智慧制造的五个实践原则

文 | 吴银泽

自德国政府提出工业 4.0 以来，智能制造的意义，以及发展策略等相关议题，经常被提出来热烈讨论。然而，不可否认的是，这些智能制造的讨论，与实务世界的实践，存在着严重的脱节现象。

智能制造或是称之为智慧化，虽然与FA化（工厂自动化）CIM化（计算机整合制造）IT化（信息科技）TPS（精实变革）之间的发展有一定的关联；但不同的是，运用 IoT（物联网）ICT（信息与通信科技）AI（人工智能）这些新的技术，可以达到设备与系统的软硬件链接，以及数字信息的自动收集、工厂自动化等目标。无论在什么时代，企业对于新技术的态度都不尽相同。

例如，以 IT 化为例，韩国等先进国家很早就意识到其发展的可能性，在积极地推广与实践之下，使劳动生产力得以向上提升；反之对于 IT 化抱持消极态度的日本，劳动生产力则停滞不前（引自日本生产力中心劳动生产力之国际比较 2022）。因此，与以往的新技术相同，如果企业能充分意识到智能制造的潜力，并打破其限制，便能有所发展；而那些只想追随流行趋势，或者只寻求利用政府补助政策的企业，则将停滞不前。

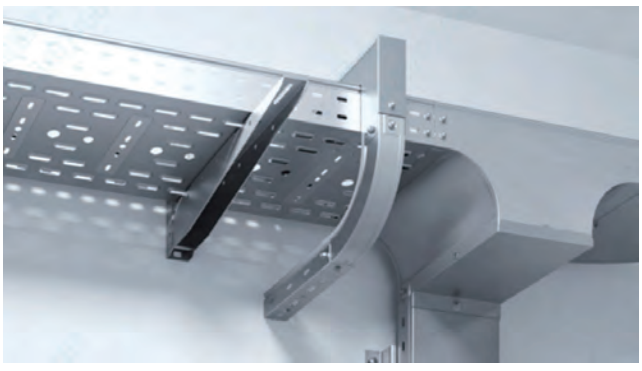
笔者从十多年前即开始致力于智能制造的相关研究，从 2020 年开始调查了韩国、台湾和日本 10 多家中小企业的实践动向，包括进行了相关人员的访谈。其中部分成果，已于 2023 年 6 月 10 日发表在日本经营学会关西部会（园田学园女子大学），引起了广泛的回响。本文整理学会报告的核心内容，提出较为积极导入智能制造的企业中普遍存在的特点，并总结为五个实践原则。

原则 1：经营者积极参与

第一个实践原则强调经营者对于智能制造的探索、实行和学习

韩国全南大学经营学系毕业，日本神户大学经营学博士，现任日本园田学园女子大学経営学部教授，曾任台湾育达科技大学教授。专攻生产系统、技术与生产策略、国际合作。最近致力于日本、韩国、台湾与中国大陆汽车产业与机床产业生产策略、日台商策略联盟研究。论文多次刊登于日的强烈意愿。

例如，在数字化程度较高的中小企业中，管理高层对于数字化有高度的意愿，相信其潜力并积极主动地导入。相反，如果企业只是依赖政府补助政策的支持，委托给外部系统供货商，或者完全交由现场操作，那么将可能止于暂时的趋势。在智慧制造的实践中，企业经营者的努力和参与是最重要的，必须明确了解新技术及其极限，并积极致力于导入的实践。因此，管理层对数位化和智慧化的理解度低，并以资金和人



力不足等原因而不愿实践的态度，通常是无法交出成绩单的主因。

原则 2：设定明确的目标，并进行公司内部验证

设定智能化目标，在制程、生产线和部门中实践，并在公司内部验证其效果，是第二个实践重点。在初期实行阶段，设定明确的实践目标，例如数字化、自动化、可视化，并限定适用的操作和制程。例如，韩国、台湾和日本的中小企业，就设定了以下明确目标：数据收集自动化、减少人力书写的输入错误；相信将生产状况可视化，才能找出生产瓶颈；开发应用程序，以记录与显示个别人员的作业成果；开发智慧设备的软件，提高操作便利性。

