南 京 航 空 航 天 大 学

二〇一九 ～ 二〇二〇 学年 第I学期《运筹学》考试试题

考试日期： 2020年1 月5 日 试卷类型：A 试卷代号：

班号 学号 姓名

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											

一、简答题（每题 5 分，共 25 分）

1、简述影子价格及其管理启示。
2、简述增广链的概念。
3、简述互补松弛性。
4、悲观决策准则
5、最小生成树

二、（15 分）已知线性规划问题：

$$\max z = 3x_1 + x_2 - x_3$$
$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 \le 2 \\ 4x_2 + x_3 \le 5 \\ x_1 + 2x_2 - x_3 \le 2 \\ x_1, x_2, x_3 \ge 0 \end{cases}$$

（1） 请用单纯形法求解该线性规划问题。

（2） 目标函数中变量x_2的系数c_2在什么范围变化时线性规划的最优解不变？

当C_2=12，求该线性规划的最优解

（3） 若第一个约束中右端常数项由 2 变为8 时，该线性规划的最优值是多少？

三、（10 分）某地区有三个化肥厂 A、B、C，每年可供应本地区化肥的数量分别为 7 万吨、6 万吨、3 万吨。有四个产粮区甲、乙、丙、丁需要该种化肥，需要量分别为 6 万吨、6 万吨、3 万吨、3 万吨。已知从各化肥厂到各产粮区的每吨化肥的运价如表 1 所示（表中单位：元/吨）

表 1 化肥运价表

化肥厂 \ 产粮区	甲	乙	丙	丁
A	50	80	70	30
B	40	90	100	70
C	80	40	20	90

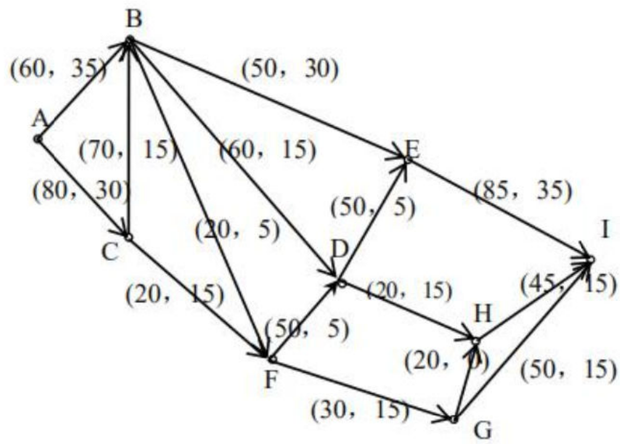
试根据以上资料制定一个使总的运费为最少的化肥调拨方案。

四、（10 分）有一份中文说明书，需译成英、日、德、俄、法四种文字，分别记作 E、J、G、R、F。现有甲、乙、丙、丁、戊五人完成。他们将中文说明书翻译成不同语种说明书所需小时数如表 2 所示。问，若要求每一翻译任务只分配给一人去完成，每一个人只接受一项翻译任务，应指派何人去完成何种翻译任务，使所需时间最少？

表 2 每人完成中文说明书翻译成不同语种所需时间

人员 \ 任务	E	J	G	R	F
甲	13	36	13	19	23
乙	30	44	28	9	6
丙	44	24	8	27	8
丁	10	14	42	34	25
戊	19	10	26	10	35

五、（10 分）求解下述问题的最大流和最小截集（图 1 箭线括号内前面数字为容量，后面数字为流量）。



六、（10 分）已知某项目的各工作正常工时、极限工时及相应直接费用如表 5，网络如图 2。

表 5　项目工作资料

工作	正常工作		极限工作	
	时间（天）	费用（元）	时间（天）	费用（元）
A→B	24	5 000	16	7 000
A→C	30	9 000	18	10 200
B→D	22	4 000	18	4 800
C→D	26	10 000	24	10 300
C→E	24	8 000	20	9 000
D→F	18	5 400	18	5 400
E→F	18	6 400	10	6 800

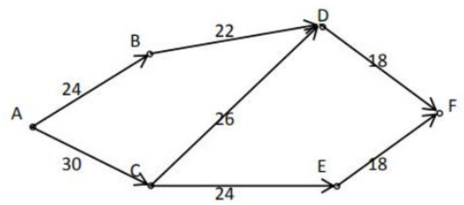


图 2 项目的工程网络图

七、（10 分）某公司每月需某种化学品 2000 瓶，每瓶成本 150 元，每次订购费为 125 元，每瓶化学品每年存储费为成本的 16%。试求

1） 若不允许缺货，求最优订货量及最小费用；

2） 若允许缺货，缺货费为每瓶 101 元，求最大库存量及最大缺货量。

八、（10 分）某投资公司拟投资建一工厂，初步建设方案有 2 种，大规模方案为投资 300 万，小规模方案为投资 160 万。两个方案的生产期均为 10 年，每年的损益值及销售状态如表 3。请用决策树分析方法选择最优方案。为了适应市场变化，投资公司又考虑了第 3 种方案，即先小规模投资（投入 160 万）生产 3 年，如果销路差则不再追加投资，继续生产 7 年。如果销路好，再做决定是否投资 140 万扩建至大规模的方案（总投资 300 万），生产 7 年。前 3 年和后 7 年的销路状态概率见表 4。大小规模的投资损益值见表 3。请用决策树分析方法选择最优方案。

表 3 投资损益值

	概率	损益值（万元/年）	
		大规模	小规模
销路好	0.7	100	60
销路差	0.3	-20	20

表 4 前 3 年和后 7 年投资销售状态

	前 3 年销售状态		后 7 年销售状态	
销路	好	差	好	差
概率	0.7	0.3	0.9	0.1

（1）加入松弛变量后，原问题化为

$$MaxZ = 3X1 + X2 - X3$$

$$S.t.\begin{cases} X1 + 3X2 + X3 + X4 = 2 \\ 4X2 + X3 + X5 = 5 \\ X1 + 2X2 - X3 + X6 = 2 \\ Xi \geq 0, i = 1,2,\ldots,6 \end{cases}$$

C_j			3	1	-1	0	0	0	θ_i
C_B	X_B	b	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
0	X4	2	[1]	3	1	1	0	0	2
0	X5	5	0	4	1	0	1	0	-
0	X6	2	1	2	-1	0	0	1	2
C_j-Z_j			3	1	-1	0	0	0	
3	X1	2	1	3	1	1	0	0	
0	X5	5	0	4	1	0	1	0	
0	X6	0	0	-1	-2	-1	0	1	
C_j-Z_j			0	-8	-4	-3	0	0	

