

# 基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统设计

尤 淳

(中国电子科技集团公司 第十四研究所, 南京 210013)

**摘要:** 针对当前雷达通信信号收发控制系统存在接入信号容量小, 收发控制时间长的问题, 设计基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统; 采用 NTF608 无线芯片和 MSO746F167 单片机处理发送器, 传送雷达通信信号, 选用 AD2764 芯片接收器, 高速缓冲基带信号, 读取雷达通信信号地址, 利用 NTUET34876R 芯片控制器, 将雷达通信数据存储至 4 k 字节的 K1 高速存储寄存器中, 双向传输雷达通信信号, 完成系统硬件设计; 利用数据挖掘技术, 优化雷达通信信号, 按照发送程序发送通信信号, 由主控程序控制接收器接收通信信号, 在雷达通信信号控制器中写入 4 k 字节数据, 采用数据缓冲将数据进行交换、运算, 启动信道通道将雷达通信数据进行 A/D 转换, 实现雷达通信信号收发控制; 实验结果表明, 基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统的接入信号容量为 85.9%, 信号收发控制时间为 43 s, 能够有效增大系统接入信号容量, 缩短系统信号收发控制时间。

**关键词:** 大数据分析; 数据挖掘; 雷达通信; 通信信号; 收发控制; 控制系统

## Design of Radar Communication Signal Receiving and Sending Control System Based on Big Data Analysis

YOU Chun

(The 14th Research Institute Of China Electronics Technology Group Corporation, Nanjing 210013, China)

**Abstract:** In view of the problems of the current radar communication signal receiving and transmitting control system, such as small access signal capacity and long receiving and transmitting control time, a radar communication signal receiving and transmitting control system based on big data analysis is designed. NTF608 wireless chip and MSO746F167 microcontroller are used to process transmitter and transmit radar communication signal. AD2764 receiver is used to cache baseband signal and read radar communication signal address. NTUET34876R controller is used to store radar communication data in 4 K byte K1 high-speed storage register and transmit radar communication signal in two directions. The hardware design of the system is completed. Using data mining technology, the radar communication signal is optimized. The communication signal is sent according to the sending program, and the receiver is controlled by the main control program to receive the communication signal. 4 K bytes of data are written into the radar communication signal controller. Data buffer is used to exchange and calculate the data, and the channel is activated to convert the radar communication data into A/D, so as to realize the control of radar communication signal receiving and transmitting. The experimental results show that the access signal capacity of radar communication signal transceiver control system based on big data analysis is 85.9%, and the signal transceiver control time is 43 s, which can effectively increase the system access signal capacity and shorten the system signal transceiver control time.

**Keywords:** big data analysis; data mining; radar communication; communication signal; receiving and dispatching control; control system

### 0 引言

雷达通信信号技术根据通信信号发送、接收的快慢程度可分为模拟信号、中频信号、载波信号等<sup>[1-2]</sup>。目前网络信息快速发展, 对雷达通信信号收发控制系统的要求越来越

越高。当雷达通信信号发送速度越快时, 信号注入点的位置越靠近终端位置的前端; 当雷达通信信号发送速度越慢, 信号注入点的位置越靠近终端位置的<sup>[3]</sup>。因为利用大数据分析雷达通信信号的通信数据流精度和信号逼真程度

收稿日期: 2021-03-16; 修回日期: 2021-05-10。

作者简介: 尤 淳(1988-), 男, 江苏盐城人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事通信、信息交互、数据库、大数据方向的研究。

引用格式: 尤 淳. 基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2021, 29(7): 140-144.

