

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email：2010@tzmcm.cn

1 问题的背景与重述

1.1 问题的背景

随着信息时代的到来。高校图书馆的读者服务工作发生了很大变化。读者对服务模式的需求也更加多元化。由于馆藏资源有限。读者获取信息资源的路径受限，致使读者始终不能借阅一些所需图书，引发对“以人为本”的服务宗旨产生了质疑。因此，为了更好地为教学、科研服务，高校图书馆服务模式的创新已成为目前研究的主要课题。高校图书馆的图书预约服务，是网络时代为读者提供并完善个性化服务的新模式。

图书馆的职能主要是通过流通借阅书刊来实现的，在流通借阅过程中，读者经常遇到自己想借的那本书已被别人借走或馆里没有的情况。这就要求我们图书馆工作人员采取一些措施，一方面可以满足读者的特定要求，避免图书在馆里的滞留，降低拒借率，另一方面可以加快图书的流通速度，提高图书的利用率。在这样的条件下，图书预约系统应运而生。

图书预约，又称预约借书，指读者需要借阅的书籍被他人借走，图书馆没有库存，读者可以利用图书馆提供的检索平台或校园网内打开图书馆网页，对图书馆馆藏通过“预约”方式提出借阅图书的要求。当预约图书归馆后，图书馆通知预约者前来办理借阅。这种借阅方式叫图书预约。作为图书馆外借工作的辅助手段，图书预约服务节约了读者时间，在满足读者所急，提高图书利用率和流通率，减少读者拒借率方面发挥着重要作用。

图书预约方式，不受时间、空间的限制，能充分表现读者的个性化需求特征。图书预约服务是图书馆提供的便利、快捷的个性化服务，是读者解决信息供需矛盾的有效途径。图书预约的个性化服务也是当前图书馆提高服务水平和用户满意度的重要方面。

1.2 问题的重述

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：

第二阶段问题：

(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

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn

2 模型假设

1. 假设每位读者都是先自行去图书馆借，未遂才选择预约外借
2. 假设所有超期的图书都是经过续借了的；
3. 假设图书流通率不考虑同一本书多次借阅，即流通率等于借出的图书量和馆藏书量之比；
4. 假设超期图书在超期一年内都当做在流通中；
5. 假设一般高校能外借的藏书量为 40~50 万左右；
6. 假设在没有预约系统下一般图书馆的流通率为一固定常数 a ；

3 符号的说明

A_i, B_i : 成对比较矩阵；
CI: 一致性指标；
CR: 一致性比率；
 ω : 权向量；
 λ : 成对比较矩阵对应的最大特征值；
PC(performance of Circulation): 代表图书馆流通效率；
DC (Due to Circulation) 代表因文献已借出所导致的拒借文献数。
DL(Due to Library) 代表因图书馆的差错所导致的拒借文献数。
DU (Due to user) 代表因用户差错所导致的拒借文献数。
R: 模糊评价矩阵；

(下面出现的符号另行定义)

4 问题的分析与求解

4.1 第一阶段问题的回顾

4.1.1 问题一的回顾

针对超期图书数据，我们考虑到不同类群的人超期情况的不同，根据读者证号的区别，把读者分为两类人（老师和学生）。建立了两种不同的模型进行对比分析：模型一，以三个大体原因为准则层分别对老师和学生建立层次分析模型，得到五类图书的权重，即得到哪些图书容易超期；模型二，根据三个大体原因，将学生和老师分别采用 k-means 聚类分析法和层次分析法分析判断哪些书容易超期。关于模型一，针对三大类原因，我们将学生和老师分别对超期书种进行层次分析，并将超期书种分为马列主义、毛泽东思想，哲学，社会科学，自然科学，综合性图书五大类。得出最终五大类书的权重，在学生的情况下，自然科学>综合性图书>社会科学>马列>哲学；在老师的情况下，自然科学>社会科学>综合性图书>马列>哲学。综合情况得出，自然科学为最易超期图书。关于模型二，我们将学生和老师按超期天数根据 k-means 聚类分析法分为三类，并大体将三个

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email：2010@tzmcm.cn

原因归于三个类中，根据题目要求，我们人为的将原因一与原因三所在的类忽略。再以不同范围的超期天数作为准则层对超期书种进行层次分析，并将超期书种分为文史，理学，工学三类，最终均得出工学的优先级最高。

4.1.2 问题二的回顾

通过罗列图书馆图书超期不还可能的原因，根据问题一所得的结果，再结合实际情况，根据超期现象严重的两大书种和学生跟老师对图书馆书籍的不同需求，分别对学生跟老师制定相应的借阅规则及罚款制度。老师的情况比较简单，超期现象严重的图书极大部分都是学术研究类的，故此我们对不同的书种都制定统一标准，十几二十天可以看完的书不可能任由它超期，加上老师一般都在学校出入，这类现象发生的可能性极小，为此我们假设这种情况不存在。放宽借阅期限，那些短时间可以用完的图书很快就能回到图书馆供另外的人借阅，不会影响图书的流通；对那些需长期使用的图书，通过修改后的制度，超期现象也会少点，短时期超期的罚款也会少些，更为人性化。对学生的情况，学生在学校的时间一般都为4年，由超期数据可知，可以把超期图书划分为两大类：工科跟非理工科。为减缓图书超期，我们也适当放宽借阅期限，满足学生的需求，又考虑到要提高图书的流通率，分别对工科类跟非工科类的书制定相应的罚款细则。具体借阅规则与罚款细则见第一阶段论文。

4.1.3 第一阶段的问题一与问题二的改进

问题一中的模型在层次分析过程中，方案层图书按图书的五部分分类，过于笼统，所以我们可以把方案层精确化，按图书的二十二类分类法进行分类，建立1-3-22型的模型树，进行层次分析；我们还可以将准则层继续细化，将三大原因和超期天数进行扩充和细化。采用聚类分析法时，我们人为的踢除了一部分数据，导致结果有一定局限性，我们采用聚类分析法时，可以将数据多分几类，多取几类数据进行分析。

4.2 第二阶段问题的分析与求解

本题所牵涉的问题就是利用所给的数据及查阅相关资料，通过建立适当的数学模型，评价预约系统对提高图书流通率的作用。

4.2.1 问题一的分析与求解：

我们建立如下两个模型：

模型一：利用坎特评价法分析预约系统对图书流通率的影响。我们将没有预约系统下图书馆的流通率和加入预约系统后图书馆的流通率进行对比分析，得出预约系统可以提高图书馆的流通率。

模型二：利用模糊数学综合评价法综合评价预约系统对图书馆流通率的影响。建立因素集，评语集，权重集进行单因素评判，构造模糊关系矩阵，最终得到预约系统对提高图书馆流通率的作用为较好。

模型一的建立：

由阶段一的方法将超期图书按中图法分为五大类，现我们将阶段二的数据由22类再次回归到五大类（见附录8.1）。由于马列，哲学，综合性图书占的比重很小，故可以将其忽略。故在此我们只考虑社会科学类图书和自然科学类图书的情况。

我们可以把图书馆图书流通率分为两部分，一部分为读者自行前往图书馆外借的流通率，第二部分为读者前往图书馆借书但却借不到，从而选择预约外借图书的流通率。由于图书馆藏量在一定时间内是保持不变的，由于前面假设每位读者都是先自行去图书

