

# 支持离线的装备维修器材智能化管理系统设计与实现

魏现凤, 钟波, 彭伟康, 白雨鑫

中国人民解放军陆军工程大学训练基地, 江苏 徐州

收稿日期: 2025年3月19日; 录用日期: 2025年4月18日; 发布日期: 2025年4月27日

## 摘要

针对多域复杂条件下装备维修器材管理条件不足、保障效率不高的问题, 设计开发了一套支持离线的装备维修器材智能管理系统。首先从数据交换规则、结构设计和访问同步方式等方面详细设计了系统离线数据处理方案, 而后对系统管理、基础数据管理、规则信息管理、业务管理以及可视化管理等5个功能模块的结构组成和实现方式进行了全面分析。该管理系统的建设运用可助力部队在多域复杂条件下精准高效实施维修保障活动, 也可为其他系统在无网条件下的建设运用提供借鉴和遵循。

## 关键词

离线数据技术, 维修器材, 智能化管理系统

# Design and Implementation of an Intelligent Management System for Equipment Maintenance Materials Supporting Offline Use

Xianfeng Wei, Bo Zhong, Weikang Peng, Yuxin Bai

Training Base of Army Engineering University of PLA, Xuzhou Jiangsu

Received: Mar. 19<sup>th</sup>, 2025; accepted: Apr. 18<sup>th</sup>, 2025; published: Apr. 27<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Given the problems of insufficient management conditions and low support efficiency of equipment maintenance under complex multi-domain conditions, an offline-supporting intelligent management system of equipment maintenance is designed and developed. Firstly, data processing scheme of the system is designed in detail from the aspects of data exchange rules, structure design and

access synchronization mode, and then the structure composition and implementation mode of five functional modules such as system management, basic data management, rule information management, business management and visualization management are comprehensively analyzed. The building and application of the management system can help the army to implement maintenance support activities accurately and efficiently under complex multi-domain conditions, and can also provide reference and follow for the building and application of other systems without network.

## Keywords

Offline Data Technology, Maintenance Materials, Intelligent Management System

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

装备维修器材是实施武器装备维修保障的重要物质基础[1],当前各类研究主要聚焦在有网络条件下,如何借鉴现代物联网技术,运用条码、传感器及激光扫描等设备,实现对器材的高效管理[2]-[5]。但是在无网络支持条件下器材怎么管、系统怎么建、数据如何交互研究相对较少,部分单位应对此种情况只能手动进行作业[6]。随着近年来部队实战化训练加速推进,训练环境经常处于无网或网络不稳定的状态,如何精准高效实施器材供应保障,支撑部队战备训练是各单位急需破解的重要问题。文中针对实战化条件下制约器材供应保障的现实问题,综合运用离线数据、RFID 以及数据可视化等技术,构建了一套支持离线环境的装备维修器材管理系统,实现在多域复杂条件下对维修器材的精细化管理。

