

第三届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：内蒙古数学会

电话：0471-4343756

邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn

Email：2010@tzmcm.cn

第三届“ScienceWord 杯”数学中国

数学建模网络挑战赛 承 诺 书

我们仔细阅读了第三届“ScienceWord 杯”数学中国数学建模网络挑战赛的竞赛规则。

我们完全明白，在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式（包括电话、电子邮件、网上咨询等）与队外的任何人（包括指导教师）研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道，抄袭别人的成果是违反竞赛规则的，如果引用别人的成果或其他公开的资料（包括网上查到的资料），必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺，严格遵守竞赛规则，以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛规则的行为，我们将受到严肃处理。

我们允许数学中国网站(www.madio.net)公布论文，以供网友之间学习交流，数学中国网站以非商业目的的论文交流不需要提前取得我们的同意。

我们的参赛报名号为：1216

参赛队员（签名）：

队员 1：杨光

队员 2：张青

队员 3：杨筱莹

参赛队教练员（签名）：教练组

参赛队伍组别：大学组

第三届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：内蒙古数学会

电话：0471-4343756

邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn

Email：2010@tzmcm.cn

第三届“ScienceWord 杯”数学中国

数学建模网络挑战赛

编号专用页

参赛队伍的参赛号码：（请各个参赛队提前填写好）：
1216

竞赛统一编号（由竞赛组委会送至评委团前编号）：

竞赛评阅编号（由竞赛评委团评阅前进行编号）：

第三届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：内蒙古数学会

电话：0471-4343756

邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn

Email：2010@tzmcm.cn

2010 年第三届“ScienceWord 杯”数学中国 数学建模网络挑战赛

题 目 高校图书馆的智能服务

关 键 词 图书超期；类波士顿矩阵模型；空间引力模型；

层次分析法；博弈分析

摘 要：

本题要求我们分析图书馆超期罚款现象，评价现有借书规则的优劣。请设计一种更加合理的借阅规则。

本文首先对某高校图书馆借阅超期的数据进行了分析和处理，为了方便对图书类型和读者的身份特征进行统计，采用系统抽样的方法进行抽样。从而建立了类波士顿矩阵模型，根据每类超期图书所占的比例和每类图书平均的超期天数，计算得到最容易发生超期的是自然科学类图书。

为了进一步验证结论，我们建立了空间引力模型，先对读者进行分类， T_i 表示第 i 类读者与书籍间的引力。通过分析发现，这个吸引力与读者对书本的需求 f_i 和书本本身的价值 v_j 成正比，与拖欠后的罚款 p 成反比。模型的求解结果也是自然科学类图书最易发生超期。

接着，我们建立基于 AHP 的图书超期原因模型，建立判断矩阵，确定容易引起图书超期的主要因素的权重，通过比较权重可以给出这些因素的排序。这样，我们得出结论过失超期是发生超期时的最主要因素。

问题二中给出了某高校图书馆的借阅规则，我们通过博弈评价分析它的缺点，并结合问题一中建立的模型，充分考虑多种因素，提出新的高校图书馆借阅规则，对于超期罚款给出了详细的计算公式。

最后，我们对本文中的模型和方法的优缺点给出了客观的评价，由于模型的通用性和题目本身的现实意义，我们还针对图书馆解决图书超期问题提出了一些参考性建议。

参赛队号 1216

所选题目 C

参赛密码

(由组委会填写)

第三届数学中国数学建模网络挑战赛

地址: 内蒙古数学会

电话: 0471-4343756

邮编: 010021

网址: www.tzmcm.cn

Email: 2010@tzmcm.cn

The Intelligent Service in University Library

Abstract

This problem requires us to analyze the phenomenon of the library overdue fines, and to evaluate the existing loan rules of the library. At last design a more rational loan rules.

Firstly, we analyze the giving data in the annex and deal with them in a proper way. Considering about the convenience of operation, we sample the statistical datas. Then we establish a class of matrix model in Boston. In the solution process, according to the proportion of each overdue books and the average extended number of days of each book, we finally find out the book which is most likely to be extended. In order to verify the conclusion, we set up the

Space Gravity model. We classify the readers first, and then use T_i to indicate the attraction between readers and books. The analysis shows, the power of attraction is directly proportional to the demand and the value of books, and is inversely proportional to the fines for the books that are overdue. The results of solving the model is also showed that the most likely to overdue is the natural science books.

After that, we establish a AHP model to find out the reasons of the book overdue, and establish a judgment matrix to determine the weight of the main factors. according to the weight, we rank the factors, and at last we find that the most main factor of the book overdue is accidental misfeasance.

In the second issue, a college library's borrowing rules is given. We use Game Evaluation Theory analyze its shortcomings, and combine it with the models set up in issue one. Taking many factors into account, we propose some new rules for college library. Detail formula is given for the library overdue fines.

Finally, we objectively evaluate the advantages and disadvantages to the models and methods in this article. As the models' versatility and the practical significance of the given problem, we also make a number of referenced suggestions for college library to solve the overdue problem.

Key Words: library overdue fines; Boston Matrix model; Space Gravity model; AHP; Game Analysis

1216

目录

1. 引言	2
1.1 问题背景	2
1.2 问题重述	3
2. 问题分析	3
2.1 问题分析和建模思路	3
2.2 思路流程图	4
3. 基本假设和符号说明	5
3.1 基本假设	5
3.2 符号说明和名词解释	5
4. 类波士顿矩阵模型的建立与求解	6
4.1 数据的分析和处理	6
4.2 波士顿矩阵模型的基本理论	8
4.3 类波士顿矩阵模型的建立和求解	9
4.4 类波士顿矩阵模型的进一步讨论	9
5. 空间引力模型的挖掘与分析	10
5.1 数据的再次分析	10
5.2 空间引力模型的基本原理	10
5.3 空间引力模型的建立和求解	11
5.4 空间引力模型和类波士顿矩阵模型的比较	11
6. 基于 AHP 的图书超期原因模型的建立	12
6.1 层次分析法 (AHP) 的基本原理	12
6.2 图书超期原因模型的建立	13
6.3 模型的求解及结果分析	15
6.4 读者借阅超期的原因归纳	15
7. 借阅规则的博弈评价体系	16
7.1 博弈论方法与纳什均衡的概述	16
7.2 借阅规则的博弈和纳什均衡理论分析	16
7.3 借阅规则问题的承诺博弈	17
7.4 新高校图书馆借阅规则的提出	17
8. 图书超期的解决办法的进一步探讨	18
9. 模型的科学性和现实意义	19
9.1 模型的科学性分析	19
9.2 模型的现实意义	20
10. 模型的评价及推广	20
10.1 模型的优点	20
10.2 模型的缺点	20
10.3 模型的推广	20
参考文献	21
附录	21

#1216

插图索引

图表 1 高校图书馆的智能服务.....	2
图表 2 思路流程图.....	4
图表 3 波士顿矩阵模型.....	7
图表 4 类波士顿矩阵模型.....	8
图表 5 层次结构图.....	13
图表 6 承诺博弈.....	16
图表 7 图书馆借阅规则的承诺博弈.....	16

表格索引

表格 1 符号说明一览表.....	5
表格 2 《中国科学院图书馆图书分类法中图法》.....	6
表格 3 样本统计结果.....	7
表格 4 按照读者类型分类统计结果.....	7
表格 5 类波士顿矩阵模型的求解.....	9
表格 6 按读者类型进行分类统计.....	10
表格 7 每类书的平均超期天数.....	10
表格 8 尺度 a 的含义.....	13
表格 9 Saaty 的一致性指标 RI	13
表格 10 准则层对目标层 1 的判断表.....	14
表格 11 对于故意超期的判断矩阵.....	14
表格 12 对于过失超期的判断矩阵.....	15

1216

1. 引言

1.1 问题背景

高校图书馆作为文献信息收藏、整理和利用的中心，是高校进行教学和科研的重要资源之一。图书流通的数量和质量直接反映出图书资源利用的效率，反映着图书馆工作的业务水平和服务水平。影响图书流通的因素很多，如藏书质量、文献借阅方式、借阅制度、学科及专业设置、科研与学术氛围、馆员服务质量与管理水平等。这些因素从不同的角度以不同的方式影响着图书馆的图书流通工作。其中图书超期占用是一个重要因素。图书超期占用导致部分图书资源积压于少数读者手中，使这部分图书脱离了正常的流通渠道，不仅影响了流通的图书总量，造成图书总量和图书投入量之间的差异，而且直接影响到读者对图书流通服务工作的印象和评价。图书超期情况在高校图书馆普遍存在，也是一个长期的问题，促使本文去探询其中的原因和解决之道。



