

第三届“ScienceWord 杯”数学中国

数学建模网络挑战赛

高校图书馆流通服务优化模型

一、问题重述

1.1 问题背景

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。高校图书馆的图书是全校师生的共同资源，肩负着为高校的科研教育工作提供智力支撑作用。

现在高校图书馆一般具有的特点：1、图书需求时段集中；2、僧多粥少，无法满足读者获得信息资源的需要；3、部分读者反复续借热门书并“据为己有”影响图书利用率；4、存在着超期借阅、损坏书籍等现象。随着知识更新速度的加快，图书馆作为高校中的一座必不可少的知识宝库，高校师生对各类信息资源的利用率和需求值也越来越高，高校图书预约系统与人性化借阅制度随之而来。旨在规范读者的借阅行为，加快文献流通，提高文献利用率和读者满足率，最大限度保障制度的平等借阅权。

1.2 问题简述

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。现要解决的问题是：

(1)：根据附件中统计数据，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)：请设计一个新的图书管理方案（包括预约、续借、罚款等规则），尽量降低图书超期现象的发生率并提高图书利用率。

二、模型假设

根据题目要求，并达到简化问题目的，我们有以下假设：

1. 假设高校图书馆已采用图书预约系统；
2. 假设网络运行过程中软件不会被病毒侵害，网络硬件部分如服务器、工作站、网卡、传输媒体等任何环节不会遭到破坏，网络运行速度正常不会发生瘫痪或中断，网络图书预约系统通畅；
3. 假设题中所给样本的信息基本真实有效、信息量足够大，能够有效的反映高校预约系统的优劣；
4. 假设书籍在借阅过程中无严重破损、掉页、丢失现象；
5. 假设专家的打分均合理、科学、有效；
6. 假设准则层中引用六个准则足够权威，能够较好反应图书馆预约服务水平。

三、符号说明与名词解释

3.1 主要变量符号说明

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 3.1 所示，其它变量将在文中陆续说明。

表 3.1 主要变量符号说明一览表

符号	意义
α	预约成功率
β	预约图书流通率
γ	藏书利用率
ε	读者借阅率
x_{ij}	第 i 类图书 j 年的预约申请数 ($i = A, B, \dots, Z$)
y_{ij}	第 i 类图书 j 年的预约到书数
z_{ij}	第 i 类图书 j 年的已外借数

续表一：

O	目标层的影响因素
A	准则层对目标层的成对比较阵
λ_{\max}	准则层对目标层的最大特征值
C_i	预约服务的影响因素
$w_k^{(n)}$	权向量
CI_k	一致性指标
U_i	预约服务决定因素
v_i	预约服务评价方案
S_{ij}	第 i 种问题所能采取的第 j 项措施
E_{ij}	第 i 种问题所能采取的第 j 项措施的效果指数
D_{ij}	第 i 种问题所能采取的第 j 项措施的负面影响指数
Q	图书馆采用某管理方案的收效指数

3.2 名词解释

1. 中图法：全称“中国图书馆分类法”，是我国图书馆和情报单位普遍使用的一部综合性的分类法。它是在科学分类的基础上结合图书的特性所编制的分类方法。它将学科分五大部类、22 个大类，是用拼音字母和阿拉伯数字相结合的混合制号码顺序排列图书。
2. 折线图：用一个单位长度来表示一定的数量，根据数量的多少描出各点，然后把各点用线段顺次连接起来。
3. 预约系统：见附录一。

四、问题分析

4.1 对问题（1）的分析

问题（1）要求我们确定一种评判图书预约系统对提高图书流通率作用的方法。首先我们建立模型 I，按“中图法”，把预约图书分为马列类、哲学类、社会科学、自然科学、综合性图书五大类。分类统计出逐年各类图书的预约流通率，以其变化趋势的单调性作为评判指标。利用 Excel 表绘图功能，分别绘制折线图。运用观察趋势法评判各类图书预约系统的实用性。

考虑到模型 I 中预约系统时间段的局限性。我们采用模糊评价法建立模型 II。首先我们构建预约服务层次体系，计算准则层对目标层的权向量，讨论并计算方案层到准则层的权向量，得到预约服务的决定因素权重指标。建立因素集、评语集，进行模糊归一变换，根据最大隶属原则，判断现有预约系统的优劣性。

4.2 对问题（2）的分析

解决问题（2）的关键是设计一种新的图书管理方案。为了尽量降低图书超期发生率、提高流通利用率，我们采用有效措施组合法建立模型 III。首先我们利用已有的结论，分别从预约、续借、罚款、逾期四个方面，分析得到图书馆所能遇到的各种问题。

我们针对现有图书馆的管理方案逐条分析，可以根据经验以及查阅资料对所有措施的效果进行排序，依据排序设定效果指数。不同环境下，效果不同，因此效果指数是随情况而定的。每一项措施都有其相应的负面影响，我们设定负面影响指数，其数值也是根据图书馆的实际情况而定。对某一图书馆而言，所应采取的管理方案应该是针对各种问题所能采取措施的最优组合，该组合的优劣由该组合的各项指数相加之和来评定。以此制定出具有多项有效措施的图书管理方案。

五、模型建立与求解

5.1 问题（1）的模型建立与求解

5.1.1 模型 I——观察趋势模型

观察趋势法：根据所给的数据在坐标上找出各对应点位置，把各点用线段顺次连接起来，直接观察曲线的变化趋势，进行分析、归纳得出结果。

5.1.1.1 预约成功率、预约图书流通率、藏书利用率、读者借阅率

我们定义：

1. 预约成功率 α ：是指在一定时间（月、学期、学年），已外借数与申请预约数的百分比。

$$\text{表达式：} \alpha = \frac{\text{已外借数}}{\text{申请预约数}} * 100\%$$

2. 预约图书流通率 β ：是指在一定的时期（学期、学年），已外借数与预约到书数

的百分比。

$$\text{表达式: } \beta = \frac{\text{已外借数}}{\text{预约到书数}} * 100\%$$

3. 藏书利用率 γ ：是指在一定的时期(学期、学年)，全部书刊资料被读者利用的数量占全部馆藏的百分比。

$$\text{表达式: } \gamma = \frac{\text{读者利用册数}}{\text{馆藏书总册数}} * 100\%$$

4. 读者借阅率 ε ：是指在一定的时期(学期、学年)，平均每个读者所借的书刊资料数量。

$$\text{表达式: } \varepsilon = \frac{\text{借阅总册数}}{\text{借阅总人数}} * 100\%$$

5.1.1.2 各类图书预约流通率

首先我们分析 Excel-书籍预约数据表。按“中图法”把预约图书分为：马列类、哲学类、社会科学、自然科学、综合性图书五大类。统计、整理出逐年各类图书的预约流通率，如表 5.1.1～表 5.1.5。绘制各类图书折线图，如图 5.1.1～图 5.1.5。

a. 马列类图书（如表 5.1.1）

表 5.1.1 马列类图书预约资料

年份	预约申请	预约到书	已外借	预约成功率	预约图书流通率
2008	6	5	0	0.00%	0.00%
2009	7	4	3	42.86%	75.00%
2010	1	0	0	0.00%	—

利用 EXCEL 软件绘图做出折线图：(见图 5.1.1)

