

第三届“ScienceWord 杯”数学中国

数学建模网络挑战赛

论文格式规范

- 论文（答卷）用白色 A4 纸，上下左右各留出 2.5 厘米的页边距。
 - 论文第一页为承诺书，具体内容和格式见本规范第二页，该页由队员及教练员（如有）手写签字后生效（一定要注明参赛组别，挑战赛组委会将各组别分开评阅）。
 - 论文第二页为编号专用页，用于评委团评阅前后对论文进行编号，具体内容和格式见本规范第三页。
 - 论文题目和摘要写在论文第三页上，从第四页（若无英文摘要）开始是论文正文。
 - 论文第一页为承诺书，论文第二页为编号专用页，用于评委团评阅前后对论文进行编号。论文题目、关键词（模型、算法名称）和摘要写在论文第三页上，第 4 页为英文摘要（选填），论文 1—4 页按组委会统一要求编排，具体内容见下文，从第 5 页开始是论文正文。论文从正文开始编写页码，页码必须位于每页页脚中部，用阿拉伯数字从“1”开始连续编号，注意，论文一律要求从左侧面装订。
 - 论文必须有页眉，页眉标识参赛队号，例如 1101 队需标识：报名号 # 1101
- 论文中不能有任何可能显示答题人身份的标志。
- 论文题目用三号黑体字、一级标题用四号黑体字，并居中。论文中其它汉字一律采用小四号黑色宋体字，行距用单倍行距。
 - 提请大家注意：摘要在整篇论文评阅中占有重要权重，请认真书写摘要（注意篇幅不能超过一页）。评委团评阅时将首先根据摘要和论文整体结构及概貌对论文优劣进行初步筛选。
 - 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均明确列出。正文引用处用方括号标示参考文献的编号，如[1][3]等；引用书籍还必须指出页码。参考文献按正文中的引用次序列出，其中书籍的表述方式为：
[编号] 作者，书名，出版地：出版社，出版年。
参考文献中期刊杂志论文的表述方式为：
[编号] 作者，论文名，杂志名，卷期号：起止页码，出版年。
参考文献中网上资源的表述方式为：
[编号] 作者，资源标题，网址，访问时间（年月日）。
 - 论文中使用到的程序源代码放在附录中给出。
 - 本规范的最终解释权属于数学建模网络挑战赛组委会。

数学建模网络挑战赛组委会

2010 年 4 月

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：1425

参赛队员（签名）：

队员 1：单陈陈

队员 2：向义

队员 3：程子惠

参赛队教练员（签名）：

参赛队伍组别：大学组

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）：1425

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）：

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

题 目 图书馆中图书资源的利用最优化模型——

关 键 词 概率统计模型，超期天数，Matlab 软件，Masmtical 软件

摘 要：

本文开始充分运用 Excel 模型对所给的数据进行统计分析，再通过对数据的筛选与汇总，从数据的特点出发对数据进行分类，分成教师、学生两类，发现其数据各有特点，再对各自数据统计、分析、讨论，建立概率统计模型，运用 Matlab 软件进行分析，找出易发生拖延的书籍，在对运算结果分析的基础上提出了造成拖延的原因，进而提出解决的方法。

对于问题（1）采用大量图表的形式，对数据进行特征分析，用拖延系数来判定易拖延书籍，找出这些书籍的分布情况，进而以书籍超期天数的形式，给出易发生拖延的书籍。

对于问题（2）充分利用比较的方法，判断出这种规则的优劣。通过探讨的方法，得到一种合理更优的方法。

参赛队号 1425

参赛密码 _____
(由组委会填写)

所选题目 C 题

英文摘要（选填）

（此摘要非论文必须部分，选填可加分，加分不超过论文总分的 5%）

This text begins to fully use Excel model to carry on statistical analysis to the data given, pass the screening and summary of the data again, proceeding from characteristic of the data will carry on the classification to the data, divided into two kinds of teacher, student, find their data each have a characteristic, and then to each data statistics, analysis, discuss, set up probability statistics model, use Matlab software to analyze, finds out the books that delayed incident, it causes the reason delayed to put forward on the basis that analyzed about the operation result, and then put forward the method to solve.

Take the form of a large number of charts as to the question (1), carry on characteristic analysis to the data, with delay coefficient come, judge apt to delay books, find out distribution situation of books these, and then exceed the time limit in the form of days with the books, provide the books that delayed incident.

Fully utilize the method to compare as to the question (2), judge the quality of this kind of rule. Through the method that is probed into, get a method rational to be more excellent.

