实现由制造到智造

文/常熟开关制造有限公司

智能制造是提升我国制造业水平的有效途径，是我国实现“制造业强国之梦”的必由之路。近年来，常熟开关通过数字化技术、信息化技术与自动化、智能化技术的导入，实现了智能制造水平的稳步提升，打造了用户端电器产品制造响应快、效率高、质量好和能耗低的智能制造新模式。

传统的制造方式正在被智能化、数字化的方式所取代，在这样的改变中，质量的保障也融入了更多的先进技术。近年来，常熟开关制造有限公司（简称“常熟开关”）通过数字化技术、信息化技术与自动化、智能化技术的导入，以覆盖厂区的工业互联网为基础，开展用户端电器智能制造系统的解决方案研究和建设，实现了车间总体设计、工艺流程及布局数字化建模，产品数字化三维设计与工艺仿真；实现了数字化车间底层智能制造设备与MES制造执行系统、PLM产品生命周期管理系统和ERP企业资源计划系统的互联互通；实现了设计、工艺、订单、生产、质量、仓储、设备、物流和售后管理的信息互动及管理优化；打造了用户端电器产品制造响应快、

效率高、质量好以及能耗低的智能制造新模式。

“智造”之路

“持续投入，实现智能制造水平的稳步提升”，是常熟开关的“智造”策略。早在1992年，常熟开关就在全国同行业中率先运用信息技术进行CAD /CAM /CAE系统建设，至今开展了多期信息化建设工程，不断提升及完善软、硬件设备，自主开发了ERP和MES等管理系统，完成了企业信息化管理体系的构建，为智能工厂建设奠定了坚实的基础。

通过引进和自主研发相结合的方式，双管齐下，在不断引进国际先进设备的同时，常熟开关于2003年起专门成立了自动化装备研制部门，自主研发和制造先进的自动化设备。目前，常熟开关自主建成了18条自动化生产检测流水线，30多台全自动工作站，这些设备与企业信息化系统高度融合，一方面提高了零部件及产品的一致性，提升了质量；一方面提高了生产效率，降低了劳动力投入和劳动强度。

与此同时，常熟开关对万能式断路器生产车间进行分步智能化改造，产品的产能、质量得到了稳步提升。到2016年，在车间工人较2002年增长近40%的情况下，常熟开关的产能增长近5倍，一次检验合格率提升了23%，成效显著，并于2015年被评为江苏省示范智能车间。2016年，常熟开关承接了国家“基于工业互联网平台的用户端电器智能制造系统的研制与应用”项目，通过数字化技术、信息化技术与自动化和智能化技术的导入，以覆盖厂区的工业互联网为基础，开展用户端电器智能制造系统的解决方案研究和建设。

“智造”之道

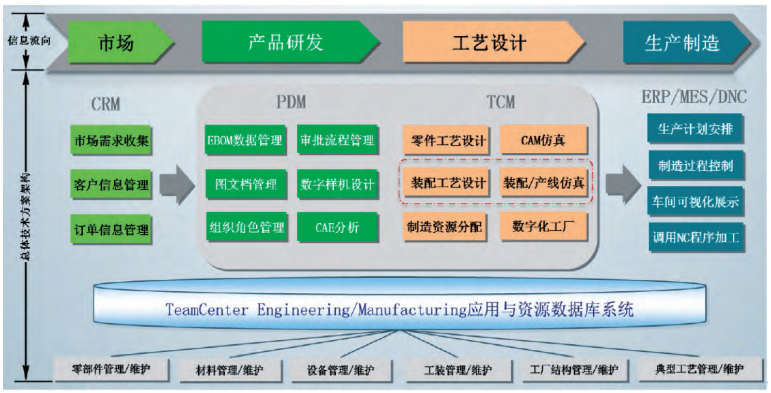
“基于工业互联网平台的用户端电器智能制造系统的研制与应用”项目的总体目标是通过数字化技术、信息化技术与自动化以及智能化技术的导入，以覆盖厂区的工业互联网为基础，开展用户端电器智能制造系统的解决方案研究和建设。

常熟开关将项目的建设内容分为两部分，即：“基于以太网总线技术的自动化生产新模式”和“基于信息网络系统的制程控制新模式”，具体包括：ACB万能式断路器数字化生产车间的建设；MCCB塑壳断路器数字化生产车间的建设；ACB/MCCB断路器关键零部件数字化生产车间的建设；ACB/MCCB断路器关键部件控制器数字化生产车间的建设；在PLM产品全生命周期管理系统平台基础上进行提高性建设，重点是三维设计与工艺仿真的协同；数字化车间典型产品的工艺流程及布局数字化建模；基于MES系统，进行产品制造过程的现场数据采集与可视化建设；基于ERP系统，实现与PLM、MES系统的高效协同和智能优化。

