精益生产

重返原产地

Bob 公司的发展表明一家曾经进行短期运行加工的车间，是如何转变其加工工艺，以满足继续生产的需要的。

文 | Peter Zelinski

2009 年，Bob 公司（位于美国俄勒冈州 Hillsboro 市）赢得一个重要的生产加工项目时，该公司的老板和高级雇员提出了这样一个问题："现在该怎么办呢？"他们没想到会赢得这个项目。正如该公司名称的含义那样，从发展经历来看，Bob 公司一直致力于原型设计和短期产品开发，而非成熟的加工生产。事实上，该公司的许多客户来自电子行业，他们在海外的生产有着悠久的历史。因此，当一家商用印刷机械制造商要求他们作出约 150 个零件（后来增加到 250 个）的全面生产报价时，老板 Bob Hale 先生有点犹豫不决。他认为应该简单地应用以美国原产地作为亚洲供应商的报价基准。

而现实情况是不同的。当这个客户准备寻求一家美国的供应商时，看中了 Bob 公司提供的这些打印机的原型零件。在原型设计过程中，Bob 公司的工作一直是十分顺利的，那么为重复生产而进行的开发过程，是否也能够取得同样的效果呢？很显然，通过一轮又一轮的竞标，该公司的报价一直保持着领先的地位。最终，他们的定价不只是低于其他的美国供应商，甚至比海外供应商的生产成本还低。这一令人惊奇的发现，特别来源于两个重要的因素。

采用这种设置，每个加工周期可生产出一个六面体加工件。每一个工件将从第一副台钳转移到第二副台钳，然后再转移到第四加工轴

一个是航运和差旅成本因素。Bob 公司离客户较近，而亚洲的供应商则是在大洋的彼岸。从经验来看，打印机制造商已经获知如何计算这一距离的真实成本，包括从美国派遣到亚洲的工程技术支持人员的相关费用和作为长途运输缓冲的额外库存零件费用。考虑到各种额外费用的因素，这就大大削减了海外生产从表面上看起来所具有的成本优势。另一个因素在于 Bob 公司的加工专业技术水平。像许多小型车间那样，Bob 公司拥有一支具有几十年丰富经验的核心职工队伍。其高级职员平均都有 25 年的生产经验。从传统意义上来说，该公司已经将这一经验应用于逐渐过时的短版零件制造业。为了争取这个加工项目，他们将这一专业知识，直接针对高成本的生产工艺，将其应用于需要重复加工的零件生产之中。

刀具工程师 Jim O'Leary 先生是 Bob 公司的高级职员之一，负责生产工艺的开发工作。在赢得这项合同不久，该公司搬迁到一个较大的厂房内，并为了应对

这一新的生产需求，增加了数控机床（CNC）的数量。然而，即使有了这些变革，他们还是没有能力立即全面地再次投资，将其新的加工项目转换到生产型机床上，像卧式加工中心，而O’Leary先生的任务，就是使车间内现有的立式加工中心（VMC），有效地投入到常用零件的生产之中。尽可能缩短生产周期，对新的刀具进行试用，选择出节省生产时间的刀具，也是其工作的重要组成部分。

在工作开始之初，却在加工之余发现了提高生产效率的更有效途径。为了在全面生产中达到尽可能高的成本效益，O’Leary先生及其他人员特别关注各生产工艺元素，包括加工周期中的工作流程、调试设计以及对全系列刀具的有效管理。

类似于 HMC

目前车间生产运行的一种典型方式，说明了工作流程在加工周期中的真正含义。“一次性完成加工”是其生产目标，O’Leary先生表示。这意味着每一个加工周期都应该生产出一个完整的零件。该公司目前配备了卧式加工中心（HMC）用于全规模生产，在VMC上的这一生产工艺，可以使这台机床在功能上与HMC达到一致性的水平，并接近HMC的工作性能。

图中所示的这一零件，其6个面都经过加工。为了达到这一目的，在加工范围内需要三个工位，其中第三个工位是一套四轴的分度器。实际上，有四个工位，因为其中一套分度器的快速更换夹具板是在机床外调试设置的，同时机床处于加工运行周期之中。在每个周期结束时，操作员将这一夹具板从分度器中拉出，并从夹具板中拉出一个完整的工件。其工作流程如下：操作员首先将准备与一套台钳B一起加工的工件装卡到分度器之中。然后将工件从台钳B中拉出，并从台钳A翻转安装到台钳B之中，再将一个新的工件安装到台钳A之中。在加工周期运行的同时，利用这一时间，操作员在机床外将原来的零件从台钳B卡紧固定到夹具板上。因此，完成一个零件的加工需要全部的加工工位。加工周期之间的变换，大约需要2 min，从第四个工位开始的每一个加工周期可以生产出一个完整的零件。

