



圣才考研网

www.100exam.com

✓ 扫一扫 送本书 **手机版**

✓ 摇一摇 找学友互动学习

✓ 播一播 看名师直播答疑



国内外经典教材辅导系列·理工类

孙训方《材料力学》

(第5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

买一
送四



180元大礼包

送1 3D电子书 (价值30元)

送2 3D题库【名校考研真题+课后习题+章节题库+模拟试题】
(价值50元)

送3 手机版【电子书/题库】(价值80元)

送4 圣才学习卡 (价值20元)

详情登录：圣才考研网 (www.100exam.com) 首页的【购书大礼包】，

刮开本书所贴防伪标的密码享受购书大礼包增值服务。

特别提醒：本书提供名师考前直播答疑，手机电脑均可观看，**扫一扫**

本书右上角二维码下载电子书学习。

本书提供
名师考前
直播答疑

中国石化出版社

HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM

教·育·出·版·中·心

圣才考研网
www.100exam.com

网络课程·题库·光盘·图书
购书送大礼包

密码

国内外经典教材辅导系列·理工类

孙训方《材料力学》(第5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

中国石化出版社

内 容 提 要

国内外经典教材辅导系列是一套全面解析当前国内外各大院校权威教科书的辅导资料。本书是孙训方《材料力学》(第5版)的学习辅导书。本书基本遵循第5版的章目编排,共分16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5版的所有习题都进行了详细的分析和解答;第三部分为名校考研真题详解,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)提供孙训方《材料力学》网授精讲班【教材精讲+考研真题串讲】、3D电子书、3D题库(详细介绍参见本书书前彩页)。随书赠送大礼包增值服务【30元3D电子书+50元3D题库+80元手机版电子书/题库+20元圣才学习卡】。扫一扫本书封面的二维码,可免费下载本书手机版;摇一摇本书手机版,可找到所有学习本书的学友,交友学习两不误;本书提供名师考前直播答疑,手机电脑均可观看,直播答疑在考前推出(具体时间见网站公告)。

图书在版编目(CIP)数据

孙训方《材料力学》(第5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,2015.8

(国内外经典教材辅导系列)

ISBN 978-7-5114-3414-2

I. ①孙… II. ①圣… III. ①材料力学-研究生-入
学考试-自学参考资料 IV. ①TB301

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第130029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外大街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

保定华泰印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092毫米16开本20.25印张4彩页511千字

2015年11月第1版 2015年11月第1次印刷

定价:40.00元

扫一扫

免费下载,获得本书手机版



1. 视频讲解: 高清视频, 辅导名师讲解重难点。
2. 立体展示: 3D界面, 3D播放, 720度旋转。
3. 功能强大: 记录笔记、全文检索等十大功能。
4. 多端并用: 电脑手机平板等多平台同步使用。



学习利器

听课看书做题,
学习倍儿棒

摇一摇

找学友互动学习



1. 摇一摇, 找到学习本书的所有学友, 可精确查找学友的具体位置。
2. 与学友互动, 交流学习(视频、语音等形式), 交友学习两不误。
3. 圈内有学霸解答本书学习中的问题, 配有专职教师指导答疑解惑。



交友神器

在学习中追女神,
成功率高

播一播

看名师直播答疑

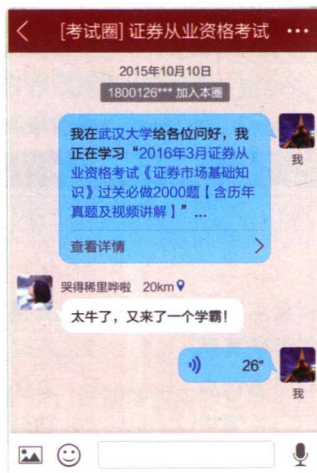


1. 圣才名师在考前开通直播课堂, 帮学友讲解重点习题, 点拨考点。
2. 与名师互动交流, 解答学友各种学习困惑, 为学友考前指点迷津。
3. 手机电脑均可观看本书直播答疑, 扫码下载本书电子书即可参加。

