



中国工业互联网大赛

CHINA INDUSTRIAL INTERNET  
CONTEST

# 千帆竞发, 转型领航

——第二届中国工业互联网大赛成果汇编



CHINA  
INDUSTRIAL  
INTERNET  
CONTEST  
2020

中国工业互联网大赛组委会  
国家工业信息安全发展研究中心



---

## 主办单位

工业和信息化部 浙江省人民政府

## 承办单位

国家工业信息安全发展研究中心

浙江省经济和信息化厅 杭州市人民政府

## 联合承办单位

重庆市经济和信息化委员会 杭州市经济和信息化局

青岛市工业和信息化局 深圳市工业和信息化局

重庆两江新区管理委员会 青岛即墨区人民政府

深圳市龙华区人民政府

## 协办单位

产业互联网发展联盟 东南数字化转型投资基金

浙江省图灵互联网研究院

## 特别支持单位

杭州市余杭区人民政府

---

---

## 编写委员会

主 任: 赵 岩

副主任: 何小龙 郝志强 李 丽

## 起草组

组 长: 陶 炜

副组长: 肖琳琳

执笔人: 夏宜君 黄 洁 王雪红 刘孜焱

## 第二届中国工业互联网大赛组委会秘书处

肖琳琳 李京南 伍凌芳 王雪红 李清敏 乔 睿

冯 帆 高 哲 王婷婷 郭晁煜 黄小燕 翟 悦

## 特别鸣谢

工业和信息化部信息技术发展司

## 鸣谢

第二届中国工业互联网大赛评审专家

第二届中国工业互联网大赛参赛团队

---

# 前言

---

工业互联网是中国工业转型升级的新赛道，正不断加速制造业数字化转型步伐。中国工业互联网大赛以贯彻落实党中央、国务院关于实施工业互联网创新发展的战略为导向，以服务制造业高质量发展为目标，聚焦制造业数字化转型的需求和关键，旨在进一步推动工业互联网产业有效发展。

第二届中国工业互联网大赛由工信部和浙江省人民政府共同主办，由国家工业信息安全发展研究中心、浙江省经济和信息化厅、杭州市人民政府、重庆市经济和信息化委员会、青岛市工业和信息化局、深圳市工业和信息化局等联合承办，于2020年7月至12月，分别在杭州、深圳、重庆、青岛等地，通过组织线上初赛、线下区域赛、全国半决赛、全国总决赛，从1457个参赛作品中遴选出40个工业互联网解决方案授予一二三等奖及优秀作品奖。

本届大赛以“新基建、新动能、新经济”为主题，突出务实创新，深刻理解制造强国、质量强国、网络强国和数字中国建设任务，将中央决策部署落实到具体工作中；突出市场主导，激发产业创新活力和动力，描绘了工业互联网产业自下而上的发展全景图；突出价值牵引，以服务产业和地方发展为目标，完成工业互联网赋能制造业数字化转型实际成效的巡礼；突出生态理念，坚持新发展理念，强化生态理念，着力发掘工业互联网生态影响和全局价值。

编写组对大赛成果进行了研究、梳理和总结。**在全局发展方面**，大赛在展示工业互联网产业发展、呈现工业互联网赋能产业数字化转型成效、促进工业互联网生态培育等方面发挥了重要作用，检验了工业互联网发展水平。**在技术供给方面**，大赛呈现了2745项专利和5027项软著在产业中的应用成效，展示了5G、数字孪生、人工智能等新技术在与工业技术融合应用中发挥的重要作用。**在特定领域方面**，工业互联网赋能产业解决关键问题的水平不断提高，在设备健康、安全生产、节能降耗等重要领域的应用创新不断，成效显著。**在行业深耕方面**，工业互联网行业应用范围和深度不断扩大，在近三十个工业行业形成了一批具备行业特点、解决企业痛点、价值成效有亮点的解决方案。**在赋能中小企业方面**，工业互联网解决方案将设计能力、软件能力和管理能力通过云化软件、工业APP等方式实现模块化封装和调用，并采取共享、复用等方式推广扩散，助力企业低成本获取优质资源。本报告宣介大赛优秀成果，促进产业加深对工业互联网解决方案落地成效的认知，帮助工业企业找准共性问题、找准解决方案、找准服务商，并对第二届中国工业互联网大赛做一小结。

# 目录

## CONTENTS

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| <b>一、工业互联网迎来规模应用落地的新契机</b>          | 1  |
| (一) 工业互联网是支撑制造业数字化转型的新型基础设施         | 2  |
| (二) 工业互联网在逆境考验下加速落地应用               | 2  |
| (三) 工业互联网生态培育需要多元化交流服务载体            | 2  |
| <b>二、工业互联网产业蓬勃发展全景呈现</b>            | 3  |
| (一) 产业发展蓬勃向上                        | 4  |
| (二) 解决方案供给方式不断丰富                    | 5  |
| (三) 产业生态价值不断凸显                      | 6  |
| <b>三、技术创新成果推动供给水平不断提高</b>           | 7  |
| (一) 5G与新技术组合应用花样翻新                  | 9  |
| 1. 天机算系统：面向5G环境的机械制造数字孪生工业APP系统解决方案 | 10 |
| 2. 基于5G无人机机巢的无人值守超低空智慧巡检解决方案        | 13 |
| (二) 数字孪生助力产线、车间、工厂数字化               | 16 |
| 3. 基于数字孪生的热处理车间远程运维解决方案             | 17 |
| 4. 数字孪生核电厂建设及运维领域应用解决方案             | 20 |
| 5. 基于全产业链数字孪生的建筑工业化解决方案             | 23 |
| (三) 人工智能推动生产、管理的逐步自主式、无人化           | 26 |
| 6. 百度盘古工程机械无人作业解决方案                 | 27 |
| 7. 工业互联网安全全流量日志AI分析系统解决方案           | 29 |
| (四) 工业知识模块化、图谱化应用不断成熟               | 32 |
| 8. 基于盐湖工业互联网的钾盐生产工艺优化解决方案           | 33 |
| 9. 基于知识图谱的工业互联网解决方案                 | 36 |
| 10. 面向高端装备行业的工业知识封装解决方案             | 39 |
| (五) 新技术融合应用产品化程度不断提升                | 42 |
| 11. mixIoT智慧工业核心引擎解决方案              | 43 |
| 12. 学泰X-MASTER                      | 46 |
| <b>四、专业化服务商探索重要场景的新方法、新模式</b>       | 49 |
| (一) 设备健康管理专业化服务水平不断提升               | 51 |
| 13. 自动化生产线的智能运维诊断解决方案               | 52 |
| 14. 基于新技术的电网智能巡检解决方案                | 55 |
| 15. 基于电气信号的机电设备自主式健康管理解决方案          | 58 |
| 16. 水电设备健康保障智慧赋能服务解决方案              | 61 |
| (二) 安全生产成为政企创新合作的重要领域               | 64 |
| 17. 长征云安全生产监管解决方案                   | 65 |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 18. 电力智慧物联网-边缘物联代理系统解决方案 .....        | 68         |
| 19. 面向复杂工业场景的智能安全管控解决方案 .....         | 71         |
| (三) 节能降耗促进用能服务专业化深耕 .....             | 74         |
| 20. 基于工业互联网的新型智慧用能解决方案 .....          | 75         |
| <b>五、行业应用呈现新特色、新趋势、新成效 .....</b>      | <b>78</b>  |
| (一) 原材料行业关注工艺改进和智慧运营 .....            | 79         |
| 21. 基于工业互联网平台的钢铁一体化生产智能管控解决方案 .....   | 80         |
| 22. 面向铸造行业的数据驱动智慧生产解决方案 .....         | 83         |
| 23. 流程工业生产数据化运营解决方案 .....             | 86         |
| (二) 装备行业探索新技术的复杂应用 .....              | 89         |
| 24. 复杂航空产品数字化协同建模与仿真的工业互联网 解决方案 ..... | 90         |
| 25. 船舶中组立全要素生产制造执行解决方案 .....          | 93         |
| (三) 消费品领域积极响应市场变化 .....               | 96         |
| 26. 制鞋行业大规模个性化定制解决方案 .....            | 97         |
| 27. 基于工业互联网的箱包个性化智能制造解决方案 .....       | 100        |
| 28. 印染产业数字化智能化解决方案 .....              | 103        |
| (四) 新兴产业向价值链高端迈进 .....                | 105        |
| 29. 半导体制造R2R极致品质控制解决方案 .....          | 106        |
| 30. SMT稳健质量工业互联网解决方案 .....            | 109        |
| 31. 基于数据驱动的电子元器件企业智能生产管控解决方案 .....    | 112        |
| (五) 能源行业趋向多源协同发展 .....                | 115        |
| 32. 基于能量矩阵的能源互联网平台解决方案 .....          | 116        |
| 33. 基于工业互联网的新能源行业数字化转型升级解决方案 .....    | 118        |
| 34. 核电机组运维智能化解决方案 .....               | 121        |
| (六) 一二三产业跨界融合打造合作新模式 .....            | 124        |
| 35. 基建物资全生命周期管理解决方案 .....             | 125        |
| <b>六、中小企业关注低成本、易部署、轻量化解决方案 .....</b>  | <b>128</b> |
| (一) 轻量化服务解决单点问题 .....                 | 130        |
| 36. 陶瓷行业数字化综合运营管理平台及解决方案 .....        | 131        |
| 37. 服装智能研发与产业平台解决方案 .....             | 134        |
| (二) 云协同服务实现集群应用 .....                 | 137        |
| 38. 基于工业互联网的纺织云生态解决方案 .....           | 138        |
| 39. 模云模具智能制造云平台解决方案 .....             | 141        |
| (三) 低成本服务解决分散化问题 .....                | 144        |
| 40. 包装产业数字化解决方案 .....                 | 145        |



工业互联网是中国工业转型升级的新赛道，第二届中国工业互联网大赛以“新基建、新动能、新经济”为主题，聚焦制造业数字化转型的需求和关键，旨在进一步推动工业互联网产业快速发展。本届大赛在展示工业互联网产业发展、呈现工业互联网赋能产业数字化转型成效、促进工业互联网生态培育等方面发挥了重要作用，在中国工业互联网的推广模式上树立了一个新的里程碑。

## 一、工业互联网迎来规模应用落地的新契机

## (一) 工业互联网是支撑制造业数字化转型的新型基础设施

随着以5G、大数据、人工智能等为代表的新一代信息技术加速创新与渗透融合，全球新一轮科技革命和产业变革正在蓬勃兴起，工业数字化转型迫在眉睫。工业互联网通过实现工业经济全要素、全产业链、全价值链的全面连接，已成为支撑实体经济数字化、网络化、智能化转型的新型基础设施。在全球，发展工业互联网已经成为主要发达国家推进工业经济数字化转型、谋求

巩固和扩大技术产业领先优势的共同选择。在我国，党中央、国务院高度重视工业互联网创新发展。2020年2月21日，习近平总书记在中共中央政治局会议强调，要推动5G网络、工业互联网等基础设施建设加快发展。3月4日，中共中央政治局常务委员会会议指出，要加快新型基础设施建设进度，要注重调动民间投资积极性。

## (二) 工业互联网在逆境考验下加速落地应用

近年来，全球经济不确定性和风险挑战显著增多，2020年席卷全球的新冠疫情进一步加剧全球供应链紧张态势，与逆全球化形成叠加效应，多国股市触发熔断机制，物流、人才流、资金流全面受阻，各国工业经济发展迎来大考。危机酝酿机遇，面对复杂多变的疫情与国际形势，我国工业互联网企业充分利用新技术、新产品、新模式，快速助力疫情防控和复工复产，有效缓

解了产业断供风险，让各行业对工业互联网的价值有了新的深刻认识。在此背景下，工信部统一部署，全国各地积极出台一系列支持政策，引导工业企业积极运用工业互联网开展疫情防控、复工复产、保障供应链安全等工作，加速制造业转型升级，促进经济发展质量变革、效率变革、动力变革，工业互联网迎来快速落地应用的新契机。

## (三) 工业互联网生态培育需要多元化交流服务载体

当前，工业互联网在商业应用上尚未成熟，大多数企业仍处于探索商业模式、寻找市场机会阶段，仍需要资本的广泛参与，以促进工业互联网生态完善。中国工业互联网大赛是深入贯彻习近平总书记重要指示精神，全面落实国家战略部署，推动工业互联网创新发展的一项重要举措。首届中国工业互联网大赛掀起了工业互联网创新应用的热潮，吸引了896个团队、1009个作

品、5134人角逐奖项，挖掘出了一批高质量人才队伍与优秀解决方案。第二届中国工业互联网大赛继续针对我国制造业数字化转型痛点，结合产业发展阶段和创新需求，搭建创新成果展示平台、交流合作平台、资源共享平台，充分激发人才活力、释放创新潜力、增强转型动力，推动提升工业互联网解决方案供给能力，以应用价值为牵引形成迭代创新、安全可靠的工业互联网生态。

The background is a solid blue color with a series of white, curved, flowing lines that create a sense of motion and depth, resembling a stylized wave or a modern architectural design.

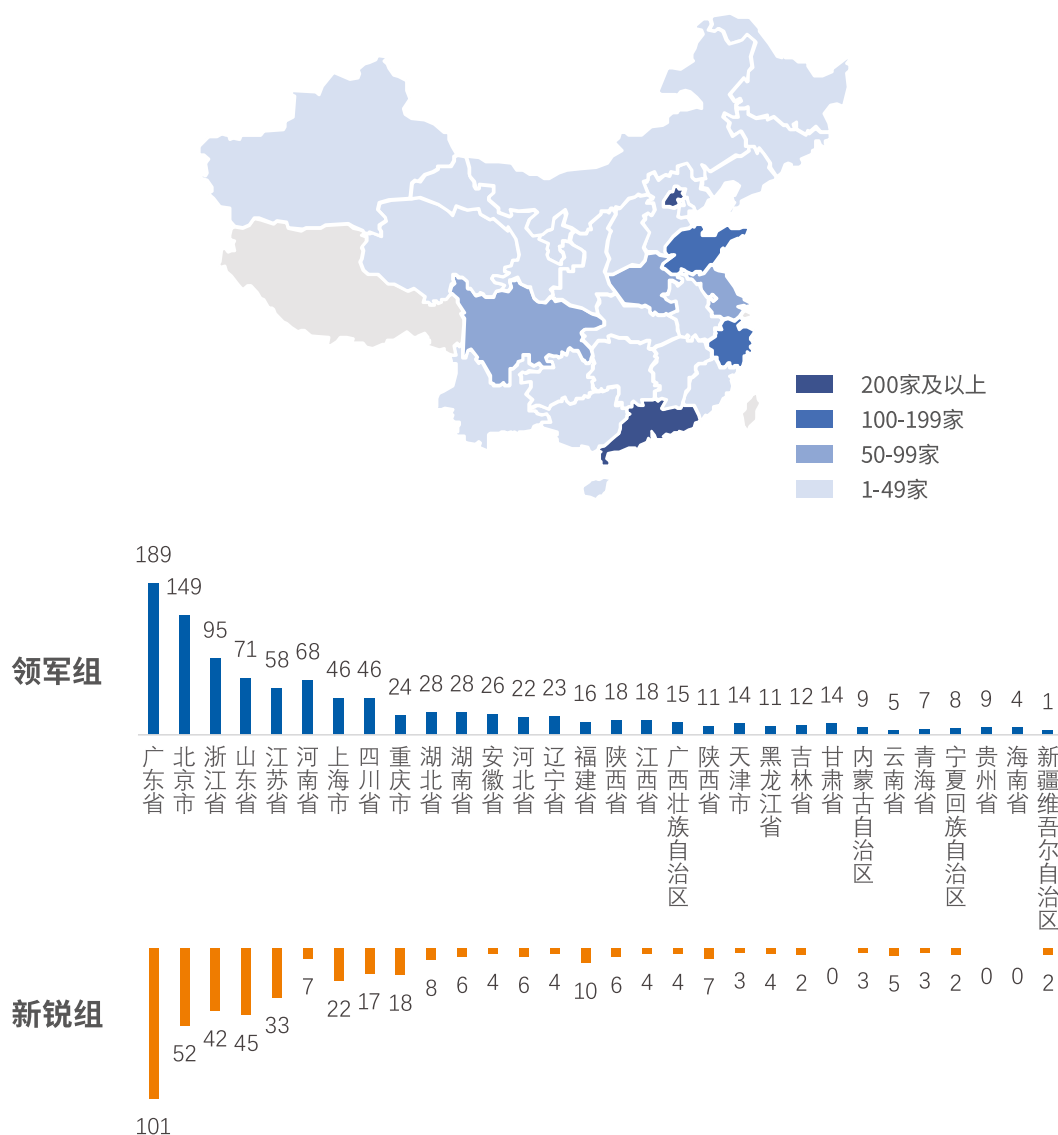
## 二、工业互联网产业蓬勃 发展全景呈现

## (一) 产业发展蓬勃向上

2020年，东西南北四大赛区集结全国30个省市共1457支团队、超2000个参赛企业、近7000人角逐竞技，和去年相比增长了近50%；吸引包括

央企、民企、制造业龙头、互联网软件、ICT、小微创业等多方主体同台比拼。

图1: 参赛团队/领军组/新锐组-区域分布情况

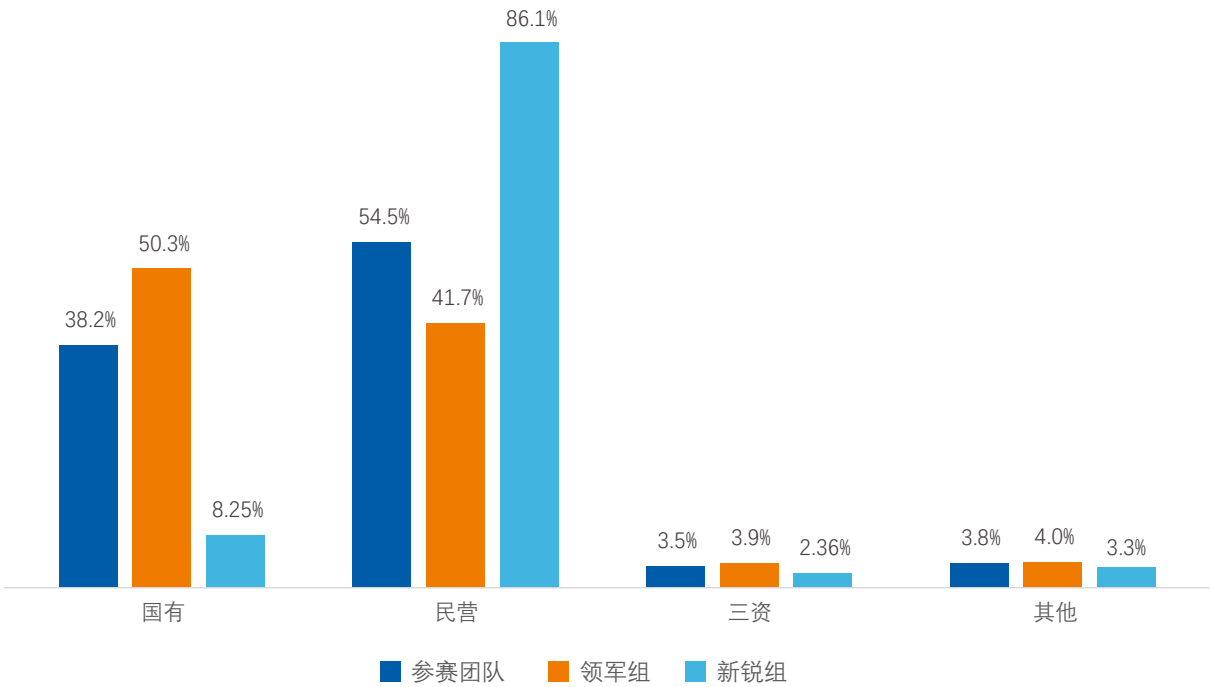


资料来源：国家工业信息安全发展研究中心

**领军企业引领行业创新发展方向**，参赛企业中国企占比达到38.2%，包含国家电网、中核、中国电子、中国石化、中国航天、中国移动、中国船舶

等央企巨头，汇聚了行业创新前沿应用；民企比例达到54.5%，涵盖海尔、浪潮、百度、TCL、用友等领军企业，带动新模式加速推广。

图2: 参赛团队/领军组/新锐组-单位性质分布情况

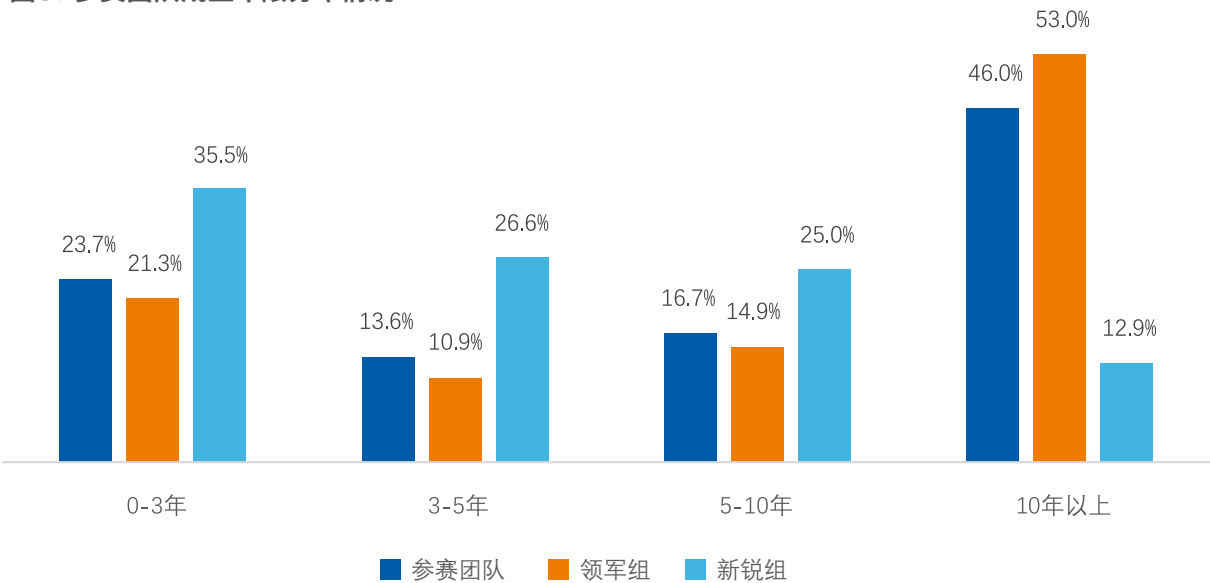


资料来源: 国家工业信息安全发展研究中心

**中小企业释放创新活力**, 中小企业踊跃参赛, 其中, 成立不足三年的企业占比达到23.7%, 以格创东智、长扬科技为代表的一批创新型工业

互联网服务商异军突起, 实现了市场、技术的多重突破。

图3: 参赛团队成立年限分布情况



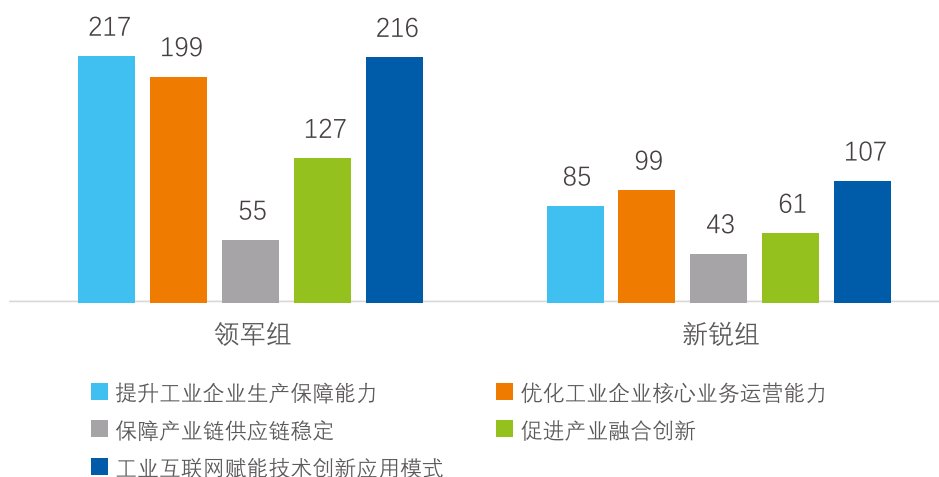
资料来源: 国家工业信息安全发展研究中心

## (二) 解决方案供给方式不断丰富

解决方案与实际需求紧密结合，供给方式不断创新。本次大赛解决方案申报集中在提升工业企业生产能力保障能力、优化工业企业核心业务运营能力和工业互联网赋能技术创新应用模式方面，同时保障产业链供应链稳定与促进产业融合创新领域的应用逐渐增多。服务主体由原来的服务商单打独斗转变为服务商联合工业企业、高校院所等主体协同合作、联合攻关。百强的作品中，

有26%的解决方案由政产学研用协同参赛。如SMT稳健质量解决方案、钾盐生产工艺优化解决方案等均由平台企业、研究机构、行业应用企业和智能化改造服务商联合参与解决方案的开发、应用和推广。在此基础上，解决方案服务收费模式也从单一的一次性付费转变成订阅式付费、托管付费、云化服务收费、定制收费等多种新型服务供给付费模式。

图4：大赛各赛道赛题方向统计情况



资料来源：国家工业信息安全发展研究中心

## (三) 产业生态价值不断凸显

工业互联网生态是一个结果，也是一个过程。借助大赛“打擂台”的形式挖掘企业创新潜力，提供多区域、众领域、全行业的配套政策和生态服务，促进政产学研合力推动工业互联网生态建设。**一是合力推动技术创新市场转化**，聚焦工业互联网发展中突出问题和短板，通过专家坐阵点拨，帮助创新技术获得更多技术同行、行业用户和投资方的关注，加速技术创新的市场转化，不断提升工业互联网供给体系对需求的适配性。**二是合力推动优质服务商由小变大**，通过分赛区、总决赛的各类对接活动，扩展参赛服务商的合作

对象和服务范围，助力企业从区域走向全国，从细分领域走进生态体系。如杭州作为全国总决赛主场，通过对接活动获得了70多家参赛服务商的落地意向；数联魔方通过大赛与北京海智元、山东阅芯、杭州数纺等3家服务商实现对接合作。**三是合力推动优秀解决方案落地应用**，大赛期间各赛区均开展了企业参访、投融资对接等活动，成为解决方案成效展示和复制推广的重要窗口，如印染大脑解决方案通过大赛对接渠道，帮助某大型纺织厂解决了燃眉之急。

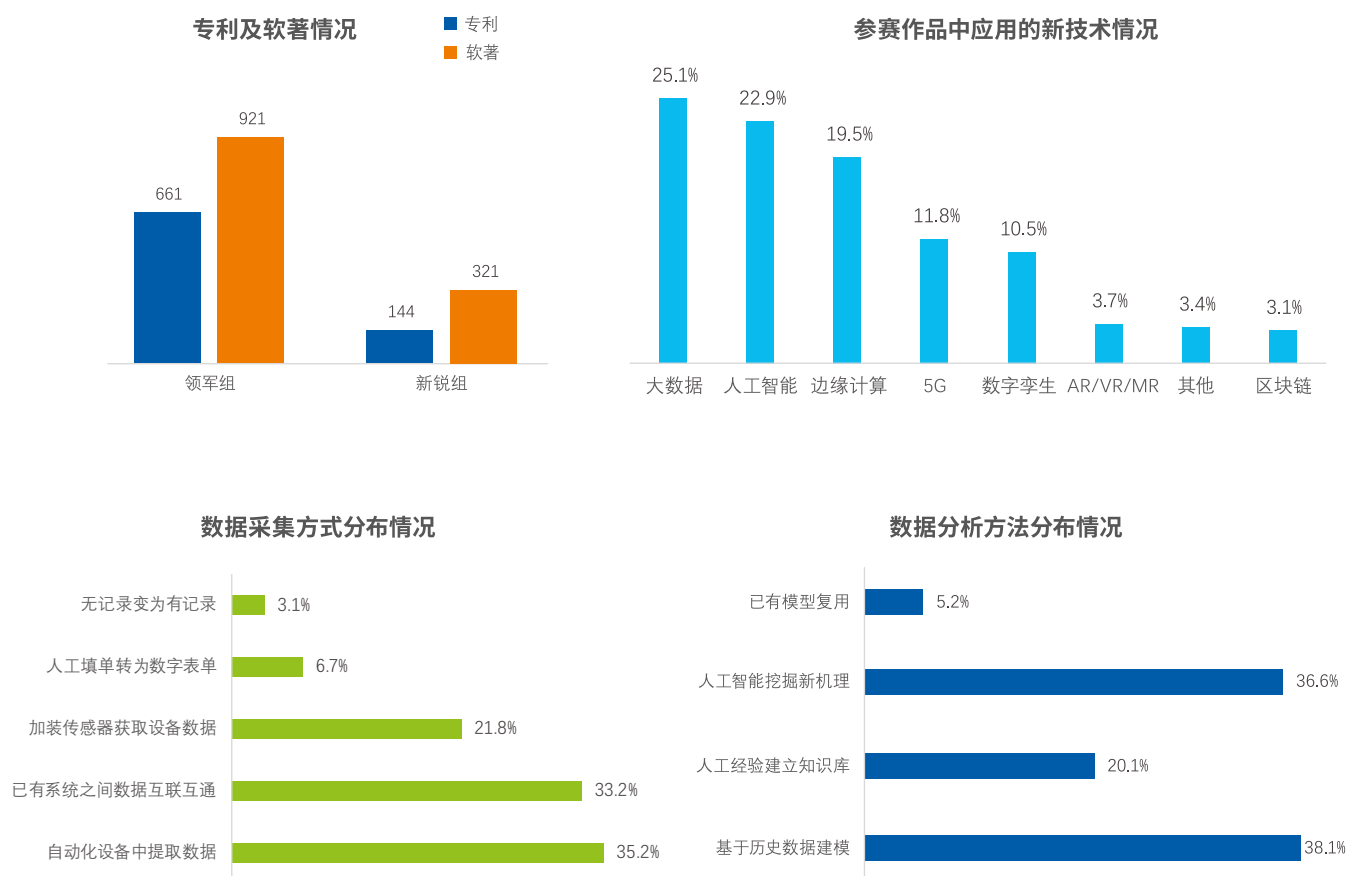
The background is a solid blue color with a series of white, curved, flowing lines that originate from the top left and sweep across the upper right portion of the page, creating a sense of motion and modernity.

### 三、技术创新成果推动供给水平不断提高

工业互联网解决方案在技术上更加聚焦短板突破和自主研发,通过新技术推动工业机理在工业场景的深度融合、重构与复制,实现了从研发设计到产业协同的全生命周期覆盖。据统计,本届大赛作品共涉及2745项专利和5027项软著成

果,在5G、数字孪生、人工智能等新技术与工业技术融合应用方面发挥了重要作用。其中,百强团队创新研发和技术能力突出,数量虽不足十分之一,却涉及了本次大赛中近30%的专利及软著成果。

图5: 大赛百强解决方案技术应用情况



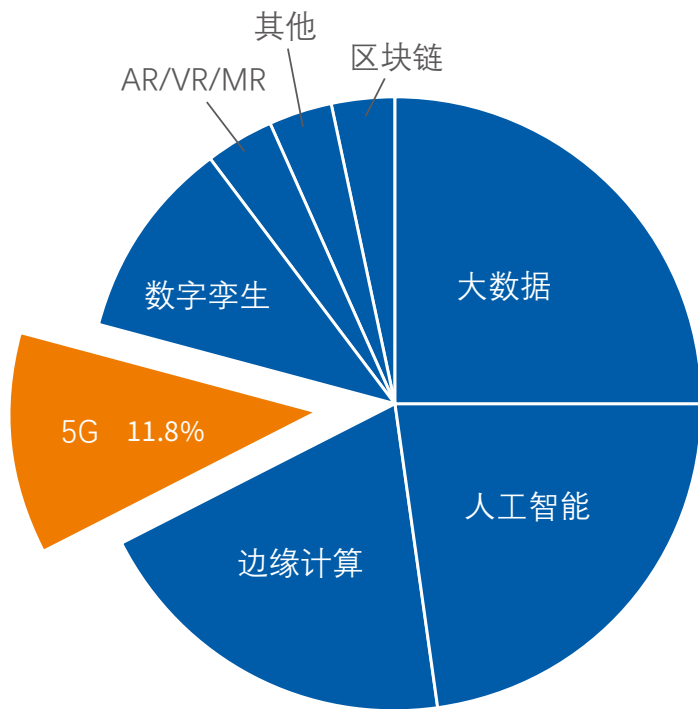
资料来源: 国家工业信息安全发展研究中心

## (一) 5G与新技术组合应用花样翻新

5G为工业专用网络提供定制化的专业设备和服务，融合带动工业技术创新、管理创新、模式创新，在工业企业场景中的应用环节逐步从外围辅助环节向核心生产环节渗透，成为释放工业互联网潜能的重要技术。如天机算系统应用5G网络实现“制造工艺实时反馈控制”，部署时

间减少50%，运营成本降低40%以上，更大范围的应用数据形成更有能力的计算方法；基于5G无人机机巢的无人值守超低空智慧巡检方案通过融合5G等网络，扩大无人机飞行范围覆盖面，提高了无人机群体作业能力和维护效率，实现了开放性的信息管理云平台。

图6: 大赛百强解决方案-5G技术应用情况



资料来源：国家工业信息安全发展研究中心

## 案例1

# 天机算系统：面向5G环境的机械制造数字孪生工业APP系统解决方案

## 服务商简介

“天机算系统：面向5G环境的机械制造数字孪生工业APP系统”解决方案由深圳吉兰丁和联通（浙江）共同完成。

深圳吉兰丁智能科技有限公司是一家专注于机械制造领域深度数据挖掘的高科技公司。吉兰丁拥有对于机械制造机理和数据分析的专业能力，以此构建了专业的“天机算系统”，并得到了行业多家知名客户的认可。

联通（浙江）产业互联网有限公司定位于产业互联网创新服务提供商，在本项目中，提供了充分的5G测试条件，以及基于工业互联网平台的市场推广。

## 背景和需求

### 1.行业/企业痛点

机械制造产业链上的机床、工具、核心元器件产业都是国家的重要基础产业和核心战略产业。而在这些领域，中国产业创新力弱、产业发展环境不健康，亟需有效方法帮助企业实现创新开发的高效化、低成本化。

### 2.主要应用环节

“天机算系统”是一套“面向5G环境的机械制造数字孪生工业APP系统”，提供的解决方案如下：

面向机械制造客户，“天机算系统”提供全面的数据智能解决方案，在客户的工艺设计、决策支持和制造控制中提供服务，实现基于数据的逆向问题分析和正向工艺系统设计。

面向机械制造产业链上的机床、工具、核心元器件客户，“天机算系统”帮助这类产品提升设计性能，实现其本身产品的智能化的同时，大幅度加速其产品创新迭代。

## 解决方案做法

### 1.主要内容

“天机算系统”混合了“数据采集层系统”，“边缘计算系统”和“云端计算系统”。

“数据采集层系统”实现了多源数据进行采集，是“天机算系统”中各类APP计算所需要的重要原材料。

“边缘计算系统”对多种数据进行融合后，可以部署“需要在ms级对加工过程进行实时反馈控制”的APP，比如机床的“碰撞缓冲保护系统”等，以及“非5G条件下运行的各种对加工过程进行实时反馈控制”的APP，比如“刀具寿命预测”、“机床的热变形补偿”等。同时，这类APP产生的特征值也会根据需求和配置传输给“云端计算系统”。

“云端计算系统”对各种数据进行汇总、存储，同时收集各种标签数据信息，并基于这些数据进行各种“决策支持系统”的计算，以提醒和报告的形式和客户对接；同时，在5G条件下，非ms级实时控制的APP可以部署在“工业互联网平台”上。

2.关键自主技术的难点和创新点

(1)基于机械加工机理和AI的混合建模技术

“天机算系统”的核心技术融合了“机械加工机理建模”和“大数据AI建模”。

“机械加工机理建模”综合考虑“机械加工系统”的全要素，包括“机床”、“工具”、“材料”、“工艺参数”和“制造过程”，涉及到力学、摩擦学、传热学和机械动力学特性，进行综合性建模，充分利用数据分析技术和机械加工原理技术，综合形成高精度模型。

“大数据AI建模”充分使用数据科学的各种方法，对统计性数据特征进行提取，并进行相应的建模，包括相应的机器学习和深度学习方法。

“机理+AI混合建模”方法，强调二者之间的混合使用，既实现了机理模型的快速、准确和可改善性，也兼容了AI的持续性。

(2)5G网络及MEC技术

5G网络的超高带宽、超低时延和超高可靠性特点，助力天机算系统实现“云化控制”，从而使得系统的配置部署更方便，升级更快速，汇总更大范围的数据，形成更有能力的计算方法。

方案应用效果

1.应用情况

吉兰丁通过“天机算系统”的各个模块和整体系统解决方案建立销售关系并服务的客户为132家，其中半数为客户为国际一线高质量制造业客户和机床客户。主要聚焦于以下典型行业和代表客户：

- (1)高端汽车零部件制造客户：康明斯、大众、本田等；
- (2)高端轴承、齿轮制造客户：斯凯孚、铁姆肯、采埃孚等；
- (3)航空零部件制造客户：中航发集团、中航工业集团等；
- (4)数控机床及数控系统客户：丰田工机、日发精机等。

2.应用价值

解决如下行业共性问题：

(1)机床的智能化控制：包括刀具状态监控及刀具寿命预测；避免因机床碰撞而意外停机损失；自适应最佳参数实时设置、机床热变形补偿等。

(2)基于零件加工指标的机床的预测性维护系统，帮助客户合理的判断机床健康状态。

- (3)高效工艺开发。
- (4)故障诊断及问题解决的速度提升。

3.应用实例

| 企业名称 | 北京福田康明斯发动机有限公司                                                                    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 北京福田康明斯发动机有限公司是典型的汽车动力总成制造工厂，是高附加值大批量制造业的代表。                                      |
| 应用内容 | “刀具寿命预测”、“刀具断刀监控”、“主轴碰撞保护”、“机械手碰撞保护”、“设备预测性维护保养”、“MES系统数据接入”。                     |
| 应用效果 | 对于重点刀具提升50%以上寿命，合理安排维修计划和备件管理，节约维修成本50%，帮助客户1次性锁定问题根源，快速实现了问题解决与改善，提升工艺开发效率10倍以上。 |

|      |                                                                                                                                            |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 采埃孚（天津）风电有限公司                                                                                                                              |
| 主营业务 | 风电齿轮箱制造工厂，是高附加值小批量制造业的典型代表。                                                                                                                |
| 应用内容 | 磨削过程监控系统：对应客户“磨削效率提升”的需求；<br>工艺优化管理系统：对应客户“基于数据进行工艺设计”。                                                                                    |
| 应用效果 | 1.磨削效率提升：通过磨削过程的监测，进行空程优化和砂轮修整间隔优化，助力客户提效20%，年节省成本250万。<br>2.基于过程监测数据的磨削工艺优化：通过对于振动的分析，进行精准的设备故障维修；通过对于温度的分析，从而更好地控制尺寸稳定性，实现工艺开发速度提升15倍以上。 |

|      |                                                                                                                              |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 浙江日发精密机械股份有限公司                                                                                                               |
| 主营业务 | 机床行业的上市公司，在轴承磨床领域占据接近60%的市场份额，是典型的机床客户。                                                                                      |
| 应用内容 | 机床智能化提升：“消空程/防碰撞”APP、“智能断刀监控”APP的应用。基于数据的机床性能精准提升。                                                                           |
| 应用效果 | 机床智能化提升：提效20%，砂轮寿命提升30%以上，助力机床售价提升3万元/台，约占机床价格的10%，从2019年初至今，增加销售额近1000万。<br>机床性能精准提升：结合数据，对机床性能进行分析后，进行精准性能提升，大大缩短了机床迭代的效率。 |

## 商业价值

### 1.商业模式

“天机算系统”基于APP的组合制方式，针对客户需求提供定制化产品服务。

### 2.推广应用

在市场开拓策略上，吉兰丁采用“行业聚焦+区域快速响应”的模式，来推动客户对于该领域的理解和相关业务的推进。通过与工业互联网平台结合5G技术，加速进行推广和部署。

## 总结

“天机算系统”以“机械制造数字孪生模型”为核心理论，以“机械加工机理+AI混合建模”为核心技术，构建了一套面向5G和工业互联网的APP体系，助力中国乃至世界机械制造行业推进该领域科学化，并提高制造质量和效率。

## 案例2

# 基于5G无人机机巢的无人值守超低空智慧巡检解决方案

## 服务商简介

武汉飞流智能技术有限公司是超低空智慧巡检监测系统解决方案提供商，为工业行业提供全天候自主化、“端-站-云”一体化智慧巡检解决方案及产品。产品已成功应用于电力、环保、测绘、消防等多个领域，为客户创造了良好的经济效益。

## 背景和需求

### 1.行业/企业痛点

当今的各种工业巡检方式存在诸多弊端。水质监察场合中，人工采样永远抓不住偷排暗排的违法行为；电力巡检场合中，无人机的引入虽然给巡查环节带来了些许效率的提升，却又带来其他环节的额外负担；灾害测绘场合中，数以天计的三维重建过程，常常导致错过最佳抢险时机。

在其他应急或者日常工业巡检监测场合，不实时、不机动、精度差、有盲区的问题同样普遍存在。这些工业监测相关行业，都亟需一种全天候低空巡检智慧平台来实现真正无人化、自主化、自适应、强实时的巡检。

### 2.主要应用环节

飞流智能超低空智慧巡检监测系统，可应用于多个工业行业的运维环节，提供一种更高效、更智能、全天候、闭环化的解决方案。

系统具备一巢多机、集群控制、自主规划任务、适应地形等功能，在输电和配电网络巡检中能够进行铁塔/杆塔高清巡检、红外巡检；针对线路通道，能够进行巡线飞行、导线建模、识别缺陷、测量树障；应用在变电巡检领域，能够周期性定时自启动自动巡检，及时发现故障点并进行预警。

全自动化站点作业，多种场景自动适应，多个参量自动采集，云端在线处理数据，实时输出结果。

## 解决方案做法

### 1.主要内容

飞流智能超低空智慧巡检监测系统包括多用途无人机、多功能传感载荷、无人机智能机巢、飞流云平台系统控制软件等部分。

“端-站-云”产品架构，完全覆盖巡检过程中的作业、维护、分析等环节；“五遥一体”数据链路架构，为复杂、多变的巡检工作提供长距离、高带宽、多维度的信息通路；模组化产品形态，根据所选用无人机机型的不同，可快捷适配可见光巡检、红外巡检、激光雷达等应用需求；飞流云平台提供任务规划、任务分配、任务载入、数据分析等诸多环节的数据处理应用，一站式解决所有数据相关问题；智能机巢支持多无人机的集

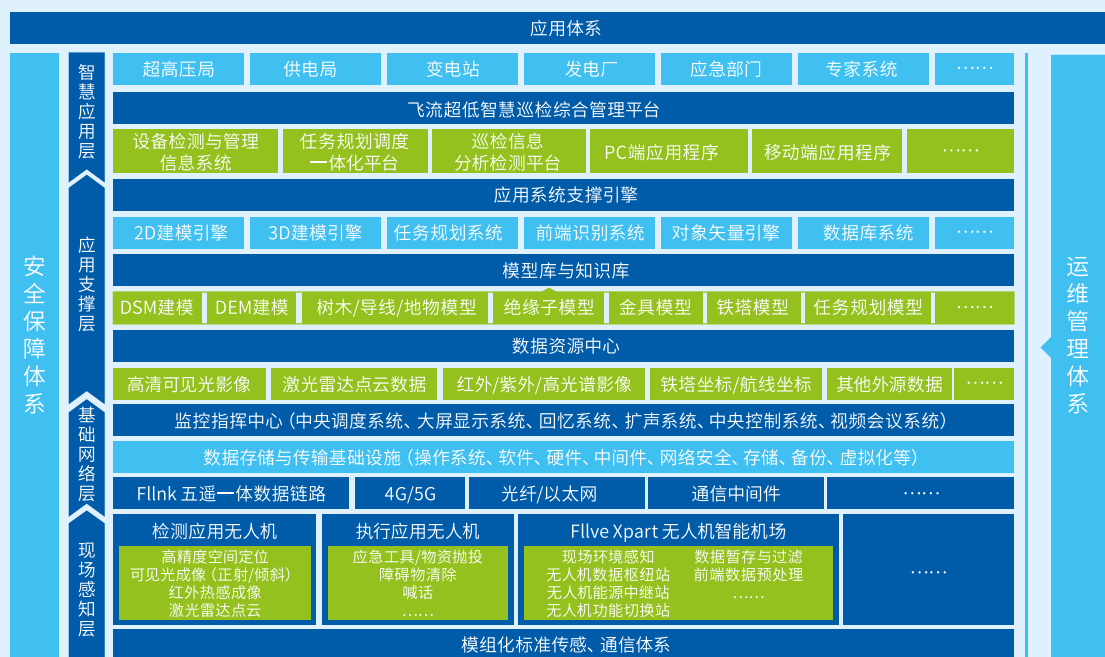
群作业、精准降落、自动充换电、自主维护等功能，为无人机的全天候、全自主作业提供设施基础。

### 2.关键自主技术的难点和创新点

(1)扩大无人机作业覆盖面。以5G/4G网络、近距离无线通信技术、以太网的多数据链路融合与智能均衡通信方式，扩大通信覆盖区域，确保数据传输品质；以移动式智能机场，扩大无人机飞行覆盖面。

(2)提高无人机群体的作业能力。管理云平台根据任务需求，动态、自动为无人机群体内各无人机终端分配监测内容、作业路线、作业范围、任务次序、维护次序，实现无人机群体的作业效能最大化。

图1: 系统架构图



(3)提高无人机维护效率，降低无人机维护成本。所有无人机终端、智能机场、云平台实时互通互联，无人机作业全流程均实现无人化。

(4)实现开放性的信息管理云平台。云平台具有信息安全性和通用性的特点，是数据的呈现平台和任务

的规划与发布平台，并支持人工智能影像识别功能的加入和知识库扩展、支持其他已有的和待部署的监测手段和数据的快速接入、支持海量数据存储。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

从应用领域上看，项目产品可重点应用在以下领域。

(1)电力巡检。本项目产品基于自主化无人机机场，实现了作业的无人化和闭环化，基于激光雷达密集点云与可见光影像即时融合建模，实现了单木分割和单线提取，良好解决了场景需求。

(2)厂区巡检。包括厂区安防巡检、矿体盘存等。本项目系统能够实现现场即时建模，即飞即测，以即时性满足了应用需求。

(3)大气与水质应急监测巡检。本项目系统则能够第一时间快速出动，并获得丰富、准确的数据，体现出良好的效率和实效性。

(4)大气与水质调查取证。对于违法排废行为，本项目产品能够以较快的速度、较轻量的部署到达传统

调查取证方式难以到达的位置，并获得第一手样本，这对于调查取证应用而言，意义重大。

(5)自然环境变化相关科学观测研究。项目产品中的大气和水环境监测系统提供全方位的环境信息采集，无人及智能机场系统使得巡检作业实现日常无人化，数据云平台实现数据的自主记录分析。

(6)大气污染溯源。对于大气异常污染，本项目产品能够自主空间三维寻迹监测，寻找污染气体的浓度梯度方向，进而精准定位污染源。

(7)智慧城市建设。本项目产品将能够累积大量的城市与城市周边监测信息，这对于智慧城市的规划和建设也将起到指导作用。

(8)数据服务。本项目产品的核心之一是开放性的数据云平台。可以将数据和工具接入系统，以便发掘更多信息。

2.应用价值

超低空全天候无人值守智慧监测平台能够广泛应用在各工业行业的日常和应急巡视巡检，如输电线路的巡检，能够更加快速地获取巡检目标的各种综合性数据信息，并能够依靠云平台进行分析处理，及时发现设备设施缺陷，以便于工作人员能够及早解除隐患，保证工业生产的安全运转。

在危险工况下该系统能够代替部分人工，降低工作人员安全风险；该系统依靠无人机机动灵活的特点，能够极大提升巡检工作效率；该系统为“端-站-云”一体化架构，集数据采集和处理于一体，能够实现全自动无人化作业，提升工业巡检的智能化程度。

3.应用实例

|      |                                                                                 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 广东省广州市某换流站                                                                      |
| 主营业务 | 南方电网输变电管理                                                                       |
| 应用内容 | 部署了增强型智能机场FLIVEXPORT-E，用以对换流站基础设施安全情况进行全天候无人化巡检。                                |
| 应用效果 | 在实际应用中，结合输电专业的需求，系统已经实现牛从甲线、牛从乙线若干铁塔线路全自动巡检工作；结合换流站实际需求，系统已经实现从西换流站外围全自动巡视巡查工作。 |

|      |                                                                  |
|------|------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 武汉光电工业技术研究院                                                      |
| 主营业务 | 高科技企业园区                                                          |
| 应用内容 | 部署了增强型智能机场FLIVEXPORT-E，对园区内部及周边进行日常巡视巡查、空气质量监测等。                 |
| 应用效果 | 该系统能够对园区进行安防情况、车辆违停情况、园区内部及周边空气质量进行实时监测，替代了部分人工巡检，提升了园区巡检的智能化程度。 |

|      |                                                                                            |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 甘肃省某高速公路区段                                                                                 |
| 主营业务 | 高速公路管理                                                                                     |
| 应用内容 | 部署了全能型智能机场FLIVEXPORT-E2，用以对高速公路区段的交通流量、异常状况进行自主化巡检。                                        |
| 应用效果 | 该系统能够对部署点位上下区段的高速公路进行日常和应急巡检，及时发现高速公路上占用应急车道、路面异物、交通事故等异常情况，并及时通知相关工作人员进行快速反应处理，降低交通事故发生率。 |

商业价值

1.商业模式

(1)实物产品销售。以设备实体销售，适合于电网单位、电网服务企业、工厂场矿、环境监察部门、科研院所、数据服务企业等需要长期巡查监测获取数据的单位部门。

(2)服务与租赁产品销售。即不销售设备实体，但以较经济的价格租赁设备实体给用户，或按用户要求进行作业并提供最终监测数据。适合于对设备使用频次不高的用户。

(3)与资产评估和金融业务结合。本项目产品具有良好的可扩展性，尤其是应用领域和应用数据可扩展，这对于能源资源、水体资源、林木资源、矿产资源、土地资源等资源资产价值的评估，能够提供丰富、有效的数据支持，进一步地，可基于这些数据支持，开展资产评估和金融服务相关业务。

2.推广应用

我公司目前主要专注于电力和环境巡检监测行业，下一步将向交通巡检、智慧城市巡检方面扩展推广，主要采取系统销售、系统租赁+数据服务两种销售策略。

总结

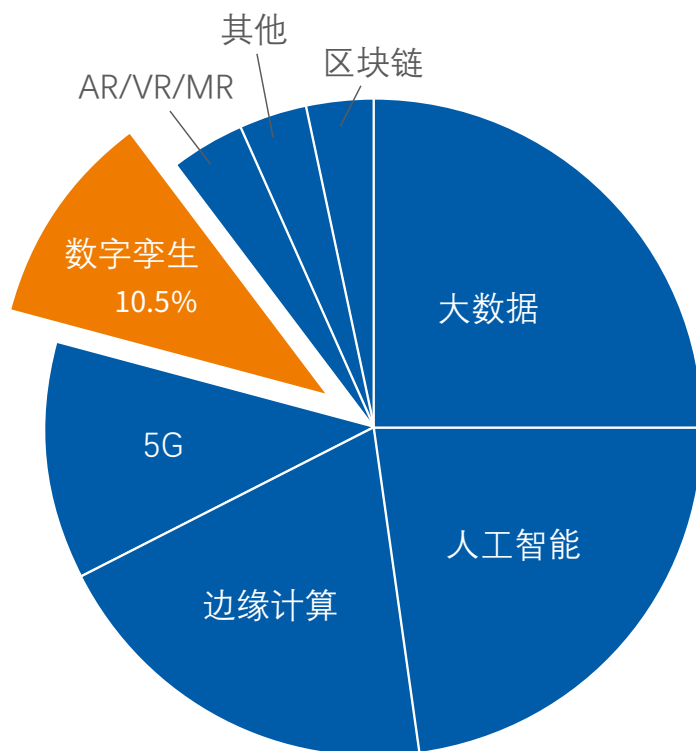
超低空智慧巡检监测系统是工业巡检监测新趋势，能够实现全天候无人值守巡检，对各类长距离大范围空中巡检场景均能够适用，同时解决了不实时不闭环、效率低精度差等问题，是一种提供高效智能的工业超低空巡检解决方案。

## (二) 数字孪生助力产线、车间、工厂数字化

数字孪生技术的应用空间、应用场景不断拓展,多数作品结合物联网、5G、大数据、云计算、虚拟现实等技术,构建复杂工业场景的数字孪生产品模型,模拟工厂布局,实现工艺流程优化、生产智能化和资源调配,显著提高生产效率。如基于数字孪生技术的热处理车间远程运维方案首次提出并实现了热处理车间数字孪生,完成了热处理车间深度全面机理建模,通过实时监控、远程异常处理,安全事故发生率降低95%;数字孪生核

电厂建设及运维领域应用解决方案解决了核电厂数字孪生基础建设、功能开发和运维系统等关键核心技术研发,应用于核电厂60%的运维流程,每年给核电厂创造了近亿元的经济和安全效益;基于全产业链数字孪生的建筑工业化解决方案在云端建立以实际建造数据为基础的数字孪生建筑,是全球首创BIM+互联网+物联网技术集成应用。

图7: 大赛百强解决方案-数字孪生技术应用情况



资料来源: 国家工业信息安全发展研究中心

## 案例3

## 基于数字孪生的热处理车间远程运维解决方案

## 服务商简介

重庆工业大数据创新中心有限公司依托领域内唯一国家级平台—工业大数据应用技术国家工程实验室，建设国家级区域特色工业互联网平台、国家级行业特色工业互联网平台。工业大数据创新中心在渝完成企业上云4500余户，实现上万台套工业设备上云。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

众所周知,在整个国民经济中凡涉及机械制造的领域,热处理是广泛应用的重要的基础工艺之一,为汽车、石化、航天航空、港机、船舶、电力、电子、纺织机械、轻工机械、矿山机械、工程机械、冶金机械、轨道交通等行业的发展提供了重要支撑。

我国专业热处理企业一万余家,规模大多在200人以内。虽然热处理已有了不少重大的发展和进步,但与世界先进水平相比仍存在着很大的而且还在不断扩大的差距,包括:

(1)工艺参数不能精确掌控和随机调整,工艺稳定性差。

热处理过程感知能力不足,温度和碳势分布控制性差,许多加工企业渗碳时不控制碳势,工艺参数无

法准确实现,能耗利用率低,工艺稳定性差。

(2)炉内循环程度低、均匀性差,产品报废率高。

设备和工艺平均水平低,炉内循环程度低、均匀性差,温度场千差万别,产品质量均匀性差,废品率、返修率高。

(3)人工巡检不及时,存在安全生产隐患。

加热设备可靠性差,设备事故率高;炉内通入可燃气体,高温密闭,依靠人工巡检存在重大安全隐患。

## 2.主要应用环节

方案主要运用在渗碳过程、加热过程、远程巡检过程、数据积累过程等重要环节。

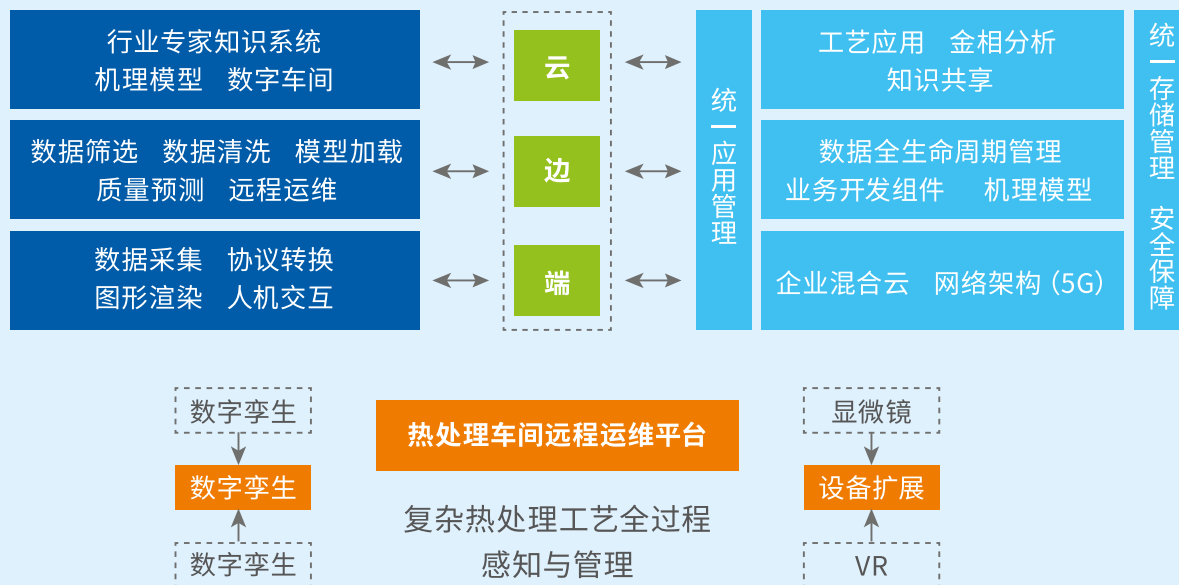
## 解决方案做法

## 1.主要内容

本解决方案搭建云边端一体化架构,生产现场数据传输至边缘服务器进行数据筛选、数据清洗、模型加载、质量预测、远程运维;数字孪生体、行业专家知识系统、机理模型存储云端,基于海量数据进行机理模型计算、分析及生产优化,并将计算结果返回至终端;在终端通过VR眼镜进行车间3D模型的可视化展示及人机交互操作,实现远程运维的目标。

本方案通过成数量级增加炉内环境探测点,提升生产过程感知能力,提高温度及碳势均匀分布的控制性,提升工艺稳定性;利用VR技术实现炉内温度场分布及产品渗碳过程可视化,更加立体化的观察炉内生产环境,为有经验的专家提供沉浸式的观察体验;借助5G+VR进行远程巡检,及时监控生产状态,保障设备正常运行,降低安全事故发生率及其危害性;构建数字孪生体,实现数据实时驱动,预测碳势分布,降低产品报废率,积累过程数据,形成行业专家知识库。

图1: 解决方案功能



## 2. 关键自主技术的难点和创新点

随着对金属工件使用性能的要求不断提高，热处理工艺也越来越复杂。在热处理过程中为了实现对设备的远程运维和工艺的精准控制，还存在着以下难点：

(1) 温度精准控制算法难：控温均匀性和准确性是热处理设备重要的工艺指标，由于热处理设备处于高温、密闭状态，监测点位少，内部工艺过程和状态不可视，数据来源少，温度精准控制算法难实现。

(2) 数字孪生机理模型建立难：数字孪生体中需要对热处理过程中的材料热应变、气流热传导、工件传热以及材料渗碳等多过程进行建模分析，同时将各种机理模型综合起来才能深入洞察虚拟世界，这用传统的机理建模方法很难实现。

(3) 对实时工艺过程和产品质量的预测难：数字孪生体需接入现实世界的实时参数，并实时预测现实世界的发展，由于实际环境的时变性、非线性以及迟滞性，必须要借助物联网技术、大数据模型及人工智能算法进行辅助。

本解决方案创新性地解决了以上难点，主要创新点如下：

创新一：采用5G+VR技术，实现设备实时在线，建设5G虚拟专网，保障数据传输速率以及模型实时渲染带宽的要求，实现炉内环境由原来的灰盒子变成现在可沉浸式的观察，同时提供炉内热力场分布和产品碳势曲线等生产过程重要参数。

创新二：项目首次提出并实现了热处理车间数字孪生的完整解决方案，从理论到实践，从静态到动态，从数字计算到VR展示，运用大数据+专家经验训练模型，深度学习优化工艺参数。

创新三：完成了热处理车间深度全面机理建模，实现了人工巡检到远程巡检，从定时查看系统参数、观察生产现场到随时沉浸式巡检；通过实时监控、远程异常处理，避免炉膛异常爆裂，极大的降低了安全隐患。

## 方案应用效果

### 1. 应用情况

整体解决方案在重庆新兴通用有限公司得到应用，并在重庆市数十家热处理企业开展推广。解决热处

理过程工艺控制难、设备运维效率低、能耗大的问题。本方案以建设重庆新兴通用传动有限公司的热处理车间远程运维系统为例，对方案进行了具体落地实施。

2.应用价值

通过将“5G+VR+数字孪生”技术与工业大数据技术深度融合，让作业人员能远程、实时地对设备进行点检及维护，有效地缩短了人员作业时间，设备运维效率提升25%；通过对工艺数据可视化展现及对产品质量实时分析预测报警，让作业人员能精准控制热处理过程的工艺，产品一次检验合格率提升至98%；通过实时监控、远程异常处理，避免炉膛异常爆裂，极大的降低了安全隐患，安全事故发生率降低95%；通过分析工艺升温曲线，减少不必要保温时间，通过提高产品良率，减少报废率和返修率，节约能耗，节约金额达5万元/月。

本解决方案得到了有效的实践验证。该方案融合5G+VR+数字孪生技术，创造性地解决齿轮制造行业的

共性难题，可将本方案复制推广至行业内其他企业，提高行业的整体工艺水平，并实现车间环境、设备状态、生产全过程的实时性远程巡检监控和管理。

3.应用实例

|      |                                                     |
|------|-----------------------------------------------------|
| 企业名称 | 重庆新兴通用传动有限公司                                        |
| 主营业务 | 风电、矿山机械用大型传动齿轮                                      |
| 应用内容 | 数字孪生、5G、VR实现热处理车间远程运维                               |
| 应用效果 | 设备运维效率提高25%，产品一次检验合格率提升至98%，安全事故发生率降低95%；节约能耗5万元/月。 |

商业价值

1.商业模式

(1)全方位、一体化解决方案的服务模式

为热处理厂家提供基于数字孪生的远程运维整体解决方案，帮助企业进行设备改造、数据建模、平台搭建，建设基于数字孪生的热处理车间远程运维管理平台。在此模式之下，根据热处理车间规模与热处理设备参数确定解决方案整体费用，根据设备运维数据需求确定服务年费，客户能够根据实际需要支付费用，可以一次性支付系统建设费用并按年支付服务费，也可以按平台为企业带来的效率提升和节约能耗情况按季度或年进行收益分成，提升增值服务能力争取更多盈利。

(2)热处理设备捆绑服务

通过与热处理设备厂家签订合作协议，将平台软件与热处理设备进行捆绑销售，设备绑定工业应用，

增强设备可用性，生成工艺曲线，提升设备综合生产能力，为设备提供增值服务。按生成工艺曲线次数或者按时段付费。利用设备生产厂家将各行业合作伙伴的服务汇聚成池，提供更佳客户服务并吸引更多客户群体。

2.推广应用

本项目的整体解决方案和应用案例通过整体解决方案、专家知识共享、平台订阅的方式进行推广。利用平台导流，对浏览过案例的进行关注和回访进行推广应用。创建专业应用推广团队，形成包括技术服务、代理授权、技术许可、软件销售在内的一体化服务推广模式，扩大市场影响力。

总结

本方案探索了5G+工业互联网在热处理行业的应用，建设了重要工业应用示范，利用5G+VR+数字孪生技术，实现热处理生产过程透明化，优化工艺曲线，节能降耗，提升行业整体技术水平。

## 案例4

## 数字孪生核电厂建设及运维领域应用解决方案

## 服务商简介

中广核研究院有限公司隶属于中国广核电力股份有限公司，是中国广核集团的国家级企业中心，也是国内首家致力于共用技术、智能系统和新能源应用技术开发和研究的单位。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

据2020年统计数据表明，全球运行核电机组已有442台，但多数核电机组数字基础薄弱、缺乏信息系统顶层规划、存在数据孤岛等现象；同时核电机组的生产运维工作，如巡检、踏勘、验证、设计、改造、维修等工作多数采用人工方式，而运行核电机组具有辐射及不可接近特性，在这种环境下生产运维工作，不仅工作效率低而且还存在潜在风险。鉴于此，中广核研究院开展

了基于核领域的数字孪生技术研究，为运行核机组提供一整套的数字孪生核电厂建设及运维的解决方案。

## 2.主要应用环节

数字孪生核电厂建设及运维解决方案主要基于数字孪生、AR、VR、5G等新技术实现数字孪生核电厂的建设及智能化应用，为核电厂的设计、施工、生产、运维、维修、应急、退役等工作提供服务，针对性解决核电厂普遍存在的运维风险项，提升企业经济和安全效益。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

数字孪生核电厂建设及运维技术方案的主要目标是瞄准数字孪生与核电企业的运维领域，重点解决了核电厂数字孪生基础建设、数字孪生功能开发、数字孪生运维系统等关键核心技术研发，在核电厂数字孪生运维系统上取得巨大突破。

核心技术包括：

## (1)数字孪生基础建设技术

基于三维激光扫描、逆向工程等技术进行核电厂的数字孪生建设技术研究，完成三维激光扫描仪与数字技术结合的应用、逆向工程建设及核能领域的应用、数字孪生工厂三维仿真等技术研发，实现核电厂的整体数字孪生化。

## (2)数字孪生功能开发技术

数字孪生功能开发技术主要研究并实现基于核电厂运维相关的三维布置设计、远程虚拟踏勘、模拟运输

仿真等功能应用。三维布置设计系统基于数字孪生3D环境实现现场环境的三维布置设计及设计过程优化；远程虚拟踏勘系统通过点云3D数据、全景图片、设计图纸等关键信息集成，实现远程风险环境的现场踏勘；模拟运输仿真系统基于真实环境数据实现运输方案、运输设备、运输通道等关键信息的仿真验证，分析及确认可行的设备运输方案。

## (3)数字孪生运维系统

数字孪生运维信息集成是将数字孪生模型与核电知识信息以统一功能编码实现集成，通过运维系统实现信息的筛选、存储、映射功能；运行维护人员基于5G通信模块的运维穿戴装备与后台数字孪生系统联合，指导人员开展虚拟信息与真实环境的运维协同作业；数字孪生运维系统将整体解决人员在核电现场环境下的运维诊断、检修巡视、培训学习、监督管理、风险管控、专家指导等工作流程。

2.关键自主技术的难点和创新点

(1)数字孪生建设难点

已运行的核电机组受当时数字技术水平限制，无法建立数字模型，现通过传统技术也很难建立与现场一致的数字模型；同时新建核电机组主要为设计模型，竣工后也无法保证模型与现场的一致性，核电厂缺乏可靠的数字孪生模型建设技术，无法为核电智能化提供数据基础。

(2)工业系统设计难点

工业系统设计过程在没有测量参数信息的情况下无法保证系统设备布置设计方案的准确性；同时设计模型、设计图纸等技术资料发生偏差，会给设计过程带来安全隐患。

(3)现场踏勘技术难点

现场踏勘方法主要通过人工、照相机、测量工具等收集现场环境信息，这几种现场踏勘作业方法有诸多弊端，当现场为高空、高温、辐射等风险环境时不能亲临现场测量；拍摄设备、2D测量工具获得的信息数据不全，无法满足现场踏勘需求，不能反映具体参数。

(4)运输模拟验证难点

核电现场设备的运输模拟验证主要通过人工或试验台架的方法进行，其具有验证时间长、成本高等缺点，当设备在辐射、高空、复杂的环境时，传统的运输模拟验证方法无法满足现场运维要求。

(5)知识信息标准难点

工业系统存在多个国内外厂家设备共存的情况，同时信息数据传输格式、标准各不相同，采用的国内外设备标准互不统一，存在互不兼容的情况，难以形成统一有效的数据信息存储、筛选及管理功能。

关键自主技术的创新点

(1)核电厂数字孪生模型建设技术创新点

核电厂数字孪生模型创新性采用三维激光扫描及逆向工程技术建立与现场环境保持一致的数字物理模型；解决运行核电厂不可接近及数字化建设的难题，使得运行核电厂可接近。

(2)核电厂数字孪生功能系统应用创新点

核电厂创新性采用逆向工程、智能集成、三维布置等新型技术结合应用，建立了智能的运维系统，实现基于数字孪生环境的三维布置设计、远程虚拟踏勘、模拟运输仿真等功能应用，代替传统现场人工的运维方法，将运维工作放在远程后端。

(3)核电运维系统与数字孪生融合创新点

研发实现数字孪生与核电运维系统的融合，将核电领域专有知识信息按照统一标准编码体系融入至数字孪生模型中，形成标准的数字孪生基础数据，彻底解决核电数据孤岛现象，实现数字孪生与5G、AR、VR等新技术的融合应用。

方案应用效果

1.应用情况

数字孪生核电厂建设及运维领域应用的解决方案是可复制、可推广的，已在大亚湾、岭澳、阳江、台山等核电厂实现应用，营利超千万，给核电厂创造了近亿元的经济和安全效益。

2.应用价值

数字孪生运维可实现多专业技术人员与计算机在核电多个业务场景的联合作业过程，提升人机协作的工作效率和应用范围，缩短核电厂的大修工期；能应用于核电厂60%的运维流程，可缩短运维相关的方案设计、施工、踏勘等工作时间，减少占用大修关键路径，提升运维效率；能应用于核电厂的运维工作流程，可以有效降低运维工作中的走错隔间、辐射沾污、回装错误、零件遗漏等问题，减少核电厂运维工作时间和安全风险。

3.应用实例

|      |                                                                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 广东某核电厂                                                                                                        |
| 主营业务 | 核电站生产、运维、管理等                                                                                                  |
| 应用内容 | 利用数字孪生技术完成了核电厂常规岛重大设备如低压加热器、除氧器、高压加热器等设备的数字化建设。                                                               |
| 应用效果 | 解决核电厂共性问题及关键痛点，满足了核能、电力等领域建设时间较早企业的数字化、智能化需求；提供一种可靠的运维技术方案验证、评估、分析的方法，科学开展生产运维。相对于传统的试验台架验证方案，整体节约成本3000万人民币。 |

|      |                                                                           |
|------|---------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 广东某核电厂                                                                    |
| 主营业务 | 核电站生产、运维、管理等                                                              |
| 应用内容 | 基于数字孪生环境及设计数据库进行远程设计策划、远程施工验证等功能                                          |
| 应用效果 | 保证核电厂乏池冷却能力提升项目顺利实施,使得核电厂可以在夏季进行换料大修,缩短核电厂每年大修工期16小时,每年给核电厂带来近1亿的经济和安全效益。 |

|      |                                                                                            |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 广东某核电厂                                                                                     |
| 主营业务 | 核电站生产、运维、管理等                                                                               |
| 应用内容 | 核电三维模型数据治理试点项目                                                                             |
| 应用效果 | 项目建立了核电厂区高精度3D实景模型,逼真的还原了核电厂全厂区的地理及建筑环境,为设备运输模拟、大修场地布置方案、现场作业风险分析等提供精确的验证数据,协助核电厂完成换料大修工作。 |

|      |                                                                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 广东某核电厂                                                                                                            |
| 主营业务 | 核电站生产、运维、管理等                                                                                                      |
| 应用内容 | 采用模拟运输系统进行方案验证,基于数字孪生运输环境及导入的运输方案、运输设备等进行远程仿真验证,提前验证运输路径、施工方案。                                                    |
| 应用效果 | 完成了毫米级的模拟验证,确保自备检修拱架的运输路径畅通、安全风险可控,为项目安全实施提供了可靠的评估标准。新工艺有效缩短了项目的方案设计、方案验证及施工工期,相比传统技术,缩短了大修关键路径,为核电厂带来显著的经济和安全效益。 |

## 商业价值

### 1.商业模式

核电厂数字孪生运维系统项目采取研发与推广相结合的方案进行市场化运营,针对核电机组采用共性的技术解决方案,也可根据用户需求进行个性化定制。项目价格充分考虑面积、数据精度等方面需求,制订标准人工价格,其次根据用户个性化定制需求进行菜单式价格,最后通过用户目标和效益分析评估项目实施完成后可带来的效益,效益包括大修工期缩短、工作流程优化、辐射剂量优化、安全风险降低、工作效率提升等,保证核电厂数字孪生运维系统建设的效益高于其建设目标,持续推动核电数字化、智能化技术的可持续发展。

### 2.推广应用

以科研与产业化相结合的方式开展,前期利用已完成的研究成果开展部分工业场景应用,实现对外的推广;中期将数字孪生基础建设的研发方案往大型厂房进行推广,争取工业厂房的数字化工厂基础建设,积累产业化的启动资金;后期结合研发及产业的成果,积极对国内冶炼厂、化工厂、火电厂、水电厂、核电厂等进行全面推广,实现全面产业化建设及运营。

## 总结

项目不仅将推进数字孪生工厂、数字孪生运维等方面的应用,还会催生其它相关新型技术融合研发需求,将极大推动我国工业数字创新技术国产化、自主化、标准化的进程;同时该项目具有向下级企业及低端企业和劳动密集型企业的辐射作用,为增加就业机会,改善就业结构,增进社会稳定,拓宽就业门路发挥重要作用。

## 案例5

# 基于全产业链数字孪生的建筑工业化解决方案

## 服务商简介

中建科技是中国建筑集团开展建筑科技创新与实践的技术平台、投资平台、产业平台，深度聚焦智慧建造方式、绿色建筑产品、未来城市发展。通过全面做强规划设计、投资建设、工程建设和运营服务等业务板块，推进产业链、创新链和价值链高效融合发展。

## 背景和需求

### 1. 行业/企业痛点

建筑工业化是破除传统建筑行业痛点、带动建筑业全面转型升级的重要方式。但目前工业化与建筑业结合的发展过程中还存在诸多问题：一是建筑、结构、机电、装修等各个专业体系缺乏协同；二是条块分割的建造模式造成了产业链中的信息化壁垒；三是传统的施工总承包模式下，产业链碎片化割裂严重，生产关系不能适应产业健康发展的需要，没有解决技术、管理、市场的有效整合问题。

### 2. 主要应用环节

基于全产业链数字孪生的建筑工业化解决方案，全面配合装配式建筑研发、设计、采购、生产、施工、运维中的应用点和标准流程，从前期策划、组织架构、应用流程、人员配置、网络和软硬件配置、技术标准等方面形成装配式建筑标准化应用方案，彻底破除“碎片化元素”与“系统性产业”的矛盾关系，为建筑工业化转型和发展提供解决思路。

## 解决方案做法

### 1. 主要内容

中建科技以基于全产业链数字孪生的建筑工业化解决方案为基础架构，创新研发了建筑+互联网+物联网的装配式建筑智慧建造平台体系。平台由数字设计、云筑网购、智能工厂、智慧工地、幸福空间五大部分组成，分别对应了REMPG全过程管理中的设计、采购、生产、施工和运维环节，实现了建筑全生命周期线上数据同步线下流程的全过程打通及交互式应用。

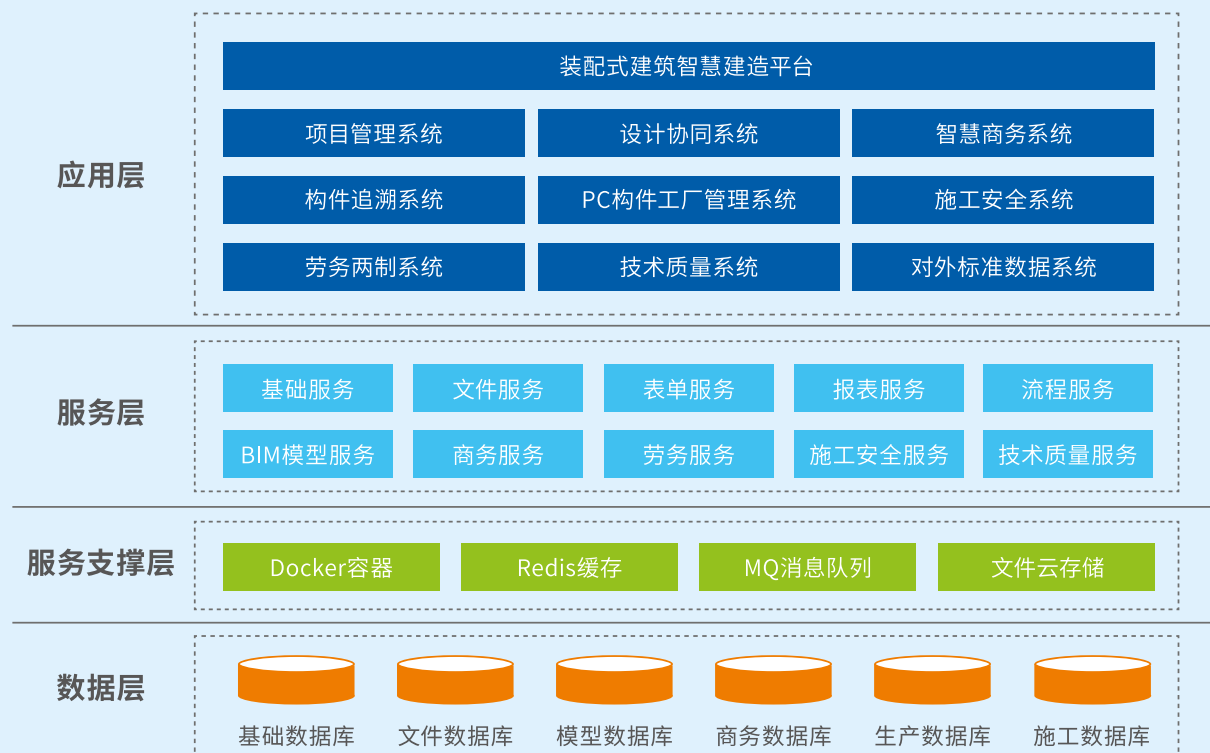
平台通过“全员、全过程、全专业”三全BIM的应用形成数字化设计成果，通过轻量化引擎的数据提取和数据加工，将一体化协同设计形成的数字设计成果进行云端化和轻量化，并以此为数据载体，纵向打通设计、采购、生产、施工、运维各阶段，实现设计数据直接指导项目招采、工厂生产、现场施工和建筑运维。同

时，利用构件全生命周期追溯系统，即时回逆建造期各阶段数据，并实现跨阶段的交互式数据赋能应用，通过将建造数据回逆至BIM模型，在云端建立以实际建造数据为基础的数字孪生建筑，实现虚拟数字建造与现实建筑建造虚实结合，形成建筑数字孪生数据资产。

装配式建筑智慧建造平台采用负载均衡的多应用服务器的系统部署来保证系统的稳定性和访问效率，即集群服务器部署。

装配式建筑智慧建造平台的技术架构如图所示，使用当前主流的JAVA微服务架构Spring Cloud，对现有成熟框架Spring Boot的封装和抽象。

图1: 装配式建筑智慧建造平台体系架构



## 2. 关键自主技术的难点和创新点

本方案通过对装配式建筑“设计、生产、运输、装配、运维”等环节的信息采集、汇总和分析，解决了装配式建筑在建造全过程无法进行有效的协同设计、生产过程管控、质量监督评价等关键技术难点。融合了建

筑设计、采购、生产、施工、使用的全过程，在全球首创BIM+互联网+物联网技术集成应用，是我国装配式建筑领域第一个投入使用的智慧建造平台，达到国际先进水平。

## 方案应用效果

### 1. 应用情况

本解决方案已在中建科技集团有限公司115个EPC工程管理项目以及9家预制混凝土构件厂中全面应用，帮助项目实现业务数字化管理，支持超过50%的线下业务流程在线上流转操作，提高EPC工程管理效率。

### 2. 应用价值

基于全产业链数字孪生的建筑工业化解决方案，可以解决建筑企业项目各阶段信息不畅，效率较低，资源浪费等问题。通过服务于16家分公司以及相关甲方、设计院、监理公司，已产生的综合直接经济效益为7.1亿元。

3.应用实例

| 项目名称 | 深圳市长圳公共住房项目                                                                                        |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 项目简介 | 长圳项目位于光明新区光侨路与科裕路交汇处东北侧，用地面积约20.7万㎡，总建筑面积约109.78万㎡，是深圳市在建最大规模公共住房项目。                               |
| 应用内容 | 在该项目投标阶段，运用智慧建筑管理平台实现“全员、全专业、全过程”三全BIM应用，建筑、结构、机电、内装、造价等专业高效协同，通过BIM模型自动生成4万页工程量及造价清单，节约人工，提高工作效率。 |
| 应用效果 | 通过平台的使用，长圳公共住房项目预计累计节约6891万元。                                                                      |

| 项目名称 | 坪山“三校项目”                                                               |
|------|------------------------------------------------------------------------|
| 项目简介 | 坪山实验学校南校区二期、竹坑学校和锦龙学校是深圳市首个装配式学校项目，“三校项目”总规模近25万平方米，合同工期9.5个月。         |
| 应用内容 | 该项目基于装配式建筑智慧建造平台，将设计、报批报建、招采、生产、施工分别进行前置，大大减短工期，同时充分利用装配式建筑的特点，进行快速建造。 |
| 应用效果 | 通过平台的使用，坪山“三校项目”累计节约1107万元。                                            |

商业价值

1.商业模式

该方案的商业模式主要体现在在施项目方、产业上下游供应商以及政府职能部门：

- (1)通过对建筑全产业链的全生命周期追溯技术为项目方及供应商提供数字化服务。
- (2)形成海量精准数据库，能作为政府职能部门监管市场的平台、项目方施工现场管理的手段及供应商提取数据的工具。
- (3)能通过智慧建造平台联动智能建造机器人，完成智慧建造自动化生产线的搭建，创造商业价值。
- (4)为建筑行业相关的金融业、信息咨询业提供大数据分析服务。

2.推广应用

- (1)参与相关行业的展会及学术论坛，在交流学习中对该方案不断优化升级，根据市场需求调整升级产品，提高产品知名度。
- (2)在中国建筑集团旗下各单位及控股公司项目市场内部推广。
- (3)积极向外部大型建筑企业推广该解决方案寻求合作，争取在较典型或示范性工程中得到应用，并借此由点及面推广。
- (4)基于智慧建造平台对工业建筑领域全生命周期追溯及提供产品服务，辅助相关职能部门监管建筑行业。
- (5)基于建筑领域大数据服务，纵向连通建筑行业产业链上下游供应商。横向连接建筑行业数据链条周边的金融行业、信息咨询行业。

**总结**

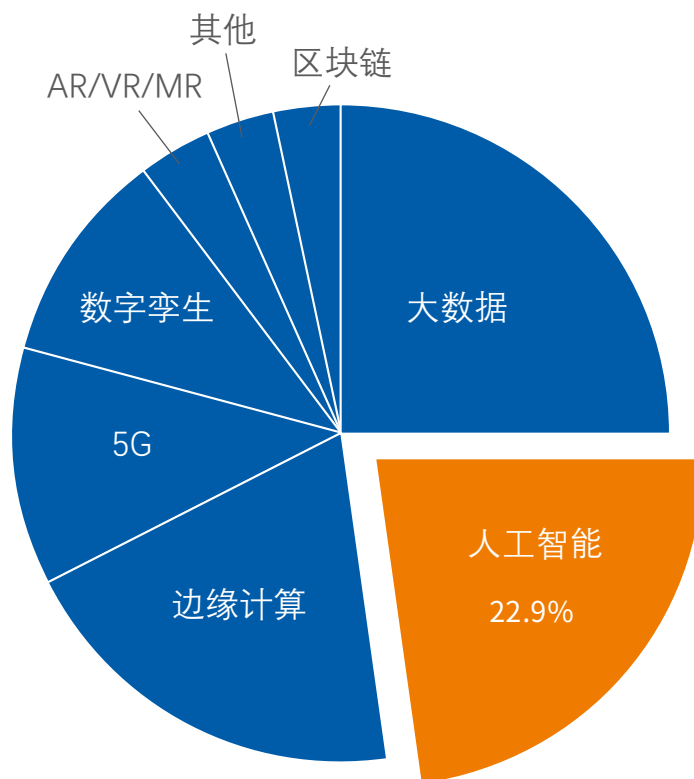
以装配式建筑智慧建造平台为核心的基于全产业链数字孪生的建筑工业化解决方案，有利于解决制约建筑工业化发展的关键问题，推动建筑产业生产方式变革，加速新型建筑工业化进程，推进建筑产业现代化，引领行业发展。

### (三) 人工智能推动生产、管理的逐步自主式、无人化

随着人工智能与制造技术、工业场景、工业管理流程的融合日益广泛，融合程度愈发成熟，工业互联网能够通过工业物联网采集生产数据，借助AI算法处理后提供建议甚至自主优化，推动制造过程、管理过程的逐步自主式、无人化，全面提升生产效率。比如，百度盘古的工程机械无人作业解决方案采用云、边、端一体化技术，实现对工程机械的线控化、智能化和网联化，赋能挖掘机，使之具备多种数字化自主作业的能力；工业互联

网安全流量日志AI分析系统解决方案集全流量数据、全日志数据的采集、存储、分析、审计为一体，对数据的进行AI模型分析、溯源取证，实现工业网络安全的实时监测、预警，已累计在电厂、炼化厂、煤炭、水务、智能制造等600个场景中部署应用。

图8：大赛百强解决方案-人工智能技术应用情况



资料来源：国家工业信息安全发展研究中心

案例6

百度盘古工程机械无人作业解决方案

服务商简介

盘古工程机械无人作业解决方案（以下简称盘古无人作业方案）由百度研究院机器人与自动驾驶实验室和百度智能云事业部合作推出，是国内首个软硬件一体化工程机械智能作业解决方案，技术全球领先，能够服务于各类矿山、基建、工业企业等场景。

背景和需求

1.行业/企业痛点

工程机械作业环境通常艰苦恶劣，且作业工况存在安全事故风险，对操作员的身体健康和生命安全构成严重威胁，可能造成企业停工停产。随着人口红利减退，有效劳动力数量正在逐步减少，工程机械驾驶与操作人员短缺，驱动企业用工成本逐年上升。另外，人工操作效率会随着工作时间推移而逐渐下降，且难以长时间连续工作，无法满足企业对工程机械作业时长、效率、质量的多维要求。综上，工程机械无人化和少人化作业存在强烈需求。

2.主要应用环节

盘古无人作业方案基于百度云（云），百度人工智能平台（边）和智能传感器（端）三大核心系统组成，主要可以应用在智能数据采集，智能计算处理以及云端状态监控、云端故障诊断、云端运维等环节。

解决方案做法

1.主要内容

盘古无人作业方案基于百度飞桨深度学习开发平台、百度大脑各项AI能力和百度智能云基础设施服务，实现对三维环境的实时感知、自主作业规划、精准运动控制和友好的人机交互，并在具备条件的工业场景实现无人自主作业，能够赋能各类工程机械。云端平台与边缘计算节点、端上设备协同联动，能够为客户提供完整的工程机械无人作业解决方案，并可无缝集成到客户生产作业平台中。

盘古无人作业方案采用云、边、端一体化技术，实现对工程机械的线控化、智能化和网联化。解决方案主要包含三大核心系统：基于百度云的云端状态监测、云端故障诊断和云端运维系统（云），基于百度人工智能平台的智能计算处理系统（边）和基于智能传感器的智能数据采集系统（端）。盘古无人作业方案既能为客户提供一整套完整的智能作业解决方案，也能作为一个智能作业单元无缝集成到客户现有的生产作业平台中。

图1: 云边端一体化技术框架

| 工业互联网层<br>(云) | 生产作业运营平台 |       |      |          |       |       |       |      |    |
|---------------|----------|-------|------|----------|-------|-------|-------|------|----|
|               | 状态监测     |       |      | 故障诊断     |       |       | 远程运维  |      |    |
| AI与计算层<br>(边) | 感知与定位    |       |      | 决策、规划与控制 |       |       | 计算与通信 |      |    |
|               | 环境建模     | 物体监测  | 导航定位 | 任务规划     | 运动规划  | 运动控制  | 计算单元  | V2XO | TA |
| 硬件与接口层<br>(端) | 激光雷达     | RGB相机 | IMUR | TK       | 倾角传感器 | 压力传感器 | CAN   | 通信网关 |    |
|               | 挖掘机      |       | 装载机  |          | 卡车    |       | 电铲    |      |    |

## 2. 关键自主技术的难点和创新点

盘古无人作业方案基于百度领先的深度学习和3D感知技术，能够实时检测和识别环境中的障碍物、可能出现的人员和作业物料的属性等内容，为实时调整作业动作提供依据；开创了一套基于重建3D地图和高层次任务信息

的快速多自由度作业轨迹规划算法，能够自主规划合理和高效的运动路径，提升作业效率的同时降低能耗和机械损耗；基于改进的MPC和PID控制算法直接控制工程机械核心的液压系统，实现了工程机械各机构的精准运动控制，解决了传统工程机械中运动控制无法闭环，轨迹难以跟踪，跟踪精度差等难题。

## 方案应用效果

### 1. 应用情况

盘古无人作业方案目前已经与十多家国内外工程机械头部硬件厂商、多个顶尖高校、行业初创企业以及终端客户联合，共同形成开放解决方案。从联合探索研发到结合主机厂优势共同落地终端客户，涉及有固体废物处理，工业破碎机，斗轮机，电铲，无人矿山等多种场景，在作业环境恶劣的条件下，减少人力，提升作业监管能力以及保障施工安全。

### 2. 应用价值

关于工程机械无人作业，特别是挖掘机的无人化作业，目前还停留研究阶段，市面上鲜有成熟可用的智能挖掘机产品，也没有和工业云平台互联互通的无人作业平台。虽然远程遥控挖掘机已经日趋成熟，但它依然需要操作员进行远程控制，无法达到降低人工成本，提高作业效率的目的。无人操作在特殊场景下极大的保证了人员安全，同时响应新基建等政策号召，无人作业平台的社会效益显而易见。

盘古无人作业方案通过技术创新，超越了既有的远程遥控挖掘机，构建了首款智能无人挖掘机，并在多种复杂场景下具备了自动规划和智能作业的能力，在实际落地应用中通过传统挖掘机作业效率以及无人挖掘机作业效率对比，无人挖掘机可以连续24小时不间断作业，且只需要一人远程监控，对比传统挖掘机3-4人轮班作业制，测

试数据显示有效降低了人力成本并提升了生产作业效率，提升企业的经济价值。

### 3. 应用实例

| 企业名称 | 安徽铜陵固废处理厂                                                                                                                                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 工业固体废物、有害固体废物处理等                                                                                                                                          |
| 应用内容 | 使用百度盘古无人挖掘机配合工业固废处理流水线，通过控料、回转、抖料、刷地一系列连续动作，实现挖掘上料全程无人化作业，并且能保证长时间无故障连续运行。生产工作人员可以通过云平台实时监测生产流水线和挖掘机的运行状态，并在必要时下发控制指令进行远程运维。                              |
| 应用效果 | 在工业废料处理场景中，6吨无人挖掘机相比于人工操作员效率提升了10%，且每小时能耗减少了15%。之前工厂有两条固废处理生产线，每条生产线配备1台挖掘机，共需要8位操作员进行7*24小时轮班作业。采用百度盘古作业解决方案后，现场工作人员降低为1人，该工作人员只需要在工业云平台上监控生产线的实时运行状态即可。 |

## 商业价值

### 1. 商业模式

盘古无人作业平台通过赋能工程机械主机厂和终端客户，根据不同终端用户的不同场景需求采用定制化服务，从点切入挖掘整体解决方案，为用户解决痛点，降本增效。该方案采用低成本的激光雷达、相机、传感器和计算平台，不仅满足系统需求，也能做到成本可控。

### 2. 推广应用

盘古无人作业方案在市场推广上主要有两类目标客户：一是全国各地使用挖掘机等工程机械进行作业生产的

工业企业（即终端客户）；另一个是生产挖掘机等工程机械的各类主机厂。对于终端客户，我们提供云、边、端一整套无人化作业的解决方案，并对企业工作人员进行相关的使用培训，帮助客户平稳地从人工操作挖掘机向无人挖掘机自主作业过渡。对于主机厂，我们通过建设开放的工程机械智能解决方案，全面赋能主机厂，提供智能硬件套装、无人作业软件以及软硬件一体化等多种方案供主机厂进行选择。

## 总结

盘古无人作业方案能够适应艰苦复杂的工作环境，解放人力并减少人员伤亡，大幅提高企业生产作业效率，节约人工成本，解决企业“招工”难题，促进工业生产向数字化、智能化、安全化、绿色化迈进。

案例7

工业互联网安全全流量日志AI分析系统  
解决方案

服务商简介

长扬科技（北京）有限公司专注于工业互联网安全、工业信息安全、工业安全态势感知和安全AI大数据应用。首创三位一体“智能工业安全大脑”产品理念，为客户提供立体式工业物联网安全防护保障体系。服务包括石油石化、电力、轨道交通、城市市政、智能制造、钢铁冶金、烟草、军工等多个领域。

背景和需求

1.行业/企业痛点

目前监管部门、行业部门及集团层面都在积极制定态势感知行业规范标准，部分态势感知平台建设已取得初步成效，而企业级态势感知平台主要集中在石油石化、电力等中大型集团级组织，小型企业因建设成本等问题还未启动。为降低小型企业建设平台的难度，同时弥补中大型企业态势感知体系架构中，场站侧边缘计算分析设备的缺失，长扬科技率先推出符合工业安全需求的工业互联网安全全流量日志AI分析系统解决方案。

2.主要应用环节

本方案主要应用在工业生产网络安全实时监测预警，重点围绕如何对流量、日志数据全生命周期进行管控，真正实现从数据采集、存储、检测与审计的融合，借力大数据的AI建模功能实现对数据的特征检测、行为检测、AI模型分析、溯源取证，实现入侵监测、病毒木马检测、漏洞发现、工业网络安全的实时监测、预警。既可独立部署用作中小型企业态势感知平台，也可作为AI安全监测分析产品，弥补大型企业态势感知建设中关于场站边缘分析的缺失。

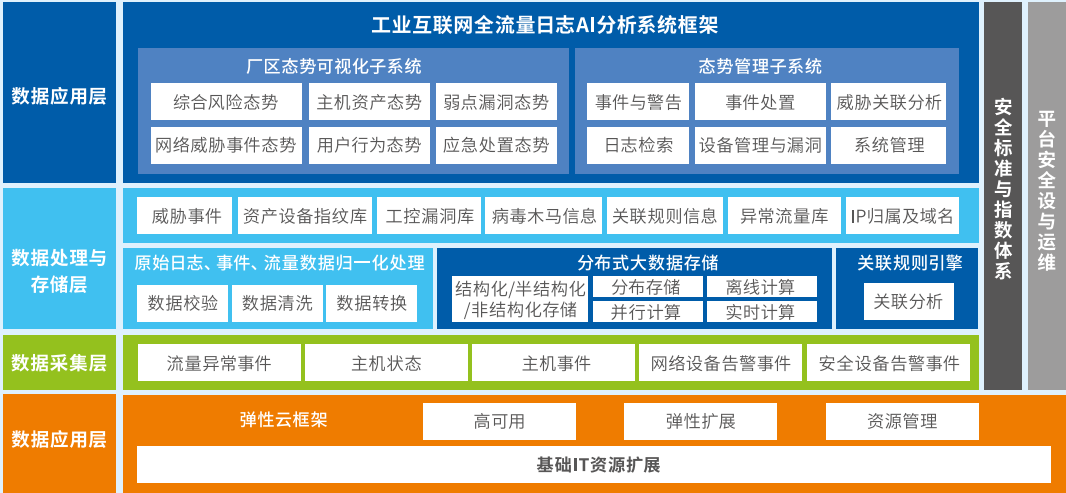
解决方案做法

1.主要内容

本系统集全流量数据、全日志数据的采集、存储、分析、审计为一体，对数据的特征检测、行为检测、AI模型分析、溯源取证，实现入侵监测、病毒木马检测、漏洞

发现、工业网络安全的实时监测、预警。  
系统采用大数据架构自上而下依次分为基础架构层、数据采集层、数据处理与存储层和数据应用层，如图所示。

图1: 技术架构



基础架构层，该层是由基础硬件设备和弹性云框架两部分构成。

数据采集层，数据的采集主要通过智能采集器（态势感知套件：态势感知平台、全流量日志分析系统、智能采集器）的方式同时采集日志数据、流量数据，其中日志部分指采集主机服务器、数据库、工程师站、操作员站、网络设备、安全设备等产生的运行状态、登录日志、操作日志及告警事件等信息。流量部分，采用镜像或分光方式复制交换机流量信息，通过DPI深度包解析技术进行协议的深度包解析，结合边缘AI模型检测生成告警事件。

数据处理与存储层，主要通过分布式大数据采集到的数据进行预处理操作及处理后的数据存储。

数据应用层，主要提供后台管理功能及大屏可视化能力，查看企业维度场站采集数据构成的综合风险态势、工控网络威胁态势、威胁事件处置态势、工控资产态势、工控脆弱性态势。

方案建设中，重点围绕企业资产台账、威胁事件分析监视、威胁事件应急处置、漏洞处置与修复展开。

以提升企业生产效率，降低网络威胁为目标进行整体功能规划。其建设周期短，快速实施部署，能够为企业节约大量成本。

## 2.关键自主技术的难点和创新点

### (1)创新性提出全流量日志二合一理念

基于真实业务场景需求，在国内首次提出，建立流量、日志双重证据链，满足用户对威胁事件进行溯源分析的诉求。

### (2)先进的AI算法与溯源分析技术

系统分析总线中包含5大分析引擎，分别为元数据分析引擎、协议分析引擎、事件分析引擎、关联分析引擎、AI安全分析引擎。

本系统攻克以下关键技术：

①元数据分析引擎支持200+协议元数据；②协议分析引擎支持40+异常分析规模；③事件分析引擎支持28,000+特征与规则；④关联分析引擎，提供CEP复杂规则配置，CEP规则达近40条；⑤AI安全分析引擎支持10种机器、深度学习模型。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

针对石油石化、电力、能源、轨道交通、市政水务、智能制造、烟草、冶金等行业，该方案可满足上述行业中目前所应用的传统日志采集和流量采集产品对威胁事件进行溯源分析的服务。

针对中小企业部署态势感知平台成本高，周期长的行业现状，本方案可为这部分中小企业提供成本相对较低，实施周期短，最终在企业可接受范围内，部署态势感知的服务。

该解决方案有效解决了大型企业集团建设态势感知体系时，场边侧边缘分析设备缺失的问题。

截止目前，该方案已累计在电厂、炼化工厂、煤炭、水务、智能制造等近600个场站部署应用。

### 2.应用价值

本系统方案的全面应用，将带来可观的经济效益：

对于方案应用侧，将针对企业遭受来自内部或外部的网络攻击进行实时预警处置，保障企业生产活动的持续稳定运行，避免不必要的经济损失。

以已部署实施案例为例，其中帮助某客户实现318项安全合规标准，集成多家安全厂商产品实现安全合规，并处置高危事件2起，直接避免重大经济损失；帮助某客户共检测高危事件35起（中危、低危事件若干），避免直接经济损失超两千万。此外，相对传统方案，本方案还为客户节约了方案部署成本，人力成本。

3.应用实例

|      |                                                                                                        |      |                                                                                                |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 中国石油长庆石化公司                                                                                             | 企业名称 | 某股份有限公司重庆分公司                                                                                   |
| 主营业务 | 集汽油、柴油、航煤炼化一体的工业企业                                                                                     | 主营业务 | 建设、经营电厂，销售电力、热力以及电力技术服务                                                                        |
| 应用内容 | 1.在现场工业控制系统所在的机柜间，部署智能采集设备，采集多种安全设备上报的告警日志、网络流量等数据。<br>2.在厂区信息管理区部署全流量日志分析系统及态势感知平台，通过对数据聚合整理后形成可视化界面。 | 应用内容 | 1.在风电、水电集控侧和电厂侧部署智能采集器，实现工控控制网络日志和流量数据的全面收集。<br>2.在集控中心管理侧部署态势感知平台，对汇集的数据进行集中处置，并形成工控网络运行态势监视。 |
| 应用效果 | 本方案帮助客户实现318项安全合规标准；集成多家安全厂商产品实现安全合规；处置高危事件2起，直接避免重大经济损失。                                              | 应用效果 | 实现现场工控资产合规性监测；实现风电、水电网络及主机运行状况监视；实现风电、水电核心工控业务系统流量监视；实现风电、水电工控网络安全日志集中分析展示。                    |

商业价值

1.商业模式

该系统可根据不同行业客户的需求，在核心模块标准化的基础上，进行行业化定制。软硬件一体的系统设备以及后期的安全运营服务，将是该项目的盈利来源。可广泛应用于我国石油石化、电力、能源、轨道交通、市政水务、智能制造、烟草、冶金等各大领域。平均销售价格15万~20万，据国家统计局统计2018年统计年鉴数据为依据推算，其规模在65000套以上，总市场价值约为95亿~130亿元。

目前该系统产品已在多个电力、能源领域部署实施，在电力板块目前市场占有率全国第一，这为产品的技术升级以及后续推广创造了独特优势。

2.推广应用

本项目产品功能的有效性是推广的核心决定性要素，在推广过程计划以“先行试点——行业推广——跨行业拓展”的模式进行。以石油石化、电力先行试点行业为主导重点推广，同时，结合公司现有的行业+区域+合作伙伴的销售体系，同步推进能源、轨道交通、市政水务、智能制造、烟草、冶金等领域，开展跨行业推广。

总结

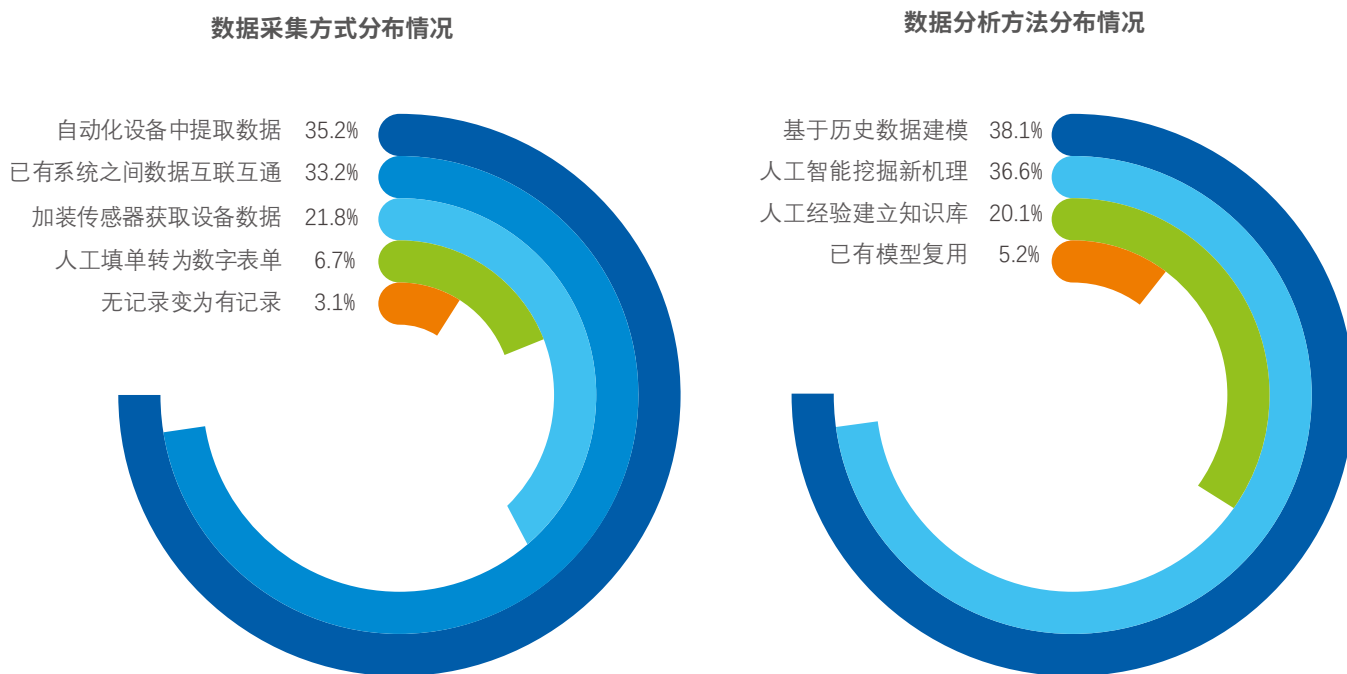
本方案创新性的提出全流量日志二合一的理念，降低了中小企业态势感知建设成本与难度，补充了部委与集团级态势感知边缘分析架构，增强了安全监测、溯源与预测能力，可应用于能源、电力、轨道、交通、石油石化等不同行业，为工业互联网安全赋能。

## (四) 工业知识模块化、图谱化应用不断成熟

随着视觉、自然语言理解和知识图谱等技术的快速发展和大规模应用，工业领域的流程、方法、数据、规律、经验、知识等工业技术要素等以数字化模型的形式沉淀的能力逐渐提升，经过封装固化后，借力于工业互联网得到了更为高效的应用和广泛传播。如基于盐湖工业互联网的钾盐生产工艺优化解决方案结合钾盐生产工业知识与人工经验，自主研发的结晶器平衡控制机理模型等，为全球首创结晶器智能控制工艺机理模型，

实现钾肥生产核心控制从跟跑国外，到现在实现领跑。基于知识图谱的工业互联网解决方案基于I.Smart平台集成生产、质量、设备、能源等核心组件及各环节数据，打造800余个工业知识APP；面向高端装备行业的工业知识封装解决方案提供工业知识获取、工业知识价值转化、工业知识封装、工业知识变现等多类标准化、模块化知识服务，提高了知识资源的利用率。

图9：大赛百强解决方案数据采集及分析能力



资料来源：国家工业信息安全发展研究中心

案例8

# 基于盐湖工业互联网的钾盐生产工艺优化解决方案

## 服务商简介

青海盐云工业互联网有限公司作为数字化转型服务商，面向特定领域建设具有物联网接入能力、应用开发能力、数据分析能力、工业知识模型封装能力、关键技术与成套设备开发及产业化的区域一体化工业互联网公共服务平台，满足制造业数字化网络化智能化升级需求。通过集成制造装备、自动化控制、工业软件等技术和系统实现数字化、网络化和智能化生产线、车间、工厂集成应用服务，构建工业互联网平台生态，推动传统工业企业向数字化转型。

## 背景和需求

### 1.行业/企业痛点

钾肥作为我国粮食生产的“压舱石”，矿产资源的高效利用和产能稳定，具有极高的战略意义。为提升国产钾肥竞争力，如何保护生态资源、解决广袤区域数据采集难、复杂环境矿料物流监测难、强结盐腐蚀条件下工艺参数检测难、产品品质控制难、生产过程工艺优化难、能源消耗降低难、员工劳动强度大等是痛点问题。

### 2.主要应用环节

本解决方案以工业互联网的技术应用及企业管理模式变革为总线，通过盐化工生产大系统与加工制造前后系统的自动化完善与提升，“人、机、料、法、环”五要素数据资产化，开发适合盐化工生产运营的集工艺基础研究、生产管理与控制、质量在线检测、设备全面规范化维护、节能降耗、优化仓储物流模式、组织架构优化为一体的工业化与信息化高度融合的工厂管理及区域协同平台。

图1: 实施情况: 以钾盐生产为核心的八大功能板块



工业互联网催生企业模式变革

## 解决方案做法

### 1.主要内容

方案以生产工艺为主线，通过对智能仪表的填平补齐、智能采集装备的自主研发，采集生产实时数据，建立数学模型，进行工艺优化并反馈至控制系统，实现生产的自动化操作与控制。同时建立成本、能源、质量、工艺操作等管控，系统实现OT与IT融合，有效落实生产经营的数字化管理。

(1)通过对钾盐制造前后系统运行的数据采集，实现生产可视化。

(2)能源管理中心全面监控生产用能及管网运行情况，实现能源监测和计量自动化，达到信息共享、自动数据处理和分析的目标。通过能源的管理和考核，持续挖掘节能潜力，提高能源利用率，促进公司节能降耗增效。

(3)设备维护体系从状态检修向预防性维修转变，提高全面规范化维护效率，降低维修成本。

(4)完整的质量管理体系，在线跟踪质量变化，通过历史数据分析对可能产生的质量问题进行预警，确保产品的质量稳定和品质合格，整体提升各工序质量分析效率和分析水平，避免质量波动。

(5)整合各关键工艺点指标参数，原料上矿、结晶器、再浆洗涤等各主要生产工序，通过工艺机理模型控

制生产，避免人为干预，为高品质产品的平稳生产提供保障。

### 2.关键自主技术的难点和创新点

盐湖卤水生产钾肥过程是一个多变量、强耦合、非线性、大滞后的过程，在盐湖工业互联网平台的建设中，实现多个首创和第一。

(1)为该项目研发的基于激光诱导的钾盐全组分在线分析仪，首次应用到全球冷结晶-正浮选钾肥实际生产中，每分钟一组平均组分数据，为工艺稳定提供智能化控制依据；

(2)自主研发的适用于高海拔、高盐雾腐蚀的物联网在线温振传感器，实现对设备健康状态进行预判，有效延长了设备的使用寿命及维护成本；

(3)自主研发防结盐料浆比重测量装置，通过对原矿组分、结晶器比重、调和母液比重在线采集，同时对加水量、调和母液组分、流量等数据分析，在分解结晶工序依据四元水盐体系相图工业知识与人工经验，研发的结晶器平衡控制机理模型为全球首创结晶器智能控制工艺机理模型，实现钾肥生产关键工序智能化生产，钾肥生产核心控制从跟跑国外，到平跑，到现在的领跑。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

盐湖工业互联网平台目前解决了48km<sup>2</sup>的盐田数据监测及所对应工厂的数字化改造，为如何进一步实现5856km<sup>2</sup>察尔汗盐湖资源高效利用奠定了技术及理论基础。

### 2.应用价值

本解决方案以工业互联网为基础，向下基于数据物联，承载我国钾肥生产专有技术及人工经验、向上支撑钾盐制造工业APP开发应用，支撑五种钾盐生产工艺优化，以输出落地数据接入解决方案包、产品机理模型工艺包、一流两链服务包为行业用户部署、集成、运行先进的工业互联网平台，实现行业用户数字化转型。

通过运用工业互联网技术及变革思路，实现了原料质量在线分析装置，高海拔强腐蚀设备状态传感装置、工艺过程物料通过量检测装置、中间品浓度检测装置等在线采集传感设备的自主研发，80%以上的生产数据得以实时采集，解决了广袤区域的矿产资源变化数据采集难、复杂环境矿料物流监测难、强结盐腐蚀条件下工艺对标参数检测难、各工序产品品质控制难、成品二次短倒费用高等问题；研发主要工序精准控制及反馈机理模型、解决了关键工序过程建模难的问题，使资源消耗不变，收得率提升2%；通过建设采矿泵站远程无人值守、钾盐生产过程数据实时采集平台、开发设备全面规范化维护与全生命监测平台、优化一流两链，使盐湖区域产品以质量和服务争取市场优势。

3.应用实例

|      |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 海盐湖元通钾肥有限公司                                                                                                                                                                                                                                            |
| 主营业务 | 氯化钾、颗粒钾肥、农用硝酸钾、氯化铵、氮钾复合肥、光卤石、低钠光卤石产品加工、销售。                                                                                                                                                                                                             |
| 应用内容 | 完成三条生产线的全自动控制改造升级、对主要运行设备通过NB-IoT物联网在线监测设备运行状态，开发全面规范化生产维护管理系统保障生产设备的稳定运行，对生产用能在线监测，对生产过程中原料组分、比重、流量、浓度等数据采集分析，建立基于四元水盐体系相图的工艺机理模型，并在持续迭代修正中。                                                                                                          |
| 应用效果 | 1、75万吨/年装置半年时间产生直接经济效益2314.46万元。<br>2、自动化控制水平由原来的30%提升到了95%。<br>3、生产用能95%以上在线采集，部分能耗对标管控；为持续性节能优化提供数据基础。<br>4、从无到有实现了物流储运实时调度，85%的成品不落地倒运，二次倒运费用大幅下降。<br>5、物流成本降低和劳动减员全年降本820万元。<br>6、质量在线分析从无到有实现了80%的质量在线分析，质量报警由以前的抽检传递实现了100%的快速报警，在线处理形成质量监测闭环管理。 |

