

# 工业互联网测试床



## 声 明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他方的内容除外），并受法律保护。如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。



工业互联网产业联盟  
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟

联系电话：010-62305887

邮箱：aai@caict.ac.cn

# 基于工业物联网的通信设备制造系统

## 引言：企业概况

爱立信南京工厂成立于 1992 年，是爱立信在国内第一个合资企业。作为爱立信全球最大的制造及供应链基地，南京工厂生产多种无线设备，支持全球 300 多个已发布产品。



在爱立信与中国移动大力发展 NB-IoT 技术的背景下，双方签署合作协议，打造基于工业物联网的通信设备制造测试床。爱立信南京工厂被选为这次试点的合作单位。

## 一、关键词

利用 **NB-IoT** 和 **eMTC** 等移动通信技术对生产制造的多个环节进行监控、互联，通过生产数据的**关联分析**，实现对生产的**数字化改造**。

## 二、测试床项目概述

### 1. 痛点

爱立信南京工厂主要生产基站射频模块，属于传统电子装配制造业，现在面临着快速 NPI，多品种并行，产品类差异大，生命周期长短不一，订单量不均衡，信息化技术整合不足等典型生产问题。此外爱立信南京工厂运用大量的独立系统

运营业务，全面覆盖订单管理，计划管理，产品管理，库房管理，生产执行，物流管理等信息化的需求；但是同时也存在比较严重的信息孤岛效应，各个系统和工具之间数据不互通，需要大量的人工处理和协调。

## 2. 目标

基于工业物联网的通信设备制造测试床旨在验证利用 NB-IoT 等先进通信技术完成对仓储、生产、测试、包装等多个环节的监控和管理、多个生产管理系统间相互协同以及多种工业数据关联分析，从而实现生产的数字化、信息化。测试床包括：

**多环节的监控和管理：**利用 NB-IoT 和 eMTC 等移动通信技术对现有仓储、生产、测试、包装等多个环节进行改造，实现对物料、设备、产品、质量等多方面可追踪，可管理。

**生产管理系统互联：**将现存的多个独立的生产管理系统互联，完成数据流的整合，实现各子系统之间的协同工作。

**多种工业数据关联分析：**利用大数据和机器学习算法，将各个制造执行系统的数据进行多维度关联分析，挖掘数据价值，实现生产过程的数字化改造。

## 三、测试床项目解决方案

### 1. 解决方案架构

根据工业互联网产业联盟所发布的整体架构，并在联盟的指导下，本测试床整体架构如图 1 所示。测试床在原有 RFID、Ethernet 等基础上增加了对 NB-IoT 和 eMTC 通信技术的支持。由于采用了授权频谱，避免了其它信号干扰；而基于公众移动网络的通信，在保证信息安全的同时，也无需单独部署网络基础设施。工厂运行数据采集上来提交到本地云平台，在云平台上对数据进一步整合，分析，为上面的各种应用提供能力支撑。

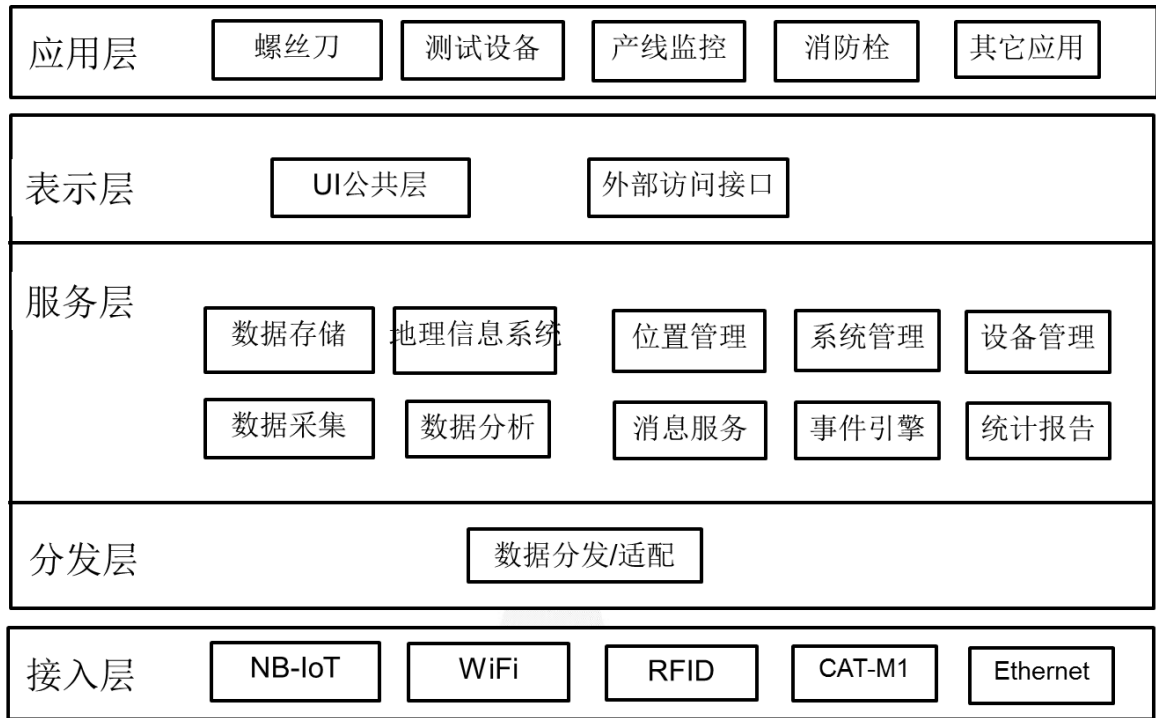


图 1 基于工业物联网的通信设备制造系统

## 2. 物理平台

**蜂窝物联网网络：**搭建支持 NB-IoT 和 eMTC 的蜂窝物联网覆盖，连接 OneNet 物联网数据平台，利用其广覆盖，低功耗，中低速率传输的特性完成生产数据的传输和管理

**数据采集模块：**基于 NB-IoT/eMTC 模组的通信协议，使用不同类型的传感器模块采集生产过程中的各种数据，应用于生产流程管控，质量管理，设备工具维保等领域

**各种生产管理系统的服务器：**订单系统、物料系统、产品信息系统、跟踪追溯系统、测试系统、SMT 系统、资产管理系统、MES 系统

**自动化系统：** PLC 和相关传感器设备

**执行机构：** 伺服电机、气缸、电缸、电爪、机械手臂、电枪

## 3. 软件平台

软件平台的主要功能包括：

**接入层：**接入层提供多种接入方式，保证上层系统收集到更多的生产运行数据。

分发层：分发层负责将接入层数据以设定好的格式提交给上层，并将上层响应分发到相应的设备。

服务层：服务层是整个平台的核心，主要提供数据处理、系统管理、设备管理、位置管理及其它平台辅助功能。

表示层：表示层负责现有生产执行系统的访问，以获取当前生产情况。另外对上层应用提供一个统一的访问和展示接口。



图 2 基于工业物联网的通信设备制造系统展示界面

#### 4. 分布式配置接口

测试床软件使用 Rest API 和物联网 OneNet 接口获得 IoT 的应用数据

测试床软件和子系统采用不同的数据通信协议，包括 SOAP，Web service，RDMS，TCP/IP，HTTP 等多种，可根据需要灵活选用。

#### 5. 测试床预期效果

##### a. 经济效益

生产过程可视化：对工厂内各主要设备进行数据采集并统一呈现，实现仓储、厂内物流、表面封装、总装、测试等 5 个环节可视化 80% 以上。

精细化管理：根据生产过程中采集的数据对人员及生产安排进行精细化管理，提升生产线效率 10%。

快速响应：打通从订单到发货的信息流，缩短调度响应时间 20%，提高生产柔性。

降低维护成本：建立维护设备使用情况监控系统，对设备的状态和利用率等

进行有效管理，通过多维度关联分析，降低装配和测试设备的维护成本 15%，提升设备维护质量和利用率。

## b. 商业及社会价值

通过将 NB-IoT 和 eMTC 等先进通信技术与生产制造相结合，可以对生产进行实时监控，并进一步结合数据分析，优化生产流程、提升生产效率。从而从整体上提升社会生产率和资源利用效率。

# 四、测试床当前情况

---

## 1. 测试床当前建设情况

### a. 已经完成的工作及获奖情况

实现测试床主体功能，包括接入层、分发层和部分服务层及表示层的工作实现了七个案例在爱立信南京工厂的案例落地，包括智能螺丝刀、测试维护、ANDON 系统、消防设备监控、产出监控分析等。

智能螺丝刀产品化设计完成，将在 2018 年初在工厂批量部署

上海 MWC 智能制造案例展示及中国双创大会展示

参加世界物联网博览会（无锡），荣获两项大奖

中国移动政企“和智造”工业物联网创新展示

北京通信展 ICT 智慧城市创新产品大奖

### b. 2018 年工作重点：

端到端（芯片、模组、网络）的验证及完善—2018 年一季度

端到端的网络性能验证—2018 年一季度

智能螺丝刀的规模性试商用—2018 年一季度

爱立信智慧工厂的展示中心落地建成—2018 年一季度

实现测试床的进一步优化—2018 年二季度

携手合作伙伴进行相关应用领域的方案落地及初步行业推广—2018 年二期

度

新的应用案例开发—2018 年三季度

对不同应用建立数据分析模型,通过深度挖掘,提升生产效率和智能化水平  
—2018 年三季度

## 2. 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

### a. 参与单位

爱立信（中国）通信有限公司

中国移动

### b. 分工

#### 爱立信

设备层：提供接入终端模块

平台层：提供系统的软硬件环境，包括数据存储、分析、地理信息系统等。

应用层：基于平台的工业应用

安全评测、数据挖掘

商业模式探索

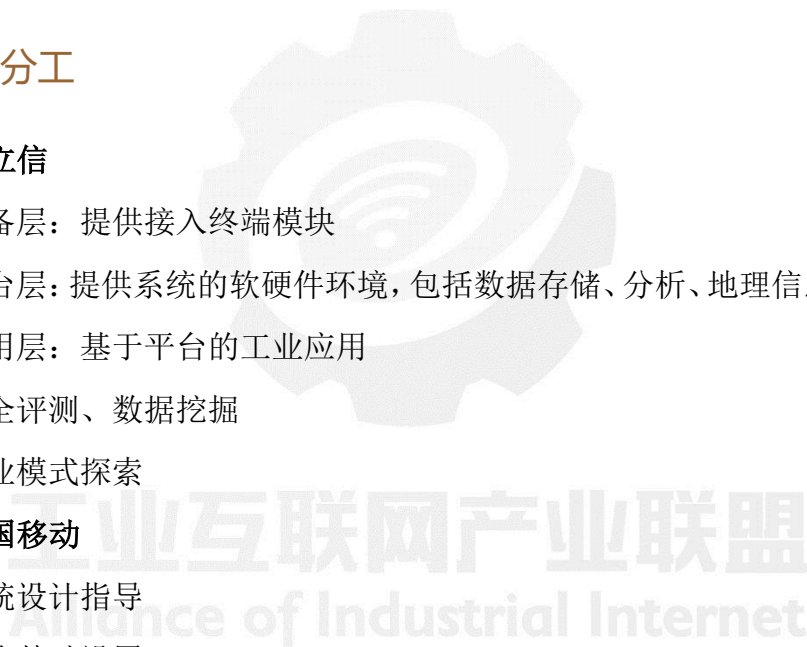
#### 中国移动

系统设计指导

网络基础设置

端到端数据采集及分析解决方案

商业模式探索





# 基于异构标识解析技术的智能产品全生命周期管理测试床

## 引言：

中国科学院计算机网络信息中心成立于 1995 年 3 月，是中国科学院科研信息化与管理信息化的系统集成、运行和服务保障机构，信息化应用技术的研发和示范基地。计算机网络信息中心立足支撑与服务全院科研信息化和管理信息化，成为中科院信息化基础设施建设、运维和信息化基础服务的一支中坚力量，成为引领中国科研信息化建设和运行服务的一流信息中心。中国科学院计算机网络信息中心牵头承担国家发展改革委员会批复的“物联网标识管理公共服务平台”，与工业和信息化部电子科学技术情报研究所、工业和信息化部电信研究院、中国物品编码中心等单位共同建设。“物联网标识管理公共服务平台”以标识技术研究创 1 新为核心，建设并维护国家级平台，经过近 4 年的建设发展，平台完成自主研发和定制软件系统 40 余套，制定国际、国家和行业标准 30 余项，申请发明专利和软件著作权数十项，在产品追溯、数字资源管理、工业互联网、智慧农业、智能家居、智慧物流等领域实现了应用示范及产业化推广，初步建立了我国物联网标识领域的自主知识产权体系。

## 1 关键词

本测试床采用异构标识识别技术，通过搭建开放兼容、通用扩展、安全自主标识综合管理系统，有效整合海尔内部标识体系与外部标识体系，实现产品信息跨企业跨行业的互联互通。

## 2 测试床项目概述：

### 2.1 概述及该测试床目标

基于异构标识解析技术的智能产品全生命周期管理测试床的目标是构建面向智能产品全生命周期参与方之间主要产品及关键零部件（以下简称主关件）的信息互通测试床。测试床面向智能产品全生命周期参与方，以各参与方主关件信息可查询可互通为目标，基于异构识别、标识解析、标识发现等技术，通过采集异构标签捕获主关件全生命周期关键节

点信息，最终实现为智能产品运维监测、故障诊断、远程维护、追溯等扩展服务提供全生命周期信息管理及互通的目的，满足工业互联网信息互联互通核心需求。

测试床在满足智能产品全生命周期管理的同时，还可扩展到离散制造业产品管理（例如汽车零配件追溯、家电产品追溯等）、工业产品个性化定制（例如服装个性化定制、模具个性化定制、家具定制等）、流程制造业产品追溯（例如稀土质量追溯、黄金矿山质量追溯、煤炭质量追溯）等领域产品全生命周期供应链管理应用，帮助企业实施“工业互联网”转型升级，推动标识技术标准化、标识服务一致性、标识产品产业化，打造工业互联网标识服务生态链。本测试床支持未来可扩展复制。

### 3 测试床项目解决方案

#### 3.1 解决方案架构

本测试床的架构参照工业互联网体系架构由物理系统、数据、网络、安全、应用及用户组成，基于异构标识服务产品全生命周期追溯平台在各层的映射如下图 3-1 所示。

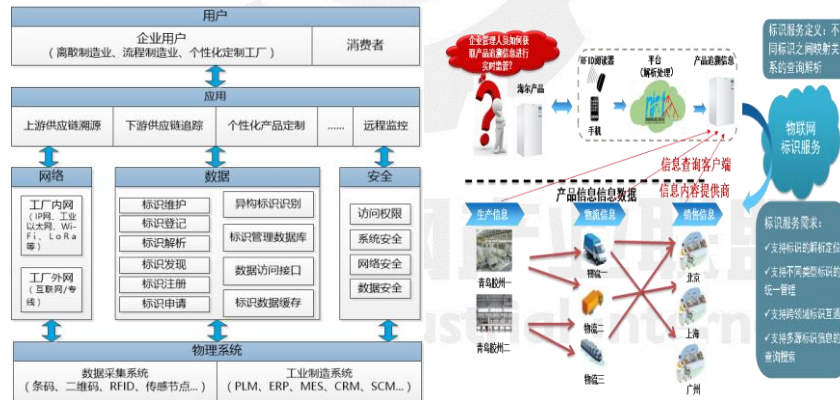


图 3-1 测试床架构

该平台通过标识管理、标识解析、标识发现等标识服务为工业互联网提供动态可扩展的开放数据信息的互通共享服务。测试床系统功能：智能产品全生命周期追溯系统子系统分布式构建于各环节参与方，基于异构标识服务，各参与方可追溯到产品全生命周期的信息，可实现企业内部信息系统之间、不同企业之间、不同环节之间信息的有效共享，促进全产业链环节互联互通，如下图 3-2 所示。

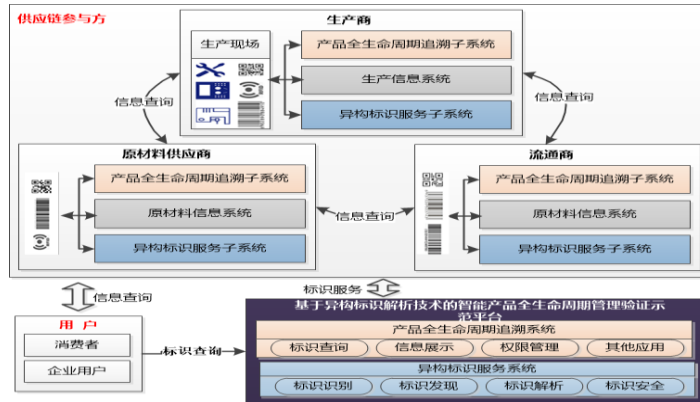


图 3-2 测试床功能

为满足海尔集团标识体系开放兼容、通用可扩展、安全自主可控等需求，本测试床的标识通过对海尔标识体系综合管理，有效整合海尔内外部标识体系中，实现外部标识体系（需要对外开放呈现部分）与国家物联网标识管理公共服务平台（以下简称“国家平台”）的对接，以达到标识的互联互通、开放兼容。打通海尔集团内部标识体系与外部标识体系，实现从外部标识体系获取其内部标识体系中的相关数据的应用场景，且其内部标识体系可以随时向外部标识体系进行注册并实现他们之间的开放，实现实时定制化的信息开放管理。

### 3.2 测试床预期效果

本测试床依托国家平台，基于国家平台的异构标识识别技术、标识解析技术，解决海尔在工业互联网中遇到标识信息互通问题，实现其生命周期中环节的信息可追溯。基于标识将海尔的整个产品生命周期中的相关系统互通起来，实现海尔的工业互联网中资源的统一管理，有利于发展高效的信息化、智能化生产技术，真正实现跨领域、跨行业互联互通，避免信息孤岛的产生，数据自主可控，在保障安全、隐私的前提下共享互通。

## 4 测试床当前情况

### 4.1 测试床当前建设情况；

基于异构标识解析技术的智能产品全生命周期管理的测试床当前完成需求分析对接，正在开展初始测试床设计，主要的困难体现在示范平台设计与需求的对接。目前已经与合作伙伴海尔集团进行测试床设计的初步对接。

### 4.2 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

- 中国科学院计算机网络信息中心

中国科学院计算机网络信息中心主要负责测试床调研、架构方案设计、异构识别系统开发、组织协调工作。异构识别系统功能包括异构标识识别、标识发现、标识解析、标识维护、标识查询、注册管理、标识申请、标识安全。

■ 中国信息通信研究院

中国信息通信研究院主要负责测试床架构设计方案、技术方案。

■ 青岛海尔股份有限公司

青岛海尔股份有限公司主要负责智能工厂体系开发，提供测试床硬件环境以及部署工作。智能工厂体系为产业链中的各个企业在进行工业化生产过程中为满足企业生产而自建的信息系统或者追溯系统等。

■ 青岛酷特股份有限公司

青岛酷特股份有限公司主要负责智能工厂体系开发，提供测试床硬件环境以及部署工作。智能工厂体系为产业链中的各个企业在进行工业化生产过程中为满足企业生产而自建的信息系统或者追溯系统等。

■ 广州中国科学院计算机网络信息中心

广州中国科学院计算机网络信息中心主要负责测试床的产品全生命周期追溯系统开发、接口开发、调试和部署。产品全生命周期追溯系统是基于标识平台搭建统一的追溯系统，其主要功能包括标识查询、信息展示、权限管理、其他数据统计分析等应用。

# 基于工业互联网的电子制造测试床

## 引言

中兴通讯是全球领先的综合通信解决方案提供商。公司成立于 1985 年，是在香港和深圳两地上市的大型通讯设备公司。公司通过为全球 160 多个国家和地区的电信运营商和企业网客户提供创新技术与产品解决方案，让全世界用户享有语音、数据、多媒体、无线宽带等全方位沟通。中兴通讯拥有通信业界完整的、端到端的产品线和融合解决方案，通过全系列的无线、有线、业务、终端产品和专业通信服务，灵活满足全球不同运营商和企业网客户的差异化需求以及快速创新的追求。

## 一、关键词

示范平台采用 LPWAN 无线网络技术和工业智能网关进行各种生产数据的有效采集，并通过大数据、人工智能等技术实现工厂智能生产、运维和资源调度。

## 二、测试床项目概述

### 2.1 概述及该测试床目标

旨在提供一个可复制的、基于生产数据采集和分析应用的电子系统产品制造解决方案。该方案对工厂现场多种资源（设备、仪表、环境）的数据进行采集和分析，并和生产系统相结合，提高工厂资源使用效率，提高产品质量。

本测试床重点对下述技术方向进行创新和验证：

- 无线网络技术在工厂中的验证，基于 LPWAN 的环境数据采集和监测系统；
- 采用新型工业互联网智能网关实现数据集成；
- 基于云化技术的仪表资源的统一分配和调度；
- 采用大数据技术实现智能生产和运维：设备预测性维护、质量预测诊断与管控、生产运营大数据管理等。

### 三、测试床项目概述

#### 3.1 解决方案架构

本实验验证平台的整体架构如图 1 所示，包括工厂网络、生产大数据分析、生产制造信息系统及安全保障等几部分构成。

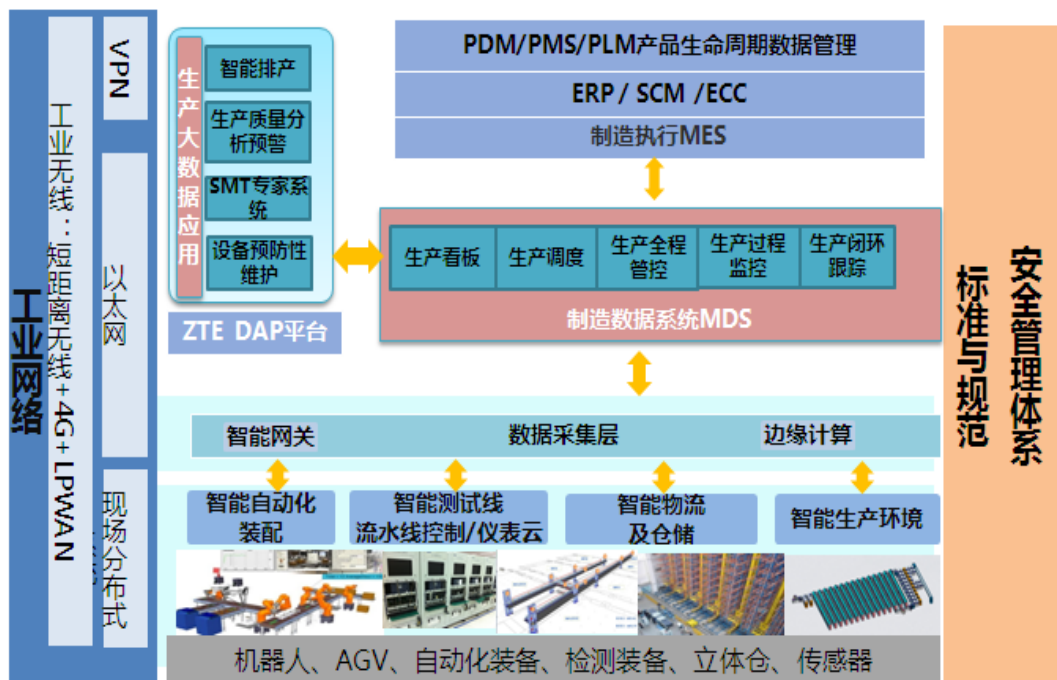


图 1 测试床整体架构图

工厂互联互通网络提供无线接入和有线接入，包括多个子网络的建设，主要由企业信息管理网络、智能自动化装配线网络、智能测试线网络、智能物流及仓储网络、智能生产环境系统等组成，并通过新型工业互联网智能网关实现工厂 IT 网络和工厂 OT 网络的互联。如图 2 所示。

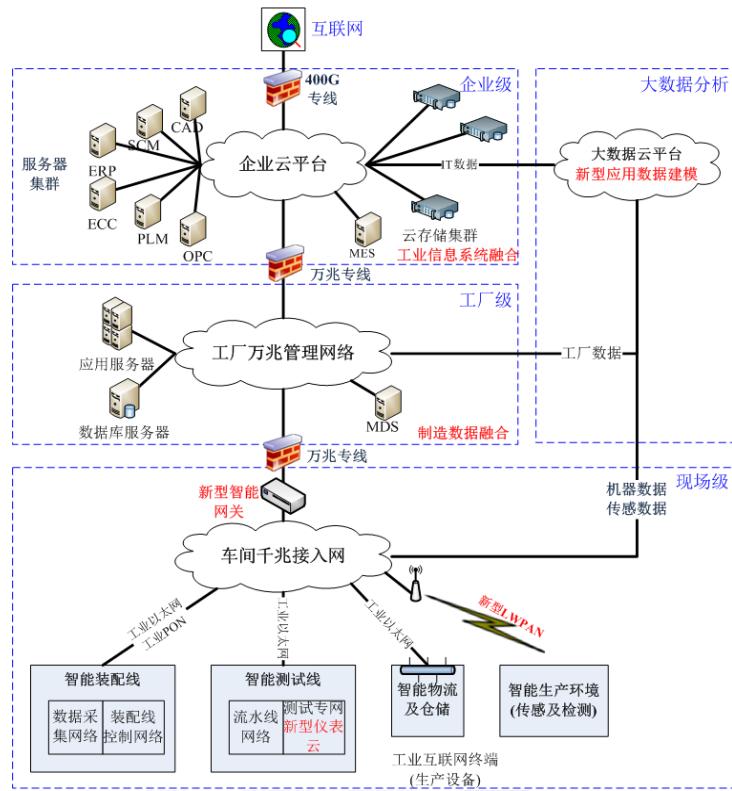


图 2 测试床网络架构图

生产大数据分析利用大数据技术对生产过程数据进行综合集成与建模分析，根据分析结果进行产品智能诊断、设备预测维护、质量预测与控制，并与生产制造信息系统融合对接，实现工厂生产运营规划和决策的深度优化。如图 3 所示。

