

## 重庆海尔洗衣机数字化转型优秀案例

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）

重庆海尔洗衣机有限公司于2007年2月10日正式开工，位于重庆市江北区港城工业园内。经营范围：洗衣机、洗鞋机、家用电器及配件的开发、生产、销售。作为海尔集团旗下洗衣机高端产能生产基地，重庆海尔洗衣机拥有10大系列、120多个型号品种。作为目前世界唯一一家可同时规模生产双桶全系列、普通全自动系列、双动力系列、免清洗系列、紫外线杀菌系列、洗鞋机系列专业生产企业。在国内，重庆洗衣机产品主要为四川、云南、贵州、新疆等在内的整个西南、西北地区的用户提供最佳体验；在海外，重庆洗衣机积极实践一带一路发展战略开拓印度、沙特、肯尼亚，印度和东盟十国等海外市场。

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）

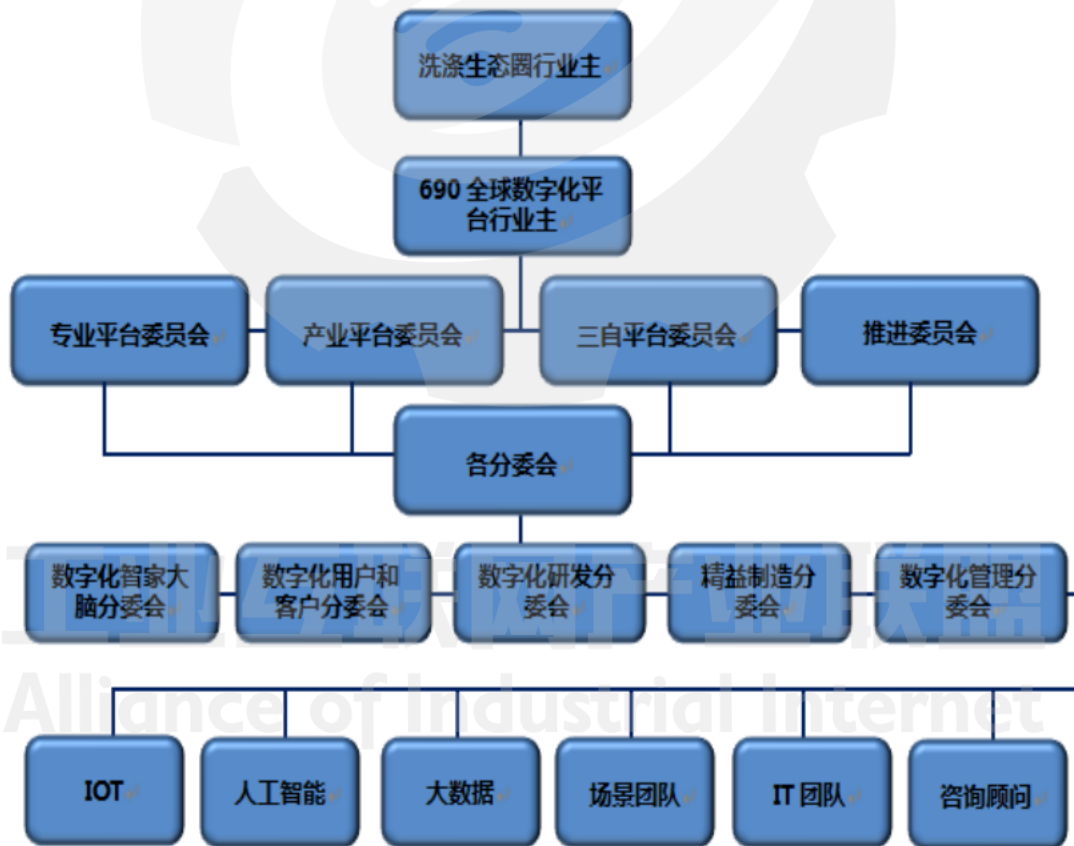
企业供应链具有协调性和整合性的特点。供应链本身就是一个整体合作、协调一致的系统，它有多个合作者，像链条似的环环连接在一起，大家为了一个共同的目的或目标，协调动作，紧密配合。每个供应链成员企业都是“链”中的一个环节，都要与整个链的动作一致，绝对服从于全局，做到方向一致、动作也一致。

通过数字化转型提升数字价值，为企业数字化转型赋能。创造建

立新的价值理念。企业的战略角度看，数字化将是企业转型与变革的一个重要趋势，是在数据+算法定义下，以数据化解复杂系统的不确定性，优化资源配置效率，构建企业新型竞争优势。通过数字技术成为赋能企业数字化模式创新和突破的核心力量。

