

机床

瑞士型机床的转折点

SMP 加工工厂二十年前购买了其首台瑞士型车削中心，由此学习到的经验现在正应用于更大的多主轴和多转塔车床，以及更大和更复杂的零件加工中。

文 | Russ Willcutt

无论是否为大合同、新机床或技术、一个特别聪明的雇佣，或一个意想不到的顿悟，大多数机械加工厂都能回忆这样一个时刻，即他们的公司以一种持续和引人注目的方式进入新的里程并发生根本性改变。对于 Brendan Slabe 而言，这样的时刻在他的公司购买了其首台瑞士型数控车床时到来了。

本杂志在 1999 年记录过这样的经历。当时，Slabe 和他在 Slabe Machine Products 公司 (SMP) 的同事仍然处于学习多任务机床功能的早期阶段，挑战掌握新的加工工艺，并判断哪些零件最适合使用瑞士型机床加工。虽然这项投资在不久之后就产生了回报，但要产生长期影响仍需逐日累积，公司也必须处理好其工作的各个方面。

“我们接触到了一种新的理念，即在一种设置、一台机床上完成零件的加工。” Slabe 说，“学习操作瑞士型机床并从这种机床上获得最大效益，让我们走上了正确的道路，不断寻求减少额外设置的途径。” 同样重要的是，即使零件只要求最少的车削加工或不要求进行车削加工时，该工厂也认识到，外观如其应有外观一样的零件在 VMC 或 HMC 上生产，实际是适合在具有铣削功能的



图 1 SMP 公司能生产直径最大为 8 in、长度为 2 ft 的零件，这些零件是在该公司的 Nakamura-Tome 多任务机床上生产出来的

瑞士型机床上进行完整的加工。换句话说，在通常情况下，不需要担心一些任务，如在铣削机床上的固定和指示。因此，该工厂添置了多转塔、多主轴车床，从而依靠在瑞士型机床上学习到的一些经验可以对更大的零件实现同样的效益。

“最后，我们依靠自己掌握了这些新技术和加工工艺。” Slabe 说，“但这很可能花费很长时间，正是我们开始密切审视所做的一切工作并寻找以更高效的方式工作时，我们购买了第一台瑞士型数控机床。”

式工作时，我们购买了第一台瑞士型数控机床。”

谨慎考虑

SMP 公司总部位于俄亥俄州 Willoughby，该公司由老 Edward Slabe 于 1939 年创立。他的儿子小 Edward Slabe 自 1970 年代中期开始担任总裁，而他的孙子是公司的第三代领导人。Christopher 为运营副总裁，Brendan 为销售和营销副总裁。

SMP 是一家加工工厂, 其因加工各种材料, 包括不锈钢、镍合金、钛和其他金属制成的复杂零件而富有声誉。“一般说来, 如果能让材料适应加工车间, 我们就能加工它。” Brendan Slabe 说到。

在 1990 年, Slabe 发现自己对瑞士型机床加工的理念越来越感兴趣, 他所知道的知识包括这种机床工作的方式与其他加工工艺有很大不同, 其滑动轴承允许坯料通过导套连续进给, 并能在外径车削过程中通过刀具。刀具距离坯料从导套出来的位置非常接近, 这就是瑞士型机床为何久负盛名的原因, 刚度足够支撑工件, 并允许进行更深入和更高强度的切削。在刀具如此靠近原点的情况下, 坯料长度太短, 不会允许发生挠曲。瑞士型机床的多个轴允许零件在最后一步将工件与坯料进行分离, 其目的为在分离切削之前将工件整体加工。这些合适的零件包括长度至少为其直径四倍的细长零件。简言之, 瑞士型机械加工的理念就是将坯料用作最终的支撑装置。