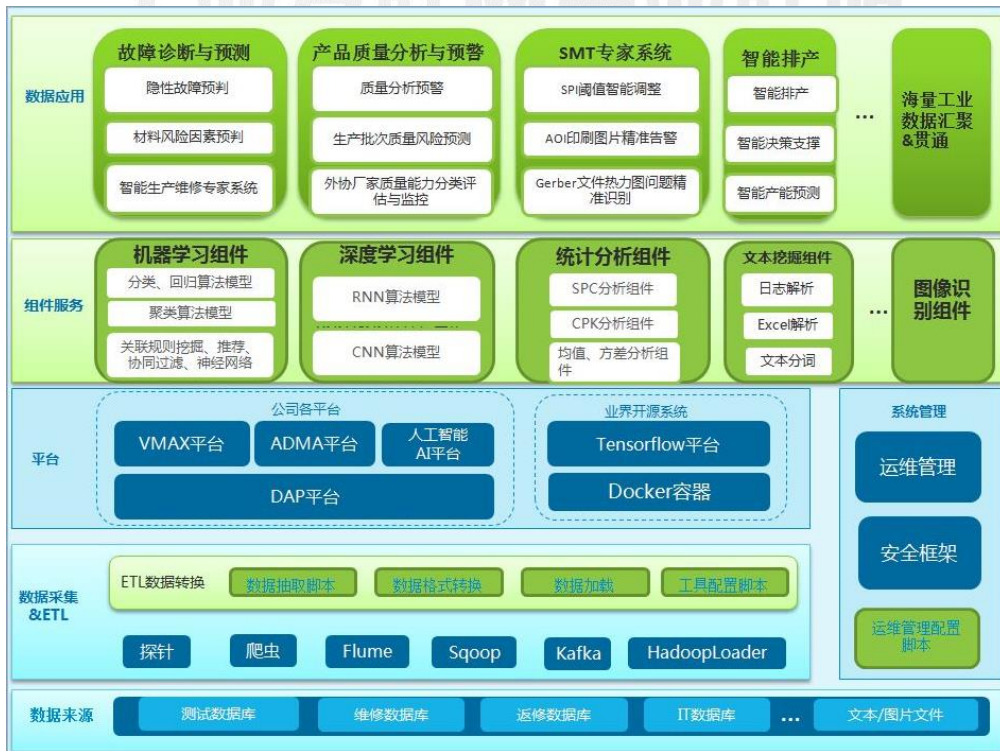


图 3 测试床生产大数据架构图

## 3.2 测试床预期效果

经济价值：使用该方案，预期产品生产不良率降低 25%，能耗节约 13%，整体生产效率提高 30%，运营成本降低 25%。

社会价值：探索出电子系统产品智能制造新模式，建立相关技术标准，推动行业制造技术进步。

## 四、测试床当前情况

---

### 4.1 测试床当前建设情况

完成验证平台系统方案设计；完成生产环境采集监控系统和 AGV 无线呼叫系统研制，并实地部署验证；在中兴云计算平台基础上，开始搭建生产大数据平台。

### 4.2 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

项目发起单位，负责整体方案设计，以及验证平台的搭建和验证

- 中兴通讯股份有限公司
- 中国信息通信研究院

项目合作单位，负责提供相关的技术支持

- 北京机械工业自动化研究所
- 中国电信集团（理想产业）



# 基于工业互联网平台和新一代无线技术的工业机器人故障检测测试床

## 引言

北京航天智造科技发展有限公司（以下简称公司），隶属于中国航天科工集团公司，是航天云网科技发展有限责任公司的总体部与技术研究院，是航天科工集团公司云制造技术研发中心，中国“工业互联网产业联盟”标准化组组长单位，中国信息系统集成及服务行业联盟智能制造专业委员会主任委员单位和秘书处单位，科技部复杂产品智能制造系统技术国家重点实验室的核心组成单位，工信部首批智能制造试点示范单位和工信部首批中德智能制造合作试点示范企业。公司秉承“信息互通、资源共享、能力协同、开放合作、互利共赢”的核心理念，积极响应“中国制造 2025”和“互联网+行动计划”国家战略规划，致力于打造世界首批、中国首个工业互联网平台——航天云网（INDICS 平台），积极推进基于“互联网+先进制造业”的云制造业务模式。公司研发的航天云网（INDICS 平台）是根据中国国情以及信息化时代工业产业发展大趋势，所设计的中国工业互联网使命框架，平台高效整合和共享国内外高、中、低端产业要素与优质资源，以资源虚拟化、能力服务化的云制造为核心业务模式，针对当前我国制造企业水平参差不齐，工业 1.0、工业 2.0 和工业 3.0 并存的现状，以提供覆盖产业链全过程和全要素的生产性服务为主线，面向企业、政府、创业者提供完善的“互联网+先进制造业”解决方案，有效促进中国制造业 1.0/2.0/3.0/4.0 的全面提升，获得了第 17 届中国国际工业博览会创新金奖。

## 一、关键词

---

工业互联网平台、新一代无线通信网络技术、CarbonData

## 二、测试床项目概述

---

基于工业互联网平台和新一代无线技术的工业机器人故障检测测试床是由天智公司、华为公司和华数公司共同打造的基于新一代无线技术低功耗广域通信技术和大数据等互联网技术的综合解决方案。测试床的建设地点位于北京市和广东省佛山市。在北京市建设测试床中的工业互联网平台及大数据部分，在广东省佛山市建设测试床中的工业机器人设备接入部分。

该测试床满足基于工业互联网平台的工业机器人智能故障诊断的需求，帮助工业机器人公司完成企业的转型升级，共同推进新型机器人智能化管控建设，推进故障预测的规模化和常态化，共同打造智能机器人智能服务的示范样板和行业标杆，并有广泛适用性，未来可在行业中推广应用。

## 三、测试床项目解决方案

---

### 3.1 解决方案架构

本测试床通过 INDICS 工业互联网平台和 Carbondata 技术获取汇总机器人的实时任务信息和状态信息，形成智能机器人的数据知识库，通过数据挖掘技术，选择合适的预测模型对工业机器人的健康状况进行预测，并给出最佳维护、检修工作方案；对机器人产线可能出现的复杂故障，利用机器人工业互联网平台提供的工业机器人交互式故障诊断，为用户提供交互式的故障诊断定位方式，大大提升故障定位并解决的效率，降低因机器人故障带来的生产损失。应用架构如下图所示：

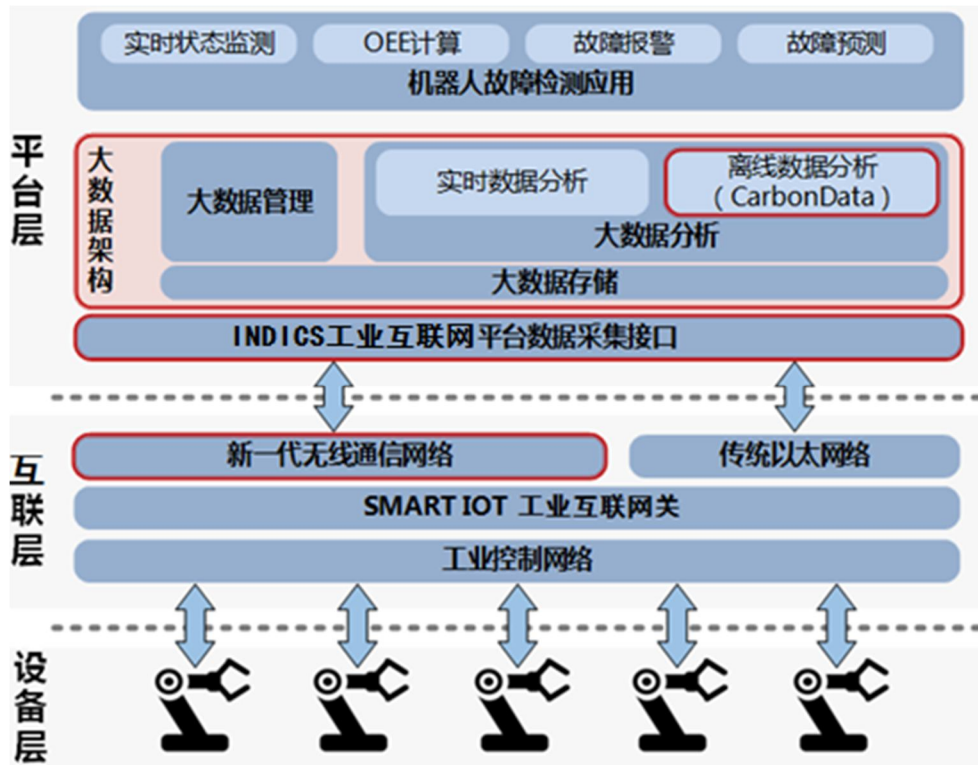


图 1 测试床应用架构

主要包括三个部分：

平台层：测试床依托 INDICS 工业互联网平台进行数据接入、存储、管理与分析，利用大数据架构及 CarbonData 进行机器人故障检测建模。运用数据挖掘与分析技术对数据进行处理，应用面向分析的数据存储和快速检索技术，实现工业机器人的实时状态监控和故障检测。

互联网层：由包括 NB-IoT、WIA 等在内的新一代工业无线通信网络、传统以太网及 IOT 智能网关组成，完成收集设备层信息并向平台层传输数据的功能。

设备层：包括华数机器人及其数据采集模块

#### 1. 支持无线通信接入的智能终端

测试床的硬件组成包括智能工业机器人等终端硬件、以及无线通信网络硬件，以及无线通信平台服务器硬件，应用服务器硬件。

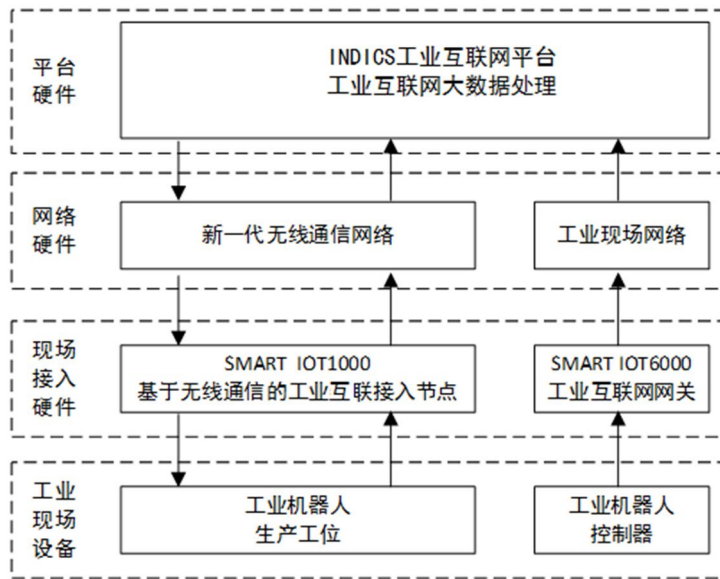


图 2 测试床硬件组成

## 2. 机器人智能服务数据处理流程

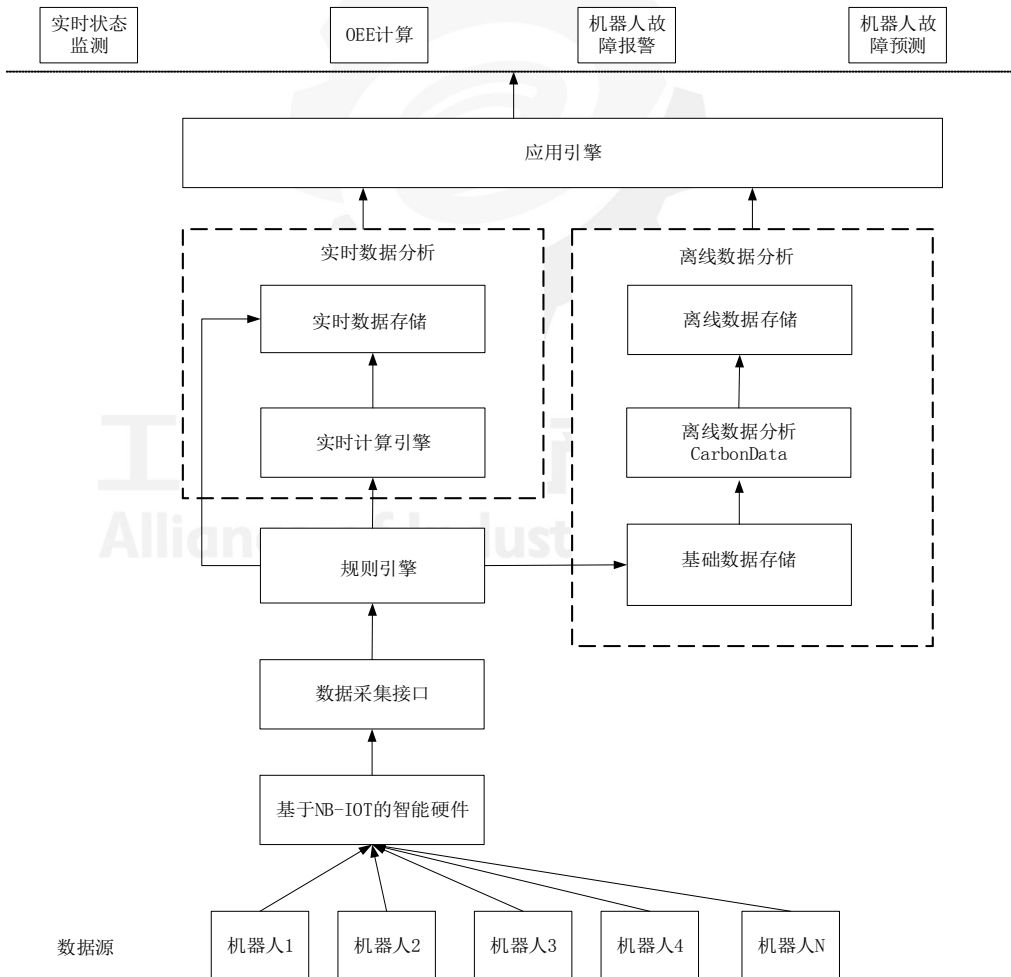


图 3 基于工业互联网平台和新一代工业无线技术的工业机器人故障检测测试床数据处理流程

获取的工业机器人电流、位置、故障信息、工作计划、工作状态、维护输入、工作环境温度、湿度等数据，经由基于无线通信技术的智能硬件上传至 INDICS 数据采集网关，接入大数据平台，根据不同的计算需求将数据经由规则引擎分发至不同的数据流，包含实时数据分析流和离线数据分析流。

实时数据分析过程：所有数据实时发送至实时数据存储，实现机器人实时状态监测；机器人故障信息数据由实时计算引擎利用工业机器人故障算法模型计算后发送至实时数据存储，实现机器人故障报警功能。

离线数据分析过程：电流数据、位置数据、机器人工作计划数据进入离线数据分析过程，经过数据清洗，进入 CarbonData 储存，进行过滤查询、组合查询实现机器人 OEE 分析；电流数据、位置数据、工作环境温度、湿度数据，采用数据挖掘手段建立工业机器人设备故障预测模型，通过数据样本不断训练模型，提高模型对机器人故障预测的精度，实现机器人故障预测。

## 3.2 测试床预期效果

### 1. 经济效益

基于工业互联网平台和新一代无线技术的工业机器人故障检测测试床可以实现对工业机器人故障的智能化监测和预测，结合工业任务分配和维修，可大幅度优化工业的管控流程，提高工作效率和降低故障率。无线网络、INDICS 工业互联网平台和大数据技术可以帮助企业构建互联网业务通道，拓宽信息来源，能够有效减少工业机器人维护时间，提高可用性，能为企业带来可观的经济效益。

### 2. 商业价值

基于工业互联网平台和新一代无线技术的工业机器人故障检测测试床提供动态易扩展的资源、能力集成接入，可满足机器人生产制造商的数字化表征需求，使机器人工业设备可通过安全可靠的通信方式接入工业互联网平台，并实现工业机器人制造加工数据以及制造能力状态信息准确获取。进而建立一套覆盖全面、技术先进的无线设备管理工业互联网平台，为企业提供智能化、可视化的管理应用平台，为企业管理和商业决策提供有效的信息技术支撑和服务。

### 3. 社会价值

工业互联网和工业互联网大数据技术等技术的融合应用已经成为全球主要国家工业互联网时代共同关注的重点，建设推广基于工业互联网平台和新一代工

业无线技术的工业机器人故障检测测试床，满足机器人智能管控要求，联合工业机器人公司推进机器人故障预测的规模化和常态化，共同打造智能机器人故障监测的示范样板和行业标杆，并有广泛适用性，未来可在行业中推广应用。

## 四、测试床当前情况

### 4.1 测试床当前建设情况

现已完成基于工业互联网平台和新一代工业无线技术的工业机器人故障检测测试床建设方案规划与设计，形成本测试床技术框架。正在开展工业机器人车间场地建设、智能设备接入、无线通信网络建设、硬件资源建设工作。

### 4.2 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

合作伙伴	提供组件
北京航天智造科技发展有限公司	平台层：INDICS 工业互联网平台 基于数据挖掘的故障预测模型 数据采集接口
华为公司	互联网层：NB-IOT 网络应用解决方案 设备层：机器人数据采集模块及接口开发 平台层：Carbondata
佛山华数机器人有限公司	设备层：智能机器人、与 NB-IoT 网络的接口改造

# 信息物理系统共性技术测试床

## 引言

信息物理系统共性技术测试床由中国信息通信研究院牵头，联合海尔、中兴、树根互联、欧姆龙、西北工业大学等产学研单位共同建设。重点围绕离散行业生产模拟环境，开展机床、机器人、检测设备、物流设备等数据采集、数字化建模、双胞胎构建等，实现生产制造过程的三维可视化监测，探索开展基于数字双胞胎、大数据算法的优化，以及北京、上海的网络化协同。

## 一、关键词

基于北京实验室和上海实验室，开展哑设备数据采集、信息物理系统数字双胞胎、柔性产线重构、数据智能、网络化协同等共性关键技术的测试验证。

哑设备改造、数字双胞胎、网络化协同

## 二、测试床项目概述

### 1. 概述及该测试床目标

信息物理系统是目前工业互联网研究的前沿领域，是驱动传统行业智能化转型的核心技术集群和战略聚焦点，工业 4.0、先进制造战略的内在驱动均是信息物理系统。

当前，工业生产面临诸多问题：设备数据、生产数据采集集成问题；产线、流程、工艺固化问题；海量产品数据的分析问题等。现有的技术处理起来有较大难度，例如：底层设备数据不开放，导致数据采集无法实现；系统异构性明显，导致系统集成效果不佳；产线编排灵活性低，新产品换线需要多次调试；工业数据技术应用有限，缺少结合工业机理的算法模型；网络可靠性低，系统间数据存储管理的统一标准缺失，导致网络协同应用水平较浅等。

信息物理系统的应用将为上述问题提供一条有效的解决途径：通过数字双胞胎技术，叠加各类传感器、板卡，采集哑设备运转各类数据，并形成设备运行、诊断模型；通过产线柔性可重构技术，实现异构系统集成，并采用柔性连接和软件配置的方式实现产线布局快速调整，流程和工艺快速切换等。信息物理系统共性技术测试床选取离散行业机加工流程，配置常见的工业设备和信息系统，搭建工业网络环境，开展信息物理系统各项技术的测试验证。

信息物理系统共性技术测试床根据工业领域对信息物理系统共性技术、关键产品、解决方案试验验证需求的考虑，拟在北京与上海两地同步建设，一方面，可以结合本地的特色产业，扩大本平台的辐射范围，提高影响力和知名度；另一方面，异地环境能够更好的模拟网络化协同制造的实际需求，提高本平台的试验验证的准确性和真实性。

## 2. 目标

打造信息物理系统关键技术创新与解决方案孵化的开放创新平台，为工业企业开展信息物理系统共性关键技术和新模式研究提供一个通用的试验环境，降低企业采用新技术的风险，推进不同企业解决方案的适配测试，加快新技术、新模式跨地域、跨行业的推广，形成一批切实可行的信息物理系统解决方案，并促进企业间的交流、合作，提升我国信息物理系统研究水平和应用能力。

构建 2 条各具特色的离散行业生产模拟线，开发不少于 5 种以上设备的三维数字化模型并实现数据驱动模型，形成不少于包括机床、机器人在内的两类设备与系统数据采集方案（哑设备改造），建设 1 个异地协同信息物理系统监控平台，实现数字双胞胎、设备智能优化、纳米级产品检测、异地网络化协同的应用新模式。

## 三、测试床项目解决方案

---



## 1. 解决方案架构

结合工业互联网产业联盟通用实施架构 1.0，信息物理系统共性技术测试验证平台的整体架构如下：

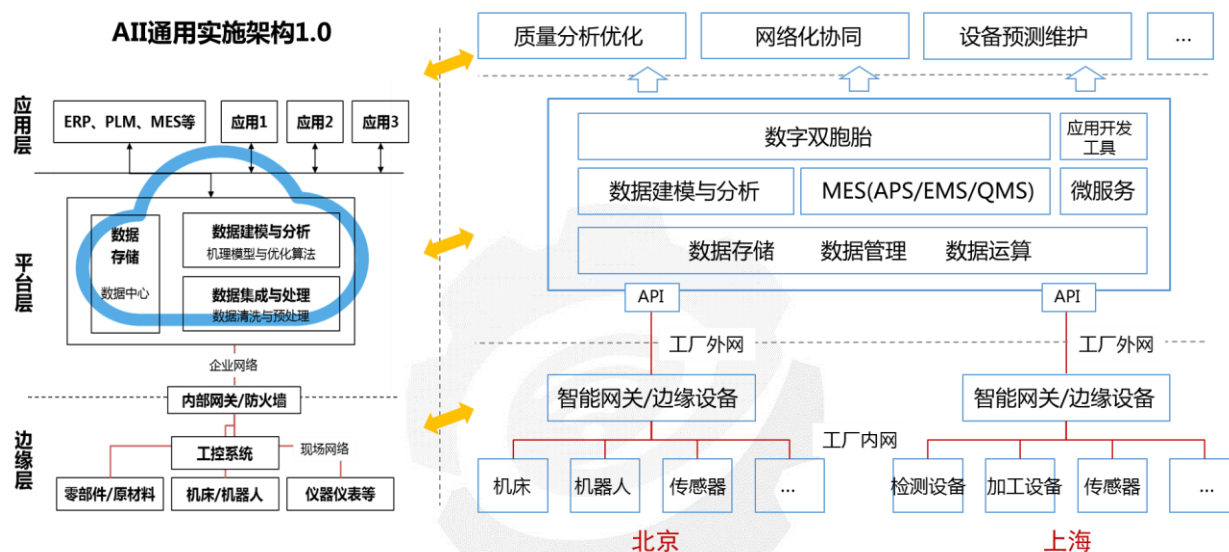


图 1 测试床架构及与 AII 工业互联网通用实施架构 1.0 的对应

主要实施步骤包括：

(1) 通过不同设备的资产模型建设和数据开放采集，面向设备和工艺构建认知模型，实现全三维实时诊断，构建从设备到单元的数字双胞胎。

(2) 利用生产模拟产线，构建各个单元的管理壳，实现基于软件的模块化设计与配置，完成系统重构。

(3) 基于边缘侧-云端协作，实现数据智能。边缘侧进行数据的预处理和模型部署，云端进行数据分析算法和应用的开发，边缘分析与云端分析结果相互迭代，实现分析模型不断演进。

