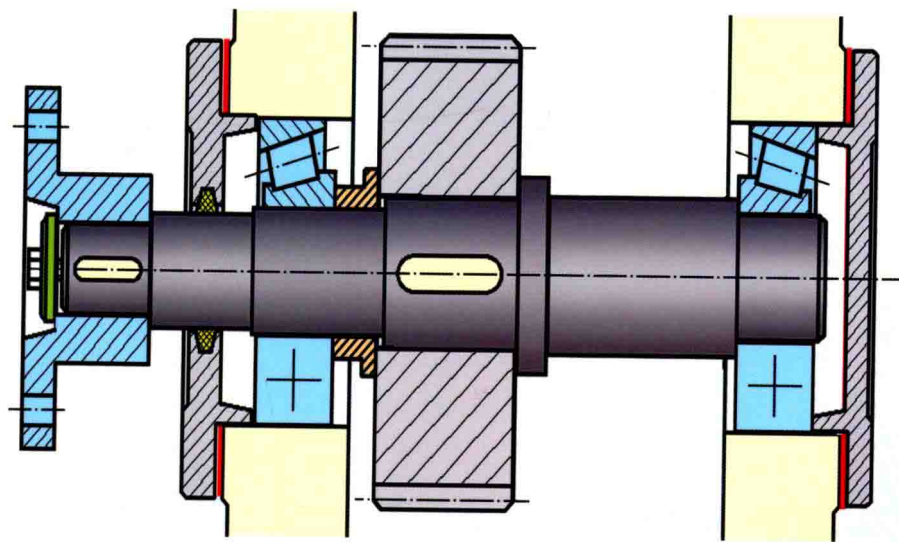


普通高等教育“十三五”规划教材

机械设计作业集

第2版

田同海 王 军 杨 巍 何晓玲 陈科家 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材

机械设计作业集

第2版

田同海 王 军 杨 巍 何晓玲 陈科家 编



机械工业出版社

本作业集针对教学中学生不宜掌握的难点、疑点内容,由浅入深,循序渐进,习题的选择难易适中,覆盖通用的机械设计教材各章的主要内容,并有一定余量,可供选择使用。

本作业集题型分为五类,即选择题、填空题、分析与思考题、设计计算题、结构设计与分析题,题型丰富。学生在完成此作业集的作业后,即可掌握机械设计解题的基本方法和机械设计课程的主要内容。

本作业集采用活页形式,既便于学生做作业,也利于教师批改,并使作业规范化。

本作业集可供高等院校机械类学生使用,也可供自学考试等学生学习机械设计课程使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计作业集/田同海等编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2015.8

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-51038-3

I. ①机… II. ①田… III. ①机械设计-高等学校-习题集
IV. ①TH12-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 176188 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:刘小慧 责任编辑:刘小慧 张丹丹

版式设计:常天培 责任校对:陈 越

封面设计:张 静 责任印制:李 洋

北京京丰印刷厂印刷

2015 年 9 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 15.75 印张 · 197 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-51038-3

定价: 32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88379833 机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-88379649 机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

前 言

机械设计课程是工科机械类专业的一门主干技术基础课，在人才培养方案中占有重要的地位。为了学好这门课程，除了课堂教学外，还需完成一定量的习题。编写本作业集的目的就是配合机械设计课程教学，加强学生对基本概念、基本理论和基本方法的理解和掌握，提高学生综合运用先修课程的知识设计通用机械零件的能力和结构设计的能力，从而培养学生分析问题、解决问题和创新设计的能力，达到机械设计课程教学的基本要求。

本作业集在第1版的基础上进行修订，对章节顺序进行了调整，可与机械工业出版社出版，王军、田同海主编的《机械设计》教材配套使用，也可作为其他机械设计教材的配套作业集。与第1版相比，增加了弹簧、机械结构设计的方法和准则、机座和箱体的结构设计简介三章的习题，其他各章的习题也进行了修改和充实。本作业集是编者在多年从事机械设计教学的基础上，参考了机械设计教材、习题集以及河南科技大学历届机械设计考题而编写的，针对教学中学生不宜掌握的难点、疑点内容，由浅入深，循序渐进，习题的选择难易适中，覆盖各章的主要内容，并有一定余量，可供选择使用。本作业集题型分为五类，即选择题、填空题、分析与思考题、设计计算题、结构设计与分析题，题型丰富。学生在完成此作业集的作业后，即可掌握机械设计解题的基本方法和机械设计课程的主要内容。本作业集采用活页形式，既便于学生做作业，也利于教师批改，并使作业规范化。

