

北京邮电大学

Beijing University of Posts and Telecommunications

酒店分布式温控计费系统  
系统解决方案



305b 组

2021 年 3 月 17 日

# 目录

1.	关于本方案.....	4
2.	概述.....	4
2.1.	项目背景.....	4
2.2.	建设目标.....	4
2.3.	建设原则.....	4
3.	需求描述与分析.....	4
3.1.	概述.....	5
3.2.	需求描述.....	5
3.2.1.	业务需求.....	5
3.2.2.	性能需求.....	5
3.2.3.	安全需求.....	5
3.2.4.	维护需求.....	5
3.3.	需求分析.....	6
3.3.1.	系统涉众分析.....	6
3.3.2.	功能需求分析.....	6
4.	总体设计.....	7
4.1.	总体设计目标.....	7
4.2.	总体设计原则.....	7
4.3.	总体逻辑架构设计.....	8
4.4.	网络系统设计.....	8
4.5.	硬件系统设计.....	9
5.	详细设计.....	9
5.1.	技术架构设计.....	9
5.1.1.	设计思路.....	9
5.1.2.	设计原则.....	9
5.2.	安全设计.....	10
5.3.	功能设计.....	10
5.3.1.	从控机模块.....	10
5.3.2.	主机模块.....	11
5.3.3.	前台模块.....	12
6.	项目实施方案.....	13
6.1.	项目管理.....	14
6.1.1.	项目执行原则.....	14
6.1.2.	适用范围.....	14
6.1.3.	文档资料管理.....	14

6.1.4.	项目进度控制.....	14
6.1.5.	工作职责.....	15
6.2.	软件测试方案.....	16
6.2.1.	测试目标.....	16
6.2.2.	测试策略.....	16
6.2.3.	测试执行.....	17
7.	成本预估.....	17
7.1.	软件开发价格估算.....	17
7.2.	软件（系统）维护收费价格估算方法.....	18
7.3.	系统集成价格的估算方法.....	18
7.4.	系统解决方案费用估算方法.....	19

# 1. 关于本方案

本文档详细描述了酒店分布式温控计费系统各项功能的设计方案，该系统提供中央空调、房间控制面板、前台的应用模块，使得入住的客户可以根据自身需求设定温度和风速的调节，同时房间内的控制面板显示所需支付的金额，从而响应节能环保理念。

开发人员可通过阅读该文档快速了解每一个功能的业务逻辑，便于日后对系统进行修改时参考，同时本文档也是与终端用户进行系统功能、业务流程确认的文档之一。

## 2. 概述

### 2.1. 项目背景

如今，随着空气质量及环境的不断恶化，人们愈发提倡节能环保的理念。酒店作为旅游业务三大支柱之一住宿业的重要组成部分，数量增长快速，种类更加丰富，深受一般商务人士、工薪阶层、普通自费旅游者和学生等人群的欢迎。在绿色发展的前提下，提升服务品质、降低服务成本，无疑将进一步增大酒店的竞争力。某酒店为响应节能环保理念，决定推行自助计费式中央温控系统，同时客户也能够根据自身需求调节空调的风速和温度，从而节省人力电力的成本。

### 2.2. 建设目标

建设一个基于 socket 套接字、“客户端-服务器”模式的中央空调管理系统。此系统服务于酒店或公寓等场所下的住户及服务管理人员。通过在各个住户房间的终端使得住户对于空调的信息反馈及期望控制参数传递给中央空调系统，以便于酒店管理人员的控制和统计。

### 2.3. 建设原则

系统安全，操作方便，易于维护，节能环保，成本低廉。

# 3. 需求描述与分析

## 3.1. 概述

要求开发出一整套的空调控制系统，该系统将大规模应用于酒店中。为了响应国家节能环保的组织号召，同时也符合酒店的原则，帮助客人节约资金，帮助酒店节约管理与维护费用，该系统将采用自主计费的方式，由酒店住客决定空调的运行计划并且把该计划所需要的资金实时的显示出来。同时，酒店的管理部门可以使用监管系统来监视各个房间空调的使用情况，并在必要时控制这些空调的状态。

