

# 眼科病床的合理安排

## 摘要

某医院眼科门诊每天开放，对眼疾病患者进行诊断并实施住院安排，安排方案的合理性对医院和病人都会产生影响，因此本文针对病床的安排问题建立了相关数学模型，并进行了分析和讨论。

对于问题一，为确定病床安排模型的优劣，本文要建立一个合理的评价指标体系。从患者评价和效率两方面进行综合考虑，建立模糊评价指标模型和归一化模型。第一个综合指标通过数据分析计算其一级模糊综合评判，得到患者对于当前方案的满意程度；第二个综合指标是用“归一分析法”来分析床位利用效率，其中：

$$\text{床位效率指数} = \frac{\text{期内床位实际周转次数}}{\text{期内床位标准周转次数}} \times \text{床位使用率}$$

然后采用模型一的这些指标对该问题的病床安排模型的优劣进行综合评价，得出结论是 *FCFS* (*First come, First serve*) 规则评语为“中”，有待改进，且安排住院使排队时间不断在增加，床位一直处于低效率运行状态。

对于问题二，以病人等待住院及等待手术时间之和最短为目标，建立优先权排队模型，确立了各类病人的入院时间优先级，创立了安排方案，再利用大量数据对病人住院全过程进行了仿真，最后利用问题一的模糊评价和归一化指标体系对模型进行了评价，验证了安排方案的合理性与优越性。

对于问题三，根据统计情况，建立基于概率论的边界优化模型，在病人门诊时即可得到病人入住时间区间，使得病人了解自己的住院时间情况。

对于问题四，本文讨论了当该医院周六、周日不安排手术时，如何调整手术方案的不同情况，依据建立的病床安排方案，本文运用问题一中的模型一计算出医院的手术安排时间需要做相应的调整，可以调整为白内障手术安排在每周二、四做。

对于问题五，要根据现有统计数据将医院所有的 79 个床位按五类患病类型分取，其目的是达到病人的平均逗留时间最短；据此容易想到运用线性规划的方法来解决问题，最终建立起目标函数，通过约束条件，运用 *LINGO* 求解得到五种病患的床位数的安排如下表：

表5-5-4 五类病患的床位数安排

患病种类	白内障	白内障(双)	青光眼	视网膜疾病	外伤
床位数	17	23	10	19	10

关键词：模糊评价法 归一化模型 优先权排队理论 边界优化模型 线性规划

## 一 问题重述

### 1.1 问题背景及分析

某医院眼科门诊每天开放，共有 79 个病床床位，眼科手术有：外伤，视网膜疾病，白内障和青光眼四种。外伤属急症，就诊时只要有空床就安排住院，第二天安排手术。白内障手术前准备一到两天，手术安排在周一和周三，如果是双眼，周一做第一只，周三做第二只。另外两种病手术前准备两到三天，考虑到医生资源，不安排在周一和周三。对于外伤也可安排在周一周三。

目前该住院部对全体非急症病人是按照 *FCFS* (*First come, First serve*) 规则安排住院，但等待住院病人队列却越来越长，本文需要通过数学建模来帮助解决该住院部的病床合理安排问题，以提高对医院资源的有效利用。

### 1.2 所求问题

问题一：试分析确定合理的评价指标体系，用以评价该问题的病床安排模型的优劣。

问题二：试就该住院部当前的情况，建立合理的病床安排模型，以根据已知的第二天拟出院病人数来确定第二天应该安排哪些病人住院。并对你们的模型利用问题一中的指标体系作出评价。

问题三：作为病人，自然希望尽早知道自己大约何时能住院。能否根据当时住院病人及等待住院病人的统计情况，在病人门诊时即告知其大致入住时间区间。

问题四：若该住院部周六、周日不安排手术，请你们重新回答问题二，医院的手术时间安排是否应作出相应调整？

问题五：有人从便于管理的角度提出建议，在一般情形下，医院病床安排可采取使各类病人占用病床的比例大致固定的方案，试就此方案，建立使得所有病人在系统内的平均逗留时间(含等待入院及住院时间)最短的病床比例分配模型。

## 二 模型假设

1. 假设住院期间不随意调动病人的安置情况。
2. 假设采用优先权排队规则时，等待住院的患者都接受医院的住院时间调动。
3. 假设所给数据基本可靠，有实际意义。
4. 假设医院每天有条件做足够多数量的手术。
5. 假设在建模过程中，只有外伤属于急症，其他眼科疾病不考虑急症。
6. 假设在出现的等待时间内病人病情稳定。
7. 假设医生的手术都是成功的，即病人在成功做完手术后，观察一段时间后即可出院，不会再出现病人病情加重，需要继续动手术的情况。
8. 假设不会有人在门诊之后因为需要长时间等待入院而离开此医院，并且在等待入院的过程中一直在排队，一有空床位就可以安排他入住。

### 三 基本符号说明

符号	符号说明
$U$	绩效评价指标的集合
$V$	评价者对评价对象做出的各种总的评价结果组成的集合
$A$	权重分配集
$R$	评判隶属矩阵
$B$	一级模糊综合评判
$x_i$	表示住院病人中第 <i>i</i> 类病人的人数
$t_i$	进行完手术后的平均逗留时间
$p_i$	那么第 <i>i</i> 类病人出院的概率
$E(b)$	出院的病人数，也即闲置的病床数
$E_i$	平均分配给每一类病人的闲置的病床数
$T_i$	平均每一类型病人需要等待的最长天数
$r_i$	从门诊到出院每种病患者平均逗留时间
$a_i$	每一类病患所占床位数
$b_i$	每一类病患的床位波动值

### 四 问题的分析

本题研究的是某医院眼科病床合理安排的数学建模问题。该医院眼科门诊每天开放，住院部共有病床 79 张。该医院眼科手术主要分四大类：白内障、视网膜疾病、青光眼和外伤在病床不够的情况下，从医院的角度讲，医院自然希望在做手术的同时，减小病人占用病床的时间。为了得到合理的安排规则，首先要确定合理的评价指标体系，来评价按该规则建立的病床安排模型的优劣。

