

**项目名称**

数据库设计文档

|  |  |
| --- | --- |
| 文档编号： | 202509180410105 |
| 密 级： | 内部使用 |
| 编 写： | 赵永茂 |
| 审 核： |  |
| 批 准： |  |
| 日 期： | 2025/9/17 |

贵州慧科未来科技有限公司

目录

[1. 引言 1](#_Toc209534336)

[1.1. 设计思路 1](#_Toc209534337)

[1.2. 设计规范 2](#_Toc209534338)

[1.2.1. 命名规范（Naming Conventions） 2](#_Toc209534339)

[1.2.1.2 2](#_Toc209534340)

[1.2.2.数据类型规范（Data Type Standards） 4](#_Toc209534341)

[2. 数据库设计 6](#_Toc209534342)

[3. 表设计 7](#_Toc209534343)

[3.1. 某某表1（表名） 7](#_Toc209534344)

[3.1.1. 表结构 7](#_Toc209534345)

[3.1.2. 表索引 7](#_Toc209534346)

[3.2. 某某表2（表名） 8](#_Toc209534347)

[3.2.1. 表结构 8](#_Toc209534348)

[3.2.2. 表索引 8](#_Toc209534349)

[4. 视图设计 10](#_Toc209534350)

[4.1. 某某视图1（表名） 10](#_Toc209534351)

[4.1.1. 视图结构 10](#_Toc209534352)

[5. 触发器设计 11](#_Toc209534353)

[5.1. 某某触发器1 11](#_Toc209534354)

[5.1.1. 设计思路 11](#_Toc209534355)

[5.1.2. SQL语句 11](#_Toc209534356)

[5.2. 某某触发器2 11](#_Toc209534357)

[5.2.1. 设计思路 11](#_Toc209534358)

[5.2.2. SQL语句 11](#_Toc209534359)

[6. 存储过程设计 13](#_Toc209534360)

[6.1. 某某存储过程1 13](#_Toc209534361)

[6.1.1. 设计思路 13](#_Toc209534362)

[6.1.2. SQL语句 13](#_Toc209534363)

# 引言

## 设计思路

针对超大规模部署和对可靠性要求极高的场景，遵循 “Right Tool for the Right Job” 原则，采用多模数据库架构 ，摒弃“一个数据库解决所有问题”的传统思维，根据数据特性和访问模式，选用最合适的存储技术，并通过应用层进行有机整合。以下是详细的技术选型。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 数据类别 | 技术选型 | 理由 |
| 海量原始数据仓库  (冷数据、全量存档) | **HDFS** | 作为数据湖，存储**最原始、全量**的传感器数据、图片、视频、日志文件。用于长期存档和未来可能的**批处理分析、数据挖掘、模型重新训练**。 |
| 高性能热时序数据 (近期高频访问数据) | **Cassandra** | 存储**近期**的传感器时序数据和AI识别结果，支撑**实时监控、预警、大屏展示**等高性能读写场景。 |
| 核心业务元数据 (用户、农田、设备元数据) | **MySQL** |  |
| 非结构化文件 (近期图片、视频) | **MinIO** | 低成本、高可扩展地存储海量文件。数据库只存文件的访问路径(URL)。提供低延迟访问。 |

具体架构设计与数据流

这套架构的核心思想是：Cassandra 处理“热”数据，保证实时性；HDFS 存储“冷”

数据，保证完整性和可分析性。

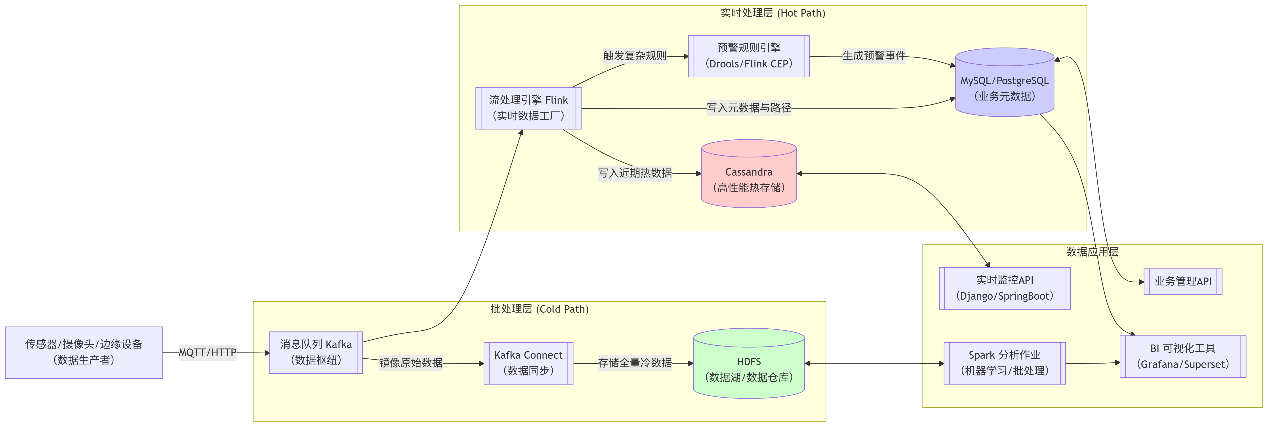
高并发写入：由 Kafka 和 Cassandra 承接。

实时性：由 Flink 和 Cassandra 保证。

历史深度分析：由 HDFS 和 Spark 支撑。

业务可靠性：由 MySQL 保障。

系统容错与扩展性：每个组件都是分布式的，可以水平扩展。



## 设计规范

### 命名规范（Naming Conventions）

1.2.1.1通用原则

可读性优先：名称清晰、完整地描述其含义，宁可冗长，不可缩写造成歧义

风格统一：使用同一种命名风格

禁止使用：数据保留关键字（MySQL参考<https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/keywords.html#keywords-removed-in-current-series>）如果必须使用在其后加入下划线\_（如user改为user\_）或使用替代词

1.2.1.2大小写与分隔符

**MySQL**：蛇形命名法（Snake Case），所有字母小写，单词间用下划线\_连接。

**Cassandra**：同样使用蛇形命名法，保持数据库风格一致

**HDFS：**使用烤串命名法（Kebab Case），所有字母小写，单词间用连字符-连接。

1.2.1.3各类对象命名细则

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 对象类型 | 规范 | 示例 |
| 表（Table） | 使用复数词，或描述性强的名词短语 | farmlands, sensor\_devices, alert\_records |
| 字段（Column） | 使用名词或形容词加名词，外键字段通常格式为[表名单数]\_id | name, created\_at, farmland\_id |
| 主键（Primary Key） | **id**（Mysql）或**[表单名数]\_id**（Cassandra作为分区键的一部分） | id, device\_id |
| 索引（Index） | idx\_[表名简写]\_[字段名简写]\_[字段名简写] | idx\_farm\_status ( farmland 表的 status 字段索引) |
| 外键（ForeignKey） | fk[当前表名]\_[引用表名简写]\_[字段名] | fk\_field\_farmland\_id ( field 表引用 [farmland.id](https://farmland.id/) 的外键) |
| 唯一约束（Unique） | uniq\_[表名简写]\_[字段名简写]\_[字段名简写] | uniq\_device\_physical\_id ( device 表的 physical\_id 字段唯一约束) |
| 视图（View） | V\_[视图含义]或v\_[基表名]\_[视图含义] | v\_farmland\_overview, v\_sensor\_latest\_data |
| 存储过程/函数 | sp\_[动作]\_[目标] 或func\_[计算目标] | sp\_calculate\_daily\_avg, func\_calc\_gdd (计算生长度日) |

