

Motion

展台
讲座
FUTURE LAB

实际应用中的全新解决方案
专家研究与实践报告
未来的技术



磨削世界

精密加工专家齐聚
UNITED GRINDING Group
磨削研讨会



卷首语	3
UNITED GRINDING Group 首席执行官 Stephan Nell 就图恩磨削研讨会以及该会议对客户的益处发表看法	
磨削研讨会	4
磨削研讨会与我们的机床和软件具有相同的理念： 客户利益永远是我们的核心 及：四种提高效率的方法	
访谈	10
“关系投资” Stephan Nell 谈数字解决方案的价值、上一 财年状况以及 Grinding Symposium 也是一种向客户表 达感谢的方式	

技术展台	15
研讨会技术展台将介绍来自 UNITED GRINDING Group 的最新机床和软件解决方案	
客户关怀	16 页
从数字机床监控到改造：集团提供的客户关怀服务	
01 高精度刀具	18 页
02 先进PCD刀具的生产	19 页
03 功能丰富的可转位刀片	20 页
04 刀具加工中的激光器	21 页
05 从一个零件到另一个零件	22 页
06 偏心轴的高效磨削	23 页
07 高度灵活的生产型机床	24 页
08 臻于完美的内圆磨削	25 页
09 从简单到复杂	26 页
10 两台机床, 各提供四个顶尖距选项	27 页
11 飞机涡轮零件的紧凑型解决方案	28 页
12 理想过程的选择	29 页
13 标准工件的高精度磨削	30 页

专家谈话	31
来自研究和实践领域的专家在讲座中介绍了精密加工和 制造业的趋势	

2019 年 5 月 8 日 星期三

14.00	DAVID BOSSHART 博士 人与机器 —— 我们如何取长补短	32 页
14.45	REINER SCHMOHL 用于机床和过程监控的 MEMS 传感器技术	34 页
15.30	CHRISTOPH PLÜSS UNITED GRINDING Digital Solutions™ —— 客户利益	36 页
16.15	SEBASTIAN RISI 博士 人工智能 —— 创造能够不断适应环境的机器	38 页

2019 年 5 月 9 日 星期四

09.30	THOMAS BERGS 博士教授 磨削技术中的辅助系统过程监控	40 页
10.15	ROMAN RUDOLF, THOMAS SCHENK WireDress® 的实际应用	42 页
11.00	STEFAN BOHR 博士 高性能磨削... 各项技术的快速发展	44 页
11.45	ECKHARD HOHWIELER 工程硕士 机器学习在制造业中的潜力和应用	46 页
14.00	KONRAD WEGENER 博士教授 磨床技术的愿景和发展	48 页
14.45	MARKUS WEISS 博士 具有工艺适应性的磨削工具和创新的砂轮基体	50 页
15.30	CARSTEN HEINZEL 博士教授 冷却液供应状况是决定加工能力的关键	52 页
16.15	MARC BLASER 通过液体切削工具能高效而显著地 提高贵公司的盈利能力	54 页

2019 年 5 月 10 日 星期五

09.30	WILFRIED SAXLER 博士教授 通过有针对性的冷却液供应避免磨削烧伤和 堵塞	56 页
10.15	WOLFGANG VÖTSCH 刀具开发趋势及其实施	58 页
11.00	CLAUS DOLD 博士, JAN VAN FRANKENHUYZEN 有关刀具和 3D 几何形状用激光器的思考	
11.45	ACHIM KOPP 成功改变的关键	62 页



Stephan Nell,
UNITED GRINDING Group
首席执行官

“未来的技术
必须为我们的客户
带来直接利益。”

尊敬的读者！

又到了这一时刻！我们每五年在图恩举办一次**磨削研讨会**，今年已是第四届。在总共 13 场技术展示中，我们的参观者将有机会体验我们公司品牌所有新的硬件和软件解决方案。您可以在本刊第 15 页起的内容中了解相关详情。

国际知名专家将在研讨会的第二部分——专题报告——中，围绕生产行业的相关趋势主题发表演讲，诠释磨床和制造业的**新发展**，分享他们的**真知灼见**。在本期《MOTION》专刊中，我们为大家整理了所有讲座的摘要，作为磨削研讨会的参考指南。

Future LAB 首次在磨削研讨会亮相。我们将通过 Future LAB 介绍集团开发的创新技术并**展望未来**。对于 UNITED GRINDING 而言，这些解决方案是否能为您和客户带来更大的价值同样至关重要。

我们借助磨削研讨会及各项活动感谢您近年来对我们的信任和信心。

Stephan Nell

UNITED GRINDING Group 首席执行官

编辑说明

出版商 United Grinding Group Management AG, Jubiläumsstrasse 95, 3005 Bern 负责人 Paul Kössl 发行经理 Myria Aeschbacher 主编 Michael Hopp (负责新闻法事务)
美术指导 Tobias Zabell 运营经理 Niels Baumgarten 图片编辑 Thomas Balke 撰稿人 Heinz-Jürgen Köhler (文字编辑), Ira Schoers 翻译 locsoft.net GmbH 排版 Claudia Knye 制作 Ute Szimm 编辑部办公地址 HOFFMANN UND CAMPE X, 隶属 HOFFMANN UND CAMPE VERLAG GmbH, Harvestehuder Weg 42, 20149 Hamburg 读者服务热线 +49 (0)40-44188-243 (电话), +49 (0) 40-44188-236 (传真) 管理人员 Heiko Gregor, Thomas Keßler
大客户经理 Niels Baumgarten 制版 PX2, 汉堡 印刷 Neef-Stumme 高级印刷公司, Wittingen。FSC® 认证纸张 (FSC®-C001857)。



所有标有®的品牌都已在瑞士或德国作为注册商标进行注册，因此有权使用该标志。

附加值 问题

最新的精密加工技术, 未来制造业的发展趋势:
磨削研讨会放大了集团的精神:
客户利益永远是我们的核心

撰稿: Heinz-Jürgen Köhler

“对我们而言, 重要的是我们所做的每件事都能为客户提供更多价值。”UNITED GRINDING Group 首席执行官 Stephan Nell 说道。这一核心贯穿集团的一切行为。无论是机床、软件和自动化解决方案, 还是遍布全球的客户服务以及用于生产控制和支持的数字工具, 一切都是为了让集团客户取得更大的成功。磨削研讨会亦是如此。

展示与讲座

从非常广泛的内圆磨床产品组合到机器人关节的特殊加工: 公司品牌的最新机床解决方案将齐聚磨削研讨会的技术展台。通过现场演示和专家讲座, UNITED GRINDING 专家将介绍机床优化的特殊应用。

讲座将涵盖广泛主题。包括人机合作、制造业总体格局、通过改进冷却液的使用提供实际的优化潜力等。这些讲座由来自苏黎世联邦理工学院和亚琛工业大学等国际知名机构的研究人员以及日常磨削实践专家主讲。

国际交流

技术演示和讲座可在磨削研讨会日程手册中找到。手册中未记载却也同样十分重要, 来自世界各地 1500 多名参观者可以开展交流, 凭借自己的专业知识使这一研讨会成为世界精密加工技术的一次盛会。

来自世界各地的客户相互交流, 并与 UNITED GRINDING Group 的专家进行交流: 通过这一国际交流, 集团能够更好地地了解客户。

磨削研讨会还将首次通过 FutureLAB 简要展示未来的生产 (详细介绍参见下一页)。

UNITED GRINDING GROUP 数据:

69,000

集团库存约为 69,000 个
备件和易损件

500

高速磨削主轴只需要 2.3 秒
即可达到 500 公里/小时的
加速度

40

UNITED GRINDING Group
在 40 多个国家均设有办事处
并提供咨询和服务

700,000,000

2018 年, UNITED GRINDING Group 公司
品牌实现了约 7 亿欧元的营业额



Photos: Thomas Eugster (2), Aaron M Conway, Stanislav Krupar

UNITED GRINDING 全球战略:

1. MIKROSA 机床在德国莱比锡装配厂完成
2. 位于瑞士施特菲斯堡的高架仓库是全球生产的起点之一
3. 在美国迈阿密堡, Michael Gebhardt 博士负责协调客户特定的机床调整
4. 在捷克库日姆, 项目经理 Julia Schäfer 和 Milan Urban 负责优化内部和外部物流流程

经验创新

首次在磨削研讨会 亮相的 FutureLAB 将邀请参观者体验和 讨论最新技术

UNITED GRINDING Group 拥有超过 250 名工程师、技术人员和软件开发人员, 为客户提供新的机床、工艺和解决方案。集团非常重视尖端产品和工艺的长期发展。首席技术官 Christoph Plüss 解释说: “我们致力于确保先进的新技术、开创性机床概念和经典产品通过优化, 健康组合”。在磨削研讨会上, 我们将在 FutureLAB 邀请客户体验初级技术和新技术的发展并与集团专家展开讨论。

数字解决方案

在研讨会上展出的所有机床均在 UNITED GRINDING Digital Solutions™ 的数字控制室中实时联网。可以在生产监控器上查看当前的机床状态并在服务监控器上查看即将进行的维护任务。只需按下一个按钮, 即可通过服务请求与客户服务团队建立直接而安全的数据通道。在服务方面, 可以通过远程服务和新会议中心提供直接的数字帮助。

还可以在 FutureLAB 首次体验第三方机床与 UNITED GRINDING Digital

Solutions™ 产品的连接。在“状态监控”和“预测性维护”方面, 此次会议将介绍主轴数字指纹的初步方法, 从而能够快速比较机床状态。

新技术

高性能材料的技术发展不断为磨削和加工过程带来新的挑战。长期以来, 电火花加工 (EDM) 或非接触式测量技术等新型互补技术一直是集团的核心竞争力之一。

尖端激光技术用于加工超硬材料。目前的研究主要集中在用于“冷态”微材料加工的新型飞秒激光器上。凭借特殊的激光加工光学系统, 集团已能够生成小于 1 微米的焦距。未来, 可以用所有可能的材料生产微型部件。

创新控制概念

通过手势、语言或表情控制机床 —— 这是 UNITED GRINDING Group 的愿景。Plüss 解释说: “我们的开创性目标是在未来简化和标准化整个集团的高端机床业务。”

人机界面 (HMI) 能够适应操作人员的能力、需求和主要任务。因此, 轮班工人只须使用他所需要的组件生产功能; 而经验丰富的服务技术人员可以使用相关的工艺和诊断功能。

增材制造

工业 3D 打印也是未来 UNITED GRINDING Group 的一大核心主题。集团与 IRPD AG 合作, 为国内外客户提供塑料和金属 3D 打印服务。Plüss 表示: “选择性激光熔化技术 (SLM) 在未来可能成为生产复杂金属部件的重要成型过程。集团利用在精密加工以及生产过程和机床的数字网络方面的专业知识, 开发从金属粉末到即用型组件的整条价值链, 这被称为 ‘Powder to Part®/ P2P®’”。

900

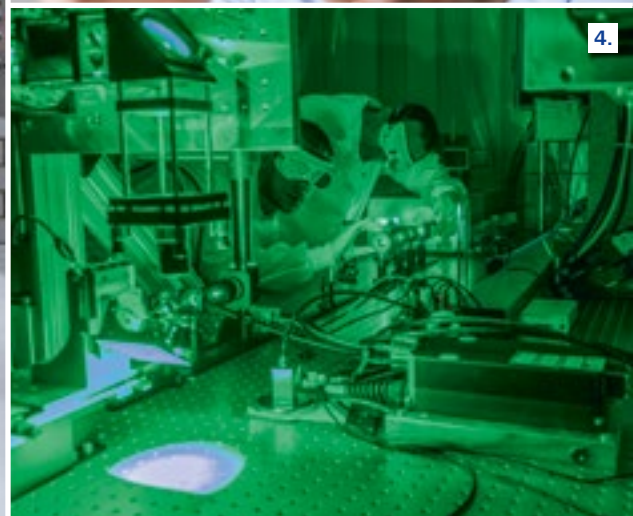
超过 900 年的品牌历史
JUNG 和 WALTER 将在 2019 年迎来
品牌创立 100 周年

550

约 550 名客户关怀部门员工
为集团在世界各地的客户提供支持,
保证机器持续可用并提供广泛的服务和支持

10

UNITED GRINDING Group
十分之一的员工从事研发工作



未来的技术：

1. 凭借 UNITED GRINDING Digital Solutions™ 提供的刀具，集团正致力于网络化生产
2. 位于瑞士圣加仑的子公司 IRPD 在选择性激光熔化技术方面进行创新
3. 集团在展会上使用虚拟现实应用实现了可视化展示，并计划在未来将这项技术用于机床维护和维修
4. Ewag AG 是螺旋金刚石刀具激光微加工的全球技术领导者

四种提高效率的方法

工艺一体化， 停机时间最短化， 材料优化: UNITED GRINDING Group 探索提高生产效率的 四种不同方法

无论是瓦楞纸板的特殊生产技术还是革命性的修整工艺: 集团专家不断开发出实现效率最大化的方法。举例如下:

1. WIREDRESS®

烧结金属结合剂砂轮堪称完美。它们不但可以非常高效地磨削钢、硬质合金、陶瓷和特殊合金，而且还具有精度高、耐磨、几何稳定性好、散热性好等特点。

但是: 由于与传统机械技术的兼容性不佳, 因此目前还属于小众产品。这项技术是 STUDER 工程师多年开发工作的重点。他们与苏黎世联邦理工学院的研究人员共同开发了 WireDress® 修整工艺, 可以轻松修整烧结金属砂轮。

利用线电腐蚀原理, 可在磨床中对砂轮进行无接触修整。这带来最大比例的磨粒空间和最佳的切削能力。开发项目经理 Michael Klotz 表示: “我们的一家客户通过使用烧结金属砂轮和 WireDress®, 将微米范围的工作效率提高了 70%, 其磨削速度比陶瓷粘合砂轮快 5 倍。”目前, 这项修整工艺已用于多台 STUDER 机床, 并且很快也将作为其他品牌机床的选项配置提供。

2. 瓦楞辊制造

每一件网购商品都离不开瓦楞硬纸板箱。但瓦楞板的制造并不简单。需要将纸幅穿

过网状瓦楞辊, 成形后胶合。传统步骤是先对瓦楞辊进行预加工, 然后送到硬化车间, 再使用摆式磨头进行磨削。这意味着: 磨削后, 它们必须被送到硬化车间, 并且: 辊长不能超过 4.5 米, 重量不超过 4 吨。

得益于 MÄGERLE MGC 的坚固设计, 瓦楞辊可以在硬化状态下直接磨削而无需预加工。通过一个顶部修整器不断对砂轮进行锐化。MÄGERLE 产品经理 Viktor Ruh 表示: “这意味着瓦楞辊的生产时间可缩短 3 到 4 倍。”

3. 两个加工台

高效工作可以简单解释为工作得更快。但在某些时候, 加工时间根本无法进一步减少。SCHAUDT 和 MIKROSA 的工艺工程主管 Wadim Karassik 解释说: “因此, 我们着眼于辅助时间。”最终实现了在一台机床上配备两个工件头架。加入机器人技术的 SCHAUDT CamGrind S 和 L 可提供这一选项配置。Karassik 表示: “这样一来, 两台机床合二为一, 使生产率提高了 50%”。

这种高效的生产方式适用于机器人, 例如加工机器人关节的偏心轴, 或在汽车行业加工安装在带气缸关闭功能发动机的先进凸轮装置。

4. 综合测试系统

如何利用现有机床功能提高机床效率, 这是 WALTER 开发 IMS (内部测量系统) 的出发点。我们基于所有 WALTER 机床中安装的 3D 探头, 为综合测试系统开发了一个软件程序。

该 3D 探头能够在磨削过程后使用可调节参数测量刀具, 这些参数包括直径、内径和倒角。根据预设的公差范围, 测量系统可检查刀具质量并在偏离指定公差范围时停止生产。

IMS 通过综合质量控制实现了自动化、无人化生产。产品管理主管 Martin Hämmerle 表示: “效率可以提高 10%。”

12,500

2018 年, 客户服务中心的服务技术人员处理并解决了约 12,500 项挑战

2500

UNITED GRINDING Group 在全球约有 2,500 名员工

1600

品牌在 2018 年售出 1600 多台独立配置的机床, 即 1600 种满足客户特定加工要求的解决方案

30

UNITED GRINDING Group 的员工来自全球 30 多个国家



1.



2.



3.



4.

更高效的生产：

1. 项目经理 Michael Klotz 和他的团队为满足市场需求而开发出 WireDress®
2. MÄGERLE 产品经理 Viktor Ruh 展示四吨瓦楞辊的装夹
3. SCHAUDT 和 MIKROSA 的 Wadim Karassik 与加工技术部门提供将两台机床合二为一的解决方案
4. WALTER 产品经理 Martin Hämmerle 表示：“只需使用三个参数就足以控制整个过程。”



“关系投资”

首席执行官 Stephan Nell 在访谈中解释了数字化如何提高生产力、UNITED GRINDING Group 在磨削研讨会作出的承诺以及他本人最期待的内容。

撰稿: Michael Hopp 摄影: Natalie Bothur

UNITED GRINDING Group 对磨削研讨会会有何期待?

Stephan Nell: 我们的使命是让客户取得更大的成功。磨削研讨会是实现这一目标的关键。我们希望向客户介绍我们行业的最新消息,并向他们介绍现有技术和新技术,这将有助于他们提高工作效率。我们还希望向他们提供有关未来话题的相关信息。这些信息不一定只是关于磨削。在讲座中,我们的主题将阐明未来的总体趋势和挑战,而这些内容也涉及磨削行业以外的客户。最后但同样重要的是,我们希望与客户进行交流,了解他们对相关主题的看法,这样我们才能在未来继续提供正确

的解决方案并帮助我们的客户取得更大的成功。如果我们成功地做到这一点,我们就实现了目标。

这次研讨会不是一场营销活动吗?

当然不是。大多数参观者都是现有的客户,而研讨会也是向他们表示感谢的一种方式。我们致力于提供附加价值,并回报客户多年来对我们的信任。

FutureLAB 将首次出现在研讨会上。参观者对此应该有哪些期待?

我们刻意对其加以区分:现在可以订购和使用的技术展台上的技术。在 FutureLAB,

我们旨在对未必会在明天上市的产品发表见解。这相当于在展会上展示概念车的汽车制造商。我们将展示未来几年的发展情况,并希望得到客户的反馈。

研究表明,在机械制造中,因数字化带来的生产率预期增长尚未发生。您如何看待这一发展?

