

从机联网到智能制造的必经之路与挑战

文 | 邱创均

近来因担任智能制造辅导团的顾问，以及参与智慧机顶盒（SMB）辅导计划与制造业智能应用升级辅导计划（SMU）审查工作的缘故，并有机会到工厂访视辅导，观察到国内的中小企业和系统整合厂商大力投入制造数字化及智能化生产以提升企业智能制造水平，并致力于促进精密机械升级为智慧机械，看到各方的努力，实在令人相当敬佩。

智能机顶盒可以说是数字转型的起点，当然还有很多要努力的地方才能达到智能制造的境界。就个人观察，从机联网到智能制造有一条必经的道路，便是实践精实管理之路。

初见 SMB 成果与各界期待

自 2018 年开始由精机中心执行推动智慧机顶盒（SMB）迄今，四年来已累积不错的成果。至 2021 年底将促成超过 7800 台设备联网，原先预计会以汽车及其零件制造业、机械设备制造业、金属制品制造业、塑料制品制造业为主。其实，还包含计算机电子产品及光学制

品制造业、电子零部件制造业、其他运输工具及零件制造业、纺织业、基本金属制造业、乃至食品及饮品加工制造业。可见各产业对发展工业 4.0 与追求智能制造的殷切期待。

借由精实管理支持智能制造

目前设备机联网建构，像是让机器可以说话。运用 IoT 技术便可实时自动地将设备生产数据撷取、储存与呈现，让机台状况（稼动率、妥善率、故障原因）、效能、产量、加工参数变得可视化，机台亦可实时主动警示，以利做应对调整。因此，受辅导业者对于生产履历纪录，提升设备稼动率及节省生产数量纪录时间等均表示满意。然而，SMB 和 SMU 仅解决“人、机、料、法、环”中有关机器设备部分，其余“人、料、法、环”等功能尚需要有对应的数字解决方案工具。而精实管理正是改善人、机、料、法、环的基本方法，以下将举例说明为何精实管理是通往智能制造的必经之路，数字化工具如何与精实管理相辅

相成，携手迈向工业 4.0。

在机器监控管理上，借由 SMB 等数字化工具让机器设备运作及制程讯息可视化后，除记录生产过程中的浪费 Muda（如：机台空闲时间、在制品过多数量等），确实有利进行机器故障原因分析，透过预警提醒的缩短维修时间并可有效制定预防保养，如此以来便可提升稼动率与妥善率。

有关物料的智慧化升级方面，相较制造现场中移动性较低的机台与设施布置，移动性较高的物料就更容易隐藏了很多浪费。信息透明化有助于呈现物料在不同工作站流动情形，或是在制品堆积的水平与周转率数据等实时呈现出来。当发生了生产过多 (overproduction) 或呆滞 (idle) 的浪费，可以透过广告牌管理立即呈现，但若不经精实管理，例如降低批量大小，运用删除浪费的方法加以改进，其效果仅止于信息透明而已，唯有透过精实管理的方法去改善，才能根本解决浪费的问题。

在流程方法方面，尤其在组立工厂，

有智慧的自动机器显然是不够的，还需要运用 TPS 手法建立配套供料机制与人机协作的标准作业，缩短组装的周期时间，。并结合物料储位管理，以节省备料时间的浪费，如此才可以真正效能提升。从东海大学刘仁杰教授所教授的 TPS 课程的学生研究案例中即可发现，透过产线平衡的方法，可能只要修订批量的大小，或稍微调整副线作业，让主线更加平衡流畅，便可大大降低前置时间。

在环境方面，目前各产业智能化的层次不同。若以中小企业而言，扎实地运用 5S 改善环境，删除浪费，所得的效果不见得比加装 SMB 的效益低。但若是透过精实的基本功删除八大浪费，再加上应用整体安全的考虑即可在硬件外观上营造一个良好的工作环境，而在内在方面，落实精实改善追求完美的理念，更可深植于组织 (physical/non-physical) 企业文化之中。

最后一点必须强调的是人员精实管理的训练的重要性，正因智能制造的前提要件是将

“人、机、料、法、环”透过精实管理建立作业标准，若无标准，即无法辨识差异，若无差异，则系统亦无法进行优化。因此员工精实管理的训练将是成就智能制造以达到弹性化的重要基础。