图表 1 高校图书馆的智能服务

1.2 问题重述

图书馆源于保存记事的习惯。图书馆是为读者在馆内使用文献而提供的专门场所。而高校的图书馆为教学和科研服务，具有服务性和学术性强的特点。

现在的高校图书馆存在着许多不良的现象，比如对书籍的损坏、借阅超期等。在搜索引擎下输入“图书超期”等关键字，成千上万的网页被检索出，大多都是超期读者的信息列表。超期现象是读者借阅图书资料时超过规定借阅期限后不归还的一种普遍现象。处理超期罚款是流通服务中常遇到的事，特殊情况则需酌情处理。这一现象虽是小事，但处理不当会影响图书馆与读者之间的关系，从而影响图书馆的声誉，以及馆藏资源的利用率，最终影响图书馆功能的正常发挥。

随着信息化的发展，图书的预约服务也逐渐普及。图书的预约与借阅超期的现象也有很大的内在联系。试通过数学模型来研究以下的问题：

第一阶段问题：

(1) 对于借阅图书超期，原因众多。考虑到高校的特点，大体上可以把超期原因分为三类：1、无意错过还书期限；2、由于教学科研需要，长期使用；3、由于罚款数目较少，所以故意拖延。请通过给出的数据或自行查找相关数据，建立合理的模型，分析哪些书容易发生超期现象，以及当发生超期时，分析其可能的原因。以便图书馆采取相应的措施改进服务。

#1216

(2) 假设某高校的借书规则为：借书时限为 1 个月，可以续借一次，续借时限为 15 天，超期一天罚款 0.1 元。试根据问题(1)中的模型评价这种借书规则的优劣。请设计一种更加合理的借阅规则。

2. 问题分析

2.1 问题分析和建模思路

考虑到问题的题设和要求，我们要解决的是综合分析的建模问题。本题要求我们分析哪类图书容易发生超期现象，并挖掘导致超期的原因，在此基础上，评价题目中给出的借阅规则，并给出改进方案。我们把这个宽广的问题细化成一系列的小问题，一步一步深入，给出解决方案。首先充分的分析挖掘数据，找出这些数据的特征并进行分类；然后建立起类波士顿矩阵模型和空间引力模型，从定性和定量的基础上分析哪类图书容易超期的问题；接着用层次分析法进一步探讨图书超期的原因；针对题目中给出的某高校图书借阅规则，通过博弈评价分析它的缺点，给出新的图书馆借阅方案。

1) 类波士顿矩阵模型

波士顿矩阵模型是管理学中用于规划企业产品组合的一种方法。本文采用类波士顿矩阵模型由波士顿矩阵模型演化而来。将综合分析的结果分为三个区域：易超期、一般、不易超期，根据每类超期图书所占的比例和每类图书平均的超期天数，可以得到哪类图书容易超期。

2) 空间引力模型

空间引力模型能够很好的解决从多个备选方案中确定最佳方案的问题。在引力模型中， T_i 表示第*i*类读者与书籍间的引力。通过分析发现，这个吸引力与读者对书本的需求 f_i 和书本本身的价值 v_j 成正比，与拖欠后的罚款 p 成反比。这样就可以建立模型，不失为一种很好的方法。

3) 基于 AHP 的图书超期原因模型

AHP 是一种定量与定性相结合，将人的主观判断用数量形式表达和处理的方法，它的核心步骤在于排序。用 AHP 法建立判断矩阵，确定容易引起图书超期的主要因素的权重，通过比较权重可以给出这些因素的排序。

4) 借阅规则的博弈评价体系

用博弈论理论来分析图书超期罚款问题，我们会发现，在一定条件下，图书超期罚款中图书馆和读者之间的一种纳什均衡。在这种情况下，无论对图书馆还是对读者都是公平合理的。我们也应该看到，这种均衡只是一种动态的平衡。博弈论很好的对现有借阅规则的优缺点进行分析。从而制定出更为合理的方案。

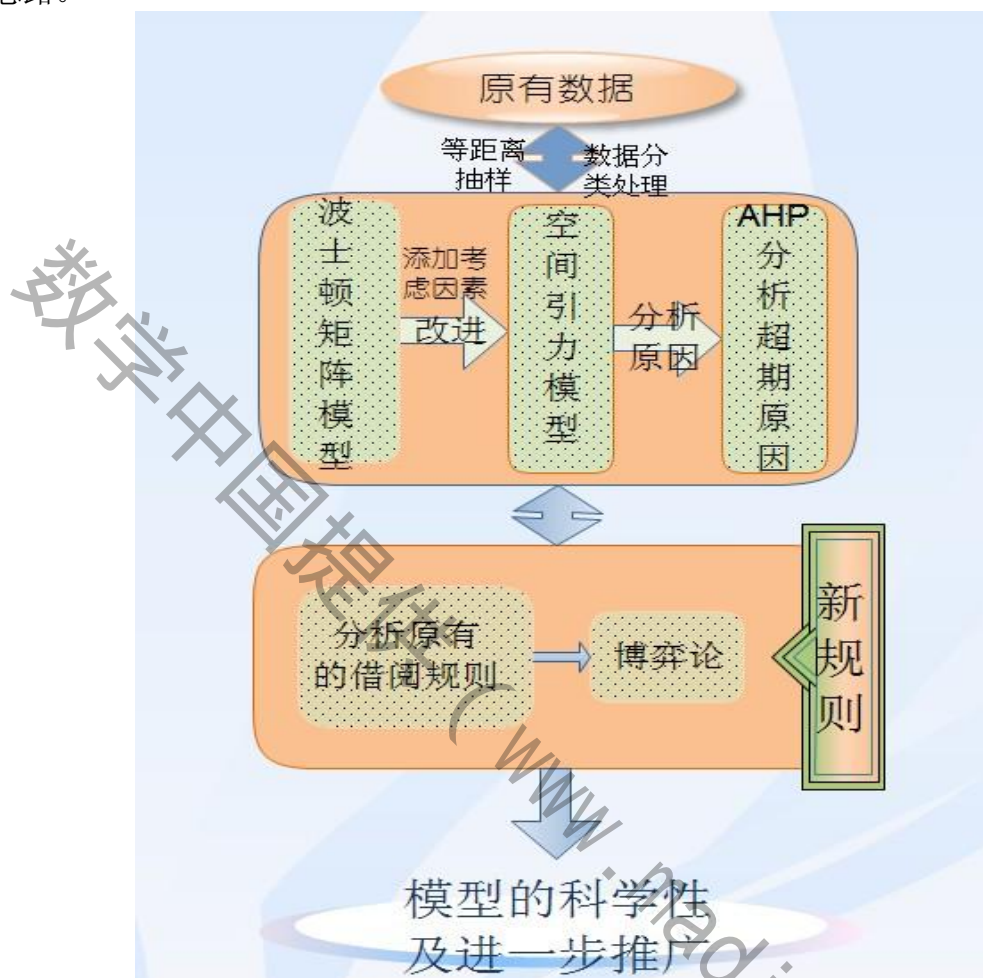
5) 新高校图书馆借阅规则

在建模、分析的基础上，发现现有图书馆的超期罚款制度存在一定的局限性，充分考虑多种因素，提出新的高校图书馆借阅规则，对于超期罚款给出了详细的计算公式。

1216

2.2 思路流程图

下面的思路流程图是我们文章结构的一个缩影，它将完整而形象的反应我们文章的建模思路。



图表 2 思路流程图

3. 基本假设和符号说明

3.1 基本假设

- 1)假设超期天数是真实可靠的。
- 2)假设不存在借书丢失、和永远不还的情况。
- 3)在空间引力模型中将书本分为了五类，每类书的价值按它拖欠本数表示，拖欠本数越多，表示该书越有用。
- 4)在在博弈评价中，假设只存在图书馆和读者之间的博弈，忽略其它不重要的博弈方。
- 5)在层次分析法中，专家的评价是没有偏见的、公正的。

1216

3.2 符号说明和名词解释

为了便于描述问题，我们用一些符号来代替问题中涉及的一些基本变量，如表 1 符号说明一览表所示，其它一些变量将在文中陆续说明。

表格 1 符号说明一览表

符号	解释说明
L	每类图书超期的数量和超期最多的那类图书的比值乘以 100
G	每类图书平均超期天数和最大的平均超期天数的比值乘以 100
X	对于图书是否易超期的总评价
T_i	表示第 i 类读者与书本间的引力
P_i	第 i 类读者对书的需求
P_j	表示第 j 类书的价值
CR	一致性比例
CI	一致性指标
RI	平均随机一致性指标
w_i	各指标的权重

