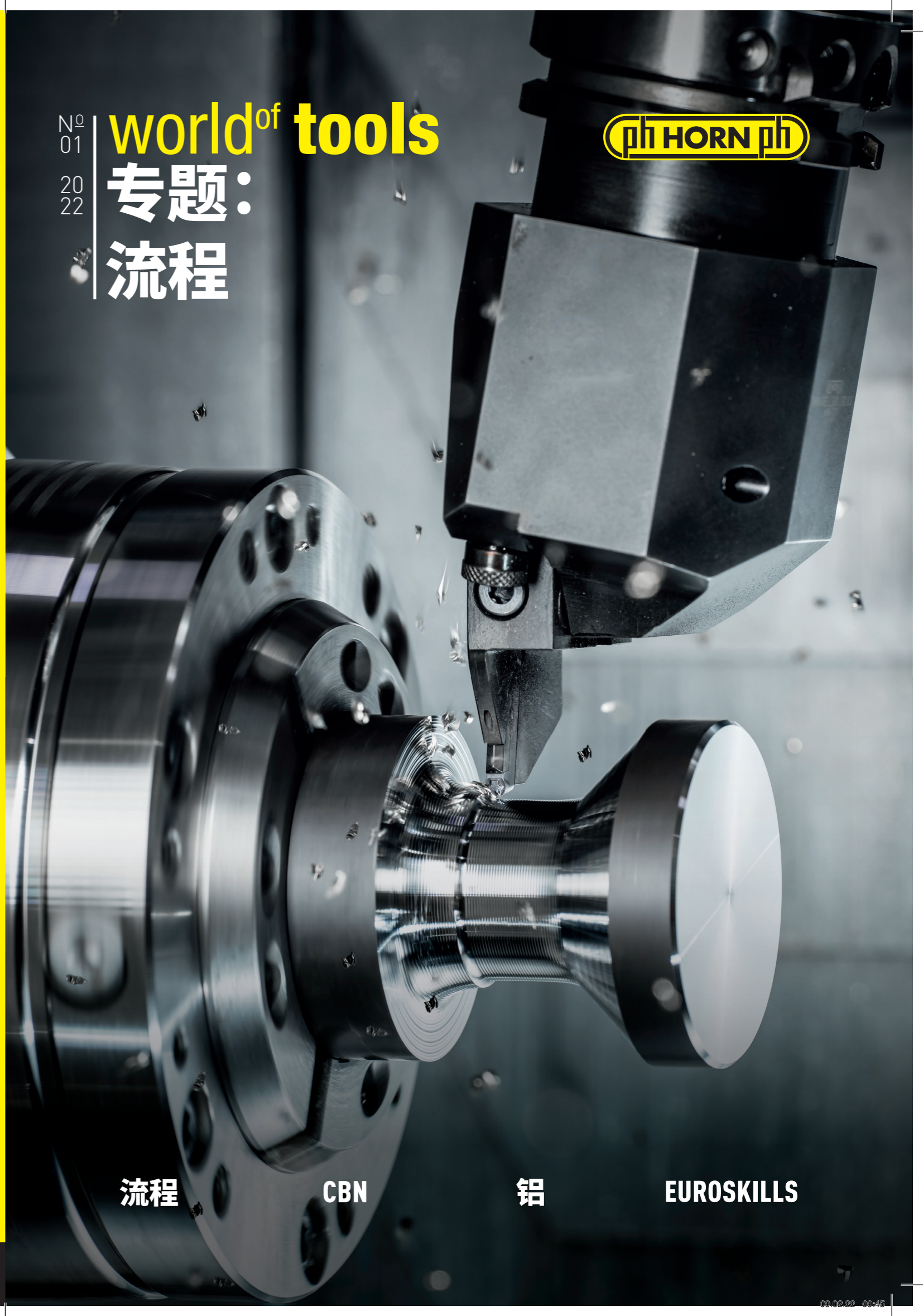




No
01 | world^{of} tools
20
22 | 专题：
流程



流程 CBN 铝 EUROSKILLS

DEUTSCHLAND, STAMMSITZ
GERMANY, HEADQUARTERS

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

Tel. +49 7071 7004-0
Fax +49 7071 72893

info@PHorn.de
www.PHorn.de

Find your country:
www.PHorn.com/countries

尊敬的读者朋友：



刀具、夹紧装置、机床与控制系统构成了完整工艺流程。然而，多数情况下，它并不像乍看之下那样简单。在流程启动与运行之前，需要做的其实有很多。特别是当涉及到软件、循环以及机床设备的特性与功能等事项时。工艺需要整体方法和全面理解，以保证对用户来说切实可行并可为其创造附加价值。动力刮削、多边形车削和高速旋风铣削等工艺最近成为关注焦点。我们对工艺的理解是维持 HORN 在顶级切削加工领域屹立不败的关键。

HORN 始终重视并坚持培养后继人才。只有现在对专业人才扶持的持续思考与行动，才能奠定长远的成功基础。因此，我们决定赞助 2021 年度欧洲技能大赛 (EuroSkills)。除了我们自己的培训部门和 HORN 学院外，我们还设立了机械工程青年人才基金会。我们以此为起点，踏着时间脉络，走向光明未来。

我们期待着通过本期刀具世界向您传递更多行业信息。

Markus Horn、Lothar Horn 和 Matthias Rommel

world^{of} tools

Nº 01 2022

04

工艺

精晓加工工艺

06

专题

高光加工工艺
一流的高光打磨效果
旋风铣削工艺
旋铣工艺打造好声音

18

工艺访谈

Steve Smith

20

产品

PCD 钻孔刀具
CBN 刀具
窄槽铣削

24

特殊应用

铝——用途广，重量轻，当然也有不足

28

关于我们

HORN 参与德国 EuroSkills 与 WorldSkills 大赛
专访 EuroSkills 大赛数控车削项目冠军
HORN 学员向儿童癌症慈善组织奉献爱心
Markus Horn 再度当选 ECTA 主席

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 年二月。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: Christian Thiele, Nico Sauermann, Paul Horn, EuroSkills, Adobe Stock。

版次: 31,200 份德语, 5,850 份英语, 4,280 份法语

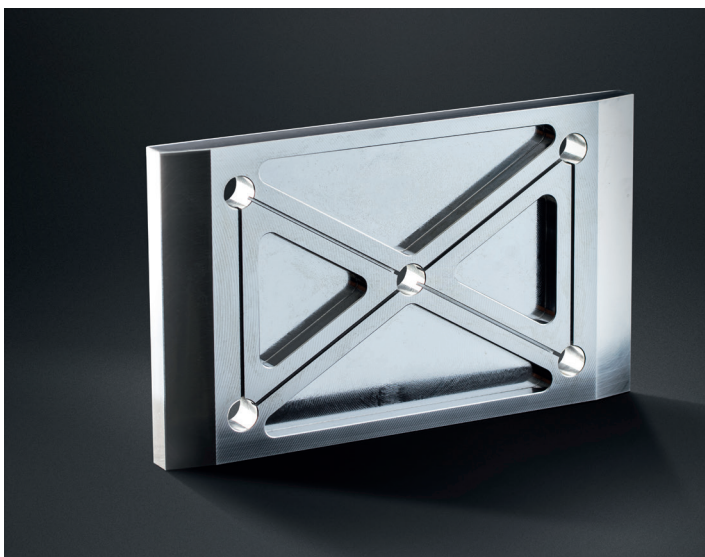
编辑/文本: Nico Sauermann, Christian Thiele, EuroSkills, WorldSkills Germany, ECTA/VDMA

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

工艺

精晓加工工艺

HORN 首席执行官 Lothar Horn 表示：“如果没有精密刀具，汽车不能行驶，飞机无法飞行，医生也会在面临关节植入手术时束手无策。”此理同样适用于切削加工领域。只有掌握切削加工工艺的人，才能从所用刀具中获得最大性能。但如果对刀具不精通，即使拥有最好的工艺知识，也无法取得经济成果。HORN 的技术人员将精密刀具专业制造技术与切削加工工艺结合起来。



来自刀具和模具制造的客户组件（略有改动）。

每个切削操作都是一个工艺：开槽、切槽、铣槽或面铣工艺流程构成了每位加工人员的日常，并作为循环储存在每个机器控制系统中。HORN 为此提供了一系列刀具。此外，更专业的切削加工工艺，如动力刮削、锥齿轮铣削、螺纹旋风铣削、高光铣削和车削或高速成型，均需要高水平的刀具技术和工艺知识。其中包括接骨螺钉多线螺纹旋铣工艺中刀具切削刃的设计或动力刮削齿轮的齿形设计。

