

联网监测

有关机床监测的三个展望

在 2017 年举办的 Top Shops 小组讨论会上，就“联网监测机床运行并记录结果”这一设想的意义，与会成员纷纷给出了自己的意见。由于机床监控可以协助工厂优化生产流程，因此是一个很好的数据驱动生产实例。



“一切都是为了作出更好的决策，那就是能够改善车间作业的决策。”在 2017 年 9 月 Indianapolis 举办的 Top Shops 年度大会上，当介绍机床检测专家团队就数据驱动生产发言时，至少两次强调这一点。与会人员中有多位金属加工制造企业和工厂所有者或经理，与会人员以机床监测为例来说明，他们会更容易理解数据驱动生产这一概念的含义。

我们要求小组的三名成员分别就机床检测的不同方面做出论述，但论述都围绕着同一个主题：即利用从设备上采集的数据改进机床操作。机床监控可以提升设备综合效率（OEE）、加强车间工人团队协作，并助推精益生产。由于数据具有准确、详尽、及时、客观的特性，因此，从机床采集数据进行分析，可以使决策更加合理，避免猜测、空想或毫无根据的设想。

这要求小组成员从不同角度阐述机床监测也是一个战略性要点。我希望他们能够展示出机床监测的多面性。尽管其主要作用在于实时监测机床是否处于运转状态，并能够准确操控机床运行或重启，但在其他方面，机床监测同样能够发挥作用。正如组内成员 Dave Edstrom 所说的那样，机床采集数据可

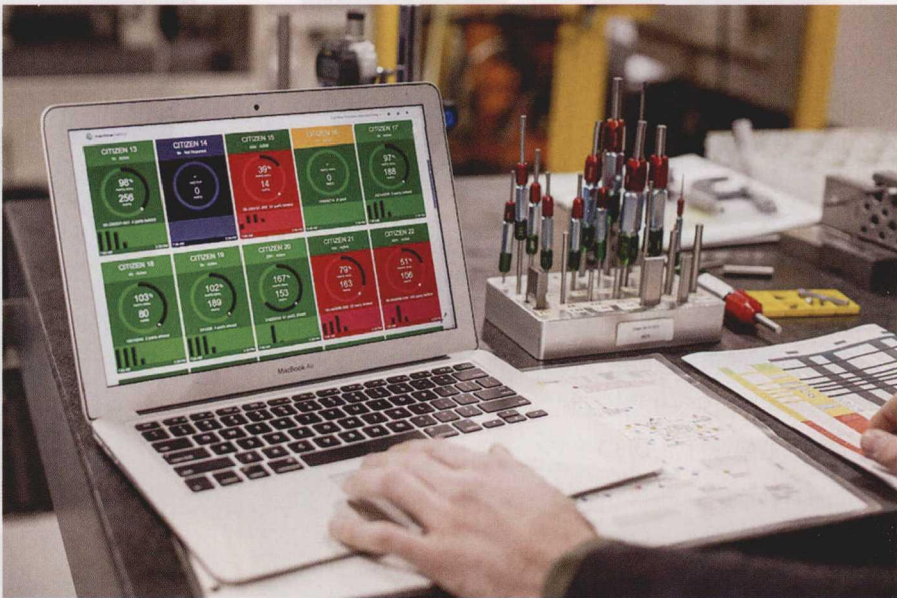


图 1 将机床与移动设备以无线方式连接，决策人员可以远程查看数据。关键的是，遇到需要调整或纠正的情况时，采用这种手段可以快速响应问题

以帮助公司评估提升机床性能带来的财务收益，从而作出更好的决策。针对生产任务，它可以识别哪一机床最适用、生产率最高，因此可以提升生产力。小组成员 John Hosmon 也提出了类似观点，即使用机床数据可以提升激励方案的公平和有效性，确定培训需求及技能提升方案，提升公司收益能力，改善人力资源管理决策。

然而，要采用机床监测系统，必须

要在深思熟虑且合理的情况下才可作出决策。小组成员 Eric Fogg 介绍了将机床接入网络以及防止网络风险和黑客攻击的基础知识。他简要说明了“将机床纳入网络并分析机床数据对多数制造型企业而言既可控、又经济实惠”这一观点的依据。