故最优解为 $X^*=(2,0,0,0,5,0)^T$

最优值为 $Z^*=6$

2）因为 X2 为非基变量，其价值系数的变化只会影响自身的检验数，

则有 $\sigma_2=C_2-C_BB^{-1}P_2=C_2-(3,0,0)\begin{bmatrix}1&0&0\\0&1&0\\-1&0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}3\\4\\2\end{bmatrix}=C_2-9$，

当 $C_2-9\le 0$，即 $C_2\le 9$ 时，最优解不变。

当 $C_2=12$ 时，有

C_j			3	12	-1	0	0	0	θ_i
C_B	X_B	b	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
3	X1	2	1	[3]	1	1	0	0	2/3
0	X5	5	0	4	1	0	1	0	5/4
0	X6	0	0	-1	-2	-1	0	1	-
C_j-Z_j			0	3	-4	-3	0	0	
12	X2	2/3	1/3	1	1/3	1/3	0	0	
0	X5	7/3	-4/3	0	-1/3	-4/3	1	0	
0	X6	2/3	1/3	0	-5/3	-2/3	0	1	
C_j-Z_j			-1	0	-5	-4	0	0	

故最优解变为 $X^*=(0,\frac{2}{3},0,0,\frac{7}{3},\frac{2}{3})^T$，最优值变为 $Z^*=8$

（3）

$$b'=B^{-1}b=\begin{bmatrix}1&0&0\\0&1&0\\-1&0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}8\\5\\2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}8\\5\\-6\end{bmatrix}$$

存在有负分量，故用对偶单纯形法迭代

C_j			3	1	-1	0	0	0
C_B	X_B	b	X1	X2	X3	X4	X5	X6
3	X1	8	1	3	1	1	0	0
0	X5	5	0	4	1	0	1	0
0	X6	-6	0	-1	[-2]	-1	0	1
C_j-Z_j			0	-8	-4	-3	0	0
3	X1	5	1	5/2	0	1/2	0	1/2
0	X5	2	0	7/2	0	-1/2	1	1/2
-1	X3	3	0	1/2	1	1/2	0	-1/2
C_j-Z_j			0	-6	0	-1	0	-2

故最优解变为

$X^*=(5,0,3,0,2,0)^T$，最优值变为 $Z^*=12$

	甲	乙	丙	丁	行罚值
A	50	80	70	30	20 20 30
B	40	90	100	70	30 30 50
C	80	40	20	90	20
D	0	0	0	0	0
列罚值	40 10 10	40 40 10	20 50	30 40 40	

	甲	乙	丙	丁	产量
A	0	4		3	7
B	6				6
C		0	3		3
D		2			2
销量	6	6	3	3	

	甲	乙	丙	丁	Ui
A	50 0	80 0	70 10	30 0	0
B	40 0	90 20	100 50	70 50	-10
C	80 70	40 0	20 0	90 100	-40
D	0 30	0 0	0 20	0 50	-80
Vj	50	80	60	30	

由于所有检验数都大于等于零，故得到最优方案。即

从产地 A 分别运 4,3 单位到销地乙和丁

从产地 B 运 6 单位到销地甲

从产地 C 运 3 单位到销地丙

最优运费 Z=80*4+30*3+40*6+20*3=710（万元）

对效率矩阵进行调整，

$$
\begin{array}{c}
\begin{bmatrix}
13 & 36 & 13 & 19 & 23 \\
30 & 44 & 28 & 9 & 6 \\
44 & 24 & 8 & 27 & 8 \\
10 & 14 & 42 & 34 & 25 \\
19 & 10 & 26 & 10 & 35
\end{bmatrix}
\end{array}
\begin{array}{c}
\text{Min} \\ 13 \\ 6 \\ 8 \\ 10 \\ 10
\end{array}
\longrightarrow
\begin{array}{cc}
\begin{bmatrix}
\varnothing & 23 & \odot & 6 & 10 \\
24 & 38 & 22 & 3 & \odot \\
44 & 16 & \varnothing & 19 & \varnothing \\
\odot & 4 & 32 & 24 & 15 \\
9 & \odot & 16 & \varnothing & 25
\end{bmatrix}
&
\begin{array}{c}
\checkmark \\ \checkmark \\ \checkmark \\ \checkmark \\ \\
\end{array}
\\
\begin{array}{ccccc}
\checkmark & \quad & \checkmark & \quad & \checkmark
\end{array}
&
\end{array}
$$

因为◎的个数 m=4 小于 n=5，故转入调整过程，未被直线覆盖的最小元素为 3，故调整量 $\theta=3$。

$$
\begin{bmatrix}
\varnothing & 20 & \odot & 3 & 10 \\
24 & 35 & 22 & \odot & \varnothing \\
36 & 13 & \varnothing & 16 & \odot \\
\odot & 1 & 32 & 21 & 15 \\
12 & \odot & 19 & \varnothing & 28
\end{bmatrix}
$$
因为◎的个数 m=n=5，故得到最优解，即
$$
\begin{bmatrix}
0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0
\end{bmatrix}
$$

最优效率 Z=10+10+13+9+8=50

五. 给 V_A 标号 $(0,+\infty)$。此时已标号未检查点集 $V_0=\{V_A\}$，已标号未检查点集 $V_s=\phi$。
未标号点集 $\bar{V}_S=\{V_B, V_C, V_D, V_E, V_F, V_G, V_H, V_I\}$.

①检查 V_A 点。(V_A, V_B), (V_A, V_C) 均为前向非饱和弧，故给 V_B, V_C 分别标号 $(V_A, L(V_B))$, $(V_A, L(V_C))$，其中，$L(V_B)=\min\{+\infty, C_{AB}-f_{AB}\}=\min\{+\infty, 25\}=25$. $L(V_C)=\min\{+\infty, C_{AC}-f_{AC}\}=\min\{+\infty, 50\}=50$

此时，$V_0=\{V_B, V_C\}$, $V_S=\{V_A\}$, $\bar{V}_S=\{V_D, V_E, V_F, V_G, V_H, V_I\}$.

