

# 工业互联网通信网络技术 现状与趋势

徐伟强

浙江理工大学



# 汇报内容

---

1

背景

2

现状

3

趋势

4

案例

1

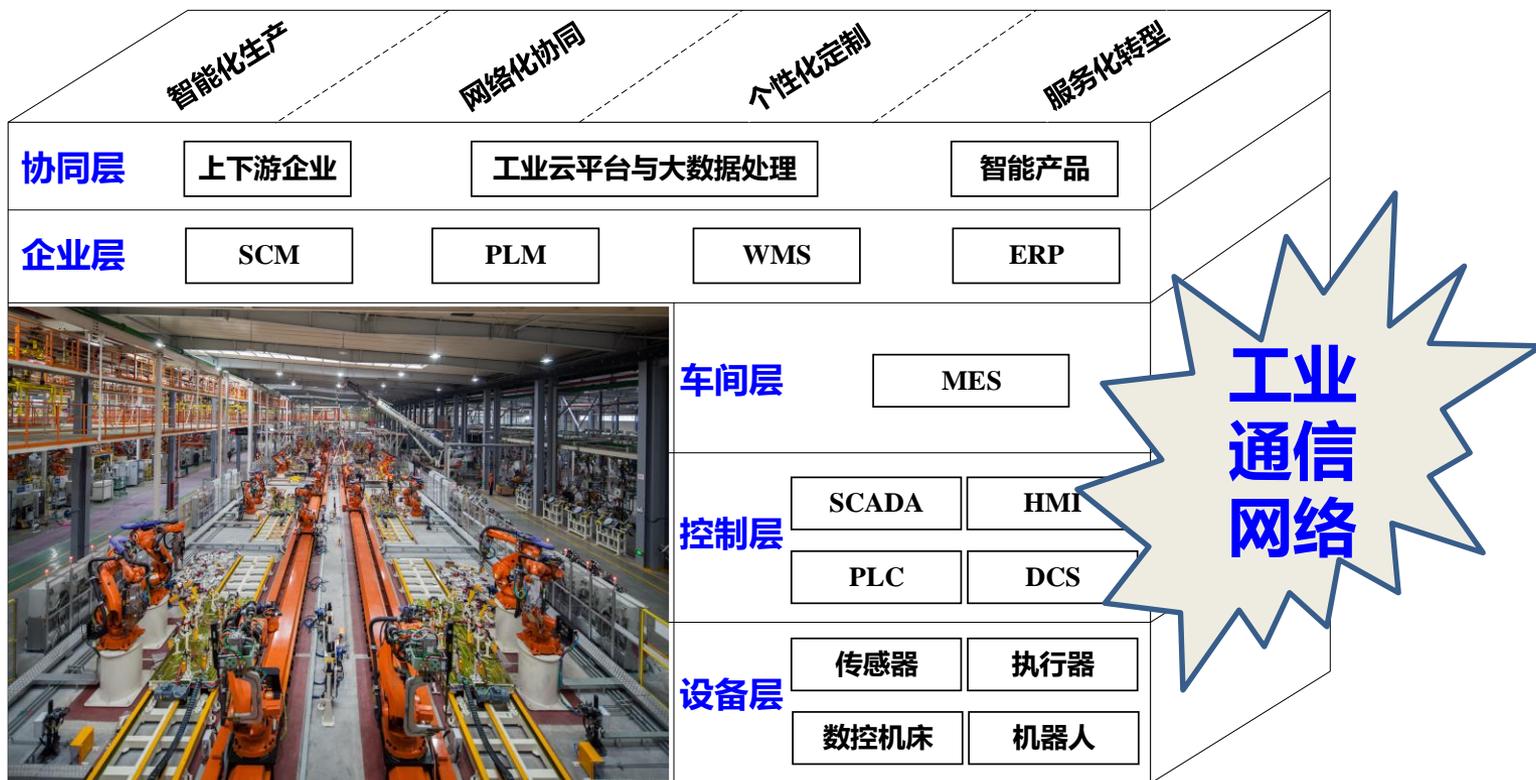
背景



# 工业通信网络的重要地位

智能制造是深度融合信息通信技术与先进制造技术的新型生产方式

工业通信网络是实现智能制造设备层、控制层、车间层互联互通的神经系统



CPS: 信息物理系统  
DCS: 分布式控制系统  
ERP: 企业资源计划

FCS: 集中式控制系统  
MES: 制造执行系统  
PLM: 全生命周期管理

SCADA: 数据监测控制与采集系统  
SCM: 企业供应链管理  
WMS: 物流仓储管理

# 国家战略需求



中华人民共和国中央人民政府

www.gov.cn

📧 🗨️ 📱 📺 🗣️ 简 | 繁 | EN



国务院

总理

新闻

政策

互动

服务

数据

国情

MADE IN CHINA 中国制造  
2025

## 国务院印发《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》



发布日期: 2017年11月27日



国务院新闻办公室举行国务院政策例行吹风会中指出：需要通过实施**工业企业内网**改造来推动工业企业内网的IT化、扁平化、柔性化，从而打通信息孤岛、数据烟囱，为更广泛的**互联互通**，为先进制造业的深入发展打下良好基础。

# 浙江省重大需求



浙江省人民政府

The People's Government of Zhejiang Province

简体版 | 繁体版 | English | Deutsch | 日本語 | Francais | 移动门户 中央人民政府

请输入搜索关键字

搜索

高级搜索



首页 | 了解浙江 | 政务公开 | 政民互动 | 政务服务

办公入口

2017年8月24日 星期四

当前位置: 首页 >> 政务公开 >> 法规文件 >> [行政规范性文件](#) >> 省政府及办公厅 >> 省政府规范性文件

## 浙江省人民政府关于深化制造业与互联网融合发展的实施意见

发布时间: 2017-04-24 来源: 字号: [大 中 小]

### (三) 发展以工业互联网为核心的智能制造。

1. 推进感知互联的智能新产品新装备研发。突破发展智能传感器、多传感器集成、网络标识等智能感知产品；加快发展穿戴电子、网络终端、智能家居、医疗电子、车联网等网络化、智能化产品；大力发展智能机器人、数控装备、增材制造装备、高性能检测设备、纺织装备、物流装备、电网设备、农业装备、船舶装备、节能环保装备等高端装备。

2. 推进工业互联网应用。选择信息化基础较好的行业领域，加快工业互联网的建设和应用。重点在化工、医药、机械、装备、纺织、服装、电子、家居等行业，推进基于工业互联网的智能制造单元、智能生产线、智能车间、智能工厂建设。支持制造企业应用工业互联网技术和智能物流成套设备，提升仓储、运输、分拣、包装等作业环节智能化水平。到2018年，建设100家工业互联网应用示范企业。

3. 加快工业大数据的开发应用。构建工厂内人与机器、机器与物料、机器与机器之间互联的网络结构，打通数据链，提高企业数据感知、识别、挖掘、分析。利用大数据优化业务

2

现状



# 常用工业网络技术

**有线**通信网络技术主要包括**现场总线、工业以太网**等，现阶段**工业现场设备数据采集**主要采用有线通信网络技术，以保证**信息实时采集和上传**，对生产过程**实时监控**的需求。

**无线**通信网络技术正**逐步**向工业数据采集领域**渗透**：

- **短距离通信技术** Bluetooth、RFID、Zigbee、WIFI等，用于车间内的**传感数据读取、资产管理、AGV网络连接**；
- **专用工业无线通信技术** WIA-PA/FA、WirelessHART、ISA100.11a等；
- **蜂窝无线通信技术**用于**智能产品、移动设备、手持终端**等的网络连接。