### 数据类型规范（Data Type Standards）

1.2.2.1通用数据类型选择

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 数据种类 | PostgreSQL/MySQL | Cassandra | 说明 |
| 自增主键 | BIGSERIAL/BIGINT AUTO\_INCREMENT | UUID 或 TIMEUUID | Cassandra 无自增，使用分布式唯一ID。 |
| 布尔值 | BOOLEAN | BOOLEAN | 表示是/否状态。 |
| 短字符串 | VARCHAR(n)(n按需分配，如 50, 100, 255) | TEXT 或 VARCHAR | 名称、描述、编码等。 |
| 长文本 | TEXT | TEXT | 详情描述、建议文案。**严禁用于查询条件**。 |
| 枚举 | ENUM类型**或**VARCHAR + 检查约束 | TEXT | 如状态(status)（'active',’inactive','maintenance')。 |
| 整数 | INT或BIGINT(根据范围选择) | INT 或 BIGINT | 次数、数量、ID。 |
| 高精度小数 | DECIMAL(m,n)如 | DECIMAL | **严禁使用**FLOAT/DOUBLE**存储精确数值**。 |
| 日期时间 | TIMESTAMP (UTC时间) | TIMESTAMP | 所有时间都带有时区信息，存储为 UTC 时间。 |
| JSON | JSON (MySQL 5.7+) | TEXT (存储 JSON 字符串) | 用于存储灵活的动态结构。 |
| 地理位置 | GEOMETRY (GIS地理坐标) | (latitude DOUBLE, longitude DOUBLE) | 农田边界、设备坐标。 |

# 数据库设计

## 数据库概述

### 数据库系统组成

本项目采用多模数据库架构，由以下数据库系统组成：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 数据库系统 | 用途 | 技术栈 |
| **MySQL** | 核心业务数据存储（用户、农田、设备元数据、任务等） | MySQL 8.0 |
| **Cassandra** | 高频时序数据存储（传感器数据、AI识别结果） | Apache Cassandra 4.0+ |
| **HDFS** | 大数据存储与分析（原始数据归档、批处理） | Apache Hadoop HDFS |
| **MinIO** | 对象存储（图片、视频、模型文件） | MinIO 对象存储 |

### 数据库架构图

┌─────────────────┐ ┌─────────────────┐ ┌─────────────────┐

│ Application │───▶ │ PostgreSQL │───▶│ MinIO │

│ Layer │ │ (业务元数据) │ │ (对象存储) │

└─────────────────┘ └─────────────────┘ └─────────────────┘

│ │

▼ ▼

┌─────────────────┐ ┌─────────────────┐

│ Cassandra │◀──▶│ HDFS │

│ (时序数据) │ │ (数据湖) │

└─────────────────┘ └─────────────────┘

## 数据库部署信息

### 部署环境配置

#### 生产环境部署(yaml)

*# 数据库集群配置*

environment: production

deployment\_type: cluster *# 集群部署*

*# 服务器配置*

servers:

mysql:

nodes:

- host: pg-master.agriculture.com

role: master

ip: 192.168.100.10

- host: pg-slave-1.agriculture.com

role: slave

ip: 192.168.100.11

- host: pg-slave-2.agriculture.com

role: slave

ip: 192.168.100.12

cassandra:

nodes:

- host: cassandra-1.agriculture.com

ip: 192.168.100.20

- host: cassandra-2.agriculture.com

ip: 192.168.100.21

- host: cassandra-3.agriculture.com

ip: 192.168.100.22

hadoop:

nodes:

- host: hadoop-nn.agriculture.com *# NameNode*

ip: 192.168.100.30

- host: hadoop-dn-1.agriculture.com *# DataNode*

ip: 192.168.100.31

- host: hadoop-dn-2.agriculture.com

ip: 192.168.100.32

minio:

nodes:

- host: minio-1.agriculture.com

ip: 192.168.100.40

- host: minio-2.agriculture.com

ip: 192.168.100.41

#### 开发/测试环境部署

yaml

*# 数据库配置*

environment: development

deployment\_type: single\_node *# 单节点部署*

*# 服务器配置（开发环境通常部署在同一台服务器）*

servers:

mysql:

host: dev-db.agriculture.com

ip: 192.168.200.10

cassandra:

host: dev-db.agriculture.com

ip: 192.168.200.10

hadoop:

host: dev-db.agriculture.com

ip: 192.168.200.10

minio:

host: dev-db.agriculture.com

ip: 192.168.200.10

### 网络拓扑

互联网用户

↓

负载均衡器 (192.168.1.10)

↓

┌─────────────────────────────────────────────────┐

│ DMZ 区域 │

│ Web服务器 (192.168.1.11-15) │

└─────────────────────────────────────────────────┘

↓

防火墙 (只允许特定端口)

↓

┌─────────────────────────────────────────────────┐

│ 内网数据库区域 │

│ │

│ MySQL集群 (192.168.100.10-12) │

│ Cassandra集群 (192.168.100.20-22) │

│ Hadoop集群 (192.168.100.30-32) │

│ MinIO集群 (192.168.100.40-41) │

│ │

│ 管理服务器 (192.168.100.99) - 监控、备份 │

└─────────────────────────────────────────────────┘

## 数据库连接信息

### MySQL 连接配置

#### 生产环境连接信息(yaml)

mysql:

*# 主数据库连接（写操作）*

master:

host: mysql-master.agriculture.com

port: 3306

database: smart\_agriculture

username: agri\_app

password: ${MYSQL\_MASTER\_PASSWORD}

ssl\_mode: REQUIRED

ssl\_ca: /etc/mysql/ssl/ca.pem

ssl\_cert: /etc/mysql/ssl/client-cert.pem

ssl\_key: /etc/mysql/ssl/client-key.pem

*# 从数据库连接（读操作）*

slaves:

- host: mysql-slave-1.agriculture.com

port: 3306

database: smart\_agriculture

username: agri\_app\_ro

password: ${MYSQL\_SLAVE\_PASSWORD}

ssl\_mode: REQUIRED

- host: mysql-slave-2.agriculture.com

port: 3306

database: smart\_agriculture

username: agri\_app\_ro

password: ${MYSQL\_SLAVE\_PASSWORD}

ssl\_mode: REQUIRED

*# 连接池配置*

connection\_pool:

max\_connections: 200

idle\_timeout: 600 *# 秒*

connection\_timeout: 30 *# 秒*

#### 应用连接字符串示例

*# JDBC 连接字符串*

DATABASE\_URL="jdbc:mysql://mysql-master.agriculture.com:3306/smart\_agriculture?user=agri\_app&password=xxx&useSSL=true&requireSSL=true"

