

高等学校机械设计系列教材

# 机械设计习题集

陈福生 杜立杰 主编

第2版

机械工业出版社

高等学校机械设计系列教材

# 机械设计习题集

第 2 版

|    |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|
| 主编 | 陈福生 | 杜立杰 |     |
| 参编 | 张保生 | 张化民 | 曲玉峰 |
|    | 孙桂华 | 金伟民 | 李家海 |
| 主审 | 邹治基 | 齐长祥 |     |



机械工业出版社

本习题集是根据国家教委1987年审订的“机械设计(原机械零件)课程教学基本要求”修订的,它融汇了冀、津多所高等学校教师长期的教学经验,并广泛吸收了国内外本学科的新成果、新资料,构思新颖、信息量大,计有选择题489题、分析与思考题402题、设计计算题252题、结构设计题58题,共计1201题。并有三套综合练习题供学生学完机械设计课程后自我检测用,书末还有习题选解、选择题答案和附录(机械设计课程试卷选录共6份)供读者参考。

本习题集是高等工业学校各类机械设计课程的辅助教材,亦适用于电大、职大等相关专业,也可供有关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械设计习题集/陈福生,杜立杰主编. —北京:机械工业出版社,1996.8  
高等学校机械设计系列教材  
ISBN 7-111-05014-2

I. 机… I. ①陈…②杜… II. 机械设计-习题 IV. TH122-44

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第21560号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑:高文龙 版式设计:王颖 责任校对:肖新民

封面设计:方芬 责任印制:王国光

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1996年8月第2版第2次印刷

787mm×1092mm<sup>1/16</sup>·14印张·337千字

5 001—11 000册

定价:16.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

## 前 言

本书是天津大学和河北机械设计教学研究会合作编写的机械设计系列教材之一。本系列教材包括《机械设计》(机械类)、《机械设计基础》(近机类)、《机械设计基础》(非机类)、《机械设计课程设计》、《机械设计习题集》(《机械设计》的配套教材)共五种。该系列教材融汇了天津大学和河北省十余所高等学校教师多年的教学经验。

本习题集是根据国家教委1987年审订的“机械设计(原机械零件)课程教学基本要求”编写的,其主要特点是:

- 1) 构思新颖,信息量大,题目类型多,有选择题、分析与思考题、设计计算题和结构设计题,且按类型分类编排,层次清楚,便于使用。
- 2) 为了加强设计能力的培养,精选了一些结构设计题和大作业题。
- 3) 编写了一些应用计算机计算的题,以便在机械设计课程的教学引入计算机技术。
- 4) 编写了三套综合练习题,供学生学完机械设计课程后自我检测,测试对本课程内容的掌握情况,并由此熟悉本课程的考试方法。
- 5) 本习题集全部采用了最新国家标准。

参加本习题集编写的有陈福生(第一、二、三章,综合练习I、II、III);曲玉峰、孙桂华(第四、八、十二章);张化民(第五、六、七章);金伟民(第九、十、十三章);杜立杰(第十一章);李家海(第十四、十八章);张保生(第十五、十六、十七章);全书由陈福生、杜立杰主编。

本习题集承河北机电学院邹治基教授、燕山大学齐长祥教授审阅,他们提出了许多宝贵意见。唐山工程技术学院李国柱老师在本书的出版印制过程中做了大量工作,在此编者一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限,本习题集中错误和不足之处在所难免,殷切希望广大读者予以批评指正。

编 者  
1992年9月

## 第 2 版 前 言

本书是天津大学和河北省机械设计教学研究会合作编写的机械设计系列教材之一。该系列教材包括《机械设计》(机械类)、《机械设计基础》(近机类)、《机械设计基础》(非机类)、《机械设计课程设计》、《机械设计习题集》(《机械设计》的配套教材)共五种。

本书第2版仍是根据国家教委1987年审订的“机械设计(原机械零件)课程教学基本要求”修订的。与第一版相比其主要变化有:

1. 调整了部分章节的次序;
2. 滚动轴承采用了最近国家标准(GB/T272—93);
3. 第十二章增添了结构设计题;
4. 个别章节新添或更换了习题解;
5. 新添了一个附录——《机械设计》课程试卷选录;
6. 名词、术语、计算方法采用了新国家标准,并尽可能与配套教材一致。

本书第2版保持了第1版的特点,即

- 1) 构思新颖,信息量大,题目类型多,有选择题、分析与思考题、设计计算题和结构设计题,且按类型分类编排,层次清楚,便于使用。
- 2) 为加强设计能力的培养,精选了一些结构设计题和大作业题。
- 3) 编写了一些用计算机计算的题。
- 4) 编写了三套综合练习题,供学生学完机械设计课程后自我检测,测试对本课程内容的掌握情况。

此外,第2版新添的附录,借以说明考试要求、考题类型、考题难度和题量,可起指导应试的作用。

参加本书编写的有陈福生(第一、二、四章,综合练习I、II、III);张保生(第三、十五、十六章);张化民(第五、六、七章);曲玉峰、孙桂华(第八、十二、十八章);金伟民(第九、十、十三章);杜立杰(第十一章);李家海(第十四、十七章)。习题选解和选择题答案分别由各章编者提供,附录由杜立杰、陈福生选录。全书由陈福生、杜立杰主编。

