

文章编号: 2095-4980(2019)01-0058-06

无线电干扰设备频谱特征仿真模型库系统设计

陈 勇, 张 余, 张建照, 蒋慧娟

(国防科技大学 第六十三研究所, 江苏 南京 210007)

摘 要: 针对无线电干扰设备频谱特征仿真模型管理与使用需求, 设计了无线电干扰设备频谱特征仿真模型库系统, 开发了无线电干扰设备频谱特征仿真模型库管理平台。经过功能反复测试, 开发的模型库管理平台能够对干扰设备频谱特征仿真模型库、频谱特征参数数据库进行有效管理, 为促进无线电干扰设备频谱特征仿真模型应用提供了支撑。

关键词: 无线电干扰设备; 频谱特征; 仿真模型; 模型库管理平台

中图分类号: TN914.42

文献标志码: A

doi: 10.11805/TKYDA201901.0058

Design on spectrum characteristic simulated model repository system of radio jamming equipment

CHEN Yong, ZHANG Yu, ZHANG Jianzhao, JIANG Huijuan

(The 63rd Institute, National University of Defense Technology, Nanjing Jiangsu 210007, China)

Abstract: To meet the requirement of managing and applying the spectrum characteristic model of radio jamming equipment, a spectrum characteristic simulated model repository system of radio jamming equipment, is designed. A management platform for spectrum characteristic simulated model repository of radio jamming equipment is developed. The function testing results show that the designed management platform can effectively manage the spectrum characteristic simulated model repository and spectrum parameter data repository of radio jamming equipment, which contributes to the application of the spectrum characteristic simulated model for radio jamming equipment.

Keywords: radio jamming equipment; spectrum characteristic; simulated model; model repository management platform

为夺取未来信息化条件下联合作战的信息优势, 掌握战争主动权, 各国积极发展电子对抗设备。目前已经拥有了大量的无线电干扰设备, 其种类多样, 型号不一, 频谱特征样式各异, 干扰能力不断提高, 但利用实际电子干扰设备来构建电磁干扰环境, 以支撑无线电设备电磁环境适应性测试与评估工作存在一定困难。干扰设备频谱特征仿真模型(本文中干扰设备特指无线电干扰设备)是对实际干扰设备的一种抽象, 是对其频谱特征进行描述的结果。在干扰设备频谱特征参数的支撑下, 可生成与实际干扰设备频谱特征相似的干扰数据, 而这些数据是干扰环境数据的重要组成部分。该模型主要包括通信、雷达、导航、制导、测控等干扰设备频谱特征仿真模型。随着电磁环境日趋复杂, 无线电设备电磁环境适应能力测试与评估对电磁干扰环境构建的需求越来越大, 干扰设备频谱特征仿真模型的构建与使用逐步加快, 数量逐渐增多, 有效管理和使用干扰设备频谱特征仿真模型是现阶段首先需要解决的关键问题。本文结合干扰设备频谱特征仿真模型的特点和使用方式, 设计干扰设备频谱特征模型库系统, 并完成了开发与验证, 为有效管理与使用无线电干扰设备频谱特征仿真模型提供了支撑。

1 系统组成

干扰设备频谱特征仿真模型库系统由干扰设备频谱特征仿真模型库、干扰设备频谱特征参数数据库和干扰设备频谱特征仿真模型库管理平台组成^[1]。

干扰设备频谱特征仿真模型库用于存储通信、雷达、导航等干扰设备频谱特征仿真模型及模型信息，此模型是一些实体文件，都是独立存在的组件，可以是动态链接库文件、可执行文件，也可以是一个单独的文件，可由多个子模型通过一定的组合关系组合而成；干扰设备频谱特征参数数据库用于存储干扰设备频谱特征参数，支撑干扰设备频谱特征仿真模型的应用；干扰设备频谱特征仿真模型库管理平台主要负责对模型库、数据库进行维护和管理。三者相互间的关系如图 1 所示。干扰设备频谱特征仿真模型库中的模型和干扰设备频谱特征参数数据库中的数据，受干扰设备频谱特征仿真模型库管理平台的管理，只有通过模型库管理系统才能够访问模型和对应的数据。用户在利用干扰设备频谱特征仿真模型进行仿真时，通过仿真应用软件向模型库管理平台发出请求，模型库管理平台则解析仿真应用软件发出的请求，并将解析出的模型请求发送给模型库，将解析出的数据请求发送给数据库，模型库根据模型请求查找相关模型，并将其返给仿真应用软件，数据库根据数据请求查找相关数据，并将其返给仿真应用软件，仿真应用软件根据收到的模型和数据实施仿真分析，生成干扰信号数据，供用户使用。