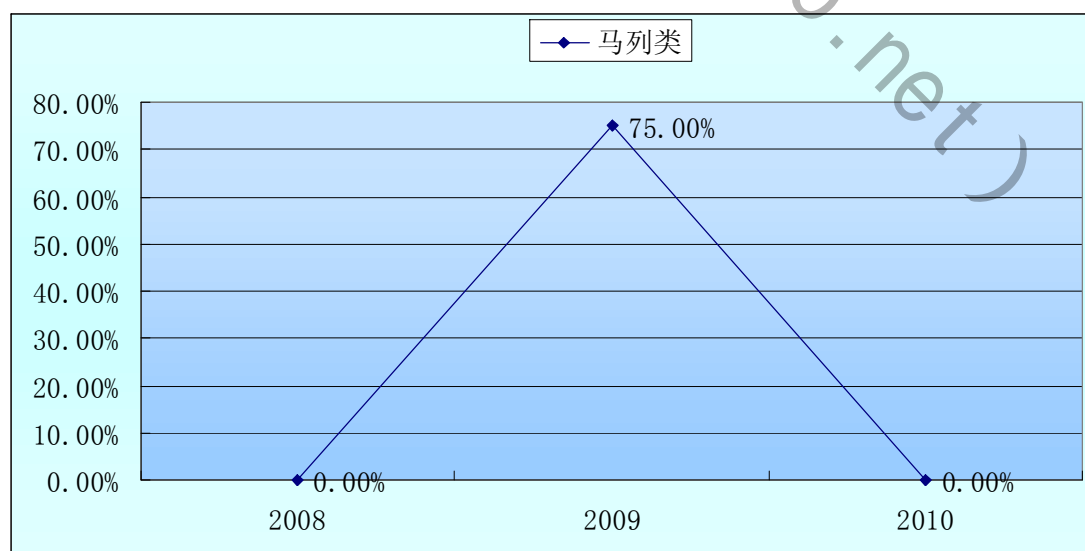


图 5.1.1 马列类图书预约流通率

通过分析图 5.1.1，我们可知在区间[2008, 2009]上马列类图书流通曲线呈单调递增，属上升趋势。在区间[2009, 2010]上呈单调递减，属下降趋势。说明马列类图书在 2008 年至 2009 年之间，预约系统对提高图书流通性能较好，而在 2009 年至 2010 年之间，则相对较差。表明预约系统有待提高马列类图书流通性能。

b. 哲学类图书（如表 5.1.2）

表 5.1.2 哲学类图书预约资料

年份	预约申请	预约到书	已外借	预约成功率	预约图书流通率
2008	50	29	0	0.00%	0.00%
2009	33	19	9	27.27%	47.37%
2010	19	8	6	31.58%	75.00%

利用 EXCEL 软件绘图做出折线图：(见图 5.1.2)

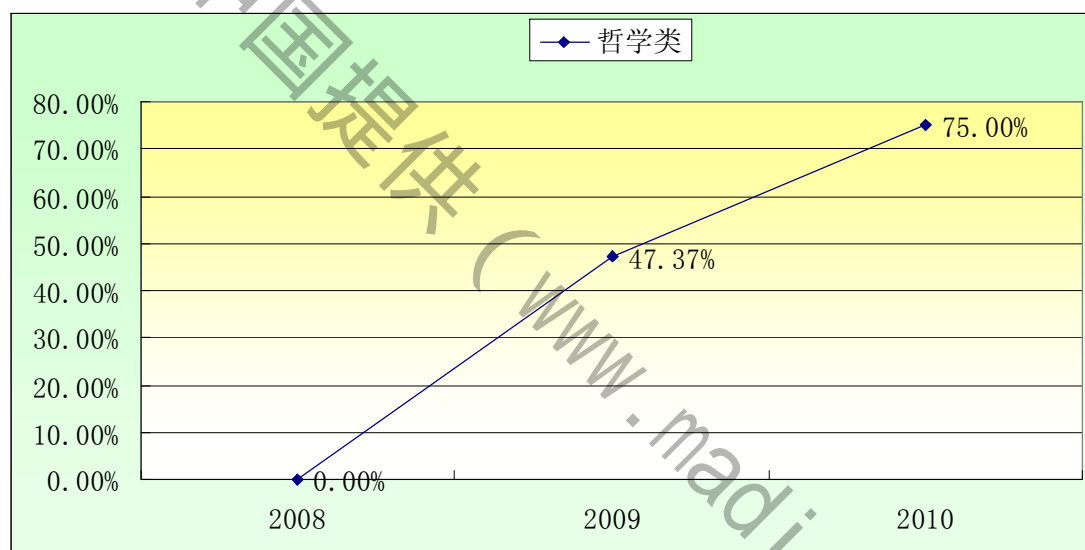


图 5.1.2 哲学类图书预约流通率

通过分析图 5.1.2，我们可知在区间[2008, 2010]上哲学类图书流通曲线呈单调递增，属上升趋势。说明哲学类图书在 2008 年至 2010 年之间，预约系统对提高图书流通性能较好。表明预约系统能较好提高哲学类图书流通性能。

c. 社会科学图书（如表 5.1.3）

表 5.1.3 社会科学类预约流通率

年 份 类 名		2008 年	2009 年	2010 年
社科总论	C	0.00%	50.00%	80.00%
政治法律	D	0.00%	54.35%	75.00%
军事类	E	0.00%	—	—
经济	F	0.00%	52.56%	50.00%

续表二：

文化、科学、教育、体育	G	0.00%	57.14%	57.14%
语言、文字	H	0.00%	38.24%	75.00%
文学	I	0.00%	49.25%	75.00%
艺术	J	0.00%	0.00%	50.00%
历史、地理	K	0.00%	47.83%	62.50%

利用 EXCEL 软件绘图做出折线图：(见图 5. 1. 3)

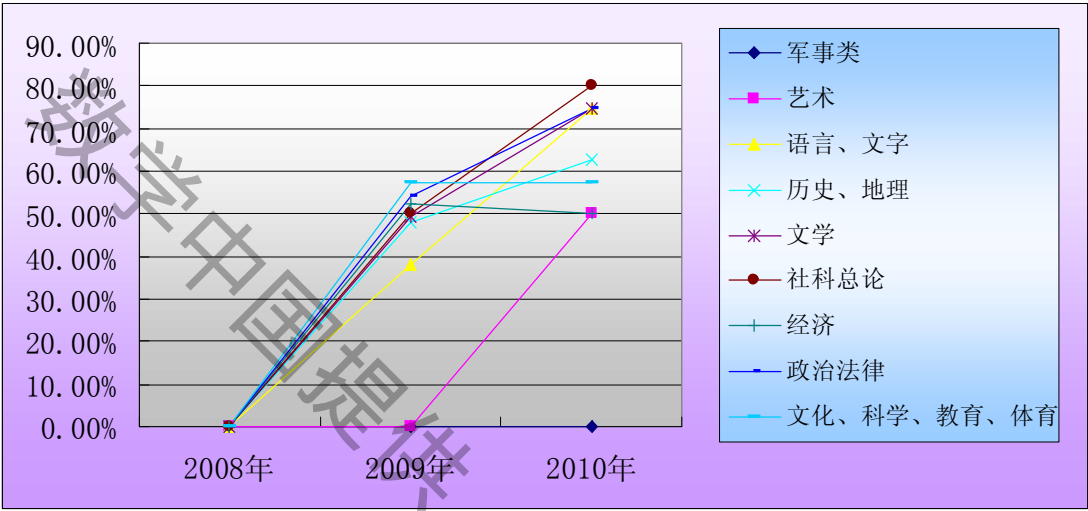


图 5. 1. 3 社会科学图书预约流通率

通过分析图 5. 1. 3，我们可知在区间[2008, 2009]上 C、D、F、G、H、I、K 类图书流通曲线呈单调递增，属上升趋势；E、J 类图书流通曲线呈水平状态。在区间[2009, 2010]上 C、D、H、I、J、K 类图书流通曲线呈单调递增，属上升趋势；E、G 类图书流通曲线呈水平状态；F 类图书流通曲线呈单调递减，属下降趋势。

表明预约系统对于社科总论，政治法律，语言、文字，文学，历史、地理，艺术，文化、科学、教育、体育七类图书能够较好的提高流通性；对于军事类图书只能维持流通性；对于经济类图书有待提高流通性。

d. 自然科学图书（如表 5. 1. 4）

表 5. 1. 4 自然科学类预约流通率

年 份 类 名		2008 年	2009 年	2010 年
自然科学总论	N	—	—	—
数理科学和化学	O	64.10%	61.43%	60.98%
天文学、地球科学	P	100.00%	0.00%	—
生物科学	Q	64.81%	59.26%	58.82%
医药、卫生	R	—	0.00%	—
农业科学	S	0.00%	—	—

续表三：

工业技术	T	68.72%	59.86%	56.36%
交通运输	U	—	—	—
航空、航天	V	—	—	—
环境科学、安全科学	X	50.00%	100.00%	100.00%

利用 EXCEL 软件绘图做出折线图：(见图 5.1.4)

