智能制造探索应用之路

□ 广州明珞汽车装备有限公司/ 张凯

本文以广州明珞汽车装备有限公司为例，在理解智能制造的基础上，讲述如何进行数字化、智能化转型工作。

广州明珞汽车装备有限公司成立于2008年，现有员工800余人，主营业务是为汽车等行业及一般工业提供智能化生产解决方案、标准智能设备、工业物联网大数据服务，其发展历程如图1所示。海外业务覆盖德国、美国、墨西哥、南非、日本及马来西亚等。

对于智能制造的理解

1.企业为什么要进行数字化、智能化转型?

从需求端研究发现，消费者的需求已经发生了变化，传统的大批量、标准的产品已经无法满足人们日益增长的多样性需求，这个时候作为供给端需要怎样跟上消费端的需求，是需要重点考虑的问题。不管是汽车生产厂家，还是供应商都应该考虑如何解决由产品本身的不确定性、多样性、复杂性而带来的生产方式的不确定性与复杂性问题。

智能制造要解决的核心问题就

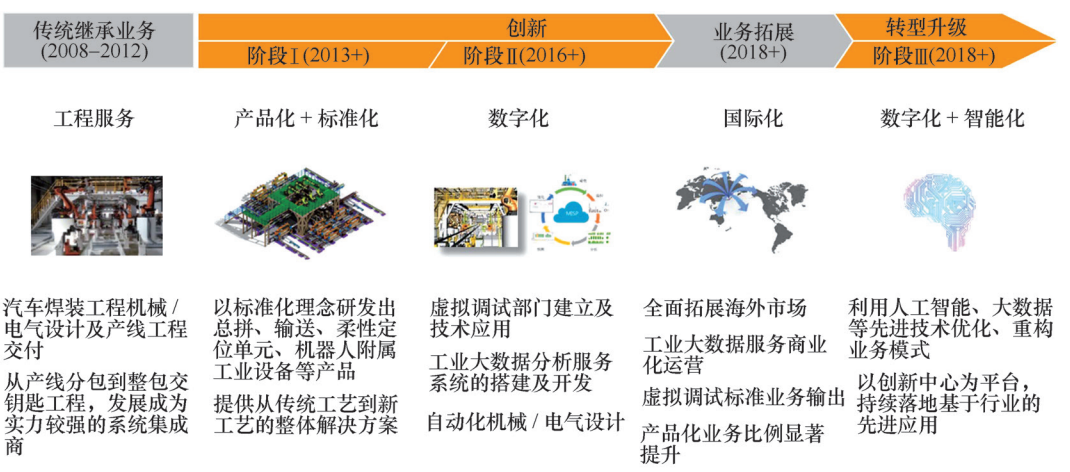


图1 广州明珞发展历程

是，面对客户需求的变化及不确定性，企业如何适应和跟上这一快速的变化，如何更好地满足客户需求，这是智能制造转型的逻辑起点。其根本还是为了适应市场快速的变化，提升公司应对未来市场不确定性的能力，提升综合竞争力，降低自己的成本，从而在市场上赢得立足之地，具体表现在效率、成本、质量、服务四个关键要素方面。

（1）效率。缩短产品的上市周期，加快新产品的迭代速度；提升制造的柔性与灵活性，以应对市场日益增长的个性定制化需求。

（2）质量。打造可追溯的质量管理体系，向客户保证能够持续兑现高质量地按时交付。

（3）成本。让企业单位的成本投入获得比同业竞争对手更大的产出。

（4）服务。通过对设备的连接，实现对生产设备数据的完整采集与分析，帮助客户提升生产效率、预测性维护，以及生产可视透明化，通过数据有效合理地调动能量，通过数字化进行运维服务。

而怎样消除或减少不确定呢？香农在20世纪40年代就已经给出了答案——信息是用来消除随机不确定性的东西。工信部安筱鹏博士提出，数字化转型的本质就是通过信息的采集、分析、决策，从而实现全局的制造效率提升，响应“大规模定制”中的高品质、低成本要求。

2.如何进行数字化、智能化转型工作？

贯穿人类科技发展的历史，有两条主线，一个是能量，另一个是信息。第一次工业革命与第二次电气革命，更多是能量的转换和生产效率的提升。进入近代，能量增加的速率在放缓，信息增加的速率在递增。信息在社会中的权重增加，代表着信息置换能量成为技术迭代、社会发展的主要手段。

