

# 机器人自动化的挑战

文 | 刘仁杰

2023年12月2日闭幕的东京国际机器人展（iREX2023），各公司推

出的机器人解决方案、套装软件与周边器材，实用性广受肯定。产业生态推波

助澜，机器人正成为社会的基础建设，2024年宛如是“机器人自动化”元年。



高龄化、少子化已经不可逆转，日本制造业都苦于缺工。我们的持续观察发现，日本典范企业坚持精实基础的智慧制造，缴出了亮丽的成绩单。同时，我们也看到部分企业推动机器人自动化有成，取得了伴随而来的士气提升、招募到年轻伙伴。

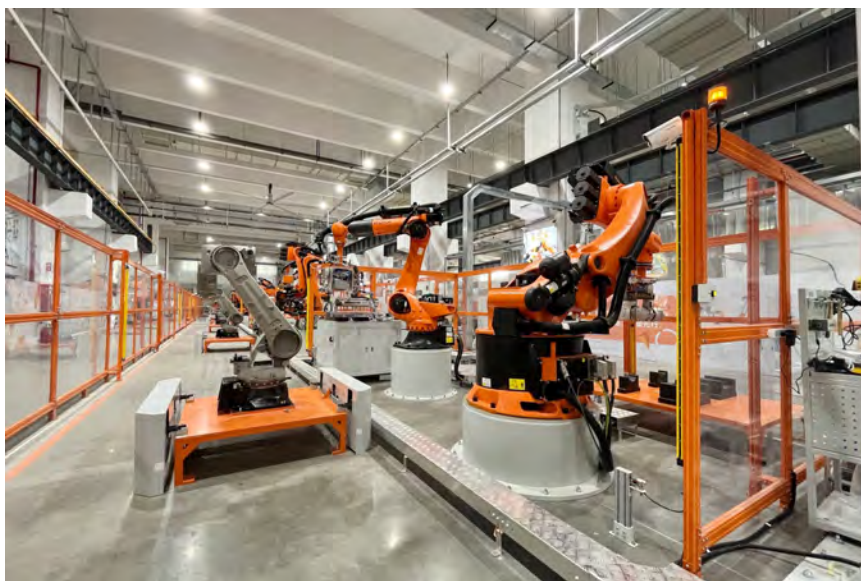
### 当机器人成为基础建设

iREX2023 显示机器人产业生态的日趋成熟，不仅关键零组件、套装软件与器材非常丰富，从使用者观点所推出的解决方案，有效突破了实用上的障碍。

譬如，过去将机器人使用到制造现场，首先面临期待与实践的落差，亦即具体落实上的障碍。此次不同公司针对其擅长领域，所推出的解决方案展示，似让许多使用顾客获得了实践性启发。第二项是导入成果的评估障碍。在解决方案策略区隔、实践导入案例增加的情况下，评估障碍大幅降低。第三项是结合周边软硬件、落实到使用环境，达成目的的实装障碍。SI 业者的大幅投入，因应导入内容与规模，能够有效沟通使用企业与设备业者。

这三项障碍的突破，使机器人有如水电、桥梁等基本建设，已经不是要不要的选择问题，而是如何活用的能力问题。

机器人属于通用型基础设备，具备使用在各种用途的泛用优势。因此，机器人的产品生命周期价值，受到两个重要的制约。一个是使用在特定用途之初，必须加以客制化，需要各色各样的知识与窍门。这个过程不同企业、产业间花费的时间与费用差异极大，形成了非常重要的限制条件。另一个是随着市场条



件的变化，制造现场需要进行渐进或激进的改善时，企业是否拥有足够的人才，将它们重新组合，发挥应有的设备机能。

这个将机器人导入生产线，以及调适需求持续改善的能力，就是企业制造组织的差异化能力。换句话说，买得起整线机器人、有能力投资自动化工厂，“花钱可以买得到”部分，并不能形成竞争力。形成竞争力的关键在于活用机器人的事前准备、开发设计、导入与营运，以及支持这个过程的人才培育与组织机制。

作者长期主张精实智慧制造，鼓吹精实自动化，指陈未经精实改善即投入自动化的巨大浪费。然而，伴随着环境的剧烈变动、机器人产业生态的成熟，也强烈觉得，同时思考如何活用机器人，已经刻不容缓。

