

# 机械加工的精实化与智慧化

文 | 巫茂炽

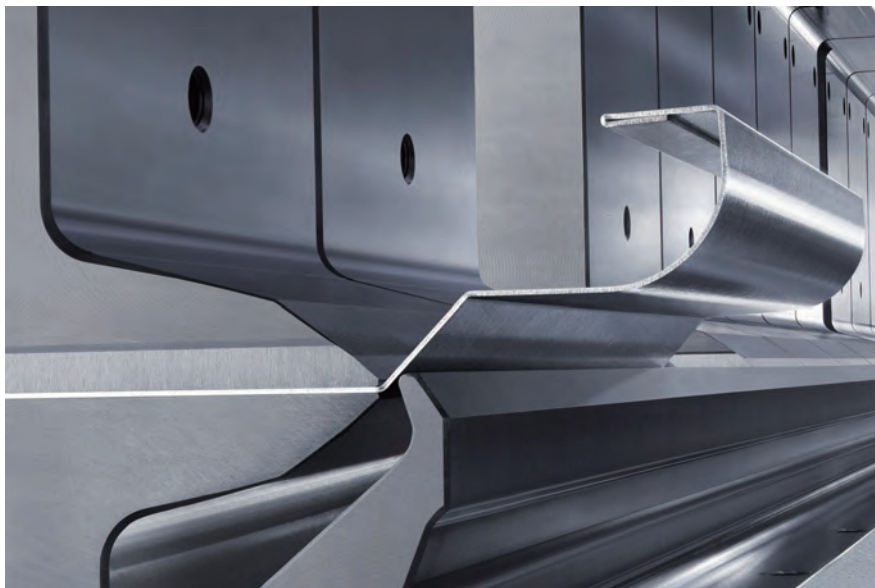
机器加工厂的客户，对于精密机械零件的要求，依序为 QDC，质量 (Quality) 一直都是最重要、最优先，其次是交期 (Delivery) 短比价格 (Price) 低更重要。大量客制化的趋势下，质量不打折、交期最短，已经是机械加工业为顾客提升价值的关键要素。

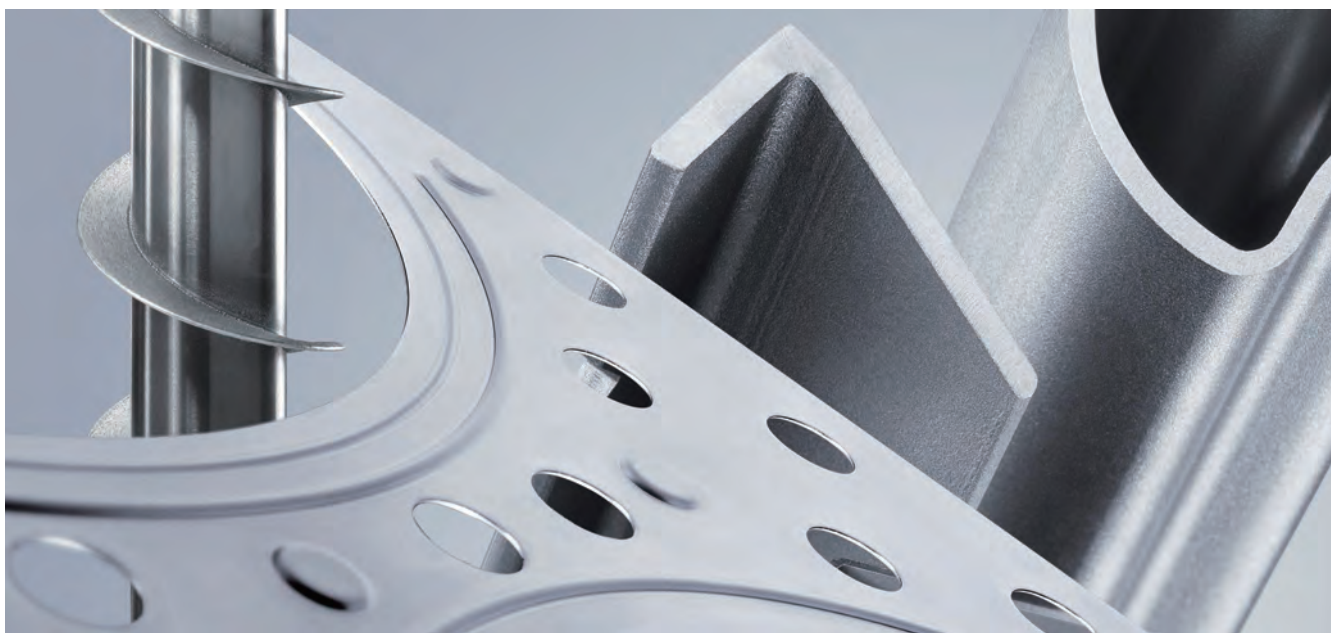
智慧机械推动办公室网站 SMB 专区数据显示，从 2018 年 2 月 2 日到 2020 年 12 月 31 日止，经济部工业局智慧机顶盒 (Smart Machine Box, SMB) 辅导计划，已经有 5301 台设备安装并完成验收。从案例分享的成果整理发现，顾客在意的成本、交期、售价提升、良率这四项占比合计约 10%。现阶段 SMB 成果，90% 聚焦在设备观点价值，如稼动率、减少纪录作业报表时间、数据收集时间、实时监控、生产履历、建立标准工时、自动报工、异常通知与停机等信息。

