

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2019.03.004

# 5G 技术在航空制造领域的应用研究

张岚岚\*

(中国商飞上海飞机制造有限公司,上海 201324)

## 摘要:

第五代移动通信(5G)作为下一个万亿元规模的战略性新兴产业,已引起全球各国的广泛重视和竞相角逐。5G 技术的意义不仅限于提升传输速率,同时也将丰富各类场景应用,为各行各业的数字化转型提供通信技术支持。梳理了 5G 技术在航空制造业的具体应用和影响。可以预见,在不远的将来,5G 将有力引领航空制造业的转型和升级。

关键词: 5G 技术;航空制造;技术应用

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

OSID:



## 0 引言

5G(即 5th Generation),是指第五代移动通信技术,是 4G 网络的真正升级版,优势主要体现在:

大容量:5G 通信技术将比 4G 实现单位面积移动数据流量增长 1 000 倍;高速率:5G 峰值理论传输速度可达每秒 10Gb,相当于 4G 网络速率的 100 倍;短时延:端到端时延缩短 5 倍;可接入:可联网设备的数量增加 10 到 100 倍;低能耗:每比特能源消耗降至千分之一,低功率电池续航时间增加 10 倍。<sup>[1-3]</sup>

5G 的到来不仅仅是解决基础通信的问题,而是提供无限的信息接入,并且能够让任何人和物随时随地共享数据,开启万物广泛互联、人机深度交互的新时代,使个人、企业和社会全面受益。

## 1 5G 在制造领域的应用

工业 4.0 时代离不开 5G 技术的加持,根据移动通信设备商爱立信公司的报告,到 2026 年 5G 推动各行业数字化转型产生的利润将达到 1.233 万亿美元,其中制造业利润占比 19%,<sup>[4]</sup>排名第二,如图 1 所示。但相比排名第一的能源和公共事业,制造

业所需前期投资相比而言更少,因此 5G 与制造业结合将大有可为。

在制造领域,5G 将支撑工业自动化控制、工业机器人、远程操控工业设施等应用,有助于大幅提高生产力,减少人为错误,增加生产设施的灵活性,并降低成本。

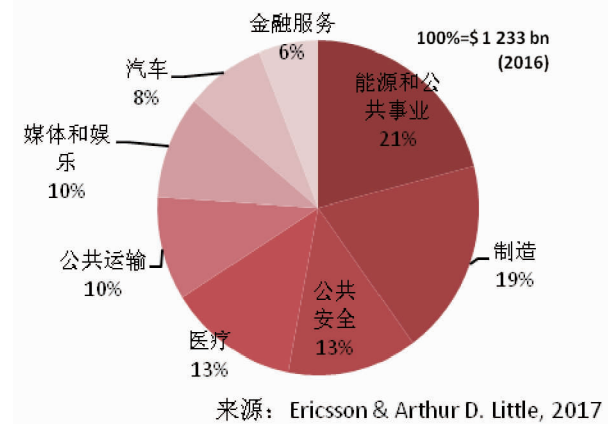


图 1 5G 推动各行业数字化转型利润示意图

## 2 5G 在航空制造领域应用示例

航空制造业是集制造业大成的国家战略产业,

\* 通信作者. E-mail: zhanglanlan@comac.cc

引用格式: 张岚岚. 5G 技术在航空制造领域的应用研究[J]. 民用飞机设计与研究, 2019(3):27-31. ZHANG L L. Research on Application of 5G Technology in Aviation Manufacturing[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2019(3):27-31 (in Chinese).

而 5G 将成为“中国制造 2025”背景下,航空制造业转型升级进程中最重要的基础设施之一,将充分满足航空制造业新形势下的多样化需求,推动工厂向智能化转型。结合未来工厂应用,5G 对航空制造业的赋能主要体现在以下几个方面:

### 2.1 物联网

2015 年,ITU(国际电信联盟)确定 5G 名称为 IMT-2020,并规划了三个主要应用方向:增强移动宽带(eMBB)、海量机器类通信(mMTC)和超高可靠低时延通信(URLLC)。<sup>[5]</sup>在三个应用方向中,mMTC 和 URLLC 都指向万物互联。

5G 技术可充分满足物流网应用场景所需的机器类通信、大规模通信、关键性任务通信<sup>[6]</sup>的高要求。根据《2018 年中国 5G 产业与应用发展白皮书》,到 2025 年中国物联网连接数将达 53.8 亿,其中 5G 物联网连接数将达 39.3 亿。<sup>[7]</sup>5G 和物联网的深度融合,进一步应用到航空制造领域,将使得生产各环节与设备之间高效协同,推动航空生产制造的自动化、智能化升级,为航空制造业带来新的机遇。<sup>[8]</sup>