在能量主线，传统的生产工具或方式需要演化到智能工具阶段，生产效率得到进一步提升。例如：搬运机器人通过视觉识别、算法优化可以自主决策运动轨迹，传统的夹具设计、PLC设计通过标准化、模块化、数字化、智能化的改进，可以进行快速地参数化设计，提升设计的效率，减少成本的投入。

在信息主线传统的经验决策方式需要演化到通过“数据+算法”的方式进行决策，目前的管理系统例如ERP、CRM、MES等更多是管理思想的数字化、代码化，通过信息化的方式已经提升了企业的管理效率。如图2所示，我们可以通过不断挖掘、汇聚、分析消费者以及研发、生产、供应链等数据，基于“数据+算法”构建一套新的决策机制，替代传统的经验决策，实现更加高效、科学、精准、及时的决策，以适应需求的快速变化。

3.智能工具

通过“标准化→数字化→网络化→智能化”的演化路径（见图3），将能量工具转换为智能工

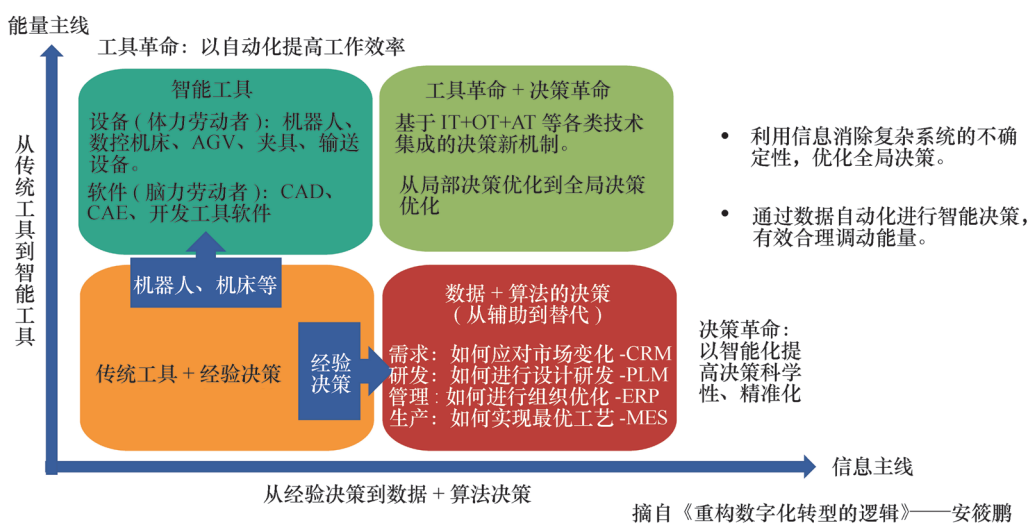


图2　基于“数据+算法”构建的全新决策机制

具，包含硬件工具与软件工具。例如，软件智能工具就是将数据转换为信息，将初始设计数据整理成知识。让知识显性化、共享化、工具化以及智慧化，使知识跟设计过程融合。比如把设计过程变成组件化、参数化，形成工程化知识，具有自动化特征，网络化可以关联更多的信息快速形成合力，参数化输入可以自动生成夹具单元，并加入算法模型，就具备了智能化特征。

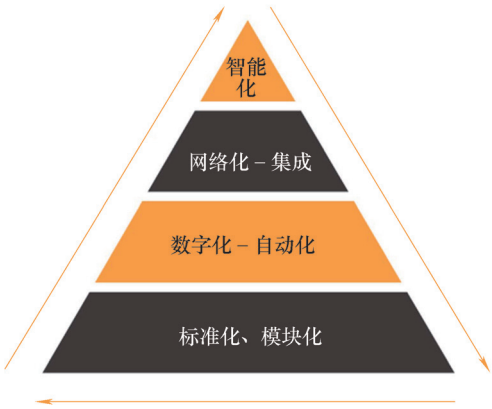


图3　智能工具演化路径

标准化、模块化是所有的基础。要解决一个复杂的系统或复杂的过程，必然的也是唯一的方法就是对复杂系统或复杂过程进行分解。这也是为什么自工业化开始，“标准化”就是一个永恒的主题。只有在实现标准化、模块化的基础上，智能化才能进一步演化，而模块化也是现在数据中台概念的核心理念。