*# Python MySQL Connector 连接字符串*

DATABASE\_URL="mysql+mysqlconnector://agri\_app:xxx@mysql-master.agriculture.com:3306/smart\_agriculture"

### Cassandra 连接配置

#### 生产环境连接信息(yaml)

cassandra:

*# 集群节点列表*

contact\_points:

- cassandra-1.agriculture.com:9042

- cassandra-2.agriculture.com:9042

- cassandra-3.agriculture.com:9042

*# 连接配置*

keyspace: agriculture\_ks

username: agri\_cassandra

password: ${CASSANDRA\_PASSWORD}

local\_datacenter: DC1 *# 根据实际数据中心名称配置*

*# SSL配置*

ssl:

enabled: true

truststore\_path: /etc/cassandra/ssl/cassandra\_truststore.jks

keystore\_path: /etc/cassandra/ssl/cassandra\_keystore.jks

*# 连接池配置*

pool:

core\_connections\_per\_host: 2

max\_connections\_per\_host: 8

max\_requests\_per\_connection: 1024

#### 应用连接示例(python)

from cassandra.cluster import Cluster

from cassandra.auth import PlainTextAuthProvider

auth\_provider = PlainTextAuthProvider(

username='agri\_cassandra',

password='your\_password'

)

cluster = Cluster(

contact\_points=['cassandra-1.agriculture.com', 'cassandra-2.agriculture.com'],

auth\_provider=auth\_provider,

ssl\_options={'ssl': True} *# 如果启用SSL*

)

session = cluster.connect('agriculture\_ks')

### HDFS 连接配置

#### 生产环境连接信息(yaml)

hdfs:

*# NameNode 连接信息*

namenode:

host: hadoop-nn.agriculture.com

port: 9820 *# Hadoop 3.x 默认端口*

rpc\_port: 8020

*# WebHDFS REST API*

webhdfs:

host: hadoop-nn.agriculture.com

port: 9870 *# HTTP端口*

url: "http://hadoop-nn.agriculture.com:9870/webhdfs/v1"

*# 认证配置*

authentication:

type: kerberos *# 或 simple*

principal: agri\_hdfs@AGRICULTURE.COM

keytab: /etc/security/keytabs/agri\_hdfs.keytab

*# 重要路径*

paths:

raw\_data: /agriculture/raw\_data

processed\_data: /agriculture/processed\_data

backup: /agriculture/backup

#### 应用连接示例

python

import hdfs

from hdfs.ext.kerberos import KerberosClient

*# 使用Kerberos认证*

client = KerberosClient('http://hadoop-nn.agriculture.com:9870')

*# 写入数据到HDFS*

with client.write('/agriculture/raw\_data/sensor/2025-04-24/data.json') as writer:

writer.write('{"sensor\_id": "temp001", "value": 25.5}')

### MinIO 连接配置

#### 生产环境连接信息(yaml)

minio:

*# 端点配置*

endpoint: minio.agriculture.com *# 负载均衡端点*

port: 9000

ssl: true

*# 认证信息*

access\_key: ${MINIO\_ACCESS\_KEY}

secret\_key: ${MINIO\_SECRET\_KEY}

*# 存储桶配置*

buckets:

images: agriculture-images

videos: agriculture-videos

models: ai-models

backups: database-backups

*# 策略配置*

policy:

image\_retention\_days: 365

video\_retention\_days: 90

backup\_retention\_days: 30

#### 应用连接示例(python)

from minio import Minio

from minio.error import S3Error

client = Minio(

"minio.agriculture.com:9000",

access\_key="your-access-key",

secret\_key="your-secret-key",

secure=True *# 使用HTTPS*

)

*# 上传文件*

client.fput\_object(

"agriculture-images", "sensor\_001/2025-04-24/image.jpg",

"/local/path/image.jpg"

)

## SSH连接要求

### SSH连接场景

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 场景 | 是否需要SSH | 说明 |
| **应用服务器连接数据库** | 不需要 | 通过标准数据库端口直接连接 |
| **数据库管理维护** | 需要 | DBA进行数据库管理、监控、备份 |
| **数据传输与同步** | 需要 | 批量数据导入导出、跨集群同步 |
| **故障排查与日志查看** | 需要 | 系统管理员排查问题 |

### SSH连接配置

#### 生产环境SSH配置

*# SSH跳板机配置（堡垒机）*

Bastion Host: bastion.agriculture.com (192.168.1.100)

*# 通过跳板机连接数据库服务器*

ssh -J agri\_admin@bastion.agriculture.com agri\_dba@pg-master.agriculture.com

*# 或者使用SSH配置简化连接*

*# ~/.ssh/config*

Host agri-db-\*

User agri\_dba

ProxyJump bastion.agriculture.com

IdentityFile ~/.ssh/agri\_dba\_key

Host agri-db-pg-master

HostName pg-master.agriculture.com

Host agri-db-cassandra-1

HostName cassandra-1.agriculture.com

#### SSH密钥管理

*# 生成专用密钥对*

ssh-keygen -t ed25519 -f ~/.ssh/agri\_dba\_key -C "agri\_dba@agriculture.com"

*# 将公钥分发到数据库服务器*

ssh-copy-id -i ~/.ssh/agri\_dba\_key.pub agri\_dba@pg-master.agriculture.com

### 安全访问策略

#### 网络访问控制列表（ACL）

*# 允许访问的源IP段*

allowed\_cidrs:

- 192.168.1.0/24 *# 内部管理网络*

- 192.168.100.0/24 *# 数据库内部网络*

- 10.10.0.0/16 *# VPN用户段*

*# 端口访问规则*

port\_rules:

postgresql:

port: 5432

allowed\_sources: ["192.168.1.0/24", "192.168.100.0/24"]

cassandra:

port: 9042

allowed\_sources: ["192.168.100.0/24"] *# 仅限内网访问*

ssh:

port: 22

allowed\_sources: ["192.168.1.100"] *# 仅限堡垒机*

## 连接测试与验证

### 连接测试脚本

#!/bin/bash

*# database-connection-test.sh*

echo "=== 数据库连接测试 ==="

*# 测试PostgreSQL连接*

echo "测试PostgreSQL连接..."

psql "postgresql://agri\_app:${POSTGRES\_PASSWORD}@pg-master.agriculture.com:5432/smart\_agriculture" -c "SELECT version();"

*# 测试Cassandra连接*

echo "测试Cassandra连接..."

cqlsh cassandra-1.agriculture.com -u agri\_cassandra -p ${CASSANDRA\_PASSWORD} -e "DESCRIBE KEYSPACES;"

*# 测试HDFS连接*

echo "测试HDFS连接..."