# 现场总线及其特点

现场总线应用在生产现场、在测控设备间实现双向串行多节点数字通信，可理解为工厂里连接设备的局域网。

**优势：**现场总线在工业界使用时间较长，技术成熟稳定。现场总线具有简单性、高可靠性的优点，但仍然是目前工业环境应用最为广泛的工业网络。

**局限：**现场总线类型多，硬软件都各有体系，不同总线不兼容；现场总线是专用实时通信网络，系统开发难，成本高；现场总线的速度较低，支持的应用有限。

# 工业以太网及其特点

**工业以太网**是指在工业环境的自动化控制及过程控制中应用**以太网**的相关组件及技术而开发的一种工业网络。

工业以太网的特点：

- **高传输速率、多种传输介质可选、易于组网、易于和Internet连接。**
- **电磁兼容性、高低温等工业特性已能够满足一般工业数据采集需求。**

近年来，工业以太网在工业数据采集领域的**市场占比逐步上升。**

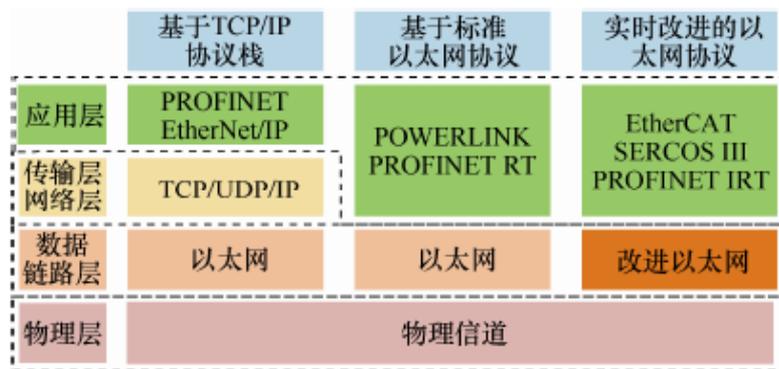
# 工业以太网及其特点

主流的工业以太网解决方案分为三类：

基于标准TCP/IP协议栈的工业以太网仅在**应用层添加实时通信机制**，网络兼容性强，**实时性能受到局限**；

基于标准以太网协议的工业以太网主要对**网络层及以上的协议栈进行实时性改进**，相比前者具有更强的实时性，但无法兼容现有的TCP/IP网络协议栈；

实时性改进的以太网对**现有以太网的数据链路层进行实时性改进**，以保证循环周期在 $100\mu\text{s}$ - $1\text{ms}$ 的实时性和确定性，但几乎**无法兼容其他网络**。



# 常见工业以太网的关键参数比较

比较项	Ethernet Powerlink	ProfiNet IRT	SERCOS III	EtherCAT	Ethernet /IP CIP
抖动	$\ll 1\mu\text{s}$	$< 1\mu\text{s}$	$< 1\mu\text{s}$	$\ll 1\mu\text{s}$	$< 1\mu\text{s}$
循环周期	100 $\mu\text{s}$ (Max)	1ms	25 $\mu\text{s}$	100 $\mu\text{s}$	100 $\mu\text{s}$
传输距离	100m	100m	40m	100m	100m
介质	双绞线/ M12/光纤	双绞线	光纤	双绞线/M12	光纤
需特殊硬件	无特殊 硬件需求	Yes/ASIC	FPGA or ASIC	Yes/从站 ASIC	ASIC
开放性	开源技术	需授权	需授权	需授权	需授权
需要RTOS	No	Yes	Yes	Yes	No

# 工业以太网的局限性

主要依靠主设备的**专用网卡或硬实时操作系统**来实现周期管理，**增加系统的成本，降低系统的通用性。**

主站开发环境的**License**和**从站专有芯片或IP核**价格昂贵。

各种工业以太网技术的开放性和协议间的兼容性相较于现场总线有所提高，但由于其在链路层、网络层、传输层和应用层所采用的技术不同，**互联互通性仍不尽人意。**

当前**大数据和云计算**等进入工业控制领域，不仅要保证**大数据传输**，而且要保证传输的**实时性和确定性**，这时现有的实时以太网协议就显得**力不从心。**

# 工业无线的优势

一是可大幅**降低**网络建设和维护**成本**。无线网络能快速部署，无须铺设线缆及相关保护装置。

二是提高生产线的**灵活性**，无线技术实现了现场设备的**移动性**，可以根据工业生产及应用需求，快速的实现生产线的**重构**，为实现**柔性生产线**奠定技术基础。

三是实现部署环境的**广泛性**，由于无线技术**突破线缆**部署限制，具有**网状网**、星型网等多种网络部署架构，在各种工业场景下都可实现快速部署。

# 工业无线成为重要发展方向

德国“**工业4.0实施战略及参考架构**”都将**无线技术**作为工业4.0网络通信技术研究中的**重要组成部分**，其计划在2018年实现公众**5G网络**基础设施的设计和标准，为工业提供**广域网络服务**；2020年，在工业4.0中实现**最新的无线局域网和近场技术**的使用。

**美国工业互联网联盟IIC**同样重视无线技术在工业中的应用。联盟专门成立了网络连接组来开展网络技术的研究。网络连接组将工业网络分为连接传输层和连接，其中**Wi-Fi、NFC、Zigbee、2G/3G/4G**等无线技术成为连接传输层的重要技术。并在网络连接文档中对网络的**时延、可靠性、可扩展性**等都有明确的规定。

# 工业无线的应用现状

工业无线网络部署将以**叠加为主、融合为辅**。

- **叠加方式**是指在现有工厂网络**之外建设无线网络**，用于采集设备及产品信息，并进行**非实时性及部分场景实时**的设备控制。如Bluetooth、Wi-Fi、Zigbee、2G/3G/LTE、NB-IoT、LoRa等。
- **融合方式**是指用无线网络**逐步取代**部分现有的**工业控制网络**（如现场总线和以太网），实现信息采集和控制的无线化。在工厂内获得**部分使用**面向工业过程自动化的**工业无线网络**WirelessHART、WIA-PA/FA及ISA100.11a等技术。

# 现有的主要工业无线技术

无线网络技术逐步向工业领域渗透。



## WIA-PA

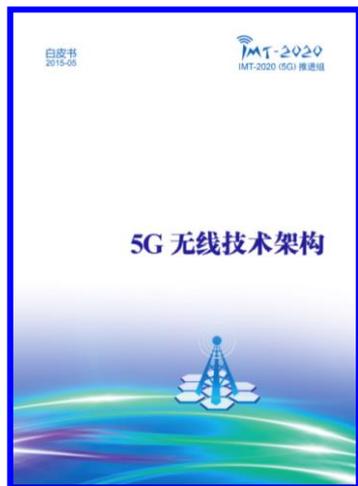
GB/T26790 《工业无线网络WIA规范》第1部分:用于过程自动化的WIA系统结构与通信规范



## WIA-FA

GB/T26790 《工业无线网络WIA规范》第2部分:用于工厂自动化的WIA系统结构与通信规范

# 5G的应用场景



**5G网络架构将融合多类现有或未来无线接入传输技术和功能网络，并通过统一的核心网络进行管控。**



## 5G支持四类应用场景:

- 连续广域覆盖场景
- 低时延高可靠场景
- 低功耗大连接场景
- 热点高容量场景



**控制类业务**  
**采集类业务**  
**交互类业务**

# 5G 高可靠低时延技术uRLLC

**5G uRLLC的特点是可靠、低时延，面向工业控制、工厂自动化场景。**

**实现低时延的主要技术包括：引入更小的时间资源单位、上行接入采用免调度许可机制、终端可直接接入信道。**

**提升可靠性的主要技术包括：采用更鲁棒的多天线发射分集机制、编码和调制阶数、信道状态估计。**

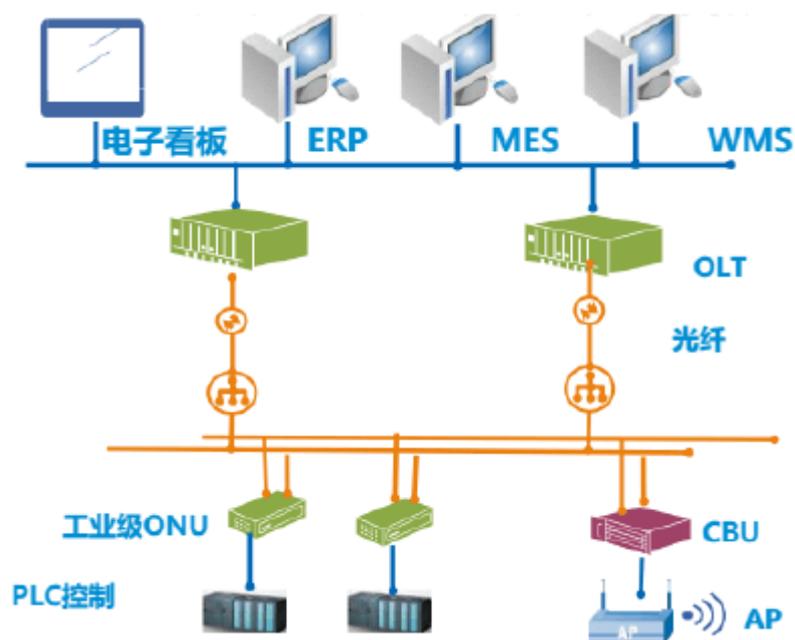
**基于 IEEE 1588v2 的同步技术，通过无线接口实现亚 us 级的高精度时间同步。**

