数学规划模型

一、线性规划模型

条件极值： 求目标函数

$$y = f(x_1, x_2, \cdots x_n)$$

在限制条件 $\Phi_k(x_1, x_2, \cdots, x_n) = 0 (k = 1, 2, \cdots, m)$

下的最大值或最小值.

数学规划模型(优化模型)：

$$Min \quad (或\ Max) \quad z = f(x)$$

$$s.t.\ \ g_i(x) \le 0,\ \ i = 1, 2, \cdots m$$

其中： $x = (x_1, \cdots x_n)^T$ (决策变量)

$f(x)$ (目标函数)

$g_i(x) \le 0, i = 1, 2, \cdots m$ (约束条件)

数学规划模型（优化模型）

$$Min\quad (\text{或} Max)\qquad z=f(x)$$

$$s.t.\ \ g_i(x)\le 0,\ \ i=1,2,\cdots m$$

其中： $x=(x_1,\cdots x_n)^T$（决策变量）

$f(x)$（目标函数）

$g_i(x)\le 0, i=1,2,\cdots m$（约束条件）

数学规划类型

1）线性规划： $f(x)$与$g_i(x)(i=1,2,\cdots m)$均为线性函数.

2）非线性规划：$f(x)$与$g_i(x)(i=1,2,\cdots m)$存在非线性函数.

3）整数规划： 决策变量 $(x_1,x_2,\ldots,x_n)^T$ 为整数解.

线性规划模型的一般形式:

$$\begin{aligned} Min\quad z &= Cx \\ s.t.\quad A_1 x &\le b_1 \\ A_2 x &= b_2 \\ v_1 \le x &\le v_2 \end{aligned}$$

(目标函数)
(不等式条件约束)
(等式条件约束)
(决策变量上下限约束)

应用难点: 模型的矩阵化和向量化.

线性规划模型matlab求解命令:

x=linprog（c， A1， b1）(无等式条件约束时)

完整格式:

[x,fval]=linprog（c， A1， b1， A2,b2,v1,v2,x0)

注:

1) 返回最优解x及目标函数fval的值;

2) 当某个中间参数缺省时, 需用[ ]占据其位置;

3) x0为决策变量的初始值;

4) 若求目标函数的最大值, 则要化为最小值优化.

数学规划模型三项工作:

1) 建模;

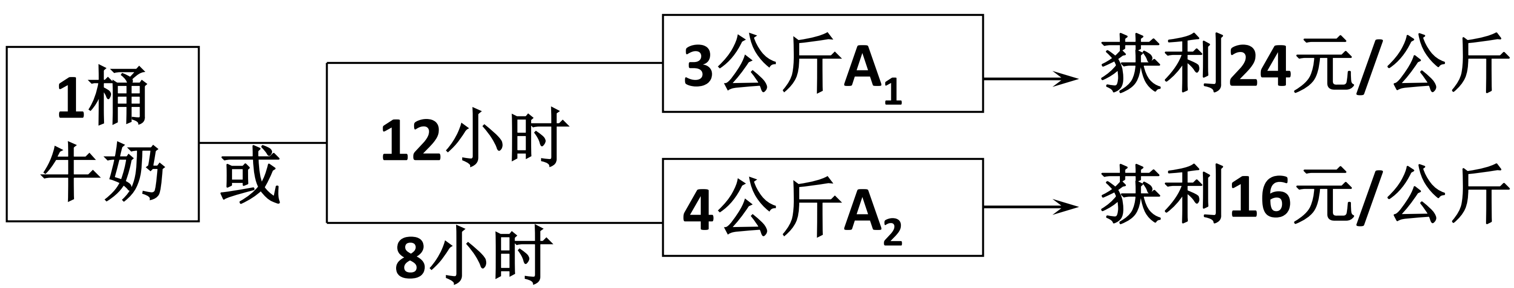
2) 模型求解(有相对成熟的数学软件);

3) 结果分析.

关键: 模型的建立与结果分析.

