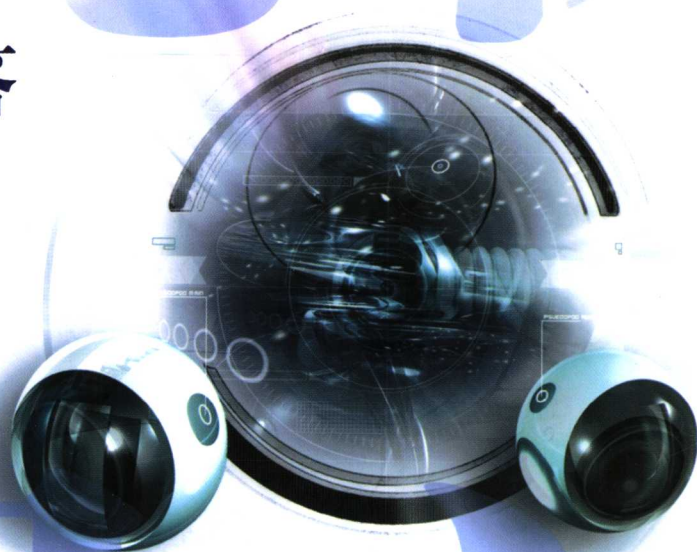


<http://www.phei.com.cn>

# 机械设计

## 习题与解答

唐进元 周长江 编  
颜海燕 雷先明



# 机械设计习题与解答

唐进元 周长江 颜海燕 雷先明 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本习题册由两部分组成。第一部分是习题，第二部分是习题解答。习题由 A、B、C 三组构成。A 组主要是概念题，有 67 道大题；B 组主要是计算与分析题，有 96 道大题；C 组是设计与研究题，共有 15 道题。A 组与 B 组题用于课程教学；C 组题适合作为学生深入学习相关知识，指导学生科技研究活动使用。习题的范围覆盖了国家教委制定的《机械设计课程教学基本要求》的内容。A、B 组所选习题主要来源于中南大学机械学教研室所编写的不同版本的《机械设计分组习题册》，同时添加了相当数量的近几年研究生入学试题，C 组题主要来源于作者科研经历及指导学生课外科技创新活动的积累。

本书可供各类高等学校机械类和相关专业教学使用，也是一本非常好的相关专业研究生入学考试复习参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有，侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械设计习题与解答 / 唐进元, 颜海燕, 周长江等编. —北京: 电子工业出版社, 2006. 6  
教育部职业教育与成人教育司推荐教材. 中等职业学校计算机技术专业教学用书  
ISBN 7-121-02018-1

I. 机… II. ①唐… ②颜… ③周… III. 机械设计—高等学校—习题 IV. TH122-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 043926 号

责任编辑: 刘志红

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 13.75 字数: 345 千字

印 次: 2006 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 19.80 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。  
联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

# 前 言

为配合《机械设计》课程教学需要,我们编写了这本《机械设计习题与解答》,本书共收集 178 道大题,其中 166 道大题给出了参考答案,便于读者解题参考。希望使用本书的读者,务必做到先独立解题,待做好题后,再参看习题解答,以期达到良好的学习效果。

本书选择习题的原则是:着重于加强基本知识训练和加深对概念的理解,注意理论联系实际,着重工程计算能力和工程应用能力的培养。习题按照从基本概念到基本计算,再到培养学生应用知识实际问题能力的思路编排。

本习题册由两部分组成,第一部分是习题,第二部分是习题解答。习题由 A、B、C 三组构成。A 组主要是概念题,有 67 道大题;B 组主要是计算与分析题,有 96 道大题;C 组是设计与研究题,共有 15 道题。A 组与 B 组题用于课程教学,C 组题用于大作业或学生课外科技研究活动。习题的范围覆盖了国家教委制定的《机械设计课程教学基本要求》的内容,A、B 组所选习题主要来源于中南大学机械学教研室所编写的不同版本的《机械设计分组习题册》(参加编写的有中南大学黄树川教授、谢思明副教授等),同时添加了相当数量的近几年研究生入学试题,C 组题主要来源于作者科研经历及指导学生课外科技创新活动的积累。

