



基于“5G+工业互联网”的无忧智能工厂

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

引言/导读

鸿富锦精密电子（成都）有限公司（以下统称“鸿富锦（成都）”）是一家专业从事时尚平板电脑、台式电脑、可穿戴设备、一体机及笔记本电脑多类电子产品研发与制造的公司。富士康自 2009 年扎根四川成都以来，迅速发展壮大，拥有 10 余万员工及全球顶尖客户，2019 年鸿富锦（成都）公司占四川 GDP 出口 26%。凭借强大的核心竞争力服务全球一流客户，近两年荣获战略性新兴产业五十佳企业和成都制造业百强企业第二名等奖项。

该测试床由鸿富锦（成都）携手中国电信成都分公司共同研发，依托鸿富锦（成都）公司千亿级的生产能力及卓越的运营能力、三十余年的精密制造经验和工业互联网独立研发能力，结合中国电信 5G 云网核心能力及 SA 独立组网的创新研发优势，构建 5G 企业专网，将 5G 和智能制造深度融合。

公司坚持科技创新，将 5G+工业互联网引入到高科技产品制造中，结合在 3C 高端产品上的制造经验，全力打造基于“5G+工业互联网”的无忧智能工厂，实现数字化、网络化和智能化技术的研发与应用，致力成为创新数字系统可便携式电子产品制造的智能工厂典范。

一、关键词

5G、MEC、AIoT、XR、AI、8K、无忧工厂

二、测试床项目承接主体

2.1. 发起公司和主要联系人联系方式

公司名称：鸿富锦精密电子（成都）有限公司

公司地址：四川省成都市高新西区合作路 888 号

联系人：夏子清

联系方式： +86+18200582608

028-68828888-82906

2.2. 合作公司

合作单位：中国电信股份有限公司成都分公司

三、测试床项目目标

本测试床面向电子制造业，建设“5G+工业互联网”的无忧智能工厂，将 MEC 下沉到企业组建 5G 企业专网，做好多业务数据的自定义流向和资讯安全管理，与现有园区业务进行无缝连接。以自动化、数字化、网络化、智能化为方向展开，以公司强大的制造能力为基础，应用 5G、8K、AI、XR（AR、VR）等多种前沿技术进行产业链垂直优化整合。重点突破安全高速的 5G 企业专网构建与边云协同计算技术、5G 智能物流、基于 5G+大数据与机器学习的质量保障、基于 5G+AR 的远程设备维修援助、基于 5G+VR 的全景现场管理、基于 5G+8K 事件识别的安全预警等技术，实现电子制造业的智能制造、智能物流、安全生产、品质保障、降低成本等目标。

四、测试床方案架构

4.1. 测试床应用场景

- 4.1.1. 5G MEC 企业专网，将 5G 与企业网络、企业运营深度融合
- 4.1.2. 5G+IoT 万物智联，实现数据的互连互通
- 4.1.3. 5G+AI 构建机器视觉智能检测
- 4.1.4. 5G+AGV 改变传统物流模式
- 4.1.5. 5G+AR 实现设备专家远程运维
- 4.1.6. 5G+8K +VR 实现生产现场全景呈现
- 4.1.7. 5G+8K+AI 实现人员行为识别

4.2. 测试床架构

鸿富锦（成都）在制造领域多年深耕，积累了大量的经验与技术。本测试床旨在建成世界一流的智能工厂，并能够对外赋能。测试床采用平台化的解决方案，可以针对不同需

求进行快速移植并实现灵活配置。



图1 测试床总体架构

基于“5G+工业互联网”的无忧智能工厂项目总体架构包括边缘层、网络层、平台层和应用层四个部分。边缘层，采集各种工业设备及传感器的数据；网络层，结合5G和现有IoT网络技术，弥补现有网络通讯的不足，提供多种网络连接方式，保障设备之间网络互联互通、网络通讯安全、服务器虚拟化、海量数据仓储、海量数据计算。平台层通过对DT（Data Technology）数据采集与边缘处理、AT（Analysis Technology）经验知识模型与算法、OT（Operation Technology）工业应用微服务组件三大技术体系的整合，以实现数据管理、数据分析、数据服务。应用层在平台层的基础上为特定客户、特点场景设计个性化的工业SaaS及App。AI模型可发布为公有云API、设备SDK、私有服务器部署，通过合理地部署到边或云，实现计算的边云协同。