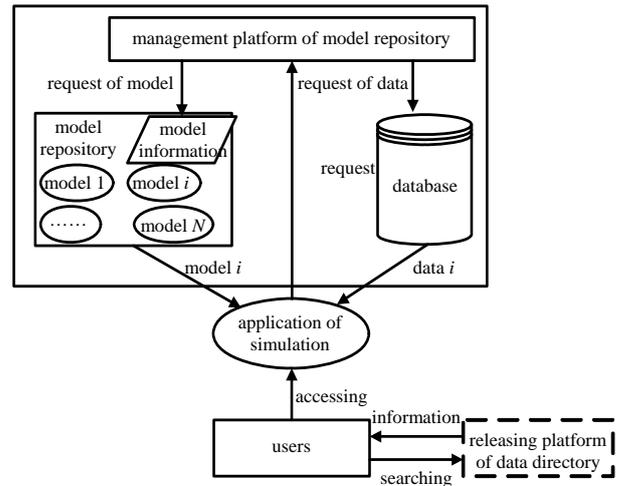


Fig.1 Composition and correlation of the spectrum characteristic simulated model repository

图 1 频谱特征仿真模型库系统组成及相互关系

2 模型库设计

干扰设备频谱特征仿真模型^[2-3]包括干扰样式级模型、干扰方式级模型、频谱特征级模型，如图 2 所示。每一层都建在较低层模型之上，最底层是干扰样式级模型，用于仿真模拟干扰设备产生的干扰信号波形，主要包括单音、多音、梳状、脉冲、高速碰撞和部分频带等干扰^[4]；干扰样式级模型的上一级为干扰方式级模型，用于仿真模拟干扰设备使用的干扰方式和应用手段，主要包括瞄准干扰、阻塞干扰、扫频干扰、跟踪干扰和欺骗干扰等^[4-6]；最顶级模型为设备频谱特征级模型，用于仿真模拟各型干扰设备的频谱特征，生成相应的干扰信号数据，包括通信、雷达、导航等干扰设备。