由于编者水平有限,本习题集中错误和不当之处在所难免,殷切希望广大读者予以批评指正。

编 者

1995年8月

# 目 录

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 前言                       |     |
| 第2版前言                    |     |
| 第一章 机械设计概论 .....         | 1   |
| 一、选择题 .....              | 1   |
| 二、分析与思考题 .....           | 2   |
| 三、设计计算题 .....            | 4   |
| 第二章 机械零件的疲劳强度设计 .....    | 9   |
| 一、选择题 .....              | 9   |
| 二、分析与思考题 .....           | 11  |
| 三、设计计算题 .....            | 12  |
| 第三章 摩擦、磨损和润滑 .....       | 17  |
| 一、选择题 .....              | 17  |
| 二、分析与思考题 .....           | 19  |
| 三、设计计算题 .....            | 19  |
| 第四章 机械零件常用材料及制造工艺性 ..... | 21  |
| 一、选择题 .....              | 21  |
| 二、分析与思考题 .....           | 22  |
| 三、结构设计题 .....            | 23  |
| 第五章 螺纹联接及螺旋传动 .....      | 24  |
| 一、选择题 .....              | 24  |
| 二、分析与思考题 .....           | 26  |
| 三、设计计算题 .....            | 27  |
| 四、结构设计题 .....            | 33  |
| 第六章 键、花键和销联接 .....       | 36  |
| 一、选择题 .....              | 36  |
| 二、分析与思考题 .....           | 37  |
| 三、设计计算题 .....            | 38  |
| 四、结构设计题 .....            | 42  |
| 第七章 过盈联接 .....           | 44  |
| 一、选择题 .....              | 44  |
| 二、分析与思考题 .....           | 46  |
| 三、设计计算题 .....            | 46  |
| 第八章 铆、焊、粘联接 .....        | 48  |
| 一、选择题 .....              | 48  |
| 二、分析与思考题 .....           | 48  |
| 三、设计计算题 .....            | 49  |
| 第九章 摩擦轮传动 .....          | 51  |
| 一、选择题 .....              | 51  |
| 二、分析与思考题 .....           | 51  |
| 三、设计计算题 .....            | 52  |
| 第十章 带传动 .....            | 55  |
| 一、选择题 .....              | 55  |
| 二、分析与思考题 .....           | 57  |
| 三、设计计算题 .....            | 57  |
| 四、结构设计题 .....            | 59  |
| 第十一章 齿轮传动 .....          | 60  |
| 一、选择题 .....              | 60  |
| 二、分析与思考题 .....           | 67  |
| 三、设计计算题 .....            | 74  |
| 四、结构设计题 .....            | 76  |
| 第十二章 蜗杆传动 .....          | 79  |
| 一、选择题 .....              | 79  |
| 二、分析与思考题 .....           | 80  |
| 三、设计计算题 .....            | 82  |
| 四、结构设计题 .....            | 84  |
| 第十三章 链传动 .....           | 86  |
| 一、选择题 .....              | 86  |
| 二、分析与思考题 .....           | 87  |
| 三、设计计算题 .....            | 88  |
| 第十四章 轴 .....             | 90  |
| 一、选择题 .....              | 90  |
| 二、分析与思考题 .....           | 93  |
| 三、设计计算题 .....            | 94  |
| 四、结构设计题 .....            | 96  |
| 第十五章 滚动轴承 .....          | 98  |
| 一、选择题 .....              | 98  |
| 二、分析与思考题 .....           | 102 |
| 三、设计计算题 .....            | 103 |
| 四、结构设计题 .....            | 105 |
| 第十六章 滑动轴承 .....          | 107 |
| 一、选择题 .....              | 107 |

## VI

|                    |     |                       |     |
|--------------------|-----|-----------------------|-----|
| 二、分析与思考题 .....     | 111 | 一、判断题 .....           | 133 |
| 三、设计计算题 .....      | 112 | 二、选择题 .....           | 134 |
| 四、结构设计题 .....      | 113 | 三、问答题 .....           | 134 |
| 第十七章 联轴器和离合器 ..... | 115 | 四、计算题 .....           | 135 |
| 一、选择题 .....        | 115 | 五、结构改错 .....          | 136 |
| 二、分析与思考题 .....     | 117 | 习题选解 .....            | 137 |
| 三、设计计算题 .....      | 117 | 选择题答案 .....           | 193 |
| 第十八章 弹簧 .....      | 121 | 附录 “机械设计”课程试卷选录 ..... | 198 |
| 一、选择题 .....        | 121 | 试卷一 华中理工大学《机械设计》试题    |     |
| 二、分析与思考题 .....     | 122 | (机械类1992年) .....      | 198 |
| 三、设计计算题 .....      | 123 | 试卷二 西北工业大学《机械设计》      |     |
| 综合练习 I .....       | 125 | 试题 .....              | 200 |
| 一、填空题 .....        | 125 | 试卷三 全国高等工业学校“机械制造工    |     |
| 二、问答题 .....        | 126 | 艺与设备”专业评估试点统测         |     |
| 三、分析与计算题 .....     | 126 | 机械设计(原机械零件)试题 .....   | 202 |
| 四、结构改错 .....       | 127 | 试卷四 《机械设计》试题 (机械设计    |     |
| 综合练习 II .....      | 128 | 与制造专业机类统考试题) .....    | 206 |
| 一、选择题 .....        | 128 | 试卷五 北京理工大学《机械设计》试题    |     |
| 二、问答题 .....        | 130 | (1994年研究生入学考试) .....  | 209 |
| 三、画图题 .....        | 130 | 试卷六 哈尔滨工业大学1992年研究生考  |     |
| 四、计算题 .....        | 131 | 试《机械零件》试题 .....       | 212 |
| 综合练习 III .....     | 133 | 参考文献 .....            | 216 |

# 第一章 机械设计概论

## 一、选择题

1-1 机械设计课程研究的内容只限于\_\_\_\_\_。

- (1) 专用零件和部件      (2) 在高速、高压、环境温度过高或过低等特殊条件下工作的以及尺寸特大或特小的通用零件和部件      (3) 在普通工作条件下工作的一般参数的通用零件和部件      (4) 标准化的零件和部件

1-2 下列 8 种机械零件：螺旋千斤顶中的螺杆，机床的地脚螺栓，车床的顶尖，减速器中的齿轮，拖拉机发动机的气缸盖螺栓，船舶推进器上的多环推力轴承，颚式破碎机上的 V 带轮，多气缸内燃机曲柄轴上的盘形飞轮。其中有\_\_\_\_\_是通用零件。

- (1) 3 种      (2) 4 种      (3) 5 种      (4) 6 种

1-3 下列 8 种机械零件：涡轮的叶片，飞机的螺旋桨，往复式内燃机的曲轴，拖拉机发动机的气门弹簧，起重机的起重吊钩，火车车轮，自行车的链条，纺织机的纱锭。其中有\_\_\_\_\_是专用零件。