高，所以需要根据实际情况设计相应的雷达通信信号收发控制系统。

目前国内外学者对相关领域进行了研究，并取得了一定的研究成果。文献 [4] 提出基于网格密度峰值的雷达分选系统，利用双重网格划分方式，避免边界丢失问题，运用改进密度峰值的网格合并方式，实现雷达信号脉冲描述的实时聚类，由此完成雷达分选，该方法具有较高的准确度和抗干扰能力，但分选时间较长。文献 [5] 提出基于频分阵列多输入多输出设计的雷达联合通信自适应闭环距离角相关旁瓣控制方法。利用重叠频分阵列生成的非耦合波束图和基于 Blackman 窗的非均匀频偏，实现距离角相关旁瓣控制，设计发射权重向量，计算波束空间矩阵，区分目标和通信接收器位置。该方法具有较高的安全性，但存在接入信号容量较低的问题。

为了满足大数据分析雷达通信信号数据采集、处理的需求，本文设计了一个可靠性高、数据传输、接收速率快的收发控制系统，大数据采集分析是数据采集处理系统的核心组成部分，搭建了雷达通信与外界通信信号传输的平台，完成了对雷达通信数据的快速发送和接收。雷达通信信号收发控制系统采用了数据挖掘技术，硬件和软件相互配合工作使通信数据传输速度快、系统可靠性高、成本低，解决了传统雷达通信信号收发控制系统信号发送缓慢、数据接收不及时难题。

### 1 基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统硬件设计

本文设计的雷达通信信号收发控制系统硬件由发送器、接收器、控制器 3 部分组成，系统硬件结构如图 1 所示。

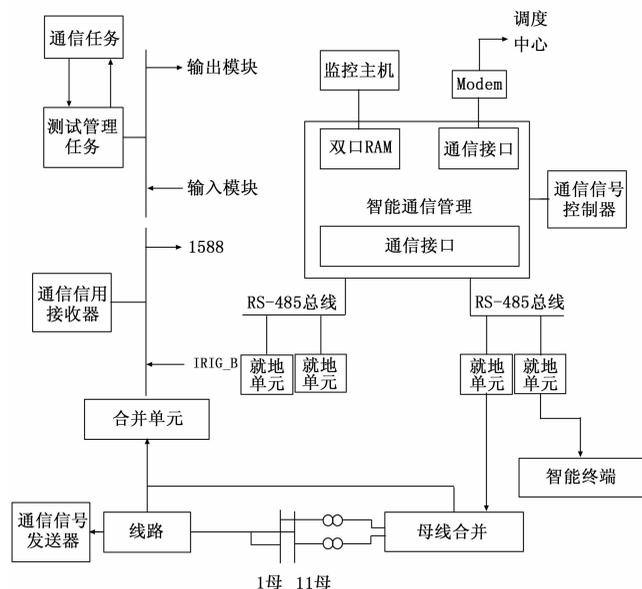


图 1 雷达通信信号收发控制系统硬件结构

#### 1.1 雷达通信信号发送器

雷达通信信号收发控制系统需要产生四路差分通道 Y、

I 雷达回波信号，每个雷达回波信号都需要将对应的载波信号、抑制噪声以及通信信号参数存储到存储器中。雷达通信信号发送器结构如图 2 所示。

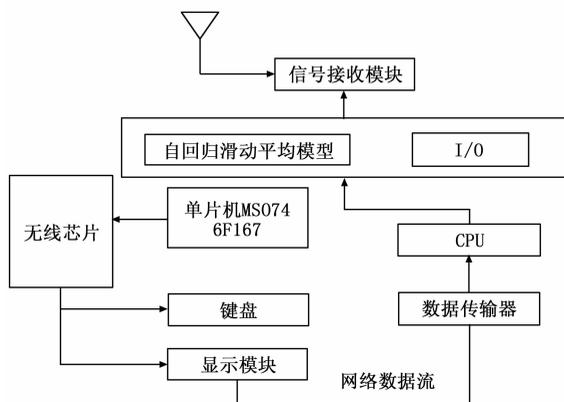


图 2 雷达通信信号发送器结构

根据图 2 可知，雷达通信信号发送器包括键盘、CPU 以及数据转换器。通过键盘输入电路将雷达通信信号送入单片机 MS0746F167 的 I/O 口，经过单片机处理之后，对频率芯片进行低功率设置，以确定发送器发送雷达通信信号的方式。发送器输出雷达通信信号经过无线芯片 NTF608 的处理，送至无线发射器的接收方，MSO746F167 单片机可以长时间持续运转，在少于 6 μs 的时间进行低功耗模式唤醒，集成了 A/D 转换器、硬件乘法器、定时器、时钟等。雷达通信信号发送器内部时钟结构如图 3 所示。

