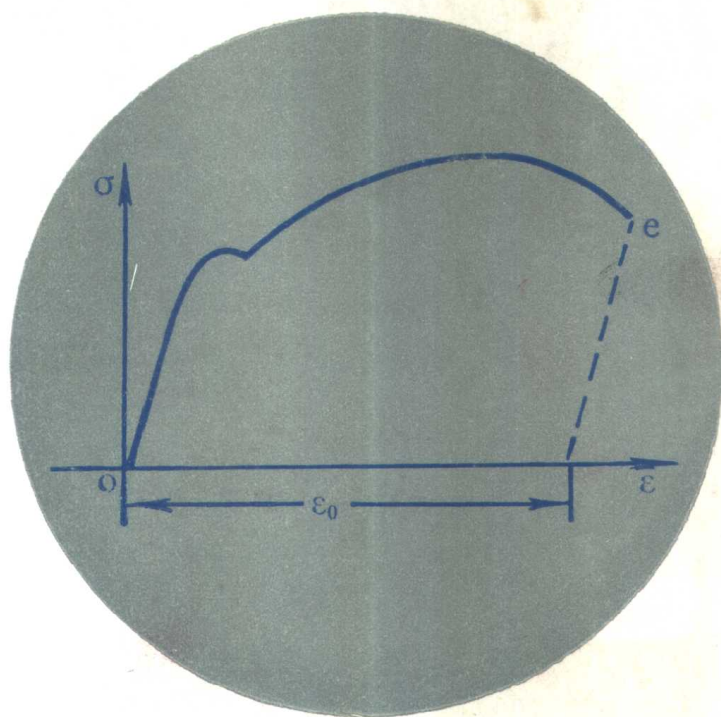




自学函授基础课教材

自学函授材料力学

刘济庆 臧修亮 赵学仁 编



北京工业学院出版社

自学函授材料力学

刘济庆 臧修亮 赵学仁 编

北京工业学院出版社

内 容 简 介

本书是根据高等工业学校机械类专业材料力学函授教学大纲和高等学校自学考试材料力学大纲编写的。

本书共十七章，内容包括：绪论、基本概念、拉伸和压缩、剪切、截面图形的几何性质、扭转、弯曲内力、弯曲应力、弯曲变形、应力状态理论及强度理论、组合变形时杆件的强度计算、曲杆、能量法、超静定系统、压杆稳定、交变应力、动荷应力等，每章都附有自学指导及思考题、习题。

本书的特点是叙述细致透彻，自学指导较具体，编排合理，便于自学。

本书是高等工业学校机械类专业适用的函授教材，也可作为相应专业的自学考试、职工大学、夜大学的通用教材，还可供电大、普通高等学校学生和工程技术人员参考。

自学函授材料力学

刘济庆 戚修亮 赵学仁 编

※

北京工业学院出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

八九九二〇部队印刷厂印刷

※

787×1092毫米 16开本 33.5印张 829千字

1986年8月第一版 1986年8月第一次印刷

印数：1—10500册

统一书号：15434·31

定价：5.40元

前 言

这套自学函授教材是根据高等工业学校函授大学教学大纲和自学考试大纲编写的机械类专业用基础课教材。它的出版为高等函授学生和参加自学考试的自学者做了一件极有意义的好事。

党的十一届三中全会以来，随着我国四个现代化建设事业的发展，出现了全社会努力学习科学文化的可喜形势。成千上万的自学者在缺少面授条件的困难条件下，为四化事业而勤奋地刻苦学习。但是，由于缺乏合适的教材，给他们的学习造成不少困难。他们迫切需要能反映成人教育特点、极便于自学的书。

现在推荐给读者的这套自学函授教材，就是北京工业学院一批热心成人教育的同志奉献给广大自学者的礼物。全书包括高等数学、工程数学、普通物理、英语、机械制图、理论力学、材料力学、机械原理、机械零件、电工电子学等。每本书名都冠以“自学函授”字样，以示区别于普通高等学校教材。本书不仅适用于函授学生和参加自学考试的人员，也可作为电大、夜大、职工大学、甚至普通高等学校学生的参考资料。

参加编写的同志把自己多年积累的丰富的教学经验和心得编入书中，力求按照自学者学习特点和规律进行编写，使本书具有鲜明的特色。全书内容取材适当，重视基本概念和基本理论，并保证一定的高度和深度；为了便于自学，书中叙述详尽细致，讲解深入透澈；书中编有具体的自学指导，针对性强，编排合理，指导及时，便于读者参阅使用；全书力求文字简洁、通俗易懂，生动活泼，引人入胜。

