

可靠性工程 2022-2023学年第一学期

一、填空题（20分，每空2分）

- 1、在可靠性工程中，系统根据是否可修分为_____和_____。
- 2、产品在规定时间 t 内和规定条件下，丧失规定功能的概率称为产品的_____。
- 3、故障树的基本构图元素_____和_____。
- 4、可靠性预计结果是可靠性分配与指标调整的_____。
- 5、直接原因是导致产品功能故障的产品自身的那些物理、化学或生物变化过程等，又称_____。
- 6、截尾寿命试验可以分为_____和_____。
- 7、寿命随机变量的数学期望显示其_____趋势。

二、简答题（20分，每题10分）

(1) 画出产品寿命分布的可靠度函数、失效率函数、累计故障函数与寿命概率密度函数之间的关系图（并标明计算公式）。

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

(2) 简述步加加速试验的实施过程及特点，并画出示意图。

三、计算题

某产品故障分布概率密度函数如下：

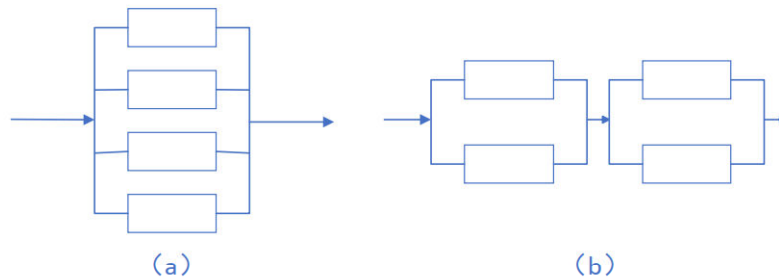
$$P(t) = \frac{3t^2}{10^9}, 0 \leq t \leq 1000h$$

计算该产品（1）在保修期 200h 内发生故障的概率是多少（2）MTTF（3）可靠度为 0.95 时的设计寿命

四、计算题

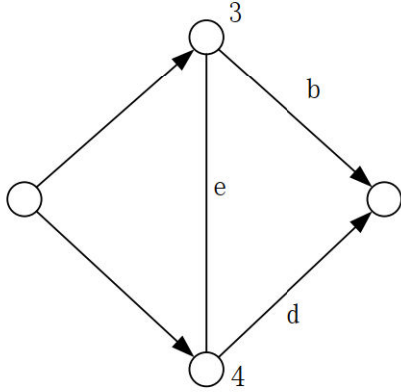
某混联系统如下图所示，由 4 个独立部件组成，每个部件可靠度都为 $R_i = 0.9$ 。

分别计算(a)、(b)的可靠度



五、计算题

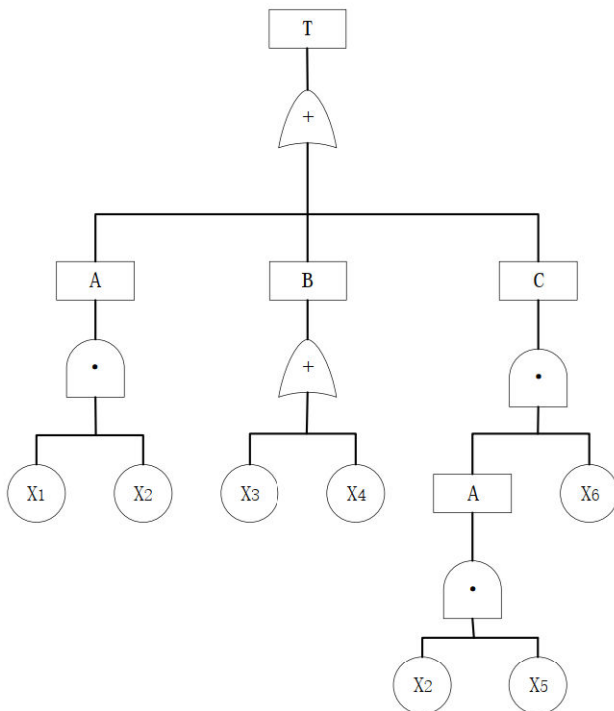
如图所示一复杂系统可靠性框图，运用全概率方法简化问题，指定从 e 弧开始，画出部件 e 正常和失效情况下的子网络图，并给出最小路集。



本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

六、计算题

故障树底事件故障率为 10^{-3} ，求（1）最小割路集（2）顶事件发生概率。



七、计算题（5分）

由两台设备（失效率 $\lambda_i, i=1,2$ ）与一组维修人员（修复率 μ ）组成的串联可修系统。请定义马尔科夫型可修系统，写出转移概率矩阵，画状态转移图。