## 2. 器材管理系统软件设计

### 2.1. 系统总体框架设计

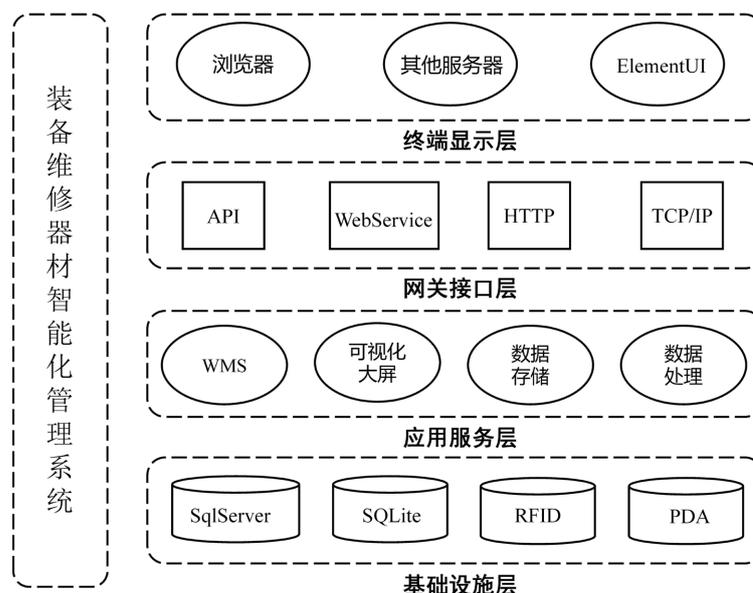


Figure 1. Overall framework of the management system

图 1. 管理系统总体框架

系统以 RFID 技术为基础,以管理标签为信息载体,以手持任务终端为作业管理设备,开展器材供应保障相关业务管理活动。系统采用基于 MVC 架构和 B/S 结构设计,如图 1 所示,系统架构包括基础设施、数据接口、应用服务和终端显示等 4 个层次。基础设施层主要是提供支撑系统运行相关的设备设施。数据接口层主要是存储系统运行相关数据,定义每个服务的入口逻辑,实现通过 API、HTTP、WebService 等访问服务器[7]。应用服务层是提供业务通信和管理服务等功能,实现数据的采集、处理和存储。终端显示层主要用于管理人员对系统进行相应操作,实现作业管理。

