

报名号 # 1066

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：

参赛队员（签名）：

队员 1： 梁 勇

队员 2： 张晓博

队员 3： 鹿高杰

参赛队教练员（签名）：

参赛队伍组别：

报名号 # 1066

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）：

1066

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）：

报名号 # 1066

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

题 目 C 高校图书馆的智能服务

关 键 词 相关性分析 层次熵与灰色关联度模型 博弈论 回归分析

摘 要：

我们首先运用 *spss* 软件统计分析了图书预约与图书超期之间的关系，引入了预约到书率和预约到书借阅率两个变量，并将图书超期分为超期期限超过一年和超期期限一年之内两种情况，分别建立了预约到书率和超期期限超过一年图书数量的比重关系模型以及预约到书借阅率和超期期限一年之内图书数量的比重关系模型，在第一个模型中，我们采用了对数曲线拟合的方法，得出对数方程 $\varphi = -0.099 \times \ln(x) + 0.459$ ，在第二个模型中，我们进行了相关性分析，得出两者之间的关系系数，为后面评价模型的求解建立了基础。

之后，我们通过对图书流通率关系模型和图书预约成功率关系模型的分析，引入了预约成功率这一变量，将预约到书率和预约到书借阅率两个变量联系起来，以此作为评价目标，建立了基于层次熵与灰色关联度的模型，通过层次熵分析法得到各因素的权重，接着根据灰色关联度分析法计算出这种预约方案与正负理想方案之间的位置和数据曲线的相似性差异，从而得出图书预约系统对提高图书流通率的作用评价。

对于第二问，通过对图书馆与借阅人员之间存在的关系分析，我们建立了博弈论模型。通过分析我们得知，从图书馆的角度来看，图书馆希望增加罚款、适当增加续借次数以及天数或者适当的制定预约措施使得图书馆能有好的流通率。从借阅人员的角度来看，首先，借阅者不愿看到图书馆罚款上涨，图书馆罚款越低，对他们越有利；其次，他们希望续借次数可以无限次多，这个便不存在超期现象；最后，借阅者内心不太愿意受预约制度的限制，而更希望随到随得。通过这种博弈关系，我们对图书馆与借阅人员之间进行了定性分析，得到其之间存在着均衡点，然后利用回归模型综合考虑罚款数目、续借次数以及预约方案等因素对图书馆进行管理提出了新的方案。

报名号 # 1066

Abstract

For the first question, we first use the statistical software of SPSS to analysis the appointment books and books of extended relationship between the introduction of an appointment to appointment books to the book lending rate and the rate of two variables, and books for more than a year of extended and extended into extended period of two cases within a year, were set up an appointment to book ratio and the number of books overdue for more than a year the proportion of the relational model and to book an appointment for one year lending rate and extended the proportion of the number of books within the relational model, in The first model, we use a logarithmic curve fitting method, obtaining logarithmic equation $\varphi = -0.099 \times \ln(x) + 0.459$. In the second model, we conducted a correlation analysis shows that the relationship between the two coefficients, the solution for the evaluation model behind the establishment of the foundation.

For the second question, borrowed by library staff and the relationship between analysis, we have established a theory model of rational choices under interactions. Through analysis we know that the point of view from the library, the library hopes to increase the penalties appropriate to increase the number of days or number of renewals and the formulation of appropriate measures to make an appointment to have a good library circulation rate. Borrow staff from the point of view, first of all, those who do not want to see the library to borrow up fine, library fines, the lower, the better for them; Secondly, they want to be an unlimited number of renewals over, there will not be extended this phenomenon; Finally, the borrower is not prepared by the appointment system inside the limit, but also hope that upon arrival too. In this theory model, we were among the library and borrow for the qualitative analysis, the equilibrium between; then use regression model took into account the number of fines, number of renewals and reservation program and other factors on the management of library proposed new program.

参赛队号 1066

所选题目 C 题

参赛密码 _____ (由组委会填写)

报名号 # 1066

1 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，借阅超期已经是一个普遍的现象。由于借阅超期这一不良现象的大量存在，严重降低了图书馆藏资源的利用率，并最终影响图书馆功能的正常发挥。因此处理借阅超期这一现象，已经是高校图书馆势在必行的一项措施，这个问题的处理好与坏，直接影响到图书馆与读者之间的关系和图书馆的声誉。

近年来，信息化发展迅猛，高校图书馆为了满足大学生读者个性化需求和方便读者借阅图书馆大量珍藏文献书籍，同时也为了尽量杜绝有些读者“反复续借”热门书籍，提高图书馆藏书的利用率，纷纷采用了图书预约系统。在图书预约系统下，书籍一旦被预约，就不能再续借，这很好的阻止了一些读者反复续借一本书的不良行为，大大提升了图书的流通率，充分展现了高校图书馆应有的作用。

图书预约系统开展的成功与否，已经成为衡量一个图书馆是否是在高效运行的重要尺度。因此，图书预约系统的研究成为当下一个热门课题，如下面问题的第一问，就是图书的预约与图书流通率的关系的研究。然而，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：

(1) 近几年，在国内高校中图书预约系统被普遍采用，书籍一旦被预约，就不能再续借。附件中提供了某高校图书预约系统的运行统计数据。请建立数学模型评价图书预约系统对提高图书流通率的作用。

(2) 根据前面三个问题的结论，请设计一个新的图书管理方案1，尽量降低图书超期现象的发生率并提高图书利用率。

2 问题的分析

2.1问题的分析

2.1.1问题一的分析

图书预约系统对提高图书流通率的作用主要体现在图书预约成功率的大小上，预约成功率越大，对提高图书流通率的作用越显著，因此在评价图书预约系统对提高图书流通率的作用时，我们要充分考虑影响图书预约成功率的因素，首先分析图书预约与图书超期之间的关系，将图书超期分为超期期限超过一年和超期期限一年之内两种情况，分别建立预约到书率和超期期限超过一年图书数量的比重关系模型以及预约到书借阅率和超期期限一年之内图书数量的比重关系模型，得出了两者之间的关系系数，为后面评价模型的求解建立基础。

在分析影响预约成功率的其他因素时，由于有些因素难以用具体的数值表示，因此我们可以采用模糊数学的方法先将属性的模糊信息转化为三角模糊数，再利用三角模糊数的性质和信息熵的思想，求出属性的熵权；然后，用灰色理论对传统理想解法进行拓展，将灰色关联度和欧氏距离有机结合构造出一种相似接近度对方案进行评价；相似接近度同时反映了方案与正负理想方案之间的位置和数据曲线的相似性差异，这种方法使其物理意义更加明确；通过算例说明了方法的可行性和有效性。

2.1.2问题二的分析

报名号 # 1066

对于问题二，通过运用博弈论与图书馆管理问题进行对比，发现在图书馆管理问题中存在博弈管理，所以我们首先根据博弈论对图书馆管理与借阅人员的借书问题进行定性分析，得到两者之间存在一均衡点；再利用回归模型综合考虑预约方案、续借方案以及惩罚方式与图书馆管理之间的关系提出了新的方案。