为了在立方工件上高效加工槽，HORN 开发出用于速度成形工艺的刀具。针对深而窄的槽（2 至 3 mm 宽），通常在刀具和模具制造过程中使用长度比和直径比较大的铣刀。由于断裂风险较大，应选择相对较小的进给量和切深。使用该刀具，HORN 可以通过速度成型工艺（刨削）以低成本快速加工最大深度 20 mm 的槽。这些刀具基于 Supermini 105 系统。与开槽类似，刀具轴固定对齐，刀具在编程轨迹上移动。机床进给速度较快（最大 60 m/min）的情况下，单次行程的最大切深为 0.3 mm。

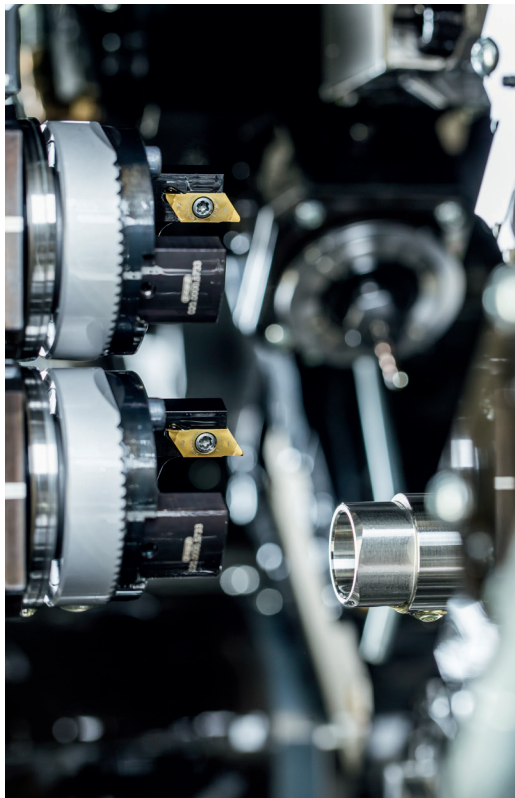
结合循环生产，还可以加工出弧形或波浪形的凹槽。例如实现在壳体上高效加工冷却肋或加强肋。使用相应的机床和部件，刀具可以缩短加工时间，因为 Supermini 系统的液滴形状可以承受更高的负荷，因此也允许切削方向上的切深。

HORN 开发出用于生产非圆形轮廓的多边形车削工艺。通过轴向进给，刀具实现有规律的在车床上加工非圆形轮廓。这种工艺简化了多边形的加工。在加工过程中，工件和刀具的轴线彼此偏移，达到特定的转速比。刀具既适用于外部加工，又适用于内部加工。轴向偏移，工件与刀具的转速比和切削刃轨迹定义了轮

HORN 开发出用于生产非圆形轮廓的多边形车削工艺。



为了在立方工件上高效加工槽，HORN 开发出用于速度成形工艺的刀具。



HORN 开发出用于生产非圆形轮廓的多边形车削工艺。

廓的尺寸。用于多边形车削的刀具系统根据待生产的工件的轮廓进行调整。这种工艺非常适合量产过程，因为在加工过程中不会发生急动或反向运动。HORN 应客户要求，将刀具系统应用于多边形车削工艺，从而实现插接齿部、多边形和其他形状的低成本生产。

通过前述两个示例，我们希望传达的是，HORN 并不仅从纯粹精密刀具制造商这一个角度来支持用户。凭借在刀具制造方面的专业技术和广泛工艺知识，HORN 也将自己定位为特殊加工方案的问题解决者。

专题

高光加工工艺

纳米级超光滑表面，确保极佳表面质量。这只有通过超精密切削加工或高光加工工艺才能实现。精密刀具和恰当切削材料的使用保证了完美加工成果。加工完成的表面总是刀具切削刃的反映。只有由单晶金刚石（MKD）制成的切削刃才能凭借其内部结构和硬度实现如此精细的抛光，继而在切削加工过程中生成一个完美无瑕的表面。由计算机控制的机床通常不能对无缺口的切削刃进行完美抛光。只有经过专门培训的技术人员，才能凭借其敏锐度和专业技能带来高光泽度。因为高质量刀具的精加工属于纯手工作业。

MKD 高光加工是用几何切削刃进行加工的最高准则之一。百分之二毫米的加工余量将会在非常好的表面与完美镜面表面之间造就差距。应用范围极为广泛。该制造工艺在众多行业中得到广泛应用。例如，在珠宝行业，此类刀具用于为高品质手表的可见部件和多数结婚戒指打磨光泽。在生产太空望远镜的镜片时，镜片表面经铣削后，形成了几近完美的形状精度，进而确保对太空的无失真观察。所有的视觉辅助工具，无论是普通眼镜还是隐形眼镜，也几乎都会用到金刚石刀具。另一个应用是刀具、模型和模具制造。在该领域中，可以省去繁复且昂贵的抛光工作。除此之外的应用领域还有很多，尤其是在医疗技术方面，此类刀具系统也已确立了不可或缺的地位。

科研领域的应用

科学研究人员希望利用具有高光泽和高精度表面的镜片来扩展他们的研究视野。例如卡塞尔大学的天体物理学家小组。科学家们在真空室中创造了原本只存在于太空的物质，从而收集到有关恒星形成和消亡的信息。精密激光系统和精准成像系统帮助研究人员实施了他们的想法和理论。在研究过程中，激光束通过镜面被引导到形成的气体云中。光束来回反射的次数越多，即表示气体云被透视的次数越多，检测到的信号就越清晰。在进行高光处理之前，研究人员使用了抛光镜。尽管具有反射表面，但由于多次抛光，导致平整度存在大量几何误差。配备 MKD 的铣刀则能够有效解决此问题。

即使在非专业的通用加工中心也可以打磨高光表面。驱动装置的轴承和主轴在此间扮演着关键角色。高光加工仅限于有色金属、贵金属和无纤维塑料。由于化学作用，其无法在钢材中经济使用。因为金刚石的碳会渗透到钢材的铁成分中，从而造成金刚石的溶解。

手工工艺

若想达到具有镜面光泽的表面质量，刀具切削刃的质量起着决定性作用。切削刃的质量反映在待加工的材料表面上。MKD 切削刃的最后打磨与抛光类似于手工工艺。与打磨珠宝钻石相似，用于高光加工的刀具切削刃的精加工乃是通过打磨钳手工完成。带有实心花岗岩台面的空气轴承研磨台为切削刃的磨削提供了最佳条件。使用 200 倍放大率的显微镜进行视觉检查。在该放大倍率下，切削刃必须保证没有缺口。所生成的切削刃最大半径为 0.0002 mm。HORN 开发了一种特殊磨床，用于磨削 MKD 球头铣刀，实现切削表面的高光加工，有了它，即使是最小半径，也可以可靠地加工。

高光加工主要通过合成金刚石完成。合成金刚石的工艺共有两种。在 HPHT 工艺（高压高温）中，金刚石在高压和高热下形成。换句话说，是以一种近乎自然的方式，只是无需经过数百万年，而是在几个小时或几天内完成，具体取决于所需尺寸。在该过程中，纯石墨粉在 60,000 bar 的压力和 1,500 摄氏度的温度下转化为金刚石。通过这种工艺生成的金刚石略带黄色，这是由嵌入的氮原子的光折射造成的。合成金刚石的最大边缘长度为 10 mm。超过这个尺寸在理论上可行，但并不经济。

HORN 采用更为纯净的 MCC 金刚石制作 MKD 刀具。这些单晶石产自 CVD 工艺。碳源自甲烷等各种气体，甲烷在工艺流程中离析沉淀，使金刚石得以生成。此类金刚石晶莹剔透，根据厚度不同，可能会显现稍许褐色。此种工艺的一大优势在于金刚石的边缘长度。这意味着可以实现 30 mm 的切削刃长度。以前，人们通常使用天然金刚石来制作此类刀具，由于价格昂贵，可获得性低，往往难以实现。

