

第一章 论文写作

论文是建模成果的表现形式之一，也是评价建模竞赛的主要依据。论文形式要规范，内容要做到科学、精简。下面就各个部分展开论述。

1.1 标题

标题应简明、具体，能概括文章的要旨，便于检索。应符合编制题录、索引和检索的有关原则，并有助于选择关键词，做到“文要切题，题要独创”。基本要求如下。

- (1) 内容：要准确，不能随意拔高标题。
- (2) 方法：应体现出文章的独创性。
- (3) 字数：中文题名一般不宜超过 20 个汉字；外文（一般为英文）题名应与中文题名含义一致，一般以不超过 10 个实词为宜。

标题避免：

- (1) 尽量不用非公知的缩略语。
- (2) 尽量不用副标题。
- (3) 尽量避免用这种套路的题目，如“一种……的方法”或“基于……的研究”、“……的机理研究”、“……的理论”、“浅谈……”、“……的初探”等。

1.2 摘要

摘要应包括整个论文研究的目的、问题、方法、结果和结论。摘要是整个论文的浓缩，要好好锤炼，一般放到最后写，该部分的结构如下。

第一部分：待解决问题的背景以及存在的问题（宏观描述）；

第二部分：具体的问题、解决方法、主要结果；

第三部分：价值和意义。

摘要中避免：出现图、表、不常见的符号、术语、化学结构式等，也不宜引用参考文献。

1.3 关键词

关键词是为方便检索，适应计算机自动检索需要而产生的。关键词表征论文主题内容具有实质意义的词语，通常取出现在论文的标题（篇名、章节名）、摘要以及正文中，可以是名词、动词或词组。

一般地，4 至 6 个为宜，要能够体现本文的主要内容。

1.4 问题重述及分析

该部分主要包含以下内容。

- (1) 不能抄原问题，用自己的语言。
- (2) 可以引用并陈述现有的研究结果。
- (3) 问题分析的主要目的是理清思路。

说明：该部分可以引用适当的参考文献。

1.5 模型假设

为了方便建模，需要对问题进行一定的假设。

- (1) 假设要合理。
- (2) 一般为 4-6 个。

说明：假设过少，问题复杂而无法研究；假设过多，问题限制越多而变得简单。该部分应注意与事实相违背的假设和无效的假设。

1.6 变量说明

列举文中出现的所有符号，并解释其含义。

- (1) 尽量用常用的符号。
- (2) 符号的物理含义要明确。
- (3) 数学符号要规范。
- (4) 每个符号仅表示一个含义。
- (5) 符号之间的辨识度要高。

下图给出的是反面案例。

$$Y_{singal} = \frac{Y_{singalaccount}^{(n)}}{L_{pay}}$$

式中 $Y_{singalaccount}$ 代表退休时基本养老保险个人账户总金额（单位：元）； L_{pay} 是根据标准个人发放养老金的时间长度（单位：月）。

对于退休时的基本养老保险个人账户总金额 $Y_{singalaccount}$ ，我们假设学校的教职员工都是连续在校任职且无中断的。其计算方式为：

$$\begin{aligned} Y_{singalaccount}^{(n)} &= (Y_{singalaccount}^{(n-1)} + 8\%X_n)(1 + R_n) \\ D_{now} - L_{actual} &\leq n \leq D_{now} \\ Y_{singalaccount}^{(D_{now}-L_{actual})} &= 0 \end{aligned}$$

式中 $Y_{singalaccount}^{(n)}$ 代表第 n 年基本养老保险的个人账户总金额； X_n 代表第 n 年的个人缴费基数； R_n 代表第 n 年国家规定的社保利率。

过渡性养老金=退休时上年度全省在岗职工月平均工资×本人视同缴费指数×视同缴费年限×过渡系数，故过渡性养老金 $Y_{transition}$ 的计算方式为：

$$Y_{transition} = C_{D_{now}-1} I_{former} L_{former} I_{transition}$$

其中 $I_{transition}$ 是过渡系数，四川省机关事业单位养老保险过渡系数按1.4%^[2]来执行。

新标准职业年金 $A_{profession}$ 的计算方式如下：

$$A_{profession} = \frac{A_{professionaccount}^{(n)}}{L_{pay}}$$

式中 $A_{professionaccount}$ 是职业年金个人账户在退休时的总金额（单位：元），其计算方式如下：

$$\begin{aligned} A_{professionaccount}^{(n)} &= (A_{professionaccount}^{(n-1)} + 12\%X_n)(1 + r_n) \\ D_{now} - L_{actual} &\leq n \leq D_{now} \\ A_{professionaccount}^{(D_{now}-L_{actual})} &= 0 \end{aligned}$$