商业价值

1.商业模式

盐湖工业互联网平台的核心是工艺机理模型，因此属于非通用型垂直行业平台，平台的收费目前采用项目合作模式，不包含项目实施费用的平台费用为300-500万/套，工艺机理模型100万/工艺包。

盈利模式主要通过集聚钾盐产品的上下游用户和全产业链客户,开发产品的潜在价值和深度应用,拓展产品应用范围;以物联网接入包、软件工艺包及一流两链服务包提供增值服务；同时以专有市场及专有技术为驱动；提供基于平台的系统集成服务。

2.推广应用

盐湖工业互联网平台在青海盐湖75万吨/年正浮选钾肥生产装置的应用示范，为我国钾肥生产企业数字

化转型提供了借鉴之路，基于四元水盐体系相图的机理模型工艺包、在线比重计等智能装备，可应用于国内及国外以卤水制取氯化钾工艺的各类生产企业，包括我国盐湖资源聚集区、罗布泊地区、玻利维亚乌尤尼盐湖等；自主研发的LIBS全组分在线检测装置可应用于所有矿产资源开发领域，包括无机盐行业、有色冶金行业等；通过政策、地缘优势，可在227家无机盐行业单位推广；团队90%以上人员参与了国内及部分国际钾盐项目建设，诸多企业已通过项目建设人员，积极了解盐湖工业互联网平台的应用成效，盐云团队将积极配合为上述企业提供有效的前期业务咨询及对应数字化转型集成解决方案。

总结

盐云团队以工业互联网建设，探索盐湖资源聚集区发展模式，打造具有区域特色与行业特点的工业互联网平台，为我国盐湖资源的循环利用、绿色生产起到带头作用；为传统资源型流程制造企业工业互联网提供应用示范作用；为我国粮食安全提供战略保障作用。

## 案例9

## 基于知识图谱的工业互联网解决方案

## 服务商简介

北京智通云联科技有限公司成立于2016年，基于物联网、大数据、自然语言处理、知识图谱等技术，打造了自主可控、安全可靠的工业互联网平台及系列工业软件，以工业知识图谱赋能企业研发、生产、营销、管理等环节，客户包括中石化、中石油、蒙牛、光明、国网等。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

目前，绝大多数工业互联网平台更多的是联接了那些“看得见、摸得着、想得清楚”的已知工业要素，但是，对于那些“看不见、摸不着、弄不明白”的工业要素和彼此之间的潜在关系，现有的工业互联网在技术上呈现出联接不足、理解不深与应用不够的问题。

## 2.主要应用环节

基于知识图谱的工业互联网解决方案，将“过去

不可见的要素可见，过去不可计算的要素可计算，过去不可联接的要素可联接”。依托智通云联工业互联网平台I.Smart纵向集成生产、质量、设备、能源、储运等核心组件，自动化与信息化深度融合；横向互联营销、研发、供应、计划、流通及终端，数据共享互通，面向石化、电力、乳品等跨行业研发、生产、营销、管理，以及产业链协同等场景，打造800余个工业APP，提升业务效率与质量，赋能制造业转型升级。

## 解决方案做法

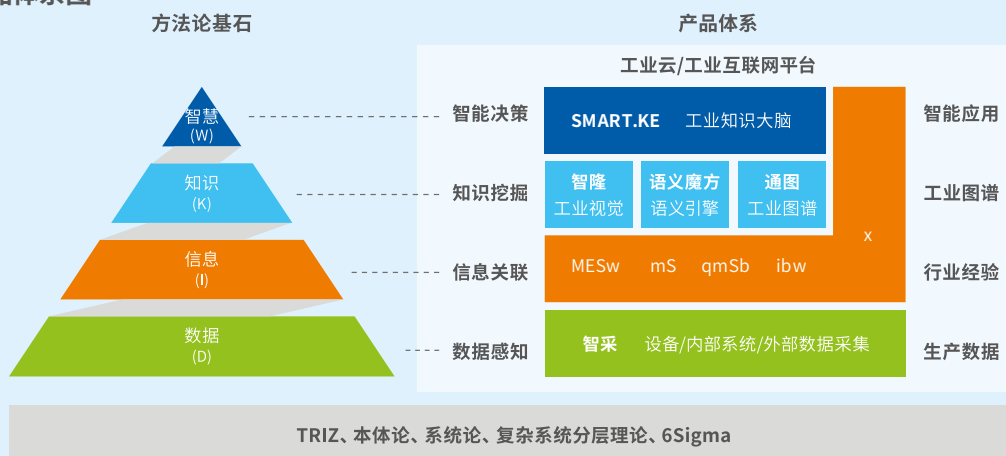
## 1.主要内容

以D-I-K-W模型为基础，解决方案提供数据采集、知识提炼的工具、平台与服务，依托物联网、大数据、自然语言处理等技术，形成不同行业的知识图谱，即行业大脑。同时，面向不同应用场景，提供基于知识图谱的

智能应用。在D-I-K-W每个阶段，都有相应的工具产品发挥作用。

工业互联网平台I.Smart的四层架构既符合工业互联网平台标准，又凸显了智通云联基于知识图谱的数据化、业务化、知识化技术特色。

图1: 产品体系图



2.关键自主技术的难点和创新点

(1)技术难点

解决方案技术难点包括三个，即数采技术、语义分析技术、大规模工业知识图谱构建与应用技术。

数采技术：仪器设备的数据采集一直存在瓶颈，方案形成了标准设备数采平台，主流设备数据覆盖率达到90%以上，为数字化、网络化、智能化奠定基础。

语义分析技术：企业中80%的数据都是非结构化数据，语义分析中命名实体识别任务和关系抽取更加复杂，方案实体识别采用基于字典和深度学习的综合方式提高准确率；关系抽取基于依存句法分析进行实体-关系的抽取，避免过度依赖命名实体。

大规模工业知识图谱构建与应用：工业企业每天不断产生大量数据，对于图谱的构建和计算造成了很

大的负担，方案将知识图谱分为概念图谱和实例图谱，在概念图谱构建完成后，可快速自动识别实体和关系，生成实例图谱。同时，采用图数据库和关系数据库结合的方式，分别存储对于用于推理的、比较固定的属性关系，以及特征性、每天动态变化的内容。在算法技术落地过程中，充分发挥图数据库的推理优势和关系数据库的统计计算优势。

(2)技术创新点

方案创新点可概括为“一套、两个、三种”：一是形成一套模板与实施方法论指导实践；二是基于CPS技术的智能制造与基于新一代人工智能的智能制造两个智能制造基本范式并行应用；三是大数据智能、融合知识与机器学习的交互优化技术、知识图谱等三种人工智能同时融入，解决了工业多源、多维、异构、海量数据采集与融合问题。

方案应用效果

1.应用情况

平台及方案已服务中石化、中石油、中海油、国网、蒙牛、光明、中船集团、常山纺织、自然资源部等近百家单位。例如，在石化行业，中国石化知识中心三期已经完成立项，从科研、到油气生产，再到炼化与销售，业务范围和应用单位不断拓展。与此同时，中石油、中海油基于知识图谱的知识库建设与应用项目已经启动；在乳品行业，作为工信部食品领域智能制造系统解决方案供应商，携手蒙牛打造了全国第一家乳品行业数字化工厂。目前已经完成了2个工厂的建设工作，另有7个工厂正在招标中。光明、飞鹤、君乐宝、新希望等乳品企业的数字化工厂建设也正在进行中。

2.应用价值

以I.Smart平台为依托，打造乳品数字工厂、石化知识中心等行业解决方案，为客户降本、增效、提质提供支撑。

3.应用实例

|      |                                                                                                                                                                                         |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 内蒙古蒙牛乳业（集团）股份有限公司                                                                                                                                                                       |
| 主营业务 | 乳制品供应商，形成液态奶、冰淇淋、奶粉、奶酪等产品矩阵系列                                                                                                                                                           |
| 应用内容 | 基于智采、数字工厂平台等产品，在生产执行、监控、管理与辅助决策方面，形成了251个工业APP集，实现生产过程可视化与管理精细化。                                                                                                                        |
| 应用效果 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 单包克重节约费用约200万元/厂</li><li>• 收奶超时率从9%降低至1.95%</li><li>• 产能提升约3%</li><li>• 设备保养任务如期达成率提升13.54%，大修效率提升28.57%</li><li>• 质量追溯时间由原来2小时缩短至5分钟</li></ul> |

|      |                                                                                                                                                                               |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 中国石油化工股份有限公司                                                                                                                                                                  |
| 主营业务 | 油气勘探、开发、炼化、销售等业务                                                                                                                                                              |
| 应用内容 | 基于“语义魔方”、“通图”和“SMART.KE”产品，构建企业知识中心，形成集团统一的知识云平台，通过智能APP应用，推动各单位实现知识积累与共享应用，支撑综合研究、勘探开发、炼化等业务创新和提质增效。                                                                         |
| 应用效果 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 科研资料收集与研究分配时间从8:2向3:7转变</li> <li>• 员工入职和转岗培训时间缩短约50%</li> <li>• 油田生产数据、生产指标、专业知识实现秒级获取</li> <li>• 知识经验传承效率提高60%，知识流失率大大降低</li> </ul> |

|      |                                                                                                                                                       |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 新派（上海）餐饮管理有限公司（海底捞）                                                                                                                                   |
| 主营业务 | 海底捞品牌创建于1994年，历经二十多年的发展，成为国际知名的餐饮企业                                                                                                                   |
| 应用内容 | 通过IKMS系统连接门店厨房所有自动化设备、人工操作间，立体展现智慧厨房的运作情况，实现生产管理流程化、生产工艺标准化、生产过程自动化、仓储管理智能化。                                                                          |
| 应用效果 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 门店流水提高300%</li> <li>• 后厨人工从21人减少到8人</li> <li>• 库存降低30%</li> <li>• 食品生命周期实时监控</li> <li>• 原料成本节省40%</li> </ul> |

## 商业价值

### 1.商业模式

坚持原创开发自主工业软件，聚焦能源、食品等优势行业，提供自主产品+技术咨询+服务实施。根据不同客户类型和需求，提供不同的服务模式。针对小型客户，提供标准化SaaS级智能化应用产品；针对中型客户，则提供“产品+服务”的模式；针对大型头部客户，则提供“咨询+平台+本地化”的模式。

### 2.推广应用

未来3-5年，智通云联将聚焦石油石化、乳品饮料两大优势行业，采用树灯塔、拓版图的拓展策略。在集团级企业，采取蓝图规划、试点示范、复制推广的路线，同时，向行业内其他企业进行推广应用。

## 总结

基于知识图谱的工业互联网平台，实现工业数据全面汇聚、体系化管理，并进一步提升凝练，形成行业知识资源和行业大脑，以新型生产要素支撑研发生产与运营管理的智能决策和优化提升，赋能工业转型升级。

## 案例10

# 面向高端装备行业的工业知识封装解决方案

## 服务商简介

航天云网数据研究院（广东）有限公司由航天云网科技发展有限公司和广州开发区投资集团有限公司共同出资成立，以“互联网+智能制造”为发展方向，打造“一横多纵”的平台服务模式，以智能制造为核心，集资源整合、业务协作等服务功能于一体，致力于实现云计算、大数据、工业互联网等新一代信息技术与制造业的有机结合。

## 背景和需求

### 1.行业/企业痛点

高端装备制造业作为以高端技术、高附加值为引领的重要产业，处于价值链高端和产业链核心环节，是现代产业体系的脊梁，是推动工业转型升级的引擎。

长期以来我国依靠“引进-落后-再引进”的模式发展，使我国高端装备制造业多而不优、大而不强。现如今在工业互联网高速发展的大背景下，高端装备制造行业已经开始了加速创新与商业模式转型的新阶段。

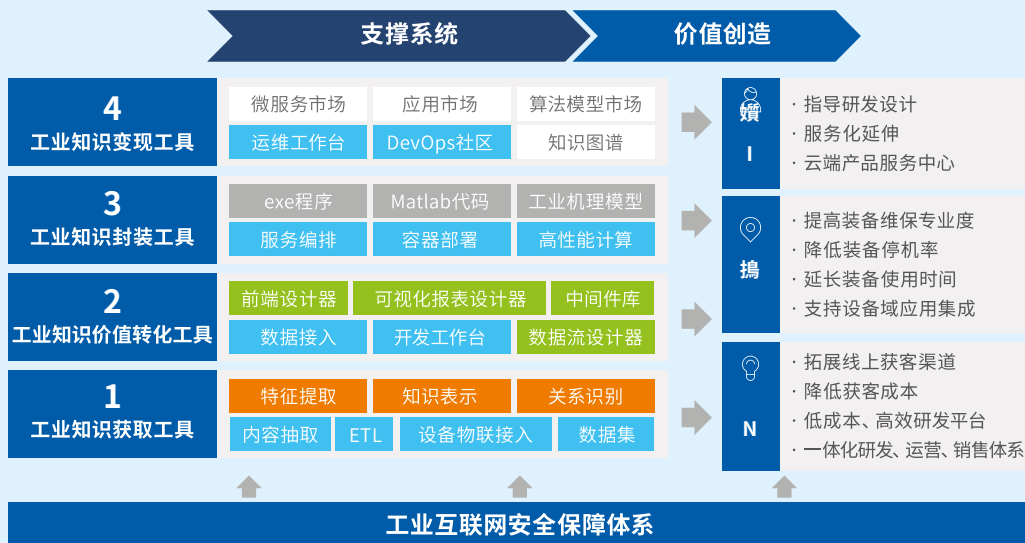
高端装备行业的创新与转型之路存在专业门类多、学科交叉突出等特点，又因其产品复杂、价值高、运行维保要求高等特点，正面临装备全生命周期数据

缺失、分散；设备知识以纸质文档或老师傅口传心授的方式进行保存和传递，缺乏工业知识共享与应用的载体；缺乏以装备知识服务获取盈利的商业模式，从而导致行业难以进行知识积累与沉淀，难以产生商业价值，阻碍高端装备行业创新与商业模式转型升级。

### 2.主要应用环节

本解决方案针对高端装备行业用户、应用服务商、开发者，提供面向高端装备研发设计、生产制造、应用运维、维修服务等环节的工业数据和知识的获取、价值转化、封装和变现工具，记录装备全生命周期数据，提高知识资源的利用率。

## 解决方案做法



## 1.主要内容

本方案针对高端装备行业用户、应用服务商、开发者提供工业知识获取、工业知识价值转化、工业知识封装、工业知识变现共4类平台工具。本方案基于工业互联网平台基础架构,支持工业互联网标识解析体系和工业互联网平台安全体系。

工业知识获取工具实现高端装备产品全生命周期的数据采集,并加以标识和描述,以形成结构化的知识。为此工业知识获取工具分别提供了面向设备、信息系统、人员行为的三类数据获取工具。

面向模型形成与流程形成的工业知识价值化工具,根据知识分类标识、关联关系,将工业数据转化形成特定领域中具备一定价值的工业模型与工业算法,作为工业知识的载体。

工业知识封装工具支持用户对算法、模型、业务流进行组合与连接,封装形成特定功能的工业APP与工业微服务,同时,为用户提供容器化运行环境与容器编排工具,降低应用服务的部署难度与成本,提供封装与发布一体化的工业应用库、微服务组件、机理模型库。

工业知识变现工具为开发者和应用提供知识快速变现渠道以及成熟的商业模式,通过应用市场、微服务市场、机理模型市场发布上架,实现工业知识的产品化,最终实现价值变现。工具根据封装产品的分类、用途、行业对封装产品进行渠道推广,帮助用户降低获客成本。

## 2.关键自主技术的难点和创新点

难点一:高端装备的生产数据、运行数据、维保数据分散在制造方、使用方、服务方三类用户中,如何通过一个解决方案实现全生命周期数据的获取,进而转化成高端装备工业知识,是本方案面临的难点之一。

创新点:本方案提供了面向设备制造方的产品远程运维平台建设服务、装备使用方的设备资产维保管理服务、应用服务方的云生应用开发环境服务,并通过数据的标识和知识的描述,实现高端装备全生命周期数据的连接。

难点二:高端装备所处领域涉及广泛,知识分类缺乏统一标准,没有成熟的标准可供参考,无法开展自顶至下的数据标准化工作。

创新点:本方案采用“知识标识+知识图谱”的方式实现工业知识的自组织关系构建。对获得的数据、知识进行标识化注册,并利用知识图谱进行关系构建,形成非结构化但具备可标识、可联通的知识网络。

难点三:高端装备行业的工业应用创新一般围绕装备数据开展,涉及物联网、大数据、人工智能等高门槛、大投入的信息技术,用户企业业务转型投入成本高、风险大。

创新点:本方案提供了丰富的平台级组件,涵盖工业物联平台、人工智能深度学习平台、应用容器化运行模块等工具,为企业搭建SaaS化研发生产环境,大幅降低企业投入成本,降低企业风险。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

本方案已在高速轧机制造业、机器人制造业进行应用,搭建的设备远程运维平台,对已售的装备数据进行获取、价值转化、封装和应用,助力企业开启设备维保O2O、备品备件寄售等售后服务新模式,并成功孵化1家面向设备在线诊断的服务创新性企业。

### 2.应用价值

(1)对于装备制造方:本方案助力企业优化产品,提高产品竞争力;助力企业高效率打造售后运维服务体系;低成本实现“制造+服务”的业务链延伸;增加企业新的利润增长点。

(2)对于装备使用方:本方案助力提高企业装备维保品质;有助于延长装备使用寿命,进一步降低生产成本;提供低成本装备工业应用,提供多样化运行保障服务;打造行业设备域工业知识库,实现知识经验共享。

(3)对于装备服务方:本方案低成本、高效率实现工业知识封装服务研发;低成本实现APP及微服务上线推广;提高企业获客能力,构建线上渠道。

(4)对于应用服务商:助力服务商实现开发成果线上共享,提升行业应用的开发效率;提供精准推广服务,实现价值再创造。

(5)对于广大开发者:本方案提供稳定的开放的开发环境,减少开发工具重复购买,降低开发成本。

3.应用实例

|      |                                                                                                                                                                              |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 汉威广园(广州)机械设备有限公司                                                                                                                                                             |
| 主营业务 | 主要从事高速线材轧机成套设备及小型轧机、预精轧机、精轧机、夹送辊、吐丝机等的开发制造                                                                                                                                   |
| 应用内容 | 实现产品从设计、制造到服役，再到报废回收再利用整个生命周期的知识获取与积累转化                                                                                                                                      |
| 应用效果 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 封装形成工业应用APP共2款；</li><li>• 封装形成诊断分析算法5个；</li><li>• 成功孵化1家服务创新型企业；</li><li>• 形成2类商业创新模式；</li></ul> 产品已应用于山西建龙等30余家钢铁企业，年产生经济效益约1600万元。 |

|      |                                                                                                                                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 广州瑞松智能科技股份有限公司                                                                                                                    |
| 主营业务 | 专注于机器人、高端智能装备领域的研发、制造、应用和销售                                                                                                       |
| 应用内容 | 包含数据采集、数据存储、数据应用三大功能，以实现设备运行状态的实时监控及设备全生命周期数据的采集与存储                                                                               |
| 应用效果 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 大幅减少售后人员，人力成本减少15%；</li><li>• 部分故障可远程调试，售后成本降低15%；</li><li>• 客户黏性增强，原厂维保率提高20%。</li></ul> |

商业价值

1.商业模式

本方案面向高端装备行业，提供工业知识软件化与服务化解决方案，依托工业知识共享与应用载体，形成以装备知识服务为盈利模式的商业生态。

通过对企业提供的工业APP或者微服务产生的经济效益，进行利益分成；采用会员制形式，对平台注册的企业和开发者进行会员收费，获取收益。

2.推广应用

本方案计划按照“示范点、行业线、装备领域面”的思路进行推广，在现有行业龙头企业的基础上，打造高水平、高价值的工业知识封装试点。在试点的基础

上，打通行业上下游供应链，形成行业内的工业知识封装流水线。依托特定行业的装备知识积累，通过抽象、提炼跨行业装备知识特性，形成通用装备领域知识网络与综合性工业应用。

具体市场推广工作以“线上拉新转化+线下生态合作、渠道引流”的形式开展。

总结

本方案实现从设备生产到回收全生命周期知识获取、转化与封装，反向为设备研发提供数据支持，提升企业综合竞争力，并且可为制造企业生产管理、经验管理及售后服务分析提供数据支撑，助力企业数字化转型和高质量发展。

## (五) 新技术融合应用产品化程度不断提升

随着5G、人工智能、区块链、虚拟现实等新技术与工业互联网的融合由点及面，由易到难的应用创新，工业数据采集精度、集成分析深度与跨界协作范围不断扩大，面向细分领域、满足多场景需求产品解决方案供给能力也不断增强。如，mixIoT智慧工业核心引擎解决方案基于“多源异构数据映射”方法论、微服务架构技术和智

慧工业核心引擎，形成大规模、普惠的智能算法创新与产生实际场景的深度融合的服务化产品。学泰X-MASTER以底层核心技术创新和智能制造运行体系搭建，能够提供设备远程实时监控、CNC管理、机器人管理、自动料架管理、加工程序管理、检测及异常报警管理等服务化产品。



## 案例11

## mixIoT智慧工业核心引擎解决方案

## 服务商简介

深圳市智物联网络有限公司（简称“智物联”）成立于2014年，是提供工业互联网领域智慧工业核心引擎的企业，智物联的技术、产品和解决方案已广泛应用于锅炉、空压机、发电机组等设备和饲料、纺织、水泥等行业。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

工厂内设备种类繁多，数据接入复杂，工厂间设备重复度低，个性化强，数据实时计算和处理工作量巨大，如果没有一个统一的理论方法和工具，每个项目定制化开发，周期长、成本高、质量无法保障；企业生产过程数据不透明，手工抄表、手工报表数据准确性低，时间延迟性大；工业设备与系统之间互联互通能力有限，ERP/MES之间打通困难。

## 2.主要应用环节

本方案主要服务对象为设备制造商和设备使用企业。面向设备制造商提供远程运维解决方案，打造能满足几乎所有设备制造企业需求的物联网通用解决方案，帮助设备制造企业服务化转型，降低生产和售后成本；面向设备用户，提供工业现场（装备产线、动力中心、智慧工厂）智能制造解决方案，帮助工业现场客户提高其设备管理和生产效率，进一步的协助安全生产，节能减排，增产增效，精细运营。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

mixIoT智慧工业核心引擎是类安卓的物联网底层系统，负责接收并保存适配器发送的数据，对数据进行整理、组织、关联、分析，维护一系列的逻辑规则并形成一系列的条件触发机制，给适配器下发信息（数据），把系统的数据，提供给其他的应用系统。提供基础功能如报表设计、维保任务、云能力集成、工作流等，同时提供面向系统管理员的ADMIN系统、面向厂商用户的PRO系统、面向服务商及终端用户的EXP系统，将数据封装成API接口供第三业务平台调用，用户可自行开发业务应用，也可基于mixIoT平台开发。

主要功能：本方案提供包括实时监控、工单管理、生命周期管理、项目管理、报表管理、数据分析等基础

功能，并能够根据客户需求提供包括预测性维护、节能优化、生产质量提升、生产效率提升等定制数据服务。

## 2.关键自主技术的难点和创新点

## (1)海量多源异构数据联网感知

项目基于“多源异构数据映射”理论，制定设备数据接入规范，将工业设备和工艺流程抽象成模式化的、可灵活构建的物联网“对象”，把与“对象”有关的数据进行合理的分类、分离、变换，形成“对象”的数据拼图，并以映射表的形式加以描述，化复杂为简单。提供对采集数据的多种实时计算能力，能够将所采集到的数据进行快速处理，提供对外接口，能够通过接口获取原始采集数据和计算结果，打破数据孤岛，实现工业数据应用。

## (2)基于微服务架构的工业大数据云化应用

项目采用微服务架构技术，摆脱巨大的单体式应用模式，融入Docker容器工具快速高效模拟复杂的微服务架构，只需要简单的配置就能够实现微服务调用，提高平台部署的灵活性，减少系统模块的耦合性，实现系统根据需要进行平滑的扩容。大幅提升工业大数据平台系统应用的高效、安全、灵活和兼容等性能，满足业务快速增长变化趋势。

## (3)工业大数据价值深度挖掘的算法模式

项目依托云计算与大数据技术，在对海量的、各类业务数据进行沉淀、处理、分析、挖掘的基础上，形成大规模、普惠的智能算法创新与产生实际场景的深度融合并服务化，从制造质量、工艺、设备等各个方面入手提升生产效率，实现增产增效。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

智物联已服务300家工业企业，包括锅炉、空压机、发电机组、工程机械、高端装备、智慧矿山、石化化工、饲料等，已有超过1000多种工业设备接入，支持大部分常见工业设备通信协议平台接入设备超过200万台，客户案例包括西门子(中国)、中石油济柴、葛洲坝、富邦股份、立升净水、博瑞特、江南冶金、依丝特、瑞升华等行业龙头企业。

### 2.应用价值

#### (1)锅炉行业

智物联锅炉行业的客户超过300个，每天锅炉产生的数据超过50G,每秒产生23000+条数据。通过锅炉及其相应设备的实时监控，实现流程、报表电子化，企业运营效率提升20%；降低锅炉安全事故，实现故障率降低30%；通过分析锅炉数据模型，优化锅炉使用策略，可使锅炉效率提升4%-10%。

#### (2)空压机行业

目前服务气老板、温岭鑫磊、天津金晶、天津压缩机、康普斯、湖北金雄节能等30多家客户等行业企业，接入空压机500台以上，通过数字化运营管理、智能化组合调控，提高设备点检、报表生成效率60-85%、降低气站8%-15%的电成本。

#### (3)饲料行业

目前已签约饲料行业的龙头企业数10家，包括铁骑力士集团、特驱饲料、青岛环山生物等饲料企业。通过物联网系统对设备进行统一管理，饲料加工流程智能调度，平均吨耗电减少10KWh/T，按集团年产40万吨，可节省能耗180多万元/年；粉碎环节实现节拍控制，降低设备空载率和堵机次数，节省电费及原材料50000元/年/厂。

### 3.应用实例

| 企业名称 | 方快锅炉有限公司                                                                            |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 研发、制造、销售清洁燃料锅炉和清洁燃烧技术锅炉，其产品远销全球30多个国家和地区。                                           |
| 应用内容 | 通过服务平台对锅炉运行大数据库进行挖掘应用，建立B2C的锅炉服务模式，把全国的锅炉维修服务、锅炉工程师整合到统一的服务平台上面，实现设备制造企业向服务型制造企业转型。 |
| 应用效果 | 实现流程报表电子化企业运营效率提升20%，锅炉故障率降低30%，锅炉效率提升4%-10%。                                       |

| 企业名称 | 中国石油集团济柴动力有限公司                                                                                    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 中国石油集团济柴动力有限公司是中国石油天然气集团公司下属唯一的动力装备研发制造企业，其产品远销全球30多个国家和地区。                                       |
| 应用内容 | 当前沼气发电机组只能通过手工设置功率，存在人工效率低、优化效果差等痛点问题。方案通过智能控制柜的内部算法模型会自动匹配不同的甲烷浓度对应的最佳功率值，通过自动调节功率值，让机组发电效率达到最优。 |
| 应用效果 | 通过使用本项目的解决方案，增加发电量达到5.06%。                                                                        |

|      |                                                                                                                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 浙江气老板节能技术有限公司                                                                                                                                                  |
| 主营业务 | 浙江气老板节能技术有限公司是一家新型的压缩空气节能服务企业。拥有1家压缩机制造公司，30余家子公司及加盟商，业务遍及全国各地，管理气站一百多个。                                                                                       |
| 应用内容 | 在气老板的业务发展过程中，由于所服务企业包括了纺织厂、轮毂厂、铝锅厂、钢管厂、电动车厂等不同行业，存在着形形色色的干扰因素，给平台运维带来了不少难度。本方案使气老板能够对产气、输送和用气三个环节的设备进行系统监控，不仅能为客户提供关联设备的预测服务，而且能自动生成维护改进方案，从而发挥节能增效的功能，实现精益管理。 |
| 应用效果 | 配合气老板专业的节能服务，平均每气站节能超30%，客户月均电能成本降低7~8万元。                                                                                                                      |

|      |                                                                                                             |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 四川铁骑力士集团                                                                                                    |
| 主营业务 | 铁骑力士集团主要经营饲料、食品、牧业、生物技术等领域的产品，覆盖四川、重庆、云南、贵州、陕西、山西、甘肃、河南、江西等省市。                                              |
| 应用内容 | 企业生产过程管理效率低下，集团对各工厂情况了解不足；生产工艺全靠经验控制，生产能耗状况无法掌握。通过物联网系统对设备进行统一管理；设备实时监控，远程采集数据，识别关键指标；饲料加工流程智能调度，优化指标及提升效率。 |
| 应用效果 | 平均吨耗电减低10KWh/T，按集团年产40万吨，能耗可节省180多万元/年。                                                                     |

商业价值

1.商业模式

本项目盈利模式包括直销产品和合作伙伴招募。直销产品将产品直接销售给各行业的设备生产商和设备用户，并对其进行系统平台的搭建、技术指导和售后服务工作，收取一次性软硬件购买和年服务费。同时，招募合作伙伴，通过底价合作模式或业务分成模式推广产品。目前已签约合作伙伴100家，将近一半的项目是合作伙伴完成实施，项目实施周期平均在2周~4周时间，远程运维类项目实施周期在一周以内。

2.推广应用

以建立生态合作伙伴体系为主要业务模式。目前已有合作伙伴100余家，包括乐渔乐牧、红黄蓝、郑州晨丰等，此外还包括以下几类业务拓展渠道：运营商（移动、电信、联通）；云服务商（华为、阿里、亚马逊等）；科研院校（机械工业第九设计研究院、郑州大学等）；各类行业协会（广东省物联网协会）等；待拓展的渠道目前有京东、海尔卡奥斯等。

总结

智物联完善并开发的“多源异构数据映射”方法论和mixIoT智慧工业核心引擎，解决方案覆盖数据采集、数据处理、业务处理、分析计算、控制优化等环节，促进行业数字化转型。

## 案例12

## 学泰X-MASTER

## 服务商简介

深圳学泰科技有限公司成立于2012年，是一家集软件、硬件设计、研发、生产于一体的国家高新技术企业，公司致力于推动制造业数字化、信息化、智能化发展，服务企业从传统制造向智能制造转型，为企业实现智能制造提供一站式解决方案的工业自动化的操作系统。公司产品主要应用于模具和非标零部件，覆盖大型企业与中小企业。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

模具它是由若干零件组成的一个复杂体，具有零件种类多，形状复杂，精度要求高，各种零件的材料不同，加工工序多等特点，这些都是被视为模具难以实现自动加工和智能制造的因素。提高模具精度，降低设备投入成本，减少因人为操作失误造成的损失，力保设备的长期稳定生产，找到解决模具智能化的突破

口也是中国模具制造业长远发展的目标。

## 2.主要应用环节

产品主要涵盖模具的电极加工，钢料加工，火花机加工，三坐标检测等的自动化，主要针对于生产过程控制。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

X-MASTER是面向模具制造行业实现多品种小批量柔性化生产制造的智能制造系统，主要针对于生产过程控制，同时还可跟REP、MES无缝对接，构建智能工厂。

X-MASTER的底层技术支撑和架构是基于对于设备运行及加工工艺整体实现逻辑的深度解析和算法的研究，创新型提出了基于柔性化智能制造的线性规划算法，为系统运行提供坚实的技术理论和技术逻辑支撑。其核心特点是能够通过RFID信息自动识别产品并解析工艺流程，追踪每个零部件加工过程，并运用最优的线性算法以最优的逻辑解析工艺、实现安排设备加工、清洗、检测等工序，并智能安排物流进出智能料库，达到智能生产、提升生产效率的目的。

X-MASTER智能制造系统软件模块包括：远程实时监控、CNC管理模块、机器人管理模块、自动料架管理模块、加工程序管理模块、数据统计与导出模块，检

测及异常报警模块；具有智能生产，提升效率等特点，通过系统可实时监测设备的加工状态和运行状态；同时还起到智能防呆，保证稳定生产，且能对设备加工以及运行所产生的数据进行统计分析，为精益生产提供数据依据。

X-MASTER系统提高工业生产保障能力，可自动判断程序、刀具、毛坯尺寸等信息的匹配情况，整个加工过程中无人干预，从而完全杜绝因人为失误造成的撞机情况发生，生产过程的无人化最大限度避免了人为因素对加工品质的影响，可长期保证加工产品品质的稳定性及一致性；具备健康管理功能，实时监测机器人，加工中心，机床，软件逻辑等从生产流水到软件系统整体异常报警。并且拥有远程诊断功能，可通过远程客户端上随时查看各个机床的状态和产品的加工状态，实现设备状态实时监控；而这些呈现在客户端的相关数据及实时状态，可根据客户需求输出各种报表，如各色柱状图、报告表格、稼动率、生产任务等，最终为精益管理提供数据依据。

2.关键自主技术的难点和创新点

项目自主研究解析的线性规划算法和智能AI算法，使得生产流程和设备动作协调等逻辑最优化，最大价值的实现了在生产过程中产线平衡调度，这在国内是首

创；同时，通过系统端口的开源，能够融合和匹配市场主流企业已应用的管理系统，实现数据、信息、管理的协调统一，能够高效、便捷的实现企业本地化应用。

方案应用效果

1.应用情况

X-MASTER智能制造系统被包括格力、时代高科、ASM、沙伯特、快捷机械等国内外企业所应用。

2.应用价值

X-MASTER智能制造系统为多品种小批量和个性化定制生产模式提供了高效的、一站式的解决方案，重点解决了制造行业升级过程中所面临的技术、人才、成本、管理等一系列痛点问题，以底层核心技术创新和智能制造运行体系搭建，为企业构建智能工厂搭建通路和实施平台。

3.应用实例

|      |                                                 |
|------|-------------------------------------------------|
| 企业名称 | 广东长盈精密技术有限公司                                    |
| 主营业务 | 电子元件及组件的研发、制造                                   |
| 应用内容 | 提供稼动率、产能、报警的实时和历史数据报表。                          |
| 应用效果 | 减少客户数据收集的工作量，提高数据准确度，实时掌握生产状况，提高设备使用率。降低刀具损耗成本。 |

|      |                                                                                                                                                                                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 格力电器                                                                                                                                                                              |
| 主营业务 | 家电制造                                                                                                                                                                              |
| 应用内容 | 提供从产线设计、软件定制、硬件集成以及部署测试和售后技术服务                                                                                                                                                    |
| 应用效果 | <ul style="list-style-type: none"><li>经济效益: 格力导入25条生产线，年增效益可以达到2244万元/年，降低人工成本680万元/年。</li><li>隐形效益: 1.产品交期缩短。2.由于人为干预减少，误操引起的损失大幅降低，产品的良品率上升。对现场的员工素质要求降低，员工的劳动程度降低等等。</li></ul> |

商业价值

1.商业模式

项目产品定价将全面分析市场，以塑造产品品质和技术服务价值为定位，销售定价在国外竞品之下，国内竞品之上。

盈利模式上，学泰主要采用标准化系统售卖、个性化定制服务和一站式智能制造解决方案服务等模式：

(1)标准化系统售卖：面向中小制造业企业的标准化部署，基于低保成本、易维护、快速部署等特性，为中小制造业企业建设智能生产线、智慧工厂提供对接通道。

(2)客户个性化需求技术定制服务: 为制造业企业定制所需的智能生产管理系统, 切实解决相关企业、特别是大型制造业企业建设智能工厂所遇到的核心瓶颈技术问题, 让企业精密生产、智能生产加速、加质。

(3)软硬件集成, 提供一站式智能制造解决方案服务: 为传统工厂, 特别是处在转型升级核心阵营的制造业提供一站式的解决方案, 依托产业链渠道资源, 通过软硬件集成构建智能工厂。

## 2.推广应用

项目在营销策略上: 首先建立市场网络化销售, 塑造品牌影响力优势; 其次打造应用口碑标杆客户、与行业代理合作商传递产品技术价值; 然后召集行业客户应用技术交流会推广产品技术价值; 最后, 参加行业展会宣传推广应用, 线上互联网推广。

在渠道拓展方面: (1)将招募国内外相关行业代理商、经销商战略合作销售。(2)签订合作协议厂商。(3)签订合作协议的贸易商。(4)签订采购作展示展览的厂商。(5)各大学院学习研究教学设备。(6)并通过展会, 招募具有行业销售经验及相关客户资源的人员合作销售以及自建业务团队进行市场开发销售等多种手段进行产业化、市场化部署。

## 总结

**X-MASTER**模具智造系统旨在突破技术垄断, 实现模具制造系统自动化、智能化、信息化。经过多年的技术积累, 目前公司已成为模具智造系统领域的佼佼者。但国内模具自动化制造尚未成熟, 未来将继续突破技术难题, 最终将实现从模具产品到产线乃至整个行业生态系统的技术升级, 实现信息化与工业化的深度融合。

The background is a solid blue color with a series of white, curved, parallel lines that sweep across the upper half of the page, creating a sense of motion and depth.

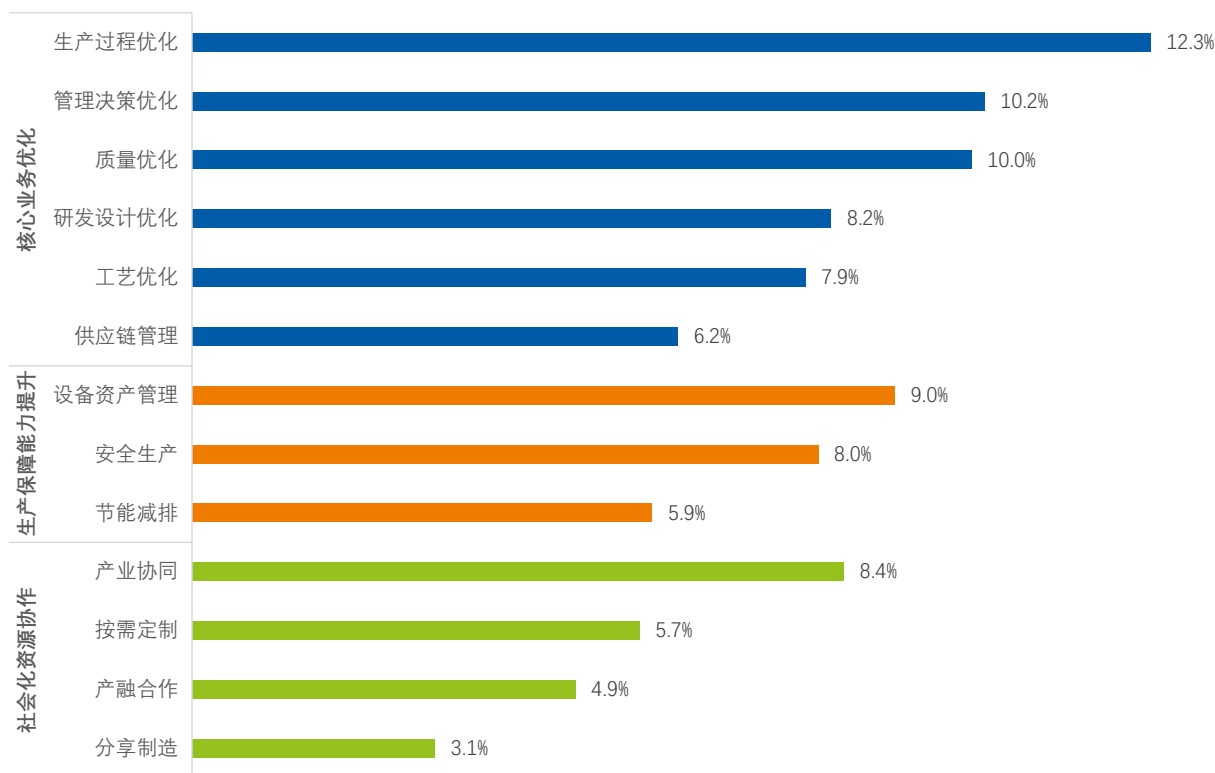
## **四、专业化服务商探索重要 场景的新方法、新模式**

工业互联网赋能产业解决关键问题的水平不断提高,通过对生产设备、生产环节、生产环境的实时监控和数据采集,推动设备操作的少人化、运营管理决策的智能化和跨部门跨企业的业务协同化,在核心业务优化方面,帮助工业企业挖掘数据价值,实现过程优化、工艺改良和质量提升;在生产保障能力提升方面,帮助工业企业解决关键问题,实现设备稳定运行、安全生产和节能减

排;在社会化资源协同放,帮助工业企业探索创新合作机制,实现分工合作、协同优化。

由于核心业务优化和社会化资源协作在其他章节均有较多描述,本章聚焦生产保障能力提升的主要场景,探索专业化服务商与工业企业合作情况。

图10: 大赛百强解决方案应用场景分布情况



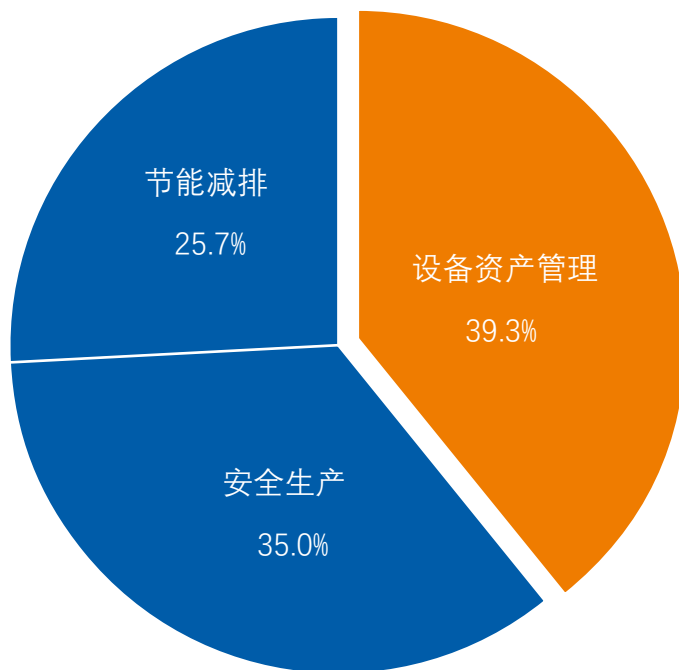
资料来源: 国家工业信息安全发展研究中心

## （一）设备健康管理专业化服务水平不断提升

多数制造企业将生产设备作为升级改造的重点，应用工业互联网及其相关技术不断拓宽设备管理、运维的深度和广度，设备管理水平专业化、精准化程度不断提升。如自动化生产线的智能运维诊断解决方案通过对设备、产线效能优化、故障预测、质量预测和设备评测等功能，为汽车产业近百条产线创造了超20亿元价值。基于新技术的电网智能巡检解决方案应用新一代数字技术改变传统输变电巡检作业方式，提升设备巡检作业灵活性、智能性、实时性。基于电气信号的机电

设备自主式健康管理解决方案从电气信号入手，深入挖掘分析电机电压、电流波形等数据，总结开发了电气、机械故障对应的电流瞬态波特征机理模型，满足不同用户、各类机电设备健康管理的多等级需求。水电设备健康保障智慧赋能服务解决方案横向融合水电年经营生产管理各设备系统，实现人机智慧协同，目前已服务水电装机容量5万MW，每年为水电企业创收50.26亿元。

图11: 生产保障能力提升-设备资产管理应用情况



资料来源：国家工业信息安全发展研究中心

## 案例13

## 自动化生产线的智能运维诊断解决方案

## 服务商简介

广州明珞装备股份有限公司主要为汽车制造、航空装备等离散制造领域提供数字化的生产线解决方案。其中，自动化生产线智能运维诊断解决方案（MISP）通过效能优化、耗品管理、故障预测、质量预测和设备评测五大功能系统，主要为奔驰、宝马、奥迪、丰田、吉利等主流的汽车主机厂和他们的零部件厂商汽车及其他离散行业提供：产线体检、产线移植、产线治疗和产线保养等服务。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

汽车制造是典型的离散制造行业，产线自动化程度高，但是设备有效利用率低；产线非标设备稳定性差，影响稳定运行，造成时间浪费；产线的备品备件库存过多；产线上的易耗品大量浪费，数目惊人；产线质量管控成本高，效率低。

## 2.主要应用环节

方案主要应用在自动化产线制造环节，解决产线效率偏低、耗品浪费、故障率高、工艺不良、稳定性差

的主要问题。基于效能优化、耗品管理、故障预测、质量预测和设备评测五大功能系统，打通设备、工艺、平台之间的壁垒，推动产线上不同设备多源异构数据互联互通和可控管理，实现产线全生命周期过程数据有效赋能，提高设备利用效率，减少停机时间，降低备品备件管理成本，提升工艺质量。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

自动化生产线智能运维诊断解决方案基于MISP平台实现数据高速采集、传输、存储及分析，整体规划、分层设计、确保平台的安全，稳定、可扩展。现平台已开发了：效能优化、耗品管理、故障预测、质量预测和稳定评测五大应用场景模块，解决了现场生产技术问题。

解决方案主要功能模块如下：

**效能优化：**将机器心跳引入工艺模型并对其进行实时监控，利用人工智能算法，为客户缩短节拍，提升效率提供了有力的工具支持。

**耗品管理：**将IT信息化系统与传统的制造工艺充分融合，运用数学统计学原理，全局规划，统筹调度，精准推送，最大限度的消除了现场浪费。

**故障预测：**通过高速数据采集，边缘计算和云边协同的部署优势，将单一因素的趋势性分析与工艺结合，准确评估设备健康状态，预测故障。

**质量预测：**通过建立多因素AI模型，并对其进行无监督学习训练，实现了汽车车身焊点质量100%在线检测。

**稳定性评测：**通过建立非标设备运行稳定性评测体系，实现了加工、集成、生产阶段的设备性能全生命周期管理。

2.关键自主技术的难点和创新点

技术难点

(1)边缘分析计算：针对当前的数据安全及高效性能需求，需要在各家企业进行数据安全处理及数据分析计算等功能需求。通过特定的算法给数据进行脱敏处理，另外对数据在边缘端进行部分简单的统计分析，可以保证数据安全及高速的上云。

(2)工业大数据的高效的实时分析统计：随着需求及数据的不断增加，传统的数据实时分析统计的性能满足不了当前的指标要求。本项目采用分布式流式处理架构来针对工业大数据的高效实时的分析统计，达到整个工业大数据平台的性能指标。

(3)工业大数据的分布式存储：传统数据库存储，存在数据安全系数底，运维复杂等特点。采用当前分

布式的数据库进行数据存储，具备数据安全稳定，运维方便，低成本等特点。

技术创新点

(1)通过网络标准时间（从NTP服务器）和PLC自身时间戳（从PLC）的时间差来提高时间同步性，以及自主开发的嵌入式边缘计算采集终端能够实现30ms的采集周期，从而确保故障预警、实时监控的精度。

(2)通过融合5G+AR+AI等先进技术进行应用创新，能够实现在线模式、离线模式和远程模式的智能运营维护服务。

(3)结合丰富行业经验，建立工艺时序，设备动作分析等十余个工艺分析模型，实时对相关责任人进行关联消息推送。打造采集-分析-决策的自动化产线整体运维解决方案。

方案应用效果

1.应用情况

解决方案目前处于推广应用阶段，已在德国奔驰、宝马、全球某头部电动车、马来西亚宝腾、一汽、北汽、上汽、广汽、吉利等30多家汽车企业及动力电池、中石油、航空等离散制造企业近百条产线现场取得初步应用成果，创造的价值超过20亿元，客户平均投资回收期小于2个月。

2.应用价值

平台通过工艺实时监控并引入智能算法模型，缩短节拍，提升效率，在不改变原有产线的基础上为客户带来额外的效能收益；

充分运用数据统计学原理，全局规划，统筹调度，精准推送，优化物料浪费5-10%，降低人员技术门槛；

通过建立多因素AI模型，并对其进行无监督学习训练，突破性的实现了汽车车身焊点质量100%在线检测，节约了大量检测人工并消除了汽车车身强度质量风险。

3.应用实例

| 企业名称 | 某德国头部车企                                                                                                                                                                                                                         |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 主营行业为汽车制造业，服务领域为生产德国大众、奥迪ABCD级系列轿车、奥迪V6系列发动机及其总成、零部件，并销售自产产品、提供售后服务。                                                                                                                                                            |
| 应用内容 | 在主焊五线、主焊二线、后盖线等自动化产线制造环节部署本解决方案，针对现有节拍提升问题，通过数据量化运算分析，发现潜在的优化空间；针对个别设备异常难以排查问题，通过实时监控精准洞察现场设备的运行状态，找出影响节拍的瓶颈工位，进行深度工艺分析优化，实现设备运行的稳定性。                                                                                           |
| 应用效果 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 节拍从78S降到70S,节省改造投资近600万，优化人员13人，成功实现三班转两班；</li><li>• 生产效率提升10%；</li><li>• 节拍提升11.42%；</li><li>• 节约13%的人力成本；</li><li>• 设备利用率提升24%；</li><li>• 设备能耗降低8%；</li><li>• 故障停机减少12.29%。</li></ul> |

|      |                                                                                                                            |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 某国内豪华车企                                                                                                                    |
| 主营业务 | 主营行业为汽车制造业，服务领域为生产红旗系列发动机及其总成、零部件、整车产品，并销售自产产品、提供售后服务。                                                                     |
| 应用内容 | 在焊装点焊工作站及涂胶压合工作站项目中为客户提升产能超过14%，节约电极帽超过10%，人工成本节约20%以上，得到了客户的高度认可，并在2020年工业互联网产业联盟第十四次工作会议上重点推介明珞MISP产品应用效果。               |
| 应用效果 | <ul style="list-style-type: none"> <li>节拍提升14%；</li> <li>节约20%的人力成本；</li> <li>设备能耗降低10%；</li> <li>故障停机减少12.29%。</li> </ul> |

## 商业价值

### 1.商业模式

本解决方案盈利收入模式如下：

(1)自动化产线诊断及优化报告服务收入，按照信号点的单价收费，预计单条产线信号点500-3000个，单份诊断报告价格5万元-30万元；

(2)系统本地化部署及运维管理服务，预计单个客户本地化部署及维护管理费用100-150万元，后续每年维护费在20万元；

(3)产线优化实施的收入，按照单个信号点提升1个节拍收费，预计单条产线信号点500-3000个，平均提升2JPH的产线优化实施收入在350万-2100万之间；

(4)监测系统服务收入，一套监测系统60万元，目前市场每年市场需求400套以上。

### 2.推广应用

当前的推广策略按照客户体量大小分为两大类：

(1)针对自动化程度高的大客户，依托于明珞传统产线直接融入和低成本试点示范，实现与大客户建立战略合作关系，共享收益。明珞装备现有的46家汽车主机厂客户、37家汽车零部件客户，以及13家电子、航空等一般工业领域广泛的客户群体基础上，已经实施的汽车自动化生产线项目超过1200个，具备庞大的生产线运维诊断对象基础库，在今后提供智能生产解决方案时，将MISP作为必需的增值服务模块推广给客户。

(2)针对中小型企业客户，依托已建立的离散制造创新中心第三方企业实体，汇集政府，上下游企业和研究机构等多方力量，通过创新中心行业标准与产业政策的协同推广，实现产业集群的批量方案实施落地。

## 总结

本解决方案在为每个终端客户带来业务上的直接效率提升和成本下降的同时，基于数据形成行业产线级设备性能可靠性的评估标准。提升行业产线的整体制造水平和效率，可以快速向其他高端装备、汽车零部件、电子等离散行业复制推广。

案例14

基于新技术的电网智能巡检解决方案

服务商简介

南网数研院是南方电网公司全资子公司，也是全球首家数字电网研究院，以打造智能电网、建设数字南网为目标，致力于构建一流创新平台，成为具有核心竞争力的高科技企业，实现支撑保障和新兴产业两轮驱动、协调发展。

背景和需求

1.行业/企业痛点

南方电网公司拥有32万公里输电线路及近8000座变电站。在电网业务中，输变配巡检工作，是保障电网安全稳定运行的必要手段。而输电线路东西跨度2000公里，海拔高度0-4500米，80%的线路位处高山大岭；变电站布点数量多，地域分布广、大多远离工业或居民集中区域，电力巡检工作存在结构性缺员、工作效率低、作业强度高和安全隐患大等痛点问题。

2.主要应用环节

针对上述问题，该解决方案应用大数据、物联网、移动互联网、人工智能等新一代数字技术，改变传统输变电巡检作业方式，提升巡检作业灵活性、智能性、实时性，发挥数据的生产要素作用，使电网更加安全、可靠、高效。

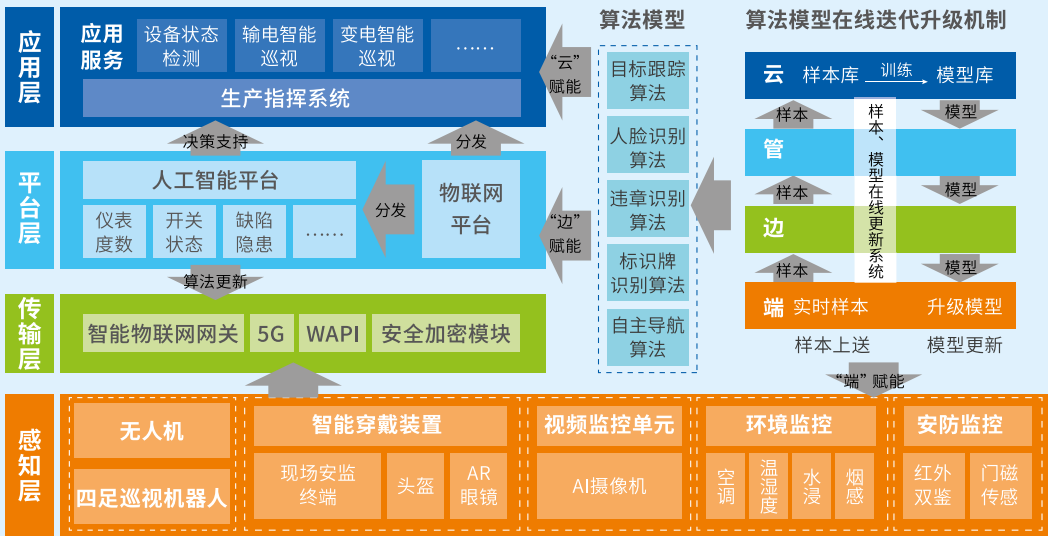
解决方案做法

1.主要内容

该解决方案与数字电网云边端融合整体架构统一，按照数据流由下至上分为感知层、传输层、平台层和应用层。感知层的智能终端将采集的海量多源数据

上送至边缘侧网关，再通过电力专网上送物联网平台。物联网平台将数据分发至人工智能平台，通过训练推理将决策信息提供至业务系统，同时将优化迭代后的算法下发至感知层，为端侧设备赋能，形成了云边端融合

图1: 基于新技术的电网智能巡检技术架构



本方案建设内容主要包含一个系统、两个平台、一个高可靠网络和两款智能装置：

一个系统，基于智能终端现场作业场景，建设输电智能巡检系统，实现从制定计划、现场作业、智能识别、结果发布到数据归档的全过程管理。

两个平台，建设人工智能平台、物联网平台。人工智能平台对算法模型统一训练管理，通过云边端协同机制，为各类终端装置赋能。物联网平台统一接收、存储、计算、转发物联设备的所有数据，包括设备状态、设备指令以及业务数据等。

