刀具管理系统

刀具管理促进工艺流程标准化

从接到订单至最终交货，航空部件制造商一直在努力消除流程上的变数，而对切削刀具库存严密的控制对这项工作具有关键性的意义。

文 | Matt Danford

“如果要让一个重要部件及时发货需要报废少数切削刀具，那么就应该报废它们。”航空制造商 Applied Engineering 公司绝大多数车间员工都一直存在这样的心态，而在紧急的情况下这种态度也是可以理解的。但是这样的态度仍有可能给这家企业造成不少问题，而这家企业的运行要依靠其一系列柔性加工单元，这些单元由总计 29 台卧式加工中心构成，每台加工中心配备着多达 200 件单件刀具的刀库。尽管已有一套刀具管理系统用于决定每台设备所使用的刀具情况，但在后续过程中由于总体缺乏可靠性而导致耗材成本增加，从而使客户逐渐视为不可接受的流程管理。

图 1 尽管“柔性加工系统”恰如其分的描绘了 Applied Engineering 公司 7 条自动化卧式加工中心生产线，但这些系统的成功取决于对流程一致性和通用性

如今，整个状况出现了非常大的改观。这家加工厂的新系统是一套严格的以自上而下式控制为特色的刀具库，实践证明，执行一套行之有效的流程对于完成特定的任务是至关重要的。“我们的经理讲清楚了一个事实，生产高品质的部件要求采用一致的流程。”项目经理 Brad Bohnet 这样说，他在带头实现这项转变方面做出了不少贡献。“如果你控制好自己的输入，就能达到可预测的输出。”

这套新系统以 3 种方式提升了流程的一致性：确保每一把新换上刀具都与被换下的刀具完全一致，注意可能出现的问题，同时限制刀具更换次数。他表示，在整整一年期间，成果体现在报废量减少了 62%，刀具成本降低了 18%，而机床工作时数攀升了 28%。而达成这些目标花费了公司近 5 年的努力，从努力深入体察刀具性能开始，直至登上定制软件的顶峰，用定制软件来驱动公司的 Robocrib 系统，即一套由 Autocrib 公司（位于加利福尼亚州 Santa Ana）供应的工业化“自动配发”系统。而要想理解这个方法是如何演进形成的，则要求我们先理解为何标准化对于公司的生产战略有着如此重要的意义。

柔性制造的标准化

也许位于美国南达科他州 Yankton 的占地 92 000 ft^2（1 ft=304.8 mm）的 Applied Engineering 生产设施当中最引人注目的特色就是其极高的运行自动化水平。Makino 厂内长长的卧式加工心生产线主宰着这个厂房，轨道引导式托盘穿梭车为它们提供服务，其间只有一两个员工在工作。每个安装在托盘上的立碑式夹具架上配

满了全套专用夹具并有可能在多台机床之间来回移动，每台机床都有可能对不同部件执行不同的加工操作。每台机床的每周运行时数近140 h，任一条生产线都可能每天完成多达12项作业的部件加工，这些部件均为铝质部件。这些由4台或5台机床组成的所有单元当中的7个单元让这家公司拥有足够精良的装备，足以满足典型批次规模为15~25件的航天、通信和导航等系统不时波动的生产需求。

成功生产既依赖通用性，也依赖一致性。Bohnet先生说，举例来说，即使是一套已经验证的例行加工程序，它总是采用同样的方式来处理那些进入到卧式加工中心工作区内的部件。但班次与班次之间也有可能发生一些细微的差异，这些差异来源于一些看起来毫不起眼的原因，例如各个装夹操作人员拧紧紧固螺钉的次序。这也就是为什么每一道工序都附带着一套指导书，其中包含了大量书面和图片文档，文档中说明了生产优良部件所需要的每一项操作步骤和生产资源。这些详尽的指导书代表着公司在过去几年间做出的许多标准化改革措施之一。这些改革努力最初受到了客户对于更详尽的流程文档需求的推动，而随着生产过程不断地精简化，这些努力获得了新的发展。从中学习到的经验是，生产的成功取决于一套有效并经验证的体系，在某些部分出错时，只能将原因归咎于体系。例如，对于部件装夹的严格指导不仅改进了质量，而且让夹装操作人员不再为绝大多数生产问题担负责任，这样做反而有助于找出其它需要改进的领域。Bohnet先生这样说："有一种形象生动的比喻，就是说当你降低溪流的水位时，就能看到更多的石头，这完全是Applied Engineering公司目前的真实写照。"

图2 Applied Engineering公司专业加工复杂航空部件。这些部件采用6061铝合金加工而成，加工批次量为20个，并要求公差为 ±0.000 4 in

