

2011 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

承 诺 书

我们仔细阅读了中国大学生数学建模竞赛的竞赛规则.

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。

我们参赛选择的题号是(从 A/B/C/D 中选择一项填写): D

我们的参赛报名号为(如果赛区设置报名号的话):

所属学校(请填写完整的全名):

参赛队员(打印并签名): 1.

2.

3.

指导教师或指导教师组负责人(打印并签名):

日期: 年 月 日

赛区评阅编号(由赛区组委会评阅前进行编号):

2011 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

编 号 专 用 页

赛区评阅编号（由赛区组委会评阅前进行编号）：

赛区评阅记录（可供赛区评阅时使用）：

评 阅 人										
评 分										
备 注										

全国统一编号（由赛区组委会送交全国前编号）：

全国评阅编号（由全国组委会评阅前进行编号）：

天然肠衣的搭配

摘 要

我们小组利用数学建模求解天然肠衣的搭配问题，即在给定原材料的数目和成品规格的前提下，计算成品捆数的最优化设计，而且在计算捆数的时候要考虑到捆数、最短长度、建模求解时间等几个因素。

研究方法与研究结果

我们小组根据该题的要求并结合实际情况，首先做出了几个合理、必要的假设，然后对问题进行了分析，将该题转换为数学中的最优化和动态分配问题，利用动态线性规划求解。

由于原材料类别多，数量大，如果直接建立方程组进行求解的话耗时太大，在 30 分钟的要求内无法解决该题，经过大量的分析和计算，对各种分配组合进行研究，提出了一种改进的动态线性规划模型，按照每一个成品规格的平均长度将原材料进行分配，组成成品后剩余的再进行分组搭配，最后编程求解模型。

按照我们的计算分析，该题目给定的数据，按照长度分配，理想化的最大的分组是 194 组，我们的模型求解之后，得到的最终的分组为 190 组，经过验证，这些成品均为正确合理的，并且经过我们验证，如果有新的原材料表来，我们按照该模型进行分组、建模、计算，时间可以控制在 20 分钟以内，可以满足时间上的要求。考虑到部分肠衣降格使用以及计算精度的情况，我们小组认为该分组可以达到实际使用的要求。

不足之处：

最终组数仍然有肠衣的浪费，该模型可以进一步改进，使得肠衣原材料的利用率进一步提高。

关键词：动态分配 线性规划 顺推递归 循环递归

一、问题重述

天然肠衣（以下简称肠衣）制作加工是我国的一个传统产业，出口量占世界首位。肠衣经过清洗整理后被分割成长度不等的小段（原料），进入组装工序。传统的生产方式依靠人工，边丈量原料长度边心算，将原材料按指定根数和总长度组装出成品（捆）。

原料按长度分档，通常以0.5米为一档，如：3-3.4米按3米计算，3.5米-3.9米按3.5米计算，其余的依此类推。表1是几种常见成品的规格，长度单位为米， ∞ 表示没有上限，但实际长度小于26米。

表1 成品规格表

最短长度	最大长度	根数	总长度
3	6.5	20	89
7	13.5	8	89
14	∞	5	89

为了提高生产效率，公司计划改变组装工艺，先丈量所有原料，建立一个原料表。表2为某批次原料描述。

表2 原料描述表

长度	3-3.4	3.5-3.9	4-4.4	4.5-4.9	5-5.4	5.5-5.9	6-6.4	6.5-6.9
根数	43	59	39	41	27	28	34	21
长度	7-7.4	7.5-7.9	8-8.4	8.5-8.9	9-9.4	9.5-9.9	10-10.4	10.5-10.9
根数	24	24	20	25	21	23	21	18
长度	11-11.4	11.5-11.9	12-12.4	12.5-12.9	13-13.4	13.5-13.9	14-14.4	14.5-14.9
根数	31	23	22	59	18	25	35	29
长度	15-15.4	15.5-15.9	16-16.4	16.5-16.9	17-17.4	17.5-17.9	18-18.4	18.5-18.9
根数	30	42	28	42	45	49	50	64
长度	19-19.4	19.5-19.9	20-20.4	20.5-20.9	21-21.4	21.5-21.9	22-22.4	22.5-22.9
根数	52	63	49	35	27	16	12	2
长度	23-23.4	23.5-23.9	24-24.4	24.5-24.9	25-25.4	25.5-25.9		
根数	0	6	0	0	0	1		

根据以上成品和原料描述，设计一个原料搭配方案，工人根据这个方案“照方抓药”进行生产。

公司对搭配方案有以下具体要求：

- (1) 对于给定的一批原料，装出的成品捆数越多越好；
- (2) 对于成品捆数相同的方案，最短长度最长的成品越多，方案越好；
- (3) 为提高原料使用率，总长度允许有 ± 0.5 米的误差，总根数允许比标准少1根；
- (4) 某种规格对应原料如果出现剩余，可以降级使用。如长度为14米的原料可以和长度介于7-13.5米的进行捆扎，成品属于7-13.5米的规格；
- (5) 为了食品保鲜，要求在30分钟内产生方案。

