

## 习题 4

4.1 理解一般图搜索算法，Open 表和 Close 表的作用是什么？举例说明对三类子节点处理方式的差异。

解：略。

4.2 对比深度优先和宽度优先的搜索方法，为何说它们都是盲目搜索方法？

解：略。

4.3 简述有界深度搜索的步骤，并说明有界深度搜索与深度搜索的区别。

解：略。

4.4 启发式知识对搜索的指导作用体现在哪些方面？通过其使用的评价函数，理解启发式搜索算法 A\*。

解：略。

4.5 说明启发式函数  $h(n)$  的强弱对搜索效率的影响；实用上，如何使图搜索更为有效？

解：略。

4.6 什么是问题规约？为什么应用问题规约得到的状态空间可表示为与或图？

解：略。

4.7 举例说明与或图搜索的基本概念：K-连接，根、叶、终节点，解图，解图代价，能解节点和不能解节点。

解：略。

4.8 阐述与或图启发式搜索的算法 AO\*，AO\* 的可采纳性条件是什么？为什么扩展局部解图时，不必选择  $h(n)$  值最小的节点加以扩展？

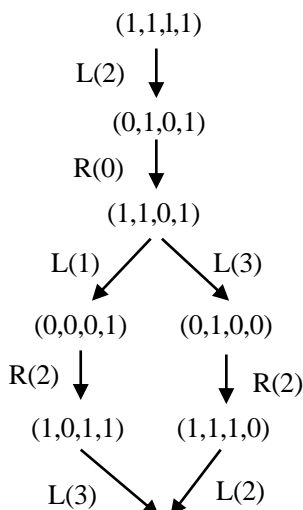
解：略。

4.9 比较搜索算法 AO\* 和 A\*，并说明两者差异的理由。

解：略。

4.10 有一农夫带一只狐狸、一只小羊和一蓝菜过河（从左岸到右岸）。假设船太小，农夫每次只能带一样东西过河；考虑到安全，无农夫看管时，狐狸和小羊不能在一起，小羊和那蓝菜也不能在一起。请为该问题的解决设计状态空间，并画出状态空间图。

解：过程略。状态空间图如下：



$(0,0,1,0)$   
 $\downarrow$   
 $R(0)$   
 $(1,0,1,0)$   
 $\downarrow$   
 $L(2)$   
 $(0,0,0,0)$

4.11 对八数码问题  $S_0$  和  $S_g$  (如图 4.30 所示):

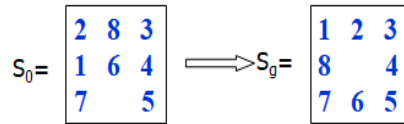
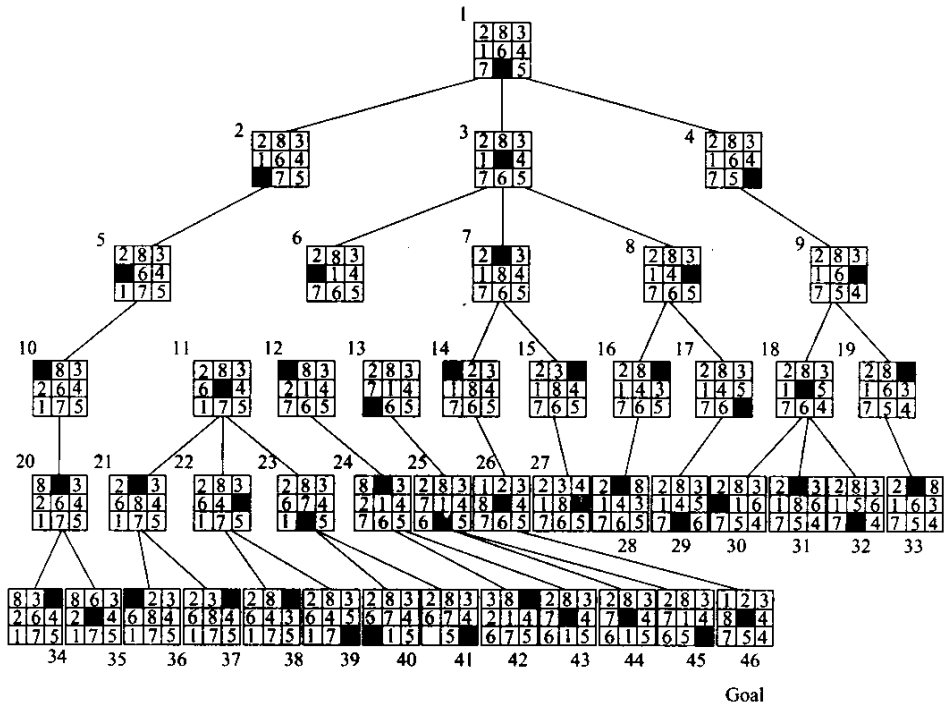