一个高可靠网络，构建大带宽、高可靠、广覆盖和双向互动体验的通信网络，实现边缘装置采集的海量数据高速传输，确保信息、网络安全。

两款智能装置，基于人工智能、三维数字化建模及高精度定位技术，面向输电线路巡检场景研发一款智能无人机，实现自动导航、自动驾驶、自动识别三大

功能；基于人工智能、仿生机器人技术，面向变电站巡检场景研发一款四足巡检机器人，实现智能巡视、智能操作、智能安全三大功能。

## 2.关键自主技术的难点和创新点

支撑智能导航、智能识别的人工智能技术：基于机器视觉的自主导航及三维重建技术，实现无人机、四足机器人等运动形态巡检装置的路径自主规划、自动驾驶、自动避障等功能。基于特征工程、深度学习的智能识别算法，在输电领域实现架空线路本体缺陷、通道隐患、外力破坏的实时告警，在变电领域实现站内相关设备异常状态、人员违章行为的实时告警。

支撑感知层装置就地决策的边缘计算技术：通过压缩、剪枝、量化等方法对人工智能算法模型进行优化，实现边缘侧算法就地运行、数据就地分析。解决海量数据传输带来的延迟及带宽不足问题，减轻海量非结构化数据云端存储压力，减少带宽和存储的成本，提升业务闭环响应速率。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

输电领域应用情况：

本解决方案的智能无人机具备航线自动规划、作业自动驾驶、缺陷自动识别能力，解决了传统无人机作业的以下问题：

(1)依靠人工操控，仍需大量飞手手动操控，无法减轻现场巡检班组重复性体力劳作；

(2)需要大量培训，容易出现作业人员超飞、操作不当导致设备损坏等问题；

(3)智能水平不足，需通过存储卡将视频图像数据手动传输至后台系统进行人工识别。

变电领域应用情况：

本解决方案的四足巡检机器人具备行动灵活、端侧智能和自主作业能力，解决了传统轮式机器人作业的以下问题：

(1)通过能力差，不能满足草地、石子路等复杂路面行走以及上下台阶的作业要求；

(2)智能程度低，不具备就地分析能力，仍需将采集的视频图像数据上送至云端系统进行分析。

### 2.应用价值

提升企业经营效率。在输电领域，通过无人机自动巡检代替飞手操控巡检，巡检效率提高近2倍；通过数据智能分析代替数据人工分析，业务人员看图工作量降低80%以上，分析效率大幅提高；在变电领域，通过变电站机器人智能巡检代替传统人工巡检，减轻日常运维人员的工作量，巡检效率提升50%。

推动企业管理模式变革。南方电网公司成立了机巡管理中心，把原来由班组小闭环的作业管理，升级为省级机巡中心的集中式、规范化、透明化管理。输电专业员工由原来作业艰苦、人才匮乏的班组，逐步转型为机巡中心技术人才，更好实现巡检作业标准化、数据统一汇聚、作业透明化管理。

助力实体经济转型升级。持续汇聚样本、迭代研发算法，与相关软硬件厂商共同构建行业生态，使华为、共达地等设备厂商具备国际领先的电力智能能力，支撑他们更好地进入电网行业，促进我国实体经济高质量发展。

3.应用实例

|      |                                                                                                                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 广东电网有限责任公司                                                                                                                                                        |
| 主营业务 | 负责投资、建设和经营管理广东电网，经营相关的输配电业务。                                                                                                                                      |
| 应用内容 | (1) 在输电线路巡检环节，应用无人机航线自动规划、RTK高精度定位等技术，实现了无人机作业自动驾驶。<br>(2) 在巡视图片分析环节，应用人工智能图像识别技术，实现了输电线路缺陷智能识别。                                                                  |
| 应用效果 | (1) 在输电线路巡检方面，全省范围可减少60名巡检人员，每年节约人力成本约1200万元。<br>(2) 在机巡图像智能识别方面，通过数据智能分析代替数据人工分析，可降低业务人员80%以上看图工作量，单次巡检闭环时间由拍照完成后的15~30天缩短至7天。全省范围内可减少120名数据分析员，每年节约人力成本约1800万元。 |

商业价值

1.商业模式

本方案采用“1+N+M”模式的商业合作模式。“1”指南网数研院，是本方案构建的核心单位，主要负责算法研发、平台建设、资源整合等工作；“N”指广东电网机巡中心等系统内单位，负责提出业务需求；“M”指电力设备制造商等产业链参与方，提供智能硬件、外部资源。三方通过协同合作，以建成的通用性解决方案为基础，以客户需求为导向，为客户量身订做整体解决方案，并提供运维与升级服务。

2.推广应用

本方案立足南方电网市场，在支撑电网输电、变电和配网领域智能巡检的基础上，具备广泛的跨行业应用推广价值，可应用在传统制造业、能源行业、电信行业、铁路运输业、危险品仓储业，如传统制造业车间违章行为巡视、能源行业光伏组件光斑/污点巡视、电信行业架空光缆线路巡检、铁路运输业架空线路巡检、危险品储存仓库巡检等。

总结

本解决方案通过运用先进的工业互联网技术，以提升电网巡检效率，优化运维模式。同时，发挥南方电网公司产业链头部优势，带动华为、共达地等一批厂商进入电力行业，旨在促进实体经济高质量发展，实现经济转型升级。

## 案例15

# 基于电气信号的机电设备自主式健康管理解决方案

## 服务商简介

北京海智元科技有限公司是国家高新技术企业和中关村高新技术企业，专业从事机电设备状态监测、故障诊断方面的技术创新和产品研发，为动力机电装备提供高效可靠、经济实用的健康管理解决方案，保障工业产线安全稳定生产、增效降本运营，以及舰船机舱智能化运行。企业服务于船舶和石化、冶金、电力等机电设备密集型行业。

## 背景和需求

### 1.行业/企业痛点

电驱动机电设备是工业产线的基础动力，消耗60%以上工业总能源，直接关系着企业运行效率和产品质量。健康管理可有效避免小故障发展为重大事故，降低非计划停机的影响，促进计划维修向经济高效的视情维修转变，是工业互联网重要的应用场景。

受原理制约，原有基于振动信号分析的健康管理方案，技术源于超高价值装备的状态监测，硬件成本高，安装、检定校准困难，依赖专业故障诊断工程师使

用，国内工业企业“不敢用”、“不会用”、“用不起”的三大问题突出。致使工业产线数量庞大、种类繁多、单价较低的大中型、中小型电驱动设备，难以推行健康管理，应用广度只有发达国家的一半。这也成为制约产线运维的老大难问题。

### 2.主要应用环节

方案可应用于产线运维环节，也可用于机电设备生产，还可作为工业互联网平台的延伸支撑产品。

## 解决方案做法

### 1.主要内容

本解决方案从标准化通用化程度高、可测性好、侵入程度低的电气信号入手，深入挖掘分析电机输入端电压、电流波形数据，总结开发了电气、机械故障对应的电流瞬态波特征机理模型，结合机器学习和边缘计算等新技术，形成了一套部署使用更加简单、经济、高效的整体解决方案。

针对电气信号监测装置对于电气故障的灵敏度比振动信号法更强、对部分机械故障的定位不够细致的特点，本解决方案采用模块化、组合化架构，以电气信号监测为基础，提供iWVS无线振温、iWM有线振动、iOM

油液监测和iCM综合监测等功能模块灵活选配，满足不同用户、各类机电设备健康管理的多等级需求。

解决方案在本地边缘侧实现电驱动设备的数据采集、故障特征提取、异常监测、故障诊断、短期故障预测和辅助决策，智能化程度达到自主等级；在云端实现长期数据的存储、管理、分发和共享，与离线定检、维修维护记录、运行状态等其它数据汇集后，开展更广维度的数据分析和运维管理应用；本解决方案还可实现健康管理与电力监控以及电能质量、能效管理四项功能合一。功能如图1。

图1: 解决方案功能图



2.关键自主技术的难点和创新点

难点一是电气特征信号的提取，区分供电电源变化、负载波动和设备故障，避免误报警；二是模型准确性，区分电气故障与机械故障，定位电机、传动和负载三大组成部分的故障；三是构建合理的方案架构，满足不同设备、不同环境、不同用户需求。本方案先后突破了电气信号高保真数据采集与预处理、电气与机械故障综合智能诊断、机电设备自主式健康管理边缘计算三项关键技术。创新一是以机理模型参数自辨识算

法为基础，消除供电电源变化和负载波动的影响，综合采用独特信号调理、信号预处理算法、高精度多通道ADC等多种技术措施，破解电气信号信噪比较低的难题；二是基于特征参数基值自学习、回归预测、基于规则的专家系统实现异常检测、故障诊断和故障预测的智能化；三是采用模块化设计，满足不同企业多层级需求；四是兼容机电设备其它管理功能，供设备厂商和运维企业选择；五是采用状态监测装置、边缘计算箱、云端三级分布式异构计算，降低上云资源消耗，进一步降低工程实施的技术难度和综合成本。

方案应用效果

1.应用情况

方案已服务四家船舶行业企业，解决传统电力设备、辅助机电设备运行故障率高、停机频繁问题，有效提高占船舶平台数量比例最大的电驱动设备任务可靠性，为企业赢得市场提供重要的技术支撑。

2.应用价值

方案充分利用新一代ICT技术成果，基于全新机理开发了一套软硬结合的自主式机电设备健康管理系统，部署使用更加简单、经济、高效，并由传统的单纯新增装置，变为新增装置与向下涵盖替代原有装置相结合，实现健康管理与电力监控、电能质量管理、能效管理四项功能合一，采购和使用成本更低，解决工业企业“不敢用”、“不会用”、“用不起”机电设备健康管理的三大难题，有效减少因设备故障导致的计划外停机、安全事故等意外损失，降低设备性能退化对生产稳定性的不利影响，节省人员、运维、能源等成本。企业生产效益更高，产品质量更加稳定，生产过程更

加安全，经济效益明显。

随着海洋战略和强军战略的推进，舰船海上任务越来越多，航行区域越来越大，机电设备运行时间越来越长，特别是电驱动设备在舰船上使用众多，其使用故障问题成了舰船的短板。根据对近五年护航舰船装备故障情况分析，机电类装备故障次数占比接近全船90%，其中电动辅机占到了大部分。受人员编制制约，无人舰艇将大力发展，而无人平台的机电设备比重更大，任务可靠性要求更为突出。公务船的海上任务时间和续航力不断增长，其机电装备的可靠性指标位于船舶总体性能指标的前列。本方案在雪龙2号极地科考船和大型无人艇等装备的实施，将有力提升机电设备这个平台短板的运行可靠性，保障舰船顺利完成任务，军事和社会效益突出。

本方案发端于船舶，也适用于在各流程工业和离散工业门类中的机电设备。尽管短期效益无法衡量，但长期作用显著。

### 3.应用实例

|      |                                                                                             |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 常熟市国瑞科技股份有限公司                                                                               |
| 主营业务 | 船舶电气与自动化设备生产供货                                                                              |
| 应用内容 | 电气信号监测装置、无线振动监测装置                                                                           |
| 应用效果 | 实现了雪龙2号主海水泵、机舱主风机等关键电动辅机自主式异常检测、故障诊断，顺利完成南极科考任务。用于交通部北海航海保障中心大型航标船电动辅机故障监测，协助甲方智能配电板在竞标中胜出。 |

|      |                                               |
|------|-----------------------------------------------|
| 企业名称 | 中船712所                                        |
| 主营业务 | 船舶电力电子与电池研发生产                                 |
| 应用内容 | 电气信号监测装置、有线振动监测装置                             |
| 应用效果 | 通过电气信号和振动信号诊断变频推进电机的机械与电气故障，提高某大型扫雷舰电力推进系统性能。 |

|      |                                               |
|------|-----------------------------------------------|
| 企业名称 | 同方江新造船有限公司                                    |
| 主营业务 | 船舶建造生产                                        |
| 应用内容 | 电气信号监测装置、无线振动监测装置、油舱监测、电气火灾监测、舱室气体监测、智能传感器环网  |
| 应用效果 | 用于大型无人艇关键辅机、主要机电设备故障监测和舱室环境监测，可有效提高无人艇执行任务能力。 |

|      |                                                       |
|------|-------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 中船711所                                                |
| 主营业务 | 船舶动力装置、动力系统自动控制研发生产                                   |
| 应用内容 | 系统方案                                                  |
| 应用效果 | 军委科技委安排的×××平台自主式健康管理，用于动力、电力和辅机设备与系统健康管理，提高长航时平台任务能力。 |

## 商业价值

### 1.商业模式

北京海智元科技专注于“专、精、深”创新发展机电装备健康管理自主技术，积极融入工业互联网生态，与互联网平台、机电设备商、运维企业等相关方建立合作伙伴关系，配套提供标准化产品以及远程故障会诊技术服务，供合作伙伴进行系统集成、部署和使用。盈利来自供货与技术服务两个方面。

### 2.推广应用

我国年产交流电动机约3亿千瓦，大中型电驱动机电设备也是千万套量级，健康管理潜在价值数千到上万亿元，市场前景广阔。推广应用领域包含工业互联网和船舶两大板块。

推广策略，一是在智能船舶、无人船舶、视情维修大力发展的大趋势下，利用技术与市场先机，做好新研船舶和在役船加改装市场推广；二是在新基建战略发展的窗口期，充分利用政策支持和行业认可，持续抢占技术制高点，成为技术排头兵；三是先期结合重点工程与安全性要求高、非计划停机生产损失和影响大、维修成本高的典型设备，做好示范工作；四是通过扩大生产规模化、持续技术研发，进一步降低成本，使得中小功率机电设备应用也具有突出的效费比，逐步扩大市场；五是成熟标准化产品采取合作和代理模式，推广市场；六是建立国外配套合作关系，稳步拓展海外市场；七是在一定应用量后，扩大技术、数据服务的分量。

## 总结

本方案是基于全新机理的机电设备健康管理解决措施，有效降低部署和使用成本，解决产线运维难、运维贵的难题。他既是智能船舶的基础与核心，更能保障制造业增效降本，为工业互联网生根见效、高质量发展，保驾护航。

## 案例16 水电设备健康保障智慧赋能服务解决方案

### 服务商简介

水电设备健康保障智慧赋能服务解决方案由国电大渡河检修安装有限公司牵头，四川大汇大数据服务有限公司、成都大汇物联科技有限公司联合申报。其中：

国电大渡河安装检修公司总体负责设备健康保障智慧赋能平台建设，具体负责设备工况记录分析、工业机理模型、大数据算法模型的训练，以及日常设备健康保障运营服务工作；四川大汇大数据服务有限公司牵头平台需求调研与生态圈构建工作，重点承担集团化水电企业设备健康保障数字化赋能与智慧服务的需求调研、研发、运营服务工作；

成都大汇物联科技有限公司牵头平台的技术研发，配合开展中小水电及产业链生态圈构建，面向中小水电、产业链企业提供平台运营服务。

### 背景和需求

#### 1.行业/企业痛点

传统大型水电站采用设备计划运检、定期运检模式；运检手段单一，维护成本高，运行效率低；中、小型水电厂站一般为设备事后运检、故障运检模式，极易发生安全事故和经济损失；且中小水电站大多地处偏远，人力成本高，单一电站售电议价空间不足，精细化运控能力不足；电站之间设备物资独立封闭，大批高单价，低频率的专业设备，处于闲置状态；行业缺少整合电站供应链物资、提高设备使用率的工器具租赁平台。

#### 2.主要应用环节

方案基于工业互联网关键信息技术与统一服务平台，支持状态化、数字化、智慧化水电设备运检模式，降低水电行业生产运行、运维检修成本，提高各环节协同能力，提升水电设备全生命周期精益化管理水平，促进数字化、智慧化转型。

专业应用环节：感知监测、预测预警、决策指挥、管控执行。

生态应用环节：纵向，物联感知装置、边缘智能服务等；横向，工业商城、装备租赁、大数据共享服务等。

### 解决方案做法

#### 1.主要内容

平台围绕“13342”建设目标开展建设，即：一套平台、三类服务、三类资源、四个阶段、两项支撑。

平台面向水电行业发电厂站及配套产业链企业团队，提供一体化工业互联网服务门户服务，支持公有云、混合云多种部署模式，灵活支持大型集团化水电企业或行业各中小水电企业。

本解决方案通过建设“水电设备健康保障智慧赋能服务平台”，整体构建水电设备健康保障工业互联网“云”平台，包括：水电设备健康保障智慧服务业务中台、水电设备状态数据赋能数据中台、水电设备健康运行仿真测试平台、水电设备感知物联管理平台及水电“边缘云”平台等。

自主研发设备状态实时监测、设备健康动态分析、设备健康智能诊断、设备运行可视化分析报告、水电工业商城、设备共享租赁、水电专家文库、设备资产管理、物资供应链管理等应用系统，全面支撑水电设备健康保障专业服务需求。

基于水电设备健康保障工业互联网“云”平台，为各水电厂站生产技术团队、大数据挖掘分析团队、水电设备与感知装置厂商及行业领域科研院校，提供生态服务、平台资源与系统工具。支持共创共赢商业模式，完善及新增水电设备全生命周期精益管控各系统工具、设备远方集控、水情气象预测、地质灾害预警、大坝安全预警、鱼道监测、流域梯调等业务系统。

## 2.关键自主技术的难点和创新点

创新点1: 研发水电行业“万物互联”智能适配产品

基于EdgeOs开源系统,自主研发首套适用于水电行业的IoTos系统,智能适配全部主流水电设备、电气传感装置。

创新点2: 研发水电行业“设备健康”信息物理系统

首度实现水轮、发电机组复杂场景,信息数据与物理特征,相关建模、计算、评估与优化的融合。目前,已自主或生态联合,研发水电设备状态工业机理模型128套。

创新点3: 研发水电行业“人机协同”智慧服务技术

围绕“人机协同”过程中,人为主体,人机创新的目标。依据水电设备健康状态,智慧推送决策信息或管控服务。

创新点4: 研发水电行业“工业互联”可信互信技术

在保障数据安全的同时,保障水电设备数据可信委托、分析模型可信应用、多方服务互信共享等业务有序开展。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

截至2020年12月,平台已累计服务大中型水电机组280余套,涉及水电机组装机容量5200余万kW,占中国水电行业总装机容量14%,形成专利67项、软著17项、推行行标2套。

### 2.应用价值

(1)支持水电设备状态化、数字化、智慧化运检

基于本方案平台,实时监测设备运行状态,提供设备健康趋势预测预警分析报告,动态、智慧制定水电设备运维与检修策略,提供数字化、智慧化运检手段,实现水电行业设备计划型运检模式的转型。不仅可有效避免安全生产事故,更可降低运检成本,提高水电设备可用率。

(2)系统化促进水电企业数字化、智慧转型

基于本方案平台及创新研发的相关工业互联网装置,可降低水电设备健康管理、水电厂站管理信息技术应用门槛与成本,并可迅捷提供“智慧水电”成熟解决方案与平台系统工具。

(3)发电效益提升

每年可为已服务水电企业理论增发电量6800万度,增发量电营收2.47亿元(年平均发电3000小时,标杆电价0.288元,水电机组设备平均提高可用率3%,作为基数计算)。

### 3.应用实例

| 企业名称 | 国电大渡河枕头坝发电有限公司                                                                                           |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 水力发电                                                                                                     |
| 应用内容 | 赋能枕头坝电厂物联感知、边缘智能、实时监测、动态分析、智能诊断、自主决策六项智慧赋能服务功能。                                                          |
| 应用效果 | 2018-2019年期间,总体提高3号机组设备可用率2-10%,延长设备检修周期15%-20%,累计节约检修材料费59万,减少人工成本估算约33万。2019年起,该电厂平均每年总体节约运检费用10%-20%。 |

| 企业名称 | 国电大渡河流域水电开发有限公司龚嘴水力发电总厂(铜街子水电站)                                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 水力发电                                                                                                                                  |
| 应用内容 | 开展“智慧水电”转型建设,由我平台提供物联感知、边缘智能、实时监测、动态分析、智能诊断、自主决策、精益管控、生态协同八项智慧赋能服务功能,协同生态产业链伙伴提供远方集控、大坝安全、鱼道智慧监测、设备资产管理、人财物等智慧服务。                     |
| 应用效果 | 通过平台赋能服务应用设备健康度预测预警功能,在2019年4月,提前2天预警,精准定位了铜街子电站12号机组第516根线棒绝缘故障,专家远程指导现场值班人员,48小时内完成12号机组第516根线棒绝缘装置更换,避免了一次重大生产事故的发生,避免经济损失2100余万元。 |

商业价值

1.商业模式

项目基于市场需求，遵循推广策略，支持四大类商业盈利模式，23项可行的盈利具体策略。

|      |      |                                       |                                              |
|------|------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| 技术服务 | 自主研发 | 1.数字化电厂建设                             | 2.工业互联网平台建设                                  |
|      | 生态协同 | 1.企业知识图谱构建<br>2.能源大数据挖掘分析<br>3.图形图像识别 | 4.企业数据中台搭建<br>5.高精度定位解决方案                    |
| 专业服务 | 自主研发 | 1.设备健康保障系统<br>2.大数据服务<br>1) 设备状态实时监测  | 2) 机组健康度预测预警<br>3) 设备运行分析报告                  |
|      | 生态协同 | 1.远方集控系统<br>2.地址灾害预警<br>3.知识共享与文库     | 4.大数据服务（水情气象预测预报）<br>5.设备资产管理系统<br>6.专家互动与智库 |
| 生态服务 | 自主研发 | 1.工业商城<br>2.严选专区                      | 3.装备租赁<br>4.服务推荐                             |
|      | 生态协同 | 1.共创共赢<br>1) 专业服务系统<br>2) 创新“微服务”应用   | 3) 数据产品<br>4) 物联装置<br>2.设备金融保险               |
| 托管服务 | 自主研发 | 中小水电集控委托服务                            |                                              |
|      | 生态协同 | 1.专业人员培训服务<br>2.一站式增值服务<br>1) 水下监测    | 2)智能巡线巡查<br>3)预防性试验<br>4)其他                  |

2.推广应用

推广目标：水电行业一流的工业互联网服务平台；  
水电行业最大的设备供应及配套产业服务协同平台。

构生态：联合大型集团化水电企业与水电行业相关协会组织，牵头组织构建水电行业大生态圈

铸服务：为生态圈内不同企业团体提供平台化、专业化的服务支撑，持续引流沉淀市场客户

成市场：持续巩固发展平台核心竞争力，协同拓展水电行业市场，促进水电行业设备管理水平整体提升。

总结

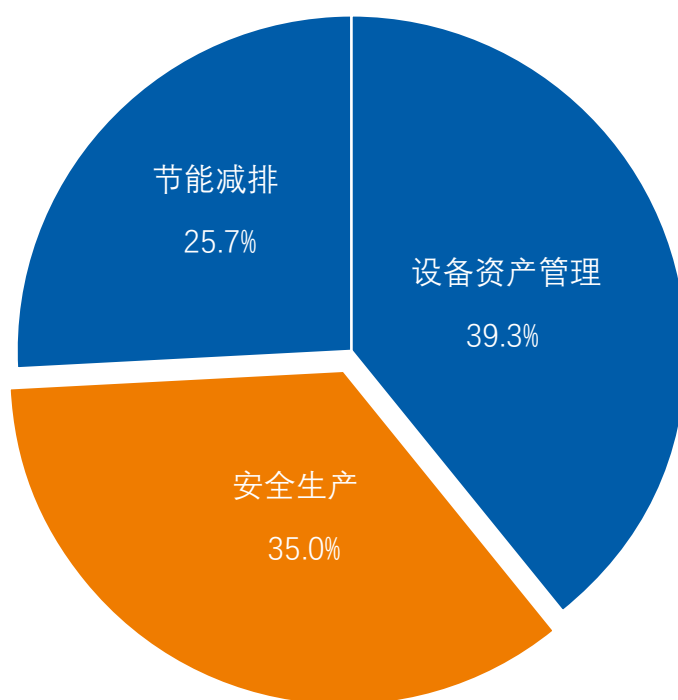
平台通过赋能支持状态化、数字化、智慧化水电设备运检模式，降低水电行业生产运行、运维检修成本，生态协同产业链各环节企业，共创提升水电设备资产全生命周期精益化管理水平，促进水电企业的数字化、智慧化转型发展。

## (二) 安全生产成为政企创新合作的重要领域

在煤化工、钢铁冶金、航天等多个行业，解决方案通过对复杂工业场景生产设备、生产环节、生产环境的智能化实时监控，结合人工智能算法等新技术，安全生产成效突出。如长征云安全生产监管解决方案通过充分利用大数据、大算力训练模型，实现设备、危险点、园区到全局的多级监控，2020年上半年长征云平台共发现解决安

全事件隐患超过600起；海安控融合5G、AI等技术，建立从终端设备接入、智能算法分析、可视化展示的工厂/企业生产安全管控体系，实现统一监管、智能预警及精准闭环，已在15个行业应用，事故隐患降低85%。

图12: 生产保障能力提升-安全生产应用情况



资料来源: 国家工业信息安全发展研究中心

案例17

长征云安全生产监管解决方案

服务商简介

航天新长征大道科技有限公司是中国航天科技集团有限公司旗下的高新技术企业。公司基于自主研发长征云工业互联网平台提供“先进制造+工业互联”系统解决方案、产品，已经在先进智能制造、安全生产监控、设备远程运维领域服务600多家公司，助力企业智能制造与数字化转型。

背景和需求

1.行业/企业痛点

随着产业规模的急速扩张，新制造工艺、技术和设备的更新迭代，日益复杂化的生产环境下安全生产监管面临新的问题和挑战。与此同时，疫情过后企业复工复产、达产达效的步伐加快，不安全因素随之增加。企业主要面临的问题如下：

- (1)受疫情影响企业安全隐患风险增大问题；
- (2)复工后生产压力导致风险加大问题；
- (3)安全风险隐患研判不够问题；
- (4)企业集中复工复产监管压力加大。

2.主要应用环节

方案主要服务工业企业用户，适用于特种装备、生产试验装备监控、危险品生产贮存厂所。主要为客户实现：

- (1)危险点分类、分级监测预警，及时发现异常情况；
- (2)应急处置自动化与决策支持，降低事故危害；
- (3)基于数据分析的安全风险识别与控制，安全管理由事后调查处置向事前预防转变。

解决方案做法

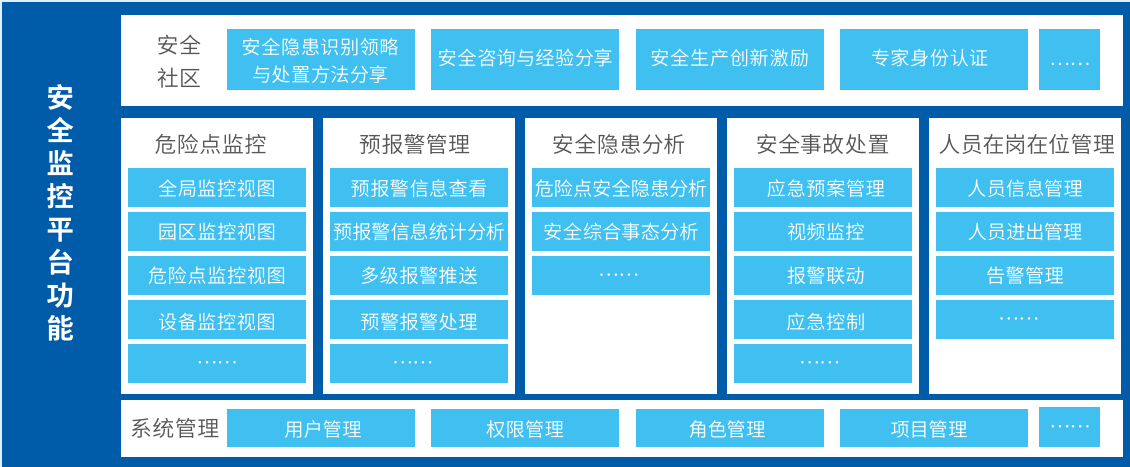
1.主要内容

整体架构

方案是基于自主研发的长征云工业互联网平台，将危险场所环境数据、设备运行数据、危险点现场视

频通过边缘计算网关采集，传输到云数据中心。实现各类危险点、危险设备实时监控，向企业各级安全管理人员提供多级监管预警，应急响应支持，安全隐患分析服务。

图1：安全监控平台功能架构图



危险点监控支持全局监控视图、园区监控视图、危险点监控视图以及设备监控视图，满足安全生产监管业务中各种层面的监控需求。

预报警管理支持预报警查看、预报警信息统计分析、多级报警推送以及预报警处理功能；可查看企业园区、危险点的详细历史预报警信息，进行预报警信息处理和综合统计分析。支持预设置报警点和信息推送功能，督促责任人执行处置。

安全隐患识别与风险评估包含危险点安全隐患识别、危险点维护提醒、危险点安全指数评估、设备健康码以及安全综合分析功能。

安全事故应急处置支持应急预案管理、视频监控、报警联动、应急控制功能，全方位指导应急响应与应急保障。

人员在岗在位监管支持人员基础信息管理、实名制进出管理、人员上岗在位监控、移动巡查监控、告警设置管理等功能。

安全生产社区以提高危险点风险防控水平为目标，支持隐患识别及处置方法分享、安全资讯与知识分享、安全创新激励、专家身份认证等。

移动安全监管提供移动端监控管理功能，能够赋予整个应急指挥准确的决策与执行能力、高效的协同与联动能力。

## 2.关键自主技术的难点和创新点

### (1)原生的自主可控

平台软件国产化率100%，边缘端产品元器件国产化率95%以上、软件国产化率100%，并且在物理安全、信息安全等设计方面采取了多种措施，确保了长征云信息安全、物理安全可靠。

### (2)“端、云”结合的数据处理

云端运用大数据计算能力进行大量规律、统一的数据处理解析，边缘计算网关具有较强的个性化数据分析能力，可快速解决客户的需求。“端、云”结合的系统构架极大的解决工业实时流数据量大，统计分析难的痛点。

### (3)极简的更改适配

系统具备工业软件工具属性，采用虚拟设备模型技术，能够在不编写软件的情况快速形成虚拟设备模型，完成项目适配。解决了工业现场需求变化系统不易更改的问题。

### (4)高可靠的硬件产品

边缘计算网关由国产军工PLC技术转化而来，核心关键技术大量在产品和项目中得到应用验证，技术可行，产品运行稳定。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

长征云安全生产监控平台解决方案市场覆盖航天、航空、市政、化工、石油石化等行业，已应用于78家企业342个危险点，涵盖锅炉、压力容器、特种电梯、起重机、热等静压机、环境试验台、危化品库房等30多类危险点或危险设备。

### 2.应用价值

目前已形成对特种装备、生产试验装备、危险品生产贮存三大领域的整体安全生产解决方案，并为大型企业建立集团级安全监控平台，提供跨领域、跨区域的数字化监管手段与工具，帮助客户提升安全隐患识别能力，降低了重大安全事故发生率50%，降低了事故应急响应时间60%，大幅提升安全生产管理信息化、智能化水平。

### 3.应用实例

| 企业名称 | 中国运载火箭技术研究院                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 应用内容 | 客户通过本平台对分布在北京、天津、河北、山西等全国多地十余个厂、所的I级危险点进行安全监控，并构建多级应急响应机制。                                                                                                                                                                                         |
| 应用效果 | <ul style="list-style-type: none"> <li>危险点监控由“在岗期间现场监控”转变为“24小时在线监控”；</li> <li>安全报警事件上报由“逐级上报”转变为“移动端实时推送”；</li> <li>安全监控由“异常报警”转变为“事前预警+异常报警+事后分析+隐患识别”；</li> <li>安全管理评价由“用措施说话”转变为“用数据说话”；</li> <li>事故应急处置由“现场处置”转变为“远程指挥+现场处置+应急联动”。</li> </ul> |

|      |                                                                                                                                                                                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 北京长征天民高科技有限公司                                                                                                                                                                                  |
| 应用内容 | 建设压力储罐区域安全监管平台，实现气罐区危险点的云端远程在线监测、综合分析、在线预警、报警，实现设备的安全运行，并实现远程控制功能，提升试验中心压力容器设备安全水平，为人员提供一个安全的工作环境。                                                                                             |
| 应用效果 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 支撑网络化数字化，通过平台统一接口获取设备状态、运行参数、监测数据，下发监测参数；</li><li>• 实现设备的远程监控和运维，快速定位设备故障或发现隐患，降低异常事件对设备安全的影响，以提高安全生产水平；</li><li>• 通过数据分析设备具体运行状态，为管理提供决策支持。</li></ul> |

|      |                                                                                                                                                                                                                            |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 唐山市特种设备监督检验所                                                                                                                                                                                                               |
| 应用内容 | 建设电梯安全运行管理平台，统一管理唐山某地区1000多部电梯的运行参数，对电梯故障和异常及时报警，为按需维保提供了数据支撑。针对疫情，推出远程呼梯助手与电梯消杀卫士，提高电梯使用的防疫安全性能。                                                                                                                          |
| 应用效果 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 通过平台统一接入运行系统及环境参数，支撑管理网络化数字化管理；</li><li>• 实现对电梯设备的远程监控和运维，快速定位设备故障或发现隐患；</li><li>• 通过数据分析，提供设备的利用率、运行时长等运行状态报告，为管理者提供决策支持；</li><li>• 支撑安全生产监管，降低由于设备故障对机房的影响，同时提高安全生产水平。</li></ul> |

商业价值

1.商业模式

长征云将主打平台经济，以“设备上云+数据运营服务”为主要模式，构建包括领域专家、客户、合作伙伴、渠道伙伴的长征云生态以及安全生产社区，以生态共筑领域规模发展。

解决方案收费模式根据建设内容收取相关费用，建设内容主要包括危险点现场建设、安全监管平台和危险点运维服务三部分。

2.推广应用

(1)长征云在航空航天、军工安全生产监控领域聚焦力量加大投入，专注开发和打造标杆案例和行业深

度解决方案，快速在细分行业、领域形成先发优势和规模效应，确立领导地位。

(2)积极布局全国区域研发中心和商务服务中心运营体系，成立具备独立交付、提供售后能力的区域服务中心。

(3)构建“N（区域）+X（伙伴）”的长征云生态，拓展重点行业战略合作伙伴，开展市场、产品、重大项目的全方面合作，突破行业壁垒。

(4)持续推广“长征云”工业互联网品牌，加速拓展市场和行业知名度。

总结

安全生产核心问题在于传统手段无法满足日趋复杂的生产环境，长征云安全生产监管平台赋能企业安全管理向互联而融合的6M（人、机、料、法、环、模型）管理模式转型，从“互联融合”、“智能感知”与“高效协同”三方面为安全生产作业保驾护航，从而达成社会效益提升。

## 案例18

# 电力智慧物联网-边缘物联代理系统解决方案

## 服务商简介

北京珞安科技有限责任公司是专注于工业网络空间安全的创新型高科技企业，以零信任安全理念为指导，自主研发了具有核心竞争力的安全产品；结合安全培训、风险评估、渗透测试、安全咨询、应急响应等安全服务，提供专业可靠的行业安全解决方案。目前，企业服务遍布电力、石油石化、智能制造、轨道交通、军工等关键信息基础设施行业。

## 背景和需求

### 1.行业/企业痛点

智能表计、新一代配电终端、电动汽车充电桩等多类型电力系统智能终端得到广泛应用，并在感知层实现数据融通和边缘智能，以及通信、计算等资源共享。电力系统智能终端作为能源互联中多网“融合控制”的纽带节点，其安全性直接关系到电网安全稳定运行，电力系统智能终端的信息安全防护技术意义重大。

存在以下痛点问题需解决：

(1)终端采集监控覆盖不足，缺乏统一规划设计和标准，未实现统一物联管理。

(2)平台软硬件资源利用率不高，数据存储、处理和应用灵活性不强，快速响应需求变化能力不足。

(3)数据不贯通，共享实时性不强，数据在提高电网安全运行水平、效率效益和工作质量等方面价值发挥不充分，未取得明显效果。

### 2.主要应用环节

供电公司配电房、变电站等电力设施数量较多，具有位置分散、覆盖面广、地理环境情况变化多端、易受用户增容和城市建设影响等特点。边缘物联代理通常都是在偏远地区，或用户端、企业机房、运营商节点，能够根据应用做出快速响应。

## 解决方案做法

### 1.主要内容

#### (1)技术架构

对外交互层：向物联管理平台提供专用的数据通道及管理通道，通过安全加密芯片保证通道的安全性。

边缘应用层：包含广泛的微服务，可提供边缘分析、智能模型匹配和安全管控功能。

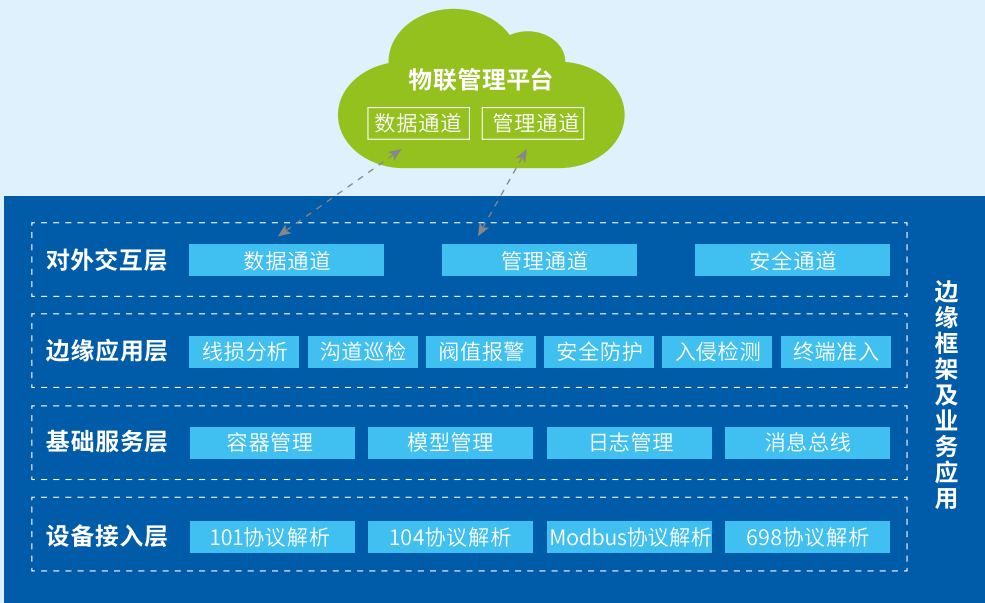
基础服务层：通过引入物联网通信协议MQTT，实现协议转换，边缘端数据处理能力。

设备接入层：与电力终端设备交互的边缘连接

器，基于边缘计算框架，部分微服务接口开发模式。

方案采用边缘物联代理系统，其硬件采用工业级高性能CPU，本地通信支持RS232/485、Lora、WIFI，远程通信支持以太网电口、4G。整体经过温湿度、电磁绝缘、湿热、外壳防护等严格的环境测试，能满足严苛的工业环境使用；软件上支持多种工业协议及电力协议的数据采集、协议转换、设备管理、性能管理、终端管理、日志功能及APP管理、人工智能算法下发及计算等功能，在低带宽、低时延、大数据及设计边缘计算等场景中均可满足客户需求。

图1: 技术架构图



(2)主要功能

主要实现的功能包括：本地通信、远程通信、协议解析转换、数据存储及处理、设备信息建模、边缘计算、设备管理、安全防护、入侵检测、终端准入等。

2.关键自主技术的难点和创新点

(1)难点分析

海量业务终端所采用的工业协议不一，采集难度大，同时大量边缘物联代理装置对性能、实时性要求更加苛刻。

(2)创新点介绍

本系统区别于市场上其他同类产品，该款设备的创新性主要体现在三个方面：第一、借助MQTT物联网协议，解决了原电力专有协议不具备的自描述特性，有效提高电力相关业务人员的工作效率，降低差错率；第二、支持物联网平台的物理模型，构建标准化的设备实体数据模型，满足物联网平台智能化设备管理的需要；第三、提供了可扩展的边缘计算功能，缓解大量终端接入带来的数据传输压力和电力主站的计算压力。

方案应用效果

1.应用情况

边缘物联代理系统在重庆电网公司建设试点项目并成功部署，成为业内首家工业物联网安全产品应用于电力智慧物联网的企业，试点建设工作提前7天前完成实施，为国网重庆电力公司云平台、数据中台、物联网管理平台上线保驾护航。除重庆电网公司外，该系统已在国网湖南电力公司落地使用。通过本产品可有效促进产业升级，并且技术成果在石油、智能制造、环保等领域也有大量的应用需求。

2.应用价值

边缘物联代理系统将更注重信息管理，以便能为

电网最优化、负载平衡、业务计划和其他的目的而抽取有意义的信息，因此要求对数据挖掘、分析、储存和管理。按照“可信互联”的策略优化终端安全技术，进一步完善已有的终端身份认证及数据传输加密机制，深化各类终端安全认证及数据加密技术应用，研究轻量级密码算法、轻量级身份认证和可信计算等新型认证技术，建立并完善物联终端安全检测机制，检测终端操作系统及软件应用安全，解决漏洞隐患带来的安全威胁，增强抗攻击能力，确保终端接入安全和数据安全。

系统已经在国网湖南电力公司和重庆电网公司落地使用，实际应用成效如下：

(1)统一终端标准，推动跨专业数据同源采集，实现配电侧、用电侧采集监控深度覆盖，提升终端智能化和边缘计算水平。

(2)基于全业务统一数据中心和数据模型，全面开展数据接入转换和整合贯通，统一数据标准，打破专业壁垒，建立健全公司数据管理体系。

(3)通过运用知识图谱算法关联故障案例库，包含67种故障处理意见，实现智能统一派单管理，抢修效率提高80%。

(4)采用深度学习的视频监控智能技术，实现异物识别、人脸识别、站内设备台账及状态识别、作业人员穿戴识别、工作行为状态识别等功能，提高对配电房内作业人员和作业行为的安全管控，降低作业风险。

(5)远程实时监控操作过程，现场技术人员、调度人员、客户通过APP和平台实现即时互动。

(6)在检修中，可以快速调出设备相关实时监测参数和图纸信息，快速分析设备故障问题。专家远程视频指导，大幅提高检修工作效率。

### 3.应用实例

|      |                                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 国网湖南电力公司                                                                                            |
| 主营业务 | 电力供应、销售                                                                                             |
| 应用内容 | 边缘物联代理系统应用于变电、配电场景，包含数据采集、协议转换、简单边缘计算需求、视频采集、入侵检测等内容，并在省公司物联网实验室完成对APN专网接入、物联平台接入、数据采集及上报、命令下发等基础功能 |
| 应用效果 | 提高配电网络的供电可靠性、减少平均停电时间。通过该项目的实施，促进产业升级，实现间接经济效益10亿元。                                                 |

## 商业价值

### 1.商业模式

由于边缘物联代理的架构或部署形态多样（以边缘控制器、边缘网关或者高性能服务器等形态部署）、部署位置多样（在企业生产现场、园区、本地机房或者省市县汇聚点等）、应用场景和需求多样，因此边缘物联代理的商业模式也灵活多样。边缘物联代理更贴近客户侧，而客户的应用需求又各不相同，因此以API形式提供能力开放服务，可以更好地满足客户的需求。在提供API接口服务时，可以按照API的不同性质采用不同收费模式：具有基本功能的API可免费使用，具有较大颗粒度能力的API，或者具有场景化或解决方案式的API，可采用按月、包年、License买断等形式。

### 2.推广应用

通过基于人工智能的电网可靠、可信边缘计算装置设计与研发，在电力行业内针对不同场景进行试点应用，如：电力调度、能源计量等场景，完善并成熟产品，从而与电力业务深度融合。最终实现电力行业基本标配装置，从而大范围推广。

在市场推策略上，在国家电网有限公司智慧物联体系建设的大框架上，积极参与项目试点示范，标准规范制定，最终通过国家电网有限公司牵头产业投资推进应用落地；另一方面也可广泛吸纳社会优势资源，拓展产业发展途径，对电力周边生态行业进行推广。

## 总结

本方案应用现代信息通讯技术，为工业互联网边缘计算节点增加安全属性，推动电力系统信息广泛交互、充分共享，为电网运行与发展提供强大数据资源支撑，广泛应用于各种物联网领域。

## 案例19

## 面向复杂工业场景的智能安全管控解决方案

## 服务商简介

海尔工业智能研究院构建全球工业智能领域资源共创共赢的生态系统。通过整合优势资源、构筑工业智能、建立技术转化平台、产业孵化平台、“立足家电业、面向消费品、辐射制造业”的互联网型工业智能研究院。现阶段，海尔智研院以AI+5G大规模定制验证平台为核心，聚合生态资源科技创新能力，为COSMOPLAT平台用户提供端到端的解决方案。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

安全生产一直是工业领域的重中之重，据2019年国家统计局数据了解，全国工业生产安全事故死亡29519人，其中95%的事故源于人的不安全行为。

工业生产安全监管痛点主要表现为：

(1)对企业来说，传统安监系统主要是依靠人力进行监控，人员投入大、成本高，且安全隐患检测效率低；

(2)传统安全监管数据无沉淀、无分类、无分析，对未知的安全隐患无法通过大数据模型进行提前预判；

(3)现行大多数生产安全方案运营商以项目方式交付，个性化定制特色明显，开发部署周期长，系统稳定性差，运维投入高。

## 2.主要应用环节

海安控平台主要服务于企业的生产环节，为企业生产安全保驾护航。

(1)该系统通过人工智能算法替代人力监控方式，可实现7\*24小时的实时监控，不但节省了人力成本，还大大的提升了监控的准确率；

(2)平台所有的监控报警记录均可查询，系统可实现数据报表分析，为企业的生产安全实现信息化、数据化，可通过大数据分析对企业的生产管理进行优化部署，大大减少安全隐患的发生率；

(3)该平台采用工业生产安全场景+算法+智能硬件的方式进行标准化的快速部署方式，系统稳定性强、部署周期短、运维成本低。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

基于海尔36年工业安全经验，融合5G、AI等技术，打造了3端边云+1安全+N场景的平台架构，形成全国最大的工业安全生态，建立从终端设备接入、智能算法分析、平台运营管理、可视化展示的工厂/企业生产安全管控一体化新升级，实现统一监管、智能预警及精准闭环。

(1)兼容多种数采方式的泛在物联前端采集系统，实现不同厂家摄像头及AIoT传感器数据快速接入；

(2)基于标准接口开放聚合的后端算法库--算法超市，含图像/视频算法分析库、音频算法库、大数据统计分析库等；

(3)预置主流深度学习框架，集成前沿工具套件及具有强大云端算力支撑的开发者平台，为开发者提供在线编码环境、训练环境、一键自动化测试、算法封装功能；

(4)中台应用管理层实现管理员权限设置、可视化云编辑、事件响应推送/报警联动模块、在线商城订阅、移动端及网页端版本更新等功能；

图1: (端边云) +1 (安全) +N (场景) 平台应用架构



## 2.关键自主技术的难点和创新点

(1)模式创新--基于增值分享模式，聚集上下游软硬件资源和算法开发者，打造国内最大工业安全生态社区。

(2)产品创新--低成本、快响应

低成本：平台式运营，使终端算力上移、云端应用下沉，中心云与边缘云高效协同，减少现场部署成本，边云协同实现低成本快速部署；

快响应：开发5G边缘网关和终端，部署灵活，实现安全数据超级上行（速度最快、带宽最大）、安全事故秒速响应

(3)技术创新--基于安全多方计算（SMC）、同态加密、差分隐私（DP）解决多开发者协同工作的信息孤岛和算法安全问题；利用区块链、联邦学习及大数据等技术打造全流程/全要素的高可靠高安全的安全体系。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

目前平台系统以点带面，穿透行业壁垒，累计已在家电、冶金、建筑、电力等15个行业应用，服务工厂/企业200+家，覆盖1000+场景，算法库沉淀算法500+，合同营收近1亿，创造社会经济效益近4亿，事故隐患降低85%。

### 2.应用价值

节省安全管理成本，企业每年因为安全管理投入的成本都非常大，利用海安控平台可以有效降低人员投入成本和传统安全设备投入成本40%；

降低生产安全事故率，海安控系统拥有1000+智能算法，智能摄像头无死角覆盖，安全事故数据分析报表实时呈现，有效降低安全生产事故率85%；

安全隐患快速发现，海安控的智能摄像头+AI智能算法可实现7\*24小时实时监控，发现问题第一时间通知安全管理者进行快速处理，有效杜绝安全隐患；

产业升级智慧工厂，实现安全监控无人化，在降低安全事故率的同时有效提升工业生产效率，实现工业生产的信息化、数字化、智能化。

3.应用实例

|      |                                                                                      |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 青岛海尔中央空调有限公司                                                                         |
| 主营业务 | 中央空调研发、生产、销售                                                                         |
| 应用内容 | 实现水冷区域测试管控、危险区域布防报警、喷漆房劳保佩戴管控、行车安全管理等功能一体可视化管理。                                      |
| 应用效果 | 打造内部样板工厂标杆，成为内部工厂争相学习榜样。预警准确率96%以上，安全管理效率提高300%，避免或有损失100万以上，员工安全意识明显提高，较项目型交付节省70万。 |

|      |                                                                                                                                |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 华润电力                                                                                                                           |
| 主营业务 | 电力销售、配网建设与运营、分布式能源                                                                                                             |
| 应用内容 | 厂区全方位监测劳保用品佩戴，工作区误入、翻越皮带等不安全人员及行为                                                                                              |
| 应用效果 | 获得国家应急部科技创新奖，工厂劳保用具违规情况减少70%，工厂违规情况处理落实90%以上。智能管控系统在工作现场中能够及时阻断并预防各类人身伤害事故，实现突发状况下的统一应急指挥调度，尽早启动环境灾害拯救措施，将灾害扼杀在萌芽状态，保障了企业安全生产。 |

商业价值

1.商业模式

平台秉承开放包容、大企业共建-小企业共享的服务模式，培育新生态，实现平台场景化、场景模型化、模型数字化、数字价值化。

对于平台上游-软硬件/算法供应商，采用开放共创模式建立生态资源池，通过在线商城实现用户需求对接，订阅服务利益分享。基于数据增值的开发者平台，实现算法沉淀，利益共享。

对于平台下游-工厂/企业用户，采用大企业共建-小企业共享模式。“大企业共建”指对接不同行业的龙头企业，共建行业样板，实现行业场景全覆盖，行业经

验云化，以用户付薪模式实现平台收益共享；“小企业共享”指基于大企业共建的行业应用平台，实现小企业“多快好省”的复制应用。

2.推广应用

(1)以海尔样板工厂为标杆示范，快速实现内部工厂的全复制推广应用；

(2)依托卡奥斯12个区域和15个行业，打造行业应用子平台，依托大企业共建共享实现跨行业推广及应用。

总结

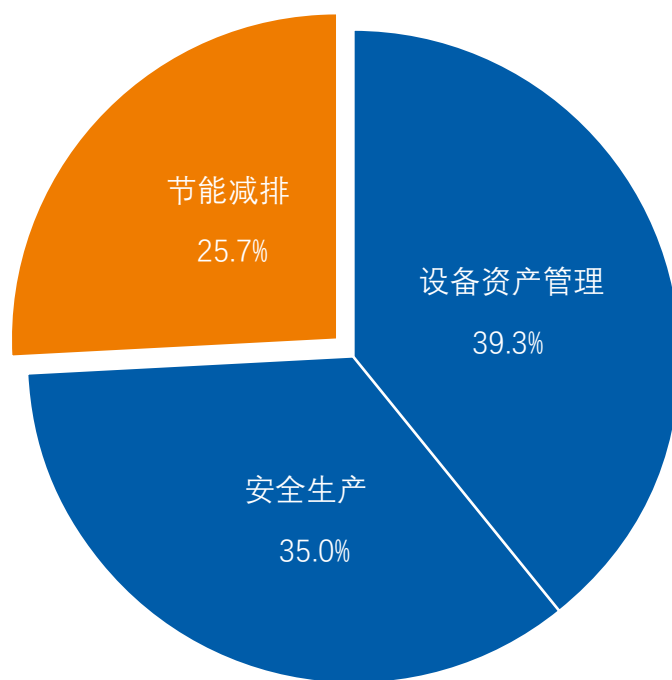
响应国家号召，推进工业互联网的发展。建设以AI+5G+大数据的工业4.0生产安全系统。最终实现企业生产安全的低事故率、低运营成本、高产量的目标。

### (三) 节能降耗促进用能服务专业化深耕

降本增效是工业企业关心的痛点，工业互联网通过采集设备传感器数据，收集生产数据、设备管理数据等，结合工业机理、知识、经验，应用大数据和人工智能技术建模，对生产工艺进行优化，降低设备能耗，减少污染物排放。如基于工业互联网的新型智慧用能解决方案融合云、大、物、智、移等先进技术，提出精益化、智能化的能源管

理方案，在深圳已完成123座智能配电房建设，降低能耗7%以上，降低用能成本8%以上；燃煤烟气SCR脱硝催化剂共享解决方案通过对脱硝催化剂利用效率机理模型和工业数据深度挖掘，打通催化剂全生命周期产业链，形成“无废脱硝”的良好模式，降低环保成本30%以上。

图13: 生产保障能力提升-节能减排应用情况



资料来源: 国家工业信息安全发展研究中心

案例20

# 基于工业互联网的新型智慧用能解决方案

## 服务商简介

南方电网深圳数字电网研究院有限公司（简称“深圳数研院”）成立于1999年8月，是南方电网公司全资三级子公司，作为高科技企业紧密围绕数字电网建设，专注于智能化、数字化、信息化领域开展研发创新、产品交付与运营服务。

## 背景和需求

### 1.行业/企业痛点

目前大多数用能单位存在能源管理模式粗放，能耗成本高，节能降耗缺乏有力措施；管理技术人员专业水平和技能偏低，不能依据利好政策有效指导生产实现能效提升；电能质量导致的良品率问题，设备运行事故风险较高，人力、运维等成本高；政府节能环保要求越来越高，环保考评越来越重要，企业管理无法有效支撑等问题。企业能源管理亟需从粗放式走向精益化、智能化。

### 2.主要应用环节

本方案主要针对企业生产、运营过程中的能源管理问题，提出精益化、智能化的能源管理方案，帮助企业实现全方位的节能降耗、优化用能管理。主要包括：革新传统能源粗放管理，实现企业用能统筹管理，促进精益生产；提供节能建议方案及措施，降低能耗，提高利润；实现用能设备的智慧运维，节省人力、运维等成本；提供政策解读降低成本，支撑节能环保监管与绿色制造转型。

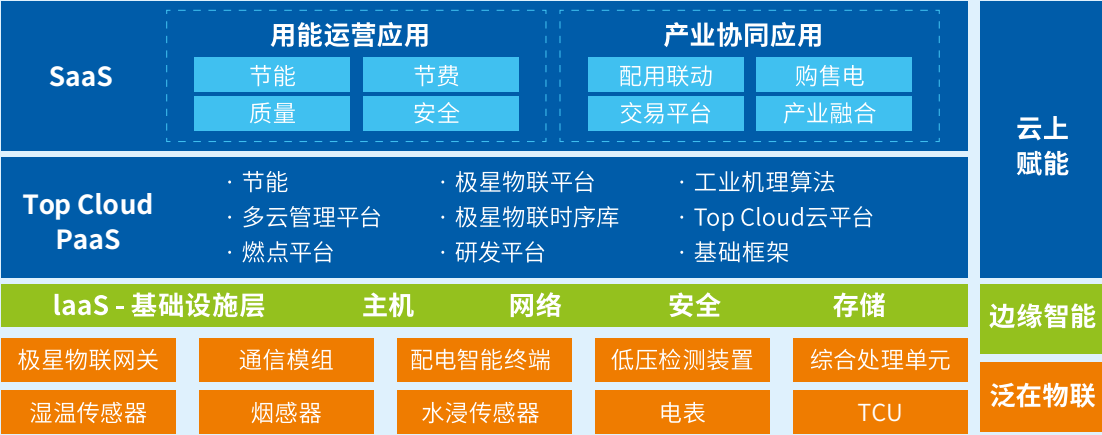
## 解决方案做法

### 1.主要内容

方案基于微服务架构，采用分层架构设计，边缘接入层为网关、传感器、智能终端等，获取设备数据；基础设施层即IaaS层，主要通过网络、存储等实现数据安

全传输和存储；通用平台层即PaaS层，为平台提供基础平台支撑及技术组件和业务组件能力；业务应用层即SaaS层，主要提供平台应用功能及各类解决方案。

图1：平台技术架构



本方案立足于为用能单位提供智慧用能服务，研发了节能、节费、安全、质量四大领域应用，涵盖能效监测及预警、节能节费、需求侧响应、多能协同、安全用能和智慧运维等一站式应用与服务。方案改变了传统能源行业历来“卖电（能）”的商业模式，实现以“卖服务”、“卖数据分析”、“卖智能硬件”为特征的新的能源行业新模式。