式中 $A_{professionaccount}^{(n)}$ 是第 n 年职业年金个人账户总金额， r_n 是第 n 年国家统一公布的记账利率。

下图给出的是反面案例。

要使学校向社保局上交的社会统筹部分对少一些,但又要保证学校职工整体的退休后的生活质量不会下降太多。由于需要规划的是缴费基数 X_i ,而根据附件可知 X_i 是一次项,因此我们可以将学校上缴的社会统筹部分看作目标函数, X_i 为决策变量,学校职工的退休生活质量以及其它有关条件为约束条件,建立以下线性规划模型:

$$\begin{aligned} \min & \text{ 学校上缴的社会统筹部分} \\ \text{s. t.} & \text{ 学校职工整体退休生活质量不会下降太多} \\ & \text{ 关于缴费基数的其它有关条件} \end{aligned}$$

有关“金字塔型结构”,资料显示,机关单位高中低三个职位上人员的比例约为1:3:6,在学校这种体制下,专业技术人员:管理人员:工勤人员 = 2:1:1。我们假设每年退休的教师为280人,退休人员中各部分占比和学校总体内职务和职位的占比相同,即退休人员为独立同分布的,且每年的入职人员和退休人员相等且是时不变的(均为280人)。其中,专业技术人员70人,管理人员35人,工勤人员35人,每个职务内的高中低职位的人员服从1:3:6的金字塔型结构。由于各岗位,各职位和总体独立同分布,则只需要保证每各岗位,每个职位所上缴的社会统筹部分最小。令 $U=7$,则可以得到以下模型:

$$\begin{aligned} \min & \sum_{i=1}^N (2UX_{an} + 6UX_{bn} + 12UX_{cn} + UX_{dn} + 3UX_{en} + 6UX_{fn} + UX_{gn} + \\ & 3UX_{hn} + 6UX_{jn}) \\ \text{s. t.} & Q_a > 90\%S_{an} \\ & Q_b > 90\%S_{bn} \\ & Q_c > 90\%S_{cn} \\ & Q_d > 90\%S_{dn} \\ & Q_e > 90\%S_{en} \\ & Q_f > 90\%S_{fn} \\ & Q_g > 90\%S_{gn} \\ & Q_h > 90\%S_{hn} \\ & Q_j > 90\%S_{jn} \\ & 60\%D_n < X_{an, bn, \dots, jn} < 300\%D_n \end{aligned}$$

其中, $X_{an}, X_{bn}, \dots, X_{jn}$ 分别为各职务职位的缴费基数, Q_a, Q_b, \dots, Q_j

下图给出的是反面案例。

$$B = \text{退休时休时上年度全省职工月平均工资} \times (1 + L) + 2 \times 30\%$$

$$\text{count} = (\text{count} + \text{每个月缴纳的养老金}) \times (1 + \frac{7\%}{12})$$

$$\text{每月总收入} = \text{每月工资} + \text{每月奖金}$$

(2) 缴费比例 α 的确立

假设 i 代表从 2014 年 10 月开始到未来十年的 120 个月, 结合计发比例 85%, 月利率 $\frac{7\%}{12}$

$$\text{得到: } \text{huibao} = (1 + \frac{0.07}{12})^{(120-i)} \times 0.85$$

从第 94 个月开始 $\text{huibao} < 1$ (具体结果见附录二), 因此亏损的月份数 t 为 27

考虑到越接近退休, 缴纳的养老金亏损额度越大, 建立一个先慢后快速减的 e 指数函数

$\alpha_{pro} = 1 - p \times e^{(r \times t)}$, 其中变量 r 和 p 由该教授第 120 个月的缴费基数不低于省平工