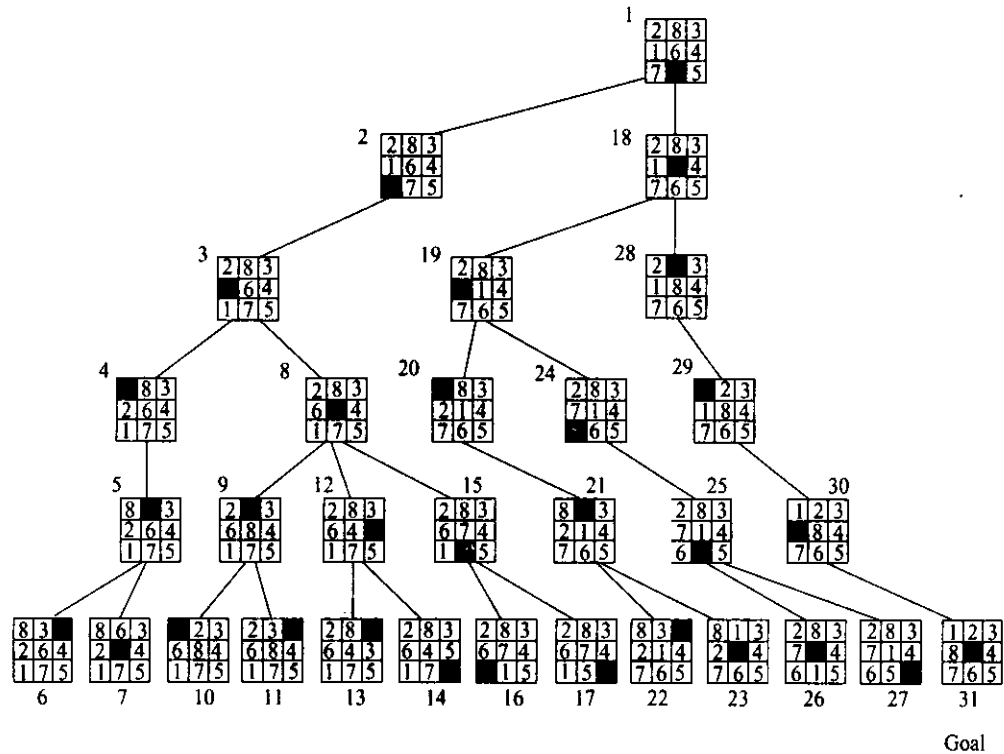
图 4.30 八数码问题

试按宽度优先搜索和深度优先搜索方法，画出状态空间搜索树。

解：宽度优先搜索：



深度优先搜索：



4.12 圆盘问题。设有大小不等的三个圆盘 A、B、C 套在一根轴上，每个盘上都标有数字 1、2、3、4，并且每个圆盘都可以独立的绕轴做逆时针转动，每次转动  $90^\circ$ ，其初始状态  $S_0$  和目标状态  $S_g$  如图 4.31 所示，请用广度优先搜索和深度优先搜索，求出从  $S_0$  到  $S_g$  的路径。