网络连接与网络安全

Fogg 是机床监测系统和制造分析



图2 Eric Fogg 建议安装图示类型网关设备，将机床网络与公共互联网隔离开来。这种硬件设备价格低廉，安装后即可使用，通过两张网卡管理网络数据的输出输入

供应商 MachineMetrics 的首席执行官和创始人，其公司位于 Massachusetts。自 2014 年初创以来，该公司为多家机械工厂安装了系统。Fogg 在工厂网络连接和网络安全领域经验丰富，这使得他对机床联网监测的利与弊有着深刻的见解。

通常而言，工厂安装机床监测系统的准备工作分为两个部分：一是做好车间员工动员工作，二是确定实施方案。员工动员包括就机床监测事宜展开诚恳和开放的对话、成立小组（最好由经验丰富且有激情的“优秀员工”领导）并组织培训（在安装该系统前期、中期或后期进行，可以持续开展定期培训）。

实施方案包括选定系统供应商、创建时间表、决定是否采用阶段式推进并设立试点（多数工厂都选择首先在部分机床上安装该系统，然后再推广开来）。此外，还需要确定收集哪些数据、如何分析该类数据。

安装监测网络的过程其实并不难，问题是每家工厂的要求不尽相同，因此，面临的问题也各自不同。通常的安装方法是将机床以硬连接方式与以太网电缆相连，而单个工作站显示器（多为每个单元或每名机床操作者对应一台平板设备）则通过 Wi-Fi 设备以无线方式连接。

安装网络时，需要 IT 人员的参与。网络安全问题必须在安装时得到解决。

Fogg 认为，若要确保机床连接的基本安全性，应在分支网络的专用服务器上运行监测装置，使其与工厂网络的其他服务器隔离开来。MachineMetrics 通常将这一专用服务器接入其云平台，这是因为云系统通常具有更强大的网络安全措施，例如，其加密等级和冗余度都更高。而封闭的、现场平台则难以实现或保证这一点。

此外，机床监测系统供应商也为客户提供了网络安全建议。当然，必须要说明的是，网络风险是无法完全避免的。Fogg 的公司提供了几条实用建议：确保为路由器和管理型交换机设置高强度密码保护；在监测系统的无线段尽可能使用高强度加密措施。对于通过互联网远距离访问网络的用户，可利用安全网络协议 HTTPS 为工厂数据提供充足防护；为网络中的个人电脑和服务器及时更新安全软件和系统；安装并及时更新网络硬件防火墙。硬件防火墙既经济又易于安装，能够管控并阻止不符合通信规则的数据通信；将数控加工机床安装于虚拟局域网（VLAN）内，与工厂网络隔离，通过网络软件中的管理开关实现访

问；使用数据网关、即网络通信管理软件接口对联网机床的连接进行管理。为 VLAN 设置一个接口，另一个则由机床监测系统专用，这样可以保证机床数据仅在监测系统内部传输。

Fogg 还提出了另一条安全建议：“工厂如果不希望直接连接控制装置，可以不这么做。我们以及多数其他机床监测公司也可以将输入/输出设备接到机床电路上。这样可以有效保护程序、位置数据及刀具数据等所有信息。此外，还可以用蜂窝网络连接机床，这样就可以避免连接本地网络。安全问题不应成为工厂推行机床监测的阻碍。”

设备综合效率（OEE）财务观

由于 OEE 是衡量制造单元效益的核心指标，因此，几乎在所有机床监测系统中，它都是最重要的“参数”。Edstrom 从另一个角度即财务 OEE（FOEE）的角度对 OEE 进行了阐述。实际上，Financial OEE 是一个商标名称，Memex 计划于 2018 年初推出该功能，为已购买 MERLIN Tempus 企业版（EE）（一款可扩展、可扩充、开放的生产执行