资的 60% 这一关系得到 r 和 p 有关系式: $p = \frac{0.58}{e^{27 \times r}}$

$$\alpha_{pro} \times \text{总收入} = \text{缴纳金}$$

由以上这些关系式, 我们最终可以建立满意度函数 obj

$$obj = obj - (\frac{1}{\text{huibao}})^i \times \alpha_{pro} + \frac{0.018 \times \alpha_{pro} \times \text{income}_{month} \times 0.08 \times \text{huibao}}{139}$$

通过求导计算极值, 得到 α_{pro} 大小为 27×1 的矩阵 (具体数据见附录二) (代码部分见附录四)

(3) 教授的 BMEL 模型

教授的 BMEL 模型为 2014 年 9 月 31 日前参加工作、2014 年 10 月 1 日后退休且养老保险累计缴满 15 年的教授群体提供了一个较为满意的方案: 在“亏损”的 27 个月中按照

$\alpha_{pro} \times$ 教授总收入的方式缴纳养老金。在累计 120 个月的缴纳中, 该教授总共能在退休后收益 $4.2775e+03$

1.7 模型的建立

该部分是论文的核心部分。应充分阐明论文的观点、方法、原理，突出创新点。

撰写论文时，要求思路清晰、合乎逻辑、用语简洁准确、明快流畅。

内容务求客观、科学、完备，要尽量让事实和数据说话。

- (1) 结构要合理：每一小节的分配要合理，要循序渐进。
- (2) 思路要清晰：首先要将问题分析清楚。在写作之前，建议列个提纲。将主题内容分成若干部分，然后针对各个具体的部分详细表述。
- (3) 逻辑要清楚：在行文时，要特别注意逻辑关系。要有承上启下的语句或段落将每个独立的部分有机地联系起来。
- (4) 表述要规范：文中最好不要出现主语，比如“我们”。突出显示最重要的公式、图表。注意区分引用的内容与自己做的内容，如果是引用的内容，需要标注参考文献。

行文时常见的一些如下的问题。

- (1) 数学符号: 首次出现时要介绍。
- (2) 公式: 每个公式要有依据, 保证正确。为了方便后面的引用, 要编号。
- (3) 数学模型: 要完整, 结构要清晰。
- (4) 附图: 标题在图的下方, 每个图要取名, 并在文中引用。
- (5) 表格: 标题在表的上方, 每个表要取名。
- (6) 标点符号: 标点符号要符合规范。
- (7) 缩略词: 采用国际上惯用的缩略语。

注意: 公式忌扎堆, 模型忌散乱。

下图给出的是反面案例。

5、2、1 问题二模型的建立

从该员工退休时间出发，以最早退休时间为目标，以养老金替代率大于60%为约束条件，构建出最优化模型。

依据文案中的各变量之间相互关系，可根据之前所定义的变量列出相关等式：

$$S=b+p+t \cdots ①$$

$$b=\frac{C_{n-1}}{12} \times \frac{1+r}{2} \times y_1 \times 1\% \cdots ②$$

$$r=\frac{uy_2+vy_3}{y_1} \cdots ③$$

$$v=\frac{\frac{X_n}{C_{n-1}}+\cdots+\frac{X_{2015}}{C_{2014}}+\frac{X_{2014}}{C_{2013}}}{y_3} \cdots ④$$

$$p=\frac{x}{f_z} \cdots ⑤$$

$$t=\frac{C_{n-1}}{12} \times u \times y_2 \times 1.4\% \cdots ⑥$$

$$Y=(X_n+\cdots+X_{2015}+X_{2014}) \times 12\% \div f_z \cdots ⑦$$

$$O=(A \times M+B+C) \times \prod_{n=2015}^N(1+G_{n-1}) \cdots ⑧$$

$$Q=S+Y \cdots ⑨$$

$$h=\frac{w}{x_n} \cdots ⑩$$

由等式①与⑨可知，通过新标准最终得出的养老金总和为

$$Q=b+p+t+y \cdots ⑪$$

由等式②③④可知，通过该中人政策所得到的基础养老金为

$$b=\frac{C_{n-1}}{24} \times \left(y_1 + uy_2 + \frac{X_n}{C_{n-1}} + \cdots + \frac{X_{2015}}{C_{2014}} + \frac{X_{2014}}{C_{2013}} \right) \times 1\% \cdots ⑫$$

