

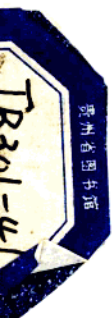
职工高等工业专科学校

材料力学教学大纲

(草案)

机械类专业试用

(92学时)



高等教育出版社

一九八三年十二月

本教学大纲系由教育部委托上海市业余工业大学、黎明职工工学院和燕山石化总公司职工大学起草，由上海市业余工业大学负责汇总，并征求了有关学校和教师的意见，经教育部在一九八三年十一月召开的职工高等工业专科学校教学大纲审订会议审订。

本大纲适用于三年制职工高等工业专科学校机械类专业。四年制业余职工高等工业专科学校可根据有关教学计划所规定的学时数安排本教学大纲的教学内容。

一、课 程 内 容

(一) 绪 论

材料力学的任务。材料力学的研究对象及其基本假设。
杆件变形的基本形式。

(二) 拉伸和压缩

轴向拉伸和压缩的概念及实例。截面法，轴力和轴力图。直杆横截面上的正应力。许用应力。强度条件。

轴向拉伸和压缩时的变形。纵向变形，线应变。虎克定律，弹性模量。抗拉（压）刚度。横向变形，泊松比。

直杆斜截面上的应力。

低碳钢的拉伸试验，应力-应变图及其特性点——比例极限、弹性极限、屈服极限、强度极限。应变硬化。塑性性质——延伸率、截面收缩率。名义屈服极限。铸铁的拉伸试验。压缩时材料的力学性能。

安全系数和许用应力。应力集中的概念。

超静定问题的概念。简单超静定问题的一般解法。

(三) 剪 切

剪切的概念和实例。剪力和名义剪应力，剪切的实用计算。挤压应力，挤压的实用计算。

纯剪切。剪切应变（角应变），剪切虎克定律，剪切弹性模量。剪应力互等定理。三个弹性常数（ E 、 G 、 μ ）间的关系的介绍。

(四) 扭 转

扭转的概念和实例。功率、转速和外力偶矩间的关系。扭矩和扭矩图，圆轴扭转时的应力和变形。极惯性矩，抗扭截面系数。抗扭刚度。强度条件和刚度条件。

•矩形截面杆自由扭转的简介。

•密圈螺旋弹簧。

(五) 弯 曲 内 力

平面弯曲的概念和实例。梁的计算简图。剪力、弯矩及其方程。剪力图和弯矩图。弯矩、剪力与分布载荷集度间的微分关系及其应用。

(六) 弯 曲 应 力

纯弯曲时的正应力公式。弯矩与挠曲线曲率间的关系，抗弯刚度。矩形和圆形截面的惯性矩的计算。平行移轴公式，具有对称轴的组合图形的惯性矩的计算。抗弯截面系数。纯弯曲理论的推广。正应力强度条件。

矩形、工字形、圆形截面梁的弯曲剪应力。剪应力强度条件。

提高弯曲强度的措施。

(七) 弯 曲 变 形

梁弯曲变形的实例。挠度和转角。梁的挠曲线的近似微分方程。用积分法求梁的挠度和转角。按叠加原理求梁的挠度和转角。梁的刚度校核。提高梁的刚度的措施。

(八) 能量法及超静定问题

外力功与弹性体变形能的概念。杆件各种基本变形的变形能。单位载荷法。用能量法解简单超静定梁和刚架。

(九) 应力状态理论

应力状态的概念。主平面和主应力的概念。二向应力状态下的应力分析。三向应力圆的简介。最大剪应力。

广义虎克定律。三向应力状态下的弹性比能、体积改变比能和形状改变比能的简介。

(十) 强度理论

强度理论的概念。材料破坏形式的分析。脆性断裂和塑性流动。

最大拉应力理论。最大拉应变理论。最大剪应力理论。形状改变比能理论。相当应力的概念。

(十一) 组合变形构件的强度计算

组合变形的概念和实例。拉伸(压缩)与弯曲组合时的应力及强度计算。扭转与弯曲组合时的应力和强度计算。

*斜弯曲(双对称轴)。

(十二) 压杆稳定

弹性平衡稳定性的概念。稳定平衡和不稳定平衡。细长压杆临界载荷的欧拉公式。杆端不同约束的影响。长度系数。临界应力。压杆柔度。欧拉公式的适用范围。超过比例极限时压杆的临界应力。经验公式(直线公式)。临界应力