**能效监测及预警：**提供实时用能监控、异常预警、节能分析等，让用户掌握每度电来龙去脉，帮助节能节费。

**节能节费管理：**提供精准能耗分析、节能诊断潜力分析，帮助企业实现节能降费。

**安全用能：**实现电气设备全景监视和自动告警，以及小区、楼宇、配电房、家庭用能监控展示，及时发现用电风险。

**智慧运维：**实现配电房数据采集、接入以及实时监控、自动告警，打造电工APP、客户APP，实现网格化快速响应，线上监测预警与线下巡检检修联动，减少甚至杜绝事故，降低专业人力投入与成本。

**需求侧响应：**健全电网与用户需求响应手段，实现用户主动参与有序用电，获取经济补贴激励。

**多能协同：**提供协同策略建议、协同效果分析、多能综合展示等服务，为客户削峰填谷、经济用能、降低成本提供数据支撑。

**园区计量计费：**帮助供电企业落实国家政策，将降电费落到实处，帮助用能企业降低抄表与收费等运营成本。

## 2. 关键自主技术的难点和创新点

本方案深度融合云、大、物、智、移等先进技术，并在基于物联网的海量能源设备快速接入和智能交互技术、基于边侧融合终端的数据接入与处理技术、多源异构大数据深度融合应用技术、面向创新多元业务敏捷响应的微服务柔性平台架构等方面，进行了难点攻关和技术创新，打造了全托管物联云平台、服务产品全生命周期管理的DevOps自动化平台、混合云模式的应用组件等基础平台和组件，为平台建设及后期的升级等奠定技术基础。

同时，深圳数研院已构建从标准规范、技术体系到硬件设备、软件平台、模型算法的一套完整体系化技术成果，所有软硬件具备完全自主知识产权，全部技术自主可控。

## 方案应用效果

### 1. 应用情况

本方案应用帮助客户企业节约设备运维成本，减少人员成本，提高用电稳定性和安全性。目前本方案主要在深圳供电局、贵州黔能等企业实现了较好的推广应用。其中在深圳已完成123座智能配电房建设，安装4000+套配电房智能采集设备，并试点建设11个智慧能源小区、8栋智能楼宇、23个营业厅智能化改造。

其中，试点建设成效显著，在深圳区域有效帮助深圳电网打造“城市电网样本”，助力提升用电可靠性升至99.99%，获得电力指标全国第一、客户年平均停电时间接近世界领先水平；在贵州黔能公司试点应用，整体实现设备故障减少8%，能耗降低7%以上，用能成本降低8%以上，整体经济效益提升10%。

### 2. 应用价值

**开启能源服务新业态：**紧贴能源市场的发展趋势与政策走向，为用能业务、管理、运营提供全方位的信

息化支撑，满足精细化用能需求，提升工作效率和用能体验。大力挖掘能效数据价值，实现能效数据资产的变现，挖掘更多的商业模式。

**加速推进节能环保战略：**帮助企业降低生产能耗、合理配置电能资源、实现移峰填谷，促进社会节能减排，实现国家生态文明战略。

**降低能耗成本提升利润：**一方面通过能耗监测和能效分析进行科学节能减排，降低能耗和产品单位能耗量。另一方面，利用国家电力市场改革红利，合理安排用电，降低能源单价。从而实现为企业降低成本、提升利润。

**提升生产安全降低风险：**实现对用户区域用电设备全网实时监控，及时处理供电设备的事故隐患，发现的重大安全隐患，避免重大事故的发生。

3.应用实例

|      |                                                                  |
|------|------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 深圳供电局有限公司                                                        |
| 主营业务 | 投资、规划、建设、经营和管理深圳电网，经营相关的输配电业务等                                   |
| 应用内容 | 实现对包括电动汽车充电设施、绿色建筑、居民三类用户在内的多元化弹性负荷可调度资源集成，构筑“安全、可靠、绿色、高效”的虚拟电厂。 |
| 应用效果 | 打造2个绿色电力供需友好互动示范区、1个城区用电供需友好互动平台等，预计为客户节支1440万元。                 |

|      |                                                                                 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 贵州黔能企业有限责任公司                                                                    |
| 主营业务 | 水电、火电开发、电力设备检修、电力环保等业务                                                          |
| 应用内容 | 打造智慧能源云平台，对高低压设备进行设备运行状态监控、用电安全监控、能耗情况监控，提供运行、维保、修试、应急抢修、基本用电优化分析等全面的电气设备管家式服务。 |
| 应用效果 | 整体实现设备故障减少8%，能耗降低7%以上。                                                          |

商业价值

1.商业模式

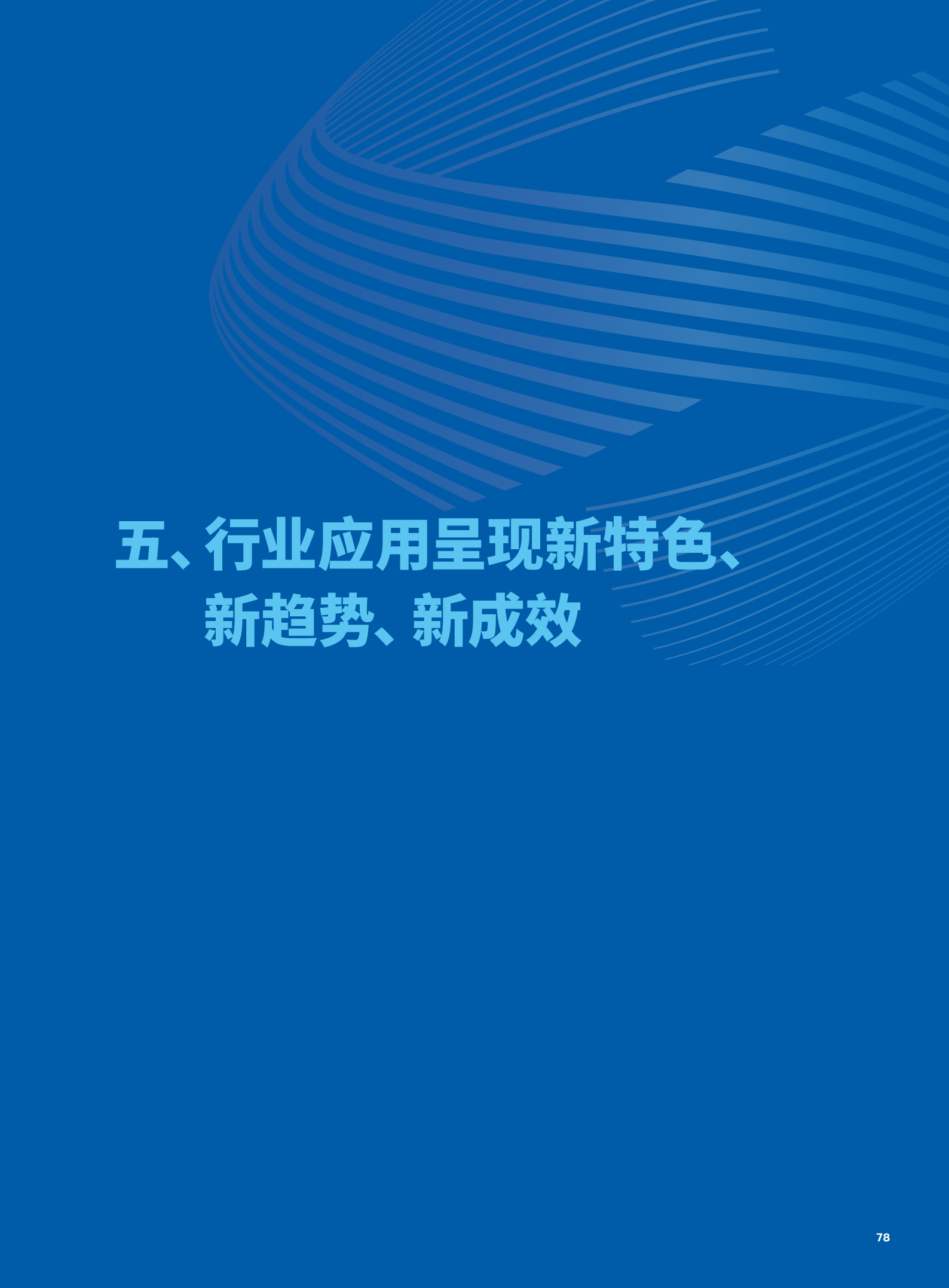
初期将以接入点和功能使用收费，以及出售智能硬件、方案咨询、数据服务、节能服务咨询收入，客户定制化功能开发、系统集成等开发收入为主。平台后期将基于客户运营、品牌优势，组建智慧能源产业联盟，将联盟的信息、需求、产品、服务、技术等资源进行聚合与共享，可实现商业模式的创新，发展出联合运营及商户入驻等模式。

2.推广应用

方案主要服务对象为电网企业及大中型用能单位，并可延伸至工业园区、产业基地等，服务市场广阔，市场潜力巨大。深圳数研院作为南方电网公司的全资三级子公司，在工业互联网运营上，可善用上级单位的产业链资源、线下服务资源以及数据资源，开展平台的推广运营。同时，联合政府协会、工业互联网友商，拓展产业链上下游市场，高效的与用户建立起合作，快速地将服务和应用推广到目标客户。

总结

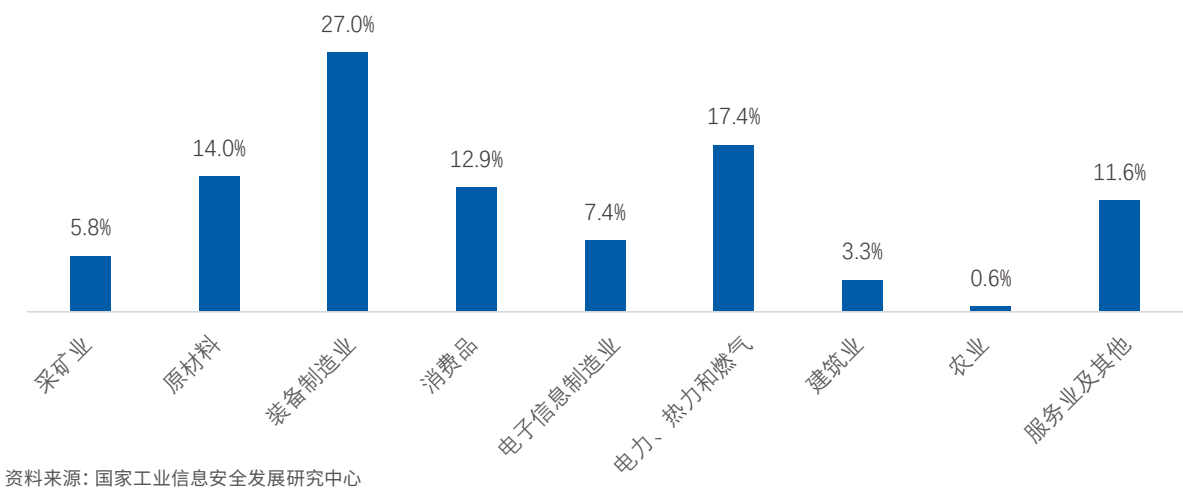
全球新一轮科技革命和产业革命加速发展，面对新时代、新环境、新机遇，深圳数研院恰逢其时推出基于工业互联网的新型智慧用能解决方案，将助力能源行业数字化、智能化建设和高质量发展，催生新业态、构建新生态。



## **五、行业应用呈现新特色、 新趋势、新成效**

工业互联网行业应用范围和深度不断扩大，解决企业痛点、价值成效有亮点的解决方案。在近三十个工业行业形成了一批具备行业特点、

图14: 大赛百强解决方案应用行业分布情况

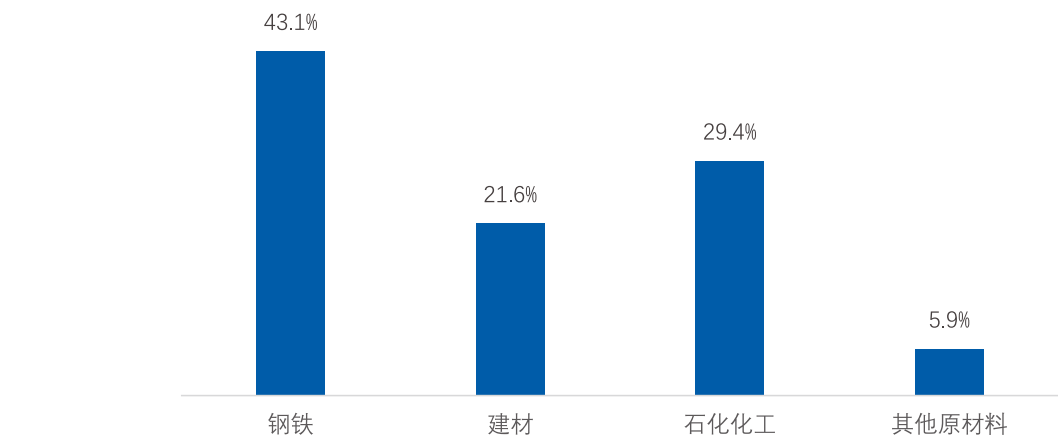


(一) 原材料行业关注工艺改进和智慧运营

原材料行业在工艺、流程优化等方面的融合应用不断加深，通过应用大数据、人工智能、数字孪生等新技术，推动行业工业知识和经验沉淀，打造新型工艺方法与用能模式。如钢铁一体化生产智能管控解决方案，通过自主研发基于大数据和人工智能的多工序一体化生产管控和远距离大规模集控安全生产等核心组件，推动了行业流程再造和组织变革；面向铸造行业的数据驱动智慧

生产解决方案利用数据挖掘技术研发IAPBOA算法，并利用历史配料数据建模，实现配料预测与优化；流程工业生产数据化运营解决方案利用大数据技术，构建生产敏捷管理闭环模式，沉淀水泥、建材等流程行业生产数据，利用自研算法与模型对生产流程及工艺进行持续优化。

图15: 大赛百强解决方案在原材料行业应用情况



## 案例21

# 基于工业互联网平台的钢铁一体化生产智能管控解决方案

## 服务商简介

基于工业互联网平台的钢铁一体化生产智能管控解决方案由中冶赛迪重庆信息技术有限公司（以下简称赛迪信息）和重庆工业大数据创新中心有限公司（以下简称创新中心）共同打造。赛迪信息与创新中心在产品研发与设计、项目的实施与推广等过程中均有深入的合作。其中，赛迪信息重点负责应用需求分析、产品研发与实施，创新中心重点负责产品的市场推广，并将产品推广至有色、能源、石油、电力等领域。

## 背景和需求

### 1.行业/企业痛点

钢铁行业是国民经济的支柱性产业，面临资源、效率、安全和环境等多种核心问题。从大数据智能化的技术角度看，企业存在的问题包括：缺少统一的生产数据采集、处理、存储和应用平台；生产信息跟踪完整性和精确性有待提高；数据间的关联和组织有待提升；数据对生产的支撑作用有限。

### 2.主要应用环节

解决方案目前主要用在钢铁行业生产、研发、运维过程中。方案针对制造工艺、生产流程、质量管理等核心业务进行优化，打破传统钢铁模式中管理与操控的物理隔阂及信息隔阂，以连接和数据为基础打造一体化集中式生产管理新模式。

## 解决方案做法

### 1.主要内容

解决方案核心技术与功能包括：

应用工业互联网平台作为底座：工业互联网平台基于私有云架构，对下连接生产车间自动化系统以及智能传感设备等，对上支撑全厂级生产管控应用，包括数据工作台、业务工作台、PaaS基础平台。其中：

PaaS基础平台基于容器技术，结合自动化手段帮助企业构建从代码构建、持续集成、持续部署到运维监控的完整链路，提供集群管理、应用编排、日志监控等功能。

数据工作台支持数据对象建模，规范化数据定义和产线构建。支持多工业协议对设备及系统进行数据采集，支持自定义数据关联以及主题数据加工，提供生产要素数据统一存储管理和服务。

业务工作台提供大量通用及专用组件支持快速应用的开发，包括可视化开发、视频AI引擎等通用组件，主题数据挖掘、时序数据分析等数据分析及可视化组件，流程引擎、消息中心等岗位协同组件。

深入钢铁行业的智能应用，以生产稳定顺行、全成本最优、质量管控最佳为核心目标，开发智能管控应用，使钢铁企业实现从单元信息化向全厂系统性的数字化和智能化迈进。典型应用包括：

覆盖全工序的大数据中心，对数据进行跨工序、跨层级的精准匹配，为多工序整体建模、智能协同控制以及故障预测提供数据支撑。

具备行业生产特征的大数据建模和分析：采用大数据挖掘各影响因子相关性，开发多目标非线性回归等核心算法，开发了大量跨工序数据融合的智能应用模型，实现生产实时联动分析。

基于人工智能的安全生产应用：基于音视频分析、电子围栏、集散联动技术实现跨工序的大规模远距离集中操作，从物理空间和业务流程两方面同步协同。

2.关键自主技术的难点和创新点

(1)行业内首次实现了“烟囱式”闭源单体套件向“扁平化”微服务架构的技术变革，开发了跨工序、跨层

级、高效协同、信息共享、开放兼容的钢铁工业互联网平台。

(2)首次开发了基于大数据的钢铁多工序一体化应用系统，以生产稳定顺行为中心，提出了“仿真模拟-过程模型-大数据挖掘-反馈控制”的技术架构。

(3)首次构建了基于人工智能的跨工序跨系统大规模远距离安全生产技术体系。以视频分析、音频分析、电子围栏、集散联动等技术为基础，建立了基于智能闭环控制架构、安全控制系统、三电综合保障技术的一体化集中操控体系。

方案应用效果

1.应用情况

目前，解决方案应用项目包括：宝武韶钢智能铁区项目、宝武韶钢智能轧区项目、宝物湛江智慧水务项目、宝武武钢智能轧钢项目、宝武武钢智能铁区项目、宝武马钢智能铁区项目、南京钢铁智能铁区项目、永锋钢铁全厂智能化项目、中天钢铁智能铁区项目、荣程钢铁智能铁区及物流项目等。

2.应用价值

该项目通过应用基于工业大数据的钢铁一体化生产智能管控技术，开发了以协同优化为目标的一体化管控系统以及远距离大规模智能集控技术等关键技术，并在智慧中心等重大工程项目中应用，形成了一套钢铁智慧制造的整体解决方案，产生显著效果，包括：

- (1)促进跨工序协同生产管控。
- (2)全面提升安全管控水平。通过集中管控和基于AI智能的安全问题发现和报警，减少安全区域工作人员，提升安全预防和监测能力。
- (3)改善工作环境。通过远程集中操控，建立新型生产工作环境，优化和改变生产管控模式。
- (4)产生节能减排效果。根据统计，项目可平均降低燃料比10kg/t，所应用的近30个应用项目总计钢铁产能约6000万吨，每年减少CO<sub>2</sub>排放176万吨；如果推广到全国9亿吨产能，每年可减少CO<sub>2</sub>排放2640万吨。

3.应用实例

|      |                                                                                                                              |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 宝钢湛江钢铁有限公司                                                                                                                   |
| 主营业务 | 热轧板、热轧酸洗板、冷轧薄板、热镀锌板、电工钢及宽厚板等                                                                                                 |
| 应用内容 | 在全厂水处理智能化集控项目中：打通全厂水系统“取水制备-供给输送-循环利用-废水排放-处理回用”各环节信息流，建立了水务系统大数据中心、水系统协同控制模型、一体化水务管理体系、全流程废水治理体系，实现跨平台信息互联、跨系统控制闭环、跨工序协同生产。 |
| 应用效果 | 原有的15个操作室，40多套控制系统，16万点数据，260个视频，集中到一个操控中心，建立一体化管控平台，实现全厂水系统、工序循环水系统远距离、大规模的集中操作、控制与管理。劳动生产率提高30%，吨钢新水消耗降低7%，实现废水零排放。        |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 广东韶钢松山股份有限公司                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 主营业务 | 板材、棒材、品种线材以及特钢长材等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 应用内容 | <p>在韶钢智慧中心项目中：</p> <p>韶钢智慧中心集控范围包括铁区原料、烧结、焦化、高炉、铁水运输、TRT除尘6大工序24个系统，42个分散的中控室优化为1个集控中心统一控制。</p> <p>项目采用统一硬件平台、软件平台和数据平台的钢铁工业大数据中心，部署工业互联网平台，汇聚式钢铁全流程各工序数据。</p> <p>持续构建智能应用体系，基于模型间数据交互，采用大数据挖掘各影响因子相关性，开发多目标非线性回归等核心算法，构建生产智能诊断、操作预测控制、工序联动管控等决策模型。</p> <p>将生产工艺、咨询方法相结合，精简操作岗位，优化产线设置，并由此进行组织的扁平化设计，推动了管理创新和组织变革。</p> <p>大规模集控实现安全本质化，建立大数据决策支撑智能化管控；部署设备运行监测、能耗监测、环保监测、安全监测等APP。</p> |
| 应用效果 | <p>产量提升约600吨/天，煤比置换焦比40KG/吨铁，2019年创造效益约3.1亿元。</p> <p>通过钢铁一体化智慧集控中心的上线，韶钢操作岗位从81个减少至50个，合计精简操作人员124人。</p> <p>通过远距离大规模集控，436名操作工撤离涉煤气等重大危险区域。</p>                                                                                                                                                                                                                                        |

## 商业价值

### 1. 商业模式

本解决方案可以广泛应用于我国钢铁工业生产，尤其针对炼铁、炼钢、轧钢等钢铁各工序。

当前，解决方案主要以定制化销售的形式进行市场推广。未来，本解决方案还将结合公有云部署打造开放应用生态，通过订阅服务的方式持续提供服务。

### 2. 推广应用

一是面向钢铁企业提供基于工业大数据的一体化生产智能管控的解决方案，支持设备状态监测、生产

过程高清视频监控、大数据决策、设备管理工业APP等服务应用，以及定制化开发。

二是面向全国不同行业的制造企业，推广主要提供能耗监测、设备运行监控、精准运维、应用监测等简单、快速、有效的服务。

根据这两种推广策略，最终形成优化工业企业核心业务运营能力的工业互联网生态圈。

## 总结

钢铁行业是能耗高、生产环境最恶劣、劳动岗位最密集、运行效率最低下的工业制造业之一。解决方案通过数据集中与分析、操控集中与协同、智能生产协助，可大幅提升生产管控效率和能力。

案例22

面向铸造行业的数据驱动智慧生产解决方案

服务商简介

天津开发区精诺瀚海数据科技有限公司为国家高新技术企业，建有博士后科研工作站。通过 ISO9000、ISO20000、ISO27001国际认证、知识产权管理体系认证。承担多项国家及省部级重点研发项目，为中信戴卡集团、德龙钢铁集团等多家企事业单位提供了专业的工业智能和数据分析服务。

背景和需求

1.行业/企业痛点

我国是铸造大国但不是铸造强国，总产量居全球第一，但无论在质量还是能耗方面，都与先进国家有较大差距。传统铸造生产过程管理粗放，存在原料浪费高、配料不准、质量难控、关键工艺无分析等问题，严重制约铸造产业的发展。

2.主要应用环节

该方案主要应用于传统铸造生产流程的熔炼、浇注、热处理、机加工、质量检测等生产工序。熔炼过程解决了手工计算、配料不准、质量不高等问题；浇注过程解决了工装管理难、关键工艺无分析等问题；热处理过程解决了管理粗放、质量难控、问题难追溯等问题；机加工过程解决了数据难流通、数据价值难挖掘等问题；质检过程解决了质量问题难以形成闭环问题。

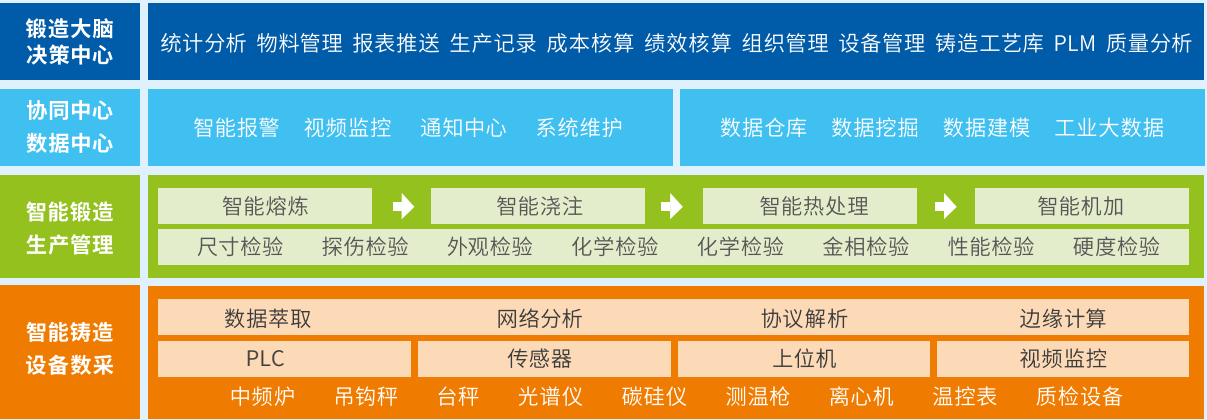
解决方案做法

1.主要内容

面向铸造行业的数据驱动智慧生产解决方案是“互联网+工业”，在铸造行业的应用与实践。系统由设备数采，生产管理，协同中心&数据中心，铸造大脑四模块构成。方案通过“智能熔炼”、“智能浇注”、“智能热处理”、“智能机加工”和“智能质量检测”五大生产引擎，实现对传统铸造生产流程的升级改造。系统协同中心与工业大数据中心优化生产工艺，形成企业自身“铸造大脑”。

能热处理”、“智能机加工”和“智能质量检测”五大生产引擎，实现对传统铸造生产流程的升级改造。系统协同中心与工业大数据中心优化生产工艺，形成企业自身“铸造大脑”。

图1: 智能铸造生产管理系统



该方案熔炼模块，预配降成本，精配省能源；浇注模块留存铸件形成过程；热处理模块实现智能排产排程；机加工模块连接各类设备机床。通过“工业大数据中心”模块，采用数据挖掘、机器学习等技术优化生产工艺。质量检测信息实时闭环反馈，达到质量可追溯。

## 2.关键自主技术的难点和创新点

### (1)工艺级改造

精诺自主研发IAPBOA算法，以成本优先、库存优先为优化目标，以产品质量、工艺要求和原料库存量为约束条件，利用数据挖掘技术和历史配料数据建模，实现配料预测与优化，达到生产质量和成本的最优化。

### (2)全产业链覆盖

聚焦于铸造行业全产业链，将产业链中上下游企业进行链接。企业应用项目后，会留存其原料数据、设备数据和经营数据等，以此数据为价值驱动，进行数据分析与应用，可将上游原料厂商、设备厂商和下游客户链接到一起，逐步掌握整体产业链数据。

### (3)打造企业大脑

“生产大脑”、“经营大脑”、“产品大脑”共同构成“企业大脑”，生产数据覆盖各环节，打通生产和经营数据链。支持系统正常运转的同时，优化生产工艺，辅助经营决策，实现生产流程标准化、企业管理精细化。

### (4)构建知识产权群

知识产权群由设备互联及故障预警、能源预测及优化、基于场景的单点智能、生产过程管理及优化，以及该方案所得的自主知识产权核心技术组成。设备互联及故障预警包括端边云架构、故障诊断及预警、设备数据采集；能源预测及优化包括能源优化、能源预测、能源管理；基于场景的单点智能包括柔性调度、个性化定制、智能装炉等；生产过程管理及优化包括库存管理、过程控制优化、物流管理等技术。在上述核心技术支持下，精诺数据成功解决了传统铸造生产过程的痛点问题。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

精诺数据的客户主要有国内外领先企业、国内中小型企业。面向铸造行业的数据驱动智慧生产解决方案对于大型企业，如中信戴卡集团、宁夏吉元、德龙轧辊等，提供整厂解决方案；对于中小型企业，如山东八尾、邯郸慧桥等，提供标品解决方案，并在泊头、盐山等进行集聚区示范推广。

为传统铸造企业搭建“积木式”智能铸造平台，助力企业快速实现数字化转型升级，基于单点智能对熔炼、热处理等关键工艺优化，改变了企业“差不多就行”的现状。

### 2.应用价值

全流程智能铸造解决方案解决了铸造行业生产过程中的共性问题，提升行业信息化、智能化水平，助力企业降本增效、提质减存，产生更大经济价值和社会价值。

生产流水线无需停产待料，减少了影响熔炼质量的环节，大大降低了质量控制的管理成本；从生产环节上保证合金生产时采用的是最优化方案，大大降低了企业生产成本；通过精确计算铸造生产过程中的配料比例，为铸造企业提高了研发、试验、生产的效率；因为操作简便快捷，降低了工人劳动强度，工作效率提高，生产效益相对提高；同时，由于采用了标准化的计算方法，企业生产的配料方案将采用计算机辅助计算的方式，有利于企业配料方案的标准化，对于提高产品质量、提高产品竞争力有极大的帮助。

该系统已成功为实际应用的铸造企业节约原材料成本15%，能源成本5%，生产效率提升12%，铸件精度提升30%，用轻量化的工业智能系统，助力传统铸造企业向智能化迈进。

3.应用实例

|      |                                                                        |
|------|------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 邢台德龙机械轧辊有限公司                                                           |
| 主营业务 | 铸造轧辊和锻钢轧辊                                                              |
| 应用内容 | 离心轧辊铸造车间数字化与智能制造专家系统                                                   |
| 应用效果 | 1.提效增产：人均产量由55吨提高到70吨，年创效5000万元<br>2.提高产品质量，减少因质量问题而产生的工序停滞和费用，提高准时交货率 |

|      |                            |
|------|----------------------------|
| 企业名称 | 宁夏吉元冶金集团有限公司               |
| 主营业务 | 镍铁、硅锰合金、冶金炉料、有色金属等         |
| 应用内容 | 铁合金矿热炉智能大数据平台              |
| 应用效果 | 节约能源成本4%，产量提高3%，质量稳定性提高10% |

|      |                      |
|------|----------------------|
| 企业名称 | 沧州浩泰管道装备制造有限公司       |
| 主营业务 | 热扩钢管芯棒、钢制对焊模具、铸不锈钢件等 |
| 应用内容 | 全流程智能铸造生产管理系统的智能浇注模块 |
| 应用效果 | 节约能源成本9%，铸件精准度提升23%  |

商业价值

1.商业模式

精诺数据打造“客户触达——方案匹配——灵活部署——收集生产数据——建立生产档案——持续服务，留存客户”的服务运作模式，完成从触达客户到持续服务客户并优化工艺的步骤，从而实现客户效益最大化。盈利模式由软件系统、硬件产品、运维服务三部分组成，精诺将软件系统和运维服务叠加于硬件产品上，有效进行差异化竞争。同时，精诺将系统功能模块组件化，分块上线、按需收费。收费模式分一次性收费、按时间（季度、年度）收费、按生产产量收费三类。

2.推广应用

推广策略主要包括线上和线下两种方式。线上方式包括搜索引擎和自有内容池，搜索引擎推广包括官网、问答推广、相关论坛等。精诺将通过提升网站访问量，实现网站产品销售转化；自有内容池包括精诺自有铸造行业资讯站和论坛，将定期分享铸造行业最新资讯，实现宣传系统的目的。线下方式包括渠道商和合作推广，精诺将借助光谱仪等铸造厂核心设备渠道商本地客户资源优势触达客户；积极与行业协会及第三方展开合作，通过线下展会等方式推广产品。打造示范点，在合作公司投入使用，增加周边合作。

总结

面向铸造行业的数据驱动智慧生产解决方案有工艺级改造、流程级创新、云化部署和铸造行业大脑四大优势，助力传统工业企业实现预配降成本，精配控质量，生产省能源，管理更透明，推动传统制造业数字化转型升级。

## 案例23

## 流程工业生产数据化运营解决方案

## 服务商简介

广州博依特智能信息科技有限公司由华南理工大学院士团队于2014年创立，聚焦造纸、建材和食品等流程工业，自主研发了流程型行业工业互联网平台，集成生产到管理、原料供应到产品销售等全链数据，让“连接”加强生产要素协作，以“数据”助力精细化管理，用“模型”驱动优化生产，改变传统行业生产方式，实现产业智能转型升级。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

造纸、建材和食品等流程工业是一个复杂异构系统，具有不确定性、大滞后性和非线性特点。

(1)这些行业的原材料都是天然、非标准化的，比如木材、石头、泥沙、农作物等，应用非标原材料生产标准化产品较为困难。

(2)原材料投放生产后，要过一段时间才能形成产品，同一个时刻原料和产品无法直接对应。

(3)生产过程关联关系复杂、变量多，原料变化频繁，生产过程涉及物理和化学的变化，机理也更加复杂。

(4)这些行业普遍还存在能耗高、管理粗放、效率低的问题。

## 2.主要应用环节

本方案聚焦造纸、建材和食品等流程工业企业生产过程的数据管控与过程优化，实现企业设备、库存、质量、能源、生产追溯以及数字化运营，达到企业提高劳动效率、设备利用效率、产品质量和节能降耗的目的，解决管理层与生产执行过程数据的断层问题，为企业运营等提供数据支撑并为决策部门提供参考依据。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

项目聚焦流程工业，针对生产、能源、设备等管理需求，搭建博依特生产数据化运营平台，开发数据管理平台PC端、连接应用平台PC端和移动端。对部署在平台上的应用软件进行集成，整合孤岛信息，将能源、生产、设备、排产、原料、库存等功能统一集中于应用平台。

利用大数据技术，构建生产敏捷管理闭环模式，实现生产如期稳定运行的工业互联网平台，用于串联生产要素，让生产系统有机结合，沉淀行业生产数据，利用自研算法与模型对生产流程及工艺进行持续优化，催生企业新动能。

博依特生产数据化运营平台主要由数据管理平台PC端、连接应用平台PC端和移动端平台APP构成，分

别实现以下功能：

数据服务平台（PC端）：主要用于配置企业模型和企业服务运维，实现企业配置、监测配置、数据采集、角色管理、用户管理、监测管理、告警管理、规则配置、开机率、数据分析等功能。

连接应用平台（PC端）：主要用于生产运营管理的精细化、智能化，实现生产画像、运行监测、告警追溯、设备管理、任务管理、能源管理、物料管理、数据分析、生产预测、报表管理、数据管理等功能。

移动端（APP端）：为企业平台的便捷使用入口，实现现场实务的实时监测和简易查询，主要实现生产画像、运行监测、告警追溯、任务管理、物料管理、仓库管理等功能。

图1: 博依特生产数据化运营平台技术框架图

|                                                                              |      |                                                                                 |       |      |       |                           |      |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------|---------------------------|------|------|------|
| 微服务构架<br>扩展能力强<br>满足未来需求<br>安全性高<br>稳定性好<br>操作响应快<br>维护性好<br>计算能力强<br>系统升级便利 | 应用层  | ERP                                                                             | WAS   | APS  | CRM   | MES                       | EAM  | LIMS | EMS  |
|                                                                              | 数据中台 | 生产预测                                                                            | 订单排产  | 生产追溯 | 能耗调度  | 监控预警                      | 故障预测 | 工艺优化 | 生产调度 |
|                                                                              |      | 库存中心                                                                            | 供应商中心 | 订单中心 | 原料中心  | 设备中心                      | 能源中心 | 产品中心 | 质量中心 |
|                                                                              | 基础平台 | (大数据)实时、流式计算+机器学习平台                                                             |       |      | 中间件产品 | (云计算) 主机、储存、数据库、中间件智能管控平台 |      |      |      |
|                                                                              |      | IAAS服务: 机房、网络.....                                                              |       |      |       |                           |      |      |      |
|                                                                              | 采集层  | (采集网关) 网闸、边缘计算设备、物联网关、协议转换器.....<br>(通讯协议) OPC、Modbus、DLT/645、TCP/IP、PLC协议..... |       |      |       |                           |      |      |      |
|                                                                              | 设备层  | 破碎机                                                                             | 生料磨   | 回转窑  | 水泥磨   | 锅炉                        | 汽轮机  |      |      |
| 空压机                                                                          |      | 计量仪表                                                                            | 传感器   | PLCQ | CS    | .....                     |      |      |      |

2.关键自主技术的难点和创新点

(1)首次提出对工业设备及智能仪表ID化方法，将工业优化理论与大数据技术融合，打破传统制造业物料流、能量流和信息流孤岛问题，将数据驱动技术应用于系统平台数据挖掘，极大提升系统的动态响应能力和自适应性，满足工业连续化生产的需求。

(2)首次将在线数据驱动技术应用于云平台数据挖掘，大幅提高云平台的动态响应能力；并通过建立满足多层次需求的云集群，实现云服务的价值最大化；

(3)融合物联网技术的数据采集系统，充分发挥平台的自适应性、通用性、扩展性特点，支持超过2000

种不同通信协议的数据传输，支持实时数据分析和统计，秒级数据采集，分钟级数据分析，秒级数据告警。

(4)通过DDD的设计模型，对工业领域微服务进行六边形模型建模，实现面向产业扩展的工业互联网微服务架构模型，助力工业核心领域与子域设计的快速发展。

(5)创造性拓展数字孪生模型，突破工艺现实与虚拟的界限，实现把工艺模型和工艺流程抽象为数字模型，通过定义、重组和编排来挖掘工艺的价值。

方案应用效果

1.应用情况

方案5年内已落地超150个企业，服务客户主要有：

造纸行业：华泰纸业、理文造纸、山鹰纸业、维达纸业、广州造纸、红塔仁恒、永丰余纸业、建晖纸业等20多个企业；

建材行业：东鹏陶瓷、蒙娜丽莎、马可波罗、欧神诺陶瓷、简一陶瓷、新中源陶瓷、冠星陶瓷、乐家等40多个企业；海螺水泥、华新水泥、昆钢水泥等10多个企业；信义玻璃、南玻玻璃、旭硝子、建滔玻璃等10多个企业；

食品行业：珠江啤酒、光明乳业、统一企业、百事饮料、可口可乐等20多个企业。

2.应用价值

管理能力提升。现场管理（闭环管理），通过生产指标、绩效看板，同步生产线班组的各项指标及达标情况，实现生产管理绩效，正向激励员工；异常管理（人机协作APP），关键工序、设备异常参数告警指定推送，快速发现和定位现场异常问题，及时处理异常故障；告警异常归类、完善工序管理的标准操作程序，真正做到从发现问题到解决问题的改善，实现异常管理的闭环。

效率提升。人效提升体现在减人、无纸化方面的改善：智能抄表、智能报表减少抄表和数据录入工时，又提高了能源数据的准确性；能效提升，对用能单位能量转换、利用和回收三环节实施动态监控、数据分析和管控，实现能源管控的自动化和信息化，达到提高能效和节能的目的。

产品质量提升。项目聚焦的流程型工业企业，生产原料组成多，不同批次原料之间的成分含量不同，实际生产过程中，由于每次上料各成分含量（料方基准值）有特定要求，往往将不同批次的库存组合使用，通过原料优选，在保证当前组合合理性前提下兼顾后续组合合理性，保证了配方稳定性。

生产制造成本降低。通过数据分析工具帮助生产、工艺人员将生产过程中的能源数据、设备数据、工艺数据、质量数据进行分析，发现数据关联，不断挖掘降耗增效空间；通过大数据建模、运行优化降低制造成本。

### 3.应用实例

|      |                                                                                                                                                                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 维达集团                                                                                                                                                                                                          |
| 主营业务 | 生活用纸、个人护理                                                                                                                                                                                                     |
| 应用内容 | 博依特为维达提供面向企业各执行层的生产数据化运营平台：从多个维度对生产能耗、产品、设备进行采集监测、统计分析、数据挖潜，针对高能耗工序进行工艺+大数据建模构建维达生产管控+价值挖潜一体化的生产数字化管理平台。                                                                                                      |
| 应用效果 | 方案实施后吨纸电单耗下降约8%，吨纸汽单耗下降约14%，吨纸碳排放下降11%，单个基地年碳排放降低11679T。系统上线6个月内，帮助企业从峰谷平用电、工艺参数优化等角度进行生产过程优化，其中浙江维达累计增效约482万元，湖北维达累计增效889万元，江门维达累计增效200万元，新会维达累计增效600万元，单个基地预计每年可实现经济效益超过1000万元。生活用纸的数字化运营系统平台上线后的投资回报周期约1年。 |

## 商业价值

### 1.商业模式

本方案紧跟制造业企业转型升级的需要，采取“产品+解决方案+服务”结合的商业发展模式，向制造业企业提供SaaS产品和工业大数据应用服务。方案针对制造业企业在不同发展阶段对信息化进度和深度的现实需要，提供不同的产品和服务，通过向客户收取软件服务费、项目实施费、技术支持费、价值分成等获取收入。同时，企业灵活定制节能潜力诊断、能源托管、设备状态及故障诊断、设备运维托管、数据应用等多项服务，以满足不同阶段的发展需要。该模式经过时间的验证已经成功落地，得到了市场的接纳。

### 2.推广应用

围绕五大聚焦行业的头部知名企业在全国范围内进行行业内推广，一方面结合龙头企业变革的决心快速向行业兑现生产数据化运营的价值，另一方面通过行业龙头的标杆效应为更多业内中小企业输出转型升级的路径。

未来几年，将在全国范围内扩展更多优质行业合作伙伴，坚持试点先行和行业推广，力争在3年内覆盖上述每个行业的大部分头部企业，助力产业转型升级。

## 总结

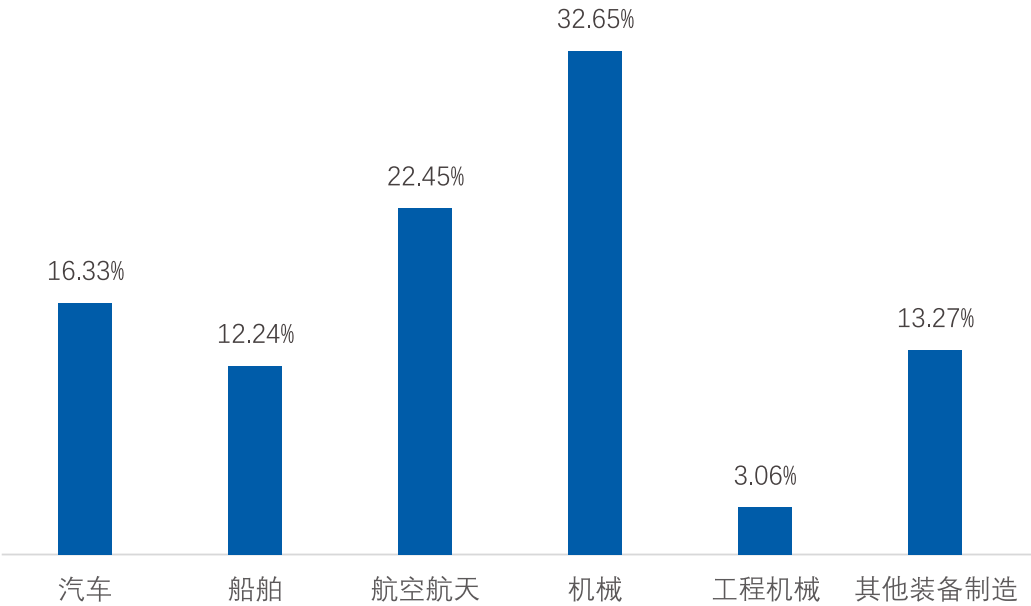
方案助推造纸、建材和食品等流程工业智能化转型升级，挖掘生产运行数据价值提升制造业能效水平和生产效率，推进制造与互联网融合实现跨越式发展，借力精益生产理念促进制造业与生态协同发展。

## (二) 装备制造行业探索新技术的复杂应用

航空航天、船舶、高铁等大国重器由龙头企业主导，不断将新技术应用到高度复杂的工业装备体系，把数据、信息、知识汇聚到工业互联网平台，以实现高复杂工业场景集成应用、产业协同和服务增值等目标，并逐步探索产业化推广。如复杂航空产品数字化协同建模与仿真的工业互联网解决方案打通从场景、需求、功能、逻辑、物理、

集成、验证、确认等研发过程的数据链，开创了基于MBSE建模与仿真验证的协同研发新模式；船舶中组立全要素生产制造执行解决方案以船体制造关键环节中组立物理制造为切入点，自主研发三维软件SPD开展数字孪生应用，赋能船体分段装配、焊接等作业过程管控，提升产线整体效率。

图16: 大赛百强解决方案在装备制造行业应用情况



资料来源: 国家工业信息安全发展研究中心

## 案例24

# 复杂航空产品数字化协同建模与仿真的工业互联网解决方案

## 服务商简介

本方案由金航数码科技有限责任公司和上海飞机设计研究院联合实施。致力于复杂航空产品数字化协同建模与仿真的工业互联网解决方案的研究与建设，并不断向其它领域和产品探索。

金航数码科技有限责任公司是航空工业信息化专业支撑团队，在“管理+IT”咨询、管理信息化、工程信息化、客户服务信息化、系统集成与信息安全、IT运行与管理等业务领域为客户提供优质的服务。

上海飞机设计研究院是中国商用飞机有限责任公司的设计研发中心，承担着飞机设计研发、试验验证、适航取证以及关键技术攻关等任务。

## 背景和需求

### 1.行业/企业痛点

近年来随着航空产品的客户需求及系统复杂性不断增加，柔性化、客制化需求对复杂航空产品的性能、质量、研制效率要求也越来越苛刻，给航空产品研制企业带来巨大挑战。以航空、航天为代表的高端装备制造业，为提升产品技术创新能力、提高产品市场竞争力，需要充分利用工业互联网实现设计研发手段创新发展、转型升级。

### 2.主要应用环节

本方案立足解决产品协同研发、模型传递、数据

孤岛、规范体系以及工业知识软件化等方面问题，构建基于工业互联网、知识和数据驱动的复杂航空产品数字化协同建模与仿真的工业互联网平台，支撑复杂产品设计研发体系创新，提升产品技术创新能力和产品价值。

该方案已在复杂航空产品研发过程中应用，促进了我国大飞机研制体系创新，基于此向其它复杂产品研制领域推广应用，为装备制造业提供可进行创新研发的工程应用APP及协同研发新模式。

## 解决方案做法

### 1.主要内容

本方案紧密围绕复杂航空产品的设计研发过程，结合国际复杂航空产品研制领域的先进技术，通过不断的技术论证及大量工程实践，依据MBSE方法论，面向设计研发搭建了基于S-R-F-L-P系统工程研发框架，构建基于数字化协同建模与仿真的工业互联网协同研发平台（以下简称“协同研发平台”），形成以“基于模型定义、虚拟集成仿真”为核心要素的复杂产品设计确认与验证快速迭代的业务闭环，解决当前行业内普遍存

在的协同研制、数据孤岛、协调壁垒等共性问题。该方案对于构建复杂产品单一数据源、推动行业数字孪生能力提升和工业APP发展具有使能器和催化剂作用。

本方案的实施路径是基于典型的工业互联网IT架构，在IaaS层部署云计算、超算、存储等基础资源，PaaS层统一部署数字化协同建模与仿真的协同研发平台，SaaS层通过知识和流程封装，提供建模仿真协同设计服务。

业务实施上，按照基于模型的系统工程流程，构建了以模型为单一数据源的自顶向下设计定义、自下而上虚拟集成的业务架构，在功能架构方面，基于工业微服务构建全要素的平台功能体系，包括业务管理、建模仿真、流程管理、数据管理等，实现多专业、一体化、全天候的在线协同开发，支撑设计人员通过微服务调用、实现工业APP的快速开发，降低知识、流程封装的技术门槛。

2.关键自主技术的难点和创新点

为了使该解决方案的功能在企业能够充分的发挥作用，能够解决企业面临的协同研发和数据管理等问题，实施团队攻克了如下关键技术难点，支持实现飞机研发全价值链创新发展。

(1)创建以基于S-R-F-L-P系统工程研发框架为基础的复杂产品正向设计协同研发新模式。构建了以模

型为单一数据源的自顶向下设计定义、自下而上虚拟集成的业务架构，着力打造建模与仿真数字化设计协同的最佳实践。

(2)基于单一数据源打通从需求、功能、逻辑、物理、集成、验证、确认等研发过程中的数据链，打通了数据孤岛和流程孤岛，实现了数据在线、全生命周期协同。本方案形成的流程方法可根据产品的复杂程度在各装备制造研发领域裁剪、推广使用。

(3)本方案通过工业软件集成与集中调用，打通了HPC、仿真机等硬件设备资源实现集约化的建模仿真设备与资源汇聚，推进实现了构型受控的建模仿真大数据汇聚与供给，基于平台提供的工业微服务架构，促进形成网络化工业生态体系。

方案应用效果

1.应用情况

本解决方案已服务于中国商飞上海飞机设计研究院、509所、602所、603所、650所等10余家企业，包括航空、航天、核工业和船舶等诸多复杂产品制造业，解决了复杂产品制造企业研发过程中针对布局、布置、外形、重量、气动设计、气动特性、性能、控制、载荷、静弹等多专业的建模与仿真工作中遇到的协同研发和数据共享等共性问题。

2.应用价值

该解决方案不仅能够显著提升数字化建模与仿真的质量和效率，也可作为企业研发知识的载体，有效促进建模与仿真知识积累和传承、提升协同研发能力、缩短产品研制周期。通过该解决方案协同研发平台的建设可将先进企业内部的先进建模与仿真研发能力开放给社会，一方面可使先进的建模与仿真思路、方法、知识得到高效利用，产生更多价值，另一方面可构建良好的建模与仿真研发生态，打破信息壁垒，促进复杂产品制造企业、建模与仿真人员、团体、研究机构等行业产业链各主体的协同工作，增进跨行业、跨地区的互动合作，提升行业整体建模与仿真研发效率，给整个复杂产品研发行业带来具有深远意义的社会效益。

3.应用实例

|      |                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 中国商用飞机有限责任公司上海飞机设计研究院                                        |
| 主营业务 | 上飞院承担着我国拥有自主知识产权的ARJ21新支线飞机、C919大型客机以及CRJ929中俄远程宽体客机的设计研发任务。 |
| 应用内容 | 该方案建立产品数据、建模数据、仿真数据的链接关系，为设计特征审查、设计保证系统审查、试验产品的制造符合性检查等提供支持。 |
| 应用效果 | 基于本方案的应用，上飞院数据线上流转率100%；研发任务人员投入工时缩减30%；产品需求满足率100%。         |

|      |                                                                                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 某卫星工程研究所                                                                                                                                            |
| 主营业务 | 该所主要承担了气象、科学试验、微波遥感、电子等系列卫星的研制工作。                                                                                                                   |
| 应用内容 | 本解决方案实现跨区域数据发放与接收数据协同；打通卫星生命周期和研发生命周期的数据链路；实现卫星研制整体过程的协同，保障专业设计过程中的数据、工具、流程、知识等按需获取，通过有质量、有效率、有效益的精益设计，形成平台化、流程化、标准化、知识化的发展道路，最终实现卫星工程研制过程的科学化、智能化。 |
| 应用效果 | 协同仿真效率提升至80%；仿真数据平台化管理率提升至90%。                                                                                                                      |

## 商业价值

### 1. 商业模式

本方案可为企业提供数字化建模与仿真全要素的解决方案，商业模式包括成套协同研发平台销售模式、数字化建模标准流程共享模式、建模与仿真数据共享模式、工业软件接口销售模式、IaaS、PaaS及SaaS销售模式等。

该解决方案在航空行业现已深入应用，积累了诸多的工具集成接口、建模标准和智能仿真APP。之后解决方案将以“项目促开发，平台强方案，方案赢项目”的商业运作模式进行发展，即通过多行业项目需求，在项目中开发平台的新功能，升级协同研发平台；汇聚平台新功能，增强完善多行业解决方案；基于标杆项目、

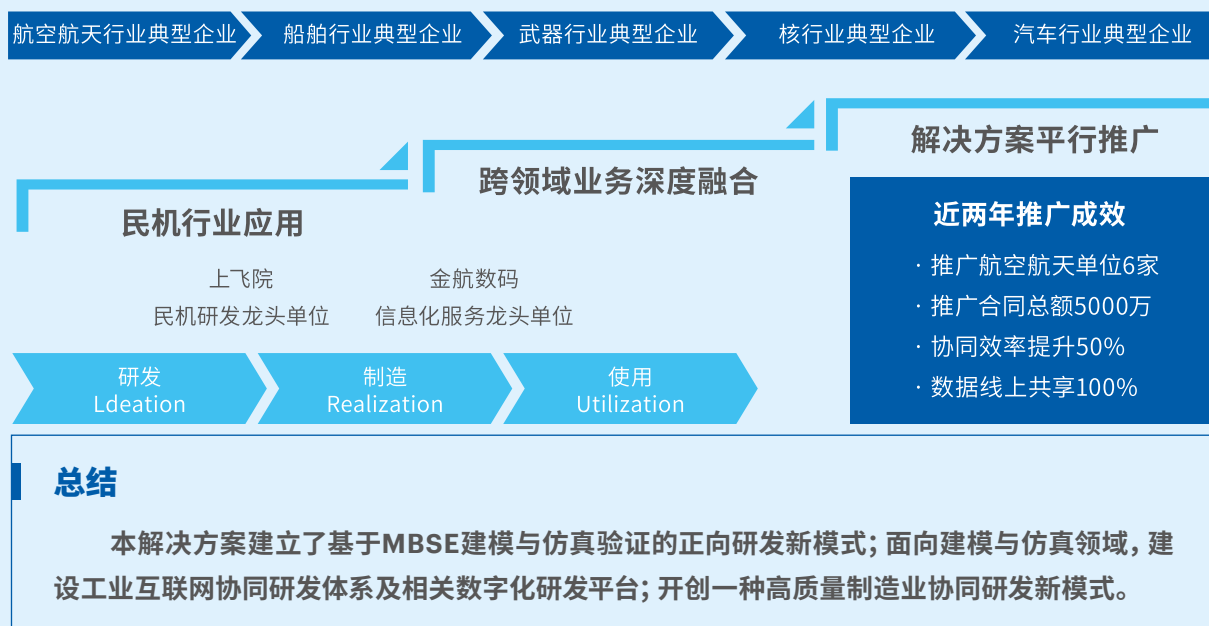
新平台、新方案争取或赢得新项目，如此良性循环。

### 2. 推广应用

以“民机领域产业链垂直整合”的推广渠道在民机产业链推广应用，结合主制造商-供应商的研制模式，所有的供应商将基于此平台进行民机产品的设计研发。

上飞院不断在民机研发领域迭代协同研发平台，为行业打造工业互联网样板工程，金航数码作为国家级信息化和工业化深度融合工业软件研发基地依托单位，将不断迭代成熟的、承载先进工业知识的协同研发平台向各个装备制造行业进行推广。

图1：装备制造业平行推广



## 案例25

## 船舶中组立全要素生产制造执行解决方案

## 服务商简介

沪东中华造船（集团）有限公司是中船集团核心企业，以建造超大型LNG船和超大型集装箱船见长，是全球为数不多具有LNG船全产业链建造能力的企业。本项目服务于船体钢结构制造过程焊接质量管控。适用于船舶制造、压力容器、港机、桥梁、工业锅炉、大型体育设施等需要大量高可靠焊接作业的行业和作业场景。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

船体中组立制造存在以下几方面痛点：

在生产制造方面，设计、生产、质量方面厂家与院所、供应方协同度不高；传统的IT系统对JIT准时制生产理念落实不深、生产过程要素协同度差；船体焊接过程质量管控难、作业标准管控手段尚有待提高，应对多船型并造的市场竞争格局机动性提升仍有较大空间。