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



#### 1.1 数字化工厂的整体架构



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）

目前工厂基于国家级博士后科研工作站联合重庆大学博士专家团队，现场数字化配型，21 年落地数字化场景 6 项，累计落地 28 项，收益 UPH↑20%、停机时↓25%、数字化省人达成目标 100%，质量损失↓30%。

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）

3.1 工厂缺乏 AI 智能场景，质量检测大部分依靠人工判断，质量问题流出造成质量损失；

3.2 提升无人化工位节点场景挖掘，着重研究省人项目场景，改善岗位重体力优化，逐步实现岗位数字化管理，无人化操作。

#### 4.实施路径等（如预备阶段、迁移阶段方案等）

2022年集团供应链牵头规划IOT设备互联项目，对工厂重点设备进行互联取数，统一数字化管理，设备运行监控可视，数据可存储追溯；同步ITPM系统、工厂绩效大数据各模块集成同步中控大数据中心集中管控数据监控可视。

洗衣机钣金孔洞AI检测系统按照以下模块进行设计

- 1) 自动拍照：控制工业相机对生产线上的传送带进行高频率拍照；
- 2) 智能判断：利用分类算法对照片分析，判断钣金件是否到达摄像头的下方；
- 3) 图片过滤：将钣金件未到达相机下方所拍摄的相片删除；
- 4) 图片选择：从同一钣金件多张图中选择最佳图像；
- 5) 钣金件区域矫正：对拍摄的照片进行倾斜、位移等进行校正预处理；
- 6) 钣金件区域提取：利用算法从选择的的图像中提取钣金件区域；
- 7) 孔洞检测：利用目标检测算法自动对钣金件上的多类孔洞进行定位；
- 8) 坐标转换：将孔洞识别算法得到的结果转换为钣金件模板坐标系下的表示；
- 9) 模板匹配：与钣金件的标准模板进行基于位置的匹配，得到孔洞是否正确的结果。