但是, 采用瑞士型加工工艺也有其他的考虑, 首先必须考虑这种复杂机床的高成本。在下采购订单之前, 必须通过文件研究投资收益, 这对于任何企业都是如此。另外, 常规车床能加工夹具所允许的任何直径的坯料、锻件, 但瑞士型数控机床所能加工的最大直径取决于其导套的尺寸, 一般最多为 32 mm, 而大多数瑞士型机床的设计是无法进行重复切削的。

比较利弊后, 两个因素最终成为支持 SMP 购买这种机床的决定因素。首先, 随着客户因及时化采购比过去下了更小的订单, SMP 需要能以最小的工作量按较小的批次大小进行生产的机床。而瑞士型机床不要求夹持, 因此这一要求就能在这种机床上实现, 并且, 只要在已经装入进给器的坯料的直径内适合, 就能加工出各种形状和类型的零件。

可能同等重要的是, 将坯料正确插入自动装载器后, 机床就只要求很少的协助。只要保持坯料进给到机床中, 机床就能持续加工零件, 直至其用完材料为止。因此, 这家公司做出了决定, 1998 年 SMP 的首台瑞士型车削中心, 即可加工直径最大为 20 mm 坯料的 Marubeni Citizen-Cincom L20 得到了交付和安装。

眼见为实

尽管该工厂已经拥有数控机床, 但这些机床最多也就为两轴机床。“你会结束车削并关闭机床。” Slabe 回忆到, “如果需要对零件进行铣削, 你会使用 VMC 或 HMC, 但瑞士型机床真正为我们改变了局面。就是站在那里并看着机床一个生产零件而不用提供初始设施以外的任何处理或协助, 这很自然地让我们想到 ‘如果我们能以这种方式加工更大的零件, 那不是非常棒吗?’ ”

既然 L20 能加工最大直径为 20 mm 的坯料, SMP 就引

- 采用双主轴机床能达到更短的节拍
- 采用VSD技术, 实现单个补偿和短时间内几何修正
- 新: VarioCross Honing – 最高精度, 表面粗糙度可达 $R_z 1 \mu m$



普瑞威马 强力珩齿 变速器齿轮最终加工工序

德国DVS集团中国销售联系方式:
德福埃斯精密机械(沈阳)有限公司
上海销售中心
地址: 上海市浦东新区张杨路620号2404室
电话: +86 (0) 21 5196 9399
传真: +86 (0) 21 5196 9398
电邮: sales.china@dvs-technology.cn
www.dvs-technology.com



入了更小的零件，如阀门和薄壁外壳。但是该公司也生产直径最大为 8 in、长度最长为 2 ft 的零件。Slabe 想寻找一些方法，将尽可能多的刀具放到零件上，无论大小，而瑞士型机床正是他所寻找的解决方案。他需要更大的机床，让他能利用从 Citizen 机床上学习到的经验生产出更大的零件。

Slabe 在位于马萨诸塞州 Sudbury 的 Methods Machine Tools 公司的 Nakamura-Tome 多任务机床系列中找到他想要的机床。瑞士型 Citizen 机床所展示的敏捷性让 Slabe 对其多轴功能激动不已，因此，他决定开始投资购买更多的多任务设备，以缩短周期。

瑞士型机床的协同效应

随着时间的推移，SMP 在瑞士型机床的加工工艺以及使用其他多功能机床方面变得更加熟练，该公司也遇到了许多情况，在这些情况下，可将一个领域学习到的经验照搬到另一个领域。以下是一些研究结果：

逆向加工：瑞士型机床总以能在零件与坯料分离后，在各种形状的零件上进行逆向加工而闻名，但是在 SMP 于 1998 年购买了其首台 Citizen L20 机床时，转塔上只有两个或三个刀位，这在当时是非常常见的。根据 Slabe 的讲述，大多数瑞士型机床，尤其是 Citizen，在转塔上具有很多的刀位，由于机床设计被升级，就解决了该问题。但是，正是这种对瑞士型机械加工的早期经验使得 Slabe 想在一种设置下完成相同类型的机械加工作业，从而能在他购买的尺寸更大、功能更强大的 Nakamura 多任务机床上实施任何种类的逆向加工作业。该技术已经在这两种类型的机床上得到升级，现在 Slabe 能在其公司生产的全部零件上以许多不同的方式进行逆向加工。