参考答案：

一、1、可修系统；不可修系统

2、故障概率

3、事件；逻辑门

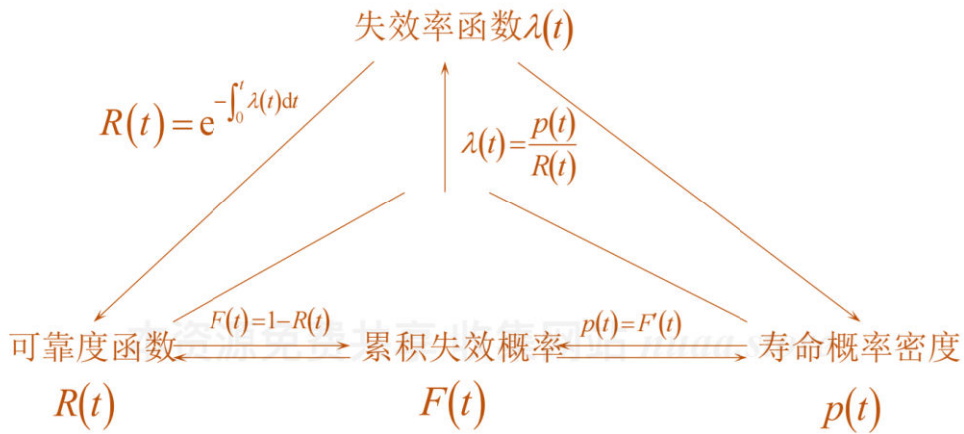
4、基础

5、故障机理

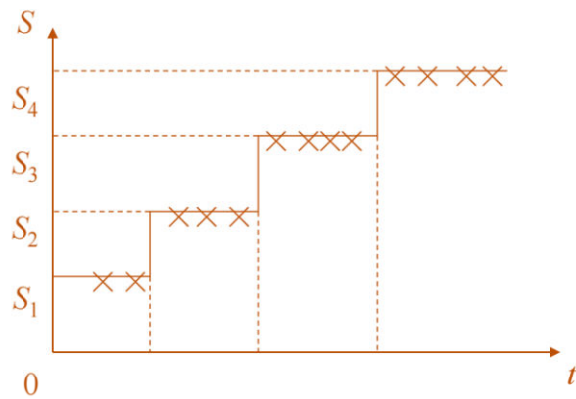
6、定时截尾实验；定数截尾实验

7、平均寿命（？）

二、(1)



(2) 步加试验：选择一组加速应力水平： S_1, S_2, \dots, S_k ，它们都高于正常应力水平 S_0 ，即 $S_0 < S_1 < \dots < S_k$ 。试验开始时，将所有受试样品至于应力水平 S_1 下进行寿命试验，直到规定的试验时间 t_1 或规定的失效数 r 为止；然后把应力水平提高到 S_2 ，将未失效的样品在应力水平 S_2 下继续进行寿命试验，如此继续下去，直到规定的试验时间或有一定数量的样品发生失效为止。



三、(1) $F(200) = \int_0^{200} \frac{3t^2}{10^9} dt = \left[\frac{t^3}{10^9} \right]_0^{200} = 0.008$

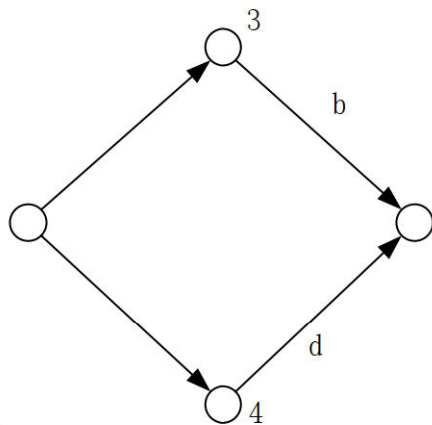
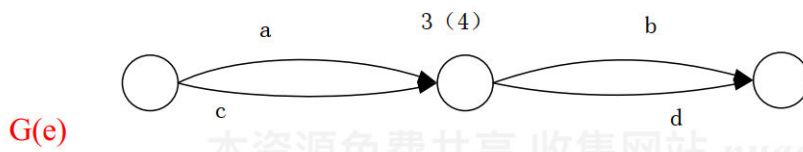
(2) $MTTF = \int_0^{1000} \frac{3t^2}{10^9} t dt = \left[\frac{3t^4}{4 \times 10^9} \right]_0^{1000} = 750h$

(3) $R(t) = 1 - F(t) = 1 - \frac{t^3}{10^9} = 0.95$
 $t_{0.95} = \sqrt[3]{1 - 0.95} \times 10^3 = 368.4h$

四、(a) $R = 1 - (1 - R_i)^4 = 1 - 0.0001 = 0.9999$

(b) $R = (1 - (1 - R)^2)^2 = (1 - 0.01)^2 = 0.9801$

五、



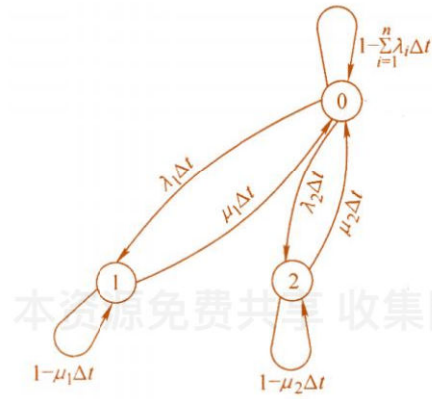
最小路集 {ab} {cd} {aed} {ceb}

六、(1) 最小割集 {X1X2}, {X3}, {X4}, {X2X5X6}

(2) 概率图法

123\456	100	101	111	110	010	011	001	000
001	X3							
011								
111								
101								
100	X4							
110					X1X2			
010					X2X5X6			
000								

七、状态转移矩阵 $A = \begin{bmatrix} \lambda_1 + \lambda_2 & \lambda_1 & \lambda_2 \\ \mu & -\mu & 0 \\ \mu & 0 & -\mu \end{bmatrix}$



状态转移图：