铺得清软件设计开发文档

软件名称： 铺得清进销存管理系统

版本号： 1.0.0

撰写人： 田立

撰写日期： 2025年11月12日

修订历史

版本号	修订日期	修订人	修订说明
1.0.0	2025-11-12	田立	创建初始文档，完成引言、总体设计和数据库设计部分。

目录

1. 引言

1.1 编写目的

本文档旨在详细阐述“铺得清进销存管理系统”的设计与实现过程，全面、清晰地展示软件的内部结构、功能设计和实现细节。撰写本文档的主要目的如下：

1. **开发指导**：为开发团队提供一个统一、明确的设计蓝图，确保各模块开发工作协调一致，降低沟通成本，提高开发效率。
2. **技术存档**：作为项目的重要技术资产，记录软件的设计思想、架构演进和关键技术决策，便于后续的系统维护、功能迭代和技术交接。
3. **项目验收**：为项目管理者、测试人员和最终用户提供一个评估软件功能和性能的基准。

通过本文档，相关人员可以深入理解本软件的架构、核心算法、数据结构以及业务逻辑，为软件的整个生命周期管理提供支持。

1.2 项目背景

随着零售和批发业务的快速发展，中小型企业面临着日益复杂的库存管理挑战。传统的手工记账或简单的电子表格管理方式，常常导致以下问题：

- **库存信息不准确**：无法实时更新库存数量，导致超卖或缺货，影响客户满意度和销售机会。
- **运营效率低下**：商品入库、出库、盘点等流程繁琐，耗费大量人力和时间。
- **决策缺乏数据支持**：难以准确统计商品销售情况、分析客户购买行为和预测未来销售趋势，导致采购决策盲目。
- **多渠道管理困难**：线上、线下等多个销售渠道的数据不统一，难以进行一体化管理。

为了解决上述痛点，开发一款现代化、智能化的库存销售管理系统变得至关重要。本项目“铺得清”应运而生，旨在通过数字化手段，为企业提供一个集成化、自动化、智能化的解决方案，以提升运营效率，优化库存成本，并为经营决策提供精准的数据支持。

1.3 软件目标

本软件的主要目标是开发一个稳定、高效、易用的库存销售管理平台，具体包括：

1. **产品全生命周期管理**：实现从商品信息录入、分类、规格定义到库存变动的全程跟踪。
2. **高效的销售流程**：提供快速创建销售订单、管理客户信息、记录销售流水的功能，简化销售操作。
3. **精准的库存控制**：支持多仓库/店铺的库存管理，实现实时库存更新、库存预警、保质期管理和库存盘点。
4. **智能的采购建议**：基于销售数据和库存水平，自动生成采购建议，避免缺货和库存积压。
5. **多维度数据分析**：提供销售额、利润、畅销商品排行、客户贡献度等多维度的数据报表和可视化图表，辅助管理者进行科学决策。
6. **跨平台支持**：基于 Flutter 框架开发，确保软件能够平滑运行在 Android、iOS、Web、Windows、macOS 和 Linux 等多个平台上，满足用户在不同设备上的使用需求。
7. **良好的用户体验**：设计简洁直观的用户界面和流畅的操作流程，降低用户的学习成本。

1.4 范围

本软件的功能范围主要涵盖以下核心模块：

- **产品管理**：包括产品信息、分类、单位、条形码等管理。
- **销售管理**：包括创建销售单、客户管理、销售记录查询等。
- **库存管理**：包括库存查询、入库、出库、盘点、库存异动记录等。
- **采购管理**：包括供应商管理、采购订单创建与跟踪等。
- **数据分析**：提供各类销售和库存相关的统计报表。
- **系统设置**：包括店铺信息、用户权限、数据备份与恢复等。

不在本次开发范围内的功能包括：

- 完整的财务会计功能（如总账、应收应付等）。
- 客户关系管理（CRM）的高级功能（如营销活动、客户关怀等）。
- 与第三方电商平台的深度集成。

1.5 参考文献

- 《软件工程导论（第6版）》
- Flutter 官方文档: https://flutter.dev/docs
- Dart 语言规范: https://dart.dev/guides/language/spec

- Drift (Moor) 数据库文档: https://drift.simonbinder.eu/

1.6 术语与缩写

术语/缩写	中文全称/解释
SKU	Stock Keeping Unit，库存量单位
UI	User Interface，用户界面
UX	User Experience，用户体验
BLoC	Business Logic Component，一种Flutter状态管理模式
Riverpod	一个用于Flutter/Dart的状态管理库
Drift	一个基于`sqlite3`的响应式持久化库
API	Application Programming Interface，应用程序编程接口
CRUD	Create, Read, Update, Delete，增删改查

2. 总体设计

2.1 系统概述

“铺得清进销存管理系统”是一个基于 Flutter 框架和 Dart 语言开发的跨平台应用程序。系统采用客户端-数据库的架构模式，其中客户端负责用户交互、业务逻辑处理和数据展示，而本地数据库（基于 SQLite）负责所有业务数据的持久化存储。

这种设计使得应用可以在没有网络连接的情况下独立运行，保证了数据的本地性和操作的即时响应。同时，系统也预留了与远程服务器同步的接口，为未来的云服务和多设备数据同步功能奠定了基础。

系统整体遵循功能模块化、代码分层化的设计原则，以实现高内聚、低耦合的目标，从而提高代码的可维护性、可扩展性和可测试性。

2.2 体系结构设计

本系统采用经典的三层架构（Three-Layer Architecture），并结合了 Flutter 社区流行的状态管理模式（如 Riverpod），具体分层如下：

