

善用制造信息揪出制程细节的魔鬼

文 | 叶立伦

中国台湾的中小企业发展趋势

中小企业为中国台湾省经济发展的推手，2019年厂家数为149.1万家，占企业总数的97.65%，较2018年增加了2.5万家，成长1.72%，特别是资本额小于500万元的有124.4万家，所占比重超过八成，指出中小企业的资源局限性；在就业人数方面，2019年中国台湾省中小企业聘用人员有905.4

万人，占就业总人数的78.73%，较2018年成长0.99%，也可知中小企业在就业市场的关键地位，详见表1。

目前，中国台湾省中小企业多数面临二代接班问题，既有经营知识及能力如何传承，或资深老师傅将退休，年轻人如何掌握制程技能，或年轻人不愿待在工厂，只好聘外劳填补劳动力，又碍于外劳无法长期留任，导致制造人力的

不稳定性，或业务人员面临竞争者抢单压力，却无法弄清楚工厂产能，如何快速响应及接单，更不用说企业内部的物料采购、质量管理、人力安排、仓储等相关管理功能，或跨企业合作的物流配送、通路铺货、营销推广等运作机制，在在是当今中小企业的经营痛点。

自2011年起，德国提出工业4.0的新概念，强调智能制造、虚实合一、

表1 2017-2019年中国台湾省企业统计

项目	中小企业			转型		
	所有企业	所占比重	中小企业	所有企业	所占比重	壮大
单位	家	%	千人	千人	%	
2017年	1437616	97.7%	8904	11352	78.44%	
2018年	1466209	97.64%	8965	11434	78.41%	
2019年	1491420	97.65%	9054	11500	78.73%	

人机协作等，美国、日本、韩国及中国大陆也陆续推动相关方案，让智能制造成为全球制造业的重要趋势，也带出数字转型的新契机，不仅是自动化设备、机器人等软硬件投资，更可能是生产现场的设备联网及信息搜集，包括工厂内机器的联网互通、流程整合与自动化、供应链信息透明及整合等，牵涉到大量信息的流通、分析及管理，利用数据找出生产现场的痛点，并在营销、研发、采购、后勤支持等不同流程中，找到既有做法的缺陷，再进行优化，提升制造工厂的竞争力，如提升质量、附加价值、缩短生产周期等，并对应外部顾客要求及竞争者压力。

随后，受到新冠疫情影响，随着区域政治经济不确定性的提高，进而衍生供应链重组、远程监督及控制、非接触式作业等制造方案，也有不少中国厂商积极评估及投入，但既有厂房的机台设备与组织文化不易改变，特别是资源有限的中小企业，必须在既有资源与基础上，找出一条务实可用的路，才有最优化解决方案。

智慧机械及 SMB 政策

中国台湾省企业有九成以上为中小企业，受限于人力、物力等限制条件，推动智能制造及数字转型等创新，经常面对信息人力不足、成本效益不彰等问题，无法像大型企业有丰富资源，尝试失败打掉重练即可，如何选择关键制程加以推动，短期先建立有感战果，再逐步扩散至其他流程，同时善用中国台湾省地区的机械、自动化及系统整合、资通讯等产业基础，加上产学研等单位资

源及专业能量，将有助于最优化制造方案的快速落实。

为建构智慧机械产业之生态体系，特别是资源有限的中小企业，生产数据多半采用纸本记录，再仰赖人工输入系统，不仅有几小时或数天的时间落差，更可能因人员欺瞒或输入错误而差异甚大，需要协助中小企业数字化，也是“智慧机顶盒（Smart Machine Box，简称 SMB）辅导计划”的推动主因，协助机械与制造业企业导入设备联网、生产管理可视化与智能化应用，进而提升国际竞争力。

国内制造业应用案例

SMB 可用来收集机器设备的加工信息，如控制器的操作指令，或 I/O 卡撷取的机台电器讯号，或三色灯讯息的当机（红灯），待料、换模、无人操作等（黄灯）及正常运作（绿灯），或加工机台的生产周期、等，可掌握生产现场实时状态，有效改善制程问题，同时做到防微杜渐，进而提升产出质量。

本文探讨两家中小型制造厂的机台联网及生产信息加值案例，说明资源有限的中小企业，如何面对内外部顾客及竞争者挑战，即使厂区内机龄不一的中古机台，如金属加工机的车床、铣床等，仍可发展智能制造及数位转型方案。