4.3. 测试床方案

4.3.1. 5G MEC企业专网，将5G与企业网络、企业运营深度融合

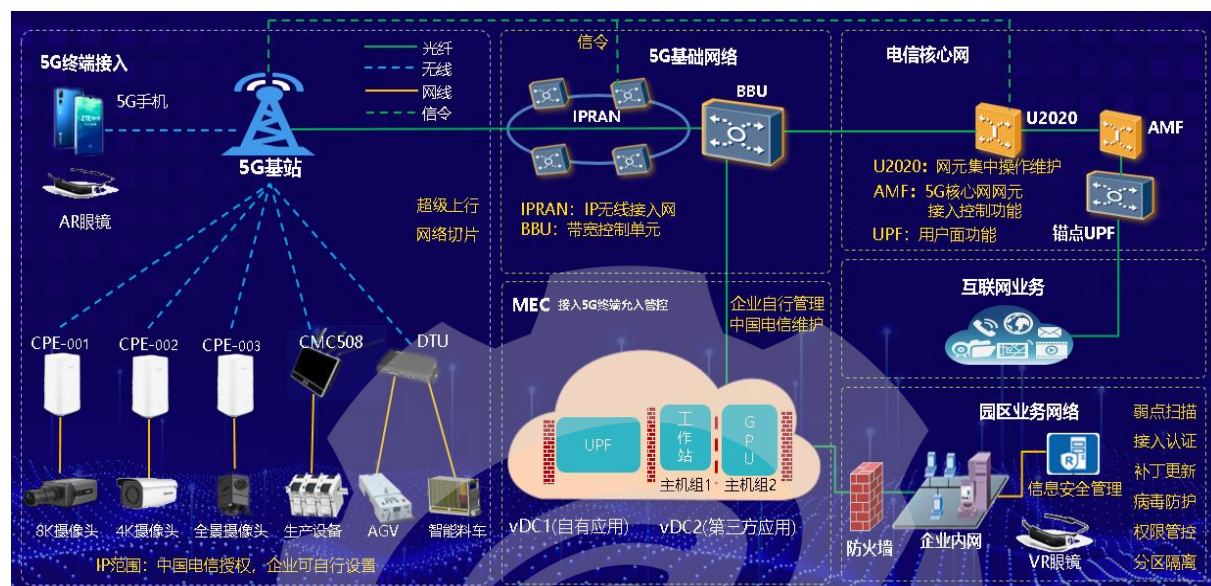


图 2 5G 企业专网设计框架

5G MEC 企业专网以 5G 数据分流技术为基础，通过无线和控制网元的灵活定制，构建一张增强带宽、低时延、数据不出园的基础连接网络。核心网用户面网元 UPF 为园区私有化部署，根据生产区域需求可灵活部署无线基站，提供物理独享的 5G 专用网络。

MEC（移动边缘计算）和企业本地服务器之间部署防火墙，实现隔离和访问控制，保障数据的安全快速传输。

5G 和企业业务网络无缝联接，保障了数据高速稳定安全的传输，实现生产设备、传感器、控制系统、管理系统、工业应用系统等关键要素的泛在互联互通，以及生产区域网络全覆盖。

4.3.2. 5G+IoT 万物智联，实现数据的互连互通



图3 5G+IoT 设计框架

利用 5G 企业专网，实现百万工业设备实时感知、动态控制，设备数据模型（生产数据、运行状态、运行参数）动态实时获取。

传统以太网网络架构部署周期长，WiFi 稳定性差，产品迭代更新周期快，线体变更频繁，利用 5G 网络优势，构建大带宽、海量连接、低时延、高可靠等特色的 5G+IoT 工业万物智联网络体系。

4.3.3. 5G+AI 构建机器视觉智能检测



图4 5G+AI 设计框架

利用 5G 网络获取海量设备的高清检测图片，结合机器视觉与深度学习进行智能检测，实时输出检测结果，提高不良品检出率的同时，还释放大量复判人力。同时，利用 SPC 过程控制、多维数据共性分析，监控品质状况，对异常进行及时告警，推送工程人员快速处理。

SPI、AOI 设备使用传统视觉算法进行缺陷检测，保证不良高检出的同时，高误报也随之产生。当高检出与高误报达到一定平衡时，现场工程师难以通过调整设备自带算法的阈值来提升检测精度。鉴于此，机器视觉智能检测在获取设备输出不良图片后，通过深度学习与机器视觉混合模型，对报错图片进行二次复判，过滤误报图片，同时控制暂存机对真实不良进行集中暂存，统一送修。复判结果数据实时分析，当发现制程异常时，主动推送至设备远程叫修系统，异常及时处理。机器视觉智能检测可提升企业制程能力并减少目检人力，也为设备厂商增加更多附加价值，实现多方共赢。

该应用解决了单机运算资源不足与云端计算网络延时问题，实现边云协同毫秒级响应处理，检测效率提升。

4.3.4. 5G+AGV 改变传统物流模式



图 5 5G+AGV 设计框架

5G 为 AGV 的通信提供高速稳定的网络支持，5G 信号覆盖全车间和室外区域，解决原有通信方式接入干扰大、速率低的问题，实现 AGV 跨楼栋运输，保障 AGV 运行稳定，动作更流畅，效率更高。

该方案使用自行设计开发的 5G 终端，模块使用华为巴龙 MH5000-31，替代原 AGV 的通讯模块，接口简单，具备通用可扩展功能，可快速部署应用。

4.3.5. 5G+AR 实现设备专家远程运维



图 6 5G+AR 设计框架

如果遇到无法修复的疑难故障，可以通过 5G+AR 运维系统与专家联系，并对维修人员进行远程指导。5G+AR 运维通过远程通信和视频管理功能，实现 AR 指导维修，远程专家诊断，使得技术人员可实时在线咨询远程专家，获得专家指导，弥补专家不能及时到现场处理的问题，降低委外维修成本。

