



# 5G+ 工业互联网的思考与实践

## Thoughts and Practice of 5G+ Industrial Internet

赵维铎 /ZHAO Weiduo<sup>1</sup>  
蒋伯章 /JIANG Bozhang<sup>2</sup>

(1. 中兴通讯股份有限公司, 中国 深圳 518057;  
2. 中国电信杭州分公司, 中国 杭州 321000)  
(1. ZTE Corporation, Shenzhen 518057, China;  
2. China Telecom Hangzhou Branch, Hangzhou  
321000, China)

DOI: 10.12142/ZTEJ.202005011  
网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1228.TN.20201011.1524.002.html>

网络出版日期: 2020-10-12  
收稿日期: 2020-08-16

**摘要:** 虽然当前 5G+ 工业互联网仍存在一些问题和挑战, 但是 5G 技术本身也在不断地发展和完善中。5G+ 工业互联网正在从点状示范应用逐步向面状应用和系统应用发展。这一过程需要产业生态圈内各类企业协同合作, 共同发现产业需求、创新应用和交付项目, 探索并践行商业模式, 以实现 5G+ 工业互联网的良性发展。

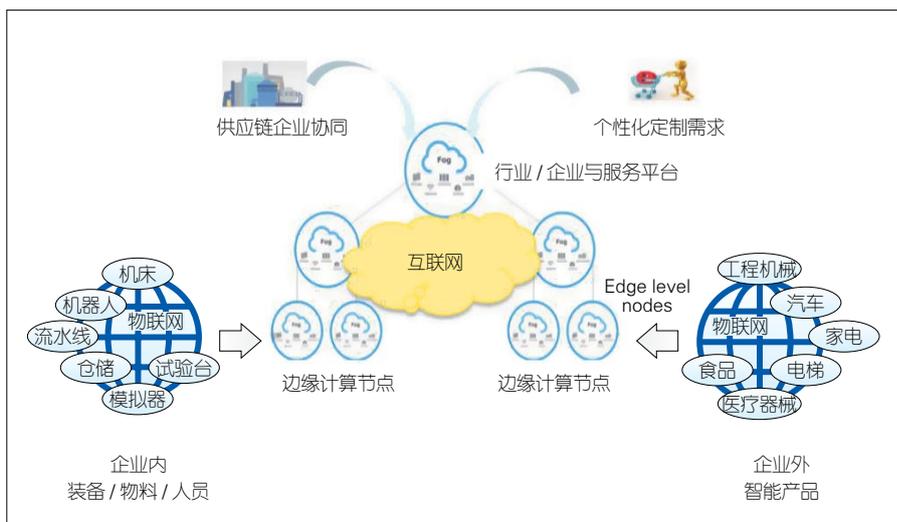
**关键词:** 工业互联网; 5G; 智能制造

**Abstract:** Although the current 5G + industrial Internet is still facing some issues and challenges, 5G technology is constantly developing and improving. 5G + industrial Internet is gradually developing from point demonstration application to area and system application. This process requires the cooperation of all kinds of enterprises in the industrial ecosystem to jointly discover the industrial demand, innovative application and delivery projects, explore and practice the business model, so as to realize the healthy development of 5G + industrial Internet.

**Keywords:** industrial Internet; 5G; intelligent manufacturing

工业制造是中国经济发展和参与大国竞争的基石, 也是振兴实体经济的重要抓手。工业互联网则是实现工业全系统、全产业链、全价值链连接和支撑工业智能化发展的关键基础设施, 是新一代信息技术与制造业深度融合所形成的新业态和应用模式, 是互联网从消费领域向生产领域、从虚拟经济向实体经济拓展的核心载体<sup>[1]</sup>。

工业互联网作为关键基础设施、全新工业生态和新型应用模式, 其精髓及优势在于规模化的资源调度与共享。如图 1 所示, 通过人、机、物的全面互联, 和全要素、全产业链、全价值链的全面连接, 工业互联网正在不断改变传统的制造模式、生产组织方式和产业形态, 推动传统产业加快转型升级, 加速新兴产业发展壮大。