本书可供各类高等学校机械类和相关机械类各专业使用,也可作为研究生入学考试的复习参考书。

本书由中南大学唐进元、颜海燕,湖南大学周长江,邵阳学院雷先明编写,研究生吕文利、黄云飞做了大量的文字与图表整理工作。

由于编者水平有限,时间仓促,不妥之处在所难免,请广大读者批评指正,我们的 E-mail: [jytangcsu@sina.com](mailto:jytangcsu@sina.com)。

作者

2005 年 12 月

# 目 录

## 第 1 部分 习 题 篇

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第 1 章 机械零件设计概要  | 2   |
| 第 2 章 机械零件的强度   | 6   |
| 第 3 章 螺纹联接与螺旋传动 | 15  |
| 第 4 章 键、花键与过盈联接 | 31  |
| 第 5 章 带传动       | 35  |
| 第 6 章 链传动       | 44  |
| 第 7 章 齿轮传动      | 49  |
| 第 8 章 蜗杆传动      | 62  |
| 第 9 章 机械传动综合    | 70  |
| 第 10 章 滑动轴承     | 75  |
| 第 11 章 滚动轴承     | 83  |
| 第 12 章 联轴器与离合器  | 92  |
| 第 13 章 轴        | 94  |
| 第 14 章 弹簧       | 104 |

## 第 2 部分 习题解答篇

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第 1 章 机械零件设计概要  | 108 |
| 第 2 章 机械零件的强度   | 114 |
| 第 3 章 螺纹联接与螺旋传动 | 123 |
| 第 4 章 键、花键与过盈联接 | 131 |
| 第 5 章 带传动       | 134 |
| 第 6 章 链传动       | 141 |
| 第 7 章 齿轮传动      | 146 |
| 第 8 章 蜗杆传动      | 163 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第 9 章 机械传动综合                  | 169 |
| 第 10 章 滑动轴承                   | 172 |
| 第 11 章 滚动轴承                   | 178 |
| 第 12 章 联轴器与离合器                | 186 |
| 第 13 章 轴                      | 188 |
| 第 14 章 弹簧                     | 196 |
| 附录 A 中南大学 2002 年研究生入学考试试题     | 199 |
| 附录 B 中南大学 2003 年研究生入学考试试题     | 203 |
| 附录 C 中南大学 2002 年研究生入学考试试题参考答案 | 209 |
| 附录 D 中南大学 2003 年研究生入学考试试题参考答案 | 211 |
| 参考文献                          | 214 |

# 第1部分

习

题

篇

# 第 1 章 机械零件设计概要

## A 组 基本概念题

1A01 机械设计课程的性质是什么？本课程的主要任务有哪些？

1A02 机械设计课程中所讨论的技术设计过程由哪几个阶段组成？各个阶段主要包含哪些内容？

1A03 对一部机器有哪些基本要求？

1A04 试将机械零件的主要失效形式及其产生原因填入下表中。

| 失效形成         |      | 产生的原因 |
|--------------|------|-------|
| 整体断裂         | 静载失效 |       |
|              | 疲劳断裂 |       |
| 过大的残余变形      |      |       |
| 表面破坏         |      |       |
|              |      |       |
|              |      |       |
| 破坏正常<br>工作条件 |      |       |
|              |      |       |
|              |      |       |
|              |      |       |

1A05 设计机械零件时应满足哪些基本要求？

1A06 试将机械零件的常规设计方法及其概念和特点填入下表中。

| 设计方法     |  | 概念和特点 |
|----------|--|-------|
| 理论<br>设计 |  |       |
|          |  |       |
| 经验设计     |  |       |
| 模型实验设计   |  |       |

1A07 试将机械零件的计算准则及有关条件填入下表中。

| 计算准则 | 表达式或条件 |
|------|--------|
| 1.   |        |
| 2.   |        |
| 3.   |        |
| 4.   |        |
| 5.   |        |

1A08 机械零件的现代设计方法主要有哪几种？

1A09 查手册将以下计算结果进行标准化或圆整。

示例：齿轮宽度的计算值为  $b = \phi_d \cdot d_f = 24.5 \text{ mm}$ ，应圆整为  $b = 25 \text{ mm}$ 。

(1) 普通螺纹，计算所得的外径为  $d = 15 \text{ mm}$ ，应取标准值  $d = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$ 。

