

# 导弹装备维修作业信息系统设计与实现

杨保华, 冯尚聪, 杜海

(北京机电工程研究所, 北京 100074)

**摘要:** 针对我军导弹装备维修保障信息化的发展现状, 对当前导弹装备维修信息系统建设存在的主要问题进行了剖析, 对导弹装备维修作业信息系统的建设意义及建设原则进行了阐述; 依据导弹装备维修信息化建设的工程实施经验, 提供一种基于国产化开发框架的维修作业信息系统设计与实现过程, 从系统设计思想、系统硬件功能设计、系统软件模块设计、系统数据库设计等方面详细论述了系统设计过程, 从系统架构、人机交互、系统部署等方面详细论述了系统实现过程; 以实际业务应用为牵引, 浅谈维修作业信息系统的应用模式。

**关键词:** 维修保障; 信息系统; 国产化; 人机交互

## Design and Implementation of Missile Equipment Maintenance Operation Information System

Yang Baohua, Feng Shangcong, Du Hai

(Beijing Electro-Mechanical Engineering Institute, Beijing 100074, China)

**Abstract:** For the development status of our military missile equipment maintenance and support information, the main problems existing in the construction of missile equipment maintenance information system is dissected, and the construction significance and principle of missile equipment maintenance operation information system is expounded. According to the project implementation experience of missile equipment maintenance and support information construction, providing a design and implementation process of maintenance operation information system based on domestic development framework. The design process of system is discussed in detail from the system design idea, the system hardware function design, the system software module design, the system database design and so on. The implementation process is discussed in detail from the system architecture, the human-computer interaction, the system deployment and so on. Talking the practical business application as the traction, and discuss the application mode of the maintenance operation information system.

**Keywords:** maintenance and support; information system; domestic; human-computer interaction

## 0 引言

随着部队装备保障向精确化保障、联合保障模式的不断转变, 提高导弹装备在技术阵地准备、基地维修等作业保障效率是信息化战争条件下需要努力的方向。装备维修作业信息系统是装备维修保障信息化建设的重要组成部分, 良好的系统设计与充分应用是提高装备保障能力和战斗力的重要保障。美军重视导弹装备维修信息系统的建设并一直处于领先地位<sup>[1]</sup>, 其导弹维修保障信息化建设经历了由分散的信息系统到装备平台的延伸, 且信息系统为适应全球作战保障、聚焦保障等不同保障模式而不断升级演变, 已形成基于状态基维修、嵌入式健康管理等主动、预测性装备保障能力。

目前, 国内导弹装备维修保障信息化的发展相对较滞后<sup>[2]</sup>, 主要体现在以下三个方面: 一是部队现有的信息系统侧重于物资管理、人员管控等组织指挥层面的功能, 对于导弹装备维修保障等复杂工作流程的组织实施, 装备性能的监控及管理调度功能的实现等, 相关研究成果较少, 无法从根本上提高导弹维修保障等复杂工作流程的工作效率, 制约了导弹维修保障信息化的发展。二是部队现有的信息系统关键软硬件、核心信息网络设备、信息化应用系统基本采用国外商用软硬件环境开发及运行, 自主可控程度低, 不符合我军信息化建设自主可

控安全发展战略。三是维修信息系统建设的标准、规范贯彻不充分, 缺乏柔性的维修保障信息系统包容框架, 导致信息系统集成能力弱, 保障工作中“信息沉睡”和“信息孤岛”现象严重, 信息共享匮乏, 数据得不到有效的利用, 无法向部队管理及决策部门提供及时、全面、准确的导弹维修保障信息及决策支持。

本文针对导弹装备维修保障信息化的发展现状及建设过程中存在的问题, 提出了基于全军武器装备业务信息系统建设规范研制维修作业信息系统, 硬件设备选型全部国产化, 软件研发采用部队现有国产化开发框架, 将维修业务、维修过程中的信息要素高度集成, 不仅提高产品自主可控能力, 同时实现了维修作业的信息化、可视化, 提高了导弹装备修理深度。

## 1 系统建设意义及原则

导弹装备维修作业信息系统的建设是通过装备保障信息网络系统, 综合运行导弹装备维修保障信息, 将导弹装备及维修保障连成一个整体, 并不断嵌入信息设备, 使导弹装备维修作业信息化、一体化, 确保从导弹装备的信息采集、勘验测试、故障诊断、维修方案制定与评估、备件请求、故障修理等一系列活动在统一信息化系统框架下有序高效进行, 加快导弹装备的维修效率; 同时, 维修作业信息系统的流水线自动化工作能力能够使工业部门及部队维修保障机构在装备维修保障过程中维修状态可跟踪、维修质量可监控、维修信息可追溯等, 且有利于单位综合效益的提升。

