



职业技术教育建设类专业系列教材

Jianzhu Lixue

建筑力学

(上册) (第2版)

主 编 梁春光
副主编 焦 卫

武汉理工大学出版社

职业技术教育建设类专业系列教材

建筑力学(上册)

(第2版)

主 编 梁春光

副主编 焦 卫

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

内 容 提 要

本教材是在职业技术教育土建类专业力学系列课程教学内容的基础上,根据教育部制订的《职业技术教育土建类专业力学课程教学基本要求》编写的,可作为教学大纲规定为 220~250 学时土建类专业的教材,亦可供市政、道桥、水利等专业选用。

本教材共三篇,分上、下两册。上册为第一篇静力学和第二篇材料力学部分,主要内容有:静力学基础,平面力系,空间力系;材料力学的基本概念,轴向拉伸和压缩,剪切和挤压,扭转,平面图形的几何性质,梁的内力,弯曲应力,弯曲变形,组合变形的强度计算,压杆稳定,动荷应力等。各章均有习题,书末附有习题答案。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学(上册)(第 2 版)/梁春光主编. -- 武汉:武汉理工大学出版社,2004. 1

职业技术教育建设类专业系列教材

ISBN 7-5629-1191-6

I. 建…

II. 梁…

III. 建筑力学-职业技术教育-教材

IV. TU311

出版发行:武汉理工大学出版社

武汉市武昌珞狮路 122 号 邮编:430070

<http://www.techbook.com.cn>

E-mail:yangxuezh@mail.whut.edu.cn

印刷者:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

经销者:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16

印 张:18.75

字 数:480 千字

版 次:2004 年 1 月第 2 版

印 次:2004 年 1 月第 1 次印刷

印 数:3000 册

定 价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换

本社购书热线电话:(027)87394412 87383695 87384729

版权所有,盗版必究。

职业技术教育建设类专业系列教材

出版说明

武汉理工大学出版社(原武汉工业大学出版社)于1997年组织编写的工业与民用建筑专业系列教材在全国使用7年来,得到了广大职业技术学院师生的热情关怀与厚爱,较好地实现了为职业技术学院的教学与课程体系改革服务,为培养具有较强的实际操作技能的应用型人才服务的目标,较系统地体现了教材的系统性、科学性、实用性及先进性的特点。

近年来,随着职业技术教育的快速发展,建设类专业、学科培养方案规定的培养目标、毕业生的业务范围和基本规格等发生了较大的变化;同时,与建设类专业教材内容密切相关的各种规范、标准和规定也已陆续颁布与实行。为此,编委会经过认真研讨,决定全面修订、出版“职业技术教育建设类专业系列教材”。

在全套教材第2版的修订过程中,在教材内容的编写上坚持“以应用为目的,以必需、够用为度”,主要涉及建设类专业的基本知识和应用技能,并尽量体现近几年国内外建筑技术、工艺、材料的新发展与新成果;教材中凡涉及国家建筑规范及其他部门规范、标准的,一律采用新规范、新标准和新规定;教材中的专业术语、符号和计量单位采用《建筑设计通用符号、计量单位和基本术语》国家标准,并应符合《中华人民共和国法定计量单位使用方法》及有关国家标准的规定。

这套教材主要用于高等职业院校及中等职业学校工业与民用建筑专业、建筑施工专业和相关专业的课程教学与实践性教学,也可供职工岗位技术培训等参考选用。我们再次诚挚地希望广大读者在使用这套教材的过程中提出批评和建议,以便今后不断地修改和完善。

职业技术教育建设类专业系列教材编委会

2004年元月

职业技术教育建设类专业系列教材

编委会名单

主任:雷绍锋

副主任:范文昭 杨学忠

委员:(按姓氏笔画顺序排列)

丁卿	丁天庭	毛小玲	王文仲	冯美宇	叶胜川	华均	朱永祥	刘平
刘自强	刘志强	危道军	陈英	吴泽	吴运华	吴明军	吴振旺	杨庚
杨太生	陆天生	肖伦斌	余胜光	杜喜成	周相玉	范德均	胡兴福	郭晓霞
赵爱民	高远	高文安	徐家铮	梁春光	焦卫	鲁维	葛建平	喻建华