此外，利用 AR 技术将维修工序 3D 模型展现于维修工程师面前，给其维修提供指导，当作业错误时，音/视频及时提醒纠错。不仅能提升交互可视化体验的真实感，使得能远程掌握所要处理的设备及场景的空间信息，还能够高难度、高危险性的维修过程中给予更好地操作指导与错误预警，并且，可通过 5G 网络将设备内部的 4K 超高清视频低时延可靠传输到云端存储与分析，作为视频教材，提供给新人进行培训，达到资源、技能的有效分配和传承，提升工程师维修技能。

4.3.6. 5G+8K +VR 实现生产现场全景呈现



图 7 5G+全景+VR 设计框架

应用 5G 的大带宽、低时延、移动性, 结合全景相机和 8K 摄像头精确同步拍摄、自由视点、VR 等技术, 实现生产现场全景呈现, 缩短空间距离, 助力主管千里之外也可无死角掌控现场, 达到高效管理、提升客户体验、树立公司形象的目的。

4.3.7. 5G+8K+AI 实现人员行为识别

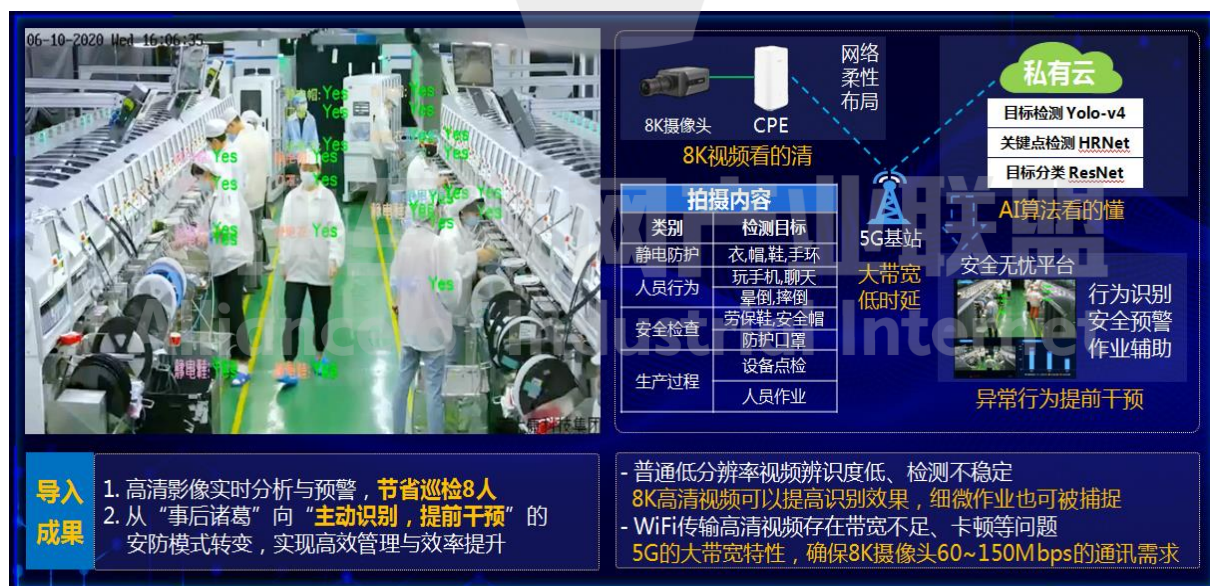


图 8 5G+8K+AI 设计框架

应用 5G 的大带宽、低时延, 8K 摄像头精确同步拍摄、同时配合 AI 算法, 为车间生产的安全管理提供可靠依据, 从“被动监控、事后调查”向“主动识别、提前预警”

的安防模式转变。

4.4. 方案重点技术

4.4.1. 5G MEC

5G MEC 下沉部署到工厂可以组建园区 5G 局域网，解决工厂数据不出园区的安全问题，UPF 控制 5G 数据流向，可以安全连接到园区的各个网络，实现数据安全的双重保护。

5G 网络切片能够提供定制的网络特性（如大带宽、延时、容量等）、计算特性和存储资源 特性，以满足不同业务应用在网络特性方面的不同需求。打造安全高速的 5G 局域网。

4.4.2. 面向设备远程维修援助的 AR 智能交互技术

本测试床结合业务实际需求，将 AR 中的交互行为的正确性比对与风险预警作为重点研究。创新性地提出了对于动作序列数据进行关键提取与关键片段结合的方式进行处理。此外，对于动作的评价进行了量化机制的研究。提出了统计模型对于行为策略规划进行充分研究，使得 AR 互动的动作分析的泛化性更强、准确率更高。

4.4.3. 基于计算机视觉的异常行为识别技术

利用计算机视觉与深度学习技术实现异常行为识别技术，先对视频中的每个人进行二维姿态估计，再对得到骨架序列利用行为分析算法分析出单人和多人的行为。对骨架序列进行行为识别，使得行为识别的模型推广到不同的场景，而且模型效率更高。