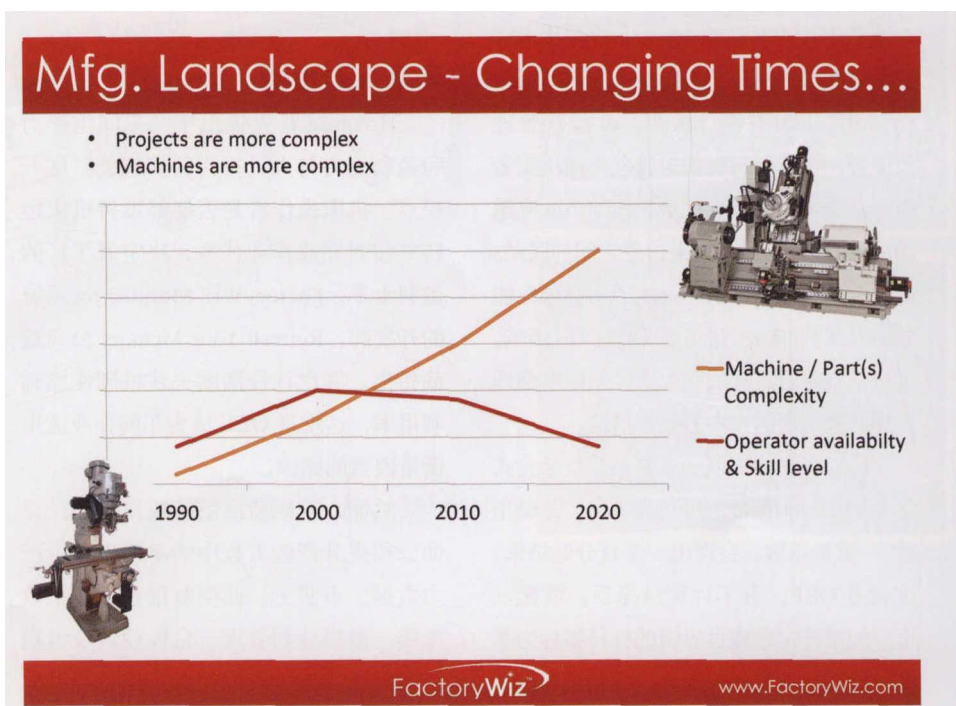


图3 一方面，机床和项目愈加复杂，另一方面，熟练操作者却越来越少。善用车间数据，可以提升劳动者薪酬水平，并为雇主带来更多效益

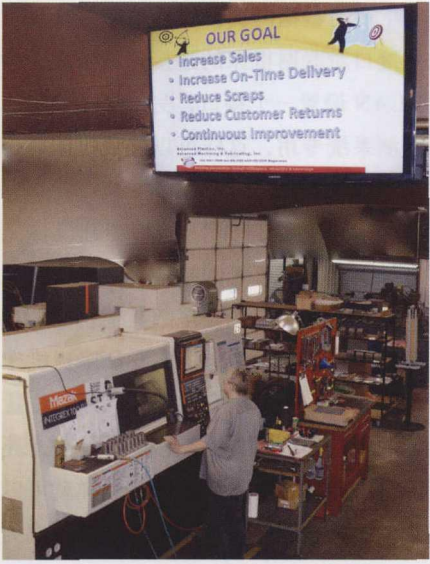


图4 除展示数据外，大屏幕显示器可实现的功能还有很多。FactoryWiz Monitoring的用户Advance Machine公司认为，团队中的每一员都应怀有相同的目标

系统平台) 的客户提供补充解决方案。

Edstrom 是 Virtual Photons Electrons 公司的首席执行官兼首席技术官。2006 年在 Sun Microsystems 公司就职期间，他参与了 MTConnect (一套将机床数据转化为通用互联网语言的互操作性标准) 的构想和框架创建工作。2010 ~ 2014 年间，他担任 MTConnect Institute 的主席及董事长，并任职 Memex 首席技术官三年之久。

由于 FOEE 概念认为，从经营管理角度看，机床运行数据对管理部门决策者而言具有利用价值，因此，Edstrom 应邀阐述了 OEE 和财务结果信息之间的联系。通过分析 FOEE，工厂可以了解机床性能如何对盈利能力产生正面(或负面)影响。工厂一旦具备这样的洞察力，就能够筛选出那些最适用的生产力改善措施。