总图。用稳定安全系数对压杆作稳定校核。提高压杆稳定性的措施。

(十三) 动 载 荷

动载荷的概念和实例。匀加速运动构件的应力和变形的计算。杆件受冲击时的应力和变形的计算。动荷系数。提高杆件抗冲击能力的措施。

(十四) 疲 劳 强 度

交变应力和疲劳破坏的概念。循环特性、应力幅、平均应力。持久极限及其测定。影响构件持久极限的主要因素。构件的疲劳强度计算。

二、实 验 内 容

- (一) 低碳钢和铸铁的拉伸、压缩试验。
- (二) 低碳钢的弹性模量 E 的测定。
- (三) 纯弯曲正应力的电测试验。
- (四) 疲劳试验(示范)。

附：材料力学教学大纲说明

一、材料力学课程的作用和任务

材料力学是由基础课过渡到专业课的一门技术基础课。通过本课程的学习，为机械工程设计及后继课程建立必要的基础，培养学生在有关构件的强度、刚度和稳定性方面具有明确的基本概念、必要的基础知识、比较熟练的计算能力和初步的实验分析能力。

二、材料力学课程的基本要求

通过本课程的学习，学生应达到下列要求：

1. 具有将一般杆状机械零、部件或结构构件简化为力学简图的初步能力。
2. 能熟练分析、计算杆件在拉（压）、剪切、扭转、弯曲时的内力，并作出相应的内力图。
3. 能熟练掌握杆件在各种基本变形形式下的应力和变形的理论计算方法。
4. 能熟练运用强度、刚度条件对杆件进行校核和截面选择，能运用稳定条件对压杆进行稳定校核。
5. 对能量法的基本原理及其应用有初步的了解。
6. 能掌握计算构件疲劳强度的方法。对动载荷应有初步的认识。
7. 了解并掌握最基本实验的试验手段和测试技术。

三、课程内容的教学要求和建议

(一) 绪 论

应了解:

1. 材料力学的主要任务和主要研究对象。
2. 构件的强度、刚度和稳定性等基本概念。
3. 材料力学的基本假设及其含义。
4. 杆件的四种基本变形形式。

由于学生初次接触材料力学,讲授时应使学生对材料力学的性质和任务有较明确的了解。对其他内容则作一般介绍,有初步的了解即可,以后逐步加深领会。对于强度、刚度问题,大部分职工大学的学生已有初步感性知识或曾听到过,故应结合与他们有关的专业实践知识来引出。对稳定概念简提即可,这一概念一开始学生是不可能清楚领会的。

(二) 拉伸和压缩

应熟练掌握:

1. 拉(压)杆横截面上内力的确定,轴力图。
2. 横截面上正应力的分布及其计算,强度条件。
3. 虎克定律,拉压杆变形的计算。

应掌握:

1. 内力、截面法、应力、线应变和位移等基本概念。
2. 典型材料(低碳钢)的应力-应变图及其主要特征。
3. 脆性材料和塑性材料在机械性能上的主要差异。

4. 许用应力和安全系数的概念。

5. 超静定问题的概念及简单超静定问题（一次）的解法。

应了解：

1. 拉（压）杆横截面上正应力公式的推导方法。

2. 斜截面上的应力。

3. 横向应变及其与纵向应变间的关系。

4. 应力集中的概念。

通过这一部分的教学，应使学生了解材料力学中各基本变形讨论的内容和步骤，一般是外力、内力、应力、强度条件，以及变形、刚度条件、超静定问题。

这一部分的重点是内力、截面法、应力、强度条件、变形计算（包括线应变、虎克定律）以及材料的机械性质。难点是拉压超静定问题。

在讲授内力、截面法时，要强调截面法是材料力学求内力的普遍方法，应讲清其实质（通过以后各章的学习达到熟练掌握的要求）。

应力是这一部分的中心问题，它是衡量构件强度的指标。由拉（压）杆引出应力概念时，对内力非均匀分布情况下的应力，应稍作说明。

对于材料的机械性质，应着重讲清低碳钢的拉伸试验，其他内容都可与其对比讲授。

对于超静定问题，应着重使学生了解综合考虑几何、物理、静力学三方面进行求解的方法。其中关键是建立变形协调条件，但不应陷于复杂的几何关系。温度应力和装配应力问题，可由各校教师根据专业的实际需要决定取舍。

对于斜截面上的应力，不须作过高要求，在后面章节中

还将深入讨论。讲授该节的先后次序安排，应以不影响强度计算的中心内容为原则。

所需的预备知识为

理论力学：受力分析，汇交力系和平面一般力系的平衡方程。

(三) 剪 切

应熟练掌握：

1. 正确判别剪切面和挤压面。
2. 联接件剪切强度和挤压强度的实用计算。

应掌握：

纯剪切的观念，剪应力互等定理，剪应变的概概念，剪切虎克定律，剪切弹性模量。

对于实用计算，应说明由于许用应力是根据实验结果按同样的假定计算得出，故实用计算是切实可用的。应着重讲清纯剪切的应力和变形及其规律。剪应力互等定理要求通过以后有关章节的学习熟练掌握。

