

案例 1

沈阳海尔电冰箱有限公司

海尔创新的互联工厂智能制造模式 ——基于用户全流程参与体验的海尔互 联工厂创新

21 世纪是互联网的世纪，在全国两会上，正式提出了互联网+的发展方式。德国工业 4.0、美国的先进制造和中国制造 2025 的提出，预示着第四次工业革命的开始，谁能踏准时代的节拍，谁就会引领行业的升级，在此背景下，海尔集团提出了外建 U+智慧生态圈，内建互联工厂的战略构想。

海尔互联工厂提出由大规模制造向大规模定制转型，占据互联网时代下制造业的制高点，在自动化基础上实现数字化集成、设备集成互联、高柔性化生产模式；积极探索基于物联网和务联网的互联工厂，踏准时代节拍，通过大数据实现大规模定制、个性化生产。所有信息与攸关方互联，以用户为中心，构建了联用户、联网器、联全流程三大互联架构，实现全流程的实时互联，快速满足用户个性化定制的最佳体验。

沈阳海尔电冰箱有限公司是海尔集团全资子公司，工厂主建筑面积 7.8 万平方米，坐落在沈阳市沈北新区，在 13 年 12 月份正式投产，年产能达到 150 万，单线产能



是传统生产线的近 2 倍，在集团网络化战略的指引下，通过互联工厂不断的探索和实践，实现了智能自动化的高柔性生产，初步具备了大规模个性化定制的能力。沈阳海尔电冰箱有限公司依托海尔集团的人才、研发、技术、基金、市场等综合实力，2011 年注册资金 1 亿元人民币，企业性质有限责任公司（法人独资）。整体投资 6.7 个亿。厂址位于沈阳市沈北新区大望街 105 号。占地面积 131639 平方米，建筑面积 78710 平方米，于 2013 年 11 月份建成并投产。

一、海尔创新的互联工厂智能制造模式

1. 智能制造的趋势

智能制造是利用智能制造系统（CPS），依托于传感器、工业软件、网络通信系统、新型人机交互方式，实现人、设备、产品等制造要素和资源的相互识别、实时联通、有效交流，促进制造业研发、生产、管理、服务与互联网紧密结合，推动生产方式的定制化、柔性化、绿色化、网络化，从而不断充实、提升、再造制造业全球竞争新优势。智能制造是两化深度融合、德国工业 4.0、美国产业互联网概念背后的共同目标。

从全球产业变革趋势来看，智能制造的标准化是目前各国面临的巨大挑战。德国把标准作为工业 4.0 战略实施的优先领域，这既是信息技术与工业技术融合发展的内在要求，也是德国工业发展进程中长期以来坚持的基本理念。

智能制造应包含产品的智能化、装备的智能化、生产的智能化、管理的智能化和服务的智能化五个方面。把握智能制造发展的特点和规律，整合国内标准化资源，学习借鉴德国工业 4.0 标准化路线图以及美国先进制造和工业互联网标准建设的工作思路和组织方式，加快智能制造标准化体系建设。

沈阳冰箱顺应全球新工业革命以及互联网时代的潮流，由大规模制造向大规模定制转型，积极探索基于物联网和务联网的智能互联工厂模式。

2. 海尔创新的互联工厂能力特征

沈阳冰箱理解智能制造的本质就是智能互联工厂，就是要互联出用户的最佳体验，实现大规模定制。它有三个基本能力特征：

第一、定制：众创定制将用户碎片化需求整合，由为库存生产到为用户创造；用户全流程参与设计、制造等，由“消费者”变成“创造者”，用户参与定制全流程。

第二、互联：体现的是网络化，内外互联、信息互联、虚实互联；与用户实时互联，从产品的研发到产品的制造，以及到我们的供应商、物流商，全流程全供应链的整合。

第三、可视：全流程体验可视化，用户实时体验产品创造过程。

3. 五大技术体系构建海尔互联工厂

完整的智能互联工厂建设需要分步构建五大技术体系，分别是精益标准化、模块化、柔性化、数字化和智能化，在精益标准化、模块化、自动化的基础上实践数字化以及智能化。

模块化是实现智能互联工厂的一个基础和前提条件，包括从零件变成模块，然后从模块再到通用，再到模块的迭代，最后实现产品的平台化；

柔性化必须和用户的定制相结合，利用自动化设备和用户的需求是通过智能系统互联起来的，将响应速度达到百万分之一秒的目标；

数字化是要构建智能装备互联互通、应用系统无缝集成、数据可视&分析的三维一体的数字化互联互通体系；

智能化则是要打造一个双胞胎系统，通过一个虚拟的设计、虚拟的装配，把用户的需求转化为产品的方案，同时将大数据技术、云计算技术等新技术应用在制造过程中，从而实现智慧家庭和互联工厂的有机融合，完成用户全生命周期的最佳体验。