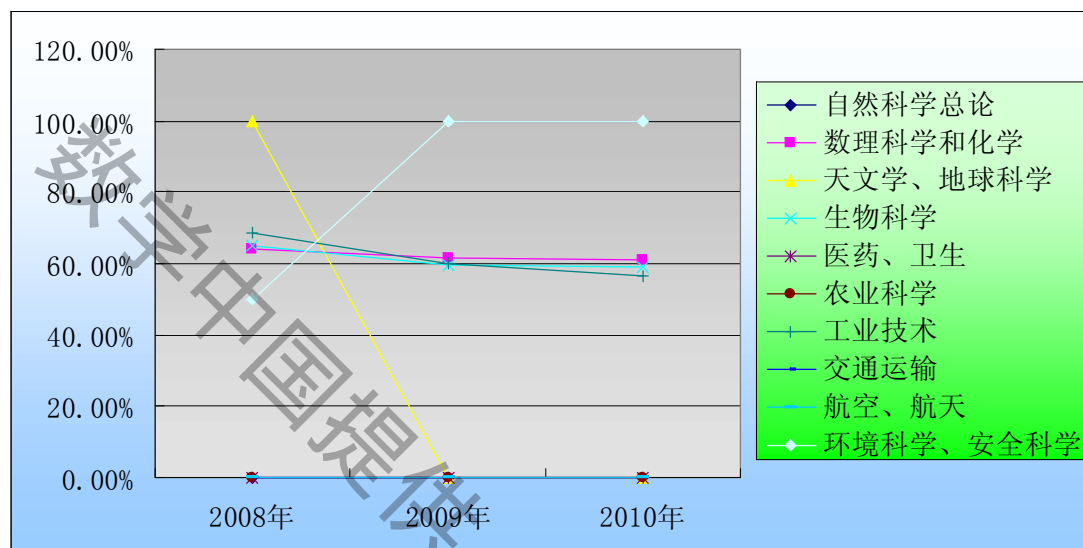


图 5.1.4 自然科学图书预约流通率

通过分析图 5.1.4，我们可知在区间[2008, 2009]上 X 类图书流通曲线呈单调递增，属上升趋势；N、R、S、U、V 类图书流通曲线呈水平状态；O、P、Q、T 类图书流通曲线呈单调递减，属下降趋势。在区间[2009, 2010]上 X 类图书流通曲线呈单调递增，属上升趋势；N、R、S、U、V 类图书流通曲线呈水平状态；O、P、Q、T 类图书流通曲线呈单调递减，属下降趋势。

表明预约系统对于环境科学、安全科学类图书能够较好的提高流通性；对于自然科学总论，医药、卫生，农业科学、交通运输、航空、航天五类图书只能维持流通性；对于数理科学和化学，天文学、地球科学，生物科学，工业技术四类图书有待提高流通性。

e. 综合性图书（如表 5.1.5）

表 5.1.5 综合性图书预约资料

年份	预约申请	预约到书	已外借	预约成功率	预约图书流通率
2008	5	3	0	0.00%	0.00%
2009	0	0	0	—	—
2010	0	0	0	—	—

利用 EXCEL 软件绘图做出折线图：(见图 5.1.5)

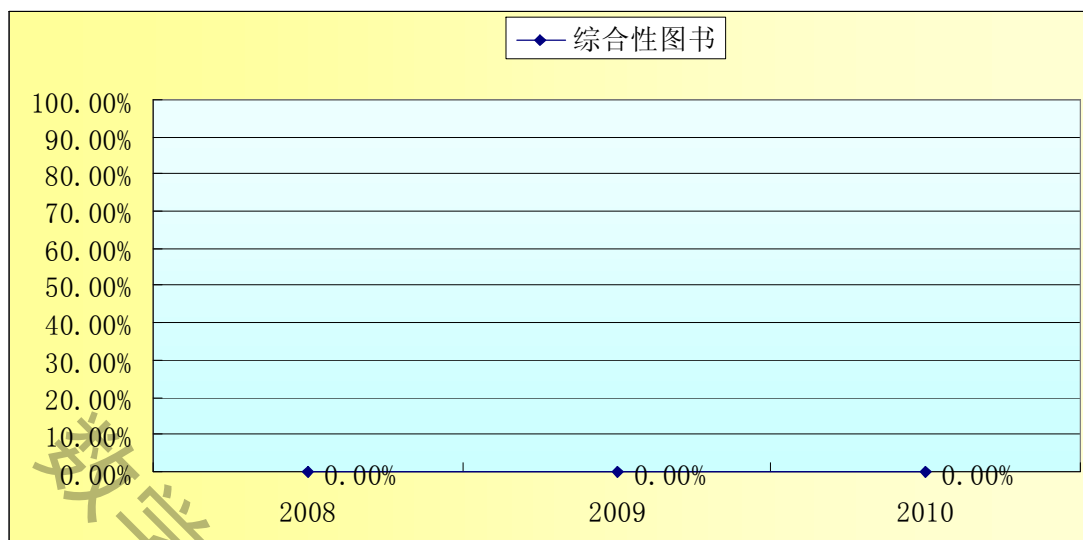


图 5.1.5 综合性图书预约流通率

通过分析图 5.1.5，我们可知在区间[2008, 2010]上呈水平状态。说明综合性图书在 2008 年至 2010 年之间，预约系统对提高图书流通性能不明显。表明预约系统只能维持综合性图书的流通性。

f. 总体图书（如表 5.1.6）

表 5.1.6 总体图书预约资料

年份	预约申请	预约到书	已外借	预约成功率	预约图书流通率
2008	1243	928	213	17.14%	22.95%
2009	805	546	297	36.89%	54.40%
2010	414	256	162	39.13%	63.28%

利用 EXCEL 软件绘图做出折线图：(见图 5.1.5)

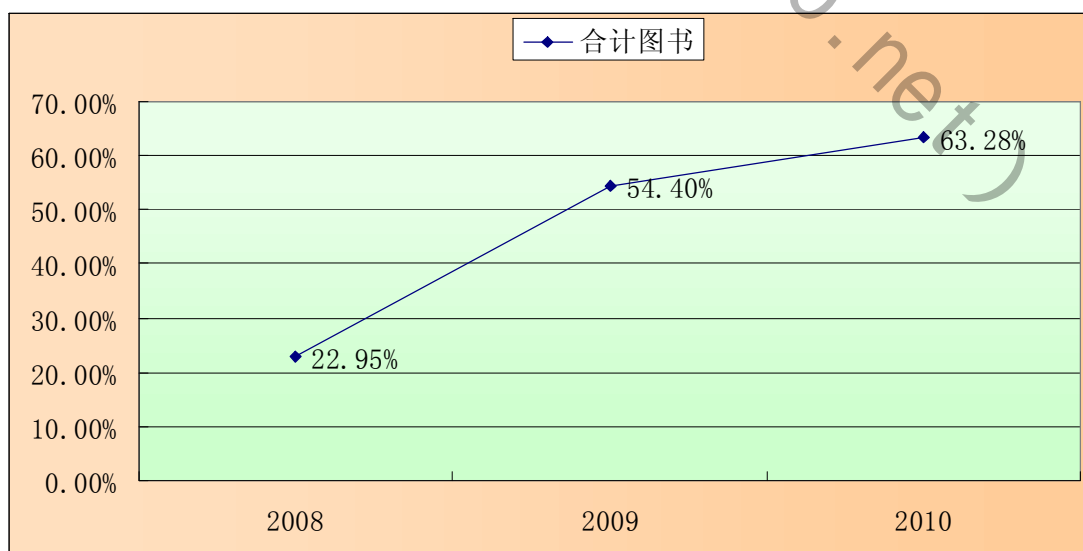


图 5.1.6 总体图书预约流通率

通过分析图 5.1.6，我们可知在区间[2008, 2010]上呈单调递增，属上升趋势。说明总体图书在 2008 年至 2010 年之间，预约系统对提高图书流通性能较好。表明预约系统能较好提高总体图书流通性能。

综上所述：从整体看，预约系统能够较好的提高图书流通性能；按分类考虑，预约系统对于 B、C、D、G、H、I、J、K、X 九类图书能够较好的提高流通性，对于 E、N、R、S、U、V、Z 七类图书只能维持流通性，对于 A、F、O、P、Q、T 六类图书的流通性还有待提高。