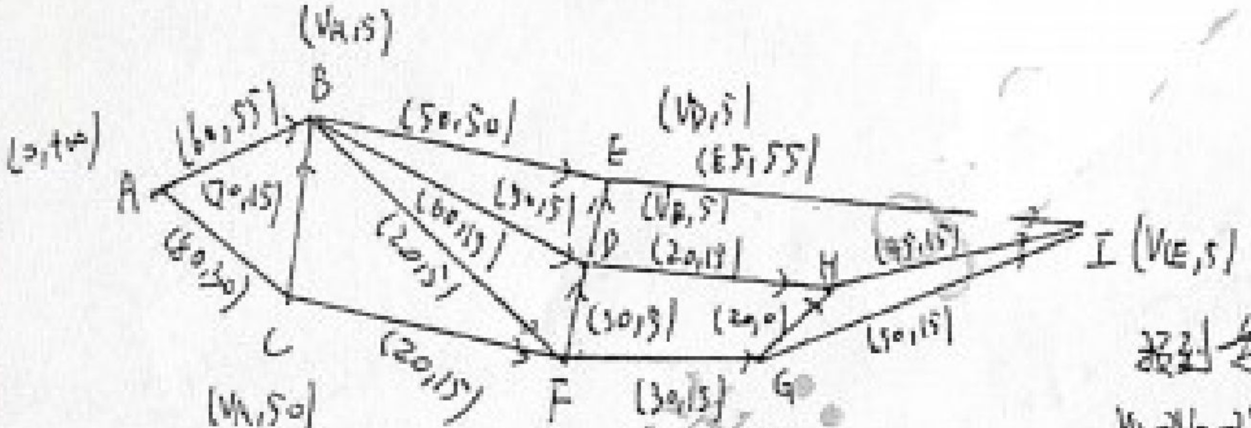
② 检查 V_B 点。(V_B, V_D), (V_B, V_G), (V_B, V_F) 均为前向非饱和弧。故给 V_D, V_E, V_F 分别标号 $(V_B, L(V_D))$, $(V_B, L(V_E))$, $(V_B, L(V_F))$，其中，$L(V_D)=\min\{L(V_B), C_{BD}-f_{BD}\}=\min\{25, 45\}=25$.
$L(V_E)=\min\{L(V_B), C_{BE}-f_{BE}\}=\min\{25, 20\}=20$，$L(V_F)=\min\{L(V_B), C_{BF}-f_{BF}\}=\min\{25, 15\}=15$.

此时，$V_0=\{V_C, V_D, V_E, V_F\}$, $V_S=\{V_A, V_B\}$, $\bar{V}_S=\{V_G, V_H, V_I\}$.

③ 检查 V_E 点。(V_E, V_I) 为前向非饱和弧，故给 V_I 标号 $(V_E, L(V_I))$，其中，
$L(V_I)=\min\{L(V_E), C_{EI}-f_{EI}\}=\min\{20, 50\}=20$

此时，V_I 已标号，故不再检查其余点，转入调整过程，找到一条增广链
$V_A \to V_B \to V_E \to V_I$，由 V_I 第二个标号可知，调整量 $\theta=20$.

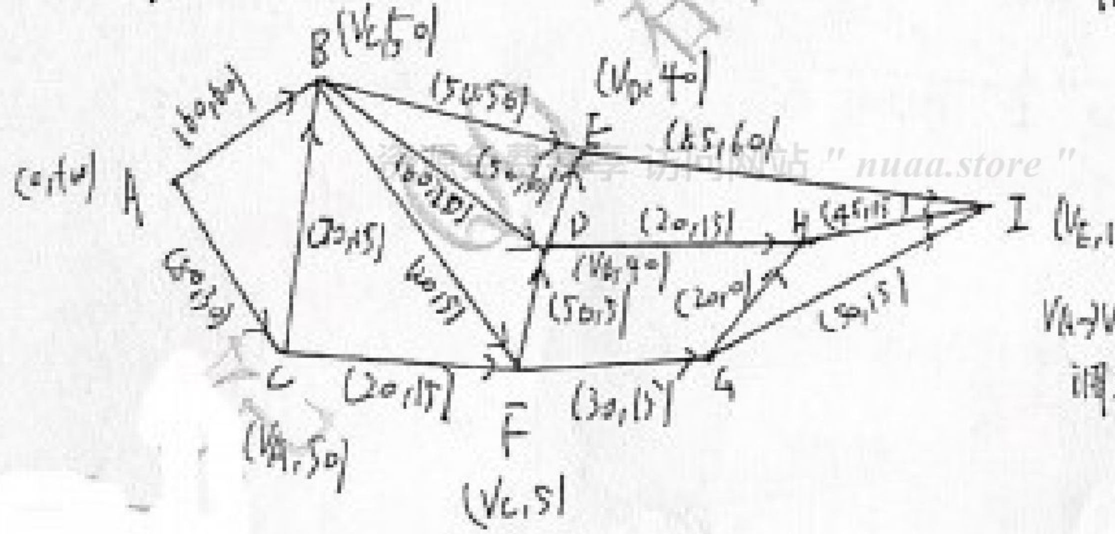
$$
f'_{ij} = \begin{cases} f'_{AB} = f_{AB} + \theta = 35 + 20 = 55, & (v_A, v_B) \in \mu^+ \\ f'_{BE} = f_{BE} + \theta = 30 + 20 = 50, & (v_B, v_E) \in \mu^+ \\ f'_{EI} = f_{EI} + \theta = 35 + 20 = 55, & (v_E, v_I) \in \mu^+ \\ f_{ij}, & (v_i, v_j) \notin \mu \end{cases}
$$



找到一条增广链

$v_A \to v_B \to v_D \to v_G \to v_I$,

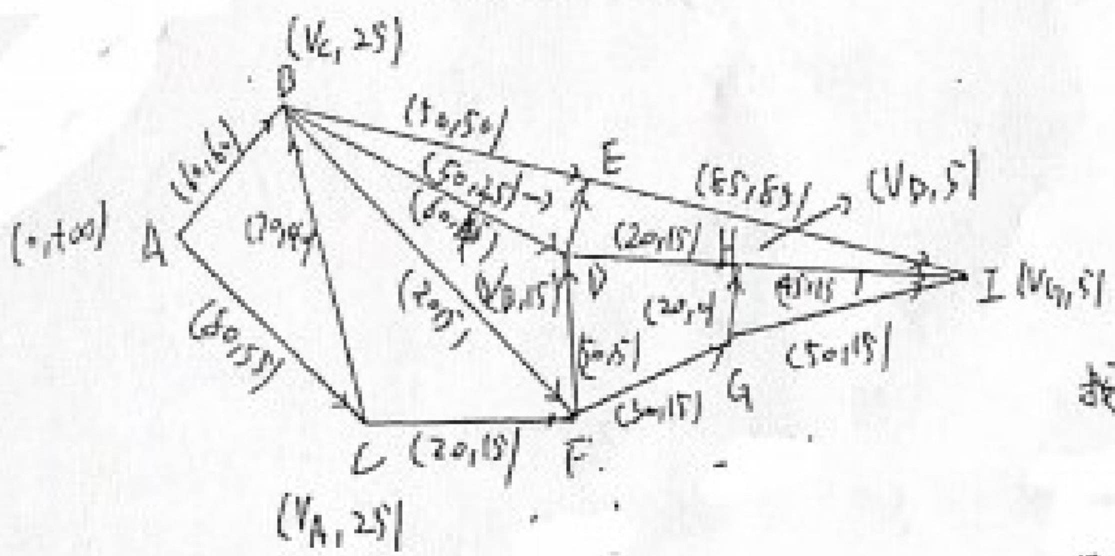
调整量 $\theta = 5$.