1. **表现层 (Presentation Layer)**：
    - **职责**：负责直接与用户进行交互，展示数据和接收用户输入。它由一系列的界面组件（Widgets）构成。
    - **组成**：包括各个功能模块的屏幕（Screens）、对话框（Dialogs）、卡片（Cards）等UI元素。
    - **技术**：完全使用 Flutter Widget 构建，不包含任何业务逻辑，其状态由应用逻辑层驱动。
2. **应用/业务逻辑层 (Application/Business Logic Layer)**：
    - **职责**：作为表现层和数据访问层的桥梁，处理核心业务逻辑、状态管理和用户操作的响应。
    - **组成**：

        - **Notifier/Provider (基于 Riverpod)**：管理UI状态，监听用户事件和数据变化，并通知UI进行更新。例如，`CategoryNotifier` 负责管理商品分类的状态。
        - **Service**：封装具体的业务流程和复杂的计算。例如，`SaleService` 负责处理创建销售订单的完整流程。
    - **技术**：使用 Riverpod进行状态管理，实现依赖注入和业务逻辑与UI的分离。

3. **数据访问层 (Data Access Layer)**：
    - **职责**：负责数据的持久化和访问，与本地数据库进行交互。它将底层数据源（SQLite）的实现细节与上层业务逻辑完全隔离。
    - **组成**：
        - **Repository**：定义了数据操作的接口（`IProductRepository`），并提供具体的实现（`ProductRepository`）。它是业务逻辑层访问数据的唯一入口。
        - **DAO (Data Access Object)**：数据访问对象，直接执行对数据库表的CRUD操作。例如，`SalesTransactionDao` 负责操作销售流水表。
    - **技术**：使用 Drift 库来定义数据表、执行数据库查询和事务操作。Drift 能够将 Dart 类映射到数据库表，并生成类型安全的代码。

架构图:

```
+-----------------------------------------------+
|                表现层 (UI)                    |
|        (Screens, Widgets, Dialogs)            |
+----------------------^------------------------+
                       | (State Updates)
                       v
+-----------------------------------------------+
|           应用/业务逻辑层 (Logic)              |
| (Notifiers, Services - Riverpod)              |
+----------------------^------------------------+
                       | (Data Requests)
                       v
+-----------------------------------------------+
|              数据访问层 (Data)                 |
|     (Repositories -> DAOs -> Drift/SQLite)    |
+-----------------------------------------------+
```

2.3 功能模块划分

根据系统目标和范围，我们将软件划分为以下几个核心功能模块：

- **产品模块 (Product)**：
    - **描述**：管理所有与商品相关的信息。
    - **子功能**：商品信息（名称、图片、描述）管理、商品分类管理、多单位（如个、箱、斤）管理、条形码管理、商品导入导出。
- **销售模块 (Sale)**：
    - **描述**：处理日常的销售业务。
    - **子功能**：购物车、创建销售订单、客户信息管理、历史销售记录查询、销售退货处理。
- **库存模块 (Inventory)**：

    - **描述**：核心模块，负责跟踪库存的实时变化。
    - **子功能**：实时库存查询、商品入库（采购入库、其他入库）、商品出库（销售出库、报损出库）、库存盘点、库存调拨、保质期预警。
- **采购模块 (Purchase)**：
    - **描述**：管理向供应商采购商品的过程。
    - **子功能**：供应商信息管理、创建采购订单、跟踪采购订单状态（待入库、已完成）。
- **分析模块 (Analytics)**：
    - **描述**：为经营决策提供数据支持。
    - **子功能**：销售额统计（按日/周/月）、利润分析、畅销商品排行、客户购买力分析、库存周转率分析。
- **设置模块 (Settings)**：
    - **描述**：提供系统级的配置和管理功能。
    - **子功能**：店铺/仓库信息管理、用户与权限管理、数据备份与恢复、隐私政策与关于。

2.4 技术栈选型

类别	技术/框架	版本/说明
开发语言	Dart	3.x
UI 框架	Flutter	3.x
状态管理	Riverpod	2.x，用于依赖注入和状态管理
本地数据库	SQLite	-
数据库ORM	Drift (原Moor)	2.x，提供类型安全的响应式数据库访问
路由管理	go_router	-
HTTP客户端	Dio	用于未来可能的API交互
测试框架	flutter_test, test	用于单元测试和集成测试
构建系统	Gradle (Android), Xcode (iOS)	-

2.5 运行环境

- **操作系统**：Android 5.0+, iOS 11.0+, Windows 10+, macOS 10.15+, Linux (主流发行版)
- **硬件要求**：
    - 移动端：至少 2GB RAM
    - 桌面端：至少 4GB RAM, 1280x720 分辨率
- **依赖软件**：无特殊外部依赖，应用打包后可独立运行。

---

3. 数据库设计

3.1 设计概述

数据库是本系统的核心基础，负责存储所有业务数据。我们选用 SQLite 作为底层数据库引擎，因为它轻量、无需配置、跨平台且性能优异，非常适合单机版桌面和移动应用。

通过使用 Drift 库，我们以声明式的方式在 Dart 代码中定义数据表、关系和查询，Drift 会自动生成类型安全的代码，极大地提高了数据库操作的安全性和开发效率。

数据库设计遵循第三范式（3NF），以减少数据冗余，保证数据的一致性。

3.2 E-R 图

(由于纯文本难以绘制复杂的E-R图，此处使用文字描述核心实体及其关系)

核心实体:

- **Product (产品)**：存储商品基本信息。
- **Category (分类)**：产品的分类。
- **Unit (单位)**：商品的计量单位（如个、箱）。
- **ProductUnit (产品单位)**：产品和单位的关联表，定义了换算关系和不同单位的售价。
- **Customer (客户)**：销售业务中的客户信息。
- **Supplier (供应商)**：采购业务中的供应商信息。
- **SalesTransaction (销售流水)**：记录每一笔销售的总体信息。
- **SalesTransactionItem (销售流水项)**：记录一笔销售中具体每个商品的销售情况。
- **Batch (批次)**：用于跟踪具有保质期或不同成本的同种商品。
- **Inventory (库存)**：记录每个商品（或批次）在特定店铺/仓库的实时库存量。

主要关系:

- 一个 **Category** 可以包含多个 **Product** (一对多)。
- 一个 **Product** 可以有多个 **ProductUnit** (一对多)。
- 一个 **Unit** 可以被多个 **ProductUnit** 使用 (一对多)。
- 一个 **Customer** 可以有多笔 **SalesTransaction** (一对多)。
- 一笔 **SalesTransaction** 包含多个 **SalesTransactionItem** (一对多)。
- 一个 **SalesTransactionItem** 关联一个 **ProductUnit** (多对一)。
- 一个 **Product** 可以有多个 **Batch** (一对多)。
- 一个 **Product** (或 **Batch**) 在一个店铺有一个 **Inventory** 记录 (一对一)。

3.3 数据表结构

以下是部分核心数据表的结构定义（基于Drift的Dart类定义风格）。

1. 产品表 (`products`)

```dart
// lib/features/product/domain/model/product.dart
class Products extends Table {
  IntColumn get id => integer().autoIncrement()();
  TextColumn get name => text().withLength(min: 1, max: 100)();
  TextColumn get description => text().nullable()();
  IntColumn get categoryId => integer().nullable().references(Categories, #id)();
  TextColumn get imageUrl => text().nullable()();
  BoolColumn get isActive => boolean().withDefault(const Constant(true))();
  DateTimeColumn get createdAt => dateTime().withDefault(currentDateAndTime)();
}
```

- **说明**：存储商品的核心信息，如名称、描述，并关联到分类表。

2. 产品单位表 (`product_units`)

```
// lib/features/product/domain/model/product_unit.dart
class ProductUnits extends Table {
  IntColumn get id => integer().autoIncrement()();
  IntColumn get productId => integer().references(Products, #id)();
  IntColumn get unitId => integer().references(Units, #id)();
  // 基础单位换算率（例如：1箱 = 12个，则'箱'的此值为12）
  RealColumn get conversionRate => real().withDefault(const Constant(1.0))();
  // 是否为基础单位（例如：'个'）
  BoolColumn get isBaseUnit => boolean().withDefault(const Constant(false))();
  // 零售价
  RealColumn get sellingPrice => real().nullable()();
  // 采购价
  RealColumn get purchasePrice => real().nullable()();
}
```

- **说明**：定义了产品的多种销售/库存单位及其换算关系，是实现多单位功能的核心。

3. 销售流水表 (`sales_transactions`)

```
// lib/features/sale/domain/model/sales_transaction.dart
class SalesTransactions extends Table {
  IntColumn get id => integer().autoIncrement()();
  IntColumn get customerId => integer().nullable().references(Customers, #id)();
  DateTimeColumn get transactionDate => dateTime().withDefault(currentDateAndTime)
();
  RealColumn get totalAmount => real()();
  RealColumn get discount => real().withDefault(const Constant(0.0))();
  RealColumn get finalAmount => real()();
  TextColumn get paymentMethod => text().withLength(max: 50)();
  TextColumn get remarks => text().nullable()();
}
```

- **说明**：记录每一笔成功交易的宏观信息。

4. 销售流水项表 (`sales_transaction_items`)

```
// lib/features/sale/domain/model/sales_transaction_item.dart
class SalesTransactionItems extends Table {
  IntColumn get id => integer().autoIncrement()();
  IntColumn get transactionId => integer().references(SalesTransactions, #id)();
  IntColumn get productUnitId => integer().references(ProductUnits, #id)();
  RealColumn get quantity => real()();
  RealColumn get unitPrice => real()(); // 成交单价
  RealColumn get subtotal => real()();
}
```

- **说明**：记录一笔交易中售出的每一种商品的具体信息。

5. 库存表 (`inventories`)

```
// lib/features/inventory/domain/model/inventory.dart
class Inventories extends Table {
  IntColumn get id => integer().autoIncrement()();
  IntColumn get productId => integer().references(Products, #id)();
  IntColumn get batchId => integer().nullable().references(Batches, #id)(); // 关联批次
  IntColumn get shopId => integer().references(Shops, #id)(); // 关联店铺/仓库
  RealColumn get quantity => real()(); // 以基础单位计量的数量
  DateTimeColumn get lastUpdated => dateTime().withDefault(currentDateAndTime)();

  @override
  List<String> get customConstraints => [
    'UNIQUE (product_id, batch_id, shop_id)'
  ];
}
```

- **说明**：系统的核心表之一，实时记录每个商品在每个店铺的库存量。`customConstraints`确保了同一商品（或批次）在同一店铺只有一条库存记录。

---

4. 详细设计与实现

本章将深入探讨系统中各个核心功能模块的详细设计和代码实现。我们将结合具体的代码片段，阐述业务逻辑、数据流转以及与用户界面的交互过程。

4.1 核心功能：产品管理

产品管理是整个系统的基础，它负责定义和维护可供销售和管理库存的商品信息。

4.1.1 功能描述

- **创建、编辑和查看商品**：用户可以录入商品的详细信息，包括名称、所属分类、描述和图片。
- **多单位管理**：系统支持为同一商品设置多个单位（如“瓶”和“箱”），并定义它们之间的换算率。每个单位都可以有独立的售价和采购价。这是本软件的一个关键特性。
- **分类管理**：用户可以创建商品分类，便于对商品进行组织和筛选。
- **条码关联**：可以为不同的产品单位关联一个或多个条形码，支持扫码枪快速识别。