(2) 轴的直径经计算得  $d = 61 \text{ mm}$ ，应圆整为  $\underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$ 。

(3) 齿轮的模数经计算得  $m = 2.6 \text{ mm}$ ，应取标准值  $m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$ 。

1A10 从机械零件手册中查找下表中所列材料的强度极限  $\sigma_B$ ，屈服极限  $\sigma_s$ ，延伸率  $\delta_s$ ，冲击值  $\alpha_k$ 。

| 性 能<br>牌 号  | $\sigma_B / (\text{N/mm}^2)$ | $\sigma_s / (\text{N/mm}^2)$ | $\delta_s / \%$ | $\alpha_k / (\text{N} \cdot \text{m/cm})$ |
|-------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|
| 45 (调质)     |                              |                              |                 |                                           |
| 35SiMn (调质) |                              |                              |                 |                                           |
| ZG340-640   |                              |                              |                 |                                           |
| QT600-3     |                              |                              |                 |                                           |

## B 组 分析计算题

1B01 从受力、变形、加工和装配等方面分析如图 1-1-1 所示各组结构中哪个结构较合理，为什么？

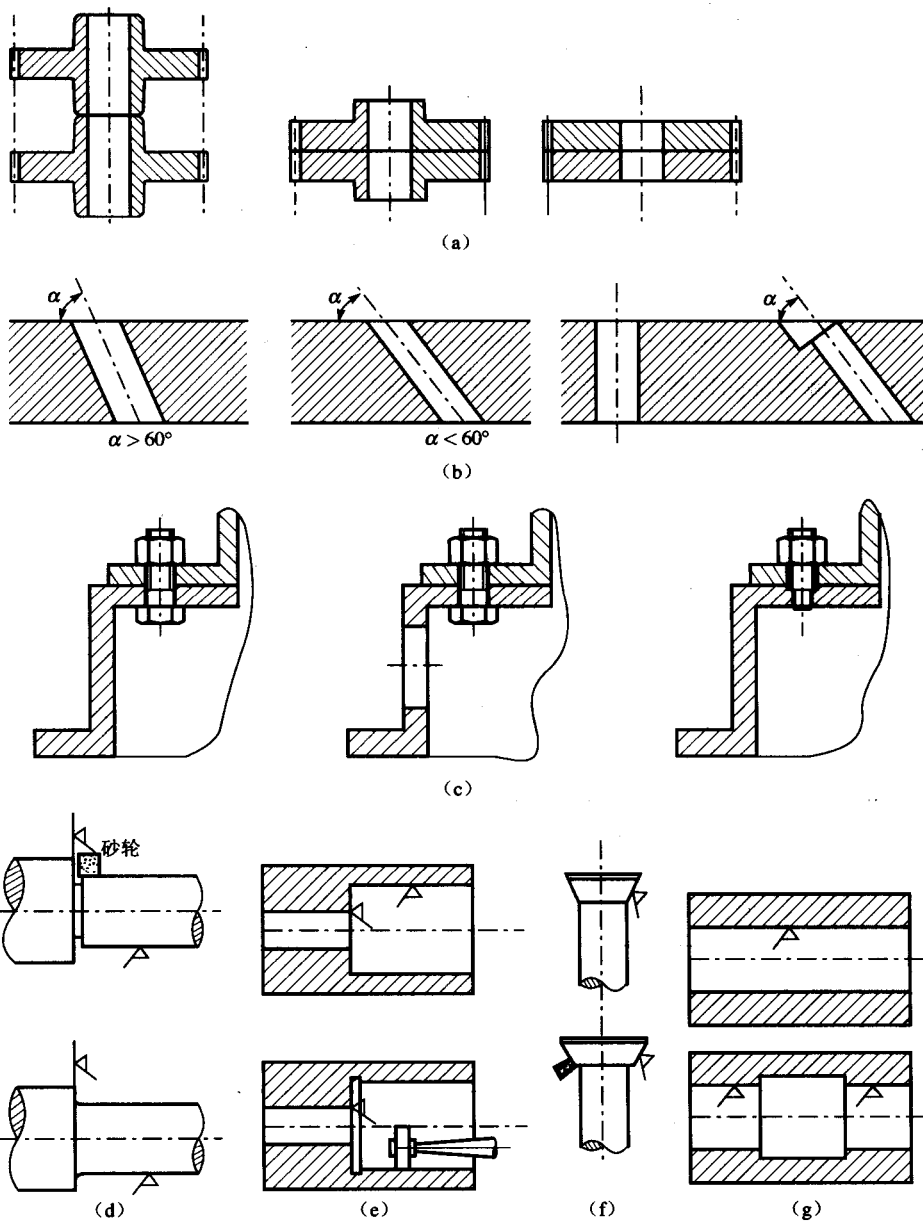


图 1-1-1 题 1B01 图

## C 组 设计与研究题

1C01 查阅文献,写一篇关于“我国机械零部件设计方法和设计理论现状及与世界先进水平差距”的综述报告。

提示:(1)主要从图书馆网页的中、外文期刊数据库中查阅资料与文献,也可另外在google、百度中搜索可用文献。

(2)综述报告的内容与写作格式可从互联网上查阅,或参考图书馆中的“科技写作”方面的教程与书籍。

## 第2章 机械零件的强度

### A组 基本概念题

2A01 解释下列名词:

- |           |             |                 |
|-----------|-------------|-----------------|
| 1. 失效;    | 2. 载荷;      | 3. 静载荷;         |