请建立上述问题的数学模型，给出求解方法，并对表1、表2给出的实际数据进行求解，给出搭配方案。

二、问题分析

原料与成品统计表：

原料成品规格表																					
3-6.5	1	2	3	4	5	6	7	8													
	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	总根数												
	43	59	39	41	27	28	34	21	292												
7-13.5	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22							
	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	总根数						
	24	24	20	25	21	23	21	18	31	23	22	59	18	25	354						
14-∞	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
	14	14.5	15	15.5	16	16.5	17	17.5	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21	21.5	22	22.5	23.5	25.5	总根数
	35	29	30	42	28	42	45	49	50	64	52	63	49	35	27	16	12	2	6	1	677

肠衣从现实的构成和考虑保鲜等指标看，我们要在条件允许的情况下尽可能短时间内拿出原料与成品最理想的搭配。然而原料数目有限，而且长度各不相同，再加上是整根数不允许裁断，并且长度长的价格可观些。这样看来，只能在剩余的长度高一级的往下降，每捆跟数上下浮动1根，总长度上下浮动0.5，来满足成品捆数尽量多的多，最长的最多。那么，在没有具体固定的条件下，我们在建模时把实际问题转换为数学动态分配问题，考虑用动态线性规划来做。

1. 原料一定，成品捆数最多

分析：肠衣的捆数越多肯定创造的的经济效益越大，我们就把每种都尽可能的组合得最多，每种剩余的又拿来组合，直到剩余的无法在组合成捆。

2. 成品捆数相同，最短长度最长的最多

分析：每捆肠衣中最短的越长价值越高，更能满足购买者的心理并且短的缩水越严重。在1.的基础上又考虑每捆中长度长的越多越好，那就不能单纯的考虑捆数，要让它长短搭配，保证捆数和质量，达到最大的值。

3. 合理分配原料使用率最大

分析：分配原料是保证原料浪费率达到最低，不使原料的成本变太高，在满足1.与2.的基础上还要考虑，材料的不浪费，我们就把长的剩下的降级使用去满足1和2的要求。

4. 优化方案使时间最短

分析：肠衣长时间在空气下氧气进入造成氧化褐变，使其失去营养价值，降低了保鲜指标。给定的原料成品，在通过分析数据的组合，保证在最短的时间内计算出的成品率尽可能最高，所以在前面的要求用一种模型去实现，并在其后优化模型使它保持在30分钟内。

三. 模型假设

排除一些人为的失误所造成的长度测量错误;

假设肠衣全部完好无破损;

假设肠衣生产过程中无损耗;

假设计算工具运算速度较快等情况下:

四、符号说明

i : (i 为自然数) 在不同条件下取值范围不同。

1: 在第一组成品范围的原材料中。 ($3 \sim 6.5$)

2: 在第二组成品范围的原材料中。 ($7 \sim 13.5$)

3: 在第三组成品范围的原材料中。 ($14 \sim \infty$)

a_{1i} 、 b_{1i} 、 $\sim h_{1i}$: 在相应的段中 $[(3 \sim 3.4)$ 、 $(3.5 \sim 3.9)$ 、 \sim 、 $(6.5 \sim 6.9)]$ 分别取其范围内的根数。

a_{2i} 、 b_{2i} 、 $\sim n_{2i}$: 在相应的段中 $[(7 \sim 7.4)$ 、 $(7.5 \sim 7.9)$ 、 \sim 、 $(13.5 \sim 13.9)]$ 分别取其范围内的值根数。

a_{3i} 、 b_{3i} 、 $\sim t_{3i}$: 在相应的段中 $[(14 \sim 14.4)$ 、 $(14.5 \sim 14.9)$ 、 \sim 、 $(25.5 \sim 25.9)]$ 分别取其范围内的值根数。(已除去根数为0的长度范围段)

五、模型的建立并求解

通过对问题的分析我们对模型提出假设：

(一). 第一种

进行分组讨论：

- 1、第一组8个段放在一起
- 2、第二组14个段放在一起
- 3、第三组20个段放在一起

用程序去遍历的去分配所有的根数并且满足条件，组成捆。

实际情况下，这样的模型假设，搭配的方案比较费时，我们的计算机不能够在规定的时间内计算出最优的结果来，因此该方案还需要进一步优化，不能满足提出的4点最主要的要求。

所以排除该方案。

(二). 第二种

进行分4个段一组讨论：（分段按间隔 ± 0.5 ，使其段与段之间趋于平均值）

- 1、第一组每4个段一组[1, 2, 7, 8], [3, 4, 5, 6]放在一起。
- 2、第二组每4个段一组[7, 8, 19, 20], [9, 10, 17, 18], [11, 12, 15, 16]分析这三个组，再把剩余的与[13, 16]放在一起考虑。
- 3、第三组每4个段一组
[21, 22, 39, 40], [23, 26, 37, 38], [25, 26, 35, 36], [27, 28, 33, 34], [29, 30, 31, 32]放在一起。

