

EMO2023探索制造转型与数字转型技术应用

文 | 刘宗志

2023年德国汉诺威机床展(EMOHANNOVER2023)以“创新制造,洞察未来”作为展览主轴,本文内容将分享此展会上各厂商对于制造转型与数字转型相关技术之应用趋势。

制造转型

展会上许多厂商皆有提出对应到制造转型的解决方案,本文将依序介绍各家厂商提出对应制造转型的相关解决方案与措施。

DMG MORI 所提出加工转型

Machining Transformation(MX) 口号即非常完整,其概念为透过 Process Integration 流程整合、Automation 自动化、Green Transformation(GX)、Digital Transformation(DX) 与永续性实现加工转型(MX)来呼应制造转型

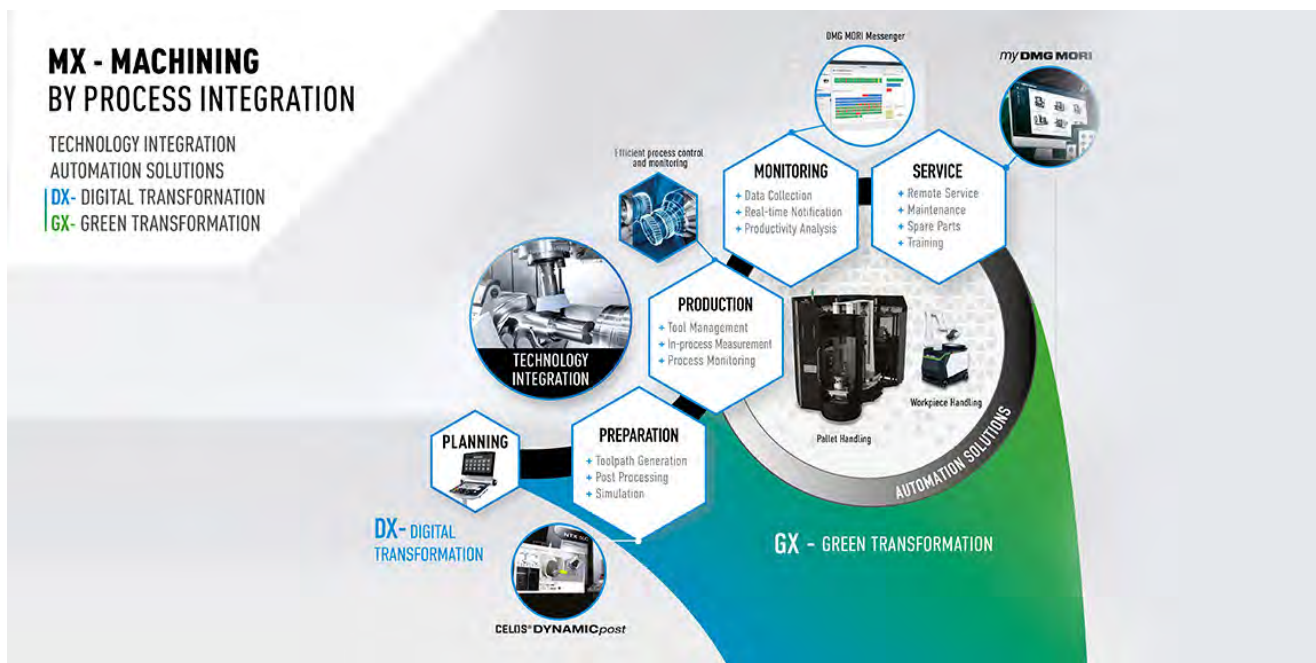


图 1 透过流程整合达到永续



图2 流程整合



图3 CTXbeta450TC 系列流程整合工序

图4 MULTUSU 系列流程整合工序
(图片来源:OKUMA 型录)

的目的。

2023年,DMGMORI率先提出的加工转型(MX)策略具有四大支柱:流程整合、自动化、数字转型(DX)以及绿色转型(GX),且利用数字转型(DX)来促进流程整合和自动化,最终实现绿色转型(GX)。

以下介绍DMGMORI提出之加工转型(MX)概念

流程整合

整体优化制造到管理的所有流程,确保生产效率与资源最大化的利用,这需要从硬件配置到软件策略的全方位调整,利用ERP及MES系统的链接,可以确保信息即时、精确地流通,进而提高整体效益。

