

五轴加工

从制造零件到获取利润

新任管理层通过大胆的数据驱动型决策突破传统制模知识。

文 | Matt Danford



废铁也能做出好芯片，但这无法让工厂与众不同。Don Dumoulin 曾经在多家公司工作过，包括 Procter & Gamble、Glaxo-Smith Kline 和 Blackstone Private Equity，最终他在 2013 年收购了一家模具工厂。受到美国制造业复兴的鼓舞，他说如果不是看到这一行业和这家工厂的具体前景，他绝不会做出这一行动，而且他看重的不仅是这一点。但是，在最新的“铁”（一台以坚硬的花岗岩为基础的五轴机床）到达前，该工厂的潜力并没有得到充分释放，即这台机床可以节约数百小时的人工抛光时间，同时在某些情况下无需进行电火花加工。

这台崭新的机床并非为 Precise Tooling Solutions 公司近期差异化工作的唯一成果。这家占地 50 000 ft² 的工厂中堆满了大型康明斯发动机坏块，这些坏件处于不同加工阶段，而这些仅仅是这台新五轴机床带来的诸多合同业务之一。这家工厂（主要关注大型零件）位于印第安纳州哥伦布市，占地面积约为 2000 ft²，该工厂专门生产 ErgoSmart 设备，这是一套符合人体工程学的工作站和机床底座，于 2016 年购入用于出售给许多采购注塑模具的客户。

新业务并未取消工厂的核心专业，



图 1 除其他优势外，Precise Tooling Solutions 公司的 Roeders RXU 1001 DSH 五轴机床的精度还能通过降低电火花加工和抛光需求提高多元性和效率。这项技术投资基于持续性的数据收集和分析

核心专业“精准模具”直到去年还在运营。相反，Precise Tooling Solutions 公司的 50 名员工目前仍在制造和修改模具，生产量同之前一样。区别在于在过去 5 年中，该工厂寻找了足够的额外产能，而长期占据主导地位的汽车工业业务比例从总业务占比的 80% 降到不足 60%。同时，ErgoSmart 业务同之前的合同工作类似，可以匹配现有工作流程。

做到这一步并不需要改变该工厂沿用了四十年未变的加工机制。Dumoulin 表示这主要是现场员工的想法，他们认

为他将这台新的五轴机床描述为“机床中的法拉利”完全是基于资深机械师的经验，而公司的战略决策方式发生了改变。

在某些情况下直观化可能非常重要，因为必须得到可论证的实际证据的支持才能在当代的国际竞争性业务中发挥作用，Dumoulin 解释称。对于机加工工厂而言，这意味着对于所需工具或库存的位置不应存在任何疑问。对于中断的工作流程不得存在任何误解。关于那些方面实际存在的瓶颈问题或者实

际需要潜在新技术不得存在任何不确定性。更广泛的说，当经济表现下滑时，老客户和员工丰富的车间经验并不足以保证竞争力。简言之，关键在于采用小规模加工车间并围绕其进行大型企业那样的分析。

冲破束缚

Dumoulin 承认过去五年的转型并非一帆风顺。但是在他看来，一帆风顺同样可能意味着危险。他说数十年不变的传统经营方式很容易阻碍工厂发挥全部潜力，同时这也为投资新式五轴机床提供了机遇。“他们总是说‘我认为或我觉得’而并非‘事实是什么’。”他回想起当初考虑收购的许多机加工工厂。

在 Precise Tooling 公司，第一步就是了解已有方法的有效性（以及机遇）。“我们编制了电子表格并通过 13 种不同方式输入相同的数据。”Dumoulin 解释了当初如何在收购了该工厂后立即决定投资企业资源规划（ERP）系统。

该系统名为 E2 Shop System，由 Shoptech Software 公司开发，同许多其他投资企业资源规划系统一样均采用模块化设计。这有助于在逐步适应一个模块后，继续添加其他模块。但是，Dumoulin 否决了这一特殊考虑。他说：“许多人希望循序渐进，但是那可能会