(四) 扭 转

应熟练掌握：

1. 用截面法求扭矩，作扭矩图。
2. 圆轴扭转时横截面上的剪应力分布及其计算，圆截面的极惯性矩和抗扭截面系数。
3. 圆轴扭转变形的计算，相对扭转角及单位长度扭转角的概念。

4. 强度条件和刚度条件的运用。

应了解：

1. 圆轴扭转时横截面上剪应力公式的推导。
2. 圆轴扭转剪应力、扭转角公式的应用范围。
3. 圆截面极惯性矩和抗扭截面系数的推导。

重点是圆轴扭转时内力、应力、变形的计算及强度、刚度条件。扭转剪应力的推导，应着重讲清由几何、物理、静力学三方面推导的方法。横截面上应力非均匀分布是学生初次遇到的问题，故为一难点，应从物理本质上讲清圆轴扭转时横截面上剪应力的线性分布规律及其原因。教师应由剪应力的线性分布及强度条件的要求来引出圆轴扭转的合理截面问题。

对于圆轴扭转的平面假设不适用于非圆截面轴，应作简单说明。

(五) 弯 曲 内 力

应熟练掌握：

1. 求梁指定截面上的剪力、弯矩。
2. 正确列出剪力方程和弯矩方程，并绘制剪力图和弯矩图。

应掌握：

1. 平面弯曲的概念。
2. 弯矩、剪力和分布载荷集度间的微分关系及其应用。
3. 将杆状机械零件或结构构件简化为力学简图。

弯曲是材料力学重点内容，必须学好。其讨论的内容和步骤同样是外力、内力、应力、强度条件以及变形、刚度条件。

作剪力图和弯矩图是材料力学的基本功，必须熟练掌握

梁受机械类典型载荷作用时的剪力图和弯矩图的绘制（不要画梁受过分复杂载荷时的剪力图和弯矩图）。

这一部分的重点是求指定截面上的剪力、弯矩，列出剪力方程、弯矩方程，作剪力图、弯矩图。难点是剪力、弯矩的正、负号易与理论力学的规定混淆。

求指定截面上的剪力、弯矩是关键。掌握好，则列剪力方程和弯矩方程将不成问题，作剪力图 and 弯矩图也不易出错，故应强调，并使学生熟练掌握。

对于弯矩、剪力和分布载荷集度间的微分关系，要求学生能用以检查所作的弯矩图。

为了保证学生熟练掌握作剪力图和弯矩图，这一部分应有较多数量的练习题。

所需的预备知识为

理论力学：平面一般力系。

高等数学：导数及其几何意义。

（六）弯 曲 应 力

应熟练掌握：

1. 横截面上正应力的分布及其计算。
2. 危险面、危险点的判别，弯曲正应力强度条件的应用。
3. 矩形、圆形截面的惯性矩和抗弯截面系数，平行移轴公式，组合图形惯性矩的计算。

应掌握：

1. 平面弯曲、纯弯曲、横力弯曲的概念。
2. 纯弯曲时梁横截面上正应力公式的推导，该公式的适用范围。

3. 梁的合理截面。

应了解：

1. 矩形、工字形截面梁横截面上剪应力的分布规律及其最大值，圆形截面梁的最大剪应力及其位置。

2. 矩形、圆形截面惯性矩的推导。

3. 提高梁的弯曲强度的一些措施，等强度设计的概念。

重点是横截面上正应力的计算及正应力强度条件。弯曲正应力公式的推导应着重讲清从几何、物理、静力学三方面推导的方法。应从物理本质上讲清梁弯曲时横截面上正应力的线性分布规律及其原因。弯矩与挠曲线曲率间的关系是基本公式，不应忽视。

