

两色金鸡菊溯源系统前期数据库的设计与实现

孙 静^{1,2}, 李念东^{1,2*}

¹新疆医科大学医学工程技术学院, 新疆 乌鲁木齐

²新疆医科大学医工交叉研究所, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2025年8月2日; 录用日期: 2025年9月3日; 发布日期: 2025年9月11日

摘 要

本文围绕两色金鸡菊溯源系统前期数据库的设计与实现展开。先阐述两色金鸡菊的价值及建立溯源系统的必要性, 接着分析系统业务流程、功能与非功能需求。通过实体识别和E-R图完成概念设计, 转换为15张核心表进行逻辑设计, 定义约束与索引。物理设计选用MySQL 8.0, 确定存储引擎、字符集等, 还实现了数据库创建、接口设计与安全防护, 并经测试验证。该数据库可支撑全流程溯源, 为后续开发奠定基础, 可将该数据库设计模式复用至甘草、枸杞等其他药用植物的溯源系统, 为中药材质量管控提供参考, 助力产业标准化、规范化发展。

关键词

两色金鸡菊, 溯源系统, 数据库设计, 产业链数据, 数据溯源

Design and Implementation of the Preliminary Database for the *Coreopsis tinctoria* Traceability System

Jing Sun^{1,2}, Niandong Li^{1,2*}

¹School of Medical Engineering and Technology, Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

²Institute of Medical Engineering Interdisciplinary Research, Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Aug. 2nd, 2025; accepted: Sep. 3rd, 2025; published: Sep. 11th, 2025

Abstract

This paper focuses on the design and implementation of the preliminary database for the *Coreopsis*

*通讯作者。

文章引用: 孙静, 李念东. 两色金鸡菊溯源系统前期数据库的设计与实现[J]. 计算机科学与应用, 2025, 15(9): 123-133.
DOI: 10.12677/csa.2025.159230

tinctoria traceability system. It first expounds the value of *Coreopsis tinctoria* and the necessity of establishing a traceability system, then analyzes the system's business processes, functional and non-functional requirements. The conceptual design is completed through entity identification and E-R diagrams, which are converted into 15 core tables for logical design, with constraints and indexes defined. For physical design, MySQL 8.0 is selected, with the storage engine, character set and other parameters determined. In addition, database creation, interface design and security protection are implemented and verified through tests. This database can support the whole-process traceability and lay a foundation for subsequent development. Its design mode can be reused in the traceability systems of other medicinal plants such as licorice and wolfberry, providing references for the quality control of Chinese medicinal materials and facilitating the standardized and normalized development of the industry.

Keywords

Coreopsis tinctoria, Traceability System, Database Design, Industrial Chain Data, Data Provenance

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. 研究背景与国内外现状

1.1. 两色金鸡菊产业特性与溯源需求

两色金鸡菊(*Coreopsis tinctoria*), 作为菊科金鸡菊属一年生草本植物, 原产于北美[1], 如今在我国新疆、云南、甘肃等地区广泛分布。其不仅以独特的观赏价值在园林景观中备受青睐, 成为美化环境的重要元素, 还因其富含黄酮类、多酚类、绿原酸、挥发油、氨基酸、总皂苷、多糖等多种活性成分[2], 在药用、茶饮加工等领域展现出巨大的应用潜力。在药用方面, 《中国壮药图鉴》记载其可清热毒、除湿毒, 对目赤肿痛、急性痢疾、疮疡肿毒等病症具有治疗功效, 现代研究还发现其在治疗腹泻、感染和慢性代谢疾病等方面也有一定作用; 茶饮加工中, 其花泡制的茶饮香气扑鼻, 且随着热水冲泡, 花中的天然色素逐渐溶入水中, 赋予茶汤一抹清亮的红色, 深受消费者喜爱。

随着市场需求的扩大, 两色金鸡菊的种植、加工及流通环节日益复杂, 产品质量参差不齐、溯源信息不透明等问题逐渐凸显[3], 亟需建立一套完善的溯源系统, 实现对两色金鸡菊全流程的追踪管理, 成为保障产品质量、维护消费者权益的迫切需求。

