

摘 要

为了解决车都集团管理日益复杂的债务数据、提高数据的安全性和债务工作的效率，开发车都集团债务管理平台。论文从分析车都集团债务管理业务相关的需求入手，设计和实现基础信息管理、债务信息审核、债务信息查询和短信预警等核心业务。

论文采用客户端和服务端相对分离的 C/S 结构，采用 MVVM 开发模式，使用 WPF 作为客户端 UI 设计框架，选择 MySQL 数据库，同时使用 C# 高级语言作为事件控制语言进行开发。

车都集团债务平台主要分为了登录、债务信息、审核和维护管理四大模块的设计和实现。主要工作如下：1、债务平台登录模块实现不同权限用户的登录、管理密码、系统自动更新的功能；2、债务基础信息管理模块可以进行债务合同、文件的管理，批量导入导出数据、批量提交审核、删除申请和撤回申请，计算平均利率，管理个人信息和操作日志；3、债务信息审核模块实现对当前审核等级下，未审核和已审核申请的管理，一键审核，下载和查看文件，个人信息和操作日志的管理操作；4、债务平台维护模块实现了用户管理、公司管理、交易相关、系统管理、个人信息管理等功能；5、针对列表中鼠标点击不能选中行，即单元格存在点击无效区域的问题，提出了两种新方法：对鼠标点击行的编号计算来设置当前行的选中状态和设置单元格的 `elementStyle`。

该债务平台已在集团内部成功上线，完全满足用户的业务需求；支持实时备份和数据加密传输保证数据的安全性，未来也可随业务的发展拓展平台功能。

关键词： 债务管理平台； WPF； 行选方法； 一键审核

Abstract

In order to solve the increasingly complex debt data management of Chedu Group, improve the security of data and the efficiency of debt work, the development of Chedu Group debt management platform. The thesis starts with the analysis of the requirements related to the debt management business of Chedu Group, and designs and implements core businesses such as basic information management, debt information review, debt information inquiry and short message warning.

The thesis adopts the relatively separated C/S structure of client and server, adopts MVVM development mode, uses WPF as the client UI design framework, selects MySQL database, and uses C# high-level language as the event control language for development.

The Chedu Group debt platform is mainly divided into the design and implementation of four modules: login, debt information, audit and maintenance management. The main tasks are as follows: 1. The debt platform login module realizes the functions of logging in, managing passwords, and system automatic updates for users with different permissions; 2. The debt basic information management module can manage debt contracts and documents, import and export data in batches, and submit for review in batches. , Delete applications and withdraw applications, calculate the average interest rate, manage personal information and operation logs; 3. The debt information review module realizes the management of unreviewed and reviewed applications under the current review level, one-click review, downloading and viewing files, personal information and operation logs 4. The maintenance module of the debt platform realizes the functions of user management, company management, transaction-related, system management, personal information management, etc.; 5. Aiming at the problem that the row cannot be selected by mouse clicking in the list, that is, the cell has an invalid area when clicked, two new methods are proposed: calculating the number of the row clicked by the mouse to set the selected state of the current row and setting the elementStyle of the cell.

The debt platform has been successfully launched within the group and fully meets the business needs of users; it supports real-time backup and data encryption transmission to ensure data security. In the future, platform functions can also be expanded with the development of the business.

Key words: Debt Management Platform; WPF; Row Selecting method; One-Key Audit

武汉科技大学版权所有

目 录

1	绪论	1
1.1	课题背景	1
1.2	研究内容和意义	1
1.3	平台的主要工作	1
1.4	本章小结	2
2	需求分析	3
2.1	功能性需求	3
2.1.1	普通人员需求	3
2.1.2	审核人员需求	4
2.1.3	维护人员需求	4
2.2	非功能性需求	5
2.2.1	性能需求	5
2.2.2	安全性需求	5
2.3	本章小结	6
3	系统设计	7
3.1	系统架构设计	7
3.2	MVVM 开发模式	7
3.3	系统体系结构设计	9
3.3.1	债务平台程序结构	9
3.4	系统数据库设计	13
3.4.1	系统概念数据模型设计	13
3.4.2	系统数据项设计	13
3.5	数据加密设计	19
3.5.1	服务器接口加密方案	19
3.5.2	数据库加密方案	21
3.6	本章小结	22
4	系统功能实现	23
4.1	登录模块功能实现	23
4.1.1	验证登录用户	23
4.1.2	记住密码	24
4.1.3	找回密码	24

4.1.4	删除登录账号	25
4.1.5	平台自动更新	25
4.1.6	域名或 IP 设置	26
4.2	贷款基础信息模块功能实现	26
4.2.1	查询贷款申请	26
4.2.2	新增贷款申请	27
4.2.3	删除贷款申请	28
4.2.4	提交审核贷款申请	29
4.2.5	撤回贷款申请	29
4.2.6	请求解锁贷款申请	30
4.2.7	修改贷款申请	31
4.2.8	导入导出贷款基础信息	32
4.2.9	贷款文件管理	33
4.2.10	计算平均利率	34
4.2.11	设置密码	34
4.2.12	设置个人信息	35
4.2.13	查看和导出操作日志	35
4.2.14	贷款合同管理	36
4.3	审核模块功能实现	39
4.3.1	审核待审核申请	39
4.3.2	查看待审核申请详情	40
4.3.3	查询已审核申请	40
4.3.4	查看已审核申请详情	41
4.3.5	个人管理	41
4.4	维护模块功能实现	42
4.4.1	用户管理	42
4.4.2	公司管理	42
4.4.3	交易相关	43
4.4.4	系统管理	44
4.4.5	个人中心	46
4.5	功能优化	46
4.5.1	问题描述	47
4.5.2	解决方案	47
4.5.3	实现过程	47

武汉科技大学本科毕业论文

4.6 本章小结	50
5 平台测试	51
5.1 测试概要	51
5.2 测试结果分析	51
5.3 本章小结	52
结束语	53
参考文献	54
致 谢	55
附录 A	56

1 绪论

1.1 课题背景

在互联网相关技术发展的推动下,计算机工程技术在人类社会生产以及人们生活的各个领域得到了广泛的应用^[1],打破了一些行业传统的管理模式,同时减轻了大部分人工的工作量,计算机软件的应用在工作、生活和学习方面给人们带来了便捷,同时也极大的促进了社会经济的蓬勃发展。

本文基于武汉车都集团有限公司(以下简称“集团”)在债务管理相关业务方面的需求,设计和实现车都集团债务平台。目前,集团发展规模庞大,涉及项目类型繁多,拥有 19 家子公司,集团通过银行间债券市场和银行间接融资等多种途径进行融资^[2],与二十余家银行和公司建立了融资合作的关系。随着集团的发展,集团融资、还本和付息频繁,债务产生的数据信息也随之增加,导致管理工作变得复杂,债务管理工作的质量和效率直接影响着集团的收益和业绩。

由于集团对债务的管理一般主要是通过简单的 EXCEL 表格进行管理,但是对于查找某一条贷款合同的详细信息或附加文件,就需要花费大量的时间进行人工查找,同时对大量复杂的数据进行整理和统计时,出现误差和错误的可能性比较大,此外对还款逾期的短信预警也不能确保及时性,故债务的管理亟需升级^[3]。为了更好的满足集团发展资金供给,提高集团内部资金利用效率,确保集团征信高级别,能够缓解业务人员的繁琐、重复、计算量大的负担的需求^[4],本文设计和实现了车都债务平台。

1.2 研究内容和意义

本文从集团实际情况出发,分析集团债务管理业务的需求,设计了一个可以集中管理集团及旗下子公司债务业务的系统方案,并实现了功能完备的债务平台。

通过本债务平台可以解决以下问题:

(1) 债务平台主要功能的实现:债务录入、审核债务信息、查询、实时预警、实时监控^[5]、平台维护、利率管理、导入导出、支持文件上传等功能。

(2) 有利于集团发展确保资金供给,提高集团内部的资金利用效率,确保集团征信的高级别。

(3) 有利于将业务人员更高效地处理集团债务相关问题。

1.3 平台的主要工作

本平台分为用户登录、债务信息录入、债务信息审核和债务信息维护四大模块,满足集团内部债务信息的存储及数据安全性、实现债务操作全流程的信息化管理、保证债

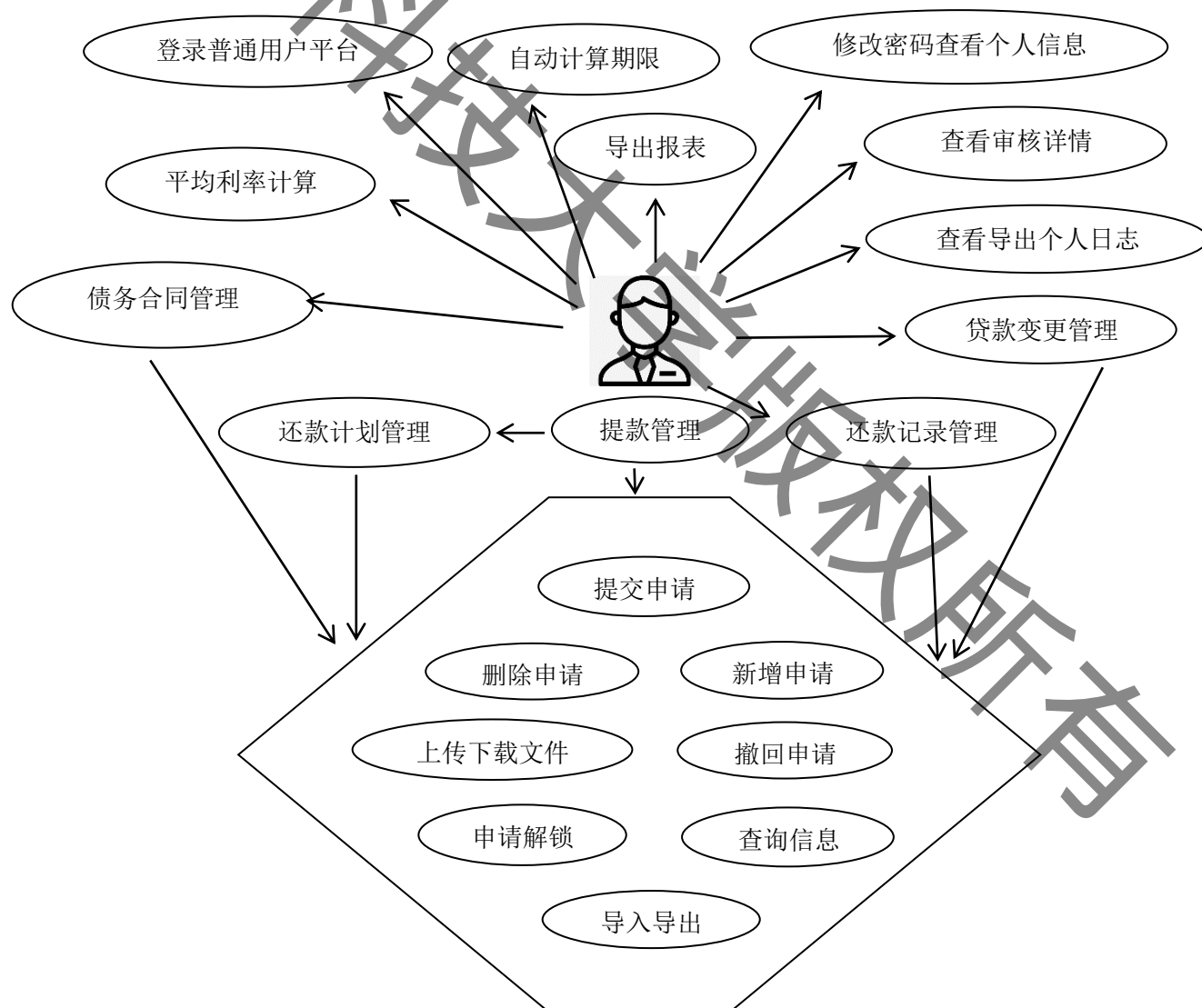
务信息的准确性和完整性、不同权限的用户进入相对应的操作界面、通过对债务数据分析进行实时短信预警^[6]。

1.4 本章小结

本章讲述了债务平台的开发背景，研究的内容和开发软件的意义，以及债务平台主要实现的功能，明确了该平台所完成的主要工作。通过对本文的全局性介绍，引入后序章节的展开和论述。

2.1 功能性需求

2.1.1 普通人员需求



2.1.2 审核人员需求

审核用户（共有一级、二级、三级、四级），主要完成贷款合同申请、还款计划、提款记录、还款记录、贷款变更申请的审核、并给出审核结论和审核意见，同时可以查看每条待审批的具体信息，下载附属文件进行查看，修改个人信息及密码等，审核人员操作关系如图 2.2 所示。

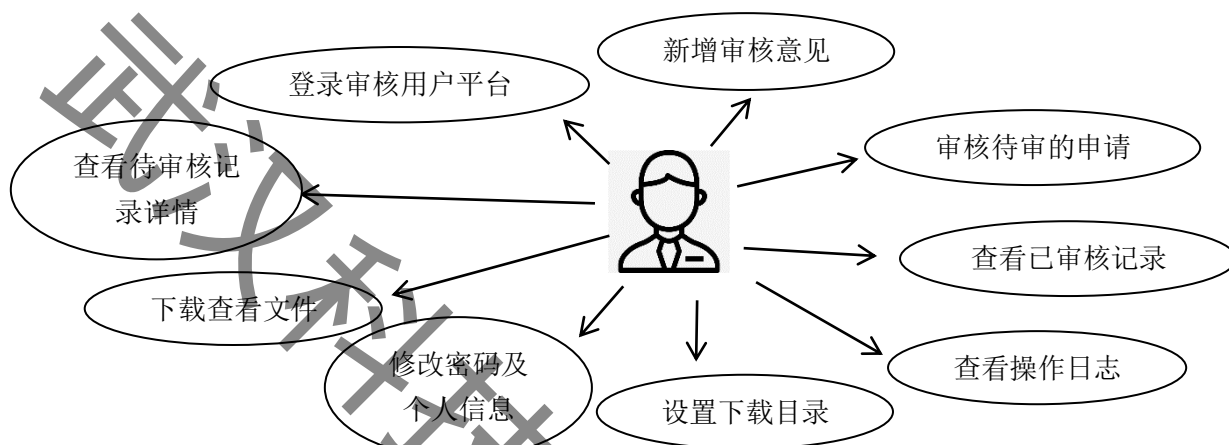


图 2.2 审核人员用例图

2.1.3 维护人员需求

维护人员，完成债务平台的管理与维护，例如，添加用户、重置用户密码、解锁申请、利率管理等维护。物理删除上传文件、修改系统配置、数据库的自动备份或恢复、查看和导出系统日志、修改密码、修改个人信息、查看个人操作日志、导出个人操作日志等，维护人员用例图^[10]如图 2.3 所示。

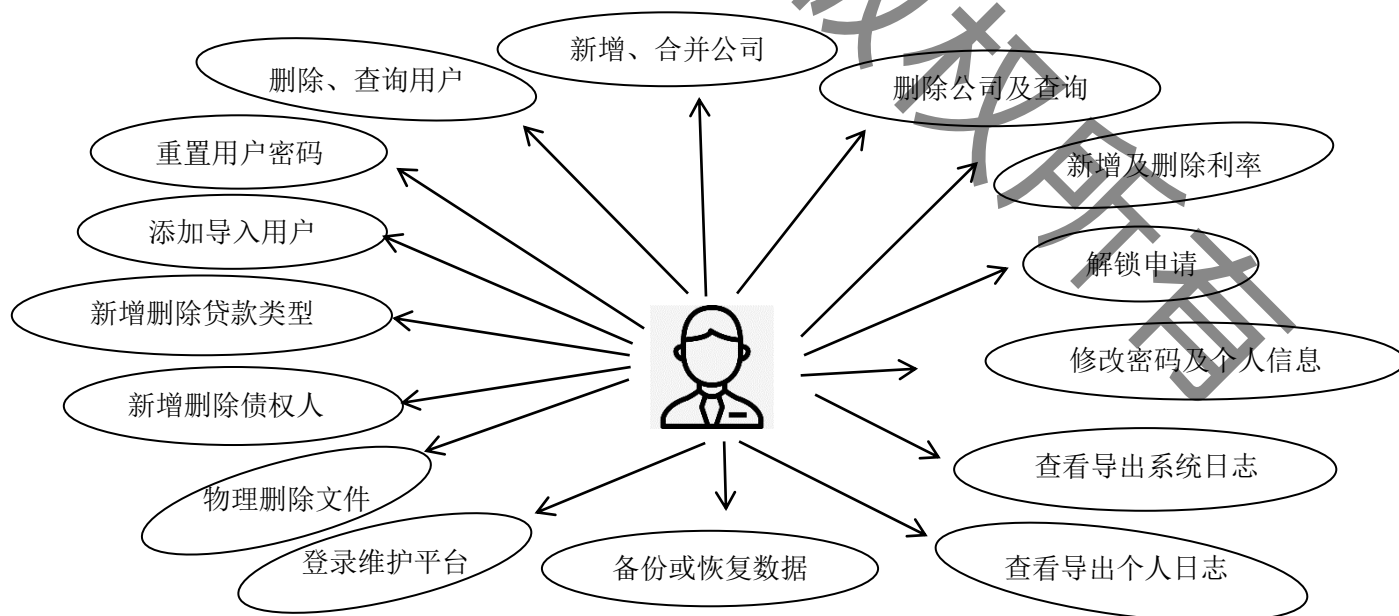


图 2.3 维护人员用例图

2.2 非功能性需求

2.2.1 性能需求

(1) 客户端要求软件操作反应（除报表统计、数据导入导出等涉及调用 Excel 的外部条用操作）时间不超过 2 秒。

(2) 报表统计时间不超过 10 秒。

(3) 支持 200 条贷款基础数据的一次性导入，导入时间不超过 10 秒。

(4) 300 名用户可以并发使用，同时保证不影响平台运行性能。

2.2.2 安全性需求

在当前复杂的网络系统中，数据在网络中的传输会被恶意破坏或更改。为了满足对数据信息的安全保护的需求，平台应具有检测和记录危险的能力，在软件遭到破坏时可以有尽快的恢复到原来的运行状态。

除了政务云平台采取的安全措施外，债务平台采取以下设计，尽量保证系统安全：

(1) 权限控制

不同用户身份有不同的操作权限，在平台中不同身份的用户登录进入相对应的模块，同时对没有权限的用户禁止使用债务平台。

(2) 数据加密

考虑到一些重要的数据在网络中的安全性保护，使用加密算法进行数据加密，如在客户端和服务端之间传递的参数等。

(3) 数据备份

用户可以进行数据的备份，恢复有问题的数据，同时设置平台数据库的数据每天定时进行备份。

(4) 控制登录次数，达到限制次数，发送预警信息给相关人员，当天不能再登录。

(5) 控制查询、删除、修改每天次数的限制，达到控制次数自动退出系统，发送预警信息给相关人员，在给定时间内不能再登录。

(6) 从业务逻辑上、代码上控制不同的用户权限只能访问相应的资源，不能查看不属于用户身份管理的数据。

(7) 选择保存密码的情况下，对密码加密处理进行保存。

(8) 在论文中采用 AES+RSA 的加密方案，保证接口数据全程加密传输、防篡改、防重放，同时也尽可能的确保了数据的完整性。在安全的前提下同时具有较高性能，用户可及时获取可靠数据。