通往智能制造的精实基本功夫

通往智能制造的道路当中，当然不会偏离一般制造业所追求的效益，例如，提升生产力、缩短前置时间、减少不良品与降低库存等等。因此运用数字化与

ICT 科技时提升制造能力时，更应该运用精实管理加以检视每一个流程。用基本功夫，诸如 5W2H，审视每一项动作流程的价值，并以精实五原则：确立流程价值，以下游客户拉式带动生产，平衡产线流畅，持续改善追求完美，必可在人、机、料、法、环的环节上奏效。

随着 SMB 计划的推动，似乎各企业都越来越能够看到问题点，也能列出执行优先级。至于要如何落地导入“精实管理”？在 SMB/SMU 计划之外，经济部工业局也于 109 年度起推出“机械产业精实管理 /TPS 补助计划”，与导入系统整合之信息管理系统 (SI) 相辅相成，目标是可以更进一步推行至供货商，促使母厂带动上游供货商一起投入精实管理，以提升准时交货率及生产效率与信任度与合作强度。个人觉得这是一个相当好的促进智能制造的模式。

机联网只是通往智能制造的一个起点，过程中一定离不开精实管理，如此才能更有系统的聚焦整体价值，乃至每一道细微流程的价值。

以精实管理理念响应智能制造的挑战

中国制造业面临缺工的问题将日趋严重，正是推动智能工厂与智能制造的良好契机；但目前在中国特别仰赖人力，或许因自动化、数字化、智慧化相关设备的经济效益不明而裹足尚未投入智能制造的公司应该也不少。企业除了经济效益的考虑之外，未来在推行智能制造的挑战还相当多。在此，个人提出三点挑战供迈向智能制造进程的参考，同时也可凸显精实管理的重要性与必要

