



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

2016年测试床项目汇编

工业互联网产业联盟（AII）
2018年3月

2016 年测试床项目汇编



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

工业互联网产业联盟（AII）

2018 年 3 月

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：aia@caict.ac.cn

编写说明

为加速优秀工业互联网验证示范方案的推广与复制，促进物联网、云计算、大数据、人工智能等技术的规模化应用，建立示范样板，在工业互联网产业联盟指导下，2016年面向联盟内部，启动了两期验证示范平台项目征集，旨在通过联盟将高价值可复制的创新解决方案树立为样板点，加速技术、产品和解决方案的孵化。通过联盟各工作组组长及专家评审，最后共评审出13个验证示范平台案例，并由验证示范平台组组长单位华为技术有限公司与副组长单位中国信息通信研究院牵头编写了验证示范平台案例集，为业界提供参考和借鉴。

牵头编写单位：华为技术有限公司、中国信息通信研究院

参与编写单位：中国电信、上海威派格智慧水务股份有限公司、北京航天制造科技发展有限公司、智能云科信息科技有限公司、三一重工股份有限公司、上海宽带技术及应用工程研究中心、中国科学院沈阳自动化研究所、深圳市水务（集团）有限公司、山东中微光电子有限公司、上海云统创申智能科技有限公司。

编写组成员：

华为技术有限公司：樊玉轲，赵黎黎，于琦，李剑，张晓燕

中国信息通信研究院：李海花，张恒升

中国电信：张建雄

上海威派格智慧水务股份有限公司：丁小凯

北京航天制造科技发展有限公司：侯宝存

智能云科信息科技有限公司：张晓

三一重工股份有限公司：文博武

上海宽带技术及应用工程研究中心：陆肖元，欧丽君

中国科学院沈阳自动化研究所：刘意杨

深圳市水务（集团）有限公司：姜世博

山东中微光电子有限公司：谭海东

上海云统创申智能科技有限公司：赵文龙

目 录

一、2016 年结题测试床

1. 工业网络互联与数据采集测试床	3
2. 智能服务平台测试床	12
3. 基于工业互联网平台的制造服务测试床	20
4. 智能机床工业互联网平台测试床	43
5. NB-IoT 智慧路灯测试床项目	53
6. 软件定义可重构柔性制造验证示范平台	62

二、2016 年未结题测试床

1. 生产质量管理 MQM 测试床-边缘计算和人工智能结合，实现空调质量智能检测	79
2. NB-IoT 智能水表测试床	82
3. 基于安全可靠工业互联网平台的智能工厂测试床	86
4. 工业互联网网络架构水平测试床	91
5. 城市智慧供水测试床	95
6. 基于标签识别技术的产品全生命周期管控验证示范平台	99
7. Aibed 养老监护平台测试床	103

已结题测试床



工业网络互联与数据采集测试床

引言：企业概况

1、中国电信集团公司

中国电信顺应信息通讯业智能化发展趋势，明确了未来十年的转型 3.0 战略，着重推进网络智能化、业务生态化、运营智慧化，引领数字生态，致力于做领先的综合智能信息服务运营商，助力网络强国，服务社会民生。2016 年 7 月 16 日，中国电信联合中国信息通信研究院正式发布《工业连接计划白皮书》，该计划通过研究两融合过程中的“痛点”，提出了工业连接的两类应用、四大场景、八项连接需求，并制定了具体的目标和实施步骤，帮助制造企业实现网络化、数字化、协同化和智能化转型。

2、潍柴动力股份有限公司

潍柴动力参考德国工业 4.0 和美国工业互联网，按照“我国信息化和工业化深度融合专项行动计划（2013-2018）”和“中国制造 2025”等行动计划，针对工业互联网进行了整体规划，制定了智能工厂建设、智能管理与决策分析平台、智慧后服务建设及智能产品建设等四大方向，进一步提升企业效率，提高生产智能化程度，实现网络化数字化转型。

一、关键词

工业网络互联与数据采集测试床旨在验证工业设备智慧互联、适配多种工业设备 PLC 接口的工业数据采集、工业数据分析应用场景与技术方案。

关键词：工业网络互联，工业数据采集，工业数据分析

二、测试床项目概述

1. 行业痛点描述

目前工厂内部网络“两层三级”技术体系和网络结构相互隔离的状况使 IT 系统与生产现场之间的通信存在较多障碍。一是工业控制网络与工厂信息网络的技术标准各异，难以融合互通。二是工业生产全流程存在大量“信息死角”，亟需实现网络全覆盖。同时，在工业大数据的实施过程中，企业数据源较差，尤其是对于机器设备、生产线等实时生产数据采集数量、类型、精度以及频率方面存在较大提升空间，因此对于工业数据采集网络传输的质量提出了新的要求。

2. 当前方案实现目标

工业网络互联与数据采集测试床旨在验证工业设备智慧互联、适配多种工业设备 PLC 接口的工业数据采集、工业数据分析应用场景与技术方案。包括：

- 工业网络互联：建设符合工业标准的车间网络，将智能工厂的设备联网
- 工业数据采集：适配各种 PLC 及数控机床，采集设备数据
- 工业数据分析：实现设备的预测性维护分析，设备效率分析及产品过程质量分析等。

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

三、测试床项目解决方案

1. 解决方案总体架构

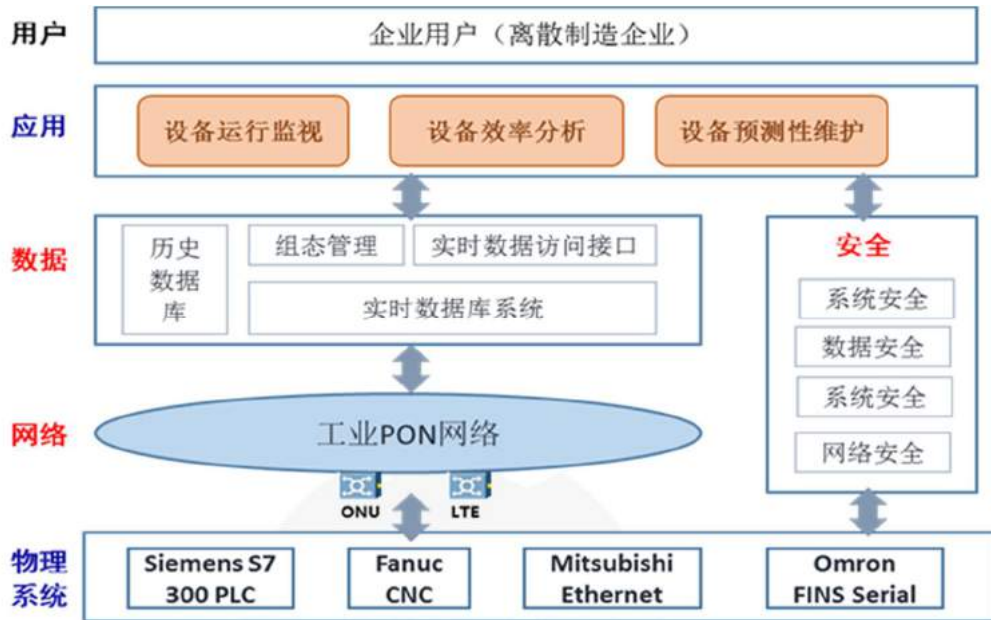


图 1：本测试床总体架构图

本测试床首先对工厂车间生产线的所有设备，采用工业 PON 网络进行网络互联，然后对设备进行工业数据采集，并传输到控制中心；并在控制中心对工厂设备运行状态进行展示和预测分析。

主要系统功能包括：

- 车间工业互联网基础网络建设，对工厂车间生产线的所有设备，通过工业 PON 网络进行网络互联；
- 车间工业互联网设备数据采集建设，对设备进行工业数据采集，并传输到控制中心；
- 在控制中心对工厂设备运行状态进行展示和预测分析。

主要创新点包括：

- 新型工业互联网网络架构，采用工业级 PON 网络技术实现工厂内数据采集网络
- 多种工业互联网协议适配，支持 RS232/485 串口、以太网等多种工业设备接口和通信协议

- 工业互联网大数据探索及实践，通过工业大数据技术进行设备运行分析及预测性维护。

2. 重点系统/创新点描述，安全及可靠性分析

(1) 基于工业 PON 的新型工业互联网网络架构

数字化智能车间生产基础网络是串联车间各项业务相互协同、各类生产设备与控制系统信息交互等工作的基础。在现有潍柴车间通信网络建设中，由于关键车间在初期网络部署建设时间较早，潍柴现有车间网络仅能满足企业信息业务的需求，较多数字化智能设备存在大量网络联网的需求。为了能够实现潍柴工业互联网建设目标，需要进行车间级生产控制及信息采集网络的建设，实现机器与机器间，机器与控制网络间的互联，使得数据可以统一汇聚至企业工业互联网大数据平台进行分析。

车间生产信息网常用通信技术为无线和有线通信技术，由于有线通信技术可满足未来智能设备之间双向交互、高带宽、低时延等需求，已广泛应用。现阶段有线技术有工业 PON 网络技术和工业以太网技术为主流技术，其中工业 PON 网络技术采用上下行不同波长的单纤波分复用技术，一根光纤通过多级光分路送给做多 64 个节点，传输距离可达 20 公里，适用于树型、星型、总线型、冗余型等网络拓扑结构，主要设备为 OLT（光线路单元）、ONU（光网络终端）和 ODN 分光器；而工业以太网技术是利用工业以太网交换机的以太光口进行串接，形成串形或环形组网的通信技术。工业 PON 网络与工业以太网相比，具有以下优势：

- 1) 高带宽：全光接入，双向大带宽，下行 2.5Gbit/s，可升级到 10Gbit/s；
- 2) 长距离：仅需单根光纤线传输，最远覆盖 10 公里范围
- 3) 网络时延短：上行不超过 1.5ms；下行不超过 1ms（一般在 0.3ms）
- 4) 高可靠：无源器件组网，避免电磁干扰和雷电影响。自愈环形网络支持并联型，切换时间短、抵抗能力强。
- 5) 高安全：设置 ONU 安全注册机制；下行数据传送天然加密，上行数据传送时分机制隔离。
- 6) 组网灵活：点到多点传输结果，终端并行接入（多点分光），部署灵活。
- 7) 多业务承载：支持数据、视频、语音、时间同步等多种业务；支持 RJ45

工业网络互联与数据采集测试床

接口、以太网光纤接口、CAN 接口、RS485、RS232 等多接口。

- 8) 可维护性高：网络维护比较简单，易于分析故障点；灵活插卡式设计，易于更换安装。
- 9) 带宽灵活调配：动态给每个 ONU 终端配置特定的带宽，带宽利用率高。

本测试床项目采用工业 PON 网络技术，在潍柴 1 号工厂进行智能车间改造试点，在总装车间、试车车间等 8 个车间部署工业 PON 网络，涵盖加工、装配、试车、涂装四个部分试点整套装备系统，对 420 余台智能设备进行网络联网，具备设备数据及业务数据的远程自动采集及远程交互控制能力，为潍柴智能工业互联网建设打下坚实的网络基础。

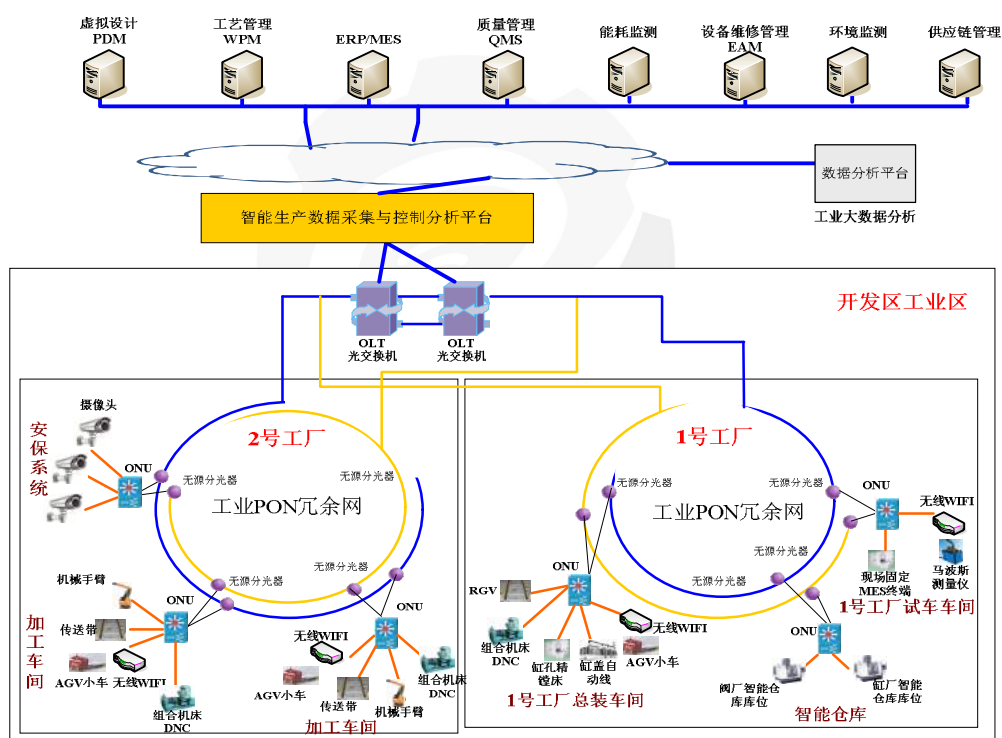


图 2：本测试床网络架构图

(2) 适配各种工业互联网协议的工业数据采集

潍柴车间内设备种类繁多，各种设备接口及协议不统一，导致数据采集困难。本测试床项目通过工业网关及工业 PON 的 ONU 设备实现 RS232/485 串口、以太网等多种工业设备接口接入，并通过集成各种主流的工业协议（如：Profibus/Profinet、Modbus、OPC DA/UA 等），为潍柴实现了各种先进制造设备的数据采集。

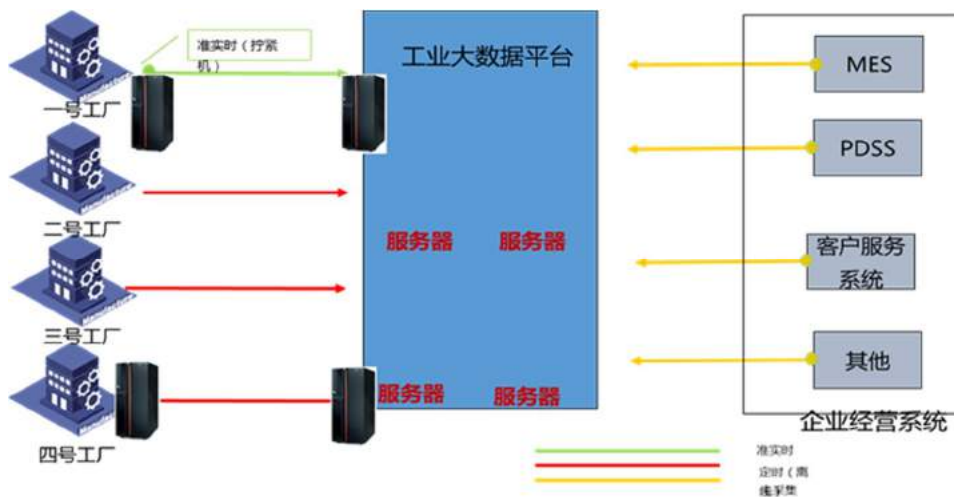


图 3: 本测试床数据采集结构图

工业通信网关通过工业 PC 或专业芯片，集成各种主流的工业协议（如：Profibus/Profinet、Modbus、OPC DA/UA 等），适配不同厂商设备的接口，实现通信协议的解析与转换。同时支持边缘计算能力，实现数据的分布式计算分析，形成本地的实时优化决策。

面对工业现场设备种类繁多，通信接口的多样化的问题。作为工业 PON 网络的接入部分—光网络单元 ONU，是工业 PON 网络的主要组成部分，该设备可以提供以太网（光口、电口）、POTS、CAN、RS485、RS232 和 CVBS 等各种接口，适应各种工业设备智能信息传送及各种专用接入系统应用场合的要求，通过工业 PON 网络把数据汇总到汇聚设备 OLT，然后传送到平台应用层，并对不同的设备传输协议进行解析，避免不必要的中间环节。

(3) 工业大数据分析

本测试床项目通过工业 PON 及数据采集技术，将制造车间产线、制造质量工艺等数据通过网络传输至本地服务器存储。工业互联网大数据平台定期通过中间机进行远程方式采集到存储在服务器中的原始数据，获取之后进行对原始数据的采集、清洗并完成入库操作。

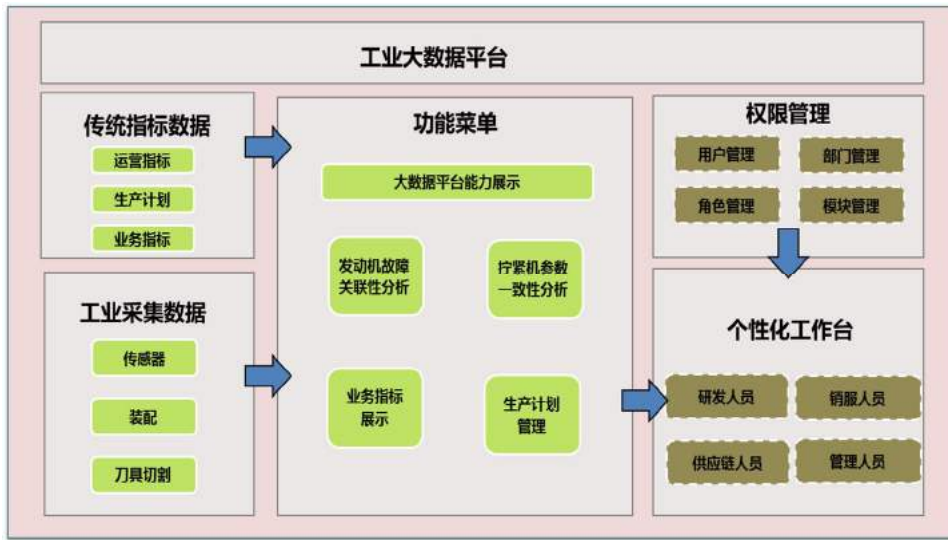


图 4：本测试床工业数据分析功能架构图

本测试床项目中的工业大数据平台通过数据采集后对螺栓拧紧的拧紧方式、参数进行分析，从扭矩、角度、斜率等结果来判断螺栓一致性，从而可以及时发现螺栓拧紧中出现的问题，降低了产品的缺陷率，提升了产线生产效率。

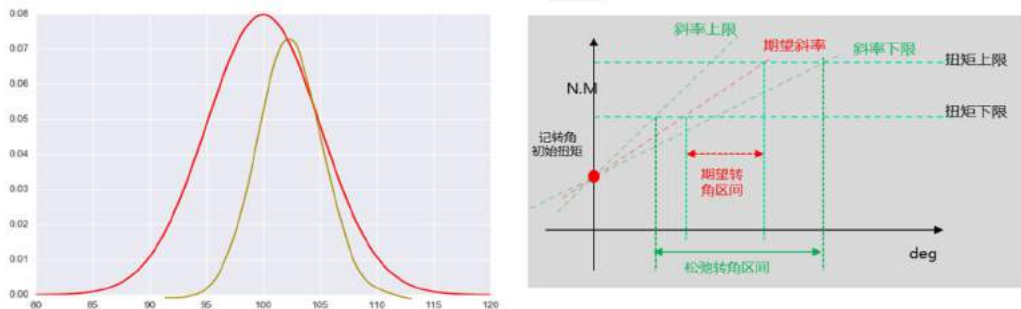


图 5：螺栓一致性分析示例图

- 1) 对普通螺栓：
 - 通过螺栓的拧紧过程数据，评判螺栓的一致性，并进行批次之间、供应商之间的横向比较分析
 - 通过螺栓的拧紧过程数据，以及螺栓扭矩的上限及下限，计算出螺栓转角区间
- 2) 对高强度螺栓

工业网络互联与数据采集测试床

- 新螺栓，定扭矩后，转角范围的确定
- 通过螺栓的拧紧过程数据，评判螺栓的一致性

3. 测试床应用效果，实施效果

通过本测试床项目的实施，中国电信协助潍柴实现了试点车间内的设备的联网及数据采集，通过利用生产数据进行预测性维护分析及产品过程质量分析等应用分析，提高产线生产效率 10%，降低缺陷产品率 40%，降低设备故障停机时间 50%，取得了良好应用效果。

四、测试床项目价值提取

1. 测试床验证了 AII 架构中的以下环节

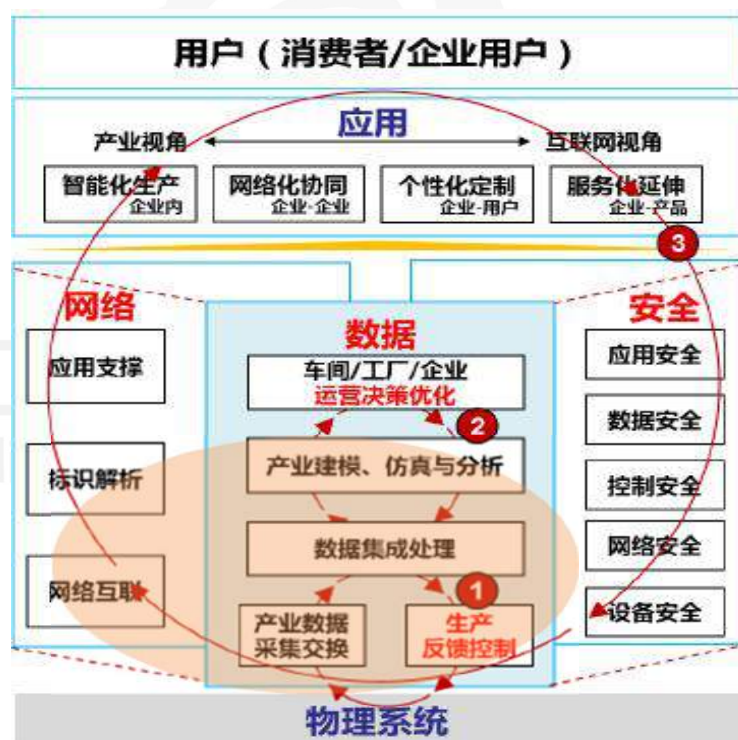


图 6：AII 工业互联网体系架构图

本测试床项目验证了 AII 工业互联网体系架构中的网络模块中的网络互联网（工业设备网络连接）、数据模块中的产业数据采集交换、数据集成处理以及产业建模和分析等环节功能。

2. 新标准/新技术/新应用/新模式提取

基于本测试床项目的试点应用，在 AII 技术标准组中完成了《工厂内网络工业 EPON 系统技术要求》联盟标准的制定与发布，并在 CCSA TC6 中完成了工业 PON 系列标准的立项。中国电信已经联合产业界进行工业 PON 新技术和新应用的推广。

3. 可复制点/可复制行业

本测试床项目将工业 PON 技术、工业数据采集技术及工业数据分析技术在潍柴的发动机制造工厂进行了试点，验证了该技术方案可以适用于典型的离散制造业工业互联网场景，未来可以在离散型制造业企业进行推广应用，具有良好的可复制性。

4. 项目其他亮点

通过本案例实施过程中的经验，中国电信已联合产业界合作伙伴开始进行工业 PON 新技术的应用推广，现已在云南重工、苏州明志科技等领军企业得到应用。

下一步，中国电信将联合合作伙伴，进一步推进工业 PON 2.0 的技术升级工作，将工业 PON 技术与工业数据采集技术进一步融合，打造新一代的面向工业互联网的数据采集网络解决方案。



主标题：智能服务平台测试床

引言

三一重工股份有限公司，始创于 1989 年，是中国领先、全球第五的工程机械制造企业，年销售 600 亿元，产品销往全球 100 多个国家和地区。作为工程机械行业首家智能制造试点示范企业，三一正是依靠数字驱动的智能制造与服务，为自己铺设了智造之路，构建了协同研发、数字制造的核心能力，输出智能产品，并为客户提供极致的智慧服务平台。

树根互联技术有限公司，由三一集团于 2016 年 6 月投资孵化，是独立开放的第三方互联网高新技术企业。树根互联秉承实业报国、技术报国的宗旨，继承吸收了三一集团在工业互联网领域历时 9 年，投入超过 10 亿元的技术经验积累，结合云计算、大数据、物联网、人工智能等最前沿技术，创新打造“根云”工业互联网云平台，建设开放、共建、共享的工业互联网产业生态，为中国工业领域的合作伙伴提供最具客户价值、最接地气、最开放、最安全的工业互联网云平台，为全面提升中国制造业智慧升级、实现中国制造 2025 贡献力量。

1 关键词

工业互联网平台“根云” 产品生命周期智能服务

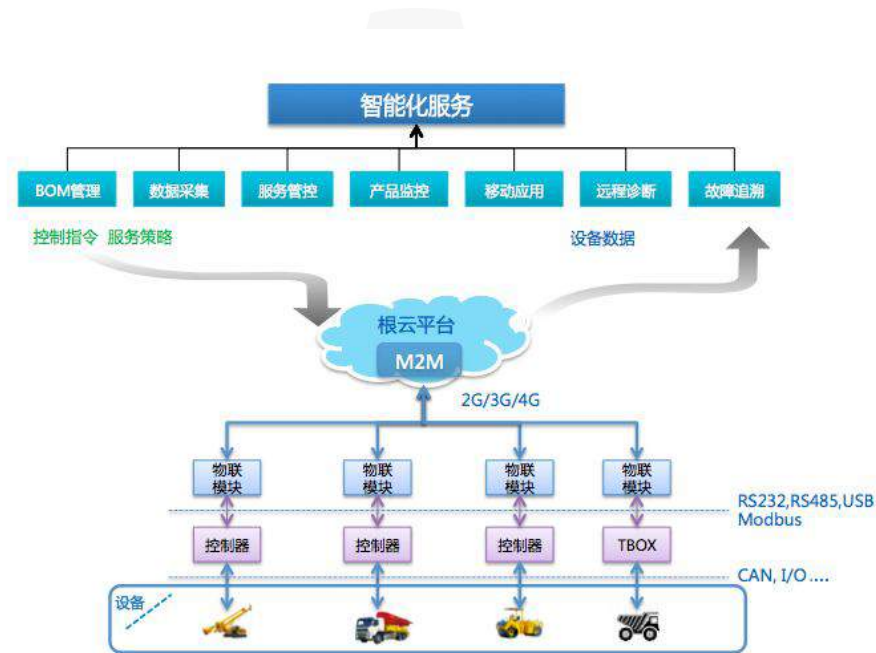
2 测试床项目概述

智能服务平台测试床，以工业互联网平台——根云 RootCloud 为核心，建立面向产品全生命周期的服务支持技术体系和系统框架，创新制造业新型售后服务模式，实现服务型制造驱动和模式创新，从而向产业价值链高端转型升级。

