数字化刀具管理方案

文 |MFC 特约撰稿人

中国在精密零件加工生产能力上非常卓越，中国加工业又以中小企业居多，为提升生产效率会导入自动化进行升级，这些多属于设备智能化升级。但生产过程中刀具除了扮演重要角色外，更是贯穿整个生产流程，从整个生命周期来看，跨越生管、设计、制造、仓储，各工作点均涉及外部硬件与软件交握。所以需要有一个系统进行刀具管理，不仅可以有效控管刀具库存，更可优化排程分配刀具，优化生产流程，进而达到节省人力之效益与成本控管。本文探讨如何以刀具管理为核心搭配周边硬件与上层软件协作，对刀具进行标准化、系列化管理，并由基础刀具扩展至 AOI 刀具识别防错、AOI 刀具磨耗检测等加值技术，来提升刀具最大效益。

刀具管理发展趋势

制造业在经过这波贸易战与疫情影响，造成部分高度依赖人工管理之制造模式受到冲击，促使工厂数字化管理转型应用需求大幅增加。制造业中只要有机台加工就会需要刀具管理，且刀具管理需求依据不同生产型态有所不同，像是精密模具或大型加工件，其加工时间长，用于刀具管理时间短，但二次加工代工生产，工件种类繁多，其加工时间短，要管理之刀具种类众多，所以刀具管理时间长。这些都需要透过标准作业程序、人员训练与繁复人工介入才能达到之基础管理，在实时性、精确性与数据交换性上都稍嫌不足，所以才逐渐发展成智能化管理系统。

刀具使用贯穿整个生产流程从一开始生产设计、制造，到最后的仓储管理等，都带着丰富流程信息，所以针对不同应用领域，对于刀具应用真正在意之数据需求也都不同。在学术上刀具管理定义为制造资源之利用率维持在可接受水平下，确保正确刀具能适时地出现在合适之机械设备的能力，所以刀具管理目的是为确保刀具能适时地出现在正确之机械设备上，而使机械设备不会因缺乏刀具而闲置。刀具管理应串联生产排程、刀具仓储、刀具量测与设定、刀具运送、刀具识别、刀具检测与刀具寿命预测等机能，来确保生产品质。

由 Sandvik 集团统计之数据发现在加工生产过程中 16% 计划作业停止是由于缺乏刀具造成，30% ~ 60% 是刀具库存量不再掌控之中，20% 是加工师傅花时间在刀具寻找上，40% ~ 80% 是管理人员花时间在寻求适合刀具上。由此可看出，刀具在现代精密零件加工企业中所占比重很大，而目前管理现况却让刀具部分成为企业之加工能力瓶颈，限制企业核心竞争力。国外很多研究也早已注意到这个问题，为此发表了大量论文并开发相应刀具管理系统软件。尤其近年来，刀具管理系统技术得到大幅发展。国外发展较为成熟刀具管理系统商用软件主要有：美国刀具供应商 Cincinnati Milacron、英国 CTMS 公司的 CYMS、德国 TDM Systems GmbH 公司开发的 TDM Systems、瑞典 Sandvik 公司商用刀具管理软体 Auto ~ TAS 等，所以依据厂商属性分之，目前刀具管理相关厂商主要分为三类，以加工制造应用技术为主的刀具商或系统整合商、数字卷标为主的 IoT 供货商、以及机床整机的

设备商。制程应用为主的刀具商或系统整合商在加工制造上有较多刀具管理实务与应用经验，如刀具管理系统中最知名 Sandvik 子公司 TDM Systems GmbH，其所开发之刀具管理软件 TDM 整合数个系统模块，可以从刀具零件、库存、切削参数、刀具寿命、工厂营运管理等方面对刀具进行全方位的管理。

为管理系统方便，并整合母公司 Sandvik Auto ~ TAS 软件，提供对切削刀具、量具、夹具整个制造生命周期的控制，涵盖了采购、统计与报告、刀具室的管控和质量管理，整合从设计到制造的全部过程。此软件透过刀具数据和图形化的创成与编辑、刀具专业技术和三维图形整合到 CAM 规划中，以及在生产线组织完整的刀具周期等三大核心能力，在刀具管理领域具领导地位。

刀具商为主之刀具管理系统在刀具品牌支援上受限，有鉴于此各大机械整机厂（如 DMG MORI、MAZAK 等），刀具设定仪器商（如 ZOLLER、TRIMOS 等），数字仓储设备商都纷纷投入发展与建置。其核心为机械设备本身衍伸至多系统软硬件数据整合，其中比较著名为 ZOLLER 提供的 TMS 。基本功能与上述 TDM 软件之刀具管理系统相同，但对于制程优化软件等加值功能的串联较少着墨，而是以实际在产线端应用的设备为基础，应用识别标签（一维、二维条形码、电子卷标），将设备有效数据最大化利用，使刀具管理应用更贴近使用者工作操作。

