

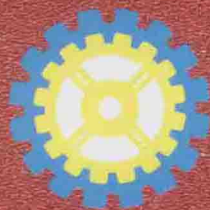


21世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业参考书

机械设计与机械原理 考研指南（下册）

（第三版）

彭文生 杨家军 王均荣 主编



理论提要 · 例题精选 · 试题解答



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

机械设计与机械原理 考研指南(下册)

(第三版)

彭文生 杨家军 王均荣 主编

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

本书由国内具有代表性的七所重点大学有丰富教学、教材编写及研究生指导经验的教授编写。

全书分上、下两册,共三篇。上册含两篇(共21章)即:第一篇——机械设计(第1~10章);第二篇——机械原理(第11~21章)。下册为第三篇——参考答案与考研试题精选,包括:第一部分——各章复习与练习题参考答案;第二部分——考研试题精选。

本书可作为报考硕士学位研究生有关人员的考前复习辅导教材,本、专科大学生及自考学生学习“机械设计”“机械原理”和“机械设计基础”课程的复习资料与自学教材;也可供从事“机械设计”“机械原理”和“机械设计基础”课程教学的教师及有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计与机械原理考研指南.下册/彭文生,杨家军,王均荣主编.—3版.—武汉:华中科技大学出版社,2014.10

ISBN 978-7-5609-9637-0

I. ①机… II. ①彭… ②杨… ③王… III. ①机械设计-研究生-入学考试-自学参考资料 ②机构学-研究生-入学考试-自学参考资料 IV. ①TH

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第243279号

机械设计与机械原理考研指南(下册) (第三版)

彭文生 杨家军 王均荣 主编

策划编辑:万亚军

责任编辑:刘勤

封面设计:李嫚

责任校对:李琴

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录排:武汉楚海文化传播有限公司

印刷:湖北新华印务有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:17

字数:435千字

印次:2009年10月第2版 2014年11月第3版第1次印刷

定价:29.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

本书第一版出版以来,作为当时国内第一本正式出版的机械类专业考研的主要参考书,受到广大报考机械类相关专业的考生、大学生和担任“机械设计”“机械原理”“机械设计基础”任课教师们的欢迎和好评。2005年出版的第二版将相关院校的研究生入学考试试题由第一版的14份增至29份。在2005—2012年的八年中,本书共进行了七次印刷,为适应考研的新形势决定出版第三版。

本书第一版出版时(2001年),全国在读硕士研究生的人数为27万,至本书第三版出版时(2013年),全国在读研究生的人数,据不完全统计已达160万,十三年间在读研究生的人数增加了近六倍。2013年研究生入学考试的人数达180万,创历史最高,比2012年增加15万。

在第一版前言中,我们曾指出:“当今社会对具有创新能力的高素质人才的需求比以往任何时候都更加迫切。因此,崇尚科学、崇尚知识,不仅是一种知识价值的体现,也是时代的需求和社会进步的标志。‘考研热’的兴起并持续升温,正体现了时代的需求和广大莘莘学子的愿望。”

党的“十八大”报告中指出:“全党必须更加自觉地把推动经济社会发展作为深入贯彻落实科学发展观的第一要义,牢牢扭住经济建设这个中心,坚持聚精会神搞建设、一心一意谋发展,着力把握发展规律、创新发展理念、破解发展难题,深入实施科教兴国战略、人才强国战略、可持续发展战略……”而要落实“科教兴国战略”与“人才强国战略”的关键,又在于落实中共中央、国务院印发的《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》(以下简称《纲要》)所强调的,我国高等教育要牢固确立人才培养在工作中的中心地位,“着力培养信念执着、品德优良、知识丰富、本领过硬的高素质专门人才和拔尖创新人才”。而研究生的培养正是我国贯彻《纲要》,培养拔尖创新人才的主要途径之一。而据国际经济界权威人士预测,再过8~10年,我国经济总量将超过美国跃升至全球第一位。经济的发展急需一大批高科技的创新人才。人才从何而来?主要靠国内大学自己培养,同时从国外引进高科技创新人才。因此,今后国内985大学,每年招收研究生、博士生、博士后的人数将趋近本科生的数量。