针对问题一：从病人的角度看，病人到医院看病时间损耗分为以下几个阶段：门诊到入院、入院到手术、手术到出院。合理的安排就是让病人从门诊到出院的

总时间尽量短，即缩短病人的逗留时间。可从两个方面给出两项评价指标：一是利用模糊评价法给耗损时间的三个阶段加权，然后各自分划出合理的评语集从而建立评判隶属矩阵，可直观地判断病床安排规则的好坏；二是将床位工作效率指数作为评价指标，它将床位使用的负荷指标（床位使用率）和效率指标（床位周转次数），通过数学处理，使两者合并数值趋向“1”，并以“1”为判断标准，来分析床位使用的效率状况，结果评判直截了当。

针对问题二：在确定病人入院规则时，需要考虑以下几点：（1）白内障病人只能安排在周一与周三做手术；（2）其它病人除外伤病人外不能在周一和周三做手术；（3）不同的病人的术前准备时间不一样。

在考虑这些因素后，可建立了优先权排队模型，通过给各类疾病赋予在一周内每天入院的优先等级，使得建立的入院规则能够让病人的等待时间尽量短，然后以问题一的评价指标作出了对该规则进行检验。

针对问题三：由于不同类型的病人术前准备时间、进行手术安排、术后观察的时间是不同的，不能对所有的这些病人采取相同的安排方案。可定义第 $i$ 类病人出院的概率，从而可以利用数学期望描述出院的病人数，也即闲置的病床数。再计算每一类病人的分布概率，根据概率分布，本文将已得到的闲置的病床数分配给每一类病人，再将病人数与其进行取商，即可得到平均每一类型病人需要等待的最长天数，另外，最短等待时间即为1天，从而可确定住院时间区间。

针对问题四：若该住院部周六、周日不安排手术，原来的白内障手术时间可能会导致病床利用率可能会下降。在周末不做手术的前提下，可利用问题一的模糊评价作为检验标准，分别对把白内障手术安排在周一三、周二四、周三五做出优劣评判，从而选取最佳时间安排。

针对问题五：医院病床安排采取使各类病人占用病床的比例大致固定的方案，使得所有病人在系统内的平均逗留时间（含等待入院及住院时间）最短。即要根据现有统计数据将医院所有的79个床位按五类患病类型分取，其目的是达到病人的平均逗留时间最短；据此容易想到运用线性规划的方法来解决问题，创建单目标规划模型，根据各类统计数据确定约束条件，从而求解问题。

## 五 模型的建立和求解

### 5.1 模型一的建立和求解

#### 5.1.1 模糊评价模型

模糊综合评价法是一种基于模糊数学的综合评标方法。该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，即用模糊数学对受到多种因素制约的事物或对象做出一个总体的评价。它具有结果清晰，系统性强的特点，能较好地解决模糊的、难以量化的问题，适合各种非确定性问题的解决。患者就诊到入院等待时间、入院前等待时间越长，对患者和医院的损失越大，所以建立模糊评价模型指标评价病床安排模型，是综合患者损失和医院资源配置优劣的评价。

(1) 建立评价指标集合（因素集  $U$ ）

评价因素集  $U$  是绩效评价指标的集合，它具有层次性，即： $U = \{U_1, U_2, U_3\}$ ，其中  $U_1$  代表门诊到入院的等待时间， $U_2$  代表入院到手术的等待时间， $U_3$  代表手术到出院的等待时间。

(2) 建立评价评语集（判断集  $V$ ）

评语集  $V$  是评价者对评价对象做出的各种总的评价结果组成的集合，即： $V = \{V_1 \text{ (优)}, V_2 \text{ (良)}, V_3 \text{ (中)}, V_4 \text{ (差)}\}$ 。

(3) 确定权重分配集  $A$

$U_i$  对  $U$  的权重为  $a_i$ ， $a_i$  是根据  $U_1, U_2, U_3$  对应的天数计算所得到的比例，因此准则层各指标的权重分配集为  $A = [0.57, 0.13, 0.30]$ 。

(4) 建立评判隶属矩阵

根据统计分析，拟出了评价指标分级情况如下表所示：

表 5-1-1 评价指标分级情况

	优	良	中	差
$R_1$	<10	11	12-13	>14
$R_2$	1	2	3-5	6-7
$R_3$	2-3	4-6	7-10	11-15

经计算，得到以下评判隶属矩阵：

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.02 & 0.11 & 0.71 & 0.16 \\ 0.12 & 0.44 & 0.39 & 0.05 \\ 0.20 & 0.30 & 0.35 & 0.15 \end{bmatrix}$$

其中， $R$  的第  $i$  行表示的是对第  $i$  个因素的评价结果，而  $R_{ij}$  表示的是第  $i$  个评价因素对第  $j$  个评价等级的隶属度，它反映了各评价因素与评价等级之间用隶属度表示的模糊关系。

本文计算其一级模糊综合评判：

$$B = A \square R = [0.0870 \quad 0.2099 \quad 0.5604 \quad 0.1427] \cdot$$

其中，“ $\square$ ”为模糊矩阵合成的模糊算子，为简便可采取普通积和运算； $B_i$  为  $U_i$  对  $V$  的隶属向量，已归一化处理。

结果表明，该模型“优”的程度为 0.0870，“良”的程度为 0.2099，“中”的程度为 0.5604，“差”的程度为 0.1427。按最大隶属原则，得到结论： $FCFS$  病床安排模型评价为“中”。此规则造成等待入院的队越排越长，等待入院接受治疗前的时间较长，给患者带来的病痛和损失较大。因此用  $FCFS$  模型安排病床是不合理的。

### 5.1.2 归一分析法

医院床位的利用情况是反映医院工作效率的主要指标。如果仅从单一的病床周转次数和床位使用率这两项指标去分析床位的工作效率，就很难看出床位在运转和使用过程中存在哪些问题。归一分析法就是将病床使用率和病床周转次数综合起来，建立床位工作效率指数模型。床位工作效率指数是一个能较好地反映病

床工作情况的综合性指标。床位效率指数是将床位使用的负荷指标(床位使用率)和效率指标(床位周转次数),通过数学处理,使两者合并数值趋向“1”,并以“1”为判断标准,来分析床位使用的效率状况。亦称床位工作效率的“归一分析法”。其中:

$$\text{床位效率指数} = \frac{\text{期内床位实际周转次数}}{\text{期内床位标准周转次数}} \times \text{床位使用率}$$

