

硬材加工硬度超过58 HRC取代了电火花成形加工

工具制造：有效的润滑优化刀具寿命



ZF的硬加工定时生产线包括四台Rödgers加工中心和一台坐标测量机。电火花线端口位于轨道的末端（照片：Klaus Vollrath）

趋势正由电火花成形加工朝着硬材加工转变。通过优化润滑，刀具寿命已大幅提升。在一条全天候、无纸化的生产线上进行加工，该生产线配备有四台高速加工中心、四台线切割电火花机床、一台电火花成形机床，还有一个清洗站和两台坐标测量机。

“我们负责为ZF电气化动力传动技术部门开发和生产工具、测量设备以及自动化设备，” ZF技术中心电气化动力传动技术高级经理兼生产主管 Gerd Ringelmann解释道。这个全球性的集团拥有约15万名员工，营业额约为320亿欧元，已成为电移动领域的主要国际参与者之一。因此，由 Gerd Ringelmann领导的部门大力专注于电动驱动。它生产用于制造电动机部件的工具、生产和测量设备。在这一过程中，位于施韦因富特的公司始终聚焦于网络化、工业4.0以及同步自动化。

电驱动的性能与效率取决于转子和定子之间尽可能小的气隙。故而，向电气化动力传动的发展趋势更进一步提升了对所需冲压件精度的要求。相应地，用于生产相应金属板件的成形和冲压工具的公差规格也随之变得极为严格。越来越常见的是中到低个位数微米范围的公差要求。因此，位于施韦因富特的ZF技术中心“工具、测量设备和自动化系统”正在这一领域进行大量投资。其中包括，



“我们负责ZF电气化动力传动技术部门的工具、测量设备和自动化设备的开发与生产。” Gerd Ringelmann（照片：私人）。



在生产方面，该技术中心近年来第二次荣获2021年德国“生产卓越”（EIP）大奖的总冠军。

“我们选择罗德斯作为硬加工生产线机床采购的决定，不仅基于系统的性能，还基于与制造商多年来的良好合作经验，” Bernd Rudloff（照片：私人）。

该行业竞赛对其取得的进步予以表彰。因此，它被视作德语区领先的工具和模具制造公司。这一著名的年度竞赛已由亚琛工业大学机床实验室和弗劳恩霍夫生产技术研究所以（IPT）组织了18年。

罗德斯技术报告 10/2022

有效的润滑优化刀具寿命



汽车电驱动的生产——这里是一个150千瓦的版本——需要大量工具来冲压和加工高精度的金属板件（照片：Klaus Vollrath）

自动化HSC硬材加工

“我们跨技术的全自动化硬加工生产线在评审团的决定中肯定起到了重要作用，”位于施韦因富特的技术中心负责铣削的负责人贝 Bernd Rudloff补充说道。这条生产线由两个部分组成，一个用于电火花加工，另一个用于高速切削（HSC）硬铣削。两个部分的系统都沿着一条支撑搬运系统的线性导轨排列，该系统为它们提供工件和工具。

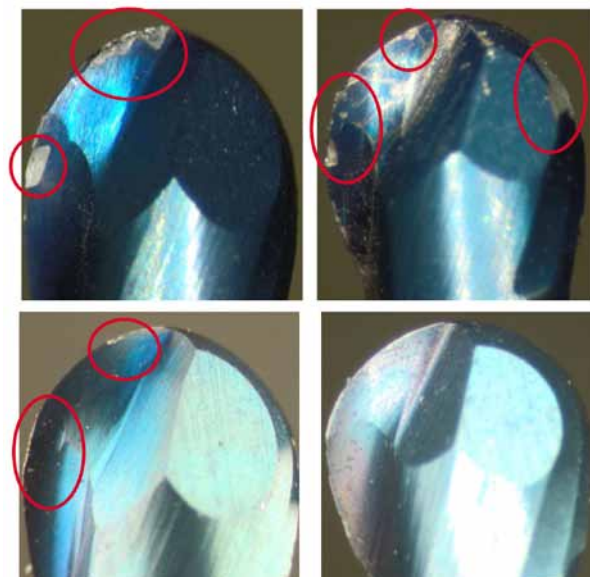
生产线的铣削区域包含四台来自罗德斯（Röders）的铣削加工中心和一台蔡司的坐标测量机。其中两台罗德斯系统具有三个轴，另外两台具有五个轴。编程使用欧特克（Autodesk）的Power Mill CAM软件进行，程序员同时也负责操作机器。