弯曲剪应力公式可不作推导，直接给出其分布规律及最大值。对于工字形截面梁，翼缘部分的剪应力可不讨论，腹板上的最大剪应力值可近似地取其平均剪应力值。

平面图形几何性质的内容也可单独列章讲授，由各校教师自定。

所需的预备知识为

理论力学：平面图形形心的计算。

(七) 弯 曲 变 形

应熟练掌握：

1. 挠曲线、挠度、转角的定义，挠度和转角间的关系。

2. 用叠加原理求指定截面处的挠度和转角。

3. 梁的刚度计算。

应掌握：

1. 正确列出挠曲线的近似微分方程，常用的边界条件及连续条件。

2. 用积分法求梁的挠曲线方程、挠度和转角。

应了解：

1. 挠曲线近似微分方程的建立及其使用条件。

2. 梁的挠曲线的大致形状的判定。

3. 提高弯曲刚度的一些措施。

应着重讲清梁的挠曲线近似微分方程及其积分，边界条件，叠加法的原理及其使用条件。

所需的预备知识为

高等数学：曲率公式，不定积分。

(八) 能量法及超静定问题

应熟练掌握：

1. 杆件弹性变形能的计算。

2. 用单位载荷法求梁及简单平面刚架的位移。

应掌握：

用单位载荷法解一次超静定梁和刚架（外力超静定）。

应了解：

1. 用单位载荷法求简单静定桁架的位移。

2. 功能原理。

重点是弹性变形能的概念、能量法的基本概念及其应用。

(九) 应力状态理论

应熟练掌握：

1. 一点处的应力状态的概念，主平面、主应力的概

念。

2. 确定二向应力状态下一点处的主应力。

应掌握：

1. 三向应力图的概念，一点处的最大正应力和最大剪应力。

2. 广义虎克定律及其应用。

3. 用单元体表示受力构件中一点处的应力状态。

应了解：

1. 广义虎克定律的建立。

2. 弹性比能、体积改变比能、形状改变比能的概念及其表达式。

重点是一点处的应力状态的概念，求二向应力状态的主应力，一点处的最大剪应力和广义虎克定律。难点是一点处的应力状态的概念。

教师应着重讲清：一点处的应力状态的概念，为什么要研究一点处的应力状态，用什么方法来分析一点处的应力状态。

讲授时，由解析法得出任意斜截面上正应力、剪应力的解析式后，可即引出应力圆，并由应力圆导出最大、最小正应力及其方向的解析式。

在讲授图解法时，要着重讲清应力圆与单元体间的点面对应关系。

三向应力圆只须作简单介绍，能说明一点处的 σ_{max} ， τ_{max} 即可。

教师应强调一点处的最大剪应力 $\tau_{max} = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$ 。

对于弹性比能、体积改变比能、形状改变比能，可在介绍概念后直接给出结论，不作推导。

(十) 强度理论

应熟练掌握：

第三、第四强度理论的相当应力及其应用。

应掌握：

1. 强度理论的概念。
2. 四个强度理论的基本观点。
3. 第一、第二强度理论的相当应力及其应用。

这一部分中强度理论的概念是一个难点。应着重讲清复杂应力状态下强度校核的困难之处，什么是强度理论，以及四个强度理论的基本观点是什么。

(十一) 组合变形构件的强度计算

应熟练掌握：

1. 组合变形的概念及其基本分析方法。

2. 将常见的一般零、部件及结构构件简化为力学计算简图。

3. 判别危险面，计算危险点处的应力，正确选用强度理论进行校核。

4. 圆轴弯-扭组合时的强度条件及其应用。

5. 弯-拉（压）组合时的强度计算。

在这一部分中，学生把以前所学的知识综合运用，初步解决实际问题。应着重培养学生分析和解决问题的能力。

讲授前可先将直杆拉（压）、扭转、弯曲时的外力、内力、应力分布和大小总结复习一下，以利于学生学习。

这一部分的重点是圆轴弯-扭组合时的强度计算。

讲授时，应着重讲清组合变形构件强度计算的基本方法

是：在小变形下，各基本变形各自独立，不相互影响，可分别计算出各基本变形的应力，然后叠加，进行强度校核。还应讲清危险面、危险点的概念。

对圆轴弯-扭组合强度计算式，要强调其应用范围。为加深理解，可考虑在习题课讨论一个扭-拉（压）组合例或弯-扭-拉（压）组合例。

教师可结合专业的生产实际，自编一些符合教学要求的题目。

（十二）压杆稳定

应熟练掌握：

1. 欧拉临界载荷及其计算。
2. 杆端不同约束对临界载荷的影响。
3. 柔度的概念，临界应力总图。
4. 用稳定安全系数对压杆作稳定校核。

应掌握：

弹性平衡稳定性的概念。

应了解：

1. 欧拉公式的推导。
2. 提高压杆稳定性的措施。

重点是不同柔度范围的压杆的临界载荷（应力）的计算。压杆的稳定平衡与不稳定平衡的概念是难点。

讲授时可由生产实例引出压杆稳定的问题，使学生对失稳现象有所认识。

所需的预备知识为

高等数学：常系数线性微分方程。