4.智能决策

通过“行业知识+数据+算法模型”帮助客户实现辅助决策，通过PLC及传感器采集现场设备运行的数据，并且将其转换成具有时间标签的工业大数据，加之适用的算法和算力，通过行业知识的总结分析，解析出这些数据背后所蕴含的特定的工况模式和特征（知识），根据这些知识进行设备参数的优化、预防性维护以及改进设备的设计。通过以上模式（见图4）辅助客户在生产线运营的过程中进行效率提升、成本优化、质量追溯。

智能工具

1.自动化设计平台

在汽车行业，由于不同的客户车型的结构与标准都有一定的差异性，所以对应的工艺流程、夹具、抓手包括电气程序都是有区别的，基本都是采用非标设计的方式，这时候公司就在考虑能否将传统的非标设计，转变成标准化设计，通过标准化的制定与积累，减少设计的工作量。

通过标准化、数字化、自动化、智能化的演化路径，将原先由人工直接操作各种软件的设计，通过一个平台来操作这些设计，将标准、操作移植到平台中，形成组件化和模型化知识，完成原先需要由人去设计的工作。

工装自动化设计平台。此平台是明珞基于数字化平台和智能算法，实现了“非标标准化”设计，显著提高了机械设计的效率和质量。

通过大量标准零部件库的积累，以及MINO多年工程项目的经验，形成知识工程体系，开发出工装的自动设计平台；通过输入参数，可快速将工装自动生成，降低

图4　智能决策

产品开发周期，标准化比例高达60%以上，产品样式风格一致，设计制造成本大幅降低，便于替换、维护维修方便。

（2）PLC自动化设计平台（见图5）。改变以往的每个项目都要重新设计的模式，将PLC程序设计、硬件图样设计等非标工作通过长期的数据积累，在过程中进行标准化、模块化设计，最终将部分非标程序设计工作部分转变为标准化的设计工作，从而带来效率的提升，成本的降低。将知识自动化、模块化封装。PLC自动化设计平台带来了高度可靠的设计质量，电气系统设计周期，采购周期大幅缩短。程序自动匹配虚拟调试、大数据平台接口标准。

在明珞进行以上实践的过程中，我们发现自动化设计的核心理念与现在的互联网公司流行的数据中台的概念是一致的。在国内，数据中台最早是由阿里巴巴提出来的。在2015年的时候，马云去参观了一家芬兰的游戏公司，叫做Supercell。Supercell公司一年光是利润就有15亿美元，不过员工人数非常少，只有不到200个人，而且公司里每一个开发游戏的小团队，都只有六七个人而已。2016年6月，腾讯以86亿美元收购了员工数不超过200人的Supercell公司84.3%的股权，每一名员工人均贡献的估值超过3.54亿元。

这么小规模的团队，怎么做成了这么大的业务呢？其中一个原因，是他们把游戏开发过程中要用到的一些通用的游戏素材和算法整理出来，把这些作为工具提供给所有的小团队。同一套工具，可以支持好几个小团队研发游戏。这种管理方式，就是一个“中台”的模型。与其每个业务有一个独立的系统，不如用统一的平台来完成这些基本流程。把那些共用的环节，进行模块化处理。这样的系统不仅避免了重复设计开发带来的浪费，而且还能大幅度提升管理的效率。模块内部紧密联系，功能完备，只做好一件事，与外部连接应尽量简单，接口要少且统一标准，提高模块的独立性和复用性，从而实现“高内聚、低耦合”这一概念。

图5　PLC自动化设计平台

目前明珞公司的每个设计部门都有一个标准化团队，他们重要的工作就是将每个项目中的需要重复设计的工作标准化、模块化，后续参数化设计团队只需要进行简单的调用就可以快速的搭建设计。在此过程中，明珞经过多年的探索与持续不断的优化，已成功将自动设计平台应用到多个实际项目中，已经实现了60%数据的利用率，相信随着数据的积累与完善，自动设计的可用率会越来越高，真正实现从数据到知识的转化。