一种新的加工哲学时代

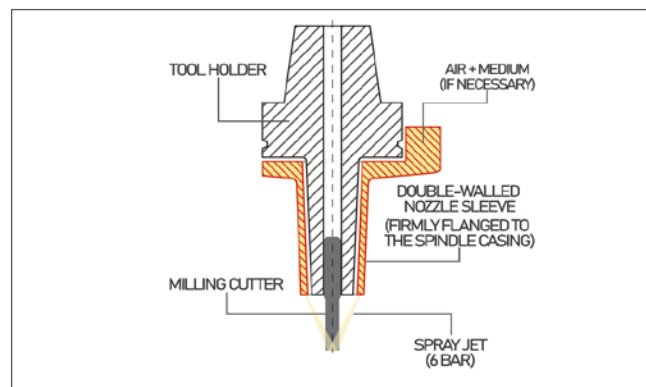
“在这条生产线上，95%的工件硬度达到65-67 HRC，” Gerd Ringelmann说。在某些情况下，甚至加工钨碳化物或陶瓷材料。这得益于近年来铣削刀具性能的大幅提升，再加上新型刀具冷却系统的集成，使得这一切变得可行。因此，公司现在可以跳过以前的两阶段加工方法，其中包括中间的热处理步骤，直接加工硬化后的工件。这种方法不仅提高了效率，还减少了工件在加工过程中可能发生的变形和尺寸误差。



在设置区域，工件被夹紧在托盘上（照片：Klaus Vollrath）



在对由硬度为 59+1 HRC 的 X50CrMoV8-2 材料制成的工件进行精加工测试后，球头硬质合金铣削工具呈现出不同的状态。左上角是没有润滑的情况，右上角是用压缩空气冷却，左下角是使用双组分射流的最小量润滑，右下角是使用 MHT 介质分配器供应气雾精细润滑剂。（图片：ZF）



MHT介质分配器的双层套筒永久性地滑过刀具夹持器，并作为一个完整的单元与其交换。通过固定在Z轴主轴外壳上的适配器，供应用碳氢化合物基润滑剂雾化的压缩空气（图形：MHT）



在硬材加工过程中，通过MHT介质分配器供应润滑剂（照片：Klaus Vollrath）



在硬加工生产线的工件缓冲区中，一个特殊工具被夹紧在托盘上。通过无线射频可编程的智能标签包含了所有流程相关信息，使得纸质文件变得多余（照片：Klaus Vollrath）

硬化状态下的单阶段加工取代了两阶段加工。除了减少的流转时间，工件现在也能够以更低的成本生产。更高的金属去除率通常也使得可以不用电火花成形加工，而直接通过铣削或磨削来生产所需的几何形状。因此，上游的电火花线只配备了一个电火花成形加工系统。

精密的专利空气冷却润滑技术

“在硬切削中，冷却润滑剂的供应对于切削区域起着决定性的作用，” Bernd Rudloff表示理解。因此，投入了大量精力去厘清这些相互依赖的关系。这甚至成为了一篇毕业论文的焦点。除了干式加工、用压缩空气冷却以及众所周知的最少量润滑剂使用双组分射流之外，罗德斯（Röders）提倡的解决方案——使用MHT的介质分配器供应气雾精细润滑剂——也进行了研究。这项技术使用了一个双层套筒，该套筒适应工具的几何形状，并且向下倾斜地排列了喷嘴，在整个过程中均匀地向所有刀具切削刃供应空气和润滑剂，同时还确保切屑排出。该套筒不随工具旋转，而是通过一个适配器固定在Z轴上，并供应用碳氢化合物基润滑剂雾化的压缩空气。工具和套筒一起存放在刀具库中，并作为一个单元一起更换。在测试运行中，韦舒（Weschu）公司作为罗德斯地区的代表，提供了一台特别配备了MHT介质分配器的演示机器。

使用两种钢材（X50CrMoV8 - 2硬度为59 + 1 HRC和X230VCr8 - 5 - 4 Vanadis 8硬度为62 + 2 HRC）制造的零件，在罗德斯RXP 601 DSH上进行了加工测试。加工时使用了高达3000毫米/分钟的进给速率和高达40000转/分钟的主轴转速。粗加工和精加工测试使用了圆环和球头硬质合金铣削工具。

