

中国科学技术大学

2012 年硕士学位研究生入学考试试题

(系统安全工程)

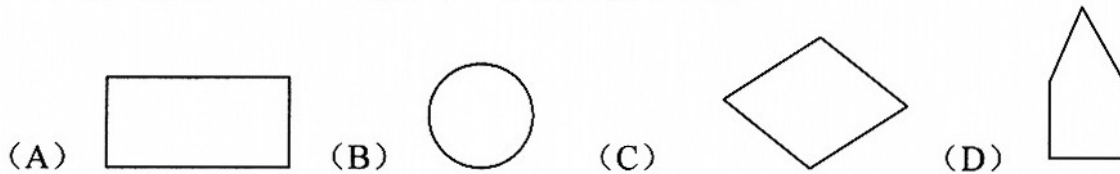
所有试题答案写在答题纸上，答案写在试卷上无效

需使用计算器

不使用计算器

一、选择题（每小题至少有 1 个正确答案，错选、少选或者多选均不得分。每小题 3 分，共 51 分）

1. 事故树分析中，可以用来表示事件的符号包括（）。



2. 事故树定性分析的任务包括（）。

- (A) 找出导致顶事件发生的全部基本事件
- (B) 求出最小割集合和最小径集合
- (C) 确定每个基本事件发生的概率
- (D) 确定各基本事件对顶端事件发生的重要度

3. 下列关于事故的描述正确的有（）。

- (A) 事故是一种伴随人类生产、生活活动发生的特殊事件
- (B) 事故是一种突然发生的出乎人们意料的意外事件
- (C) 事故是一种违背人们意志的事件
- (D) 事故是不希望发生的事件

4. 下列对 FMEA 分析步骤的描述正确的有（）。

- (A) 确定分析对象系统
- (B) 分析元素故障类型和产生原因
- (C) 计算事故发生概率
- (D) 研究故障类型的影响

5. 不能够提供事故后果的评价方法包括（）。

- (A) PHA (B) HAZOP (C) FTA (D) ETA (E) SCL

6. 某事故树有 6 个基本事件 $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$, 其发生概率分别为 $q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6$, 则基本事件概率重要度计算表达式 $I_g(X_i)$ 可能正确的是 ()。

- (A) $I_g(X_1) = q_1q_2 + q_3q_4q_5 + q_3q_4q_5q_6$
- (B) $I_g(X_2) = q_2 + q_3q_4q_5 - q_3q_4q_5 + q_1q_3q_4q_5q_6$
- (C) $I_g(X_3) = q_2q_4q_6 + q_4q_5 - q_2q_4q_5 + q_1q_2q_4q_5$
- (D) $I_g(X_4) = q_1 + q_3q_5 - q_1q_3q_4q_5$
- (E) $I_g(X_5) = q_1q_3q_2 + q_3q_4 - q_2q_3q_4$
- (F) $I_g(X_6) = q_1 + q_3q_5 - q_1q_3q_4q_5 + q_1q_2q_4q_5$

7. a、b、c、d 是某集合的 4 个子集, 根据布尔代数的运算法则, 以下布尔代数表达式不成立的有 ()。

- (A) $a + bcd = (a+b)(b+c)(c+d)$
- (B) $a + bcd = (a+b)(a+c)(a+d)$
- (C) $a + bcd = ab + bd + cd$
- (D) $a + bcd = ab + ac + ad$

8. 原因后果分析方法表示了事故与许多 () 的关系。

- (A) 中间事件
- (B) 结果事件
- (C) 基本事件
- (D) 后继事件

9. 道化学公司火灾爆炸指数评价法中, 一般工艺危险是确定事故损害大小的主要因素, 共有 () 项。

- (A) 4
- (B) 8
- (C) 6
- (D) 5

10. 以下属于第一类危险源的有 ()。

- (A) 石油罐
- (B) 绝缘失效
- (C) 炸药
- (D) 高压容器
- (E) 设计错误

11. 某事故树的割集如下: $K_1 = \{X_1, X_2, X_4, X_5\}$; $K_2 = \{X_3, X_5\}$; $K_3 = \{X_1, X_2, X_3\}$; $K_4 = \{X_3, X_4\}$; $K_5 = \{X_2, X_4, X_5\}$; $K_6 = \{X_1, X_2, X_3, X_4\}$, 则此事故树最小割集的数目为 ()。

