



机床监控

在数控机床厂中进行机床监控

大胆举措使得 CPM 公司走在数据驱动制造的道路。

文 | Mark Albert



来自 Mooresville 的卡罗莱纳精密制造 (CPM) 公司总裁 Gary Bruner，在 2015 年下半年安装系统之后不久就发现机床监控的显著价值。CPM 是一家瑞士数控机床厂，专业为客户生产小直径、紧公差的转向零件，其中绝大多数为航空航天客户。机床监控系统在几个星期之前就已经非常顺利地迅速进行了安装。Bruner 将机床厂所有 36 台 Marubeni 西铁城 Cincom 瑞士型数控车床连接到来自 MachineMetrics 的系统，花费了大约两周的时间。CPM 是一家拥有 60 名员工的公司，仍在了解和习惯于

监控系统。Bruner 及其几位生产经理和工艺工程师仍在学习如何最好地利用数据进行收集、分析和报告。

Bruner 现在可以在家用笔记本电脑登录到监控系统，并且开始检查机床状态。电脑屏幕上一目了然，他可以看到分配到熄灯操作的两台机床并非在生产状态中。Bruner 了解上午班次更换，重新启动程序应在这个时候完成，不应该有这么长的延迟。一到达机床厂，Bruner 就去机床所在的地方进行调查。“第 51 号和第 52 号机床出问题了吗？” Bruner 问道。机床值班操作员 K. C.

在俯视 CPM 生产区的主通道时，用作机床厂仪表板显示的大屏幕电视是相当大的开销。每台机床的操作员平板电脑也很明显地安装在工作台钉板上

Cobb 表示没有问题。正常的启动程序正在进行中，如通常的清理切屑、检查和更换工具、补充冷却液供应、检查润滑系统以及其他维护检查点、补充杆式給料机等。Bruner 可以看到操作员正在做正确的事情，按照正确的顺序进行操作，因此为什么要停止呢？

进一步的讨论和质疑显示这些启动程序根本不是组织良好或及时的。Bruner、Cobb 及在该单元工作的其他操作员制定了一项计划，对这些程序进行精简，每天重新收回 1.5 h 的生产。一个关键的好处就是该单元的工作人员可以获得更大的报酬，基于每日生产记录。

Bruner 回忆到：“在一个单元中从两台机床重新获得 250 ~ 300 h 正常运行时间的前景，令人大开眼界。”机床监控系统的收益正在变得越来越明显，它的发生越来越早，在更大程度上超出了预期。“这是我们学习机床监控的重大教训之一，它是一个工具，用来发现我们并不知道所具有的问题，这个工具可以用来发现和解决问题。”

回顾过去，Bruner 就该机床厂的监控经验提供了一些其他有趣的观察。这些包括机床厂文化的不同。CPM 公司已经顺利采用机床监控，因为员工已经注重生产目标和团队合作。试点安装程序是可选的。CPM 一次就连接了所有机床，并且生产中的所有员工同时进行转换。

重要的是找到一个愿意做一些定制开发以满足特殊需求的供应商。例如，CPM 要求 MachineMetrics 为操作员报告添加一些详细条目，以得出任何超出部分被拒绝的趋势。

机床厂应关注真正重要的数据。在 CPM 公司中的系统可以显示每台机床因为没有达到生产目标而未赚到的钱是多

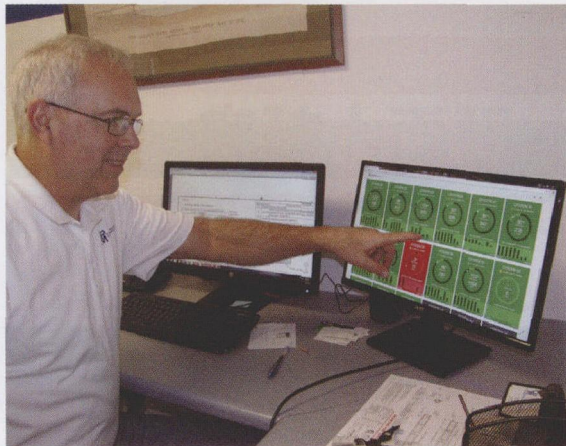


图1 Bruner 从其台式机上检查机床的状态。因为监控系统为网络功能和基于云，所以它也可以在移动设备上进行远程访问



图2 每台机床都是由实时仪表板和工作中心视图上的图块来表示。圆形图通过生产周期显示进展的点，表明机床如何紧密实现其目标

少。没有人想面临一个亏损的局面。

对于 CPM 而言，或许最重要的因素就是决定实施机床监控系统。2015 年 9 月，Bruner 在访问供应商设施时参观了一个发挥作用的机床监控系统。他表示满意，并在 12 月与 MachineMetrics 签订了采购订单。