(4) 利用工业互联网平台，突破协议兼容、数据格式转换、数据互操作等数据集成技术瓶颈，实现多源异构数据的云端集成，实现网络化协同设计和制造。

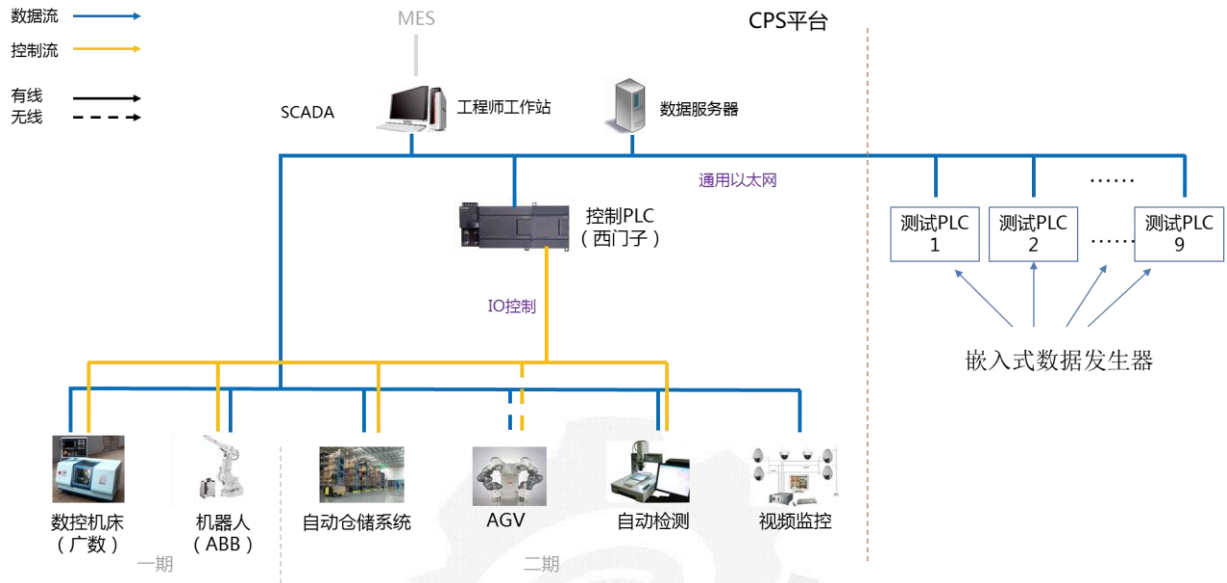


图2 网络互联架构

信息物理系统共性技术测试床，涵盖主流工业协议，构建多元异构设备接入和海量数据生成环境，支撑高复杂、多元异构的数据集成试验验证。

## 2. 测试床预期效果

(1) 输出新模式、实施方法论：如数字双胞胎、网络化协同、智能检测等新模式实施路径（软硬件方案）。

(2) 输出新标准：如面向工业互联网的移动式机器人标准、信息物理系统体系架构、工业互联网平台互操作标准等。

(3) 输出相关解决方案和产品：如移动式机器人创新产品、哑设备数据采集解决方案、设备预测性维护解决方案等。

(4) 输出人才培养平台：如开展示范教育、人才实训、联合创新等。

(5) 应用试点推广：面向家电、电子、汽车、装备制造等重点行业，加速信息物理系统技术研发与应用落地，形成合作试点项目。

## 四、测试床当前情况

### 1. 测试床当前建设情况

北京部分：完成场地装修；完成一期设备集成和数据采集，并利用仿真建模软件对生产现场环境、关键设备进行三维建模，再结合设备数据开放，打造数字双胞胎。

(1) 选取离散制造业和电子设备制造业生产流程，抽取仓储、加工、检测、人工、装配、包装等有代表性的环节，并配置相应的软硬件。

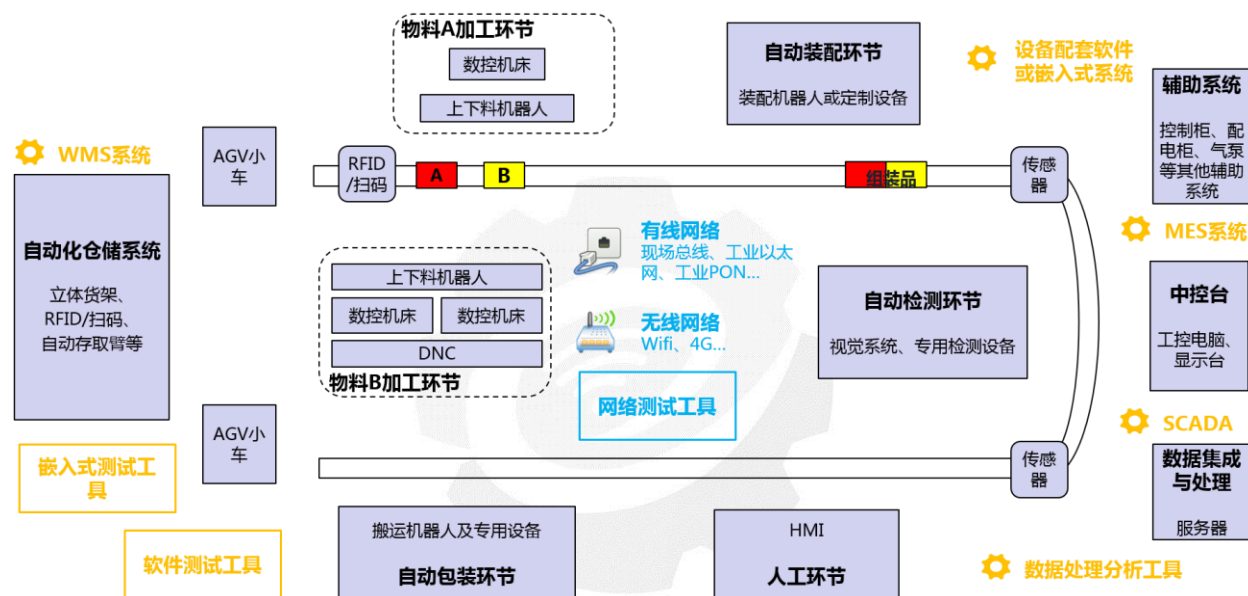


图 3 北京实验室软硬件规划

(2) 北京实验室利用仿真建模软件对生产现场环境、关键设备进行三维建模，再结合设备数据开放，打造数字双胞胎。

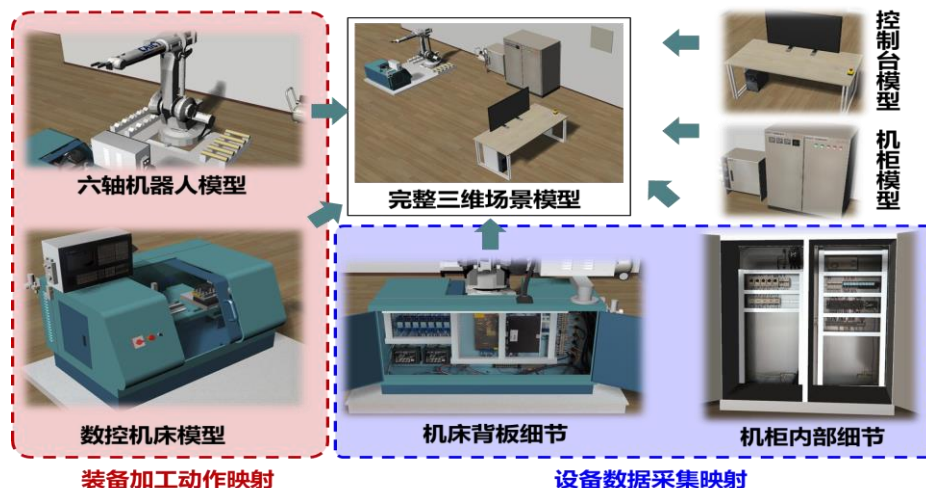


图 4 北京实验室数字双胞胎

在一期建设中，对哑设备（数控机床、机器人）进行数据采集改造，采集位置、速度、状态信息，并对机器人、机床、机柜、操作台等生产设备和环境进行建模，所有模型做到与实物匹配。在下一步建设中，对物流设备、仓储设备、检测设备以及其他加工设备进行建模。

上海部分：场地装修已经进入收尾阶段，即将具备设备入场安装调试条件；完成底层物理设备的招标采购工作，即将进行设备调试。

## 2. 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

中国信息通信研究院：负责整体建设方案编制，开展技术试验验证，制定相关标准，并创新成果的孵化和行业应用推广。

海尔集团：负责柔性产线相关技术试验验证，并推动行业应用推广。

中兴集团：负责产品质量检测相关技术试验验证，并推动行业应用推广。

树根互联：负责哑设备数据采集、网络化协同等方面技术试验验证，并推动行业应用推广。

欧姆龙：负责关键智能单元 AGV+机械手的研发与试验。

西北工业大学：负责虚拟仿真建模相关技术试验验证和相关标准研制。

# 基于宽窄一体化网络的工厂效率提升平台

## 引言：企业概况

华为是全球领先的信息与通信技术(ICT)解决方案供应商，专注于 ICT 领域，坚持稳健经营、持续创新、开放合作，在电信运营商、企业、终端和云计算等领域构筑了端到端的解决方案优势，为运营商客户、企业客户和消费者提供有竞争力的 ICT 解决方案、产品和服务，并致力于使能未来信息社会、构建更美好的全联接世界。目前，华为约有 18 万名员工，业务遍及全球 170 多个国家和地区，服务全世界三分之一以上的人口。

华为把物联网作为长期战略，面向 IoT 领域研发整体投入 3300 人，是业界率先能够提供从芯片、接入网络设备到物联网云平台解决方案的厂家。

## 一、关键词

---

在工厂部署宽窄带一体化的无线网络，一张网实现宽带接入、窄带接入和定位功能，满足工厂多个效率提升场景解决方案。

## 二、测试床项目概述：of Industrial Internet

---

### 概述及该测试床目标

通过在工厂部署 OneAir 宽窄一体化无线网络和 OceanConnect 物联网连接管理平台，验证融合、统一且安全的 IoT 接入和管理方案。适配宽窄带接入、高精度定位等不同工业业务场景需求，提供统一管理、数据查询和展示以及大数据分析等服务，实现关键生产设备、物料、制成品的无线互联、智能定位、可视化管理和智能调度以提升生产效率。

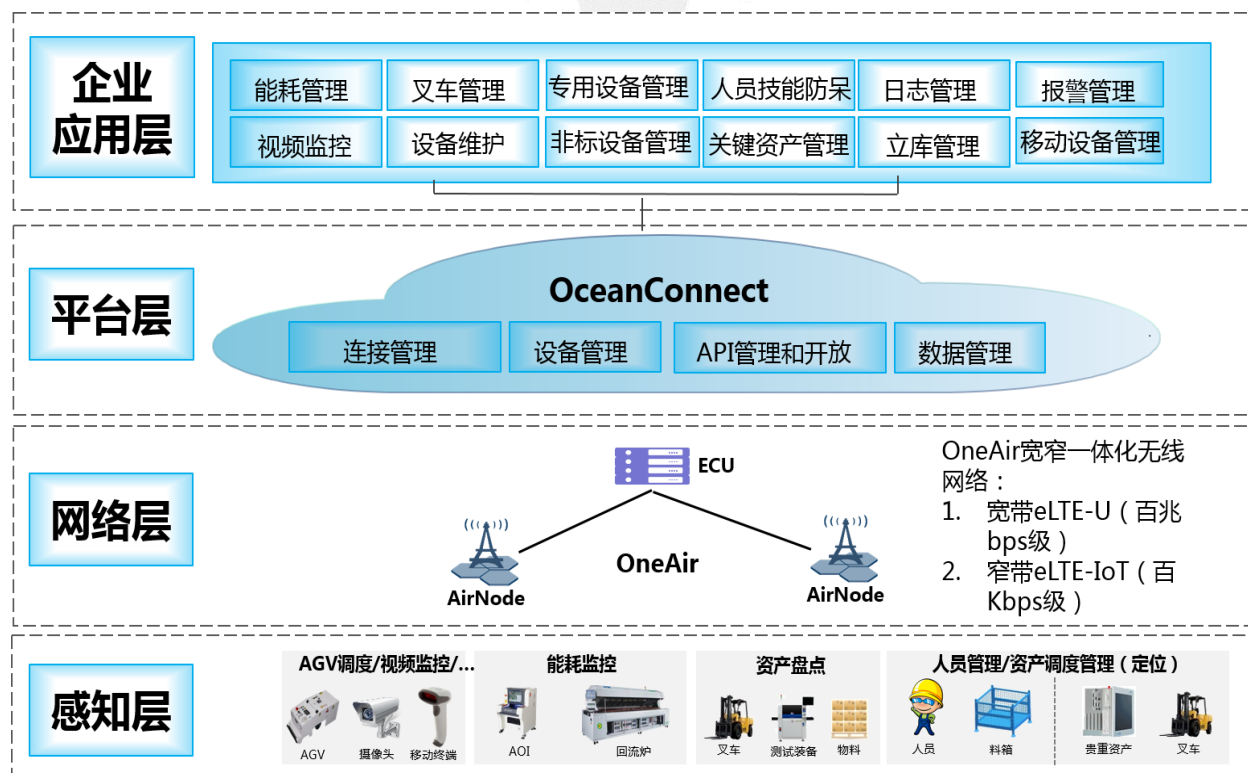
- 车间视频监控盲点补充、临时改造和重点区域监控；
- AGV 小车、产线机器人等设备在角落盲区和大联接状态下的可靠连接；

- 工厂生产车间、仓储等设备快速数字化升级和联网；
- 工厂能耗精细化管控；
- 生产车间的贵重资产、移动设备和非标设备的自动化盘点；
- 高精度定位，实现人员的技能防呆、轨迹分析和 Table 的交接自动化
- 精度定位，实现周转箱、料箱和钢网等设备的资产管理和实时查找
- 粗定位，解决叉车和移动设备的位置、状态信息采集和移动设备的轨迹分析

### 三、测试床项目解决方案

#### 1、解决方案架构

工厂效率提升平台解决方案架构图：



## 2、测试床预期效果

### 商业价值

- 精细化能耗管控，提升工厂能源使用效率，节能减排；
- 自动化资产盘点提高资产盘点效率和准确性；
- 基于人员/设备位置定位的应用，可以实现人员技能防呆管控、资源实时调度、物料自动化出入库等，提升工厂的生产效率；

### 经济效益

- 通过能耗的精细化管理，实现节能减排，对于耗电量巨大的工厂，节能 1%一年即可节省数百万元电费。
- 自动化的资产盘点可以节省大量的人工，基于位置的应用可以提升工厂的生产效率。

## 3、测试床当前建设情况

宽窄带接入场景已经完成，实现了基于 OneAir 网络的能耗监控、资产盘点、视频监控、AGV 小车调度等解决方案。

基于 OneAir 网络的定位功能，目前还没有完成，计划先使用 UWB 的定位方案。

## 4、测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

本测试床为华为公司独立建设，网络、平台、应用都由华为公司自己提供。测试床场景中涉及的终端设备集成了华为的无线接入模组。

# 港口码头工业自动化平台

## ——工业级无线使能港口机械智能化

### 引言：企业概况

上海振华重工（集团）股份有限公司（ZPMC）是 1992 年成立的重型装备制造行业的知名企业，是全球最大的港机产品制造商，占有 80%以上全球市场份额。近年来，振华重工新一代港口自动化系统为港口码头带来一场科技革命，并不断联合各行各业的龙头企业，向全球港口用户提供高效、可靠、便捷、绿色、安全的解决方案。

华为是全球领先的信息与通信（ICT）解决方案供应商，致力于构建更美好的全联接世界。通过全球专注敬业的 17 万名华为人，致力于为客户创造最大的价值，提供有竞争力的 ICT 解决方案、产品和服务。目前，华为的业务遍及全球 170 多个国家和地区，服务全世界 1/3 以上的人口。

## 1 关键词

通过工业级蜂窝无线专网与港口自动化软、硬件平台的有机结合，实现大型港口机械装备无人驾驶或远程操控模式下的自动化作业，提升港口的生产作业效率和安全性。

## 2 测试床项目概述：

### 2.1 概述及测试床目标

作为全球最大的自动化港口码头（上海洋山港四期自动化码头）的总包方，上海振华重工集团联合华为技术有限公司，综合运用现代自动控制技术、工业无线专网技术及大数据分析等相关技术，在上海洋山港及振华南汇基地开展集装箱 AGV 无人驾驶运输、RTG 远程操控等码头全自动化的创新业务应用。

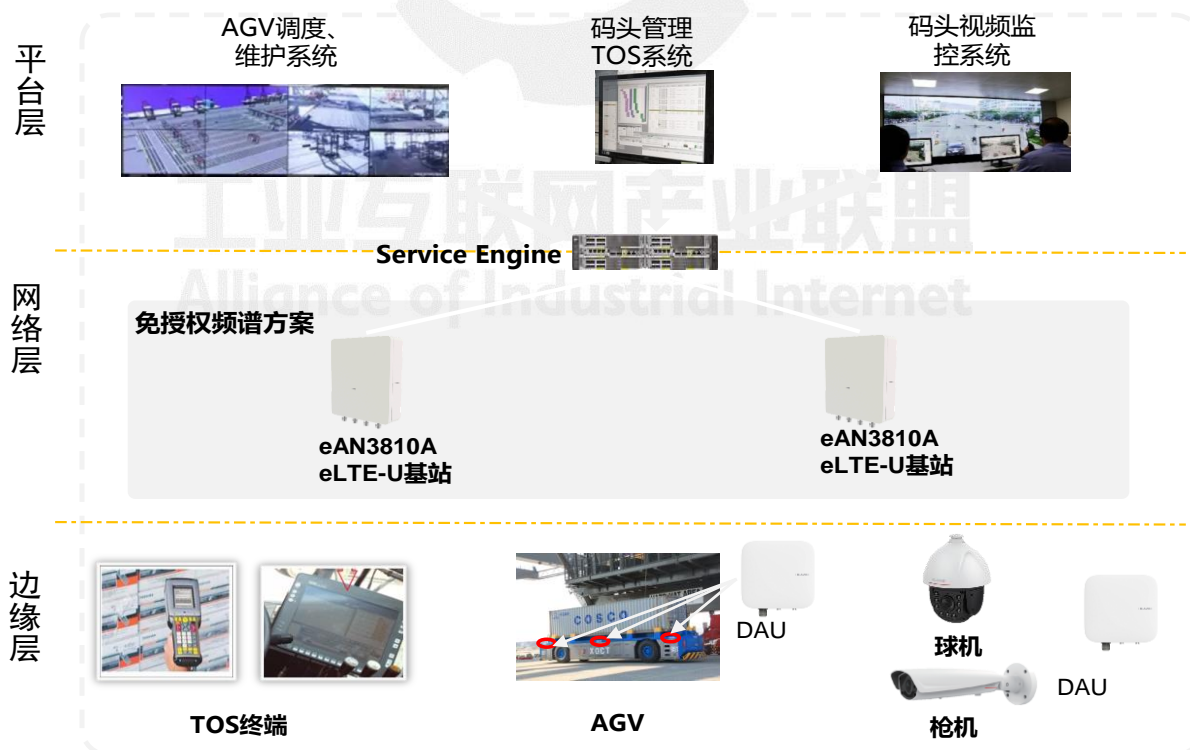


与传统人工码头不同，洋山四期码头的建设目标是要建成一座高科技创新型码头，测试床的首要目标是实现码头生产系统智能化，码头设备由操作人员进行远程操作，降低人员依赖，提高生产效率。其次是通过测试床引入的工业控制级的无线网络，验证探索以钢结构为主的工业园区场景对无线业务承载的需求，通过港口无线互联实践形成工业园区智能无线互联示范。

### 3 测试床项目解决方案

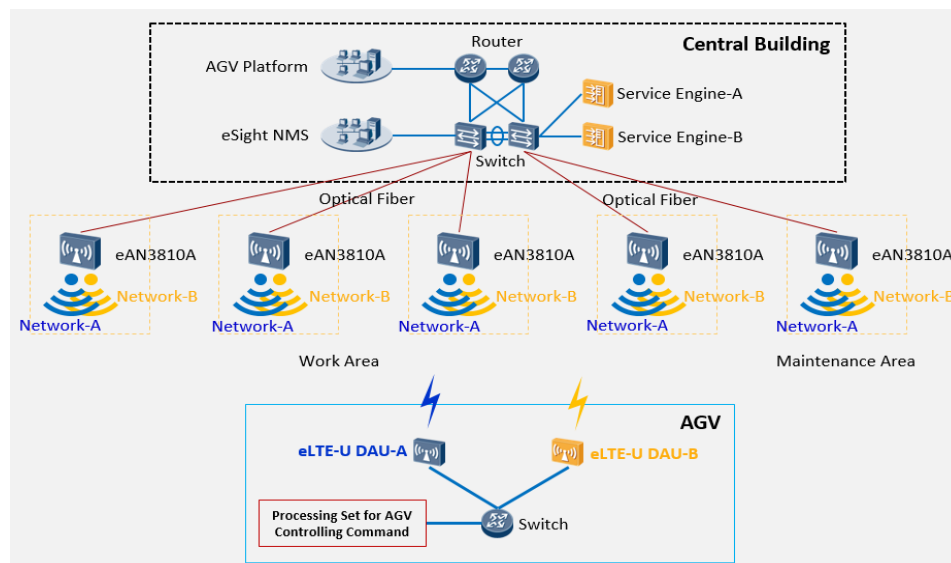
#### 3.1 解决方案架构

测试床整体系统架构如下图所示，整体方案主要包括港口的 AGV 水平运输系统、TOS 码头作业管理系统、视频安全监控系统等。整套系统从模块角度来看分为三大部分：边缘层、网络接入层、平台软件层。



码头自动化平台的边缘层主要是各种设备（如 AVG 车、集卡车、跨运车等）、终端（如 TOS 终端、DAU 终端）加上 MiniPCIe 模组等，重点实现终端设备智能化。

网络接入层主要由工业级 eLTE-U 无线基站和业务引擎组成，eLTE-U 结合了 LTE 的高性能与 Wi-Fi 易部署的特点，相比 Wi-Fi 技术，具备覆盖距离远、抗干扰能力强、移动性强、用户容量大、安全性和可靠性更高的特点。



如上图所示，整个 eLTE-U 无线网络设备采用 L3 组网，AB 双网共存，eLTE-U 无线网络通过 A、B 两个业务引擎汇聚 A、B 双网基站的数据，接入到核心交换机，两张无线网络通过划分不同网段隔离开，保证所有的区域同时有两个网络的信号覆盖，以增强无线网络和 AGV 业务的可靠性。

业务平台层由码头水平运输系统、TOS 业务系统、安全监控系统等构成，通过引入 eLTE-U 工业级无线网络承载，实现对港口大型机械装备的智能化改造（比如：自动化 AGV 车通过 eLTE-U 无线网络与港口调度中心通信，进行集中控制和调度，在预铺设了磁钉定位系统的全港口通道内全自动化运行等），最大化提升全自动化港口的集装箱吞吐量。

### 3.2 测试床预期效果

通过港口无线自动化测试床的外场组网和测试，验证基于免授权频谱的 eLTE-U 蜂窝无线网络在端到端时延、业务容量及覆盖能力等无线网络性能方面完全能满足港口自动化 AGV 水平运输系统的业务需求，助力上海洋山深水港四期工程项目建设。通过一张工业级的蜂窝无线专网将码头水平运输系统及安全监控系统与港口 TOS 业务系统无缝衔接，结合大数据分析、人工智能及工业互联网技术，实现传统码头到全自动化码头的跨越。

为钢结构为主的自动化仓储、大型工业园区（如钢铁厂、造船厂、油气园区等）的工业无线智能化业务提供应用示范，强化智能制造 2025 在设备智能模块、大数据计算能力以及工业互联网平台等相关领域的技术积累，降低经济和时间成本，提升社会整体效率。

## 4 测试床当前情况

### 4.1 测试床当前建设情况

自 2017 年 9 月测试床立项以来，按既定的测试床交付规划，截至目前，已完成如下相关工作：

- 1) 确定港口自动化 AGV 水平运输、RTG 远程操控等业务系统的性能技术指标需求；
- 2) 完成洋四自动化码头无线网络的实际现场勘测及整体方案规划设计；
- 3) 完成首期 26 台 A、B 双网基站、2 套核心业务引擎及首批 50 台 AGV 车载系统的安装交付。
- 4) 50 台无人驾驶 AGV 转运车近 3 个月的 7×24 小时运行测试及持续网络优化。
- 5) 2017 年 12 月 10 日，洋四自动化码头正式开港商用运行，无线控制 AGV 水平运输系统业务正式投入商用。
- 6) 在振华南汇基地启动其他系统测试环境构建，准备码头自动化 RCMS 改造、RTG 改造及视频监控等其他业务测试。

### 4.2 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

本测试床的主要合作伙伴包括：上海振华重工(集团)股份有限公司、华为技术有限公司、上海博昂电气有限公司和上海百普电子科技有限公司等，各方提供组件或服务如下：

序号	测试床伙伴	提供组件或服务
1	振华重工	AGV（自动导引转运车）、RTG（轮胎吊）及码头水平运输控制系统
2	华为技术	eLTE-U 蜂窝无线专网相关的基站、核心业务引擎和 CPE 车载终端等