秘书长:黄春

总责任编辑:张淑芳

第2版前言

本教材是在职业技术教育土建类专业力学系列课程教学内容的基础上,根据教育部制订的《职业技术教育土建类专业力学课程教学基本要求》编写的,同时参照现有教材体系,总结多年的教学经验,精选了内容,删减和合并了原“工业与民用建筑专业系列教材《建筑力学》”中一些次要的内容,尽量使教材满足工程实际的需要。此外,为便于教师讲授和学生自学,本书加强了对基本概念和解题方法的叙述,编写了较多的例题和习题,并在书末附有习题答案。

本教材编写分工如下:绵阳职业技术学院梁春光编写绪论,主要字符表,第二篇引言,第4、6、8、9、10、11、12、13、14章,附录;天津城建学院高职学院焦卫编写第一篇引言,第1、2、3章;绵阳职业技术学院李宗信编写第5、7章。全书由梁春光统稿。

本教材由梁春光担任主编,焦卫担任副主编。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和不妥之处,敬请读请批评指正。

编者

2003年9月

主要字符表

符 号	意 义	常用单位
P, F	集中力	N, kN
T	拉力	N, kN
R	合力, 支反力	N, kN
W	重力	N, kN
q	线分布荷载集度	N/m, kN/m
m	外力偶矩	N · m, kN · m
N	功率	kW
N	轴力	N, kN
Q	剪力	N, kN
$M(M_y, M_z)$	弯矩	N · m, kN · m
T	扭矩	N · m, kN · m
P_σ	压杆的临界力	N, kN
σ	正应力	MPa
τ	剪应力	MPa
$[\sigma]$	许用正应力	MPa
$[\tau]$	许用剪应力	MPa
σ_{yy}	挤压应力	MPa
$[\sigma_{yy}]$	许用挤压应力	MPa
σ_σ	压杆临界应力	MPa
$[\sigma_\sigma]$	稳定许用应力	MPa
$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	主应力	MPa
σ_p	比例极限	MPa
σ_e	弹性极限	MPa
σ_s	屈服极限	MPa
$\sigma_{0.2}$	名义屈服极限	MPa
σ_b	强度极限	MPa
σ^l	极限应力	MPa
E	弹性模量	MPa

G	剪切弹性模量	MPa
K	安全系数	无量纲
K_u	稳定安全系数	无量纲
K_d	动荷系数	无量纲
μ	泊松比	无量纲
$\Delta\rho$	轴向伸长(缩短)	mm, m
ε	线应变	无量纲
γ	剪应变	无量纲
θ	梁的转角	rad
θ	单位扭转角	rad/m
$[\theta]$	许用单位扭转角	rad/m
φ	折减系数	无量纲
φ	扭转角	rad
y, f	挠度	mm, m
$[f]$	许用挠度	mm, m
δ	延伸率	无量纲
δ_d	动变形	mm
ψ	截面收缩率	无量纲
A	面积	mm ² , m ²
A_{jy}	挤压面积	mm ² , m ²
$S(S_y, S_z)$	静矩	mm ³ , m ³
$I(I_y, I_z)$	惯性矩	mm ⁴ , m ⁴
I_p	极惯性矩	mm ⁴ , m ⁴
$W(W_y, W_z)$	抗弯截面系数	mm ³ , m ³
W_n	抗扭截面系数	mm ³ , m ³
$i(i_y, i_z)$	惯性半径	mm, m
λ	压杆的柔度	无量纲
n	转速	r/min
v	速度	m/s
a	加速度	m/s ²