hdfs dfs -ls /agriculture/raw\_data

*# 测试MinIO连接*

echo "测试MinIO连接..."

mc ls minio/agriculture-images

echo "=== 连接测试完成 ==="

### 监控与健康检查(yaml)

*# 健康检查端点*

health\_checks:

postgresql: "http://pg-master.agriculture.com:5432/health"

cassandra: "http://cassandra-1.agriculture.com:8080/health"

hdfs: "http://hadoop-nn.agriculture.com:9870/jmx?qry=Hadoop:service=NameNode,name=NameNodeStatus"

minio: "http://minio.agriculture.com:9000/minio/health/live"

## 故障转移与备份连接

### 故障转移配置(yaml)

*# PostgreSQL故障转移*

postgresql\_failover:

primary: pg-master.agriculture.com:5432

standby:

- pg-slave-1.agriculture.com:5432

- pg-slave-2.agriculture.com:5432

detection\_interval: 10s

failover\_timeout: 30s

*# Cassandra多数据中心配置*

cassandra\_multidc:

local\_datacenter: DC1

remote\_datacenters:

- DC2

- DC3

consistency\_level: LOCAL\_QUORUM

# 表设计

## 系统用户表（sys\_user）

表 3-1 系统用户表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | sys\_user |
| 表注释 | 用户表 |

### 表结构

表 3-2 系统用户表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 用户唯一标识 | - | - |
| 2 | username | VARCHAR | 50 | 否 | - | 用户名（登录账号，唯一） | - | sys\_user.id |
| 3 | password | VARCHAR | 100 | 否 | - | 加密存储密码（国密 SM4/MD5） | - | sys\_user.id |
| 4 | user\_type | VARCHAR | 20 | 否 | - | 用户类型（区分基础身份） | 管理员，农户，运维 | sys\_user.id |
| 5 | contact\_info | VARCHAR | 20 | 是 | - | 联系方式（手机号，用于预警推送） | - | sys\_user.id |
| 6 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 用户创建时间 | - | sys\_user.id |
| 7 | update\_time | DATETIME | - | 是 | - | 用户信息更新时间（如密码 / 联系方式变更） | - | sys\_user.id |
| 9 | created\_at | TIMESTAMP | - | NOT NULL | - | 创建时间 | - | 系统 |
| 10 | updated\_at | TIMESTAMP | - | NOT NULL | - | 更新时间 | - | 系统 |

### 表索引

表 3-3 系统用户表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 | PRIMARY | id | 聚簇索引 | B + 树 | 主键索引，唯一标识用户 |
| 2 | idx\_sys\_user\_role | role\_id | 非聚簇索引 | B + 树 | 优化角色关联查询效率 |
| 3 | idx\_sys\_user\_name | username | 唯一索引 | B + 树 | 唯一约束用户名，优化登录查询 |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## 系统角色表（sys\_role）

表 3-4 系统角色表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | sys\_role |
| 表注释 | 角色表 |

### 表结构

表 3-5 系统角色表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 角色唯一标识 | - | sys\_user.id |
| 2 | role\_name | VARCHAR | 50 | 否 | - | 角色名称（如管理员、农户） | - | sys\_user.id |
| 3 | role\_desc | VARCHAR | 200 | 是 | - | 角色功能描述 | - | sys\_user.id |
| 4 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 角色创建时间 | - | sys\_user.id |
| 5 | update\_time | DATETIME | - | 是 | - | 角色更新时间 | - | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-6 系统角色表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH。

## 权限表（sys\_permission）

表 3-1 权限表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | sys\_permission |
| 表注释 | 权限表 |

### 表结构

表 3-2 权限表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 权限唯一标识 | - | sys\_user.id |
| 2 | permission\_name | VARCHAR | 50 | 否 | - | 权限名称（如 “设备控制权限”） | - | sys\_user.id |
| 3 | permission\_code | VARCHAR | 100 | 否 | - | 权限标识（唯一，如 “device:control”） | - | sys\_user.id |
| 4 | permission\_type | VARCHAR | 20 | 否 | - | 权限类型 | 菜单，接口 | sys\_user.id |
| 5 | parent\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 是 | FK | 父权限 ID（用于权限层级，顶级权限为 NULL） | - | sys\_user.id |
| 6 | permission\_path | VARCHAR | 200 | 是 | - | 权限路径（如菜单 URL / 接口路径） | - | sys\_user.id |
| 7 | sort | INT | 4 | 是 | - | 权限排序（用于菜单展示顺序） | - | sys\_user.id |
| 8 | is\_enable | TINYINT | 1 | 否 | - | 是否启用（0 = 禁用，1 = 启用） | 0,1 | sys\_user.id |
| 9 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 权限创建时间 | - | sys\_user.id |
| 10 | update\_time | DATETIME | - | 是 | - | 权限更新时间 | - | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 权限表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 | PRIMARY | id | 聚簇索引 | B + 树 | 主键索引，唯一标识权限 |
| 2 | uk\_sys\_permission\_code | permission\_code | 唯一索引 | B + 树 | 确保权限标识唯一，避免重复授权 |
| 3 | idx\_sys\_permission\_parent | parent\_id | 非聚簇索引 | B + 树 | 优化权限层级查询（如查询某父权限下的子权限） |
| 4 | idx\_sys\_permission\_type | permission\_type,is\_enable | 复合索引 | B + 树 | 优化按类型 + 启用状态筛选权限（如查询所有启用的接口权限） |
|  |  |  |  |  |  |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## 用户 - 角色关联表（sys\_user\_role）

表 3-1 用户 - 角色关联表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | sys\_user\_role |
| 表注释 | 用户 - 角色关联表 |

### 表结构

表 3-2 用户 - 角色关联表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | user\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK/FK | 用户 ID（关联 sys\_user.id） | - | sys\_user.id |
| 2 | role\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK/FK | 角色 ID（关联 sys\_role.id） | - | sys\_user.id |
| 3 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 关联关系创建时间 | - | sys\_user.id |
| 4 | is\_valid | TINYINT | 1 | 否 | - | 关联是否有效（0 = 失效，1 = 有效） | 0,1 | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 用户 - 角色关联表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | PRIMARY | user\_id,role\_id | 复合聚簇索引 | B + 树 | 联合主键，确保用户与角色关联唯一 |
| 2 | idx\_sys\_user\_role\_role | role\_id,is\_valid | 复合索引 | B + 树 | 优化按角色 + 有效性筛选用户（如查询 “管理员” 角色下的有效用户） |
| 3 | idx\_sys\_user\_role\_user | user\_id,is\_valid | 复合索引 | B + 树 | 优化查询用户的有效角色（如登录时获取用户所有角色） |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## 角色 - 权限关联表（sys\_role\_permission）

表 3-1 角色 - 权限关联表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | sys\_role\_permission |
| 表注释 | 角色 - 权限关联表 |