本作业集可供高等院校机械类学生使用，也可供自学考试等学生学习机械设计课程使用。

本作业集由河南科技大学机械原理及机械设计教研室的教师共同编写。编写分工是：田同海编写第一、第二、第四、第十二、第十三、第十七、第十八章，杨巍编写第三、第十四、第十五章，何晓玲编写第五、第六、第七章，陈科家编写第八、第九、第十六章，王军编写第十、第十一章。本作业集由田同海负责统稿。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，殷切希望各位老师及使用者提出批评和宝贵意见。来信请寄洛阳市涧西区西苑路48号河南科技大学81信箱（邮编471003），或发电子邮件至：thtian@haust.edu.cn。

编 者

目 录

前言	
第一章 绪论	1
第二章 机械设计总论	2
第三章 机械零件的强度	5
第四章 摩擦、磨损及润滑概述	15
第五章 螺纹连接和螺旋传动	18
第六章 轴毂连接	34
第七章 焊接、铆接和胶接	40
第八章 带传动	42
第九章 链传动	51
第十章 齿轮传动	57
第十一章 蜗杆传动	75
第十二章 轴	85
第十三章 滚动轴承	95
第十四章 滑动轴承	108
第十五章 联轴器和离合器	115
第十六章 弹簧	118
第十七章 机械结构设计的方法和准则	120
第十八章 机座和箱体的结构设计简介	124
参考文献	125

第一章 绪 论

一、选择题

- 1-1 下面所列设备中,属于机器的有_____。
- A. 汽车 B. 车床 C. 摩擦压力机 D. 机械式手表 E. 内燃机
- 1-2 机械设计课程研究的对象是_____的设计。
- A. 专用零件 B. 已标准化的零件
C. 普通工作条件下的通用零件和部件 D. 特殊工作条件下的零件和部件
- 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、起重机的起重钩、火车车轮、颚式破碎机上的 V 带轮、减速器中的齿轮。其中有_____种是专用零件。
- A. 3 B. 4 C. 5 D. 6

二、分析与思考题

- 1-4 机器的基本组成要素是什么?
- 1-5 什么是零件?什么是构件?什么是部件?试各举 3 个实例。
- 1-6 什么是通用零件?什么是专用零件?试各举 3 个实例。
- 1-7 机械设计课程研究的内容是什么?

班级		成绩	
姓名		任课教师	
学号		批改日期	

第二章 机械设计总论

一、选择题

- 2-1 产品的经济评价通常只计算_____。
A. 设计费用 B. 制造费用 C. 实验费用 D. 安装调试费用
- 2-2 机器最主要的技术经济指标是_____。
A. 成本低 B. 质量高 C. 生产周期短 D. 性能价格比高
- 2-3 机械零件的计算分为_____两种。
A. 设计计算和校核计算 B. 近似计算和简化计算
C. 强度计算和刚度计算 D. 用线图计算和用公式计算
- 2-4 条件性计算是_____。
A. 按已知条件计算 B. 计算结果必须符合一定条件
C. 合理的简化计算 D. 计算结果要符合一定的条件
- 2-5 零件的设计安全系数为_____。
A. 零件的极限应力比许用应力 B. 零件的极限应力比零件的工作应力
C. 零件的工作应力比许用应力 D. 零件的工作应力比零件的极限应力
- 2-6 对大量生产、强度要求高、尺寸不大、形状不复杂的零件,应选择_____。
A. 自由锻造的毛坯 B. 冲压毛坯 C. 模锻毛坯 D. 铸造毛坯
- 2-7 从经济和生产周期性考虑,单件生产的箱体最好采用_____。
A. 铸铁件 B. 铸钢件 C. 焊接件 D. 塑料件
- 2-8 我国国家标准代号是_____,国际标准化组织的标准代号是_____,原机械工业部标准代号是_____。
A. ZB B. GB C. JB D. YB E. DIN F. ISO
- 2-9 一对斜齿圆柱齿轮传动计算中,由计算得到的_____不应圆整。
A. 齿轮的齿数 B. 分度圆直径 C. 中心距 D. 齿轮的齿宽
- 2-10 带传动工作时的打滑现象属于_____形式。
A. 不可避免的失效 B. 正常工作 C. 破坏性失效 D. 非破坏性失效

二、分析与思考题

- 2-11 一台完整的机器通常由哪些基本部分组成?各部分的作用是什么?
- 2-12 设计机器时应满足哪些基本要求?设计机械零件时应满足哪些基本要求?