1. 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。

(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。

(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. 模型的假设与符号说明

2.1 模型的假设和说明

- (1) 学校书籍不外借。
- (2) 读者借阅的书籍量一般为多本。
- (3) 图书馆半个月通知一次读者还书
- (4) 图书可以无限期超期
- (5) 拖延系数越大，拖延的可能性也就越大；拖延系数越小，说明拖延的可能性也就越大。

2.2 符号使用说明

N ——超期系数

T ——超期天数

t_0 ——借书期限为

a ——续借次数为

报名号#1425

 t_1 ——续借时间为

M——超期一天罚款

L——读者同时借阅的书的个数

 β ——罚款系数

$$m_0 = \frac{1}{m}$$

拖延分类：

短期超期：30~45 天 记作：D

中期拖延：46~365 天 记作：Z

中长期拖延：366~1460 天 记作：ZC

长期拖延：1461 天 记作：C

3. 模型的准备

数据的处理

超期天数与超期书籍数量的统计

	天数	数量	比例
短期超期 (D)	30~45	1015	23.16%
中期超期 (Z)	46~365	2494-1015=1479	33.74%
中长期超期 (ZC)	365~1460	3469-2494=975	22.25%
长期超期 (C)	1460~5000	4383-3469=914	20.85%

4. 问题的分析

对于问题（1）的目标是建立一个判断那些书容易发生拖延的模型，并找出拖延的原因：

通过对数据的分析可以得出以下结论：

（1）超期人数总共为 1752 人，其中有 885 人的超期未还书籍为一册。有 $1752-885=867$ 人超期未还的书籍为至少两册，占 49.486%，因为这些读者的超期书籍为超期相同的天数，因此，

（2）的人有一次性还书习惯。

（3）读者证号为数字的借阅者来看，所借书目大多为学科类，综合类，实用类书籍。这些读者借阅日期几乎不超过 1500 天，即四年左右，这与大学生在校的时间是相吻合的，1500 到 2000 天的人数才有十一本，这些情况是属于奇异的，可以特殊情况进行考虑，说明读者证号为数字的读者为学生。

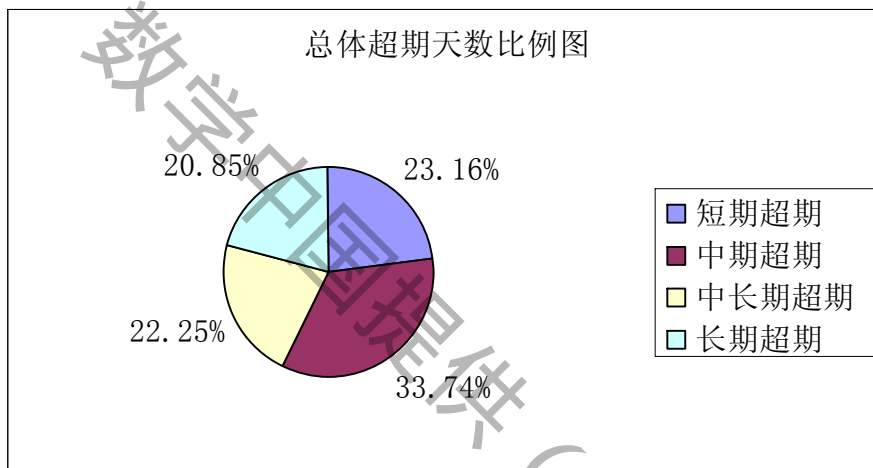
（4）读者证号以字母开头的读者，读者证号复杂，这部分人是静态人口。所借书籍大多是教学科研用书，说明这些人是教师。