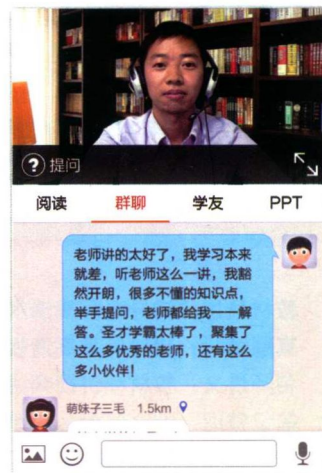
◆ 界面截图



▲ 摇一摇



▲ 聊天窗口



▲ 直播课堂

交友学习、高清视频讲解与名师直播答疑的3D电子书

◆理工类经典教材3D电子书【免费下载+送手机版】



免费下载

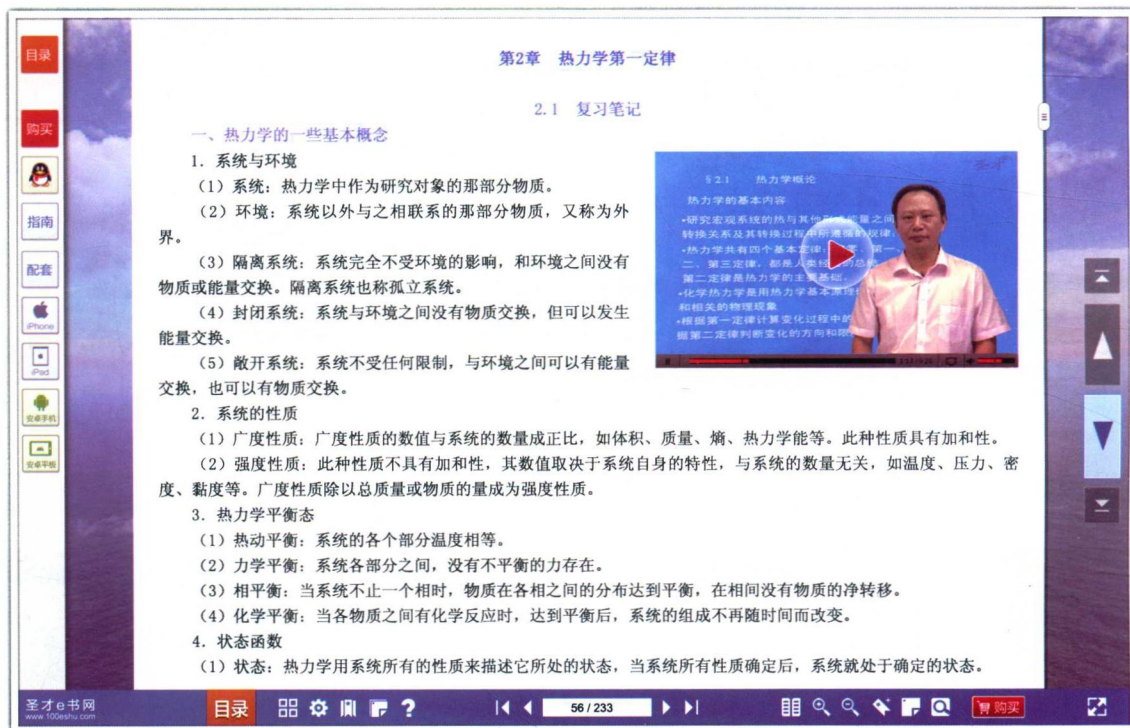


送手机版

1. 傅献彩《物理化学》(第5版)笔记和课后习题(含考研真题)详解[视频讲解]
2. 刘鸿文《材料力学》(第5版)笔记和课后习题(含考研真题)详解[视频讲解]
3. 孙训方《材料力学》(第5版)笔记和课后习题(含考研真题)详解[视频讲解]
4. 胡寿松《自动控制原理》(第6版)笔记和课后习题(含考研真题)详解[视频讲解]

.....

