

# 供应链数字化转型—郑州空调

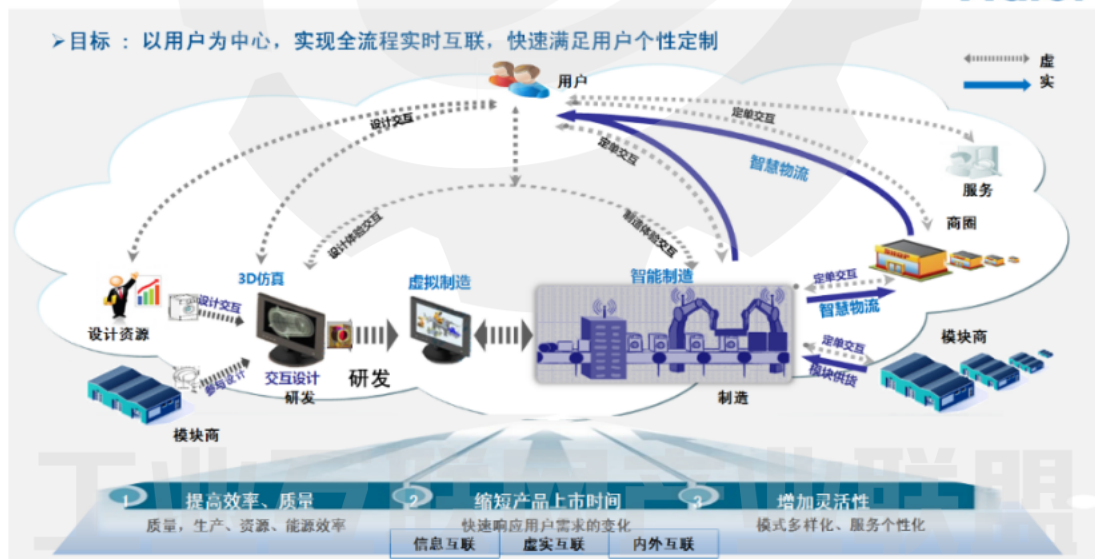
## 一、本企业的基本信息（企业名称、主要产品和服务、供应链部门的构成、主要职能、发展历程等）

郑州海尔空调器有限公司，位于郑州市经济技术开发区海尔产业园内，于 2014 年 12 月建成投产，拥有 15 万平方米厂房。拥有 9 条生产线，年规划生产能力 600 万套。

郑州海尔空调整合了行业内外顶尖的制造技术创造了工厂的先进布局，每个生产流程均充分考虑高效原则，可依据市场需求进行产能调整（可升级，产能翻倍）；通过精益、标准化、模块化、自动化的导入及数字化系统的集成，实现以互联网及物联网两大技术为基础，搭建 3 类互联、5 层架构及 5 大系统集成的务联网平台并创新 15 类引领的业务模式，从而实现用户和生产的互联，将打造成为行业内最先进的互联工厂。

郑州海尔空调互联工厂是海尔集团第 6 家互联工厂样板工厂，能快速满足用户的大规模个性化定制需求。

### 互联工厂业务模式



海尔互联工厂业务模式

与传统工厂项目相比，工厂订单交付周期缩短 30%，人均效率提升 20%，生产节拍提升 20%；在行业内首次采用个性化订单混流生产，个性化定制订单占比 20%以上。同时，智能工厂采用行业最新智能装备和智能机器人，拉动了国内装备制造业向数字化、智能化转型，以下通过展示两个应用场景诠释互联工厂核心的三化能力的构建（模块化、自动化、智能化）

海尔空调通过不断的市场调研，倾听消费者的需求，同时整合全球顶级的专家资源，从而不断引领空调行业的发展趋势。海尔空调拥有专业的研究院，下设 46 个专业空调实验室，包括最先进的环境模拟实验室、噪音实验室、EMC 实验室等。同时，在全世界范围内，分布于美国、德国、法国、荷兰、澳大利亚、韩国、日本等发达技术国家的 8 大研发中心、10 个研发合作机构，为海尔空调的专业化研发提供最有力的支持与保障。如今，集合了韩国研发中心、欧洲研发中心、日本研发中心、中国研发中心的集体智慧以及设计灵感，海尔无氟变频空调成为了全球领先技术的集合体，在低碳经济的带动下，引领更节能、更环保、更健康的行业趋势。

海尔空调牵头海尔集团制定获得了空调方面三项国家标准：

企业秉承创新、创造海尔企业文化，为探索中国智能制造新型工厂，2014年投资4.5亿元建设郑州海尔空调互联工厂。依据德国工业4.0和中国制造2025设计理念，通过自主研发，探索建设郑州海尔空调互联工厂，以满足用户最佳体验互联工厂。