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn

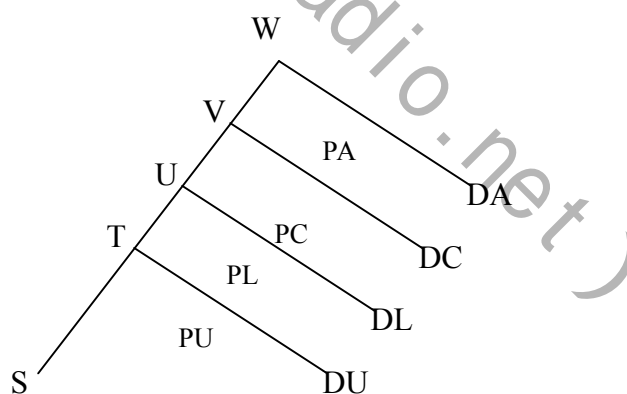
馆借，未遂才选择预约外借，且图书馆的图书外借的流通率（不考虑预约外借这部分）在相同的时间内总是在某一数值上下波动，我们可以把第一部分的流通率考虑为一个固定的常数，不妨定义为 α 。下面定义预约外借系统的流通率为 β ，则总的图书总流通率 $\eta = (1-a)\alpha + a\beta$ （其中 a 表示预约图书占总借阅图书的权重）。现在我们考虑的是如何使图书总流通率 η 最大，即可转换为求预约外借系统的流通率 β 最大。预约外借系统的流通率 β 我们可以用坎特评价法来求。

定义一：坎特评价法：

印度图书馆学之父，世界著名图书馆学家阮冈纳赞于1951年提出了被誉为“我们职业最简明的表达的图书馆学五条定律：书是为了用的、每个读者有其书、每本书有其读者、节省读者的时间、图书馆是一个生长着的有机体。”这五个定律从根本上阐明了图书馆为之努力的目标，此目标应该是我们研究图书馆工作效率的出发点。因此读者文献需求的满足程度应该是衡量图书馆工作效率的主要依据。

一个图书馆不可能满足所有读者的文献需求，也不可能为满足每个潜在读者的需求而赔买出版的所有书籍。因此图书馆不可能没有拒借率，有一部分读者未能得到满足是正常的、无可非议的。可是那些未能得到满足的读者对于自己偏偏不幸落入图书馆所不能满足的少数人的行列中而大为不快，然而读者对图书馆的评判也是我们思考图书馆工作效率的根据。

1976年，坎特从读者未能获得所需文献的原因入手提出了一种既简明又经济的图书馆工作效率评价方法。这种方法极为简单对一定数量的正在查找文献的读者进行调查，请他们在一张表上注明所要找的文献的作者、书名及索书号；然后，读者再在表上注明所查找的结果；最后对这些资料进行核实、复查、统计、分析。坎特把读者未能获得所需文献的原因概括为四类并用图形加以表述。他在一篇被后人视为经典文章中称此法为“支流图表述法”。该图(见图一)阐明了拒借原因的不同层次之间的线性关系。



图（一）

在这个图中，读者的文献需求犹如一股活水由上朝下流。其主流中途不断地被一些支流所改道，使所需文献因各种原因不能全部顺利地流向尽头。只有走遍全程流到尽头的文献才是真正可获得的文献。

这个图清楚地表述出“支流”和“主流”的关系。图中字母的含义分别为：

W (wants)代表所需文献总数。

V、U、T分别代表所需文献在不同环节上可获得的文献数即在不同水平上的流量。

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn

S(successful)代表最终所获得的文献总数。

DA (Due to Acquisition)代表因未入藏所导致的拒借文献数。

DC (Due to Circulation)代表因文献已借出所导致的拒借文献数。

DL (Due to Library)代表因图书馆的差错所导致的拒借文献数。

DU (Due to user)代表因用户差错所导致的拒借文献数。

PA (performance of Acquisition)代表图书馆采访效率。

PC (performance of Circulation)代表图书馆流通效率。

PL (performance of Library)代表图书馆文献处理效率。

PU (Performance of User)代表用户找书效率。

由此可以推出以下等式：

并可得出计算几种工作效率的公式：

$$T=S+DU;$$

$$U=T+DL;$$

$$V=U+DC;$$

$$W=V+DA;$$

并可得出计算几种工作效率的公式：

$$PA=V/W;$$

$$PC=U/V;$$

$$PL=T/U;$$

$$PU=S/T;$$

我们对2008~2010年的书籍预约数据采用坎特评价法进行处理：

此问我们是要求图书馆图书的流通效率，故求出PC即可。

$$PC=U/V=(T+DL)/(U+DC)=(S+DU+DL)/(T+DL+DC);$$

$$W=DC+DA+DL+DU+S;$$

$$\text{所以 } PC=(W-DC-DA)/(W-DA);$$

在上式中，W, DC 已知，DA 未知。经过分析，我们知道因未入藏所导致的拒借文献数 DA，图书馆的差错所导致的拒借文献数 DL，用户差错所导致的拒借文献数 DU，它们的和是一个固定的，等于预约申请数 W 减去文献已借出所导致的拒借文献数 DC。故我们可以采用层次分析法，对三者设置权重。

1) 建立层次分析结构模型

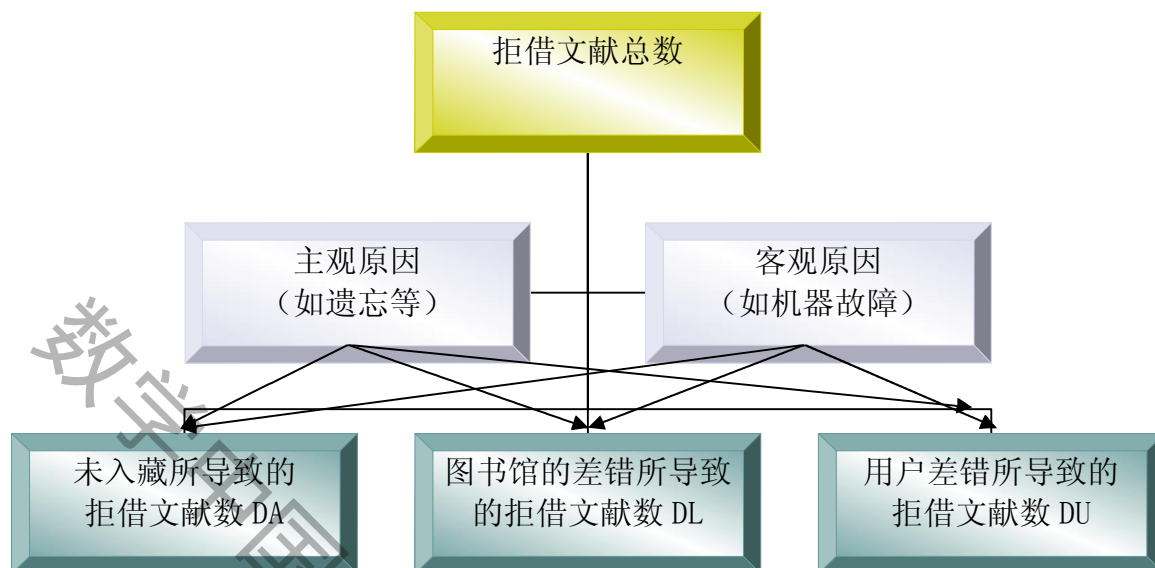
我们可以建立一个三层的模型，方案层为未入藏所导致的拒借文献数 DA，图书馆的差错所导致的拒借文献数 DL，用户差错所导致的拒借文献数 DU。目标层是拒借文献数。准则层分为主观原因和客观原因，上层受下层影响，而层内各因素基本上相对独立，如图（二）所示：

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email：2010@tzmcm.cn



图（二）

2) 构造成对比较阵

通过相互比较确定各方案对于目标的权重。要比较某一层 n 个因素得到当时当 $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ 对上一层 m 个因素中某一个 B_i 的影响，三个原因准则在选择超期书种这个目标中的重要性。用成对比较法和1...9尺度，构造各层对上一层每一因素的成对比较阵。每次取两个因素 A_i 和 A_j ，用 a_{ij} 表示 A_i 和 A_j 对 B_i 的影响之比，全部比较结果可用成对比较矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ ， $a_{ij} > 0$ ， $a_{ji} = 1/a_{ij}$ 表示，其中 A 为一个正互反矩阵。

