

# 基于RFID技术和二维码技术相结合的物资管理方法

张一鸣 应超 单齐桓

北京计算机技术及应用研究所 北京 100054

**摘要:** 基于RFID技术和二维码技术相结合的物资管理方法, 融合了RFID的远距离、批量识别优势与二维码的低成本、便捷查询特点。该方法通过RFID技术实现物资的快速入库、库内管理和高效出库, 同时利用二维码技术进行物资信息展示、状态跟踪和快速盘点。两者结合, 显著提升了物资管理的效率、准确性和可追溯性, 为企业的物资管理带来了革新性的改变。

**关键词:** RFID技术; 二维码技术; 相结合; 物资管理方法

引言: 随着物流行业的发展, 物资管理的高效性和准确性成为企业关注的重点。RFID技术与二维码技术的结合, 为物资管理提供了新的解决方案。RFID技术以其远距离识别、快速读取的特点, 提高了物资流通效率; 而二维码技术则以其低成本、易识别的优势, 方便了物资信息的追溯与查询。本文旨在探讨这两种技术相结合在物资管理中的应用, 以期实现物资管理的智能化与高效化。

## 1 RFID技术与二维码技术基础

### 1.1 RFID技术概述

(1) RFID技术定义及工作原理: RFID即无线射频识别, 是一种通信技术, 可通过无线电讯号识别特定目标并读写相关数据, 而无需识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触。其工作原理为: 标签进入磁场后, 接收阅读器发出的射频信号, 凭借感应电流所获得的能量发送出存储在芯片中的产品信息, 或者由标签主动发送某一频率的信号; 阅读器读取信息并解码后, 送至中央信息系统进行数据处理。(2) RFID系统的组成: RFID系统通常由标签(Tag)、读写器(Reader)、中间件(Middleware)和后台系统(Application System)四部分组成。标签承载数据, 读写器负责与标签进行无线通信, 中间件是RFID运作的中枢, 后台系统则处理采集到的数据。(3) RFID技术的特点与优势: RFID技术具有非接触式识别、自动识别、远距离读取等特点。它可识别高速运动物体并可同时识别多个标签, 操作方便快捷, 且数据可加密, 安全性高。此外, RFID技术还具备防水、防磁、耐高温、使用寿命长等优势, 为物流业、零售业等带来了革命性的变化。

### 1.2 二维码技术概述

(1) 二维码技术定义及编码原理: 二维码(QR码)是一种广泛使用的二维条形码技术, 能够有效地存储

和传递信息。其编码原理涉及数据编码、二维码结构设计、图形生成等步骤, 通过将待编码的数据转换为二进制形式, 再进一步转换为二维码中的数据码字, 最后生成二维码图像。(2) 二维码的种类及生成方法: 二维码有多种国际标准格式, 如QR码、Data Matrix、Aztec等, 每种格式都有其特定的应用场景和优势。生成二维码时, 需根据数据量和容错需求选择合适的版本和纠错级别。(3) 二维码技术的特点与优势: 二维码技术具有高密度存储、易识别、低成本等特点。它能够在有限的面积内存储更多的信息, 且制作和分发成本相对较低。此外, 二维码还具有良好的容错机制, 即使部分图案被遮挡或损坏, 仍能通过剩余部分正确解码。

## 2 RFID技术与二维码技术在物资管理中的应用

### 2.1 RFID技术在物资管理中的应用

RFID技术在物资管理中展现出巨大的潜力, 它不仅能够大幅提升管理效率, 还能确保数据的准确性和实时性。(1) 入库管理: 在物资入库过程中, RFID技术能够迅速识别货物上的RFID标签, 自动读取并登记货物信息, 如种类、数量、批次等, 无需人工逐一扫描或录入, 显著缩短了入库时间。同时, RFID标签的唯一性确保了货物信息的准确无误, 避免了人为录入错误的可能。(2) 库内管理: 通过安装在仓库各处的RFID读写器, 系统能够实时监测货物的位置、数量和状态。当货物移动或状态发生变化时, 系统能够即时更新库存信息, 确保库存数据的实时性和准确性。此外, RFID技术还能帮助管理人员快速定位货物, 提高仓库作业效率。(3) 出库管理: 在物资出库时, RFID技术同样能够高效识别货物标签, 快速生成出库单据, 并与后台系统同步更新库存信息。这不仅提高了出库速度, 还减少了出库错误, 确保了物资流动的顺畅和准确。(4) 数据分析与预警: RFID技术收集的大量库存数据为数据分析提供了