◆3D电子书简介



3D电子书内容:

1. 教材精讲: 辅导名师高清视频讲解教材重点难点
2. 真题解析: 辅导名师高清视频解析历年考研真题
3. 名师讲义: 教材精讲视频讲义, 突出教材重难点
4. 笔记整理: 综合整理名校笔记浓缩总结内容精华
5. 习题详解: 解析教材课后习题提供完整详尽答案

3D电子书特色:

1. 直播答疑: 辅导名师考前直播答疑点拨考点
2. 互动学习: 摇摇手机即可寻找学友互动学习
3. 立体展示: 3D界面, 鼠标拖拽720度旋转
4. 功能强大: 记录笔记、全文检索等十大功能
5. 多端并用: 电脑手机平板等多平台同步使用

免费下载2万种考研电子书(考研真题、视频、题库), 登录www.100exam.com(圣才考研网)

此为试读, 需要完整PDF请点击: www.100exam.com; 咨询QQ: 4006123191 (8:30-00:30)

交友学习、高清视频讲解与名师直播答疑的3D题库

◆理工类经典教材3D题库【免费下载+送手机版】



1. 傅献彩《物理化学》(第5版)配套题库【名校考研真题(视频讲解)+课后习题+章节题库+模拟试题】
2. 刘鸿文《材料力学》(第5版)配套题库【名校考研真题(视频讲解)+课后习题+章节题库+模拟试题】
3. 孙训方《材料力学》(第5版)配套题库【名校考研真题(视频讲解)+课后习题+章节题库+模拟试题】
4. 胡寿松《自动控制原理》(第6版)配套题库【名校考研真题(视频讲解)+课后习题+章节题库+模拟试题】

.....

◆3D题库功能介绍



3D题库特色:

1. 直播答疑: 辅导名师考前直播答疑点拨考点
2. 视频讲解: 辅导名师高清视频讲解疑难试题
3. 互动学习: 摇摇手机即可寻找学友互动做题
4. 免费做题: 所有试题可免费不限次看题做题
5. 功能强大: 错题重做、试题搜索等十大功能
6. 多端并用: 电脑手机平板等多平台同步使用

◆题库内容简介

圣才题库系统共分为四部分:

1. 名校考研真题: 辅导名师高清视频讲解名校历年考研真题。
2. 课后习题详解: 解析课后习题, 提供详尽答案。
3. 章节题库: 根据教材章目编排, 按题型分类, 试题覆盖所有重要考点。
4. 模拟试题: 参照全书重要考点命题, 全面测试学习效果。

以上四部分在做题过程中出现的错误答题, 系统会自动记录在“错题重做”栏目里, 学员可以根据错题重做有针对性地查漏补缺。

讲解经典教材的高清视频课程



1. 力学类、机械类

课程名称	班型	课时	上课时间	价格
1. 刘鸿文《材料力学》名师讲堂	网授精讲班【教材精讲+考研真题串讲】	30	随报随学	600元
	一对一辅导（面授/网授）	12	随报随学	2400元（200元/课时）
	3D电子书（题库）	①免费下载，送手机版，视频讲解，720度旋转。 ②摇一摇手机，摇出本书学友，交友学习两不误。 ③考前开通直播课堂，讲解重点习题，点拨考点。		
2. 孙训方《材料力学》				
3. 龙驭球《结构力学》				
4. 哈尔滨工业大学理论力学教研室《理论力学》				
5. 孙桓《机械原理》				

详情参见：圣才考研网（www.100exam.com）

详情参见：圣才考研网（www.100exam.com）

2. 电子信息类

课程名称	班型	课时	上课时间	价格
1. 胡寿松《自动控制原理》 名师讲堂	网授精讲班【教材精讲+考研真题串讲】	30	随报随学	600元
	一对一辅导（面授/网授）	12	随报随学	2400元（200元/课时）
	3D电子书（题库）	①免费下载，送手机版，视频讲解，720度旋转。 ②摇一摇手机，摇出本书学友，交友学习两不误。 ③考前开通直播课堂，讲解重点习题，点拨考点。		
2. 郑君里《信号与系统》 3. 邱关源《电路》 4. 童诗白《模拟电子技术基础》 5. 阎石《数字电子技术基础》				