## 3.2. 需求描述

### 3.2.1. 业务需求

1. 需要建立 C/S 模式，在每个房间设置空调控制终端，并建立相应的可视化控制程序；
2. 需要在酒店中央服务器上搭建服务端，管理人员通过 PC 可以查看管理中央空调；
3. 客人可以通过房间内的空调终端，控制空调的温度，风向，模式等功能；

### 3.2.2. 性能需求

1. 要有高可靠性；
2. 不允许系统发生崩溃；
3. 应有较低的时延。

### 3.2.3. 安全需求

中央空调系统应当建立在区域内，数据传输均在局域网内进行。外部网络无法得到任何数据；管理人员优先级最高，必要时可以强制停止系统的行为。

### 3.2.4. 维护需求

1. 日志需求；
2. 日常维护：包括软件和硬件的“健康检查”。

3. 故障报警：当系统出现严重故障时，能够给出足够的信息，并触发故障处理流程。
4. 故障定位的能力。

## 3.3. 需求分析

### 3.3.1. 系统涉众分析

1. 控制空调系统的可能是各个年龄阶层的人，所以客户端的控制面板力求简洁清晰；
2. 此系统面向所有具备有中央空调的酒店，需要有良好的兼容性；

### 3.3.2. 功能需求分析

1. 中央空调系统由中央空调主机和房间内的空调机两部分构成；
2. 中央空调系统既可以制冷，也可以辅热，适用于全年各类的气候。
3. 管理人员的优先级要高于系统自身的优先级，并且管理人员负责中央空调系统的总开关。
  - i. 当中央空调开机后，缺省工作温度为  $26^{\circ}\text{C}$ ；
  - ii. 当总开关关闭后，各个房间的终端也相应关闭；
  - iii. 当有来自从控机的温控要求时，中央空调开始工作；
  - iv. 当所有房间都没有温控要求时，中央空调的状态回到待机状态。
4. 房间内只有独立的从控空调机，但没有冷暖控制设备。
  - i. 从控机具有一个温度传感器，实时监测房间的温度，并与从控机的目标设置温度进行对比，并向中央空调机发出温度调节请求。
  - ii. 如果从控机发出的请求和中央空调设置的冷暖控制状态发生矛盾时，以中央空调机的状态优先，否则中央空调机不予响应。
5. 从控机有两种开关方式，一是由中央空调系统开启，二是由终端控制面板开启，开启后，可以通过控制面板来进行温度的读取和控制。并且，控制面板还实时显示当前空调的模式、风速等。
6. 控制面板的温度调节可以连续变化也可以断续变化，但是每次对使用调节按钮的判定都有不同：房间目标温度达到后，从控机自动停止工作。
  - i. 房间温度随着环境温度开始变化，当房间温度超过目标温度  $1^{\circ}\text{C}$  时，重新启动；
7. 中央空调能够实时监测各房间的温度和状态，并要求实时刷新的频率能够进行配置；
8. 要求分控机的控制面板能够发送高、中、低风速的请求。
9. 系统中央空调部分具备计费功能：可根据中央空调对分控机的请求时长及高中低风速的供风量进行费用计算。

10. 中央空调监控具备统计功能，可以根据需要给出日报表、周报表和月报表；报表内容如下：房间号、开关机的次数、温控请求起止时间、温控请求的起止温度及风量大小。
11. 中央空调同时能处理至少三台分控机的请求。

## 4. 总体设计

### 4.1. 总体设计目标

(1)、软件设计目标：正确性、健壮性、灵活性、可重用性、高效性

- a. 正确性：也就是满足应用程序的需求。
- b. 健壮性：是指软件对于规范要求以外的输入情况的处理能力。也就是说，在异常情况下，软件能够正常运行的能力。
- c. 灵活性：就是可以允许代码修改平稳地发生，而不会波及到很多其他的模块。
- d. 可重用性：也就是重复使用的意思。
- e. 高效性：一般指两个方面，一是执行效率，二是存储效率。

(2)、良好设计的特征：可扩展性、灵活性、可插入性

- a. 可扩展性：新功能容易加入，而且不会影响已有功能，即不“僵硬”
- b. 灵活性：修改一个地方，不会影响其他，即不“脆弱”
- c. 可插入性：用一个容易替换另一个类，只要它们实现相同接口即可，即低“黏度”

