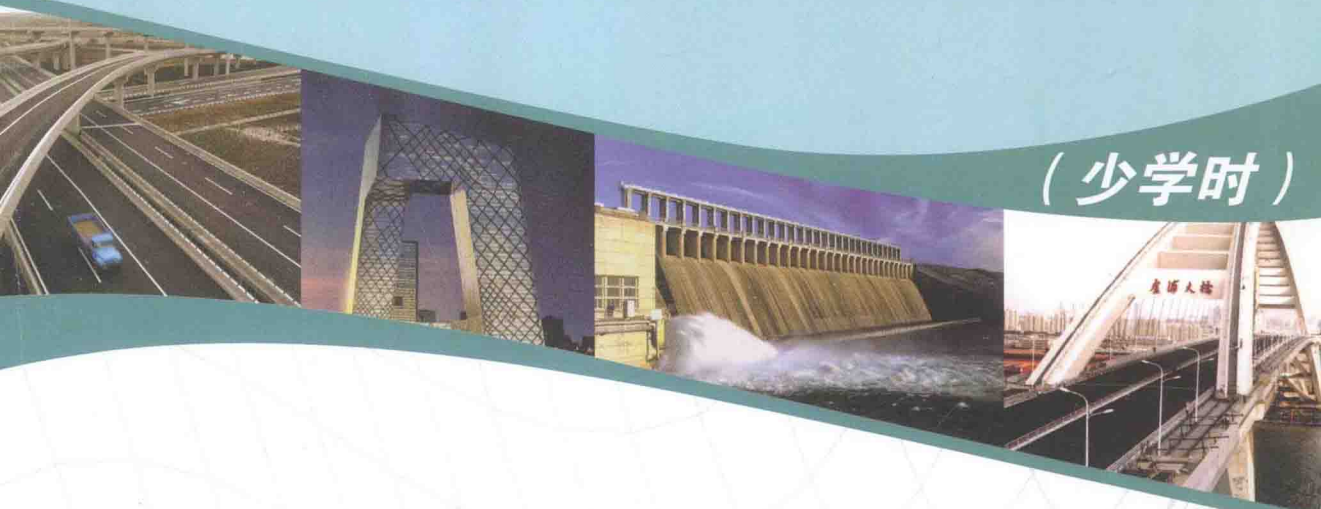




中等职业教育课程改革国家规划新教材  
经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过



(少学时)

# 土木工程 力学基础

主编 韩 萱 万 静



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS



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

(少学时)

土木工程

# 力学基础

Tumu Gongcheng Lixue Jichu

主编 韩 萱 万 静

主审 黄民权 李 平



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技能标准和行业岗位技能鉴定规范编写。

本书主要内容包括:力和受力图、平面力系的平衡、直杆轴向拉伸和压缩、直梁弯曲和受压构件的稳定性。本书具有以下职业教育特色:以培养职业能力为主线,突出应用,加强实践教学环节;精选土木工程力学教程的基础核心内容,降低理论难度,拓宽定性分析;贴近学生、贴近生活和工程实际。

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44~62学时(少学时)编写,可作为中等职业学校建筑装饰、水电设备安装等土木工程非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:少学时/韩萱,万静主编. —北京:高等教育出版社,2010.7(2012.5重印)  
ISBN 978-7-04-026934-5

I. ①土… II. ①韩…②万… 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119574号

策划编辑 梁建超 责任编辑 梁建超 封面设计 张楠  
版式设计 张楠 责任校对 王效珍 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  
印 刷 北京信彩瑞禾印刷厂  
开 本 787×1092 1/16  
印 张 9.75  
字 数 230 000  
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>  
版 次 2010年7月第1版  
印 次 2012年5月第5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 26934-00

# 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、监理员等职业岗位工作,获取相关资格证书的必修课程之一。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,教育部职业教育与成人教育司组织成立了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6月颁布。