4.1.2 数据流与状态管理

产品管理模块的数据流严格遵循2.2节中定义的分层架构。

1. **用户操作**：用户在UI界面（如 `ProductEditScreen`）上输入信息并点击“保存”。
2. **UI层 -> 逻辑层**：UI Widget 调用应用逻辑层中的 `Notifier` 或 `Service` 相应的方法，例如 `ref.read(productServiceProvider).saveProduct(productData)`。

3. **逻辑层处理**：`ProductService` 接收到数据后，进行数据校验和业务逻辑处理。
4. **逻辑层 -> 数据层**：`ProductService` 调用 `ProductRepository` 的方法（如 `saveProduct`）来持久化数据。
5. **数据层执行**：`ProductRepository` 内部再调用 `ProductDao`，后者通过 Drift 框架将数据写入 SQLite 数据库的 `products` 和 `product_units` 表中。
6. **状态更新**：数据成功保存后，逻辑层的 `Notifier`（如 `productListProvider`）会重新获取最新的产品列表，并通知UI层进行刷新，展示最新的数据。

4.1.3 核心代码实现：多单位管理

多单位管理的核心在于 `product_units` 表以及围绕它展开的业务逻辑。以下是 `ProductUnitRepository` 中更新产品单位信息的核心方法，它展示了如何在一个事务中处理复杂的更新逻辑。

文件路径: `lib/features/product/data/repository/product_unit_repository.dart`

```
// 伪代码，结合项目结构和Drift用法进行阐述
// public Future<void> updateProductUnits(int productId, List<ProductUnit> units)
// 在 ProductRepository 中实现类似逻辑
Future<void> saveProductWithUnits(Product product, List<ProductUnit> units) async
{
  return transaction(() async {
    // 步骤 1: 保存或更新产品主信息
    final productId = await productsDao.insertOnConflictUpdate(product);

    // 步骤 2: 获取该产品当前所有的单位ID
    final existingUnits = await productUnitsDao.getUnitsForProduct(productId);
    final existingUnitIds = existingUnits.map((e) => e.id).toSet();

    // 步骤 3: 遍历用户提交的最新单位列表
    final updatedUnitIds = <int>{};
    for (final unit in units) {
      // 为单位关联正确的产品ID
      final unitWithProduct = unit.copyWith(productId: productId);

      // 步骤 3.1: 插入或更新单位信息
      final savedUnit = await
productUnitsDao.insertOnConflictUpdate(unitWithProduct);
      updatedUnitIds.add(savedUnit.id);
    }

    // 步骤 4: 计算需要被删除的单位
    // (即存在于旧列表但不存在于新列表中的单位)
    final unitsToDelete = existingUnitIds.difference(updatedUnitIds);
    if (unitsToDelete.isNotEmpty) {
      // 步骤 4.1: 执行删除操作
      await productUnitsDao.deleteUnitsByIds(unitsToDelete.toList());
    }
  });
}
```

- **代码解析**:
  - 该方法使用 `transaction` 来确保所有数据库操作的原子性：要么全部成功，要么全部回滚。这对于保证数据一致性至关重要。
  - 通过 `insertOnConflictUpdate` 实现"有则更新，无则插入"(Upsert)，简化了代码逻辑。
  - 通过比较新旧单位列表的ID集合，精确地计算出哪些单位是本次操作中被用户删除的，并执行相应的数据库删除操作。
  - 这个过程完整地体现了对一个复杂业务对象（包含子对象的商品）的持久化处理逻辑。

4.2 核心功能：销售管理

销售管理模块是系统产生业务价值的直接体现，它覆盖了从开单到收款的全过程。

4.2.1 功能描述

- **购物车**：提供一个直观的界面，允许用户通过搜索或扫码将商品添加到购物车。
- **创建销售单**：用户可以为购物车中的商品选择客户、输入折扣、选择支付方式，并最终完成结账，生成一笔销售流水。
- **客户选择**：支持从现有客户列表中选择，或快速添加新客户。
- **销售记录**：可以按时间、客户等条件查询历史销售记录，并查看每笔订单的详细信息。

4.2.2 核心界面实现：创建销售屏幕

创建销售的核心UI位于 `CreateSaleScreen`。它通常由几个部分组成：顶部的商品搜索栏、中间的购物车商品列表、底部的客户选择和结算信息区域。

文件路径: `lib/features/sale/presentation/screens/create_sale_screen.dart`

```
// 伪代码，展示Widget结构和状态交互
class CreateSaleScreen extends ConsumerWidget {
  @override
  Widget build(BuildContext context, WidgetRef ref) {
    // 监听购物车状态
    final cartItems = ref.watch(saleCartProvider);
    // 监听客户选择状态
    final selectedCustomer = ref.watch(selectedCustomerProvider);

    return Scaffold(
      appBar: AppBar(title: Text('创建销售单')),
      body: Column(
        children: [
          // 1. 商品搜索与添加区域
          ProductSearchView(),

          // 2. 购物车商品列表
          Expanded(
            child: ListView.builder(
              itemCount: cartItems.length,
              itemBuilder: (context, index) {
                final item = cartItems[index];
                // 使用 SaleItemCard Widget 展示每个商品
```

```
                return SaleItemCard(
                  item: item,
                  onQuantityChanged: (newQty) {
                    // 调用Notifier更新商品数量
                    ref.read(saleCartProvider.notifier).updateQuantity(item.id,
newQty);
                  },
                  onRemove: () {
                    // 调用Notifier移除商品
                    ref.read(saleCartProvider.notifier).removeItem(item.id);
                  },
                );
              },
            ),
          ),

          // 3. 结算信息区域
          SaleSummarySection(
            customer: selectedCustomer,
            totalAmount: ref.watch(saleCartTotalProvider), // 动态计算总价
            onSelectCustomer: () => context.go('/customer-selection'), // 跳转到客
户选择页
            onCheckout: () {
              // 执行结算
              ref.read(saleServiceProvider).createSale(
                items: cartItems,
                customer: selectedCustomer,
                // ...其他结算信息
              );
            },
          ),
        ],
      ),
    );
  }
}
```

