

# 6G 通感融合的愿景及 典型技术探讨

Discussion on Vision and Typical Technology of  
6G Joint Sensing and Communication

杨 艳,李福昌,张忠皓(中国联通研究院,北京 100048)

Yang Yan, Li Fuchang, Zhang Zhonghao(China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China)

## 摘 要:

通感融合是6G中一个较为突出的技术方向,它通过平衡通信和感知的需求,在继承现有网络架构或重构网络架构的基础上,实现通信和感知的一体化、设备能力的多样化和节能化。对6G通感融合的应用场景、愿景和典型技术进行探讨和分析。首先,从2个维度介绍6G通感融合的应用场景;然后,阐述6G通感融合的愿景及其典型技术;最后,对6G通感融合的发展趋势进行总结。

## 关键词:

6G;通感融合;应用场景;愿景

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.12.004

文章编号:1007-3043(2021)12-0018-05

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Abstract:

The joint sensing and communication (JSAC) is a more prominent technical direction in 6G network. By balancing the needs of communication and sensing, it inherits or reconstructs the existing network architecture, realizes the integration of communication and sensing, and realizes the diversification and energy saving of equipment capabilities. It discusses and analyzes the application scenarios, vision and typical technologies of 6G JSAC. Firstly, it introduces the application scenarios of 6G JSAC from two dimensions, then expounds the vision and typical technologies of 6G JSAC, and finally it summarizes the development trend of 6G JSAC.

## Keywords:

6G; JSAC; Application scenarios; Vision

**引用格式:**杨艳,李福昌,张忠皓. 6G通感融合的愿景及典型技术探讨[J]. 邮电设计技术, 2021(12): 18- 22.

## 1 概述

6G是一种全新的网络,将为用户提供更加高性能的业务体验,并将逐步向专网全面化和公专网一体化方向发展。目前,业界已经开始对6G的应用场景和关键技术进行系统研究<sup>[1-5]</sup>。通感融合可以实现通信和感知的一体化,是6G技术专网应用广域化和普及化的

体现,是典型2B业务以大规模全覆盖新业态出现的具体体现方式<sup>[6-8]</sup>。从应用需求来看,在通感融合的架构下,可以通过广泛的运营商基站覆盖实现感知的普及化,同时感知和通信一体化可以有效地促进双碳落地应用。从技术可行性来看,随着通信吞吐量需求的不断提升,一方面采用大规模天线极大地丰富了空间信息资源的使用,可以满足通信的需求,也可以进行定位,这也为通感融合提供了新的可能;另一方面基站的频率也向着高频大带宽方向发展,如毫米波和太赫兹,丰富的高频带宽和电波特性更加适合感知,为通信和感知提供了进一步融合的可能。

**基金项目:**国家重点研发计划“6G网络架构及关键技术”(2020YFB1806700)

**收稿日期:**2021-10-17

通信和感知发展的进程在5G前是相互独立、相对平行的。在感知业务需求的激进和通信向着2B发展的总体趋势下,通感融合应运而生。但是由于通信和感知在系统架构、关键技术和评价指标等方面都有极为明显的差异性,因此在6G通感融合中,需要考虑通信和感知的差异性和共同性,打造极简、高效、易部署的6G通感融合设备和组网模式。

目前学术界和产业界都对通感融合研究投入了高度的热情。在标准方面,多家公司和高校都对通感融合标准化投入了大量的人力,并输出了多份文稿。在学术方面,高校和科研机构对通感融合的架构设计<sup>[9-11]</sup>、波形设计<sup>[12-13]</sup>及通感融合在波束管理方面<sup>[14]</sup>都进行了大量的研究,并逐步明确了通感融合的研究路线和关键技术。

## 2 6G 通信感知融合的应用场景

6G时期的通感融合是一种全方位高度融合的应

用,其发展的极致水平是通信和感知行业的整合化或者合一化,因此在应用场景上将出现逐步渐变融合情况。从现在的研究来看,较为主流的应用场景分类有2类:一类是按照促进通信或者感知的角度区分,一类是按照覆盖范围进行区分。