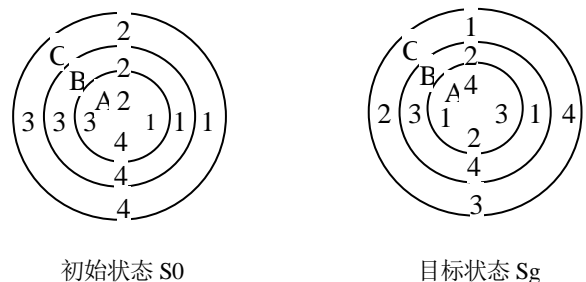
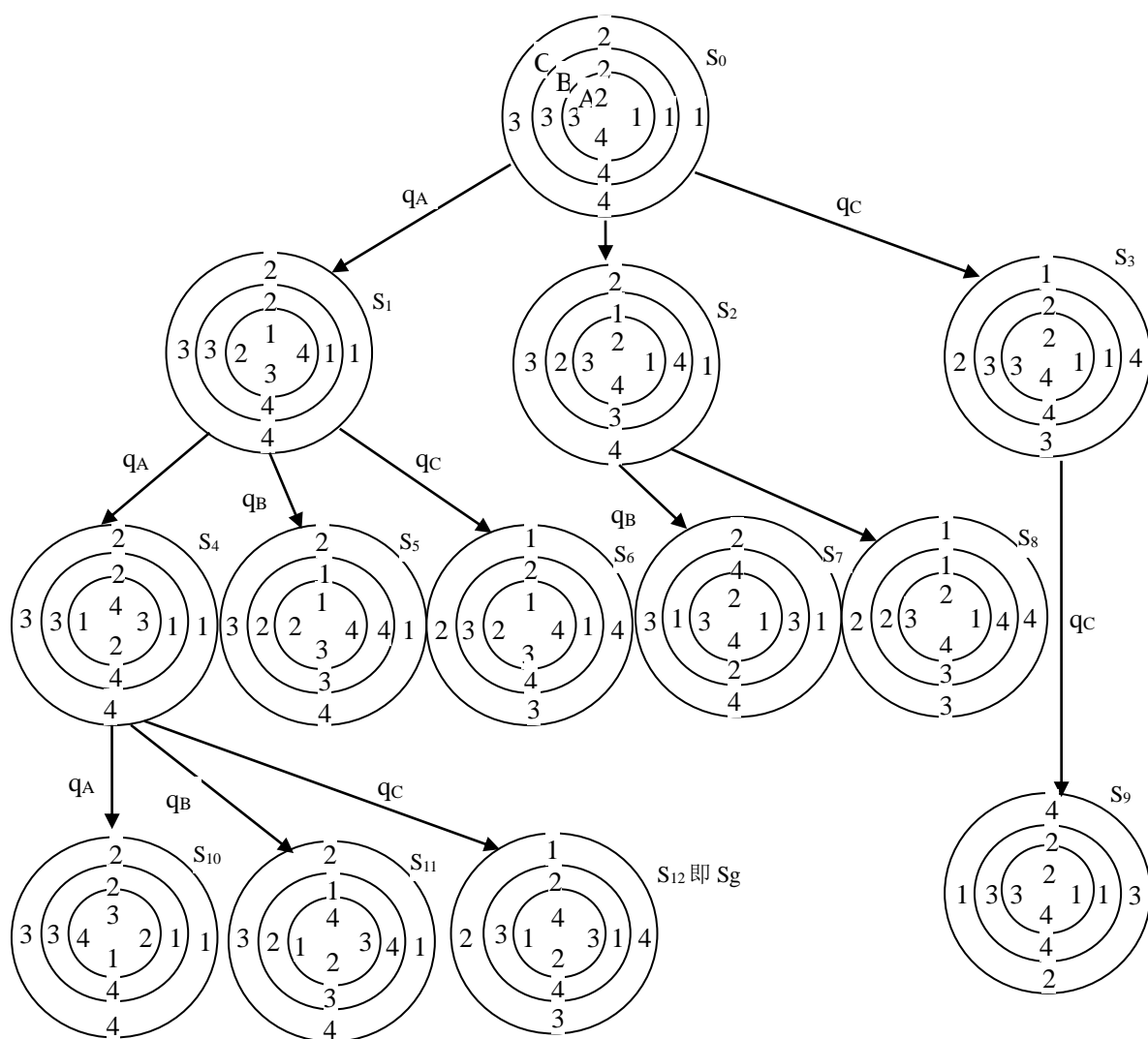