洗衣机外观检测光照系统的优化：

原有光源直射产品，由于来料的不稳定性，光源光斑有时在所需

特征处，有时有偏斜，导致成像效果偏差较大，软件难以兼容。

优化方案使光源照射机台遮光罩，由遮光罩形成的漫反射光来照射产品，此时光源无明显光斑且视场内相对均匀照射，产品偏移不会形成明显灰度差，提高软件检测识别率。

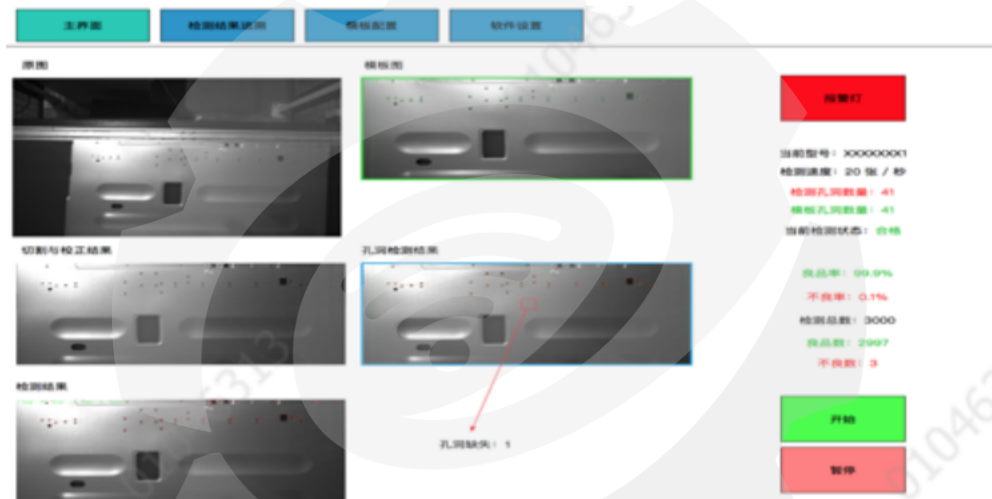


图 1 检测主界面



图 2 检测结果追溯界面

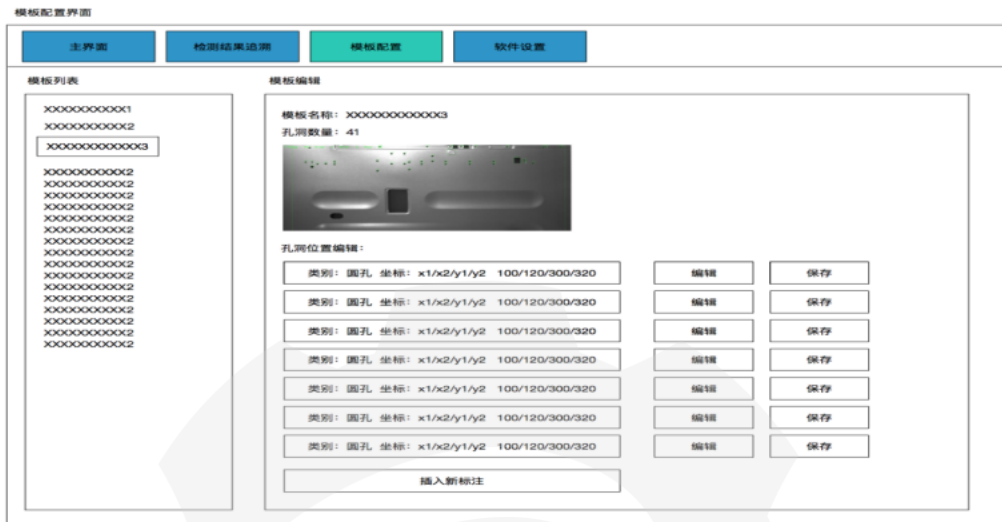


图 3 模板配置界面

整个总装装配按照 SKD 剥离的思路，能实现 SKD 剥离的工序全部实现剥离，包含箱体预装，面板线、小部件预装。箱体预装线体实现了箱体自动翻转，悬挂链自动上箱体，自动下箱体，重体力岗位实现无人化，且专机设备的状态可以实现实时的监控，有异常及时报警。下线采用机器人自动堆码，实现自动扫描入库。衣联网重庆研究院整合各方资源，采用 RFID 技术实现产品的自动出入库，实现对洗衣机产品进出库实时盘点的智能化系统，解决出入库数量误差和盘点效率低的问题，解决在成品箱经过通道时因扫描光线、打印品质造成的漏扫误扫问题。

**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）

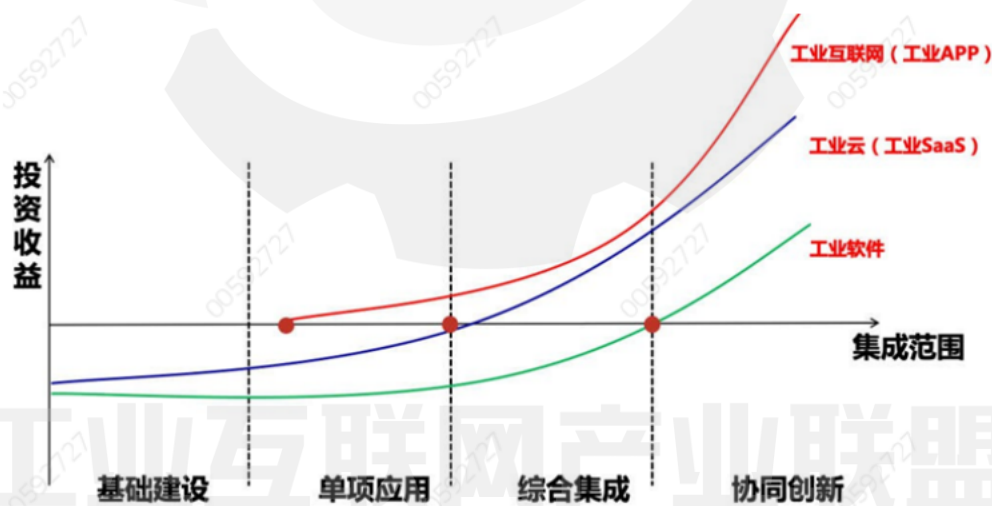
1. **供应链管理效率提升**（如降低成本、提高时效、提升柔性等效果）

通过数字化转型探索，结合 5G+工业互联网应用，国家级博士后

工作站吸引高端人才参与，AI 视觉技术引入，助力于工厂降低成本，提高产能，实现数字化目标：停机时下降 25%，小时产量提升 15%，单台制造费用降低 10%，质量损失降低 30%。