MKD 切削刃的抛光与手工工艺类似。



精密刀具和恰当切削材料的使用保证了完美加工成果。

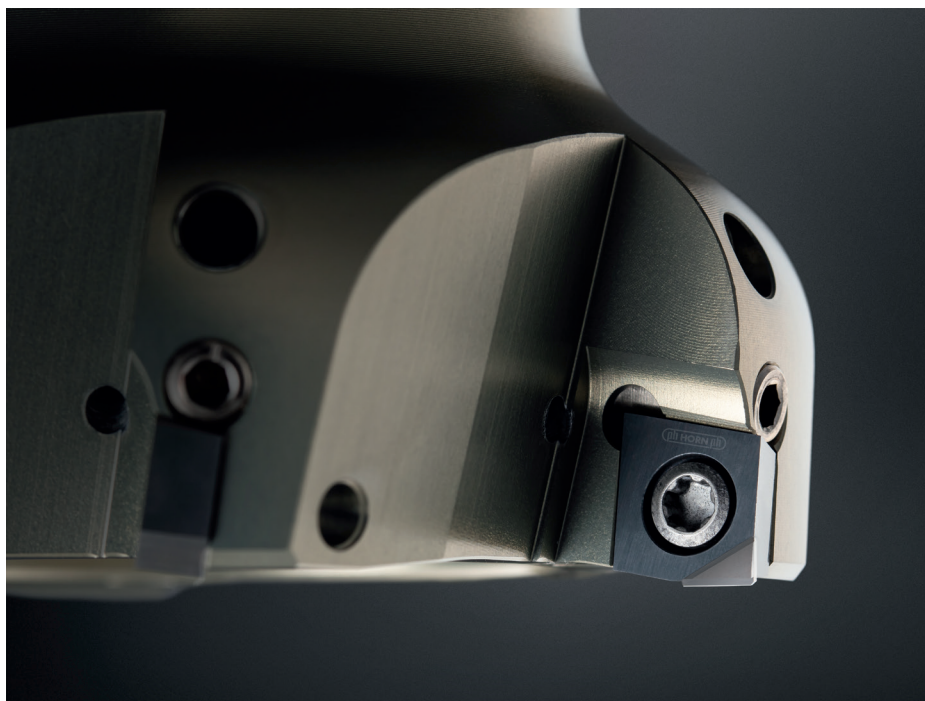
专题

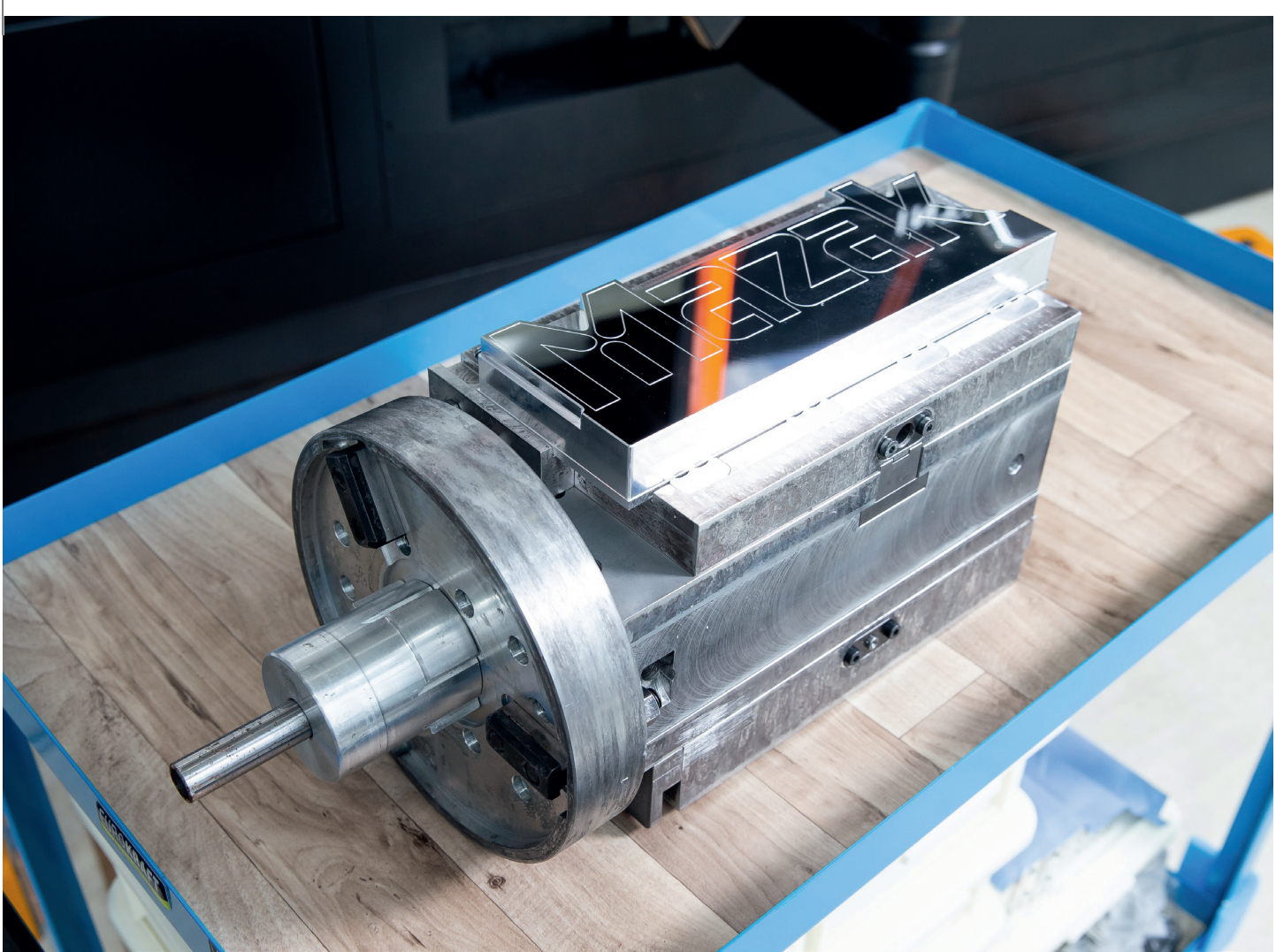
一流的高光打磨效果

公司创始人 Walter Schumacher 介绍道：“我们进入了其他公司所不曾涉足的领域。”他与儿子 Stefan 一起经营 Walter Schumacher Impuls Technik GmbH 公司，简称 SIT。该公司专门从事特殊阀门和阀门解决方案的开发和生产，在众多行业有着广泛应用。其产品范围包括高真空至压力高达 800 bar 的阀门，以及适用于所有类型的介质。其中一种特殊解决方案由铝制成，包括数个氮气阀、多种传感器、减压阀和节流阀，可以调节或控制不同压力。为此就需特别强调连接面的表面质量，以确保在分析技术中的使用功能。在 Paul Horn GmbH 金刚石刀具的辅助以及机床制造商 Mazak 新型铣削和车削中心的投用之下，SIT 公司达到了 Ra 0.012 μm 的表面质量。

“我们在项目开始时的表面质量是 Ra 0.02 μm ，”Stefan Schumacher 表示。阀块的表面质量对此起着决定性作用。它会用作阀门组件连接的密封面。“在油压约为 450 bar 的情况下，密封液阀在技术上相对容易实现。对于氮气或其他气体阀门，若压力高达 800 bar，就会在技术上形成非常大的挑战，”Walter Schumacher 介绍说。即使技术完善，也不可能保证百分之百地密封连接。泄漏率为 1×10^{-7} 。出于此原因，阀块几近完美和高光泽的表面就成为关键所在。

配备 MKD 切削刃的 HORN DTM 铣削系统可达到 Ra 0.012 μm 的表面质量。





Mazak 公司开发的夹持装置。

阀块的表面质量对此起着决定性作用。

阀块的完整加工

对于阀块的生产，SIT 此前依靠的是自己开发的抛光工艺，该工艺程序在切削加工之后进行。然而，后续工作所需的时间和人力使得工艺优化迫在眉睫。而且，SIT 还缺乏合适的机床。搬迁到新建的公司总部后，新的车削/铣削中心即进入规划阶段，但选择哪家机床制造商仍未确定。“我们联系了几家机床制造商，并告知他们具体需求。Stefan Schumacher 说道：“Mazak 立即表现出极大兴趣，并建议对阀块进行整体加工。Integrex i-200ST 车削/铣削中心成为最终选择。INTEGREX 的结构设计注重刚性和稳定性，主轴运行平稳，振动小。除了机床之外，Mazak 及其合作伙伴还为 300 mm 长、110 mm 宽、30 mm 高的阀块设计了夹持装置。该装置直接安装在主轴法兰盘上，而卡盘则通常安装在法兰盘上。设施数量从以前的九个直接减少到两个。

HORN 脱颖而出

确定机床设计理念之后，下一步就需要进行刀具规划。HORN 产品经理 Jürgen Schmid 介绍道：“在第一次与对方接触，并了解其加工任务之后，我很快就想到使用我们的 DTM 铣削系统来解决精加工问题。我们的刀具配备了一个由单晶金刚石（MKD）制成的切削刃。第二个切削刃配备了 PKD，并用作 MKD 定义的 0.02 mm 余量的预铣刀。”除了 HORN，还有另一家刀具制造商也在备选名单中。然而，HORN 只需一次就完成了任务，而另一家制造商则需要三次。不言而喻，HORN 就是最佳选择。不仅因为我们取得了满意的结果，而且也被其专业技术所征服。我们还使用了 HORN 的其他刀具系统，同样获得了令人满意的效果，”Walter Schumacher 说道。