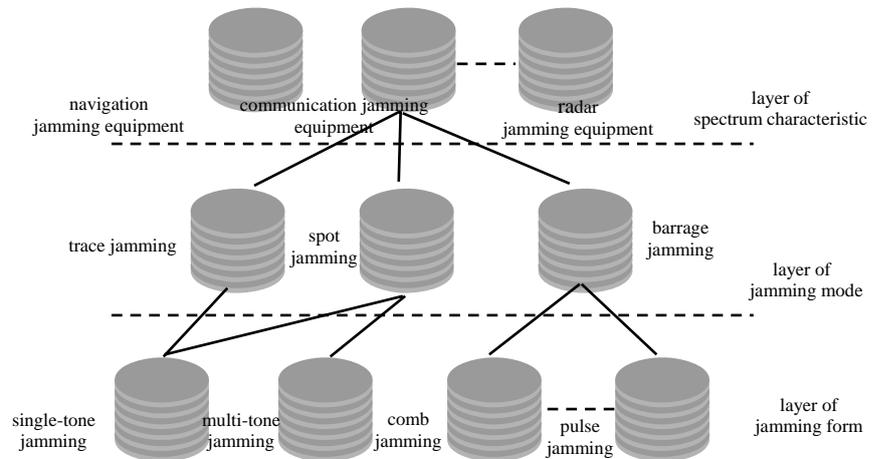


Fig.2 Structure of the spectrum characteristic simulated model

图 2 频谱特征仿真模型结构

模型信息在模型库中起着至关重要的作用，包括模型库中所有模型的描述信息和结构信息，还包括模型的基本参数，是支持模型管理所必须的一系列目录，是模型开发者在模型库管理系统设计、实现、运行、维护和扩充等阶段中控制并管理有关模型的信息工具，是普通用户在模型使用中了解模型功能、模型开发者、模型使用方式等信息的窗口。模型信息主要包括模型编号、模型中文名称、模型英文名称、模型类型、设备名称、设备型号、模型功能、模型位置、子模型个数、子模型名称、输入参数个数、输入参数名称、输入参数说明、输出参数个数、输出参数名称、输出参数说明、算法描述、开发人员、开发时间、版本信息、维护单位、联系人员、联系方式等。对于模型开发者而言，能够获取的模型信息越多越好，而对于普通用户而言，不一定需要知道全部信息，仅需知道模型名称、模型对应的设备名称、模型功能和维护单位相关信息等基本信息即可。在此给出相对比较全的模型信息，在设计模型管理系统时，再针对不同的用户区分其可访问的内容。

3 数据库设计

干扰设备频谱特征参数数据库包括用户信息、设备基本信息、功率信息、频段信息、干扰方式信息、干扰样式信息、调制方式信息和设备使用信息等。其数据关系结构如图 3 所示。

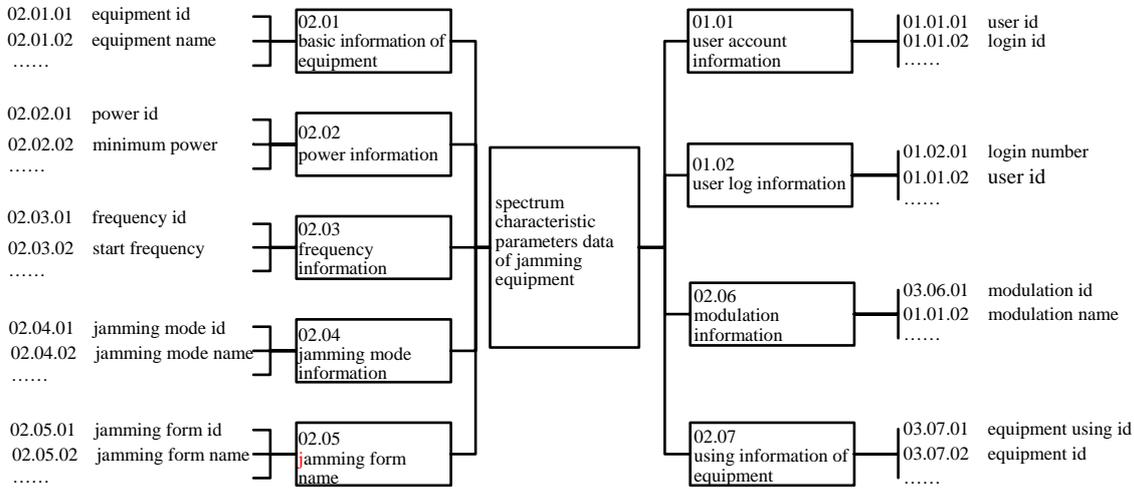


Fig.3 Relation structure of the spectrum characteristic parameters data
图 3 频谱特征参数数据关系结构

根据干扰设备频谱特征参数数据关系结构可知，频谱特征参数数据库可细分为用户账户信息表、用户日志信息表、设备基本信息表、功率信息表、频段信息表、业务类型表、干扰方式信息表、干扰样式信息表、调制方式信息表、设备使用信息表和密级字典表、国别字典表、设备类型字典表、业务类型字典表、干扰方式字典表、干扰样式字典表、调制方式字典表等 17 个二维数据表，其逻辑结构如图 4 所示。