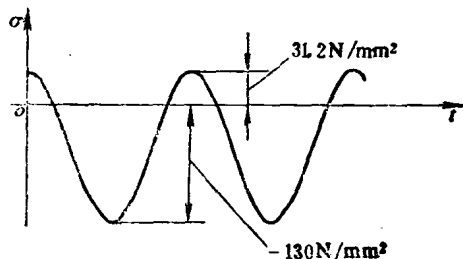
- (1) 3 种      (2) 4 种      (3) 5 种      (4) 6 种

1-4 下列四种叙述中\_\_\_\_\_是正确的。

- (1) 变应力只能由变载荷产生  
(2) 静载荷不能产生变应力      (3) 变应力是由静载荷产生  
(4) 变应力是由变载荷产生，也可能由静载荷产生

1-5 发动机连杆横截面上的应力变化规律如图所示，则该变应力的应力比  $r$  为\_\_\_\_\_。

- (1) 0.24      (2) -0.24      (3) -4.17      (4) 4.17



题1-5图

1-6 发动机连杆横截面上的应力变化规律如题 1-5 图所示，则其应力幅  $\sigma_a$  和平均应力  $\sigma_m$  分别为\_\_\_\_\_。

- (1)  $\sigma_a = -80.6\text{MPa}$ ,  $\sigma_m = 49.4\text{MPa}$       (2)  $\sigma_a = 80.6\text{MPa}$ ,  $\sigma_m = -49.4\text{MPa}$   
(3)  $\sigma_a = 49.4\text{MPa}$ ,  $\sigma_m = -80.6\text{MPa}$       (4)  $\sigma_a = -49.4\text{MPa}$ ,  $\sigma_m = -80.6\text{MPa}$

1-7 变应力特性可用  $\sigma_{\max}$ 、 $\sigma_{\min}$ 、 $\sigma_m$ 、 $\sigma_a$ 、 $r$  等五个参数中的任意\_\_\_\_\_来描述。

- (1) 一个      (2) 两个      (3) 三个      (4) 四个

1-8 零件的工作安全系数为\_\_\_\_\_。

- (1) 零件的极限应力比许用应力      (2) 零件的极限应力比零件的工作应力  
(3) 零件的工作应力比许用应力      (4) 零件的工作应力比零件的极限应力

1-9 机械零件的强度条件可以写成\_\_\_\_\_。

- (1)  $\sigma \leq [\sigma]$ ,  $\tau \leq [\tau]$  或  $S_\sigma \leq [S]$ ,  $S_\tau \leq [S]$       (2)  $\sigma \geq [\sigma]$ ,  $\tau \geq [\tau]$  或

$S_o \geq [S]_o$ ,  $S_r \geq [S]_r$ , (3)  $\sigma \leq [\sigma]$ ,  $\tau \leq [\tau]$  或  $S_o \geq [S]_o$ ,  $S_r \geq [S]_r$ , (4)  $\sigma \geq [\sigma]$ ,  $\tau \geq [\tau]$  或  $S_o \leq [S]_o$ ,  $S_r \leq [S]_r$ .

式中  $\sigma$ 、 $\tau$  是危险截面处的最大应力;  $[\sigma]$ 、 $[\tau]$  是许用应力;  $S_o$ 、 $S_r$  是危险截面处的实际安全系数;  $[S]_o$ 、 $[S]_r$  分别为正应力和切应力时的许用安全系数。

1-10 一直径  $d = 18\text{mm}$  的等截面直杆, 杆长为  $800\text{mm}$ , 受静拉力  $F = 36\text{kN}$ , 杆材料的屈服点  $\sigma_s = 270\text{MPa}$ , 取许用安全系数  $[S]_o = 1.8$ , 则该杆的强度\_\_\_\_\_。

(1) 不足 (2) 刚好满足要求 (3) 足够

1-11 一零件用45钢制成, 工作时受静拉力, 危险截面处的最大应力  $\sigma = 160\text{MPa}$ , 材料的屈服极限为  $\sigma_s = 360\text{MPa}$ , 硬度200HBS, 许用拉应力  $[\sigma] = 225\text{MPa}$ , 则该零件的许用安全系数  $[S]_o =$ \_\_\_\_\_。

(1) 1.13 (2) 1.25 (3) 1.60 (4) 2

1-12 一用45钢制造的零件, 工作时受静拉力, 危险截面处的最大应力  $\sigma = 200\text{MPa}$ , 许用应力  $[\sigma] = 250\text{MPa}$ , 许用安全系数  $[S]_o = 1.28$ , 则该材料的屈服点  $\sigma_s =$ \_\_\_\_\_MPa。

(1) 156 (2) 195 (3) 256 (4) 320

1-13 一直径  $d = 25\text{mm}$  的等截面直杆, 受静拉力  $F = 40\text{kN}$ , 杆的材料为45钢,  $\sigma_s = 320\text{MPa}$ , 许用安全系数  $[S]_o = 1.6$ , 则该零件的许用载荷为\_\_\_\_\_kN。

(1) 25 (2) 98.17 (3) 157.08 (4) 251.33

1-14 在进行疲劳强度计算时, 其极限应力应为材料的\_\_\_\_\_。

(1) 屈服点 (2) 疲劳极限 (3) 强度极限 (4) 弹性极限

1-15 许用安全系数可用部分系数法来确定, 这时  $[S] = S_1 S_2 S_3$ , 式中  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  依次是用来考虑\_\_\_\_\_。

(1) 载荷的性质(静载荷、交变载荷或冲击载荷等)、零件的加工方式、材料力学性能的偏差 (2) 零件的应力集中、零件的尺寸大小、零件的表面状态 (3) 载荷和应力计算的准确性、材料性质的均匀性、零件的重要程度 (4) 对零件的可靠度要求、零件加工过程中产生的缺陷、材料力学性能的离散性

1-16 两圆柱体相接触, 接触面为矩形, 接触面宽度中线处的最大接触应力  $\sigma_{H\max}$  与载荷  $F$  的关系为  $\sigma_{H\max} \propto$ \_\_\_\_\_。

(1)  $F$  (2)  $F^2$  (3)  $F^{\frac{1}{3}}$  (4)  $F^{\frac{1}{2}}$

1-17 两球体相接触, 接触面为圆, 位于圆心处的最大接触应力  $\sigma_{H\max}$  与载荷  $F$  的关系为  $\sigma_{H\max} \propto$ \_\_\_\_\_。

(1)  $F$  (2)  $F^{\frac{1}{2}}$  (3)  $F^{\frac{1}{3}}$  (4)  $F^2$

## 二、分析与思考题

1-18 一部完整的机器由哪些部分所组成? 各部分的作用是什么? 试以汽车为例说明这些组成部分各主要包括些什么?

