



北大中文核心期刊  
中国科技核心期刊 (CSCI)  
中国科学引文数据库 (CSCD) 收录期刊  
日本科学技术振兴机构数据库 (JST) 收录期刊

2020 年第 34 卷第 2 期

ISSN 0253-9718  
QK2017133

# 中国科学基金

Bulletin of National Natural Science Foundation of China

专题：5G 移动通信基础理论与关键技术

主管、主办：国家自然科学基金委员会  
National Natural Science Foundation of China

# CONTENTS

ZHONGGUO KEXUE JIJIN 目录

## 卷首语

125 造福于人类社会的使能技术

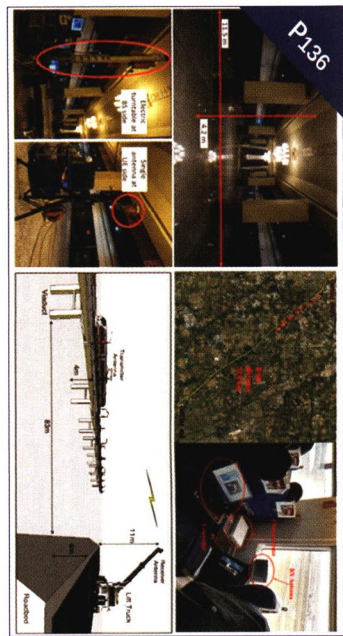
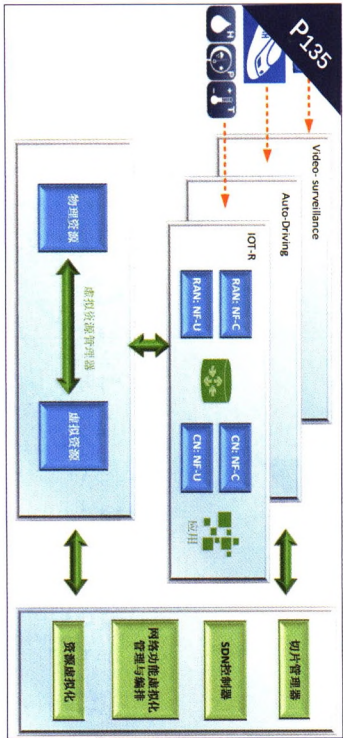
张 平

## 专题:5G 移动通信基础理论与关键技术 (专题特约编辑:宋朝晖)

|     |                           |     |     |     |     |     |
|-----|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 5G 毫米波测试方法研究进展            | 蒋政波 | 郭 翀 | 洪 伟 |     |     |
| 133 | 面向智能高铁业务和应用的 5G 基础理论与关键技术 | 艾 渤 | 章嘉懿 | 何睿斯 | 马国玉 | 钟章队 |
| 142 | 面向 5G/B5G 通信的智能无线资源管理技术   | 史清江 | 洪明毅 | 罗智泉 |     |     |
| 150 | 智能移动通信新架构探索               | 葛 宁 | 陈 旭 | 冯 伟 |     |     |
| 154 | 面向 5G 移动通信的滤波天线及阵列        | 曹云飞 | 杨圣杰 | 章秀银 |     |     |
| 163 | 5G 信道建模研究的进展与展望           | 张建华 | 唐 盼 | 姜 涛 | 张 健 | 张 振 |
| 179 | 蜂窝车联网 (C-V2X) 综述          | 陈山枝 | 时 岩 | 胡金玲 |     |     |
| 186 | 大规模 MIMO 传输技术研究 with 展望   | 卢安安 | 高西奇 |     |     |     |

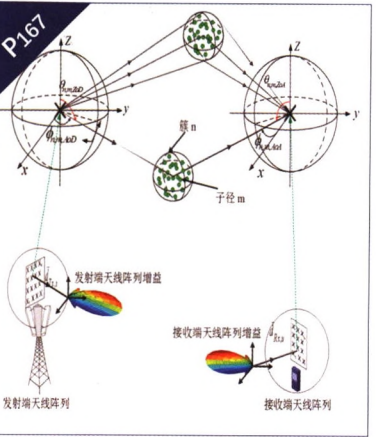
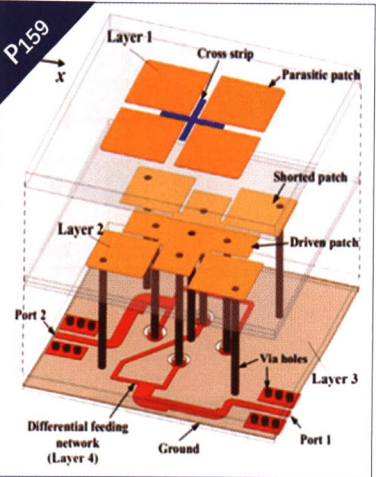
## 科技评述

|                            |     |     |
|----------------------------|-----|-----|
| 193 Science 2019 年十大科学突破解读 |     |     |
| 193 人类历史上首张黑洞照片问世          |     | 沈志强 |
| 194 青藏高原的古人类               | 陈发虎 | 张冬菊 |
| 196 谷歌宣称成功演示“量子霸权”         |     | 于 扬 |
| 197 改善儿童营养不良               |     | 周宏伟 |
| 198 “小行星撞地球”新证据            |     | 徐 星 |
| 199 迄今探测的最遥远太阳系天体          |     | 季江徽 |
| 201 古菌或为人类终极祖先             |     | 黄 力 |