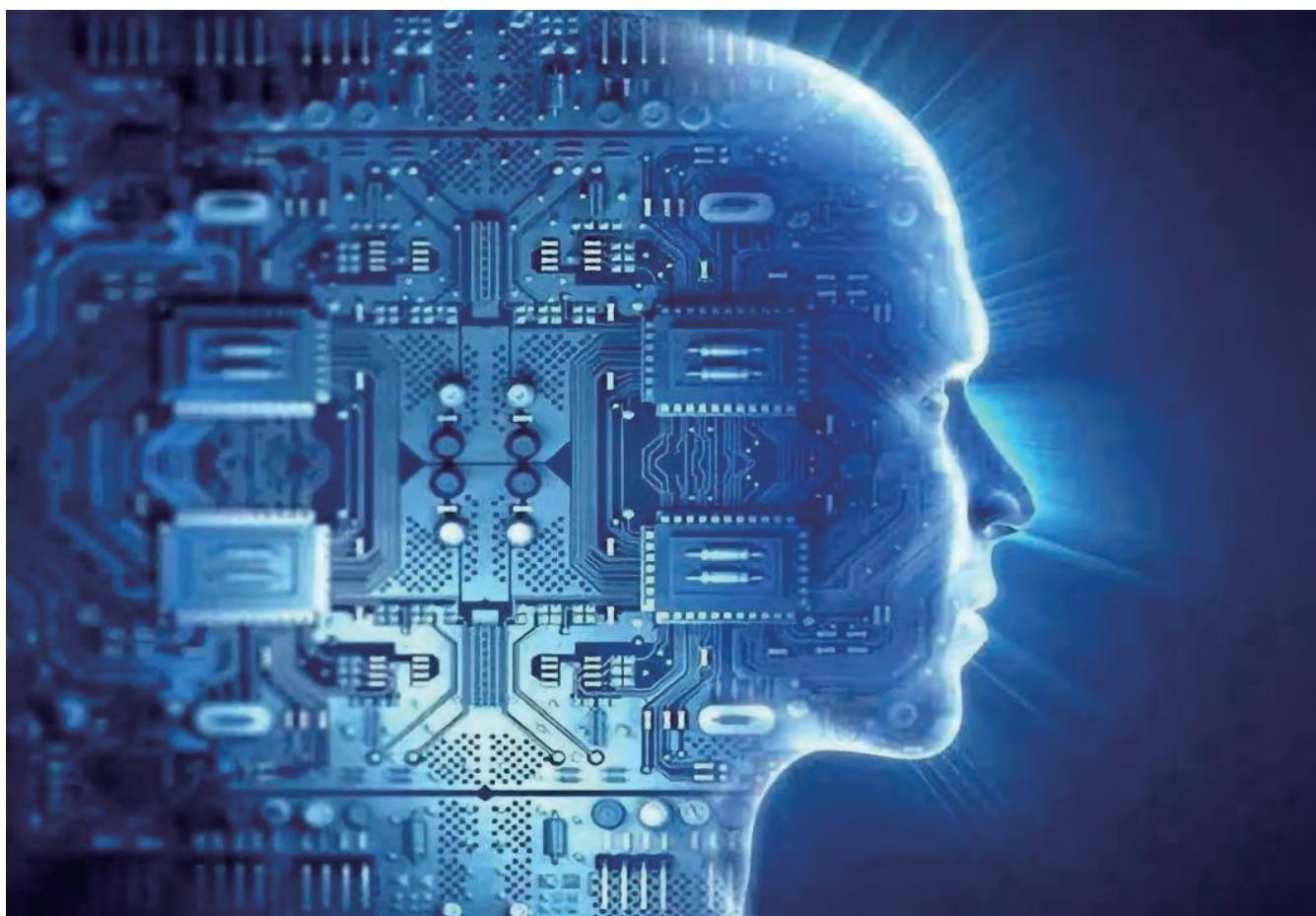
性。

挑战 1：未来环境将会更加多变，智能制造需更具备弹性的挑战

中国的制造业因少量多样已经练就不错的弹性与响应力，但综观自 2021 年初以来，外在环境巨大冲击似乎接踵而至。除了 COVID19 持续在各地肆虐之外，2 月暴雪引发德州大规模停电，造成美国德州奥斯汀晶圆厂和汽车芯片大厂相继停产。8 月马来西亚实施国家封锁后，当地的工厂已被迫关闭。Delta 造成的新一波疫情、中国港口相继关闭、中国、德国遭遇洪灾、南非港口网络攻击，塞港、缺柜问题等种种供应链锻炼的问题。大环境快速变迁，更应该从基本功做好打底的工作，要实现工业 4.0，绝不是单纯导入信息系统即可，透过数字化与精实管理双管齐下，才能提供快速响应的客户价值。

挑战 2：与现有系统进行无缝式智能化整合

唯有将智能化系统发展到智能决策与控制状态，否则空有数字化工具并没有办法思考或协助运行中的系统进行改善。因各企业工业 4.0 的准备度不同，已建置的数字系统如 MES、ERP 乃至 SCM 与 CRM，彼此整合接口，怕是迭床架屋。当建置 SMB 取得现场实时生产数据，就必须考虑后续与 MES 系统链接。将配方、投料、工序、生产、质量等，都建立系统化标准作业流程。启动一系列的智能化规划，从设备联机自动收集讯息，到生产工站纪录生产数据，完整掌握生产动态与质量，藉由累积工厂大数据分析改善异常，及应用大数据导入 AI 模块改善制程条件降低成



本，并整合至 ERP 系统。如此产能规划以满足快速变动的急单或差单的交期、依订单做成本计算分析，更有效分析订单与产品别的获利率，再扩充整合至 SCM 与 CRM 系统。一定要系统性规划，采分阶段逐步实施。

挑战 3：避免陷入僵化缺乏 TPS 持续改善的挑战

数字化转型投资成本不低，唯有先经由精实化先行改善，可具体预见其效益，企业才有勇气投入数字化转型。新

科技的确可以强化制造效率，让信息透明化，借由大数据分析，有利于更加精准分析问题所在，方面提出正确的对策。尽管人工智能其在诊断失误、监控预警、仿真优化等功能有不错的绩效。然而，人工智能 AI 等技术毕竟缺乏像人类一般可以不断追求创新突破与的能耐。因此，当企业追求智能制造时需要注意避免因科技的建置投资，而限制了精实管理所强调的追求完美 (perfection) 的动力。

通往智能制造的成功之路，绝非一蹴可几，一定会面临诸多的挑战，透过精实管理的正道可以让企业更加聚焦价值，通往实现智能制造的成功境界。

MFC