测试结果的评估是根据多个标准进行的，例如刀具磨损和刀具寿命或试件的表面质量。在所有类别中，MHT解决方案都表现最佳，在某些情况下，优势相当大。



在施韦因富特的技术中心的其他车间，使用三轴Röders加工中心进行夹具磨削（照片：Klaus Vollrath）

在精加工运行中，刀具寿命提高了 50%。在粗加工的情况下，除了刀具寿命同样增加外，通过增加前进给料，加工时间也减少了一半。对于其他三种工艺变体，增加进给速率很快就会因为刀具切削刃超载而导致刀具断裂。鉴于这些令人信服的结果，MHT 介质分配器被选为更优越的系统，并在所有罗德斯（Röders）加工中心上进行了改装。改装后的实际经验证实了预期：所有零件的刀具成本计算节省了 13%，产量提高了 10%。此外，还有其他显著的优势，如铣削部分或全部替代了电火花成形加工，更好的清洁度——这一因素在高度自动化的生产过程中变得越来越重要——以及消除了抛光处理（由于良好的表面质量）。

罗德斯技术报告 10/2022

有效的润滑优化刀具寿命

由于良好的表面质量，抛光处理得以消除。此外，进一步的资质认证以及针对“高光泽铣削”的研究正在推进当中。

生产组织

“另一方面，我们在技术中心在生产组织方面也取得了决定性的突破，” Gerd Ringelmann微笑着说道。他表示，特别值得一提的是，向定时流程生产的过渡以及所有流程的无纸化处理。一个时钟周期涵盖一天：在这个时间段内，一个部门收到的载有零件的手推车必须完全处理完毕，以便在第二天的下一个计划站点可用。物流软件在整个流程链中考虑了材料和机器的可用性以及员工的情况。与工作相关的所有文件都在 IT 系统内完全管理，并在相应的工作站上以不断更新的版本提供。这种完善程度更为重要，因为每个作业的平均零件数量仅为 1.7——因此大多数零件是单品，这几乎排除了任何错误或延误的余地。

与Röders的长期合作伙伴关系。

“我们选择罗德斯作为硬加工生产线机床采购的决定，不仅基于系统的性能，还基于与制造商多年来的良好合作经验，” Bernd Rudloff回忆道。第一台罗德斯系统在施韦因富特安装已有 20 多年。从那时起，他们的特定技术在硬加工领域就因其切削性能、在工件上实现的表面质量以及可生产零件的精度而脱颖而出。罗德斯在引入 MHT 介质分配器过程中的建议和支持也令人信服。MHT 董事总经理Herbert Merz的个人承诺也对其有效使用做出了重要贡献。为了充分发挥 MHT 技术的潜力，还必须使 CAM 策略和加工参数适应扩展的功能。

另一个令人信服的方面是罗德斯机床的控制概念，它基于两个工业 PC，并以其用户友好性和轻松更新控制系统的可能性给人留下深刻印象。机器的坚固性也是一个额外的优势，它们以低故障率和长维护间隔而著称。现在整合到生产线中的最古老的机床，一台 RHP 600，自 2006 年以来一直以其卓越的精度给人留下深刻印象。在主轴使用寿命方面，结果也同样令人信服。最初，根据与其他品牌的经验，预计使用寿命为 3000 小时。目前，对于罗德斯系统来说，这个数值更倾向于 10000 小时的运行时间。

在新的铣削生产线的四个铣削加工中心之外，还有另外两台罗德斯系统作为独立机器在使用。它们用于夹具磨削，不仅以其高性能而著称，还以其产生的良好表面质量而闻名。

Klaus Vollrath b2dcomm.ch

“总的来说，我可以说，在过去20多年里，罗德斯公司凭借优秀的产品、专业的建议和高效的服务证明了自己的实力。最重要的是作为有能力的合作伙伴参与共同开发项目。”

Gerd Ringelmann

Adresses

ZF Friedrichshafen AG, Tech-Center Werkzeuge,
Messmittel & Automation,
Ernst-Sachs-Str. 62, 97424 Schweinfurt, Germany,
Tel. +49 9721 98-0,
postoffice@zf.com, www.zf.com

MHT GmbH Merz & Haag,
Martin-Luther-Str. 20, 70372 Stuttgart, Germany,
Tel. +49 711 9454-2790,
info@mht-gmbh.de, www.mht-gmbh.de

Röders GmbH,
Gottlieb-Daimler-Str. 6, 29614 Soltau, Germany,
Tel. +49 5191 603-43, Fax +49 5191 603-38,
hsc@roeders.de, www.roeders.de