Edstrom 首先以一个简单的数学公式定义 OEE 的概念。用可用率 × 表现指数 × 质量指数，会得出一个百分数结果，这就是 OEE。有了计算结果后，就能以工厂的最佳纪录或世界级的标杆指标为基准，比对己方类似的单元(一台机床、一个部门、一家工厂或整个企业)或对其进行评级。但是，在此基础上，车间和工厂

还需要关注盈利能力。管理者进行决策时，必须在设备部件生产能力最大化和设备盈利能力之间进行平衡。如果仅有 OEE 指标，决策者难以做出准确判断。

“提升某台特定机床某种特定产品的 OEE 有何价值?” FOEE 能够给出答案。或者说，它直接就“如果生产这款特定零件时不采用公司或行业最高标准的话，利润情况如何?”给出了答案。要得出 FOEE 值，每个产品和每台机床要有 3 个关键财务输入指标，即机床的销售单价、单位材料成本和每小时运行成本(OPEX)。FOEE= 公司每小时盈利 / 世界领先公司盈利。这一比率可以反映公司盈利能力与公司最佳表现或世界领先水平差距。

有了这一数据，管理人员在制订机床作业表时，除机床利用率外，还可以额外考虑到盈利因素。这样，他们就可以就特定作业比对机床，并选定每小时盈利能力最高的机床执行作业。正如在优选和评估持续改进项目时，各项目或作业的 OEE 指标是关键工具一样，FOEE 能够让人们快速了解这些项目的盈利能力。FOEE 工具能够在产品排产、指导持续改进、促进销售和营销方面为经营决策提供助力。

未来人力资源

Hosmon 首先提出了“车间生产力和盈利能力与人员行为密切相关”这一观点。机床操作者是否能够维持机床运转并按时完成作业任务，决定着工厂的盈利水平。FactoryWiz Monitoring 系统的开发商、Refresh Your Memory 公司总裁指出，客户往往高度关注机床性能和利用率，这就是 OEE 成为车间作业通用衡量因素的原因。

然而，机床监测系统数据也可以协助公司提升产能方程中的车间人员生产力数据。事实上，此类数据在员工绩效考核、激励计划管理、目标设定及识别培训需求等人力资源相关工作上可以发挥重要作用。为更好地解释观察结果，Hosmon 介绍了位于 Oklahoma 的工厂

Advanced Machining 公司的首席运营官 Scott Shortess 的经验。

Hosmon 介绍说，Advanced Machining 最初对机床监测很感兴趣，该公司认为通过增设设备的方式就可以应对产能限制，却忽略了提升生产能力并不意味着提升盈利能力这一事实。“我们认为，Advanced 需要做的是提升效率，而不是增设机床。”Hosmon 说道。安装监测系统后，工厂可以监测哪里发生了计划内或意外停机，从而对 OEE 数据造成影响。当该公司梳理工作流程脉络并将之捋顺时，操作人员行为对机床产能的影响也渐渐变得明晰起来。

这促使 Advanced Machining 决定，以双管齐下的方式使用好机床监测数据，充分发挥其作用。一是重新聚焦于流程改进，特别是能够实现减少设置工作和“为下一道工序做准备”等明确目标的精益制造技术成果。此外，还要进一步推动工厂的利润分享激励计划。Shortess 在 Advanced 推行的种种举措中，以数据结果为导向进行绩效考核和推行相应的福利政策是重要的一环。

工业 4.0 之路

机床监测系统不仅经济、便于管理，并且收效迅速。对大多数公司而言，只需向员工展示绩效数据，生产率就能提升 10% ~ 20%。更重要的是，在安装有机床监测基础设施、并具备相应工厂文化的情况下，制造企业可以轻易地完成机床和流程互联，以实现数据共享和自动响应。例如，可以将机床、测量设备和编程软件连接起来，组成自我纠错反馈循环。同时，也可以预测和防止部件故障或维护问题而导致的停机。

数据驱动生产对制造商来说是一个巨大的利好。因此，把它称作第四次工业革命或“工业 4.0”也就不足为怪了。机床监测是“工业 4.0”的必经之路。它是一种催化剂，能够催生种种连锁反应，既能够提升生产力，创造更多收益，还能为其中每个人带来切身利益。MM