## 二、本企业（或所在行业）传统供应链中的问题（阐述该行业/企业供应链特点、传统供应链管理存在的问题，说明数字化转型的意义）

业务痛点问题：浪费不可视（特别是前工序设备）、管理关差延后扩大浪费、生产订单计划不稳定带来系统扰动降低系统效率。

因此确定以管理三化破浪费顽症，包括浪费可视化、管理即时化、生产稳定化。

- ① 浪费可视化是以前工序设备 IOT 物联升级为切入，创新性使用云-边缘新一代信息化架构完成了两器高冲、焊接线、氦检线的 IOT 物联升级，实现了前工序设备产出的时时可视；  
主要升级切入点为集团 COSMO-lot 系统平台，通过接口统一的采集盒子的互联上传，在 lot 系统中建立支持对应模型，后部分有针对 lot 系统及生过改善案例详情介绍
- ② 管理即时化是基于空调信息化看板实现竞争力时时可视，并升级云视频系统实现网络诊断；通过电信的天翼云监控，能够使生产状况通过监控实时的接入管理办公室；能够及时准确的发现问题并对现场可进行预防性的问题指导和横向竟比。
- ③ 系统稳定化，推进了总装信息化排产，并实现了时序化排产，和前工序高冲的信息化排产，以上聚焦业务顽症进行了探索和升级。

通过多维度切合供应链生产痛点问题，在现有的信息化架构系统中逐步完善和升级；在发挥海尔卡奥斯数字化平台优势的基础上，完善内在业务上的覆盖盲区和薄弱环节。为工厂生产和制造以及管理提供有力的数据支撑和参照。

在未来的很长一段时间内，对于工厂数字化转型和升级，以及对新技术的投产试用，将会越来越精准的解决现有存在的问题。

## 三、本企业供应链数字化转型的过程（重点写，建议包括以下内容）

### 1. 数字化供应链的整体架构

海尔致力于成为全球白电行业领先者和规则制定者，全流程用户体验驱动的物联网、互联网融合领先者，创造互联网时代的世界级品牌。

移动互联网技术使得互联网从消费互联变为产业互联，互联网思维正逐渐深入影响传统制造业，聚焦零距离、网络化思维，互联网消除了距离，并使得企业网络化，传统制造业由生产商决定生产何种产品，互联网时代已转变为为用户来决定制造何种产品。同时，人工成本上升、招工难用工难以及行业内的低成本价格战等等问题，也对传统制造业带来了挑战，进一步削弱了制造行业的竞争力和创新能力。

与此同时，随着新工业革命到来，先进制造模式和技术不断深化，以及互联网时代用户个性化需求的冲击，发达国家抓住新工业革命的机遇，重塑在全球制造业的领先地位，以德国工业4.0、美国工业互联网为代表，推动全球新工业革命的发展。“中国制造2025”规划的出台，推动国内产业结构迈向中高端，

坚持创新驱动、智能转型、强化基础、绿色发展，加快从制造大国转向制造强国。

## 智能制造IT解决方案

Haier

➢ 通过构建平台上的一体化解决方案，促进智能制造大规模定制转型。



郑州海尔空调互联工厂总体模型

海尔集团承接“中国制造 2025”、“互联网+”的国家战略，由原来的以企业为中心转变为以用户为中心，从大规模制造转向大规模定制，积极探索基于“物联网”和“务联网”的互联工厂模式。工厂不再是传统的生产线串联流程，而是颠覆为满足用户个性化需求的全流程生态系统，与用户、供应商等利益攸关方构建共创共享的智能制造生态圈。

郑州空调通过总结和提炼海尔现有 5 大产业工厂的关键技术和建设经验，进一步研究基于“物联网”和“务联网”的智能制造体系，迭代建设全球首个空调产业郑州海尔空调互联工厂，将郑州海尔空调互联工厂模式从关键部件制造、家电整机制造，进一步推广应用到装备产品制造，并探索面向装备产品的离散型制造、网络协同制造、大规模个性化定制、远程运维服务四大类智能制造新模式，满足产品设计、工艺、制造、检验、物流等全生命周期各环节的智能化要求。通过搭建郑州海尔空调互联工厂示范平台，为家电行业、装备行业，乃至为国家制定智能制造相关标准提供借鉴和参考。

## 2. 数字化供应链运用新技术情况（如工业互联网、物联网、大数据、云计算、人工智能、区块链、3D 打印、机器人等技术和应用情况）

郑州空调在供应链新技术的覆盖普及中，以卡奥斯平台为基础，由原 iMES 核心系统集成转变为 COSMO-MES 为核心的系统集成的数据化大数据平台；从多维度和高兼容的思想升级和改善现有工厂数字化结构。

### (1) 郑州空调信息系统集成情况

现在海尔集团 COSMO-MES、WMS、COSMO-IOT (Scada/Automation)、PLM、ERP 等五大系统高效协同与集成情况为支持工厂转型，海尔搭建了以 COSMO-MES 系统为核心，包括 PLM 协同研发系统（包含 CAD/CAPP/设计仿真、制造仿真）、ERP 企业资源计划系统、WMS 智慧物流、COSMO-IOT 智慧设备控制系统（生产数据采集分析等）5 大信息系统集成互联的信息化体系，业务上通过智能的制造，把制造、研发、物流紧密的互联互通，并形成了家电行业的互联工厂的信息化标准。在纵向上实现了从企业