- **代码解析**:
  - 该界面是一个 `ConsumerWidget`，表明它依赖于 Riverpod 进行状态管理。
  - 通过 `ref.watch` 监听 `saleCartProvider` 的变化。当购物车内容（如商品数量、种类）发生改变时，UI会自动重建，实时反映最新状态。
  - `SaleItemCard` 作为一个独立的组件，封装了购物车中单个条目的显示和操作逻辑，体现了UI开发的组件化思想。
  - 点击结算按钮时，调用 `SaleService` 的 `createSale` 方法，将业务逻辑处理委托给应用逻辑层，保持了表现层的职责单一。

4.2.3 核心业务逻辑：创建销售流水

`SaleService` 中的 `createSale` 方法是处理销售业务的核心，它协调了多个数据表的写入操作。

文件路径: `lib/features/sale/application/service/sale_service.dart`

```
// 伪代码
class SaleService {
  final SalesTransactionRepository _transactionRepo;
  final InventoryRepository _inventoryRepo;

  SaleService(this._transactionRepo, this._inventoryRepo);

  Future<void> createSale(
      {required List<SaleCartItem> items, Customer? customer, ...}) async {

    return _transactionRepo.transaction(() async {
      // 步骤 1: 创建销售流水主记录 (SalesTransaction)
      final transaction = SalesTransaction(
        customerId: customer?.id,
        totalAmount: calculateTotal(items),
        // ...
      );
      final transactionId = await _transactionRepo.createTransaction(transaction);

      // 步骤 2: 遍历购物车中的每一个商品
      for (final item in items) {
        // 步骤 2.1: 创建销售流水项 (SalesTransactionItem)
        final transactionItem = SalesTransactionItem(
          transactionId: transactionId,
          productUnitId: item.productUnit.id,
          quantity: item.quantity,
          unitPrice: item.unitPrice,
          // ...
        );
        await _transactionRepo.createTransactionItem(transactionItem);

        // 步骤 2.2: 更新库存 (核心)
        // 将销售数量换算成基础单位的数量
        final baseUnitQuantity = item.quantity * item.productUnit.conversionRate;
        await _inventoryRepo.decreaseStock(
          productId: item.productUnit.productId,
          quantity: baseUnitQuantity,
        );
      }
    });
  }
}
```

- **代码解析**:
  - 同样地，整个过程被包裹在一个数据库事务中，以确保销售记录的生成和库存的扣减要么同时成功，要么同时失败。
  - **职责分离**：`SaleService` 负责编排整个业务流程，但具体的数据库操作分别委托给了 `SalesTransactionRepository` 和 `InventoryRepository`，符合单一职责原则。
  - **库存更新**：在记录销售明细后，服务会立即调用 `InventoryRepository` 的 `decreaseStock` 方法来扣减相应商品的库存。这是保证库存数据准确性的关键一步。

- **单位换算**：在扣减库存时，代码将销售单位的数量（如2箱）乘以换算率，转换成库存管理所用的基础单位（如24瓶），体现了多单位设计的严谨性。

4.3 核心功能：库存管理

库存管理是本系统的基石，它确保了所有库存相关数据的准确性和实时性，是连接销售、采购等其他模块的枢纽。

4.3.1 功能描述

- **实时库存查询**：用户可以随时查看任一商品在所有店铺或单个店铺的当前库存量。
- **库存变更**：系统自动处理因销售导致的出库。同时，用户可以手动进行采购入库、盘点校正、库存调拨、报损等操作，所有操作都会生成明确的库存异动流水。
- **保质期管理**：对于有保质期的商品，系统支持录入生产日期和保质期天数，并提供临期商品预警功能。

4.3.2 核心业务逻辑：库存更新服务

库存的所有变动都由 `InventoryService` 或底层的 `InventoryRepository` 来统一处理，以确保逻辑的集中和数据的一致性。以下是库存变更的核心方法 `updateStock` 的设计思路。

文件路径: `lib/features/inventory/application/inventory_service.dart` (或 `InventoryRepository`)

```
// 伪代码
class InventoryRepository {
  // ... Dao a

  // 统一的库存更新入口
  Future<void> updateStock({
    required int productId,
    required double changeQuantity, // 正数为增加，负数为减少
    required InventoryTransactionType type, // 异动类型：销售、采购、盘点等
    String? remarks,
    int? batchId,
    int? shopId,
  }) async {
    return transaction(() async {
      // 步骤 1: 找到或创建对应的库存记录
      final inventory = await inventoryDao.findOrCreate(productId, batchId,
shopId);

      // 步骤 2: 计算新库存
      final newQuantity = inventory.quantity + changeQuantity;
      if (newQuantity < 0) {
        throw Exception('库存不足，操作失败！');
      }

      // 步骤 3: 更新库存表
      await inventoryDao.updateQuantity(inventory.id, newQuantity);

      // 步骤 4: 记录库存异动流水（非常重要）
      final transactionRecord = InventoryTransaction(
```

```
          productId: productId,
          batchId: batchId,
          shopId: shopId,
          changeQuantity: changeQuantity,
          newQuantity: newQuantity,
          type: type,
          remarks: remarks,
          transactionDate: DateTime.now(),
        );
        await inventoryTransactionDao.insert(transactionRecord);
      });
    }

    // 封装好的增加库存方法
    Future<void> increaseStock({int productId, double quantity, ...}) {
      return updateStock(productId: productId, changeQuantity: quantity, ...);
    }

    // 封装好的减少库存方法
    Future<void> decreaseStock({int productId, double quantity, ...}) {
      return updateStock(productId: productId, changeQuantity: -quantity, ...);
    }
  }
```