先写出方案层对目标层的成对比较矩阵

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 10 \\ 1/10 & 1 \end{pmatrix}$$

3) 层次单排序、计算权向量并作一致性检验

根据这个定理和 λ 连续地依赖于 a_{ij} 的事实可知， λ 比 n 大的越多， A 的不一致程度越严重，用特征向量作为权向量的判断误差越大，因而可以用 $\lambda - n$ 数值的大小来衡量 A 的不一致程度，并以 $CI = (\lambda - n)/(n - 1)$ 定义为一致性指标，若通过，则特征向量(归一化后)为权向量。

经过对 A 进行求解，算的其最大特征根 $\lambda = 2.0541$ ；最大特征根所对应的特征向量为 $(0.9945, 0.1048)^T$ ，然后我们再对特征向量进行归一化，得到 $\omega = (0.9047, 0.0953)^T$ ；

面对 A 进行一致性指标的检验，一致性指标

$$CI = (\lambda - n)/(n - 1) = 0.0541/1 = 0.0541;$$

随机一致性指标 RI 的数值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.741	1.45

图（三）

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn

经过查图（三）得到其随机一致性指标 $RI=0.58$;

故其一致性比率 $CR = CI / RI = 0.0541 / 0.58 < 0.1$, 一致性检验通过, 上述 ω 可以作为权向量。

利用同上面计算第 2 层（准则层）对第 1 层（目标层）的权向量 $\omega^{(2)}$ 一样的方法构造第 3 层（方案层）对第 2 层的每一个准则的成对比较矩阵, 但此时对比矩阵为 3 个 5 阶一致阵, 分别记为 B_1, B_2 , 如下所示:

$$B_1 = \begin{pmatrix} 1 & 1/3 & 1/20 \\ 3 & 1 & 1/7 \\ 20 & 7 & 1 \end{pmatrix}; \quad B_2 = \begin{pmatrix} 1 & 1/5 & 10/9 \\ 5 & 1 & 5 \\ 9/10 & 1/5 & 1 \end{pmatrix}$$

这里矩阵 B_k ($k=1, 2$) 中元素 $b_{ij}^{(k)}$ 是方案 (3 种拒借原因) A_i 与 A_j 对于准则 B_k (三个原因) 的比较尺度。

由于第 3 层的成对比较矩阵 B_k 均为一致矩阵, 则直接取各矩阵对应于特征根 $\lambda(\lambda=n)$ 的、归一化的特征向量表示各方案层元素对上一层的权重值, 所得权向量分别为 $\omega_1^{(3)}, \omega_2^{(3)}$, 如下所示:

$$\omega_1^{(3)} = \begin{pmatrix} 0.0412 \\ 0.1215 \\ 0.8373 \end{pmatrix}; \quad \omega_2^{(3)} = \begin{pmatrix} 0.1479 \\ 0.7142 \\ 0.1379 \end{pmatrix};$$

由第 3 层的成对比较阵 B_k 计算出权向量 $\omega_k^{(3)}$, 最大特征根 λ_k 和一致性指标 CI_k , 结果如下表 (图 (四))

K	1	2
$\omega_k^{(3)}$	0.0412	0.1479
	0.1215	0.7142
	0.8373	0.1379
λ_k	3.0003	3.0012
CI_k	0.00052	0.0021

图 (四)

在上述各层对上层权向量的基础上, 计算各方案对目标的组合权向量, 记为 $\omega^{(3)}$, 得出组合权向量 (具体算法见附录)

$$\omega^{(3)} = W^{(3)} * (0.9047, 0.0953)^T = (0.0154, 0.1780, 0.7706)^T$$

其中 $W^{(3)}$ 是以 $\omega_k^{(3)}$ 为列向量构成的矩阵。

经过计算, 符合组合一致性检验, $\omega^{(3)} = (0.0514 \quad 0.1780 \quad 0.7706)^T$ 可以作为权向量。

即 DA=未入藏所导致的拒借文献数所占的比重为 0.0514;

DL=图书馆的差错所导致的拒借文献数所占的比重为 0.1780;

DU=用户差错所导致的拒借文献数所占的比重为 0.7706;

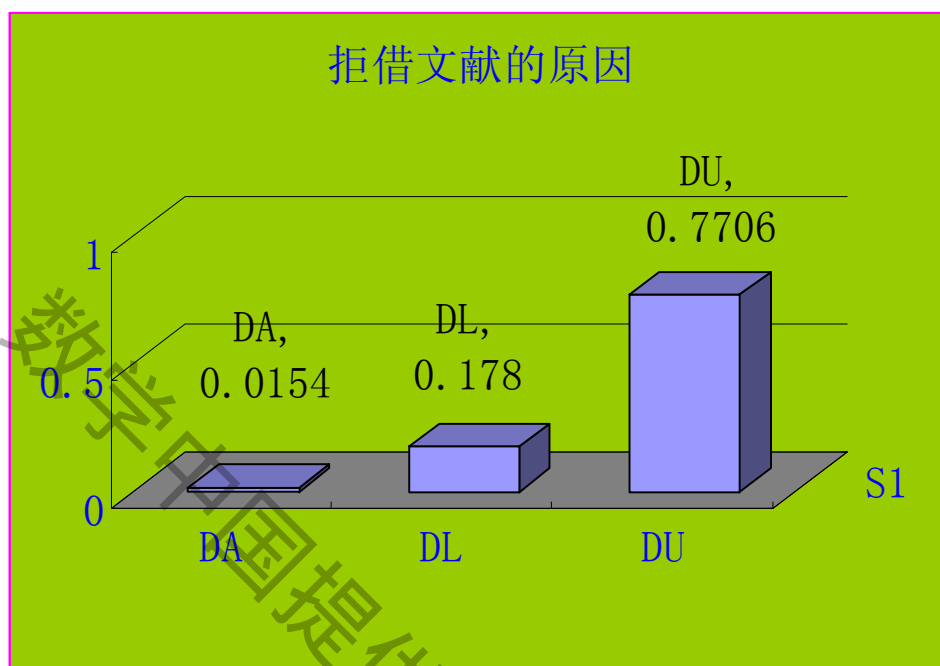
下图为三个不同原因拒借文献的权重指标图 (五):

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn



图（五）

经过对 2008~2010 年数据的综合分析，由于 2008 年的数据差距太大，有些数据根本就不符合实际情况，所以我们将 2008 年的数据删除，不予考虑。对于 2010 年的数据，由于只有前五个月的，不够全面，所以也将其不予考虑。综上考虑，我们只对 2009 年的数据进行深入的探讨与研究，又由于所预约的图书主要是社科类与自科类，故我们可以将马列类，哲学类，综合类图书的预约忽略不计。

根据坎特评价法，我们可以计算图书的流通率：

$$PC = (W - DC - DA) / (W - DA)$$

我们来分别对社科类，自科类的图书进行讨论：

对于社科类：预约申请 $W=409$ ；预约到书 279；已外借 $S=139$ ；文献已借出所导致的拒借文献数 $DC=130$ ；未入藏所导致的拒借文献数 $DA=7$ ；

代入公式 $PC = (W - DC - DA) / (W - DA)$ ，

求得 $PC=0.6766$ ；

对于自科类：预约申请 $W=356$ ；预约到书 244；已外借 $S=146$ ；文献已借出所导致的拒借文献数 $DC=112$ ；未入藏所导致的拒借文献数 $DA=5$ ；