到工厂到车间到每一台设备每一个人的实时互联，即机机互联、机物互联、人机互联；横向上实现了从用户的需求再到产品设计、制造、物流、服务，整个全流程的供应链体系的互联，即虚实互联、信息互联、内外互联。通过搭建的互联工厂信息化体系，用户能够在全球任何一个地方任何一个时间，通过他的移动终端随时可以定制他的产品，互联工厂也可以随时感知随时满足用户的需求。

### ①数据分析与优化

工业领域将会以想像不到的速度创新，呈现出新的技术、新的产品、新的服务和新的业态。各行各业的决策正在从“业务驱动”转变“数据驱动”。事实上，无论工业 4.0 还是工业互联网，其主要特征都是智能和互联，而主旨都在于通过充分利用信息通讯技术，把产品、机器、资源和人有机结合在一起，推动制造业向基于大数据分析与应用基础上的智能化转型。智能制造时代的到来，也意味着工业大数据时代的到来。工业大数据的应用及管理，将成为未来制造业大创新的关键要素，也是目前全球工业转型必须面对的重要课题。

海尔智能制造大数据分析与应用通过对生产系统 (PLM、COSMO-MES、COSMO-WMS、SPC、AGV 等系统)数据的对接整合，智能制造分析模块的实施，能满足用户的个性化需求及提升用户全程可视的体验，企业内部实现全流程智能制造，实现个性化定制、柔性生产、高效生产、全流程可视化、自动化、低碳化、最优化、大数据运营决策等目标。建立一个可靠、集成、安全、可扩展、可集团化的智能工厂平台。

为了支持海尔网络化战略及互联工厂的实现，海尔提出打造“制造业全流程数据管理平台”产品，以应对制造企业对全流程大数据技术应用的需求。该平台可分为 3 个数据流，5 个实施层，11 业务模块。

#### ■ 三个数据流：

- ① 在郑州海尔空调互联工厂生态系统中，用户、资源、设备、系统、应用之间的互联交互中产生的数据落入到海尔各专业业务系统中；
- ② 全流程业务支持系统的数据，包括结构化和非结构化两部分，通过 ETL 过程装载进大数据平台的数据源层。
- ③ 数据在大数据平台中，经过建模、整合、分析，对上层数据产品提供数据服务。

#### ■ 五个功能层：

数据源层：来源于企业内各业务系统及外部网站媒体信息，包括结构化和非结构化。

数据整合层：包括贴源存储部分 ODS,企业数据仓库 EDW，企业 ERP 部分 BW,和外部非结构化数据存储平台 HADOOP。其中结构化数据通过企业级 ETL 工具 (Infomatica) 调度抓取；非结构化数据通过 Mapreduce 采集。

模型区：统一整合数据建立以用户、条码、资源、员工为索引的 360 全景视图。

数据分析平台：本层提供完善的数据分析工具进行建模分析。

应用产品层：形成模块化的数据产品，可独立对外提供服务。

### ②海尔智能制造大数据分析与应用模块详解

智能工厂将生产过程中的各种机器、设备组、系统网络通过先进的传感器与采集和控制软件相连接。通过这种方式实时连接并整合各生产元素的信息。利用信息驱动工厂统一数据分析平台，用于对生产过程、配方工艺、质量管理、物料配送等方面进行优化分析，以提高智能工厂的生产效率与自动化水平。具体包含以下几个部分：

设备大数据：对生产设备的实时和历史数据进行报警、状态、预警等多维度整合分析，提供设备的效率。

质量大数据：与设计、生产、物流等数据交叉分析，分析原因，进行预防，以提高生产质量。

生产大数据：对效率、绩效、设计进行分析，反馈研发、采购、售后等，提高生产效率。例如：通过

分析预测，提高物料的供应效率。

块质量互联：入厂检验、在线检验、型试检验、出厂检验等联网对接模块商实验数据，系统自动判断互认使用。

智能制造分析模块将生产过程中的各种机器、设备组、系统网络通过先进的传感器与采集和控制软件相连接。通过这种方式实时连接并整合各生产元素的数据。建立了工厂统一数据分析平台，用于对设备状态，生产过程、配方工艺、生产质量、物料配送等方面进行优化分析，以提高智能工厂的生产效率与自动化水平。

### ③技术装备集成应用

产品模块化生产由冷凝器、蒸发器、管组、电控、面板、钣金加工的智能化车间组成，项目配置AGV小件智能配送、积放链大件智能周转、牵引车自动柔性配送，项目投入智能化生产设备。

### ④安全可控措施

目前海尔集团信息安全平台建设已形成信息安全体系建设和环境安全一体化的安全整体输出能力，并逐步打造可为用户提供立体化安全解决方案的能力。形成安全情报分析、集团网络安全防御建设、海尔Web系统安全监测、海尔安全云盘-数据安全、集团终端安全管理、信息安全体系运营ISO27001进行外部信息安全监测、内部信息安全体系建设与边界防御的安全解决方案。

## (2) 企业制造执行系统 (COSMO-MES) 建设

海尔COSMO-MES的实施不是一个孤立的系统，而是互联工厂的一个核心。COSMO-MES的实施首先是整个互联工厂的数字化规划。

按照海尔数字化架构规划，智能制造执行系统COSMO-MES项目规划了和架构吻合的软件架构。COSMO-MES系统包含计划排产、生产管理、质量管理、设备管理、物料管理、报表及可视化、人员管理等七个功能模块。

