

在四轴卧式加工中心使用 Harvey Tool 出产的棒棒糖刀具，能够加工某种本来只能用五轴加工的带角度的细节

刀具

人是加工铬镍铁合金工艺的一部分

在塔科马的这家厂介绍了其加工铬镍铁合金高效工艺的成功战略。这一战略包括精心选择刀具和切削参数，还包括一顿健康的早餐。

文 | Peter Zelinski

家在华盛顿州的合同厂 3V Precision Machining 每天都有很多似乎违反常理的事情在发生着，但却相当兴旺。在 2007 年，3V Precision Machining 加工了一种钛合金零件，改变了工厂的命运。这种钛合金零件是由口腔外科医生开发的、改善呼吸用的矫正装置上的零件——该厂现在还在生产此件。一个飞机工业供应商来参观了 3V，这个公司正在考虑购买一种像该厂在用的北村加工中心。该供应商看到了 3V 设计的成本效益高的钛加工工艺，并向 3V 的老总确认可以加工铬镍铁合金。于是，该供应商从此便把铬镍铁合金的工作转包给了 3V，该厂的年销售额猛增了 9 倍。

为了足够高效地加工镍铬合金零件以继续赢得这项工作并从中获利，3V 不得不变得比其他机加工厂更具成本效益地切削这种金属。对钛行之有效的刀具和技术是一个起点，而该厂已经从这里出发，通过实验，在管理所面临的与这

个镍基合金家族相关的挑战和成本。这学习的过程一直持续到今天。

工厂还必须扩展，增加人员、设备和空间。这种扩展对 Boucher 先生个人提出了一个额外的挑战，因为他明白他的厂过去为什么会成功。那是因为参与



图 1 Peter Boucher 每天早上做早餐给厂里上白班的员工吃。这是他表达感谢的方式，并确保团队成员有营养有精力做好一天的工作

投入的只是少数员工，他要 3V 扩展成为新的工厂。当劳动力增长超过一个小船的全体船员时，还能够继续吸引大家积极地参与和投入。他意识到希望将完全落到自己头上，决定把关爱员工作为自己在企业里的主要角色。

作为这角色的一部分，他把自己的位置放在厨房里。至少，这里是每天差不

多第一个小时要呆的地方。他每天要表示感谢，并通过亲自烹饪高蛋白早餐给上白班的全部 14 名员工，为他们补充能量（图 1）。每天早上在厂里都能听到一个熟悉的声音，是他宣布开饭的钟声。

事实上，他们是过程中真正的核心，旨在达到高效率的任何高混合、高价值的加工过程，必须考虑驱动这一过程的人的

需求，至少必须和考虑工件的需求一样仔细。其实，在他看来，这两样东西——工件和人，是根本分不开的。工厂在加具有挑战性的材料方面成功的关键就是关心照顾每天在迎接这些挑战的人。

在铬镍铁合金方面，如果你愿意放慢点，你最终会以更快的速度造出好的、盈利的工件，不会因刀具磨损和报废而造成过高的成本。

24 h 周期

在 3V 厂里，数控机床的组合包括卧式和立式加工中心，以及卧式和立式车床。然而，厂里加工资源的骨干，是一排卧式加工中心，所有的都很相似：六台北村的卧式加工中心只是托盘尺寸不同：400/630 mm（图 2）。“如果你在全厂没有类似的机床，那么你不会懂得怎么加工。” Boucher 先生说，效率来源于在一台机床上微调其加工过程，然后通过在同型机上一次又一次运用同样的知识，复制该成功。

在一台卧式加工中心上进行每一种铬镍铁合金作业时，厂里的目标是设置足够多的工件，并在这每个工件上实现刚好足够的金属去除率，以使总的加工周期时间为 24 h 或稍微少点。24 h 被认为是加工时间的理想值，因为，如果一项任务的周期恰好这么长，那么操作人员便知道第二天同一时刻他可以卸载这批工件。这样，操作人员就能陆续地在白天设置和启动一个 24 h 的加工任务，还能把第二天的工作也计划好了。他将再次访问同一批机器，按相同的顺序卸载所有这些工件，然后加载新的一批工件或者设置新的任务。

该系统可以这样理解：实现周期时间比 24 h 短的并不一定有价值。同样，设置时加大工件量，把周期时间延长到超过 24 h，也是不可取的。时间长了或短了都将造成与厂里其他部门的节奏不合拍，而打破节奏只会导致匆忙或等待，致使错误或浪费产能。特别是加工铬镍铁合金，24 h 的标准大受欢迎，因为这