自动化

自动化在今日的制造业已超越基础机械运作,透过机器人技术、AI视觉识别等进阶科技,自动化带来的不只是高效率,更能确保产品的质量一致性。

数位转型(DX)

人工智能、物联网、大数据和数字双生等焦点议题,将显著影响和优化未来流程,透过使用智能数字化产品、IoT、云端技术...等方式来达到数字转型。

绿色转型(GX)

面对全球气候议题,制造业也必须思考如何减少其生产过程的环境足迹,这意味着更多的绿色技术与策略将在生产过程中被应用。加工转型不仅是对当下市场趋势的响应,更代表了制造业对于未来发展的前瞻视野,为了应对市场变动及满足全球环境保护,总体来看,加工转型(MX)是制造业走向未来的关键步骤。它不仅仅涉及技术的创新,更关乎如何在全球化的市场中找到一个可持续和具有竞争力的定位。

流程整合

从DMGMORI提出加工转型(MX)出发点来看,其流程整合概念是透过发展出可从单一机台变成多功能的机台,结合DMGMORI 8合1制程整合技术(车、铣、磨、齿轮、激光、量测、超音波、积层,共8种)并结合数字化与自动化的方式来达到流程整合,此技术能提高多功能加工中心的利用率,带来新的商业优势,其优势如下:

提高生产效率

透过8合1技术整合,企业可以在一台机器上完成多个加工流程。意味着从原材料到成品,整个生产过程都可

以在同一台机器上完成,大大减少工件转移和等待时间。

减少设备投资

过去,企业可能需要购买多台机台以完成特定的加工任务。透过DMGMORI的多功能加工中心,只需一台机器就可以完成多种操作,能节省资本支出,还减少了维护和训练的需求。

空间最大化

对于许多工厂来说,空间是一个宝贵的资源。透过使用多功能加工中心,企业可以减少多台机台所占空间,使生产线更为紧凑有序。

提高产品质量

由于整个加工过程都在同一台机器上完成,减少了工件在不同机台之间的移动,这有助于保持精确的尺寸和位置容差,从而提高了产品的整体质量。

制程整合

制程整合是近年来制造业中的一大趋势,特别是在机床领域从以前需要多台机床来完成产品,2023年有几家厂商展现制程整合成果,如DMGMORI-CTXbeta450TC(图3)、OKUMA MULTUSU系列(图4)等多家厂商。DMGMORI-

CTXbeta450TC 一个设备可以完成多个制程，如车、铣、磨等，减少时间大大提高了生产效率且减少了工件的移动和重新定位时间，也因制程整合并带出减碳效益。

机台化模块设计与功能增强性 考虑结合绿色设计概念

随着全球环保观念日渐根深，绿色设计已在众多领域中扮演关键角色。对于制造业及机台设计，这不仅代表减少能源和废物，还涵盖生命周期内的环境效应最小化。机台模块化设计结合功能强化和绿色理念不仅提升产品的技术与功能，更体现环境承诺，进而成为使用者选购时的首要考虑。

于机台开发阶段，更应重视模块化设计，如主轴、刀库、工作台、自动上下料设备及排屑功能，以适应多变的生产需求及兼容于接口设备。此外，机床产业的集团化趋势亦可能推动结构零组件的发展。大部分的机床集团，透过技术交流、联合研发或统一零组件以节省成本，优化了零组件与消耗品结构。从DMGMORI(如图5)、SORALUCE等大厂的产品型录中，便可看出他们对结构、零组件及配件模块化的明确方向。DMGMORI所展示CLX延伸出CTX系列，采用共享底座、立柱、鞍座、B轴等，唯一不同处在于刀库，主要考虑CTXbeta450TC有增加磨削功能，所以刀库有考虑到磨削刀具放置空间。而SORALUCE2023年推出一个结构产出三个架构机型系列，透过模块化架构延伸出TA床身式铣床、FA落地式镗床、SA固定工作台立柱移动式铣床，差异在立柱、底座等都是同一种结构，变化工作台区域，能够灵活应对用户的