1-19 人们常说的机械含义是什么? 机器和机构各指的是什么? 指出下列设备中哪些是机器, 哪些是机构。铣床, 柴油机, 龙门刨床, 机械钟, 机械手表, 机械式计算装置, 汽车和拖拉机等。

1-20 什么是部件? 什么是零件? 什么是构件? 指出下列各项分别属于哪一种。联轴器,

减速器, 齿轮, 弹簧, 凸轮机构中的凸轮、键和轴的装配体。

1-21 什么是通用零件? 什么是专用零件? 试各举三个实例。

1-22 什么是标准件? 下列零件中哪些是标准件。减速器中的滚动轴承, 自行车的链条, 摩擦离合器的摩擦片, 车床上的普通V带, 发动机的活塞、活塞环, 曲轴轴瓦等。

1-23 设计机器的方法大体上有几种? 它们各有什么特点? 近年来机械设计方法有哪些新发展?

1-24 设计机器的一般程序如何? 其主要内容是什么?

1-25 机器设计应满足哪些基本要求? 机械零件设计应满足哪些基本要求? 分析下列机械零件应满足的基本要求是什么。电动机轴, 普通减速器中的齿轮轴, 起重机吊钩, 精密机床主轴, 气门弹簧, 农业机械中的拉曳链, 联合收割机中的普通V带。

1-26 产品的技术评价常用什么方法进行? 用什么指标来表示评价的结果? 产品的经济评价通常计算什么内容? 用什么指标来表示?

1-27 提高产品的技术经济价值的主要措施有哪些?

1-28 机械零件的计算可分为哪两种? 它们大致可包括哪些内容?

1-29 机械零件的条件性计算是什么意思? 为什么采用条件性计算? 试举例说明。

1-30 什么是标准化、系列化、通用化? 机械设计中为什么要实行三化? 请举出几个标准化、系列化与通用化的零部件的例子。

1-31 机械零件设计的一般步骤如何?

1-32 下列缩写词各代表什么标准?

(1) 国内标准(汉语拼音缩写): GB, JB, YB, KY, FJ, Q/ZB, SJ, SY;

(2) 国外标准: ISA, ISO, ГOCT, NBS, ASA, AISI, ANSI, ASME, BS, DIN, JIS。

1-33 什么是机械零件的失效? 机械零件可能的失效形式主要有哪些?

1-34 什么是零件的工作能力? 什么是零件的承载能力?

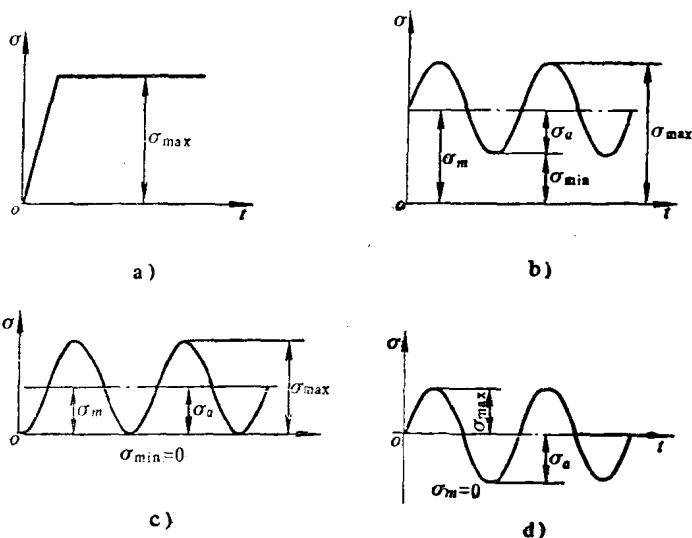
1-35 什么是静载荷、变载荷、名义载荷、计算载荷? 什么是静应力和变应力?

1-36 什么是变应力的应力比  $r$ ? 静应力、脉动循环变应力和对称循环变应力的  $r$  值各是多少?

1-37 图示各应力随时间变化的图形分别表示什么类型的应力? 它们的应力比分别是多少?

1-38 什么是零件的工作应力、计算应力、极限应力和许用应力?

1-39 在静应力下工作的零件其失效形式有哪些? 用塑性材料制造的零件和用

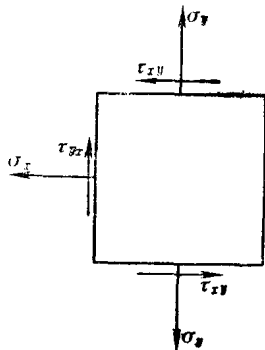


题1-37图

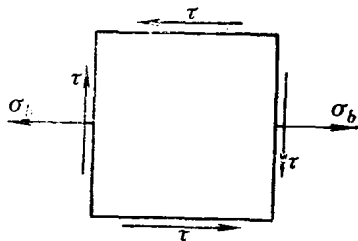
脆性材料、低塑性材料制造的零件，其极限应力各应是什么？

1-40 机械零件设计中常用的第一、第三、第四这三种强度理论各适用于哪类材料的零件设计？这些强度理论各用以计算什么量的最大值？

如用这三种强度理论分别计算受弯扭联合作用的轴的最大应力，则三者最后结果相差多少？计算时设弯曲正应力  $\sigma$  等于扭转切应力  $\tau$ 。



题1-41图



题1-42图

1-41 某零件危险截面上危险点的应力状态如图所示，试分别写出第一、第三、第四强度理论计算应力的公式

1-42 某零件受弯曲和扭转的联合作用，其危险截面上危险点的应力状态如图所示，试分别按第一、三、四三种强度理论计算其计算应力。

1-43 提高零件强度的措施有哪些？

1-44 两个曲面形状的金属零件相互压紧，其表面接触应力的大小由哪些因素确定？如果这两个零件的材料、尺寸都不同，其相互接触的各点上彼此的接触应力值是否相等？

1-45 初始线接触（如渐开线圆柱齿轮传动）和初始点接触（如球轴承）的机械零件，接触面的半宽和半径以及最大接触应力的大小如何计算？最大接触应力位于接触面上什么位置？

