

# 中国联通5G全连接汽车工厂 解决方案

联通数科5G应用创新中心

娄旭伟

目

录

CONTENTS

一

公司简介

二

企业落地合作

三

应用场景与实践

四

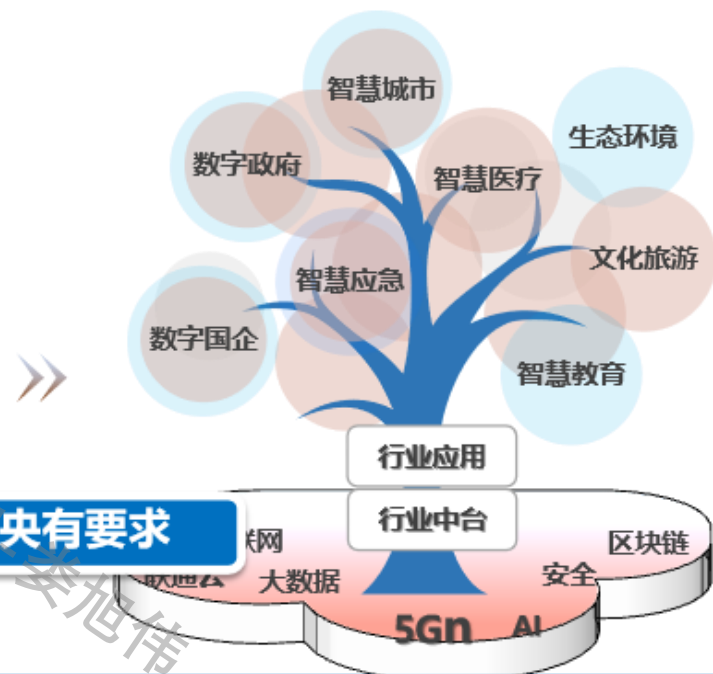
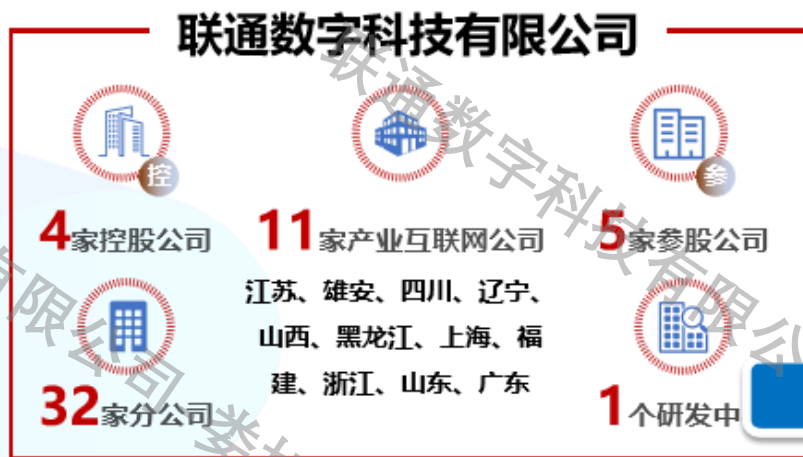
5G全连接工厂

# 公司简介



紧跟数字经济需求侧新变化，推动供给侧结构性改革，全面整合云、大、物、智、链、安基础能力，重构创新生产关系，组建联通数科，打造独特创新服务能力。

- 联通系统集成有限公司
- 联通智慧安全科技有限公司
- 联通物联网科技有限公司
- 联通大数据有限公司
- 联通云数据有限公司



## 年轻化、高素质、专业化的人才队伍

- 1 全国人才队伍12000+人
- 2 平均年龄33岁
- 3 硕博研究生人员占比43%
- 4 市场营销、解决方案、项目运营与研发人员占比90%
- 5 能人员占比6%人

## 各类资质1434项，其中专业资质140项、软件著作权1115项、企业荣誉143项

- |                                 |                    |
|---------------------------------|--------------------|
| 1 电子与智能化工程专业承包壹级                | 9 信息系统安全运维服务一级     |
| 2 CMMI5                         | 10 信息安全风险评估服务二级    |
| 3 ISO9001质量管理体系认证               | 11 信息安全应急处理服务三级    |
| 4 ISO27001信息安全管理体认证             | 12 信息安全服务资质—安全工程一级 |
| 5 ISO20000信息技术服务管理体系认证          | 13 信息安全服务资质—风险评估二级 |
| 6 ITSS信息技术服务运行维护标准符合性证书一级       | 14 电子认证服务使用密码许可证   |
| 7 可信云系列认证（云主机、云备份、云缓存、云分发云数据库等） | 15 电子认证服务许可证       |
| 8 信息系统安全集成服务二级                  | 16 高新技术企业          |

★ 中国联通聚焦5G时代发展的新机遇，秉承“云网融合、数智领先、安全可信、贴身服务”的服务理念，集中打造“物云数智链安”六大创新基础平台能力，发挥一体化集成交付运营的禀赋，推动各领域数字化优化升级，全方位加速政企数字化变革。

## “6+N+1”创新能力体系



1

自主集成交付运营

目

录

CONTENTS

一

公司简介

二

企业落地合作

三

应用场景与实践

四

5G全连接工厂

# 长安“5G+工业互联网”协同制造工厂

- 对长安汽车传统刚性产线进行柔性化改造，以5G专网保证低时延与数据安全；通过将PLC控制部署到MEC，上云后预先编排，**换线效率提升50%，动态重构效率提升10%，园区工厂能耗降低10%，设备联网率达到100%**。
- 长安总体规划32类应用，69个5G工业应用特定场景，目前已落地5G+AGV，5G+AR，5G+机器视觉质检，5G+设备预测性维护等14个应用场景。
- AGV小车整体调度时延低于20ms；汽车行业首家5G+AR服务落地；实现无人化质检；**车间级智能集控平台实现了5G由辅助环节向核心制造环节的突破。**
- 首次全方位验证5G LAN在工业控制层（北向）的技术可行性和生产可用性，助力车企逐步实现柔性化生产。

## AGV云端调度



## 涂胶机在线监测



## AR辅助装备



## 5G LAN二层组网



据介绍，边缘互联专网是中国联通基于5G LAN技术，引领3GPP标准创新打造的5G专网PLUS边缘互联能力，在海康园区实现了业界首个基于5G LAN的AGV多车协同方案的成功落地。5G专网PLUS边缘互联能力，不仅通过网络架构简化提升了网络效率和产线可用性，同时还实现了建网成本和维护成本的同步下降，是5G赋能工业核心生产的关键里程碑。

# 华晨宝马5G创新工厂

- 打造宝马5G创新工厂，构建高可靠、全感知、全连接5G虚拟专网。
- 建立全感知物流体系，是全球首个1-3米5G定位工厂，5G定位可应用于移动性设备管理，与分布式RFID等低成本定位标签技术融合，可解决海量物料管理、账实不符、物料丢失等问题。
- 物流区AGV，5G替代WiFi，实现零宕机，5G为这类应用带来变革性的提升，授权频谱确保无干扰，业务不中断，高并发能力可支撑多台AGV的大并发场景。