图 4.31 圆盘问题

解：设用  $q_A$ ,  $q_B$  和  $q_C$  分别表示把 A 盘，B 盘和 C 盘绕轴逆时针转动  $90^\circ$ ，应用广度优先搜索，可得到如下搜索树。从初始状态  $S_0$  到目标状态  $S_g$  的路径是：

$$S_0 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 13(S_g)$$



4.12 题的广度优先搜索树

其深度优先搜索略。

4.13 应用启发式搜索算法 A\*解决如图 4.32 所示八数码问题：

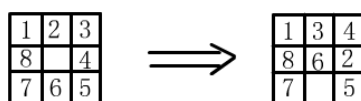
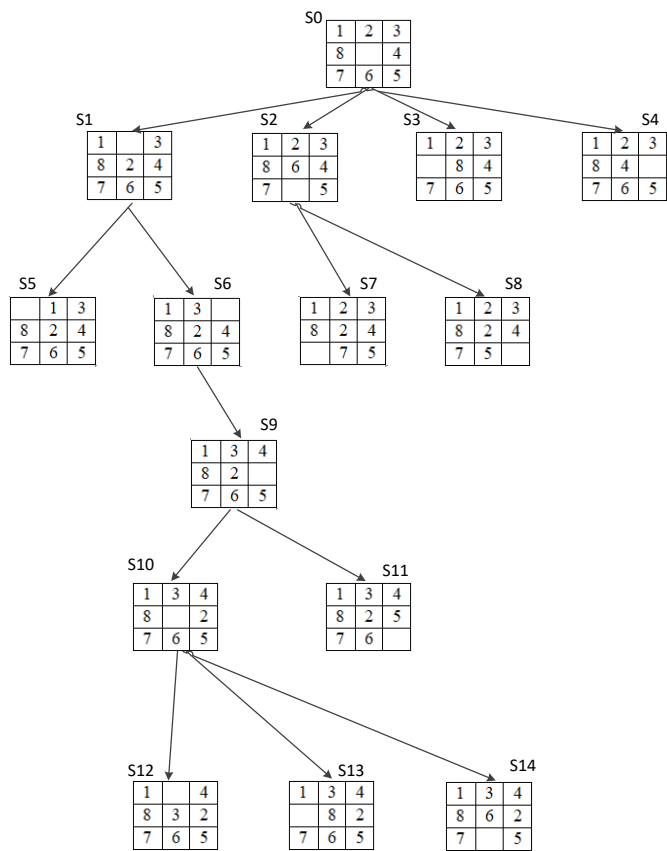


图 4.32 八数码问题

设评价函数  $f(n) = d(n) + p(n)$ ，画出搜索图，并给出各搜索循环结束时 Open 和表的内容。

解:



Open	
$S_0$	
$S_1, S_2, S_3, S_4$	$S_0$
$S_6, S_2, S_3, S_4, S_5$	$S_0, S_1$
$S_9, S_2, S_3, S_4, S_5$	$S_0, S_1, S_6$
$S_{10}, S_2, S_3, S_4, S_5, S_{11}$	$S_0, S_1, S_6, S_9$
$S_{14}, S_2, S_3, S_4, S_5, S_{11}, S_{12}, S_{13}$	$S_0, S_1, S_6, S_9, S_{10}$

4.14 设有如下结构的移动将牌游戏:

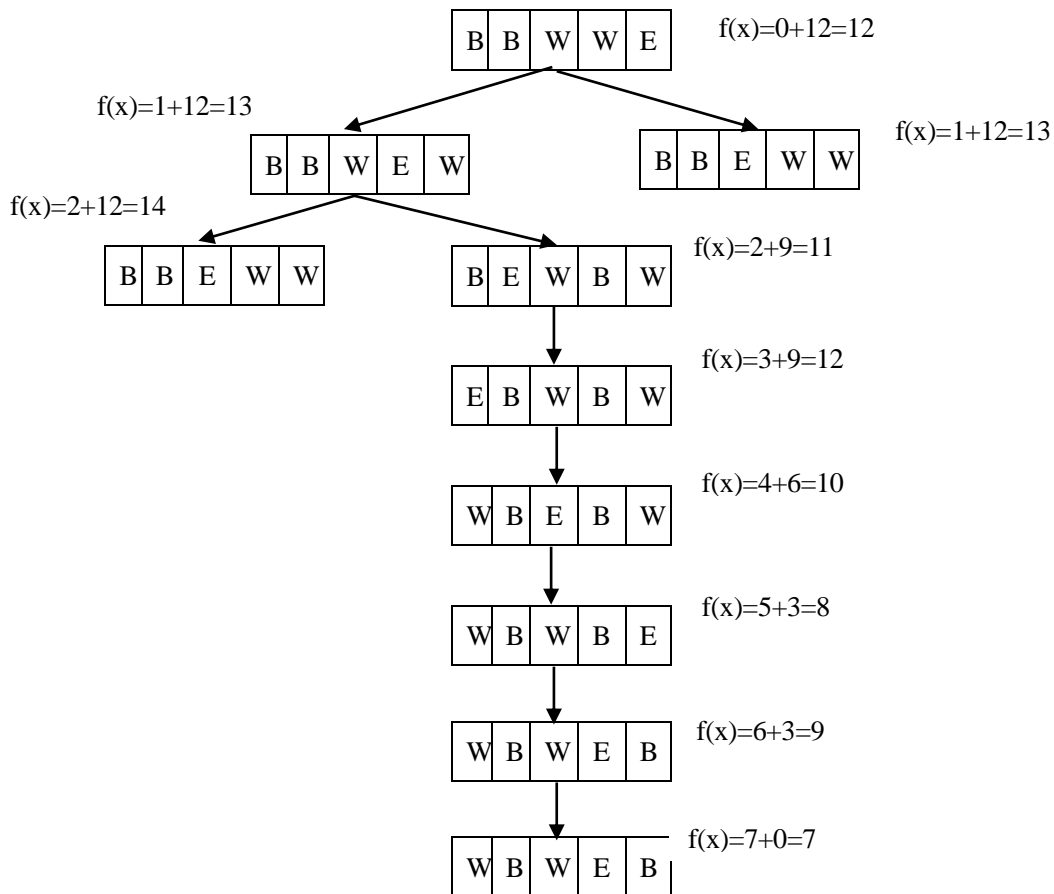
B	B	W	W	E
---	---	---	---	---

其中, B 表示黑色将牌, W 表是白色将牌, E 表示空格。游戏的规定走法是:

- (1) 任意一个将牌可移入相邻的空格, 规定其代价为 1;
- (2) 任何一个将牌可相隔 1 个其它的将牌跳入空格, 其代价为跳过将牌的数目加 1。

游戏要达到的目标什是把所有 W 都移到 B 的左边。对这个问题, 请定义一个启发函数  $h(n)$ , 并给出用这个启发函数产生的搜索树。你能否判别这个启发函数是否满足下解要求? 再求出的搜索树中, 对所有节点是否满足单调限制?