#### 示例 1:物料跟踪

波音和空客公司都已将物联网射频识别(RFID)技术应用于供应链、飞机制造、仓储和售后管理,以更好地识别、跟踪和实时监控物料。5G 将在深度覆盖、低功耗和低成本等方面提供额外优势。在中国商飞的 5G 智慧厂区,基于 RFID 的全生命周期复合材料管控系统借助 5G,将可实现实时读取温湿度数据、追踪复合材料位置和零件信息。

#### 示例 2:产品数据收集和生产环节监控

GE 公司已成功将内部网络改造成具备物联网特性的智能网络,可收集燃气涡轮发动机在内的所有产品数据,并从根本上改变相关产品的运行和维护工作。在空客“未来工厂”实施计划中,空客将物联网整合到智能化加工及机械化系统中,应用于装配线以监控潜在问题,并确保制造过程的准确性。德国弗劳恩霍夫(Fraunhofer)生产技术研究所在飞机喷气式发动机扇叶盘开展了测试,利用 5G 毫秒级的低时延能力和物联网技术,实时监控生产过程,可将打磨时间缩短 25%,同时质量提升 20%,预计每年可为工厂节省约 2 700 万欧元。

### 2.2 工业自动化控制

自动化控制是航空工厂中最基本的应用之一,

其核心是闭环控制系统,该系统对于通信时延、可靠性有极高的要求。<sup>[9]</sup>在生产过程中,如果时延过长,或在数据传送中发生错误,将造成巨大的经济损失。5G 网络的优势使得闭环控制应用通过无线网络连接成为可能。

#### 示例 1:工厂自动化

5G 技术能够通过增强对设备和机器的远程控制,提高工厂生产过程的自动化。譬如机器学习算法通过分析从传感器和摄像机收集的数据,能够迅速警告操作员操作不合规,并且系统可以实时自动校正错误。

#### 示例 2:远程检查和维护

5G 驱动的触觉式网络应用可以帮助工作人员执行远程检查,远程维护和修理等任务。此项应用在交通不便、荒凉或者危险的地区,不仅可以降低成本,还可以降低事故风险。

### 2.3 VR/AR

VR 和 AR 是对“现实”的再造和补充,是一种人类认识事物的新方式。在航空智能制造转型过程中,VR/AR 技术将成为产业提质增效的一个必然选择。5G 推动 VR/AR 发展的关键是高速率,这将有效打通 VR/AR 在传输方面的屏障,实现“无绳化”和“云 VR/AR”。5G 优化云 VR/AR 体验的核心是低延时,这将彻底消除 VR/AR 使用中带来的眩晕感,提升体验。

#### 示例 1:飞机装配

目前,AR/VR 已被飞机制造商应用到了装配过程中,譬如空客公司通过采用埃森哲公司研发的“智能眼镜”,将 AR 技术应用于毫米级精度的客舱安装标记工序。5G 将全面优化体验,提升效率。此外,AR 技术还可应用于航空制造过程中的监控流程和生产流程、生产任务分步指导、远程专家业务支撑等场景。譬如中国商飞基于 5G 的 AR 辅助装配与远程协助系统,将被应用于辅助线缆装配、辅助 EWIS(电气线路互联系统)装配乃至装配全流程。5G 和 VR/AR 将相辅相成,发挥关键作用。

#### 示例 2:人员培训

AR/VR 和 5G 还可用于执行和支持航空技能人员培训,能够在安全的环境中模拟复杂的情况。它使培训更省时,更方便,并可显著降低培训成本。

## 2.4 云化机器人

在航空智能制造生产场景中,云化机器人需要通过网络连接到云端的控制中心,基于超高计算能力的平台,并通过大数据和人工智能对生产制造过程进行实时运算控制。5G通信网络是支撑云化机器人的关键技术之一。

### 示例1:装配线机器人控制

国内外航空制造企业已开始将人工智能与生产制造相结合,以实现智能制造的新模式和新手段。波音公司在埃弗雷特工厂的总装线采用了库卡机器人公司设计的自动导引机器人技术,通过在机身内外两侧设置进行定位的机器人,进行钻孔和动态铆接任务。空客也在探索类人机器人用于飞机组装,通过开发新的可以计划并控制精准运动的算法,使机器人可以避免与其他物件发生碰撞,并完成复杂任务。5G允许操作人员实时远程监控和调整机器人的行为,还可通过触觉/视觉反馈连接工具,包括触摸屏手套或VR/AR耳机等,与机器人实现实时的交互。