## 2.2. 软件功能设计

系统软件部分主要包括系统管理、基础数据管理、规则信息管理、业务管理以及可视化管理等 5 个模块,如图 2 所示。

系统管理模块主要包括菜单管理、用户管理、权限管理、规则管理、系统配置等内容,用于实现系统的安全访问和稳定运行。

基础数据管理模块主要包括机构单位管理、维修器材目录管理、货位信息管理、标签信息管理等内容,用于构建系统运行基础数据,支撑数据交互集成。

规则信息管理模块主要包括器材赋码规则、表单编号规则、质量等级变化规则以及预警提示规则等内容,用于设定工作规则,规范业务流程。

业务管理模块主要包括器材出库管理、入库管理、盘库管理和移库管理等内容,用于支持业务流程,实现数据关联互享。

可视化管理模块主要用于实时展示器材管理状态,图形化呈现管理数据,辅助支撑业务决策。

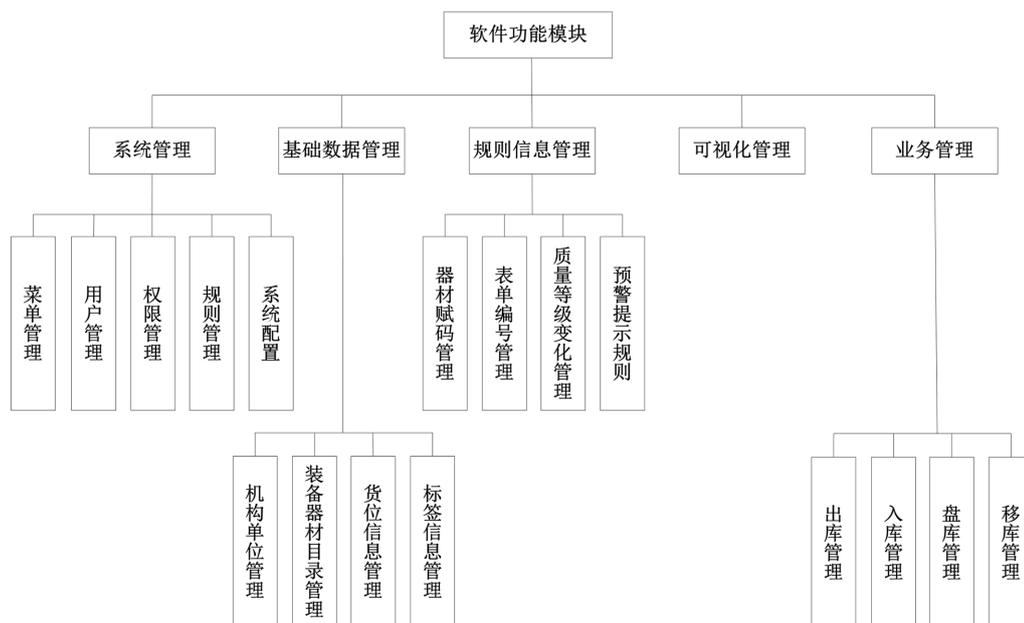


Figure 2. System function structure  
图 2. 系统功能结构

## 3. 离线数据存储设计

### 3.1. 总体思路设计

移动端 APP 基于 SQLite 数据库存储数据,构建了移动端与服务器端的数据交互规则,建立了基于

http 的数据同步方案, 移动端通过 Webservice 与服务器数据进行交换和同步[8]。

作业人员使用移动端 APP 基于离线状态开展维修器材管理业务, 使用本地数据库临时存储离线时新执行的业务数据, 待回到有网位置后, 将移动端执行数据自动同步到服务器数据中, 管理员通过 PC 端系统对数据完成后续的处理及集成, 如图 3 所示。

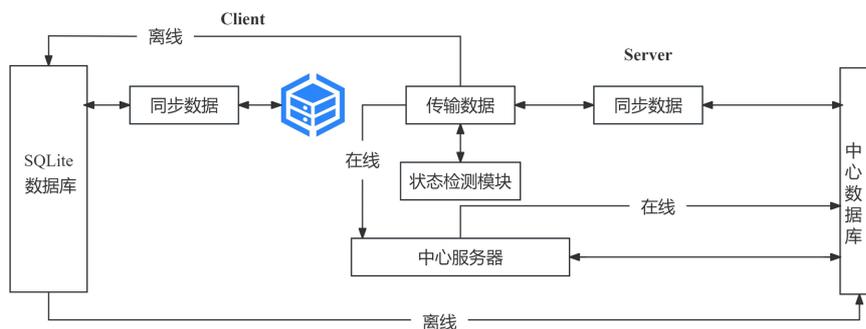


Figure 3. Offline application architecture

图 3. 离线应用架构

### 3.2. 数据结构设计

将移动端数据区分为基础数据和业务数据 2 大类, 其中基础数据包括管理单位、装备以及器材信息等数据, 该数据只能在电脑端完成修改, 移动端只能进行数据访问。在具体数据交换时, 需从服务器端将业务数据下载至移动端。业务数据则包括出库、入库、盘库、移库等业务活动信息, 本地新执行完成的业务数据, 与服务器交换前可任意修改, 当完成数据上传后, 只能在电脑端进行修改, 移动端只能查询。数据交换时, 既要上传本地新执行数据, 还要将数据从服务器下载到移动端。

为规范不同数据库间数据交换规则, 提高交换效率, 数据库结构应增加以下设计:

1) 新增数据交换定义表。该定义表用于记录不同数据库间数据的交换规则, 应包含表名称、说明、交换规则等字段, 见表 1 所示。

Table 1. Data exchange definition form

表 1. 数据交换定义表

| 表名称                  | 说明      | 数据交换规则 |
|----------------------|---------|--------|
| Materiatable         | 器材表     | 1      |
| Inboundlistmodes     | 入库信息表   | 1      |
| Outboundlistmodes    | 出库信息表   | 1      |
| Pricetagestable      | 价签仓位对照表 | 1      |
| Receivingquery table | 入库任务接收表 | 2      |
| Shippingquerytable   | 出库任务接收表 | 2      |
| Submitreceiving      | 入库任务提交表 | 0      |
| Submitshipping       | 出库任务提交表 | 0      |
| Submitstocktaking    | 出库任务提交表 | 0      |
| Submittransferbin    | 移库任务提交表 | 0      |
| Tstacktakingmodes    | 盘点任务接收表 | 2      |
| Ttransferbinmodes    | 移库任务接收表 | 2      |

说明: 0: 只上传; 1: 上传和下载; 2: 只下载。

2) 新增同步状态标识字段。该字段用以记录新增和同步 2 种数据类型, 字段均为整数, 新增的标记记录为 0, 同步完成的标记记录为 1, 其具体数据表结构及数据见表 2。