汽机车、手工具机、医疗器材等金属零件制造业

甲公司专精于各类工具机的制造技术，如车铣复合、精密车床等，特别是难切削材料及精密零件加工，已应用于汽车、机车、自行车等车辆零件，以及

手工具机、光学、电子、轴心等金属工件，也积极开发骨科及牙科植体、医疗器械等高附加价值产品，持续提升竞争力，并扩大获利空间。

生产痛点

导入 SMB 系统之前，甲公司生产数据都是纸本抄写，再用人工输入系统，一定会有时间差，也可能输入错误，管理阶层很难掌握机台的实时稼动信息。因此，业务人员面对顾客要求时，无法立刻弄清楚产能状况，常让急单拱手让人，这种生管信息的时间差及错误问题，也会衍生很多有形、无形成本。除此之外，该公司想切入国际车厂的供应链，必须通过 ISO/TS16949 和 IATF16949 等车规认证，如何掌握生产制造的实时资讯，同时改善生产管理体系，也是持续精进的当务之急。

解决方案

本案进行 15 台走心式车床的 CNC 控制器连线，首先布建工厂内的网络系统，协助导入智能机顶盒，并建立智能联网系统。具体功能有：设备联机设定管理功能（工厂内生产设备无实体网络线，导入之初先架设厂内网络系统）。

数据撷取与储存管理功能：本案用一台资料服务器及两台 SMB 搜集机台资料，每台 SMB 联网上限为 10 台。

设备稼动管理功能：机器运作可区分为四种稼动状态，OFF 代表未开机，显示灰色；RUN 表示正在加工，显示绿色；机器闲置（IDLE）时，显示黄色；最后，机器故障时，以红色表示，通知现场操作员或设备工程师前往排除警告（ALARM）状态。透过机器圆饼图之颜色占比，协助进行机器稼动率管理，

改善 IDLE 或 ALARM 状态，进而提升生产效率。

稼动甘特图：了解各设备 24h 稼动状态，知道设备何时是无生产状态，如 IDLE 或 ALARM，以利于提升稼动率。

稼动明细表：持续累积稼动信息，可查询某机台生产各产品的加工时间，提供精进生产管理的有用信息。

完工计量管理功能：立即制作当日生产报表，不用人工抄写纸本数据，大幅精简时间和人力。另外，立即汇总当日生产料件和生产效率，提供简易的机报工系统。

故障主动通报功能：利用设备异常警告广告牌，协助管理者掌握异常状况，也有两阶段示警功能，当第一阶段示警 10min 仍未处理，即会发出第二阶段示警，有效改善异常处理能力，进而提升机台稼动率。

导入 SMB 第一阶段的重点工作为搜集机台信息，找出闲置生产设备，提升机台稼动率。另外，提供客制化报表，协助管理生产进度，随时掌握机台料件状况，减少每日生产报表的统计时间。

透过 TCP/IP 网络通讯技术，可以取得三菱控制器信息，如工件数、机台运作状态等。接着，统计各工具机的生产信息，以图表方式呈现于广告牌系统，达到目视管理功能；透过联网平台的实时信息，快速地掌握机台稼动率及相关信息，再汇整成各机台的当日产能、达标率及利润。

管理者利用客制化的机况广告牌，可清楚掌握生产进度与每日产量，也能输出 EXCEL 文件，显示各机台的当日产量、稼动率、利润和生产起迄时间。

应用效益及未来展望

透过 SMB 辅导计划，甲公司建立 15 台走心式车床的机联网系统，让管理层在第一时间掌握机台稼动状况，透过可视化系统，展示实时且详实的生产信息，也会促进业务推广，不必浪费时间追踪生产进度，立即告诉顾客能否接单，有助于顾客关系的紧密连结。

在量化指针部分，已导入 SMB 系统的 15 台走心式车床，每日停机时间由 120 分钟缩短至 70min，每日产量增加 560 个，以全年不停机现况来看，每年产量增加 20 多万个，相关投资在一年内回收，多数生产信息自动化输出，也减省生产人员作业的九成，奠定了智能工厂的信息化基础。

展望未来，甲公司利用既有机联网系统，再用 I/O 卡或 CNC 控制器，即可联机至新设备，掌控整个工厂的机台状况，促进制造效益极大化，进而提升生管效率。

自行车金属零件制造业

乙公司创始初期为机械、马达及五金工具的制造商，随着生产技术的持续进步，转型成为自行车、汽车等零件的供货商，特别是自行车零件的花鼓、踏板及避震器轮组等，已拥有多个技术专利，成功推出自有品牌，并将产品推广至国际市场，成为自行车大厂的主要供货商，期望追随整车厂的成长脚步，促使企业不断精进，迈向永续经营之道。

生产痛点

导入 SMB 系统之前，乙公司生产状况不清楚，让经营团队很头痛，主要因为生产数据仰赖操作员填写，可

能谎报或书写错误，再由生管人员输入及统计，即使花费大量时间及精力，仍然无法有效掌握，也可能得到错误讯息，无法快速追踪及改善。

为解决老板们的头痛问题，希望导入智慧设备联网的可视化管理，正确呈现机台状况及生产信息，也提供每一机台的生产日报表，包括当日产量、稼动率、利润、生产起迄时间等，汇出 EXCEL 档查存，有助于掌握实时生产状况，并解决人工操作的生管问题。