代入公式 $PC = (W - DC - DA) / (W - DA)$ ，

求得 $PC=0.6809$ ；

根据第一阶段自科类和社科类的权重知，在学生读者的情形下，自科类与社科类的权重之比为 1.4；在教师读者的情形下，自科类与社科类的权重之比为 1.2。由于学生读者的人数远远多于教师读者的人数，于是自科类与社科类的比重之比无限贴近 1.4，故我们可以认为自科类与社科类的权重之比为 1.4。由图书超期数据，我们可以猜测图书馆自科类图书数量与社科类图书数量之比在 1.4 左右波动，不妨假设其就为 1.4。故根据加权平均法得到，图书馆预约系统的流通率 $PC = (1 \times 0.6766 + 0.6809 \times 1.4) / (1 + 1.4) = 0.6791$ ；则总的图书总流通率 $\eta = (1 - a)\alpha + a\beta$ ，经过调查(以咸宁学院为例)，我们可以近似认为 $a=1/15$ 得到。也就是说通过网上预约图书的人占总借书人的 1/15；

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email：2010@tzmcm.cn

通过调查，一般本科学校的馆藏图书为 100 万册左右，但可以外借的图书大约在 40 万~50 万册。以咸宁学院为例，我们不妨假设有 45 万册图书可以外借。由于超期现象并不是主流，只是很小一部分人会超期，我们就可以假设 95% 的读者不会发生超期，也就是说只有 5% 的人会发生超期现象。

通过对第一阶段的易发生超期图书的分析，我们假定在超期一年（按 365 天计算）内的图书认作是在流通中的，也就是说，大约有 2500 册图书超期一年以内，即算是还在流通中。

不妨设在外流通的图书总册数为 Z ；即我们可以得出下面的等式：

$$5\% \cdot Z = 2500;$$

$$\text{即 } Z = 50000 (\text{册});$$

即在没有预约系统的情况下图书的流通率 $PC^1 = 50000 / 450000 = 1/9 = 11.11\%$;

在有预约系统的情况下图书的流通率

$$\eta = (1-a)\alpha + a\beta = (1-1/15) \cdot 0.1111 + 1/15 \cdot 0.6791 = 0.1479 = 14.90\%;$$

所以有 $PC^1 < \eta$

通过模型一的分析，我们可以得出：

图书预约系统对提高图书的流通率有一定的促进作用。

模型二的建立：

定义二：

模糊综合评判法定义 (Fuzzy comprehensive Assessment) 就是应用模糊变换原理和最大隶属度原则综合考虑被评事物或其属性的相关因素，进而对某事物进行等级或类别评价。

模糊综合评价的基本原理：

模糊综合评价是在考虑多种因素的影响下，运用模糊数学工具对某事物作出综合评价。设 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ 为刻画被评价对象的 m 种因素， $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 为刻画每一个因素所处状态的决断。这里存在着两类模糊集：一类是标志因素集 U 中诸元在人们心目中的重要程度的量 $A = (a_1, a_2, \dots, a_m)$ ；另一类是 $U \times V$ 上的模糊关系，表现为 $m \times n$ 模糊矩阵 R ，这两类模糊集都是人们价值观念或者偏好结构的反映。再对这两类模糊集施加某种模糊运算，便可以得到 V 上的一个模糊子集 $B = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ 。因此模糊综合评价是指寻找模糊权重向量 $A = (a_1, a_2, \dots, a_m) \in F(U)$ ，以及一个从 U 到 V 的模糊变换 f ，即对每一个因素 u_i 单独作出一个判断 $f(u_i) = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in}) \in F(V)$ ， $i=1, 2, \dots, m$ 据此构造模糊矩阵 $R = [r_{ij}]_{m \times n} \in F(U \times V)$ ，其中 r_{ij} 表示 u_i 具有评语 v_j 的程度。进而求出模糊综合评价 $B = (b_1, b_2, \dots, b_n) \in F(V)$ ，其中 b_j 表示被评价对象具有评语 v_j 的程度，即 v_j 对模糊集 B 的隶属度。由此可见，模糊综合评价的数学模型涉及三个要素：

因素集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ ；

决断集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ；

单因素判断 $f: U \rightarrow F(V)$ ， $u_i \mapsto f(u_i) = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in}) \in F(V)$ 。

由模糊变换 f 可以诱导出模糊关系 $R_f \in F(U \times V)$ ，其中 $R_f(u_i, u_j) = f(u_i)(u_j) = r_{ij}$ ，

而由 Rf 可以构成模糊矩阵

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{pmatrix}$$

对于因素集 U 上的权重模糊向量 $A = (a_1, a_2, \dots, a_m)$ ，通过 R 变换为决断集 V 上的模糊集 $B = A \circ R$ ，于是 (U, V, R) 构成了一个综合评价模型"如下图所示的转换器：

$$\xrightarrow{A \in F(U)} A \in F(U * V) \xrightarrow{B = A \circ R}$$

如果输入一个权重向量 $A \in F(U)$ ，则输出一个综合评价 $B = A \circ R \in F(V)$ 。

定义三：最大隶属原则

最大隶属原则一：（一个对象有多个模式，确定最优模式）

设 A_1, A_2, \dots, A_m 为给定的论域 U 上的 m 个模糊模式， $x_0 \in U$ 为一个待识别对象，若 $A_i(x_0) = \max\{A_1(x_0), A_2(x_0), \dots, A_m(x_0)\}$ ，则认为 x_0 优先归属于模糊模式 A_i

最大隶属原则二：（多个对象一个模式，确定最优对象）

设 A 为给定论域 U 上的一个模糊模式， x_1, x_2, \dots, x_n 为 U 中的 n 个待识别对象，若 $A(x_i) = \max\{A(x_1), A(x_2), \dots, A(x_n)\}$ ，则认为 x_i 优先归属于模糊模式 A 。

基于以上原理，我们可以构建一个预约系统对提高图书流通率的模糊综合评价模型。经过调查分析并借鉴所给的数据，我们认为评价预约系统对图书流通率的影响主要指标有3个，即 DC =预约申请却未借到书， DA =预约申请而图书未被归还， $DX=DL+DV$ =图书馆的差错或者预约者的差错导致预约到书却未被借出。

1) 因素集的确定

因素集是影响系统主要因素的集合，也是衡量系统的主要指标。通过上述的分析，本系统的因素集 U 确定如下： $U = \{u_1, u_2, u_3\}$

其中： u_1 为 DC ，是预约申请却未借到书；

u_2 为 DA ，是预约申请而图书未被归还；

u_3 为 $DX=DL+DV$ ，是图书馆的差错或者预约者的差错导致预约到书却未被借出；

2) 权重向量的确定

由于各种因素所处地位不同，对综合评判影响的作用也不一样，可用权重来衡量，我们假定（经过计算）其权重为 $A = (a_1, a_2, a_3) = (0.5, 0.3, 0.2)$ ；

其中： a_1 为 u_1 的权重；

a_2 为 u_2 的权重；

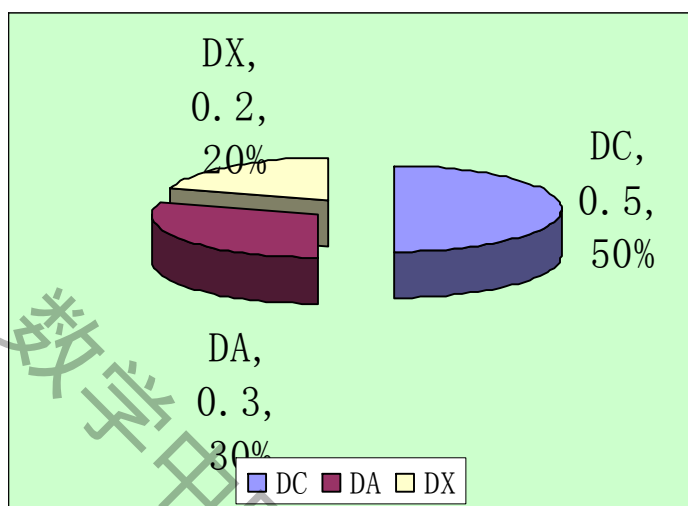
a_3 为 u_3 的权重；

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn



图(六)