### A.滚动时序排产 APS

采用先进的排产算法支持按到料时间正向排产、按照交期反向排产、按照瓶颈设备正向和反向排产等，支持滚动排产，模拟现场原料、在制品等库存变化情况。

生产模拟：可模拟现场原料、在制品等库存变化情况，并在计划缺料、订单延误时进行相应的图形化警示，并自动计算各道工序详细的开始、结束时间，并可以表格和图形方式输出；

图形化输出：提供总装上线序列的实时发布功能，用于箱体、门体上线序指示，并能够实时更新；

■ 订单输出：可输出订单 Gantt 图和资源 Gantt 图的方式展示排产结果，并可以表格方式输出打印；

与 ERP 的接口：上传日工单到 SAP 系统，并由 SAP 运算出前工序的外协物料需求；

■ 实施效果有：定性效果-由周排产排转变为日排产，可以根据异常进行动态调整，同时工装物料等进行辅助联动。实现按照能力排产，支持滚动排产，支持 3+N 计划。定量效果-提高订单兑现率 18%，计划编排时间缩短 30-80%，设备利用率提高 20%，人均效率提高 18%。

### B.生产过程管理

在制品跟踪：通过条码技术对箱体进行追踪，从预装到总装以及各返修区的全流程追踪；

操作指导：在关键生产工位支持装配工艺卡图片展示，操作人员可以通过终端查看相应的工艺文件和操作指导；

生产防错：指示灯拣选（硬件由海尔提供）、跳站控制、关键件防错、自动化校验；

实施效果有：定性效果-实现生产过程的全流程实时控制与协同，形成闭环可执行的订单执行体系；定量效果-停机时降低 10%，生产效率提升 20%，直通率提升 5%。

### C.质量管理

质量追溯：提供全流程质量追溯，包括关键件、工序质量、成品质量的信息。

防差错控制：在关键工序进行防差错控制，如压缩机安装、冷冻液加入量、关键拧紧力矩、关键件、说明书等；

工艺质量的 PDCA 管理：对于工序过程中发生的工艺参数超差进行报警，并记录相应的处置信息和原因分析。

实施效果：产品一次合格率大于 98%（不良品降低 10%），减少纸质档案管理成本 90%，零件追溯时间缩短到原来手工的 1%。

#### **D.物料管理**

基于计划、BOM、在制品队列数据，采用先进的物料配送算法指导物料管理，实现按需配送、按需生产，各工序按需自动配送物流；生产管理人员可以实时得到物料消耗报表和物料超额领用等报警信息。

实施效果：定性效果-通过跟踪和拉动式计算，支持 2 小时内 VMI 的管理、支持 30 分钟的线边拉动、支持同步的 SPS 管理。

### **(3) 产品全生命周期管理系统 (PLM) 建设与应用**

#### **①面向创新设计的产品生命周期管理 (PLM) 系统**

海尔将 PLM 系统作为一种创新设计平台，对从设计到售后服务乃至回收的所有与创新设计有关的信息进行管理，帮助研发部门及时全面了解产品生命周期的信息，并使其它部门及时全面了解创新设计的情况，从不同角度提出建议和意见。

#### **②协同设计系统**

该系统面向产品生命周期内直接参与产品开发和设计的用户，支持企业内设计师之间的协同创新，支持设计部门与制造部门的实时协同创新，支持海尔与国外设计研发部门的协同，支持海尔与国内外各大学、科研机构、著名跨国公司的合作。

协同设计系统可通过网络将全球的技术、人员、资金等科研力量进行集中协调、优化配置，统一进行科技攻关。

#### **③模块化支持系统**

模块化支持系统主要支持产品模块化设计。PLM 实施通过海尔原有的模块化成果在系统中进行固化之外，海尔本身也通过流程的调整将模块化策略进行落实。在 PLM 系统中，产品的不同模块可以非常快速的进行定位、模糊查询和快速引用。

通过主数据中心的建立，使系统的数据成为干净准确的源头，为 ERP 的有效运行与全球会计报表的合并打下基础。

### **(4) 企业资源计划管理系统 (ERP) 建设与应用**

海尔建设了以企业资源计划管理系统(ERP)系统为核心的信息化系统。实现了从模块商资源网，多渠道接单及订单管理(OMS)，工厂生产能力建模分析及订单分配 (OES)，工厂主生产计划安排 (APS)，生产过程的质量信息和成本跟踪和过程管控 (MES)，产品生命周期管理 (PLM) 及虚拟仿真，供应链智能物料配送和仓储管理系统 (WMS) 等。