（5）超期天数在某些天比较集中，周期的为一周。说明图书馆的开放时

间不是全周开放，使得一周的某一天成了一周借阅高峰期。

5. 模型的建立与求解

5.1 模型一



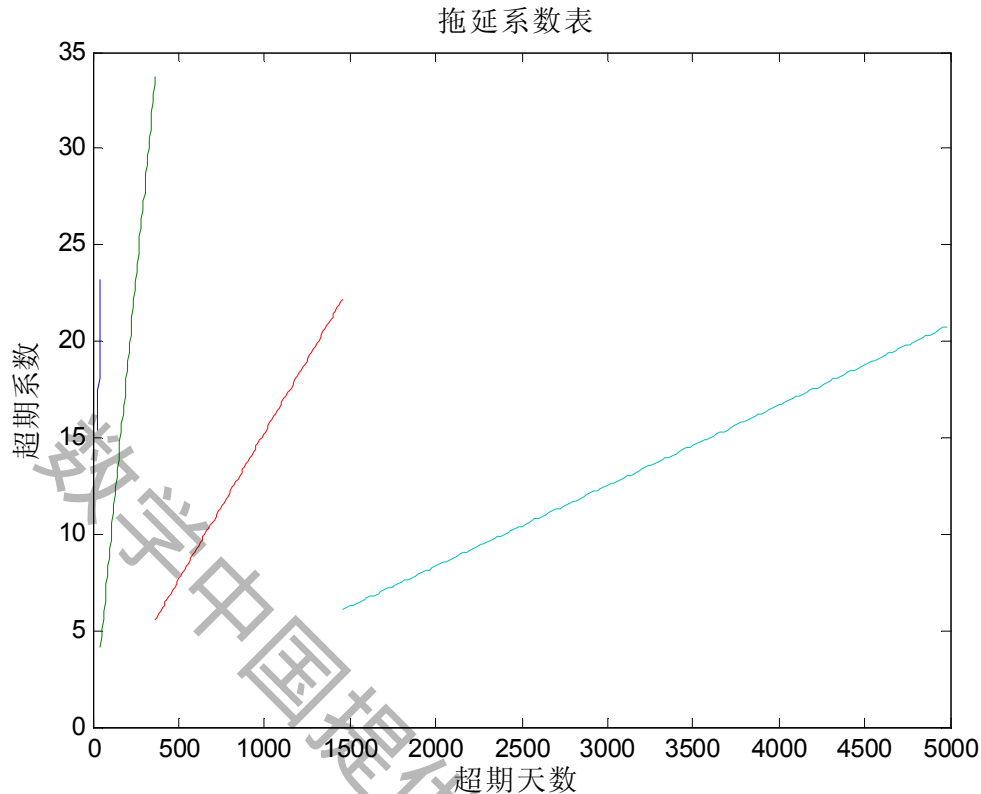
整体进行拖延系数估计：

$$N = \begin{cases} T \div 45 \times m_0 \times 23.16\%; 30 < T \leq 45 \\ T \div 365 \times m_0 \times 33.74\%; 45 < T \leq 365 \\ T \div 1460 \times m_0 \times 22.25\%; 365 < T \leq 1460 \\ T \div 4999 \times m_0 \times 20.85\%; 1460 < T \leq 4999 \end{cases}$$

m_0 在计算中是一个已知量，因此我们可以给定一个 m_0 的值来进行研究，给定

$m_0 = 100$ 做出拖延系数图：

报名号#1425



由图看出：

- (1) 拖延系数主要集中在 5 到 22 之间，各超期类型的超期容易程度差不多；
- (2) 中期超期线段的一部分区域明显凸出，凸出部分的拖延系数较大，这部分数字容易发生拖延；
- (3) 由 $33.74 \div 365 \times T = 22$ 计算出 $T=238$ ，超期天数在 238 到 365 之间的书籍容易发生拖延。