找到一条增广链

$v_A \to v_C \to v_B \to v_D \to v_G \to v_I$.

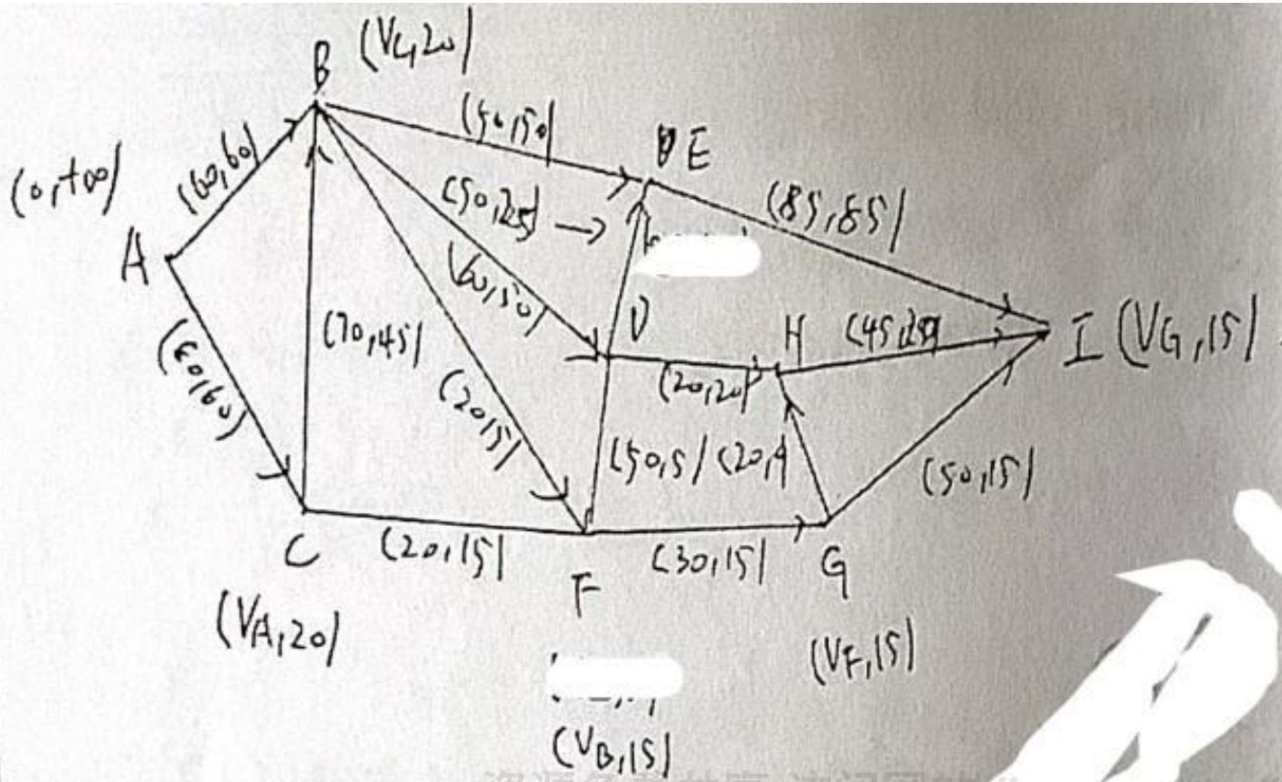
调整量 $\theta = 25$



找到一条增广链,

$v_A \to v_C \to v_B \to v_D \to v_H \to v_I$,

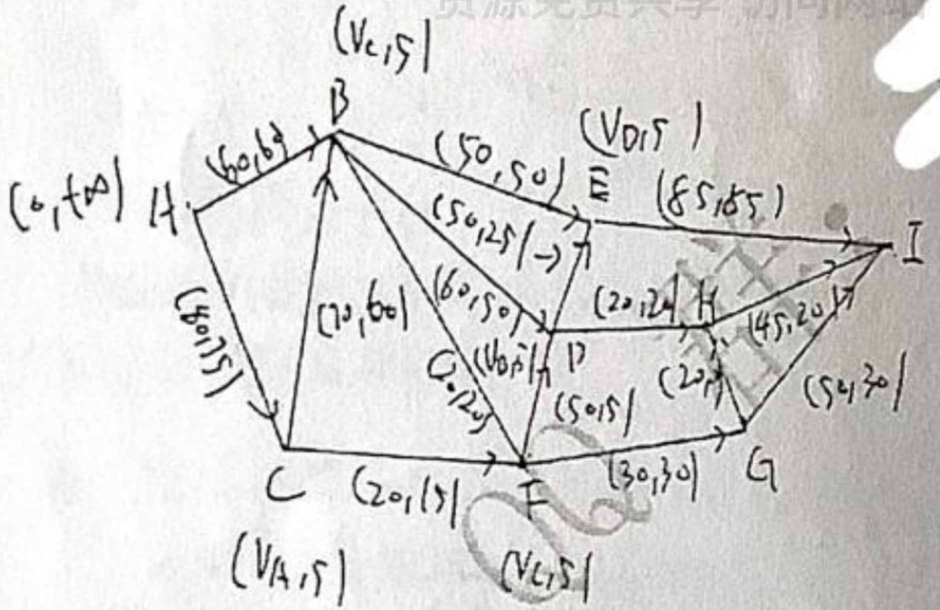
调整量 $\theta = 5$.



找到一条增广链

$V_A \to V_C \to V_B \to V_F \to V_G \to V_I$,

调整量 $\theta = 15$.



此时找不到从 V_A 到 V_I 的增广链，故该可行图为最大流。

最小截集 $K = (V_S, \bar{V}_S) = \{(V_E, V_I), (V_D, V_H), (V_F, V_G)\}$

则最大流量 $V(f^*)$

$=$ 最小截量 $C(K) = C_{EI} + C_{DH} + C_{FG}$

$= 85 + 20 + 30 = 135$.

1)

工作	时间	最早时间		最迟时间		总时差
		开始 T_{ES}	结束 T_{EF}	开始 T_{LS}	结束 T_{LF}	TF
A→B	24	0	24	10	34	10
A→C	30	0	30	0	30	0
B→D	22	24	46	34	56	10
C→D	26	30	56	30	56	0
C→E	24	30	54	32	56	2
D→F	18	56	74	56	74	0
E→F	18	54	72	56	74	2

关键工序为

A→C, C→D, D→F

关键路线为 A→C→D→F

2) $P_{AB}=\frac{7000-5000}{24-16}=250$ (元/天). $P_{AC}=\frac{10200-9000}{30-18}=100$ (元/天) $P_{BD}=\frac{4800-4200}{22-18}=200$ (元/天)

$P_{CD}=\frac{10300-10000}{26-24}=150$ (元/天) $P_{CE}=\frac{9000-8000}{24-20}=250$ (元/天) $P_{EF}=\frac{6800-6400}{18-10}=50$ (元/天)

① A→C 缩短 10天，此时直接费用增加值=1000元，间接费用减少值=3300(元)

② A→C、B→D 缩短 2天，此时直接费用增加值=~~3300~~800元，间接费用减少 600(元)

再缩短任何工序都有 增>减，即在经济上不可行。

故最优方案为 A→C 缩短 12天，B→D 缩短 2天，最低成本日程 $T=62$ 天。

七. 由题, $R=2000$ (瓶/月), $k=150$ (元/瓶), $C_3=125$ (元/次), $C_1=150\times0.16\div12=2$ 元/瓶·月.