(3)、面向对象的三大特征：继承性、封装性、多态性

- a. 继承性：特殊类的对象具有其一般类的对象的全部属性和行为，即称特殊类对一般类的继承。
- b. 封装性：把对象的属性和行为组合成为一个独立的单位或部件，并尽可能隐蔽对象的内部细节，而只保留必要的对外接口，使之与外部发生联系。
- c. 多态性：是指不同类型的对象接收相同的消息时，产生不同的行为

### 4.2. 总体设计原则

#### ■ 可行性原则

本系统涉及数据量大、安全性要求高，要考虑技术、经济、实施等方面的问题，设计出一个切实可行的软件系统。

#### ■ 实用性原则

实用性是系统的基本要求也是最高要求，要使该温控系统实用，除了要全面了解技术上的动态外，更要了解酒店管理、顾客使用的实际需求。

#### ■ 可靠性原则

作为对酒店收支方式之一的管理系统，在技术上应优先考虑系统的可靠性，以保证系统具有良好的运行状态，系统平台的可靠性要从硬软件平台、网络构建、通信介质等多方面进行考虑。

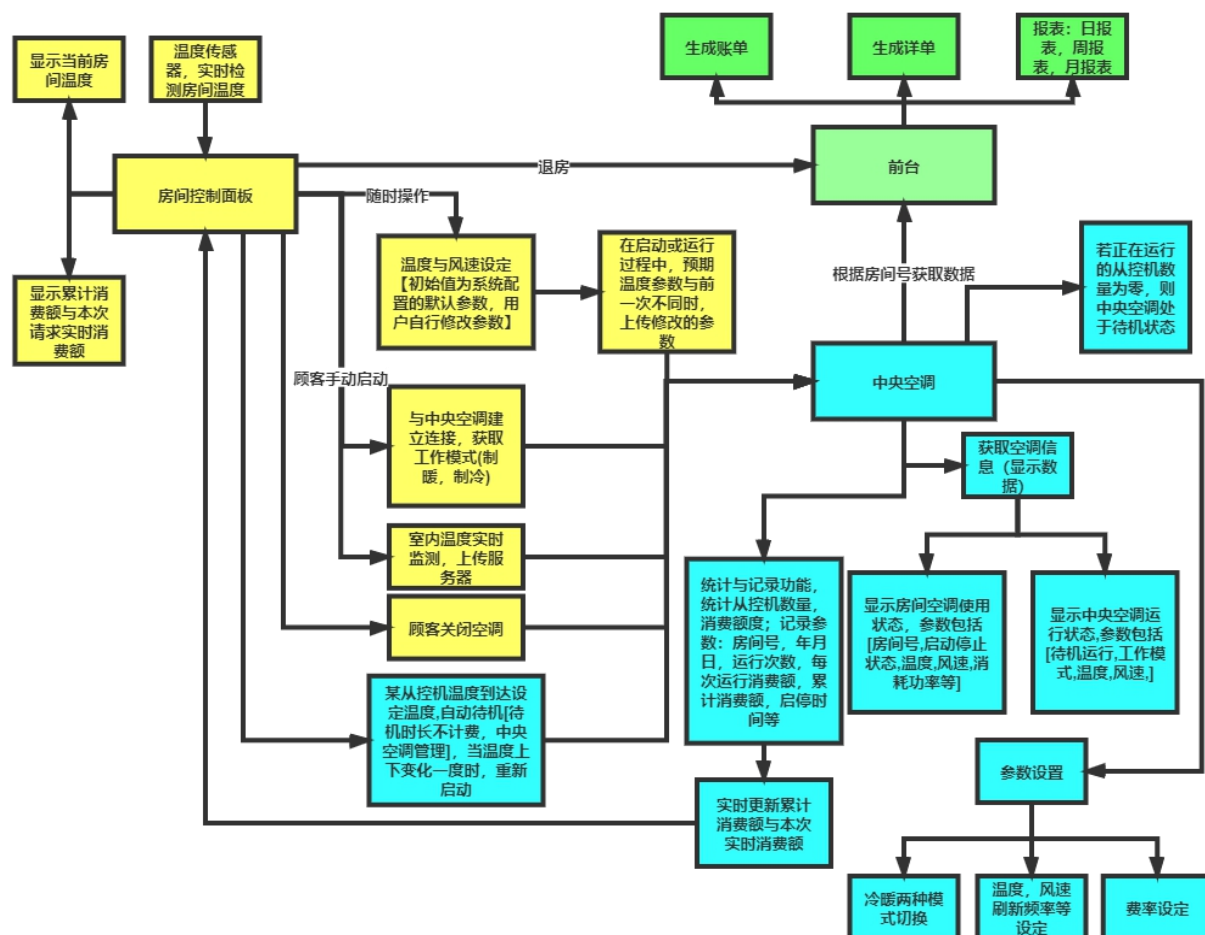
### 4.3. 总体逻辑架构设计

总体逻辑架构如下：

客户终端层级——房间控制面板模块（从控机）

服务器、数据库层级——中央空调模块（主机）

前台控制层级——前台模块



#### 中央空调实现不同控温的方式

以风系统为例，每个房间都有一个独立的温控开关，控制一个单独的两位或三位阀门，房间温度是20度，当房间温控开关打开，并设定在25度，温控器会控制阀门打开或全开，向房间吹热风，只要密封度足够，房间内的温度就会逐渐升高，到达25度后，温控开关就会关闭阀门或使阀门处于半开状态，一旦温度降低，温控器控制阀门自动打开，温度又会上升。制冷时也是同样的原理，关键的问题是，供热时，中央空调必须有足够的送风量，同时又要高于任一房间所需的最高温度。