实际情况下，这样的模型假设，搭配的方案比较费时，达到要求也不能最优。所以也排除该方案。

详情解见下面的图表（原计划分组表）。

(三). 第三种

进行合理分组一个为了使程序尽量的少，二个为了使计算机运行起来更快。
分组原则是：

- a: 使10个数长度的平均数接近于 $89/5=17.9$ 到 $89/4=22.25$ 。
- b: 分组中每个数的间隔不能太大也不能太小最好为0.5到1.5之间。
- c: 使每个组中后面有小数0.5的基本分在每组中5个左右占总数的一半。

为了解决这两个问题我们试着把分组情况如下安排：

- 1、第一组共8个段一组[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]放在一起。
- 2、第二组先是8个段一组然后把剩余多的和后面的六个段一起考虑，满足我们的分组要求。

我们的分组如下：

[9, 12, 14, 15, 18, 19, 21, 22]、[10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20]把第一组剩下的放在后一组考虑。

- 3、第三组共为20个段我们就把第三组分为2个组即每10个段分为一组。

我们分的组如下：

[23、25、26、29、31、32、35、36、40、41]，[24, 27, 28, 30, 33, 34, 37, 38, 39, 42]

- 4、再把剩余的组成组考虑。

第 1 组成品：

总长度范围约束条件：

$$88.5 \leq 3 * a_{li} + 3.5 * b_{li} + 4 * c_{li} + 4.5 * d_{li} + 5 * e_{li} + 5.5 * f_{li} + 6 * g_{li} + 6.5 * h_{li} \leq 89.5$$

各类长度根数的总和约束条件：

$$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \cdots + a_i \leq 43 \quad (\text{式 1})$$

$$b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + \cdots + b_i \leq 59 \quad (\text{式 2})$$

$$c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + \cdots + c_i \leq 39 \quad (\text{式 3})$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + \cdots + d_i \leq 43 \quad (\text{式 4})$$

$$e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + \cdots + e_i \leq 27 \quad (\text{式 5})$$

$$f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + \cdots + f_i \leq 28 \quad (\text{式 6})$$

$$g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + \cdots + g_i \leq 43 \quad (\text{式 7})$$

$$h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + \cdots + h_i \leq 21 \quad (\text{式 8})$$

变量总和满足的根数条件：

$$a_{li} + b_{li} + c_{li} + \cdots + h_{li} = 19 \quad \text{or} \quad a_{li} + b_{li} + c_{li} + \cdots + h_{li} = 20 \quad (\text{式 9})$$

运行结果：16捆。

第 2 组成品：

总长度范围公式：

$$88.5 \leq 7 * a_{2i} + 7.5 * b_{2i} + 8 * c_{2i} + 8.5 * d_{2i} + 9 * e_{2i} + 9.5 * f_{2i} + 10 * g_{2i} + 10.5 * h_{2i} + 11 * i_{2i} + 11.5 * j_{2i} + 12 * k_{2i} + 12.5 * l_{2i} + 13 * m_{2i} + 13.5 * n_{2i} \leq 89.5$$

各类长度总和约束条件：

$$a_{21} + a_{22} + a_{23} + a_{24} + \cdots + a_{2i} \leq 24 \quad (\text{式 1})$$

$$b_{21} + b_{22} + b_{23} + b_{24} + \cdots + b_{2i} \leq 20 \quad (\text{式 2})$$

$$c_{21} + c_{22} + c_{23} + c_{24} + \cdots + c_{2i} \leq 20 \quad (\text{式 3})$$

$$d_{21} + d_{22} + d_{23} + d_{24} + \cdots + d_{2i} \leq 25 \quad (\text{式 4})$$

$$e_{21} + e_{22} + e_{23} + e_{24} + \cdots + e_{2i} \leq 21 \quad (\text{式 5})$$

$$f_{21} + f_{22} + f_{23} + f_{24} + \cdots + f_{2i} \leq 23 \quad (\text{式 6})$$

$$g_{21} + g_{22} + g_{23} + g_{24} + \cdots + g_{2i} \leq 21 \quad (\text{式 7})$$

$$h_{21} + h_{22} + h_{23} + h_{24} + \cdots + h_{2i} \leq 18 \quad (\text{式 8})$$

$$i_{21} + i_{22} + i_{23} + i_{24} + \cdots + i_{2i} \leq 31 \quad (\text{式 9})$$

$$j_{21} + j_{22} + j_{23} + j_{24} + \cdots + j_{2i} \leq 23 \quad (\text{式 10})$$

$$k_{21} + k_{22} + k_{23} + k_{24} + \cdots + k_{2i} \leq 22 \quad (\text{式 11})$$

$$l_{21} + l_{22} + l_{23} + l_{24} + \cdots + l_{2i} \leq 59 \quad (\text{式 12})$$

$$m_{21} + m_{22} + m_{23} + m_{24} + \cdots + m_{2i} \leq 18 \quad (\text{式 13})$$

$$n_{21} + n_{22} + n_{23} + n_{24} + \cdots + n_{2i} \leq 25 \quad (\text{式 14})$$