**局限：5G 的高频段信号容易被屏蔽，1ms 量级的时延实现难度大。**

# 工业无线面临的挑战

- 一是工厂环境电磁环境复杂，无线网络的**干扰源多**。
- 二是有限空间内传感、控制、作业等大量设备需要同时接入工业互联网，对无线网络的**接入能力提出较高要求**。
- 三是现有的无线技术**还无法满足工业互联网高速率、高可靠性、广泛互联**等工业应用需求。
- 四是无线技术与工业设备、仪表的融合还需加强，现有无线芯片设计及封装等工艺**难以满足高温、高湿、本质防爆**的要求。

# 工业无源光网络 PON

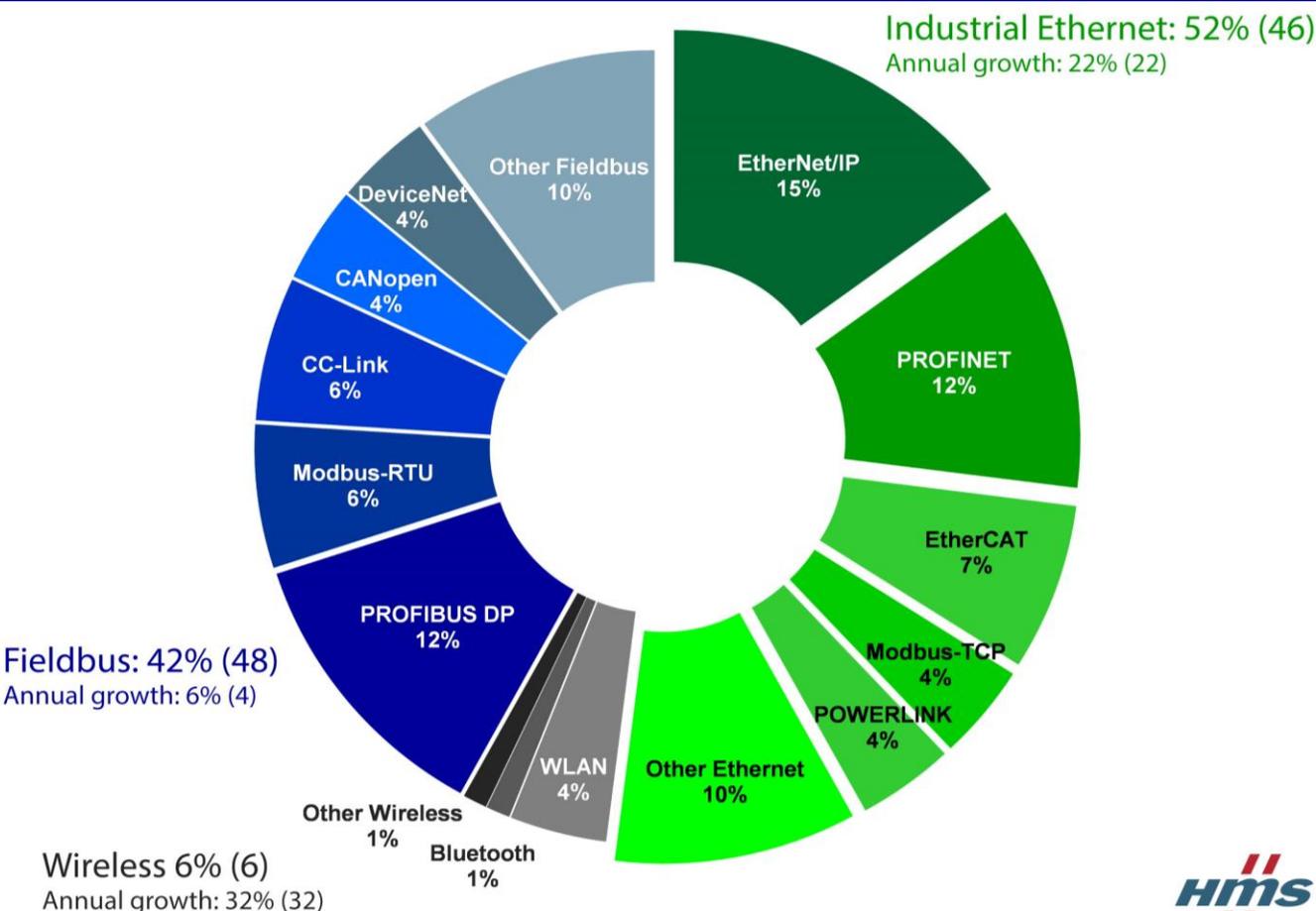


**工业PON是采用光纤传输技术的接入网，泛指端局或远端模块与用户之间采用光纤或部分采用光纤做为传输媒体的系统。**

**工业PON能够满足企业的生产控制、工序工艺数据采集、监测、视频监控等各种应用场景，实现企业CRM、MES、ERP、SCM、SCADA等系统信息孤岛的统一控制和管理。**

**近期，中兴通讯联合中国电信、明匠智能等合作伙伴共同推出工业PON2.0解决方案，实现了标准工业协议兼容、协议容器、多种协议转换、数据采集、远程数据接入、安全访问等功能。**

# 工业网络的市场份额



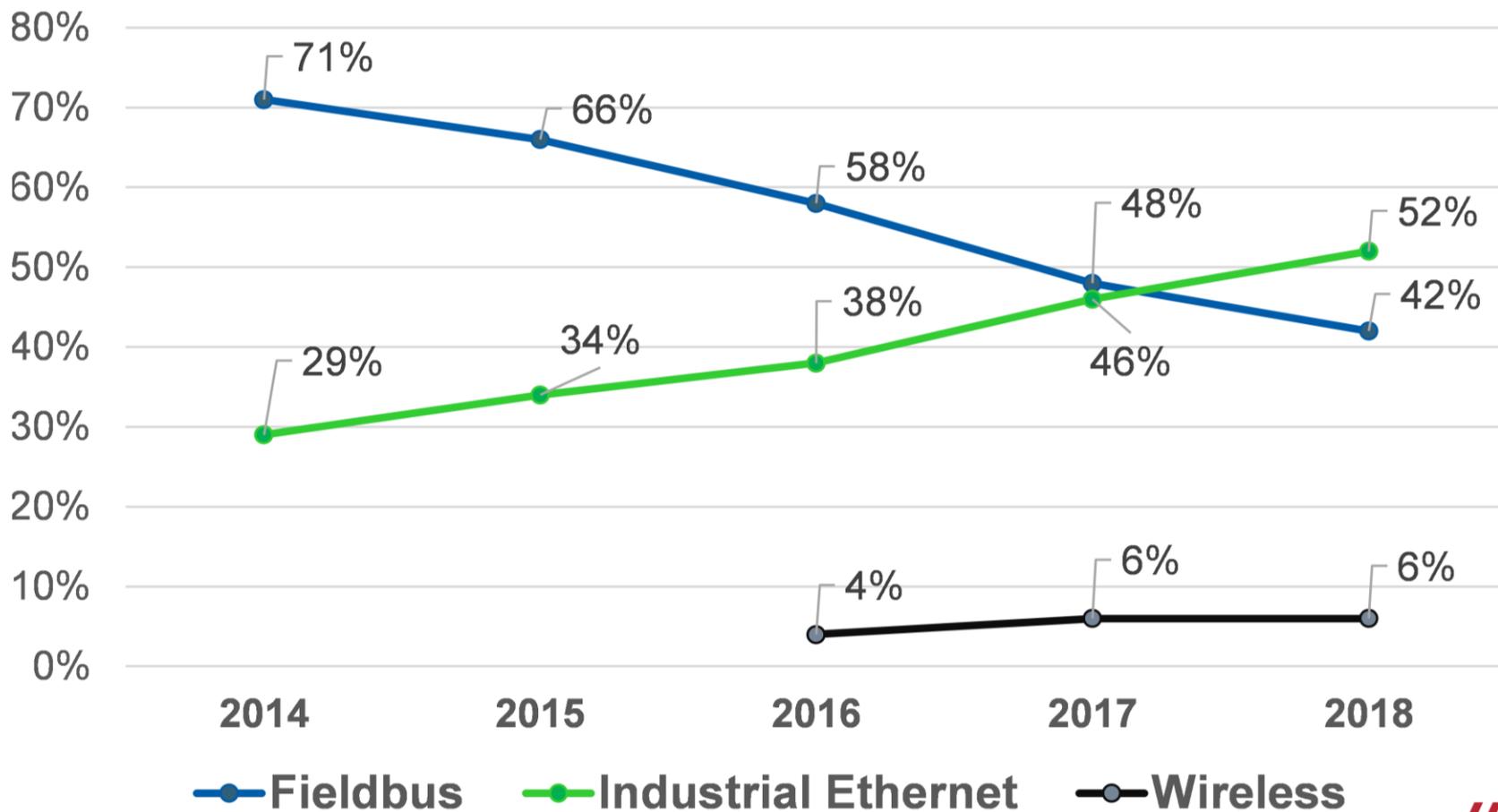
**工业网络产业基本  
被国外企业垄断!**

**不兼容和不可互操作  
的差别化标准!**



**HMS工业网络有限公司关于2018年度工业网络市场年度研究的主要发现。工业以太网现占据新安装节点的52%(2017年是46%)，而现场总线是42% (2017年是48%)。**

# 工业网络的市场份额



# 异构网络的互联---协议转换

目前在工业数据采集领域，多种工业协议标准并存，各种工业协议标准不统一、互不兼容，导致协议解析、数据格式转换和数据互联互通困难。

研制具有通用架构和高可扩展性的兼容现有工业总线标准的高速协议转换设备，提高协议转换设备的可靠性和实时处理能力，确保协议转换设备对吞吐量和实时性等网络性能指标多样化要求的动态适配。