班级		成绩	
姓名		任课教师	
学号		批改日期	

2-13 机械零件主要有哪些失效形式？常用的计算准则主要有哪些？

2-14 什么是零件的强度要求？强度条件是如何表示的？如何提高零件的强度？

2-15 什么是零件的刚度要求？刚度条件是如何表示的？提高零件刚度的措施有哪些？

2-16 零件在什么情况下会发生共振？如何改变零件的固有频率？

2-17 什么是可靠性设计？它与常规设计有何不同？零件可靠度的定义是什么？

2-18 失效的定义是什么？它与破坏的含义相同吗？计算准则与失效的关系是什么？

班级		成绩	
姓名		任课教师	
学号		批改日期	

2-19 试以自行车为例，说明机械设计中是如何考虑标准化的？通用化、系列化和组合化（模块化）在自行车上是如何体现的？这样做有什么效果？

2-20 在机械设计中，计算得到的尺寸，有的要取标准值，有的应该圆整，有的则不能圆整，试各举一例。

2-21 机械零件设计中选择材料的原则是什么？

2-22 指出下列材料的种类，并说明代号中符号及数字的含义：HT150，ZG450，65Mn，45，Q235，40Cr，20CrMnTi，ZCuSn10Pb5。

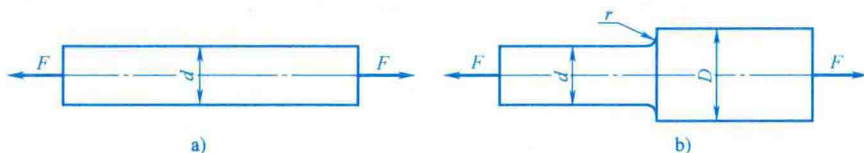
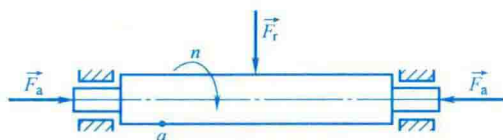
2-23 机械的现代设计方法与传统设计方法有哪些主要区别？

班级		成绩	
姓名		任课教师	
学号		批改日期	

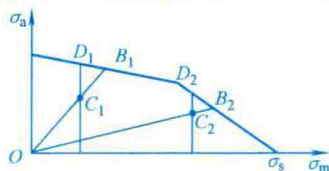
第三章 机械零件的强度

一、选择题

- 3-1 零件的截面形状一定, 当截面尺寸增大时, 其疲劳极限值将随之_____。
- A. 增大 B. 不变 C. 减小 D. 规律不定
- 3-2 某4个结构及性能相同的零件甲、乙、丙、丁, 若承受最大应力的值相等, 而应力循环特性 r 分别为 +1、-1、0、0.5, 则其中最易发生失效的零件是_____。
- A. 甲 B. 乙 C. 丙 D. 丁
- 3-3 某钢制零件材料的对称循环弯曲疲劳极限 $\sigma_{-1} = 300\text{MPa}$, 若疲劳曲线指数 $m = 9$, 应力循环基数 $N_0 = 10^7$, 当该零件工作的实际应力循环次数 $N = 10^5$ 时, 则按寿命系数 $K_N = 1$ 计算, 对应于 N 的疲劳极限 σ_{-1N} 为_____ MPa。
- A. 300 B. 420 C. 500.4 D. 430.5
- 3-4 某个结构尺寸相同的零件, 当采用_____材料制造时, 其有效应力集中系数最大。
- A. HT200 B. 35 钢 C. 40CrNi D. 45 钢
- 3-5 某转轴的受力状态如右图所示。点 a 的应力为 σ_r , 其循环特性 $r =$ _____。
- A. +1 B. -1 C. < 0
D. > 0 E. 0 F. 不能确定
- 3-6 如下图所示的轴, 受在 $+F \sim -F$ 之间对称循环变化的轴向拉压载荷, 若轴的材料和热处理相同, 则_____。
- A. 图 a 的强度高 B. 图 b 的强度高
C. 不能判断哪个强度高 D. 在给定 r/d 值后才能判断



