

数学建模培训练习

出版社资源配置

小组成员： 谢灏悦 李嘉维 唐思维

指导教师： 唐煜 老师

二〇一六年七月

摘 要

本问题以出版社的资源配置为背景，要求根据各个分社提交的生产计划申请书、人力资源情况以及市场信息分析，找出经济效益最好的资源配置方案，同时满足相应的分配原则和相关限制，总体上是一道整数规划问题。

当深入考虑到资源配置的细节方面时，发现尚存在两个主要问题有待讨论。一是 2006 年出版社的销售量未知，但是资源配置要使 2006 年的经济效益最好，这便需要结合 2001-2005 五年来的销售数据对 2006 年的销售量进行预测，以便建立目标函数。二是资源分配时要满足优先支持强势产品的原则，但是题目并未对强势程度进行具体定义，因此这也需要我们根据题目提供的数据提炼出相应的评判指标对强势程度进行评估。

解决以上两个方面的问题之后便可以根据整数规划得出相应的最优配置方案。

关键词: 资源配置; 整数规划; 强势程度; 层次分析法; 灰色预测

目 录

摘要	I
1 符号说明	1
2 问题分析	2
2.1 问题重述	2
2.2 问题分析	2
3 模型假设	5
4 模型的建立和求解	6
4.1 灰色模型预测销量	6
4.1.1 灰色模型基本理论	6
4.2 酿酒葡萄分级	7
4.3 理化指标之间联系分析	7
参考文献	8
附录 A 附录	9
A.1 Matlab 代码	9
A.1.1 显著性差异分析代码	9
A.1.2 根据葡萄酒质量给酿酒葡萄分级代码	9
A.1.3 根据葡萄酒理化指标给酿酒葡萄分级代码	9
A.1.4 葡萄和葡萄酒理化指标之间关系代码	9
A.1.5 理化指标和葡萄酒质量的关系代码	9

1 符号说明

符号	解释说明
v_0	足球的初速度
v_{0x}	足球的初速度在 x 轴上的分量
v_{0y}	足球的初速度在 y 轴上的分量
θ	足球的初速度的仰角
f	足球的所受的空气阻力
k	空气阻力系数
t	足球在空中运动时间
m	足球的质量
g	重力加速度

2 问题分析

2.1 问题重述

出版社的资源主要包括人力资源、生产资源、资金和管理资源等，它们都捆绑在书号上，经过各个部门的运作，形成成本（策划成本、编辑成本、生产成本、库存成本、销售成本、财务与管理成本等）和利润。

某个以教材类出版物为主的出版社，总社领导每年需要针对分社提交的生产计划申请书、人力资源情况以及市场信息分析，将总量一定的书号数合理地分配给各个分社，使出版的教材产生最好的经济效益。事实上，由于各个分社提交的需求书号总量远大于总社的书号总量，因此总社一般以增加强势产品支持力度的原则优化资源配置。资源配置完成后，各个分社（分社以学科划分）根据分配到的书号数量，再重新对学科所属每个课程作出出版计划，付诸实施。

资源配置是总社每年进行的重要决策，直接关系到出版社的当年经济效益和长远发展战略。由于市场信息（主要是需求与竞争力）通常是不完全的，企业自身的数据收集和积累也不足，这种情况下的决策问题在我国企业中是普遍存在的。

本题附录中给出了该出版社所掌握的一些数据资料，请你们根据这些数据资料，利用数学建模的方法，在信息不足的条件下，提出以量化分析为基础的资源（书号）配置方法，给出一个明确的分配方案，向出版社提供有益的建议。

2.2 问题分析

- 本问题以出版社为背景，在此背景上进一步探讨相关问题。我们不妨先对出版社的结构做个全面了解：根据题意该出版社分为总社和 9 个分社，由总社将一定数量的书号分配给各个分社。各个分社销售相应学科的书籍，每个分社销售的书籍又可以按照课程分为若干类别（9 个分社共包含 72 种课程），每个课程中包含有一定数量的书号。
- 通读问题之后发现主要问题是要求出版社的资源分配方案，目标是达到最好的经济效益，分配依据包括分社计划申请书、分社人力资源情况、市场信息分析。分配要求包括以量化分析为基础、以增强强势产品支持力度为原则以及不超过人力资源限制。由此画出以下思维导图：