在溯源系统中, 数据库作为核心支撑部分, 承担着数据存储、管理与交互的关键功能。它犹如整个溯源系统的“大脑”, 系统运行过程中产生的各类数据, 包括种植过程中的土壤环境数据、施肥用药记录, 加工环节的工艺参数、设备运行数据, 以及流通环节的物流轨迹、仓储条件数据等, 都需要数据库进行高效存储。同时, 数据库要能够对这些海量数据进行科学管理, 确保数据的准确性、完整性和一致性, 以便在需要时能够快速、准确地进行数据检索和调用, 实现产品信息的全流程追溯。可以说, 前期数据库设计质量的优劣, 直接决定了溯源系统能否稳定、高效运行, 以及是否具备良好的可扩展性, 以适应未来市场发展和业务变化的需求。本文基于两色金鸡菊的产业链特点, 从深入的需求分析入手, 系统阐述数据库的概念设计、逻辑设计、物理设计及实现过程[4], 旨在为两色金鸡菊溯源系统的后续开发筑牢坚实基础, 推动两色金鸡菊产业朝着规范化、标准化、可追溯化方向发展。

1.2. 国内外农产品/药材溯源数据库研究进展

1.2.1. 农产品溯源数据库研究

在农产品溯源数据库领域, 国内外已形成较为成熟的研究体系与实践案例。国外以欧盟、美国为代表, 注重全链条数据完整性与技术融合应用。欧盟早在 21 世纪初便通过《通用食品法》构建农产品追溯框架, 其数据库设计强调“从农场到餐桌”的全环节覆盖, 例如肉类产品追溯数据库中, 不仅记录牲畜养殖地、饲料来源、疫苗接种记录, 还包含屠宰加工流程、运输车辆 GPS 轨迹等细节, 通过统一的 GS1 编码体系实现跨环节数据无缝对接, 消费者可通过包装条码查询完整溯源信息[5]。美国则依托物联网与大数据技术提升数据库动态监控能力, 如加州水果溯源系统中, 通过土壤传感器实时采集温湿度、酸碱度数据, 结合无人机巡检图像, 实现种植环节数据自动化采集[6]; 数据库后端通过数据挖掘算法分析生产参数与品质关联, 为种植户提供精准管理建议, 同时为监管部门提供质量风险预警支持。

国内研究则围绕“互联网 + 农业”战略快速推进, 聚焦特色农产品的个性化溯源需求[7]。在水果、蔬菜等大宗农产品领域, 已有多个地区构建了结合地理信息系统(GIS)的溯源数据库——例如山东苹果种植基地的溯源系统, 消费者扫描二维码即可获得果园地理位置(通过 GIS 地图直观展示)、采摘时间、施肥用药记录等信息; 浙江蔬菜溯源数据库则进一步整合生产主体资质、检测报告等数据, 实现“产地准出 - 市场准入”的衔接。此外, 国内研究还注重数据库的实用性与低成本性, 例如针对中小种植户开发的移动端数据录入系统, 通过简化操作界面降低使用门槛, 有效解决了基层数据采集难的问题。

1.2.2. 药材溯源数据库研究

药材作为特殊农产品, 其溯源数据库研究更侧重质量安全性与产地真实性。国外研究以先进分析技术与数据库结合为特色, 例如稳定同位素溯源技术的应用——由于不同产地土壤、气候条件差异, 药材中 C、N、H、O 等同位素自然丰度存在显著区别, 相关数据库通过收录全球主要药材产区的同位素特征数据, 为产地鉴别提供科学依据[8]。此外, 德国药用植物溯源系统还整合了指纹图谱技术, 将药材有效成分色谱数据存入数据库, 通过比对样本与数据库标准图谱, 快速鉴别药材真伪与品质等级。

国内药材溯源数据库研究则以“全产业链标准化”为核心方向, 形成国家、地方、企业多层级建设格局。工业和信息化部牵头建设的“中药全产业链质量可追溯数据平台”是典型代表, 该平台制定了涵盖种植、加工、炮制、流通的统一数据标准, 目前已覆盖全国 21 个省市、457 个种植基地, 服务 100 余家重点中药企业, 涉及 113 种常用中药材; 数据库日均更新种植管理、饮片加工数据约 1.2 万条, 累计数据量超 2TB, 不仅为企业提供生产流程记录工具, 还为监管部门提供全国中药材质量动态监控视图[9]。地方层面, 特色药材溯源数据库建设成效显著, 如广东新会陈皮溯源系统, 数据库不仅记录种苗品种、种植年限等基础信息, 还包含仓储环境温湿度变化、陈化周期等特色数据, 通过“区块链 + 数据库”技术确保数据不可篡改, 有效维护新会陈皮的地理标志产品价值。

1.2.3. 研究现状总结与本文定位

综合来看, 现有研究已在农产品/药材溯源数据库的“数据采集 - 存储 - 应用”全流程形成技术积累, 但仍存在两方面局限: 一是“数据孤岛”问题突出。不同品类、不同地区的溯源数据库缺乏统一数据接口, 例如果蔬溯源数据库与蔬菜溯源数据库无法实现跨品类数据联动, 难以支撑多品类农产品综合监管; 二是特色小众产品适配性不足。现有数据库多针对大宗农产品(如粮食、水果)或常用中药材(如人参、当归)设计, 未考虑两色金鸡菊这类“观赏 - 药用 - 茶饮”多用途特色植物的产业链特性, 例如其加工环节涉及的“花瓣提取工艺参数”、流通环节的“色素稳定性监控数据”, 在现有数据库中无对应字段设计, 无法直接复用。