机械臂视觉抓取



5G视频监控



物流AGV



物流扫码枪



测试车辆数据回传（内场）



测试车辆数据回传（外场）



# 长城汽车5G智能工厂



## 顶层规划



2020.6 签署**全面战略合作协议**，推进深入合作，打造**日照联通+威奕汽车5G灯塔智慧工厂**



联合外出赴杭州、上海、南京、苏州、济宁等地考察



共建5G灯塔工厂实验室，**创新引领**，2021.1 联合申报省厅5G示范项目

## 网络基础



搭建全覆盖5G网络，其中 AAU17个，PHUB24个，PRRU166个



共建数据中心机房



2021.1 搭建5G+MEC企业专网

## 标杆应用

### 5G无人叉车项目

•5G灯塔智慧工厂首个落地的标杆应用，实现冲压车间冲压件下线无人化自动转运。



### 5G激光导航牵引云化AGV项目

• 实现焊装车间冲压件、外购件及分总成件全流程智能化无人配送。



### 基于5G-Advance的实时工业以太网

携手长城精工打造了全国首个5G-Advanced (5G增强) 柔性工厂试点，基于5G升级版的泛在万兆和千亿联接能力，率先进入5.5G工业制造时代。

目

录

CONTENTS

一

公司简介

二

企业落地合作

三

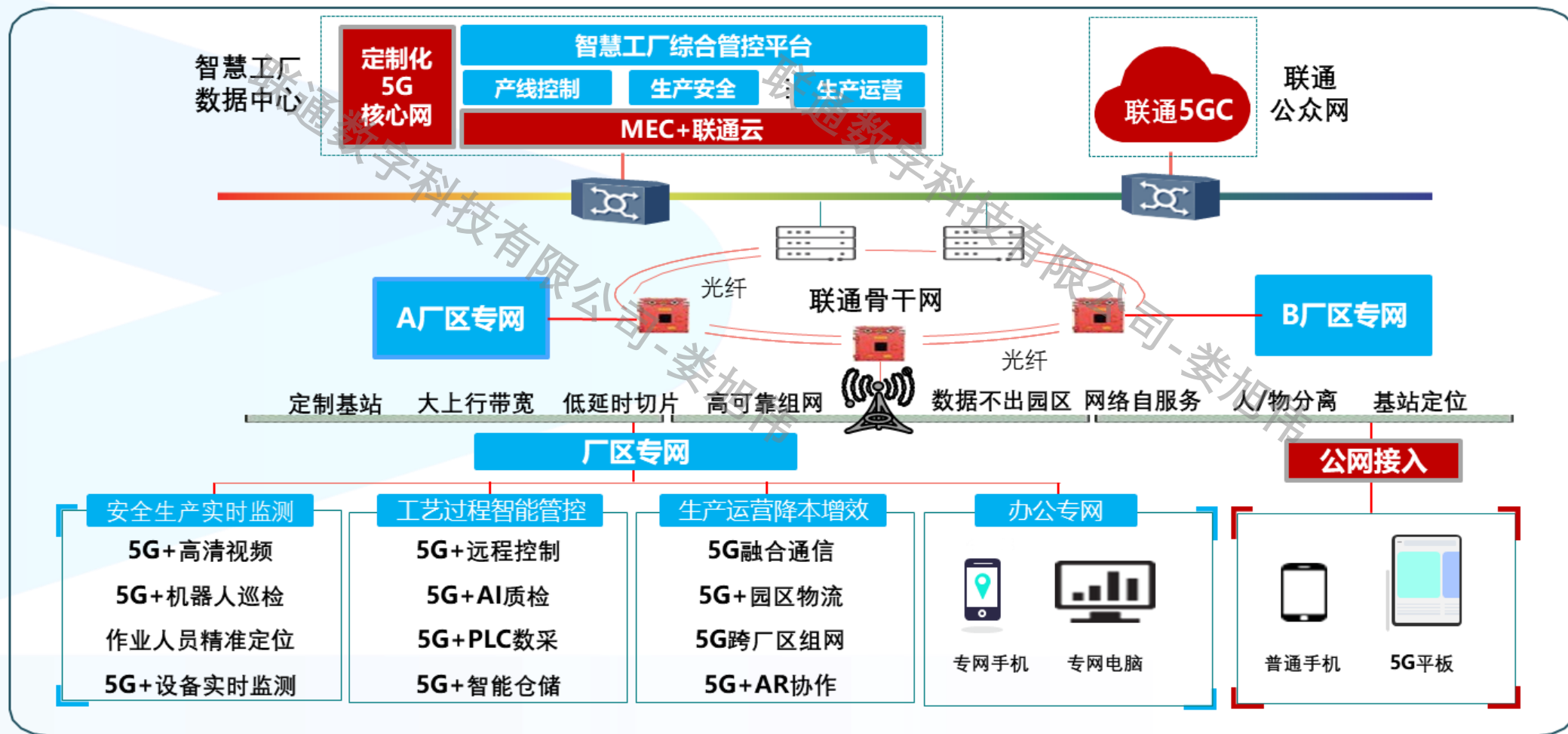
应用场景与实践

四

5G全连接工厂

# 5G与工业生产的融合

基于工厂**过程控制**和**离散作业**等行业特点，构建**一张性能强大、安全稳定、泛在联接且多厂区协同的5G专网**，实现**设备智能化、生产少人化和现场作业无人化**，助力智慧工厂更安全、更智能、更绿色的高质量发展。



# 5G+AI视频监测类

## 场景与技术综述

□ 实践：通过摄像头改为连接5G端计算网关，基于5G网络上行大带宽能力，将视频监控数据实时回传至边缘侧和中心侧，基于自主研发的AI视频图像分析算法，对“人、车、物、场景”进行快速的检测、识别与分析，助力节省人力成本，降低安全隐患，提高管理效率，为工厂提供人员安全行为分析和实时预警手段

### 场景

- ◆ 车间入口、产线、仓库等区域部署80+路摄像头，视频监控
- ◆ 存储资源需求大，一周15T
- ◆ 摄像头监控的数据主要用于问题回溯

### 痛点

- 无用数据多
- 建设成本高
- 安全性差

### 应用5G前

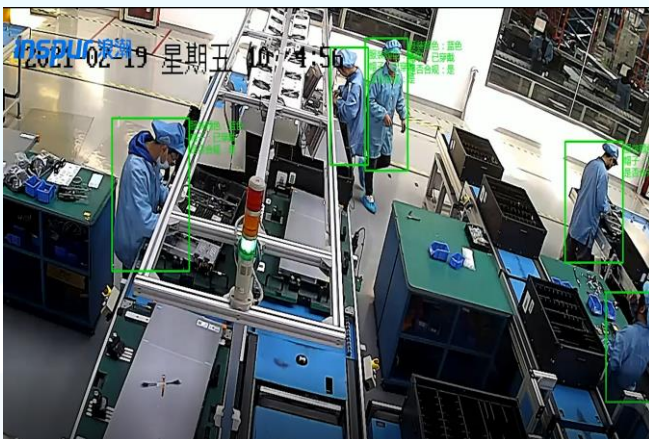
- ◆ 有线组网不易部署
- ◆ 建设及维护成本高，视频存储量大，不易实时分析问题
- ◆ 摄像头资源利用率不高

### 应用5G后

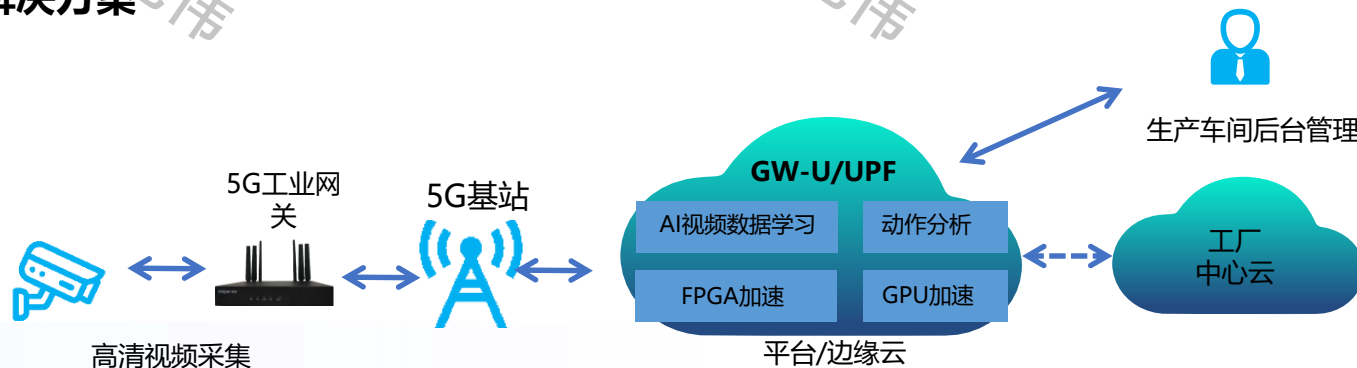
- ◆ 5G端计算网关灵活接入
- ◆ 5G网络上行大带宽实时回传，传输时延 $\leq 50\text{ms}$
- ◆ 视频AI分析，提供生产安全管理手段

### 网络能力

- 上行带宽
  - ◆ 4K摄像头上行速率 $> 25\text{Mbps}$
  - ◆ 8K摄像头上行速率 $> 100\text{Mbps}$
- 下行带宽
  - 下行速率 100Mbps
- 时延
  - 时延  $\leq 500\text{ms}$



### 解决方案



# 5G+AI视频监测类

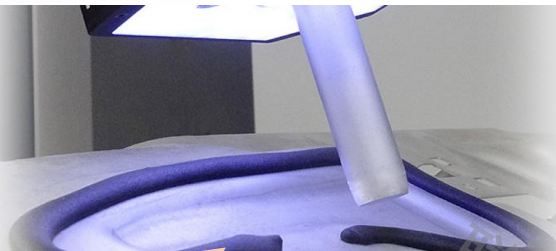
## 应用实践1：视觉质检



白车身间隙



涂胶厚度质检



### 优势

- ✓ 效率提升：质检人员优化；
- ✓ 质量提升：漏检、错检、溢出等问题减少；
- ✓ 持续改进：数据驱动质量追溯与分析；

焊装车间

冲压件立体库

冲压车间

物流来件质检



涂装车间

车身立体库

总装车间

物流超市

漆面缺陷监测



过程装配质量检查



下线装配防差错



下线整车间隙匹配监测



# 5G+AI视频监测类

## 应用实践2：合规操作监测

通过摄像头改为连接5G端计算网关，基于5G网络上行大带宽能力，视频数据实时回传至边缘计算服务器进行AI分析，为工厂提供人员安全行为分析和实时预警手段

### 应用场景



异常操作分析



标准动作管理



服装识别



流程规范识别

### 网络能力



上行带宽

- ◆ 4K摄像头上行速率>25Mbps
- ◆ 8K摄像头上行速率>100Mbps



下行带宽

- ◆ 下行速率100Mbps



时延

- ◆ 时延≤500ms



风挡手动涂  
胶操作合规  
性监测



天窗清擦合  
规性监测



发动机分装  
合规性监测

# 5G+AI视频监控类

## 应用实践3：智能安防



园区巡防

消防预警

危险作业区域管理

冲压安全帽穿戴监测

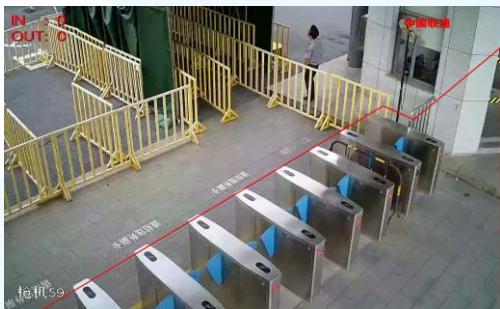
涂装防护服穿戴监测

焊总劳保用品穿戴

劳动纪律监测

### 5G+AI 安防成熟体系架构

#### 园区：安防监测+特征识别

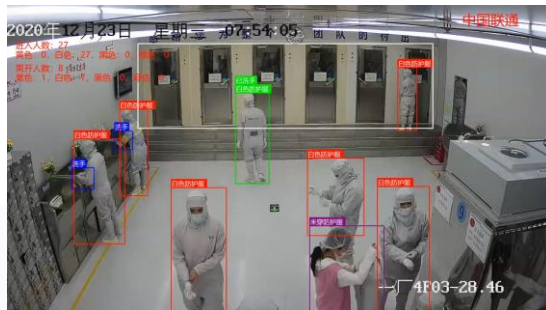


- 基于5G+AI可以实时动态监控厂区、车间等场景特征，基于经验条件、自学习条件比对，实现各类自动违规监测；
- 场景在空间上可应用于园区、厂区、车间等，在业务场景中可扩展至安防、质量、标准化等。