2.2 思路流程图

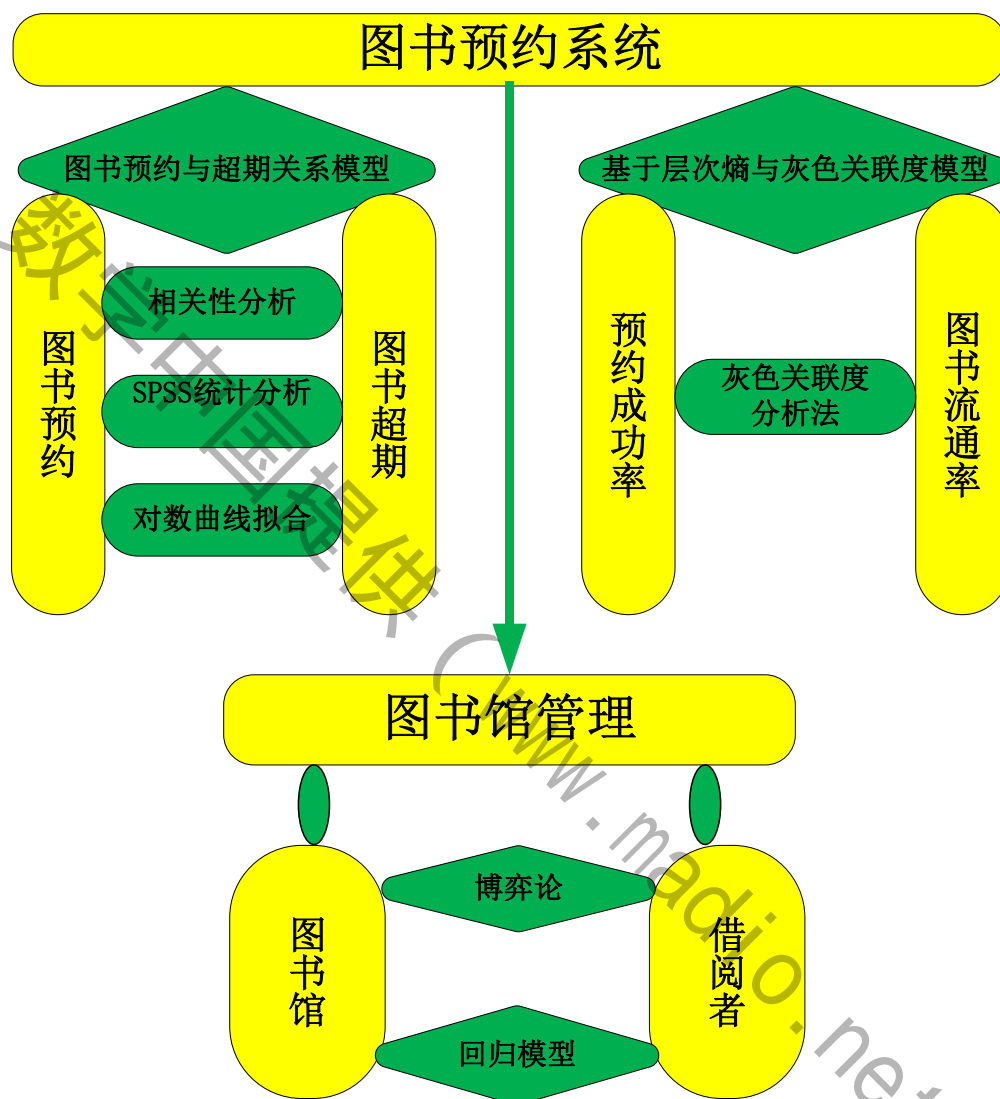


图2.1 思路流程图

3 模型假设

- (1)在没有预约的情况下，所有热门图书均会被续借；
- (2)读者续借后,持有该书的总时间长度从其借书的那一时刻算起；
- (3)在统计的时间段内，读者的预约申请在排除预约的图书超期和图书管理疏漏的因素下都能被满足；
- (4)从数据资料中收集的数据均为实际真实数据，均能反映实际情况

报名号 # 1066

4 符号说明

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 4.1 符号说明一览表所示，其它一些变量将在文中陆续说明。

表4.1 符号说明一览表

符号	符号意义
χ	某类图书的流通率
β	图书的预约成功率
φ	图书预约到书率
γ	预约到书的借阅率
w	图书的预约率
a	预约图书被预约者借出数
b	预约的书被归还数量
c	预约申请数

5 问题一模型的建立与求解

5.1 图书预约与超期关系模型

图书预约到书情况与图书超期有很大的内在联系，若图书超期将直接影响图书预约到书情况，使图书预约到书率降低，图书超期会影响图书预约到书率和图书预约到书借阅率，我们通过以下模型来分析解决影响程度的大小。

5.1.1 图书预约到书率与超期关系模型模型的建立

我们规定图书预约到书率为：

$$\varphi = \frac{b}{c}$$

式中 φ 表示预约到书率， b 表示预约的书被归还数量， c 表示预约申请数。

附表给出的图书预约到书情况主要与超期期限超过一年（附表统计时间段长度）的图书的数量比重有关，我们由第一阶段得出了各类图书超期期限超过一年的数量比重，根据附表的数据我们选取了预约量比较大的图书

表 5.1 图书预约到书率

T	F	I	O	H	Q	K	G
0.60	0.67	0.68	0.683	0.66	0.68	0.73	0.875

表 5.2 超期期限超过一年的图书的数量比重

T	F	I	O	H	Q	K	G
0.31	0.11	0.108	0.103	0.06	0.09	0.05	0.046

报名号 # 1066

为了更加直观的看出两变量之间的关系，我们分别作出柱状图和散点图：

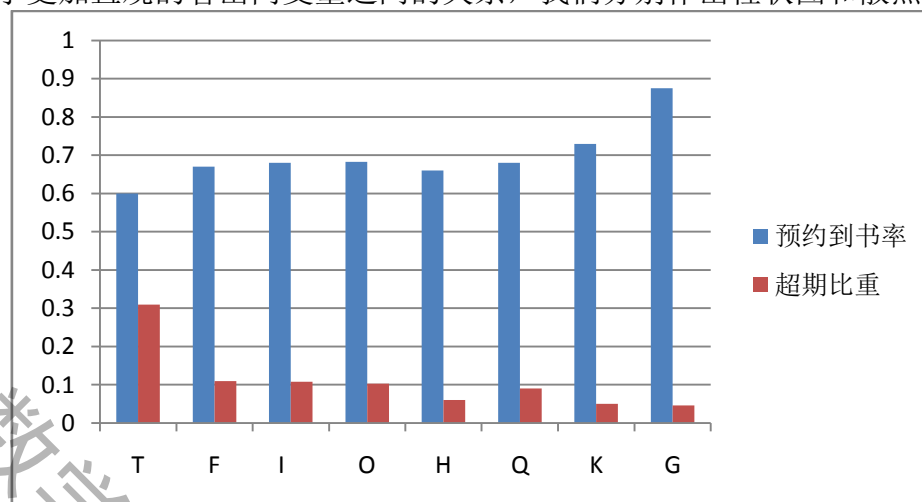


图 5.1 两变量柱状图

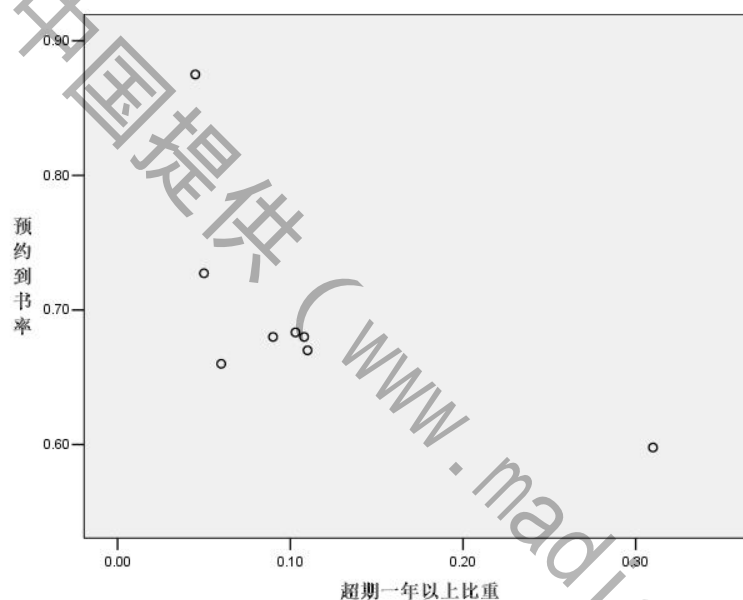


图 5.2 两变量散点图

根据散点图的大致分布情况，我们建立对数方程：

$$\varphi = b_1 \times \ln(x) + b_0$$

我们用 spss 软件的 *Curve Estimation* 命令进行曲线拟合，得出如下结果：

表5.3 Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: 预约到书率

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Logarithmic	0.568	7.885	1	6	0.031	0.459	-0.099

