

CA433 - 茶智链 TeaChain

茶场数字化管理系统

叶梓阳 总经理

2025/6/8

茶智链（CA433）是专为茶产业设计的全流程数字化管理系统，集成茶树种植、加工生产、溯源查询等功能。系统采用 PHP 7.4.3 原生开发，结合 Redis 3.0 缓存与 MySQL 8.0 数据库，确保高效稳定运行。硬件端通过 Arduino+AIR724 模组连接高精度传感器，实现环境数据实时采集与传输。系统支持多端协同管理，提升茶产业操作效率 50%，保障茶叶品质可控，消费者扫码即可溯源全流程信息，助力茶企数字化转型。

目录

| | |
|----------------------------|----|
| 一、系统目标与效果..... | 3 |
| 二、模块设计与实现..... | 3 |
| 模块 1: 茶树种植管理..... | 3 |
| 模块 2: 加工生产管理..... | 4 |
| 模块 3: 溯源查询系统..... | 4 |
| 模块 4: 系统管理..... | 5 |
| 三、技术实现细节..... | 6 |
| 四、项目造价与时间表..... | 6 |
| 五、部署与运维要求..... | 6 |
| 六、验收标准..... | 7 |
| 附件 1: 核心功能程序模块设计..... | 9 |
| 一、茶树种植管理模块..... | 9 |
| 二、加工生产管理模块..... | 9 |
| 三、溯源查询系统..... | 9 |
| 四、系统管理模块..... | 10 |
| 五、公共组件..... | 10 |
| 六、定时任务脚本..... | 10 |
| 附件 2: 茶场数字化管理系统硬件扩展方案..... | 11 |
| 一、硬件架构设计..... | 11 |
| 二、硬件成本清单..... | 12 |
| 三、开发时间表..... | 13 |
| 四、与现有软件系统集成..... | 14 |
| 五、扩展性设计..... | 15 |
| 六、风险与应对..... | 15 |

CA433 茶智链-茶场数字化系统设计

(基于 PHP7.4.3 原生+HTML+Redis3.0+MySQL8.0+Windows Server)

项目代号: CA433-茶智链



一、系统目标与效果

核心目标:

实现茶树种植、加工生产、溯源查询全流程数字化管理。

100%国产化技术栈 (Windows Server + PHP 原生开发), 降低运维成本。

预期效果:

茶农操作效率提升 50% (数据采集时间缩短至 ≤ 2 分钟/次)。

加工参数电子化存储, 质检合格率提升 8%。

消费者溯源查询响应时间 ≤ 4 秒 (Redis 缓存命中率 $\geq 75\%$)。

二、模块设计与实现

模块 1: 茶树种植管理

页面列表:

planting_data.php (数据采集)

farming_log.php (农事记录)

alert_history.php (预警记录)

核心功能:

传感器数据采集 (温湿度、土壤 pH 值) 存入 MySQL, Redis 缓存最近 1 小时数据。

农事记录支持表单提交 (HTML 原生表单), 数据哈希存入 MySQL 防篡改。

预警规则配置 (如土壤湿度<30%触发警报), 通过 Windows 计划任务调用 PHP 脚本发送邮件。

造价: ¥85,000

开发时间: 14 工作日

模块 2: 加工生产管理

页面列表:

processing_monitor.php (加工监控)

quality_report.php (质检报告)

batch_link.php (批次关联)

核心功能:

加工设备数据通过 HTTP API 写入 MySQL, Redis 缓存实时状态 (如“杀青中”)。

质检报告生成 PDF (使用 TCPDF 原生库), 支持电子签名水印。

批次关联通过 MySQL 外键约束确保数据完整性。

造价: ¥98,000

开发时间: 16 工作日

模块 3: 溯源查询系统

页面列表:

trace_consumer.php (消费者查询)

trace_regulator.php (监管查询)

核心功能:

溯源码查询展示茶树位置 (百度地图静态图 API)、加工参数、质检报告。

监管端支持数据导出 (CSV 格式), 含操作日志哈希验证。

造价: ¥72,000

开发时间：12 工作日

模块 4：系统管理

页面列表：

user_admin.php（用户管理）

system_logs.php（操作日志）

核心功能：

用户权限分配（茶农/加工厂/监管员角色），密码加密存储（SHA256）。

操作日志记录 IP、操作时间、数据哈希，支持按用户筛选。

造价：¥45,000

开发时间：8 工作日



三、技术实现细节

数据持久化:

MySQL 8.0 存储结构化数据 (如种植记录、加工批次), 使用 InnoDB 引擎支持事务。

Redis 3.0 缓存高频数据 (如传感器最新值、溯源查询结果), TTL 设置 5-60 分钟。

会话管理:

PHP 原生 session_start()实现, 存储路径配置为 Redis (session.save_handler=redis)。

定时任务:

Windows 计划任务调用 PHP 脚本 (如 php alert_checker.php), 每 5 分钟扫描异常数据。

安全设计:

所有表单提交使用 POST+Token 防 CSRF 攻击。

密码字段使用 password_hash()加密存储。

四、项目造价与时间表

| 模块 | 造价 (¥) | 开发时间 (工作日) | 交付标准 |
|--------|---------|------------|---------------------------------|
| 茶树种植管理 | 85,000 | 14 | 数据采集 API 通过压力测试 (QPS \geq 50) |
| 加工生产管理 | 98,000 | 16 | 质检报告生成时间 \leq 2 分钟 |
| 溯源查询系统 | 72,000 | 12 | 溯源查询响应时间 \leq 4 秒 (Redis 缓存) |
| 系统管理 | 45,000 | 8 | 用户权限分配无误, 日志可追溯 |
| 总计 | 300,000 | 50 | 系统通过 72 小时稳定性测试, 无重大故障 |

五、部署与运维要求

服务器配置:

Windows Server 2008 R2 (需安装 .NET Framework 3.5)。

PHP 7.4.3（启用 openssl、redis 扩展）。

Redis 3.0（Windows 版，需配置持久化策略）。

MySQL 8.0（主从复制，定期备份）。

网络要求：

开放 80（HTTP）、3306（MySQL）、6379（Redis）端口。

配置防火墙规则限制 IP 访问（如仅允许内网访问 MySQL）。



六、验收标准

功能验收：

茶农可通过表单提交农事记录，数据同步至 MySQL（误差 $\leq 1\%$ ）。

加工参数 100% 电子化存储，批次关联无遗漏。

消费者扫描溯源码可查询全流程数据，地图定位误差 ≤ 100 米。

性能验收：

50 并发用户下，溯源查询平均响应时间 ≤ 4 秒。

Redis 缓存命中率 $\geq 75\%$ ，MySQL 慢查询比例 $\leq 10\%$ 。

文档交付：

《系统部署指南》（含服务器配置步骤）。

《用户操作手册》（茶农/加工厂/监管员角色）。

《维护手册》（含故障处理流程、备份策略）。

项目周期：50 工作日（自合同签订之日起计算）

付款方式：分三期（40%-30%-30%），验收合格后支付尾款。

方案亮点：

100%原生开发，无第三方框架依赖，降低长期维护成本。

Redis+MySQL 双存储架构，兼顾性能与数据持久化。

严格符合 Windows Server 生态，适配国产化服务器环境。



附件 1: 核心功能程序模块设计

以下是茶场数字化管理系统（CA433-茶智链）的完整 PHP 文件列表，按模块分类并标注核心功能：

一、茶树种植管理模块

planting_data.php

功能：传感器数据采集与展示（温湿度、土壤 pH 值）

交互：接收 HTTP API 数据，写入 MySQL 并缓存至 Redis

farming_log.php

功能：农事操作记录（施肥、除草、病虫害防治）

交互：HTML 原生表单提交，数据哈希存入 MySQL

alert_history.php

功能：预警记录查询（土壤湿度过低、温度异常）

交互：从 Redis 读取最近 24 小时预警数据

二、加工生产管理模块

processing_monitor.php

功能：加工设备实时监控（杀青温度、揉捻压力）

交互：WebSocket 推送实时数据至前端

quality_report.php

功能：质检报告生成与下载（PDF 格式）

交互：调用 TCPDF 库生成报告，含电子签名水印

batch_link.php

功能：茶树批次与加工批次关联管理

交互：MySQL 外键约束确保数据完整性

三、溯源查询系统

trace_consumer.php

功能：消费者溯源查询入口（扫码跳转）

交互：解析溯源码，查询 MySQL+Redis 数据

trace_regulator.php

功能：监管端数据统计与导出（CSV 格式）

交互：ECharts 图表渲染，MySQL 全文搜索

四、系统管理模块

user_admin.php

功能：用户权限分配（茶农/加工厂/监管员）

交互：SHA256 密码加密，Session 管理

system_logs.php

功能：操作日志审计（IP、时间、数据哈希）

交互：分页查询，支持按用户筛选

五、公共组件

db_config.php

功能：MySQL 8.0 数据库连接配置

交互：PDO 驱动，主从复制配置

redis_config.php

功能：Redis 3.0 缓存配置

交互：持久化策略（RDB+AOF）

common_functions.php

功能：公共函数库（数据哈希、PDF 生成、邮件发送）

交互：封装 hash_hmac(), TCPDF->WriteHTML()等

header.php / footer.php

功能：页面公共头部/底部模板

交互：包含 CSS/JS 引用、导航菜单

六、定时任务脚本

alert_checker.php

功能：预警规则扫描（通过 Windows 计划任务调用）

交互：每 5 分钟运行，发送邮件警报

data_archiver.php

功能：历史数据归档（每月 1 日自动执行）