#### 物流：人车分流监测



#### 车间：劳保用品穿戴监测



#### 车间：安劳动记录监测



# 5G+产品追溯

## 应用实践1：质量追溯

### 一物一码

#### 升级改造前

**挑战一：**物料、半成品、成品依靠人工记录管理，不完整、不准确；  
**挑战二：**传统方式，不利于追溯，效率低。

#### 升级改造后

**价值一：**通过赋码，确保**一物一码**，所有动作通过扫码关联记录；  
**价值二：**保持数据的一致性，实现**标准化管理**。

#### 生产工单 A

- 工单A01
- 工单A02
- 工单A03
- 工单A04

#### 原辅料中间站

- 工单A01
- 载具扫码
- 物料扫码
- 出库

#### AGV站/领料

- 工单A03
- WMS/WCS

#### 生产工序

- 工单A04
- 扫码投料
- SOP操作
- 质检请验

#### 一物一码



#### 称量/投料

- 工单A02
- 容器扫码
- 物料扫码
- 称量管控
- 领料退库
- 出库

#### 质检站

- 请检单
- 检验报告
- 合格放行
- 样品管理

• 一物一码

### 生产追溯

#### 升级改造前

**挑战一：**人工记录、纸质或excel记录，不准确、不及时；  
**挑战二：**人工归档，无体系；  
**挑战三：**人工追溯，效率低。

#### 升级改造后

**价值一：**自动实时采集记录；  
**价值二：**按照**质量体系**要求归档、审计、追溯；  
**价值三：**基于谱系实现**多种追溯**。



- **正向追溯：**依据零件号与其批次追溯产品整车号
- **反向追溯：**依据问题产品的整车号追溯对应零件的批次
- **纵深追溯：**依据问题的产品整车号追溯对应零件及其子零件的批次

# 5G+产品追溯

## 应用实践2：无人化备件库/工具库/劳保库



Step1: 智能门禁系统

Step2: 动态监控

Step3: 标识解析

Step4: 定位统计



Step5: 自助结算终端



普通货架改造-重量感应方式



普通货架改造-RFID感应方式



# 5G+融合定位

## 场景与技术综述

### 定位分类&5G定位原理

- 5G网络定位精度1~3M，如要更高精度需采用融合UWB/蓝牙AOA等方案

RFID定位	WiFi、蓝牙iBeacon、5G定位	蓝牙AOA、UWB定位
 <p>已进入</p>	 <p>在这个范围内</p>	 <p>精确定位运动轨迹</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>通常用于进出有无识别</li><li>无法实现二维定位</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>WiFi定位误差5~10米</li><li>蓝牙定位误差3~5米</li><li>5G定位误差1~3米 (R16)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>蓝牙AOA定位误差0.5-1m</li><li>UWB定位误差30~50厘米</li><li>可精确定位人员位置</li></ul>

