

“十二五”普通高等教育本科规划教材

全国本科院校机械类**创新型**应用人才培养规划教材

理论力学

(第2版)

主 编 盛冬发 刘 军

精选内容，简化公式推导，注重工程应用
文字简洁，图文配合紧密，叙述深入浅出



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

“十二五”普通高等教育本科规划教材
全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材

理论力学(第2版)

主 编	盛冬发	刘 军
副主编	闫小青	李旭平
参 编	牟春燕	崔 玮
	姚金阶	王金和
主 审	陈乐生	



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书按照教育部关于工科理论力学的教学基本要求编写。全书分为三篇：静力学、运动学和动力学。静力学部分主要讲述物体受力分析的方法和力系的简化与平衡；运动学部分主要从几何的观点论述质点和刚体的运动规律；动力学部分讨论物体的运动及其受力的关系。全书内容涵盖了理论力学课程的基本要求，共 14 章，内容包括绪论、静力学公理及物体的受力分析、平面汇交力系和平面力偶系、平面任意力系、空间力系、摩擦、运动学基础、点的合成运动、刚体平面运动概述和运动分解、质点动力学基本方程、动量定理、动量矩定理、动能定理、达朗贝尔原理、虚位移原理。

本书可以作为 50~80 学时的理论力学课程教学用书，也可以作为工程力学课程的理论力学部分教学的教材，还可作为相关专业的电大、夜大和函授的自学教材，也可供其他专业学生和技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

理论力学/盛冬发, 刘军主编. —2 版. —北京: 北京大学出版社, 2013. 9

(全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-23125-8

I. ①理… II. ①盛…②刘… III. ①理论力学—高等学校—教材 IV. ①O31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 207084 号

书 名: 理论力学(第 2 版)

著作责任者: 盛冬发 刘 军 主编

策 划 编 辑: 童君鑫 宋亚玲

责 任 编 辑: 宋亚玲

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-23125-8/TH·0367

出 版 发 行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电 子 信 箱: pup_6@163.com

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京宏伟双华印刷有限公司

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.25 印张 443 千字

2007 年 8 月第 1 版

2013 年 9 月第 2 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

第2版前言

本书从2007年出版后,编者听取了兄弟院校教师和读者的意见,对它进行了修改。第2版订正了初版的若干错误与不妥之处,改写了个别章节,增删了某些习题。各章都增加了引例部分,补充了相关知识的发展历史及其在日常生活和工程实际中的应用等内容,力求更加适应当前应用型本科院校教学的需要。

本书着力体现当前应用型本科教学改革的特点,突出针对性、适用性和实用性,以及对专业技能、素质的培养。编者力图通过本书,重点培养读者两方面的能力:对工程对象正确建立力学模型的能力,对力学模型进行静力学、运动学与动力学(瞬时或过程)分析的能力。编写时精选内容,简化公式推导,理论联系实际,注重工程应用;文字简洁,叙述深入浅出,通俗易懂,图文配合紧密。每章末附有习题,方便读者自学。

本书静力学和动力学部分新增的引例部分由刘军执笔,运动学的引例部分和习题部分增删的内容由盛冬发完成。全书文句的修改由刘军负责,最后由盛冬发对全书进行校阅。

为方便使用本书的教师教学,本书提供电子课件和课后习题的参考答案,如有需要,可以从出版社网站 <http://www.pup6.com> 下载。

本书虽经修改,但由于编者水平所限,不足之处仍在所难免,衷心地希望广大读者批评指正。

编者

2013年7月于昆明

第 1 版前言

本书是按照教育部关于工科理论力学的教学基本要求编写的。全书分为三篇：静力学、运动学和动力学。静力学部分主要讲述物体受力分析的方法和力系的简化与平衡；运动学部分主要从几何的观点论述质点和刚体的运动规律；动力学部分讨论物体的运动及其受力的关系。全书内容涵盖了理论力学课程的基本要求，共 14 章，内容包括绪论、静力学公理及物体受力分析、平面汇交力系和力偶系、平面任意力系、空间力系、摩擦、运动学基础、点的合成运动、刚体平面运动概述和运动分解、质点动力学的基本方程、动量定理、动量矩定理、动能定理、达朗贝尔原理、虚位移原理。