对此,我们只能表达自己的看法。当然,生产力对我们而言也是一个重要问题。举例来说,我们经营着一家智能工厂,目标是提高整体设备效率(OEE)。我们的解决方案是为员工提供可视化工具,以解释相关问题。这产生了一个解决方案,可帮助我们的客户通过可视化相关参数来提高他们的生产力。这就是我们的 UNITED GRINDING Digital Solutions™ 产品。

在这种情况下,这意味着

数字化技术能够带来更高生产力。

对我们而言,重要的是我们在数字化领域所做的每件事都能为客户增加价值。我在展会上看到许多技术解决方案,并且思考,“他们为什么这样做?”我常常认为答案是:“因为他们可以做到,而不是因为客户需要。”我们一直在扪心自问:“我们这么做只是因为我们可以,还是因为它会带来真正的附加值?”你真的想知道你的汽车左前轮毂的准确温度吗?几乎不会。但你肯定想知道它是否有损坏。所以我们的任务是考虑如何利用所收集的数据来提高安全性或生产率。如果我知道我必须在某个时刻做某件事,那么我就是在进行预测性维



“对我们而言,重要的是我们在数字化领域所做的每件事都能为客户增加价值。”

护。如果我们以这种方式对数字化和所获取的数据进行智能评估和使用,那么数字化必然能够提高生产力。

数字化在多大程度上催生了新的商业模式?

原则上,我可以说:我们现在和未来都将是家机床制造商。我们不会提供软件业务,因为其他公司在这方面做得更好。我不知道你是否能这么容易地将数字和模拟区分开。我们为机床开发了智能组件,将数字化与机床相结合。机床的伟大之处在于,如果

没有机床,那么这个房间就不会有任何东西,没有桌子、没有椅子、甚至没有相机。但是,如果我们能够像上面提到的那样,收集相关的数据,并对其进行智能和有益地评估,那么我就可以很好地想象由此产生的新商业模式。

对数字化的关注是否会掩盖其他优化潜力?

在 UNITED GRINDING,我们将这一问题分开来看。我们有专门负责数字化的员工,也有专注于机械开发的完整部门。在磨削过

“我们帮助客户找到
符合各自国家特定要求的
最佳解决方案。”

对话

STEPHAN NELL

于 2003 年加入 STUDER 担任销售总监。
2005 年至 2011 年担任管理委员会成员。
2012 年起成为 United Grinding Group
首席执行官。



程中, 总有一些方面有助于提高客户的效率。比如, WireDress® 修整技术与数字化无关, 但可以显著提高效率。我们在这些方面进行了大量工作。

全球对自动化的看法有所不同。在德国, 人们害怕因为自动化而失去工作; 而在中国, 自动化被视为发展的驱动力。一家全球化公司该如何定位自己呢?

我并不认为这有多困难。就技术解决方案而言, 自动化在任何地方都是一样的。而大家购买它的动机有所不同。在我们的行业中, 精度始终是关键, 自动化解决方案可以在这方面做出重要贡献。当然, 动机也可以是弥补熟练劳动力的短缺。这在制造业缺少数千名技术工人的美国或已进入老龄化社会的欧洲已成为一个问题。问题是自动化是否最终会让人们失业。但工业发展带来许多变化, 社会也一直在适应这些变化。所以我并不那么悲观。

“我们希望对过去几年
信任我们的客户
作出回报。”



“我认为现在我们的思考和行动可以更具有开拓性，这是一件好事。”



UNITED GRINDING Group 专门针对各个市场进行技术配置。这对自动化意味着什么？

我们始终为客户提供他们所需要的产品。全球各地的客户所需要的产品都不一样。我们的使命是：要做到国际化、以客户为中心并了解客户。不光是语言，还有生产理念。我们的客户在世界不同地区生产相同的零件，而且他们在不同的地方采取不同的做法。我们帮助客户找到符合各自国家特定要求的最佳解决方案。

而自动化也需要考虑劳动力成本。机器人不会生病、不会休假、也不需要养老金。那么自动化的劳动力成本指什么？

正如之前所说，工业发展带来许多变化。这些变化并不意味着我们不再需要工人。这些变化总是带来新的挑战 and 机遇。

2019 年初，集团首次发布了商业数据。您如何评价 2018 财年以及对 2019 年的展望？

2018 年绝对是创纪录的一年。我们实现了

约 8 亿瑞士法郎的营业额，相当于 7 亿欧元，并且实现了两位数的销售回报率。当然，这也得益于蓬勃发展的世界经济。2019 年的前景更加艰难，全球存在许多问题，你只需要看报纸就知道了：英国脱欧后会发生什么？未来会有哪些贸易壁垒？诸如此类问题还有很多。这些问题很难预测，它们会导致不确定性，从而导致需求放缓。我们为这一事态发展做好了准备。

自 2018 年中期开始，UNITED GRINDING Group 不再是 Körber 集团的一部分。这对客户有什么影响？

所有权的变更对各个公司品牌或客户没有直接影响。这一变化也不会引起任何风波。战略没有变化，管理层和公司也都没有变化。我认为现在我们的思考和行动可以更具有开拓性，这是一件好事。

回到磨削研讨会。您将全程参与其中。您最期待的是什么？

我最期待的是客户。这是我的一贯初衷，展会上也不例外：与客户交谈并了解他们感兴趣的事，也了解我们如何能做得更好。

在每个展台 体验新技术

来自 UNITED GRINDING Group 的
最新机床和解决方案。在 11 号展台，
参观者可以在 MÄGERLE MFP 30 上看到
一项世界创新成果

■ 客户关怀	16
从数字机床监控到改造： 集团提供的客户关怀服务	
01 高精度刀具	18
02 先进PCD刀具的生产	19
03 功能丰富的可转位刀片	20
04 刀具加工中的激光器	21
05 从一个零件到另一个零件	22
06 偏心轴的高效磨削	23
07 高度灵活的生产型机床	24
08 臻于完美的内圆磨削	25
09 从简单到复杂	26
10 两台机床, 各提供四个顶尖距选项	27
11 飞机涡轮零件的紧凑型解决方案	28
12 理想过程的选择	29
13 标准零件的高精度磨削	30



CUSTOMER
CARE

不仅仅是客户服务

通过客户关怀服务, UNITED GRINDING Group
在机床的整个生命周期为客户提供支持

特性简介

- 提高机床可用性
- 提高生产率
- 生产监控
- 过程时间最小化
- 缩短生产辅助时间

客户关怀 —— 不仅仅是备件供应和全球 550 多名合格员工的部署。集团各品牌还提供多项尽可能持续确保机器可用性, 并提高系统可用性的额外服务。除了机床检修外, 这些服务还包括可改装的模块和软件工具。

数字化过程监控

在 UNITED GRINDING Digital Solutions™ 范围内, 集团开发出用于所有机床和过程数据数字化采集、可视化和分析的工业 4.0

技术: 生产监控器可显示机床的生产率并提供用于优化的基本数据, 而服务监控器可确保专业、及时地执行必要的维护措施。在用户通过服务请求邀请之后, UNITED GRINDING 的专家可在紧急情况下通过远程服务访问机床。

未来, 可通过在控制器插补周期内监控机床轴和磨削主轴, 间接监控机床状况。通过与历史参照值进行比较, 可以快速检测严重的机床损坏和逐渐的过程变化。

全球客户关怀:
来自上海的服务技术人员 Charles Yang 和他的 500 多位同事为各个市场的客户提供支持





将机床移交给客户是客户旅程中的一个重要环节

客观、透明的机床状态监控还记录了关键性能指标，包括错误消息、切换操作和轴的工作性能。最后但同样重要的是，可通过冷却液压力、流速和温度对过程进行最终控制。从而减少磨削时间和刀具成本、降低元件废品率，同时提高元件质量和生产率。

可选软件模块

STUDER 广泛扩展机床功能，加入了用于磨削软件程序——StuderWIN 和 StuderTechnology 的可改装模块。除了用

于砂轮高效（再）成型的 StuderDress 和用于剥离、凸面和轮廓磨削的 StuderContour 之外，可选的扩展套件还包括适用于简单应用的 StuderThread 螺纹磨削软件和 StuderForm 非圆磨削软件，以及用于加工曲面和多边形的高效 StuderFormHSM 非圆磨削软件。StuderWIN 编程软件实现了高效的线下编程。Studer Technology 还在机床的设置和编程过程中为操作人员提供支持。在没有操作人员的情况下，客户第一次尝试就获得了良好的质量以及快速、稳定的过程。

性能套件

通过“FANUC 性能套件”，WALTER 使 HELITRONIC POWER 的用户能够使用旧版 FANUC 控件轻松提高控制性能。HELITRONIC TOOL STUDIO 的加工速度可提高多达四倍，并可显著减少生产辅助时间。

机床可用性

为确保机床的可用性，SCHAUDT MIKROSA GmbH 将机械硬盘升级到最新兼容的 SSD Sata 硬盘。这一升级不仅能够防止数据丢失和意外停机，而且还大幅提高了 PCU 和 IPC 的性能。

主轴驱动器的改造

为了提高灵活性和生产率，EWAG 为 WS 11 和 WS 11-SP 磨床的用户开发了改造套件。该升级套件可实现先进的控制并简化机床操作。套件包括一个用于根据磨削任务调整工件或磨削主轴旋转方向和速度的控制单元，以及一个包含先进电子装置和温度监测的独立式控制柜。

结合全面、优质的客户服务、机床检修和可改装选项，UNITED GRINDING 最大程度提高了客户的机床可用性和系统生产率。



Photos: Thomas Eugster, David Schweizer

通过 UNITED GRINDING 远程服务，公司还为客户提供与服务专家交流的机会

01

高精度刀具

来自 WALTER 的全新 HELITRONIC POWER 400 和 HELICHECK 3D 是航空工业生产高端刀具的理想组合



WALTER HELITRONIC POWER 400 带有砂轮库和“机器人装载机”选项



WALTER HELICHECK 3D 可测量长达 420 毫米的刀具

特性简介

- 最大精确性和表面精度
- 通过“一次成功率”节省资源
- 通过连续检查和补偿实现最大过程稳定性

航空业中先进发动机的生产需要高度精确的刀具，例如枞树形刀具。为了生产这些刀具，不仅需要最先进的技术，还需要高精度

的测量方法，以便始终对过程进行控制和验证。WALTER 通过 HELITRONIC POWER 400 刀具磨床中的过程优化生产策略和 HELICHECK 3D 全自动测量机的过程控制系统实现了必要的精度。HELITRONIC POWER 400 具有砂轮库和经过延长的横向路径，可以在一次装夹中对长达 380 毫米的工件进行加工。新机床还具有全新构建的床身结构，这进一步改善了减振性能，从而提高了精确性和表面精度。

自主软件

HELICHECK 3D CNC 测量机首先实现了枞树形刀具的数字化并生成可以保存、进一步处理、分析和测量的虚拟图像。利用

WALTER 专门为此开发的软件程序 3D 刀具分析器，可以通过任何位置的 3D 模型放置水平、垂直和自由选择的截面。这些都是完全自动分析和评估的。将数字化图像与理想的刀具模型进行比较或“匹配”。WALTER 还为此开发了自己的软件“3D Matcher”。它能立即向操作人员提供有关产品质量和目标值偏差的信息。然后，操作人员可以基于此根据要求调整过程。

在磨削研讨会上，WALTER 将通过一个独立系统展示高端磨削过程和质量控制的结合。

联系方式：
christoph.ehrler@walter-machines.com

根据机器人装载机版本,
HELTRONIC POWER 400 和
HELTRONIC POWER
DIAMOND 400 可以装载
多达七个托盘级

02



先进 PCD 刀具的生产

为了高效生产 PCD 刀具, 必须采取多个过程步骤。
凭借 HELITRONIC POWER DIAMOND 400, WALTER 提供了包括磨削和电解在内的组合工艺

特性简介

- 在一台机床上进行电解和磨削
- 最先进的技术
- 通过 HELITRONIC TOOL STUDIO 电解可以轻松编程复杂的几何形状
- 最高的灵活性和自动化
- 多用途机器人单元在生产辅助时间内承担重要功能
- 高质量激光打标



复杂、先进的头部整体 PCD 刀具的使用正在稳步增加。对复合磨削和电解的需求也在增加。例如, 在航空航天工业中加工纤维增强塑料 (FRP) 所需的新型 PCD 刀具中, 这一发展已十分明显。

首先对硬质合金进行磨削, 然后对 PCD 切削刃进行电解, 这种组合加工过程正是高效生产此类 PCD 刀具的唯一方法。

WALTER 采用 HELITRONIC POWER DIAMOND 400 的“二合一概念”提供这种组合加工过程。优点: 磨削电解机床的用户可以使用同一台机床对刀具执行所有必要的加工步骤。这避免了耗时的刀具重新装夹。

在加工先进 PCD 刀具的这一方法中, 为硬质合金坯料提供了焊接式 PCD 刀片槽的加工, 因此具有很高的成本效益。

全新操作概念

加工后, 在 HELICHECK PLUS 测量机上检查并确认 PCD 刀具的质量, 这项工作完全由机器人自动完成。测量机的新机器人单元首先自动清洁成品刀具, 然后将它们装入 HELICHECK PLUS, 以测量所有关键参数。

测量机的新技术概念“计量中心”确保了操作的简便性。测量后, 可以使用集成的激光打标系统单独标记刀具。这提供了一个高质量的退火标记, 其特点在于颜色的变化而非进行雕刻。

联系方式:
christoph.ehrler@walter-machines.com

03

多功能可转位刀片

来自 EWAG 的 COMPACT LINE 和 PROFILE LINE 是两款用于高精度加工切削刀片和高度复杂的可转位机夹刀片的创新磨床

特性简介

- 高度复杂几何形状的磨削
- 提高精度和生产率
- 最大可靠性、可用性和易用性
- 最短的生产辅助时间

高精度柔性 6 轴 COMPACT LINE 加工中心专门用于磨削各种硬质合金、金属陶瓷、陶瓷、PCBN 和 PCD 材质的切削刀片。机床在最小的空间内结合了各项高性能技术。选装的第六轴可实现高效的周边磨削。优化的机床运动学和新开发的周边磨 C 轴允许

在可转位刀片的主切削刃上使用负倒棱。行程紧凑和 Fanuc 机器人的集成最大限度缩短了生产辅助时间。

敏捷的 6 轴机器人对复杂切削刀片的自动装载提供了极高的灵活性。采用“三合一”修整单元对砂轮进行修整、清洁和成型挤压，以保证砂轮具有完美的同心度和较高的加工重复性精度。Fanuc 控制单元和面向用户的 ProGrind 磨削软件实现了完美互补。可以利用用户友好型触摸屏面板快速轻松地对所有磨削程序进行编程。

集成式砂轮库

新型 PROFILE LINE 用于高效灵活地加工可转位硬质合金切削刀片。该产品与姐妹公司 WALTER 合作制造，并利用了 EWAG 的刀具和软件专业知识，打造出一个用于磨削高度复杂几何形状、带有人机对话界面的高效磨削中心，它树立了一个新的基准。集成式六工位砂轮库集成了冷却管道，保证了最佳的刀具选择，进而确保烧结坯料最佳的金属去除率。

集成式 6 轴 Fanuc 机器人实现了多班次自动化生产并接受特定于客户的托盘。可选择清洁、重新装夹和定心工位并可根据特定于客户的产品组合进行调整。

两台机床均可配备创新的 CCD-HD 视觉系统以根据要求进行自动工件检测。



带集成式 6 轴机器人的
EWAG COMPACT LINE

联系方式：
thomas.fischer@ewag.com

特性简介

- 5 个机械轴和 3 个光学轴实现最大灵活性
- 利用皮秒技术高效加工
- 通过 DXF 进行 2D 和 3D 先进编程



EWAG LASER LINE ULTRA
利用超短脉冲激光技术温和地加工所有切削材料

04

刀具加工中的激光器

通过 EWAG 的 LASER LINE ULTRA 还可以生产最小的螺旋超硬刀具

LASER LINE ULTRA 是用于制造旋转刀具和可转位刀片的高端激光机床。在一体化加工概念中,可以将坯料制造成完整刀具,包括断屑槽和所有其他可选的几何形状。虽然可以对所有可能的材料进行加工,但 LASER LINE ULTRA 特别适用于生产由超硬材料制成的刀具,如 CBN、PCD、CVD-D 和 MCD/ND 等。

可加工直径最大 200,长度最大 250 毫米,重量不超过 5 千克的刀具。最近,还可以使用直径在 0.5 至 3 毫米之间的整体 PCD 和硬质合金加工最小的钻孔和铣削刀具。

所使用的控制软件是 EWAG ProGrind 软件系列的 LaserSoft。该软件有一个新功能:直接在特征编辑器中通过 DXF 以 2D 形式编辑中心刀片几何形状。用于断屑槽等的广泛建模选项还提供 3D 模型。

Laser Pro3D 软件程序还包括用于 ANSYS Space Claim 软件的插件,可对使用激光处理的几何形状进行建模、可视化、模拟以及 CAM 路径计算。

该软件非常易于使用,无需具备激光知识。机床操作人员只需通过输入掩码输入几何形状,机床将完成其他操作。在 LASER LINE ULTRA 自动化方面,EWAG 提供用于 HSK63 的标准解决方案以及用于液压卡盘和可转位刀片的三重夹具。

自行配置

在磨削研讨会上,EWAG 将与荷兰公司 Van Frankenhuyzen B.V. 共同展示一项关于全自动生产的研究成果,其中,LASER LINE ULTRA 可以展现其全部优势。亮点:参观者可以在 4 号展台自行配置刀具,由机床自动生产并将其作为纪念品带走。

联系方式:

dr.claus.dold@ewag.com

05

从一个零件到另一个零件

磨削研讨会的参观者可以在 MIKROSA KRONOS S 250 上体验设置过程

特性简介

- 最高精度
- 最高生产率
- 技术灵活性
- 快速切换
- 轻松自动化
- 直观操作

KRONOS S 250 无心磨床结合了最佳磨削质量和高磨削速度。但是这台紧凑的多功能机床在设置时间上也有很多值得骄傲的

地方。砂轮, 导轮, 修整碟片, 导板, 以及自动上下料装置可以进行快速更换, 不同零件的换型时间极短。新开发的机械和真空夹具快速更换系统以及可快速更换和轻松调节的 V 型传送块在一定程度上保证了这一点。此外, 许多必要的设置都是通过数控编程方式进行。从而保证了短设置时间、高度工艺可靠性以及可再现的结果。

适用于多种部件

鉴于这些特性, KRONOS S 250 适用于大规模的磨削以及小批量加工, 因此最适合零部件范围广泛的公司。除了贯穿和切入式磨削之外, 在砂轮和导轮侧配备两个双

侧十字滑台结构这一独特的机床概念还实现了在一台机床上的多项操作组合。此外, KRONOS S 250 可以配备装载龙门式和穿梭式框架机械手, 以便经济高效地加工各种和不同数量的零件。

在磨削研讨会上, MIKROSA 将通过一个实际的例子展示 KRONOS S 250 的高度灵活性和设置简易性: 参观者可以体验现场设置过程, 包括快速更换夹具、工作台和 V 型传送块, 使大型控制阀芯的单独加工转变为小型油泵阀芯的四倍生产。

联系方式:

karsten.otto@schaudtmikrosa.com



KRONOS S 250 不仅适用于大批量生产, 而且适用于批量小、零部件范围广的公司

不断增长的
机器人市场正在推动对
SCHAUDT ShaftGrind S
的需求

**06**

偏心轴的高效磨削

在磨削研讨会上, SCHAUDT 将展示配备集成式机器人的紧凑型多功能 ShaftGrind S 十字滑台机床

特性简介

- 高度加工灵活性
- 停机时间短
- 紧凑型十字滑台机床 (安装尺寸: 3000 x 3351 mm)
- 实现高动态性和出色圆跳动性能的直接驱动型工件头架
- 可自动进行高效磨削

