程大约需要 90 秒。

自 2012 年起，轴向压制（多层粉末压制）也逐渐得到应用。其突出的设计特点是上冲和下冲的伺服电动驱动，以及水平作用的液压横压装置。它们可以生产具有高经济效益的复杂刀片。包括灌装重量监测在内的自动工作流程都要接受过程控制，所有参数均需进行连续监测。

复杂形状的注塑

注塑可以实现很大的自由度，例如满足底切、自由曲面和各种切削加工几何形状的要求。带有自动工

Horn Hartstoffe GmbH

Horn Hartstoffe GmbH 工厂目前占地 5000 m²，其中生产面积为 4500 m²。凭借不同的成型工艺、烧结和粉末制备，硬质材料生产代表了最先进的技术水平。硬质合金生产按照物料流原理进行组织，并按顺序安排下游工序。

质量的起点：刀具制造

高经济效益的成型加工需要高精度注塑或冲压刀具，如内部刀具制造部门生产的优质产品。随着硬质材料生产需求的不断增长，部门也对铣削、冲蚀、平面和坐标磨削等作业设备的能力进行了相应调整。针对刀片的刀具设计和切屑几何形状的开发几乎同时进行。对于研发部门提交的新开发项目，刀具制造部门会首先对其可行性进行检查评估。

从粉料到生坯

刀片的制造过程首先混合和制备硬质合金粉末、压制助剂和添加剂，以形成适合压制的混合物。硬质合金的晶粒尺寸为 0.6 至 6 μm，基于粉末成分的

件处理功能的注塑机可用于制造这种复杂刀片。该自动化设备是在 HORN 设备构造部门协助下开发的,可将注塑件从机床上取下,并以便于激光切割浇口的方式放置。1992 年, HORN 成为全球第一家使用注塑成型技术以高工艺可靠性批量生产可转位刀片的刀具制造商。

预烧结与烧结

压制或注塑后的生坯仍不稳定且易碎。在预烧结过程中,由于加入了压制助剂,其稠度会发生变化。变化发生在 820°C 左右的氢气环境中。然后,将由生坯变为棕坯的部件通过金刚石刀具进行磨削加工。经过预烧结和切削加工,生坯变为成形的棕坯。最后,通过 HIP 烧结(一种基于时间和温度控制的热处理)达到最终强度。烧结温度在 1300-1500°C 之间,具体取决于硬质合金成分。烧结,也就是烧结致

金的微观结构,多孔的棕坯变成了强度和韧性都很高的硬质合金刀片,其体积减少了百分之二十左右。

长期检测与过程控制

尽管采用了现代化工艺流程和可靠的工作模式,但每一个生产步骤仍要经过监督、检测和控制。质量控制部门通过全面的测试和最先进的测量与测试设备确保对硬质合金坯料的高要求。所有烧结的刀片都会通过全自动测量机进行百分之百的尺寸检查。然后由经过专门培训的员工对其进行目测检查,以确定是否有损坏和变形。在硬质材料实验室,工作人员会对硬质合金的物理和冶金特性进行检测和监控,涵盖从粉末状原材料到烧结的硬质合金刀具成品。除了材料分析、检测和烧结工艺优化外,还会对样品进行批次物理值测量,并进行微观孔隙度和微观结构研究。

通过烧结,多孔的棕坯变成了强度高、韧性好的硬质合金刀片。

密化,是在 HIP 烧结炉的保护气体环境中,在真空状态下粘合剂的液相中完成的。这样就改善了硬质合

微米级公差磨床

HORN 采用带有基本配置的 5 轴数控机床。然后再根据需求由我们自己的机械工程部门对其进行改造和升级。将一台基础设备改造为高科技设备,基本上涵盖了产品特定的附加功能集成,如测量、校准、夹持、定位、转向和运输,所有这些功能都是为自动磨削技术量身定制的。例如标准化接口,用于连接模块化组件和



