

理論力学

(第一册)

徐芝綸 吳永禎 合編

上海科学技术出版社

理 论 力 学

(一)

徐芝綸 吳永祺 合編

(第二版)

上海科學技術出版社

內 容 提 要

本书共分两册,第一册包含静力学及运动学两篇,第二册包括质点动力学和质点系动力学两篇。以讲述基本理论为主,并适当结合实际問題以說明其应用。每章之后附有习题。可作为高等学校理論力学課程教本或参考书。

1962年經作者作了某些增訂,作第二版发行。

理 论 力 学(一)

(第 二 版)

徐芝綸 吳永祺 合編

*

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

上海市书刊出版业营业前可登出 003 号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

商务印书館上海厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印張 9 2/32 字數 236,000
(原苏联科技版共印 19,200 册 1954 年 2 月第 1 版)

1959 年 4 月第 1 版 印 5 次共印 20,600 册

1963 年 8 月第 2 版 1963 年 3 月第 1 次印刷

印數 1—3,600

統一書号: 13119·74

定 价: (十四) 1.55 元

目 次

緒 論	1
-----------	---

第一篇 靜 力 學

第 1 章 矢量算術	11
------------------	----

§ 1-1 矢量(11)	§ 1-2 矢量底和与差(12)	§ 1-3 矢量底投影, 投影定理(14)	§ 1-4 矢量与标量底乘积(17)	§ 1-5 矢量底分解(18)	§ 1-6 两矢量底标积(20)	§ 1-7 两矢量底矢积(22)
--------------	------------------	-----------------------	--------------------	-----------------	------------------	------------------

第 2 章 基本概念及公理	25
---------------------	----

§ 2-1 緒言(25)	§ 2-2 剛体与质点(26)	§ 2-3 力的概念(26)	§ 2-4 靜力学公理(28)	§ 2-5 約束与約束力, 解除約束原理, 示力图(33)
--------------	-----------------	----------------	-----------------	-------------------------------

第 3 章 共面共点力	39
-------------------	----

§ 3-1 共面共点力底合成(39)	§ 3-2 力底分解(41)	§ 3-3 平衡条件(43)	§ 3-4 力沿直角坐标軸的分解(46)	§ 3-5 用解析法求共面共点力底合力, 平衡方程(47)	§ 3-3 共面不平行的三个力底平衡(52)
--------------------	----------------	----------------	----------------------	-------------------------------	------------------------

第 4 章 共面力偶	56
------------------	----

§ 4-1 同向的两个平行力底合成(56)	§ 4-2 反向的两个平行力底合成(57)	§ 4-3 力偶与力偶矩(58)	§ 4-4 等效力偶(60)	§ 4-5 力偶底合成及平衡条件(62)
-----------------------	-----------------------	------------------	----------------	----------------------

第 5 章 共面力系	65
------------------	----

§ 5-1 力对于一点的矩(65)	§ 5-2 力底平行移动(66)	§ 5-3 共面力系底简化(66)	§ 5-4 共面力系合成为一个力, 力矩定理(68)	§ 5-5 共面力系简化为一个力偶(69)	§ 5-6 共面力系底平衡(70)	§ 5-7 物体系統底平衡, 靜定与超靜定的問
-------------------	------------------	-------------------	----------------------------	-----------------------	-------------------	-------------------------

题(76) §5-8 共面平行力系底合成及平衡(81) §5-9 图解法(86)

第6章 桁架及悬索 95

§6-1 桁架与桁架分析(95) §6-2 桁架分析法之一——节点法(100) §6-3 节点图解法——桁架内力图(102) §6-4 桁架分析法之二——截段法(109) §6-5 载荷沿水平跨度均匀分布的悬索(112) §6-6 载荷沿索长均匀分布的悬索(116)

第7章 空间共点力 119

§7-1 合成及平衡条件(119) §7-2 力沿三个垂直方向的分解(120) §7-3 合成底解析计算, 平衡方程(122)

第8章 空间力偶 126

§8-1 等效力偶(126) §8-2 力偶矩作为矢量(127) §8-3 力偶底合成及平衡条件(128)