解决方案

乙公司厂区内无实体网络线，首先建构厂内基本网络，再进行机台联网作业，包括 12 台 CNC 立式铣床与 8 台走心式车床，可依据管理者要求，提供每一机台之生产日报表，精确地掌握每日生产状况。

同时，透过网络交换器串接生产设备与 SMB 间之网络通讯，并用 SMB 设备，实时撷取 20 台设备之生产现场资料，汇整成稼动率的可视化信息，也有实时导出的生产报表，解决了生产资料难掌握问题，奠定下一阶段升级智能制造信息化工厂的基础。另外，借由以太网网络联机各生产设备之控制器，只要勾选是否联机、控制器厂牌、机台名称、控制器 IP 等，即可读取与搜集各机台实时状态及相关信息。

乙公司透过机联网的生产现场监控系统，做到厂内生产状态的可视化，实时掌握工厂机器状况，进而监控及改善生产问题，拟定优化生产策略，促使生产效率极大化。具体内容如下。

设备稼动管理功能：查看联机各设备机台之实时运作状态、实时稼动率、

表 2 设备实时生产日报表

机台名称	程序名称	今日预计产量	今日实际产量	成本	生产效率 (%)	预期成本	实际成本	建立时间	更新时间
Machine-01	O0023	350	350	26	100	9100	9100	2020.5.6	2020.5.6
Machine-01	O0502	200	200	12	100	2400	2400	2020.5.7	2020.5.7
Machine-01	O0012	580	556	10	95.86206897	5800	5560	2020.5.7	2020.5.7
Machine-02	O0008	300	300	9	100	2700	2700	2020.5.6	2020.5.6
Machine-02	O0031	350	350	10	100	3500	3500	2020.5.6	2020.5.6
Machine-02	O0032	200	200	12	100	2400	2400	2020.5.6	2020.5.6
Machine-02	O0036	600	600	10	100	6000	6000	2020.5.7	2020.5.7
Machine-02	O0036	600	501	10	83.5	6000	5010	2020.5.7	2020.5.7

当前加工程式，以及工件产量等信息，随时掌握机台稼动状态与产量。

稼动圆饼图：了解某区间稼动状态 (OFF、RUN、IDLE、ALARM) 之占比，协助改善 IDLE 或 ALARM 问题，有效提升生产效率。

稼动甘特图：了解各机台 24h 稼动状态，知道设备何时是无生产状态，如 IDLE 或 ALARM，以利于提升稼动率。

稼动明细表：累积长期稼动信息，可查询任一机台生产各产品的加工时间，提供精进生产管理的有用信息。

完工计量管理功能：立即制作当日生产报表，不用人工抄写纸本数据，大幅精简时间及人力。另外，立即汇整 20 台 CNC 机台的当日生产料件和生产效率信息，也提供简易型的机报工系统。

故障主动通报功能：利用设备异常警告广告牌，协助管理者掌握异常状况，也有两阶段示警功能，当第一阶段示警 10 分钟仍未处理，即会发出第二阶段示

警，改善异常处理能力，进而提升机台稼动率。同时，配合客制化需求，提供生产日报表导出 EXCEL 文件，以便查看各机台当日产量、稼动率、利润和生产起迄时间等信息，减少统计生产日报表所花费的时间。

应用效益及未来展望

透过 SMB 系统的辅导，乙公司导入 12 台 CNC 立式铣床与 8 台走心式车床的智能联网系统，促进五项智能化生产管理功能，不再仰赖人力追踪生产进度，成功地解决管理阶层的生管问题，也提供客制化的可视管理系统，包括各机台实时稼动率、设备生产履历查询、设备日报表输出等功能，并进行完整的教育训练，让管理阶层熟悉操作网页，所有智能联网装置采用独立的局域网络系统，避免有心人士窃取生产信息，也将推动下一阶段生管升级，包括汰换老旧设备，逐步推广至其他设备，推动所有设备的全面性联网，以及横向、纵向

管理功能的串接。透过生产稼动状况的可视化，国际顾客可实时掌控生产现场状况，已跳脱传统制造厂的刻板形象，有助于海外顾客的品牌认同度，进而推广优质国产品。

以量化效益来看，乙公司为三班制作业，每天运作 24h，全年工作超过 360 天，导入前每部机台、每天停机时间为 580min，导入后缩短至 500min，减少幅度达 13.8%，以导入的 20 台设备来看，每日产量增加 1040 个，每年产量增加近 38 万个，投资经费大约半年回收，也奠定了智能工厂的信息化基础，透过长期生产信息的累积与分析，可导入更多智能化功能，如大数据分析、产能预测、制程模拟、最优化机台规划等，有助于多样化、批量产品的生产制造。

