

# 武汉理工大学

## 数学建模暑期培训论文

### 第 1 题

#### 基于 xxxxxxxx 模型

---

### 第 10 组

姓名

刘子川（组长）

程宇

祁成

方向

编程

建模

写作

2020 年 7 月 19 日

## 摘要

控制高压油管的压力变化对减小燃油量偏差,提高发动机工作效率具有重要意义。本文建立了基于质量守恒定理的微分方程稳压模型,采用二分法、试探法以及自适应权重的蝙蝠算法对模型进行求解。//

针对问题一,建立基于质量守恒定律的燃油流动模型,考察单向阀开启时间对压力稳定性的影响。综合考虑压力与弹性模量、密度之间的关系,提出燃油压力-密度微分方程模型和燃油流动方程。本文采用改进的欧拉方法对燃油压力-密度微分方程求得数值解;利用二分法求解压力分布。综合考虑平均绝对偏差等反映压力稳定程度的统计量,求得直接稳定于 100MPa 的开启时长为 **0.2955ms**,在 2s、5s 内到达并稳定于 150MPa 时开启时长为 **0.7795ms**、**0.6734ms**,10s 到达并稳定于 150MPa 的开启时长存在多解。最后对求解结果进行灵敏度分析、误差分析。//

针对问题二,建立基于质量守恒定律的泵-管-嘴系统动态稳压模型,将燃油进入和喷出的过程动态化处理。考虑柱塞和针阀升程的动态变动,建立喷油嘴流量方程和质量守恒方程。为提高角速度求解精度,以凸轮转动角度为固定步长,转动时间变动步长,采用试探法粗略搜索与二分法精细搜索的方法求解,求得凸轮最优转动角速度 **0.0283rad/ms** (转速 **270.382 转/分钟**),并得到该角速度下高压油管的密度、压力周期性变化图。对求解结果进行误差分析与灵敏度分析,考察柱塞腔残余容积变动对高压油管压力稳态的影响。//

针对问题三,对于增加一个喷油嘴的情况,改变质量守恒方程并沿用问题二的模型调整供、喷油策略,得到最优凸轮转动角速度为 **0.0522rad/ms** (**498.726 转/分钟**);对于既增加喷油嘴又增加减压阀的情况,建立基于自适应权重的蝙蝠算法的多变量优化模型,以凸轮转动角速度、减压阀开启时长和关闭时长为参数,平均绝对偏差 MAD 为目标,在泵-管-嘴系统动态稳压模型的基础上进行求解,得到最优参数:角速度 **0.0648 rad/ms** (**619.109 转/分钟**)、减压阀的开启时长 **2.4ms** 和减压阀的关闭时长 **97.6ms**。//

本文的优点为:1. 采用试探法粗略搜索与二分法精细搜索结合的方法,降低了问题的求解难度。2. 以凸轮转动角度为固定步长,对不同角速度按照不同精度的时间步长求解,大大提高了求解的精确度。3. 针对智能算法求解精度方面,采用改进的蝙蝠算法,使速度权重系数自适应调整,兼顾局部搜索与全局搜索能力。

关键词: 微分方程 微分方程 微分方程 微分方程

# 目录

|                      |   |
|----------------------|---|
| 一、 问题重述 .....        | 1 |
| 1.1 问题背景 .....       | 1 |
| 1.2 问题概述 .....       | 1 |
| 二、 模型假设 .....        | 1 |
| 三、 符号说明 .....        | 1 |
| 四、 问题一模型的建立与求解 ..... | 1 |
| 4.1 问题描述与分析 .....    | 1 |
| 4.2 模型的建立 .....      | 2 |
| 4.3 模型的求解 .....      | 2 |
| 4.4 实验结果及分析 .....    | 3 |
| 五、 问题二模型的建立与求解 ..... | 3 |
| 5.1 问题描述与分析 .....    | 3 |
| 5.2 模型的建立 .....      | 3 |
| 5.3 模型的求解 .....      | 3 |
| 5.4 实验结果及分析 .....    | 3 |
| 六、 问题三模型的建立与求解 ..... | 5 |
| 6.1 结果分析 .....       | 5 |
| 七、 灵敏度分析 .....       | 5 |
| 八、 模型的评价 .....       | 5 |
| 8.1 模型的优点 .....      | 5 |
| 8.2 模型的缺点 .....      | 5 |
| 8.3 模型改进 .....       | 5 |
| 附录 A 数据可视化的实现 .....  | 7 |