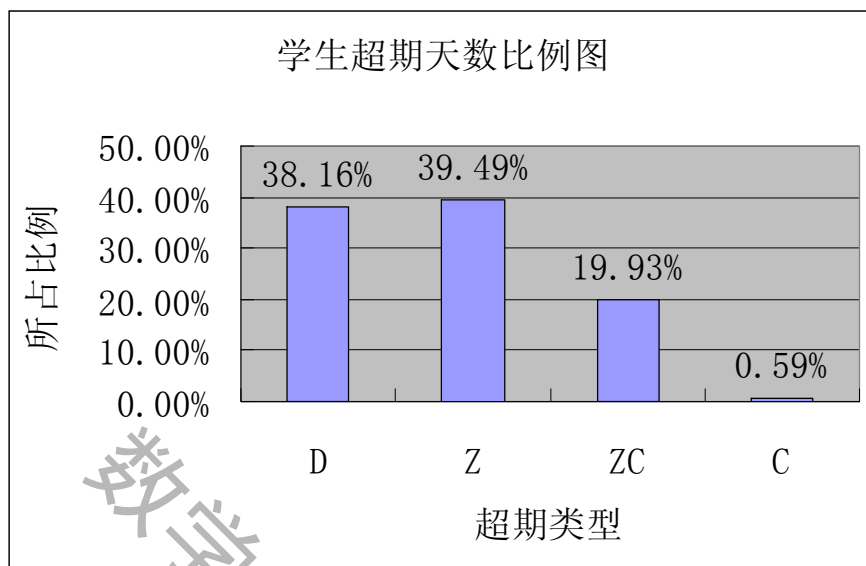
对教师和学生分别进行超期天数进行统计
学生

短期超期 (D)：965/2529=38.157%

中期超期 (Z)：(2010-965)/2529=39.491%

中期超期 (ZC)：(2514-2010)/2529=19.929%

长期超期 (C)：(2529-2514)/2529=0.593%



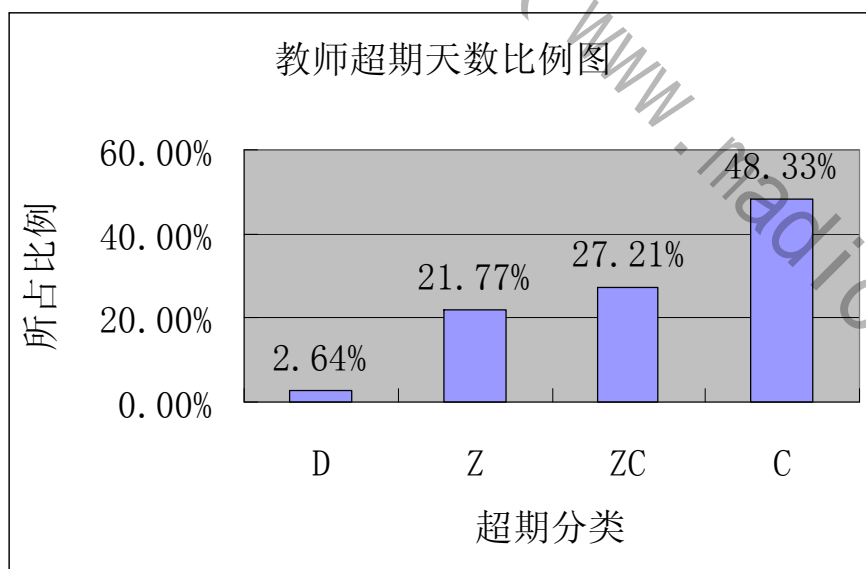
老师

短期超期： $49/1856=2.64\%$

中期超期： $404/1856=21.77\%$

中长期超期： $(959-453)/1856=27.209\%$

长期超期： $(1856-959)/1856=48.330\%$



由上面数据及图表看出

学生超期书籍特征：短期超期占大部，中期超期占小部，长期超期可以忽略。

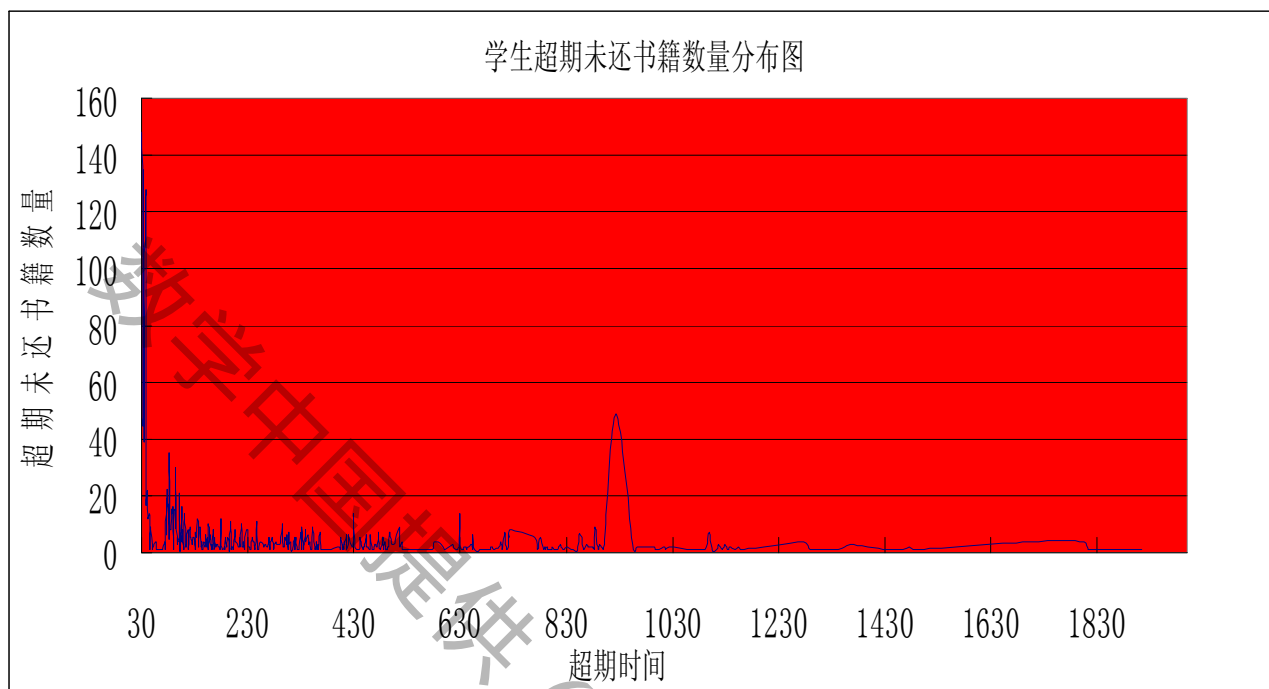
老师超期书籍特征：短期超期很少，中期超期占小部，长期超期为主要部分。

由上面看出教师、学生超期书籍存在很大差别。

因此，我们要对教师、学生再进行分开讨论：

学生

超期末还书籍数量分布图



从图中看出：

- (1) 学生超期书籍的天数在 30 到 45 天的教多；
- (2) 在超期天数=924 出现了一个跳跃点 ；
- (3) 超期天数不存在长期超期的情况；
- (4)

