

案例正文：

心有灵犀一点通：正凯新材的智能制造转型之路¹

摘要：中型传统纱线制造企业正凯新材面对顾客需求日益多样化、个性化的挑战，决心实施智能制造以提升竞争力，但却遭遇人才、技术等诸多拦路虎。本案例以正凯新材实施智能制造系统的过程为主线，回顾了其遇到的问题及应对的策略，涉及了系统规划、系统分析、系统设计、系统实施、系统运行与维护等各个环节，尤其突出了其与承包商昇虹构建并发展合作伙伴关系的策略。本案例旨在帮助学生了解实施智能制造系统的各个阶段可能遇到的问题，并掌握利用企业信息化相关理论解决问题的策略。

关键词：智能制造；数字化转型；信息系统建设；合作伙伴关系

0 引言

夜已深，但山东枣庄正凯新材料股份有限公司（以下简称正凯新材）的会议室里却依然灯火通明，桌上的烟灰缸里歪七扭八地塞满了烟蒂。会议从下午就开始了，但与会人员依然群情激昂，就公司要不要实施智能制造争得不可开交。公司的一把手庄总坚定地说：“公司现在其实面临着巨大的挑战，只是表现得不那么明显罢了，实施智能制造是大势所趋，我们可不能等到敌人打到家门口再找出路！”生产主管何主任却反问道：“要这样做的话，设备就要换掉，这需要大量的资金，钱从哪里来？”信息部门申经理不住地点头，皱着眉头说：“老何分管的生产那一摊其实还好，最困难的是我们部门，推进智能制造需要高端人才，现在我们的人手搞 ERP 的维护都捉襟见肘，更别说实施智能制造这样的大项目了！”就在此时，首席运营官丁总说：“我支持庄总的想法，我们所在的纺织业已经有好几家实施智能制造的先行者了，时不我待啊！资金和人才都可以想办法解决，我觉得只要找到靠谱的系统承包商，还是很可能成功的！”庄总看着激烈争辩的众人，心想：“智能制造是一定要做的，但万事开头难啊，到底该怎样推进呢？”

¹ 本案例由浙江工商大学工商管理学院的肖迪、洪冬冬、程兆谦和陈琰撰写，作者拥有著作权中的署名权、修改权、改编权。

2. 本案例授权中国管理案例共享中心使用，中国管理案例共享中心享有复制权、修改权、发表权、发行权、信息网络传播权、改编权、汇编权和翻译权。

3. 由于企业保密的要求，在本案例中对有关名称、数据等做了必要的掩饰性处理。

4. 本案例仅供课堂讨论之用，并无意暗示或说明某种管理行为是否有效。

1 进军智能制造

1.1 老革命遇到新问题

正凯新材生产高端纱制品所需的纱线，规模中等而且效益不错，在行业内也算小有名气。作为已经掌舵十一年的老师，庄总对企业的经营管理早已驾轻就熟，遇到各种情况都能从容应对，但下属的一份工作报告却让他感到忧心忡忡。报告是销售部杨经理写的，其中提到了最近销售出现的异常情况。公司一季度的销售额虽然有所增加，但增长率却同比下降不少。看到这里庄总并没有太在意，毕竟市场总有疲软的时候，过段时间可能会有改善。但后面的内容着实让庄总心里犯嘀咕，报告显示，很多客户的订单都变得“多而杂”。以正凯新材的老客户荣邦针织为例，之前的订单大多一次 1-2 个品种，而且采购量比较大，通常 100 吨以上，但最近的订单采购的纱线品种明显增多，有一次甚至多达 14 种，但采购量大幅下降，每种产品都在 10 吨以下，这给正凯新材带来了不小的困扰。

正凯新材已经采用了自动化程度较高的机器，但整个工艺流程是按照大规模生产的方式组织的，在不同的纱线品种间切换非常困难，需要耗费大量的人力和时间。如果要接多品种小批量的订单会异常吃力，生产成本也会大幅提升，因而销售部不得不拒绝了一些小订单。但是，为了维护与荣邦针织这样老客户的关系，销售部只能接受其订单，尽管这样的订单利润很薄甚至会亏损。

庄总回想起前不久参加纺织行业论坛时几位业内专家的分析，个性化是未来消费的趋势，因而多品种小批量生产是纺织行业发展的必然。纺纱行业是最传统的制造业，多数企业设备的技术还停留在二三十年前，大多数企业还满足于大规模自动化生产，一直没有在技术上进一步突破。但是，生产成本和客户需求在急剧地变化，行业内的竞争也日趋激烈……

庄总正想得入神，人力资源部张经理敲门而入，一脸抱怨地向庄总诉说最近招人时遇到的困难。来参加应聘的工人都是一些中老年人，他们以前大多是农民或在工地上干活的工人，在纱线厂干过的很少。这些应聘者大都抱着这样的心态：现在老了，干不动重活了，找个轻松点的活干干。年轻的身影几乎没有，更别说学历高的年轻人了。另外，来应聘的工人对薪资的要求是一个比一个高。张经理叹了口气说：“我查到的数据也确实是这样的，近年来劳动力成本上升的速度真的挺快！”说着拿出一份调查报告，将制造业劳动力的成本变化数据指给庄总看（如图 1 所示）。

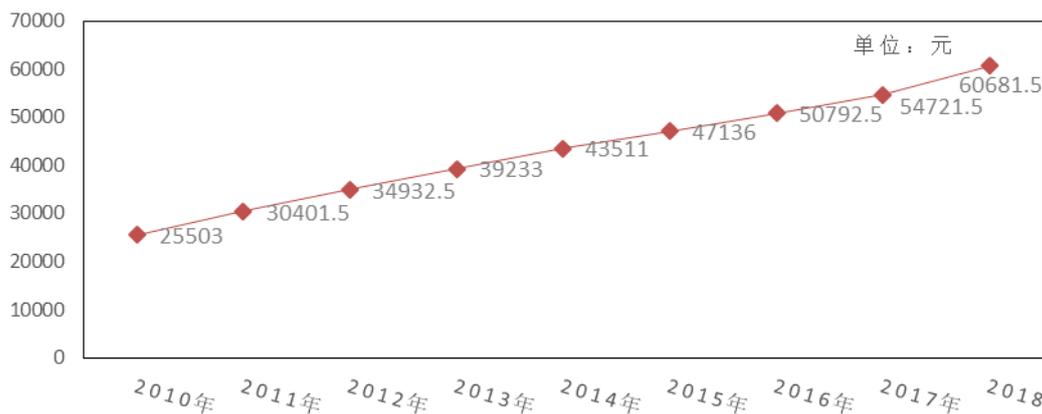


图 1 2010-2018 我国制造业员工平均年薪²

Figure 1 Average Annual Salary of Our Country's Manufacturing Employees from 2010 to 2018

