



圣才<sup>®</sup>考研网

www.100exam.com

【圣才考研】— 考研考博专业课辅导中国第一品牌

国内外经典教材辅导系列·理工类

# 濮良贵《机械设计》

(第8版)

笔记和课后习题 (含考研真题) 详解

主编：圣才考研网  
www.100exam.com

赠

140元大礼包

100元网授班 + 20元真题模考 + 20元圣才学习卡

详情登录：圣才考研网 (www.100exam.com) 首页的【购书大礼包专区】，  
刮开本书所贴防伪标的密码享受购书大礼包增值服务。

特别推荐：濮良贵《机械设计》名师讲堂、圣才考研专业课辅导班【保录班、面授班、网授班等】

中国石化出版社

HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM

教·育·出·版·中·心



国内外经典教材辅导系列·理工类

**濮良贵《机械设计》(第8版)**  
笔记和课后习题(含考研真题)详解

主编：壹才考研网

[www.100exam.com](http://www.100exam.com)

中国石化出版社

## 内 容 提 要

本书是濮良贵《机械设计》(第8版)学习辅导书。本书基本遵循第8版的章目编排,共分18章,每章由三部分组成:第一部分为复习笔记,总结本章的重难点内容;第二部分是课(章)后习题详解,对第8版的所有习题都进行了详细的分析和解答;第三部分为考研真题详解,精选近年考研真题,并提供了详细的解答。

圣才考研网([www.100exam.com](http://www.100exam.com))提供全国所有高校各个专业的考研考博辅导班(保过班、面授班、网授班等)、濮良贵《机械设计》等国内外经典教材名师讲堂(详细介绍参见本书书前彩页)。购书享受大礼包增值服务[100元网授班+20元真题模考+20元圣才学习卡]。本书特别适用于参加研究生入学考试指定考研参考书目为濮良贵《机械设计》的考生,也可供各大院校相关专业的师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

濮良贵《机械设计》(第8版)笔记和课后习题(含  
考研真题)详解/圣才考研网主编. —北京:中国石化  
出版社,2012.3

(国内外经典教材辅导系列)

ISBN 978-7-5114-1452-6

I. ①濮… II. ①圣… III. ①机械设计-高等学校-  
教学参考资料 IV. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第030828号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者  
以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

**中国石化出版社出版发行**

地址:北京市东城区安定门内大街58号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: [press@sinopec.com](mailto:press@sinopec.com)

北京兴鹏印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

\*

787×1092毫米16开本11.75印张4彩插274千字

2012年3月第1版 2012年3月第1次印刷

定价:32.00元

# 《国内外经典教材辅导系列》

## 编 委 会

主编：圣才考研网([www.100exam.com](http://www.100exam.com))

编委：王 琳 刘会峨 邸亚辉 赵国会 傅芬贵  
东方飞 冯汉方 黄骅港 公积发 封都亭  
丰国云 刘一方 管贷方 飞山东 李于燕

# 序 言

我国各大院校一般都把国内外通用的权威教科书作为本科生和研究生学习专业课程的参考教材，这些教材甚至被很多考试(特别是硕士和博士入学考试)和培训项目作为指定参考书。为了帮助读者更好地学习专业课，我们有针对性地编著了一套与国内外教材配套的复习资料，并提供配套的名师讲堂和题库。

濮良贵《机械设计》是我国高校采用较多的经典教材之一，也被众多高校(包括科研机构)指定为考研参考书目。作为该教材的学习辅导书，本书具有以下几个方面的特点：

1. 整理名校笔记，浓缩内容精华。每章的复习笔记以濮良贵《机械设计》为主，并结合国内外其他相关教材对各章的重难点进行了整理，因此，本书的内容几乎浓缩了经典教材的知识精华。

2. 解答课后习题，解析知识难点。本书以濮良贵《机械设计》为基本依据，参考了该教材的国内外配套资料和其他教材的相关知识对该教材的课(章)后习题进行了详细的分析和解答，并对相关重要知识点进行了延伸和归纳。

3. 精选名校考研真题，提供详细答案。为了强化对重要知识点的理解，本书精选了名校近年考研真题，并提供了详细的解答。所选考研真题基本体现了各章的考点和难点，特别注重联系实际突显当前热点。