- 3-7 下列公式中, _____是正确的。
- A. $\sigma_{rN}^m \cdot N = \sigma_r^m \cdot N_0 = C$ B. 寿命系数 $K_N = \sqrt[m]{N/N_0}$ C. $\sigma N^m = C$ D. 寿命系数 $K_N < 1$
- 3-8 在右边的极限应力图中, 工作应力有 C_1 、 C_2 所示的两点。(1) 若加载规律为 $r = \text{常数}$, 在进行安全系数校核时, 对应 C_1 点的极限应力点应取为_____, 对应 C_2 点的极限应力点应取为_____。
- (2) 若加载规律为 $\sigma_m = \text{常数}$, 则对应 C_1 点的极限应力点应取为_____, 对应 C_2 点的极限应力点应取为_____。

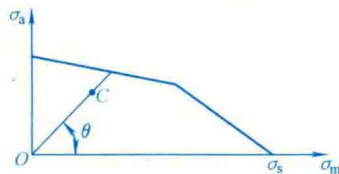


- A. B_1 B. B_2
C. D_1 D. D_2

班级		成绩	
姓名		任课教师	
学号		批改日期	

3-9 在右边的极限应力图中, 工作应力点为 C , OC 线与横坐标轴的交角 $\theta = 60^\circ$, 则该零件所受的应力为_____。

- A. 对称循环变应力
- B. 脉动循环变应力
- C. $\sigma_{\max}$ 、 $\sigma_{\min}$ 符号 (正负) 相同的非对称循环变应力
- D. $\sigma_{\max}$ 、 $\sigma_{\min}$ 符号 (正负) 不同的非对称循环变应力



3-10 某个用 40Cr 钢制成的零件, 已知其 $\sigma_b = 750\text{MPa}$ 、 $\sigma_s = 550\text{MPa}$ 、 $\sigma_{-1} = 350\text{MPa}$ 、 $\varphi_\sigma = 0.25$, 零件危险截面处的最大工作应力 $\sigma_{\max} = 185\text{MPa}$, 最小工作应力 $\sigma_{\min} = -75\text{MPa}$, 疲劳强度的综合影响系数 $K_\sigma = 1.44$, 则当循环特性 r = 常数时, 该零件的疲劳强度计算安全系数 S 为_____。

- A. 2.97
- B. 1.74
- C. 1.90
- D. 1.45

3-11 某零件用合金钢制造, 其材料力学性能为: $\sigma_{-1} = 410\text{MPa}$, $\varphi_\sigma = 0.25$, 综合影响系数 $K_\sigma = 1.47$, 则该零件受脉动循环变应力时 ($K_N = 1$), 极限应力为_____ MPa。

- A. 223
- B. 328
- C. 551
- D. 656

3-12 已知某转轴在弯-扭复合应力状态下工作, 其弯曲与扭转作用下的计算安全系数分别为 $S_\sigma = 6.0$ 、 $S_\tau = 18.0$, 则该轴的实际计算安全系数为_____。

- A. 12.0
- B. 6.0
- C. 5.69
- D. 18.0

3-13 在载荷和几何尺寸相同的情况下, 钢制零件间的接触应力_____ 铸铁零件间的接触应力。

- A. 大于
- B. 等于
- C. 小于
- D. 小于或等于

3-14 两零件的材料和几何尺寸都不相同, 以曲面接触受载时, 两者的接触应力值_____。

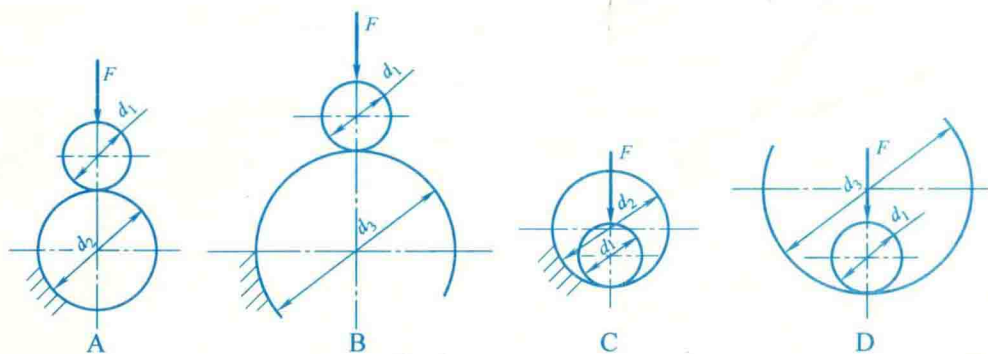
- A. 相等
- B. 不相等
- C. 是否相等与材料和几何尺寸有关
- D. 材料硬的接触应力值大