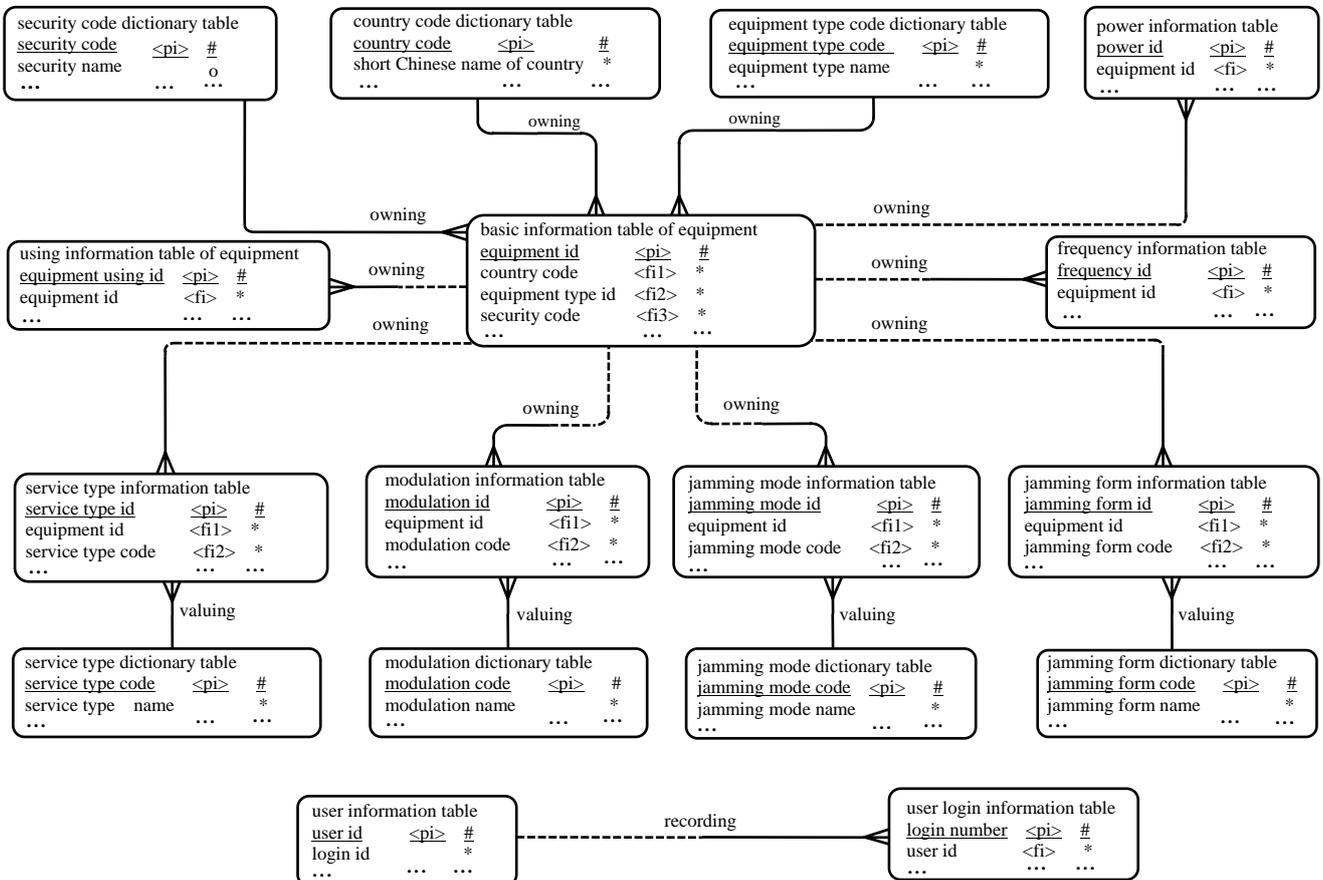


Fig.4 Logic structure of the spectrum characteristic parameters database
图 4 频谱特征参数数据库逻辑结构