### 2.1 按照促进通信或者感知的角度区分

按照促进通信或者感知的角度进行场景分类,一般分为通信辅助感知场景和感知辅助通信场景。

a) 通信辅助感知场景:在这类场景中,是通过现有的通信设施或者网络进行感知,在这种场景可以认为是使用或者让渡出通信的资源进行感知服务,是一种通信网络的感知业务保障场景,如图1所示,包含的主要场景有智慧城市管理、智慧工厂、智慧交通和医疗健康,其中还可以进一步细化为多种子应用。

b) 感知辅助通信。这是将感知获得的信息进行处理后,进一步优化基站性能,可以认为是基于感知的无线网络智能化调整。目前主要的应用场景有波

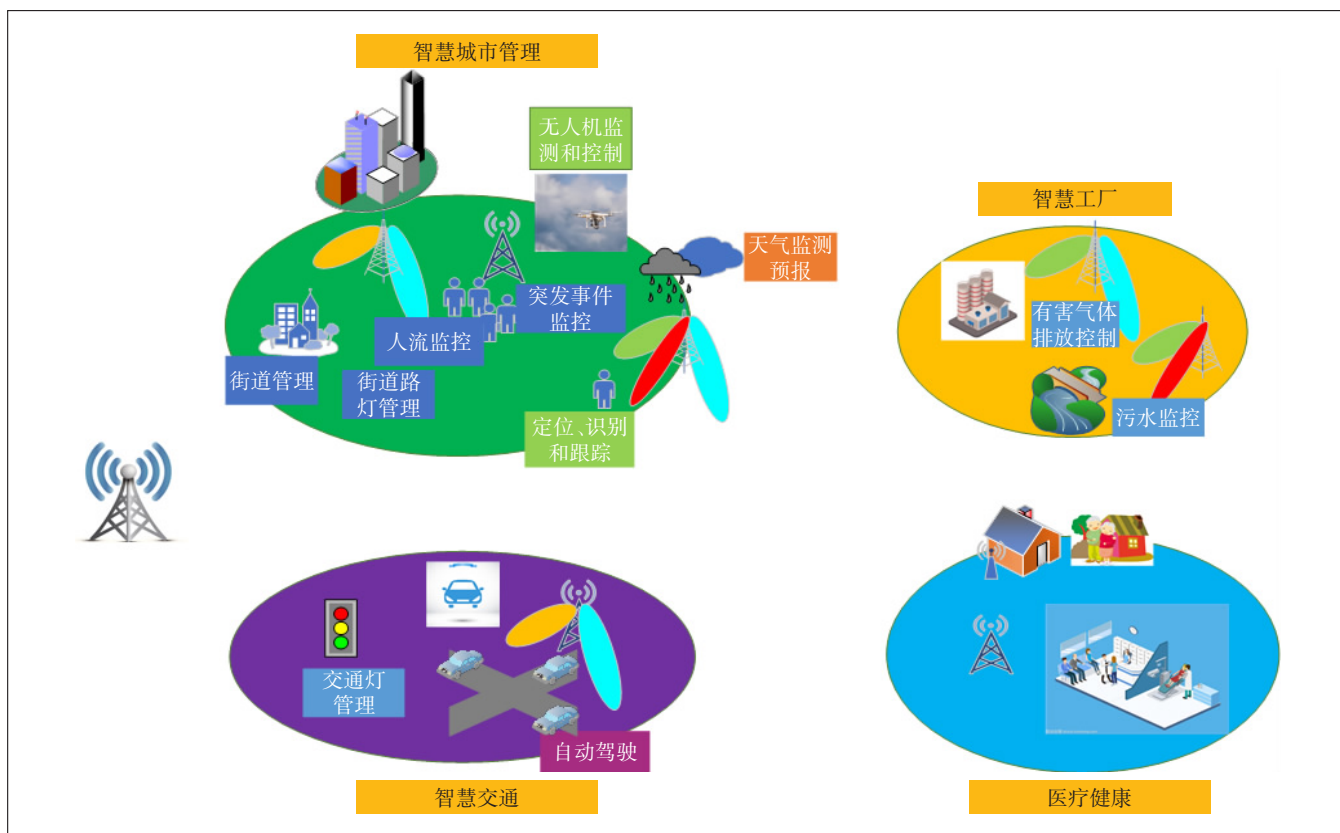


图1 通信辅助感知场景

束管理、功率控制、资源智能化协调和网络优化等方法,图2给出了一些应用的示意。

### 2.2 按照覆盖范围进行场景划分

按照覆盖范围进行场景划分,可以分为广域和局域场景。

a) 广域场景。广域场景通常可以认为是覆盖范