庄总紧皱眉头，心想：看样子纺织行业要发生一些大事情了，如果不未雨绸缪，正凯新材未来几年的日子会非常艰难。要怎么做才能让企业安然度过即将到来的急流险滩？他心里并没有答案。

1.2 智能制造大讨论

不久后，庄总和丁总谈起自己对企业未来发展的担心，丁总点点头说：“我也有同感，近些年来纺织业的生产方式虽然也有升级，但与家电等行业相比步子慢多了。前不久我受邀参观了海尔的智能工厂，他们的生产方式是真的先进啊！那么大的生产车间，就没有几个工人，都是机器人在干活。不仅如此，最令我惊讶的是海尔的智能工厂还能实现定制化生产，海尔利用定制平台收集用户偏好等数据；再结合生产信息化管理系统 MES（Manufacturing Execution System）提供的生产数据，深入分析，形成生产成本最低的，而且还可供消费者选择的产品配置设计方案，包括颜色、款式等。消费者可以根据需求下单，之后，订单直接导入工厂的设备管理系统里，系统根据用户的订单自动排产。如果将海尔的智能工厂简化成一个两端开口的箱子，海尔在入口端投入生产资源，就能在出口端收获产品。MES 是整个智能制造系统的中枢，海尔可以通过 MES 知道箱子里发生了什么，包括订单的完成情况，为什么有些订单没有完成，能源的消耗情况以及设备的维修状况。总之，MES 能够对一系列与生产有关的数据进行实时管理。”庄总一脸羡慕地问道：“能用 MES 打造我们自己的智能工厂吗？”丁总思考了一会说：“做智能工厂对财力和人力都有很高的要求，难度不小啊！不过，我们的基础还不错，如果下定决心全力以赴地推动，还是很有可能成功的！当然，我对资金还是有些担心的，搞智能制造需要的可是一

²数据来源：根据国家统计局公开资料整理所得

大笔钱。”庄总知道老丁为人谨慎，这样的回答意味着他心里已经有一定把握了。他露出一丝微笑，对丁总说：“资金方面不用担心，我自有安排。说干就干，我来召集生产车间、信息部、销售部这些相关部门的负责人，下周一专题讨论一下这件事吧！”

讨论会一开始，庄总就在白板上写下了“智能制造”四个大字。他说：“目前国家正在出台一系列政策推动新旧动能转换，就是通过新模式代替旧模式，新业态代替旧业态，新技术代替旧技术，最终实现产业升级，政府在这方面的支持力度很大！我们一定要抓住机会实施智能制造，大幅提升企业的核心竞争力！更何况我们最近确实在生产和人力资源等方面遇到了一些问题，这也逼着我们不得不将转型升级提上议事日程。今天主要是想让大家谈谈我们实施智能制造的可行性，大家要畅所欲言。”

丁总首先发言，说：“我们在纱线的研发和制造上都是国内比较先进的，这是实现纱线产品智能制造的基础，而且我们的中层生产管理人员也到知名的财经大学进修过，整体素养大幅提升。另外，我们也和纺织行业的一些重要研究机构保持着密切的合作关系，我认为是有可实现智能制造的，只不过路不会很好走，我们要做好打硬仗的思想准备！”

信息部申经理却苦笑着说：“虽然我们有信息部，但是我手底下现在只有一个人，我们几乎没有信息系统建设的规划能力。此外，我听说智能制造要借助物联网采集所有生产设备的数据，这对我们来说简直就是天方夜谭。”

生产车间的何主任担心地说：“实施智能制造更换设备可不是一两天就能完成的，意味着要停产一段时间，这损失我们承受得起么？另外，我们的一线工人和基层管理人员对智能制造不了解，甚至会害怕智能制造让他们失去工作，可能有抵触情绪，这会让我们很难开展工作。据我所知，好几家纺织企业实施智能制造都失败了。”

财务部陈经理说：“智能制造肯定需要投入大笔的资金，以我们公司现在的资金状况，能不能支持我们实施智能制造？而且，搞信息化需要持续投资，这可能是个无底洞啊！”

一旁认真倾听的庄总说：“办法总比困难多，我给大家透个底，有个房地产开发商看中了我们这块地，现在我们已经谈得差不多了。这块地能卖个好价钱，可以用这笔钱建设基于智能制造的新厂。我们公司实施智能制造的确有方方面面的困难，但是如果现在不做，将来我们一定会后悔的！”

经过激烈的争论，与会人员终于艰难地达成共识，将智能制造定为正凯新材未来的发展方向，目标是实现多品种小批量纱线的混纺，进而实现企业的数

数字化转型。现阶段的主要任务是，由丁总牵头组成精干团队，寻找纺织行业智能化做的比较好的标杆企业，以及有能力实施智能制造的供应商，各职能部门要尽力配合。

1.3 寻找供应商

在纺织业，对外宣称采用智能制造的企业并不少，丁总在两个月里参观了十几家工厂，希望能取到真经，但发现要找到适合正凯新材的标杆企业却不容易。比如，山东魏桥创业集团有一个能做十万锭的数字化车间，江苏大生集团也有个五万锭的数字化车间，但是他们都只做单一品种，管理起来并不复杂，无法满足正凯新材希望实现柔性制造的需求。既然找不到标杆，那就只能直接找“女朋友”了，正凯新材开始接触研发及实施智能制造的企业。丁总首先找到的是经纬纺织机械有限公司的E系统，这套系统比较成熟，套过来可以直接使用，但基本没有改造的空间，难以适应正凯新材的特殊需求。丁总还了解过郑州轻工业大学研发的系统，但这套系统给他的感觉是天上的仙女，要实际应用还有很长的路要走。