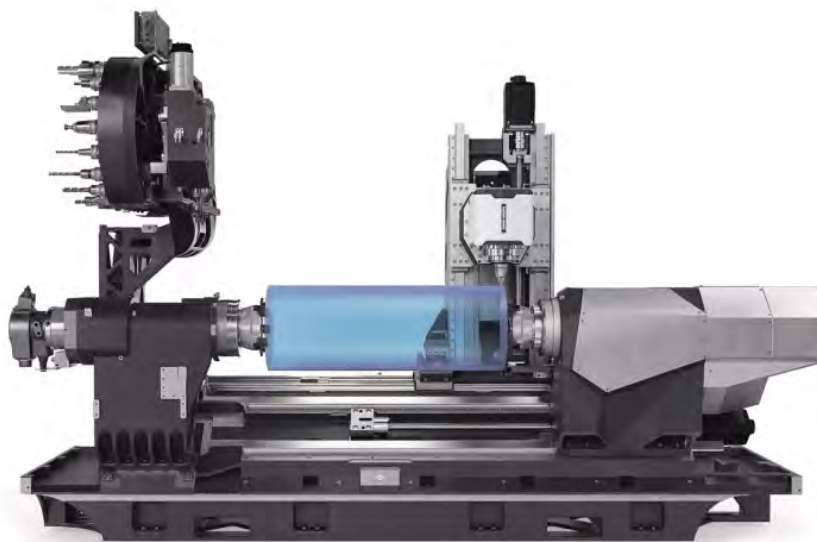


图5 CLX-450-TC

各种个人化需求。

模块化不不仅可以缩短开发成本、节约能源，更带来整合与扩充的便利性。例如，一套紧凑且模块化的设计，让多机整合于同区域成为可能，自动化的上下料系统确保工件在机台间的顺畅流转。

于本次展览中，绿色模块化机台设计主要有以下三种方向：

(1) 节能与资源珍惜：低能耗、高效的模组化设计，且考虑使用低环境冲击的可再生材质。

(2) 生命周期长且回收容易：模块设计追求耐用性，结束使用后可轻松拆卸以方便回收。

3. 排碳减少：在生产过程中，尽量降低或避免有害物质的使用，并采取生态友善的方法。

Eco Design 机床生态化设计

随着全球气候变化问题日益严重，永续性已经成为全球工业的核心议题。

ZAYER 厂商提出的 Eco Design 策略与实施方式，已将其付诸行动，通过其 Eco Design 解决方案(如图6)将环保与永续性融入其产品设计和制造过程。以下将叙述 ZAYER 的 Eco Design 各项策略内容：

原材料 (Raw Material)

品质：使用高质量、长寿命的材料，这有助于减少未来的维护需求和整体废物生成。

永续采购：选择的供货商都需要有永续的材料采购策略，确保原材的生产和采购过程都环保。

绿色能源 (Green Energy)

可再生能源：ZAYER 的生产设施已经部分使用太阳能板供电，并且计划逐步增加其可再生能源的使用比例。

节能设计：所有的机器在设计时都考虑到能效，以减少能源消耗。

维护 4.0 (Maintenance 4.0)

先进感测技术：ZAYER 的机器都装有先进的传感器，能够实时监测机器



图 6 SORALUCE 模块化，一种结构，三种架构 FA、TA、SA

状态并预测维护需求。

大数据分析：通过收集和分析这些数据，可以确保机器在最佳状态下运行，从而延长其使用寿命。

永续技术 (Sustainable Technology)

创新技术：透过 FEM 的拓朴优化，可以确定结构件中材料分布的最佳配

置，以满足结构和运作要求，同时减少材料使用。

减碳：生产过程优化，以最大限度减少废物生成。

消耗品管理 (Consumables Management)

节能润滑剂：使用寿命更长、对环境影响更小的润滑剂。

冷却液：选择可以被再利用和回收的冷却液，减少环境污染。

驱动系统 (Drive Systems)

高效驱动：ZAYER 的机床使用的驱动系统在设计时都考虑到能效和性能。

低碳技术：所有的驱动系统都使用低碳技术，旨在减少碳足迹。

综上所述，透过其 Eco Design 策略，致力于创建更加环保、高效的机床产品。这不仅有助于保护地球，也为客户带来了更高效、更经济的生产解决方案。

机床周边装置与零组件的发展

智慧化 - 动力刀塔 2023 年展会几家动力刀塔厂商针对智慧诊断、自动换刀元素，因应现今产业面临到少子化与人工短缺问题，也因应长时间运作需求，加工情况需要监控功能。WTO2023 年推出 Quick Flex Smart 智能监控模块 (图 7) 并在摊会展示其功能，新一代智能驱动刀柄具有智能在线流程监控功能，可在自动化制造单元中实现高流程可靠性。所有监控数据将在运行过程中实时传输，且可永久监控生产参数，并显示运转时间和保养间隔前的剩余时间，让使用者可以迅速了解使用状态与保养时间。