▲图 1 工业互联网整体示意图

在 5G 为工业互联网数据流动提供重要无线网络保障的同时, 工业互联网为 5G 提供了广阔的应用场景。目前, 5G + 工业互联网主要应用在工业设计、工业制造、质检、运维、控制、

营销展示等关键环节中, 并形成了工业三维图像、移动视觉、远程运维与远程操控、无人巡检、数据采集等系列化的典型应用场景。未来, 5G 将逐步向工厂现场控制层面延伸。

## 1 工业网络面临的问题和挑战

当前,工业网络仍面临诸多问题,这主要体现在以下3个方面:(1)不够开放和友好,这是由传统工业厂家的格局和市场来决定的。大多数的工业协议都是封闭化的结构设计,拥有严格控制的对外接口。(2)不够弹性和灵活,扩展和调整的难度比较大。

(3)不适应业务发展的需要,部署和运维的成本比较高。由于工业网络涉及到有线和各类无线,加之在现场都有应用,所以它难以融合新技术的变革,对现有技术和架构产生了很大的阻碍影响。

在无线网络方面,现有工业无线网络尚存在以下几个方面的挑战:(1)可靠性和稳定性。工业场合对可靠性和稳定性的要求比较高,而无线传输的可靠性、稳定性与有线的方式相比还不具备突出优势。(2)刷新速度。工业系统对刷新速度要求比较高,而无线通信较难实现高速刷新,同时难以实现大量终端的同时在线连接。(3)网络安全。无线网络被入侵和干扰的风险较高,网络安全得不到保障。(4)传感器无线供电。虽然无线网络缩短了通信的线路,但是仍解决不了供电线的问题。对传感器进行无线供电目前仍是一个无法产业化的问题。(5)无线工业领域协议及标准。有线领域的标准协议历经几十年才被逐渐规范,在无线工业领域,这些协议又被重新定义一遍。(6)电磁辐射和干扰。由于很多无线网络会产生电磁辐射,在面向特殊行业(石油、井工矿等)时,必须考虑防爆和隔爆的特殊要求。

## 2 5G 在工业领域应用特点和优势

除了人们熟知的3个特点之外,5G在工业领域<sup>[2]</sup>的几个比较重要特征包括:

(1)网络切片。网络切片是5G

网络不同于其他网络的一个重要的特征,也就是说,一张物理网络可以虚拟出不同的子网络,以满足工业领域不同业务的应用场景要求。整个5G网络还支持端到端的编排管理,可以根据不同的业务要求进行弹性扩张或者收缩。

(2)在工业领域的超可靠低时延通信(URLLC)。目前,R16标准已经被冻结,URLLC标准在原有的增强移动宽带(eMBB)的基础上,时延得到了进一步降低。

如图2所示,在eMBB场景下跨核心网网元时,整个端到端时延在理想情况下为20ms左右。即使是单向的控制指令,从云端发到终端,时延也需要6ms左右。在URLLC标准出来之后,整个端到端时延可以达到5ms。如果单向地从云端向终端发射指令,时延可以小于1ms。URLLC奠定了5G在工业领域应用的地位。

(3)除了低时延之外,5G还有一个更重要的特点:时延抖动和确定性<sup>[3]</sup>。与其他消费领域应用不同,工业领域应用要求不仅时延要低,还要保证时延的确定性,即同样一个指令,这次1ms送达,下次还要1ms送达,而不是这次1ms送达,下次20ms才送达。这是因为时延抖动和不确定性将对工业领域的生产造成很大影响,