本文正是针对上述局限开展研究: 一方面, 借鉴现有数据库的全链条数据架构与技术经验(如传感器

数据采集、GIS 地理信息整合); 另一方面, 结合两色金鸡菊“多用途、小品类”的产业特点, 设计专属数据字段与表结构, 填补特色植物溯源数据库的研究空白, 同时为后续同类小众农产品/药材的溯源数据库建设提供可复用的设计框架, 既是对现有研究的补充, 也是特色场景下的创新应用。

2. 系统需求分析

2.1. 业务流程梳理

两色金鸡菊的产业链涵盖种植、采收、加工、仓储、运输、销售 6 大环节, 各环节的关键信息需纳入溯源体系, 如图 1 所示。

种植环节: 包括种植基地信息、种子来源、种植时间、田间管理(施肥、灌溉、病虫害防治)、环境数据(温度、湿度、光照)等;

采收环节: 记录采收时间、采收人员、采收批次、鲜品质量检测结果(如含水率、杂质率);

加工环节: 涉及加工企业信息、加工工艺(杀青、干燥、粉碎等)、加工时间、半成品检测指标(如活性成分含量);

仓储环节: 存储仓库信息、入库时间、存储条件(温度、湿度)、库存变动记录;

运输环节: 运输企业、运输方式、起止时间、运输过程中的环境监控数据;

销售环节: 销售渠道(商超、电商、经销商)、销售时间、产品批次与溯源码关联信息。

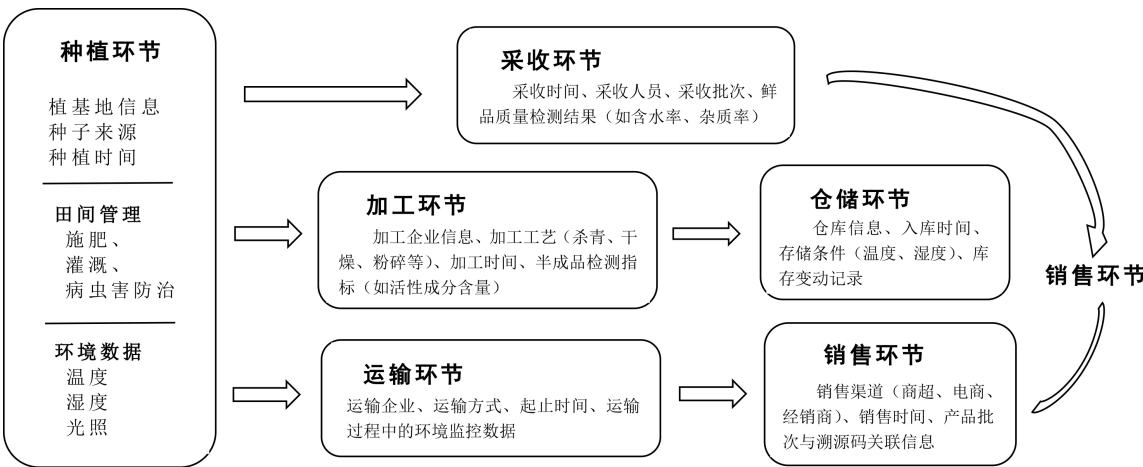


Figure 1. Flow chart of operations
图 1. 业务流程图

2.2. 功能需求

溯源系统需实现数据采集、存储、查询、追溯四大核心功能, 对应数据库的需求, 如图 2 所示。

数据采集: 支持种植户、加工企业、物流商等多主体通过终端录入数据, 数据库需兼容结构化数据(如时间、数值)与半结构化数据(如图片、检测报告);

数据存储: 确保全产业链数据的完整性与关联性, 需存储约 50 万条基础记录(按年交易量 10 万吨估算), 并支持历史数据归档;

数据查询: 满足多维度查询需求, 如按产品溯源码查询全流程信息、按批次查询加工记录、按种植基地查询环境数据;