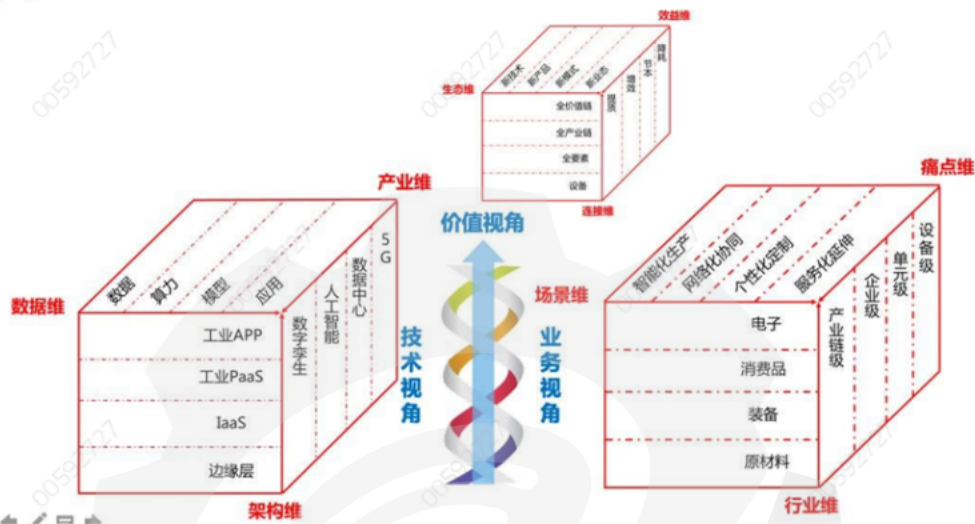
**2.供应链抗风险韧性提升**（具体阐述本企业面临的供应链风险，本企业采取哪些措施、何种数字化技术，应对疫情冲击、政治地缘风险、外部不可控因素等挑战及效果）

企业实现数字化转型是一加一减，“加”是提质增效，”减”是节本降耗，企业数字化转型最终要落到企业的效益上、为企业创造价值。



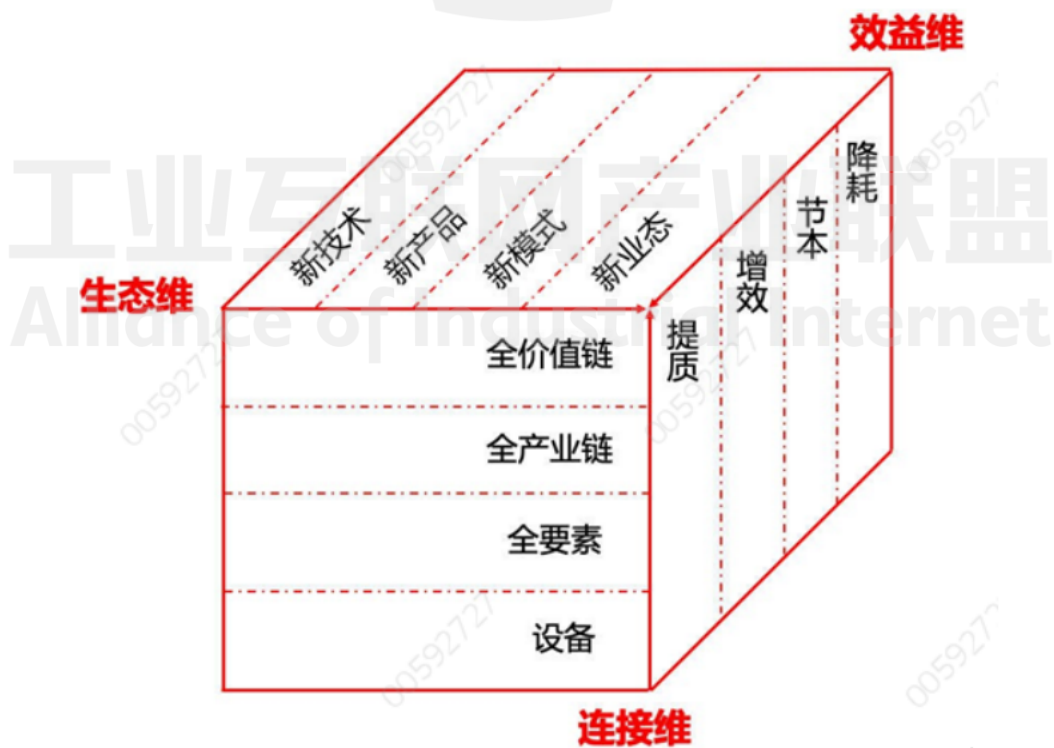
工业互联网平台是推动转型的新载体，在工业互联网建设中，网络是基础，平台是核心，安全是保障，工业是主体。工业企业数字化转型需要从价值、技术、业务三个视角统筹考虑。以价值重构为主线的双螺旋模型——以价值重构为主线，坚持技术支撑和业务落地双轮驱动，实现技术和业务双向迭代。价值重构是逻辑起点，技术支撑是工具，业务落地式内核。抛开技术谈业务，容易陷入老方案，使用旧