由 HORN DTM 刀具系统铣削的表面质量达到了 Ra 0.012 μm 。基体直径为 125 mm。配备了两个切削刃。一个 MKD 切削刃和一个 PKD 预铣刀，它们在铣削体中反向通过螺丝连接在一起。六个自由刀片座装有硬质合金平衡板。HORN 对该刀具进行了精细平衡，以确保其无振动运行。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 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。

困难在于待加工表面上有大量钻孔。

SIT、HORN 与 Mazak 的精诚合作。





精诚合作 20 年:Stefan Schumacher (SIT) 与 Paul Hauser 和产品经理 Jürgen Schmid (二人来自 HORN 公司) 进行讨论。

敏感的表面

“困难在于待加工表面上有大量钻孔。高光铣削必须作为最后一道加工程序，否则钻孔、铰孔和螺纹铣削产生的极细切屑会对镜面造成损坏，”Schmid 介绍说。Stefan Schumacher 补充道：“即使是指纹，也会使密闭表面在后续使用中丧失功能。”对 HORN 刀具来说，钻孔的断续切削不会造成任何问题。加工时，铣

刀以 $n = 5,000$ 1/min 的转数和 $v_f = 500$ mm/min 的进给速度在工件上纵向移动。切削速度为 $v_c = 1,960$ m/min。为了减少刀具的再切削次数，刀具的最小导程角设定为 0.008 度。冷却可以选用市售常见乳液。“我们对该刀具的性能非常满意。在批量生产中，我们现在可以达到 $Ra\ 0.012$ 和 $Ra\ 0.014\ \mu\text{m}$ 之间的表面质量，”Stefan Schumacher 总结道。



SIT 公司

近 40 年的高品质阀门技术使 Walter Schumacher 在几乎所有工业领域建立起了坚实的客户基础。其主要业务是制造特殊阀门和客户定制阀门解决方案。研发、生产、销售，一手掌握从初次接触到成品交付，SIT 为客户提供非常短的交货期，从而保证较低的成本，并能直接接触到所有决策者。凭借现代化的机床和接受过培训的专业人员，公司能够根据客户的个性化要求，以稳定的质量生产批量设备以及单台设备。每个阀门都会接受严格的质量检验。货物交付发运前会接受全盘检查，包括加工、性能和密封性，如果需要，甚至还可进行氦气泄漏测试并给出测试报告。所有经过测试的组件，除阀门外还包括流量调节器、过滤器、减压阀和压力变送器部件，会同单个阀门一样送到 SIT 客户手中。

专题 工艺 旋风铣削

旋风铣工艺由德国人 Karl Burgsmüller 于 1942 年发明。80 年后的今天，切削加工行业仍然依赖该工艺，因为它与传统的螺纹制造工艺相比具有显著优势。而在此期间，刀具经历了持续不断的发展。2018 年，HORN 推出了 Jet 旋风铣削，这是一种内冷却式旋风铣削工艺，代表了旋风技术的另一里程碑。凭借该技术成果，HORN 展示了其在旋风铣削领域的专业实力。

高切削率、具有高表面质量的长螺纹、深螺纹轮廓、短切屑，多线程螺纹和低刀具负荷是旋流工艺的重要优势。除了上述优势外，用户还面临技术挑战。接骨螺钉等部件所用的材料是重要的方面。在钛、不锈钢和其他超级合金的切削过程中，椎板的旋流板的刀刃承受非常高的载荷。为了用所需的大切屑量和较短的加工时间抵消切削刃的磨损，刀具制造商必须不断优化并进一步开发所使用的刀具和工艺。

凭借 JET 旋风铣削，HORN 展示了其在螺纹加工领域的专业实力。与来自大贝特林根 (Grossbettlingen) 的 W&F Werkzeugtechnik 刀具技术公司合作，共同开发出一种带内部冷却液供应的旋风铣削系统。由于直接对切削刃进行冷却，能够延长系统的使用寿命。结合稳定的旋转装置，该系统还可以在工件上获得更好的表面质量，并降低刀片之间切屑堵塞的风险。表面质量在接骨螺钉的制造中起着重要作用。任何凹槽或毛刺都会为菌群创造空间。

旋风铣也适用于长工件。

紧张的空间条件

纵切车床通常用于生产精密螺丝。这种车床技术的生产效率很高，而且节省空间。然而却存在一个挑战，即车床内部的空间过于狭小。出于此原因，旋风铣削装置必须便于操作，且易于设置。由于 HORN 旋风铣头上锥体接触和端面接触的互相配合，旋风铣头只需三个螺栓即可实现高精度和易于操作的更换。在旋风铣削单元接口上更换铣削头的时间不超过一分钟。接口提供 0.003 mm 的径跳和端跳。最高转速为 8,000 rpm。





HORN通过JET旋风铣工艺展示了其在旋风铣领域的专业知识。

HORN 展示的另一项工艺是高速 (HS) 旋风铣削。该技术为 HORN 与机床制造商 Index-Traub 合作研发。通过并行的车削加工和旋风铣削加工, HS 旋风铣削提高了生产率。在这一工艺中, 由于转速较高, 可以在旋风铣削前进行车削加工。安装在旋风铣削刀具前的车刀减小了材料体积, 否则只能由旋风铣削刀具去除多余的材料。实现更长的使用寿命并提高了表面质量。旋风铣头类似于传统的旋风铣头。只是刀片的几何形状不同。只需一套切割装置即可生产单线和多线螺纹。

HORN 在 JET 旋风铣削和高速旋风铣削之外还推出了其他旋风铣削技术。最普遍的技术是标准旋风铣削。旋风铣头可以连接到每个旋风铣削单元。为了更快地更

换机床外部的旋风铣头和刀片, HORN 开发出模块化旋风铣削系统。由于精密的接口, 旋风铣头从机床上取下后不必重新校准。此外, 旋风铣削刀具可以通过垫圈适应不同的接口。HORN 涡轮旋风铣削有望实现

凭借 JET 旋风铣削, HORN 展示了在螺纹加工领域的专业实力。

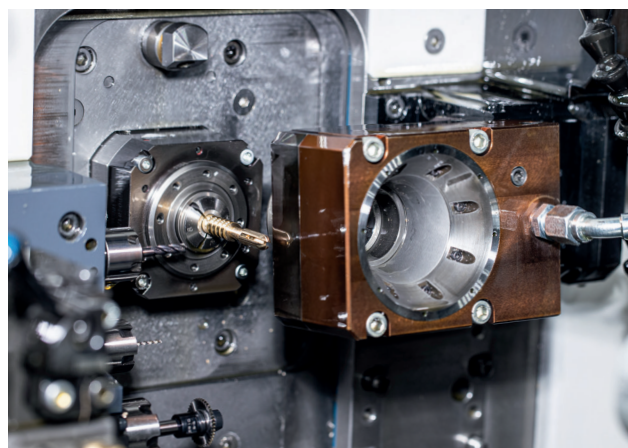
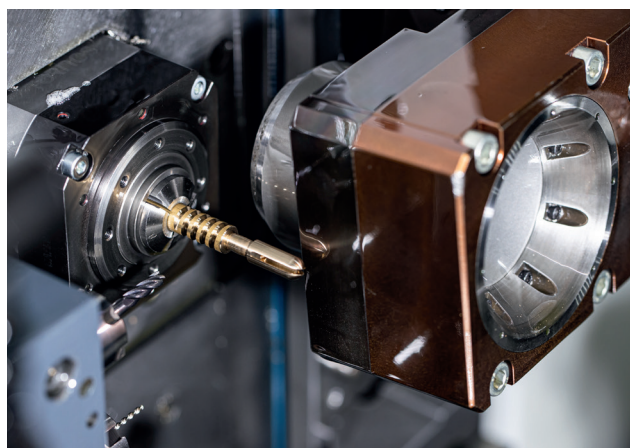
较高的生产率。粗切刀, 预切刀和精切刀的切割分配减少了旋风铣削刀具的齿形刀片上的负荷。因此, 该系统的过程时间更短, 刀具成本更低。