该小型内外圆磨床由机器人自动控制, 可对长度达 650 毫米的轴类工件进行高效磨削。Sinumerik 840D sl 机床控制系统通过专门开发的人机对话界面对机器人进行控制。在加工过程中, 机器人会在不同的中心线上自动加载和卸载机床, 确保了非常短的生产辅助时间。传输接口位于机床零件传送装置的侧面。

但机器人并不只是在机器内。通过 ShaftGrind S, SCHAUDT 还展示了用于机器人关节的偏心轴磨削。带钻孔内齿孔的轴通过机器人放置在 ShaftGrind S 的装夹心轴上。心轴的外齿与工件的内齿啮合, 并将工件牢牢固定在花键的节圆直径中。已不再需要通常用于顶尖间磨削的尾架。高精度磨削效果得到了保证。

日益增长的机器人市场

直接驱动型工件头架、安装在滑动轴承上的可选管型尾架和过程中测量, 以及具有最佳抗振特性及热稳定性的 Granitan® 机床床身也为此提供了支持。通过第二磨削砂轮头架还可以进一步提高机床的生产率。

SCHAUDT MIKROSA GmbH 工艺工程主管 Wadim Karassik 解释说: “随着自动化程度的提高, 机器人市场也在不断增长。由于每个机器人都包含大量关节和偏心轴, 因此对磨床的需求越来越大, 比如我们的 ShaftGrind S。”

联系方式:

wadim.karassik@schaudtmikrosa.com

07

高度灵活的生产型机床

STUDER 的两款高性能机床——紧凑型 S11 和经过验证的 S22 适用于大批量和小批量内外圆磨削

S11 是 STUDER
最小的内外圆磨床



S22 适用于中型工
件的大规模生产



特性简介

- S11 —— 高度紧凑的设计、高生产率、卓越的人体工程设计、简易的自动化
- S22 —— 丰富的磨削选项
- STUDER-WireDress® —— 适用于 CBN/金刚石砂轮的创新修整技术

凭借大量扩展选项，S22 具有丰富的加工选项，可用于大批量生产中型工件。经过适当配置后，它是外圆磨削、成形磨削、螺纹磨削以及高速磨削（砂轮线速度可达 140 米/秒）和重型磨削（160 毫米宽砂轮）的理想生产型机床。革命性的 STUDER WireDress® 修整技术确保了 S22 性能的进一步提升。凭借这种独特的金属粘结金刚石砂轮修整专利工艺，这款砂轮修整装置可以对砂轮进行精确的成型修整，而不是之前的简单的成型。

紧凑型 S11 专为重量不超过 3 千克的小型工件高产量加工而设计。其占地面积不超过 1.8 平方米，顶尖距为 200 毫米，中心高度 125 毫米。这确保了这台高效、可靠的机床具有最佳可访问性结构。直径 500 毫米的砂轮具有出色的功率表现。S11 配备了合适的技术选项，可用于高速磨削以及喷嘴磨削等。

两台机床均可通过集成式装载/卸载设备或装载单元轻松实现了自动化。



可以轻松、灵敏地设定 S11 刚性尾架上的中心压力



S22 上的砂轮头架适用于高速磨削

在磨削研讨会上，STUDER 将通过 S11 上稳定移动的支撑装置展示剥离磨削操作，磨削其中一个坯料。S22（配备 WireDress®）将通过螺纹主轴展示其功能。这台机床能够以非常快的速度一次性将整块材料进行磨削。

联系方式：
martin.hofmann@studer.com

08

臻于完美的
内圆磨削

凭借其入门级通用型生产型磨床和圆弧磨床，STUDER 提供了全球最大的内圆磨床组合

特性简介

STUDER S141

- 可定位旋转工作台 (-91° 至 +61°)
- 带直接驱动和四个内圆磨削主轴的转塔砂轮头架
- 最多 2 个外圆磨削主轴 (直径 250 mm)
- 长度和直径测量探头
- 用于加工模板和圆弧轮廓的软件

STUDER S151

- 两个机床长度 (700, 1300 mm)
- 可定位旋转工作台 (-10° 至 +15°)
- 带直接驱动和四个内圆磨削主轴的转塔砂轮头架
- 最多 2 个外圆磨削主轴 (直径 300 mm)
- 最多 2 个翻转式砂轮修整器, 配有金刚石或修整主轴
- 用于修长工件装夹的中心架

产品范围包括用于中小型工件内圆磨削的 S110 和 S121 入门级机床, 以及在液压和汽车领域具有众多用途的 S122 生产型机床。提供四台可用于通用内圆磨削的机床: S121、S131、S141 (工作台长度: 300、700 和 1300 mm) 以及 S151 (工作台长度: 700 和 1300 mm)。它们适用于机床、驱动元件、航空和刀具制造领域内圆表面以及外圆表面的卡盘式磨削。

硬质材料

S121、S131 和 S141 均配有相应的圆弧磨床, 适用于磨削由极硬质材料 (比如硬质合金、陶瓷、钛和蓝宝石) 制成的复杂工件, 同时也适用于一般磨削任务。典型产品包括用于手表或医疗技术的模具板、液压元件和带有多个锥体的工件。

在磨削研讨会上, STUDER 将展出工件工作台长度为 700 毫米的 S151 通用内圆磨床以及 S141 圆弧磨床。

S151 是用于加工主轴的典型机床。轴和内孔前端的表面、外径和锥面以及锥面和多边体在一次装夹中完成磨削。测量探头和 Quick-Set 软件确保机床的快速设置并自动检测主轴的纵向位置。

在 S141 圆弧磨床上, STUDER 将展示硬质合金模具的加工。直接驱动的工件头架主轴 B 轴, 确保了锥面和圆弧磨削的最高精度。它具有 X 轴和 Z 轴插补角度调整功能、直接测量系统和液压制动器以及固定修整器。

联系方式:

michel.rottet@studer.com



S141 圆弧磨床适用于最高精度的模具加工



S151 用于加工大型主轴和转子轴

09

从简单到复杂

从 FAVORIT 到 S41, STUDER 为各种应用提供可靠、高质量的磨削技术

特性简介

- 顶尖距有 400、650、1000 和 1600 毫米可供选择
- 床身带集成式冷却液箱和温度控制
- 所有机型带有可自动回转的砂轮头架
- 高性能驱动主轴

从入门级到高端机床,STUDER 的内外圆磨床产品系列始终如一地为优质、可靠和卓越的研磨质量而设计。这同样适用于 FAVORIT 入门级机型和高端 S41。

STUDER FAVORIT

正如所有 STUDER 内外圆磨床一样,经过验证的 Granitan® 床身还确保 favorit 具有

STUDER 堪称典范的精度。砂轮头每 3° 自动定位,可分别使用皮带驱动的外圆和内圆磨削主轴。这使 favorit 非常适合磨削传动轴或小齿轮轴的外径。

STUDER S41

S41 配备创新的 StuderGuide® 导轨系统以及带直线电机的高精度轴驱动器、B 轴的超快速直接驱动器和多种砂轮头架配置。此外, S41 还可选配 TouchControl、WireDress® 和客户特定配置。STUDER 提供单一来源的自动化解决方案。

无论机床有多少不同功能,它们依然有许多共同之处。两款机床均配备触控屏和 StuderWIN 磨削软件以及 StuderPictogramming 和 StuderTechnology。这意味着只要机床操作人员熟悉一台 STUDER 机床,他就可以轻松操作任何其他 STUDER 机床。最后但同样重要的是,同一支客户服务团队可以支持所有 STUDER 内外圆磨床。

STUDER 将在磨削研讨会上展出两台机床,以展示 STUDER 广泛的产品组合,可为各种应用提供合适的磨床。favorit 入门级机床将进行直径和锥度磨削以及成形磨削演示。S41 将通过单次装夹展示从磨削多个直径和锥度到螺纹加工以及 HSG 高速磨削的复合加工能力。

联系方式:
philippe.schmider@studer.com



STUDER favorit 提供非常高的性价比



高端机床和高度复杂的磨削系统:STUDER S41



STUDER S33 适于从短到长各种工件的单件或批量生产



STUDER S31 适于刀具部件制造和各种航空航天部件加工应用

10

两台机床,各提供 4 个顶尖距选项

STUDER 将在欧洲首次展示两台新型通用外圆磨削机 S33 和 S31

特性简介

- 顶尖距:400/650/1000/1600 毫米
- StuderGuide® 导轨系统 (S31)
- 创新床身温度控制带来卓越的热稳定性 (dbc 650 至 1600)
- 砂轮修整系统的双 T 型槽
- 多种砂轮头架配置选择
- 采用 StuderTechnology 的 StuderWIN 编程软件
- 可自动化

两款机床均基于 STUDER T-slide 概念打造。其 X 轴行程加长到 370 毫米,可配备更多种类的砂轮头架。该系列从两种顶尖距增加到四种顶尖距,分别为:400、650、1000 和 1600 毫米。

新设计的床身几何形状辅以创新的基础温度控制,进一步提高了机床的动态和热稳定性。由于将修整装置固定在纵向滑动件的双 T 形槽上,设置和复位的复杂性显著降低。标准的控制系统是 Fanuc Oi-TF 并且带有高效的友好型 StuderWIN 编程软件。

Studer Technology 还在机床的设置和编程过程中为操作人员提供支持。在没有操作人员的情况下,客户第一次尝试就可获得良好的质量以及快速、稳定的过程。凭借标准化的上下料接口,机床可以轻松实现自动化批量生产。

S33:经济、高效

STUDER S33 配备一个新砂轮头架,可以根据配置配备两个用于外圆磨削的电主轴和一个内部磨削附件。三个砂轮确保工件可

以更独立、更快速地完整加工,在同类产品中独树一帜!该机床的 B 轴可实现 1° Hirth 自动回转。最大工件重量为 150 千克。

S31:精确、多功能

该机器配有 StuderGuide® 导轨和 B 轴,带分辨率为 0.00005° 的选装直接驱动器。砂轮头架最多可以配置三个砂轮,可进行外圆/内圆磨削,最多可配置两个外圆或内圆磨削主轴。

对于使用 Fanuc 31i-B 控制系统的高精度成形磨削,STUDER S31 具有带直接测量系统的工件头架和 StuderFormHSM 软件程序。

联系方式:

dalibor.dordic@studer.com

11

飞机涡轮零件的 紧凑型解决方案

MÄGERLE 将在研讨会上展示 MFP 30 这一全球创新。将展示飞机发动机的涡轮叶片的磨削和铣削操作

特性简介

- 小巧的设计降低了空间要求并优化了生产工艺
- 高度灵活性和高效加工
- 静压导轨系统实现了高精度和长使用寿命

来自 MÄGERLE 的全新紧凑型 5 轴磨削中心 MFP 30 非常适合磨削复杂的几何形状,尤其是飞机涡轮机的叶轮和叶片或隔热罩。节省空间的紧凑设计可以最有效地利用可用的生产区域并实现高效生产流程。

它还有助于在工作区域实现符合人体工程学的手动或自动装载。集成式换刀装置可配备用于铣削和钻孔操作的各种砂轮和刀具,以及用于质量或工件位置检查的测量探头。这能保证工件加工的高度灵活性。

高去除率

MFP 30 的强大主轴驱动器可将不同的磨削过程相结合,例如用常规砂轮进行缓进给磨削以及用 CBN 进行磨削。此外,速度高达 12,000 转/分的高性能主轴提供最佳加工条件,可在单次装夹中执行更高要求的磨削和铣削加工。即使在低速时也可提供满功率和高扭矩。坚固的刀具夹具具有

更宽的加工轮廓和高去除率。可使用乳剂或油液作为冷却液。

集成式砂轮清洁确保砂轮在磨削过程中保持清洁和锋利。这显著提高了去除率,同时减少了砂轮磨损。工作台修整装置可以安装具有多种加工轮廓的金刚石滚轮,并有助于显著缩短换刀时间。先进的驱动技术可在整个速度范围内实现可靠的修整。

联系方式:

viktor.ruh@maegerle.com



世界创新的 MÄGERLE MFP 30
可在紧凑空间内提供顶级性能

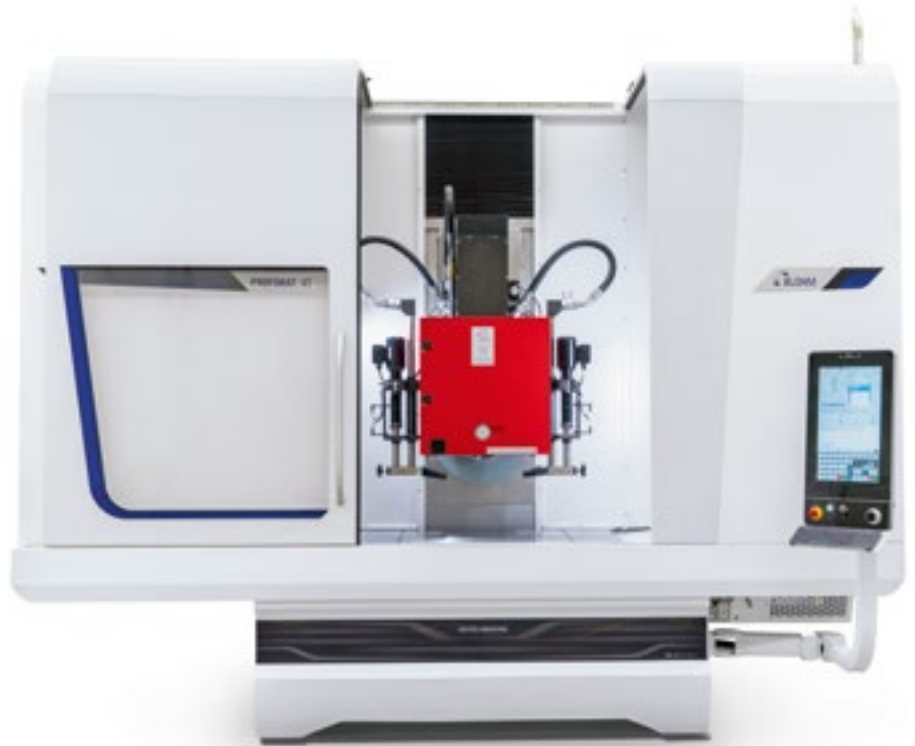
12

理想过程的选择

新型 PROFIMAT XT 将四种磨削技术相结合。BLOHM 重新设计了许多机床部件并提高了新机床的刚度和动态性能

特性简介

- 得益于小进给量和更高的往复速度，实现对温度敏感型材料的温和加工
- 不会损坏周边区域
- 正内压应力
- 由于砂轮磨损减少，因此刀具成本降低
- 更短的生产和生产辅助时间



BLOHM PROFIMAT XT 采用操作简单的多点触控屏

X 轴线性驱动是高速磨削的最大创新和先决条件，其动态轴加速度高达 200%，轴速度高达 160%，动态性能显著提高。与由电机和滚珠丝杠组成的传统传动系统相比，直线电机具有更出色的运行性能，改进了工件的表面质量。

选择最优策略

BLOHM 还将久经考验的部件集成到机床中，例如用于 CD 磨削的顶置式修整器和工作台修整器。冷却液流量高达 500 升/分钟的自动定位跟随和大量金属管装配的喷嘴是缓进给磨削的重要附件。因此，客户可以根据自己的需求选择最佳的加工策略：

- CD 磨削通过连续砂轮修整实现高生产率。
- 往复式磨削实现均匀度和表面质量方面的高精度。
- 缓进给磨削通过增加单次进给量提高生产率。
- 在高速往复磨削中，高动态和高进给值可实现高生产率和温和的工件加工。

哪种工艺是正确的选择取决于多个不同因素：除了工件材料和尺寸外，还必须考虑批量大小和所需的加工结果，例如加工工件在粗糙度和均匀度方面的质量要求。

联系方式：
arne.hoffmann@blohmjung.com



J600 可在磨削过程中进行测量和修整

13

标准零件的高精度磨削

第二代 JUNG J600 产品, 综合全面的技术套件保证了恒定的生产条件并提高了精度, 尤其是长时间连续加工的情况下

特性简介

- 将标准工件“克隆”到系列工件中
- 由于是在过程中测量, 因此无需松开工件
- 最大工艺可靠性和质量
- 提高生产率

工模具应用的标准部件高精度磨削要求的形状和位置误差为 ± 2 微米。磨床必须满足定位精度、形状精度和几何精度的特殊要求。

第二代 J600 不仅提供必要的基本机械精度, 还能通过对关键机床部件的主动温度控制保证必要的温度稳定性。此外, 为

了消除环境影响、提高操作安全性并最大限度地减少冷却液排放, 机床采用了完全封闭的设计。由于封闭式设计影响了对工件和砂轮的视觉和听觉接触, 为此 JUNG 将声学传感器集成到了软件中。该传感器能够检测工件和砂轮之间的接触, 而软件可将其显示在机床控制面板上。进一步的优点: 软件还能对修整过程进行监控和优化。

标准工件和克隆工件

在磨削研讨会上, JUNG 将通过一组装夹的完美定心的工件表面进行“克隆”磨削来展示 J600 的优点。由于在双面磨削过程中只有砂轮边缘切削并且因此而受到较高磨损, 所以过程内的测量和修整尤为重要。

J600 的集成式测量探针记录这一过程中精确定心的位置和宽度, 并将这些值与

“标准工件”的值进行比较。将标准工件“克隆”到准备好的系列工件上会显著降低环境影响和工装夹紧工件的位置精度。此外, 也不需要松开部件。将 PK-130 缓振修整与声学接触修整相结合,

从而提高工艺可靠性、部件质量和生产率。因此, 在生产条件下自动磨削高精度标准工件对 J600 没有任何问题。

联系方式:

arne.hoffmann@blohmjung.com

讲座概览

来自科学和实践领域的专家将谈论
各种趋势以及高效的制造方法

DAVID BOSSHART 博士 人与机器 —— 我们如何取长补短	32	KONRAD WEGENER 博士教授 磨床技术的愿景和发展	48
REINER SCHMOHL 用于机床和过程监控的 MEMS 传感器技术	34	MARKUS WEISS 博士 具有工艺适应性的磨削工具和 创新的砂轮基体	50
CHRISTOPH PLÜSS UNITED GRINDING Digital Solutions™ 客户利益	36	CARSTEN HEINZEL 博士教授 冷却液供应状况是决定加工能力的 关键	52
SEBASTIAN RISI 博士 人工智能 —— 创造能够不断适应 环境的机器	38	MARC BLASER 通过液体切削工具能高效而显著地 提高贵公司的盈利能力	54
THOMAS BERGS 博士教授 磨削技术中的辅助系统过程监控	40	WILFRIED SAXLER 博士教授 通过有针对性的冷却液供应避免 磨削烧伤和堵塞	56
ROMAN RUDOLF, THOMAS SCHENK WireDress® 的实际应用	42	WOLFGANG VÖTSCH 刀具开发趋势及其实施	58
STEFAN BOHR 博士 高性能磨削... 各项技术的快速发展	44	CLAUS DOLD 博士, JAN VAN FRANKENHUYZEN 有关刀具和 3D 几何形状 用激光器的思考	60
ECKHARD HOHWIELER 硕士工程师 机器学习在制造业中的潜力和应用	46	ACHIM KOPP 成功改变的关键	62