5.1.2 模型 II——基于 AHP 的预约体系模糊综合评价模型

考虑到模型 I 中预约系统时间段的局限性。我们又采用模糊评价法评判此预约系统。

5.1.2.1 层次分析法原理

层次分析法是根据问题的性质和要求，将所包含的因素进行分类，一般按目标层、准则层和子准则层排列，构成一个层次结构，对同层次内诸因素采用两两比较的方法确定出相对于上一层目标的权重，这样层层分析下去，直到最后一层，给出所有因素相对于总目标而言，按重要性程度的一个排序。其主要特征是，它合理地将定性与定量决策结合起来，按照思维、心理的规律把决策过程层次化、数量化。

5.1.2.2 模糊综合评价模型

模糊综合评价是对受多种因素影响的事物做出全面评价的一种十分有效的多因素决策方法，其特点是评价结果不是绝对地肯定或否定，而是以一个模糊集合来表示。本文采用将层次分析法和模糊综合评价法相结合用于教学质量评价步骤如下：

1. 采用层次分析法建立以下层次结构：

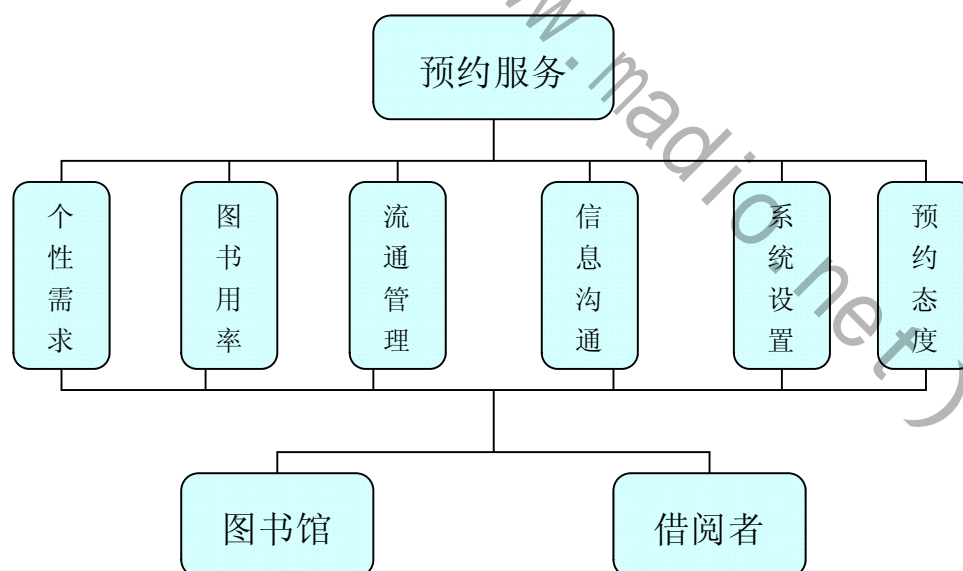


图 5.1.7 层次结构

2. 生成准则层对目标层的权向量 w_k^2

为构造一个成对比较阵，先采用 1-9 标度请专家给出一个综合评价表，假定专家给出评价表如下：

表5.1.7 专家评价

重要程度		不重要	稍重要	明显重要	重要得多	绝对重要
判断值		1	3	5	7	9
对比项目	个性需求 对 O		√			
	图书用率 对 O			√		
	流通管理 对 O			√		
	信息沟通 对 O					√
	系统设置 对 O				√	
	预约态度 对 O	√				

由上表可得出一个准则层对目标层的成对比较阵 A。

数据如下表：

表5.1.8 准则层对目标层成对比较阵

	个性需求	图书用率	流通管理	信息沟通	系统设置	预约态度
个性需求	1	3/5	3/5	3/9	3/7	3/1
图书用率	5/3	1	5/5	5/9	5/7	5/1
流通管理	5/3	5/5	1	5/9	5/7	5/1
信息沟通	9/3	9/5	9/5	1	9/7	9/1
系统设置	7/3	7/5	7/5	7/9	1	7/1
预约态度	1/3	1/5	1/5	1/9	1/7	1

准则层对目标层的成对比较阵：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{3}{5} & \frac{3}{5} & \frac{1}{3} & \frac{3}{7} & 3 \\ \frac{5}{3} & 1 & 1 & \frac{5}{9} & \frac{5}{7} & 5 \\ \frac{5}{3} & 1 & 1 & \frac{5}{9} & \frac{5}{7} & 5 \\ 3 & \frac{9}{5} & \frac{9}{5} & 1 & \frac{9}{7} & 9 \\ \frac{7}{3} & \frac{7}{5} & \frac{7}{5} & \frac{7}{9} & 1 & 7 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{5} & \frac{1}{5} & \frac{1}{9} & \frac{1}{7} & 1 \end{bmatrix}$$

在 A 矩阵中 $a_{12} = \frac{3}{5}$ 表示个性需求 c_1 与图书用率 c_2 对预约服务这个目标 O 的重要性之比为 3:5, $a_{13} = \frac{3}{5}$ 表示个性需求 c_1 与流通管理 c_3 之比为 3:5; $a_{24} = \frac{5}{9}$ 表示图书用率 c_2 与信息沟通 c_4 之比为 5:9。

可求得矩阵 A 的最大特征根: $\lambda_{\max} = 6$

对应特征向量: $(-0.2176, -0.3627, -0.3627, -0.6529, -0.5078, -0.0725)'$

将其归一化得权向量: $W_k^{(2)} = (0.1, 0.1667, 0.1667, 0.3, 0.2333, 0.0333)'$

计算一致性指标: $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0$ ($n=6$)

查表知随机一致性指标 $RI=1.24$

因此一致性比率 $CR = \frac{CI}{RI} = 0 < 0.1$, 通过一致性检验, 因此接受前面构造的成对比较阵 A 。

3. 讨论并生成方案层到准则层的权向量 w_k^3

和前面的步骤一样需先构造 6 个 2×2 的成对比较阵, 再计算出各个成对比较阵的归一化向量生成权向量 w_k^3 , 计算并再结合 w_k^2 计算出总排序权值, 若各个成对比较阵能通过一致性检验和总一致性检验, 则接受得出的数据。

由于专家给出评价流通服务相应的准则数据值较权威, 若按造层次分析法完整做下去, 步骤较繁琐。而且先要构造成对比较阵, 而构造成对比较阵是较主观的行为, 造成最后决策上有较大的主观行为。

4. 确定每个准则权重

由于层次分析法较繁琐, 我们不给出层次分析法之后的几个步骤。层次分析法的前几个步骤生成的 w_k^2 , 将它作为反映各项准则指标对影响如何抉择的重要程度的权重指标, 列表如下:

表5.1.9 权重指标

流通服务的决定因素	各因素对抉择的重要程度
个性需求	0.1
图书用率	0.1667
流通管理	0.1667
信息沟通	0.3
系统设置	0.2333
预约态度	0.0333

为了更直观的比较各权重，生成饼图，见图 5.2.2。

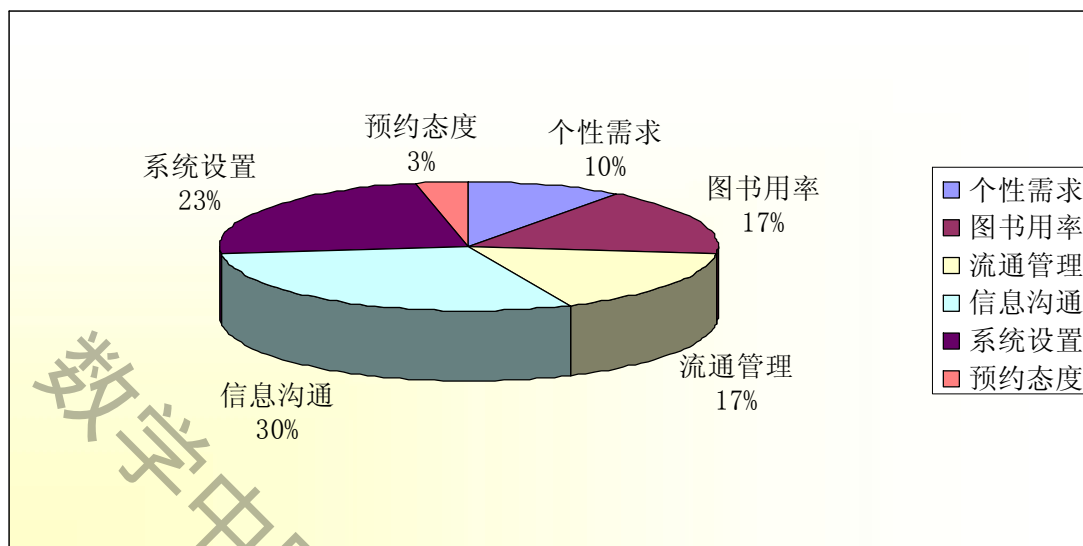


图 5.1.8 权重指标

5. 因素集与评语集的建立

因素集： $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6\}$

其中 u_1 : 个性需求; u_2 : 图书用率; u_3 : 流通管理; u_4 : 信息沟通; u_5 : 系统设置; u_6 : 预约态度;

