

# 轴承行业数字化制造实践

浙江力太工业互联网有限公司 李律

中央全面深化改革委员会第十四次会议审议通过了《关于深化新一代信息技术与制造业融合发展的指导意见》，会议强调，加快推进新一代信息技术和制造业融合发展，要顺应新一轮科技革命和产业变革趋势，加快工业互联网创新发展，加快制造业生产方式和企业形态根本性变革，提升制造业数字化、网络化、智能化发展水平。对于轴承制造企业来说，如果能够充分利用这样的历史机遇，加快企业数字化转型的步伐，就有可能使自身的轴承制造向形态更高级、分工更优化、结构更合理的阶段演进。

数字化制造是新一代信息技术与制造业融合发展在生产制造层面的落脚点，即通过工业互联网实现自动化、无死角、不间断的监控生产过程，同时通过构建统一的数据中台打破各个部门之间的数据孤岛，对内协同生产、提质增效，对外取信客户、扩大销售。浙江力太工业互联网有限公司在数字化制造领域有十多年的探索和积累，已经在汽车零部件、电子电气、冶金等领域积累了丰富的经验，最近一年多来开始在轴承行业进行探索，通过在一部分轴承制造企业的数字化制造实践，总结了一些经验在本文进行分享。

## 一、 自动化是数字化制造的前提条件

数字化制造是使用计算机数字空间的工具来解决生产制造这个物理空间的问题。自动化设备无时无刻都在产生数据，这些数据大多数都可以使用信息技术手段进行采集、传输、处理以及展示。自动化程度越高，意味着生产制造的物理空间在计算机数字空间的映射越充

分，使用数字工具优化生产制造过程就越充分。自动化程度低的轴承企业，需要依赖人工对自动化不足的部分进行补充，人工介入的地方，数据采集会成为难题，需要人工利用人机交互设备进行数据录入，这样一定程度上会和正常的生产制造过程相冲突。因此，对于自动化程度较低的轴承企业，应该优先考虑提升生产制造过程的自动化，绕过自动化而强行追求数字化，不但产生的价值有限，还会给生产部门造成负担。同样，开展数字化制造也不是要求所有工序都 100%到达自动化，哪些工序自动化程度比较高可以优先开展，以轴承制造为例，磨加工和装配的自动化程度较高就可以优先开展，热处理的自动化程度较低就可以延迟开展。即使自动化程度很高的工序也有可能出现局部的自动化不足，这时可以通过有限的人工数据录入来使整个数据链完整。

