

# 可靠性工程

## 课程大纲

### 第一章：可靠性基本概念

- 1、可靠性学科发展历程
- 2、可靠性的定义
  - IEEE 可靠性的定义
  - 装备可靠性的定义
  - 产品工作可靠性的定义
  - 广义可靠性
- 3、可靠性学科研究的内容
- 4、可靠性设计的主要工作
- 5、二十世纪留给二十一世纪可靠性工程热点问题

### 第二章 可靠性基础理论

#### 第一节、可靠性特征量

- 定义：
- 可靠性特征量指标
- 可靠度与不可靠度
- 失效（故障）密度函数
- 失效率（故障率） Failure Rate
- 故障率与可靠度、故障密度函数的关系
- 故障率浴盆曲线
- 产品的故障率曲线的三个阶段
- 产品的寿命特征
- 平均故障前时间
- 平均故障间隔时间
- 可用性定义
- 可靠性参数和指标选择的要求和依据

#### 第二节、可靠性数据统计分析的过程及意义

- 可靠性数据分析概述
- 什么是可靠性数据？
- 可靠性数据的来源、
- 什么是可靠性数据分析？
- 各阶段可靠性数据分析的目的和意义
- 可靠性数据库

#### 第三节、统计学基本概念

- 统计学术语

#### 第四节、常用的概率分布

#### 第五节、常用的参数估计方法

## **第三章 系统可靠性模型**

### **第一节 概述**

- 系统定义
- 系统可靠性设计的目的
- 影响系统可靠性的因素
- 不可修复系统
- 可修复系统
- 系统的各种模型（原理图、功能框图、功能流程图、可靠性框图）
- 基本可靠性模型
- 任务可靠性模型
- 典型可靠性模型分类

### **第二节 不可修系统**

- 串联系统
- 并联系统
- 混联系统
- 表决系统
- 旁联系统

### **第三节 可修系统**

- 概述
- 维修性特征量
- 可用性特征量
- 马尔柯夫过程
- 典型可修系统可用性

## **第四章 可靠性分配与预计**

### **第一节 概 述**

- 可靠性分配
- 可靠性预计
- 可靠性分配目的
- 可靠性预计的目的
- 可靠性分配与可靠性预计的关系
- 可靠性分配与可靠性预计的作用
- 可靠性分配的程序
- 可靠性分配的准则
- 可靠性分配方法的种类

### **第二节 可靠性分配**

#### **一、可靠性分配的无约束分配方法**

- 等分配法
- 评分分配法
- 再分配法

- 比例分配法
- AGREE 方法
- 不同研制阶段的可靠性分配方法
- 二、可靠性分配的优化方法

### 第三节 可靠性预计

- 1、可靠性预计目的、用途
- 2、产品可靠性预计的程序
- 3、可靠性预计的类型
- 4、电子产品的可靠性预计
- 5、可靠性预计的传统方法
  - 数学模型法
  - 相似设备法
  - 相似复杂性法
  - 功能预计法
  - 边值法
  - 元部件计数法
  - 应力分析法
  - 边值法（上下限法）
- 6、可靠性预计方法及其应用范围
- 7、非指数分布的产品可靠性预计

## 第五章 故障模式影响与危害度分析 (FMECA)

### 第一节 FMECA 概述

- 基本概念——故障、故障模式、故障影响、危害度
- FMECA 的目的
- FMECA 的步骤
- FMECA 方法分类
- 在产品寿命周期各阶段的 FMECA 方法

### 第二节 故障模式影响分析 FMEA

- FMEA 分析流程
- 系统定义
- 故障模式分析
- 故障判据
- 故障模式分析的工作内容
- 故障模式分析的方法
- 典型故障模式
- 机械产品典型故障模式（案例）
- 故障原因分析
- 故障影响分析
- 故障严酷度
- 故障检测方法分析（可探测性）
- 补偿措施分析

### **第三节 危害度分析 CA**

- CA 的目的
- 风险优先数法
- 危害矩阵法
- 危害性矩阵图
- CA 的实施

### **第四节 FMECA 结果形式**

- FMECA 报告应包含的内容
- 可靠性关键重要产品清单

### **第五节 FMECA 应用示例**

## **第六章 故障树分析 Fault Tree Analysis**

### **第一节 概述**

- 故障树的定义
- 故障树分析
- 故障树分析常用的术语及符号
- 故障树分析常用的逻辑门及符号

### **第二节 建立故障树的方法**

- 建立故障树的步骤
- 故障树的规范化
- 故障树简化方法-模块化方法
- 故障树简化方法-布尔代数法

### **第三节 故障树的定性分析**

- 故障树的结构函数
- 最小割集和最小路集
- 故障树分析的下行法与上行法
- 故障树的对偶树

### **第四节 故障树的定量分析**

- 概率组成函数穷举法
- 利用最小割集求解
- 概率重要度
- 故障树的对偶树

### **第五节 故障树分析的发展方向**

- 模糊故障树
- 动态故障树
- 贝叶斯网络与故障树分析
- 多状态故障树

## **第七章 机械可靠性设计原理**

### **第一节 机械可靠性设计概述**

- 机械可靠性发展概述
- 机械可靠性问题的分类
- 机械可靠性的特点
- 传统的机械设计与机械可靠性设计的区别
- 机械零件可靠性设计的特点
- 机械可靠性设计的过程
- 机构可靠性简介