目 录

绪论	(1)
----	-----

第一篇 静力学

引言	(2)
----	-----

1 静力学基础	(3)
---------	-----

1.1 力的概念	(3)
----------	-----

1.1.1 力的定义	(3)
------------	-----

1.1.2 力的三要素	(3)
-------------	-----

1.1.3 力的图示法	(4)
-------------	-----

1.2 刚体的概念	(4)
-----------	-----

1.3 静力学公理	(5)
-----------	-----

1.3.1 二力平衡公理	(5)
--------------	-----

1.3.2 加减平衡力系公理	(6)
----------------	-----

1.3.3 力的平行四边形公理	(7)
-----------------	-----

1.3.4 作用与反作用公理	(9)
----------------	-----

1.4 约束与约束反力	(9)
-------------	-----

1.4.1 约束与约束反力的概念	(9)
------------------	-----

1.4.2 几种常见的约束类型	(10)
-----------------	------

1.5 受力图	(13)
---------	------

1.5.1 受力图的概念	(13)
--------------	------

1.5.2 单个物体的受力图	(13)
----------------	------

1.5.3 物体系统的受力图	(14)
----------------	------

习题	(17)
----	------

2 平面力系	(19)
--------	------

2.1 平面汇交力系	(20)
------------	------

2.1.1 力在坐标轴上的投影	(20)
-----------------	------

2.1.2 平面汇交力系的合成	(21)
-----------------	------

2.1.3 平面汇交力系的平衡	(23)
-----------------	------

2.2 力矩和平面力偶系	(27)
--------------	------

2.2.1 力对点之矩	(27)
-------------	------

2.2.2 合力矩定理	(28)
-------------	------

2.2.3 力偶及其基本性质	(30)
----------------	------

2.2.4 平面力偶系的合成与平衡	(32)
-------------------	------

2.2.5 力的平移定理	(35)
--------------	------

2.3	平面一般力系	(36)
2.3.1	平面一般力系向任一点简化	(36)
2.3.2	平面一般力系的合成	(40)
2.3.3	平面一般力系的平衡方程	(42)
2.4	平面平行力系的平衡方程	(48)
2.5	物体系统的平衡	(52)
2.6	考虑摩擦时物体的平衡	(56)
2.6.1	滑动摩擦	(57)
2.6.2	摩擦角	(58)
2.6.3	考虑摩擦时物体的平衡问题	(60)
	习题	(67)
3	空间力系	(75)
3.1	力沿空间直角坐标轴的投影	(76)
3.1.1	一次投影法	(76)
3.1.2	二次投影法	(76)
3.2	力对轴之矩	(77)
3.3	空间力系的平衡方程	(79)
3.3.1	空间一般力系的平衡方程	(79)
3.3.2	空间平行力系的平衡方程	(80)
3.3.3	空间汇交力系的平衡方程	(80)
3.3.4	空间力系平衡方程的应用	(81)
3.4	重心	(87)
3.4.1	重心和形心	(87)
3.4.2	组合法求物体的重心	(89)
	习题	(92)

第二篇 材料力学

引言	(97)
4 材料力学的基本概念	(98)
4.1 变形固体及其基本假设	(98)
4.1.1 变形固体	(98)
4.1.2 变形固体的基本假设	(98)
4.1.3 小变形假设	(99)
4.2 外力及其分类	(99)
4.3 内力 截面法 应力	(99)
4.3.1 内力的概念	(99)
4.3.2 截面法	(100)
4.3.3 应力	(100)
4.4 杆件及其变形的形式	(101)
4.4.1 杆件	(101)

4.4.2	杆件变形的基本形式	(101)
5	轴向拉伸和压缩	(103)
5.1	轴向拉伸和压缩的概念	(103)
5.2	轴向拉伸和压缩时的内力	(103)
5.2.1	轴力	(103)
5.2.2	轴力图	(105)
5.3	轴向拉伸和压缩时横截面上的应力	(105)
5.4	轴向拉(压)杆斜截面上的应力	(107)
5.4.1	斜截面上的应力	(107)
5.4.2	剪应力互等定律	(108)
5.5	轴向拉伸和压缩时的变形 虎克定律	(108)
5.5.1	纵向变形	(108)
5.5.2	横向变形	(109)
5.5.3	泊松比	(109)
5.5.4	虎克定律	(110)
5.6	材料在拉伸和压缩时的力学性质	(112)
5.6.1	材料的拉伸和压缩试验	(112)
5.6.2	材料在拉伸时的力学性质	(112)
5.6.3	材料在压缩时的力学性质	(114)
5.6.4	两类材料力学性质的比较	(115)
5.7	许用应力及安全系数	(116)
5.8	轴向拉伸和压缩时的强度计算	(117)
5.9	应力集中的概念	(119)
习题		(121)
6	剪切和挤压	(125)
6.1	剪切和挤压的概念	(125)
6.2	剪切和挤压的实用计算	(125)
6.2.1	剪切实用计算	(125)
6.2.2	挤压实用计算	(126)
6.3	剪应变 剪切虎克定律	(130)
习题		(131)
7	扭转	(133)
7.1	扭转的概念 外力偶矩的计算	(133)
7.1.1	扭转的概念	(133)
7.1.2	外力偶矩的计算	(133)
7.2	圆轴扭转时横截面上的内力	(134)
7.2.1	扭矩	(134)
7.2.2	扭矩图	(135)
7.3	圆轴扭转时横截面上的应力	(136)
7.3.1	现象与假设	(136)