地图找不到新大陆。抛开业务谈技术，容易陷入炫耀锄头的自娱自乐。



基于双螺旋模型，可以从三大视角九大维度来探究制造业数字化转型。一是价值视角：连接维、效益维、生产维；二是技术视角：架构维、产业维、数据维；三是业务视角：行业维、痛点维、场景维。

全要素重构是工业互联网的本质和目的。





### 3.供应链流程优化（如可视透明、智能作业、预测性维护等效果）

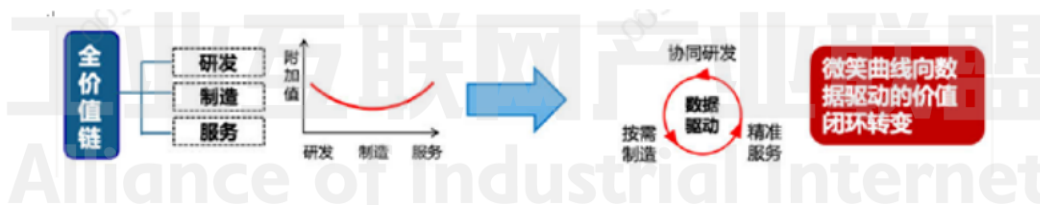
工业数字化平台的本质是通过工业全要素、全价值链和全产业链的连接，实现对企业乃至制造业的重构。



工业互联网平台通过对人、机、料、法、环等全要素进行重构，推动工业生产从 3.0 向 4.0 转变。



重构供应链、空间链、金融链等全产业链，打破企业边界、商业边界、区域边界。



重构研发、制造、服务等全价值链，使微笑曲线向数据驱动的价值闭环转变。

对于企业数字化平台来说，连接是基础，重构才是目的，最终实现数据可视透明、场景智能作业、预测性维护数字化超级工厂。

### 4.商业模式创新（如服务化延伸、规模化定制等效果）

企业全面开展工业互联网变革，推动自动化、智能化，实现全价值链的数字化经营，以数据驱动管理，推动业务持续深入数字化变革。二是产品的数字化，以 AI+IoT（人工智能+物联网）来武装家电产品，给消费者提供更智能化的体验。

更进一步，消费者开始出现越来越多的个性化定制需求，除了外观之外，产品功能的定制化也越来越多。要做到一台就能够起订，这对后端柔性制造的要求非常高。譬如洗衣机的自动添加模块，可能产线上前一台洗衣机要，后一台不要，这就需要对产线工人进行柔性指导；譬如在装配时对应货架会闪灯提示，那么就提醒工人需要装配对应货架的零件，并且在装配后自动扫码验错。而要实现这种柔性制造能力，需要具备零部件的通用性、平台化、模块化的能力，数字化工艺能力，数字化仿真能力，提前在虚拟仿真世界验证柔性的可能性。

借由 5G 发展东风，已经成为新工业革命的关键支撑和智能制造的重要基石。海尔衣联网重庆研究院依托依托于重庆海尔洗衣机有限公司运势而生，海尔衣联网重庆研究院在重庆江北区揭牌，海尔衣联网重庆研究院与重庆市江北区政府港城工业园区发展中心、中国移动通信集团重庆有限公司签署战略合作协议，三方将共建 5G 智慧园区，数字化工厂，推动智能制造工厂以及 5G 智慧应用场景在重庆海尔工业园的落地。

## 5.其他

### 五、本企业供应链数字化转型的创新点

21 年落地包括自动挂箱体、智能投放内桶、箱体吊杆视觉 AI 智能识别检测、数字注水机改善、程序 AI 智能识别检测、整机四码合一 AI 智能识别检测、智能打包机、5G+智能中控大数据中心等收益 UPH↑20%、停机时↓25%、节拍↑3S、数字化省人目标达成 100%，质量损失↓30%。拥有 1 项发明专利，3 项实用新型专利；