又经过了多次的甄选，皇天不负有心人，丁总终于找到了情投意合的“女朋友”——杭州昇虹智能科技有限公司（以下简称昇虹）。在见面之前，丁总对昇虹并不是特别看好，因为这家企业并没有特别成功的案例，只是抱着试试看的态度与对方进行交流。几次接触后，丁总了解到，昇虹的团队里很多人员都在纺织行业工作过，其总经理余总就曾在江苏最大的纺织企业——天虹纺织集团工作过，对纺织行业非常熟悉。更让丁总心动的是，余总说：“昇虹早就想进入纺纱行业智能制造市场，过去也在一些小的纺纱企业做过实施智能制造的尝试，但苦于缺少规模较大企业的成功案例，口碑和声誉还没做起来。这次是真心希望能够将正凯新材打造为典型案例。为实现这个目标，我们承诺和正凯新材一起解决智能制造实施过程中的问题，持续改进，精益求精！而且，项目投入运行后，我们也会对项目长期跟踪，提供免费售后服务！”丁总说：“正凯已经下定决心做智能制造，我们一起打造纺织行业智能制造的标杆工厂吧！”之后的商谈非常顺利，两家企业很快签订了合同。

2 紧密合作设计智能制造系统

2.1 沟通需求

2018年8月15日，双方成立了正凯新材智能制造联合项目组，庄总任组长，负责项目整体掌控，昇虹主管技术的副总项总和丁总任副组长，分别负责双方各自资源的整合，共同推进项目的开展。昇虹派出了由3位硬件工程师和

2 位软件工程师组成的实施团队，而正凯新材则任命何主任为新的智能制造工厂的厂长，同申经理等精干人员一起成为了项目的核心成员。

项目组的第一项重要工作是讨论正凯新材对智能制造的需求。丁总说：“我们希望这套智能制造系统能够打通正凯新材原有的信息系统，包括 ERP、财务管理信息系统和 OA 自动化办公化系统等，打破信息孤岛，最终构建起能够实现多品种小批量生产的数字化工厂，向数据要效益，大幅降低生产和管理成本。何厂长补充道：“目前我们的生产过程虽然自动化程度比较高，但生产数据还需要人工记录，存在准确度低、时效性差的问题。希望 MES 能够搜集生产过程中的订单完成情况、设备状态以及能耗等各类数据，比如某台设备正在生产什么品种的纱线，何时该品种的纱线会完成当前工序，以及设备的维护时间节点和次数。还有，温度对产品质量有重要影响，需要实时监控每个区域的环境温度；另外，要是能自动记录每个工人的产量并计算工资就更好了，这省了我们不少事呢。”

项组长听完，微微一笑说道：“这些需求都可以实现，现在 MES 已经比较成熟，只要我们针对正凯新材的实际情况适当调整就可以了。不过这要建立在生产数据可以采集的基础上。设备自动化不一定能够采集数据，因此可能要购买基于工业互联网的可采集数据的生产设备。”

丁总点点头说：“没问题，我们这次就是要对生产设施进行彻底的升级改造！除了刚才谈到的问题之外，生产排程也着实让人头痛。负责工艺的主管审核订单后，向车间下达生产通知单，车间计划人员接收到通知单后，依靠生产经验和巡台情况进行手动排程，每一次订单变更都要重复这样的流程。现在工厂的生产模式向多品种小批量转变，订单的复杂性不断上升，这对生产排程的要求高了很多，人是会犯错的，我担心生产排程会出现很多问题。要是能利用搜集到的生产基础数据实现自动排程的话，那就能真正实现柔性生产了！”

项组长点头称是，说：“现在确实有您所说的这种自动化排程技术，叫做 APS，也就是高级计划排程，这也是智能制造中通常会选用的模块，的确可以解决丁总所说的难题。我知道有一家厂商做得不错，我们可以将其集成到系统中，丁总不必太担心！”

丁总大喜过望，说：“那太好了！我们下次详细讨论 APS。另外，还有一些小问题希望也能通过智能制造解决。我们现在只是生产五、六种不同的纱线产品，品种切换稍微频繁一点就已经会出现工序混乱的问题，未来我们要实现多品种小批量混产，那工序混乱的问题可能会更严重。”丁总站起来指着 PPT 上的工序失误示意图（如图 2 所示）说，“例如，应该出现在梳棉生产线的原

料，由于工人的失误，可能会出现在并条的生产线，这为接下来的生产工序制造了不必要的麻烦。为了避免这种混乱，需要你们开发出具有自动识别功能的设备，自动报警告诉工人出错了。”

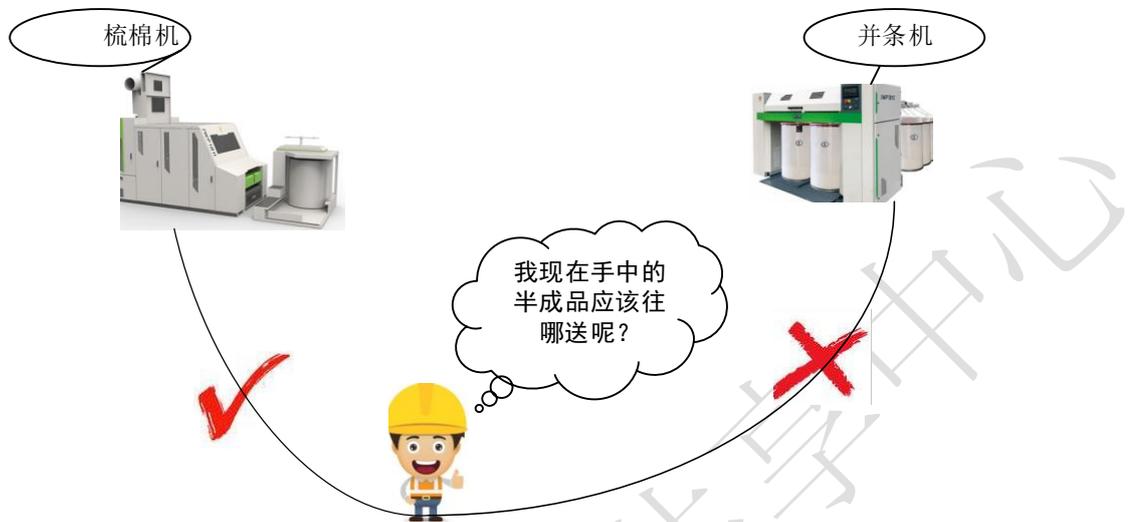


图 2 工序失误示意图

Figure 2 Schematic Diagram of Process Errors

最后，项组长信心满满地说：“这些需求我们会努力实现，不过我有一个小要求，如果正凯新材要购置新的纺织设备，我们希望能够参与其中，咱们一起选择适合的可读取数据的设备，这有助于提升系统的兼容性。”丁总笑着说：“当然没问题，咱们是心有灵犀啊！就算你们不提，我还想邀请你们加入呢！有你们这样的专家把关我们更放心！”