本书是编者多年教学工作的经验总结。理论力学是工科类专业一门重要的专业基础课。由于它的理论性强，逻辑严密，使得学生在学习本课程时感觉有一定的难度，因而在编写本书的过程中，强调基础知识，注意由浅入深，遵循由概念到理论的过程。为了使學生更好地掌握本书的基本知识，每章后面都安排了大量的概念题，包括填空题、判断题和选择题。这些习题的安排注重基础性，同时又不失普遍性、典型性和新颖性。学生通过练习这些基本概念题，可以及时巩固学过的知识，理解书中的基本概念和定理。各章后面安排了适当的计算题(书后附有部分计算题答案)，学生通过练习，巩固学过的内容，同时提高应用知识解决实际问题的能力。

本书的编写得到福建工程学院力学教研室老师的支持，特别是曾绍锋老师在繁忙的工作中抽空对部分章节进行了修改。本书由福州大学陈乐生教授审阅，他们对本书内容提出了许多宝贵意见，在此一并表示感谢。

本书编写分工如下：第 1、2 章由李旭平编写；第 3 章由牟春燕编写；第 4、5、6、8、10、13 章由盛冬发编写；第 7 章由姚金阶编写；第 9 章由王金和编写；第 11、12 章由闫小青编写；第 14 章由崔玮编写。本书由盛冬发教授和闫小青副教授任主编。

本书可以作为 50~80 学时的理论力学课程教学用书，也可以作为工程力学课程中理论力学部分的教学教材，还可作为相关专业的电大、夜大和函授的自学教材，也可供其他专业的学生和技术人员参考。

由于编者水平所限，书中难免存在不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 5 月于福州

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 静力学部分	3
-----------------	---

