

冷却润滑

精确的冷却喷射润滑

最佳冷却方式是接触到刀片。因此，集成冷却剂供应工具的使用日益增多。专家预测，冷却策略将向微量润滑和高压冷却的趋势发展。

文 | Rudiger Kroh

在切削加工方面，冷却润滑油具有不同的目标和任务，是真正的多面手，它们可以延长工具的使用寿命、优化工件表面及切屑处理，因此在经济切削加工中具有关键作用。

良好的冷却提高切削加工精度

欧洲哈斯自动化公司总经理 Jen Thing 描述了冷却剂的用途，他说：“冷却剂可以迅速去除加工点的热量，以防工具或工件外层构造变形，良好的冷却还有利于提高切削加工的精度，从而提高切削加工参数。”

据德国联邦统计局称，冷却润滑油占加工成本的 8%~16%，其中包括冷却剂的供给和清理，以及机械操作的相关成本。Sandvik Tooling Deutschland 公司产品管理和设计部经理 Klaus Christoffel 博士解释道，“在一个部件生产的全部成本中，冷却润滑油成本所占百分比，在很大程度上取决于工件、材料、机械及生产理念。在许多案例中，冷却润滑油成本均占据很大比例，以致超过了相称的工具成本。”

满液冷却依旧最为常见

考虑满液冷却的充足理由不仅是冷却剂本身，还在于它在生产中的供给方

式和数量。据此可以区分不同的生产观念。在传统湿式切削中，工具及工件全部被冷却润滑油浸没。Christoffel 说：“这种浸没冷却方式依旧是最常用的选择。” Paul Horn 执行委员会会员兼首席技术官 Markus Kannwischer 解释说，“那是因为这种方法易于实施，并且对工具和机械没有特殊要求。”然而，所使用的冷却润滑油能量需求高，而且只有很小部分真正可以作用到刀片相关点之上。Grob-Werke 的销售总监 Jochen Nahl 指出这种方法的另一个缺点是对机械供给冷

却润滑油，以及处理和清理工作成本都很昂贵。

成本为使用其他润滑策略提供了强有力的主张，如每加工一小时消耗标准剂量为 5~50 ml 的微量润滑 (MQL)、80 bar (1 bar=0.1 MPa) 的高压冷却及干式切削。Kannwischer 给用户提出了通用建议：“少即是多：在目标内冷却剂供给，在有效冷却润滑和切屑处理两方面的收益都很好。”据 Nahl 称，微量润滑切削加工尤其适用于大批量生产。由于微量润滑切削技术无需一个冷却润滑系统（供

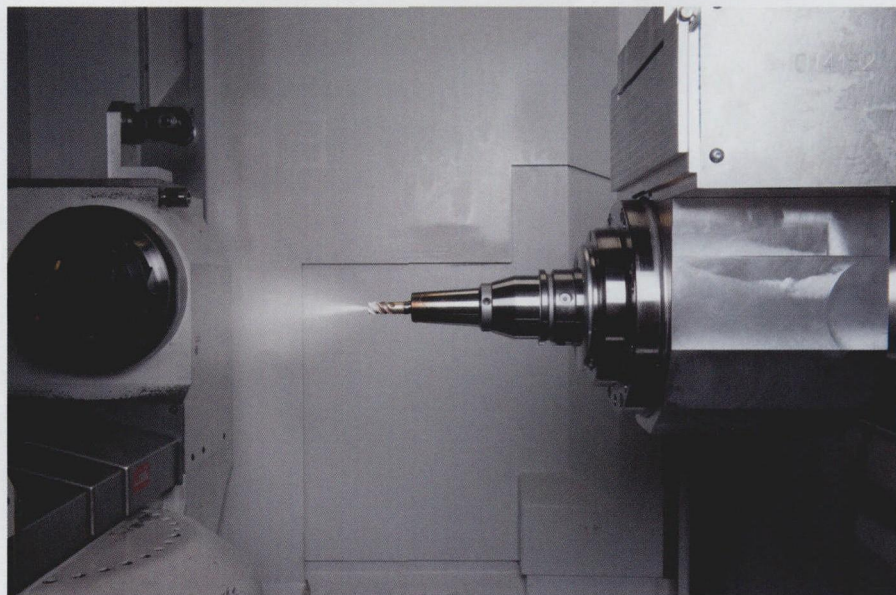


图 1 低温冷却已经准备好推向市场：带有 CO₂ 技术的 Starag 铣床主轴

给和清理)、可以降低能量消耗(无需冷却液泵)、减少切削处理和回收成本,因此能减少成本。

高压冷却备受欢迎

在动力系统应用中, Grob 决定转向微量润滑切削技术。根据欧洲能量节约的要求,微量润滑技术在欧洲得到广泛应用。Nahl 说,“一些全球公司已经制定了微量润滑技术标准,亚洲和南美公司几乎全部使用乳化液进行生产。”他还估计,在动力系统中,满液冷却约占 60%,微量润滑约占 35%。

高压冷却日益凸显其重要性。通过高压冷却,切屑通道不单是浸满冷却剂,而是在切屑和刀片之间定向供给高压冷却润滑油。“若冷却润滑油不可缺少,则高压冷却与协作供应相结合必然有益”,Sandvik 的经理 Christoffel 判断,他还指出高压和大流量并非同步,高压冷却的体积流量可能会很小。