2.2 设计方案初成

为了早日完成智能制造系统的初步设计方案，联合项目组迅速投入工作，几乎每天都要开碰头会研究设计方案中的问题。经过四周的紧张工作，形成了系统设计概要。在技术设计评审会上，项组长介绍说：“新的智能制造系统由支持层、生产执行层及运营管控层构成（见附录 5）。支持层主要为其他两层提供软件和硬件的支撑，而运营管控层则整合了正凯新材原有的 ERP 等信息系统，解决企业日常运营管理的问题，生产执行层的主要作用是收集生产数据，并通过 APS 制定定制订单的生产计划。”庄总对支持层和运营管控层比较熟悉，最后将目光停在了新增加的生产执行层上。

项组长笑着说：“生产执行层最核心的是 MES。我们现在无法监测工厂里发生的事情，更别说进行管理优化了，但有了 MES 就不一样了。它贯穿生产、制造、检验检测及物流配送整个过程，及时反馈生产现状，为车间管理者提供生产现场信息和计划执行信息；可以监控生产设备的状态，及时发现问题设备；

还能自动实现工人和纺纱设备的匹配并计算工资。”

接着，项组长手指设计图中的 APS 模块说：“我要特别介绍一下这个模块（运行逻辑见附录 6），这个模块是 MES 的‘大脑’，专门解决多品种小批量订单生产安排的难题！我主要讲讲它是如何帮助我们细化生产任务的。假设我们厂下个月要生产 20 种共计 1000 吨的纱线产品，但在工人、设备、原料库存以及生产工艺上都会有限制，因此 APS 需要综合这些因素，形成粗略的操作任务；然后，通过遗传算法等先进算法对这些任务进行模拟仿真和分析评估，如果可行的话，就直接生成最终的派工单并下达操作任务，如果不行的话就会重复以上操作。”庄总微笑着点点头说：“今天的评审会成果丰硕啊！感谢项组长的详细介绍，我觉得这满足了我们的需求，万里长征迈出了第一步！”

之后，双方兵分两路，继续推进项目。昇虹主要负责智能制造系统的详细设计，包括系统架构设计、软件模块、无线局域网等方面的设计工作，并开始着手选择硬件供应商。正凯新材则在修建新厂房的同时启动了对数字化纺纱设备的采购，并邀请昇虹的技术人员一起参与了供应商的甄选等工作。另外，双方联合开发了 RFID 工艺预警技术，解决了工人失误所造成的工序混乱问题，清除了项目实施过程中的一个重要障碍。

3 实施智能制造系统

3.1 智能制造系统落地

关于智能制造系统的实施，项组长给出的意见是，细化实施方案，按既定步骤有序推进。新厂主体建筑刚完成，昇虹的三位硬件工程师立刻开始铺设网线，并布置无线路由器和访问点，组建无线局域网。在新的纺织设备安装好之后，他们又马上在设备上安装各种传感器，而软件工程师则对数据采集与监视控制系统（SCADA）进行配置，以便对车间生产、检测设备进行集中监控。这些事情做好后，生产数据采集的基础性工作总算是有了点眉目。

接下来才是重头戏，需要将采集到的生产数据与现有信息系统的数据进行集成。如果新老系统的数据无法兼容，智能制造的威力就难以发挥，丁总深知此项工作的重要性，为此专门组织了一次讨论会。项组长在会上部署了下一阶段的工作思路，首先要把 MES 的数据库与原有的信息系统打通，建立与 ERP 之间的联系，才能够实时掌握原料、生产过程、成品物流动态等信息。接下来，根据正凯新材的实际情况对 MES 各模块的功能进行配置、调整和测试。昇虹的 MES 主要包括四个子模块（如表 1 所示），项组长向丁总提出，希望正凯新材各部门选择精干人员深度参与各模块的实施，因为这对系统功能的完善大有好

处，也有助于减少不必要的返工。丁总爽快地说：“当然没问题！咱们想到一块啦，我们一定认真斟酌人员，希望通过这个项目的实施能够培养出一批信息化方面的人才！”

表 1 MES 子模块及其功能

Table 1 Functions of MES Sub-Modules

模块名称	功能
订单处理	实时显示订单的生产进度、质量、开台数量以及订单完成时间的预测。
人员管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 建立员工与机台的各种对应关系，实时统计工人的产量。 ● 利用人员排班及产成品包装定额数据，进行包装工人及装卸工人的计件工资核算。
产成品管理	借助触摸屏报送工作信息，同时引入电视大屏信息指引技术，对产成品产量信息进行实时监控。
设备维护保养	通过设备状态、效率超标、质量超标、环境超标、能耗超标等预警信息与生产在线数据的融合分析，得到设备维护保养计划，并及时通知维修人员对指定设备进行维修。

经过项目团队两个月加班加点的工作，MES 各主要模块均实施完毕。之前为解决工序出错而研发的 RFID 工艺预警技术运用到了生产车间，被寄予厚望的 APS 排程模块也通过了初步测试。在各模块联调成功后，项组长特地邀请了丁总观摩这两项技术是如何融合使用的。生产现场模拟生产 A 品种纱线，APS 会结合纺纱生产工艺的特点，根据 A 品种在不同工序生产设备上的日生产能力，折算为工序级作业工时，同时根据订单的交期以及订单所需原材料的库存情况，运用遗传算法优化订单排程，给出 A 品种在每一道工序的具体任务。工人陈师傅接到了 APS 下发的一个任务，需要将两个梳棉条筒分别放在并条一和并条二这两道工序上。只见陈师傅开着叉车，把这两个条筒都放在了并条二这道工序的筒位上，机器立刻发出警报声，中控室的液晶屏上也显示并条二的筒位出现了问题。丁总竖起大拇指，赞道：“没想到 RFID 工艺预警技术和 APS 结合有这么大的威力！太好了！这从根本上摆脱了人工判断所带来的工艺质量风险，可以减少很多生产物料的损失！”

经过四个月的努力奋斗，MES 已经初见端倪，项组长感觉时机成熟，是时

候把庄总邀请过来看看 MES 这个“新生儿”了。中控室的墙上嵌着令人瞩目的超大液晶屏，展示着整套智能制造系统的关键运行指标（如图 5 所示）。庄总感慨万千，并请项组长给大家伙好好介绍下这套系统的作用。