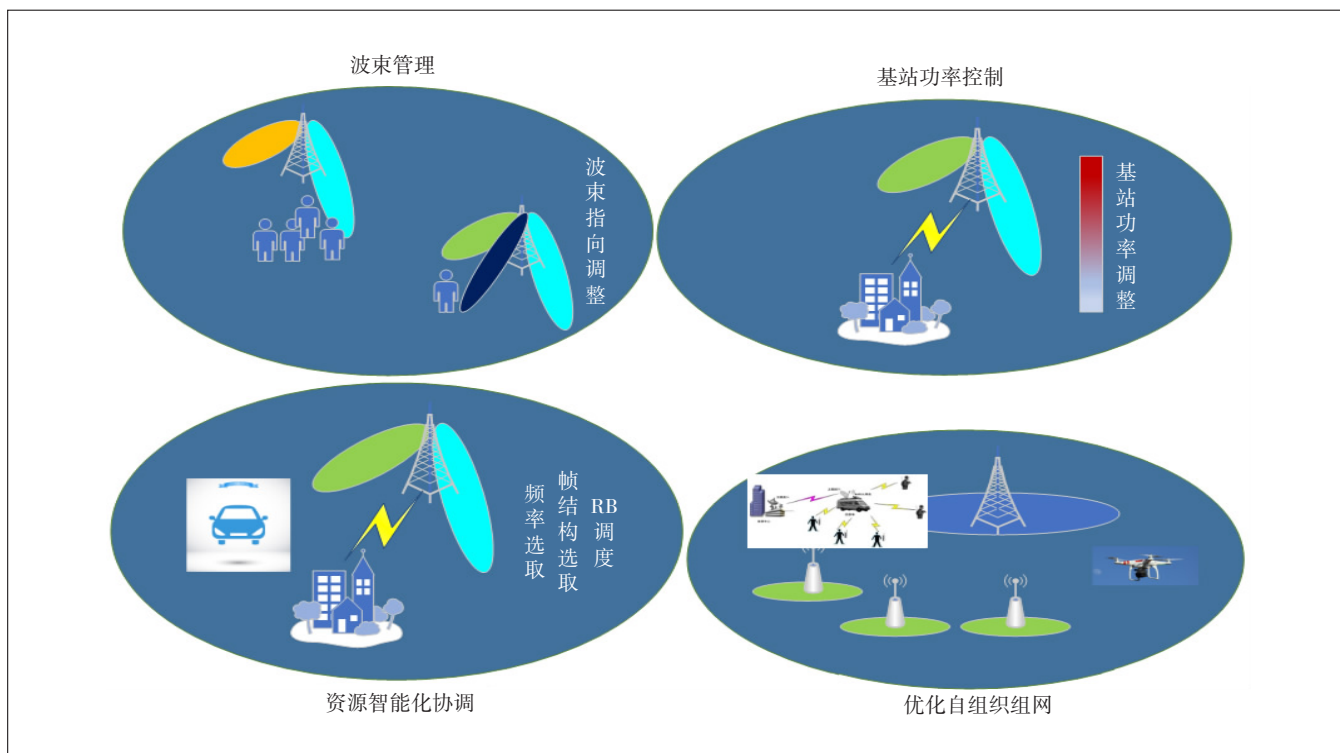


图2 感知辅助通信

围较广,但是可能对感知的精度、频谱利用率要求不高,存在设备功率限制的场景,如智慧城市管理、高铁周边环境、高速运行的自动驾驶车辆、天气监控等。

b) 局域场景。而局域场景则是更加注重短距离或者有明确界限的通感融合场景,这类场景普遍对感知精度和通信容量要求等较高,如园区类场景。

### 3 6G 通信感知融合的愿景

6G 通感融合需要打造通感融合的智能系统,通过将通信、感知、算力等因素基因化再进行智能基因重组,实现智能化、融合化、低碳化、高效能化的全新网络架构和系统。

6G 通感融合不能仅考虑通信的指标,还需考虑感知的指标。因此在6G 通感融合中,需要打造通感融合的基因工程,通过打通感知、通信的关键指标、判别标准和关键技术,并以 AI/ML 等智能化技术进行多维基因片段的高效重组和结合,实现最佳最平衡的6G 通感融合系统。

