

切削液

精准喷洒切削液

如果切削液没有被准确地喷洒到刀刃上，再好的切削液也起不到作用。只有将切削液准确地输送到目的地，才能充分发挥作用。而传统的溢出冷却方法已经不能满足当今发展的趋势。所以，越来越多的刀具带有集成的切削液供给系统。按照专家预测，未来切削液的发展战略是微量润滑和高压冷却。

文 | Ruediger Kroh

切削液的作用是冷却、润滑并将金属屑冲洗排走。可以说在切削过程中，切削液（KSS）肩负着多重任务。切削液的正确使用可以提高刀具寿命、改善工件表面质量和安全地将金属屑排走。切削液在经济加工过程中起着决定性的作用。“切削液应该尽可能快地将加工过程中产生的热量从加工位置上带走，正确的冷却代表着加工精度，进而达到较高的加工参数。” Haas Automation Europe 公司总裁 Jens Thing 这样描述说道。

根据联邦统计局的数据，切削液占总切削成本的 8% ~ 16%，其中包括切削液的供给、处理以及机床运转中的费用。“生产单件成本的切削液份额在很大程度上取决于工件、材料和加工方案。” Sandvik Coromant 德国有限公司 Klaus Christoffel 博士这样说道：“不可忽略的是，在很多情况下其份额已经超出了刀具成本的份额”。

传统的溢出冷却还在应用

加工过程中只观察切削液是不够的，主要应看到切削液是以什么样的形式和到达加工位置的剂量。不同的应用状况可选择不同的方法，传统的湿式加工过程中，刀具和工件被切削液覆盖。“从直觉上我认为这种溢出冷却法还在广泛应用。” Christoffel 推测说。“因为这种方法简

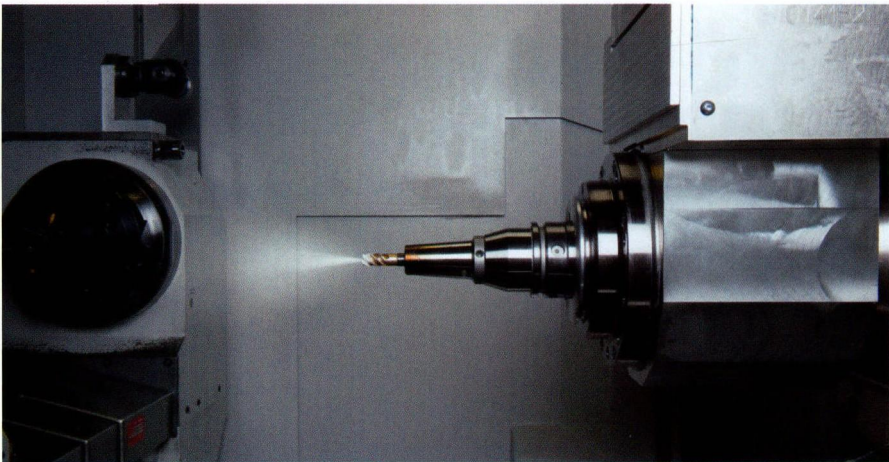


图 1 低温冷却位于发射空中：Starag 铣轴正在采用 CO₂ 加工

单，对刀具和机床无需特殊的要求。” Paul Horn 公司的技术经理 Markus Kannwischer 解释说道。但是这种方法能耗高，只有很少的切削液能够到达刀刃的位置上。Grob-Werke 公司销售总裁 Jochen Nahl 还指出了另外的缺点：“机床冷却液的供给系统、净化处理和回收处理的费用很高。”

从成本上考虑，人们要更多地采取其他冷却方法，如采用微量润滑，只需要 5 ~ 50 ml 剂量，从 80 bar (1 bar=0.1 Mpa) 至更高冷却压力以及干式加工法。Kannwischer 的建议是更少就是更多，因为带有集成冷却液供给系统的刀具可以有目的地进行冷却，不仅冷却和润滑效果好，

而且切屑的清除率也非常高。

按照 Nahl 的说法，由于其能耗成本低，微量润滑更适用于批量加工。其显著优点是：节省了切削液处理设备（供给和回收）时间、大幅降低能耗（无需切削液泵）和减少了切屑回收及再处理的费用。

“当然流程工艺的制定成本不菲。” Grob 总裁解释说，“由于热的产生，必须要考虑部分加工顺序。”在微量润滑加工中要考虑其因流程而产生的热和对于环境的影响，还要考虑在机床上安装温度补偿设备。

精准高压冷却法需求上涨

在动力总成应用领域，Grob 更加倾向

于采用微量润滑加工法。由于在欧洲实施节省能源的规程，所以更多的欧洲企业采用了微量润滑加工法。“国际上的部分企业已经把微量润滑加工作为标准来实施。在亚洲地区几乎采用的都是乳剂加工，南美地区也基本类似，在动力总成领域，溢出冷却占有 60% 的份额，微量润滑占有 35% 的比例。” Nahl 估计。

越来越多的企业热衷倾向于高压冷却。切屑区域不是采用简单冷却剂溢出，而是采用冷却润滑剂，用高压在切屑和刀刃之间进行目标喷洒。“如果冷却润滑剂不被放弃的话，高压冷却与有精准的目标供给系统相组合，显然有很多优点。” Christoffel 这样判断说。他还指出说，高压冷却剂的流量在冷却过程中会逐渐减少，而不是一直需要很大流量。