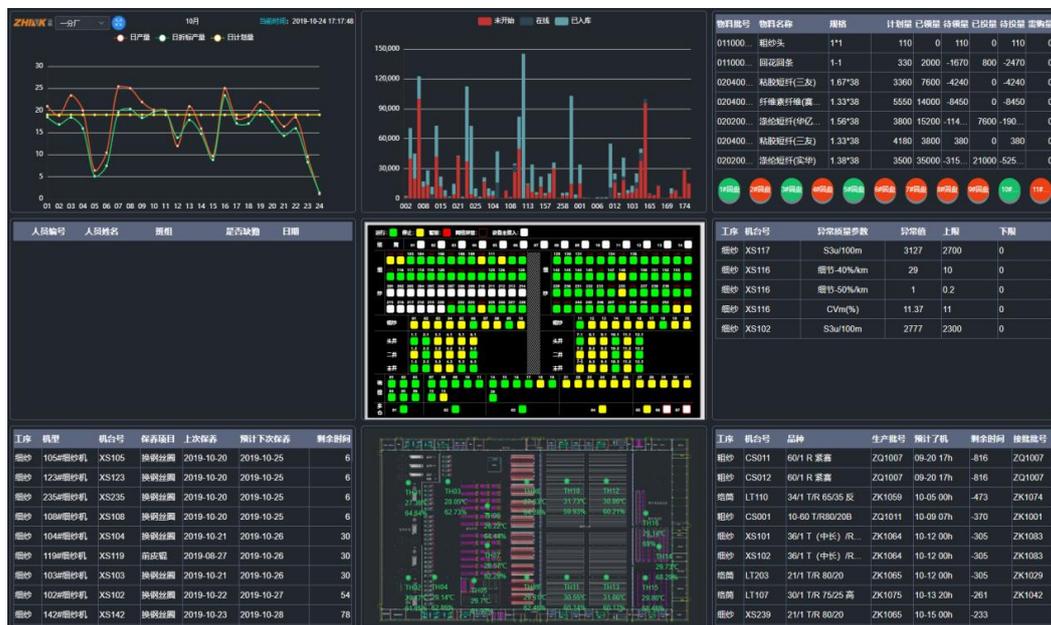


图 3 MES 主界面

Figure 3 Main Interface of MES

项组长颇为得意地说：“我们从生产过程中抽取了产量、订单完成程度等 9 个关键指标，形成了 9 宫格监控界面。最上面一层左边的界面可以实时看到每天的生产产量；中间的界面可以实时监控每个订单的完成程度；右边那个界面可以监控原材料的投放情况。中间的两个界面，依次是人员管理界面，主要监控人员缺勤情况等；机台管理界面可以监控每一个机台的开关机情况；工艺质量管理界面，可以帮助管理者及时发现质量问题。最下面中间的界面，可以监控每个生产区域的环境温度和湿度，及时发现异常现象；左边的界面可以监控设备的保养情况；右边则显示设备的开关机情况和本次以及下次将要生产的订单批号。”庄总连连点头，笑着说：“今天我真是开了眼界，有了 MES 整个生产过程尽收眼底，颇有点一览众山小的感觉啊！”

3.2 优化改进智能制造系统

正凯新材的智能制造系统虽然核心功能已经跑通，但毕竟是新系统，运行起来难免会有问题。随着时间的推移，一些问题开始慢慢地浮现出来。这早在丁总的预料之内，他知道企业的数字化转型是持久战，因而提前给各职能部门的负责人打好了预防针，让他们遇到问题不要急躁，保持冷静沉着应对。

首先遇到问题的是人力部门张经理，在 MES 运行过程中，她听到很多一线

员工对 MES 的抱怨，甚至还有人跑到她这里提出要辞职。显然，推行 MES 遇到了阻力。她深入了解后发现，有些员工压根就没有接触过电脑操作，基本的 MES 操作需要很久才能学会，而且还不熟练，经常出现各种问题。另外，她听底下员工说，每一次工作结束后都要在 MES 上输入数据，无疑增加了他们的工作量，这也引起了一些员工的抵触。针对这些问题，丁总建议她要经常请一些 MES 基本操作掌握比较好的员工，给其他员工进行培训，并对熟练掌握了 MES 基础操作的一线工人进行奖励，让他们看到因 MES 所带来的收益增长。采取了这些措施后，基层员工的抱怨慢慢开始减少。

申经理在 MES 实际运行之后，发现 RFID 工艺预警技术设计上很完美，但是在实际运用中表现得并不是很好，原因在于硬件厂商的天线信号不稳定，有时候会窜信号或读不到数据。另外，质量管理模块也出现了问题。按照系统原来的设计方案，质检员需要对实验室研发的新产品进行检测，接着把质量数据输入到 Excel 文件里，然后再导入到 MES 中。然而，质量检测时使用的大多是老旧设备，比如，称重的天平都没有网络接口，还有一些设备输出的是 PDF 格式文件而非 Excel 文件，没法直接与 MES 对接。后来，他和项组长一起找到了这些问题的解决方案：对于天线不稳定的问题，昇虹会甄选质量可靠的硬件厂商；对于检测设备老旧的问题，昇虹承诺将和正凯新材的技术人员一起对老旧设备进行升级改造。