4.5. 方案自主研发性、创新性及先进性

4.5.1. 创新性

5G 赋能的智能制造利用 5G 高传输速率、广覆盖、低延时的特点支持类似超高清视频、AR/VR、机器视觉、远程控制等新的应用场景，并进一步解决核心网络的数据流量瓶颈等相关问题。

基于数字孪生的设备运维管理，通过 5G+IoT 技术，采用数字孪生技术将各个设备的特征以数字化方式在虚拟空间呈现，实现设备远程监控与管理。

基于 5G+AR 的远程设备维修援助，利用 AR 技术提升了交互可视化体验的真实感，

使得能远程掌握所要处理的设备及场景的空间信息。此外，还能够在高难度、高危险性的维修过程中给予更好地操作指导与错误预警。远程援助视频可作为视频教材，供新人培训。

基于 5G+8K+AI 事件识别的安全预警，利用计算机视觉技术对员工进行人脸识别身份比对，识别异常行为，识别烟雾火焰，并及时报警，以实现安全生产。识别关键工站作业手法，确保重要工站的作业流程不出错。利用 5G 传输影像，让主管或客户能远程掌握现场情况。

基于 5G+AGV 智能物流，5G 为 AGV 的通信提供高速稳定的网络支持，5G 信号覆盖全车间，AGV 运行稳定，动作更流畅，效率更高。

4.5.2. 先进性

通过中国电信核心云网+智慧综合业务接入中心+厂区 MEC 边缘协同云，利用 5G SA 技术构建 5G 专网能力，采用超级上行、网络切片等电信优势技术，实现工业互联网智能制造应用技术与网络技术深度融合。

面向设备远程维修援助的 AR 智能交互技术，结合业务实际需求，将 AR 中的交互行为的正确性比对与风险预警作为重点研究。创新性地提出了对于动作序列数据进行关键帧提取与关键片段结合的方式进行处理。此外，对于动作的评价进行了量化机制的研究。提出了统计模型对于行为策略规划进行充分研究，使得 AR 互动的动作分析的泛化性更强、准确率更高。

基于深度学习的 AOI 不良自动复判技术采用多种基于深度学习的图像分析技术，包括低光照图像增强、图像去噪、图像分类、图像分割、文字检测与识别、对比学习等，提出了一整套 AOI 不良自动复判技术，算法正确，良率达到了 98%以上。

4.6. 方案安全风险控制

4.6.1. 数据不出园区

本测试床在园区下沉部署了园区专用 UPF、基站以及接入 STN 设备，依托 5G 组网用户面策略，实现数据本地分流。

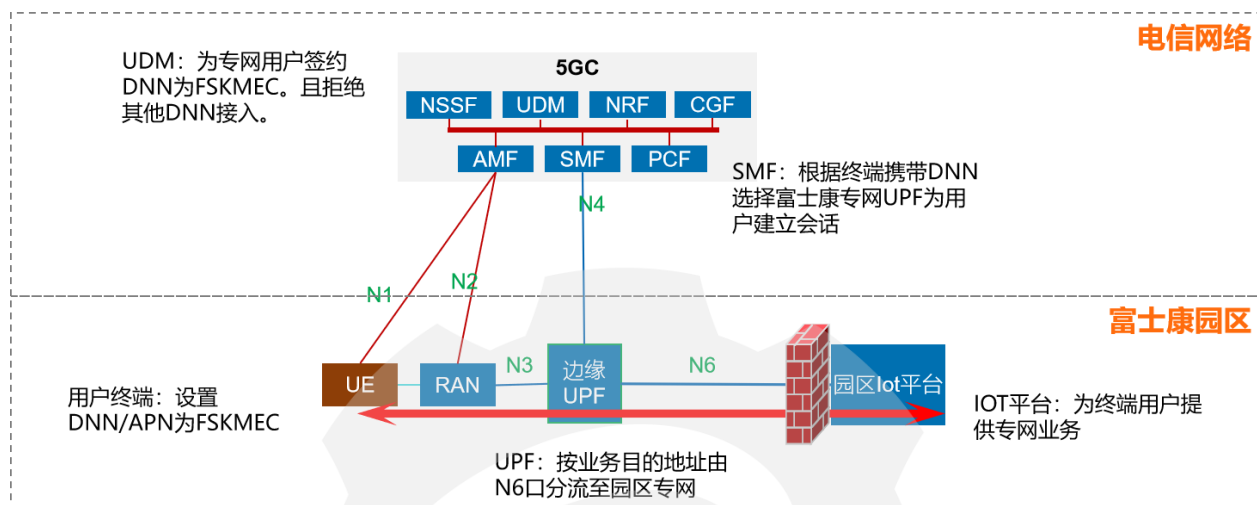


图 9 专网数据不出园区示意图

用户通过园区专用 DNN 发起会话建立，网络结合位置为会话选择特定边缘 UPF，即可接入与边缘 UPF 对接的鸿富锦（成都）园区专网。该方案中，用户在 5G 网络签约特定 DNN，SMF 选择 UPF 时，根据 5G 终端提供的特定 DNN 以及所在的 TA 选择目的边缘 UPF，从而完成边缘 PDU 会话的建立。