2019 年 5 月 8 日星期三, 14:00

DAVID BOSSHART 博士

David Bosshart 博士是 Gottlieb Duttweiler 经济与社会研究所首席执行官。他拥有哲学博士学位, 专业领域是消费、社会变革、数字化、尤其是人与机器之间关系的未来



Illustration: Uli Knörzer

人与机器 —— 我们如何取长补短

小结

生态系统的思考应该取代工业的思考。数字化和人工智能、云和物联网创造了持续的变化模式,影响着所有人

在与机器的竞争中,人类仍然领先一步。这与认知和精细运动技能有关。甚至有人在谈论“手工艺的回归”

这一变革是由新公司还是由成熟公司主导还有待观察。但人的因素依然关键:管理的好坏将决定成败

我们都依赖于人类智能、人工智能和情商之间的相互作用

我们正处于一个不断变化的学习过程的开端。自动化过程在生产中是一种不变的模式,因为它使我们更高效、更快捷。得益于人工智能 (AI)、云、物联网和区块链,数字化开启了新的可能性。如果我们回顾一下机器人的历史,从最初的 Kuka、Baxter 和 Pepper,到现在的 Alexa 等语音计算机,我们可以看到机器正变得越来越像人类。

这是事实:在许多领域,机器已经以我们难以想象的方式超越了我们。去年夏天,我在科罗拉多州参加了一场由人工智能机器人表演的音乐会。因此,我们不仅是创造标准化和更优质的工业产品,而且还在向艺术领域迈进:一件由人工智能创作的艺术品去年在苏富比以 432,500 美元的价格出售。这件艺术品的作者是谁?谁应该得到拍卖收益?谁是这件艺术品的法律主体?每得到一个答案,就会有十个新问题。

道德挑战

在过去三十年中,随着工业世界的转变,生产和生产率方面的压力不断增加。我们试图把人变成机器——高性能机器。这在一定程度上是可行的,并且是一个非常鼓舞人心的愿景。但我们正在接近极限:我们有

人际关系,会头痛和生病,身体会随年龄增长而变得虚弱和健忘。但机器没有这些问题。我们开始把机器变成人,这并非巧合。如果人变成机器,机器变成人,或者至少与人相似,那么区分人与机器将成为法律、政治和道德上的一项挑战。但我们不应该害怕这种发展。恐惧从来都不是一件好事。我们应该对其更加尊重,因为我们没有与这种越来越智能的存在打交道的经验。在许多技能上,人类仍具有优势。机器不擅长应对变化的环境。“虽然机器能够立即给出答

**“虽然机器能够
立即给出答案,
但它们无法提出
可以帮助我们取得
进步的问题。”**

David Bosshart

“改变来自外部而非内部。在汽车行业，一个疯狂的梦想家足以改变整个行业。”

David Bosshart

案，但它们无法提出可以帮助我们取得进步的问题。”这不仅仅是认知技能的问题；例如，精细的运动技能也起到重要作用。为什么机器人难以发展灵巧性？人的手在创新和生产中一直扮演着重要角色。手就是智慧，我们还没有充分认识到这一点。我们在谈论钢琴家的精湛技艺时指的是他/她令人惊叹的灵巧性。我们甚至在谈论“手工艺的回归”。而机器人要做到这一点还有很长的路要走。我看到人与机器之间更多的互补关系。

很多人都在谈论某些行业对就业的特殊威胁。我认为，我们需要摆脱狭隘的行业视角，学会从生态系统的角度思考和行动。数字化和人工智能、云和物联网创造了持续的变化模式，影响着所有行业。我指的不是威胁。改变通常不是来自内部，而是来自外部。在汽车行业，一个疯狂的梦想家足以成就伟大的行业变革。拖延变革的时间越长，对相关员工的不利影响就越大。

重塑工作

媒体夸大了对大量失业问题的报导，实际上我们还没有看到这一情况，尤其是在拥有高素质员工的国家，比如瑞士。美国只在

顶尖技术领域占据主导地位，而这一领域的重点是软件。它的问题是在培训和继续教育方面投入太少。

我认为许多顶级工作将变得更加令人羡慕和多样化，许多中等和简单的工作将被改变，这不是因为它们正在消失，而是因为所有此类工作都可以通过自动化更快速、更有效地完成。这不仅适用于律师，也适用于医疗专业人士或卡车司机。

人机交互将是软件和硬件创新的成功结果。软件将变得越来越重要，也许十年后我们将不再谈论机器制造。特别是区块链

和物联网的潜力将为这种变化的发生设定一个框架。驱动因素将是围绕能源和机动性以及信息和通信技术的物理和虚拟基础设施问题。这些变化是由今天仍不为人知的公司主导，还是由知名公司主导，这还有待观察。然而，人的因素依然至关重要：管理的好坏将决定成败。

三倍智能

2019 年，我的研究所首次将 Gottlieb Duttweiler 奖颁发给 IBM 的人工智能平台 Watson，而不是一个人。我们希望借此传达一个信息：优秀的管理者或专家，不再是唯一的决定因素，甚至不再是一个整合完备的团队。我们都依赖于“IQ + KIQ + EQ”在人机团队中的交互作用，换言之，人类智商 + 人工智能 + 情商如何共同建设性地发展，共同解决我们无法独自解决的问题，或者领域内的专家共同工作。

2019 年 5 月 8 日星期三, 14:45

REINER SCHMOHL

Reiner Schmohl 是工业电子认证工程师, 也是博世互联设备和解决方案有限公司产品经理



用于机床和过程监控的 MEMS 传感器技术——应用的可能性和局限性

小结

用于汽车领域和消费类电子产品 MEMS 传感器为生产监控提供了新的可能性

实现成本优化和预测性维护

MEMS 传感器测量机床的振动和噪音, 因此不仅对机床运行状态作出响应, 而且还能对原材料质量等其他参数作出响应

对收集到的数据进行处理, 可以为机床制造商提供新的商业模式和服务

博世互联设备与解决方案有限公司开发和销售网络传感器技术, 并为客户提供生产流程和服务的数字化支持。在博世的指导下, 以及 UNITED GRINDING Group 的积极参与下, 七家合作伙伴在一个名为 AMELI 4.0 的研究项目框架下开发了未来机床监控传感器系统。该系统基于新开发的智能振动分析传感器 (IVAS)。

对传感器的高要求

传感器在工业 4.0 中发挥关键作用。它们是机床和工件的人工“感觉器官”, 并记录状况和特征。为了实现生产的智能化控制和网络化, 传感器必须实时收集和处理大量数据。同时, 它们应尽可能地节能, 并能够轻松集成到复杂的生产系统中。目前的工业传感器在工业 4.0 方面具有其局限性。它们通常不够智能或不够灵活, 能耗过多并且对于许多应用而言太过昂贵。

在 AMELI 4.0 研究项目中, 研究人员使用了来自网络世界的一项关键技术: MEMS 传感器 (MEMS 代表微机电加工技术)。MEMS 传感器已经成为汽车工业和消费电子产品中不可或缺的元素。比如它们是 ESP 防滑系统的核心组件, 并且确保智能手机屏幕在旋转时能够自适应。

与目前的工业传感器相比, MEMS 传感器小巧、智能、节能且价格低廉。但在过去, 它们通常不够强大或不足以满足高要求的工业环境。因此, 生产系统仍有一部分状态监控潜力未被利用。TAMELI 4.0 研究团队现在进一步开发出 MEMS 传感器, 因此它们同样适用于工业应用。

市场预测

出发点是机床制造商及其客户对更好地监控机床和流程的期望日益增加。磨床用户未来会对其设备的维护提出两个关键要求:

- 成本优化: 只在实际需要时才进行维护
- 性能优化: 在生产停机前进行维护 (预测性维护)

实际的机床监控过程必须与生产过程并行而不应干扰它。对企业来说, 定期维护生产机床所需的时间意味着一个虽高但仍可计算的成本因素。计划外停机时间是一个严重且难以衡量的风险。在 IVAS 的帮助下, 可以显著降低机床维护成本和机床停机风险。

“为了实现生产的 智能化控制和网络化， 传感器必须 实时收集和 处理大量数据。”

Reiner Schmohl

更多益处

通过在生产的同时在线监控生产过程，我们还可以确定对企业成功至关重要的其他因素。振动或温度的异常测量值通常不是源于生产系统本身，而是源于所使用的原材料。因此，除了仅仅进行生产之外，用户还可以通过机床监控传感器技术控制更多流程。比如发现供应商原材料质量下降等问题。

为了监控机床，IVAS 会测量 3 种不同的物理变量：3 千赫信号频率内的三轴振动、20 千赫信号频率内的单轴振动以及精确的温度。如果未按计划进行安装，它将会振动并发出与正常运行状态不同的声音。系统将测出的信号与保存的特征进行比较。该系统也是一种自学习系统，只对指定缺陷或磨损的变化作出反应。因此，传感器系统可以在早期阶段检测机床需要维修或维护的时间。对于更复杂的系统，传感器发送数据的网关（或路由器）或生产计算机网络可以进行这种智能评估。

可以利用这些系统为机床制造商提供更多商业模式和服务。客户自己收集数据，同时也拥有来自生产的数据。

预测性维护

为了有效使用预测性维护，必须将收集的数据与来自其他生产系统的已知特征（例如振动特征）进行比较。这为制造商带来一种商业模式：为客户的生产系统提供 7 天 24 小时的数字维护。这样，制造商可以从机床供应商发展成为强大的生产伙伴。显然，这种商业模式不仅限于内部制造的生产机床。

MEMS 代表微机电加工技术。这些传感器可以处理机械和电气信息



机床控制系统是一种自学习系统，仅对指定缺陷或磨损的参数变化作出响应

2019 年 5 月 8 日星期三, 15:30

CHRISTOPH PLÜSS

Christoph Plüss 是 UNITED GRINDING Group 的首席技术官。他自 2009 年以来一直为集团工作, 此前曾担任 EWAG 的研发部门主管和首席技术官



UNITED GRINDING Digital Solutions™ —— 客户利益

小结

因此, 数字化主题在机床行业与其说是一个技术问题, 不如说是一个时代问题

未来, 现代机床的主要特点将越来越多地体现在直观操作和处理方面

数字化的最高原则是根据获取的数据自动进行优化, 并利用智能数据分析来识别连接和模式

客户的成功是 UNITED GRINDING Group 的驱动力, 在数字时代也将如此

数字化转型无处不在, 正以前所未有的速度塑造着社会、环境和经济。人、互联网和物的联系日益密切, 而这也正在逐渐成为工业生产的重点, 使我们能够革新商业模式, 并为我们的客户提供新的服务和解决方案。但如何开发和设计成功的数字服务? 成功的“数字化者”显然专注于客户利益和用户体验 (UX), 目标是让客户的生活变得更简单! 这就是成功的终极秘诀。

时代问题

实际上, 机床行业日益增长的数字化与工业 4.0 没有多大关系。在与现代设备和系统 (智能手机) 交互方面, 私人社交环境的发展是当今一个明确的期望。因此, 数字化主题与其说是一个技术问题, 不如说是一个时代问题。下一代人认为理所当然的事情在今天仍有许多争议。

客户旅程

作为技术和市场领导者, UNITED GRINDING Group 希望为塑造现代制造业的数字化发展做出决定性贡献, 让自己成为客户可靠的合作伙伴并在未来保持领先地位。

在机床的整个生命周期里, 我们将从“接触点”开始与客户一起加入到从评估、

采购到机器报废的“客户旅程”中。这一“客户体验链”解释了通过数字化可以简化的客户交互, 从而使客户的生活更轻松。

数字化生态系统

为了在数字生态系统中为客户提供积极的“用户体验” (UX), 我们认为有三个数字接触点至关重要:

1. “机器面板”: 未来, 现代机床的主要特点将越来越多地体现在直观操作和处理方面。我们希望在操作方面建立一个里程碑, 并为所有人提供简便并且数字化的机床的支持工作。
2. “网络端”: 新的 UNITED GRINDING 网站将作为特定业务和客户信息、市场以及产品新闻的中心。
3. “客户端”: 未来, 每个注册的 UNITED GRINDING Digital Solutions™ 客户都能够快速、轻松地在客户端上获得产品和服务。

重要的数字化领域

通过 UNITED GRINDING Digital Solutions™, 我们旨在为我们的客户提供精心设计的可

扩展产品组合架构,以提高生产力、可靠性和质量。我们在日常数字化生产中确定了数字化的四个重要领域:

- **数字连接:**人员、机床和系统联网是数字化的基本前提。为此,我们正在研究集成式软件和硬件概念。标准化数据交换至关重要。在VDW的指导下,公司与领先的控制和机床制造商共同开发并推出了“umati”接口(通用机床接口)。
- **数字可用性:**理想情况下,即使是复杂的机床也很容易操作,无需专业人员。操作人员必须在其活动中得到数字支持,因此我们正致力于新的交互概念。统一的 UNITED GRINDING 操作理念将使操作人员以及我们应用和维修技术人员的工作变得更加轻松。
- **数字监控:**收集数据之后,进行任何优化的第一步是创建透明度、识别模式并获得优化潜力。我们在这方面有两款初始产品:UNITED GRINDING Digital

Solutions™ 服务监控器和生产监控器。后者使我们能够创建数字生产图像并记录生产中的产能利用率和效率。通过服务监控器，我们能够规划服务人员的维护活动并遵照执行。

- 数字生产力:数字化的最高原则是根据获取的数据自动进行优化,并利用智能数据分析来识别连接和模式。这将使我们在未来能够准确预测关键部件的使用寿命(预测性维护)或动态调整机床参数以满足所需的生產质量。

前景

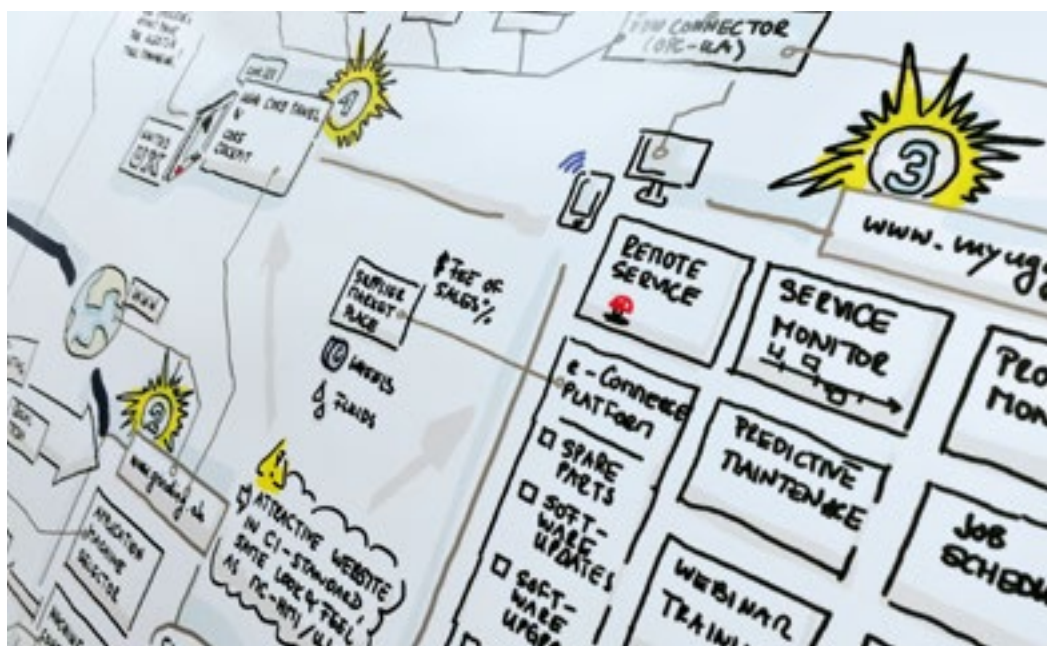
本文介绍的 UNITED GRINDING Digital Solutions™ 产品组合架构为未来的数字机床行业奠定了成功的基础。我们的重点是客户利益和可扩展的解决方案概念。在 UNITED GRINDING Digital Solutions™ 的所有四个象限中，我们将在未来几年推出更多生产创新，这是我们正在加紧进行的工作。

现实世界和数字世界将更加紧密地融合在一起,“增强现实”将越来越多地应用于工业应用中。在数据分析和优化领域,人工智能将越来越多地帮助我们做出正确的决策。我们将越来越多地使用智能传感器技术,更精确、更安全地调节当前的生产过程,并提前规划活动和措施。

目标很明确，没有计划外的机器停机时间，并长期保持高生产率和制造质量。客户的成功是我们的驱动力，在数字时代也将如此。

**“目标很明确，
没有计划外的
机器停机时间，
并长期保持高生产率和
制造质量。”**

Christoph Plüss



用户体验的
三个基本接触点：
机床面板、网络端和
客户端

2019 年 5 月 8 日星期三, 16:15

SEBASTIAN RISI 博士

Sebastian Risi 博士是丹麦哥本哈根信息技术大学副教授



人工智能 —— 创造能够不断 适应环境的机器

小结

基于对人工智能、机器人和生物学的见解,我们创建出新一代机器。它们的机体和人工大脑不仅局限于执行一项特定任务,还可以进化到在不断变化的现实环境中处理各种任务

终身学习系统,例如自动驾驶,将在无人监督的情况下不断提高性能和更新知识,快速适应无法预见的环境,在不忘旧任务的情况下学习和整合新任务

通过用设计、部署和适应的迭代演化方法取代传统的设计和部署方法,人工智能有可能极大地颠覆许多不同的行业

人工智能 (AI) 和自动化机器正在成为我们日常生活的一部分,包括人脸识别、手机语音识别、自动翻译或自动驾驶。如今,机器在国际象棋、围棋甚至扑克牌等众多领域都已超越人类。然而,与能够学习、进化和适应未知经历的简单生物智能相比,这些系统仍然相形见绌。目前的机器学习系统只能处理预先训练过的情况;在执行过程中,他们无法适应设计者未预料到的意外情况,这极大地限制了它们的自主性。此外,生物体能够为了生存而适应和进化,但目前的机器是静态的,在量级方面的自主程度较低,专门用于执行非常有限和固定的功能,并且仍然需要工程师团队进行费力的计划和构建。

处理多种任务

这种脆弱性与动物的能力形成鲜明对比,动物能够在进化的时间尺度上通过自然选择以及在日常生活的时间尺度上通过行为灵活性来适应特定的习惯。由于它们生活在一个动态且不断变化的环境中,因此生物系统必须开发出强大而灵活的解决方案,这样才能够生存。