当效率指数<1 时,床位低效率运行;当效率指数=1 时,床位等效率运行;当效率指数>1 时,床位高效率运行。且指数值越大,床位使用效率越高;反之,效率越低。指数值过大或过小,都说明床位运行不够正常。

根据国家卫生部有关评审标准,床位利用率上限为 93%,下限为 85%,本文选定 89%为标准化床位利用率 100%。

通过统计知,平均住院日上限为天 3,下限为 20 天,因出院病人平均住院日是一项逆指标,所以将其转换成床位周转次数(期内床位周转次数=期内日历数/出院病人平均住院日),选定床位周转 12 次为标准床位周转率 100%。

实际床位周转次数的求得:7 月 13 日至 9 月 11 日这 60 天,出院病人共计 349 人,而经统计计算知,他们住院期间占用床位总天数为 6716,所以实际床位

$$\text{周转次数} = \frac{349 \times 60}{6716} = 3.12 \text{ (次)}, \text{进而床位利用率求得为 } \frac{3.12}{12} \times 100\% = 0.260 < 1,$$

所以床位利用率较低。

总结:FCFS 病床安排模型评价为“中”。此规则造成等待入院的队越排越长,等待入院接受治疗前的时间较长,给患者带来的病痛和损失较大。同时,其床位利用率低,因此,本文认为 FCFS 病床安排模型不合理。

## 5.2 模型二的建立与求解

### 5.2.1 优先权排队模型

根据问题一中体系的不足,本文拟定原则如下:

原则一:白内障单眼患者一般安排在周一、周二、周六、周日入院

原则二:白内障双眼患者一般安排在周六、周日入院

原则三:视网膜和青光眼患者安排在周三、周四、周五入院

原则四:外伤病人当天入院,第二天手术

根据原则描述,本文将每一类眼科疾病的优先权按照一定优先级(4>3>2>1)进行定量描述,制作成表格如下:

表 5-2-1 各类眼科疾病优先权划分表

	白内障(单)	白内障(双)	青光眼	视网膜疾病	外伤
星期一	3	1	2	2	4
星期二	3	1	2	2	4
星期三	1	2	3	3	4
星期四	1	2	3	3	4
星期五	1	2	3	3	4
星期六	2	3	1	1	4
星期日	2	3	1	1	4

### 5.2.2 用模型一检验模型二

#### (1) 用模糊评价检验模型二

按照本文设计的方案，同样用问题一中本文建立的评价模型来进行评价，有准则层各指标的权重分配集为  $A = [0.59 \quad 0.11 \quad 0.30]$ ，评价指标分级情况不变。

经计算，得到以下评判隶属矩阵：

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.36 & 0.09 & 0.20 & 0.35 \\ 0.10 & 0.62 & 0.28 & 0.00 \\ 0.50 & 0.00 & 0.50 & 0.00 \end{bmatrix}$$

本文计算其一级模糊综合评判：

$$B = A \square R = [0.3734 \quad 0.1213 \quad 0.2988 \quad 0.2065]$$

结果表明，该模型“优”的程度为 0.3734，“良”的程度为 0.1213，“中”的程度为 0.2988，“差”的程度为 0.2065。按最大隶属原则，得到结论：本文建立的优先等级排队模型的评价为“优”。此规则使等待入院的排队时间越来越短，等待入院接受治疗前的时间较短，给患者带来的病痛和损失较少。因此用此模型安排病床是合理的。

#### (2) 用床位利用效率检验模型二

由附表 1 该住院部当前情况的病人安排方案可以看出，病人安排类型由分散变为集中，极大地缩短了手术前的观察时间，加快了病床周转次数，床位效率指数有明显增大，床位运行效率比 *FCFS* 模型要高，使大多数患者的等待时间缩短，即模型二提出的方案优于 *FCFS* 患者的大概入院时间和大约住院时长由附表 1（表 8-1-1）可看出。

## 5.3 模型三的建立和求解

### 5.3.1 边界优化模型

#### (1) 闲置病床的确定

由于不同类型的病人术前准备时间、进行手术安排、术后观察的时间是不同的，不能对所有的这些病人采取相同的安排方案，本文按照问题二的方法将这些病人分为 5 类，即外伤患者、白内障患者（单眼）、白内障患者（双眼）、青光眼患者以及视网膜疾病患者。

统计出住院病人以及等待住院的病人中这五类病人的数量。 $x_i$  表示住院病人中第  $i$  类病人的人数，其中  $i=1, 2, 3, 4, 5$ 。

医院的病床安排系统是一个动态变化的过程，不断地有住院病人的离开，等待住院病人的进入，要想确定闲置病床的数量，需要知道各类病人离开医院的概率，由问题二可以得到这五类病人在入院后的平均逗留时间  $t_i$ ，那么第  $i$  类病人

出院的概率  $p_i$  可定义为：

$$p_i = \frac{1}{t_i} \quad (5-3-1)$$

则可以利用数学期望描述出院的病人数，也即闲置的病床数  $E(b)$ ：

$$E(b) = \sum_{i=1}^4 p_i x_{i0} \quad (5-3-2)$$

## (2) 住院时间区间的确定

根据已有数据，本文计算出每一类病人的分布概率  $q_i$  ( $i=1, 2, 3, 4, 5$ )，根据概率分布，本文将已得到的闲置的病床数分配给每一类病人，即：

$$E_i = E(b)q_i \quad (5-3-3)$$

根据每一类病人的具体数量，以及问题二提出的模型中外伤病人的优先权最高原则，本文将外伤病人等待天数上限置为 0，随后将其他类型病人平均每天分配到的床位进行取整，将病人数  $x_i$  与  $E_i$  进行取商，即可得到平均每一类型病人需要等待的最长天数  $T_i$ ，即：

$$T_i = \frac{x_i}{E_i} \quad (5-3-4)$$

### 5.3.2 模型三的求解

在前面的数据处理中得到 5 类病人的平均逗留时间，这样就得到各类病人每天出院的概率，见下表。

表 5-3-1 五类病人平均逗留时间及出院概率的情况

病人类型	1 (外伤)	2 (白内障单眼)	3 (白内障双眼)	4 (青光眼疾病)	5 (视网膜疾病)
平均逗留时间 $t_i$	7	5.86	8.27	10.67	12.17
出院概率 $p_i$	0.1429	0.171	0.121	0.094	0.082