第9章 空间力系 133

§9-1 力对于一轴的矩(133) §9-2 力对于一点的矩作为矢量, 力底平行移动(134) §9-3 力对于一点的矩与对于经过该点的一轴的矩之间的关系(135) §9-4 力对于一点的矩作为矢径与力底矢积(136) §9-5 力对于直角坐标轴的矩(137) §9-6 空间力系底简化(138) §9-7 空间力系简化成为力螺(140) §9-8 空间力系简化为一个力偶(142) §9-9 空间力系合成为一个力, 力矩定理(143) §9-10 空间力系底平衡条件(144) §9-11 空间力系简化底解析计算(145) §9-12 空间一般力系底平衡方程(148) §9-13 空间平行力系底合成及平衡条件(156)

第10章 平行力系底中心、重心及形心 161

§10-1 平行力系底中心(161) §10-2 刚体底重心(163) §10-3 几何形体底形心(164) §10-4 对称形体底形心(166) §10-5 古尔丁努斯-巴布斯定理(167) §10-6 若干简单形体底形心(169) §10-7 组合形体底形心(171) §10-8 用图解法求平面图形底形心(175) §10-9 分布平行力(176)

第11章 摩擦与滚阻 181

§11-1 摩擦现象与摩擦力(181) §11-2 摩擦基本定律(183) §11-3 滚阻(189)

第二篇 运 动 学

第 12 章 点底直线运动	193
§ 12-1 緒言 (193)	
§ 12-2 运动方程、速度、加速度 (195)	
§ 12-3 微分积分法 (198)	
§ 12-4 图解法 (202)	
第 13 章 点底曲线运动	208
§ 13-1 变矢量底矢端綫与矢量导数 (208)	
§ 13-2 运动方程、速度与加速度底矢量表示 (211)	
§ 13-3 运动方程、速度与加速度底直角坐标表示 (213)	
§ 13-4 路径底曲率与密切面、自然坐标轴 (218)	
§ 13-5 运动方程、速度与加速度底路径表示 (220)	
第 14 章 刚体运动底基本形式	228
§ 14-1 引言 (228)	
§ 14-2 刚体底平行移动 (228)	
§ 14-3 刚体底定軸轉动 (230)	
§ 14-4 繞定軸轉动的刚体内任一点底速度与加速度 (233)	
§ 14-5 角速度底矢量表示、以矢积表示一点底速度及加速度 (236)	
第 15 章 点底合成运动	240
§ 15-1 绝对运动、相对运动与牵连运动 (240)	
§ 15-2 速度底合成 (242)	
§ 15-3 牵连运动为平行移动时加速度底合成 (243)	
§ 15-4 牵连运动为定軸轉动时加速度底合成 (244)	
第 16 章 刚体底平面运动	253
§ 16-1 运动方程、平面运动分解为移动及轉动 (253)	
§ 16-2 平面图形内各点底速度、速度瞬心 (255)	
§ 16-3 速度图 (260)	
§ 16-4 平面图形内各点底加速度、加速度瞬心 (263)	
第 17 章 刚体底定点轉动	269
§ 17-1 运动方程 (269)	
§ 17-2 位移定理 (270)	
§ 17-3 轉动瞬軸、角速度及角加速度 (271)	
§ 17-4 刚体内各点底速度及加速度 (272)	
§ 17-5 刚体繞相交軸的轉动底合成 (277)	
第 18 章 刚体底一般运动	280
§ 18-1 运动方程、刚体底运动分解为移动与轉动 (280)	
§ 18-2 刚体内各点底速度及加速度 (281)	

緒 論

一、理論力學底內容和學習理論力學的目的

理論力學是一門自然科學，它研究物體機械運動底規律。

按照辯證唯物論的了解，“運動是物質存在的形式。無論在什麼地方，在什麼時候，決沒有、而且不能有沒有運動的物質”，“沒有運動的物質是和沒有物質的運動同樣不可思議的”^①。因此，就最一般的意義來說，運動包羅了宇宙間的一切現象，從最簡單的位置變動，到極複雜的物理現象和化學現象，直到人底思維活動——最高級的運動形式，都包括在內。

我們要認識自然界，要認識人類社會，一句話，要認識宇宙，就必須研究宇宙間各種運動底規律。每一門科學，就是在一定範圍內研究某一種或某幾種形式的運動底規律，理論力學就是研究最簡單形式的運動——機械運動（以後將簡稱為運動）底規律。

機械運動最指物體在空間的位置隨着時間而改變的現象。在我們周圍，到處都可以看到機械運動。例如，物體降落、車輛運行、機械運轉、水底流動，等等。物體發生變形，也是由於物體內部各分子間的相對位置有了改變，因而也屬於機械運動。