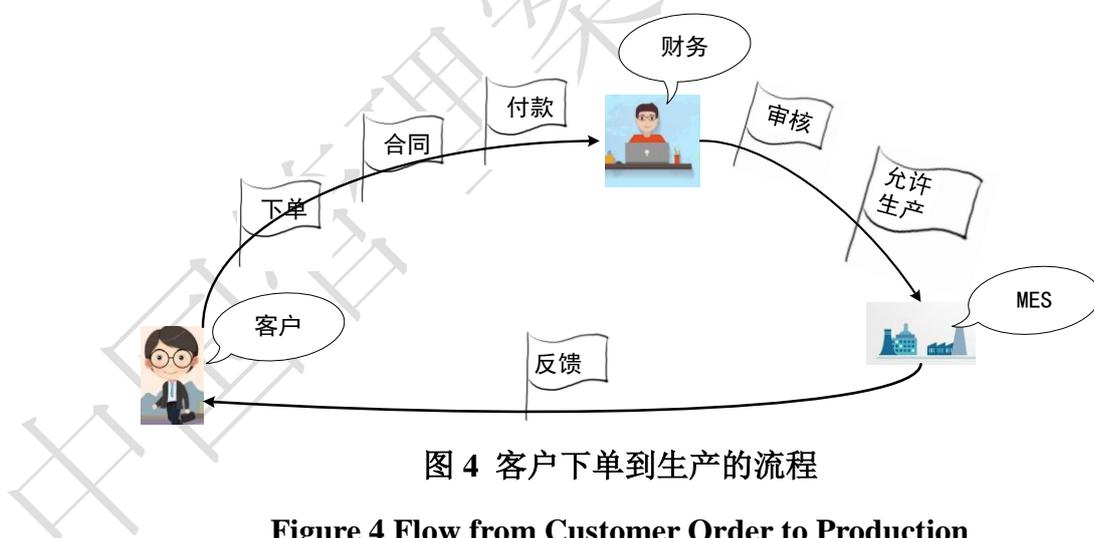


图 4 客户下单到生产的流程

Figure 4 Flow from Customer Order to Production

丁总则经常会接到老客户的电话，对方抱怨已经付款了，为何还没有安排生产。经过仔细调研后，他发现虽然财务管理系统和 MES 打通了，但是运行起来并不是按照原来设计（如图 6 所示）得那么流畅。财务人员必须对客户的订单、合同和付款三项内容进行审核后才能允许生产，缺一不可。但在现实中，由于与客户沟通不及时，经常会发生客户付款了，但是没有及时签订订购合同

的情况，也就没法及时通知 MES 下达生产指令了。现在他正在和庄总、项组长商量，准备把订购合同审核这个环节放到生产的后面。也就是说，只要客户付款下单了，就允许安排订单生产，然后只要客户签订了订购合同，就可以直接安排发货，这能大大缩短客户的等待时间。

何厂长也遇到了不小的麻烦。他在某次要推出新的纱线品种时，发现质量检测和生产之间的时间太长了，明明检测员完成检测，已经认为纱线质量合格，但生产却迟迟不能进行。经过深入分析他发现，按照原来的设计方案，质量数据本来可以直接输入到生产模块。但是，现在的质量检测设备无法实现直接导入，需要人工将数据输入到 MES 的质量模块，这要消耗大量的时间。最后，他只能和昇虹的李工费了半天劲把绑定在一起的生产模块和质量模块分开。这样只要新的纱线品种质量检测合格了，检测员就能直接通知车间开工生产，不需要经过 MES 下达生产任务，时间大大缩短。

4 尾声

正凯新材的智能制造系统上线半年后，庄总组织了一场研讨会。他在会上说：“我们的 MES 已经运行一段时间了，这套系统使得我们的生产柔性大幅提升，增强了生产的可视性并降低了成本，确实非常不错！当然，我觉得这套系统的潜力还很大，真正的价值还没有完全发挥出来。这套系统让我们拥有了海量的生产数据，因此下一步的关键在于能不能利用这些数据进一步地提升生产效益。我们头脑风暴一下，请大家畅所欲言！”

丁总兴奋地说：“沃尔玛超市能够找到啤酒和纸尿裤销量之间的联系，我觉得我们的海量数据里各个变量之间也会存在类似的隐秘联系，但这需要运用数据挖掘技术来提炼。我们需要花重金招聘懂大数据的人才，这样才能从数据中炼出金子！”何厂长接过丁总的话头说：“我认同丁总的观点，这些数据确实是金矿，根据我个人的经验，销售数据与生产数据之间的关系含金量最高，所以是不是可以从这方面入手呢？”

热烈的讨论继续进行了很久很久……

（案例正文字数：9835）

Minds Think alike: The Way of Zhengkai New Materials'

Intelligent Manufacturing Transformation

Abstract:

Facing the increasingly diversified and personalized challenges of customers' demands, the medium-sized traditional yarn manufacturing enterprise Zhengkai New Materials was determined to implement intelligent manufacturing to enhance its competitiveness. However, it had encountered many obstacles such as talented person and technology. This case is based on the process of Zhengkai New Material's implementation of the intelligent manufacturing system. It reviews the problems it came across and the strategies to deal with it. This case involves various steps such as system planning, system analysis, system design, system implementation, system operation and maintenance. In particular, it highlighted its strategy of building and developing partnerships with system contractor Shenghong. This case aims to help students understand the problems that may be encountered in the various stages of implementing intelligent manufacturing systems, and master the strategies for solving problems using enterprise information-related theories.

Key words: Intelligent Manufacturing; Digital Transformation; Information System Construction; Partnership

附录

1正凯新材公司简介³

山东正凯新材是一家专业从事中高端纱线研发、生产、销售于一体的现代民营企业，拥有国内外一流的纺纱流水生产线，专业生产涤粘混纺差别化高档男装机织用纱和高档针织用纱。公司的经营理念是紧紧围绕“品质为先、持续创新、快速反应”，战略定位是“立足国内、辐射全球”。

公司已形成了先进的研发体系，建立了完善的研发平台，积累了高素质的研发团队，掌握了完整的功能性纱线、阻燃纱线、特种天然纤维等产品设计生产相关的技术工艺，研发实力和技术水平达到国内领先水平。企业拥有一支层次分明、创新能力突出的多学科人才团队，其中工程技术人员 80 人，研究与开发人员 61 人，高中级职称以上人员 26 人，专业覆盖信息化、电气工程、纺织工程等相关领域，专业技术均为行业一流。已建成由硕士、学士组成的知识结构层，同时铺建了由高级工程师、工程师、助理工程师构成的纵向职称网络，有效保证公司的研发能力和发展。