- (A) 3
- (B) 6
- (C) 5
- (D) 4

12. 系统安全的主要观点包括 ()。

- (A) 没有绝对的安全
- (B) 协商与交流
- (C) 安全工作贯穿于系统的整个寿命期间
- (D) 系统危险源是事故发生的根本原因

13. 建立安全评价指标体系的原则包括 ()。

- (A) 科学性原则
- (B) 可测性原则
- (C) 简易性原则
- (D) 导向性原则

14. 编制安全检查表的依据有 ()。

- (A) 本单位的经验
- (B) 有关规程、规范
- (C) 国内外事故情报
- (D) 有关标准、手册

15. 关于事件树分析，以下描述正确的是（）。

- (A) 属于归纳法的范畴
- (B) 可用于定性或定量分析
- (C) 起源于运筹学中决策树分析
- (D) 是动态、宏观的分析方法

16. 预先危害分析的危险性辨识，可以从考虑（）等方面入手。

- (A) 能量转移和失控角度
- (B) 人的操作失误
- (C) 外界因素
- (D) 危险源等级

17. 所谓系统，是由（）的要素组合而成，具有特定功能且在一定条件下受环境影响的有机整体。

- (A) 相互依存
- (B) 相互联系
- (C) 相互作用
- (D) 相互制约

二、判断并说明理由（每小题 5 分，其中判断 2 分，说明理由 3 分，

共 45 分）

1. 安全的目标是追求风险最小。
2. 串联系统中包含的元素越多，其平均故障时间越多，越容易发生事故。
3. 编制事故树时，最底层事件既可以是圆型符号表示的基本事件，又可以是房型符号表示的省略事件。
4. 某一系统的故障率随时间的变化可以采用浴盆曲线来描述，包含早期故障、中期故障和晚期故障三个阶段。
5. 博德事故因果连锁理论包含 5 个骨牌，按照事故发生的时间次序，第 3 张骨牌为不安全行为和工作条件。
6. 事故树分析的最终目的是进行定性分析，其核心内容是定量分析。
7. 按照能量转移理论，事故的本质是能量的不正常释放，因此研究事故的控制手段必须从事事故能量作用的类型来考虑，比如物体打击、车辆伤害、坍塌、高处坠落、锅炉爆炸，其主要考虑的能量类型应为机械能。
8. 决策的最主要依据是数学期望值。
9. 预评价可以采用预先危险分析法，现状评价不可以采用安全检查表法，对已经设置安全设施的，可以采用事件树分析法。

三、简答题（共 28 分）

1. 危险性与可操作性研究（HAZOP）法是一种常用的危险性分析方法，请阐述此方法的特点及分析步骤。（8 分）
2. 事故树分析中，最小割集和最小径集的求取是非常关键的过程，那么最小割集和最小径集到底对事故的预防有何重要的意义呢？请阐述。（6 分）

3. 布尔代数是事故树分析的数学基础，其有很多的运算法则。那么在事故树分析的时候，通常会用到的计算法则有哪几种？并做简要的举例说明。（8分）
4. 重大事故后果分析在于定量的描述可能发生的重大事故对人、物和环境造成危害的严重程度，火灾、爆炸和中毒又是常见的重大事故，请定性阐述进行重大事故后果分析时需要进行的主要工作。（6分）

四. 分析题（共 26 分）

1. 2009年2月9日20时27分，北京市朝阳区东三环中央电视台新址园区在建的附属文化中心大楼工地发生火灾，火灾过火面积10余万平方米。2010年11月15日14时，上海静安区胶州路一栋正在进行外立面墙壁施工的28层住宅脚手架忽然起火，58人遇难。2011年2月3日零时13分，位于沈阳市和平区青年大街390号的皇朝万鑫酒店B座楼，因燃放烟花爆竹引燃楼表面装饰材料发生火灾。连续3年三起重大高层建筑火灾导致了重大的损失，请根据事故致因理论以及安全系统工程的观点，分析这些火灾事故频繁发生的原因，同时提出能够预防类似高层火灾的有效措施。（10分）

2. 某事故树的布尔代数表达式为：

$T = X_3X_4X_5 + X_1X_2X_3X_4 + X_2X_4X_5 + X_1X_5 + X_2X_3X_4 + X_1X_4X_5 + X_3X_4 + X_2X_3 + X_1X_3X_5$ ，假设各基本事件的发生概率为 $q_i (i=1,2,3,4,5)$ ，请回答如下问题。（16分）

- (1) 写出顶上事件发生概率的计算表达式；（4分）
- (2) 求各基本事件结构重要度系数并做重要性比较；（4分）
- (3) 写出各基本事件临界重要度系数的计算表达式；（4分）
- (4) 画出最小径集等效事故树。（4分）