最后阶段是采用一套卡紧系统，使零件能快速装卡并精确定位

O’Leary先生说，像这样一个工件的调试设置，不但是为了提高加工效率，也是为了在机床之间的快速转换。随着重复加工件的到来，Bob公司开始在其VMC的工作台上配置由Stevens公司提供的底板。将工件卡紧元素设计到这些底板中的夹紧孔内，这样就可以很快地将其拆散进行重复调试，和再次重建设置。

由于三角旋转效应，其在旋转轴上的精确位置是特别重要的，因此他们使用了从Big Kaiser公司引进的一套Unilock自锁紧系统，用于锁定夹持零件的夹具板。例如，在三工位调试设置过程中，一个Unilock自锁紧系统的接收器已被精确地定位于分度器的旋转中心上。这可确保其刚性夹紧度，既准确又快速。对一个沿着不同分度夹具定位的长形工件来说，Unilock自锁紧系统的接收器是沿着夹具的中心线对齐校准的。

四个工件装卡在这套旋转式夹具的周围，每一个周期可分别加工两个工件上的A侧和两个工件上的B侧

附加刀具管理系统

O'Leary 先生说，他们的刀具的管理方法也必须重新考虑。以前，刀具分散在整个车间，在员工的工具箱内会经常发现他们常使用的刀具。让员工以这种方式保存刀具，看起来似乎便于使用，但这种方便会让其他员工到处寻找他们所需要的刀具。为了节约时间，Bob 公司深知他们的刀具需要组织和集中控制起来。

最终，他们选用了由其刀具分销商 Western 公司开发研制的刀具管理系统。Western 公司的这一成果被称为“未来的刀具系统”（FTS），适应现有的工具柜储存，以创建一个可控而易于访问的刀具管理方法，类似于一种刀具自动销售机。FTS 采用由计算机控制的储存柜电子锁，这种电子锁安装在车间新配置的工具库刀具储存柜上，并由一台运行简易 FTS 软件界面的 PC 机进行控制。对于 Bob 公司而言，这套优化管理的刀具系统让员工们再也不需要到处寻找他们所需的专用刀具，而只需在这一公用设施内自由选择。该系统还可以将所要求的刀具自动地附加到撤回的库存清单之中，以便于重新储备使用。不管是什么类型的刀具，现在任何员工都可以在几秒钟之内找到其所需要的。

Bob 公司为了实际生产的需要，安装了这套刀具管理系统，O'Leary 先生说，他们可能会一直使用下去。即使搜索不常用的刀具也不用花费多少时间，因此该套系统也将会使原型设计的效率进一步提高。

勇往直前

车间转产的结果不一定总是乐观的。几年之后，Bob 公司在赢得打印机相关加工项目的惊喜之余，传来了负面的惊人消息，该加工项目开始出现下滑趋势。目前对打印机的需求已跟不上他们客户所期望的发展速度，因而打印机组件的订单开始缩减。事实上 Bob 公司已经历了一段没有打印机相关零件加工订单的时期，其库存已无法满足需求。出于对更高水平订单量的期望，他们最近安装了一套由两台 HMC 组成的新型 Okuma 大限托盘加工单元。从结果来看，因为不再有任何投产的紧迫感，新机器的产能可以通过缓慢联机展现出来。

O'Leary 先生说，向实际生产过渡仍然是正确的发展方向，其原因有很多种。其一是，Bob 公司业务领域中的其他客户，要么是考虑在新的地方生产，要么是重返美国原产地生产。机会在不断地增加。像三工位设置，说明其加工生产的零件与打印机客户并无关系。

另一个原因是关系到未来的人员配备。该公司制订和执行其生产项目的专业技术人员即将离职，因为这些高级职员已达退休年龄。具备相关技能的青年员工很难找到，O'Leary 先生说，他们往往需要在这一工作的基本技能方面进行培训。因此，他认为该公司未来获得成功的正确渠道将不只局限于普通的生产方式，也在于那种能够使该车间职工落实到位的系统化生产。除了创建系统的生产方法之外，他们也一直在试图建立一个工作程序十分明确的框架，这将能够使新的员工开始创造价值，即使当他们进入公司的时候工作水平较低，缺乏生产经验。而原型设计工作不可能提供这方面的知识。

O'Leary 先生说道，该公司的名称甚至也将改变。“Bob's Design Engineering”的名称再也不能描述其工作类型和工作范围。其新的名称“BDE Manufacturing Technologies”，将展示其更具有包容性，涵盖更多样化服务的特点。MM

刀具通过该系统的软件解锁索取，该软件只能打开装有那把刀具的储存柜电子锁