6G 通感融合将呈现出通信和感知需求、架构和技术逐渐融合的过程,这个演变过程与人类基因重组的过程类似,从完全独立,到部分结合再到完全融合,因此使用“6G 通感融合基因工程”可以较为清晰地描述

6G 通感融合的初衷和理念。而在6G 通感融合中,需要对需求融合的场景和需求进行细化,并在场景和需求的基础上进行不同层次的架构思量,还需要对融合后的典型技术进行分析和研究,最终实现通感融合的双向促进目标。通感融合的基因工程示意如图3所示。

在不同的通感融合阶段,使用的技术及研究内容也存在差异性。如果从移动通信发展的轨迹来看,5G-A 将是6G 通感融合的初步体验阶段,在该阶段主要完成渐变融合;而6G 通感融合将是智能全融合阶段,在该阶段会将架构、技术进行深入融合。下面对渐变融合阶段和智能全融合阶段可能用到的典型技术进行描述。

#### 3.1 渐变融合阶段

在通信和感知初步融合阶段,会呈现出2个维度的融合模式:一是以通信为原始出发点,在现有的通信架构基础上,融入可以实现的感知功能,其目标是在不改动或轻微改动移动通信的设备功能的前提下,实现部分感知功能,其中比较有代表性的有定位和毫米波雷达;二是在现有感知或者雷达的基础上,添加通信相关功能,实现通感融合。但是从总体的发展趋势来看,基于通信的通感融合网络更容易实现且覆盖

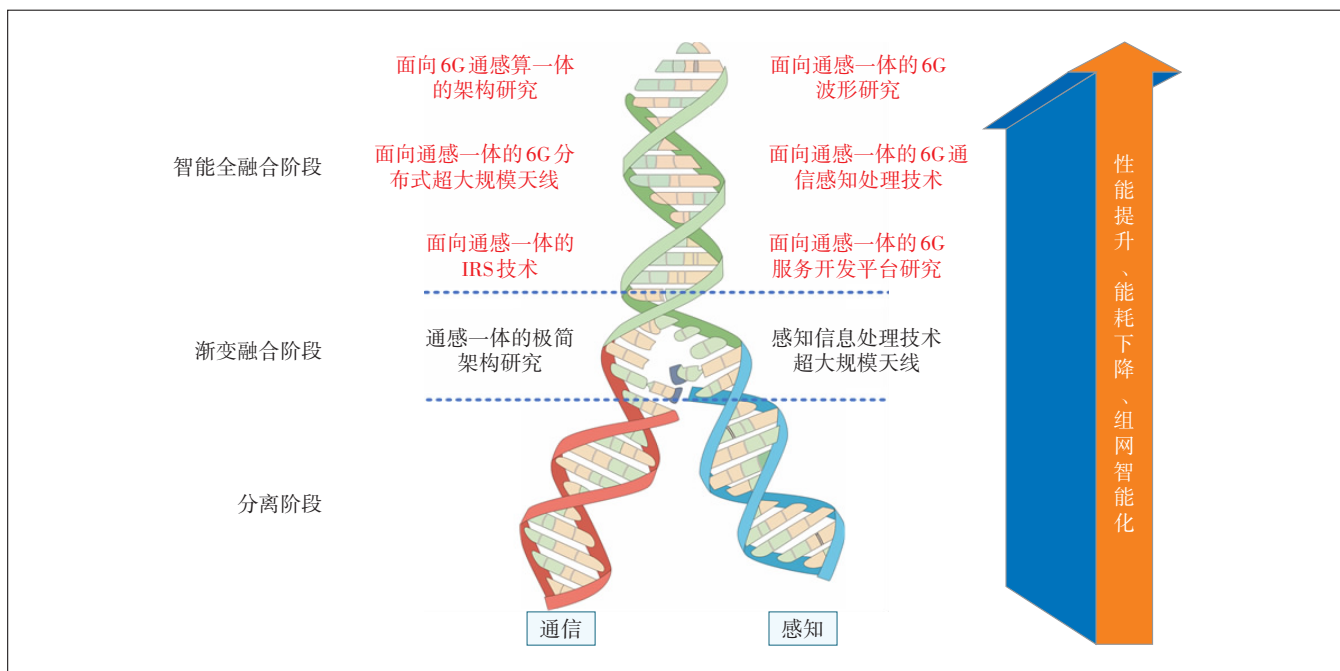


图3 通感融合基因工程

广泛。

在该阶段比较常见的技术包括通感一体的极简架构、感知信号处理技术和超大规模天线技术。

a) 通感一体的极简架构:这类架构的研究主要是在现有的5G网络架构的基础上,通过空口的简单改造和网络网元的局部增强,实现可以快速部署的5G-A和6G初期的通感融合功能。