2.3 本章小结

本章分析了集团债务管理业务对不同操作员的具体功能需求，以及软件在运行中的性能相关的需求。功能性需求从拥有不同权限的债务管理业务人员角度进行了详细的分析，接下来在平台操作性能和债务数据安全性方面对平台非功能性需求进行了讲述。

武汉科技大学版权所有

3 系统设计

3.1 系统架构设计

系统架构的设计包括应用架构和技术架构^[11]两个方面。系统的应用架构从组件和子系统两个层次出发对系统进行了功能构建，不同的组件组合成子系统，子系统集成形成债务平台系统，如图 3.1 所示。债务平台系统为用户等提供一个优化的以人为中心的操作界面。

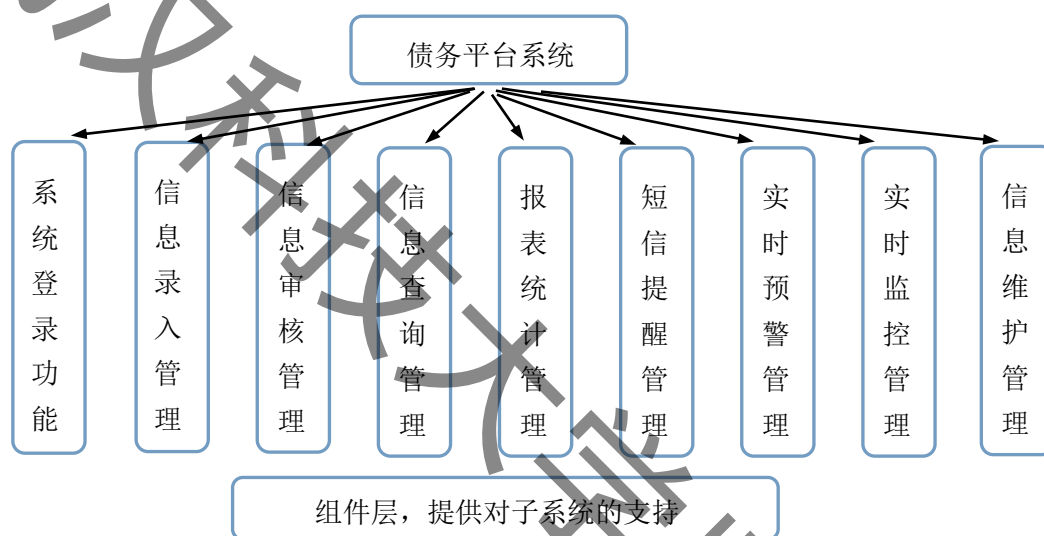


图 3.1 债务平台系统的应用架构

客户端和服务端有两种数据同步和异步的不同通信方式，用户端和服务端实现了相对分离，采用 C/S 结构^[12]，使用三层架构技术开发改进版 MVVM，集中式部署方案，支持多种数据库服务器产品，如图 3.2 所示。

3.2 MVVM 开发模式

MVVM 是 Model-View-ViewModel 的简写^[13]。MVVM 是把程序中的数据和视图抽离出来，单独在 ViewModel 中完成业务逻辑和数据响应。主要优点如下：

(1) 低耦合。视图即 View 层可以独立于 Model 之外，一个 ViewModel 可以与不同的 View 关联，视图中数据改变独立于数据层，当数据修改的时候视图层中显示的数据也可以不变。具体逻辑关系如图 3.3 所示。

(2) 可重用性。将一些视图逻辑集中写在一个 ViewModel，不同的 view 层度可以选择重用这段视图逻辑。

(3) 独立开发。开发人员可以独立编写视图逻辑，界面设计人员可以独立设计页面。

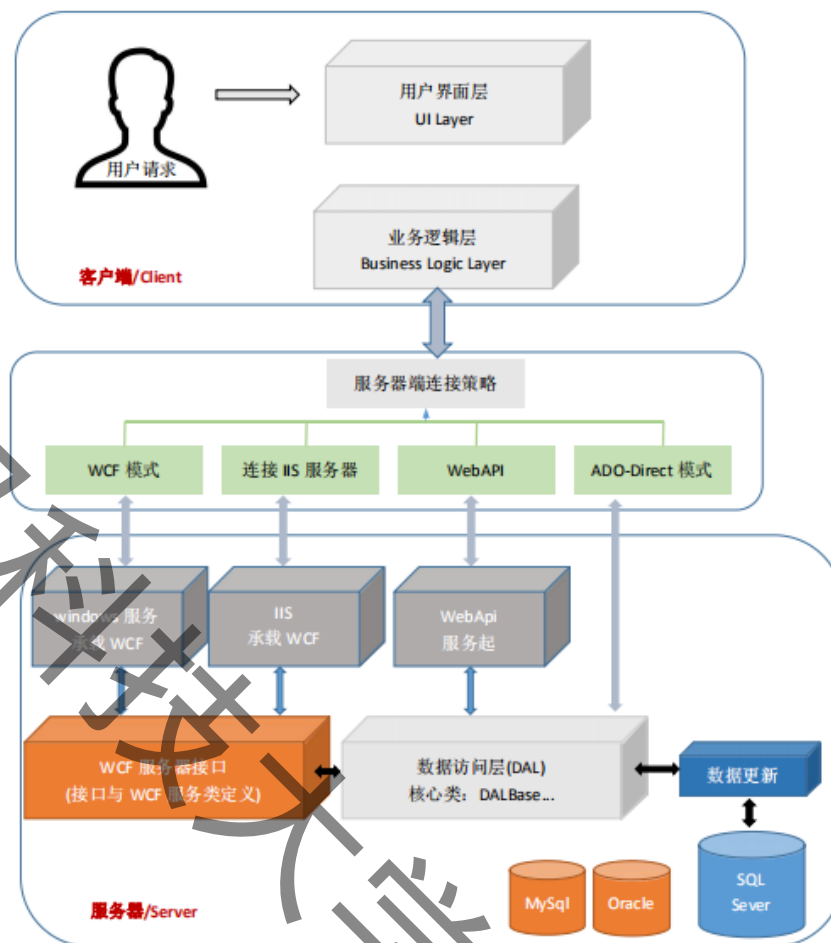


图 3.2 债务平台系统的技术架构

- (4) 可测试。可以在视图逻辑中调试数据的响应。
- (5) 易于维护

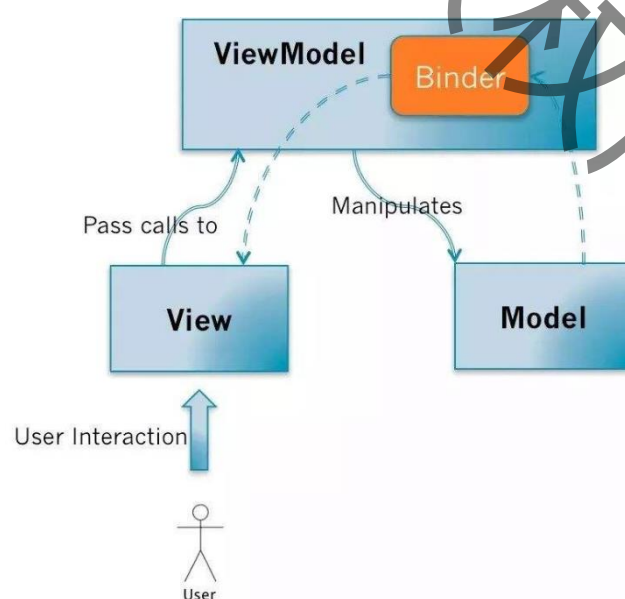


图 3.3 债务平台系统开发模式

3.3 系统体系结构设计

3.3.1 债务平台程序结构

车都集团债务平台由债务平台登录子系统、债务平台债务基础信息子系统、债务平台审核子系统和债务平台维护子系统构成。如图 3.4 所示。

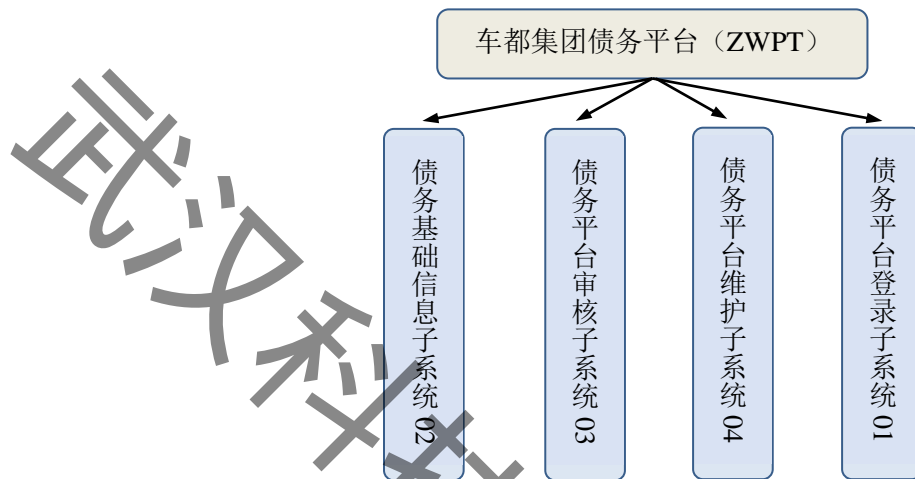


图 3.4 债务平台程序结构图

（1）债务平台登录子系统

在债务平台登录子系统需要进行用户登录验证、保存密码方便下次登录、忘记密码保护用户账户信息、删除用户账户、平台自动更新、当服务器端更改域名可以重新设置域名或 IP。债务平台登录子系统结构图如图 3.5 所示。

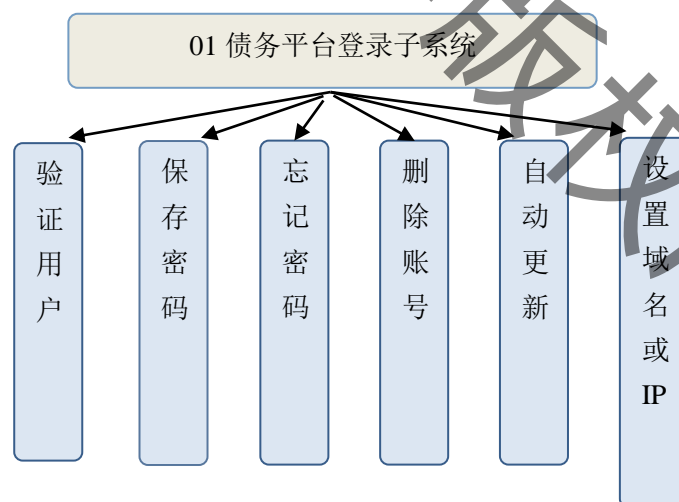


图 3.5 债务平台登录子系统

（2）债务基础信息子系统

债务基础信息子系统解决贷款合同申请管理，与债务合同相关的提款管理、还款计划管理、还款记录管理和变更管理。债务基础信息子系统结构图如图 3.6 所示。

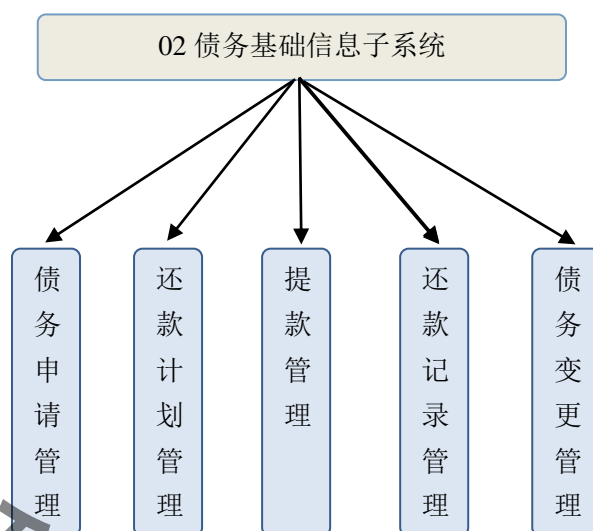


图 3.6 债务申请基础信息子系统

(a) 债务申请管理

债务申请管理解决新增、查询、修改、删除、撤回、提交审核、申请解锁债务合同，批量导入导出债务合同，合同相关文件的操作，个人信息和操作日志的管理。债务申请管理如图 3.7 所示。

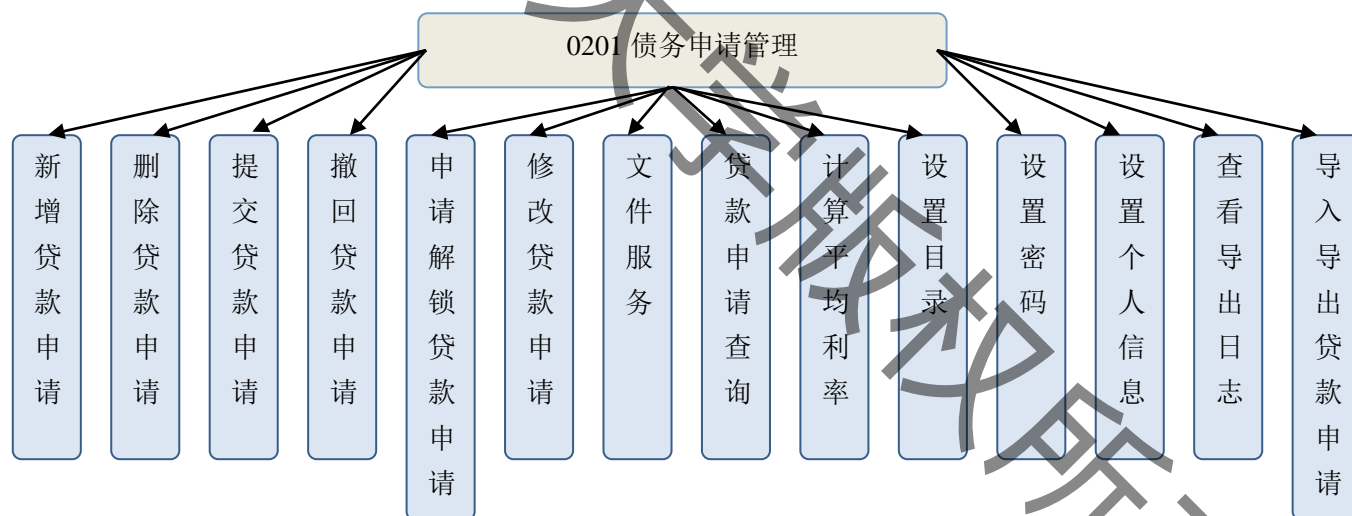


图 3.7 债务申请管理

(b) 还款计划管理

针对一条债务合同信息下的一条提款信息进行还款计划的管理。还款计划结构图的设计如图 3.8 所示。

(c) 提款管理

对一个债务合同下的提款管理需要解决录入新的提款申请信息，删除、撤回、提交审核和申请解锁提款申请，以及提款申请时相关文件的管理。提款管理结构图如图 3.9 所示。

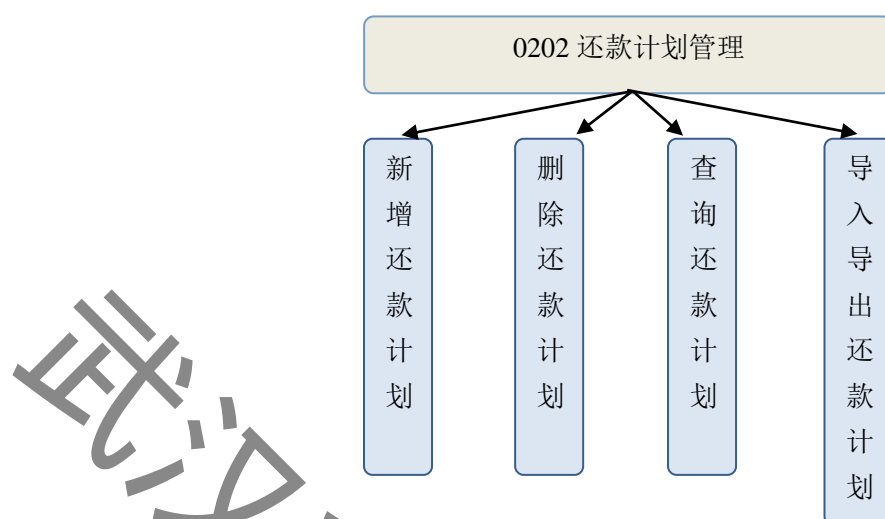


图 3.8 还款计划管理

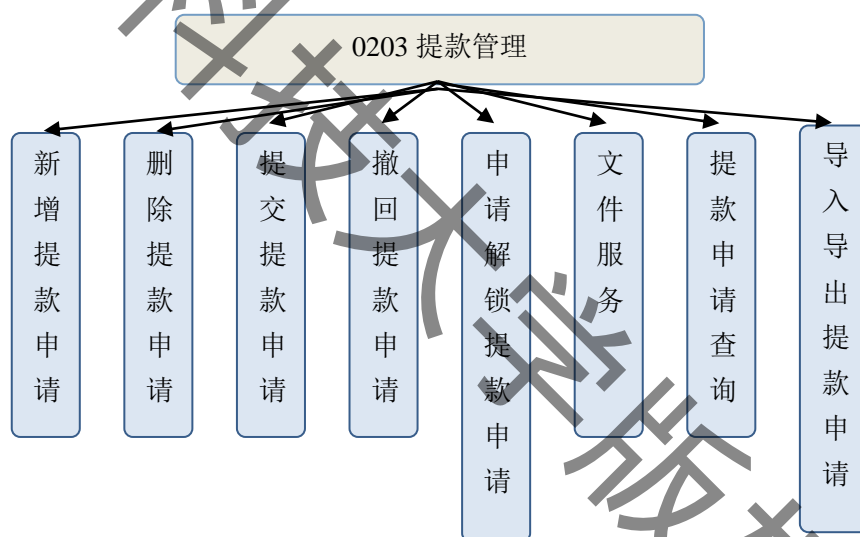


图 3.9 提款管理

(d) 还款记录管理

对一个债务合同下的还款记录管理需要解决新增、查询、删除、提交审核、撤回和申请解锁还款申请，还款相关的文件管理，对还款记录进行批量导入和导出。还款记录管理结构图如图 3.10 所示

(e) 债务变更管理

对一个债务合同未提交审核时，普通用户应具有修改该债务合同的权限^[10]，当该债务合同提交审核且进入二级审核或二级以上审核状态，该债务合同处于锁定状态，此时，普通用户需要修改债务合同基础信息应提交合同的变更申请。变更管理结构图如图 3.11 所示。

