



中等职业教育课程改革国家规划新教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

(多学时)

土木工程 力学基础

主编 王仁田 李 怡



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

11
6

北工职院图书馆



0492405

高等教育出版社

中等职业教育课程改革国家规划新教材及配套教学用书

土木工程力学基础 (少学时)	韩 莹 万 静
土木工程力学基础 (多学时)	王仁田 李 怡
土木工程力学基础学习指导与练习	王仁田
土木工程识图 (房屋建筑类)	吴舒琛 王献文
土木工程识图习题集 (房屋建筑类)	吴舒琛 楼江明
土木工程识图 (道路桥梁类)	尚云东 杨桂林
土木工程识图习题集 (道路桥梁类)	李正道 贾彦丽 尚云东
土木工程识图 (铁道工程类)	李晓林
土木工程识图习题集 (铁道工程类)	李晓林

赠送：

20 小时网上学习 免费下载多种资源

增值学习卡

网址：sve.hep.com.cn

网上学习 / 资源下载 / 专家在线答疑

防伪查询号码：106695881280

免费查询 / 甄别盗版 / 赢取大奖

使用说明详见书内“郑重声明”页

明码 4112 8592 1633 3851
密码

ISBN 978-7-04-026933-8



9 787040 2693

定价 18.80



中等职业教育课程改革国家规划新教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

北工职院图书馆



0492405

(多学时)

土木工程

力学基础

Tumu Gongcheng Lixue Jichu

主编 王仁田 李 怡
主审 诸葛棠 李永富



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书是中等职业教育课程改革国家规划新教材,经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。

本书依据教育部2009年颁布的《中等职业学校土木工程力学基础教学大纲》,并参照相关国家职业标准和行业岗位技能鉴定规范编写。

本书共有六个单元,内容包括力和受力图、平面力系的平衡、直杆轴向拉伸和压缩、直梁弯曲、受压构件的稳定性和工程中常见结构简介。每个单元后有知识要点、问题探讨和技能训练。

本书配有学习指导与练习、多媒体课件、网络课程和电子教案、演示文稿、习题解答等立体化教学资源,为教学提供全面的支持。

本书附学习卡/防伪标,按照书末“郑重声明”下方的使用说明进行操作,登录“<http://sv.hep.com.cn>”或“<http://sve.hep.com.cn>”,可上网学习并下载教学资源。

本书按62~72学时(多学时)编写,可作为中等职业学校建筑、市政、道路桥梁、铁道、水利等土木工程结构施工类专业的教材,也可作为相关企业岗位培训教材和土木工程类技术人员自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程力学基础:多学时/王仁田,李怡主编.

—北京:高等教育出版社,2010.7

ISBN 978-7-04-026933-8

I. ①土… II. ①王…②李… III. ①土木工程—工程力学—专业学校—教材 IV. ①TU311

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第119544号

策划编辑 梁建超 责任编辑 梁建超 封面设计 张楠 责任绘图 尹莉
版式设计 张楠 责任校对 杨凤玲 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京信彩瑞禾印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 10.5
字 数 240 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010年7月第1版
印 次 2010年7月第1次印刷
定 价 18.80元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 26933-00

中等职业教育课程改革国家规划新教材 出版说明

为贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》(国发〔2005〕35号)精神,落实《教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》(教职成〔2008〕8号)关于“加强中等职业教育教材建设,保证教学资源基本质量”的要求,确保新一轮中等职业教育教学改革顺利进行,全面提高教育教学质量,保证高质量教材进课堂,教育部对中等职业学校德育课、文化基础课等必修课程和部分大类专业基础课教材进行了统一规划并组织编写,从2009年秋季学期起,国家规划新教材将陆续提供给全国中等职业学校选用。