实例　奶制品的生产与销售

例1　加工奶制品的生产计划



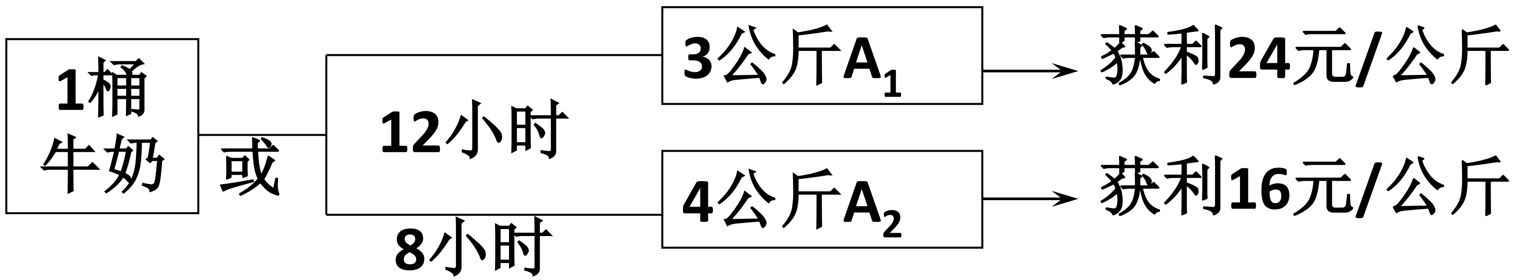
每天条件约束:　(1) 原料:50桶牛奶

(2) 时间:480小时

(3) 至多加工100公斤A_1

实例　奶制品的生产与销售

例1　加工奶制品的生产计划



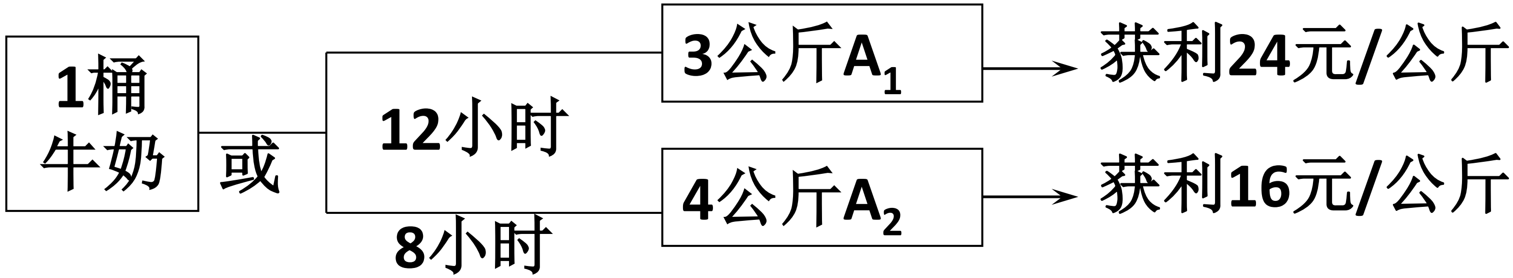
每天条件约束：　(1) 原料:50桶牛奶

(2) 时间:480小时

(3) 至多加工100公斤A_1

制订生产计划，使每天获利最大.

- 35元可买到1桶牛奶，买吗？若买，每天最多买多少?
- 可聘用临时工人，付出的工资最多是每小时几元?
- A_1的获利增加到 30元/公斤，应否改变生产计划?



每天条件约束： (1) 原料:50桶牛奶

(2) 时间:480小时

(3) 至多加工100公斤A_1

决策变量： x_1桶牛奶生产A_1 x_2桶牛奶生产A_2

(获利:$24 \times 3x_1$) (获利:$16 \times 4\ x_2$)

目标函数(每天获利)： $z = 72x_1 + 64x_2$

约束条件：

原料供应(约束)： $x_1 + x_2 \leq 50$

劳动时间(约束)： $12x_1 + 8x_2 \leq 480$

对A_1的约束： $3x_1 \leq 100$

非负约束： $x_1, x_2 \geq 0$

建立规划模型(线性规划模型):

$$\begin{aligned} &Max\ \ z = 72x_1 + 64x_2 \\ s.t.\quad & x_1 + x_2 \le 50 \\ & 12x_1 + 8x_2 \le 480 \\ & 3x_1 \le 100 \\ & x_1, x_2 \ge 0 \end{aligned}$$

决策变量: **x_1桶牛奶生产A_1**　　**x_2桶牛奶生产A_2**

求解线性规划模型

转化为求最小值解线性规划模型:

$$\begin{aligned} &\min\ \ z = -72x_1 - 64x_2 \\ s.t.\quad & x_1 + x_2 \le 50 \\ & 12x_1 + 8x_2 \le 480 \\ & 3x_1 \le 100 \\ & x_1, x_2 \ge 0 \end{aligned}$$

求解线性规划模型

转化为求最小值解线性规划模型：

$$
\begin{aligned}
\min\quad & z=-72x_1-64x_2 \\
s.t.\quad & x_1+x_2\le 50 \\
& 12x_1+8x_2\le 480 \\
& 3x_1\le 100 \\
& x_1,x_2\ge 0
\end{aligned}
$$

模型矩阵化和向量化：

$$
c=[-72\ \ -64]\quad A_1=\begin{bmatrix}1 & 1\\ 12 & 8\\ 3 & 0\end{bmatrix}\quad b_1=\begin{bmatrix}50\\ 480\\ 100\end{bmatrix}\quad x=\begin{bmatrix}x_1 & x_2\end{bmatrix}^T
$$

程序1：

```
c=[-72 -64];
A1=[1 1;12 8;3 0];
b1=[50;480;100];
A2=[];b2=[];
[x,fval]=linprog(c,A1,b1,A2,b2)
```

运行结果：

```
x =
  20.0000
  30.0000
fval =
 -3.3600e+003
```

- 35元可买到1桶牛奶，买吗？若买，每天最多买多少?

等价于：原料增加1单位, 利润增长的部分是否大于35元？

模型更改为为:

$$\min \quad z = -72x_1 - 64x_2$$
$$s.t. \quad x_1 + x_2 \le 51$$
$$12x_1 + 8x_2 \le 480$$
$$3x_1 \le 100$$
$$x_1, x_2 \ge 0$$

程序2:

```
c=[-72 -64];
A1=[1 1;12 8;3 0];
b1=[51;480;100];
A2=[];b2=[];
[x,fval]=linprog(c,A1,b1,A2,b2)
```

运行结果:

```
x =
    18.0000
    33.0000
fval =
  -3.4080e+003
```

利润增加： $3408 - 3360 = 48 > 35$ （买）

最多买多少?

- 可聘用临时工人，付出的工资最多是每小时几元?