单元是关键

Bruner 于 1999 年之后，就开始 CPM 公司的工作。从两台西铁城瑞士型车床开始，新公司稳步增长，因为其增加了更多的客户，并且通过一系列支持来提高瑞士机床的能力。Bruner 将这一成功归结于两个主要原则：一是专门用于瑞士数控机床换向以及钻削/攻螺纹机上的一些关键二次操作，二是作为提供可靠、及时交付无缺陷零件的坚持者。

CPM 历史上最重要的发展就是将生产区域重新组织成最多六台机床组成的单元。“添加更多的机床会变得繁琐和效率低下。这些单元将为我们的生产领域提供更多清晰度和目标感。”Bruner 如是说。单元很大程度上具有独立性，每个单元拥有自己的零件清洗机 and 辅助设备。附近的单元共用一台切割工具自动售货机、棒料存储和配备坐标测量机的检查站。

当机床监控实施时，基于单元格的组织和其所宣传的团队文化都受到 CPM 的青睐。例如每个单元都拥有用于机床

厂仪表板的大屏幕显示器，并且每台机床都有一个触摸屏平板电脑，用于操作人员互动。

飞跃

Bruner 明白在生产状态、工作状态、正常运行时间和设置方面保持标签的重要性。同时当前的方法非常耗时，事后又不精确，存在疑点，没有办法知道机床厂在哪一瞬间做得多好。他认为机床监控系统肯定会提供很好的清晰度。在供应商访问的地方，系统功能之一就是当前机床性能仪表板概述的独特外观。“每台机床都是由绿色、橙色或红色瓷砖来表示。绿色意味着机床正在运行，并且其转速满足其生产目标要求。橙色则为这台机床正处于落伍状态，性能低于预期。红色意味着机床需要立即引起注意，因为其没有运行或生产已经降到临界水平。如果你是一名经理或主管，你会确保处于红色的机床需要立即引起注意。”Bruner 喜说到。

特别是，Bruner 喜欢系统根据目标来跟踪生产的方式。工作中心视图（在互联网启用触摸屏平板电脑上显示）也是很吸引人的。该视图采用其他条形图和性能测量读数，来显示相同的环和行程点，以表示机床满足生产目标的接近程度。通过单击标题就可以获得其他数据和报告。所有显示器都可以根据机床厂喜好进行配置。

在决定安装机床监控系统之后，Bruner 加快了进度。Bruner 和他的高层经理审查了几个系统，但都赞成 MachineMetrics，因为其提供了他们所喜欢的数据显示，在分析中作了大量的报告，能够定制和增强，并且具有较低的前期启动成本。“我们决定立即加入并连接我们所有的机床。作为完全的瑞士数控机床厂且拥有相同品牌的机床，这是一个合理的选择。”Bruner 解释说。

这并不意味着安装不会面临任何挑战。MachineMetric 的首席运营官 Eric Fogg 和公司主要安装人员，同意分两个阶段实施该系统。首先在主楼，而后在街道对面的设施中实施。所有 CPM 的 Cincom 车床都有三菱电机控制器，但是较新和较老的型号都有不同的连接要求。当 CPM 提交列出所有型号、序列号、控制类型以及软件版本的电子表格时，这就变得很明显了。

Fogg 创建了一个连接每台机床的系统计划。在这种情况下，其结果是更新的机床需要一个 MTConnect 适配器，以便将机床数据格式化为由几乎所有监控系统提供商所采用的标准语言。MTConnect 为开源性、互操作性标准，其将机床数据转化为基于互联网的通用语言。MachineMetrics 专门为配有三菱电机控制器的西铁城机床而开发了该适配器。CPM 是第一个使用该适配器的客户。