The independent variable is 一年外超期比重

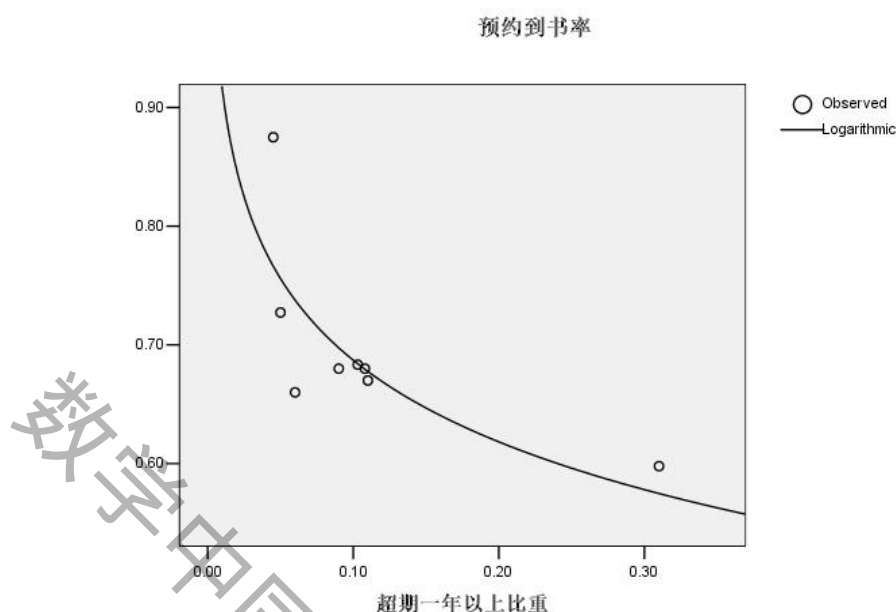


图5.3 两变量对数曲线拟合图

我们得到的拟合方程为

$$\varphi = -0.099 \times \ln(x) + 0.459$$

因此我们可以得出预约到书率与超期一年以上的图书数量比重成反比例关系，而且影响比较大，是一个主要影响因素。

5. 1.2 预约到书的借阅率与超期关系模型模型的建立

我们规定图书预约到书借阅率为：

$$\gamma = \frac{a}{b}$$

式中 γ 表示预约到书的借阅率， a 表示预约图书被预约者借出数， b 表示预约的书被归还数量。

读者在超期期限较短的时间内还书时，图书管理员只能推迟预约通知时间，尤其是在一本书有多位读者预约时，许多预约读者就会因为等待时间太长而放弃借书，从而导致被预约者借出的书的数量减少，从而直接影响图书预约到书的借阅率。

表 5.4 预约到书借阅率

T	F	I	O	H	Q	K	G
0.56	0.5	0.75	0.61	0.75	0.59	0.63	0.57

表 5.5 超期期限超过一年之内的图书的数量比重

T	F	I	O	H	Q	K	G
0.35	0.08	0.11	0.125	0.063	0.08	0.05	0.045

为了更加直观的看出两变量之间的关系，我们分别作出柱状图和散点图：

报名号 # 1066

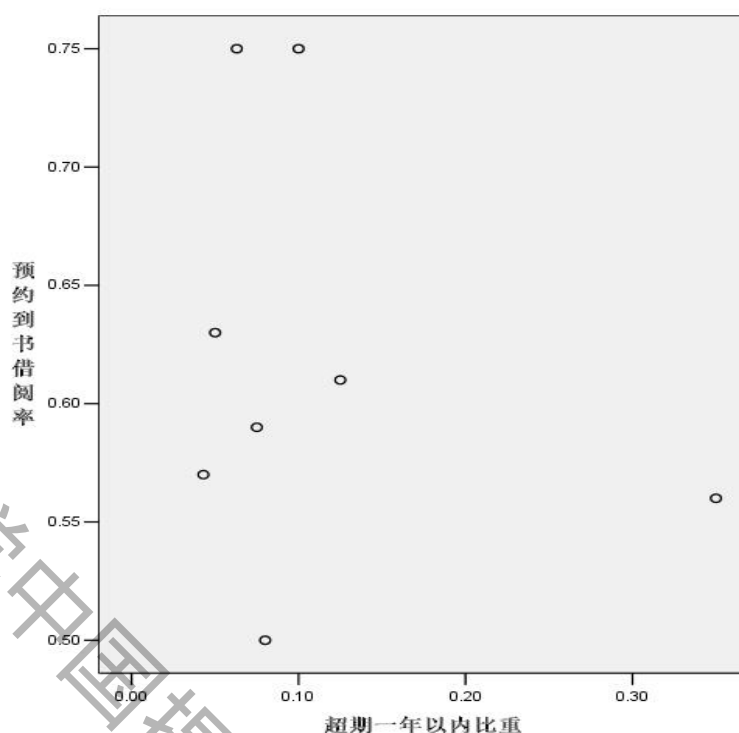


图5.3 两变量散点图

由两者的散点图我们可以看出，两者有一定相关性，我们用 *spss* 软件的 *Bivariate* 命令进行相关性分析，进一步得出如下结果：

表 5.5 两变量相关性表

Correlations

		超期一年以内比重	预约到书借阅率
超期一年以内比重	Pearson Correlation	1	-.233
	Sig. (2-tailed)		.578
	N	8	8
预约到书借阅率	Pearson Correlation	-.233	1
	Sig. (2-tailed)	.578	
	N	8	8

对输出的结果进行分析，*Pearson* 相关系数为-0.233， $P=0.578$ ，所以预约到书的借阅率与超期一年内比重相关性较强，可以认为超期对预约到书的借阅率有一定的影响，除此之外还受到预约排队人数、预约图书保存期限等因素的影响。

5.2 基于层次熵与灰色关联度的模型

图书预约系统对提高图书流通率的作用主要体现在图书预约成功率的大小上，预约成功率越大，对提高图书流通率的作用越显著，因此在评价图书预约系统对提高图书流通率的作用时，我们要充分考虑影响图书预约成功率的因素，通过层次熵和灰色关联度分析法得到各因素的权重，进而计算出这种预约方案与正负理想方案之间的位置和数据曲线的相似性差异，从而得出图书预约系统对提高图书流通率的作用评价。

5.2.1 图书流通率关系模型

图书流通率表示为某类书在一年内的流通人次与该类书馆藏总量的比值

报名号 # 1066

$$\chi = \frac{m-n}{z}$$

式中 χ 表示某类图书的流通率， m 表示一年内此类图书总的借阅次数，包含续借次数， n 表示一年内此类书的续借次数， z 表示此类书的馆藏总量；

$$n = (1-w)(m-n)$$

式中 w 表示此类图书的预约率；

$$w = \frac{p}{m}$$

式中 p 表示一年内某类图书的预约申请数；

$$m = f(d_1, d_2, d_3, \beta)$$

式中 d_1 表示图书规定借阅期限， d_2 表示图书规定续借期限， d_3 表示平均超期天数， β 表示图书的预约成功率。

从此模型可以看出图书流通率与预约成功率、图书规定借阅期限、图书规定续借期限以及平均超期天数有直接的关系。

5.2.2 图书预约成功率关系模型

预约成功率反映出图书预约系统运行效果的直接指标，在这里我们假设在统计的时间段内，读者的预约申请在排除预约图书超期和图书管理疏漏的因素下都能被满足，由此得出预约成功率为预约图书被预约者借出数和预约申请数的比重。

$$\beta = \frac{a}{c}$$

$$\gamma = \frac{a}{b}$$

$$\varphi = \frac{b}{c}$$

$$\beta = \gamma\varphi$$

式中 β 表示此类图书的预约成功率， γ 表示预约到书的借阅率， φ 表示预约到书率， a 表示预约图书被预约者借出数， b 表示预约的书被归还数量， c 表示预约申请数。

$$\gamma = f(s_1, s_2, s_3, s_4)$$

式中 s_1 表示预约排队人数， s_2 表示预约图书保存期限， s_3 表示读者预约图书的随意性指数， s_4 表示图书短期超期比重。

$$\varphi = f(s_5, s_6)$$

式中 s_5 表示图书管理疏漏指数， s_6 表示此类图书长期超期比重。

从此模型可以分析得到图书的预约成功率与预约到书的借阅率以及预约到书率有关，预约到书的借阅率受三个因素的影响，分别是预约排队人数、预约图书保存期限和读者预约图书的随意性指数；预约到书率受两个因素的影响，分别是图书管理疏漏指数和此类图书平均超期频数，从而我们可以建立评价体系的三个层次，预约成功率为目标层，预约到书的借阅率以及预约到书率为准则层，相应的 5 个影响因素为项目层。

5.2.3 基于层次灰色关联分析法的评价模型

设决策领域 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_q\}$ 是 q 个待评的配置方案集合， $V = \{v_1, v_2, \dots, v_r\}$ 是 r 个评价指标几何，则由 U 和 V 中任意搭配的元素对 (u_i, u_j) 构成关于 r 个评价指标条件配置方案的笛卡尔乘积集，将元素 (u_i, u_j) 记为 x_{ij} ，则 $q \times r$ 个 x_{ij} 构成配置方案的评价指标矩

阵为：

$$X = (x_{ij})_{q \times r}$$

5.2.3.1 基于层次分析法的评价指标综合权重的构建

层次分析方法评价的基本思路是：将要解决的问题分为有序的递阶层次，每一层次里都包含若干组成要素，对每一层次中的各个要素进行两两比较，确定其相互之间的重要性，最有综合计算各层的相对重要性权值，确定各要素相对于总目标的权重，以此作为选择方案的依据。

