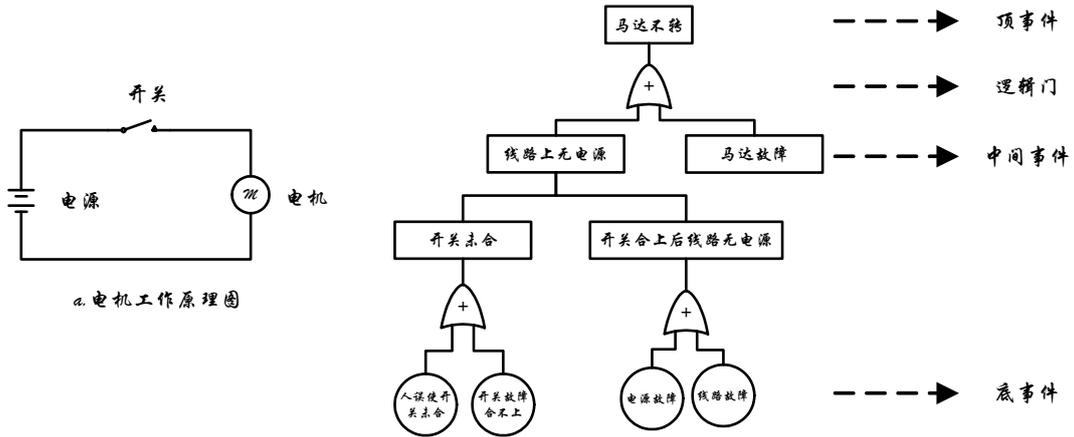


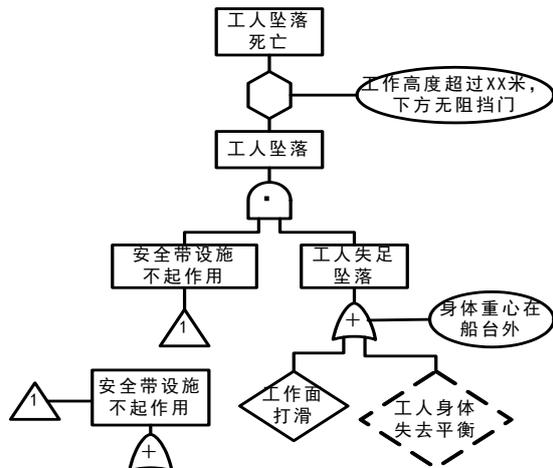
第 6 章 故障树分析方法

6.1 例题

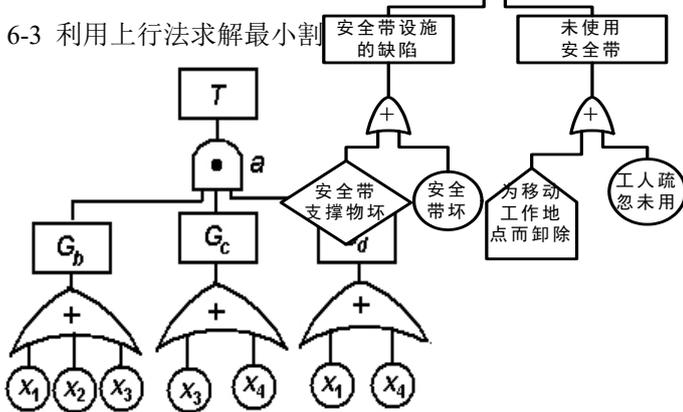
例 6-1 马达不转的故障树



例 6-2 工人坠落的故障树



例 6-3 利用上行法求解最小割



$$\begin{aligned}
 T &= (x_1 + x_2 + x_3)(x_3 + x_4)(x_1 + x_4) \\
 &= (x_1x_3 + x_1x_4 + x_2x_3 + x_2x_4 + x_3 + x_3x_4)(x_1 + x_4) \\
 &= \boxed{x_1x_3} + \boxed{x_1x_4} + \boxed{x_1x_2x_3} + \boxed{x_1x_2x_4} + \boxed{x_1x_3x_4} + x_2x_3x_4 + x_2x_4 + \boxed{x_3x_4}
 \end{aligned}$$