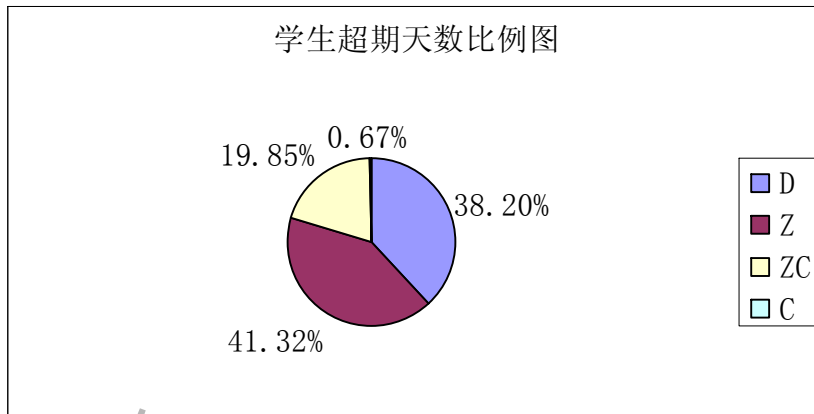
对学生超期数据的统计为

短期超期 (D): $965/2529=38.157\%$

中期超期 (Z): $(2010-965)/2529=39.491\%$

中期超期 (ZC): $(2514-2010)/2529=19.929\%$

长期超期 (C): $(2529-2514)/2529=0.593\%$

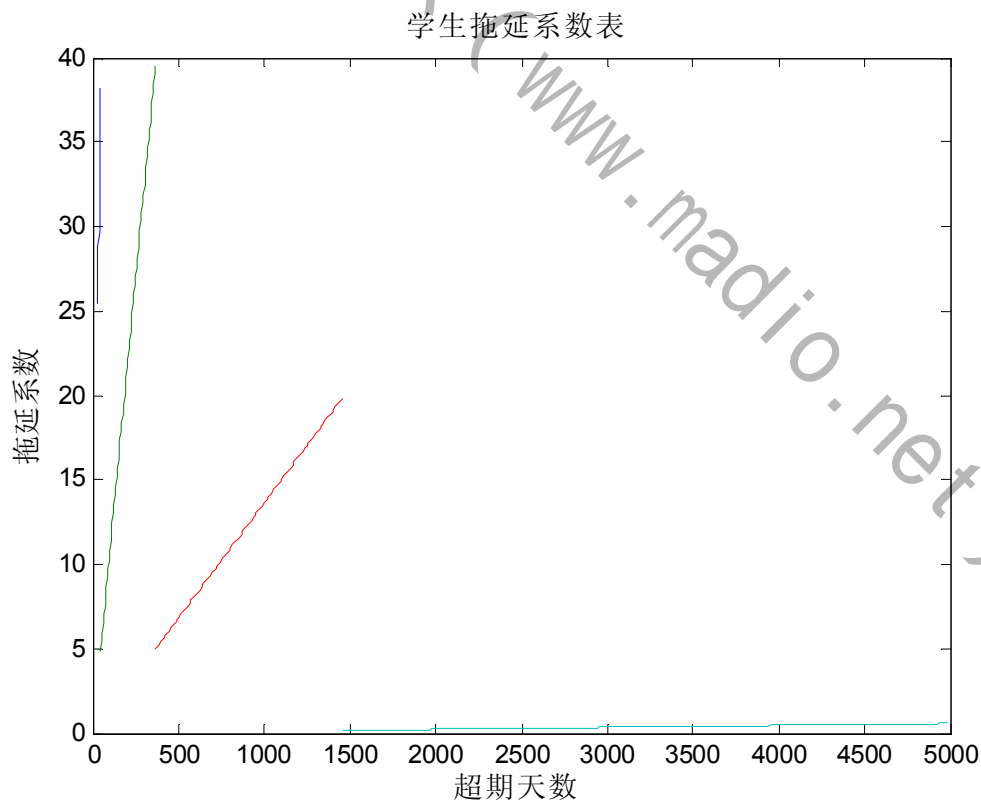


对学生进行拖延系数估计：

$$N = \begin{cases} T \div 45 \times m_0 \times 38.175\%; 30 < T \leq 45 \\ T \div 365 \times m_0 \times 39.491\%; 45 < T \leq 365 \\ T \div 1460 \times m_0 \times 19.929\%; 365 < T \leq 1460 \\ T \div 4999 \times m_0 \times 0.593\%; 1460 < T \leq 4999 \end{cases}$$

同样给定

$m_0=100$ 作图：



图中可以看出：

- (1) 拖延系数大多都在二十以下，短期拖延的书籍的拖延系数都在二十五以上，中期拖延书籍的拖延系数有一部本也在二十五以上，拖延系数大的都集中在中短期。
- (2) 由 $T \div 365 \times 39.491 = 19.929$ 计算出 $T=184$ ，得出学生借阅书籍中 30 天到 45 天，184