在刀具管理中 IoT 供货商注重于工具提供而非系统的整合，如 Balluff、TURCK 等公司，于刀具中嵌入无线射频辨识 RFID 芯片设备，推出高可靠度且多频段切换的短距离通讯 RFID 刀具系统。通过无线射频识别技术与刀具数据标准化，如编号、尺寸或刀具寿命资讯都可以通过 RFID 系统与刀具硬件链接，具有一定程度可靠性，且数据可随时调用。快速地监控刀具入库和流出、精确地管理刀具及其参数，大大提高刀

具管理效率，防止加工时装错刀具或忘记装刀具情况发生。所有与刀具相关的数据以短距离通讯的方式储存在 RFID 内存中，在加工过站时定点读取或复写，此为分布式管理。分布式管理具有不需要数据库维护与产线联网的优点，其应用较直觉但 RFID 数据空间有限，只能在范围内取得数据，不利于工厂整线管理。此类 IoT 供应商通常会与 SI 厂或整机厂合作，回到开发刀具管理软件建立中央数据库式管理，在刀具移动、装载作业时基于数字卷标硬件触发实时更新数据库。在现代化加工过程中，可以保证刀具最大利用率和设备最长运行时间。

刀具管理机能

数字化刀具管理方案主要目的是协助企业在进行机械制造时，对刀具运用技术或其相关活动进行管理，透过管理进而达到有效控制成本。传统刀具管理是透过人工登记方式，对刀具进行数量统计、领取、登记、选用与保管等，不只是需要人力去实现每项业务，也消耗大量时间在过多流程上，导致效率无法提升。刀具管理系统其基本核心为刀具数据流通，会以刀组应用资讯数据库为主，主要为刀具信息的设定、显示、纪录传递媒介，软件结构可包含系统数据、加工参数应用、库存数据、工具联网、制程文件、作业统计、数据查找等项目。

刀具管理透过统一管理接口统整用户进行管理、读写器基本参数设置、识别刀具、刀具数据库管理等基本功能，为后续刀具寿命管理等加值软件建置基础。

用户权力管理

用户管理最基本的功能就是决定哪些人员能够操作系统且对其进行信息的增、修、删、减等。一般会针对使用者登录人员合法权限群组配分可操作功能范围，搭配使用账号密码或识别证卡等方式登入，这就保证刀具管理系统的安全，同时便于对刀具、刀片仓等系统的管理。

读写器基本参数设置厂区刀具智能管控首要三个要项分别为：1. 准确的识别；2. 实时性的定位；3. 有效的资料交握。数字定位识别靠的是使用 RFID 无线射频卷标或 QRcode 卷标，读取数字 ID 作为刀组存取过站确认，于过站后由中央系统主导上传下载应用信息至设备上。传统的方法为雷射雕刻二维码于刀把上，金属表面需要使用特殊读取器否则反光导致识别困难，且条形码本身环境耐受度不佳会有磨损等问题造成应用领域受限。而 RFID 成为环境耐受度佳且运作稳定的选择，信息较为弹性并可自动化的做法，重复使用、可自带数据，缺点为卷标本身价格高。近期也有厂商发展出可以长期使用的贴附式条形码标签，具容易读取、抗污损、贴附性佳、价格合理等优点。

刀具识别

当数字二维码到达无线射频的识别范围时，显示接口就会显示识别到刀具的各项参数资讯，透过与各种主系统的交握，随时掌握、纪录与检测刀具的状态以及刀具在系统中确实位置，以增进刀具管理之效率与准确性，避免刀具和主系统刀具信息不匹配；另一方面减轻操作者的负担。可以避免机台本身的伤害，如掉刀、撞机等所引起不利生产之情况发生。

刀具数据库管理

在刀具数据库管理方面，刀具数据库系统需包含以下功能：(1) 刀具登录：包括数据建立、修改、领取与缴回；(2) 刀具查询：包括供货商查询、使用及切削条件、库存数量、机器持有、所在位置；(3) 采购登录：包括采购单建立、修改、入库登录、供货商数据建立、修改；(4) 采购查询：包括个别采购、年月采购、年月入库、尚未入库等。配合刀具室地图，可协助管理者快速找到刀具放置位置，省去找寻时间。