本次修订是为了适应考研的新形势,主要进行了以下几项工作。

(1) 在保持原版体系、特色和风格不变的前提下,对各章内容进行了重新审核、校对与勘误,删去了“考试复习与练习题”中的一些重复内容,个别章节充实了一些内容。

(2) 增加了第21章机械创新设计。

(3) 对下册第二部分“考研试题精选”的内容进行了全面更新,共选出华中科技大学、哈尔滨工业大学、华南理工大学、东北大学、武汉理工大学、中南大学等六

所大学的硕士研究生入学考试模拟试题共 36 份,包括“机械设计”“机械原理”“机械设计基础”课程的内容。而华中科技大学从 2008 年起的试题中还包括一道较灵活的关于机械创新设计的试题(参见第二部分该校的考研模拟试题精选)。

参加此次修订工作的有:华中科技大学彭文生(第 2、3、4、10 章及下册第三篇的第二部分)、杨家军(第 11、12、13、14、17、20、21 章及下册第三篇的第二部分);武汉理工大学王均荣(第 1、5 章)、余培明(第 15 章);华南理工大学朱文坚(第 6 章)、李杞仪(第 16 章);东北大学陈良玉、闫玉涛(第 7、9 章)、陈良玉、杨强(第 18、19 章);哈尔滨工业大学宋宝玉(第 8 章)。

下册第一部分的复习与练习题参考答案,均由第一版或第二版各对应编撰者提供,但出第三版时少数原作者有变动,但新作者对上册原稿及下册相应的复习与练习题参考答案都进行了认真的核对与加工。

需要说明的是:由于目前国内各高校使用的教材不尽相同,因此,在选入下册第二部分的 35 份研究生入学考试模拟题中,为保持“原汁原味”,同一内容表达的个别符号,可能不尽相同。此外,参与第二版编撰的个别作者,由于各种原因未参加本版的修订工作,在此,对这些作者在前两版付出的辛勤劳动表示感谢。此外,中南大学刘瞬尧教授为本书提供了部分研究生入学模拟试题,在此深表谢意!

本书由彭文生、杨家军、王均荣担任主编。诚恳地欢迎广大读者对本书中的不妥之处批评指正,并先在此致谢!

编著者

2014 年 8 月

第二版前言

本书第一版于2001年出版以来,作为考研的主要参考书,受到广大考研者、学生和教师们的欢迎和好评。由于近三年来硕士研究生入学考试科目和内容有所变动,考研形势发生了很大变化,为了适应新的考研形势而出版第二版。

一是全国招收研究生的人数每年以30%以上的速度递增:2001年全国在读研究生人数共计29万人;而2002年全国招收研究生人数为20万人;2003年全国招收研究生人数为27万人;2004年全国招收研究生人数为33万人。以上数字表明:“当今社会对具有创新能力的高素质人才的需求比以往任何时候都更加迫切。……‘考研热’的兴起并持续升温,正体现了时代的需要和广大莘莘学子的愿望。”^①

最近教育部更明确指出:今后要继续扩大硕士研究生的招生规模。从发展趋势看,今后全国重点大学,每年招收研究生的人数将超过招收本科生的人数。

二是从2002年起,硕士研究生入学考试科目,由五门改为四门,即除全国统一命题的政治、数学、外语三门基础课程之外,另一门考试科目由各校自定。但对于各高校大机械类学科各专业(机械、动力、汽车、船舶、能源等),绝大多数大学都是从“机械设计”、“机械原理”、“机械设计基础”中选一门列为必考科目。也有少数学校曾考过“机械设计基础”加力学或加公差等内容的题目。

三是从2003年起,一些重点大学被批准自己划定录取分数线,自主招生录取的权限在逐步扩大。

第二版修订工作是在总结第一版使用经验的基础上进行的。修订的原则是:以继承为主,既保持第一版的特色和风格,又考虑了当前考研形势的发展与变化,对全书内容进行了整体优化与整合,以增强对考研的针对性和适应性。具体进行了以下几项工作。

(1) 在保持第一版体系、特色和风格不变的前提下,对绝大多数章节在内容上做了些压缩,去掉“考试复习与练习题”中的一些重复内容。

(2) 对下册第二部分“考研试题精选”,第一版共选出1998年及1999年的研究生入学考试试题计14份。第二版对这部分的内容全部做了更新,共选出2000—2005年的研究生入学考试试题29份,其内容包括:机械设计、机械原理、机械设计基础、机械工程基础(含机械设计、机械原理及互换性)等考研试题。

(3) 更正了第一版文字、插图及计算中的疏漏和印刷错误。

参加此次修订工作的有:华中科技大学彭文生(第一篇的第二、三、四、十章及第三篇的第二部分)、杨家军(第二篇的第十一、十二、十三、十四、十七、二十章及

^① 参见第一版前言。

第三篇的第二部分);西南交通大学吴鹿鸣、罗大兵(第一章);武汉理工大学王均荣(第五章)、余培明(第十五章);华南理工大学朱文坚(第六章)、李杞仪(第十六章);东北大学张钰(第七、九章)、王淑仁(第十八、十九章);哈尔滨工业大学王连明(第八章)。