统计数据得到  $x_i = (8, 7, 22, 9, 33)$ 。

这样可以计算得到  $E(b)=8.554$ ，即平均每天有 8 张闲置床位。对这 8 张床位的安排，外伤患者优先得到住院的机会，即外伤患者当天就诊的话，第二天就能入院；其他的患者内部根据 FCFS 原则安排入院，以 8 天为一个周期。

下面以附录中的部分数据为例进行住院时间的预测。历史数据表明，外伤、白内障患者（单眼）、白内障患者（双眼）、青光眼患者以及视网膜疾病患者的人数比  $q_i$  分别是 0.1013、0.0886、0.2785、0.1139、0.4177。



所以，平均分配给每一类病人的闲置的病床数  $E_i = E(b)q_i$  分别为 0、1、3、1、

3 个位置；继而得到平均每一类型病人需要等待的最长天数  $T_i = \frac{x_i}{E_i}$  分别为 0、7、

7、9、11 天。

根据结论，所有类型患者最短均为当天入住，而外伤患者不需要等待时间，当天入住，隔天即可进行手术；白内障患者（不论单双眼）进行门诊，最晚的住院时间是隔 7 天；青光眼患者进行门诊，最晚的住院时间是隔 9 天；而视网膜疾病患者进行门诊，最晚的住院时间是隔 11 天。

对这 5 类患者进行分析，得到他们的住院时间区间表如下：

表 5-3-2 部分诊断病人入院时间区间

	1（外伤）	2（白内障单眼）	3（白内障双眼）	4（青光眼疾病）	5（视网膜疾病）
诊断时间	2008-8-30	2008-8-30	2008-8-30	2008-8-30	2008-8-30
入院时间区间	2008-8-31	2008-8-31~ 2008-9-6	2008-8-31~ 2008-9-6	2008-8-31~ 2008-9-8	2008-8-31~ 2008-9-10

## 5.4 模型四的建立与求解

### 5.4.1 优先权排队模型

（1）安排星期一、三做白内障手术

表 5-4-1 各类眼科疾病优先权划分表（安排星期一、三做白内障手术）

	白内障（单）	白内障（双）	青光眼	视网膜疾病	外伤
星期一	3	1	2	2	4
星期二	3	1	2	2	4
星期三	1	2	3	3	4
星期四	2	3	1	1	4
星期五	2	3	1	1	4
星期六	2	3	1	1	4
星期日	2	3	1	1	4

准则层各指标的权重分配集为：

$$A = [0.56 \quad 0.14 \quad 0.30]$$

经计算，得到以下评判隶属矩阵：

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.14 & 0.10 & 0.42 & 0.34 \\ 0.57 & 0.33 & 0.10 & 0.00 \\ 0.50 & 0.00 & 0.50 & 0.00 \end{bmatrix}$$

本文计算其一级模糊综合评判：

$$B = A \square R = [0.3082 \quad 0.1022 \quad 0.3992 \quad 0.1904]$$

结果表明，该模型“优”的程度为 0.3082，“良”的程度为 0.1022，“中”的程度为 0.3992，“差”的程度为 0.1904。按最大隶属原则，得到结论：本文建立的优先等级排队模型的评价为“中”。病人安排见附录 2（表 8-2-1）。

（2）安排星期三、五做白内障手术

表 5-4-2 各类眼科疾病优先权划分表（安排星期三、五做白内障手术）

	白内障（单）	白内障（双）	青光眼	视网膜疾病	外伤
星期一	2	3	1	1	4
星期二	2	3	1	1	4
星期三	3	1	2	2	4
星期四	3	1	2	2	4
星期五	1	2	3	3	4
星期六	1	2	3	3	4
星期日	1	2	3	3	4

准则层各指标的权重分配集为：

$$A = [0.59 \quad 0.11 \quad 0.30]$$

经计算，得到以下评判隶属矩阵：

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.17 & 0.31 & 0.27 \\ 0.13 & 0.69 & 0.18 & 0.00 \\ 0.50 & 0.00 & 0.50 & 0.00 \end{bmatrix}$$

本文计算其一级模糊综合评判：

$$B = A \square R = [0.3118 \quad 0.1762 \quad 0.3527 \quad 0.1593]$$

结果表明，该模型“优”的程度为 0.3118，“良”的程度为 0.1762，“中”的程度为 0.3527，“差”的程度为 0.1593。按最大隶属原则，得到结论：本文建立的优先等级排队模型的评价为“中”。病人安排见附录 3（表 8-3-1）。

（3）安排星期二、四做白内障手术

表 5-4-3 各类眼科疾病优先权划分表（安排星期二、四做白内障手术）

	白内障（单）	白内障（双）	青光眼	视网膜疾病	外伤
星期一	2	3	1	1	4
星期二	3	1	2	2	4
星期三	3	1	2	2	4
星期四	1	2	3	3	4
星期五	1	2	3	3	4
星期六	1	2	3	3	4
星期日	2	3	1	1	4

准则层各指标的权重分配集为：

$$A = [0.60 \quad 0.10 \quad 0.30]$$

经计算，得到以下评判隶属矩阵：

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.35 & 0.15 & 0.24 & 0.26 \\ 0.11 & 0.78 & 0.11 & 0.00 \\ 0.50 & 0.00 & 0.50 & 0.00 \end{bmatrix}$$

本文计算其一级模糊综合评判：

$$B = A \square R = [0.3710 \quad 0.1680 \quad 0.3050 \quad 0.1560]$$

结果表明，该模型“优”的程度为 0.3710，“良”的程度为 0.1680，“中”的程度为 0.3050，“差”的程度为 0.1560。按最大隶属原则，得到结论：本文建立的优先等级排队模型的评价为“优”。病人安排见附录 4（表 8-4-1）。

#### 5.4.2 综合评价

根据以上三种安排手术的方法结果，可以看出安排周一、三进行白内障手术的评价等级为“中”，安排周三、五进行白内障手术的评价等级为“中”，安排周二、四进行白内障手术的评价等级为“优”。所以根据得到的数据结论，应当安排每周二、四进行白内障手术，再根据给出的优先权按规则安排病人入院即可达到缩短患者看病时间的目的。