**Table 2.** Inventory record form  
**表 2.** 出入库记录表

| ID   | 1           | 2           |
|------|-------------|-------------|
| 单号   | R2024122601 | R2024122602 |
| 托盘号  | A001        | A002        |
| 器材名称 | 扭力扳手        | 液压油管        |
| 质量等级 | 新品          | 堪用品         |
| 现有数量 | 10          | 10          |
| 入库数量 | 10          | 10          |
| 同步标志 | 0           | 1           |

### 3.3. 数据访问与同步

#### 3.3.1. 数据访问

SQLite 以表的方式存储数据, 它通过 SQL 查询语句实现数据的基本操作。通过 SQLiteconnection 打开数据库, 建立与数据库的连接。在 SQLite 中, 数据是以表(table)的形式组织的, 每个表包含多个记录(rows), 每条记录由多个字段(columns)组成。一个数据库中可以包含多个表, 每个表中的记录通常通过一个主键(primary key)来唯一标识, 而这些字段和数据值共同构成表中的每一行数据。

#### 3.3.2. 数据同步

移动端处于离线状态时, 所执行数据只能临时存储在 APP 中, 不能开展业务相关工作。数据同步分为上传和下载 2 项内容, 通过调用 webservice 来实现, 如图 4 所示。

1) 待执行数据准备。管理员在 PC 端系统中创建作业单。该单据字段包括: 单号、器材名称、器材编码、调整数量等信息, 而后系统自动将该出入库单的信息写入到 SQLite 数据库中的 Receiving Query 表(用于收货的记录)或 Shipping Query 表(用于发货的记录)中。通过 Webservice 调用服务器上数据, 将其转换成 JSON 或 XML 格式的数据包, 便于后续执行。

2) 待执行数据传输。通过文本传输协议将出入库单据下载至移动端。系统通过校验任务单号和器材编码, 避免出现数据重复和冲突。

3) 待执行数据替换。系统自动解析转换后的数据包, 将移动端对应表中历史数据全部删除, 并添加新数据到对应表中, 完成数据替换后, 更新移动端数据, 并同步时间。

4) 执行作业。用户根据业务实际, 完成相应工作内容, 对应操作数据 Submit Receiving 或 Submit Shipping 表中。

5) 获取执行后的数据。根据定义表中的数据, 上传确认后的 Submit Receiving 或 Submit Shipping 表, 完成数据获取。

6) 执行后数据上传。将以上执行后的数据转换成 JSON 或 XML 格式, 通过调用数据同步服务将数据传递至服务器端。

7) 执行后数据接收。服务器将接收到的数据进行解析, 将所上传数据的内容逐个添加至对应表中, 当全部数据正常添加后结束事务, 并将成功标记返回至移动端。系统在同步数据时, 仅会读取和处理 Submit 表中的任务单, 确保每次接收数据都是已完成操作的任务单, 保证数据的一致性和完整性。

8) 数据状态更新。系统会根据出入库单的器材编码和数量, 查找库存表(如 Inventory 表)中的对应器材, 并执行增减操作。当系统检测到收货操作时, 它会根据 Submit Receiving 表中的数量增加库存; 当系统检测到发货操作时, 它会根据 Submit Shipping 表中的数量减少库存。PC 端和 PDA 端通过表操作实现数据同步, 避免了数据的重复或丢失, 保证数据的一致性。

