

测量

车间测量和检验的竞争优势

即使是像 Alpha Grainger 这样的高体量机加工车间，每个部件也都很关键。因能力不足，无法完成大量部件的检验工作而丢了业务后，这家公司决定投资打造多套数字视觉系统，提高竞争力。

文 | BRENT DONALDSON



更多精彩请扫描二维码

Jake Grainger 先生在 Massachusetts 州 Franklin 经营着一家 90 000 ft² 的机加工车间。他正在数一个小型车削部件上的凸条花纹、边角和曲线，而每年这家公司都会生产几百万个这样的部件。

仅仅这样一个超高体量的液压自动组件上就有 20 多处特征，可见他们面临巨大的测量和检验挑战。“客户希望获得所有半径数据。” Jake Grainger 先生说道，“以及顶部的宽度和曲线的角度。公差都不能超过千分之一英寸。”如果只是一个部件，用 1h 测量是可以的，但是 Alpha Grainger 每年要生产几百万个（图 1）。

幸好 Jake Grainger 先生和他手下的 157 名员工在 20 世纪 90 年代早期便有了先见之明，自行研究出了一套检验解决方案。Jake Grainger 先生也是基于视频的计量系统开发工程师之一。这套系统采用高倍视频简化小部件特征的检验和测量过程。机器设有一个 X-Y 平台，可以将部件放置在前方便摄像头前面。打开摄像头后，部件的图像出现在计算机监视器上。监视器将显示部件的基本测量特征。车间现在仍在使用格雷辛格先生发明的几款机器，其中有些甚至还采用的是 Windows 93 操作系统。

“问题在于部件尺寸变化不一，我需要在在一个框架内捕捉所有尺寸。”他说道。



图 1 图中所示的小部件（超高体量的液压自动组件）在测量和检验时相当麻烦。需要对 20 多个特征进行验证。为此，公司专门从 Alpha Grainger 公司引入了全新的数字视觉系统

车间采用的仍然是传统的测量仪器，比如千分尺和涂层光学比较仪。这些基本工具使用起来比较费时，也容易出现人为错误。外国公司的竞争愈发激烈，我们丢了不少业务。“我希望的是部件放在摄像头前面，拍照，然后一切搞定。”他说，“之前，我也尝试过将减少部件测量方面的劳动力投入，同时实现检验的可靠性和频率明显提升。”

由于与国外竞争对手在劳动力成本方面存在明显区别，Jake Grainger 先生发现唯一的解决方案便是拥有竞争对手所不具备的能力。他原创的一款基于视频的系统便是该解决方案的一部分，但是存在一定的限制。该设备视野较窄，需要操

作人员不断调整位置。此外，清晰度不高，无法对 Alpha Grainger 生产的小型车削部件进行显微级测量。于是，公司进行了一项研究，来寻找更好的解决方案，提高测量尺寸不足千分之十英寸的部件特征时的速度、精确度、可靠性以及自动化程度。

“我一直都在寻找能够解决所有问题的方案。”他说道。而 Starrett 公司推出的数字视觉系统恰好能够达到 Jake Grainger 先生的预期。

向左滑动 确定新特征

如今，Alpha Grainger 工厂内已安装了 14 套 Starrett 数字视觉检验系统，其中一半以上为卧式模型。这些设备，例如

HDTV400, 包括一个安装在背光 X-Y 平台前端, 镜头可换的高清数字摄像头。部件放在 X-Y 平台上后, 高倍镜头将部件的微米级图片显示在互动式触屏监控器上。Starrett 的系统采用 MetLogix M3 计量软件。操作员用手指拖曳部件的特征轮廓, 即可定义基准点。然后将部件特征与部件的 DXF CAD 文档进行比较, 整个过程我们称为与屏幕上显示的实际部件的几何形状图片进行“互动”。Alpha Grainger 的机械工程师 Matt Ricci 展示了标准的检验操作。若干机器操作人员负责使用新款视觉系统快速测量部件, 而刚加入公司不到 8 个月的 Matt Ricci 先生的主要工作职责是进行详细的检验。

站在距离待检验部件的生产设备 Index 多轴计算机数控机床不到 5 ft 的 HDV300 前方, 里奇开始使用 DXF 文档对需要测量的特征进行定义, 然后规定了各个尺寸的具体数值。他使用万能销钉夹具将部件放在 X-Y 平台上后, 接着通过触屏监视器对各个可重复基准点进行定义, 比如部件的边角特征。手指在屏幕上沿着部件的特征滑动的同时, 他解释道: “在这里画条线, 然后对线条进行定义。弯曲线条, 校准设备, 确保即使部件倾斜也能够完成测量。所以, 我会在这里对弯曲进行定义, 然后我的基准点就在那个边角上。从这里出发, 每测量一处, 设备就会到这个点, 找到这个位置的线条。”