但该方法一般难以摆脱人为因素及模糊随机性的影响，会使评价结果受人的主观性影响。为了在主观赋权法的基础上得到更能反映客观要求的权重，我们在采用 AHP 法确定了主观权重后，引入熵权理论进行客观化处理，将主观判断与客观计算相结合，确定综合权重值来增强权重的可信度。

5.2.3.1.1 AHP 法确定主观权重的计算模型

(1) 建立预约成功率的评价目标树；

(2) 根据调查所得的意见，构造判断矩阵 $A = (a_{ij})_{m \times n}$ ，在此 a_{ij} 表示一个元素相对于另一个元素的重要程度，如表 6.1 所示

表6.1 1—9尺度 a_{ij} 的含义

尺度 a_{ij}	含义
1	a_i 与 a_j 的影响相同
3	a_i 比 a_j 的影响稍强
5	a_i 比 a_j 的影响强
7	a_i 比 a_j 的影响明显的强
9	a_i 比 a_j 的影响绝对的强
2, 4, 6, 8	a_i 比 a_j 的影响之比在上述两个相邻等级之间
$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots, \frac{1}{9}$	a_i 比 a_j 的影响之比与上相反

(3) 利用和积法计算权重向量

① 计算标准矩阵 B

$$B = (b_{ij})_{m \times n}$$

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\prod_{i=1}^m a_{ij}}$$

② 计算权重向量

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_m)$$

$$w_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m b_{ij} (i, j = 1, 2, \dots, m)$$

(4) 判断矩阵的一致性检验

报名号 # 1066

计算出权重后必须进行判断矩阵一致性检验，以保证结果的可靠性，其步骤如下：

①计算一致性指标 CI

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

式中： n 表示矩阵的阶数， λ 表示矩阵的特征根

②计算一致性比率 CR

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

随机一致性指标 RI ，对于不同的 n ，用 100–500 个样本算出随机一致性指标 RI ，如表 5.2 所示：

表 5.2 随机一致性指标 RI

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

对于 $n \geq 3$ 的成对比较矩阵，将它的一致性指标 CI 与同阶的随机一致性指标 RI 之比称为一致性比率 CR ，当

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

时认为 R 的不一致程度在容许范围内，可用其特征向量作为权向量。否则要重新进行成对比较，对 R 加以调整。

5.2.3.1.2 熵权值的计算模型

(1) 根据标准矩阵 $B = (b_{ij})_{m \times n}$ ，计算第 j 项指标的信息熵值

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m y_{ij} \ln y_{ij}$$

式中常数 k 与系统的样本数 m 有关，对于一个信息完全无序的系统，有序度为零，

其熵值最大， $e=1$ ， m 个样本处于完全无序分布状态时， $y_{ij} = \frac{1}{m}$ ，此时，

$$e = -k \sum_{i=1}^m \frac{1}{m} \ln \frac{1}{m} = k \sum_{i=1}^m \frac{1}{m} \ln m = k \ln m = 1$$

于是得到， $k = \frac{1}{\ln m}$ ， $0 \leq e \leq 1$ 。

(2) 计算指标 x_j 的偏差度 d_j

$$d_j = 1 - e_j$$

(3) 计算指标 x_j 的信息权重

$$\varepsilon_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}$$

5.2.3.1.3 综合权重的确定

根据上述 AHP 计算求得的主观权重 w_j ，以及熵权理论求得的客观权重 ε_j ，将两者相结合，用客观权重来修正主观权重，得到综合权重 τ_j

报名号 # 1066

$$\tau_j = \frac{\varepsilon_j w_j}{\sum_{j=1}^m \varepsilon_j w_j}$$

5.2.3.1.4 确定各个指标相对于总目标的权值

$$b_i = \sum_{j=1}^k b_{ij} \tau_j$$

式中 τ_j 为评价指标 v_i 的最低层次单排序中所得权值, k 为评价目标树中指标 v_i 的祖先数, b_{ij} 为指标 v_i 的第 j 个祖先在层次单排序中所得权值, b_i 为指标 v_i 的层次总排序权重。

对于层次总排序的一致性检验也是从上到下逐层进行的, 下层对上层的总排序随机一致性比率为

$$CR^{(k)} = \frac{\sum_{j=1}^k (b_j \times CR_j)}{\sum_{j=1}^k (b_j \times RI_j)}$$

显然, 对于评价目标树结构采用 AHP 及熵值法确定权值时, 只要所有判断矩阵具有满意的一致性, 该评价层次的总排序也具有满意的一致性。

5.2.3.2 灰色关联分析模型

灰色关联度评价模型是根据所给出的评价标准或比较序列, 通过计算参考序列与各评价标准或比较序列的关联度大小, 判断该参考序列与哪级比较序列的接近程度来评定该参考序列的等级。灰色关联度分析建模的具体步骤:

(1) 确定比较数列和参考数列

对于配置方案的灰色系统评价问题, 设 q 个待评价配置方案中的每一方案所有指标值构成一个比较数列, 记作

$$X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ir}\}$$

式中: $i=1, 2, \dots, q$ 表示候选配置方案的个数; $j=1, 2, \dots, r$ 表示每个配置方案中的指标数。

在对各配置方案进行评价时, 首先要制定评价标准, 标准的选取必须遵循可比性和先进性原则 [9]。用灰色关联方法进行综合评价时, 评价标准是各指标中的最优值, 例如当指标属于服务型指标时, 取各方案的最大值; 当指标属于价格型指标时, 取各方案的最小值。最佳方案指标集的参考数列记为

$$X_0 = \{x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0r}\}$$

(2) 指标的规范化处理

评价指标一般可以分为以下 3 种类型: 极大型(越大越好)、极小型(越小越好)、定指标型(越接近某个固定值越好)。为了消除不同指标、不同量纲的影响, 针对不同类型的指标, 采用不同的规范化方法, 将其规范化为隶属于 $[0, 1]$ 区间的极大型指标。

对于极大型指标

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{0j}} = \frac{x_{ij}}{\max_k x_{kj}}$$

式中: x_{0j} 为 r 个设计方案关于指标 v_j 的相对最优值。

对于极小型指标

报名号 # 1066

$$x'_{ij} = \frac{x_{0j}}{x_{ij}} = \frac{\min_k x_{kj}}{x_{ij}}$$

对于定指标型指标:

$$x'_{ij} = \begin{cases} 1 & x_{ij} = x_j^* \\ 1 - \frac{|x_{ij} - x_j^*|}{x_j^*} & x_{ij} \neq x_j^* \end{cases}$$

式中: x_j^* 为指标 v_j 的最佳值。

(3) 计算指标的关联系数

根据灰色关联决策的理论, 归一化后的比较数列 X'_i 与归一化后的参考数列 X'_0 的关联度作为评价方案优劣的准则, 在指标 v_j 上的关联系数为

$$\gamma_{ij} = \frac{\min_i \min_j |x'_{0j} - x'_{ij}| + \xi \max_i \max_j |x'_{0j} - x'_{ij}|}{|x'_{0j} - x'_{ij}| + \xi \max_i \max_j |x'_{0j} - x'_{ij}|}$$

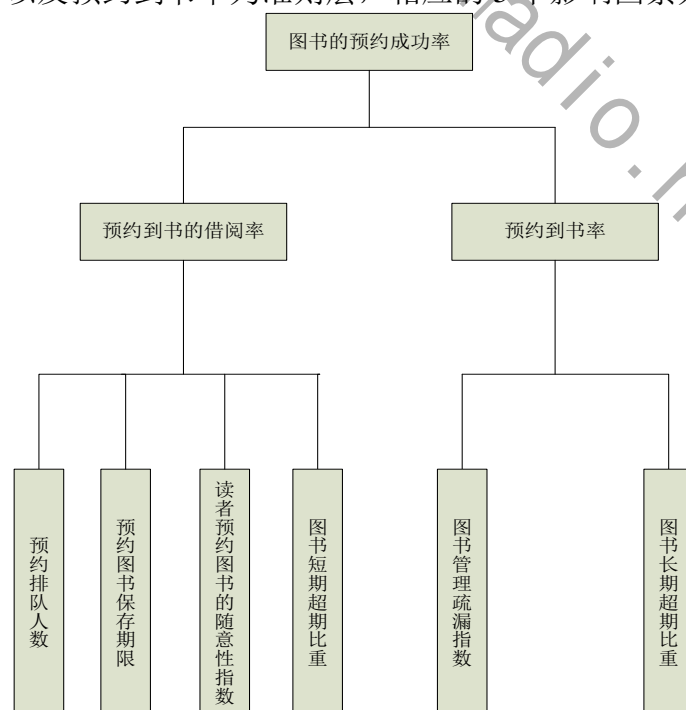
$$i = 1, 2, \dots, q, j = 1, 2, \dots, r$$

