

# CS3611 计算机网络课程设计 大作业提交说明

## 项目概述

本项目实现了一个功能完整的邮件系统，包含 SMTP/POP3 服务器、客户端以及 PGP 加密等扩展功能。系统支持 SSL/TLS 加密通信、用户认证、高并发处理和完整的邮件存储功能。

## 实验提交内容

### 1. 代码实现

#### 1.1 客户端完整源码（支持发送/接收/附件功能）

目录： ./client/

- **核心功能模块**

- smtp\_client.py - SMTP 客户端核心实现 (22KB, 553行)
- pop3\_client\_refactored.py - POP3 客户端重构版本 (9.8KB, 315行)
- pop3\_client\_legacy.py - POP3 客户端完整版本 (53KB, 1371行)
- mime\_handler.py - MIME 格式处理模块 (8.1KB, 275行)

- **PGP 加密支持**

- smtp\_client\_pgp.py - 支持 PGP 加密的 SMTP 客户端 (11KB, 323行)
- pop3\_client\_pgp.py - 支持 PGP 解密的 POP3 客户端 (13KB, 364行)

- **命令行接口**

- smtp\_cli.py - SMTP 命令行工具 (13KB, 377行)
- pop3\_cli.py - POP3 命令行工具 (15KB, 412行)
- smtp\_cli\_pgp.py - 支持 PGP 的 SMTP 命令行工具 (15KB, 439行)

- **连接管理与安全**

- connection\_pool.py - 连接池管理 (15KB, 483行)
- pop3\_connection\_manager.py - POP3 连接管理器 (14KB, 376行)
- security.py - 安全功能模块 (9.4KB, 310行)
- socket\_utils.py - Socket 工具函数 (2.2KB, 87行)

## 1.2 服务端脚本（含并发处理与数据库操作）

目录： ./server/

- **核心服务器**
  - smtp\_server.py - SMTP 服务器实现 (21KB, 551行)
  - pop3\_server.py - POP3 服务器实现 (32KB, 848行)
- **数据库管理**
  - new\_db\_handler.py - 新版数据库处理器 (39KB, 1060行)
  - db\_connection\_pool.py - 数据库连接池 (9.6KB, 323行)
  - email\_repository.py - 邮件存储仓库 (22KB, 658行)
  - db\_models.py - 数据库模型定义 (11KB, 316行)
  - migration\_helper.py - 数据库迁移工具 (11KB, 338行)
- **认证与会话管理**
  - user\_auth.py - 用户认证模块 (11KB, 414行)
  - pop3\_session.py - POP3 会话管理 (9.7KB, 266行)
  - pop3\_commands.py - POP3 命令处理 (31KB, 850行)
- **内容管理**
  - email\_content\_manager.py - 邮件内容管理器 (20KB, 528行)

## 1.3 扩展功能代码

主要分布在以下目录：

- **PGP 端到端加密** ( ./pgp/ )
  - pgp\_manager.py - PGP 密钥和加密管理 (23KB, 603行)
  - key\_manager.py - 密钥管理器 (16KB, 460行)
  - email\_crypto.py - 邮件加密/解密 (20KB, 454行)
  - pgp\_cli.py - PGP 命令行界面 (19KB, 532行)
- **Web 界面** (根目录)
  - simple\_web\_client.py - Web 邮件客户端 (31KB, 853行)
  - run\_simple\_web.py - Web 服务启动脚本 (1.2KB, 49行)
  - templates/ - HTML 模板文件
    - simple\_index.html - 主页界面
    - simple\_send.html - 发送邮件界面
    - simple\_receive.html - 接收邮件界面
    - simple\_add\_account.html - 账户配置界面
- **其他功能模块**
  - pgp\_cli.py - 根目录 PGP 命令行工具 (29KB, 799行)
  - email\_providers\_config.py - 邮件提供商配置 (6.0KB, 211行)

- user\_manager.py - 用户管理模块 (9.5KB, 308行)
- spam\_filter/ - 垃圾邮件过滤模块

## 2. 设计文档

### 2.1 协议交互流程图

目录: ./charts/

- 邮件协议流程图

- email\_protocol\_flow-1.pdf - 详细协议交互流程 (211KB)
- email\_protocol\_flow-2.pdf - SMTP/POP3 交互时序图 (101KB)
- email\_protocol\_flow-3.pdf - 简化协议流程 (48KB)
- email\_protocol\_flow-4.pdf - 认证流程图 (60KB)

### 2.2 MIME 结构示例

目录: ./charts/

- MIME 结构图表

- mime\_structure-1.pdf - 基础 MIME 结构 (37KB)
- mime\_structure-2.pdf - 多部分 MIME 详解 (95KB)
- mime\_structure-3.pdf - 附件处理结构 (51KB)
- MIME\_Structure\_Diagram.pdf - 综合 MIME 结构图 (117KB)