### 示例2:使机器人更安全

现有的机器人一般都会配备紧急停止按钮,但是,如果在所需时间内无法触及该按钮,则会带来安全风险。将来,通过5G连接无线控制,便可快速实现紧急停止。诺基亚和博世公司已在开发可通过5G连接无线控制的取放机器人。

## 2.5 其他

### 示例1:简化工厂布局

5G时代,智能工厂的布局可能也会发生变化,由于布线的减少,重新配置装配线将变得比以往更简单。

### 示例2:实现未来工厂到个人的定制

工业4.0时代的5G技术将无缝连接整个工厂,人与人、人与机器和工厂都将保持联系并依赖工业云提供的制造服务。并且,个人可以直接向工厂下订单,从而完成定制生产,数字制造的潜力将得以充分发挥。

## 3 5G引领航空制造智能工厂新发展

### 3.1 智能工厂将突破内外部界限

欧盟发布的《5G和未来工厂白皮书》<sup>[10]</sup>提出了未来5G在智能制造工厂的五大类具体应用,给出了典型的示例进行说明,并阐明了对制造业的潜在影响,如表1所示。

表1 5G在未来工厂的应用和主导影响

应用	示例	主导影响
1 对时延敏感的工厂内部过程优化	机器之间的实时闭环通信,以提高效率和灵活性 用于培训和维护的3D增强现实(AR)应用程序 协作机器人与人之间的3D视频驱动交互	提高效率 提高工人满意度 提高安全性
2 对时延不敏感的工厂内部通信	识别/追踪工厂内的物品/产品 用于过程优化的非实时传感器数据捕获 新产品和生产过程的设计、模拟和预测数据采集	提高效率和灵活性 最小化库存水平 生态可持续性(排放,振动,噪音)
3 远程控制	远程质量检测/诊断 远程虚拟后台	提升产品/过程质量
4 企业内部/企业间通讯	识别/追踪最终价值链中的产品 可靠安全的房屋互联(企业内/企业间) 用于模拟/设计目的的数据交换	提高效率(节省成本/时间)
5 连接产品	在产品生命周期内连接产品以监控其特性,感知其周围环境,并提供新的数据驱动服务	增加销售(新产品和新服务) 改进产品/工艺设计

结合国内外5G在航空制造领域的现有应用示例,可以预见,随着虚拟工厂等创新概念的出现,工厂内部和外部之间的界限将变得模糊,未来工厂将不再是孤立封闭的实体,而是更大价值链和生态系统的一部分,而5G将发挥关键作用。

### 3.2 工厂内部系统将实现整合升级

传统的智能制造系统(即信息物理系统)包含现场层、执行层、控制层、管理层、企业层五层架构,以流程为核心。底层数据传输通过工业总线进行,但鉴于其有限的传输能力,信息实时交互难以实现。与此同时,顶层操作软件相互独立,信息跨层交互困难,流程优化需耗费大量人力,全局最优难以达成。

不同于传统五层智能制造系统,中国商飞基于现有5G实践,结合AI等技术,正加速探索以数据为核心的新型智能制造系统,分为感知执行层、管理控制层、智能应用层三层架构。

在感知执行层中,工厂中的万物(人、设备、物料等)均通过5G终端,直接传输信号至工业云端,传输的数据类型和容量都将显著增加,除工业语言

数据外,还包含高清图片、模型、视频等,数据传输效率大大提升。管理控制层部署工厂大脑(AI),不同于原有MES、ERP等系统的信息孤岛,而是建立信息池,通过人工智能分析,找到生产制造的最佳路径。智能应用层同样基于AI,部署海量工业APP进行流程重构和优化,并实施管理控制层产生的指令,如图2所示。