3) 评语集的确定

它是对每一因素所有可能评语的集合，通过分析确定评语集如下： $V = \{v_1, v_2, v_3\}$

其中： v_1 为预约系统对提高图书流通率有显著的作用；

v_2 为预约系统对提高图书流通率有较好的作用；

v_3 为预约系统对提高图书流通率存在负作用；

4) 单因素评判

根据所给的数据，我们得到以下的表格（图（七））：

评语 指标	显著作用	作用较好	负作用
DC	36.17%	60%	3.11%
DA	32.17%	67.83%	0
DX	20%	34.4%	45.60%

图(七)

则 $u_1 \mapsto r_1 = (0.3617, 0.6, 0.0311)$

$u_2 \mapsto r_2 = (0.3217, 0.6783, 0.0)$

$u_3 \mapsto r_3 = (0.2, 0.344, 0.4560)$

构造模糊评价矩阵R，我们将其数据估计模糊，得到矩阵 $R = \begin{pmatrix} 0.37 & 0.6 & 0.03 \\ 0.33 & 0.67 & 0 \\ 0.2 & 0.35 & 0.45 \end{pmatrix}$

5) 模糊变换

$$B = A \cdot R$$

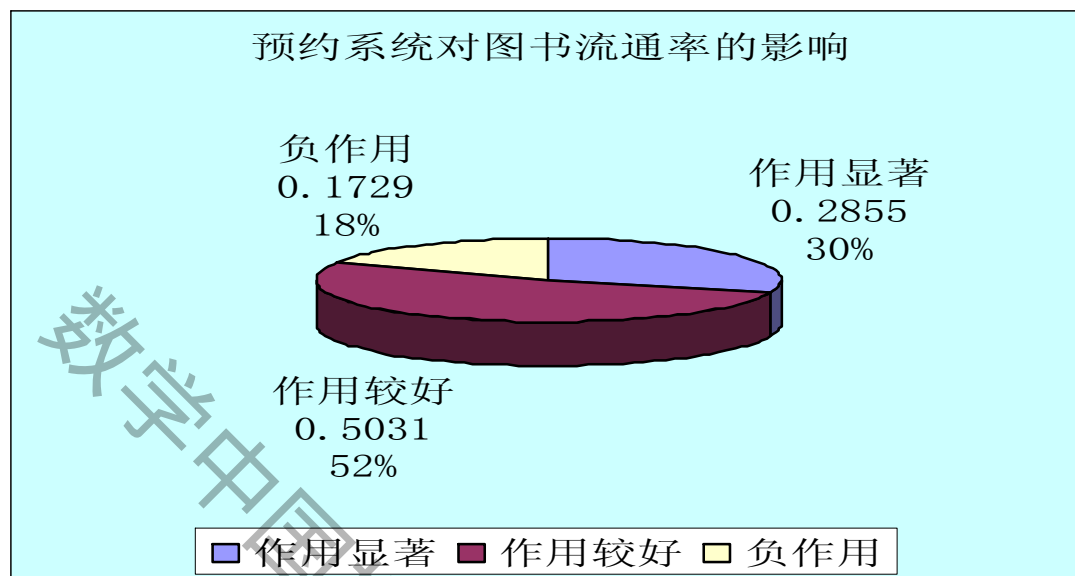
用模型 $M(\vee, \wedge)$ 计算得到 $B = (0.3240, 0.5710, 0.2400)$ ，对B进行归一化处理得到 $B' = (0.2855, 0.5031, 0.1729)$ ，如下图可见：

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email：2010@tzmcm.cn



图（八）

6) 综合评判

根据最大隶属原则，我们得到预约系统对提高图书馆流通率的作用比较好。

4.2.2 问题二的分析与求解

定义四：博弈论也称对策论，是描述和研究行为者之间策略相互依存和相互作用的一种决策理论，它主要研究在一定的约束条件下，“理性”的人追求自身利益最大化的行为，是一种研究主体行为相互作用及均衡状态的理论方法。

博弈论的基本要素和基本模型：

每一个博弈都必须要有3个基本的要素：参与者、策略及支付。参与者是博弈的行为主体，他们都有一组可选择的策略，每个参与者各自选择的策略共同作用，使他们都得到各自的报酬，即各自得到一笔支付，支付可以为正也可以为负。博弈论的基本模型可用以下7个元组来描述：即 $G = \{D, A, J, S, O, U, E\}$ ，其中： G 为博弈的效用， D 为参与者， A 为行动， I 为信息， S 为战略， O 为结果， U 为支付， E 为均衡。

建立博弈论模型：

在超期还书中的读者与读者之间的博弈

为了更好地理解和分析图书滞还的博弈现象，我们将读者群简化为只有A、B两个读者，馆藏也只有A、B两本书，A、B的知识价值分别为a、b，每本书过期后的延伸知识价值都为c，并假定 $a \geq c$ ， $b \geq c$ 。假定最初由读者A、B分别同时借走了A、B两本书，且两本书同时到期。

根据列举归纳的方法，A、B还书的情况在穷尽的前提下主要有以下几种：

(1) 如果A到期还书，B也到期还书，则A可以再借得B，B也可以再借得A，那么A在原来拥有的知识价值a的基础上，可以得到B的知识价值b，即A可以获得的知識价值为 $a+b$ ；同理，B可以获得的收益为 $b+a$ 。

(2) 如果A到期还书，B到期不还，则A可以获得的收益为a，而B可以再借得A还的，再加上原来B书的知识价值和其延伸价值1，则B可获得的收益为 $b+a+c$ 。

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn

(3) 同上，如果A到期不还书，B则到期还，那么A可获得的收益为 $a+b+c$ ，B可获得的收益为 b 。

(4) 如果A和B到期都不还书，A和B就都不能再借得对方的书，都不能再拥有对方的书的知识价值，而只能拥有原来的书的价值及其延伸价值，即A获得的收益为 $a+c$ ，B获得的收益为 $b+c$ 。根据上面列举的四种情况，可以列出A、B在做出不同选择时候各自的收益表：

B \ A	A	按时还	不按时还
	B		
按时还		$(a+b, a+b)$	$(a, a+b+c)$
不按时还		$(a+b+c, b)$	$(a+c, b+c)$

图（九）

由该收益表可见，在图书馆不采取任何措施的情况下，对A、B而言不管对方是否按时还书，自己要获得最大效用的条件都是不按时还书，此时达到纳什平衡。读者不按时还书的现象就会普遍出现。这样一来，图书馆的馆藏就无法顺利流通，读者的信息需求得不到满足，图书馆的服务质量就无法提高，图书馆的形象就会受到很大的损害。因此，为了防止这种图书滞还现象的发生，加快图书流通，使图书得以充分利用，图书馆必须采取相应的措施。根据博弈对策论的基本原理，这种措施应该侧重于惩罚性反向调节和激励。

根据第一阶段的超期天数的不同，我们制定了如下分段函数（超期30天后，假定最长超期时限为5000天）来针对超期天数不同的读者予以不同的罚款制度（ x 表示读者天数， y 表示读者需要罚款的金额）：

