齿轮加工

在多轴机床上实现滚刀齿轮的精益加工

灵活的机床使齿轮制造商有能力让质量、零件的准确性和前置时间超出客户的预期，同时还提供额外的设计优点。

文 | Matthew Jaster

挤压是一种金属切削操作，其中刀具（滚刀）和工件同时转动，得到齿轮齿。一般在专门的齿轮切削设备上执行，在使用多轴机床后，此工艺越来越受欢迎。通过合并工艺到一台机床中，缩短了设置时间，且可以定制机床，满足各种不同的制造的需求，如转动和切削等。这使齿轮制造商能够提出标准化工艺的新型创新方式，同时还降低了每件零件的成本。

为找到制造正齿轮和螺旋齿轮的新型和更有效的方式，总部位于威斯康星洲密尔沃基的 W.M.Berg 公司的 Rexnord 部门，重新评估了五年前使用的挤压操作。据制造工程师 Ted Schmidt 说，公司在 IMTS 2010 期间，开始研究多轴刀具。“我们对铣削、转动能力及保持滚刀在机床内的换刀装置感兴趣。”他说，“我们还想将设备组装到当时 Rexnord 正在进行的精益工艺和设备改善中。”

在整个公司推动精益制造，W.M.Berg 旨在将设备自动化程度提高一些，提供稳定可重复的工艺，并减少传统机床中滚刀齿轮需要的大量设置。每个零件的成本和机床性能是确定如何适应客户不断变化的需求的关键因素。

W.M.Berg 的车间经理 Frank Gentile 说：“我们在不断通过专业化工程方案，推动业务发展。我们的客户不断退出独特的齿轮设计和应用，由此我们需要灵活的设备来满足这些需求，不论我们生产 1 个还是 1000 个零件。尽管我们成功地满足了客户的高质量需求，然而还是应该具有超出客户预期的能力。”

公司在研究专用滚刀设备与多轴机床的优缺点后，决定从 DMG MORI 采购 NT1000 车床和铣削机床。“W.M.Berg 渴望将此技术应用于生产齿轮，但是安装到车间后，它给我们带来了额外的利益。”Schmidt 说。

图 1 W.M.Berg 迁移到威斯康星洲密尔沃基的 Rexnord 特殊零部件部门，并开始从生产力的角度重新评估其滚刀操作

精确零部件家族

1967 年，W.M.Berg 在纽约长岛创办了家族式企业，主要从事工程和应用支持。多年来，公司确立了迷你精确机械零部件供应商的定位，包括齿轮、变速箱、链齿轮、链条、轴承、联轴器等。其制造的精确零部件用于各种行业，包含医药、航空和通信。这些零部件的直径在 1/4~16 in(1 in=0.0254 m)之间，规模最大达几千件。

当公司迁移到威斯康星洲，与 Rexnord 专业零部件部门组合时，重新评估了滚刀操作。Schmidt 说，W.M.Berg 开始在伊利诺伊州霍夫曼庄园的 DMG MORI 工厂试运行 NT1000。“从第一天开始，此机床就缩短了设置时间。”他说，“当零件通过试运行后，我们决定购买此机床，并在买来后很短时间内，生产出 AGMA 10 质量种类的齿轮。”

多轴优势

“当 W.M.Berg 携其应用来找我们时，我们考虑使用车床平台和多轴平台加工零件，” DMG MORI 的齿轮业务生产经理 Nitin Chaphalkar 说。Check Puhuoerka 推荐 NT1000，因为它提供整合自动化的能力，配备棒料进给和第二旋转主轴。“此机床适用于该应用，因为它可以容纳 70 多把刀具和滚刀，能够加工客户需要的所有零件。*B* 轴最低可以调整 0.0001°，能够让 W.M.Berg 无缝地从导程角不同的滚刀 1 转换到滚刀 2。”

Schmidt 说，选择多轴机床的决定最终归结为灵活性。尽管在专用设备上也能生产出优质齿轮，他觉得 NT1000 的独特能力最符合需求。“例如，如果一个客户需要将齿轮上孔的数值改变 0.0001 in，则需要在专门的齿轮切削机上使用新型夹持设备。”他说，“在这个机床上，我们可以通过设置一个简单的程序来执行此改变。”