4 管理平台设计

4.1 体系结构

模型库管理平台的体系结构如图 5 所示，主要包括应用层、业务组件层、数据支撑层、数据访问接口和应用组件接口等三层两接口^[7]。

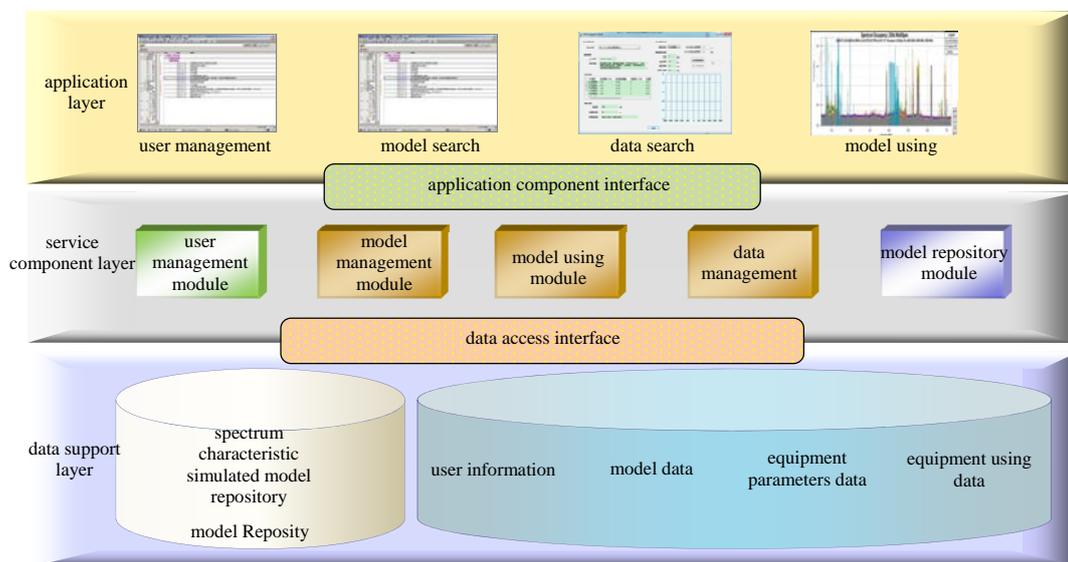


Fig.5 Architecture of the management platform

图 5 管理平台体系结构

1) 应用层：面向用户(包括普通用户、模型管理者和系统管理者)，主要提供用户管理、模型与数据操作、模型与数据使用以及模型库操作等方面的可视化呈现。

2) 业务组件层：面向应用层涵盖的各项功能，提供组件级模块支撑。用户管理模块主要服务于用户管理功能；模型管理模块主要服务于模型操作功能；数据管理模型主要服务于数据操作功能；模型使用模块主要服务于模型使用功能；模型库管理模块主要服务于模型库操作功能。

3) 数据支撑层：以后台挂载数据库和模型库的方式与前台软件系统衔接，主要包括模型库和数据库。模型库包括设备频谱特征仿真模型、干扰方式仿真模型、干扰样式仿真模型和调制方式仿真模型；数据库包括模型数据、设备参数数据、设备使用数据，为模型管理与使用等顶层应用提供数据与模型支撑。

4.2 功能组成

根据干扰设备频谱特征仿真模型管理平台的体系结构，设计的干扰设备频谱特征仿真模型管理平台主要包括用户管理、模型操作、库操作、模型使用和数据操作等 5 个功能模块。

1) 用户管理模块。根据频谱特征仿真模型的管理与使用要求，对用户实行权限管理，主要包括普通用户、模型管理者和系统管理者三类用户，不同用户根据赋予的权限直接或间接操作与使用仿真模型和模型库。

2) 模型操作模块。模型操作模块主要包括模型查询、模型信息查询、模型删除、模型导入和导出等功能。普通用户、模型管理者和系统管理者可通过模型操作模块查询模型的基本信息、输入输出接口关系、模型开发与维护信息等模型信息，此外，模型管理者和系统管理者还可通过此模块查询和删除模型，也可将外部单个或成批的模型导入到模型库中，以充实完善模型子库中的内容，也可将选择的仿真模型文件从模型库中导出到用户指定的文件目录下，便于模型开发者对其进行修改和优化。