二、打造用户全流程参与体验的互联工厂

研究新一代信息技术产品智能工厂新模式，攻克新一代信息技术产品智能制造关键技术，形成智能工厂（车间）参考模型，并通过搭建智能互联工厂，形成新一代信息技术产品试验验证测试平台，在沈阳冰箱互联工厂进行全过程试验验证，最终形成新一代信息技术产品智能工厂参考模型。

1. 智能工厂引领全球冰冷行业转型升级

(1) 智能工厂参考模型

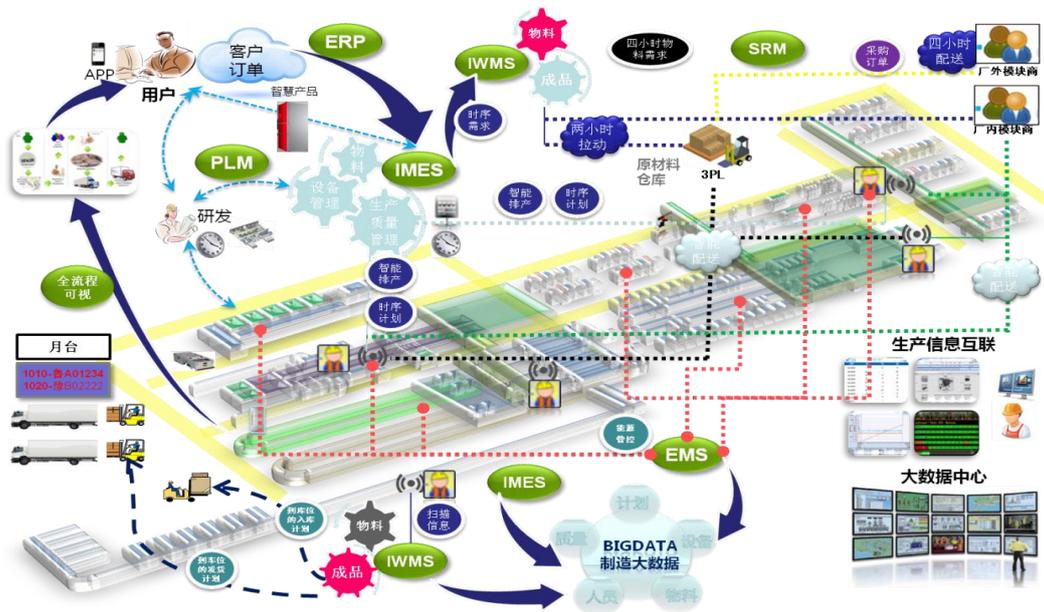


图 1 沈阳冰箱智能互联工厂参考模型

为顺应全球新工业革命以及互联网时代的潮流，沈阳冰箱由大规模制造向大规模定制转型，积极探索基于互联网的智能制造新模式（智能互联工厂）。海尔希望通过智能互联工厂，为用户提供智慧家庭解决方案，从单一产品引领到解决方案引领，使每一个产品都成为“网器”，每一个解决方案都可以融合进一个统一平台；同时，智能互联工厂为满足用户个性化需求，通过探索支撑智能制造新模式中智能工厂发展的集成应用，支持智能光电传感器、智能感应式传感器、智能环境检测传感器以及数控加工装备与机器人大规模协同安全可控应用，实现新一代信息技术产品设计、工艺、制造、检验、物流等全生命周期的智能化要求，

并通过大数据实现大规模定制、个性化生产，并实现企业显著的“两提升三降低”和制造转型升级。

沈阳冰箱从 2012 年开始探索智能互联工厂，在这个探索的过程当中，从一个工序的无人，再到一个车间的无人，再到整个工厂的自动化，最后再到整个智能工厂的示范，通过不断的积累、不断的沉淀，逐步形成了海尔智能互联工厂参考模型。