4. 类波士顿矩阵模型的建立与求解

4.1 数据的分析和处理

本题附件给出了 4000 多组数据，我们先对这些数据进行统计分析。由于总体中个体的排列对于研究的变量来说，应是随机的，即不存在某种与研究变量相关的规则分布，我们采用系统抽样的方法，抽取出 109 个样本。按照图书超期的时间把总体的单位进行排序，再计算出抽样距离，然后按照这一固定的抽样距离抽取样本。第一个样本采用简单随机抽样的办法抽取。

$$K(\text{抽样距离}) = N(\text{总体规模}) / n(\text{样本规模})$$

接着，我们对样本按照图书类别进行分类，通过查阅大量相关资料，我们采用《中国科学院图书馆图书分类法》中规定的分类方案，也是目前我国高校图书馆普遍采用的方法，将图书分为 5 个基本部类：

1216

表格 2 《中国科学院图书馆图书分类法中图法》

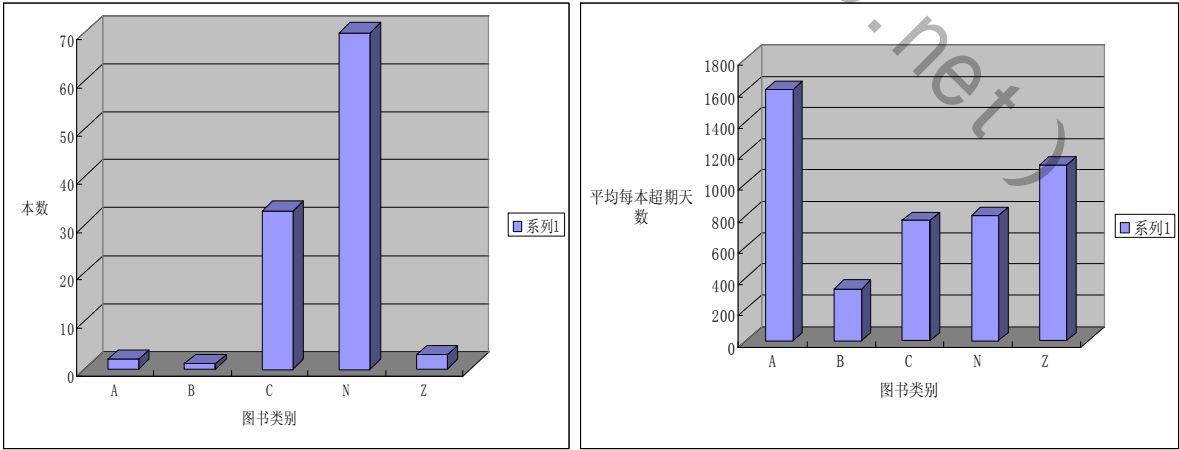
基本部类	大类
马克思主义、列宁主义、毛泽东思想	A 马克思主义、列宁主义、毛泽东思想
哲学	B 哲学
社会科学	C 社会科学总论
	D 政治、法律
	N 自然科学总论
	O 数理科学和化学
	P 天文学、地球科学
	Q 生物科学
	R 医药、卫生
	S 农业科学
	T 工业技术
	U 交通运输
	V 航空、航天
	X 环境科学、劳动保护科学
自然科学	
	Z 综合性图书
综合性图书	

在本文中，我们分别用字母 A、B、C、N、Z 表示马克思主义、列宁主义、毛泽东思想；哲学；社会科学；自然科学；综合性图书。对抽样数据的统计结果如下：

表格 3 样本统计结果

	超期本数	平均超期天数
A	2	1606
B	1	335
C	33	772.9091
N	70	799.9143
X	3	1124.333

由上面的数据可绘的下面的关系图：



从上面的图可以看出：科技类的图书超期的数量最多而超期的平均的超期时间却不是很大，可以初步判断科技类的书对读者的吸引力是比较大的。马克思主义、列宁主义、毛泽东思想类的书虽然平均超期的时间长，但被借阅的册数很少，说明这类书对特定的人群吸引力较大。

#1216

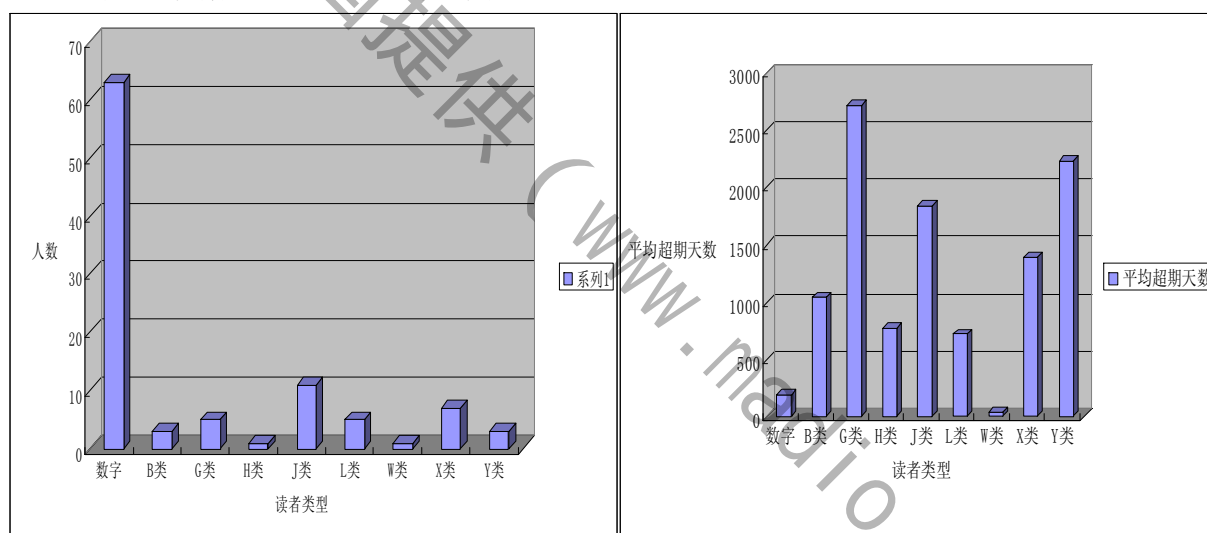
按书的类型分类还不能反映各类人群对图书的不同需求，于是按读者证号的不同特点再对以上数据进行处理。

按照读者证号可以将读者分为以下几类：全数字类、B类、G类、H类、J类、L类、W类、X类、Y类。（如表）

表格 4 按照读者类型分类统计结果

读者类型	人数	平均超期天数
数字	63	190.0634921
B类	3	1041.666667
G类	5	2723.6
H类	1	772
J类	11	1847.857143
L类	5	721.2
W类	1	41
X类	7	1395.285714
Y类	3	2237.333333

上面的数据可绘的下面的关系图：



可见读者证号全部是数字的占了大部分，他们的超期时间普遍较短，其它各类（除W类）平均超期时间都比较长。

4.2 波士顿矩阵模型的基本理论

波士顿矩阵模型是波士顿咨询公司（BCG）于1970年提出的一种规划企业产品组合的方法。这种方法把企业生产经营的全部产品或业务的组合作为一个整体进行分析，常常用来分析企业相关经营业务之间现金流量的平衡问题。因其评估的有效性，逐渐被引入情报分析领域，扩大了评估对象的范围。

1216

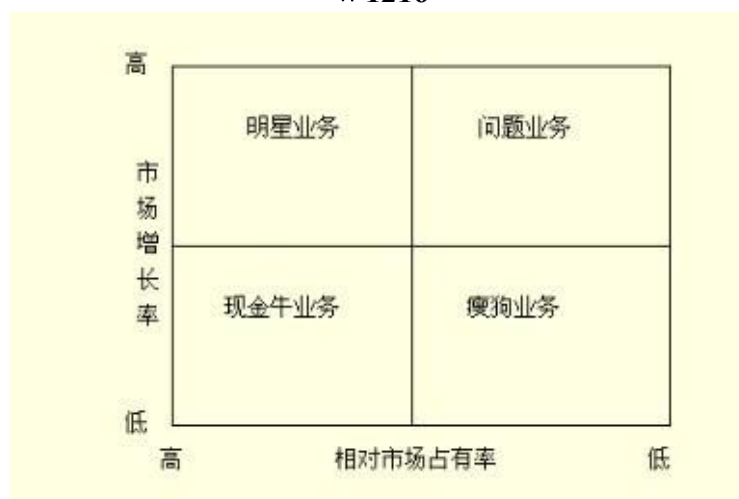


图 3 波士顿矩阵模型

在上图，中矩阵的横轴表示企业在行业中的相对市场份额地位，是指企业某项业务的市场份额与这个市场中最大竞争对手的相对业务份额比。纵轴表示市场增长率，是指企业所在的行业某项业务最近两年的市场销售额增长的百分比。