在供应链方面，中间产品交付环节的时间波动大、要素资源时间匹配度不高；外部供应链协同不足，内部

供应链时间节拍响应过长，削峰填谷及柔性平衡能力不高。

## 2.主要应用环节

方案主要应用在船舶船体分段中组立制造环节，面向焊接作业管控、车间协同，以IT、CT、OT等技术结合JIT准时制生产理念，建立工业互联网相关的协同体系。通过自主研发的设计软件SPD促进数字孪生，结合标识解析，促进生产节拍优化，开展预测性维护，提升产线可靠性；通过要素和条件约束联网完善质量管控和追溯体系，实现“分、派、领、完、结”的工程闭环管理。

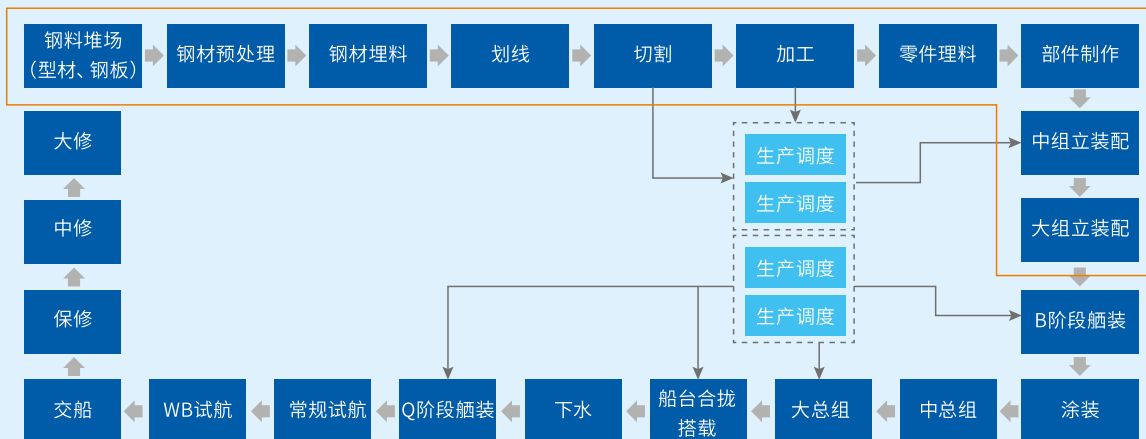
## 解决方案做法

## 1.主要内容

通过对造船整体流程的分解，形成围绕中组立前后道输入输出的造船总流程；结合智能制造及工业互

联网技术，形成船体分段加工车间智能制造总体规划。如图1所示。

图1：船舶建造主工艺流程概览（框选部分为船体制造）



通过全要素分析，建立系统运行机制，辨识和寻找各要素的平衡点。综合考虑“工艺规范执行及质量监管难到位”、“设备问题判断滞后”，“前后道联动响应不畅”等痛点，以建造总周期为约束，结合车间工艺工序，规划车间总体工艺及信息流程。

通过技术层、数据服务层、基础框架层、应用集成层、应用系统层等分层结构，从技术实现维度进行分层和组合，将船体中组立制造相关的数字化焊机、焊接机器人等生产设备的状态信息、工况信息以参数化的形式进行采集，实现可靠、可用、可扩展的同时保障数据的安全性及高性能响应；通过集成API接口对接船体MES系统平台，与SPD三维设计平台、现场派工系统SPM、质量管理体系、设备资产、HR等公司应用系统进行信息交互，实现船舶船体集成制造系统群的建设。

以船体分段制造车间中组立为对象，通过焊接作业全链路管控实现车间制造执行管控效率提升的目标，结合制造过程数据、计划排产、分段物流、精度管理等过程执行管控的核心要素，实现船体分段制造车间生产信息与车间资源之间的互联互通、生产过程的协同、物资计划物流等制造执行要素均衡、车间多工位生产看板信息推送展示；形成实时采集、分析、控制及反馈执行的闭环管控机制，加强船体分段建造过程中

车间资源状态的监控自动化和数字化程度，保证船体分段建造质量，提升车间管控的实时性与准确性，全面提高管理效率与水平。推进大数据、物联网等信息技术与船舶制造技术的融合，推进船舶设计、制造、管理技术的变革。

## 2.关键自主技术的难点和创新点

### (1)面向数字孪生的SPD船舶三维图形平台设计技术

建立自主的三维建模技术。在船舶设计高性能显示引擎、全三维交互建模、几何内核等方面开展联合技术攻关，实现MBD为基础的设计模式的转型，改变了以往的串行设计、二维图设计的出图模式，大幅提高了设计和生产效率。

### (2)基于工业互联网的焊接管控系统

从工人操作的人机交互层面去研究生产装备和效率的提升，结合高频通信技术提高数据采集密度、实现数据采集、分析、清洗和择优，相关的数据清洗算法是项目难点和创新点。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

本方案中SPD三维船舶设计软件应用于船舶行业200多家企业，先后涉及上百种船型。方案中的焊接过程管控案例应用于沪东中华造船（集团）及上海江南长兴造船有限责任公司，先后涉及超大型LNG船、超大型集装箱船及双相不锈钢化学品船等高难度、高附加值船型，这些船型的产品规模达100亿元；方案对提升船体作业过程管控水平，控制焊接过程质量起到了明显的作用。

### 2.应用价值

围绕工业互联网平台开展的焊接管控等装备入网和内外协同、标识解析等应用突破了传统的焊接质量管理模式为抽检、现场巡检的方式，改善了事后监督，越级施焊、焊机设备维护难等问题，解决了传统模式下焊机最优参数无法收集，无法迁移而造成大量的焊接调枪准备时间浪费等问题；一定程度上降低了焊

接难度。同时，方案在类似的焊接作业要求较高的工业场景具有较高的迁移价值和潜力。

### 3.应用实例

|      |                                                                                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 上海江南长兴造船有限责任公司                                                                    |
| 主营业务 | 超大型集装箱船、散货船、LNG船舶船体及总装建造                                                          |
| 应用内容 | 应用数字孪生实现厂、检、院三方协作                                                                 |
| 应用效果 | 通过三维模型下现场实现设计方与现场及建造相关方的信息并行互动，减少了现场变更和设计原因返工；特殊情况下对比较急的图纸，最快可缩短3到5个工作日流转确认，快速开工。 |

|      |                                                                                    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 上海江南长兴造船有限责任公司                                                                     |
| 主营业务 | 超大型集装箱船、散货船、LNG船舶船体及总装建造                                                           |
| 主营业务 | 基于焊机群采，实现“手感参数”择优群发                                                                |
| 主营业务 | 降低试焊次数发生的概率。按3000多焊工，每个人的调枪次数减少2-3次计算，可以整体节约200小时。并可降低焊接作业开始前的调试和准备难度，降低劳动负荷和用工门槛。 |

|      |                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 上海江南长兴造船有限责任公司                                                 |
| 主营业务 | 超大型集装箱船、散货船、LNG船舶船体及总装建造                                       |
| 主营业务 | 积累工业知识，实现预测维护和设备价值排序                                           |
| 主营业务 | 实现报修到预测维护。把故障发生概率从5%降到0.5%，节约造船关键链工期15天以上，按照提前交船奖励计算可节约150万以上。 |

商业价值

1.商业模式

借助5G推广应用的契机，先行开发推广基于5G技术的船体加工车间焊机联网管控技术，建立先发优势，打造拳头产品，在较短时间内快速占据大部分市场份额

综合考虑市场因素，系统初步的定价在85-200万元不等（差异在于不同用户业务规模对应的初级版、高级版、全功能版等版本差异），同时亦与用户方的业务成熟度相关，技术服务费和定制开发按人/天计算，与市场上通用的计价方式一致。

2.推广应用

开展市场开发策略、工业企业合作方式、区域行业推广模式，预计市场稳定之后将在船舶制造、钢结构制造等领域占据35%以上的市场份额。

| 第一个5年计划        | 销售对象         |
|----------------|--------------|
| 2020-2021年市场计划 | 沪东中华造船集团及子公司 |
| 2021-2022年市场计划 | 中船集团旗下子公司    |
| 2022-2025年市场计划 | 国内外船厂、钢结构行业等 |

通过中船集团带动为主、行业挖掘为辅。以船舶行业为主要应用客户，向外拓展到长三角、珠三角、环渤海湾、长江沿线的船舶企业，并面向全国3000多家钢构企业、500多家大中型船厂、100多家大专院校焊接实验室、50多家焊机厂开展灵活的商业推广。

通过解构“竞争”形态，建立“竞合”生态，实现共赢。与装备厂商联合，实现多品牌并网、兼容；开展产学研同步，与长三角一带院所、高校建立合作关系；开展产业链垂直协同，实现合作开发、联合销售。

总结

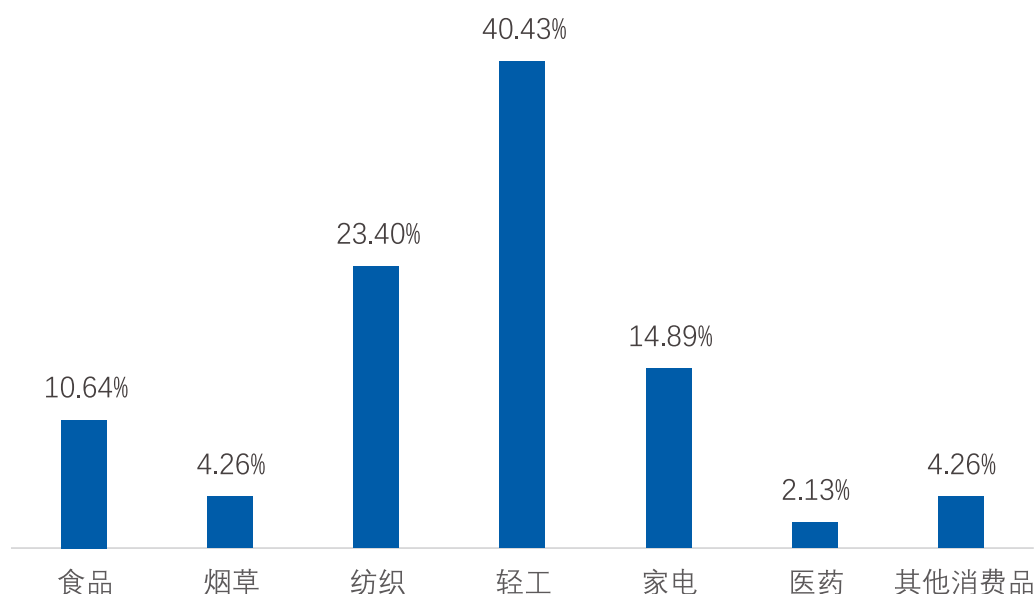
自主研发SPD船舶三维设计平台和焊接管控系统，通过工业互联网赋能船舶设计协同、船体焊接质量管控，实现制造过程分、派、领、完、结全链路要素管控；助力船舶装备产业高端化转型，实现中国制造自主化、系统化升级。

### (三) 消费品领域积极响应市场变化

纺织、服装、箱包等消费品领域积极响应市场变化，涌现一批覆盖设计创新、协同制造、按需定制等全流程创新模式，实现柔性的生产变革。如制鞋行业大规模个性化定制解决方案，通过基于脚型的数据采集终端和个性化定制平台，打造了精益单件混流柔性化生产线，实现产品生产周期不超过2小时，按需生产，消灭成品库存；基于工业互联网的箱包个性化智能制造解决方案服务

于箱包行业整个产业链，实现产品的个性化定制、零库存生产和线上线下协同生产；印染产业数字化智能化解决方案通过采集印染企业数据，提供企业设计与生产过程中的基本诊断、生产管控、工艺优化等服务，能够有效降低企业数字化投入成本，优化工艺配方，提高染色一次成功率。

图17: 大赛百强解决方案在消费品行业应用情况



资料来源: 国家工业信息安全发展研究中心

## 案例26

## 制鞋行业大规模个性化定制解决方案

## 服务商简介

中电望辰科技有限公司作为莆田市推动智能制造及工业互联网的总体牵头单位，聚焦工业互联网平台建设与运营、智能制造规划咨询与实施、工业软件开发等核心业务，通过智能化改造推动工业企业转型升级。公司基于国内制鞋行业现状，推进企业智能装备运用，优化生产工艺，补齐企业信息化建设短板，打造自动化、柔性化、数字化车间。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

- 高库存。企业15%以上的利润被库存侵蚀；产品生产周期长，市场变化导致库存积压。
- 个性需求变化快。市场消费升级，需求变化快，个性需求增多，订单由大批量、少品种向小批量、多样化转变。
- 低毛利、品牌知名度低。品牌代工为主，生产附加值低；自主品牌知名度低、中高端产品少。

## 2.主要应用环节

公司聚焦鞋服行业，着力解决企业个性化、规模化的生产需求，基于中电福建工业互联网平台打造制鞋行业大规模个性化定制解决方案，实现单件流生产，缩减产品生产周期，按需生产，即时发货，消灭成品库存。方案突破传统制鞋生产工艺、集成互联互通的信息化系统打造柔性化、透明化车间，基于工业互联网技术应用打造大规模个性化定制制造模式，实现从研发设计、生产制造、仓储物流与销售服务智能化。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

方案由大规模个性化定制平台建设、数字化生产车间建设及信息化系统（ERP、MES、WMS及SCADA等）建设等组成。实现从消费端脚型数据采集、下单到工厂端接单、排产、派工生产等全流程的数字化，同时满足消费者对款式、样式、颜色、图案等不同类型要求的定制。为推进自主品牌建设，满足终端消费者个性化定制需求，打造全新的基于工业互联网平台的鞋业个性化定制示范工厂。

方案主要建设以下内容：

(1)鞋业大规模个性化定制平台。基于脚型数据采集终端与系统，建设面向客户的个性化定制平台，客户通过脚型采集匹配，通过平台对需求鞋面的花型、颜色等信息进行选择 and 定制，确定订单信息。

(2)鞋业大规模个性化定制自动化产线。包括建设

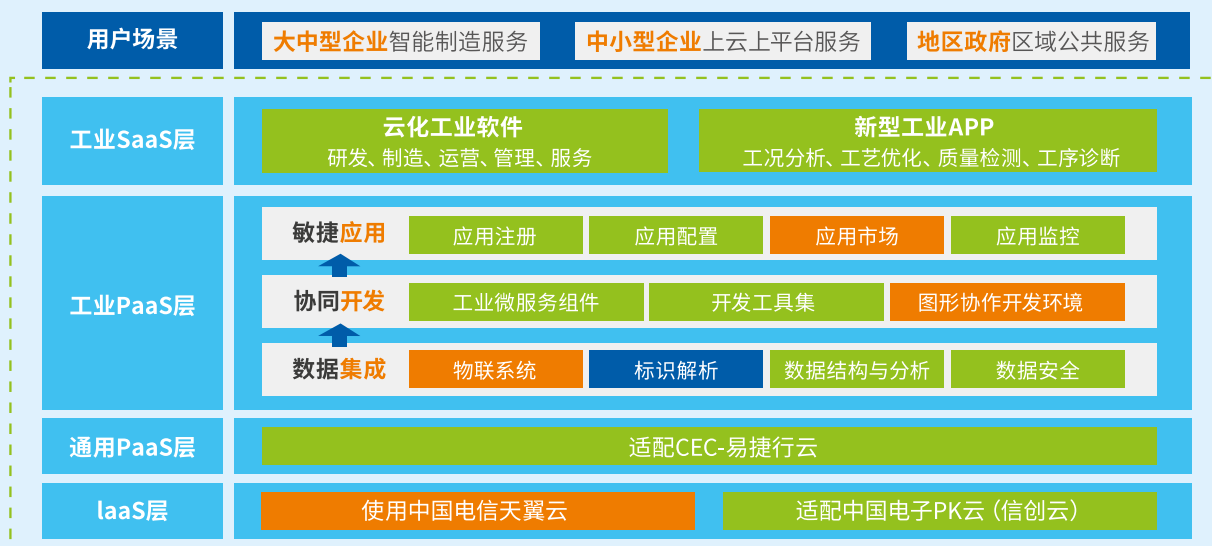
柔性化数字化制鞋生产线和智能仓储物流系统，实现产品的个性化和规模化生产。

(3)建立企业内部网络架构。企业局域以太网中包括管理网、控制工业以太网以及分布式控制系统，实现各数字化车间数据与管理数据的互联互通。

(4)鞋业大规模个性化定制信息化系统。以MES系统为核心，集成ERP、WMS、PDM、SCADA等信息化系统，打通平台端与生产端信息流，实现客户个性订单到生产订单的快速转化。

方案总体业务场景如图所示，可以简要概述为以下几部分：一是脚型数据采集与个性化需求选配部分；二是产品建模与订单转化部分；三是个性化订单实时生产部分。通过消费端、平台端与生产端协同，打破传统最小订单量要求，实现混款、混色、混码的单件流在线生产。

图1: 平台架构图



#### • 脚型数据采集

首先，消费者进入门店，通过脚型数据采集终端采集脚型数据，同时根据个人喜好选配鞋款、鞋型、鞋码、颜色、花样及其他个性化需求，这是平台个性订单的数据来源，用户确认后这些需求信息会上传至鞋业个性化定制平台。

#### • 个性订单确认

客户通过脚型采集匹配鞋码数据，通过平台对需求鞋面的花型、颜色等信息进行选择，确定订单信息，形成最终的订单并发送至工厂端组织生产。

#### • 定制工厂

定制工厂集成各智能制鞋装备、仓储物流设备，打造精益单件混流柔性化生产线；结于RFID技术，实现厂内生产物流周转；采用新型绿色环保粘接工艺、工业机器人和红外视觉扫描等技术，实现制鞋工艺升级。

#### • 生产调度排程

之后订单分发至生产调度驾驶舱，平台端发送的订单最终汇集到这个平台，这是整个数字化车间的生产指挥中枢，通过各信息化系统，实时了解设备、订单及人员状态，实现对产品质量与订单信息的全流程追溯，实现生产过程信息的全流程贯通。同时，根据订单及实际生产情况做动态调度；并对每个订单当前生产状态进行实时跟踪与反馈，实现消费端与工厂端信息流的无缝对接。

#### • 订单实时生产

整个数字化车间由飞织机群调度生产线，柔性化裁断针车生产线，智能化PUR成型生产线三大部分组成，经过生产物料准备，鞋面飞织、辅料裁切、裁断针车及PUR成型生产后，在2h内生产完成成品鞋。

#### • 成品即时配送

成品鞋通过最终检验合格后，进行打包并与第三方物流系统对接，实时打印标签并扫码发货。

## 2. 关键自主技术的难点和创新点

#### • 脚型数据采集终端

通过采集终端的三维视觉扫描技术获取三维脚型与动态足压数据指导消费者定制，将客户的个性化订单转变为尺码、规格、排料图、生产工艺指导书、物料清单等各种标准化数据，提升运营效率与消费体验。

#### • 精益单件混流柔性化生产线

采用新型绿色环保粘接工艺、工业机器人和红外视觉扫描技术，实现制鞋工艺升级。同时，建设自动化仓储系统、AGV物流系统，应用RFID技术提升生产物流周转效率。

#### • 高效集成与协同的信息化系统

基于中电福建工业互联网平台，以MES为核心，融合其他信息化系统，实现个性订单动态配置与排产，实时了解设备、订单及人员状态，实现对产品质量与订单信息的全流程追溯；通过设备、系统互连互通，基于单件流生产模式，实现生产动态调度及实时监控。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

该方案已服务和落地企业1家，在2018年12月与双驰企业就打造共同打造双驰鞋业大规模个性化定制工厂项目签订合作协议，并于2019年年底完成项目建设。双驰鞋业大规模个性化定制工厂有鞋业数字化生产车间、大规模个性化定制平台及配套的SCADA系统、ERP系统、MES系统、WMS系统等组成。实现从消费端脚型数据采集、下单到工厂端接单、排产、派工生产等全流程的数字化，同时满足消费者对款式、样式、颜色、图案等不同类型要求的定制。

### 2.应用价值

通过方案的实施，打破了低附加值传统代工模式，提升了生产制造能力，满足了小批量、快速反应的生产

模式的需求；项目打造了国内首条制鞋业规模化、产业化定制示范生产线；单件产品生产周期不超过2h，并实现混色、混款同时在线生产；通过按需生产，即时发货，实现成品鞋零库存；最终达到1500双/天的个性化定制鞋的生产能力。在同等成本下，实现单件流生产，相比原来单条线每年5000万元的营业收入，现在实现单条线每年9000万元的营业收入，极大提高了企业收益；同时，企业在人力成本投入方面可以降低30%，材料损耗可以降低20%，产品不良率可以锐减60%，而在人均产能、生产效率方面都有大幅的提升。

## 商业价值

### 1.商业模式

#### • 短期市场

通过自建工厂、工业互联网技术与管理输出的方式，增加工厂池可生产定制鞋与鞋垫商品的类型，并向鞋服品牌公司、第三方电商平台提供可共享产能。

根据不同渠道特质，搭配不同品牌品类，依托多套自研设备、健康服务与商品组件系统，通过“平台技术年费+商品销售服务费”的形式开拓合伙人制的数据采集与定制商品销售渠道，积累消费者用户。

#### • 中远期市场扩展

通过向鞋服品牌商开放数据接口的形式孵化鞋服行业定制服务工业互联网平台。

通过自主研发、联合研发、方案代理的方式打造供应链平台、设计创意研发平台、营销售后、仓储物

流、经营制造到企业办公等全流程工业应用。

在用户授权许可的前提下，向鞋服品牌公司、第三方电商平台、保险公司等提供足部大数据服务，用于改善商品企划设计、降低销售退换货、获悉基础健康信息等业务。

### 2.推广应用

通过订单与技术的双轨牵引，实现多品牌多产业带集群覆盖，打造行业C2M业务的服务撮合中台，成为鞋类产业互联网的标杆平台。

通过商品与服务的双轮驱动，建设有持续自主造血功能的数据资产触点，成为链接消费者与产业的足部大健康数据生态中枢。

将数据采集、定制互动、C2M产能等能力打造成服务包，向不同品牌渠道提供可选服务。

## 总结

随着市场消费升级和消费者个性需求增多，发展鞋类个性化定制商业模式是行业必然趋势，制鞋行业大规模个性化定制解决暗杆打通定制互动、智能生产、数据采集全闭环模式，按需定制、降低成品库存，实现鞋类新零售与新制造的落地融合。

## 案例27

## 基于工业互联网的箱包个性化智能制造解决方案

## 服务商简介

广东恩典皮具服饰科技股份有限公司创办于1997年，公司面向国际知名箱包品牌客户B2B直销，也通过电商平台开展新型的电子商务互联网商业模式。2019年，恩典科技与翼云科技深入合作，并结合自身23年的箱包工艺技术，具备了推动箱包行业智能化转型升级的软件技术能力和行业知识基础。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

(1)供需不均衡。当前市场需求多样化、个性化，导致小批量订单增加，对企业的柔性应对能力提出了更高的要求。

(2)库存增加。很多企业为了弥补柔性应对的能力短板，采用备库性生产，导致原材料库存和成品库存增加。

(3)资金流中断风险加剧。为了满足备库性生产，原料库存、成品库存、运营成本占用大量企业资金。

## 2.主要应用环节

(1)研发：通过模块化产品研发，提升研发效率，满足消费者的个性化需求，实现极致的柔性化与标准化（箱包的个性化定制）。

(2)运营：通过订单全流程数字化打通，实现按单生产，既降低了成品库存，又提高了资金周转率。

(3)生产：通过规划智能车间，提高生产柔性应对能力，响应多样化小订单的交付要求。

(4)供应链：通过协同生产，整合原材料供应商，提高对市场的整体的柔性应对能力。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

主要内容：

(1)OMS(订单管理系统)负责将消费者的产品需求进行特征赋值，并帮助知识管理系统根据产品的属性特征从相关的数据库调取数据资源，生产每个产品独特的生产数据信息，进而驱动相关的业务节点进行工作的推进。

(2)KMS(知识管理系统)是整个解决方案的“大脑”，自动匹配出工艺信息、BOM信息、版型信息和工站流信息，并以MES（制造执行系统）为承接载体，将生产所需信息直接推送到现场，是实现按单生产、按单管理的数据基础。

(3)MES(制造执行系统)是整个解决方案的“指挥官”，是智能工厂作业的依据和数据来源。

(4)WMS(仓库管理系统)和SRM(供应商管理系统)是整个解决方案的保障，确保物料的柔性响应。

主要功能：

(1)个性化定制：消费风口，能尽快占领市场，并且加快资金流，同时，因为消费者直接对工厂下单，去掉了渠道成本，工厂单件利润也会提升。

(2)设计师平台：融合设计师资源，降低新品研发成本，并通过设计师的个人影响力和魅力引流。

(3)与销售平台的对接：实现按单生产，摆脱之前的备库生产所带来的库存成本压力，实现零库存生产。

(4)线下实体店的合作：即可以更好的相互引流，又可以降低实体店的备库压力及选品风险。

(5)小微企业的协同生产：即避免了公司在硬件投入、人员招聘、管理等各方面所带来的管理损失及成本压力，也帮助小微企业解决所面临的技术瓶颈。

(6)供应链管理：确保工厂的柔性生产，并降低个性化定制所带来的原料库存成本。

2.关键自主技术的难点和创新点

3D渲染技术

支持单体模型展示，可自主添加任意商品模型，模型720度旋转缩放，可展示商品材质、尺寸、颜色、

结构等信息，增强客户与产品的互动感，3D体验助力企业在营销上出奇制胜。

定制产品自动匹配引擎

自动匹配引擎依靠其自身强大的数据集成及规则引擎，链接OMS（订单管理系统）和MES(制造执行系统)系统，根据OMS订单管理系统所提供的产品的属性特征，自动生成生产要素需求。

方案应用效果

1.应用情况

本产品主要服务于箱包行业整个产业链，但是也可以横向服务于服装、鞋帽等相近行业，已经服务十几家企业，并且已经实现全流程落地。其主要应用场景包括：

- (1)产品的个性化定制
- (2)智能工厂的建设
- (3)协同设计、协同生产
- (4)零库存生产、小批量多批次、混流生产
- (5)线上、线下协同及场景销售

2.应用价值

- (1)企业效益：帮助公司实现可视化管理，全流程追踪每个订单的进度及车间生产状况。
- (2)企业效益：运营模式的切换帮助企业从备库性生产转型成接单生产（包括实现个性化定制），并在此基础上降低成本，提高利润。
- (3)企业效益：加速资金流运转通过整体解决方案的实施，产品研发周期降低为5天，订单交付周期降为7天，加快资金流转速度。

3.应用实例

|      |                                                                                                                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 广东恩典皮具服饰科技股份有限公司                                                                                                                                                                      |
| 主营业务 | 主要从事箱包皮具的设计研发、生产销售并聚焦双肩背包产品的市场营销业务                                                                                                                                                    |
| 应用内容 | 应用环节：销售、研发、制造、供应链<br>应用技术：3D仿真、物联网技术、工艺大数据<br>功能：实现了双肩包的大规模的个性化定制、智能工厂的落地实施及端到端数据集成。                                                                                                  |
| 应用效果 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 订单交货周期从60天降为7天，降低84.5%。</li><li>• 库存金额从2000万降为零库存，库存成本降低100%。</li><li>• 出货回款周期从175天降为7天，资金周转率提升17倍。</li><li>• 订单整体成本降低25%，纯利润提升10%。</li></ul> |

## 商业价值

### 1.商业模式

项目的主要通过以下几种方式，实现利润变现：

(1)自营产品销售。通过个性化产品的销售及柔性生产所获取的产品销售利润。

(2)平台服务-产品销售。通过对平台商家收取一定的服务费和利润提成。

(3)平台服务-设计师。为设计师提供平台服务所收取的一定的服务费和利润提成。

(4)平台服务-供应商。为面料供应商提供平台服务所收取的一定的服务费和利润提成。

### 2.推广应用

(1)与设计师团队的协同，加速模块化设计速度，满足消费者的个性需求。

(2)与品牌商及其门店合作，实现按单生产，增强小批量柔性快反的能力，降低库存。

(3)与箱包制造工厂的合作，通过将恩典科技示范工厂的管理模式复制，帮助其他企业具备个性化定制的能力，并将恩典二十年的箱包经验对外输出。

(4)与在线销售平台的合作，实现相互引流，按单生产，并提供大数据服务。

(5)整个供应链的协同生产与服务，提升整个供应链的快速响应能力和资金流转能力。

(6)实现线上虚拟展厅，基于互联网和3D建模技术，虚拟搭建3D企业展厅，客户只需要点击链接或者扫描二维码，即可享受沉浸式浏览体验，提升客户对企业的好感度与信任度，帮助客户实现交互式体验。

## 总结

通过工业互联网平台的搭建，以箱包全品类大批量个性化定制为支点，实现销售-设计-生产-供应链-服务的全生命周期数字化管理闭环。通过整合设计师和供应链资源，实现需求数字化、设计数字化、工艺数字化、资源数字化、制造过程数字化、质量管控数字化，并对外复制输出，打造箱包生态圈，助力箱包产业的转型升级。

## 案例28

## 印染产业数字化智能化解决方案

## 服务商简介

“印染大脑”是全国印染行业“1+N”工业互联网平台体系的先行者，“印染大脑”将数据作为企业的重要资源加以整合分析，应用大数据和人工智能技术，采用自主研发的核心技术与联手成熟企业推广的策略，帮助企业走数字化智能化制造道路，助推传统印染行业向高质量生产与服务发展。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

目前印染企业的主要痛点是能耗、染助剂、排污成本高，利润薄，在整个行业的中高端产品领域的竞争力不强，这些痛点的主因在于染色一次成功率低。据估算，染色一次成功率每提高1%，生产成本约降低1%，收益约增加10%。部分企业虽已投入大量资金引进高端设备和信息系统，但其功能和效益远未发挥，数据使用效率仅15%。提升印染企业的数据应用能力是打破企业成本僵局的关键。

## 2.主要应用环节

“印染大脑”通过采集印染企业的人机料法环测数据，应用大数据、物联网、互联网、人工智能等先进技术，结合印染产业实际需求，提供企业设计与生产过程中的基本诊断、生产管控、工艺优化等数据服务，能够有效降低企业数字化投入成本，使得企业能够实时掌握生产动态、规避生产问题，优化工艺配方，提高染色一次成功率。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

“印染大脑”有六大功能，分别是数据查错、数据报表、故障诊断、实时监测、提前预警、工艺优化，现已完成并已投入实际使用。这六大功能的实现，首先依赖于标准化染料信息管理系统、标准化助剂信息管理系统、标准化面料信息管理系统、标准化颜色信息管理系统、及标准化染色质量问题信息管理系统等基础数据库的建立。在标准化基础数据库建立的基础上，应用印染工业相关机理模型、实验数据和生产流程数据，通过构建相应的数据分析和机器学习算法，结合印染企业具体需求，通过手机APP、生产车间大屏、中控室大屏等客户端，实时、远程、集中展示各类分析图表与反馈信息，为印染企业提供数据服务。

## 2.关键自主技术的难点和创新点

难点：规范术语命名规则，建设标准化数据库

建立科学统一的命名规则及其分类系统，对印染行业的面料、颜色、染助剂、染色质量、数据关联字段等制定命名规则和分类方法。

创新点：自主研发创新算法

“印染大脑”建设团队针对企业需求，开发了多个数字化智能算法、数据模型和应用系统，比如：

(1)数据查错纠错算法：用以规范企业数据的录入；

(2)各染料的基本色占比分析算法：用以分析计算各染料在配方中的最佳配比；

(3)染色质量数学模型：用以工艺优化和新工艺推荐；

(4)缸差量化数学模型：通过比较小缸和大缸的染料助剂配方及其相应的染色效果，量化两个配方之间的差异，减少甚至逐渐取消工艺师凭经验进行配方调整的部分工艺；

(5)集控数据异常归类算法：用以将异常的染缸温控曲线图自动分类并添加描述。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

“印染大脑”已经完成了六大模块的建设并投入实际应用，已申请专利五项，软著九项，预计将共申请30余个发明专利和软著，三家联合印染企业投入实际使用（兴明，禾盛，金牡）已经超过两年，并与二十余家染整企业有着不同程度的合作。包括帮助企业制定每个部门及人员的精细化考核指标，内部产品分部门质量考核指标，和企业内部面料、颜色、染助剂、色牢度、手感等命名规则，协助企业从自动化、信息化逐步迈向智能化生产的道路。

### 2.应用价值

印染大脑的试点合作企业有三家：绍兴兴明染整、绍兴金牡印染、绍兴禾盛印染；印染大脑成功帮助企业将产品设计流程和生产流程进入精细化管理，试样打样次数减少25%，回修与加料次数明显减少，染色质量明显提升，能耗明显降低，排污量降低，总成本降低，行业竞争力增加。企业的机缸平均使用效率远超行业平均水平，获得三家试点企业的良好反馈。

### 3.应用实例

| 企业名称 | 兴明染整                                                                                   |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 纺织品染整                                                                                  |
| 应用内容 | 数据报表、数据查错、基本诊断、实时监测、提前预警、工艺优化                                                          |
| 应用效果 | 试样打样次数减少25%，回修与加料次数显著减少，一次成功率增加7%，染色质量提升，能耗降低，排污量降低，总成本降低，行业竞争力增加。企业的机缸平均使用效率远超行业平均水平。 |

| 企业名称 | 禾盛印染                                                                                                                     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 纺织品染整                                                                                                                    |
| 应用内容 | 数据报表、数据查错、基本诊断、实时监测、提前预警                                                                                                 |
| 应用效果 | 数据的标准化程度和完整准确程度有很大程度的提高，数据指标数量增加，数据的颗粒度更加细化。产品设计流程和生产流程已经逐渐进入精细化管理，回修与加料次数显著减少，一次成功率增加7%，染色质量提升，能耗降低，排污量降低，成本降低，行业竞争力增加。 |

## 商业价值

### 1.商业模式

公司通过组建印染产业智能制造联盟，集聚一大批有影响力、有数字化、智能化改造需求的行业内企业，通过三种服务模式进行业务拓展：目前（2-3年内）为数据服务商，公司以“为企业提供数据服务，向企业收取服务费用”的模式拓展市场；第二阶段（3-5年内），作为软硬件配套服务商，通过为其智能化、数字化改造提供软硬件配套（增值服务）的方式收取费用；同时，作为智能化

改造“监理商”，为企业数字化改造过程中配套设施、软硬件匹配度、合理性、性价比等方面提供咨询服务。

### 2.推广应用

“印染大脑”计划3年内走访300家以上的印染企业，并从中挑选出100家企业，为他们提供数字化智能化改造服务。

## 总结

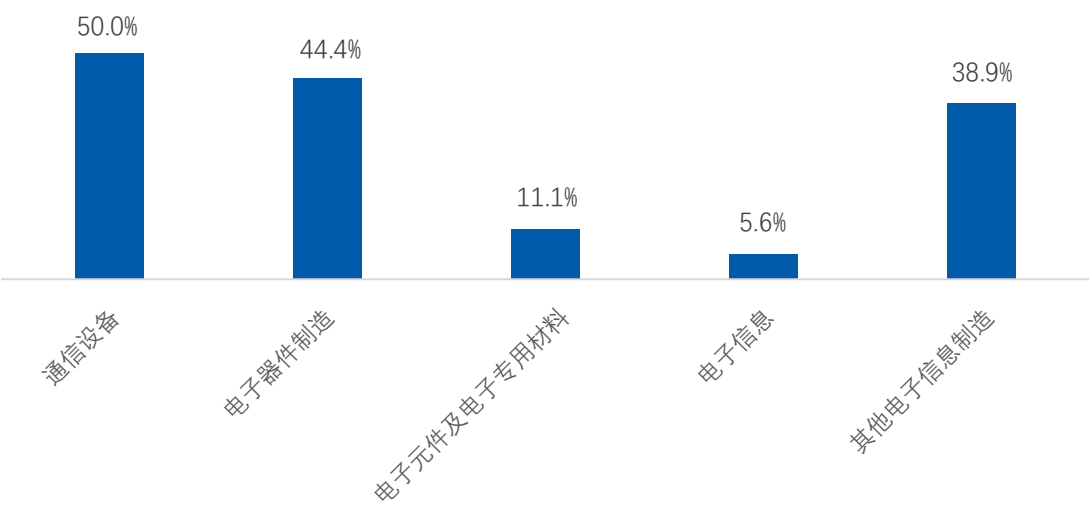
“印染大脑”的推广，将加快长三角及全国染整数据资源共享共用，提高印染企业信息化协同、精细化管理和智能化生产水平，为传统印染产业提质降耗提供强有力支撑，为全国印染产业高质量发展创造先进经验。

### (四) 新兴产业向价值链高端迈进

电子、半导体等新兴产业通过实时数据、智能算法，结合质量等工业机理，在质量管控、柔性生产等方面赋能企业转型。如半导体制造R2R极致品质控制解决方案以半导体面板生产环境和现场测量数据为基础，利用大数据等新技术结合R2R过程控制理论，达到提升良率、减少再工次数作用；SMT稳健质量工业互联网解决方案运用源流质量管理和稳健质量工程技术，开发SMT系列

工业APP，使产线平均缺陷数低至0.4%，每条产线平均效益增加23.82万/年；基于数据驱动的电子元器件企业智能生产管控解决方案通过对电子产品开展智能质量检测，提高了检测率和分级精度，产品质量提升7%。

图18：大赛百强解决方案在电子行业应用情况



资料来源：国家工业信息安全发展研究中心

## 案例29

## 半导体制造R2R极致品质控制解决方案

## 服务商简介

格创东智是由TCL战略孵化的工业互联网公司，依托TCL近40年多场景生产制造经验，致力于帮助制造业企业数字化转型。格创东智通过APaaS东智工业互联网平台赋能一线生产，提供运营优化管理、设备健康管理、能源优化管理、机器视觉、供应链优化、大数据分析六大类智能应用。公司目前已在芯片半导体、3C、通信以及新能源等行业落地标杆案例。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

中国半导体领域缺乏以市场最优的成本按时足量地稳定生产出高品质半导体产品的能力。但随着半导体制造向更大尺寸基材、更窄的线宽和更高的集成度的趋势发展，其生产流程和工艺越来越复杂，制造过程也越来越困难，良率提升变得异常困难。

半导体生产良率提升异常困难的主要原因在于：

(1)制程工序复杂。产品需要经过几百道复杂的工序加工，每个工序都要求几乎100%的良率，否则，良率乘积关系会迅速破坏整体良率；

(2)制程高度重入。产品需要多次重复进入相同的制程进行加工，每次都将面临渐进偏移 (Shift) 或突变漂移 (Drift) 等变异现象。品质问题的根源在于高变异；

(3)品质实时控制难。良率故障只能通过抽检检测发现。检测本身的滞后性和抽检的概率性，严重影响品质数据的实时获得，进而影响品质的实时控制。

## 2.主要应用环节

产品良率 (Yield) 是交期的先决条件，良率和生产成本成反比关系。提高生产良率，将直接影响和优化生产周期，极大降低生产成本，强化产品以及企业的市场竞争力。

基于工业互联网的半导体制造R2R极致品质控制解决方案，就是针对良率提升这个关键瓶颈，通过实施完整的实时闭环反馈控制 (R2R) 来解决半导体生产过程中品质良率的核心问题。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

控制生产变异，提升半导体制造良率需要：

(1)生产过程数据的全面获得监控生产环境的变异性；

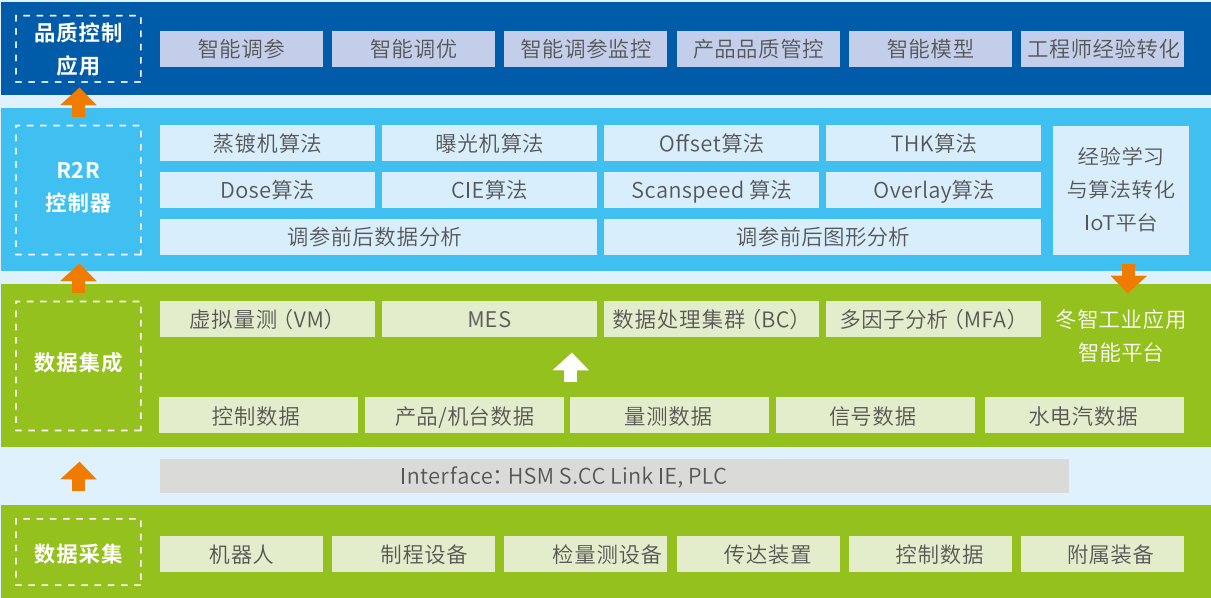
(2)品质全检数据的获取-监控生产品质参数的变异性；

(3)实时工程过程反馈和控制-保障生产系统的波动处于稳定的最优受控状态。

简而言之，就是形成一个全面实时数据分析和工程过程控制的品质控制闭环，通过持续调整和优化操作变量来补偿生产变异对制程所造成的干扰与影响，保持输出产品品质的稳定。

这三者就构成了基于工业互联网的R2R批间控制方案的核心架构。

图1: 方案总体技术架构



其中：

- 工业互联网广泛连接各种半导体生产要素，全面获得、存储、管理和分析与品质相关的实时数据，解决数据缺失问题。
- 虚拟量测通过人工智能算法对大量生产品质相关数据进行学习，利用抽检数据不断的修正和优化，取得品质关键指标与制程数据之间的关系预测模型，从而对生产品质进行预测，以数字化方式“实时”提供全检“量测”数据。
- R2R智能控制器在全面生产要素数据和虚拟量测全检数据的驱动下，将反馈机制与前馈机制加入统计过程控制，根据前几批生产环境数据、量测数据以及生产数据来优化和调整生产设备上的制程参数，从而消除或减少环境、设备、制程参数的突变漂移、渐进偏移等生产变异现象对半导体产品品质所造成的影响，降低操作失误，达到提高产品品质的目的。

总之，R2R以生产环境与现场测量（抽检量测&虚拟量测）数据为依据，利用模型驱动（R2R智能模型和算法）、反馈控制、局部优化等方法，以补偿生产过程扰动，提升生产品质。

2.关键自主技术的难点和创新点

- (1)充分利用工业互联网互联各种品质相关生产要素，实现生产环境数据的实时采集，打通各生产应用系统（SPC、FDC、MES、EDA、MFA、BC等）交互和反馈的通道。
- (2)针对半导体单个制程生产数据量大，数据种类多，上万个参数之间关系复杂的现状，采用多因子分析快速实现数据降维降噪，定位影响品质的关键因子，挖掘生产机理，增加机理模型的确信性和易于理解性，简化计算模型，提升R2R系统的计算性能。
- (3)本方案采用了虚拟量测技术来实现实时全量测信息的快速反馈，极大提高了R2R品质控制的时效性和全面性。
- (4)结合生产机理和统计建模优势，开发了一系列R2R智能算法和模型，针对半导体生产关键制程：蒸镀和曝光生产品质，开发了智能R2R控制器，设计出一套对机台运转参数和产品制程数据进行智能计算的机理和统计模型，实现可以直接对设备参数进行修改调优的品质控制方案，极大减少了生产变异，在提升品质控制能力的同时，缩短生产周期。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

基于工业互联网的R2R极致品质控制解决方案已经在华星光电武汉t3、t4工厂蒸镀和曝光等关键制程上线应用，并计划在华星光电其他产线全面推广。

### 2.应用价值

R2R解决方案适合所有在有限的时间内将有限的原料，按规定的加工顺序转化为特定产品，并通过反复进行，获得一定数量的同种产品的生产过程。通过实时闭环智能反馈控制来消减生产品质变异，提升产品品质。

### 3.应用实例

华星光电武汉t3、t4工厂蒸镀和曝光等关键制程已经上线应用基于工业互联网的R2R极致品质控制解决方案。

以Photo设备8条线为例，R2R针对参数过渡偏移可能导致产品产生不良进行修正和调优，预计每年可增加收益200万以上。

而蒸镀机在Offset和tooling两方面需要进行R2R调整补值。采用R2R前后，Offset从平均值，合格率偏差，X，Y 偏差等方面都有了非常明显的提升。预计每年可增加收益200万以上。

## 商业价值

### 1.商业模式

由于R2R是一个工业现场解决方案，因此，R2R解决方案的商业模式，将主要以聚焦行业，提供行业解决方案和服务为主，通过研究具有多工序制造特色的行业品质共性问题，提供与生产品质控制机理密切结合的R2R解决方案，并通过技术服务来实现不同行业、不同企业之间R2R算法与模型的个性化。

### 2.推广应用

本方案将首先聚焦在半导体行业。整体推广策略分为三步走：

#### (1)半导体面板行业

以武汉华星t3、t4为起点，将R2R解决方案逐步推广到t1、t2、t6、t7，并在t8、t9直接以R2R作为品质

控制的标准应用。

#### (2)国内半导体芯片行业

以中国半导体产业的四大核心区域（长三角、珠三角、环渤海、中西部）为重点，以半导体制造阶段（晶圆制备、晶圆制造、封装测试）为分割，以重点企业为突破，在关键制程品质控制环节推广R2R解决方案。

#### (3)MMP多工序制造过程

除了聚焦半导体行业外，R2R也适合所有MMP制造特点的企业，比如：汽车装配、新能源电池、PCB、多工序零件加/冲压、工钢（板）坯的连铸连轧等。

## 总结

基于工业互联网R2R批间控制方案，以生产环境与现场测量数据为基础，结合工业互联网、大数据与人工智能技术，利用反馈控制、局部优化、整体协同，达到补偿生产过程扰动、提升良率、减少再工次数作用，帮助企业降低成本、提高产能。

## 案例30

## SMT稳健质量工业互联网解决方案

## 服务商简介

SMT稳健质量工业互联网解决方案是由中电工业互联网有限公司、湖南满缘红质量技术创新发展有限公司、中电凯杰科技有限公司、长沙智能制造研究总院有限公司四家联合体共同打造。其中，中电互联组建技术开发团队，主要负责软件开发及软件系统运行维护工作，提供全套SMT产线全流程的9个质量提升软件；满缘红组建稳健质量技术团队，主要负责稳健质量工程技术植入、工艺优化和过程控制建模、数据分析、评价、预测与决策算法及其他技术解决思路；中电凯杰作为企业原型，主要负责数据采集和资源整合工作，向满缘红稳健质量技术团队提供SMT产线生产设备和检验检测原始数据，并协助软件系统上线测试及系统运行反馈；长智院提供智能制造策划方案以及后续推广应用。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

SMT是电子制造的基石，中国有8万多条SMT产线，且每年保持15-20%的速度增长。当前我国SMT行业普遍存在利润低、质量不稳定、工艺优化APP缺失等问题。

痛点一：行业平均利润薄。单条产线投资50-150万美元，产值2500万元/年，行业平均利润率2%左右，平均利润仅50万元/年、企业对提质降本增效有强烈需求。

痛点二：产品质量不稳定。多品种小批量、工艺柔性程度差。

痛点三：工艺优化APP缺失。行业近70%是中小企业，自行开发工业APP难，行业工艺优化APP缺失。

## 2.主要应用环节

本解决方案由9个APP组成，覆盖SMT全流程、全要素，解决从采购、工艺优化、生产过程控制、产品交付及设备预防维护全流程的质量问题。创造性开发出稳健开发、稳健设计、稳健制造、稳健服务和稳健大数据挖掘五大子系统，覆盖质量形成的全过程，帮助企业以高质量、低成本、短周期提升企业综合竞争力。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

本项目基于中国电子PK-S体系，以稳健质量工程技术为核心，整合稳健参数设计（RPD）、统计过程控制（SPC）、过程能力分析、排列图、线内质量工程（On-Line QE）等质量工程技术，融合了基于智能化数据仓库技术、新型数据建模技术，开发了钢网印刷工艺优化、SPI工况分析、SMT贴片工况分析、AOI工况分析、波峰焊工艺优化、波峰焊工况分析、FCT工况分析、供应商质量保证能力评价、SMT产线工序诊断与调节共

9个工业APP。通过构建精准、实时、高效的质量数据采集系统，建立质量数据的存储、集成、访问、分析、优化、管控，实现全流程、全要素、个性化、精细化的质量信息系统循环，实现数据在线收集、生产过程实时监控、在线预警与在线分析及改进等功能，打造了专（专在稳健）、精（精在源流）、特（特在融合）、优（优在效果）的SMT稳健质量工业互联网解决方案。

该解决方案共9个APP，可单独使用，也可按需组合使用，实现了如下功能：

(1)生产工艺参数优化功能：运用稳健设计技术优化钢网印刷工艺和波峰焊工艺，只用了18次实验，就找出了4374种工艺参数搭配的最佳方案。

(2)生产过程控制与分析功能：应用P图、U图、排列图和SPC趋势图等对工况进行实时监控和分析，及时发现生产过程中的异常现象，预防不良品的产生。

(3)产线工序诊断与调节功能：运用线内质量工程技术确定SMT产线最佳诊断与调节周期，改变了过去凭经验确定设备预防维护周期的现象。

(4)供应商质量保证能力评价功能：将过程能力分析应用于供应商质量评价，实现从评价不合格率到评价供应商过程质量保障能力，解决过去仅凭进货检验合格来评定供应商的做法。

## 2.关键自主技术的难点和创新点

(1)独创性：打破国外工具带平台、平台统技术的垄断；国内首款基于PK体系的自主安全SMT行业数据采集终端。

(2)领先性：将先进的质量创新技术通过工业互联网赋能制造业，解决知识沉淀不足；将制造业质量关口从检验阶段提升到预防不良阶段。

(3)安全可靠：国家级网络安全核心体系；关键工艺数据、工艺核心技术输出安全有保障。

(4)技术融合性：稳健质量工程系统集成了多种质量技术创新工具方法；稳健质量工程与工业互联网平台深度融合。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

本解决方案由9个APP组成，覆盖SMT全流程、全要素，解决从采购、工艺优化、生产过程控制、产品交付及设备预防维护全流程的质量问题，目前已服务4家企业的30余条SMT产线。

### 2.应用价值

本方案解决了行业平均利润薄的问题，达到平均每条产线每年创造直接经济效益增加值23.8万元的效果；解决了产品质量不稳定的问题，使单位产品平均加权缺陷数量由1.7%降低到0.4%；解决了工艺优化APP缺失的问题，对钢网印刷工序和波峰焊工序进行了优化，填补了国内电子行业工艺优化APP的空白。

| 对比项    | 运用前                    | 运用后                                              |
|--------|------------------------|--------------------------------------------------|
| 工艺优化成效 | 凭经验、调整速度慢、准确性差         | 稳健设计优化工艺，大大减少多因素多指标选优的试验次数，抗干扰能力强，质量波动小          |
| 过程控制成效 | 仅控制质量特性                | 剖析了质量成因的工业机理，实现了工艺参数和质量特性双向控制，预防不良品产生            |
| 产品检验成效 | 主要依靠检验                 | 通过工艺优化和过程控制预防不良品产生                               |
| 采购质量成效 | 通过进货检验合格率评价供应商         | 通过评价过程能力指数，倒逼供应商改进过程质量，提高良品率，进而推动行业上下游高质量发展      |
| 服务方式   | 依靠专家人工服务               | 实现数据自动采集、数据快速传输、APP自动运算、结果快速反馈应用                 |
| 整体效果   | 平均缺陷数1.7%，每条产线平均检验人员5人 | 平均缺陷数0.4%<br>每条产线平均检验人员2.5人<br>每条产线平均效益23.82万元/年 |

3.应用实例

|      |                              |
|------|------------------------------|
| 企业名称 | 福耀玻璃                         |
| 主营业务 | 生产汽车玻璃，装饰玻璃和其他工业技术玻璃及玻璃安装    |
| 应用内容 | 提高机车玻璃抗砾石打击性能                |
| 应用效果 | 将抗砾石打击时速从275公里/小时提升到445公里/小时 |

|      |                     |
|------|---------------------|
| 企业名称 | 中国电子彩虹集团            |
| 主营业务 | 显示器件、光电产品           |
| 应用内容 | 降低5H线（电子玻璃）横切不良率    |
| 应用效果 | 横切不良率从12.6%下降到0.83% |

|      |                                                 |
|------|-------------------------------------------------|
| 企业名称 | 远东电缆                                            |
| 主营业务 | 架空导线、电力电缆、电气装备用电线电缆、特种电缆四大类线缆产品的系统设计研发、制造、营销与服务 |
| 应用内容 | MV8000系列铝合金电缆研发                                 |
| 应用效果 | 发明专利2项,经济效益1025.6万元/年                           |

|      |                                  |
|------|----------------------------------|
| 企业名称 | 索恩格汽车部件                          |
| 主营业务 | 起动机、发电机的配套供应商、制造商、生产厂家           |
| 应用内容 | 降低起动机换向器售后失效率                    |
| 应用效果 | 售后失效率由511 PPM降低至218 PPM，降幅57.34% |

商业价值

1.商业模式

本解决方案中包含的9个软件将首先在中电凯杰科技有限公司SMT产线上使用，后期计划将全套软件上线中电互联网云平台，以会员制的形式向平台会员企业提供软件使用和技术服务，并收取一定额度的年费。同时以软件出售的形式逐步向国内SMT行业企业进行线下推广与应用。后期计划将解决方案的推广应用向上游延伸到SMT产品的设计端和共性技术开发端，向下游延伸到SMT产品的交付和售后服务，为客户企业开发系列软件产品，并提供相关技术服务。具体操作模式如下：

- (1)云平台会员企业收取年费（订阅式）
- (2)SMT行业企业托管服务（托管式）
- (3)为企业定制稳健质量工业互联网解决方案（技改）
- (4)与产线设备商合作整体解决方案（效益分成）

2.推广应用

1、面向SMT企业采用订阅制与项目制相结合方式推广，具体推广策略如下：

- (1)订阅制。提供工业APP、工业互联网解决方案等服务。
- (2)项目制。基于本项目提供定制化行业解决方案。

2、面向SMT设备商采用免费订阅与收费订阅相结合方式推广，具体推广策略如下：

- (1)免费订阅。中小企业可以免费订阅本解决方案部分基础工业APP。
- (2)收费订阅。中小企业在付费后将可以使用本解决方案所有功能，促使其生产管理，生产效率得到大幅提升。

总结

该解决方案是国内首款基于PK体系的自主安全SMT行业数据采集终端，首次将稳健质量工程应用于SMT产线覆盖全流程，有效提升了质量的稳健性，降低了生产成本，提升了生产效率。现已获得软件著作权45项，2项成果处于国际先进水平。

## 案例31

# 基于数据驱动的电子元器件企业智能生产管控解决方案

## 服务商简介

贵州航天云网科技有限公司隶属中国航天科工集团有限公司，成立于2015年12月，服务内容包括建设运营贵州工业云平台；智能制造、协同制造、云制造底层软件开发；云端企业智能化、智慧化改造；产品、制造资源共享与协作配套；工业大数据及其应用等。服务已覆盖贵州省装备制造、能源化工、民族医药等十大工业产业，并将主要做法和典型经验推广应用到云南、广西、广东、黑龙江等地。

## 背景和需求

### 1.行业/企业痛点

电子元件生产制造企业存在的痛点包括：信息化系统存在孤岛，生产过程数据缺失，数据及接口标准不统一；应用选型难，缺乏机理的自主掌握和积累；生产设备的研制、运维、维修保障管理难，需实现智能化管控；材料入厂检测和产品试验检测缺乏有效的记录和管理，需工业大数据、算法模型来解决。