下册第一部分的复习与练习题参考答案,均由各对应章的编撰者提供。本书由彭文生、杨家军、王均荣担任主编。

需要说明的是:由于目前国内各高校使用的教材不尽相同,因此选入下册第二部分的29份考试试题中,为保持其“原汁原味”,同一内容表达的个别符号,可能不尽相同。另外,参与第一版编撰的个别作者,由于各种原因未能参加第二版的修订工作,在此,对这些作者为第一版付出的辛勤劳动表示感谢。

诚恳地欢迎广大读者对本书中不妥之处批评指正。

编著者

2005年5月

第一版前言

人类社会在经历了农业、工业经济的文明历程之后,已逐渐进入到信息时代。21世纪将是人类更多地依靠知识创新、知识的创新应用和可持续发展的时代。而新世纪的核心是科技,关键是人才,基础是教育。我们的国家、民族以至每一个人,都面临着充满竞争的全球化知识经济时代的机遇与挑战。当今社会对具有创新能力的高素质人才的需求比以往任何时候都更加迫切。因此,崇尚科学、崇尚知识,不仅是一种知识价值的体现,也是时代的需求和社会进步的标志。“考研热”的兴起并持续升温,正体现了时代的需求和广大莘莘学子的愿望。

研究生入学考试是通向研究生之路的阶梯,而考试成绩的高低又是能否被录取的主要依据。现国内各高校机械类各专业(含部分力学专业、管理类等专业)的研究生入学考试科目,除全国统一命题的外语、数学、政治三门基础课外,还将“机械设计”、“机械原理”和“机械设计基础”中的一门课程列为必考科目。为了帮助考生进行有效的复习备考,以便在较短的时间内掌握有关课程的内容,我们在总结参编7校近10年来考研命题经验的基础上,特编撰本书。

本书分上、下两册,共三篇。上册有两篇共20章,即第一篇——机械设计(10章);第二篇——机械原理(10章)。而每一章的内容包括:主要内容与基本要求、重点与难点分析、例题精选与解析、考试复习与练习题等四个部分。在重点与难点分析中,对考生应掌握的基本概念、基础理论、分析计算方法、机构分析与设计方法,均进行了总结性、规律性的阐述和一般性指导。在例题精选与解析中,通过示范解题给考生以解题思路和技巧。在考试复习与练习题中,按单项选择题、填空题、问答题、分析计算题、结构题(图解题),共给出了1400多道考题。本书所选用的例题、考试复习与练习题,绝大多数来自参编7校近5~10年的硕士研究生入学考试试题和本科生课程考试试题,也包括参考文献所列有关资料中的部分试题。本书下册为第三篇——参考答案与考研试题精选,即包括:第一部分,各章复习与练习题参考答案,给出了除问答题以外的其他题型的参考答案计1200多道题;第二部分,考研试题精选,共选出7校1998年及1999年的研究生入学考试试题计14份。其中,“机械设计”试题6份;“机械原理”试题5份;“机械设计基础”试题3份。所选入的考研试题在全国有较广泛的代表性。

本书既可作为报考硕士学位研究生有关人员的考前复习辅导教材以及本、专科大学生学习“机械设计”、“机械原理”、“机械设计基础”课程的自学教材,也可供教师和有关工程技术人员参考。

参加本书编撰工作的有:华中科技大学彭文生(第一篇的第二、三、十章及第三篇的第二部分)、杨家军(第二篇的第十一、十二、二十章及第三篇的第二部分);西南交通大学吴鹿鸣(第一章);浙江大学周银生(第四章)、陈文华(第十三、十四、

十七章);武汉理工大学王均荣(第五章)、余培明(第十五章);华南理工大学朱文坚(第六章)、李杞仪(第十六章);东北大学张钰(第七、九章)、王淑仁(第十八、十九章);哈尔滨工业大学王连明(第八章)。下册第一部分各章的复习与练习题参考答案,均由各对应章的编撰者提供。本书由彭文生、杨家军、王均荣担任主编。

需要说明的是:由于目前国内各高校使用的教材不尽相同,因此选入下册第二部分的14份考研试题,为保持“原汁原味”,题中同一内容表达的个别符号可能不尽相同。

因编撰此类书属于首次,加之作者水平和时间所限,书中错漏之处在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

编著者

2000年6月

目 录(下册)