在機械運動中，和在別的运动中一樣，也存在着特殊情形，就最物體處於機械的平衡狀態中。既然平衡只是運動底特殊情形，因而也包含在力學研究範圍之內；而且，對土建、水利等專業來說，這一部分還是很重要的內容。

但是，在理論力學里，只是建立研究機械運動底規律的基本理論。這些基本理論，是別的許多技術科學底基礎。例如，材料力學、結構力學、水力學，以至結構物和機器底設計、飛機和火箭飛行原理底研究等，都要用到理論力學中建立的基本理論。也有一些

① 恩格斯：反杜林論，人民出版社，1958年版第60～61頁。

不太复杂的生产上的問題，可以直接用理論力学中的理論来解决，而不須別的專門技术科学底帮助。

理論力学通常分为下面三部分：

(1) 靜力学——研究物体底平衡問題。更具体些說，就是研究这样的問題：为了使物体保持平衡，作用在物体上的力应当满足什么条件。

(2) 运动学——从几何学的观点来研究物体底运动，就是只研究物体在空間的位置怎样随着時間經過而变化，而不問为甚么会这样变化，不考虑引起运动状态改变的原因——力。

(3) 动力学——研究物体底运动与它所受的力之間的关系，建立关于机械运动底普遍規律的理論。

当然，这样划分并非是不可改变的。但是，这种分法大体上符合力学发展过程，而且是由淺入深，学习比較方便；此外，按工程問題底力学性质來說，有的主要是靜力学方面的問題（如建筑上的問題），有的主要是运动学方面的問題（如机械运轉問題），有的主要是动力学方面的問題（如振动問題），因而这样划分也比較切合于工程上的需要。

我們現在学习的理論力学是所謂古典力学或牛頓力学，它是以牛頓总结出来的几个定律作为基础的。

到二十世紀，从对自然界的观察中，从实验中，发现許多現象，无法用古典力学來說明，于是相继建立了相对論力学和量子力学，前者研究速度可与光速（30 万公里/秒）相比的运动，而后者研究微观物体底运动。这些都是力学上的很重要的成就。这些成就表明了古典力学底局限性。但是，并没有使古典力学失去它的科学意义和实用价值。因为，只有当物体运动速度可与光速相比时，应用相对論力学理論与应用古典力学理論得出的結果，才有显著的差别；只有对于微观物体底运动，才需要应用量子力学中的理論，而不能用古典力学中的理論。但是，在絕大多数問題里，我們所考察的物体，都是宏观物体，而运动速度又远远小于光速。所以，不仅是一般的工程問題完全以古典力学为依据，就是物理学和天文

学中的一部分問題，也仍然按照古典力学中的原理来計算。

由于机械运动是随时随地可以見到的，懂得机械运动底規律，就使我們能够理解周圍所發生的許多現象。所以，学习理論力学，首先有普通常識的教育意义。但是，对于我們学工程技术的人來說，学习理論力学有更重要的目的，那就是，一方面为以后学习許多基础的和专业的技术課程作好准备，同时也为在工作中解决生产上提出的問題提供比較广泛的力学基础。总之，一句話，我們要通过学习理論力学，掌握机械运动底普遍規律，进一步利用这些規律来为我們服务。

二、研究理論力学的方法

毛主席在“實踐論”里教导我們，認識来源于实践，离开实践的認識是不可能的。还說，認識过程底第一个阶段是感性認識阶段。在这一阶段，人們通过实践，对事物底表面現象有了一些認識，积累了許多材料。这些材料是客觀外界某些真实性的反映，“但他們仅是片面的和表面的东西，这种反映是不完全的，是没有反映事物本质的。要完全地反映整个的事物，反映事物的本质，反映事物的内部規律性，就必须經過思考作用，将丰富的感觉材料加以去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里的改造制作工夫，造成概念和理論的系統，就必须从感性認識跃进到理性認識。”^①在理性認識阶段造成的概念和理論，还必须再回到实践中去，經過实践檢驗其是否正确，如果正确，就用来指导实践，如果不正确或不完全正确，就要根据实践結果加以修改。这就是由著名的公式：“实践——理論——实践”所表明的認識过程。