式中: ξ 为分辨系数, $\xi \in (0 \sim 1)$, 通常取 $\xi = 0.5$; x'_{0j} 为最佳方案第 j 个指标值归一化后的结果。

5.2.4 模型的求解

5.2.4.1 建立预约方案评价层次结构模型

根据图书预约成功率关系模型可知, 图书预约成功率作为反映图书预约系统运行效果的直接指标, 将其作为目标层, 预约成功率与预约到书的借阅率以及预约到书率有关, 预约到书的借阅率受三个因素的影响, 分别是预约排队人数、预约图书保存期限和读者预约图书的随意性指数; 预约到书率受两个因素的影响, 分别是图书管理疏漏指数和此类图书平均超期频数, 从而我们可以建立评价体系的三个层次, 预约成功率为目标层, 预约到书的借阅率以及预约到书率为准则层, 相应的 5 个影响因素为项目层。



报名号 # 1066

图 6.1 评价层次结构

5.2.4.2 层次熵分析法计算各指标权重

由前文所建立的层次熵计算模型和指标体系，运用层次分析法与熵值法可得综合权重，通过 *matlab* 求解，我们得出下表数据

表 6.3 准则层权重系数

预约到书的借阅率 γ	预约到书率 φ
0.605	0.395

表 6.4 项目层权重系数

预约排队人数	预约图书保存期限	预约图书随意性指数	图书短期超期比重
0.392	0.211	0.169	0.228

表 6.5 项目层权重系数

图书管理疏漏指数	图书长期超期比重
0.423	0.577

表 6.6 综合权重系数

s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6
0.237	0.128	0.102	0.138	0.179	0.216

s_1 表示预约排队人数， s_2 表示预约图书保存期限， s_3 表示读者预约图书的随意性指数， s_4 表示图书短期超期比重， s_5 表示图书管理疏漏指数， s_6 表示此类图书长期超期比重。

从各因素的权重值可以看出，图书超期现象所占的比重最大，不管是短期还是长期超期，都直接干扰图书预约系统的正常运行，另一个因素是图书超期现象所占的预约排队人数，这一因素所占的比重较大，对预约系统运行情况影响很大，这与实际情况是相符的，通常热门图书、知识更新快、专业性强以及品质高的图书，读者的预约需求比较集中，在实践中常常遇到某本书被多位读者预约，预约排队人数多达几十人，而系统并未对预约读者有一定的限制，也不能动态显示该书的预约读者数量，因而大量读者长期处于盲目排队状态，在等待过程中，读者会逐步懈怠属于查看个人信息和邮件提示，未能及时领取到馆预约图书，致使预约失败。

5.2.4.3 灰色关联分析模型求解

对方案数据序列几何关系和曲线几何形状的相似程度进行比较分析，以曲线间相似程度的大小作为关联程度的衡量尺度。曲线越接近，相应序列之间的关联度越大，反之则越小。对于多指标决策问题来说，如果某一方案与系统设置的虚拟理想方案的关联度越大，就可以认为该方案越接近理想方案。相反，如果某一方案与系统设置的虚拟负理想方案的关联度越大，就可以认为该方案越远离理想方案。因此可利用方案与理想方案和负理想方案的灰色关联度构造相对贴近度实现方案优选。

根据题目给出的借阅规则以及预约规则，通过计算得出该方案与系统设置的虚拟负理想方案的关联度大，从而得出该方案还有许多待改进之处。

6 问题二模型的建立与求解

6.1 博弈论模型

6.1.1 博弈论方法与纳什均衡的概述

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(Nashequilibrium)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。

高校图书馆管理应对策略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、确定高校图书馆的智能服务问题。这就是高校图书馆智能服务确定的博弈分析方法。

6.1.2 图书馆管理方案与借阅人员形成博弈

用博弈理论来分析图书馆智能服务问题，我们就会发现，图书馆智能服务的最终形成是图书馆和借阅人员之间相互博弈的结果。从图书馆的角度来看，图书馆希望增加罚款、适当增加续借次数以及天数或者适当的制定预约措施使得图书馆能有好的流通率。从借阅人员的角度来看，首先，借阅者不愿看到图书馆罚款上涨，图书馆罚款越低，对他们越有利。其次，他们希望续借次数可以无限次多，这个便不存在超前现象。最后，借阅者内心不太愿意受预约制度的限制，而更希望随到随得。通过以上分析，我们得知在图书馆的管理与借阅者存在着一种博弈关系，并且我们不难发现，现有的博弈关系使借书者处于不利的地位。因而，要改变这种状况须从改变图书馆与借阅人员两者之间的博弈关系入手。我们认为具体的做法有：

(1)在图书馆罚款决策博弈过程中，要尽可能听取公众和社会舆论的呼声，倾听借书者的意见，多做社会调查。

(2)在借书人员承诺博弈过程中，及产生预约关系承诺博弈过程中，应将图书馆的要求作为纳什均衡的第一承诺。为了保证图书借阅的顺利发展，应将图书馆的预约承诺作为第二承诺，应充分发挥图书馆服务策略作为高等教育投资主渠道的作用。

(3)在图书馆服务形成博弈过程中包括续借服务等，应要求图书馆确定科学的借书策略，注意节约资源，不断提高图书的利用效率。

由上述分析，在图书馆的管理与借阅人员的还书问题之间存在一平衡点，在这点处，可以达到图书馆罚款数目最少，有适当的预约方式以及合理的续借次数，从而使得图书馆与借阅人员都得到相应的满意。

以下我们对上述方案中出现的问题进行相应的改进，充分考虑到不同类别图书对超期天数、预约承载量、续借次数的影响，综合借阅人员的经济承受能力与图书超期现象因素利用回归分析方法建立相关模型。

6.2 回归分析模型的建立

6.2.1 多元线性回归原理

回归分析中最简单的形式是 $y = \beta_0 + \beta_1 x$, x, y 均为标量, β_0, β_1 为回归系数, 称一元线性回归。它的一个自然推广是为多元变量, 形如,

报名号 # 1066

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_m x_m \quad (1)$$

$m \geq 2$, 或者更一般地

$$y = \beta_0 + \beta_1 f_1(x) + \cdots + \beta_m f_m(x) \quad (2)$$

其中 $x = (x_1, \cdots, x_m)$, $f_j (j = 1, \cdots, m)$ 是已知函数。这里 y 对回归系数 $\beta = (\beta_0, \beta_1, \cdots, \beta_m)$ 是线性的, 称为多元线性回归。不难看出, 对自变量 x 作变量代换, 就可 (2) 化为 (1) 的形式, 所以下面以 (1) 为多元线性回归的标准型。

6.2.2 模型的建立

在回归分析中自变量 $x = (x_1, \cdots, x_m)$ 是影响因变量 y 的主要因素, 是人们能控制或能观察的, 而 y 还受到随机因素的干扰, 可以合理地假设这种干扰服从零均值的正态分布, 于是模型记作

$$\begin{cases} y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_m x_m + \varepsilon \\ \varepsilon \sim N(0, \sigma^2) \end{cases} \quad (3)$$

其中 σ 未知。现得到 n 个独立观测数据 $(y_{i1}, x_{i1}, \cdots, x_{im}), i = 1, \cdots, n, n > m$, 由 (3) 式得

$$\begin{cases} y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \cdots + \beta_m x_{im} + \varepsilon_i \\ \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2), \quad \varepsilon_i = 1 \cdots n \end{cases} \quad (4)$$

记

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \cdots & x_{1m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\varepsilon = [\varepsilon_1 \quad \cdots \quad \varepsilon_n]^T, \beta = [\beta_1 \quad \cdots \quad \beta_m]^T$$

(4) 表为

$$\begin{cases} Y = X\beta + \varepsilon \\ \varepsilon \sim N(0, \sigma^2) \end{cases} \quad (6)$$

6.2.3 参数估计

用最小二乘法估计模型 (3) 式中的参数 β 。

由 (4) 式这组数据的误差平方和为

$$Q(\beta) = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = (Y - X\beta)^T (Y - X\beta) \quad (7)$$

求 β 使 $Q(\beta)$ 最小, 得到 β 的最小二乘估计, 记作 $\hat{\beta}$, 可以推出

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (8)$$

将 $\hat{\beta}$ 带回原模型得到 y 的估计值

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \cdots + \hat{\beta}_m x_m \quad (9)$$