圣才考研网([www.100exam.com](http://www.100exam.com))是圣才学习网旗下的考研考博专业网站，提供全国所有院校各个专业的考研考博辅导班(保过班、面授班、网授班等)、濮良贵《机械设计》等经典教材名师讲堂、考研题库(在线考试)、全套资料(历年真题及答案、笔记讲义等)、考研教辅图书等。购书享受大礼包增值服务【100元网授班+20元真题模考+20元圣才学习卡】。

你想免费代理：圣才考研网的14万余份考研考博真题(含详解)、全国500余所院校专业课考研辅导课程和194种经典教材名师讲堂(课程和题库)吗？圣才考研网创业网站是中国第一家提供考研考博资源产品的教育“淘宝店”，一个完全属于自己的创业网站：自选网站名称、拥有独立后台、自己收费开课。(创业网站的详细介绍参见本书书前彩页，咨询电话：18001260136，咨询QQ：540421935)

考研辅导：[www.100exam.com](http://www.100exam.com)(圣才考研网)

官方总站：[www.100xuexi.com](http://www.100xuexi.com)(圣才学习网)

圣才学习网编辑部

# 目 录

## 第 1 篇 总 论

第 1 章 绪 论 .....	( 1 )
1.1 复习笔记 .....	( 1 )
1.2 课后习题详解 .....	( 1 )
1.3 名校考研真题详解 .....	( 1 )
第 2 章 机械设计总论 .....	( 2 )
2.1 复习笔记 .....	( 2 )
2.2 课后习题详解 .....	( 6 )
2.3 名校考研真题详解 .....	( 6 )
第 3 章 机械零件的强度 .....	( 9 )
3.1 复习笔记 .....	( 9 )
3.2 课后习题详解 .....	( 13 )
3.3 名校考研真题详解 .....	( 15 )
第 4 章 摩擦、磨损及润滑概述 .....	( 19 )
4.1 复习笔记 .....	( 19 )
4.2 课后习题详解 .....	( 23 )
4.3 名校考研真题详解 .....	( 23 )

## 第 2 篇 连 接

第 5 章 螺纹连接和螺旋传动 .....	( 24 )
5.1 复习笔记 .....	( 24 )
5.2 课后习题详解 .....	( 30 )
5.3 名校考研真题详解 .....	( 35 )
第 6 章 键、花键、无键连接和销连接 .....	( 41 )
6.1 复习笔记 .....	( 41 )
6.2 课后习题详解 .....	( 43 )
6.3 名校考研真题详解 .....	( 47 )
第 7 章 铆接、焊接、胶接和过盈连接 .....	( 49 )
7.1 复习笔记 .....	( 49 )
7.2 课后习题详解 .....	( 52 )

7.3 名校考研真题详解 .....	( 55 )
--------------------	--------

### 第3篇 机械传动

<b>第8章 带传动</b> .....	( 57 )
8.1 复习笔记 .....	( 57 )
8.2 课后习题详解 .....	( 61 )
8.3 名校考研真题详解 .....	( 64 )
<b>第9章 链传动</b> .....	( 68 )
9.1 复习笔记 .....	( 68 )
9.2 课后习题详解 .....	( 72 )
9.3 名校考研真题详解 .....	( 75 )
<b>第10章 齿轮传动</b> .....	( 77 )
10.1 复习笔记 .....	( 77 )
10.2 课后习题详解 .....	( 82 )
10.3 名校考研真题详解 .....	( 92 )
<b>第11章 蜗杆传动</b> .....	( 99 )
11.1 复习笔记 .....	( 99 )
11.2 课后习题详解 .....	( 104 )
11.3 名校考研真题详解 .....	( 114 )

### 第4篇 轴系零、部件

<b>第12章 滑动轴承</b> .....	( 119 )
12.1 复习笔记 .....	( 119 )
12.2 课后习题详解 .....	( 123 )
12.3 名校考研真题详解 .....	( 125 )
<b>第13章 滚动轴承</b> .....	( 129 )
13.1 复习笔记 .....	( 129 )
13.2 课后习题详解 .....	( 135 )
13.3 名校考研真题详解 .....	( 138 )
<b>第14章 联轴器和离合器</b> .....	( 142 )
14.1 复习笔记 .....	( 142 )
14.2 课后习题详解 .....	( 145 )
14.3 名校考研真题详解 .....	( 146 )
<b>第15章 轴</b> .....	( 148 )
15.1 复习笔记 .....	( 148 )
15.2 课后习题详解 .....	( 152 )
15.3 名校考研真题详解 .....	( 160 )