基于对人工智能、机器人和生物学的见解,我的研究小组旨在为新一代机器建立基础。它们的机体和人工大脑不仅局限于执行一项特定任务,而是可以在不断变化的现实世界环境中通过进化处理各种任务,对未知环境进行无人操作的探索或者促进新医疗技术的发展,例如为儿童制造相匹配的假肢。下面将详细介绍我们一直在研究的部分项目。

核糖体机器人

我们开发了一种新型一维打印系统,该系统受核糖体启发,使用一系列原材料制造出各种特殊的机器人形态。这一概念验证系统包括一个通过折叠配置原材料的新型制造平台,和一种可根据高层次目标规范设计的人工进化优化工具。该系统可以用同一种原材料生产不同的机器人,每个机器人都能完成特定的任务。

此外,这台打印机能够使用回收材料生成新的设计,使一个自主的制造生态系统能够重新利用以前的迭代来完成新的任务。我们目前正在扩展这个制造平台,以创造名为 EvoMorphs 的新一代机器人。这种

插图: © 2018 HRL Laboratories



机器学习架构
将模拟海马体的相互作用，
从而加强终身学习

可变形机器人能够爬过倒塌的建筑废墟、通过变形进入狭窄的通道，并在受损后进行自我修复。

人类的标志性能力之一就是不断地从经验中学习。然而，在机器学习中，创造能够不断适应新环境，并在一生中不断学习新技能而不会彻底忘记之前所学技能的人工智能系统仍是一个尚未解决的挑战。与目前的人工智能技术相比，生物系统能够快速适应特定环境的变化。

我们与一群各有技术所长的研究人员共同致力于为自动驾驶打造终身学习系统。该系统将为自动驾驶系统提供动力，使其在无人监督的情况下不断提升性能并更新知识、快速适应不可预见的环境并且在不忘记旧任务的情况下学习和整合新任务。例如，新算法允许机器在执行当前机器学习算法失败的情况下从传感器故障中恢复。

人工智能民主化

我们的社会越来越依赖于更先进和更普遍的人工智能形式。确保这些系统对社区有用是一项重要挑战。为了应对这一挑战，一台理想的机器不需要编写程序来完成某项

任务，而是可以通过与我们互动方式来完成，就像我们教育孩子的方式一样。我们研究的一个重要部分向人工智能技术的民主化迈出了一步，它允许不了解人工智能或机器人的普通用户通过交互的人工进化过程来设计机器人行为。

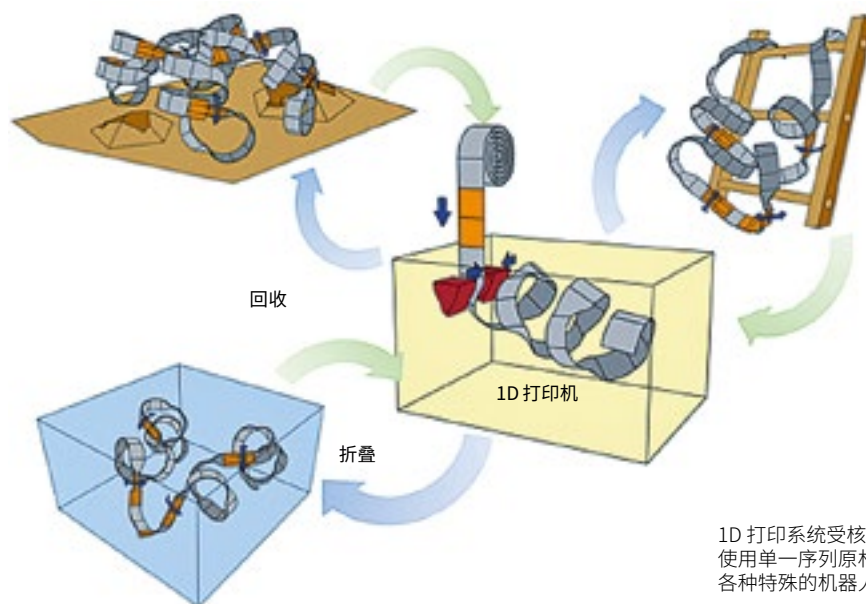
与我们养狗一样，用户可以从一组候选对象中选择他们喜欢的机器人行为，而下一代的行为是通过对机器人人工神经网络的遗传物质稍加改变（突变）并结合（交叉）而产生的。由于人类对动物的行为具有直觉意识，他们能够在模拟器中选择性地培养简单的机器人行为，而无需了解机器人或神经网络的设计原理。

“人工智能 可能极大地颠覆 许多不同的行业。”

Sebastian Risi

机器学习和进化

通过用设计、部署和适应的迭代演化方法取代传统的设计和部署方法，人工智能有可能极大地颠覆许多不同的行业。这可能会降低对人类设计师甚至人工操作设备的需求。我们实验室的长远目标是创造能够不断适应和发展以适应特定环境的人工生物体，从而克服人类直接设计系统的局限性。



1D 打印系统受核糖体启发，
使用单一序列原材料制造出
各种特殊的机器人形态。

2019 年 5 月 9 日星期四, 9:30

THOMAS BERGS

博士教授

Thomas Bergs 工程博士教授是亚琛工业大学机床 WZL 机床实验室制造技术主席



磨削技术中的 辅助系统过程监控

小结

汽车领域的定制化或新驱动概念等最新开发成果需要在生产中使用辅助系统进行灵活的过程控制

这一目标的先决条件是基于物理的全备过程知识。数字双胞胎是获得这些知识的必要条件

数字双胞胎是真实组件、刀具和机床的数据图像,它们存在于真实对象的整个生命周期中

它们生成大量数据,可以使用人工智能方法分析之前未知的趋势和模式,并有助于促进质量控制

汽车行业替代驱动概念的不断发展正导致机械加工技术的重大转变。轻量化概念和具有未知加工特性的材料给加工过程带来额外的挑战。此外,新的制造方法和所需驱动部件的变化显著缩短了汽车生产链的主要加工时间。

然而,加工过程与零件的制造有关,这些零件在形状和位置公差方面有很高的要求。客户的要求也导致从大规模生产转向小批量生产组件。这些组件的成本效益生产使得高效和灵活的过程控制比以往任何时候都更加必要。

在亚琛工业大学的“生产互联网”精英集群内,亚琛工业大学机床 WZL 实验室通过实时提供和使用来自生产的环境相关数据以及足够详细的信息设置新的目标——提升加工过程中的技术交互。

生产互联网

灵活生产是生产互联网网络化、自适应生产的支柱之一,这是亚琛对工业物联网的诠释。生产互联网的关键要素是在整个价值链中实现开发、生产和产品的系统数字化和网络化。生产技术中的辅助系统形成了人类经验与 IT 系统能力之间的联系,从

而改进数据处理、分析、建模和规划。辅助系统最初支持决策、控制和监管过程,其成熟度日益提高。随后,它已经能够作为自动系统来控制生产线。

**“如今,
具有成本效益的
生产相比以往
更需要高效
而灵活的过程控制。”**

Thomas Bergs

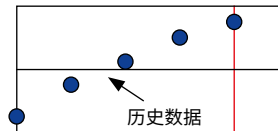
开发这一辅助系统的基本要求是对整个过程有全备而实际的了解。在磨削技术中使用辅助系统尤其困难,这是因为由于磨粒与工件接触区的可接近性有限并且切削刃的几何形状并不是固定的,因此难以测量大量的影响变量。所以必须使用虚拟传感器和模型在线测量有价值的过程变量。

阶段 1: 发送信号



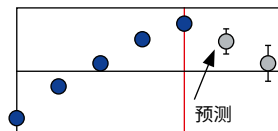
状态

阶段 2: 观察



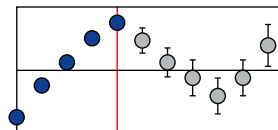
警告

阶段 3: 预后



指标

阶段 4: 支持



规格

随着成熟度日益提高，辅助系统能够从单纯的状态测量发展到基于历史数据和预测数据的自主过程控制

统计过程控制

基于这些研究结果，客户可以通过现代机床控制获取间接过程信号，从而得出关于组件周边区域特征以及表面参数和形状容差的结论。因此，可以将安全关键部件所需的昂贵且耗时的100%质量特性检查简化为统计过程控制 (SPC)，甚至可以完全省略。最后，由数据驱动模型生成的过程知识实现了技术元模型的设计，从而可以在未来的规划阶段将过程干扰和影响变量考虑在内。

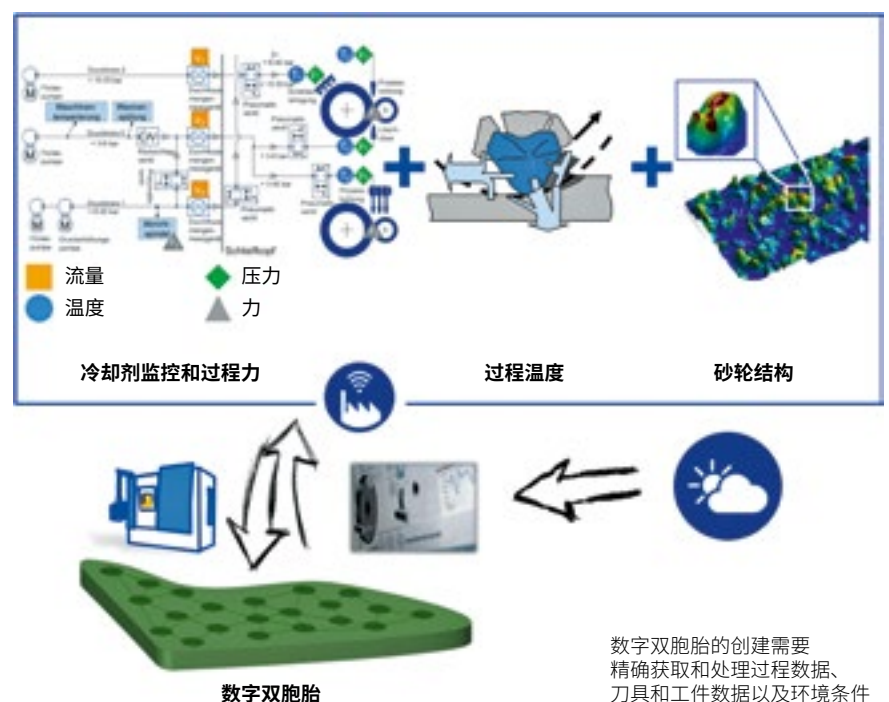
数据分析和预测的方法可通过数字双胞胎实现。这能生成足够精确、基于数据的真实组件、刀具和机床图像，并且存在于真实对象的整个生命周期中。在最小空间内使用高性能传感器技术和多传感器平台可以精确创建数字双胞胎。

传感器数据和元数据作为一个整体流入数据湖。之后，这些数据将用于人工智能大数据分析，从而发现未知的关系、趋势和模式。采用人工智能方法进行数据驱动建模能够识别过程控制、干扰和输出变量之间的未知关系。为了创建数字双胞胎，工件、刀具和其他生产设备的数据以及直接和间接过程信号必须流入一个公共数据库。这为了解和防止散布及波动提供了基础。

生产示范

以实心硬质合金柄铣刀为例，在亚琛工业大学机床 WZL 实验室的生产线演示系统上，阐述了数字双胞胎在现代生产技术中的优势。烧结碳化物坯料是一种具有延展性和脆性加工特性的材料，因此加工难度较大。由于加工难度大，对形状容差和表面光洁度要求高，毛坯在若干粗加工和精加工过程中都要进行磨削，这会在主切削刃和副切削刃以及侧面产生槽式空间。

如果在材料、几何形状和周边区域方面的工件知识也可被用于先前的加工步骤，则可以在虚拟过程中将数字双胞胎技术连接在一起。因此，在铣削过程中使用的切削刀具可以实现具有技术和经济效益的设计，并且以最小批量生产。



数字双胞胎的创建需要精确获取和处理过程数据、刀具和工件数据以及环境条件

2019 年 5 月 9 日星期四, 10:15

ROMAN RUDOLF THOMAS SCHENK

Roman Rudolf 是 FISCHER AG 公司的销售和支持主管, Thomas Schenk 是该公司的生产主管。公司位于瑞士黑措根布赫塞, 专业从事精密主轴、电动压缩机和铣头等旋转系统的生产



WireDress® 的 实际应用 (实际示例和经验)

小结

难以加工的硬质材料和不断提高的质量标准对可靠的生产过程提出巨大要求

如果使用具有高尺寸稳定性的粘合剂, 那么几乎任何型材都可以实现微米精度的成型

有助于在 1 微米以下绝对范围内实现可重复性的因素包括: 完全装备空调的大厅、自动上下料、自适应工具磨削、先进的测量技术、高效的冷却概念以及训练有素、积极主动的人员

来自 FISCHER 的气动空气轴承需要对轴进行微米级的高精度加工。需要精确定义轴承的几何形状并系统记录整体精密部件的质量。硬质合金等材料对生产提出了新的挑战。为了增加去除量而使用了特殊磨料, 例如金属粘合的金刚石砂轮等, 并且需要对生产系统进行技术改进。WireDress® 是一个小而重要的技术开发要素, 通过增加零件产量并提升过程稳定性来提高生产率。

这一挑战是: 除了提高生产率的目标之外, 我们在磨削难以加工的硬质材料以及日益严格的质量要求方面也已达到极限。不得不承认的是, 我们无法用传统磨床解决这个问题。所以我们开始寻找可能的解决方案。

多年来, 我们的技术合作伙伴 STUDER 已支持我们完成众多成功项目。根据我们的要求, STUDER 建议将 WireDress® 技术与高速磨削 (HSG) 相结合, 从而为该问题提供了完美的解决方案。此时, 修整以全速进行。与传统的机械或外部 EDM 修整相比, WireDress® 修整使用磨床中经过改进的金属丝进行电解, 并以磨削油作为电介质。

修整过程无接触、无磨损并且无机械接触。砂轮本身未进行修整, 而是去除了砂轮周围的金属粘合剂。根据砂轮在粘合剂中的嵌入深度, 它会脱落或在粘合剂中保持原始锐度。砂轮具有高晶粒间隙, 具有最大切削能力、低磨削力和低燃烧风险。现在, 可以通过 WireDress® 发挥金属粘合剂的功能。如果使用具有高尺寸稳定性的粘合剂, 那么几乎任何型材都可以实现微米精度的成型。同时修整间隔时间也会延长。

**“WireDress®
通过提高部件
吞吐量和增加过程
稳定性来提高
生产率。”**

Thomas Schenk



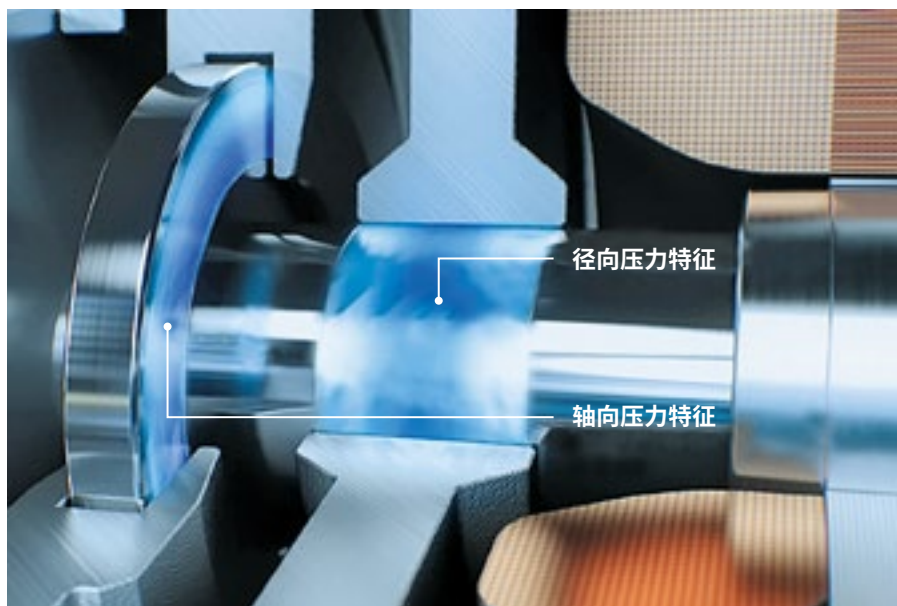
可重复生产

如果拥有正确的技术, 则这一工艺十分简单。过去, 必须依靠自己的感觉, 而现在整个过程都是稳定的。其优点在于可以清楚地计算成本。我们知道技术的正确与否不仅仅与机床有关。

有助于实现1微米级精度的其他因素有:

- 温度恒定的工作环境
- 自动上下料
- 自适应工具磨削
- 先进的测量技术
- 高效的冷却概念
- 训练有素、积极主动的人员

对于 FISCHER AG 而言, 对采用 WireDress® 技术的 STUDER S41 的投资已得到回报。为了充分挖掘机床的潜力, 我们将继续致力于磨削技术的开发。



一种经过 FISCHER 特殊优化的空气动力轴承



FISCHER 开发的电动涡轮压缩机可以有效地压缩小质量流量

2019 年 5 月 9 日星期四, 11:00

STEFAN BOHR 博士

Stefan Bohr 博士是全球磨料制造商 Saint-Gobain Abrasives 的应用工程和原设备制造商管理总监



高性能磨削... 各项技术的 快速发展

小结

磨削过程的效率主要取决于砂轮的切削速度和磨粒尺寸等参数

如果砂轮规格合适,则可通过提高切削速度来提高磨削性能,同时还能增加发热量

磨削方向 (逆磨和顺磨) 也是形成碎屑的重要因素

在分析切屑形成过程的基础上,结合磨粒特性提出合适的磨削过程设计方案

在材料去除、磨削时间、表面质量和工艺流程复杂性方面,磨削过程的效率不断提高。这对于加工新材料是必要的,同时也降低了磨削成本。但这如何实现呢?一方面,新磨床可以加快操作速度并优化流程。另一方面,通过开发创新的磨削工具,使优化的工艺参数成为可能。正确的磨粒与合适的粘合剂能够组合成确保最高应用性能的规格。

切削速度

较高的切削或砂轮线速度是否会提高磨削性能,从而提高去除率?

答案很简单:“是的……但是!”为了解释这一点,我们需要了解等效切削深度。等效切削深度定义为去除率和切割速度的商(见图2)。根据经验和理论,在正常磨削过程中,等效切割深度始终在接近 0.1 至 0.7 微米这一范围内。

所以如果我们提高切削速度,为了保持相同的切割深度,我们就能相应地提高去除率。因此:就这一点来说,切削速度的提高实际上提高了磨削性能!