#### 5.5 问题五的建立与求解

医院病床安排采取使各类病人占用病床的比例大致固定的方案，使得所有病人在系统内的平均逗留时间（含等待入院及住院时间）最短。即要根据现有统计数据将医院所有的 79 个床位按五类患病类型分取，其目的是达到病人的平均逗留时间最短；据此容易想到运用线性规划的方法来解决问题。

##### （1）确立目标函数

根据附录表中数据，本文可统计出每种病患平均逗留时间  $r_i$ ，而对于医院同时期内的 79 张已占用病床而言，病人平均逗留时间为  $\frac{1}{79} \sum_{i=1}^5 r_i x_i$ ；而 79 为定值，因此目标函数可定为：

$$\min = \sum_{i=1}^5 r_i x_i \quad (5-5-1)$$

##### （2）确定约束条件

首先五种病患所占床位总数为：

$$\sum_{i=1}^5 x_i = 79 \quad (5-5-2)$$

本文根据题目附录表格统计出五类病患的平均逗留时间及人数比例数：

表5-5-1 五类病患的平均逗留时间及人数比例

患病种类	白内障(单)	白内障(双)	青光眼	视网膜疾病	外伤
平均逗留时间比例	0.19	0.20	0.25	0.27	0.09
人数比例	0.19	0.25	0.12	0.32	0.12

显然每种病患的人数比例可以作为基本指标给出五类病患所占床位数  $a_i$  (位) 的初步分划：

表5-5-2 五类病患所占床位数

患病种类	白内障	白内障(双)	青光眼	视网膜疾病	外伤
床位数	15.01	19.75	9.48	25.28	9.48

本文要进一步给每种病患的床位取值确定范围,在此本文联想到可以根据每种病患的平均逗留时间比例作为波动范围权值,因此本文拟出五类病患的床位波动值  $b_i$  (位)：

表5-5-3 五类病患的床位波动值

患病种类	白内障	白内障(双)	青光眼	视网膜疾病	外伤
床位波动值	2.85	3.95	2.37	6.83	0.85

每种病患的所占床位取值范围：

$$a_1 - b_1 < x_1 < a_1 + b_1$$

(3) 最终规划模型

目标函数：

$$\min = \sum_{i=1}^5 r_i x_i \quad (5-5-3)$$

约束条件：

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^5 x_i = 79 \\ a_1 - b_1 < x_1 < a_1 + b_1 \\ a_2 - b_2 < x_2 < a_2 + b_2 \\ a_3 - b_3 < x_3 < a_3 + b_3 \\ a_4 - b_4 < x_4 < a_4 + b_4 \\ a_5 - b_5 < x_5 < a_5 + b_5 \end{cases} \quad x_i \in N^*, (i=1,2,3,4,5) \quad (5-5-4)$$

利用 *LINGO* 计算（具体程序见附录5）得到的结果为：

表5-5-4 五类病患的床位数安排

患病种类	白内障	白内障(双)	青光眼	视网膜疾病	外伤
床位数	17	23	10	19	10

结果分析：根据上表结果，白内障患者分到17个床位占21%，白内障双眼患者分到23个床位占29%，青光眼患者分到10个床位占13%，视网膜疾病患者分到19个床位占24%，外伤病人分到10个床位占13%。根据人数比例与平均逗留时间的比例，每种病床所占额得到了合理的分配，基本符合了人员所占比重的要求，也符合了平均逗留时间尽可能短的原则。

## 六 模型的评价、改进与推广

### 6.1 模型的优点

1. 模型所运用的信息量比较大，对医院的实际问题和统计数据进行了全面分析。
2. 本文主要运用了优先权排队论的方法，对优先级别不同的病症进行了全面系统的床位安排。排队论对于解决医院的床位安排问题准确而合理，解决了医院的床位安排问题。
3. 模型的实施可操作性强，可运用到类似的医院就诊或者床位安排问题中，模型中对病患流的随机性使得该模型更接近实际。
4. 构建模型简单，“归一分析法”分析病床效率指标科学严谨。

### 6.2 模型的缺点

1. 所建模型是针对当前所给数据的，对长远病人入院和出院的预测并不是很准确，因此，在建模时若考虑时间的影响，对时间序列进行分析，建立动态规划模型，这样可以使所建模型能准确的预测出病人的入院和出院时间，使模型更加贴近实际生活。
2. 运用模型解决问题时，仅有两个月的数据，具有一定的局限性，另外对外伤患者都按急症处理，考虑的情况比较简单。

### 6.3 模型的推广

本题中建立的模型应用范围较广，不仅可用于医院病床安排，也可用于其它资源的安排，如停车位的安排、计算机系统优化甚至是火车站候车室的安排等等，这是由本题基于的优先权排队论模型所决定的，同时经过模型的改进后还可用于诸如像试卷评价系统等其它类型的问题。

## 七 参考文献

- [1] 姜启源，谢金星，叶俊，《数学模型》，北京：高等教育出版社，2003.8
- [2] 运筹学教材编写组，《运筹学》，北京：清华大学出版社，2005.6
- [3] 王玉升，《排队论模型及其在医院管理中的作用》，中国医院管理，58-62，1985.2

- [4] 戴明强 李卫军 杨鹏飞,《数学建模及其应用》,北京:科学出版社,2007,169-186;
- [5] 史道济 张玉环,《应用数理统计》,天津:天津大学出版社,2008,13-25;
- [6] 徐金明,《MATLAB 实用教程》,北京:清华大学出版社,2005;

## 八 附录

### 8.1 附录 1

表 8-1-1 模型二对该住院部当前情况的病人安排方案一

类型	门诊时间	入院时间	第一次手术时间	第二次手术时间	出院时间
白内障（双眼）	2008-8-30	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-8-30	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
青光眼	2008-8-30	2008-9-10	2008-9-12	/	2008-9-20
视网膜疾病	2008-8-30	2008-9-10	2008-9-12	/	2008-9-22
视网膜疾病	2008-8-30	2008-9-11	2008-9-14	/	2008-9-24
视网膜疾病	2008-8-30	2008-9-11	2008-9-14	/	2008-9-24
白内障（双眼）	2008-8-31	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障	2008-8-31	2008-9-15	2008-9-17	/	2008-9-20
白内障	2008-8-31	2008-9-15	2008-9-17	/	2008-9-20
青光眼	2008-8-31	2008-9-12	2008-9-14	/	2008-9-22
青光眼	2008-8-31	2008-9-17	2008-9-19	/	2008-9-27
视网膜疾病	2008-8-31	2008-9-17	2008-9-19	/	2008-9-29
视网膜疾病	2008-8-31	2008-9-17	2008-9-19	/	2008-9-29
视网膜疾病	2008-8-31	2008-9-17	2008-9-19	/	2008-9-29
白内障（双眼）	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障	2008-9-1	2008-9-15	2008-9-17	/	2008-9-20
青光眼	2008-9-1	2008-9-17	2008-9-19	/	2008-9-27
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-17	2008-9-19	/	2008-9-29
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-17	2008-9-19	/	2008-9-29
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-18	2008-9-20	/	2008-9-30