老师的情况：

$$y = \begin{cases} 0.08 * x & 30 \leq x \leq 365 \\ 0.12 * x - 14.6 & 365 \leq x \leq 730 \\ 0.15 * x - 36.5 & 730 \leq x \leq 1146 \\ 0.2 * x - 93.8 & 1146 \leq x \leq 2989 \\ 1/2989 * (x.^2) - 1.8 * x + 2892.8 & 2989 \leq x \leq 5000 \end{cases};$$

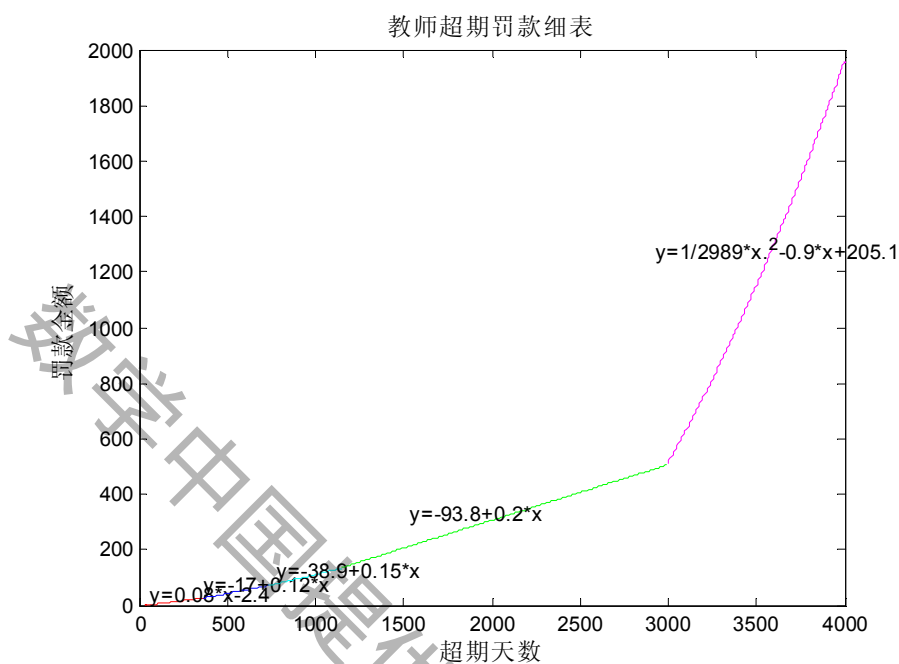
程序见 f1

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn



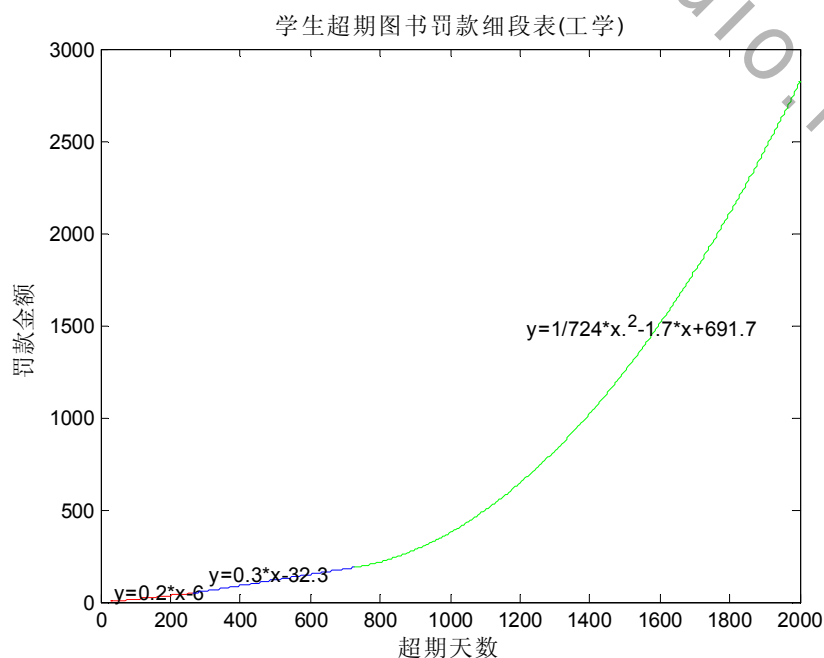
图（十）

学生的情况：

我们先来考虑工学的罚款标准

$$y = \begin{cases} 0.2 * x - 0.6 & 30 \leq x \leq 263 \\ 0.3 * x - 32.3 & 263 \leq x \leq 724 ; \\ 1/724 * (x.^2) - 1.7 * x + 691.7 & 724 \leq x \leq 2000 \end{cases}$$

程序见 f2



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

#1464
邮编：010021

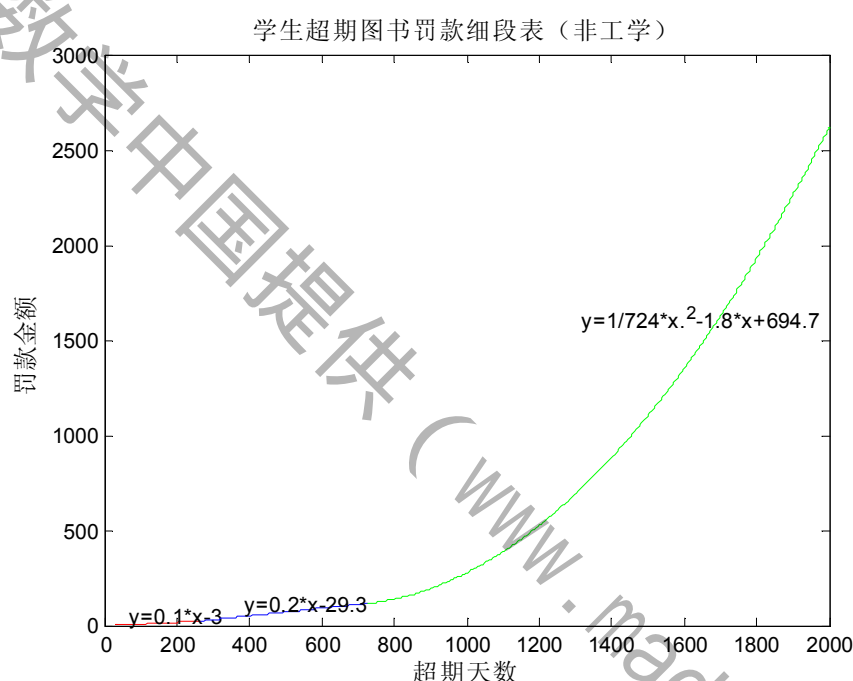
网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn

图（十一）

以下考虑非工科图书的罚款标准：

$$y = \begin{cases} 0.1 * x - 3 & 30 \leq x \leq 263 \\ 0.2 * x - 29.3 & 263 \leq x \leq 724; \\ 1/724 * (x.^2) - 1.8 * x + 694.7 & 724 \leq x = 2000 \end{cases}$$

程序见附件 f3



图（十二）

图书馆为了提高图书的流通率和利用率，其信息服务工作必须适应环境的变化，图书馆的服务对于图书的流通率有很大的影响，若图书馆的服务不好，导致读者对图书馆没有“好感”，进而减少向图书馆借书的频率，更有甚者，由于图书馆服务质量不好，恶意拖欠不还，从而影响图书的流通率和利用率。所以我们对图书馆与读者之间进行服务工作的博弈，来确定改善图书馆的服务工作制度。

为了便于分析，先作如下假设：

- 主动信息服务的博弈只存在图书馆和读者两个参与者，二者都是理性的独立体。
- 参与者在选择战略时，把其他参与者的战略当作给定，不考虑决策对他人决策的影响。
- 服务信息是完全的，即图书馆和读者对相互的特征、战略空间和服务函数有准确的知识。
- 在主动服务初期，图书馆需要投入较大的时间和精力钻研业务，其友好热情的服务使人们更愿意接受主动的信息服务。
- 图书馆和读者在做出决策之前都不知道对方的行动，可以认为他们的行动是同盟时进行的，即二者间的博弈是静态博弈。