| 4. 变载荷;   | 5. 动载荷;     | 6. 公称载荷 (名义载荷); |
| 7. 计算载荷;  | 8. 静应力;     | 9. 变应力;         |
| 10. 工作应力; | 11. 计算应力;   | 12. 极限应力;       |
| 13. 许用应力; | 14. 计算安全系数; | 15. 安全系数许用值。    |

2A02 按下表中所给应力类型填写强度计算时相应的极限应力。

| 工作应力类型              | 静 应 力 |      | 变应力 | 接触变应力 |
|---------------------|-------|------|-----|-------|
|                     | 脆性材料  | 塑性材料 |     |       |
| 极限应力 $\sigma_{lim}$ |       |      |     |       |

2A03 选择题

1. 有限寿命疲劳极限符号 $\sigma_{rN}$ 中,  $N$ 表示寿命计算的\_\_\_\_\_。
- |         |         |
|---------|---------|
| A. 循环基数 | B. 循环次数 |
| C. 寿命指数 | D. 寿命系数 |
2. 绘制 $\sigma_m - \sigma_a$ 坐标中的简化疲劳极限应力线图, 绘制此图起码应具备的条件是\_\_\_\_\_。
- |                                                           |
|-----------------------------------------------------------|
| A. 各种循环特性值 $r$ 下的实验结果                                     |
| B. 某一循环特性实验求得的疲劳极限应力 $\sigma_{rN}$                        |
| C. 材料的屈服极限 $\sigma_s$ , 以及疲劳极限 $\sigma_0$ 和 $\sigma_{-1}$ |
| D. 根据理论计算出一系列数据                                           |
3. 形状相同、尺寸一样、工作条件也相同的零件, 用\_\_\_\_\_制造时则有较大

的应力集中系数  $k_\sigma$ 。

- A. 铸铁
- B. 低强度钢
- C. 高强度合金钢

4. 两轴线互相平行的圆柱体接触, 受径向压力, 则两零件的接触应力\_\_\_\_\_。

- A. 相等
- B. 不相等
- C. 与直径有关, 直径大的接触应力大

5. 机械由于某些原因不能\_\_\_\_\_时称为失效。

- A. 工作
- B. 连续工作
- C. 正常工作
- D. 负载工作

6.  $\sigma_{-1}$  代表变应力, 其脚标 -1 代表\_\_\_\_\_。

- A.  $\sigma_a/\sigma_m = -1$
- B.  $\sigma_m/\sigma_a = -1$
- C.  $\sigma_{\max}/\sigma_{\min} = -1$
- D.  $\sigma_{\min}/\sigma_{\max} = -1$

7. 两圆柱体接触, 其直径  $d_1=2d_2$ , 弹性模量  $E_1=2E_2$ , 长度  $b_1=2b_2$ , 则其接触应力  $\sigma_1$  和  $\sigma_2$  的关系是\_\_\_\_\_。