波士顿矩阵模型将一个公司的业务分成四种类型：问题、明星、现金牛和瘦狗。

问题业务是指高市场成长率、低相对市场份额的业务。明星业务是指高市场成长率、高相对市场份额的业务。现金牛业务指低市场成长率、高相对市场份额的业务，这是成熟市场中的领导者，它是企业现金的来源。瘦狗业务是指低市场成长率、低相对市场份额的业务。一般情况下，这类业务常常是微利甚至是亏损的。

4.3 类波士顿矩阵模型的建立和求解

本文采用的数学模型与波士顿矩阵分析法有点近似，因此称为类波士顿矩阵模型。在本模型中，通过分析将所有图书分为三部分：易超期、一般、不易超期。

在这里，我们假设只有两个因素影响一类图书是否容易超期。稍后再将之推广到多个因素的情况。在这里设两个因素分别为：每类超期图书所占的比例和每类图书平均的超期天数。类似于波士顿矩阵分析法中将矩阵分为四个区域采用不同的策略，我们将综合分析的结果分为三个区域：易超期、一般、不易超期。

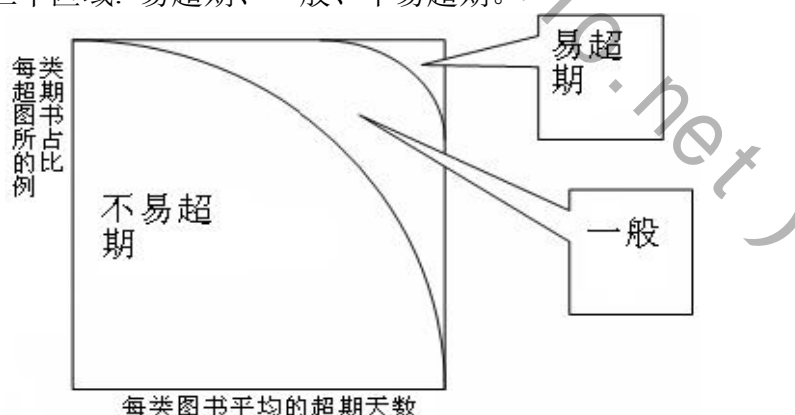


图 4 类波士顿矩阵模型

上图中，纵坐标用每类图书超期的数量和超期最多的那类图书的比值乘以 100，即 L 来表示。横坐标用每类图书平均超期天数和最大的平均超期天数的比值乘以 100，即 G 来表示。 $0 < L, G < 1$ 。总评价 $X = \sqrt{\frac{L^2 + G^2}{2}}$ 。在这里，不妨设当 $X < 45$ 时， X 落在不易超期的区域，当 $45 < X < 75$ 时， X 落在一般的区域，当 $X > 75$ 时， X 落在易超期的区

1216

域里。

通过分析统计得到的数据，该模型的求解过程如下表所示：

表格 5 类波士顿矩阵模型的求解

	L	G	X	结果
A	2.8	100	70.74	一般
B	1.4	20.9	14.80	不易超期
C	47.1	48.1	47.60	一般
N	100	49.8	79.06	易超期
Z	4.3	69.9	70.03	一般

结果表明，相对来说，不易超期的图书为 B 哲学类；而 N 自然科学总论类书籍易超期；A 马克思主义、列宁主义、毛泽东思想、C 社会科学总论、Z 综合性图书也存在一定的超期现象，但不如 N 类图书严重。

4.4 类波士顿矩阵模型的进一步讨论

下面将模型推广到 n 个影响因素的情况。假设有 n 个因素参与评分，从 1 到第 n 个

因素分别为 L_i ，其中 i 的范围从 1 到 n 。则多个因素的办公人员评分模型为：
$$X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n L_i^2}{n}},$$

其中 $1 \leq i \leq n$ 。当 n 为 3 时，三个不同的区域就是球体的三个子部分，当 $n > 3$ 的时候，三个不同的区域就是多维空间的三个子空间。推而广之，我们也可以设定不止三个的结果区域如极不易超期、不易超期、一般、易超期、极易超期，或设立不同的区域边界 $X < 60; 60 \leq X < 70; 70 \leq X < 80; 80 \leq X < 90; X \geq 90$ ，这些都可以由上式推广而得。

5. 空间引力模型的挖掘与分析

5.1 数据的再次分析

由于在类波士顿矩阵模型中，我们没有考虑到不同读者的不同性，因此我们将读者进行一个分类，通过仔细考察数据，我们发现读者证号是标识读者身份的一个很重要的信息，有的读者证号是纯数字，而有的读者证号是以不同的字母开头。因此，在建立空间引力模型之前，我们将读者按照读者证号的首字母进行分类统计，得到下表：

表格 6 按读者类型进行分类统计

读者类型	人数	平均超期天数
数字	63	190.0634921
B 类	3	1041.666667
G 类	5	2723.6
H 类	1	772
J 类	11	1847.857143
L 类	5	721.2
W 类	1	41
X 类	7	1395.285714
Y 类	3	2237.333333

上面已经将书本分为了五类，每类书的价值按它拖欠本数表示，拖欠本数越多，表示该书越有用。从而直接用本数来表示 v_j 。

1216

表格 7 每类书的平均超期天数

书的类别	超期本数
A	1
B	1
C	18
N	42
Z	2

5.2 空间引力模型的基本原理

接着在这里我们引入了万有引力模型。牛顿万有引力公式认为，在宇宙中所有的物体之间都存在着引力，且引力的大小与它们的质量成正比，与它们之间的距离的平方成反比，在这个基础上变形的公式已经在诸多领域如地理、经济、贸易等方面得了广泛的应用。地理学家对牛顿引力模型的引用，最早源于赖利1929年发表的对零售关系研究方法的探索，随着区域科学地迅速发展，引力模型被广泛运用于“距离衰减效应”和“空间相互作用”的经验研究当中。20世纪以来国内也有很多科学家引用该模型，做出了一系列的改进和修正并将模型应用于生活、科研的各个领域。该模型的具体公式如下：

$$T_i = G \frac{P_{i1} P_{i2}}{D_i^2} + b$$

其中， T_i 表示两个物体之间的吸引力， P_{i1} 、 P_{i2} 表示相互吸引的两个物体的质量， D 为两个物体之间的距离， G 、 b 为经验修正参数。

5.3 空间引力模型的建立和求解

因为求解的是一类题，所以求解过程中，可以将 G 、 b 省略，在本题中， T_i 表示第 i 类读者与书本间的引力。 n_i 是该类读书证号出现的次数， t_i 表示该类读者平均超期还书的天数，则有 $f_i = n_i * t_i$ ， f_i 表示该读者对于借书的需求。

通过分析发现，这个吸引力与读者对书本的需求 f_i 和书本本身的价值 v_j 成正比，与拖欠后的罚款 p 成反比。由于进行比较的实质是将 T_i 进行减，而 b 为一个常数，所以可以省略，同时 G 的大小对整个模型的比较功能没有很大的影响，所以我们的模型里用 $G=1$ ，模型的一般表示为：

$$T_i = \frac{P_i P_j}{D_i^2}$$

修正一： P_i 与 P_j 值的确定。

在本题中， P_i 表示第 i 类读者对书的需求， P_j 表示第 j 类书的价值。在这里我们 f_i 与 v_j 表示。

修正二：距离 D_i 的确定。

万有引力公式里的 D_i 是两个物体间的距离，与引力大小成反比，所以在本题中 D_i 表示没拖欠一天就需要罚款的值。这里用 p 表示。在经过两次修正后，我们建立的模型为：

$$T_{ij} = \frac{f_i v_j}{p^2}$$

修正三： p 值的省略

又由于所有的 p 都一样大，所以在求解的时候可以把 p 去掉，即变为： $T_{ij} = f_i v_j$ 。

1216

很显然，在求出 T_{ij} 后，可以求出每类书对于每类人的吸引力，然后由 $T_j = \sum_{i=0}^{11} T_{ij}$ ，求出每类书对于所有读者的吸引力，吸引力越大，该书就越可能超期。