希望这套书能够有效地帮助读者顺利学习，迅速自学成材，这是编者们的最大心愿。

孙树本

一九八五年二月于北京工业学院

序

为了适应函授教育和高等教育自学考试迅速发展的需要,北京工业学院及北京工业学院出版社高等工业学校基础课自学函授教材编委会组织编写了一套自学函授教材。本书是这套教材中的一种。本书是根据1981年教育部审订的《高等工业学校材料力学函授教学大纲》(草案)(机械类专业适用)编写的。

编写本书的基本指导思想,是力求便于自学。为此,编者努力使本书具有以下特点:(1)对重要概念和重点内容力求讲解细致透澈,尽可能使本书起到辅导教师的作用;(2)循序渐进,深入浅出,通俗易懂,引人入胜;(3)为使自学指导能切实帮助读者深入学习,在各章前编有内容提要,并指出必备的预备知识,同时根据教学大纲给出学时安排的建议,供读者安排自学时参考;在章后编有自学指导,并力求指导得详细、具体;(4)编有大量的例题,并附有必要的思考题和习题及其答案。

本书由下列同志参加编写:刘济庆(自学前的指导,第一、二、三、四、十、十一、十四章)、臧修亮(第五、六、七、八、九、十三章)、赵学仁(第十二、十五、十六、十七章)。

本书承蒋维城、薛大为同志进行了认真的审阅,提出了许多宝贵的意见。姜平宜、吴惠兰、王秉鉴同志为编选本书的思考题、习题和插图做了很多工作。谨对以上同志表示衷心的感谢。

限于编者水平,加上编写时间较紧,书中难免有不少缺点和错误,诚恳希望使用本书的师生和读者批评指正。

编者

1985年3月于北京工业学院

目 录

主要字符表	(1)
自学前的指导	(2)
第一章 绪论	(4)
§1-1 材料力学的任务	(4)
§1-2 材料力学的研究方法	(7)
§1-3 材料力学发展简史	(7)
§1-4 材料力学的研究对象·杆件的基本变形形式	(8)
§1-5 材料力学课程中的地位	(10)
本章自学指导	(10)
思考题	(10)
第二章 基本概念	(11)
§2-1 关于变形固体的概念及其基本假设	(11)
§2-2 内力·截面法	(13)
§2-3 应力	(14)
§2-4 应变	(15)
§2-5 应力应变关系简介	(17)
§2-6 变形与位移	(17)
本章自学指导	(18)
思考题	(18)
第三章 轴向拉伸和压缩	(20)
§3-1 轴向拉伸和压缩时杆上的外力及其特点	(20)
§3-2 拉压杆的内力·轴力	(21)
§3-3 横截面和斜截面上的应力	(25)
§3-4 拉(压)杆的强度条件	(30)
§3-5 拉(压)杆的变形·虎克定律	(34)
§3-6 拉伸和压缩时材料的力学性能	(41)
§3-7 安全系数·许用应力	(48)
§3-8 拉压超静定问题	(50)
§3-9 应力集中概念	(57)
本章自学指导	(58)
思考题	(63)
习题	(65)
习题答案	(70)
第四章 剪切	(72)
§4-1 剪切概念及受力特点	(72)
§4-2 剪切实用计算和挤压实用计算	(74)

§4-3 计算实例	(76)
本章自学指导	(80)
思考题	(81)
习题	(81)
习题答案	(82)
第五章 截面图形的几何性质	(83)
§5-1 引言	(83)
§5-2 形心与静矩	(83)
§5-3 惯性矩·极惯性矩·惯性积	(87)
§5-4 惯性矩和惯性积的平行轴公式	(93)
•§5-5 惯性矩和惯性积的旋转轴公式	(98)
本章自学指导	(102)
思考题	(106)
习题	(107)
习题答案	(109)
第六章 扭转	(110)
§6-1 扭转的概念和实例	(110)
§6-2 外力偶矩和扭矩	(111)
§6-3 薄壁圆管的扭转	(115)
§6-4 圆轴扭转时的应力·强度条件	(118)
§6-5 圆轴扭转时的变形·刚度条件	(125)
§6-6 圆轴扭转的应力分析	(131)
§6-7 圆柱形密圈螺旋弹簧的应力和变形	(133)
§6-8 矩形截面杆扭转的概念	(138)
本章自学指导	(140)
思考题	(145)
习题	(146)
习题答案	(149)
第七章 弯曲内力	(150)
§7-1 平面弯曲的概念·实例及其特点	(150)
§7-2 梁的计算简图及其分类	(151)
§7-3 剪力和弯矩	(153)
§7-4 剪力方程和弯矩方程	(156)
§7-5 剪力图和弯矩图	(159)
§7-6 M 、 Q 和 q 间的微分关系	(168)
§7-7 用微分关系画剪力图和弯矩图	(172)
§7-8 用叠加原理画弯矩图	(175)
§7-9 刚架的内力图	(177)
本章自学指导	(179)
思考题	(183)
习题	(184)
习题答案	(189)