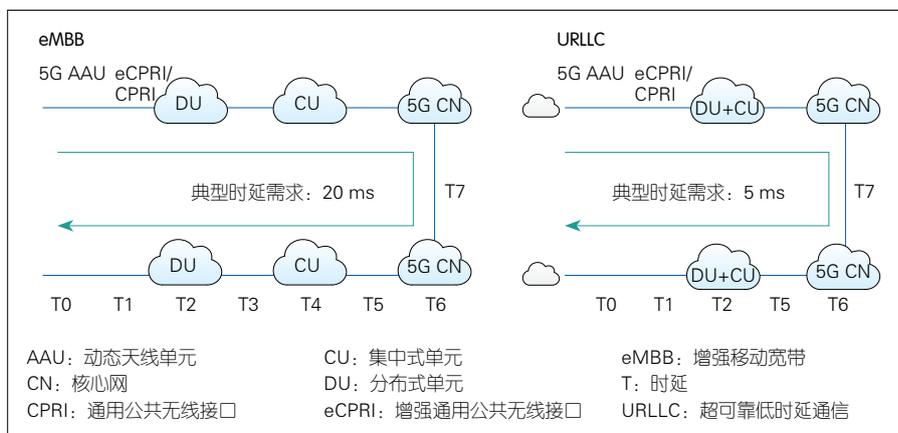
甚至可能会造成灾难性的事故。通过5G面向传输隧道时间标签技术和控制技术,可以把时延抖动控制到微秒级,以保证报文次序的收发,这对工业现场网络是非常重要的。

如图3所示,在网络建设模式方面,5G面向企业内网的建设大概有3种模式:(1)纯粹的专网模式。这种模式的好处是企业的数据是完全自由的,与外界是不发生关系的,安全性也是最高的,但是目前中国还没有专用的5G频段。(2)企业自建核心网,基站与公网共享模式。在这种网络的布局架构下,终端的登记、注册以及数据流都是在企业内网。目前,中兴通讯在宝武湛江钢铁完成的中国首家5G核心网就是这种模式的典型案例。(3)核心网用户面功能(UPLF)下沉模式。这也是现在90%以上的企业都采用的建网模式,也就是说核心网和基站都是与运营商共享的。共享时,企业在终端登记时要到公网去,但是它的数据流不会到公网去,而是在企业内网。这种模式也是目前业界通过运营商网络来建设的主流模式。

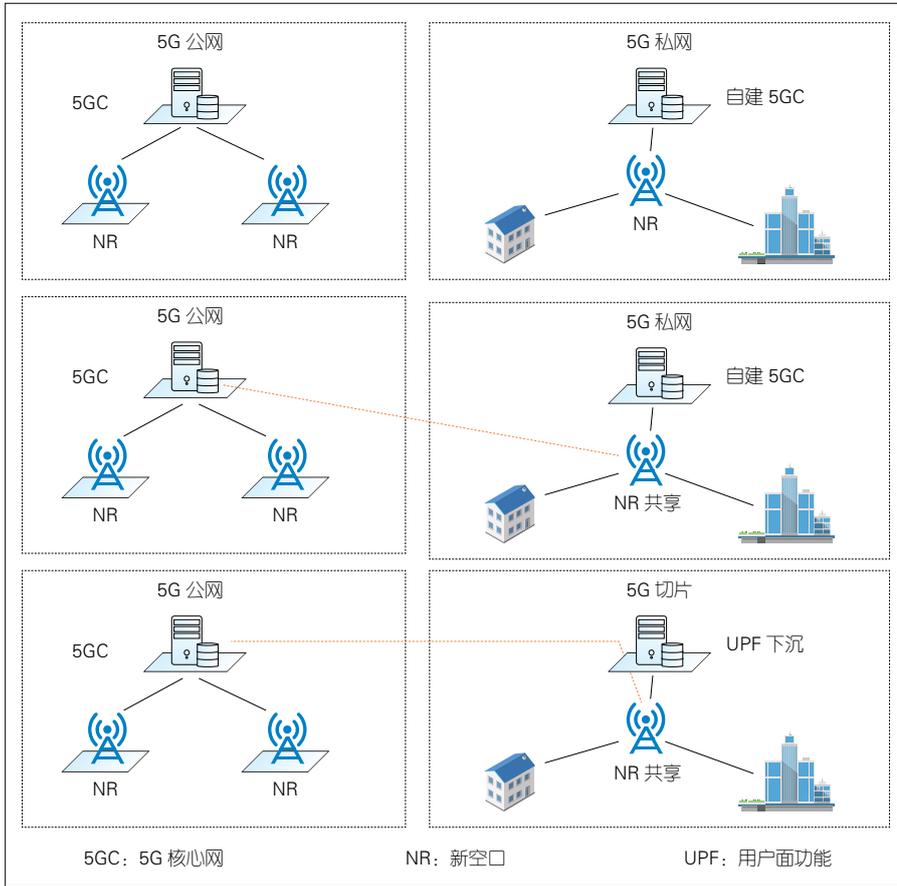
## 3 5G+ 工业互联网规模商用思考

如图4所示,5G在工业互联网的规模商用将经过3个主要阶段:

(1)在短期内,要完成5G网络



▲图2 5G时延对比示意图



▲图 3 5G 建网模式

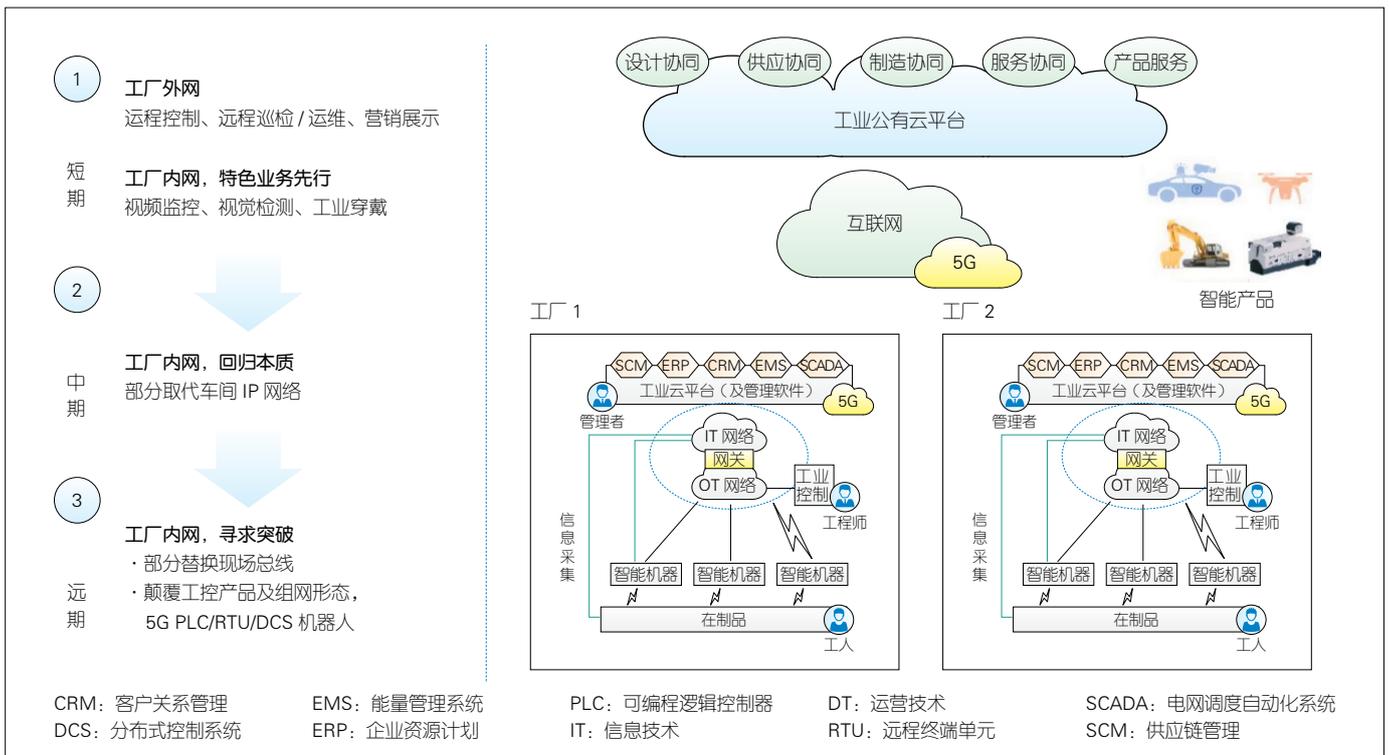
的规模化建设。但是现在面临的问题是建了网络之后谁来用？怎么样去吸引工业企业来使用 5G 网络？这时就需要利用有特色的业务引导这些企业来使用 5G 网络。