理論力学和其他科学一样，它的知識来源于生产实践。人們所从事的生产实践本身，以及由于生产需要而进行的长期观察和实验，使人类对于机械运动有了一些片面的和表面的認識，积累了許多有关机械运动的材料。再經過分析与綜合、抽象与概括等思維活动，将这些材料加以改造制作，造成概念和基本公理或定律，

① 毛澤东选集，第一卷，第290頁。人民出版社，1951年10月北京第1版。

經過實踐證明，這些概念確是反映了事物底本質，這些公理或定律確是符合於客觀實際，於是就以它們作為基礎來建立系統的理論。

抽象化的方法，對力學理論底建立起着極為重要的作用。因為客觀事物或現象總是複雜多樣的，我們須要根據所研究的問題底性質，抽出其中主要的、起決定作用的因素，而撇去那些次要的或偶然的因素，才能更深刻、更正確、更完全地反映事物或現象底本質。例如，我們撇去物體相互作用底物理性質，而只考慮它們的作用對於其位置變化的影響，於是就抽象成為力的概念。再如，對實際物體，略去它的大小或不計它的變形，於是就抽象成為力學中的兩種理想模型——質點或剛體。又如，研究物體自由降落時，撇去空氣阻力不計，才能得到自由落體底運動規律。

在建立系統理論的過程中，我們還廣泛應用數學演繹的方法。就是，以一些基本的概念和公理或定律作為基礎，加上嚴密的數學推演，導出一些定理、公式，構成系統的理論。但是，應當注意，數學推演只是我們所採用的方法，推動理論發展的根本動力是生產實踐。推理是在經過實踐證明為正確的理論基礎上進行的，並且，由此而導出的定理或公式，還必須再回到實踐中去，經過實踐檢驗證明其為正確才能成立。所以，我們對於數學推演的方法，既要給予足夠的重視，又要避免錯誤地認為力學理論只是純數學的演繹，而忽視其實際意義。

怎樣將一個工程實際問題抽象成為力學問題的模型，然後根據已有的力學理論並利用數學的方法求得解決，正是在學習時和今後工作中應當注意的。

三、理論力學發展簡史

上面提到了理論力學理論底建立和發展是緊密結合着生產實踐的。這一點，從力學發展底歷史可以得到證明。

遠在很古的時代，由於農業上的需要，人們使用了灌溉設備；由於建築上搬運重物的需要，使用了杠杆、斜面和滑輪；由於長距

离运输的需要而制造了車子；由于航运的需要而造船。这些生产工具底制造和使用，使人类对于物体底机械运动有了些初步的认识。到公元前几百年，人们已经从生产实践中得到了更多的材料，并且有许多人作了系统的实验与研究。于是力学逐渐形成一门科学（“力学”这一名词是首先由亚里斯多德提出的）。

在中世纪，虽然在力学底应用方面也有一些发明，但整个社会处在奴隶制度和封建制度下，生产发展极其缓慢，一切科学底发展都差不多陷于停顿，力学也不例外。

到十五世纪，当西方的商业资本开始发达的时候，生产力迅速发展，工商业空前繁荣，都市建设、航海事业也随之发展；而且，东方的科学技术成就又已大量传到西方；加上新式仪器底制造使得科学的观察和实验更加精确。这样，一方面为科学提供了大量的研究资料 and 新的实验手段，而另一方面，也向科学提出了一些新的急需解决的问题。各门科学都从那些已有的资料里吸取了丰富的养分，又解决了生产上的一些新的问题，就使得科学底内容更加充实。于是，力学和其他科学从此有了空前的发展。

在十七世纪工业革命之后，生产力更以惊人的速度发展起来，机器制造、建筑工程以及新起的航空事业，都向力学提出更多的问题，并供给力学以更丰富的资料，从而促进了力学底进一步的发展。

我们知道，生产发展底结果，必然引起社会制度底变革；而社会制度又反过来影响生产，加速或阻碍其发展。因此，既然力学底发展有赖于生产，就不可能不受社会制度底影响。历史事实也证明了这一点：在十五世纪以后，新兴的资本主义制度推动了科学底发展；到现在，资本主义制度已益趋腐朽，正在一天天烂下去，虽然某些资本主义国家生产水平还相当高，但生产底发展却受到严重阻碍，科学底发展也相应地受到阻碍。而具有光辉前景的社会主义制度，却为科学底发展开辟了广阔的前途。随着社会主义经济建设底高涨，生产向科学提出更多需要解决的问题，也为科学研究创造了极为有利的条件，这就使得科学能迅速发展。苏联在尖端