国家规划新教材是根据教育部最新发布的德育课程、文化基础课程和部分大类专业基础课程的教学大纲编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过的。新教材紧紧围绕中等职业教育的培养目标,遵循职业教育教学规律,从满足经济社会发展对高素质劳动者和技能型人才的需要出发,在课程结构、教学内容、教学方法等方面进行了新的探索与改革创新,对于提高新时期中等职业学校学生的思想道德水平、科学文化素养和职业能力,促进中等职业教育深化教学改革,提高教育教学质量将起到积极的推动作用。

希望各地、各中等职业学校积极推广和选用国家规划新教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2010年6月

前 言

本书是中等职业教育课程改革国家规划新教材。

“土木工程力学基础”是中等职业学校建筑、市政、道路桥梁、铁道、水利等土木工程类相关专业的一门基础课程,是土木工程类相关专业学生未来从事施工员、质检员、安全员、监理员以及钢筋工、材料试验工等岗位工作,获取相关职业资格证书所必修的课程。为贯彻“以素质教育为基础、以就业为导向、以能力为本位、以学生为主体”的职业教育教学思想和办学方针,适应人才培养模式的转变,推进课程体系和教学模式的改革,教育部职成教司组织成立土木工程类专业基础课程教学大纲修订工作组,对全国相关行业岗位技能要求及中等职业学校土木工程类专业力学课程教学现状进行了广泛的调研,制定了《中等职业学校土木工程力学基础教学大纲》(以下简称“教学大纲”),并于2009年1月颁布。本书的编者以“教学大纲”修订专家为核心,吸收在中等职业学校长期从事教学的骨干教师和在企业长期从事土木工程施工的工程技术人员,在充分研讨和论证的基础上,编写了这本《土木工程力学基础(多学时)》教材。

本书是依据“教学大纲”,并参照国家相关职业标准和行业岗位技能鉴定规范编写的。在内容的选择、结构的设计上,以适应学生初次上岗需要、职业发展需要,以及社会发展需要为目标,为学生学习土木工程结构施工类相关岗位技能、考取相关职业资格证书提供必需的学习资源。同时,为适应我国职业教育“立交桥”的建立,以拓展的形式设计了学生继续学习的相关内容。通过精选内容、巧设结构与完整配套,突出以下中等职业教育特色:

1. 突出工程应用,加强与工作岗位的联系

在教材的核心内容直杆轴向拉伸和压缩、直梁弯曲、受压构件的稳定性、工程中常见结构简介四个单元中,以工程中的构件分析为主线,通过工程实例分析,突出工程应用,培养学生从事土木工程施工的岗位能力。

2. 以能力为本位,重视对方法能力的培养

例如:在约束的简化、常见梁力学计算简图的建立过程中,结合桥梁等工程实例进行具体分析,培养学生的建模能力;在直梁弯曲课题中,通过对特定梁的内力图的讨论,分析梁的内力图的规律,总结应用该规律简捷绘制一般梁的内力图的方法,促进从特殊到一般的分析问题、解决问题的科学方法的养成。

3. 以学生为主体,凸现导学模式

遵循学生的认知规律,教学内容贴近学生实际、贴近生活体验,图文并茂,使学生“能学”。设置“观察与思考”、“交流与讨论”、“做一做”等小栏目,力求改变以往知识平铺直叙的呈现方式,激发学生自主学习,使学生在“做中学”,凸现在教师指导下“以学生为主体”的导学模式。

4. 精选内容,够用为度,具有弹性,方便选择

通过整合优化,精选核心内容;降低理论难度、淡化定量计算,拓宽定性分析,体现基础

性、通用性和灵活性。教学内容由基础模块和选学模块两部分组成。基础模块中未标注“*”号的内容是各专业学生必修的基础性内容和应该达到的基本要求,基础模块中标注“*”号的内容和选学模块,为较高要求及适应不同岗位、专业、地域、学校差异的选修内容。

5. 教学资源立体配套

为推动信息化环境下职业教育教学模式的改革,创新教材呈现方式,本书配有学习指导与练习、多媒体课件、网络课程和电子教案、演示文稿、习题解答等立体化教学资源,为教学提供全面支持。