图3 通过共享综合汽车照明和内饰模具，该厂每年可加工 35 ~ 100 个新注塑模具，同时可以维修 / 修改 300 ~ 350 个模具。该厂生产的新模具的重量大部分介于 200 ~ 750t 之间，但是该厂所维修的模具重量通常更大

成为我们做过的最糟糕的事情。”他解释称同时在两个系统中作业可能会加剧混乱，甚至造成拖后退。“因此我们决定一次到位，就行更换创可贴一样。”

估算、报价、采购、工作排程、会计处理、发货、成本和质量数据分析，所有功能一应俱全，员工在 90 天内完成所有培训。Dumoulin 强调这次转型并不轻松，除了 E2 支持人员提供的大量帮助外，他说转型成功还需要坚持这样一种信念，即不要因为无法实现完美而畏首畏尾。这一态度在早期阶段非常重要。“当软件无法准确的完成要求时，

可能会出现问題，但这是必然的事情。你不能指望软件成为万金油。但是，大家确实需要了解信息的基本依据，而最好的信息依据就是现代企业资源计划系统。”

基于事实的基础

Dumoulin 将企业资源计划系统视为一种基础，一种不完美的基础，这表明这类系统同工厂认为的那样一样重要。例如 E2 系统可以以秒为增量跟踪基于时间的生产率指标，而非像旧式电子表格那样以每半小时为增量，如果员工在计时开始后花费 20 min 才能适应，则会浪费这一功能。相反，员工应在他们的工作站直接计时，并且只在做好生产准备后开始计时。

为打破这种舒适的生产方式需要形成纪律和车间层面的支持，这需要让每一个人积极参与到转型中来，这里的“积极参与”不仅指“接受企业资源计划系统的相关培训”。下一步是利用 6 个月的时间获得国家标准化组织（ISO）对该质量系统的认证，证明这种新方法的价值，因为企业资源计划系统让工作更简单。实际上，E2 系统是一种专门针对 ISO 设计的整体模块。其他功能同样有用，比如白板一排程功能让该系统可



图2 这种新型五轴机床据称在这家位于 Indiana 的 Columbus 工厂的数百英里的范围内提供最大的 Roeders 五轴机床作业区

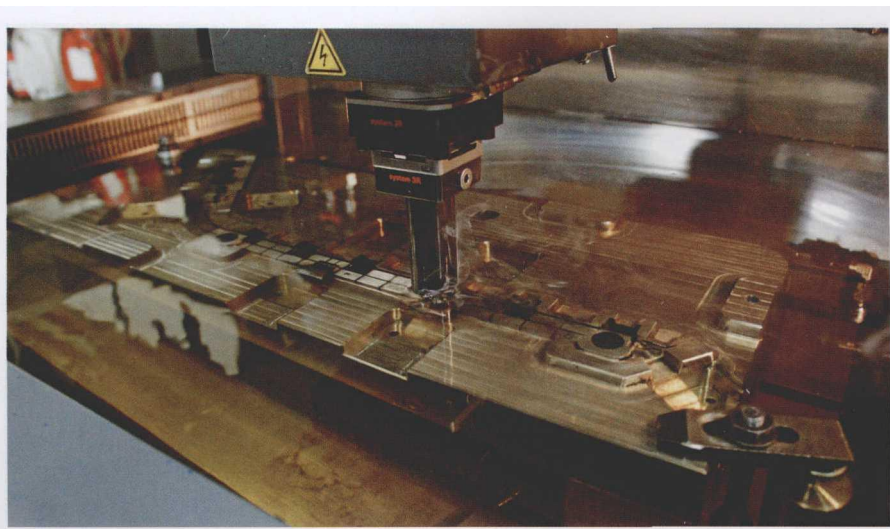


图4 虽然该厂此类业务较少，但是电火花成型加工仍然是一种重要工具。实际上，该厂只是最近才采购了一台新的电火花成型加工刻模机：Mitsubishi EA28V

以更轻松的规划、定位瓶颈，进行假设实验和评估实验结果。

同时，获得 ISO 认证会巩固 ERP 数据基础的依据，甚至员工也会开始意识到系统的强大功能及其带来的好处。总之，在 2014 年，为了获得 ISO 9001:2008 认证，需要对流程进行记录，根据需要对流程展开头脑风暴并进行修改，编制相关检查表为员工提供指导以及确保遵守最新的严苛品质标准。Dumoulin 表示：“我们进行了两次测量并立即进行了削减。”该流程不仅可以对生产区程序进行编码（这类程序对机械师已变得非常死板），同时还迫使机械师了解并纠正缺陷和低效。