专题

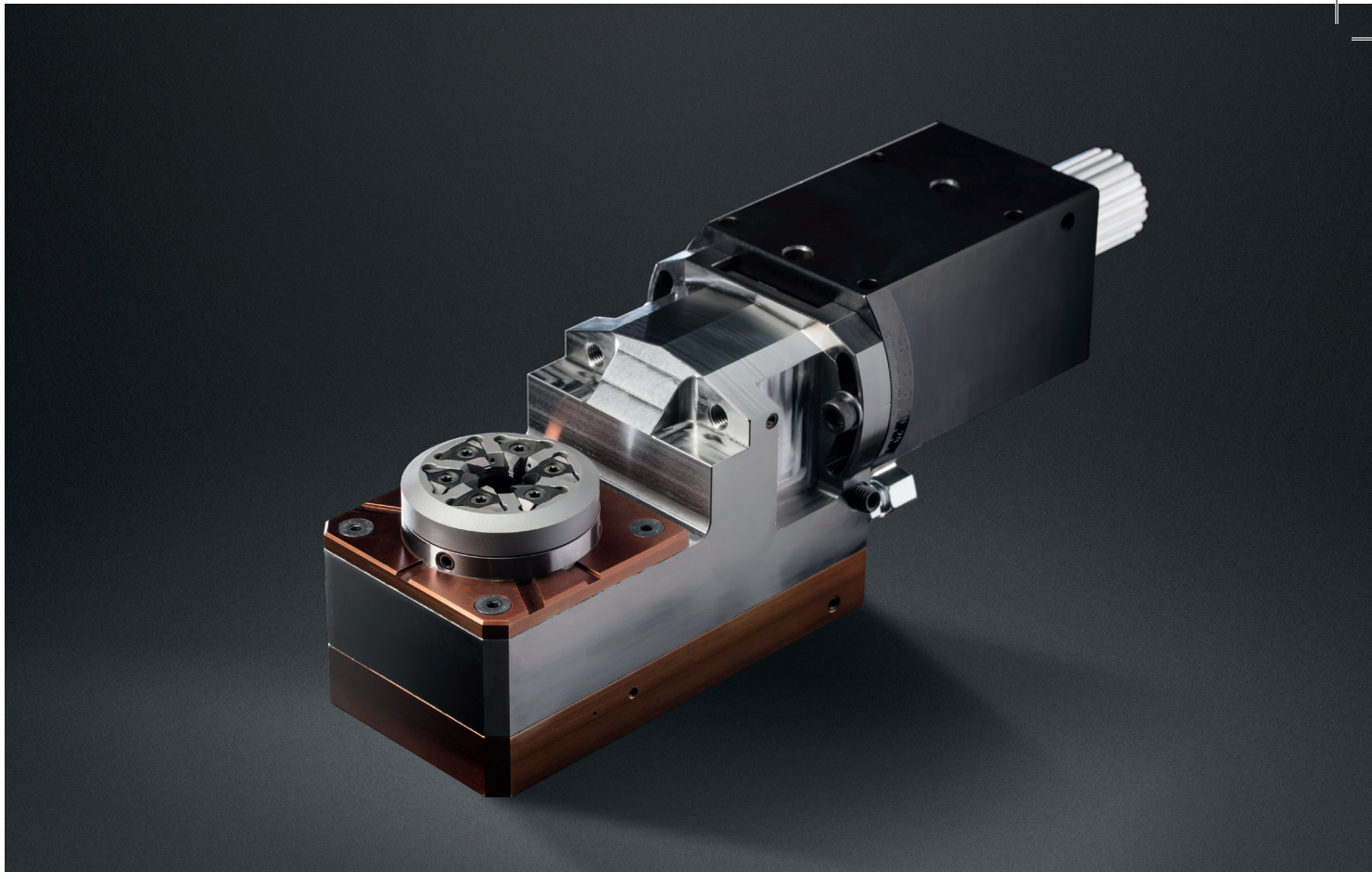
旋铣工艺打造好声音

音乐使人快乐，也能在下一刻引人悲伤。它可以驱动人们在运动中取得上佳表现，也可以带来焦虑与不安。但音乐绝对不会让人感到寒冷。几乎没有任何乐器能像吉他那样唤起人类如此多的情感。无论是在篝火旁还是体育场的摇滚演唱会上，吉他的工作方式都是一样的。位于纽伦堡附近的 Schaller GmbH 公司拥有超过 75 年的弹拨乐器业务史。该公司已成为世界吉他部件市场的领导者。公司负责人 Dominik Weininger 的团队通过现代化机床，对创造良好音质的精确部件进行车削和铣削。而他依靠的正是 Paul Horn GmbH 内冷式旋风铣削系统。

机头、琴桥、颤音效果器和背带锁均是 Schaller GmbH 的专长所在。该公司于 1945 年底由 Helmut Schaller 创建，当时主要从事收音机等电子设备的维修。在二十世纪五十年代初，Schaller 开始开发用于乐器的放大器 and 扬声器。并通过与一家乐器制造商合作，进军吉他部件的开发与制造。到二十世纪六十年代，Schaller 已经成为欧洲最重要的吉他配件供应商之一。特别是 Schaller 制造的机头，更是享有出众声誉。M6 机头是世界上第一个全密封、自锁式精密机头。从那时起，Gibson、Ovation 和 Fender 等国际领先的吉他制造商，都十分信赖来自 Schaller 的组件。



Jet 旋风铣削法将蜗杆螺纹的加工用时减少了一半，提高了质量并确保了更长的使用寿命。



基于 Jet 旋风铣削，HORN 在 2018 年度国际机床展上推出了全球首款带有内冷供应的旋风铣削系统。

精准的蜗杆传动装置

弹拨乐器上的机头用来拉紧和调准各个琴弦。它们位于吉他的头部。机头有一个传动装置，可以确保调弦时的高精确度。机头的其他突出特点还包括操作便利性和自锁机制带来的稳定性。部件的精度越高，机头的质量就越高。传动是通过机头中的蜗杆传动装置实现的。只有借助这些传动装置才能实现精确调整和可靠自锁。

机头的核心部分是带有蜗杆螺纹的调节螺钉。该螺纹为数控车削和铣削技术部门负责人 Nicole Gawatsch 提供了改进潜力。“我们用侧铣刀铣削蜗杆螺纹。但加工时间太长。我们不得不经常拿起零件重新夹紧它，”Gawatsch 回忆说。“我们在 2018 AMB 国际机床展上了解到 HORN 的内冷式 Jet 旋风铣削工艺，然后立即联系了 HORN 销售代表，”工厂经理 Weininger 继续说道。随后 Schaller 与 HORN 就新的旋风铣削系统和项目阶段的开始进行了第一次会谈。

第一个内冷式旋风铣削系统

基于 Jet 旋风铣削，HORN 推出了第一款带有内冷供应的旋风铣刀。与 W&F 刀具技术公司合作，HORN 开发出一种旋风铣削系统，可直接为切削刃提供优化冷却。其中的主要挑战在于，需要在高速旋风铣削装置中，在有限的空间内将冷却润滑油直接输送到切削刃上。部分集成在刀片座中的冷却通道为每个切削刃分配冷却液。此外，冷却液还可直接穿过容屑腔。由于直接对切削刃进行冷却，能够延长系统的使用寿命。此

几乎没有任何乐器能像吉他那样唤起人类如此多的情感。

外，该系统结合稳定的旋风铣削单元，可实现更好的工件表面质量。由于获得专利的 W&F 接口上锥体接触和端面接触的互相配合，旋风铣头只需三个螺栓即可实现高精度和易于操作的更换。内部冷却液供应降低刀片之间切屑堵塞的风险。接口提供 0.003 mm 的径跳和端跳。最高转速为 8,000 rpm。



领先的国际吉他制造商都依赖Schaller的机头。

在 Schaller 进行的第一次测试并没有立即取得成功。“问题在于机床的冷却液压力太低。HORN 销售代表 Peter Rümpelein 解释说：“旋风铣削装置需要较高的冷却液压力才能保证工艺流程的安全运行，但机床提供的压力太低在生产 20,000 个零件后，由于冷却不足，就不得不更换旋风铣削装置的轴承。随后，Nicole Gawatsch 将旋风铣工艺转移到 Tornos Swiss GT 纵切车床上。较高的泵容量确保了较高的冷却液压力。Rümpelein 说：“高压力可保证设备的冷却和润滑。”

加工时间减半

再次启动后，旋风铣工艺开始可靠地运行。“旋风铣装置已经在机床中全天候运转了一年多的时间。我们对该刀具系统非常满意，”工厂经理 Weininger 表示。工艺流程转换

的成功也体现在加工时间上。Gawatsch 以往需要大约一分钟的时间来铣削蜗杆螺纹。传统的旋风铣方式则需要 40 秒。“有了内冷却式旋风铣，我们的加工时间再次减半，处理每个部件只需 20 秒。鉴于每年的部件处理量如此之大，可以说为我们带来了显著节约，”Gawatsch 说。除了加工时间缩短外，所制造部件的表面质量也有明显改善。此外，可转位刀片的使用寿命增加了许多倍。