系统用户包括：产品相关制造人员、企业领导、制造部门管理人员、采购部门人员、供应商等。

面向供应链信息化集成系统的主要软件子系统，包括：ERP 系统、CAM (计算机辅助制造) 系统、模块化招标系统、供应链管理系统、MES (制造执行) 系统 (订单执行系统)。其中供应商系统包括：模块化供应商资质管理、SQE (供应商管理工程师) 管理、模块检具管理 (试验检具制作)、JC37 系统优化。MES (制造执行) 系统 (订单执行系统) 主要功能：实施试点 (辅助加工系统——已包括在前面 CAM 价格中)、MES 模块化改造、在线烧写系统、电子工艺指导系统、自动化生产线、自动化原件检测系统、自动化测试系统、自动物流配送系统、系统实施后，打破了原有的“信息孤岛”，使信息同步而集成，提高了信息的实时性与准确性，加快了对供应链的响应速度。如原来订单由客户下达传递到供应商需要 10 天以上的时间，而且准确率低，实施后订单不但 1 天内完成“客户—商流——工厂计划——仓库——采购——供应商”的过程，而且准确率极高。

### **(5) COSMO-IoT 建设与应用**

COSMOPlat-IoT 平台是以设备物联为基础，聚焦智能设备的数字化运营管理平台，是海尔智家智能制造领域的核心应用系统。平台构建机-人、机-机、机-料、机-法、机-环五大生产要素业务场景互联能力，通过连接、洞察、优化逐步深入路径，实现设备采、用、管、控全流程数字化运营管理。平台搭建生产过程实时透明、决策过程数据驱动、作业执行智能调度、优化改进闭环跟踪能力，实现设备生产效率提升、设备管理成本降低、推进生产资源配置优化，全面提升互联工厂竞争力。

#### 系统架构模块题

COSMOPlat-IoT 平台遵从海尔智家统一技术底座标准，后台与 SCADA、MES 等智能制造相关业务系统互联，构建数据中台和业务中台能力，为前端操作层、管理层、运营层构建用户工作台，赋能一线业务用户，全面提升用户体验。

##### 系统分的大模块

平台模块分为三大类，分别是运营分析类、标准管控类以及设备管理类。

##### 运营分析类模块：

资产全景：从集团、产业、工厂三级视角对设备资产的位置分布、新度分布、类别分布、利用率分布等做全面分析；

设备画像：对单台设备实现生命周期分析，通过 4 个专题 20 个指标（4 个核心指标，16 个辅助指标）描绘设备全生命周期画像。

设备效能：设备开机率与 OEE 在线分析，实现设备运行过程效率变化透明可视，构建产能分析与预测能力，提供可靠的设备排产依据。

设备物耗：通过设备物联，对大宗辅料上线量与线上料罐结余量实时在线分析，实现设备加工过程物料耗用的精益分析。

##### 标准管控类模块：

设备分类管理：统一定义设备分类，为设备管理提供统一的管理依据。

设备模型管理：设备按类别分别构建统一的设备壳模型，平台基于模型构建业务应用，实现通用化一致化管理。

##### 设备管理类模块：

设备资产管理：设备资产台账、运行属性等管理。

设备点位管理：设备 PLC、采集系统、云端平台三级点表管理。

计划维修管理：设备点检、润滑等计划维修管理。

故障维修管理：设备故障保修管理。

## (7) 工厂 5G 应用

项目将围绕 5G、边缘计算技术和工业互联网技术，对海尔空调郑州互联工厂进行升级，推动海尔互联工厂数字化、网络化、智能化转型：建设覆盖海尔郑州空调互联工厂的 5G 虚拟企业专网，为面向新一代技术的应用提供网络基础支撑；与青岛总部 MEC 管理平台联通，实现对计算平台的统一运维、统一配置和统一调度；同时基于 5G 网络，升级卡奥斯 COSMOPlat 工业互联网平台，实现对各类终端更快速的调用和监测。

项目拟投资 660 万元，在郑州互联工厂园区部署 5G 基站 5 个，稳定下载速率不低于 800Mbps，同时在海尔郑州空调预计在各类工业终端或装备上部署 5G 终端模组 150 台/个以上，实现 5 个以上 5G 工业应用场景的落地。通过项目的实施，提高工厂生产效率 20%以上，降低运营成本 20%以上，降低产品不良品率 20%以上，提高能源利用率 10%以上，提升年度订单量 180 万套；预计三年累积新增销售收入 16 亿，新增利润 2000 万、新增税收 800 万；协同集团起草智能制造相关标准 3 项，发表人工智能与智能制造领域相关论文 5 篇，申请相关专利 10 项以上。

海尔将以实施空调产业 5G+工业互联网试点示范项目为重要抓手，打造 5G+工业互联网体系样板，并向海尔全国各厂区、园区进行复制，实现 5G+工业互联网模式推广，为制造业提供 5G 升级解决方案。

### 3.数字化供应链各业务环节现状（如计划、开发、采购、制造、流通、逆向等环节具体现状）

海尔智能互联工厂企业的个性化定制按场景不同可分为3种，分别是模块定制、众创定制、专属定制。

**模块定制：**基础模块+可变模块的组合定制，即智能互联工厂企业定制平台为用户提供需求度较高的基础产品和一些用户可自主选择的模块。用户根据标识化的模块，可以进行相应模块的组合。比如外观图案、除甲醛功能、wifi控制功能等。用户可根据自己的家庭情况、个人喜好或装修风格等自由选配，选配后产品生产效果图可360度全景查看，满意后再下单。若用户认为这些模块仍不是自己想要的，则有另外两种定制模式来实现。