另一技术焦点是展示动力刀座能配



图 7 WTO QuickFlexSmart 智能监控模块



图8 PHSAllround 紧凑型托盘处理系统

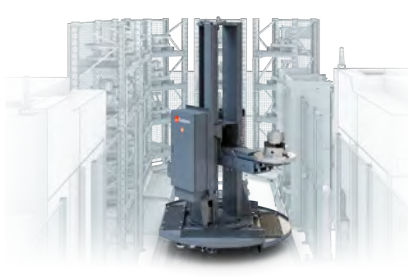


图9 灵活托盘系统 FPS



合机械手臂实现自动换刀功能。产业正处于一个转型期，面对着智能化、自动化及复合化的多重需求，厂商均期望透过提供快速且完整的解决方案，特别是在人手短缺及需长时间运作的情境下，如何在动力刀塔上进行快速且准确的换刀，确实存在许多技术挑战。Baruffaldi、EPPINGER 即在此方面取得突破，2023 年在展会上展示其新技术，透过机械手臂在动力刀塔上自动替换刀座，此举不仅节省了人力和时间，还大幅提高了工作效率。

工程集约应用趋势

工程集约采用先进的科学技术和先进的管理方式，提高生产力各个要素的素质，主要依靠提高设备的技术性能和效率，提高人的技术水平，不再是依靠设备数量的扩大和职工人数的增加。

为了应对多轴加工机的自动化需求，智能型自动仓储系统应运而生。其目标是提高加工效率并实现简单易用的功能，透过系统，工作台交换和生产管理可与工具机分离，将预准备的工件储存在仓储系统中，实现加工时间的均衡和自动化生产。由于智能型仓储与搬运系统是搭配工具机自动化生产的重要选项，因此欧日许多

厂家如：DMGMORI、Matsuura、Fastems、LIEBHERR、等厂商皆提出解决方案：

DMGMORI 在展会呈现，现阶段自动化产品面已用模块化概念进行整合多机或针对机型整合自动化产品都有相对应，且 DMGMORI 在自动化产品多达 14 条产品线和 58 种产品，自动化产品线可扩充大于 1 台以上，不会有单一受局限，让自动化搭配机台可以更活用，且具备生产管理，让排程与效率可以有效掌握，达成机台自动化生产的目标。

LIEBHERR 则展出 PHSAllround 紧凑型托盘处理系统（图 8），该系统的安装面积小，储存密度高，能搭配在五轴工具机上实施自动化的弹性生产，模块化结构可以根据需要组合进行设置，允许最大 3 吨负载，回转直径可达 1700mm，储存空间可扩展到五台以上机床的联机应用。并具备强大控制器管理功能，除了上下料托盘与管理外，包含：生产排程，生产统计，NC 程序，工具，材料和设备管理等功能以符合工业 4.0 的生产需求。

Fastems 则展出，新型 FPS 模块化灵活托盘系统 (FPS) 可连接四轴和五轴铣床和车铣床提高混合生产效率，

这种模块化在 CNC 自动化解决方案可用于 300~630mm 的加工托盘与其他托盘搬运。解决方案的区别在于其模块化 360 度设计、与 90 多个机器品牌的整合能力以及先进的生产规划能力。为了满足狭窄现场的需求，FPS 的模块化设计允许机床、托盘储存单元和操作员装载站，灵活地放置在系统的所有四个侧面。FPS 的最大高度仅为 3.1~4.1 米，也非常适合低天花板设施。为了满足多品项或小批量制造商的独特生产需求，托盘储存模块是可配置的并有效利用垂直空间。根据负载大小，每个模块可容纳 4 到 12 个托盘，如需要，顶部搁板可容纳更高的负载。

Matsuura 将所有机台与不同类型托盘做搭配，针对同工件大小在机台边都扩充一组不同类型托盘交换仓，透过储存大量托盘进行堆栈，且在刀仓也搭配自动化，使一台机器能够处理大量工件与刀仓换刀，在节省空间的同时也提高生产率。