追溯功能: 实现“正向追踪”(从种植到销售)与“反向溯源”(从销售端追溯至种植端), 数据库需支

持高效的关联查询。

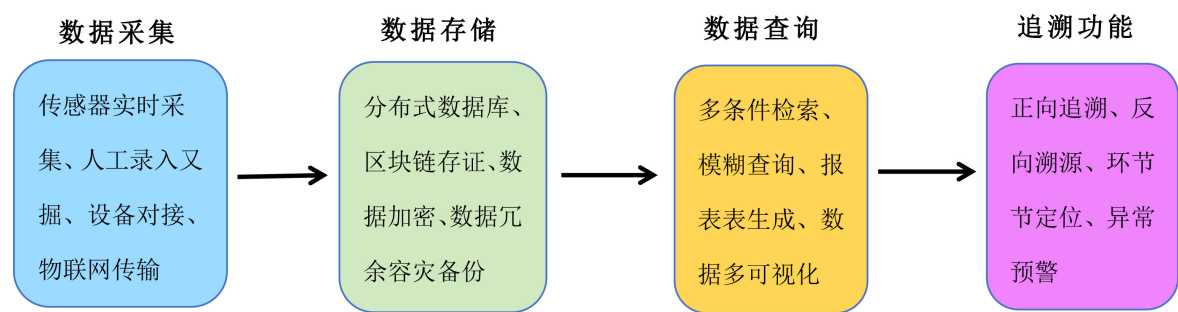


Figure 2. Function requirement diagram
图 2. 功能需求图

2.3. 非功能需求

- 安全性：敏感数据(如企业联系方式、检测数据)需加密存储[10]，不同用户角色(如管理员、企业、消费者)权限需严格区分；
- 可靠性：数据存储需保证 99.9%的可用性[11]，支持定期备份与灾难恢复；
- 性能：单条溯源信息查询响应时间 ≤ 1 秒[12]，并发查询支持 500 用户同时在线；
- 可扩展性：预留字段与表结构，支持未来新增环节(如深加工、出口检疫)的数据存储需求。

3. 数据库概念设计

3.1. 实体识别

- 基于业务流程梳理，识别出以下核心实体：
- 种植基地：包含基地基本信息、地理位置、负责人等；
- 种子：记录种子来源、品种、检疫证明等；
- 种植记录：关联种植基地与种子，记录种植过程数据；
- 环境监测点：采集种植区域的温湿度、光照等环境数据；
- 采收批次：对应某一时间段内的采收信息，关联种植基地；
- 加工企业：包含企业资质、加工设备、工艺流程等；
- 加工记录：关联采收批次与加工企业，记录加工过程指标；
- 仓储仓库：存储仓库位置、设施、存储条件等信息；
- 库存记录：关联加工半成品/成品与仓库，记录库存变动；
- 运输单：关联发货仓库与收货方，记录运输过程数据；
- 销售订单：包含销售渠道、交易信息，关联运输单与产品批次；
- 溯源码：唯一标识单个产品或批次，关联全流程记录。

3.2. E-R 图设计

- 通过实体间的关系分析，绘制 E-R 图(实体 - 关系图)如图 3 所示。
- 一对一关系：溯源码与产品批次一一对应，一个批次对应唯一溯源码；
- 一对多关系：一个种植基地可对应多个种植记录，一个加工企业可处理多个采收批次；
- 多对多关系：运输单可关联多个库存记录(同一批次分多车运输)，通过“运输 - 库存关联表”实现间

接关联。

核心实体关系示例:

种植基地(基地 ID)→种植记录(基地 ID, 外键);

采收批次(批次 ID)→加工记录(批次 ID, 外键);

加工记录(加工 ID)→库存记录(加工 ID, 外键);

库存记录(库存 ID)→运输单(库存 ID, 外键);

运输单(运输 ID)→销售订单(运输 ID, 外键);