1). $Q^*=\sqrt{\frac{2C_3R}{C_1}}=\sqrt{\frac{2\times125\times2000}{2}}=500$ 瓶. $C^*=\frac{1}{2}\cdot C_1\cdot Q+C_3\cdot\frac{R}{Q}+kR=\frac{1}{2}\times2\times500+125\times\frac{2000}{500}+150\times2000$

$=301000$ (元)

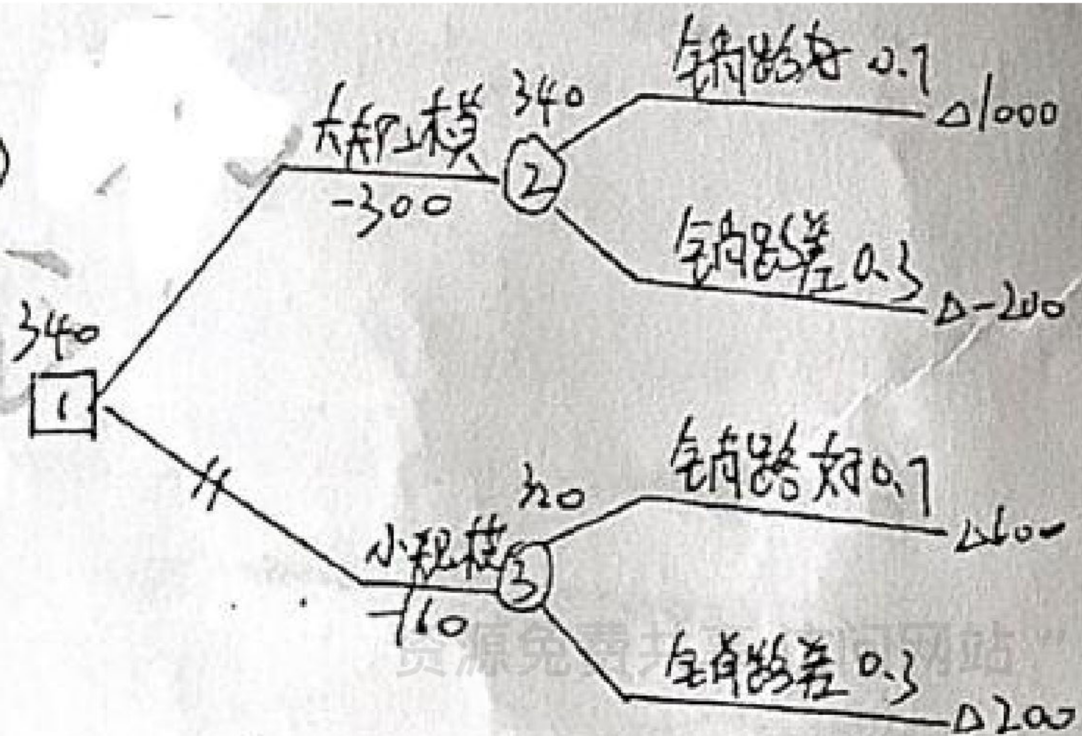
2). $C_2=101$ 元/瓶.

$S^*=\sqrt{\frac{2C_2C_3R}{C_1(C_1+C_2)}}=\sqrt{\frac{2\times101\times125\times2000}{2\times(2+101)}}\approx495$ (瓶)

$B_0=\sqrt{\frac{2C_1C_3R}{C_2(C_1+C_2)}}=\sqrt{\frac{2\times2\times125\times2000}{101\times(101+2)}}\approx10$ (瓶).

$=85+20+30=135$.

(1)