## 二、 工业互联网平台是数字化制造的基础设施

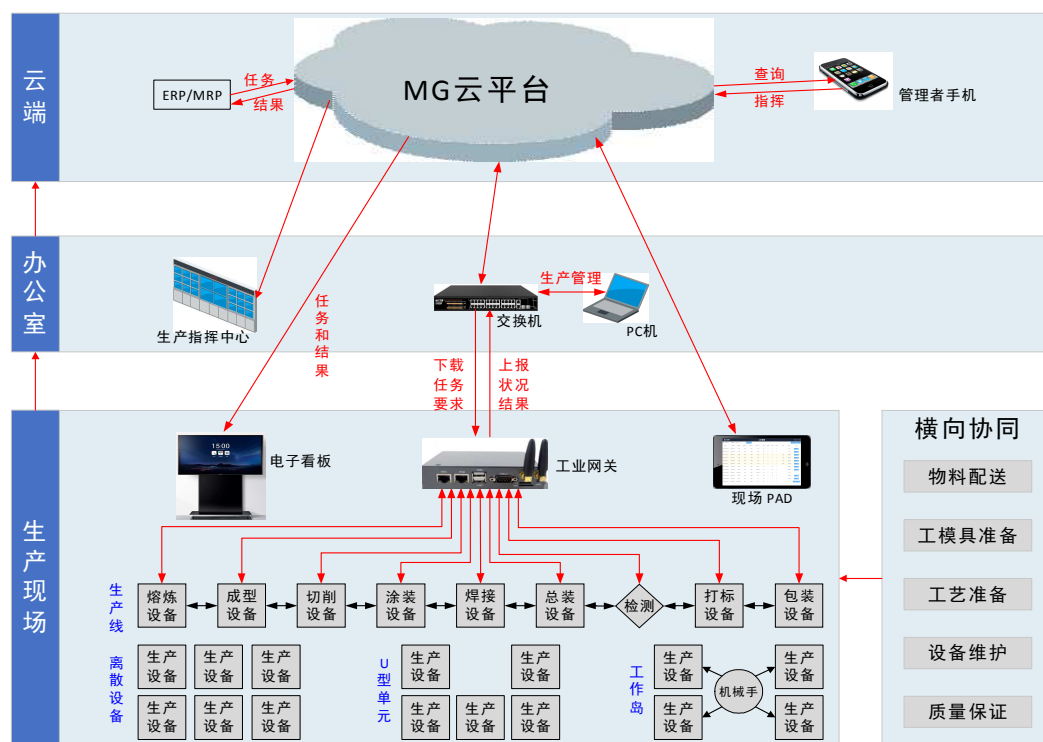


图 1

工业互联网平台包含了位于生产现场（边缘侧）的工业物联网和位于云端的工业云平台，整体架构如图 1 所示。工业物联网负责将加工设备、在线监测设备、物流设备等进行联网和数据采集，并将采集到的数据通过通信网络上传到云端，云端计算的结果也可以通过通信网络最终以指令的形式下达给设备。工业云平台包含 PaaS 层的中台以及 SaaS 层的工业 APP：PaaS 层的中台负责构建数据中台与业务中台对于工业 APP 进行支撑；SaaS 层的工业 APP 负责消费工业物联网上传的数据，对生产现场进行管控和优化。工业网关，又称为边缘计算网关，是边缘侧与云端的桥梁，对下与自动化设备进行交互，对上与工业 APP 进行数据交互。工业互联网平台之于工厂就像操作系统之于计算机，因此工业互联网平台是工厂实现数字化制造的基础设施。通过工业互联网平台开展数字化制造可以大大加快实施速度，减少项目投资。力太在多个轴承制造企业实施数字化制造的过程中发现，利用工业互联网平台，实施一条轴承磨装一体线只需要一个星期，实施一个车间只需要一个月。同时数据应用与数据平台分离的模式提高了数据应用的灵活性，大大减少了针对单个工厂个性化需求的定制开发。

### **三、 数据应用是数字化制造产生价值的关键路径**

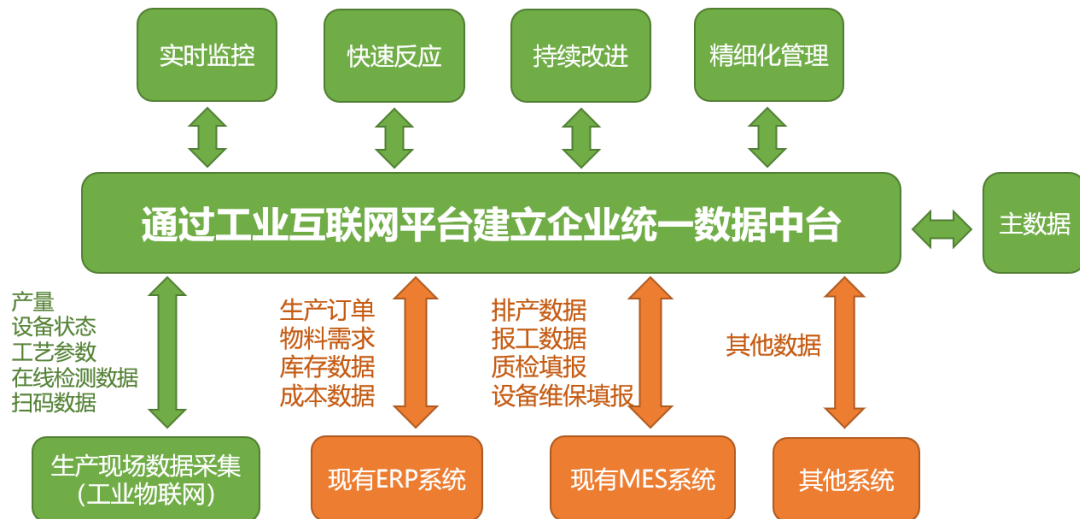


图 2

基于工业互联网平台开展数字化制造，数据的应用是关键，只有从海量的数据中挖掘出价值，才是轴承制造企业进行数字化转型升级的动力。如图 2 所示，通过工业互联网平台可以建立轴承制造企业统一的数据中台，将生产现场的自动化设备与 ERP、MES 等传统信息化系统的数据进行集成，开展实时监控、快速反应、持续改进、精细化管理等多个方面的数据消费与数据变现。力太通过大量实践，按照数据的时效性与处理方式的不同总结了两个大类的数据应用：一是实时数据应用，主要针对实时采集的数据进行即时的处理应用；二是批量数据应用，主要针对一段时间积累的数据进行批量的处理应用。