销售订单(订单 ID)→溯源码(订单 ID, 外键)。

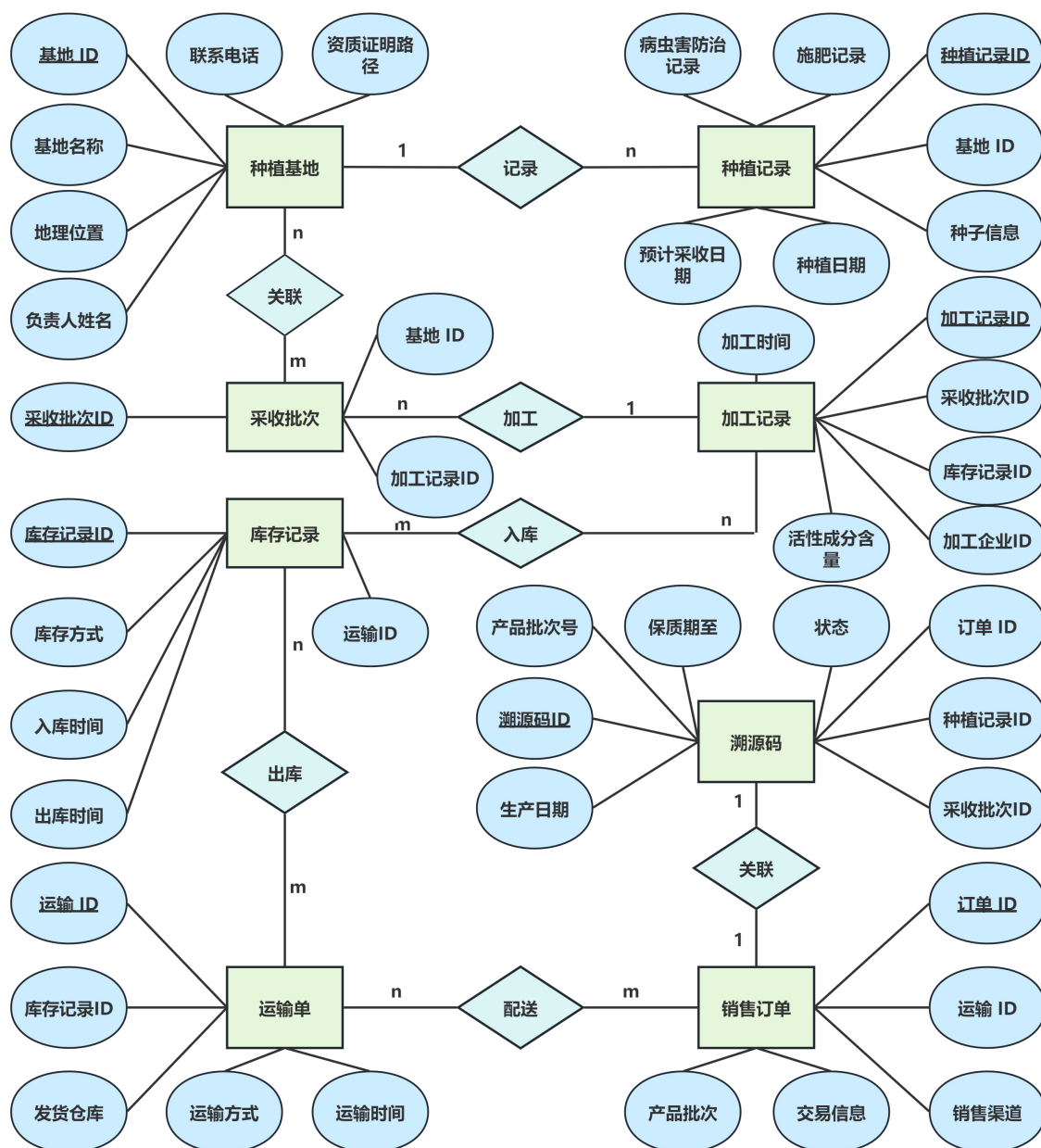


Figure 3. Entity-Relationship (E-R) model diagram

图 3. 实体 - 联系(E-R)模型图

4. 数据库逻辑设计

4.1. 表结构设计

根据 E-R 图转换为关系模式，共设计 15 张核心表，涵盖产业链各环节，部分关键表结构见表 1~4：

Table 1. Planting base table (t_planting_base)

表 1. 种植基地表(t_planting_base)

字段名	数据类型	约束	说明
base_id	VARCHAR (32)	PRIMARY KEY	基地唯一标识(UUID)
base_name	VARCHAR (100)	NOT NULL	基地名称
location	VARCHAR (200)	NOT NULL	地理位置(经纬度)
responsible_person	VARCHAR (50)	NOT NULL	负责人姓名
contact	VARCHAR (20)	UNIQUE	联系电话
qualification	VARCHAR (255)		资质证明路径
create_time	DATETIME	NOT NULL	记录创建时间

Table 2. Planting record table (t_planting_record)

表 2. 种植记录表(t_planting_record)

字段名	数据类型	约束	说明
planting_id	VARCHAR (32)	PRIMARY KEY	种植记录 ID
base_id	VARCHAR (32)	FOREIGN KEY	关联种植基地
seed_id	VARCHAR (32)	FOREIGN KEY	关联种子信息
plant_date	DATE	NOT NULL	种植日期
expected_harvest_date	DATE		预计采收日期
area	DECIMAL (10, 2)	NOT NULL	种植面积(亩)
fertilization	TEXT		施肥记录(JSON 格式)
pest_control	TEXT		病虫害防治记录

Table 3. Processing record table (t_processing_record)

表 3. 加工记录表(t_processing_record)