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非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。本书通过精选内容、巧设结构与完整配套,突出以下中等职业教育特色:

## 1. 降低理论难度,拓宽定性分析

贴近学生、贴近生活,遵循学生的认知规律和特点,淡化定量计算与公式推导,注重定性分析。例如,组合变形内容部分删去繁琐的公式化计算,增加定性分析的类型,把组合变形与基本变形综合在一起分析。

## 2. 精选核心内容,够用为度,具有弹性,可供选择

教材内容与工程实际紧密联系,紧凑实用。教材的必学内容是各专业学生掌握专业技能所必备的基础性知识,打“\*”的内容可根据不同专业、岗位、地区和学校的具体情况进行选择。

## 3. 突出应用,加强实践环节

实用为本,应用为主。教学内容选择生活和工程中的应用实例进行分析,浅显易懂,图文并茂,使学生既能学到基本力学知识,又能掌握处理实际问题的思路和方法,增强职业能力的培养力度。

## 4. 体系新,好教易学

改变以往力学教材按理论逻辑关系平铺直叙的呈现方式,通过[观察与思考]、[边学边做]、[讨论与交流]、[试一试]等教学活动引导教师改变以讲述为主、以例为证的教学方法,代之以在教师指导下学生与教师共同参与完成的导学模式,增强了教学过程中学生主动参与和探讨的空间,以培养学生观察、分析问题的能力。

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 44~62 学时(少学时)编写,可作为中等职业学校建筑装饰、水电设备安装等土木水利非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。各单元的学时分配可参考“学时安排建议”。

学时安排建议

| 教 学 单 元   | 建 议 学 时 |       |
|-----------|---------|-------|
| 概述,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     |       |

本书的编者以“教学大纲”修订专家为核心,吸收中等职业学校长期从事教学的骨干教师,尤其是具有丰富实践经验的“双师型”教师组成。本书由韩萱、万静主编,其中单元 1 由北京城市建设学校韩萱编写,单元 2 由抚顺技师学院万静编写,单元 3、5 由北京城市建设学校孔玲编写,单元 4 由抚顺技师学院王怀珍编写。

浙江省台州市路桥区职业教育中心王仁田、四川泸县建筑职业中专学校包美春、成都铁路运输工程学校李怡和张纬等参加了本书编写提纲的讨论并提出许多宝贵建议,使本书体系更加符合当前中等职业教育的教学需求。

本书经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过,由山西省建筑工程学校高级讲师李平和广州市建筑工程职业学校高级讲师黄民权主审,他们对书稿提出了很多宝贵意见,谨此一并表示诚挚感谢。

本书配套学习卡资源,按照本书最后一页“郑重声明”下方的学习卡使用说明,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,敬请读者批评指正,以便进一步修改完善(读者反馈信箱:zz\_dzyj@pub.hep.cn)。

编 者  
2010 年 6 月

# 目 录

|                      |    |
|----------------------|----|
| 概述 .....             | 1  |
| 单元 1 力和受力图 .....     | 5  |
| 1.1 力的基本知识 .....     | 6  |
| 一、力的概念 .....         | 6  |
| 二、力的三要素 .....        | 7  |
| 三、平衡的概念 .....        | 8  |
| 1.2 静力学公理 .....      | 8  |
| 一、二力平衡公理 .....       | 8  |
| 二、作用与反作用公理 .....     | 9  |
| 三、平行四边形法则 .....      | 11 |
| 四、加减平衡力系公理 .....     | 12 |
| 1.3 约束与约束反力 .....    | 12 |
| 一、约束与约束反力的概念 .....   | 12 |
| 二、几种常见约束及其约束反力 ..... | 13 |
| * 三、约束的简化 .....      | 17 |
| 1.4 受力图 .....        | 18 |
| 一、单个物体的受力图 .....     | 18 |
| * 二、简单物体系统的受力图 ..... | 20 |
| * 知识扩展 荷载 .....      | 22 |
| 一、体荷载简化为均布线荷载 .....  | 23 |
| 二、面荷载简化为均布线荷载 .....  | 23 |
| 岗位知识与技能要点 .....      | 24 |
| 训练 .....             | 26 |
| 单元 2 平面力系的平衡 .....   | 31 |
| 2.1 力的投影 .....       | 36 |
| 一、力在直角坐标轴上的投影 .....  | 36 |
| 二、合力投影定理 .....       | 37 |
| 2.2 平面汇交力系的平衡 .....  | 38 |
| 一、平面汇交力系的合成 .....    | 38 |
| 二、平面汇交力系的平衡条件 .....  | 39 |