制冷时，中央空调也必须有足够的送风量，同时又要低于任一房间所需的最低温度。其他水系统或氟系统工作原理类似，只不过使用的温控元器件不同。总之，中央空调要有足够的功率，才能使每个房间都达到理想的温控效果。

### 4.4. 网络系统设计

本系统的网络为一台主机连接酒店每个房间的从控机。经过小组内部和大组组长之间的协商，决定使用 Websocket 实现从控机与主机之间的通信。



## 4.5. 硬件系统设计

由于本系统规模较小，暂时不需要大型服务器、云存储设备等大型设备，仅使用几台基本的电脑即可实现。电脑的推荐配置如下：

Windows 10 操作系统（64 位）；  
2.8 GHz 或更高级别的处理器；  
8 GB 内存；  
40 GB 可用硬盘空间。

## 5. 详细设计

### 5.1. 技术架构设计

#### 5.1.1. 设计思路

1. 使用“客户端-服务器模式”；
2. 整体分为三个部分：
  - a. 主机：服务器的实现；
  - b. 从控机：客户端的实现；
  - c. 前台：管理人员控制命令的实现；
3. 从控机向主机发送 socket 包，主机接到包后，对中央空调系统进行相应控制，前台可以通过 ui 界面实时观测空调系统的各个参数，并有权强制停止或者获得数据信息。

#### 5.1.2. 设计原则

- 开闭原则：  
当需求有改动，尽量用继承或组合的方式来扩展类的功能，而不是直接修改类的代码。
- 依赖倒置原则：  
高层模块不应该依赖于低层模块，它们应该依赖于抽象。抽象不应该依赖于细节，细节应该依赖于抽象。
- 单一职责原则：  
永远不应该有多于一个原因来改变某个类。
- 接口隔离原则：  
一个类与另一个类之间的依赖性，应该依赖于尽可能小的接口。
- 迪米特法则：