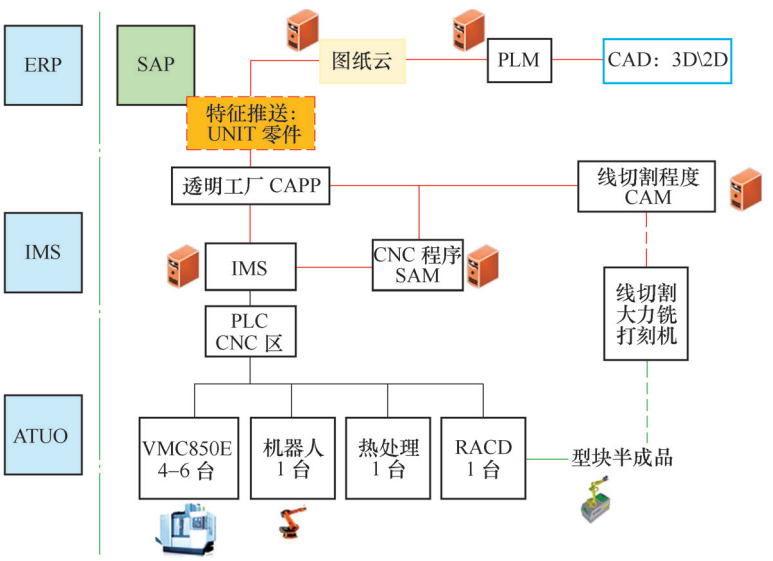
2.VC虚拟调试技术

虚拟调试就是通过计算机生产线与真实的PLC硬件进行对接，实现虚拟生产线完整的电气/机器人调试和功能验证（见图6）。在此过程中，利用虚拟生产线模型对设计方案、PLC程序、HMI程序和机器人程序进行完整验证和测试。在现场安装完成后，可以快速地导入PLC程序、机器人程序（需要确认安装误差并调整），进入联动调试确认。

另外基于数据积累，可以对数据进行重复利用。前期方案阶段可以快速地搭建数字化工厂进行前期验证（见图7）。

技术平台的引进也会带来组织的重构，VC虚拟调试技术不仅需要本身软件的技能，更需要改变现有的组织架构及管理者的思维方式，由原来的线性或平行的部门数据流程，而转变为网状数据流，也消除了信息孤岛，快速形成反馈闭环，实现信息快速迭代。数据作为一种新的管理要素与传统技术、业

图6　虚拟调试



（a）业务数据流程

（b）现场流水线装配与智能仓储

（c）智能钻孔机器人

图7　数字化工厂前期验证

务流程、组织机构相互影响，提升了不同部门之间数据传输的效率与质量，先进的生产力一定需要相适应的生产关系对应。

明珞依靠虚拟调试技术，项目交付周期缩短20%-35%，减少项目现场变更点，提高项目效率，降低成本支出，保证交付品质。

3.数字化加工、装配、安装

（1）Unit数字化生产线。柔性自动加工生产线以白车身焊接夹具的UNIT单元中的托块、压块、连接块、连接板、压臂、气缸立板、角座和销座八种零件为对象，建成一条全数字化、自动化功能的生产线。加工过程数字化，包括不限于物料信息、刀具信息、夹具信息、质量信息等，具备无人值守功能。

明珞自主开发业内首条夹具&电气装配流水线，搭载了WMS、MES等智能制造管理系统。具备自动集配物料，电子屏操作指引系统，装配时间缩短50%，装配错率降低90%。

（2）数字化现场安装-自动钻孔机器人（RACD-D）。智能自动打孔设备使用的激光导航，能够标定打孔区域的绝对坐标系，而这套坐标系能够与机械设计时使用的坐标系重合。当自动打孔启动时，全向AGV小车会根据打孔信息移动至打孔位置，并能够自动计算水平倾斜角度、计算坐标补偿值，从而自行修整打孔坐标。精准的安装和落位，能够真正意义上确保离线程序真正在现场直接使用，落地高效智能制造。当机械仿真、虚拟调试后的机器人数据导入到精确无误地安装完成的设备后，便可进行投产前最后的现场调试环节。这也意味着，这一改进节省了大量因现场误差而需要再次编程调试的工时浪费，同时将虚拟调试的价值发挥到最大。将“纠错”阶段压缩在进行数字制造的办公室中，同时自动打孔项业务我们也提供对外服务。

智能决策-MISP平台

基于大数据分析技术，以“生产线检测评估中心”为理念，明珞为客户的生产线规划及运营维护提供智能服务。通过制造过程的数据异常可以判断设备、生产线以及产品运营过程的健康度，利用大数据技术提出制造过程的节拍模型、质量模型，可以对制造过程、产品运营过程进行预测和改进（见图8）。