# 异构网络互联---OPC UA

OPC统一架构 (OPC UA, IEC62541) 是一套独立于制造商和平台并用于工业通讯的数据交互规范, 为工厂车间和企业之间的数据和信息传递提供互操作性标准。

OPC UA采用基于语义和面向服务 (SOA) 的架构。它以统一的架构与模式, 既可以实现设备底层的数据采集、设备互操作等横向信息集成, 还可以实现设备到SCADA、SCADA到MES、设备与云端的垂直信息集成。

2017年9月, 全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会(SAC/TC124) 举办了“GB/T 33863.1 ~ .8-2017《OPC统一架构》发布报告会暨OPC UA认证实验室授权仪式”。

OPC UA设计的初衷不是面向控制环节, 亟需研究高实时、高安全、适用嵌入式新型版本。

3

# 发展趋势



# 单对双绞线以太网

当前通信使用的双绞线是多年前布设的，用于 4~20 毫安硬接线，或者 Foundations Fieldbus、HART 和 ProfiBus-PA 等现场总线。使用单对双绞线以太网技术，**可以复用已有双绞线线路**，提供更高速率，降低升级成本和难度。

当前单对双绞线以太网技术支持十兆、百兆和千兆速率：

- **10BASE-T1 技术面向工业制造场景**，使用无屏蔽单对双绞线，同时实现 10Mbps 传输速率以及供电，可支持最长 1000 米传输及本质安全。
- **100BASE-T1 技术和 1000BASE-T1 技术**，采用无屏蔽单对双绞线，分别提供 100Mbps 和 1Gbps 传输速率，满足更高速率的需求（如车内通信）。

# 无线光通信技术

无线光通信是利用**荧光灯或LED**等发出的肉眼难分辨的高速明暗变化光信号传输信息。和电的无线通信技术相比具有**抗电磁干扰能力强**、**单点速率高**、**系统容量大**、**使用安全性高等优点**。

**德国**弗劳恩霍夫电信研究所和**宝马**集团合作研究，利用天线分集设计了一个可靠实时的无线光通信系统，并在BMW的机器人工厂进行了测试，实现了平均延迟远低于1ms，峰值延迟为几十ms，有望进一步降低峰值延迟。

Pablo Wilke Berenguer; Dominic Schulz; Jonas Hilt; Peter Hellwig;  
Gerhard Kleinpeter; Johannes K. Fischer; Volker Jungnickel.

*Optical Wireless MIMO Experiments in an Industrial Environment*

IEEE Journal on Selected Areas in Communications

DOI: 10.1109/JSAC.2017.2774618

# MulteFire技术

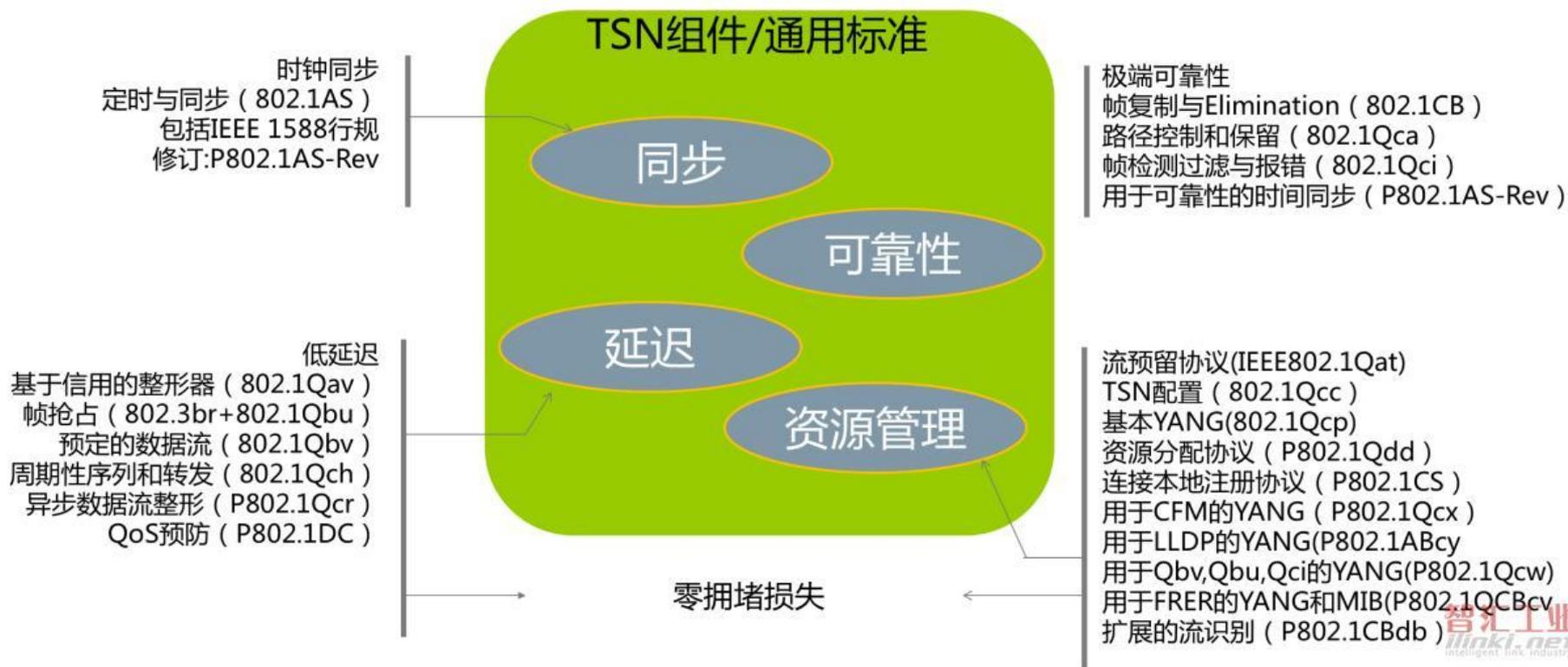
针对**LTE资费较高、Wi-Fi性能体验差**等问题，诺基亚、高通、爱立信以及英特尔等于2015年12月成立了MulteFire联盟，致力于MulteFire技术的研究和推广。

MulteFire技术运行在**免授权**频谱（如全球 5GHz、2.4G、Sub-1G），实现将**LTE 的性能优势与 Wi-Fi 类似的简单性**相结合，提供比 Wi-Fi 更好的网络覆盖、更安全的认证机制以及更优异的网络性能，具备**高速率，低时延**特性，在覆盖、容量、移动性等方面具备诸多优势。

**华为**于2016年11月加入MulteFire联盟，积极布局MulteFire技术，开启无线应用新篇章。

# 时间敏感网络TSN

**时间敏感网络(Time-Sensitive Networking, 简称TSN) 是基于以太网标准的确定性实时通信机制, 定义了极其准确、极易预测的网络时间, 具备高数据量传输与优先级设定功能等优势。**



# TSN的优势

**低成本**——利用标准以太网芯片集。

**高带宽**——TSN将会纳入各种标准以太网速率(包括1Gb、10Gb 和400 Gb )，支持**机器视觉**等产生的大数据。

**低延迟**——实现大约**数十微秒**的确定性传输时间以及**数十纳秒**的节点间时间**同步**。

**高安全**——集成了最重要的**IT安全规定**。分段、性能保护和**时间可组合性**为安全框架增加了**多层保护**。

**互操作**——现有主流的工业以太网 PROFINET、EtherCAT、SERCOS III 均在研究与 TSN 技术的兼容、互通和演进

**融合性**——支持 IP/IPv6、TCP/UDP 等协议，实现 OT 与 IT 网络的融合。

# TSN值得进一步研究

Characteristic	TSN	Score
Communication Bandwidth	Eth heritage	*****
Real-Time(latency)	Qbv,Qch,Qbu,Qcr	****
Real-Time(jitter)	Qbv,Qch	*****
Reliability	CB,Qci,ASrev	***
Integrity	Eth only	**
Availability	CB,Qci,Asrev	***
Confidentiality	-	*
Flexibility	Qcc	****
Scalability(no,of components)	Eth heritage	*****
Configuration Ease	Eth/AVB heritage	**

Lucia Lo Bello ; Wilfried Steiner.