周边绿色应用趋势

DMGMORI 提出在自动化过程中首先要面对加工中的三恶（切屑、冷却液、油雾），由于人力节约、高效生产、保持品质、改善工作环境等多种原因，



图 10 DMG MORI 自动化产品线

越来越多的企业在生产现场安装了自动化系统，然而使用自动化系统的客户常遇到就是加工过程中所产生的切屑、冷却液、油雾使自动化机器停止或加工不良。DMGMORI 透过 AI 分析切屑堆积状态，确定加工产生切屑的积累位置并自动高效地去除切屑，利用图像识别检测切屑沉积，并通过 AI 生成最佳清洁路径，以减少此类问题并帮助最大限度地提高自动化系统的生产性能。

冷却流量和马达驱动喷嘴的混合系统，以防止铁屑在加工过程中积聚。这种冷却系统的持续流量为每分钟 400 公升，可以迅速清除铁屑。此系统配备了创新的过滤系统，可以防止输送带上的过滤器堵塞，支持长时间的自动化运行。铁屑由输送机到输送带排放，而带有细沉淀和油的冷却液则通过过滤器转移到冷却液箱。此外，“零沉淀冷却液 Pro”还具有节能功能，较前一代节省电费，结合其可持续性和创新性，“零沉淀冷却液 Pro”是支持高性能自动化系统的理想冷却液箱。

DMGMORI 推出 zero-sludge

COOLANTpro 的冷却液箱创新“零沉淀冷却液 Pro”且具有大容量、兼具节能、紧凑的特点，且适合自动化大量生产。在建立自动化系统时，除了流程整合外，可处理铁屑、冷却液和油雾，随着自动化的进行，运行时间加长，会产生更多的铁屑和油雾，若未妥善处理，可能会导致机器停止运行。

零沉淀冷却液 Pro 拥有三大特点：它是一个允许自动化和连续运行的冷却系统，操作简单且节能。此冷却系统在其前一代的基础上进行了升级，配备了更大的储水箱以实现更长的连续运行，冷却液容量增加至 1320 公升，增加了 1.3 倍，从而提高了自动化系统的效率。

此外，零沉淀冷却液 Pro 采用了高冷 OKUMA 在此次展会上也展出切削液清洁度问题，由于长时间使用下冷却液箱内污泥累积，水箱清除污泥工作相当频繁。为了确保机床的稳定运作，从冷却液中移除杂质（如油泥）与冷却液箱的维护和清洗是必要的工作环节。OKUMA 研发出“无污泥槽”可以有效地收集高达 99% 的污泥，并大幅减

少冷却剂中的污染物。通过减少水箱内的污泥堆积，能够显著降低水箱清洗的频率，确保长期稳定的机器运作。

根据 OKUMA 在三级过滤（袋过滤器）渗透之后所得到的结果评估，污泥的去除率达到了 99%（针对铸件）和 97%（用于铝），冷却液过滤系统流量设计确保了在两年内都无需清洗储罐。此外，无泥槽的设计确保了冷却剂的单向流动，不仅可以防止冷却液因停滞而劣化，还确保了冷却液更换的频率大大降低，当冷却的处理量也有所减少时，对环境的影响自然也会降低。

数字转型云端服务与智能化数字服务应用趋势

DMGMORI 在人工智能、物联网、大数据和数字双生等焦点议题，将显著影响和优化未来流程。透过使用智能数字化产品，DMGMORI 为客户提供全面联网和监控生产的机会，如：刀具管理功能，从仿真加工过程、协助新进人员选择正确刀具、透过 CELOS 监控工厂生产状况，在生产过程中透过数字化提供无纸化、后续协助客户进行培训为完整的数字转型。

在联网与整合部分透过 CELOS Xchange 作为具备 CELOS 机器对应控制面板与云服务的整合方式，提供机器全面联网与监控生产的解决方案，并可提供更安全、可扩充与开放的交换整合方案。

在机器生产过程中，可透过 TULIP 来做为数字化转型生产的方法，DMGMORI 官方定义为一种简单的无纸化生产方法，先前 TULIP 比较像是在机器旁的辅助工具系统，在机上辅助提供机器操作指南与 SOP、仪器操作