第 1 章 静力学公理及物体的受力分析	5
---------------------------	---

1.1 静力学的基本概念	7
--------------------	---

1.1.1 刚体	8
----------------	---

1.1.2 力	8
---------------	---

1.2 静力学公理	8
-----------------	---

1.3 约束与约束反力	10
-------------------	----

1.3.1 柔性体约束	11
-------------------	----

1.3.2 光滑接触面约束	12
---------------------	----

1.3.3 光滑铰链约束	12
--------------------	----

1.4 物体受力分析和受力图	15
----------------------	----

小结	18
----------	----

习题	19
----------	----

第 2 章 平面汇交力系与平面力偶系	24
--------------------------	----

2.1 平面汇交力系合成与平衡的几何法	26
---------------------------	----

2.1.1 平面汇交力系合成的几何法和力多边形法则	26
---------------------------------	----

2.1.2 平面汇交力系平衡的几何条件	27
---------------------------	----

2.2 平面汇交力系合成与平衡的解析法	29
---------------------------	----

2.2.1 力在轴上的投影	29
---------------------	----

2.2.2 力在平面直角坐标系中的投影与分解	29
------------------------------	----

2.2.3 平面汇交力系合成的解析法	30
--------------------------	----

2.2.4 平面汇交力系平衡的解析条件	31
---------------------------	----

2.3 平面力矩	33
----------------	----

2.4 平面力偶系	34
-----------------	----

2.4.1 力偶的概念	34
-------------------	----

2.4.2 力偶的性质	34
-------------------	----

2.4.3 平面力偶系的合成	35
----------------------	----

2.4.4 平面力偶系的平衡	36
----------------------	----

小结	37
----------	----

习题	37
----------	----

第 3 章 平面任意力系	43
--------------------	----

3.1 力线平移定理	45
------------------	----

3.2 平面任意力系的简化	46
---------------------	----

3.2.1 主矢与主矩	46
-------------------	----

3.2.2 平面任意力系的简化结果分析	48
---------------------------	----

3.2.3 平面任意力系合力矩定理	48
-------------------------	----

3.3 平面任意力系的平衡条件和平衡方程	49
----------------------------	----

3.4 物体系统的平衡静定和静不定问题	51
---------------------------	----

3.5 平面桁架	55
----------------	----

3.5.1 桁架的基本概念	55
---------------------	----

3.5.2 桁架内力的计算	56
---------------------	----

小结	58
----------	----

习题	59
----------	----

第 4 章 空间力系	65
------------------	----

4.1 空间汇交力系	66
------------------	----

4.1.1 力在直角坐标轴上的投影	66
-------------------------	----

4.1.2 空间汇交力系的合成	67
-----------------------	----

4.1.3 空间汇交力系的平衡条件	68
-------------------------	----

4.2 力对点之矩和力对轴之矩	68
-----------------------	----



4.2.1 力对点之矩	68
4.2.2 力对轴之矩	69
4.2.3 力对点之矩和力对过该点的 轴之矩间的关系	70
4.2.4 空间汇交力系合力矩 定理	70
4.3 空间力偶	71
4.3.1 力偶矩以矢量表示—— 力偶矩矢	71
4.3.2 空间力偶系的合成与平衡 条件	71
4.4 空间任意力系向一点简化—— 主矢和主矩	73
4.4.1 空间任意力系向一点 简化	73
4.4.2 空间任意力系的简化 结果分析	73
4.5 空间任意力系平衡方程	74
4.6 平行力系的中心与重心	77
4.6.1 平行力系的中心	77
4.6.2 重心	78
4.6.3 确定物体重心的方法	79
小结	81
习题	81
第5章 摩擦	87
5.1 摩擦及其分类	89
5.1.1 摩擦现象	89
5.1.2 摩擦分类	89
5.2 滑动摩擦	90
5.2.1 静滑动摩擦力及最大滑动 摩擦力	90
5.2.2 动滑动摩擦力	91
5.3 摩擦角和自锁现象	91
5.3.1 摩擦角概述	91
5.3.2 自锁现象	92
5.4 考虑摩擦时物体的平衡问题	92
5.5 滚动摩擦阻力的概念	97
小结	99
习题	99

第二篇 运动学部分

107

第6章 运动学基础

109

6.1 运动学的基本概念	110
6.2 点的运动学	112
6.2.1 点的运动矢量表示法	112
6.2.2 点的运动直角坐标 表示法	113
6.2.3 点的运动自然坐标 表示法	115
6.3 刚体的平动	120
6.3.1 刚体的平动定义	120
6.3.2 刚体平动的运动特征	120
6.4 刚体绕定轴的转动	122
6.4.1 定轴转动刚体的转动方程、 角速度和角加速度	122
6.4.2 定轴转动刚体内各点的 速度和加速度	124
6.4.3 角速度及角加速度的矢量 表示,以矢积表示点的 速度和加速度	127
小结	129
习题	130

第7章 点的合成运动

140

7.1 点的合成运动的基本概念	142
7.1.1 绝对运动、相对运动和 牵连运动	142
7.1.2 三种速度及加速度的 概念	143
7.1.3 合成运动的解析关系	143
7.2 点的速度合成定理	144
7.3 牵连运动为平动时点的加速度 合成定理	146
7.4 牵连运动为转动时点的加速度 合成定理	148
小结	153
习题	154

第8章 刚体平面运动概述和运动 分解

160

8.1 平面运动概述	162
------------------	-----

8.1.1	刚体平面运动的特征	162
8.1.2	刚体平面运动的简化	162
8.1.3	刚体平面运动方程	162
8.1.4	平面运动的分解	163
8.2	用基点法求平面图形内各点的速度	164
8.2.1	用基点法求平面图形内一点的速度	164
8.2.2	速度投影定理	165
8.3	用瞬心法求平面图形内各点的速度	165
8.3.1	平面图形上速度瞬心	165
8.3.2	平面图形上速度瞬心的求法	166
8.4	用基点法求平面图形内各点的加速度	168
8.5	运动学综合应用举例	171
	小结	175
	习题	175