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn

根据以上假设，可建立图书馆与读者之间的完全信息静态博弈模型（不考虑时间因素的一次性博弈）。假设图书馆一段时间的信息服务所取得的效益为 E ，信息服务量为 Q ，一次信息服务效益为 K ，单位信息服务成本为 w ，信息服务成本的随机增量为 ΔW ，图书馆引入主动服务而获得的效益为 E_g ，被动的信息服务所获得的效益为 E_n ，则图书馆信息服务的一般效益模型为： $E = QK - QW - \Delta W$ (1)

图书馆主动信息服务效益模型为： $E_g = Q_g K_g - Q_g W - \Delta W_g$ (2)

图书馆被动信息服务效益模型为： $E_n = Q_n K_n - Q_n W - \Delta W_n$ (3)

这里， K_g 和 K_n 分别表示主动服务和被动服务所产生的效益； ΔW_g 表示图书馆实施主动服务时可能随机增加的成本，如为满足读者信息需求所需要的馆际互借、代查代检等需要额外增加的成本； ΔW_n 表示图书馆不实施主动服务时可能随机增加的成本，如读者所获得的信息不够满意时所引起费用等； Q_g 和 Q_n 分别表示实施主动服务和被动服务时的信息服务量；在主动服务和被动服务的条件下，单位信息服务成本为 W ，是不同的，但可以把这种差异归入 ΔW_g 和 ΔW_n 。所以，通常在主动服务和被动服务的条件下，单位信息服务成本为 W 可以看作是相同的。由于主动服务需要花费馆员更多的时间和精力，能在读者心中产生更好的社会效益。因此，主动服务产生的效益 K_g 高于被动服务所产生的效益 K_n ，即有： $K_g > K_n$ (4)

图书馆在权衡效益之后，决定服务的策略和模式。若决定实施被动服务，其获得的实际效益为 E_n ；反之，可得效益为 E_g 。对读者而言，他们的目的是获取信息的满意度，他们的期望效用不仅包括所获得的信息量，也包括蕴含在信息中的使用价值属性。当效用大于零时，读者会考虑利用图书馆的信息服务。假设两种服务方式给读者带来的效用都大于零，设主动服务所提供的信息效用和被动服务所提供的信息效用分别为 V_g 和 V_n 。无论从主动服务的投入方面或是所提供信息的使用价值方面以及所产生的效用方面。主动服务所提供的信息效用都要高于被动服务所提供的信息效用。所以有： $V_g > V_n > 0$ (5)

根据以上假设，图书馆和读者在做出决策之前都不知道对方的行动，可以认为他们的行动是同时进行的。因此，这种对策属于完全信息静态博弈。双方的战略空间和采取完全信息静态博弈。双方的战略空间和采取的态度如图（十三）所示：

图书馆策略 \ 读者策略	主动服务	被动服务
利用	(V_g, E_g)	(V_n, E_n)
不利用	$(0, -\Delta W_g)$	$(0, -\Delta W_n)$

图（十三）

$E_n < E_g$ 时（即被动服务所获得的效益小于主动服务所获得的效益），如果 $-\Delta W_g > -\Delta W_n$ ，上述博弈存在唯一的纳什均衡点 (V_g, E_g) ，它表示读者利用图书馆的主动服务且图书馆实施主动服务。如果 $-\Delta W_g < -\Delta W_n$ ，上述博弈也存在唯一的纳什均

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email：2010@tzmcm.cn

衡点 (V_g, E_g) ，读者是理性的，故定会选择利用图书馆，而图书馆也是理性的，且信息完全，图书馆的最优选择也只能是主动服务。

$E_n > E_g$ 时，如果 $-\Delta W_g < -\Delta W_n$ ，上述博弈存在唯一的纳什均衡点 (V_n, E_n) ，即读者利用被动服务且图书馆实施被动服务。如果 $-\Delta W_g > -\Delta W_n$ ，上述博弈也存在唯一的纳什均衡点 (V_n, E_n) 。

在这个静态博弈中，只存在一个读者和图书馆之间的博弈，而现实中这是不可能的。图书馆实施主动服务，那任何读者就可以随时利用图书馆；图书馆实施被动服务，那在读者了解主动服务和被动服务的利弊之后，可能导致读者不再利用图书馆的被动服务，尤其是现在获取信息渠道的增多。此时，均衡的结果是读者利用图书馆的主动服务。所以我们应根据这个博弈结果来制定一些管理制度来完善图书馆服务。

根据前三个问题的分析与讨论以及对读者与读者，图书馆与读者之间的博弈，由于在未加入预约系统的借阅条件下，图书馆的处理方案可以按第一阶段论文提及的方法处理，现考虑到加入图书预约系统后，读者对那些已经被借出去的书进行预约，图书一旦被预约，原读者就无法续借，大大损害了原读者的利益；另一方面，也防止了读者对某一图书长期霸占，加速了图书的流通。为此我们在原方案上进行适当的整改。由于在添加入预约系统后会损害已预约图书的原读者的利益，我们可以在原有的借阅期限跟续借时间再适度放宽，我们制定以下管理方案：

一：对于不同的超期天数制定不同的罚款标准：

对于老师的情况，我们可以制定以下的借书规则：

- 1 借书时限再放宽为 4 个月，可以续借一次，续借时限缩减为 2 个月。
- 2 放宽宽限期为 30 天（超期 30 天内，如若还书，不予罚款）。
- 3 在宽限期内，给予一定的温馨提醒（如 E-mail, 电话，短信等）。
- 4 过了续借时限，借书时会有一定的警告，情况严重者予以扣证，直至还清所借图书以及该交罚款才予以其借书资格。
- 5 科研需要，可写申请至图书馆，经同意，可以适当的放宽借书时限
- 6 对于借书期限超过 30 天到 365 天的，给予每天 0.08 元/册的处罚；
对于借书期限超过 365 天到 730 天的，给予每天 0.12 元/册的处罚；
对于借书期限超过 730 天到 1146 天的，给予每天 0.15 元/册的处罚；
对于借书期限超过 1146 天到 2989 天的，给予每天 0.20 元/册的处罚；
对于借书期限超过 2989 天的，可以定性为恶意拖欠不还，应给予更为严厉的处罚；
罚款金额由函数 $y = 1/2989 * (x.^2) - 1.8 * x + 2892.8$ 确定；

对于学生来说，我们制定以下的借书规则：

- 1 借书时限再放宽为 3 个月，可以续借一次，续借时限仍为 1 个月。
- 2 友情提示：借书时提醒新借书何时到期以及快到期图书。
- 3 放宽宽限期为 30 天（超期 30 天内，如若还书，不予罚款）。
- 4 在宽限期内，给予一定的温馨提醒（如 E-mail, 电话，短信等）。
- 5 过了续借时限，借书时会有一定的警告，情况严重者予以扣证，直至还清所借图书以及该交罚款才予以其借书资格。
- 6 如若科研需要，可写申请至图书馆，经同意，可以适当的放宽借书时限。
- 7 为了便于馆藏图书的流通，应区分不同图书的罚款标准。由于学生借书主要集中在工

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email：2010@tzmcm.cn

科类，我们将不同图书分为两类，工科及非工科类（文史和理科）。

工科：对于借书期限超过 30 天到 263 天的，给予每天 0.2 元/册的处罚；
对于借书期限超过 263 天到 724 天的，给予每天 0.3 元/册的处罚；
对于借书期限超过 724 天的，可以定性为恶意拖欠不还，应给予更为严厉的处罚；罚款金额由函数 $1/724 * (x.^2) - 1.7 * x + 691.7$ 确定。