第八章 弯曲应力	(191)
§8-1 引言	(191)
§8-2 纯弯曲时梁横截面上的正应力	(192)
§8-3 横力弯曲时梁横截面上的正应力	(196)
§8-4 弯曲正应力的强度计算	(198)
§8-5 梁横截面上的剪应力	(204)
§8-6 弯曲剪应力的强度计算	(212)
§8-7 提高梁弯曲强度的主要措施	(216)
§8-8 非对称截面梁的弯曲	(220)
*§8-9 塑性弯曲的概念	(222)
本章自学指导	(225)
思考题	(230)
习题	(232)
习题答案	(235)
第九章 弯曲变形	(237)
§9-1 梁的挠度和转角	(237)
§9-2 挠曲线近似微分方程	(238)
§9-3 用积分法求梁的变形	(240)
§9-4 用叠加法求梁的变形	(250)
§9-5 梁的刚度计算·提高刚度的措施	(257)
本章自学指导 (包括基本变形构件的强度和刚度计算小结)	(260)
思考题	(266)
习题	(267)
习题答案	(271)
第十章 应力状态理论和强度理论	(272)
§10-1 点的应力状态概念	(272)
§10-2 平面应力状态分析——解析法	(274)
§10-3 平面应力状态分析——图解法	(276)
§10-4 主平面·主应力	(279)
§10-5 三向应力圆简介·单元体中的最大剪应力	(285)
§10-6 复杂应力状态下应力与应变的关系	(286)
§10-7 三向应力状态时的弹性比能	(290)
§10-8 强度理论概述	(293)
§10-9 几种基本的强度理论及其强度条件	(294)
§10-10 强度理论的应用	(298)
本章自学指导	(302)
思考题	(304)
习题	(306)
习题答案	(309)
第十一章 组合变形时的强度计算	(311)
§11-1 组合变形问题综述	(311)
§11-2 拉(压)弯组合·组合变形强度计算的总思路	(311)

§11-3 偏心拉伸(压缩)	(316)
§11-4 斜弯曲·双向弯曲	(319)
§11-5 弯扭组合	(323)
本章自学指导	(330)
思考题	(331)
习题	(333)
习题答案	(337)
第十二章 平面曲杆的强度计算	(339)
§12-1 曲杆平面弯曲	(339)
§12-2 曲杆横截面上的内力	(340)
§12-3 曲杆横截面上的应力	(342)
§12-4 中性层曲率半径 r 的计算	(346)
§12-5 曲杆的强度计算	(350)
本章自学指导	(354)
思考题	(355)
习题	(355)
习题答案	(357)
第十三章 能量法	(358)
§13-1 概述	(358)
§13-2 外力功和弹性变形能的计算	(359)
§13-3 莫尔定理及其应用	(366)
§13-4 图形互乘法	(374)
§13-5 卡氏定理及其应用	(379)
§13-6 功的互等定理和位移互等定理	(383)
本章自学指导	(384)
思考题	(389)
习题	(390)
习题答案	(394)
第十四章 超静定系统	(396)
§14-1 基本概念	(396)
§14-2 用力法解简单超静定梁	(397)
§14-3 力法正则方程	(399)
§14-4 力法解超静定问题举例	(401)
§14-5 利用对称性简化计算	(409)
本章自学指导	(412)
思考题	(413)
习题	(414)
习题答案	(416)
第十五章 压杆稳定	(417)
§15-1 压杆稳定的概念	(417)
§15-2 两端球形铰支压杆的临界力	(420)
§15-3 约束情况对临界力的影响	(423)