因此，本文从制造业活用机器人、提升组织竞争力的观点，提出精实自动化的 3 个阶段：精实改善、低成本自动化、机械人自动化。并以大金空调为

例，进行从精实改善到低成本自动化的具体说明。同时，提出机器人自动化的步骤与方法，让迫在眉睫的企业也能够直接参考。

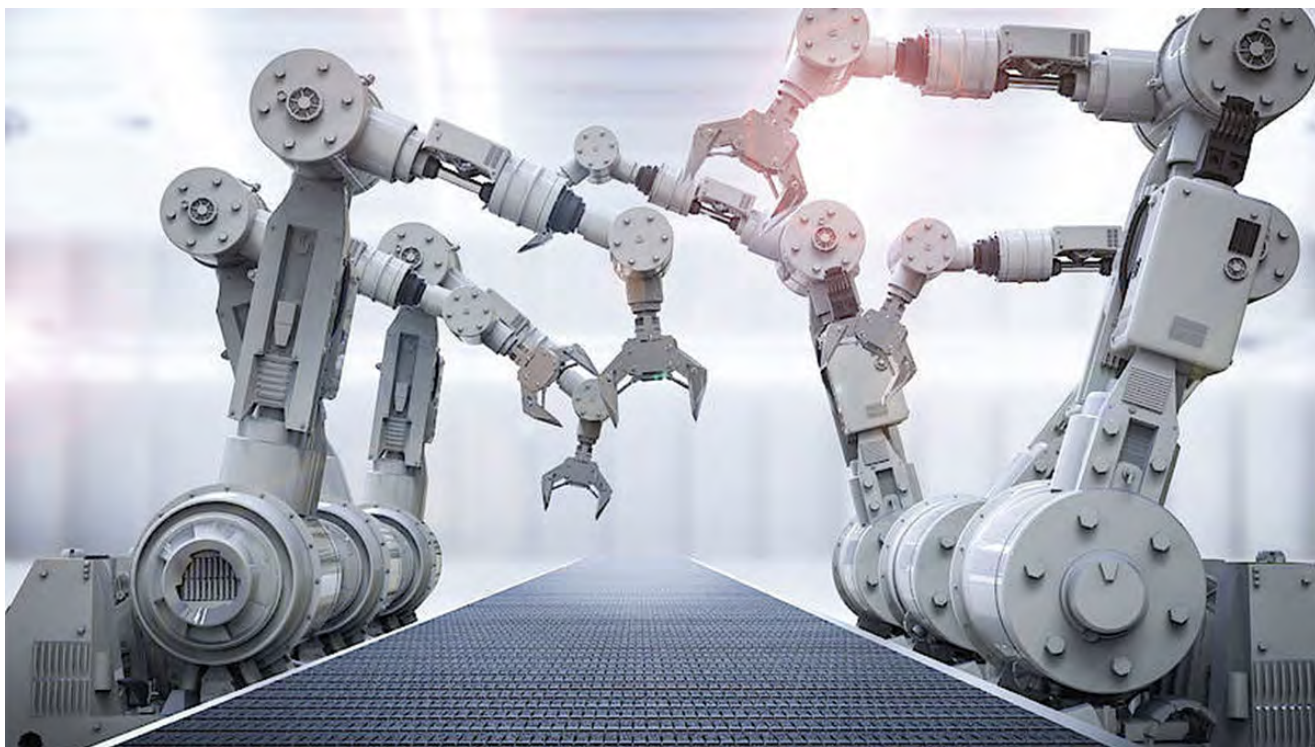
### 精实自动化典范：大金空调

本栏曾介绍作者对大金空调滋贺厂的 13 年观察。从 2003 年首次参访，厂内制程时间（LeadTime）的 68 小时开始，2008 年、2013 年、2016 年底分别改善到 9.5 小时、5.9 小时、4.94 小时。

2019 年大金空调稳定实践 LT4 小时的精实模式，全面智慧化到新设的临海厂。生技工程师指着战情室、组装在线的机器手臂、走道上的 AGV 对我们说，精实变革让 LT 缩短，让智慧科技与自动化设备充分活用。堪称是先精实化再智慧化的一个典范。

临海厂组装过程的自动化摸索，让大金空调思考低成本自动化的重要性。2021 年起结合茨城厂的规画，启动了





组装的自动化计划，包括空调与空气净化器等。方法是从检视设计阶段的多种多样调适，减少组装作业工序开始，初估可减少 20%；除配线作业之外，包括风扇装置、热交换器组装等，都已推动高水平的低成本自动化，目标是达成作业人员减半。

大金坚持用混线单件流的短交期生产，因应多样化、增减产的计划变更。核心概念包括：结合全球标准的模块化、设备小型化，带动低成本自动化（LCA）。

模块化按组装、检查、搬运、教育等制程别采不同做法。譬如组装困难度高，采人机协作模式。亦即将焦点放在机器人 APP 的开发与使用。同时选用机器人公司的特色方案，共同开发专用

影像程序，达到确保质量的技术目的。同时区隔反覆性作业与技能性作业，前者活用机器人，后者活用工匠。譬如室外机组装与配线作业，就非常依赖工匠，因此开发了握取柔软物的技术，是跨越产品设计与制程模块的一项同步工程。

在教育模块部分，联手日立的方案，用 IoT 习得技术、进行传承；同时让新进人员先学习 AI，提案创新。譬如：检查工程按照视觉、听觉、味觉、嗅觉、触觉等感官，使用学过 AI 的新人发展功能模块。搬运工程也活用新人的 AI 知识，进行机器人、影像处理与标准 AGV 的应用。

