



可靠性概论

华东理工大学机械学院

主讲：刘长虹



机械可靠性设计

- 第1章 可靠性设计概论
- 第2章 机械可靠性设计概述
- 第3章 机械可靠性设计基本原理
- 第4章 系统可靠性设计
- 第5章 机械零部件可靠性设计
- 第6章 可靠性优化设计与可靠性提高



第2章 机械可靠性设计概述

- 2.1 机械可靠性设计的基本特点
- 2.2 机械可靠性设计的主要内容
- 2.3 机械可靠性设计的方法和步骤
- 2.4 机械可靠性定性设计十大准则



第2章 机械可靠性设计概述

2.1 机械可靠性设计的基本特点

- 1) 以应力和强度为随机变量作为设计的出发点；
- 2) 引用概率和统计方法进行分析 and 求解；
- 3) 能够定量地回答产品的失效率和可靠度；
- 4) 根据不同的产品、不同的使用场合采用不同的可靠性指标；
- 5) 强调设计对产品可靠性的主导作用，由设计决定产品的固有可靠性，由制造保证固有可靠性。

第2章 机械可靠性设计概述

2.1 机械可靠性设计的基本特点

- 6) 必须考虑环境的影响;
- 7) 必须考虑产品的维修性;
- 8) 从整体的、系统的观点出发:
 - 人——机——环境系统;
 - 重视产品在全寿命周期的总费用。
- 9) 承认在设计阶段及以后的阶段都需要可靠性增长。

第2章 机械可靠性设计概述

2.2 机械可靠性设计的主要内容

- 1) 研究产品的故障物理与故障模型——产品的失效分析
- 2) 确定产品的可靠性指标和可靠性等级
- 3) 合理分配产品的可靠性指标值
 - 过程: 系统 → 部件 → 零件
 - 方法: 广义优化设计
 - 目的: 最大经济效益下各零部件可靠性指标值的合理匹配。
- 4) 以规定的可靠性指标值为依据对零部件进行可靠性设计

第2章 机械可靠性设计概述

2.3 机械可靠性设计的方法与步骤

- 1) 方法:
 - 概率设计法
 - 失效树分析法 (FTA)
 - 失效模式、影响及致命度分析 (FMECA)
 - 模糊可靠性设计方法

第2章 机械可靠性设计概述

2.3 机械可靠性设计的方法与步骤

- 2) 步骤:
 - (1) 明确可靠性要求;
 - (2) 调查分析类似产品的使用情况;
 - (3) 可靠性分配;
 - (4) 进行可靠性分析, 确定关键件、重要件;
 - (5) 可靠性定性设计——非关键件;
 - (6) 可靠性定量设计——关键件;
 - (7) 可靠性分析计算与设计评审;
 - (8) 可靠性增长 (完善)。
- 注: 不同类型的产品, 其步骤不尽相同, 而采用不同的可靠性设计方法, 其步骤也不同。

可靠性设计技术——定性与定量

- 定性：以经验为主，即将过去积累处理失效的经验设计到产品中去，使其具有较高的可靠性；
- 定量：定量地设计、试验、控制和管理产品的可靠性

可靠性设计分析

- 事前分析——在设计阶段预测和预防所有可能发生的故障和隐患，消除于未然，把可靠性**设计**到产品中去；
- 事中分析——产品在**运行中的故障诊断、检测和寿命分析技术**，以保持运行的可靠性；
- 事后分析——找出产品故障模式的原因，研究预防故障技术（**失效分析**）。

第2章 机械可靠性设计概述

2.4 机械可靠性定性设计的十大准则

1) 简单化准则

在满足预定功能的情况下，机械设计应**力求简单、零部件的数量应尽可能减少**，越简单越可靠是可靠性设计的一个基本原则，是减少故障提高可靠性的最有效方法。但不能因为减少零件而使其它零件执行超常功能或在高应力的条件下工作。否则，简化设计将达不到提高可靠性的目的。

第2章 机械可靠性设计概述

2.4 机械可靠性定性设计的十大准则

2) 模块化、组件化、标准化准则

产品零部件的模块化、组件化及其标准化是现代化生产的重要标志，是提高产品可靠性水平的重要手段。

尽量采用模块化、通用化设计方案。优先选用标准件，提高互换性。

第2章 机械可靠性设计概述

2.4 机械可靠性定性设计的十大准则

3) 降额设计准则

降额设计是使零部件的使用应力低于其额定应力的一种设计方法。降额设计可以通过降低零件承受的应力或提高零件的强度的办法来实现。工程经验证明，大多数机械零件在低于额定承载应力条件下工作时，其故障率较低，可靠性较高。

第2章 机械可靠性设计概述

2.4 机械可靠性定性设计的十大准则

4) 合理选材准则

正确选择材料是保证可靠性设计的必要条件之一。除要考虑材料的结构性能、化学性能和热性能外，还必须考虑材料的稳定性（使用环境、加工方法等的影响）。**选用的零部件、原材料除满足结构尺寸、重量、强度、刚度要求外，还应满足使用环境和寿命要求。**

第2章 机械可靠性设计概述

2.4 机械可靠性定性设计的十大准则

5) 冗余设计准则

冗余设计是对完成规定功能设置重复的结构、备件等，以备局部发生失效时，整机或系统仍不致于发生丧失规定功能的设计。

第2章 机械可靠性设计概述

2.4 机械可靠性设计的十大准则

6) 耐环境设计准则

耐环境设计是在设计时就考虑产品在整个寿命周期内可能遇到的各种环境影响，例如装配、运输时的冲击，振动影响，贮存时的温度、湿度、霉菌等影响，使用时的气候、沙尘振动等影响。

认识环境；控制环境；适应环境。

第2章 机械可靠性设计概述

2.4 机械可靠性设计的十大准则

7) 失效安全设计 (Failure Safe) 准则

系统某一部分即使发生故障，
但使其限制在一定范围内，不致影响整个系统的功能。

第2章 机械可靠性设计概述

2.4 机械可靠性设计的十大准则

8) 防误设计准则

采用不同的安全保护装置，如灯光、音响等报警装置，监视装置，保护性开关、防误插定位卡、定位销等，并有符合国家标准的醒目的识别标志、防差错或危险标志，防止误动作引起重大事故，主要用于产品或设备的操作系统设计。

第2章 机械可靠性设计概述

2.4 机械可靠性设计的十大准则

9) 维修性设计准则

指产品或设备的结构设计应充分考虑其维修性能的优劣。

第2章 机械可靠性设计概述

2.4 机械可靠性设计的十大准则

10) 人机工程设计准则

人机工程设计的目的是为减少使用中人的差错，发挥人和机器各自的特点以提高机械产品的可靠性。例如，设计的操作环境尽量适合于人的工作需要，减少引起疲劳、干扰操作的因素，如温度、湿度、气压、光线、色彩、噪声、振动、沙尘、空间等。



机械可靠性设计注意事项：

- 权衡设计——是指在可靠性、维修性、安全性、功能重量、体积、成本（制造成本与运行成本）等之间进行综合权衡，以求得最佳的结果。
- 创新设计——优先选用经过充分验证、技术比较成熟的设计方案，提高产品设计的继承性。日本一些企业的专家认为：一个新产品的的设计，其80%是采用原有产品或相似产品的设计经验，只有20%是因为产品的功能、性能的变化需要进行重新设计。（新技术应用原则）



第2章复习思考题

- 1.机械可靠性设计的基本特点。
- 2.机械可靠性设计的主要内容。
- 3.机械可靠性设计的基本方法。
- 4.机械可靠性设计的步骤。
- 5.机械可靠性设计的十大准则。