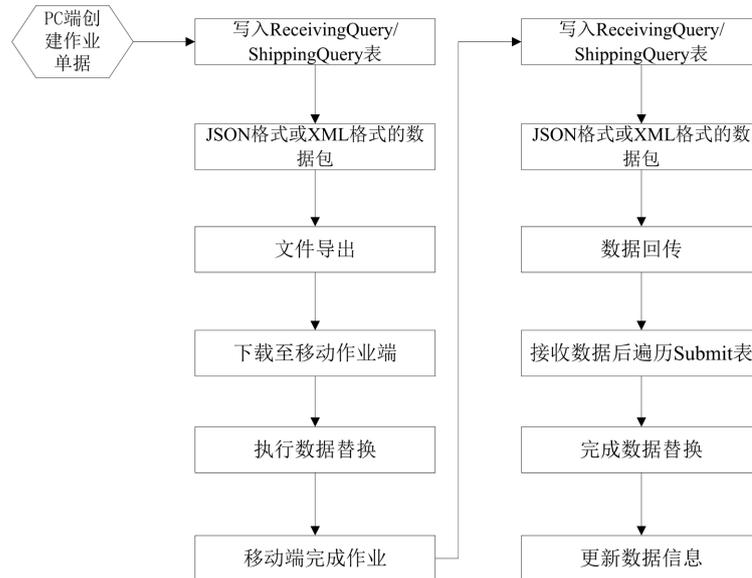


Figure 4. Data synchronization flow chat  
图 4. 数据同步流程图

## 4. 系统主要功能实现

### 4.1. 基础数据管理

| 序号 | 装备名称              | 装备代码   | 器材名称   | 器材代码        | 规格型号       | 参考价格  | 操作       |
|----|-------------------|--------|--------|-------------|------------|-------|----------|
| 1  | M11-C225发动机       | L00453 | 摇臂支座   | L0045300183 |            |       | 编辑 查看 删除 |
| 2  | M11-C225发动机       | L00453 | 皮带     | L0045300223 |            |       | 编辑 查看 删除 |
| 3  | M11-C225发动机       | L00453 | 空压机进气管 | L0045300140 |            |       | 编辑 查看 删除 |
| 4  | M11-C225发动机       | L00453 | 机油管    | L0045300257 | 3328512-20 | 83.42 | 编辑 查看 删除 |
| 5  | M11-C225发动机       | L00453 | 机油泵    | L0045300271 |            |       | 编辑 查看 删除 |
| 6  | M11-C225发动机       | L00453 | 活塞销    | L0045300207 | 3063843-20 |       | 编辑 查看 删除 |
| 7  | M11-C225发动机       | L00453 | 活塞冷却喷嘴 | L0045300215 | 3080708    |       | 编辑 查看 删除 |
| 8  | PY180型轮式平地机 (高... | L00276 | 波纹防尘套  | L0027500073 |            | 16.85 | 编辑 查看 删除 |
| 9  | PY180型轮式平地机       | L00275 | 组合尾灯   | L0027500095 | XH8-9/24V  |       | 编辑 查看 删除 |
| 10 | PY180型轮式平地机       | L00275 | 转向油缸备件 | L0027500120 |            |       | 编辑 查看 删除 |

Figure 5. Basic data module page  
图 5. 基础数据模块页面

该模块能实现从器材所属对象、器材基本信息以及器材供应对象等 3 个维度对系统运行基础数据进行体系设计[8]。器材所属对象包括：器材属于哪辆装备，该装备由谁负责，负责人归属哪个分队等信息。器材基本信息包括：器材名称、器材代码、规格型号、存放位置、标签信息等；器材供应对象包括：器材由谁供应进来的，后面供应给了谁等。以上数据既是系统运行的基础，也是可视化模块构建的关键。其用户界面如图 5 所示。

### 4.2. 规则信息管理

该模块能实现管理员按照器材不同来源自动分类给定器材代码，能依据器材类型设定质量等级变化规则，能依据器材消耗规则明确库存限额标准，实现对业务工作的规范管理，如图 6 所示。