本书按 62~72 学时(多学时)编写,各单元的学时分配可参考以下“学时安排建议”。

学时安排建议

模 块	教 学 单 元	建 议 学 时 数	
基 础 模 块	力和受力图	8~12	44~62
	平面力系的平衡	12~16	
	直杆轴向拉伸和压缩	8~10	
	直梁弯曲	12~18	
	受压构件的稳定性	4~6	
选 学 模 块	工程中常见结构简介	6~10	6~10

本书由王仁田、李怡主编,其中单元 1、2 由成都铁路运输学校李怡编写,单元 3 由四川泸县建筑职业中专学校包美春编写,单元 4 由台州市路桥区职业教育中心王仁田编写,单元 5 由北京市城市建设学校李淮编写,单元 6 由成都铁路运输工程学校张纬编写。北京城市建设学校韩萱老师在本书编写提纲的确定和教材编写整个过程中做了很多指导,并提供了许多宝贵资料,在此深表感谢。

本书经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过,由天津市建筑工程学校高级讲师李永富和上海市建筑工程学校高级讲师诸葛棠主审,他们对书稿提出了很多宝贵意见,谨此一并表示诚挚感谢。

本书附学习卡/防伪标,按照书末“郑重声明”下方的使用说明进行操作,登录“<http://sv.hep.com.cn>”或“<http://sve.hep.com.cn>”,可上网学习并下载教学资源。

由于编者水平有限,书中难免存在一些不足,期望得到读者的批评指正,以便进一步修改完善(读者意见反馈信箱:zz_dzyj@pub.hep.cn)。

编 者

2010 年 6 月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话: (010) 58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真: (010) 82086060

E-mail: dd@hep.com.cn

通信地址: 北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编: 100120

购书请拨打电话: (010) 58581118

短信防伪说明:

本书采用出版物短信防伪系统,用户购书后刮开封底防伪密码涂层,将16位防伪密码发送短信至106695881280,免费查询所购图书真伪,同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动,赢取各类奖项,详情请查询中国扫黄打非网(<http://www.shdf.gov.cn>)。

反盗版短信举报:编辑短信“JB,图书名称,出版社,购买地点”发送至10669588128

短信防伪客服电话: (010) 58582300/58582301

学习卡账号使用说明:

本书所附防伪标兼有学习卡功能,登录“中等职业教育教学资源网(<http://sv.hep.com.cn>)”或“中等职业教育教学在线(<http://sve.hep.com.cn>)”,可了解中职教学动态、教材信息等;按如下方法注册后,可进行网上学习并下载教学资源:

(1) 在网站首页选择相关的专业课程网,点击后进入。

(2) 在专业课程网页面上“我的学习中心”中,使用个人邮箱注册账号,并完成注册验证。

注册成功后,邮箱地址即为登录账号。

学生:登录后点击“学生充值”,用本书封底上的防伪明码和密码进行充值,可获得一定时间的相应课程学习权限与积分,可上网学习、下载资源和提问等。

中职教师:通过收集10个防伪明码和密码,登录后点击“申请教师”→“升级成为中职课程教师”,填写相关信息,升级成为教师会员,可获得授课教案、教学演示文稿、教学素材等相关教学资源。

使用本学习卡账号如有任何问题,请发邮件至:“4a_admin_zz@pub.hep.cn”。

目 录

单元 1 力和受力图	1
1.1 力的基本知识	2
一、力的概念	2
二、力的三要素	3
1.2 静力学公理	4
一、平衡的概念	4
二、二力平衡公理	4
三、作用与反作用公理	5
四、加减平衡力系公理	7
五、平行四边形法则	8
1.3 约束与约束力	9
一、约束与约束力的概念	9
二、几种常见的约束及其约束力	10
1.4 受力图	15
一、单个物体的受力图	15
* 二、简单物体系统的受力图	17
知识要点	19
问题探讨	21
技能训练	22
单元 2 平面力系的平衡	25
2.1 力的投影	27
一、力在直角坐标轴上的投影	27
二、力的投影的计算	28
2.2 平面汇交力系的平衡	28
一、平面汇交力系的平衡条件	29
二、平面汇交力系平衡方程的应用	29
2.3 力矩	32
一、力矩的概念	32
二、力矩的计算	34
*2.4 力偶	36
一、力偶的概念	36