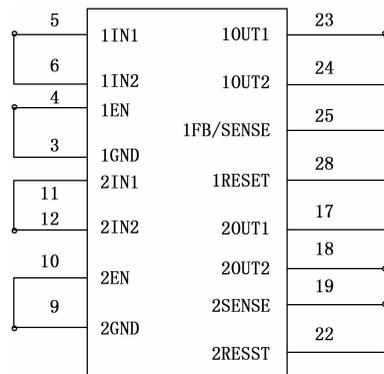


图 3 雷达通信信号发送器内部时钟结构

雷达通信信号发送器的工作电压为 2~5.6 V，22 引脚 FIJ 封装，工作于 344/864/931 MHz 频道。NTF608 由频率合成器、接收解调器、功率放大器、晶体振荡器以及调制器构成。在运行时不需要添加时钟滤波器，需要开启 Shockburst TM 发送模式，自动处理循环冗余校验码，使用 STI 接口与接收器互相通信，配置方便，适配性高<sup>[6-7]</sup>。除此之外，雷达通信信号发送器功耗低，以 15 dBm 的输出功率发送通信信号电流为 15 mA，工作接收器的电流为 12.5 mA，发送器内部构建空间模式与关机模式，能够实

现雷达通信信号的大功率传送<sup>[8-10]</sup>。调频机制强大,单片容量能达到 4 GB,能够存储大量的雷达通信数据,读取数据传输的速度将近 50M 字节,雷达通信信号的传输速率达到 2.5 Gb/s。

### 1.2 雷达通信信号接收器

雷达通信信号接收器是整个雷达通信信号收发控制系统的核心。因为雷达通信信号在发送过程中的传输速率不稳定,所以需要生成多个多路通信信号源。雷达通信信号接收器结构如图 4 所示。

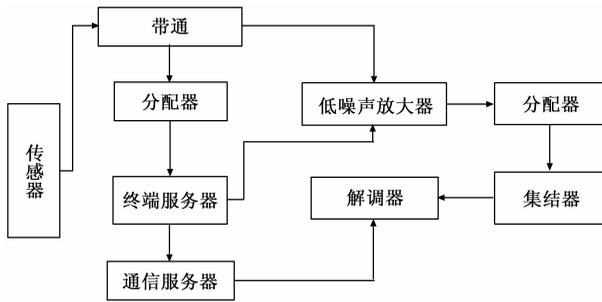


图 4 雷达通信信号接收器结构

根据图 4 可知,雷达通信信号接收器由带通、低噪声放大器以及解调器组成。接收器的芯片选用 AD2764,发送器发送的雷达通信信号经过带通进行选频,选频结束后进行滤除干扰,将通信信号滤除的有用信号通过解调器的要求形成电平值,运用超长的指令结构,内含 6 个独立的信号开关、3 个定点接收逻辑上行频带、传输的数值在 800~900 MHz、4 个调制乘法器、28 个 30 位通用本振信号<sup>[11-13]</sup>。通带信号在对信号载波的调制过程中进行调波,将通带信号搬移到所需的频段变成上变频信号,放大到足够的标准信号值时进行抗干扰,在不干扰的相邻信道传送并最终形成限制频带。