§15-4 压杆的临界应力	(427)
§15-5 压杆的稳定计算	(434)
§15-6 折减系数法	(437)
§15-7 提高压杆稳定性的措施	(443)
•§15-8 纵横弯曲的概念	(445)
本章自学指导	(448)
思考题	(449)
习题	(451)
习题答案	(454)
第十六章 交变应力	(456)
§16-1 概述	(456)
§16-2 交变应力的表示法及分类	(459)
§16-3 材料的持久极限	(461)
§16-4 影响构件持久极限的主要因素 · 构件的持久极限	(464)
§16-5 构件疲劳强度校核	(469)
§16-6 弯扭联合作用时轴的疲劳强度校核	(474)
§16-7 提高构件疲劳强度的措施	(476)
本章自学指导	(478)
思考题	(480)
习题	(480)
习题答案	(482)
第十七章 动荷应力	(484)
§17-1 概述	(484)
§17-2 构件作等加速运动时动荷应力的计算	(485)
§17-3 冲击应力	(492)
§17-4 提高构件抗冲击能力的措施	(499)
•§17-5 冲击韧度	(500)
本章自学指导	(501)
思考题	(503)
习题	(504)
习题答案	(508)
附录——型钢表	(509)

主要字符表

字 符	字 符 意 义	国际制单位	字 符	字 符 意 义	国际制单位
x, y, z	坐标轴(x 轴代表杆件轴线)		γ	剪应变	无量纲量
N	轴 力	m, cm		材料单位体积重量	$N/m^3, kN/m^3$
Q	剪 力	N, kN	δ	延伸率	无量纲量
M_T	扭 矩	$N \cdot cm$		厚 度	m, mm
M	弯 矩	$kN \cdot m$	ψ	截面收缩率	无量纲量
M_y, M_z	对 y 轴、 z 轴的弯矩	$kN \cdot m$	α	应力集中系数	无量纲量
R	支座反力	kN		角 度	rad
M_0	转矩(外力偶矩)	$kN \cdot m$	C	弹簧常数	$N/m, kN/m$
	弯曲外偶矩	$kN \cdot m$	φ	扭转角	rad
q	分布载荷集度	kN/m	θ	轴的单位长度扭转角	rad/m
P	集中力	kN		梁的转角	rad
l	杆 长	m, cm	$[\theta]$	轴单位长度的许用扭转角	$^\circ/m$
b, B	截面宽度	m, cm	y	梁的挠度	m, cm
h, H	截面高度	m, cm	$[y]$	梁的许用挠度	m, cm
d, D	直 径	m, cm	Δl	杆的伸长(缩短)变形	m, cm
A	截面面积	m^2, cm^2	Δ	位 移	m, cm
S_y, S_z	静 矩	m^3, cm^3	E	拉压弹性模量	GPa
I_y, I_z	惯性矩	m^4, cm^4	G	剪切弹性模量	GPa
I_p	极惯性矩	m^4, cm^4	μ	泊松比	无量纲量
I_y	惯性积	m^4, cm^4	n	强度工作安全系数	无量纲量
i_y, i_z	惯性半径	m, cm	N	单位力引起的轴力	N, kN
W_x, W_y	抗弯截面模量	m^3, cm^3	M	单位力引起的弯矩	$kN \cdot m$
W_T	抗扭截面模量	m^3, cm^3	M_T	单位力引起的扭矩	$kN \cdot m$
V	体 积	m^3, cm^3	P_{cr}	压杆临界力	kN
U	变形能	J	r	循环特征	无量纲量
u	比 能	J/m^3	$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	主应力	MPa
σ	正应力	Pa, MPa	$\sigma_{\sigma q}$	相当应力	MPa
σ_{max}	最大正应力	Pa, MPa	σ_m	平均主应力	MPa
σ_{min}	最小正应力	Pa, MPa		应力循环中的平均应力	MPa
σ_{Tmax}	最大拉应力	Pa, MPa	σ_a	应力循环中的应力幅度	MPa
σ_{Cmax}	最大压应力	Pa, MPa	σ_{cr}	压杆临界应力	MPa
$[\sigma]$	许用应力	Pa, MPa	σ_r	材料持久极限	MPa
σ_B	挤压应力	Pa, MPa	σ_{-1}, τ_{-1}	对称循环下材料持久极限	MPa
$[\sigma_B]$	挤压许用应力	Pa, MPa	σ_d	动荷应力	MPa
σ_P	比例极限	Pa, MPa	α_k	冲击初度	J/mm^2
σ_e	弹性极限	Pa, MPa	$\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$	主应变	无量纲量
σ_s	屈服极限	Pa, MPa	u_v	体积改变比能	J/m^3
$\sigma_{0.2}$	名义屈服极限	Pa, MPa	u_d	形状改变比能	J/m^3
σ_b	强度极限	Pa, MPa	θ	体积应变	无量纲量
σ_n	极限应力	Pa, MPa	λ	压杆的柔度	无量纲量
τ	剪应力	Pa, MPa	μ	压杆长度系数	无量纲量
τ_{max}	最大剪应力	Pa, MPa	n_s	稳定工作安全系数	无量纲量
$[\tau]$	许用剪应力	Pa, MPa	$[n_s]$	规定稳定安全系数	无量纲量
τ_s	剪切屈服极限	Pa, MPa	K_d	动荷系数	无量纲量
τ_b	剪切强度极限	Pa, MPa	K_σ, K_τ	有效应力集中系数	无量纲量
ϵ	线应变	无量纲量	$\epsilon_\sigma, \epsilon_\tau$	尺寸系数	无量纲量