3 测试床项目解决方案

3.1 解决方案架构

智能服务测试床依托物联接入设备，基于无线通讯网络，实现装备的互联互通、远程运行、采集和控制；以树根互联技术有限公司“根云 RootCloud”平台提供的物联接入、大数据平台能力、微服务框架、安全防御等为云应用基础支撑，采用“云端+终端”的模式建立智能服务体系，实现设备全生命周期管理，给客户id提供增值服务，实现价值的延伸。



3.3.1 边缘设备接入

测试床采用工业级物联接入与边缘计算智能硬件，全面覆盖从可移动的机器设备到企业现场生产线设备的接入，包括：

1) 物联模块

和设备端通过串口连接，通过嵌入的根云端云协议，和根云 M2M 平台进行对接，实现设备工况的上传和命令的下发。

2) 物联设备端云协议 SDK

实现物联硬件到根云平台 M2M 网关的双向通道的建立，并提供设备传感器数据的上传、云端应用程序命令的下发以及物联模块自身的软件升级和日志记录。上述根云物联硬件均预置此 SDK，设备加装物联硬件后，自动实现与根云平台的连接。

3.3.2 根云平台



1) IaaS 层

根云平台自身不提供 IaaS 即基础设施即服务能力，整个平台可以任意构建在第三方公有 IaaS 云、私有云或混合云等 IaaS 平台上。根云平台通过自身 PaaS 层实现对下层 IaaS 平台资源的透明管理与使用。

2) PaaS 层

PaaS 是根云平台重点打造的核心服务，分为通用 PaaS 服务、工业 PaaS 服务。

a) 通用 PaaS

提供支撑根云平台自身所需的 PaaS 能力，包括数据库/大数据、中间件、容器和微服务等基础组件和服务，以及开发测试、自动运维、服务治理、平台管理等管理服务、流程与工具链支持。通用 PaaS 服务在根云平台以统一的 API 形式对外提供服务。

- 基础组件服务：通过应用市场、应用服务模板和定制化容器服务的方式，提供高可用、集群化的数据库及各类中间件资源，提供按需灵活使用基础服务。
- 基础公共服务：提供对企业 API 和应用的基础服务支撑，实现企业定制化应用的快速开发；基础公共服务为应用市场与应用开发者门户提供下层技术支撑。
- 微服务框架：提供松耦合架构微服务的全生命周期管理，实现服务定义、开发、测试、部署、运维、消费的标准化与规范化管理。
- DevOps：以容器化结构为基础，为顶层 API 开发与 APP 开发提供开发、测试、部署、运维的自动化工具。

b) 工业 PaaS

聚焦于提供工业互联网领域所需的组件与模块服务，并以统一的 API 形式对外提供；工业 PaaS 服务层包含对设备工况数据的传输鉴权、海量数据接收处理和存储功能，并基于工业互联网大数据和业务流程提供了各项基础和特色的服务。目前根云平台工业 PaaS 服务对外主要提供工业互联网大数据分析和处理支持，并为合作伙伴开放相应的开发与数据服务接口；根云开发者平台服务也正在打造和开放测试阶段。

- 接入服务：包括设备接入、认证鉴权、协议适配、设备模型、规则转发、命令下发等功能；
- 配置管理服务：包括设备模型管理、机器指令管理、设备对象管理、网关业务管理等功能
- 数据服务：通过将数据存储、应用逻辑、分析展现层有机结合，打造云平台+大数据模式，对接工业物联网设备数据采集、处理和分析，提供贴合企业需求的数据服务，包括工况数据检索、设备数据标签、各类统计分析等功能；
- 运营支撑微服务：提供针对平台运营所需核心功能的微服务化形式支撑，包括 SIM 卡管理、订单管理、账单管理等；
- 基础管理服务：租户管理、用户管理、权限管理，主数据管理、数据同步等。

3.3.3 产品生命周期应用服务

依托根云平台，测试床以 SaaS 服务的模式提供产品生命周期应用服务，包括：

1) 设备物联监控与管理

针对设备工况数据进行分析，解决设备与日常管理运营问题。如设备运行轨迹监视、设备实时监控分析、故障诊断分析、设备资产管理等。

- 设备运行轨迹监视

通过云平台客户可以看到旗下所有设备的位置信息，查看移动设备在某个时间段内的行驶路线，对危险移动设备，可以设定设备的行驶路线，偏离即刻报警告知用户，采取相应的措施，保证设备运行安全。

- 设备实时监控分析

实时计算峰值等特征数据，以数据可视化技术展现装备运行状态、性能指标等信息；结合工况参数门限与规则条件，提供异常工况报警、异常操作行为报警、异常事件报警等实时监视报警服务。

- 设备故障诊断分析

提供整机、单机、部件多级故障诊断功能，满足多级维修保障需求。

- 统计分析

基于设备工况数据，为用户的各项业务分析提供数据统计分析服务，比如通过对设备每日的产出及工作时间的统计，帮助企业设备主核算成本与利润。

- 资产管理

- 提供全生命周期的设备档案管理、设备维保管理、设备远程控制管理等服务，为用户提供 360 度设备管理服务。

2) 设备全生命周期服务管理

通过根云平台，提供设备全生命周期的维修、保养、技改、交机、巡检、旧件返厂、配件销售、回访监督等 SaaS 服务，提高企业客户服务效率。

设备全生命周期服务管理以“服务订单”为管理主线，实现从客户来电、服务派工、现场服务、系统报工、服务回访到售后质量全过程管控服务模式，提升服务资源利用和调度的效率。通过信息化和智能化的手段对服务流程进行管控，使服务资源、服务过程信息更透明，从而提高服务规范，提升核心竞争力。



3) 数据服务

整合设备数据与企业系统的全渠道数据，通过大数据分析，在标签体系上构建的大数据画像产品，自由灵活地分析各个设备、使用人员、设备主等实体的各种属性与行为之间的关联性与统计性规律，帮助企业实现数据资产的沉淀，打造数据驱动业务的能力，精准预测和构建设备、使用人员等的特征库，搭建以设备为中心的大数据运营体系。

3.3.4 安全

1) 终端安全：

- 软硬件防篡改，安全启动、可信引导；
- 轻量级 OS 安全支持、升级、隔离；
- 轻量化终端安全插件、认证鉴权及通信加密；
- 高性能终端 TEE 芯片加固。

2) 网络安全：

- 识别并过滤 IoT 协议和应用；
- 百万并发连接处理；
- 无线网和固网加密传输协议；
- DDoS 攻击防护、隔离。

3) 平台安全

- 云端安全运维中心，持续威胁检测，预警及实时协同防护；
- 基于大数据安全态势感知、AI 智能分析与自学习；
- 数据全生命周期安全管理；
- 数据脱敏：去隐私化算法与统一密钥管理。

3.2 测试床预期效果

智能服务平台测试床实现产品全生命周期的智能管理，为客户提供增值服务，实现价值的延伸——提升产品竞争力、提升客户粘度。

- 1) 提升核心产品的差异化竞争力，提高市场占有率；
- 2) 创新服务模式，变被动服务为主动服务，提升服务满意度；
- 3) 挖掘后市场高额的利润，从容面对制造业产品销售利润越来越薄的困境；
- 4) 采集、治理和挖掘企业自有数据，获取对企业经营和产品创新的决策支持，使得数据真正成为公司成为企业核心资产。

同时，本测试床的主要优点是通过引入物联网、大数据等工业互联网技术到传统的制造业售后服务过程中，改变传统服务模式，有利于传统制造业企业，在第四次工业革命的历史趋势中，帮助企业实现商业模式和服务模式的创新技术变革，实现向制造服务性企业的战略转型。

4 测试床当前情况

4.1 测试床当前建设情况：

目前平台连接管理的三一重工相关产品约 30 多万台，平台日均活跃设备量达 6 万多台，建立“云端+终端”的智能服务体系，实现工程机械全生命周期管理，给客户增值增值服务，实现价值的延伸。

平台帮助三一重工实现全球范围内工程设备 2 小时到现场，24 小时完工的服务承诺，打造了无与伦比的服务品牌，促进了业务快速发展。

目前，测试床在专用车辆、农业机械、新能源设备、暖通装备、港口机械等行业同步开展应用验证。

4.2 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

1) 合作伙伴：树根互联技术有限公司

负责测试床的设计、研发与运维，利用树根互联在物联接入、工业大数据、工业应用等方面的能力，实现对平台层汇聚数据的分析处理与智能挖掘，结合三一智能服务平台的 HMI 接口，实现远程监测维护功能的模块化扩展，并对几类典型实验用例进行验证反馈，输出标准化测试结果。

2) 合作伙伴：中国信息通信研究院

负责测试床与应用案例相关概念梳理，参与测试床顶层设计和资源整合，对测试床所应用和承载的工业互联网相关网络架构进行分析，提出契合 AII 架构的相关技术标准。

3) 合作伙伴：中国联通江苏分公司

负责测试平台 CT 层架构网络承载，结合自身网络架构，提供接入网泛在连接、承载网灵活传送、工业移动核心网安全隔离等相关网络能力，通过集成通信单元、SIM 实现对空中灵活写号、与便捷业务开通，借助三一智能服务平台，验证工业互联网相关场外应用场景。

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

基于工业互联网平台的制造服务测试床

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，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——INDICS，积极推进基于工业互联网平台的新型制造业务模式。公司研发的 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、能力服务化的新型制造模式为核心业务模式，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

全要素接入；全生命周期服务；开放生态系统

二、测试床项目概述

1. 行业痛点描述

党的十九大报告明确要求支持传统产业优化升级，加快发展现代服务业，瞄准国际标准提高水平；促进我国产业迈向全球价值链中高端，培育若干世界级先进制造业集群。《中国制造 2025》提出：促进工业互联网等在企业研发设计、生产制造、经营管理、销售服务等全流程和全产业链的综合集成应用；要求发展基于互联网的个性化定制、众包设计、云制造等新型制造模式，培育智能监测、远程诊断管理、全产业链追溯等工业互联网新应用。《关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见》提出坚持融合发展，催生制造新模式，大力发展个性化定制、众包设计、云制造等服务型制造新模式的基本原则。《“十三五”国家信息化规划》提出“十三五”时期，要把工业互联网等战略性新兴产业摆在经济社会发展更加突出的位置，大力构建现代产业新体系。《新一代人工智能发展规划》围绕制造强国重大需求，要求研发智能制造云服务平台，面向流程行业和离散制造行业推广以网络化协同制造、远程诊断与运维服务为代表的云制造服务，支撑制造业转型升级。

建设基于工业互联网平台的制造服务测试床，面向制造全产业链、产品全生命周期各阶段，提供智能研发、智能生产、智能服务和智能商务等服务，全面支撑网络化协同制造、个性化定制、服务型制造等新模式，形成涵盖核心技术、关键系统、支撑平台和智能应用的完备产业链和高端产业群，塑造制造业社会化、服务化和平台化新生态。

2. 当前方案实现目标

以客户为中心，打造基于工业互联网平台的制造服务（INDICS+CMSS+APPs）整体解决方案，实现工业服务、工业设备和工业产品的社会化集成共享、优化配置和业务协同，重塑行业边界及产业结构，实现价值链转型，构建新的制造模式和制造生态。



图 1 基于工业互联网平台的制造服务测试床目标

1) 重塑行业边界及产业结构

利用资源的社会化集成、配置和协同，建立体系化运作结构，形成新竞争格局和新商业盈利模式，助力制造业企业进行战略转型。

2) 实现价值链转型

打破传统面向单一产品和环节的技术壁垒，重塑价值链中的研发、制造、客户服务等活动，推动价值链转型。

3) 构建新的模式与生态

通过对技术体系，标准体系，产业体系的重塑以及价值链的转型，构建智能制造新模式和新生态系统。

三、测试床项目解决方案

1. 解决方案总体架构

基于工业互联网平台的制造服务测试床基础架构及功能模块采用五层结构，分别是工业应用 APP 层、工业互联网平台层、平台接入层、工业互联网层和资源层，如下图所示。

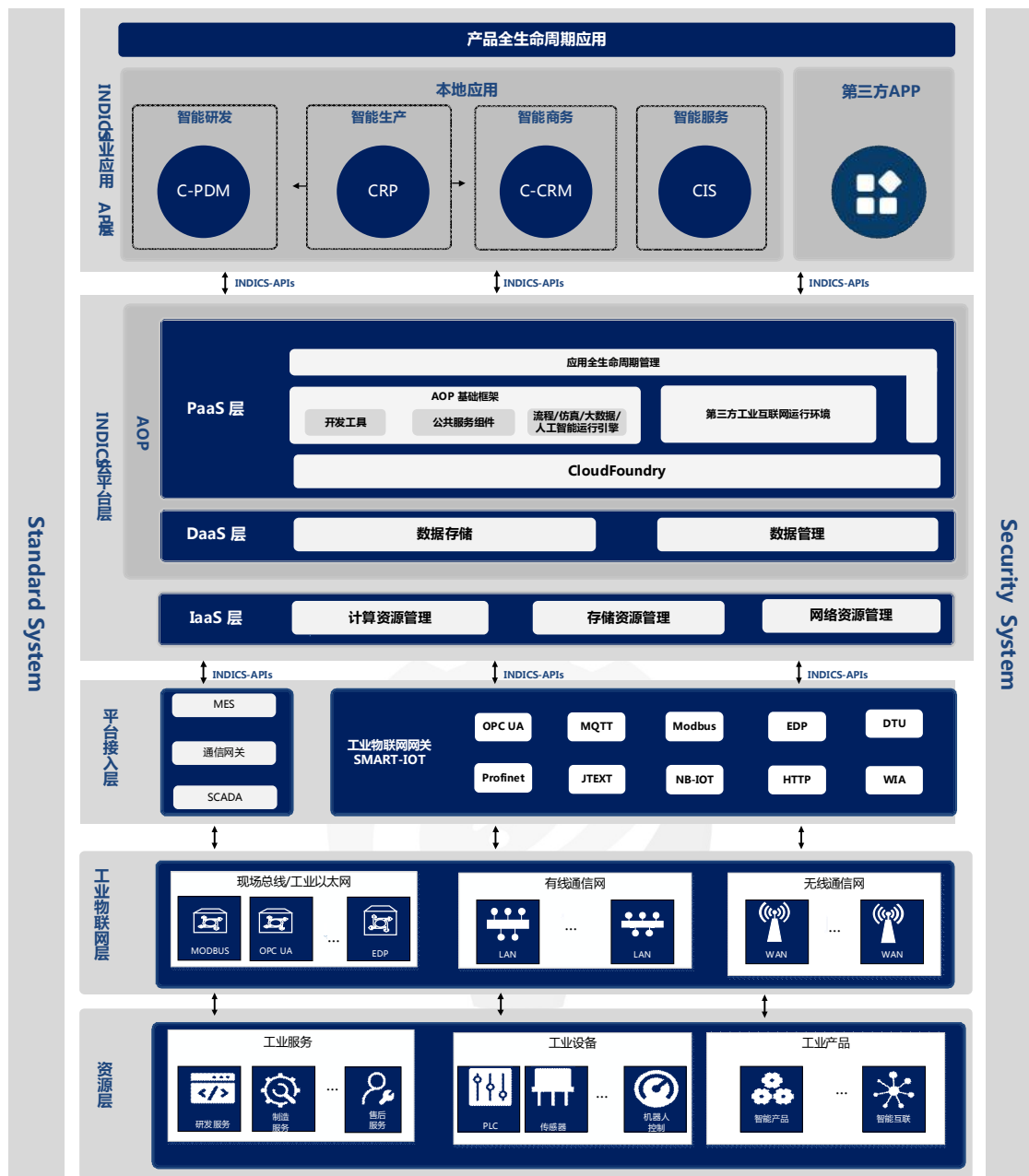


图 2 基于工业互联网平台的制造服务测试床总体架构

(1) 资源层。支持各类工业服务、工业设备和工业产品的接入。已接入的工业服务包括生产制造能力 14 类 66 小类，试验能力 12 类 139 小类，计量检测 3 类 30 小类。已接入的工业设备包括机械加工、环境试验、电器互联、计量器具、仿真试验等 21 类。已接入的工业产品主要是工业机器人、能源设备等工业智能互联产品。

(2) 工业互联网层。提供工业设备的通信互联能力，支持 OPC-UA、MQTT、Modbus、Profinet 等主流工业现场通信协议的通信互联，支持工业现场总线、有线网络、无线网络的通信互联。

(3) 平台接入层。提供自主知识产权的 Smart IOT 系列智能网关接入产品和 INDICS-API 软件接入接口，支持“云计算+边缘计算”的混合数据计算模式。

(4) 工业互联网平台层。提供云资源基础设施管理、大数据管理、通用 PaaS 平台和工业 PaaS 平台服务。

(5) 工业应用 APP 层。提供工业应用服务，包括智能商务、智能研发、智能管控和以远程监控、智能诊断、售后服务、资产管理为核心的智能服务等制造全产业链的工业应用服务功能。

2. 重点系统/创新点描述，安全及可靠性分析

1) INDICS 工业互联网平台

INDICS 工业互联网平台体系架构如图 2 工业互联网平台层所示。提供云资源基础设施管理、大数据管理、通用 PaaS 平台和工业 PaaS 平台服务。自建数据中心，实现安全可控全覆盖，信息安全等级保护达到 3 级；在 DaaS 和 PaaS 层提供丰富的产品和服务，DaaS 层提供 Hadoop 分布式、HBase 列式、Cassandra 时间序列等大数据存储能力以及 Storm 流式、Spark 内存计算等大数据分析能力，助力于工业互联网大数据分析和人工智能算法业务分析；PaaS 层以业界主流开源 Cloud Foundry 基础架构作为底层支撑架构，面向工业领域，提供工业服务引擎、面向软件定义制造的流程引擎、大数据分析引擎、仿真引擎和人工智能引擎等工业 PaaS 服务，以及面向开发者的公共服务组件库和 200 多种 API 接口，全面支持各类工业应用的快速开发与迭代。同时提供第三方工业互联网平台应用环境产品，实现第三方平台向 INDICS 平台的接入。

2) 工业应用 APPs

提供面向制造全产业链、基于平台开发的原生工业应用 APP：

- 以云协作/云 CRM/云 SCM/云 SeCM 为核心的智能商务；
- 以云 CAD/云 CAE/云 CAPP/云 CAM/云 PDM/协同设计 CoDesign 为核心的智能研发；
- 以云 ERP/云排产 CRP/云 MES/虚拟云工厂为核心的智能管控；
- 以远程监控、智能诊断、售后服务、资产管理为核心的智能服务；

同时面向社会开放平台资源，提供开发接口，形成基于平台的第三方应用，支持多样化、个性化的用户需求。

(1) 云协作中心

云协作中心定位于打造开放环境下各类制造资源/能力和产品交易市场，实现竞争性配置与增效，打造竞争性的准市场环境，推动能力配套由封闭固化转向竞争性配置，促进物资、产品优采购供销效率，激活企业的潜力和创造热情，提升已有制造能力的效率，提升内部优秀资源的共享水平，能帮助企业快速匹配优质服务供应商，发现新的商机、开拓新的市场，并降低企业运营成本，如下图所示。



图 3 云协作中心

(2) CPDM (Cloud Product Data Management)

CPDM 提供基于云架构的产品数据全生命周期管理解决方案，旨在实现产品相关信息（包括零件信息、配置、文档、CAD 文件、结构、权限信息等）和产品相关过程（包括过程定义和管理）的统一管理，提供基于云的企业产品研制数据管理、跨企业协同服务、设计资源共享服务，为用户提供网络化企业资源服务平台，优化设计、生产资源配置，提高企业设计、生产效率。

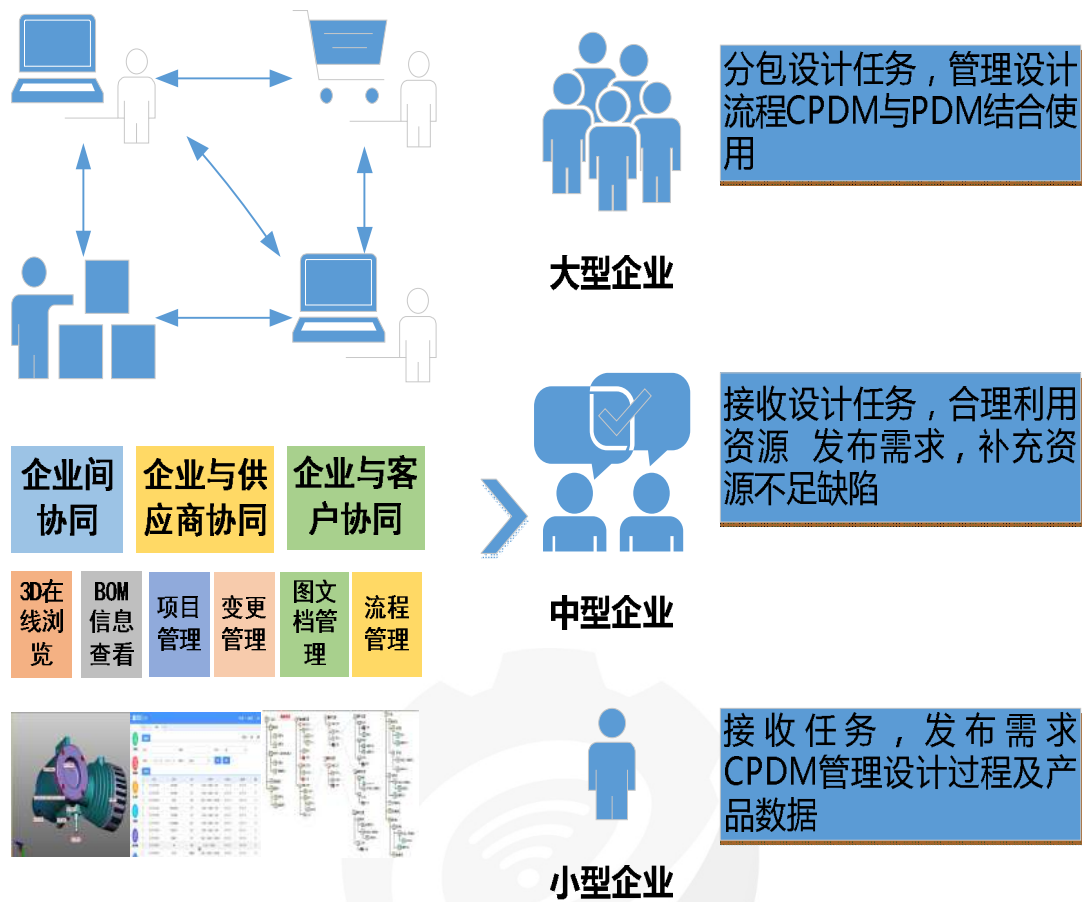


图 4 CPDM

(3) CRP (Cloud Resource Planning)

CRP 是面向中小企业量身打造的一款云 ERP 解决方案，可随企业发展而扩展。借助该解决方案，可简化企业关键流程，实现高效的销售与客户关系管理，通过计划管理的推广使用，实现跨企业协同排产，从而解决生产制造领域供需双方解决制造业企业的能力和资源不足等问题，全面掌控财务运营，通过 BI 分析，清晰洞察业务，快速捕捉销售、客户、运营和财务等领域所有重要业务信息，支持员工快速制定明智的决策。



图 5 CRP

(4) CMES (Cloud Manufacturing Execution System)

CMES 为离散制造型企业提供轻量级 MES 应用云服务,满足企业对计划管理、生产过程管控、质量管控、设备管理等日常管理业务以及企业间协同生产业务需求。强化基于工业互联网的生产管理协作应用特色,实现企业生产核心流程一体化,制造过程可视化。

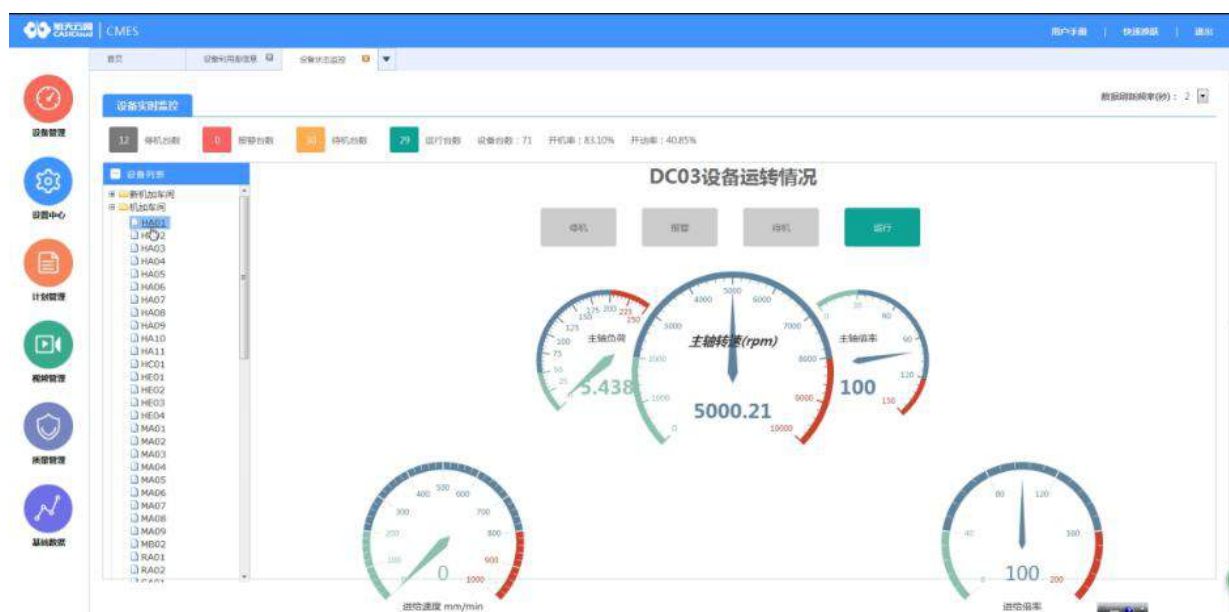


图 6 CMES

(5) 虚拟工厂

在云端构建与实际工厂中物理环境、生产能力和生产过程完全对应的的虚拟制造系统，通过集成企业接入的各类制造信息，实现产线规划、车间生产和运营服务等各个阶段的监控、仿真、分析和优化。