尽量减少对象之间的交互，从而减小类之间的耦合。简言之，一定要做到：低耦合，高内聚。

#### ■ 里氏替换原则

使用基类的指针或引用的函数，必须是在不知情的情况下，能够使用派生类的对象。

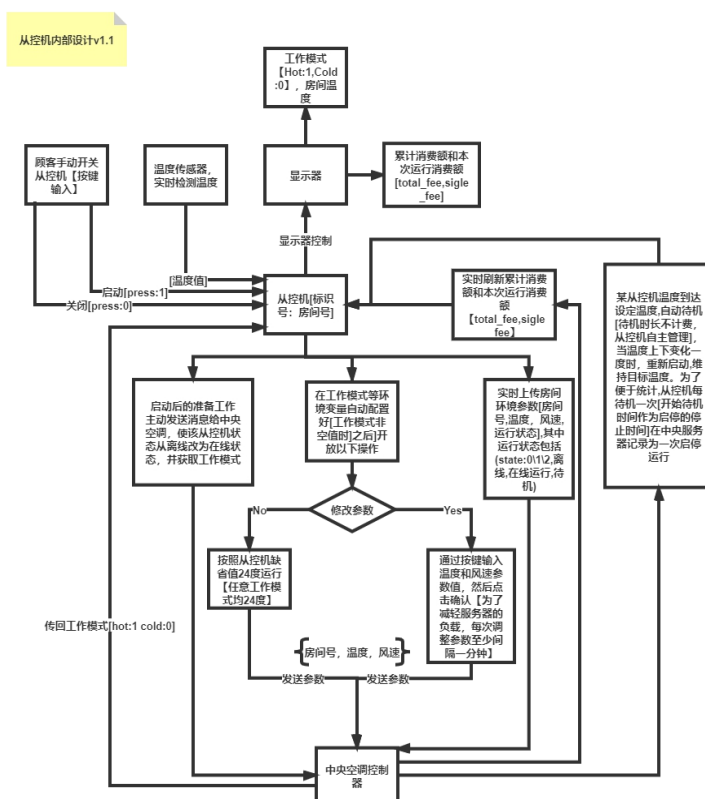
## 5.2. 安全设计

- 整套系统建立在同一局域网内，外网无法访问；
- 当中央空调系统出现自主控制错误时，管理人员可以进行手动控制，且管理人员优先级要高于系统自身的优先级；
- 当住户设置从控机的控制数据超出合理范围时，从控机将首先在终端显示错误信息，并提示用户重新输入。

## 5.3. 功能设计

### 5.3.1. 从控机模块

模块组织图：



### 功能详情:

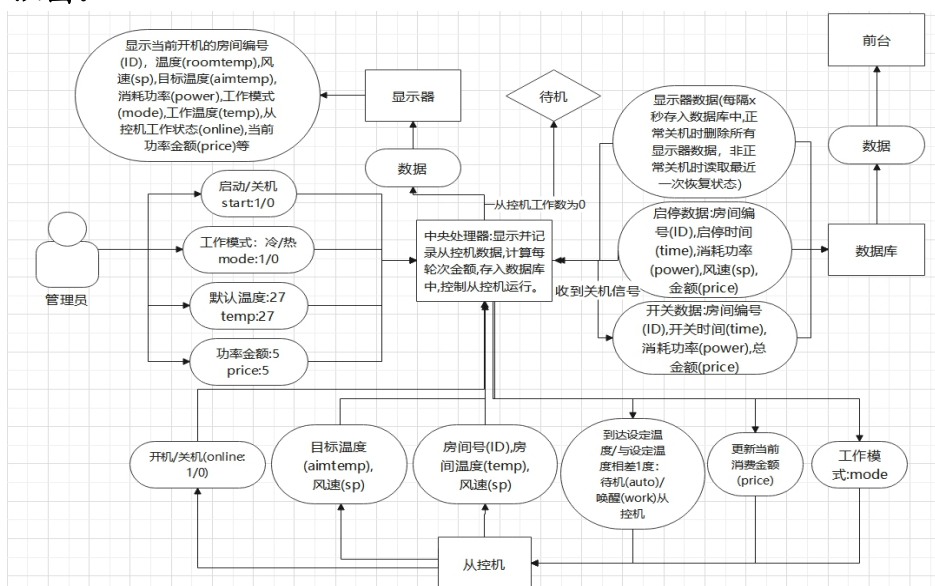
功能	说明
温度检测	实时检测房间的温度
控制面板显示器	可视化, 显示房间的温度, 从控机的风速, 本次消费额和累计消费额等数据
顾客手动开关从控机	控制从控机的启停
控制面板提供温度和风速的调整按键	每次升降一度, 风速升降一档
从控机与中央管理器的交互	温度, 风速和运行状态, 控制信息等传输