变量总和满足的根数条件：

$$a_{2i} + b_{2i} + c_{2i} + d_{2i} + \cdots + n_{2i} = 7 \quad \text{or} \quad a_{2i} + b_{2i} + c_{2i} + \cdots + n_{2i} = 8 \quad (\text{式 15})$$

运行结果：42捆。

第 3 组成品:

总长度范围约束条件:

$$88.5 \leq 14 * a_{3i} + 14.5 * b_{3i} + 15 * c_{3i} + 15.5 * d_{3i} + 16 * e_{3i} + 16.5 * f_{3i} + 17 * g_{3i} + 17.5 * h_{3i} + 18 * i_{3i} \\ + 18.5 * j_{3i} + 19 * k_{3i} + 19.5 * l_{3i} + 20 * m_{3i} + 20.5 * n_{3i} + 21 * o_{3i} + 21.5 * p_{3i} + 22 * q_{3i} + 22.5 * r_{3i} \\ + 23.5 * s_{3i} + 25.5 * t_{3i} \leq 89.5$$

各类长度根数的总和约束条件:

$$a_{31} + a_{32} + a_{33} + \cdots + a_{3i} \leq 35 \quad (\text{式 1})$$

$$b_{31} + b_{32} + b_{33} + \cdots + b_{3i} \leq 29 \quad (\text{式 2})$$

$$c_{31} + c_{32} + c_{33} + \cdots + c_{3i} \leq 30 \quad (\text{式 3})$$

$$d_{31} + d_{32} + d_{33} + \cdots + d_{3i} \leq 42 \quad (\text{式 4})$$

$$e_{31} + e_{32} + e_{33} + \cdots + e_{3i} \leq 28 \quad (\text{式 5})$$

$$f_{31} + f_{32} + f_{33} + \cdots + f_{3i} \leq 42 \quad (\text{式 6})$$

$$g_{31} + g_{32} + g_{33} + \cdots + g_{3i} \leq 45 \quad (\text{式 7})$$

$$h_{31} + h_{32} + h_{33} + \cdots + h_{3i} \leq 49 \quad (\text{式 8})$$

$$i_{31} + i_{32} + i_{33} + \cdots + i_{3i} \leq 50 \quad (\text{式 9})$$

$$j_{31} + j_{32} + j_{33} + \cdots + j_{3i} \leq 64 \quad (\text{式 10})$$

$$k_{31} + k_{32} + k_{33} + \cdots + k_{3i} \leq 52 \quad (\text{式 11})$$

$$l_{31} + l_{32} + l_{33} + \cdots + l_{3i} \leq 63 \quad (\text{式 12})$$

$$m_{31} + m_{32} + m_{33} + \cdots + m_{3i} \leq 49 \quad (\text{式 13})$$

$$n_{31} + n_{32} + n_{33} + \cdots + n_{3i} \leq 35 \quad (\text{式 14})$$

$$o_{31} + o_{32} + o_{33} + \cdots + o_{3i} \leq 27 \quad (\text{式 15})$$

$$p_{31} + p_{32} + p_{33} + \cdots + p_{3i} \leq 16 \quad (\text{式 16})$$

$$q_{31} + q_{32} + q_{33} + \cdots + q_{3i} \leq 12 \quad (\text{式 17})$$

$$r_{31}+r_{32}+r_{33}+\cdots+r_{3i}\leq 2 \tag{式 18}$$

$$s_{31}+s_{32}+s_{33}+\cdots+s_{3i}\leq 6 \tag{式 19}$$

$$t_{31}+t_{32}+t_{33}+\cdots+t_{3i}\leq 1 \tag{式 20}$$

变量总和满足的根数条件：

$$a_{3i}+b_{3i}+c_{3i}+\cdots+t_{3i}\leq 5 \text{ OR } a_{3i}+b_{3i}+c_{3i}+\cdots+t_{3i}\leq 4 \tag{式 21}$$

运行结果：132捆。

第三方案：总共可组合成190捆。

六、模型的验证与优化

第二种方案通过大量的编程计算发现在这种情况下:

对应组别	1	2	7	8	对应组别	3	4	5	6
组别：1	3	3.5	6	6.5	组别：2	4	4.5	5	5.5
剩余	39	0	4	0	剩余	1	0	0	0
成品捆数	6				成品捆数	7			
对应组别	7	8	19	20	对应组别	9	10	17	18
组别：3	7	7.5	13	13.5	组别：4	8	8.5	12	12.5
剩余	22	10	11	1	剩余	17	0	0	19
成品捆数	6				成品捆数	4			
对应组别	11	12	15	16	对应组别	21	22	39	40
组别：5	9	9.5	11	11.5	组别：6	14	14.5	23.5	25.5
剩余	21	20	1	0	剩余	28	27	0	1
成品捆数	7				成品捆数	3			
对应组别	23	26	37	38	对应组别	25	26	35	36
组别：7	15	15.5	22	22.5	组别：8	16	16.5	21	21.5
剩余	18	39	0	0	剩余	28	42	27	16
成品捆数	6				成品捆数	0			
对应组别	27	28	33	34	对应组别	29	30	31	32
组别：9	17	17.5	20	20.5	组别：10	18	18.5	19	19.5
剩余	45	49	49	35	剩余	50	64	52	63
成品捆数	0				成品捆数	0			