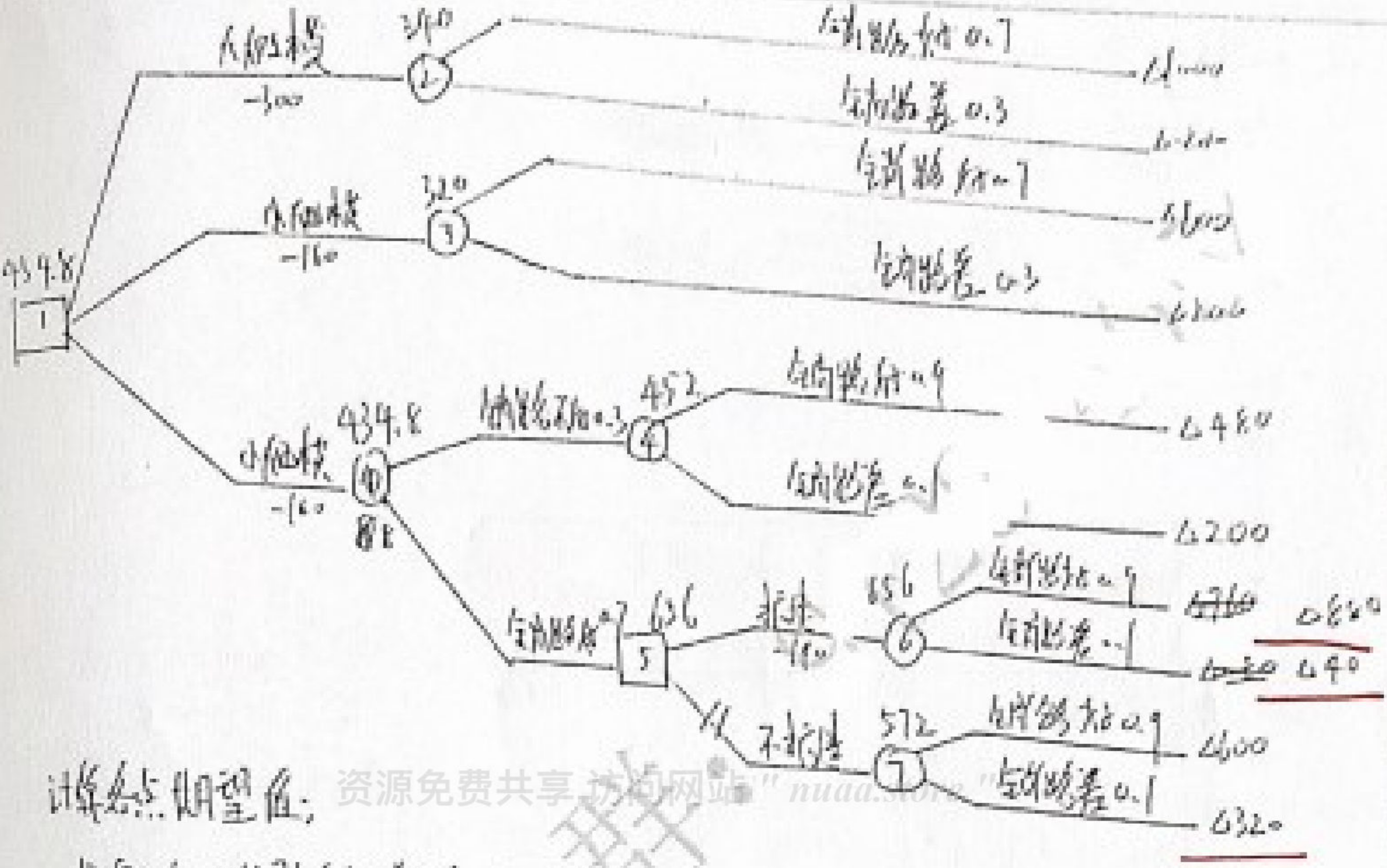


计算各点期望值：点②：$1000\times0.7+(-200)\times0.3-300=340$（万元）

点③：$600\times0.7+200\times0.3-160=320$（万元）

因为点②的期望值大于点③，故剪去小规模分支，点②的期望值移到点①，即方案为：建大规模工厂。

(2)



计算各点期望值：

点②：1000×0.7+(-200)×0.3-300=340(万元)

点③：600×0.7+200×0.3-160=320(万元)

点④：480×0.9+200×0.1=452(万元)

点⑥：860×0.9+40×0.1-140=656(万元)

点⑦：600×0.9+320×0.1=572(万元)

因为点⑥期望值大于点⑦，故舍去不扩建分支，点⑥期望值移到点⑤

点⑧：656×0.7+452×0.3-160=434.8(万元)

因为点⑧期望值大于点②、点③，故舍去前两种方案分支，点⑧期望值移到点①。

最优方案为：先建小规模工厂，若销路好，则扩建，否则不扩建。

南 京 航 空 航 天 大 学

二〇一九 ～ 二〇二〇 学年 第I学期《运筹学》考试试题											
考试日期： 2020年1月6日 试卷类型：B 试卷代号：											
班号 学号 姓名											
题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											

一、简要回答下述问题。每小题 5 分，共25分。

1、影子价格

2、互补松弛性

3、简述大 M 法的思想

4、简述割平面法的思想。

5、简述后悔值决策准则。

二、（10分）用单纯形法求解下述线性规划的最优解，并回答下列问题。

$$\max z = 2x_1 + 4x_2 + x_3$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \le 40 \\ x_1 + 3x_2 + x_3 = 30 \\ x_1, x_2, x_3 \ge 0 \end{cases}$$

（1） 当目标函数中 x_1 的系数在何范围变化时，该问题的最优解不变。

（2） 当第一个约束条件的右端项系数在[20,60] 范围变化时，目标函数最优值如何变化。

三、（10分）WL 公司的某产品有 4 个生产基地，现将 4 个生产基地的产品运往 3 个城市销售，每件产品统一加价 80 元进行销售，单位产品的运价如表 1 所示。4 个生产基地甲、乙、丙、丁的产量分别为8 万个、16 万个、10 万个和 4 万个。3 个销售基地 A、B、C 的需求量为 10 万个、8 万个和16 万个。请问如何安排调运方案使其获利最大。

表 1 产品单位运价表

	A	B	C
甲	8	6	12
乙	10	8	5
丙	12	16	10
丁	8	10	5

四、（10分）某公司 4 名员工完成任务 A、B、C、D 的时间见表 2，请用匈牙利法求解如何指派方能使总花费时间最小。

表 2 员工作业时间表

	A	B	C	D
甲	5	3	6	7
乙	3	3	3	3
丙	5	2	6	7
丁	3	3	4	5

五、（10分）某小区需建自来水管网，已知从 A 点处接入，图 1 中各点表示居民楼，各边的数字表示各楼之间的距离，问如何修建自来水管网，使所修建的自来水管网最短。

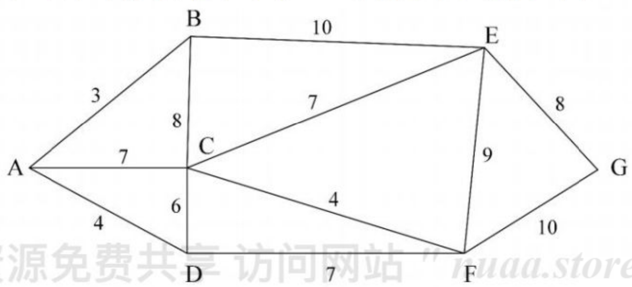


图 1 居民小区网络图

六、(15分) 已知某项工程的作业明细表及有关资料如表 3 所示。

1) 试绘制该工程的网络图;

2) 计算各作业的最早开始时间、最迟开始时间，并找出关键路线;

表 3 工程作业明细表

工序代号	紧前工序	正常进度		赶工进度	
		工序时间/天	直接费用/万元	工序时间/天	直接费用/万元
a	—	3	10	1	18
b	a	7	15	3	19
c	a	4	12	2	20
d	c	5	8	2	14
e	b,c	4	10	3	13

七、（10分）某电子设备厂对一种元件的需求为 2000 件/年，订货提前期为零，每次订货费为 25 元。该元件每件成本为 50 元，年存贮费为成本的 20%。如发生供应短缺，可在下批
货到达时补上，但缺货损失为每件每年 30 元。计算：

（1）经济订货批量及全年的总费用；

（2）如不允许发生供应短缺，重新求经济订货批量，并同（1）的结果进行比较。

八、（10分）某工程队承担一座桥梁的施工任务，由于施工地区夏季多雨，需停工三个月。在停工期间该工程队可将施工设备搬走或留在原处。如搬走，需搬运费 18 万元。如留原处，一种方案是花 5 万元筑一护堤，防止河水上涨发生高水位的侵袭。若不筑护堤，发生高水位侵袭时将损失 100 万元；如下暴雨发生洪水时，则不管是否筑护堤，施工机械留在原处都将受到 600 万元的损失。根据历史资料，该地区夏季高水位发生的概率是 25%，发洪水的概率是 2%，试用决策树法分析该施工队该采用哪种策略