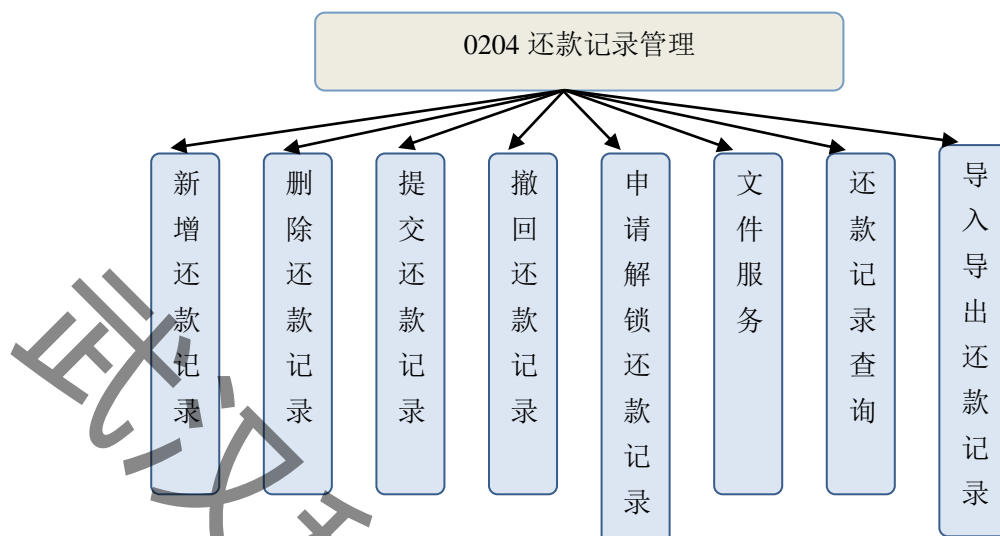


图 3.10 还款记录管理

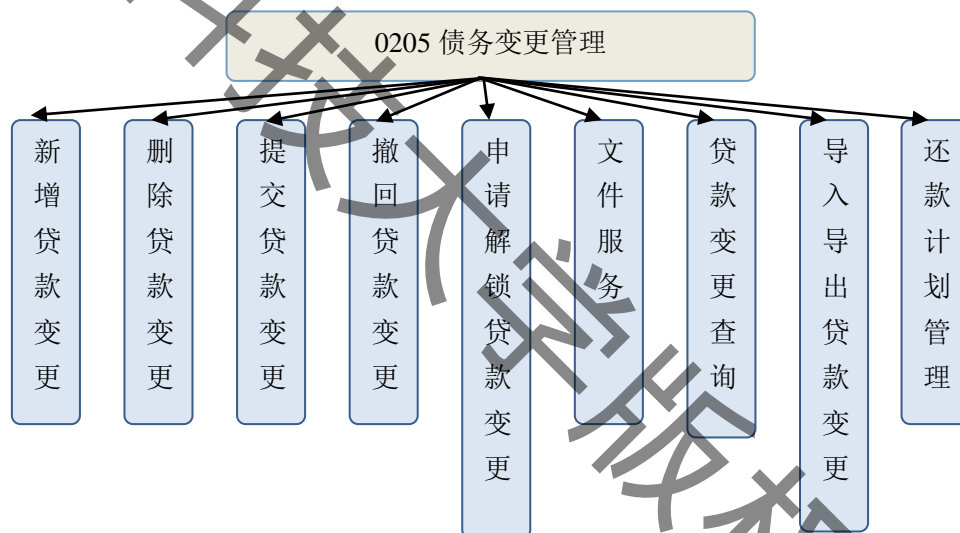


图 3.11 贷款变更管理

(3) 债务平台审核子系统

在债务审核管理中，审核用户需要进行对待审核申请进行管理，同时审核用户可以管理自己已审核的申请、个人操作日志和个人信息。审核管理子系统结构图如图 3.12 所示。

(4) 债务平台维护子系统

债务平台在维护管理中，主要解决用户管理、公司管理、债务交易相关的管理，数据库管理和维护用户个人管理。债务平台维护子系统结构图如图 3.13 所示。

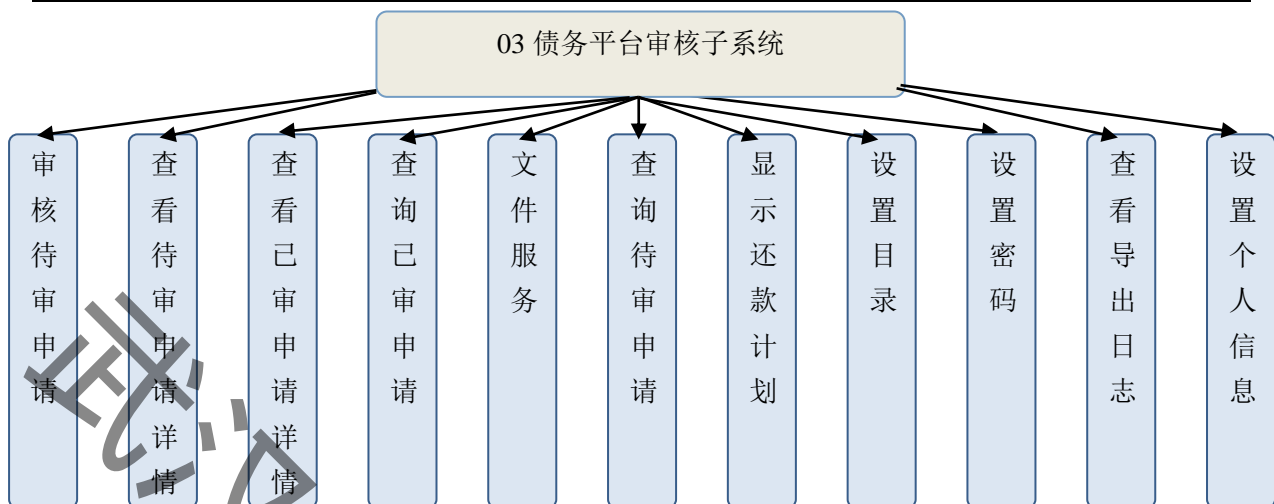


图 3.12 债务平台审核子系统

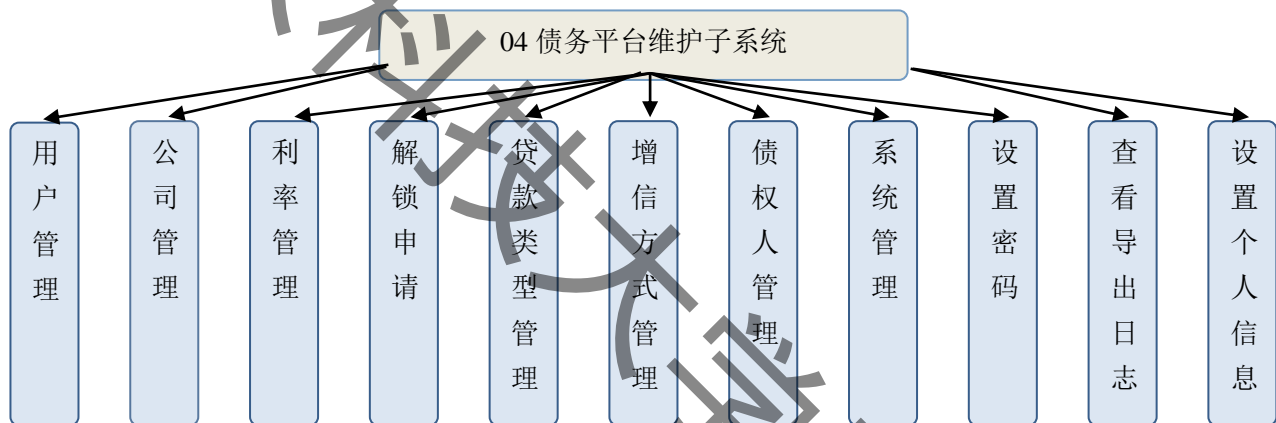


图 3.13 债务平台维护子系统

3.4 系统数据库设计

3.4.1 系统概念数据模型设计

在深入分析债务管理需求的基础上，为准确刻画系统中数据之间的关系，将系统数据实体间的联系用 E-R 图表示。债务平台 E-R 图详细情况见附录 A。

3.4.2 系统数据项设计

(1) 贷款基础信息管理模块数据项设计

(a) 贷款信息表 (Debt_Apply)

按债权人名称，起贷日期及终贷日期查询，如表 3.1 所示。

表 3.1 贷款信息表

字段	类型	含义	备注
debtId	VARCHAR	贷款编号	主键 (A+201907310000)
amout	Double	合同金额	6 位小数
bondInstitutionName	VARCHAR	债权单位	Bond_Institution 表

武汉科技大学本科毕业论文

字段	类型	含义	备注
debtUnitId	int	债务单位 id	公司表 id
debtTypeName	VARCHAR	债务类型名称	流动资金贷款、银行贷款、企业债券、公司债券、融资工具等
relatedBank	VARCHAR	关联银行名称	--
creditUpdateName	VARCHAR	增信方式	抵押、质押、保证、信用、其他
applyTime	DATETIME2	录入日期	录入系统的时间
debtStartTime	DATETIME2	起贷日期	--
debtEndTime	DATETIME2	终贷日期	--
baseInterestType	int	利率类型	0:LPR 浮动 1-基准利率浮动 2:固定利率 3: 其它
baseInterest	FLOAT	利率	--
isInGov	VARCHAR	是否进入政府债务系统（是，否）	--
rateRatio	FLOAT	利率浮动系数	--
RateAdjustType	VARCHAR	利率调整方式	--
guarantor	VARCHAR	担保方	--
payInterestDate	DATE	结息月日	--
term	int	债务期限（月）	--
yearDay	int	每年天数	--
status	INT	贷款申请/审核状态	DebtApplyInfo 表中的 status 字段记录审核状态，0 为删除，1234 为 1234 级审核通过，5678 表示 1234 级未通过，9 为提交申请但是没上传文件，10 表示上传文件完成等待审核
userName	VARCHAR	操作员	--
remark	VARCHAR	备注	--
contractId	VARCHAR	合同编号	--
contractName	VARCHAR	合同名称	--
contractDate	VARCHAR	合同签订日期	--
isHidden	VARCHAR	是否隐债	--
additionalRate	FLOAT	附加费率	--

(b) 贷款变更表(LoadChangeInfo)

按变更录入日期区间查询，如表 3.2 所示。

表 3.2 贷款变更表

字段	类型	含义	备注
changeId	VARCHAR	贷款变更编号	主键 (C 开头)
debtId	VARCHAR	贷款编号	Debt_Apply 表对应
baseInterestType	int	利率类型	0:LPR 浮动 1:基准利率浮动 2: 固定利率 3: 其它
baseInterest	float	利率	--
rateRatio	float	浮动系数	--
applyTime	datetime	录入日期	--
changeDate	date	执行变更日期	协议中规定
remark	VARCHAR	变更备注	--
status	INT	参照贷款申请表进行	--
userName	VARCHAR	操作人员	--
rateAdjustType	VARCHAR	利率调整方式	--
payInterestDate	DATE	结息月日	--
yearDay	int	每年天数	--
bondInstitutionName	VARCHAR	债权单位名称	--
changePlan	int	变更还款计划	--

(c) 还款信息表 (Payment_Log)

按还款日期区间查询,债务编号，金额查询，如表 3.3 所示。

表 3.3 还款信息表

字段	类型	含义	备注
paymentId	INT	还款编号	主键 (P 开头)
amount	Double	还款金额	6 位小数
debtId	VARCHAR	债务编号	Debt_Apply 表对应
payDate	date	还款日期	--
userName	VARCHAR	操作员	--
applyTime	DATETIME	录入日期	--
type	INT	还款类型	0: 付息 1: 还本 2: 罚金 3: 本息
status	INT	参照贷款申请表进行	表示审核状态
remark	VARCHAR	备注	--

(d) 提款信息表 (Received_Log)

按提款日期区间查询，债务编号，录入时间查询，如表 3.4 所示。

武汉科技大学本科毕业论文

表 3.4 提款信息表

字段	类型	含义	备注
receivedId	VARCHAR	提款 ID	主键 (R+201907310000)
amount	double	提款金额	6 位小数
debtId	VARCHAR	贷款编号	与 Debt_Apply 表中 对应
userName	VARCHAR	操作人员	--
receiverDate	DATE	提款日期	--
applyTime	datetime	录入日期	--
status	int	状态	表示审核的状态
remark	VARCHAR	提款信息备注	--

(e) 还款计划表 (pay_plan)

按还款日期查询，如表 3.5 所示。

表 3.5 还款计划表

字段	类型	含义	备注
id	INT	自增编号	主键
supportId	VARCHAR	贷款 id 或变更 id	与 Debt_Apply 表中 对应或与贷款变更表 对应
payDate	date	还款日期	--
amount	double	还款金额	6 位小数
applyTime	datetime	录入日期	--

(f) 文件信息表 (File)

按凭证类型查询，如表 3.6 所示。上传凭证类型与前 4 个表中的字段对应如下：debtId receivedId、changeId、paymentId 分别对应贷款信息、提款、变更、还款凭证文件。

表 3.6 用户文件信息表

字段	类型	含义	备注
id	BIGINT	文件 ID	主键
filePath	NVARCHAR	文件路径	--
fileSupportId	VARCHAR	凭证类型	申请时提交的文件 or 还款 or 提款 or 变更
userName	VARCHAR	操作人员	--
fileSize	BIGINT	文件大小	--
uploadTime	DATETIME	上传具体时间	--
fileType	NVARCHAR	文件格式	(jpg,doc...)
status	CHAR	状态	(0:软删, 1: 正常)
fileName	VARCHAR	文件原名	--

(2) 审核模块数据项设计

(a) 审核表 (Audit_log)

按审核日期区间查询，导出，如表 3.7 所示。

表 3.7 审核表

字段	类型	含义	备注
Id	INT	审核编号	主键
rank	INT	审核等级	--
type	int	审核状态	是否通过
remark	VARCHAR	审核人员意见	--
supportId	VAECHAR	支持编号	--
userName	VAECHAR	审核人员账号	--
auditTime	DATETIME	审核日期	--

(b) 审核意见表 (Audit_opinion)

按审核意见编号查询，如表 3.8 所示。

表 3.8 审核意见表

字段	类型	含义	备注
Id	INT	审核意见编号	主键
content	VAECHAR	审核意见内容	--
userName	VAECHAR	审核人员账号	--

(3) 维护模块数据项设计

(a) 利率表 (BaseInterestInfo)

爬虫获取 LPR、服务器端实现，如表 3.9 所示。

表 3.9 基准利率表

字段	类型	含义	备注
LPR_1Y	FLOAT	LPR 一年期	--
LPR_5Y	FLOAT	LPR 五年期	--
Base_6	FLOAT	基准 6 个月 (含)	--
Base_12	FLOAT	基准 12 个月 (含)	--
Base_36	FLOAT	基准 36 个月 (含)	--
Base_60	FLOAT	基准 60 个月 (含)	--
Base_later	FLOAT	基准 60 个月以上	--
startTime	Date	利率生效时间	主键

(b) 债权单位表 (Bond_Institution)

增删改，如表 3.10 所示。

(c) 公司表(company)

部门管理，子公司合并，增删改查，如表 3.11 所示。

武汉科技大学本科毕业论文

表 3.10 债权单位表

字段	类型	含义	备注
name	VARCHAR	债权单位名称	主键
fullName	VARCHAR	债权单位完整名称	--
creditCode	VARCHAR	信用码	--
master	VARCHAR	负责人	--
phone	VARCHAR	电话号	--

表 3.11 公司表

id	int	公司编号	备注
name	VARCHAR	公司名称	自增, 主键
parent	int	父级公司编号	--
parentPath	VARCHAR	祖先公司编号路径	--
masterPhone	VARCHAR	负责人电话	--
master	VARCHAR	负责人	--
remark	VARCHAR	备注	--

(d) 配置表 (config)

可修改, 如表 3.12 所示。

表 3.12 配置表

字段	类型	含义	备注
id	INT	自增编号	主键
loginFailedLimit	int	单日连续登录失败次数限制	--
deleteDayLimit	int	当日删除次数限制	--
modifyDayLimit	int	当日修改次数限制	--
queryDayLimit	int	当日查询次数限制	--

(e) 增信方式表 (CreditTypeInfo)

增删改, 如表 3.13 所示。

表 3.13 增信方式表

字段	类型	含义	备注
creditType	VARCHAR	增信方式	主键

(f) 债务类型表 (DebtType)

增删改, 如表 3.14 所示。

表 3.14 债务类型表

字段	类型	含义	备注
debtType	VARCHAR	债务类型	主键

(g) 操作日志表 (Operation_Log)

查询, 导出, 可删, 如表 3.15 所示。

表 3.15 操作日志表

字段	类型	含义	备注
id	INT	日志编号	主键
operation	NVARCHAR	用户操作名称	--
userName	INT	用户编号	--
operationDate	DATETIME	操作日期	--
ip	VARCHAR	IP 地址	--
type	int	操作类型	--

(h) 短信信息表 (SmsInfo)

查询，导出，可删，如表 3.16 所示。

表 3.16 短信信息表

字段	类型	含义	备注
smsId	INT	短信 ID	主键
message	VARCHAR	短信信息	--
status	INT	状态	--
sendTime	DATETIME	发送日期	--
smsType	NCHAR	短信类型	--
phoneNumber	VARCHAR	贷款人电话	可存多人，分号分隔

(i) 验证码表 (Captcha)

查询，如表 3.17 所示。

表 3.17 短信信息表

字段	类型	含义	备注
id	INT	验证码 ID	主键
phone	VARCHAR	贷款人电话号	--
code	VARCHAR	验证码内容	--
sendTime	DATETIME	发送时间	--

(j) 用户表 (User)

增删改查，如表 2.18 所示。

3.5 数据加密设计

3.5.1 服务器接口加密方案

(1) 描述

服务端接口数据传输全程采用 AES+RSA 加密方案，保证接口数据传输的安全性，同时防篡改、防重放。在安全的前提下同时具有较高性能。

(2) 接口加密传输流程图

接口加密传输流程图如图 3.14 所示。

表 3.18 用户表

字段	类型	含义	备注
userName	VARCHAR	登录账号	主键, 只读
nickname	VARCHAR	用户名	--
password	VARCHAR	登录密码	--
phone	VARCHAR	手机号码	--
department	VARCHAR	部门名称	只读
name	VARCHAR	用户名称	只读
rank	INT	审核类别	等级(0:普通 1:维护 2:报表查看 10 以上:审核人员)
status	INT	状态(0:删除 1: 正常 2: 已登录 3: 封禁)	--
companyId	INT	公司编号	--
lastLoginTime	DATETIME	上次登录日期	--
token	VARCHAR	令牌	--
remark	VARCHAR	用户信息备注	--

(3) 加密传输流程详情

(a) 客户端将所有请求参数编码成 json 格式数据^[14], 随机生成 AES 秘钥(16 位)和 IV 值(16 位), 客户端暂存, 使用此秘钥和 IV 加密编码后数据, 以 post 方式传递到服务器, 键名为 data, 使用 RSA 公钥加密:AES 秘钥|IV 值|timestamp(10 位), 放入请求头, 键名为 key, 发送该请求到对应接口。