前置条件：终端配置专用 DNN 并在 UDM 上面签约专用 DNN。

(1) 5G 终端发起 PDU 会话建立请求，PDU Session Establishment Request 消息携带专用 DNN；

(2) AMF 向 SMF 发送创建 SM 上下文请求，PDU Session CreateSMContext Request 消息包含了用户位置信息、RAT 类型、DNN 等；

(3) SMF 向 AMF 回复创建 SM 上下文响应；

(4) SMF 继续执行用户 PDU 会话建立流程，根据配置，SMF 根据特定 DNN 为 5G 终端选择边缘 UPF；

(5) SMF 向 UPF 发送 N4 会话建立请求，并提供要在该 PDU 会话的 UPF 上安装的分组检测（PDR）等；

(6) UPF 向 SMF 回复 N4 会话建立响应；

(7) SMF 发送 PDU 会话建立响应；

(8) GTP 隧道地址和 TEID 的相互通知，PDU 会话创建成功。

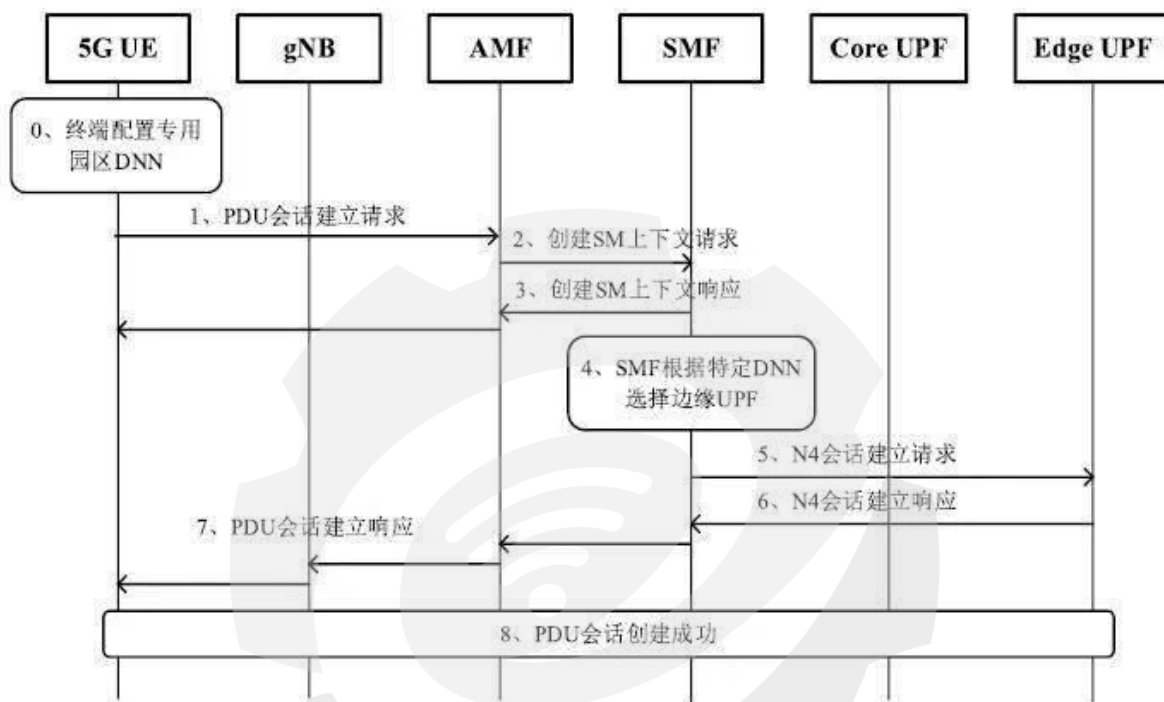


图 10 DNN 分流业务流程图示

该方案对于终端、网络的功能及配置要求如下：

(1) 5G 终端功能及配置要求：

支持配置 DNN 信息，建议支持多 PDU 会话并发。

(2) 5GC 功能及配置要求：

1) SMF：支持根据终端签约的专用 DNN 选择边缘 UPF；

2) UDM：用户签约专用 DNN。

4.6.2. 5G 终端固定 IP 地址

园区业务针对 5G 接入终端强制固定 IP，用于终端管理、终端业务监测等需求。

确定园区专网用户地址池地址段。由鸿富锦（成都）专网分配。

为园区专网用户规划分配固定 IP 地址。由中国电信、富鸿富锦（成都）共同完成；中国电信负责规划分配，鸿富锦（成都）负责审核记录。下表为示例：

终端	IMSI	MDN	业务	IP 地址
摄像机 1	460*****	191ABCDabcd	生产线 8K 全景 图象上传	专网地址 1
手机 1	460*****	191ABCDabcd	专家远程指导	专网地址 2
.....