交互：迁移 3 年前数据至冷存储表

文件命名规范说明

模块前缀：如 planting_（种植）、processing_（加工）

功能后缀：_admin.php（管理页）、_report.php（报告页）

公共文件：以 common_或 config_开头

总计 16 个核心 PHP 文件，覆盖系统全功能模块，符合原生开发、无框架依赖的设计要求。



附件 2:茶场数字化管理系统硬件扩展方案

（基于 Arduino + AIR724 + 传感器）

一、硬件架构设计

数据采集层：

温湿度传感器（DHT22）：精度 $\pm 2\%RH$ ， $\pm 0.5^{\circ}C$ ，用于土壤/空气监测。

土壤 pH 传感器 (Atlas Scientific): 量程 0-14, 分辨率 0.01。

光照传感器 (BH1750): 量程 0-65535 Lux, 支持 I2C 通信。

控制层:

Arduino Uno R3: 主控板, 运行传感器数据采集逻辑。

AIR724 4G 模组: 移远通信模块, 支持 TCP/IP 协议, 将数据推送至云服务器。

通信协议:

数据通过 HTTP POST 发送至 PHP 接口 (/api/v1/sensor_data), JSON 格式:

```
json
{
  "device_id": "ARDU-TEA-001",
  "soil_moisture": 45.3,
  "ph_value": 6.2,
  "timestamp": "2025-06-08T10:00:00Z"
}
```



二、硬件成本清单

| 组件 | 型号 | 单价 (¥) | 数量 | 小计¥ |
|----|----|--------|----|-----|
|----|----|--------|----|-----|

| | | | | |
|-----------|------------------|-----|----|-------|
| 主控板 | Arduino Uno R3 | 65 | 3 | 195 |
| 通信模组 | AIR724 | 180 | 3 | 540 |
| 温湿度传感器 | DHT22 | 25 | 10 | 250 |
| 土壤 pH 传感器 | Atlas Scientific | 385 | 5 | 1900 |
| 光照传感器 | BH1750 | 15 | 10 | 150 |
| 防水外壳 | IP67 防护盒 | 45 | 10 | 450 |
| 太阳能供电系统 | 10W 太阳能板+电 池 | 280 | 5 | 1400 |
| 总计 | | | | 4,885 |



三、开发时间表

| 阶段 | 时间 | 交付成果 |
|---------|-----|----------------------------|
| 硬件选型与测试 | 5 日 | 传感器精度验证报告、通信模组兼容性测试 |
| 固件开发 | 8 日 | Arduino 数据采集代码、AIR724 通信协议 |

| | | |
|----------|-----|-------------------------------|
| 服务器接口对接 | 3 日 | PHP API 接收数据、MySQL 存储测试 |
| 现场部署与调试 | 7 日 | 10 个节点部署完成, 数据上云率 $\geq 99\%$ |
| 总工期 23 日 | | |



四、与现有软件系统集成

数据流对接:

硬件节点通过 AIR724 发送数据至 PHP 接口 (/api/v1/sensor_data)。

PHP 脚本验证数据签名后, 写入 MySQL 的 tea_planting_records 表, 并更新 Redis 缓存 (SET sensor:soil_moisture 45.3 EX 300)。

预警逻辑扩展:

在 PHP 定时任务中增加硬件状态监测 (如 GET sensor:last_update), 若超时未更新则触发警报。

可视化增强:

在 planting_data.php 页面增加实时传感器图表 (ECharts 渲染, 数据源为 Redis)。

五、扩展性设计

低功耗优化：

Arduino 进入睡眠模式（`LowPower.powerDown()`），每 15 分钟唤醒采集数据。

AIR724 配置 PSM 省电模式，传输间隔 ≥ 10 分钟。

边缘计算：

在 Arduino 端实现简单规则（如 `if soil_moisture < 30% then send_alert()`），减少云端计算压力。

批量部署：

使用 OTA（空中升级）更新固件，通过 AIR724 推送新版本至节点。



六、风险与应对

风险 1：4G 信号不稳定导致数据丢失。

应对：在 Arduino 端增加本地存储（SD 卡模块），重试 3 次后仍失败则本地保存，信号恢复后补传。

风险 2：传感器在高温高湿环境下故障。

应对：选择工业级传感器（如 DHT22 防护版），外壳增加散热孔与防水涂层。

方案总结

本硬件扩展方案通过 Arduino+AIR724 实现茶场环境数据采集与传输，与现有软件系统无缝集成，总成本¥4,885，开发周期 23 日，支持 10 个节点部署，数据上云率 $\geq 99\%$ 。后续可扩展至 50+节点，满足规模化茶场需求。



以上设计为第一版本修订方案，未具备具体可执行分析报告与实施工程计划，仅供参考。

— 叶梓阳