## 第5篇 其他零、部件

<b>第16章 弹 簧</b> .....	(164)
16.1 复习笔记 .....	(164)
16.2 课后习题详解 .....	(169)
16.3 名校考研真题详解 .....	(173)
<b>第17章 机座和箱体简介</b> .....	(175)
17.1 复习笔记 .....	(175)
17.2 课后习题详解 .....	(176)
17.3 名校考研真题详解 .....	(176)
<b>第18章 减速器和变速器</b> .....	(177)
18.1 复习笔记 .....	(177)
18.2 课后习题详解 .....	(178)
18.3 名校考研真题详解 .....	(178)



# 第1章 绪论

## 1.1 复习笔记

### 1. 本课程的内容

(1)总论部分——机器及零件设计的基本原则，设计计算理论，材料选择，结构要求，以及摩擦、磨损、润滑等方面的基本知识；

(2)连接部分——螺纹连接，键、花键及无键连接，销连接，铆接、焊接、胶接与过盈连接等；

(3)传动部分——螺旋传动，带传动，链传动，齿轮传动，蜗杆传动以及摩擦传动等；

(4)轴系部分——滚动轴承，滑动轴承，联轴器与离合器以及轴等；

(5)其他部分——弹簧，机座和箱体，减速器和变速器等。

### 2. 本课程的性质

本课程的性质是以一般通用零件的设计为核心的设计性课程，而且是论述它们的基本设计理论与方法的技术基础课程。

### 3. 本课程的主要任务

设计本课程主要是培养学业生具有以下素质：

(1)有正确的设计思想并勇于创新探索；

(2)掌握通用零件的设计原理、方法和机械设计的一般规律，进而具有综合运用所学的知识，研究改进或开发新的基础件及设计简单机械的能力；

(3)具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力；

(4)掌握典型机械零件的试验方法，获得实验技能的基本训练；

(5)了解国家当前的有关技术经济政策，并对机械设计的新发展有所了解。

## 1.2 课后习题详解

本章无课后习题

## 1.3 名校考研真题详解

本章内容是对整个课程的一个总体介绍，基本上没有学校的考研试题涉及到本章内容，读者简单了解即可，不必作为复习重点，所以本部分也就没有选用考研真题。

# 第2章 机械设计总论

## 2.1 复习笔记

### 一、机器

#### 1. 机器的组成

##### (1) 基本组成

①原动机部分：驱动整部机器完成预定功能的动力源；

②执行部分：用来完成机器预定功能的组成部分；

③传动部分：把原动机的运动形式、运动及动力参数转变为执行部分所需的运动形式、运动及动力参数的装置。

(2)附加组成：控制系统和辅助系统。

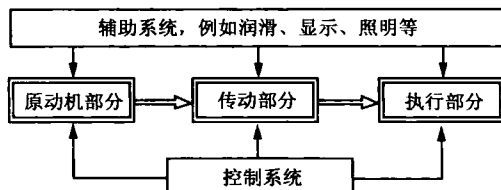


图 2-1

#### 2. 设计机器的一般程序

根据长期以来的设计经验，一部机器的设计程序可归纳为如表 2-1 所示。

#### 3. 设计机器应满足的要求

(1)使用功能要求：正确的选择机器的工作原理，正确地设计或选用能够全面实现功能要求的执行机构、传动机构和原动机，以及合理地配置必要的辅助系统。

(2)经济性要求：设计制造的经济性表现为机器成本低，使用的经济性表现为高生产率，高效率，较少地消耗能源、原材料和辅助材料，以及低的管理和维护费用。

(3)劳动保护和环境保护要求：①要使所设计的机器符合劳动保护法规定的要求；②要把环境保护提高到一个重要的位置。

(4)寿命与可靠性的要求：机器的可靠度是指在规定的使用时间(寿命)内和规定的环境条件下机器能够正常工作的概率；机器由于某种故障而不能完成其预定的功能称为失效。

### 二、机械零件

任何机器的主体都是它的机械系统，机械系统总是由一些机构组成，而机构又是由许多零件组成。因此，机器的基本组成要素是机械零件。按照使用情况将机械零件分为通用零件和专用零件两类。