3	博昂电气	港口用高杆灯、照明灯及智能灯控软件系统
4	百普电子	AR 路由器、车载天线及设备安装调测等服务



工业互联网产业联盟  
Alliance of Industrial Internet

# 基于区块链的生产过程和产品质量的可信追溯测试床

## 引言：

万向集团创建于 1969 年，从鲁冠球先生以 4000 元资金在钱塘江畔创办农机修配厂开始，以年均递增 25.89% 的速度，发展成为营收超 1000 亿、利润超 100 亿的现代化跨国企业集团。经过 48 年的创业发展，万向集团建立了以汽车零部件为主的多元化发展的产业结构，包括新能源汽车及关键零部件、现代农业、金融与服务等板块。万向集团是国务院 120 家试点企业集团，是中国向世界名牌进军具有国际竞争力的 16 家企业之一，被誉为“中国企业常青树”。

万向集团是国家 28 家企业级双创示范基地之一，致力于打造以区块链技术为底层构架、基于工业互联网平台的双创平台，围绕科技、能源以及金融等创新领域产业链上下游，开放万向 48 年积累的产业、研发、制造、市场、品牌等资源，为国内外一流的创新创业团队和项目提供孵化、管理咨询、产业投资、投后管理等综合服务，实现大中小微企业融通发展的新生态。

## 一、关键词

---

利用区块链实现产品生产和质量数据的可靠存储和可信追溯。

关键词：物联网、云计算、区块链。

## 二、测试床项目概述

---

### 1.1 概述及该测试床目标

本测试床的主要目标，是推动区块链技术在工业制造领域的应用，实现基于区块链技术的产品制造和产品质量的可靠存储与可信追溯。并以此测试床为平台，为区块链技术在产品价值链各环节的推广应用积累宝贵的经验。

从系统功能上拆分，本测试床分别需要达成以下几个目标：首先是边缘设备与区块链节点的数据互通；其次是实现所采集数据的分布式存储；最终实现产品生产数据和质量历史数据的可信追溯，借助区块链记录公开透明、不可篡改的技术特性，实现产品从原料到生产、销售等各环节历史数据的可靠查询。

### 三、测试床项目解决方案

---

在传统的设计模式中，设备的原料、操作、生产和维护记录是存储在单一、孤立的信息系统中，一旦出现安全和生产事故，企业、设备厂商和安全生产监管部门在事故调查和责任判定时难以确保生产记录的真实性与一致性。理论上，任何拥有数据库操作权限的人员都可以篡改记录，而任何一条数据记录都无法独立地自证清白。如此不利于后续事故的防范和生产管理的改进。

此外，集中式的数据存储，无法完全规避数据“单点故障”的风险。当企业数据中心因意外或者软件 BUG 导致数据不一致甚至丢失时，传统集中式的数据管理很难确保及时侦测到数据异常。而装备专业级的数据保护方案，又需要企业投入高昂的软硬件运维成本，且数据真实性的痛点依旧无法得到解决。

利用区块链技术，对从工业现场采集的数据进行妥善保存，既实现了数据的去中心化，又能确保数据的真实、可靠、有效。而基于可信数据的分析和挖掘，企业可以更高效地达到流程优化、工艺改进、预判性分析等一系列目标，帮助企业快速有效地建立更为可靠的运作机制、更高效的工作流程和更优秀的服务质量。

## 1.2 解决方案架构

### 1.2.1 整体顶层设计架构

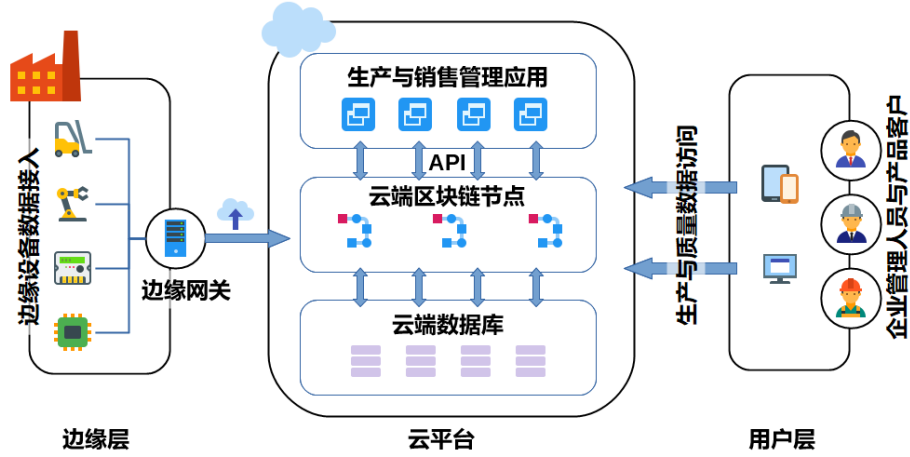


图 1：测试床总体构架

就本测试床方案的整体构架，我们将从两方面展开介绍。首先是宏观上的整体设计，如图 1，其次插图 2 给出了区块链服务在云端的部署构架。测试床包含边缘、云平台、用户三个层级。

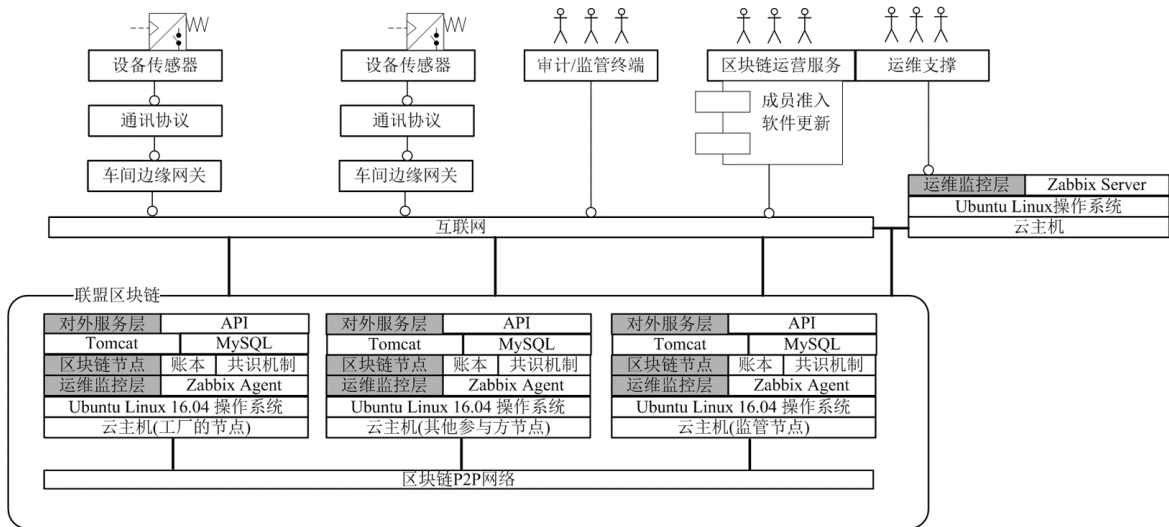


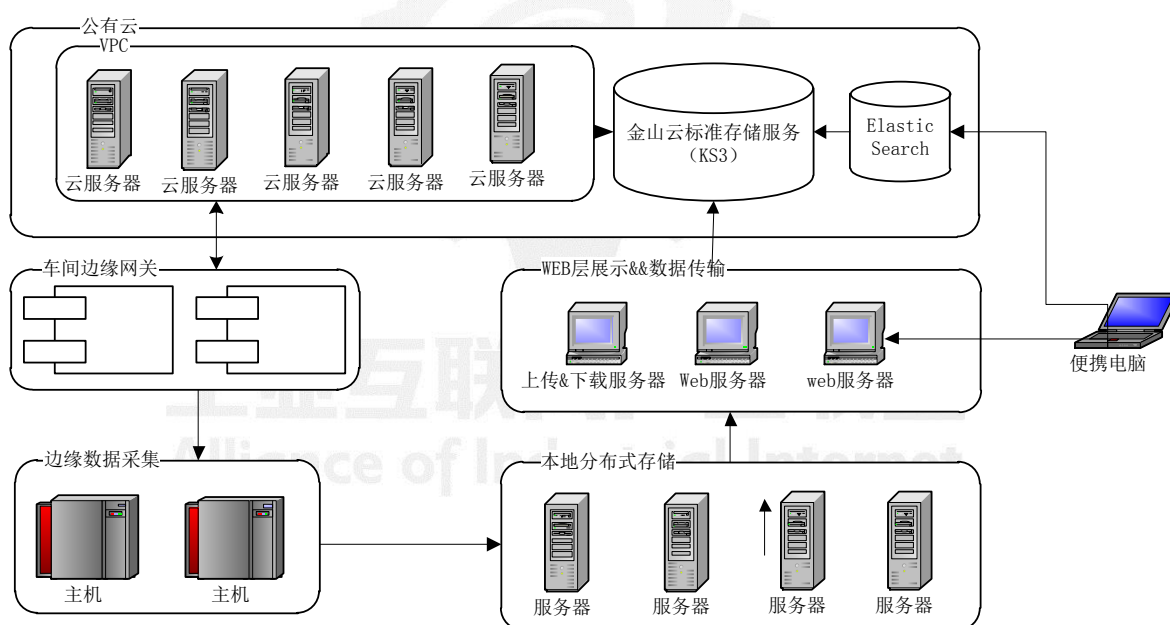
插图 2：区块链部署构架

通过对边缘生产设备的数字化、智能化改造升级，实现传感器、控制系统的数字接入，汇总至部署在边缘车间的网关，由网关实现各型工业总线数据的解析、封装、投送。云端

部署支持大流量时序型数据的数据库，负责边缘端数据的存储。由万向区块链实验室提供 PaaS 层区块链服务，实现区块记录与数据库数据的映射，同时节省区块链副本的存储空间。最后由区块链服务向上提供 API 接口，由 SaaS 应用通过调用 API 实现对数据库中数据和区块链记录的读写校验。终端用户通过 VPN 专线或者企业内网实现对云平台应用的访问。

## 1.2.2 数据存储解决方案

本测试床数据存储两个不同的区域，即在本地和云端都有存储，设计存储方案如下：



本测试床方案的存储构架如上图，首先是在本地建立分布式存储数据中心，用于存储边缘采集来的生产数据，本地数据中心采用分布式存储架构，保证数据的安全，可靠。同时本地存储通过 web 层将数据进行对外展示，此存储中心只保存 3 个月到半年的热数据，过期数据上传到公有云端金山简单数据存储服务（KS3）上进行数据备份。公有云端采用 ElasticSearch（ES）对数据进行时序存储，保证存储的安全和高效易搜索，便于以后的数据二次处理分析，而云端 ES 同样可以向 KS3 进行数据备份。



### 1.3 测试床预期效果

技术层面，首先是实现设备数字化、智能化改造，可以将各类生产工艺参数质量检测数据采集汇总至边缘网关，实现边缘数据的上云与存储。并由区块链服务实现对数据的记录，构建产品供应链历史记录，并且提供 API 供上层应用调用，实现数据真实性校验。

其次在应用上，我们可以从单个产品出发，一路追踪到该产品的所有加工工艺参数和各环节质检的数据，最后追踪到产品原材料的批次和供应商信息。在确定了原材料批次之后，我们又可以再反向追踪到所有使用该批次原料生产的成品，以及交付的客户信息。

## 四、测试床当前情况

---

### 1 测试床当前建设情况；

- 已完成物理平台的选址和产线的选择，已完成初步的产线改造升级方案制定；
- 云平台搭建的技术已有成熟方案，具体细则正在论证设计中；
- 区块链底层技术已有成熟方案，具体定制和改造细则正在论证设计当中；
- 云端数据访问应用有待开发。

### 2 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

- 万向集团公司研究院：负责边缘设备物联、数据上云；
- 万向钱潮股份有限公司：提供场地与产线支持；
- 上海万向区块链股份公司：提供区块链技术支持；
- 北京金山云网络技术有限公司：提供云计算平台技术与服务支持；
- 中国联通网络技术研究院：负责物联网通信网络、边缘云技术支持。

# ProMACE® 一流程行业工业互联网测试床

## 引言：企业概况

石化盈科由中国石化和香港电讯盈科携手创立于 2002 年，注册资本 3 亿元，是国内领先的信息化服务商。公司总部设在北京，先后在北京、上海、南京、西安、沈阳、香港等地建设分支机构，在北京、南京、西安设有研究院和六个创新实验室。石化盈科拥有信息系统集成一级、建筑智能化一级、CMMI5 等顶级资质和认证，连续多年跻身中国软件收入百强企业前 50 名。依托中国石化信息化建设实践，石化盈科已经构建起从咨询、设计研发到交付和运维的完整 IT 服务价值链，为 10 大行业领域提供全方位信息技术服务，涵盖能源化工、煤炭、电力、金融、医疗、电信、公共服务、教育、科研、政府部门。石化盈科是流程行业工业互联网建设的先行者，为客户提供全方位解决方案。

华为是全球领先的信息与通信技术（ICT）解决方案供应商，专注于 ICT 领域，坚持稳健经营、持续创新、开放合作，在电信运营商、企业、终端和云计算等领域构筑了端到端的解决方案优势，为运营商客户、企业客户和消费者提供有竞争力的 ICT 解决方案、产品和服务，并致力于使能未来信息社会、构建更美好的全联接世界。在美国《财富》杂志发布的最新一期的世界 500 强名单，华为排名第 83 位。

中国信息通信研究院直属于工业与信息化部（原信息产业部），多年来承担了大量国家和行业的重大研究工作，以及大量国家重大通信网络技术试验、国家重大科研攻关项目，具有一大批具有丰富理论知识和实际经验的专业化科研队伍。中国信息通信研究院在 4G/5G、工业互联网、智能制造、移动互联网、物联网、云计算、大数据、人工智能、网络与信息安全等方面进行了深入研究与前瞻布局，在国家信息通信及信息化与工业化融合领域的战略和政策研究、技术创新、产业发展、安全保障等方面发挥了重要作用，有力支撑了互联网+、中国制造 2025、宽带中国等重大战略与政策出台和各领域重要任务的实施。

## 1 关键词

实现石化企业动设备/静设备故障自动诊断及预知性维修，石化企业大机组装备在线运行分析，以及流程工业智能制造平台分布式部署与集中管控。

## 2 测试床项目概述

### 2.1 概述

采用云计算、大数据、物联网、人工智能等技术，提供集中集成、实时计算、智能分析、物联网（IoT）接入、可视化等核心能力。构建 ProMACE®工业云，支撑流程行业智能化转型升级，实现流程行业物理世界与虚拟世界的融合。

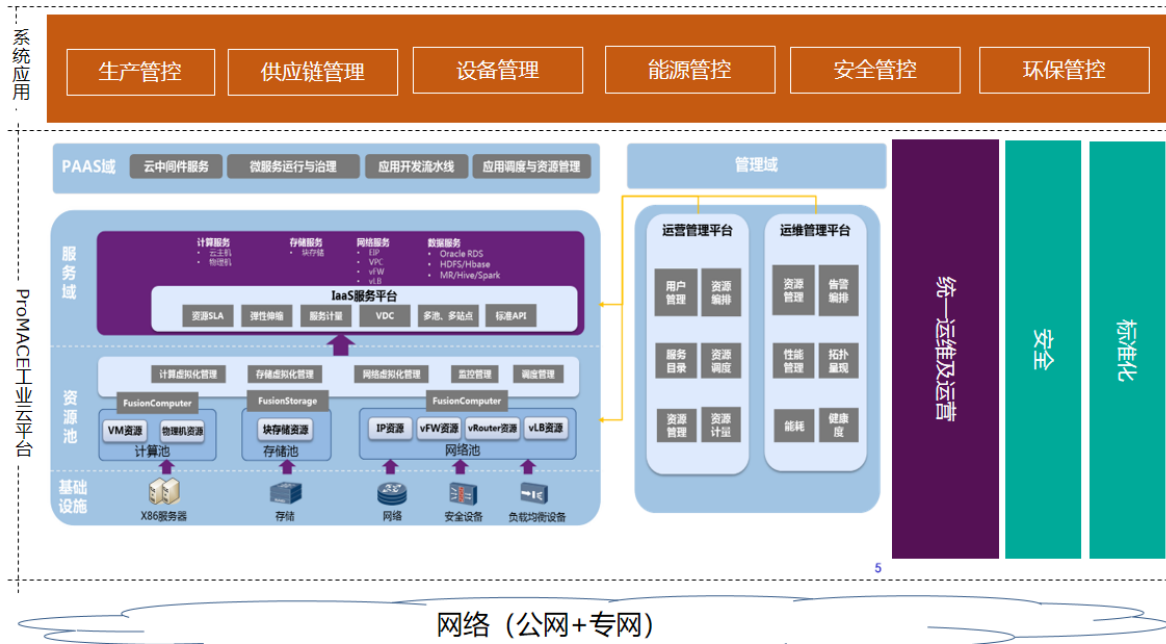
### 2.2 ProMACE®测试床目标

- 1 实现流程行业设备预知性维修，包括动设备故障诊断与静设备腐蚀诊断；
- 2 炼化大机组装备在线运行分析；
- 3 适应炼化行业特点的云端、本地两级部署模式。

## 3 测试床项目解决方案

### 3.1 解决方案架构

ProMACE®沉淀了对流程工业的认知，由 ProMACE®平台与流程工业核心应用组成。通过数据库、规则库、模型库、知识库的有效整合及协同应用，提供对供应链优化、能源优化、调度方案推荐、工况识别、生产异常分析、设备预知性维修、设备腐蚀评估、安全环保管理等方面的支撑。通过工厂模型、生产监测、预测预警、优化分析服务支持运营优化、运营管控及资产优化，打造新一代的生产运营指挥新模式。



## 3.2 测试床预期效果

### (1) 设备预知性维修

1) 故障诊断与预测（动设备）：建立诊断模型和知识库，采取案例、专家、机器学习相结合的方式，实现对设备故障准确定位、趋势预测和措施建议推送。

2) 腐蚀诊断与评估（静设备）：以腐蚀回路为对象，建立腐蚀机理模型，监控腐蚀相关参数，提高腐蚀速率的预测精度，对腐蚀回路进行综合评估，根据评估结果实现防腐措施的持续改进。

3) 建立设备性能模型，对典型设备进行状态分析和效能分析，核算设备实际效率和能耗，并与设计指标进行偏差分析，找到优化方向，降低运营成本。

### (2) 大机组装备在线运行分析。

1) 建立设备性能模型，对典型设备进行状态分析和效能分析；

2) 核算设备实际效率和能耗，并与设计指标进行偏差分析，找到优化方向，降低运营成本。

### (3) 采用云端和本地两级部署

1) 云端侧重共性业务的大数据分析，进行业务应用服务梳理、抽提，如生产运营指挥、大机组监测等。

2) 本地侧重本地化流程集成，高效支持企业日常业务运行，如实时优化、操作报警等。

3) 基于混合云技术实现总部平台对分支企业平台资源的集中管理，并能够实现资源的扩展与互备，提高整体平台的可用性和可管理性。

## 4 测试床当前情况

### 4.1 测试床当前建设情况

石化盈科与华为公司已于 2017 年 12 月在中国石化亦庄数据中心联合完成了测试床平台搭建，初步具备了对石化行业动/静设备预测性维护，以及在试点企业开展 ProMACE®工业云分布式部署与集中管控的验证条件。

### 4.2 试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

ProMACE®测试床项目由石化盈科信息技术有限责任公司，华为技术有限公司，中国信息通信研究院合作完成。

类别	成员单位	咨询规划	设计	标准化	平台	实施	资源监控	应用	硬件	信息安全
牵头单位	石化盈科	★	★	★	★	★	★	★		★
参与单位	华为			★	★				★	★
	信通院	★		★						★

# 智能碟式分离机

## 引言：企业概况

南京绿岛机械设备有限公司是一家专注于碟式分离机领域的生产服务型企业。公司以多年从事离心分离设备的设计和制造经验为基础，通过产品改良和技术革新，从根本上解决了传统碟式分离设备的固有技术缺陷，增强了控制系统的安全性和安装操作的简便性，不但为企业客户提高了生产效率，同时还可达到节省安装成本和操作成本的双重效果。

企业在对原有生产工艺不断改良的基础上，同时学习国外的先进技术和经验，结合本企业优势，自主研发了多款新机型，不但各项技术指标优于国内同类产品，而且可以根据用户的实际需求设计和定制专业配套设备。

除了高效安全的产品质量保证之外，企业还组建了专业的服务团队，并建立了一套专业化、人性化的服务流程，一站式解决用户在“机型匹配、功能选择、安装调试、操作培训、维修保养、产能升级”等多角度的需求和问题，让用户买得放心、用得省心。

## 1 关键词：按需租赁、预测性维护、模块化设计

## 2 测试床项目概述：

### 2.1 概述及该测试床目标

南京绿岛作为碟式分离机的专业制造商，探索利用工业互联网技术将设备智能化升级，并将商业模式从销售设备向租赁设备转变。南京绿岛通过测试床实现如下目标：

- 1) 基于产量或生产时长的自动租赁计费和在线支付，
- 2) 利用人工智能技术持续优化离心机的运行参数，提升处理效率、降低能耗
- 3) 皮带和轴承的故障预测，减少非计划停机时间
- 4) 打造一个设备集中监控的运营平台，对分布在全球各地的设备统一管理，提高响应速度

## 3 测试床项目解决方案

3.1 针对于离心机行业普遍存在产能过剩、利润微薄、品质有待提高的问题，南京绿岛用工业互联网改变商业规则作为破局之道：

- 销售设备转变为租赁设备，降低客户的资金投入，让客户专注于其核心业务。
- 将碟式离心机智能化升级，通过监测处理原料的成分、设备能耗等数据，优化离心机的运行参数，提升处理效率、降低能耗
- 提高设备的可用性，减少非计划停机时间
- 对分布在全球各地的设备进行统一管理，提高服务响应速度

3.2 转型过程中遇到的难点：

- 无法预知设备何时会产生故障，造成的非计划停机减少了设备可用时间，降低了客户的租赁收益。
- 碟式离心机等通用机械不是工厂的核心设备，客户维护人员的专业性不够。
- 传统的碟式离心机设计不利于用户自主维护，技术人员上门维修不及时造成的客户满意度下降问题并没有得到解决。
- 目前采用的方法是将高价值的备件存放在客户处，这种方式成本太高。

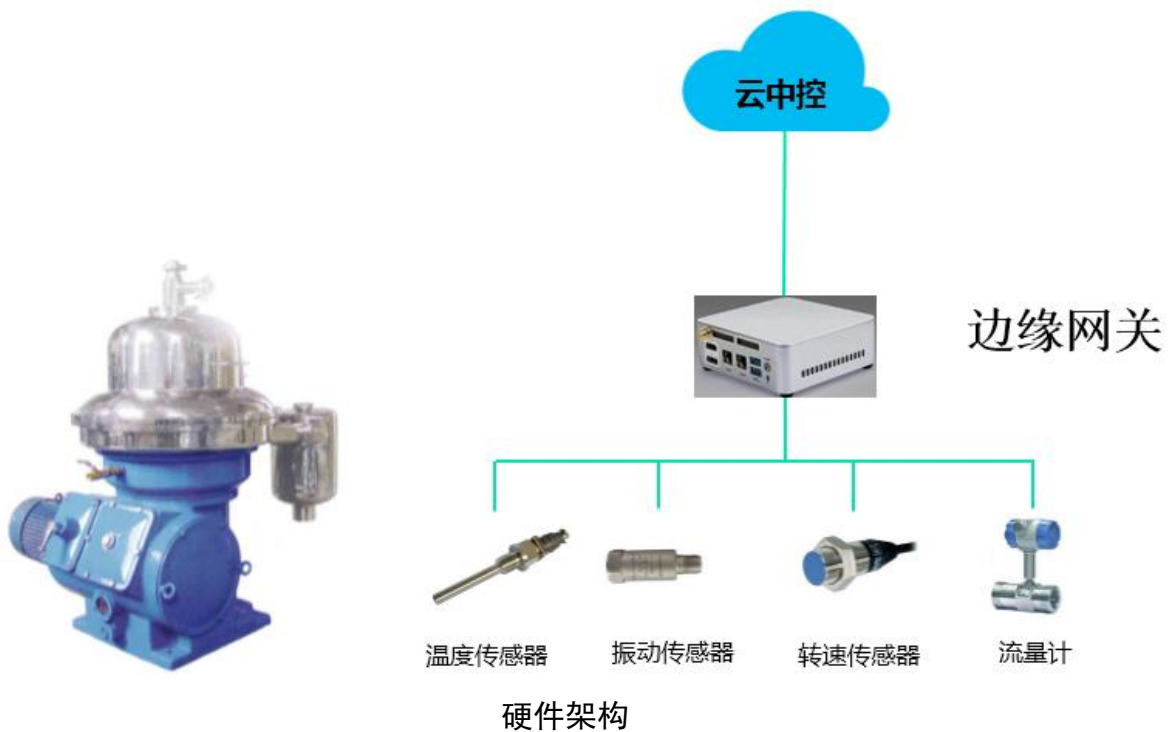
3.3 解决难点问题：

- 应用 AI 技术建立轴承和皮带的疲劳分析模型，提前预知故障的发生。
- 将碟式离心机模块化设计，部件损坏后无需专业技术人员至现场解决，普通工人通过更换模块即可解决。
- 通过碟式离心机远程维修和日常保养指导帮助用户自行维护设备。