(b) 服务器端使用 RSA 私钥解密请求头中的 key, 得出 AES 秘钥明文和请求时间戳, 若解密失败则返回错误, 判断时间戳如果超过 20 秒则判定超时返回错误, 使用 AES 秘钥和 IV 值解密 data, 若解密失败则返回错误, 之后正常进行接口操作流程。返回数据时使用解密出的 AES 秘钥及 IV 值加密返回数据, 同时使用 RSA 私钥对此 key 进行签名, 签名结果放入响应头, 键名为 sign。

(c) 客户端接收到服务器数据后, 用 RSA 公钥对响应头中的 sign 验证签名, 如果不符合提示错误信息, 验证通过后再使用发送请求时暂存的 AES 秘钥及 IV 值进行数据解密, 解密失败在客户端提示错误信息。

(4) 其他信息

(1) AES 算法具体参数: AES-128-CBC/PKCS7/Base64 编码

(2) 标注信息

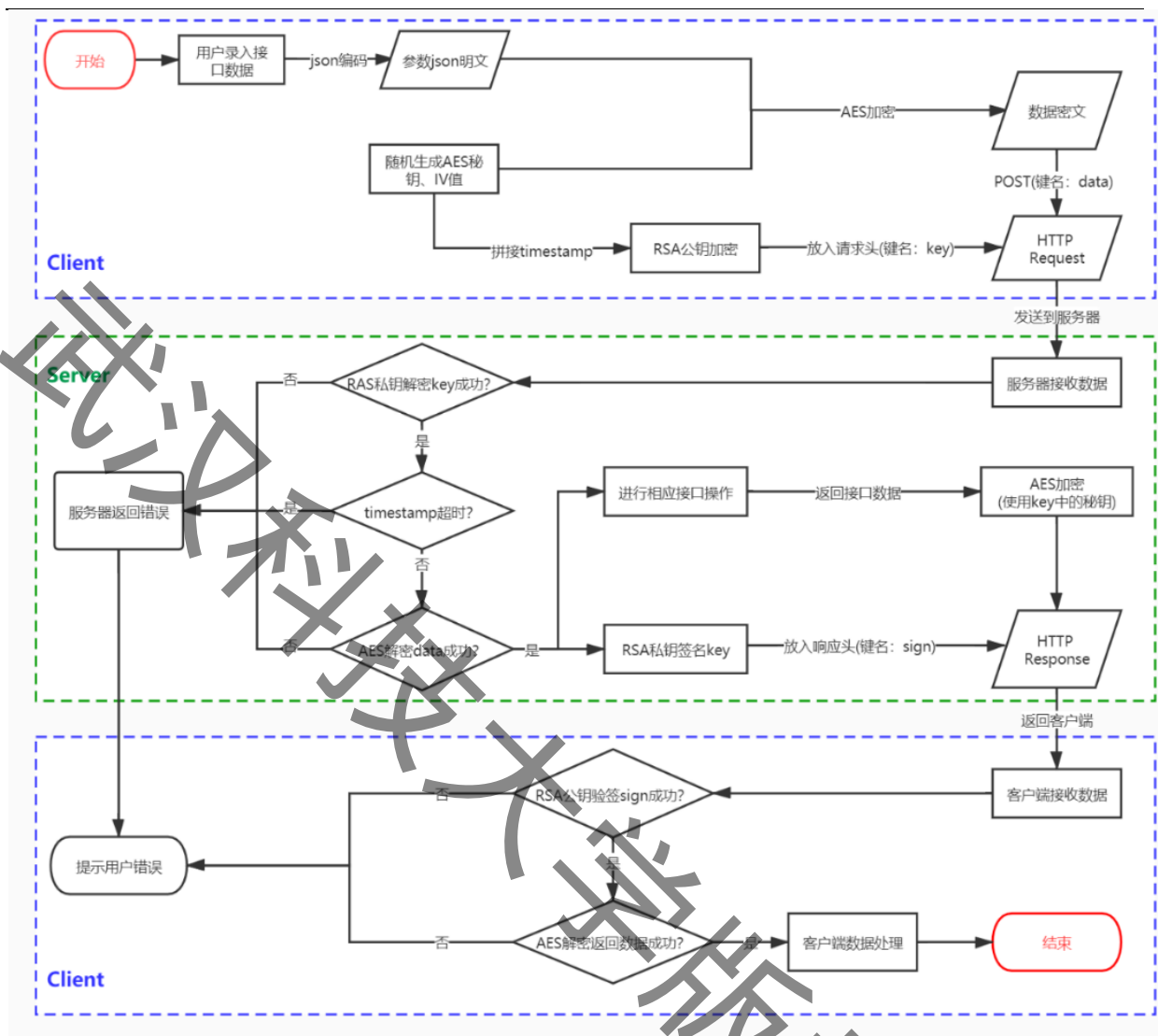


图 3.14 接口加密传输流程图

(a) 参数 json 格式如图 3.15 所示 (以登录接口为例):

```
{ "user": "0001",
  "password": "12345678" }
```

图 3.15 登录接口参数 json 格式

(b) 加密格式示例如图 3.16 所示:

```
dHCA7OjQUU6b3VVt|zdeyqDcgDMXAtS6n|1598191129
```

图 3.16 登录接口加密格式

(c) 时间时区使用: Asia/Shanghai

3.5.2 数据库加密方案

(1) 描述

数据库加密方案为 AES 加密, 保证即使在数据库被复制或窃取时仍然能让不法分

子无法知晓关键数据^[15]。

(2) 数据库加密流程图

数据库加密流程图如下图 3.17 所示。

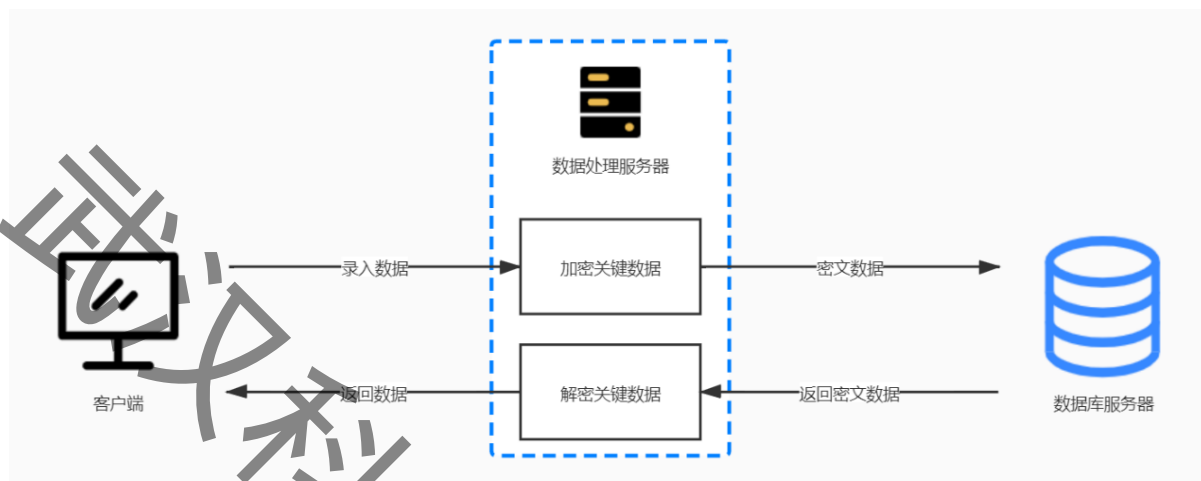


图 3.17 数据库加密流程图

3.6 本章小结

本章首先对系统架构从应用架构和技术架构两个方面进行说明，然后讲述 MVVM 的实现，接下来设计结构图详细直观的体现了系统和各个子模块的体系结构，最后是关于数据库的概念模型设计和详细的数据项的设计。

4 系统功能实现

4.1 登录模块功能实现

4.1.1 验证登录用户

用户在登录界面输入账号和密码，点击登录按钮，系统会对输入的信息进行验证，验证成功，进入用户界面，验证失败，提示验证失败信息。多次连续验证失败会发出预警信息，账号自动锁定，10 分钟后自动解锁。用户登录界面如图 4.1 所示。验证登录用户的流程逻辑如图 4.2 所示。



图 4.1 登录界面

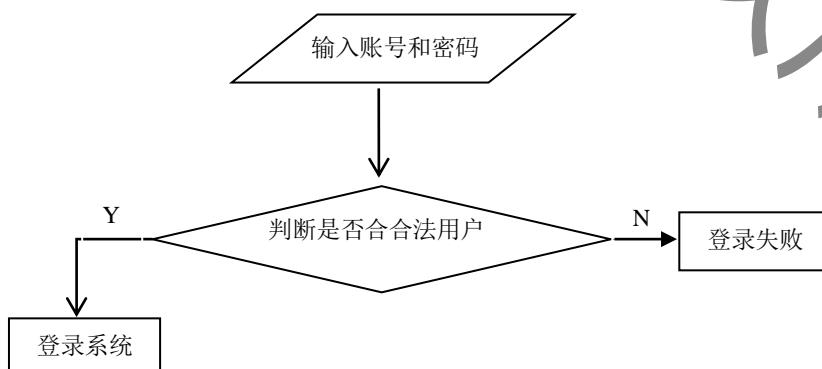


图 4.2 验证用户登录流程图

4.1.2 记住密码

如果用户选择保存密码，验证成功后，系统会将该用户的账号和密码（加密后）保存在本地的 Config 文件中，验证失败，提示失败信息，不会保存输入的账号与密码。记住密码的流程逻辑如图 4.3 所示。

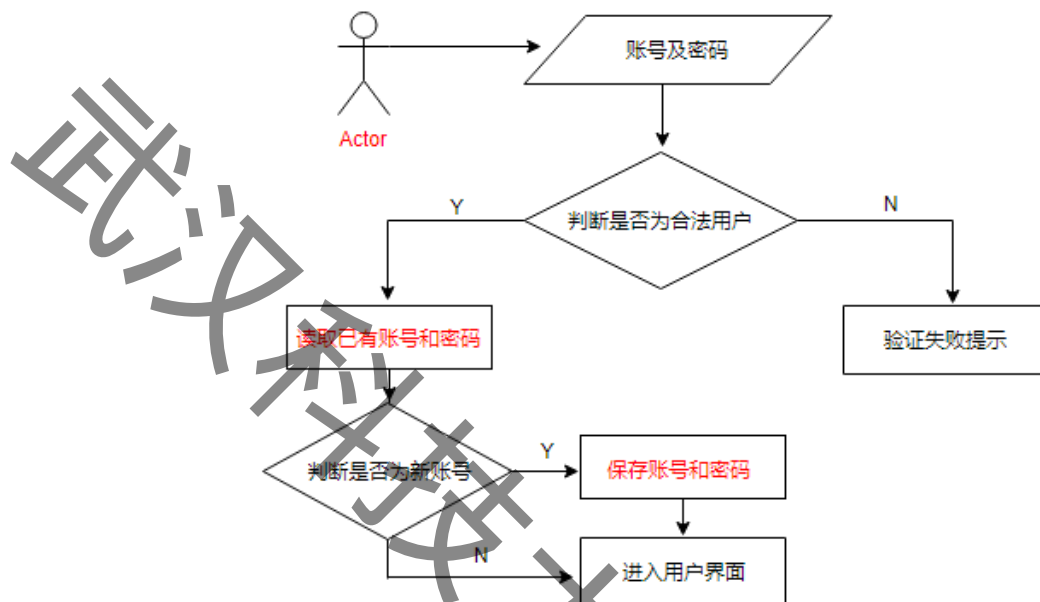


图 4.3 记住密码流程图

4.1.3 找回密码

如果用户忘记密码，可通过找回密码方式，通过通过手机号和验证码的方式找回密码。找回密码界面如图 4.4 所示，用户找回密码的流程逻辑如图 4.5 所示。

图 4.4 找回密码界面

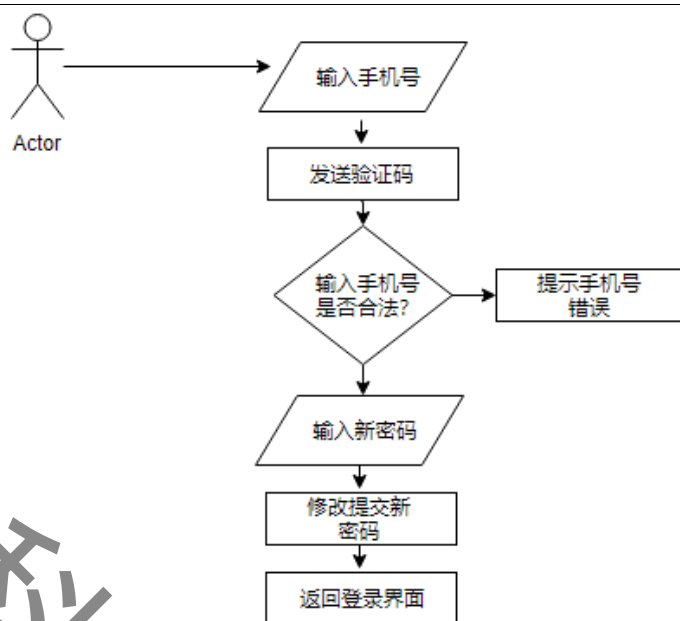


图 4.5 找回密码流程图

4.1.4 删除登录账号

如果登录界面账号太多，可在登录界面上删除不需要的账号。删除账号流程逻辑如图 4.6 所示。

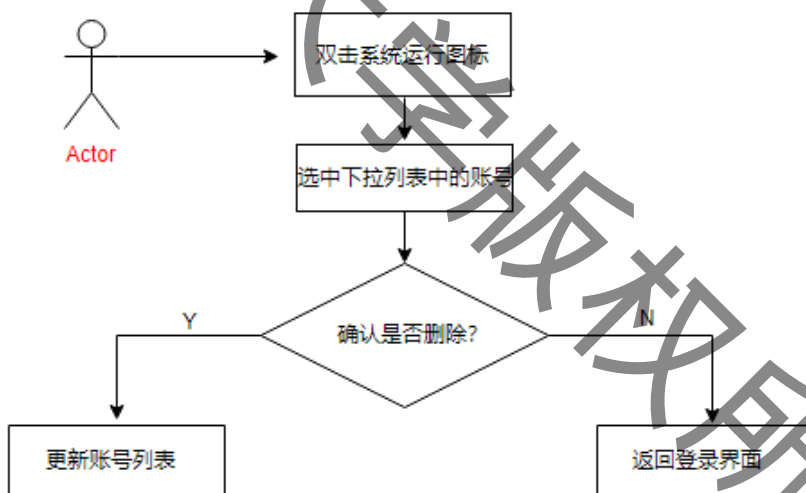


图 4.6 删除登录账户流程图

4.1.5 平台自动更新

用户登录时，如果系统组件有更新，系统会自动更新，不需要验证账号和密码。平台自动更新流程逻辑如图 4.7 所示。

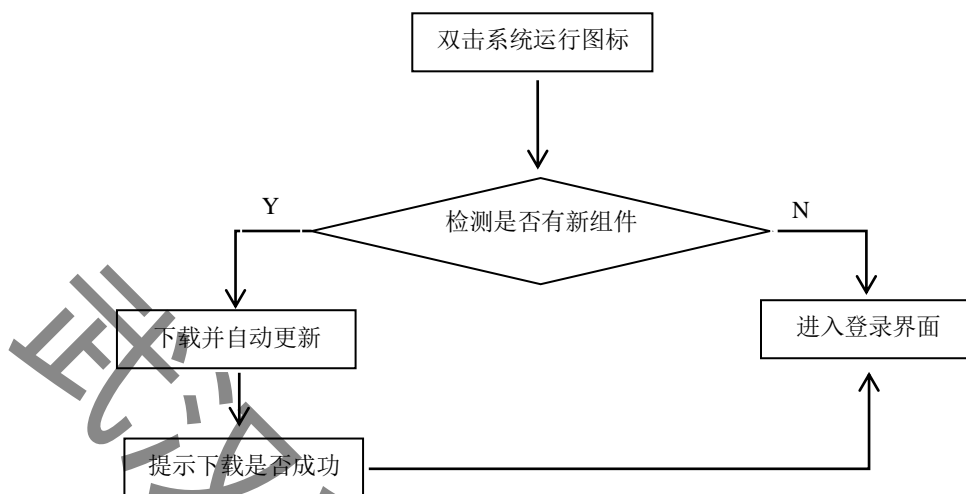


图 4.7 自动更新流程图

4.1.6 域名或 IP 设置

当服务器端更改了域名时，用户需要在登录界面更改域名。域名或 IP 的设置流程逻辑如图 4.8 所示。

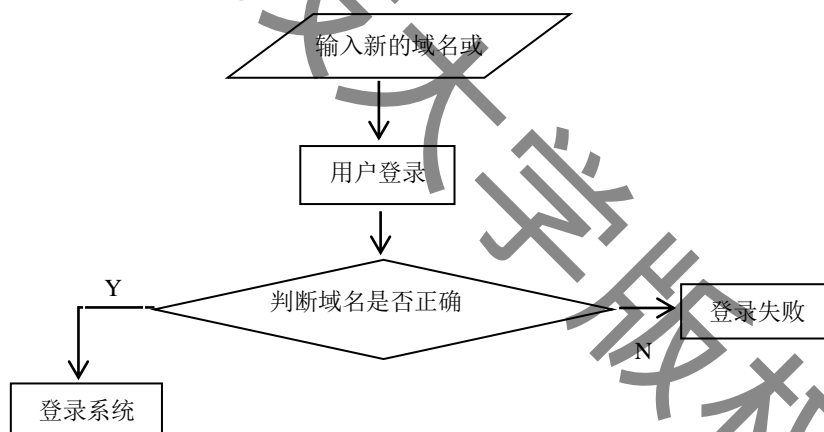


图 4.8 设置域名或 IP 流程图

4.2 贷款基础信息模块功能实现

4.2.1 查询贷款申请

用户可以设置起贷日期、清贷日期、合同金额、债权人、债务名称等筛选条件进行查询，系统自动验证查询条件的正确性；如不正确提示用户修改查询条件；正确则发送查询条件给服务器，服务器返回数据后，更新贷款基础信息列表。查询及贷款基础信息界面如图 4.9 所示，查询流程逻辑如图 4.10 所示。