**众创定制：**用户在定制平台与专业客服人员交互自己的创意，不同创意通过微信、微博及定制平台等渠道进行点赞评比。点赞超过预定数量的创意将由专业设计师把梦想照进现实。设计师与用户可实时对话，完成图纸，创意图通过网络投票评比，中标创意正式进入开发环节。在3D虚拟装配验证、样品试制等开发过程中用户均可参与并提出建议。新产品设计验证完成后，用户即可在定制平台下单、支付。

**专属定制：**完全个性化的专属定制，用户提出全新的需求或创意概念，支付一定的预订金后，交设计师打造，定制平台同时互联企业内部的HOPE资源平台及外部第三方设计资源等，吸引全球一流资源来设计。3D样品设计及验证完成后下单支付，由智能互联工厂或第三方工厂生产。

三种定制模式在基于标识服务体系的基础上，将用户需求、产品设计、制造、物流配送等过程中的所有元件全部标识化，进行数据的大集中，进而满足用户的多样化及个性化需求，用户参与设计体验、观看制造过程、监测物流配送、享受送装一体的服务。整个产品从概念到使用全生命周期内均有用户参与和评价。

#### 应用场景一：全流程创新性构建互联工厂能力，实现快速和柔性的模块化制造

智能制造是对现有传统制造模式的颠覆，精准高效满负荷下满足用户个性化需求，并在质量效率成本上达到不可替代的竞争力。要实现这种制造模式的核心就是要做模块化，没有产品模块化就不可能实现智能制造。

我们理解的模块化制造包括：模块化产品设计、模块化采购、模块化制造

##### ① 模块化（数字化）产品设计：

数字化虚拟设计工具、模块化划分标准、接口标准化和DFA（设计便于制造）是模块化设计的核心  
**产品数字化设计**

产品数字化设计是在产品三维建模信息基础上建立起来的，面向产品数据管理层的应用技术，是以面向产品管理层的信息建模为目的，以设计、工艺、制造等过程的应用层建模为基础，以数字化过程中的多种规范为约束条件，以产品结构树为纽带，最终实现产品的数字化定义及其产品数据的管理过程。

是从设计和管理两方面分析考虑，通过产品设计与设计过程的数字化和智能化，缩短产品开发周期，促进产品的数字化，提高产品创新能力。海尔提出一种全新的设计模式和开发体系-产品数字化样机，即基于三维实体模型的虚拟产品（虚拟样机），建立起海尔数字化设计平台。

##### ② 模块化采购：

让供应商从零件商供货到模块供货，变革为引入一流模块化商参与模块设计，把原来封闭在企业的开发流程变革为开放，实现跨界合作。

##### ③ 模块化制造：

基于产品模块化划分，在互联工厂规划建设之初就进行整体工业园区的整体设计规划，包括核心自制模块（两器和总装模块）、关键供应商模块（注塑、钣金、电控、管组模块）厂内制造、重要模块商周边布局，实现模块化最优的工厂布局。

同时通过装配工艺路线模块化优化缩短，通过可变模块延后装配实现产品制造时间缩短和零部件库存的降



低。并应用人机互联、机机互联技术，解决个性化需求和规模化制造的矛盾，降低了换产时间提高了装配效率。

实施模块化制造前，组装方式以零件组装方式为主，零件种类多，导致工序多，用人多。零件组装模式应对多品种小批量的生产需求，使得工序繁杂，线体平衡损失大，管理困难，效率损失严重。实施基于标识的模块化制造后，所有标识化后的零件的管理更为有序，可以随时定位找到自己需要的零件，基于 SKD 剥离后的总装线体，有效的满足用户个性化定制需求和不同订单量下的柔性生产，总装线由传统的 200 米剪短到 160 米，换产时间更少，装配时间更短。

#### **应用场景二：全流程创新性构建互联工厂能力，实现自动化、智能化制造**

在模块化制造平台之上吸引行业一流资源，开放并联实现行业引领的自动化水平，通过物联、IOT 升级为智能化，在多型号的大规模定制厂家下保证了一流的质量和效率。

##### **① 自动化**

在模块化产品设计的基础上开放吸引一流咨询、设备供应商，实现工厂自动化 10 项行业引领，并联形成行业引领的自动化解决方案，对两器和总装不变模块进行高自动化的生产。



工厂实景照片

##### **② 智能化**

自动化还需要数字化、信息化的升级才能实现智能化。

数字化：结合最新的数字化物联技术在 IOT 端升级，工厂通过数千传感器时时收集产品和设备的状态，每天产生大量数据，支持智能工厂自动管控。

信息化：工厂构建以 COSMO-MES 为核心的信息化管理中枢，横向并联 PLM、ERP、WMS 等，纵向互联到每台设备 PLC 互联到每组传感器，实现工厂在线产品制造数据实时采集，智能决策。