表 1 固定 IP 地址需求示例

五、测试床实施部署

5.1. 测试床实施规划



图 11 项目实施时间规划

5.2. 测试床实施的技术支撑及保障措施

5.2.1. 部署环境

5.2.1.1 设备接入与数据采集部署环境

针对非标准化设备与 PLC 类设备，采用数采网关丰富的硬件接口如 RS485、RS232、CAN 等与待采设备相连，通过 HMI 图形化界面设置连接通讯模式，实现数据采集；针对标准化设备，采用从平台下载对应设备型号的标准化数采软件，实现数据采集。DT 模块对待接入设备进行授权认证，配置规则引擎，实现海量大数据实时流分析、数据流转等功能。

5.2.1.2 工业应用及平台服务部署环境

部署架构整体采用 B/S 和 C/S 模式，终端用户可通过 WEB 浏览器或者 APP 客户端使用系统；服务端的程序包含 Web 项目、微服务项目、APP 安装包、数据库等，均部署于 Linux 服务器；可方便快捷的进行远程更新与管理，极大的提升了不同应用场景的兼容性。

基于性能要求与可扩展设计原则，硬件基础设施总体分为数据库服务器、应用服务器、文件服务器及接口服务器四类。

（a）数据库服务器：用于设备数据采集及工业应用数据存储。数据库软体主要有 MySQL、MongoDB、GreenPlum、Hadoop 四种。MongoDB 数据库按实际业务量选择采用副本集和分片模式，MySQL 数据库采用主备或集群模式，确保无单点故障，GreenPlum 解决海量数据 OLTP/OLAP 处理，Hadoop 解决海量数据 OLAP 处理。

（b）应用服务器：用于弹性分配硬件资源，应用服务器基于虚拟化容器技术，使得系统易于部署维护。虚拟机存储采用 Ceph 分布式技术，从而实现虚拟机故障自动转移，保证服务不中断。

（c）文件服务器：用于存储图片、文本、视频等非结构化数据，支持 DAS/SAN/NFS 等存储方式。空间大小根据实际数据量确定，采用 RAID-5 技术。

（d）接口服务器：主要用于各场景下进行数据交互的接口部署，包含统一的用户认证。需根据业务量选择是否采用商用 EMQX 软体，提高用户并发处理能力。

5.2.2. 数据管理

传统数据库难以满足各类设备输出海量数据的存储及分析处理要求，且传统数据库大多基于 SMP 架构，扩展性能差。因此采用传统数据库与 GreenPlum/Hadoop MPP 开源数据库相结合的方式对海量数据进行存储，通过自行开发的数据流转组件，兼顾海量数据的历史分析与实时查询需求。

（a）术语规范化：采集到数据库中的数据必须是规范化的数据，以便实现互联互通性和分析的一致。

（b）数据周期性管理：由于平台数据量庞大，须做好数据有效周期管理，便于及时采用自动化方式将无效数据进行清除或转移，以保障系统整体服务性能。

（c）数据可视化、透明化管理：本方案从数据采集到数据存储利用的每个处理步骤均可在平台上记录和呈现，实现数据的可追溯性。

5.2.3. 系统运维

系统使用第三方工具实现可视化运维。服务器综合性能监控使用 Zabbix，该软件监控服务器和数据库各种性能指标，对于监控到的异常自动推送邮件及短信；服务端应用监控使用 Rancher，可监控服务端的各容器是否启动、CPU 和内存使用状况、网络进出流量等；应用 Navicat Premium 数据库运维客户端，运维人员可以在客户端直接查看和修正系统数据表中的数据。

数据库及应用服务均采用了高可用架构设计，不存在单点故障，再结合监控系统，在出现监控项异常时自动推送邮件及短信，运维人员可在第一时间发现并处理异常，可确保 7*24 小时稳定运行。

5.3. 测试床实施的自主可控性

本测试床重视顶层设计，整体上以 5G+工业互联网平台展开，基础上研发智能运维管理、质量保障、安全预警应用，实现电子制造业的智能制造、安全生产、品质保障、降低能耗等目标。由于采用了基于云的微服务架构，平台方案可快速移植并根据需求进行配置应用。

六、测试床预期成果

6.1. 测试床的预期可量化实施结果

本测试床总体规划部署服务工业互联网的 5G 基站 6 个，边缘计算（MEC）平台 1 个，智慧综合业务接入区 1 个，部署 5G 终端模组 10 套。充分利用现有平台资源，构建多系统融合可扩展的 DT（采集与边缘处理平台）、AT（经验知识模型平台）、OT（工业互联网应用平台）三大平台，实现 5G 网络、终端能力调用及监测，具备百万级以上规模终端的接入管理能力。

5G 企业专网的成套方案由中国电信部署，可快速搭建 5G 企业专网。

当前示范线已实现 82%区域关灯生产，65%人力精实，智能场景易于部署，产品不需要再次研发，可实施性强。

6.2. 测试床的商业价值、经济效益

6.2.1. 商业价值

以落地集团成都智能工厂示范线为例，一条生产线投资约 760 万，每年从提质、增效、降本所带来的效益提升约 120 万，投资回报周期为 10 个月，可谓小投资大回报，并且现富士康集团内部拥有 1600 多条 SMT 生产线，已导入 60 多条 SMT 生产线，未来将陆续推广应用到更多其他生产线，有十几亿市场待挖掘。

