

武汉科技大学

2005 年硕士研究生入学试题

参考标答

考试科目及代码：《安全系统工程》

共 4 页

第 1 页

简答题（10×5 分）

1. 安全系统工程的基本内容：

答：系统安全分析、系统安全评价、危险性控制。

2. 海因里西伤亡事故统计比

答：轻伤：重伤：死亡 = 300 : 29 : 1。

3. 安全检查表的种类

答：设计用，厂级用，车间用，岗位用，专业用安全检查表等。

4. 事故损失控制方法

答：减少发生频率，降低严重度，冗余技术等。

5. 3E 对策

答：安全教育，安全技术，安全管理。

6. 目标管理的内容

答：目标体系的建立，安全目标的实现，目标结果的评估

7. 最小割集和最小径集的区别

答：最小割集表示系统的危险性，最小割集数越多，系统越危险；最小径集表示系统的安全性，最小径集数越多，系统越安全；由最小割集可以概略看出哪种事件对系统最危险，哪种稍次，哪种可以忽略。以及采取何种措施使事故发生的可能性下降；最小径集可以用于选择控制事故发生的最佳方案，消除少事件通常比消除多事件容易

8. 事故控制图的意义

超过上限，加以控制，低于下限，总结经验，制定安全管理目标

9. FTA 的分析程序

熟悉系统；调查系统；确定顶上事件；调查原因事件；建造故障树

10. 作业条件危险性评价的决定因素

危险环境暴露事件，事故发生可能性大小，后果严重性所决定

二、 计算题（3×20 分）

1. 已有一系统如图 2. 各单元的故障概率为： $p_1=p_2=p_3=p_4=p_5=0.1$ 。用 ETA 计算系统故障概率。

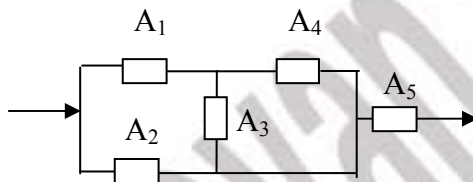


图 1

系统故障概率为： $P=0.10981$

2. 有故障树如图所示，各基本事件概率为 $q_1=q_2=q_3=q_4=0.1$ 。求：

- (1) 最小径集，并画其等效树
- (2) 用最小割集法求顶上事件的概率并用不变化理论验证
- (3) 用独立计算法求顶上事件的概率
- (4) 结构重要度
- (5) 概率重要度

解：(1) 求最小径集：写出布尔代数：

$$\begin{aligned}
 T &= M_1 M_2 = (M_3 + x_1)(M_4 + x_4) = (x_2 x_3 + x_1)(M_5 x_1 + x_4) \\
 &= (x_2 x_3 + x_1)[(x_2 + x_4)x_1 + x_4] = (x_2 x_3 + x_1)(x_2 x_1 + x_4 x_1 + x_4) \\
 &= (x_2 x_3 + x_1)(x_1 x_2 + x_4) = x_1 x_2 x_3 + x_1 x_2 + x_2 x_3 x_4 + x_1 x_4 \\
 &= x_1 x_2 + x_1 x_4 + x_2 x_3 x_4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{T} &= (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_4) \cdot (\bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4) = (\bar{x}_1 + \bar{x}_2 \bar{x}_4)(\bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4) \\ &= \bar{x}_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_1 \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \bar{x}_4 + \bar{x}_2 \bar{x}_4 + \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 + \bar{x}_2 \bar{x}_4\end{aligned}$$

$$T = (x_1 + x_2) \cdot (x_1 + x_3) \cdot (x_1 + x_4) \cdot (x_2 + x_4)$$

最小径集为: $\{x_1, x_2\}; \{x_1, x_3\}; \{x_1, x_4\}; \{x_2, x_4\}$

(2) 用最小割集法求顶上事件的概率并用不变化理论验证

$$\begin{aligned}p_T &= q_1 q_2 + q_1 q_4 + q_2 q_3 q_4 - q_1 q_2 q_4 - q_1 q_2 q_3 q_4 - q_1 q_2 q_3 q_4 + q_1 q_2 q_3 q_4 \\ &= 2 \times 0.1^2 - 0.1^4 = 0.0199\end{aligned}$$