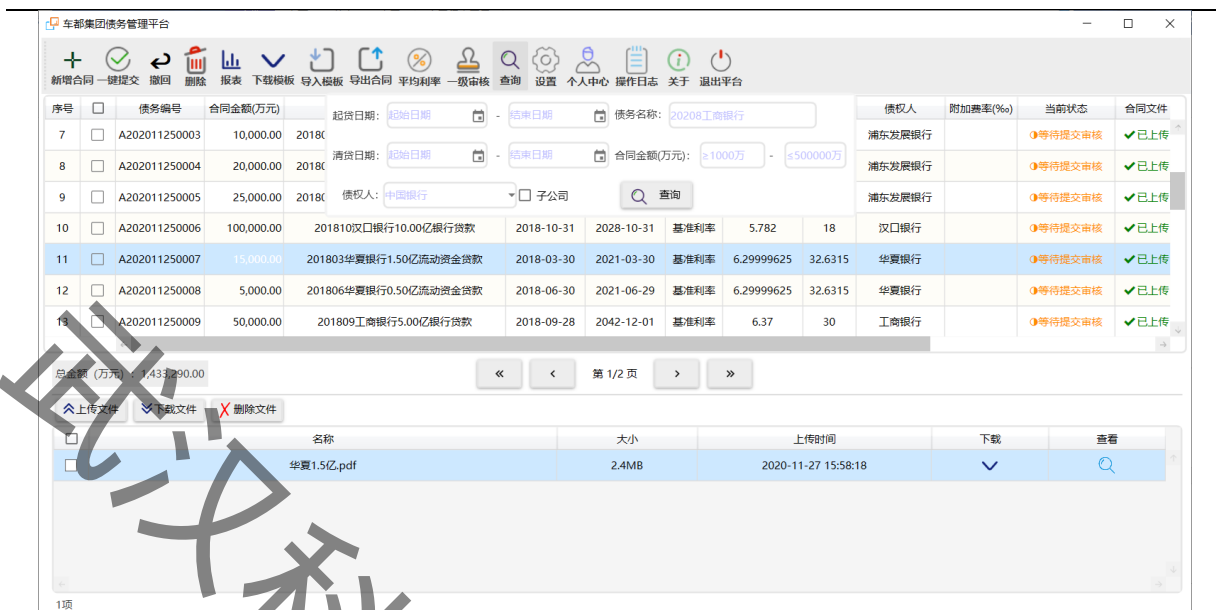


图 4.9 贷款基础信息查询界面

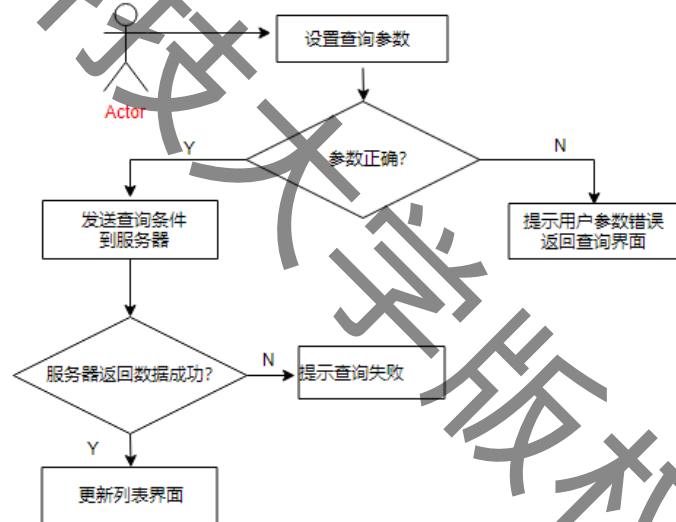


图 4.10 贷款基础信息查询流程图

4.2.2 新增贷款申请

普通用户通过新增贷款申请，在新增界面中输入合同金额、贷款期限、起贷日期、清贷日期、利率类型、调整利率方式、结息日期、结息方式等重要信息后，可以确认添加新的贷款申请；系统会自动校验输入数据的正确性，并会给出出错提示；新增成功后返回贷款编号，会提示成功信息。新增贷款申请界面如图 4.11 所示，新增贷款流程逻辑如图 4.12 所示。

图 4.11 新增贷款界面

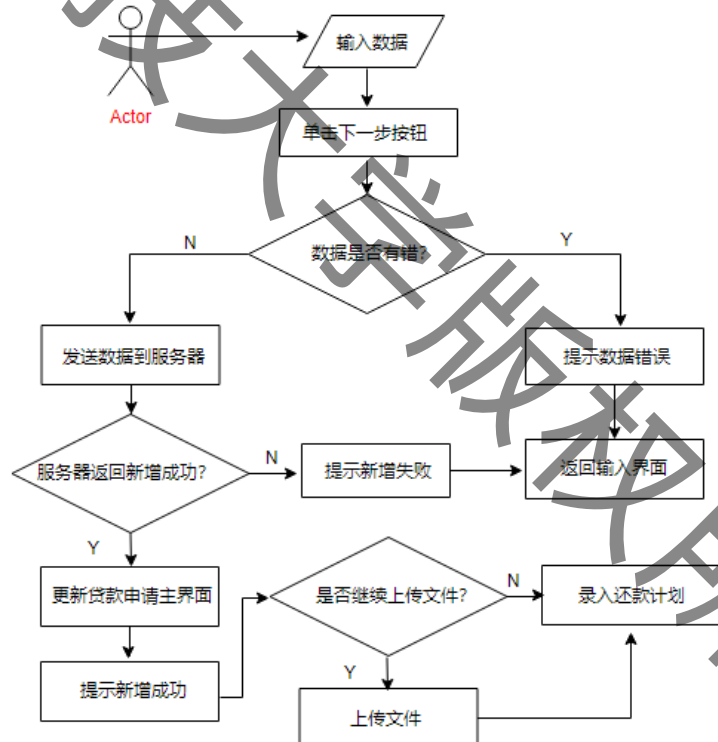


图 4.12 新增贷款流程图

4.2.3 删除贷款申请

普通用户选择一条或多条待删除的贷款申请后，方可进行删除操作，系统会要求用户确认是否删除，确认后系统将进行删除选中的申请，系统会自动返回提示用户成功删除多少条或删除失败多少条的信息；只能删除状态为 9 的贷款申请记录。删除贷款申请的流程逻辑如图 4.13 所示。

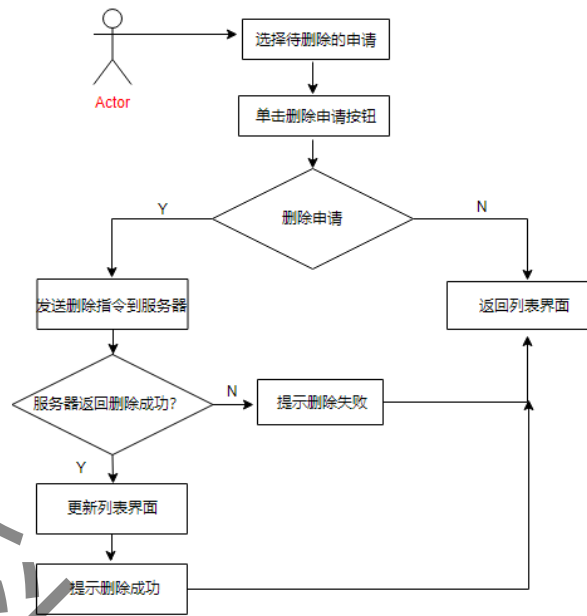


图 4.13 删除贷款流程图

4.2.4 提交审核贷款申请

普通用户选择一条或多条待提交的贷款申请后，进行提交操作，系统会要求用户确认是否提交，确认后系统将进行提交状态为 9 的申请，系统会自动提示用户成功提交多少条或提交失败多少条的信息。提交审核流程逻辑如图 4.14 所示。

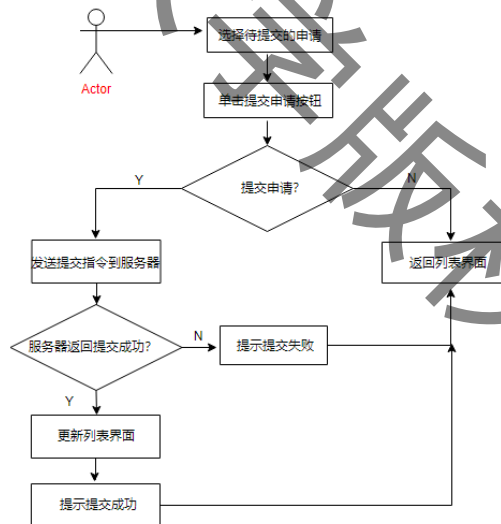


图 4.14 提交审核流程图

4.2.5 撤回贷款申请

普通用户选择多条待撤回的贷款申请后，方可进行撤回操作，系统会要求用户确认是否撤回，确认后系统将进行撤回选中的申请，系统会自动返回提示用户成功撤回多少条或撤回失败多少条的信息；只能撤回状态为 10 的贷款申请记录。撤回贷款流程逻辑如图 4.15 所示。

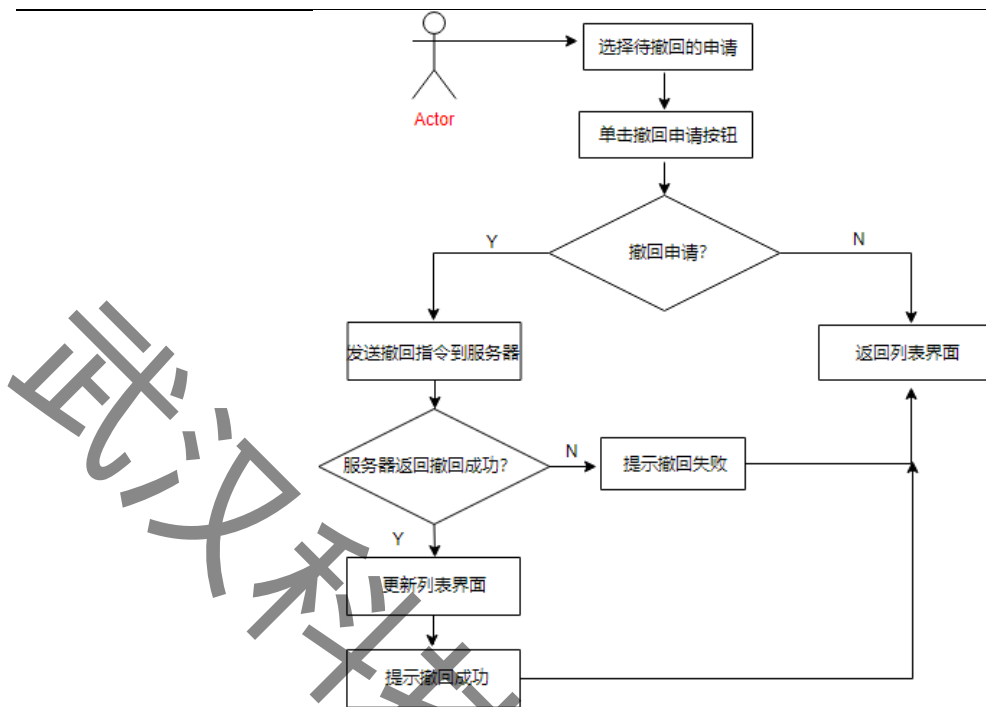


图 4.15 撤回贷款申请流程图

4.2.6 请求解锁贷款申请

在贷款合同详情界面进行请求解锁操作，系统会要求用户确认是否申请解锁，确认后系统将进行请求解锁选中的申请，系统会自动返回提示用户成功申请解锁或申请解锁失败的信息；只能申请解锁状态大于 10 的贷款申请记录。申请解锁贷款界面如图 4.16 所示，申请解锁流程逻辑如图 4.17 所示。

操作说明

★ 债务名称: 201812国家开发银行14.50亿银行贷款

★ 合同金额(万元): 145,000.00 ★ 签订日期: 2018/12/25

★ 起贷日期: 2020/1/20 ★ 利率调整方式: 按年

★ 清贷日期: 2045/1/20 ★ 利息调整月日: 12月 20

★ 债务期限(月): 300 ★ 结息方式: 按季度

★ 利率类型: LPR ★ 结息月日: 第3月 20

★ 利率浮动方式: 上浮 ★ 结息月日: 第3月 20

★ 浮动点数(BP): 10 ★ 每年天数: 360

★ 债权人: 国家开发银行 ★ 债务类型: 银行贷款

★ 债务单位: 武汉车都集团有限公司 ★ 附加费率(%):

担保方: 关联银行: 增信方式: 信用

操作人员: 饶晶晶

状态: 审核通过

备注: 填写备注或解锁的原因

上传文件 下载文件 删除文件

名称	大小	上传时间	下载	查看
2018国开行14.5亿贷款.pdf	10.33MB	2020-11-12 10:43:17	✓	🔍

1项

当前的申请已提交审核，只能进行下载和查看文件！

图 4.16 贷款申请解锁界面

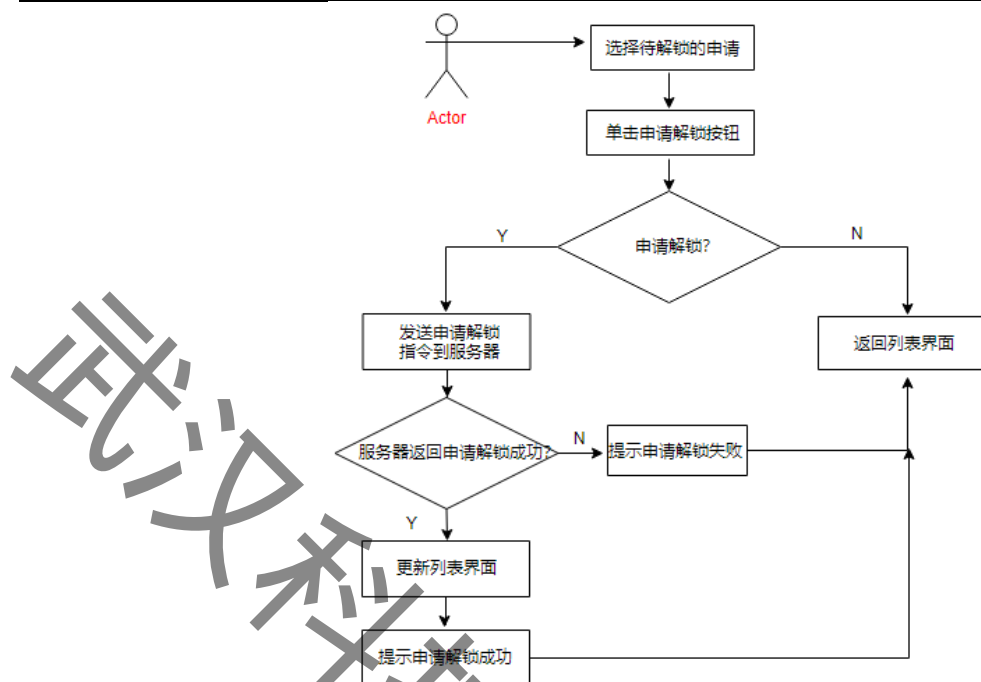


图 4.17 贷款申请解锁流程图

4.2.7 修改贷款申请

普通用户通过在修改界面中输入合同金额、贷款期限、起贷日期、清贷日期、利率类型、调整利率方式、结息日期、结息方式等重要信息后，可以确认修改贷款申请；系统会自动校验输入数据的正确性，并会给出出错提示；修改成功后，会提示修改成功信息，只能修改状态为 9 的贷款申请。修改贷款界面如图 4.18 所示，修改贷款流程逻辑如图 4.19 所示。

Figure 4.18 shows the 'Loan Modification' interface. It features a top navigation bar with tabs: '基础信息录入' (Basic Info Entry), '放款信息录入' (Disbursement Info Entry), '还款信息录入' (Repayment Info Entry), and '变更录入' (Modification Entry). The main content area displays loan details for '201802债券持有人10.00亿公司债券'. Key fields include:

- 合同金额(万元): 100,000.00
- 起贷日期: 2018/2/12
- 清贷日期: 2021/2/12
- 利率类型: 固定利率
- 利率调整方式: 按年
- 结息方式: 按年
- 结息月日: 2月 12
- 浮动点数(BP):
- 债务人: 债券持有人
- 附加费率(%):
- 合同编号:
- 债务人: 武汉车都集团有限公司

 On the right, there are checkboxes for '进入政府系统' and '非还本日付息', and a '担保方' field. At the bottom, there's a '审核信息' (Audit Info) section with a table of files:

名称	大小	上传时间	下载	查看
武汉车都集团有限公司2018年度第二期定向工具发行协议0410.pdf	2.23MB	2020-11-27 16:06:26	✓	🔍

图 4.18 修改贷款界面

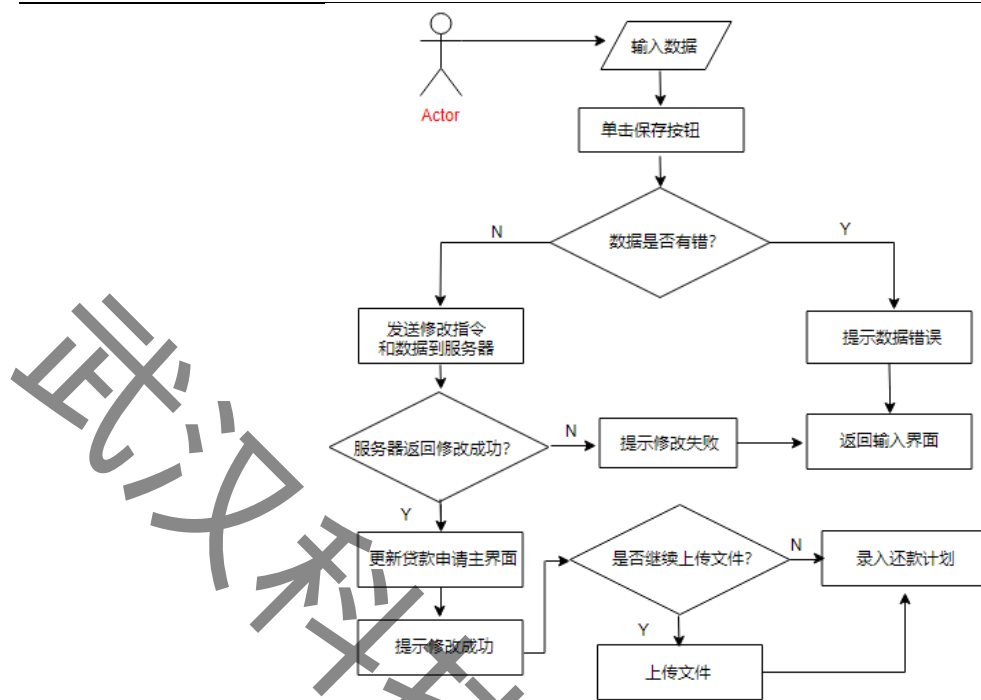


图 4.19 修改贷款流程图

4.2.8 导入导出贷款基础信息

用户可通过标准贷款基础信息模板批量导入到系统中，系统自动检测导入数据是否有错，有错生成另外文件，并提示出错原因；默认导出全部贷款基础申请，文件名为表名+当天日期+时间，如贷款表 20200710164013，格式 xls。导入流程逻辑如图 4.20 所示，导出流程逻辑如图 4.21 所示。