### 2.3 SSL 握手过程

目录: ./charts/

- TLS 握手流程图

- tls\_handshake-1.pdf - 完整 TLS 握手过程 (118KB)
- tls\_handshake-2.pdf - 证书验证流程 (116KB)
- tls\_handshake-3.pdf - 密钥交换过程 (103KB)
- tls\_handshake-4.pdf - 加密参数协商 (64KB)
- tls\_handshake-5.pdf - 连接建立确认 (46KB)
- tls\_handshake-6.pdf - 错误处理流程 (59KB)
- tls\_handshake-7.pdf - 优化握手过程 (59KB)

## 2.4 技术文档（根目录）

- 邮件协议交互流程图.md - 邮件协议详细分析（10KB, 312行）
- 邮件协议交互流程详细分析.md - 深入协议分析（11KB, 367行）
- MIME\_RFC\_COMPREHENSIVE\_RESEARCH.md - MIME RFC 规范研究（10KB, 281行）
- MIME\_Structure\_Visual\_Diagram.md - MIME 结构可视化说明（16KB, 342行）
- TLS\_PROTOCOL\_COMPREHENSIVE\_RESEARCH.md - TLS 协议全面研究（22KB, 799行）
- TLS\_HANDSHAKE\_FLOWCHARTS.md - TLS 握手流程图说明（14KB, 427行）
- TLS\_ALERT\_MESSAGES\_ANALYSIS.md - TLS 警报消息分析（18KB, 657行）
- PROJECT\_ARCHITECTURE.md - 项目架构设计文档（23KB, 866行）

## 2.5 学术海报

目录： ./charts/

- academic\_poster\_cs3611.pdf - 项目学术海报（286KB）

## 3. 测试报告

### 3.1 并发压力测试结果

根目录下的测试报告文件：

- **50 用户并发测试**
  - 50并发压力测试报告.html - 50 并发用户测试详细报告（17KB, 565行）
  - **测试结果摘要：**
    - 成功发送：50 封邮件
    - 成功接收：50 封邮件
    - 正确匹配：50 封邮件
    - 匹配率：100.0%
- **200 用户并发测试**
  - 200并发压力测试报告.html - 200 并发用户压力测试报告（17KB, 538行）
  - **测试结果表明系统能够稳定处理高并发负载**

### 3.2 测试框架与工具

目录： ./tests/

- 单元测试、集成测试和性能测试模块
- 测试输出目录： ./test\_output/

## 4. 用户手册

### 4.1 客户端配置说明

**注意：** 本节将配合用户截图演示一起完成。以下是初步的配置指南框架：

#### 4.1.1 系统要求

- **操作系统：** Windows 10/11, macOS, Linux
- **Python 版本：** 3.8 或更高版本
- **网络要求：** 支持 SMTP/POP3 协议的网络环境

#### 4.1.2 快速开始

**最简单的使用方式：**

```
# 安装依赖
pip install -r requirements.txt
```

```
# 初始化环境
python init_project.py
```

```
# 启动统一CLI界面
python cli.py
```

#### 4.1.3 服务器配置参数

**SMTP 服务器配置：**

- **默认端口：** 8025 (非加密) , 465 (SSL加密)
- **认证方式：** 用户名/密码认证
- **加密支持：** SSL/TLS

**POP3 服务器配置：**

- **默认端口：** 8110 (非加密) , 995 (SSL加密)
- **认证方式：** 用户名/密码认证
- **加密支持：** SSL/TLS

#### 4.1.4 SSL 证书配置

**自动 SSL 推断：**

- 系统在使用标准 SSL 端口 (465, 587, 993, 995) 时自动启用 SSL
- 可通过 `--ssl` 参数显式控制 SSL 启用/禁用

#### 证书文件位置:

- 证书目录: `./certs/` (如果存在证书文件)
- 系统支持自签名证书用于测试环境

#### 4.1.5 参数优先级系统

##### 配置参数按以下优先级处理:

1. **命令行参数** (最高优先级)
2. 配置文件设置
3. 环境变量
4. 系统默认值

#### 示例命令:

```
# 发送邮件 (指定服务器和端口)
python -m client.smtp_cli \
    --host localhost --port 8025 \
    --username testuser --password testpass \
    --from test@example.com --to test@example.com \
    --subject "测试邮件" --body "邮件内容"

# 接收邮件 (SSL端口自动启用SSL)
python -m client.pop3_cli \
    --host localhost --port 995 \
    --username testuser --password testpass --list
```