3) 库操作模块。库操作模块主要包括模型库备份和数据库备份。其中，库操作功能主要面向系统管理者，系统管理者可通过模型管理平台设置模型和数据库备份的方式，如定期自动备份、不定期手动备份和定时备份提醒等，以防止因服务器发生异常情况而损坏、丢失模型和数据。

4) 模型使用模块。模型使用模块主要为用户提供参数可视化设置和仿真计算结果的可视化呈现，用户可在模型引导下使用模型生成满足用户需求的仿真数据，查看相关的时域特性和频域特性，主要包括干扰信号生成、频谱特性分析和时域特性分析等功能。

5) 数据操作模块。数据操作模块主要包括设备参数数据、设备使用数据和模型字典等相关数据的添加、修

改、删除、导入、导出和查询等功能，普通用户只能根据需求查询数据子库中的数据，导出查询结果，而系统管理者不但能够查询使用数据子库的数据，还可对其进行添加、修改、删除和导入等维护操作。

4.3 开发与实现

根据干扰设备频谱特征仿真模型库系统组成和设计要求，管理平台的开发内容包括：可视化界面设计、应用模块功能实现、数据库构建等。可视化界面和应用模块功能实现主要选用 Visual Studio 应用开发工具，数据库构建则选用国产达梦数据库。

干扰设备频谱特征仿真模型库管理平台的实现包括数据库关联、用户管理模块开发、模型操作模块开发、数据操作模块开发、库操作模块开发、模型使用模块开发等。

1) 数据库关联。数据库关联采用微软功能类开放数据库连接(Microsoft Foundation Classes Open Database Connectivity, MFC ODBC)数据库访问技术，首先基于达梦数据库管理系统(Dameng, DM)构建模型库，然后建立 ODBC 数据源，同时建立 DM7 ODBC 驱动器，设置数据库访问控制参数，并测试通过数据源。最后在 Visual C++ 中为每个数据表建立一个以 CRecordset 为基类的管理类，在管理平台中根据需要生成实例^[8]。

2) 用户管理模块。用户管理模块与数据库中用户信息表和用户日志表操作结合实现。通过上述 2 个表管理类的实例实现访问控制，用户登录界面如图 6 所示。用户登录时，系统自动把用户信息及登录时间存储在数据库中用户日志二维表中，用户退出系统时，系统也会自动将用户信息和退出时间等信息存入用户日志表。用户可点击主界面的用户信息按钮来添加、删除和管理用户信息；可通过点击主界面的使用日志查询来查询管理平台的使用情况，如图 7 所示。



Fig.6 User login interface
图 6 用户登录界面



Fig.7 Main interface of the management platform
图 7 管理平台主界面

3) 管理功能模块。干扰设备频谱特征仿真模型库管理包括模型管理和数据管理。模型管理包括模型信息的检索、检索结果导出、模型信息修改与删除、模型文件使用、模型文件导出和模型文件备份、模型信息备份、模型信息批量导入等功能。在输入检索项和检索条件后，管理平台应用组件将根据条件访问模型数据库搜索相应的数据，并呈现给用户，用户可通过可视化界面上的按钮或者选择所需模型信息后点击右键来完成所需的操作，如用户需使用仿真模型，则选中相应的模型信息，并点击右键，选择打开模型，此项管理平台将指定到具体的模型文件并启动，如图 8 所示。用户可在仿真模型参数设置引导功能的协助下完成模型的使用。

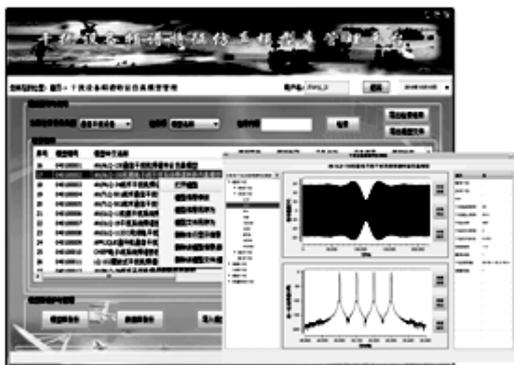


Fig.8 Model management and application interface
图 8 模型管理与使用界面



Fig.9 Data management and application interface
图 9 数据管理与使用界面

数据管理包括设备频谱参数检索、添加、导入、导出和修改以及数据库导入和备份等功能，如图 9 所示。由于设备频谱参数的数据项比较多，在此界面上很难完全显示出来，可双击选中需查看的数据列，管理平台将弹出设备频谱参数的详细结果。