### 5G网络定位原理

LOS 1~3m@90%  
建议pRRU间距≤12米

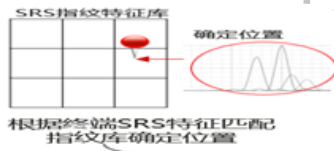
#### 1 UTDofA定位



根据终端到相邻pRRU的ToA差计算距离  
适用于AGV轨迹跟踪等精准定位

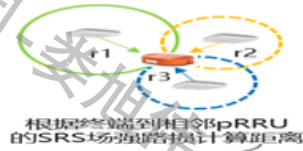
NLOS 3~7m@90%  
建议pRRU间距≤24米

#### 2 指纹定位



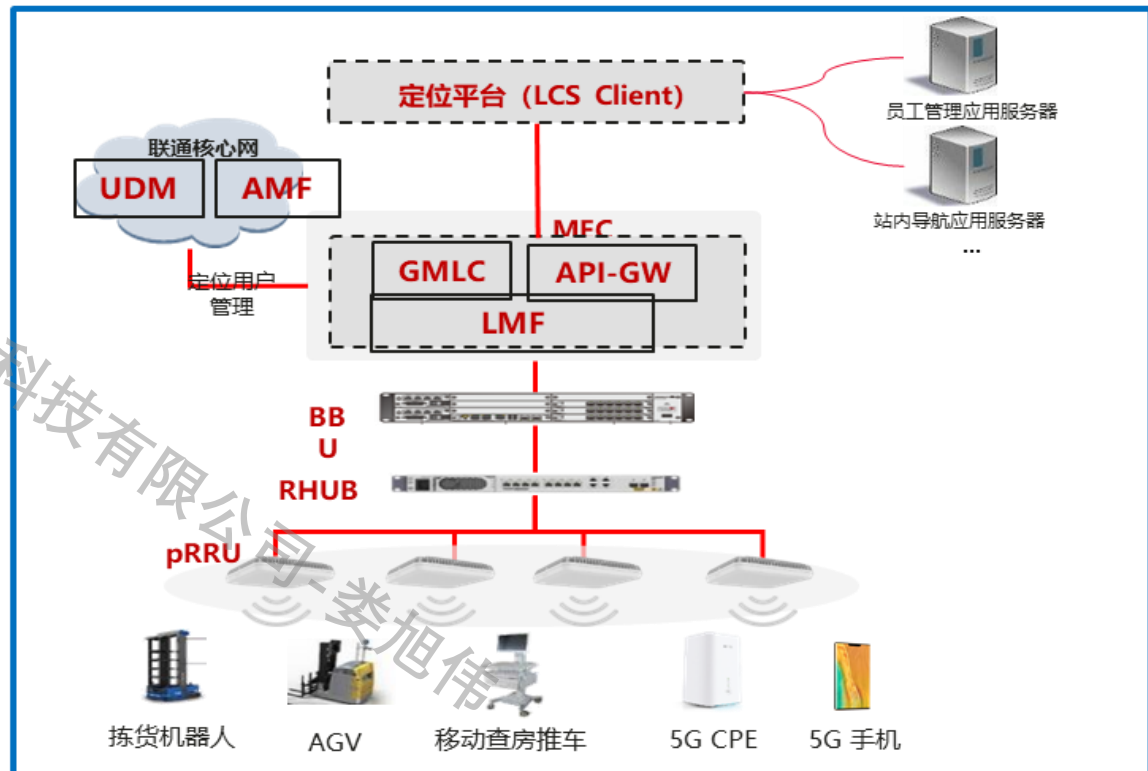
根据终端SRS特征匹配指纹库确定位置  
适用于人员位置管理等粗精度定位

#### 3 场强三角定位



根据终端到相邻pRRU的SRS场强三角计算距离  
适用于人员位置管理等粗精度定位

### 5G高精定位端到端架构



### 方案价值

一张网支持多类终端



通信+定位 一张网  
室外定位+室内定位 一张网



复用现有产业链  
定位精度持续演进



# 5G+融合定位

## 应用实践1：人员定位管理



人员考勤管理

产线用工统计

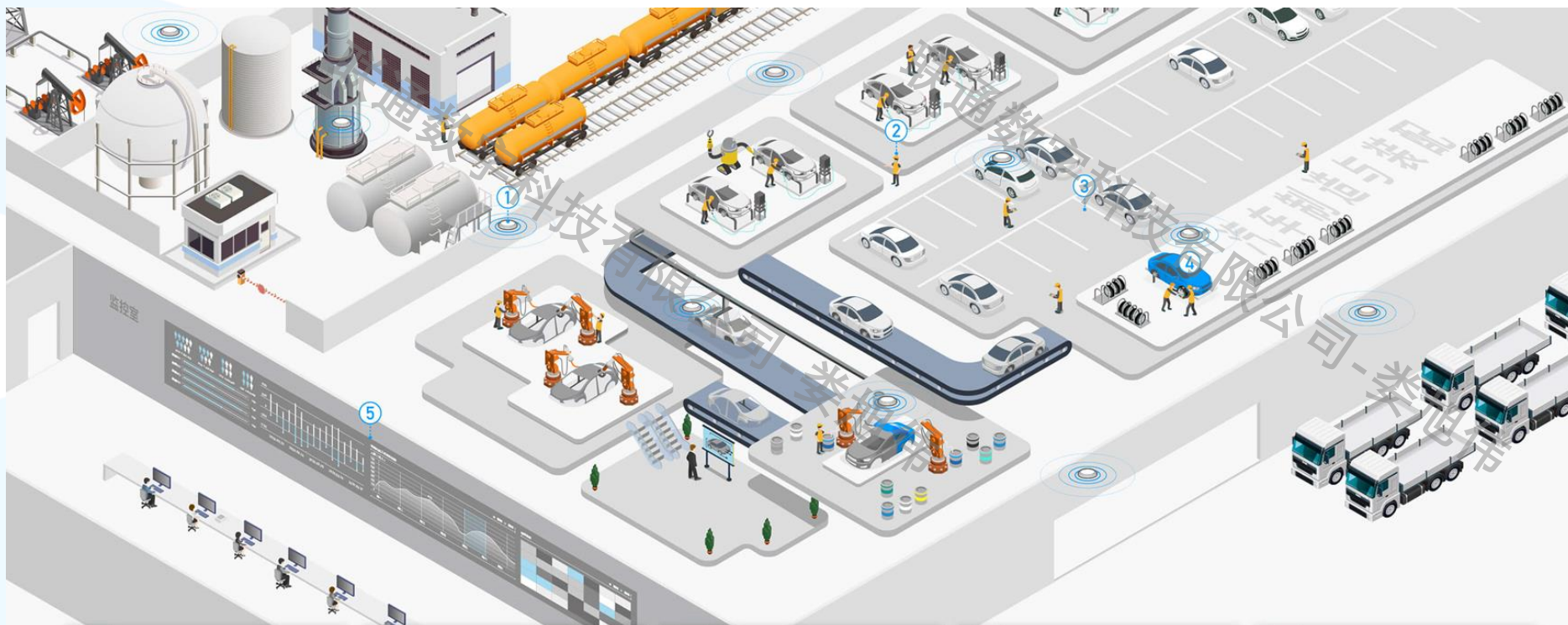
生产效率计算

离岗串岗告警

行程轨迹排查

危险作业  
区域告警

人员准入管理  
(电子围栏)



1



融合定位基站

2



工牌型定位微标签

3



安全帽式定位产品

4



腕带式定位产品

5



监控端软件系统



# 5G+融合定位

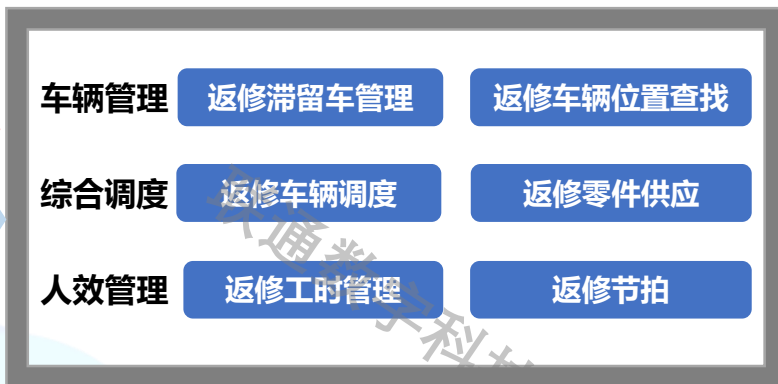
## 应用实践2：基于车辆定位的智慧返修



总装返修区域



管理“黑匣子”



人工沟通

人工协调

车辆定位

轨迹追踪与优化

智能分析与调度

返修工时管理

返修物料协同

大数据分析  
Big Data



车辆定位



位置信息



人员信息



MES

### 项目收益

返修路径跟踪与优化



返修智能分析平台



- ◆ 实现车间返修区车辆的精确定位，基于数据驱动返修车辆全生命周期的精准管控和信息分析，返修工作完全透明化，打破返修“黑匣子”状态
- ◆ 实现信息的积累，通过AI指导优化工作流程，返修智能化
- ◆ 效率方面，在相同产量前提下，实现人员效率的提升