导弹装备维修作业信息系统应与导弹的实际需求和具体情

收稿日期:2017-10-10; 修回日期:2017-11-21。

作者简介:杨保华(1980-),男,硕士研究生,高级工程师,主要从事武器装备综合保障技术方向的研究。

况相结合, 梳理清晰导弹装备维修保障信息化管理内容、业务活动, 改善在信息系统建设过程中与实际需求脱节的现状, 提高维修作业信息系统的实用性; 优化维修保障流程, 以信息管理、信息流动为纽带, 以关键技术为支撑, 充分挖掘信息价值并应用于维修保障支持, 解决保障资源优化、设备状态监控、故障诊断与预测、最优维修方案推荐等实际需求; 统筹考虑多军兵种、多单位联合保障的需求, 充分应用体系化、框架化、集合化、新型化的信息技术、保障模式、服务平台等, 形成一体化维修保障信息化体系及服务环境, 增强互联互通的能力, 提高维修保障效率。

## 2 维修作业信息系统设计

导弹装备维修作业信息系统的设计采用面向服务的 SOA 架构的思想方法, 系统以“通用化”设计原则和顶层模块化设计的思想组织应用系统的内部结构, 确保系统符合信息技术的发展趋势并适应应用功能扩展与动态升级的需要。将系统抽象为平台载体, 通过合理划分系统功能模块, 将系统功能模块以组件形式开发并按需部署于业务系统中, 增强系统功能的应用独立性。维修信息数据库的建设坚持总体筹划的原则, 基于数据标准规范建立科学的数据结构和稳定的数据模型, 提高数据的标准化和规范化管理与应用能力。

### 2.1 系统硬件功能设计

导弹装备维修作业信息系统硬件部分是不可或缺的基础设施建设, 应充分考虑系统运行、数据存储等安全性、稳定性, 因此服务器、存储设备、存储交换机之间采用双冗余热备份的方式, 确保服务器、存储设备、存储交换机之间任一设备或一组设备出现故障, 不影响系统的正常运行, 提高系统的可靠性及实用性。硬件系统拓扑如图 1 所示。

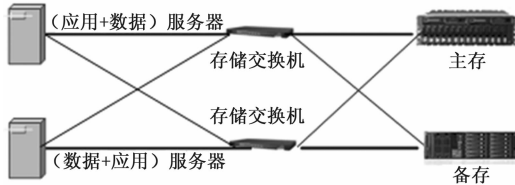


图 1 硬件系统拓扑结构

### 2.2 系统软件模块设计

综合考虑部队用户对导弹装备维修作业的需求<sup>[3]</sup>、导弹装备维修作业发展现状及发展意义, 导弹装备维修作业信息系统应具备统一用户管理、数据采集存储、维修流程管理、技术资料管理、库存信息管理、培训考核管理、综合信息展示、现场调度及远程操控功能等。系统主要围绕这些功能开发相应的软件模块, 其软件模块及结构组成如图 2 所示。

其中, 导弹装备维修作业信息系统的核心功能是数据采集与存储管理子系统和维修作业流程管理子系统; 数据采集与存储管理子系统能够将环境数据、测试数据、维修数据等不同来源不同格式的数据进行数据转换等处理统一后汇聚到数据库存储, 为装备性能、效能等分析提供强有力的数据积累; 维修作业流程管理子系统通过维修任务分解、任务下发、任务接受、任务办理、记录操作、任务审批、维修档案管理等功能把导弹修理流程及修理过程产生的数据统一管理, 维修流程管理覆盖导弹从故障现象发生到维修完成所发生的一系列管理活动。用户与组织机构管理子系统是导弹装备维修作业信息系统的基础性功能, 是为实现人员及组织机构综合管理、用户权限管理、