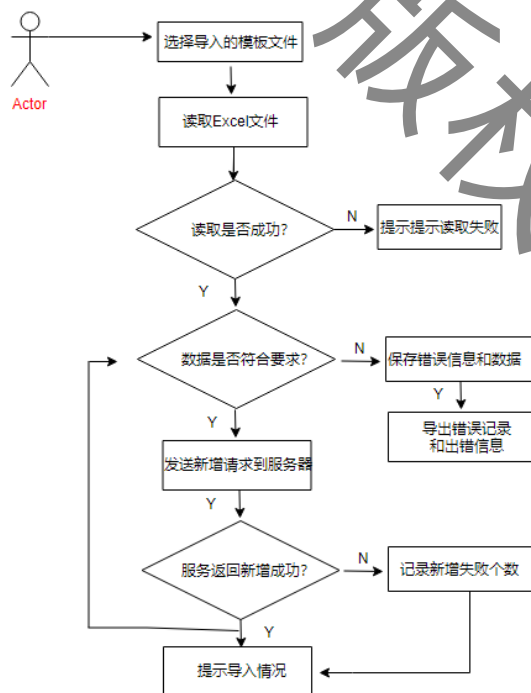


图 4.20 导入贷款流程图

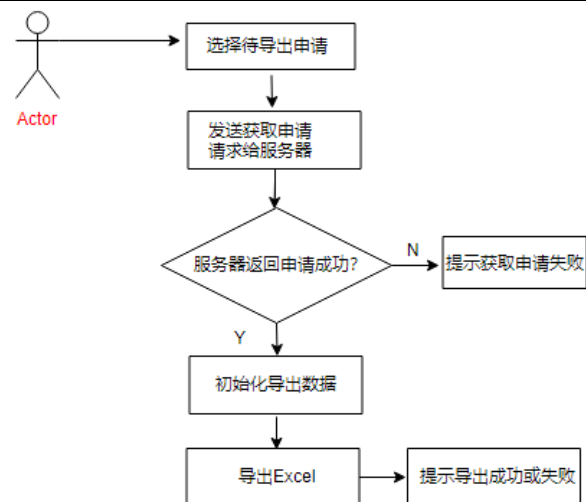


图 4.21 导出贷款流程图

4.2.9 贷款文件管理

普通用户选择某条的贷款申请后，方可进行文件服务操作，上传或删除人家系统会要求用户确认，确认后系统将进行上传或删除文件，系统会自动返回提示用户成功上传、删除多少条或失败多少条的信息；只能状态为9的贷款申请进行上传或删除；所有的申请都可以下载文件。文件管理界面如图 4.22 所示，文件管理流程逻辑如图 4.23 所示。

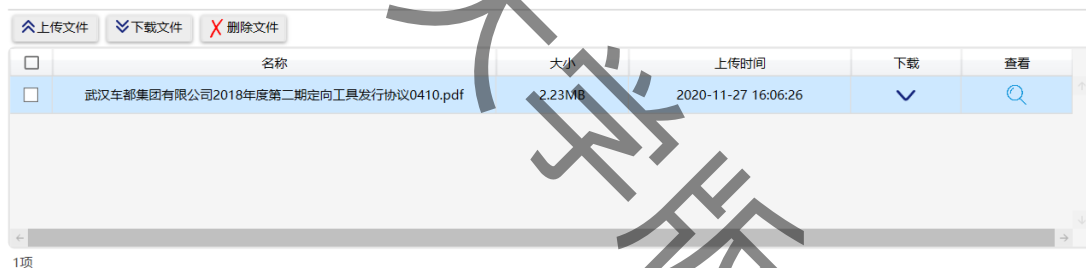


图 4.22 贷款文件管理界面

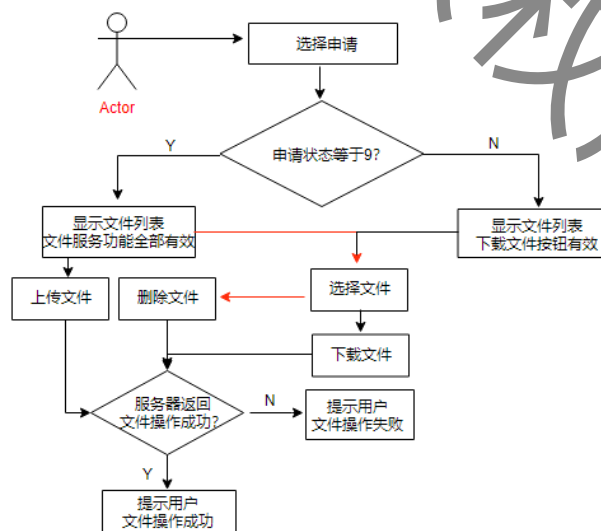


图 4.23 贷款文件管理流程图

4.2.10 计算平均利率

用户在贷款基础信息列表中选择多条贷款记录，单击计算平均利率，显示计算结果。计算平均利率的流程逻辑如图 4.24 所示。

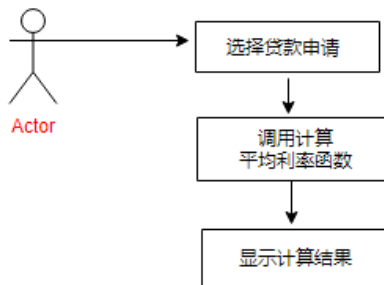


图 4.24 计算贷款平均利率流程图

4.2.11 设置密码

用户登录后可以修改密码，需输入原密码和新密码及确认密码；4-10 位数字或字母。修改密码界面如图 4.25 所示，修改密码流程逻辑如图 4.26 所示。



图 4.25 设置密码界面

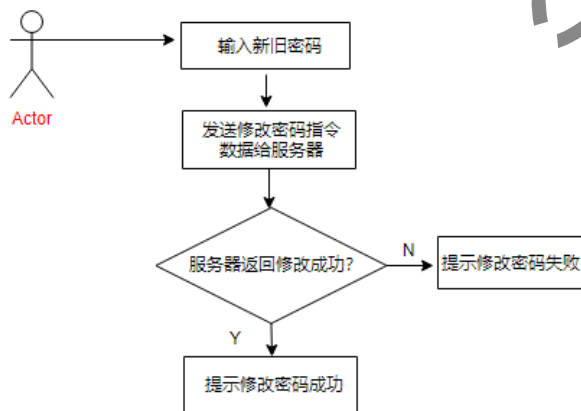


图 4.26 设置密码流程图

4.2.12 设置个人信息

用户登录后修改个人信息，含部门、手机号、登录名；设置个人信息界面如图 4.27 所示，流程逻辑如图 4.28 所示。

图 4.27 设置个人信息界面

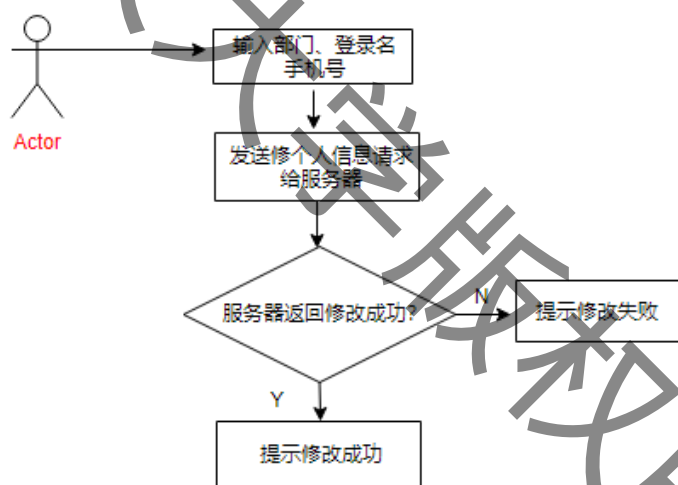


图 4.28 设置个人信息流程图

4.2.13 查看和导出操作日志

用户登录后可以查看个人日志和导出符合条件的日志，默认导出全部日志记录，文件名为表名+当天日期+时间，如日志表 20200710164013，格式 xls。个人操作日志界面如图 4.29 所示。

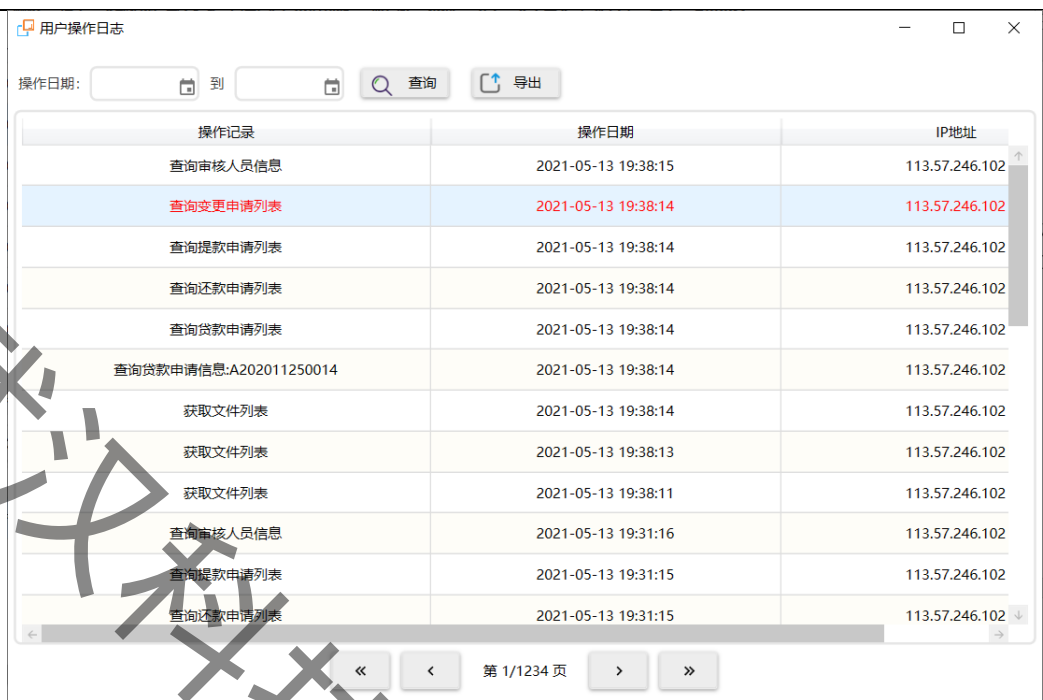


图 4.29 个人操作日志界面

4.2.14 贷款合同管理

(1) 贷款提款管理

普通人员在贷款基础信息管理界面列表中,可以通过双击某一条贷款合同可以进入贷款合同详情界面,在贷款合同详情界面,点击窗口顶部的提款记录进入合同对应的提款记录界面如图 4.30 所示。

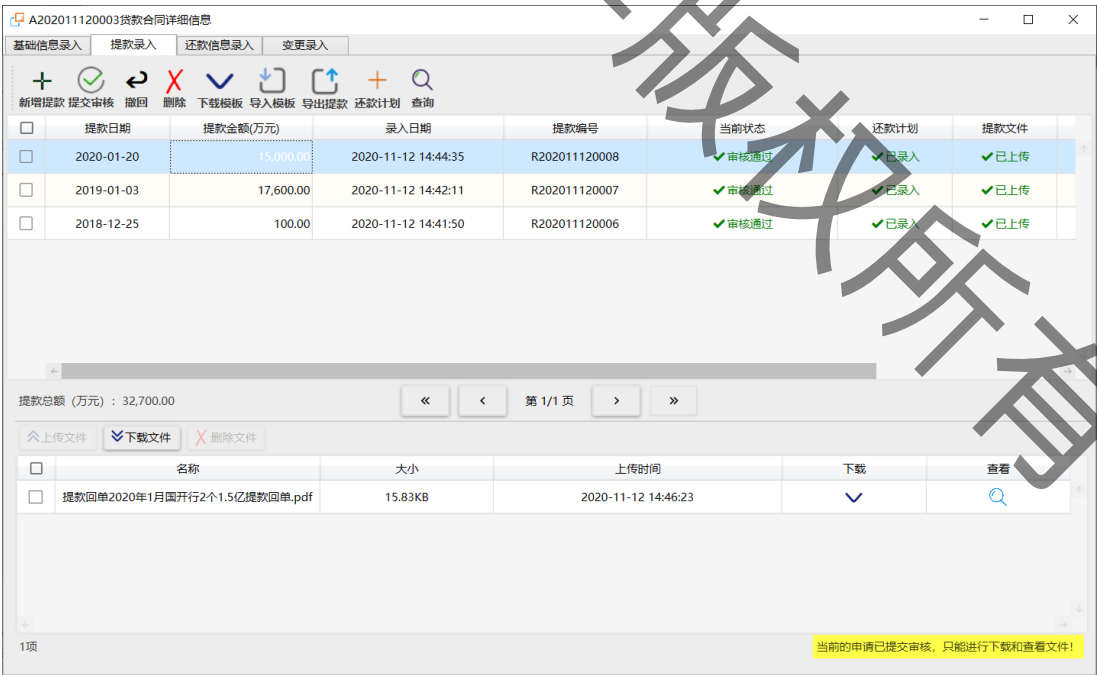


图 4.30 提款管理界面

(2) 贷款还款计划管理

在提款界面，选中一条提款记录，进入对应的还款计划界面如图 4.31 所示。

序号	<input type="checkbox"/>	计划还款日期	计划还款金额(万元)	状态	录入时间
1	<input type="checkbox"/>	2021-12-25	338.70967742	X未还清	2020-11-18 C
2	<input type="checkbox"/>	2022-04-20	338.70967742	X未还清	2020-11-18 C
3	<input type="checkbox"/>	2022-11-20	338.70967742	X未还清	2020-11-18 C
4	<input type="checkbox"/>	2023-04-20	338.70967742	X未还清	2020-11-18 C
5	<input type="checkbox"/>	2023-11-20	338.70967742	X未还清	2020-11-18 C
6	<input type="checkbox"/>	2024-04-20	338.70967742	X未还清	2020-11-18 C
7	<input type="checkbox"/>	2024-11-20	338.70967742	X未还清	2020-11-18 C
8	<input type="checkbox"/>	2025-04-20	338.70967742	X未还清	2020-11-18 C

还款计划合计金额 (万元) : 15,000.00

图 4.31 还款计划管理界面

(3) 贷款还款信息管理

在贷款合同详情界面，点击窗口顶部的还款信息录入进入合同对应的还款记录界面如图 4.32 所示。

序号	还款日期	还款金额(万元)	录入日期	还款类型	当前状态	还款文件
----	------	----------	------	------	------	------

还款总额 (万元) : 0.00

第 1/0 页

图 4.32 还款管理界面

(4) 贷款变更管理

在借款合同详情界面，点击窗口顶部的变更录入进入合同对应的变更记录界面如图 4.33 所示。

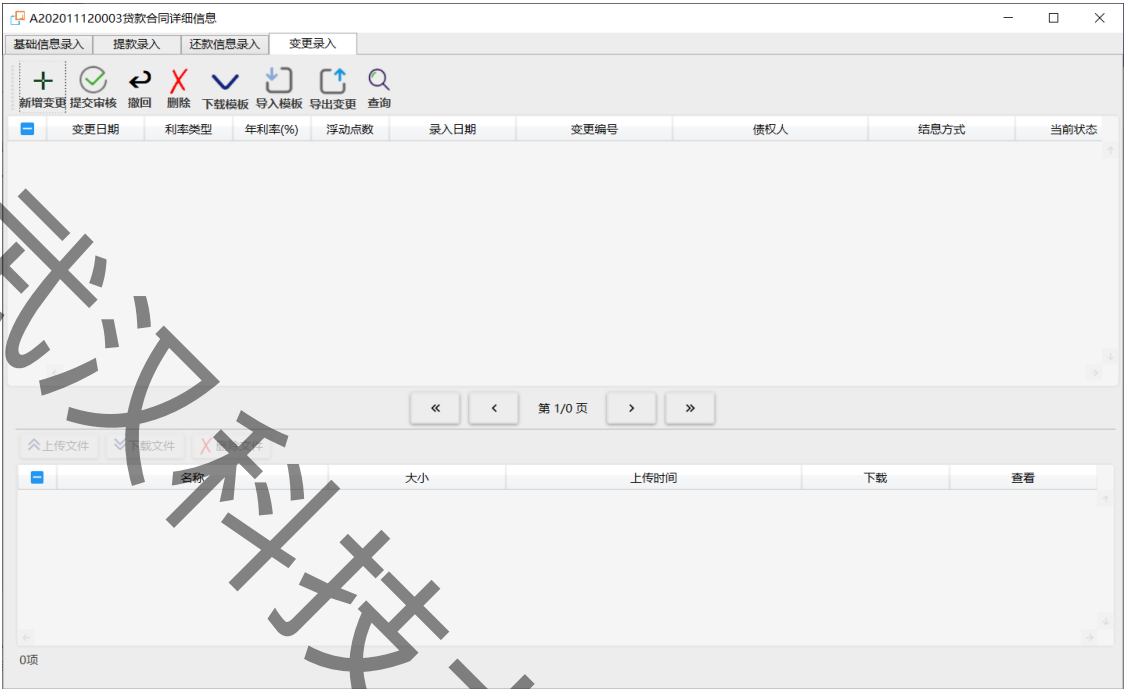


图 4.33 变更管理界面

(5) 贷款管理右键集成

在贷款列表界面，鼠标右键点击可以对该贷款进行管理，界面如图 4.30 所示。

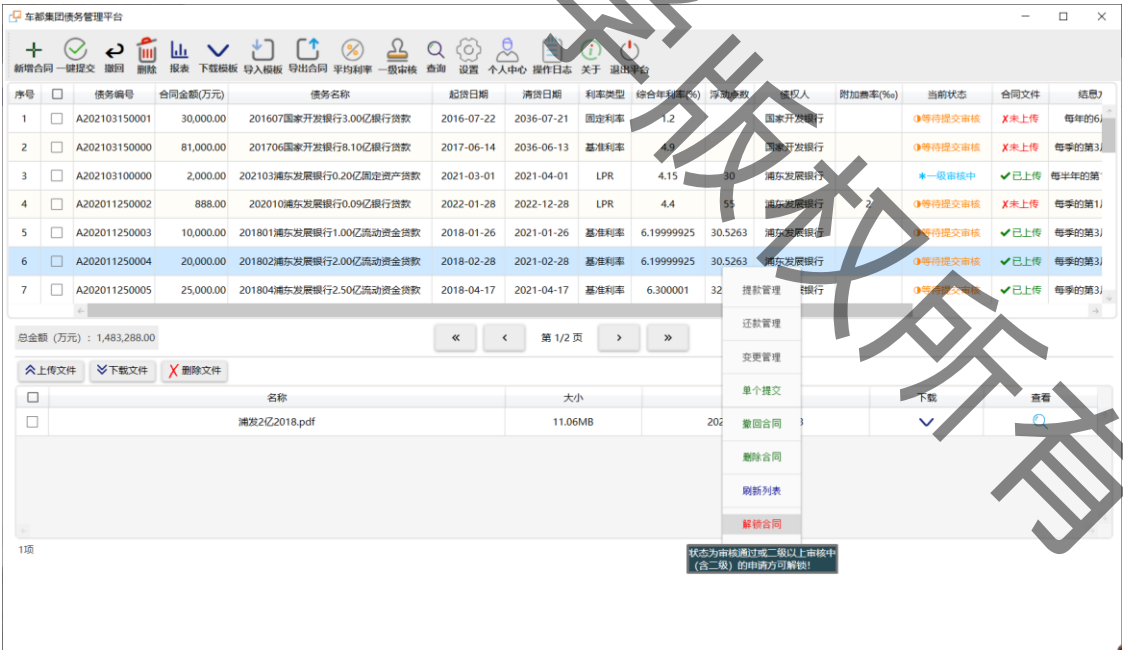


图 4.34 贷款管理右键集成界面

4.3 审核模块功能实现

4.3.1 审核待审核申请

先从待审列表中选择待审申请，选择经办事项中的 1 项，填写审核意见，单击提交按钮，确认是否提交审核，确认提交后，向服务器发送审核请求，成功就更新待审列表，否则提示待审失败，只能审核在待审核列表中待审申请。提交成功后会判断审核意见是否为新意见，如果是则自动添加到意见表，自动更新待审核界面的审核意见列表。待审核界面如图 4.35 所示，流程逻辑如图 4.36 所示。