等价于：时间增加1单位，利润增长多少？

模型更改为为：

$$
\begin{aligned}
\min \quad & z = -72x_1 - 64x_2 \\
s.t. \quad & x_1 + x_2 \le 50 \\
& 12x_1 + 8x_2 \le 481 \\
& 3x_1 \le 100 \\
& x_1, x_2 \ge 0
\end{aligned}
$$

程序3：

```
c=[-72 -64];
A1=[1 1;12 8;3 0];
b1=[50;481;100];
A2=[];b2=[];
[x,fval]=linprog(c,A1,b1,A2,b2)
```

运行结果：

```
x =
    20.2500
    29.7500
fval =
  -3.3620e+003
```

利润增加： $3362 - 3360 = 2$ （付出的工资最多每小时2元）

（请的不是钟点工，而是日工（按8小时计），又该如何?）

- A_1的获利增加到 30元/公斤，应否改变生产计划？

等价于：目标函数变为 $(Max \quad z = 90x_1 + 64x_2)$

$$\min \quad z = -90x_1 - 64x_2$$

决策变量的解是否发生变化？

$$s.t. \quad \begin{aligned} & x_1 + x_2 \le 50 \\ & 12x_1 + 8x_2 \le 480 \\ & 3x_1 \le 100 \\ & x_1, x_2 \ge 0 \end{aligned}$$

程序4：

```
c=[-90 ,-64];
A1=[1 1;12 8;3 0];
b1=[50;480;100];
A2=[];b2=[];
[x,fval]=linprog(c,A1,b1,A2,b2)
```

运行结果：

```
x =
    20.2500
    29.7500
fval =
   -3.7265e+003
```

不用改变生产计划！

- 35元可买到1桶牛奶，要买吗？ 35<48，应该买！
- 聘用临时工人付出的工资最多每小时几元？ 2元！
- A_1获利增加到 30元/千克，应否改变生产计划 不变！

要买吗的解决思路:通过比较以下两个模型的结果而得

$$
\begin{aligned}
&Max \quad z = 72x_1 + 64x_2 \\
s.t. \quad & x_1 + x_2 \le 50 \\
& 12x_1 + 8x_2 \le 480 \\
& 3x_1 \le 100 \\
& x_1, x_2 \ge 0
\end{aligned}
\qquad
\begin{aligned}
&Max \quad z = 72x_1 + 64x_2 \\
s.t. \quad & x_1 + x_2 \le 51 \\
& 12x_1 + 8x_2 \le 480 \\
& 3x_1 \le 100 \\
& x_1, x_2 \ge 0
\end{aligned}
$$

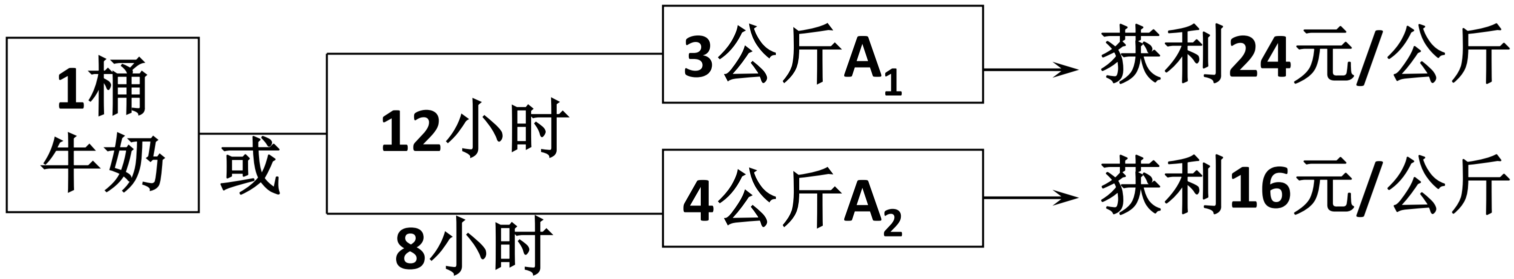
在相同的劳动时间劳动强度下,通过购进原料,以及合理的计划,可以获得更大的利润.

若买，每天最多买多少?

算法: 每次增加一桶,逐次比较增加的利润是否大于进价,直到利润不大于进价为止!

```
clc,clear
c=[-72 -64];
A1=[1 1;12 8;3 0];
b1=[50;480;100];
[x,fval2]=linprog(c,A1,b1,[],[],[0;0]);
for i=1:100
   b1=[50+i;480;100];
   [x,fval]=linprog(c,A1,b1,[],[],[0;0]);
   if -fval+fval2>35  %判断此次的利润与前次利润之差是否大于35
      fval2=fval;
   else
      break
   end
end
i=i-1;
```

$$
\begin{aligned}
Max\quad & z = 72x_1 + 64x_2 \\
s.t.\quad & x_1 + x_2 \le 50 \\
& 12x_1 + 8x_2 \le 480 \\
& 3x_1 \le 100 \\
& x_1, x_2 \ge 0
\end{aligned}
$$