Horn Hartstoffe
GmbH 烧结部门



从粉料到刀片的工艺步骤。

夹紧装置、砂轮转换器和同心度为 $1\mu\text{m}$ 的数控分度头。标准刀片和特殊刀片的比例约为 50:50。95% 以上的刀片都要经过磨削生产步骤，在这个步骤中，根据产品和要求，必须达到 $\pm 1\mu\text{m}$ 的精度，而且在 200 倍放大率下使用 μ -Finish 系统时，可以保证切削刃无破损。在 HORN，磨削生产区域在生产面积和机床数量方面，所占比例最大。

涂装是对刀具的最后加工。

根据优先级进行自我控制和跨部门任务处理。

但是，现有生产能力也需要一个与之相适应的环境和非常高的订单处理速度。为了尽可能有效地完成小批量特殊刀片和刀架的生产，HORN 开发了所谓的 Greenline 流程，这是一种基于自我控制的在整个公司内部快速运转订单处理的流程，而无需大量计划和管理工作。这意味着，所有批次数量在 50 件以下的刀片订单，最多可以在三天内完成生产，加上包括喷涂在内的一系列后续加工步骤，可以在客户批准图纸后一周内交货。对于每份生产订单最多五件的刀架，交货时间则为两周。

涂装部门负责最后加工

每层只有千分之几毫米的厚度，但对刀具磨损有着决定性影响，进而对机床、能源需求、操作设备和辅助材料产生影响。这也是 HORN 研究涂层问题长达 30 年之久的原因。HORN 采用专门应自身要求定制的 PVD 溅射镀膜系统。阴极溅射工艺在微观范围内产生平整表面，可以应用各种涂层材料。共有九个系统（每个系统的进料能力为 1400 至 6000 个刀片）

可以应用所有常见涂层，包括 TiAlN、TiN 和 TiAlCN 以及 HORN 自己开发的涂层。这是在真空条件下的实验室内完成的。经过等离子清洁后，根据刀具不同，在 480°C 左右的温度下，刀片上会覆盖一层 $1.5\mu\text{m}$ 至 $10\mu\text{m}$ 厚的硬质材料层。

整个过程需要 7 至 14 小时，具体取决于涂层厚度。之后，会采用先进的方法对涂层厚度、涂层附着力、涂层结构以及涂层成分进行检查和量化。

MINI 系统投入使用 棘手车槽的专用 刀具

“30多年来，我们一直使用 Paul Horn GmbH 刀具。而针对当前问题的解决方案再次向我们展示了信赖从何而来，”Roland Burghart, SICK Stegmann GmbH 多瑙埃兴根工厂车削部门负责人这样表示。该问题由钛丝传感器部件的轴向凹槽引起。Horn通过各种特殊设计的 Mini 系统等解决了这一难题。HORN 的设计人员与技术顾问 Karl Schonhardt 一起，为棘手的加工任务开发了切削方案。此方案对部件质量的要求非常高。

工件安装在高灵敏度的气流测量传感器中。所谓的振荡器是这些测量单元的核心。传感器可用于气体管道、火炬气测量、蒸汽流量测量或沼气厂。SICK 公司的传感器技术旨在保护人们免受意外伤害，避免环境破坏，同时提供准确数据。因此，其对产品的质量要求非常高。就连单个组件与部件也不例外。严格的公差、高等级的表面质量和难以切削的材料是 SICK 公司数控生产人员的日常工作内容。

为了保证较高的耐腐蚀性，SICK 设计人员选择了钛合金 Ti-5 级 (6Al-4V) 作为振荡器的材料。全世界钛的需求量中约有 50% 是这种合金。这是因为它在高强度和低密度之间达到了上佳比例。而且这种钛合金的机械性能比纯钛更好。切削加工的一个问题是容易出现冷作硬化现象。如果由于切削刃的进给不足而导致摩擦力过大，材料就会开始冷作硬化。这样一来，刀具的使用寿命就会缩短很多。在对钛进行车削和铣削时，锋利的切削刃、正确的切削参数与合适的刀具涂层是对该种材料进行高效加工的要点。