### （一）实时数据应用

生产中断监控与快速反应：通过设备状态的变化来判断设备是处于正常工作状态还是生产中断状态，一旦中断的时间超过设定的阈值，中断的告警信息就会自动推送出来并产生一个中断处理任务，现场人员就应该对于中断原因进行判断并及时处理，直到设备再次恢复到正常工作状态，中断处理任务也会自动完成。

产品质量监控与快速反应：通过在线检测设备的不良品数量的变化来判断产品质量的状态，设定一个固定的检测窗口  $N$ ，在线检测设备每检测一个产品，检测窗口也向前滑动一次，即检测窗口永远只计算最近  $N$  个通过在线检测设备的产品。当检测窗口  $N$  中的不良品所占的比例超过设定的阈值，产品质量的告警信息就会自动推送出来并产生一个质量异常处理任务，要求现场人员对于产生不良品的原因进行判断并处理，直到检测窗口中的不良品的比例降低至阈值以下，质量异常处理任务才会自动完成。

工艺参数监控与快速反应：通过设备工艺参数值的变化来判断工艺参数是否处于正常状态，需要根据具体生产的产品对于每个工艺参数设定对应的上下限，一旦工艺参数的值超出上下限的范围并且持续时间超过设定的阈值，工艺参数告警的信息就会自动推送出来并且产生一个工艺异常处理任务，现场人员就要对工艺参数异常的原因进行排查并处理，直到工艺参数恢复到正常的范围，工艺异常处理任务才会自动完成。

设备节拍监控与快速反应：通过设备生产节拍的变化来判断设备是否处于正常工作状态，需要根据具体生产的产品对每台设备的生产节拍设定对应的上下限，一旦设备节拍的值超出上下限的范围，节拍异常的告警信息就会自动推送出来并且产生一个节拍处理任务，现场人员就要对于节拍异常的原因进行排查和处理，直到设备生产节拍恢复到正常的范围，节拍处理任务才会自动完成，产线恢复到正常生产状态。

## **（二）批量数据应用**

**产量分析：**产量分析主要关心的是设备的产出是否达到生产计划的要求，一旦计划进度偏慢，就要及时采取措施，保证生产计划能够按期完成。产量直观的反应生产绩效，生产管理的重要目标之一就是保证产量稳定并且不断接近理论产量。

**OEE 分析：**OEE 分析主要用于分析设备的综合效率，用于分析正常生产的时间占设备总的开机时间的比例是多少。设备的开机时间中没有用于正常生产时间即时间损失是我们需要关注的重点。时间损失主要分为中断损失、速度损失和质量损失。中断损失主要由于生产设备缺料或者故障等原因导致的损失，速度损失主要由于设备卡顿或者动作变慢等原因造成的损失，质量损失主要由于产生不良品造成的损失。通过分析时间损失的原因有助于我们提升设备的综合效率。

**设备异常分析：**设备异常原因主要是将设备中断或者故障的原因记录下来，并且按照出现次数与时长两个维度进行统计，由高到低排序。通过设备异常分析，可不断优化设备维保计划，制定的设备维保更有针对性，优先解决设备的高发异常问题，进而提升设备的可靠性，降低设备异常对于生产的影响。

**产品质量分析：**产品质量分析主要对于在线检测设备的检测结果进行统计，按照不良品原因进行分类，不同原因的数量由高到低排序。通过产品质量分析，可以指导设备和工艺进行优化，优先解决高发的产品质量问题，提升产品的一次合格率。

综上所述，提升轴承制造的自动化程度，搭建工厂级的工业互联网平台基础设施，充分开展各个层面的数据应用，轴承行业的数字化制造就能够落到实处。对内协同生产、提质增效，对外取信客户、扩大销售，让数字化制造真正给轴承制造企业带来价值。