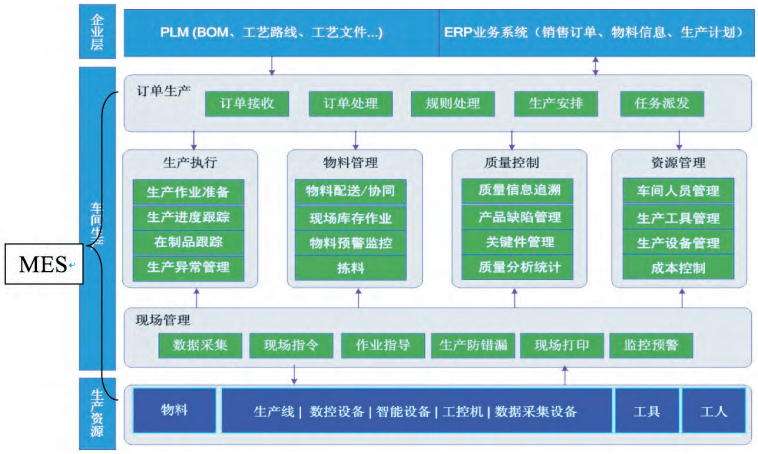
1. 基于以太网总线技术的自动化生产新模式

常熟开关建设了ACB万能式断路器数字化生产车间，完成了ACB检测校核生产线（CW特性检测站）调试；建设了MCCB塑壳断路器数字化生产车间，完成了研制CM3塑壳断路器自动装配线、CM3塑壳断路器装配检测校核生产线等8台套自动化设备；建设了ACB/MCCB断路器关键零部件数字化生产车间，完成了研制CW万能式断路器软联结自动焊接工作站、CM3断路器磁轭支架自动铆接工作站等11台套自动化设备；建设了ACB/MCCB断路器关键部件控制器数字化生产车间，完成了研制CW万能式断路器智能控制器自动检测设备3台套，购置电子线路板贴装自动化生产线2条；用户端电器产品优化设计，使其满足自动化生产要求。

ACB检测校核生产线以条形码为信息载体，实现以“网络订单→生成生产指令→现场生产→仓储发货”为主线的数字化管理；解决了生产过程中整机产品检测工序多、精度差和机械寿命试验效率低的问题，生产效率提高75%以上，各项性能指标均达到了任务书要求。CM5塑壳断路器瞬时及1 min耐压检验单元配备有以太网口和数据接口，实现了与常熟开关数据库的互联互通，实现生产数据与ERP



基于信息网络系统的制程控制流程



常熟开关MES/ERP集成架构

系统的交互；采用恒流源与电流反馈技术，可大幅提高工作效率与检测精度；生产效率提高44%，各项性能指标均达到要求。CM3断路器磁轭支架自动铆接工作站利用两条递进式的送料机构完成随行夹具的移位和循环，依次完成黄铜支架上料和磁轭上料，同时进行两个零件的整形定位，再进入铆接、下料和回收动作；解决了目前磁轭支架人工装配铆接，质量不易保证和生产效率低等问题；生产效率提高50%。同时，工作站还配备有以太网口和数据接口，能够与企业数据库互联互通，实现生产数据与ERP系统的交互。

2. 基于信息网络系统的制程控制新模式

常熟开关完成了数字化车间典型产品的工艺流程及布局数字化建模；引进TCM软件，完成了用户端电器产品数字化三维设计与工艺仿真；开展车间制造执行系统MES的建设，完成了用户端电器产品制造过程的现场数据采集与可视化建设；针对用户端电器典型产品的工艺流程及布局数字化建模进行客户化开发；在PLM系统平台上进行提高性建设，重点是针对用户端电器产品的特点进行数字化三维设计与工艺仿真的客户化开发； 实现了ERP与PLM、MES系统的高效协同和智能优化。

常熟开关实现了产品三维设计与工艺仿真的协同、数字化车间典型产品的工艺流程及布局数字化建模；搭建物流导引体系，实现了物料配送管理标准化与系统化，提升物流管理水平；通过开展ACB车间生产过程的可视化管理，使制造过程中原本不可见的信息转变成可视化，使生产、品质和设备等相关信息变得形象、直观，实现管理的透明化。

结束语

智能制造是提升我国制造业水平的有效途径，是我国实现“制造业强国之梦”的必由之路。在实现“智造”的进程中，常熟开关深切地感受到，智能制造新模式应用项目不在于投资规模大，而是在于成效、在于对行业的影响力和带动作用。

如今，在常熟开关，智能制造已是常态。EA

（上接第53页）

此外，我国输变电装备制造在协同设计与协调制造等方面技术落后，重复建设与资源浪费现象十分严重。

特变电工智能制造建设路径包涵了三部分内容，即：数字化设计、智能化制造和网络化协同。

1. 数据化设计

建立产品标准化体系；通过协同设计与仿真，建立虚拟样机系统；建立基于PDM数据云的设计专家系统。

2. 智能化制造

研发智能装置，构建自动柔性生产线；建立智能仓储物流系统；实现PLM、ERP、MES、机台和物流系统集成。

3. 网络化协同

组建支持异地协同的设计与制造平台；建立适应企业生产模式的制造执行系统；建设远程在线服务平台。

特变电工制造2025的企业愿景是：在2018年前，依托“数字化、智能化和网络化”建设推进智能制造，改变传统生产制造模式，广泛建设柔性制造和精准制造的数字车间，达到或超越国际同行业的制造水平；在2020年前，推进数字车间的横向与纵向升级，增强协同创新能力，全面建成集成制造、集成服务的智能工厂；在2025年前，实现工厂间从智能制造到智慧服务的跨越，建成统一决策、协同运作、可提供服务全球整体能源互联网解决方案的智慧集团。EA