Schaller 公司只使用一种旋风铣头，该铣头带有适合 S302 型可转位刀片的刀片底座。“我们只需要针对不同的螺纹更换刀片，”Gawatsch 说道。HORN 主要使用三刃 S302 系统进行旋风铣。磨削刀片时的制造精度很高。在车削过程中，三个切削刃的长度公差小于 0.005 mm。这确保了整个系统

的高同心度、车削刀片时的高精度以及由此产生的高表面质量。“S302 系统的切削刃外形几乎可以适应用户的任何特殊要求。无论是单线程还是多线程螺纹，”Rümpelein 介绍说。

旋风铣削工艺自 1942 年以来得到业内认可，并且在很长一段时间内没有得到重大发展。传统螺纹旋风铣是一种主要与纵切车床配套生产骨螺钉的工艺，但也可在更大范围

内用于生产螺纹主轴。在该工艺中，快速旋转的旋铣头与纵切车床导向套筒前面的工件轴偏心，旋转的工件以轴向进给导入旋铣头。旋铣头通过螺距角旋入。

**“我们只需要为不同的螺纹
更换刀片。”**



成功的合作：Peter Rümpelein (HORN) 与 Nicole Gawatsch 和 Dominik Weining (二人来自 Schaller) 交谈。

访谈 访谈 STEVE SMITH

Smith 先生你好。请问公司在英国的市场结构是怎样的？

我们重要的客户领域包括航空航天、医疗技术和汽车。此外，油田也是一个重要领域。为了在全球竞争中占据优势，我们需要新的加工工艺和策略。由于我们能提供强有力的现场服务，因此可以针对各种主题、要求和挑战给出最佳方案，并通过对话解决过程中的问题。

当提及工艺时，您首先想到的是什么？

我想到了精密刀具、部件与刀具机床包括控制系统之间的协调。这些因素必须经过仔细考量，以便找到最佳解决方案。特别是在这个领域，始终需要整体方法。此外，当提及工艺时，我还会想到动力刮削、多边形车削、开槽、5轴铣削、多边铣削、快速成型、旋风铣削等。

HORN 始终坚持与客户对话。这对于切削加工领域的重要性又有多大呢？

从客户那里获得所有必要信息是非常重要的。这只有通过良好的客户关系和适当的对话才能实现。有时在现场和讨论中出现的消息，也会对目标的实现有着决定性影响。在切削加工中，特别是在极端情况下，对话是基础。

一个新的工艺是如何产生的呢？

首先，源自一个想法或一个要求。从中即引出一个问题，它能为用户带来哪些好处。下一步是可行性研究。一个工艺流程是否可以在工具层面实施，以及必须满足哪些要求？我们会在机床——控制系统——刀具——部件这一生态系统中反复琢磨。结合运动确定轮廓往往需要新的数学方法。在这个阶段，整体性观察是绝对必要的。如果所有因素都获得了正向评价，那么下一步就是设计、协调和测试阶段，然后才是最终发布。

Steve Smith 是负责英国市场的销售经理。





Steve Smith 自 1999 年以来一直在 Horn Cutting Tools Ltd. 公司工作。

机床制造商等合作伙伴会在这一过程中发挥多大作用呢？

合作伙伴是开发成功工艺的关键。机床制造商在其中发挥着核心作用。某些工艺需要机床和切削刀具之间的完美协调。作为一个刀具制造商，我们通常也与机床制造商一起开发相关环节。

动力刮削的优势是什么？

通过动力刮削，可以在与车削相同的机床设施中生产内齿和外齿。如果满足适当条件，与拉削和开槽相比，其循环时间可以大大缩短。现在，在通用机床上可以做到这一点，这为许多客户提供了新的可能性。我们可以为客户提供从模块 0.2 到模块 8 的合适刀具解决方案。

您能介绍一下具体的应用实例吗？

我们有一个客户，多年来一直依赖外包进行齿轮生产。这些部件在内部车削加工，然后交给齿轮加工分包商进行内齿加工。由于运输成本增加和对独立性的渴望，客户决定采用动力刮削工艺。这样就可以通过一个设施完

合作伙伴是开发成功工艺的关键。

整加工部件。客户因此节省了时间和成本，而且可以独立控制整个加工流程。客户的交货时间更短，管理成本和费用支出也大幅减少。

您对未来有什么期望？

机床技术的进步不断开辟新的可能性，这在不久前尚不可想象。例如，刀具和工件主轴上的电动驱动装置允许任意移动。此外，诸如增材制造等新方法逐渐兴起，我们正以适当的解决方案迎接挑战。我们在微加工方面的进步确保我们不断突破界限并继续巩固在医疗和制表等行业的领先地位。

产品
新品



产品

PCD 钻孔刀具



用于有色金属的 PCD 钻孔刀具

HORN 扩展了带有多晶金刚石 (PCD) 切削刃的刀具产品组合。继 PCD 开槽刀具后, HORN 现在还为用户提供配备 PCD 的阶梯钻头。该刀具系统可实现高钻孔精度, 并且由于其锋利的切削刃, 还可实现高表面质量。此应用目的在于有色金属上钻孔、镗孔和沉孔加工, 例如在铝制轮辋的制造中。这些刀具在加工过程中允许高切削参数。这可以降低批量生产中每个组件的成本以及缩短处理时间。

HORN 仅将配备 PCD 的阶梯钻头作为专用刀具提供。刀具直径在 4 mm 及以上时可配备 PCD。这些基体具有直径为 6 mm 至 25 mm 的所有常见 DIN 刀柄尺寸, 为整体硬质合金的整体式设计。硬质合金刀柄在过程中具有良好的减振效果。所有型号均配有内部冷却液供应。从 32 mm 的钻孔直径开始, 整体式刀体可以作为钢型号。

PCD 切削材料是一种合成制造的、极硬的、在金属基体中随机排列的金刚石颗粒共生体。它是通过在高压高温下将选定的金刚石颗粒烧结在一起制成的。铁对金刚石碳的高亲和力仅可以在极少情况下对钢进行经济加工。随着温度升高, 金刚石中的碳会扩散到钢中, 严重限制了刀具的使用寿命。为此, 切削材料主要用于加工有色金属。

该刀具系统可实现高钻孔精度。

产品

用于硬质材料的立方氮化硼



用于硬质材料的立方氮化硼

HORN 正在扩大其用于加工硬质材料和其他钢材的刀具产品范围。采用立方氮化硼 (CBN) 的刀具可优化镍基及其他超级合金、粉末冶金和硬化钢的加工。高硬度切削材料 CBN 在平切以及硬车削和切槽的断续切削中显示出极高的切削性能优势。通过在 Supermini 105、Mini 11P、229 和 315 系统的标准程序中加入扩展功能, HORN 利用库存为用户提供所需刀具系统的快速交付。

Supermini 系统提供左右两个版本, 具有不同的圆角半径。采用 CBN 的类型适用于直径为 2 mm 的内部加工。此外, 还可提供不同悬伸长度的硬质合金体。Mini 系列刀具的使用内径从 6.8 mm 开始, 同样提供左右两个版本。315 型单刃刀具适用于开槽宽度为 0.5 mm 的外部开槽加工。对于 229 系统的刀片, 以往的 CBN 基体 CB 50 被更性能强大的基体 CB 35 取代。切削刀片有两种不同的圆角半径, 切削宽度从 3 mm 到 6 mm。

CBN 是已知仅次于金刚石的第二硬材料。如果使用得当, CBN 刀具磨损速度要比其他切削材料慢得多。一方面, 这使得实现更高的形状和尺寸精度成为可能, 另一方面, 可以可靠地加工硬质材料 (高达 70 HRC 的钢)。有不同的 CBN 种类。具体通过 CBN 体积分数、填料、晶粒大小和陶瓷/金属粘合剂相 (钴/镍) 进行区分。因此可产生不同的 CBN 基体。使用 CBN 切削材料的硬加工通常在干燥状态下进行。这是因为切削材料有很高耐热性, 而且切屑形成区内的高温具有积极作用。冷却润滑液供应不足或切削中断会在可转位刀片结构中

另一个重要优势是耐化学性。

引发高热应力。进而可能导致结构出现裂缝, 从而在某些情况下对可转位刀片造成损坏。在硬加工中, 剪切区产生的大部分热量均通过切屑散失。硬质合金在 800 摄氏度左右就会出现大量的硬度损失, 而 CBN 的硬度即使在高达 1200 摄氏度时也几乎没有变化。另一个重要优势是耐化学性, 特别是在常规温度下。

产品

窄槽铣削



窄槽铣削

HORN 将用于沟槽铣削的圆弧铣削系统进行了扩展。刀具系统的圆弧为用户实现了成本密集型窄槽型腔加工的节约。HORN 提供切削宽度从 0.25 mm 到 1 mm 的刀具，具体取决于直径。最大铣削深度 (t_{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。