二、加入松弛变量后，原问题化为

$$\max z = 2x_1+4x_2+x_3$$

$$\text{s.t.}\begin{cases} 2x_1+x_2+x_4=40 \\ x_1+3x_2+x_3=30 \\ x_1,x_2,x_3,x_4\geq 0 \end{cases}$$

	c_j		2	4	1	0	θ_i
C_B	X_B	b	x_1	x_2	x_3	x_4	
0	x_4	40	[2]	1	0	1	20
1	x_3	30	1	3	1	0	30
	c_j-z_j		1	1	0	0	
2	x_1	20	1	1/2	0	1/2	40
1	x_3	10	0	[5/2]	1	-1/2	4
	c_j-z_j		0	1/2	0	-1/2	
2	x_1	18	1	0	-1/5	3/5	
4	x_2	4	0	1	2/5	-1/5	
	c_j-z_j		0	0	-1/5	-2/5	

故最优解为 $X^*=(18,4,0,0)^T$

最优值为 $z^*=52$

(1) 若非 因为 x_1 是基变量，c_1 变化会引起非基变量检验数，若使最优解不变，则

$$\sigma = C - C_B B^{-1}A = (c_1,4,1,0)-(c_1,4)\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1/5 & 3/5 \\ 0 & 1 & 2/5 & -1/5 \end{pmatrix}$$

$$=\left(0,0,\frac{c_1-3}{5},\frac{4-3c_1}{5}\right)\leq 0$$

即 $\begin{cases} \frac{c_1-3}{5}\leq 0 \\ \frac{4-3c_1}{5}\leq 0 \end{cases}$，得 $4/3\leq c_1\leq 3$.

(2)

$$b' = B^{-1}b = \begin{pmatrix} 3/5 & -1/5 \\ -1/5 & 2/5 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} b_1 \\ 30 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{3b_1-30}{5} \\ \frac{60-b_1}{5} \end{pmatrix}$$

当 $b_1 \in [20, 60]$ 时，$b' = \begin{pmatrix} \frac{3b_1-30}{5} \\ \frac{60-b_1}{5} \end{pmatrix} \geq 0$，故最优解为 $X^* = \left(\frac{3b_1-30}{5}, \frac{60-b_1}{5}, 0, 0\right)^T$

最优值为 $z^* = \frac{180+2b_1}{5}$

三、该问题为产大于销的运输问题，故虚拟一个销地D，销量为4。

产地＼销地	A	B	C	D	行差额		
甲	8	6	12	6	6	2	2
乙	10	8	5	6	5	3	
丙	12	16	10	0	10	2	4
丁	8	10	5	0	5	3	2
列差额	0	2	0	0			
	0	4	1	1			

产地＼销地	A	B	C	D	产量
甲	0	8			8
乙			16		16
丙	6			4	10
丁	4		0		4
销量	10	8	16	4	

产地＼销地	A	B	C	D	u_i
甲	0 [8]	0 [6]	7 [12]	4 [0]	0
乙	2 [10]	2 [8]	0 [5]	4 [0]	0
丙	0 [12]	6 [16]	1 [10]	0 [0]	4
丁	0 [8]	4 [10]	0 [5]	4 [0]	0
v_j	8	6	5	-4	

因为所有检验数大于等于0，故该方案为最优方案。

即从甲地运8单位到B基地

从乙地运16单位到C基地

从丙地运6单位到A基地

从丁地运4单位到A基地

最小运费为 $8\times6+16\times5+6\times12+4\times8=232$

四. 对系数矩阵进行变换并试指派。

$$\begin{pmatrix} 5 & 3 & 6 & 7 \\ 3 & 3 & 3 & 3 \\ 5 & 2 & 6 & 7 \\ 3 & 3 & 4 & 5 \end{pmatrix}\begin{array}{c} \text{min} \\ 3 \\ 3 \\ 2 \\ 3 \end{array} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 0 & 3 & 4 \\ \phi & \phi & 0 & \phi \\ 3 & \phi & 4 & 5 \\ 0 & \phi & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

因为⓪的个数 $m=3<n=4$，故转入调整过程。未被直线覆盖的最小元素为 2，故调整量 $\theta=2$

$$\begin{pmatrix} 0 & \phi & 1 & 2 \\ \phi & 2 & 0 & \phi \\ 1 & 0 & 2 & 3 \\ \phi & 2 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

因为⓪的个数 $m=3<n=4$，转入调整过程。调整量 $\theta=1$。

$$\begin{pmatrix} 0 & \phi & \phi & 1 \\ 1 & 3 & \phi & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 2 \\ \phi & 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

因为⓪的个数 $m=n=4$，故该方案为最优方案。即

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

最优效益为 $5+3+2+4=14$

1. 从图中任选一圈（A，B，C），去掉圈中权数最大的边 8，得一生成子图

2. 从生成子图任选一圈（A，C，D），去掉圈中权数最大的边 7，得一生成子图

3. 从生成子图任选一圈（C，D，F），去掉圈中权数最大的边 7，得一生成子图

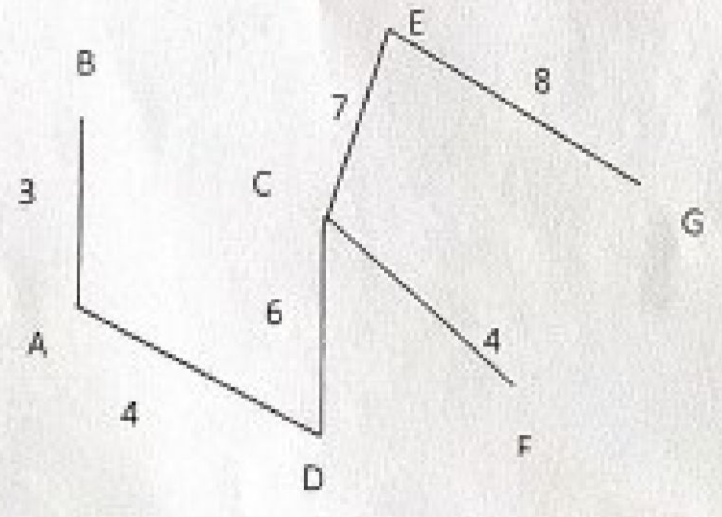
4. 从生成子图任选一圈（E，F，G），去掉圈中权数最大的边 10，得一生成子图