MISP核心理念——透视产线（见图9），类似于人类心电图诊断健康原理，高速采集运行中的“机器心电图”，打开工厂生产过程的黑箱，将工厂生产过程透明化。从而协助诊断线体健康状态，提供功能：智能监控，产能提升，故障预警。

MISP核心理念——精益管理，通过透视耗材用量，人机工作协同，提升设备运行效率，降低易耗品使用成本。

客户案例：国内某德系合资工厂产能提升，中德合资汽车制造基地焊装车间在量产阶段导入MISP系统，通过对节拍数据收集、分析，协助客户从60件/h提升至62件/h，累计带来收益上亿元。

面向汽车及一般工业的智能制造体系

明珞通过开发解决数字化制造的关键共性技术，如虚拟制造技术，机械电气自动设计技术，非标标准化技术，工业互联网的透明工厂图样云技术，物联网的大数据采集、算法等，构建智

图8　智能决策的作用

能生产线全生命周期管理（见图10）。同时把实践验证过的技术标准、经验通过明珞开发的智能接口软件固化在虚拟制造的平台中，从而提高数字化信息化效率，并利用数字化及大数据技术，实现从“规划→设计→交付→使用→运营→回收”整个过程链的智能化（见图11）。

通过先进的理念，差异化能力，最终通过明珞“积木式”的智能生产线和模块化设备，减少设备投资，降低备件成本，缩短调试时间（见图12和图13）。

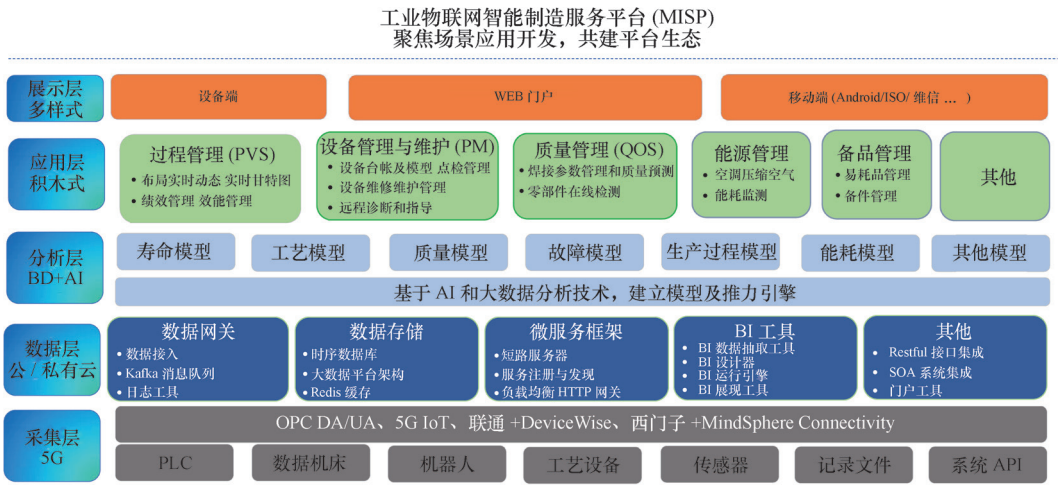


图9　MISP平台架构

图10　辅助决策

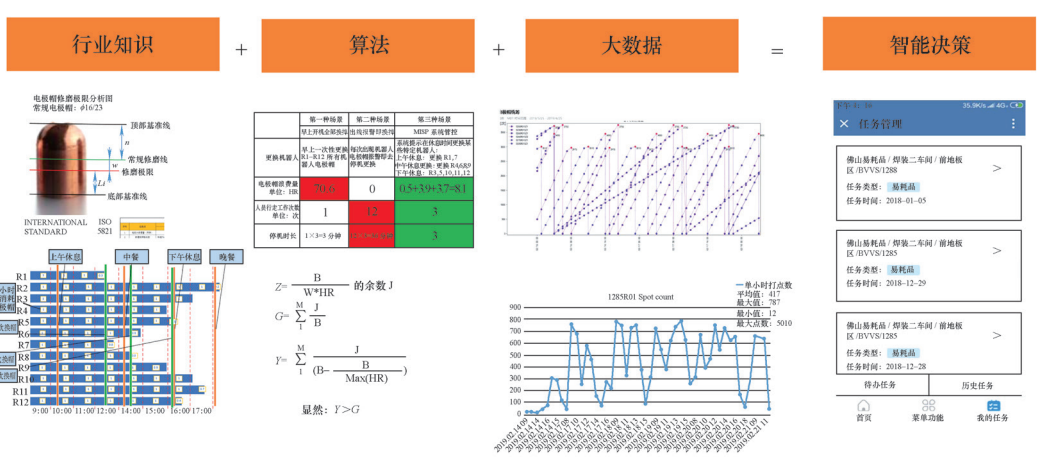


图11　智能决策

（下转第20页）

路线与位置信息进行显示；支持对任务信息历史、AGV工作状态日志查询等功能，可供专业人员在维修或维护时解读。

（7）充电系统。为机器人提供可靠的充电供应，充电效率高，输出功率大，充电状态稳定可靠，并能通过无线网络实时监控；充电接口输出可控，非充电状态下，充电接口处于断电状态，小车自动充电时充电桩进入充电状态。无法自动充电时支持人工手动进行充电。

AGV+协作机器人实现自动化物流搬运与上下料