每天条件约束： (1) 原料:50桶牛奶

(2) 时间:480小时

(3) 至多加工100公斤A_1

（换种假设试试？）

若决策变量设为： 出售 x_1公斤A_1，x_2公斤A_2. **（如何建模）**

目标函数： $$\max \quad z = 24x_1 + 16x_2$$

原料约束： $$\frac{x_1}{3} + \frac{x_2}{4} \le 50$$

时间约束： $$4x_1 + 2x_2 \le 480$$

对A_1的约束： $$x_1 \le 100$$

非负约束： $$x_1 \ge 0, x_2 \ge 0$$

若决策变量设为：出售 x_1公斤A_1，x_2公斤A_2.（如何建模）

目标函数：$\max \quad z = 24x_1 + 16x_2$

原料约束：$\dfrac{x_1}{3} + \dfrac{x_2}{4} \le 50$

时间约束：$4x_1 + 2x_2 \le 480$

对A_1的约束：$x_1 \le 100$

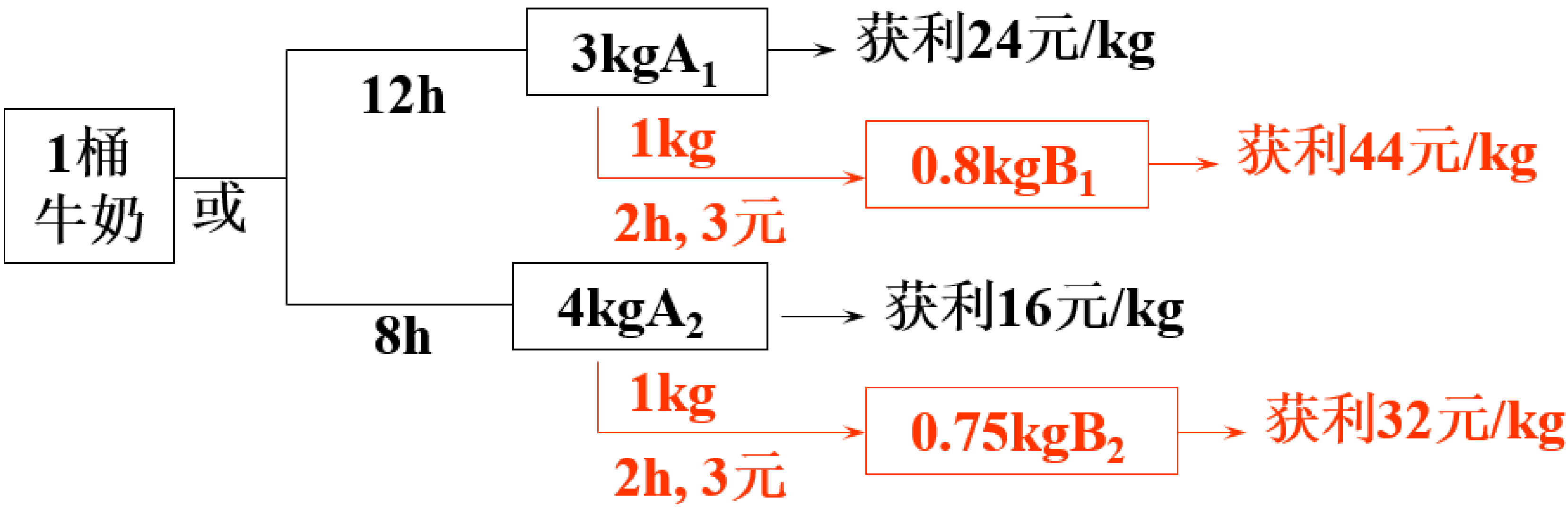
非负约束：$x_1 \ge 0, x_2 \ge 0$

编程求解：

```
clc,clear
c=[-24 -16];
A1=[1/3 1/4;4 2;1 0];
b1=[50;480;100];
[x,fval]=linprog(c,A1,b1,[],[],[0;0])
```

- 35元可买到1桶牛奶，买吗？若买，每天最多买多少？
- 可聘用临时工人，付出的工资最多是每小时几元？
- A_1的获利增加到 30元/公斤，应否改变生产计划？

例2　奶制品的生产销售计划（在例1基础上深加工）



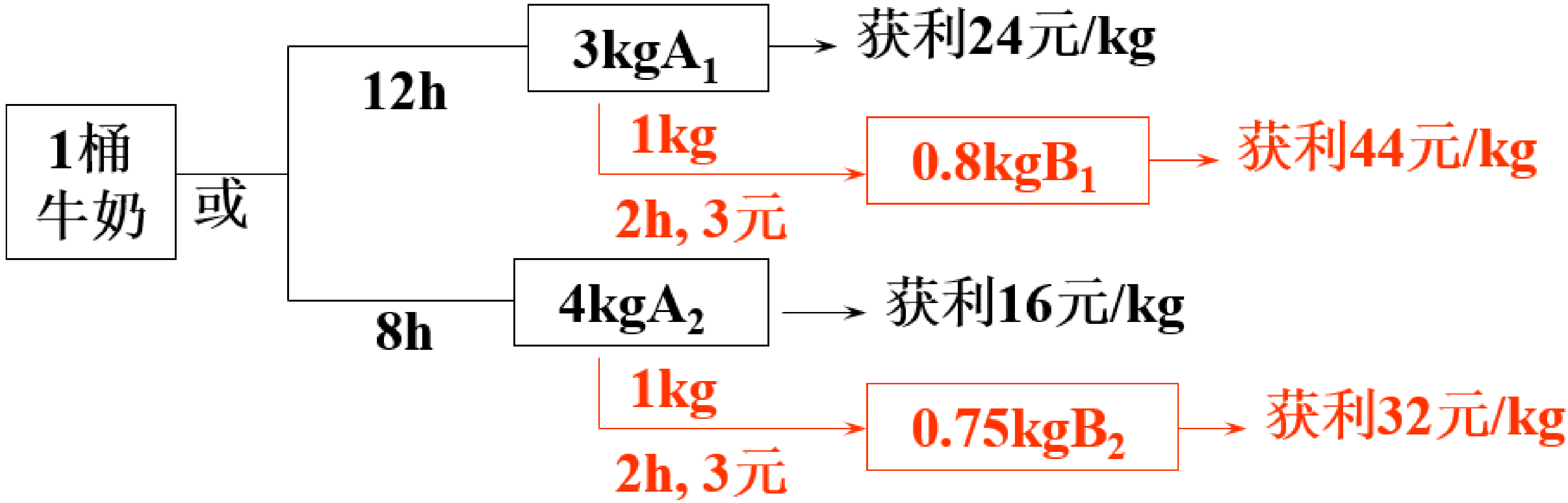
每天条件约束： (1) 原料:50桶牛奶

(2) 时间:480小时

(3) 至多加工100公斤A_1

制订生产计划，使每天净利润最大.