综上，从两个场景能对郑州海尔空调的大规模定制探索有一个初步了解。

## **4.实施路径等（如预备阶段、迁移阶段方案等）**

### **研究目标**

将云大数据技术与制造业深度融合，通过智能数据分析为工业制造赋能提效

## 技术路线和升级

跨空间工业互联网异构数据全面感知与智能治理, 面向质量管控及预测性维护的数据分析与智能决策, 基于多目标、多环节协同优化的智能排产, 面向生产全周期的云智能制造管控平台, 新型云智能管控平台应用示范。

针对生产制造中的异构数据源, 研究分布式协同数据获取、面向特定环境的数据接入技术, 实现跨空间的异构数据感知; 进而探索异构数据的多样化表示, 实现数据融合与数据质量强化

建立各工序质量标准库, 研究基于深度学习的产品质量评价模型, 降低次品率, 提高产品质量和可追溯性; 协同生产设备云端历史运行状况和边缘侧实时运行状况, 研究基于深度学习的设备故障点预测算法, 减少停机时间和维修成本

研究可重构模块化、语义化建模技术及多目标、多环节协同建模与决策方法, 构建多环节协同预测演化机制, 并利用数字孪生技术, 完成制造全流程虚实交互, 实现物理世界的最佳有序运行, 提高生产效率

提出新型云智能化通信解决方案, 研发智能制造管控平台, 有效弥补 COSMOPlat 底层智能不足, 提高产线执行层时效性

以“1+7”示范模式为指导, 聚焦质量管控、预测性维护、智能排产

三大核心任务, 借助新型云智能制造管控平台, 在内机和外机 18 个站点示范应用, 实现高品质生产。

## 四、 本企业供应链数字化转型的效果(说明转型后的实施效果, 最好有数据说明, 以下任选 2-4 个方面)

### 1. 供应链管理效率提升 (如降低成本、提高时效、提升柔性等效果)

通过 5G 专网建设和 MEC 边缘计算平台的互通为海尔郑州空调提供一个虚拟无线专网, 从车间的终端到网络接入、相关园区的应用等可以实现端到端的安全和高可靠性, 真正做到云边端协同, 助力柔性制造的实现。从效率提升、质量提升、能源利用率提升、运营成本降低等 4 个环节提升企业盈利能力。

1.效率提升: 远程登录 MEC, 提前部署 APP 用时 0.2 天 (传统部署算法训练 1 天); 视觉厂商到企业现场部署相机用时 0.5 天; 采用现场实物进行训练用时 0.5 天 (传统部署现场调试 2-30 天); 软件 bug 升级、新算法训练、网线定期更换, 设备不定期维修用时 0.1 天/软件升级一次 (传统部署 0.5 天/软件升级一次); 减少网线更换导致生产中断。5G MEC 交付模式只需要 1.3 天。

2.质量提升: 测试工位数据共享, 提前拦截次品, 20 个数据孤岛减少到 1 个, 疲劳线缆引入质量问题降低到 0; 采用机器视觉进行线上检测, 及时发现产品缺陷并分析缺陷原因; 通过售后网络实时监测, 对产品缺陷类型进行生产线在线报警, 实现产品制造全生命周期的质量提升。

3.能源利用率提升: 通过安装分项计量仪表、数据采集终端和系统主站, 5G 通讯模组将采集数据上传, 实时对厂区的动力、供暖、空调、照明、给排水、热、气等能源资源消耗数据进行动态采集、实时监控、统计与分析, 包括能耗统计、能效评估、监测预警、对表分析等功能, 提高能源利用效率和用能安全, 同时降低运营成本。

#### 4.运营成本降低

采用 5G+工业互联网+人工智能等技术提高了办公环节和制造环节的工作效率, 降低生产过程的运营成本; 远程维修采用线上线下结合模式, 预计减少下工厂次数约 20 次, 本地维护人员取消, 降低售后维

修环节运营成本。

模式创新：海尔集团在 5G、人工智能和工业互联网时代，重点发展布局构建“1+1+N”体系，第一个“1”代表卡奥斯 COSMOPlat 工业互联网平台、第二个“1”代表一个边缘计算管理平台、“N”代表基于 5G 通信场景的 N 个应用和对 N 个终端的整合。海尔郑州空调承接集团战略布局，搭建 5G 虚拟企业专网；建立专有本地 MEC 并且与青岛总部 MEC 管理平台联通，实现对计算平台的统一运维、统一配置和统一调度；基于 5G 网络，升级卡奥斯 COSMOPlat 工业互联网平台，实现对各类终端更快速的调用和监测；实现各类工业终端或装备上 5G 终端模组部署，推进 5G 工业应用场景的落地，打造 5G+工业互联网的样板工程。

未来 5-10 年，在全国范围内推广 5G 工业互联网试点模式中，最终实现郑州工业园区以及全国 10 个城市 19 个工业园区的全面覆盖。进一步开放卡奥斯 COSMOPlat 工业互联网平台，实现对千万级别跨领域的终端整合能力，打造工业协同制造生态圈。成为全球有影响力的数字化、网络化、智能化的制造业领军企业。