图 2 这是一组正在设置的工件。左边的工件用背部螺栓固定。这些毛坯还将被加工成右边所见到的形状。右边的这些件再追加紧固然后将背部螺栓取出，从而可加工该工件的通孔

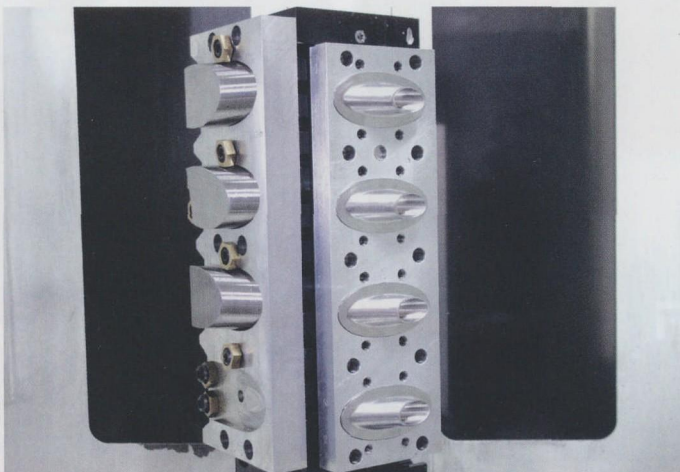
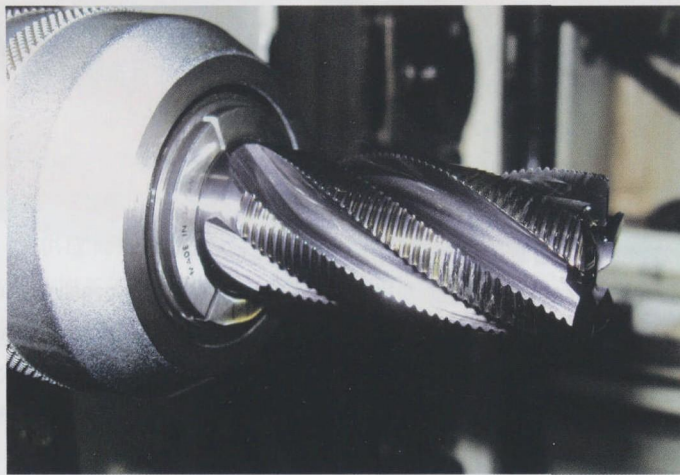


图 3 该厂加工资源的骨干力量，是一排类似的卧式加工中心，不同的只是托盘尺寸



图 4 这家厂加工铬镍铁合金的主要刀具包括 YG-1 产的一种玉米芯立铣刀，作粗加工用



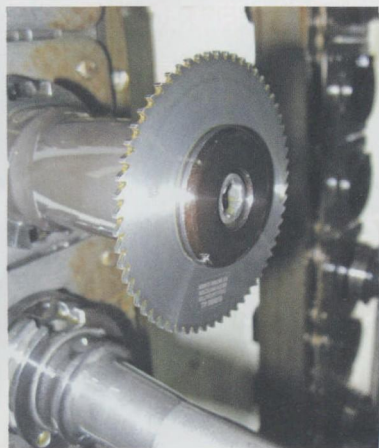


图5 这家厂加工铬镍铁合金主要刀具还包括 Gaylee 产的锯，用于切掉成品件上用来固定的坯料



图6 这就是那个零件、其被切去的部分和被加工的棒料



图7 由回收硬质合金刀具资助的游戏室，为员工们提供了一种方式，大家一起放松并有机会在工作环境之外互相联络感情

意味着没有压力来不断推动工艺流程，提高加工效率。

这种压力会适得其反，Boucher 先生说。镍铬合金工件硬化时很危险的。此金属可以高效地进行切削，但快速切削也会变得无利可图，因为硬化的金属会迅速损毁昂贵刀具的刀口。

“加工这种金属，我要每把刀具使用寿命达到 45 min，而不是 15 min。”他说。因此，每次 3V 从它的客户拿到新的镍铬合金零件号时（全新的铬镍铁合金零件订单不断到来，大约每月两次），厂里一开始都是小心翼翼地接近新的工作。先用低的速度和进给率，每次成功运行后再提高参数，直到快速磨损出现或者

达到可以在一个略低于 24 h 的周期加工一定数量的这些工件。

“尤其要注意粗加工的刀具，”Boucher 说。粗加工刀具是对精加工刀具的保护。如果粗加工刀具过于钝的话，精加工刀具会很快磨损，而且这磨损可能最终会危及无人值守周期的成功或工件的可售性。来自 YG-1 的细齿玉米芯立铣刀是粗加工刀具，给了 3V 的镍铬合金零件最高金属切除率，所以此刀具成了日常用品（图 4）。

员工参与

Boucher 先生每天夜间睡觉时，总戴着 he 厂里加工的组件组装的矫正设备。

该设备能改善呼吸，治好他打鼾的毛病，但也还有令人惊讶的事情。他说他工作太累以至于晚上不能充分呼吸，长期影响了他的休息质量。这改变了他看问题的方式，使他认识到，这是生理因素的结果，我们人类并不是自己所想象的那种心理上的生物。我们是生理上的动物，用生理的投入塑造我们的注意力和我们的工作质量，要走很长的路。

此外，3V 还支付培训费，奖励培训。每一位员工在当地的社区学院“贝茨技术学院”完成了公司支付的学徒计划后，会获得 2500 美元的奖金。眼下，厂内有四名雇员在参与这一计划，Boucher 先生期望再报名两个人。

他说，他并不担心培训成本和奖金是否直接让他的厂受益。他知道一个新培训的员工可以接受他的培训，再跳槽去别的单位。但即使出现这种情况，员工可能还会留在该地区，在当地另一家工厂找工作。因此他出钱培训员工很可能是为他厂的未来投资，即使做不到这一点，也仍然是在自己的区域和附近投资。这样的付出体现了 Boucher 先生的善意。由于日常对员工明确的支持，他发现，当 Boucher 先生看到他们不好的工作方式或习惯要求他们改正时，他们也很容易接受并改正。这种变化是工厂成长的一部分。

3V 去年报废了价值 100000 美元的工件。为了节省成本，从而产生更多的成本效益，Boucher 先生现在要求员工们增大步子，走慢些。厂里正在确定在加工过程中什么时刻必须做重要的检查，不是仅仅执行一次，而是多次，并以不同的方式，以减少犯错的风险。

为保证员工参与的质量，要投入成本。医疗福利是这项工作的一部分，他说：“厂里全额报销职工的医疗费用。他不希望员工因担心健康问题而分心。这个特殊的额外津贴还有一个重要的回报：吸引有家属的员工。他认为，有家属的员工对企业是不错的。因为对家庭的担当通常反映对工作的担当。[11]