求解过程：将整理所得数据带入以上方程中，可得

$$T_1 = 69920, T_2 = 699201, T_3 = 1258577, T_4 = 293668, T_5 = 139841$$

由此可以看出，第 4 类书也就是 N 类书对读者的吸引力较大，也就是说自然科学类的书最容易发生超期不还现象。其次交易发生超期的是 C 类，然后依次是 B 类、Z 类、A 类。

5.4 空间引力模型和类波士顿矩阵模型的比较

类波士顿矩阵模型是运用了管理学的相关知识，建立数学模型 $X = \sqrt{\frac{L^2 + G^2}{2}}$ ，并将综合分析的结果分为三个区域，这样就很好的从定性的角度分析了哪类图书容易出现超期现象。

但是类波士顿矩阵模型只考虑了每类超期图书所占的比例和每类图书平均的超期天数，考虑的因素虽然很有代表性但并不全面。比如，读者之间的身份差异也会对哪类图书容易超期造成一定的影响，教师、科研人员借阅的书籍大多关于专业领域的技术和理论，由于科研需要，借阅时间相对较长，那么他们借阅的书籍就很容易发生超期。而一些低年级的本科生，可能会喜欢在课余时间阅读一些休闲类的小说、著作，由于这些书籍不具有长期收藏的价值，可能不容易发生超期现象。为了解决这个问题，我们对数据按照读者身份特征重新进行分类统计，提出了空间引力模型。

空间引力模型对于问题 1 也不失为一种好方法，原理简单易懂，计算过程清晰明了，同时很好的解决了类波士顿矩阵模型一中没有考虑到不同读者之间的差异的问题。经过修正得到的模型 $T_{ij} = f_i v_j$ ， $T_j = \sum_{i=0}^{11} T_{ij}$ 。同时，该模型也考虑到每类图书超期本数的多少，即这类图书的热门度，这对于实际是很有必要的。

总之，两个模型皆切实可行，得到的结果正确合理。两个模型相互补充、配合，从不同的角度得到的结果基本相同，使本文的结论更加科学。在模型的建立过程中，通过一步步更细致的讨论，模型一步步更接近于合理，最终得到我们所需的结论。思路清晰，结构严谨，而且具有很好的连贯性。

6. 基于 AHP 的图书超期原因模型的建立

6.1 层次分析法（AHP）的基本原理

层次分析法（AHP）是一种实用的多准则决策方法，也可以称作是一种系统工程的方法。AHP 是一种定量与定性相结合，将人的主观判断用数量形式表达和处理的方法。面对复杂的社会问题，决策者使用 AHP 进行决策，大大提高了决策的有效性、可靠性和可行性。层次分析法的核心问题是排序，包括递阶层次结构原理、测度原理和排序原理。下面分别予以介绍。

(1) 递阶层次结构原理

一个复杂的结构问题可分解为它的组成部分或因素，及目标、准则、方案等。每一个因素称为元素。按照属性的不同可以把这些元素分组形成互不相交的层次，上一层次元素对相邻的下一层次的全部或部分元素起支配作用，形成按层次自上而下的逐层支配关系。具有这种性质的层次称为递阶层次。

1216

(2) 测度原理

决策就是要从一组已知方案中选择理想的方案，而理想方案一般是在一定的准则下通过使用效用函数极大化而产生的。然而对于社会、经济系统的决策模型来说，常常难以定量测度。因此，层次分析法的核心是决策模型中各因素的测度化。

通常，社会、经济系统的测度具有以下属性特点：

- ① 社会、经济系统中测度对象的属性大多具有相对性质，无法确定同意的标度。
- ② 测度对象的环境时常变化，即使有一种同意尺度，由于环境的变化也会使其失去常规意义。

③ 社会、经济系统缺少必要的测度工具，往往需要人的判断。

针对这些特点，层次分析法提供了测度决策因素的基本方式，这种方式充分利用人的经验和判断，采用相对标度进行两两比较，从而能够统一对有形与无形，可定量与不可定量的因素进行测度。在某种程度上，层次分析法解决了社会、经济系统某些现象的测度和建模问题，提出了决策思维的一种新方法。

(3) 排序原理

层次分析法的排序问题，实质是一组元素两两比较其重要性，计算元素相对重要性的测度问题。这里不妨假设由元素两两比较的道德重要性测度表示为：

$$A = (a_{ij})_{n \times n}$$

显然，判断矩阵具有性质：① $a_{ij} > 0$ ；② $a_{ij} = (a_{ji})^{-1}$ 。称满足性质①和性质②的方阵为正的互反阵。若一个 n 阶正的互反阵 A 满足：

$$a_{ij} \times a_{ji} = a_{ik}, \quad \forall i, j, k = 1, \dots, n$$

则称 A 为一致性矩阵。在排序原理中，通常不能保证判断矩阵为一致性矩阵，但有一个正的互反阵是一致性矩阵的充要条件。

在判断矩阵 A 为一致性矩阵时，通常

$$A\omega = \lambda_{\max}\omega$$

来确定权系数 $\omega(A) = (\omega_1(A), \dots, \omega_n(A))^T$ ，其中 λ_{\max} 为 A 的最大特征值，通常称为主特征值，而 ω 是相应的特征向量，通常称为特征向量，其分量满足 $\sum_{i=1}^n \omega_i(A) = 1$ ，它们可用 Matlab 命令计算得到。

特征根方法的合理性是基于正矩阵的 Perron 定理。由此定理知，正的互反矩阵存在唯一的正实数的最大特征根，它所对应的特征根向量可以由全为正的向量组成，经归一化后，上述特征向量是唯一的。

将各个因素两两比较确定其相对重要性构造判断矩阵。常用的是 Saaty 比较尺度，取值可以是 1, 2, ..., 9 及其 1, 1/2, ..., 1/9，这是因为人们在进行定性成对比较时常见有 5 种明显的等级（根据心理学的研究成果）（见表 2）

表格 8 尺度 a 的含义

Y_i/Y_j	同等重要	略为重要	明显重要	尤为为重要	异常重要	等级之间
a_{ij}	1	3	5	7	9	2, 4, 6, 8

这样构造出来的判断矩阵，其中的数据是依据实际情况自行设计的，衡量判断矩阵的合格标准时它是否具有的一致性。由于客观事物的复杂性和人的认识的多样性，完全一致的判断往往是不现实的，一般只需近似地满足一致性即可。在给出判断矩阵后应进行一致性检验，其方法如下：

1216

计算一致性指标 CI 。公式为

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

式中， n 为判断矩阵 A 的阶数， λ_{\max} 为 A 的最大特征值。

查询平均随机一致性指标 RI (见表 3)

表格 9 Saaty 的一致性指标 RI

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.52

c. 计算一致性比例 CR 公式为

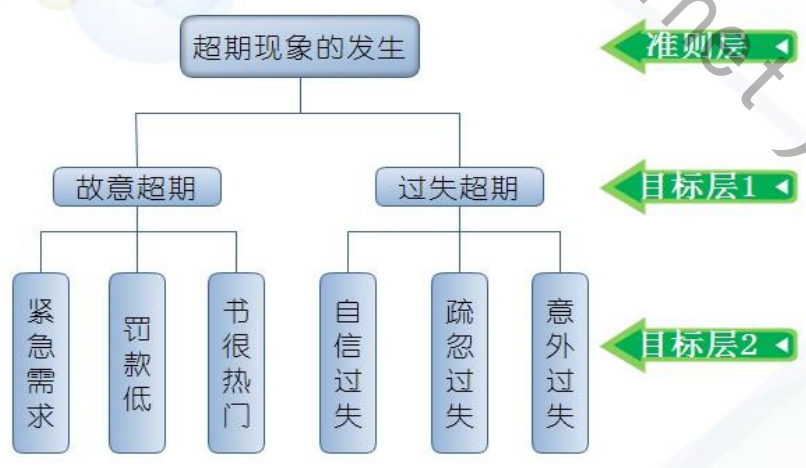
$$CR = \frac{CI}{RI}$$

理论说明：当 $CR < 0.1$ 时，一般认为判断矩阵 A 的一致性可以接受；否则就需要重新进行比较，对 A 加以调整，使之具有满意的一致性。

6.2 图书超期原因模型的建立

根据题目中提供的理由，我们根据实际情况对这些原因进行了一些处理，将原因分为两大类：故意超期和过失超期。在故意超期中又可以分为以下几种情况：（1）图书借阅到期时，图书馆无库存复本，且按规定不能续借，而读者因某种急需，如考研、考级等，还需继续借阅热门藏书，于是通过违章继续占用到期图书，即“明知故犯”；（2）有的读者认为，每天 0.1 元的超期罚款算不了什么，超期了无非是交点钱，因而未把按时主动还书当回事，导致借阅超期；（3）有的图书很紧俏，市场上不易买到，有的读者出于种种原因，为达到长期独占目的，在故意超期后谎报丢失，即使交超期罚款和赔书款也自认为值得。在过失超期中又可以分为（1）过于自信的过失，即读者实际不知道或不记得借阅到期的准确日期，因过于自信自以为是而导致超期；（2）疏忽大意的过失，即读者因忙于学习或工作等种种原因完全忘记借阅到期，甚至忘记自己曾借过图书而导致超期；（3）出现意外事件（如所借的图书被盗、遗失等）。然后利用层次分析法建立模型，经过一系列的运算，给出造成图书超期的各种原因的排序。