1-46 受交变接触应力作用的零件其失效是何性质？提高接触疲劳强度的主要措施有哪些？

1-47 什么是零件的表面挤压应力？试举一工作时零件表面受挤压应力的例子。

1-48 零件表面磨损强度的条件性计算包含哪些内容？提高零件表面磨损强度的主要措施有哪些？

1-49 什么是机械零件的刚度？什么样的机械零件需按刚度要求设计，试举例说明？

1-50 影响零件刚度的因素及提高零件刚度的措施有哪些？某轴用碳钢制造，经验算刚度不足，问改用合金钢制造而原尺寸保持不变，该轴的刚度能否提高？为什么？

1-51 在自由落体冲击下，零件受到的冲击载荷和产生的冲击变形怎样计算？提高零件冲击韧度的措施是什么？

1-52 温度变化对机械零件的工作能力有什么影响？降低零件的工作温度有哪些方法？

1-53 什么是机械零件的振动和共振？如何避免零件产生共振？

1-54 什么是可靠性？什么是可靠度？为什么要对零件进行可靠性计算？

1-55 什么是应力-强度干涉模型？试用它来说明零件的安全性和可靠性。

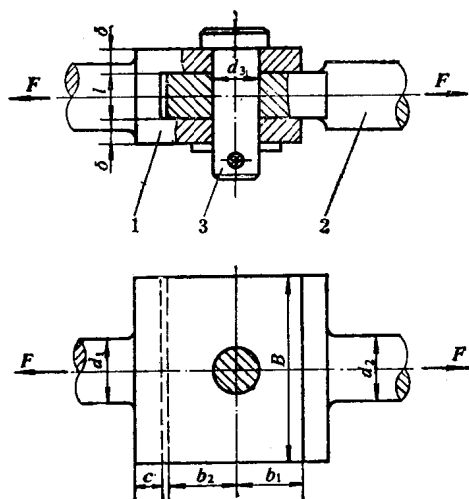
1-56 什么是串联系统？串联系统的可靠度如何计算？

### 三、设计计算题

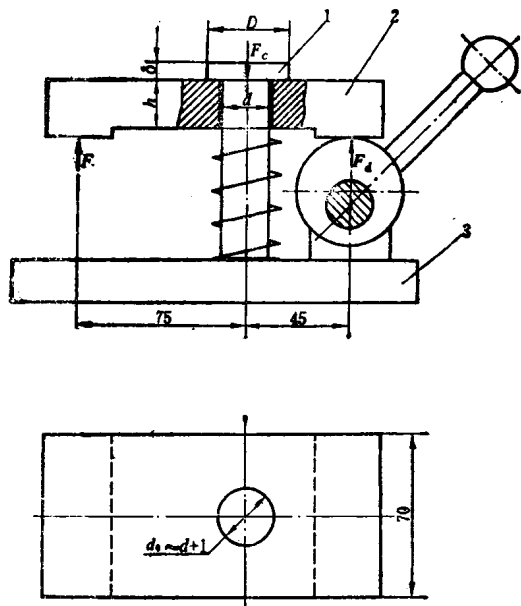
1-57 如图所示杆1和杆2用销钉3相联接，拉力  $F = 25\text{kN}$ 。杆用Q275、销用45钢制

造。杆的许用应力：拉伸 $[\sigma] = 90\text{MPa}$ ；挤压 $[\sigma]_p = 140\text{MPa}$ ；剪切 $[\tau] = 60\text{MPa}$ 。销钉的许用应力：弯曲 $[\sigma]_w = 120\text{MPa}$ ；剪切 $[\tau]' = 70\text{MPa}$ 。试按等强度设计原则确定结构的各部分尺寸。

1-58 图示偏心夹具夹持被加工零件，要求夹紧力 $F = 12\text{kN}$ 。压板2用HT200制造，许用应力：弯曲 $[\sigma]_w = 100\text{MPa}$ ；挤压 $[\sigma]_p = 130\text{MPa}$ ；剪切 $[\tau] = 50\text{MPa}$ 。杆1用Q275钢制造，许用应力：拉伸 $[\sigma]' = 120\text{MPa}$ ；挤压 $[\sigma]_p' = 150\text{MPa}$ ；剪切 $[\tau]' = 70\text{MPa}$ 。试确定杆1的尺寸 $d$ 、 $D$ 、 $\delta$ 及压板2的厚度 $h$ 。计算时可不考虑杆与底座的联接方式。

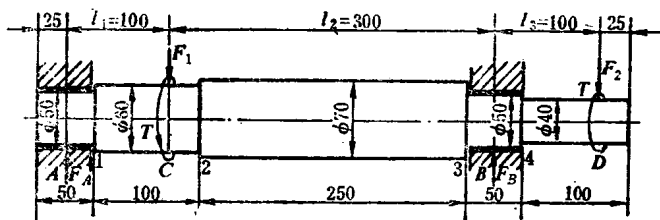


题1-57图



题1-58图

1-59 图示实心转轴受横向外力 $F_1$ 、 $F_2$ 和转矩 $T$ 的作用。 $F_1 = 10\text{kN}$ ， $F_2 = 5\text{kN}$ ， $T = 0.4\text{kN}\cdot\text{m}$ （自C截面作用至D截面）。轴的各段直径及长度均如如图所示。试求危险截面上最外缘的弯曲正应力和扭转切应力的值，并画出其单元体应力图。计算时可将轴承A、B视作简支约束并忽略轴上横向切力的作用。