振荡器是测量单元的核心。

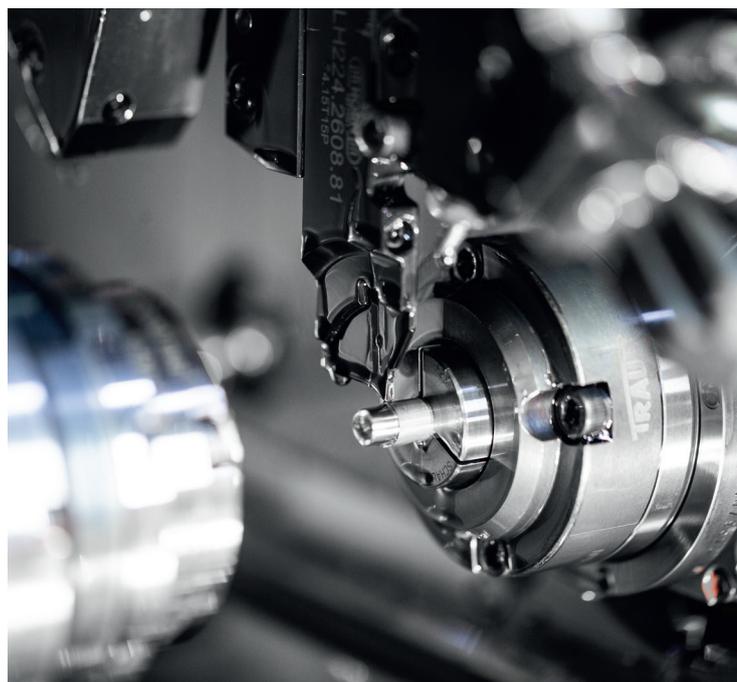
“振荡器”部件一窥



SICK 信赖 HORN 开槽系统。

高产量需要周密的刀具解决方案

Schonhardt 表示：“钛合金的加工对于有经验的加工人员而言不再是重大挑战，而只是简单的切削操作。”然而，振荡器上的轴向凹槽和螺纹需要合适的刀具设计和巧妙的加工策略。Burghart 团队生产的振荡器直径在4 mm 与 12 mm 之间，具备多种设计规格。“我们针对不同应用提供多个版本的工件。所有型号都在我们位于多瑙埃兴根的工厂进行生产。振荡器系列部件在三班倒的生产方式中连续运行。这也是高效刀具系统对我们无比重要的原因之一，”Burghart 说道。



特殊设计的 Mini 系统

“基于我们的经验与 Schonhardt 先生的长期合作，HORN 成为我们面对这项切削加工任务时的第一选择，”生产经理 Markus Mucha 说道。对于轴向凹槽，HORN 的设计师通常选用 Mini 114 型系统。除了系统的众多标准型号外，坯料也非常适合磨削客户特定的切削刃轮廓。适于轴向凹槽轮廓的有三种不同刀具。“凹槽的轮廓、小型工件非常严格的形状和位置公差、以及要在平面实现的高表面质量，都需要切削分布，”Schonhardt 解释说。从第一次问询到对该部件系列所有型号实施开槽工艺，大约用了六个月时间。“双方合作非常棒。我们首先

开槽过程如下：第一个刀具沿轴环切削第一个内轮廓，但在平面上保留有加工余量。第二个刀具在两个轴上复制锥形和内径。第三个刀具在下平面进行第三次切削加工。过程中，刀片通过两个轴向工件移动，然后通过轴向运动对表面进行加工。平面是部件的后续功能表面，对所要达到的表面质量有着严格的公差要求。内轮廓的进一步加工是在外径上为内螺纹生成螺纹自然切痕。所有加工操作都由 HORN 利用 Mini 114 型开槽系统完成。针对机床底座方面，SICK 采用了制造商 INDEX 的 TRAUB TNL20。

TRAUB TNL20 走心式/纵切自动车床的设计理念是始终满足用户日常需求。走心式自动车床的连动机构允许采用两把、三把或四把刀具高效地进行同步加工。垂直设计的加工区空间巨大，确保具有必需的自由度以及高度流程安全性。走心式自动车床具备高动态性能，从而在生产效率方面具有极大优势。新开发的灰铸铁床身为确保其最佳减震特性奠定了基础。刚性和热稳定性极高，确保走心式车削和纵切车削时的工件质量达到最佳。