首先，通过搜集专家的意见建立准则层与目标层 1 的判断矩阵。通过这个关系建立准则层对目标层的判断。同上建立目标层 1 对目标层 2 的判断。



图表 5 层次结构图

1216

1) 建立准则层对目标层 1 的判断矩阵

B_1, B_2 分别表示故意超期和过失超期; $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ 分别表示读者因某种急需占用到期图书、超期罚款低、有的图书很紧俏故意超期后谎报丢失、过于自信的过失、疏忽大意的过失、出现意外事件。

表格 10 准则层对目标层 1 的判断表

A	B_1	B_2
B_1	1	3
B_2	1/3	1

由专家法直接可以得到 B_1, B_2 的相对重要性。

2) 建立目标层 1 对目标层 2 的判断矩阵

表格 11 对于故意超期的判断矩阵

	B_1	C_1	C_2	C_3
C_1		1	6	9
C_2		1/6	1	3
C_3		1/9	1/3	1

用 MATLAB 求得 $\lambda_{\max} = 3.0536$, $CI = 0.0268$, $RI = 0.5204$ 。

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0.0515 < 0.1$$

所以认为满足一致性指标, 判断矩阵是可行的。

最大特征值对应的权向量为 $W = (0.7703, 0.1618, 0.0679)$ 。

表格 12 对于过失超期的判断矩阵

	B_2	C_4	C_5	C_6
C_4		1	1/3	3
C_5		3	1	5
C_6		1/3	1/5	1

用 MATLAB 求得 $\lambda_{\max} = 3.0385$, $CI = 0.0193$, $RI = 0.5216$ 。

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0.0370 < 0.1$$

所以认为满足一致性指标, 判断矩阵是可行的。

最大特征值对应的权向量为 $W = (0.2583, 0.6370, 0.1047)$ 。

6.3 模型的求解及结果分析

由准则层对目标层 1 的判断可由专家法直接得到排序, 可以对 B_1, B_2 进行排序, 排序结果为: B_2, B_1 。再通过目标层 1 对目标层 2 的判断矩阵得到的权重对目标层 2 进行排序, 即 $C_5, C_4, C_6, C_1, C_2, C_3$ 。

以上结果说明, 从整体上来看, 考虑故意超期和过失超期两个方面, 过失超期是最主要原因, 其次是故意超期。具体来说, 在图书超期的原因中, 按照影响大小对它们进

#1216

行排序，结果为：疏忽大意的过失；过于自信的过失；出现意外事件；读者因某种急需占用到期图书；超期罚款低；有的图书很紧俏故意超期后谎报丢失。

6.4 读者借阅超期的原因归纳

通过基于 AHP 的图书超期原因模型的具体求解和分析，结合实际情况，现将读者借阅超期的原因归纳如下：

（一）故意超期

所谓故意超期，就是读者明知图书借阅到期并且能够及时办理还书手续，而不予办理相关手续的行为，即明知故犯。故意超期的情形主要有：（1）图书借阅到期时，图书馆无库存复本，且按规定不能续借，而读者因某种急需，如考研、考级等，还需继续借阅热门藏书，于是通过违章继续占用到期图书，即“明知故犯”；（2）有的读者认为，每天 0.1 元的超期罚款算不了什么，超期了无非是交点钱，因而未把按时主动还书当回事，导致借阅超期；（3）有的图书很紧俏，市场上不易买到，有的读者出于种种原因，为达到长期独占目的，在故意超期后谎报丢失，即使交超期罚款和赔书款也自认为值得。

通过上述模型的分析，可以发现故意超期也是很重要的一个原因。其中造成超期的最大原因是读者在急需这本书的情况下的“明知故犯”。对于这种原因，图书管应改善其藏书体制，完善预约和续借制度，这样此类超期现象是可以避免的。其次是超期罚款低；有的图书很紧俏故意超期后谎报丢失。

（二）过失超期

与故意超期不同，过失超期是读者不知道图书借阅到期，因而未能按时还书所造成的，即主观上不希望超期。过失超期的情形主要有：（1）过于自信的过失，即读者实际不知道或不记得借阅到期的准确日期，因过于自信自以为是而导致超期；（2）疏忽大意的过失，即读者因忙于学习或工作等种种原因完全忘记借阅到期，甚至忘记自己曾借过图书而导致超期；（3）由于出现意外事件，导致读者无法按期归还已经借阅的图书。

通过建立数学模型求解，过失超期是造成超期的最主要因素，其中，由于意外无法按期归还图书是出现概论最大的一种情况，其次是疏忽大意的过失和过于自信的过失。

（三）其他原因

其他原因是指读者既非故意，又非过失而导致超期的情形，主要指出现意外事件（如所借的图书被盗、遗失等）后读者未及时到图书馆进行处理而导致超期，造成赔书又超期的双重损失。出现这种情况，只要处理得当，超期罚款原本是可以避免的。

7. 借阅规则的博弈评价体系

在问题二中，给出了某高校的借书规则为：借书时限为 1 个月，可以续借一次，续借时限为 15 天，超期一天罚款 0.1 元。题目要求我们根据问题(1)中的模型评价这种借书规则的优劣。请设计一种更加合理的借阅规则。

根据（1）中的万有引力模型可以看出，在求解两者的吸引力时考虑到了每个人能够借书的本数，讨论也涉及到了罚款金额。这些书中有些被借频率高，有些则很少被借阅，而且被保留的时间也长短不一，而考虑这两个因素时，对于每类书都是一样的，显然这样会造成不合理。所以对规则更改最实质的是要根据每一类书的不同需求制定不同的借出时间、不同的罚款数额，同时还要规定每个人最多可以借几本书，借某种类型的书最多一次可借几本都要做出规定。根据这个原则，如何制定更为合理可行的借书规则，我们将博弈评价体系运用到借阅规则的制定和评价中。

1216

7.1 博弈论方法与纳什均衡的概述

借阅规则的确定受诸多因素的影响，是多种要素相互作用的结果。只看到其中的一个方面很难得出令人信服的结论。在这里，我们尝试用一种新的视角来分析、确定一个新胡借阅规则。

在现实生活中，人们的许多决策之间是相互依赖的。你的最优决策依赖于别人的决策，别人的最优决策依赖于你的决策；你的决策还依赖于别人认为你怎么决策，你怎么认为别人认为你怎么决策，如此等等。研究这种互动环境下的理性选择的理论叫博弈论(theory of rational choices under interactions)。

在博弈理论中包含一个重要的概念和思想，这就是“纳什均衡”。纳什均衡(Nash equilibrium)是由美国数学家纳什首先提出并证明的。所谓纳什均衡，指的是所有参与人最优选择的一种组合。在这种组合下给定其他人的选择，没有任何人有积极性做出新的选择。纳什均衡也可以从另一个角度来理解：假设博弈中的所有参与人事先达成一项协议，等于说这个协议构成一个纳什均衡：在给定遵守协议的情况下，没有人有积极性偏离协议规定的自己的行为规则。这就是纳什均衡的理论思想。