第三篇 运动力学部分 183

第9章 质点动力学基本方程 185

9.1	动力学的任务	187
9.2	动力学的基本定律	187
9.3	质点运动微分方程	189
9.3.1	质点运动微分方程的三种表示法	189
9.3.2	质点动力学的两类基本问题	189
	小结	193
	习题	194

第10章 动量定理 198

10.1	动量与冲量	199
10.1.1	动量	200
10.1.2	力的冲量	201
10.2	质点和质点系的动量定理	202
10.2.1	质点的动量定理	202
10.2.2	质点系的动量定理	202
10.2.3	质点系动量守恒定律	203

10.3	质心运动定理	207
10.3.1	质点系的质心运动定理	207
10.3.2	质心运动守恒定律	208
	小结	210
	习题	211

第11章 动量矩定理 216

11.1	质点和质点系的动量矩	217
11.1.1	质点的动量矩	218
11.1.2	质点系的动量矩	218
11.1.3	刚体绕定轴转动时对转轴的动量矩	218
11.1.4	常见物体的转动惯量	219
11.1.5	回转半径	220
11.1.6	平行移轴公式	220
11.2	质点和质点系的动量矩定理	221
11.2.1	质点的动量矩定理	221
11.2.2	质点系的动量矩定理	221
11.2.3	动量矩守恒定律	222
11.3	刚体绕定轴转动的微分方程	224
11.4	质点系相对于质心的动量矩定理	225
11.5	刚体平面运动微分方程	226
	小结	230
	习题	231

第12章 动能定理 239

12.1	力的功	241
12.1.1	常力的功	241
12.1.2	变力的功	241
12.1.3	常见力的功	242
12.2	质点和质点系的动能	244
12.2.1	质点的动能	244
12.2.2	质点系的动能	244
12.3	质点和质点系的动能定理	246
12.3.1	质点的动能定理	246
12.3.2	质点系的动能定理	246
12.3.3	理想约束及内力的功	247
12.4	功率、功率方程及机械效率	250



12.4.1	功率	250
12.4.2	功率方程	251
12.4.3	机械效率	251
12.5	势力场、位能及机械能守恒定律	251
12.5.1	势力场	251
12.5.2	位能	251
12.5.3	机械能守恒定律	252
12.6	动力学普遍定理的综合应用	253
	小结	256
	习题	257

第13章 达朗贝尔原理 263

13.1	惯性力与质点的达朗贝尔原理	264
13.1.1	惯性力的概念	265
13.1.2	质点的达朗贝尔原理	266
13.2	质点系的达朗贝尔原理	267
13.3	刚体惯性力系的简化	268
13.3.1	刚体作平动	269

13.3.2	刚体作定轴转动	269
13.3.3	刚体作平面运动	271
	小结	274
	习题	274

第14章 虚位移原理 280

14.1	约束质点系自由度和广义坐标	281
14.1.1	约束及其分类	281
14.1.2	质点系的自由度和广义坐标	283
14.2	虚位移、虚功及理想约束	283
14.2.1	虚位移	283
14.2.2	虚功	284
14.2.3	理想约束	284
14.3	质点系的虚位移原理	284
14.4	用虚位移原理求约束反力	287
	小结	290
	习题	290

参考文献 294

绪 论

一、理论力学的研究对象和内容

理论力学是研究物体机械运动一般规律的科学。

物体在空间的位置随时间而改变，称为机械运动。机械运动是人们生活和生产实践中最常见的一种运动。平衡是机械运动的特殊情况。

本课程研究的内容是速度远小于光速的宏观物体的机械运动，它以伽利略和牛顿总结的基本定律为基础，属于古典力学的范畴。至于速度接近于光速的物体和基本粒子的运动，则超出了理论力学的研究范围，必须用相对论和量子力学的观点来加以解释。

