Modern Machine Shop

精益生产

A3 方案解决生产加工瓶颈问题

Genesis 公司发现采用精益生产的 A3 解决方案，在机床上利用磁性卡盘装卡工件具有更大的优势，比通常简单的零件装卸速度更快。

文 | Derek Korn

在一个具有精益生产思维的操作过程中，相互沟通是一种清晰、简明和直观的交流方式。在这一点上，位于威斯康星州 Superior 地区的 Genesis 公司是一个很好的例子。

Genesis 公司创建于 1997 年，是国际设备解决方案有限责任公司（IES）的一个分公司，专门为拆迁行业、废料处理和材料搬运行业设计和生产挖掘机附件。其附件的应用范围很广，包括建筑构件的剪切以及军用拖船的拆卸等。事实上，它的剪切机还被用于世界贸易中心遗址的清理剪切，帮助其在“9.11”事件后的恢复重建，以及切割 Deepwater Horizon 石油钻井平台发生事故后的水下管道。

Genesis 公司于 2005 年开始踏上精益生产的征程，努力提高生产速度并保证及时交货。像许多其他的生产企业那样，Genesis 公司最开始以诸如 5S 视觉为基础的实践方法，实施精益生产管理，改善工作场所的组织和价值流程图，以确定哪些地方需要将价值添加（或不添加）到生产工艺之中。此外，还在整个工厂中，安装了各种留言板，因而大家可以很方便地了解厂内的关键生产信息。

目前，该公司采用清晰的图表式精益生产管理方法来识别和纠正生产瓶颈的根源问题：即采用 A3 报告。其之所以被命名为 A3 报告，因为它支持用户将问题、分析意见、纠正措施和改善计划记录在一张 A3 纸的页面上（页面大小：11 in × 17 in）（1 in=25.4 mm）。A3 报告的精妙之处在于其能够简洁而有力地深入到问题的核心，用简明扼要的文字和图表反映这些问题并提出解决方案。

机加工车间的总监 Woerle 先生说，A3 报告大大提高了 Genesis 公司剪切机和挖掘机附件的生产效率。其最近一份 A3 报告显示，由于该车间的一些零件在装卡固定的方式上发生了变化，使整个生产工艺过程中的流水线作业达到了比预期更大的效果。在最近一次采访 Woerle 先生的过程中，他解释说，事实上，使用这种新的工件夹紧方法之后，该公司每年的生产成本节约了 80 000 美元。

图 1 Woerle 先生说，采用一种公司范围内的精益生产管理思路，Genesis 公司就能够确定并解决瓶颈问题，加速挖掘机附件的生产，如这台用于拆迁、废料处理和材料搬运行业的大型剪切机

磁性卡盘产生的影响

Genesis 公司的每一台剪切机都是由一系列的元件组装而成，这些元件是采用等离子切割的钢板制成，如 Weldox、Hardox 和 SSAB 公司提供的专用高强度合金钢板。其中有些钢板制成的工件是焊接在一起的，形成一个较厚的“叠层”钣金件，因而还需要后续加工。在 2010 年底，这些加工操作问题被确定为该公司的生产瓶颈，需要不断努力地去解决。

Woerle 先生是一个使用 A3 报告来确定问题根源的工作组成员之一。在生产过程中，该工作

图 2 以前，Genesis 公司在大型剪切机的组件上创建和焊接钢铁标牌，如图中所示的层压板，并使用传统的夹具来夹紧，然后进行机加工操作

图 3 需要进行的二次加工，包括切除标牌并以手工方式打磨焊接区域。采用磁性卡盘来夹紧工件，就不再需要这些毫无增值意义的加工步骤

组应用了丰田生产系统的“五个为什么”问题解决方法，每一个在生产过程中经常出现的问题，都需要通过提问“为什么”而进一步分析。这个问题一般需要提问 5 次或者更多，直到找出其根源。在这种情况下，加工瓶颈的根本原因并不在加工本身。相反，是焊接于元件上的钢板标牌，使这些元件能够被夹持在机床的工作台上进行铣削加工操作。

在目前条件下的窗口中，它以图表的形式显示出每个加工组件的标牌总计有过 7 次接触。图表的下面是问题分析区域，列出了多个工艺流程的时间和费用，用于创建和使用夹具的标牌。这之中包括等离子切割标牌、标牌与组件的焊

接、加工后标牌从组件上的切割、组件表面的磨削加工、一般的处理以及材料成本。该工作组确定，使用夹持标牌和普通夹具的年度总费用约为 79 920 美元。

除了大量的成本费用之外，这种夹紧方法也会给加工后组件上焊缝的手工打磨带来相关的安全问题。此外，采用焊接工艺也会使组件内部产生应力，这将可能导致组件在剪切使用过程中发生断裂。

在 A3 报告中，该工作组发现，磁性卡盘可作为一种解决方案，用于装卡固定工件，满足机加工需要，从而代替标牌和传统的夹具。于是该工作组决定使用来自 Schunk 公司的 Magnos 电磁卡盘。该卡盘利用电磁原理来夹紧磁性工件。磁铁有南北两极，磁通或磁能在两极之间流动。当磁性工件处于磁铁的两极之间时，磁通进入该零件，使其产生感应磁极（与磁铁的磁性相对应），使零件和磁铁相互吸引。