痛点问题

技术路径

# 5G+融合定位

## 应用实践3：5G+AGV

□ 经过最小化成本改装的AGV小车，基于5G网络低时延特性实时接收调度指令，同时受益于5G网络连续覆盖能力，配送过程无任何卡顿，大幅提升原材料配送效率



### 行业痛点



网络不稳定

- ◆ 导致撞车、走走停停等问题
- ◆ 信号遮挡，环境干扰
- ◆ 单个AP能力上限，丢包率20%
- ◆ 多AP情况下部署设计



时延时间长

- ◆ 目前闭环控制时延：  
 $30+50+20+50+10=160ms$
- ◆ 其中通信时间100ms，红绿灯等待需要1s左右

### 场景

- ◆ 工作台工人通过MES一体机叫料，AGV实时接收调度任务，配送物料
- ◆ 服务器生产原材料跨区域配送，产线区域3600平米

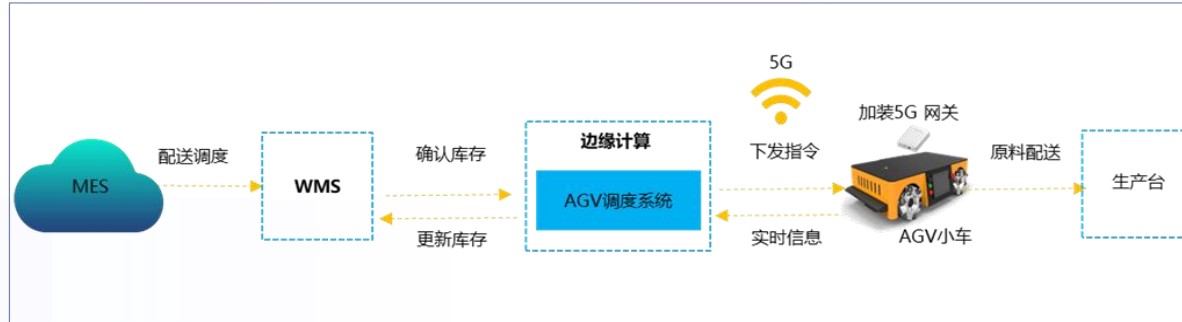


### 应用5G前

- ◆ WIFI联网，5个AP完成区域覆盖
- ◆ 跨AP切换耗时 $\geq 20s$
- ◆ 丢包率 $\geq 20%$ ，AGV配送中存在卡顿和掉线

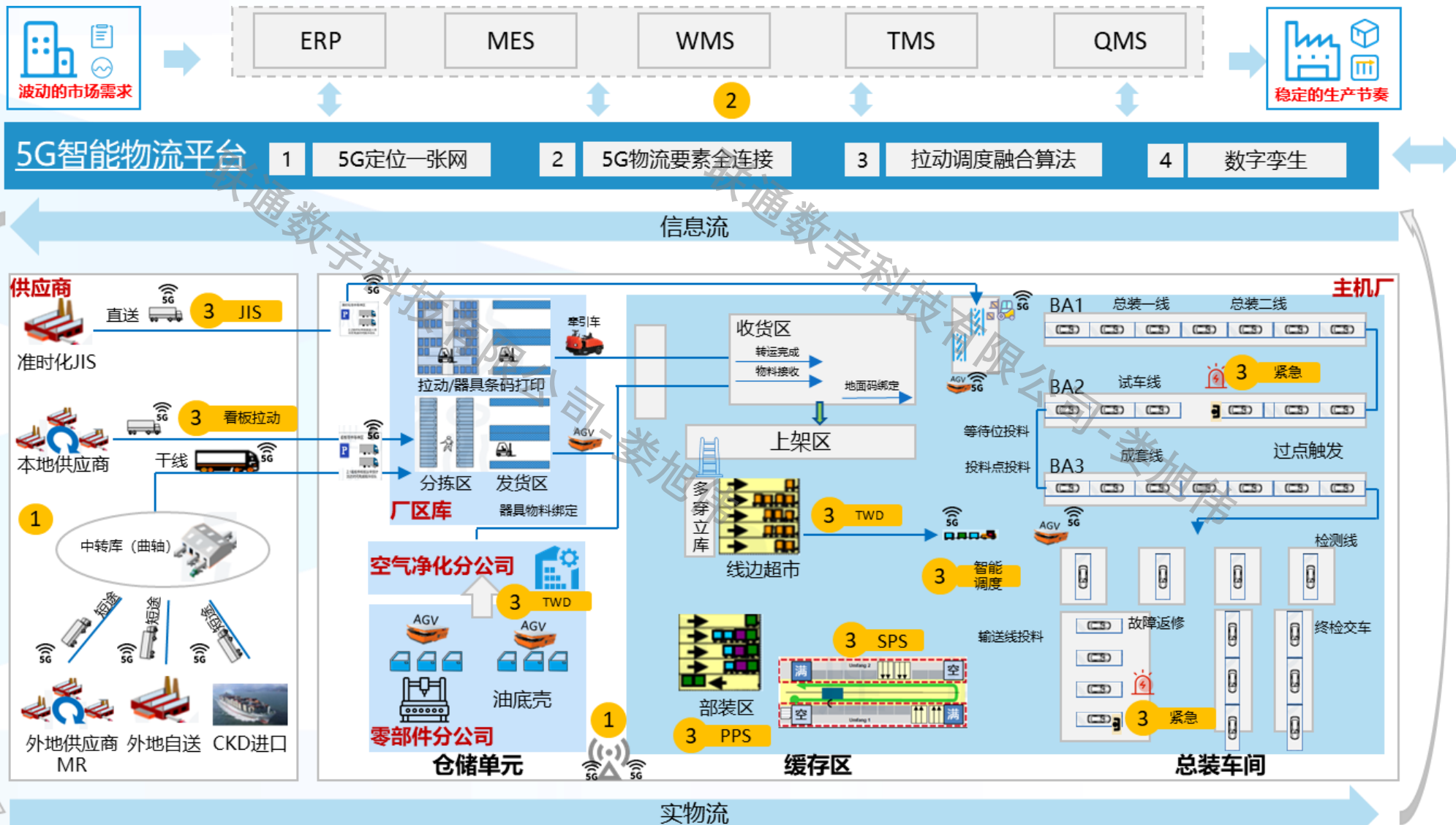
### 应用5G后

- ◆ 5G联网，且网络连续覆盖
- ◆ 配送过程中无需切换
- ◆ 配送过程中无丢包，无卡顿



# 5G+融合定位

## 应用实践4：智慧物流系统



4

### 物流数字孪生

#### 实时情景再现



#### 规划策略推荐

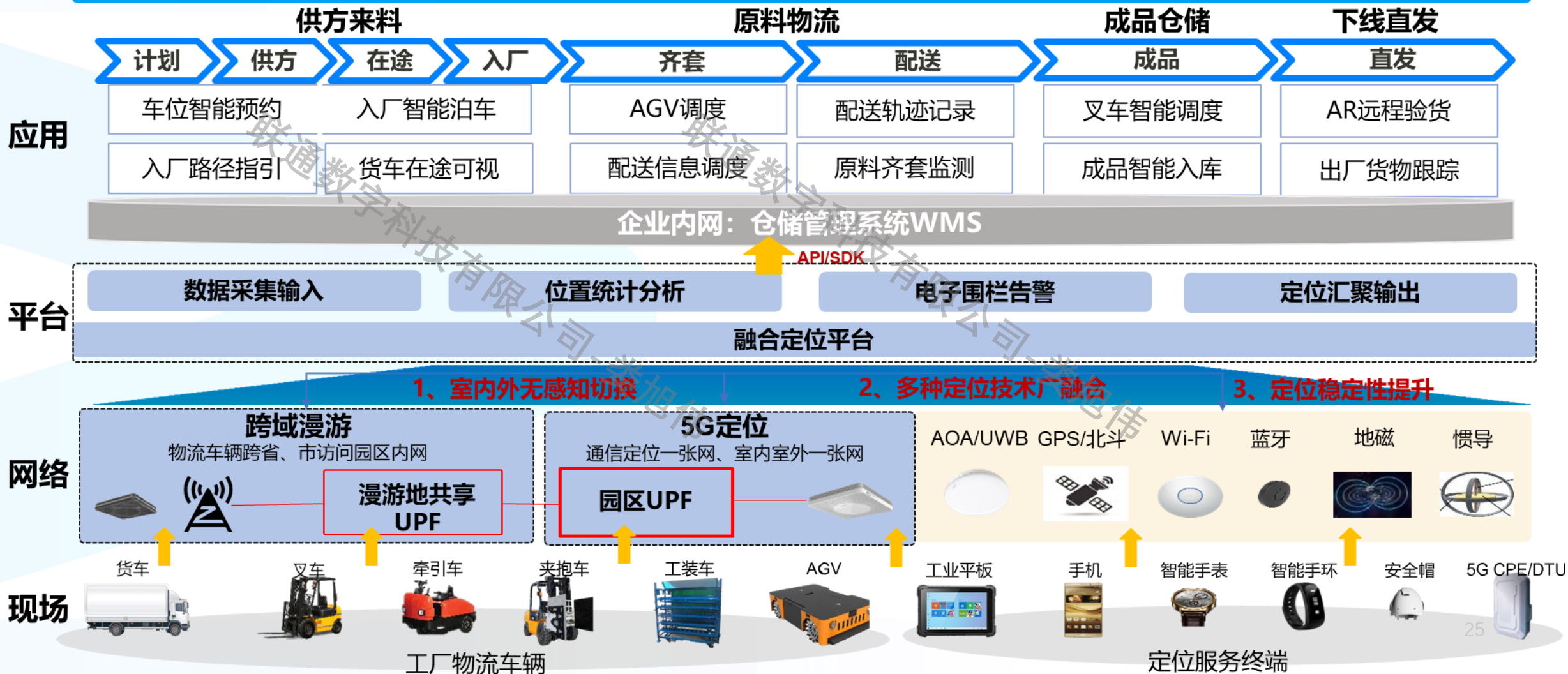


#### 模拟方案验证



# 5G+融合定位

## 应用实践4：智慧物流系统

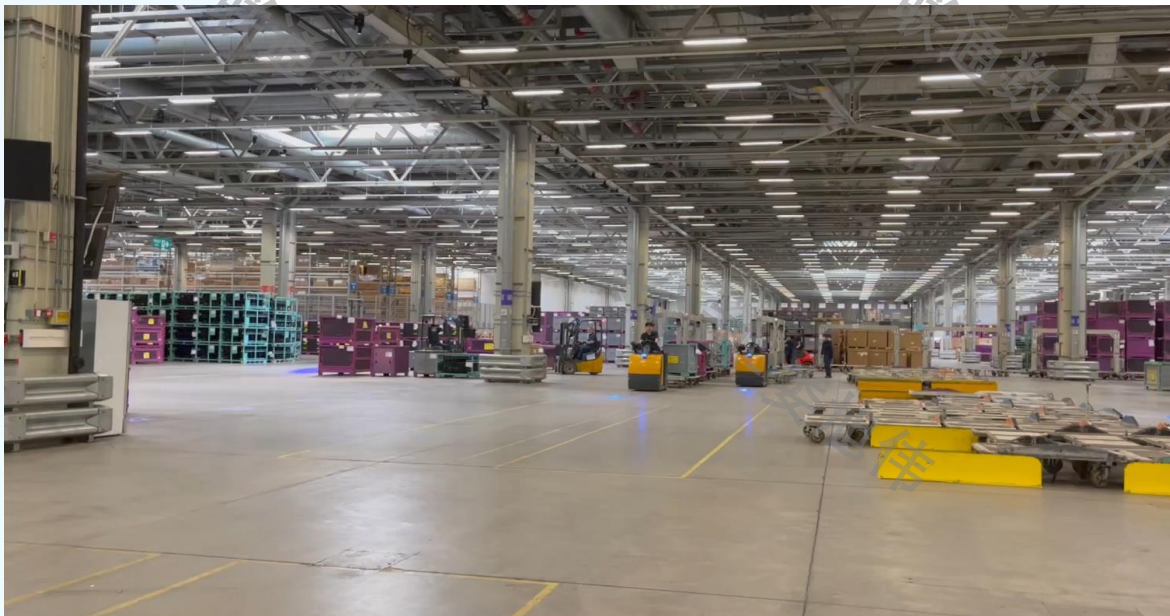


# 5G+融合定位

## 应用实践4：智慧物流系统



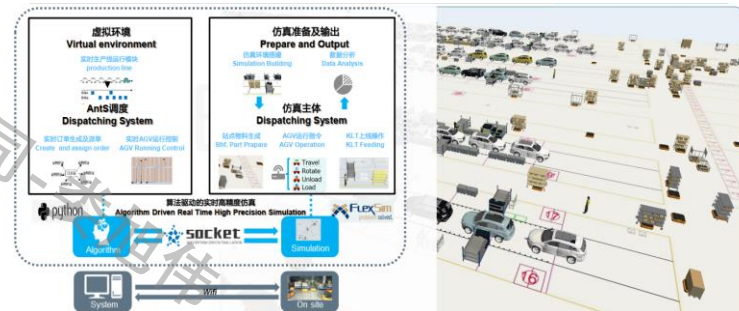
### 5G融合定位应用移动性设备物料跟踪



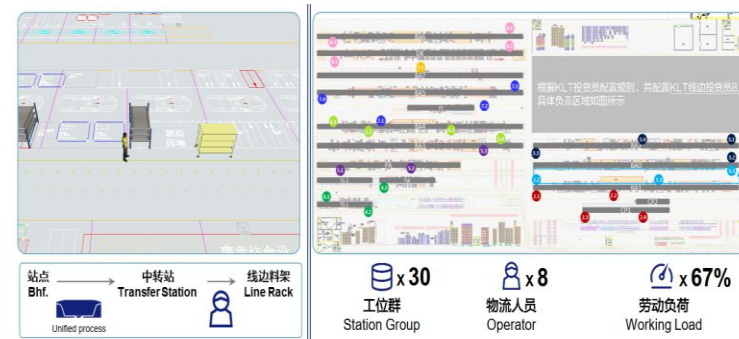
#### ◆ 公司级物流调度平台



#### ◆ 实时虚拟仿真平台



#### ◆ 生产侧大幅降低物流投入人员数量，降本增效



# 5G+数据采集

## 场景与技术综述

□ 场景介绍：通过5G工业网关采集多个生产车间各类数据，汇聚至数据中心，经处理分析给出预测性维护、自动调控等信息；按需提供5G专网服务，支持各种场景下的本地分流，保证数据安全