本课程主要研究以下三个方面的内容。

静力学——主要对物体进行受力分析，对各种力系进行简化，建立各种力系的平衡条件。

运动学——只从几何上来研究物体(点或刚体)的运动(如轨迹、速度、加速度等)，而不考虑引起物体运动的物理因素。

动力学——研究物体的运动与作用于物体上的力之间的关系。

二、研究方法

科学的认识过程符合辩证唯物主义的认识论。理论力学也必须遵循这个正确的认识规律。

首先，通过观察生活和生产实践中的各种现象，进行多次的科学实验，经过分析总结，得到力学最基本的规律。

其次，在基本规律的基础上，建立力学模型，形成概念，然后经过逻辑推理和数学演绎，建立理论体系。

最后，将理论力学的理论用于实践，用实践来验证并发展理论力学体系。

三、学习目的

理论力学是一门理论性较强的专业基础课。学习理论力学有如下目的。

首先，工程专业都要接触机械运动问题。在这些问题中，有些工程问题可以直接应用理论力学的基本理论去解决，有些比较复杂的问题需要用理论力学和其他专门知识来共同解决。学习理论力学是为解决工程问题打下一定的基础。

其次，理论力学课程是许多专业后续课程，如材料力学、机械原理、机械设计、结构力学、弹塑性力学、流体力学、飞行力学、振动理论等课程的重要基础。

最后，理论力学的研究方法与其他学科的研究方法有不少相同之处。理解理论力学的研究方法，不仅可以深入地掌握这门学科，而且有助于学习其他科学技术理论，有助于培养辩证唯物主义世界观，掌握科学的思维方法，培养正确地分析问题和解决问题的能力，为今后解决生产实际问题，从事科学研究工作打下基础。

第一篇

静力学部分

第 1 章

静力学公理及物体的受力分析



本章教学要点

知识要点	掌握程度	相关知识
静力学公理	掌握静力学公理及物理意义	静力学公理的有关推论
约束与约束反力	掌握常见约束的约束反力性质	自由体和非自由体
物体的受力分析	能正确地画出物体的受力图	正确画物体受力图的步骤



导入案例

力学是什么?力学是物理、化学和工程的根本。力学对科学和技术的贡献是巨大的。可是要对一个个具体的力学方面的成果进行估价,却是很困难的。譬如评价稻米,你可以对它的果实定价,说一斤($1\text{斤}=0.5\text{千克}$)米几元钱。稻的秆是稻草,也可以说一捆稻草几角钱。那么,根呢?它长在泥土里。稻子割了,根可没人要,只好翻转来,让它烂掉,做下一代的养料。力学对于工程就像是根,它的作用就是给技术输送养料,使新的技术发芽、生长,结出果实。可是它本身却卖不出钱来。力学对于科技的作用,又有点像普天下的母亲,孕育子女,这是不能用价格来衡量的。

力学是研究物质机械运动规律的科学。什么是物体的机械运动呢?一般地说机械运动指物体位置和形状随时间而变化。它既包括物体的移动、转动、流动和变形,也包括静止(静止是运动的一种特殊情况)。“力学”在英语中称为 mechanics,有机械和工具的意义;汉语中的“力学”一词字面上是力的科学,已没有机械的意义了。

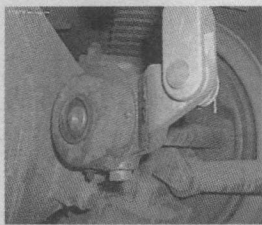
人们对力的认识,最初是与人们在劳动中的推、拉、压等活动中的肌肉紧张、疲劳的主观感觉联系在一起的,随后又由实践和推理,逐渐认识到物体之间也存在力的作用。