第三篇 参考答案与考研试题精选

第一部分 各章复习与练习题参考答案

(一)《机械设计》参考答案

第 1 章 机械设计总论——考试复习与练习题参考答案	(1)
第 2 章 齿轮传动——考试复习与练习题参考答案	(8)
第 3 章 蜗杆传动——考试复习与练习题参考答案	(14)
第 4 章 挠性传动——考试复习与练习题参考答案	(20)
第 5 章 滚动轴承——考试复习与练习题参考答案	(26)
第 6 章 滑动轴承——考试复习与练习题参考答案	(40)
第 7 章 轴毂连接——考试复习与练习题参考答案	(44)
第 8 章 螺纹连接(含螺旋传动)——考试复习与练习题参考答案	(49)
第 9 章 现代设计方法及机械系统设计——考试复习与练习题参考答案	(55)
第 10 章 机械设计综合题——考试复习与练习题参考答案	(56)

(二)《机械原理》参考答案

第 11 章 平面机构的结构分析——考试复习与练习题参考答案	(72)
第 12 章 平面连杆机构——考试复习与练习题参考答案	(76)
第 13 章 机械中的摩擦和机械效率——考试复习与练习题参考答案	(79)
第 14 章 凸轮机构——考试复习与练习题参考答案	(89)
第 15 章 齿轮机构——考试复习与练习题参考答案	(100)
第 16 章 轮系——考试复习与练习题参考答案	(105)
第 17 章 其他常用机构——考试复习与练习题参考答案	(109)
第 18 章 机械速度波动的调节——考试复习与练习题参考答案	(111)
第 19 章 机械的平衡——考试复习与练习题参考答案	(113)
第 20 章 机械原理综合题——考试复习与练习题参考答案	(114)

第二部分 考研试题精选

1. 华中科技大学	118
2. 华中科技大学	123
3. 华中科技大学	129
4. 华中科技大学	134
5. 华中科技大学	139

6. 华中科技大学	144
7. 华中科技大学	150
8. 哈尔滨工业大学	155
9. 哈尔滨工业大学	159
10. 哈尔滨工业大学	165
11. 哈尔滨工业大学	170
12. 华南理工大学	175
13. 华南理工大学	179
14. 华南理工大学	182
15. 华南理工大学	185
16. 武汉理工大学	188
17. 武汉理工大学	191
18. 武汉理工大学	195
19. 武汉理工大学	198
20. 武汉理工大学	201
21. 武汉理工大学	206
22. 东北大学	209
23. 东北大学	213
24. 东北大学	217
25. 东北大学	220
26. 东北大学	223
27. 东北大学	225
28. 东北大学	227
29. 中南大学	230
30. 中南大学	234
31. 中南大学	238
32. 中南大学	242
33. 中南大学	246
34. 中南大学	250
35. 中南大学	254
36. 中南大学	258
参考文献	262

第三篇 参考答案与考研试题精选

第一部分 各章复习与练习题参考答案

(一)《机械设计》参考答案

第1章 机械设计总论

——考试复习与练习题参考答案

一、单项选择题

- 1-1 B 1-2 B 1-3 B 1-4 A 1-5 D
1-6 A;C 1-7 C 1-8 D 1-9 A 1-10 C
1-11 B 1-12 B 1-13 A;C;B 1-14 A 1-15 C
1-16 D 1-17 D;C 1-18 D 1-19 D;C;A;B

二、填空题

1-20 强度准则

1-21 整体断裂;表面破坏;变形量过大;破坏正常工作条件引起的失效

1-22 磨损;压溃;接触疲劳;腐蚀

1-23 技术评价;经济

1-24 调查决策;研究设计;试制;投产销售

1-25 标准化;系列化;通用化

1-26 减少设计工作量,缩短设计周期;为专业化生产创造条件,提高产品质量,降低制造成本;增大互换性,便于维修;有利于增加产品品种,扩大生产批量,容易收到优质高产、低消耗的经济效果;可集中成功经验,减少技术过失事故的重复出现

1-27 功能设计;结构

1-28 根据额定功率用力学公式计算出作用于零件上的载荷;计算载荷; $F_c = KF$

1-29 合理布置零件,减小所受载荷;降低载荷集中,均匀载荷分布;采用等强度结构;选用合理截面;减小应力集中

1-30 限制零件的弹性变形量不得超过许用值

1-31 判断危险截面处的最大应力是否小于或等于许用应力;判断危险截面处的实际安全系数是否大于或等于许用安全系数; $\sigma \leq [\sigma]$; $S_{ca} \geq [S]$ 。