解：设  $h(x)$ =每个 W 左边的 B 的个数， $f(x)=d(x)+3*h(x)$ ，其搜索树如下：

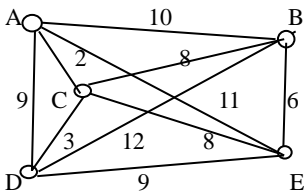


4.15 图 4.33 是 5 个城市的交通图，城市之间的连线旁边的数字是城市之间路程的费用。要求从 A 城出发，经过其它各城市一次且仅一次，最后回到 A 城，请找出一条最优线路。

解：下图是对图 4-33 按最小代价搜索所得到的搜索树，树中的节点为城市名称，节点边上的数字为该节点的代价  $g$ 。其计算公式为

$$g(n_{i+1})=g(n_i)+c(n_i, n_{i+1})$$

其中， $c(n_i, n_{i+1})$ 为节点  $n_i$  到  $n_{i+1}$  节点的边代价。



4.33 交通费用图

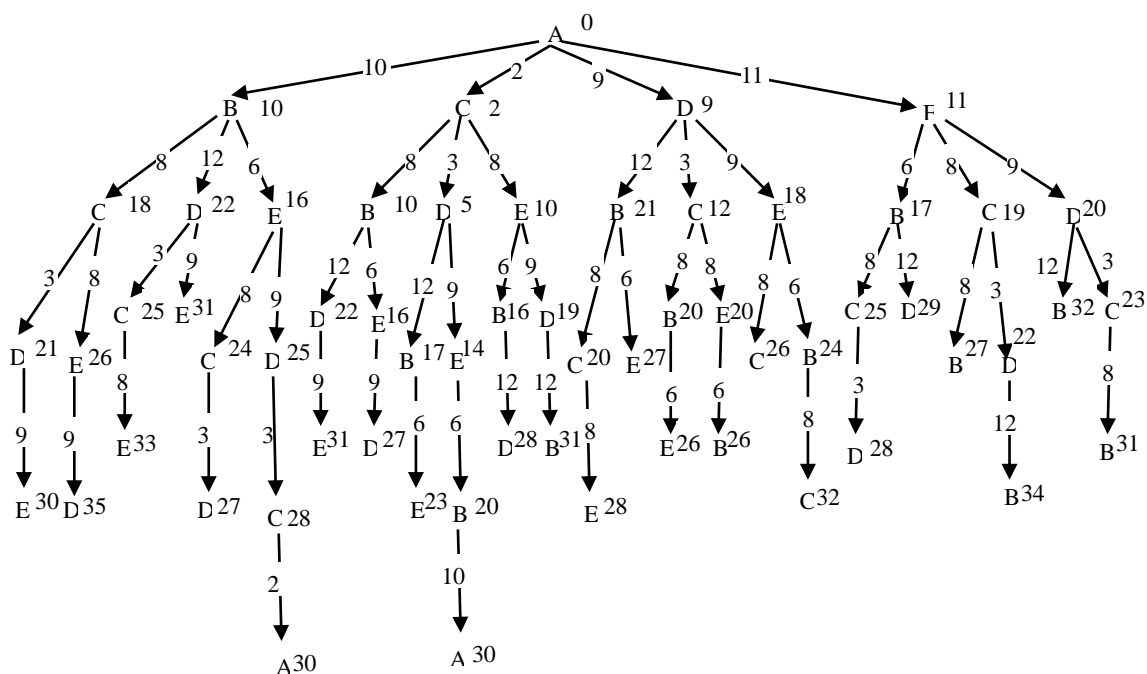


图 4.33 的最小代价搜索树

可以看出，其最短路径是 A-C-D-E-B-A 或 A-B-E-D-C-A。其实，它们是同一条路径。

4.16 设有如图 4-34 的与/或树，请分别按和代价法及最大代价法求解树的代价。