### 5.1 冲铆连线、自动挂箱体

收益：

- ①喷粉黑件悬挂链升级（面积↑20 m<sup>2</sup>，距离↓30m）
- ②B 线冲压铆接连线（↓2 人）
- ③自动挂钣金箱体（↓1 人）

### 5.2 智能投放内桶

改善前：员工手动摘内桶（10kg）转身投放在箱体里，单班产能 2800 台，共计 27 吨，员工劳动来回转动 5800 次，劳动强度大

改善后/收益：利用机械手取代人工摘取内桶投放动作，以及采用先进的 AI 工业视觉定位，自动调整内桶放置位置，避免损坏箱体，节拍由 12S 提升至 11 秒，达到省人提效；

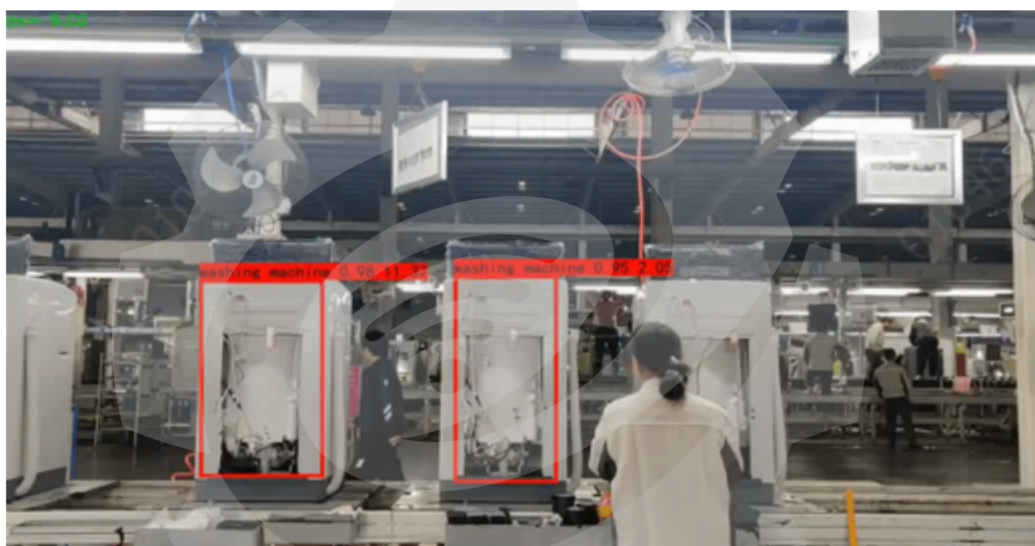
- 省 1 人，节约成本 10 万/年
- 箱体报废降低为 0，预估降低费用 2 万/年