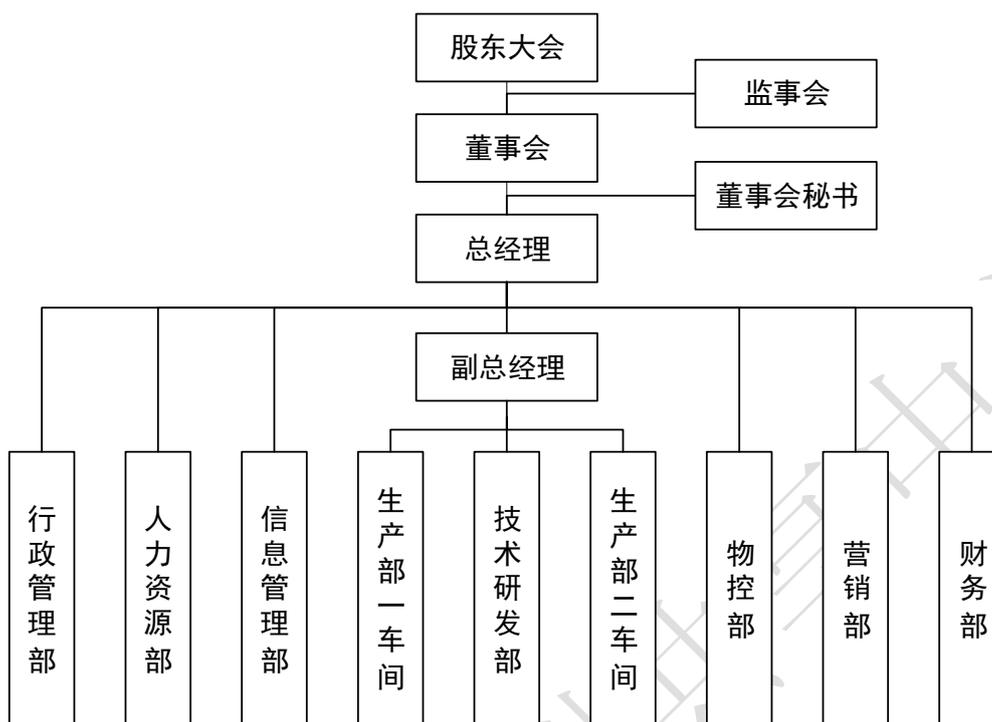
公司在智能制造方面已经有诸多成果。从 2018 年正式提出智能制造计划，到 2019 年底，已经有两个智能化工厂建成并投产，并为智能工厂量身开发了 MES。

2013 年以来，公司不断加大在研发方面的投入，建设设施完善和条件齐全的技术研究基础和平台，购置各种研发设备、软件及实验检测仪器，设备以满足公司研发的需求。公司现已获市企业技术中心、枣庄市工程实验室、枣庄市技术创新中心等，目前拥有 6 个与智能工厂相关的应用型专利。

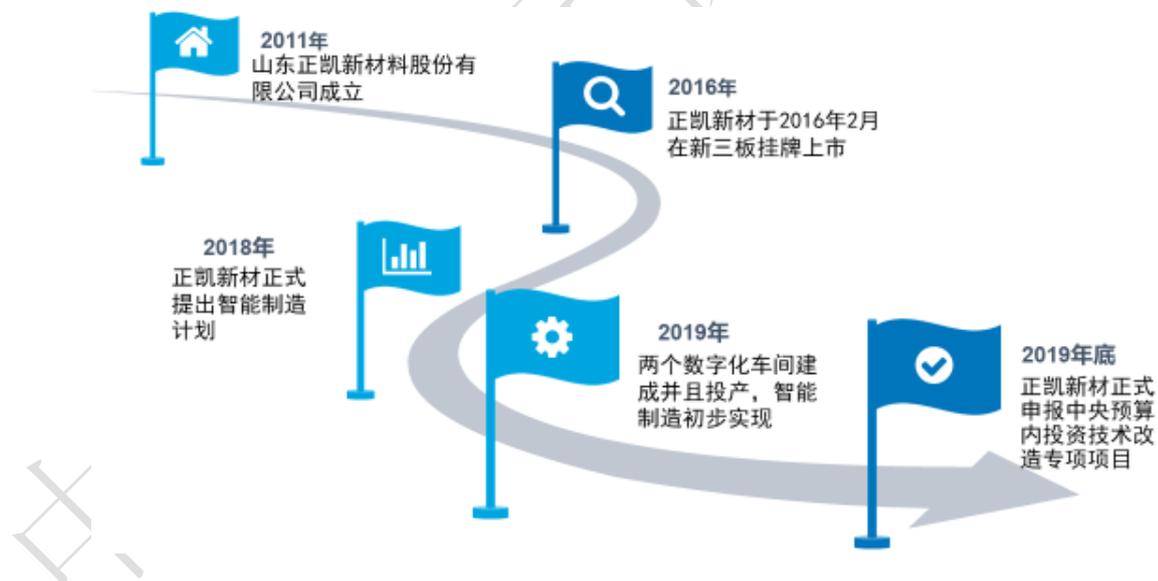
公司先后与中国纺织产品开发中心、一些著名纺织类大学等科研单位合作，突破纺织材料的传统领域，成功开发了新型纤维素纤维、新型双抗腈纶纤维、新型蛋白质纤维、新型阻燃、耐切割纤维等系列产品，其工艺技术水平达到了国内领先和国际先进水平。

³数据来源：笔者根据调研搜集的资料及访谈记录整理

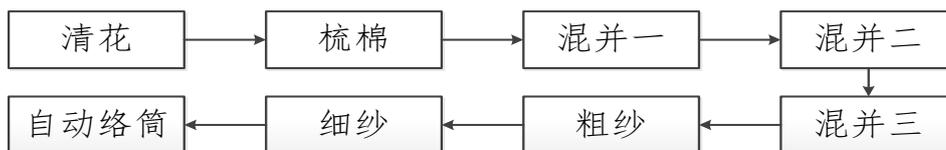
2 正凯新材组织结构图



3 正凯新材智能制造实施的里程碑事件



4 纺织生产工艺流程



(1) **清花**：把大团棉花弄到小块、小束，同时除杂的过程。

(2) **梳棉**：把小棉束梳理为单纤维状态，进一步去除杂质和不可纺的短纤维，使纤维平行伸直，最后制成棉条盘入条筒中。”