### 表结构

表 3-2 角色 - 权限关联表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | role\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK/FK | 角色 ID（关联 sys\_role.id） | - | sys\_user.id |
| 2 | permission\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK/FK | 权限 ID（关联 sys\_permission.id） | - | sys\_user.id |
| 3 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 关联关系创建时间 | - | sys\_user.id |
| 4 | is\_valid | TINYINT | 1 | 否 | - | 关联是否有效（0 = 失效，1 = 有效） | 0,1 | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 角色 - 权限关联表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 | PRIMARY | role\_id,permission\_id | 复合聚簇索引 | B + 树 | 联合主键，确保角色与权限关联唯一 |
| 2 | idx\_sys\_role\_perm\_perm | permission\_id,is\_valid | 复合索引 | B + 树 | 优化按权限 + 有效性筛选角色（如查询拥有 “设备控制” 权限的角色） |
| 3 | idx\_sys\_role\_perm\_role | role\_id,is\_valid | 复合索引 | B + 树 | 优化查询角色的有效权限（如鉴权时获取角色所有权限） |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## 农田基础信息表（farmland)

表 3-1 系统用户表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | farmland |
| 表注释 | 农田基础信息表 |

### 表结构

表 3-2 农田基础信息表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 农田唯一标识 | - | sys\_user.id |
| 2 | farmland\_name | VARCHAR | 100 | 否 | - | 农田名称（如东地块） | - | sys\_user.id |
| 3 | address | VARCHAR | 200 | 否 | - | 农田具体地址 | - | sys\_user.id |
| 4 | soil\_type | VARCHAR | 50 | 否 | - | 土壤类型 | 壤土，黏土，砂土 | sys\_user.id |
| 5 | area | DECIMAL | 10,2 | 否 | - | 农田面积（单位：亩） | - | sys\_user.id |
| 6 | user\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 归属用户（农户 / 管理员） | - | sys\_user.id |
| 7 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 记录创建时间 | - | sys\_user.id |
| 8 | update\_time | DATETIME | - | 是 | - | 记录更新时间 | - | sys\_user.id |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 农田唯一标识 | - | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 农田基础信息表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 | PRIMARY | id | 聚簇索引 | B + 树 | 主键索引，唯一标识农田 |
| 2 | idx\_farmland\_user | user\_id | 非聚簇索引 | B + 树 | 优化用户关联的农田查询（如农户的所有农田） |
| 3 | idx\_farmland\_address | address | 非聚簇索引 | B + 树 | 优化按地址筛选农田的查询效率 |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## 农作物信息表（crop)

表 3-1 系统用户表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | crop |
| 表注释 | 农作物信息表 |

### 表结构

表 3-2 某某表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 农作物唯一标识 | - | sys\_user.id |
| 2 | crop\_name | VARCHAR | 50 | 否 | - | 作物品种名称 | - | sys\_user.id |
| 3 | growth\_cycle | VARCHAR | 50 | 否 | - | 生长周期（如 3 个月） | - | sys\_user.id |
| 4 | suitable\_temp | VARCHAR | 50 | 否 | - | 适宜温度范围 | - | sys\_user.id |
| 5 | suitable\_humidity | VARCHAR | 50 | 否 | - | 适宜湿度范围 | - | sys\_user.id |
| 6 | suitable\_light | VARCHAR | 50 | 否 | - | 适宜光照范围 | - | sys\_user.id |
| 7 | farmland\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 种植农田 ID | - | sys\_user.id |
| 8 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 记录创建时间 | - | sys\_user.id |
| 9 | update\_time | DATETIME | - | 是 | - | 记录更新时间 | - | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 农作物信息表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## 常见病虫害表（common\_pest)

表 3-1 常见病虫害表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | common\_pest |
| 表注释 | 常见病虫害表 |

### 表结构

表 3-2 常见病虫害表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 病虫害唯一标识 | - | sys\_user.id |
| 2 | pest\_name | VARCHAR | 50 | 否 | - | 病虫害标准名称 | - | sys\_user.id |
| 3 | scientific\_name | VARCHAR | 100 | 是 | - | 病虫害学名 | - | sys\_user.id |
| 4 | pest\_type | VARCHAR | 50 | 否 | - | 病虫害类型 | 病害，虫害 | sys\_user.id |
| 5 | harm\_crop\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 危害作物 ID（关联 crop） | - | sys\_user.id |
| 6 | harm\_desc | VARCHAR | 500 | 是 | - | 危害描述 | - | sys\_user.id |
| 7 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 记录创建时间 | - | sys\_user.id |
| 8 | update\_time | DATETIME | - | 是 | - | 记录更新时间 | - | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 常见病虫害表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## 监测设备表（device）

表 3-1 系统用户表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | device |
| 表注释 | 监测设备表 |

### 表结构

表 3-2 监测设备表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 设备唯一标识 | - | sys\_user.id |
| 2 | device\_name | VARCHAR | 100 | 否 | - | 设备名称 | - | sys\_user.id |
| 3 | device\_type | VARCHAR | 50 | 否 | - | 设备类型 | 土壤传感器，气象传感器，摄像头 | sys\_user.id |
| 4 | device\_code | VARCHAR | 50 | 否 | - | 设备编号（唯一） | - | sys\_user.id |
| 5 | farmland\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 监视农田 ID | - | sys\_user.id |
| 6 | user\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 归属用户 ID | - | sys\_user.id |
| 7 | status | VARCHAR | 20 | 否 | - | 设备状态 | online,offline,fault | sys\_user.id |
| 8 | battery | INT | 3 | 是 | - | 设备电量（百分比，仅移动设备） | - | sys\_user.id |
| 9 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 设备接入时间 | - | sys\_user.id |
| 10 | update\_time | DATETIME | - | 是 | - | 设备状态更新时间 | - | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 监测设备表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 | PRIMARY | id | 聚簇索引 | B + 树 | 主键索引，唯一标识设备 |
| 2 | idx\_device\_farmland | farmland\_id | 非聚簇索引 | B + 树 | 优化单农田下所有设备的查询（如大屏展示） |
| 3 | idx\_device\_status | status,farmland\_id | 复合索引 | B + 树 | 优化按状态 + 农田筛选设备（如离线设备统计） |
| 4 | idx\_device\_code | device\_code | 唯一索引 | B + 树 | 唯一约束设备编号，优化设备定位查询 |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## 环境监测数据表（env\_monitor\_data）

表 3-1 环境监测数据表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | env\_monitor\_data |
| 表注释 | 环境监测数据表 |