经验证, 由于分组过于细分4段为一组, 这样不容易使每个分组的产品尽量多的使用完, 原料剩余量均出现较多的情况(例: 组别: 9、10等)。搭配得不是最好的, 并且导致编写的程序过多工作量过大, 浪费太多的时间, 要完全的分析出结果来很困难。因此我们不采取这种分组方案。

第三种方案通过编程计算发现情况如下:

		方案三的初次统计																	
成品一 19或 根一组	对应组别	1	2	3	4	5	6	7	8										
	组别: 1	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5										
	剩余	5	1	1	4	1	0	1	1										
	成品捆数	14																	
成品二8 根一组	对应组别	9	11	12	14	15	18	20	21										
	组别: 2	7	8	8.5	9.5	10	11.5	12.5	13										
	剩余	21	17	20	13	0	0	2	0										
	成品捆数	18																	
	对应组别	9	10	11	13	16	17	19	22										
	组别: 3	7	7.5	8	9	10.5	11	12	13.5										
	剩余	21	24	17	17	0	0	1	0										
	成品捆数	13																	
成品三5 根或4根 一组	对应组别	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	33	34		
	组别: 4	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	19	19.5		
	剩余	21	23	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	成品捆数	11																	
	对应组别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13							
	组别: 5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	9							
	剩余	5	1	1	4	1	0	1	1	21	23	8							
	成品捆数	0																	
成品三5 根或4根 一组	对应组别	23	25	26	29	31	32	35	36	40	41								
	组别: 6	14	15	15.5	17	18	18.5	20	20.5	22.5	23.5								
	剩余	2	1	1	1	15	26	17	5	5	1								
	成品捆数	67																	
	对应组别	24	27	28	30	33	36	37	38	39	42								
	组别: 7	14.5	16	16.5	17.5	19	19.5	21	21.5	22	25.5								
	剩余	2	1	1	1	15	26	17	5	5	1								
	成品捆数	52																	
成品三5 根或4根 一组	对应组别	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		
	组别: 8	14	14.5	15	15.5	16	16.5	17	17.5	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21	21.5		
	剩余	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	11	0	0	2	0		
	成品捆数	13																	

本方案总捆数：188 捆。

经验证后, 由于本方案剩余量还是比较多, 我们考率在满足捆数的前提满足长短的条件, 降级使用倒着算, 把长的成品三先分组, 算完后再与成品二分配后剩余的组合, 如果还有剩余的在与成品一的全部进行分配。

优化第三种方案通过编程计算情况如下:

方案三的优化统计																			
成品三5根或4根一组	对应组别: 6	14	15	15.5	17	18	18.5	20	20.5	22.5	23.5								
	剩余	2	1	1	1	15	26	17	5	5	1								
	成品捆数	67																	
	对应组别	24	27	28	30	33	36	37	38	39	42								
	组别: 7	14.5	16	16.5	17.5	19	19.5	21	21.5	22	25.5								
	剩余	2	1	1	1	15	26	17	5	5	1								
	成品捆数	52																	
	对应组别	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	组别: 8	14	14.5	15	15.5	16	16.5	17	17.5	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21	21.5	22	22.5
	剩余	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	11	0	0	2	0	0	0
成品二8根一组	成品捆数	13																	
	对应组别	9	11	12	14	15	18	20	21										
	组别: 2	7	8	8.5	9.5	10	11.5	12.5	13										
	剩余	21	17	20	13	0	0	2	0										
	成品捆数	18																	
	对应组别	9	10	11	13	16	17	19	22										
	组别: 3	7	7.5	8	9	10.5	11	12	13.5										
	剩余	21	24	17	17	0	0	1	0										
	成品捆数	13																	
	对应组别	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	33	34	38	
剩余的一组和二组成的7或8根	组别: 4	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	19	19.5	21	
	剩余	21	23	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	成品捆数	11																	
	对应组别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13							
	组别: 5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	9							
	剩余	10	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20							
	成品捆数	16																	

本方案总捆数：190 捆。

通过计算和验证统计, 第三方案初次表和优化后表进行对比, 在捆数上增加了, 使利用率提升, 优化后使程序时间控制在30分钟内。

七、模型的评价与应用

肠衣：家畜的大，小肠经刮制而成的畜产品。主要作填充香肠和灌肠的外衣；羊肠衣还可制成肠线，供制作网球拍线、弓弦、乐器弦线和外科缝合线等用。在经济快速的增长下，我国肠衣的出口量慢慢占世界首位。传统的生产方式依靠人工，边丈量原料长度边心算，将原料按根数和总长度组装出成品。这样的方式不能使原材料得到最大的使用。