(2) 智能互联工厂核心系统

沈阳冰箱智能互联工厂架构的核心是智能制造执行 iMES 系统，通过 iMES 驱动 ERP、Logitics、PLM（包含 CAD/CAPP/设计仿真、制造仿真）、Control（生产数据采集分析等）五大系统集成；业务上通过智能的制造，把制造、研发、物流紧密的互联互通。通过智能制造执行系统和现场智能化硬件的连接，构建了一个高度灵活的个性化和数字化制造模式，逐步实现从管理、研发、生产、物流的数字化管理，提升企业全系统、全业务的智能化水平。

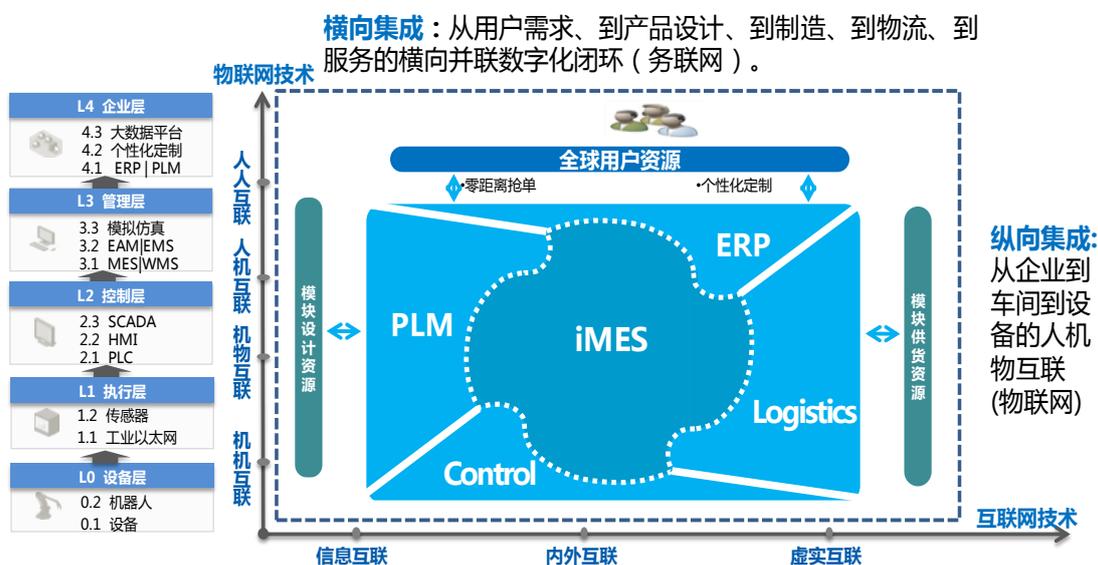


图 2 沈阳冰箱智能互联工厂核心系统

(3) 柔性化制造支持用户大规模定制产品

沈阳冰箱柔性化的目标是实现智能互联，将用户个性化与工厂柔性化制造结合，形成一个机器、人、数据万物互联的社区，建立一个生生不息的柔性制造生态圈。沈阳冰箱自动化的智能升级路径是：通过智能设备、机器人和生产线，与