详情参见：圣才考研网（www.100exam.com）

详情参见：圣才考研网（www.100exam.com）

3. 物理类、化学类、生物类

课程名称	班型	课时	上课时间	价格
1. 程守洙《普通物理学》名师讲堂	网授精讲班【教材精讲+考研真题串讲】	30	随报随学	600元
	一对一辅导（面授/网授）	12	随报随学	2400元（200元/课时）
	3D电子书（题库）	①免费下载，送手机版，视频讲解，720度旋转。 ②摇一摇手机，摇出本书学友，交友学习两不误。 ③考前开通直播课堂，讲解重点习题，点拨考点。		
2. 马文蔚《物理学》				
3. 张三慧《大学物理学》				
4. 傅献彩《物理化学》				

详情参见：圣才考研网（www.100exam.com）

详情参见：圣才考研网（www.100exam.com）

《国内外经典教材辅导系列·理工类》

编 委 会

主编：圣才考研网(www.100exam.com)

编委：肖 娟 姜旭海 肖 萌 段瑞权 赵芳微
涂幸运 邱亚辉 谢盼盼 陈敬龙 王 巍
张宝霞 倪彦辉 黄前海 万军辉 李昌付

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学习国内外教材的复习资料,并提供配套的名师讲堂、3D电子书和3D题库。

孙训方主编的《材料力学》是我国高校采用较多的材料力学权威教材之一。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。本书每章的复习笔记均对本章的重难点进行了整理,并参考了国内名校名师讲授该教材的课堂笔记。因此,本书的内容几乎浓缩了该教材的所有知识精华。

2. 解析课后习题,提供详尽答案。本书参考大量材料力学相关资料对孙训方《材料力学》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. 精选考研真题,巩固重难点知识。为了强化对重要知识点的理解,本书精选了部分名校近几年的材料力学考研真题,这些高校大部分以该教材作为考研参考书目。所选考研真题基本涵盖了各个章节的考点和难点,特别注重联系实际,凸显当前热点,同时精选了大量现实案例并进行了分析。

购买本书享受大礼包增值服务,登录圣才考研网(www.100exam.com),刮开所购图书封面防伪标的密码,即可享受大礼包增值服务:①本书3D电子书(价值30元);②3D题库【名校考研真题+课后习题+章节题库+模拟试题】(价值50元);③手机版【电子书/题库】(价值80元);④圣才学习卡(价值20元),可在圣才学习网旗下所有网站进行消费。扫一扫本书封面的二维码,可免费下载本书手机版;摇一摇本书手机版,可找到所有学习本书的学友,交友学习两不误;本书提供名师考前直播答疑,手机电脑均可观看,直播答疑在考前推出(具体时间参见网站公告)。

与本书相配套,圣才考研网提供孙训方《材料力学》网授精讲班【教材精讲+考研真题串讲】、3D电子书、3D题库(免费下载,送手机版)(详细介绍参见本书书前彩页)。

要深深牢记:考研不同一般考试,概念题(名词解释)要当作简答题来回答,简答题要当作论述题来解答,而论述题的答案要像是论文,多答不扣分。有的论述题的答案简直就是一份优秀的论文(其实很多考研真题就是选自一篇专题论文,完全需要当作论文来回答)!

圣才考研网(www.100exam.com)是圣才学习网旗下的考研考博专业网站,提供考研公共课和全国500所院校考研考博专业课辅导【一对一辅导、网授精讲班等】、3D电子书、3D题库(免费下载,免费升级)、全套资料(历年真题及答案、笔记讲义等)、国内外经典教材名师讲堂、考研教辅图书等。

考研辅导: www.100exam.com (圣才考研网)

官方总站: www.100xuexi.com (圣才学习网)

圣才学习网编辑部

目 录

第1章 绪论及基本概念	(1)
1.1 复习笔记	(1)
1.2 课后习题详解	(2)
1.3 名校考研真题详解	(2)
第2章 轴向拉伸和压缩	(3)
2.1 复习笔记	(3)
2.2 课后习题详解	(8)
2.3 名校考研真题详解	(21)
第3章 扭 转	(25)
3.1 复习笔记	(25)
3.2 课后习题详解	(28)
3.3 名校考研真题详解	(39)
第4章 弯曲应力	(43)
4.1 复习笔记	(43)
4.2 课后习题详解	(47)
4.3 名校考研真题详解	(82)
第5章 梁弯曲时的位移	(88)
5.1 复习笔记	(88)
5.2 课后习题详解	(90)
5.3 名校考研真题详解	(107)
第6章 简单的超静定问题	(111)
6.1 复习笔记	(111)
6.2 课后习题详解	(112)
6.3 名校考研真题详解	(128)
第7章 应力状态和强度理论	(133)
7.1 复习笔记	(133)
7.2 课后习题详解	(137)
7.3 名校考研真题详解	(156)
第8章 组合变形及连接部分的计算	(161)
8.1 复习笔记	(161)
8.2 课后习题详解	(166)
8.3 名校考研真题详解	(189)
第9章 压杆稳定	(195)