## 参数设置

参数	说明
state[0: 停机, 1: 运行, 2: 待机]	告知中央管理器从控机所处状态
mode[1: 制暖, 0: 制冷]	从控机从主机获得工作模式并在控制面板显示
累计消费 total_fee, 本次消费 single_fee	实时显示累计消费额和本次消费额
温度 roomtemp, 风速 sp, 预期温度 aimtemp	房间实时温度和风速, 预期温度
ID	房间号, 标识从控机

### 5.3.2. 主机模块

模块组织图:



**功能详情：**

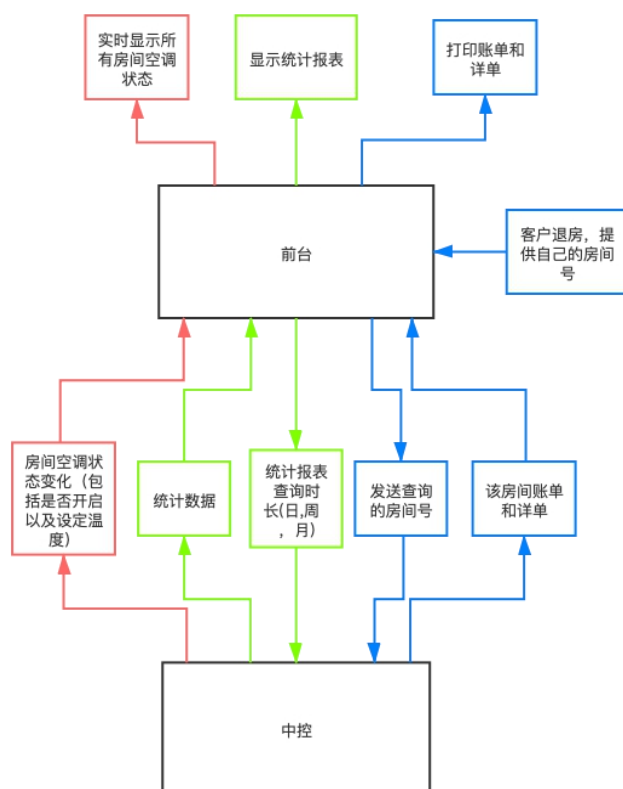
功能	说明
控制面板显示	可视化，显示各从控机数据与中央控机数据
管理员设定中央控机	供管理员开关中央控制并设置中央控机各参数
与从控机的交互	接收从控机传输来的各类信息并处理
待机运行	自行检查从控机运行状态，适时待机节省能源
运行数据库	记录各从控机的启停，开关信息与中央控机的运行信息
恢复系统	在系统奔溃重启后，自行检查恢复最近一次运行时的参数

**参数设置：**

参数	说明
start[0:关机,1:开机,2:待机]	标识主机工作状态
mode[0:制热,2:制冷]	标识主机工作模式
temp[工作温度],price[单位价格],	标识主机工作参数
total_fee[累计消费],single_fee[本次消费]	数据库中每次启停，开关的消费价格
time[系统时间]	数据库中启停，开关记录的时间信息

### 5.3.3. 前台模块

**模块组织图：**



#### 功能详情:

功能	说明
实时显示所有房间空调状态	包括空调是否开启以及设定的温度
查询统计报表	可以按日, 周, 月统计总消费额
退房时提供消费账单以及详单	根据客户的房间号从中控查询得到

#### 参数设置:

参数	说明
ID	房间编号, 用来查询累计金额
total_fee	客户累积消费金额
period	报表的统计时长
state	某房间空调的运行状态
temp	某房间设定的温度

## 6. 项目实施方案

## 6.1. 项目管理

### 6.1.1. 项目执行原则

为保证本项目能够有效、顺利地完，确立按照如下原则开展各项工作：

一、组长负责制，项目组成员接受组长的直接管理，为保证项目质量，组长有权利及义务安排分配、变更所有项目组成员的工作时间及工作内容，项目组成员向组长直接汇报，组长与其他组长进行交流对接，组长对项目结果负责；