按照相关文案规定可知，该员工个人账户养老金为

$$p=\frac{[X_{2014}(1+k)^{n-2014}+X_{2015}(1+k)^{n-2015}+\cdots+X_{n-1}(1+k)+X_n] \times 8\%}{f_z} \cdots ⑬$$

企业年金为

$$y=\frac{[X_{2014}(1+k)^{n-2014}+X_{2015}(1+k)^{n-2015}+\cdots+X_{n-1}(1+k)+X_n] \times 12\%}{f_z} \cdots ⑭$$

以上相关等式中，均需要满足相应条件 $\begin{cases} h > 60\% \\ 2019 < n < 2028 \end{cases}$

优化模型的结构:

- (1) 决策变量。
- (2) 目标函数。
- (3) 约束条件。

下面给出一个多目标优化模型的表达。

$$\begin{aligned} & \min(L_2 + L_4) \\ & \min(\rho_2 L_2 + \rho_4 L_4) \\ & s.t. \begin{cases} T(x_s, t[30]) \leq 47^\circ\text{C} \\ T(x_s, t[25]) \leq 44^\circ\text{C} \\ 0.6 \leq L_2 \leq 25 \\ 0.6 \leq L_4 \leq 6.4 \end{cases} \end{aligned}$$

下图给出的是反面案例。

此时中人退休后第 i 年 j 月采用新旧方法所能得到的养老金分别用 A 和 B 表示。可以由式(3-13)和(3-14)给出。

$$A = A_1 + A_2 \quad (3-13)$$

$$B = B_1 + B_2 + B_3 \quad (3-14)$$

此时定义一个示性函数 $I_{\{i=2014, 1 \leq j \leq 9\}}$ ，它的值非 0 即 1，表达在计算中人退休后第 i 年 j 月所能得到的养老金使用哪种计算方法进行计算。

则最终中人退休后第 i 年 j 月所能得到的养老金 $S_{i,j}$ 由式(3-16)给出，其中式(3-15)由示性函数 $I_{\{i=2014, 1 \leq j \leq 9\}}$ 确定。

$$\xi = I_{\{i=2014, 1 \leq j \leq 9\}} + \sum_{p=1}^4 \left(0.5 + \frac{p}{10} \right) * I_{\{i=2019+p\}} \quad (3-15)$$

$$S_{ij} = \{ A * I_{\{A > B\}} + [(B - A) * \xi + A] * I_{\{A < B\}} \} * \gamma \quad (3-16)$$

故我们建立优化模型如下。

$$X_{ij}(\delta) = \{ A I_{\{A > B\}} + [A + (B - A) \xi] I_{\{A < B\}} \} \gamma \quad (3-17)$$

?

$$s.t. \begin{cases} \text{式(3-8), (3-12), (3-13)} \\ 0.6 \leq \delta \leq 3 \\ X_{ij}(\delta) \geq k C_i \end{cases}$$

1.8 模型的求解及结果

为了求解模型，需要用算法对其求解，该部分注意以下几个问题。

- (1) 算法要规范描述。
- (2) 仿真参数要全部给出。
- (3) 每个仿真结果要解释说明。

算法的描述可参考下表。

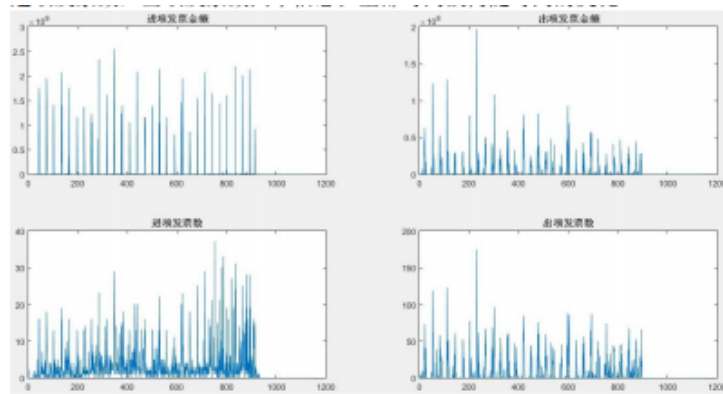
表 3 问题三优化问题算法

基于 II 层，IV 层最优厚度网格搜索法
步骤 1. 设定 II 层，IV 层厚度的厚度范围 $L_2 \in [0.6, 25], L_4 \in [0.6, 6.4]$
步骤 2. 代入问题一中递推公式（32）计算皮肤外表层的温度变化数据 $T(x_{skin}, t)$
步骤 3. 判断与约束条件
$(x_s, t[30]) \leq 47^{\circ}\text{C}$ 、 $T(x_s, t[25]) \leq 44^{\circ}\text{C}$ 是否吻合
步骤 4. 将满足约束条件的 II 层，IV 层厚度提取出来，代入公式（51）得到最符合的厚度