(2) 在中期，要逐步取代车间现有的有线或无线 IP 网络。这是因为 5G 本身就是一个高速可靠又能够适应工业应用需求的无线网络。

(3) 在远期，要在这个网络的基础之上寻求一些突破，比如替代现在的现场总线、促进改变一些工控现场的产品形态等。这就好比之前在 4G 出现时我们并没有想到微信、抖音和移动支付像今天这么流行一样，在中远期希望通过 5G 技术，来产生更多工业领域的“抖音”“微信”或者“移动支付”。

#### 4 中兴通讯对 5G+ 工业互联网的实践探索

在 5G+ 工业互联网应用场景方面，



▲图 4 5G+ 工业互联网阶段发展



▲图 5 5G+ 工业互联网主要应用

经过近两年的探索，中兴通讯已经探索出很多的 5G+ 工业应用。如图 5 所示，这些应用总体上可分为 6 大类。

在 5G+ 工业互联网领域，中兴通讯已经与运营商及其他合作伙伴联合打造了几十个 5G 示范或商用项目。比如：（1）在南京滨江制造基地，中兴通讯中标 2020 年首批中国发展和改革委员会新基建工程，规划了 16 大类 40 种应用场景。目前该工程第一阶段已经完成了 10 个场景的应用，包括机器视觉、远程 AR 指导、云化自动引导运输车（AGV）、小站数字孪生以及园区巡检、无人巡逻及清扫等。（2）在鞍山钢铁，中兴通讯建设中国首个 4.9 GHz 企业专网，在钢铁行业进行带钢的表面检测、电机的监测以及皮带通廊的监视和监测等。（3）在湛江宝武，中兴通讯已经归纳了 30 余种应用场景，目前这些场景正在逐步实施落地，同时湛江宝武也是中国第一个企业自建 5G 核心网的典型案例。

通过前期 5G 在工业领域的实践应用，我们发现目前仍有一些问题亟待完善。首先，在技术层面，5G 在 eMBB 阶段下的时延及抖动无法满足涉及现场控制方面的要求，需要将来

URLLC 标准落地验证；其次，在容量和带宽方面，对于集中部署或运行的机器视觉及云化 AGV 等应用，以 5G 上行为主，5G 的带宽及容量仍面临挑战；再者，在终端的多样性上，由于 5G 的模组、芯片、产业链仍处于发展阶段，后续随着 5G 在消费领域及垂直行业领域的整体推进，终端的多样性将会进一步满足工业领域的要求；最后，在商业模式层面，运营商、通信设备商及工业企业都一直在积极探索新的商业模式。我们建议通过分析问题，找到不同企业的刚需，挖掘 5G 新业务，来促进商业模式的逐步明晰。

## 5 结束语

当前 5G+ 工业互联网已经从单点局部的特色业务逐步转变为集成化、系统化的应用。5G 本身是一张网，这张网可以承载不同的业务，如基于 5G 的车间管理和仓储物流；但同时 5G 不仅仅是一张网，5G 如果想发挥它的价值，就需要与运营商、工业方案提供商、工业现场的自动化装备提供商等一起合作。发挥 5G 优势，使之真正服务于工业企业，从而促进中国制造业的转

型升级。

## 参考文献

- [1] 工业互联网产业联盟. 工业互联网体系架构 2.0 [EB/OL]. (2019-02)[2020-09-16]. <http://www.mii.gov.cn/n973401/n5993937/n5993968/c7886657/content.html>
- [2] 陆平, 李建华, 赵维铎. 5G 在垂直行业中的应用 [J]. 中兴通讯技术, 2019, 25(1): 67-74. DOI: 10.12142/ZTETJ.201901011
- [3] 赵福川, 刘爱华, 周华东. 5G 确定性网络的应用和传送技术 [J]. 中兴通讯技术, 2019, 25(5): 62-67. DOI: 10.12142/ZTETJ.201905010

## 作者简介



**赵维铎**，中兴通讯股份有限公司 5G 行业产品部工业互联网规划总工、技术委员会专家；主要研究领域为 5G 网络、工业互联网等；发表论文 10 余篇，获授权专利 7 项。



**蒋伯章**，中国电信杭州分公司 5G 建设优化负责人；主要从事 5G 规划、5G 垂直行业应用建网标准研究等工作。