评语集： $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$

其中 v_1 : 很好; v_2 : 较好; v_3 : 一般; v_4 : 不好;

经过多种调查，下面为很多读者和图书管理员对这种预约系统评价的统计结果：

表5.1.10 评语指标

评 语 指 标	很好	较好	一般	不好
个性需求	20%	40%	30%	10%
图书用率	20%	30%	40%	10%
流通管理	25%	30%	35%	10%
信息沟通	25%	25%	30%	20%
系统设置	30%	20%	25%	25%
预约态度	10%	20%	25%	45%

6. 单因素评判

进行单因素评判得到：

$$u_1 \rightarrow r_1 = (0.2, 0.4, 0.3, 0.1)$$

$$u_2 \rightarrow r_2 = (0.2, 0.3, 0.4, 0.1)$$

$$u_3 \rightarrow r_3 = (0.25, 0.3, 0.35, 0.1)$$

$$u_4 \rightarrow r_4 = (0.4, 0.25, 0.2, 0.15)$$

$$u_5 \rightarrow r_5 = (0.3, 0.25, 0.25, 0.2)$$

$$u_6 \rightarrow r_6 = (0.1, 0.2, 0.25, 0.45)$$

构建模糊关系矩阵： $R = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.1 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.1 \\ 0.25 & 0.3 & 0.35 & 0.1 \\ 0.25 & 0.25 & 0.3 & 0.2 \\ 0.3 & 0.2 & 0.25 & 0.25 \\ 0.1 & 0.2 & 0.25 & 0.45 \end{bmatrix}$

7. 模糊变换

进行模糊变换，计算 $B = A \circ R$

用模型 $M(\wedge, \vee)$ 计算得： $B = A \circ R = (0.25, 0.25, 0.3, 0.23)$

8. 归一化变换

将B归一化为： $B = (\frac{0.25}{1.03}, \frac{0.25}{1.03}, \frac{0.3}{1.03}, \frac{0.23}{1.03}) = (0.242, 0.242, 0.291, 0.225)$

9. 进行综合评判

按最大隶属原则，此预约的模糊综合评价为：一般。

5.2 问题（2）的模型建立与求解

5.2.1 模型III——制定合理图书管理方案模型

我们利用已有的结论分析可以看出：F(经济)、O(数理科学和化学)、T(工业技术)三类图书为易发生逾期现象且预约流通性有待提高；C(社会科学总)、H(语言、文字)、I(文学)、J(艺术)四类图书为易发生逾期现象但预约流通性较好。为了更好的降低图书逾期现象的发生率，提高图书利用率，我们制定出具有多项有效措施的图书管理方案。

下面设计方法进行有效措施的优化组合：

如果一个具有预约系统化的图书馆借阅规则为：除借阅期限有限制（不区分图书种类）外，无其他任何服务措施。我们从预约、续借、罚款，逾期四方面考虑将会遇到的问题。

经过查阅资料，参考国内外权威的图书借阅规则，针对图书馆可能遇到的几种问题给出若干条措施 S_{ij} ，我们可以根据已有经验以及查阅资料对所采取措施

后得到的效果进行排序，依据排序设定效果指数 E_{ij} （设为10分制），效果最优的设定为最大值，效果越差该指数越小，排序相邻的效果指数可取同一值。不同

环境下，效果不同，因此效果指数 E_{ij} 是随情况而定的。同时，每一项措施都有其相应的负面影响（例如影响图书馆与读者之间的关系、耗费人力、物力、财力等），对此我们采取同样的方法，即设定负面影响指数 D_{ij} （设为-10分制），

负面影响越大该负数的绝对值也越大，其数值也是根据图书馆的实际情况而定的。对某一图书馆而言，所以应采取的管理方案应该是针对各种困境所能采取措施的最优组合，该组合的优劣由该组合的各项指数相加之和来评定。

a. 预约问题：

- ① 开学申请预约人数激增，造成预约高峰期；
- ② 网络故障，读者未收到预约到书的 E-mail 通知；
- ③ 预约图书已还回，馆员未发出通知，馆员发布的预约图书信息公告有差错；
- ④ 读者等不及预约图书去自买或发现更适合的图书；
- ⑤ 读者不知道预约保留时间，或读者出差在外地不便借书；
- ⑥ 读者不急需某书，凑热闹随意申请预约图书；
- ⑦ 馆员因忙乱忽视了预约提示信息，导致预约图书未被挑出；
- ⑧ 书籍破损、书籍单册数量过少。

表 5.2.1 是解决这些问题的一些措施及各项指标（用符号代替）：

表 5.2.1 预约问题措施总评

针对的问题	解决措施 (S_{ij})	效果指数 (E_{ij})	负面影响因素	负面影响指数 (D_{ij})	措施总评 ($E_{ij} + D_{ij}$)
①	S_{11} ：在图书预约高峰期，增加馆员的配备。	E_{11}	馆员紧缺	D_{11}	
②	S_{12} ：保持网络沟通信息渠道畅通。	E_{12}	增加培养馆员成复合型人才的费用	D_{12}	
③	S_{13} ：提高馆员素质。	E_{13}	影响图书馆声誉	D_{13}	
④	S_{14} ：启动诚信机制，对读者单方面擅自取消预约而不告知图书馆的违规行为设置相应的分值。	E_{14}	消耗部分人力物力	D_{14}	
⑤	S_{15} ：馆员督促预约变更的读者及时通知图书，提醒不知预约保留时间或忘记预约的读者。	E_{15}	影响图书馆声誉	D_{15}	

续表四：

⑥	S_{16} ：负责预约图书的馆员做必要的审核与确认，杜绝随意预约。	E_{16}	增加馆员工作难度	D_{16}	
⑦	S_{17} ：提高馆员现代化信息服务技能、加强责任心	E_{17}	增加图书馆开支以培训馆员经费	D_{17}	
⑧	S_{18} ：尽量缩短破损图书修复时间、订购热门图书的单册数量。	E_{18}	不能满足读者	D_{18}	

b. 续借问题

- ① 所借其他图书逾期未还的读者；
- ② 所借图书已经逾期；
- ③ 所借图书已经办理过一次续借。

表 5.2.2 是解决这些问题的一些措施及各项指标（用符号代替）：

表 5.2.2 续借问题措施总评

针对的问题	解决措施 (S_{ij})	效果指数 (E_{ij})	负面影响因素	负面效果指数 (D_{ij})	策略总评 ($E_{ij} + D_{ij}$)
①	S_{21} ：对持有逾期图书的读者不允许继续借书。	E_{21}	影响读者与图书馆之间的关系	D_{21}	
②	S_{22} ：对已预约的图书不允许办理续借。	E_{22}	影响读者与图书馆之间的关系	D_{22}	
③	S_{23} ：对已续借过的图书不允许续借。	E_{23}	影响读者与图书馆之间的关系	D_{23}	

c. 罚款问题

- ① 图书出版时间越短、图书容易逾期，需要用处罚来约束控制；
- ② 图书逾期分三个时间段，逾期时间越久影响面越大；
- ③ 被预约图书与续借图书的逾期，影响到别的读者利用；
- ④ 设置罚款上限，超过上限，视同图书遗失，否则无限制的逾期，给罚款执行带来困惑；
- ⑤ 老师为图书馆长期读者，而学生只是短期读者，身份不同，罚款标准不一。