### 表结构

表 3-2 环境监测数据表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 监测记录唯一标识 | - | sys\_user.id |
| 2 | device\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 采集设备 ID | - | sys\_user.id |
| 3 | farmland\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 关联农田 ID | - | sys\_user.id |
| 4 | monitor\_time | DATETIME | - | 否 | - | 监测时间 | - | sys\_user.id |
| 5 | temperature | DECIMAL | 5,2 | 是 | - | 温度（单位：℃） | - | sys\_user.id |
| 6 | humidity | DECIMAL | 5,2 | 是 | - | 空气湿度（单位：% RH） | - | sys\_user.id |
| 7 | light\_intensity | INT | 10 | 是 | - | 光照强度（单位：lux） | - | sys\_user.id |
| 8 | soil\_moisture | DECIMAL | 5,2 | 是 | - | 土壤含水率（单位：%） | - | sys\_user.id |
| 9 | soil\_ph | DECIMAL | 3,2 | 是 | - | 土壤 PH 值 | - | sys\_user.id |
| 10 | wind\_speed | DECIMAL | 5,2 | 是 | - | 风速（单位：m/s） | - | sys\_user.id |
| 11 | rainfall | DECIMAL | 5,2 | 是 | - | 降雨量（单位：mm） | - | sys\_user.id |
| 12 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 记录创建时间 | - | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 环境监测数据表索引

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | | 注释 |
| 1 | PRIMARY | id | 聚簇索引 | B + 树 | 主键索引，唯一标识监测记录 | |
| 2 | idx\_env\_device\_time | device\_id,monitor\_time | 复合索引 | B + 树 | 优化单设备历史数据查询（如趋势图表） | |
| 3 | idx\_env\_farmland\_time | farmland\_id,monitor\_time | 复合索引 | B + 树 | 优化单农田时间范围内的环境数据统计 | |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## AI 识别结果表（ai\_recognize\_result）

表 3-1 系统用户表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | ai\_recognize\_result |
| 表注释 | AI 识别结果表 |

### 表结构

表 3-2 AI 识别结果表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 识别记录唯一标识 | - | sys\_user.id |
| 2 | device\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 采集设备 ID（摄像头） | - | sys\_user.id |
| 3 | farmland\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 关联农田 ID | - | sys\_user.id |
| 4 | recognize\_time | DATETIME | - | 否 | - | 识别时间 | - | sys\_user.id |
| 5 | image\_id | VARCHAR | 100 | 是 | - | 图片 ID（关联 MinIO） | - | sys\_user.id |
| 6 | video\_id | VARCHAR | 100 | 是 | - | 视频 ID（关联 MinIO） | - | sys\_user.id |
| 7 | recognize\_result | VARCHAR | 100 | 否 | - | 识别结果（病虫害名称） | - | sys\_user.id |
| 8 | pest\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 关联病虫害 ID | - | sys\_user.id |
| 9 | pest\_level | VARCHAR | 20 | 否 | - | 病虫害等级 | 轻度，中度，重度 | sys\_user.id |
| 10 | ai\_suggestion | VARCHAR | 500 | 是 | - | AI 防治建议 | - | sys\_user.id |
| 11 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 记录创建时间 | - | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 AI 识别结果表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 | PRIMARY | id | 聚簇索引 | B + 树 | 主键索引，唯一标识识别记录 |
| 2 | idx\_ai\_farmland\_time | farmland\_id,recognize\_time | 复合索引 | B + 树 | 优化单农田时间范围内的识别结果查询 |
| 3 | idx\_ai\_pest\_level | pest\_id,pest\_level | 复合索引 | B + 树 | 优化按病虫害类型 + 等级筛选（如重度虫害统计） |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## 操作日志表（operation\_log）

表 3-1 系统用户表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | operation\_log |
| 表注释 | 操作日志表 |

### 表结构

表 3-2 操作日志表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 日志唯一标识 | - | sys\_user.id |
| 2 | operator\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 操作人 ID（关联 sys\_user） | - | sys\_user.id |
| 3 | operation\_type | VARCHAR | 50 | 否 | - | 操作类型 | 设备控制，灌溉指令，施肥指令 | sys\_user.id |
| 4 | operation\_result | VARCHAR | 20 | 否 | - | 操作结果 | 成功，失败 | sys\_user.id |
| 5 | operation\_time | DATETIME | - | 否 | - | 操作时间 | - | sys\_user.id |
| 6 | device\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 是 | FK | 操作设备 ID（如灌溉设备） | - | sys\_user.id |
| 7 | image\_id | VARCHAR | 100 | 是 | - | 关联图片 ID（如有） | - | sys\_user.id |
| 8 | video\_id | VARCHAR | 100 | 是 | - | 关联视频 ID（如有） | - | sys\_user.id |
| 9 | operation\_desc | VARCHAR | 500 | 是 | - | 操作描述 | - | sys\_user.id |
| 10 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 日志创建时间 | - | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 操作日志表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## 异常信息表（abnormal\_info）

表 3-1 异常信息表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | abnormal\_info |
| 表注释 | 异常信息表 |

### 表结构

表 3-2 异常信息表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 异常记录唯一标识 | - | sys\_user.id |
| 2 | device\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 异常设备 ID | - | sys\_user.id |
| 3 | farmland\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 关联农田 ID | - | sys\_user.id |
| 4 | abnormal\_time | DATETIME | - | 否 | - | 异常发生时间 | - | sys\_user.id |
| 5 | abnormal\_info | VARCHAR | 500 | 否 | - | 异常内容描述 | - | sys\_user.id |
| 6 | handler\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 是 | FK | 处理人 ID（关联 sys\_user） | - | sys\_user.id |
| 7 | handle\_status | VARCHAR | 20 | 否 | - | 处理状态 | 未处理，处理中，已处理 | sys\_user.id |
| 8 | handle\_time | DATETIME | - | 是 | - | 处理时间 | - | sys\_user.id |
| 9 | handle\_desc | VARCHAR | 500 | 是 | - | 处理描述 | - | sys\_user.id |
| 10 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 记录创建时间 | - | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 异常信息表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## 病虫害预警表（warning\_info）

表 3-1 病虫害预警表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | warning\_info |
| 表注释 | 病虫害预警表 |

### 表结构

表 3-2 病虫害预警表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 预警记录唯一标识 | - | sys\_user.id |
| 2 | farmland\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 关联农田 ID | - | sys\_user.id |
| 3 | crop\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 关联作物 ID | - | sys\_user.id |
| 4 | pest\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 预警病虫害 ID | - | sys\_user.id |
| 5 | warning\_time | DATETIME | - | 否 | - | 预警生成时间 | - | sys\_user.id |
| 6 | warning\_level | VARCHAR | 20 | 否 | - | 预警等级（文档 F-7.1.2） | 蓝，黄，橙，红 | sys\_user.id |
| 7 | warning\_content | VARCHAR | 500 | 否 | - | 预警内容 | - | sys\_user.id |
| 8 | handler\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 是 | FK | 处理人 ID | - | sys\_user.id |
| 9 | handle\_status | VARCHAR | 20 | 否 | - | 处理状态 | 未处理，已处理 | sys\_user.id |
| 10 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 记录创建时间 | - | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 病虫害预警表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 | PRIMARY | id | 聚簇索引 | B + 树 | 主键索引，唯一标识预警记录 |
| 2 | idx\_warning\_farmland\_level | farmland\_id,warning\_level | 复合索引 | B + 树 | 优化单农田按预警等级筛选（如橙色预警查询） |
| 3 | idx\_warning\_time\_status | warning\_time,handle\_status | 复合索引 | B + 树 | 优化按时间 + 处理状态筛选（如未处理预警统计） |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## 病虫害历史记录表（pest\_history）