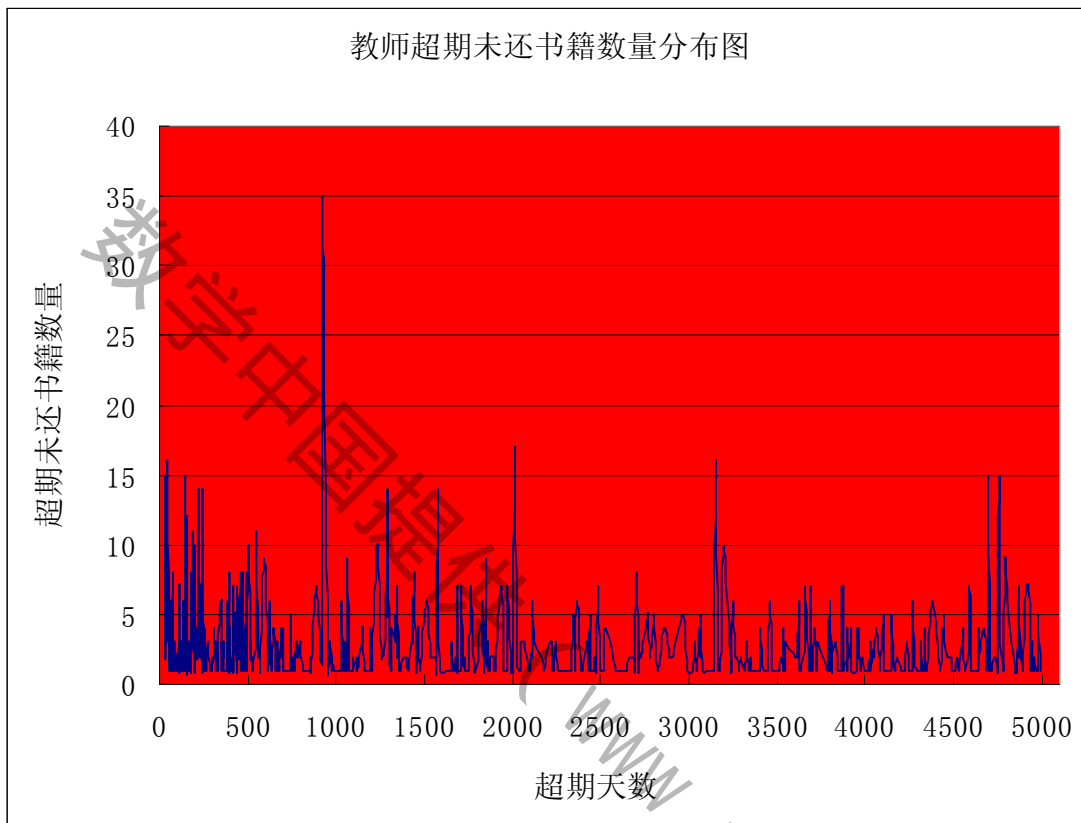
报名号#1425

到 365 天的这类书籍容易拖延。

(3) 长期拖延的拖延系数不到 1，说明学生长期拖延基本不存在。

教师

超期末还书籍数量分布图



从图看出：

(1) 教师超期末还书籍中，未还书籍量都比较稳定，多在 1 到 5 之间。

(2) 存在一个很凸出跳跃点：超期天数=924

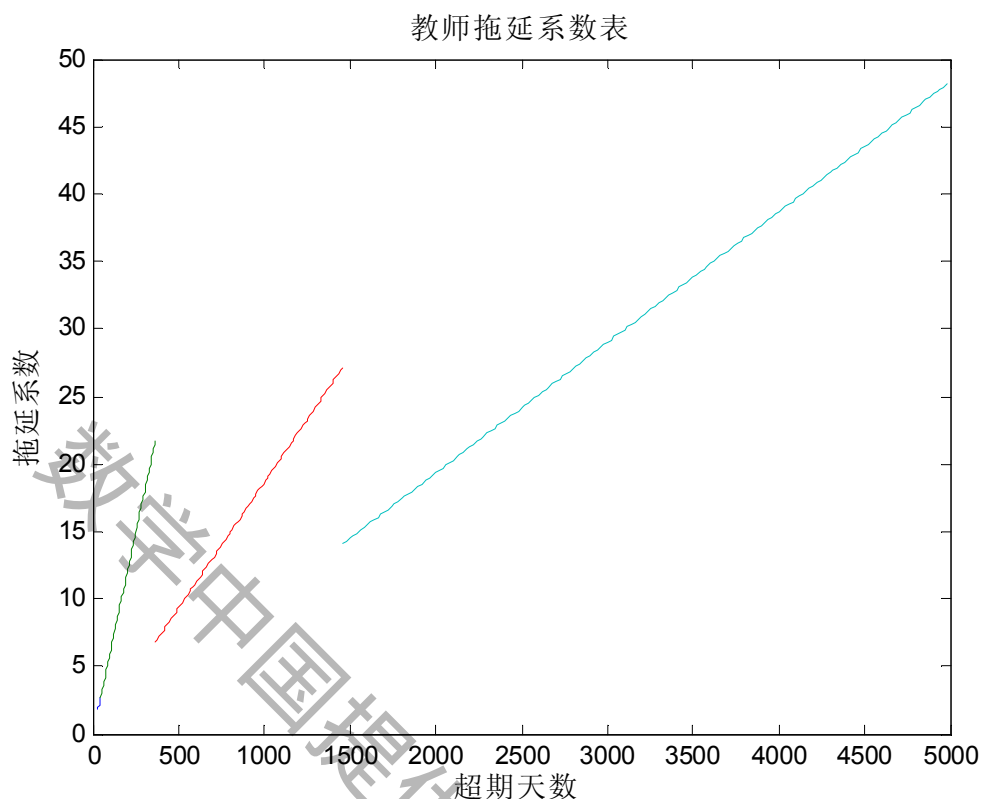
对跳跃点的分析：从所给数据中可以看出超期末还的那些书籍很可能是那时期的新书，这个跳跃点，是新书入馆，及教师对这类书籍的强烈需要造成。

进行模型分析：

$$N = \begin{cases} T \div 45 \times m_0 \times 2.64\%; 30 < T \leq 45 \\ T \div 365 \times m_0 \times 21.77\%; 45 < T \leq 365 \\ T \div 1460 \times m_0 \times 27.21\%; 365 < T \leq 1460 \\ T \div 4999 \times m_0 \times 48.33\%; 1460 < T \leq 4999 \end{cases}$$