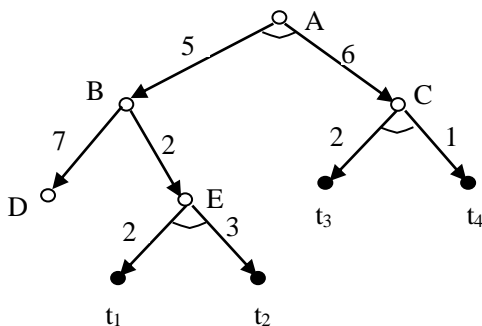


图 4.34 习题 4.16 的与/或树

解：和代价法：

$$h(A)=2+3+2+5+2+1+6=21$$

最大代价法：

$$\begin{aligned} h(A) &= \max\{h(B)+5, h(C)+6\} = \max\{(h(E)+2)+5, h(C)+6\} \\ &= \max\{(\max(2, 3)+2)+5, \max(2, 1)+6\} \\ &= \max((5+5, 2+6)=10 \end{aligned}$$

4.17 设有如图 4.35 所示的博弈树，其中最下面的数字是假设的估值，请对该博弈树作如下工作：

- (1) 计算各节点的倒推值；
- (2) 利用  $\alpha$ - $\beta$  剪枝技术剪去不必要的分枝。

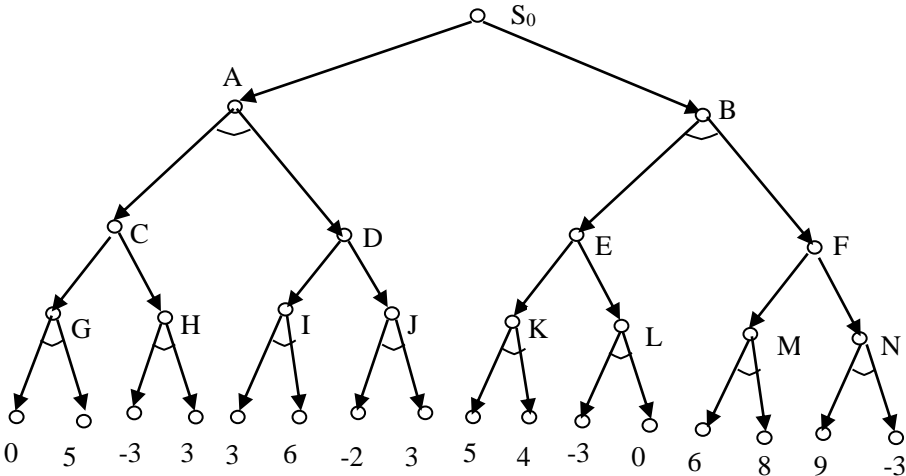
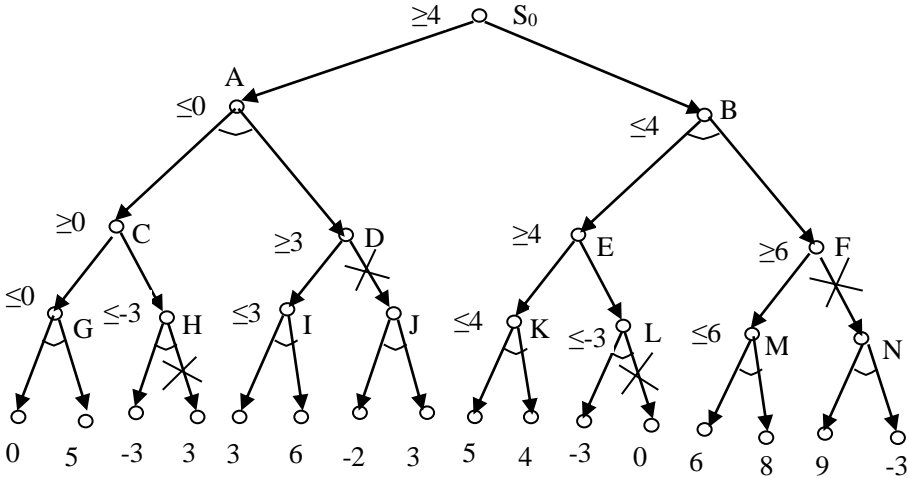


图 4.35 博弈树

解：各节点的倒推值和剪枝情况如下图所示：



习题 4.17 的倒推值和剪枝情况