二、力偶矩	37
三、力偶的性质	38
四、平面力偶系的平衡条件	38
2.5 平面一般力系的平衡	39
一、平面一般力系的平衡条件	39
二、平面一般力系平衡方程的应用	40
* 三、物体系统的平衡	43
知识要点	48
问题探讨	49
技能训练	50
 单元3 直杆轴向拉伸和压缩	 55
3.1 杆件四种基本变形及组合变形	56
一、杆件四种基本变形	56
* 二、组合变形	58
3.2 直杆轴向拉、压横截面上的内力	58
一、内力的概念	59
二、轴力及其正负号规定	59
三、轴力图的绘制	60
3.3 直杆轴向拉、压横截面上的正应力	61
一、应力的概念	61
二、轴向拉、压杆横截面上的正应力分布规律	62
3.4 直杆轴向拉、压的强度计算	63
一、许用应力	63
二、轴向拉、压杆的强度条件	64
*3.5 直杆轴向拉、压的变形	66
一、弹性变形与塑性变形	66
二、胡克定律	67
3.6 直杆轴向拉、压在工程中的应用	67
一、工程中常见轴向受拉或受压构件分析	67
* 二、动荷载在轴向受压构件中的应用	69
知识要点	70
问题探讨	71
技能训练	73
 单元4 直梁弯曲	 77
4.1 弯曲变形和梁的形式	78

一、弯曲变形	78
二、梁的形式	79
4.2 梁的内力——剪力和弯矩	80
一、剪力与弯矩的概念	80
二、剪力与弯矩的正负号	80
* 三、用截面法计算梁指定截面的内力	81
* 四、剪力和弯矩的计算规律	82
4.3 梁的内力图——剪力图与弯矩图	83
一、剪力图和弯矩图的概念	83
二、梁内力图的规律	83
三、梁内力图的绘制	85
4.4 梁的正应力及其强度条件	89
一、梁的正应力	89
二、梁的正应力强度条件	92
4.5 梁的变形	94
一、挠度的概念	94
* 二、最大挠度所在位置及其影响因素	94
4.6 直梁弯曲在工程中的应用	96
一、弯矩图在工程中的应用	96
二、提高梁抗弯强度的措施	98
* 三、动荷载作用对受弯构件的影响	101
知识要点	102
问题探讨	103
技能训练	105
 单元 5 受压构件的稳定性	109
5.1 受压构件平衡状态的稳定性	110
一、失稳的概念	110
二、受压杆件平衡状态的三种情况	111
5.2 影响受压构件稳定性的因素	112
一、受压杆件临界力计算公式	112
二、提高压杆稳定性的措施	113
5.3 受压构件的稳定性问题	115
知识要点	117
问题探讨	118
技能训练	119

单元 6 工程中常见结构简介	121
6.1 平面结构的几何组成分析	122
一、几何组成分析的概念	122
二、铰接三角形规则及其表达方式	124
三、几何组成分析的实例	125
四、静定结构和超静定结构的概念	127
6.2 工程中常见静定结构简介	127
一、静定多跨梁	127
二、静定刚架	130
三、三铰拱	132
四、桁架	135
6.3 工程中常见超静定结构简介	137
一、超静定梁	137
二、超静定刚架	138
三、无铰拱	139
四、超静定结构和静定结构的比较	140
知识要点	142
问题探讨	144
技能训练	144
附录 型钢规格表	146
参考文献	154

