

“扔掉加工规则手册，发挥创意”

Boxtrees Precision Engineering有限公司在Mazak Integrex上安装了雷尼绍测头，共同构成一套完全集成的“智能”系统，实现了单位成本低、零手动找正时间、无人加工、精度稳定性高及循环时间一致性等优点

Boxtrees Precision Engineering有限公司位于英国Halifax（哈利法克斯市）。公司生产经理Steve Randerson说：“一次性加工单个工件的单位成本与批量加工一千个工件的单位成本相同。”该公司在Mazak Integrex 200-IV ST上使用雷尼绍OMP400高精度触发式测头和NC4非接触式激光对刀系统，从根本上减少了无效益的对刀和工件找正时间。此外，工件精度和循环时间的一致性也有所提高，这些直接影响到生产调度，同时避免了大多数加工后检测工作。



Steve Randerson手持夜间无人监控生产期间制造的工件



Mazak Integrex多轴车铣中心的主轴上配备雷尼绍OMP400测头

Boxtrees为姊妹公司Boxford供应一系列教学用机床的所有机加工件，此外还承接其他分包工作。

Randerson先生解释说：“5年前，我对我们的加工操作做了详细的分析，发现机床40%的时间用于工件找正。这种情况必须改变，如何能将工件找正时间降至0%？现在我们做到了。许多公司选择在英国本土之外进行生产，以达到降低成本的目的，而我们则通过在本国提高生产经营方式来降低成本。我们需要什么就制造什么，我们生产的零件被广泛使用，为我们赢得了利润。现在大部分生产都是极小批量生产，包括单件，但关键是生产效率并没有受到影响。”

Mazak Integrex在供货时就配有雷尼绍系统，这台机床已在Boxtrees公司使用了11个月，是这个特大型机床车间中3台使用频率最高的数控机床之一，而车间中越来越多的手动机床则逐渐处于闲置状态。

当时，Randerson先生为200多个不同的工件编写了加工程序，这些工件可以用不同的材料加工，通常为低碳钢、铸铁或铝。这些程序中的每一个都依靠雷尼绍工件找正和刀具破损检测宏程序来控制制程，从而使Mazak多轴车铣中心发挥出最大的灵活性。

刀具寿命比切削时间更为重要

“每个人都在谈论减少切削工件的时间，”Randerson先生说，“而我更关注通过减少刀具磨损来降低刀具加工成本，因此我们的切削速度不再像以前那样快，这样刀具寿命就延长了20%。我还热衷于识别偶尔出现的废品，并确保其不会被用在最终装配中。如果超差零件被安装到Boxford机床中，则意味着需要花费4小时来拆卸机床才能将其更换。因此，这些程序使用最佳的速度和进给，以延长刀具使用寿命，同时略去任何不必要的机床移动，并采用各种逻辑，以允许机床根据测头系统的反馈做出‘智能’决策。”

制程控制中的工件找正和检测

白天，在操作人员在场的情况下，Mazak Integrex用于双主轴坯料加工——加工各种形状和尺寸的坯料；晚上，Mazak Integrex自动运转，加工通过送料机供应的材料。在上述两种情况下，工件的最终检测都通过机床上的触发式测头执行，测量值记录在文本文件中，然后反馈到生产调度系统，作为工件关键尺寸和某些特征是否超差（即出现废品）的永久记录。OMP400是一款超小型测头，采用创新的RENGAGE™技术，非常



Steve Randerson双手分别拿着坯料和在Mazak Integrex上生产的成品工件

适合在多轴机床上使用，具有无与伦比的3D测量性能。

白天进行坯料加工

每块原始坯料的尺寸差异迥然，通常不是过大就是过小。装载坯料后的第一项工作始终是使用OMP400触发式测头检查坯料长度，测头像切削刀具一样，在需要时从刀库中加载到机床主轴上。在某些情况下，坯料尺寸过大，可达到8 mm，因此程序将相应地改变第一面上的切削次数。



测试中的Boxford立式加工中心

如果坯料尺寸过小，将直接被拒绝，避免机床浪费时间尝试切削。加工循环期间，可以使用触发式测头测量坯料的特征，例如在增加键槽之前检查内孔。检查每个成品工件的关键特征，以保证该工件尺寸符合公差：在某些情况下，在设计中实际加入了额外基准特征，以方便测量关键特征。