#### 1. 机械零件的失效形式

机械零件由于某些原因不能正常工作，称为失效，主要有以下几种形式：

(1)整体断裂：由于危险截面上的应力超过零件的强度极限，或由于零件的变应力超过其疲劳极限而造成的失效，如齿轮轮齿根部的折断。

(2) 过大残余变形：由于作用于零件上的应力超过其材料的屈服极限而引起过大的变形量，使零件不能正常工作。

表 2-1 设计机械的一般程序

设计的阶段	工作步骤	阶段的目标
计划		设计任务书
方案设计		提出原理性的设计方案——原理图或机构运动简图
技术设计		总体设计草图及部件装配草图，并绘制出零件图、部件图及总装图
技术文件的编制		编制设计计算说明书、使用说明书，标准明细表、其他技术文件等

(3) 零件的表面破坏：零件的表面破坏主要是腐蚀、磨损和接触疲劳，如齿轮齿面磨损、疲劳点蚀等。

(4) 破坏正常工作条件引起的失效：有些机械零件只有在一定的工作条件下才能正常工作，如果这些必备的工作条件被破坏，就将导致零件的失效。如带传动，其工作条件是有效圆周力小于临界摩擦力，否则将会产生打滑的失效。

## 2. 设计机械零件时应满足的基本要求

### (1) 避免在预定寿命期内失效的要求

组成机器的所有零件必须具有相应的工作能力，否则就会失效。为此，机械零件应具有

足够的强度、刚度和规定的寿命。

①强度是指零件抵抗断裂、过大的残余变形和表面接触疲劳的能力。

提高机械零件强度的措施：

- a. 采用强度高的材料；
- b. 使零件具有足够大的横截面积尺寸；
- c. 合理地设计零件的截面形状，以增大截面的惯性矩；
- d. 采用热处理和化学处理方法，以提高材料的力学性能；
- e. 提高运动零件的制造精度，以降低工作时的动载荷；
- f. 合理地配置机器中各零件的相互位置，以降低作用于零件上的载荷等。

②刚度是指零件抵抗弹性变形的能力，分为整体变形刚度和表面接触刚度两种。

提高零件的整体刚度的措施：

- a. 增大零件横截面积或增大截面的惯性矩；
- b. 缩短支承跨距或采用多支点结构，以减小挠曲变形等。

提高接触刚度的措施：

- a. 增大贴合面以降低压力；
- b. 采用精加工以降低表面不平度等。

③寿命是指零件正常工作延续的时间。

影响零件寿命的因素主要包括：材料的疲劳、材料的腐蚀以及相对运动零件接触表面的磨损等三个方面。

(2)结构工艺性要求

零件具有良好的结构工艺性，即要求零件便于加工、便于装配、费用低等。零件的结构工艺性不仅与毛坯制造、机械加工、装配要求有关，而且与零件的材料、生产批量、生产设备条件等有关。零件的结构设计对零件的结构工艺性具有决定性的影响。

(3)经济性要求

经济性要求就是要降低零件的生产成本，通常采取的措施有：

- ①采用轻型的零件结构以降低材料消耗；
- ②采用少余量或无余量的毛坯或简化结构以减少加工工时；
- ③采用工艺性良好的结构以减少加工和装配费用；
- ④采用廉价材料代替贵重材料；
- ⑤采用组合结构代替整体结构；
- ⑥尽量采用标准化的零部件取代特殊加工的零部件等。

(4)质量小的要求

设计时应力求减小零件质量，这样不但节约材料，便于运输，降低成本，还可以减小运动零件的惯性，改善机器的动力性能。

(5)可靠性要求

机器是由许多零件组成的，因而机器的可靠性取决于机械零件的可靠性。为了提高零件的可靠性，应当使工作条件和零件性能的随机变化尽可能小，并在使用中加强维护和对工作条件进行监测。