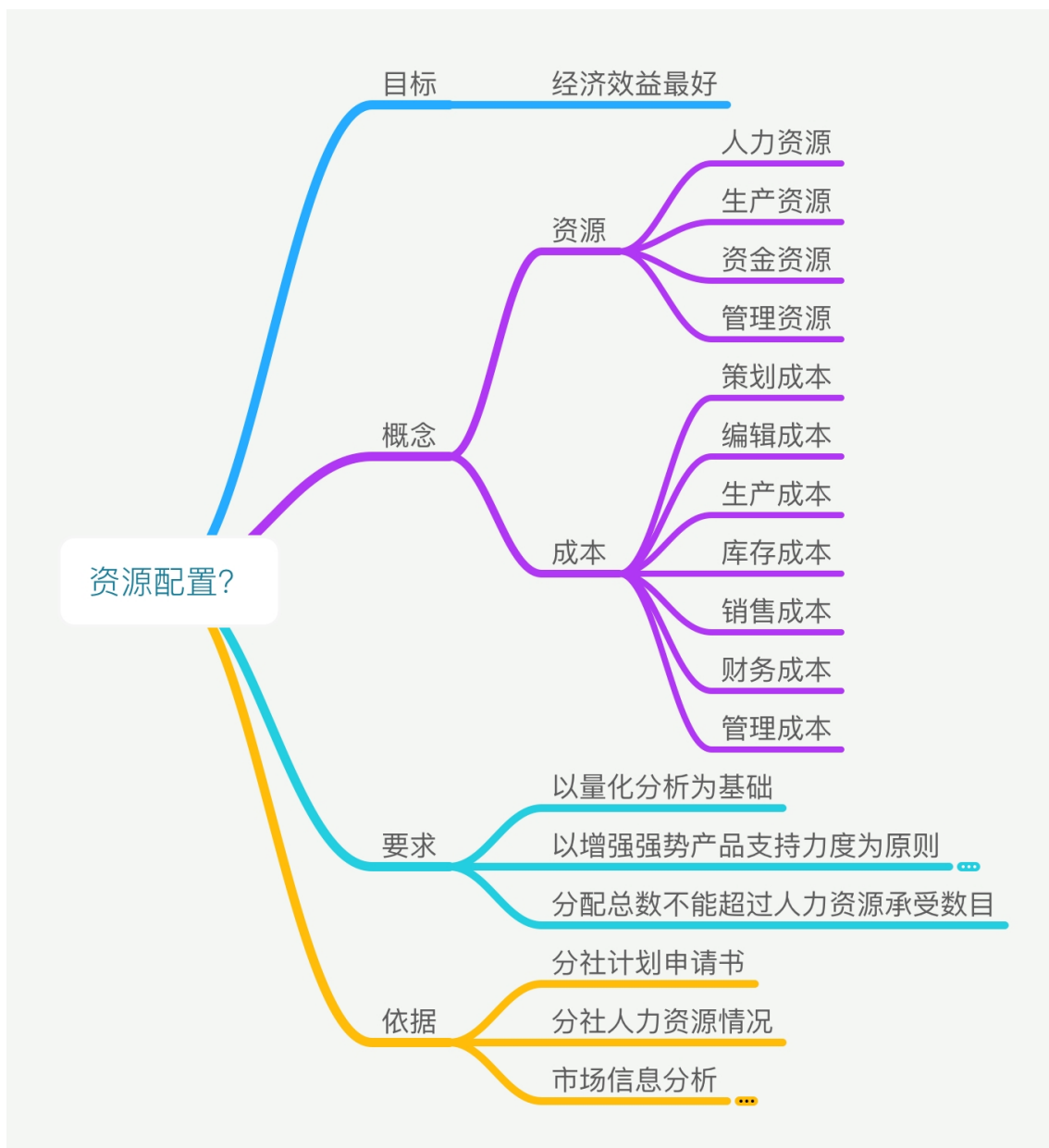


图 2.1 问题分析

- 接着考虑如何进行资源分配，注意到本问题中待分配的是一定数量的书号，该数量通过附件提供的数据可知历年的总书号数目均为 500，因此 2006 年总书号数目可以视为不变仍为 500。因此所有实际分配数量一定为正整数，该分配问题中目标函数是经济效益，约束条件包括各个分社分配书号的最低标准、以及优先支持强势产品的原则和不超过人力资源限制三大约束。由此可以建立整数规划模型求解其最优方案。
- 进一步了解本题所提供的数据之后再对该规划模型做具体探究，其中目标函数经济效益是该出版社关心的 72 门课程经济效益的总和，考虑到每门课程的书籍定价和销量均各不相同，因此总经济效益为 72 门课程销量 * 定价 * 利率