两千多年以前的春秋时期,我国有位叫墨翟的著名学者,他有一部有名的著作,叫做《墨经》。他指出:“力,刑之所奋也”。这里,“刑”同“形”,指人体或物体,而“奋”字表示物体由静到动、由慢到快的过程。由此可见,墨家已将力与运动联系起来了,并初步认识到力是使物体运动状态发生变化的原因。这个认识与后来牛顿(1642—1727)在他的名著《自然哲学的数学原理》中总结的力学第二定律是相吻合的。

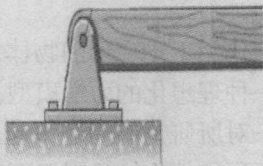
静力学是从公元前三世纪开始发展,到公元16世纪伽利略奠定动力学基础为止。这期间因农业、建筑业的要求,以及同贸易发展有关的精密衡量的需要,推动了力学的发展。阿基米德(约公元前287—公元前212)被认为是静力学奠基人之一。在他的关于平面图形的平衡和重心的著作中,创立了杠杆理论,并且为静力学的主要原理奠定了基础。著名的意大利艺术家、物理学家和工程师达·芬奇(1452—1519)应用力矩法解释了滑轮的工作原理,应用虚位移原理的概念来分析起重机构中的滑轮和杠杆系统。荷兰物理学家斯蒂文(1548—1620)于1586年出版了《静力学原理》,论证了力合成的平行四边形法则,对力的分解、合成与平衡进行了比较系统的认识。法国力学家伐里农(1654—1722)在1687年出版的著作《新力学大纲》中,第一个对力矩的概念和运算规则做出科学的说明,静力学才真正完备起来。法国力学家潘索(1777—1859)发展了几何静力学,于1803年写成《静力学原理》,首次提出力偶的概念,提出了任意力系的简化和平衡理论、约束的定义以及解除约束原理,从而建立了静力学的体系。

万丈高楼平地起,世界上任何一种建筑物、结构、机械都是在基础上建成的,而这种基础就是力学中的约束。但实际结构是很复杂的,完全按照结构的实际工作状态进行力学分析是不可能的,也是不必要的。因此,对实际结构进行力学计算以前,必须加以简化。简化遵循的原则是:结构应能反映实际结构的受力和变形性能;同时又要方便计算,即保留主要因素,略去次要因素。本章讨论的约束就是将工程的实际支撑情况进行简化,它为后续章节提供了必要的力学分析平台。

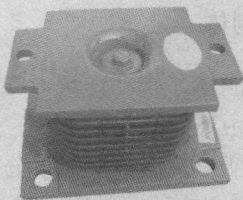
学完本章后,你也可以将下列一些图示支座进行合理的简化。



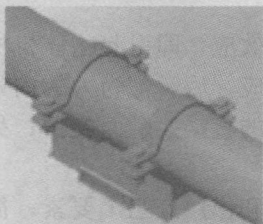
钢板固定座



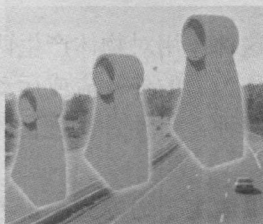
木结构支座



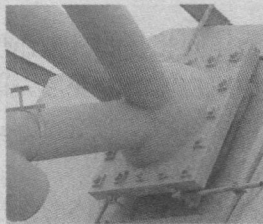
橡胶支座



管道约束



桥梁护栏支架



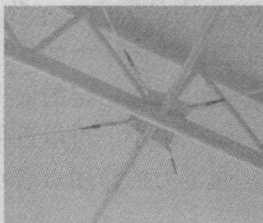
管桁架支座节点



鸟巢支座(1)



鸟巢支座(2)