善用 SMB 创造生产价值

中国台湾省企业多数为中小企业，

向来有快速变化的经营弹性，也是国际大厂的重要供应商，具有竞争者难抗衡的性价比优势。随着后进厂商的快速崛起，中国台湾省企业也面临二代接班、制造技能传承、劳动力欠缺等问题，如何巩固既有竞争优势，甚至创新专业能力，是当今制造厂必须思考课题，有效善用 SMB 方案，可以创造制程改善、生产效率提升、产品销售增长、顾客关系链结等价值，值得审慎评估。

不同于国际大厂，中国台湾省中小企业的资源有限，难以用“打掉重练”的智慧联网方案，有效串接不同产品、制程、机台及应用系统，端赖供需双方的共同合作，才能发展需求导向的最适化方案，再用将本求利方式复制扩散，也要组织文化的配套调整，以及专业技能的同步提升。

以金属加工业为例，每家工厂的机台数量约 20 ~ 50 台，更有 10% 左右为老旧机台，多数机龄超过二、三十年，建置机台稼动监控与管理平台，必须修改机台既有接口，如更换 PLC、加装 I/O 卡等，才能进行整厂设备的智慧联网，部分业者碍于专业能力限制，或修改机台的潜在风险高，可能索取高价费用，或仅串接有开通通讯界面（如控制器）的机台，大幅限制了智能联网的应用价值。此外，每家工厂的制程差异大，所强调的监视项目也不同，必须有定制化解决方案。

例如，利用完工计量管理功能，实时制作当日生产报表，大幅减少主管时间及人力，自动汇整设备的当日产量及生产效率，提供简易型的机报工系统（如图八），也可透过 Line 推播方式，将“生

产完成数量”与“当日设备稼动率”，主动通知生管人员及相关主管，协助客户掌握最新生产状况。

或者是设备故障主动通报，利用 Line 推播方式，主动通知“停机过久无人处理”，让现场主管及维修人员掌握实时状况，也可发展设备异警广告牌，显示异常状况的机台，透过两阶段示警功能，提供异常机台的处理顺序。

智能联网以 SMB 与数据服务器建立信息平台，整合工厂内部所有资源，包含机器与系统信息、工人技术与知识等，以及应用市场需求，透过网络实时联机至信息平台，才能掌握生产现场状况，有效改善工厂问题，拟定优化生产策略。

为有效阐述 SMB 方案的建议，本文区分为供应端的设备制造厂、系统整合厂（SI），以及需求端的传统制造厂，说明有效方案的必要条件。具体内容如下：

以设备制造厂的角度来看，中国台湾省机械制造厂多与国际代理商合作，并在全球市场有代表地位，如金属工具机、塑料机械、纺织机械、木工机械等，对于终端顾客的制程需求所知有限，也凸显出整合解决方案的局限性，面对智能制造及数字转型趋势，必须积极创新发展，强化制程 know-how 及定制化方案，同时结合工业物联网技术（IIoT），以及机联网功能、大数据分析、人工智能等新科技，利用自动化弹性制造单元，创造终端顾客需求的系统整合方案。

对系统整合厂而言，为创造整厂机台信息的联网平台，系统整合厂必须串接所有机器设备，同时提供顾客需求的

客制化方案，才能发展一目了然的可视化功能，达到快速因应的实质效益，除了市售标准化的套装模块外，系统整合厂更应有能力串接老旧机台，进行机械码程序的转译，达到所有机台信息撷取及应用，异常发生的第一时间即快速警示，甚至是用生产信息发现陈年问题，或是维护保养及防微杜渐，协助顾客精进制造技术，才能提高制造厂导入 SMB 意愿，协助生产信息的数字化转型。

而传统制造厂的部分，机联网的机台数据搜集，主要是透过机台的控制器，或加装 I/O 卡及传感器于机台上，再与 SMB 连结，将厂内机器信息搜集起来，并进行机械码程序的转译，将生产现况可视化，持续监控与改善生产问题，协助拟定优化生产策略。

多数制造厂面临日益激烈的竞争压力，可借用整厂机台信息的联网平台，协助优化生产效率，利用数字转型创造新竞争力，也必须慎选优质服务商，同时培养厂内人员的数位化智能。具体内容概述如下：

有效收集生产信息，创造可视化、透明化、数字化等应用价值。

运用大数据分析、物联网等新科技，发展制程模拟、预测等智能化功能，以利于最适化机台规划，如相同质量水平，但生产速度最快，或固定生产速度，但质量良率最高，进而精进相关管理制度及顾客关系。MFC