用户全流程互联，实现人机、机机互联下的高品质、高效、柔性生产。

➤ 智能设备、机器人和生产线、用户全流程互联对话，实现人机、机机互联下的高品质、高效、柔性自动化生产

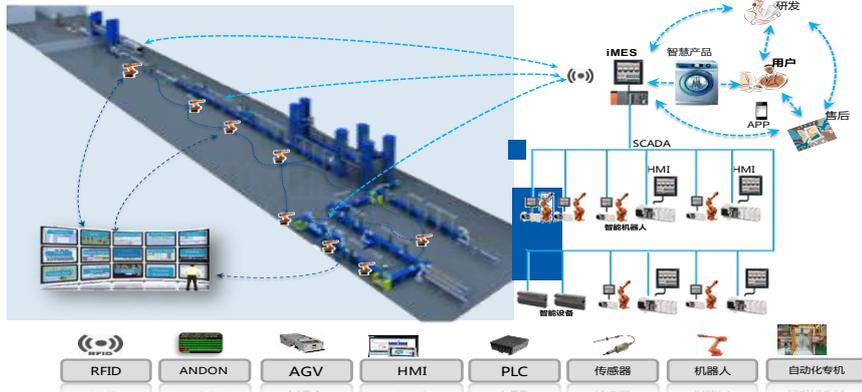


图6 智能自动化目标

沈阳冰箱柔性化生产的目标是满足批量为“1”的定制单高效生产，具体开展方式通过以下四个方面：

柔性模块化布局：一个流的模块化布局，灵活扩展，支持个性化定制；

柔性的模块加工：一个流、高效互联自动化，零换模、快速换模、自动打标、自动扫描；

柔性的模块组装：个性模块 SKD 总装、多条单元线并联，通用模块高自动化、一个流；

柔性的模块配送：工序间半成品 1 对 1 精准自动匹配。



图7 智能工厂柔性化制造模式

(4) 数字化系统架构

沈阳冰箱数字化架构的核心就是智能制造执行 iMES 系统，系统上通过 iMES 驱动ERP、Logistics、PLM、Control 五大系统集成；业务上通过智能的制造，把制造、研发、物流紧密的互联互通。通过智能制造执行系统和现场智能化

硬件的连接,构建了一个高度灵活的个性化和数字化制造模式,逐步实现从管理、研发、生产、物流的数字化管理,提升企业的智能化水平,在智能制造的基础上实现最终用户和生产者的直接关联。