9.1	复习笔记	(195)
9.2	课后习题详解	(198)
9.3	名校考研真题详解	(211)
第10章	弯曲问题的进一步研究	(215)
10.1	复习笔记	(215)
10.2	课后习题详解	(216)
10.3	名校考研真题详解	(223)
第11章	考虑材料塑性的极限分析	(225)
11.1	复习笔记	(225)
11.2	课后习题详解	(226)
11.3	名校考研真题详解	(234)
第12章	能量法	(235)
12.1	复习笔记	(235)
12.2	课后习题详解	(236)
12.3	名校考研真题详解	(272)
第13章	压杆稳定问题的进一步研究	(276)
13.1	复习笔记	(276)
13.2	课后习题详解	(277)
13.3	名校考研真题详解	(286)
第14章	应变分析·电阻应变计法基础	(287)
14.1	复习笔记	(287)
14.2	课后习题详解	(288)
14.3	名校考研真题详解	(294)
第15章	动荷载·交变应力	(296)
15.1	复习笔记	(296)
15.2	课后习题详解	(297)
15.3	名校考研真题详解	(309)
第16章	材料力学性能的进一步研究	(314)
16.1	复习笔记	(314)
16.2	课后习题详解	(314)
16.3	名校考研真题详解	(315)

第1章 绪论及基本概念

1.1 复习笔记

一、概述

1. 对构件正常工作的要求

- (1) 具有足够的强度：在荷载作用下，构件应不至于破坏(断裂或失效)；
- (2) 具有足够的刚度：在荷载作用下，构件所产生的变形应不超过工程上允许的范围；
- (3) 满足稳定性要求：承受荷载作用时，构件在其原有形态下的平衡应保持为稳定的平衡。

2. 材料力学的主要任务

研究材料及构件在外力作用下所表现的力学性质，为合理设计构件提供有关强度、刚度、稳定性分析的理论和方法。

二、可变形固体的性质及其基本假设

1. 可变形固体：制造构件所用的材料均为固体，而且在荷载作用下均将发生变形—包括物体尺寸和形状的改变。

2. 基本假设

将可变形固体抽象为理想化的材料进行理论分析，基于以下三个假设：

- (1) 连续性假设：物体在其整个体积内连续地充满了物质且毫无空隙；
- (2) 均匀性假设：物体任意一点处取出的体积单元，其力学性能都能代表整个物体的力学性能；
- (3) 各向同性假设：材料沿各个方向的力学性能是相同的。

三、杆件变形的的基本形式

杆件变形的的基本形式有四种：轴向拉伸或轴向压缩、剪切、扭转和弯曲。

1. 轴向拉伸或轴向压缩

受力特征：受一对其作用线与直杆轴线重合的外力 F 作用；

直杆的主要变形：轴向长度的改变，如图 1-1 所示。

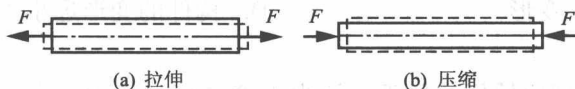


图 1-1

2. 剪切

受力特征：受一对相距很近的大小相同、指向相反的横向外力 F 作用；

直杆的主要变形：横截面沿外力作用方向发生相对错动，如图 1-2 所示。

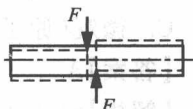


图 1-2

3. 扭转

受力特征：受一对转向相反、作用面垂直于直杆轴线的外力偶(其

矩为 M_e) 作用;