3. 机械零件的设计准则

(1)强度准则

强度准则是最基本的设计准则，是指零件中的应力不得超过允许的限度。对一次断裂来

讲，应力不超过材料的强度极限；对于疲劳破坏来讲，应力不超过零件的疲劳极限；对残余变形来讲，应力不超过材料的屈服极限，其代表性表达式为

$$\sigma \leq \sigma_{\text{lim}}$$

考虑到各种偶然性或难以精确分析的影响，要除以设计安全系数  $S$ ，即为许用应力  $[\sigma]$ ，其表达式为

$$\sigma \leq \frac{\sigma_{\text{lim}}}{S} = [\sigma]$$

### (2) 刚度准则

零件在载荷作用下产生的弹性变形量  $y$  小于或等于机器工作性能所允许的极限值  $[y]$  (即许用变形量)，则称满足了刚度要求，其表达式为

$$y \leq [y]$$

### (3) 寿命准则

影响寿命的主要因素：腐蚀、磨损和疲劳是三个不同范畴的问题，它们各自发展过程的规律完全不同。迄今为止，还没有提出实用有效的腐蚀寿命、磨损寿命的定量计算方法，因而不以讨论。对于疲劳寿命，通常是以求出使用寿命的疲劳极限或额定载荷来作为计算的依据。

### (4) 振动稳定性准则

振动是指机械零件发生周期性的弹性变形现象。所谓的振动稳定性，是指在设计时要使机器中受激振作用的各零件的固有频率与激振源的频率错开。令  $f$  表示零件的固有频率， $f_p$  表示激振源的频率，则通常应保证如下的条件

$$0.85f > f_p \text{ 或 } 1.15f < f_p$$

如果不能满足上述条件，则可用改变零件及系统的刚性，改变支撑位置，增加或减少辅助支承等办法来改变  $f$  的大小。此外，提高回转件的动平衡精度，采用隔振元件把激振源与零件隔离，或者增加阻尼以减小受激振动零件的振幅等措施，都可以改善零件的振动稳定性。

### (5) 可靠性准则

可靠性用可靠度来度量。所谓零部件或机械系统的可靠度，是指它们各自在规定的条件下和规定的工作时间(寿命)内，无故障地完成规定功能的能力(或概率)。可靠性准则是指将常规设计中视为常量的设计参数如实地作为随机变量对待，把概率统计理论运用到机械设计中来，按照零部件或机械系统应有的定量的可靠度来设计它们。

## 4. 机械零件的设计方法

### (1) 理论设计

根据长期总结出来的设计理论和实验数据所进行的设计，称为理论设计，分为设计计算和校核计算两类。

①设计计算：根据零件的工作情况，选定计算准则，按其规定的要求计算出零件的主要结构尺寸和参数。多用于能通过简单的力学模型进行设计的零件。

②校核计算：先按其他方法初步拟定出零件的主要结构尺寸和参数后，依据计算准则校核零件是否安全。多用于结构复杂，应力分布较复杂，又能用现有的计算准则进行计算的情况。由于校核计算时，已知零件的有关尺寸，因此能计入影响零件失效的结构因素和尺寸因素，计算结果比较精确。

## (2) 经验设计

经验设计是根据对某类零件已有的设计与使用实践而归纳出的经验关系式, 或根据设计者本人的工作经验用类比的办法所进行的设计。这对那些使用要求变动不大而结构形状已典型化的零件, 是很有效的设计方法。例如箱体、机架、传动零件的各结构要素等。

## (3) 模型实验设计

把初步设计的零部件或机器制作成小模型或小尺寸样机, 通过实验的手段对其各个方面的特性进行检验, 根据实验结果对设计进行局部的修改, 从而使设计更加完善。这样的过程称为模型实验设计。

## 5. 机械零件设计的一般步骤

- (1) 根据零件的使用要求, 选择零件的类型和结构;
- (2) 根据机器的工作要求, 计算作用在零件上的载荷;
- (3) 分析零件可能的失效形式, 从而确定零件的设计准则;
- (4) 根据零件的工作条件及对零件的特殊要求, 选择适当的材料;
- (5) 根据设计准则进行有关的计算, 确定出零件的基本尺寸;
- (6) 根据工艺性及标准化等原则进行零件的结构设计;
- (7) 细节设计完成后, 必要时进行详细的校核计算, 以判定结构的合理性;
- (8) 画出零件的工作图, 并写出计算说明书。