把加工制程连起来，减少在途量 (Work In Process, WIP) 和等待的浪

费，是加工厂落实精实管理，消除浪费、交期最短的流程价值。SMB 实时收集加工运转中的设备信息，让设备运作实态、加工信息可视化并分析改善，是智能化创造的数据价值。

智能结合精实管理的流程技术，可以从加工价值链大幅提升顾客价值。精实和智慧是相辅相成的，本文将精实加工流程的观点，说明机械加工业应用智能化，在加工设备点与线，创造的顾





客价值。

### OEE 是衡量设备运作价值的指针

整体设备效率 (Overall Equipment Effectiveness, OEE) 是衡量生产设施有效运作的指标, 它是良品率 (Quality Efficiency)、性能效率 (Operational Efficiency)、稼动率 (Availability Efficiency) 相乘的结果。用精实管理的浪费观点, 影响 OEE 的主要因素为不良品浪费 (Quality Loss)、产效浪费 (Performance Loss)、可用浪费 (Availability Loss) 和排程浪费 (Schedule Loss)。

排程浪费和可用浪费是事先就知道的, 透过 SMB 可以更精确的知道计划与实际的差异。排程浪费是经营管理的

议题, 如节假日、工作量不足无法满足设备可以安排的整体时间 (All Time)、例行性会议、定期保养检修、产线调整等。可用浪费是生产计划的停机, 如计划变更停机、缺料停工、换线停机、设备热机时间、设备故障维修等。

产效浪费和不良品浪费是设备加值异常的情况, 事件发生才有的信息, 譬如设备故障停机、预警停机、换料工时异常、换线工时异常、不合格的材料、不良品等设备运作异常事件、起讫时间、次数等信息。在设备上安装传感器 (sensor) 和 SMB, 就可实时撷取以上的实际信息。

拜 IoT (Internet of Things) 信息技术发展之赐, 透过智慧机顶盒收集设备运转正常与异常的实际状态, 每台设备的每个事件都自动实时的撷取并纪录到

数据库, 成为及时正确的加工日志数据库。将数据库内的纪录, 以设备为主体筛选数据, 经过正确的归纳、合并、计算后, 得到 OEE 运算需要的分子良品数、实际效率、运转时间, 和生产数、计划效率、排程时间等分母数据。OEE 内的良品率、性能效率、稼动率是衡量设备效率的指标, 故 OEE 是评价设备在加工工序创造价值的点指标。

### 加工 LT 是衡量流程价值的指针

加工 LT (Lead Time) 是零件从素材投料, 经过复数个加工工序到完工合格的加工流程时间总和, 包括各个工序的搬运、取放、加工时间, 和工序间等待时间。