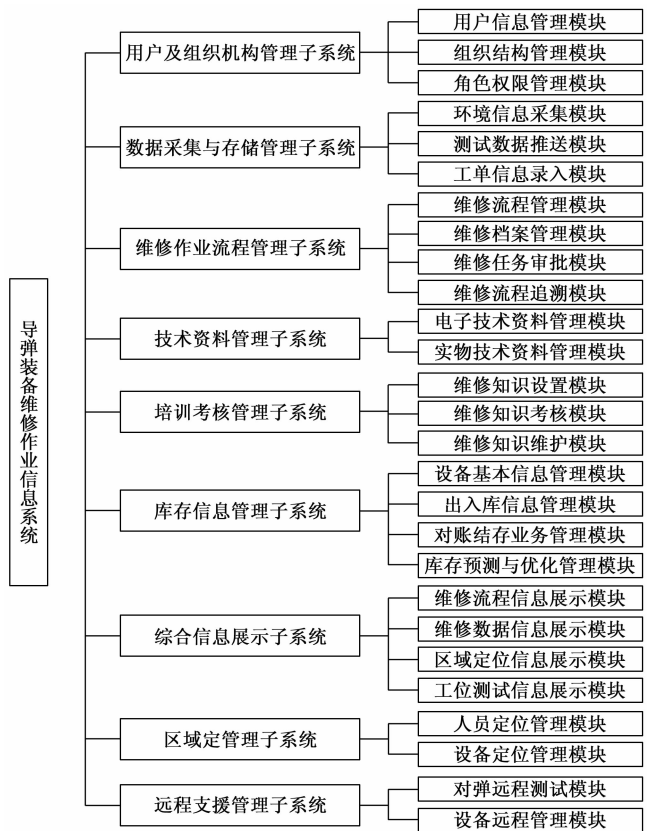


图 2 维修作业信息系统软件功能模块结构

密钥管理等。

其它子系统是导弹装备维修作业信息系统的辅助功能, 技术资料管理子系统用于实现导弹装备各类电子或实物技术资料的全寿命周期管理, 包括资料录入、借阅、下载/在线阅读、销毁等管理活动; 培训考核管理子系统通过部队人员的在线学习、考核评估等提升对导弹装备使用、维护维修技能, 提升日常理论培训效果, 解决以往工业部门组织造成的培训次数少, 培训时间、培训人员受限的问题; 库存信息管理子系统通过设备唯一编码实现设备、备品备件、器材等的日常库存信息管理; 维修综合信息展示子系统功能是把维修过程中的核心流程、关键数据、操作场景等信息直观、动态的展现在指挥中心大屏幕上供显示与辅助决策; 区域定位管理子系统通过 RFID 技术实现, 设备通过远距离、非接触式采集电子标签的信息, 实现人员及设备在移动状态下的自动识别, 从而实现目标的定位管理; 远程支援管理子系统借助视频监控、数字对接系统等, 通过指令控制或远程操作实现导弹测试、设备维护, 提高作业数字化水平和自动化水平, 使任务指挥及时合理、设备操作便捷, 提高工作效率。

### 2.3 系统数据库设计

维修数据库用于存储和管理维修作业活动过程中产生或作为维修活动输入的数据, 维修决策模型等维修知识, 上述软件子系统功能模块所包含的维修数据信息主要有人员基本信息、维修对象基本信息、维修工单信息、库存信息、技术资料信息等; 本设计针对维修作业信息系统整体功能需求, 分析数据属性并按照实体联系模型 (ER 模型) 建模流程<sup>[4]</sup>, 分别对各软件子系统功能模块进行 ER 模型设计, 最后进行 ER 模型系统级整合, 根据 ER 模型, 确定维修数据基本信息、基本元素及