7.3.2	横截面上的剪应力	(137)
7.3.3	极惯性矩和抗扭截面系数	(139)
7.4	圆轴扭转时的变形	(140)
7.5	圆轴扭转时的强度条件和刚度条件	(141)
7.5.1	强度条件	(141)
7.5.2	刚度条件	(141)
7.6	矩形截面杆的扭转	(144)
	习题	(146)
8	平面图形的几何性质	(149)
8.1	静矩	(149)
8.1.1	静矩	(149)
8.1.2	简单图形静矩的计算	(149)
8.1.3	组合图形静矩的计算	(150)
8.2	惯性矩和惯性半径	(151)
8.2.1	定义	(151)
8.2.2	惯性半径	(151)
8.2.3	简单图形的惯性矩	(152)
8.3	组合图形的惯性矩	(154)
8.3.1	惯性矩的平行移轴公式	(154)
8.3.2	组合图形的惯性矩	(154)
	习题	(157)
9	梁的内力	(159)
9.1	梁弯曲的概念	(159)
9.1.1	弯曲的概念	(159)
9.1.2	平面弯曲的概念	(160)
9.1.3	梁的类型	(160)
9.2	梁的内力——剪力和弯矩	(161)
9.2.1	剪力和弯矩	(161)
9.2.2	剪力和弯矩的正负号规定	(162)
9.2.3	用截面法求指定截面的剪力和弯矩	(162)
9.2.4	计算剪力和弯矩的规律	(164)
9.3	剪力图和弯矩图	(165)
9.3.1	剪力方程和弯矩方程	(166)
9.3.2	剪力图和弯矩图	(166)
9.3.3	绘制剪力图和弯矩图的步骤	(166)
9.4	剪力图和弯矩图的规律作图	(172)
9.4.1	剪力图和弯矩图的规律	(172)
9.4.2	利用内力图的规律作剪力图和弯矩图	(172)
9.5	叠加法画弯矩图	(175)
9.5.1	叠加原理	(175)

9.5.2 叠加法画弯矩图	(176)
习题	(178)
10 弯曲应力	(182)
10.1 梁弯曲时横截面上的正应力	(182)
10.1.1 现象与假设	(182)
10.1.2 纯弯曲梁的正应力	(183)
10.2 梁的正应力强度计算	(187)
10.2.1 最大正应力	(187)
10.2.2 正应力强度条件	(188)
10.3 提高梁抗弯强度的途径	(192)
10.3.1 降低最大弯矩值	(192)
10.3.2 选择合理的截面形状	(194)
10.3.3 采用变截面梁	(195)
10.4 梁的剪应力和剪应力的强度计算	(195)
10.4.1 梁横截面上的剪应力	(195)
10.4.2 梁的剪应力强度计算	(199)
10.5 梁的主应力	(202)
10.5.1 梁内一点斜截面上的应力	(202)
10.5.2 梁的主应力及最大剪应力	(204)
10.5.3 主应力强度条件	(206)
习题	(209)
11 弯曲变形	(213)
11.1 弯曲变形的概念	(213)
11.1.1 挠度和转角	(213)
11.1.2 挠曲线方程	(213)
11.1.3 挠曲线近似微分方程	(214)
11.2 用积分法求梁的变形	(215)
11.3 用叠加法求梁的变形	(218)
11.4 梁的刚度校核	(221)
11.5 提高梁弯曲刚度的措施	(222)
习题	(224)
12 组合变形的强度计算	(225)
12.1 组合变形的概念	(225)
12.1.1 组合变形的概念	(225)
12.1.2 组合变形的解题方法	(225)
12.2 斜弯曲	(226)
12.2.1 外力的分解	(226)
12.2.2 内力和应力的计算	(226)
12.2.3 中性轴的位置	(227)
12.2.4 强度条件	(227)