- **代码解析**:
  - **统一入口**：所有引起库存变化的操作最终都会调用 `updateStock` 这个核心方法。这种设计避免了在代码库的多个地方分散地修改库存，极大地降低了出错的风险。
  - **库存防超卖**：在更新库存前，会检查变更后的库存量是否会小于零。这是防止商品超卖的关键控制点。
  - **异动流水**：每次库存变更，系统都会在 `inventory_transactions` 表中插入一条详细的流水记录。这为后续的库存追溯、成本核算和问题排查提供了不可或缺的数据支持。
  - **原子性**：更新库存量和插入流水这两个操作被包裹在同一个数据库事务中，确保了二者的一致性。

4.4 核心功能：采购管理

采购管理模块负责处理与供应商和商品采购相关的业务流程。

4.4.1 功能描述

- **供应商管理**：维护供应商的基本信息，如名称、联系方式、地址等。
- **采购订单**：用户可以创建采购订单，指定供应商、采购的商品、数量和采购单价。
- **采购入库**：当采购的商品到货后，用户可以基于采购订单执行“一键入库”操作，系统会自动增加相应商品的库存。

4.4.2 核心业务逻辑：采购入库

采购入库是连接采购模块和库存模块的关键流程。当用户在 `PurchaseOrderDetailScreen` 点击“入库”按钮时，会触发 `PurchaseService` 中的 `receivePurchaseOrder` 方法。

文件路径: `lib/features/purchase/application/service/purchase_service.dart` (设想)

```
// 伪代码
class PurchaseService {
  final PurchaseRepository _purchaseRepo;
  final InventoryService _inventoryService;

  PurchaseService(this._purchaseRepo, this._inventoryService);

  Future<void> receivePurchaseOrder(int purchaseOrderId) async {
    // 步骤 1: 获取采购订单及其所有订单项
    final order = await _purchaseRepo.getOrderById(purchaseOrderId);
    final orderItems = await _purchaseRepo.getItemsByOrderId(purchaseOrderId);

    // 步骤 2: 遍历所有采购项，逐个添加入库
    for (final item in orderItems) {
      // 调用库存服务，增加库存
      await _inventoryService.increaseStock(
        productId: item.productId,
        quantity: item.quantity, // 假设单位已是基础单位
        type: InventoryTransactionType.purchase, // 异动类型为采购入库
        remarks: '采购订单 #${order.id} 入库',
      );
    }

    // 步骤 3: 更新采购订单状态为“已完成”
    await _purchaseRepo.updateOrderStatus(purchaseOrderId, OrderStatus.completed);
  }
}
```

- **代码解析**:
  - **服务协作**: `PurchaseService` 作为一个协调者，本身不直接处理库存逻辑，而是调用 `InventoryService` 提供的标准服务。这完美体现了分层架构中服务之间协作的模式。
  - **流程清晰**: 整个业务流程被清晰地分解为“获取数据”、“处理业务（循环增库存）”、“更新状态”三个步骤，代码易于理解和维护。

4.5 核心功能：数据分析

数据分析模块旨在将原始的业务数据转化为有价值的商业洞察。

4.5.1 功能描述

- **销售看板**: 以图表形式展示今日/本周/本月的关键指标，如销售总额、订单数、利润等。
- **排行分析**: 提供商品销售额排行、销量排行，帮助商家识别畅销和滞销品。
- **趋势分析**: 展示销售额随时间变化的趋势图，辅助预测和备货。

4.5.2 核心代码实现：销售额排行查询

数据分析功能严重依赖于高效的数据库查询。Drift 库支持复杂的聚合查询和 `group by` 子句，非常适合用于构建分析报表。

文件路径: lib/features/analytics/data/repository/sales_analytics_repository.dart

```
// 伪代码
class SalesAnalyticsRepository {
  final AppDatabase _db;
  SalesAnalyticsRepository(this._db);

  // 获取指定时间范围内的商品销售额排行
  Future<List<ProductRankingResult>> getTopSellingProducts({
    required DateTime start,
    required DateTime end,
    int limit = 10,
  }) {
    // 联接销售流水项、销售流水、产品单位和产品表
    final query = _db.select(_db.salesTransactionItems)
      ..join([
        innerJoin(
          _db.salesTransactions,

_db.salesTransactions.id.equalsExp(_db.salesTransactionItems.transactionId),
        ),
        innerJoin(
          _db.productUnits,
          _db.productUnits.id.equalsExp(_db.salesTransactionItems.productUnitId),
        ),
        innerJoin(
          _db.products,
          _db.products.id.equalsExp(_db.productUnits.productId),
        ),
      ]);

    // 应用时间范围过滤
    query.where(_db.salesTransactions.transactionDate.isBetween(start, end));

    // 定义聚合列：总销售额和总销量
    final totalRevenue = _db.salesTransactionItems.subtotal.sum();
    final totalQuantity = _db.salesTransactionItems.quantity.sum();

    // 按产品ID和名称分组
    query.groupBy([_db.products.id, _db.products.name]);

    // 按总销售额降序排序
    query.orderBy([OrderingTerm(expression: totalRevenue, mode:
OrderingMode.desc)]);

    // 限制返回结果数量
    query.limit(limit);

    // 执行查询并映射到结果DTO
    return query.map((row) {
      return ProductRankingResult(
        productId: row.read(_db.products.id)!,
        productName: row.read(_db.products.name)!,
```

```
          totalRevenue: row.read(totalRevenue)!,
          totalQuantity: row.read(totalQuantity)!,
        );
      }).get();
  }
}
```