数据模型等，并应用于数据库表格的设计与构建。系统局部 ER 模型如图 3 所示。

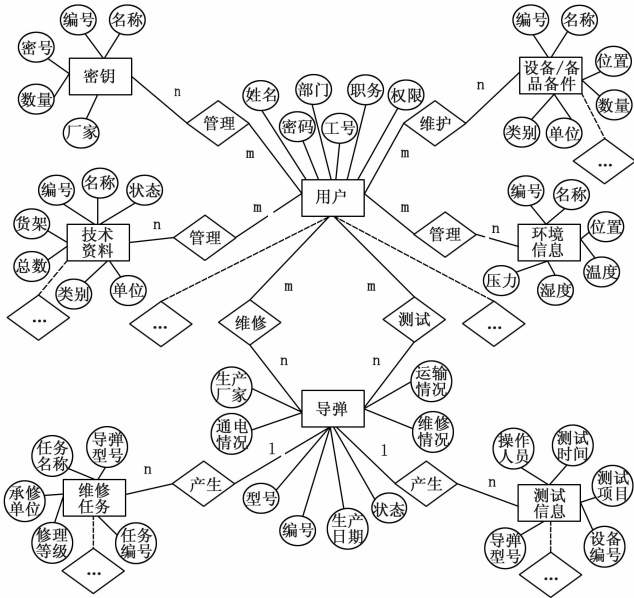


图 3 维修作业信息系统数据库 ER 模型局部示意图

### 3 维修作业信息系统实现

#### 3.1 系统架构

导弹装备维修作业信息系统是部队装备保障业务信息系统的重要组成部分，本系统研发依托全军武器装备业务信息系统开发、运行共性支撑（支持）环境，系统建设遵循全军武器装备业务信息系统建设的原则、标准体系和技术规范等，以保障系统后续能够接入全军武器装备业务信息系统及与其它保障业务信息系统的可集成性，同时也大大提高了系统安全性能和自主可控能力。本文采用的系统架构如图 4 所示。

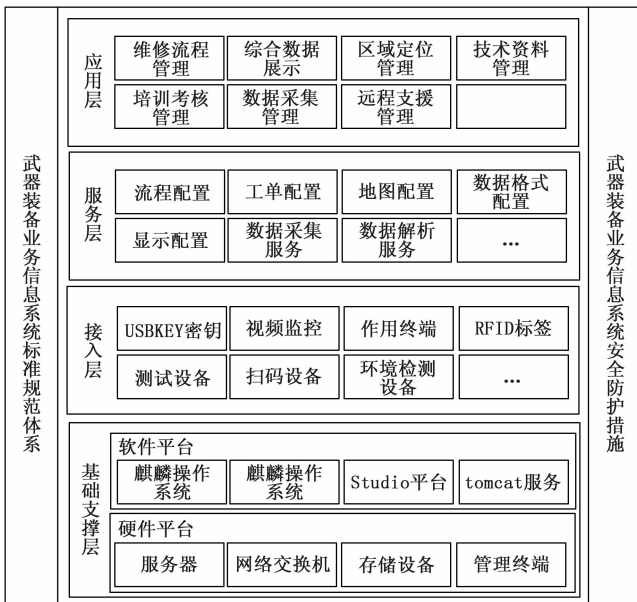


图 4 维修作业信息系统系统架构框图

系统在遵循武器装备业务信息系统标准规范体系及安全防护措施的前提下，采用四层架构实现，包括基础支撑层，设备

接入层、服务层和应用层。其中，基础支撑层包含硬件平台与软件平台，是系统开发和运行的基础环境，如采用国产操作系统（KylinOS）、航天神州通用数据库（OSCAR）等实现国产化的软件运行环境；接入层是将终端设备或其他系统功能所应用到的分立设备接入到系统中去，如 USBKEY 密钥、RFID 标签、环境监测模块等，以满足系统登录安全、设备管理、环境数据采集等系统功能；服务层通过通用管理配置或服务程序管理实现系统的多元化服务组件的集成，如部署流程通用配置服务、数据采集服务等，以满足不同导弹型号的数据流程管理、环境数据、测试数据的搜集等功能，应用层是提供给用户直接应用的系统功能。

#### 3.2 人机交互

导弹装备维修作业信息系统基于海军某信息工程 Studio 平台开发，具有统一的前端界面框架，是一款优秀的可视化开发环境和高效编译器，通过 WEB 设计，实现各类数据的录入、查询与统计分析等功能，能够将维修流程、维修数据、测试现场、任务分析等直观的展示在用户面前，软件界面展示效果如图 5 所示。同时基于此前前端界面框架将复杂的维修工单工序 EXCEL 表格设计为用户一目了然的通用工单，用户仅需对工单模板进行配置即可方便快捷的实现 WEB 端应用；工单在设计过程中集成了摄像接口及 RFID 接口模块，操作人员在完成工单中不同工序、工步的操作任务后，通过专用手持终端的刷卡装置和摄像装置签名并留下电子照片信息，便于维修过程的证据记录，提高维修过程质量和信息可追溯真实性；管理人员也可以通过刷卡审批申请信息等，简化了审批流程，大大提高了人机交互能力。