根据工信部发布的数据显示，工业互联网领域未来五年（2020-2025）年均复合增长率约为 13%，随着产业政策逐渐落地，在新基建的推动下，市场空间有望加速成长，预测在 2025 年中国工业互联网市场规模将突破 1.2 万亿元，而电子制造业占比工业互联网市场 8%，未来我们将对千亿级大规模市场潜在用户挖掘与赋能（含场景输出、人才培养、技术支持等），预计到 2025 年赋能西南片区电子制造领域企业达到 50 家。

未来将继续深耕电子制造领域，与政府、企业、高校等机构组织强强联手，打造更好的工业互联网平台，助力制造企业快速转型升级。

6.2.2. 经济效益

价值与需求决定盈利能力。本方案的落地成效已经证明了其所具备的业务价值。面向不同的企业需求，本解决方案提供两种服务模式。

第一种模式，企业一次性投资软硬件，进行内部部署。其中的硬件设备可由我方整体负责，也可由企业自行购置。

项目交付后，针对不同设备提供 1~2 年质保服务，针对软件提供三至六个月的免费培训与维护服务。企业的具体投入依照项目具体需求与规模进行核算，根据已有的案例，投资回报周期为 1 年左右。实力雄厚且对数据安全比较敏感的企业可选择该种模式。

第二种模式，用户一次性投资少量必要的终端设备，通过订阅模式接收相关服务，相关成本作为运营成本的常规项目。我们将全套的应用解决方案部署在腾讯云上，企业只需申请一个账号，即可将自己的设备接入平台，并根据需求订阅自己的应用服务，企业根据订阅服务的类型及数量按月进行付费，并随时可以取消、新增或减少。此种模式无需用户进行大额投资，服务订阅后即可见成效，适合中小企业。同时成立用户社区，收集用户的意见反馈，结合用户的实际使用状况，相关的服务可以不断的迭代，用户第

一时间即可受益。

6.3. 测试床的社会价值

该测试床的实施是由鸿富锦（成都）主导，不断创新和发展，将是工信部指导的国家制定工业互联网标准体系的一次重大企业级创新实践；不但能够实现公司自身的数字化工厂建设，而且也是下一步为省内外电子信息产业的上下游相关中小型企业群（不少于20家上下游配套企业）进行“5G+工业互联网建设”的赋能与技术服务一次重要积累，从而实现四川甚至西南地区的电子信息行业的5G+工业互联网的升级改造等一系列重大的社会效益。

“5G+工业互联网建设”在赋能电子制造业的同时，其应用的最新技术也将推进5G在社会和民生方面的发展。

5G+AR设备远端运维，其技术及思想，可应用于远程政务领域，建设基于5G环境的远程导办系统，使得办事的过程更加方便和快捷，提高政府社会服务能力；也可应用于远程教育、远程医疗等民生领域，打破时间和空间的限制，实现医疗、教育等资源的充分利用，大幅改善现有教育、医疗等资源不平衡等民生问题。

5G+8K+AI 基于事件识别的安全预警技术，可快速侦测异常事件的发生，非常适合应用在安防领域，保障人身安全，促进民生发展。5G+8K+VR技术，将在虚拟实景、全景直播、多人联机游戏等新一代全新影像行业高速发展，使得视频娱乐内容互动性更强、更令人沉浸、更清晰，加速社会文化发展，使人们生活更美好。

6.4. 测试床初步推广应用案例

依托富士康科技集团制造企业领军者的巨大优势，本方案设备数据采集与传输标准已推广至数十家设备供应商，为推进行业标准统一起到了关键作用；同时也为更多的中小型企业及有升级需求的大型企业带来了成熟的设备智能运维解决方案。

(1) 鸿富锦精密电子（成都）有限公司

本公司是一家从事 3C 产品研发及制造的大型企业，拥有千亿级的生产能力及卓越的运营能力，三十余年的精密制造经验和工业互联网独立研发能力，2009 年富士康入驻四川成都，2019 年占四川 GDP 出口 26%。

基于三十余年智能制造经验，结合 5G、XR、AI 等工业 4.0 新技术，已成功落地设备智能运维整体解决方案，实现设备数据互联互通和设备间的自感知、自优化和自诊断；实现了设备全生命周期的在线健康管理、远程诊断、预测性维护与运营优化。

(2) 鸿富成精密电子（成都）有限公司

公司主营业务为苹果穿戴式手表以及手表一体机的生产、销售和出口。公司通过不断提升技术创新能力和管理经营能力，品牌价值和营业收入得到了快速增长。

与鸿富锦（成都）一脉相承，设备智能运维解决方案已落地到该公司各应用场景；除此之外，根据该公司产线特性，重点定制打造了特色项目 SiP Hotbar PHM：利用数据建模在线管理设备，跟踪设备关键指标预警异常，实现快速化调机和策略性保养，保证设备安全无忧运维，获得客户高度评价。