一般情况下的圆弧铣削

圆弧铣削系统为用户提供了一系列工艺优势：快速、过程安全且可实现良好的表面质量。沿着螺旋轨迹运动的刀具倾斜或非常平坦地浸入材料中。这样可以，例如，以可再生的高质量生产螺纹。与在较大直径上使用可转位刀片或在较小直径上使用 VHM 铣刀加工相比，圆弧铣削通常更加经济。圆弧铣刀的应用领域非常广泛。适用于钢、特种钢、钛或特殊合金的加工。精密刀具特别适用于铣槽、钻孔圆弧铣削、螺纹铣削、T 型槽铣削和型材铣削。

HORN 圆弧铣削系统的一系列工艺优势：

特殊应用

铝——用途广，重量轻，当然也有不足

我们每天都会接触到铝 (Al)。其常见应用领域包括包装、汽车、电子以及机械工程。铝是继钢铁材料之后最常用的金属。在技术领域和日常生活中，几乎都能看到铝合金的身影。在切削加工行业，铝合金属于易于加工的材料之一。但是，在加工软金属时可能会很快遇到“难题”。出现粘连、堆积边缘、卡屑，甚至刀具破损断裂。使用正确的刀具、切削材料、切削数据以及冷却润滑液的正确数量与类型，铝合金就能得到可靠加工。钻孔、铰孔、开槽和铣削：HORN 为轻金属的经济加工提供了广泛的优化刀具组合。

全世界的铝冶炼厂每年生产超过 6000 万吨轻金属。近年来，由于亚洲经济蓬勃发展等原因，全球范围内对该种金属的需求急剧上升。中国的铝产量最大，超过俄罗斯和加拿大，每年超过 3000 万吨。铝是地球上仅次于氧和硅的第三大最常见元素，所占份额

专业的协调

铝的抗拉强度、延伸率、硬度和强度可受到硅、镁、铜、锌和锰等合金元素的影响。由于热量的产生，材料在切削加工过程中会变软，粘住切削刀具，并由于排屑受到干扰而损坏。因此，在材料和切削参数之间进行适当的协调是非常重要的。这取决于铝合金、切削工具、切削材料、进给速度和转速以及冷却润滑剂的类型和用量。

全世界的铝冶炼厂每年产量超过 6000 万吨。

为 8%。然而，它并非以纯粹的形式出现在地壳中。而是从石灰石和硅酸盐岩石即铝土矿的风化产物中提取而来。铝的生产原料拥有超过 50% 的氧化铝含量。通过拜耳法，可以从铝土矿中提取纯氧化铝。然而它极为精细，近乎于液体。只有在氧化物和矿物冰晶石的熔液中，混合物才会分解为液态铝和氧气。这个过程被称为熔盐电解。

由于铝的附着倾向较大，HORN 标准和专用刀具产品系列最重要的特点是具有锋利切削刃的特殊切屑几何形状、抛光切削面以及减摩性能良好的镀膜。用于切槽的硬质金属刀片的四周也得到磨削，以确保极其锋利的切削刃。对于硅含量高的铝合金，刀片要进行 PVD 镀膜。产品组合中有镀膜和无镀膜的圆盘铣刀和 VHM 铣刀用于铣削。由于基于高切削数据的大切削体积，还应用了具有大容屑腔的





整个表面的镜面抛光处理。通过正弦曲线，HORN 和 DMG MORI 展示出他们在铝材高光加工方面的专业实力。



借助抛光的切屑几何形状 WA，铝材加工中的长切屑和堆积边缘问题即可得到成功解决。

单刃铣刀。PCD 和 CVD-D 等高硬度切削材料具有经过激光加工和切屑几何形状的刃口，可以实现较长的使用寿命或更复杂的工作。配备 MKD 的刀具用于镜面或铝吹塑模具的高光泽加工等。

带有抛光切削面的开槽

一个加工实例是在医疗技术领域的泵壳散热片上开槽。所用材料是硅含量低的铝合金，由于长切屑和形成的堆积边缘，很难加工。HORN 的技术人员依靠 S224 开槽系统与 FY 和 WA 切屑几何形状来解决这个问题。支架带有夹持盒及内冷却供应，可通过切屑销和支撑物来放置切削刀片。

散热片和宽槽采用 FY 几何形状进行粗加工。几何形状使切屑以可控方式断裂，而冷却液压力可防止切屑在切削面上熔化。特殊的铝制开槽几何形状 WA 确保了开槽精加工时部件的高表面质量。抛光的切屑几何形状抵消堆积边缘，产生小螺旋切屑，从而确保良好切屑控制和较高工艺可靠性。

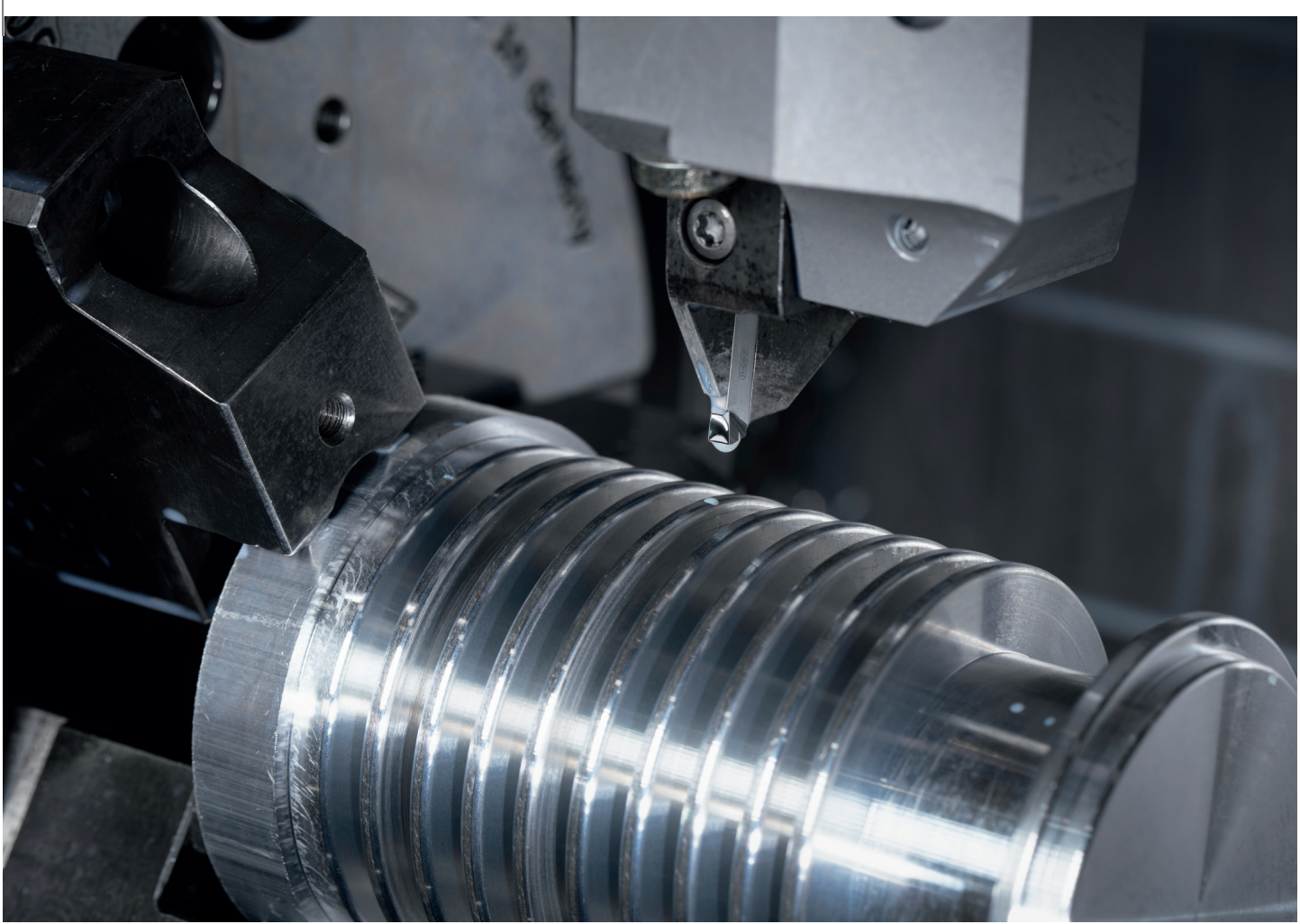
高光加工的应用范围很广。

配备有单晶金刚石的刀具被用来在铝或其他有色金属合金制成的工件上实现最佳表面质量。高光加工的应用范围很广。特别是在刀具和模具制造中，该工艺省去了抛光作业，同时提高了平整度和表面质量。因此，该工艺用于模具表面在待生产部件中反射的情况。