优点：本模型可以减少浪费，加快工作速度，降低成本，提高保鲜度指标，保质保量，使厂家得到最大的收益。

缺点：程序还比较长，对计算的处理要求比较高，材料利用率虽然已经很高，但还没有达到最大，如果修改程序可能使利用率还会提升。由于数据量比较大，整理数据时不方便。

像这样的动态分配问题，我们的模型还可以在现实生活中，运用到其他的问题上。

例如：住房分布，人员的分配，货物的发送分配等等。

参考文献

- [1] 叶其孝 、姜启源 等译, 《数学建模》, 机械工业出版社, 2009年出版
- [2] 周凯、宋军全等, 《数学建模竞赛辅导教程》, 浙江大学出版社, 2009年出版
- [3] 但琦 、赵静 等, 《数学建模与数学实验》, 高等教育出版社, 2007年出版

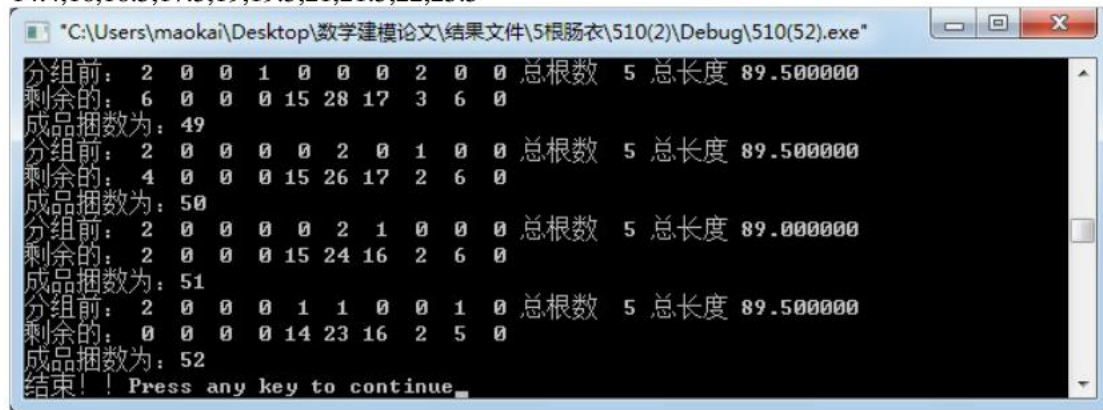
附录:

方案三优化运行结果与代码。

5 根一捆:

结果为: 52

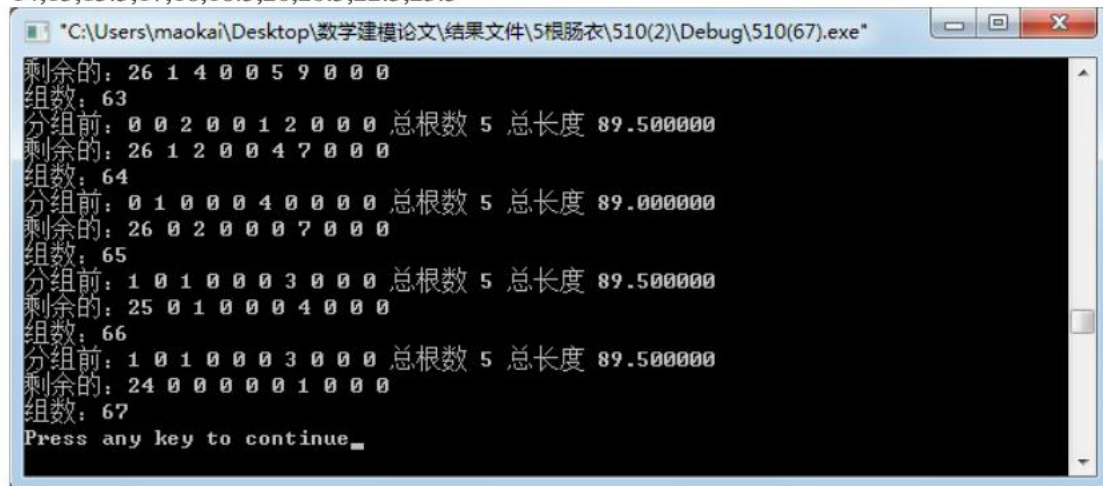
14.4,16,16.5,17.5,19,19.5,21,21.5,22,25.5



```
"C:\Users\maokai\Desktop\数学建模论文\结果文件\5根肠衣\510(2)\Debug\510(52).exe"
分组前: 2 0 0 1 0 0 0 2 0 0 总根数 5 总长度 89.500000
剩余的: 6 0 0 0 15 28 17 3 6 0
成品捆数为: 49
分组前: 2 0 0 0 0 2 0 1 0 0 总根数 5 总长度 89.500000
剩余的: 4 0 0 0 15 26 17 2 6 0
成品捆数为: 50
分组前: 2 0 0 0 0 2 1 0 0 0 总根数 5 总长度 89.000000
剩余的: 2 0 0 0 15 24 16 2 6 0
成品捆数为: 51
分组前: 2 0 0 0 1 1 0 0 1 0 总根数 5 总长度 89.500000
剩余的: 0 0 0 0 14 23 16 2 5 0
成品捆数为: 52
结束!! Press any key to continue_
```