零件质量也是一个因素。NT1000 对工件进行滚刀处理，然后打孔，即所有关键操作都在一次装卡中完成，确保得到良好的几何结构公差。所有加工一次完成，无需更换固定装置。此外，还降低了工具成本。工具是定做的，但是公司可以使用在售的碳化滚刀取代此滚刀。NT1000 中安装了 8 个滚刀，共计有 76 个可用的工作站。Schmidt 说：“滚刀的持续时间比旧式齿轮切削长，且刀具磨光的时间间隔也更长。”

购买设备的另一个主要因素是自动化能力。Schmidt 说：“例如，W.M.Berg 不能够接受在生产工艺期间调整零部件，就将其放到一个桶中。机床上的倾斜第二主轴让零件整个出来，无需任何处理。”

自动化或最小化值守 24/7 运行机床，实现稳定、可重复工艺，帮助公司满足客户的超高要求。“如果我们在接近周末的时候收到电话，说他们下周需要某某零件，我们只要在周

全自动锻锤锻造　螺旋压力机驱动　控制显示

无论行业提出的成型工艺要求如何苛刻，LASCO公司始终能够满足用户的需求，提供值得信赖的成型机床!这不仅仅取决于我们设备的先进技术，同时也依靠设备的可靠稳定性!

工业锻造车间粗劣的工作条件是我们设备、生产线和自动化装置的运行标准。LASCO设备的设计理念是实现客户以非常小的支出获得非常大的利润。
设备在高精度、极短的生产节拍下稳定运行，几乎没有停机时间。维护简单，维修率极低。独有的领先技术是LASCO设备的显著特点，例如LASCO螺旋压力机的变频直驱系统，与其他厂商同类设备相比，所需能量更少，用户可以长久的维持竞争优势获取更多的利润!在中国，多年来大量的LASCO设备每天高效运转证明着其卓越性能!

LASCO UMFORMTECHNIK
WERKZEUGMASCHINENFABRIK

LASCO Umformtechnik GmbH
Hahnweg 139 · 96450 COBURG, GERMANY
phone + 49 9561 642-0 · fax + 49 9561 642-333
email: lasco@lasco.de

LASCO CHINA · LASCO (Beijing) Forming Technology Co. Ltd.
Huateng Tower, Unit 1706A
Jia302, 3rd Area of Jinsong, Chaoyang District,
100021 BEIJING, P.R. CHINA
phone +86 10 8773 0378 · +86 10 6873 1775
fax +86 10 8773 0379 · email: china@lasco.de