二、参与项目建设的所有小组成员需对项目计划负责，以项目任务为导向开展各项工作；

三、项目计划责任到人，落实到天，日事日毕。

### 6.1.2. 适用范围

（一）本项目管理方案适用于小组所有成员；

（二）本项目管理方案适用于本项目开展过程中的准备、立项、执行、验收、服务等全部过程。

### 6.1.3. 文档资料管理

项目交付文档资料由 Microsoft Office 2007 及以上版本编写，每一篇可交付文档资料在最终确认之前，都要经过认真、详细审阅的过程，审阅者应该对文档资料处理过程的完整性、逻辑性以及各式进行审核，确认所交付文档不存在内容上的缺失、错误，满足项目交付文档的要求。

项目组成员的文档由项目组成员自我审阅之后，由组长审阅无误后方可提交，组长对可交付文档质量负责。

文档统一放在石墨文档和腾讯 QQ 群文件中管理。

文档名称规则总体按照“文档名称+版本号”的规则进行编写，例如《系统解决方案 1.0》。

### 6.1.4. 项目进度控制

以六人小组为单位进行开发，将开发过程严格细分，以明确分工，再由组长负责监督、检查和评价，确保在规定的时间内完成并提交以下软件系统开发内容。各项工作的进度汇报主要在各种形式的会议中体现。

名称	时间
系统解决方案	2021-03-19
需求定义及领域模型	2021-04-02
用例模型	2021-04-16
设计模型-动态结构设计	2021-05-14
设计模型-静态结构设计	2021-05-21
系统验收	2021-06-11

### 6.1.5. 工作职责

#### 一、项目组长

组长的主要职责如下：

1. 监控项目计划、进度；
2. 定期或不定期组织组员进行沟通，明确项目进展；
3. 审定各项目文档；
4. 协调小组分工；
5. 大力支持小组工作。

#### 二、模块负责人

模块负责人的主要职责如下：

1. 配合项目总体逻辑框架开展所负责模块涵盖的具体工作；
2. 对模块流程的讨论、确立工作负责；
3. 负责模块间接口的沟通和协调工作；
4. 对于模块构建中的问题，与小组其他人员进行沟通协调，并解决问题；
5. 负责模块过程中网络、操作系统、数据库系统等方面的规范要求及确定。
6. 定期向组长及其他模块负责人报告开发进度、结果。

#### 三、研发人员

研发人员的主要职责如下：

1. 按照技术方案描述的内容以及项目进度计划，进行项目成果的设计、编码、内部测试等工作，对产品及项目质量及可行性负责；
2. 负责系统数据的备份和恢复工作；
3. 与他人技术交流确定及讨论开发事项；
4. 定期向模块负责人报告进度、成果。

项目初步分工如下：

项目组长：崔思颖

模块负责人：

从控机模块——刘宝林

主机模块——戴骞

前台模块——杨雨晨

研发人员：305b 组全体人员

## 6.2. 软件测试方案

无论怎样强调软件测试的重要性和它对软件可靠性的影响都不过分，我们力求在每个阶段结束之前通过严格的技术审查，尽可能早地纠正差错。

### 6.2.1. 测试目标

测试的目标或定义：

- (1) 测试是为了发现程序中的错误而执行程序的过程；
- (2) 好的测试方案是极可能发现迄今为止尚未发现的错误的测试方案；
- (3) 成功的测试是发现了至今为止尚未发现的错误的测试。

由于测试的目标是暴露程序中的错误，从心理学角度看，由程序的编写者自己进行测试是不恰当的。因此，在综合测试阶段由其他人员完成测试工作。

### 6.2.2. 测试策略

系统测试策略主要针对测试需求确定测试类型及实施的测试方法与技术。系统测试类型一般包括：

- ☞ 功能测试
- ☞ 性能测试
- ☞ 负载测试
- ☞ 强度测试
- ☞ 安全性测试
- ☞ 配置测试
- ☞ 故障恢复测试
- ☞ 文档测试
- ☞ 用户界面测试

其中，功能测试、配置测试、安装测试在一般情况下是必需的。测试的方法与技术主要采用黑盒测试技术来设计测试用例，确定软件是否满足需求规格说明中的要求。



### 6.2.3. 测试执行

小组人员设计测试用例进行测试活动，分为两个阶段：

1. 集成测试、系统测试阶段：该阶段测试人员每天提交缺陷，并跟踪缺陷、验证缺陷，直到提交的缺陷被关闭或被保留。开发人员周期性提交修改过缺陷的新版本，测试人员在新版本上验证缺陷。