AGV工作循环。人工启动加工循环→AGV+机器人单元自动到单元料架上抓取零件，并放置到AGV暂存台上→AGV移动到车床加工单元上料口部位，机器人自动将芯轴零件放置到上料台上→AGV移动到高速立加设备前方，机器人将零件放置到设备夹具上，完成上料动作→待立加加工结束后，机器人从设备夹具上抓取零件至AGV暂存台上→AGV自动移动到车床加工单元下料口部位，待芯轴零件加工完成并放置到下料口部位，机器人自动抓取芯轴，放置到AGV暂存台上→AGV返回单元料架，机器人将零件放置到单元上料台上。

结语

该机器人项目将智能AGV技术与协作机器人相结合，通过在区域内的自主移动，实现货物的智能抓取、搬运和操作。突破了常规机器人只能在导轨上作直线运动的限制、区域移动小车在行驶过程中存在的安全隐患、移动后再定位精度低的问题。

同时，借助机械臂内置的工业相机，以及AGV小车中的电池及逆变电流器，让AGV小车可以自由载着机械臂到达指定工位，进行产品的精密的定位和抓取、放置。两种智能技术互相成就，成为彼此自由的双手双脚，极大拓展了机械臂与AGV小车的适用范围，为零件加工机床自动化上下料的智能化打开了新的空间。AUTO1950

（上接第16页）

图12　智能制造体系

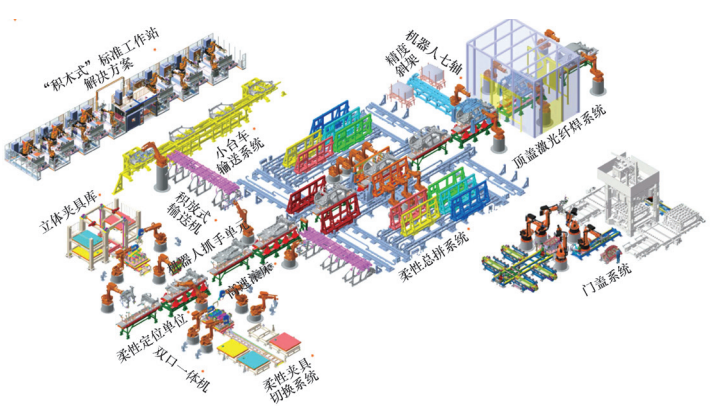


图13　明珞白车身智能制造体系创新概览

结语

明珞在智能制造的道路上一直坚持创新创造价值，这条道路上没有终点，只有沿着正确的方向利用新技术不断的演进与迭代。新技术的发展与应用不会一帆风顺，它更像是一条曲线，有滞后效应。如果我们相信一个新的技术和方法是好的，就坚持一段时间再下结论，不能根据实时的反应草率给出结论，需要让“子弹”飞一会，因为这是一条边际效应递增之路。智能制造没有弯道可以超车，该走的路还是要走，我们唯有日拱一卒，方可功不唐捐。

在智能制造的业务中，明珞已经与多个厂家进行项目合作，并产生积极的效果，希望后续可以与更多的客户进行沟通交流，进行智能制造业务应用，大家共同携手创新创造价值。AUTO1950