

生产现场应用创造价值

文 | 巫茂炽

DENSO 的高阶主管说：“IoT 大家都在谈，用的好很难”。三菱的简报数据结尾：“IoT 是一种手段而非目的”。东海大学刘仁杰教授带领的精实团队师生，以“IoT、顾客价值与精实管理”为产学交流主题，于 2020 年元宵节前夕 2 月 7 日下午起，参访推动智能制造有成的日本中部五家企业。

两天半的时间，依序参访 Qrcode 发明企业，DENSO WAVE Incorporated 的制造业 ORiN(Open Resource Interface for the Network) 和智慧产线；控制器大厂三菱电机名古屋制作所和 eF@ctory 案例；融合两家工具机厂与四家控制器企业优势的工具机大厂 DMG MORI，并亲临落实 Takt production system 的装配厂；精实管理始祖的丰田汽车；钣金设备龙头 AMADA 土岐厂与 T876 自动化加工线。

从工厂参观与专业解说、交流讨论，以及企业提供的智能制造数据，本文用精实的后拉观念，分别以装配线、物流

与备料、机械加工三个主题的 IoT 应用，整理归纳与读者分享。

产品装配线活用 IoT：纪录数字化、状态可视化、节奏拉动发料

DMG MORI 主要接待人在交流讨论时表示：IoT 与 TPS 可以并进，向 TOYOTA 学习有节奏 (Takt) 的装配线，自己发展 IoT 的手段，在现场应用并改善，可以缩短 LT、提高产效和质量，并落实装配多能工、先期确认人机料法。

根据装配 SOP，规划并设定 IoT 收集资料的时间与内容，透过 QR code 读取，实时收集掌握何时、何人、何事、为何等信息，进而呈现、管控进度，落实装配工厂数字化。“装配进度状态 (Shop Floor Monitor)”的电子广告牌，现况显示外，可以知道每个装配工位“作业中、中断中、出货中”等主要与详细讯息。

装配线可视化系统，可以达成两个目的：从装配工时报标率的信息，发现

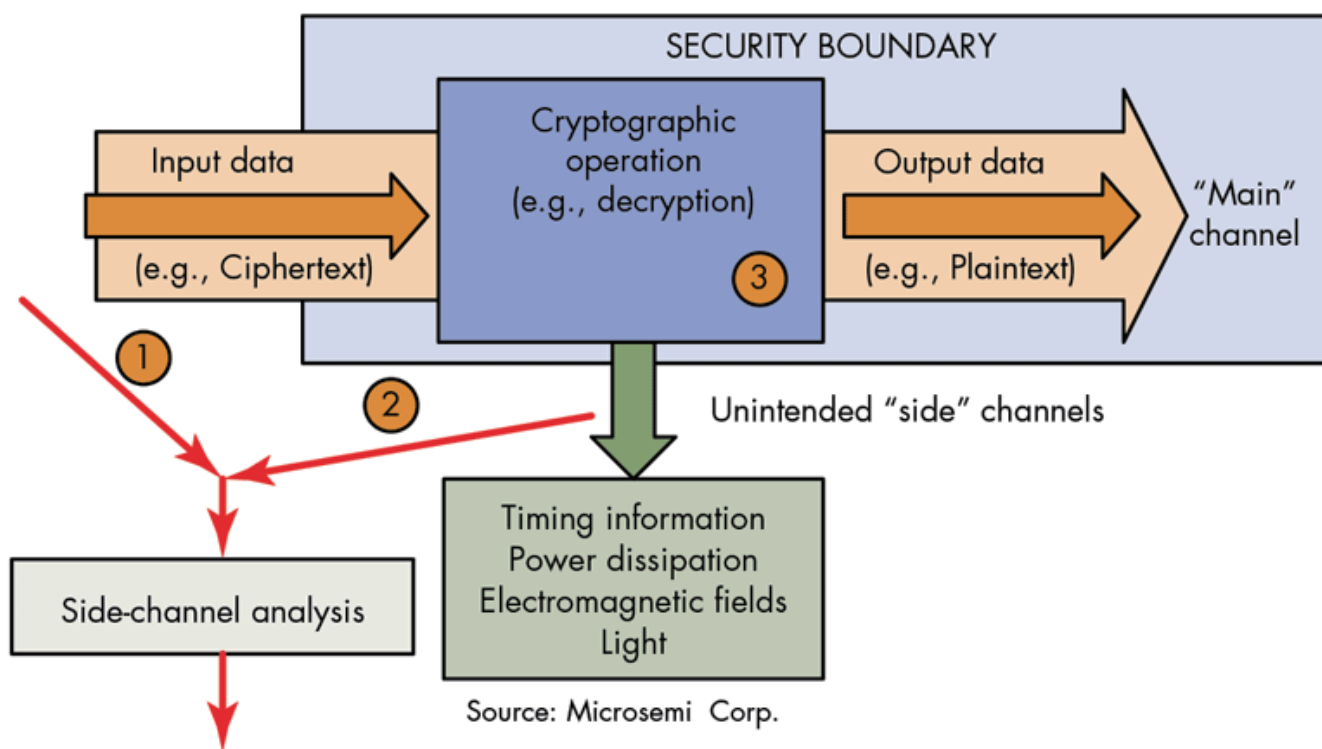
新手问题并辅导与培育为准熟手。检讨浪费，修订标准。实际纪录与检讨修正工时，改善作业问题、消除装配过程的浪费。