表 5.2.3 是解决这些问题的一些措施及各项指标（用符号代替）：

表 5.2.3 罚款问题措施总评

针对的问题	解决措施 (S_{ij})	效果指数 (E_{ij})	负面影响因素	负面效果指数 (D_{ij})	策略总评 ($E_{ij} + D_{ij}$)
①	S_{31} ：根据图书的出版时间，确定逾期相应罚款金额，期限越短罚款金额越高。	E_{31}	影响读者与图书馆之间的关系	D_{31}	
②	S_{32} ：与图书逾期三阶段同步，分三个罚款等级：逾期越长罚款金额越高。	E_{32}	影响读者与图书馆之间的关系	D_{32}	
③	S_{33} ：被预约图书、续借图书的罚款高于普通图书。	E_{33}	影响读者与图书馆之间的关系	D_{33}	
④	S_{34} ：设置罚款上限。	E_{34}	影响读者与图书馆之间的关系	D_{34}	
⑤	S_{35} ：针对老师与学生设置不同的罚款金。	E_{35}	影响读者与图书馆之间的关系	D_{35}	

d. 逾期问题

- ① 读者无限期借书不还，造成馆藏利用率低；
- ② 图书归还时有破损、缺页、涂画，造成图书馆经济损失且影响其他读者使用；
- ③ 新书、参考书、等级应试等热门图书容易发生超期，导致图书利用率不均匀，部分图书利用率低；
- ④ 珍贵图书、文献、期刊不易保存，期刊借阅时间长导致归还时逾期；
- ⑤ 单个读者借书量过多，影响馆藏利用率或造成图书馆经济损失。

表 5.2.4 是解决这些问题的一些措施及各项指标（用符号代替）：

表 5.2.4 逾期问题措施总评

针对的问题	解决措施 (S_{ij})	效果指数 (E_{ij})	负面影响因素	负面影响指数 (D_{ij})	措施总评 ($E_{ij} + D_{ij}$)
①	S_{41} : 借书逾期达到一定天数限制一卡通使用。	E_{41}	短期内影响学生生活, 影响学生与图书馆之间的关系	D_{41}	
②	S_{42} : 依据图书破损、缺页情况按规定处罚。	E_{42}	影响读者与图书馆之间的关系	D_{42}	
③	S_{43} : 设置弹性借阅期限减少, 降低图书逾期概率	E_{43}	耗费人工	D_{43}	
④	S_{44} : 图书珍藏价值分类, 分别制定不同的借阅策略, 减少不能弥补的损失	E_{44}	耗费人力、读者借阅时存在不方便情况	D_{44}	
⑤	S_{45} : 限制读者借阅图书册书的数量。	E_{45}	影响读者与图书馆之间的关系	D_{45}	

前文提到, 在不同管理方案下的图书馆, 对实施以上各项措施的效果指数和负面影响指数都会不同, 需要具体问题具体分析。若某项措施 S_{ij} 的策略总评:

$E_{ij} - C_{ij} \leq 0$, 则此项措施不能列为管理方案; 否则可以考虑将该措施与其他措施共同组合成一个完整的管理方案。如果在某特定环境下, 若干措施的组合不仅能完全缓解以上 4 类问题, 而且能使各项措施总评之和 (或称为图书馆采用某管理方案的收效指数) Q 达到最大, 便可以认为该组合是一个较优的管理方案。

为了使图书馆管理方案容易使人接受, 我们在针对每一类问题的措施中选择措施总评最高的 2—3 个进行组合, 且各项措施需有效结合, 才能得到合理、易执行的方案。

我们利用模型 III 对各项措施的指数做如下设置:

表 5.2.5 措施指标

针对的问题	解决措施 (S_{ij})	效果指数 (E_{ij})	负面影响因素	负面影响指数 (D_{ij})	措施总评 ($E_{ij} + D_{ij}$)
预约问题	S_{11} : 在图书预约高峰期, 增加馆员的配备。	6	馆员紧缺	-3	3
	S_{12} : 保持网络沟通信息渠道畅通。	4	增加培养馆员成复合型人才的费用	-2	2
	S_{13} : 提高馆员素质。	5	影响图书馆声誉	-3	2
	S_{14} : 启动诚信机制, 对读者单方面擅自取消预约而不告知图书馆的违规行为设置相应的分值。	4	消耗部分人力物力	-1	3
	S_{15} : 馆员督促预约变更的读者及时通知图书, 提醒不知预约保留时间或忘记预约的读者。	3	影响图书馆声誉	-1	2
	S_{16} : 负责预约图书的馆员做必要的审核与确认, 杜绝随意预约。	2	增加馆员工作难度	-1	1
	S_{17} : 提高馆员现代化信息服务技能、加强责任心	4	增加图书馆开支以培训馆员经费	-2	2
	S_{18} : 尽量缩短破损图书修复时间、订购热门图书的单册数量。	1	不能满足读者	-2	-1
续借问题	S_{21} : 对持有逾期图书的读者不允许继续借书。	8	影响读者与图书馆之间的关系	-3	5
	S_{22} : 对已预期的图书不允许办理续借。	7	影响读者与图书馆之间的关系	-2	5
	S_{23} : 对已续借过的图书不允许续借。	5	影响读者与图书馆之间的关系	-2	3

续表五：

罚款问题	S_{31} ：根据图书的出版时间，确定逾期相应罚款金额，期限越短罚款金额越高。	4	影响读者与图书馆之间的关系	-2	2
	S_{32} ：与图书逾期三阶段同步，分三个罚款等级：逾期越长罚款金额越高。	6	影响读者与图书馆之间的关系	-1	5
	S_{33} ：被预约图书、续借图书的罚款高于普通图书。	5	影响读者与图书馆之间的关系	-4	1
	S_{34} ：设置罚款上限。	3	影响读者与图书馆之间的关系	-1	2
	S_{35} ：针对老师与学生设置不同的罚款金	4	影响读者与图书馆之间的关系	-3	1
逾期问题	S_{41} ：借书逾期达到一定天数限制一卡通使用	8	短期内影响学生生活，影响学生与图书馆之间的关系	-5	3
	S_{42} ：依据图书破损、缺页情况按规定处罚。	6	影响读者与图书馆之间的关系	-3	3
	S_{43} ：设置弹性借阅期限减少，降低图书逾期概率	4	耗费人工	-2	2
	S_{44} ：图书珍藏价值分类，分别制定不同的借阅策略，减少不能弥补的损失。	3	耗费人力、读者借阅时存在不方便情况	-1	2
	S_{45} ：限制读者借阅图书册书的数量。	4	影响读者与图书馆之间的关系	-3	1

可采取的措施组合方式有： $S_{11} + S_{21} + S_{32} + S_{41}$ 或 $S_{14} + S_{22} + S_{32} + S_{42}$，除此之外还有很多合理的组合方式，不再逐个列举。对于结论中 7 类易发生逾期现象的图书，可以将这些书归为：“易超期类”，适当提高其罚款金额；对于结论中 13 类图书的预约系统缺陷，可以改善预约制度，完善预约体系。

5.2.2 图书管理方案

下面对该措施组合形成的管理方案进行优化结合并用语言描述，其中预约体系、罚款制度、续借规则的设定参考全国高校：

5.2.2.1 图书馆的管理

1. 馆员队伍建设，数字化图高校图书馆员必须具备扎实的传统图书馆学知识，又要能驾驭计算机开发、运行管理和维护的复合型人才；
2. 信息资源建设，完善馆藏资源数字化工作，高校图书馆根据现有馆藏资源，将所有书籍分门别类地建立个性化的数据库，实现目录检索、主题检索和全文检索；同时，还可根据教学和科研的需要，对相关的教学参考书、学术期刊作数字化技术处理，在此基础上建立全方位搜索引擎，实现网上轻松阅读和下载。
3. 硬件结构建设，高校数字化图书馆以数据处理和应用为主，最大限度地满足全校师生访问馆藏资源、网上资源的需求，因此硬件满足先进性，可即时扩展，且易于维护，突出能创造开放式的信息环境；

5.2.2.2 借阅规则

一. 借阅范围和手续

1. 读者凭本人借书证和学生证借还图书；
2. 读者可先在电子触摸屏检索系统查目后，再到相应的书库选书；
3. 珍善本、孤本等贵重图书资料和工具书、现刊、期刊合订本、单张报纸及音像资料等只许在馆内阅览，概不外借；
4. 借阅时，请当场检查有无污损、缺页等情况，及时向工作人员申明并加盖印记，否则在还书时将负赔偿责任；
5. 在借阅过程中，如有批注、涂画、撕页等毁损期刊资料者，按我馆《图书赔偿制度》处理；
6. 遵章守纪，恪守公德；文明借阅，服从管理，严禁烟火，爱护公物，保持安静，讲究卫生；
7. 闭馆前 15 分钟不办理借书和复印手续。