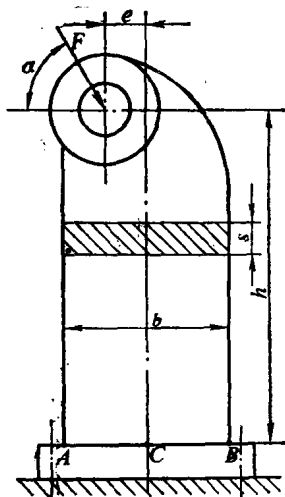


题1-59图

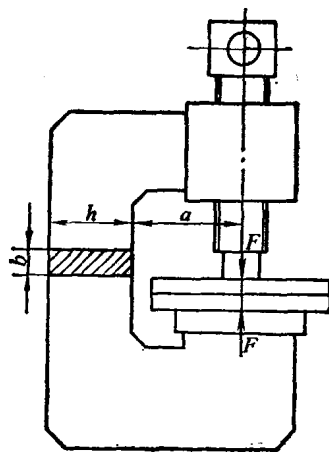
1-60 图示支架受力 $F = 25\text{kN}$ ， $\alpha = 60^\circ$ ， $e = 25\text{mm}$ ， $b = 100\text{mm}$ ， $h = 240\text{mm}$ ，支架厚 $s = 20\text{mm}$ 。试计算A、B、C三点的应力大小，并画出其单元体应力图。

1-61 试用解析法求题1-59中危险截面上最外缘受拉点的最大主应力和最大切应力的值和方向，并用图解法进行核校；画出其单元体的主应力图和最大切应力图。

1-62 试用解析法和图解法求题1-60 C点的最大主应力和最大切应力的值和方向；画出单元体的主应力图和最大切应力图。



题1-60图



题1-63图

1-63 图示夹钳弓架的材料为45钢，屈服点 $\sigma_s = 300\text{MPa}$ 。已知尺寸 $a = 80\text{mm}$ 、 $b = 20\text{mm}$ 、 $h = 60\text{mm}$ 。试按弓架强度计算夹钳所能承受的最大夹紧力 $F$ ，计算时可取安全系数 $S = 2$ 。

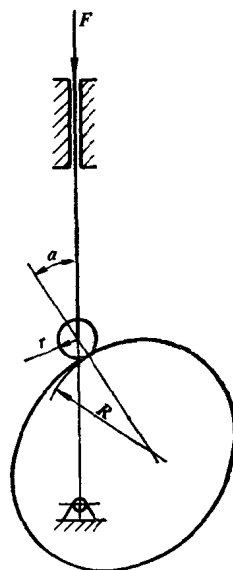
1-64 一机械零件危险点处的应力状态为： $\sigma_1 = 120\text{MPa}$ ， $\sigma_2 = 0$ ， $\sigma_3 = -80\text{MPa}$ ，若材料的屈服点 $\sigma_s = 360\text{MPa}$ ，试按（1）最大主应力理论；（2）最大切应力理论；（3）最大变形能理论分别求出该零件的安全系数 $S$ 。

1-65 空心圆轴的危险截面上受有弯矩 $M = 10000\text{N}\cdot\text{m}$ 、转矩 $T = 16000\text{N}\cdot\text{m}$ 。已知：内外径之比 $a = \frac{d_1}{d_0} = 0.75$ ；材料的强度极限 $\sigma_b = 560\text{MPa}$ ，屈服点 $\sigma_s = 300\text{MPa}$ ， $\tau_s = 0.6\sigma_s$ ，安全系数 $S_s$ （对 $\sigma_s$ ） $= 1.6$ ， $S_b$ （对 $\sigma_b$ ） $= 2.8$ 。试用第一、第三、第四三种强度理论分别计算轴径。

1-66 图示为对心直动滚子从动件凸轮机构。从动件顶端承受压力 $F = 15\text{kN}$ 。当压力角 $\alpha$ 达到最大值 $\alpha_{\max} = 28^\circ$ 时，相应的凸轮轮廓在接触点上的曲率半径为 $R = 100\text{mm}$ 。已知：滚子半径 $r = 20\text{mm}$ ；凸轮与滚子的宽度 $b = 25\text{mm}$ ；两者材料的弹性模量和泊松比均为 $E = 2.1 \times 10^5\text{MPa}$ 和 $\mu = 0.3$ ，许用接触应力 $[\sigma]_H = 1400\text{MPa}$ 。试校核凸轮与滚子的表面接触强度。

1-67 深沟球轴承的滚珠与内外滚道的有关尺寸如图所  
示： $d = 28\text{mm}$ ， $r' = r'' = 15\text{mm}$ ， $R_1 = 35\text{mm}$ ， $R_2 = 63\text{mm}$ 。材料的弹性模量 $E = 2.1 \times 10^5\text{MPa}$ ，泊松比 $\mu = 0.3$ ，许用接触应力 $[\sigma]_H = 3000\text{MPa}$ 。试分别计算内外滚道与滚珠接触处的 $a$ 、 $b$ 两点的许用载荷 $[F]_a$ 和 $[F]_b$ 。

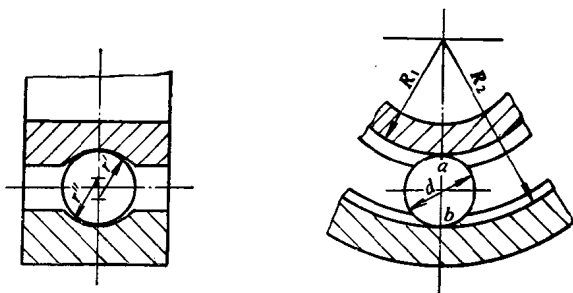
1-68 油压机的最大载荷 $F = 2500\text{kN}$ ，由四根直径为 $80\text{mm}$ 、长度为 $1.2\text{m}$ 的立柱均匀承受。已知立柱材料的弹性模量 $E = 2.1 \times 10^5\text{MPa}$ ，屈服点 $\sigma_s = 320\text{MPa}$ 。试计算立柱受拉



题1-66图

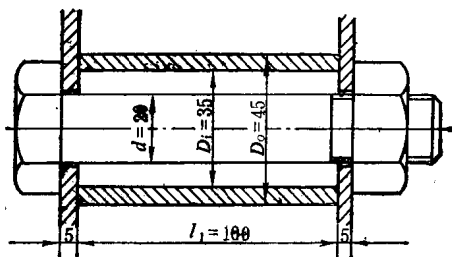
后的伸长量  $\delta$  及安全系数  $S$ 。

1-69 图示厚 5 mm 的两块钢板，用内径 35 mm、外径 45 mm、长 100 mm 的铸铁管定距器隔开，然后用螺距为 2.5 mm、M20 mm 的碳钢螺栓固定，由刚接触但无应力的情况下开始转动螺母  $45^\circ$ 。已知：铸铁和碳钢的弹性模量分别为  $E_1 = 1.2 \times 10^5$  MPa,  $E_2 = 2.1 \times 10^5$  MPa；铸铁的抗压强度极限  $\sigma_c = 750$  MPa；碳钢的屈服点  $\sigma_s = 360$  MPa。两块钢板的变形在计算中可忽略不计。试求：（1）定距器和螺栓所受的轴向力；（2）定距器和螺栓各自的安全系数。