自学前的指导

在工科函授教学的全部课程中，材料力学是一门技术基础课，占有重要的地位。为能切实学好这门课程，请读者务必认真阅读这篇自学前的指导，并在以后的学习中认真按照本指导的要求去做。

一、材料力学的特点

1.材料力学是一门密切联系工程实际的学科。它所研究的问题都是工程中存在的实际问题，它的一些基本概念、基本理论和基本方法不仅是学习后续课的基础，而且经常可以直接用来解决工程中的问题。因此，学习本课时，应该尽可能多地联系自己所了解的工程问题和日常生活中所遇到的现象。

2.在本课程的基本内容中，研究方法和解题思路都具有一定的规律性。因此，学习中要注意总结规律，前后对比，温故知新。

3.材料力学分析问题的方法，有别于数学和理论力学等课程。它是以观察现象和实验结果为依据，通过思维推理和数学推导得到分析结论；然后，再由实验验证其正确性。学习本课时，应该尽快熟悉和掌握这种分析方法。

二、怎样自学材料力学

(一)怎样阅读教材

(1)循序渐进、反复阅读，注意边阅读边思考。为此，建议读者安排如下阅读程序：首先阅读章前的内容提要，了解必备的预备知识，再初读教材本文；然后阅读和思考本章自学指导的内容；再精读教材本文，并结合阅读作思考题及习题；最后针对重点内容及自己尚未掌握深透的内容，有目的地精选阅读。

(2)要注意阅读和思考例题。

(二)怎样使用自学指导

(1)各章前面的内容提要、预备知识和学时分配是帮助读者了解本章要学些什么，需要哪些预备知识。如果读者对所要求的预备知识尚有缺欠，就应该在学习本章之前或学习中及时进行复习，为顺利学习本章内容创造条件。

(2)章后的自学指导内容包括：本章小结、重点公式、学习方法指导、对重要概念和基本方法的深入辅导以及纠正容易发生的错误等。目的是帮助读者明确精读教材时应注意哪些问题，使读者抓住重点、深入学习。

(三)怎样做作业

要想学好材料力学，必须完成足够数量的作业。为此，本书中按照循序渐进的原则，在章节段落之后安排了读后作业。作业内容包括思考题和习题。读者应注意以下几点：

(1) 阅读完一段书后, 立即完成指定的读后作业。

(2) 要在反复阅读教材、掌握和理解课程内容的基础上, 合上书本, 独立思考地完成作业。遇有作题困难时, 应有针对性地再阅读教材和例题, 深入进行思考。绝不可在尚未掌握和弄懂有关理论和例题之前, 就盲目作作业, 更不可照猫画虎、不加思考地乱套公式, 照搬例题的老框框。

(3) 作习题时要深入理解题意, 设计解题步序, 独立完成作业, 最后核对习题答案。绝不可按照答案去凑数。

(4) 数字计算能力是工程技术人员的一项基本功。在本课的学习中, 数字计算较多, 作业必须求得具体的数值结果。计算时, 按三位有效数字计算即可。

(5) 本书指定的作业都是基本题目。进一步深入的较难题目可参阅与本书配套的《自学函授材料力学习题集》(姜平宜、吴惠兰编, 北京工业学院出版社), 或参阅其它同类书籍。

(四) 怎样做阶段小结

读者应在学完每章后进行小结, 并且按书中指出的阶段进行阶段小结。小结时应注意抓住重点内容、重点概念、方法及公式, 注意所学内容的联系和对比, 找出规律。

三、推荐参考书

材料力学一书的版本很多, 读者如需选阅参考书, 可重点考虑以下两本:

(1) 浙江大学刘鸿文主编《材料力学》第二版, 人民教育出版社, 1983年。

(2) 天津大学苏翼林主编《材料力学》, 人民教育出版社, 1980年。

第一章 绪 论

内容提要 本章介绍材料力学的任务、研究对象和发展简史，以使读者对本课程得到一个概要的认识。

学时分配建议 阅读教材 2 学时；读后作业（思考题 4 个）1 学时。

§1-1 材料力学的任务

一、材料力学就在你身边

当你刚刚开始学习材料力学的时候，一定很想知道它到底是一门怎样的学科。或许你对材料力学存有某些神秘感。其实，材料力学就在你身边！它所研究的问题到处可见。在工程实际问题中，存在着大量的应用材料力学理论的范例。甚至日常生活和自然界中的许多现象，也可以用材料力学的道理去解释。

随便举一个例子。假如想做一个托架放些东西，而身旁可用的材料只有一块薄铁板。如果把铁板简单地钉在墙上，正如大家所知道的，它几乎不能承担重物（图1-1(a)）。

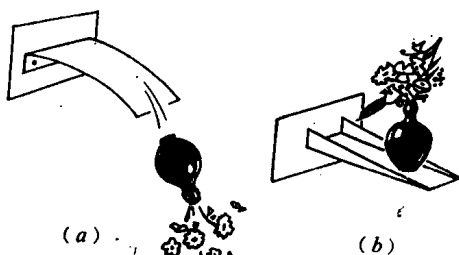


图1-1

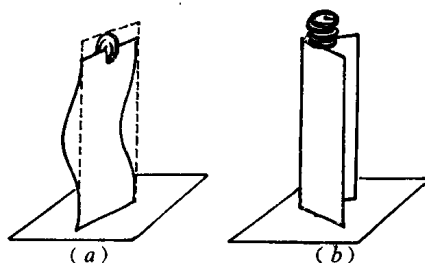


图1-2

这里存在着两个问题：其一，铁板可能沿根部折断（破坏），用材料力学的术语，这叫做强度不够；其二，铁板弯曲太厉害（变形太大），这在材料力学中叫做刚度不够。

可是，把铁板折成U形，甚至剪掉两个角，用料比刚才少了，它却能安全地承重（图1-1(b)）。

再举一个例子，如果在桌面上直立一条硬纸板，在其顶端沿长度方向施加压力时，稍一用力，纸板就会变弯（图1-2(a)）。就是说，纸板不能保持挺直受压的平衡状态，这种现象在材料力学中叫做“失稳”，或者稳定性不够。但是，如果沿长度方向把纸板折一下，再用刚才那么大的力，甚至用更大的力去压它，纸板仍能在挺直受压状态下保持平衡，而不易被压弯，也就是说提高了稳定性（图1-2(b)）。

在工程实际和日常生活中，到处都存在着与上述两例类似的现象。例如，我们经常使用的马口铁水壶，如果用一条平铁皮制作提梁，当提起一壶水的时候，提梁就会弯折，不能保持原来的形状（图1-3(a)）。若把铁皮弯折几下，把提梁做成波浪形截面，便提高了提梁的抗

弯能力(图1-3(b))。又如,普通罩棚的屋面板不用平板,而用波纹板(图1-4),以提高面板的抗弯能力。

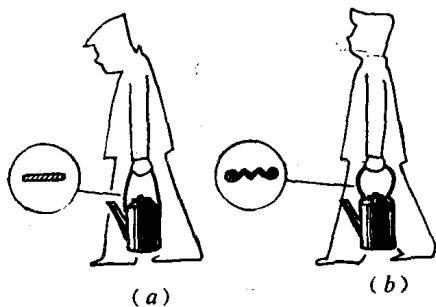


图1-3

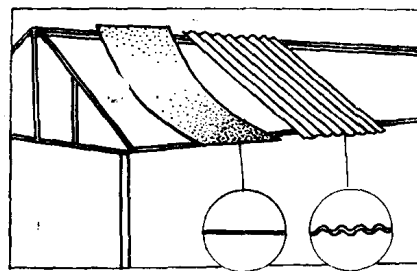


图1-4

这些司空见惯的现象,虽然很简单,但却包含着许多材料力学的概念和道理。当你学习了材料力学以后,这些现象即可得到完满的解释。

二、材料力学的三大问题

在材料力学中,把组成各种机械的零件(如轴、销、连杆等)和组成结构的杆件(如梁、柱等),统称为构件。工程结构和机械工作时,构件都要承受一定的外力(载荷)。从上面谈到的几个实例可以联想到,我们所制作的任何构件,都必须在受力时不破坏和不产生过大的变形,或者不发生失稳,才能正常使用。也就是说,在载荷作用下,要保证构件能安全正常地工作,必须解决下述三个问题:

1. **强度问题** 所谓强度,是指构件抵抗破坏的能力。构件必须具有足够的强度。
2. **刚度问题** 所谓刚度,是指构件抵抗变形的能力。如果发生过大的变形,即使构件尚未破坏,也不能正常工作。所以,构件必须具有足够的刚度。
3. **稳定性** 所谓稳定性,是指构件保持原有平衡状态的能力。构件失稳,就会丧失承载能力,故构件必须具有足够的稳定性。

强度、刚度、稳定性,是材料力学要研究的三大问题。

三、安全与经济的矛盾

可以想到,选用较好的材料,或者把构件的尺寸做得粗大些,当然可以提高构件的强度、刚度和稳定性,有利于保证构件安全工作。但是,这将会多用材料,提高造价,造成浪费,违背经济的原则。反过来说,选用价廉质低材料,或者减小构件尺寸以减少用料,虽然比较经济了,但却可能使构件工作时不安全。可见,安全与经济经常是矛盾的。

设计构件时,必须兼顾二者的要求。要做到既能保证构件具有必要的强度、刚度、稳定性,能够安全地工作,又能合理地使用材料和节约用料。利用材料力学的基本原理和方法,就能合理地解决这个问题。

为构件选择和设计合理的截面形状,是使构件既安全且经济的有效措施。在工程实际中,根据材料力学的理论,合理地设计构件截面形状的例子几乎到处可见。例如,前面谈到的几个实例,就是利用改变截面形状的办法,提高了构件的承载能力。又例如,人人熟悉的自行车,是用空心钢管焊接而成的,既轻便又省料,而且具有很好的刚性(图1-5(a))。如果设

想把空心管所用的材料向中心集中，变成实心杆，人骑上去就会使车架的形状弯扭歪斜，面目全非（图1-5(b)）。

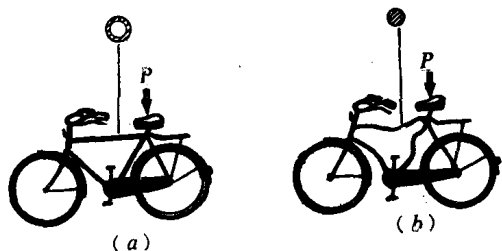


图1-5

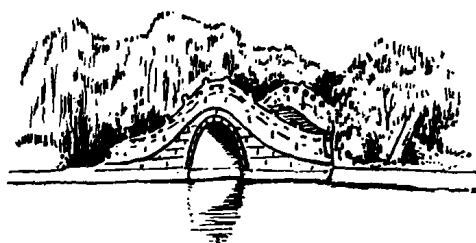


图1-6

另一方面，合理地使用材料，作到“知材善用”，也是达到既安全且经济的有效措施。我们经常根据材料的不同性能，合理地利用材料，达到改善构件承载能力的目的。例如，钢材的抗拉性能较强，所以自行车的辐条可以用很细的钢丝制作，这样既能使辐条安全地承受拉力，又能减轻车的重量。铸铁、砖、石等材料的抗压性能较强，而且很便宜，所以拱桥、拱门都用砖石砌成（图1-6）。又如，在钢筋混凝土梁中，把主要受力钢筋摆放在梁的下部，承受拉力，而让上部的水泥、石子主要承受压力（图1-7），这就充分发挥了两种材料的特性。

根据材料力学的理论，我们还可以做到受力大的部位多放材料，受力小的部位少放材料，以便更合理地利用材料。例如汽车上的叠板弹簧（图1-8）、车间中常见的鱼腹梁（图1-9），便是典型的两例。

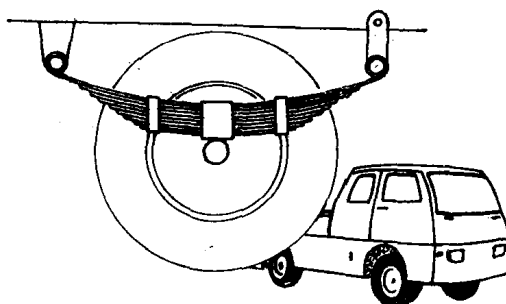


图1-8

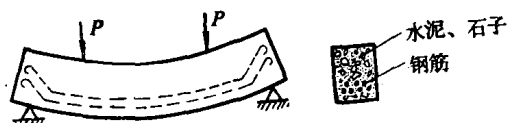


图1-7

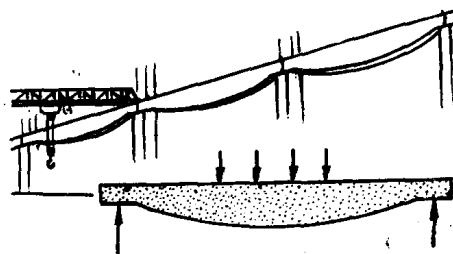


图1-9

讲到这里，你一定感到材料力学是一门很实际、很丰富、很有意思的课程。的确如此，上面所列举的仅仅是千万实例中的点滴。通过材料力学的学习，你一定会更广泛地认识现实生活中的问题，更深刻地解释它们，从中增长才干，在工作中发挥聪明才智，创造性地应用材料力学知识，为四化作出贡献。