### 5.3 箱体吊杆视觉 AI 智能识别检测

- 原来：通过巡检进行首件、过程封样确定吊杆、内桶使用正确。
- 现在：1. 通过视觉检测识别吊杆外观形状、颜色、内桶结构，

实现对吊杆、内桶物料进行全检；2. 同时通过换单语音播报型号以及控制杆专用号，指导员工使用 BOM 物料；有效的杜绝现场质量问题，确保产品合格下线。

#### 5.4 产业首创，AI 智能识别—停机时、节拍智能监控



具体功能：

- 1、检测出洗衣机与员工；
- 2、记录洗衣机的工作节拍，并收集进数据库

改善效果：

- 1、精细化管理的数据依据及体现；
2. 周期性系统异常准确识别并解决。

#### 5.5 数字注水机改善



原来：

- 1、按钮开控制注水量；
- 2、更改注水量时需电脑连接程序更改。

现在：

自动识别洗衣机的型号，选择注水量，实现了线体的智能制造、柔性制造

效率：自动识别洗衣机型号，自动调节注水量，从由人控制转变为由机器控制，减少换型停机时 30 分钟/天。

质量：扩容自动扫描条码存储量，兼容所有型号，注水量的准确无误。

## 5.6程序AI智能识别检测

改善前：换产需要人工查询标准，确认电脑板显示数值；过程检验需要确认数值后再流入下工位。

改善后：电脑采集条码，对显示值拍照识别显示数值，系统对测试值与标准进行对比进行检测。

改善总结：自动检测优势，①取消换产确认检验标准提高换产效

率；②取消人工对程序版本确认的时间；③实现自动化、可追溯；程序检测节拍由原来 11.3S 提升到 10.5S

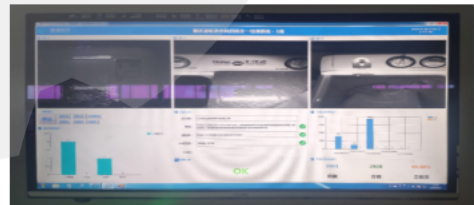
### 5.7 整机四码合一AI智能识别检测

原来：终检 A/C 配合采集条码、能耗贴、二维码，使用数据后台对比，效率低，容易出现型号印刷错误流入市场的风险。

现在：取消人工扫描，使用视觉识别系统对能耗贴、二维码、条码、型号进行校核并与 COSMO 系统进行闸口，确保产品 100%合格下线。

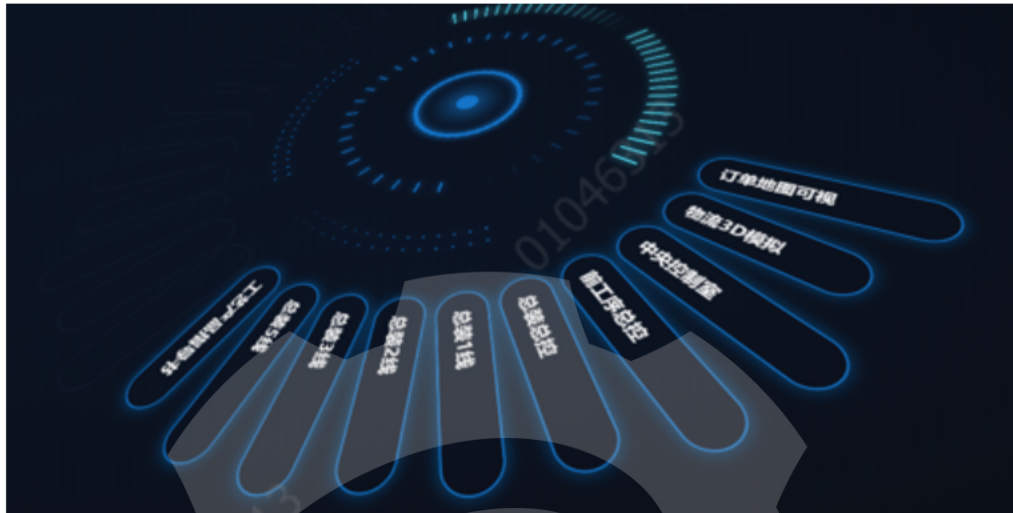
质量：内外不符投诉降低为零投诉

效率：节拍由提升 15%



### 5.8 5G+智能中控大数据中心

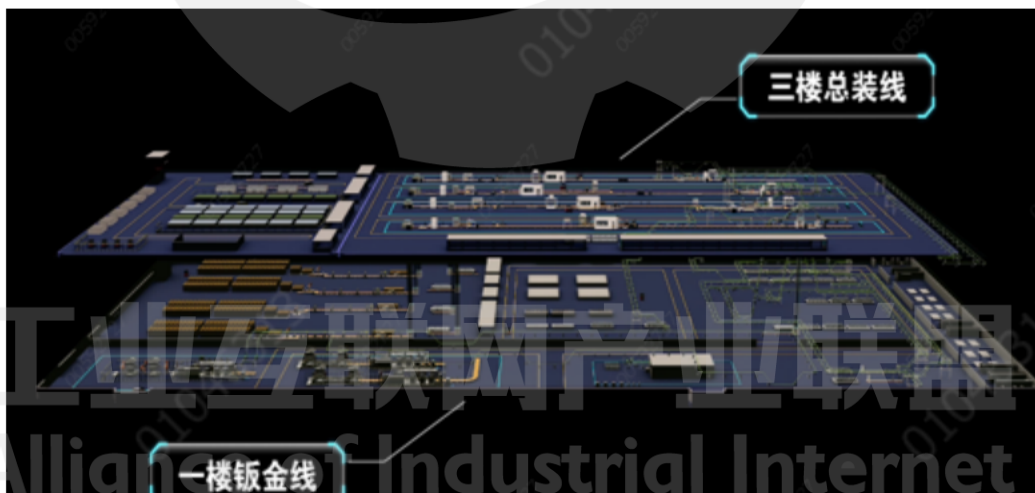
衣联网重庆研究院整合各方资源，对重庆波轮工厂的原材料入厂，前工序生产，总装生产及检验，成品下线入库及发运引入中控室大数据中心进行全流程的数据整合，实现对工厂数据进行预防性分析。大数据中央控制室分为十个部分：订单地图可视、物流 3D 模拟、中央控制室、前工序总控、总装经营体总控、总装 1 线总控、总装 2 线总控、总装 3 线总控、总装 5 线总控、产品工艺操作介绍。