### 2.主要应用环节

以工业互联网体系及模式构建行业级数字驱动的企业智能生产管控解决方案，主要应用在行业的研发设计、生产制造、运维保障、产品质量及供应链协同等环节；主要应用场景为设备管理从粗放管理向精密管控转变、制造生产从手工组装向人机协同转变、质量检测从人工检测向智能检测转变，实现行业专用设备IOT数据采集和智能管控、研发生产管理优化、产品质量检测，以及供应链协同。

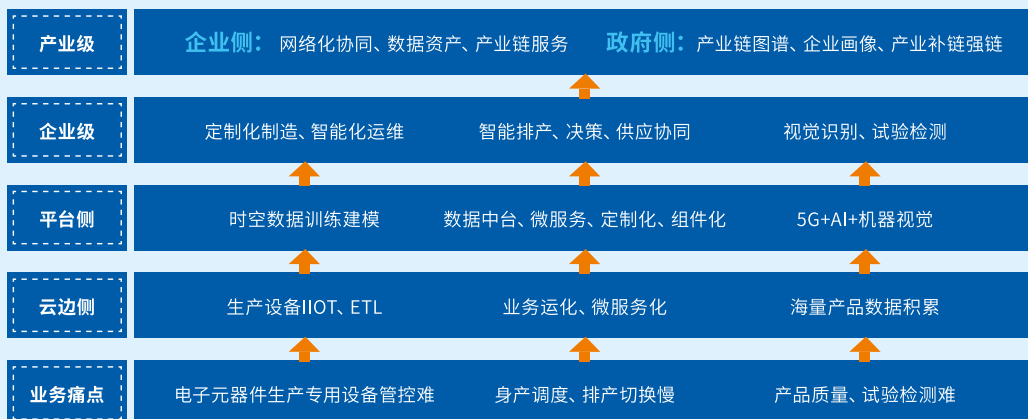
## 解决方案做法

### 1.主要内容

本案例通过针对性解决电子信息行业在生产过程中的关键性问题，配合定制化、轻量化、平台化的智能化改造+云服务工作，可快速实现验证和使用，帮助工业企业接入工业互联网，促进工业互联网其他应用和服务在企业的落地使用，从而推动产业链上下游的协同发展，带来新的商业模式变革。

化改造+云服务工作，可快速实现验证和使用，帮助工业企业接入工业互联网，促进工业互联网其他应用和服务在企业的落地使用，从而推动产业链上下游的协同发展，带来新的商业模式变革。

图1: 解决方案核心技术路线



解决方案平台核心在于构建工业互联网IoT层、PaaS层和DaaS核心能力。其中，微服务、工业制造及算法机理模型、大数据分析模型、设备数据采集与分析、数据中台的研究和应用至关重要，以PaaS容器云为业务应用运行承载支柱，以中台为数据建模分析核心，打造了企业、平台和产业三侧数据互通、业务联动的工业互联网平台模式。解决方案实施和沉淀过程中，深入研究并应用了微服务、工业制造及算法机理模型、大数据建模分析、设备数据采集与分析、数据中台等平台级技术和服务，以实现企业全要素数据采集、建模、分析，全流程业务和应用资源编排弹性伸缩，将业务应用、能力、产品、技术组件化和服务化。持续优化解决方案以支撑并不断完善行业级SaaS应用和工业APP服务，并以工业互联网的云制造、协同制造、智能制造技术和模式促进和带动企业更好更快地实现数字化、智能化、智慧化。

2.关键自主技术的难点和创新点

一是解决方案中所使用的技术框架已在行业平台

或项目中得到充分验证。基于此技术体系已构建航天云网工业互联网平台（即：INDICS平台），形成服务于海量设备接入、大数据分析挖掘、机理模型构建、工业应用快速开发的自主可控产品。

二是通过关键技术的研发与融合应用，构建数据获取层（IoT）、资源层（IaaS）、平台层（PaaS+DaaS）、应用层（SaaS），打通从设备、平台到应用的整个生态，形成配套的自主可控软硬件产品，确保整个平台成果的安全可靠，为企业实现数字化转型提供重要技术基础。

三是解决方案及部署实施基于“云边协同”的理念，实现数据同步、应用同步、服务同步。云边协同可保证数据交互高效、低时延，通过云端与边缘侧分布部署、协同控制，实现一端发生故障后可快速切换到另一端，保证业务流程延续，相比传统一侧部署实施的架构，本项目架构更可靠稳定、更安全。

方案应用效果

1.应用情况

本案例重点服务以电子元器件为代表的电子信息行业，公司从2016年开始服务业内企业，占据贵州80%以上的电子元器件企业服务市场；随着新一代通信技术商用加快，对工业互联网等新技术、新模式的应用需求将快速发展，公司占据贵州大数据融合投资0.6%左右（2020年1-8月共计投资630亿元），每年带动数百家企业登云用云，并按照10%以上比例增长。截止目前，已打造电子元器件行业工业互联网国家和省级以上试点示范项目19个。通过方案的裁剪和调整，将共性技术和解决方案提炼延伸到各行各业。目前已覆盖贵州省装备制造、能源化工、民族医药等十大工业企业企业100余家。

2.应用价值

通过提供设备全生命周期的实时态势感知、远程故障诊断和预测性维护服务，有效降低设备运维成本，提高产品质量和生产可靠性。通过解决方案应用和工业互联网平台赋能，人的知识和经验以机理模型的形式赋予机器设备，实现人的认知性、灵活性与机器的高精准、高效率有效结合起来，提升人与机器的协同

合作水平，降低人力成本，提高生产效率。基于解决方案，对产品开展智能质量检测，不仅可以排除主观因素干扰，还能够对这些指标进行定量描述，减小了检测分级误差，提高了检测率和分级精度。据初步统计，平均可帮助企业实现设备利用率提升20%，产品质量提升7%，生产成本综合降低12%，同时提高了生产过程的数据完整性，助力企业实现转型升级。

3.应用实例

|      |                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 贵阳顺络迅达电子有限公司                                                   |
| 主营业务 | 从事新型电子元器件、电子材料及模组研发、制造、销售。                                     |
| 应用内容 | 智能工厂一体化平台项目通过云化+信息化模式针对企业关键业务环节进行数字化改造。                        |
| 应用效果 | 在项目实施完成后，其主要客户华为的供应商IT体系评分从62分提升到了89分，帮助企业成功获取更多的华为手机片式电感产品订单。 |

| 企业名称 | 中国振华电子集团有限公司                                                                                                     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 以电子电话机和通信天线为代表的通信整机；以贴片钽电容器、连接器接插件、厚膜混合集成电路等为代表的新型电子元器件。                                                         |
| 应用内容 | 通过云端应用研发和云端应用运行两大服务，在云平台基础服务方面，包括设备预防性维护、智能运营管理，生产运行优化，产品质量分析等智能业务应用；在IoT接入服务方面，实现海量软硬件资源的数据采集、传输，为生产业务系统提供数据支撑。 |
| 应用效果 | 通过项目建设实现振华集团云端应用从研发、部署及运维的全生命周期管理，系统运维人员减少50%，企业生产数据完整性达到95%以上，业务流转效率提升30%。                                      |

| 企业名称 | 贵州雅光电子科技股份有限公司                                                                                                     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 汽车电子应用、智能电网应用、物联网应用、消费类电子、集成电路设计等几大领域产品。                                                                           |
| 应用内容 | 高端汽车用整流二极管智能制造示范生产线项目，建立以计算机网络、数据库系统、智能制造系统为基础、现代管理理论和方法的研发设计管理系统。                                                 |
| 应用效果 | 通过项目实施每小时产品产量提升了58%，优品率提升了33%，场地使用面积节约了46%，产线人员配置减少了68%，实现了从传统制造向智能制造的第一步。2018年企业预计实现产值3亿元以上，同比增长15.38%，纳税800万元以上。 |

## 商业价值

### 1. 商业模式

解决方案通过针对性解决电子信息行业在生产过程中的关键性问题，配合轻量化的智能化改造工作，可快速的实现验证和使用；结合区域产业政策，通过打造标杆项目和示范项目，促进公司相关项目的落地。在盈利模式上通过实施单个项目和收取服务费用的方式来为电子信息制造业客户提供服务，同时解决方案的服务模式可复制到其他工业门类中去，帮助工业企业接入工业互联网，促进工业互联网其他应用和服务在企业中的落地使用。

### 2. 推广应用

一是整合市场资源，创新工业互联网商业模式，形成平台能力复制和资源输出的稳定高效模式，逐步形成“以平台和解决方案占市场”的市场拓展模式；二是铺开市场布局，完成核心区域及重点产业布局，纵向布局全国市场，汇集优势资源、开展推广应用，推进产业发展，横向打造产业级工业互联网平台解决方案库，逐步完成核心产业市场布局；三是分步市场推广，实现产业多维度融合应用；四是构建生态体系，不断提升解决方案能力，在行业和领域中为企业提供持续优化的解决方案服务，带来更多的经济效益，促进行业的协同发展。

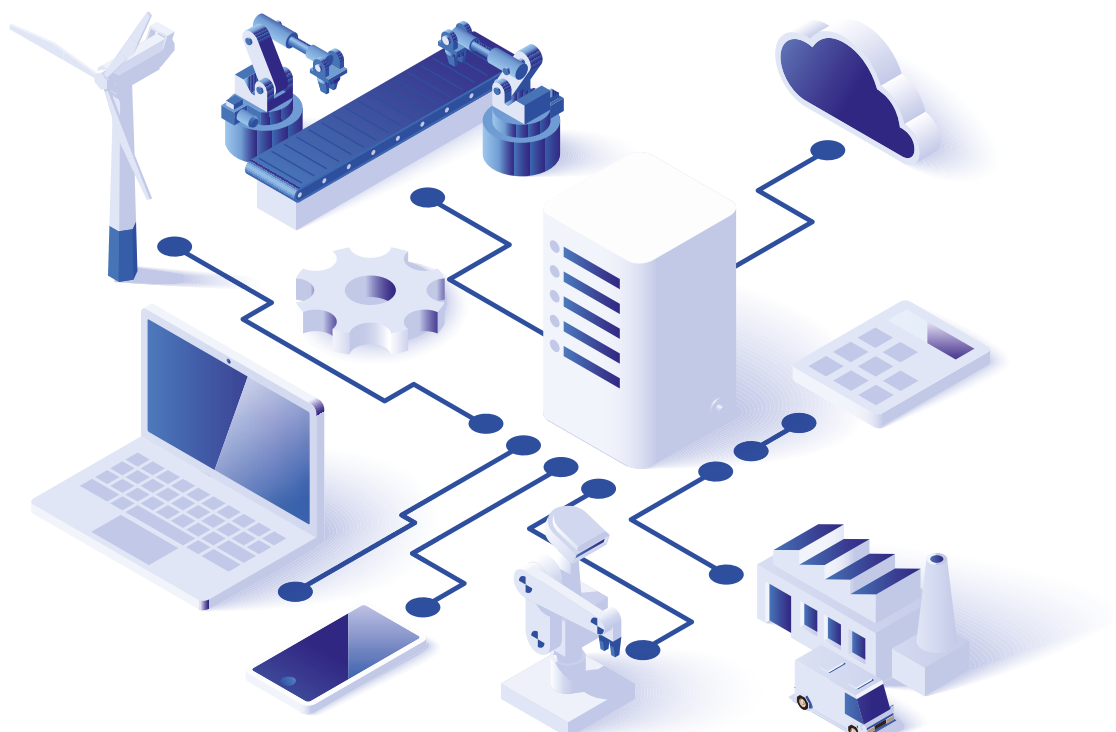
## 总结

该方案基于航天云网INDICS平台体系，融合自主可控的工业数据采集分析技术，构建以IoT物联网平台、数据中台等为核心的企业智能生产管控方案，打通企业从需求订单-资源协同-优化排产-协同研发-智能生产-智能服务的数据链路，实现制造资源层、现场控制层、车间执行层、企业管理层的纵向集成和数据的横向“互通”，有效解决电子元器件企业小批量多品种生产模式下生产周期长、成本高等痛点，提升企业生产运营效率，降低生产运营成本。

## (五) 能源行业趋向多源协同发展

风电、水电、核电等新能源行业以设备状态监测管理为支撑，利用AI、大数据等技术进行深度分析应用，实现能源行业生产经营服务的资源优化配置，推动生产经营全价值链智能决策。如基于能量矩阵的能源互联网平台解决方案率先实现了数百台风电机组的协同感知、数据分析和差异控制，大幅提升风电场经济效益；基于工业互联网的新能源行业数字化转型升级解决方案基于大

规模、多租户场景的新能源大数据平台技术、微服务架构的综合业务应用系统及模型技术等，设备平均无故障运行时间提升20%以上，新能源消纳提升约0.6%。



## 案例32

## 基于能量矩阵的能源互联网平台解决方案

## 服务商简介

国电联合动力技术有限公司隶属于国家能源集团，是全球领先的风电装备制造和风机全生命周期服务商。公司坚持创新驱动发展，拥有风电设备及控制国家重点实验室和国家能源潮汐海洋发电技术重点实验室，连续多年进入全球新能源企业500强。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

我国是世界第一风电大国。随着风电接入电网占比的逐渐增高，电网频率抗扰能力降低，影响电力系统运行安全。

## 2.主要应用环节

本团队依托工业互联网技术研制而成的能量矩阵系统，率先实现了数百台风电机组的协同感知、数据分析和差异控制，首次使风电具备了快速调频能力，有效推动了弃风问题的解决，大幅提升了风电场经济效益。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

本项目主要进行风电场能量矩阵系统与风电机组控制系统协同配合实现电量提升、主动支撑等关键技术的研究，提高风电场电网支撑能力，并在满足电网要求的前提下保证风电场的发电量最优，积极促进电网友好风电场建设和规模化风电消纳。

**高速通讯网络：**风电场高速通信网络的搭建是实现能量矩阵系统各项功能的基础，该项目针对性的开发风场级控制器以及风电机组控制器之间的私有专属通讯协议，搭建风电场高速实时通讯网络，实现风电机组之间和风电机组与中控室之间的“毫秒级”通讯。

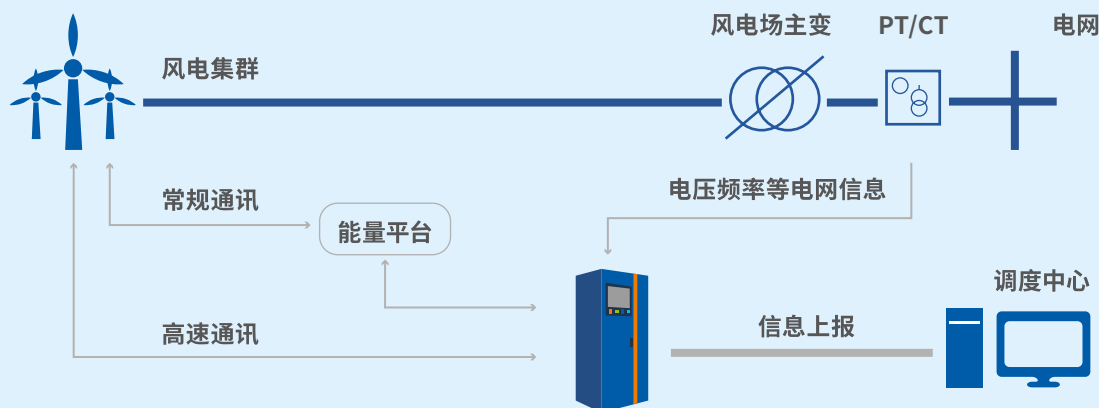
**电量提升：**在限电地区，通过采集风电场主变高压侧并网运行数据，根据电网限电情况，动态计算每个控制周期全场有功输出的目标值，补偿线路损耗，动态

控制各台机组的有功出力，保证全场有功出力“恰好”符合电网限电指标，真正做到“度电必争”。

采用多目标柔性功率控制方法，综合考虑风电机组运行状态信息包括风速、机组桨距角累计值、关键部件运行温度、机组启停次数等，结合控制优先级，对各台机组的出力进行实时动态计算和分配，实现各机组出力最优，极大提升风电场的实时并网运行控制性能及运行效益。

**主动支撑：**基于电网公司提出的风电场“快速频率响应”等技术要求，结合风电场高速通信网络，研发适合风电场的快速调频控制模块，该模块充分考虑机组运行状态和外界条件影响，优化机组出力性能实现差异化调控，避免超调、反调等现象，极大提升了风电场并网适应能力。

图1: 能量矩阵系统架构图



2.关键自主技术的难点和创新点

一是有功功率主动零误差控制技术开发应用。在电力系统依据供需平衡等因素调负荷期间，有功零误差控制技术的数据处理模块首先对风电机组的实时运行数据进行多维度分析，对其运行性能评估排序，然后通过基于毫米级高速控制模块决策出各机组的有功功率分配比例，对于快速变化的风速以及风向能够始终保持零误差动态调节。

二是有功功率动态补偿技术。为了避免固定的补偿量造成的调节精度不受控的问题，在此项目的研究中提出了有功功率动态补偿技术，提高风电场的有功功率调节精度，动态补偿场耗电和线损，提高限电情况下的风电场发电量。

方案应用效果

1.应用情况

本项目技术已应用于全国23个省区14家电力集团的103座风电场，累计应用近2000台风电机组。项目技术使风电场在满足电网要求的前提下最大化发电能力，提升风电场发电量，保证发电量最优；使风电场具备场级快速频率响应能力，提高了风电场电网支撑能力和并网友好性，帮助电网解决弃风问题，积极促进规模化的风电消纳。

2.应用价值

- 一是高标准通过电网关于快速频率响应的测试，推动了我国弃风问题的解决；
- 二是有效提升风电场发电量，提升可再生能源场站经济效益。

3.应用实例

|      |                                                                                     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 龙源电力集团股份有限公司 新疆阿拉山口风电场                                                              |
| 主营业务 | 风力发电                                                                                |
| 应用内容 | 场站能量管理及快速调频                                                                         |
| 应用效果 | 一次性通过新疆电科院测试，率先获得了风电场快速调频测试报告，与电网标准相比，调频响应时间缩短70%，完成时间缩短42%；发电量提升技术在限电时提升风电场发电量约3%。 |

商业价值

1.商业模式

由风电场运营商向本公司直接购买产品及服务，本公司服务人员到场开展产品安装及调试。配合国家有关可再生能源并网标准进行产品推广。

2.推广应用

本项目技术被国家能源局列入风电场并网专项技

术，目前多个区域电网已经提出了风电场快速频率响应的相关标准，近2亿千瓦存量风电场亟需相关技术升级；同时为了推进2030二氧化碳排放达峰和2060碳中和目标的实现，“十四五”期间的新增风电装机容量将会有显著提升。本项目技术也在根据电网标准的推陈出新不断迭代优化，以满足各个区域的电网标准，项目技术推广应用前景广阔。

总结

该方案在场站仿真建模、集群控制及大数据分析应用等三个方面取得创新突破，提升了风电场发电效能和并网友好性，降低了运维成本，推动了我国可再生能源的高质量发展。

## 案例33

# 基于工业互联网的新能源行业数字化转型升级解决方案

## 服务商简介

青海绿能数据有限公司以能源大数据服务为核心业务，建成国内首个新能源大数据平台，后升级为青海省能源大数据中心，建成青海省首个工业互联网平台。公司从事数据采集、存储、开发、处理服务和销售，开展数据平台建设、大数据基础建设、云平台、云应用、大数据增值、挖掘分析、数据交换、节能服务、大数据资源整合、应用、开发、服务运营等项目。

## 背景和需求

### 1.行业/企业痛点

新能源电站由于受分布点多面广、自然环境恶劣，电站集约化、智能化程度低等因素影响，运营成本长期居高不下。目前新能源发展已由国家政策引导支持阶段进入市场自由竞争阶段，对新能源降本增效运营提出了更高的要求。

### 2.主要应用环节

基于工业互联网的新能源行业数字化转型升级解决方案已应用于新能源规划设计、建设、运营、检修、设备评估等方面，为客户提供数据挖掘分析，应用支撑、交易辅助等服务，支撑新能源产业链创新发展。

## 解决方案做法

### 1.主要内容

具体功能如下：

#### (1)集中监控系统

集控系统通过采集新能源场站和分布式离线场站的升压站数据、AGC\AVC数据、光伏区（风机）数据等，对新能源电站各相关设备全面集中监视、控制和管理，及时、准确、全面的收集运行管理所需的各种信息，并分析、处理、存储，实现对受信设备远程集中控制。

#### (2)集中功率预测系统

集中功率预测系统具备实时采集风机、测风塔、逆变器、升压站、气象站等设备运行数据的功能，具备数值天气预报、短期功率预测、超短期功率预测、理论功率计算、虚拟测风测光技术、文件自动上报等功能。从而改善电力系统的调峰能力，提高新能源利用率，优化电厂运营管理水平，改善新能源企业的经济效益。

#### (3)设备健康诊断系统

设备健康管理系统利用人工智能、大数据和云计算

技术，对新能源设备运维数据、环境预测数据进行收集、存储和深度挖掘，实现新能源设备健康隐患的提前预警，定位设备亚健康根因，制定任务调度策略和运维计划，实现精益运维。

#### (4)生产管理系统

生产管理系统构建了新能源生产业务信息管理的标准化体系，归纳、总结并统一生产业务流程，实现公司、集控中心和场站各层面覆盖的、统一的生产管理系统建设，提升企业生产效率和管理水平，降低生产成本，延长设备寿命，创造经济效益，为企业运营的持续优化和健康发展提供有力保障。

### 2.关键自主技术的难点和创新点

功零误差控制技术的数据处理模块首先对风电机组技术难题：能源大数据具备体量大、类型多、速度快、来源散、安全要求严等特征。当前能源企业数字化水平差异大，企业之间存在信息壁垒，能源产业链和源网荷各环节未能实现数据共享。现有大数据技术在开放共享、标准化、安全性和数据挖掘应用等方面尚未与能源行业结合，不满足行业需求。

创新成果：

- (1)研究了基于大规模、多租户场景的新能源大数据平台技术。基于以上技术，研制了全国首个多租户新能源大数据平台，支持2000座新能源电站集中监测和控制，支持百万点的多集团安全控制，数据接入和存储效率提升了10倍。
- (2)研究了基于微服务架构的综合业务应用系统及模型技术。基于以上技术，建立了具有设备健康管理、集中功率预测、故障诊断等应用模块的综

合业务应用系统。提升设备平均无故障运行时间20%以上，提升新能源消纳0.6%左右。

- (3)开发了基于双层资源分配技术的业务运营平台。能够支撑600座新能源电站“无人值班、少人值守”的运维模式；建立了全国首套省级光伏扶贫运营管控系统，覆盖全省45座、72.1万千瓦扶贫光伏电站和76422户贫困户，提升了光伏扶贫的数字化和精准化水平，解决了扶贫光伏电站分布散、难管理、资金发放不透明的难题。

方案应用效果

1.应用情况

目前，平台引入13个服务提供团队和包括政府、发电集团、金融机构等行业上下游40家企业入驻，接入源网荷各类设备214类，接入省内19家发电企业、各类电站197座，接入容量5810MW，累计接入数据超过67亿条，每日新增数据量超过80GB。中心提供集中功率预测、设备健康诊断等28类服务，为入驻的40家客户在新能源规划设计、建设、运营、检修、设备评估等方面，提供数据挖掘分析，应用支撑、交易辅助等服务，支撑新能源产业链创新发展，且平台对客户需求场景特别聚焦，通过对数据价值的挖掘，已产生数据驱动的商业模式。

2.应用价值

直接或间接经济效益：直接经济效益方面，基于平台的各类业务应用经济效益显著。据测算，核心业务年均盈利约4116万元；增值衍生服务年均盈利约1030万元。年均直接经济效益约5146万元。间接经济效益方面，通过大数据解决方案服务、基础设施服务、数据增值服务等方式能够大幅降低入驻企业的运营成本、增加发电收益。为发电企业降低集控中心建设费用。

社会效益：平台被评为新能源工业互联网测试平台，是能源行业中为数不多的平台，是工业互联网在能源行业的有效落地，为推动能源行业数字化转型提供范例。

通过打造全国首套省级光伏扶贫运营管理系统，实现了集中式光伏扶贫电站智能化、专业化运管和扶贫收益精准化分配，并统一向国务院扶贫办上传光伏扶贫电站数据。成本14亿元左右，“无人值班、少人值守”模式每年节约运维成本高达6亿元，每年增加发电收益约为7000万元。累计间接效益20.7亿元。

3.应用实例

|      |                                                                                                                                                            |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 大唐青海能源开发有限公司新能源分公司                                                                                                                                         |
| 主营业务 | 新能源发电                                                                                                                                                      |
| 应用内容 | 集中监控、集中功率预测、生产管理、设备健康诊断                                                                                                                                    |
| 应用效果 | 实现17座新能源厂站远程集中监控，年均节省厂站运行人员交通、生活及配套设施建设约595万元；10座新能源厂站集中功率预测精度较就地式功率预测提升0.4个百分点，增加发电效益40万元；生产管理和设备健康诊断业务提升设备无故障运行时间和厂站运管效能，年均增发发电效益300万元。上述应用年均可增加收益935万元。 |

|      |                                                                                                                                                    |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 华能青海发电有限公司新能源分公司                                                                                                                                   |
| 主营业务 | 新能源发电                                                                                                                                              |
| 应用内容 | 集中监控、集中功率预测、生产管理                                                                                                                                   |
| 应用效果 | 实现14座新能源厂站远程集中监控，年均节省厂站运行人员交通、生活及配套设施建设约490万元；4座新能源厂站集中功率预测精度较就地式功率预测提升0.4个百分点，增加发电效益16万元；生产管理业务提升设备无故障运行时间和厂站运管效能，年均增发发电效益210万元。上述应用年均可增加收益716万元。 |

|      |                                                                                                                                                           |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 中国长江三峡集团有限公司青海分公司                                                                                                                                         |
| 主营业务 | 新能源发电                                                                                                                                                     |
| 应用内容 | 集中监控、集中功率预测、生产管理、设备健康诊断                                                                                                                                   |
| 应用效果 | 实现23座新能源厂站远程集中监控，年均节省厂站运行人员交通、生活及配套设施建设约805万元；14座新能源厂站集中功率预测精度较就地式功率预测提升0.4个百分点，增加发电效益56万元；生产管理和设备健康诊断业务提升设备无故障运行时间和厂站运管效能，年均增发效益420万元。上述应用年均可增加收益1281万元。 |

|      |                                                                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 青海绿色发电集团股份有限公司                                                                                               |
| 主营业务 | 新能源发电                                                                                                        |
| 应用内容 | 集中监控、集中功率预测                                                                                                  |
| 应用效果 | 实现28座新能源厂站远程集中监控，年均节省厂站运行人员交通、生活及配套设施建设约980万元；8座新能源厂站集中功率预测精度较就地式功率预测提升0.4个百分点，增加发电效益32万元。上述应用年均可增加收益1012万元。 |

## 商业价值

### 1. 商业模式

新能源场站集控监控方面，每个电站集控监控平均年服务费15万元；集中功率预测方面，采用集中功率预测模式每个电站年服务费7万元；生产管理方面，使用生产管理系统年服务费每个厂站3万元；备件联储、设备健康诊断等应用可采用销售分成、订阅方式付费等方式开展，年服务费按每个厂站3万元。

### 2. 推广应用

目前，平台引入来自全国不同地区的13个服务提供团队和包括政府部门、发电集团、金融机构等行业上下游39家企业入驻，开发集中监控、功率预测、设备健康管理等业务应用，形成种类丰富的业务体系，初步构建覆盖新能源全产业链的生态圈。为政府、发电企业、电网企业、新能源设备制造商及建设运维等企业，在新能源规划设计、建设、运营、检修、设备评估等方面，提供数据挖掘分析，应用支撑、交易辅助、金融保理等应用服务，支撑新能源产业链创新发展。

## 总结

平台以远程集控业务为突破，通过细化至光伏板件级海量运行数据的实时采集和监控，为新能源企业提供“数据公寓”式远程集控服务。同时，以海量采集数据为核心，引入平台型“开放竞争、共享服务”模式，打造集中功率预测、生产管理、设备健康诊断等商业化应用产品，为提升新能源厂站集约化、智能化运管效能，建立覆盖源网荷全产业链能源生态圈做出贡献，推动了数字经济发展。

## 案例34

## 核电机组运维智能化解决方案

## 服务商简介

本方案由江苏核电有限公司、中核武汉核电运行技术股份有限公司、北京神州泰岳软件股份有限公司联合实施，共同组成核电智能运维全产业链生态，包括核电基地、核电行业的信息化牵头研究所和行业内部企业，能不断的优化完善方案以及客户化定制。

江苏核电负责田湾核电站的建设管理和商业运行，以及部分核电新厂址开发和保护。

中核武汉是数字核电总体责任单位，负责工业互联网系统架构设计与部署，智能运维系统研发。

神州泰岳专注于核工业场景深耕细作，形成了“满足特殊要求的无线通信、定位、安防、传输、感知”的完整解决方案。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

核电机组工艺复杂、设备种类和数量庞大，长期以来存在维护成本高、故障预测难、人因失误风险高等问题。因设备故障、人因事件导致的甩负荷、降功率甚至非计划停机/停堆，给核电厂带来巨大的经济损失和舆情压力。同时，核电生产环节管控严格、接口复杂、流程衔接不畅，制约现场人员有效工作时间。

## 2.主要应用环节

本方案在无线工业互联网基础上，重点解决核电企业设备管理、生产运营管理两方面的核心问题。一方面，通过集成设备可靠性数据信息实现工艺系统和设备的在线监测、智能诊断，从而优化维修规则，提升预测性维修水平，降低关键设备失效风险，避免非预期事件。另一方面，建设全新的智能化生产管理中心，实现运营管理移动化、精细化、智能化，提高工作效率，避免人因失误，助力核电降本增效。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

## (1)无线工业互联网的建设内容

本方案采用WiFi+物联网融合技术建设无线工业互联网，满足核电特殊环境下的覆盖要求，保障电磁安全，提供语音通信、视频会话、数据传输以及物联网接入等服务，并在此基础上内置多样化扩展对接端口，能够与核电多种智能化应用和管理业务对接，为上层应用提供基础承载条件。

## (2)智能化运维应用系统的建设内容

智能运维应用以核电企业设备管理、生产运营管

理为目标，建设了智能化生产管理中心，含设备可靠性管理、人员行为管理、4D大修管理、远程专家支持、天网系统、数字化工作包、智能维修支持等功能系统。

在设备管理方面，系统实现了电站工艺系统和设备的全生命周期在线健康管理，探索了从预防性维修到精确预测性维修的方法路线，以保障核电机组更安全、可靠、经济运行。

在运营管理方面，系统针对日常运行和维保过程/大修过程中的信息传递、流程流转、现场信息使用、安全管理以及关键路径优化等方面进行智能化应用开发，提高工作效率，避免人因失误，助力核电降本增效。

2.关键自主技术的难点和创新点

安全壳贯穿件适配设计：反应堆厂房与外界的信号传递需要通过特殊设计的安全壳贯穿件，当前的贯穿件主要适配同轴线缆或双绞线，无法适配光纤、网线介质，且安全壳内取电困难。本方案中采用了电力载波通信技术作为补充，将数据信号、控制信号与直流供电电源调制到同轴电缆上同传。

融合的宽带+物联网无线覆盖技术：无线基站采用总线模块化设计，基站内部总线同时支持WiFi和物联网模块，使用一套硬件设备实现了宽带+物联网的融合覆盖。宽带采用标准的802.11a/b/g/n/ac调制方式，开放兼容全生态终端产品。物联网采用神州泰岳自

主开发的TSM安全物联网协议，具备海量的无线传感终端接入能力。

电磁安全特殊设计：本方案的无线工业互联网设备采用了低功耗低辐射WiFi芯片，功率从0.1mW-100mW灵活可控；在核岛厂房内划立了电磁敏感区域，可由微基站设置其覆盖范围内的自身和接入终端发射功率，实现自动功率控制，保障了核电机组敏感设备的电磁兼容安全。

耐辐照设计：部分高放区布设的无线设备的硬件采用非活化/析氢材料，可耐受累积剂量1.8kGy，满足辐射控制区使用要求。

方案应用效果

1.应用情况

本解决方案已经在江苏核电有限公司5、6号机组落地，包括核电生产现场的无线工业互联网覆盖和智能化系统的试点应用，实施了从无线工业互联网、IaaS平台、智能化运维应用系统全套的方案建设，同时本方案部分模块也在其他核电企业实施建设。如无线工业互联网基础设施已经在防城港核电站开始部署实施，部分智能化运维应用系统的部分模块也在中

国核电各电站开展部署建设。

本方案能切实解决核电厂在设备管理和生产运维两方面的核心痛点问题，主要体现在降库存、减维护、保生产、提进度、增效率五个方面。设备全生命周期在线健康管理解决方案，实现了设备状态无线监测和分析，为预测性维修的研究和维修规则的优化奠定了基础；智能化运维管理中心从关键路径、重要环节入手，解决现场沟通难、工作票审批难、QC见证难、厂房找路难等问题，在给予现场人员方便的同时降低了人因失误风险。

2.应用价值

以田湾5、6号机组为例，本方案在5号机组调试期间助力5号机组提前114天具备商运条件；在机组商运期间，日常运维工作效率显著提高，换料大修关键路径预计缩短。

在设备管理方面，本方案提供了设备全生命周期在线健康管理解决方案，实现了设备状态无线监测和

分析，在田湾5、6号机组开展RCV上充泵、DVC主控室空调风机等重要设备监测分析，设备故障模式的辨识和预警，将避免机组因此后撤状态甚至停机/停堆。同时本方案通过大数据分析，以设备可靠性理论为基础，适当延长预防性维修周期，变设备全部解体为部分解体，通过无线监测替代部分预防性检查维护工作，为技术改造提供数据依据。通过优化维修规则，可进一步精确维修范围，避免过度维修，降低备品/备件库存。

3.应用实例

|      |                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 江苏核电有限公司                                                                                                                                                                                                                                |
| 主营业务 | 田湾核电站的建设管理和商业运行                                                                                                                                                                                                                         |
| 应用内容 | 5、6号机组生产现场无线覆盖、智能化系统的试点应用                                                                                                                                                                                                               |
| 应用效果 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 备品备件储备定额下调1亿元；</li><li>• 预防性维修项目减少2.4万项；</li><li>• 降低人因失误风险、提高设备可靠性。每减少非停一次，可避免经济损失约4000万元；</li><li>• 助力田湾核电站5号机组提前114天具备商运条件，总体产值约10亿元；</li><li>• 提高现场工作效率，预计缩短大修关键路径，年化经济效益约4000万元。</li></ul> |

## 商业价值

### 1.商业模式

本方案首先通过针对性技术攻关，满足了核电现场部署的安全要求，并通过在田湾核电5、6号机组试点落地验证，具备可复制性。

本方案主要利润点为智能化生产管理中心软件销售收入，按费用估算模型，智能化生产管理中心软件销售收入为千万元级（SaaS层APP应用+ PaaS层智能化应用系统）。

本方案最主要的支出是智能化生产管理中心各软件模块的开发费用、市场推广销售费用。根据预测，系统软件初始开发总费用约为7600万元；市场推广费用、现场接口以及流程适配费用约为百万元级。

### 2.推广应用

以中核武汉核电运行技术股份有限公司为领头单位，与核电生产企业深度合作，对解决方案进行改进

和推广。实践过程中深挖用户需求，不断完善方案设计及业务部署，满足基本需求的同时提供个性化的定制方案。

我国现有核电厂址16个，首先推广到田湾核电基地其余6台机组，然后面向国内各核电厂推广，以华龙一号核电机组为重点推广对象，致力于伴随华龙一号迈出国门，走向世界。

以田湾核电5、6号机组智能化运维应用系统为样本，邀请国内同行相关专家、运维骨干现场观摩指导，通过系统讲解以及实践应用进行样本工程行业推广；并通过行业峰会、高峰论坛、内部研讨会等方式进行新技术推广。

## 总结

本方案成功探索并实现无线工业互联网核岛全覆盖，将“云、大、物、移”引入核电领域，优化设备管理和运维管理两大核心业务，创新开展智能化系统研发应用，为我国核电机组智能运维打造和智慧电站建设做出了积极尝试。

## (六) 一二三产业跨界融合打造合作新模式

农业、服务业等行业充分发挥工业互联网远程协同、全面链接等优势，实现业务协作与跨界合作新模式。如基建物资全生命周期管理解决方案通过“紫菜云”平台标准化设计的循环利用物资，标准化率提高30%以上，基建物资装备从使用1次提高到可循环5-8次，平台已运营存量物资提高超200万吨。农林领域，人工智能+物联网推进构建生猪智能养殖解决方案；服务业领域，公鱼混凝土

全产业链协同解决方案应用区块链技术打造“制造+建筑+金融”合作模式。



## 案例35

## 基建物资全生命周期管理解决方案

## 服务商简介

山东双端数字科技有限公司聚焦于数字技术实现基建行业物资装备需求端和供给端的无缝衔接，力促每件物资都循环利用起来，使行业物资装备存量清零。“紫菜云”通过标准化设计、产业链协同服务延伸，全面助力产业链上下游实现信息化、数字化、智能化转型升级。“紫菜云”已为百余家超大型基建施工国有企业提供物资标准化建设和全生命周期管理解决方案。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

第一，基建物资装备种类繁多、制造工艺差异大，造成其通用率低的问题广泛存在。

第二，基建物资装备标准化程度低、水平差，导致其重复利用率低，资产浪费或闲置问题突出。

第三，基建物资装备管理的数字化、信息化和网络化水平低，导致供需信息失衡、无法达成资源优化配置。

## 2.主要应用环节

针对基建物资装备定制化程度高且种类繁多等问题，能够在设计阶段实现产品的数字化设计、标准化设计和配置标准化，编制出版多系列产品的标准图集，广泛提高产品部件的通用性和标准化程度，从而使更多的基建物资装备最大程度得以重复利用。

打通供需双方间的信息和数据壁垒，以智能的物资调度系统，全生命周期的物流服务体系来整合行业内资源，盘活闲置物资，有效提高基建物资装备的优化配置，推动行业内的企业利益最大化。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

紫菜云工业互联网平台（Zicai Cloud）是基于数字孪生的基建物资装备全生命周期的工业互联网平台，以云计算技术为承载，融合大数据、人工智能、区块链、5G等新一代数字技术于一体，使功能模块化、软件应用开放化，并采用传统部署模式和微服务模式并举的方式，提供数据采集、标准化设计、柔性制造与数字孪生、智慧物流以及优化了的基建物资装备配置，形成一个打通OT与IT的新型生产工具和多方合作共赢的生态体系。平台支持适合房建、路桥和隧道建设的基建物资装备的经营租赁、转租代租、升级改造、物资回收、售后回租、资源置换、代存代转和技术咨询等多模式组合

服务。

(1)将标准化设计、生产资源规划、生产工艺规划、车间制造执行、产品质量管理等孪生数据智能管控子系统，封装为规则化、软件化、模块化、可重复使用的工业业务组件，以微服务架构形式进行集成，构建基建物资装备协同智造的工业PaaS平台，进行云端化服务，形成基于工业PaaS平台的基建物资装备管理与服务优化解决方案。

(2)紫菜云推出五大符合产业循环经济的创新合作模式：紫菜云仓、紫菜数据、紫菜AI标准化设计、6+24紫菜工厂（已布局于全国的6个共享工厂和24个仓储基地）、紫菜智慧物流，汇聚工业大数据于云端，激发工业数据资源要素潜力，整合物资参与方的生态，打通产业链数据孤岛，形成一整套基建物资装备全生命周期循环利用解决方案，形成使设计数据、制造数据、工艺数据、技术数据等标准化数据格式统筹全生命周期数据管理方案，实现多厂商协同生产，共享工厂生产。

## 2.关键自主技术的难点和创新点

(1)非标准化基建物资装备的标准化设计水平和程度，以完善协同生产、供应与调度匹配。

(2)多品种、变批量基建物资装备的柔性制造模式及完善成套智能制造装备。

(3)基于多维数字孪生车间的智慧工厂建设，进一步实现创新模式的可复制性和推广性。

(4)基于“紫菜云”的基建物资装备协同智造工业PaaS平台及相应的工业APP。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

平台已运营存量物资超200万吨，完成供需交易9.5万吨，标准化智能设计物资11.7万吨；已整合智能制造、再制造和智能存储等供应商共28家，实现每年20万吨的制造产能，以及100万吨的存储体量，服务中铁、中建、中交、中铁建和中电建等大型企业百余特大型工程项目。

平台已服务基建物资装备企业280余家、在全国布局自有的6个共享工厂和24个共享存储基地、与50多家物流公司和10多家信息技术公司长期合作。

### 2.应用价值

对新需基建物资装备采取标准化设计及回购、销售后再回购、租赁合作作为主要合作模式；对存量基建物资装备采取委托运营、代存代转和资源置换作为主要合作模式。

实践证明，采用紫菜云平台标准化设计的循环利用物资，标准化率提高30%以上，基建物资装备从使用1次提高到可循环5-8次，其中第2次使用吨均降本1475元；第3次使用吨均降本1375元。

紫菜云参数化AI设计创新模式简化产品种类，扩大产品零件、部件互换性，提高循环利用，节约成本，降低资金占用。以挂篮为例，循环利用率达80%-90%，周转次数提高至7-8次，成本节省40%；提高生产效率和产品质量，加工到交付缩减时间30%-40%；集招集采，物资调配效率提升200%。

### 3.应用实例

| 企业名称 | 中铁十四局                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 铁道、建筑、市政、公路                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 应用内容 | <p>长三角某标段各工区连续梁共18联，共需挂篮38套。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 全部产品应用行业标准化图集；</li> <li>• 其中3联跨度超过100米的连续梁挂篮（6套共407.8吨）采用标准化设计及销售回购的方式；</li> <li>• 其它跨度连续梁挂篮（32套共2982.2吨）采用标准化设计及租赁的方式；</li> <li>• 投入2个共享工厂和4个共享仓储基地实施调度，实现物资装备的精准优化配置。</li> </ul> |
| 应用效果 | 投入为集团节省1819.75万元。                                                                                                                                                                                                                                            |

## 商业价值

### 1.商业模式

第一，平台共享模式。闲置的基建物资通过平台精准匹配到需求方并以销售、租赁、置换等方式达成交易，平台赚取居间差价与相应服务费用。

第二，平台增值服务。增值服务包括物资标准化设计服务、生产与再制造服务、存储服务、运输服务、财税服务、融资服务等。

第三，借助打通了的数字化的基建物资装备全产业链实现导流，让供需方及第三方都参与到利益分配之中。

第四，紫菜云是基建物资装备领域工业互联网的全新场景应用，为数字经济和存量经济的发展提供了新范式。

### 2.推广应用

第一，基建领域的建设单位借助紫菜云的标准化图集、标准化智能设计工具、布局于全国的共享工厂和共享存储基地、物流体系以及物资装备的精准匹配等实现激活存量、降本增效。

第二，基建领域的物资生产企业借助紫菜云的标准化智能设计工具、布局于全国的共享存储基地和物流体系等实现市场价值的推广和利润再造。

第三，凡是掌握基建领域工程建设信息、物资装备的设计与生产、闲置的基建物资装备信息等都可参与到紫菜云平台的利益分配之中。

## 总结

紫菜云平台以供需双方的需求为中心价值链的最短路径，以标准化设计和落地为抓手，从基建物资装备全生命周期的应用架构和数据架构两方面的协同贯通入手，达成基建物资装备的配置优化，推动业务流程数字化和自动化、重构行业生态，唤醒“沉睡”财富的绿色循环利用和租赁共享经营新模式，实现“让每件物资都循环利用起来”。

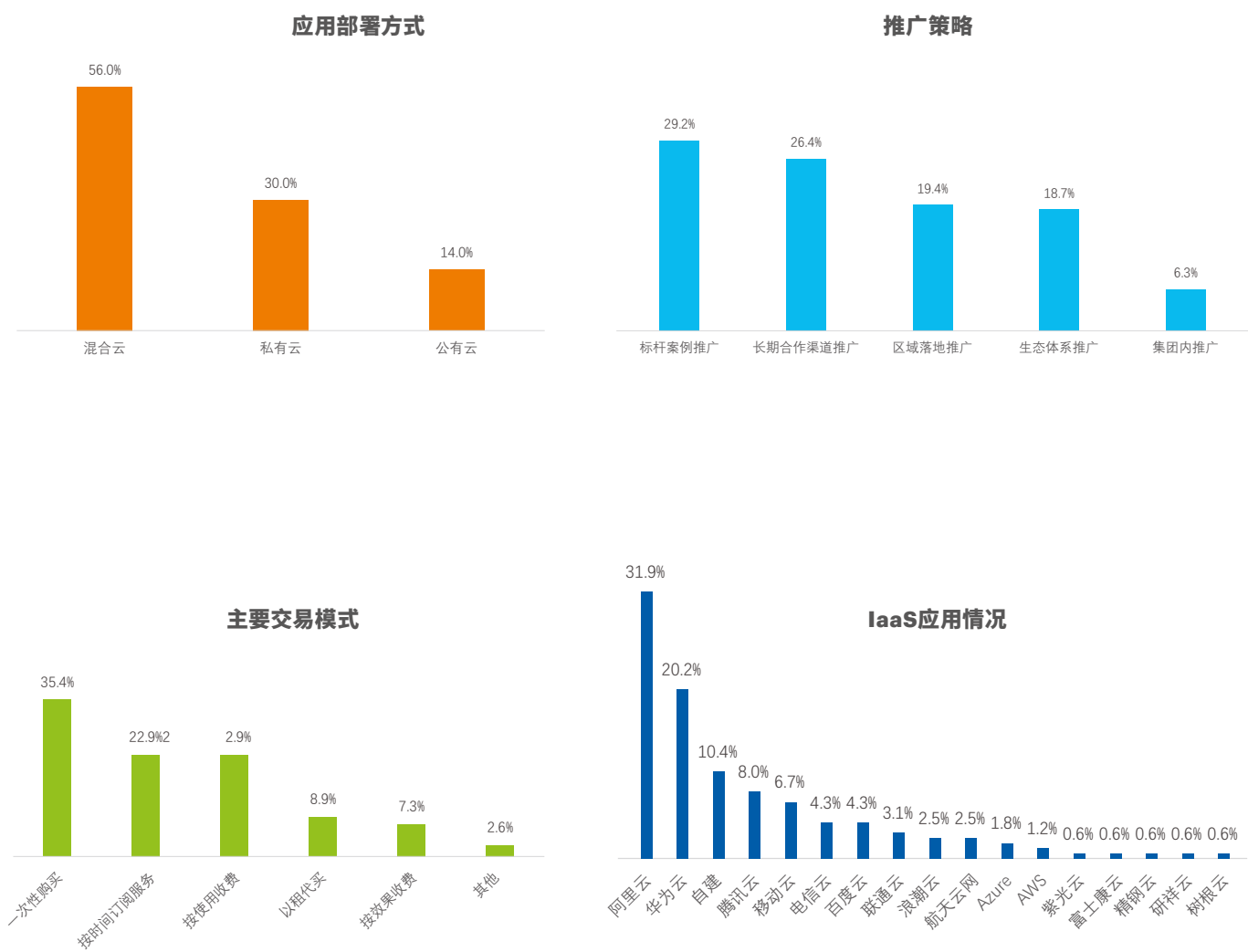


## 六、中小企业关注低成本、易部署、轻量化解决方案

规模化复制能力决定了工业互联网解决方案的推广市场潜力，面向中小企业需求，工业互联网解决方案将设计能力、软件和管理能力通过

云化软件、工业APP等方式实现模块化封装和调用，并采取共享、复用等方式推广扩散，助力企业低成本获取优质资源。

图19：大赛百强解决方案应用部署及推广情况

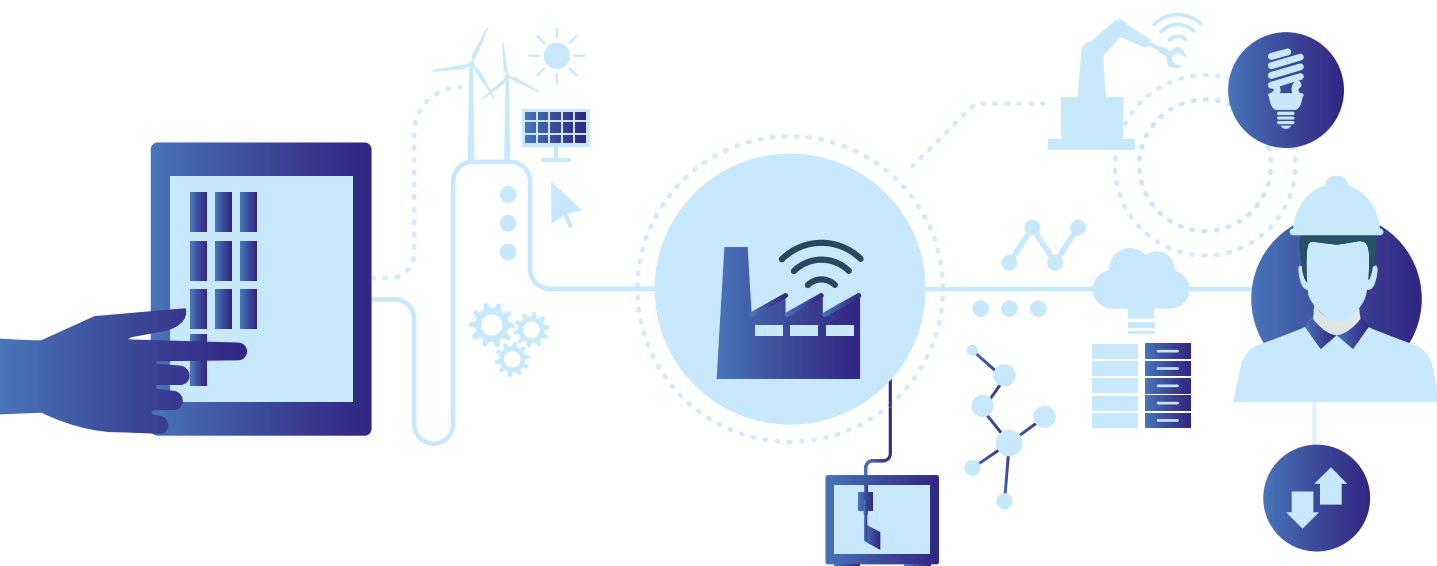


资料来源：国家工业信息安全发展研究中心

## （一）轻量化服务解决单点问题

工业互联网服务商致力于打造中小微企业可应用的解决方案，7.44%的解决方案能够在一个月內完成部署，17.37%的解决方案部署周期在3个月内，服务商基于平台将工业互联网产品进行模型化、模块化、标准化和软件化，使其具备轻量化、定制化、灵活和可复用的特点，极大地便利了知识的应用和复用，从而实现对制造资源的优化配置。如陶瓷行业数字化综合运营管理平台及解决方案为了快速推广平台和适应中小企业的快速

应用，研发了体现行业专业技术的轻量化APP产品；服装智能研发与产业平台解决方案通过提供SaaS化的服装CAD系统，吸引2万余家服装生产商加入平台；研祥慧视的轻量型视觉检测解决方案服务于1068个中小企业。



## 案例36

## 陶瓷行业数字化综合运营管理平台及解决方案

## 服务商简介

数联魔方（天津）科技有限公司致力于为客户提供精益六西格玛管理咨询和数字化平台建设。通过深入企业生产经营现场进行调研，对企业的精益管理水平和智能制造成熟度程度进行评估。对比企业的战略目标，为企业提供降本增效和数字化转型的战略方案。为企业打造数字化转型全流程支撑系统。目前，公司服务的行业包括陶瓷、纺织、橡胶轮胎、造纸等。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

- 新产品研发没方向，研发周期长
- 库存周转率低（原料/在制/成品，库存大）
- 交货合格率低（交付时间延迟，数量不符，品种规格差错）
- 质量满意度低（批次色差严重、追溯难，客户投诉）
- 换产成本高，试产成本高，人工成本高
- 制造过程物料损耗大，能耗高
- 工艺的标准化程度低

- 设备综合效能低

- 现场管理与数据统计繁琐

## 2.主要应用环节

本解决方案包括CRM（订单管理）、APS（计划排产）、SCM（采购供应）、PLM（工艺管理）、MES（品质管理，产品追溯，设备运维，能源管理）WMS(仓库管理)。通过挖掘CRM系统的数据为设计师提供客户画像提高设计与研发效率，改善生产执行提高交付效率，改善产品质量提高客户满意度；通过实时能耗监控和能耗数据分析改善设备运行指标提高能源利用率；通过合理排产提高人工效能提高企业人均增加值。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

基于陶瓷行业的理解和痛点的把握，结合陶瓷生产的工艺与运营管理需要，开发了陶瓷行业数字化解决方案，详细内容如下：

第一，搭建六合一的一体化协同平台，将销售订单、排产、工艺、生产执行、采购、仓储物流等六大业务板块在陶瓷Siom平台上架构，实现销售、生产、供应等计划的一体化，工艺和生产执行的一体化，采购、物流等供应链与生产的一体化协同管理。陶芯Siom平台是纵向到底，横向到边，可模块化部署的一体化协同平台。

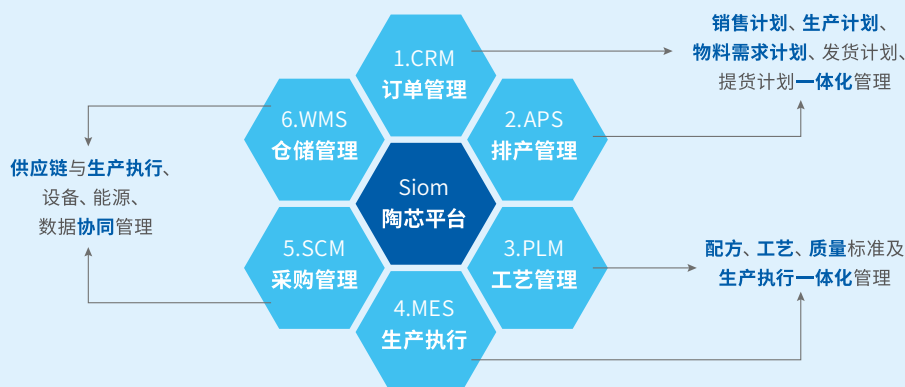
基于一体化协同平台，利用接口技术和数据采集平台，实现了系统平台与陶机设备的深度集成，将采集

上来的产品数据、设备数据、工艺数据、能耗数据等，应用于订单管理模型、排产模型、工艺模型等管理模型中，形成行业数据驱动模型，指导企业的生产运营管理，形成行业数据分析，优化管理决策。

第二，智能化排产和监控，指导供应链与生产协同管理。利用约束理论，将生产产能、制造周期，工艺路线等10多个排产要素，搭建成为智能化动态排产模型。利用排产模型，将销售订单快速分解成月别、日别生产计划；在15日内生产计划以粉料加工、釉料加工、烧成、分级等工序计划下达到各个车间，形成前后工序的一体联动计划，实现资源的最优化配置，极大的提高了生产协同效率。

图1: 数据采集平台 (SCADA) 图

一体成型的平台、统合的平台、纵向到底、横向到边，可模块化部署的平台



第三，工艺大数据分析。系统平台积累生产、工艺、质量等数据，形成工艺智库和分析模型，将原料、烧成、压制等工艺形成关联关系，指导生产过程的工艺匹配和快速适应。通过不断的工艺数据积累和分析，形成最优化的配方工艺、生产工艺模型。提升陶瓷生产的稳定性、产品优等率。

第四，数据标准化管理。为了实现系统数据的自动化流动和平台的快速化部署和复制，需要确保业务代码的统一性、关联性、人机识别的可识别性和友好度。在统一的编码规则下，建立产品、物料、在制品编码体系。