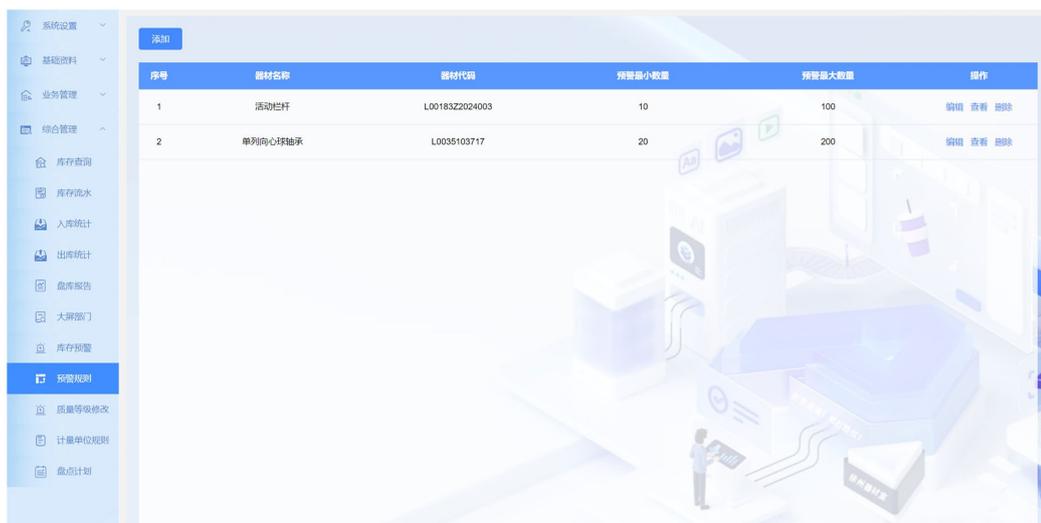


Figure 6. Rule information module page  
图 6. 规则信息模块页面

### 4.3. 业务管理

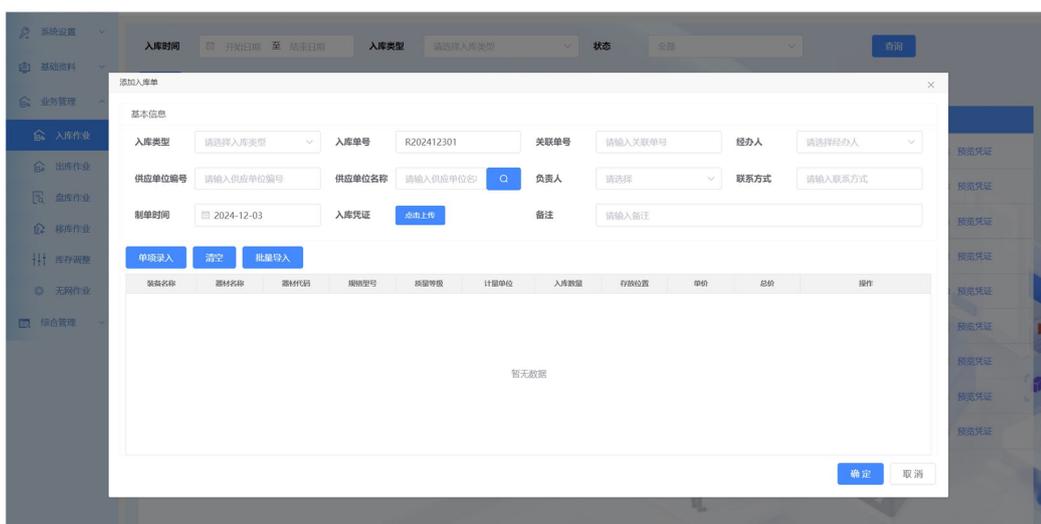


Figure 7. Business management module page  
图 7. 业务管理模块页面

运用 RFID 技术和移动应用技术, 实现各作业过程的智能化作业。入库作业环节, 能采取“智能扫码入库”方式进行作业, 实现器材精准定位入库。出库作业环节, 能采取“一键出库”和“智能拣选出库”两种模式, 实现高效出库作业。盘库作业环节, 能按照“库存盘点”“动销盘点”“循环盘点”等方法进行盘点作业, 且作业过程中设置“盲盘”作业模式, 避免作业人员受到已有数据影响, 不认真落实清查盘点工作, 如图 7 所示。

#### 4.4. 可视化管理

该模块能采用“折线图、柱状图、饼状图”等多种图表形式, 实时展现维修器材供应保障总体态势、业务工作开展情况以及器材信息变化情况等内容, 帮助管理人员开展需求分析, 辅助制定筹措和使用计划, 如图 8 所示。