### 应用场景



- ◆ 设备数据，过程数据
- ◆ 产品数据，环境数据
- ◆ 作业数据等



- ◆ 关键指标数据
- ◆ 工作电流，电压
- ◆ 功耗，通信状态等



- ◆ 接口和系统集成方式
- ◆ SCADA、DCS、MES、ERP等应用系统

### 应用5G前

- ◆ 建设周期长
- ◆ 施工成本高
- ◆ 灵活性差

### 应用5G后

- ◆ 平均时延20ms
- ◆ 最大时延50ms
- ◆ 可靠性>99.99%

### 网络能力



上行带宽

单点上行带宽20Mbps  
单小区上行带200Mbps



下行带宽

单小区下行带100Mbps



时延

平均时延低于20ms，  
最大时延不超过50ms



# 5G+数据采集

## 应用实践1：能耗监控与优化



基于5G+物联网+AI技术可实现变配电、水管网、蒸汽管网监控，能源成本精细化管理，能耗KPI指标评估、节能诊断等功能，降低企业能耗成本5%-15%。



# 5G+数据采集

## 应用实践1：能耗监控与优化



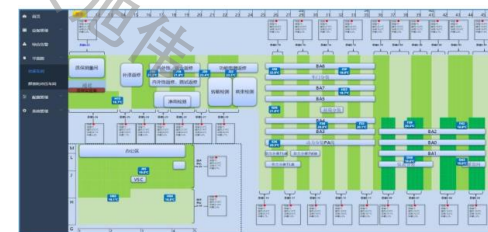
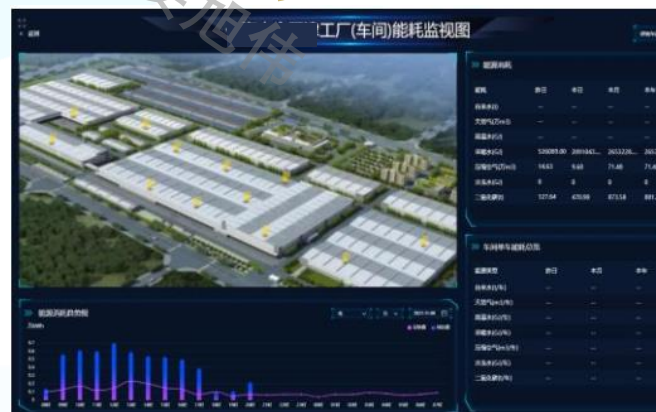
### 公司级能耗分析大屏



### 重点车间监控与实时分析 (涂装)



### 会议室/走廊等非 常驻区域的空调 照明自动控制



### 基于现场温度传 感器的车间温度 动态调控

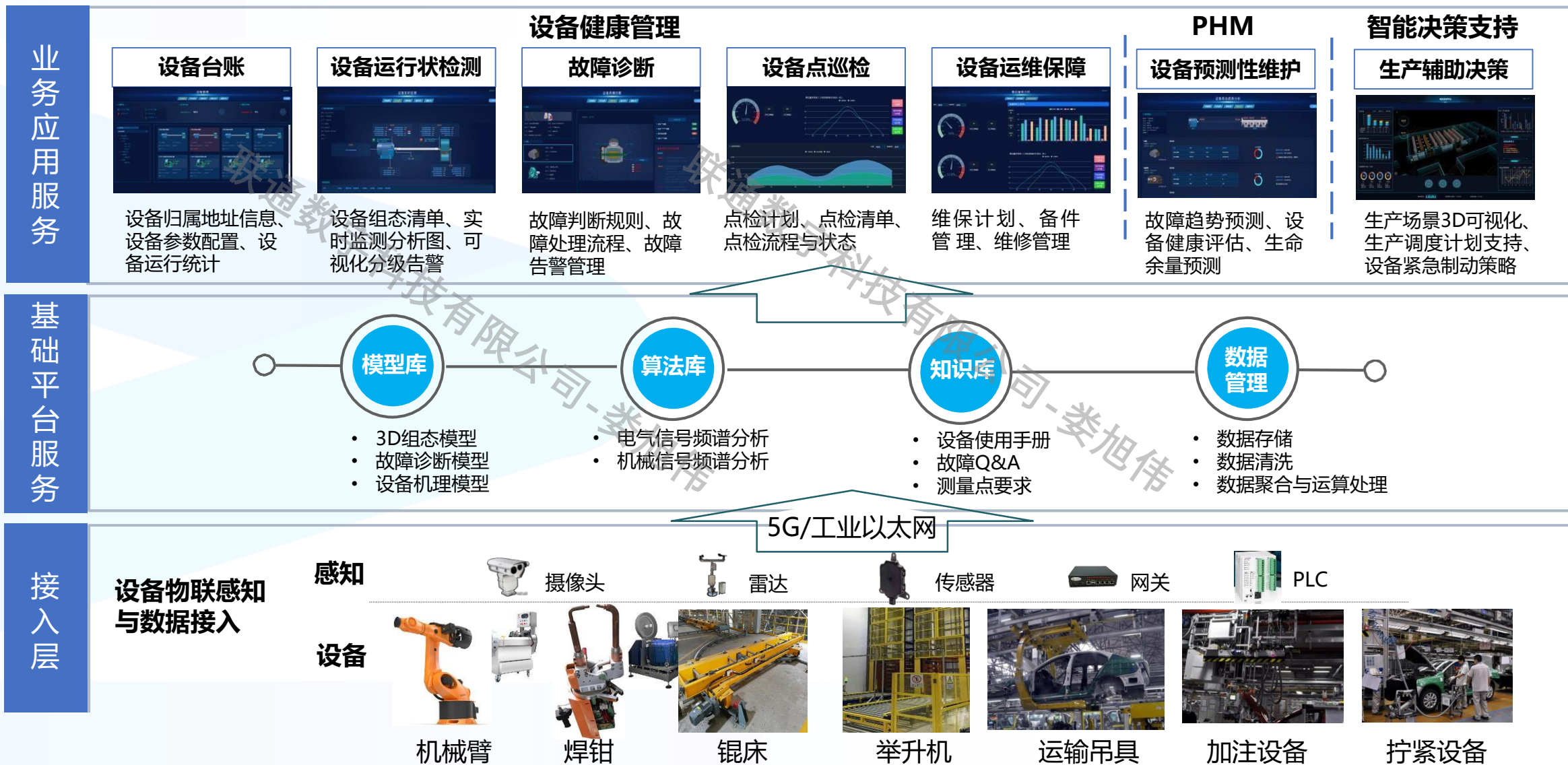


### 工厂侧能耗综合调度

### 车间侧能耗实时监控

# 5G+数据采集

## 应用实践2：设备管理与预测性维护



# 5G+数据采集

## 应用实践3：设备远程控制

### 行业痛点



运行稳定性  
低



生产效率低

- ◆ 控制信令和传输数据量大
- ◆ WiFi网络时延大、易断联，易造成数据丢失
- ◆ 系统数据丢失导致PLC告警
- ◆ 数据丢失严重PLC自动宕机保护

### 场景

- ◆ 1辆天车有5个1080p摄像头和1个4K全景摄像头，上行带宽需求106Mbps；
- ◆ 机械臂通过控制台下达指令，通过PLC实现对天车控制



无人天车控制



精准货物调运

### 应用5G前

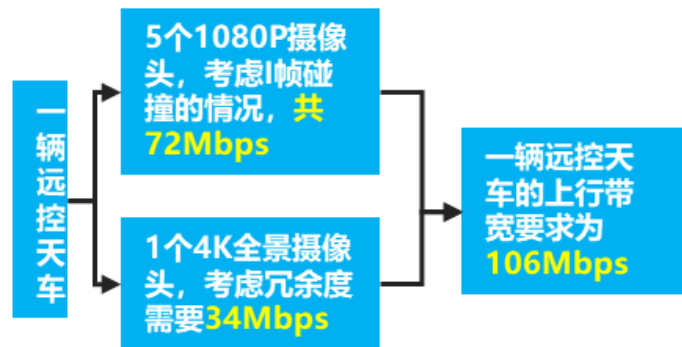
- ◆ 使用有线部署时，产线调整周期长，成本高
- ◆ 使用WIFI网络时时延高，约为20ms~60ms，可靠性低，小于99.9%