以零件加工制程为主体, 每个工序的开始加工时间、加工完工时间、完工

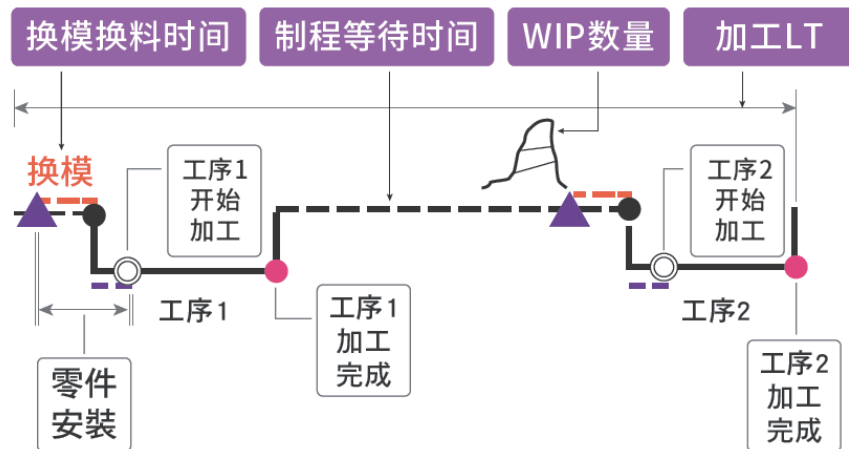


图 1 加工流程图

数量等信息，可以从加工日志数据库筛选出来，再依据零件制程的工序顺序，将以上信息组合起来，可以得到零件加工 LT 时间，以及零件工序相关的信息。如图 1 加工流程图，零件在工序 1 和工序 2 的 (换模换料时间)，工序 1 或 2 的开始加工和加工完成的期间就是 (加工时间)，工序 1 的加工完成和工序 2 的开始加工就是 (制程等待时间)，工序 1 完工移转到工序 2 尚未完工的数量就是 (WIP(Work In Process) 数量)，工序 1 零件安装开始时间到工序 2 加工完成时间的总和就是这个零件的 (加工 LT) 时间。

精实加工追求的目标是加工流程化，也就是说零件的每个工序，一个接一个产出，没有等待时间、没有 WIP、最短的换模换料时间。作者 2020 年 5 月及 6 月，从数家在改善效益良好的加工厂，取得 SMB 收集的加工日志案例数据，以零件加工流程架构分析，发

现三个主要问题：①制程间等待的时间很长、②批量开工与移转工序间的 WIP 数量起起落落、③开工后被插单造成后续工序等待时间变长。以上问题若被改善可以缩短加工 LT 的时间，故加工 LT 是评价零件加工流程的产线指标。

### 精实智慧加工、缩短加工 LT 提高顾客价值

精实化源自 TPS 两根支柱的稳定 (自动化) 与配套 (JIT) 观念，透过标准作业 (SOP) 的建立与改善，用流程分析技术创造价值。智慧化则是运用演算逻辑，透过数据的收集与分析，进行实时监控与持续检讨，用数据分析技术创造价值。

精实智慧加工 (Lean Smart Machining) 是以加工流程的标准作业为基础，根据加工流程分析的需要，实时撷取每个工序的数据，并被自动纪录存到数据库。读取并运用数据库的内容

做数据分析，用设备观点将每个工序的设备 OEE 可视化，用产线视角看零件的加工流程，可以及时呈现换模换料时间、制程等待时间、WIP 数量、加工 LT 等的浪费或变异，经检讨与改善，让下次流动的更稳定、更快速。

精实化是追求单件流，工序间没有等待时间、没有 WIP，加工连起来，让产线流动的应有之姿。智慧化除了立即呈现加工点与产线实态的问题，搭配标准作业，在上线计划开工前，模拟工序间的浪费、WIP，事前排程优化，事中的动态派工微调，落实加工连起来，让制程间的等待时间与 WIP 的变异最小化。

精实与智慧结合的精实智慧加工，实时采集流程上的数据并分析，可以强化并改善精实流程，缩短加工 LT，创造加工价值链更高的价值。MFC