- **代码解析**:
  - **复杂查询**：该查询通过 `join` 连接了四张表，以从销售记录追溯到商品信息。
  - **聚合与分组**：使用 `sum()` 函数进行聚合计算，并通过 `groupBy` 对每个商品的数据进行汇总。这是所有报表查询的典型模式。
  - **类型安全**：借助 Drift，整个复杂的SQL查询都是在Dart中以类型安全的方式构建的，编译器可以检查出大多数拼写错误或逻辑错误。
  - **可读性**：相比于拼接原始SQL字符串，这种链式调用的方式使得查询的意图（过滤、分组、排序）更加清晰。

4.6 通用组件设计

为了提高开发效率和UI一致性，系统设计了许多可复用的通用组件。

- `LoadingWidget`：一个标准的加载指示器，用于在数据加载时向用户显示，避免界面空白。
- `ErrorWidget`：当发生错误（如网络请求失败、数据加载错误）时，显示统一的错误提示和“重试”按钮。
- `CustomFormField`：封装了 `TextFormField`，并集成了统一的样式、标签和验证逻辑。
- `ResponsiveLayout`：一个响应式布局组件，能够根据屏幕宽度（移动端、平板、桌面端）调整其子组件的布局方式，是实现跨平台UI的核心。

---

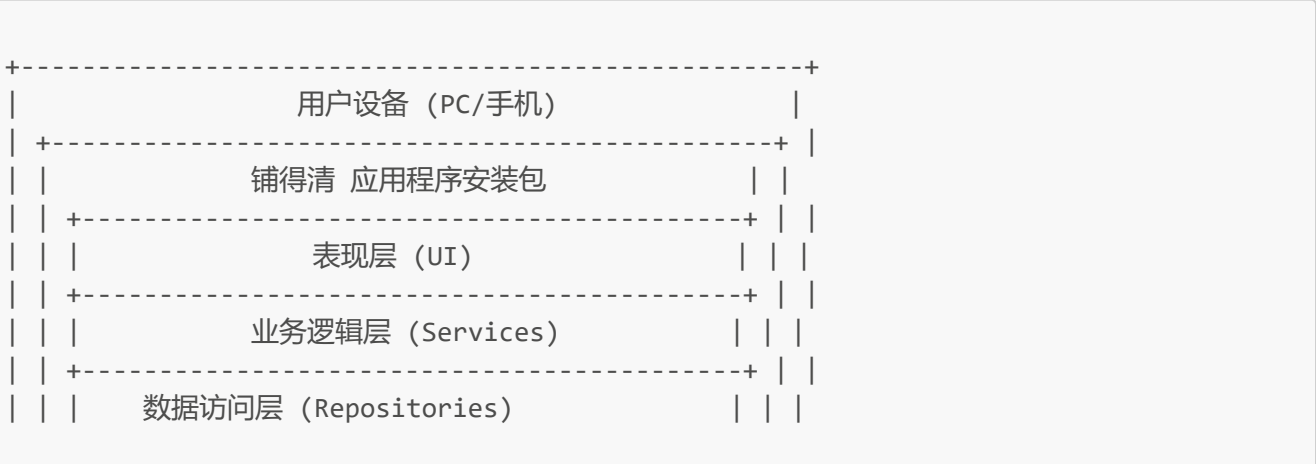
5. 系统部署与维护

本章主要描述应用的部署结构、安装步骤以及后续的维护策略。

5.1 部署图

本系统为单机版应用程序，其部署结构非常简洁。所有组件，包括UI、业务逻辑和数据库，都打包在同一个应用程序安装包内，直接运行在用户的设备上。

部署示意图:



```
| | +-----------------v-------------------------+ | |
| | |     SQLite 数据库文件 (app_data.db)     | | |
| | +-----------------------------------------+ | |
| +---------------------------------------------+ |
+-------------------------------------------------+
```

- **说明**：应用程序与SQLite数据库文件直接在用户设备的文件系统上进行交互。数据存储在本地，不依赖网络连接。

5.2 部署步骤

得益于 Flutter 的跨平台能力，可以将同一套代码库编译成适用于不同操作系统的安装包。

5.2.1 Android 部署

1. **构建APK/AAB**: 在项目根目录下运行以下命令：

   ```
   flutter build apk --release
   # 或者构建用于Google Play商店的App Bundle
   flutter build appbundle --release
   ```

2. **安装**: 命令执行成功后，会在 `build/app/outputs/flutter-apk/` 目录下生成 `app-release.apk` 文件。将此文件传输到Android设备上，直接点击安装即可。

5.2.2 Windows 部署

1. **构建安装包**: 运行以下命令：

   ```
   flutter build windows --release
   ```

2. **安装**: 命令执行后，在 `build/windows/runner/Release/` 目录下会生成一个包含 `.exe` 可执行文件和所需 `.dll` 文件的文件夹。可以将整个文件夹打包成压缩包分发，用户解压后直接运行 `.exe` 文件即可启动程序。也可以使用 Inno Setup 等工具制作成标准的Windows安装程序。