视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-18	2008-9-20	/	2008-9-30
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-18	2008-9-20	/	2008-9-30
白内障	2008-9-2	2008-9-16	2008-9-17	/	2008-9-20
白内障	2008-9-2	2008-9-16	2008-9-17	/	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-2	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障	2008-9-2	2008-9-15	2008-9-17	/	2008-9-20
视网膜疾病	2008-9-2	2008-9-19	2008-9-21	/	2008-10-1
白内障	2008-9-3	2008-9-16	2008-9-17	/	2008-9-20
白内障	2008-9-3	2008-9-16	2008-9-17	/	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-3	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-19	2008-9-21	/	2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-19	2008-9-21	/	2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-19	2008-9-21	/	2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-19	2008-9-21	/	2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-19	2008-9-21	/	2008-10-1
白内障	2008-9-4	2008-9-16	2008-9-17	/	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-4	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-4	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-4	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
青光眼	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-21	/	2008-9-29
青光眼	2008-9-4	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-1
青光眼	2008-9-4	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-1
青光眼	2008-9-4	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-21	/	2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-21	/	2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-21	/	2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
白内障	2008-9-5	2008-9-16	2008-9-17	/	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-5	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-5	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20

白内障（双眼）	2008-9-5	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-5	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-5	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-5	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-5	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
青光眼	2008-9-5	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-5	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
白内障（双眼）	2008-9-6	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-6	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
青光眼	2008-9-6	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-6	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
白内障（双眼）	2008-9-7	2008-9-14	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
视网膜疾病	2008-9-7	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-7	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
白内障（双眼）	2008-9-8	2008-9-14	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障	2008-9-8	2008-9-20	2008-9-22	/	2008-9-25
白内障	2008-9-8	2008-9-20	2008-9-22	/	2008-9-25
白内障	2008-9-8	2008-9-20	2008-9-22	/	2008-9-25
白内障	2008-9-8	2008-9-20	2008-9-22	/	2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-8	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-8	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-8	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
白内障	2008-9-9	2008-9-20	2008-9-22	/	2008-9-25
白内障	2008-9-9	2008-9-20	2008-9-22	/	2008-9-25
青光眼	2008-9-9	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-1
青光眼	2008-9-9	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-9	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
白内障（双眼）	2008-9-10	2008-9-14	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障（双眼）	2008-9-10	2008-9-14	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障	2008-9-10	2008-9-20	2008-9-22	/	2008-9-25
白内障	2008-9-10	2008-9-20	2008-9-22	/	2008-9-25



白内障	2008-9-10	2008-9-20	2008-9-22	/	2008-9-25
白内障	2008-9-10	2008-9-20	2008-9-22	/	2008-9-25
白内障（双眼）	2008-9-10	2008-9-20	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-27
青光眼	2008-9-10	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-10	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
外伤	2008-9-11	2008-9-12	2008-9-13	/	2008-9-19
白内障	2008-9-11	2008-9-20	2008-9-22	/	2008-9-25
白内障（双眼）	2008-9-11	2008-9-20	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-27
白内障（双眼）	2008-9-11	2008-9-20	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-27
白内障（双眼）	2008-9-11	2008-9-20	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-27
白内障（双眼）	2008-9-11	2008-9-20	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-27
青光眼	2008-9-11	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-1
青光眼	2008-9-11	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-20	2008-9-23	/	2008-10-3

## 8.2 附录 2

表 8-2-1 模型二对该住院部当前情况的病人安排方案二

类型	门诊时间	入院时间	第一次手术时间	第二次手术时间	出院时间
青光眼	2008-8-30	2008-9-10	2008-9-12		2008-9-20
视网膜疾病	2008-8-30	2008-9-10	2008-9-12		2008-9-22
白内障(双眼)	2008-8-30	2008-9-11	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障(双眼)	2008-8-30	2008-9-11	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
外伤	2008-9-11	2008-9-12	2008-9-13		2008-9-19
白内障(双眼)	2008-8-31	2008-9-12	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障(双眼)	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20
白内障(双眼)	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-20



白内障	2008-9-3	2008-9-16	2008-9-17		2008-9-20
白内障	2008-9-4	2008-9-16	2008-9-17		2008-9-20
白内障	2008-9-5	2008-9-16	2008-9-17		2008-9-20
青光眼	2008-8-31	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-27
青光眼	2008-8-31	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-27
视网膜疾病	2008-8-30	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-29
视网膜疾病	2008-8-30	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-29
视网膜疾病	2008-8-31	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-29
视网膜疾病	2008-8-31	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-29
视网膜疾病	2008-8-31	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-29
白内障	2008-9-8	2008-9-18	2008-9-22		2008-9-25
白内障(双眼)	2008-9-11	2008-9-18	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-27
白内障(双眼)	2008-9-11	2008-9-18	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-27
青光眼	2008-9-1	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-2	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
青光眼	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
白内障	2008-9-8	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-25

白内障	2008-9-8	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-25
白内障	2008-9-8	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-25
白内障	2008-9-9	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-25
白内障	2008-9-9	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-25
白内障	2008-9-10	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-25
白内障	2008-9-10	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-25
白内障	2008-9-10	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-25
白内障	2008-9-10	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-25
白内障	2008-9-11	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-25
青光眼	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-1
青光眼	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-1
青光眼	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
青光眼	2008-9-5	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-5	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
青光眼	2008-9-6	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-6	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-7	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-7	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-8	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-8	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-8	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
青光眼	2008-9-9	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-1
青光眼	2008-9-9	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-9	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
青光眼	2008-9-10	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-10	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
青光眼	2008-9-11	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-1
青光眼	2008-9-11	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-19	2008-9-23		2008-10-3