二. 借阅期限和册数

1. 每人借阅书籍总数为 6 本；
2. 借阅期限按出版时间计算，一年以内借阅期限为 15 天；一至五年借阅期限为 30 天；五年以上借阅期限为 60 天。

三. 预约

1. 凡本馆读者均有权享受图书网上预约服务，每人预约书籍总数为 5 本；
2. 预约服务仅限于同一种图书的所有可外借复本均已被借出时才能办理；
3. 书刊状态处于“借出”状态的图书，才可提供预约服务；
4. 同一种图书如多个读者预约，计算机管理系统将按读者预约的先后顺序自动排列；
5. 馆藏书目资料需修正维护时，本馆得优先预约，读者依序顺延。
6. 预约图书到馆后，图书馆根据读者登记的电话号码或 E-mail 地址发送通知或公告，通过手机短信或打电话通知的 0.1 元/次，发送 E-mail 邮件免费，读者接到通知后，应及时到图书馆流通咨询台办理借书手续；请读者在预约后经常关注

邮件或进入“读者信息”查询预约到书情况；

7. 预约图书到馆保留 4 天，过期取消该次预约服务，图书另行借出；已被预约的图书不可续借。预约了而又不需要借的，请尽早告知借阅处，以免影响他人利用。

四. 续借

1. 外借的图书均可续借，每册图书可续借一次，借期 2 周。

2. 续借期满后不能再第二次续借，必须按时归还；

3. 续借可以通过以下方式进行图书续借：

(1) 网上续借：登陆“XX 高校图书馆计算机信息服务网络”，可全日 24 小时进行网上续借自助服务；

(2) 馆内续借：读者可亲自前往图书馆办理续借手续；

(3) 电话续借：拨打电话 XXXXXXXX，根据语音提示完成续借。

4. 网上续借和电话续借应至少在图书到期前 1 个工作日办理，以便图书因其他原因不能完成续借时，读者可亲自前往图书馆办理。

5. 读者所借图书有以下情况时，网上续借和电话续借服务不能进行：

(1) 所借图书已经逾期；

(2) 所借图书已经办理过续借手续；

(3) 有违约行为；

(4) 所借其他图书逾期未还。

6. 读者借阅的书刊资料，如我馆有特殊需要，无论到期与否，我馆有权随时索回。

五. 处罚措施

1. 逾期处罚

(1) 借阅书刊逾期者，逾期书刊在一周以上、两周以下，经催还而未还者，处以停止借 1 个月。借阅书刊逾期在两周以上、一个月以下，经催还而未还者，处以停止借阅 3 个月。借阅图书逾期在一个月以上，经催还而未还者，处以停止借阅 6 个月；

(2) 借阅书刊逾期一个月以上者，处以停止借阅和无偿为校园服务。在 6 个月内从事不超过 120 小时的无薪服务工作，到图书馆整理书籍、打扫馆室卫生等；

(3) 凡是在寒暑假及法定节假日期间到期的图书，于假期结束后 10 日内将书还清，不作逾期处理；如未能在规定之日内还的，从应还之日起连续计算其逾期时间；在寒暑假及法定假日前已逾期的图书，若在假期后归还，则假期也计入逾期处罚日期。

(4) 为了避免读者图书逾期，读者可通过图书馆主页的“借阅信息查询”查看所借图书的归还日期，也办理图书到期电子邮件提醒服务，办理邮件提醒服务流程为：E-mail 信息网上更改方式为：图书馆主页→读者服务→读者借还查询→输入用户名和密码→读者信息→修改联系信息→输入您的 Email 地址→提交。

(5) 图书超期罚金：普通图书 0.2 元每天，短期借阅图书（期刊、重要文献 0.5 元每天，“易超期类”图书 0.5 元每天；

2. 污损赔偿

- (1) 禁止读者在书刊资料上勾画、涂抹或污损。每损坏一页赔款 10 元；
- (2) 损坏后需要修补才可复原的，由借阅者承担书刊的修补费用；
- (3) 被损坏的书刊如无法修补，必须赔偿原书，并交纳图书加工费。无法赔偿原书，按遗失书刊的赔偿办法赔款。

3. 遗失赔偿

- (1) 按出版时间计算，五年以内按原书价的 3 倍赔款；六至十年按原价的 5 倍赔款；十一至十五年原书价的 10 倍赔款；十六年以上的图书按原价的 15 倍赔款，其中，1970 年以前出版的图书按重新估价的 10 倍赔款。多卷书遗失其中一册，按全套金额的 2 倍或本卷书的 10-20 倍赔偿，且不得索取其它卷册。遗失的图书如无复本，需负责赔偿复印本 1 份；
- (2) 赔款后，读者找回原书，所赔款额如数退还本人；
- (3) 偷窃书刊者，一经发现即处以被盗书价 20 倍的罚款；停止借书权 6 个月；在图书馆张榜公布予以批评；并通报本人所在单位进行处理。

六. 借书证发放及管理方法

1. 我馆所发借书证，为读者本人来馆从事书刊资料借阅活动的凭证，不得转借他人使用或作它用；
2. 读者如因不慎遗失借书证，须及时来图书馆流通部（图书借还处）挂失，以免被他人冒借书刊而造成自身经济损失。挂失时必须出示本人身份证、学生证或班主任证明。读者借书证挂失前如已被他人冒借书刊，应由原持证人按我馆《图书赔偿制度》进行赔偿；读者挂失后发生的问题不再由原持证人承担责任；
3. 读者借书证失而复得，仍须持本人身份证或学生证来图书馆流通部（图书借还处）办理解除挂失手续，以便重开借阅活动；
4. 读者借书证遗失并挂失一周后，可到图书馆技术服务部补办新证。补证时需重提交近期一寸免冠彩色照片、补办证费 10 元以及能证明本人身份证的有效证件或证明；
5. 师生员工离校时，须还清全部所借书刊，退还借书证后，方予办理离校手续；读者离校时如借书证遗失，也应办理注销手续，并按每证 10 元进行赔偿，以防被他人继续使用而造成混乱和国家财产损失；
6. 凡拾得他人借书证，应积极设法退还本人或交图书馆；如利用所拾借书证来馆借书，按窃书处罚，并交由学校给予纪律处分。

六、模型检验

在中国高校图书馆中，选取图书借阅规则相当的几个高校，如清华大学图书馆、北京大学图书馆、四川大学图书馆、浙江大学图书馆，根据这几个高校图书借阅规则，进行统计分析，整理出借书期限、罚款数额、预约体系。

表 6.1 高校图书管理方案

高 校 指 标	清华大学	复旦大学	上海交大	浙江大学
借书期限	30~60 天	30~60 天	30~60 天	28~56 天
逾期罚款	第一周:0.1 元/天 一周后:0.20 元/天	0.1 元/天	0.1 元/天	0.15 元/天
预约体系	读者可根据自己需要预约已出借的一般图书及短期类图书,各类型读者允许预约的册数详见“表 8.2”。预约书回馆后在预约架上保留 3 天,会向读者发出取书通知。	1、网上申请借书; 2、读者取书; 3、取书时间:周一~周五 17:00~21:30,周六 9:00~16:00,必须是在收到图书馆发出 E-mail 通知取书后的 3 个工作日内。	1、读者可在网上预约; 2、预约图书到馆后将以 Email 和手机短信方式通知预约读者; 3、预约图书将在预约架上保留 1 周,逾期自动取消。	1. 研究生和教师可以预约图书(未归还)一册。 2. 可在网上预约或来办理预约手续。 3. 预约图书归还后在预约书架上保留 3 天,须在 3 天内前来办理借书手续。

通过这些指标数据可以明显看出,新管理方案比原管理方案更加完善,从而验证模型的准确性、合理性。

七、模型的评价

7.1 模型的优点:

- (1) 模型 I 利用 Excel 软件绘制折线图,方法简单实用,结果明确;
- (2) 模型 II 采用模糊评判法使评价预约系统更具有客观性;
- (3) 模型 III 能在决策者决定取舍时给人直观的判断和建议,方便、有效。