7.2 借阅规则的博弈和纳什均衡理论分析

用纳什均衡理论来分析借阅规则的问题，我们会发现，在一定条件下，借阅规则是图书馆和读者之间的一种纳什均衡。这时，图书馆为了使图书资源最大的利用化，而不愿将图书借出更多的时间，为了使读者尽早归还，又必须尽量的加大罚款的力度，同时读者因为自己的需求，要尽量长的借阅图书，甚至不惜超期罚款。借书双方自觉履行满足纳什均衡要求的“借阅规则”。在这种情况下，无论对图书馆还是读者都是公平合理的。

如果图书馆无限制的借出图书或借书期限太长，必然会影响后续读者的借阅，最终会导致图书馆无书可借，读者也就无法利用图书馆资源。反之，如果一味的提高对读者罚款力度、减少图书的借阅时间，及其可能造成图书超期，甚至不归还图书的现象发生。这样对于借书双方都是有害无益的。在制定借阅制度时

我们也应该看到，这种均衡只是一种动态的平衡，随着当读者需求的改变，人们经济水平的变化这种平衡必然会被打破，并且在其他水平上达到新的平衡。当然，在这个过程中，各方都会努力维护自己的利益，都希望自己的愿望能实现。因而，其间充满了纷争和妥协。借阅规则的博弈过程具体体现为如下形式：

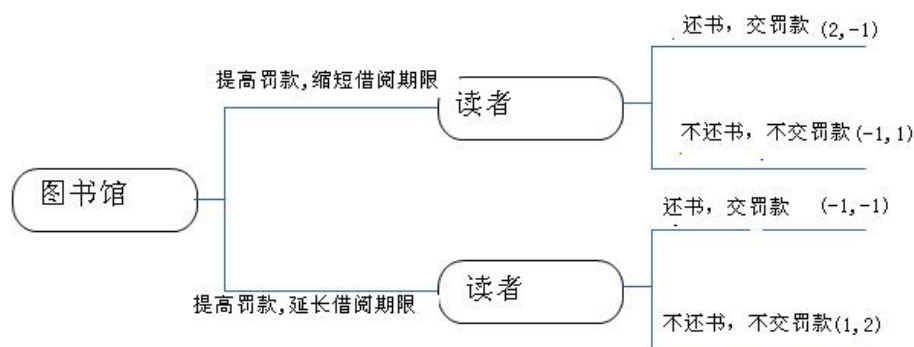
7.3 借阅规则问题的承诺博弈



图表 6 承诺博弈

图书馆处于有利的位置，因而对于读者的借阅标准的制定可以看成是第一个承诺。这样，相对于前者，读者处于不利的位置。他们的决策只能随着前者的决定而决定，见图6。

1216



图表 7 图书馆借阅规则的承诺博弈

从上图可以看出，图书馆提高罚款标准，读者支付赔偿是最有可能出现的情况。因而，短的图书借期和较高的罚款是不可避免的。

7.4 新高校图书馆借阅规则的提出

1) 适当提高现有超期罚款的标准。目前图书馆所采用的超期罚款标准（即 0.1 元/天/册）已执行了几十年，一直未作改变，相对于现在人们的收入水平来说，该标准偏低，不能有效抑制故意借阅超期，特别是短期故意超期现象的发生，对此，提高现有超期罚款的标准，增加处罚的力度是非常必要的。

2) 设定罚款上限。既然图书馆按规定收取超期罚款只是督促读者按期还书的手段而不是目的，是一种警示而不是为了创收，超期罚款就应无限制地累计计算。我们认为，超期罚款的计算时间上限不应超过三年，超期三年以上应当按三年时间来较缴纳罚款。

$$\text{超期罚款上限} = D \times 3 \times 365$$

其中， D 为超期一天收取的罚款金额。

3) 设定最大借阅数目，并且按照读者的不同身份制定不同的借书上限。一般来说，由于科研工作的需求，本科生、研究生、教师需要的用在科研上的书籍数目是不同的，因此，教师的借书上限应最高，其次是研究生和本科生以及校外人员。

4) 不同类型的书籍，设定不同的借阅天数和续借次数。在解决问题一的过程中我们发现，不同类型的书籍，超期发生的程度也不一样， N 类图书（自然科学类）最容易发生超期，这说明此类书籍需求量较大，应该设定较长的借阅期限，续借次数也应该增加。

5) 图书的预约与借阅超期的现象也有很大的内在联系。考虑到图书的预约，我们认为有读者预约的书籍和没有读者预约的书籍，超期不还造成的影响是不一样的，而且，预约的读者人数越多，超期造成的损失越多，超期罚款金额也应增加。

综合考虑读者身份，图书类型等因素，我们提出标准超期罚款的计算公式如下：

- 当超期未超过 30 天时，每天的罚款金额为 $D = K_1 \times N + K_2 \times V + d$ ；
- 当超期超过了 30 天时，每天的罚款金额为 $D = N \times \lg(t - 30) + V \times \lg(t - 30) + d$ 。

其中， d 为最基本的超期费用；

K_1 、 K_2 为固定常量，由图书馆根据实际情况定义；

N 为某本书的预约量；

V 是该类图书在所有借出图书中所占的比例；

t 为超期天数。

8. 图书超期的解决办法的进一步探讨

既然读者借阅超期造成如此不良的影响，高校和图书馆就应引起高度重视，认真应

#1216

对，尽量减少超期现象的发生，以实现图书馆与读者和谐共赢。为此，我们提出以下建议：

(1) 图书馆实行提示及催还制度，重在落实读者借阅超期还跟图书馆的工作是否深入细致很有关系。由于借阅超期大多是因为读者忘记借期而导致的，因此，为帮助读者加强“记性”，同时履行图书馆的告知义务，图书馆可以相应实行提示及催还方面的制度。所谓提示，是从两方面进行的，一方面，在读者借书时，及时向读者提示还书日期，加强读者按期还书的印象；另一方面，在读者借期即将到期时，图书馆会通过 E-MAIL 等形式向读者寄发借期即将到期提示通知。所谓催还，是指在读者借阅超期时，图书馆也会通过 E-MAIL 或通过校园网的公告栏等形式向读者寄发催还通知，提醒读者尽快还书，“亡羊补牢，为时不晚”，以避免缴纳更多的超期罚款，或避免除超期罚款以外更严厉的处罚。

(2) 罚款非目的，罚款有上限及读者权限限制针对以上故意超期的第二种情形，以及有的读者“秋后算帐”时累计超期罚款数额巨大，加重读者及其家庭经济负担，读者对此意见很大的状况，我们建议：

首先，适当提高现有超期罚款的标准。目前图书馆所采用的超期罚款标准（即 0.1 元/天/册）已执行了几十年，一直未作改变，相对于现在人们的收入水平来说，该标准偏低，不能有效抑制故意借阅超期，特别是短期故意超期现象的发生，对此，提高现有超期罚款的标准，增加处罚的力度是非常必要的。当然，提高超期罚款的标准要适当，要与人们的现实收入水平相适应，并且要事先得到政府物价主管部门的批准。

其次，罚款应规定上限，并限制其借阅权利。既然图书馆按规定收取超期罚款只是督促读者按期还书的手段而不是目的，是一种警示而不是为了创收，超期罚款就应无限制地累计计算。高校图书馆应该对现有超期罚款的规定进行修改，对超期罚款的上限作出明确规定，同时相应地对这方面违章的读者的外借权利进行限制，以更有效地敦促读者按期还书。

图书超期问题涉及因素较多，为了从根本上有效避免图书超期现象，处理制定合理的借阅规则之外，图书馆还是应该从图书流通入手，着力协调好各方因素，采用新的管理和技术手段，防止和减少图书超期量，进一步提高服务质量。

(3) 做好新生的入馆教育工作。新生的入馆教育工作做的好坏，直接关系到他们以后能否积极主动配合图书馆工作人员，共创良好图书流通秩序的关键。入馆教育中，我们不但要介绍图书馆的馆藏资源、文献分布、开放时间等基本情况，讲解图书馆的使用方法，更重要的是还要强调图书馆的各项规章制度，让读者了解它的重要性，在以后利用图书馆的过程中避免违规行为的发生，形成良好的借阅习惯。

(4) 加强对读者的研究。图书馆的工作归根到底是为读者服务。如果离开了为读者服务这个中心，图书馆的各项工作就失去了意义，因此，我们一定要认真调查研究读者的阅读心理、阅读需求与阅读规律，深入了解当前高校的教学和读者需求，积极主动为他们提供服务。可运用调查表的形式或定期召开读者座谈会，了解读者的阅读倾向和特点，调查读者的阅读需求情况，以确定核心馆藏的书目范围，调整各种图书的采、放量。从各服务窗口开展的网上为读者代借、代查、代预约、续借等业务中总结读者的阅读喜好、习惯。同时，研究不同学习阶段的读者对不同种类的图书阅读要求，制定不同的借阅制度，如可适当延长工具类、基础类图书的借阅期限、借阅册次等，既可吸引读者来馆借书，又避免不必要的超期和罚款。