### 8.3 附录 3

表 8-3-1 模型二对该住院部当前情况的病人安排方案三

类型	门诊时间	入院时间	第一次手术时间	第二次手术时间	出院时间
白内障	2008-8-31	2008-9-10	2008-9-11		2008-9-14
白内障	2008-8-31	2008-9-10	2008-9-11		2008-9-14
白内障(双眼)	2008-8-30	2008-9-14	2008-9-16	2008-9-18	2008-9-21
白内障(双眼)	2008-8-30	2008-9-14	2008-9-16	2008-9-18	2008-9-21
白内障(双眼)	2008-8-31	2008-9-14	2008-9-16	2008-9-18	2008-9-21
白内障(双眼)	2008-9-1	2008-9-14	2008-9-16	2008-9-18	2008-9-21
白内障(双眼)	2008-9-1	2008-9-14	2008-9-16	2008-9-18	2008-9-21
白内障(双眼)	2008-9-1	2008-9-14	2008-9-16	2008-9-18	2008-9-21
白内障(双眼)	2008-9-2	2008-9-15	2008-9-16	2008-9-18	2008-9-21
白内障(双眼)	2008-9-3	2008-9-15	2008-9-16	2008-9-18	2008-9-21
白内障(双眼)	2008-9-4	2008-9-15	2008-9-16	2008-9-18	2008-9-21
白内障(双眼)	2008-9-4	2008-9-15	2008-9-16	2008-9-18	2008-9-21
白内障	2008-9-1	2008-9-16	2008-9-18		2008-9-21
白内障	2008-9-2	2008-9-16	2008-9-18		2008-9-21
白内障	2008-9-2	2008-9-16	2008-9-18		2008-9-21
白内障	2008-9-2	2008-9-16	2008-9-18		2008-9-21
白内障	2008-9-3	2008-9-16	2008-9-18		2008-9-21
白内障	2008-9-3	2008-9-16	2008-9-18		2008-9-21
白内障	2008-9-4	2008-9-17	2008-9-18		2008-9-21
白内障	2008-9-5	2008-9-17	2008-9-18		2008-9-21
白内障	2008-9-8	2008-9-17	2008-9-18		2008-9-21
白内障	2008-9-8	2008-9-17	2008-9-18		2008-9-21
白内障	2008-9-8	2008-9-17	2008-9-18		2008-9-21
白内障	2008-9-9	2008-9-17	2008-9-18		2008-9-21
青光眼	2008-8-30	2008-9-11	2008-9-15		2008-9-23
青光眼	2008-8-31	2008-9-12	2008-9-15		2008-9-23
青光眼	2008-8-31	2008-9-12	2008-9-15		2008-9-23
青光眼	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-23
青光眼	2008-9-4	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-23

视网膜疾病	2008-8-30	2008-9-11	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-8-30	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-8-30	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-8-31	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-8-31	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-8-31	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-2	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
青光眼	2008-9-4	2008-9-18	2008-9-22		2008-9-30
青光眼	2008-9-4	2008-9-18	2008-9-22		2008-9-30
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-18	2008-9-22		2008-10-2
白内障(双眼)	2008-9-4	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28

白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-6	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-6	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-7	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-8	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-10	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-10	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-10	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-11	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-11	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-11	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障(双眼)	2008-9-11	2008-9-21	2008-9-23	2008-9-25	2008-9-28
白内障	2008-9-9	2008-9-21	2008-9-23		2008-9-26
白内障	2008-9-10	2008-9-21	2008-9-23		2008-9-26
白内障	2008-9-10	2008-9-21	2008-9-23		2008-9-26
白内障	2008-9-10	2008-9-21	2008-9-23		2008-9-26
白内障	2008-9-10	2008-9-21	2008-9-23		2008-9-26
白内障	2008-9-11	2008-9-21	2008-9-23		2008-9-26
青光眼	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-30
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-22		2008-10-2
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-22		2008-10-2
青光眼	2008-9-5	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-30
视网膜疾病	2008-9-5	2008-9-19	2008-9-22		2008-10-2
青光眼	2008-9-6	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-30
视网膜疾病	2008-9-6	2008-9-19	2008-9-22		2008-10-2
视网膜疾病	2008-9-7	2008-9-19	2008-9-22		2008-10-2
视网膜疾病	2008-9-7	2008-9-19	2008-9-22		2008-10-2
视网膜疾病	2008-9-8	2008-9-20	2008-9-22		2008-10-2

视网膜疾病	2008-9-8	2008-9-20	2008-9-22		2008-10-2
视网膜疾病	2008-9-8	2008-9-20	2008-9-22		2008-10-2
青光眼	2008-9-9	2008-9-20	2008-9-22		2008-9-30
青光眼	2008-9-9	2008-9-20	2008-9-22		2008-9-30
视网膜疾病	2008-9-9	2008-9-20	2008-9-22		2008-10-2
青光眼	2008-9-10	2008-9-20	2008-9-22		2008-9-30
视网膜疾病	2008-9-10	2008-9-20	2008-9-22		2008-10-2
青光眼	2008-9-11	2008-9-20	2008-9-22		2008-9-30
青光眼	2008-9-11	2008-9-21	2008-9-24		2008-10-2
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-21	2008-9-24		2008-10-4
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-22	2008-9-24		2008-10-4
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-22	2008-9-24		2008-10-4
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-22	2008-9-24		2008-10-4
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-22	2008-9-24		2008-10-4

#### 8.4 附录 4

表 8-4-1 模型二对该住院部当前情况的病人安排方案四

类型	门诊时间	入院时间	第一次手术时间	第二次手术时间	出院时间
白内障	2008-8-31	2008-9-10	2008-9-12		2008-9-15
白内障	2008-8-31	2008-9-10	2008-9-12		2008-9-15
白内障	2008-9-1	2008-9-11	2008-9-12		2008-9-15
白内障	2008-9-2	2008-9-11	2008-9-12		2008-9-15
白内障(双眼)	2008-8-30	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22
白内障(双眼)	2008-8-30	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22
白内障(双眼)	2008-8-31	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22
白内障(双眼)	2008-9-1	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22
白内障(双眼)	2008-9-1	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22
白内障(双眼)	2008-9-1	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22
白内障(双眼)	2008-9-2	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22
白内障(双眼)	2008-9-3	2008-9-15	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22