- 30元可增加1桶牛奶, 3元可增加1小时时间, 应否投资? 现投资150元, 可赚回多少?
- B_1, B_2的获利经常有10%的波动, 对计划有无影响?



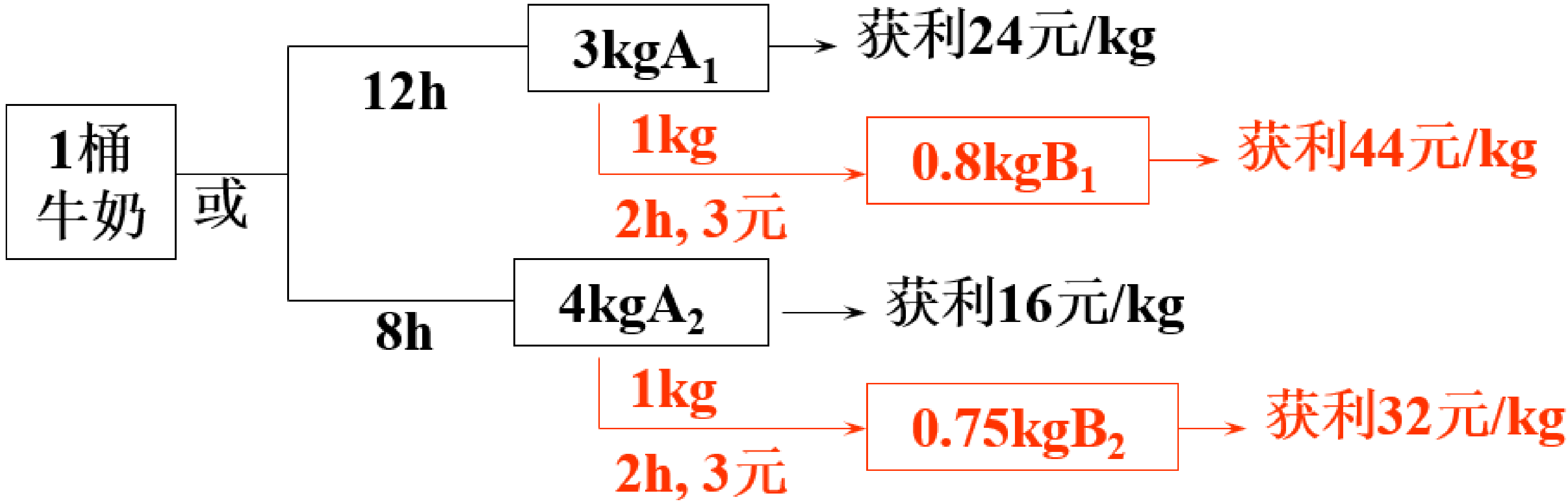
决策变量： 出售 x_1 千克 A_1， x_2 千克 A_2， x_3 千克 B_1， x_4 千克 B_2.

x_5 千克 A_1 加工 B_1， x_6 千克 A_2 加工 B_2.

（要考虑成本）　　（要考虑成本）

目标函数（获利）：

$$Max \quad z = 24x_1 + 16x_2 + 44x_3 + 32x_4 - 3x_5 - 3x_6$$



决策变量： 出售 x_1 千克 A_1，x_2 千克 A_2，x_3 千克 B_1，x_4 千克 B_2.

x_5 千克 A_1 加工 B_1，x_6 千克 A_2 加工 B_2.

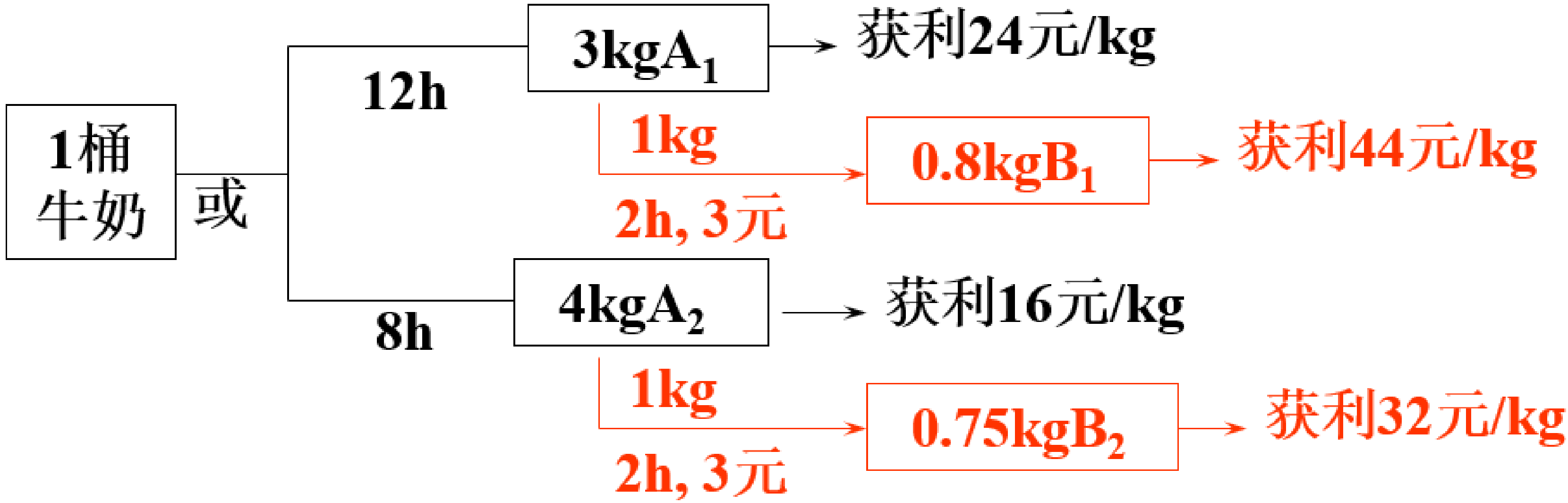
（要考虑成本）　（要考虑成本）

约束条件：

共生产 A_1 共 x_1+x_5 千克，需要牛奶 $\dfrac{x_1+x_5}{3}$ 桶.