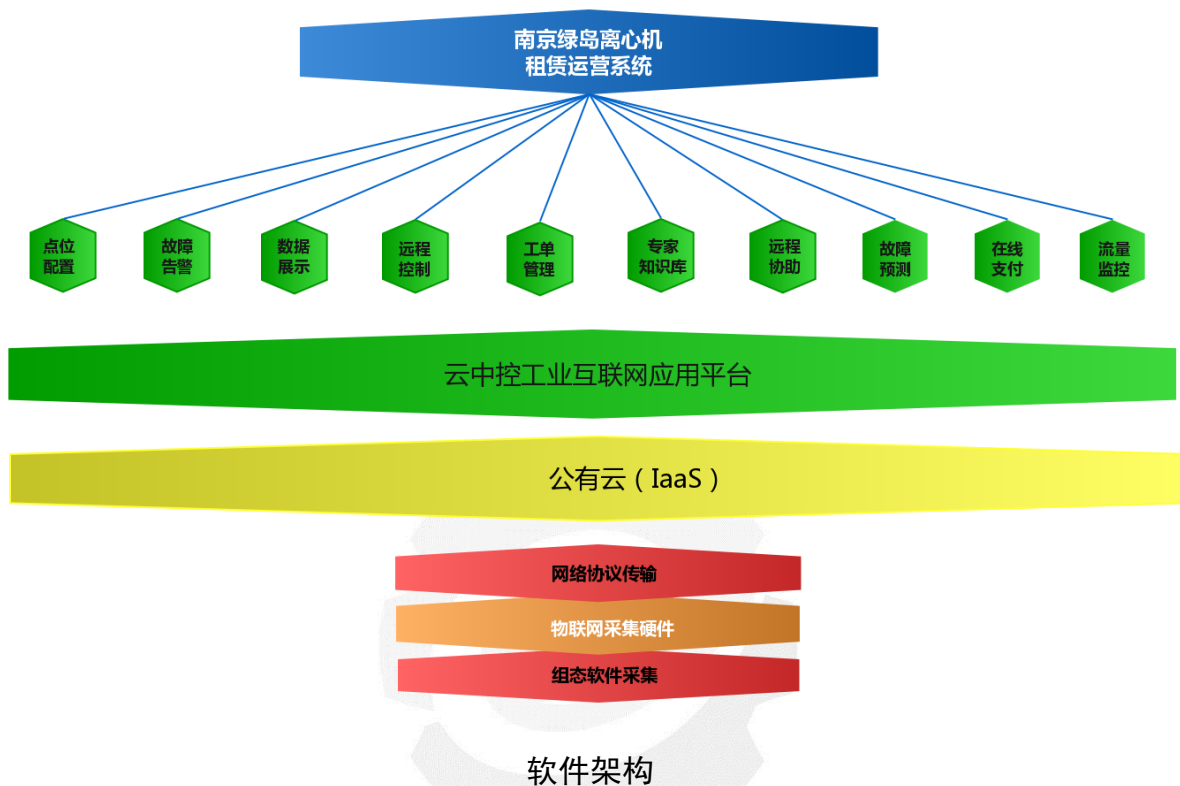
### 3.4 带来的效益

- 欧洲的两大离心机巨头通过建立全球售后服务体系带来的巨大竞争优势，牢牢掌握了国内外的高端离心机市场。
- 通过 AI 故障预知和模块化设计帮助离心机用户建立自主维护能力，可以颠覆国际巨头的商业模式，更有利于开拓国际市场。
- 离心机的最大市场食品、饮料行业设备投入巨大，在这两个行业可以将离心机租赁模式从拓展至其他的通用机械。

### 3.5 解决方案架构







### 3.6 测试床预期效果

- 用户通过 APP 对账户充值、查询账单，也可查看测试床的产量、能耗以及运转情况。
- 南京绿岛通过集中监控运营平台对租赁设备集中管控，知道设备在哪里、谁在用、用多少、赚了多少钱、用户是否欠费，可设置租赁费率、租赁异常告警以及远程锁机。
- 边缘计算网关通过 AI 算法给出设备运行参数的最优值及对应的能耗指标和处理效率，同时对皮带和轴承的故障发出预警或提前更换通知。

## 4 测试床当前情况

### 4.1 测试床当前建设情况；



### 4.2 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

- 1) 专业的离心分离设备制造商——南京绿岛机械设备有限公司
  - 离心机模块化设计
  - 增加传感器
  - 增加边缘网关
- 2) 工业互联网应用平台提供商——中科云创（北京）科技有限公司
  - 远程设备运维云平台
  - 工业安全服务
  - 边缘连接
- 3) 离心机传动系统性能管理应用开发——上海海事大学物流科学与工程研究院

- 轴承预测性维护建模
- 皮带预测性维护建模
- 机器学习



**工业互联网产业联盟**  
Alliance of Industrial Internet

# 平板显示电子玻璃工业互联网验证应用平台

## 引言：

彩虹集团是国务院国资委直属的大型国有骨干企业，致力于光电子领域从材料到整机的研发、制造和销售，是中国第一只彩色显像管和第一块第五代液晶玻璃基板的诞生地。彩虹集团（邵阳）特种玻璃有限公司咸阳分公司生产的盖板用保护玻璃为高铝硅超薄玻璃，在屏保护用玻璃行业属高端产品。广泛应用在手机，平板以及 GPS 等触控显示器件领域，具有很高的质量要求，废品率很高。

寄云科技是一家专注在用行业经验结合先进技术，推动产业升级的工业互联网平台厂商。寄云科技不仅拥有世界领先的信息技术专家，还有深耕轨道交通、电力能源、智能制造等行业和领域的专家团队。寄云科技拥有从设备端到服务器端的整体工业互联网平台解决方案，为工业企业提供从传感器数据采集、实时数据存储和转换、设备远程监控和告警，到数据的深度处理和分析等多维度的服务，为客户提供包括故障诊断、故障分析和预测、可靠性分析、产线优化乃至产能提升等全方位的解决方案。另外，寄云科技可以为工业领域企业提供资深行业专家咨询服务，也可以基于寄云产品提供根据企业的实际情况，不影响现有业务的且兼顾企业未来发展的行之有效的全面解决方案。

## 1 关键词

生产过程可视；设备运行可控；质量管控可溯

## 2 测试床项目概述：

平板显示电子玻璃制造兼有流程制造及离散制造特点，需要智能装备与信息系统深度嵌入，完成 IT 与 OT 数据物理链路的建设，彩虹集团（邵阳）特种玻璃有限公司咸阳分公司产线已经完成数控无人车间的建设，实现了机器手臂人机协作及智能检验装置的全面应用，但是企业的综合良品率还是在 75-80%左右。如何提升产线的综合良品率，如何实现智能设备的可管控，非计划停机成为企业首要关心的问题。

本测试床项目以云服务平台为创新载体，运用工业互联网大数据技术，关键生产环节实现实时监控，关键设备实现生命周期数字化监控，产品质量全生命周期全维度分析。全面提升制造的成品率，解决国家战略中“缺芯少屏”屏的技术生产良品率及产业化提升。

### 设备管控可视化

实现产线关键设备数控化率 85%并达到国内领先水平，4 级设备管理，达到设备 3D 可视化，设备管控化。

### 综合良品率的提升

生产线的质量监控需要随时掌握缺陷的变化趋势以及实时的状态，做到防范于未然，并且快速反应、迅速对策，实现将不良波动带来的损失降低到最小。

### 降低非计划停机

梳理生产数据，实现 IT 层与 OT 层的数字化融合：建立设备 4 级 KPI 管理及告警管理实现设备可控。利用设备故障代码仿真减少设备非故障停机。

### 利用工业互联网平台完成企业的转型及推广

承载整个公司全业务线的的数据，做到企业对生产全局可追溯，可评价，数字化经营决策。利用平台 DevOps 完成自主创新。建立多地多产线协同打造核心竞争力。

## 3 测试床项目解决方案

验证应用示范平台以 IT 及 OT 相结合的方式，以底层智能化装备为基础，以工业互联网大数据为纽带，以各系统相互协作为标准，形成了自主的智能制造及工业互联网大数据体系，全面促进玻璃制造的产业发展，对完整上下游产业链、扩大规模效益具有重要意义。

本测试床项目是让玻璃制造设备更加透明，使原本不可见的设备衰退、质量风险、资源浪费等问题变得可见，从而通过预测性的手段加以避免，实现无忧（worry-free）的生产环境。

### 3.1 解决方案架构

本验证测试平台主要针对数据存储、设备管控，质量分析建模等方面进行验证，寄云 NeuSeer 工业互联网平台从部署到资源管理，再到运维管理都大大提高了效率、易维护性及易扩展性。平台提供针对不同数据和应用特点的分布式存储计算服务模块及灵活的部署配置功能。用户只需要根据存储/计算特点及需求量的估计给出相应配置单，寄云 NeuSeer 平台即可快速根据配置单安装部署出平台所需的一系列组件，同时提供平台资源管理和自动扩展功能，在此基础之上通过以下功能组件实现大数据分析、应用及二次开发的支持。



## 3.2 测试床预期效果

本验证平台目的在于实现重要生产数据的全方位把控，实现生产数据、设备数据、质量数据的多维关联，全面提升设备可管控，生产可视以及质量问题的挖掘，为集团业务转型提供有效的价值数据和信息决策，以助力集团数字化转型的大目标。

验证应用示范平台以自动化系统及信息化系统相结合的方式，以底层智能化装备为基础，以工业互联网为纽带，以各系统相互协作为标准，形成自主的智能制造及建模体系，全面促进玻璃制造的产业发展，对完整上下游产业链、扩大规模效益具有重要意义。

打通生产环节数据和管理环节数据，着重解决企业生产质量与产品质量的脱结的问题，做到生产线的全面可视、可控，实现由传统制造业到新型制造的转型升级，为企业的商业决策打下了良好基础。

- 基于工业互联网平台，实现单条产线运营成本降低 15%，非计划停机降低 5%，综合良品率提升 1-5%，全面提升企业的综合竞争力；
- 打造数字化可视化车间，提升企业整体运营效率；
- 对企业的生产全局进行可追溯，可评价，有效实时的管理；

## 4 测试床当前情况

### 4.1 测试床当前建设情况；

项目在智能装备及自动化部分已经初见成效，完成了热端的 DCS 控制以及冷端的机器人协同产线及数字化系统。生产全程采用机器人协同作业，质量管控方面采用先进的光学设备和自动检测设备。当前工业互联网平台已经利用工业网关完成了设备数据的采集，针对各类设备数据已经基本完成了设备的可视化及故障的可追溯化，工业互联网平台正在对设备产能及质量提升的方向进行数据挖掘。

### 4.2 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

本测试床项目彩虹集团（邵阳）特种玻璃有限公司咸阳分公司负责智能装备、自动化建设及数据平台的软硬件部署环境。

寄云科技提供工业网关、寄云 NeuSeer 工业互联网平台。

此外，寄云科技及彩虹（咸阳）组成设备质量专家团队完成工厂的产效提升及各类数据模型设计落地。

# 基于 NB-IoT 的车间能耗管理平台

## 引言：企业概况

海信集团成立于 1969 年，始终坚持“技术立企、稳健经营”的发展战略，围绕着多媒体、家电、信息系统、房地产、新兴服务业等几大产业核心，使海信的技术创新工作始终走在国内同行的前列。目前，海信全球员工 72000 余人，在南非、墨西哥、捷克等地拥有生产基地，在全球设有 20 余个海外分支机构，产品远销 130 多个国家和地区。2016 年实现销售收入 1003.31 亿人民币。

海信拥有品类完善的家电产品（电视、冰箱、空调、洗衣机、手机等）及新兴的 B2B 产业。海信以电视起家，海信电视连续 13 年中国第一，全球首台 ULED 电视、全球首家推出激光影院，推出中国首款自主研发画质引擎处理芯片。海信的 B2B 业务囊括交通、医疗、宽带三个版块。2003 年，海信成立了光通信公司，涉足光宽带业务；1998 年，开始涉足智能交通领域；海信医疗则开始于 2014 年。海信的城市交通连续七年国内市场第一，宽带接入网光模块连续五年全球市场第一。海信智能商用也是海信集团 IT 板块的核心，致力于流通信息化系统解决方案的研究。2017 年，海信成立智慧家居公司，基于海信智能家电的产品和技术优势，为顾客提供便捷、健康、舒适、安全、节能的生活环境。

进入 21 世纪，海信以强大的全球研发人才组成的研发团队为后盾，以优秀的国际化经营管理团队为支撑，加快了产业扩张的速度，从 B2C 向 B2B 的产业延伸，已形成了以数字多媒体技术、智能信息系统技术、现代通信技术、绿色节能制冷技术、城市智能交通技术、光通讯技术、医疗电子技术、激光显示技术为支撑，涵盖多媒体、家电、IT 智能信息系统和现代地产的产业格局。

## 一 关键词

---

基于 NB-IoT 的车间能耗管理平台旨在提供一个可推广的与 NB-IoT 技术相结合的车间能耗管理平台，该平台能够利用先进的 IoT 技术、通信、云端数据计算等技术对车间内的能耗统一管理。具有如下优点：

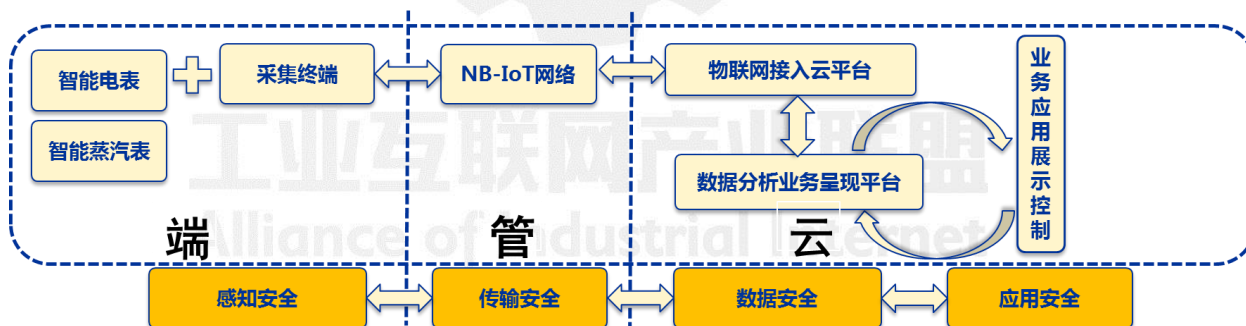
- 车间智能排产调度；
- 异常报警、节能减排；
- 易于部署，方便扩容。

## 二 测试床项目概述

### 1 概述及该测试床目标

基于 NB-IoT 的车间能耗管理平台旨在提供一个可推广的与 NB-IoT 技术相结合的车间能耗管理平台，利用 IoT 技术、无线通信、云端数据计算等技术对车间的能耗统一管理。车间能耗管理平台能够对车间内的电表、蒸汽表的信息进行采集和汇总，在云平台对所有数据进行存储、分析，为车间用户提供报表、曲线、能耗统计、指标监控、异常报警等功能，更进一步的在数据统计和分析的基础上进行辅助排产，以降低单位产品能耗。

在项目完成以后，可依托成熟和设计通用化的云平台及 NB-IoT 模组平台，提供共性技术平台及系统解决方案，可扩展到车间其他设备仪表数据采集及控制，以及市政设施等多方面使用场景。



## 三 测试床项目解决方案

基于 NB-IoT 车间能耗管理平台是利用 IoT 技术、无线通信、云端数据计算等技术对车间的能耗统一管理，主要采用如下技术：

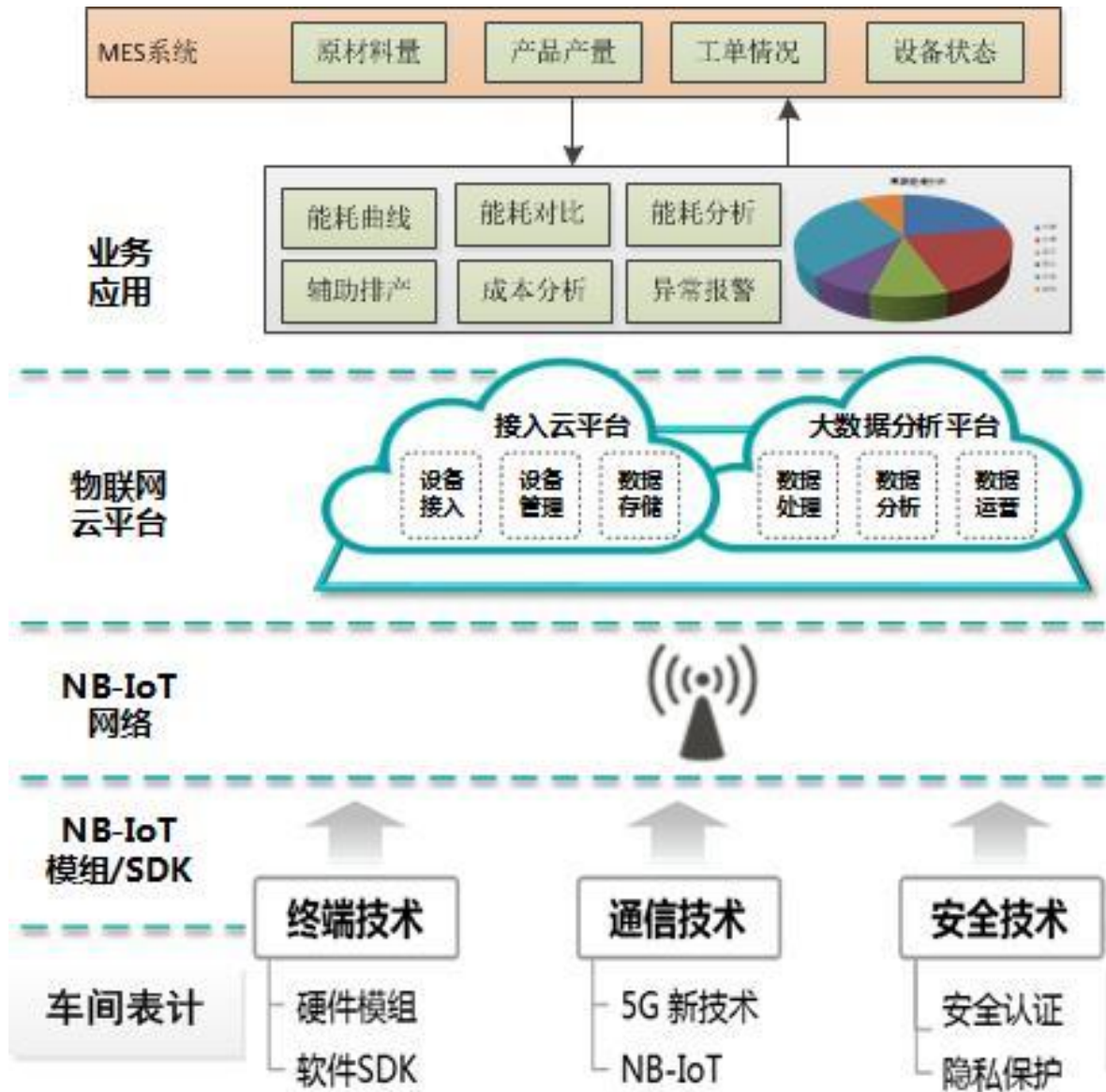
- 采用华为 NB-IoT 芯片设计研发通用的 NB-IoT 模组；
- 采用开放的 IoT 协议标准，开发通用 SDK 接口；



- 基于生产车间智能管理需求，实现多种工业表计的自动抄读和控制以及能耗管理；
- 开发通用性、高可靠、高并发、分布式、部署灵活的智能设备接入云平台；
- 开发与接入平台无缝对接的，可持续优化的智能设备大数据分析云平台；
- 开发与车间 MES 系统对接的业务及展示服务；
- 基于工业园区的安全需求制定完整的分层安全方案。

## 1 解决方案架构

车间能耗管理平台整体架构



## 2 测试床预期效果

本测试床提供了基于 NB-IoT 的智能设备网络(IoT)整体解决方案，构建开放的 IoT 运行平台，为各种工业、商业应用场景提供通用的可定制的解决方案。其应用实践将优化车间各类资源和设备信息的获取方式，提高车间的管理效率、人力资源效率，节约能耗。为后期整个海信信息产业园智能化改造提供验证准备平台。

## 四 测试床当前情况

---

### 1 测试床当前建设情况：

测试床当前工作进展如下：

- 智能表记改造升级：将非智能表记改造为智能表计，施工过程中；
- NB-IoT 硬件模组：方案已确定，贴片及方案评审中
- NB-IoT 软件：SDK 开发完毕，等待协议制定、适配和表记联调；
- 安全框架实现：已定义各级别安全策略，各模块分别执行相应安全策略；
- 接入云平台开发：已完成，可提供可靠的 IoT 设备接入服务，系统持续优化中；
- 大数据分析云平台：系统优化中，2018 年 4 月完成首期目标；
- 应用开发：需求分析讨论过程中，辅助排产算法实现中。

# 基于超边缘计算的智能安全实时网络系统

## 引言/导读

该测试床基于中国移动主导的面向垂直行业现场智能接入的“超边缘计算”技术体系，引进确定性时延网络（如 TSN），人工智能及网络功能虚拟化等技术，构建智能，安全的实时性工业互联网端到端解决方案。

## 一、关键词

---

超边缘计算 确定性时延 人工智能

## 二、测试床项目概述

---

本测试床建立在超边缘计算技术架构上，基于网络虚拟化技术实现高灵活度及隔离度的应用部署能力，并采用网络实时传输技术（如 TSN 等）提供确定性时延承载。目标是提供智能，实时，安全且质量可保证的垂直行业现场边缘计算业务及网络系统。

## 三、测试床项目解决方案

---

### 1. 解决方案架构

超边缘计算是中国移动针对工业互联网垂直行业现场业务部署设计的一套端到端体系架构。该技术架构利用边缘计算的能力在用户侧提供高效实时的业务处理能力，并通过现场确定性时延网络的承载，以及边云协同的能力提供给用户更低时延、高可靠和高安全性的服务体验。不同于传统的边缘计算，超边缘计算更强调计算、存储和网络连接能力均聚

焦与各垂直行业的末端接入节点，同时利用网络切片的能力，为垂直行业提供可定制化的服务质量保证。实现可靠网络连接向垂直行业的进一步延伸。

超边缘计算体系架构如图 1 所示，包含四个层级：云平台层、接口层、执行层和现场层。

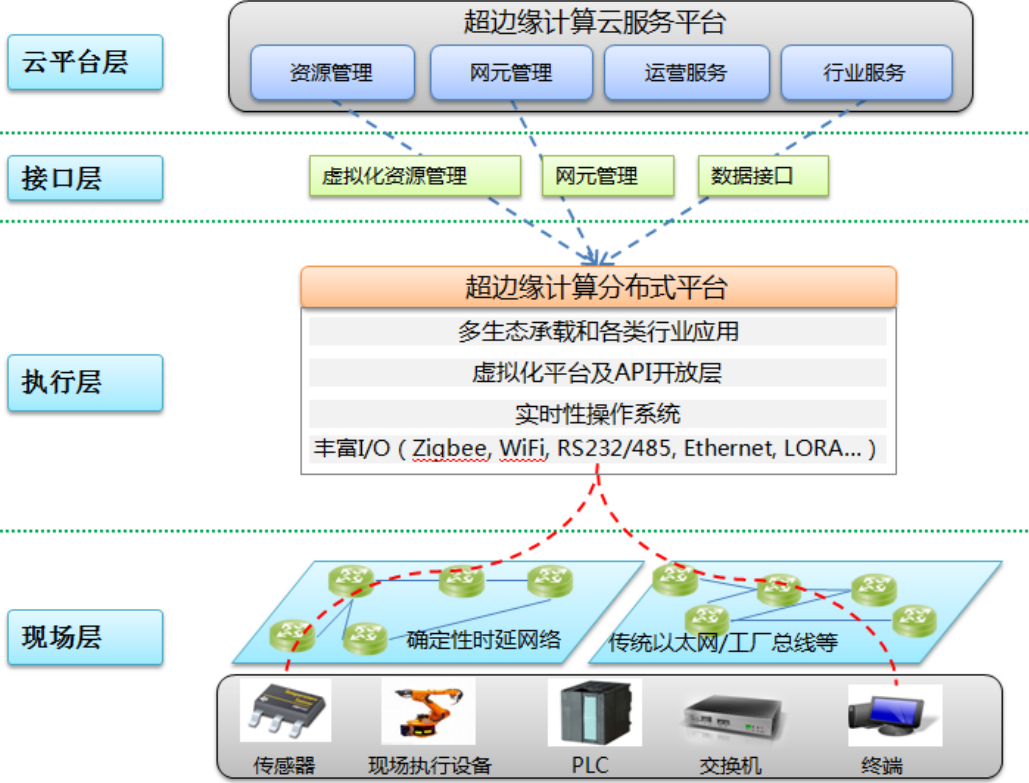


图 1 超边缘计算体系架构

云平台层是超边缘计算云服务平台，包含了管理服务，运营服务和行业服务。管理服务实现对超边缘计算分布式平台的网元级管理、虚拟化资源的管理和编排以及业务部署；运营服务实现各行业合作伙伴的管理，应用的审核和发布等；行业服务则通过引入成熟行业云平台，提供与超边缘计算分布式平台协作的大数据分析、人工智能训练等计算密集型云业务。