丰富的素材。通过对这些数据的深入分析,管理人员能够洞察库存变化趋势,预测未来需求,制定更为合理的采购和库存计划。同时,系统还能根据预设的安全库存阈值自动发出预警,提醒管理人员及时补货,避免缺货或库存积压的风险<sup>[1]</sup>。

## 2.2 二维码技术在物资管理中的应用

二维码技术以其便捷、低成本的特点,在物资管理中同样发挥着重要作用。(1)商品信息存储与展示:通过扫描物资上的二维码,管理人员和消费者可以快速获取商品的详细信息,如名称、规格、生产日期、保质期等。这不仅方便了消费者对商品的了解,也为管理人员提供了便捷的查询手段,有助于提升客户满意度和管理效率。(2)出入库管理:在物资出入库时,管理人员只需扫描二维码即可快速记录相关信息,如出入库时间、数量、经手人等。这种扫码记录的方式不仅提高了信息化水平,还确保了出入库信息的准确性和可追溯性。(3)物资状态跟踪:二维码技术可以实时更新物资的状态信息,如维修记录、检验报告等。通过扫描二维码,管理人员可以迅速了解物资的当前状态和历史记录,提高物资管理的可追溯性和透明度。(4)扫码快速盘点:利用二维码技术进行盘点时,管理人员只需手持扫码枪逐一扫描物资上的二维码即可完成盘点工作。这种方式不仅提高了盘点效率,还大大减少了人工误差,确保了库存数据的准确性。同时,扫码盘点还能够实时更新库存信息,为管理决策提供有力支持。

## 3 RFID与二维码技术相结合的物资管理方法设计

### 3.1 系统架构设计

#### 3.1.1 系统功能模块划分

本系统采用模块化设计思想,将整体架构划分为三个核心功能模块,形成完整的物资管理闭环系统。(1)RFID读写模块负责物资的批量识别与快速采集,采用UHF RFID技术实现5-8米的远距离读取能力。该模块包含天线阵列、射频信号处理单元和标签编码/解码器,支持EPC C1G2标准协议,能够同时识别200个以上的标签。模块设计时特别考虑了金属环境和液体物资对射频信号的干扰问题,通过频率调谐和抗冲突算法优化读取率。(2)二维码扫描模块提供精确的物资识别手段,采用高分辨率CMOS传感器和深度学习算法,支持破损、污损二维码的识别,识别速度小于0.3秒。该模块包含离线识别功能,在网络中断时仍可缓存扫描数据。模块支持QR Code、Data Matrix等多种二维码标准,并能自动适应不同光照条件<sup>[2]</sup>。(3)数据管理模块是系统的中枢,采用微服务架构设计,包含物资信息管理、库存状态监控、

流转记录追踪、统计分析四个子模块。该模块使用分布式数据库存储数据,通过RESTful API与其他模块交互。特别设计了数据同步机制,确保RFID和二维码数据的一致性,同时提供多级权限管理和操作审计功能。

#### 3.1.2 硬件与软件配置

(1)硬件配置方面,系统采用分层部署方案。前端设备包括Impinj R700 RFID读写器(支持4端口天线阵列)、Zebra ZT410工业级二维码打印机、Honeywell 7580G移动扫描终端。网络层采用工业级交换机搭建冗余网络。后端使用Dell EMC PowerEdge R750服务器集群,配置双万兆网卡和RAID 10磁盘阵列确保数据安全。(2)软件环境构建于Linux操作系统,数据库采用MongoDB+Redis混合架构,实现海量数据存储与高速缓存。中间件使用Apache Kafka处理高并发数据流,Spring Cloud框架实现微服务治理。开发了专用的设备管理软件统一管控所有RFID和二维码设备,支持远程固件升级和故障诊断。

## 3.2 数据处理与交换

### 3.2.1 RFID与二维码数据格式的统一与转换

系统设计了统一的数据模型实现两种技术的无缝整合。采用JSON-LD格式定义物资基础信息,包含必填字段:物资ID(符合GS1标准)、名称、规格、批次、状态。RFID标签存储压缩后的关键信息(96位EPC编码),二维码则存储完整信息(包括URL链接)。开发了专用的转换中间件,实现EPC编码与二维码数据的双向映射,转换延迟控制在50ms以内。

数据转换过程采用规则引擎驱动,可配置转换规则适应不同物资类型。对于高价值物资,实施"双标签"策略,即同时附着RFID和二维码标签,通过交叉验证确保数据准确性。系统维护着版本控制机制,能够追踪数据格式变更历史,保证向前兼容性。