## 五、本企业供应链数字化转型的创新点

### 为质量赋能--抽空灌注数字化赋能质量升级

抽空灌注项目通过数采进行抽空灌注设备 PLC 自动取数：通过对接重点工序设备 PLC 自动读取设备生产过程信息；

数据分析处理系统：储存过程参数信息，通过计算逻辑处理数据，转化成用户需求的信息；如：抽真空曲线、真空值分布散点图

数据展示：工厂布局展示屏及线体工位屏工序及参数便于员工、班线长掌握了解自己工序状态

过程报警：根据不同分类，进行报警，从安全、过程能力差、同设备连续超标方面进行管理

质量过程数据物联：a 设备操作工、质量人员随时查看重点工序参数状态；b 每班系统自动对当班到工序的过程合格率、过程能力等进行总结，并邮件传递到管理位

搜寻并引进集团优秀的智能化项目资源，通过对工厂重点工序过程数字化管控，实现参数自动取数，自动分析，自动报警及全流程可追溯；解决了我们“路差”的难题。

直接改善效果：

- 1、注气工序过程能力提升至 A 级一次性通过率提升至 99.6%
- 2、质量挽损：工序停机时 1.1h/天/线体,年挽损金额 28 万

间接改善效果：

- 1、思维转变：灵活运用数字工具代替原有的经验主义，预测预算预防
- 2、智能智造：运用智能化、大数据手段赋能生产智造问题

### 为效率赋能 -两器 Iot 数据采集信息化

从集团确定 IOT 物联网战略目标后,郑州空调成为第一家完成前工序所有关键设备的 IOT 物联网工作,得到集团一致认可,成为样板工厂。不仅提升了郑州互联工厂综合竞争力,也提升郑州空调执行美誉度通过边缘数据采集盒子实现前工序、两器焊接区域智能化取数,完成生产及设备数据可视化,聚焦生产问题,

倒逼效率提升，最终实现节能降耗成本竞争力提升的目标。

从无到有。从粗到细：赋能生产组织，管理精细化从以前生产过程、效率、质量无监控状态到复制总装小时日清管理，有效提升各环节赋能生产线能力；选择自动焊工序监控产量；IOT 采集盒子安装调试；生产前锁定型号，自动焊光幕自动扫描，自动传输各线体到型号的实时产量数据；辅助现场管理和设备管理员规划生产；

顽症问题：前工序半成品产量无法系统自动取数监控

手工台账管控，半成品实际生产产量、型号、线体信息错漏登记风险

人工点数登记，效率低；线下登记，无法实时监控到线体、到型号的产量，产量追溯困难

无法系统取数，无法实现物料单耗系统分析对标

前工序半成品不良数量无法系统取数监控，不良原因分析闭环

自动焊 lot: 选择自动焊工序监控产量；IOT 采集盒子安装调试；生产前锁定型号，自动焊光幕自动扫描，自动传输各线体到型号的实时产量数据；系统上体现在：系统自动取数：到线体到型号的实时产量，系统自动分析对标：线体产能效率、物料单耗分析

氨检 lot: 氨检工序监控不良数量；IOT 采集盒子安装调试取数；不良原因排查配置，导入系统；系统上体现在：系统自动取数：到线体到点位的实时不良品数量，系统自动分析对标：线体不良与产量变动对标，不良原因分析对标。

**上线运营使 UPH 提高 11%，两器工序设备时间稼动率由 73%提升至 81%；实现了 8%的幅度提升。**

## 六、未来发展机遇与挑战

未来现场管理和工厂管理在操作层、管理层、运营层三级用户设备作业所需资源统一由平台调度，赋能一线用户，极大提升作业效率。基于 COSMO-IOT 基础采集系统实现集团数据“新基建”，为提升和完善集团数据管理和大数据中心服务产业奠定地基。能够实现智能化调度的自动管理平台

制造项目围绕 5G 及工业互联网技术，对海尔空调郑州互联工厂进行升级，促进海尔互联工厂数字化、网络化、智能化转型升级，打造 5G+工业互联网体系样板，向海尔全国各厂区、园区进行复制，实现 5G+工业互联网模式推广，为制造业提供 5G 升级解决方案。

并着手开展相关建设工作：

(1) 郑州空调工厂 5G 虚拟企业专网建设：完成 5 处宏基站建设，实现 3 类工业装备上部署 5G 终端；2024 年累计实现 8 类工业装备上部署 5G 终端

(2) 海尔边缘计算管理平台的联通：规划部署 5G 落地方案以及规划打通与青岛海尔园区的首 5G 边缘计算平台的互联。

(3) 卡奥斯 COSMOPlat 5G 工业互联网平台升级：完成 5G MEC 平台与 Cosmo 工业互联网平台的互联互通。

未来 5-10 年，在全国范围内推广海尔郑州空调 5G+工业互联网试点模式，后续计划在合肥、佛山等工业园区密集的城市加快建设进度，最终实现全国 10 个城市 19 个工业园区的全面覆盖，并进一步开放卡奥斯 COSMOPlat 工业互联网平台，实现对千万级别跨领域的终端整合能力，打造工业协同制造生态圈。成为全球有影响力的数字化、网络化、智能化的制造业领军企业。