力和受力图



基础知识：力、静力学公理、约束及其约束力。

岗位技能：约束的简化分析、受力图的绘制。

1.1 力的基本知识

1.2 静力学公理

1.3 约束与约束力

1.4 受力图

知识要点

问题探讨

技能训练



在土木工程的施工和使用过程中,其结构和构件都承受着各种力的作用,有的力会使它们产生运动和变形,有的力则限制它们的运动和变形。在工程中力无处不在,工程技术人员要分析和解决工程中的力学问题,首先必须熟悉力的基本性质,并熟练掌握分析物体受力情况的基本方法。

1.1 力的基本知识

一、力的概念

[观察与思考]

在日常生活中,我们常看到这样一些现象:用手推车,车由静止开始运动(图 1-1a);人坐在沙发上,沙发会发生变形(图 1-1b)。为什么车由静止开始运动?为什么沙发会发生变形?



图 1-1

记住:

- (1) 力的作用是相互的。
- (2) 力的两种作用效果。

运动效果:力使物体的运动状态发生变化。

变形效果:力使物体产生变形。

这是因为人对车、沙发施加了力,使车的运动状态发生了变化,使沙发发生了变形。但同时也感到车对人、沙发对人也有反作用力。又例如,自空中落下的物体受到地球引力的作用运动速度会逐渐加快,桥梁受到车辆的作用而产生弯曲变形等。

综合无数事例,可以概括出力的概念是:**力是物体间的相互作用,这种作用引起物体的运动状态发生变化或使物体产生变形。**物体的运动状态变化是指物体运动速度大小或运动方向的改变,物体的变形是指物体的形状或大小发生变化。

在土木工程力学中,力的作用方式一般有两种情况:一种是两个物体相互接触时,它们之间相互产生拉力或压力,例如吊车和构件之

间的拉力、打夯机与地基土之间的压力等;一种是物体与地球之间相互产生吸引力,对物体来说,这种吸引力就是重力。

二、力的三要素

[观察与思考]

如图 1-2 所示,将长方体木块放在桌面上,如果对木块施加的作用力 F 的大小发生变化,或 F 的方向发生变化,或 F 的位置发生变化,作用效果分别会怎样呢?

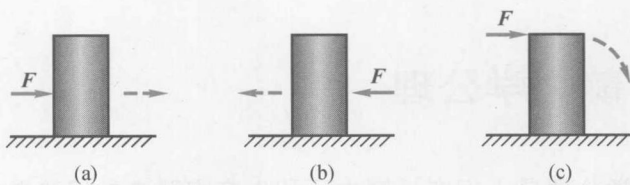


图 1-2

由实践可知,力对物体的作用效果取决于以下三个要素:力的大小,力的方向,力的作用点。

力的大小是指物体间相互作用的强弱程度,力大则对物体的作用效果也大,力小则作用效果也小。力的大小可以用测力器测定。在国际单位制中,力的度量单位是牛顿(N)和千牛顿(kN)。

$$1 \text{ kN} = 1\,000 \text{ N}$$

[做一做]

请同学们伸出双手,用力鼓掌来体验一下力的大小与其作用效果之间的关系。

力具有方向。假设我们用同样大小的力推动木块:从木块左面推,木块向右运动(图 1-2a);从木块右面推,木块向左运动(图 1-2b)。可见,力的作用方向不同,对物体产生的效果也不同。

力对物体的作用效果还与力在物体上的作用点有关。施以同样大小和方向的推力推木块,如推力作用点较低,木块将向前移动(图 1-2a);如推力作用点较高,木块将翻倒(图 1-2c)。

力的大小、方向和作用点决定了力对物体的作用效果,改变这三个因素中的任一个因素,都会改变力对物体的作用效果,因此,我们把力的大小、方向和作用点称为**力的三要素**。

力是一个既有大小又有方向的量,因此**力是矢量**。我们可用一个带箭头的线段来表示力,如图 1-3 所示,按一定比例尺画出的线段的长度表示力的大小,线段的方位和箭头的指向表示力的方向,线段的起点或终点表示力的作用点。代表力矢量的符号用粗体字母表示,如 F 、 F_N ;有时为了方便,也可在细体字母上加一箭线来表示