(3) 富泰华工业（深圳）有限公司

富泰华工业是目前华南地区最大的智能电子产品生产企业，主要从事信息产业、通讯产业、自动化设备产业、光电产业、精密机械产业的制造、销售与服务。

本方案应用在富泰华工业多个实际场景中，对陈旧设备进行智能化软硬件升级改造，实现了设备数据互联互通，成功落地数字孪生、远程叫修、预测性保养与执行、机器视觉智能检测等应用。

(4) 鸿富锦精密工业（武汉）有限公司

公司产业涉及精密机械、消费性电子和光电器件等项目，包括计算器显示器、机器人技术、燃料电池、数码相机、精密磨具和汽车零部件等。

成功导入机器视觉智能检测、指标可视化应用。

(5) 四川天邑康和通信股份有限公司

专业从事家庭/企业宽带接入和智能组网设备、移动信号深度覆盖、智能视觉设备和光纤通信配线及连接设备等的研发、生产、销售和服务，连续多年成为国内通信运营商的入围企业和主要供应商之一。

公司成功导入数字孪生、远程叫修、AR 运维，为设备智能运维奠定了坚实的基础。

(6) 成都老肯科技股份有限公司

中国知名的集空气消毒净化、器械消毒灭菌等科技产品研制、开发、生产、销售及售后服务一体化的高科技股份制公司。经过十几年的跨越式发展，目前已成为中国最大医用消毒设备制造商之一。

公司成功导入机器视觉智能检测应用，大大提升了医疗器械产品精密检测品质及效率。

七、测试床成果验证

7.1. 测试床成果验证计划

本测试床成果验证分二个阶段：

第一阶段：验证网络连接性，确保 5G MEC 企业专网搭建、5G 企业专网与企业内部 IoT 网络实现数据交互、与 Internet 实现网络隔离。

第二阶段：验证专案导入状况，完成机器视觉混合模型训练和测试、AGV 精准到达指定位置、专家和现场工程师实现远程沟通和指导、生产现场全景呈现及人员行为识别。

7.2. 测试床成果验证方案

本测试床首先验证 5G 和企业内网的融合，打造 5G 企业专网，实现 5G 网络、终端能力调用及监测，具备百万级以上规模终端的接入管理能力。然后针对项目项目的设备单元、信息系统、关键技术、多样场景等进行全面验证。

八、与已存在 AII 测试床的关系

基于“5G+工业互联网”的无忧智能工厂项目与已经审批的测试床无关联关系

九、测试床成果交付

9.1. 测试床成果交付件

企业专利：

SPI 机器视觉智能检测 专利号：201910199967.X

AOI 机器视觉智能检测 专利申请中

5G+8K+AI 人员行为识别 专利申请中

AR 设备远端运维 专利申请中

9.2. 测试床可复制性

基于“5G+工业互联网”的无忧智能工厂是一个整体的项目，是一个全方位的智能工厂解决方案，规模化导入后，将会降低企业成本，效率提升。

价值与需求决定盈利能力。该测试床的落地成效已证明其所具备的业务价值。面向不同的企业需求，企业一次性投资软硬件，进行内部部署，具体投入依照项目需求与规模进行核算，根据已在鸿富锦（成都）SMT 工厂落地的项目案例，投资回报周期为 1 年左右，具备可复制性。

9.3. 测试床开放性

中国电信主要将 MEC 下沉到企业组建 5G 企业专网，做好多业务数据的自定义流向和资讯安全管理，与现有园区业务进行无缝连接。

十、其他信息

10.1. 测试床使用者

对于非发起方公司有相关需求，需事先联系鸿富锦（成都），征得授权后，可以使用测试床。

10.2. 测试床知识产权说明

测试床的建设及知识产权归鸿富锦（成都）所有。

10.3. 测试床运营及访问使用

鸿富锦（成都）提供项目部署解决方案，协助使用者完成服务部署，对用户运营、使用提供技术支撑，中国电信股份有限公司成都分公司完成 5G 企业专网的网络建设。

10.4. 测试床资金

10.4.1. 预估资金需求：

网络基础设施费用：320 万人民币，含所有新增 5G MEC 核心设备、5G 室内基站、IoT 网络核心设备、网线布设；

服务器费用：110 万人民币；

终端费用：50 万人民币，包含 5G 通讯模块、CPE、高清摄像头、AR/VR 等终端；

软件投入：280 万人民币；

基于“5G+工业互联网”的无忧智能工厂测试床共计资金需求：760 万人民币。

10.4.2. 资金来源：

项目的资金来源由企业及运营商投资。

10.5. 测试床时间轴

本测试床属于中长期研究项目，主要分为以下几个关键的时间点：

第一阶段为基础建设实施阶段，计划历时 3 个月，完成设备 IoT 内网及 5G 企业内网建设，相关设备的硬件采购。

第二阶段为专案导入实施阶段，计划历时 5 个月，完成业务系统的开发及环境部署、数据库服务器、应用服务器、文件服务器、接口服务器的搭建。

第三阶段为项目应用阶段，计划历时 4 个月，完善和优化本测试床。

10.6. 附加信息

四川省通信管理局颁发：2020年四川省5G创新应用大赛 一等奖



“绽放杯”5G应用大赛委员组：工业互联网专题赛二等奖