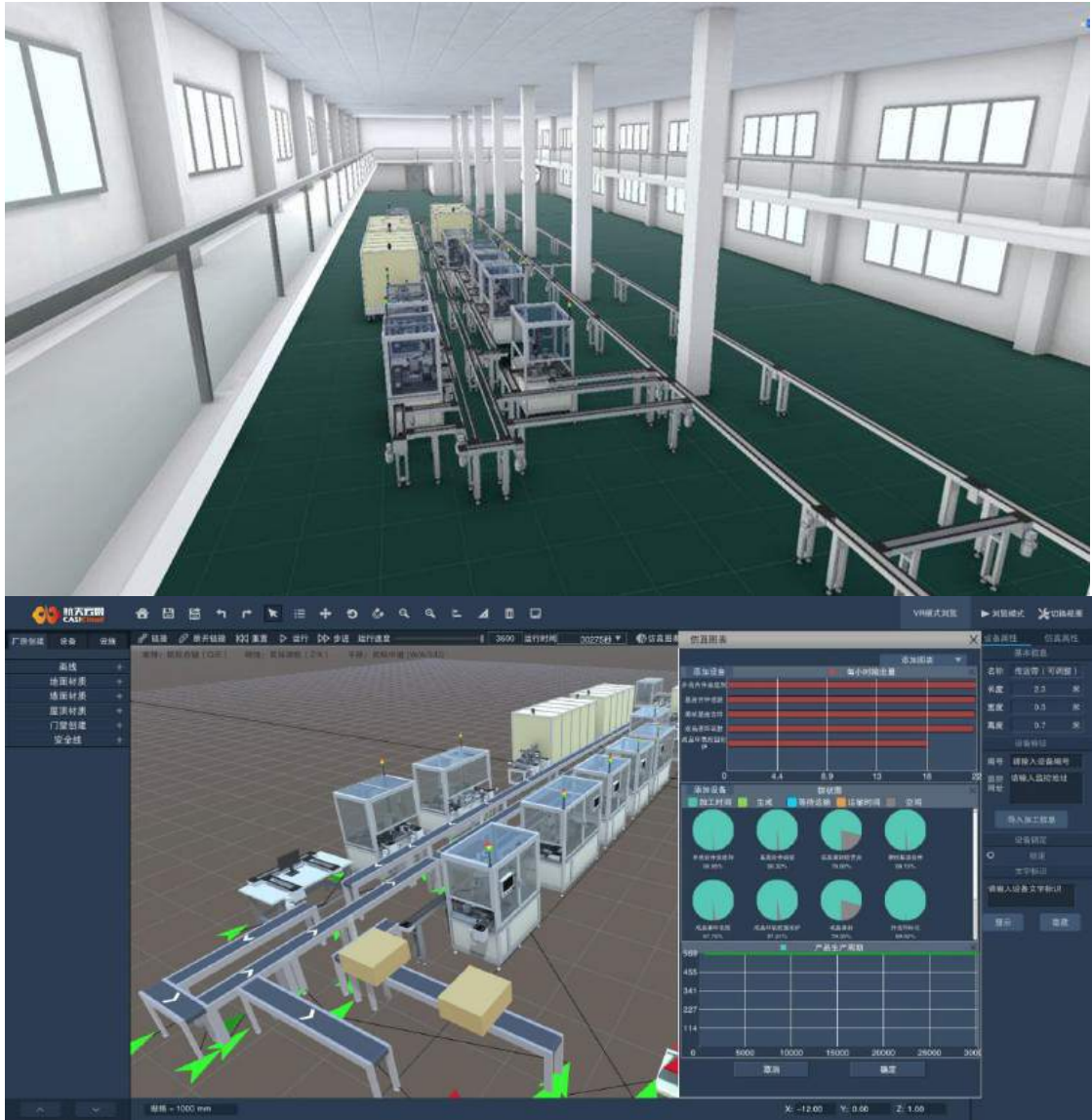


图 7 虚拟工厂

(6) 智能服务

依托提供的工业设备接入、工业大数据采集、存储和分析能力，实现生产过程管理与优化、生产设备管理与运维、产品状态监测及预防性维护等智能服务应用。

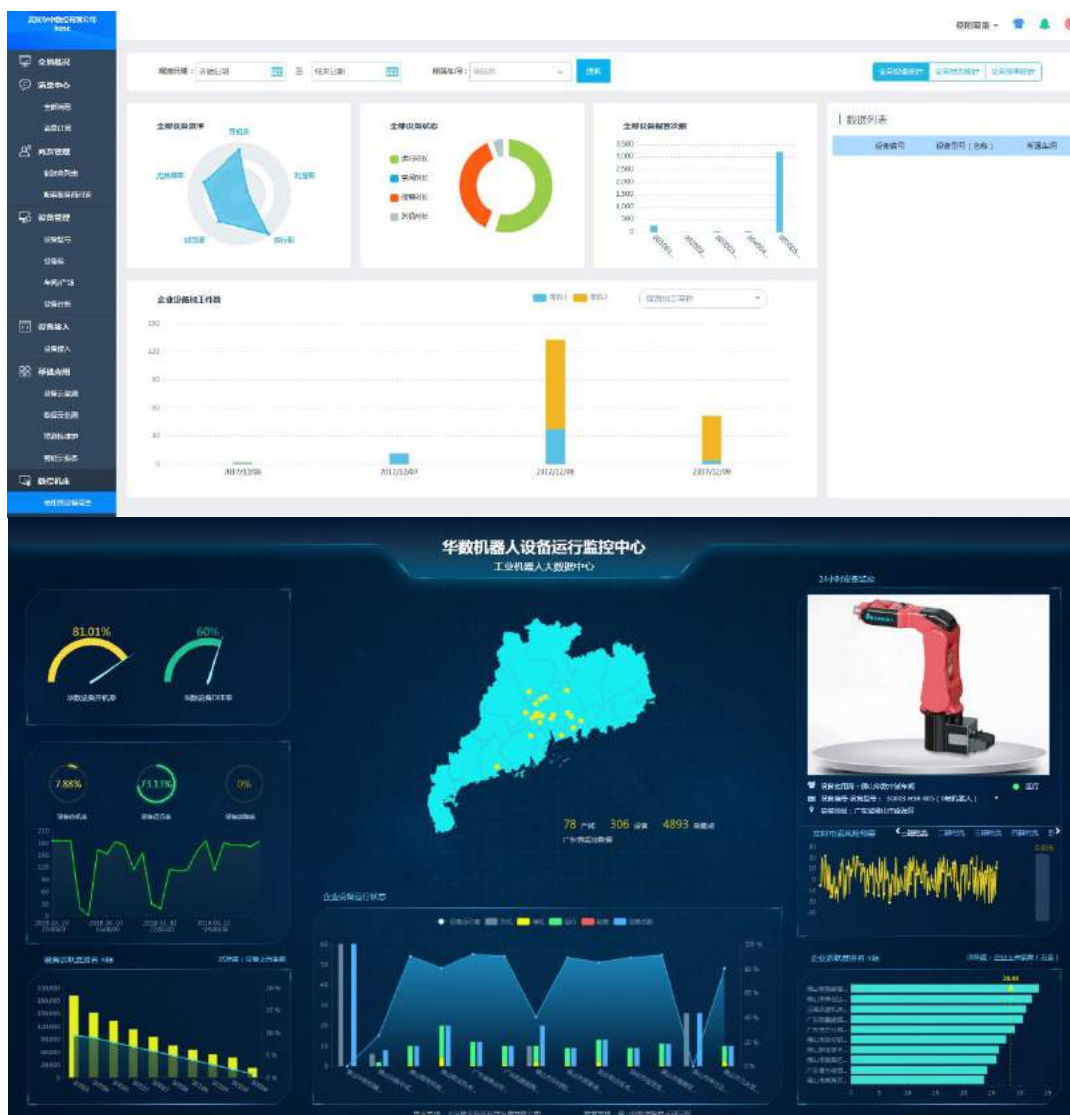


图 8 智能服务

3. 面向 AII 测试提供的开放服务

基于工业互联网平台的制造服务测试床面向工业互联网联盟（AII）成员提供可定制 APPs、开发工具、公共服务组件、上行 APIs 接口和下行 APIs 接口 5 大类服务，如下图所示。



图 9 测试床对外提供的开放服务

1) 可定制 APP

可定制 APP 向第三方开放原生 APPs 定制服务，第三方基于测试床对 APP 进行定制化开发，如下图所示。



图 10 可定制 APP

2) 开发工具

测试床对外开放通用流程建模、仿真建模、数据建模和基础开发框架，开发者可基于平台提供的开发工具，构建专用 APP，如下图所示。

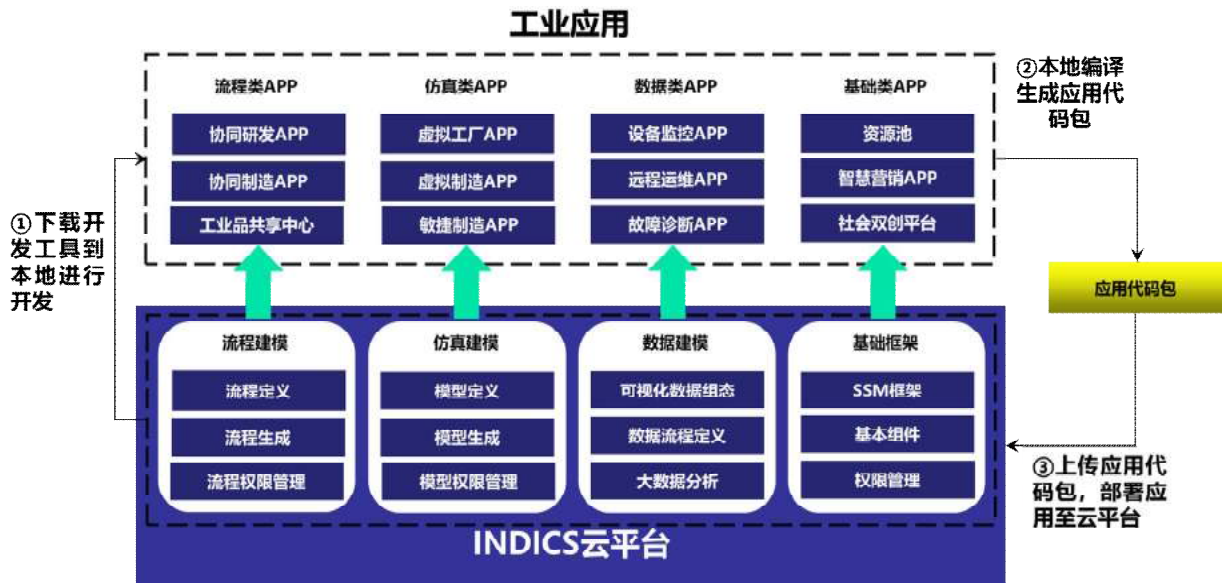


图 11 开发工具

3) 公共服务组件

开发者可通过远程调用的方式，使用测试床提供的消息服务、缓存服务、搜索服务、云服务总线服务、人工智能算法库和大数据分析算法库等组件，快速提升工业 APP 深度定制化开发能力，如下图所示。

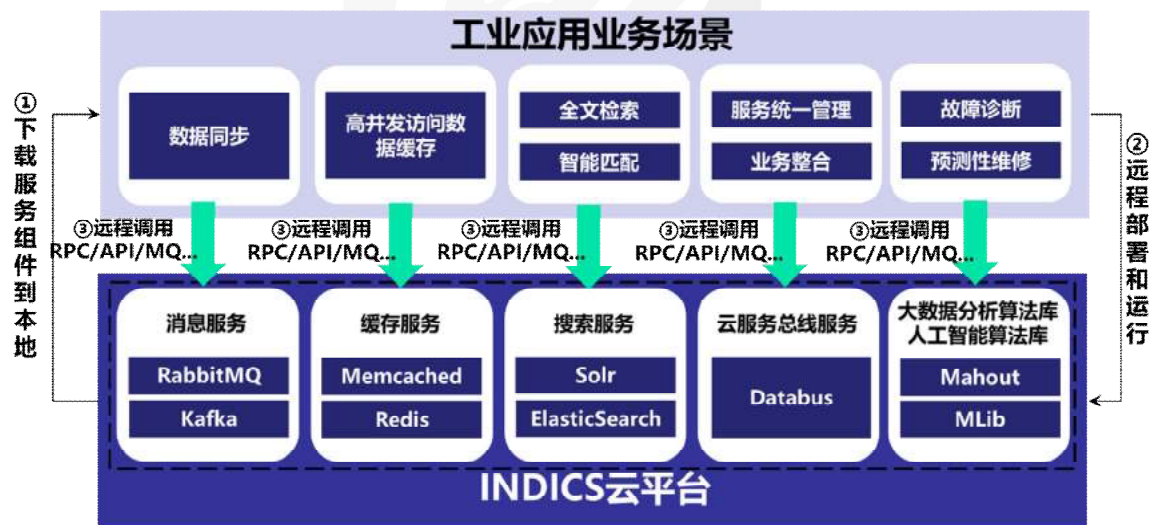


图 12 公共服务组件

4) 上行 APIs

开发者可基于测试床提供的模型类 API、数据类 API、服务类 API 和安全类 API 实现对已有工业应用的定制，满足企业个性化应用需求，如下图所示。

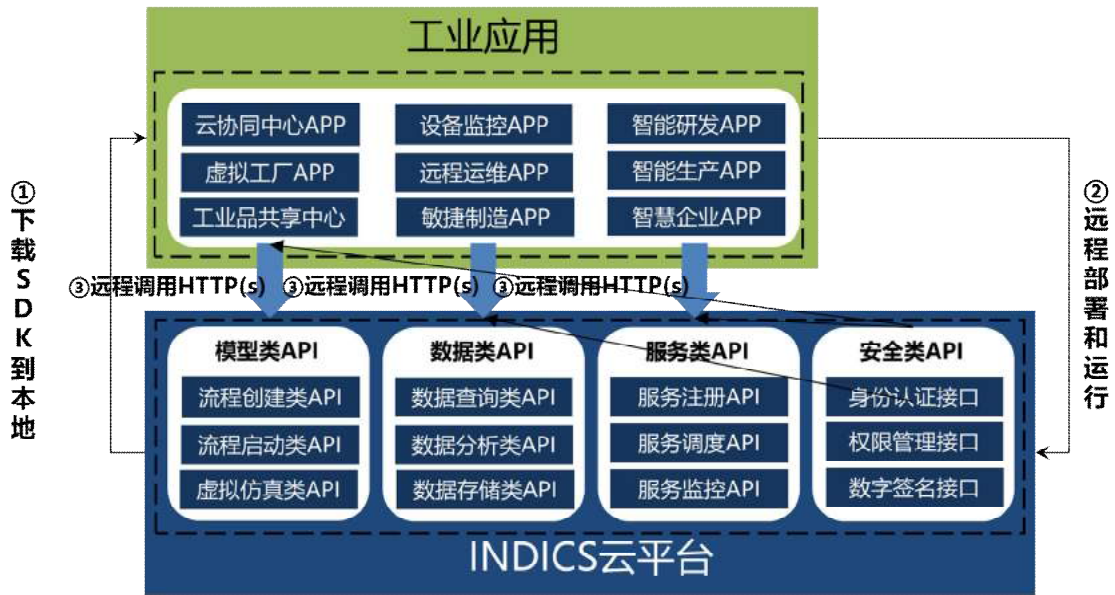


图 13 上行 APIs

5) 下行 APIs

开发者可基于测试床提供的标识类 API、运行类 API 和事件类 API，自行将设备、产品和服务接入到 INDICS 平台，支撑闭环控制应用，如下图所示。

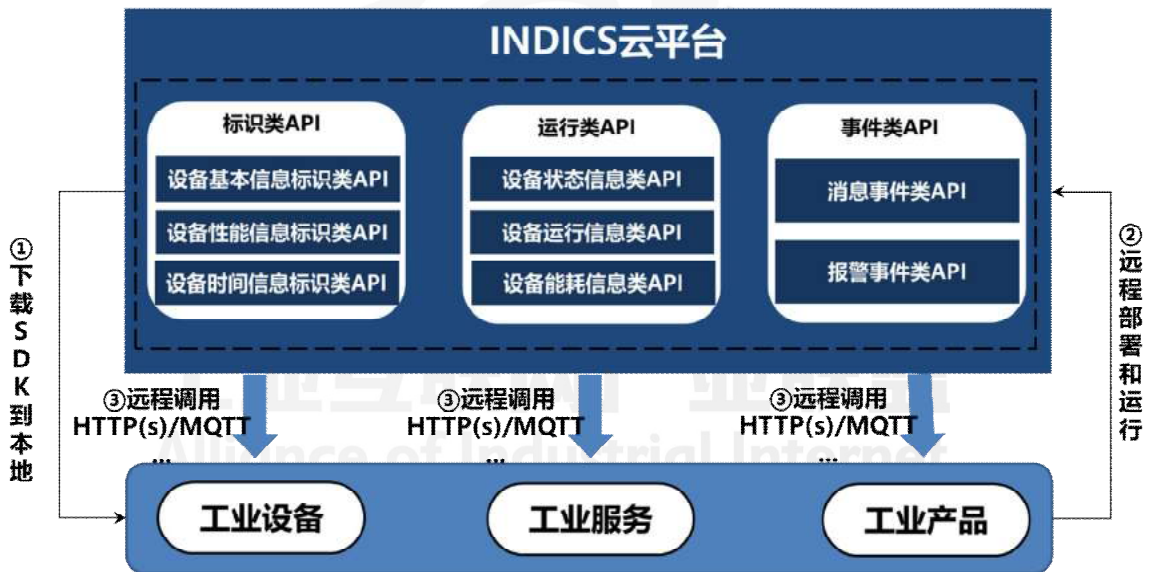


图 14 下行 APIs

4. 安全及可靠性

测试床的安全保障分为技术和管理两部分。在技术方面，按照分层、纵深防御的思想，针对设备安全、物联网关与接入安全、工业互联网平台安全和应用安全展开综合防护。在管理方面，对工业互联网平台、云服务、安全事件、运行维护、安全策略和监控、度量进行集中管理。平台安全架构如下图所示。

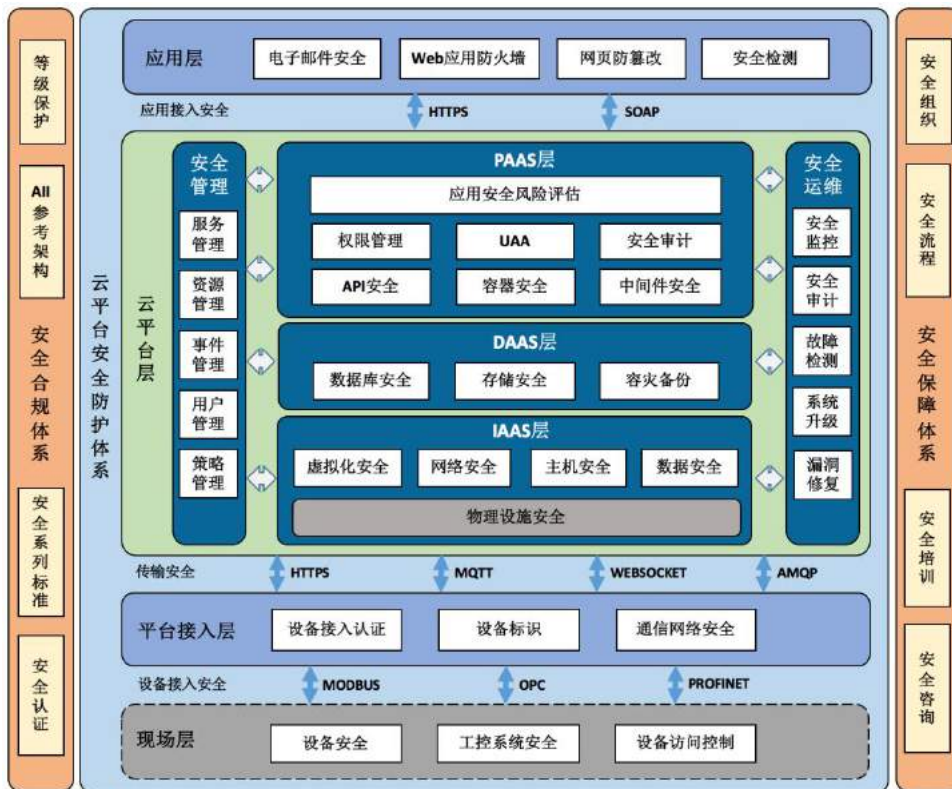


图 15 测试床安全架构

- **现场层安全：**通过设备连接认证、安全检测以及设备访问控制等手段来保障工厂设备的安全运行和数据安全。
- **平台接入层安全：**平台接入层提供设备接入认证、设备标识以及设备数据传输加密功能。
- **IaaS 层安全**
 - **基础设施安全**
提供物理环境的安全防护，如机房出入控制、电力温度的控制、消防安全以及存储设备的废弃处理。
 - **网络安全**
在网络边界部署防火墙、DDoS、IPS 等设备来进行网络安全防护，将网络划分成不同区域，配合 ACL、Iptables 规则来实现访问控制和安全隔离。
 - **数据安全**
为平台提供数据加解密、数据防泄漏、完整性校验以及剩余信息保护功能。
 - **主机安全**
主机安全包括 OS、数据库等软件的安全加固、主机防病毒、补丁与漏洞管理以及主机访问控制功能。

➤ 虚拟化安全

从 Hypervisor 安全加固、虚拟机模板加固、防虚拟机逃逸以及虚拟机隔离等方面保障虚拟化层的安全。

● DAAS 层安全

主要分为数据库安全和灾备两方面，重点保障数据的存储安全和备份恢复，为 DAAS 应用提供安全支撑。

● PAAS 层安全

PAAS 层为用户提供开发环境和平台，从接口安全、容器隔离以及运行时安全方面提供保障。

● 应用层安全

在应用层，通过应用安全加固、漏洞扫描、网页防篡改、防攻击等手段来保障应用的安全。

● 安全运营

安全运营主要提供对安全服务、安全资源、安全事件以及安全策略的管理。

● 安全运维

安全运维提供统一监控、日志审计、告警、补丁管理和故障检测功能。

5. 创新点

1) 在平台定位和目标方面，全面支撑制造模式转型与业态升级，更符合我国新工业体系建设和制造业价值链高端转型发展的切实需求。

2) 在平台支持的业务模式方面，全面支持智能化改造、协同制造和云制造三大制造模式，支持企业智慧化运行、企业与用户从产品定制到售后服务的全程互动，以及企业间的信息互通、资源共享、能力协同、开发合作、互利共赢。

3) 在提供的平台服务方面，提供了 IaaS、DaaS 和 PaaS 全层次的工业平台服务。在 IaaS 层，自建数据中心提供基础设施服务；在 DaaS 层，提供 Hadoop 分布式、HBase 列式、Cassandra 时间序列等大数据存储能力以及 Storm 流式、Spark 内存计算等大数据分析能力；在 PaaS 层，除基于 Cloud Foundry 提供容器化应用运行环境、微服务架构支持之外，更重要的是面向工业领域，提供了工业服务引擎、面向软件定义制造的流程引擎、大数据分析引擎，以及正在研发的仿真引擎和人工智能引擎等工业 PaaS 服务；同时，在 PaaS 层，还提供了第三方

工业互联网平台应用环境，用于实现各行业工业互联网平台向主平台的接入。

4) 在提供的工业应用能力方面，提供了智能研发、精益制造、智能服务、智慧企业、生态应用等全产业链、产品全生命周期的工业应用能力。

5) 在平台的接入能力方面，基于标准开放的工业物联网协议，提供研发、生产、仿真试验等 10 多种工业服务接入能力，提供机加、电装、环境试验等 21 类工业设备接入能力，以及智能产品和智能互联产品 2 大类工业产品等全要素接入能力。

6) 在平台的安全可控方面，充分秉承了航天科工国内领先的安全可控技术，构建了涵盖设备层、物联接入层、工业互联网平台层、应用层全方位的安全保障防护体系，同时，还自建安全可控的云数据中心，为工业数据安全、网络安全提供基础性支撑。

6. 测试床应用效果，实施效果

目前，INDICS 平台线上入驻企业突破 120 万家，国内入驻平台的企业遍布 31 个省级行政区，覆盖通信设备行业、电气机械及器材制造业、通用设备制造业、纺织业、专用设备制造业、信息传输、软件和信息技术服务业、金属制造业等 366 个行业，发布合作需求近 1700 亿元，云端协作成功近 800 亿元。形成了由 148 款工业软件、1.37 万项专利、3.58 万份标准、上百位专家构成的云资源池，为近千家行业用户提供了线上定制化服务；线下接入各类高端工业设备 15000 余台，打造了工业基础件数控加工柔性生产线、电缆接插连接件柔性装配线、家具制造和汽车冲压模具智能制造生产线等智能制造样板工程，为近百家企业提供了基于工业互联网平台的智能工厂整体解决方案。

目前，INDICS 平台已在北京、江西、贵州、四川、辽宁、内蒙古和甘肃等区域完成了平台落地，正在加快与湖北、湖南、云南、江苏和广东等区域的合作，筹备落地事宜，平台辐射能力持续增强。同时，为支撑国家“一带一路”战略，秉承“让中国企业走出去，把国外优质资源引进来”的理念，已面向英语、俄语、德语、波斯语等语言区域的国家 and 地区，打造了国际云平台，并已在德国和伊朗落地，构建了国际工业云端生态，初步实现了“企业有组织、资源无国界”的生产资源全球配置。