b) 感知信号处理技术:对移动网络中可以获取的感知信息进行处理,一般是通过基站发送数据基站收取数据、终端发送数据基站收取数据的方式,进行通信和感知数据的传输,而在基站接收数据后,感知网元进行相关感知业务的数据分析,一般采用AI和ML进行数据处理。

c) 超大规模天线技术:主要指目前5G通信的AAU等基站设备的大规模天线技术,通过收取基站发送信号的回波信号并联合发送信号进行感知数据获取,或通过终端上报的发射角、到达角、多普勒频偏等进行感知数据获取。

### 3.2 智能全融合阶段

智能全融合阶段的通感融合是从架构、空口和数据处理等方面进行全面的通信和感知融合,是通感融合的发展目标。该阶段的通信和感知的系统是合一的、统一的、高效的,是通信、感知和算力融合化且相互辅助的。

智能全融合阶段可能涉及的技术包括面向6G通感算一体的架构、面向通感一体的6G波形、面向通感一体的6G分布式超大规模天线、面向通感一体的6G通信感知处理技术、面向通感一体的智能反射表面(IRS)技术、面向通感一体的6G服务开发平台等。下面将选取其中几种典型的技术进行介绍。

a) 6G通感算一体的架构:这是一种颠覆现有通信网络的通感一体化架构,可以在6G网络架构的基础上,进行感知网元的单一部署或者多网元多维部署,感知信息的获取和处理是集中式或者分布式,感知的设备可以是终端也可以是基站,因此通感一体化架构将符合多获取来源、处理能力多重化等新型特性。

b) 面向通感一体的6G波形:通信和感知融合后,现在的波形将无法满足其双重部署需求,因此一体化波形设计成为通信感知融合中一个较为重要的技术。通感一体化波形的设计,可以从理论的角度入手,并结合应用的需要,开发出最适合通信和感知一体化的波形,从根本上满足通感融合的要求。

c) 面向通感一体的IRS技术:IRS是一种很有前途的解决方案,用来控制如散射、反射和折射等的无线电通道特性。具有固定电磁特性的IRS以前已经被用于雷达和卫星通信,但直到最近才在移动通信系统中得到应用。IRS的工作示意如图4所示<sup>[15]</sup>。

对通感融合系统来说,IRS更多地是实现感知辅

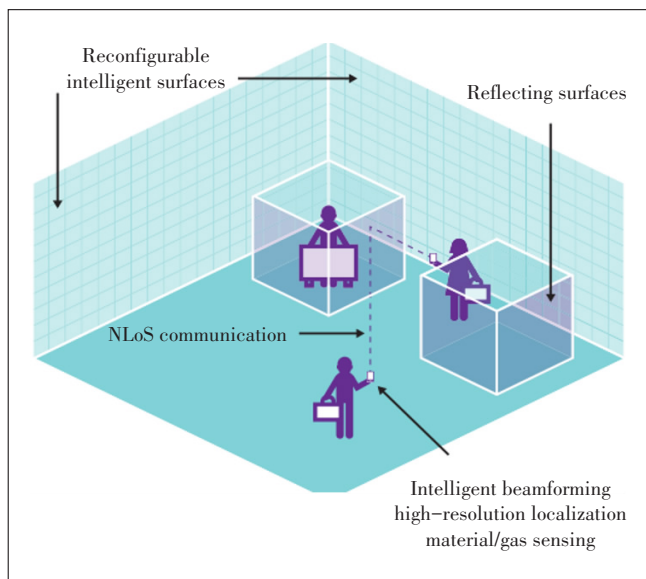


图4 IRS的工作示意图

助通信的功能,可以通过逐步迭代更新的定位或者感知获取信道的变化情况,进而IRS基于感知反馈动态调整相位、振幅、频率和极化等参数来塑造和控制环境的电磁响应,实现对干扰的调整及遮挡物的避让,实现通信吞吐量和时延的提升。同时在感知过程中,通过IRS进行智能化中继,可以较好地实现感知信号的收取。