2. 回归测试阶段：在集成测试、系统测试阶段完成后，产品进入回归测试阶段。测试人员对修改后的产品重新进行功能验证，确保修改的正确性，验证在修改缺陷的同时没有引入新的问题。

测试结果将填入如下表格：

客户需求及需求标准	软件运行数据信息	是否达标（可说明）

## 7. 成本预估

### 7.1. 软件开发价格估算

首先给出一个软件开发价格的估算公式：

$$\text{软件开发价格} = \text{开发工作量} \times \text{开发费用} / \text{人} \cdot \text{月}$$

#### ● 开发工作量

其中，开发工作量与估算工作量经验值、风险系数和复用系数等项有关：

$$\text{软件开发工作量} = \text{估算工作量经验值} \times \text{风险系数} \times \text{复用系数}$$

#### ● 估算工作量经验值

工作量的计算是按一个开发工作人员在一个月能完成的工作量为单位，也就是通常所讲的“人·月”。本次任务开发时间长为1个月左右，小组人数6人，工作量估算为6人·月。

#### ● 风险系数（以 $\sigma$ 来表示）

单纯估算工作量经验值不足以对应突如其来的需求变化，所以应该对工作量进行一个风险系数的评估，数值保持在1~1.5之间。由于本次软件需求到时会有更换，讨论将风险系数将定为1.2。

#### ● 复用系数（以 $\tau$ 来表示）

软件可以通过二次开发，或利用已有的构件进行开发，能够减少工作量而复用系数用来描述这一点，数值保持在 0.25~1 之间本次软件的设计讨论将复用系数设置为 0.8。

● 开发费用 / 人·月：

开发费用的公式：

$$\text{开发费用} = B \times \lambda$$

其中：

$\lambda$ ：2.575\*T，T 为优质系数，表示软件的质量成本. 本次估算为 1.1。

B：软件企业的平均工资 / 人·月，本次估算为 1wrm。b。

最终给出软件开发价格的公式：

$$\text{软件开发价格} = A \times \sigma \times \tau \times B \times \lambda$$

A：估算工作量经验值（6 人·月）

B：软件企业的平均工资 / 人·月（1wrm。b）

$\sigma$ ：风险系数（1.2）

$\tau$ ：复用系数（0.9）

$\lambda$ ：综合系数（2.575\*1.1）

计算得到软件开发价格 = 163152rmb

## 7.2. 软件（系统）维护收费价格估算方法

本次软件交付后能够保证 7\*24 小时响应，并且可以及时到场，但不能做到常驻或者每天保持维护状态，所以符合 C 级的标准，计算的公式为：

$$\text{软件（系统）维护费/年} = U \times 5\%$$

U 为系统建设投资额，本次估算即为软件开发价格。

故（软件维护费 / 年）计算得 8157rmb/年。

## 7.3. 系统集成价格的估算方法

将整个系统所涉及到的设备、软件、网络整合起来，并能正常地运行，其运行的结果能达到用户建立该系统的目标。计算公式为：

$$\text{系统集成费} = U \times \alpha \times T$$

其中：

T：优质系数，表示软件的质量成本. 本次估算为 1.1。

U：系统建设投资额，本次估算即为软件开发价格。

$\alpha$ ：复杂程度。本次大约估算为 6%。

最后算出 系统集成费=10768rmb

#### 7.4. 系统解决方案费用估算方法

根据用户所提出的初步需求，包括应用软件开发的大体设想、费用估算、进度初步安排、信息化所涉及到的规章制度的一些规划。计算公式为：

$$\text{解决方案费用} = U \times \beta \times T$$

其中：

T：优质系数，表示软件的质量成本. 本次估算为 1.1。

U：系统建设投资额，本次估算即为软件开发价格。

$\beta$ ：复杂程度。本次大约估算为 1%。

最后算出解决方案费用=1794rmb

**最终所需成本预估为：1794+10768+163152=175714 元，以及 8157 元/年的维护费用。**