四、测试床项目价值提取

1. 测试床验证了 AII 架构中的哪一环节

1) AII 架构测试

测试床应用测试场景包括生态 APPs 集成接入、工业终端接入互联、工业 APPs 安全认证和基于平台构建的分布式产品全生命周期应用组成，如下图所示。

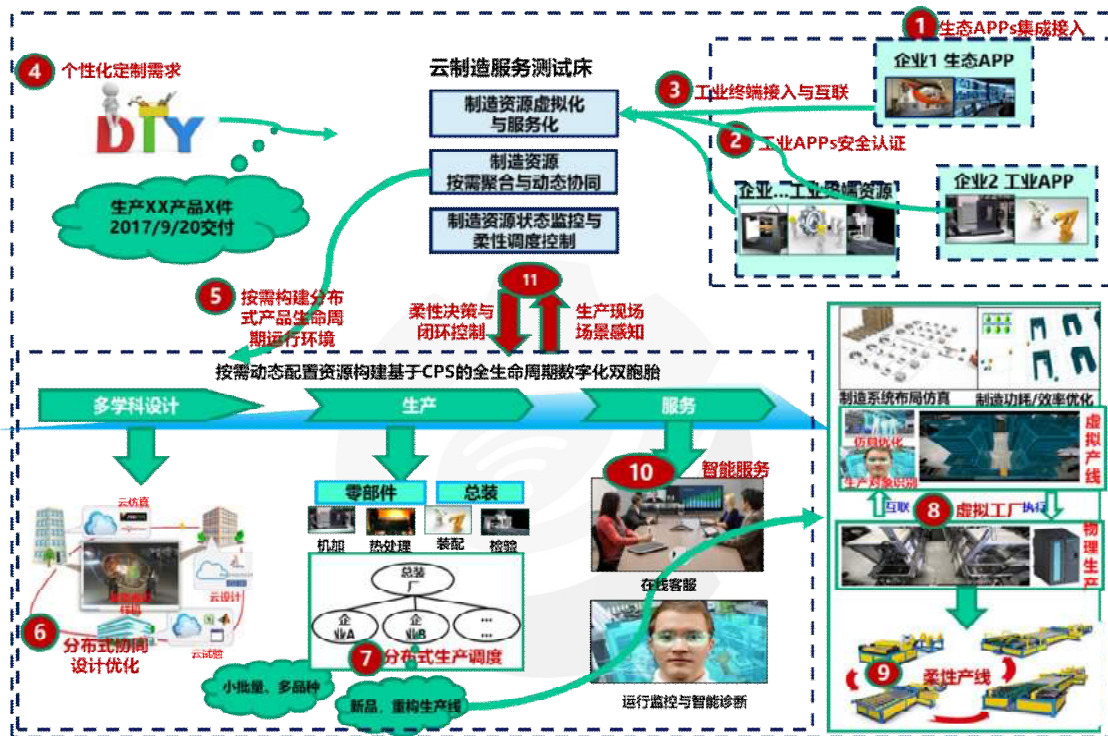


图 16 云制造服务平台测试场景

在应用中的测试点如下图所示。

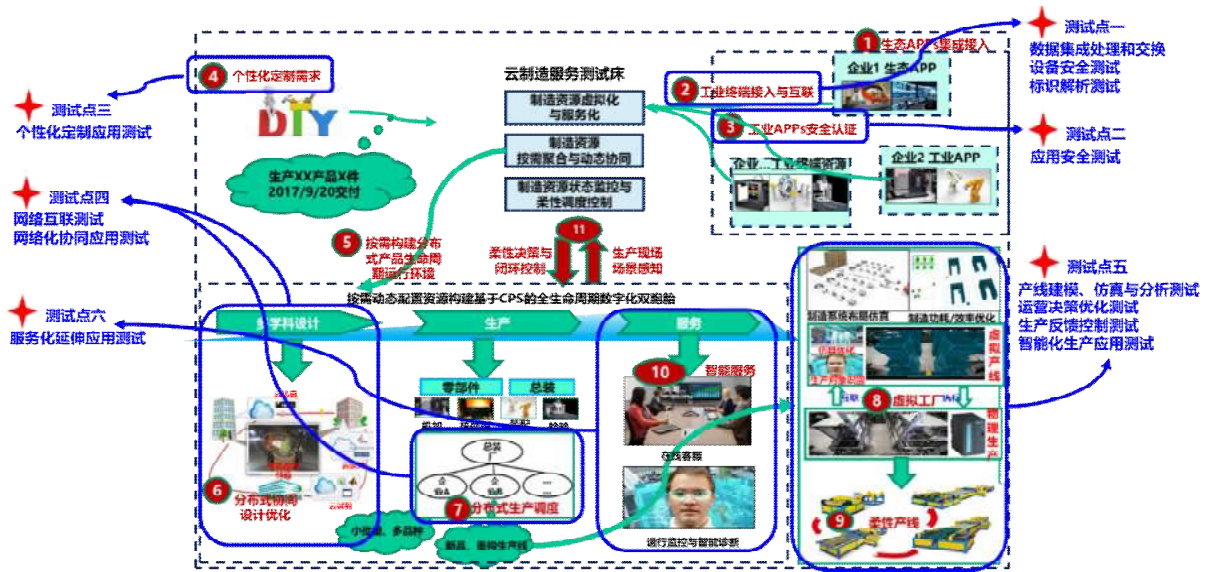


图 17 测试床测试点

测试床各测试点与AII架构的关系如下图所示。

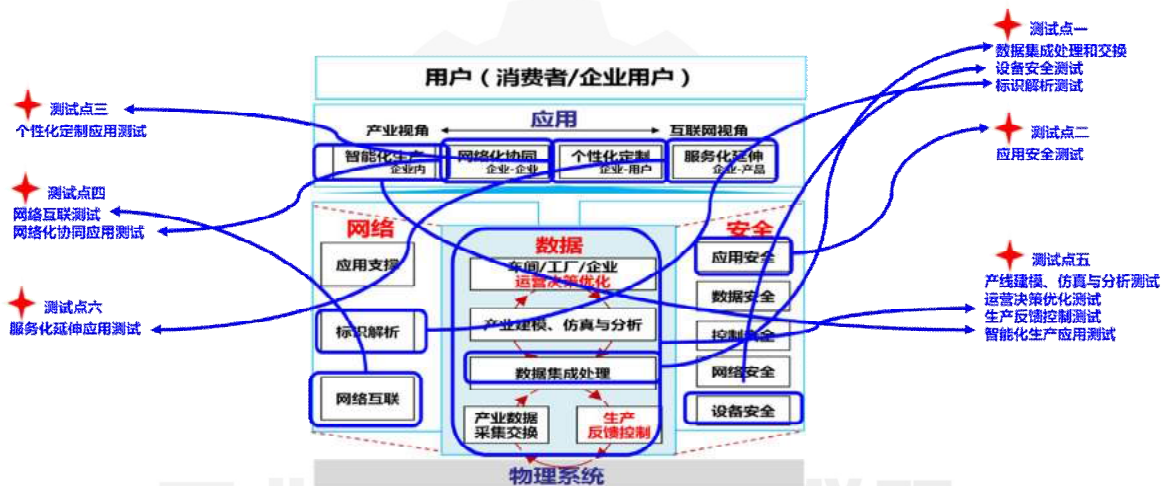


图 18 测试点与 AII 架构关系

2) AII 安全体系测试

针对 AII 安全体系测试点包括平台基础服务、工业连接、平台数据管理服务、平台服务和权益保障 5 大类，如下图所示。

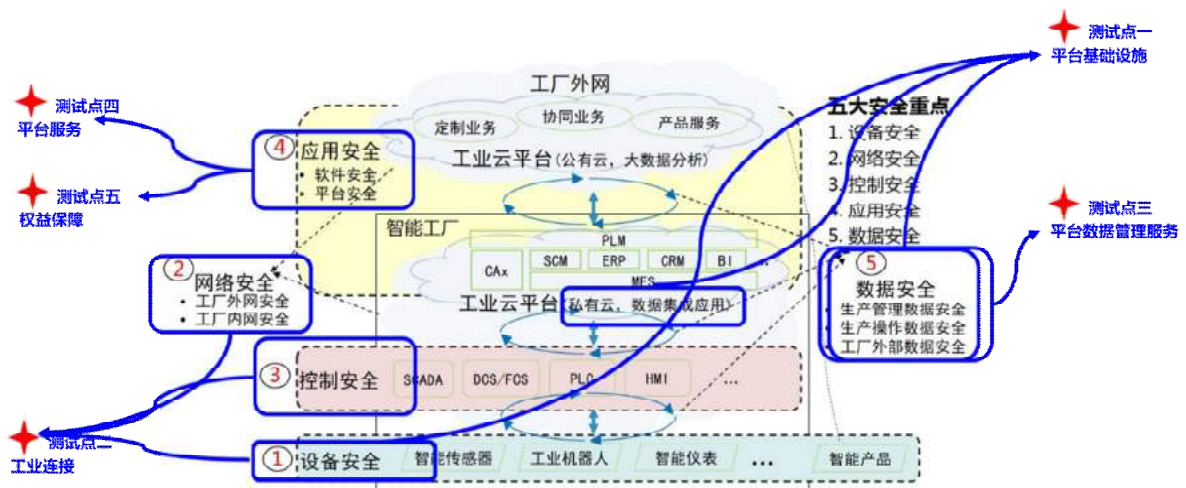


图 19 AII 安全体系测试点

在平台建设和运营中，已完成上述 5 大类，合计 24 项指标的安全测试，确保平台数据安全、连接可靠、服务可信，详见下表。



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

表 1 安全测试指标

序号	指标分类	具体指标	文档要求	测试结果
1	平台基础设施	工业数据存储的持久性	服务协议或 SLA 或其他公开文档	通过
2		工业数据可销毁性	服务协议或 SLA	通过
3		工业数据的可迁移性	服务协议或 SLA	通过
4		工业数据私密性	服务协议或 SLA	通过
5		工业数据知情权	服务协议或 SLA	通过
6		基础设施资源弹性调度	服务协议或 SLA 或其他公开文档	通过
7		基础设施能力封装	服务协议或 SLA 或其他公开文档	通过
8	工业连接	工业连接能力	服务协议或 SLA 或其他公开文档	通过
9		工业连接的可监测性	服务协议或 SLA 或其他公开文档	通过
10		工业连接的可管理性	服务协议或 SLA 或其他公开文档	通过
11		工业信息数据传输的安全	服务协议或 SLA	通过
12		工业设备接入安全	服务协议或 SLA	通过
13	工业数据管理服务	工业数据管理能力	服务协议或 SLA 或其他公开文档	通过
14		工业数据服务能力	服务协议或 SLA 或其他公开文档	通过
15	平台服务	服务功能	服务协议或 SLA，具体介绍可在其他文档	通过
16		平台访问控制	服务协议或 SLA 或其他公开文档	通过
17		平台攻击防范	服务协议或 SLA 或其他公开文档	通过
18		平台服务的确定性	服务协议或 SLA 或其他公开文档	通过
19		平台服务的可计量性	服务协议或 SLA 或其他公开文档	通过
20		故障恢复能力	服务协议或 SLA 或其他公开文档	通过
21	权益保障	服务变更和终止条款	服务协议或 SLA	通过
22		服务赔偿条款	服务协议或 SLA	通过
23		用户约束条款	服务协议或 SLA	通过
24		服务商免责条款	服务协议或 SLA	通过

2. 新标准/新技术/新应用/新模式提取

1) 新标准

目前已发布《云平台总体技术架构要求》、《云平台中间件服务接入规范》、《云平台应用系统开发通用要求》、《云制造服务平台设备集成接入要求》4项航天科工集团标准，已获得国标委《基于云制造的智能工厂架构要求》、《云制造服

务平台安全防护管理要求》、《云制造服务平台制造资源接入集成规范》3项国家标准立项。

其中，《云平台总体技术架构要求》、《云平台中间件服务接入规范》、《云平台应用系统开发通用要求》和《云制造服务平台安全防护管理要求》4项标准，发布了平台安全体系要求、制造资源/能力安全访问规范等；《云制造服务平台制造资源接入集成规范》和《基于云制造的智能工厂架构要求》2项标准提出了制造能力发布标准、制造商机发布标准、制造众包业务管理规范 and 制造采购询报价管理规范；《云制造服务平台设备集成接入要求》提出了制造资源/能力接入集成要求、机加类服务、3D打印服务管理规范。

建设的标准体系对平台运行环境构建相关的用户认证、资源安全、通信安全、应用安全等方面安全进行了规范，保证了平台环境生态的稳定与健康发展。基于标准形成的机械加工类、环境试验类、计量检测类、锻压类等九大领域的设备接入技术规范，为企业设备接入等智能化改造工作提供了有力指导，截止目前，已完成数百家企业、上万台设备的接入工作。

2) 新模式

初步形成了智能化改造、社会化协同制造、工业互联网大数据和智能服务、双创四类解决方案及新模式。

(1) 智能化改造解决方案及新模式

帮助企业进行智能化改造，提升其数字化、智能化水平。航天科工现已承担了航空、航天、电子、化工、医疗、汽车等多个行业的企业智能化改造工作，涉及机加、电装、测试、环境等21个专业解决方案，实现了其研发、生产、服务及消费过程的无缝衔接，取得良好效果。例如，在河南航天液压气动技术有限公司智能化改造解决方案实施案例中，通过云制造服务平台的CPDM、CRP、CMES等系统实现了设计与生产的一体化协同，以及生产能力之间的协同调度与优化运行，使企业研发设计周期缩短35%、资源有效利用率提升30%，生产效率提高40%，产品质量一致性得到大幅度提升。

(2) 社会化协同制造解决方案及新模式

面向不同行业、地区匹配需求与资源，实现社会化协同制造，形成具有行业、地域特色的解决方案。目前，已建立了契合家具、模具等行业特点的社会化协同

制造解决方案，实现了行业产业链上下游的横向集成，提升了产业的资源配置效率；同步建设了贵州、安徽、内蒙古、江西等地的工业互联网平台，加大国际化布局推广，实现了在全国 9 个省级和德国、伊朗两个国家的本地化服务项目落地，助力区域经济转型升级。例如，在安徽工业互联网平台解决方案实施中，选择了能力大厅、需求大厅、云设计、软件池四个板块为主要建设内容，自其上线以来从安徽政务云牵引到安徽工业互联网平台企业达到 3985 余家，平台日均浏览量 169。在贵州工业互联网平台解决方案实施中，自其上线以来共有 7 万余家企业用户注册，发布制造及工业品供需共计 1.5 万余个，工业商品 2.5 万余个，累计发布金额近 20 亿元，累积成交额 10 亿元，为企业节省运营成本 50%以上，并被工信部将列入全国首批制造业与互联网融合发展试点示范项目。

(3) 工业互联网大数据与智能化服务解决方案及新模式

在设备平台的数据采集和大数据分析基础之上，为企业提供科学及时的效能分析。例如，通过为格力电器公司提供故障预测诊断平台，对该企业空调商机产品的销售、安装、运行状况进行监测，宏观分析全国销售网络情况、设备运转的故障发生情况，从而优化备件在各地区备货，有效降低库存成本，提升产品设计和客户满意度，得到格力电器公司的积极好评和高度肯定。又如，在为华中数控提供的机器人监控实施方案中，共接入 350 多台机器人设备，对机器人运行状进行实施监控，有效减少非计划停机，并可通过故障数据积累优化机器人设计。再如，为国家电网风机运行状态提供实时数据监控实施方案，共接入风机 1022 台，每天上传数据量 2 亿条，为实现风机设备故障预警、发电量评估、减少弃风现象、开展智慧风场研究奠定了丰富的数据基础。

(4) 双创服务解决方案及新模式

借助平台聚集产业，通过产业聚集与双创相关的业务和服务，助力企业发展。依托内部应用打造线上众创空间，吸引内部员工自发组建近 2000 个创新团队，培育近千个内部双创项目，已有 100 余个项目进入孵化阶段，创意转化率超过 40%。在社会双创方面，依托云制造服务平台，在华北、华东、华中、西南、华南等地布局 8 家线下服务载体，辅导社会双创项目 6000 多个，支持创客在工业制造、智能交通、基础材料等 10 余个领域培育孵化高科技创新成果，支持 500 万央企青年运用 INDICS 平台开展双创，营造良好双创生态。

3. 可复制点/可复制行业

基于工业互联网平台的制造服务测试床定位为支撑智能制造、协同制造、云制造模式和生态的工业操作系统。平台可以为工业应用提供统一的集成和协同环境，核心功能是实现新型制造模式下企业/工业应用服务的动态集成与协同，支持对工业设备、工业服务和工业产品的感知与物联、共享与协同、学习与决策、控制与调度。测试床能为各类工业企业用户提供快速、一站式地网络化协同制造和智能生产管控等工业互联网“云服务+解决方案”，具有较强的通用性，可广泛应用于我国制造业。

4. 项目其他亮点

一是突出了中国特色，着眼解决中国两化融合进程中工业体系重构的具体问题。实现了工业设备、工业产品与工业服务等制造全要素的接入，面向制造全产业链、产品全生命周期，提供了智能研发、智能生产、智能服务和智能商务等服务，形成涵盖核心技术、关键系统、支撑平台和智能应用的完备产业链和高端产业群，支撑网络化协同制造、个性化定制、服务型制造等新模式，塑造制造业社会化、服务化和平台化新生态。

二是突出了平台建设的系统性，建立了基于工业互联网平台的制造服务技术体系、产品体系、标准体系和组织体系。

三是基于平台打造了可复制性、可推广性的解决方案。建立了智能化改造、社会化协同制造、工业互联网大数据和智能服务、双创等解决方案，形成了覆盖企业个体、产业链、生态圈的跨领域、跨层次服务体系。

四是通过加强平台建设及应用的绩效评估，逐渐形成了“总体规划、技术路线；选切入点、规范实施；系统优化、突出特色；运营模式、绩效评估”具有系统工程特色的良性循环发展模式。

五是强调平台建设的开放性，形成生态。平台通过提供上行、下行的 API 接口，开发工具和公共服务模型/组件等方式，一方面支持制造企业、制造资源提供方和服务商自行方便、快捷地将制造资源接入平台；另一方面，支持企业和个人自行基于平台开发、部署和运营工业应用 APP，形成生态。

智能机床工业互联网平台测试床

引言

智能云科信息科技有限公司（以下简称智能云科）是成立于 2015 年，由沈阳机床集团联合神州数码控股、光大金控共同投资设立，注册资本 10000 万元。智能云科旨在以“中国制造 2025”战略与“互联网+”理念为框架，制造装备互联为基础，高端工业服务为途径，整合广泛社会资源，打造社会化协同的 iSESOL 工业互联网平台，为企业与个人客户群体提供一站式的互联网增值服务，形成一个全新的制造生态系统，改变世界生产方式。

智能云科基于自主开发的 iSESOL 工业互联网平台，通过先进信息技术与传统工业技术的深度融合，实现信息、物理和社会系统的智能互联，聚合一批社会化制造服务资源，支撑制造全生命过程，形成研发、制造、服务三大体系，从而推动制造业生产方式和竞争模式的深刻变革。

一、关键词

让机床**安全稳定地接入**到智能机床工业互联网平台，探索并实现基于智能机床的**个性化互联网制造模式**。

二、测试床项目概述

1. 痛点

制造业是国民经济的主体，而机加工是整个制造业的基础。我国的机加工行业存在设备资源分散、信息孤岛现象严重、设备使用率低等问题，同时也存在缺乏对设备全生命周期的管理，生产效率难以提高，以及跨企业、产业链上下游协同难度高等问题。另一方面，工业互联网作为新一代信息通信技术与现代工业技术深度融合的产物，是制造业数字化、网络化、智能化的重要载体。国务院《深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》明确将构建网络、平台、安全三大功能体系作为其重点任务。

针对机加工行业存在的痛点，围绕工业装备互联互通和工业互联网大数据价值挖掘等目标，智能机床工业互联网平台测试床聚焦机床设备，验证机床互联互通，机床全生命周期管理，机床联网安全，提高机床的利用率和生产效率；并基于设备数据采集、分析与共享，实现机床互联网制造服务新业务模式，最终形成 iSESOL 工业互联网平台，打造跨企业、跨行业的协同制造生态体系和社会化的共享经济模式。

在智能机床联网方面，行业内存在以下问题：

- 1、数据采集，目前主要采取有线方式，灵活性差，对老厂区的布线改造成本高，小微企业无网络，数据采集难；
- 2、工控终端缺乏相关的安全措施，无漏洞防护等必需的安全功能；
- 3、通道一般采用 VPN 技术，但缺乏云端的整体管理方案。

如果要发展智能机床工业互联网平台，必须考虑各种可能的安全威胁，建立一个安全、可靠连接的工业互联网平台；如何能让机床可以安全、稳定、可靠的接入平台是至关重要的环节，也是本次测试床项目将要解决的关键问题之一。

针对传统的产品生产模式，大规模同质化的产品，已无法适应人们日益增加的多样化、个性化的需求；个性化制造将消费者个性需求传递至产品的设计及生产环节，将制造业提供的传统的产品服务提升为制造服务，必将成为生产制造新的主流趋势。如何在智能机床工业互联网平台有效开展基于智能机床的个性化制造，是本次测试床项目将要解决的另外一个关键问题。

2. 目标

智能机床工业互联网平台测试床旨在为机床互联网制造平台提供一整套安

全的机床连接解决方案以及通过工业互联网平台开展个性化试点，具体包括：

- 1、采用设备接入技术将智能机床连接到智能机床工业互联网平台；
- 2、利用设备接入技术和传感网络技术采集有效数据，并提供从终端、网络和云端的整体安全方案；
- 3、具备智能联网、边缘计算（网关对机床采集数据进行预处理）、漏洞防护、终端管理、证书管理、防伪冒等安全功能；
- 4、支持多种不同类型机床设备；
- 5、通过智能机床工业互联网平台开展个性化制造试点。

三、测试床项目解决方案

本测试床探索并实现基于智能机床的个性化工业互联网制造模式，建立从个性化需求、产品设计、工艺设计到生产管理、机床加工、物流交付的一体化协作平台；个性化工业互联网制造是以互联网平台聚集社会化的创新设计资源和生产加工资源，并进行有效地连接，为定制化产品需求提供高度柔性的工业互联网制造服务。通过机床设备互联以及制造过程数据的实时交互，把个性化定制信息可直接推送到加工制造装备上，实现单件个性需求的批量化生产。

整体业务流程如下：

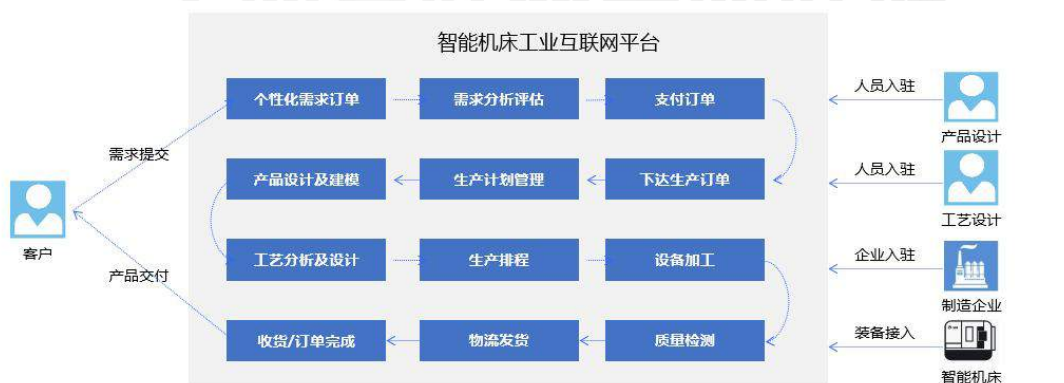


图 1 智能机床工业互联网平台业务流程图

安全的机床连接是机床接入平台的基础，也是进行个性化制造互联网化的重要基础，形成一整套安全的基础连接方案，实现设备管理，设备接入身份验证，设备数据采集等功能；设备联网在线，产品的加工信息以及工艺程序可以直达生产设备，通过生产排程，整个生产进度可以及时反馈给客户，使得生产信息更加

透明；实现了个性需求传递至产品的设计及生产环节，让生产制造数据能够及时和有效的传递，保障了数据安全、设备终端安全。

下面介绍解决方案的总体架构。

1. 平台架构

智能机床工业互联网平台测试床遵循工业互联网平台多层架构模式，共分为三个层级，分别为业务应用层、平台服务层及设备接入层。

平台整体架构图如下：

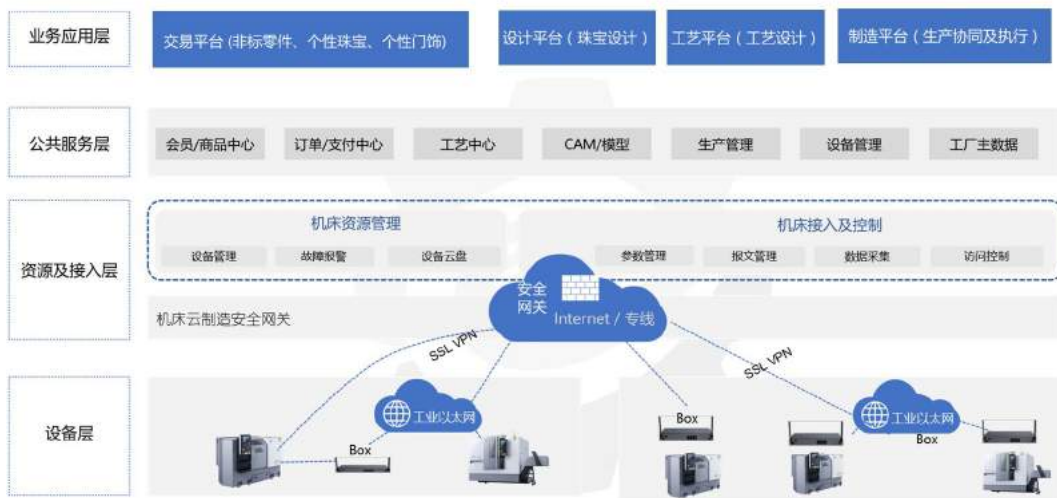


图 2 智能机床工业互联网平台整体架构图

1、设备接入层：

设备通过工业企业内网，连接到设备接入网关，通过采集器终端实现数据与工业互联网平台互联，采用安全网关构建终端设备与工业互联网平台之间的通讯VPN隧道，保障通讯安全；通过一系列标准协议，包括设备通讯标准、数据访问标准、安全标准来支持异构的设备资源接入。

2、平台服务层：

主要包括设备资源接入、公共服务层；设备资源接入通过云端Agent服务进行设备接入验证以及构建数据传输通道，实现与设备终端互联互通，以提供机床资源管理，机床接入及控制管理，并提供数据采集、数据存储以及数据分析等服务；公共服务层提供工艺分析、生产管理、设备/工厂主数据管理、工业互联网大数据分析等服务，以及提供上层应用数据接口服务。同时，平台遵循通用标准和规范，包括设备标识规范、数据协议规范、网络通讯规范、安全接入规范等，

以提供平台安全保障。

3、业务应用层：

基于平台服务层提供的接口，服务接口，提供面向机械加工领域各环节场景。面向智能化生产，网络化协同，个性化定制，服务化延伸等制造和工业互联网典型应用场景，为企业用户以及个人用户提供不同的云化产品。

2. 智能机床接入架构

在智能机床接入工业互联网平台过程中，会面临着不同厂商、不同型号的数控系统，如何互联互通，快速有效的纳入信息化平台，如何将这些设备按照接入标准统一起来显得尤为重要。通过开发设备开放性接口协议，并以此设计和开发智能数控系统互联网接入设备，以实现不同协议设备的网络化平台接入。

智能机床接入整体架构设计如下图：

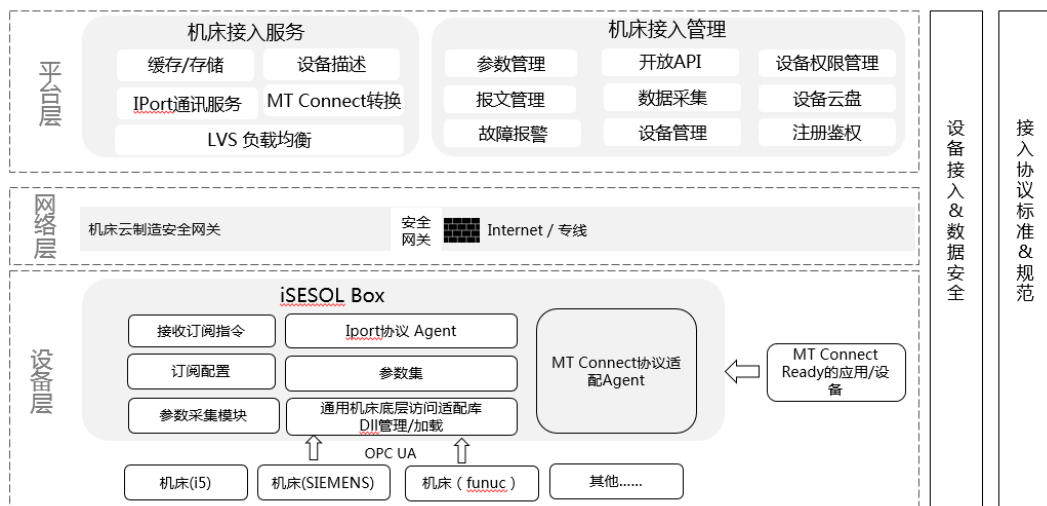


图 3 智能机床接入整体架构图

1、智能机床接入协议标准

智能机床接入遵循通用标准协议以及规范。数控机床接入技术规范包括数控机床接入工业互联网平台的标识规范、设备数据协议规范、网络通讯规范及安全接入规范。

1) 设备标识规范

接入工业互联网平台中的各台数控机床均采用唯一的数据标识，用于保障数控机床在平台管理中的可辨识；

2) 设备数据协议规范

数控机床应使用通用主流的数据通讯协议（MQTT、TCP/IP），包括设备数据的开放协议及设备受控协议，该部分包括设备数据模型、数据发布、数据获取、数据接收及相关接口的规范；