而这组数据的拟合值为 $\hat{Y} = X \hat{\beta}$, 拟合误差 $e = Y - \hat{Y}$ 称为残差, 可作为随机误差 ε 的估计, 而

报名号 # 1066

$$Q = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n \left(y_i - \hat{y}_i \right)^2 \quad (10)$$

为残差平方和（或剩余平方和），即 $Q(\hat{\beta})$ 。

6.2.4 统计分析

不加证明地给出以下结果：

(i) $\hat{\beta}$ 是 β 的线性无偏最小方差估计。指的是 $\hat{\beta}$ 是 Y 的线性函数； $\hat{\beta}$ 的期望等于 β ；在 β 的线性无偏估计中， $\hat{\beta}$ 的方差最小。

(ii) $\hat{\beta}$ 服从正态分布

$$\hat{\beta} \sim N\left(\beta, \sigma^2 (X^T X)^{-1}\right) \quad (11)$$

(iii) 对残差平方和 Q , $EQ(n-m-1)\sigma^2$, 且 $\frac{Q}{\sigma^2} \sim \chi^2(n-m-1)$ (12)

由此得到 σ^2 的无偏估计

$$s^2 = \frac{Q}{n-m-1} = \sigma^2 \quad (13)$$

s^2 是剩余方差（残差的误差）， s 称为剩余标准差。

(iv) 对总平方和 $y = \sum_{i=1}^n \left(y_i - \bar{y} \right)^2$ 进行分解，有

$$S = Q + U, U = \sum_{i=1}^n \left(\hat{y}_i - \bar{y} \right)^2 \quad (14)$$

其中 Q 是由 (10) 定义的残差平方和，反映误差对 y 的影响， U 称为回归平方和，反映自变量对 y 的影响。

6.2.5 回归模型的假设检验

因变量 y 与自变量 x_1, \dots, x_m 之间是否存在如模型 (1) 所示的线性关系是需要检验的，显然，如果所有的 $\left| \hat{\beta}_j \right| (j=1, \dots, m)$ 都很小， y 与 x_1, \dots, x_m 的线性关系就不明显，所以可令原假设为

$$H_0: \beta_j = 0 (j=1, \dots, m)$$

当 H_0 成立时由分解式定义的 U, Q 满足

$$F = \frac{U/m}{Q/(n-m-1)} \sim F(m, n-m-1) \quad (15)$$

在显著性水平 α 下有 $1-\alpha$ 分位数 $F_{1-\alpha}(m, n-m-1)$ ，若 $F < F_{1-\alpha}(m, n-m-1)$ ，接受 H_0 ；否则，拒绝。

注意拒绝 H_0 只说明 y 与 x_1, \dots, x_m 的线性关系不明显，可能存在非线性关系，如平方关系。

还有一些衡量 y 与 x_1, \dots, x_m 相关程度的指标，如用回归平方和在总平方和中的比值。定义

报名号 # 1066

$$R^2 = \frac{U}{S} \quad (16)$$

$R \in [0,1]$ 称为相关系数, R 越大, y 与 x_1, \dots, x_m 相关关系越密切, 通常, R 大于 0.8 (或 0.9) 才认为相关关系成立。

6.2.6 回归系数的假设检验和区间估计

当上面的 H_0 被拒绝时, β_j 不全为零, 但是不排除其中若干个等于零。所以应进一步作如下 m 个检验 ($j=1, \dots, m$):

$$H_0^{(j)}: \beta_j = 0$$

由 (11) 式, $\hat{\beta}_j \sim N(\beta_j, \sigma^2 c_{jj})$, c_{jj} 是 $(X^T X)^{-1}$ 对角线上的元素, 用 s^2 代替 σ^2 , 由 (11) 式, 当 $H_0^{(j)}$ 成立时

$$t_j = \frac{\hat{\beta}_j / \sqrt{c_{jj}}}{\sqrt{Q/(n-m-1)}} \sim t(n-m-1) \quad (17)$$

对给定的 α , 若 $|t_j| < t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-m-1)$, 接受 $H_0^{(j)}$; 否则, 拒绝。

(17) 式也可用于对 β_j 作区间估计 ($j=1, \dots, m$), 在置信水平 $1-\alpha$ 下, β_j 的置信区间为

$$\left[\hat{\beta}_j - t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-m-1) s \sqrt{c_{jj}}, \hat{\beta}_j + t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-m-1) s \sqrt{c_{jj}} \right] \quad (18)$$

其中 $s = \sqrt{\frac{Q}{n-m-1}}$ 。

6.2.7 对本文的具体模型的建立

在此问题中我们综合考虑图书种类、借书者造成超期原因以及超期天数与图书馆进行罚款处罚之间的关系, 根据第一问所得到的不同种类图书超期天数不同而得到的超期难易权重, 我们建立回归模型

$$Y = C_1 u_1 + C_2 u_2 + C_3 u_3$$

其中 Y 表示借阅人员满意度, u_1 表示预约方案, u_2 表示超期造成的罚款, u_3 表示续借方案, C_1 、 C_2 、 C_3 分别为要确定的系数。

6.3 博弈论模型的求解

为了更好对图书馆进行管理, 我们采取下列办法:

6.3.1 预约图书的动态管理办法

为了提高图书预约的成功率, 图书馆应从以下几个方面对预约图书采取动态管理办法。

1 加强图书预约服务宣传, 约束预约行为

在开展网上预约服务之前, 要把读者教育放在首要位置, 对图书馆预约服务的实施办法与目的进行大力宣传, 让更多的读者知道图书预约服务是为他人和自己提供借阅便利的, 不能随便预约; 对一时预约又不再需要借阅的预约图书应及时取消预约登记; 一旦预约登记, 就要时常关心预约图书到馆通知, 按时办理图书借阅手续。建立读者信用等级信息, 对累计多次未领取预约图书的读者采取降低等级、暂停乃至取消预约权限的措施, 减少预约读者的随意性和干扰性预约行为, 提高图书预约成功率、加快预约图书

报名号 # 1066

的流通。

2 适当增加热门图书复本量，满足读者阅读需求

在实践中常常遇到某本书被多数读者预约，预约排队高达十几人甚至几十人，显然该书在本馆单册数量过少，致使想看的人排长队预约。针对这种情况，工作人员可对预约频度高的图书做登记，随时联系采访部门采购人员，酌情增加热门图书复本量，以缓解预约图书排长队现象，尽量满足读者需求。

3 针对预约图书，优化服务细节

预约人数的多少表明了一种图书的受关注程度，从而可以使我们为借阅频繁的图书制定特殊的政策。当一本图书有人预约时，要将已借出的图书借期缩短，由正常的3个月缩短为1~2个星期。可采用电子邮件或短信的方式通知读者本书已被预约，要求在规定的时间内还书。我们计算一下，如果某本图书有3本复本量，以图书的借期为3个月计算，且每个读者都持满借期，一年最多可流通12人次。如果图书的借期缩短为1周，且每个读者都持满借期，一年最多可流通144人次。这种动态的管理方式使每一册图书根据借阅频率得到充分的利用，其经济效益和使用效率不是只靠增加复本量可比的。

4 开展未到馆新书预约，提高图书利用效率

除了传统的图书预约服务，图书馆有必要开展新书预约服务。未到馆新书预约：指图书馆采访部门订书后即按批打印订书清单，以“即将到馆新书通报”的形式提供给读者选择预约。其优点是新书还未到馆就为新书找到了读者，具有一定的超前性。新书预约服务的动态管理形式，体现了图书馆“为书找人”的服务思想。

5 预约在编状态图书，提高图书流通效率

当读者预约在编状态图书时，流通部门可将此种图书的信息转交采编部门，采编部门要在正处理的图书中找出读者所借图书，并加快处理过程。可规定在几个工作日内验收、编目完毕，送交流通部门后由流通部门及时通知读者取书。由于图书加工、编目等需要一定的时间，这种借阅管理办法缩短了有阅读需求的图书到读者手中的时间，提高了图书利用的时效。

6 提供多种查阅预约信息渠道，拓展多元化服务

为了提高图书预约成功率，提高图书预约服务质量，增加信息传递的途径、提供图书馆与读者信息交流的平台是成功的关键。图书馆要做到让每位预约读者都能在有效期内收到通知是提高预约成功率的一个必要条件。通知方式主要有以下几种：①读者可以通过图书馆提供的OPAC检索机或者校园网内的任何终端，登陆“我的图书馆”，查看本人借阅情况以及预约图书是否到馆。②图书馆通过电子显示屏动态公布预约到书信息，方便到馆读者随机查看。③在图书馆主页专门开设“预约信息”公告栏，发布预约图书到馆信息，以方便读者查询。④开通手机短信服务，以短信的方式通知预约读者，让读者在第一时间获取图书到馆信息，减少各种人为因素造成的预约失效。