|      |                        |    |
|------|------------------------|----|
| 2.3  | 力矩                     | 42 |
| 一、   | 力矩的概念                  | 44 |
| 二、   | 合力矩定理                  | 45 |
| *2.4 | 力偶                     | 47 |
| 一、   | 力偶的概念                  | 47 |
| 二、   | 力偶矩                    | 48 |
| 三、   | 力偶的性质                  | 48 |
| 四、   | 平面力偶系的合成               | 48 |
| 五、   | 平面力偶系的平衡条件             | 49 |
| 2.5  | 平面一般力系的平衡              | 51 |
| 一、   | 力的平移定理                 | 51 |
| 二、   | 平面一般力系的合成              | 52 |
| 三、   | 平面一般力系的平衡条件            | 53 |
| 四、   | 平面平行力系的平衡条件            | 58 |
|      | 知识扩展                   | 59 |
|      | 岗位知识与技能要点              | 59 |
|      | 训练                     | 61 |
|      | 地震常识                   | 64 |
| 单元 3 | 直杆轴向拉伸和压缩              | 67 |
| 3.1  | 杆件的四种基本变形及组合变形         | 68 |
| 一、   | 轴向拉伸和压缩                | 68 |
| 二、   | 剪切                     | 69 |
| 三、   | 扭转                     | 70 |
| 四、   | 弯曲                     | 71 |
| * 五、 | 组合变形                   | 72 |
| 3.2  | 直杆轴向拉、压横截面上的内力         | 75 |
| 一、   | 内力的概念                  | 75 |
| 二、   | 轴力的计算                  | 75 |
| 三、   | 轴力图                    | 76 |
| 3.3  | 直杆轴向拉、压横截面上的正应力        | 77 |
| 一、   | 应力的概念                  | 77 |
| 二、   | 轴向拉、压杆横截面上的正应力分布规律     | 78 |
| 3.4  | 直杆轴向拉、压的强度计算           | 80 |
| 一、   | 许用应力                   | 80 |
| 二、   | 轴向拉、压杆的强度条件            | 80 |
| * 三、 | 利用强度条件解决工程实际中有关强度的三类问题 | 81 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| *3.5 直杆轴向拉、压的变形 .....        | 84  |
| 一、弹性变形与塑性变形 .....            | 84  |
| 二、纵向变形和胡克定律 .....            | 84  |
| 3.6 直杆轴向拉、压在工程中的应用 .....     | 87  |
| 一、斜拉桥 .....                  | 87  |
| 二、桁架 .....                   | 87  |
| * 三、应力集中 .....               | 89  |
| 岗位知识与技能要点 .....              | 89  |
| 训练 .....                     | 90  |
| <br>单元 4 直梁弯曲 .....          | 95  |
| 4.1 弯曲变形和梁的形式 .....          | 96  |
| 一、弯曲变形 .....                 | 96  |
| 二、梁的形式 .....                 | 97  |
| 4.2 梁的内力 .....               | 101 |
| 一、剪力、弯矩的概念 .....             | 101 |
| 二、剪力、弯矩的计算规律 .....           | 103 |
| 三、运用规律计算梁指定截面的内力 .....       | 103 |
| 4.3 梁的内力图——剪力图与弯矩图 .....     | 105 |
| 一、剪力图与弯矩图的概念 .....           | 105 |
| 二、梁内力图的规律 .....              | 105 |
| 三、绘制梁内力图的步骤 .....            | 106 |
| 4.4 梁的正应力及其强度条件 .....        | 109 |
| 一、梁的正应力 .....                | 109 |
| 二、梁的正应力强度条件 .....            | 112 |
| 三、梁的正应力强度条件的应用 .....         | 112 |
| 4.5 梁的变形 .....               | 114 |
| 一、挠度的概念 .....                | 114 |
| * 二、梁的最大挠度所在位置及其影响因素 .....   | 114 |
| 4.6 直梁弯曲在工程中的应用 .....        | 116 |
| 一、选择合理的截面形状,提高梁的抗弯截面系数 ..... | 117 |
| 二、合理安排梁的受力情况,降低弯矩的最大值 .....  | 120 |
| 三、采用变截面梁 .....               | 121 |
| 岗位知识与技能要点 .....              | 124 |
| 训练 .....                     | 125 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 单元 5 受压构件的稳定性 .....    | 131 |
| 5.1 受压构件平衡状态的稳定性 ..... | 132 |
| 一、失稳的概念 .....          | 132 |
| 二、受压构件的三种平衡状态 .....    | 133 |
| 5.2 影响受压构件稳定性的因素 ..... | 135 |
| 一、临界力公式 .....          | 135 |
| 二、压杆稳定性的判别 .....       | 137 |
| 三、提高压杆稳定性的措施 .....     | 137 |
| 5.3 受压构件的稳定性问题 .....   | 139 |
| 岗位知识与技能要点 .....        | 142 |
| 训练 .....               | 143 |