3-15 两等宽的圆柱体接触, 其直径 $d_1 = 2d_2$, 弹性模量 $E_1 = 2E_2$, 则接触应力为_____。

- A. $\sigma_{H1} = \sigma_{H2}$
- B. $\sigma_{H1} = 2\sigma_{H2}$
- C. $\sigma_{H1} = 4\sigma_{H2}$
- D. $\sigma_{H1} = 8\sigma_{H2}$

3-16 在下图示出圆柱形表面接触的情况下, 各零件间的材料、宽度均相同, 受力均为正压力 F , 则_____的接触应力最大。

班级		成绩	
姓名		任课教师	
学号		批改日期	



3-17 在上题图 A 中, $d_2 = 2d_1$, 小圆柱的弹性模量为 E_1 , 大圆柱的弹性模量为 E_2 , E 为一定值, 大、小圆柱的尺寸及外载荷 F 一定, 则在以下 4 种情况中, _____ 的接触应力最大, _____ 的接触应力最小。

- A. $E_1 = E_2 = E/2$ B. $E_1 = E, E_2 = E/2$ C. $E_1 = E/2, E_2 = E$ D. $E_1 = E_2 = E$

二、填空题

3-18 判断机械零件强度的两种方法是 _____ 及 _____。相应的强度条件式分别为 _____ 及 _____。

3-19 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。

3-20 在变应力工况下, 机械零件的强度失效是 _____。这种损坏的断面明显地有两个区域: _____ 及 _____, 或称为 _____ 及 _____。

3-21 在钢制零件的 $\sigma-N$ 曲线上, 当疲劳极限几乎与应力循环次数 N 无关时, 称为 _____ 疲劳; 而当 $N < N_0$ 时, 疲劳极限随循环次数 N 的增加而降低的疲劳称为 _____ 疲劳。

3-22 描述规律性的交变应力有 _____ 个参数, 但其中只有 _____ 个参数是独立的。若已知应力幅 σ_a 、平均应力 σ_m , 则最大应力 $\sigma_{\max} =$ _____, 最小应力 $\sigma_{\min} =$ _____, 循环特性 (应力比) $r =$ _____。

3-23 公式 $S = \frac{S_\sigma S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}}$ 表示 _____ 应力状态下 _____ 强度的安全系数, 而

$S = \frac{\sigma_s}{\sqrt{\sigma_{\max}^2 + 4\tau_{\max}^2}}$ 表示 _____ 应力状态下 _____ 强度的安全系数。

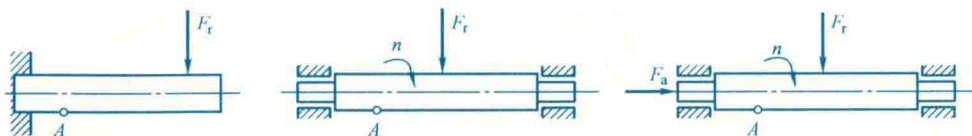
3-24 机械零件受载荷时, 在 _____ 处产生应力集中。应力集中的程度通常随材料强度的增大而 _____。

3-25 影响机械零件疲劳极限的主要因素有 _____、_____、_____和 _____, 通常用 _____ 表示。

班级		成绩	
姓名		任课教师	
学号		批改日期	

三、分析与思考题

3-26 下图所示各零件均受静载荷作用，试判断零件上 A 点的应力是静应力还是变应力，并确定循环特性（应力比） r 的大小或范围。



3-27 机械零件的简化极限应力线图与材料试件的简化极限应力线图有何区别？在相同的应力变化规律下，零件和材料试件的失效形式是否总是相同的？为什么（用疲劳极限应力图说明）？