250 MHz 雷达通信信号收发控制系统在 2 500 MI/s 和 650 MFLO 时钟工作下性能发挥到最大,雷达通信信号源变成正弦波,滤除过程中产生增益,射频增益、混频增益、中频增益共同组成了总增益,信号增益分散在各个频段,较为稳定<sup>[14-15]</sup>。通信信号中频率低并且较为固定,增益容易增大但很稳定,在较低的固定中频上解调或 A/D 变换也相对来说较为容易,只需通信信号在中频传输信道形成正弦载波即可<sup>[16-17]</sup>。完成雷达通信信号地址的读取,输出上行信道传送过来的通信信道数据,接收来自发送器发送的雷达通信基带信号,延迟下行信道到达的时间,读取数据中心的存储数据并启动 A/D 转换器,输入的通信数据嵌入到接收器的芯片内部,根据对应的传输数据以及目标参数选择合适的调制和解调方式,其读写速度能达到 200 MHz,设计的雷达通信信号接收器抗干扰性能好、频带利用率高、无线收发转换的损耗小。

### 1.3 雷达通信信号控制器

雷达通信信号控制器是基于大数据分析的雷达通信信

号收发控制系统的终端器件,控制器的芯片为 NTU-ET34876R,核心器件是 SIMENS 公司推出的,具有超强信号抗干扰能力。控制器的芯片是先进的 I/O 处理器,采用了先进的数据流控制结构,是 28 位、30 MHz 的总线注 I/O 控制器,符合雷达通信信号总线规范的 3.2 版本,具有 3 种不同的控制模式,针对不同种类的处理器结构以及总线属性,需要减少信号发送以及接收过程中的中间逻辑,同时它具有多项选择的并行电平接口,本地时钟与线上通信信号时钟同步。

雷达通信信号控制器内部有 4 种可编程的嵌入系统,可以实现雷达通信信号的零等待传输。在适配性高的嵌入式系统中嵌入雷达通信信号,整机采用 5 V 电路,对电源噪声要求较低,通过中心电流不超过 2 A,使雷达通信信号满载波纹满足收发控制系统的要求。芯片外接 15 bit 数据流,6 个引脚。当采用 4 bit 模块时,6 个引脚需要下拉,这时采用 10 bit 的数据形式,控制器通信信号插槽接口处连接每个信号区域,对通信信号的长度、大小,数据流的连接都有特定点的要求,通信信号下拉引脚需要设置 1 个下拉或者 2 个下行信道,以供雷达通信信号的有效传送。雷达通信信号控制器结构如图 5 所示。

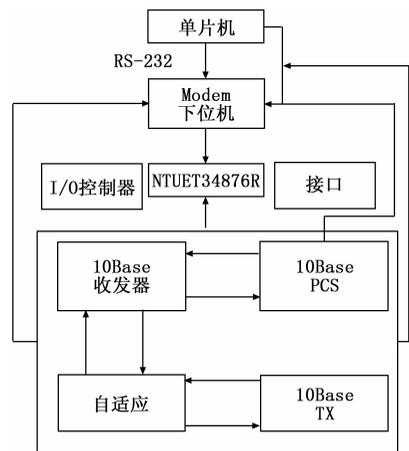


图 5 雷达通信信号控制器结构

在控制器的数据线、地址线以及某些重要控制信号区域需要采用单向缓存动作,以便对雷达通信信号进行缓冲,使控制器对雷达通信信号有较强的驱动以及抗干扰能力<sup>[18]</sup>。由于读取通信地址只能是单向的,因此,发送以及接收雷达通信信号必须固定方向,使通信数据能够上传到云端处理器中进行存储,通信方向由信号增益控制,以便达到雷达通信信号双向传输的目的。