# 概述

在我们伟大祖国飞速发展的今天,无数高楼大厦拔地而起,跨河大桥、高速公路、地下铁路、海底隧道、北京奥运会鸟巢体育场等,现代化的建筑比比皆是。这些建筑物怎样保证它的安全呢?它们的构成、受力有什么共同的特征呢?

## 一、对建筑物的初步认识

### 1. 建筑物的组成

建筑物由屋盖、梁、楼板、墙(柱)和基础等组成,其中单个物体称为**构件**。构件互相连接、互相支承、合理构成的各种形式的空间体系,称为**结构**。结构承受力、传递力、起骨架作用。

### 2. 建筑物受的力

自身重力;人群和设备的重力;墙承受风力和楼面传来的压力;屋顶上的积雪重力;基础承受墙、柱传来的压力等。

建筑物的构件或结构通常同时承受许多力的作用,要保证其安全正常使用,就要明确在每一个构件或结构上有哪些力的作用,这些力有多大?这就需要对建筑物的结构或构件进行受力分析,还要把作用在构件或结构上所有的力都计算出来。

### 3. 建筑物的状态

在正常情况下,建筑物相对于地球是静止的——**平衡状态**。

如图 0-1 所示的结构中,如果柱子承受不住梁传来的压力,楼房



图 0-1

会倒塌,即楼房失去了平衡,因此建筑物的平衡是有条件的,这里的平衡条件是:柱子在力的作用下不破坏,同时保证其形状、位置不改变。又如建筑物承受不住地震传来的巨大作用力,建筑物会倒塌,即失去了平衡。

