

# 电波科学学报

## Chinese Journal of Radio Science

本期聚焦：“面向垂直行业场景的5G及B5G电波传播与无线信道研究”专题  
专题主编 艾渤



中国电子学会主办

1

2023

# 电波科学学报

Dianbo Kexue Xuebao

第 38 卷 第 1 期

2023 年 2 月

## 目次

### “面向垂直行业场景的 5G 及 B5G 电波传播与无线信道研究”专题

“面向垂直行业场景的 5G 及 B5G 电波传播与无线信道研究”专题前言 .....	艾渤	1
“面向垂直行业场景的 5G 及 B5G 电波传播与无线信道研究”专题编委会 .....		2

### 专题论文

工业互联网信道特性与建模研究综述（特邀文章） .....	张建华 王玉洁 唐盼 刘宝玲 姜涛	3
支持未来全频谱接入通信的基站天线研究综述（特邀文章） .....	何业军 黄伟 陈亚玲 张龙 李文廷	15
基于粒子群算法的室外配用电场景射线追踪优化方法 .....	史锐博 富子豪 朱博 于璐嘉 耿绥燕 赵雄文 李清亮	27
6G 超大规模天线信道波束域传播特性分析 .....	冯瑞 王承祥 郑一 黄杰	35
面向 6G 的毫米波多频段多天线信道测量系统构建及实测验证 .....	周子皓 黄杰 钱肇钧 徐兰天	44
面向 5G 无人机通信场景的传播路径概率预测模型 .....	庞明慧 台鑫 吕崇玉 朱秋明 华博宇 李茁	54
智能反射面辅助的 5G 高铁车站覆盖增强技术研究 .....	单馨漪 何丹萍 费丹 柴天娇 钟章队 吴绍华	63
面向新一代铁路移动通信的网络规划技术研究 .....	丁珣 张俊笛 何丹萍 费丹 王文渊	71
60 GHz 与 300 GHz 频段航天器舱内通信信道特性 .....	杨俊 石磊 姚博 刘彦斐	79
多场景卫星通信信道动态建模与仿真实现 .....	何遵文 杜川 张焱 顾霖昊 张万成	87

### 论文

基于时间调制的单通道多基线相位干涉仪测向 .....	赵自强 曹岸杰 杨勇 游月辉 陈靖峰 金荣洪 贺冲	96
手臂电磁通道特征研究 .....	王宜颖 周成贵 曾昭锋 范友康 潘旺华	103
基于 AIS 信号的低空大气波导监测试验分析 .....	张利军 王红光 李建儒 张超 韩杰 王倩南 朱庆林	108
运动调制的间断型长箔条散射特性研究 .....	甘琳 李健兵 杨坤龙 王雪松	114
基于频谱特征分析的多谐波时间调制阵列测向方法 .....	刘晗 陈靖峰 杨柳 倪刚 贺冲 金荣洪	123
基于时间调制阵列的全向宽带测向方法 .....	杨柳 夏雨 刘冬平 贺冲 陈靖峰 金荣洪	130
带状线组件与射频连接器的键合过渡结构 .....	杜明	137
VHF 雷达空域干涉法探测曲靖电离层 E 区场向不规则体精细结构 .....	邓忠新 徐彤 刘瑶 朱梦言 徐彬 丁宗华 许正文	142
近场条件下数字阵列雷达自适应波束形成技术研究 .....	张涛 袁涛 陈峰峰 张广磊 路成军	152
一种求解三维抛物方程的迭代方法 .....	吴晓萍 梁志禧 黎子豪 龙云亮	159
相对运动等离子体平板与电磁波相互作用研究 .....	满良 邓浩川 薄勇 肖志河 杨利霞	164
利用仿真方法研究三频信标技术 .....	姚海涛 林剑 祝芙蓉 张宇	173
基于横向扼流法的宽带带状线小室设计 .....	陈乐东 吴建飞 王芳 王宏义 桂新海	181

CONTENTS

**Special Column: Research on 5G and B5G Radio Wave Propagation and Wireless Channel for Vertical Industry Scenarios**

Overview of research on channel characteristics and modeling in the IIoT scenarios (Invited)  
 ..... ZHANG Jianhua WANG Yujie TANG Pan LIU Baoling JIANG Tao 3