图 11 CELOS

仪表盘显示、数字化车间监控、OEE 监控等功能，在机边能提供组装设定说明、质量与缺陷检查、教育训练等功能。

云端服务部分 DMGMORI 提供 myDMGMORI 并提供新机器 2 年免费做到简化服务入口，提供实时咨询、侦错、消耗品订购等服务。

MAZAK

MAZAK 提供 iConnect 云端服务功能，如显示机台信息、维修机台、MAZAK 支援…等功能，MAZAKiConnect 协助掌握机台运行状态、警报状态和主要信息统计。改进排程以提高运行率、识别警报原因减少停机时间。管理机台数据：MAZAKiConnect 可自动将 CNC 中的加工程序、刀具数据、工件偏置、参

数等备份到云端。设定备份计划和管理数据，安全储存生产数据。数据加密存储在云端，可安全下载并设定密码，恢复删除的程序或数据。

GROB

GROB 提供完整智能化功能与云端服务，GROB-NET4INDUSTRY 允许 GROB 机器连接到因特网。因此，



图 12 MAZAKiConnect

可以透过智慧型手机对其进行监视和控制。结合向指定智能型手机发送讯息，相关机器操作员可以立即回应并最大限度地减少不必要的停机时间。包含下列功能与服务：动态显示机器数据，机器状态、警报讯息、刀具和 NC 程序的信息一目了然、机器关闭时定义主动电子邮件通知的警报讯息、无人、轻载机器运作的移动监控、提供历史时间轴图供人员分析。



图 13 GROB-NET4INDUSTRY

OKUMA

OKUMA 智能工厂系统，能透过智能制造和智慧机器的紧密结合，实现了卓越的生产效能和供应链灵活性。在实现最大产能方面，智能制造扮演了关键角色。这包括明确的生产计划，深入了解何时需要生产、需要什么产品、以及需要多少数量。借助工程链管理 (ECM) 和供应链管理 (SCM) 系统，OKUMA 在制造过程中提供五项 Intelligent Technology 智能化功能来解决客户的精度与操作性问题，在实现高精度加工方面，Thermo-friendly concept 热亲和概念透过整合机械设计与控制技术等方法使精度能达到室温 8 度 C 内，变形量控制在 $5\mu\text{m}$ 。

5-AxisAutoTuningSystem 搭配 OSP 控制器能在 10 分钟内快速补偿 11 项几何误差。SERVOINAVI 具备两大功效，自动识别机器最佳设定和延长机器使用时间，其包含工件重量自动设定与自动惯量设定、反转尖点自动调整、振动自动调整。Collision Avoidance System 提供自动及手动模式下防撞机能。Machining Navi 提供简单的自动模式，颤振能由内置感测器测量，Machining Navi 会自动将

主轴速度变更为最佳速度来达到最佳切削参数。

云服务与数字服务机制确立

云服务与数字服务机制确立可从本次会展上，各厂商所提供的云端服务与数字服务机制与收费机制明确定义中看出来，各厂商例如 MAZAKiConnect 软件订阅服务提供登录免费试用 120 天，GROBGROB-NET4INDUSTRY 基本费用为 45,000 欧元，往后月费为 75 欧元，DMGMORI 提供新机 2 年内免费使用 myDMGMORI 服务，NSH-GROUP 提供 ironMIND 月费 99 欧元，FPT 提供保固内或由代理商提供 PLATFORM4.0+ 服务等等都在显示此商业模式已经成熟，并提供迎合客户需求与使用习惯调整服务机制与售价。

结语

制造转型已结合绿色设计概念的机台模组设计，考虑功能性增强不仅能确保机台在技术和功能上的优势，还能积极贡献于环保。这样的策略不仅有助于

企业在竞争激烈的市场中脱颖而出，同时也因应了机台生产自动化过程中的不断进步的技术，满足客户在运用机台设备生产时对工厂环境和生产规划需求的多样性选择。

随着加工设备技术的不断创新，我们面临如何使机台具有更大的扩展性和在线使用弹性的挑战。例如，考虑机台的移动安装便利性、工件装置的滑动移动以及吊挂等特点，这些都是实现机台灵活性的关键因素。

数字化服务应用的趋势似乎已定型，在服务机制和定价策略透明化的前提下，创新的订阅机制有望创造未来的高营收峰值，提升品牌产品竞争力。各大厂商和集团都提供完整解决方案，以满足不同终端产品和生产方式的需求，从而满足客户和整个产业的需求。

在永续议题方面，客户服务转型已经普及，包括提供周边、软硬件、便利的售后服务窗口、数字在线服务、保养和维修，以及叫料管道等商业模式。这种转型不仅符合永续发展的要求，还提高了客户满意度，增加了企业的竞争力。

MFC