量刀仪

对产线直接人员而言精准量测刀具只是个开始，数字传输使量刀仪与生产的每一站无缝交换刀具数据，从工作准备到 CNC 加工机中，一致性的可靠数据、μm 级的高精度刀具数据，这是网络化制造关键性的一步。

AOI 刀具识别防错

当生产线在换线或置换时，需要人为确认刀位认知，有时因为疏失造成刀具位置放错误导致撞刀。所以需要在刀库上安装可识别的感测组件，进行刀具外型识别，确认刀具的正确性，避免撞机导致的停机维修时间。其功能模块主要透过刀库在旋转至交换区时，除透过 RFIDtag 了解刀具信息外，也透过影像实时拍摄，进行刀具外型识别，如车刀、铣刀等，更进一步比对刀长、刀径

尺寸等视觉应用。

AOI 刀具磨耗检测

金属切削过程中，刀具的健康状态影响加工质量，目前加工产线都以人为判断并提前换刀的策略，此作法往往会造成刀具浪费。因此透过 AOI 刀具磨耗检测技术，可有效控制加工质量与提高生产效率，其系搭配机床刀库系统来执行检测任务，当每次刀具交换回到刀库检测区时，影像撷取模块会撷取出刀具的端面影像，搭配影像分析方法进行刀具端面与刀腹磨耗之检测。

(1) 英国 CTMS 公司的刀具管理系统 (CYMS)：

它由一系统软件模块组成，可配置 16 个终端，分别设置在刀具库、刀具设定室、量测室、供应室等，各终端直接与中心数据库连结，整个系统的作用可以概括为：改善刀具的访问时间及控制发送在外的刀具数量；不断更新刀具库的库存信息，直接用刀具预调量测数据以调定刀具；提供刀具购置提醒资讯；提供刀具用途分析报告。

(2) 美国 Cincinnati Milacron 公司的刀具系统软件包括下列五大机能：

刀具库零件管理、机台设备刀具分派、刀具的调度与搬运、刀具检测、刀具的信息处理。

(3) 德国 Delkel 开发的 ToolManager 辅助刀具管理系统：

适合于加工单元、弹性制造系统甚至整个工厂的刀具监控、追踪管理。其软件功能包括：刀具的库存；刀架配置的优化；刀具装配安排；各零件刀具的需求；刀具寿命管理。

(4) 瑞典 Sandvik 子公司的商用刀具管理软体 TDMSystems：

可使刀具管理实现自动化。该系统能监控刀具从有效地点进入刀具库，直到机台设备上的整个加工过程。它能保证在开始加工

一批新的加工件时，预先对刀具做合理的准备，并对刀具的状态和加工过程进行监测。此系统能发现刀具的临界磨耗状态和确保刀具库存量的合理性，大大提高生产的弹性和可靠性以及设备的利用率。该系统可在各加工阶段优化与刀具管理组成有关的各种因素，进而缩短准备、结束时间，减少工厂刀具存放量，提高刀具的使用寿命。

国内现有的刀具管理软件

目前，国内现有的刀具管理软件产品，绝大多数软件由企业和研究单位根据企业的实际需求订制，主要的目的是实现刀具信息的运算与管理，功能单一，主要解决刀具的库存管理以及领出、归还等简单的动态管理。进阶一点的会配合智能刀具库、刀具管理系统、智能刀具车等软硬件解决方案，但也只针对刀具方面。目前缺少的部分是刀具与前端的 CAD、CAM 等 CNC 制造商业软件串接，以及与后端的仓储、ERP 等企业资源相关软体整合，这样刀具管理信息才能会与整个生产周期息息相关，协助企业才能从生产制造面到经营管理面都升级转型。

结论

刀具管理方案之导入，对企业原本的生产流程一定会有冲突，困难点在标准操作流程与人员观念要落实，所以刀具管理流程一定要能弹性调整。工研院数字化刀具管理方案能够协助企业在生产过程中的刀具、夹具和量具进行整体的流程化管理，并通过实时追踪刀具的采购、出入库、校准等过程，来最大限度延长刀具寿命与极大化利用从研发、生管到生产必须共同分享刀具应用数据。有基础的刀具数据的管理与建置，就可通过对刀具寿命的预测，为生产制造工艺提供决策支持，配合工研院数字化刀具管理方案 AOI 刀具识别防错、AOI 刀具磨耗检测等技术，丰富刀具管理的内容，增强了刀具管理系统在企业的适用性，实现刀具多环节管理与企业其他系统的信息共享和交互，最终目标为活化制造生命周期信息流动提升刀具性能，进而提高工厂的生产力。MFC