12.3 偏心压缩(拉伸).....	(230)
12.3.1 单向偏心压缩(拉伸).....	(230)
12.3.2 双向偏心压缩(拉伸).....	(234)
12.4 截面核心.....	(236)
12.4.1 截面核心的概念.....	(236)
12.4.2 几种常见截面的截面核心.....	(236)
习题.....	(237)
13 压杆稳定	(239)
13.1 压杆稳定的概念.....	(239)
13.1.1 压杆的稳定性.....	(239)
13.1.2 压杆的稳定平衡.....	(239)
13.2 临界力和临界应力.....	(240)
13.2.1 欧拉公式.....	(240)
13.2.2 临界应力.....	(241)
13.2.3 欧拉公式的适用范围.....	(241)
13.2.4 经验公式.....	(242)
13.2.5 临界应力总图.....	(242)
13.3 压杆的稳定计算.....	(244)
13.3.1 压杆的稳定条件.....	(244)
13.3.2 折减系数法.....	(245)
13.4 提高压杆稳定性的措施.....	(249)
13.4.1 合理选择材料.....	(249)
13.4.2 改善支承情况.....	(249)
13.4.3 选择合理的截面形状.....	(249)
13.4.4 减小压杆的长度.....	(250)
习题.....	(250)
14 动荷应力	(252)
14.1 动荷载的概念.....	(252)
14.1.1 动荷载的概念.....	(252)
14.1.2 构件作匀加速直线运动时的应力计算.....	(252)
14.2 交变应力的概念.....	(253)
14.2.1 交变应力.....	(253)
14.2.2 交变应力的疲劳破坏.....	(254)
习题.....	(255)
附录	(256)
附表 I 工程常用量的单位换算表.....	(256)
附表 II 型钢表.....	(258)
习题答案.....	(279)
参考文献.....	(286)

结 论

我们的祖先,早在 1000 多年以前就会合理利用石材、木材来建造复杂的建筑物。河北赵县赵州桥由隋代工匠李春设计建造,跨度达 37m,总长 50 多 m,桥面宽 9m,为敞肩平拱石桥,1000 多年来安然无恙,它比世界上相同类型的石拱桥早 1200 多年。西安大雁塔建于唐代,塔身全部采用砖石材料,1000 多年来,历经多次大地震,现仍保存完好。山西应县佛光寺的木塔,建于公元 1056 年,塔身为八角形,共 9 层,塔高近于 68m,经过几十次大地震,依然完好无损,是我国现存最早的木结构高层建筑。今天,随着生产力的不断发展,新材料、新结构不断出现,建造十几层乃至几十层的高层建筑已并非难事。在这些建筑物中,每一根梁、柱都必须运用建筑力学进行分析设计。

建筑物从开始建造的时候就承受各种力的作用。例如,楼板在施工中除承受自身的重量外,还常常承受人和施工机具的重量;墙承受楼板传来的压力和风的压力;基础则承受墙身的压力等等。在工程中习惯将这些主动作用在房屋上的力叫做荷载。在建筑物中承受荷载并传递荷载而起骨架作用的部分叫结构。组成结构的单个物体叫构件。例如,梁、板、柱、墙、基础等都是构成结构的常见的构件。建筑力学的主要研究对象就是组成结构的构件和构件体系。

承受和传递荷载的建筑结构构件,由于荷载的作用,构件产生变形,并且存在着发生破坏的可能。但是构件本身具有一定的抵抗变形和破坏的能力,即有一定的承载能力,其大小与构件的材料性质、几何形状和尺寸、受力性质、工作条件以及构造情况等有关。构件所受的荷载与构件本身的承载能力是矛盾的两个方面。在结构设计中,当其他条件一定时,如果把构件的截面设计得过小,构件的承受能力小于所受的荷载,则结构不安全,它会因为发生过大的变形不能正常地进行工作,甚至因为强度不够而迅速地破坏倒塌。如果把构件的截面设计得过大,构件的承载能力过分地大于所受的荷载,则又会不经济,造成人力、物力上的浪费。由此可见,任何一个结构或构件的设计,既要荷载进行分析和计算,也要对构件承载能力进行分析和计算,使所设计的构件既安全又经济。建筑力学是研究各种建筑结构或构件在荷载作用下的平衡条件以及承载能力的科学。