3) 网络通讯规范

网络通讯规范主要包括数控机床设备与工业互联网平台连接的网络建设及传输规范，包括网络建设要求、网络结构要求、网络设备要求、IP 地址与域名管理，网络质量要求等方面；

4) 安全接入规范

安全接入规范主要包括数控机床设备与工业互联网平台连接的安全保证规范，包括设备安全、协议安全、传输安全及数据安全、构建 VPN 安全通道等。

2、智能机床接入场景

设备通过采集网关模式：通过采集器接入模式适用于应用功能在云端，并且设备满足平台标准接入协议，有本地信息化系统与设备通信的要求；设备通过内部网络，连接到采集器终端，通过采集器终端实现数据与本地信息化系统的对接与数据定制要求，同时具备采集器与工业互联网平台构建通讯 VPN 隧道，保障通讯安全。

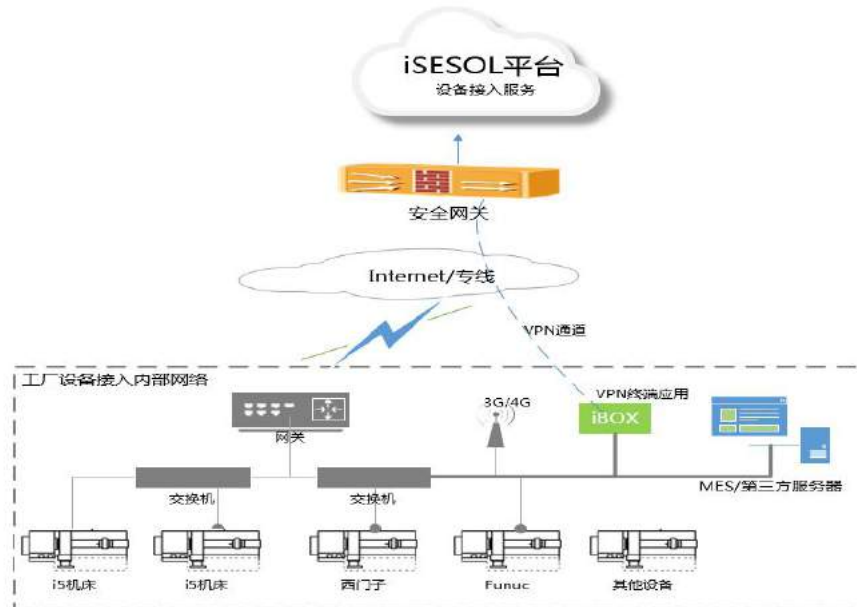


图 4 设备通过采集网关模式

设备直连模式：设备直接联网的接入模式适用于应用功能在云端，并且设备满足平台标准接入协议，也无本地信息化系统与设备通信的要求；设备通过工业

企业内网，可以通过有线/无线方式与工业互联网平台互联，采用安全网关构建终端设备与工业互联网平台之间的通讯 VPN 隧道，保障通讯安全。

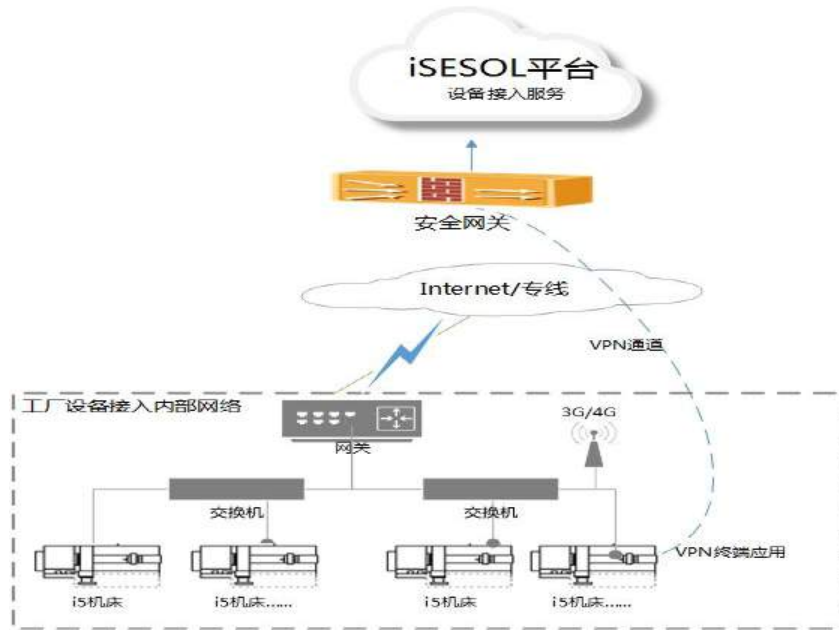


图 5 设备直连模式

3、智能机床物联接入设备

遵循 IoT 通信协议及安全机制，打造机床接入设备 iSESOL Box。整体架构图如下：



图 6 iSESOL Box 架构图

iSESOL Box 将实现不同厂家的设备和应用程序能相互交换数据，实现与其他外界系统互联的中间件，基于标准协议实现设备的数据通讯，其主要特性如下：

- 1) 具备数据系统参数订阅机制，使得数据采集更灵活；
- 2) 标准化通信，支持多种不同类型的机床；支持具备 OPC UA 协议的其他设备接入；
- 3) 数据安全性和可靠性，使用可靠的通信机制、可配置的超时、自动错误检查和自动恢复等机制；
- 4) 可选配 3G/4G 无线模组，方便机床设备连接互联网。

3. 个性化工业互联网平台

为实现基于智能机床的个性化工业互联网平台，平台建设主要组成部分有：交易平台、设计及工艺平台、协同及制造平台、平台公共服务、机床接入及控制。

交易平台	设计及工艺平台	协同及制造平台	平台公共服务	机床接入及控制
工业零件加工 (iSESOL网) 门饰及工艺品 (iSESOL商城) 定制珠宝 (Do one)	珠宝设计 (DO ONE 设计师版) 数控程序设计 (云CAM) 工业零件工艺 (工艺支撑系统)	制造执行&协同制造 (iSESOL WIS)	用户访问及控制 (用户中心) 交易支付 (支付中心) 设备管理 产品管理 (商品中心) 订单管理 (订单中心)	接入安全 (SSL及VPN) 通讯协议 (iPORT及MQTT) 访问控制 (身份及地址识别) 数据采集 (报文管理) 多功能终端设备 (ibox)
建立针对不同消费群体的个性化定制交易门户； 涉及非标工业零件、个人定制珠宝、个性门饰、个性工艺品等多个产品领域；	建立供珠宝设计师使用的基于众包模式的珠宝设计平台； 建立用于自动生成数控程序的云CAM系统； 建立用于机加零件的工艺分析支撑系统	支撑异地多工厂协同制造； 支撑基于云计算的车间生产管理；	建立一系列平台基础服务，支撑平台上的各类业务应用；	建立一整套设备接入、数据采集及管理控制体系；支持多种机床及其他设备接入；

图 7 个性化工业互联网平台子系统框图

在交易平台，建立了针对不同消费群体的个性化定制交易门户，在个人定制珠宝、个性铝合金雕花等行业完成了信息化平台的建设。

在设计及工艺平台，建立了提供个性化珠宝设计、门花设计的设计平台和工具，通过工艺分析以及云 CAM 系统实现产品模型生成加工 NC 程序。

协同及制造平台，建立了 iSESOL WIS，实现生产订单的异地生产协同以及制造企业的生产管理及设备管理。

机床接入及控制以及平台公共服务是构建个性化制造业务的基础，提供了生产制造过程数据、机床实时数据，工艺程序进行安全有效的传递，为产品质量提供了保障。

重点系统/创新点描述，安全及可靠性分析：

1、采用了准入控制、防仿冒、终端可信注册、传输隧道认证、证书管理、终端管控和模块化安全 SDK 等安全机制；

2、系统采用了虚拟专用网（VPN）、身份认证（数字签名、密钥、令牌）、访问控制、SSL 安全协议等；

3、完成个性化商品设计师端 APP，使设计师可发布提交设计成果；

4、完成工艺平台建设，实现机加工工艺在线仿真；

5、完成 CAM 系统部署，实现产品模型自动生成 NC 程序；

6、完成 WIS 系统，对工厂进行全方位监控，对生产过程进行把控；

7、实现了 C2M，去掉中间环节，让制造企业直接面对消费者。

测试床应用效果，实施效果：

1、平台设备接入能力

通过软硬件网关，VPN、SSL 等一系列手段，实现智能机床的安全接入；已具备支持多种类型的机床接入（i5 设备、西门子、funuc 等主流数控系统），工业互联网平台已经接入大量设备；

2、建立了支撑个性化制造的交易平台

通过建立不同商品的定制交易平台，提供个性化定制交易所需要的采购、支付及物流交付功能；在金属切割领域实现多类产品的个性化定制，实现在非标工业零件、个性化珠宝、铝合金雕花的应用推广。

四、测试床项目价值提取 Industrial Internet

1. 测试床验证了 AII 架构中的哪一环节

此测试床主要目的在于测试智能机床工业互联网平台安全互联，是机床领域第一个 AII 测试床，该测试床的方案可以对其他工业互联网智能设备的组网安全提供参考。

2. 新标准/新技术/新应用/新模式提取

测试床的特点是通过引入工业互联网技术，改变了传统制造业的生产加工流程，为企业客户提供了更加安全和灵活的生产方式，提高了设备利用率，增加了

生产效率，提高了设备厂家的售后服务，降低了故障导致的宕机时间。测试床遵循 IoT 通信协议及安全机制，打造机床接入设备 iSESOL Box，精确采集制造过程中生产设备的实时数据，打造设备全生命周期和生产制造全流程中的数据闭环，并基于生产数据的实时推送，催生了生产管理、协同生产、机床租赁、个性化定制等业务模式。

3. 可复制点/可复制行业

通过与智能装配等相关企业合作，智能机床工业互联网平台已经接入大量的生产力资源，并逐步扩大规模，实现从单一的金切领域扩展到电火花加工、木加行业、激光切割、3D 打印等机加工行业，逐步覆盖机加工大部分领域，并辐射到整个制造业。以基于网络化协同的 O2O 工业服务作为典型进行应用示范，逐步将成功模式从示范区域推广到全国，形成更广泛的以工业互联网为创新要素的制造业发展新形态，带动整个制造业的智能化转型与升级。

4. 项目其他亮点

工业互联网大数据与工业互联网平台结合，可实现物理设备与虚拟网络融合的数据采集、传输、协同处理和应用集成，运用数据分析方法，结合机加工领域知识，形成包括预防性维护、加工过程监测与预警、工艺方案自主优化以及个性化推荐等工业互联网大数据应用系统。从“数据即服务”的视角出发，帮助企业用户扩展产品价值空间，实现以产品为核心的经营模式向“制造+服务”的模式转变。

本项目通过大量的设备接入以及对设备低高频数据采集，通过工业互联网大数据分析，形成了机床健康度分析、机床故障预警、机床加工工艺优化等应用。基于平台收集形成的工业互联网大数据，针对不同用户群体的需求，逐步提供基于工业互联网大数据的平台延伸增值服务。

山东中微光电子有限公司

NB-IoT 智慧路灯测试床项目

引言：企业概况

山东中微光电子有限公司（AOD Co., Ltd），位于山东省潍坊市高新技术开发区，致力于成为全球领先的新型智慧城市（Smart City）整体解决方案提供商，基于「改变人与城市关系」的理念，倾力打造「新型智慧城市生态平台」。

智慧城市方面，提供从智慧城市顶层规划设计、开发建设到项目运营管理的整体解决方案。结合中微自身及产业生态优势，为当地量身打造以智慧城市基础建设为依托、智慧城市指挥中心为核心的，包含智慧停车、弱势群体及物品防丢、智慧乡村、智慧交通（含公交）、智慧一卡通、智慧教育、网格化管理、智慧无人机作战平台、智慧车联网等项目的智慧城市。

智慧照明方面，中微作为世界上「第一盏 LED 路灯」的发明者，「第一条 LED 道路」的建设者、「第一个 LED 城市」的缔造者，在 LED 照明领域具有丰富的实践经验。同时，中微以其真知灼见的战略发展眼光，积极投入到智慧照明领域的产品研发和提升，时刻关注智慧照明行业的发展方向。通过与华为、海康威视等行业巨头合作，深耕智慧照明产业，现已形成了一条具备先进性、智能性、开放性的智慧照明生态产业链。

一、关键词

采用先进的 NB-IoT 广域通信技术，电信无线频谱资源，实现采集城市路灯信息。

安全、稳定、可靠。

二、测试床项目概述

1.行业痛点描述

当前智慧路灯占据总路灯的数量不足 1%，目前智慧路灯的解决方案主要有 PLC，zigbee 等方案，如下图：

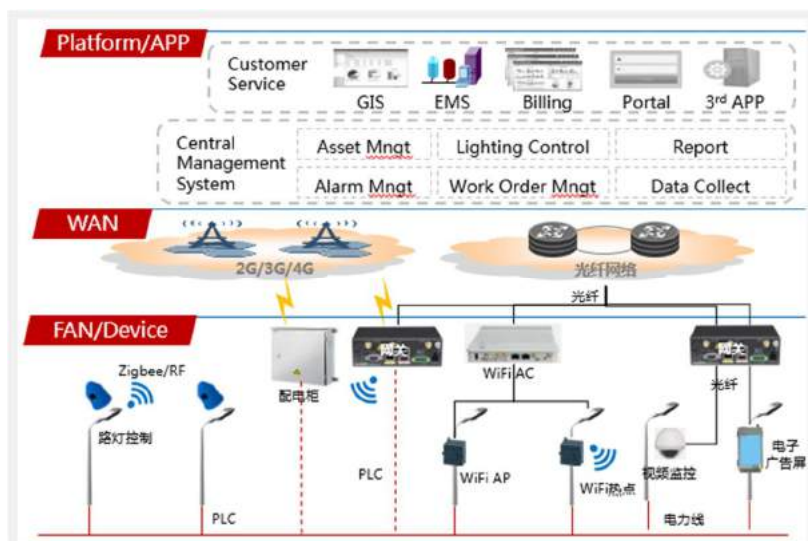


图 1 当前 zigbee，PLG 组网图

路灯照明远程控制系统，有线通信方式如 RS485、MODBUS 等，因其缺点已基本被市场所淘汰，PLC 通信方式及无线通信方式如 Zigbee 等，因其组网方式可以节约大量电缆和物资，且不受天气和地形的影响，通讯的可靠性较高，受到了市场的广泛认可，但仍存在一些问题。

➤ PLC模式

- PLC施工成本高，需要考虑接地，梳理线路等工作
- 电力线干扰大，通讯可靠性差
- 线路阻抗动态变化导致覆盖不稳定
- 大规模应用的网络和软件可靠性难以保障
- 各厂家通讯协议无统一标准。
- 电缆中有很多干扰，导致通信可靠性低

- 电路中的阻抗变化，导致不稳定的覆盖
- 老化电缆导致高衰减

➤ Zigbee模式

- 抗干扰能力差，采用915M、869M信道容易受射频干扰，采用2.4G免执照频段容易受到同频段的WiFi、蓝牙的干扰；
- 通信距离短，需要集中控制器组网
- 组网规模小，缺少安全性规范和完善的标准
- 企业自行建网，施工调试难度大
- 大规模应用的网络和软件可靠性难以保证。

2.当前方案实现目标

NB-IoT 智慧路灯是基于 NB-IoT 技术的路灯集中控制解决方案，运用互联网无线组网技术实现对路灯的集中控制。该系统与路灯监控中心组成全方位的实时检测和监视，区域内的路灯无线终端管理到每一盏灯，对电压、电流、功率因数、亮度、亮灯率、温度、进行监控；在用户计算机上自动获得路灯的各种参数状态，实现了自动巡检，可以判别出路灯的故障状况、老化程度、亮灯状况等。中微智慧路灯控制系统具有友好的人机界面、集合了城市路灯地理信息及实地控制按钮、详细的数据统计表、地理定位及灯序号故障提示、统计路灯亮灯率、维护系数达标率、功率因数达标率、节能系数达标率等。

三、测试床项目解决方案

商业价值

本验证示范平台采用基于 NB-IoT 技术的路灯集中控制解决方案，运用最新互联网前沿技术 NB-IoT，具有覆盖范围广、容量大、网络安全可靠等技术优势，使得 LED 路灯照

明系统控制更加方便、快捷，实现按需照明，节能优势更加明显，使公司产品保持行业领先地位，提升了公司产品的核心竞争力，符合当前社会发展趋势。

经济效益

本验证示范平台探寻通过新的技术和工具推动路灯控制方式的转变，这会给城市路灯控制和节能带来新水平的效率提升，它实现了路灯的调光和按需亮灯功能，即该亮时亮、该暗时暗，结合最新的照明节电技术，可以节约城市路灯综合用电量的 30%左右，节省人力物力（巡检费），可降低维护成本 60%。同时，无线自动组网方式可以节约大量电线电缆和物资，且该方式不受天气和地形的影响，也保证了通讯的可靠性。

如：一座中等规模的城市，5 万盏路灯，每盏路灯 500W，每天亮灯 12H，年电费需要 6570 万元，如果辅以中微智能控制技术，年度可节约电费约 1971 万元，具有巨大的经济效益。

社会价值

这个验证示范平台的社会价值将是巨大的，智能控制技术，可节约城市路灯综合用电量的 30%左右，减少了二氧化碳的排放量，响应国家节能减排的号召，顺应当前社会发展趋势通过智能控制技术，实现按需照明，在人车流量降低时，智能调控降低 LED 路灯亮度，减少光污染，降低不合理灯光对人体造成的不适感；优异的配光和控制技术，减少了炫光，减少人们因灯光原因出现的视觉疲劳和眩晕感，保证了出行安全和人身健康，为建设绿色社会、节能社会贡献一份力量。

1. 解决方案总体架构（包括整体顶层设计架构，网络互连架构等）

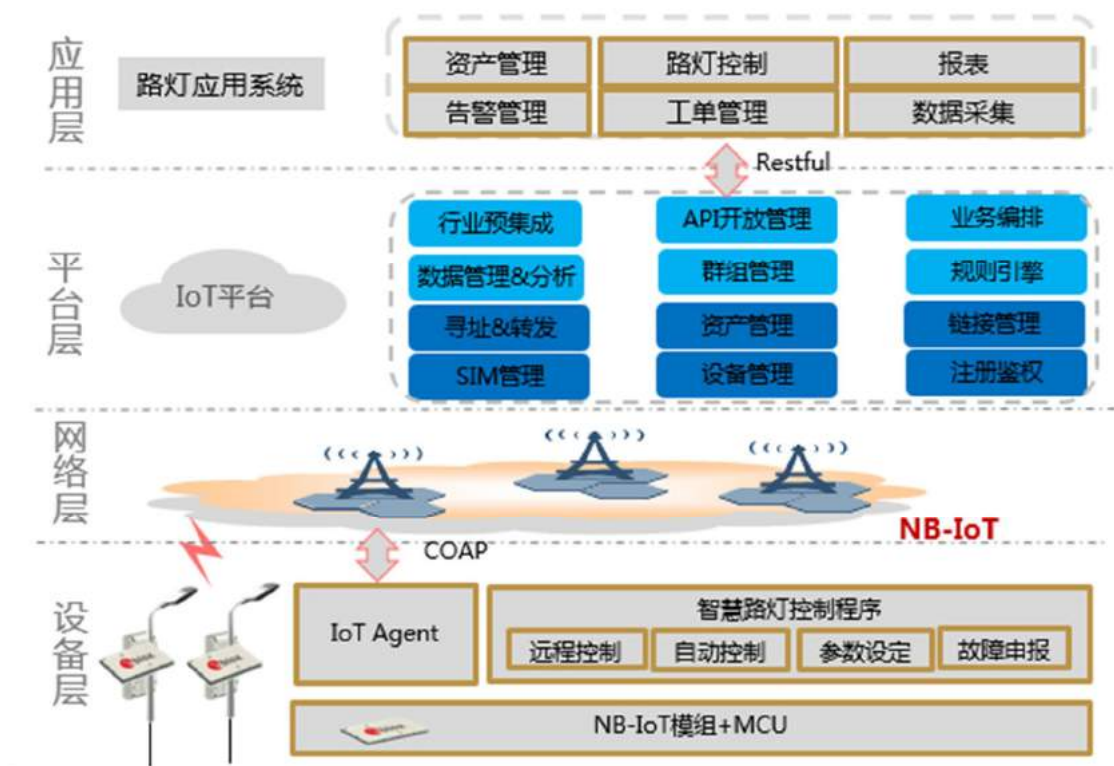


图 2 智慧路灯场景化解决方案架构图

终端层：终端设备是互联网的基础载体，顺应互联网的发展，各终端由原有的哑终端逐步向智能终端演进，通过增加各种传感器、通讯模块使得终端可控、可管、可互通。基于NB-IoT网络的互联网解决方案中，每个智能终端通过集成NB-IoT标准模组来实现通讯能力，通过统一的互联网通讯标准，终端间无须再适配各种互联网网络。

网络层：网络是整个互联网的通讯基础，NB-IoT网络具有低速率、低功耗、低成本、广覆盖的特点，符合整个互联网的特点，使用较窄的频段实现广覆盖、大连接的能力，相比传统的LTE网络，成本会大大降低。NB-IoT网络只需基于运营商现有网络进行少量改造即可布网，对网络改造影响较低。该项目中依据中微路灯的主要分布区域，NB-IoT网络由山东联通运营，华为提供设备及维护。

平台层：平台是互联网行业应用的基础平台，具备连接管理、数据管理、能力开放的能力，上层行业应用无需关心终端设备具体物理连接和数据传输，实现终端对象化管理。

提供灵活高效的数据管理/开放能力，包括：数据采集、分类、结构化存储，数据调用、使用量分析，提供分析性的业务定制报表。业务模块化，灵活业务逻辑编排，满足行业应用的快速开发需求。

应用层：IoT 应用是互联网中人直接感知的最上层，应用的好坏直接影响其使用效果，各行业在 NB-IoT 管道的基础上，聚焦自身的应用开发，使互联网得到更好的体现。路灯分布广泛，且均匀分布，数量多，采用小无线或 PLC 方式存在时延过长、布线困难的问题，采用 NB-IoT 可降低私有小无线网络维护困难，可解决布线困难的问题，并且为后续拓展路灯其它应用如环境检测、路边停车等提供良好的网络基础。使用 NB-IoT 的智慧路灯，可以达到实时监测路灯状态、按需调节路灯开关或亮度以达到节能的目的。

2.重点系统/创新点描述 ，安全及可靠性分析

整个端到端的解决方案包括架构的安全，还有网络的安全，在每层都需要考虑，包括设备，网络，平台，应用系统等。整体的安全架构如下图：



图 3 安全架构图

(1) 终端安全

终端安全包括本身的嵌入式操作系统、软件、接入的安全，主要包括如下：

每个终端提供自身的唯一标识、账号 ID 和密码，用于入网，平台，应用系统识别的唯一

标识，在整个端到端解决方案中进行认证。运营商给每个终端分配一个 IMEI 码，用于双向鉴权认证，当入网成功，则分配私网地址，入网失败拒绝管理该设备。数据在传输过程中使用加密传输方式，确保数据被非法篡改或截取。双向鉴权防止网络攻击，下发非法控制指令。

(2) 网络安全

网络安全采用 3GPP 标准，空口安全，设备安全防护，基础网络安全，网络安全管理四方面进行设计，确保运营商网络级别的安全。

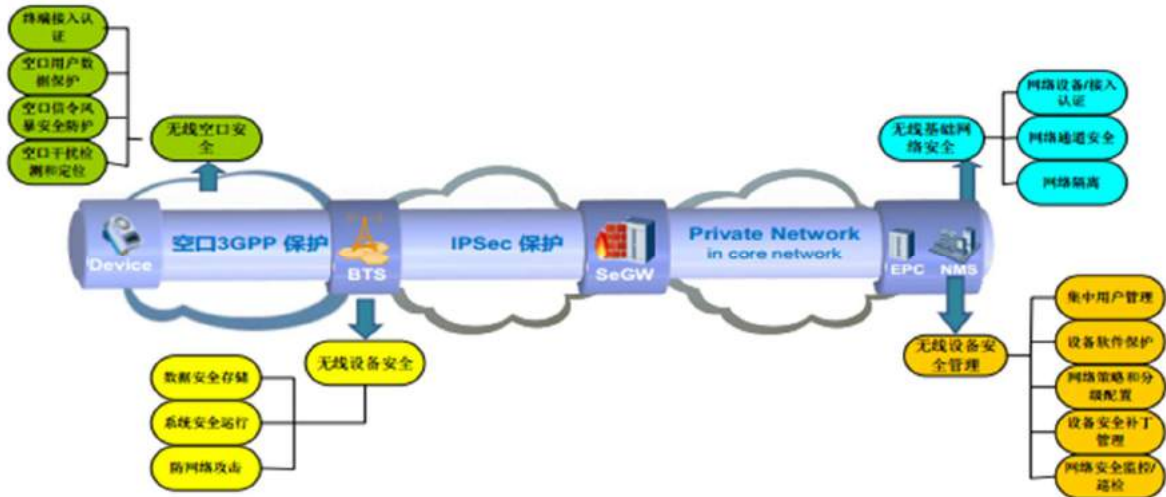


图 4 平台安全体系图

(3) 平台的安全性保障:

在组网层面进行安全域的划分，进行数据控制的物理隔离，并且划分 DMZ 域，受信任的应用和设备才准接入到信任域内，各区域间采用 TLS, DTLS 方式进行加密保护，内部进程间采用 https@TLS 方式实现加密传输和双向认证。

(4) 应用系统安全性保障:

IoT 平台提供基本的双向认证机制，向业务发放证书，通过可信的双向鉴权机制与 IoT 平台互通，在安全方面包括接入鉴权，访问授权，加密存储，系统加固，token 过期清理，通过 SHA-2 加密传输等。在各层中基本的安全包括：操作系统和数据库的安全加固，WEB