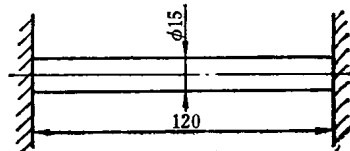


题1-67图

1-70 直径 15 mm、长度 120 mm 的铝合金圆棒，在既无间隙又不受力的情况下嵌入两板之间，如图所示。材料的线膨胀系数  $\alpha = 2.2 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ ，弹性模量  $E = 7.1 \times 10^4$  MPa。然后将圆棒的温度升高  $55^\circ\text{C}$ ，两板间距仍维持不变。试计算因圆棒温度变化而引起的加在板上的压力。



题1-69图

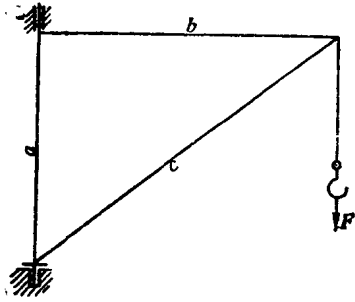


题1-70图

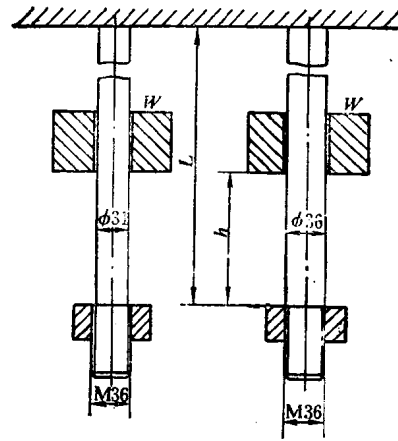
1-71 试计算题1-59中转轴的最大扭转角  $\phi$ 、由弯曲变形引起的  $A$  和  $B$  截面的转角  $\theta_A$ 、 $\theta_B$  以及  $C$  和  $D$  截面的挠度  $y_C$  和  $y_D$ 。材料的切变模量和弹性模量： $G = 8 \times 10^4$  MPa； $E = 2.1 \times 10^5$  MPa。

1-72 图示旋转式起重机机架的杆长分别为： $a = 1.2$  m,  $b = 1.6$  m,  $c = 2$  m。各杆均采用圆钢在节点处焊接在一起，起重机的最大载荷  $F = 30$  kN。机架的材料为 35 钢，弹性模量  $E = 2.1 \times 10^5$  MPa，比例极限  $\sigma_p = 220$  MPa。试确定斜杆  $c$  的直径。计算时可取保证稳定性的安全系数  $S = 4$ 。

1-73 图示为直径不等（ $\phi 31$  mm 和  $\phi 36$  mm）、但长度相等（ $L = 1$  m）的两根圆杆，其端部均有 M36 mm 的螺纹与螺母相配。螺纹小径  $d_1 = 31.67$  mm。两杆材料的弹性模量  $E = 2.1 \times 10^5$  MPa。当重量为  $W = 1000$  N 的重锤自  $h = 500$  mm 的高度突然落下时，如杆的重量忽略不计，试分别计算产生在两杆危险截面上的冲击载荷和冲击应力。



题1-72图



题1-73图

## 第二章 机械零件的疲劳强度设计

### 一、选择题

2-1 45钢的持久疲劳极限 $\sigma_{-1} = 270\text{MPa}$ ，设疲劳曲线方程的幂指数 $m = 9$ ，应力循环基数 $N_0 = 5 \times 10^6$ 次，当实际应力循环次数 $N = 10^7$ 次时，有限寿命疲劳极限为\_\_\_\_MPa。

- (1) 539 (2) 135 (3) 175 (4) 417

2-2 有一根阶梯轴，用45钢制造，截面变化处过渡圆角的疲劳缺口系数 $K_\sigma = 1.58$ ，表面状态系数 $\beta = 0.82$ ，尺寸系数 $\epsilon_\sigma = 0.68$ ，则其疲劳强度综合影响系数 $K_{\sigma D} =$ \_\_\_\_。

- (1) 0.35 (2) 0.88 (3) 1.14 (4) 2.83

2-3 形状、尺寸、结构和工作条件相同的零件，采用下列不同材料制造：a) HT200；b) 35钢；c) 40CrNi钢。其中设计零件的疲劳缺口系数最大和最小的分别是\_\_\_\_。

- (1) a) 和 b) (2) c) 和 a) (3) b) 和 c) (4) b) 和 a)  
(5) a) 和 c) (6) c) 和 b)

2-4 零件的截面形状一定，如绝对尺寸（横截面尺寸）增大，疲劳强度将随之\_\_\_\_。

- (1) 增高 (2) 不变 (3) 降低

2-5 零件的形状、尺寸、结构相同时，磨削加工的零件与精车加工相比，其疲劳强度\_\_\_\_。

- (1) 较高 (2) 较低 (3) 相同

2-6 零件表面经淬火、渗氮、喷丸、滚子碾压等处理后，其疲劳强度\_\_\_\_。

- (1) 增高 (2) 降低 (3) 不变 (4) 增高或降低视处理方法而定

2-7 影响零件疲劳强度的综合影响系数 $K_{\sigma D}$ 或 $K_{\tau D}$ 与\_\_\_\_等因素有关。

- (1) 零件的应力集中、加工方法、过载 (2) 零件的应力循环特性、应力集中、加载状态  
(3) 零件的表面状态、绝对尺寸、应力集中 (4) 零件的材料、热处理方法、绝对尺寸。

2-8 已知设计零件的疲劳缺口系数 $K_\sigma = 1.3$ 、尺寸系数 $\epsilon_\sigma = 0.9$ 、表面状态系数 $\beta_\sigma = 0.8$ 。则疲劳强度综合影响系数 $K_{\sigma D}$ 为\_\_\_\_。