第五，全过程追溯。利用数据标准化和条码技术，实现了从原料到产品的产品追溯，各个工序的工艺追溯，订单到产品的订单追溯和质量全过程追溯。

第六，轻量化APP产品。为了快速推广平台和适应中小企业的快速应用，研发了体现行业专业技术的轻量化APP产品。提高客户粘性和应用价值。

## 2. 关键自主技术的难点和创新点

平台开发过程中挑战最大的是业务机理模型的建立，包括订单评估模型，计划排产模型，烧成缺陷分析模型，能耗效率评估模型等。Siom平台实现了基于烧成机理模型的烧成复合曲线分析和热效率热平衡分析，大幅提高了烧成过程分析以及能耗分析能力，降低烧成缺陷和能耗，实现基于订单评估的APS智能排产，大幅提高企业柔性计划排产能力。

## 方案应用效果

### 1. 应用情况

目前平台已在三个陶瓷生产基地部署上线运行。

### 2. 应用价值

#### (1) 定性效果：

通过CRM的订单评审模型和算法，实现了智能订单评审。

通过PLM工艺管理，实现了工艺标准体系的数字化管理。通过APS智能排产，实现了集团总部与各基地以及外协加工计划的协同和自动排产。大大提高了计划制定效率和准确性，实现了多品种小批量的柔性生产。

通过MES的生产管理模块，转变成制造过程的透明化、数字化、及时化、精准化管理。通过MES的质量

管理模块，实现了现场在线进检管理、制成检、产品检验，做到了质量的实时在线跟踪。通过MES的设备管理模块，使目前的管理已具备了设备TPM全员保全的能力。通过MES的中试管理模块，瓷砖中试过程流程化、数字化管控，大幅缩短中试时间，降低中试成本。

通过WMS仓储管理，智能化入出库处理、库存判断及自动统计和分析库存情况，大大提高了仓储管理的效率和统计分析的准确性和及时性。

通过SCM采购计划管理，建立采购预测模型(融合了安全库存、采购周期、基于计划的物料需求以及其他关联要素)，通过系统自动预测最优的原材料采购数量、采购时间以及原材料库存未来趋势，科学指导制定精准的采购计划。

(2)定量效果:

订单评审过程,从0.5天缩短到5分钟,并使得订单评审结果更加具备科学依据。

产品的工艺标准和BOM制定过程,从1.5天缩短到1小时,并做到版本控制、快捷审批、一键继承以及电子工艺档案卡的管理。

计划制定及产线排产过程,从原来的1天,缩短到1小时。

通过瓷砖中试过程的流程化、数字化监控和分析,瓷砖中试过程从3天缩短到1天。

制造现场的各类统计和分析(生产、质量、设备、能耗),从原来的1天,现在缩短到0秒(实时自动统计)。

采购计划的制定原来的1天缩短到1小时。

进检、过程检、产品检过程中,出现异常(降级、退库)时的处理过程从平均8小时,缩短到平均2小时。

设备异常的反馈过程从平均1小时,缩短到及时反馈。

3.应用实例

|      |                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 广东金意陶陶瓷集团有限公司                                                                         |
| 主营业务 | 陶瓷、新材料的生产和销售公司                                                                        |
| 应用内容 | 在金意陶集团的景德镇生产基地、佛山生产基地的生产运营管理以及集团的供应链管理进行了应用,实现了订单-计划-生产一体化、研发-工艺-生产一体化、采购-生产-仓储一体化管理。 |
| 应用效果 | 生产效率提高5%;生产制造成本下降10%;订单准时交付率提高20%;产品优等率提高10%;设备综合运行效率提升20%;能源消耗降低6%。                  |

商业价值

1.商业模式

平台采用初次部署费用+年度运维支持费用的收费模式。陶瓷行业专用APP只收取年度运维支持费用。

2.推广应用

采用以下服务和推广模式:

第一,陶瓷行业专属轻量化APP,包括陶瓷设备TPM运维和陶瓷设备能效监控与管理,主要面对小微企业。

第二,模块化陶瓷行业数字化运营陶芯Siom平台,目标客户是中小陶瓷企业。

第三,针对陶瓷行业头部企业,采用基于Siom平台架构和模型的订制化服务。

第四,产业集群+工业互联,基于陶芯平台,协同产业链与生态,用数据和平台打通从原料,陶瓷生产,陶瓷装备,陶瓷家居加工,陶瓷销售网络,到工程与整装企业的全产业链。

总结

数联魔方Siom陶瓷行业数字化综合运营管理平台项目,是陶瓷行业首个一体化数字化运营平台。陶瓷行业拥有万亿级的市场规模,至少百亿级的数字化市场空间,我们采用精益咨询+平台建设+APP的产品组合,精准定位客户。

## 案例37

## 服装智能研发与产业平台解决方案

## 服务商简介

深圳市博克时代科技开发有限公司成立于2003年，是国家高新技术企业。公司专注于服装数字化解决方案与互联网平台研发与推广，为行业客户提供以智能样板为核心的数字化整体解决方案。通过系统集成，打通上下游数据，实现服装生产的定制化、柔性化和智能化。经过十多年的服装行业深入研究和推广服务，公司建立了广泛的行业客户资源，服务于海内外3万多家企业用户。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

我国是服装生产大国，但不是服装强国，设计研发水平整体比较落后，具有巨大的提升空间，同时提升服装行业的设计研发水平也是行业转型升级的关键环节。目前服装企业存在三大痛点：高库存、高退换货率、高研发成本。巨大的库存和高研发成本严重侵蚀了服装行业的利润，并且随着日益增长的个性化消费需求，服装行业正在经历一场伟大的变革，数字化、网络化、智能化正在驱动着服装产业C2B转型。

## 2.主要应用环节

本方案的目标是基于已有的智能服装CAD，以智样板为核心，通过SaaS化的服务，实现版型设计师与服装企业、零售商以及面料供应商之间的协同，提高设计研发的速度和效率，缩短订单生产及交付周期；通过SaaS服务实现样版共享，大大降低研发成本；通过样板带动服装面料的供应、服装订单与生产的匹配，最终实现服装行业设计研发数字化、网络化、生态化，优化产业资源，提升产业效率，推动服装行业转型升级。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

服装智能研发与产业平台解决方案是互联网与CAD软件相结合的解决方案，核心技术在于服装CAD的参数化技术以及基于AI算法的排料技术。主要包含博克CAD服装制版软件共享版和博克云平台两个产品：

## •博克CAD服装制版软件共享版

(1)博克CAD服装制版软件共享版是一个传统的服装制版软件客户端，采用 C++ 语言开发。

(2)版师在博克CAD服装制版软件共享版软件上完成制版设计、排料设置等操作。

(3)博克CAD服装制版软件共享版通过网络连接博克云平台，用户通过账号登陆后，可以根据自己的需要查看平台上的免费或者收费的服装版型文件，根据自己的需要输出排料文件。

## •博克云平台

(1)博克云平台是一个互联网平台，集合了版师、服装版型设计、面料等资源，为版师、设计师构建沟通平台。

(2)博克云平台服务端采用Java开发，页面采用Vue 技术开发。

(3)整体的部署基于分布式技术，易于横向扩展。采用Nginx作为负载均衡和反向代理服务器，根据各服务节点负载能力动态的将请求分发到各个服务节点。提供高性能、搞可用的服务，保证持续稳定的业务输出能力。

(4)博克云平台中的各个服务都可以作为独立的服务对外输出，在某个服务需要单独提高负载能力的时候，可以对独立的服务进行扩展以提高负载能力

(5)数据库采用成熟的MySQL方案，大量数据通过读写分离、分表、分片、分区等技术保证高性能。

图1: 解决方案的技术架构图

|      |        |        |       |        |
|------|--------|--------|-------|--------|
| 对外   | CAD客户端 | PC端网站  | 移动APP | 小程序    |
| 业务支撑 | 视频教学服务 | 共享样版服务 | 店铺服务  | 自动输出服务 |
|      | 文件下载服务 | 面料服务   | 日志服务  | 订单服务   |
|      | 用户认证服务 | 全员套餐服务 | 促销服务  | 支付服务   |
| 基础服务 | 负载均衡   | 容器     | 数据库   | 缓存     |
|      | 消息中间件  | 集群服务   | 操作系统  | 服务器    |

2.关键自主技术的难点和创新点

在服装行业价值链中，样版设计是超级节点，与款式设计、面料、工艺、生产、销售等都有关系，本方案通过提供SaaS服务实现版型设计师与服装企业的外部协同；通过本地化的CAD软件与互联网的有机结

合，实现内容分享与共享；围绕在线样版匹配相应的面料、下单和生产，构建了一个以数字化设计为中心的商业闭环，形成了一个全新的行业数据中台，进而逐步演化为面向行业的产业平台。

方案应用效果

1.应用情况

目前博克CAD的各类客户有两万余家，分布在全国各地。根据有关工商数据，全国服装企业三十万家左右，由此推导出博克的市场占有率在6.7%，市场空间非常大。服务上线5个月以来，注册用户达两千多人。

2.应用价值

(1)提高版型研发效率，缩短研发周期。博克CAD参数化设计技术可以帮助服装企业实现更高的研发效率，实现智能设计、联动修改、自动放码、自动排料等，同时与平台上的版型数据库相结合，可以直接调用已有的设计模板，简单修改后就能用于生产，大大提升设计效率，缩短设计研发周期。

(2)帮助服装企业解决定制化生产中版型修改效率低精度差的难题。博克智能服装CAD参数化技术所带来的快速改版功能，能够帮助服装企业解决定制化生产中版型修改效率低精度差的难题，从之前的逐点修改，到使用博克系统的参数化自动修改，更加高效精准。

(3)整合行业资源，实现产业协同，推动服装产业转型升级。通过博克云平台，可以进一步打通面料、生产、零售等上下游资源，实现更好的产业协同，逐步优化产业配置，提升产业效率，推动服装产业的转型升级。

3.应用实例

|      |                                                                                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 深圳市赢领智尚服饰科技有限公司（赢家服饰）                                                                          |
| 主营业务 | 服装、服饰、鞋帽、饰品、皮具、箱包、床上用品、纺织面料、防护服的 生产                                                            |
| 应用内容 | 采用本项目产品（博克服装CAD及样版数据库），将各种数字化系统无缝对接，实现智能化设计与柔性化生产，从而实现规模化的按需定制。                                |
| 应用效果 | 产品研发周期缩短了30%以上，生产效率提升20%以上，成品合格率一次性提升30%以上，整体运营成本降低20%以上。每年减少服装库存8000万以上。产品附加值提高50%。每年新增效益上亿元。 |

|      |                                                           |
|------|-----------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 青岛即发集团                                                    |
| 主营业务 | 主要生产针织和梭织面料及服装、发制品、手套、玩具等系列产品                             |
| 应用内容 | 博克服装CAD及样版数据库+MTM下单系统等                                    |
| 应用效果 | 解决了定制服装的样版设计难题，比之前用国外的同类软件效率提升了20倍以上，解决了服装定制中经常遇到的特殊体型难题。 |

| 企业名称 | 宁夏汇川服装有限公司                                                                                                                |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 生产、经营服装、服饰用品及针纺织品等业务                                                                                                      |
| 应用内容 | 博克服装CAD及样版数据库                                                                                                             |
| 应用效果 | 多年来以承接国外订单加工为主，近十年来由于各种因素企业濒临倒闭，2018年引进博克系统后，实现了定制化转型，2019年企业80%以上的产品实现了定制化生产，产品价格翻了2.5倍，企业效益快速转好，实现了扭亏为盈，成为了当地升级转型的标杆企业。 |

| 企业名称 | 无锡市红豆男装有限公司                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 包括服装、饰物装饰设计服务；服装、针纺织品、纺织品、一般劳动防护用品、特种劳动防护用品的制造加工、销售等                            |
| 应用内容 | 通过引进博克定制系统及订单自动处理解决方案，实现智能化设计与柔性化生产，从而实现了规模化的按需定制。通过API接口数据对接，实现各部门各环节数据互通。     |
| 应用效果 | 每人3个小时的工作量可以缩短为1或2人3分钟完成，工作效率提升几十倍。并且使用博克参数化的CAD定制系统，通过输入数据即可快速生成一人一版，企业效益明显提升。 |

## 商业价值

### 1. 商业模式

通过提供SaaS化的服装CAD系统，吸引服装版型设计师和服装生产商加入平台，鼓励版师把自己的作品通过平台发布，让生产商有偿共享；进而引入面料商，让他们为平台上的样版推荐适合的服装面料。随着供应链资源的丰富，我们会同步推出面向零售市场的定制平台，让服装零售商、个人创业者以及消费者等可以通过平台下单，然后通过平台分发给不同的生产厂商，通过平台的资金监管，最终完成订单的交易。

随着平台运营的逐步深入，平台的收入来源将会逐步丰富，早期时主要是SaaS化的软件服务费收入（平台上已推出包年、包月的套餐），随着共享样版的丰富，就可以逐步实现样版交易分成、面料交易分成和订单交易

分成等，平台达到一定规模后，就可以开展产业金融服务，获得更加广阔的商业空间。

### 2. 推广应用

公司计划今后重点推广与网络相结合的SaaS服务，除了与原有渠道相结合，计划重点在服装产业聚集地开展系统的应用培训和服务，同时大力开展互联网的运营和推广，通过互联网提供在线视频培训，吸引服装版师学习下载，并且定期与各类服装院校及培训机构合作开展设计大赛，吸引更多院校采用博克系统教学，带动更多服装企业采用博克系统和平台。

## 总结

本解决方案以智能样版为核心，通过软件与互联网的结合，为服装行业搭建了首个服装智能研发平台。通过样版带动服装面料的供应、服装订单与生产的匹配，优化产业资源，提升产业效率，推动服装行业转型升级。

## (二) 云协同服务实现集群应用

我国丰富的云市场为解决方案提供了重要的支撑，在工业云市场，阿里云、华为云和腾讯云成为最主要的云服务商，虽然大企业仍然偏向自建云，但与云服务商合作已经成为中小企业的主流选择。工业互联网解决方案通过云与端的协同，打通虚实边界，促进协同优化，在部门合作、供应链协同等方面实现从长周期向实时化转变。如基于工业互联网的纺织云生态解决方案将纺织运营管理平台进行云化，实现订单智能推荐、APS智能排产、AI视觉检测等功能，平台目前累计服务织厂超5000家，覆盖全国35%的织造企业，接入织

机超40万台，覆盖全国26%的织造产能。模云模具智能制造云平台解决方案通过软硬结合，实现SaaS云系统（软件）+机器人自动化（硬件）一体化工作，是模具行业的SaaS信息化的首创；智慧供应链协同制造云平台通过为企业提供SCM供应链、智能制造开发等云化服务，已为3000余家中小企业实现集群式服务。

图20：大赛百强解决方案IaaS应用情况



资料来源：国家工业信息安全发展研究中心

## 案例38

## 基于工业互联网的纺织云生态解决方案

## 服务商简介

基于工业互联网的纺织云生态解决方案由中国移动通信集团浙江有限公司嘉兴分公司和广州致景信息科技有限公司联合打造。中国移动嘉兴分公司 中国移动通信集团浙江有限公司, 在本次解决方案中提供通信、模组定制等服务。致景科技是中国首家致力于改革纺织行业传统交易模式的移动互联网公司, 负责项目应用开发、需求落地等, 以O2O模式改造纺织行业传统落后的交易模式, 为采购商和供应商提供信息服务, 在本次解决方案中提供智慧工厂、工业电子商务等服务。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

纺织业是我国国民经济的传统支柱型产业和重要民生产业, 在繁荣市场、扩大出口、吸纳就业等方面发挥着重要作用。纺织行业普遍以中、小、微型企业为主, 产能占整个行业70%以上, 管理和技术相对落后, 大部分织机未联网, 无法实时监控机台运转状态和效率。在业务经营过程中, 大多通过线下交易, 且订单零碎分散, 坯布库、原料库存无法实时统计, 排产难, 经常出现出库发错坯布或打错发货单现象, 生产管理效率低下。

## 2.主要应用环节

基于工业互联网的纺织云生态解决方案充分利用5G、CAT.1等物联网技术以及人工智和大数据, 通过云平台融通纺织企业MES/ERP管理系统、产品质量检测系统、订单管理和电子商务平台、供应链及成品库存管理系统等, 解决当前纺织行业生产效率低、经营管理困难、电子商务运营手段缺乏等痛点, 提升纺织产业发展质量, 整体促进我国纺织企业的转型升级发展。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

方案的架构和内容如图所示, 分为四层:

边缘层, 部署在工厂现场的IoT终端方案, 采集纺织机数据, 并具备独立的边缘计算能力, 利用中国移动5G/CAT.1通讯网络和技术, 实现远程终端数据实时上报。

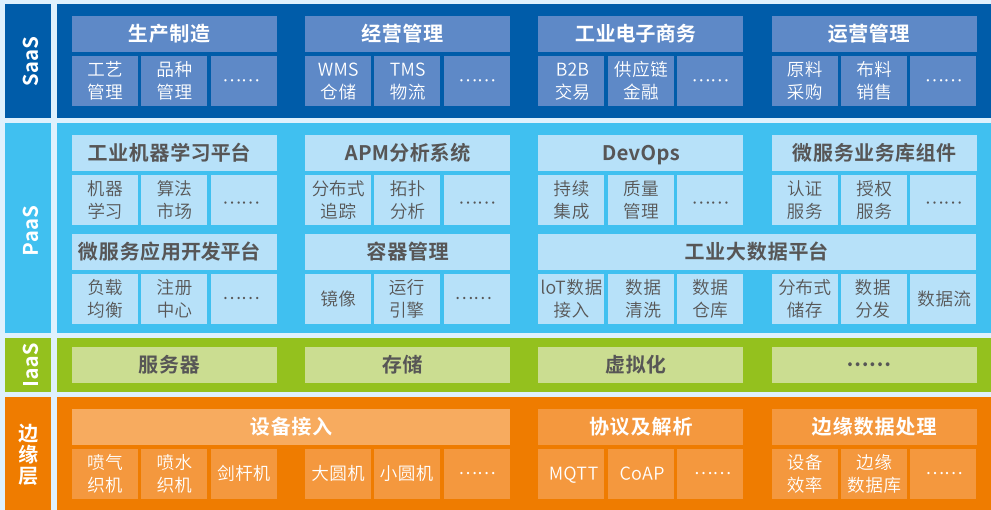
IaaS层, 基于阿里云/百度云/移动云平台部署, 提供计算、网络和存储资源等基础环境, 通过资源虚拟化实现硬件资源的动态调度、平衡及合理化回收。

PaaS层, 具备分布式数据运算、开发运维一体化和自动化弹性伸缩等核心能力, 起到承载SaaS层研发与运行需求、封装与屏蔽IaaS层复杂性的作用, 为实现

工业互联网平台生态提供基础支撑。

SaaS层, 通过应用市场提供设备上云、生产制造、运营管理、经营管理等数字化管理解决方案以及供应链金融、B2B交易、仓储与物流、设备租售等工业电子商务服务, 集聚制造基础资源、能力、服务、产品, 将布料产业链采购、生产、销售、交易、金融和仓储物流等业务环节有机整合, 打通了产业链生产流、物流、资金流, 形成了协同供应链、供应链金融、B2B交易O2O新模式。

图1：解决方案技术架构图



2.关键自主技术的难点和创新点

新一代通讯技术直接终端上云。取消本地服务器，采用5G、CAT.1等新一代通讯技术使终端直连云端，废除轮询机制，采用MQ消息队列主动推送，从而大幅降低了硬件成本及实施成本，提升了各节点性能及数据实时性。

边云融合技术提高数据计算准确度和实时性。将产量、效率等基础计算下沉在边缘侧，云端负责业务逻辑计算和大数据专家系统诊断，减少上云的非必要数据量。

自我提升的工业机器学习平台。利用平台沉淀的海量客户和数据量，结合丰富的客户应用场景，将不同客户的应用数据脱敏后形成数据集沉淀，通过不断丰富的数据集提升机器学习算法的准确度。

完成多项核心技术攻关。其中AI视觉验布技术打破了国外乌斯特、丰田等厂商垄断，与中国移动联合研发的CAT.1定制模组成为工业领域CAT.1应用标杆，与东华大学联合建立国内首个纺织工业互联网研究中心，参与了多项国家标准和行业标准的制订。

方案应用效果

1.应用情况

基于工业互联网的纺织云生态解决方案已形成工业软件及工业APP15款，开发者数量超过1000人，汇聚解决方案及案例超过3000个，注册用户数7万余人，共为3万余家企业提供了工业电子商务服务，目前飞梭智纺服务织厂超6000家，累计接入织机超45万台，覆盖全国30%的织造产能，平台内用户生产效率平均增加22%，设备异常停机率降低15%，盘库工作量降低35%，订单延误率降低65%，订单收益增加13%。

2.应用价值

平台撮合交易100亿元，创造利润超10亿元，为企业发放经营贷款2亿元。累计为企业减少用工成本10亿元、降低采购成本6亿元、减少人为损失4亿元。平台应用覆盖全国近三分之一的织造企业，向行业开放3万高价值客户的生态，加速行业数字化转型进程。

3.应用实例

|      |                                                                                                                                                    |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 嘉兴市晨杰纺织有限公司                                                                                                                                        |
| 主营业务 | 布料纺织                                                                                                                                               |
| 应用内容 | 布料交易、原料集中采购、WMS仓储管理                                                                                                                                |
| 应用效果 | 订单延误率降低65%；产量统计、工资计算完全由系统替代，减少统计工作量83%；异常停机时间减少35%，机台利用率提高22%，员工平均产量提高9%；原料库存管理损耗减少5%，坯布出库失误减少76%；坯布质量问题可以追溯至员工，生产质量问题降低32%，使用系统后，全厂每年创造经济效益480万元。 |

|      |                                                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 苏州连冠织造有限公司                                                                                                            |
| 主营业务 | 布料纺织                                                                                                                  |
| 应用内容 | 织机状态实时监控、织布生产管理、无线出布、原材料管理                                                                                            |
| 应用效果 | 订单量增加了76%，订单平均单价提升了13%，工厂原料采购成本下降24%，原料交期平均降低1.3天；仓储成本较使用致景WMS系统和集中仓之前，仓储支出降低20%，仓储盘点工作量降低35%，物流支出降低15%，创造经济价值2500万元。 |

|      |                                                                                                                                      |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 企业名称 | 福建台海纺织科技有限公司                                                                                                                         |
| 主营业务 | 布料纺织                                                                                                                                 |
| 应用内容 | 织厂联网管理、智能验布                                                                                                                          |
| 应用效果 | 产量统计、工资计算完全由系统替代，减少统计工作量78%；异常机台及效率异常的员工由系统自动分析判断，减少异常停机时间67%，机台利用率提高21%，员工平均产量提高6%；坯布质量问题可以追溯至员工，生产质量问题降低32%，使用系统后，全厂每年创造经济效益356万元。 |

## 商业价值

### 1.商业模式

#### (1)数字化解决方案

提供生产制造、运营、经营等业务应用数字化转型解决方案，通常情况下每年收取数字化系统运营维护服务费600万元。

#### (2)B2B交易平台

B2B交易平台除了广告相关营收收入之外，主要的收入来源于交易双方中收取卖方的交易服务费，其中百布平台收取3%的布料交易服务费，全布平台收取6%的原料交易服务费，预计达到4亿/年。

#### (3)供应链金融服务

平台利用金融中台为客户提供金融服务，金融服务费收取比例为放款总额的年化1.5-2%。金融服务收益预计400万元。

#### (4)仓储物流服务

打造集中仓，通过平台交易的客户提供免费仓储物流服务，随着集中仓业务的扩展，对外提供专业仓储物流服务，并制定相应的仓储物流服务收费标准。

### 2.推广应用

#### (1)合作交流推广

依托浙江移动集团客户市场，借助物联网协会、5G产业联盟等组织力量，打造品牌宣传平台，开展纺织产业集群进行纺织产业数字化转型研讨互动，为纺织产业集群数字化转型提供信息交流平台。

#### (2)组织智能织造APP开发者竞赛提升影响力

开展APP开发者竞赛，以“掌握未来智能织造的钥匙”为主题，鼓励产学研用联合参赛，通过开发者竞赛活动，使工业互联网平台能够快速得到推广与关注，为纺织行业数字化转型提供基础。

## 总结

纺织云生态解决方案充分利用工业互联网平台提供相关技术和商务服务，解决当前纺织行业生产效率低、经营管理困难、电子商务运营手段缺乏等痛点，累计为全国3万余家织造企业提供生产织造、经营管理、工业电子商务等服务，提升纺织产业整体发展质量，促进我国纺织企业转型升级。

## 案例39

## 模云模具智能制造云平台解决方案

## 服务商简介

模德宝致力于模具智能制造系统的研发, 专注为模具制造企业提供信息化与自动化服务。匠心打造的“模云”是面向广大模具制造企业的工业云平台, 为其提供信息技术和大数据服务, 实现“关灯生产”和透明化管理。采用“软硬结合、云边协同”的模式能真正做到智能制造一站式服务, 为行业打造领先的智慧工厂, 并建立多地研发、协同制造的新模式。

## 背景和需求

## 1. 行业/企业痛点

我国模具生产企业约3万家, 从业人员接近100万人。我国模具行业, 特别是广大中小模具企业与国际先进水平相比, 在理念、设计、工艺、技术、经验等方面均存在差距, 还处于跟踪学习阶段, 尚未全面实现信息化生产管理和创新发展。具体表现: 集聚在中低端模具的生产, 高端模具依赖进口; 数字化、精益化研发生

产能力薄弱, 多数企业CAD/CAM应用水平较低; 产业链/价值链协同效率低; 模具质量不高; 标准管理和数据资源开发利用能力不足。

## 2. 主要应用环节

模云解决方案的主要应用环节: 研发管理、计划排产、智能制造、经营管理、协同制造等环节。

## 解决方案做法

## 1. 主要内容

模云是模具信息化领域的SaaS模式部署的数字化协同制造平台。通过网页浏览器, 移动APP为用户提供服务。

基于模德宝在机加工行业十几年的行业经验积累, 模云把客户的需求和行业经验标准化、流程化、规范化, 提高工厂的管理效率。客户可以根据需要, 按需购买使用的模块, 经过功能配置, 满足工厂业务需要, 减少系统购买费用。

模云是一款具有成熟的模块化、标准化的产品, 其主要由24个大用户功能模块与6个后端服务模块组成。

模云中的柔性机器人生产线系统(FMS)提供模具行业全自动机器人生产线的整体解决方案, 主要实现数控铣(CNC)、放电加工(EDM)、数控车床(L)、线切割(WEDM)、三坐标(CMM)、自动仓储、自动导引运输车(AGV)的无人值守全自动化运行。

模云采用公用云+边缘网关的服务模式, 真正实现了基于工业互联网的数字化模具制造。

## 2. 关键自主技术的难点和创新点

软硬整合, SaaS云系统(软件)+机器人自动化(硬件)一体化工作;

模具全生命周期管理信息化技术, 模云把客户的需求和行业经验进行标准化、流程化、规范化、信息化。

研发生产一体化数字化制造技术, 模云把模流分析仿真(CAE)、模具设计(CAD)、编程(CAM)、工艺设计(CAPP)使用二次开发技术全面无缝集成, 数据直接应用于制造。

模具柔性自动化制造技术, 自动化进入技术门槛高, 开发难度大。自从模德宝2014年开始进入模具自动化领域, 给中国模具企业提供了更便宜更接地气的本地化解决方案。

SaaS应用于模具数字化制造、协同制造, 模云是模具行业的SaaS信息化的首创。只有业务上云, 才有后续的协同制造的可能。

基于物联网的设备监控技术, 模德宝与大多数模具制造设备制造商都有战略合作, 能采集大部分常见设备的加工参数, 为实现数字化、自动化系统打下坚实的基础。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

模德宝及子公司既有客户超300家，SaaS客户120家，客户分布华中、华南、华北、西南、台湾、菲律宾等地区，客户群涵盖医疗器械、汽车、家电、消费类电子、家居日用等行业领域。

### 2.应用价值

模云为模具制造行业注入新的动力，带来新的生机。主要表现在：打造模具制造行业的大规模协同制造；形成模具行业知识库、工艺库和专家库，为后续形成模具行业的工业大数据做准备；实现优势资源共享，为中小型模具企业提供资源与技术支持；为打造智能硬件产品C2M的规模化定制平台打下基础。

### 3.应用实例

| 企业名称 | 深圳市旭东金鑫科技有限公司                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 深圳市旭东金鑫科技有限公司是为办公电器设备、汽车电器产品、家用电器等生产行业提供各种精密塑胶模具及其配件的专业制造商。                       |
| 应用内容 | 模具设计、项目管理、工艺设计、基于NX软件的电极设计，电极编程、电极备料加工、任务报工、APS自动排产、电极半自动化检测、电极放电、OEE设备监控、零件加工报表。 |
| 应用效果 | 完成与菲律宾工厂协同制造；设备利用率提升到80%；每年降低成本40万。                                               |

| 企业名称 | 领益智造科技（东莞）有限公司                                                                |
|------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 领益智造科技（东莞）有限公司是其母公司广东领益智造股份有限公司下模具制造子公司，母公司主营业务板块包括精密零部件、精密结构件、开关电源、电线电缆、电机等。 |
| 应用内容 | 档案管理、BOM管理、工艺设计、智能CAM管理、智能车间管理、OEE设备监控                                        |
| 应用效果 | 设备利用率提升到85%；年产值增加500万，模具交期缩短30%；人力成本大幅减少30%。                                  |

| 企业名称 | 余姚市精艺塑业有限公司                                                                                      |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 余姚市精艺塑业有限公司是一家集设计、开发、生产于一体的专业化妆品包装的生产型企业。主要为中外客户提供品质优良的真空瓶、乳液瓶、膏霜瓶等产品。                           |
| 应用内容 | 业务管理、项目管理、智能设计、智能工艺、智能CAM、品质管理、仓库管理、智能车间、刀具管理、夹具管理、APS排产、外协管理、设备监控、采购管理、钳工管理、试模管理、自动加工线、AGV调度系统。 |
| 应用效果 | 成功应用AGV完成自动化线体的接驳。设备利用率提升到80%-90%；模具交期缩短35%-40%；人力成本大幅减少50%-60%。                                 |

| 企业名称 | 宁波速普电子有限公司                                                                   |
|------|------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 宁波速普电子有限公司主要有连接器、工业开关、精密模具、定制部件共四大业务版块，集研发、生产、销售、服务于一体的电气产业全球优秀供应商。          |
| 应用内容 | 项目管理、档案管理、BOM管理、智能设计、工艺设计、计划排产、智能CAM管理、智能车间管理、OEE设备监控。                       |
| 应用效果 | 完成从模德宝旧版系统（2014年上线）到模云SaaS系统的升级，设备利用率提升到85%；每年降低成本60万（人工成本+品质异常成本）；协同效率提升明显。 |

## 商业价值

### 1.商业模式

目标客户：模具及精密零部件企业、职业院校。

两种部署模式：

(1)SaaS部署模式：通过为上述目标客户提供一站式数字化解决方案与机器人柔性自动化解决方案的订阅服务，收取实施费用与租金。系统收费模式灵活，用户可以按月、按年或按照用户数量等多种模式付费。

(2)本地部署模式：通过为上述客户提供一站式数字化解决方案与机器人柔性自动化解决方案获取销售收入，解决方案实施完成后，还为用户提供维护服务，按年收取“技术维护费”。

模德宝一是已经建立了在华南、华东、西南、华北地区建立公司或办事处，为广大模具企业提供更便捷、更快速的服务。

二是与代理商一起扩大市场占用率，特别针对中小型客户、海外客户、教育客户。

三是广泛与数控设备制造供应商建立战略合作，共同推广市场。公司先后与德国罗德斯、瑞士GF、瑞典海克斯康、日本FANUC、牧野机床、三菱、华中数控、台湾永进等中外知名企业建立了战略合作伙伴关系，共同推进中国模具数字化制造的发展。

### 2.推广应用

## 总结

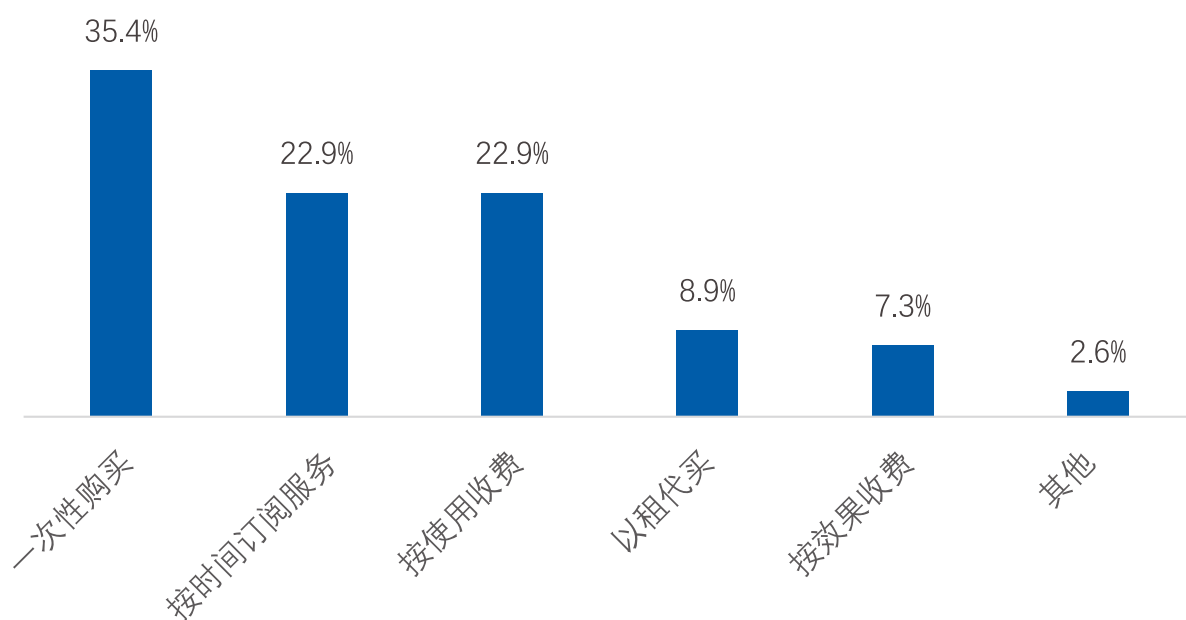
模云是面向模具制造行业匠心打造的“软硬结合、云边协同、数字化制造、大规模协同”的模具智能制造云平台，能提高模具企业竞争力、拓展生产可能性边界、加快模具产业数字化智能化改造、推动模具制造高质量发展。

### (三) 低成本服务解决分散化问题

目前，工业互联网服务商打造符合中小企业的低成本解决方案，主要有三类途径，一是直接降低成本，在本次参赛企业提供的解决方案中，服务商通常还会在产品推出后提供低成本乃至免费的服务内容；二是创新定价机制，虽然传统交易模式仍然占较高比例，但是按时间、按使用次数、按效果收费等新收费模式不断涌现出来；三是改变交易模式，设备商还创新性的提供了以租代买的模式，推动中小企业轻资产运营。如包装产业数字化解决方案，以“免费服务”+“增值

服务”模式为全国二级厂、三级厂、包辅企业、包装设备制造商提供信息服务，截止2020年8月，平台注册认证企业客户数已超过28000家，月均GMV接近2.5亿元；中小水电智能管理解决方案通过免费智能化改造进行电站运维托管，实现小水电站智能控制、集中管理、专业运维。

图21: 百强解决方案主要交易模式



资料来源：国家工业信息安全发展研究中心

## 案例40

## 包装产业数字化解决方案

## 服务商简介

浙江东经科技股份有限公司是一家致力于向全国千万企业和纸包装从业人员提供“包装+互联网”供应链服务的工业互联网公司。其于2013年启动了“包装+互联网”战略转型，2016年取得了商业模式的革命性突破。通过商业模式创新，东经科技以互联网改造传统包装产业，有效整合包装供应资源，打造中小企业降本提效，价值倍增的包装供应链服务平台，实现全产业链各相关方利益共赢。

## 背景和需求

## 1.行业/企业痛点

在复杂多变的市场环境下，无论是不同行业的包装供应商还是包装用户，都会遇到包装物种类多、包装效率低、人工成本高等痛点问题。

大多数包装产品都存在产品利润低，运输成本高的特点。因此，做包装终端产品的企业，其辐射范围都普遍较小，一般省内为主，超过省内价格劣势明显，按时送货也难以保证。

## 2.主要应用环节

包装产业数字化解决方案利用产业互联网技术、工业大数据技术和智能制造技术，通过OMS、WMS、TMS系统和一路好运物流平台，完成信息推送、业务推广、订单接收、外部协同、订单分配、订单跟踪、仓储运输等全面智能化，整合外部资源。

## 解决方案做法

## 1.主要内容

包装产业数字化解决方案是以东经易网为中心，通过智能供应链系统和一路好运物流平台，整合上下游资源，为平台用户提供专业、高效、智能的包装供应链全流程服务，降低综合成本，提升品牌价值。

建设具有国际先进水平的一条龙在线采购平台，降低采购成本，规范采购流程。建立一体化的供应商信息管理体系，实现供应商成员间的高效协作，降低原料的采购成本。建立集成统一的信息平台，实现信息流、物流、资金流的三流合一，提高决策的科学性。建立统一的信息管理入口及安全授权管理体制。深化实施GMP生产管理，加强生产成本控制。

通过方案对种类繁多产品进行整合，提供符合终端用户需求的、标准化的纸板产品，降低生产成本，提高生产效率，降低客户采购成本。将纸板下单从线下转移到线上，改变以往杂乱、低效、高成本的下单方

式；通过线上接单实现预付款模式，消除了账期，提高了资金利用率，规避了资金风险。

## 2.关键自主技术的难点和创新点

公司基于传统的纸板纸箱业务，通过技术创新，实现产品整合与降本提效的突破，以全新的互联网、大数据技术，打造专业、高效的一站式包装产业数字化解决方案，现已初步形成了以纸板团购、一路好运、包装铺子、东经易付通四大产品线联动的业务体系。

(1)“纸板团购”应用模式：利用互联网改变传统纸板下单方式，将纸板下单转为线上，将付款方式转为预付款。凭借规模化的生产效应、完善的物流配送服务、便捷的下单方式为用户提供保质、准时、低价的纸板产品，解决纸箱厂用户普遍存在的纸板价格高、交期不稳定、售后服务差等问题。

(2)“一路好运”应用软件：以“一路好运”命名的区域供应链物流，通过手机APP，二三级厂客户一键叫车，以“回程车”“顺风车”的形式完成零单货物的配送，实现仓储的快速周转。整合车辆运力，致力于为纸板厂、纸箱厂提供包装运输服务，解决纸箱厂用户物流成本高等问题，实现高效率低成本的配送，提高用户整体收益。

(3)“包装铺子”应用软件：打通纸箱用户到终端客户的通道，为二端用户提供资源匹配服务，解决用户

订单杂、数量少、价格高等找不到供应商加工的困扰。同时，该产品可为纸箱厂客户提供各类包装辅料，降低购买成本，完成纸包装产品的互联网快速个性化定制服务。

(4)“东经易付通”应用软件：与银行机构合作，为纸包装行业客户提供金融服务，通过“无抵押”“审批快”“随借随还”的服务，帮助客户解决资金短缺的痛点，保障客户业务经营的健康、持续开展。

## 方案应用效果

### 1.应用情况

方案致力于整个包装产业链的降本提效增值，推动产业链变革。包装产业数字化解决方案为平台用户提供专业、高效、智能的包装供应链全流程服务，赋能中小包装企业，助推全产业链实现了降本、提效、增值。平台上的服务商（举例：温州地区）市场份额从10%达提升35%以上，客户囊括了温州地区95%的纸箱厂，做到了市场全覆盖，实现了全额预付款。

截至2020年8月，平台注册认证企业客户数已超过28000家，月活企业客户数达到5000多家，月均GMV接近2.5亿元。

### 2.应用价值

(1)接单与信息化程度：自主开发下单APP、CRM系统、ERP系统、OA系统、BI系统及智能管理平台，平台模式实现线上接单，提高效率与准确率。开单效率提升5.9倍；开单错误率降低76.7%；订单量提高120%。

(2)产品品种与生产管理：整合产品，通过计划排单系统，原纸利用率与车速均领先于同行，生产产能提高140%；人均产能提高41%；高车速提高26.8%；平均车速提高8.4%；开机时长提高160%。

(3)采购管理：通过WMS仓储管理系统，采购成本下降3.3%。

(4)物流管理：通过一路好运平台及TMS物流管理系统，进行物流管理、车辆GPS定位调度、车辆排队。准时交付率99%以上；月均车次提高120%；装车量提高23.3%；月运量提91.4%；人均出库面积提高32.4%；仓库日周转次数提高2.5倍。

(5)结算方式：通过纸板团购平台，线上实现预付款，实现正现金流。

### 3.应用实例

| 企业名称 | 金华某企业                                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 包装销售                                                                           |
| 应用内容 | 从订单管理、销售管理、生产管理、行政管理，全方位推进。                                                    |
| 应用效果 | 客户数量增长398%，日均接单持续提升89%，SKU大幅缩减73%，单品提量爆发式增长398%，原纸利用率提升至95.21%，准时交付率提升至94.96%。 |

| 企业名称 | 嘉兴某企业                                                                                                                                                   |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主营业务 | 包装销售                                                                                                                                                    |
| 应用内容 | 生产方面，东经输出了专项整改方案；销售方面，对客户实行精细化管理；运营方面，规范客诉处理，落地大客服体系；物流方面，实行全面的司机管控。                                                                                    |
| 应用效果 | 订单生产量提升30%，产品生产准时入库率提升85%，平均车速提升20%，故障率降低35%；日均接单量提升33%；产品整合上架优化产品，单品销量提升900%；日下单订单笔数提升80%，日下单客户家数翻番；质量客诉率降低35%，物流客诉率降低60%；发货量提升50%，产品准时交付率（72小时）提升30%。 |

## 商业价值

### 1.商业模式

包装产业数字化解决方案的特点是围绕客户的场景痛点，打造以信息服务为特色的工业互联网服务平台，成功连接线上与线下，形成“软件+硬件+服务”三位一体的独特模式，以“免费服务”+“增值服务”模式为全国二级厂、三级厂、包辅企业、包装设备制造商提供信息服务，有效整合包装供应资源，为两端用户提供信息资源匹配，为包装行业中小企业降本提效，实现全产业链各相关方利益共赢。平台主要以向包装制造企业（一级厂（原纸）、二级厂（纸板厂）、三级厂（纸箱厂）、包装辅料企业、包装机械制造商）、物流企业等用户提供免费公共服务为主，提供深度增值服务为辅的运营模式。

### 2.推广应用

包装产业数字化解决方案，是我国包装行业产业互联网平台，客户群体涉及整个纸包装供应链，包括一级厂（造纸厂）、二级厂（纸板厂）、三级厂（纸箱厂）和终端客户。基于用户场景，围绕用户全流程各环节痛点，为平台用户提供专业、高效、智能的包装供应全流程服务，赋能中小包装企业，助推全产业链实现降本、提效、增值。

## 总结

东经科技以最新的产业互联网技术、工业大数据技术和智能制造技术打造的专业高效的一站式包装产业数字化解决方案，是包装产业互联网平台，客户群体涉及整个纸包装供应链。基于用户场景，围绕用户全流程各环节痛点，为用户全流程降本、提效、增值，惠及供应链上下游的用户。

## 附录1:

# 第二届中国工业互联网大赛一、二、三等奖获奖作品名单

### 一等奖（领军组）

| 作品名称                      | 团队名称               | 参赛单位                            |
|---------------------------|--------------------|---------------------------------|
| 基于工业互联网平台的钢铁一体化生产智能管控解决方案 | 中冶赛迪 / 重庆工业大数据创新中心 | 中冶赛迪重庆信息技术有限公司, 重庆工业大数据创新中心有限公司 |

### 二等奖（领军组）

| 作品名称                       | 团队名称              | 参赛单位                                                                |
|----------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 基于能量矩阵的能源互联网平台解决方案         | 科环集团联合动力工业互联网创新团队 | 国电联合动力技术有限公司                                                        |
| 复杂航空产品数字化协同建模与仿真的工业互联网解决方案 | MVS 团队            | 金航数码科技有限责任公司, 中国商用飞机有限责任公司上海飞机设计研究院                                 |
| 基于盐湖工业互联网的钾盐生产工艺优化解决方案     | 盐云                | 海盐云工业互联网有限公司, 锐华技术股份有限公司, 青海省测试计算中心有限公司, 青海盐湖元通钾肥有限公司, 青海盐湖工业股份有限公司 |
| 模云模具智能制造云平台解决方案            | 模德宝               | 深圳模德宝科技有限公司                                                         |

### 三等奖（领军组）

| 作品名称                                  | 团队名称           | 参赛单位                                                       |
|---------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------|
| 基于工业互联网的纺织云生态解决方案                     | 智云领航           | 中国移动通信集团浙江有限公司嘉兴分公司, 广州致景信息科技有限公司                          |
| 天机算系统: 面向 5G 环境的机械制造数字孪生工业 App 系统解决方案 | 吉兰丁 - 联通       | 深圳吉兰丁智能科技有限公司, 联通 (浙江) 产业互联网有限公司                           |
| 自动化生产线的智能运维诊断解决方案                     | 产线运维无忧 MISP 团队 | 广州明珞装备股份有限公司                                               |
| SMT 稳健质量工业互联网解决方案                     | 稳健质造           | 中电工业互联网有限公司, 湖南满缘红质量技术创新发展有限公司, 中电凯杰科技有限公司, 长沙智能制造研究总院有限公司 |
| 船舶中组立全要素生产制造执行解决方案                    | 沪东长兴智能制造团队     | 沪东中华造船 (集团) 有限公司                                           |

|                     |            |                                            |
|---------------------|------------|--------------------------------------------|
| 面向复杂工业场景的智能安全管控解决方案 | 海安控        | 青岛海尔工业智能研究院有限公司, 深圳极视角科技有限公司               |
| 基于新技术的电网智能巡检解决方案    | 飞天遁地       | 南方电网数字电网研究院有限公司, 共达地创新技术(深圳)有限公司, 华为技术有限公司 |
| 水电设备健康保障智慧赋能服务解决方案  | 天工开物       | 国电大渡河检修安装有限公司, 四川大汇大数据服务有限公司, 成都大汇物联科技有限公司 |
| 核电机组运维智能化解决方案       | “智”同道“核”团队 | 江苏核电有限公司, 中核武汉核电运行技术股份有限公司, 北京神州泰岳软件股份有限公司 |

一等奖(新锐组)

| 作品名称                 | 团队名称        | 参赛单位            |
|----------------------|-------------|-----------------|
| 基于数字孪生的热处理车间远程运维解决方案 | 重庆工业大数据创新中心 | 重庆工业大数据创新中心有限公司 |

二等奖(新锐组)

| 作品名称                 | 团队名称        | 参赛单位                       |
|----------------------|-------------|----------------------------|
| 制鞋行业大规模个性化定制解决方案     | 中电双驰工业互联网团队 | 中电望辰科技有限公司, 福建双驰智能信息技术有限公司 |
| 半导体制造 R2R 极致品质控制解决方案 | 智极客 (iGeek) | 格创东智(深圳)科技有限公司             |

三等奖(新锐组)

| 作品名称                     | 团队名称  | 参赛单位              |
|--------------------------|-------|-------------------|
| 面向铸造行业的数据驱动智慧生产解决方案      | 精诺数据  | 天津开发区精诺瀚海数据科技有限公司 |
| 流程工业生产数据化运营解决方案          | 博依特科技 | 广州博依特智能信息科技有限公司   |
| 基于工业互联网的新能源行业数字化转型升级解决方案 | 绿能云网  | 青海绿能数据有限公司        |

## 附录2:

# 第二届中国工业互联网大赛单项奖获奖作品名单

(按作品名称音序排列)

### 优秀作品奖(领军组)

| 作品名称                     | 团队名称             | 参赛单位                        |
|--------------------------|------------------|-----------------------------|
| mixIoT 智慧工业核心引擎解决方案      | mixlinker        | 深圳市智物联网络有限公司                |
| 百度盘古工程机械无人作业解决方案         | 百度研究院机器人与自动驾驶实验室 | 北京百度网讯科技有限公司                |
| 包装产业数字化解决方案              | 东经科技团队           | 浙江东经科技股份有限公司                |
| 长征云安全生产监管解决方案            | 长征云              | 航天新长征大道科技有限公司               |
| 基于工业互联网的箱包个性化智能制造解决方案    | 包有范              | 广东恩典皮具服饰科技股份有限公司            |
| 基于工业互联网的新型智慧用能解决方案       | OX 智慧能源队         | 南方电网深圳数字电网研究院有限公司           |
| 基于全产业链数字孪生的建筑工业化解决方案     | 中建科技智慧建造实验室      | 中建科技集团有限公司, 中建科技集团有限公司深圳分公司 |
| 基于数据驱动的电子元器件企业智能生产管控解决方案 | 贵州航天云网科技有限公司     | 贵州航天云网科技有限公司                |
| 基于知识图谱的工业互联网解决方案         | 智通云联团队           | 北京智通云联科技有限公司                |
| 数字孪生核电厂建设及运维领域应用解决方案     | 中广核数字孪生团队        | 中广核研究院有限公司                  |

### 优秀作品奖(新锐组)

| 作品名称                        | 团队名称                     | 参赛单位            |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------|
| 电力智慧物联网 - 边缘物联代理系统解决方案      | 珞安工业互联网安全研究团队            | 北京珞安科技有限责任公司    |
| 服装智能研发与产业平台解决方案             | 深圳市博克时代科技开发有限公司<br>杭州分公司 | 深圳市博克时代科技开发有限公司 |
| 工业互联网安全全流量日志 AI 分析系统解决方案    | 长扬科技大数据安全团队              | 长扬科技(北京)有限公司    |
| 基建物资全生命周期管理解决方案             | 紫菜云                      | 山东双端数字科技有限公司    |
| 基于 5G 无人机机巢的无人值守超低空智慧巡检解决方案 | 飞流智能                     | 武汉飞流智能技术有限公司    |

|                        |            |                   |
|------------------------|------------|-------------------|
| 基于电气信号的机电设备自主式健康管理解决方案 | 智慧电驱       | 北京海智元科技有限公司       |
| 面向高端装备行业的工业知识封装解决方案    | 装备云智库团队    | 航天云网数据研究院（广东）有限公司 |
| 学泰 X-MASTER            | 深圳学泰科技有限公司 | 深圳学泰科技有限公司        |
| 印染产业数字化智能化解决方案         | 印染大脑开发团队   | 杭州数纺科技有限公司        |

最佳人气奖（领军组）

| 作品名称                 | 团队名称        | 参赛单位                       |
|----------------------|-------------|----------------------------|
| 基于全产业链数字孪生的建筑工业化解决方案 | 中建科技智慧建造实验室 | 中建科技集团有限公司，中建科技集团有限公司深圳分公司 |

最佳人气奖（新锐组，1 个）

| 作品名称                 | 团队名称 | 参赛单位          |
|----------------------|------|---------------|
| 陶瓷行业数字化综合运营管理平台及解决方案 | 数联魔方 | 联魔方（天津）科技有限公司 |

## 附录3:

# 第二届中国工业互联网大赛-全国半决赛评审专家名单

(按姓名音序排列)

### 领军组

曹保钧 国家电力投资集团公司  
陈畴镛 杭州电子科技大学  
陈征宇 中信建投投资有限公司  
傅建中 浙江大学  
傅忠红 深圳市达晨财智创业投资管理有限公司  
郭朝晖 上海优也信息科技有限公司  
纪学成 国机智能科技有限公司  
李 红 中钢国际货运有限公司  
李 雷 建信股权投资管理有限责任公司  
宁振波 中国航空工业信息技术中心  
邱伯华 震兑工业智能科技有限公司  
齐承军 参数技术(上海)软件有限公司  
徐 鸿 中国家用电器研究院

### 新锐组

黄河燕 北京理工大学  
胡旭东 浙江理工大学  
蒋白桦 石化盈科信息技术有限责任公司  
江 源 中国建筑材料工业规划研究院  
孙践知 北京工商大学  
谭 彰 浙江蓝卓工业互联网信息技术有限公司  
谭 桢 东南数字化转型投资基金  
王聪生 中国电力技术市场协会  
王 峰 无锡雪浪数制科技有限公司  
王 秋 经纬创投(北京)投资管理顾问有限公司  
余柏文 北京青创伯乐投资有限公司  
周东红 北京和利时智能技术有限公司  
翟燕驹 中国纺织工业联合会

## 第二届中国工业互联网大赛-全国总决赛评审专家名单

(按姓名音序排列)

### 特邀评委

|      |                   |
|------|-------------------|
| 丁险峰  | 阿里云计算有限公司         |
| 郭朝晖  | 上海优也信息科技有限公司      |
| 蒋白桦  | 石化盈科信息技术有限责任公司    |
| 李乃湖  | 正泰集团股份有限公司        |
| 宁振波  | 中国航空工业集团信息技术中心    |
| 欧阳劲松 | 机械工业仪器仪表综合技术经济研究所 |
| 彭俊松  | 思爱普(中国)有限公司       |
| 汪 源  | 网易(杭州)网络有限公司      |
| 韦 青  | 微软(中国)有限公司        |
| 于文震  | 中国电子科技集团公司        |
| 郑江滨  | 西北工业大学            |
| 朱卫列  | 国务院国资委国资监管信息化专家组  |
| 朱晓洵  | 西门子(中国)有限公司       |

### 投资评审团

|     |                     |
|-----|---------------------|
| 陈 韬 | 深圳市东方富海投资管理股份有限公司   |
| 高大明 | 湖南三一创业投资管理有限公司      |
| 广 东 | 北京博康资本有限公司          |
| 侯起秀 | 华泰联合证券有限责任公司        |
| 刘欣皓 | 东南数字化转型投资基金         |
| 刘湘宁 | 深圳市天使投资引导基金管理有限公司   |
| 刘 旭 | 深圳旦恩先锋投资管理有限公司      |
| 梁耀璋 | 上海诚存投资管理有限公司        |
| 李振伟 | 北京联华科创投资管理有限公司      |
| 钱 晨 | 杭州鹰创投资管理有限公司        |
| 瞿宏专 | 深圳市前海梧桐并购投资基金管理有限公司 |
| 孙加兴 | 国新风险投资管理(深圳)有限公司    |
| 孙 琪 | 青岛高科投资管理有限公司        |
| 王 葑 | 北京源码资本投资有限公司        |
| 吴占宇 | 中国国际金融股份有限公司        |
| 徐立新 | 深圳前海中力股权投资基金管理有限公司  |
| 徐 勇 | 北京天使成长科技有限公司        |
| 余柏文 | 北京青创伯乐投资有限公司        |
| 杨泽原 | 中信证券股份有限公司          |
| 赵国晓 | 上海凡麦资产管理有限责任公司      |
| 张 堃 | 上海用友产业投资管理有限公司      |

## 附录 4: 相关研究成果

### 工业互联网系列研究报告

- NO.1 国内外工业互联网平台对比分析报告 (2017)
- NO.2 数据驱动 转型致胜——全球工业互联网平台应用案例分析报告 (2018)
- NO.3 工业互联网平台创新发展白皮书 (2018)
- NO.4 解耦工业互联 赋能转型升级——工业互联网人工智能应用白皮书 (2019)
- NO.5 工业互联网平台创新应用案例 (2019)
- NO.6 数联物智 风劲扬帆——工业互联网解决方案创新应用报告 (2020)

### 工业互联网系列丛书

- 1.《虚实之间 工业互联网平台兴起》
- 2.《数字基建 工业互联网与工业电商》
- 3.《腾云驾物 工业互联网解决方案落地》

更多资讯, 请关注



中心微信公众号



大赛微信公众号



中国工业互联网大赛官网  
(<https://www.cii-contest.cn>)



工业互联网  
大数据管理服务平台



国家工业信息安全发展研究中心

CHINA INDUSTRIAL CONTROL SYSTEMS  
CYBER EMERGENCY RESPONSE TEAM

电话：010-68632898

邮箱：suoban@cics-cest.org.cn

传真：010-68632960

官网：www.cics-cert.org.cn