

## 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](http://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：1781

参赛队员（签名）：

队员 1：王敬凯

队员 2：薛超

队员 3：袁习辉

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）：1781

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 高校图书馆的智能服务

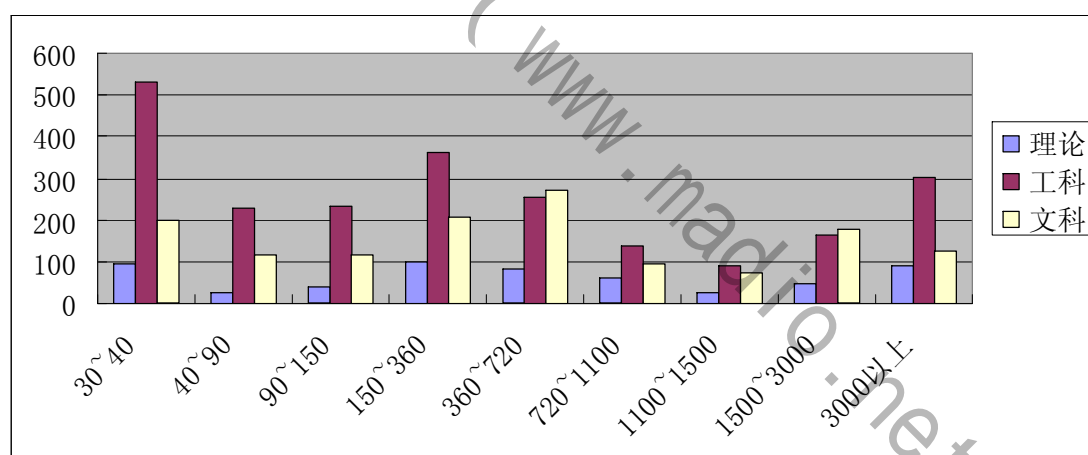
关 键 词 数据处理，统计分析，函数图像

## 摘 要：

该题建立了一个关于对图书超期现象分析以及图书借书规则优化的综合模型。

经过对所给出数据的筛选和提炼可统计分析得到三个图形。首先由饼状图所展示的概率分布可分析出哪类图书更容易发生超期现象，其次通过对折线图的分析得出超期天数与图书类型的近似函数关系，然后再由柱状图的比较与折线图的变化趋势可得出图书超期的原因。

再根据上述分析的结果对现有规则与原规则进行比较，分析出原有规则的优劣。再通过分析计算，对原有规则进行改进，例如借书天数，数量等并得到一个罚款的函数，由此可以使图书馆的利用率最大而又能保证图书能尽量按时归还。



参赛队号 1781

参赛密码 \_\_\_\_\_  
(由组委会填写)

所选题目 c

## 英文摘要

The issue created a phenomenon on the book of extended analysis and optimization of library borrowing rules integrated model.

After the screening of the given data can be analyzed and refined by three figures. First of all, shown by the pie chart of the probability distribution of the types of books can be more prone to the phenomenon of extended, followed by an analysis line chart drawn on the number of days and the book of extended type of approximation function, and then compared with the line from the histogram trend graphs can be drawn from the reasons for overdue books.

Then according to the results of the analysis of existing rules to compare with the original rules, analyze the merits of the original rules. And through analysis and calculation, to improve the original rules, such as library days, quantity and get a penalty function, it can be to make maximum utilization of library books as possible and guarantee the return on time.

## 1. 问题重述

图书馆图书借阅超期未还是现在高校的普遍现象。处理超期现象，罚款是流通服务中常采取的措施，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。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. 由于教学研究需要，长期使用。
3. 由于罚款数目较少，所以故意拖延。

而这些未归还的图书到底在哪一类图书较为集中呢？这些超期的图书又能归结为上述的哪一种原因呢？通过对所给庞大数据的分析，建立合理的数学模型，对上述问题进行解释；并优化图书馆的借书规则，在不影响图书馆正常功能发挥的前提下，使得超期人数减少。