- (1) 0.87 (2) 0.68 (3) 1.16 (4) 1.8

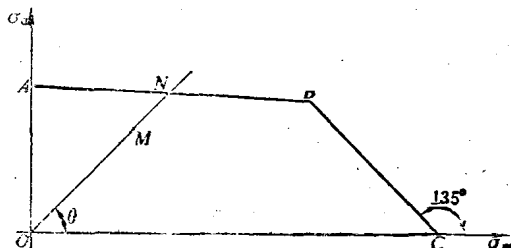
2-9 已知零件的极限应力 $\sigma_r = 200\text{MPa}$ ，许用安全系数 $[S] = 2$ ，影响零件疲劳强度的系数为 $K_\sigma = 1.2$ ， $\epsilon_\sigma = 0.83$ ， $\beta_\sigma = 0.90$ 。则许用应力 $[\sigma_r]$ 为\_\_\_\_MPa。

- (1) 160.6 (2) 106.7 (3) 62.25 (4) 110.7

2-10 绘制设计零件的 $\sigma_m - \sigma_a$ 极限应力简图时，所必须的已知数据是\_\_\_\_。

- (1)  $\sigma_{-1}$ ， $\sigma_0$ ， $\sigma_s$ ， $K_\sigma$  (2)  $\sigma_{-1}$ ， $\sigma_0$ ， $\sigma_s$ ， $K_{\sigma D}$   
(3)  $\sigma_{-1}$ ， $\sigma_s$ ， $\psi_\sigma$ ， $K_\sigma$  (4)  $\sigma_{-1}$ ， $\sigma_0$ ， $\psi_\sigma$ ， $K_{\sigma D}$

2-11 在图示设计零件的 $\sigma_m - \sigma_a$ 极限应



题2-11图

力简图中, 如工作应力点  $M$  所在的  $ON$  线与横轴间夹角  $\theta = 45^\circ$ , 则该零件受的是\_\_\_\_\_。

- (1) 不变号的不对称循环变应力 (2) 变号的不对称循环变应力 (3) 脉动循环变应力 (4) 对称循环变应力。

2-12 在题2-11图所示零件的极限应力简图中, 如工作应力点  $M$  所在的  $ON$  线与横轴之间的夹角  $\theta = 90^\circ$  时, 则该零件受的是\_\_\_\_\_。

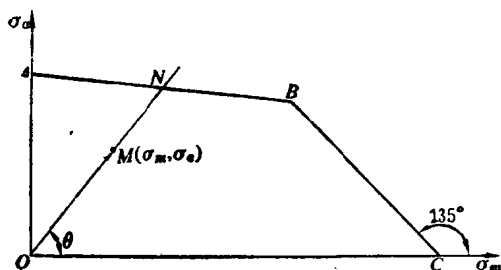
- (1) 脉动循环变应力 (2) 对称循环变应力 (3) 变号的不对称循环变应力 (4) 不变号的不对称循环变应力

2-13 已知一零件的最大工作应力  $\sigma_{\max} = 180 \text{ MPa}$ , 最小工作应力  $\sigma_{\min} = -80 \text{ MPa}$ , 则在图示的极限应力简图中, 该应力点  $M$  与原点  $O$  的连线  $OM$  与横轴间的夹角  $\theta$  为\_\_\_\_\_。

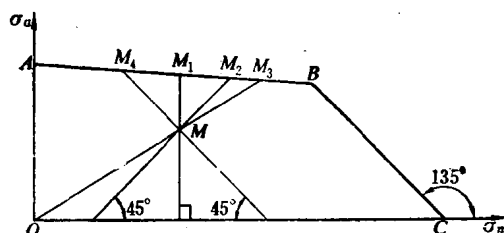
- (1)  $68^\circ 57' 44''$  (2)  $21^\circ 2' 15''$  (3)  $66^\circ 2' 15''$  (4)  $74^\circ 28' 33''$

2-14 在图示零件的极限应力简图上,  $M$  为零件的工作应力点, 若加载于零件的过程中保持最小应力  $\sigma_{\min}$  为常数。则该零件的极限应力点应为\_\_\_\_\_。

- (1)  $M_1$  (2)  $M_2$  (3)  $M_3$  (4)  $M_4$



题2-13图



题2-14图

2-15 上题若在对零件加载的过程中保持应力比  $r$  等于常数。则该零件的极限应力点应为\_\_\_\_\_。

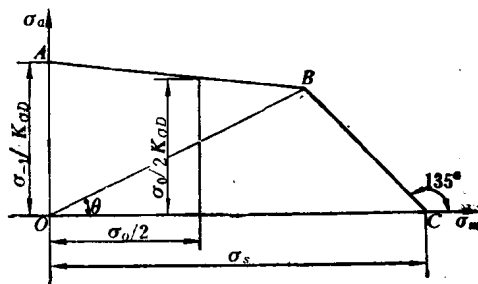
- (1)  $M_1$  (2)  $M_2$  (3)  $M_3$  (4)  $M_4$

2-16 2-14题若在对零件的加载过程中保持平均应力  $\sigma_m = \text{常数}$ 。则该零件的极限应力点应为\_\_\_\_\_。

- (1)  $M_1$  (2)  $M_2$  (3)  $M_3$  (4)  $M$

2-17 零件的材料为45钢,  $\sigma_s = 600 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_b = 355 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{-1} = 270 \text{ MPa}$ ,  $\psi_\sigma = 0.2$ , 零件的疲劳强度综合影响系数  $K_{\sigma D} = 1.4$ 。则在图示的零件极限应力简图中  $\theta$  角为\_\_\_\_\_。

- (1)  $36^\circ 55' 35''$  (2)  $41^\circ 14' 22''$  (3)  $48^\circ 45' 38''$



题2-17图

2-18 已知45钢调质后的力学性能为:  $\sigma_s = 620 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_b = 350 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{-1} = 280 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{-1} = 450 \text{ MPa}$ 。则  $\psi_\sigma$  为\_\_\_\_\_。

- (1) 1.6 (2) 2.2 (3) 0.24 (4) 0.26