#### 4.1.6 PGP 加密配置

##### PGP 功能使用:

```
# 启动 PGP 加密邮件客户端
python pgp_cli.py

# 运行 PGP 完整演示
python demo_pgp_with_auth.py
```

#### PGP 测试用户:

- 用户名： pgptest
- 密码： pgp123

#### 4.1.7 Web 界面访问

**启动 Web 客户端：**

```
python run_simple_web.py
```

**Web 界面功能：**

- 邮件发送和接收
- 账户管理
- 附件处理
- 响应式设计界面

(详细的界面配置说明将配合截图演示补充完整)

## 5. 项目特色与创新点

### 5.1 技术创新

- **智能 SSL 推断：**根据端口自动启用/禁用 SSL 加密
- **参数优先级系统：**完善的配置管理机制
- **高并发优化：**支持 200+ 并发连接，性能稳定
- **PGP 端到端加密：**完整的加密邮件解决方案

### 5.2 系统特性

- **多客户端支持：**命令行、Web界面、PGP客户端
- **完整的协议实现：**SMTP/POP3 协议完全支持
- **数据库优化：**SQLite WAL 模式，连接池管理
- **安全性保障：**SSL/TLS 加密，用户认证，权限管理

### 5.3 扩展功能

- **垃圾邮件过滤：**智能过滤机制
- **邮件格式支持：**HTML/纯文本/MIME 多部分邮件
- **附件处理：**完整的附件编码/解码功能
- **用户管理：**用户注册、认证、权限管理

## 6. 演示内容说明

### 6.1 发送带附件的邮件并展示接收端完整解析

- **演示脚本：** demo\_attachment\_email.py (12KB, 357行)
- **演示说明：** ATTACHMENT\_DEMO\_README.md (5.7KB, 205行)
- **演示内容：**
  - 发送包含多种格式附件的邮件
  - 接收端完整解析 MIME 结构
  - 附件提取和保存演示
  - 邮件头部信息解析

### 6.2 模拟中间人攻击，展示SSL加密防护效果

- **相关文档：** docs/REALISTIC\_MITM\_GUIDE.md (4.8KB, 165行)
- **安全指南：** docs/email\_security\_guide.md (13KB, 405行)
- **演示内容：**
  - 非加密连接的数据包捕获
  - SSL/TLS 加密连接的保护效果
  - 证书验证机制演示
  - 中间人攻击防护验证



## 7. 文件结构总览

```
cs3611_email/
├── client/           # 客户端源码（16个核心文件）
├── server/           # 服务端源码（16个核心文件）
├── pgp/              # PGP加密功能（5个文件）
├── charts/           # 设计文档图表（32个PDF/SVG文件）
├── docs/             # 技术文档（30个MD文件）
├── templates/        # Web界面模板（6个HTML文件）
├── tests/            # 测试框架
├── 50并发压力测试报告.html    # 并发测试报告
├── 200并发压力测试报告.html    # 高并发测试报告
├── README.md         # 项目说明
├── PROJECT_ARCHITECTURE.md     # 架构设计文档
├── 邮件协议交互流程图.md      # 协议分析文档
├── TLS_PROTOCOL_COMPREHENSIVE_RESEARCH.md # TLS研究文档
├── MIME_RFC_COMPREHENSIVE_RESEARCH.md     # MIME研究文档
└── requirements.txt    # 依赖包列表
```

## 8. 运行环境与依赖

**Python 包依赖（requirements.txt）：**

- cryptography==41.0.7
- PyQt5==5.15.10
- Flask==3.0.0
- sqlite3 (Python标准库)
- 其他网络和加密相关包

**系统要求：**

- Python 3.8+
- Windows/macOS/Linux
- 2GB+ 可用内存
- 网络连接（用于SSL证书验证）

## 9. 提交说明

本项目包含了完整的邮件系统实现，从底层协议到用户界面都有详细的实现和文档。所有代码都经过测试验证，文档齐全，符合课程设计要求。

### 主要成果：

- ☒ 完整的 SMTP/POP3 服务器实现
- ☒ 多样化的客户端 (CLI/Web/PGP)
- ☒ 详细的技术文档和设计图表
- ☒ 全面的并发性能测试
- ☒ PGP 端到端加密扩展
- ☒ SSL/TLS 安全通信保护

### 演示视频将展示：

1. 系统完整功能演示
2. 附件邮件发送和接收
3. SSL 加密防护效果
4. PGP 端到端加密演示
5. 高并发性能验证

**提交时间：** 2025年6月

**项目规模：** 约 10,000+ 行代码，50+ 文件

**测试覆盖：** 单元测试、集成测试、性能测试、安全测试