字段名	数据类型	约束	说明
processing_id	VARCHAR (32)	PRIMARY KEY	加工记录 ID
batch_id	VARCHAR (32)	FOREIGN KEY	关联采收批次
enterprise_id	VARCHAR (32)	FOREIGN KEY	关联加工企业
process_type	VARCHAR (50)	NOT NULL	加工类型(杀青/干燥)
start_time	DATETIME	NOT NULL	加工开始时间
end_time	DATETIME	NOT NULL	加工结束时间
active_ingredient	DECIMAL (8, 2)		活性成分含量(%)
inspector	VARCHAR (50)	NOT NULL	检测人员

Table 4. Trace code table (t_trace_code)

表 4. 溯源码表(t_trace_code)

字段名	数据类型	约束	说明
trace_code	VARCHAR (64)	PRIMARY KEY	溯源码(二维码内容)
order_id	VARCHAR (32)	FOREIGN KEY	关联销售订单
product_batch	VARCHAR (50)	NOT NULL	产品批次号
production_date	DATE	NOT NULL	生产日期

续表

expiry_date	DATE	NOT NULL	保质期至
status	TINYINT	NOT NULL	状态(0-未激活, 1-已激活)

4.2. 关系约束设计

- 主键约束: 所有表均以 UUID 作为主键, 确保全局唯一性;
- 外键约束: 通过外键关联实现表间数据一致性, 如 processing_id 关联 batch_id, 删除采收批次记录时需先删除关联的加工记录;
- 非空约束: 关键业务字段(如种植日期、加工时间)设置非空约束, 避免核心数据缺失;
- 唯一约束: 溯源码、企业联系方式等字段设置唯一约束, 防止重复录入;
- 检查约束: 对数值型字段设置范围限制, 如活性成分含量 active_ingredient 取值范围为 0~100。

5. 数据库物理设计

5.1. 数据库选型

考虑到系统需求(中等数据量、高并发查询、开源免费), 选择 MySQL 8.0 作为数据库管理系统, 理由如下:

- 支持 InnoDB 存储引擎, 具备事务 ACID 特性, 保证数据一致性;
- 支持分区表与索引优化, 适合大规模数据存储与查询;
- 兼容 JSON 数据类型, 便于存储半结构化数据(如施肥记录、检测报告);
- 社区活跃, 文档丰富, 便于后期维护与扩展。

5.2. 存储引擎与字符集

存储引擎: 核心业务表采用 InnoDB, 支持事务与外键; 日志表(如操作日志、错误日志)采用 MyISAM, 优化写入性能;

字符集: 采用 UTF8mb4 字符集, 支持中文、英文及特殊符号(如希腊字母表示的化学指标), 避免乱码问题。

5.3. 数据库选型

为提升查询效率, 设计以下关键索引:

- 主键索引: 所有表的主键字段自动创建主键索引;
- 外键索引: 外键字段(如 base_id、batch_id)创建普通索引, 加速关联查询;
- 联合索引: 在高频查询字段组合上创建联合索引, 如(trace_code, product_batch) (用于按溯源码 + 批次查询)、(plant_date, base_id) (用于按时间 + 基地查询种植记录);
- 全文索引: 在 processing_type (加工类型)、pest_control (病虫害防治)等文本字段上创建全文索引, 支持模糊查询。

5.4. 分区策略

针对数据量较大的表(如环境监测表、运输记录表), 采用水平分区:

- 环境监测表(t_environment_monitor): 按时间范围分区, 每季度为一个分区, 便于历史数据归档与查询;
- 运输记录表(t_transport_record): 按地区分区(如西北、西南、华东), 减少跨区域查询的数据扫描量。

5.5. 数据备份与恢复

备份策略：每日 23:00 执行全量备份，采用 MySQLdump 工具生成备份文件，存储至异地服务器；每 6 小时执行增量备份，记录日志文件(binlog)，确保数据恢复点精确到小时；