订单可视化地图显示订单完成率，这里曲线图展示近7日订单的完成率，并在曲线图上面显示近七日平均订单完成率；发货率展示近7日的成品发货完成率，并在柱形图上面显示；柱形图上面显示近7日平均到货率；订单完成明细可以展示当天到每个省级工贸地，各自的订单应发数和未发数，以及发货完成率。昨日订单完成率报警展示昨日发货完率不及100%的列表信息，从左到右列表：订单编号、工贸、订单数、已发和完后率。地图订单分布点击或者光标放置到中国地图某个省份，会出现该省份当日订单发货信息。例如，光标放置到山东省，会自动弹出订单发货信息：订单数、未发数和完成率。



物流 3D 模拟页面主要是“重庆波轮产线模拟动画”在线播放的视频；直观展示生产线产品流动，生产工艺流程模拟，在屏幕上就可以全面了解整个工厂的生产流程。



中央控制室四条总装线的当日计划产量、当时实际产量、当班产量，展示最新的当量不良率。工程不良饼状图。展示当天四条总装线的不良现象占比。展示目标合格率和实际合格率。订单执行展示展示当天四条总装线的当天订单数量和执行数量。时序生产展示的是总装四条线的单小时产量柱形图，各线体安检仪结果展示。T-1 停机时统计展示展示的是昨日总装四条线（一、二、三、五线）分别的停机



时间统计柱形图，昨日物料齐套率展示。每天四码合一合格率展示。



前工序总控可以实时显示前工序总体产量、时序生产趋势，当日每个工位检验出现的问题。右边为问题占比饼状图，左边为问题记录。全自动冲压设备的状态监控实时报警，喷粉状态实时监控，异常报警。

## 六、未来发展机遇与挑战

重庆海尔洗衣机工厂在继续推进智能制造数字化工厂的示范应用体系，并以此大力推广到海尔旗下其他工厂，力争将各工厂建设成信息化数字化智能工厂。这些年，海尔在两化融合的实践上受益匪浅，也慢慢摸索出一套符合海尔特色的实践标准，目前各工厂生产基地成立海尔衣联网研究院，对内承接工厂数字化智能化升级改造并形成标准固化，对外对其他行业进行赋能，数字化智能化转型模式输出。而在实施过程中，必然存在部分的不足。在大力改变现状的同时，也希望借助两化融合的契机和自身的实践经验，带动中国制造的全方位发展，实现传统制造业的全面转型。重庆海尔洗衣智能化工厂人才的培养需要学校和企业共同推进完成，高校与企业建立紧密的合作。首先学校应该入学时给每一位学生建立学生规划，根据学生自生的需求目

标确定规划，大学四年除了正常的学习，需要自行学习增加社会的实践能力，通过社会实践项目与企业需求接轨。有了目标、路径，学生需要做的就是坚持走下去。对于企业首先要选择适合的高校进行合作，给在校的学生提供可以帮助企业发展的社会实践项目，共同进行新项目的研发，产品的检测，并进行整合高校资源进行政府项目的申报，实现企业、校方、学生三方多赢的局面。

### 远期发展方向

目前数字化工厂发展仍处于初级阶段，需要有很长的路要走，机器的自我学习，自我优化有较大差距。智能制造需要的是明确各项规则，输入机器设备中，利用人工智能机器的长处，快速处理数据，找到问题解决的方案。另，应加强校企多方合作，在人工智能领域培养适合社会发展的人才。相信在未来十年二十年，中国在人工智能智能制造上会开辟出具有中国特色的道路，引领世界先进技术的发展

重庆海尔洗衣机工厂在继续推进智能制造数字化工厂的示范应用体系，并以此大力推广到海尔旗下其他工厂，力争将各工厂建设成信息化数字化智能工厂。这些年，海尔在两化融合的实践上受益匪浅，也慢慢摸索出一套符合海尔特色的实践标准，目前各工厂生产基地成立海尔衣联网研究院，对内承接工厂数字化智能化升级改造并形成标准固化，对外对其他行业进行赋能，数字化智能化转型模式输出。而在实施过程中，必然存在部分的不足。在大力改变现状的同时，也希望借助两化融合的契机和自身的实践经验，带动中国制造的全方位发展，实现传统制造业的全面转型。