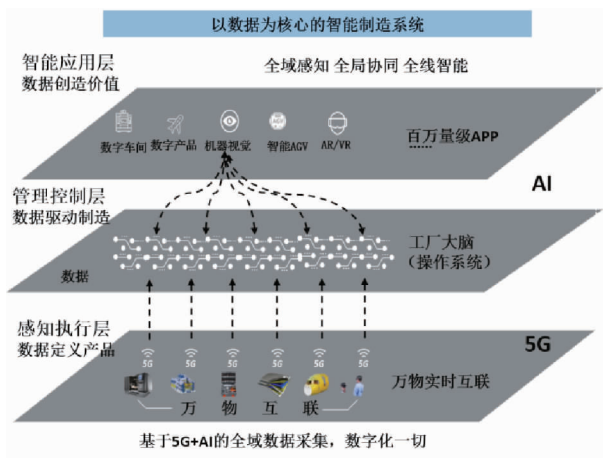


图2 基于5G的新型智能制造系统三层架构示意图

基于5G、以数据为核心的新型智能制造系统的建设,将实现航空制造智能工厂的内部整合升级,突破数据传输壁垒和信息交互壁垒,重新定义航空智能制造,也将重新定义工业生产的方式。

## 4 启示

在过去几年中,各国已争相开启5G网络的全球部署,5G技术正快速发展,但目前基础建设尚未完成,标准化进程预计在2020年后才可实现。另外,AR、AI等相关技术也处于早期开发阶段,有大量的技术和管理问题有待解决,预计至少还要五到十年的时间,一些应用场景才有可能变成现实。但可以预见的是,在不远的将来,航空制造业将成为5G发挥效用的最佳案例。

为实现产业升级,航空制造业需加紧规划和部署智能制造,借助信息化和自动化等技术手段,提高生产效率,降低生产成本,加速技术创新,提升领军企业和重点产品在全球市场的竞争力。建议提前布

局,推动5G与先进技术在航空制造领域的融合发展,创新5G工业应用场景和应用范围,加速航空智能工厂的有效落地和实践,从而充分发挥航空制造业对经济的带动和引领作用。

## 参考文献:

- [1] 胡万里. 5G移动通信技术特征及应用场景分析[J]. 保密科学技术, 2019(1): 12-15.
- [2] 郝建民. 5G无线通信技术发展跟踪与分析[J]. 现代信息科技, 2018, 12(2): 67-68.
- [3] 韩展宏. 5G无线通信技术概念及相关应用的思考[J]. 计算机产品与流通, 2017(12): 62.
- [4] Dr. Andreas Mueller. 5G in Manufacturing[EB/OL]. (2018-08-01) [2019-07-01]. <http://www.eucnc.eu/wp-content/uploads/2018/08/TOR-LD-14.30-5-MUELLER.pdf>.
- [5] 周宏仁. 信息化蓝皮书 中国信息化形势分析与预测[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2018: 77-96.
- [6] 王文. 5G来了,赋能互联网+各行业重塑[J]. 互联网经济, 2018(5): 12-15.
- [7] 赛迪顾问股份有限公司. 2018年中国5G产业与应用发展白皮书[EB/OL]. (2018-04-01) [2019-07-01]. <https://max.book118.com/html/2019/0619/6221230021002041.shtm>.
- [8] 物联网智库. 5G、物联网和AI结合的究极形态是什么[EB/OL]. (2019-04-01) [2019-07-01]. <http://mobile.iotworld.com.cn/View.aspx/News-def4c9b5b300ccd4>.
- [9] 信息化协同创新专委会. 5G使能智能制造,到底是什么概念[EB/OL]. (2017-10-30) [2019-07-01]. [https://m.sohu.com/a/201153128\\_781358](https://m.sohu.com/a/201153128_781358).
- [10] Wouter Haerick. White Paper: 5G and the Factories of the Future[EB/OL]. (2014-02-01) [2019-07-01]. <https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2014/02/5G-PPP-White-Paper-on-Factories-of-the-Future-Vertical-Sector.pdf>.

## 作者简介

张岚岚 女,硕士,高级工程师。主要研究方向:情报学。  
E-mail: zhanglanlan@comac.cc

## Research on Application of 5G Technology in Aviation Manufacturing

ZHANG Lanlan \*

(COMAC Shanghai Aircraft Manufacturing Co. , Ltd. , Shanghai 201324, China)

**Abstract:** As the next trillion-yuan strategic emerging industry, the fifth generation mobile communication (5G) industry has aroused wide attention and competition from countries all over the world. The significance of 5G technology is not only limited to improving the transmission rate, but also to enrich the application of 5G in various scenarios and provide communication technology support for the digital transformation of all walks of life. This paper summarizes the specific application scenarios of 5G and its influences on aviation manufacturing industry. It is foreseeable that 5G will effectively lead the transformation and upgrading of aviation manufacturing industry in the near future.

**Keywords:** 5G technology; aviation manufacturing; technology application

---

\* Corresponding author. E-mail: zhanglanlan@comac.cc