## 2. 问题分析

该问题是一个建立在庞大数据与约束条件下的统计分析与最优化的综合性问题。初步分析题意可知：已给出图书超期 30 天以上的原因及图书馆的借阅规则（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）。并提供了超期 30 天以上名单，由此可统计出超期图书的类别和超期的天数。由于所给数据量非常大，经过筛选与提炼得到各类图书超期的概率和超期天数与图书种类的关系，据此可分析出什么图书更容易超期及其超期的原因。再由上面的分析结果与所建模型可对图书馆的结束规则进行分析与评价并对其进行改进。

## 3. 问题假设与符号说明

根据上述问题我们作出合理假设：

- a) 假设图书馆仅对校内的老师与学生开放。
- b) 假设每人借书的数量固定。
- c) 假设超期的图书只有理论基础学科（数学，物理，化学，生物），工科（机械，经济，建筑，医学，计算机），文科（历史，哲学，文学，艺术，法律，政治），其他个别现象不予以考虑。
- d) 假设图书馆对超期图书罚款数目固定。

符号说明：

工科超期天数的函数： $f(x)$ ；

文科超期天数的函数： $g(x)$ ；

理论超期天数的函数： $h(x)$ ；

$f(x)$ ， $g(x)$ ， $h(x)$ 是超期图书的数目， $x$ 是超期的天数。

#### 4. 模型的建立与求解

统计题目给出的数据得下面表格：

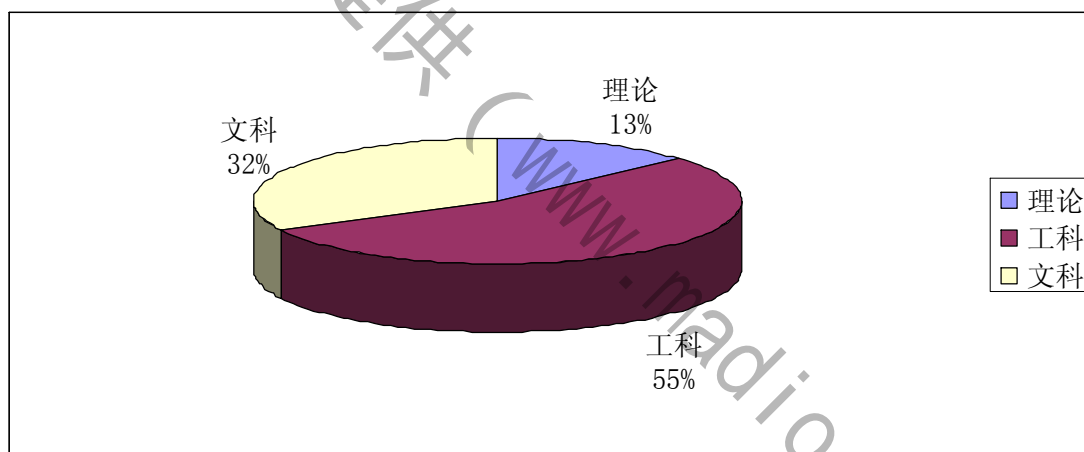
超期天数	理论	工科	文科
30~40	93	529	200
40~90	27	229	116
90~150	39	235	116
150~360	101	362	206
360~720	84	255	273
720~1100	61	139	94
1100~1500	24	91	73
1500~3000	48	164	179
3000 以上	92	304	124