接口层承载云平台对分布式平台的管理以及业务数据接口。

执行层是超边缘计算分布式平台，具备多生态承载实现多元化行业应用在通用硬件上的部署的能力；采用虚拟化技术实现资源隔离保证，跨芯片平台及运行环境的边缘应用部署以及动态加载；具备 API 开放层提供多样化用户侧接入能力。

现场层包含各种终端设备、现场生产控制设备以及传感器等。现场层的设备可以经由实时性网络连接，也可以经由传统的以太网/工厂总线等方式与执行层设备连接。

## 2. 测试床预期效果

本测试床将部分业务部署在垂直行业现场，提高本地设备的智能性，实时性，同时可以保障数据不被窃取从而提高安全性。部分业务可以基于实时性网络（如 TSN 等），以确保网络传输的时延。

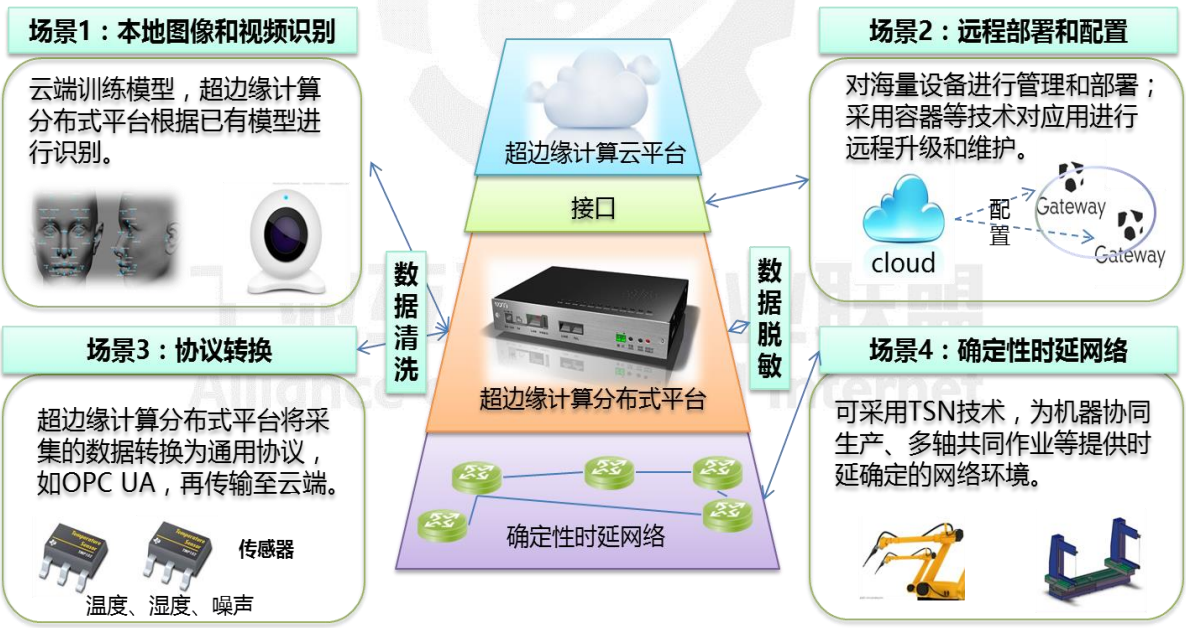


图 2 测试床的场景和模块

测试床基于超边缘计算架构的各层级分别设计应用场景，建立智能、安全的实时性工业互联网端到端解决方案。测试床的应用场景如图 2，包含了本地图像和视频识别、远程部署和配置、协议转换、确定性时延网络等四个场景，以及数据清洗和脱敏等模块。

## 四、测试床当前情况

---

### 1. 测试床当前建设情况

测试床目前已经完成以下原型系统的设计：

- 基于分布式人工智能的本地人脸识别系统。
- TSN 部分协议如 IEEE 802.1Qbv, IEEE 802.1Qci, IEEE 1588 V2 的原型系统。

## 五、测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

---

测试床合作伙伴以及分工如下：

参与单位	分工
中国移动	1. 超边缘计算需求分析和架构平台设计 2. 应用场景设计和分析
恩智浦半导体	1. 超边缘计算平台实现 2. 应用场景测试
沈阳自动化研究所	1. 应用场景设计和分析 2. 工业设备提供
北京工业大学 北京未来网络高精尖中心	1. 应用场景设计和分析

# 基于区块链的工业互联网数据连接测试床

## 引言/导读

本测试床基于去中心化的区块链技术，实现工业生产、产品溯源等数据的安全共享、无法篡改，构建端到端的工业互联网数据可信连接解决方案。

## 一、关键词

---

区块链，工业互联网，可溯源

## 二、测试床项目概述

---

本测试床基于去中心化的区块链技术，构建面向工业场景中数据连接应用的端到端解决方案。该方案解决了用户和企业间数据不互信的壁垒以及依赖于第三方机构提供可信服务的问题。通过区块链提供的智能合约机制，用户可以完成高效、低成本的安全数据共享。同时其产品、设备及各类流程数据不可篡改和抵赖的性能可以达到促进工业信息化、智能物流、电子商务等领域的发展以及提高信息流通及交易效率的目的。

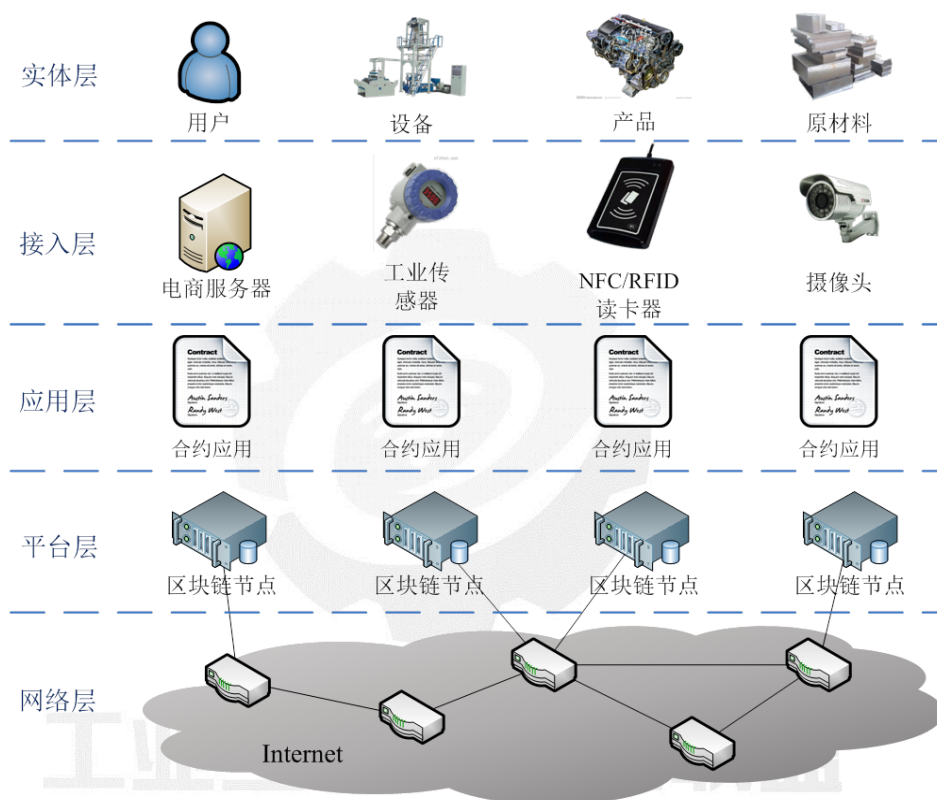
## 三、测试床项目解决方案

---

### 1. 解决方案架构

如图 1 中的实体层和接入层所示，数据采集根据所采集的数据类型不同，分别通过专业的数据传感器、监控摄像机等不同设备完成。产品本身采用唯一的二维码或 RFID 标签

进行产品的标识和相关数据的绑定。同时，由于工业现场设备种类繁多，通信接口多样化，传感数据在上传之前会先经过数据采集网关。网关作为不同接口以及通信协议的设备之间的通信桥梁，对不同的接口与通信协议进行转换，确保数据的格式一样，方便后台进行数据分析和产品管理。



图表 1 基于区块链的工业互联网数据连接测试床系统架构

合约应用和区块链节点分别处于应用层和平台层，其中分布式存储由作为区块链节点的数据服务器实现。所有区块链节点都遵循同一套记录规则，储存相同的数据，运行取得共识的智能合约，任何一个节点的数据记录都会同步到其它节点之中。如果其中一个节点对试图对储存的数据进行篡改，由于与其它节点所记录的不符，将不会被认可成为有效数据。同时产业链条之间的数据的共享由之前取得共识的合约程序来决定，无论是原材料供

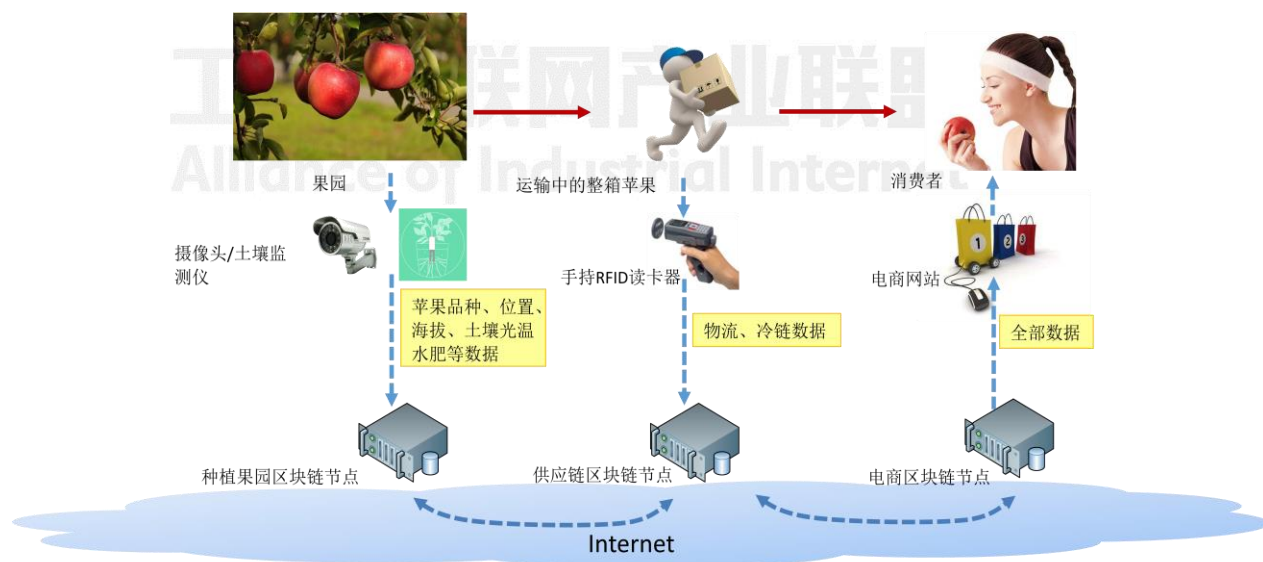


应商还是加工工厂甚至是消费者，只能根据程序所赋予的权限进行数据读取，交易各方的不愿意透露的私有数据只有各方自己才能读取，不必担心信息泄露和丢失。

架构的底层为网络层，层中各区块链节点通过 Internet 相连接。网络层实现了经过共识后的数据同步和信息的互联互通，保证了测试床中不同区块链节点间的网络连接。

## 2. 测试床预期效果

本测试床预期建立基于区块链的工业互联网数据连接测试床平台，结合去中心化区块链、智能合约、分布式 APP 等技术，实现将数据由传感器、摄像头等设备自动收集上传，和数据通过区块链的分布式存储，以达到所有信息可信、不可篡改、不可抵赖，全程可监控、可溯源的功能。并且该技术具有较强的行业可复制性，测试床平台适用于工业互联网数据分布式存储、共享及工业产品溯源与信息跟踪等多个场景，从而提升工业互联网的数据可靠性与安全性，使工业互联网中的数据具有可溯源性。图 2 为测试床的其中一个应用场景示例——苹果产业全链条跟踪。



图表 2 基于区块链的工业互联网数据连接测试床：——苹果产业全链条跟

## 四、测试床当前情况

---

目前，测试床原型平台建设基本完成：

- 面向工厂/物流的 APP（用于录入溯源信息）
- 面向客户的网站（用于查询溯源信息）
- 区块链平台（基于 Ethereum 等）
- 区块链平台与 APP、网站间的接口
- 集中溯源信息数据库

## 五、测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

---

合作单位	负责分工
中国移动	场景设计和应用 关键技术研究 and 实现
北京工业大学 北京未来网络高精尖中心	平台原型研发 场景设计和应用 关键技术研究 and 实现
智链 ChainNOVA	场景设计和应用 关键技术研究 and 实现

# 面向工业互联网大带宽业务的广域网创新测试床

## 引言：企业概况

中国联合网络通信集团有限公司（简称“中国联通”）拥有覆盖全国、通达世界的现代通信网络，积极推进固定网络和移动网络的宽带化，为广大用户提供全方位、高品质信息通信服务，在 2017 年《财富》世界 500 强中位列第 241 位，是 2022 年北京冬奥会和冬残奥会官方通信服务合作伙伴。

中国联通积极发展信息技术，积极推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合。在工业互联网领域，中国联通同树根互联等企业开展战略合作，推进传统制造业的供给侧结构性改革。

## 一、关键词

---

结合新一代工业大带宽业务传输的高效和安全的需求，提供一个依托 ICN（内容中心网）技术和 SDN 新技术，并可在现网进行广域部署和验证的面向新一代工业大带宽业务的安全、高效的业务传输平台。

## 二、测试床项目概述

---

### 1 测试床目标：

当前的工业互联网大带宽业务，业务层一般采用 TCP/IP，传输层有两种情况：租用专线或者经过公众互联网。目前专线成本高，公众互联网成本低但业务质量体验差。同时也面临系统易受攻击，业务传输安全性有待于进一步提升。

作为广域网测试平台，通过应用安全、高效的网络技术（ICN（内容中心网）技术和 SDN 新技术），有效降低网络带宽资源占用，降低传输成本，同时提高业务和传输的安全，助力大带宽工业互联网业务在广域网上更好地推广。

## 2 测试床特点：

### ➤ 平台技术创新点：

传输效率高：采用发布 / 订阅范式或系统（ Publish /Subscribe Paradigm）作为主要传输模型，传输效率更高可扩展性好。

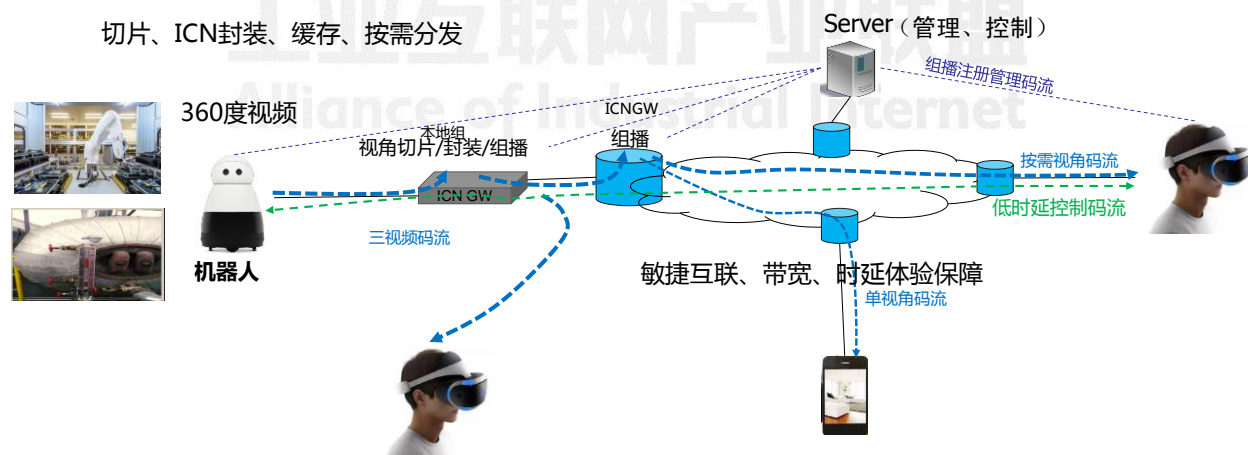
安全性更好：ICN 的传输协议基于内容标识，一方面更适合工业互联网传输需求，同时有效避免了传统 IP 网络基于连接的安全方式存在的钓鱼攻击和网域交接攻击问题。

### ➤ 平台生态模式创新点：

开放性强：平台基于开源软件开发，良好的兼容性和开放性，避免厂商锁定，同时良好的开放性有利于生态链伙伴孵化新业务

## 三、 测试床项目解决方案

### 1 解决方案架构



典型的工业大带宽业务包括视频监控、工业协同化生产、VR/AR 技术辅助生产等。以特种车辆交通行驶监控和工业生产过程监控为例，360 度视频监控需要大的带宽传输。通过结合 ICN 的切片技术和发布/订阅模式，降低传输带宽要求，提高传输强壮性。在以工业协同化生产为例，多个异地的设计师对同一个图纸修改或者同时对同一个设备设计生产，该协同化生产也需要大带宽业务传输保障。

在传输过程中：

- SDN 支持光层、IP/MPLS 层网络自动化和 VPN 的资源隔离。
- ICN 层在 SDN 之上，基于微服务技术，构建面向不同企业应用的网络服务切片，满足不同企业的差异化诉求。
- 每一个业务切片支持多点到多点的业务能力，满足工业互联网业务涉及的各种复杂业务的诉求：单播、组播等

## 2 测试床预期效果

- 技术价值：

基于开源网络技术开发（包括开源 ICN 技术、开源网络控制器技术和开源云资源管理技术以及开源容器技术），遵循 Apache 2.0 协议，打造开源开放的面向广域网的工业互联网大带宽业务传输平台。

- 商业价值：

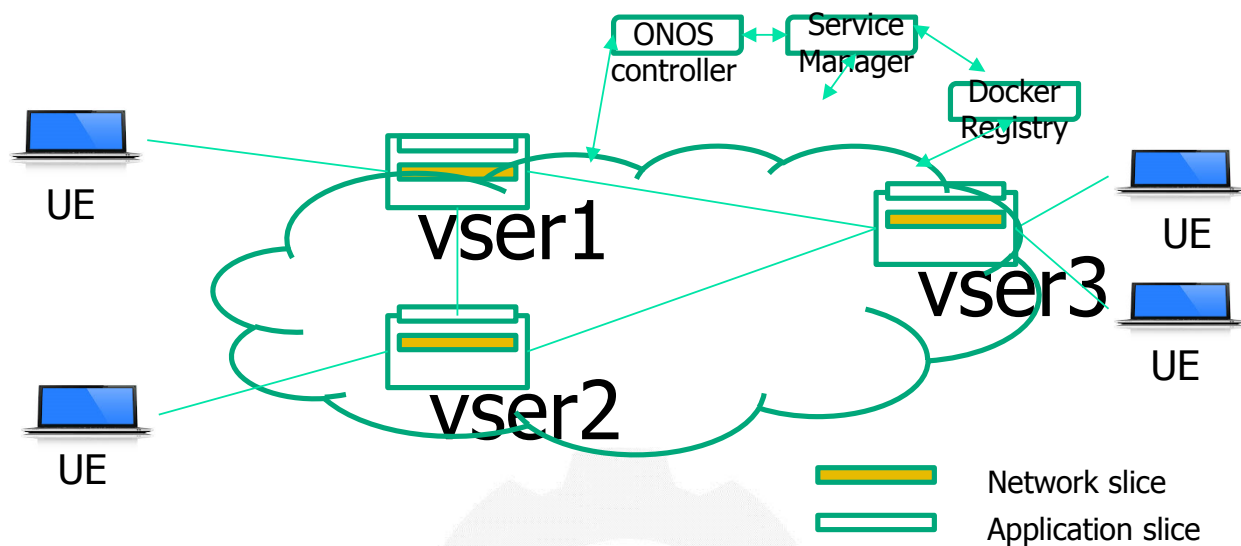
面向工业互联网大带宽业务的广域网创新测试床平台平台通过提高网络传输效率和利用电信云信息就近处理等技术，可以加快高清视频、VR、人工智能等大带宽业务和技术在工业、物流等垂直行业应用，提高生产效率。以专用车监控为例，2017 年上半年专用车生产超过 120 万辆，通过新传输平台应用，降低传输带宽要求，提高传输强壮性，可为相关分析平台提供传输保障。

## 四、测试床当前情况

---

### 1 测试床当前建设情况

已完成在北京和郑州的实验室部署，实现了广域网的多方视频监控和会议的应用。其中软件采用开源软件，包括：基于开源的 CCN 软件实现 ICN 功能；基于 Swarm 实现 Docker 容器解决方案；采用 ONOS 实现网络控制器功能。



## 2 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

参与单位	分工
中国联通	系统设计、网络（有线、无线）实现
三一重工	场景和应用
树根互联	场景和应用
中国信息通信研究院	场景和政策分析
中国科学院沈阳自动化所	场景和应用
欧姆龙	场景和应用
华为	网络设备和ICN系统关键技术支持

附录：

相关联系人

中国联通(牵头)（联系人周伟 zhouwei94@chinaunicom.cn）

三一重工/树根互联（联系人：王侃 kan.wang@irootech.com）

华为公司（联系人：杜伟 w.du@huawei.com）

# 电火花成形机床云端寿命保障 与工艺分享智能服务平台

## 引言

发起单位：北京市计算中心

北京市计算中心建立于一九七三年，是国内最早一批计算中心之一，是中国最早、最具影响力的从事计算机应用技术研究及推广的机构，服务对象则涉及工业、商业、交通、能源、环保金融、税务、社会事务等多个领域。北京市计算中心自成立以来，完成了上百项国家和北京市政府有关部门委托的研究项目和面向多种用户的服务型项目。先后获得国家及省部级成果奖 30 多项，拥有了 200 余项国际国内领先的技术和产品，为中国计算机的普及、应用和发展做出了杰出贡献。

合作单位：北京市电加工研究所

北京市电加工研究所是一个集科研、开发、生产于一体的高新技术企业。主要在电加工（包括电火花加工、超声波加工、激光加工、离子束加工、电化学加工、电子束加工、等离子体加工等）领域开展新设备、新工艺的研究与开发。经过数十年的努力，现已发展成为拥有 14000 平米科研大楼、20000 平米生产基地，在特殊材料特种加工、精密数控电加工机床、精密模具制造等领域具有一定知名度的现代化高科技企业。

## 一、关键词

电火花成形机床云端寿命保障与工艺分享智能服务平台旨在基于数据采集与数据分析技术，在机床领域尤其是电火花特种加工领域建立一套云端服务平台，通过采集和分析机床及其关键部件的实时运行状态数据，构建云端寿命保障系统，同时为机加工企业提供工艺服务。

关键词：寿命保障，云端工艺服务

## 二、测试床项目概述

本项目旨在基于数据采集与数据分析技术，在机床领域尤其是电火花特种加工领域建立一套云端服务平台，通过采集和分析机床及其关键部件的实时运行状态数据，构建云端寿命保障系统，同时为机加工企业提供工艺服务。该项目的建设主要包含两方面内容：

### 1. 云端寿命保障系统

基于数据采集技术采集机床及其关键部件的实时运行状态数据，并结合数据分析技术对状态数据进行可视化、整理挖掘、预测性分析等，使对机床的生产、使用、维护全过程可追溯，并实现对关键部件寿命的预测预警、故障定位，提升机床生产企业的售后服务能力，降低机床维修成本。

### 2. 云端工艺服务系统

实现不同地域、不同企业的工艺技术人员通过云端共享加工工艺文件，可为用户提供远程技术服务、解决复杂型腔类零件电火花加工的工艺技术难题。

## 三、测试床项目解决方案

### 1. 解决方案架构

该项目技术架构分 6 个层次，如图 1 所示。



图 1 项目架构



数据库层采用 3 种数据库引擎，Redis 数据库用于当前实时数据存储与查询，Mysql 数据库用于一年内的数据查询，Hbase 可以存所有历史数据，支持系统数据分析；

机床层采用双绞线方式通讯；

数据采集层使用开源项目 Modbus4j 基于 Modbus TCP/IP 协议进行数据通讯，可实时进行数据查询和参数设置；

数据存储层使用 mysql、redis、hbase 各自通讯方式，将采集数据保存到数据库中；

平台服务层平台包括 workflow 引擎、业务规则引擎、报表引擎、消息引擎、事务引擎、架构控制、安全认证、SOA 架构、数据交换、集群支持、目录服务、Web 框架、服务扩展、云数据同步等，为用户提供相应服务功能；