露出来的"大石头"

2010年采取标准化改革措施时，不合格产品报告揭示出，刀具管理问题就是Bohnet用谚语比喻的溪流中至当时为止出现的"最大石头"。这种揭示对于他本人或公司刀具管理团队的其他人来说并不惊奇。公司的Robocrib自动刀具配发机多年以来一直提供在可追溯性和存货控制方面的多项优点，但是这套系统没有提供对刀具反复折断及存在极大不一致性问题的深入体察。在寻找答案时，这个团队开始梳理从这29台Makino机床上换下来的每一把硬质合金刀具的具体情况，记录每一把刀具持续使用的时间，更换原因以及机床部件编号。

在其后2年间，他们每天花费2 h搜集这些信息并将信息汇总到一张Excel电子表格当中。Bohnet先生说，这项工作十分繁琐，但从这些数据总结得出的趋势证明了这项工作非常有价值。在认识到刀具性能的更深入洞察对流程规划和故障排除所具备的良好前景之后，这个团队在2010年采取了一些步骤来实现数据采集的自动化，其中包括与DGI Supply公司（位于伊利诺斯州Wheeling）的合作，这是一家DoAll Company公司的分公司，它是Applied Engineering公司的综合刀具管理供应商，双方合作改造了Robocrib的默认数据输入栏目，用于在每次刀具更换时采集相关信息。

这个团队对于刀具管理的设想远远拓展到了采集数据的范畴以外，他们还想要将这些数据利用起来，但这又涉及到花费2年时间与DGI Supply展开深入合作，再次调整了输入栏目并做出了其它改造。因为他们所设想的方案要求经过一定水平的专门化处理，而这种处理能力是Robocrib刀库无法现成提供的。但是Bohnet先生说，如果这个刀库

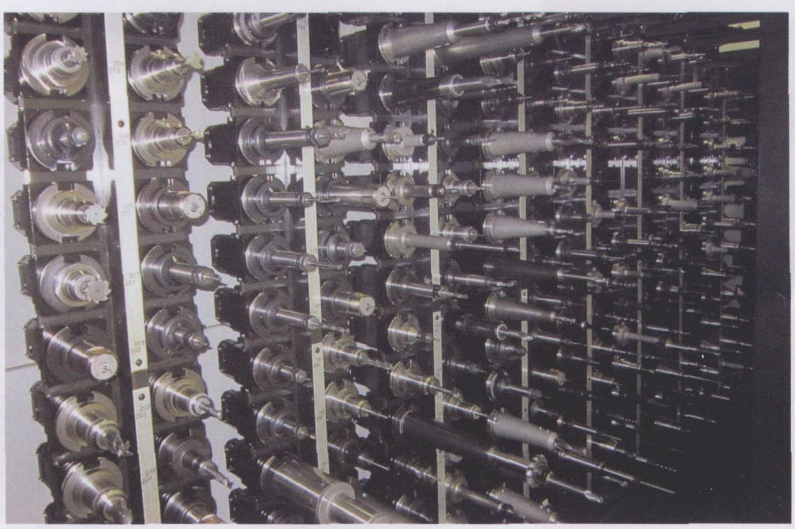

图3 基于每台机床的刀具库都拥有超过200个不同的刀具站，所以切削刀具库存的控制就具有关键性的意义

Chainflex®
高柔性电缆:
13800万次往返运动
3621号测试
CCMT
CCMT 2014
欢迎莅临 CCMT2014
N1 馆 212 展台
易格斯控制电缆测试
CF98.05.04在动态运行的拖链中运行测试，已达13800万次往返运动。测试在易格斯自有实验室中进行（实验室占地面积1,750 m²）。
▲反馈服务编码M2276
igus® the-chain
易格斯移动供电更便捷

的软件没有足够的灵活性，不能够应用于其原本设计意图之外的用途的话，那么这家公司的目标是不可能达成的。也就是说，必要的能力已经具备，只是需要一些巧妙调整以及密切供应商伙伴的帮助，这些目标就能达成。

锁定清单

在这些全部经过改造的数据输入栏内，员工必须填写旧刀具的相关信息才能更换它，而这项要求对于公司实现的最终目标特别关键，也就是 Bohnet 先生所说的“锁定”刀具清单。“刀具编号或作业站”栏目用于接受 7 位数编码的输入，这个编码根据刀具的特性以及使用此刀具的机床标识出每一把刀具。以刀具 253t117 作为假想示例，这个编号指第 5 套柔性制造系统（FMS）的第 3 台机床的 177 号刀具（最前面的“2”用于指示此刀具属于 FMS 区域，用于会计用途）。通过调出这个编号可揭示出这把刀具是一把 3 排屑槽的 0.5 in（1 in=25.4 mm）平头端铣刀，而且这个编号也能揭示这把刀具的完整使用情况。最重要的是，对刀具 253t117 的追踪独立于机床上的其它刀具，即使其它刀具在每个方面都与此刀具完全相同。