哈斯目前仍在记录向高压内冷却增长的趋势。总经理 Thing 说:“客户越来越意识到这个选项的高效优势。”Horn 首席技术官 Kannwischer 估计,在机床加工应用中,大约 20% 的机械有 80 bar 的高压系统。制造商不断生产带有 80 bar 高压系统转台的新机械,所以高压系统会有上升趋势。目前为止,150 bar 的更高压力仅选择性的用于特殊应用中。

开始投入使用低温冷却

如果使用冷却润滑油,则可采用干式切削加工生产方法,干式切削技术仅适用少量或不使用冷却空气的情况。哈斯提供了两种解决方案:通过外部自动压缩空气供给,恒定的压缩空气定向流向切刀以吹走切屑。或者也可以通过主轴供给空气,在这种情况下,气流直接与高压和大体积流量一同穿过工具到切削刃。使用 N₂ 或 CO₂ 进行低温冷却已探讨多年。虽然这种方法有巨大的优点,在应用后公司生产率可提高到 70%,使用寿命提高到 100%。但是,目前依然没有终端客户使用低温冷

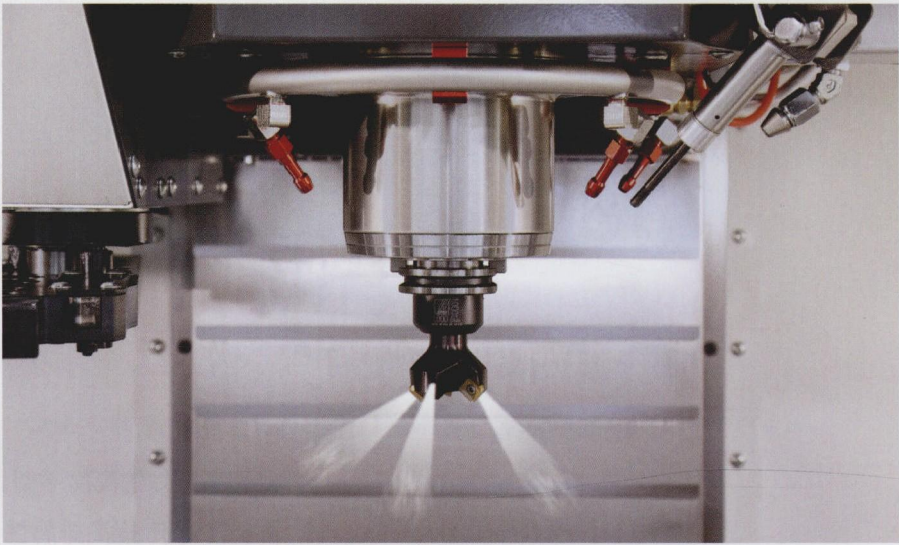


图 2 不再需要冷却润滑油:只使用压缩空气定向穿过主轴工具,到达切削刃

却进行大批量生产。

Schaarschmidt 表示,目前正在针对一位航空客户开展三个具体项目,针对由 X20Cr13 不锈钢构成的涡轮叶片的切削以及 Ti64 构件的涡轮增压器制造及切削,处理相关问题。Schaarschmidt 估计了涡轮叶片制造中投入使用的最佳选择:“根据最新研究成果,低温冷却拥有巨大的潜力。切削加工策略、机械概念、材料、加工体积、数量及所用工具系统特别适用于低温冷却。”

工作安全依旧是未决问题

“在汽车工业,我们也认识到,如果对低温冷却技术进行适当地切削加工策略调整,低温冷却技术的应用将有益于提高特定零件的使用寿命。”这些特定零件可以是结构零件、涡轮叶片及涡轮增压器。在材料方面,可以看到 TiAl6V4、马氏体、奥氏体不锈钢及高耐热钢铸件等钛合金有很大的潜力。

那么,为何久久未能投入使用? Schaarschmidt 说:“我认为困难在于缺乏勇于承担风险的精神,致力于最终系列发展的科学先驱。为此,必须解决一两个未决问题。”Schaarschmidt 还参考 CO₂ 的发展进行举例。瓶装 CO₂ 对于大批量生产或许不是长久之计。“为此,我们已准备联系相关的气体供应商。”

此外,工人自身也没有考虑过工作安全问题。虽然可以通过适当的传感器保证工人的人身安全,而且主要客户也经常提出该要求,但是仍没有针对切削加工中 CO₂ 的处理问题提出相关政策。Walter 公司的经理说:“如今,我们正在与终端客户、机械制造商、系统供应商、气体供应商及将处理工作地点安全和相关事宜的机构共同筹备一项团体项目。”

最终,依旧没有可用的 CO₂ 技术处理不同的机械制造商问题。所有的客户都拥有自己的机械制造模式,但并不是所有的机械制造商都拥有这项技术。Schaarschmidt 说:“即使许多情况下可以进行改装,但是通常会在新购器械时考虑 CO₂ 技术问题。改装可能需要额外投入大约 5 万欧元的花费。”

生产商必须结合所有选项

用户可能会在几个冷却方式中选择其一,所以机械及工具制造商必须提供满足这些不同概念的解决方案。哈斯的经理 Thing 说:“机械制造商的挑战是用一种简单的方式将用户的所有选项结合在一起,并为它们所付出的金钱提供出良好的价值。对我们来说,客户可以简单地将各种选项组合到一起,并且因为所有的解决方案是由哈斯自动化公司开发制造,所以整个系统的全面责任由哈斯公司承担。”MM