1-32 静;变

1-33 塑性变形;断裂

1-34 疲劳断裂;光滑区;粗糙区

- 1-35 零件的自振频率与外力的作用频率不相等也不接近
- 1-36 表面接触强度;表面挤压强度;表面磨损强度
- 1-37 $p \leq [p]$; $p v \leq [p v]$; $v \leq [v]$
- 1-38 有限寿命;无限寿命
- 1-39 低周循环;高周循环
- 1-40 水平线对应的; $\sigma_{r,N} = K_N \sigma_r$, $K_N = \sqrt[m]{N_0/N}$
- 1-41 其中最大的有效
- 1-42 每次应力循环中,平均应力、应力幅及周期均不随时间变化的变应力;其中之一随时间变化的变应力
- 1-43 $\tau_{\max}/2$; $\tau_{\max}/2$
- 1-44 对称循环的弯曲
- 1-45 剖面形状;支承方式与位置;加强肋
- 1-46 交接部分截面尺寸避免相差过大;增大过渡曲线的曲率半径;增设卸载结构
- 1-47 增大接触表面的综合曲率半径 ρ ;改变接触方式(点接触改为线接触);提高表面硬度;提高加工质量;适当增加润滑油的黏度
- 1-48 寿命系数;综合影响系数;等效系数;对称循环疲劳极限;应力幅;平均应力
- 1-49 弯扭复合;疲劳;弯扭复合;屈服
- 1-50 应力集中;尺寸大小;表面状态;环境介质;加载顺序和频率
- 1-51 应力集中;表面状态系数 β
- 1-52 理论
- 1-53 非稳定变应力中作用时间最长的和(或)起主要作用的
- 1-54 干摩擦;边界摩擦;流体摩擦;混合摩擦
- 1-55 跑合磨损;稳定磨损;剧烈磨损
- 1-56 流体静力润滑;流体动力润滑;弹性流体动力润滑
- 1-57 两滑动表面间必须具有收敛状的楔形油楔;移动件必须有足够的相对速度,且其速度方向应使润滑油从楔形大口流入,从小口流出;油具有一定的黏度,且供油充分
- 1-58 流体;边界;混合
- 1-59 黏着磨损;磨粒磨损;表面疲劳磨损;腐蚀磨损
- 1-60 弹性变形;压力对黏度的影响
- 1-61 温度;压力
- 1-62 温度升高;压力增加
- 1-63 内摩擦大小
- 1-64 流体作层流运动时,油层的切应力 τ 与其速度梯度成正比
- 1-65 温度
- 1-66 高速运转或载荷较小;低温;低速运转或载荷较大;较高温度
- 1-67 黏性(黏度);油性
- 1-68 物理吸附;化学吸附;化学反应
- 1-69 常温、轻载及低速;中等载荷、中等速度及中等温度;重载、高速及高温
- 1-70 改善炼制润滑剂的润滑性能,提高油的品质;极压添加剂;油性添加剂;黏度指数添加剂;耐蚀添加剂

1-71 黏着(黏附)

1-72 $A_r \tau_B$ (A_r 为真实接触面积); τ_B / σ_{sc}

1-73 膜厚比 λ ; $\lambda = h_m / \sqrt{R_{q1}^2 + R_{q2}^2}$

1-74 $\eta = \rho \nu$ (ρ 为液体密度); $\text{Pa} \cdot \text{s}; \text{m}^2 / \text{s}$

1-75 $> 3; 1 < \lambda < 3; \leq 1$

三、问答题

(参考答案从略)

四、分析计算题

1-101 解题要点:

(1) 产品的可靠度是指产品在规定的工作条件下和规定的时间内,完成规定功能的概率;

(2) 可靠度 $R_i = \frac{N - N_i}{N} = 1 - \frac{N_i}{N}$;

(3) 失效概率 $P = 1 - R_i$ 。

1-102 解题要点:

(1) 求传递的最大功率 P

由式
$$S_r = \frac{\tau_{-1}}{K_r \tau_a + \psi_r \tau_m}$$

并根据题意:单向回转,该轴受脉动循环变应力,则有 $\tau_a = \tau_m = \frac{\tau}{2}$,代入上式得

$$\frac{\tau_{-1}}{K_r(\tau/2) + \psi_r(\tau/2)} = 2.0$$

代入 K_r 、 ψ_r 及 τ_{-1} 值,解得

$$\tau = \frac{\tau_{-1}}{K_r + \psi_r} = \frac{230}{3.07 + 0.05} \text{ MPa} = 73.72 \text{ MPa}$$