#### 4 总结

通信和感知一体化或者融合是一个循序渐进的过程,需要研究的内容很丰富,但是它可以有效提升通信的质量,也可以实现无接触感知,是未来一个比较有潜力的技术发展方向,需从架构、关键技术等方面进行研究。通感融合并不存在对其中任何一个行业吞噬的可能,未来的通感一体技术将是一个开放的、互助的良性发展的全行业生态圈。

#### 参考文献:

- [1] DANG S P, AMIN O, SHIHADA B, et al. What should 6G be? [D]. New York: Cornell University, 2019.
- [2] PATWARY M N, NAWAZ S J, RAHMAN M A, et al. The potential short- and long-term disruptions and transformative impacts of 5G and beyond wireless networks: lessons learnt from the development of a 5G testbed environment [J]. IEEE Access, 2020, 8: 11352–11379.
- [3] LETAIEF K B, CHEN W, SHI Y M, et al. The roadmap to 6G: AI empowered wireless networks [J]. IEEE Communications Magazine, 2019, 57(8): 84–90.
- [4] VISWANATHAN H, MOGENSEN P E. Communications in the 6G

era [J]. IEEE Access, 2020(8): 57063–57074.

- [5] RAPPAPORT T S, XING Y C, KANHERE O, et al. Wireless communications and applications above 100 GHz: opportunities and challenges for 6G and beyond [J]. IEEE Access, 2019(7): 78729–78757.
- [6] ZHANG J A, RAHMAN M L, WU K, et al. Enabling joint communication and radar sensing in Mobile Networks—A survey [J/OL]. IEEE Communications Surveys & Tutorials. [2021-09-21]. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9585321>.
- [7] TAN D K P, HE J, LI Y C, et al. Integrated sensing and communication in 6G: motivations, use cases, requirements, challenges and future directions [C]//2021 1st IEEE International Online Symposium on Joint Communications & Sensing (JC&S). IEEE, 2021.
- [8] ZHANG J A, LIU F, MASOUIROS C, et al. An overview of signal processing techniques for joint communication and radar sensing [J]. IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, 2021, 15(6): 1295–1315.
- [9] WILD T, BRAUN V, VISWANATHAN H. Joint design of communication and sensing for beyond 5G and 6G Systems [J]. IEEE Access, 2021(9): 30845–30857.
- [10] CHEN X, FENG Z Y, WEI Z Q, et al. Performance of joint sensing-communication cooperative sensing UAV network [J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2020, 69(12): 15545–15556.
- [11] H. M. FURQAN, M. S. J. SOLAIJA, H. TÜRKMEN, et al. "Wireless Communication, Sensing, and REM: A Security Perspective," in IEEE Open Journal of the Communications Society, vol. 2, pp. 287–321, 2021, doi: 10.1109/OJCOMS.2021.3054066.
- [12] CHEN X, FENG Z Y, WEI Z Q, et al. Code-Division OFDM joint communication and sensing system for 6G machine-type communication [J]. IEEE Internet of Things Journal, 2021, 8(15): 12093–12105.
- [13] LIYANAARACHCHI S D, RIIHONEN T, BARNETO C B, et al. Optimized waveforms for 5G–6G communication with sensing: theory, simulations and experiments [J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2021, 20(12): 8301–8315.
- [14] KUMARI P, MYERS N J, HEATH R W. Adaptive and fast combined waveform-beamforming design for MMWave automotive joint communication-radar [J]. IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, 2021, 15(4): 996–1012.
- [15] DE LIMA C, BELOT D, BELGIUM R. Convergent communication, sensing and localization in 6G systems: an overview of technologies, opportunities and challenges [J]. IEEE Access, 2021(9): 26902–26925.

#### 作者简介:

杨艳,毕业于北京邮电大学,高级工程师,博士,主要从事无线通信关键技术研究工作;李福昌,毕业于哈尔滨工程大学,教授级高级工程师,博士,主要从事无线通信关键技术研究工作;张忠皓,毕业于北京邮电大学,高级工程师,博士,主要从事6G无线通信关键技术研究工作。