验证:

$$\begin{aligned}T &= x_1 x_2 + (x_1 x_2)' x_1 x_4 + (x_1 x_2)' (x_1 x_4)' x_2 x_3 x_4 \\ &= x_1 x_2 + x_2' x_1 x_4 + (x_1' + x_2' x_4') x_2 x_3 x_4 \\ &= x_1 x_2 + x_2' x_1 x_4 + x_1' x_2 x_3 x_4\end{aligned}$$

$$p_T = q_1 q_2 + (1 - q_2) q_1 q_4 + (1 - q_1) q_2 q_3 q_4 = 2 \times 0.1^2 - 0.1^4 = 0.0199$$

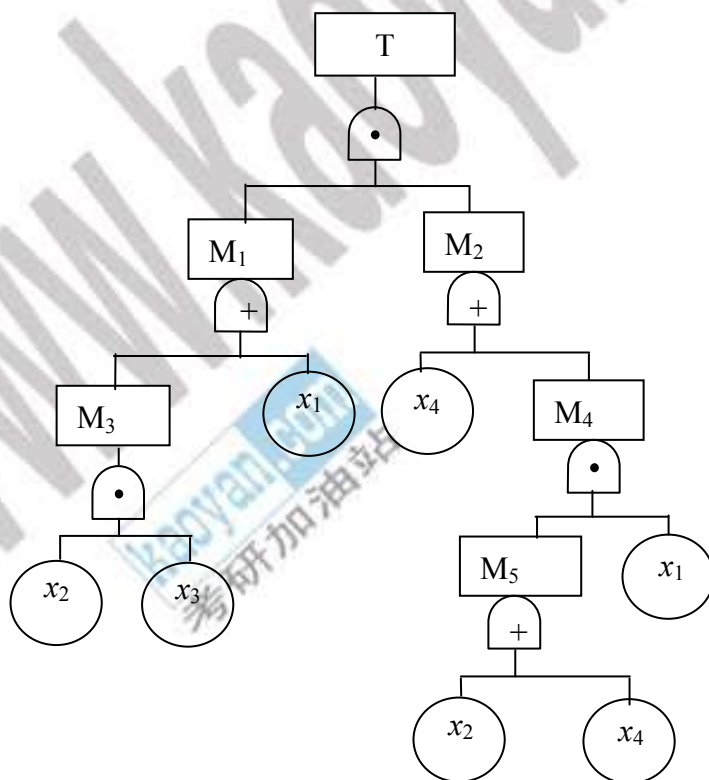


图 2

(3) 用独立算法求顶上事件的概率

$$p_T = 1 - (1 - q_1 q_2)(1 - q_1 q_4)(1 - q_2 q_3 q_4) = 1 - 0.99 \times 0.99 \times 0.999 = 0.0208801$$

(4) 结构重要度: $I_1 > I_2 = I_4 > I_3$

(5) 概率重要度 (略)

3. 已知一简易冲床如图 2, 压杆产生的上下运动靠脚踏控制器驱动。采用 FTA 分析压头伤手事故。已知: 手在模具中的概率为 0.1 (喂料时间占运行时间的 1/5), 脚踏控制器误动作 (故障) 概率为 0.01, 控制系统故障概率为 0.0002。系统允许的伤手概率小于 0.00005。试评价系统的危险性。如果不满足要求, 提出改进方案 (事件符号自设)。



图 3

解: 设脚踏控制器误动作 x_1 , 控制系统故障 x_2 , 手在模具中 x_4 , 由故障树分析, 有

$$T = (x_1 + x_2)x_4$$

$$p_T = [1 - (1 - q_1)(1 - q_2)]q_4 \approx 0.0102 \times 0.1 = 0.00102$$

系统超标, 加一双触点脚踏控制器, 设为 x_3 , 误动作 (故障) 概率为 0.01

$$T = (x_1 x_3 + x_2)x_4, \quad p_T \approx (q_1 q_3 + q_2)q_4 \approx (0.0001 + 0.0002) \times 0.1 = 0.00003$$

故系统是安全的。

三、简述题 (2×20 分)

1. 假如你从事安全工作, 你将从哪些方面搞好安全?

您所下载的资料来源于 kaoyan.com 考研资料下载中心
获取更多考研资料, 请访问 <http://download.kaoyan.com>

- (1) 应用系统安全工程理论指导安全生产。
- (2) 控制危险源，改善工作环境。
- (3) 采取安全管理 3E 对策： 安全教育 ， 安全技术 ， 安全管理 。
- (4) 实施全面安全目标管理。

2. 试简述安全决策的基本程序。

答：确定目标；区分目标；制定对策；评价方案；备选方案比较；潜在危险分析；实施与反馈