夜晚通过无人操作的送料机供料

白天，在规划室内，联网计算机上的生产调度系统根据收到的订单（通常为当天才收到），加载需要在夜间加工的工件。这些工件的材质均为一种，主要为低碳钢、铸铁或铝，但是工件数量可以设定为1（包括1）以上的任意值。生产调度系统从数据库中调用相关加工程序，自动进行添加，然后根据要加工的数量进行调整。可以任意顺序混合添加任何工件，这些工件均取自标准棒料。Mazak Matrix控制器基于连接在Boxford集团网络上的计算机，接收来自网络的NC加工文件。

下班后，机器照常运转，触发式测头和对刀仪系统充当了加工过程中可信赖的“耳目”。如果成品工件超差，程序中的逻辑不会在此工件加工完成后，调用工件拾取器来拾取该工件；相反，工件将掉进切屑箱，因此不合格工件绝对不会进入装配环节。此时，编程的机床会制作另一个相同的工件，这样到早上就能够加工出足够的工件。合格的工件将被收集到工件传送带上，工件的尺寸将被记录并报告给SPC系统。

Randerson先生仔细分析了数据之后说：

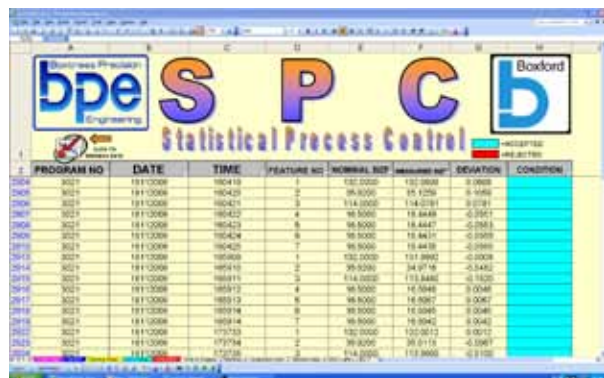
“机床开始生产不合格工件的一个主要原因是热漂移现象所致。假设机床在规定的温度范围内运行，热漂移可能是由于周围环境造成的。夜间加工车间内不开启供暖设施，因此温度会很容易逐渐降低10°C以上。与其他同类产品相比，Mazak具有很高的热稳定性，但是测头的测量数据允许程序中的逻辑对夜间的这种热漂移现象进行补偿。”

昂贵的调度软件？

能胜任所有这些工作的调度软件是什么样的？无疑会很昂贵吧？答案出乎意料，是Microsoft Excel。实际上，这一综合系统的关键只是Steve Randerson先生采用的创造性思维和逻辑，然后通过电子表格命令汇总所有数据并控制制程。程序中的同一个文档包括许多功能：记录接收的订单、成品工件的测量值、SPC分析和加工程序数据库。



调度系统控制数量、加工程序及设定程序



Boxtrees开发了自己的SPC系统，以记录用于分析的测量数据

使用切削工件的同一台机床进行检查？

某些机床业内人士认为，机床在切削工件时可能会引入某些误差，因此在同一台机床上进行测量是不可取的。但是Randerson先生不同意这种看法。他说：“我们在切削时，严格控制在典型公差10-12微米范围内，这一范围完全符合机床定位和测量精度要求。对于一个生产批次中加工完成的第一个工件，我们将进行全面的离线检查，对于其他工件，则进行偶尔的独立检查，但实际上我们一点都不用担心。机床测头系统的精度比我们以前用来检测每个工件的手动检测设备的精度要高得多。这是因为我们过去曾依赖塞规等检测设备，但还是有不合格工件流入到装配环节中。”

刀具破损检测

Integrex安装有雷尼绍NC4非接触式激光系统，可以在加工开始前设定刀具长度和直径，但是也可用于快速进行破损检测，发现明显的刀具长度变化。

小型易损刀具在每次使用后都要进行检测，不易破损刀具可以不进行检测，但是也取决于切削的材料。同一把刀具可用于切削6种不同的材

料，因此如果切削铝制材料，可以不需要检测，但是对于铸铁材料来说，可能需要定期检测刀具。如果检测到刀具破损，机床不会停止运转，因为Randerson先生不想浪费生产时间或损失一个工件。通常在这种情况下，会装载相同的备用刀具，继续加工。

制造导向型设计

部件经过重新设计，以适合在Integrex上加工，同时提高加工效率。公司随机床一起购进了一套大容量（120把）换刀系统，但即使是这种系统，也无法容纳先前需要的所有刀具，尤其是还要考虑到备用刀具。Steve Randerson为设计师准备了一张简短得多的刀具列表，这些刀具可用于加工各种材质的工件——为此对换刀系统进行了一些调整以存放刀具。不仅如此，他们还更加重视工件的公差和表面光洁度，通过仔细检查每个特征，而不是关注总公差，来确定实际需要的功能和外观。