但是:去除率越高,所产生的热量就越高。为了散发这一热量,必须对冷却系统的

流速、压力和输出速度方面进行调整,否则会导致工件的热损坏。还有第二个“但是”:必须确保磨粒和整个工具能够承受这种额外的负荷。

磨粒的影响

图 1 显示白刚玉磨粒和 Altos TGX 的主轴功率与去除率之间的关系;这种关系可以表示为与时间无关的过程中的线性函数。由此可以确定磨粒的两个基本特征:

1. 比磨削能,即切割 1 立方毫米材料所需的能量(直线的斜率)。小斜率(即扁平直线)意味着能以较低的主轴功率实现高去除率。该图表明,Altos TGX 具有明显较低的比磨削能,因此比白刚玉更适合高去除率的磨削。
2. “阈值功率”指引发碎屑形成所需的功率(y轴部分)。达到这一阈值后,磨粒就会渗透材料并开始产生碎屑。如果低于该阈值,则只会产生摩擦、温度升高和工件变形等结果。如图所示,白刚玉在这方面具有优势,即在较低功率下“易于切削”。

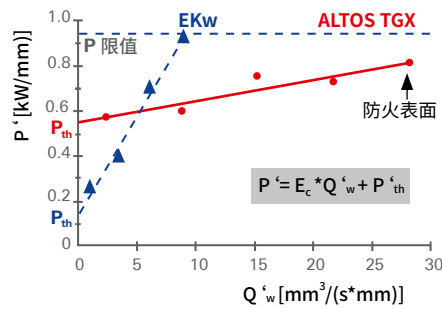


图 1: 比磨削能, 即白刚玉磨粒 (EKw) 和 Altos TGX 主轴功率 P' 与去除率 Q' 之间的关系

因此, 高去除率需要具有较低比磨削能的磨粒, 从而能够在低主轴负载下实现高材料去除率。鉴于此, 建议使用 Altos TGX, 以实现更高的切削速度。

但如果是对敏感部件 (薄壁、空心、不稳定...) 进行精确加工的高性能磨削, 则应选择具有低阈值功率的磨粒。这些磨粒容易穿透材料并产生“软”碎屑。因此, 应优先使用白刚玉。

另一个关键参数是在逆磨和顺磨之间进行选择 (图 2)。逆磨时, 磨粒以较平的角度穿透工件; 因此, 最初的碎屑形成过程至关重要。此处应使用阈值功率较低的刀具; 否则会因高摩擦部件而导致热损坏或颤振痕迹。

另一方面, 在逆磨期间, 磨粒会自动穿透工件。这必然会形成碎屑, 但磨粒必须能够承受这种负荷。因此, 具有更高强度和更低比磨削能的磨粒具有显著优点。

“正确的磨料磨粒和合适粘合剂的个性化组合确保了各种应用的最高性能。”

Stefan Bohr

性能和平面

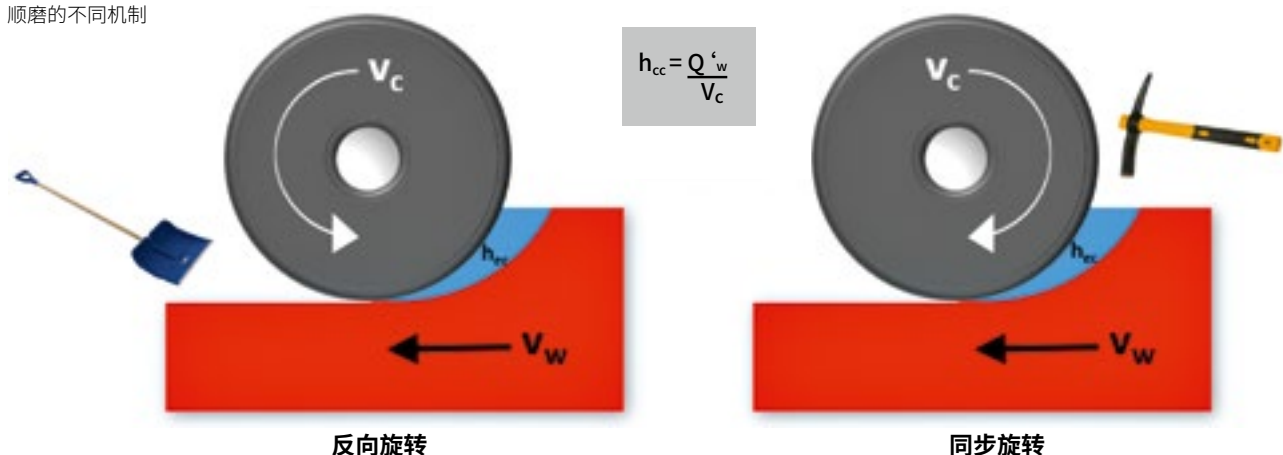
高性能磨削一方面具有更高的金属去除率, 另一方面能够产生更好的表面质量。如果已知工件的所有边界条件和要求, 则可以同时实现这两点。必须根据对微观工艺的理解, 个性化定制磨削工具、磨粒、工艺和机床概念的合适组合。

根据对阈值功率和比磨削能等磨粒特性碎屑形成过程的分析可直接确定合适的工艺设计。在许多情况下, 如果机床设备在冷却和稳定性方面正确适应了变化的情况, 则高切削速度是一个正确的策略。

磨削过程参数

功率阈值 P_{th}
 切削速度 v_c
 切削深度 h_{ec}
 比磨削能 E_c
 主轴功率 P'
 工件速度 v_w
 去除率 Q'_w

图 2: 表示逆磨与顺磨的不同机制



2019 年 5 月 9 日星期四, 11:45

硕士工程师 ECKHARD HOHWIELER

硕士工程师 Eckhard Hohwieler 是柏林弗劳恩霍夫生产系统与设计技术研究所 (IPK) 的部门主管



机器学习 在制造业中的 潜力和应用

小结

通过对关键部件进行状态监控以及对维护措施进行调整, 可以避免不可预见的机床故障并提高系统可用性

人工智能提供有效处理并解释数据所必要的算法和方法

数字双胞胎提供产品开发过程中的所有数据, 并通过虚拟现实技术提供体验

为确保高效生产, 生产系统必须能够监控功能相关部件的磨损状态并根据情况调整其行为

生产机床和系统的可用性是确保高效和稳定生产的基本要求。在生产和服务规划方面, 了解生产系统的状况以及未来可能的发展趋势至关重要。通过对关键部件进行状态监控以及对维护措施进行调整, 可以避免不可预见的机床故障并提高系统可用性。

预测性维护有助于确定最佳维护时间, 避免生产故障并优化过程。状态监控负责检测并监控磨损状态, 而预测性维护需要预测未来机床状态的可能发展, 并在此基础上规划维护措施。有效的预测性维护可减少维护活动的次数并提高机床可用性。它还几乎杜绝了计划外的维修, 从而更有效地规划系统的使用。

生命周期监控

客户的生产系统在整个生命周期的运行期间会产生大量信息, 包括关于负载和磨损情况的信息。生命周期监控使机床制造商能够收集此类信息并使用户做好准备。用

户可以自行评估和使用这些特定和通用信息, 从而优化其产品和服务。

Fraunhofer IPK 与磨床制造商 SCHAUDT MIKROSA GmbH 合作开发出一个概念, 可以在自我检测的基础上检测部件的动态行为。自检时, 各进给轴或主轴以恒定的进给速度或转速移动。在这一横移运动中, 使用操作电脑上的软件应用程序获取并进一步处理驱动数据。统计矩被选择作为评估的特征值, 因为统计矩易于计算和解释, 并具有较高的信息价值。

数据分析和人工智能

通过数据分析, 可以从关于工业生产因果关系的原始数据中获得洞察。数据分析用于清理、转换、组织和建模数据, 从而得出结论并确定重要模式。因此, 数据分析并不是一项新技术, 但随着低成本 MEMS 传感器和物联网通信所带来的快速数据增长, 数据分析正变得日益重要。生成有意义的特征值带来巨大的挑战, 而这些

机床与数据分析在
云中的连接



*) 机床来源:
SCHAUDT MIKROSA GmbH
CMMS: 计算机维护管理系统

特征值构成了机器学习过程和人工智能的基础。

人工智能提供有效处理和解释工业过程数据所必要的算法和方法,从而使公司及其客户受益。因此,人工智能是这些过程的智能监测、控制和调节的关键组成部分和重要推动力。

预测性维护

预测性维护的重点是对从工业过程数据中获得的特征进行整合、分类和回归。可通过教学和改进初始模型支持具有多维非线性依赖关系的任务。可通过模式识别并基于通过案例数据的分类器教学改进预测性维护。具有智能辅助系统的认知机床将在未来实现过程的端到端优化,而代理系统将对生产和物流过程进行自主化控制。

数字双胞胎作为生产系统的虚拟图像,可以提供产品开发过程中的所有数据,并使其能够通过虚拟现实技术进行体验。在 Fraunhofer IPK 的展示中,一台配

“具有智能辅助系统的 认知机床 将在未来实现 生产过程的优化。”

Eckhard Hohwieler

备 MEMS 传感器状态监控系统的机床通过 M2M 通信和物联网平台连接至数字双胞胎,从而扩展为一个网络物理系统。状态监控在需要时触发服务访问,服务技术人员能够通过云平台获得现场支持,所执行的活动在数字双胞胎中自动记录。

端对端优化

为确保高效生产,生产系统在未来必须能够监控功能相关部件的磨损状态,并根据情况调整其行为。工业 4.0 中的网络物理系统以及系统与过程的数字网络提供了各种数据的访问,并且其智能评估不仅可以带来新的透明度,还可以用于优化过程和系统。

机器学习的效率可以补充特定领域的人力资源。人工智能将改变之前的增值过程,并挖掘生产和生产技术中的新增值潜力。具有智能辅助系统的认知机床将在未来实现过程的端到端优化和对生产过程的控制。

2019 年 5 月 9 日星期四, 14:00

KONRAD WEGENER

博士教授

Konrad Wegener 博士教授是苏黎世联邦理工学院
机床和生产研究所 (IWF) 主管



磨床技术的 愿景和发展

小结

如果没有磨削技术, 光学和电子等未来技术以及传统机床制造是不可想象的

当今生产技术的发展方向是工业 4.0、人工智能和生物转化。这通常涉及自动化的进一步加强

未来人工智能的一个重要应用还将是服务领域, 即基于预测或评估的维护, 以及通过自学习补偿算法提高准确性

未来, 机床制造商与机床用户之间的合作将更加紧密, 同时需要确保相互的安全和保密利益

磨削和超精密加工比以往任何时候都重要。如果没有磨削技术, 光学和电子等未来技术以及传统机床制造是不可想象的。磨削技术的竞争技术包括由固体 PCD、CBN 和纳米晶或单晶金刚石制成的创新激光制造硬质合金刀具, 适用于特定应用, 甚至包括来自超短脉冲技术开发的新型激光器。

环境利益

然而, 成本效益、效率或产量和加工质量的组合无法提供一种在表面、表面附近区域和材料组合方面可以超越磨削的制造过程。

使用几何形状定义的切削刃进行切削会耗尽地球的钨储备, 而磨削刀具使用刚玉、碳化硅、人造金刚石和 CBN, 其来源产品在全球的供应量充足, 因此磨削非常有益于未来的环境。“磨削必不可少”, 这在未来依然适用, 并且需要在各个方面都十分高效的磨床。在图中, 根据磨削工艺技术的发展、市场需求和技术环境, 分析总结了磨床最重要的发展方向, 作为未来的展望。

当今生产技术的发展方向是工业 4.0、人工智能和生物转化。这通常涉及

自动化的进一步加强。这种发展并非昙花一现, 而是会持续下去。磨削技术仍主要以经验为基础。其原因是需要但未得到实际管理的众多参数, 这通常被称为“复杂性”。现在有一种通过自学系统使这种复杂过程易于管理的工具。计算能力、低成本传感器、互联网和复杂的建模技术使这些设想成为可能。

人工智能

对于学习的范式来说, 智能机器、加工技术和路径准备都必须能够由机床上的控制器访问, 以便利用它们之间的双向交互。由于复杂加工技术的培训需要大量培训案例, 因此基于模型的学习方法具有明显优势。其中包括对已知的相互关系具有可适应参数的计算模型和可培训的定性准则。

未来, 越来越多的不确定信息将被处理, 生物智能就是其中一种模式。这意味着信息的可用性可以随时间分布。模型对于主数据的创建、信息的保护和验证以及从其他机床的知识传输都必不可少。这大大缩短了学习过程。

“在成本——效益、效率和加工质量这一组合中，磨削技术优于所有其他制造工艺。”

Konrad Wegener

不确定信息

未来人工智能的一个重要应用还将是服务领域，即基于预测或评估的维护，以及通过自学习补偿算法提高准确性。在预测性维护中，可通过机床及其部件（例如砂轮）的当前测量状态数据以及磨损或故障模式确定磨床的剩余寿命。通常无法直接确定机床及其部件的状态，因此，目前正越来越多地使用各种传感器和宽带传感器（麦克风、照相机）间接测定磨损状况。

更便宜、更高效的传感器技术以及基于合理性进行自检的冗余传感器网络使这一发展成为可能。特别是，如果不收集包括故障和损坏在内的现场数据（即来自实际工作机床的数据），将无法通过耐久性建模预测剩余的使用寿命。这就需要有各种只有来自现场的数据反馈才能带给机床制造商收益的个案。

必要的迁移学习

由于机床行业的相似度水平相对较低，需要借助转移模型和转移学习将信息从一种类型转移到另一种类型。未来，机床制造商与机床用户之间的合作将更加紧密，同时需要确保相互的安全和保密利益。

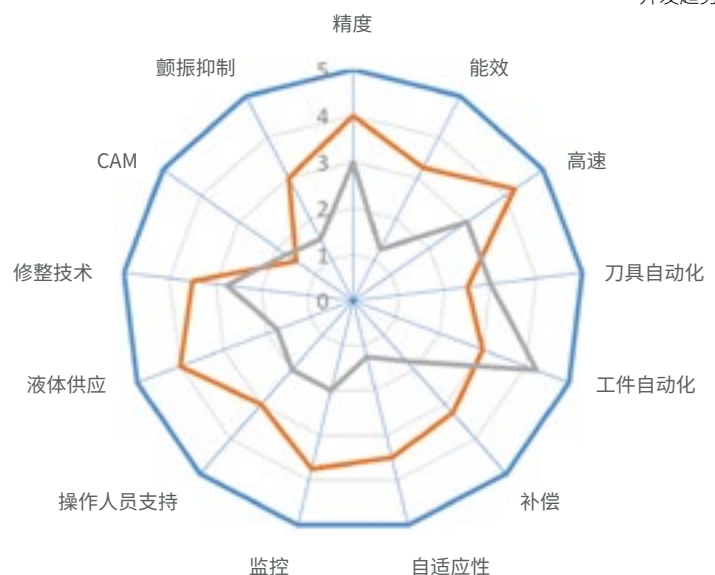
各种系统组件将更加密集地集成到磨床中，这尤其适用于平衡和修整系统以及冷却系统。再现性也是专家系统的基本先决条件之一，这需要相对于磨削过程定位喷嘴，并且喷嘴具有可调节的出口速度和体积流量。通过流动模拟生成元模型，然后可以由机床控制系统或刀具预置使用，以提供精确和正确的冷却液用量。

工件精度

磨削技术作为一种精加工工艺，正稳步向更高的工件精度迈进。错误预算很可能在未来成为一种系统化程序，用于设计准确性。一般来说，如果精度要求超出了设计所能达到的要求，就要使用算法来补偿运动误差、热运动、动态误差、甚至引力误差和磨损，这反过来又对机器的可重复性提出了特别的要求。

由于客户对环境温度的忽视，未来对机床的要求将更加严格。人工智能在这方面也有一个可能的应用领域，使这些补偿模型适应不同的情况。

开发趋势和实施



2019 年 5 月 9 日星期四, 14:45

MARKUS WEISS 博士

Markus Weiß 工程博士是 TYROLIT Schleifmittelwerke Swarovski KG 公司的磨削技术主管



具有工艺适应性的磨削工具和创新的砂轮基体

小结

只有通过机床、冷却、工艺、参数和磨削工具的最优交互才能实现高效优质的生产

磨粒材料的几何机械特性会决定切屑形成机理、磨削压力的产生以及砂轮损耗的速度

砂轮基体的形状、材料和机械动态特性都会影响砂轮的振动及抗振特性

作为高品质磨削工具制造商,为了满足行业对效率及生产力的要求, TYROLIT Schleifmittelwerke Swarovski KG 百年来持续不断地研发优化磨削技术。复杂的磨削生产过程涉及机床、冷却、工艺过程、参数设置和磨削工具, 其中磨削工具扮演着十分重要的核心角色。只有在这些因素的最优交互下才能实现高效优质的生产。

砂轮特性

砂轮是一种高性能工具, 通过设计和规格的调整可以适应各种磨削工艺。图 1 所示为在钢基体上覆有多层陶瓷结合剂磨削层的先进工艺砂轮。磨料层包含磨粒、结合剂和气孔。

磨粒具有切削功能。其几何机械特性决定切屑形成的机理、磨削压力的产生以及砂轮损耗的速度。砂轮磨削和损耗的性

能也受到结合剂种类的影响。结合剂系统决定磨削接触区域的回弹情况, 是砂轮整体抗振性能的组成部分。气孔的作用在于容纳切屑, 并让冷却液能够充分进入磨削接触区域。

CBN 和金刚石砂轮

在使用 CBN 和金刚石砂轮的高性能磨削工艺过程中, 除去磨料层规格外, 砂轮基体也很大程度上影响着磨削过程。因此, 砂轮基体不仅仅是将磨料装到机床上的载体, 同时也是磨削系统里非常重要的组成部分。振动和抗震特性尤其受到形状、材料和动态特性的影响。基体在很大程度上决定了砂轮的整体重量、最大线速度和砂轮生产成本。具有代表性的砂轮基体材料包括钢、各种铝合金、陶瓷和树脂材料。玻璃纤维和碳纤维材料也被用于多种应用。

通常情况下,我们需要基于“试错法”原理的复杂测试来确定适合当前磨削工艺的砂轮基体材料。而现代模拟方法配合砂轮基体设计的知识及经验可以减少一定的工作量。

基于模拟的设计

从基础知识和模拟的角度设计砂轮,首先需要定义整体框架。例如,装夹时必须遵守哪些几何条件?砂轮的形状和尺寸精度?砂轮的最大重量?