安全设计避免伪造攻击，业务和终端的认证与鉴权，加密存储，加密传输，统一身份认证，权限管理，日志管理等。

3.测试床应用效果，实施效果

从中微厂区的 10 盏和胜利街数百盏的 NB-IoT 智慧路灯运行 3 个余月的测试情况来看，在模组及基站版本升级到最新版本后整套系统运行稳定、可靠，可以满足客户使用需求。

表 1 NB 路灯运行情况测试结果

序号	测试项描述	测试方法	测试结果
1	应用平台 NB 模组的新增和删除	对 10 盏灯具分别进行 10 次以上的新增和删除操作，验证应用平台及 IOT 平台的稳定性	运行稳定
2	单灯控制器通讯性测试	对 10 盏灯具分别使用串口调试工具对 MCU 进行 log 日志的跟踪，实时查看软件运行状态及通信状态	全部运行正常
3	单灯控制器硬件可靠性测试	对 10 个单灯控制器进行可靠性测试（高温存储、高温工作、冷热冲击、雷击、开关机、震动等）	全部测试通过
4	系统性测试	灯具按照策略运行，对整套系统进行长期测试，应用平台定时下发命令，（定时开灯、定时关灯、定时数据上报、定时调光、告警上报），进行稳定性验证	截止目前测试稳定

四、测试床项目价值提取

1.测试床验证了 AII 架构中的哪一环节

测试床验证了 AII 架构中的网络环节。该项目验证了 NB-IoT 网络在智慧照明领域能够保障数据传输的可行性和可靠性，较其他通讯技术有明显的优势，验证了 NB-IoT 网络在智慧城市建设之互联网应用之必要性。

2.新标准/新技术/新应用/新模式提取

路灯作为智慧城市的基础载体，通过搭建基于 NB-IoT 技术的互联网平台，利用路灯的站址资源、电资源、平台资源、网络资源可扩展到智慧城市，包括环境管理、广告、充电桩、监控等。

3.可复制点/可复制行业

NB-IoT 智慧路灯结案后，将会在国内外的各个项目与华为及运营商合作，对 NB-IoT 在智慧路灯控制领域的业务模式及整体方案进行深入探讨。

通过 EMC 模式进行商业推广，在政府不投入的情况下，实现道路照明效果提升和节能减排。

4.项目其他亮点

一跳单灯控制 VS 组控：节能 50%；

远程设置策略和参数，故障自动上报，“0”维护成本。

软件定义可重构柔性制造验证示范平台

引言：企业概况

中国科学院沈阳自动化研究所成立于 1958 年 11 月，是我国从事机器人、先进制造和智能机器、工业无线传感与通信技术研究的领军机构。作为中国机器人事业的摇篮，在中国机器人事业发展历史上创造了二十多个第一，引领中国机器人技术的研究发展。中科院沈阳自动化研究所在高端智能化装备领域，自主研发了板材激光拼焊成套装备、双机械臂激光焊接装备、激光冲击强化等装备以及数字化车间动态管控平台与生产系统，并荣获国家科技进步二等奖，该项目成果引领了行业的技术进步，新增产值 44 亿。沈自所突破了工业通信的核心技术，研发了 WIA-PA 和 WIA-FA 两项 IEC 国际标准和产品体系，围绕语义化数字工厂建模与动态服务组合，打通了跨协议、软件和系统的互操作接口，解决了跨系统信息集成的难题，并因此荣获国家科技进步二等奖。

一、关键词

软件定义可重构柔性制造验证平台以部件装配的个性化定制设计、工艺流程自动生成、机器人任务自主规划为基础，实现消费者高度个性化定制、设备和生产过程信息无线化感知、自主规划生产计划和任务、智能运行管理、能源监测与管理等创新功能，解决高度个性化定制产品的规模化生产与传统的刚性、大批量制造模式之间的矛盾。

关键词：柔性制造，可重构，个性化定制

二、测试床项目概述

1. 行业痛点描述

离散制造业高度个性化定制的需求快速增长，但传统的刚性、用于大批量制造的生产系统是根据产品量身定制的。一旦产品设计或生产需求发生变化，生产线需要停产并人工调整生产系统的结构和控制系统，重置工艺流程与设备配置，调整周期过长，难以快速响应变化。因此传统的制造模式和生产系统难以支撑高度个性化定制产品的快速、规模化生产。所以，能够支撑产线智能自适应调整的软件定义的可重构柔性制造系统应运而生。

2. 当前方案实现目标

本平台的目标是通过构建软件定义可自重构的离散制造系统，使生产制造系统具有高度灵活性，可以针对产品设计和订单的变化，自动调整加工、装配环节的任务、工艺流程、路径规划与控制参数以及生产系统的结构和控制程序，大幅缩短产品的交付周期，使其快速响应高度定制化产品规模化生产的需求，实现小批量甚至单件化定制产品的规模化、经济型生产。

三、测试床项目解决方案

1. 解决方案总体架构

本项目搭建的软件定义可重构柔性制造验证平台总体架构如图 1 所示。主要由：设计开发平台、虚拟制造支撑系统、基于工业 SDN 的自组织全互连网络系统、可重构模块化制造系统、检测系统、柔性智能物流系统和服务平台构成。

其中，设计开发平台、虚拟制造支撑系统、可重构模块化制造系统和服务平台构成了从设计、制造到服务的端到端数字化集成系统以及从销售到企业管理到车间生产管理和设备层的垂直集成，将用于验证产品的全生命周期管理以及工业 4.0 系统的端到端集成技术；虚拟制造支撑系统、基于工业 SDN 的自组织全互连网络系统、可重构模块化制

造系统、检测系统和柔性智能物流系统则构成了网络化生产系统，将用于验证工业 4.0 系统的纵向集成技术。

软件定义可重构智能制造验证示范平台的目标：

- 大规模定制业务支持系统
 - ✓ 用户对产品配置和属性个性化选配系统
 - ✓ 制造执行系统
 - ✓ 设备、系统互联的工业物联网
 - ✓ 智能制造分析平台
- 可重构的模块化智能自动化生产系统
 - ✓ 可重构、模块化生产单元
 - ✓ 自动物料运输系统
 - ✓ 智能机器人
- 全要素设备、人、物料智能互联
 - ✓ 通信系统（无线通信）
 - ✓ 传感器Sensor
 - ✓ 标签RFID

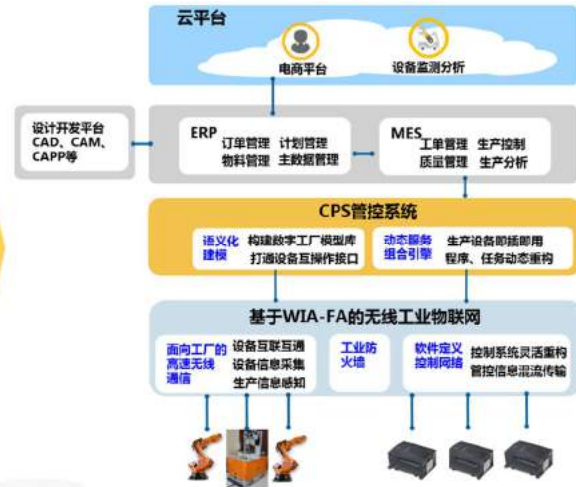


图 1 软件定义可重构柔性制造系统总体架构

2. 重点系统以及创新点描述，安全及可靠性分析

本平台各个子系统和创新点如下：

（1）基于云的企业与车间管理软件系统与服务系统

企业与车间管理软件系统如图 2 所示。该系统包括：由电子商务、ERP、MES、PLM 等构成的企业管理软件系统。消费者通过电商平台，根据自己喜好来对产品的不同参数进行选配，并生成个性化订单。随后，该订单将被无缝集成到后台 ERP 系统中，系统随即进行物料的采购和生产准备，同时安排生产计划。当生产计划下达后，生产订单的所有相关信息会即刻传到 MES 系统中，并通过 MES 与车间控制系统完成信息交互。

此外，在系统在云平台上部署了生产服务子系统，可以基于检测系统提供的生产要素的温度、振动等状态信息，通过基于 WIA 的全互联制造网络快速传送至架于云端的大数据服务平台，用于分析设备运行状态和趋势，诊断设备故障、预测设备部件及整体的生命周期，从而实现生产装备的预测性维护，降低设备停机时间，提高生产效率。

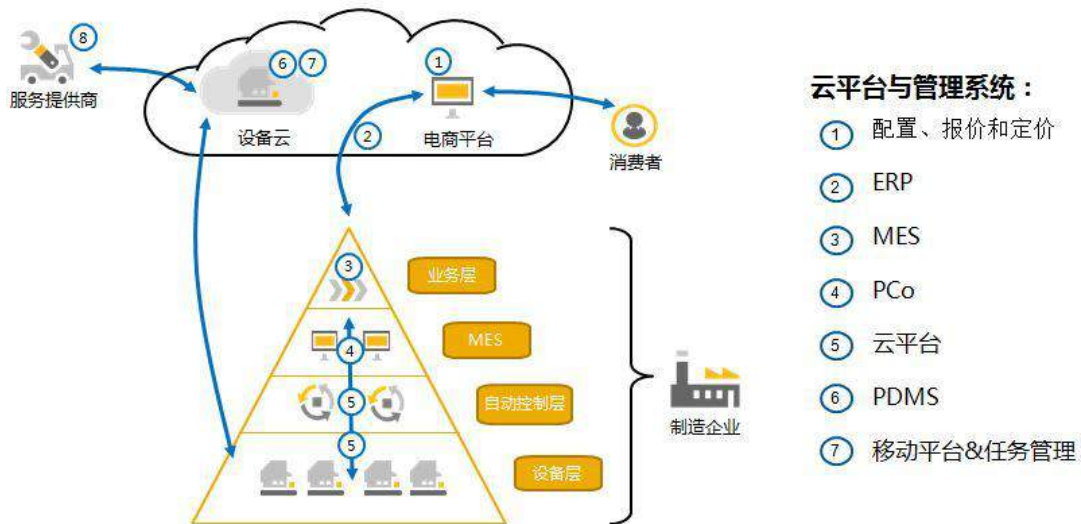


图 2 企业与车间管理软件系统组成

(2) 设计开发平台

设计开发平台由 CAD、CAM、CAPP 等设计开发软件系统组成，是一个集成了产品设计、生产系统设计、生产工艺设计、生产过程离线仿真等多种功能为一体的综合数字化协同设计平台。可用于开展数字化协同产品设计、数字化样机、产品生命周期数据管理、并行协同研制流程等研究，测试、验证不同设计软件的接口集成等技术。

(3) CPS 智能管控系统

CPS 管控系统由数字工厂模型库、动态服务合成引擎等部分构成。可以支撑数字工厂生产资源虚拟化、建模、关联、检索，生产过程实时模拟仿真与优化，生产要素与生产系统动态组织与重构等信息空间的虚拟工厂管理、运行、控制等研究。可用于开展不同厂商生产设备互联互通、基于语义化的制造资源建模、工业 4.0 车间参考模型、CPS 型柔性制造系统架构、实时在线仿真与优化、软件接口集成等技术的测试与验证。

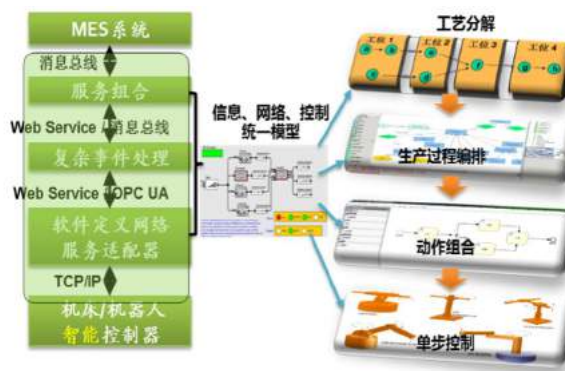


图 3 CPS 管控系统架构图

(4) 基于 WIA 的智能工厂全互连网络

该全互连网络如图 4 所示，主要包括：由面向工业应用的高可靠、高实时性无线通信技术（WIA-FA）、工业无线路由器、工业无线交换机、基于工业 SDN 的管控全互连无线网关、工业 SDN 管理软件、中科工业防火墙等中国科学院沈阳自动化研究所自主知识产权的工业信息接入与传输产品和技术，同时也包括了西门子工业以太网 profinet 和相关网络测试系统。用于开展工业无线通信技术的高并发、可靠性、实时性等性能的测试和验证，开展基于工业 SDN 全互连网关的管理、控制系统中控制信号、音频、视频等多类型数据混流传输性能的测试与验证以及工业信息安全的测试与验证。

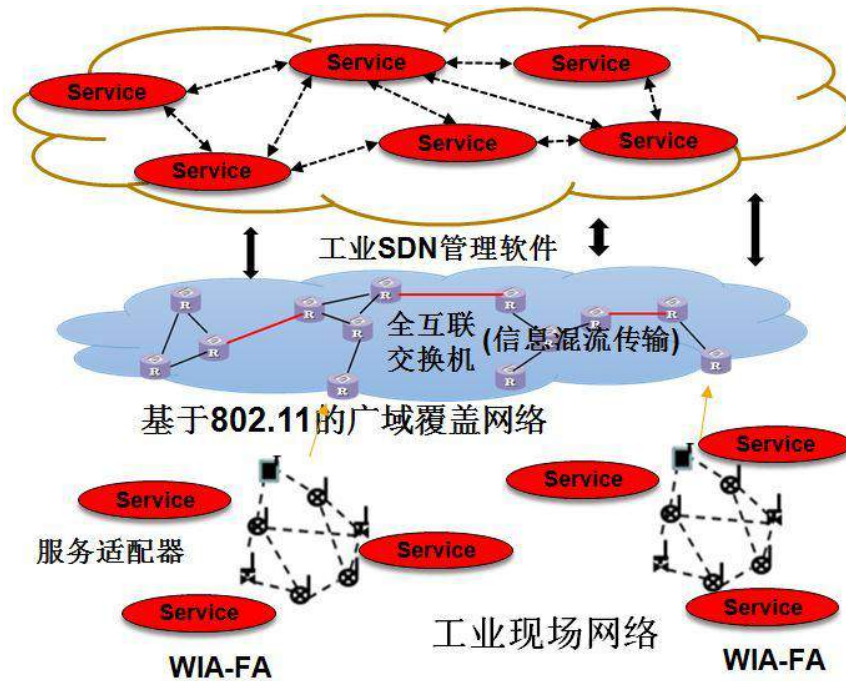


图 4 智能工厂全互连网络结构

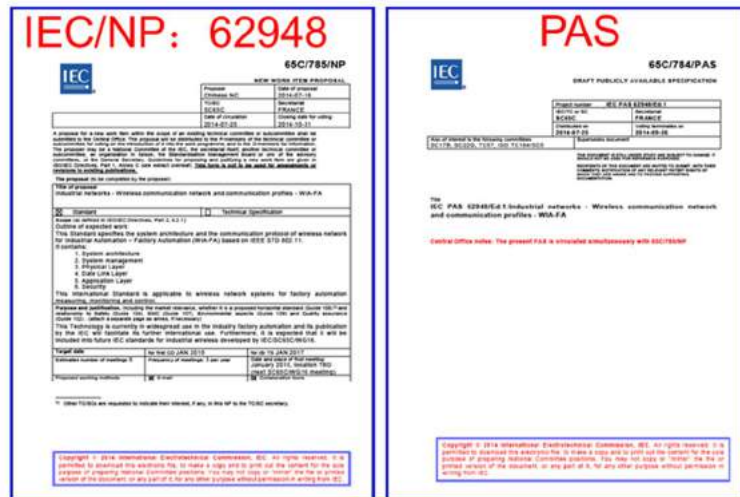


图 5 WIA-FA——面向工厂高速自动控制应用的 IEC 无线技术国际标准

(5) 可重构模块化加工装配系统

由 3D 打印系统、工业机器人、AGV、小型立体仓库、输送系统、柔性加工系统、可移动式装配工位和固定式装配工位组成。可支持由软件定义的可重构模块化生产模式，其生产系统布局、生产工艺流程和机器人操作任务调度可根据实际生产情况动态重组，提供高度定制化、围绕单件产品定制工艺流程的高度柔性制造能力。为智能化、柔性化及自组织生产提供验证条件，并且还可以用于测试、验证不同厂商生产设备互联互通操作、实时在线仿真与优化、可重构模块化制造等技术。

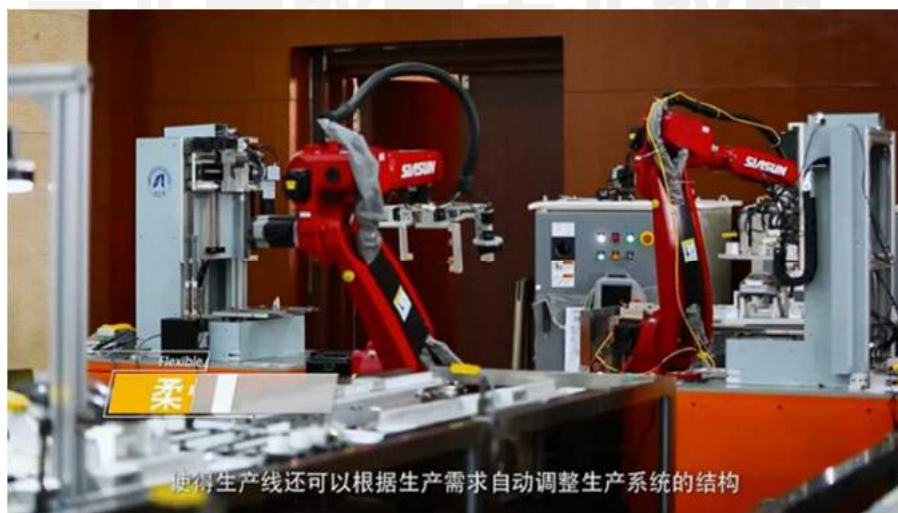


图 6 可重构模块化加工装配系统结构图

3. 测试床应用效果，实施效果

通过软件定义可重构柔性制造验证平台的核心技术，可开展以下应用：

1、配置自由选择的定制化产品生产

客户通过点商平台自由选择产品配置，生成个性化的产品订单，该订单在 ERP 系统里同步生成，并立刻分发至 MES 系统进行排产，订单与排产信息通过 PCO 接口下达至控制系统，通过 RFID 系统，每个生产单元都可以与产品和物料进行“交流”，为该订单装配个性化零部件或完成个性化加工任务，最终智能工厂快速完成了个性化产品的生产任务。

2、生产系统根据订单变化动态调整、重组结构

生产系统的部分单元搭载在自动导引小车（AGV）上，使其具备模块化、可移动的能力。动态服务合成引擎通过工业无线网络动态监测生产装备的状态信息，并根据订单的变化分析、预测生产系统的瓶颈，当订单数量激增时，动态服务合成引擎首先分析、确定瓶颈的生产单元，然后通过语义化技术构建的虚拟制造系统查询、关联相关的备用设备，寻找到备用生产单元以后，自动重组生产系统结构，基于软件定义可重构控制网络与备用单元通讯，并控制备用单元运动至瓶颈单元的旁边，并通过跨系统、协议封装好的接口，自动重新组态、配置控制系统，使备用单元自动地融入到生产系统中，即插即用，立刻分担生产任务，解决生产瓶颈，当订单高峰过去之后，出于节能的考虑，动态服务合成引擎自动将备用单元移出生产系统，调回备用区。

3、基于预测性维护的生产系统动态调整

部署在云制造服务平台上的预测性维护系统通过工业无线网络实时感知、监测生产装备的温度、振动等健康状态信息，同步分析，确定设备的健康状况、故障类型、故障位置、剩余生命周期等信息，当判断设备在不久后将出现故障时，动态服务合成引擎将通过虚拟制造系统查询备用设备，寻找到备用生产单元以后，基于软件定义可重构控制网络与备用单元通讯，自动控制备用单元运动至故障设备旁边，并自动完成控制系统的组态和配置，使备用单元快速融入到生产系统中，同时自动将故障设备剥离出生产系统，并通知、指导运维人员，及时排除设备故障，当设备完成维修后，动态服务合成引擎再将设备恢复进生产系统，并将备用单元调回备用区。

该物联化软件定义可重构柔性制造系统的装配过程采用机器人化操作，通过无线射频识别技术，机器人可以与订单对应的产品进行信息交互，了解需要给该

产品安装哪些个性化零件、如何进行个性化加工，从而在一条生产线上实现多种个性化产品的混线生产。以沈阳自动化所自主研发的 WIA-FA 技术（目前世界上唯一一个面向工厂高速自动控制应用的 IEC 无线技术国际标准）为支撑，构建了完整的全无线工业互联网技术与产品体系，实现设备状态信息、生产过程等信息的全无线采集，快速将数据传递到 SAP 的 HANA 大数据平台，进行设备的故障诊断和生命周期预测，以便提前发现问题，减少设备停机时间。同时，该系统还融入了沈阳自动化所研发的面向动态生产过程的可重构工业控制网络以及软件定义生产系统等前沿核心技术，使生产系统的结构呈现模块化，可以根据订单需求和设备状态的实时变化，动态重构和优化，使生产系统的灵活性和智能化大幅提升。

四、测试床项目价值提取

1. 测试床验证了 AII 架构中的哪一环节

软件定义可重构柔性制造验证示范平台总体架构与 AII 架构对应如图 7，其中主要分为：数据体系、工业互联网络体系和安全体系三个部分进行说明。

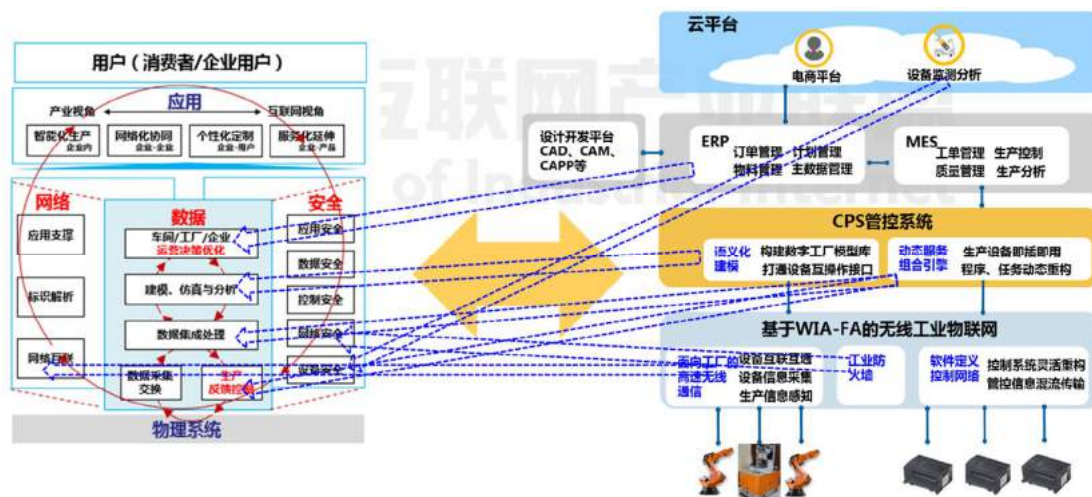


图 7 测试床总体架构与 AII 架构的对比

1、数据体系

软件定义可重构柔性制造验证示范平台中，CPS 管控系统的动态服务组合引擎能够实现设备的即插即用，程序、任务动态重构，采集底层物理系统数据，进行生产反馈控制，并进行数据交换，实现数据集成处理；通过 CPS 管控系统语义

建模模块对数据集成处理之后的数据进行了建模、仿真与分析；软件定义可重构柔性制造验证示范平台中，ERP、MES 与设计开发平台层对应 AII 架构中数据部分的车间/工厂/企业层面，对建模、仿真分析后的数据进行运营决策优化，实现了数据从底层到决策层的贯通。

在数据体系中，本平台基于生产信息、订单信息、设备信息的采集与分析，实现了生产任务和生产系统结构的动态组合，并基于设备关键部件信息的采集和分析，实现了设备的远程监测、故障诊断和预测性维护。因此，本平台与 AII 的数据体系吻合。

2、工业互联网络体系



图 8 测试床网络架构与 AII 互联体系的对比

软件定义可重构柔性制造验证示范平台对比 AII 互联体系，主要涵盖了前六种互联方式，分别包括：（1）智能机器与工厂控制系统：WIA-FA、Profinet；（2）在制品与智能机器：RFID、Profinet；（3）在制品与工厂云平台（及管理软件）：RFID、Profinet、IT 网络；（4）智能机器与智能机器：OPC UA、Profinet；（5）工厂控制系统与工厂云平台：OPC UA/PCO、IT 网络；（6）工厂云平台与用户：IT 网络。AII 的工厂内部网络主要包括五个主要环节：（1）工厂 IT 网络；（2）工厂 OT 网络；（3）直达智能机器和在制品的连接；（4）泛在的无线连接；（5）基于 SDN 的 IT/OT 组网方案。

在互联网络体系中，包含了工业中科院沈自所自主的 WIA-FA 工业无线通信技术，确保了智能机器与在制品信息的直接、无线化

信息感知与接入；基于工业 SDN 的网络管理软件和交换机，支撑了不同通信协议的网络设备的即插即用、管理与控制信息的混流传输以及控制网络的灵活、无线化组网。因此，在互联网体系中，本平台与 AII 的网络体系架构是保持高度一致的。

3、安全体系



图 9 测试床安全架构与 AII 安全的对比

本平台采用了自主研发的中科工业防火墙来确保设备和控制安全。该系统可以实现基于 ISA 的纵深防御，在白名单的区域管控方面实现了划分控制系统安全区域，对安全区域的隔离保护以及保护合法用户访问网络资源的功能，在应用层协议的安全防护方面，支持白名单的深度解析，比如 Modbus 协议和 OPC 协议。该产品拥有基于“区域”与“管道”的安全防护模型，实现了多种主流工控协议应用数据的深度解析，并基于规则策略的动态包过滤，实现了 Syslog 的实时报警。同时，采用 12VDC 电压的冗余供电，提高了硬件的可靠性，并采用了工业级和兼容性设计，支持时间同步，重启自动加载规则和 Console 口配置等功能，可以在直通、管控和自学习多种模式下自适应调整，并能够适应多种网络拓扑结构。该产品在平台中可以用于确保设备和控制的安全。

在安全体系中，本平台采用了中科院沈自所自主研发的中科工业防火墙，实现了设备安全与工业控制系统安全，因此也符合 AII 的安全体系架构。

综上所述，本平台符合 AII 工业互联网的总体架构以及在网络体系、数据体系和安全体系方面的架构，均可进行验证。

2. 新标准/新技术/新应用/新模式提取

本平台可提出的新技术有以下 4 点：

- (1) 工业设备物联化技术

测试、验证中国科学院沈阳自动化研究所自主知识产权的 WIA-FA、WIA-PA 无线通信技术，包括：无线网络适配技术、自适应调频技术、自组网技术、IP 化等技术以及高并发实时性、可靠性等性能。推动工业终端装备与传感器的物联化。