共生产 A_2 共 x_2+x_6 千克，需要牛奶 $\dfrac{x_2+x_6}{4}$ 桶.

原料供应约束： $\dfrac{x_1+x_5}{3}+\dfrac{x_2+x_6}{4}\le 50$



决策变量： 出售 x_1 千克 A_1，x_2 千克 A_2，x_3 千克 B_1，x_4 千克 B_2.

x_5 千克 A_1 加工 B_1，x_6 千克 A_2 加工 B_2.

（要考虑成本） （要考虑成本）

约束条件：

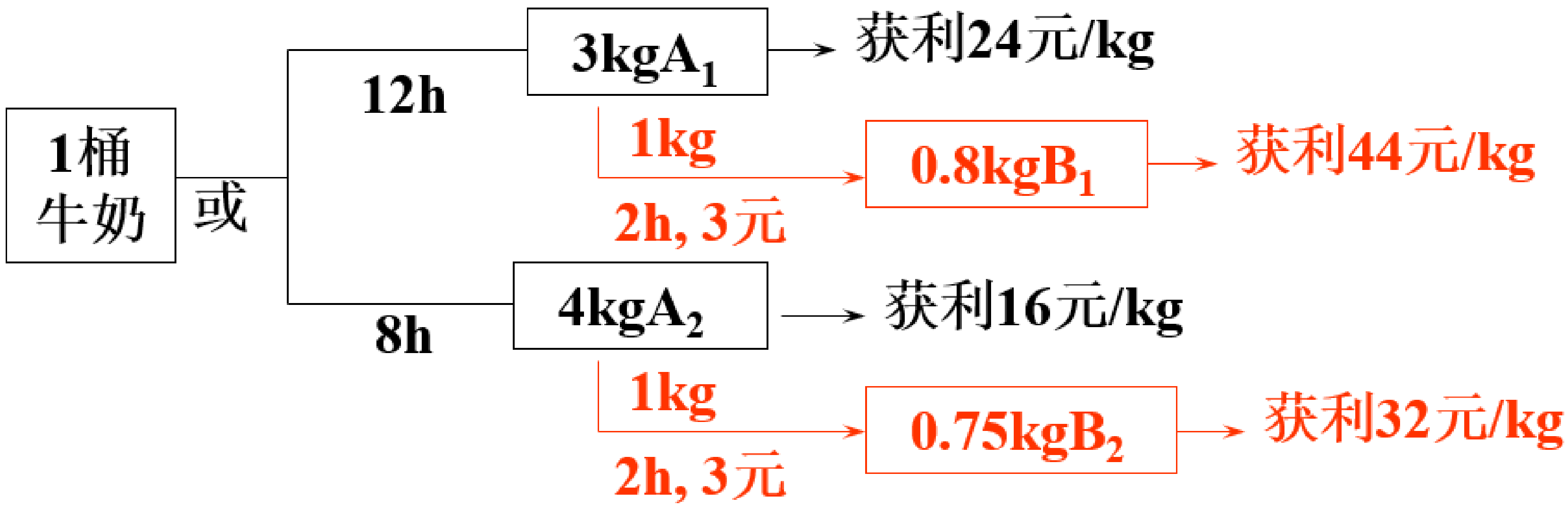
共生产 A_1 共 x_1+x_5 千克，每千克需要时间4小时，需要总时间

$$4(x_1+x_5).$$

同理，生产 A_2 需要时间：$2(x_2+x_6)$.

生产 B_1 和 B_2 需要的时间分别为：$2x_5$ 和 $2x_6$.

时间约束： $4(x_1+x_5)+2(x_2+x_6)+2x_5+2x_6\le 480$



决策变量: 出售 x_1 千克 A_1, x_2 千克 A_2, x_3 千克 B_1, x_4 千克 B_2.

x_5 千克 A_1 加工 B_1, x_6 千克 A_2 加工 B_2.

(要考虑成本) (要考虑成本)

约束条件:

对A_1的限制: $x_1 + x_5 \leq 100$

x_3 与 x_5 的关系: $x_3 = 0.8x_5$

x_4 与 x_6 的关系: $x_4 = 0.75x_6$

非负约束: $x_1, \cdots x_6 \geq 0$

决策变量： 出售 x_1 千克 A_1， x_2 千克 A_2， x_3 千克 B_1， x_4 千克 B_2.

x_5 千克 A_1 加工 B_1， x_6 千克 A_2 加工 B_2.