直杆的主要变形: 相邻横截面将绕轴线发生相对转动, 杆件表面纵向线将变成螺旋线, 而轴线仍维持直线, 如图 1-3 所示。

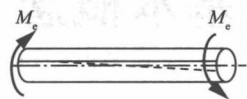


图 1-3



图 1-4

4. 弯曲

受力特征: 受一对转向相反、作用面在杆件的纵向平面(即包含杆轴线在内的平面)内的外力偶(其矩为 M_e)作用;

直杆的主要变形: 相邻横截面绕垂直于杆轴线的轴发生相对转动, 变形后的杆件轴线将弯成曲线, 如图 1-4 所示。

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

一、填空题

构件正常工作应满足()、刚度和()的要求, 设计构件时, 还必须尽可能地合理选用材料和(), 以节约资金或减轻构件自重。[华中科技大学 2006 研]

【答案】强度; 稳定性; 降低材料的消耗量。

二、选择题

1. 根据均匀、连续性假设, 可以认为()。[北京科技大学 2012 研]

- A. 构件内的变形处处相同
- B. 构件内的位移处处相同
- C. 构件内的应力处处相同
- D. 构件内的弹性模量处处相同

【答案】C

【解析】连续性假设认为组成固体的物质不留空隙地充满固体的体积, 均匀性假设认为在固体内到处有相同的力学性能。

2. 根据小变形假设, 可以认为()。[西安交通大学 2005 研]

- A. 构件不变形
- B. 构件不破坏
- C. 构件仅发生弹性变形
- D. 构件的变形远小于构件的原始尺寸

【答案】D

【解析】小变形假设即原始尺寸原理, 认为无论是变形或因变形引起的位移, 都远小于构件的原始尺寸。

3. 铸铁的连续、均匀和各向同性假设在()适用。[北京航空航天大学 2005 研]

- A. 宏观(远大于晶粒)尺度
- B. 细观(晶粒)尺度
- C. 微观(原子)尺度
- D. 以上三项均不适用

【答案】A

【解析】组成铸铁的各晶粒之间存在着空隙, 并不连续; 各晶粒的力学性能是有方向性的。

第2章 轴向拉伸和压缩

2.1 复习笔记

一、轴向拉伸和压缩概述

拉(压)杆是指作用在等直杆上的外力(或外力合力)的作用线与杆轴线重合的杆件。

1. 拉(压)杆的轴力及轴力图

(1)内力:由外力作用所引起的、物体内部相邻部分之间连续分布的内力系的合成。

(2)轴力:在外力作用下,杆件任一横截面上的内力,其作用线与杆的轴线重合,用 F_N 表示;并规定拉力为正,压力为负。

(3)轴力图的绘制:轴力图是轴力与截面位置关系的图线,用平行于杆轴线的坐标表示横截面的位置,用垂直于杆轴线的坐标表示横截面上轴力的数值。习惯上将正值的轴力画在上侧,负值的轴力画在下侧。

2. 拉(压)杆的应力

(1)概念

①应力:受力杆件某一截面上分布内力在一点处的集度。总应力 p 确切地反映了该点内应力分布的强弱,其表达式为

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} = \frac{dF}{dA}$$

②正应力:总应力 p 的法向分量,用 σ 表示。

③切应力:总应力 p 的切向分量,用 τ 表示。

(2)横截面上的正应力

根据平面假设,拉杆横截面上的正应力 σ 呈均匀分布,拉(压)杆横截面上正应力 σ 的计算公式:

$$\sigma = \frac{F_N}{A}$$

危险截面:应力最大的截面。对于等直杆,危险截面即为轴力最大值所在截面,有:

$$\sigma_{\max} = \frac{F_{N,\max}}{A}$$

(3)斜截面上的应力

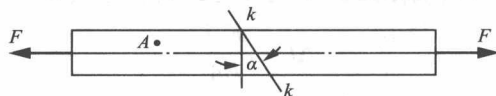


图 2-1

如图 2-1 所示,等直杆在拉力 F 作用下,斜截面 $k-k$ 上的总应力:

$$p_\alpha = \frac{F}{A} \cos \alpha = \sigma_0 \cos \alpha$$

沿斜截面法线方向的正应力:

$$\sigma_{\alpha} = p_{\alpha} \cos \alpha = \sigma_0 \cos^2 \alpha$$

沿斜截面切线方向的切应力：

$$\tau_{\alpha} = p_{\alpha} \sin \alpha = \frac{\sigma_0}{2} \sin 2\alpha$$

式中， α 为斜截面与横截面的夹角，以横截面外向法线至斜截面外向法线为逆时针转向时为正，反之为负。

根据以上结论可知，正应力和切应力的数值随 α 角作周期性变化，且：

①当 $\alpha=0$ 时，正应力 $\sigma_{\alpha}=\sigma_0$ ，为最大值；

②当 $\alpha=45^{\circ}$ 时，切应力 $\tau_{\alpha}=\frac{\sigma_0}{2}$ ，为最大值。

二、拉(压)杆的变形与胡克定律

1. 变形

如图 2-2 所示拉杆，其纵向变形量和横向变形量分别为：

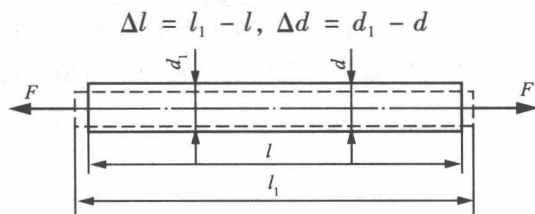


图 2-2

每单位长度的伸长(或缩短)称为线应变，用 ε 表示。纵向线应变与横向线应变分别为：

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}, \quad \varepsilon' = \frac{\Delta d}{d}$$

并规定：伸长时为正，缩短时为负。

拉(压)杆内的应力不超过材料的比例极限时，将横向线应变 ε' 与纵向线应变 ε 之比的绝对值称为泊松比，用 ν 表示，其表达式为：

$$\nu = \left| \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right|$$

纵向线应变与横向线应变方向相反，即

$$\varepsilon' = -\nu \varepsilon = -\nu \frac{\sigma}{E}$$

2. 胡克定律

胡克定律：杆件内的应力不超过材料的比例极限时，杆的纵向变形量 Δl 与其所受的外力 F 、杆的原长 l 成正比，与其横截面积 A 成反比，其表达式为

$$\Delta l = \frac{F_N l}{EA}$$

式中， F_N 为杆件内力，比例常数 E 为材料的弹性模量， EA 称为杆的拉伸(压缩)刚度。

三、拉压杆的应变能

1. 基本概念

(1)应变能：伴随弹性变形的增减而改变的能量，用 V_{ε} 表示。

(2)应变能密度：单位体积内的应变能，用 v_{ε} 表示。

(3) 功能原理：弹性体受静荷载的作用，在弹性体变形的过程中，积蓄在弹性体内的应变能 V_ϵ 在数值上等于外力做的功 W ，即 $V_\epsilon = W$ 。

2. 计算公式

杆件受外力 F 作用，轴力为 F_N ，纵向变形为 Δl ，则积蓄在杆件内的应变能：

$$V_\epsilon = \frac{1}{2} F \Delta l = \frac{F_N^2 l}{2EA}$$

应变能密度

$$v_\epsilon = \frac{V_\epsilon}{V} = \frac{1}{2} \sigma \epsilon = \frac{\sigma^2}{2E} = \frac{E \epsilon^2}{2}$$

注意：上述公式仅在线弹性范围适用。

四、材料拉伸和压缩时的力学性能

1. 基本概念

(1) 标准试样：标距 l 与横截面直径 d (圆形截面) 或横截面面积 A (矩形截面) 之比采用标准比例的试样。

(2) 力学性能：在实验室内所做的材料拉伸或压缩试验，是在室温 (或称为常温) 条件下按一般的变形速度进行的，得到的材料的力学性能，即为常温、静荷载下材料在拉伸或压缩时的力学性能。

2. 低碳钢试样的拉伸图及其力学性能

拉伸试样采用圆形截面和矩形截面，标准比例为：

$$l = 10d \text{ 和 } l = 5d \text{ (圆形截面)}$$

$$l = 11.3 \sqrt{A} \text{ 和 } l = 5.65 \sqrt{A} \text{ (矩形截面)}$$

(1) 力学性能

将荷载 F 除以试样横截面的原面积 A ，将伸长量 Δl 除以试样工作段的原长 l ，所得曲线与试样的尺寸无关，而且可以代表材料的力学性能，称为应力 - 应变曲线，如图 2-3 所示。