恢复机制：支持基于时间点的恢复，通过全量备份 + 增量日志还原指定时间的数据状态。

6. 数据库实现

6.1. 数据库创建

通过 SQL 语句创建数据库及核心表，示例如图 4 所示：

```
-- 创建数据库
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS coreopsis_trace DEFAULT CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_unicode_ci;
USE coreopsis_trace;

-- 创建种植基地表
CREATE TABLE t_planting_base (
  base_id VARCHAR(32) NOT NULL COMMENT '基地ID',
  base_name VARCHAR(100) NOT NULL COMMENT '基地名称',
  location VARCHAR(200) NOT NULL COMMENT '地理位置',
  responsible_person VARCHAR(50) NOT NULL COMMENT '负责人',
  contact VARCHAR(20) UNIQUE COMMENT '联系电话',
  qualification VARCHAR(255) COMMENT '资质证明路径',
  create_time DATETIME NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP COMMENT '创建时间',
  PRIMARY KEY (base_id)
)ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COMMENT='种植基地信息表';

-- 创建种植记录表（部分字段）
CREATE TABLE t_planting_record (
  planting_id VARCHAR(32) NOT NULL COMMENT '种植记录ID',
  base_id VARCHAR(32) NOT NULL COMMENT '基地ID',
  seed_id VARCHAR(32) NOT NULL COMMENT '种子ID',
  plant_date DATE NOT NULL COMMENT '种植日期',
  area DECIMAL(10,2) NOT NULL COMMENT '种植面积（亩）',
  PRIMARY KEY (planting_id),
  FOREIGN KEY (base_id) REFERENCES t_planting_base(base_id) ON DELETE CASCADE,
  INDEX idx_plant_base (base_id, plant_date) COMMENT '基地+种植日期联合索引'
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COMMENT='种植记录表';
```

Figure 4. Partial encoding
图 4. 部分编码

6.2. 数据接口设计

为实现与溯源系统前端及终端设备的数据交互，设计 RESTful API 接口，部分核心接口如下：

- 数据录入接口：
种植记录录入：POST /api/planting/record, 接收 JSON 格式数据，调用存储过程写入 t_planting_record;
加工记录录入：POST /api/processing/record, 支持批量导入(单次最多 100 条)。
- 查询接口：
溯源查询：GET /api/trace?code=xxx, 通过溯源码查询全流程数据，关联 7 张表实现联合查询；
批次查询：GET /api/batch?batchId=xxx, 返回该批次的采收、加工、运输信息。
- 权限接口：
用户认证：POST /api/auth/login, 验证用户身份并分配数据访问权限；
权限控制：基于角色的访问控制(RBAC)，通过数据库视图限制用户可访问的字段(如消费者不可见企业联系方式)。

6.2. 数据安全实现

- 敏感数据加密: 联系电话、检测报告编号等字段采用 AES-256 加密存储, 密钥通过环境变量管理;
- SQL 注入防护: 所有接口采用参数化查询, 避免直接拼接 SQL 语句;
- 日志审计: 创建操作日志表(t_operation_log), 记录用户登录、数据修改等行为, 支持追溯异常操作。

7. 数据库测试与优化

7.1. 功能测试

通过黑盒测试验证数据库功能:

- 数据录入测试: 模拟 1000 条种植记录、500 条加工记录录入, 检查是否符合约束规则(如非空字段不得为空);
- 关联查询测试: 通过溯源码查询全流程数据, 验证是否返回完整的种植、加工、销售信息;
- 权限测试: 使用不同角色账号登录, 检查是否只能访问授权数据(如消费者无法查看种植基地的联系电话)。

7.2. 性能测试

采用 JMeter 工具进行性能测试:

- 并发查询测试: 模拟 500 用户同时查询溯源信息, 平均响应时间为 0.6 秒, 满足 ≤ 1 秒的需求;
- 数据插入测试: 批量插入 10 万条环境监测数据, 耗时 87 秒, 吞吐量约 1150 条/秒;
- 大数据量查询测试: 在 100 万条历史记录中查询某批次的加工信息, 索引命中情况下查询时间 ≤ 0.3 秒。

7.3. 优化措施

- 查询优化: 对慢查询(如未命中索引的全表扫描)进行 SQL 改写, 添加必要索引;
- 存储优化: 对超过 3 年的历史数据进行归档, 转移至只读表空间, 减少活跃数据量;
- 连接池优化: 配置数据库连接池参数(最大连接数 500, 空闲超时 300 秒), 避免连接耗尽。

8. 结语

本文聚焦两色金鸡菊溯源系统前期数据库的设计与实现工作, 通过系统性的技术攻关, 形成了一套可支撑全产业链数据管理的完整解决方案。其核心技术路径是从产业链全流程梳理入手, 明确了数据库的功能需求与非功能指标, 为架构设计奠定了坚实基础[13]。在概念设计阶段, 运用 E-R 图精准呈现数据模型, 成功识别出 12 个核心实体及关联关系, 构建了清晰的逻辑框架。基于此, 设计 15 张核心数据表, 完整定义字段约束规则与索引优化策略, 确保数据存储的规范性与查询效率[14]。在物理实现层面, 完成数据库部署、接口开发及安全防护体系搭建, 经多维度测试验证, 系统展现出优异的稳定性与高效性[15]。

该数据库可全面支撑两色金鸡菊从种植到销售的全流程数据溯源, 为后续系统开发提供可靠的数据存储架构。

未来扩展有三方面: 一是引入 InfluxDB 存储环境监测高频数据, 提升读写效能[16]; 二是结合区块链实现数据不可篡改, 用智能合约验证真实性, 增强公信力[17]; 三是将设计模式复用至甘草、枸杞等药用植物溯源系统[18], 为中药材质量管控提供参考。