[A Perspective on IEEE Time-Sensitive Networking for Industrial Communication and Automation Systems. Proceedings of the IEEE, 2019 , \( Early Access \)](#)

# TSN 与 OPC-UA 的融合

目前 OPC UA 技术还正在积极考虑与 TSN 等技术进行结合，提高数据互联的实时性和可靠性，向现场设备端延伸。TSN与OPC UA 的结合，能够实现从现场层、控制层、管理层直到云端的数据通讯，能够解决工厂内的数据互通问题，有利于实现生产环境全方位实时数据汇集。



Dietmar Bruckner ; Marius-Petru Stănică ; Richard Blair ; Sebastian Schriegel ;  
Stephan Kehrer ; Maik Seewald ; Thilo Sauter.

[An Introduction to OPC UA TSN for Industrial Communication Systems.](#)

Proceedings of the IEEE, 2019 , ( Early Access )

# 确定性网络 DetNet

DetNet是一项实现IP网络从“尽力而为”到“准时、准确、快速”，控制并降低端到端时延的技术。2015年，IETF成立DetNet工作组，专注于在第2层桥接和第3层路由段上实现确定传输路径，这些路径可以提供延迟、丢包和抖动的最坏情况界限，以此提供确定的延迟。

基本特征是：时钟同步到 $1\mu\text{s}$ - $10\text{ns}$ 的精度；零拥塞丢失；多路径传输支持的超可靠数据包交付。

华为正在领导确定性IP网络总体架构的研究，以解决工业控制等场景对时延要求特别高的应用。

# 低功耗IPv6工业无线网络6TiSCH

IPv6 over the TSCH mode of IEEE 802.15.4e (6TiSCH)是**基于IEEE 802.15.4e，将IPv6技术与TSCH(Timeslotted Channel Hopping)接入技术进行融合，通过时间同步和信道跳频技术，保证通信链路的确定性。采用RPL路由协议实现分布式路由和多跳网络拓扑，为IP通信带宽提供分布式动态管理策略。**

6TiSCH利用骨干网将传感网和互联网连接到一起，形成完善的工业传感器网络通信解决方案，**保证网络的可扩展性、满足可靠性、时延等工业无线通信的需求，从而实现工业无线网络稳定可靠的IP化通信。**

# 工业SDN

**软件定义网络SDN核心思想：将网络设备上的控制权分离出来，由集中的控制器管理，无须依赖底层网络设备（路由器、交换机、防火墙），屏蔽了来自底层网络设备的差异。而控制权是完全开放的，用户可以自定义任何想实现的网络路由和传输规则策略，从而更加灵活和智能。**

**工业SDN借鉴了软件定义网络的思想，为实现 IT 网络与 OT 网络的深度融合，构建柔性、灵活和敏捷的工业网络而提出。**

**工业SDN采用网络控制器对工厂内有线、无线网络资源进行统一管理，以保障关键业务的网络质量需求，实现对网络资源精细控制、灵活调整，提升运维效率。**

# 核安全级仪控系统通信技术

核安全级仪控系统对数据通信的可靠性、安全性、实时性和确定性要求非常高，给通信协议的设计带来严峻挑战。

核安全级仪控系统通信网络设计的**主要思想**是：

- ✓ 采用固定帧长度、固定周期、传输固定数据集、静态路由策略保证通信的**确定性**
- ✓ 通过拓扑结构的合理设计以及链路冗余提高**可靠性**
- ✓ 采用报警、自监视、预定义输出、接入认证、隔离、专有帧格式和编码等手段提高**安全性**
- ✓ 采用过程无关性和确定延迟设计确保**实时性**

# 工业网络创新需考虑的因素

- 兼容现有工业网络
- 网络结构扁平化
- 控制信息与过程数据共网传输
- 有线与无线多种异构网络协同工作
- 支持移动联网、快速组网与灵活调整
- 用户可承受，经济上可行
- 确保工业数据的安全与隐私
- 持续借鉴通信网络领域先进研究成果

4

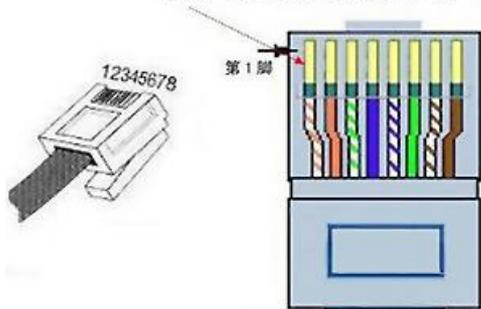
案例



# 确定性现场总线网络

1 2 3 4 5 6 7 8  
橙白、橙、绿白、蓝、蓝白、绿、棕白、棕

标准568A: 1绿白, 2绿, 3橙白, 4蓝, 5蓝白, 6橙, 7棕白, 8棕



1绿白, 2绿, 3橙白, 6橙  
数据链路

4蓝, 5蓝白, 7棕白, 8棕  
控制链路



## □ 确定性现场总线(100Mbps)

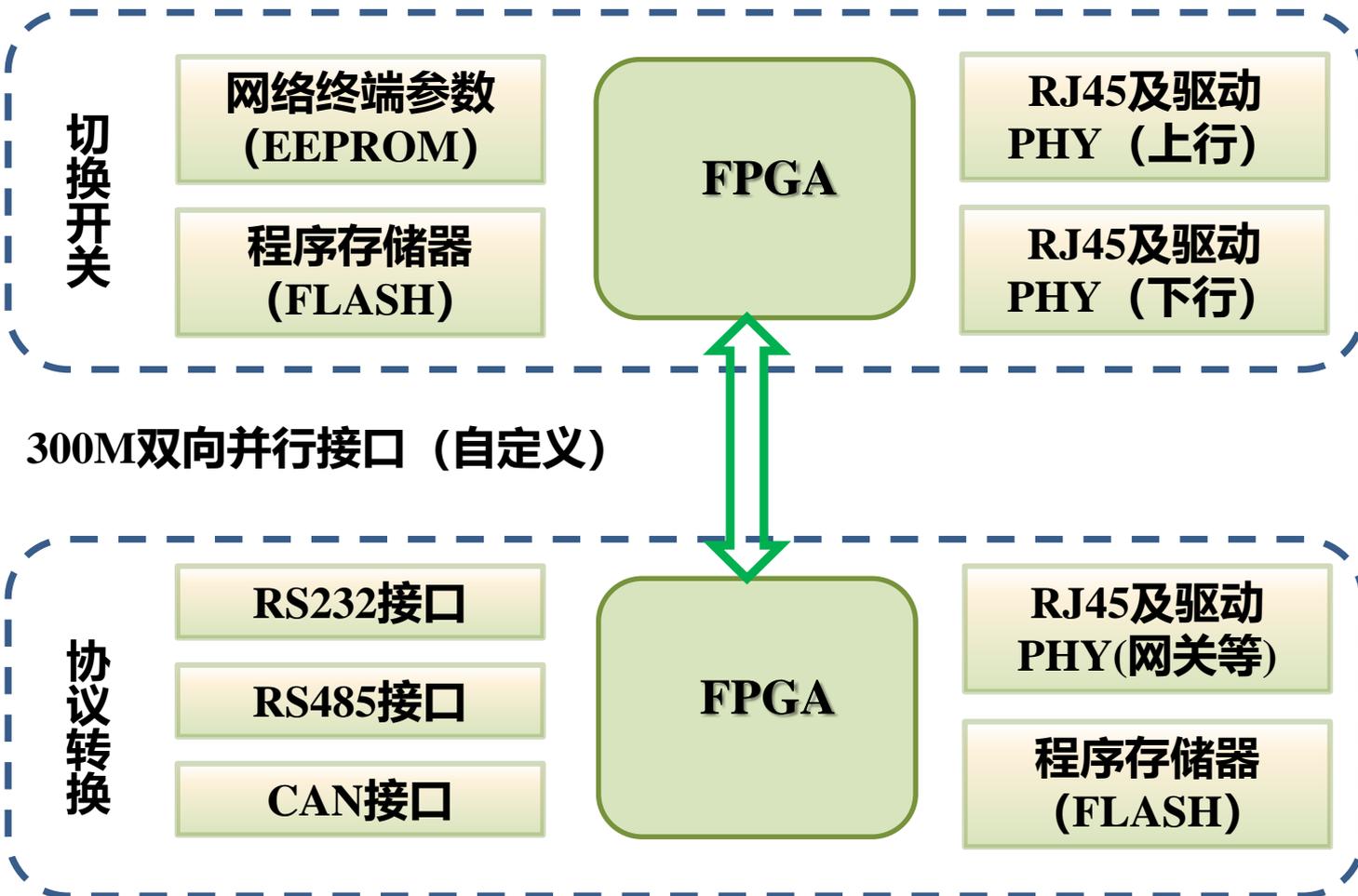
➤ 通过**控制链路**控制网络终端**数据链路**的连接, 使得网络终端之间形成一种点对点的连接 (类似虚拟直连连接的链路)。