（2）基于工业 SDN 的管控网络全互联技术

测试、验证中国科学院沈阳自动化研究所自主知识产权的管控网络全互联技术（包括：工业回程网、工业骨干网及工业传感网互联技术，面向混合业务流的工业回程网可靠传输技术，工业回程网通用架构与互联接口。），满足具有高实时、高可靠、高安全需求的工业管控数据传输要求，支持与现有工业控制网络、骨干网络以及新型工业无线传感器网络的互联集成，支撑未来向管控网络一体化融合演进，为 CPS 中的信息与物理空间提供快速、一体化连接的保障。

（3）数字工厂库相关技术

测试、验证构建数字工厂库的相关技术，包括：数字工厂参考模型架构、数字工厂参考模型构造法则、数字工厂参考模型建模、查询、关联技术。从而构建出制造系统映射到信息空间的模型体系，支撑信息空间的虚拟制造系统自组织、仿真、维护等服务。

（4）动态服务合成技术

测试、验证基于统一平台的异构设备及感知信息的管理、Web 服务化与互操作，建立面向柔性制造系统的信息语义模型与关联体系，针服务适配与服务封装技术、复杂事件处理技术、远程服务组合与加载技术。为构建从物理世界到虚拟世界的映射，实现工业 4.0 的信息物理融合奠定基础。从而实现物理世界制造系统的灵活组织与重构，快速响应高度定制化产品的生产需求。

3. 可复制点/可复制行业

软件定义可重构柔性制造验证平台的核心技术体系和产品将大幅提高生产装备和生产过程的智能化，打通网络化生产系统从电商平台到管理和控制系统的纵向集成，大幅提升管理、控制系统的效率以及生产设备的利用率。中科院沈自所研发的智能控制系统可以动态、自适应地调整生产系统的结构、生产工艺顺序、

机器人动作组合，从而提高生产系统软件、硬件的灵活性，提高生产制造过程的效率和智能化。

以本平台技术为主的解决方案可推广至离散制造业，将大幅提升生产效率和设备利用率，在未来的工业 4.0 时代，使生产制造企业能够应对高度定制化产品规模化、经济型生产的需求，从而提升企业竞争力，带来超过 10 亿元级别的经济效益，为探索适应中国现状的智能离散制造技术标准体系和针对个性化定制产品快速、规模化生产的新模式，推动离散制造企业数字化转型，起到积极的推动作用。

4. 项目其他亮点

近年来，该平台得到了国家和社会各界的广泛关注。2015 年 3 月 16 日，该平台针对机器人减速器预测性维护的子系统在德国汉诺威 CeBIT 2015 展出，中德双方的副总理马凯、Sigmar Gabriel，工信部苗圩部长一起参观了产品演示。



图 10 中德双方副总理参观平台子系统在 CeBIT2015 的展台

2015 年 12 月 16 日，在第二届世界互联网大会（WIC），国家主席习近平及其领导团队参观了 SAP 展区，受到了中共中央总书记、国家主席习近平以及中共中央政治局常委、中央书记处书记刘云山等领导人的驻足观看，并给予了较高评价。



图 11 习主席在第二届 WIC 大会上参观该平台的可重构子系统

2016年6月14日，德国总理默克尔在沈阳访问期间实地参观了该示范系统，SAP全球产品和创新总裁向默克尔总理详细介绍了这个国内首条工业4.0示范线，引起了默克尔总理的浓厚兴趣。



图 12 德国总理默克尔在沈阳实地参观该平台

2017年2月23日，中共中央政治局委员、国务院副总理马凯视察沈阳自动化研究所，实地参观了软件定义的可重构柔性制造验证示范平台，并听取了于海斌所长的现场介绍，给予高度评价。



图 13 马凯副总理参观验证示范平台

2017年3月，该平台荣获中科院2016年科技成果转化亮点工作。



图 14 验证示范平台荣获中科院 2016 年科技成果转化亮点工作

2017 年 4 月，该平台荣获由中国自动化学会颁发的中国自动化领域年度最具价值解决方案奖。



图 15 该平台荣获中国自动化领域年度最具价值解决方案

2017 年 9 月，中国科学院沈阳自动化研究所参展由中国信息通信研究院举办的工业互联网展览，以沈自所自主研发的 WIA 工业互联网等技术为基础，构建出基于工业互联网的柔性制造解决方案。



图 16 中国信通院主办的工业互联网展览该平台

未结题测试床



生产质量管理 MQM 测试床-边缘计算和人工智能结合，实现空调质量智能检测

引言：

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。

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

1 关键词

生产质量管理测试床旨在提供一个可复制的质量管理流程方法来帮助现有的生产设施进行革新，使之更加现代化，以满足未来高质量标准的挑战。

2 测试床项目概述：

2.1 概述及该测试床目标

顾名思义，生产质量管理（MQM）侧重于生产过程的质量管理。简单来说，质量管理是通过测量生产过程中产品质量的某一方面并利用测量结果对生产流程做出优化调整，从而提高产品质量。

该测试床将深度聚焦于识别一个可复制的质量管理流程来帮助现有的生产设施进行革新，使之更加现代化，以满足未来高质量标准的挑战。因此，测试床将专注于“棕色地带”情况来利用现有设备中已有的投资。

2.2 生产质量管理测试床具备以下几个关键特征:

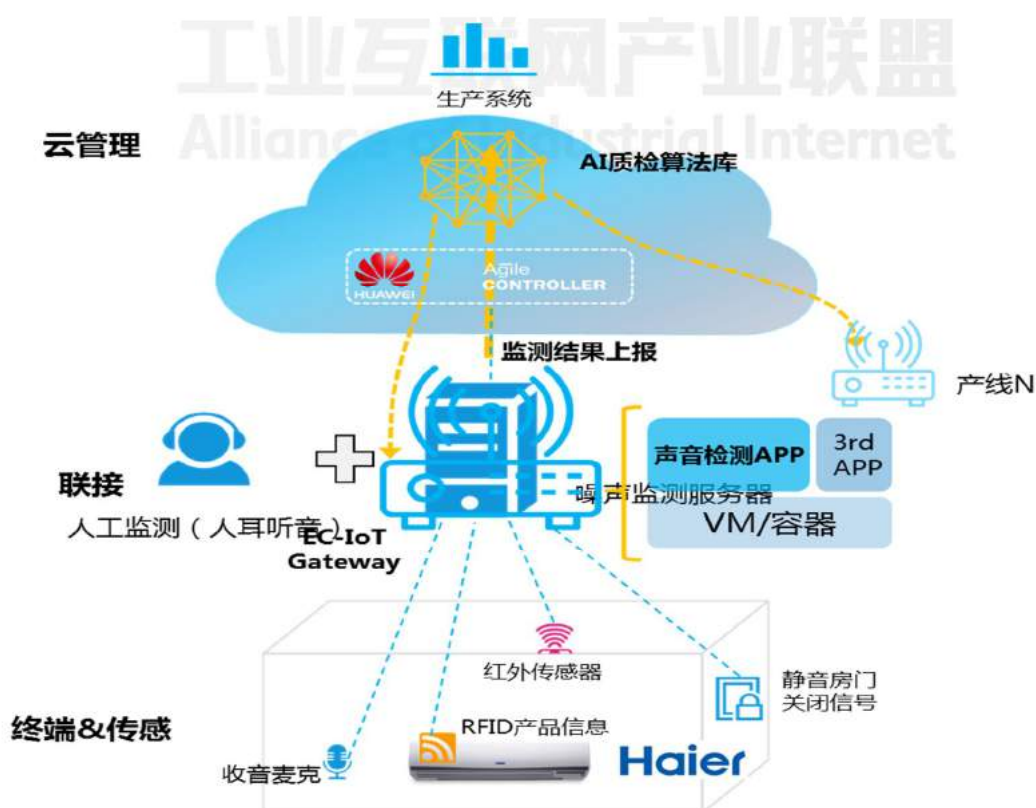
1. 采用先进技术改进现有生产设施;
2. 利用工业互联网和传感网络技术采集有效数据;
3. 融入认知计算技术提升生产处理能力;
4. 能量效率和环境无害控制包含在生产处理流程中。

生产质量管理（MQM）也是“先进制造”的基本构建块，这是在 2015 年中国倡议的“中国制造 2025”中的核心点，拟建的生产质量管理测试床是这次提出的 94 个国家许可项目之一。

3 测试床项目解决方案

3.1 解决方案架构

生产质量管理解决方案架构图:



3.2 测试床预期效果

商业价值

生产质量管理测试床目的是提供一个可复制的对于“传统”质量管理流程改造来帮助现有的生产设施进行革新，使之更加现代化，以满足未来高质量标准的挑战。此测试床将有效地提高最终产品的合格率，并将广泛应用于“智能工厂”。制造企业、工业互联网解决方案和网络运营商之间将建立新的商务合作。此外，“工厂改造服务”等新的商业模式也将被引入。生产质量管理测试床能够提高产品的质量，并有效地降低生产成本。此测试床也可以应用到其他智能工厂应用案例。

经济效益

多种传感器统一接入，质检流程自动化，成本下降 50%；
边缘计算网关内置 AI 组件，产品智能质检准确率>99.5%；
AI 质检算法云端自学习，多产线自主推送，优化检测标准。

4 测试床当前情况

4.1 测试床当前建设情况；

在海尔胶州空调工厂实现了 1 条产线实地部署，产品智能质检准确率>99.5%。

4.2 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

参与单位	分工
华为	平台层: 认知计算数据分析, 智能存储, 边缘层: 网关/交换机/路由器
海尔	边缘层: 传感器, 智能工厂的现场试验 企业层: 应用
中国电信	网络基础设施
信通院	使用案例分析和程序审查

NB-IoT 智能水表测试床

引言：企业概况

深圳市水务（集团）有限公司（以下简称深圳水务集团）是深圳市属大型国有骨干水务企业。在深圳市委、市政府的领导与支持下，水务集团坚持改革创新，从传统的地方自来水公司，通过建立现代企业制度、原特区内供水排水业务合并、产权主体多元化、全市供水业务一体化、实施走出去战略等，逐步发展为国内一流的水务与环境综合服务商。

水务项目运营商

深圳水务集团是国内首家实现供排水一体化运营的水务企业，拥有丰富的供排水运营管理经验，同时集团还吸纳了股东方法国威立雅水务的国际先进管理、技术及服务体系，供排水运营管理各主要指标均居全国前列。

总供水能力为 840 万吨/日，居全国首位，拥有水厂 82 座；污水处理能力 309 万方/日，拥有污水处理厂 28 座，为全国七个省 16 个城市超 2000 万人提供水务服务。已建成 94 个优质直饮水小区，约 13 万市民实现直饮。在深圳原特区内的污水处理率约 95%，居全国前列。

水务项目投资商

深圳水务集团作为国内最早实施“外溢型”发展的水务企业之一，迄今已在全国七个省投资水务项目 25 个。其中池州市主城区污水处理及市政排水购买服务（PPP）项目，作为国内首例，以良好的示范意义被央视誉为“池州模式”。集团还发挥专业优势，成立深汕水务公司，服务与促进深汕合作区建设与发展，是首家进驻深汕合作区的国有公用事业企业。

（全国项目分布：山东省、浙江省、江苏省、河南省、安徽省、江西省、广东省）

水务项目方案提供商

深圳水务集团旗下利源公司拥有国家给排水甲级设计资质，从事水务信息自动化业务的开天源公司为国家级高新技术企业，在前海注册成立的深水生态公司拥有污染治理设施运行服务资质。可在水务设施设计、水环境生态修复、垃圾渗滤液处理、污泥处理处置、工业废水处理等领域，为客户提供一揽子解决方案和咨询服务。

利源公司设计的西丽再生水厂项目获得国际水协（IWA）“2012年项目设计创新奖（东亚地区）”和“2012年项目设计创新竞争奖全球荣誉奖”，这是中国设计公司首次获此两项殊荣。

水务项目建设商

深圳水务集团自上世纪 90 年代进入水务工程建设领域以来，历经二十余年市场磨砺，锻造了一支规范、高效、专业的现代化施工队伍，拥有国家市政工程一级总承包资质、市政工程监理甲级运营资质，累计实施大型水务工程项目千余项，负责建设的深圳市梅林水厂深度处理工程（60 万吨/日）是深圳市规模最大、处理标准最高的水厂深度处理项目，在国内水务市场享有良好的品牌美誉度。

一、关键词

采用 NB-IoT 技术的智能水表，相较传统有线（M-BUS/RS485/...）、短距无线（RF）、GPRS 等方式智能水表，具备大连接、低功耗、广覆盖、高安全的优势，能够为水务公司提供更简便、更有针对性和科学性的水表管理能力。

二、测试床项目概述：

概述及该测试床目标

传统智能水表存在如下问题：

- （1）采用有线（M-BUS/RS485/...）方式或短距无线（RF）方式采集信息，布线/网络维护成本高；
- （2）采用 GPRS 方式，覆盖能力不足支撑水表复杂的安装环境；
- （3）面临着电池续航能力的问题。
- （4）智能水表易受非法方式入侵。

NB-IoT 技术具备大连接、低功耗、广覆盖、高安全的特点，采用 NB-IoT 技术的智能水表，能够克服这些问题。

测试床项目通过 NB-IoT 智能水表周期上报和配置下发等功能测试、抄见率测试、电池功耗测试等充分验证 NB-IoT 智能水表符合水务公司应用和管理要求

三、测试床项目解决方案

解决方案架构

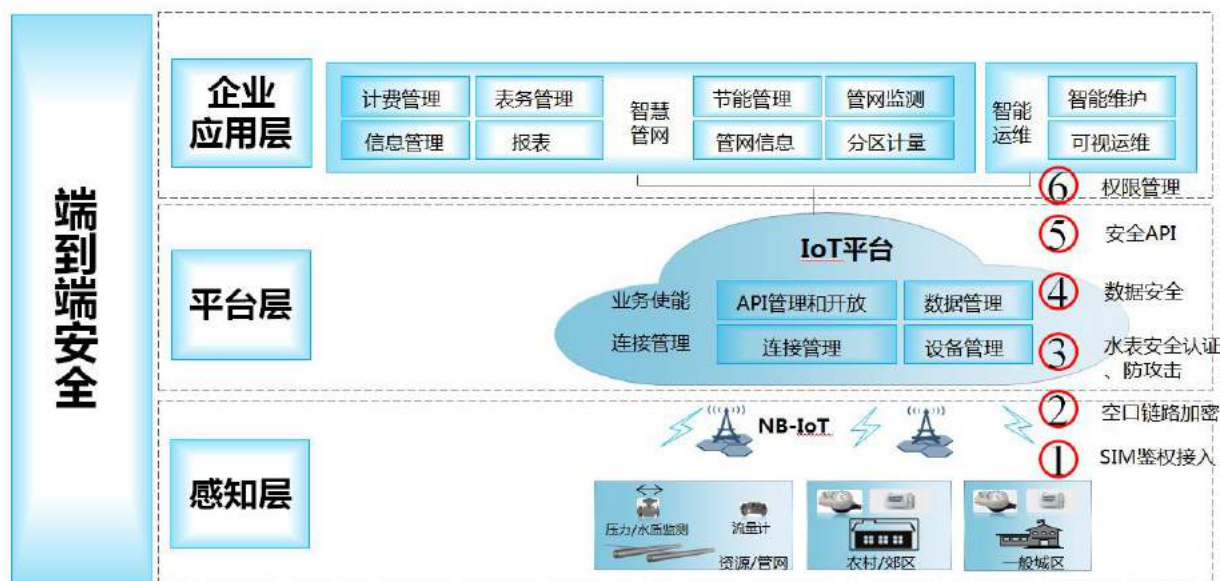


图 1 解决方案架构

测试床预期效果

NB-IoT 智能水表数据上报和配置下发功能验证通过，每日抄见率可达 99%以上，电池可支持水表可工作 6~10 年。

四、测试床当前情况

测试床当前建设情况

完成 1200+块水表外场安装和调试。完成水表周期数据上报、密集数据上报、告警上报、水表配置下发等功能方面的外场验证。完成水表抄见率外场性能验证。验证场景覆盖

高层住宅区管道井和多层住宅区建筑外墙。

测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

参与单位	分工
华为技术有限公司	平台层：IoT 平台，提供数据采集与分析平台 感知层：NB-IoT 模组与网络硬件
中国电信	网络基础设施
深圳市水务（集团）有限公司	企业层：行业的业务应用
宁波水表股份有限公司	感知层：智能水表

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

基于安全可靠工业互联网平台的智能工厂测试床

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公司的总体部与技术研究院，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——INDICS，积极推进基于工业互联网平台的新型制造业务模式。公司研发的 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、能力服务化的新型制造模式为核心业务模式，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

安全可靠；工业互联网平台；智能工厂

二、测试床项目概述

基于安全可靠工业互联网平台的智能工厂测试床包括线下和线上两部分，线下部分改造企业已有的设备和产线，实现制造资源/能力的数字化、虚拟化；线上部分为安全可靠工业互联网平台，利用平台为企业拓展商务渠道，丰富配套资源，以云服务的形式支持企业智能化改造，实现设备上云、业务上云和管理上云，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

基于安全可靠工业互联网平台的智能工厂测试床总体架构，包括线上的安全可靠工业互联网平台和线下的智能化改造，总体架构如下图所示。重点是应用 INDICS 平台构筑线上线下相结合的生产计划、BOM/工艺数据、企业运行数据三条主线，整体构建基于工业互联网平台的智能工厂。其中包含：以生产计划为核心驱动的产业链生产制造流程，以 BOM/工艺数据为核心驱动的企业研发流程，以企业运行数据为核心驱动的大数据分析与应用流程。

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

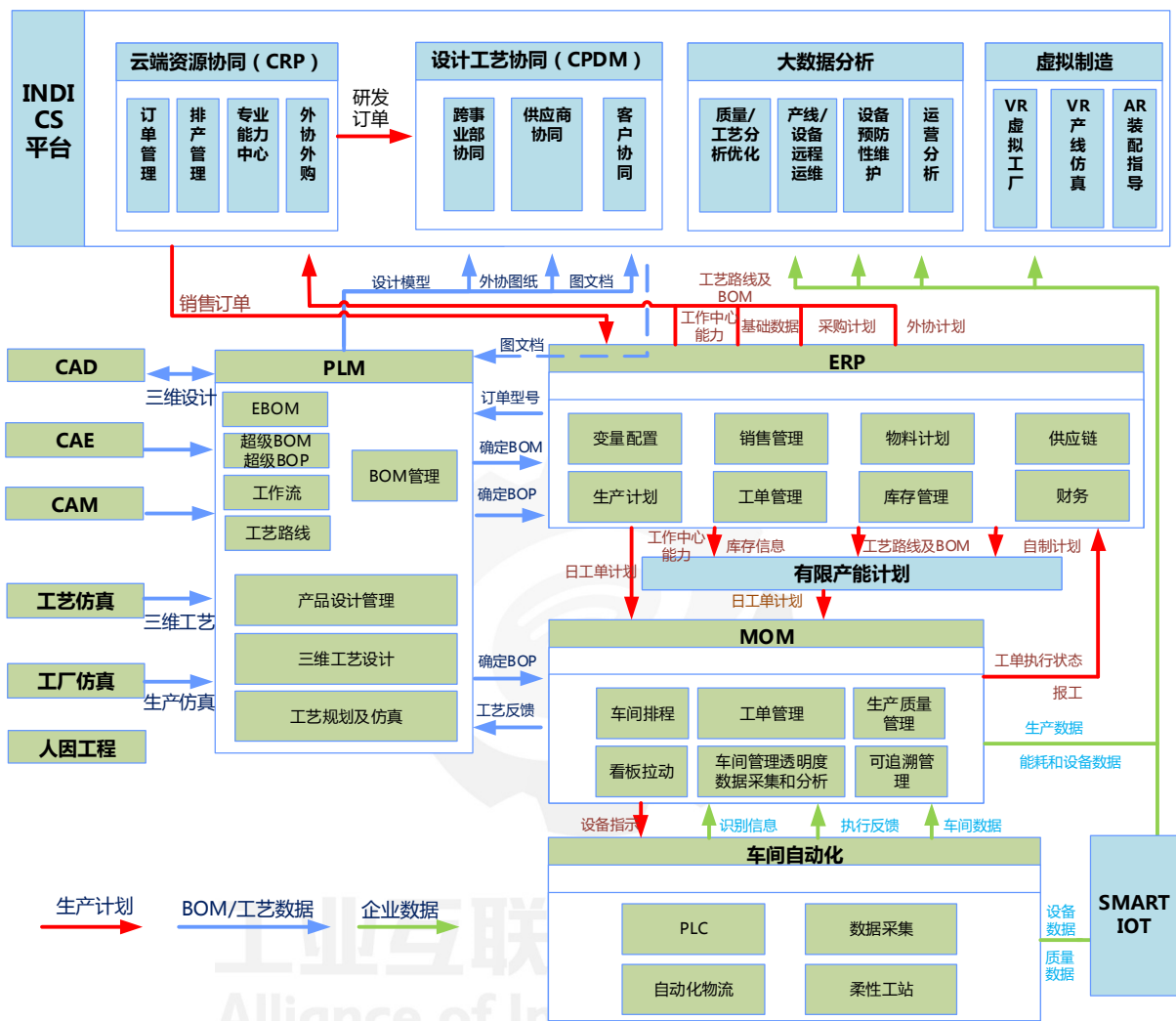


图 1 基于安全可靠工业互联网平台的智能工厂

1) 安全可靠工业互联网平台

安全可靠工业互联网平台为 INDICS 平台，在应用中主要为企业提供以下服务：

- 1) 工业设备/产品/能力接入；
- 2) 制造资源/能力虚拟化、服务化；
- 3) 工业互联网大数据采集、存储和分析；
- 4) 工业应用 APPs，包括智能研发、智能管控和以远程监控、智能诊断、售后服务、资产管理为核心的智能服务等制造全产业链的工业应用服务功能。

INDICS 平台通过自建数据中心，信息安全等级保护达到 3 级，其安全可靠体现在技术和管理两部分。在技术方面，按照分层、纵深防御的思想，针对设备安全、物联网关与

接入安全、工业互联网平台安全和应用安全展开综合防护。在管理方面，对工业互联网平台、云服务、安全事件、运行维护、安全策略和监控、度量进行集中管理。

2) 智能化改造

智能化改造包括对装备/工业设备的智能化改造、单元（产线）智能化改造和车间/工厂智能化改造 3 部分。

(1) 装备智能化

装备智能化是通过设备本体加装自动装置、传感器、仪器仪表、标识解析设备（条码、RFID）、通讯模块、工业互联网网关，以及嵌入式系统、工业控制系统（PLC、SCADA、DCS、FCS）、人机交互系统 HMI 等“软件”，使装备在其基本功能以外具有数字通信、可感知、可计算、可交互等功能。

(2) 单元（产线）智能化

通过工业网络集成智能机床、工业机器人和在线在机检测系统等多个智能装备，实现现场物联，然后基于嵌入式系统、数据采集与监控系统和制造执行系统等实现控制回路的闭环，再基于工业互联网平台提供的虚拟工厂、智能生产等 APP 合理规划产线布局，提高各设备间协作效率和柔性化生产能力，并基于工业互联网大数据的状态感知、实时分析、科学决策、精准执行的柔性生产智能单元（产线），实现单元（产线）范围内的资源优化配置。

(3) 车间/工厂智能化

企业通过工业互联网将制造资源/能力发布至云端平台，与平台上的生态企业组成制造服务联盟，共享资源，协同制造，并基于平台提供的工业应用 APP 开展创新研发、智能管控、智能生产和智能服务等应用，智能调配车间/工厂范围内的资源，优化装备、产线的利用率。

2. 测试床预期效果

测试床建成后，能够实现生产线、设备、资源、服务和数据等互联互通，提高设备和资源利用率，提升产品质量，增强制造能力，同时有助于推进企业精细化管理，提高企业内、跨企业协作效率。

(1) 提高资源利用率和产品质量

通过生产设备智能互联，产线自动化、信息化建设，提升企业自动化水平，提高生产效率以及资源利用率，加速企业智能化转型升级；同时通过智能化改造，实现对产品生产

全过程的追溯，提高产品质量，发挥质量效益。

（2）推进企业精细化管理

通过智慧管理、智能管控、智能生产等智能化改造的实施，以数字化、柔性化等创新管理手段推进企业集约化、精细化管理，实现降本增效，提升企业竞争力。

（3）提高企业内、跨企业协作效率

通过基于工业互联网平台的研发协同、生产协同、运营协同等，将研发、制造、服务、管理等环节紧密融合，满足企业内跨产品全生命周期协同需求；同时有效整合企业间分散的制造资源和生产能力，实现按需共享、敏捷使用、高效协同，提高跨企业协作效率。

四、测试床当前情况

在深入分析高端装备制造、汽车零部件、轮胎行业、汽车冲压模具等 9 个典型行业特点的基础上，形成了 9 个典型行业基于安全可靠工业互联网平台的智能工厂解决方案，包括工业基础件机械加工智能化解决方案、高端电器连接件装配产线智能化解决方案、汽车冲压模具智能化解决方案、汽车零部件制造智能化解决方案、家具行业为代表的高度离散制造业智能化解决方案、高危险环境下切割机器人智能工厂解决方案、高污染环境下焊接机器人产线智能化解决方案、高污染环境下喷涂机器人智能化解决方案、轮胎行业自动装配物流线智能化解决方案。

其中，工业基础件机械加工智能化解决方案和高端电器连接件装配产线解决方案已初步完成实施工作，形成了工业基础件和高端电器连接件线上线下结合的制造产业链的生态圈，实现了研发设计与工艺设计的并行协同，实现了订单驱动的精益生产和精益管理，实现了柔性化生产和透明化生产管控，提高了设备和资源利用率，提升了产品质量，增强制造能力，提高了企业内、跨企业协作效率。

1. 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

测试床合作伙伴为河南航天液压气动技术有限公司、贵州航天电器股份有限公司、航天精工股份有限公司等。北京航天智造科技发展有限公司负责线上安全可靠工业互联网平台建设、应用实施，合作伙伴主要负责线下智能化改造和数据、业务上云工作。

工业互联网网络架构水平测试床

引言

中国信息通信研究院是工业和信息化部直属科研事业单位，拥有国内一流、国际先进的实验环境和设施，拥有互联网与工业融合创新工信部重点实验室、CNGI 下一代互联网试验验证平台、软件定义网络（SDN）验证环境、数字移动通信模拟试验网（MTNet）、物联网标识管理公共服务平台、发改委云计算公共服务平台、云计算标准与测试验证北京市重点实验室等美国 FCC、加拿大 IC、埃及 NTRA、CTIA(美)、GCF（欧盟）、ONF 等国际各技术组织授权实验室。