### **第二节 应力——强度干涉理论**

- 广义的应力
- 广义的强度
- 基于统计的可靠性定义
- 基于模型的可靠性定义
- 应力 - 强度分布曲线与时间的关系
- 干涉概率的计算方法 - 概率密度联合积分法
- 干涉概率的计算方法 - 强度与应力之差概率密度函数积分法

### **第三节 机械零件静强度可靠性设计**

- 基本步骤：
- 设计参数的统计处理与计算
- 零件强度分布规律及分布参数的确定--材料性能的统计分析
- 强度分布的确定
- 已知的分布规律
- 材料性能的变异系数
- 材料拉伸屈服极限的均值和标准差
- 现有手册中强度数据的取用
- 强度分布参数的近似算法
- 确定零件尺寸分布
- 零件横截面上的工作应力
- 确定应力分布的方法
- 代数法确定应力分布类型和分布参数
- 随机变量函数的均值和标准差的近似计算
- 矩数法确定应力分布
- 受拉零件的静强度可靠性设计

### **第四节 机械零件疲劳强度可靠性设计**

- 疲劳破坏的基本概念
- 材料的疲劳性能
- 疲劳载荷的统计与分析
- 稳定变应力下的疲劳强度可靠性计算
- 累积损伤理论简介

## **第五节 机械零件磨损强度的可靠性设计**

- 磨损的基本概念
- 磨损曲线
- 花键磨损量与时间的关系
- 磨损速度和磨损量的计算
- 磨损寿命曲线
- 磨损寿命曲线的应用
- 给定工作寿命时零件耐磨性可靠度计算
- 给定可靠度时零件耐磨寿命的计算

## **第六节 机械零件腐蚀可靠性设计**

- 腐蚀
- 均匀腐蚀的概率计算（与稳定磨损期算法相同）

## **第七节 机械零件结构稳健可靠性设计**

## **第八章 机械可靠性优化设计**

- 优化设计的基本概念
- 机械可靠性优化设计的意义
- 机械可靠性优化设计的数学模型
- 机械可靠性优化设计例题
- 复杂系统可靠性优化设计问题

## **第九章 可靠性试验与综合评定**

### **第一节 概述**

- 可靠性试验方法分类
- 工程试验的目的和适用范围
- 可靠性统计试验的目的和适用范围
- 案例

### **第二节 环境应力筛选试验**

- 环境应力筛选试验的相关标准
- 环境应力筛选试验
- 电子设备可视缺陷分类
- 环境应力筛选效益
- 故障器件损耗代价比较（US Dollar）
- 环境应力筛选试验的类型
- 各种筛选能发现的典型缺陷
- 环境应力筛选试验比较

### **第三节 可靠性增长试验**

- 可靠性增长
- 可靠性增长试验

- 可靠性增长过程示意图
- 可靠性增长试验对象
- 可靠性增长试验的步骤
- 可靠性增长试验的意义
- 有无可靠性增长要求时寿命周期费用的比较
- 可靠性增长的数学模型
- Duane 模型
- AMSAA 模型
- AMSAA 模型的应用

#### **第四节 可靠性统计试验**

- 可靠性统计试验的类型
- 可靠性统计试验中的特性参数
- 可靠性统计试验的方案的选择
- 概率比序贯试验
- 概率比序贯试验试验方案
- 概率比序贯试验过程
- 概率比序贯试验方案
- 概率比序贯试验
- 概率比序贯试验方案

#### **第五节 寿命试验**

- 寿命试验的目的
- 产品的寿命参数
- 产品寿命试验的分类
- 机械可靠性试验技术研究现状
- 机械可靠性试验的特点
- 机械可靠性试验的关键技术

#### **第六节 系统可靠性评定**

- 可靠性评定问题的提出
- 可靠性评定的意义
- 可靠性评定的步骤
- 可靠性评定方法
- 单元级产品可靠性评定方法
- 系统级产品可靠性评定方法

#### **第十章 电子产品可靠性设计分析方法**

- 概述
- 电子元器件的选用
- 电磁兼容设计
- 热设计
- 降额设计
- 冗余设计

- 耐环境设计
- 潜在通路分析
- 容差设计