## 一、问题重述

### 1.1 问题背景

分析研究<sup>[1]</sup>。xxxxxxxxxxxx<sup>1</sup>。

### 1.2 问题概述

围绕相关附件和条件要求，研究食品运输车在各仓库间的调度方案，依次提出以下问题：

问题一：

问题二：

问题三：

## 二、模型假设

(1)

(2)

(3)

(4)

## 三、符号说明

| 符号    | 说明     |
|-------|--------|
| $P_n$ | 20 个站点 |
| $P_n$ | 20 个站点 |
| $P_n$ | 20 个站点 |

注：表中未说明的符号以首次出现处为准

## 四、问题一模型的建立与求解

### 4.1 问题描述与分析

问题一要求

其思维流程图如图 1 所示：

---

<sup>1</sup> xxxxxxxxxxxx.

# 武汉理工大学

图 1 问题一思维流程图

## 4.2 模型的建立

$$d(p_i, p_j) = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|,$$

## 4.3 模型的求解

---

**Algorithm 1:** Procedure of Apriori

---

**Input:** item data base:  $D$   
minimum Support threshold:  $Sup_{min}$   
minimum Confidence threshold:  $Conf_{min}$

**Output:** frequent item sets  $F$

**1 Initialize**

iteration  $t \leftarrow 1$

The candidate FIS:  $C_t = \emptyset$

The length of FIS:  $length = 1$

**for**  $i=1$  to  $sizeof(D)$  **do**

**2**  $I_i = D(i)$

$n = sizeof(I_i)$

**for**  $j=1$  to  $n$  **do**

**3** **if**  $I_i(j) \notin C_t$  **then**

**4**  $C_t = C_t \cup I_i(j)$

**5** **end**

**6** **end**

**7 end**

**8**  $F_t = \{f | f \in C_t, Sup(f) > Sup_{min}\}$

**while**  $F \neq \emptyset$  **do**

**9**  $t = t + 1$

$length = length + 1$

$C_t \leftarrow$  all candidate of FIS in  $F_{t-1}$

$F_t = \{f | f \in C_t, (Sup(f) > Sup_{min}) \cap (Conf(f) > Conf_{min})\}$

**10 end**

**11 return**  $F_{t-1}$

---

#### 4.4 实验结果及分析

### 五、问题二模型的建立与求解

#### 5.1 问题描述与分析

问题二要求

其思维流程图如图 2 所示：



图 2 问题二思维流程图

#### 5.2 模型的建立

#### 5.3 模型的求解

#### 5.4 实验结果及分析

结果如下表??所示：

表 1 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

| xxxxxxx | xxxxxxx |
|---------|---------|
| xxxxxxx | 909.80  |
| xxxxxxx | 852.60  |

由表1可知

其各个小车的运输细节图下图所示：

武汉理工大学 武汉理工大学

武汉理工大学 武汉理工大学

图 3 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

## 六、 问题三模型的建立与求解

### 6.1 结果分析

## 七、 灵敏度分析

## 八、 模型的评价

### 8.1 模型的优点

(1)

(2)

### 8.2 模型的缺点

### 8.3 模型改进



## 参考文献

- [1] 张斯嘉, 郭建胜, 钟夫, 等. 基于蝙蝠算法的多目标战备物资调运决策优化 [J]. 火力与指挥控制, 2016, 41(1): 58-61.

## 附录 A 数据可视化的实现

第一问画图-python 源代码

---

第二问画图-python 源代码

---