建筑力学的内容分为静力学、材料力学、结构力学三个部分。

静力学 主要研究力之间的平衡规律。

材料力学 主要研究构件的强度、刚度和稳定性。

结构力学 主要研究结构的强度、刚度和稳定性。

学习建筑力学要注意理解它的基本原理,掌握它的分析方法,切忌死记硬背。另外,还要多做习题,做习题是学好建筑力学的重要环节。不做一定数量的习题很难掌握力学的概念、原理和方法。但是,不弄清楚概念,不理解原理,盲目地做题或生搬硬套公式是不能达到预期的效果的。

第一篇 静 力 学

引 言

静力学是研究物体在力作用下的平衡规律的科学。

在一般工程问题中,所谓平衡是指物体相对于地球处于静止或匀速直线运动的状态。例如,房屋相对于地球静止不动,火车在直线轨道上匀速行驶,物体被起重机沿直线匀速起吊等等,都属平衡状态。平衡是物体机械运动的一种特殊形式,它的特点是物体的运动状态不发生变化。

通常,一个物体所受的力不止一个而是若干个。我们把作用于物体上的一组力,称为力系。如果物体在力系作用下处于平衡状态,则该力系称为平衡力系。当物体平衡时,作用于物体上的力系所满足的条件,称为力系的平衡条件。

作用于物体上的力系如果可以用另一个力系来代替而作用效应相同,那么这两个力系互称等效力系。如果一个力与一个力系等效,则该力称为此力系的合力,而力系中的各个力称为其合力的分力。

静力学主要研究两个问题:

- (1) 力系的简化;
- (2) 力系的平衡条件及其应用。

在一般情况下,作用于物体上的力系较为复杂,在建立力系的平衡条件时,为了便于分析,往往需要把作用于物体上较复杂的力系,用与其作用效应相同的简单力系来代替,这种对力系作效应相同的代换,称为力系的简化,或称为力系的合成。将一个复杂力系简化后,就比较容易了解它对物体的总的作用效应,进而可以导出力系的平衡条件。

在土建工程中有大量的静力学问题。例如,用起重机起吊重物时,必须根据平衡条件确定起重量不超过多少才不致翻倒。在设计屋架时,必须将其所受的重力、风雪压力等加以简化,再根据平衡条件求出各杆件所受的力,作为确定各杆件截面尺寸的依据。其他如桥梁、水坝、工业烟囱等建筑物,设计时都须进行受力分析,以便得到既安全又经济的设计方案,而静力学理论则是进行受力分析的基础。即使是机械方面的设计,也往往应用静力学理论分析其零部件的受力情况。可见,静力学理论在工程实际中有着广泛的应用。

1 静力学基础

本章提要

本章主要研究力的概念、刚体的概念、静力学的四个公理、约束与约束反力、受力图的画法。

为了系统地学习建筑力学,必须首先掌握有关静力学的一些基础知识。本章主要阐述力的定义、力的基本公理、约束、约束反力和受力图。这些都是静力学的重要基础内容。它揭示了力作用在物体上的实质,介绍了物体受力分析的基本方法。

1.1 力的概念

1.1.1 力的定义

力的概念是人们在长期的生产劳动和日常生活中逐步建立起来的。人们由从事推车、提重物、抛掷物体、打铁等活动时所感到肌肉紧张,从而对力产生了感性认识。后来又逐渐认识到:物体的机械运动状态发生的变化(包括变形),都是由于其他物体对该物体施加作用的结果。例如,自空中落下的物体由于受到地球的吸引作用而使运动速度逐渐加快;在平地上滑动的物体,由于空气和地面的作用而使运动速度逐渐减慢;桥梁在车辆的作用下会产生弯曲变形等等。人们经过长期的观察和分析,对力作出了如下定义:力是物体之间的相互机械作用,这种作用使物体的运动状态或形状发生改变。