#### 4. 建筑物的安全保证

结构或构件要有足够的承载力,即足够的**强度、刚度和稳定性**。

提示:构件承载力包括:强度、刚度、稳定性。

**强度**是指构件或结构受力后抵抗破坏的能力。即在外力作用下不能发生破坏,就认为是满足强度要求。

##### [ 应用实例 ]

土木工程上如果构件强度不足,会造成房屋楼板断裂、桥梁断裂、钢丝绳被拉断等。

**刚度**是指构件或结构受力后抵抗变形的能力。即在外力作用下不能产生过大的变形,变形大的构件,其刚度就小。土木工程上对各种构件或结构的变形都给予一定的限制,将其变形限制在允许的范围内,就认为是满足刚度要求。

##### [ 应用实例 ]

在土木工程中如果刚度过小,楼板在力的作用下产生过大变形时,其上的抹灰层就会开裂、脱落;吊车梁变形过大,就会影响吊车的正常运行。

**稳定性**是指构件受力后保持其原有的平衡状态的能力。如果构件原有的平衡状态被破坏,这种现象称为失稳。

##### [ 应用实例 ]

工业厂房中的柱子,由于本身较细长,当压力过大时,会突然发生(侧向)弯曲,以致产生柱子失稳、房屋倒塌的严重后果。

#### 5. 建筑物的设计、施工要安全又要经济

注意:偷工减料的土木工程是“豆腐渣”工程。

人们总希望用较少的材料承受较大的力,而构件或结构的承载力是有限度的,通过科学的分析、计算可以在保证构件或结构安全的基础上用最少的材料,即解决了土木工程中经济与安全的矛盾。

## 二、学习《土木工程力学基础》的重要性

土木工程力学是对建筑物进行力学分析和计算的一门科学,建筑物的设计和施工都离不开它的基本原理。

### 1. 土木工程力学知识是工程上解决经济与安全矛盾的理论依据

#### [观察与思考]

如图 0-2 所示,一张硬纸片,一端固定,另一端放一个砝码。

- (1) 硬纸片承受不了砝码的重力;
- (2) 把纸片折成“U”形,它可以承受同样砝码的重力;
- (3) 把纸片折成“W”形,它不仅承受同样砝码的重力,而且变形很小。

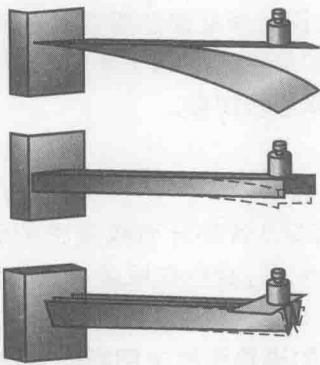


图 0-2

通过这个小实验我们知道,建筑结构应以最经济的代价获得最大的承载能力。提高构件或结构的承载能力,并不意味着只有增大横截面尺寸才能达到。否则,一味追求选用优质材料或过大的横截面就会造成浪费。要解决土木工程经济与安全的矛盾,就应依靠土木工程力学提供的基础理论。

因此,从事建筑设计和施工的工程技术人员以及高素质的劳动者,必须掌握土木工程力学的基本理论和知识。

### 2. 土木工程力学知识是施工人员的必要知识

施工的主要任务是把设计图纸变成实际的建筑物。从事土木工程施工的工程技术人员和高素质劳动者,只有掌握了土木工程力学的基本理论和知识,才能懂得建筑物中各种构件的作用、受力情况、传力途径,以及它们在各种力的作用下,在什么条件下会产生怎样的破坏等。这样,在施工中就可以正确理解设计意图,确保工程质量,避免事故的发生。另外,只有掌握土木工程力学的基本理论和知识,才能在

不同的施工情况下,提出合理的施工方法及正确分析工程事故。许多工程质量事故是由于施工人员不懂得力学知识造成的。例如:不懂构件平衡的要求而造成阳台倾覆;不懂构件的内力分布,错误地配置钢筋而引起楼梯折断;不懂结构的组成规则,在脚手架中不搭设斜撑而导致脚手架倒塌等。

### 3. 学习《土木工程力学基础》的目的

《土木工程力学基础》是土木工程专业学生必备的专业技能课程。通过学习,使学生掌握必要的专业知识和职业技能,也为后继课程奠定基础,同时培养、提高学生分析问题的能力。

## 三、几点建议

### 1. 注意理论联系实际

土木工程力学来源于实践又服务于实践,突出实践性和应用性。因此,观察和思考是认识力学规律的重要实践环节。要求在学习本课程时必须大量地观察实际生活中和土木工程中的力学现象,并学会用力学的基本知识去解释这些现象。