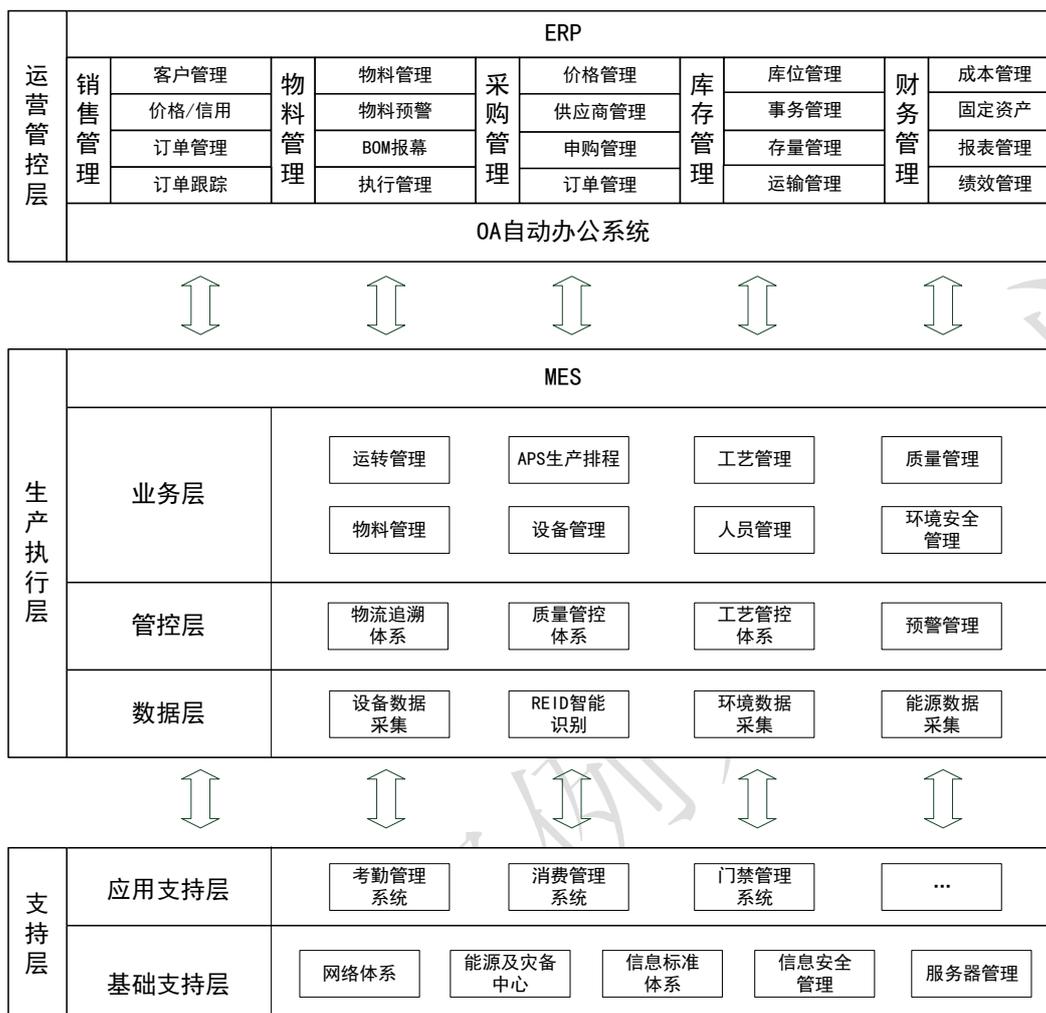
(3) **混并**：用反复并合的方法进一步实现单纤维的混合，保证条子的混棉成分均匀，稳定成纱质量。由于各种纤维的染色性能不同，采用不同纤维制成的条子，在并条机上并合，可以使各种纤维充分混合，这是保证成纱横截面上纤维数量获得较均匀混合，防止染色后产生色差的有效手段，在化纤与棉混纺时尤为重要。

(4) **粗纱**：把熟条加工成不同支数和不同捻度的粗纱，以供细纱工序使用。

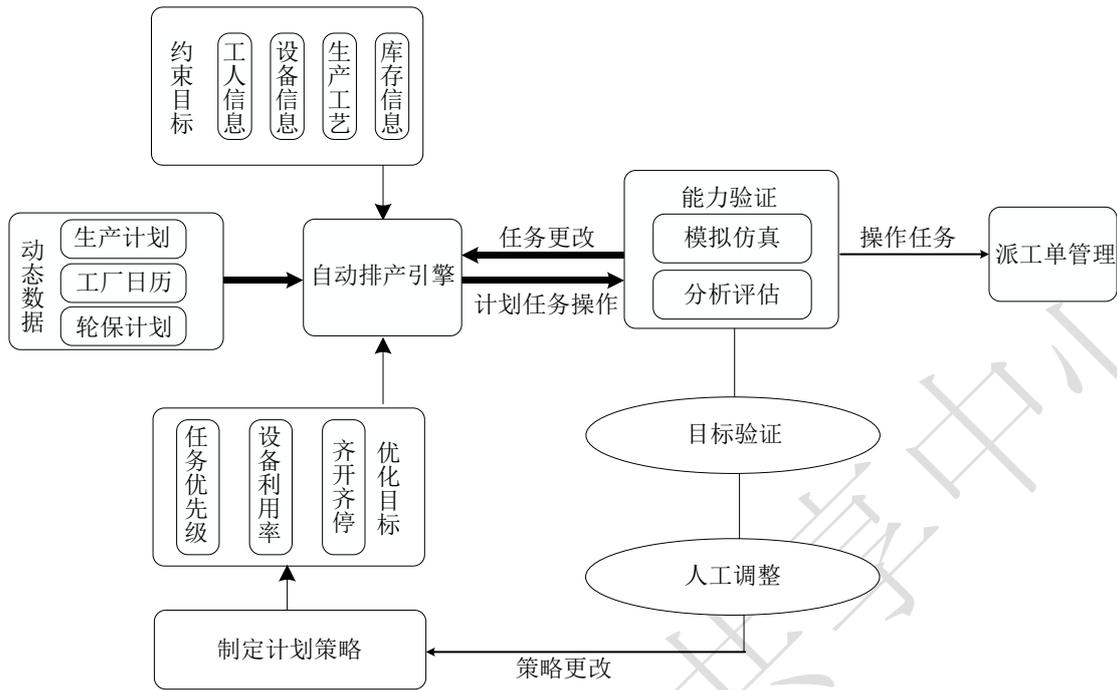
(5) **细纱**：用粗纱再纺而成的较细的纱，用于织布或纺线。

(6) **自动络筒**：将管纱绕成无结筒纱、并在卷绕过程中去除纱疵。

5 正凯新材智能制造系统设计框架



6 高级生产排程(APS)



7 案例所涉及术语的解释

术语	解释
RFID	射频识别 (RFID) 是 Radio Frequency Identification 的缩写。其原理为阅读器与标签之间进行非接触式的数据通信，达到识别目标的目的。RFID 的应用非常广泛，典型应用有动物晶片、汽车晶片防盗器、门禁管制、停车场管制、生产线自动化、物料管理。
工业互联网	指全球工业系统与高级计算、分析、感应技术以及互联网连接融合的结果。它通过智能机器间的连接并最终将人机连接，结合软件和大数据分析，重构全球工业、激发生产力，让制造更快速、更安全、更清洁且更经济。
遗传算法	模拟达尔文生物进化论的自然选择和遗传学机理的生物进化过程的计算模型，是一种通过模拟自然进化过程搜索最优解的方法。
ERP	指的是企业资源计划，建立在信息技术基础上，以系统化的管理思想，为企业决策层及员工提供决策运行手段的管理平台。