5. 从生成子图任选一圈（C，E，F），去掉圈中权数最大的边 9，得一生成子图

6. 从生成子图任选一圈（A，B，E，C，D），去掉圈中权数最大的边 10，得一生成子图

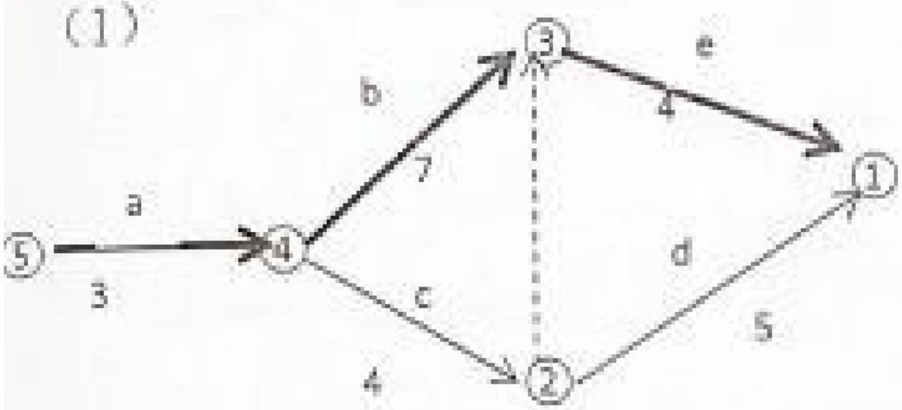
此时图中已无圈，得到最小生成树。

最短线路 Z=3+4+4+6+7+8=32



六、网络计划

（1）



（2）

工序代号	工序代码	最早时间		最迟时间		总时差 TF
		开始 T_{ES}	结束 T_{EF}	开始 T_{LS}	结束 T_{LF}	
A	3	0	3	0	3	0
B	7	3	10	3	10	0
C	4	3	7	5	9	2
D	5	7	12	9	14	2
E	4	10	14	10	14	0

关键工序为A，B，E，关键路线为①→②→③→⑤

八、存储论

由题目，R=2000（件/年），C1=10（元/次），C2=30（元/件 年）

K=50（元/件） C3=25（元/件 年）

（1）

$$Q^*_1=\sqrt{\frac{2C_3R}{C_1}}\sqrt{\frac{C_1+C_2}{C_2}}=\sqrt{\frac{2*25*2000}{10}}\sqrt{\frac{30+10}{30}}=115.47(件)$$

$$C^*_1=\sqrt{2C_1C_3R}\,/\sqrt{\frac{C_1+C_2}{C_2}}+KR=\sqrt{2*10*25*2000}\,/\sqrt{\frac{10+30}{30}}+50*2000=100866(元)$$

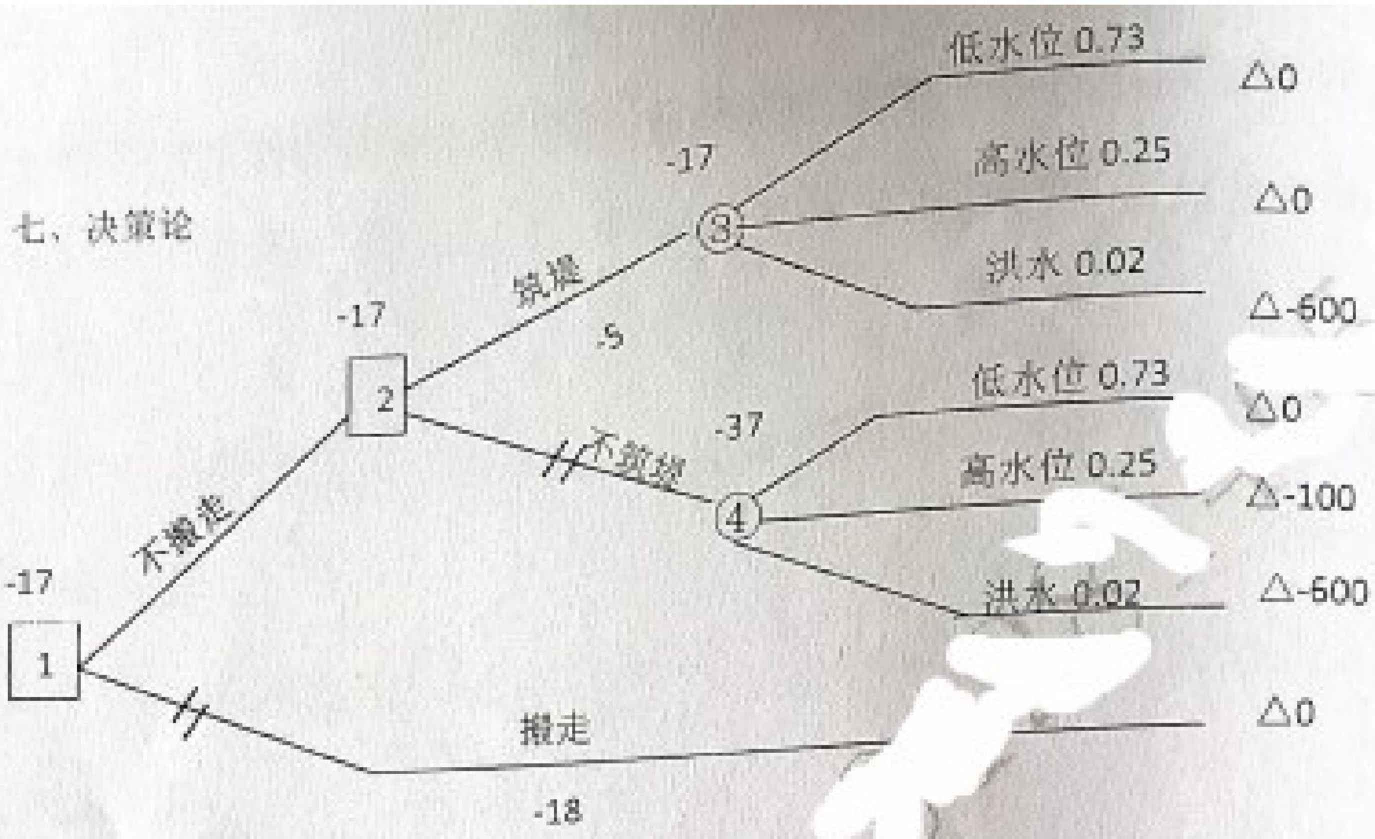
（2）

$$Q^*_2=\sqrt{\frac{2C_3R}{C_1}}=\sqrt{\frac{2*25*2000}{10}}=100(件)$$

$$C^*_2=\sqrt{2C_1C_3R}+KR=\sqrt{2*10*25*2000}+50*2000=101000(元)$$

由比较可以发现，第一种方案的费用更低。

七、决策论



计算各点的期望值：

状态点 3：0.73*0+0.25*0+0.02*（-600）-5=-17

状态点 4：073*0+0.25*（-100）+0.02*（-600）=-37

在决策点 2，由于点 3 的期望值大于点 4 的期望值，故剪去不筑堤分枝，点 3 的期望值移到点 2.

在决策点 1，由于不搬走的期望值大于搬走的期望值，故剪去搬走分歧，点 2 的期望值移到点 1.

由此得到最优方案为不搬走，但进行筑堤，期望值为-17.