建立数学模型：

$$Max \quad z = 24x_1 + 16x_2 + 44x_3 + 32x_4 - 3x_5 - 3x_6$$

原料供应约束： $s.t.$ $\dfrac{x_1 + x_5}{3} + \dfrac{x_2 + x_6}{4} \le 50$

时间约束： $4(x_1 + x_5) + 2(x_2 + x_6) + 2x_5 + 2x_6 \le 480$

对A$_1$的限制： $x_1 + x_5 \le 100$

x_3 与 x_5 的关系： $x_3 = 0.8x_5$

x_4 与 x_6 的关系： $x_4 = 0.75x_6$

非负约束： $x_1, \cdots x_6 \ge 0$

$$Max \quad z = 24x_1 + 16x_2 + 44x_3 + 32x_4 - 3x_5 - 3x_6$$

$$s.t. \qquad \frac{x_1 + x_5}{3} + \frac{x_2 + x_6}{4} \le 50$$

$$4(x_1 + x_5) + 2(x_2 + x_6) + 2x_5 + 2x_6 \le 480$$

$$x_1 + x_5 \le 100$$

$$x_3 = 0.8x_5$$

$$x_4 = 0.75x_6 \qquad x_1, \cdots x_6 \ge 0$$

编程求解:

```
clc,clear  %问题2求解
c=-[24 16 44 32 -3 -3];
A1=[1/3 1/4 0 0 1/3 1/4;
   4 2 0 0 6 4;
   1 0 0 0 1 0];
b1=[50 480 100];
A2=[0 0 1 0 -0.8 0;0 0 0 1 0 -0.75];
b2=[0;0];
[x fval]=linprog(c,A1,b1,A2,b2,zeros(6,1));
```

```
x =
        0
   168.0000
    19.2000
        0
    24.0000
        0
fval =
  -3.4608e+03
```

- 30元可增加1桶牛奶, 3元可增加1小时时间, 应否投资?

等价于: 牛奶增加1桶, 时间增加一小时, 增加的利润是否大于33.

将模型改为:

$$Max\ \ z = 24x_1 + 16x_2 + 44x_3 + 32x_4 - 3x_5 - 3x_6$$

原料供应约束: $s.t.\quad \dfrac{x_1 + x_5}{3} + \dfrac{x_2 + x_6}{4} \le 51$

时间约束: $4(x_1 + x_5) + 2(x_2 + x_6) + 2x_5 + 2x_6 \le 481$

对A_1的限制: $x_1 + x_5 \le 100$

x_3 与 x_5 的关系: $x_3 = 0.8x_5$

x_4 与 x_6 的关系: $x_4 = 0.75x_6$

非负约束: $x_1, \cdots x_6 \ge 0$

$$Max \quad z = 24x_1 + 16x_2 + 44x_3 + 32x_4 - 3x_5 - 3x_6$$

$$\frac{x_1 + x_5}{3} + \frac{x_2 + x_6}{4} \le 51$$

$$4(x_1 + x_5) + 2(x_2 + x_6) + 2x_5 + 2x_6 \le 481$$

$$x_1 + x_5 \le 100$$

$$x_3 = 0.8x_5$$

$$x_4 = 0.75x_6$$

$$x_1, \cdots x_6 \ge 0$$

```
clc,clear  %问题2求解
c=-[24,16,44,32,-3,-3];
A1=[1/3,1/4,0,0,1/3,1/4;
    4,2,0,0,6,4;
    1,0,0,0,1,0];
b1=[51,481,100];
A2=[0,0,1,0,-0.8,0;
    0,0,0,1,0,-0.75];
b2=[0,0];
[x fval]=linprog(c,A1,b1,A2,b2,zeros(6,1));
```

```
clc,clear  %问题2求解
c=-[24 16 44 32 -3 -3];
A1=[1/3 1/4 0 0 1/3 1/4;
   4 2 0 0 6 4;
   1 0 0 0 1 0];
b1=[51 481 100];
A2=[0 0 1 0 -0.8 0;0 0 0 1 0 -0.75];
b2=[0;0];
[x fval]=linprog(c,A1,b1,A2,b2,zeros(6,1));
```

```
x =
        0
  174.8000
   17.5200
        0
   21.9000
        0
fval =
  -3.5020e+03
```

两次获利比较增加: 41>33

30元可增加1桶牛奶, 3元可增加1小时时间, 应投资.

- 30元可增加1桶牛奶,3元可增加1小时时间,应否投资?现投资150元,可赚回多少?

150元:可买牛奶(30元1桶),可买时间(3元1小时)

两者的关系:

若牛奶增加数为$i(i=0,1,2,3,4,5)$,则时间的增加数为

$$j=(150-30i)/3.$$

逐次取 $i=0,1,2,3,4,5$,修改模型的原料供应约束条件和时间约束条件,求出每一种情形优化解.比较这些优化解,确定最优解.

将模型改为:

$$Max\quad z=24x_1+16x_2+44x_3+32x_4-3x_5-3x_6$$

原料供应约束: $s.t.\quad \dfrac{x_1+x_5}{3}+\dfrac{x_2+x_6}{4}\le 50+i$

时间约束: $4(x_1+x_5)+2(x_2+x_6)+2x_5+2x_6\le 480+(150-30i)/3$

(其他约束条件不变)