设备小型化是指针对制程最小单位，进行标准化技术开发。生产线设计的设备模块标准考量各制程特质、当地

的机种与数量。经由功能与制程磨合，所开发的搬运模块标准、检查模组标准，搭配工厂的标准 IoT 边界技术，进行有效的连结营运。搬运模块是由 4 米的铝管制成，检查模块包括气密真空与运转等复数模块，按照机种与数量进行组合。这种模式让生产线平均建置时间减半、总投资金额减半，同时兼具跨国生产技术人才培养的附带效果。

低成本自动化则结合上述的模块化与设备小型化，实践线边生产同期化、降低在制品的精实目标。LCA 也是按照生产线的制程，区分为组装、加工、检查、搬运，按其性质进行功能简单、维护容易的低成本自动化，达成最小投资目标。

如同西方智慧工厂，设备模块、小

型设备与 LCA 等硬件技术，正联结工厂的 IoT 虚实整合系统，摸索高效率的营运模式。大金空调深刻理解到数位技术与现场进化之间的矛盾，坚持数位化与自动化的持续改善。大金空调强调，不能遗忘现地现物的改善，日本型精实智慧制造是在 CPS 基础上持续纳入人类智慧，让造物系统持续进化的一种理想模式。

### 机器人自动化的步骤与方法

活用机器人将成为全民运动。不同的产品市场、供应链定位、企业本身性质，除少部分特定领域的企业之外，机器人自动化俨然是缺工时代的趋势。在这里，我们不再强调精实改善是自动化的前提，而是将实践机器人自动化视为精实变革的重要过程。我们检视日本过去 3 年导入机器人自动化的复数企业经验，提出实践机器人自动化的步骤与方法。

### 前提不再是精实有成，而是凝聚变革共识

导入机器人自动化是一项变革，是从现况迈向一个期待目标。认识经营环境，能够塑造危机意识、形成共同的价值观。价值共有才能信息共享，达成凝聚变革的共识。自动化推进室应直属总经理，由跨部门成员组成，技术部门偕同使用部门担任主角，初期聚焦在蓝图的勾绘。推进室凝聚共识过程，包括使用 VSM (ValueStreamMapping, 价值流程图) 检讨现场问题，确认机器人自动化的目的。

一家日本小型加工工厂在自动化之前，金属片经过折床、暂放、天车移动、捆绑、堆高机运送到完成区。厂长说没

有进行流程改善的原因是缺工，担心改善过程流失员工，“未蒙其利，先受其害”。结果厂长在推进室的分析建议下，直接设计符合后制程需求的配套台车，机器人联结折床作业一次到位。推进室具备后制程是顾客的精实思维，能够凝聚共识、勾画目的与蓝图，堪称关键。

### 积极投入事前的准备与调查

自动化系统通常需投资一定金额。类似盖大楼要先打好地基，推进室的第一个工作，就是进行事前的准备与调查，包括三点：亦即（1）目的或蓝图的明确化（2）支援负责同仁做好现况分析（3）蓝图与现况间落差的填补。

这个过程最大的意义在于理解自己，将自动用在刀口。大金空调区隔不同制程的作业特质与技能、机器人好用是一项同步工程等发现，就是事前准备与调查的成果。这些工作直接支配导入阶段的速度与成果。

选定自动化导入对象后，开始厘清导入时必要的的数据与基准，以及公司本身拥有的能力或要件。结合这些基础信息与能力，开始选定 SI，作为推进室与设备供应商间的桥梁。

### 绵密的规格检讨与设计确认

自动化构想设计“设备购入规格书”，是此一阶段的具体产出，也是导入成败的关键。通常包括三项要点：（1）减少劳务费用或生产力提升的评估（2）CT 缩减与省人化的评估（3）设备购入规格明细。这个过程也可以说是 SI 与推进室，特别是生产技术人员“要件定义”作业过程。

基于三项要点间具有强烈的连动关系，过程本身也是一项精实改善暨自动

化实践变革。譬如：现有机器稼动 CT 与员工作业 CT 的缩短，将直接支配自动化的绩效，而使用 PQ 分析、线平衡图、EGRS、人机组合图等工具，提升标准化水平，可以在设备规格决定前，排除浪费。同样的情形，也在自动化方法选择、让自动化容易的治具设计、物流暨现场机台布置、向海外展开的设备国际标准问题等，具有同步的改善空间。

### 导入与营运

SI 负责构筑整合机器人及其周边设备的自动化系统，与推进室并肩作战。虽然系统的规模与复杂程度，前述两个阶段不仅内涵与重心迥异，耗费时间也不同。但是，导入与营运的流程却十分一致，可概分为五个过程：（1）要求规格检讨（2）系统制作企业的选定与交涉（3）详细规格的协议（4）系统设计、制作与组装调整（5）设置、最终调整、试运转与验收。

最后我们要指出，机器人自动化蔚为趋势，结合精实思维做好营运的改善与维护，是持续精进的关键。活用机器人，让人做附加价值更高的工作，已经成为提升制造业魅力的新动向。我们期待，连结 APP、AI 与机器人的知性职场，结合 TPS 的持续改善，能够成为制造业吸引人才的新契机，让知名全球的中国制造业得以永续发展。MFC