- 确定性通信
- 确定性时延
- 确定的抖动

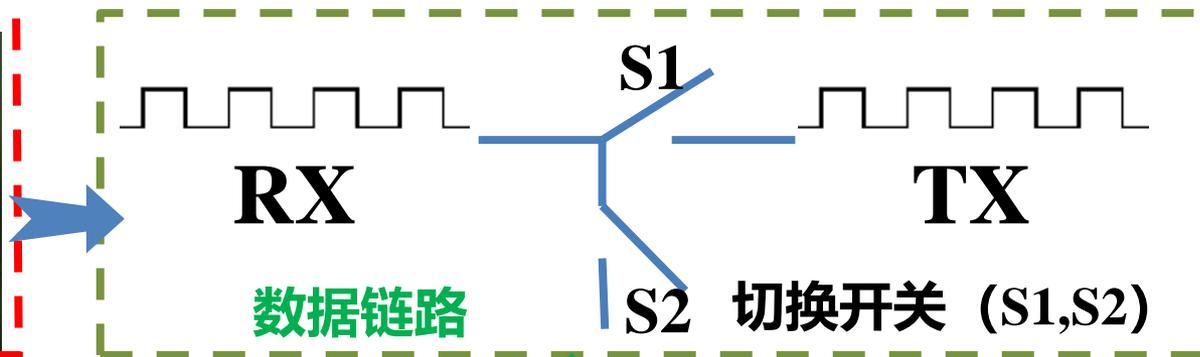
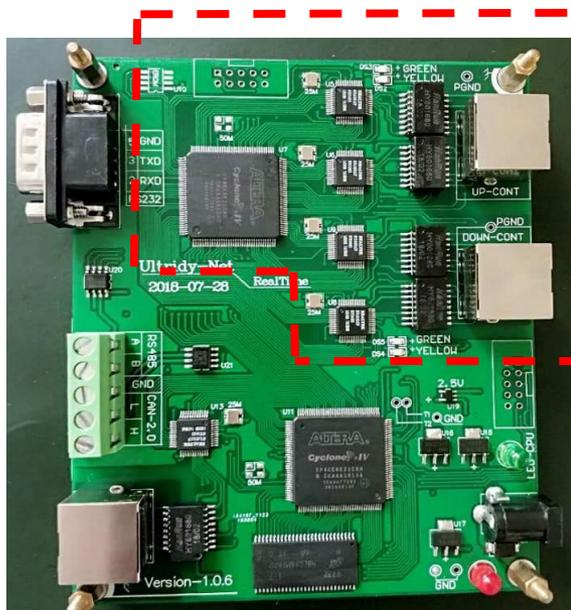
- 完全并行处理能力
- 一定的同步能力 (MAC层协议设计)

FPGA

# 确定性现场总线网络



# 确定性现场总线网络



300M双向并行接口  
(自定义)

S1和S2逻辑电路实现  
，参照IEEE802.1协议  
(100Mbps)

协议  
转换

RS232接口

RS485接口

CAN接口

FPGAs

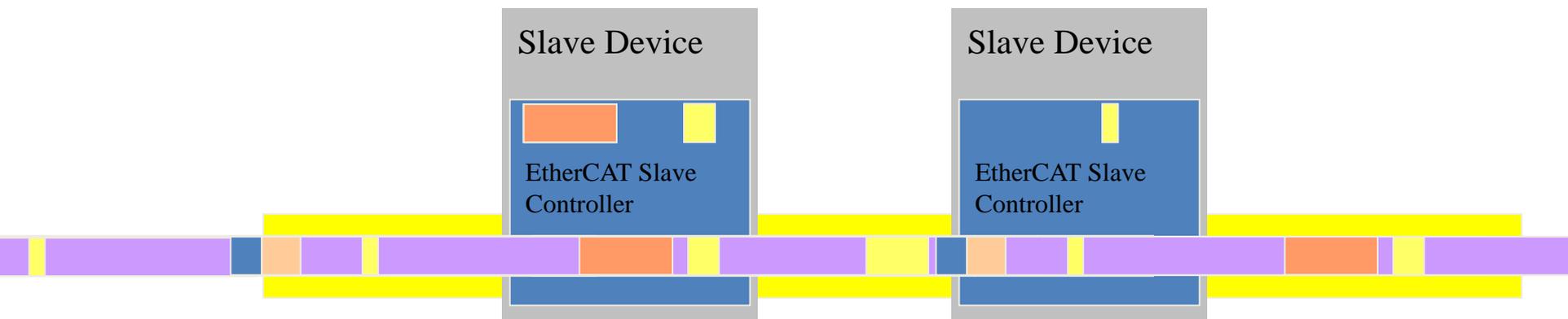
RJ45及驱动  
PHY

程序存储器  
(FLASH)