对于新的数据基础和新改善的流程带来的好处，得益于一项 10% 利润分享计划，一些成本节约直接变为员工的收入。这种直接回报导致更容易证明一种更高效的方法所具备的优势。2016 年早期，Dumoulin 利用刚刚获得的 ISO 认证取得了新的成果，比如该工厂首次实现了 99% 的按时交货率。通过保持通信开放确保此类消息传播非常重要。除了定期的“公司状况”会议外，还需要坚持同各工种讨论每一项问题，注重发现流程问题而非人员问题。Dumoulin 称这种开明的方法是改变企

业文化和释放投资资本的重要内容。

一些数字可以为这类主张提供支持。2015 年，质量问题造成的亏损额（即因为废弃、返工或无法满足营业毛利目标造成的收入损失）从 2014 年的 22.5 万美元降至 15 万美元。该数字在 2016 年达到 7 万美元，2017 年为 4 万美元。随着该数字的持续下降，投资额不断提升，在过去的 3 年中，该工厂对资本设备的投资额约为 4 百万美元。

互补性多元化

该工厂最近的一项设备投资是新式罗德斯 RXU 1001 DSH 机床，2017 年 8 月安装。五轴加工适用性广泛，当汽车头灯和尾灯模具（Precise Tooling 公司的主要产品）客户不希望使用电火花加工进行涉及发光二极管（LED）的加工时，五轴加工就成为了优先选择。因为电火花成型加工长期以来一直是（并且仍然是）对那些难以完全铣削的形状进行后续加工的首选工艺，所以这会导致一个问题。尽管如此，新的数据基础和新改进的流程让 Precise Tooling 公司将挑战转化为机遇做好了充分的准备。

“客户的要求让我们变得更好。”Dumoulin 谈到需要可以匹配电火花加工的设备时表示。他还称机械师对

这台设备的速度和精度同样印象深刻。这台设备提高了产能，尤其是大型零件的熄灯产能，这对于该工厂核心制模业务外的多元化非常重要。

来自制造业以外的成功并未让 Dumoulin 回避高昂的成本。相反，他说需要慢慢习惯对复杂机床的需求，更不用说本文中的互补性工装和 CAM 软件。然而，如果不事先确定论证和评估此类巨额投资的潜在影响所需的运营可预见性，则决策会变得更加困难。本质而言，基于数据的决策有助于提供方法，还能在工作要求变化时提供投资和适应的勇气。如今，他正在考虑引进第二台五轴机床。

Precise Tooling 公司在未来可能会投资更多的机床。Dumoulin 称他一直在为公司的新型 ErgoSmart 工作站业务寻找后继者。该工厂每年生产数百件桌面模具，而这只是该工厂基本合同加工业务的一部分。鉴于采购和销售自有工作台系列的机遇，该团队认识到加工机座、卡具和其他部件并不会对现有工作流造成显著干扰。此外，工厂拥有足够的空间用于将整条组装线简单地从原位置迁移过来。或许最重要的一点，是该工厂所服务的注塑模具和工业零件采购商同样也是用于降低背部损伤的相关产品的理想客户。目前，相关数字也支持了这一观点，Dumoulin 预测至少在未来几年中 ErgoSmart 的收入每年均会翻倍。

这同 Dumoulin 原来的预想并不一样，虽然计划涉足机械加工业务，但他最初只打算收购中小型工厂，按照他的说法是：“为他们的客户和娴熟员工整合各类工厂。”如今，他预计总体业务量每年都会实现两位数增长。

对于更广泛的行业领域，他认为其他中小型工厂也会找到自己的 ErgoSmart。其他工厂也会采用一种效率更高的方法，突破传统加工知识。Dumoulin 认为，小型工厂有自己的发展之道，虽然这条道路初看起来并不容易。MM