## 6. 机械零件的材料及其选用

(1) 机械零件常用的材料主要包括金属材料、高分子材料、陶瓷材料、复合材料等。其中, 高分子材料又包括塑料、橡胶及合成纤维三种类型。

(2) 机械零件材料的选择原则: ①载荷、应力的的大小和性质; ②零件的工作情况; ③零件的尺寸及质量; ④零件结构的复杂程度及材料的加工可能性; ⑤材料的经济性; ⑥材料的供应状况。

## 7. 机械零件设计中的标准化

所谓零件的标准化, 是指通过对零件的尺寸、结构要素、材料性能、检验方法、设计方法和制图要求等制定出各种设计者共同遵守的标准。这对于保证零件质量、节约材料和设备、缩短设计制造周期、降低成本、便于安装和维修等具有重大的意义。

与标准化密切相关的是系列化和通用化。系列化是指对于同一产品, 在同一基本结构或基本条件下, 规定出若干不同辅助尺寸的产品。通用化是指在不同规格的同类或不同类产品之间采用同一结构和尺寸的零部件。

我国现行标准从运用范围来讲, 有国家标准(GB)、行业标准和企业标准三个等级。

## 2.2 课后习题详解

本章无课后习题

## 2.3 名校考研真题详解

### 一、选择题

1. 材料为 45 号钢经调质处理的轴由计算发现处于危险的共振区, 解决的措施应当是 ( )。[中科院 2007 研]

- A. 采用其它钢材
- B. 采取表面硬化处理
- C. 改变表面粗糙度
- D. 改变轴的直径

【答案】D

【解析】改变轴的直径，则轴的刚度发生变化，零件的固有频率也发生变化。A项，由于金属材料的弹性模量基本相同，因此，改变材料不能改变轴的刚度；B项，采取表面硬化处理能提高轴的疲劳强度，但不能改变轴的刚度；C项，改变表面粗糙度只能改变接触刚度。

2. 在机械零件的强度条件式中，常用到“计算载荷”，而“计算载荷”一般( )。[上海大学 2005 研]

- A. 小于名义载荷
- B. 大于静载荷而小于动载荷
- C. 接近于额定载荷
- D. 大于名义载荷而接近于实际载荷

【答案】D

【解析】机械工作中的实际载荷近似用计算载荷  $F_c$  表征，且  $F_c$  是名义载荷(即额定载荷)  $F$  与载荷系数  $K$  的乘积，即  $F_c = KF$ 。其中，载荷系数  $K$  是考虑载荷随时间作用和分布的不均匀性以及其它零件受力情况等因素后选取的系数，其值大于 1。

3. 零件的工作安全系数为( )。[中南大学 2005 研]

- A. 零件的极限应力比许用应力
- B. 零件的工作应力比许用应力
- C. 零件的极限应力比零件的工作应力
- D. 零件的工作应力比零件的极限应力

【答案】C

【解析】在对零件的强度进行校核时用到工作安全系数，其值小于等于许用安全系数时零件安全，其表达式为

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{\text{lim}}}{\sigma} \geq [S] \quad S_\tau = \frac{\tau_{\text{lim}}}{\tau} \geq [S]。$$

## 二、简答题

1. 机械零件的设计准则有哪些？[武汉理工大学 2006 研]

答：参见本章复习笔记相关内容。

2. 何为互换性？互换性在机械制造业中的作用是什么？[中国科学技术大学 2011 研]

答：互换性指在机械和仪器制造业中，在同一规格的一批零件或部件中，任取其一，不需任何挑选或附加修配就能装在机器上，达到规定的性能要求。

互换性在机械制造业中的作用：从使用方面看，当零件损坏以后，可以用同样规格的零件换上，快速简单；从制造方面看，互换性是提高生产水平和进行文明生产的有力手段。装配时，不需辅助加工和修配，故能减轻装配工人的劳动强度，缩短装配周期，并且可使装配工人按流水作业方式进行工作，以致进行自动装配，从而大大提高效率。

3. 什么是机械零件的失效？常见的机械零件失效形式有哪些？[北京理工大学 2004 研]

答：参见本章复习笔记相关内容。

4. 导轨的基本要求有哪些？[中科院 2005 研]