同样给定

$m_0=100$ 作图分析：



从图看出：

- (1) 教师长期拖延系数线比较偏上，且很长，老师借阅书籍中长期超期书籍容易发生拖延。
- (2) 拖延系数在 27.21 以上的书籍，是拖延系数比较大的，由 $T \times 48.33 \div 4999 = 27.21$ 计算出 $T=2804$ ，得出超期天数从 2804 到 4999 的书籍容易拖延。

造成拖延的原因分析：

从给出数据中可以看出教师超期书籍多为教学科研用书。

教学科研用书特点：

1. 所用书籍相对固定；
2. 使用时间较长；
3. 所用书籍借阅的较少；

根据上面的特点，教学科研用书解决的办法有：

1. 借阅时间增长；
2. 增加续借次数或续借时间；
3. 实行实名制登记借阅。

教学科研用书的使用时间较长，一般最少 3 年，某些科研项目的科研时间比这要长的多，有者几十年甚至上百年。因此，一般书籍的使用时间设为 3 年，续借日期设为 1 年，可以续借 2 次，那么这类书籍的使用时间可以达到 5 年，与一般的教学科研时间差不多。即借阅时限设为 4 年，续借时限为半年，续借次数为 2 次。

对某些进行深入研究，科研用书，读者较少，相对固定。因此，这类书籍的使用时间还需延长，可以进行特别规定，实行实名登记长期借书。但为了达到资源的共享，这类书籍珍贵程度可能也很高。所以，对这类书籍还要有能实现共享的方法，和进行保护。实

报名号#1425

行实名登记以后，读者首先可以进行长期借书；其次，独有读者需要借阅参考时，可以进行联系，实现满足读者的需要；还有，因为都是研究同类的问题，读者间还可以进行交流。并且规定这类书籍的赔偿价格（视书的珍贵程度来进行而定）一般可设为书籍标价的5~20倍不等。

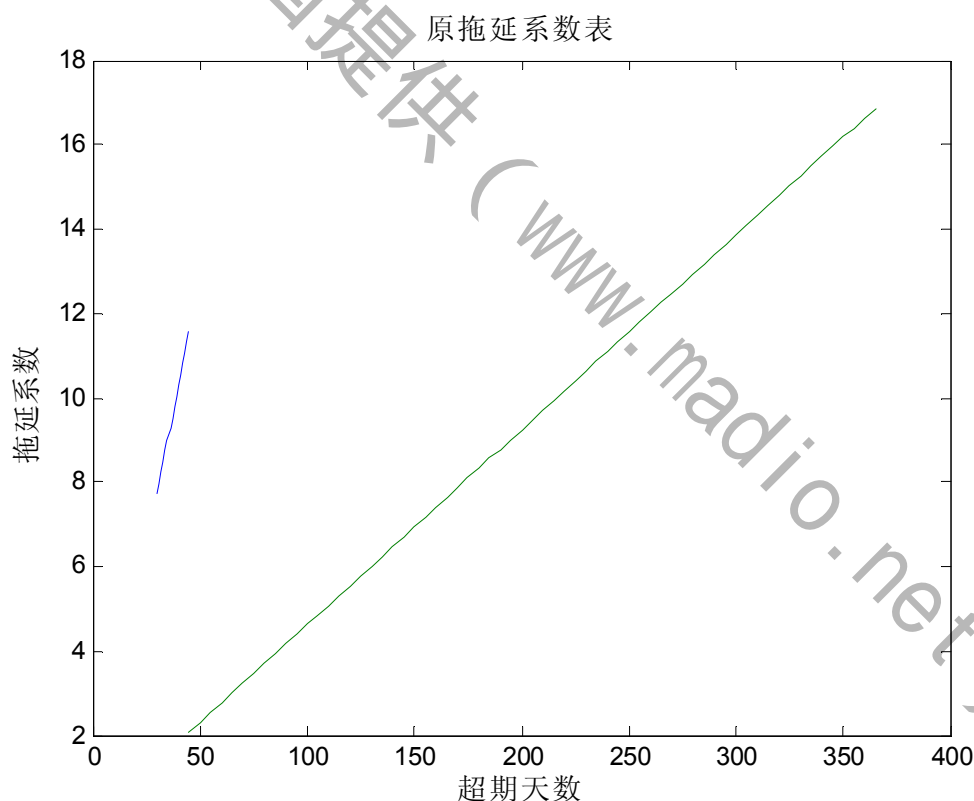
问题（2）的解决方案及模型

根据（1）题的模型

由于当 $T > 365$ 时，超期天数已经太长，因此，以后的数据我们可以不再讨论因此，拖延系数评估函数我们变成了

$$N = \begin{cases} T \div 45 \times m_0 \times 23.16\%; & 30 < T \leq 45 \\ T \div 365 \times m_0 \times 33.74\%; & 45 < T \leq 365 \end{cases}$$