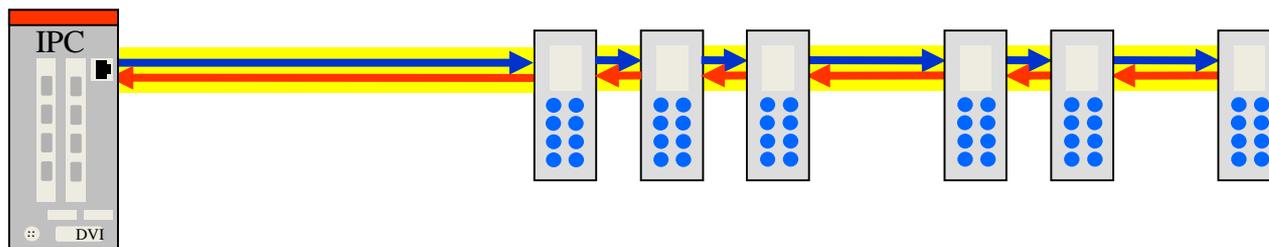
# EtherCAT实践

## EtherCAT 传输协议

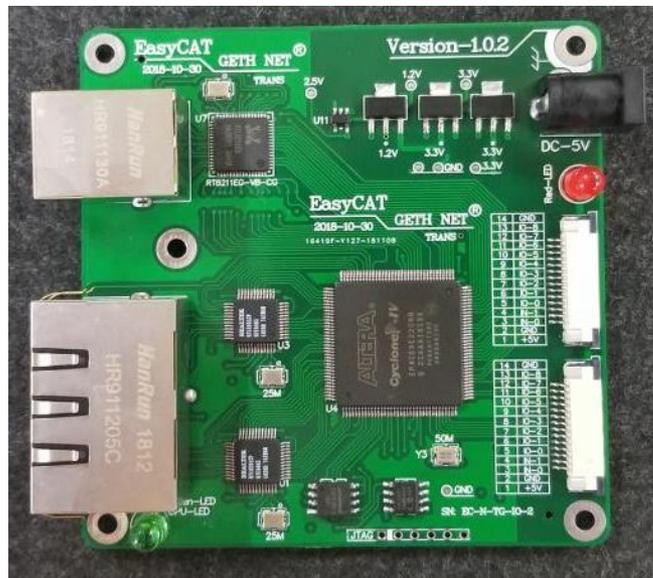
“On the fly” 的传输方式



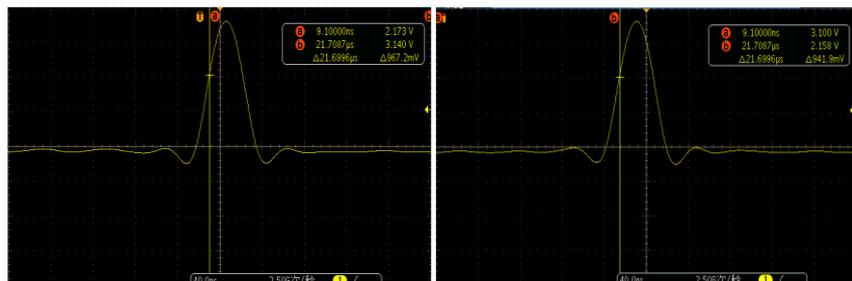
数据的提取由协议芯片实现，在提取后不立即对数据进行处理，而是将数据继续传递。



# EtherCAT实践



低成本且拥有自主知识产权的EtherCAT主从站设计方案，不使用国外专用控制器芯片而是基于FPGA芯片实现。



64字节传输时延为21.7µs，  
时延抖动最大值为79.9ns。

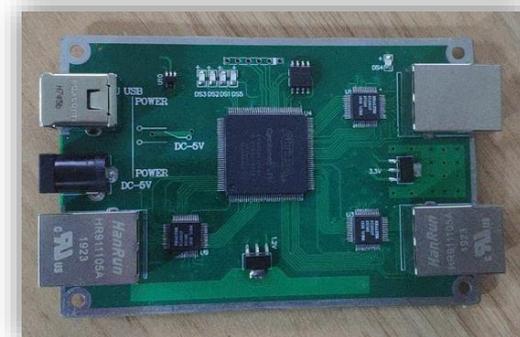
# 自主研发工业有线通信网络模块



**EtherCAT模块**



**工业级RS232、  
RS485转  
TCP/UDP模块**



**工业级网络协议  
分析器**



**多工业总线数据  
采集网关模块**



**工业级数据采集  
终端**

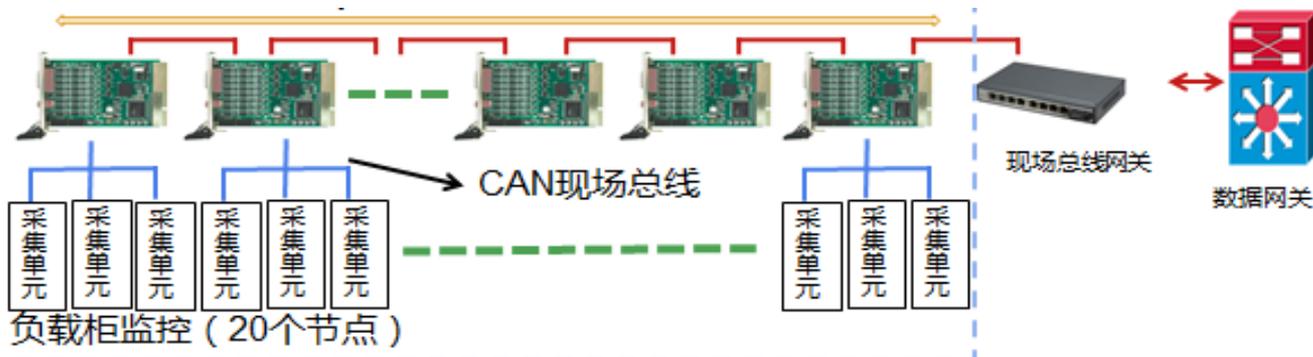
# 变频器测试车间的应用



工业级数据采集终端

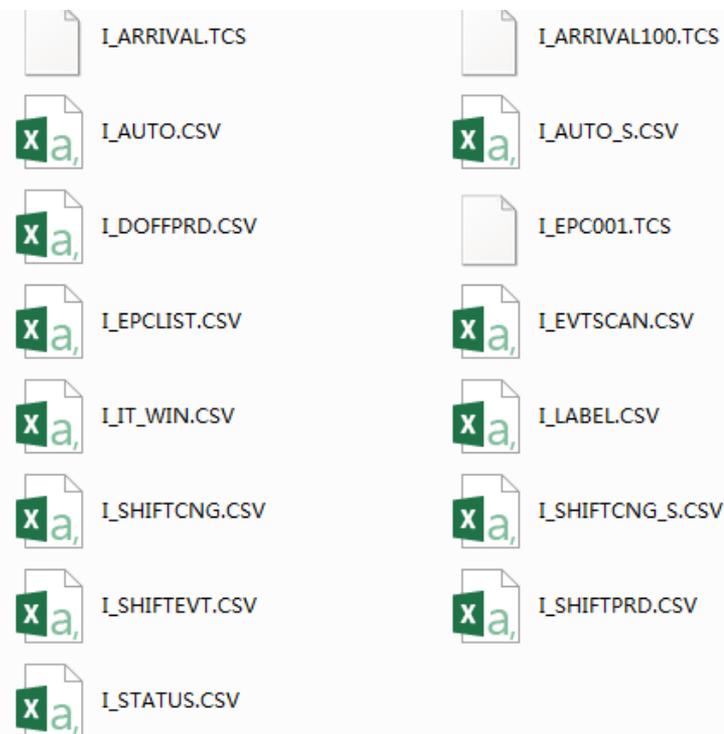
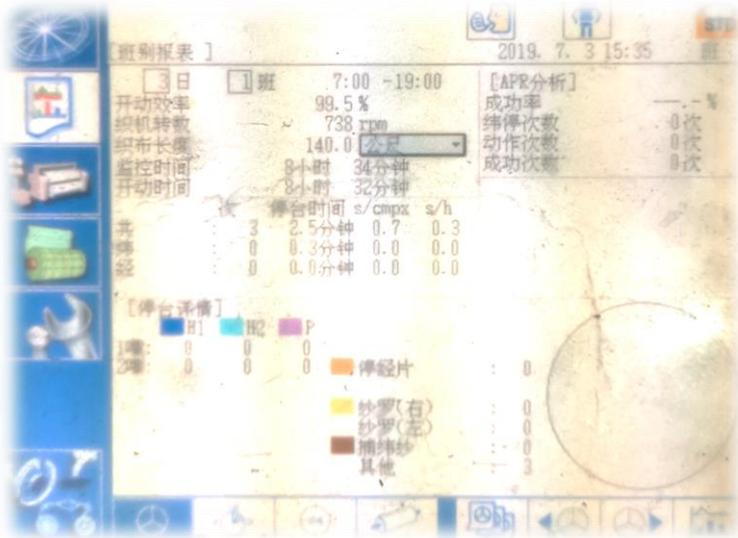


多工业总线数据  
采集网关模块





# 纺织领域的实践



# 纺织领域的实践

## 针织数字化车间的互联互通



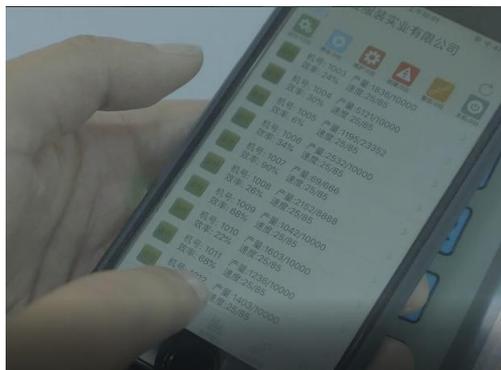
提出了基于OPC UA通信规范的针织机械信息化模型，研制了符合联网通信规范的针织机械控制器，开发了接口/协议转换网关，实现了现役设备的无缝网络接入

➤ 获2019年中纺联科技进步一等奖

中国纺织工业联合会  
科学技术奖励办公室文件

中纺联奖办[2019]5号

10	针织数字化车间智能生产关键技术及其产业化	浙江理工大学、江南大学、浙江恒强科技股份有限公司、泉州佰源机械科技有限公司
----	----------------------	---------------------------------------



# 纺织领域的实践



## 数控多功能圆纬无缝成型机

针对圆机控制器多、选针控制量大的问题，发明了基于多驱动体分布式多总线结构以及驱动执行一体式原位控制技术

▶ 获2015年中纺联科技进步一等奖



# 工程案例-电梯物联网设备与云平台

## 电梯物联网设备与云平台系统

**功能：实时智能监测、高速信息  
数据处理、全制式无线/有线通信**

**目标：电梯乘客生命安全保障；  
“0”重大事故率的智慧系统。**



电梯物联网设备与云平台系统

浙江理工大学

“电梯物联网设备与云平台系统”，是在现代城市规模电梯分布中，引用先进的实时智能传感监测、高速数据处理、全制式通信、软硬件协同、大数据分析和专家决策等物联网技术，通过7×24小时的“防险救人”机制，实现电梯乘客的生命安全保障和“0”重大事故的智慧系统。

求救电话: 135 8847 2561

电梯监测日统计	
电梯运行时间	23696
电梯故障时间	0.0001
电梯开门次数	258次
电梯运行次数	209次
电梯启动次数	67次
电梯上行层数	425层
电梯下行层数	427层
运行总层数	852层
数据上传容量	2500B
数据下载容量	192
运行里程	3408米