答：导轨的基本要求包括以下 8 点：

(1) 导向精度：指运动构件沿导轨导面运动时其运动轨迹的准确程度，影响因素主要有承导面的几何精度、结构类型、导轨副的接触精度、表面粗糙度、导轨和支承件刚度等，直

线导轨一般包括垂直面和水平面内的直线度，两条导轨面间的平行度；

- (2)精度保持性：在工作过程中保持原有几何精度的能力；
- (3)运动灵敏度和定位精度：运动构件能实现的最小行程和停止在指定位置的能力；
- (4)运动轻便、平稳、低速无爬行现象；
- (5)抗振性好：导轨副承受受迫振动和冲击的能力；
- (6)耐磨性好，温变不敏感；
- (7)足够的刚度：抵抗受力变形的能力；
- (8)工艺性好：在满足设计要求的前提下，应尽量做到制造和维修方便，成本低廉。



# 第3章 机械零件的强度

## 3.1 复习笔记

### 一、材料的疲劳特性

材料的疲劳特性可用最大应力  $\sigma_{\max}$ 、应力循环次数  $N$ 、应力比  $r = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$  来描述。

#### 1. $\sigma - N$ 疲劳曲线

$\sigma - N$  疲劳曲线是指在一定应力比  $r$  下, 疲劳极限  $\sigma_{\max}$  与应力循环次数  $N$  的关系曲线, 如图 3-1 所示。

(1) AB 段, 应力循环次数  $N \leq 10^3$ ,  $\sigma_{\max}$  基本不变, 可以近似看作是静应力强度。

(2) BC 段,  $N = 10^3 \sim 10^4$ , 材料已发生塑性变形, 故称其为应变疲劳, 由于应力循环次数  $N$  相对较小, 也称为低周疲劳。

(3)  $\sigma - N$  疲劳曲线中 CD 及 D 点以后两段所代表的疲劳通常称为高周疲劳。

① CD 段内, 试件经过一定次数的变应力作用之后, 总会发生疲劳破坏, 曲线 CD 段上任何一点所代表的疲劳极限称为有限寿命疲劳极限  $\sigma_{rN}$ 。该段代表有限疲劳寿命阶段, 可用下式来描述

$$\sigma_{rN}^m N = C, N_c \leq N \leq N_D$$

② D 点之后, 作用的变应力的最大应力小于 D 点的应力 ( $\sigma_{\max} < \sigma_r$ ), 则无论应力循环多少次, 材料都不会破坏, 代表无限疲劳寿命阶段。由于  $N_D$  有时很大, 因此, 常人为规定一个循环次数  $N_0$  (循环基数), 用  $N_0$  和其相对应的疲劳极限  $\sigma_{rN_0}$  (简写为  $\sigma_r$ ) 来近似代表  $N_D$  和  $\sigma_{r\infty}$ , 则可描述为

$$\sigma_{rN}^m N = \sigma_r^m N_0 = C$$

则有限寿命区间内任意循环次数  $N$  ( $N_c \leq N \leq N_D$ ) 的疲劳极限表达式为

$$\sigma_{rN} = \sigma_r \sqrt{\frac{N_0}{N}} = K_N \sigma_r$$

式中,  $K_N$  称为寿命系数, 它等于  $\sigma_{rN}$  与  $\sigma_r$  之比值。

#### 2. 等寿命疲劳曲线(极限应力线图)

同一材料在不同的循环特性  $r$  下, 有不同的疲劳极限, 它们之间的关系可用极限应力线图来表示。按试验的结果, 这一疲劳特性曲线为二次曲线, 但在工程应用中, 常将其以直线来近似代替, 如图 3-2 所示。

折线  $A'D'G'C$  即为材料的极限应力曲线。其中, 点  $A'(0, \sigma_{-1})$  为对称循环极限应力点, 点  $D'(\frac{\sigma_0}{2}, \frac{\sigma_0}{2})$  为脉动循环极限应力点, 点  $C(\sigma_s, 0)$  为屈服极限应力点。  $A'D'$  直线上任意点

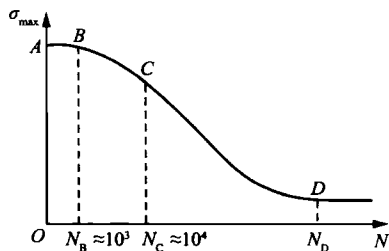


图 3-1  $\sigma - N$  疲劳曲线