某位用户收到了壁挂式龙头样件的高光加工订单。订单来自高级配件制造商。样件设计的清晰几何形状和平坦表面需要用 MKD 进行加工。通过后续镀铬处理可以看到表面和几何形状的偏差。由于这些质量要求，加工后的抛光程序被省略，因为表面上的细小不均匀会



尽管凸缘较长，但仍然实现较高的表面质量。



为医疗设备中的泵对铝制散热片进行切槽加工，这一挑战可以通过正确工具和专业技术可靠应对。

极大影响光在数毫米厚的铬层中的折射。Schirach 没有多少时间用来寻找加工任务的解决方案。加工黄铜铸造毛坯的困难之处在于其 200 mm 左右的悬伸长度。HORN 通过配备 MKD 头的 ISO 刀片解决了这个难题。这样，通过严格质量控制，就可以实现配件制造商设计师所要求的光洁度。

除了车削加工外，切削材料还可用于钻孔。

由于表面光滑和由此产生的附着倾向及高耐磨性，多晶金刚石 (PCD) 也非常适用于加工铝合金。此外，锋利的刃口也利于达到较高的表面质量。除了车削加工外，切削材料还可用于钻孔。由于可以达到较高的切削参数，PCD 钻孔刀具相比整体硬质合金钻头可以缩短加工时间，延长刀具寿命。因此，PCD 钻孔刀具经常被用于铝制轮辋钻孔的批量生产。

关于我们

HORN 参与德国 EUROSKILLS 和 WORLDSKILLS 大赛

Paul Horn GmbH 以银级赞助商的身份为 2021 年度欧洲职业技能大赛 (EuroSkills) 数控车削和数控铣削项目提供支持。大赛于 2021 年九月二十二日至二十六日在格拉茨举行。

共有三人参加了车削项目，七人参加了铣削项目。比赛结束后，两个项目的所有十名参赛者都获得了价值 2500 欧元的刀具礼品券，以便可以凭借精良装备继续追求自己的职业激情。两个比赛项目的冠军都来自俄罗斯。Christian Thiele, Paul Horn GmbH 公司的新闻发言人。“所有参赛者都有着出色表现，对他们每个人而言，这也许会是一生难忘的经历。HORN 公司也为有幸参与其中而感到自豪。”

EuroSkills 是一项职业技能竞赛，通常以欧洲冠军赛的形式每两年举办一次（因新冠疫情 2021 EuroSkills 为例外）。比赛聚焦在 25 岁以下（2021 年欧洲技能大赛为 26 岁）的年轻、高素质专业人员，选手们在欧洲大约 45 个职业中均有着优异表现。共有来自工业、手工业和服务业等领域的约 400 名选手踊跃参赛。

此次是自设立以来，欧洲技能大赛首次在奥地利举行，比赛地点为施蒂利亚州。该赛事被视作持续维持职业培训吸引力的机会，并通过展示不同职业岗位来抵御技术工人的短缺。其总体目标是强化技能理念，使其在尽可能多的人心中扎根，以便在赛事结束后仍能继续发挥积极作用。

2021 年底，四名选定的 HORN 学员开始准备资格预审。在该阶段，公司会在内部引导学员了解赛前各项能力要求（技术能力、纪律、专注能力、抗压能力）。接下来，选定的专家将为学员介绍数控铣削专业知识（CAD、CAM 以及机床和刀具培训）。目的是让 HORN 的学员首先通过 2022 年的两场资格赛，然后入围全国比赛并取得尽可能好的成绩。作为双重教育领域公认的网络合作伙伴，德国世界技能大赛 (WorldSkills) 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！德国世界技能大赛 (WorldSkills) 正在大力推广职业培训，并提高公众对双重职业培训的认可度。

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。

数控铣削项目的参与者来自德国、法国、列支敦士登、奥地利、波兰、葡萄牙和俄罗斯。



关于我们 专访欧洲职业 大赛数控车削 项目冠军得主



数控车削技能项目冠军 Danila Polozov (中)。

俄罗斯 HORN 分公司 HORN RUS LLC 采访 2021 年度欧洲技能(职业)大赛数控车削项目冠军 Danila Polozov。此次并非 Danila 首次夺冠,早在 2019 年于喀山举行的世界技能大赛全国锦标赛中,他就曾斩获冠军。

首先:衷心祝贺你获得冠军!如果想在欧洲技能大赛和世界技能大赛上取得好成绩,需要怎么做呢?

首先,你必须真正享受所在做的事情。任务的构成很复杂,所以必须认真思考每一个步骤,构思新的设计并调整策略。这个是有顺序的。比赛的第一个小时只是编程,之后才能走近车床,研究后续策略。三维模型使数据的传输更加轻松。

若想成为冠军的话又需要做哪些准备呢?

对于车削和铣削技能项目,参赛者在比赛前对任务信息几乎一无所知。只有材料是已知的。比赛前一天,通过抽签决定演示顺序和 workstation 位置。然后才能查看并测试你的 workstation。你可以用设备和工件练习如何在机床上处理任务。选手们通常自己携带测量设备和切削刀具。但有时主办方也会提供这些东西。

是否有像很多像你一样热衷于这个职业的人?

每年都会有很多年轻技术人员希望参加大赛。今年有九位年轻人参赛,他们非常投入,积极性很高。

你对未来的职业轨迹有什么规划吗?

目前,我正在为 2022 年的上海世界技能大赛做准备,同时也在学习。大学毕业后,我计划在理工大学继续非全职攻读冶金专业,然后在这个领域找到一份工作。我非常热爱我们的团队。我们有一个官方的世界技能论坛,专家们在其中讨论以往比赛的任务,并随时愿意提供帮助和分享信息。

我们期待着在 2022 年的上海比赛后能与你再次相见。

我也很高兴见到你,同时很开心有机会试用 HORN 的最新刀具。



关于我们

HORN 学员向儿童癌症慈善机构奉献爱心

Paul Horn GmbH 的学员们决定不举办 2021 年的圣诞晚会，而是将公司津贴捐献出来。

款项共计 1,625 欧元，定向捐给图宾根癌症儿童协会。Paul Horn GmbH 已经连续多年对该组织进行资助。学员 Luisa Baur 和青年培训代表 Eleftherios Papadopoulos 与他们的培训师 Daniel Baisch 一起将捐赠支票转交给协会主席 Anton Hofmann 先生。两位学员正在进行工业机械师技能的学习。Luisa Baur: “在我们

的培训中，相互支持是理所当然的事。通过捐赠，我们希望表明在公司之外我们也一样可以贡献力量。我很高兴我们能够共同完成这一举动，并祝愿协会在今后的工作中取得更大成功。”Hofmann 在与学员们告别时表示：“我们的年轻人富有爱心，能够看到那些需要帮助的人群，并为他们提供支持，对此我感到很开心。”

HORN 目前正在图宾根培训 65 名青年学员。除了工业机械师之外，学员们还会参加技术产品设计师和机械工程的学习。



左起：捐赠仪式上的两名 HORN 学员 Eleftherios Papadopoulos 和 Luisa Baur 与协会主席 Anton Hofmann、HORN 培训师 Daniel Baisch。

关于我们

MARKUS HORN 再度当选 ECTA 主席



Markus Horn, Paul Horn GmbH 总经理、ECTA 主席。

欧洲刀具行业对 2022 年持乐观态度。“在当下这样一个充满挑战的时代,对欧洲企业而言,拥有一个共同的信息交流平台是非常有意义的,”ECTA 主席、Paul Horn GmbH 总经理 Markus Horn 在 2021 年 11 月 25 日成功连任后表示。他接着补充说:“幸运的是,今年以来,ECTA 成员国的经济形势已经有所恢复,只是情况各不相同。尽管依然存在供应链问题和大流行病,但大多刀具制造商仍对未来持乐观态度。”

2021 年十月在米兰举行的机床展 (EMO) 是我们这个行业在历经两年的新冠大流行之后,第一次有机会在欧洲展示创新、结识客户和建立联系。Horn:“EMO 的举办释放出许多积极信号。它表明,尽管时疫冲击,但我们仍有机会在智能卫生理念的框架内适时举办重要的行业活动。”

ECTA, 即欧洲切削刀具协会,由欧洲切削刀具和夹紧装置制造商及其国家联合会联合成立。相互了解、交流经验、精诚合作——业内的欧洲公司迫切希望与彼此及客户、供应商和合作伙伴进行讨论交流。ECTA 为此提供了最佳平台。

ECTA 的主要目标是作为中心组织,促进整个欧洲切削刀具行业的发展,并采取必要措施维护行业及其成员利益。



ECTA

EUROPEAN CUTTING TOOLS ASSOCIATION