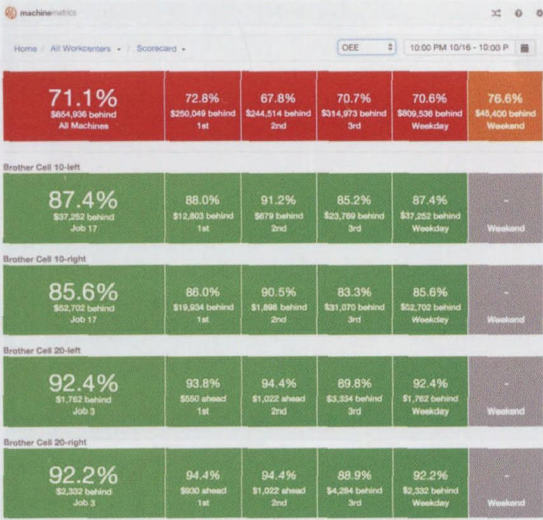


图 3 触摸屏平板电脑上的工作中心视图向操作员显示生产数据和统计情况。滑动屏幕会让用户看到更多的显示页面，以便输入停机时间、设置问题、零件拒绝以及其他性能项目等的原因



图 4 计分卡报告概述了每项工作的总体设备效率(OEE),每个班次需要单独评级。它还显示每项工作背后的美元金额

该适配器使得监控系统能够访问由机床操作员界面所显示的所有信息。较旧的机床要求硬件装置与可编程逻辑控制器接口，以提取诸如循环时间、零件计数以及报警状态等的的数据。与配备 MTConnect 适配器的机床数据相比，尽管该数据受到限制，但它对于最重要报告和分析功能就已经足够了。

与此同时，CPM 允许其维护人员将以太网电缆安装在机床以及各单元无线集线器上。从当地折扣零售店购买了六台 60 in 的平面电视。将这些装置安装在各单元完全可以看得到的地方。还获得了三十六台平板电脑，每台机床配一台平板电脑。在将机床通过硬连线连接到监控网络上时，平板电脑是无线的。

Fogg 花了两天的时间连接前 18 台机床。这涉及到每台机床大约 15 min 的停机时间。几周之后，连接到剩余的 18 台机床。当连接好所有机床时，各单元中的团队都经过了培训，以解释显示器使用，并且输入适当的编码，以便对停机时间、零件拒绝以及设立时间等原因进行分类。

需要考虑的事情

Bruner 在机床监控经验方面是非常

开放的。在考虑或意识到数据驱动制造这一步时，还有一些其他机床厂应考虑的话题：网络安全，监控系统在与机床厂网络其他服务器隔离的子网上具有一台专用服务器。这台专用服务器链接到基于云的 MachineMetrics 平台。正如 Fogg 指出的那样，基于云的系统受到更强大措施的保护，例如高度加密和冗余，即在封闭现场为不容易重复或维护而采取的措施。

启动成本和维护。CPM 为初始设置和培训支付了一次性安装费，并加上现场集成的成本。Bruner 估计这项投资不到 5000 美元（包括显示器、平板电脑和新电缆）。此外，该机床厂选择 MachineMetrics 定价结构中的中级“精益店”包装功能，每台机床每月花费 100 美元。没有额外升级和支持的费用。因为系统基于云，所以增强功能可以同时自动用于所有用户。

MachineMetrics 与 CPM 合作，以匹配机床厂“红箱”和“黄箱”零件拒绝工作流程的质量体系。操作员通过将零件放置在红箱中，并将拒绝原因输入到工作中心视图中来拒绝零件。如果零件质量有问题，他们将零件放置到黄箱中，并且输入相应的黄箱类别，标注解

释问题。质量经历关注 Pareto 图表，其显示黄箱中的零件以及相关原因。在将零件放置在黄箱中时，他们走到机床旁边，检查零件，并重新分配拒绝类别。MachineMetrics 向系统零件拒绝功能添加了一些其他视图和表单，以跟踪此过程。

CPM 还要求对设置跟踪功能进行一些增强。这使得机床厂根据标准来测量设置时间，并且在设置看起来过大时发出通知。“设置问题通常是快速确定，但是随着时间的推移，累计的节省则是巨大的。我们专注于设置，就像我们以前从未有过数据向我们显示的结果一样。” Bruner 报告说。

CPM 有两个目标，用于机床监控系统及其企业资源计划（ERP）系统的基本集成。一个是自动零件计数报告，因此 ERP 系统可以更快更准确地更新生产计划。另一个是为操作员减少手动数据输入。Bruner 说：“我们认为整个机床厂可以通过接口系统和减少手动输入来节省 3 h。” MachineMetrics 目前正在为该集成开发定制软件，与 ERP 系统的接口连接则是互操作性仍然是集成障碍的一个领域。MM