可优化变量包括砂轮的重量和动态特性。

■ 重量优化

轻量化设计的齿轮轴切入磨削电镀砂轮重量仅 30 kg,比由相同材料制成的实心砂轮重量减轻 47%。可减少对机床砂轮主轴负载,减少更换砂轮工作量和更换时间。

“砂轮是一种高性能刀具,能够基于其设计和规格根据相应的磨削过程对特征轮廓进行调整。”

Markus Weiß

■ 振动特性的优化

改变砂轮的基体设计可以影响机床的震动特性,包括振动响应和自激振动。为保证工艺的稳定性和工件的加工质量,可通过仿真模拟系统设计具有不同动态特性的砂轮。

设计研究

进行设计研究旨在优化砂轮基体设计时实现不同的目标。通过组合参数可以产生大量设计变量,这些变量可根据速度、固有频率和基体质量进行评估。砂轮基体结构可以轻松实现数千种不同,从而实现不同设计目标。

为了在磨削过程中更好的应用,需要选择可控变量。模拟仿真是对经验知识、试验研究和进一步发展方向的补充。TYROLIT 公司能够为多种磨削应用提供最佳的解决方案。

图 1:
高性能磨削砂轮和
轻量化基体设计



2019 年 5 月 9 日星期四, 15:30

CARSTEN HEINZEL

博士教授

Carsten Heinzl 工程博士教授 (拥有大学执教资格) 是莱布尼兹材料工程研究所 (IWT) 主要生产技术部副主管以及不来梅大学名誉教授



在磨削过程中， 冷却液供应状况是 决定磨削加工能力、 能量效率和磨削 周边区域的关键

小结

通过向磨削槽提供有效的冷却液可以显著改善加工条件

降低工件的热机械负载，提高工艺性能，同时不会对工件周边区域产生负面影响

由于流量优化的冷却喷嘴和更小的冷却量，能耗得以降低并缩小了冷却液系统的尺寸

磨削过程的成本效益显著提高。实际案例表明具有 20% 至 30% 的潜力

在提高生产效率的同时，系统地开发磨削技术，以满足不断提高的质量要求并提高工艺可靠性，从而有助于保持该技术工业用户的竞争力。冷却液的使用是磨削过程设计的基本要素。

在磨削期间，刀具与工件之间的大接触面积阻碍了向磨削槽的冷却液供应。材料周边区域的热过载、刀具磨损的增加以及加工效果不良都可能因冷却液供应不足而引起。在设计高效的冷却管道时，必须考虑各种影响因素：

- 所选喷嘴位置
- 喷嘴设计
- 喷射特性及速度
- 冷却液体积流量

相关因素分析表明，该领域在磨削过程的工艺可靠性、工艺性能和成本效益方面具有巨大潜力。能源效率也正逐渐成为研发的重点。

除了冷却液的类型、成分和清洁情况，对接触区冷却液的有效供给也至关重要。冷却液供应的基础是冷却液喷射速度、供

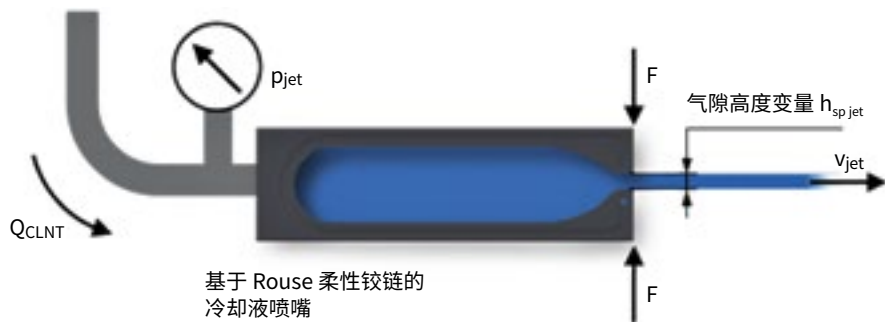
应喷嘴的有效设计、喷射特性及其相对于砂轮和待加工工件的精确定位。

通常，只能通过复杂的分析来确定冷却液供应的变化。通过特殊的测试设置可以在冷却液供应参数改变时直接获得砂轮与工件接触区的温度。如果我们对冷却液喷嘴定向的可能设置参数进行系统研究，就能通过测得的温度清楚了解冷却液供应喷嘴正确定位的重要性 (图 1)。

**“在磨削过程中，
经过优化的
冷却液供应具有
提高磨削成本
效益的潜力。”**

Carsten Heinzl

喷射速度和体积流量这两项参数密不可分。如果体积流量发生变化，则供应管路中的冷却液压力和喷射速度也会改变。



基于 Rouse 柔性铰链的冷却液喷嘴

因此, 为了设定指定体积流量的喷射速度, 必须据此调整冷却液喷嘴的出口横截面 (图 2)。

冷却液喷嘴的设计也会对工艺性能和成本效率产生影响。根据使用的喷嘴, 冷却液的喷射膨胀和液滴尺寸分布以及冷却液加速所需的效率或能量变化较大。冷却液喷嘴的设计还会影响喷射速度、体积流量和喷射膨胀以及喷射均匀性、液滴分布和喷射力。

在平面磨削的粗加工过程中, 可以通过测量机床和冷却系统部件的性能显示不同工艺条件对磨削操作能耗的影响。

刀具清洁

可以推断, 虽然冷却液体积流量的增加使材料去除率增加, 但也会增加冷却液供给泵的功耗。相比之下, 使用单独的冷却液喷嘴清洁刀具时, 可以在降低主轴功率的情况下提高可实现的材料去除率。

再者, 清洁喷嘴的位置和流量特性决定了所能达到的清洁效果, 冷却液射流的冲击能量是一个关键变量。这一结论也反映了磨削试验的结果, 即, 在相对适中的冷却液供应条件下可实现最大清洁效果:

- 冷却液压力 = 20 巴
- 冷却液体积流量 = 14 - 17 升/分钟
- 冷却液泵功率 = 2 - 3 千瓦

此外, 凭借刀具清洁技术的使用, 可减少高达 30% 的加工力和刀具磨损。在不影响工件周边区域的情况下, 可使工艺性能提高 20% 左右。

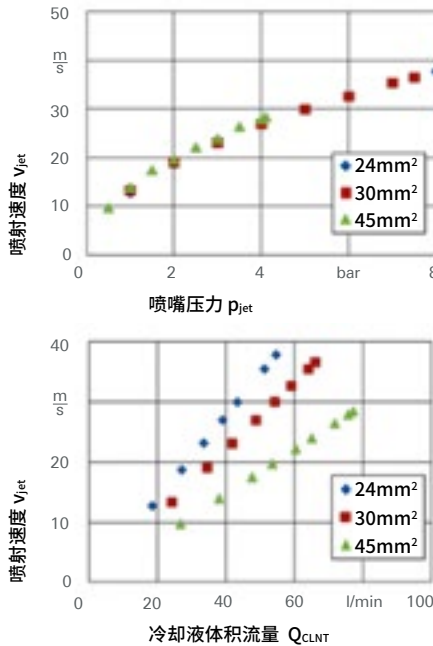


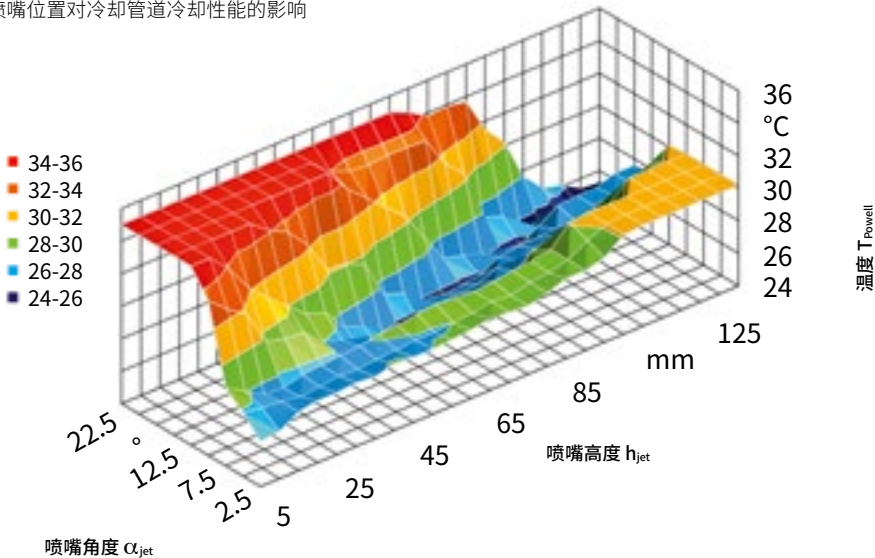
图 2: 不同喷嘴出口横截面冷却液压力与体积流量之间的关系

根据这里提出和讨论的研究, 我们可以得出结论, 流量优化的喷嘴概念可实现高效的润滑、冷却和刀具清洁, 同时降低冷却液的体积流量。因此, 可以用更小的加工力实现更高效的切削过程。由此减少了刀具和工件的热机械负载, 为进一步提高工艺性能和可靠性带来可能。

效率和成本效益

冷却液体积流量的减少也会导致冷却泵的能耗降低, 冷却液系统的尺寸也会变小, 从而显著提高整个过程的能源效率和成本效益。上述方法体现了磨削过程中提高工艺性能和成本效益的巨大潜力, 并且通常可以在实践中以相对较低的成本直接实施。

图 1: 喷嘴位置对冷却管道冷却性能的影响



2019 年 5 月 9 日星期四, 16:15

MARC BLASER

Marc Blaser 是全球金属加工液制造商 Blaser Swissslube AG 的首席执行官, 巴索瑞士的第三代继承人



通过液体切削工具 能高效而显著地 提高贵公司的 盈利能力

小结

磨削液对制造成本的影响在现实中往往被忽视

通过提高生产效率率和加工质量而节省的成本, 相当于用于磨削液和磨削油的资金投入的数倍

为了验证这一点, 在实际分析中记录了机床、工艺、工件和材料的所有相关的关键点

如果使用高性能、稳定且维护良好的机床, 就能节省更多成本

事实是: 磨削液和磨削油的作用经常被低估。作为一种辅助材料, 磨削液对制造成本无可争辩的影响在现实中往往被忽视。然而, 成千上万的生产效率研究表明: 磨削液值得引起特别的注意并且应被转变为液体切削工具。通过提高成本效益、生产效率和加工质量而节省的成本, 相当于用于磨削液和磨削油的资金的数倍。实际应用所带来的潜在生产成本的节省是磨削液成本的四到五倍。

客户工况分析

凭借正确的应用专业知识、工艺和产品知识的组合以及支持服务, 我们以磨削液作为杠杆, 与客户共同实现重大改善。为此, 我们在工况分析中记录了机床、工艺、工件、材料、砂轮、冷却系统、磨削液和重要软性因素的所有相关关键点。了解机床的单位小时成本非常重要, 这样才能正确评估每分钟的停机时间或每件次品。价格和小时费率可以简单地存储在我们的液体工具分析软件中, 再乘以分钟、次品、周期时间秒数和其他参数, 从而计算出实际成本。

我们希望您能转变观念, 挖掘之前未知的生产力和成本效益的潜力所在。当机床、磨削工艺、砂轮和磨削液相互匹配时, 即可实现非凡的效果。我们很乐意帮助您利用液体刀具让您的公司更上一层楼。您如何选择新的磨削液或磨削油作为辅助材料或液体刀具?

“磨削液应值得引起特别的注意, 并且应被转变为液体切削工具。”

Marc Blaser

先决条件: 高性能机床

通过研究得到的主要发现之一是如果可以获得高性能、稳定且维护良好的机床, 就能节省更多成本。只有这样, 才能通过

“应用所带来的 潜在节省是 冷却剂成本的 四到五倍。”

Marc Blaser

砂轮和冷却剂等元素充分利用机床。磨削项目尤其令人印象深刻地展示了高质量机床可以实现的优势，以及如何快速抵消价格差异。生产率提高更多，过程运行更稳定。

我们决定在我们的技术中心对一年前安装的 BLOHM 机床进行磨削试验。利用这台机床，我们能够在现实和极端条件下发现所有限制并试验我们的冷却剂。该机床必须能够不断发现和实现新的生产率潜力。

超过 45 年的经验

45 年来，我们始终坚持对于磨削液的专业培训。如果使用磨削液作为液体切削工具，则介质必须始终稳定。我们需要考虑两种不同类型的磨削加工液：

- 磨削油 (未混和)
- 磨削液 (乳化液或溶液)

使用磨削油时必须特别注意污染情况。具有大表面的微小碎屑会引起磨粒的积聚，

可以通过有针对性的配方和快速的实验室分析来检查作业条件。因此可以检测和排查过滤系统的故障。

特别是在水溶性磨削液方面，可以挖掘巨大的潜力。然而，任何使用过水溶性磨削液的工作人员都了解处理倾斜机床或乳化液的困难之处。必须停机、清洁、冲洗并重新给机床加液。如要正确完成操作，大概需要几个小时或一整天时间。为确保在清洁机床方面的投资能以长期稳定的形式得到回报，正确完成这项工作并花费必要的时间是值得投入的。

液体切削工具

全球数以千计的实践证明液体切削工具本身的价值。我们的客户已经认识到磨削液的小成本投入对其总生产的成本效率所产生的巨大影响。

2019 年 5 月 10 日星期五, 9:30

WILFRIED SAXLER

博士教授

科隆应用科学大学机床与制造技术研究所所长
Wilfried Saxler 工程博士教授



通过有针对性的冷却液供应避免磨削烧伤和堵塞

小结

在磨削过程中,需要通过有针对性的冷却液供应实现高效的过程控制

冷却液具有不同功能,比如磨削槽和接触区的冷却和润滑

适量的冷却液至关重要:过多冷却液会使作用点浮动,而过少则会对周边区域造成热损耗

在高效的过程控制中,磨削钢时存在周边区域受到热损耗的风险。如果是软钢,则砂轮的小碎屑空间可能会堵塞或粘连。仅凭针对性的冷却液供应通常不足以防止这些风险。

在焊接过程中,冷却液有多种用途,区分如下:

1. 分离绕砂轮旋转的气垫
2. 喷除砂轮上可能堵塞的区域
3. 砂轮浸渗
4. 冷却并润滑磨削槽和接触区

正确组合这四种可能的应用可以提高磨削性能。而且还能提高工艺可靠性。本刊将聚焦科隆应用科学大学机床和制造技术研究所 (iWFT) 的研究项目“GrIntCool —— 利用智能冷却液供应进行磨削”(图 1)。该研究所旨在开发具有特殊控制策略的多功能冷却液喷嘴,以避免磨削烧伤和砂轮堵塞。

磨削的特点之一是在高切削速度下使用大量切削刃去除材料。这可以实现高度

精确的形状和尺寸,并可通过开发合成超硬切削材料实现高材料去除率。与几何定义切削刃的切削操作相比,必须显著提高磨削时的比能。由于在切割操作期间会发生机械应力和热应力,因此表面周边区域的微结构特征可能会发生不良变化。

润滑和冷却

充分润滑和冷却对于防止损坏毛坯件十分重要,尤其是在高材料去除率的情况下。由于砂轮与工件之间的接触面积大,切削速度高,因此作用点的冷却变得更加困难。此外,这种速度会使砂轮周围形成使冷却液射流偏转的气垫。

磨削过程中的另一个问题是砂轮堵塞。尤其在加工韧性钢材料或镍基合金时,存在堵塞风险。由于堵塞和/或加工体积过大,冷却介质向接触区的输送受到阻碍,并且砂轮的夹持力降低。加工力和温度增加,表面粗糙度和磨削烧伤的风险增加,尺寸精度随之降低。

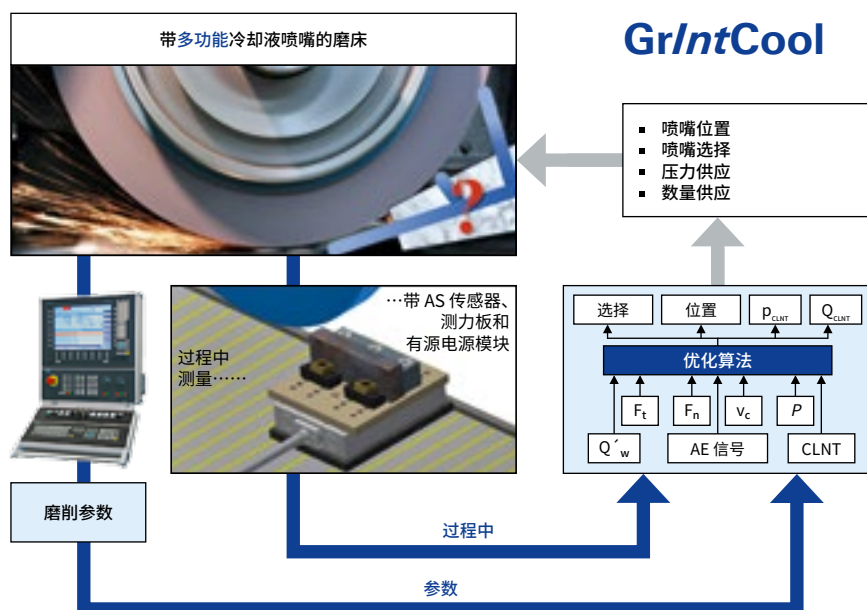


图 1:
“GrintCool —— 利用智能冷却液供应进行磨削”项目概述

1. 旋转气垫

气垫围绕在砂轮的前表面和外圆表面并且阻碍冷却液的渗透。在离砂轮表面仅十分之几毫米的距离之后, 旋转空气的线速度只有流速的一半左右 (图2)。

2. 喷射堵塞区域

砂轮堵塞基本上是指磨削碎屑堵住了碎屑空间。引起堵塞的原因有很多, 包括:

- 碎屑积聚: 碎屑会堆积或卡在靠近表面的孔的磨粒之间
- 阻塞: 如果不断有碎屑填入碎屑空间, 则会导致碎屑压缩
- 粘连: 工件材料会因为磨粒效应而粘在粒尖上

由于砂轮的高运行速度, 这些点不断在工件上摩擦, 一方面使磨削槽中的温度增加, 另一方面使表面变得更加粗糙。可通过将高压下的冷却液垂直喷射到砂轮表面来解决这一问题。

3. 砂轮浸渗

砂轮浸渗指用冷却液填充更深砂轮区域中的孔隙空间。这仅适用于开孔系统相互连接 (孔网) 的砂轮。无法对使用封闭金属或树脂粘合的砂轮 (仅形成气泡腔) 进行浸渗。

4. 冷却并润滑磨削槽和接触区

如果将过多冷却液压入接触区, 则会产生流体动力学效应, 使作用点出现“浮动”。

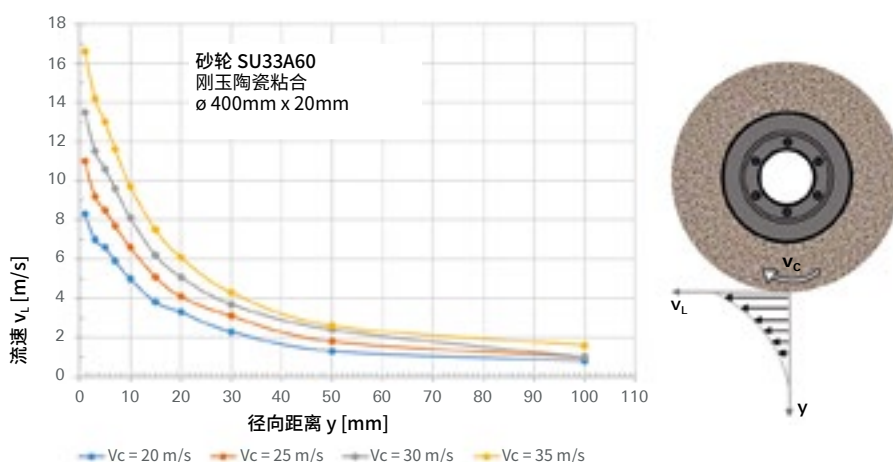


图 2:
测量砂轮径向旋转时的气流速度

“合适的
冷却液应用组合
能够提高性能和
工艺可靠性。”