将模型改为:

$$Max \quad z = 24x_1 + 16x_2 + 44x_3 + 32x_4 - 3x_5 - 3x_6$$

原料供应约束: $s.t. \quad \frac{x_1 + x_5}{3} + \frac{x_2 + x_6}{4} \le 50 + i$

时间约束: $4(x_1 + x_5) + 2(x_2 + x_6) + 2x_5 + 2x_6 \le 480 + (150 - 30i)/3$

对A_1的限制: $x_1 + x_5 \le 100$

x_3 **与** x_5 **的关系:** $x_3 = 0.8x_5$

x_4 **与** x_6 **的关系:** $x_4 = 0.75x_6$

非负约束: $x_1, \cdots x_6 \ge 0$

(编程求解)

```
clc,clear    %问题2：投资150元的方式
c=-[24 16 44 32 -3 -3];
A1=[1/3 1/4 0 0 1/3 1/4;
   4 2 0 0 6 4;
   1 0 0 0 1 0];
fval0=3.4608e+03;  %未投资前获利
A2=[0 0 1 0 -0.8 0;0 0 0 1 0 -0.75];
b2=[0;0];
q=150;
for i=0:1:q/30;
   b1=[50+i 480+(q-30*i)/3 100];
   [x fval]=linprog(c,A1,b1,A2,b2,zeros(6,1));
   x1(:,i+1)=x;
   w(i+1)=fval;  %投资150不同组合获利
end
w1=-w-fval0-150  %与投资前比较(扣除成本)
```

```
clc,clear    %问题2：投资150元的方式
c=-[24 16 44 32 -3 -3];
A1=[1/3 1/4 0 0 1/3 1/4;
   4 2 0 0 6 4;
   1 0 0 0 1 0];
fval0=3.4608e+03; %未投资前获利
A2=[0 0 1 0 -0.8 0;0 0 0 1 0 -0.75];
b2=[0;0];
q=150;
for i=0:1:q/30;
   b1=[50+i 480+(q-30*i)/3 100];
   [x fval]=linprog(c,A1,b1,A2,b2,zeros(6,1));
   x1(:,i+1)=x;
   w(i+1)=fval;  %投资150不同组合获利
end
w1=-w-fval0-150  %与投资前比较(扣除成本)
```

投资150元买牛奶数0—5桶(剩余买时间)可分别赚回:

13.00 18.32 23.64 28.96 34.28 39.6

投资150元全用来买牛奶(5桶)获利最大.

问题:

按目前的生产能力,最多可以投入多少资金?

(以30元的倍数投资)

等价于:投入的资金全部用来买牛奶,一天最多可多少桶.

- B_1, B_2的获利经常有10%的波动，对计划有无影响？

B_1, B_2获利的波动，只对目标函数发生影响.

模型目标函数改为:

$$Max\ \ z = 24x_1 + 16x_2 + (44 + q_1)x_3 + (32 + q_2)x_4 - 3x_5 - 3x_6$$

$$q_1 = \pm 4.4, q_2 = \pm 3.2.$$

原料供应约束: $s.t.$ $\dfrac{x_1 + x_5}{3} + \dfrac{x_2 + x_6}{4} \le 50$

时间约束: $4(x_1 + x_5) + 2(x_2 + x_6) + 2x_5 + 2x_6 \le 480$

对A_1的限制: $x_1 + x_5 \le 100$

x_3 与 x_5 的关系: $x_3 = 0.8x_5$

x_4 与 x_6 的关系: $x_4 = 0.75x_6$

非负约束: $x_1, \cdots x_6 \ge 0$

(编程求解)

$$Max\ \ z = 24x_1 + 16x_2 + (44+q_1)x_3 + (32+q_2)x_4 - 3x_5 - 3x_6$$

$$q_1 = \pm 4.4, q_2 = \pm 3.2.$$

```
clc,clear
c=-[24 16 44 32 -3 -3;
   24 16 44+4.4 32+3.2 -3 -3;
   24 16 44+4.4 32-3.2 -3 -3;
   24 16 44-4.4 32+3.2 -3 -3;
   24 16 44-4.4 32-3.2 -3 -3];
```

```
A1=[1/3 1/4 0 0 1/3 1/4;
  4 2 0 0 6 4;
  1 0 0 0 1 0];
b1=[50 480 100];
```

$$s.t.\quad \frac{x_1 + x_5}{3} + \frac{x_2 + x_6}{4} \le 50$$

$$4(x_1 + x_5) + 2(x_2 + x_6) + 2x_5 + 2x_6 \le 480$$

$$x_1 + x_5 \le 100$$

```
A2=[0 0 1 0 -0.8 0;0 0 0 1 0 -0.75];
b2=[0;0];
```

$$x_3 - 0.8x_5 = 0$$

$$x_4 - 0.75x_6 = 0$$

```
clc,clear
c=-[24 16 44 32 -3 -3;
   24 16 44+4.4 32+3.2 -3 -3;
   24 16 44+4.4 32-3.2 -3 -3;
   24 16 44-4.4 32+3.2 -3 -3;
   24 16 44-4.4 32-3.2 -3 -3];
A1=[1/3 1/4 0 0 1/3 1/4;
   4 2 0 0 6 4;
   1 0 0 0 1 0];
b1=[50 480 100];
A2=[0 0 1 0 -0.8 0;0 0 0 1 0 -0.75];
b2=[0;0];
for i=1:1:6;
   [x fval]=linprog(c(i,:),A1,b1,A2,b2,zeros(6,1));
   x1(:,i)=x;
   w(i)=fval;
end
```

目标函数向量矩阵:

c =

-24.0000	-16.0000	-44.0000	-32.0000	3.0000	3.0000
-24.0000	-16.0000	-48.4000	-35.2000	3.0000	3.0000
-24.0000	-16.0000	-48.4000	-28.8000	3.0000	3.0000
-24.0000	-16.0000	-39.6000	-35.2000	3.0000	3.0000
-24.0000	-16.0000	-39.6000	-28.8000	3.0000	3.0000

对应的优化解为:

x=

0	168.0000	19.2000	0	24.0000	0
0	168.0000	19.2000	0	24.0000	0
0	168.0000	19.2000	0	24.0000	0
0	160.0000	0	30.0000	0	40.0000
0	168.0000	19.2000	0	24.0000	0

当目标向量为[24 16 39.6 35.2 -3 -3] **时, 应对生产计划作出重大调整.**