(5) 加强技术服务力度。读者因图书超期、丢失而被罚款的现象比较普遍，造成这种现象的原因往往是由于读者对自己所借图书书名、还书日期没有留意，从而延误。为了更有效地解决以上问题，图书馆在开辟网上催还服务的同时，可以借鉴超市购物结

#1216

算方式，即在读者办理完借还书手续后，交给读者一张记录有读者姓名、本次借（还）书书名及借（还）日期等信息的小单。这是一种既便于催还又便于读者查询借还记录、积累读书历程的更为人性、有效的措施。基于图书馆现有的计算机管理系统，该方法的实现和具体操作也不难，虽然对于工作人员来说，工作程序是多了，但方便了读者，可以有效地减少读者对逾期图书在缴纳延期费用和借还数据误差方面的投诉，是真正为读者着想的举措。引起图书馆图书超期的因素较多，会影响到图书的流通效率和质量，解决的方法可以从加强管理制度和技术手段入手，但更重要的是多提供一些人性化的途径和措施，如用双轨制解决读者借书超期罚款的矛盾，图书超期后电脑系统自动生成罚款额，读者对于罚款很有意见，影响了他们对图书馆的印象和评价，应该以教育和督促为主，这是提高图书流通服务水平的一个重要方面。

9. 模型的科学性和现实意义

9.1 模型的科学性分析

1、极强的逻辑性

本文我们首先分析问题，发现这是综合类的分析建模问题，为了分析哪类书容易出现超期现象，我们在分析挖掘数据的基础上建立类波士顿矩阵模型和空间引力模型，从定性和定量的角度分析解决。本文将一个宽广的问题划分为几个小问题，使文章具有很强的连贯性与层次感，从建立类波士顿矩阵模型到空间引力数学模型的建立，再到层次分析法的提出及借阅规则的博弈评价体系的建立，模型一步步深化，论文思维紧密。

2、假设合理

无论是从题目中归纳出的假设条件，还是根据查找文献材料所确定的假定内容，我们都做到了有依可寻，避免了主观的臆断而出现模型过于简化的情况，合适的假设是我们模型求解的关键，从求解结果的分析来看假设也是合情合理的。

3、求解方法的可靠性

模型大量运用 EXCEL、MATLAB 等软件编程进行计算，计算过程严密，结论精确，模型易懂，算法也不算太难，思路清晰，便于理解。

4、数据的合理性与现实性

模型中涉及了许多数据，这些数据的选取一方面取决于权威统计年鉴中的实际数据，一方面是我们根据实际情况进行筛选的。

9.2 模型的现实意义

读书借阅超期现象是高校图书馆普遍存在的一个问题，她不仅影响图书馆的正常开展，而且对读者的权益也带来不利影响。本文在充分挖掘数据的基础上，建立模型，分析图书馆超期的原因，提出了图书馆借阅规则的新方案，对于有效解决图书借阅超期问题，完善借阅规则，提高图书馆智能服务的水平有着较强的借鉴意义。

本文建立的模型，借鉴了管理学和力学的相关知识，是对原有模型的拓展和挖掘，该模型在很多领域也有适用性。

10. 模型的评价及推广

10.1 模型的优点

1、文章建立了多个模型，由简到繁，由理想到具体，在各种情况下，通过一步步更细致的讨论，模型一步步更接近于合理，最终得到我们所需的结论。思路清晰，结构

#1216

严谨，而且具有很好的连贯性。

2、类波士顿矩阵模型和空间引力模型相互补充、配合，从不同的角度得到的结果基本相同，使本文的结论更加科学，更具有说服力。

3、层次分析法探究图书发生超期时可能的原因，查阅大量文献的基础上总结了主要的因素并对它们进行排序，给出了最有可能导致超期的几种情况。考虑的因素较为全面，使整个模型和体系具有很好的实用性和代表性。

4、本文在充分分析类波士顿矩阵模型和空间引力模型的基础上，提出借阅规则的博弈评价体系，分析更加科学合理。

10.2 模型的缺点

1、本文利用 AHP 方法确定各指标权重的大小会直接影响计算所得到的结果；所以利用层次分析方法确定权重时，要广泛征集有关人员和专家的意见，使得所计算出的权重较好地符合实际情况，从而最大限度地提高该模型的适用性。

2、空间引力模型的建立考虑了容易引起图书借阅超期的部分主要因素，并没有考虑全部因素。

10.3 模型的推广

本文所建的模型具有很大的利用价值，在分析高校图书馆借阅超期罚款的制定问题，改善借阅规则，进而更好的完善图书馆的智能服务。

我国大多数高校图书馆现行的借阅超期罚款标准在一些人看来是有失公平的，不利于图书馆的智能服务。我们这次所做的关于这个的报告，系统地对于这个标准进行了研究深入，并且也适当的提出了我们自己的一些看法，尽管不是很成熟，但是这些数学模型在现实的体现方面的效果是有目共睹的，由数据出发发现分析问题，进而改善问题。

综上所述，这所有的模型都可以在进一步推广，在诸多实际生活运用中发展运用，为研究等提供了依据。

参考文献

[1]赵静等，《数学建模与数学实验》[M]，北京：高等教育出版社；海德堡：施普林格林出版社，2000.11.

[2] 肖伟等，《MATLAB 程序设计与应用》[M]，北京：清华大学出版社；北京交通大学出版社，2005.7.

[3] 赵东方，《数学模型与计算》[M]，北京：科学出版社，2007.

[4] 施泉生等，《运筹学》[M]，北京：中国电力出版社，2009.。

[5] 苏秋斌,殷姿.基于经验和波士顿矩阵分析法的高校行政管理人员绩效评价模型[J]. 广东技术师范学院学报.2007/10.

[6] 夏燕燕.高校图书馆图书超期因素及其对策探讨[J].华章.2008/07.

[7] 胡福文.高校图书馆读者借阅超期有关问题的思考[J].学理论.2009/17.

[8]石贤光，《基于引力模型的中原城市群范围界定》，现代经济，第六卷第十期：16—17，2007 。

[9] 秦书玉等，《确定影响工程质量主次因素的层次分析法》，辽宁工程技术大学学报，第 18 卷第 6 期：599—603，1999.12 。

1216

附录

1 层次分析法求影响居民投保率的各因素的权重

1.1 层次分析法的 matlab 程序

```

disp('请输入判断矩阵 A(n 阶)');
A=input('A=');
[n,n]=size(A);
x=ones(n,100);
y=ones(n,100);
m=zeros(1,100);
m(1)=max(x(:,1));
y(:,1)=x(:,1);
x(:,2)=A*y(:,1);
m(2)=max(x(:,2));
y(:,2)=x(:,2)/m(2);
p=0.0001;i=2;k=abs(m(2)-m(1));
while k>p
    i=i+1;
    x(:,i)=A*y(:,i-1);
    m(i)=max(x(:,i));
    y(:,i)=x(:,i)/m(i);
    k=abs(m(i)-m(i-1));
end
a=sum(y(:,i));
w=y(:,i)/a;
t=m(i);
disp('权向量');disp(w);
disp('最大特征值');disp(t);
%以下是一致性检验
CI=(t-n)/(n-1);RI=[0 0 0.52 0.89 1.12 1.26 1.36 1.41 1.46 1.49 1.52 1.54 1.56 1.58 1.59];
CR=CI/RI(n);
if CR<0.10
    disp('此矩阵的一致性可以接受!');
    disp('CI=');disp(CI);
    disp('CR=');disp(CR);
else
    disp('此矩阵的一致性不可以接受!');
end

```

1.2 层次分析法的计算结果

请输入判断矩阵 A(n 阶)

A=[1 6 9;1/6 1 3;1/9 1/3 1]

权向量

0.7703

0.1618

0.0679

最大特征值

3.0536

1216

此矩阵的一致性可以接受!

CI=

0.0268

RI=0.5204

CR=

0.0515

请输入判断矩阵 A(n 阶)

A=[1 1/3 3; 3 1 5; 1/3 1/5 1]

权向量

0.2583

0.6370

0.1047

最大特征值

3.0385

此矩阵的一致性可以接受!

CI=

0.0193

RI=0.5216

CR=

0.0370