Review of base station antennas for future all-spectrum-access communications (Invited)  
 ..... HE Yejun HUANG Wei CHEN Yaling ZHANG Long LI Wenting 15

Ray tracing optimization using particle swarm algorithm for an outdoor power distribution and utilization scenario  
 ..... SHI Ruibo FU Zihao ZHU Bo YU Lujia GENG Suiyan ZHAO Xiongwen LI Qingliang 27

Beam domain propagation characteristics analysis of 6G ultra-massive MIMO channels  
 ..... FENG Rui WANG Chengxiang ZHENG Yi HUANG Jie 35

Construction and measurement verification of 6G mmWave multi-band multi-antenna channel measurement system  
 ..... ZHOU Zihao HUANG Jie QIAN Zhaojun XU Lantian 44

Path probability prediction model for 5G UAV communication scenarios  
 ..... PANG Minghui TAI Xin LYU Chongyu ZHU Qiuming HUA Boyu LI Zhuo 54

Intelligent reflecting surface-assisted 5G high-speed railway station coverage enhancement technology  
 ..... SHAN Xinyi HE Danping FEI Dan CHAI Tianjiao ZHONG Zhangdui WU Shaohua 63

Research on network planning technology for new generation railway mobile communication  
 ..... DING Xun ZHANG Jundi HE Danping FEI Dan WANG Wenyuan 71

Channel characterization for spacecraft capsule communication at 60 GHz and 300 GHz  
 ..... YANG Jun SHI Lei YAO Bo LIU Yanfei 79

Dynamic modeling and simulation of multi-scenario satellite communication channels  
 ..... HE Zunwen DU Chuan ZHANG Yan GU Linhao ZHANG Wancheng 87

\*\*\*\*\*

**Papers**

Single-channel multiple baseline interferometer DF with time modulation  
 ... ZHAO Ziqiang CAO Anjie YANG Yong YOU Yuehui CHEN Jingfeng JIN Ronghong HE Chong 96

Investigation of electromagnetic channel characteristics for human arm  
 ..... WANG Yiyang ZHOU Chenggui ZENG Zhaofeng FAN Youkang PAN Wanghua 103

Experimental analysis of lower atmospheric duct monitoring based on AIS signal  
 ..... ZHANG Lijun WANG Hongguang LI Jianru ZHANG Chao  
 HAN Jie WANG Qiannan ZHU Qinglin 108

Research on the motion and scattering characteristics of intermittent long chaff  
 ..... GAN Lin LI Jianbing YANG Kunlong WANG Xuesong 114

Multi-harmonic direction-finding method in time-modulated array based on frequency spectrum property analysis  
 ..... LIU Han CHEN Jingfeng YANG Liu NI Gang HE Chong JIN Ronghong 123

Omnidirectional broadband direction-finding method based on time-modulated array  
 ..... YANG Liu XIA Yu LIU Dongping HE Chong CHEN Jingfeng JIN Ronghong 130

Transition between strip-line module and RF connector by bonding ..... DU Ming 137

Fine structure of ionospheric E-region field-aligned irregularities revealed using the Qijing VHF radar spatial interferometry ..... DENG Zhongxin XU Tong LIU Yao ZHU Mengyan  
 XU Bin DING Zonghua XU Zhengwen 142

Adaptive beamforming of digital array radar in the presence of near-field  
 ..... ZHANG Tao YUAN Tao CHEN Fengfeng ZHANG Guanglei LU Chengjun 152

An iterative method for solving 3D parabolic equation ... WU Xiaoping LIANG Zhixi LI Zihao LONG Yunliang 159

Interaction between relative moving plasma plate and electromagnetic wave  
 ..... MAN Liang DENG Haochuan BO Yong XIAO Zhihe YANG Lixia 164

Research on tri-band beacon technology by simulation method ... YAO Haitao LIN Jian ZHU Fuying ZHANG Yu 173

Design of broadband IC-stripline cell based on transverse choke method  
 ..... CHEN Ledong WU Jianfei WANG Fang WANG Hongyi GUI Xinhai 181