www.lasco.com

▲反馈服务编码M3605

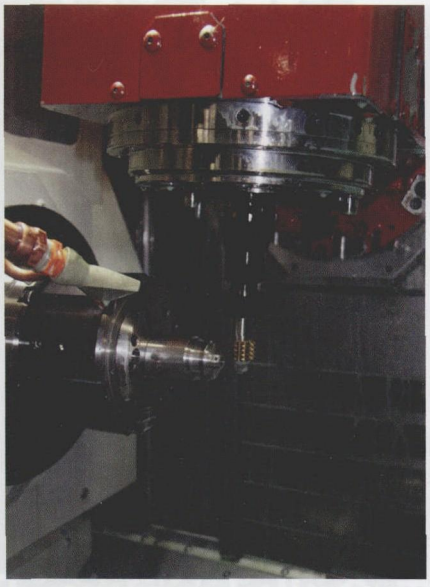

图 2 灵活性是 W.M.Berg 决定选择多轴机床而不是专用齿轮切削机的一个关键因素

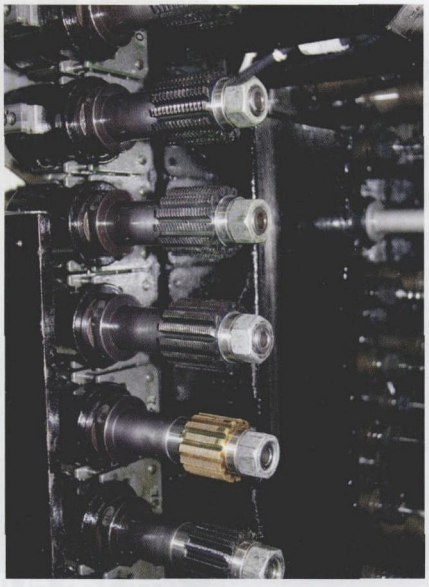

图 3 多轴加工使公司能够将工艺标准化，减少其螺旋和正齿轮的制造设置

图 4 NT1000 适用于客户多样化的零件需求，并对精益滚刀工艺做出贡献，提高按时交货率

末开机，就可以满足客户需求。”Schmidt 说。此机床具有远程监控能力，能够更加轻松地满足这些临时的需求。

远程监控的好处

DMG MORI 的 NT1000 是 W.M.Berg 购买的第一台具有远程监控技术的机床，但它不是最后一台。据高级 CNC 程序员 Jim Reif 说：“此机床可以自动化或无人化值守 24/7 运行，能够在周末监控，确保一切正常，并发现订单的特殊之处，是制造复杂零部件很好的工具”，他说。

DMG MORI 机床配备了 MAPPS 控制器，并采用 MTConnect 适配器，给客户提供了保持工厂活动的关键的即插即用方案。此机床会通过移动电话通知 Reif 先生更新信息，如主轴过载或机床出现需要立即处理的紧急情况。

在办公室监控 NT1000 时，可以下载整个机床的加工历史、循环时间，并从其台式机下载报告。“以前，除非我站在机床前面看着它，否则我无法知道情况怎么样。”他说，“现在，我们真的能够保持自动化或无人化值守 24/7 运行，缩短停产时间。”

下一步是安装相同的远程监控设备到 NLX2500 上。Reif 认为，任何倒班工厂（夜间和周末）都将从远程监控包中获益。他说：“得到此系统的那天是个幸运日。我坐在办公桌前看着电脑，执行官拍我的肩膀，并问机床为什么不转了。我也不知道它为什么停了。这真的是防不胜防。现在，我们已经采用此技术，而且我有信心，我们不会再遇到此情况。”

零件的准确度和重复性是另一个重要的优势。“无论生产零件是一个月还是六个月，都有可能不符合规范。你必须调整孔径。”Schmidt 先生说，“从五年前开始运行机床起，我们任何零件的准确度都没有下降。”

除了帮助公司更快更有效地生产优质齿轮外，NT1000 在推动改善内部质量方面也发挥了重要作用。28 个核心业务工艺令 Rexnord 业务系统（RBS）部门引以为傲，这些工艺主要集中在精益制造、六西格玛和持续改善上。

“使用专用齿轮切削设备，我们的按时交货率约为 90%。”他说，“现在，使用多轴机床，满足客户需求的概率为 98%。你可以在任何时间购买灵活、更加有效的加工方案。”

创造性设计的好处

在公司使用 NT1000 创建精益滚刀操作后，工程师将之投入使用，带来额外收益。生产不同零部件的优势帮助公司将产品目录多样化。NT1000 每天都可以生产种类广泛的齿轮和联轴器。

值得一提的是，在机床上生产横梁联轴器。Schmidt 觉得生产这样的零件，需要四台专用机床或一台针对该零件的四轴专用机床。此外，他还认为，设计工程师面临的局限是自己的想象力。

因为以后齿轮和联轴器的数量可能变化，工程师觉得多轴机床比专用设备更适合此工作。“我们可以在一天内，从生产齿轮转变为生产联轴器，再转变为生产需要大量铣削特征的零件。”Schmidt 说，“这些复杂的零部件难以制造，我们可以在一台机床上生产几种不同尺寸和结构的零件，这是我们的一大优势。”

在使用 DMG MORI 加工改善 W.M.Berg 制造运营的机床规范和选项后，公司想购买第二台多轴机床。“为进行齿轮切削，我们购买了 NLX2500，而且我们希望使用它来代替 NT1000 执行一些工作。”Schmidt 说。

接下来，公司计划讨论生产螺旋伞齿轮。“NT1000 和 NLX25000 现在的生产计划已经排满了，但是我们仍想进军齿轮行业的其他领域。”Schmidt 说。MM