完成整个过程后, 他将若干相同部件排成一行, 进行半自动检验。检验完每个部件后, 系统移动到下一个部件, 并按照相同的校准设置自动重复检验过程(图 2)。

屏幕上, 沿着一个特征分布的黄色线条表示这个部件正在靠近预定义公差边缘。出现这条警告后, 第一步是确认读数是否为错误的负值。Jake Grainger 先生说: “发现尺寸不对的时候, 我们将规定程序进行处理。第一, 确定测量无误。比如是否有油污出现在沟槽里或者边缘上是否有毛刺。放大缺陷后, 除去毛刺, 问题即解决完成。如果问题不在这儿, 我们将会进行彻底隔离, 并将实际发现的

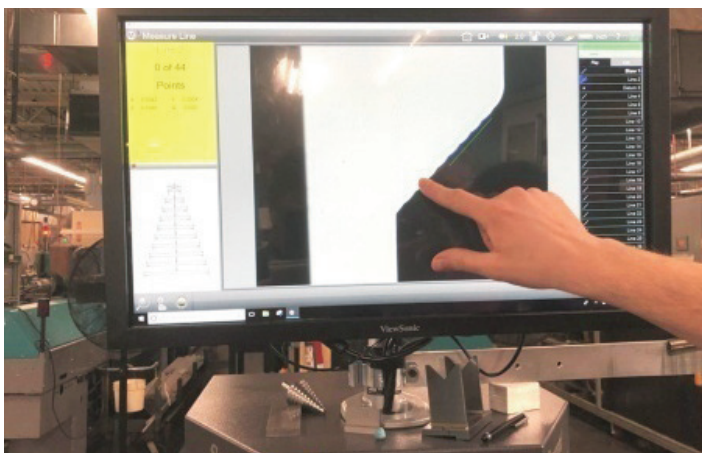


图 2 Alpha Grainger 公司生产的各种部件。这些部件看似虽小, 但是有很多的凸条花纹、边角和曲线, 导致测量和检验工作很难进行。而最难的是公司每年要生产几百万个这样的部件

情况告诉机器操作人员。”屏幕上的指示表明这个部件在限值的千分之十英寸内, 没有超出公差。

关于投资回报率

Jake Grainger 先生估计车间内完成一次这样的检验工作用时约 20 ~ 25 min。公司生产的大部分部件采用的是 H13 不锈钢, 所以一个切削工具最多能够处理 150 ~ 200 个部件。切削工具磨损和机械结构组件热膨胀, 这些都无法避免。我们需要一个在没有引入新的视觉系统情况下通过光学比较仪也能完成的持续重新认证和信息反馈过程。“人工测量每个部件大约用时 5 ~ 6 min。”他说道, “而且是简单的部件。画出十字准线, 读数清零, 然后移动到另一个基准点, 重新清零, 如此反复。有些部件带沟槽, 需测量底部密封件的内半径和边角板件。客户要求所有数据。”

“大家每次提到投资回报率时, 对这个概念其实根本没有任何了解。”Jake Grainger 先生说道, “我并不认为自己是错的, 我只是觉得新系统的价值显而易见。我测量过成千上万个部件。系统的引入明显提高了生产力和可靠性。根本不需要讨论投资回报率。有了这些机器, 部件报废率下降, 测量速度明显提升, 到达空前水平。”

之所以将测量和检验技术的投资回报率定义为一场阴暗的交易, 还有一个原因: 如何确定自己没有发现而系统检测到

的不合格部件数量? 如何证明某个数值为负?

Jake Grainger 先生手里拿着另一个更小也更复杂的汽车部件, 是 Alpha Grainger 为液压行业生产的关键部件之一, 每次生产量都是几百万个。但凡一个尺寸超出公差, 客户都会拒收。“对于部件而言, 根本不存在所谓的关键和非关键尺寸。”格雷辛格说道, “在你看来, 斜面只比规定尺寸大了千分之几英寸, 不足为虑。但是在客户眼里, 这个就是超出了公差, 必须退货。如果每次都因为几百万个部件中极少数几个存在缺陷而召回全部的产品, 我想我的车间早已关门大吉了。”

Alpha Grainger 公司一直发明各种基于视频的测量和检验系统, 后来投资入手了新一代的 Starrett 视觉系统, 形成公司的竞争优势。在 21 世纪初期, Alpha Grainger 在海外竞争对手的压力下丢掉了很多订单。公司作出了很多努力, 艰难维持生存。在引入视觉系统前, 开发一套适用于有尺寸参数 150 个的部件检验的工具和测量程序用时几周, 并且完成开发工作后, 还需要整整一天时间进行检验。为了提高公司的竞争优势, Jake Grainger 投资打造了第一套基于视频的检验系统, 后于 2015 年购买了 Starrett 系统。

“我发现, 如果我们能够找到一种方法缩短检验时间, 那么完成一项工作的成本也会明显下降。”他说道, “就是这么简单。比其他公司多付出一点, 换来的可能就是不可战胜的优势。” **MM**