在工业互联网/智能制造国内标准化研究方面，中国信息通信研究院积极支撑推进我国智能制造标准化工作，是工信部智能制造综合标准化工作组支撑单位。从 2014 年以来，中国信息通信研究院在工信部领导部署下，牵头开展了工业互联网体系架构、关键技术、关键资源管理、产业推动等相关重大课题的研究，是工业互联网产业联盟牵头发起方。

一、关键词

测试床以模拟工厂内、外网有线、无线网络环境为核心，融合典型工业控制系统与软件系统，具备对工业互联网基础性网络技术和其他关键技术的试验验证能力，并能够面向产业界开展工业互联网技术、设备、系统的互联互通、性能验证、技术试验等工作。

关键词：网络架构 互联互通 水平共性技术

二、测试床项目概述：

1. 概述及该测试床目标

工业互联网网络架构水平测试床的目标是构建面向工业互联网参考架构的水平共性技术测试床。

测试床主要工作：

- 对工业互联网参考架构模型进行实验验证；
- 对工业互联网产品、解决方案在工业互联网模拟环境中进行互操作、性能等验证；
- 为工业互联网新技术提供通用的底层网络试验平台；
- 推动相关标准研究与试验。

三、测试床项目解决方案

1. 解决方案架构

本项目中根据产业界对工业互联网技术、产品、解决方案试验验证需求的考虑，拟建设“工业互联网网络互联互通试验平台”、“工业互联网新技术试验验证平台”、“工业互联网安全技术试验验证平台”三个试验验证平台。试验验证平台以模拟工厂内、外网有线、无线网络环境为核心，融合典型工业控制系统与软件系统，具备对项目研制标准的试验验证能力，并能够面向产业界开展工业互联网技术、设备、系统的互联互通、性能验证、技术试验等工作。

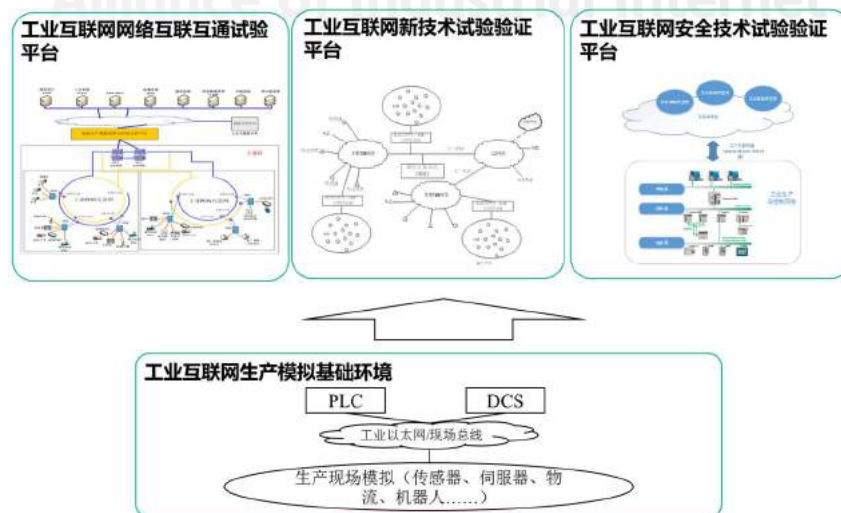


图 1 工业互联网网络架构水平测试床总体构成

工业互联网生产模拟环境以工业生产现场的控制系統为核心，建设包括传感器、伺服器、物流系统、生产机器人等在内的生产现场模拟基础环境，为各类工业互联网标准试验验证提供基础的实验室现场环境。

工业互联网网络互联互通试验平台以模拟工厂内有線、无线网络环境为核心，融合典型工业控制系统与软件系统，具备对工业互联网关键设备、工业网络协议、工业无线技术、工厂内外网互联互通进行现场试验验证的能力。试验验证平台搭建工业现场、工厂级及工厂外的有線、无线模拟环境，形成通信模块和工业设备的即插即用。

工业互联网新技术试验验证平台面向 TSN、DetNet、边缘计算、软件定义网络等工业互联网创新技术开展性能、互操作与安全试验验证，并推动技术的推广和标准化。

工业互联网安全接入验证平台在工业互联网生产模拟基础环境基础上，构建包括工业通信协议解析转换子平台、工业互联网网络接入审计子平台，工业互联网多源数据融合子平台、工业互联网网络接入监测子平台。

2. 测试床预期效果

本测试床着眼于为产业界提供在各垂直领域共通的工业互联网网络相关技术的测试、验证、互操作服务，推动产业界的技术创新、产品互通等，预期能够有力带动工业互联网网络相关的技术、产品发展，促进产业生态形成，因此虽不直接产生商业价值，但能够为产业界带来巨大的潜在商业价值。

本测试床基于工业互联网产业联盟成员单位间的技术合作，以中国信息通信研究院等研究机构的实验验证环境为基础，为全行业提供技术、产品、解决方案的第三方评测、验证服务，能够有力促进企业间的交流、合作，形成基于工业互联网的产业生态体系，提升我国工业互联网领域的技术水平与应用能力。

四、测试床当前情况

1. 测试床当前建设情况

目前已完成工业无线试验环境及新技术试验环境的建设，正在进行安全技术试验环境和生产模拟基础环境所需的设备采购和环境建设。作为预计输出成果的标准文稿已完成较为完善的 6 篇草案。

2. 测试床合作伙伴组成及各自提供组件描述

本测试床合作伙伴主要包括：

- 中国科学院沈阳自动化研究所：负责提供工业无线相关设备；
- 中国电信：负责提供工业 PON 环境解决方案及相关标准；
- 潍柴动力股份有限公司：负责提供工业 PON 现场试验环境；
- 北京和利时系统工程有限公司：负责提供工业新型网关设备的现场试验环境；
- 华为技术有限公司：负责提供工业安全接入解决方案。

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

城市智慧供水测试床

引言：企业概况

上海威派格智慧水务股份有限公司，是智慧水务软硬件综合解决方案供应商，曾主持编写过供水领域 5 项国家行业标准，1 项国家标准，是中国工业互联网联盟理事单位。与全国 260 余家水务企业形成战略合作，并已经在合肥等多个省地级城市逐步实现了智慧水务系统实施落地。威派格是我国最早从事工业互联网智慧水务研究、开发和人才培养的单位，目前拥有以架构研究、软件开发、网络工程、数据挖掘、电气自动化等多学科交融的智慧物联网团队。在解决国家重大科技需求方面，作为国内领先的科技服务公司，承担了国家十二五重大科技专项“新型二次供水设备研制其产业化”课题，取得多项成果，两次获得住建部“华夏奖”三等奖。在国内外刊物上发表多篇论文，并将许多研究成果成功投入实际应用。上海威派格智慧水务股份有限公司主要研究领域包括：针对工业互联网的智慧供水系统架构研究、智慧水务供水平台开发研究、水资源综合利用系统研究、智能化生产系统研究、智能供水设备研究，区域供水联动调度系统研究、高可靠物联网通讯应用研究。

一、关键词

工业互联网；城市供水；大数据；安全；效率

二、项目概述：

1. 痛点

由水泵作为主要的组成部分的供水设备是一个包括由可编程逻辑控制器控制的工业自动化系统。但是，一旦安装完成后，它们通常独立操作，没有连接到一些集中的管理系统。如

果水泵出故障，该物业的会打电话到供水公司，或在技术人员被派去维修之前，给制造商打电话。这个反应过程往往会有一个长时间的反应时间导致更长的服务中断。此外，故障后的维修往往成本更高。利用工业互联网，将设备或传感器连接到远程采集数据，并对数据进行分析，以监测和检测早期故障迹象，可以大大改善这一过程，并提供其他改进，例如在能耗和水质监测等。

为解决以上问题，城市智慧供水测试床的目的是确定连接设备的最佳方式，同时建立一个基于云的服务来收集和分析大量设备的大量数据。

2.目标

城市智慧供水测试床旨在提供一个可复制的通过在供水设备安装新的传感器和装置，从这些传感器及时收集数据，对它们进行分析，并获得对设备运行的状态，解决供水设备安全问题、水质的安全和相应的业务问题。提供一个如何进行供水基础设施建设、运行及维护的商业模式。

城市智慧水务测试床具备以下几点：

- 采用先进传感、控制技术改进现有生产设施；
- 利用物联网（IoT）和传感、网络技术（NB-IOT）采集有效数据。
- 利用云计算、大数据技术挖掘相关的业务知识和信息；
- 优化系统的运行效率和提高资产的收益；
- 运营信息对产品生产和设计的信息反馈。
- 创造新的商业模式和生态链

目标:建立和验证正确的架构、技术和业务模式，推动智慧城市供水的运营。

- ◆ 增加供水的安全性
- ◆ 提高供水的可靠性

◆ 提升供水的效率

三、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

当前环境下的挑战

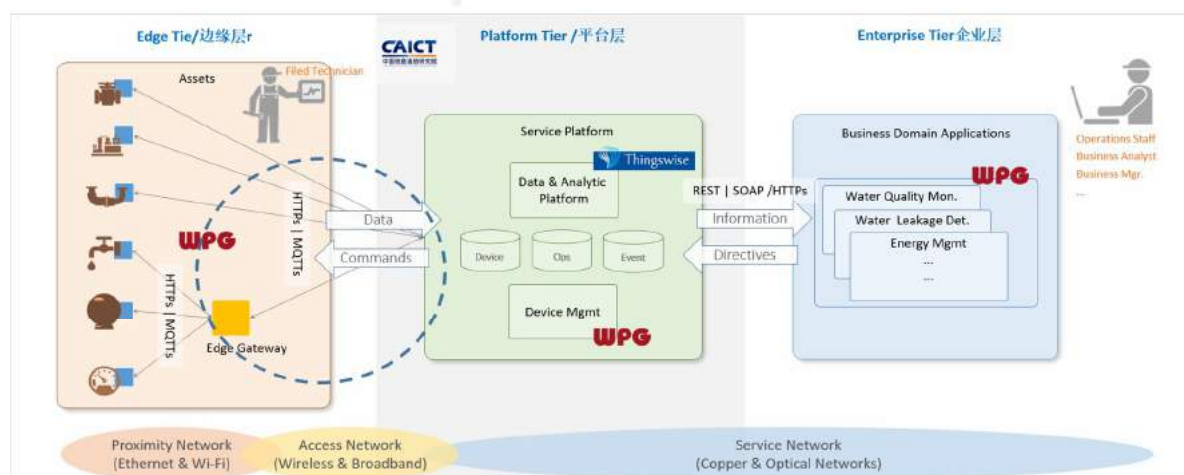
- 商业模式：- 什么样的商业模式将是最有效地将自己的利益，以支持新的供水管理工具和商业模式？这是测试床将开发和探索的一个关键因素。
- 灰色现场设备：现有在现场大量部署的设备，其中许多都已经工业控制系统（例如 SCADA）- 如何将这些设备连接到系统，并保证安全？
- 客户设备：有大量的设备（例如水加压泵）部署在客户端（如高层建筑地下室的水泵房）- 在不需要大规模改造费用的前提下，如何从将这些设备接入云平台？这可能是比技术问题更多的是业务问题。
- 现场部署设备：有大量设备部署在现场（如阀门，仪器仪表等）- 在不会使其变得脆弱和不增加费用的前提下，如何将它们连接到系统？（这可能是处理后的试验平台阶段。）
- 多样化的业务系统整合：云服务最终可能会无缝地集成来自不同利益相关者的各种业务信息系统，实现端到端的功能 -，在不会产生大的开发和支持费用的前提下，如何实现这一点？（这可能是处理后的试验平台阶段。）
- 可扩展性：云服务最终将支持 2000 个城市（租户），十几个或多个角色，设备供应商的分数，成千上万的物业管理公司，几万人的用户，数十万部署的资产和潜在的数以百万计的消费者作为公共供水用户提供信息系统。伸缩性被认为是重要的挑战。

- 分析：很多数据的分析需要先进的分析和物理模型建设，包括采用模拟物理系统和模拟的组合。如何有效地开发，验证和应用程序中应用这些模型是在这个细分市场一个新兴的主题。根据要实现它的核心职能目标，例如在一个管网水质模型，自动故障检测，预防性维护，能耗评价等测试床将探讨这方面的

四、解决方案架构

1. 整体方案

2. 系统架构



■ **Sensors:** water flow meter, level meter, quality reading; **SCADA systems:** current, voltage, temperature, vibration, rotation, moisture, switch & controllers

January 12, 2018

Content restricted to IIC Members
Not for External Publication

15

基于标签识别技术的产品全生命周期 管控验证示范平台

引言

上海云统创申智能科技有限公司，是专业研发、制造各类智能破碎筛分设备、智慧成套砂石生产设备、工业磨粉成套设备等智能机器与智慧化成套设备研发、制造与服务的高科技公司。企业总投资 4.2 亿元在上海自贸区—上海临港重装产业区建造的智能重型机械成套装备产业园，是中国最具实力的破碎筛分设备制造基地，以信息技术和智能技术深度融合的现代化装备制造科技企业。企业基于破碎筛分类重型机械生产加工过程中在制品难于识别、质量难于追踪等难题，研发基于标签综合识别技术的产品全生命周期管控平台，实现机械加工工艺过程中的在制品识别和追踪。

一、关键词

以多种标签综合识别技术实现重型机械加工工艺过程中的在制品识别和追踪。

二、项目概述

1. 平台概述

本测试床依托重型机械制造企业-上海云统创申智能科技上海临港新建的智

能工厂，从矿山企业产线建设、机械设备生产、矿山生产监控等实际业务出发，根据其机械设备全生命周期的智慧化需求，通过在机械产品零配件上加装电子标签等标识，通过手持智能终端等采集设备，获取该零配件加工状态，并根据传感器获取的设备及配件状态数据，上传到云数据中心，实现对该设备及零配件的全生命周期管控，并通过数据分析，提供延伸服务。

2. 平台目标

基于标签识别技术的产品全生命周期管控贯穿整个机械设备的智能制造生产全过程之中，在系统运行中，采取多种标签综合识别技术，如一维码、二维码喷码和扫码，磁性 RFID 等，根据不同零配件形态，采用多种标签，以“一码多签”实现在机械加工工艺过程中的在制品识别和追踪，以及产品测试出厂后的配件磨损提醒、质量追踪、产品升级等服务。

三、测试床项目解决方案

1. 平台整体架构

本测试床（产品全生命周期管理平台）从机械设备生产、监控等实际业务出发，通过在重型机械产品待加工零配件上加装电子标签等标识，利用手持智能终端等采集设备，根据传感器获取的设备及配件状态数据，上传到云数据中心，通过管理平台实现对该设备及零配件的全生命周期管控，并在平台数据中心通过数据分析，给客户设备维护提醒、备件跟踪等增值服务。

1) 产品全生命周期管理平台的架构

产品生命周期管理服务包括设计、生产、物流、销售和服务等环节。在智能制造的大趋势下，企业从主要提供产品向提供产品和服务转变，价值链得以延伸。产品全生命周期管理平台从矿山企业产线建设、机械设备生产、矿山生产监控等实际业务出发，根据其机械设备全生命周期的智慧化需求，通过在机械产品零配件上加装电子标签等标识，利用手持智能终端等采集设备，获取该零配件加工状态，并根据传感器获取的设备及配件状态数据，上传到云数据中心，实现对该设备及零配件的全生命周期管控，并通过数据分析，提供延伸服务。总体框架如图

1 所示。

2) 全生命周期产品平台建设和运行情况

全生命周期产品平台建设完成后，当订单生成，由生产排程系统生成生产计划时，系统就对该产品生成唯一标识序列号，跟随该产品全生命周期直至报废回收；同时就其主要零配件就也被赋予唯一 ID，为产品序号+零配件序号。同时，

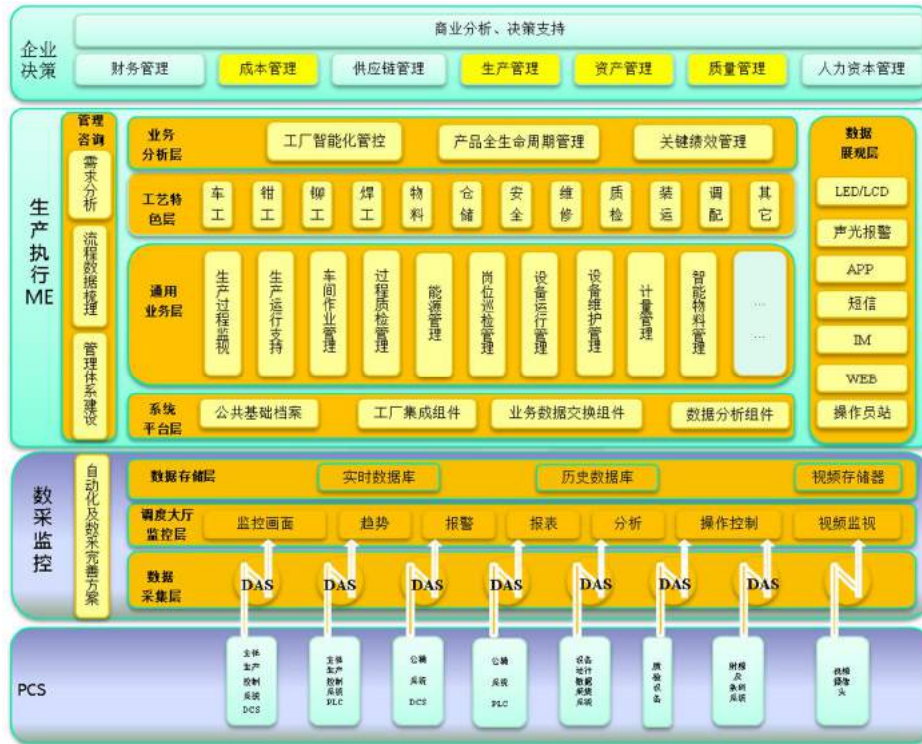


图 1 产品全生命周期管理平台

物料出库时，零配件 ID 磁性标签随物料下发到加工车间，以多种标签形态跟随整个加工过程，直到出厂至客户应用。产品全生命周期管控工作流程如图 2 所示。

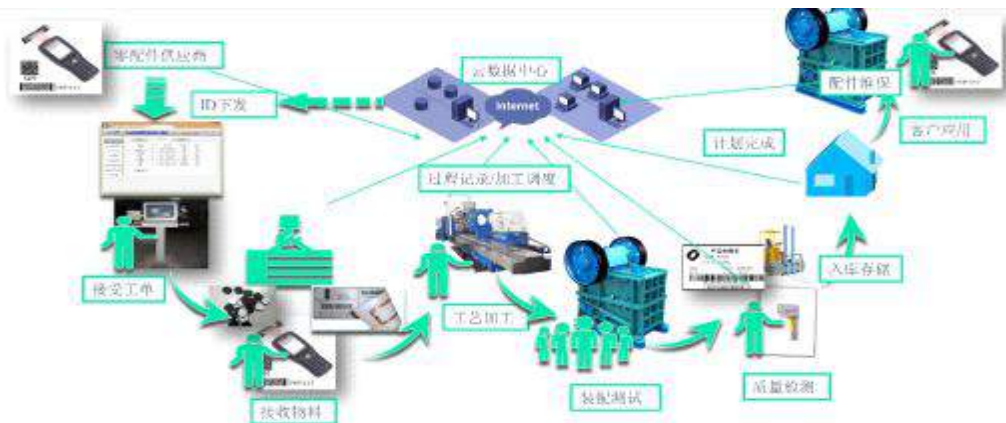


图 2 产品全生命周期管控工作流程图

在重型机械产品工艺加工过程中，产品全生命周期管理平台通过手持移动终端和操作台扫码器获取唯一零配件 ID，通过无线网络提交其当前被加工或工作状态到远程云数据中心，在智能工厂服务中心即可全程查询或监管该零配件状态，结合设备监管平台提前为客户提供零配件更换提醒等服务，同时对该零配件质量做全程监控和分析，为以后提高产品质量，延迟生命周期提供数据基础。

2. 预期效果

本测试床应用于矿山企业的重型机械制造行业，充分体现先进的控制、智能化技术应用，通过基于标签识别技术的产品全生命周期管理系统解决离散工厂制造过程中的一些问题，如各部门信息不同步；与配件供应商之间的供应链管理信息不透明；生产过程中对各零部件的加工进度掌控不够；产品应用之后各配件质量无法追溯等问题，本测试床将识别定位技术应用于离散制造业零配件全生命周期管理，能够有效节约人力资源、提高生产效率，保障生产周期，促进生态节能效果，提高生产效率和制造生产的服务水平。经评估可到达如下效益：运营成本降低 20%；产品不良品率降低 20%；人力需求降低 25%；能源消耗减低 30%；设备使用寿命延长 20%；维保费用降低 20%；整体生产效率提升 30%以上。

四、当前情况

目前上海创申投入 4.2 亿元在上海临港重装产业区建造智能重型矿山机械成套装备产业园，占地面积 63250 平方米，建筑面积 49350 平方米，其中厂房面积 33800 平方米，建成的智能制造车间将配备 DNC 系统、TRACTER 系统、MDC 系统、ERP 系统、MES 系统、PDM 系统，并引进多轴联动智能加工中心、加工机器人、AGV 智能小车、喷涂机器人等智能化加工生产线。产业园计划 2017 年竣工投产，达纲年产值可达 4.7 亿元，将成为中国最具实力的智能破碎筛分设备制造基地。本测试床项目于 2017 年完成需求分析及项目立项，完成验证示范平台整体架构设计及技术准备。目前已开始研发测试床各功能模块，部分功能模块已研发完成进入测试阶段。

Aibed 养老监护平台测试床

上海宽带技术及应用工程研究中心是国家宽带网络与应用工程技术研究中心的法人运行实体，也是我国信息网络领域的最高工程技术研究机构之一。

通过国家 863 计划、相关地方政府和运营机构的持续支持，建设了下一代网络与业务国家试验床，以上海为核心连接北京、江苏、浙江、安徽、广东等省的覆盖百万真实用户区域内，构建了联试联调环境、试验测试内场环境、特大城市城域网络设备试验环境、千公里级长途骨干网络设备试验环境、万用户级接入汇聚网络设备试验环境、十万级多地域真实用户业务试验环境，可开展几乎全部信息通信领域的现实环境试验示范，已完成 3TNet、B3G、NGB 等重大项目的首次试验示范。

一、关键词

■ 零干预：测基于创新技术的可穿戴设备数据采集算法，开展 24 小时零干预老年人生理状态采集工作；

■ 实时监测体系：基于实时监测网络的可穿戴远程医疗系统，实现院前、院后的智能监护体系。

二、测试床项目概述

本测试床开展面向阿尔茨海默病社区可穿戴实时监测系统的研制，突破可穿戴设备实时、多参数、高精度生命体征检测的关键技术，采集社区老年人体征状态、疾病信息、认知和心理评价、诱导干细胞组织取材等相关数据。

1. 阿尔茨海默病是当前老龄化社会面临的重大问题

中国进入老龄化社会，目前老年人口达 2.2 亿，老年人看护医疗服务存在严重短板，日常看护以月为周期，紧急情况 and 疾病响应以周为周期，无老年人数据获取渠道；中国是 AD 病的重灾区，目前国际上对 AD 的预防和治疗都缺乏有效方法。

而目前我们对老年人紧急情况 and 疾病响应速度以周为单位，子女、亲戚朋友日常监护以月为单位，老年人监护体系缺失，无实时检测体征数据获取途径。

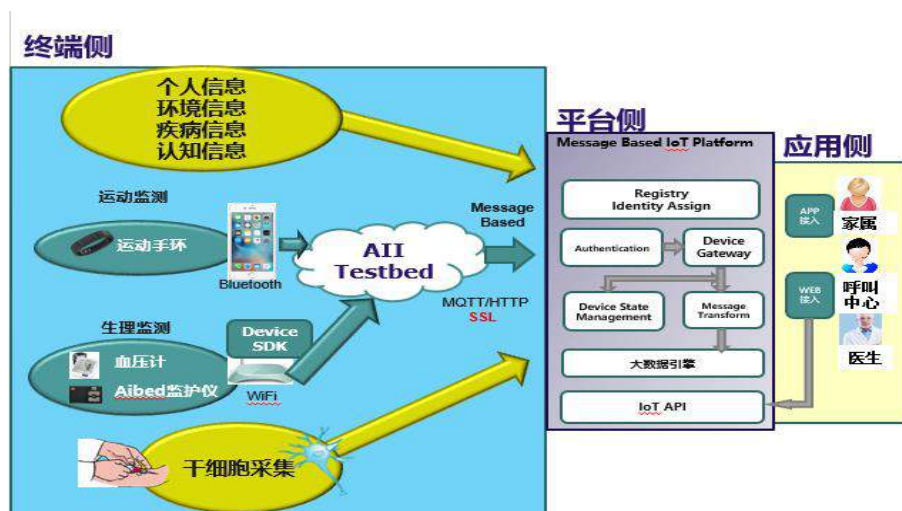
2. 建立老年人监护体系及实时监测体征数据库

目标是建立面向浦东新区 2 个试验街道的老年人实时监护体系，覆盖 1 万社区老年人，提升紧急情况 and 疾病响应速度，以半小时为周期，建立日常监护体系，每人每月获取 300M 有效数据，建立实时监测体征数据库。

三、测试床项目解决方案

1. 解决方案框架

Aibed 养老监护平台测试床解决方案架构见下图，由四个部分组成，第一部分为终端侧，可穿戴设备终端；第二部分为 IoT 平台；第三部分应用侧为用户接入系统，包含 Web 接入和 App 接入。



2、测试床预期效果

Aibed 养老监护平台测试床希望构建面向精准医疗的 T 级大数据分析后台，并开展面向浦东新区 2 个试验街道、1 万社区老年人的阿尔茨海默病防控体系，探索面向阿尔茨海默病的有效预防、诊断治疗及康复方案。

四、测试床当前情况

1、测试床当前建设情况

- 完成面向阿尔茨海默病社区可穿戴实时监测网络整体解决方案的规划和设计
- 开展可穿戴监测设备的设计与功能算法的实现
- 完成生命体征监测床板中心率、呼吸、睡眠等数据监测的功能实现
- 完成 Aibed 床垫式监护仪的开发与设计
- 开展 Aibed 床垫式监护仪样机数据采集有效性的测试
- 完成 Aibed 床垫式监护仪数据采集系统与数据分析后台的联动
- 基于 90 例左右典型病患，开展干细胞采集工作，建设精准医疗数据库开展 24 小时老年人生理状态采集工作

2、测试床合作伙伴组成和各自提供的组件描述

合作单位	分工
上海宽带技术及应用研究中心	健康物联网设备开发和系统建设
上海孝通天地信息科技有限公司	项目运营
东方医院	干细胞治疗方法试验
上海市浦东新区医疗机构管理中心	社区选定和组织人群



联系我们

工业互联网产业联盟 秘书处

地址：北京市海淀区花园北路52号，100191

电话：010-62305887

邮箱：aia@caict.ac.cn

网址：<http://www.aia-alliance.org>