## 2 基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统软件设计

大数据的形成通常需要大量文本数据的长期累积,往往依靠传统的方式获取原始数据,在应用到雷达通信信号中,根据雷达采集、雷达通信信号接收器接收到的通信数

据，运用数据挖掘技术，得到更多的有关雷达通信的相关数据。数据挖掘技术指的是在海量未知的实际数据中提取相关信息的过程。通过输入雷达通信信号数据，预处理数据信息，对输入雷达通信信号数据进行加工，处理雷达通信信号噪声数据，采用数据挖掘技术将雷达通信信号数据进行分类，得到相关数据信息，再通过训练获取分类规则，构建模型进行参数调优，输出雷达通信数据参数。由于雷达通信数据的参数调整较为复杂，采用数据挖掘技术，应用到雷达通信信号的发送以及传输、接收，根据已存在的雷达通信数据，实现雷达通信信号的优化，提升通信设备的响应灵敏度，提高雷达通信信号的抗干扰能力。并且采用数据挖掘技术，能够挖掘雷达与雷达信号之间的连接关系，通过原始数据实时获取通信信号的目标参数，跟踪并且识别杂波信号的差异性，提取不同雷达通信信号的特征，更好地跟踪雷达通信信号抗干扰数据。基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统软件工作流程如图 6 所示。

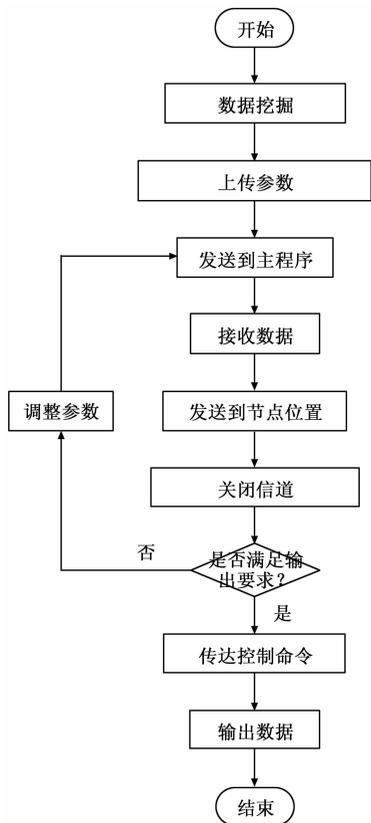


图 6 基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统软件工作流程

根据图 6 可知，雷达通信信号收发控制采用一定的顺序，首先雷达通信原始数据经过数据挖掘后，上传到解调器中产生正弦波纹、噪声数据以及标准通信数据参数，通过单信道传输到与其对应的存储器中进行存储，整个发送雷达通信信号的过程由通信信号控制器控制。按照发送程

序发送的格式命令、地址，将通信信号发送至主控程序上，然后由主控程序控制接收器接收命令，将接收的指令以及通信数据传送到接收器的总线上，数据自动保存并下载。接着通过总线接收的命令，雷达通信信号接收器接收发送过来的数据，并定位发送节点地址，将雷达通信数据读写到接收器中，接收到的通信数据属于雷达通信的标准，需要关闭信道传输通道，等待接收新的传输雷达通信数据的指令，并判断新的指令地址。最后，在雷达通信信号控制器中写入 4 k 字节数据，通过编程记录通信信号地址，将通信数据搬移到程序的 CPU 中，采用数据缓冲将数据进行交换、运算，当通信信道的正弦波、抑制噪声以及通信数据下载完成后，启动信道通道将雷达通信数据进行 A/D 转换，完成雷达通信信号的发送、接收以及处理、控制，由此实现雷达通信信号收发控制。

### 3 实验分析

为了验证本文设计的基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统的有效性，在设计过程中需要选用 SIMENS 公司生产的国内先进的雷达芯片，能够提前演示雷达通信信号收发控制系统。分别采用基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统与基于朴素贝叶斯网络的雷达通信信号收发控制系统、基于网格密度峰值聚类的雷达通信信号收发控制系统进行实验对比，分析系统接入信号容量和系统信号收发控制时间。得到不同方法的系统接入信号容量对比结果如图 7 所示。