Wlfrid Saxler

这会引引起动态效应, 导致砂轮和整个机床振动, 从而使表面出现不良痕迹且平面质量下降。

因此, 刀具磨床必须具有比平面磨床更高的刚性。由于刀具磨床具有 5 轴功能, 因此这通常是一个特殊挑战。另一个问题是在硬质合金或 HSS 等传统切削材料的槽式磨削过程中需要使用密度很高的无孔粘合剂。

如果冷却液的用量不正确, 会存在“飘滑”危险。冷却液过少会导致磨削区域过热以及周边区域出现热损耗。因此, 应仅提供适合碎屑空间尺寸的适量冷却液。

2019 年 5 月 10 日星期五, 10:15

WOLFGANG VÖTSCH

Wolfgang Vötsch 是 Walter AG 的高级铣削产品经理



刀具开发趋势 及其实施

小结

气候保护要求对机床的开发具有一定影响。需要有建设性的改变和新的加工策略

对于由铝锂合金制成的轻量零件的加工，需要具有极高切削速度的专用铣刀

通过动态切削技术，可以高效、可靠地加工 ISO M 等难加工的材料群

实时机床数据分析有助于减少每个工件的加工时间、提高工艺可靠性和机床使用寿命

减少温室气体(二氧化碳)已成为全球实现《京都议定书》气候保护目标而需要达成的一项重要目标。在寻找替代的驱动下，相比之前，市场对新型轻质材料、能量和资源节约型概念的需求更大。这对机床的发展带来显著影响。随着新应用领域的出现，必须对现有应用作出调整。最大的潜力在于刀具及其应用：结构变化和新涂层、新的加工策略以及能够实时响应的数字解决方案。

航空工业用铣刀

新型铝锂合金材料正在兴起，传统刀具已无法适应这些材料的加工。这导致对高性能刀具的需求不断增加。

航空业示例：铝合金飞机部件的金属去除率高达 90%！根据所需的部件几何形状，必须在金属上铣削出多个倒角或空腔。目标始终不变：确保稳定性，减轻重量。为了经济且高质量地制造这些部件，必须使用切削速度高达 3000 米/分钟的“高速切削”法 (HSC) 进行加工。

WALTER 的刀具开发人员在开发新型 M2131 斜铣刀时将这一需求考虑在内。他们为 90° 铣刀配备了一种使用特殊物理工艺进行涂层的新型可转位刀片。优点：摩擦以及因此形成边缘积聚物的趋势显著减少。同时，切削刃的稳定性和侧面抗磨损性也有所提高。

动态切削

更高的工艺可靠性、更快的加工速度、更低的成本！许多行业的供应商都面临这一压力。当然，产品质量必定不能下降！通常，对表面质量和尺寸稳定性的要求与对工艺可靠性和成本效益的要求增长程度相同。市场对 ISO M 类和 S 类材料的轻质或耐热性的需求不断增长，但此类材料通常因这些特性而难以加工，因此进一步加剧了这种情况。动态铣削能够提供这方面的解决方案。

传统的高性能切削 (HPC) 与高动态切削 (HDC) 之间的主要区别在于刀具的运动以及所产生的力。在 HPC 中，铣削刀具的

“市场对高性能铝加工刀具的需求日益增加，尤其是在航空航天技术领域。”

Wolfgang Vötsch

切割深度相对较浅。在 HDC 中，CAD/CAM 控制单元根据工件形状调整刀具路径。这能防止或至少减少不必要的非生产性运动。HDC 的切割深度显著大于 HPC。由于可以自一开始就使用整个刀具长度，因此这还缩短了 (不同深度的) 行程距离。

与 HPC 相比，HDC 具有更高的切削参数、更少的非生产性运动和更高的工艺稳定性，显著提高了 HDC 切削的去除率。总体而言，高动态切削的特点是更高的工艺稳定性和更长的使用寿命。

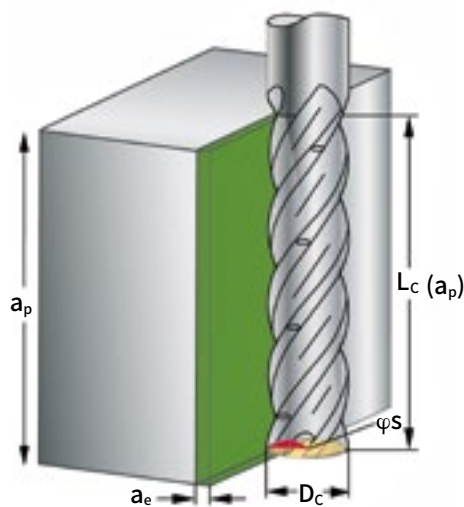
使用软件刀具进行优化

长期以来，自动化和数字化技术在许多行业中已十分普遍。但它们依然具有巨大潜力。近年来，用于获取和分析“实时数据”的硬件和软件解决方案在性能方面取得了显著进步。WALTER 的软件刀具“Comara iCut”展示了如何为过程优化创造新的可能性。

iCut 自适应进给控制系统可实时分析机床数据并调整加工过程，从而大幅缩短单位工件的加工时间。除了对加工时间产生积极影响之外，还提高了工艺可靠性。例如，作用在主轴上的力更恒定，使其使用寿命更长。

我们在刀具开发阶段使用新一代 WALTER 铣刀 Xtra·tec®XT 来应对这些新挑战。这款产品最引人注目的设计特征是可转位刀片的安装位置：更加倾斜、接触面更大。这在增加稳定性的同时降低了底座表面的压力。更大的螺钉孔横截面进一步提高了可转位刀片的稳定性。

动态切削的参数包括高加工率 $Q_{\max}$ 、小切削宽度 a_e 、大轴向切削深度 a_p 以及恒定平均切屑厚度 h_m



更高的工艺可靠性

许多因素增加了工艺可靠性。刀片的新安装位置还允许添加一个额外的刀齿，从而提高生产率。方肩铣刀精确的 90° 形状也有助于减少额外的精加工操作。另一个新装备是可安装在铣刀上的小型可转位刀片。这些刀片延续了当前不断减少加工余量的趋势。这甚至还适用于 M5009 平面铣刀：它同时具备浅切割深度和双面 Walter Tiger·tec® 可转位刀片的优点。这些刀片有八个可用的切削刃而非普通刀片的四个，因此也提高了成本效益。

作为 Walter Green 的一部分，Xtra·tec®XT 铣刀的生产和供应链均对所产生的二氧化碳排放进行了补偿。这意味着它们满足了一个可能比未来任何趋势都重要的需求：可持续发展。



斜面铣刀专为满足铝材料和新型铝锂合金的 HSC 加工要求而设计

2019 年 5 月 10 日星期五, 11:00

DR. CLAUS DOLD JAN VAN FRANKENHUYZEN

Claus Dold 博士是 Ewag AG 的过程创新主管, 负责开发新的加工工艺和应用

Jan van Frankenhuyzen 在荷兰 Lexmond 拥有一家名为 van Frankenhuyzen B.V. 的公司, 该公司生产小批量的高品质刀具



有关刀具和 3D 几何形状用激光器的思考!

小结

在激光机床上使用固体材料生产的螺旋刀具实现了各种刀具几何形状的自动生产

在一项联合研究中, 为 van Frankenhuyzen B.V. 公司开发了一个客户应用

机床的自动化单元中有一个具有不同直径胚料的储存区域。客户可以通过网上商店配置和订购所有刀具

这实现了小批量自动化生产, 包括只有一件的批次

在过去几年中, 使用激光技术制造具有最佳表面质量的高精度生产刀具已成为 EWAG 刀具制造的一个组成部分。如今, 标准应用包括焊接板模、旋转刀具以及可转位和型材刀片。为了扩大现有产品组合, 当前发展的一个关键焦点是小型螺旋刀具领域。自动化生产过程和机床联网正日益受到关注。

van Frankenhuyzen B.V. 与一家长期客户共同开发了一种新型过程链配置。在此过程中, 从最终客户刀具订购到成品组件交付的整个过程都被考虑在内。数字前端和后端由位于荷兰 Spankeren 的 JDI 智能网络应用公司创建。这包括一个网络应用, 该程序支持客户的在线连接以及所有流程的逻辑编程, 包括从在线门户、云服务到机床的数据流。EWAG 实现了机床软件上处理输入数据的所有接口。

螺旋刀具的生产已经取得巨大进步, 例如采用固体材料的钻头和铣刀几何形状。如今, 钻孔和铣削几何形状已经可以作为 PCD 和硬质合金的标准生产, 并且

在某些情况下可以用于其他材料, 例如 CBN、CVD-D。层状材料, 例如硬质合金应用中的整体 PCD 等, 也可以在槽内没有可测量跃迁的情况下进行生产。目前可用的直径在 0.5 至 3 毫米之间。研究中只考虑了钻具; 铣削刀具将集成在后续步骤中。

客户编程

该研究的一个关键部分是以网络应用的形式提供一个便于客户理解的高效人机对话界面。客户只需通过几个步骤即可订购刀具:

- 访问网站
- 选择刀具类别
- 选择需要加工的材料
- 系统推荐刀具
- 客户确认或更改加工参数

不用获知机床参数设置的详细信息。无需具备激光知识。



“自动生产链可以让 中等规模的公司 在高效率换班作业中 生产刀具， 而无需增加人员。”

Jan van Frankenhuyzen

具加工技术的未来。基本上所有可以直接用固体材料生产的刀具几何形状都可以集成到新系统中。这种方法极为有效，因为在激光加工中只需要激光束，而不需要砂轮和冷却剂等传统的加工相关元件。

自动机床

客户的输入数据被转发到 van Frankenhuyzen 公司的中央服务器或云服务。来自 Ewag AG 的联网 LASER LINE ULTRA 机床在经过配置后，可以定期在服务器上搜索新订单。找到合适的订单后，机床会检查是否有合适的胚料。为此，自动化单元已经配备了一个连接到机床的存料区。

具有八个托盘空间的托盘系统与液压卡盘相组合，可以非常高效地供应加工单元。六个托盘装有直径范围为 0.5 至 3 毫米的圆柱坯料，轴直径恒定为 6 毫米。每个托盘包含最多 300 个胚料。剩下的两个托盘用于成品部件。

当刀具完成加工并放置在成品部件托盘的存储区时，机床开始在云服务上搜索合适的新订单。除了装载和卸载存储区以及常规服务操作之外，此操作无需操作人员。

未来的生产

Ewag AG 和 van Frankenhuyzen B.V. 两家公司都认为，这种控制模式将决定激光刀

凭借 EWAG 和 Frankenhuyzen 开发的自动化解决方案，可加工直径为 0.5 至 3 毫米的螺旋刀具



Photo: Claus Doid

2019 年 5 月 10 日星期五, 11:45

ACHIM KOPP

Achim Kopp 是金属和塑料铣削与钻孔切削刀具制造商 Kopp Schleiftechnik 的执行董事



成功改变的关键： 以高技术和热情满足 最高的刀具质量和 服务要求

小结

仅靠高科技和热情并不足以应对快速变化的刀具要求

一方面是技术因素与过程因素的相互作用, 另一方面是人员, 即管理层、员工、客户和业务合作伙伴

这些因素相互联系得越好, 高科技与热情之间的互动就越有效, 变革也就能越成功地进行

正是对独立的渴望, 促使我们公司的创始人 Helmut Kopp 在上世纪 60 年代末从员工转变为企业家。他在金属加工用铣削和钻孔刀具的专业再磨削领域建立了自己的市场。于是他创立了自己的公司, 直到今天。

当时, 对刀具的要求和客户的服务要求比较简单。铣削或钻孔刀具必须进行清洁修磨, 不过在大多数情况下都已经做到这一点。所以重点完全在技术方面。从传统的手动刀具磨床到仍由机械控制的半自动机床、数控机床, 再到现在的高科技数控刀具磨床, Kopp-Schleiftechnik 在过去 50 年一直致力于并影响着刀具磨削技术的发展。

从手工到高科技

当今工业中需要不断加工新型高性能材料, 必须优化加工过程并组合工作环节以及加工高度复杂的轮廓, 生产容差变得越来越小。此外, 对配套流程的要求同样很高, 例如, 用于追溯的刀具标签或用于质量控制的生产过程准确描述和记录正变得日益重要。

最后但同样重要的是, 必须满足客户的个性化服务要求: 最短的交货时间、特殊刀具的库存、刀具物流领域的客户支持、应用咨询等。

解决方案而非产品

现代化的加工设备对于生产或修磨高精度铣削和钻孔刀具而言至关重要。要加工哪些刀具, 它们是系列刀具还是单个刀具? 主要涉及哪些尺寸和公差? 刀具的几何形状有多复杂?

这转而涉及到刀具设计方面的主题。有各种各样的起始条件。如今, 刀具制造商通常不为客户提供完美的刀具图纸。相反, 客户将其加工要求或加工任务发送给刀具制造商, 例如必须应用特殊圆形轮廓的工件。通常, 刀具制造商会与客户一起寻找理想的刀具。所以需要的不是产品, 而是解决方案。

作为刀具制造商, 如果您可以使用集成式设计程序系统、模拟软件、机床、测量和标签技术系统, 这将极大简化并加速制造过程, 同时这也是一个不容低估的质量因素。之前的模拟是在第一个胚料和机床

上直接进行, 所以通过反复试验, 现在可获得一个从绘图到精密刀具成品的连续过程链。

除了机床之外, 还有其他对刀具生产十分重要的技术因素:

- 集中供油等生产环境条件
- 使室温和机床磨削油温度相匹配的空调生产设施
- 智能控制生产流程
- 确保互连流程尽可能顺利运行的数字支持

人员因素

尽管有最好的技术以及各种自动化和数字技术: 如果没有合适的员工, 其他一切都变得不重要。

对 Kopp-Schleiftechnik 而言, 这意味着: 一切都始于良好的培训。但知识、能力和技能的转移不应局限于职业培训。对熟练的技术人员来说, 进一步的培训也必不可少。尤其是在今天这一复杂且发展迅速的快节奏世界中, 技术人员必须不断接受进一步的教育、培训和资质验证才能满

“公司全体员工的价值观所支承的积极企业文化是我们取得成功的决定性因素。”

Achim Kopp

足不断变化的磨削技术和相关过程要求。这既发生在 Kopp 内部, 也发生在我们的战略合作伙伴身上, 例如 WALTER 等机床制造商。

活跃的企业文化

在 Kopp, 我们更进一步。公司全体员工的价值观所支承的积极企业文化是我们取得成功的决定性因素。让员工参与决策过程、分配责任、公开交流, 以及最重要的是, 互相尊重, 这些通常决定了员工是否能够与其雇主建立强烈的情感联系。

最终, 这正是员工传递给客户或业务伙伴的信息。我们一次又一次地发现, 尽管有现代化和数字化通信方式, 但在建立和维护长期业务关系方面, 个人之间的联系始终是最好的。



United Grinding Group Management AG
Jubiläumsstrasse 95
3005 Bern, Switzerland
电话: +41 31 356 01 11
传真: +41 31 356 01 12
info@grinding.ch
www.grinding.ch

平面成型磨削

Mägerle AG Maschinenfabrik
Allmendstrasse 50
8320 Fehraltorf, Switzerland
电话: +41 43 355 66 00
sales@maegerle.com

Blohm Jung GmbH
Kurt-A.-Körber-Chaussee 63-71
21033 Hamburg, Germany
电话: +49 40 33461 2000
sales-hh@blohmjung.com

Blohm Jung GmbH
Jahnstraße 80-82
73037 Göppingen
Germany
电话: +49 7161 612 0
sales-gp@blohmjung.com

内外圆磨削

Fritz Studer AG
3602 Thun, Switzerland
电话: +41 33 439 11 11
info@studer.com

Fritz Studer AG
Lengnaustrasse 12
2504 Biel, Switzerland
电话: +41 32 344 04 50
info@studer.com

Schautd Mikrosa GmbH
Saarländer Straße 25
04179 Leipzig, Germany
电话: +49 341 4971 0
sales@schautdmikrosa.com

StuderTEC K.K.
Matsumoto Bldg. 2F
4-10-8, Omorikita, Ota-ku
Tokio 143-0016, Japan
电话: +81 3 6801 6140
info.jp@studer.com

工具磨削

Walter Maschinenbau GmbH
Jopestraße 5
72072 Tübingen, Germany
电话: +49 7071 9393 0
info@walter-machines.com

Ewag AG
Industriestrasse 4
4554 Etziken, Switzerland
电话: +41 32 613 31 31
info@ewag.com

Walter Kuřim s.r.o.
Blanenská 1289
66434 Kuřim, Czechia
电话: +420 541 4266 11
info.wcz@walter-machines.com

Walter Ewag Japan K.K.
1st floor MA Park Building
Mikawaanjo-cho 1-10-14
Anjo City 446-0056, Japan
电话: +81 556 71 1666
info.jp@walter-machines.com

Walter Ewag Asia Pacific Pte. Ltd.
25 International Business Park
#01-53/56 German Centre
609916 Singapore
电话: +65 6562 8101
info.sg@walter-machines.com

Walter Ewag UK Ltd.
2 St. Georges Business Park, Lower
Cape, Warwick CV34 5DR
Warwickshire, Great Britain
电话: +44 1926 4850 47
info.uk@walter-machines.com

Walter Ewag Italia S.r.l.
Via G. Garibaldi, 42
22070 Bregnano (CO), Italy
电话: +39 31 7708 98
info.it@walter-machines.com

UNITED GRINDING Group International

磨致机械(上海)有限公司
中国上海市
嘉定区安亭镇泰顺路
1128号
邮编: 201814
电话: +86 21 3958 7333
info@grinding.cn

磨致机械(上海)有限公司
北京分公司
朝阳区酒仙桥路13号
瀚海国际大厦19层
1911室
邮编: 100015
电话: +86 10 8526 1040
info@grinding.cn

磨致机械(上海)有限公司
重庆分公司
中国重庆市
渝北区龙溪街道金山路18号
中渝都会首站4栋15-11
邮编: 401147
电话: +86 23 6370 3600
info@grinding.cn

United Grinding GmbH
India Branch Office
No. 487 - D1 & D2A
4th Phase, KIADB Main Road
Peenya Industrial Area
Bangalore 560058, India
电话: +91 80 30257 612
info.in@grinding.ch

United Grinding GmbH
Moscow Office
Puschkinskaja nab., 8a
119334 Moskau, Russia
电话: +7 495 956 93 57
info.ru@grinding.ch

IrpD AG
Lerchenfeldstrasse 3
9014 St. Gallen, Switzerland
电话: +41 71 274 7310
sales@irpd.ch
www.irpd.ch

United Grinding
North America, Inc.
2100 UNITED GRINDING Blvd.
Miamisburg, OH 45342, USA
电话: +1 937 859 1975
customercare@grinding.com

United Grinding Mexico S.A. de C.V.
Bld. Bernardo Quintana No. 7001
Of. 1003
Querétaro, Qro. 76079, Mexico
电话: +52-1-555-509-7739
customercare@grinding.com