速度 0.54 m/s

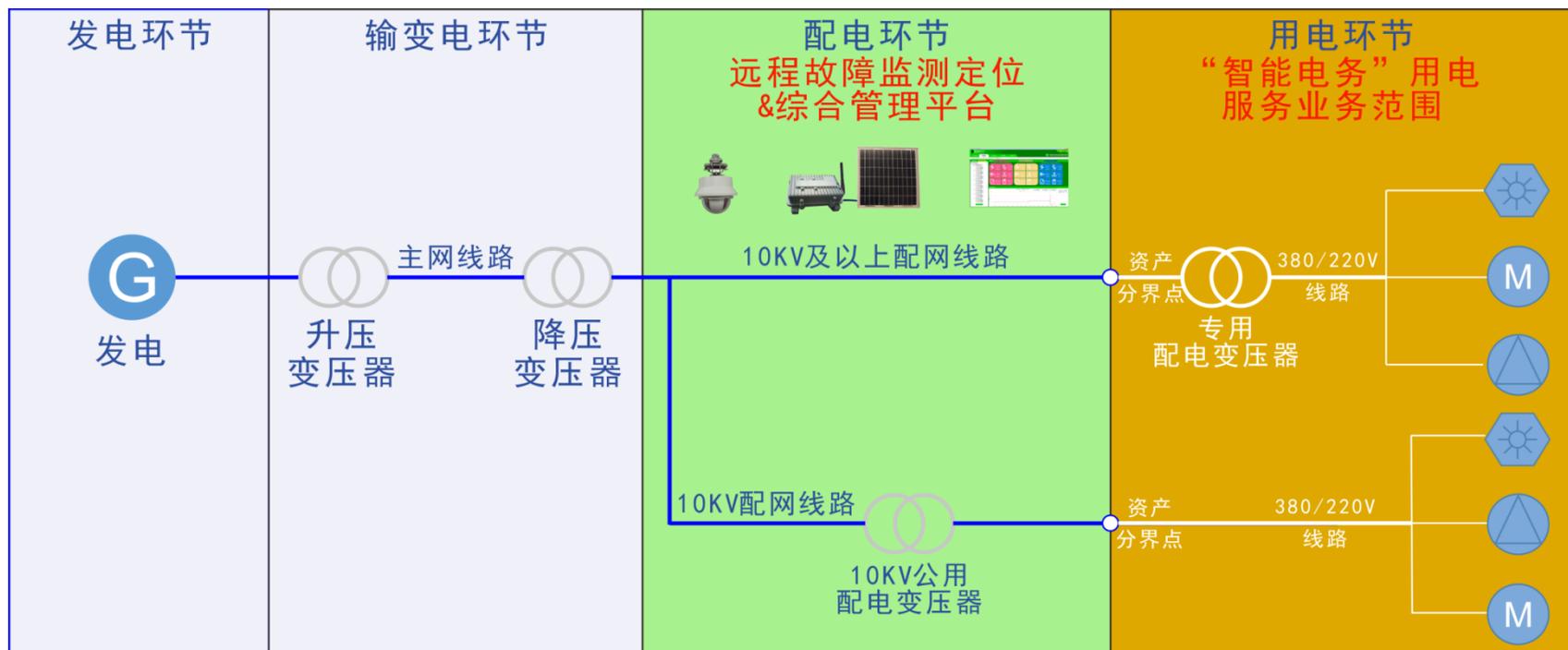
电梯物联网云计算中心

Elevator Manage System

登录用户: ADMIN  
登录时间: 00:11:04

- Expert System 智能专家应急指挥系统
- Service System 大数据电梯风险预警系统
- Data System 电梯物联大数据管理系统
- Rescue System 单兵救援实施与保障系统
- Client System 电梯物联客户端系统
- Black Box System 电梯物联网关节点系统
- Handheld Terminal System 电梯物联手持终端APP系统

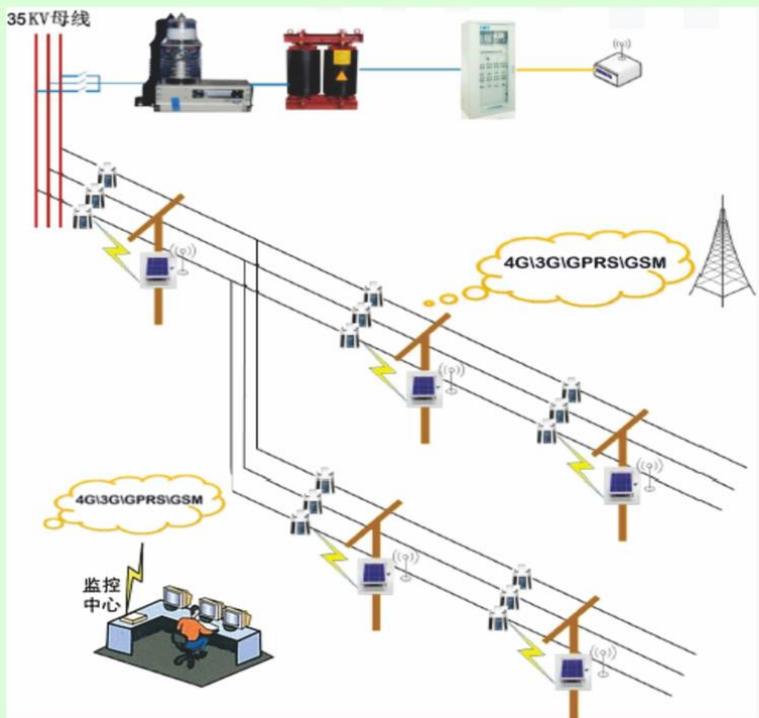
# 工程案例—智能配电网监测物联网设备云平台



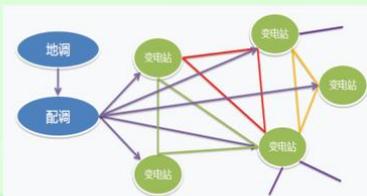
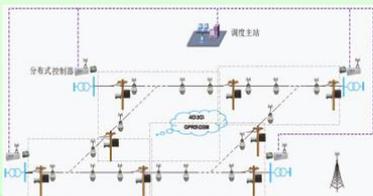
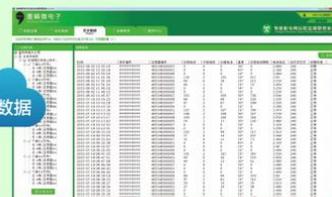
- ❖ 实现**配电变压器的工况监测与线路故障的定位**，可有效提高供电可靠性并缩短停电时间。
- ❖ 具备良好扩展性，支持电网其他二次设备与系统的**互联互通**，有效保护用户投资，满足配电网中长期发展过程的各种需求。

# 工程案例—智能配电网监测物联网设备云平台

【智能电网网络拓扑框架】



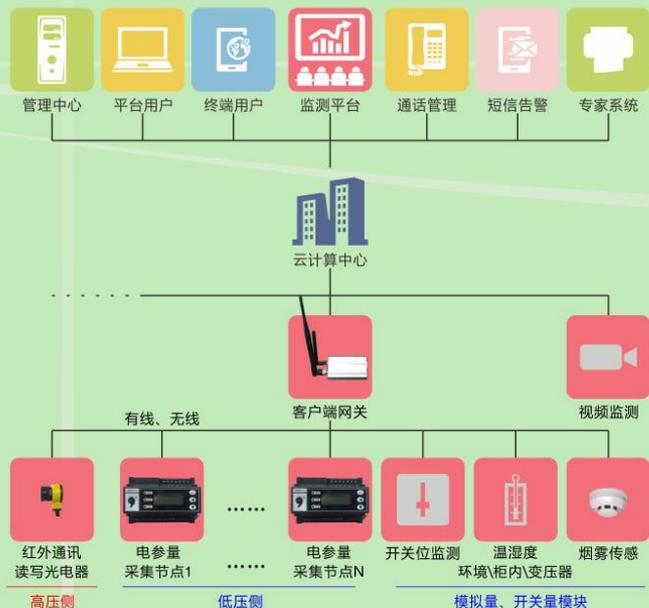
【智能配电网远程监测管理系统】



# 工程案例—智能电力运维系统与云平台

该系统是将物联网技术用于输配电的**配电终端**，采用各种**无线远程**实时智能电参量传感单元和特种传感器，以及无线远程环境和音视频综合检测侦测模块，利用**云中心的大数据分析和算法优化**，通过统一**电力运维管理**平台，实现电网公司在主网、配网领域的管理数字化和智能化。

## 【系统拓扑管理】



## 【大数据电力模型】

### 【电量传感器】



### 【设备参量传感器】



### 【环境体征参数】



### 【多媒体与安防】



# 工程案例—无线智能控制阀门



## 无线智能阀门比例定位器控制系统

**主要技术：** PID模糊算法和PWM控制技术，  
控制高速电磁阀的排气进气量

**应用：** 新世纪发展集团有限公司，可拓展到  
生物制药、食品、水处理等行业。



谢谢！  
敬请各位专家指正！