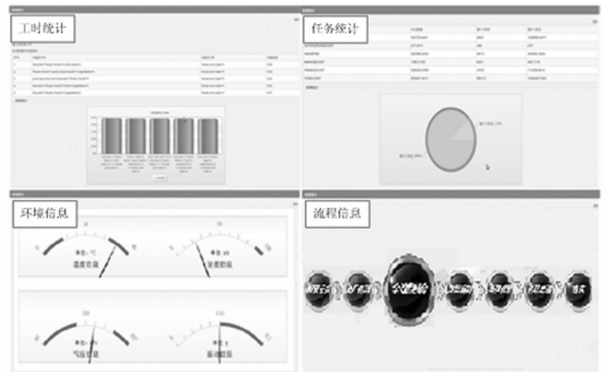


图 5 维修作业信息系统交互界面

#### 3.3 系统部署

导弹装备维修作业信息系统基于 B/S 架构实现、且采用 JAVA 语言编程，能够很好的实现系统跨平台部署，因此能够满足不同层级维修保障部门之间的系统部署及应用；通过系统在机关维修保障部门及不同基层维修保障部门的部署使用<sup>[5]</sup>，能够充分分解维修任务，调动保障资源，协同完成导弹装备的维修保障任务，提高武器装备系统战备完好性和任务成功性，并尽可能降低对维修保障资源的要求，减少全寿命周期费用，为促进军地一体化维修保障提供基础建设手段。系统部署模式及各基层维修部门分布如图 6 所示。

系统部署采用“一个中心，N 个节点”的部署模式，将信息（数据）中心部署在装备维修保障机关单位，装备使用部门、部队修理厂等其他保障部门按承担的职能需求及权限模块功能分级部署，基于装备保障网连接各级之间数据请求及响应；系

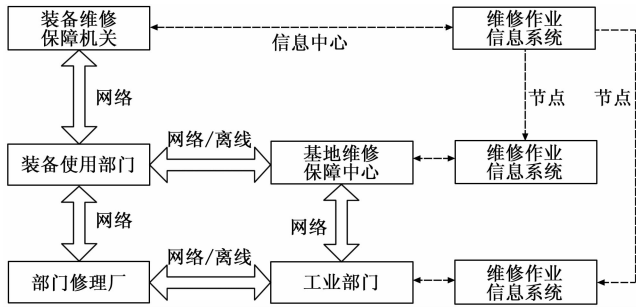


图6 维修作业信息系统系统部署模式图

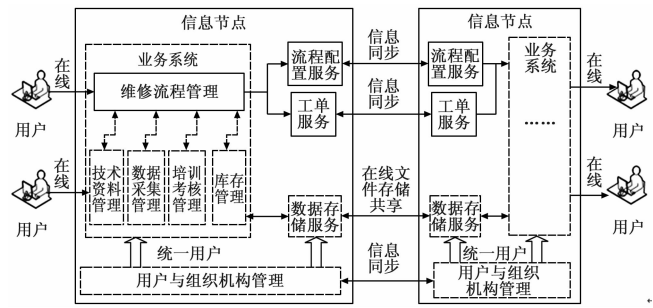


图7 系统典型使用模式图

统同样支持离线使用方式,在无网络情况下,各个层级均具有本地数据存储功能,最终将数据汇聚至信息中心。反过来,信息中心利用搜集的维修数据进行统计分析、数据挖掘等,寻求装备的维修保障过程中的任务、耗材等规律,应用于装备性能评估、状态监控、资源优化等,更好的指导维修保障工作。

### 4 系统应用模式

由系统部署模式可知,导弹装备维修作业信息系统中的各类功能应用和服务为面向信息中心部署,面向所有用户提供网络化服务,子系统模块以功能组件的形式集成至业务系统。各子系统用户信息由用户与组织机构管理子系统统一提供。维修作业时用户使用所在维修流程管理子系统实现本级维修节点任务的操作与记录,使用库存管理子系统实现全网的备品备件、耗材等的请求使用;使用培训考核子系统、技术资料管理子系统和数据采集管理子系统功能实现技术与数据共享等服务。部署于各个中心的服务将自动基于用户与组织机构提供的请求信息实现跨信息中心、面向用户的网络化协作服务。系统使用模式如图7所示。

### 5 结论

综上所述,导弹装备维修作业信息系统能够满足导弹装备

日常维修保障功能,并且符合导弹装备维修保障信息化的发展趋势,但系统对于数据的挖掘再应用仍存在短板,因此还需要认真分析装备修理过程,总结装备修理经验,科学合理的利用先进维修技术,丰富维修手段,提高维修的时效性与准确性;同时基于此系统着重研究维修模型库与知识库的建立,增加数据更深层次的服务能力,为武器装备平时保障做好决策性服务,储备技能,提高武器装备战时保障的反应速度和机动性,不断促进武器装备维修保障信息化发展的迭代、优化,提升武器装备维修保障能力。