结果为: 67

14,15,15.5,17,18,18.5,20,20.5,22.5,23.5



```
"C:\Users\maokai\Desktop\数学建模论文\结果文件\5根肠衣\510(2)\Debug\510(67).exe"
剩余的: 26 1 4 0 0 5 9 0 0 0
组数: 63
分组前: 0 0 2 0 0 1 2 0 0 0 总根数 5 总长度 89.500000
剩余的: 26 1 2 0 0 4 7 0 0 0
组数: 64
分组前: 0 1 0 0 0 4 0 0 0 0 总根数 5 总长度 89.000000
剩余的: 26 0 2 0 0 0 7 0 0 0
组数: 65
分组前: 1 0 1 0 0 0 3 0 0 0 总根数 5 总长度 89.500000
剩余的: 25 0 1 0 0 0 4 0 0 0
组数: 66
分组前: 1 0 1 0 0 0 3 0 0 0 总根数 5 总长度 89.500000
剩余的: 24 0 0 0 0 0 1 0 0 0
组数: 67
Press any key to continue_
```

结果为: 13

14、14.5、15、15.5、16、16.5、17、17.5、18、18.5、19、19.5、20、20.5、21、21.5、22、22.5、23、23.5、25.5


```

C:\Users\maokai\Desktop\数学建模论文\结果文件\5根肠衣\510(2)\Debug\剩下的分配13.exe
分组前: 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 0 0 0 0 1 0 0 0 总根数 5 总长度 89.000000
剩余的: 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 11 13 0 0 9 0 1 0 0 0
捆数为: 9
分组前: 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 2 0 0 0 0 0 总根数 5 总长度 89.000000
剩余的: 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 10 13 0 0 7 0 1 0 0 0
捆数为: 10
分组前: 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 总根数 5 总长度 88.500000
剩余的: 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 9 12 0 0 7 0 0 0 0 0
捆数为: 11
分组前: 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 2 0 0 0 0 0 总根数 5 总长度 89.500000
剩余的: 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 9 11 0 0 5 0 0 0 0 0
捆数为: 12
分组前: 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 3 0 0 0 0 1 总根数 4 总长度 88.500000
剩余的: 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 9 11 0 0 2 0 0 0 0 0
捆数为: 13
Press any key to continue

```

8 根一捆:

结果为: 18

7、8、8.5、9.5、10、11.5、12.5、13

```

C:\Users\maokai\Desktop\数学建模论文\结果文件\8根肠衣\Debug\818(18).exe
捆数为: 16
分组前: 0 0 2 1 0 0 5 0 总跟数= 8 总长度=89.000000
剩余的: 21 18 20 15 0 0 7 0
捆数为: 17
分组前: 0 1 0 2 0 0 5 0 总跟数= 8 总长度=89.500000
剩余的: 21 17 20 13 0 0 2 0
捆数为: 18
Press any key to continue_

```

结果为: 13

7、7.5、8、9、10.5、11、12、12.5、13.5

```

C:\Users\maokai\Desktop\数学建模论文\结果文件\8根肠衣\Debug\828(13).exe
分组前: 0 0 0 0 2 4 2 0 总根数=8 总长度=89.000000 0
剩余的: 21 24 17 21 12 5 8 4
捆数为: 9
分组前: 0 0 0 0 2 5 0 1 总根数=8 总长度=89.500000 0
剩余的: 21 24 17 21 10 0 8 3
捆数为: 10
分组前: 0 0 0 0 5 0 3 0 总根数=8 总长度=88.500000 0
剩余的: 21 24 17 21 5 0 5 3
捆数为: 11
分组前: 0 0 0 1 3 0 4 0 总根数=8 总长度=88.500000 0
剩余的: 21 24 17 20 2 0 1 3
捆数为: 12
分组前: 0 0 0 3 2 0 0 3 总根数=8 总长度=88.500000 0
剩余的: 21 24 17 17 0 0 1 0
捆数为: 13
Press any key to continue

```

结果为: 11

7、7.5、8、8.5、9、9.5、12、12.5、19、19.5、21

```
"C:\Users\maokai\Desktop\数学建模论文\结果文件\8根肠衣\Debug\838(11).exe"
剩余的: 21 24 16 0 14 1 0 0 1 5 2
组数为: 7
分组前: 0 0 3 0 3 0 0 0 1 1 0 总根数= 8 总长度=89.500000
剩余的: 21 24 13 0 11 1 0 0 0 4 2
组数为: 8
分组前: 0 0 4 0 1 1 0 0 0 2 0 总根数= 8 总长度=89.500000
剩余的: 21 24 9 0 10 0 0 0 0 2 2
组数为: 9
分组前: 0 0 4 0 2 0 0 0 0 2 0 总根数= 8 总长度=89.000000
剩余的: 21 24 5 0 8 0 0 0 0 0 2
组数为: 10
分组前: 0 1 5 0 0 0 0 0 0 0 2 总根数= 8 总长度=89.500000
剩余的: 21 23 0 0 8 0 0 0 0 0 0
组数为: 11
Press any key to continue
```