- A.  $\sigma_1=\sigma_2$
- B.  $\sigma_1=2\sigma_2$
- C.  $\sigma_1=4\sigma_2$
- D.  $\sigma_1=8\sigma_2$

#### 2A04 填空题

(1)(中南工业大学 1998 年考研试题) 在静强度条件下塑性材料的极限应力是\_\_\_\_\_, 而脆性材料的极限应力是\_\_\_\_\_。

(2)(华中理工大学 1994 年考研试题) 在静载荷作用下的机械零件, 不仅可以产生\_\_\_应力, 也可能产生\_\_\_应力。

(3)(北方交通大学) 一个零件的磨损机理, 磨损可分为\_\_\_磨损、\_\_\_磨损、\_\_\_磨损三个阶段, 在设计或使用时, 应力求\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_。

#### 2A05 选择题

(1)(华南理工大学 1997 年考研试题) 对于受循环变应力作用的零件, 影响疲劳破坏的主要因素是\_\_\_\_\_。

- A. 最大应力
- B. 平均应力
- C. 应力幅

(2)(中南工业大学 1999 年考研试题) 当三个相同零件甲、乙、丙承受的  $\sigma_{\max}$  是相同的, 但应力的循环特性  $r$  分别 +1, 0, -1, 其中, 最易疲劳损伤的零件是\_\_\_\_\_。

- A.  $r=-1$
- B.  $r=0$
- C.  $r=1$
- D. 一样

(3) (大连理工大学 1999 年考研试题) 零件表面经淬火、氮化、喷丸、滚子碾压等处理后, 其疲劳强度\_\_\_\_\_。

- A. 增高
- B. 不变
- C. 降低
- D. 增高或降低视处理方法而定

(4) (浙江大学 2000 年考研试题) 两相对滑动的接触表面, 依靠吸附油膜进行润滑的摩擦状态称为\_\_\_\_\_。

- A. 干摩擦
- B. 边界摩擦
- C. 混合摩擦
- D. 液体摩擦

(5) (上海交通大学 2000 年考研试题) 零件强度计算中的许用安全系数是用来考虑\_\_\_\_\_。

- A. 载荷的性质, 零件价格的高低, 材料质地的均匀性
- B. 零件的应力集中、尺寸大小、表面状态
- C. 计算的精确性, 材料的均匀性, 零件的重要性
- D. 零件的可靠性, 材料的机械性能, 加工的工艺性

(6) (上海交通大学 2000 年考研试题) 在外载荷不变的情况下, 试判断下列零件上各点应力的变化特性 (用应力循环特性系数  $r = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$  表示):

- ① 转动心轴, 外径上的弯曲应力  $r$  为\_\_\_\_\_;
- ② 推力球轴承滚动体上一点的接触应力,  $r$  为\_\_\_\_\_。

- A.  $r = +1$
- B.  $r = -1$
- C.  $r = 0$
- D.  $0 < r < +1$
- E.  $-1 < r < 0$

(7) 某齿轮传动装置如图 1-2-1 所示, 轮 1 为主动轮, 则轮 2 的齿面接触应力按\_\_\_\_\_变化。

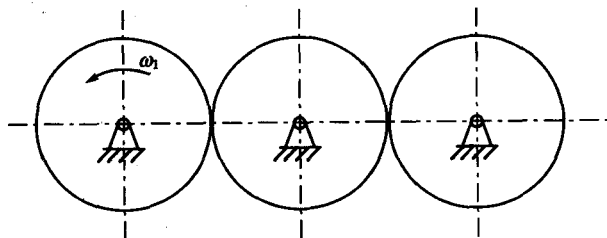


图 1-2-1 题 2A05 图 (一)

- A. 对称循环
- B. 脉动循环
- C. 循环特性  $r = -0.5$  的循环
- D. 循环特性  $r = +1$  的循环

(8) 图 1-2-1 所示的齿轮传动装置, 轮 1 为主轮, 当轮 1 做双向回转时, 则轮 1 的齿面接触应力按\_\_\_\_变化。

- A. 对称循环                      B. 脉动循环  
C. 循环特性  $r = -0.5$  的循环      D. 循环特性  $r = +1$  的循环