的总和。约束条件中根据每个分社提交的计划申请表可以直接得出每个分社能够有被分配到书号的最低标准（即为保持工作连续性和对各分社计划一定程度上的认可，在分配书号时至少保证分给各分社申请数量的一半），其次要考虑分配的优先性和限制性。

- 因此整个分配流程可以分为两个部分，首先先满足各个分社分配书号数量的最低标准，其次将剩余的书号进行再次分配，此次分配过程要体现优先性，又受到人力资源的限制，如此分配结束使得经济效益最高即可。
- 整个分配流程中未知量有两个：一即目标函数中的销量，二即如何定义强势程度。由此引出两个子问题。
 1. 第一，关于销量。根据附件中的已知信息，我们可以知道出版社的 72 个课程从 2001-2005 五年间的销量数据，同时也知道这 72 个课程从 2001-2005 五年中每一年实际被分配到的书号数目。为了建立总目标函数，我们将每个课程的销量除以每个课程包含的书号个数，再由五年的数据对 2006 年每个课程中单位书号的销售量进行预测。此处由于已知数据较少，信息模糊无法精确刻画，故采用灰色预测模型。
 2. 第二，关于强势程度。根据已知数据和实际生活经验，可以采用学生评价、出版社在学生心目中地位、实际销量、销量变化趋势、获得教材途径、市场占有率以及市场竞争力这 7 个方面的指标对某一课程的书籍的强势程度进行分析，采用层次分析法建立模型。

3 模型假设

1. 假设出版社书号总数今年也保持不变，因此 2006 年书号总量为：500.
2. 假设人力资源存在木桶效应，即取每个分社各部门最低的工作能力代表分社的总工作能力。
3. 假设每个课程里各个书目销量和定价相似。
4. 假设该出版社出版的每本书籍利率相同为 a 。

4 模型的建立和求解

4.1 灰色模型预测销量

4.1.1 灰色模型基本理论

1. 已知序列 $x^{(0)}(1), \dots, x^{(0)}(n)$ 。预测未来序列 $x^{(0)}(n+1), x^{(0)}(n+2), \dots$
2. 先进行数据累加, 形成新序列 $x^{(1)}(1), \dots, x^{(1)}(n)$, 其中

$$\begin{aligned}x^{(1)}(1) &= x^{(0)}(1), \\x^{(1)}(2) &= x^{(0)}(1) + x^{(0)}(2), \dots \\x^{(1)}(n) &= x^{(0)}(1) + \dots + x^{(0)}(n).\end{aligned}$$

3. 再对上面的累加序列取均值, 得到序列

$$\begin{aligned}z^{(1)}(1) &= x^{(1)}(1), \\z^{(1)}(2) &= \frac{(x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2))}{2}, \dots \\z^{(1)}(n) &= \frac{(x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n))}{2}.\end{aligned}$$

4. 则 GM(1,1) 灰色模型的微分方程为: $\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)}(t) = b$, 它的离散方程是 $x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b$, 这里 $2 \leq k \leq n$ 。其中 a 为发展系数, b 为控制系数, 通过最小二乘法的推导, 可以得到 $(a, b)^T = (B^T B)^{-1} B^T Y$ 。其中 B 和 Y 都是矩阵, 定义如下:

$$B = \begin{pmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{pmatrix}$$
$$Y = (x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n))^T$$

5. 求解常微分方程得到预测模型解析表达式:

(a) $a \neq 0$

$$x_p^{(0)}(k) = x^{(1)}(k) - x^{(1)}(k-1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}\right) \cdot e^{-a(k-1)} \cdot (1 - e^a), k \geq 2$$

$$x_p^{(0)}(1) = x^{(0)}(1)$$

(b) $a = 0$

$$x_p^{(0)}(k) = x^{(0)}(1)$$

4.2 酿酒葡萄分级

4.3 理化指标之间联系分析

参考文献

- [1] 卓金武等,《Matlab 在数学建模中的应用》,北京航空航天大学出版社.

附录 A 附录

A.1 Matlab 代码

A.1.1 显著性差异分析代码

A.1.2 根据葡萄酒质量给酿酒葡萄分级代码

A.1.3 根据葡萄酒理化指标给酿酒葡萄分级代码

A.1.4 葡萄和葡萄酒理化指标之间关系代码

A.1.5 理化指标和葡萄酒质量的关系代码