四、材料力学的任务

综上所述，材料力学的任务是：研究构件受力、变形的规律和材料的力学性能，从而建立构件满足强度、刚度和稳定性要求所需的条件，为既安全且经济地设计构件提供必要的理论基础和科学的计算方法。

§1-2 材料力学的研究方法

材料力学是一门密切结合生产实际的科学。在它的整个发展过程中，始终采用理论分析与实验研究密切结合的正确方法。理论分析和实验研究都很重要，二者相辅相成。

理论分析的任务，是将从实验中观察到的现象加以抽象，作出表征问题实质的科学假设，然后进行推理和数学分析，从而得出便于实际应用的简单公式和结论。这些结论和公式是否正确，还需要通过实验和生产实践来作进一步验证。

实验研究的任务是：（1）研究力与变形的关系；（2）研究材料的破坏现象，掌握材料的强度性能；（3）检验理论分析所得结论的正确性和精确程度。

§1-3 材料力学发展简史

任何一门科学的产生和发展，都是由生产的发展所推动的，并且反过来又对生产实践起着重要的指导作用。材料力学的发展也不例外。

在封建社会及其以前，生产水平很低。人类建造房屋、桥梁、车辆和船只等，所用的材料多以石料、木材和冶炼粗糙的铸铁等为主。在这一时期，我们勤劳智慧的祖先，通过生产实践，在结构的受力分析和掌握材料性能并正确使用材料方面，积累了丰富的经验，取得了杰出的成就，对人类文明作出了辉煌的贡献。例如，举世闻名的万里长城、距今已有1300多年的赵州桥，都是砖石结构的杰作。赵州桥又名“安济桥”（图1-10），位于河北省赵县城南洺河上。它是在隋代开皇、大业年间（公元590~608），由工匠李春主持设计建造的，是世界首创的大型敞肩石拱桥。桥全长50.82米，宽9米，拱半径25米，跨长达37米。其设计与工艺之新为石拱桥的卓越典范，跨度之大在当时亦属创举。桥用石块砌成拱形，充分发挥了石料抗压能力强的特性，因而至今仍保持完整。又如建于辽清宁二年（公元1058）的山西应县木塔，堪称木结构的稀世佳作。塔共五层，

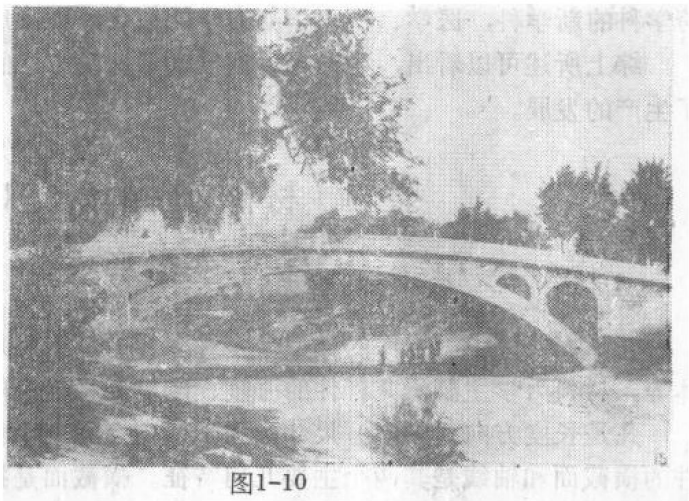


图1-10

高达66米。对于木结构，我们的祖先很早就了解到，柱以用圆截面为宜，而梁以用矩形截面为好，而且截面的高宽比应为3:2。这个结论完全符合材料力学原理。此外，在车辆、船舶、机械等方面，我国古代都积累了丰富的经验，取得了不少成就。

但是，在那漫长的历史阶段，只是处在不断积累经验的时期，力学知识还没有形成一门完整系统的科学。人们多是凭经验或模仿进行设计，缺乏科学的根据。直到封建社会解体之后，随着资本主义大工业的发展，材料力学才逐渐发展成为一门比较系统的科学。1638年，意大利科学家伽利略（G·Galileo, 1564~1642）发表《关于两种新科学的叙述及其证明》