节点约束

1.1 静力学的基本概念

静力学研究物体在力系作用下的平衡规律。它包括物体的受力分析、力系简化、各种力系的平衡条件等内容。在工程中,平衡是指物体相对于地面保持静止或做匀速直线运动,是物体机械运动的一种特殊情况。

力系是指作用在物体上的一群力。在保持力系对物体作用效果不变的条件下,用另一个力系代替原力系,称为力系的等效替换。这两个力系互为等效力系。若一个力与一个力系等效,则称此力为该力系的合力,而该力系的各力称为此力的分力。

用一个简单力系等效替换一个复杂力系,称为力系的简化。通过力系的简化可以容易地了解力系对物体总的的作用效果。在一般情况下,物体在力系的作用下未必处于平衡状态,只有当作用在物体上的力系满足一定的条件时,物体才能平衡。物体平衡时作用在物体上的力系所满足的条件,称为力系的平衡条件。满足平衡条件的力系称为平衡力系。力系的简化是建立平衡条件的基础。平衡力系可以简化,非平衡力系也可以简化。因此,力系简化方法在动力学中也得到了应用。



凡对牛顿运动定律成立的参考系称为惯性参考系,工程中一般可以把固结在地球上或相对地球做匀速直线运动的参考系看做惯性参考系。

1.1.1 刚体

所谓刚体是指在任意力(或力系)作用下不变形的物体。其特点表现为物体受力后内部任意两点的距离始终保持不变。这是一种理想化的力学模型。实际上,物体受力后均会产生不同程度的变形。但当变形十分微小,对所研究的问题不起主要作用时,可以略去不计,这样可使问题大为简化。在静力学中,所研究的物体只限于刚体,故又称为刚体静力学。

1.1.2 力

力是物体间相互的机械作用,这种作用对物体产生两种效应,即引起物体机械运动状态的变化和使物体产生变形,前者称为力的外效应或运动效应,后者称为力的内效应或变形效应。物体对物体的施力方式有两种:一种是通过物体间的直接接触而施力;另一种是通过力场对物体施力。

实践表明,力对物体的作用效果取决于力的大小、方向和作用点三个要素,简称力的三要素。力的大小指物体之间机械作用的强度。在国际单位制中,力的单位是牛顿(N)或千牛顿(kN)。力的方向表示物体的机械作用具有方向性。力的方向包括力的作用线方位和力沿作用线的指向。力的作用点是指物体间机械作用的位置。物体相互接触发生机械作用时,力总是分布在一定的面上。如果力作用的面积较大,这种力称为分布力。反之,如果力作用的面积很小,可以近似地看成作用在一个点上,这种力称为集中力,此点称为力的作用点。通过力的作用点表示力的方位的直线称为力的作用线。

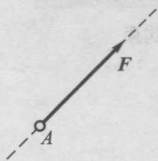


图 1.1 力的三要素

力的三要素表明力是矢量,且为定位矢量。它可以用一条具有方向的线段表示。如图 1.1 所示,线段的长度按一定的比例尺表示力的大小,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,而与线段重合的直线表示力的作用线。本书中矢量的符号用粗斜体表示,如图 1.1 中作用于 A 点的力用矢量 $\boldsymbol{F}$ 表示。

1.2 静力学公理

静力学公理是人们关于力的基本性质的概括和总结,它们是静力学理论的基础。公理是人们在生活和生产活动中长期积累的经验总结,又经过实践的反复检验,证明是符合客观实际的最普遍、最一般的规律。

公理 1 力的平行四边形法则

作用在物体上同一点的两个力,可以合成为一个合力。合力的作用点也在该点,合力的大小和方向由这两个力为边构成的平行四边形的对角线确定,如图 1.2(a)所示。或者说,合力矢等于两个分力矢的矢量和,即

$$\boldsymbol{F}_R = \boldsymbol{F}_1 + \boldsymbol{F}_2 \quad (1-1)$$

力的平行四边形法则表明了最简单力系的简化规律,它是复杂力系简化的基础。力的