表 3-1 病虫害历史记录表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | pest\_history |
| 表注释 | 病虫害历史记录表 |

### 表结构

表 3-2 病虫害历史记录表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 历史记录唯一标识 | - | sys\_user.id |
| 2 | farmland\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 关联农田 ID | - | sys\_user.id |
| 3 | crop\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 关联作物 ID | - | sys\_user.id |
| 4 | pest\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 关联病虫害 ID | - | sys\_user.id |
| 5 | occur\_time | DATETIME | - | 否 | - | 病虫害发生时间 | - | sys\_user.id |
| 6 | occur\_area | DECIMAL | 10,2 | 否 | - | 发生面积（单位：亩） | - | sys\_user.id |
| 7 | handle\_method | VARCHAR | 500 | 否 | - | 处理方法 | - | sys\_user.id |
| 8 | handle\_effect | VARCHAR | 20 | 否 | - | 处理效果 | 有效，无效，部分有效 | sys\_user.id |
| 9 | recorder\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 记录人 ID | - | sys\_user.id |
| 10 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 记录创建时间 | - | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 病虫害历史记录表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

## 农事记录表（farm\_operation\_record）

表 3-1 农事记录表

|  |  |
| --- | --- |
| 表名 | farm\_operation\_record |
| 表注释 | 农事记录表 |

### 表结构

表 3-2 农事记录表结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | PK | 农事记录唯一标识 | - | sys\_user.id |
| 2 | farmland\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 关联农田 ID | - | sys\_user.id |
| 3 | crop\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 关联作物 ID | - | sys\_user.id |
| 4 | operator\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | FK | 操作人员 ID | - | sys\_user.id |
| 5 | operation\_time | DATETIME | - | 否 | - | 农事操作时间 | - | sys\_user.id |
| 6 | operation\_content | VARCHAR | 500 | 否 | - | 操作内容（灌溉 / 施肥等） | - | sys\_user.id |
| 7 | operation\_remark | VARCHAR | 500 | 是 | - | 操作备注 | - | sys\_user.id |
| 8 | create\_time | DATETIME | - | 否 | - | 记录创建时间 | - | sys\_user.id |

### 表索引

表 3-3 农事记录表索引

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 索引名称 | 对应字段（逗号分割） | 索引类型 | 索引算法 | 注释 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |

注：索引类型：KEY（普通索引）、UNIQUE（唯一索引）、FULLTEXT（全文索引）、COMPOSITE（符合索引）、SPATIAL（空间索引）

注：索引算法：BTREE、HASH

# 视图设计

## 农田环境实时视图（view\_farm\_env\_realtime）

表 3-1 农田环境实时视图

|  |  |
| --- | --- |
| 视图名 | view\_farm\_env\_realtime |
| 视图注释 | 展示各农田最新环境监测数据（温度、湿度等） |
| 视图查询SQL | SELECT f.id AS farmland\_id, f.farmland\_name, f.address, d.device\_name, d.device\_type, emd.monitor\_time, emd.temperature, emd.humidity, emd.soil\_moisture, emd.light\_intensity FROM farmland f LEFT JOIN device d ON f.id = d.farmland\_id LEFT JOIN (SELECT \* FROM env\_monitor\_data WHERE (device\_id, monitor\_time) IN (SELECT device\_id, MAX(monitor\_time) FROM env\_monitor\_data GROUP BY device\_id)) emd ON d.id = emd.device\_id ORDER BY f.id, emd.monitor\_time DESC; |

### 视图结构

表 3-2 农田环境实时视图结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | farmland\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | - | 农田 ID | - | - |
| 2 | farmland\_name | VARCHAR | 100 | 否 | - | 农田名称 | - | - |
| 3 | address | VARCHAR | 200 | 否 | - | 农田地址 | - | - |
| 4 | device\_name | VARCHAR | 100 | 是 | - | 设备名称 | - | - |
| 5 | device\_type | VARCHAR | 50 | 是 | - | 设备类型 | - | - |
| 6 | monitor\_time | DATETIME | - | 是 | - | 最新监测时间 | - | - |
| 7 | temperature | DECIMAL | 5,2 | 是 | - | 温度 | - | - |
| 8 | humidity | DECIMAL | 5,2 | 是 | - | 空气湿度 | - | - |
| 9 | soil\_moisture | DECIMAL | 5,2 | 是 | - | 土壤含水率 | - | - |
| 10 | light\_intensity | INT | 10 | 是 | - | 光照强度 | - | - |

## 农田病虫害预警视图（view\_farm\_pest\_warning）

表 3-1 农田病虫害预警视图

|  |  |
| --- | --- |
| 视图名 | view\_farm\_pest\_warning |
| 视图注释 | 展示各农田未处理的病虫害预警信息 |
| 视图查询SQL | SELECT f.id AS farmland\_id, f.farmland\_name, c.crop\_name, cp.pest\_name, w.warning\_time, w.warning\_level, w.warning\_content, su.username AS handler\_name FROM farmland f LEFT JOIN warning\_info w ON f.id = w.farmland\_id LEFT JOIN crop c ON w.crop\_id = c.id LEFT JOIN common\_pest cp ON w.pest\_id = cp.id LEFT JOIN sys\_user su ON w.handler\_id = su.id WHERE w.handle\_status = ' 未处理 ' ORDER BY w.warning\_time DESC, FIELD (w.warning\_level, ' 红 ', ' 橙 ', ' 黄 ', ' 蓝 '); |

### 视图结构

表 3-2 农田病虫害预警视图结构

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段类型 | 长度 | 是否为空 | PK/FK | 说明 | 枚举值 | 记录人 |
| 1 | farmland\_id | BIGINT UNSIGNED | - | 否 | - | 农田 ID | - | - |
| 2 | farmland\_name | VARCHAR | 100 | 否 | - | 农田名称 | - | - |
| 3 | crop\_name | VARCHAR | 50 | 否 | - | 作物名称 | - | - |
| 4 | pest\_name | VARCHAR | 50 | 否 | - | 病虫害名称 | - | - |
| 5 | warning\_time | DATETIME | - | 否 | - | 预警时间 | - | - |
| 6 | warning\_level | VARCHAR | 20 | 否 | - | 预警等级 | 蓝，黄，橙，红 | - |
| 7 | warning\_content | VARCHAR | 500 | 否 | - | 预警内容 | - | - |
| 8 | handler\_name | VARCHAR | 50 | 是 | - | 处理人姓名 | - | - |