3-28 如何由零件的断口判断该零件是静强度失效还是疲劳强度失效？零件的疲劳断裂具有什么特征？

3-29 承受循环变应力的机械零件在什么情况下可按静强度条件计算？在什么情况下可按疲劳强度条件计算？

3-30 在双向稳定变应力下工作的机械零件，怎样进行疲劳强度计算？

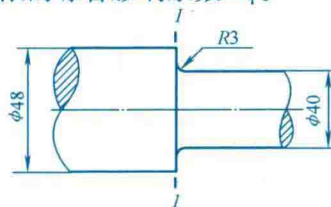
班级		成绩	
姓名		任课教师	
学号		批改日期	

3-31 简述受规律性非稳定变应力作用的零件疲劳强度计算的主要依据及思路。

四、设计计算题

3-32 某材料的对称循环弯曲疲劳极限应力 $\sigma_{-1} = 350\text{MPa}$ ，屈服极限 $\sigma_s = 550\text{MPa}$ ，强度极限 $\sigma_b = 750\text{MPa}$ ，循环基数 $N_0 = 5 \times 10^6$ ($N_0 \approx N_D$)， $m = 9$ ，试求对称循环次数 N 分别为 $N_1 = 5 \times 10^4$ 、 $N_2 = 5 \times 10^5$ 、 $N_3 = 5 \times 10^7$ 次时的极限应力 $\sigma_{\text{lim}1}$ 、 $\sigma_{\text{lim}2}$ 、 $\sigma_{\text{lim}3}$ 。

3-33 某零件如下图所示，材料的强度极限 $\sigma_b = 650\text{MPa}$ ，表面精车，不进行强化处理，试确定 $I-I$ 截面处弯曲疲劳极限的综合影响系数 K_σ 和剪切疲劳极限的综合影响系数 K_τ 。



班级		成绩	
姓名		任课教师	
学号		批改日期	

3-34 某轴只受稳定交变应力的作用, 工作应力 $\sigma_{\max} = 240\text{MPa}$, $\sigma_{\min} = -40\text{MPa}$; 材料的力学性能 $\sigma_{-1} = 450\text{MPa}$, $\sigma_s = 800\text{MPa}$, $\sigma_0 = 700\text{MPa}$; 轴上危险截面处的 $k_\sigma = 1.3$, $\varepsilon_\sigma = 0.78$, $\beta_\sigma = 1$, $\beta_q = 1$ 。要求:

(1) 绘制材料、零件的简化极限应力图;

(2) 用图解法求零件的极限应力 σ_{re} 及计算安全系数 S_σ (按 $r = \text{常数}$ 、 $K_N = 1$ 考虑), 试用计算法验证图解法求得的 σ_{ae} 、 σ_{me} 及 S_σ 值。

(3) 取许用安全系数 $[S] = 1.5$, 校验此轴是否安全。

班级		成绩	
姓名		任课教师	
学号		批改日期	

3-35 一零件由 45 钢制成, 材料的力学性能为: $\sigma_s = 360\text{MPa}$, $\sigma_{-1} = 300\text{MPa}$, $\varphi_\sigma = 0.2$ 。已知零件上两点的工作应力分别为: M_1 点: $\sigma_{\max} = 190\text{MPa}$, $\sigma_{\min} = 110\text{MPa}$; M_2 点: $\sigma_{\max} = 170\text{MPa}$, $\sigma_{\min} = 30\text{MPa}$, $r = \text{常数}$, 综合影响系数 $K_\sigma = 2.0$, 寿命系数 $K_N = 1.2$, 试说明 M_1 点、 M_2 点可能发生的失效形式, 并分别用图解法和计算法确定该零件的计算安全系数。

3-36 已知某轴的力学性能为: $\sigma_s = 800\text{MPa}$, $\sigma_{-1} = 500\text{MPa}$, $\sigma_0 = 800\text{MPa}$, 综合影响系数 $K_\sigma = 2.0$, 所受的最大应力 $\sigma_{\max} = 200\text{MPa}$, 应力循环特性 $r = 0.2$, 寿命系数 $K_N = 1.2$, 试分别用图解法和计算法计算该零件的安全系数 S_σ , 并说明可能发生的失效形式。

班级		成绩	
姓名		任课教师	
学号		批改日期	

3-37 转轴的局部结构如题 3-33 图所示。已知轴的 $I-I$ 截面承受的弯矩 $M=300\text{N}\cdot\text{m}$ ，转矩 $T=800\text{N}\cdot\text{m}$ ，弯曲应力为对称循环，扭转切应力为脉动循环。轴的材料为 40Cr 钢调质， $\sigma_{-1}=355\text{MPa}$ ， $\tau_{-1}=200\text{MPa}$ ， $\sigma_s=540\text{MPa}$ ， $\tau_s=320\text{MPa}$ ， $\varphi_\sigma=0.2$ ， $\varphi_\tau=0.1$ 。设 $K_\sigma=2.2$ ， $K_\tau=1.8$ ，寿命系数 $K_N=1.1$ ，试计算考虑弯曲和扭转共同作用时的计算安全系数 S 。

班级		成绩	
姓名		任课教师	
学号		批改日期	