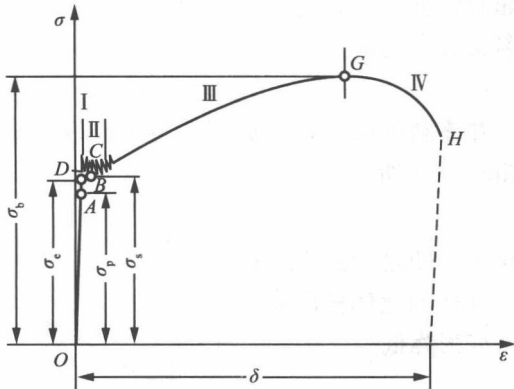


图 2-3

低碳钢的变形过程分为四个阶段：

① 弹性阶段

如图 2-3 中所示阶段 I，试样的变形是弹性变形，满足胡克定律。

比例极限：A 点是应力与应变符合胡克定律的最高限，比例极限是与之对应的应力，以 σ_p 表示；

弹性极限： B 点是卸载后不发生塑性变形的极限，弹性极限是与之对应的应力，以 σ_e 表示。

②屈服阶段

如图 2-3 中阶段Ⅱ，试样的荷载在很小的范围内波动，而其变形却不断增大，即出现屈服现象，试样的变形是塑性变形。

上屈服强度：在屈服阶段内，发生屈服应力首次下降前所对应的最高应力(点 C)，它是不稳定的；

下屈服强度：不计初始瞬时效应时的最低应力(点 D)，它是稳定的。通常称为屈服强度，以 σ_s 表示。

③强化阶段

如图 2-3 中阶段Ⅲ，试样发生的变形主要是塑性变形，整个试样横向尺寸的缩小较明显。

④局部变形阶段

如图 2-3 中阶段Ⅳ，该阶段出现“缩颈”现象，横截面面积急剧缩小。

(2)性能指标

①衡量材料塑性的指标

断后伸长率：试样的工作段在拉断后标距的残余伸长($l_1 - l$)与原始标距 l 之比的百分率，表达式为

$$\delta = \frac{l_1 - l}{l} \times 100\%$$

断面伸缩率：试样断裂后横截面面积的最大缩减量($A - A_1$)与原始横截面面积 A 之比的百分率，表达式为

$$\psi = \frac{A - A_1}{A} \times 100\%$$

②衡量材料强度的重要指标

屈服极限：材料的下屈服强度，以 σ_s 表示；

强度极限：试样中的名义应力的最大值(图 2-3 中所示 G 点)，以 σ_b 表示。

(3)卸载规律

在强化阶段停止加载，并逐渐卸载，则卸载规律遵循直线关系，该直线 bc 与弹性阶段内的直线 Oa 近乎平行，如图 2-4 所示。

①冷作硬化

对试样预先施加轴向拉力，使之达到强化阶段后卸载。当再加荷载时，试样的比例极限将提高，而试样所能经受的塑性变形降低。

②冷作时效

试样拉伸至强化阶段后卸载，经过一段时间后再受拉，其比例极限还有所提高的现象，如图 2-4 中虚线 cb' 所示。

3. 其他金属材料在拉伸时的力学性能

(1)力学性能

①塑性材料：对于没有屈服阶段的塑性材

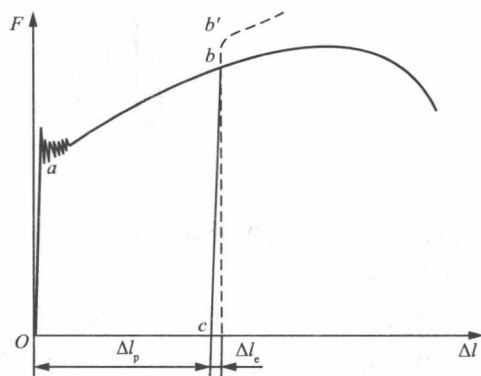


图 2-4