### 应用5G后

- ◆ 通过网关实时接收控制台下发的指令，时延 $\leq 20ms$
- ◆ 可靠性 $\geq 99.99\%$
- ◆ 产线部署灵活调整

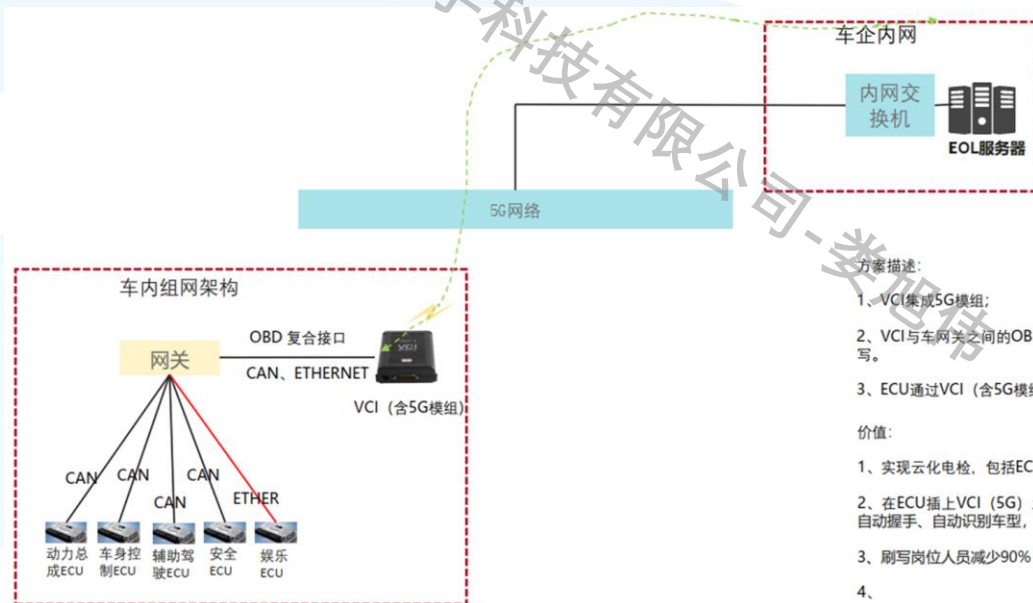
VS

### 上行带宽要求106Mbps



### 整车电检（ECU刷新）

- 场景：**汽车在总装车间装需要进行多次针对整车电器程序刷新与检查。主要的检验点有仪表前、加注、整车下线前、前束、转毂、返修与交车点。传统基于刷新方式需要大量人员伴随，并且时常因为网络问题造成异常中断。
- 方案：**通过5G技术，提高ECU刷写速度，可同时为100辆车进行软件加载，减少网络异常发生。

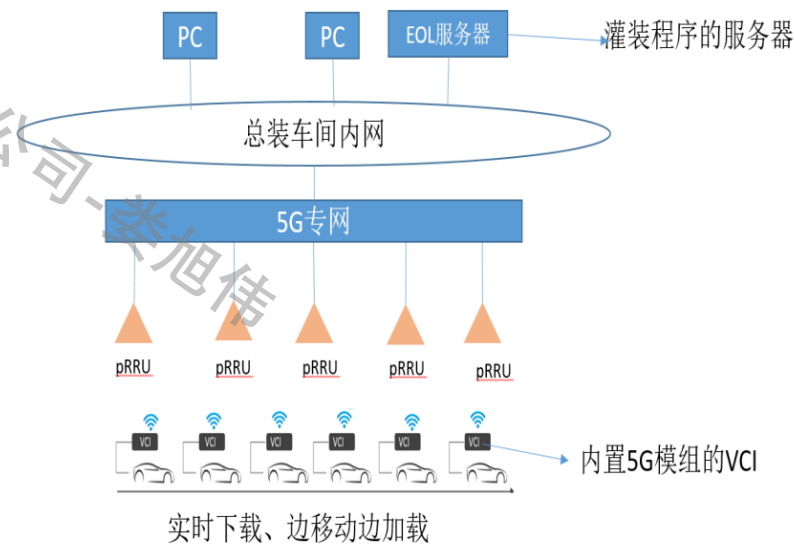


#### 方案描述：

- 1、VCI集成5G模组；
- 2、VCI与车网关之间的OBD复合接口需支持以太网接口，便于高速刷写。
- 3、ECU通过VCI（含5G模组）从EOL下载程序。

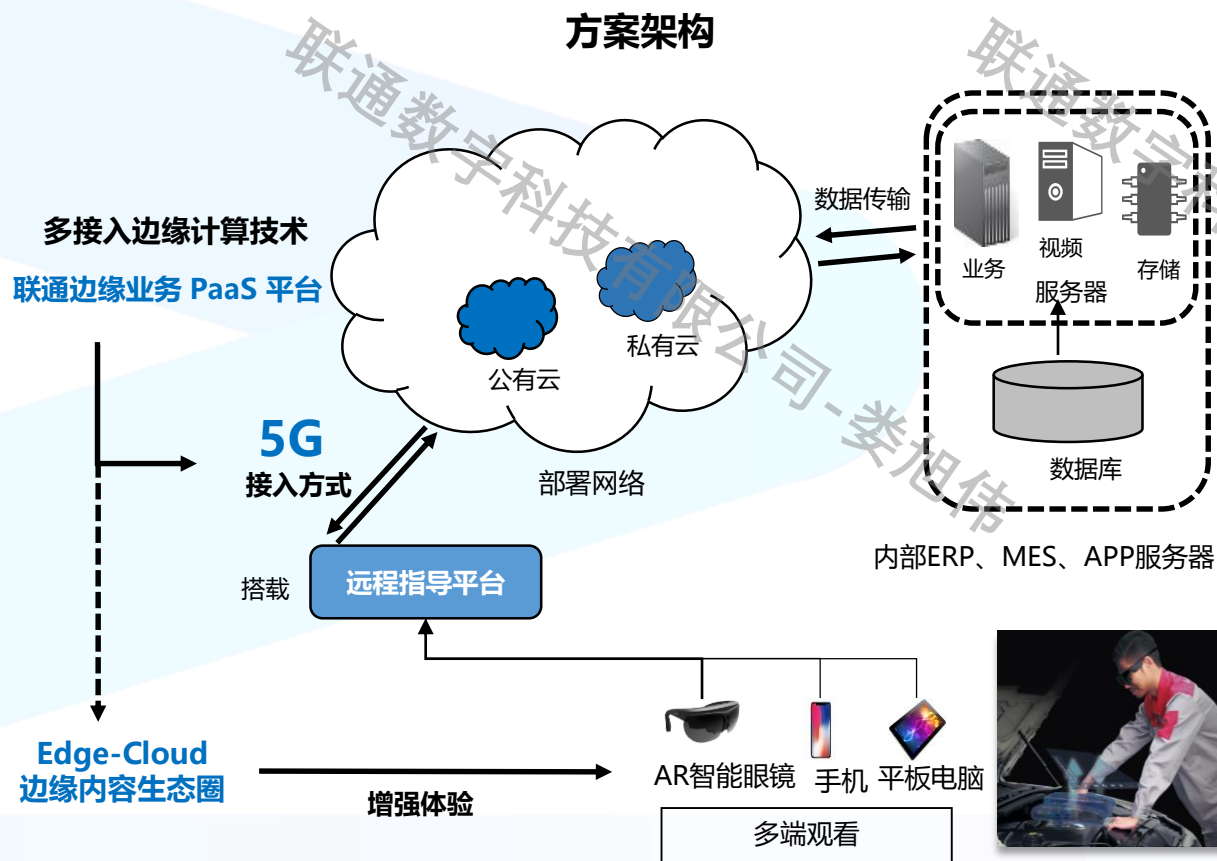
#### 价值：

- 1、实现云化电检，包括ECU程序下载和检测。
- 2、在ECU插上VCI（5G）之后，立即与EOL服务器建立链路，实现自动握手、自动识别车型，自行系统刷写，大大提高效率；
- 3、刷写岗位人员减少90%甚至100%；
- 4、



基于5G+AR技术，构建云边端协同的AR作业指导课程，**实现作业知识数据化**，对企业员工开展作业培训、作业指导工作，推动**作业流程标准化、作业指导远程化**。

### 方案架构



### 方案优势

- **多平台部署**：支持公有云、私有云化部署
- **丰富的生态**：集成边缘内容生态，可提供多种支持



AR辅助点检

- **功能**：支持调取云端生产和设备信息，实时工作过程指导，强制规范操作流程，实时数据采集、分析、展示。
- **性能**：点检时间由十几分钟缩短至几分钟，点检效率、问题溯源效率提升。



5G+AR减震器安装指导

- **功能**：基于实时音视频、可视化数据传输、增强现实技术、实现高清音视频/AR交互与远程协作。
- **性能**：工人通过佩戴AR智能眼镜，实现边参考边操作，提升新人上手速度

目

录

CONTENTS

一

公司简介

二

企业落地合作

三

应用场景与实践

四

5G全连接工厂

# 5G全连接工厂

依据《工业互联网创新发展行动计划》，未来3年，要通过建设5G全连接工厂，加快5G核心技术在工业生产核心环节的突破；未来5年，要通过进一步深化5G全连接工厂建设，推动工业网络标准化、生产制造柔性化、检测监测智能化、市场营销精准化、产品服务高效化，助力企业提质、降本、增效、绿色、安全发展。（设备联网率提升至90%；基于5G无线联网不低于20%，并逐步提升到60%）

## 工业和信息化部司局简函

加急 工信管函〔2022〕746号  
关于征求《5G全连接工厂建设参考指南（初稿）》意见的函

中国信息通信研究院、中国电子信息产业发展研究院、国家工业信息安全发展研究中心、中国电子技术标准化研究院、中国工业互联网研究院、中国电信集团有限公司、中国移动通信集团有限公司、中国联合网络通信集团有限公司：

为了加快“5G+工业互联网”纵深发展，进一步落实《工业互联网专项工作组2022年工作计划》，我局在前期广泛调研基础上，组织起草了《5G全连接工厂建设参考指南（初稿）》。请各单位结合职责研提意见，于6月17日下班前反馈我局。