力矢量,如 $\vec{F}$ 、 $\vec{F}_N$ 。

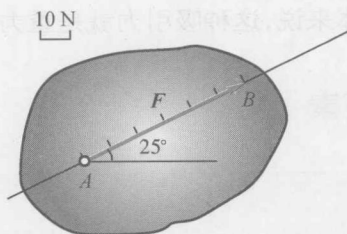


图 1-3

1.2 静力学公理

静力学公理是人们在长期生活和生产实践中的经验总结。这些公理简单而明显,无需证明而被公认,它是研究力系平衡条件的基础。

一、平衡的概念

提示:物体保持平衡是现象,其本质是力的平衡。

物体的平衡状态,是指物体相对于地球保持静止或作匀速直线运动的状态。正常情况下静止的房屋、大坝、水塔、桥梁以及匀速吊装的构件,它们相对于地球都是处于平衡状态。

同时作用在一个物体上的一群力称为**力系**。物体在力系的作用下一般会产生各种不同的运动。要使物体处于平衡状态,就必须使作用于物体上的力系满足一定的条件,这些条件称为力系的**平衡条件**,使物体处于平衡状态的力系称为**平衡力系**。物体在各种力系作用下的平衡条件在土木工程中有着广泛的应用。

二、二力平衡公理

[观察与思考]

如图 1-4 所示,杂技演员头顶大缸,就像缸粘在头顶上一样,这时缸处于平衡状态。缸受到哪些力的作用,为什么会处于平衡状态呢?

注意:只有当力作用在不考虑变形的物体(力学上称为刚体)上时,二力平衡公理才成立。

此时缸只受到两个力的作用,一个是缸的重力 W ,一个是头顶对缸的支承力 F_N 。杂技演员随着缸的不断晃动,不时变换身体的位置,其目的就是始终使缸的重力 W 的作用线与头顶对缸的支承力 F_N 的作用线重合,以保持缸的相对平衡。

作用在同一个物体上的两个力,使该物体处于平衡状态的条件

是:这两个力大小相等、方向相反,作用在同一条直线上。这就是二力平衡公理。

这个公理说明了一个物体在两个力作用下处于平衡状态时应满足的条件(图 1-5)。



图 1-4

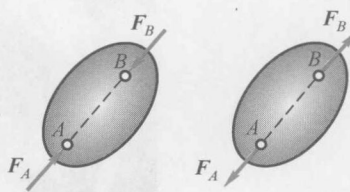
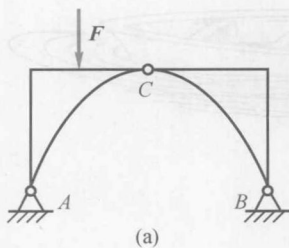


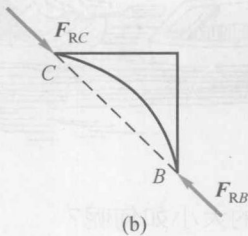
图 1-5

工程实例

工程上将结构中只在两点受力而处于平衡状态的杆件称为二力构件或二力杆。如图 1-6a 所示刚架中的 BC 曲杆(杆的重力略去不计),连接两个力的作用点成一直线,为二力的作用线(图 1-6b),这二力必等值、反向,否则构件无法保持平衡。图 1-6c 所示的桥梁桁架中的各杆也是二力杆。



(a)



(b)



(c)

图 1-6

[做一做]

用手指勾住你的圆珠笔的卡子,如图 1-7 所示,看看怎样才能平衡?为什么?



图 1-7

三、作用与反作用公理

[观察与思考]

如图 1-8 所示,在火箭发射过程中,火箭升空时却向地面方向喷射出强大的气流;汽艇前进时螺旋桨往后推水;墨鱼要前进则向后喷水。这都是为什么呢?