7.2 模型的缺点:

- (1) 模型 I 预约系统时间段具有局限性;
- (2) 模型 III 中对于每项措施的效果指数与负面效果指数的确定都基于人为判断,不能避免判断失误的情况。

参考文献

- [1]姜启源, 谢金星, 叶俊. 数学模型 (第三版) [M]. 北京市西城区, 德外大街 4 号, 高等教育出版社, 2003. 8
- [2]李志林, 欧宜贵. 学建模及典型安例分析 [M]. 北京市东城区, 青年湖南街 13 号, 化学业出版社. 2006. 12
- [3]范周田. 模糊矩阵理论与应用 [M]. 北京东黄城北街 16 号, 科学出版社, 2006. 12
- [4]陈华星, 郑骢, 杨朔. 高校图书馆的职能服务问题 [J]. 天津师范大学. 2010. 4
- [5]李祖芳, 侯建华, 宋红梅. 高校网络图书预约失败原因的调查分析 [J]. 北京师范大学图书馆报, 2008. 9
- [6]刘涛, 孟晓谕. 基于 AHP 的教学质量模糊综合评价模型 [J]. 郧阳医学院数理教研室. 2008. 3

八、附录

附录一：预约体系概述

预约借书体系是读者对已被借出而暂时无法借到的某种图书进行预约的一种流通服务。为了使读者更加便捷、有效利用馆藏图书, 本馆对外借图书实行网上预约服务, 具体规定如下:

- 1、凡本馆读者均有权享受图书网上预约服务, 流程见 (图 8.1);
- 2、预约服务仅限于同一种图书的所有可外借复本均已被借出时才能办理;
- 3、书刊状态处于“借出”状态的图书, 才可提供预约服务;
- 4、同一种图书如多个读者预约, 计算机管理系统将按读者预约的先后顺序自动排列;
- 5、预约图书到馆后, 图书馆根据读者自己登记的 E-mail 地址发送邮件通知, 读者接到通知后, 应及时到图书馆流通咨询台办理借书手续; 请读者在预约后经常关注邮件或进入“读者信息”查询预约到书情况;
- 6、预约图书到馆保留 4 天, 过期取消该次预约服务, 图书另行借出; 已被预约的图书不可续借;
- 7、每人可预约 3 本书。
- 8、为满足不会使用电脑的读者预约, 可直接来图书本馆填预约单 (图二), 按单上规定办理预约手续。

预约流程: 读者在预借图书被借出未还回时提出图书预约申请、图书馆发出还回的通知、借出预约图书或未借出预约图书而取消预约。

图 8.1 网上图书预约流程图解

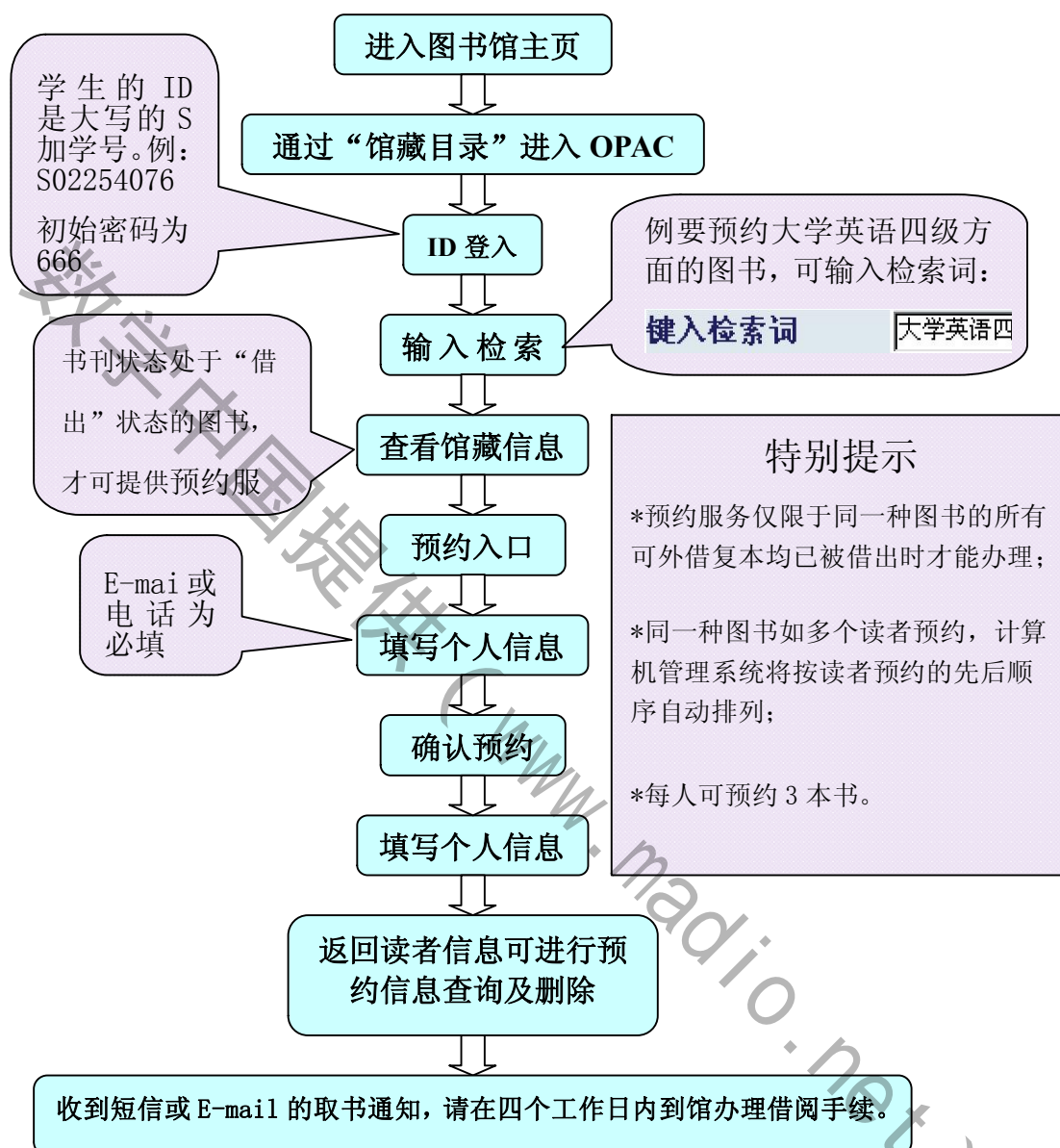


表 8.1 图书馆图书预约单

系(科):

年 月 日

姓名:		学 号: (阅览证号)	
1	登录号	索书号	书名
2	登录号	索书号	书名
3	登录号	索书号	书名
收件者		流通预约纪录	备注
<p>说明: 本人凭学生证及图书预约单办理图书预约手续 上列数据填写不全, 恕不收件。 每人可预约 3 本书。 供预约外借中图书, 请先确定该书是否外借, 再予以办理。 预约书到馆讯息公布于图书馆外公布栏。(不另行通知) 经公告四日未取书者, 取消该项预约。</p>			

附录二:

表 8.2 清华大学预约册数

读者类型	允许预约册数
教师(含博士后、外聘教授)	3
博士生	2
硕士生(含双学位生)	2
本科生(含第二学位生)	1
临时证(企编人员、临时人员、自费留学生)	1
临时证(教培处进修教师)	1
馆际互借证、校外团体证	0
联合体借阅证	0

附录三：中图法

表 8.3 图书馆分类法简表

五大部类	22 个大类
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
	E 军事
	F 经济
	G 文化、科学、教育、体育
	H 语言、文字
	I 文学
	J 艺术
自然科学	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 工业科学
	TB 一般工业技术
	TD 矿业工程
	TE 石油、天然气工业
	TF 冶金工业
	TG 金属学与金属工艺
	TH 机械、仪表工业
	TJ 武器工业
	TK 能源与动力工程
	TL 原子能技术
	TM 电工技术
	TN 无线电电子学、电信技术
	TP 自动化技术、计算机技术
	TQ 化学工业
	TS 轻工业、手工业
	TU 建筑科学
	TV 水利工程
	U 交通运输
	V 航空、航天
	X 环境科学
综合性图书	Z 综合性图书