Bohnet 先生说，将每一把刀具作为独一无二的实体进行处理是让这套系统得以正常运转的两项限制条件当中关键的一项。首先，当刀具 253t117 断裂或磨损时，会由员工前来更换它，而 Robocrib 刀库将会限制员工不能取出该编号刀具以外任何其它刀具。这有助于确保流程的一致性，也就是确保所有编程员要求采用刀具 253t117 进行的加工程序都在使用的同样的 0.5 in 3 排屑槽端铣刀。第二，在未得到批准之前，员工只能在一段规定时间内取得规定数量的刀具。例如，如果对于 253t117 的限制是 10 天内 2 把刀具，那么这段时间取得第 3 把刀具就要求由主管授权取消此项限制。根据刀具的历史性能数据，这种限制能够通过识别出以其他方式可能检测不到的潜在慢性问题而改善流程。这样还减少了刀具更换的次数，甚至降低了发生差异的可能，即使这种差异的量级只不过相当于同处公差范围内的 2 把刀具之间在打磨上的细微差别而已。

自这家公司从去年 8 月份实施此项锁定刀具清单措施以来，不仅每周刀具支出降低了 2000 美元，而且提高了流程的一致性。Bohnet 说，与此同时，产品报废量持续大幅下跌，公司正在朝向每生产百万件产

图 4 目前已经利用被动性 RFID 标签获取刀具架在整个加工厂内的行踪

图 5 公司每 6 个月会将近期没有用到过的刀具架向后移动至库存的前面以便进行重新使用。除了显著地节约成本之外，这种重新认证和循环使用的体系对于流程标准化做出不小的贡献

品只出 50 件缺陷品的目标顺利前进着。

完善刀库

尽管 Although Applied 公司在其刀具管理新方法上已经进行了长期的开发，但一个始终存在的问题妨碍着锁定刀具清单措施发挥出全部潜能。Bohnet 解释说，加工作业有时候要求将刀具加长伸出其刀架，以便够得到某个部件的表面特征，或者避免刀具碰撞到侧壁。之前，唯一的选择方案就是调整并更新此刀具的 Robocrib 刀库条目以适应这种要求。但是，问题在于这个加工程序有可能几个月或几年才会重复出现一次，甚至有可能再不会重复出现。与此同时，这把刀具将一直保留在机床刀库内，而由于经过改造，所以编程员在再次调用这把刀时，经常不得不变更切削参数。

正如以上方法的结果所示，其解决方案已经出现了。与此同时，DGI Supply 公司一直在协助改造 Robocrib 刀库，并还一直在与 Applied 公司合作实施另一套新系统：即 Autocrib 的 Intelliport，一种受员工身份 ID 控制的刀具库入口通道，并内置了 RFID 跟踪功能。最初安装这套系统的目的是提供刀架的可追踪性和自动生成订单，而且这套系统还方便于一项刀架重新认证和循环使用计划的制订，这项计划大幅减少了对订购新刀架的需求。但不久之后就发现了这个计划能够明显地减轻由于改造刀具而带来的问题。

Bohnet 先生解释说，这套 Intelliport 系统可以将任何经过改换或加长的刀具组件作为特殊刀具而不是标准刀具输入到系统内，这样，相应刀具就可以加装 RFID 标签并在作业完成后归回到刀库内。这时，重新认证程序就能接手工作。每 6 个月这套 Intelliport 系统就会发出一份“慢用或无用库存”报告，标明这段时间内没有被使用过的刀具组件。于是公司将检查这些刀架以确保它们满足规格，如果在近期内不再需要使用它们，通过提供一种将改造后的刀具组件从车间回收的机制就将其打散并回收至库存当中。这个计划起到了改善流程的作用，同时在去年通过回收用过的库存节省了 23 万美元。

藏在溪流中的石头

Applied Engineering 公司将继续微调改进其刀具使用规范，寻找并创造新的效能。但这个项目涉及到将每个员工所执行的刀具更换的数量与其相关问题数量进行对比。其思路不在于惩罚员工，而是检视最好和最差工作结果之间的差异，并相应地制订出标准化的工作程序。MM