IoT 在装配线的应用，可视化提升，让员工本身自我改进。进一步应用在业务交期、供应链的搭配与浪费、报工纪录的生产履历、确保节奏并拉动装配需要的物料。

物流与备料活用 IoT：省人化的配套捡料与供料

装配节奏往前拉动零部件刚好及时的供料，是让装配作业顺畅的关键。捡料、供料活用 IoT，可以创造更大的价值。

丰田汽车装配线边的小型物料仓储区，捡料人员有节奏的脚步，在这个区域穿梭快速移动。捡料人员一手推物料车、一手从有亮绿灯的料盒捡料，按照装配手順将物料放到料车正确位置。仔细观察发现，捡料的这只手有挂一个手环，人员往前移动，手环触发料盒上的



绿灯亮，该料捡完应有数量后灯灭。捡料信息透过手环指示捡料人员到物料储位取料，可以正确无误的完成为装配备料的工作。参观当时，刚好有两位人员一前一后在捡料，手环的捡料指示，各自独立不会混乱。

装配节奏与产能拉动捡料、捡料往前拉动零部件适时适量的供货。丰田装配线的零部件供货商，用物料专用的载具，根据交货指示，依序的到物料中心卸下物料的载具，并将空载具上车带回。这些有物料的载具被直接放在AGV拉动的无动力板车上，每台AGV约有七到十个板车，每个板车放置不同的物料，无人驾驶的AGV会将这些物

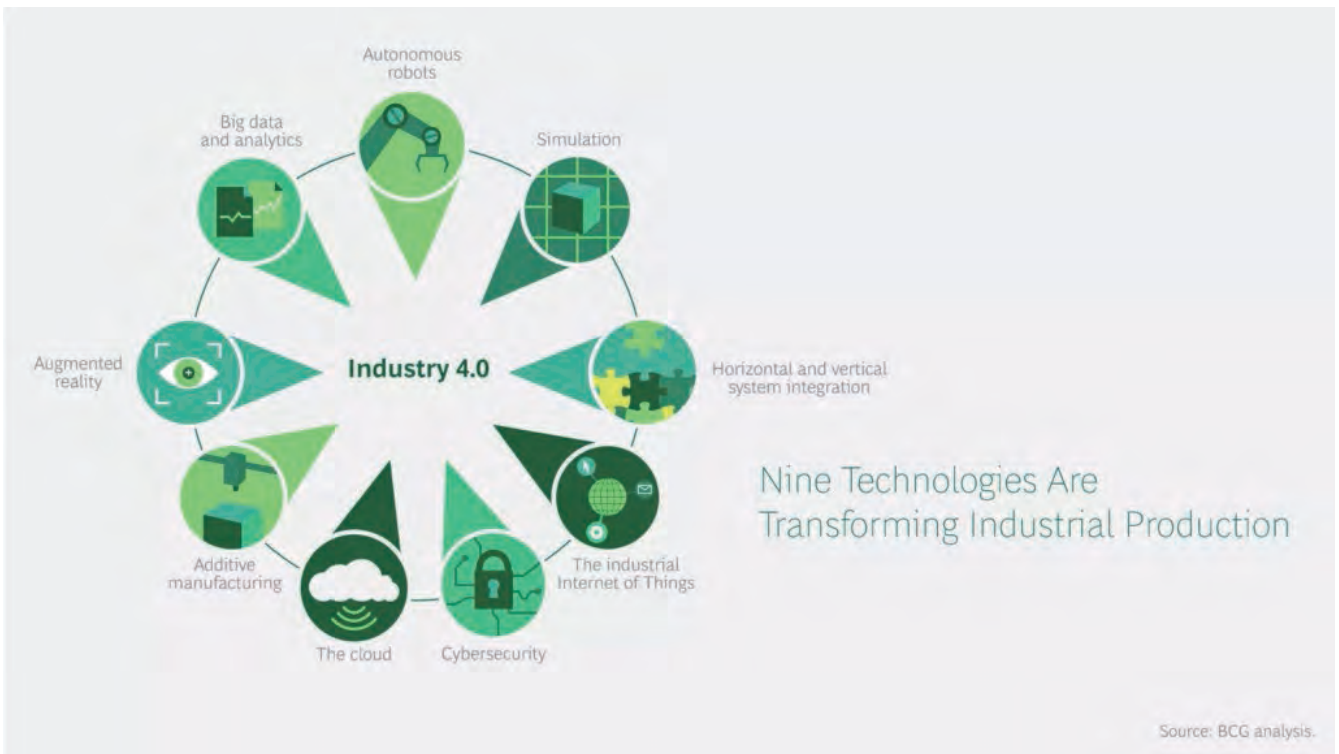
料搬运到配套仓储区，卸货后没有板车的AGV会自动回到物料中心待命。省人化的物料中心，多台自动驾驶的AGV，在物料中心与装配线边仓储区忙碌，透过交货指示、物料与载具ID，完成任务。