5 结论

无线电干扰设备频谱特征仿真模型和频谱特征参数数据是生成电磁干扰环境、构建电磁环境的基础，随着无线电设备电磁环境适应性要求的提高，无线电设备干扰设备频谱特征仿真模型及数据需求越来越大，相关部门越来越重视，有关工作逐步开展，无线电干扰设备频谱特征仿真模型和数据越来越多，模型的管理与使用难度越来越大，对自动化的管理需求越来越紧迫。本文针对无线电干扰设备频谱特征仿真模型管理的需求，设计并开发了管理平台，能够满足无线电干扰设备频谱特征仿真模型库的管理要求，可进一步推进无线电干扰设备频谱特征仿真模型库的构建和使用。

参考文献：

- [1] 陈勇,张余,乔晓强,等. 装备论证电磁干扰环境数据资源建设与应用[D]. 北京:兵器工业出版社, 2015. (CHEN Yong, ZHANG Yu,QIAO Xiaoqiang,et al. The construction and application of the electromagnetic jamming environment data resources[D]. Beijing:Ordnance Industry Publishing House, 2015.)
- [2] 张余,江堇尧,柳永祥,等. 基于层次结构的无线电干扰设备频谱特征仿真模型的设计与实现[J]. 通信对抗, 2016, 35(3):36-41. (ZHANG Yu,JIANG Jinyao,LIU Yongxiang,et al. Design realization on spectrum characteristic simulated model of radio jamming equipment based on hierarchical structure[J]. Communication Countermeasures, 2016,35(3):36-41.)
- [3] 张余,陈勇,吴昊,等. 外军通信干扰设备频谱特征仿真模型构建[D]. 北京:兵器工业出版社, 2015. (ZHANG Yu, CHEN Yong,WU Hao,et al. Building on the spectrum characteristic simulated model for the foreign military communication jamming equipment[D]. Beijing:Ordnance Industry Publishing House, 2015.)
- [4] 中国人民解放军总装备部. GJB 891A-2001 电子对抗术语[S]. 北京:中国人民解放军总装备部, 2001. (The General Reserve Department of PLA. GJB 891A-2001 terminology for electronic warfare[S]. Beijing:The General Reserve Department of People's Liberation Army of China, 2001.)
- [5] 姚富强. 通信抗干扰工程与实践[M]. 2 版. 北京:电子工业出版社, 2012. (YAO Fuqiang. Communication ant-jamming engineering and practice[M]. 2nd ed. Beijing:Publishing House of Electronics Industry, 2012.)
- [6] 陈勇,张余,张建照,等. 电磁干扰设备频谱特征仿真模型库管理平台设计与实现[D]. 北京:中国人民解放军总装备部, 2015. (CHEN Yong,ZHANG Yu,ZHANG Jianzhao,et al. Design and realization on spectrum characteristic simulated model repository management platform of electromagnetic jamming equipment[D]. Beijing:The General Reserve Department of People's Liberation Army of China, 2015.)
- [7] 达梦数据库有限公司. 达梦数据库管理系统使用手册[R]. 2014. (Dameng Database Co., Ltd. Dameng database management system manual[R]. 2014.)

作者简介：



陈 勇(1975-), 男, 湖南省衡阳市人, 硕士, 研究员, 主要研究方向为电磁频谱技术、通信抗干扰技术等.email:chy63s@nudt.edu.cn.

张 余(1983-), 男, 四川省邻水县人, 硕士, 工程师, 主要研究方向为电磁频谱技术等.

张建照(1985-), 男, 河南省南阳市人, 博士, 工程师, 主要研究方向为电磁频谱技术等.

蒋慧娟(1978-), 女, 江苏省盐城市人, 博士, 工程师, 主要研究方向为电磁频谱技术等.