6.3.2 续借、罚款的动态管理办法

随着新时期我国高等教育的快速发展，高校图书馆在硬件方面的建设得到了很大的改善。如今，宽敞的馆舍和先进的设备已经难以成为高校图书馆竞争力的主要优势，因为只要资金投入到位，图书馆的硬件建设都能够达到很高的、大致相当的水平，高效优质的服务质量才是衡量各图书馆办馆水平的关键所在。完善的服务规范是提高服务质量的重要途径和根本保证。作为与读者有最直接关联的图书借阅规则无疑是检验图书馆服务水平的高低、服务是否规范的一把标尺。其中，借书期限及逾期还书日数的计算标准既是图书借阅规则所必备，又是图书馆在办理读者借书超期罚款手续的重要依据，同时又由于它涉及到借阅工作中许多细致的操作问题而容易成为引发读者对图书馆服务不满甚至造成矛盾冲突的重要因素，因而这些问题使得很多高校图书馆的工作人员普

报名号 # 1066

遍感到头疼和棘手。因此，就借阅规则，我们提出以下可行性方案：

首先，图书馆要在借阅规则中明确、具体地提出借书期限的规定。我们认为，在借书期限的规定中，应对借期、借书期限、还书日期、逾期罚款、续借等等一系列容易歧义的内容作出具体的解释，以减少很多读者对这些概念发生不同的理解。例如，很多读者对借书期限理解为“如果在借书期限30天内遇到节假日，有几天节假日借书期限就应当向后顺延几天。这样的理解显然是不正确的。在上述统计的超期罚款的教师读者当中，有部分也是由于这样的错误理解而导致图书超期。因此制定规则如下：

（一）严格界定什么是借期、借书期限以及还书日期。

为了让读者的理解与图书馆“立法”宗旨相一致，避免在实施过程中发生争议，必须作如下界定：（1）借期：每周以七日计算，包括星期六、星期日及法定节假日在内；（2）借书期限：自办理借书之次日起算至还书日止；（3）还书日期：依据借阅规则规定借书期限为30天，则设定借期为26天（电脑系统应设定显示），并给予读者4天的催还期，但还期适逢星期六、星期日、寒暑假、法定节假日或本馆全日不开放借还业务时，分别规定如下：A、还期逢星期六、星期日、寒暑假、法定节假日：以假期届满之次日为还期；B、还期逢本馆全日不开放借还业务时，以下一开放借还业务之首日为还期。

（二）明确规定逾期日数计算标准。

逾期日数：自第1点（1）、（2）、（3）条规定的还期后之次日起算，在逾期中不管遇什么假日、本馆不开放日，或因不可抗力不能还书者也一并算入；超过催还期的图书（逾期未还图书），将按日、按册数罚款，一周之内，每天每册罚款人民币0.5元；逾期一个月之内，罚款0.2元，如果逾期一年可适当减少罚款，如每周每册罚款人民币0.1元；有图书逾期未还的读者，本馆暂停其借书的权利。

（三）续借应设置一定条件。

图书馆规定学生读者可以续借1次、老师2次，续借只可于第一次借期届满前7天内办理，借期自次日起算，可续借40天，提前及逾期均不再办理续借。

其次，图书馆要建立规范的催还制度，配套服务使读者感到满意。图书馆的服务理念是“善待每一位读者”就是要多站在读者的立场上考虑问题，尊重读者，关心读者。因此，图书馆有义务为借书即将当期或已经到期的读者提供及时的、善意的提醒，体现出为读者着想的诚心。

1) 催还分类：

借期届满的催还和续借期间的催还。

2) 催还规定：

A、借期届满的催还。（1）催还期：设定为4天，参照“还书日期”规定的内容执行。在催还期内归还的图书不罚款，超过催还期的图书电脑系统将按日、按册计算罚款。

（2）在开放借还业务工作日里，每天应给当天新进入催还期的图书和其名下的读者汇总，便于发布催还通知。B、续借期间的催还：随着图书馆为读者的服务项目越来越细，将来借书预约业务开展起来后，续借期间若有人办理预约，需于本馆催还通知发出日起算7天内归还。这样规定体现读者利用图书资料的公平原则。

3) 催还方式：

（1）以“通知的形式”进行催还

在学生密集的地方，张贴姓名通知单（催还的读者可只写书证号，不写姓名），例如教学区、餐厅门口，宿舍区必经通道处，图书馆必经处等等学生、教师经常到的地方，进行张榜通知提示图书到期的读者。

（2）以“电话形式”进行催还

报名号 # 1066

在读者借阅图书的时候，图书馆老师负责让读者把其有效的联系方式（如手机号、固定电话）留下，当读者所借阅的书籍即将到期或者已到期的，老师们及时地给读者发短信或打电话做友情提醒，进行催还服务。至于电话费用，各图书馆可根据自己的实际情况来定，可以由读者自己来承担，也可以由图书馆来承担，老师记录好通知情况，如果某一读者多次要图书馆来通知还书，那么老师可以和他们要取电话费用等。

（3）利用“网络资源优势”进行催还

在如今这个网络大环境下，高校成员几乎人人都要利用电脑进行工作、学习。在校园网上或图书馆主页上，利用网上通知的方式，提醒有到期图书的读者引起注意。腾讯QQ现在是世界也是中国上使用人数最多的免费聊天软件，2006年6月3日，腾讯公司宣布，腾讯QQ最高同时在线用户突破2000万，是一个妇孺皆知的聊天软件，也是当今大学生获取信息不可缺少的聊天软件。因此，图书馆在建立读者档案的时候，可以把读者的电子邮箱和QQ号码留下存档，工作人员便可以利用网络，与读者沟通，进行网上催还服务。我们认为，这是一种高效、经济、快捷的书刊催还方式。

针对虽收到图书馆友情提醒，但在逾期一个月以后仍未还书的读者，图书馆应采取严重的催还方式。如今，大多数高等学校都是采用“一卡通”模式，因此，我们建议，此时图书馆可以采取的催还方式，将借阅逾期过长的读者的校园卡冻结，以此来提醒其应该将图书归还到图书馆，便于图书的流通。

对于老师借阅图书的情况，图书馆可以采取别类方法。由于老师们要做科研活动、教学工作等，需要长期借阅一些图书，但为了方便更多的读者借阅，因此当有读者需要该类书籍时，图书馆老师可以给借阅的老师打电话，让他将图书暂时借给其他读者借用一下。

再者，图书馆要主动宣传图书馆制度，同时建立读者诚信制度。

建立读者诚信制度，冻结有过期图书的读者的使用权限，“逼”其还书读者依法享有使用文献资源的权力，同时也有不得侵害其他读者合法使用的义务，不能按时归还所借图书，随之就丧失了继续使用图书馆的其他权力，直至归还超期图书之后。读者诚信制度是管理文献的一种辅助措施，具体来说就是全程跟踪并记录读者的借阅行为，并依据所设定的分值及遵章守纪的程度，对读者行为打分。如对损坏图书、超期等读者减分，而对借阅频繁、按期归还图书的读者加分等，然后在图书馆的权限范围内，对诚信分值高的读者给予一定的特别服务，而对于诚信分值过分低者，则要限制其某方面的权利。以此来引导读者讲究诚信、遵守图书馆的规章制度。

最后，图书馆要适当增加还书渠道和方式

对于还书有困难的读者，可以提供特别服务，如异地实习的学生，我们可以在实习地设立还书站或者对要进行实习的高年级读者的借期放宽到回校的时间。年龄大的或退休教师读者数量相对较少，在工作能力范围内，本着爱护老人、尊敬老人的原则，我们可以提供上门取书还书的特殊服务。

7 模型的评价与改进

7.1 模型的评价

在问题一的求解中，我们巧妙地引入了预约到书率和预约到书借阅率两个变量，并将图书超期分为超期期限超过一年和超期期限一年之内两种情况，分别建立了预约到书率和超期期限超过一年图书数量的比重关系模型以及预约到书借阅率和超期期限一年之内图书数量的比重关系模型，并将预约成功率和预约到书率和预约到书借阅率两个变量联系起来，成功的过渡到基于层次熵与灰色关联度的模型，但是在原因分析中，我们忽视了预约保存期限对图书流通率具有双重作用，它一方面能提高预约成功率，但同时