$$T = x_1x_3 + x_1x_4 + x_2x_4 + x_3x_4$$

例 6-4 利用下行法求解最小割集

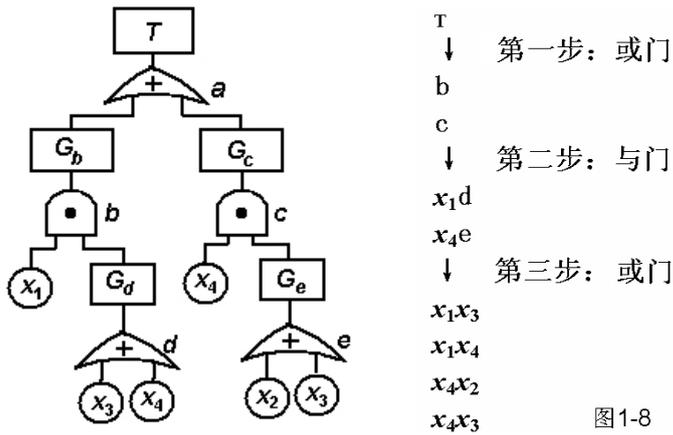
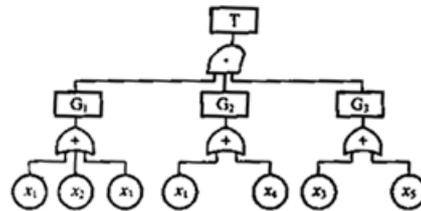


图1-8

例 6-5 顶事件发生概率的求取。

最小割集为：

$$\begin{aligned}
 S_1 &= \{x_1, x_3\}, S_2 = \{x_1, x_5\} \\
 S_3 &= \{x_3, x_4\}, S_4 = \{x_1, x_4, x_5\}
 \end{aligned}$$



已知各底事件发生的概率为

$$q_1=q_2=q_3=1 \times 10^{-3}, q_4=q_5=1 \times 10^{-4}$$

解：

$$P(S_1) = P(x_1x_3) = q_1q_3 = 1 \times 10^{-6}; P(S_2) = P(x_1x_5) = q_1q_5 = 1 \times 10^{-7}$$

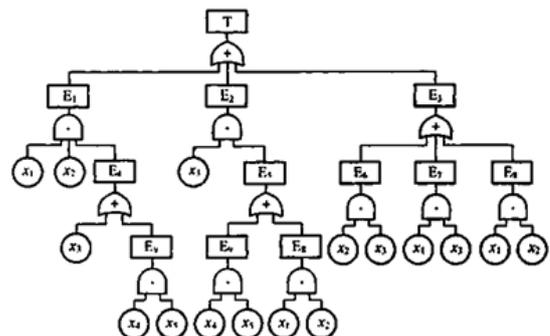
$$P(S_3) = P(x_3x_4) = q_3q_4 = 1 \times 10^{-7}; P(S_4) = P(x_1x_4x_5) = q_1q_4q_5 = 1 \times 10^{-11}$$

近似计算，因为在0.01数量级：

$$P(T) = P(S_1) + P(S_2) + P(S_3) + P(S_4) = 1.2001 \times 10^{-6}$$

例 6-6 故障树定性分析

1.用下行法找出所有最小割集



步骤1	步骤2	步骤3	步骤4	步骤5
E1	x1、x2、E4	x1、x2、x3	x1、x2、x3	x3、x4、x5
E2	x3、E5	x1、x2、E9	x1、x2、x4、x5	x2、x3
E3	E6	x3、E9	x3、x4、x5	x1、x3
	E7	x3、E8	x3、x1、x2	x1、x2
	E8	x2、x3	x2、x3	
		x1、x3	x1、x3	
		x1、x2	x1、x2	

$$T = E_1 + E_2 + E_3 = x_3x_4x_5 + x_2x_3 + x_1x_3 + x_1x_2$$

2.定性比较

有4种故障模式。3个二阶最小割集重要性较大；x3最重要，x1、x2次之，x4、x5重要性最小。

6.2 作业

1. 什么是故障树分析方法？其流程如何？
2. 顶事件如何选择？
3. 如何对故障树进行简化？
4. 解释割集、最小割集。
5. 最小割集的意义。
6. 如何求解最小割集。