白内障	2008-9-2	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-22
白内障	2008-9-2	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-22
白内障	2008-9-3	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-22
白内障	2008-9-3	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-22
白内障(双眼)	2008-9-4	2008-9-16	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22
白内障(双眼)	2008-9-4	2008-9-16	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22
白内障	2008-9-4	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-22
白内障(双眼)	2008-9-4	2008-9-16	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22
白内障	2008-9-5	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-22
白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-16	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22
白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-16	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22
白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-16	2008-9-17	2008-9-19	2008-9-22
白内障	2008-9-8	2008-9-17	2008-9-19		2008-9-22
白内障	2008-9-8	2008-9-18	2008-9-19		2008-9-22
白内障	2008-9-8	2008-9-18	2008-9-19		2008-9-22
白内障	2008-9-8	2008-9-18	2008-9-19		2008-9-22
青光眼	2008-8-30	2008-9-12	2008-9-15		2008-9-23
视网膜疾病	2008-8-30	2008-9-12	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-8-30	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-8-30	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
青光眼	2008-8-31	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-23
青光眼	2008-8-31	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-23
视网膜疾病	2008-8-31	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-8-31	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-8-31	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
青光眼	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-23
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-1	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-2	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25

视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
视网膜疾病	2008-9-3	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-25
青光眼	2008-9-4	2008-9-13	2008-9-15		2008-9-23
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-14	2008-9-16		2008-9-26
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-14	2008-9-16		2008-9-26
青光眼	2008-9-4	2008-9-14	2008-9-16		2008-9-24
青光眼	2008-9-4	2008-9-14	2008-9-16		2008-9-24
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-22		2008-10-2
青光眼	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-30
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-22		2008-10-2
视网膜疾病	2008-9-4	2008-9-19	2008-9-22		2008-10-2
白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
白内障(双眼)	2008-9-5	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
青光眼	2008-9-5	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-30
视网膜疾病	2008-9-5	2008-9-19	2008-9-22		2008-10-2
白内障(双眼)	2008-9-6	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
白内障(双眼)	2008-9-6	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
青光眼	2008-9-6	2008-9-19	2008-9-22		2008-9-30
视网膜疾病	2008-9-6	2008-9-19	2008-9-22		2008-10-2
白内障(双眼)	2008-9-7	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
视网膜疾病	2008-9-7	2008-9-19	2008-9-22		2008-10-2
视网膜疾病	2008-9-7	2008-9-20	2008-9-22		2008-10-2
白内障(双眼)	2008-9-8	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
视网膜疾病	2008-9-8	2008-9-20	2008-9-22		2008-10-2

视网膜疾病	2008-9-8	2008-9-20	2008-9-22		2008-10-2
视网膜疾病	2008-9-8	2008-9-20	2008-9-22		2008-10-2
白内障	2008-9-9	2008-9-22	2008-9-24		2008-9-27
白内障	2008-9-9	2008-9-22	2008-9-24		2008-9-27
青光眼	2008-9-9	2008-9-20	2008-9-22		2008-9-30
青光眼	2008-9-9	2008-9-20	2008-9-22		2008-9-30
视网膜疾病	2008-9-9	2008-9-20	2008-9-22		2008-10-2
白内障(双眼)	2008-9-10	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
白内障(双眼)	2008-9-10	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
白内障(双眼)	2008-9-10	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
白内障	2008-9-10	2008-9-22	2008-9-24		2008-9-27
白内障	2008-9-10	2008-9-22	2008-9-24		2008-9-27
白内障	2008-9-10	2008-9-22	2008-9-24		2008-9-27
白内障	2008-9-10	2008-9-22	2008-9-24		2008-9-27
青光眼	2008-9-10	2008-9-20	2008-9-22		2008-9-30
视网膜疾病	2008-9-10	2008-9-20	2008-9-22		2008-10-2
白内障(双眼)	2008-9-11	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
白内障(双眼)	2008-9-11	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
白内障(双眼)	2008-9-11	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
白内障(双眼)	2008-9-11	2008-9-22	2008-9-24	2008-9-26	2009-9-29
白内障	2008-9-11	2008-9-22	2008-9-24		2008-9-27
青光眼	2008-9-11	2008-9-21	2008-9-23		2008-10-1
青光眼	2008-9-11	2008-9-21	2008-9-23		2008-10-1
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-21	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-21	2008-9-23		2008-10-3
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-22	2008-9-24		2008-10-4
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-22	2008-9-24		2008-10-4
视网膜疾病	2008-9-11	2008-9-22	2008-9-24		2008-10-4

## 8.5 附录 5

模型五求解程序：

min=17.9\*x1+19.07\*x2+22.74\*x3+25.09\*x4+8.04\*x5;

data:

a1=15;a2=19.75;a3=9.48;a4=25.28;a5=9.48;

b1=2.85;b2=3.95;b3=2.37;b4=6.83;b5=0.85;

enddata

x1+x2+x3+x4+x5=79;

a1-b1<x1;

x1<a1+b1;

a2-b2<x2;

x2<a2+b2;

a3-b3<x3;

x3<a3+b3;

a4-b4<x4;

x4<a4+b4;

a5-b5<x5;

x5<a5+b5;

@gin(x1);@gin(x2);@gin(x3);@gin(x4);@gin(x5);

Global optimal solution found.

Objective value: 1527.420

Extended solver steps: 0

Total solver iterations: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X1	17.00000	17.90000
X2	23.00000	19.07000
X3	10.00000	22.74000
X4	19.00000	25.09000
X5	10.00000	8.04000
A1	15.00000	0.00000
A2	19.75000	0.00000
A3	9.48000	0.00000
A4	25.28000	0.00000
A5	9.48000	0.00000
B1	2.85000	0.00000
B2	3.95000	0.00000
B3	2.37000	0.00000
B4	6.83000	0.00000
B5	0.85000	0.00000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1527.420	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	4.850000	0.000000
4	0.850000	0.000000
5	7.200000	0.000000
6	0.700000	0.000000
7	2.890000	0.000000
8	1.850000	0.000000
9	0.550000	0.000000
10	13.11000	0.000000
11	1.370000	0.000000
12	0.330000	0.000000