这些中小企业在能力范围内，在模型工厂、模型生产线和模型制程中验证这些目标。因此，在智慧制造实践中，发现公司面临的问题并使用新技术工具来解决问题的 PDCA（计划、执行、检查和行动），是实践至关重要的过程。值得重视的是，如果只进行智慧化设备投资和基础设施建置，就不能称为可视化，而仅仅是一种设施展示，将难以验证其效果。

原则 3：寻求员工理解，致力于具魅力的职场创造

这一原则的重点在于，智能制造会以某种形式影响现场员工的工作，因此要致力于确保员工的稳定度和满意度。例如，日本的中小企业，为了缓解员工因作业可视化而产生的被监视感和被管理感等心理层面压力，他们会仔细解释可视化的目的，并试图努力扩展员工的工作职责。在韩国那些面临高龄化及少子化问题的中小企业，正透过将危险的工作环境转变为更安全的自动化智慧工作环境，以吸引年轻人才。因此，在导入智慧制造时，不只需要相关技术，更重要的是要获得员工的合作和理解，并将其与工作环境的改善相结合。也就是说，智慧化不仅是提升工厂的效率，也意味着创造一个具魅力的职场。

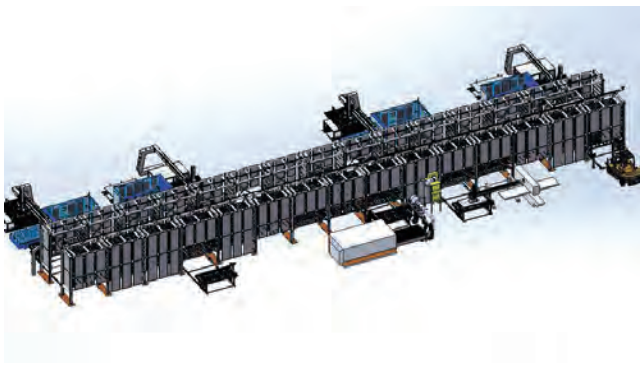
原则 4：与外部企业维持合作关系

基于智能制造可选择的技术越来越多，机器和系统并不一定要由内部开发制造，导入智能制造应符合企业自身开发能力及业务需求，开放的合作关系至关重要。例如，日本企业即使没有足够的数字化人才，也通过与外部软件开发企业的合作，利用云端系统来实行简易的智能制造。韩国和台湾企业通过与政府辅导团队及外部系统供货商的合作，进行持续的智能制造自动化和可视化。

因此，在智能制造的实行中，由于有许多外部的系统和设备可供选择，并且可以进行客制化订制，维持与外部企业的合作关系本身，就是智慧的选择。智能制造在技术面的问题，一定程度上可以通过与外部企业的合作解决，但选择什么样的合作伙伴，如我们在原则 1 中所述，与经营者的理解程度息息相关，这一点非常值得重视。

原则 5：透过智能制造开拓新的业务领域

在长期推动智慧制造的过程中，可能积累到的大数据和企业自身能力，有助于开拓新的业务领域。例如，日本的企业通过利用自身系统，开启了改善咨询业务、CN（碳中和）业务、向同业提供程序支持等新的业务。

在韩国，也有企业进入了 IoT 设备的软硬件开发等业务领域。因此，在智能制造的实践中，探索活用企业自身累积的智能制造能力的方法，至关重要。随着智能制造的推动，公司内部的数字信息将转变成大数据，因此不应局限于既有目标，应该重视数据的应用潜力。

以上是根据笔者的经验观察，总结智慧制造在实践上的要点，并整理成的五个实践原则。目前，随着 AI 等技术应用的逐渐成熟，智慧化、数字化正进入一个新的阶段。然而，相信这些原则也适用于 AI 等技术的应用，笔者希望能够达到帮助企业解惑、正确实践智能制造的研究初衷。MFC