20 根一捆:

结果为: 16

3,3.5,4,4.5,5,5.5,6,6.5,7,7.5

```
"C:\Users\maokai\Desktop\数学建模论文\结果文件\20根肠衣\Debug\208(16).exe"
分组前: 0 11 0 0 0 1 0 7 0 0 总根数=19 总长度=89.500000
剩余的: 43 11 0 0 0 0 0 10 21 23
捆数为: 12
分组前: 1 11 0 0 0 0 0 2 5 0 总根数=19 总长度=89.500000
剩余的: 42 0 0 0 0 0 0 8 16 23
捆数为: 13
分组前: 10 0 0 0 0 0 0 7 2 0 总根数=19 总长度=89.500000
剩余的: 32 0 0 0 0 0 0 1 14 23
捆数为: 14
分组前: 11 0 0 0 0 0 0 0 7 1 总根数=19 总长度=89.500000
剩余的: 21 0 0 0 0 0 0 1 7 22
捆数为: 15
分组前: 11 0 0 0 0 0 0 1 5 2 总根数=19 总长度=89.500000
剩余的: 10 0 0 0 0 0 0 0 2 20
捆数为: 16
Press any key to continue
```

附部分C语言代码

```
#include "stdio.h"
#include "math.h"
main()
{
    long int i,b0,j=1,a1=35,b1=30,c1=42,d1=45, e1=50 ,f1=64,g1=49,h1=35,i1=2,j1=6;
    long int aa[66],bb[66],cc[66],dd[66],ee[66],ff[66],gg[66],hh[66],ii[66],jj[66];
    float a0;
    printf("这a里α?是°?14,15,15.5,17,18,18.5,20,20.5,22.5,23.5分α?别Àe用®?:
    êoal,b1,c1,d1,e1,f1,g1,h1,i1,j1表À°示°? 捆α数°y为a: êoj\n");
    for(i=1;i<66;i++)
    for(aa[i]=0;aa[i]<=a1;aa[i]++)
    for(bb[i]=0;bb[i]<=b1;bb[i]++)
    for(cc[i]=0;cc[i]<=c1;cc[i]++)
    for(dd[i]=0;dd[i]<=d1;dd[i]++)
    for(ee[i]=0;ee[i]<=e1;ee[i]++)
    for(ff[i]=0;ff[i]<=f1;ff[i]++)
    for(gg[i]=0;gg[i]<=g1;gg[i]++)
    for(hh[i]=0;hh[i]<=h1;hh[i]++)
    for(ii[i]=0;ii[i]<=i1;ii[i]++)
    for(jj[i]=0;jj[i]<=j1;jj[i]++)
    {
        a0=14*aa[i]+15*bb[i]+15.5*cc[i]+17*dd[i]+18*ee[i]+18.5*ff[i]+20*gg[i]+20.5*hh[i]+2
        2.5*ii[i]+23.5*jj[i];
        b0=aa[i]+bb[i]+cc[i]+dd[i]+ee[i]+ff[i]+gg[i]+hh[i]+ii[i]+jj[i];
        if((88.5<=(a0))&&((a0)<=89.5))
        {
            if((b0)==5||(b0)==4)
            {
                if(a1-aa[i]<0||b1-bb[i]<0||c1-cc[i]<0||d1-dd[i]<0||e1-ee[i]<0||f1-ff[i]<0||g1-gg[i]<0||h1-hh[i]<0|
                li1-ii[i]<0||j1-jj[i]<0)
                    continue;
                else
                {
                    a1=a1-aa[i];
                    b1=b1-bb[i];
                    c1=c1-cc[i];
                    d1=d1-dd[i];
                    e1=e1-ee[i];
                    f1=f1-ff[i];
                    g1=g1-gg[i];
                    h1=h1-hh[i];
                    i1=i1-ii[i];
                    j1=j1-jj[i];
                }
            }
            printf("分α?组Á°前jã: êo%2d %2d %2d %2d %2d %2d %2d %2d %2d %2d 总Á°¹
            根°°数°y %d 总Á°¹长jè度°°° %f\n",aa[i],bb[i],cc[i],dd[i],ee[i],ff[i],gg[i],hh[i],ii[i],jj[i],b0,a0);
```

```
printf("剩°余®的İ?: êo%2d %2d %2d %2d %2d %2d %2d %2d %2d %2d \n",a1,b1,c1,d1,e1,f1,g1,h1,i1,j1);  
printf("组Á°数°y: êo%d \n",j);  
j++;  
}  
  
}  
  
}
```