机械加工活用IoT：缩短交期、保证良品

因应少量多样需求，AMADA 土岐制作所设立 T876 冲孔模具自动化厂。“T”是土岐、工具的意思，“876”是每天 24 小时、365 天全年无休的自动化工厂。工厂内有 39 台加工设备、45 台机器人、3 台 AGV 和 4 座合计

4400 格位的自动仓储。自动化工厂共有三大工程：包含热处理的前工程、半成品工程和完成工程，可以满足各式各样的上模 (punches)、下模 (dies)、导套 (guides) 三个关键零件，从材料到完成品的冲孔模具零件加工。

T876 工厂的每一把刀具，透过 RFID 管理刀具组合 (刀把、刀杆、刀片等)、使用寿命、储放位置等。当刀具寿命终了或加工制程需要更换刀具，AGV 用刀具专用载具将新刀搬运到加工设备的刀具交换区，车铣复合机旁负责刀具交换的关节机器人，会将旧刀具从刀塔取下放在回收区，并从刀具交换区取新刀具放在机器内的刀塔，自动无



人化完成制程需要的刀具交换。

三大工程间的物料供应、制程的暂存与转换都由自动仓储提供服务，每个工程内的数个工序，除了热处理采批量上线，其他的加工都是单件流动。材料到半成品前的物料放在通用料盒用 RFID 管理，零件在半成品区用雷射刻上 QR Code，为每个零件赋予唯一身份的 ID，半成品到成品每个零件用 ID 来管理。RFID 和 QR Code 的 ID，纪录每把刀具使用履历和每个零件生产履历。透过 RFID 和 ID 的数据收集与交换，产在线每一个零件的实态都被实时掌握与管理。

T876 工厂的四座自动仓储，是为了无人化、客制化并缩短交期而设立。

第一座是存放材料和刀具，第二座是前工程完工后的暂存区，同时也是转换为半成品工程的供料区，第三座是前工程完工暂存区，客制化的急单从这里供料给完成工程，加工完成后到第四座暂存供配套出货使用。前工程和半成品工程的 WIP，落实合理的库存量，可以缩短客制交期，是 AMADA 冲孔模具自动化厂，落实精实智能制造，解顾客痛点的有效方案。

AMADA 的冲孔模具约有 300 到 400 种的基本存量。订单指定的交期约 40% 有足够的加工时间，采取标准交期模式，从材料安排加工制造到完成为 4 天。但是有 42% 必须安排半成品工程的 WIP 来满足急单（在三小时交货），

剩下的 18% 交期很短且没有半成品，必须用急加工方式解决。

三菱电机分享，保证良品，不良品不会流到下制程的案例。三菱电机的实时数据分析器，透过不良预测来减少工程损失。塑料射出成型机产线，若有出现空隙（气泡）、凹痕（树脂的收缩），就会产生不良品。三菱厂内的机器，透过监控与诊断射出过程的挤压压力，可以防止不良品留到下一制程。

典范企业生产现场创造价值的启发

运用 IoT 掌握装配线的节拍，往前拉动捡料和供料的物料管理，再延伸到加工线的实时且配套的供应链管理，以

上案例在落实精实智能制造方面，给我们三大启发。

IoT 是自动化设备的标准选项。这五家企业使用的设备，都必须有联结化与数字化的能力，才能落实实时有效的管理。自动化设备应该要有提供数据的能力，这些能力包括，输出（产出数据）：设备运转实态、加工过程的记录与履历、预警和报警等信息，输入（数据沟通）：设备间的协作能力，如物料交换、刀具交换。

半成品库存解顾客的痛点。

AMADA 的 T876 工厂，前工程和半成品工程，预先加工冲模关键零件的半成

品，透过 RFID 和 QR Code 掌握的生产信息，订单确认后，半成品到客户订制的成品，可以在三小时完工出货，用最短时间满足客户的需要。

标准化与精实化是 IoT 的基础。IoT 是取得数据的技术能力，IoT 遵循作业标准化与流程精实化，可以知道目的为何？何时取得何种资料？何时提供何种数据给何人？丰田汽车的交货区，供货商卸下物料，AGV 穿梭在厂区走道间，在路口走道上没有看到会车的等待，快速又安全的送到定点；为装配配套捡料人员，眼看物料架灯号，一手推物料车一手捡料，迅速完成为装配备料

的工作，标准作业与精实流程是这些机制能够落实的推手。

DMG MORI 在装配线，有装配现况显示看板，每个装配工位都有工作项目，休息、离开等工作暂停的项目，这些项目都有自己的 QR code，装配人员工作或不工作，拿起扫描器对条形码扫描就完成工作报告。透过标准与精实将装配节奏与信息结合，AMADA 的 vPost 也是经典的实际案例。

同样的，三菱电机的伺服马达制造工厂和 AMADA 的 T876 工厂一样，将标准、精实与 IoT 结合应用在自动控制与设备智能化上。MFC