高压冷却剂：SMP 在安装了其首台瑞士型机床后，意识到高压冷却剂系统的价值。由于瑞士型机床产生的加工屑料尺寸较小、重量轻，冷却剂系统基本能在各个机械加工过程中将屑料从工作行程中



图 2 我们发现在这台 Nakamura-Tome Super NTMx 多功能机床上的主轴和左侧次轴下方有一个转塔，而在顶部第三个主轴上是完全沿着 B 轴方向来加工的

“扫除”。但是，其在更大的多任务机床上能执行重要得多的功能，因为将屑料从坚固材料上去除，如铬镍铁合金制作的工件上分离，有必要使用 1000 lb/in² (1 lb/in² = 0.00 689 MPa) 的系统。当冷却剂喷嘴处于正确位置后，其就能减少刀具磨损，还能使得刀具更可预测，因为冷却剂的润滑度和温度能使切削刀具在更标准的速度下发生磨损。

多刀具刀座：Slabe 提倡使用多刀具刀座，这样能在转塔的每个位置上增加刀具容量。只要在瑞士型机床和多功能机床上可能的位置，他就会使用这些刀柄。实际上，他通过各种实验设计出了供其公司内部使用的三刀具刀柄，目前已经独立上市。

去除毛刺：在这方面，SMP 公司实现了其目标，将毛刺去除作业变成数控机床加工过程的一部分，而非通过振动或手工完成的辅助性线下作业。在第一个位置加工某一特定形状的情况下加工出最后一个路径，这就是方法成功的一部分，对于其瑞士型机床和多功能机床确实如此。例如，一个孔洞是通过主轴长度中心钻出的，零件要求与通孔垂直的直角钻出一系列孔洞，但在孔洞的内部边缘会留下

毛刺。Slabe 使用原来的刀具，钻出通孔，并将刀具从通孔中退出。由于刀具已经准确处于需要的位置上，并且磨损点与最后一个路径后的磨损点相同，因此就可以不需要实施二次加工作业去除毛刺。

近终型坯件：由于瑞士型机床最适合加工圆形坯料，因此 Slabe 就必须考虑如何从一种已经接近最终形状时开始加工，确保加工的剩余部分最小，并且尽可能具有成本效益和竞争力。这种尝试使他开始重新思考在 HMC 和 VMC 中使用坯料的形式和来源，无论是铸件、挤出件、锻件还是预先加工的坯件。通过从近终形状开始加工，尽可能缩短零件粗加工所花的时间，由此降低了每个工件的成本，并更快地实现了最终的加工。SMP 实现这一目的的一种方法就是利用来自 Flow 公司强大的 94 000 lb/in² 的 HyperJet 喷水机，切割来源于坯板的近终型坯件，这意味着多轴加工中心必须切削更少的材料。

当涉及到刀具时，SMP 公司尝试在任何可能之时使用标准化刀具。该公司已经能为瑞士型机床和多功能机床找到几乎所有需要的刀具，以用作库存并消除寻找时间。

展望

除能在一台机床上完成一个零件的加工等巨大优势以外，瑞士型机床也改变了 SMP 公司加工更小零件的方式，如其曾经从另外一家公司购买的别针。对瑞士型机床的经验使该公司尽可能保持高效并实现自给自足。

“现在我们总共拥有用于更小零件的七台瑞士型车床、各种适用于直径最大为 8 in 零件的多主轴、多转塔加工中心、配备五轴附件的卧式和立式加工中心、耐磨式喷水设备、原型零件快速加工机床，以及用来在高批量应用上进给和定位零件的机器人。”Slabe 说，“这些机床都是根据我们在瑞士型机械加工上的经验而购买的。实际上，第一台机床仍然在运行，因此，这是真正能获得回报的投资。” 