客户端层支持 PC、Pad、Mobile 等多种设备接入方式。

该项目提供如下软件功能：

通过状态监控服务可远程采集机床状态数据；

通过用户权限管理服务，针对不同级别类型的用户提供权限管理服务，用户分级分权合法访问软件资源及获取机床数据；

在加工工艺文件数据库中存储大量的、经过可靠性验证的、具有通用性的工艺可执行文件，工艺技术人员根据实际机床特性及待加工零部件类型、特征等确定具体文件，并在云端导入到本地机床控制器，控制机床运行，直接加工零部件；

在机床运行状态及关键零部件状态库中存储大量的机床运行状态及关键零部件状态数据，使得机床及关键零部件的运行状态具有可追溯性；

通过机床故障诊断专家库集成的众多故障模型及故障推理机制，根据不同的零部件状态组合预测机床可能发生的故障类型及部位，快速、预先定位故障隐患，减少损失。

## 2. 测试床预期效果

提升机床的智能化水平，使对机床的生产、使用、维护全过程可追溯，并实现对关键部件寿命的预测预警、故障定位，提前发现可能出现的问题，并能够快速定位故障原因。通过远程监控和预测性维护，可提升机床生产企业的维修质量和售后服务能力，降低维修成本。

提升企业复杂型零件的加工能力，通过工艺服务系统可有效解决工艺技术难点，提高生产效率，提高成品率。通过云端共享加工工艺文件，为用户提供远程技术服务、解决复杂型腔类零件电火花加工的工艺技术难题。

## 四、测试床当前情况

---

### 1. 测试床当前建设情况

该测试床项目目前完成了数据采集板卡及云端系统软件的设计部署，机床极其关键部件的数据通过云端展示平台可获取到实时状态、历时状态及告警数据等信息。

### 2. 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

该测试床项目目前由北京市计算中心及北京市电加工研究所组成，同时也欢迎其他企事业单位加入到该项目的合作当中。

测试床的部署及操作将在北京市电加工研究所进行。物理组件中的电火花成形机床及数据采集板卡将安装到北京市电加工研究所实验室内，物理组件中的云端服务资源将安装在北京市计算中心实验室内。软件平台部署在云端服务器上，其他平台测试单位依据管理权限参与到平台测试中。

# 基于蜂窝技术的通信设备制造系统

## 引言：企业概况

爱立信南京工厂成立于 1992 年，是爱立信在国内第一个合资企业。作为爱立信全球最大的制造及供应链基地，南京工厂生产多种无线设备，支持全球 300 多个已发布产品。



在爱立信与中国移动大力发展 NB-IoT 技术的背景下，双方签署合作协议，打造基于蜂窝技术的通信设备制造测试床。爱立信南京工厂被选为这次试点的合作单位。

## 一、关键词

---

利用 NB-IoT 和 eMTC 等移动通信技术对生产制造的多个环节进行监控、互  
联，通过生产数据的关联分析，实现对生产的数字化改造。

## 二、测试床项目概述

---

### 1. 痛点

爱立信南京工厂主要生产基站射频模块，属于传统电子装配制造业，现在面临着快速 NPI，多品种并行，产品类差异大，生命周期长短不一，订单量不均衡，信息化技术整合不足等典型生产问题。此外爱立信南京工厂运用大量的独立系统

运营业务，全面覆盖订单管理，计划管理，产品管理，库房管理，生产执行，物流管理等信息化的需求；但是同时也存在比较严重的信息孤岛效应，各个系统和工具之间数据不互通，需要大量的人工处理和协调。

## 2. 目标

基于蜂窝技术的通信设备制造测试床旨在验证利用 NB-IoT 等先进通信技术完成对仓储、生产、测试、包装等多个环节的监控和管理、多个生产管理系统间相互协同以及多种工业生产数据关联分析，从而实现生产的数字化、信息化。测试床包括：

**多环节的监控和管理：**利用 NB-IoT 和 eMTC 等移动通信技术对现有仓储、生产、测试、包装等多个环节进行改造，实现对物料、设备、产品、质量等多方面可追踪，可管理。

**生产管理系统互联：**将现存的多个独立的生产管理系统互联，完成数据流的整合，实现各子系统之间的协同工作。

**多种工业生产数据关联分析：**利用机器学习算法，将各个制造执行系统的数据进行多维度关联分析，挖掘数据价值，实现生产过程的数字化改造。

## 三、测试床项目解决方案

---

### 1. 解决方案架构

根据工业互联网产业联盟所发布的整体架构，并在联盟的指导下，本测试床整体架构如图 1 所示。测试床在原有 RFID、Ethernet 等基础上增加了对 NB-IoT 和 eMTC 通信技术的支持。由于采用了授权频谱，避免了其它信号干扰；而基于公众移动网络的通信，在保证信息安全的同时，也无需单独部署网络基础设施。工厂运行数据采集上来提交到本地云平台，在云平台上对数据进一步整合，分析，为上面的各种应用提供能力支撑。

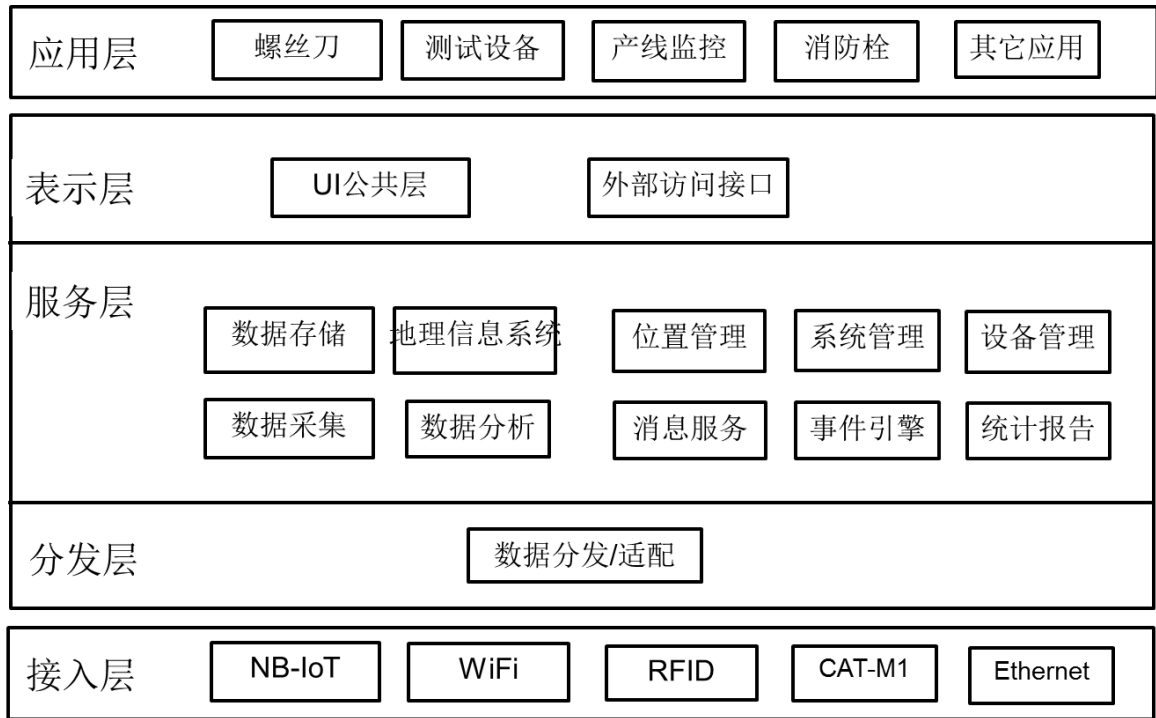


图 1 基于蜂窝技术的通信设备制造系统

## 2. 物理平台

**工业通信网络：**搭建支持 NB-IoT 和 eMTC 的蜂窝网络覆盖，连接 OneNet 数据平台，利用其广覆盖，低功耗，中低速率传输的特性完成生产数据的传输和管理

**数据采集模块：**基于 NB-IoT/eMTC 模组的通信协议，使用不同类型的传感器模块采集生产过程中的各种数据，应用于生产流程管控，质量管理，设备工具维保等领域

**各种生产管理系统的服务器：**订单系统、物料系统、产品信息系统、跟踪追溯系统、测试系统、SMT 系统、资产管理系统、MES 系统

**自动化系统：** PLC 和相关传感器设备

**执行机构：**伺服电机、气缸、电缸、电爪、机械手臂、电枪

## 3. 软件平台

软件平台的主要功能包括：

**接入层：**接入层提供多种接入方式，保证上层系统收集到更多的生产运行数据。

分发层：分发层负责将接入层数据以设定好的格式提交给上层，并将上层响应分发到相应的设备。

服务层：服务层是整个平台的核心，主要提供数据处理、系统管理、设备管理、位置管理及其它平台辅助功能。

表示层：表示层负责现有生产执行系统的访问，以获取当前生产情况。另外对上层应用提供一个统一的访问和展示接口。



图 2 基于蜂窝技术的通信设备制造系统展示界面

## 4. 分布式配置接口

测试床软件使用 Rest API 和物联网 OneNet 接口获得 IoT 的应用数据

测试床软件和子系统采用不同的数据通信协议，包括 SOAP，Web service，RDMS，TCP/IP，HTTP 等多种，可根据需要灵活选用。

## 5. 测试床预期效果

### a. 经济效益

生产过程可视化：对工厂内各主要设备进行数据采集并统一呈现，实现仓储、厂内物流、表面封装、总装、测试等 5 个环节可视化 80% 以上。

精细化管理：根据生产过程中采集的数据对人员及生产安排进行精细化管理，提升生产线效率 10%。

快速响应：打通从订单到发货的信息流，缩短调度响应时间 20%，提高生产柔性。

降低维护成本：建立维护设备使用情况监控系统，对设备的状态和利用率等

进行有效管理，通过多维度关联分析，降低装配和测试设备的维护成本 15%，提升设备维护质量和利用率。

## b. 商业及社会价值

通过将 NB-IoT 和 eMTC 等先进通信技术与生产制造相结合，可以对生产进行实时监控，并进一步结合数据分析，优化生产流程、提升生产效率。从而从整体上提升社会生产率和资源利用效率。

# 四、测试床当前情况

---

## 1. 测试床当前建设情况

### a. 已经完成的工作及获奖情况

实现测试床主体功能，包括接入层、分发层和部分服务层及表示层的工作实现了七个案例在爱立信南京工厂的案例落地，包括智能螺丝刀、测试维护、ANDON 系统、消防设备监控、产出监控分析等。

智能螺丝刀产品化设计完成，将在 2018 年初在工厂批量部署

上海 MWC 智能制造案例展示及中国双创大会展示

参加世界物联网博览会（无锡），荣获两项大奖

中国移动政企“和智造”工业物联网创新展示

北京通信展 ICT 智慧城市创新产品大奖

### b. 2018 年工作重点：

端到端（芯片、模组、网络）的验证及完善—2018 年一季度

端到端的网络性能验证—2018 年一季度

智能螺丝刀的规模性试商用—2018 年一季度

爱立信智慧工厂的展示中心落地建成—2018 年一季度

实现测试床的进一步优化—2018 年二季度

携手合作伙伴进行相关应用领域的方案落地及初步行业推广—2018 年二期

度

新的应用案例开发—2018 年三季度

对不同应用建立数据分析模型,通过深度挖掘,提升生产效率和智能化水平  
—2018 年三季度

## 2. 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

### a. 参与单位

爱立信（中国）通信有限公司

中国移动

### b. 分工

#### 爱立信

设备层：提供接入终端模块

平台层：提供系统的软硬件环境，包括数据存储、分析、地理信息系统等。

应用层：基于平台的工业应用

安全评测、数据挖掘

商业模式探索

#### 中国移动

系统设计指导

网络基础设置

端到端数据采集及分析解决方案

商业模式探索

---



# 工业互联网大数据技术在空压机节能上的应用

## 1 测试床名称

工业互联网大数据技术在空压机节能上的应用

## 2 发起公司和主要联系人联系方式

深圳市汇川技术股份有限公司 谢振华 18689212809

华为技术有限公司 殷宏 18665363625

## 3 合作公司

空压机厂商：广东艾高装备公司

空压机终端用户：正元包装公司

## 4 测试床目标和概述

空压机的作用是通过压缩空气提供动能，其应用领域和实际用途都非常广泛，是现代工业重要的生产设备。据统计，目前空压机全国存量约 120+万台，每年增量达 20+万台。

本测试床的项目目标是基于公有云，结合空压机物联网平台的监控能力以及收集的大量数据，通过应用工业互联网大数据分析，实现对空压机运转的合理控制，达到节能的目标。

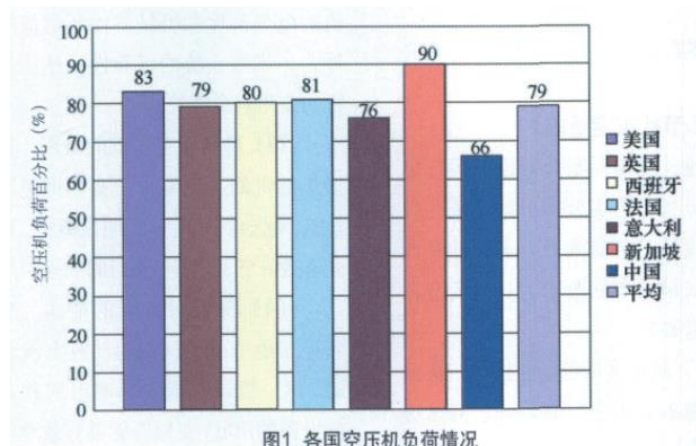
## 5 测试床解决方案架构

### 5.1 测试床应用场景

空压机能源浪费的主要场景：

1) 空载运行时电能浪费严重

通常，空压机系统设计或设备选型都是按照最大负荷条件进行的。但在实际使用中，用气端负荷是变化的。有资料显示，一般压缩空气系统的负荷率为 60%~70%。中国空压机设备负荷率为 66%，即设备在其余 34%的时间里以卸载方式运行。此时对于采用常规调节方式的螺杆空压机而言，其功率消耗仍为满载功率的 20%~40%。卸载运行时的能耗为总能耗的 9%~18%，能源浪费严重。



## 2) 压差损耗

空压机的输出压力基本上是现场技术人员根据实际经验进行设定，而且一旦设定，将较长时间不变化，直到生产设备用气需求发生变化。一般说来，输出压力会大于实际使用所需的压力。例如输出压力是 8 个大气压，而实际使用压力只需输出 6 个大气压。如果根据实际需求，将输出压力设定为 6 个大气压，将节省 25%的电力。

## 3) 其他能源损失情况

空压机的效率，减少压气管道内的压力损失和泄漏，节约压气的消耗量，提高压缩机的工作可靠性，维持其高效运行与降低能耗具有十分重要的意义，是其主要发展方向。

## 5.2 测试床重点技术

**应用物联网技术，利用工业互联网大数据分析，探索新的节能措施**

通过大规模的数据采集，充分了解空压机的运行规律，实时掌握空压机的运行状态，是本 Testbed 项目的基础。

在获取大量历史数据的基础上，对于空压机的运行规律进行建模分析，通过**统计学习**发现用气模式；对于空压机进气、排气、输气、用气进行全程监控，通过**强化学习**发现设定合理的排气压力以及对漏气进行告警；对于空压机各项运行参数（电机转速、润滑油温、气体的湿度等等）进行实时监控，通过**深度学习**技术发现关键能耗影响因素，进而根据用气负载进行实时调整。

通过物联网+工业互联网大数据，对空压机节能进行全面考察，给出系统性的解决方案，是本 Testbed 项目聚焦的方向。

### 5.3 技术先进性

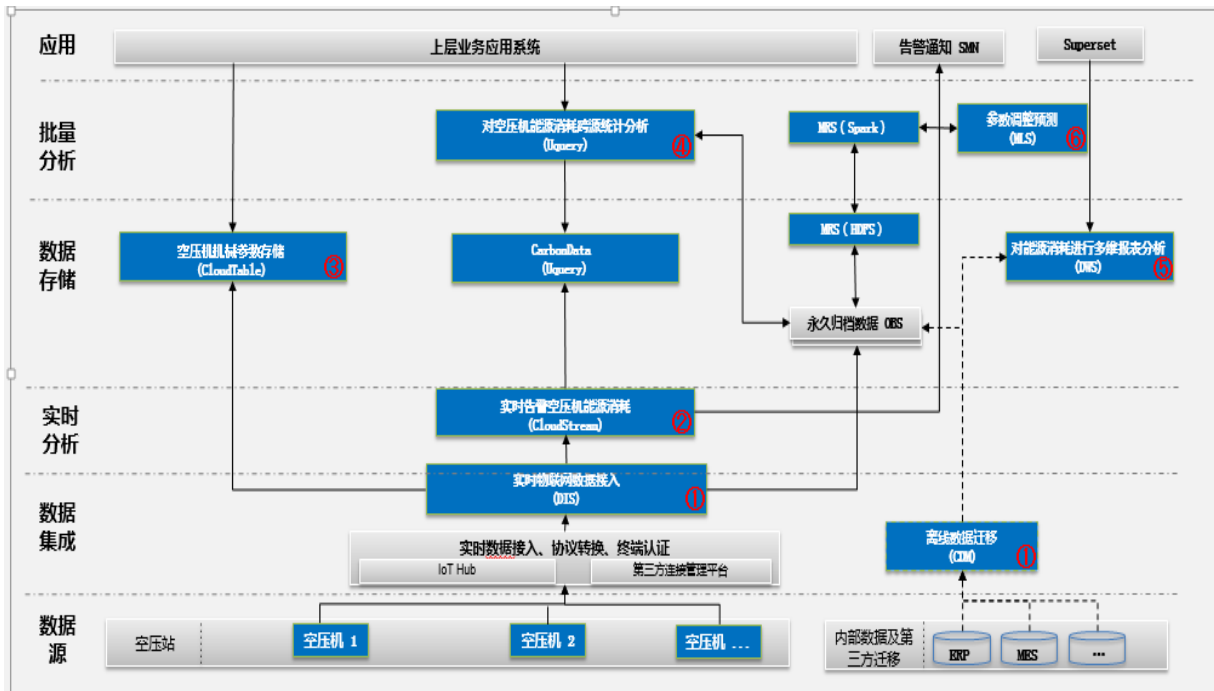
到目前为止，业界还没有尝试利用物联网平台，结合工业互联网大数据技术，对空压机节能技术进行全面系统的分析。本测试床项目，将在这方面做出开拓性的尝试。除了上文提到的空载损耗和压差损耗这两个主要能耗因素，本项目还将探索空压机站中多台空压机的协同控制以及空压机工作参数的动态调整，以达到高效节能的目的。

### 5.4 测试床解决方案架构

验证示范平台的整体架构设计将在工业互联网产业联盟的指导下，由汇川技术和华为技术共同搭建完成。



解决方案架构如下图所示：



## 6 预期成果

通过下面 3 个领域说明实施测试床的预期成果。

### 6.1 商业价值

空压机节能 Test bed 项目的价值在于可以实现多赢：

- 1) 空压机使用企业，即终端用户：可以 减少电费支出，减少企业生产成本。
- 2) 空压机生产企业：可以 提升产品竞争力，优化产品设计，主动接入空压机物联网。
- 3) 空压机物联网平台（汇川）：可以提供高价值服务，吸引更多空压机接入，提升业务收入。
- 4) 公有云平台（华为）：可以大量消耗基础服务资源，提供有粘性的大数据服务，增加收入。

### 6.2 经济效益

项目直接经济效益在于有效节省电费，直接降低空压机使用企业的用气成本。根据节能成本分析，以 22kw 的普通机组为例，一年运行 8000 小时，一年的电费是： $12.76 \text{ 万} = 22 * 8000 * 0.725$ 。如果节能 5%，1 台可节省约 6 千电费。全国按 60 万台计算，则总共可节约电费 3.6 亿元。

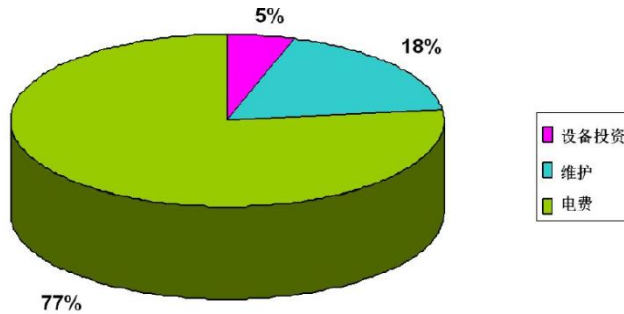
项目目标是在现有节能方式的基础上，期望通过工业互联网大数据分析，探索 5% 的能效节省实现。

### 6.3 社会价值

空压机能耗巨大，是出名的电老虎，我国每年有全国总耗电量的 6% 用于生产压缩空气。在大多数工业企业中，压缩空气系统能耗约占企业总能耗的 10% ~ 20%，在部分企业甚至超过 50%。

以上海市为例：对 1000 家年耗电量 500 万 kWh 以上的重点工业用电企业调查，在用空压机将近 6000 台，涉及多种类型和大部分品牌。空压机年用电达 14.2 亿 kWh，约占企业消耗总电能的 12%，部分企业甚至高达 30% 以上。

纺织行业空气压缩机系统的调查分析：空压机系统五年的运行费用构成中，系统的初始设备投资及维护费用约占总费用的 23%，而电耗（电费）高达 77%。



空压机节能技术一旦有突破性的进展，将有效的实现能源节省。

## 7 测试床技术可行性

项目节能方法探索思路：

### 1) 压差损耗

通过强化学习，动态学习末端设备的实际运行状态，模拟其工作过程中的实际压力需求，从而为考虑其它前端能耗因素的前提下，动态设定空压机的空压值。

### 2) 空载损耗

通过统计学习技术，归纳空压机负载运行的规律，当判断空压机将进入较长时间空转运行的时候，主动设定空压机进入休眠状态，从而达到减少空载损耗的目的。

### 3) 单台空压机控制算法参数调整

通过深度学习，学习空压机的工作效率与各种配置参数之间的关系，根据当前工作环境和用气需求，实现参数值的动态调整。

### 4) 空压机机组控制算法参数设定

利用优化技术学习不同空压机之间的参数匹配与实际能效消耗的关系，选取最合理参数数组，优化空压机机组之间并发工作效率。

## 7.1 物理平台

本 Testbed 涉及的物理设备包括：

- 1) 传感器组
- 2) 空压机及自身控制系统
- 3) IOT 网关（汇川智能硬件）
- 4) 数据回传网络（2G/3G/4G、WIFI 等）
- 5) 运行汇川云（物联网平台）及华为云所需的计算服务器、存储设备、网络设备

## 7.2 软件平台

本 Testbed 涉及的软件平台包括：

- 1) 汇川云：汇川技术开发的工业物联网平台。空压机监控数据将接入汇川云。汇川云可以实现对空压机的远程控制。
- 2) 华为云：汇川云将运行于华为云。作为公有云平台，华为云除了提供 IaaS 和通用 PaaS，更重要的是提供工业互联网大数据分析平台。以工业互联网大数据分析服务为基础，汇川和华为将联合实现空压机节能相关的数据建模和数据分析算法，对空压机运行进行控制，完成空压机节能的目标。

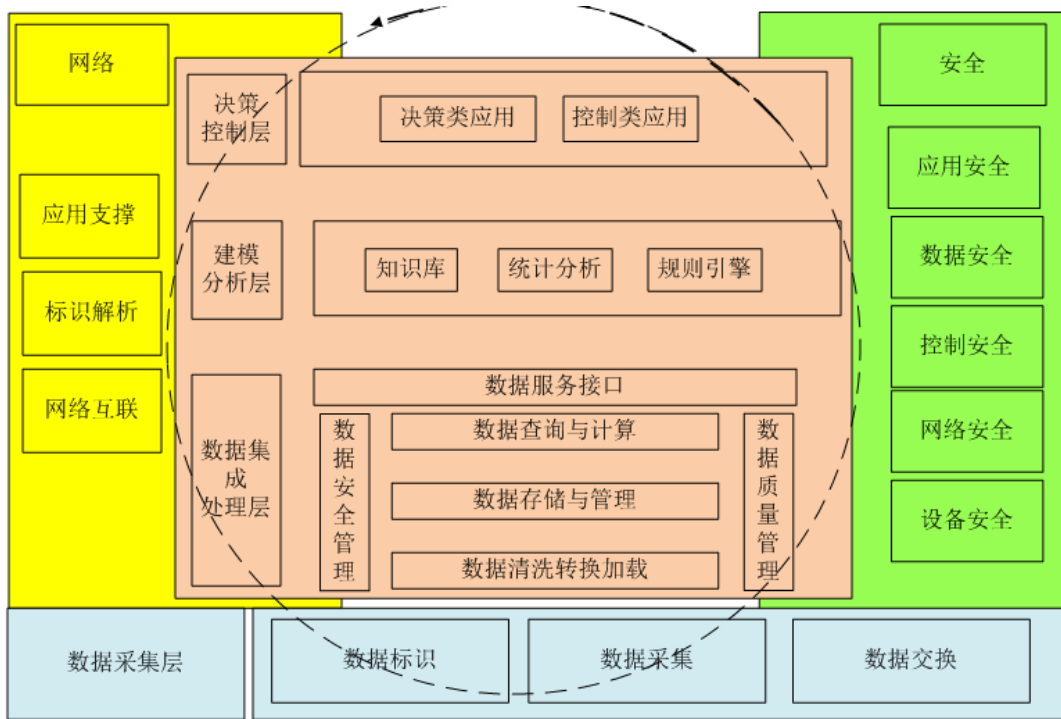
## 7.3 软件开发和环境模拟

本 Testbed 项目的软件开发工具将基于华为云的软件开发云服务。环境模拟，将以汇川云收集的空压机数据为基础，利用华为云大数据服务实现建模和模拟。

# 8 和 AI 技术的关系

## 8.1 AI 总体架构

验证示范平台的整体架构设计将在工业互联网产业联盟的指导下，由汇川技术和华为技术共同搭建完成。测试平台将在过程框架的过程中提供反馈，以报告的形式分享经验。



## 8.2 AII 安全

验证示范平台将遵循工业互联网产业联盟提供的安全指导原则进行安全设计、实现和测试。将和 AII 安全组密切合作，邀请安全组成员参加验证示范平台项目评审。

本验证示范平台安全设计原则：

**基本假设：所有网络系统都会受到内或外的攻击。**

本平台中各系统可实现系统安全措施，以适用于存在的潜在安全风险。

- 1) 系统具备标准安全协议 (例如 SSL、SSH，VPN 连接)，对系统的访问总是进行身份验证和，并与授权系统相关联。
- 2) 设计中系统间通信包含敏感数据时通过标准安全协议确保安全
- 3) 系统设计原则是不留下任何未受保护或未使用的开放端口，并且在利用公有云的的防火墙规则，系统在 VPC 环境中部署。
- 4) 系统所有 API 执行身份验证
- 5) 系统对安全凭据存储加密
- 6) 各系统访问可追溯，并进行敏感系统与多因素身份验证。