从第一次问询到最终实施仅用了六个月。

尝试使用了三种刀具，这些刀具立即带来了非常好的工作结果和产品样本。然后，我们扩大了应用范围，”Burghart 说道。

30 年的诚挚合作（从左至右）生产经理 Markus Mucha 正在与 Roland Burghart（二人均来自 SICK）和 Karl Schonhardt(HORN) 进行讨论。



更多 HORN 系统

用于该部件系列的不仅有 Mini 系统, 还有 HORN Supermini 刀具系统。Schonhardt 建议用这种系统来生成内螺纹。所有螺纹均满足 4H 公差等级。这家位于多瑙埃兴根的公司还通过 Supermini 系统在部件背面生成轴向凹槽。在部件开槽方面, Burghart 采用了 HORN 公司的模块化开槽系统 842, 并配有 S100 系统刀片。Burghart 表示:“盒式设计给我们带来了高度灵活性, 同时也大大提高了整个系统的稳定性。”根据部件的不同, 每个工件最多可使用十二把 HORN 刀具。

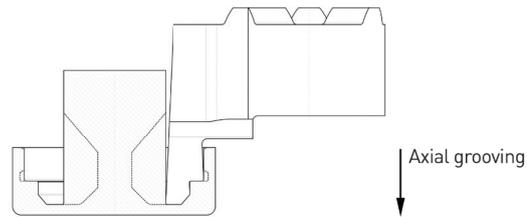
“由于每种型号的设置时间为八小时, 因此我们特别关注刀具的长使用寿命、高工艺可靠性和高刀片更换精度,”Burghart 解释说。除了为钛合金设计的切削刃几何形状和锋利的切削刃微观几何形态外, 刀具涂层也为保证钛合金的可靠使用做出了重要贡献。“我们已经开发了用于钛和其他超级合金的 IG35 涂层,”Schonhardt 表示。

光滑性和高耐热性

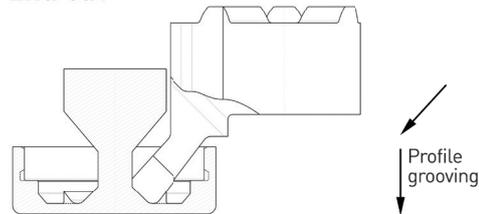
氮化铝钛层由于摩擦系数低, 可防止形成堆积边缘。由于采用了 HiPIMS 涂层技术, 该涂层具有非常光滑的特性和高耐热性。另外, 这种刀具涂层在切削刃处没有诸如微滴或其他涂层缺陷。HORN 使涂层系统、切屑几何形状和微观几何形状适应典型应用, 例如内部和外部切槽、长车削、圆形和整体硬质合金铣削。用户可以使用更高的切削值, 从而缩短循环时间, 降低单位成本。除外之外, 使用新型涂层表示要获得更高的表面质量。

“经过 30 年的密切合作, 我们对刀具合作伙伴 HORN 的信任得到了进一步加强。我们对 Schonhardt 先生的专业知识和有关刀具应用的丰富经验也非常满意,”Burghart 说道。

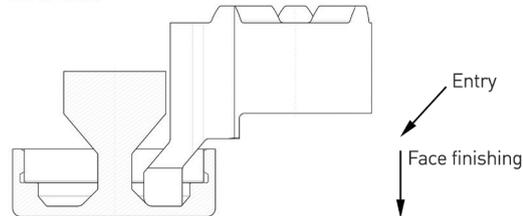
1st cut



2nd cut



3rd cut



轴向凹槽的切削分布示意图。



SICK 公司成立于 1946 年, 在全球拥有 50 余家子公司、控股公司及众多代理商。在 2018 财年, SICK 在全球范围内的员工数接近 10,000 名, 集团销售额达到约 16 亿欧元。从工厂自动化、物流自动化再到过程自动化, SICK 始终占据传感器制造商领先地位。作为技术与市场领导者, SICK 的传感器和工业应用解决方案为安全高效的过程控制、保护人员免受事故伤害和避免环境破坏奠定了良好基础。