力使物体运动状态发生改变,称为力的外效应。而力使物体形状发生改变,称为力的内效应。

既然力是物体与物体之间的相互作用,所以,力不能脱离物体而单独存在。某一物体受到力的作用时,一定有另一物体对它施加这种作用。因此,在分析物体受力情况时,必须分清哪个是受力物体,哪个是施力物体。

1.1.2 力的三要素

自然界中有各种各样的力,例如,重力、弹性力、水压力、土压力、摩擦力、万有引力等等,它们的物理本质各不相同。但在建筑力学中,将不探究力的物理本质,而只研究对物体产生的效应。

实践证明,力对物体的作用效应决定于三个要素:(1) 力的大小;(2) 力的方向;(3) 力的作用点。这三个要素称为力的三要素。

力的大小是指物体间相互作用的强弱程度。为了度量力的大小,必须确定力的单位。在国际单位制中,力的单位用牛顿(牛,N)或千牛顿(千牛,kN)。

$$1 \text{ 千牛 (kN)} = 1000 \text{ 牛 (N)}$$

力的方向包含方位和指向两个含义。例如,重力的方向是铅垂向下的,“铅垂”指其方位,“向下”为其指向。

力的作用点是指力对物体作用的位置。力的作用位置,一般并不是一个点,而往往有一定的范围。但是,当力的作用范围与物体相比很小时,就可以抽象成为一个点,而认为力集中作用在这个点上。例如,当用钢索起吊重物时,钢索的拉力作用在与重物相连接的小块面积上,如不计钢索的粗细,就可以认为连接处是一个点,而拉力则集中地作用于该点。作用于一点的力,称为**集中力**。

在力的三要素中,当其中任一要素发生改变时,力对物体的作用效应也随之改变。因此,在描述一个力时,必须全面表明力的三要素。

1.1.3 力的图示法

力是一个具有大小和方向的量,所以力是**矢量**。图示时,通常用一条带箭头的有向线段来表示。线段的长度(按选定的比例尺)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。通过力的作用点沿力的方向的直线,称为力的**作用线**。

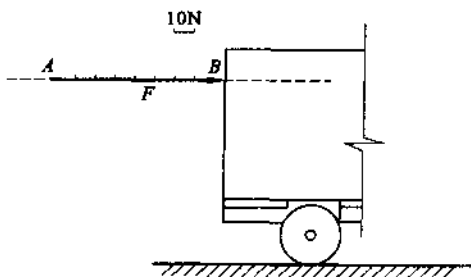


图 1.1

如图1.1中的有向线段 $\overrightarrow{AB}$ 表示的是一作用在小车上的力,这个力的大小(按图中比例尺)为 80N ,它的方向是水平向右,作用在小车的 B 点。通过 AB 的直线(图1.1中的虚线)为该力的作用线。本书中用黑体字母表示力矢量,而用白体的同一字母表示这个力的大小。例如,用 $\mathbf{F}$ 表示力矢量(图1.1), F 表示这个力的大小,在图1.1中 $F=80\text{N}$ 。起点为 A 、终点为 B 的矢量记为 $\overrightarrow{AB}$ 。

1.2 刚体的概念

在静力学中,把所研究的物体都看做是刚体。所谓刚体是指在力的作用下,大小和形状保持不变的物体。实际上,刚体是不存在的,它是一个理想化的力学模型。任何物体受力后都会产生不同程度的变形,但在正常情况下,工程上的结构或构件受力后所产生的变形都很微小,甚至只有用专门的仪器才能测量出来。这种微小的变形,对研究物体的平衡问题影响极小,可以略去不计。这样就可把物体看做是不变形的,从而使问题的研究大为简化。这种处理问题的方法,是科学抽象所必需的,也是实际所许可的。

一个物体能否看做为刚体,不仅取决于物体变形的大小,而且和问题本身的要求有关。当研究物体在受力情况下的变形和破坏问题时,变形这一因素就跃居重要地位,这时就不能把物体看做刚体,而应该看做变形体。在材料力学和结构力学所研究的问题中就是这样。