(9) 如图 1-2-2 所示极限应力图中,  $M$  为工作应力点, 应力循环特性  $r = \text{常数}$ ,  $ON$  线与横坐标轴间夹角  $\theta = 40^\circ$ , 则该零所受的应力类型为\_\_\_\_\_。

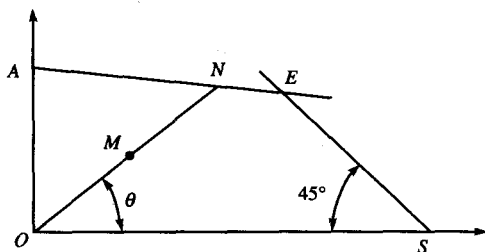


图 1-2-2 题 2A05 图 (二)

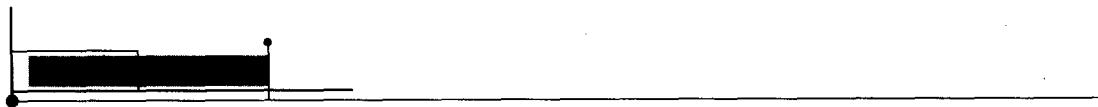
- A. 不变号的不对称循环变应力      B. 变号的不对称循环变应力  
C. 对称循环变应力                      D. 脉动循环变应力

## B 组 分析与计算题

2B01 根据已知参数求未知参数, 并画出应力变化图。

① 已知  $\sigma_{\max} = 400 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{\min} = 150 \text{ MPa}$ , 求  $\sigma_m$ ,  $\sigma_a$  和  $r$ , 画出应力变化图。

② 已知  $\sigma_{\max} = 500 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_a = 300 \text{ MPa}$ , 求  $\sigma_{\min}$ ,  $\sigma_m$  和  $r$ , 画出应力变化图。



③ 已知  $r=0.125$ ,  $\sigma_m = -225 \text{ MPa}$ , 求  $\sigma_{\max}$ ,  $\sigma_{\min}$  和  $\sigma_a$ , 画出应力变化图。

2B02 某材料的对称循环持久弯曲极限  $\sigma_{-1} = 108 \text{ MPa}$ , 取循环基数  $N_0 = 5 \times 10^5$ ,  $m=9$ , 试求循环持久次数  $N$  分别为 7 000, 25 000, 620 000 次时的有限寿命弯曲疲劳极限。

2B03 某轴受弯曲稳定变应力作用:  $\sigma_{\max} = 250 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{\min} = -50 \text{ MPa}$ , 已知材料的机械性能为:  $\sigma_{-1} = 450 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_0 = 700 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_s = 800 \text{ MPa}$ , 危险截面的  $K_\sigma = 1.4$ ,  $\varepsilon_\sigma = 0.78$ ,  $\beta_\sigma = 0.90$ 。试求:

(1) 绘制材料的简化极限应力图, 在图中标出工作应力点, 并判别其可能破坏的形式;

(2) 试按  $S=1.5$  校核此轴的无限寿命疲劳强度;

(3) 若疲劳强度不够, 应采取什么措施予以提高;



(4) 若轴的转速为  $n=20 \text{ r/min}$ , 工作时间  $t_h=1\ 000 \text{ h}$ , 试按有限寿命校核其疲劳强度。

2B04 Q235 钢精车成的转轴:  $D=110 \text{ mm}$ ,  $d=100 \text{ mm}$ , 过渡圆角半径  $r=5 \text{ mm}$ 。Q235 的机械性能:  $\sigma_{-1}=170 \text{ MPa}$ ,  $\tau_{-1}=105 \text{ MPa}$ , 试求危险断面处综合影响系数  $K_\sigma$  与  $K_\tau$ 。

2B05 如图 1-2-3 所示, 杆 1 和杆 2 用销钉 3 联接, 拉力  $F=20 \text{ kN}$ 。杆用 Q235, 销用 45# 钢制造。杆的许用应力: 拉伸  $[\sigma]=80 \text{ MPa}$ , 挤压  $[\sigma]=120 \text{ MPa}$ , 剪切  $[\tau]=50 \text{ MPa}$ 。许用应力: 挤压  $[\sigma]_p=100 \text{ MPa}$ , 剪切  $[\tau]=80 \text{ MPa}$ 。要求: 指出各个零件可能的失效形式, 并列出具体的强度计算公式。