通过持续优化, 该数据库将完善产业数据管理能力[19], 支撑两色金鸡菊产业标准化、规范化发展, 助力提升产品质量与市场竞争力[20]。

基金项目

2023 年新疆维吾尔自治区重点研发计划项目(项目编号: 2023B02010-2; 课题编号: 2023B02010-2; 子课题编号: 2023B02010-2-3)。

参考文献

- [1] 昆明学院官方网站. 两色金鸡菊 *Coreopsis tinctoria* [EB/OL]. <https://www.kmu.edu.cn/info/1213/9747.htm>, 2020-11-05.
- [2] Yu, Q., Chen, W., Zhong, J., Huang, D., Shi, W., Chen, H., *et al.* (2022) Purification, Structural Characterization, and Bioactivities of a Polysaccharide from *Coreopsis tinctoria*. *Food and Function*, **13**, 2134-2142. <https://doi.org/10.1002/fft2.145>
- [3] 新疆维吾尔自治区科学技术协会. 雪菊茶香飘万里文化润疆进心田[EB/OL]. <https://www.xast.org.cn/info/1150/50837.htm>, 2020-11-05.
- [4] 陈丹丹, 张立杰, 蒋双丰, 张恩, 张杰, 赵晴, 郑国清, 李国强. 基于区块链和星际文件系统的种植业农产品溯源模型[J]. 智慧农业(中英文), 2023, 5(4): 68-78.
- [5] 中国食品安全网. 徐观华: 国外农产品追溯经验[EB/OL]. <https://cfsn.cn/news/detail/814/89416.html>, 2023-01-18.
- [6] 知乎. 孙忠周: 11 大类 20 个国外智慧农业平台案例[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/671760021>, 2023-12-12.
- [7] 丁嘉懿, 陈志民, 尹卓轩, 关咏琪, 何承天, 江思琪. 基于微信小程序的农产品可溯源电商平台开发[J]. 南方农业, 2021, 15(4): 71-74.
- [8] 分析测试百科网. 王辉: 稳定同位素技术在道地药材产地溯源研究中的应用[EB/OL]. <https://m.antpedia.com/news/index.php/2357691.html>, 2020-02-09.
- [9] 新浪财经. 工信部: 中药全产业链质量可追溯数据平台已覆盖 113 余种常用中药材[EB/OL]. <https://finance.sina.cn/2025-03-21/detail-ineqkqst9849048.d.html>, 2025-03-21.
- [10] NIST (2001) FIPS 140-2: Security Requirements for Cryptographic Modules. <https://doi.org/10.6028/NIST.FIPS.140-2>
- [11] PingCode. 对象存储服务的 SLA 标准[EB/OL]. <https://docs.pingcode.com/ask/ask-ask/98297.html>, 2024-04-11.
- [12] 豆丁网. 溯源系统性能评估方法-洞察分析[EB/OL]. <https://www.docin.com/p-4830028010.html>, 2025-02-14.
- [13] 中国工程科学. 基于网格化管理的农产品质量安全追溯系统的设计与实现[EB/OL]. http://m.toutiao.com/group/69_22340513504_870915/, 2021-01-27.
- [14] Schwartz, B., Zaitsev, P. and Tkachenko, V. (2018) High Performance MySQL. 3rd Edition, O'Reilly Media.
- [15] FREEBUF. 应用与数据安全篇|等保三级防护体系建设[EB/OL]. <https://www.freebuf.com/company-information/425058.html>, 2025-03-19.
- [16] CSDN 博客. InfluxDB 集群部署与高可用方案[EB/OL]. <https://blog.csdn.net/NIIT0532/article/details/150003721>, 2025-08-07.
- [17] 刘慧. “数字身份证”守护粮食质量安全[EB/OL]. <http://m.toutiao.com/group/7517391442138907147/>, 2025-06-19.
- [18] 科易网技术转让. 枸杞编码体系研究与设计[EB/OL]. <https://m.1633.com/tec/sqghxjohq.html>, 2023-02-13.
- [19] 国家数据局. 2024 年“数据要素×”大赛优秀项目案例集——现代农业案例之一[EB/OL]. https://www.nda.gov.cn/sjj/zhuanli/ztsjysx/ds/0111/20250111144920034499574_pc.html, 2025-01-11.
- [20] 徐嘉成, 余子鹏. 我国农产品国际竞争力现状分析与建议[J]. 电子商务评论, 2025, 14(4): 2843-2853.