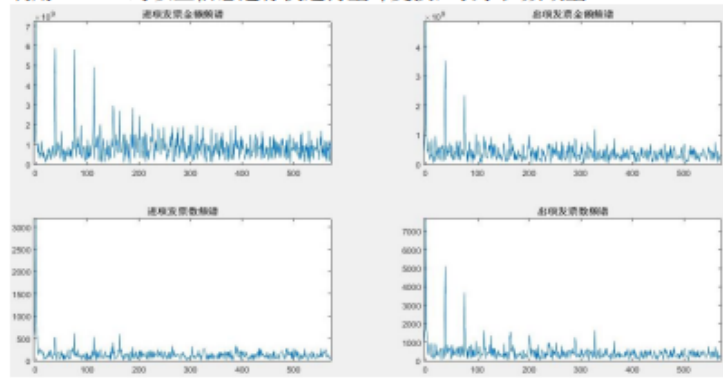
模型的结果表述要具体，紧扣题目所提的问题。在论文写中，尽可能用图来展示。注意结果图不要扎堆给出，做到图文并茂。

1.9 模型的检验及敏感性分析

模型的检验部分最好用仿真图给出。注意：图形扎堆；图下面没有编号和说明；图形没有解释，没有表达意图。



利用 MATLAB 对以上信息进行快速傅里叶变换，表示在频域里。



低频区域为稳定频谱区域，中频区域为次稳定频谱区域，高频区域则表示不稳

敏感性分析也称为鲁棒性分析，主要讨论参数有误差时，模型的可靠程度。鲁棒性可从数学表达和仿真实验两个角度展开。

1.10 模型的评价或优缺点分析

- (1) 模型的评价要客观。
- (2) 模型的优缺点各写 3 个左右即可。
- (3) 模型的改进：模型在哪些方面可做进一步的改进。
- (4) 模型的推广：建立的模型还可以应用到哪些场景。

1.11 非技术报告

一般在政策问题 (ICM, F 题目) 中出现的居多。

- (1) 非技术报告应包括问题、结论、方案。
- (2) 非技术报告要紧扣模型。
- (3) 切忌：泛泛而谈。

1.12 参考文献

参考文献注意以下几方面。

- (1) 参考文献：主要包括著作 [M]、期刊 [J]、会议论文集 [C] 等，前两类使用最多。
- (2) 基本要求：选取与论文确实相关的文献，不能简单堆砌。
- (3) 时效性要求：最好选取近几年的文献。
- (4) 质量要求：要尽量选用高层次期刊的文献。
- (5) 每一个文献在正文中要给出引用的标注，一般按在论文中先后出现的顺序进行标注。

1.13 附录

附录一般包含如下的内容。

- (1) 仿真结果图的代码。
- (2) 不重要的表格、图等。

下表是写得比较好的代码附录。

程序编号	T3-3	文件名称	find_plane1.m	说明	求平面信息矩阵
<pre>function [A,count]=find_plane1(z) %A表示所有的三角形编号向量,z表示在高度z以下的 B=xlsread('bd2.xlsx','A1:D709'); C=xlsread('fu3.xlsx','A2:C4301'); A=zeros(4300,10); count=0; for i=1:4300 a=-1; b=-1; c=-1; for j=1:2226aqa if C(i,1)==j a=j; end if C(i,2)==j b=j; end if C(i,3)==j c=j; end end if B(a,3)<=z && B(b,3)<=z && B(c,3)<=z count=count+1; A(count,1)=i; A(count,2:4)=B(a,:); A(count,5:7)=B(b,:); A(count,8:10)=B(c,:); end end end</pre>					