# 触发器设计

## 设备状态异常触发器（trigger\_device\_status\_abnormal）

### 设计思路

当设备状态从 “在线” 变更为 “离线” 或 “故障” 时，自动生成异常信息记录到异常信息表

表 5-1 触发条件

| 操作 | Before | After |
| --- | --- | --- |
| update |  | √ |

### SQL语句

|  |
| --- |
| DELIMITER // CREATE TRIGGER trigger\_device\_status\_abnormal AFTER UPDATE ON device FOR EACH ROW BEGIN IF OLD.status = 'online' AND (NEW.status = 'offline' OR NEW.status = 'fault') THEN INSERT INTO abnormal\_info (device\_id, farmland\_id, abnormal\_time, abnormal\_info, handle\_status, create\_time, recorder\_id) VALUES (NEW.id, NEW.farmland\_id, NOW (), CONCAT (' 设备 [', NEW.device\_name, ']（编号：', NEW.device\_code, '）状态从 [', OLD.status, '] 变更为 [', NEW.status, ']'), ' 未处理 ', NOW (), NEW.user\_id); END IF; END // DELIMITER ; |

## AI 识别重度病虫害触发器（trigger\_ai\_severe\_pest）

### 设计思路

当 AI 识别结果为 “重度” 病虫害时，自动生成橙色预警记录到预警表

表 5-1 触发条件

| 操作 | Before | After |
| --- | --- | --- |
| insert |  | √ |

### SQL语句

|  |
| --- |
| DELIMITER // CREATE TRIGGER trigger\_ai\_severe\_pest AFTER INSERT ON ai\_recognize\_result FOR EACH ROW BEGIN IF NEW.pest\_level = ' 重度 ' THEN INSERT INTO warning\_info (farmland\_id, crop\_id, pest\_id, warning\_time, warning\_level, warning\_content, handle\_status, create\_time, recorder\_id) VALUES (NEW.farmland\_id, (SELECT crop\_id FROM crop WHERE farmland\_id = NEW.farmland\_id LIMIT 1), NEW.pest\_id, NOW (), ' 橙 ', CONCAT (' 农田 [', (SELECT farmland\_name FROM farmland WHERE id = NEW.farmland\_id), '] 检测到重度 [', NEW.recognize\_result, ']，建议 24 小时内处理 '), ' 未处理 ', NOW (), (SELECT user\_id FROM farmland WHERE id = NEW.farmland\_id)); END IF; END // DELIMITER ; |

# 存储过程设计

## 获取农田病虫害历史记录（sp\_get\_farm\_pest\_history）

### 设计思路

输入农田 ID 和时间范围，输出该农田在指定时间内的病虫害历史记录（含作物、处理方法）。

表 5-1 触发条件

| 参数 | IN | OUT | INOUT | 说明 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| p\_farmland\_id BIGINT UNSIGNED（农田 ID，必传） | ✓ |  |  |  |
| p\_start\_time DATETIME（开始时间，必传） | ✓ |  |  |  |
| p\_end\_time DATETIME（结束时间，必传） | ✓ | ✓ |  | 输出：病虫害历史记录集 |

### SQL语句

|  |
| --- |
| DELIMITER // CREATE PROCEDURE sp\_get\_farm\_pest\_history(IN p\_farmland\_id BIGINT UNSIGNED, IN p\_start\_time DATETIME, IN p\_end\_time DATETIME) BEGIN SELECT ph.id, f.farmland\_name, c.crop\_name, cp.pest\_name, cp.pest\_type, ph.occur\_time, ph.occur\_area, ph.handle\_method, ph.handle\_effect, su.username AS recorder\_name FROM pest\_history ph LEFT JOIN farmland f ON ph.farmland\_id = f.id LEFT JOIN crop c ON ph.crop\_id = c.id LEFT JOIN common\_pest cp ON ph.pest\_id = cp.id LEFT JOIN sys\_user su ON ph.recorder\_id = su.id WHERE ph.farmland\_id = p\_farmland\_id AND ph.occur\_time BETWEEN p\_start\_time AND p\_end\_time ORDER BY ph.occur\_time DESC; END // DELIMITER ; |

## 生成农田环境日报表（sp\_generate\_farm\_env\_daily）

### 设计思路

输入日期和农田 ID，输出该农田当天的环境数据统计（日平均温度、最大湿度等）。

表 5-1 触发条件

| 参数 | IN | OUT | INOUT | 说明 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| p\_farmland\_id BIGINT UNSIGNED（农田 ID，必传） | ✓ |  |  |  |
| p\_date DATE（统计日期，必传） | ✓ | ✓ |  | 输出：环境统计数据 |

### SQL语句

|  |
| --- |
| DELIMITER // CREATE PROCEDURE sp\_generate\_farm\_env\_daily(IN p\_farmland\_id BIGINT UNSIGNED, IN p\_date DATE) BEGIN SELECT f.farmland\_name, f.address, DATE\_FORMAT(emd.monitor\_time, '%Y-%m-%d') AS stat\_date, AVG(emd.temperature) AS avg\_temp, MAX(emd.temperature) AS max\_temp, MIN(emd.temperature) AS min\_temp, AVG(emd.humidity) AS avg\_humidity, MAX(emd.humidity) AS max\_humidity, AVG(emd.soil\_moisture) AS avg\_soil\_moisture, SUM(emd.rainfall) AS total\_rainfall FROM farmland f LEFT JOIN env\_monitor\_data emd ON f.id = emd.farmland\_id WHERE f.id = p\_farmland\_id AND DATE(emd.monitor\_time) = p\_date GROUP BY f.id, stat\_date; END // DELIMITER ; |

文档编写说明：

1. 项目编号：
   1. 字体格式为：左对齐，5号黑体
   2. 项目编号格式为：年月日-2位数(第几个项目)-2位数(项目组号)
2. 项目名称：
   1. 字体格式为：居中，2号宋体（正文：5号宋体，段前段后0.5行间距）
   2. 段前空4行（正文：5号宋体，段前段后0.5行间距）
3. 数据库设计文档（字样）：
   1. 字体格式为：居中，初号黑体（正文：5号宋体，段前段后0.5行间距）
   2. 封面：段前空1行（正文：5号宋体，段前段后0.5行间距）
   3. 封底：段前空8行（正文：5号宋体，段前段后0.5行间距）
4. 文档信息：
   1. 字体格式为：
      1. 信息标题：5号黑体（正文：5号宋体，段前段后0.5行间距）
      2. 信息内容：5号宋体（正文：5号宋体，段前段后0.5行间距）
   2. 段前空1行（正文：5号宋体，段前段后0.5行间距）
   3. 表格第一列宽度为2.5厘米，第二列宽度为8厘米

|  |  |
| --- | --- |
| 文档编号： | [年月日-041-2位数(第几个项目)-2位数(项目组号)] |
| 密 级： | [内部使用/外部使用/机密文件] |
| 编 写： | [编写人1、编写人2、...] |
| 审 核： | [产品负责人] |
| 批 准： | [CTO|CEO] |
| 日 期： |  |

1. 企业名称：
   1. 字体格式为：右对齐，5号宋体（正文：5号宋体，段前段后0.5行间距）
   2. 封面：最后一行（正文：5号宋体，段前段后0.5行间距）
   3. 封底：最后一行（正文：5号宋体，段前段后0.5行间距）

数据库设计文档

贵州慧科未来科技有限公司