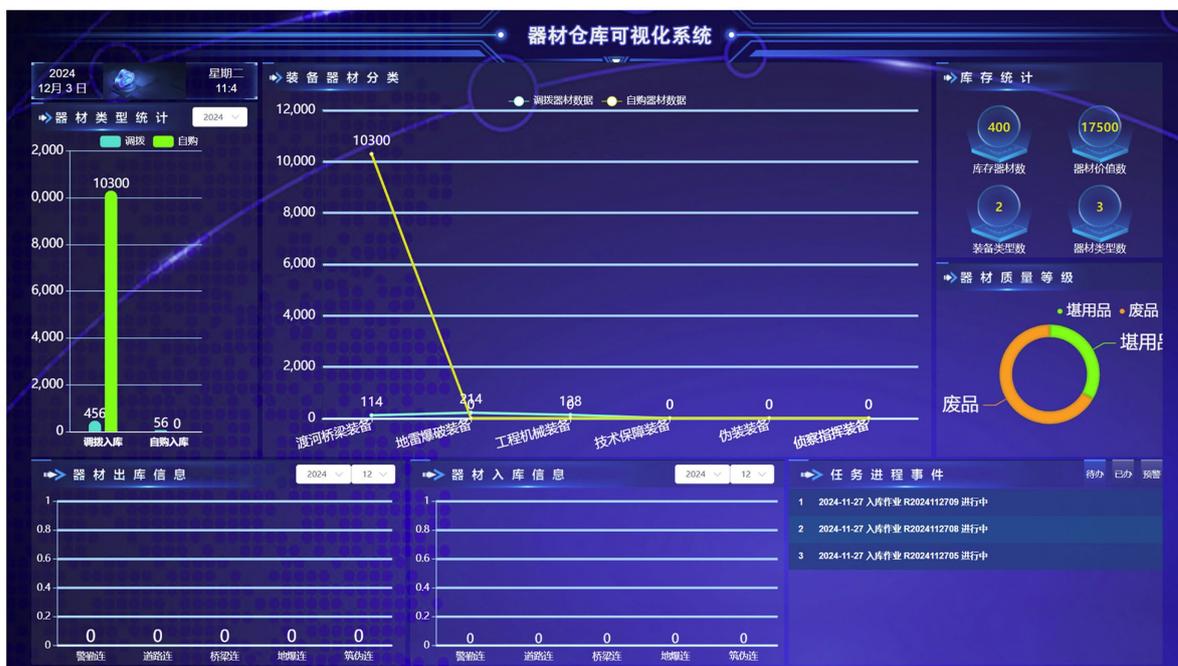


Figure 8. Visual management module page

图 8. 可视化管理模块页面

## 5. 结束语

文中针对实战化条件下部队维修器材管理现实问题, 运用离线数据技术, 构建了离线状态下数据的存储结构和访问同步方式, 设计并开发了支持离线的维修器材智能化管理系统, 实现在有网和无网条件下对器材供应保障活动的高效管理。该系统的运用有助于支持部队在多域复杂条件下高效开展维修保障活动, 同时也为其他系统在无网条件下的建设运用问题提供了借鉴和遵循。

## 参考文献

- [1] 代冬升, 冀亚林, 李会杰. 装备维修器材管理业务流程设计[J]. 四川兵工学报, 2009, 30(11): 116-117.
- [2] 陆松林, 张捷, 王震. 装备仓库管理系统的设计与实现[J]. 工业控制计算机, 2022, 35(2): 134-136.
- [3] 李校, 贾红丽, 杨丽帆, 等. 野外条件下部队装备保障信息系统优化[J]. 军事交通学报, 2022, 1(11): 40-42.
- [4] 刘继雷. 某部队装备管理系统的设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 成都: 电子科技大学, 2019.

- [5] 巴音查汗, 安鹏. 基于嵌入式及 RFID 物联网技术的智慧校园系统设计与实现[J]. 现代电子技术, 2017, 40(16): 63-65.
- [6] 祝培源, 张改梅, 孙柏青, 等. 基于 RFID 的中药材物流仓储智能化管理系统设计与应用[J]. 包装工程, 2024, 45(5): 212-2124.
- [7] 吴剑梅. 警用装备智能管理系统的设计与实现[D]. [硕士学位论文]. 成都: 电子科技大学, 2019.
- [8] 张雪胭, 吴志新, 白华东. 装备管理信息化建设思考[J]. 价值工程, 2020, 3(27): 71-73.