又由

$$\tau = \frac{T}{W} = \frac{9.55 \times 10^6 \times \frac{P}{n}}{\pi d^3 / 16}$$

代入 τ 、 n 、 d 值,求得

$$P = \frac{\tau \cdot \pi d^3 \cdot n}{16 \times 9.55 \times 10^6} = \frac{73.72 \times \pi \times 50^3 \times 955}{16 \times 9.55 \times 10^6} \text{ kW} = 180.94 \text{ kW}$$

即该轴能传递的最大功率。

(2) 根据公式
$$\psi_r = \frac{2\tau_{-1} - \tau_0}{\tau_0}$$

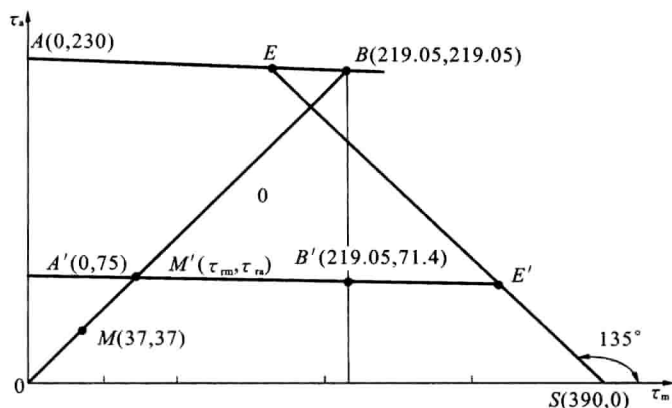
得
$$\tau_0 = \frac{2\tau_{-1}}{1 + \psi_r} = \frac{2 \times 230}{1 + 0.05} \text{ MPa} = 438.1 \text{ MPa}$$

由于
$$\frac{\tau_0}{2} = 219.05 \text{ MPa}, \quad \tau_a = \tau_m = \frac{\tau}{2} = 36.86 \text{ MPa}$$

故此时的应力状态为题 1-102 图解中的点 M 。

1-103 解题要点:

(1) 根据题 1-103 图中点 M 位置,作过点 M 且与横坐标轴成 45° 的直线,交横坐标轴于点



题 1-102 图解

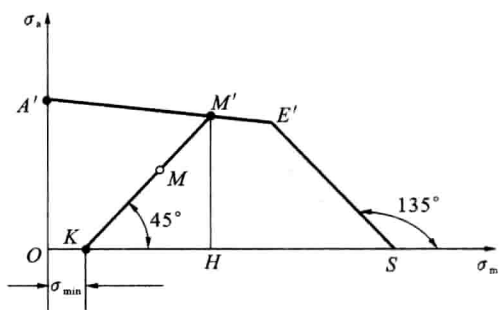
K, OK 长代表 σ_{\min} 值;

(2) 上述直线 KM 的延长线交于疲劳极限曲线 $A'E'S$ 上的点 M' , 该点即为极限应力点, 极限应力为

$$\sigma_{\max} = \sigma_{\text{rm}} + \sigma_{\text{rn}} = \sigma_{\min} + 2KH$$

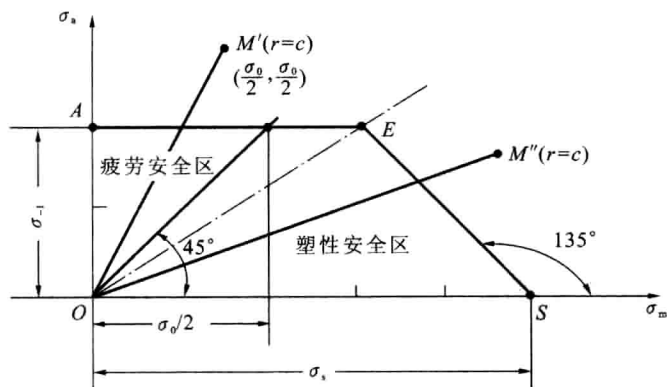
1-104 解题要点:

(1) 绘制简化极限应力图(题 1-104 图解): 由 $\sigma_{-1}, \frac{\sigma_0}{2}, \sigma_s$ 值求折线图。



题 1-103 图解

(2) 由折线图可得安全区为 $OAES$ 区; 疲劳区为 OAE 以外区, 如点 M' ; 塑性区为 OES 区以外区, 如点 M'' 。



题 1-104 图解

1-105 解题要点:

(1) 绘制简化极限应力图(题 1-105 图解)。

已知: $\sigma_{-1} = 370 \text{ MPa}, \sigma_0 = 625 \text{ MPa}, \sigma_s = 880 \text{ MPa}$, 则可在材料极限应力图上取 A, B, S 点, 即

$A(0, 370), B(312.5, 312.5), S(880, 0)$, 连接 AB , 过点 S 作 135° 射线, 交 AB 的延长线于点 E , 则可绘出简化极限应力曲线 $ABES$ 。

(2) 求极限应力 σ_r 。

已知: $\sigma_{\max} = 300 \text{ MPa}$, $\sigma_{\min} = -120 \text{ MPa}$, 求解得

$$\sigma_m = (\sigma_{\max} + \sigma_{\min})/2 = (300 - 120)/2 \text{ MPa} = 90 \text{ MPa}$$

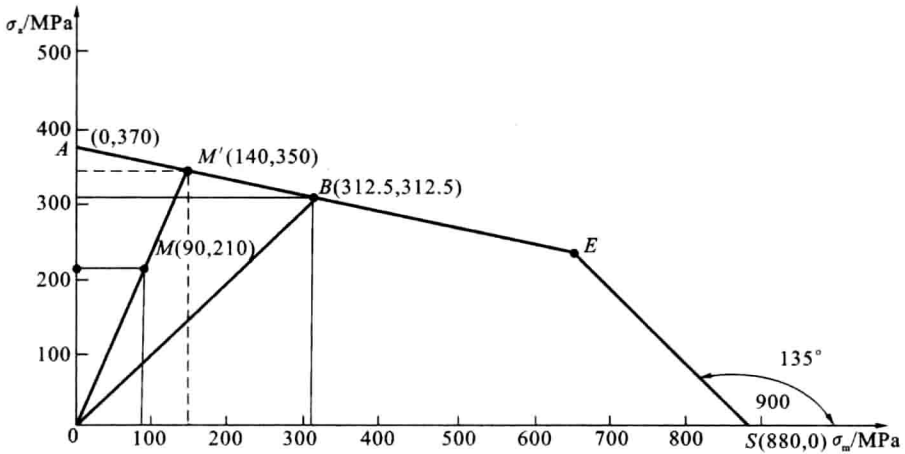
$$\sigma_a = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})/2 = (300 + 120)/2 \text{ MPa} = 210 \text{ MPa}$$

利用该材料的极限应力图, 取工作点 $M(90, 210)$, 并与点 O 相连, 延伸交极限应力曲线于点 M' , 量得点 M' 的坐标为 $M'(140, 350)$, 则得

$$\sigma_{rm} = 140 \text{ MPa}, \quad \sigma_{ra} = 350 \text{ MPa}$$

所以某一循环特征 r 时的疲劳极限应力为

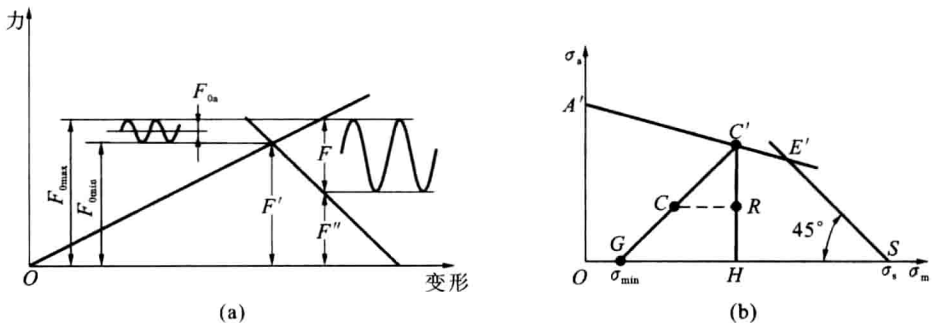
$$\sigma_r = \sigma_{rm} + \sigma_{ra} = (140 + 350) \text{ MPa} = 490 \text{ MPa}$$



题 1-105 图解

1-106 解题要点:

(1) 由力-变形图, 找出 F' (题 1-106 图解(a)), 标出工作载荷变化 ($0 \sim F$) 后, 再找出当工作载荷为 F 时的 F'' 。



题 1-106 图解

(2) 根据该连接系受轴向外载荷的紧连接, 当外载荷 $F=0$ 时, 螺栓受拉力为最小 ($F_{0\min}$); 当外载荷 $F=F_{\max}$ 时, 由螺栓的变形图可知, 螺栓所受的工作拉力达最大值 $F_{0\max}$, 拉力幅 $F_{0a} = \frac{F_{0\max} - F_{0\min}}{2}$ 。