注释：1. 理论→理论基础学科（数学，物理，化学，生物）

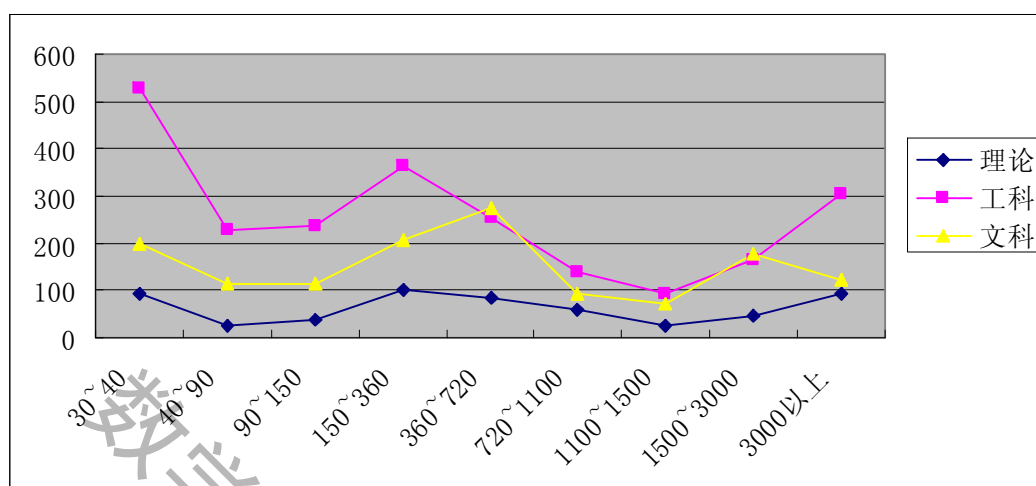
2. 工科→计算机，经济，建筑，机械，医学

3. 文科→文学，历史，政治，法律，艺术，哲学

由上面的表格得到下面的饼形图：



通过对大量数据的分析与比较，以及我们由我们得到的饼状图可清楚的分析出工科类的实用性图书（计算机、机械电子、经济、建筑、设计等）在超期图书中占的比重很大，在所有超期图书中大约占了一半以上，因此与其它类的图书相比工科类的图书较为容易发生超期现象。而文科类的图书次之，理论基础类的最少。



再由此折线图可发现超期天数与所分类的超期图书数目的关系与四次函数的曲线较为吻合，故分别建立了三个四次函数  $f(x)$ ,  $g(x)$ ,  $h(x)$  大体去反映它们的关系。再由此所建立函数曲线的走势可以分析出超期时间与超期图书未归还的原因的关系：

1. 当  $x \in (30, 90)$  时，原因可能为无意错过归还书期限，而现象比较严重的是工科图书
2. 当  $x \in (90, 360)$  时，原因可能为故意拖延，可能是由于罚款数目太少。
3. 当  $x \in (360, 5000)$  是原因部分可能由于教师或教授因教研使用，需长期借用。
4. 而比较三条不同的曲线，可以知道理论书籍由于其自身的原因其超期未归还原因很可能为教研所需。

对图书馆借书规则的评价：

优点：1. 对所有人一样，便于统计。

2. 比较人性化，可以续借。

缺点：1. 因在 30~90 之间  $f(x)$ ,  $g(x)$ ,  $h(x)$  是一个严格单调递减的曲线，可知在这期间无意忘还的人数较多，所以借书期限太短。

2. 因在 90~360 之间  $f(x)$ ,  $g(x)$ ,  $h(x)$  又是一个单调递增的曲线，所以在这个时

间段内可能一部分人引发款太少而故意拖延，所以罚款规则太死板。

根据以上图像和数据我们可以建立一个更优化的规则：

1. 借书期限可增至 60 天
2. 稍微限制工科的借阅量。
3. 因教学科研需要的需写书面申请，经同意方可长期借阅。
4. 因文科生、理科生、教师对图书量及图书种类的不同需求，在借书时予以区别对待。
5. 为遏制故意拖延不还现象，故制定以下罚款规则：
 

$F1(t) = 0.1 \times (t - 60)$	$60 < t < 120$
$F2(t) = 0.1 \times 60 + 0.5 \times (t - 120)$	$120 < t < 360$
$F3(t) = 0.1 \times 60 + 0.5 \times 240 + 0.2 \times (t - 360)$	$t > 360$

$F(t)$ 表示罚款数目， $t$ 表示借书的时间。

### 5. 模型的评价与改进：

所建模型还存在较多不足之处，例如统计数据时由于数据庞大，在筛选提炼数据时存在较大误差。优点是方便直观明了，花费少，具有可行性。其次在社会实践中，许多事情是比较复杂的，所知信息甚少，因此使用图解法作定性分析得出一些规律，以获得新的信息，在此基础上，我们建立新的图书馆规则来完善图书馆的管理。但可能还不够完善，仍需改进。

数学中国提供 (www.madio.net)