卡盘使用永久磁铁，只有当与该磁铁暂时连接的远程电子控制单元发送一个快速的冲击电流后，才能使该永久磁铁通电。然后断开控制电缆线的连接，该磁铁仍将继续紧紧地夹持零件，直到该控制器二次接通，使磁铁失去磁性。

Genesis 公司使用多个磁性卡盘来夹紧工件，而不是单一的大型卡盘。小型工件可能只需要使用一个卡盘，而较大的零件则需要使用两个或 3 个卡盘。在某些情况下，Genesis 公司使用钢制垫块，以适应零件的不同厚度，使工件的水平保持在机床的工作台之上。在实践中，这些垫块也被用作磁极的扩展件，通过它们将磁通引导到工件上。

磁性卡盘安装在底板上，而这些底板最初是用传统的夹具固定在机床的床身之上。自从 Genesis 公司添加了由 Jergens 公司提供的 Ball Lock 夹具装置以来，它加快并简化了其调试设置的过程。Woerle 先生说，机械师 Ted Jerde 先生对每种需要加工零件的磁性卡盘的布局都是非常熟悉的。这样他就能在机床工作台上确定安装快速更换夹具装置的接收器套管位置。

在安装调试过程中，先将配有磁性卡盘的底板在机床的工作台上定位。然后通过 4 个定位衬套，将快速更换刀柄插入到底板和接收器套管之中。在每个刀柄头上拧入一个固定螺丝，激活锁紧球体，使底板与工作台固定在一起。在加工期间，与其被提升的状态相比，工件可能更容易在磁性卡盘上旋转，因此采用平衡支座防止其扭曲。

当一个加工件需要 3 个磁性卡盘卡紧时，其中两个用快速交换装置使其处于固定的位置上，而另一个用手动方式将其转移到合适的位置，并用夹紧。在使用两个磁性卡盘时，一个固定，另一个采用手工定位。该车间的所有立式加工中心都配有合适的快速交换系统。如果原先的机床由于机械故障或日常维护，那么采用快速交换系统就可以使工件立即转换到其他机床上进行加工。

解决下一个瓶颈问题

对于任何精益生产操作而言，一旦解决了一个瓶颈问题，那么也就很容易确定和解决另一个。采用磁性卡盘加工，暴露了焊接部门的问题，也就是如何创建所谓剪切机最大的组件——“梁体”。因此，Genesis 公司不久将安装一套机器人焊接单元，采用类似的 Schunk 公司的 Magnos 磁性卡盘和 Vero -S 零点快速交换系统，来装卡固定零件。同样的夹具系统也将应用于该公司的一台卧式镗铣床上，对焊接后的梁体进行加工操作。这将有利于清除梁体上所需的焊接夹紧标牌，提供层压组件采用新装卡方法后所展现的优点。MM

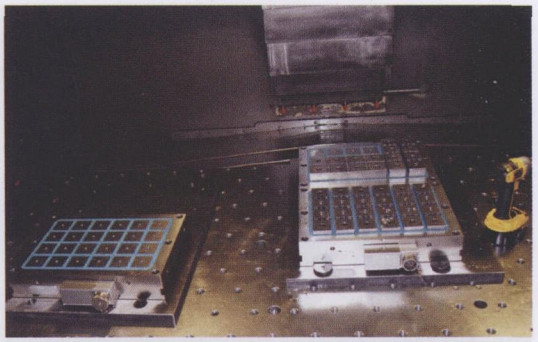

图 4 Schunk 公司的 Magnos 磁性卡盘附装在底板上，它可以很方便地使用来自 Jergens 公司的快速交换锁紧装置安装到机床的床体上

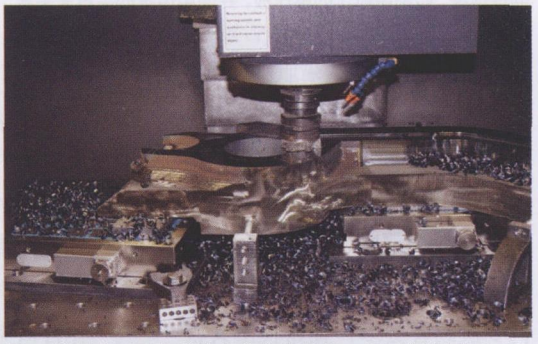

图 5 当要求用两个磁性卡盘装卡固定一个元件进行加工时，使用底板锁紧系统，将一个磁性卡盘安装在一个固定的位置上，同时，用手工方式使另一个磁性卡盘定位在元件下。凡是需要 3 个卡盘装卡固定的零件，先将两个卡盘锁定到已知的位置上，同时用手工方式使第三个卡盘定位

图 6 位于机床附近的工作站储存各种垫块，用于补偿各种不同零件的厚度，而电子控制单元则用于为电磁卡盘充电。车间内还备有手推车，用于储存磁性卡盘，并将它们运送到各机床上使用