$F_{0\max}$ 、 $F_{0\min}$ 、 F_{0a} 示于力-变形图 (题 1-106 图解(a))。

(3) 螺栓的应力变化属于 $\sigma_{\min} = \text{常数}$ 情况, 由 σ_m - σ_a 极限应力图 (见图 1-106 图解(b)) 中给

出的 σ_{\min} , 作与横坐标成 45° 的斜线, 交 $A'E'S$ 于 C' , 点 C' 即为对应于 $\sigma_{\min}=c$ 情况下的极限应力点(见题 1-106 图解(b))。

(4) 满足 $S_s = \frac{\sigma_{rn}}{\sigma_n} = \frac{HC'}{HR} = 2$ 时, 在题 1-106 图解(b)上定出 $HR = \frac{1}{2}HC'$ 时的点 R , 作 $RC \parallel GH$, 交 GC' 于点 C , 则工作点 C 满足 $S_s = 2$ 要求。

1-107 解题要点:

(1) 物理意义。

ψ_s 的大小表示材料对变应力循环不对称性的敏感程度。通过 ψ_s 可以把非对称循环的疲劳强度问题转化为对称循环的疲劳强度问题。由公式: $\sigma_{-1} = \sigma_{rn} + \psi_s \sigma_{rm}$, 可知, 平均应力乘以 ψ_s 后折合成对称循环的极限应力幅。

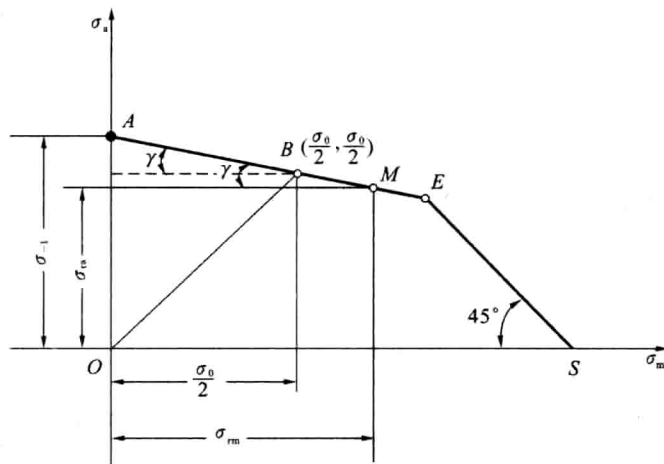
(2) 几何意义。

由简化极限应力图(题 1-107 图解)可知, 取点 M 的坐标为 $M(\sigma_{rm}, \sigma_{rn})$, 由点 M 作横坐标轴的平行线, 则该平行线与 AE 线间的夹角为 γ , 并存在 $\psi_s = \tan\gamma$ 。

由图知 $\tan\gamma = \frac{\sigma_{-1} - \sigma_{rn}}{\sigma_{rm}}$, 所以 $\sigma_{-1} = \sigma_{rn} + \tan\gamma \sigma_{rm}$ 。

令 $\tan\gamma = \psi_s$, 即 $\sigma_{-1} = \sigma_{rn} + \psi_s \sigma_{rm}$ 。

由图亦知 $\tan\gamma = \frac{\sigma_{-1} - \sigma_0/2}{\sigma_0/2}$, $\tan\gamma = \frac{2\sigma_{-1} - \sigma_0}{\sigma_0}$, 即 $\psi_s = \tan\gamma$ 。



题 1-107 图解

1-108 解题要点:

(1) 求各应力 σ_i 对应的材料疲劳破坏的极限循环次数 N_i :

$$N_1 = N_0 \left(\frac{\sigma_{-1}}{\sigma_1} \right)^m = 5 \times 10^6 \times \left(\frac{350}{550} \right)^9 = 0.0855 \times 10^6$$

$$N_2 = N_0 \left(\frac{\sigma_{-1}}{\sigma_2} \right)^m = 5 \times 10^6 \times \left(\frac{350}{450} \right)^9 = 0.52 \times 10^6$$

$$N_3 = N_0 \left(\frac{\sigma_{-1}}{\sigma_3} \right)^m = 5 \times 10^6 \times \left(\frac{350}{400} \right)^9 = 1.5 \times 10^6$$

(2) 求试件再在 $\sigma_3 = 400$ MPa 的对称循环变应力作用下, 尚可承受的应力循环次数 n_3 :

根据零件达到疲劳寿命极限时, 理论上总寿命损伤率 $F=1$ 公式得