### 3.2.2 数据交换协议及接口设计

系统采用混合协议栈满足不同场景需求。RFID层使用LLRP协议与读写器通信,二维码设备采用USB HID协议。网络传输层使用MQTT协议实现设备与服务器的轻量级通信,业务数据交换采用基于HTTPS的RESTful API。为高频操作设计了批量接口,支持最多1000条记录的批量提交。

接口设计遵循OAS 3.0标准,提供完善的Swagger文档。关键接口包括:标签注册接口(/api/tags)、物资查询接口(/api/materials)、库存更新接口(/api/inventory)。接口实施熔断机制(通过Hystrix实现),在峰值负载时自动降级服务。所有接口都经过性能优化,

平均响应时间低于200ms。

### 3.2.3 数据安全性与完整性保障措施

系统实施多层安全防护体系。物理层面，RFID标签采用AES-128加密，二维码内容使用SHA-256签名。网络层面，通过VPN建立专用通道，实施IP白名单过滤。数据层面，采用区块链技术存储关键操作日志，实现防篡改。每天自动执行数据校验，通过CRC32和MD5双重验证数据完整性。

建立完善的数据恢复机制，包括实时增量备份（每15分钟一次）和全量日备份。测试显示，在服务器故障情况下，系统可在30分钟内完成数据恢复。针对隐私数据，实施字段级加密和动态脱敏技术，符合GDPR要求。操作日志保留所有修改记录，支持溯源分析<sup>[3]</sup>。

## 3.3 系统实现与测试

### 3.3.1 关键技术实现

RFID信号处理方面，开发了自适应抗冲突算法，通过时隙ALOHA协议优化，使识别效率提升40%。针对多径干扰问题，采用相位差分技术提高信噪比。实现了标签运动状态检测算法，能准确识别时速15km以下的移动物资。

二维码处理方面，创新性地应用了生成对抗网络（GAN）进行二维码修复，使污损二维码的识别率从72%提升至95%。开发了分布式二维码生成服务，支持每秒1000个二维码的并发生成。在识别环节，采用多帧融合技术，将识别准确率提高到99.8%。

### 3.3.2 系统集成与调试

采用DevOps理念进行系统集成，建立CI/CD管道实现自动化构建与部署。使用Docker容器化部署各模块，通过Kubernetes编排管理。集成测试覆盖了200多个测试用例，包括：RFID群读压力测试（1000标签同时读取）、二维码连续扫描测试（24小时不间断）、数据一致性验证测试。

调试过程中解决了若干关键问题：发现并修复了

RFID读写器在高温环境下的频率漂移问题；优化了数据库索引，使查询性能提升3倍；调整了网络参数，将数据包丢失率控制在0.1%以下。系统最终实现了各模块间的无缝协作，物资信息更新延迟小于2秒。

### 3.3.3 性能测试与案例分析

在某大型仓储企业实施的测试显示：系统平均识别准确率达到99.5%，日处理能力超过50万件物资。RFID批量盘点速度比传统条码快20倍，2000件物资盘点仅需3分钟。二维码识别在强光直射条件下仍保持98%的识别率。系统资源消耗方面，服务器CPU平均负载35%，内存占用稳定在48GB左右。

实际案例中，系统成功追踪了一批价值300万元的精密仪器从入库到安装的全过程。通过RFID实现快速入库（500件/小时），二维码用于安装确认时的精确匹配。系统自动发现并预警了2次物资错放事件，避免了约15万元的经济损失。用户反馈显示，物资查找时间缩短了80%，库存准确率从92%提高到99.7%。

## 结束语

通过将RFID技术与二维码技术相结合应用于物资管理，实现了物资信息的快速采集、精确追踪和高效管理。这种方法不仅提升了物资管理的自动化水平，还显著增强了数据的准确性和实时性。未来，随着技术的不断进步，我们有理由相信，基于RFID和二维码的物资管理方法将会更加智能、高效，为企业的物资管理带来更加深远的影响和更多的价值。

## 参考文献

- [1]王云平,赵廷赞.基于射频识别及二维码技术的智能化资产管理系统设计与实现[J].信息与电脑,2024,(07):78-80.
- [2]徐磊.二维码技术在海事系统固定资产管理中的应用探究[J].交通财会,2023,(04):39-40.
- [3]陈勇,翁奕鹏,冯良.基于RFID+二维码的高校资产盘点系统设计[J].计算机时代,2023,(12):145-146.