$m_0 = 0.1$ 因为都是线形关系，我们可以把其放大 1000 倍，作图得：



对于这种超期还书罚款机制，一定程度上起到了督促大家按时还书的作用，但是在实践中常常遇到问题：

1. 非恶意超期：一部分同学是在无意的状态下迟还书籍，或是不小心丢失了图书，他们虽然使资源有所损失，但情形并不严重。当然，倘若是丢失书籍，理应赔付相同样式的一本，但若只是由于时间错不开，或没有在意还款期限而导致超期还书，处罚的程度应相对降低。
2. 恶意超期：现实生活中也不排除有小部分人故意超期还书。因此，对这种现象采取

报名号#1425

一定的惩罚措施是必须的。且应根据情形的严重程度给予相应程度的惩罚。

我们把罚款制度变为：超期一天只惩罚该书的0.5%超期一个星期(7天)罚款达该书的2%超期半个月(15天)罚款达该书的6%超期一个月(30天)罚款达该书的15%超期两个月(60天)罚款即达该书的100%即若该书标价为100元,则晚还一日只缴纳5角钱,晚还两个月,则必须按原价缴纳100元的罚款。

用数学式子表示为： $y = L \times (\alpha + \beta_1 \times T + \beta_2 \times T^2 + \dots + \beta_N \times T^n)$

i	1	2	3	4	5
x_i	1	7	15	30	60
y_i	0.005	0.02	0.06	0.15	1

运用Masmtical数学软件求解得：

$y =$

$$0.00494399 - 0.000396225 \times T + 0.0046853 \times T^2 - 0.0000165179 \times T^3 + 2.23765 \times 10^{-7} \times T^4$$

通过分析得到惩罚体制呈指数递增形式,统计一定时间的惩罚系数如下表:

日期	罚款系数 (%)
1	0.5
7	2
15	6
30	15
31	15.7
37	21.4
45	34.8
50	49
55	70
60	100

可见,该机制的特点是罚款额度随着拖延日期的增加而呈指数递增趋势.前半个月内的罚款额度微乎其微,在一个月的时候上升到15%,与书价相比仍十分低廉,但到两个月时就到达罚款的极限,以原书价格赔偿.这样做,相当于对那些非恶意超期的同学减轻负担,而加大对恶意超期的惩罚,以加强图书的管理。

六 模型的评价与改进

6.1 优缺点:

- (1) 模型里面有很多的图表,能很直观的反映出数据的特征。
- (2) 利用 EXCEL 软件对数据进行处理并作出各种平面图,简便,直观、快捷;
- (3) 普适性,此模型只涉及到一个变量每天的罚款金额,简单懂,但很难进行推广;
- (4) 模型没有对灵敏度进行分析,对数据没有预测性;

模型的改进

此模型较简单,只含有两个变量,可以引进多的变量,使得模型更精确,应用更广泛,随着图书馆的不断发展,出现了电子阅览,手机阅览等多种现在的阅览方式,

我们可不可以引进相关变量来进行模型的推广应用。

6.2 模型的推广

随着现在手机阅览，电子阅览等现在阅览模式的不断出现，我们可不可以把这个模式进行改进推广，应用到这些阅览模式进行预测。

参考文献

- [1] 姜启源,谢金星,叶俊. 数学模型[M]. 北京:. 2003 年 8 月第三版;
- [2] 姜启源. 数学模型[M]. 北京: 高等教育出版社. 1987 年 4 月第一版;
- [3] 于洪彦. Excel 统计分析与决策[M]. 北京:高等教育出版社. 2006 年 4 月;
- [4] 胡守信,李柏年. 基于 MATLAB 的数学实验[M]. 北京:科学出版社. 2004 年 6 月;
- [5]茆诗松,周纪芄, 概率论与数理统计[M], 北京:中国统计出版社, 2000. 7第二版;
- [6]张韵华, Mathematica 符号计算系统实用教程, 合肥:中国科技大学出版社, 1998. 9 第一版;
- [7]赵芳芳, 夏蓉, “和谐校园”下高校图书馆资源最优配置的研究, 文章编号: 1008-5807 (2007) 03-0171-02

附录

附录一:

```
x1=30:1:45;  
y1=23.16/45*x1;  
x2=45:5:365;  
y2=33.74/365*x2;  
x3=365:10:1460;  
y3=22.25/1460*x3;  
x4=1460:20:4999;  
y4=20.85/4999*x4;  
plot(x1,y1,x2,y2,x3,y3,x4,y4)
```

附录二:

```
x1=30:1:45;
```

报名号#1425

```
y1=2.64/45*x1;  
x2=45:5:365;  
y2=21.77/365*x2;  
x3=365:10:1460;  
y3=27.21/1460*x3;  
x4=1460:20:4999;  
y4=48.33/4999*x4;  
plot(x1,y1,x2,y2,x3,y3,x4,y4)
```

附录三：

```
x1=30:1:45;  
y1=38.16/45*x1;  
x2=45:5:365;  
y2=39.49/365*x2;  
x3=365:10:1460;  
y3=19.93/1460*x3;  
x4=1460:20:4999;  
y4=0.59/4999*x4;  
plot(x1,y1,x2,y2,x3,y3,x4,y4)
```