# CONTENTS

ZHONGGUO KEXUE JIJIN 目录



|                   |     |
|-------------------|-----|
| 202 囊性纤维化新药获批     | 唐潇潇 |
| 204 抗击埃博拉病毒       | 岑 山 |
| 205 人工智能在多角色游戏中获胜 | 王飞跃 |

## 科技论坛

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| 207 新奇量子体系的设计、制备和物性操控      | 姜向伟 倪培根 董国轩 王 健 姚 宏 张 浩                |
| 213 组织工程研究的现状及应关注的重要基础科学问题 | 王乐禹 邱小忠 王璞玥 杜全生 谷瑞升                    |
| 221 器官发育与再生的细胞谱系建立机制       | 赵天宇 李 礼 孟庆峰 冯雪莲 田艳艳                    |
| 228 创新驱动的重大创业理论与关键科学问题     | 陈晓红 蔡 莉 王重鸣 李新春 路江涌<br>杨 俊 葛宝山 赵新元 吴 刚 |

## 管理纵横

|                              |                 |
|------------------------------|-----------------|
| 237 发达国家自然科学基金组织申请代码体系评述及其启示 | 王莹莉 王美惠 郑知敏 杨晓光 |
| 243 广西获国家自然科学基金资助现状与管理措施探讨   | 潘家新             |

## 成果快报

|                                |
|--------------------------------|
| 162 我国学者观测到范德瓦尔斯层间堆叠结构对二维磁性的调控 |
| 236 2019 年度中国科学十大进展            |

**封一图片说明：**移动通信发展近三十多年以来，测试原理与技术迎来一次跳跃式革新，OTA测试将取代传导测试，成为5G毫米波系统的主要测试形态。详细内容参见本期第126页文章“5G毫米波测试方法研究进展”。(图片来源：由东南大学信息科学与工程学院毫米波国家重点实验室 郭 舸 提供)

**本期责任编辑：**刘 灿 齐昆鹏 杨 曦 姜钧译 吴 妹  
**美术编辑：**姜钧译

CONTENTS

Editorial

The Enable Technologies Will Change Human Society.....Zhang Ping    125

Special Topic: Basic Theory and Key Technologies of 5G Mobile Communications

Research and Progress in 5G Millimeter Wave Testing: an Overview.....Jiang Zhengbo *et al.*    126

Fundamental Theory and Key Technologies of 5G for Service and Application of Intelligent High-Speed Railway  
.....Ai Bo *et al.*    133

Intelligent Radio Resource Management for 5G/B5G Communications.....Shi Qingjiang *et al.*    142

New Network Architecture for Intelligent Mobile Communications.....Ge Ning *et al.*    150

5G Filtering Antenna and Array in Sub-6 Ghz And Millimeter-wave Frequency Band.....Cao Yunfei *et al.*    154

Research on Channel Modeling for 5G: Current Status and Future Outlook.....Zhang Jianhua *et al.*    163

Cellular Vehicle to Everything (C-V2X): a Review.....Chen Shanzhi *et al.*    179

Prospects and Overview of Massive MIMO Transmission.....Lu An-An *et al.*    186

Commentary

Interpretation of 2019 *Science's* Top 10 Scientific Breakthroughs of the Year..... Shen Zhiqiang *et al.*    193

Forum

Design, Fabrication and Physical Manipulation of Novel Quantum Systems..... Jiang Xiangwei *et al.*    207

Research Status and Several Important Basic Scientific Issues of Tissue Engineering.....Wang Leyu *et al.*    213

The Mechanisms of Cell Lineage Establishment for Organ Development and Regeneration.....Zhao Tianyu *et al.*    221

Important Theories and Critical Scientific Questions of Innovation-driven Entrepreneurship.....Chen Xiaohong *et al.*    228

Policy

Classification Code Systems of Research Funding Institutions in Developed Countries and its Enlightenment to China  
..... Wang Yingli *et al.*    237

Discussions on the Current Situation and Management Measures of Guangxi Subsidized by National Natural Science Foundation  
.....Pan Jiaxin    243

欢迎订阅

# 《中国科学基金》

Bulletin of National Natural Science Foundation of China

《中国科学基金》（中文刊）创刊于1987年，是由国家自然科学基金委员会主管、主办的综合性学术期刊，已被北大核心、CSCI、CSCD等国内各主要检索系统及日本《科学技术文献速报》等国外部分重要检索系统收录。

《中国科学基金》主要报道和介绍国家自然科学基金重要资助政策、项目研究进展、优秀成果以及科学基金管理经验，为科学家、科研机构及决策部门提供指导与参考。本刊是国家自然科学基金委员会联系广大科学基金项目申请者、承担者、管理者和依托单位的桥梁与纽带，也是向海内外宣传展示中国科学基金事业发展和基础研究成果的窗口。

编辑部地址：北京市海淀区双清路83号

投稿网址：<http://zkjj.cbpt.cnki.net>

联系电话：010-62326918，62326880

银行账户名：国家自然科学基金委员会科学基金杂志社

开户银行：中国工商银行北京北太平庄支行

账号：0200010009200062483

定价：30元



国内邮发代号：82-413

国外发行代码：BM863

国内统一刊号：CN 11-1730/N