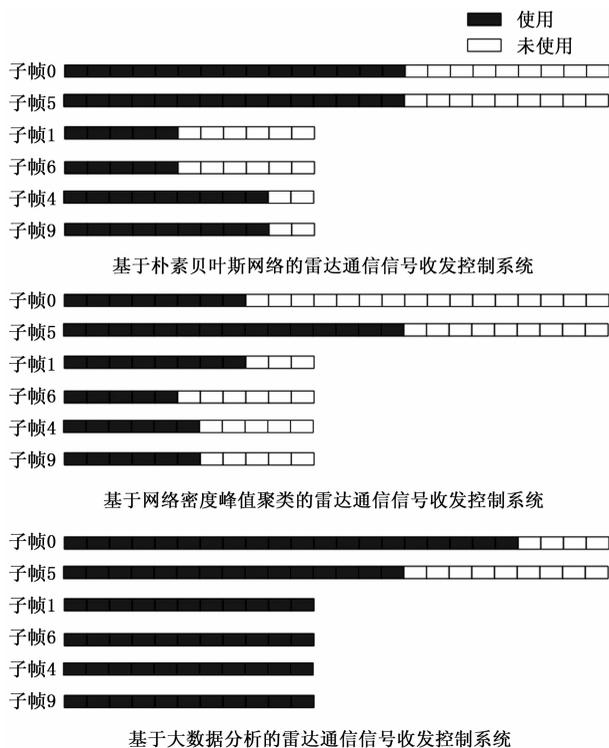


图 7 不同方法的系统接入信号容量对比结果

根据图 7 可知, 基于朴素贝叶斯网络的雷达通信信号收发控制系统和基于网格密度峰值聚类的雷达通信信号收发控制系统的接入信号容量分别为 63% 和 52.2%, 对雷达通信信号进行控制时, 系统接入信号仍然有许多空余容量, 系统的空间无法得到有效利用, 而基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统的接入信号容量为 85.9%。由此可知, 基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统的接入信号容量较大, 因为在设计基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统中, 通信过程中产生的雷达通信数据、目标增益、噪声数据通过接收器的总线得到了实时的记录、保存, 使系统的频带利用率高, 具有很好的抗干扰性、隔离性、以及功效性, 能够充分利用系统容量, 从而增强系统的运行效果, 达到更好的存储效果。

在此基础上, 为了进一步分析系统的有效性, 得到不同方法的系统信号收发控制时间如图 8 所示。

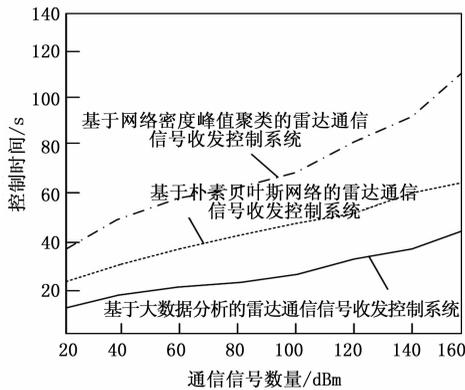


图 8 不同方法的系统信号收发控制时间对比结果

根据图 8 可知, 随着通信信号数量的增加, 不同方法的系统信号收发控制时间随之增大。当通信信号数量达到 160 dBm 时, 基于朴素贝叶斯网络的雷达通信信号收发控制系统和基于网格密度峰值聚类的雷达通信信号收发控制系统的信号收发控制时间分别为 62 s 和 110 s, 而基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统的信号收发控制时间仅为 43 s。由此可知, 基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统的信号收发控制时间较短, 因为在建立大量雷达通信数据之间的联系时, 应用数据表征逻辑关系确定通信数据的关联性, 这样对雷达通信的具体信息能够掌握得更充分, 利用更彻底, 使基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统性能达到最优, 随着大量先进的雷达投入使用, 雷达之间的通信效率也会越来越高。