Haas 公司的发展趋势是越来越多地采用内高压冷却法。“用户更注重选择具有高经济性的冷却方案。” Thing 说道。对于车加工领域，Horn 公司的 Kannwischer 预测约有 20% 的机床带有 80 bar 高压系统。生产厂商提供的新机床，通过转塔其压力将大于 80 bar，还有提高的趋势。至今为止 150 bar 高压只限于特殊用途。

低温冷却正处于实施初期

为了避免在冷却润滑剂中使用添加剂，那么干式加工是最好的选择。干式加工的工作原理不是通过空气实现冷却，就是完全放弃冷却。为此 Haas 公司同时提供 2 个

解决方案。第一种方案是在外部设置自动压缩空气配送过程中，将一股稳定的压缩空气流对准刀刃吹并将切屑吹走。第二种方法是通过主轴将气流带入。这时通过刀具产生的大流量和高压气流通过刀刃。

多少年来，人们一直在讨论着低温冷却材料，不是氮气就是二氧化碳。目前 Walter 公司与 Strrag 集团成为技术合作伙伴，共同开发了 CO₂ 配方。尽管该配方具有很多优点，据称可提高生产率达 70%，寿命提高至 100%。但是还没有客户最终在批量加工中采用低温冷却方法。“低温冷却在我们这里正处于实施初期。” Walter 公司部门经理 Thomas Schaarschmidt 先生说道。

目前我们的 3 个具体项目正在进行中。第 1 个项目是加工由不锈钢材料 (X20Cr13) 制成的涡轮机叶片，第 2 个是涡轮增压机的加工，第 3 个项目是为航空航天客户加工有 Ti64 材料制成的结构件。Schaarschmidt 非常看好涡轮机叶片项目的加工。低温加工涡轮叶片具有非常大的应用潜力。因为其加工工艺、机床方案、材料、切削量、工件数量和刀具系统非常适合低温冷却加工。

工作安全性的问题有待澄清

据行业专家的预测，低温冷却更适用于航空工业和能源领域。“我们也期待着汽车工业在相应的加工领域使用低温冷却技术，因为它在提高寿命方面有着显著的优势。”特殊部件以及其结构件、涡轮叶片和

涡轮增压机，涉及到材料，在钛合金中，如 TiA16V4，马氏体和奥氏体不锈钢以及耐高温铸件在应用方面都有很大的应用潜力。

但是为什么在转换实施中停滞，Schaarschmidt 解释说：“我认为其障碍是从开发到最终系列成熟的工艺先驱者，还缺少承担风险的准备。”为了找到解决方案，还要回答一个或者其他几个问题。举例说明 CO₂ 的使用，在大批量加工中，将 CO₂ 从气瓶中导出还没有很好的解决方案。“为此我们已经与相应的供货商进行接洽，寻求解决方案。”

尽管通过安装相应的传感器使工人安全得到了保证。但是一些大的客户，在切削加工中经常要求提供涉及 CO₂ 的安全规程，目前我们还没有。“现在我们正在计划与最终用户、机床供应商、系统供应商、气体供货商和研究院所共同对于工作安全性的题目进行协调并制定出有关安全规程。” Walter 公司经理说道。

接着我们谈不同机床生产商对于 CO₂ 的可使用性。每个用户拥有自己的机床种类，但是用户不象机床生产商那样拥有工艺技术。“CO₂ 是否可以应用到旧的机床上？还是主要应用到新购置的机床上？这个问题还在讨论中。” Schaarschmidt 说道。其改造的费用约为 50 000 欧元。

对于低温冷却的项目，Grob 公司同样已经在工厂内做了试验，并且生产出了一台样机。Nahl 总裁说：“目前还没有目标客户。如果很多客户询价，Grob 公司将会重视生产低温冷却机床。至今为止的实验表明，低温冷却切削还没有显示出经济性的优点。对此 Sandvik 也持谨慎的态度：“低温冷却方法在切削特殊材料中覆盖表面，其不是我们所期待的。”

当用户在面临烦恼作选择时，生产机床和刀具的厂家必须为客户提供不同的解决方案。“对于生产厂商的要求是，尽可能地为用户提供简单的高性价比的综合解决方案。” Thing Haas 说道，“我们可以为客户提供简单的各种不同的解决方案，因为这些解决方案都是由 Haas 自行研发和生产的。我们可以对整个系统负责。” MM

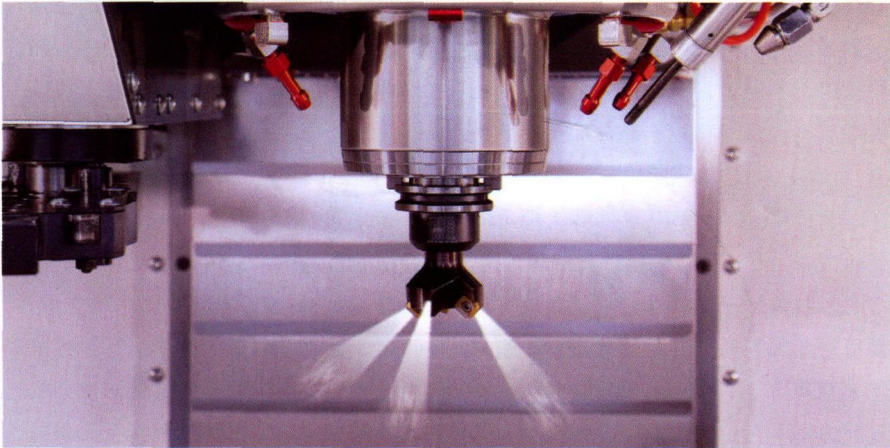


图 2 无切削液也可以加工；这里采用的是压缩空气，压缩空气通过主轴和刀具被送到刀刃上