图 4.35 待审核界面

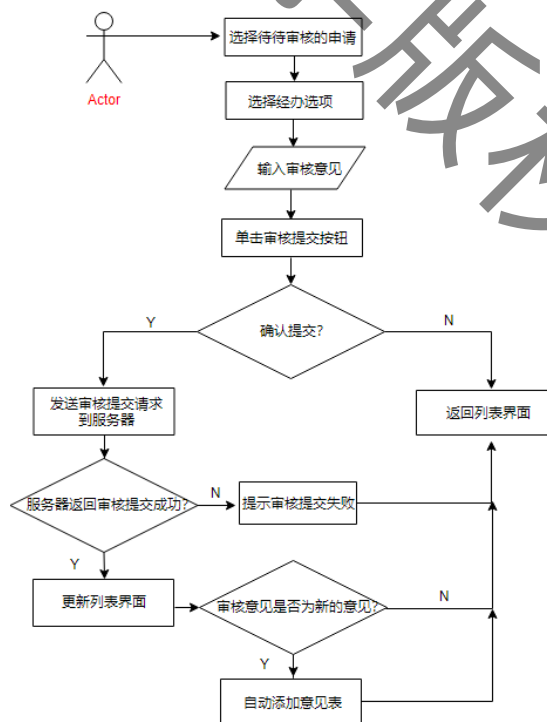


图 4.36 待审核流程图

4.3.2 查看待审核申请详情

双击待审列表中某个待审申请或单击详情，弹出审核详情界面，显示待审核申请详情（含对应申请的贷款基础详情），对贷款申请和变更申请详情，需显示还款计划列表。待审核申请详情界面如图 4.37 所示，流程逻辑如图 4.38 所示。

贷款详细信息

武汉车都集团有限公司
Wuhan Chedu Corporation Limited

贷款编号: A202105050000 债务单位: 武汉车都集团有限公司 录入日期: 2021/5/5

合同金额(万元): 1.00 债权人: 浦东发展银行 债务期限(月): 1

利率类型: LPR 利率浮动方式: 不浮动 浮动点数(BP): 0

年利率(%): 3.85 利率调整方式: 即时生效 利息调整日月:

结息方式: 按半年 结息月日: 第1月21日 是否隐债: 否

每年天数: 0 关联银行: 债务名称: 202105浦东发展银行0.0

债务类型: 金融租赁 担保方: 审核员: 测试A

增信方式: 信用 进入政府系统: 否 当前状态: 一级审核中

合同编号: 签订日期: 2021-05-05 申请用户: 0055

起贷日期: 2021/5/1 终贷日期: 2021/6/1 备注: 备注或解锁的原因

还款计划(贷款总金额(万元):0.000)

序号	计划还款日期	计划还款金额(万元)	还款计划编号
----	--------	------------	--------

图 4.37 待审核申请详情界面

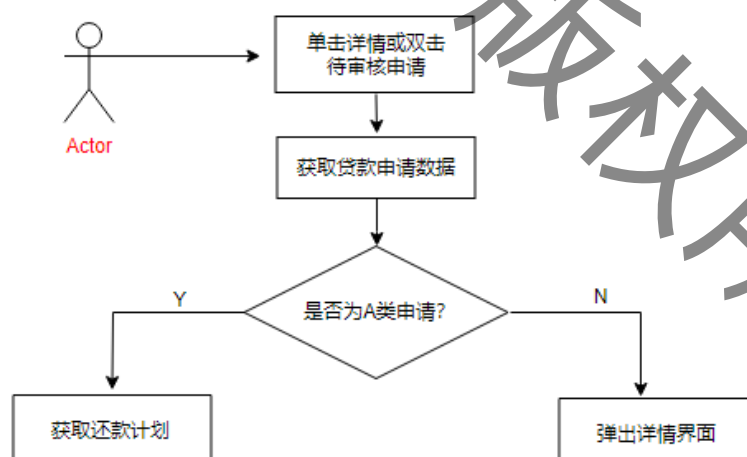


图 4.38 待审核申请详情流程图

4.3.3 查询已审核申请

选择申请类型，输入审核日期，单击查询，更新已审核列表。查询界面如图 4.39 所示。查询流程逻辑如图 4.40 所示。

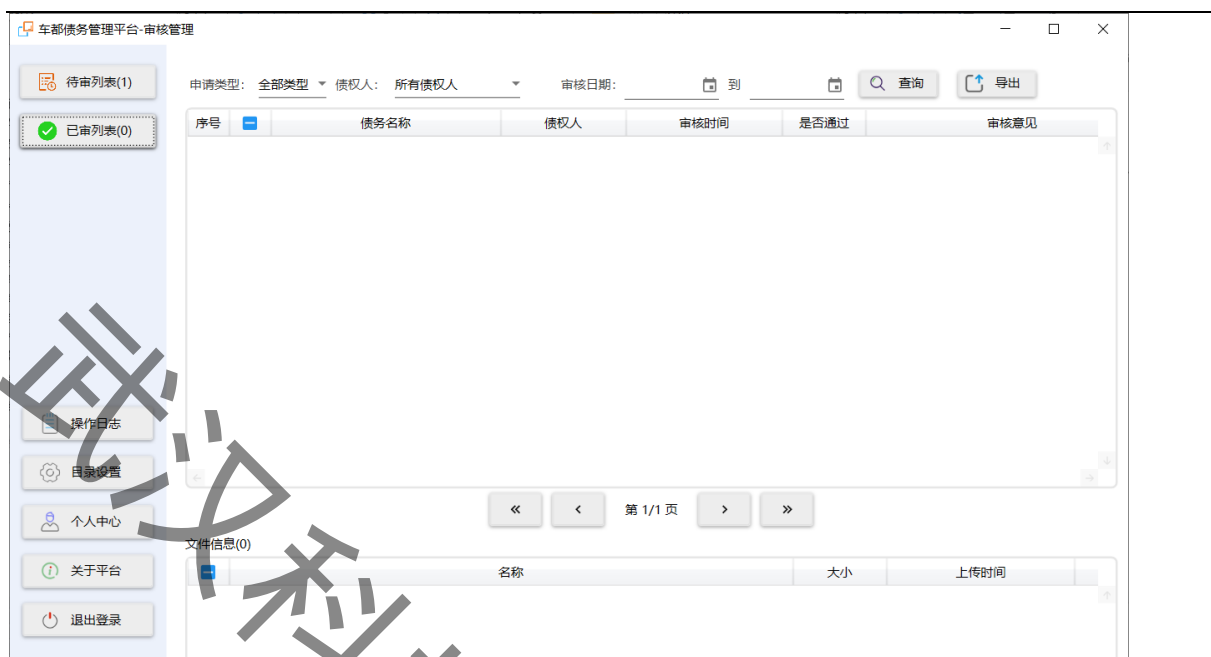


图 4.39 查询已审核界面

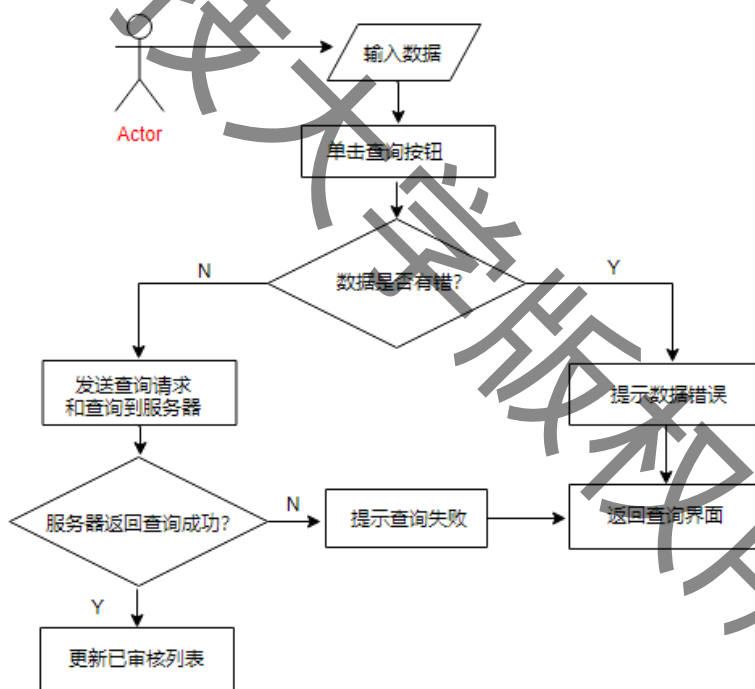


图 4.40 查询已审核流程图

4.3.4 查看已审核申请详情

单击已审列表按钮，再从从已审列表中双击待查看详情的已审申请或单击详情信息，弹出详情界面。

4.3.5 个人管理

此外审核用户还可以查看个人操作日志、设置文件下载路径、查看和修改个人信息。

4.4 维护模块功能实现

4.4.1 用户管理

当用户拥有维护权限时，登录系统进入债务平台维护管理界面，如图 4.41 所示默认进入用户管理界面。在此界面中，维护用户拥有查询、新增、删除、封禁、导入导出平台用户的操作权限。



图 4.41 用户管理界面

4.4.2 公司管理

点击窗口左侧的公司管理按钮，进入公司管理界面，如图 4.42 所示。维护用户拥有查询公司、新增子公司、删除公司和合并公司的权限。

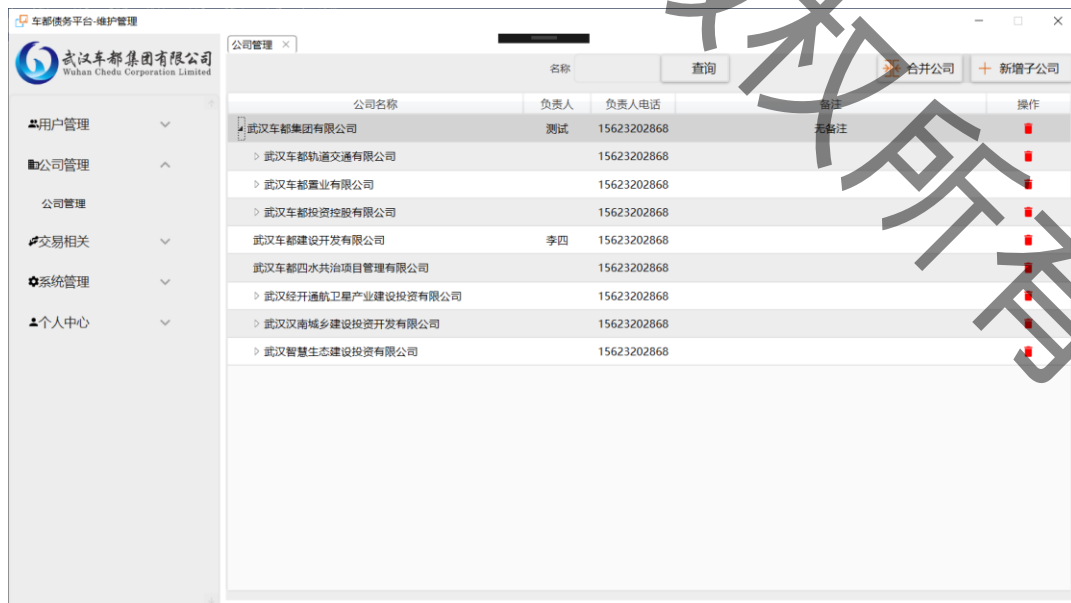


图 4.42 公司管理界面

4.4.3 交易相关

点击窗口左侧交易相关下的利率管理按钮，进入利率管理界面，如图 4.43 所示。维护用户拥有查询、新增、删除利率的权限。

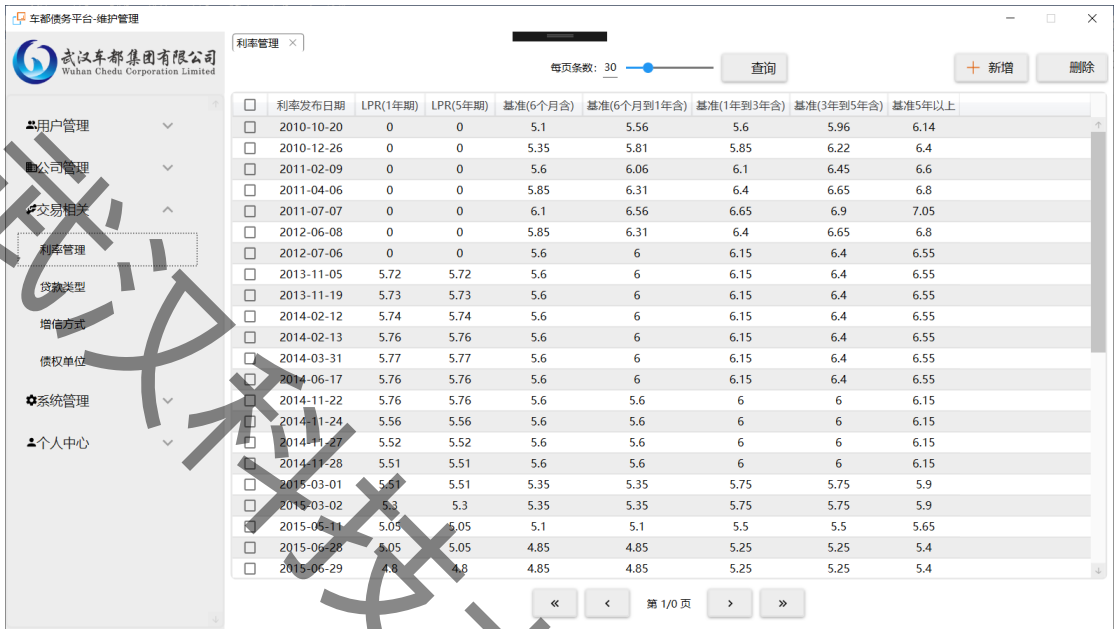


图 4.43 利率管理界面

点击窗口左侧交易相关下的贷款类型按钮，进入贷款类型界面，如图 4.44 所示。维护用户拥有查询、新增、删除贷款类型的权限。



图 4.44 贷款类型管理界面

点击窗口左侧交易相关下的增信方式按钮，进入增信方式界面，如图 4.45 所示。维护用户拥有查询、新增、删除增信方式的权限。

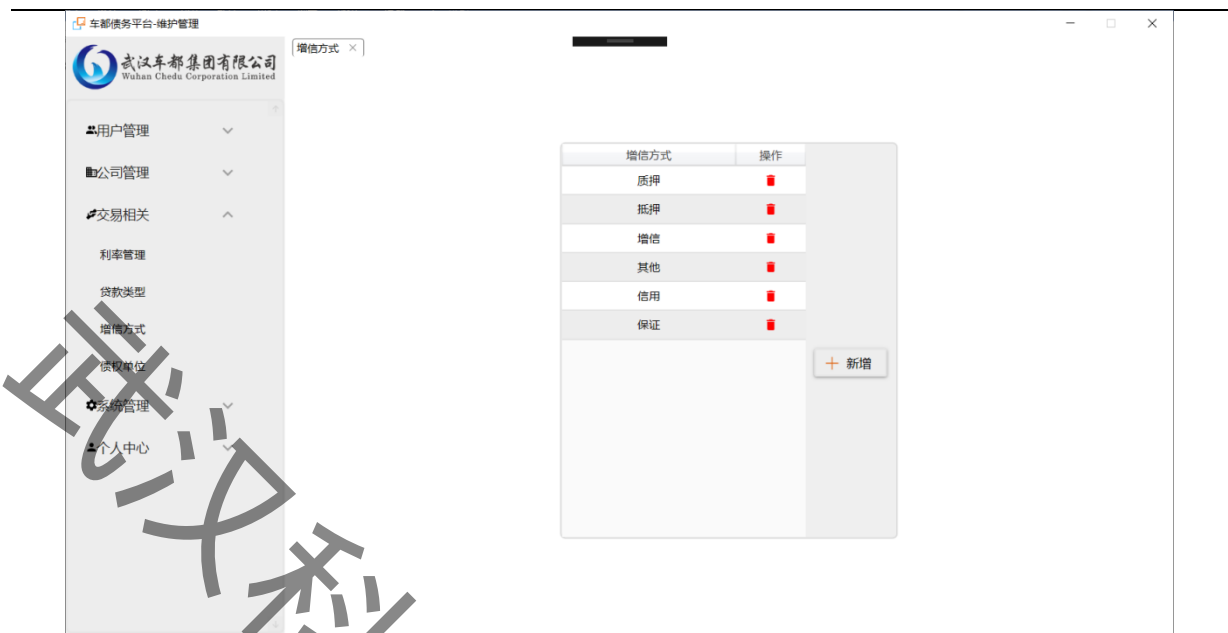


图 4.45 增信方式管理界面

点击窗口左侧交易相关下的债权单位按钮，进入债权单位界面，如图 4.46 所示。维护用户拥有查询、新增、删除债权单位的权限。



图 4.46 债权单位管理界面

4.4.4 系统管理

点击窗口左侧系统管理下的删除文件按钮，进入软删除文件界面，如图 4.47 所示。维护用户拥有查询、下载、删除软删除文件的权限。



图 4.47 软删除文件界面

点击窗口左侧系统管理下的的系统配置按钮，进入系统配置界面，如图 4.48 所示。维护用户拥有查询和修改系统配置的权限。



图 4.48 系统配置界面

点击窗口左侧系统管理下的的数据库管理按钮，进入数据库管理界面，如图 4.49 所示。维护用户拥有查询、备份和恢复数据库的权限。



图 4.49 数据库管理界面

点击窗口左侧菜单栏中的系统管理下的系统日志按钮，进入债务平台日志界面，如图 4.50 所示。维护用户拥有查询和导出系统日志的权限。



图 4.50 系统日志界面

4.4.5 个人中心

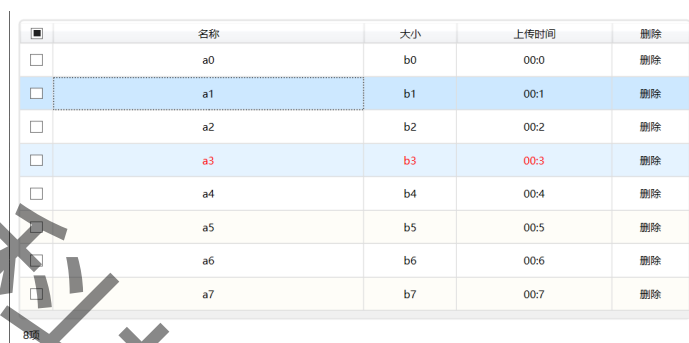
在维护人员个人中心中，维护人员可以查看和修改自己的个人信息，同时可以查看和导出个人操作日志。