感谢支持！

附件：5G全连接工厂建设参考指南（初稿）

工业和信息化部信息通信管理局

2022年6月14日

（联系人及电话：陈雄华 66026339）

提质

降本

增效

安全

### 以5G刚需场景切入

- 从生产流程中业务场景切入，分析痛点，提炼刚需
- 通过5G+边缘计算技术解决刚需痛点，落地5G应用场景，搭建5G、MEC等基础设施

### 发展5G全连接工厂

- 实现5G应用场景全面推广，覆盖产线、车间、工厂
- 实现更多场景及设备5G联网
- 形成广泛的5G全连接工厂
- 数据治理与标准化

### 打造数字智慧工厂

- 预测性维护分析
- 产品数字化交付
- 制造工厂透明化
- 生产能力可掌控
- 生产过程可追溯
- 运营运维效率提升

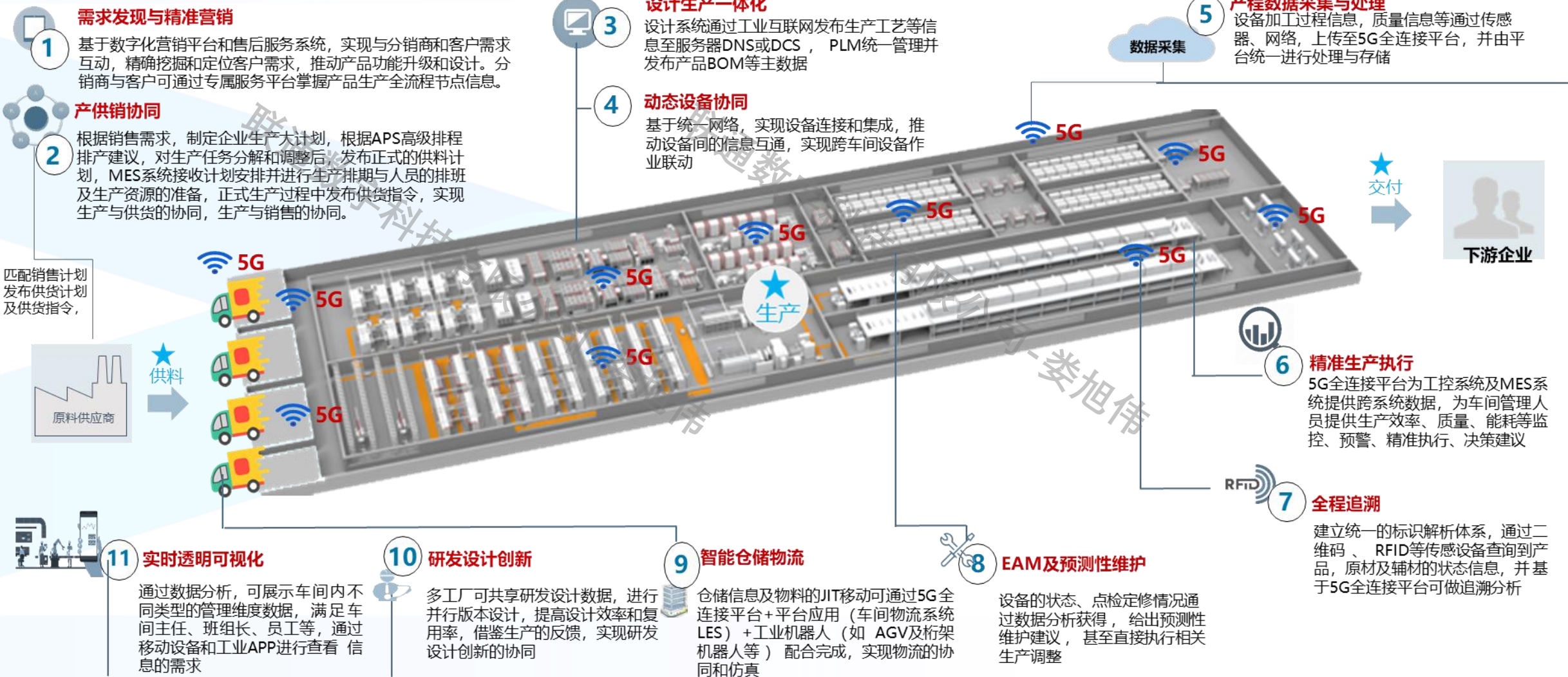
数字化

网络化

智能化

# 联通5G全连接平台

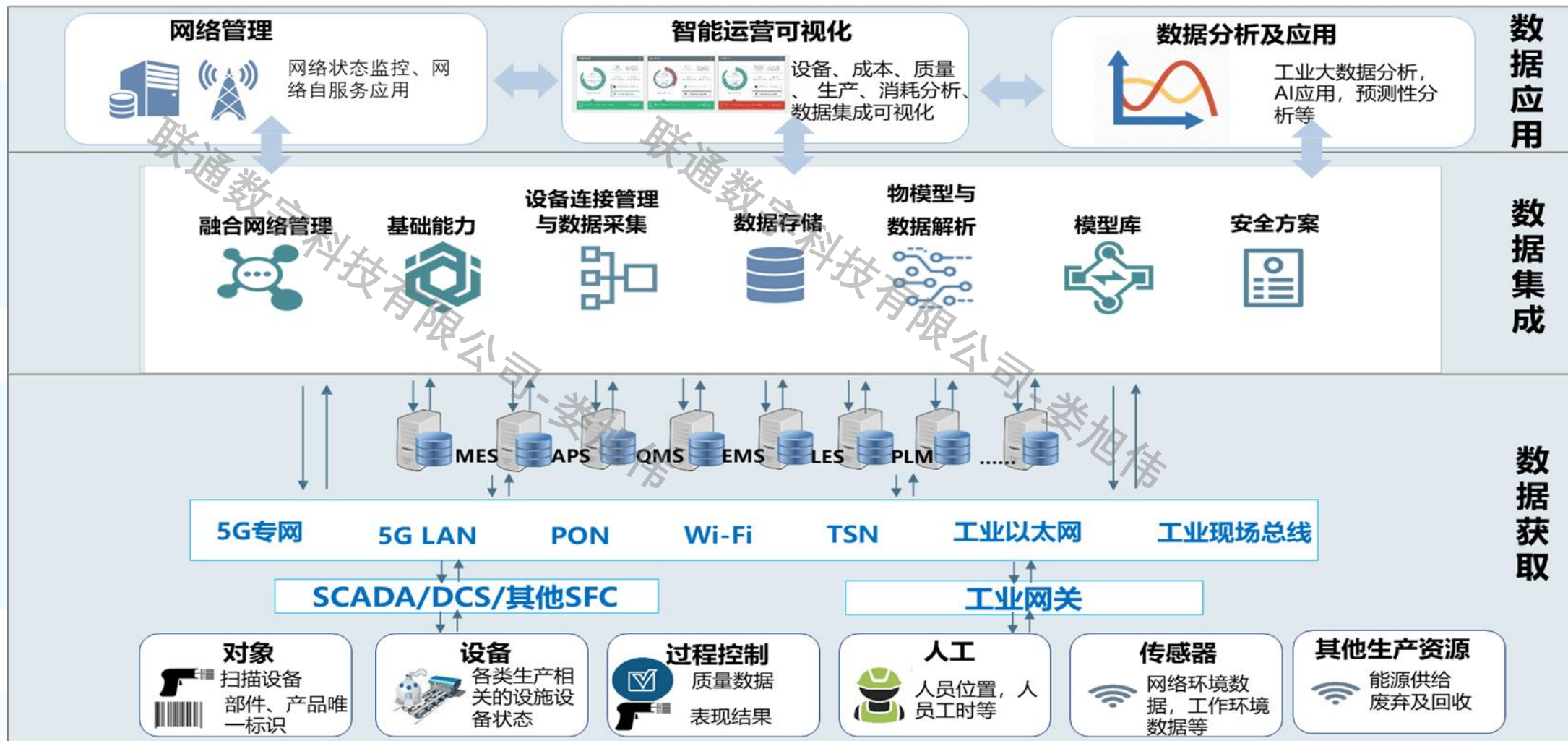
联通5G全连接平台：面向智能车间的核心需求，提供统一的平台底座，支持数据采集、网络管理和行业应用服务，助力生产过程数字化



# 联通5G全连接平台



**联通5G全连接平台：**面向智能车间的核心需求，提供统一的平台底座，支持数据采集、网络管理和行业应用服务，助力生产过程数字化



# 联通5G全连接平台



表现层

Web

移动App

## 开放层



业务服务

模型库  
基础服务



数据层



接入层  
传输层



数据源

产线/设备

终端/传感

信息化系统

PLC

安全网关

工业网络安全态势感知

系统监控

网络监控

设备监控

日志监控

服务监控

错误告警

Dev Ops

工业网络态势

工控安全态势

网络安全探针

5G融合网络管理系统

网络数据存储

终端数据存储

业务数据存储

# 联通5G全连接平台



- 基于“人机料法环”生产全要素的泛在感知，积累沉淀生产经验，挖掘潜在机理，科学的变化点管理助力生产的稳定与平顺，实现以数据驱动为核心的协同化、智能化生产管理

## 5G全连接生产运营中心

专项看板



工单进度



生产概况



指挥调度



生产绩效



数据集成

数字孪生

集中展现

监控预警

指挥调度

分析决策



生产管理人员

- 现场数据实时展示、问题实时反馈
- 进度、质量过程监控
- 作业指令垂直下达

# 5G全连接工厂

# 赋能汽车制造

联系人： 娄旭伟

电 话： 18618250207

邮 箱： [louxw6@chinaunicom.cn](mailto:louxw6@chinaunicom.cn)