5.2.3 其他平台

iOS, macOS, Linux 的部署流程与上述类似，均可通过 `flutter build <platform>` 命令生成对应平台的发布产物。

5.3 数据备份与恢复

数据是用户的核心资产，因此提供可靠的备份与恢复机制至关重要。

- **备份逻辑**:
  1. 提供一个“备份数据”的功能按钮。
  2. 当用户点击时，程序首先会安全地关闭数据库连接，以确保数据文件处于一致状态。

3. 然后，程序将定位到 SQLite 数据库文件（通常在应用的私有目录下，如 `getApplicationDocumentsDirectory()`）。
4. 将该数据库文件（例如 `app_data.db`）复制到用户选择的一个安全位置（如“下载”文件夹或外部存储设备）。
5. 为了增加安全性，可以考虑在复制前对数据库文件进行加密和压缩。

- **恢复逻辑**:

1. 提供“恢复数据”功能，并明确提示用户这将覆盖当前所有数据。
2. 用户选择之前备份的数据库文件。
3. 程序验证文件的有效性（例如，通过文件头或解密尝试）。
4. 关闭现有数据库连接，用备份文件替换掉应用当前使用的数据库文件。
5. 重新初始化并打开数据库连接，加载恢复后的数据。

---

6. 测试

为了保证软件的质量、稳定性和可靠性，我们制定了多层次的测试策略。

6.1 测试策略

我们采用金字塔模型作为测试策略的指导思想，自下而上分为单元测试、集成测试和端到端（E2E）/UI测试。

- **单元测试 (Unit Tests)**：数量最多，专注于测试单一函数、方法或类的逻辑是否正确。运行速度快，反馈周期短。
- **集成测试 (Integration Tests)**：测试多个模块协同工作时的正确性，特别是服务层与数据访问层的交互。
- **UI测试 (Widget Tests / E2E Tests)**：模拟用户操作，验证UI显示和交互流程是否符合预期。

6.2 单元测试

单元测试主要针对无外部依赖（特别是无UI和数据库依赖）的纯逻辑代码。

示例：测试一个数据模型中的计算属性

文件路径: `test/features/product/domain/model/product_unit_test.dart`

```
import 'package:test/test.dart';
import 'package:stocko_app/features/product/domain/model/product_unit.dart';

void main() {
  group('ProductUnit', () {
    test('isBaseUnit should be true when conversionRate is 1.0', () {
      // 准备 (Arrange)
      final unit = ProductUnit(id: 1, productId: 1, unitId: 1, conversionRate:
1.0);

      // 执行 (Act)
      final isBase = unit.isBaseUnit;

      // 断言 (Assert)
```

```
      expect(isBase, isTrue);
    });

    test('isBaseUnit should be false when conversionRate is not 1.0', () {
      // 准备 (Arrange)
      final unit = ProductUnit(id: 1, productId: 1, unitId: 1, conversionRate:
12.0);

      // 执行 (Act)
      final isBase = unit.isBaseUnit;

      // 断言 (Assert)
      expect(isBase, isFalse);
    });
  });
}
```

- **说明**：这个测试用例验证了 `ProductUnit` 模型中 `isBaseUnit` 这个计算属性的逻辑是否正确，它不依赖任何外部系统，可以快速执行。

6.3 集成测试

集成测试的重点是验证应用逻辑层和数据访问层的交互。在本项目中，主要是测试 Repository 是否能正确地与 Drift/SQLite 数据库进行交互。

示例：测试 ProductRepository 的增删改查

文件路径: `test/features/product/data/repository/product_repository_test.dart`

```
import 'package:flutter_test/flutter_test.dart';
import 'package:stocko_app/core/database/database.dart'; // 假设这是Drift数据库实例
import
'package:stocko_app/features/product/data/repository/product_repository.dart';

void main() {
  late AppDatabase database;
  late ProductRepository repository;

  setUp(() {
    // 使用内存中的数据库进行测试，避免污染真实数据
    database = AppDatabase.inMemory();
    repository = ProductRepository(database.productsDao);
  });

  tearDown(() async {
    await database.close();
  });

  test('create and get product', () async {
    // 准备 (Arrange)
    final newProduct = Product(name: '测试商品', categoryId: 1);
```

```
    // 执行 (Act)
    final productId = await repository.createProduct(newProduct);
    final fetchedProduct = await repository.getProductById(productId);

    // 断言 (Assert)
    expect(fetchedProduct, isNotNull);
    expect(fetchedProduct!.name, '测试商品');
  });
}
```

- **说明**:
  - `setUp` 和 `tearDown` 函数确保每个测试用例都在一个干净、独立的环境中运行。
  - 通过 `AppDatabase.inMemory()` 创建一个内存数据库，使得测试可以快速执行，并且不会在文件系统上留下垃圾数据。
  - 测试流程模拟了“创建一个产品，然后通过ID取回它，最后验证取回的产品信息是否正确”的完整闭环，验证了 `create` 和 `get` 两个方法的协同工作。

---

7. 结论

本文档详细阐述了“铺得清进销存管理系统”的设计理念、系统架构、功能实现、部署策略和测试方法。该系统基于 Flutter 框架，采用分层架构和模块化设计，实现了产品、销售、库存、采购等一系列核心功能，并特别针对多单位管理、实时库存同步等业务难点提供了稳健的解决方案。

通过本文档的撰写，我们系统地梳理了软件的全部技术细节，展示了其主要代码的原创性和复杂性。

展望未来，本系统具备良好的可扩展性。基于当前稳固的单机版架构，可以平滑地演进至“云+端”模式，增加多设备数据同步、团队协作、线上商城对接等高级功能，以适应更广泛的商业需求。