4.5 功能优化

债务平台在功能测试过程中发现一些界面设计的缺陷，不利于平台操作的可用性，故针对具体问题进行了优化。

4.5.1 问题描述

债务平台在列表的功能测试过程中出现不能选中列表中某一行的情况。在一个列表中，点击行中某一个单元格的文字边缘区域不能选中该行，点击文字区域可以正常选中该行（在列表中，当鼠标移动经过某一行，该行样式：字体为红色、背景色为浅绿色；当鼠标点击某一行，该行样式：字体为黑色、背景色为浅蓝色）。这种情况或导致当用户已选中某一行，继续点击其他行可能会出现一个列表中多行被选中，如图 4.51 所示。



	名称	大小	上传时间	删除
<input type="checkbox"/>	a0	b0	00:0	删除
<input type="checkbox"/>	a1	b1	00:1	删除
<input type="checkbox"/>	a2	b2	00:2	删除
<input type="checkbox"/>	a3	b3	00:3	删除
<input type="checkbox"/>	a4	b4	00:4	删除
<input type="checkbox"/>	a5	b5	00:5	删除
<input type="checkbox"/>	a6	b6	00:6	删除
<input type="checkbox"/>	a7	b7	00:7	删除

图 4.51 多行选中界面图

4.5.2 解决方案

(1) 方案一

鼠标点击单元格中文字上下边缘区域没有反应，考虑在鼠标点击事件中通过精确计算当前行数，同时设置当前行处于唯一选中状态。

(2) 方案二

考虑通过修改界面设计，使行中单元格的任何区域都可以被鼠标精确捕获。

4.5.3 实现过程

(1) 过程一

通过监听鼠标左键点击事件，当鼠标点击列表中某一区域时，获取鼠标在列表中的位置，获取列表滚动区域当前页面首行的编号，将鼠标坐标的 y 值减去表头的高度，然后除以每行的高度，取商与当前页面编号相加即得出当前行的编号，将对应的行设置为鼠标点击选中状态。程序如图 4.52 所示。

(2) 过程二

因为 `cellStyle` 会覆盖 `rowStyle`，所以行的背景色改变必须先设置 `cellStyle`。原设置方法是重新定义单元格的模板控件，改变模板样式，设置单元格内文本的居中、鼠标点击的样式；模板方法程序如图 4.53 下，模板程序对应的可视化数树如图 4.54 所示，可视化树中 `DataGridCell` 的结构发生了变化，`DataGridCell` 的 `RenderSize` 也发生了变化。

```
private void Dg_View_MouseLeftButtonUp(object sender, MouseButtonEventArgs e)
{
    if (Dg_View.Items.Count == 0)
        return;
    //获取鼠标相对与Datagrid控件的位置
    Point pp = Mouse.GetPosition(e.Source as FrameworkElement);
    //获取表头行
    var headersPresenter = FindVisualChild<DataGridColumnHeadersPresenter>(Dg_View);
    //获取表头高
    int actualHeightHeight = int.Parse(headersPresenter.ActualHeight.ToString());

    ScrollViewer scrollViewer = FindVisualChild<ScrollViewer>(Dg_View);
    int currentRow = 0;
    if (scrollViewer != null)
    {
        //获取当前页最上面一行在Dg_View.Items表中所的行
        currentRow = (int)scrollViewer.VerticalOffset;
        //鼠标Y坐标减去表头高后除以行高35得鼠标所在行的编号
        currentRow += (int)((pp.Y - actualHeightHeight) / 35);
        if (currentRow <= 0)
            currentRow = 0;
        else if (currentRow >= Dg_View.Items.Count)
            currentRow = Dg_View.Items.Count - 1;
        Dg_View.SelectedItem = Dg_View.Items[currentRow];
    }
}
```

图 4.52 计算行编号程序图

```
<Style TargetType="DataGridCell">
    <Setter Property="Template">
        <Setter.Value>
            <ControlTemplate TargetType="DataGridCell">
                <TextBlock TextAlignment="Center" VerticalAlignment="Center">
                    <ContentPresenter />
                </TextBlock>
            </ControlTemplate>
        </Setter.Value>
    </Setter>
    <Style.Triggers>
        <Trigger Property="IsSelected" Value="True">
            <Setter Property="Foreground" Value="Black"/>
        </Trigger>
    </Style.Triggers>
</Style>
```

图 4.53 模板控件程序图

使用模板的方式，会导致单元格内文本上下空白区域鼠标点击无效，选择新的 elementStyle 的方式，采用 x:Key 对 DataGridTextColumn 元素进行检索，在对应的索引设置居中，不会对单元格内鼠标的可点击区域有影响。elementStyle 方法在.xaml 文件中绑定 ElementStyle 如图 4.55 下，在对应的.cs 文件中设置样式程序如图 4.56 下，elementStyle 方法对应的可视化数如图 4.57 所示。

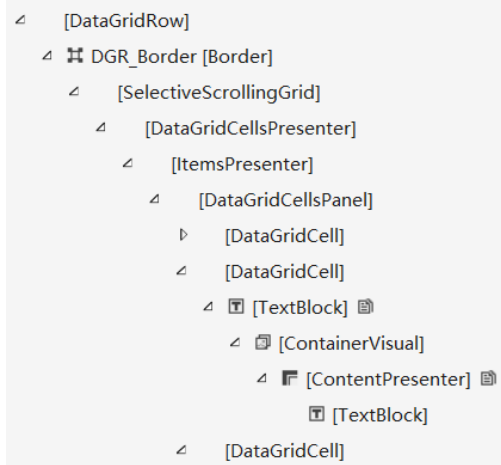


图 4.54 方案一可视化树图

```
<DataGridTextColumn Header="名称" Binding="{Binding fileName}" IsReadOnly="True" Width="2*"
    ElementStyle="{StaticResource dgCell}"/>
<DataGridTextColumn Header="大小" Binding="{Binding fileSize}" IsReadOnly="True" Width="0.6*"
    ElementStyle="{StaticResource dgCell}"/>
<DataGridTextColumn Header="上传时间" Binding="{Binding uploadTime}" IsReadOnly="True" Width="*"
    ElementStyle="{StaticResource dgCell}"/>
```

图 4.55 elementStyle 绑定元素程序图

```
<Style x:Key="dgCell" TargetType="TextBlock">
    <Setter Property="TextAlignment" Value="Center"/>
    <Setter Property="VerticalAlignment" Value="Center"/>
</Style>
<Style TargetType="DataGridColumn">
    <Style.Triggers>
        <Trigger Property="IsSelected" Value="True">
            <Setter Property="Background" Value="#CDE8FF"/>
            <Setter Property="Foreground" Value="Black"/>
            <Setter Property="BorderBrush" Value="#e6e6e6"/>
        </Trigger>
    </Style.Triggers>
</Style>
```

图 4.56 elementStyle 设置样式程序图

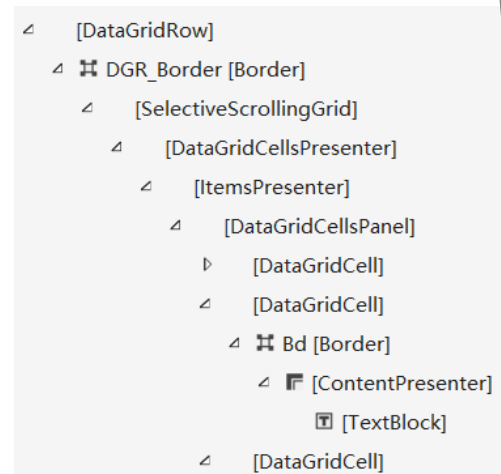


图 4.57 方案二可视化树图

两种方法都达到了预期的精确选中行的目的，如图 4.58 所示。

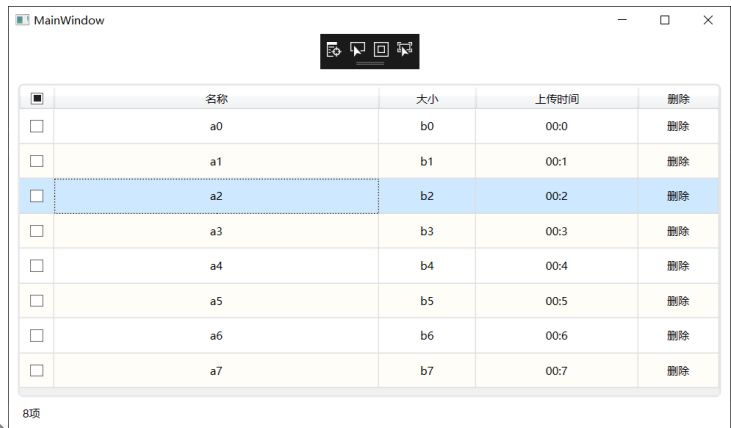


图 4.58 选中行预期图

4.6 本章小结

本章主要是对平台的功能实现进行了详细的描述。债务平台功能模块主要分为登录模块、债务基础信息模块、债务审核模块和平台维护模块，在深入了解集团需求的基础上，尽可能实现债务业务相关的完整的功能，最后对功能实现中遇到的行选问题提出的新方法进行了详细的描述。

5 平台测试

5.1 测试概要

首先采用白盒测试（模块测试）的方法对平台数据的输入输出，进行功能是否完整的测试。接下来使用黑盒测试（集成测试）^[16]对程序中存在的接口，以及模块之间的相互数据调用的测试。最后在不同版本的 windows 电脑上系统进行严格测试，发现问题，尽早解决，以保证软件上线后的正常运行，同时尽可能满足用户对债务平台的需求。

在测试中对平台开展了重要的数据安全性的测试。对平台数据安全性的测试^[17]通过保护测试来实现，从以下几方面进行测试：

（1）权限控制

不同的用户角色对应不同权限，同时对没有权限的用户禁止使用债务平台。

（2）重要数据加密

重要的数据在传输中需要保证安全性，在数据传输前使用加密算法对数据加密，如用户口令等在客户端和服务端之间传递的参数等进行加密。

（3）数据备份

用户可以进行数据的备份，恢复受损的数据信息，同时设置平台数据库数据每天定时备份。

（4）控制登录次数，达到限制次数，发送预警信息给相关人员，当天不能再登录。

（5）控制查询、删除、修改每天次数的限制，达到控制次数自动退出系统，发送预警信息给相关人员，在给定时间内不能再登录。

（6）从业务逻辑上，代码上控制不同的用户只能访问相应的资源，不属于权限范围内的数据不可访问。

（7）选择保存密码的情况下，对密码加密处理进行保存。

（8）本文中使用 AES+RSA 加密的方案，有效的保证了接口数据全程加密传输、防篡改、防重放，保证数据的完整性。在安全的前提下同时具有较高性能，用户可及时获取可靠数据。

5.2 测试结果分析

经平台的整体测试，软件存在的一些轻微错误都已修改，并通过了复测，不存在较严重或较大的错误，软件为可发布的安全版本^[18]。

5.3 本章小结

本章讲述了本文平台的测试方法和测试结果，达到了预期的需求。

武汉科技大学版权所有

结束语

车都集团债务平台是基于集团目前财务管理的实际情况设计，在传统的债务管理模式的基础上进行了创新性的开发，大大提高了集团资金管理效率，满足了集团当前发展中对债务管理的需求。

平台的设计将债务管理平台分为债务平台登录子系统、债务基础信息管理子系统、债务信息审核子系统、债务信息维护子系统四大部分。这样根据用户权限登录平台，不仅提高了平台的安全性，还提高了集团债务管理工作人员的效率。

车都集团债务平台的设计与实现是基于软件工程的思想，首先描述了平台的功能需求和性能需求，同时基于需求分析建立了功能模型，在此基础上进行平台的开发。在完成平台开发后，运用详细的测试思路和规范的测试流程保证了平台的稳定运行。目前平台已经上线运行，为集团的债务管理部门工作人员提供了便利，极大的提高了债务工作人员的工作效率。

虽然完成了程序的功能，但是平台是以电脑端应用程序的形式实现的。目前 Web 在我们生活中的广泛使用，可以考虑实现在 Web 端的债务平台网站，使得简化用户安装软件的流程，提高在不同版本客户端的兼容性。

参考文献

- [1] 谈一旭. 计算机工程现代化技术的发展现状[J]. 网络安全技术与应用, 2021, (01): 65~66.
- [2] 杨昌林. 集团债务信息管理系统的设计与实现[D]. 西安电子科技大学硕士学位论文. 2015. 16~17.
- [3] 吴大龙. 盛京银行债务管理系统设计与实现[D]. 大连理工大学硕士学位论文. 2014. 9~10.
- [4] 刘璐. 健全政府债务管理机制防范政府债务风险[J]. 科技经济导刊, 2019, (25): 215.
- [5] 郑葵方. 地方政府债务管理的系统框架分析[J]. 中国货币市场, 2017, (11): 57~60.
- [6] 张乐乐. 地方政府债务管理的国际经验借鉴[J]. 财会通讯, 2021, (7): 152~156+161.
- [7] Zhang Zhongxiang. Debt Management[J]. ChinAfrica, 2018, (9): 10~11.
- [8] Ye Haisheng. Enterprise Financing and Foreign Debt Management[J]. China Forex, 2020, (2).
- [9] 宋丽亚. 基于 CDIO 的“面向对象分析与 UML”课程的教学方法研究与实践[J]. 教育现代化, 2016, (33): 190~191+196.
- [10] Dave Bernstein, Grady Booch. The UML and the Rational Unified Process [J]. IEEE Software, 2020, 37(6): 12.
- [11] 于万鹏. 计算机系统的维护与管理[J]. 百科论坛电子杂志, 2019, (20): 521.
- [12] 艾尔肯江·伊不拉音. 浅谈 Microsoft.NET 技术[J]. 黑龙江科技信息, 2016, (4): 181.
- [13] 曲卫华. Microsoft.NET Framework 环境中异步编程浅析[J]. 太原大学学报, 2010, (2): 116~119.
- [14] 刘平, 王晖. .NET 委托的实现机制和使用简介[J]. 数字化用户, 2019, (20): 93.
- [15] 高洪涛. .Net 安全性探讨[J]. 赢未来, 2017, (31): 411~412.
- [16] 卜晔. 软件测试策略和测试方法的应用分析[J]. 科技风, 2020, (36): 105~106.
- [17] 沈莹. 计算机软件基于多平台的测试方法分析[J]. 电子测试, 2020, (24): 129~130+83.
- [18] 冯阳. 计算机系统集成的实施与管理[J]. 大科技, 2020, (31): 202~203.

致 谢

在大学四年的求学生涯中，我学习和掌握了与计算机科学与技术相关的专业知识，更是深切地感受到武汉科技大学浓郁的学术氛围和教师深厚的学术功底、严谨的治学态度。

首先特别感谢我的本科论文指导老师郑老师，我在去年7月份时参与了郑老师的债务平台项目组，在项目开发过程中，遇到难题及时与老师和同学讨论解决方法，给了我极大的启示，提高了开发的效率，并在3个月后成功验收程序，在集团内部上线使用。这次项目经验使我对软件的开发流程有了一个更加深入的了解。

最后，衷心感谢评阅本文的各位老师，感谢您们百忙之中抽出时间对我的论文提出的宝贵意见和批评，我会再接再厉。

附录 A

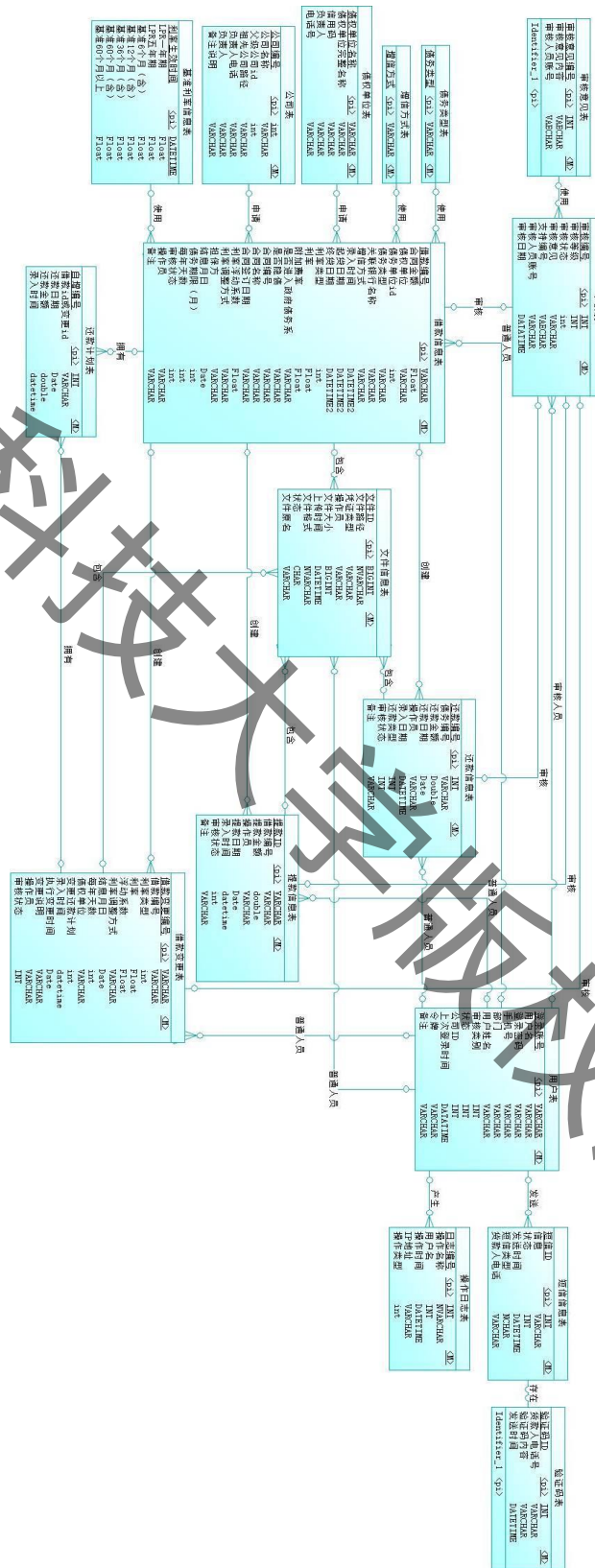


图 A1 债务平台 E-R 图