却使图书流通率降低。

在图书馆新的管理方案的设计中，我们运用了博弈论模型。博弈论允许多重均衡，有助于解释现实制度的多元化；运用博弈论中的纳什平衡建立评价体系，对于原有学费制定体系进行评价分析并提出新体系的准则，文章具有很强的逻辑性与合理性。没有很好地把握论文的重心，让人感觉论文有点散；忽视了各因素之间的交互作用；过分追求确定性，忽视了不确定性；追求宏观规律，缺乏对微观机制的研究；排除主观因素的作用。

7.2模型的改进

鉴于影响超期和预约的诸多因素都有内在的联系，我们可以建立优化组合模型来进行分析，如背包模型，通过这些因素之间的相互制约关系，得出比较优的解，然后再将灰色关联度和欧氏距离有机结合构造出一种相似接近度对方案进行评价，相似接近度同时反映了方案与正负理想方案之间的位置和数据曲线的相似性差异，这种方法使其物理意义更加明确，进而从这些方案中得出一个最优方案，以此来作为图书馆管理方案。

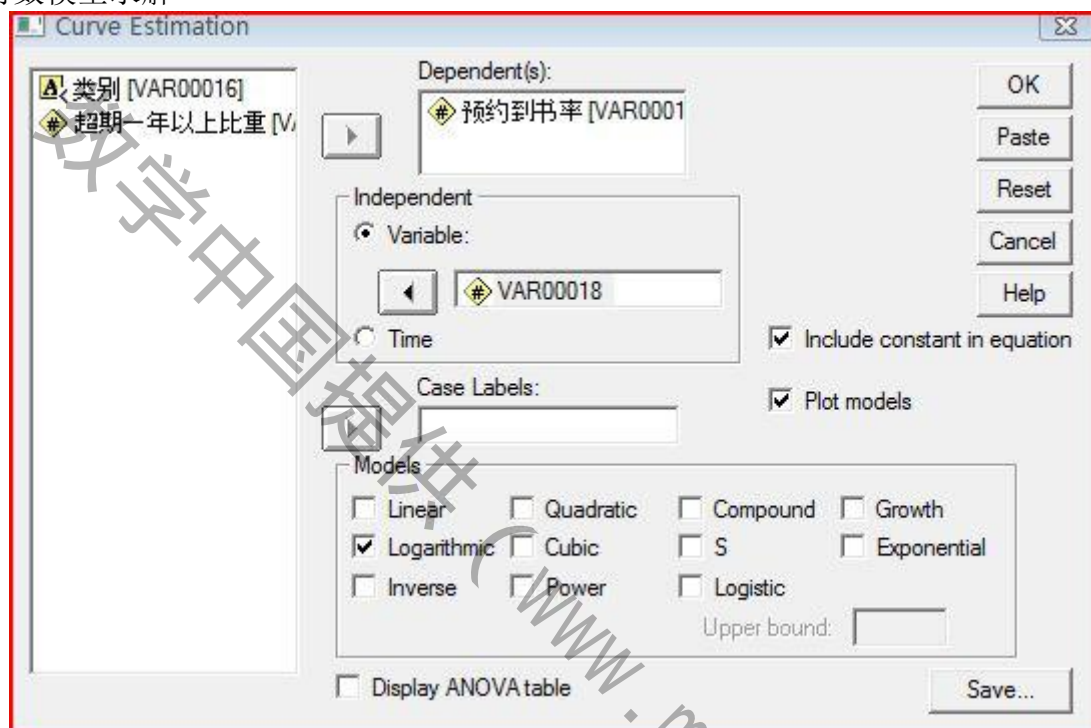
8 参考文献

- [1] 姜启源, 谢金星. 数学模型 (第三版). 北京: 高等教育出版社. 2003. 8.
- [2] 范丽娟, 博弈论在图书馆管理中的应用, 黑河学刊, 第六卷, 2003
- [3] 范洁, 浅谈高校图书馆借阅期限的确定问题[J]. 高校图书馆工作, 2001(5).
- [4] 马波, 关于高校图书馆罚款制度法律依据的探讨, 山东图书馆刊, 2008(3)
- [5] 李莉, 医院图书馆借阅期限的合理确定 [J]. 医学信息, 2003, 10
- [6] 牛晓芳, 马红月, 霍宏, 邵红, 图书逾期不还的原因分析与对策[J]. 中华医学图书情报杂志, 2005(05): 40.
- [7] 王咏梅. 国外数字图书馆评价研究与实践述评[J]. 图书馆学研究, 2006, (6): 27-29.
- [8] 李宪钧, 刘满红. 组织激励冲突研究[J]. 云南民族学院学报, 自然科学版, 2000, (9): 118-121.

报名号 # 1066

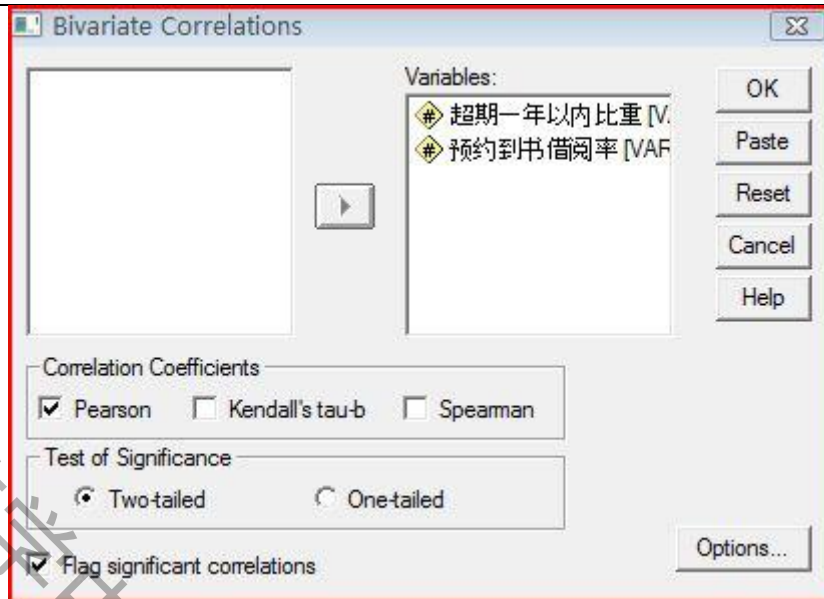
附录

(1)对数模型求解

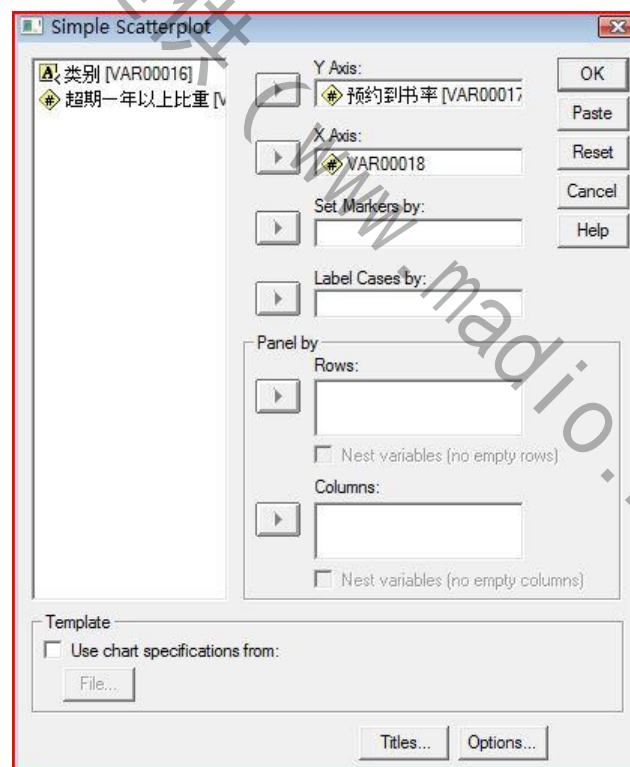


(2)相关性分析

报名号 # 1066



(3)作散点图



(4)对数曲线方差分析

Model Description

Model Name		MOD_6
Dependent Variable	1	预约到书率

报名号 # 1066

Equation	1	Logarithmic
Independent Variable		超期一年以上的比重
Constant		Included
Variable Whose Values Label Observations in Plots		Unspecified

Case Processing Summary

	N
Total Cases	9
Excluded Cases(a)	1
Forecasted Cases	0
Newly Created Cases	0

a Cases with a missing value in any variable are excluded from the analysis.

Variable Processing Summary

	Variables	
	Dependent	Independent
	预约到书率	超期一年以上的比重
Number of Positive Values	8	8
Number of Zeros	0	0
Number of Negative Values	0	0
Number of Missing Values	0	0
User-Missing		
System-Missing	1	1