#### 4 结束语

为了增大雷达通信信号收发控制系统接入信号容量, 缩短系统信号收发控制时间, 利用大数据技术完成雷达通信信号的收发控制。经实验验证基于大数据分析的雷达通信信号收发控制系统的接入信号容量较大, 能够有效缩短系统信号收发控制时间。雷达通信数据存储以及处理能力

在大数据分析技术中得到了明显的优化, 包括其中的数据参数配置、通信信号发送速度的快慢、雷达通信数据接收的实时性以及收发控制性能的优化调整以及信号的反馈、评估。

#### 参考文献:

- [1] 杜力. 基于大数据的船舶雷达信息存储优化方案研究 [J]. 舰船科学技术, 2019, 41 (6): 116-118.
- [2] 李淑兰, 张翔. 基于大数据的光纤通信风险自动预测系统设计 [J]. 激光杂志, 2019, 40 (12): 154-158.
- [3] 梁凯, 张银克. 基于大数据的网络通信系统改进 [J]. 现代电子技术, 2019, 42 (4): 117-119.
- [4] 顾军华, 田喆, 苏鸣, 等. 基于网格密度峰值聚类的实时雷达分选系统 [J]. 计算机应用与软件, 2019, 36 (10): 66-70.
- [5] BASIT A. Adaptive transmit array sidelobe control for tracking in joint Radar-Communication [J]. Digital Signal Processing, 2019, 97 (9): 261-268.
- [6] 何卫华, 王宏. 基于大数据分析技术的光纤通信系统安全态势预测 [J]. 现代电子技术, 2020, 43 (7): 6-9.
- [7] 刘玉涛, 詹平, 梁晨, 等. 基于 MIMO-OFDM 的雷达通信一体化收发方法 [J]. 计算机测量与控制, 2019, 27 (8): 202-206.
- [8] 吴亿锋, 程宇峰, 邓晓波, 等. 人工智能驱动下的雷达发展思考 [J]. 现代雷达, 2019, 41 (10): 23-27.
- [9] 姚娟, 周远舟. 基于大数据技术的机载激光雷达点云分类与建模研究 [J]. 激光杂志, 2019, 40 (12): 159-162.
- [10] 谢潇睿, 李学, 彭春华, 等. 基于大数据分析的配电网辅助决策系统的研究 [J]. 电子设计工程, 2020, 28 (5): 127-130.
- [11] 李骥, 王桦, 王威. 多载波相位编码雷达间载采样转发干扰分析 [J]. 信号处理, 2019, 35 (1): 49-56.
- [12] 周昱, 郑霖, 邓小芳, 等. 无时钟同步下双基地雷达的相位误差补偿算法 [J]. 电光与控制, 2020, 27 (3): 22-26.
- [13] 邓鹏程, 孙清勇, 田苗苗. 大数据项目咨询方法论在电力企业中的应用 [J]. 水电站机电技术, 2019, 42 (3): 9-12.
- [14] 庄伟. 大数据在慢病管理中的应用 [J]. 饮食保健, 2020, 7 (9): 258.
- [15] 杨利超, 高悦欣, 邢孟道, 等. 基于广义 keystone 和频率变标的微波光子 ISAR 高分辨实时成像算法 [J]. 雷达学报, 2019, 8 (2): 49-57.
- [16] 张晓东, 李想. 基于 C++ 语言的雷达系统组件化建模与仿真 [J]. 计算机测量与控制, 2020, 28 (11): 192-196.
- [17] 杨慧婷, 周宇, 谷亚彬, 等. 参数调制多载波雷达通信共享信号设计 [J]. 雷达学报, 2019, 8 (1): 54-63.
- [18] 左家骏, 杨瑞娟, 罗少华, 等. TDS-OFDM 雷达通信共享信号波形设计 [J]. 国防科技大学学报, 2020, 42 (5): 9-15.