- 7) 系统对敏感数据单独加密（包括隐私）
- 8) 系统对安全密钥实施轮换政策
- 9) 网关采用数据加密交互。采用白名单指令设置。

### 8.3 详细清单

序列	名称	厂家或型号	数量	说明
1	空压机物联网	汇川技术	1套	按项目实际需求配置人员限权
2	智能硬件（网关）	汇川技术	1台	与设备数量有关
3	公有云平台	华为	1套	如具备有线网络此项可省略
4	传感器	待定	按需	根据数据采集需求，另外加装

空压机设备自身不具备接入物联网的能力，通过空压机控制系统通过网关接入网络，另外项目将考虑空压机前端的入气、空压机将气体输送到执行机构的环境监测，涉及到传感器的应用，需要做传感器采集点。

### 8.4 安全联系人

安全联系人：谢振华      汇川工业互联网产品线产品经理

### 8.5 与已存在 AI 测试床的关系

该测试床项目与之前已经审批的测试床无任何关联。

## 9 交付件

测试床的交付件包括：

- 1) 项目计划任务书
- 2) 解决方案设计书



- 3) 数据分析报告
- 4) 算法设计报告
- 5) 验证报告
- 6) 测试床结题报告

## 10 测试床使用者

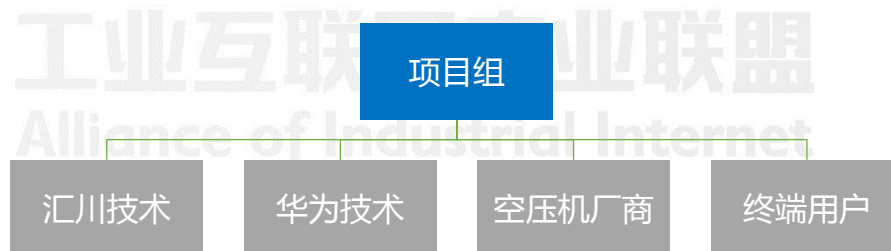
非发起方的平台参与者可以使用验证示范平台的所有操作功能，但仅限于功能的操作使用，禁止泄露给同行业的第三方。

## 11 知识产权说明

项目合作过程中产生的全部开发成果及其知识产权，包括但不限于申请专利的权利、专利申请权、专利权、版权、商业秘密，均归发起方共有；未经一方书面同意，另一方不可将本协议项目合作过程中产生的任何知识产权转让、许可给任何第三方。

## 12 部署，操作和访问使用

空压机节能工业互联网大数据测试床项目组织构成如下：



参与各方的任务分工如下：

- 1) 汇川技术
  - 提供汇川云 及空压机物联网平台；
  - 提供空压机数据以及空压机维护、节能的领域经验；
  - 配合实现工业互联网大数据建模和算法。
- 2) 华为技术

- 华为公有云 IaaS、通用 PaaS 以及大数据服务；
- 提供基础云计算环境，提供工业互联网大数据建模和算法构建能力；
- 配合算法在空压机物联网平台的落地。

### 3) 空压机厂商和终端用户

- 支持空压机输气调节等专业经验，例如，中间过程的合理能耗泄露比例；
- 提供空压机使用实际要求场景，例如，压差，空载，控制算法参数调整，etc；
- 确定末端设备正常运作的判断标准，例如，末端设备压力正常情况；
- 配合实现参数数据获取（加装传输设备，etc）；
- 配合工业互联网大数据算法的实施，实现算法落地的参数数据调节。

## 13 资金

空压机节能工业互联网大数据测试床项目所需资金由参加者提供。

## 14 时间轴

项目周期为半年，预期的关键时间节点、任务和输出件如下：



# 面向 OT/IT 融合互通的 TSN 网络测试床

## 引言 / 导读

工业互联网创新中心（上海）有限公司是中国信通院全资子公司，公司位于建设具有全球影响力科创中心的主体承载区-上海临港，由上海经信委、临港管委会、中国信通院三方战略合作，联合打造国家级工业互联网创新中心和上海工业互联网研发与转化功能型平台载体，以促进工业互联网自身产业链发展，推动传统工业企业转型升级。

公司重点业务领域包括开展工业互联网的互联网络、核心装备智能化、核心软件与平台、安全保障体系等共性技术、标准及平台联合攻关，构建工业互联网领域总体、技术、标准、试验、研发、知识产权等公共创新平台，突破技术产业发展瓶颈，促进产学研用协同创新，加速工业互联网技术、产品及应用创新。创新中心已承担了多项国家和上海市重大项目。

## 一、关键词

---

**测试床亮点：** TSN 技术、性能和兼容性验证；标准硬件的推广验证；有保证的服务质量认证

**创新点：** TSN 高带宽高精度度；多协议互通性、兼容性验证；TSN 跨行业的示范性；

## 二、测试床项目概述：

---

### 1. 概述

现代生产制造企业的运营往往横跨复杂 IT 和 OT 基础设施，通常涵盖成千上万的设备，且这些设备往往通过多种复杂的现场总线连接。然而，IT 人员往往不熟悉 OT 网络或工业控制系统，他们中几乎没人会涉足工厂环境。与之相反，OT 员工在以稳定性、安全性和可靠性为重的运营环境工作，他们中很少会引入新技术实现智能制造转型，延缓并阻碍了工业互联网发展势头。

随着 TSN 的出现，这一问题可以被解决，TSN 从网络架构上将 IT 技术和 OT 技术融入到一个体系内，最终实现“企业有组织，资源无边界”的目标，激发工业互联网生态圈中的大量应用场景，推动产业的转型升级。

### 2. TSN 网络测试床目标

开展 TSN 测试床是为了打通工业互联网最后“一公里”，实现 IT 网络和 OT 网络的“一网到底”，同时吸引更多的国内外生产厂商参与进来，共建工业互联网生态，培育市场。同时推进 TSN 技术的完善，带动并形成具有 TSN 功能的诸如交换机、PLC 设备和通讯模块以及智能网关等一系列“多网合一”的产品研发，最终达到从主干网络到各个子节点全覆盖，实现 TSN 设备的“全网通”。此外，在 TSN 网络环境之上搭建 OPC-UA 和 DDS 等分布式通讯协议的融合测试环境，实验并寻找适合工业企业 IT 和 OT 网络最佳的解决方案。

## 三、测试床项目解决方案

---

工业互联网创新中心结合工业领域智能工厂规划改造，寻找行业应用场景，进行 TSN 测试床环境搭建。通过测试床，模拟构建高速主干环网，验证 TSN 技术特性。

## 1. 解决方案架构

TSN 技术平台模拟智能工厂内高速主干环网的基础设施。到 2018 年 6 月份，将建成由六台 TSN 网络交换机组成的主干环网和由 2 套支持 TSN 网络控制器组成的两轴同步控制系统共同模拟连续生产动作。本平台中存在一个基于 TSN 的交换机与伺服驱动器通信，并通过一个在连接在 TSN 网络的“边缘云”主站节点控制该伺服器，同时与所连接的 IT 系统进行互联互通。整体顶层设计架构如下：

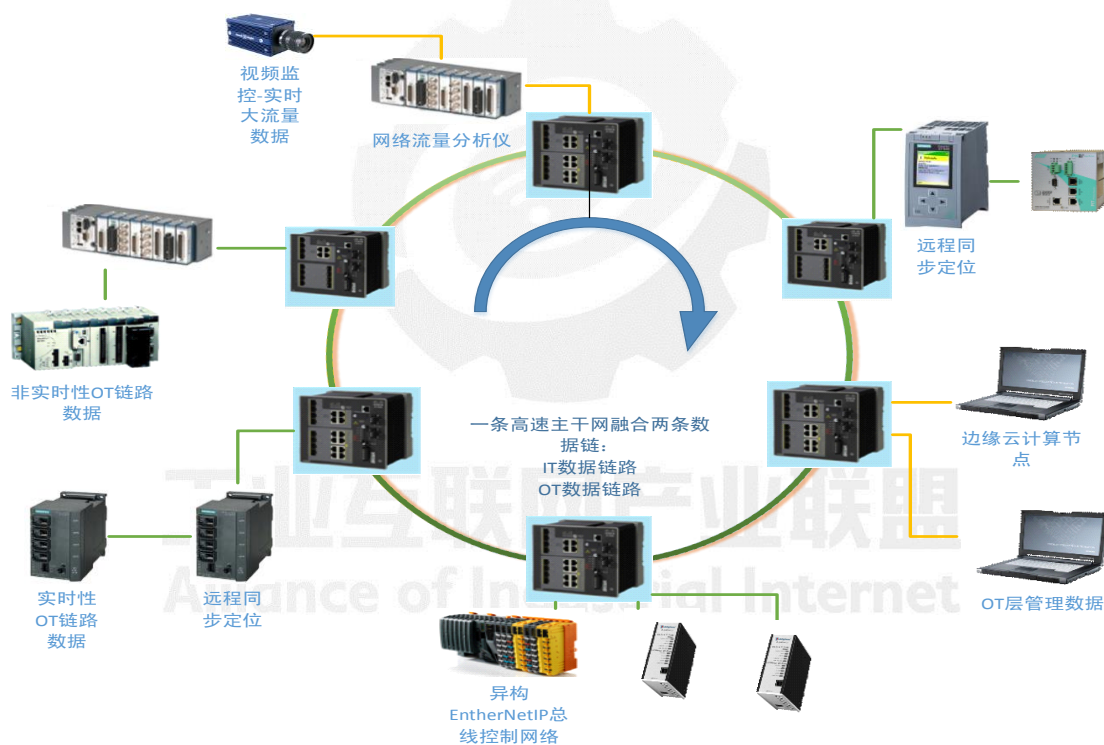


图 1 TSN 测试床架构

## 2. 测试床预期效果

本项目平台将建设一个基于 TSN 网络的技术验证和互通测试床，其预期效果：

- 1) 形成一个 TSN 基础测试平台，为企业提供服务，支持 TSN 产品的验证和研发；
- 2) 起草基于工业互联网时间敏感网络产业的系列标准；
- 3) 发布一批基于工业互联网时间敏感网络的报告；
- 4) 培育基于工业互联网时间敏感网络的市场。

## 四、测试床当前情况

---

### 1. 测试床当前建设情况

本平台分成三个建设阶段：

2018 年 6 月：通过购买和集成国内外工业网络主流厂商的 TSN 设备，完成测试床环境搭建，实现 TSN 网络环境验证；

2018 年 12 月：测试床互通验证能力扩展，通过集成主流的工业以太网设备，验证现有的工业以太网技术与 TSN 兼容性和互通能力。

2020 年 6 月：测试床应用和评估能力扩展，成立 TSN 重点测试实验室，形成对支持 TSN 设备的功能、性能、互通等方面的测试评估能力，为企业提供服务，形成公共测试平台。

### 2. 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

目前已形成多个参与者合作分工，共建测试床的局面：

- 上海工业互联网创新中心：测试床整体方案的设计，平台建设和应用推广
- 中国信息通信研究院：标准制定和整体方案指导
- 中国移动通讯研究院：TSN 原型系统研究和技術实现支持
- 北京汉普达电气技术有限公司：测试床基础平台集成
- 华为：TSN 产品研发，参与技术验证、互通测试和应用推广
- 沈阳自动化研究所：OPC-UA 和 TSN 融合研究和测试床建设

# 工业互联网平台人工智能开放引擎测试床

**引言：**北京航天智造科技发展有限公司（以下简称公司），隶属于中国航天科工集团公司，是航天云网科技发展有限责任公司的总体部与技术研究院，是航天科工集团公司云制造技术研发中心，中国“工业互联网产业联盟”标准化组组长单位，中国信息系统集成及服务行业联盟智能制造专业委员会主任委员单位和秘书处单位，科技部复杂产品智能制造系统技术国家重点实验室的核心组成单位，工信部首批智能制造试点示范单位和工信部首批中德智能制造合作试点示范企业。公司秉承“信息互通、资源共享、能力协同、开放合作、互利共赢”的核心理念，积极响应“中国制造 2025”和“互联网+行动计划”国家战略规划，致力于打造世界首批、中国首个工业互联网平台——航天云网（INDICS 平台），积极推进基于“互联网+先进制造业”的云制造业务模式。公司研发的航天云网（INDICS 平台）是根据中国国情以及信息化时代工业产业发展大趋势，所设计的中国工业互联网使命框架，平台高效整合和共享国内外高、中、低端产业要素与优质资源，以资源虚拟化、能力服务化的云制造为核心业务模式，针对当前我国制造企业水平参差不齐，工业 1.0、工业 2.0 和工业 3.0 并存的现状，以提供覆盖产业链全过程和全要素的生产性服务为主线，面向企业、政府、创业者提供完善的“互联网+先进制造业”解决方案，有效促进中国制造业 1.0/2.0/3.0/4.0 的全面提升，获得了第 17 届中国国际工业博览会创新金奖。

## 一、关键词

---

开放人工智能引擎；面向工业的人工智能算法；资源智能调度；设备状态智能预测；精密加工智能检测。

## 二、测试床项目概述

---

工业互联网平台人工智能开放引擎测试床包括 PaaS 服务、SaaS 服务和应用测试三部分。测试床提供基于 Tensorflow、Caffe、PaddlePaddle 的开放人工智能引擎，以及开放的

通用类人工智能算法和面向工业智能分析的工业人工智能算法，利用 INDICS 平台为企业提供工业人工智能服务与应用，以云服务的形式支持企业智能化改造，实现流程优化，提升自动化、智能化水平，促进商业模式创新。

### 三、测试床项目解决方案

#### 1. 解决方案架构

面向制造全生命周期中的人工智能应用需求，依托 INDICS 平台，构建工业互联网平台人工智能开放引擎，提供人工智能模型、开发工具、API 以及人工智能工业应用示范 APP，支撑智能研发、智能生产与智能服务等工业人工智能应用。

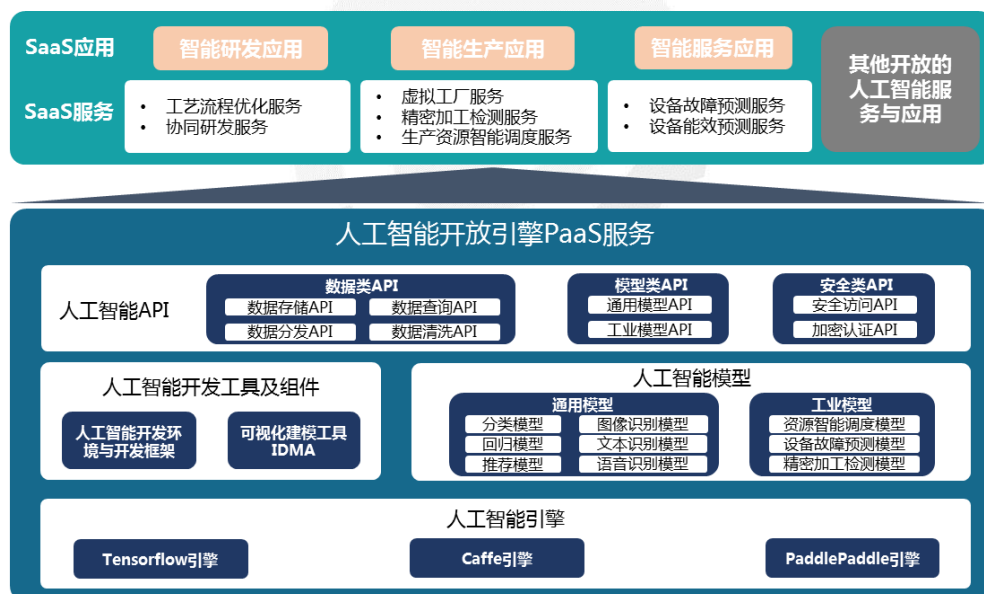


图 1 工业互联网平台人工智能开放引擎

工业互联网平台人工智能开放引擎测试床包括 PaaS 服务、SaaS 服务和应用测试三部分建设内容：

1) PaaS 服务：提供开放的人工智能引擎、人工智能开发工具及组件、通用类人工智能模型、面向工业智能分析的工业人工智能模型、以及相关的人工智能 API。

- 人工智能引擎：基于 Tensorflow、Caffe、PaddlePaddle 等开源人工智能框架，建设人工智能引擎，提供统一的人工智能算法运行环境，支持分布式计算、图式计算、CPU+GPU 混合计算等计算模型。



- 人工智能开发工具及组件：提供人工智能开发环境与开发框架以及可视化建模工具，支撑工业人工智能模型的快速搭建与应用的便捷开发。
- 人工智能模型：除了提供通用人工智能模型支撑分类、回归、推荐、跨媒体识别等通用人工智能应用外，还提供面向工业人工智能分析的工业模型，有效支撑生产过程资源智能调度、设备故障预测、精密加工检测等工业人工智能应用场景。
- 人工智能 API：通过 API 提供人工智能算法服务，包括数据存储、查询、分发、清洗等数据类 API，通用模型算法、工业模型算法等模型类 API 以及安全类 API。

2) SaaS 服务：提供生产资源智能调度、虚拟工厂、设备故障预测、精密加工检测等人工智能服务，支撑工业人工智能应用开发与实施。

- 生产资源智能调度服务：将测试床提供资源智能调度算法（启发式解空间搜索优化算法、遗传算法、模拟退火算法等）应用于企业生产制造环节，构建资源优化配置模型，形成生产资源智能调度服务。根据制造过程的生产资源信息，分析和挖掘生产中的要点，考虑关键设备的能力需求及平衡各生产单位的产能，进行排产信息的智能推送，优化排产计划；对资源能力匹配的监测数据进行深度学习，对制造资源调度形成有效预案。
- 设备故障预测服务：将测试床提供的故障预测算法（Softmax 回归算法、CNN 分类算法、GDRT 决策树算法等）应用于设备故障监测和诊断，形成设备故障预测服务。根据设备的关键运行状态数据，预测设备的稳定运行状态、故障发生概率和原因，分析影响设备故障的关键因素，优化设备运行模式和状态参量，有效提升设备可靠性，减少设备故障和非计划停机次数。
- 精密加工检测服务：将测试床提供的精密加工检测算法（CNN 对象识别算法、PCA 特征提取算法、Meanshift 聚类跟踪算法等）应用于产品质量检测环节，形成精密加工检测服务。采用视频图像识别方法自动监控加工过程，采用基于知识库的专家系统，根据加工的条件、要求，选用最佳加工条件组合来进行加工，在线自动监测、调整加工过程，实现加工检测过程的最优化控制。

3) 应用测试：提供涵盖研发、生产、服务等全产业链服务的工业人工智能应用，并在河南航天 695 厂、华中数控等单位开展生产资源智能调度、设备故障预测、精密加工检测等应用示范与测试验证。

## 2. 测试床预期效果

测试床建成后，可支持面向工业智能服务的新一代人工智能应用的快速开发，形成研发、生产、服务等工业人工智能解决方案，提升工业企业制造应用智能化及创新水平。预期效果如下：

(1) 支撑新一代人工智能工业应用开发，打造涵盖制造全产业链人工智能服务的应用生态体系。基于人工智能开放引擎测试床提供的开放 PaaS 服务接口，支持工业智能应用的快速开发与迭代，形成涵盖智能研发、智能生产、智能服务等全产业链服务的人工智能应用生态；

(2) 通过人工智能应用，提高测试企业生产排产效率 30%，降低企业设备故障率 30%，提升检测效率 30%。

## 四、测试床当前情况

### 1. 测试床当前建设情况

在 PaaS 服务方面，已完成了基于 Tensorflow、PaddlePaddle 的人工智能引擎建设，完成了人工智能开发环境与开发框架、通用人工智能模型等产品的开发。目前，正在开展可视化建模工具、面向工业智能分析的工业人工智能模型和人工智能 API 等相关产品的开发工作，引入 Caffe 框架和 GPU 加速计算模式，完善引擎功能。在 SaaS 服务方面，已完成了生产资源智能调度服务的建设工作，正在开展设备故障预测、精密加工检测等 SaaS 服务的研究与开发工作。在应用测试方面，已完成了 CRP 等生产资源智能调度应用的研究和应用示范工作，正在开展设备故障预测、精密加工检测等应用开发与测试验证工作。

### 2. 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

北京航天智造科技发展有限公司负责测试床的总体技术、关键技术研发以及平台集成工作。河南航天 695 厂、华中数控负责开展测试床应用示范和验证工作。360 企业安全负责测试床相关安全技术研发工作。

[模板说明：请尽可能详细完整的填写文档内容。如果对于文档有任何疑问，[请联系 mail: testbed@aii-alliance.org](mailto:testbed@aii-alliance.org) tel:13651850645]

[模板使用：请更新页眉页脚内容，更新标题名称。

- 文档完成日期（最后一个版本的日期）
- 文档版本编号（修订版本，草稿版本从 0.1 编号，初始审批通过的版本从 1.0 编号）

完成填写后，请删除导言说明；同时删除中括号内标注的说明文字。

# 基于 NB-IoT 的家电协同制造管理平台

引言：企业概况

## 1 关键词

园区多工厂工业网络快速部署，设备与关键制造环节统一平台管理，降低通讯网络安装、维护和搬迁成本。

## 2 测试床项目概述：

### 2.1 概述及该测试床目标

将数字化工厂设备层与管理层的通讯从传统工控网加局域网的方式改变为 NB-IoT 通讯方式，一方面可以显著扩大数据采集范围，对内可以实时感知从制造工艺到环境状态的全面信息，对外可以实现区域多个工厂甚至多个企业的数据实时汇聚和共享；另一方面降低通讯网络的安装、维护和搬迁成本。

## 3 测试床项目解决方案

描述技术与业务结合，如何解决行业痛点与难点问题，核心价值体现等

行业普遍存在信息采集移动化、数据管理平台化的需求，但是定制一套专有系统的费用较高，建成之后的维护周期长。

采用该方案可以实现工厂数据采集点的快速部署，进而促进制造过程可视化，提高管理效率和生产效率。

### 3.1 解决方案架构（包括整体顶层设计架构，网络互连架构等）



图 3-1 解决方案总体架构

感知层研究嵌入式感知传输一体化设备，将制造过程的数据采集、处理、显示和 NBIOT 通讯集成在一起。将数字化工厂制造过程各个环节和制造资源的数据采集到该设备中，并发送到汇聚层平台。

汇聚层搭建以数据访问中间件为核心的数据管理平台，对上传和下达的生产制造关键参数和指令进行并发访问协同和多协议汇聚规整，并将处理后的数据发送到应用层。

应用层建立工厂业务管理模型，包括计划管理、物料及库存管理、物流控制、设备效率管理、人员效率管理、能耗管理等模块，结合汇聚层数据进行实时计算和比对，辅助管理人员全面掌握制造状态，支撑决策。

### 3.2 测试床预期效果

对于无网络基础的工厂可以快速部署采集点进行扫码和设备数采，实现制造信息的及时、充分共享，通过该平台吸引供应链相关企业入驻，建立广泛的供应链信息互联关系，实现管理能力的对外增值服务。并作为家电行业智能制造示范平台，向其他行业推广。

## 4 测试床当前情况

### 4.1 测试床当前建设情况；

目前已经完成一条彩电生产示范线建设，并选取其中一个质检站作为 NBIOT 通讯试点应用，向数据中心发送在制品过站信息。

## 4.2 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

包括中移动中央研究院（核心技术）、中移动绵阳分公司（管道服务）、中兴（芯片）、华为（芯片）、中嵌（边缘计算设备）等。