### 参考文献:

- [1] 栗琳,朱斌,陈龙,等. 装备维修保障动态 [Z]. 北京: 中国国防科技信息中心, 2016.
- [2] 舒正平,李渊,陈乐,等. 装备维修保障管理信息系统建设研究 [J]. 装备指挥技术学院学报, 2011, 22 (2): 5-8.
- [3] 王海燕,陈朋,石鑫. 装备维修保障计划评估信息系统的设计与实现 [J]. 装备指挥技术学院学报, 2013, (3): 100-104.
- [4] 张昌宏,胡卫,黄魏,等. 基于ER模型的装备训练考核系统建模 [J]. 火力与指挥控制, 2009, 34 (7): 123-125.
- [5] 金华,郭徽,朱茂林,等. 武器装备军地一体化维修保障体系探讨 [J]. 装备指挥技术学院学报, 2010, 21 (5): 6-8.
- [11] 桑顺,牛晓聪,赵媛媛. AVR单片机与51单片机的比较 [J]. 企业技术开发, 2011 (15): 96-97.
- [12] 张婷,姚金杰,高虹. 基于铁路巡线的导航定位终端的设计 [J]. 电子产品世界, 2016 (12): 48-51.
- [13] Yang Jian, Yang YiKang, Li Ji Sheng, et al. A novel satellite-equipper receiver for autonomous monitoring of GNSS navigation signal quality [J]. Science China (Technological Sciences), 2016 (7): 1137-1146.
- [14] 朱良琦. 基于能源收集和 ZigBee 的低功耗温湿度及重力传感器设计 [D]. 成都: 电子科技大学, 2016.
- [15] 兰羽. 基于 AT89C51 单片机的心率体温测量仪设计 [J]. 国外电子测量技术, 2013 (3): 63-65.
- [16] 金鑫鑫. 基于嵌入式 GPRS 无线数据传输系统实现及应用 [J]. 西安文理学院学报 (自然科学版), 2017 (3): 33-37.
- [17] 白如玉,苏新彦,迟殿玉. 基于北斗搜救救助定位系统的定位终端设计 [J]. 科技创新应用, 2015, (32): 48.
- [18] 沈培峰,张德伟. Altium Designer 软件使用技巧及常见问题探讨 [J]. 实验室研究与探索, 2016 (12): 135-138.
- [19] 单体强,陈雷,张万发. LabWindows/CVI 多线程技术的应用研究 [J]. 电子设计工程, 2012 (15): 52-54.
- [20] 李丹阳,李彬,李江全. 基于北斗导航、百度地图的采棉机监控系统设计 [J]. 江苏农业科学, 2015 (9): 455-457.
- [21] 赵意鹏,赵河明,邓星星,等. 基于 GPRS 和百度地图 API 的火灾定位系统 [J]. 自动化与仪表, 2016 (1): 26-29.

(上接第65页)

### 参考文献:

- [1] 潘金磊,黄晓军. 浅谈控制警犬追踪速度的方法 [J]. 中国工作犬业, 2016 (4): 31-32.
- [2] 谢永红,肖建伟. 警犬追踪记录仪 [J]. 中国工作犬业, 2014 (3): 48-49.
- [3] 顾劲乔,丁文,吴德华,等. 警犬集群远程实时定位及调度指挥系统的构建 [J]. 中国工作犬业, 2015 (3): 49-53.
- [4] 吴艳茹,司伟,易小林,等. 小动物无创式心率监测仪的研制及应用 [J]. 郑州大学学报 (医学版), 2012 (6): 794-797.
- [5] 郭子平. 基于无线能量传输技术的植入式动物生理参数遥测系统研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2012.
- [6] 石海明. 外空、冷战与象征政治——苏联人造卫星事件对美国外空政策变革的影响 (1957-1961) [J]. 自然辩证法通讯, 2015 (5): 88-94.
- [7] 袁洁. 全球四大卫星导航系统组合导航定位性能研究 [J]. 山西科技, 2016 (2): 122-126.
- [8] 周鹏. 世界主要几种卫星导航系统的性能对比 [J]. 中国科技信息, 2012, 23 (12): 62.
- [9] 冉承其. 北斗卫星导航系统运行与发展 [J]. 卫星应用, 2016 (6): 13-16.
- [10] 杨志刚. GPS 技术在勘察测量控制中的应用与注意事项探讨 [J]. 江西建材, 2015 (2): 211.