刀具控制和工件找正

Boxtrees还有一台具有长固定工作台的Mazak VTC300数控机床，工作台可用一个坚实的隔断一分为二（尽管偶尔会去除隔断，以切削超大型工件），三轴移动都在机床主轴摆头上进行。操作人员可将工件安全装载到一半工作台上，同时机床在另一半工作台上进行切削；然而，过去在设定工件时，机床就会进入闲置状态，从而浪费大量时间。主轴上安装的雷尼绍触发式测头，现在可用于正确设定工件，消除了制作或购买复杂夹具和手动设定工件的麻烦。

VTC通过刀具识别系统（基于刀柄上的芯片）能够装载48把刀具，但是并没有随配对刀系统，因此可能会在加载刀具数据时出错。雷尼绍改造了NC4激光系统，以控制对刀程序，通过在机床程序中采用逻辑程序，机床再也不会出现类似错误。因此，每一次加工都准确无误。

Boxtrees Precision Engineering有限公司和Boxford教学用机床

Boxtrees隶属于Boxford集团公司。现在，Boxtrees 90%的生产都是制造Boxford教学用机

床，以及为Boxford集团隶属公司RJ Mobility和Protex Developments提供零件制造服务。RJ Mobility公司制造定制的轮椅，Protex Developments公司为制药行业生产通风橱。此外，Boxtrees还承接大量分包工作，客户包括600 Lathes和Renold Gears，而且现在具有承接更多分包工作的能力。

目前，Boxford教学用机床的市场需求量非常大。Boxford并没有像许多制造企业一样受到当前经济衰退形势的影响，这在很大程度上得益于大量出口订单。许多国家认识到培训学生使用数控机床的重要性——Boxford正在为北非地区的学校生产136台机床。

Boxford机床有各种配置，包括数控车床、立式加工中心、精心设计的联合车床和加工中心，以及数控路由器。对机床最重要的限制是其需要适合通过标准出入口，因为很少有学校像工业厂房一样配备装载门。

所有机床均由计算机上运行的软件控制，还包括功能全面的CAD/CAM软件包，用来培训学生使用图形设计工具，全面模拟设计的工件和加工过程。机床是制程中将学生的2D和3D CAD设计转换为实际工件的最后一个环节。没有制造经验的学生能够设计出复杂零件，并在5分钟内用Boxford机床加工出来。

Boxtrees展示了卓越的加工效率

Steve Randerson证明雷尼绍工件测头和对刀仪系统与Mazak机床正确集成，并在创新软件的配合下，能够构成一款生产小批量复杂零件的高效系统。正如Steve总结的那样：“机床设定时间骤减，从数小时减至零。过去我们有大量的生产积压任务，现在再也不是问题了。”

关于雷尼绍

雷尼绍是世界工程技术领域公认的领导者，在产品开发和制造技术的创新方面享有盛誉。自1973年成立以来，雷尼绍便致力于为全球不同规模的企业提供创新产品，旨在帮助企业提高生产力、改善产品质量并提供性价比优异的自动化解决方案。

遍布世界各地的子公司及经销商为用户提供优质服务和技术支持。

产品包括：

- 用于设计、原型制作及产品制造的金属快速成型和真空铸造技术
- 用于高精度线性、角度和旋转位置反馈的编码器系统
- 坐标测量机 (CMM) 与比对仪专用夹具系统
- 用于加工件比对测量的比对仪
- 用于恶劣环境的高速激光扫描系统
- 用于机器性能测量和校准的激光干涉仪与球杆仪
- 用于神经外科的医疗设备
- 用于数控机床工件找正、对刀及检测的测头系统和软件
- 用于材料无损分析的拉曼光谱仪
- 坐标测量机专用传感器系统和软件
- 坐标测量机和机床测头专用测针

如需查询全球联系方式，请访问 www.renishaw.com.cn/contact



RENISHAW已尽力确保发布之日此文档的内容准确无误，但对其内容不做任何担保或陈述。RENISHAW不承担任何由本文档中的不准确之处以及无论什么原因所引发的问题的相关责任。

©2010-2014 Renishaw plc 版权所有

Renishaw保留更改产品规格的权利，恕不另行通知。

RENISHAW标识中使用的**RENISHAW**和测头图案为Renishaw plc在英国及其他国家或地区的注册商标。

apply innovation及Renishaw其他产品和技术的名称与标识为Renishaw plc或其子公司的商标。

本文档中使用的所有其他品牌名称和名称均为其各自所有者的商品名、商标或注册商标。



H - 5650 - 3229 - 01

发布 2014.12 文档编号 H-5650-3229-01-A