非工科：对于借书期限超过 30 天到 263 天的，给予每天 0.1 元/册的处罚；
对于借书期限超过 263 天到 724 天的，给予每天 0.2 元/册的处罚；
对于借书期限超过 724 天的，可以定性为恶意拖欠不还，应给予更为严厉的处罚；罚款金额由函数 $1/724 * (x.^2) - 1.8 * x + 691.7$ 确定。

二：由于预约系统的开放，有效的遏制了图书超期现象的发生，较好的增加了图书的流通率。

针对预约系统，可采取以下措施：

1. 图书馆内设置预约图书架。
2. 读者若想对图书进行预约，可以到图书馆网站申请预约。
3. 若多人对同一图书进行预约，必须控制该书的预约读者数。能预约的读者数最多是这一图书数量的 3 倍，若超出，图书馆预约区工作人员应对读者说明，不能登进预约系统。
4. 控制每一读者可预约图书的数量，不妨控制在 3 本。
5. 我馆只保留 30 天的预约信息，若这段时间所预约的图书未还，系统将自动取消信息。
6. 若预约图书归馆，5 天之内读者没来图书馆取书，则取消其读者预约状态，该书将转移到下一预约的读者或直接进入书库流通状态。
7. 已提交预约申请的读者要随时关注图书馆的预约通告。
8. 经预约系统外借的图书超期，罚款条例和其他超期图书罚款条例一样，仍按上述一，二执行。
9. 对于 5 天内读者仍未来借阅已预约到馆的图书，则图书馆须采取一定的措施通知预约者，如发 e-mail，打电话，发短信等。
10. 遇到预约高峰期，则应增加图书馆工作人员配备。

三：关于图书馆与读者之间的博弈，我们可以知道图书馆制定主动服务更能促进图书的流通率。以下针对主动服务做相关条例：

1. 树立服务质量管理意识：提高图书馆信息服务的质量，及时发现，表扬优秀的信息员，营造质量文化氛围。
2. 提高信息服务的层次，通过网络等各种方式将读者所需的信息传递到读者手中。
3. 提高信息服务人员的服务技能及交互技巧：，信息服务人员除了应具备扎实的专业知识和工作能力外，还应该具有很强的表达能力和与人沟通的能力。加强信息服务员的行为准则、服务技能、服务意识和 service 态度的培训。
4. 加强对读者的宣传教育：增强读者主动利用图书馆信息服务的意识，提高对图书馆的利用率。

参

5 模型的评价与不足

5.1 模型的评价

我们通过坎特评价法建立模型，分析预约系统对图书馆流通率的影响。坎特评价法的长处在于把图书馆的所有技能统一到满足读者文献需求这一主要职能上，便于操作，

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn

因此不失为评价图书馆工作效率的良好工具。图书馆可对其工作程序进行逐项审查，并对用户进行调查研究，从而制定出适合自己情况的各项工作效率的平均参考值，以这些参考值为尺度评价各图书馆的工作效率。

我们还在问题中运用了层次分析的方法，它能很好的体现各数据之间的比率（权重）关系，具有普遍性。

在问题一的第二个模型中，采用了模糊综合评价法，根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价。其优点是，对评价因素进行相互比较，以评价因素最优的为评价基准，评价值为1（若采用百分制，评价值为100分），其余欠优的评价因素依据欠优的程度得到相应的评价值。该综合评价法在综合性、合理性、科学性等方面得到了改进，使定性评价与定量评价能很好地结合，并能较好地控制人为的干扰因素。对于问题二，我们采用了博弈论的方法，使得分析更加科学合理。

5.2模型的不足

层次分析法具有局限性。它在很大程度上依赖于人们的感觉和经验，受主观因素的影响很大，它只能排除思维过程中的严重非一致性，无法排除决策者个人存在的严重片面性。对于坎特评价法，由于每个数值均是后一个参数与前一个参数之比而不是与所需文献总数 W 之比，所以如果颠倒其顺序即使最终所获文献总数是一样的，但其它数值都发生了变化。这样对结果产生了不良的影响。而模糊综合评价法虽然能较好的控制人为的干扰，但从其方法的名字可知，这种方法具有很大的模糊性，有时难免判断不怎么精确。

6 模型的改进

鉴于5.2模型的不足，我们可以多次各自构造成对比较阵，综合分析，避免个人严重的主观片面性，构造一个更具有客观性的成对比较阵，这样的结果更科学，由此为根据制定的方案更符合实际。

针对坎特评价法的缺陷，为了避免因顺序不同所产生的差异，我们可以根据基格尔的思想，提出用计算由不同原因产生的拒借率代替坎特的效率算法，由此产生出以下等式：

$$F_a = W/DA \quad F_l = W/DC \quad F_c = w/DC \quad F_u = W/DU$$

F_a 代表因图书馆未入藏所导致的拒借率。

F_c 代表因文献正在流通中所导致的拒借率。

F_l 代表因图书馆文献处理差错所导致的拒借率。

F_u 代表因用户的差错所导致的拒借率

至于模糊综合评价法，其主旨跟层次分析类似，关键也在于构造矩阵，改进方法同上。

7 参考文献

- [1] 姜启源，数学模型（第三版），北京：高等教育出版社，2003.8（2009.11 重印）
- [2] 汪晓银 邹庭荣，数学软件与数学实验，科学出版社 2008.8

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn

- [3] 任立勇, 盛王萍, 方奋成, 高效图书馆的智能服务, 第一阶段数学建模网络挑战赛 1464 参赛队, 2010
- [4] 王庚, 王敏生, 现代数学建模方法, 科学出版社, 2008.2
- [5] 梁建生, 图书馆工作效率评价法浅析——“坎特评价法”的应用与发展, 图书情报通讯(季刊)1995 年第 1 期(总第 21 期), 39-41 页
- [6] 陈竞, 网络环境下的图书馆预约服务, 中小学图书情报世界, 2009 年第 9 期, 55-56 页
- [7] 吴昌政, 图书馆管理实践中的博弈现象分析, 科技情报开发与经济, 2008 年第 18 卷第 32 期, 23-24 页
- [8] 刁秀琼, 浅谈高效图书馆预约服务, 内蒙古科技与经济, 第 18 期(总第 196 期), 2009 年 9 月, 135-136 页

8 附录

附录 8.1:

部分书籍预约数据

所属类别	类名	类号	预约申请	预约到书(预约的书被归还)	已外借(被预约者借出)
马列哲学	马列类	A	7	4	3
	哲学类	B	33	19	9
	社科总论	C	26	16	8
	政治法律	D	69	46	25
	军事类	E	0	0	0
	经济	F	104	78	41
	文化、科学、教育、体育	G	25	14	8
	语言、文字	H	48	34	13
	文学	I	100	67	33
	艺术	J	2	1	0
社会科学	历史、地理	K	35	23	11
	自然科学总论	N	1	0	0
	数理科学和化学	O	97	70	43
	天文学、地球科学	P	2	2	0
	生物科学	Q	45	27	16
	医药、卫生	R	1	1	0
	农业科学	S	0	0	0
	工业技术	T	207	142	85
	交通运输	U	0	0	0
	航空、航天	V	0	0	0
自然科学	环境科学、安全科学	X	3	2	2
	综合性图书	Z	0	0	0

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

#1464
邮编：010021

网址：www.tzmcm.cn
Email: 2010@tzmcm.cn

分类合计	A~K, N~V, X, Z	805	546	297
------	----------------	-----	-----	-----

数学中国提供 (www.madio.net)