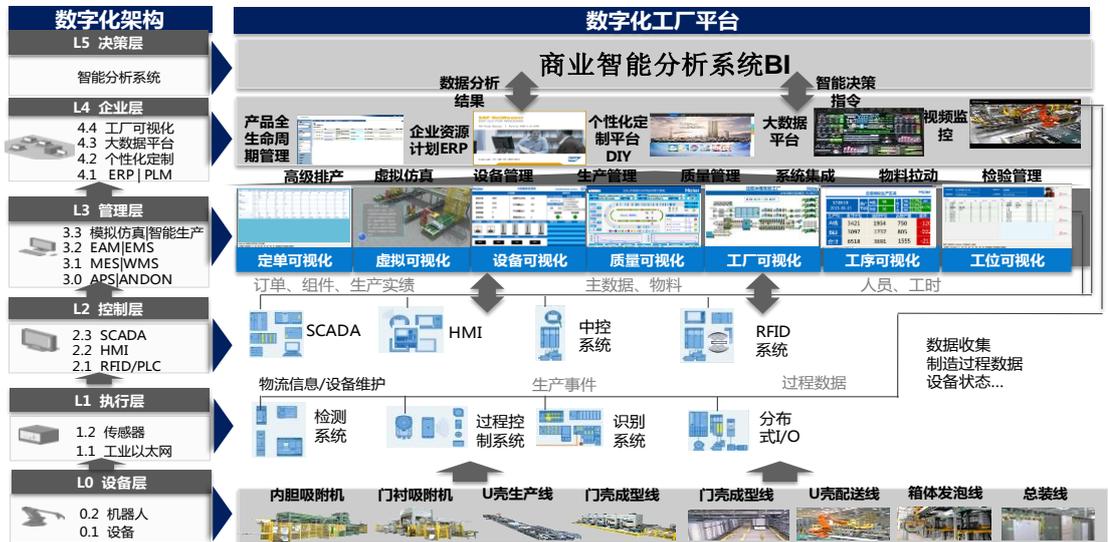


图 8 智能工厂数字化系统架构

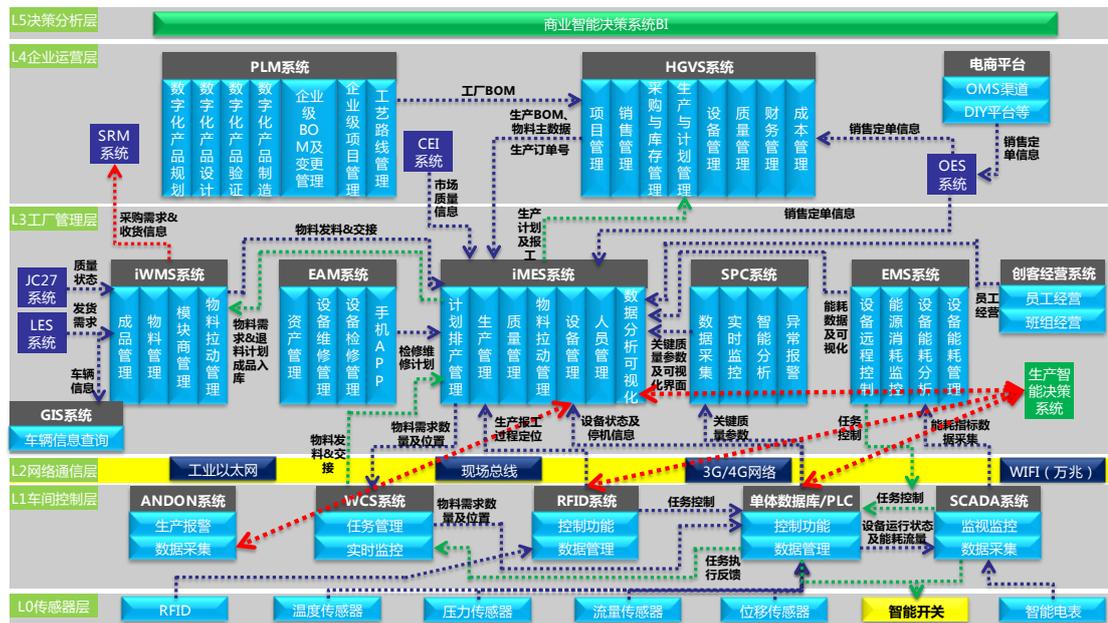


图 9 智能工厂信息化系统架构

沈阳冰箱信息化系统按照总体规划,分步推进,并充分考虑系统间的集成,通过信息化实现企业的数字化、智能化、可视化、定制化等先进模式的落地,具有很高的示范作用和可复制性。

(5) 沈阳冰箱智能化规划

沈阳海尔冰箱的智能化建设主要通过系统集成实现生产过程和工厂管理的智能化，自感知、自分析、自决策、自控制、自优化，从智能排产到智能物流实现全流程透明可视。



图 10 智能工厂智能化规划

三、智能互联工厂成果

通过智能互联工厂测试验证平台的搭建，实现从用户价值和价值的双收获。具体指标如下：

用户价值：

1. 交互体验：用户全流程参与，实现最佳体验；
2. 用户满意度：2 年产品保证期；
3. 定单交付周期：由 15 天缩短至 7 天；
4. 个性化定制产品：由 20+种提升到 500+种。

企业价值：

1. 产品研发周期：缩短 30%；
2. 半成品库存：减少 80%；
3. 产能：提升 1 倍；
4. 人均产值：提高 30%。
5. 用人：优化 50%

6. 质量：改善 30% 产品一次合格率

四、社会效益及影响力

沈阳海尔电冰箱有限公司的智能制造升级项目依托于海尔集团智能制造的战略定位及愿景，作为海尔集团首个互联工厂样板进行推进升级，并成为海尔集团申请国家智能制造示范试点单位之一。沈阳冰箱的智能制造关注点并非是“机器人”代替“人”的智能制造升级，而是从用户定制，到智能制造，到虚实研发的全流程、全系统、全方位的升级。从用户角度出发，最终满足用户的个性化定制需求为结果，体现了海尔一贯以用户为中心的经营理念。从技术层面来看，沈阳冰箱的智能制造，吸收了德国工业 4.0 和美国先进制造的理念，结合中国制造 2025 的要求，梳理出从数字化精益、到模块化、到自动化、到数字化、到智能化的智能制造升级路径，每一项都体现出了其先进性，而且沈阳冰箱作为这些路径的践行者，也在不断的完善和调整相应的方案。

沈阳海尔电冰箱有限公司智能制造升级项目的实施，不仅在海尔集团作为样板进行升级、推进、复制，其智能制造理念、愿景、实施路径挤技术方案也可以作为沈阳市各制造型企业，乃至辽宁省各制造型企业的参考典范，为沈阳市乃至辽宁省的制造型企业的智能升级有很好的借鉴意义，帮助各企业少走弯路，借此契机，赶上互联网时代的潮流，实现弯道超车。