### 2. 学习要循序渐进

《土木工程力学基础》各部分有较紧密的联系,学习中要循序渐进,及时解决不清楚的问题,避免在后续单元的学习中失去信心。

### 3. 注意分析问题的思路和方法

要注意深入体会和理解基本概念、基本理论和基本方法;注意分析问题的思路和方法。

### 4. 重视课后训练

训练是熟练掌握土木工程力学基本知识,养成分析和解决工程构件受力等基本技能的重要手段,因此一定要在理解概念、掌握公式的基础上,再做一定量的训练。

# 单元 1

## 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

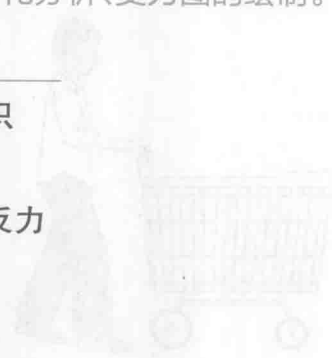
### 1.3 约束与约束反力

### 1.4 受力图

\*知识扩展 荷载

岗位知识与技能要点

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,人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,沙发会产生变形(图 1-1b)。为什么车由静止开始运动,沙发会产生变形呢?



图 1-1

因为人对物体施加了力,使车的运动状态发生了变化,使沙发产生变形。同时,人们也感到车和沙发对人有反作用力。

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,可以概括出力的含义是: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。

#### [试一试]

有一个成语叫“孤掌难鸣”,请你拍掌试一试,从力学角度看,为什么两个巴掌拍得响,一个巴掌拍不响?

力是物体间的相互作用,力不能离开物体而单独存在。有受力物体的同时必定有施加力的物体。

工程中,力的作用方式一般有两种:一种是两物体相互接触时,它们之间相互产生的作用力,如吊车和构件之间的拉力、打夯机与地基土之间的压力等;另一种是物体与地球之间相互产生的吸引力,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,将长方形木块放在桌面上,如果对木块施加的作用力  $F$  的大小、方向和位置分别发生变化,效果各会怎样呢?

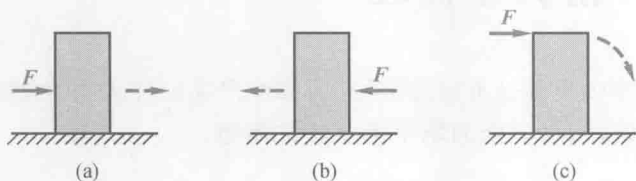


图 1-2

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(如弹簧秤等)测定。在我国法定计量单位中,力的单位是  $\text{N}$ (牛)和  $\text{kN}$ (千牛),  $1 \text{ kN} = 1\,000 \text{ N}$ 。

力具有方向,假如人们用同样大小的力推动木块:从木块左边推,木块会向右运动,如图 1-2a 所示;从木块右边推,木块会向左运动,如图 1-2b 所示。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,若推力作用点较低,木块将向前移动,如图 1-2a 所示;若推力作用点较高,木块将翻倒,如图 1-2c 所示。

力的作用点指的是力在物体上的作用位置。一般说来,力的作用位置并不是一个点而是一块面积。但是,当作用面积相对于物体表面很小时,可近似地看作一个点。

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,人们把力的大小、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。在图示中用一个带箭头的线段来表示力,线段的方位和指向表示力的方向,线段的起点或终点表示力的作用点。代表力矢量的符号用黑体字母表示,如  $\mathbf{F}$ 、 $\mathbf{F}_N$ ; 有时为了方便,也可在白体字母上加一带箭头的横线来表示,如  $\vec{F}$ 、 $\vec{F}_N$ 。

注意:力的方向通常包含方位和指向两个含义。例如,重力的方向是“铅垂向下”,水平推力的方向是“水平向前”。