科学上(包括在力学上)远远超过资本主义国家,我国解放以来的成就,都是有力的证明。

就理论力学底三部分说,首先形成和发展起来的是静力学。建筑工程中杠杆的使用,以及由于商品交换底需要而出现的类似现代天平、秤等称量工具,使人们对杠杆平衡有了较多的认识,因而力学理论中最早提出的是关于杠杆平衡的理论。我国战国时代的墨子(公元前468~376年)在所著“墨经”里已对“力”下了适当的定义,并对杠杆平衡问题有了理论的叙述,这是有关力学理论的最早的记载。希腊学者阿基米德(公元前287~212年)建立了比较完整的杠杆理论;提出了重心的概念,并用严密推理的方法求出一些简单图形底重心;还解决了一些有关液体平衡的问题。这就奠定了静力学底理论基础。经过中世纪的停顿之后,意大利艺术家、物理学家兼工程师达·芬奇(1452~1519年)研究了物体沿斜面的运动和滑动摩擦阻问题,特别值得提到的是,他在经过一系列实验研究之后,提出了力学中另一基本概念——力矩。荷兰物理学家斯蒂芬(1548~1620年)由斜面问题底研究得出力底平行四边形原理。此后,法国科学家伐里囊(1654~1722年)提出力矩定理,布安索(1777~1859年)提出力偶的概念和有关的理论,于是静力学理论益趋完善。

至于动力学,同样可以追溯到战国时代。墨子在“墨经”中对“运动”也曾给过适当的定义,对力与运动的关系也有初步认识。

希腊哲学家亚里斯多德(公元前384~322年)提出过不少动力学问题。但是,由于他和他的门徒们轻视实践,而只是从一些未经验证的假说出发,进行演绎推理,因而得出许多错误的结论。例如,他认为:物体必须受力才能保持匀速直线运动;在地而上,重的物体比轻的物体下落较快,等等,显然都是错误的。

中世纪底特点,不仅是生产停滞,而且学术思想也受到束缚:在我国是被重诗书轻技艺的儒家思想所统治,在西方则是亚里斯多德的经院哲学占着统治地位。这就严重妨碍了科学底发展。

在文艺复兴时代的欧洲,由于航海事业底发展,地球与太阳间

的位置关系問題,船舶构造以至动力問題,都提出来了;钟表底发明和磨坊底出現(馬克思认为这是由手工业向机器工业过渡的两个物质基础),使得机械动力及傳动問題,成为急待解決的問題。这些都推动了动力学底发展。

波兰学者哥白尼(1473~1543年)創立太阳中心学說,引起科学宇宙观底大革命。恩格斯认为这一学說开始了自然科学从神学中的解放,正說明这一宇宙观底革命对自然科学发展的重大影响。

刻卜勒(1571~1630年)根据哥白尼底学說以及別的一些天文学家底观测資料,得出行星运行三大定律,成为后来牛頓万有引力定律底基础。

伽利略(1564~1642年)得出了自由落体在真空中运动的規律,并在直綫运动中引入加速度的概念,还建立了慣性定律,从而奠定了动力学底基础。而且,伽利略把实验作为研究力学問題的重要方法,这对后来力学底发展起着很重要的作用。

牛頓总結了前人底成就,加上他自己发现的作用与反作用定律,在他的名著“自然哲学之数学原理”一书中发表了著名的运动定律,完成了动力学底奠基工作。牛頓在力学上的貢獻是偉大的,但也应当指出,由于当时生产水平和認識上的局限性,牛頓底有些观点是不正确的。例如,他在古典力学中引进“絕對空間”和“絕對時間”的概念,认为空間和時間不依賴于物质底运动,就是錯誤的。这种观点已被相对論力学所否定。此外,牛頓还在“自然哲学之数学原理”一书中表示希望以力学原理解釋其余的自然現象,这对后来的机械唯物論思潮不无影响。

在牛頓之后,伊凡·伯努利(1667~1748年)以普遍的形式叙述了虛位移原理;俄国彼得堡科学院院士欧拉(1707~1783年)首先用数学分析的方法来研究力学問題,建立了剛体运动微分方程;达倫貝尔(1717~1783年)貢獻了有名的达倫貝尔原理;拉格郎日(1736~1813年)將虛位移原理与达倫貝尔原理相結合而提出了以他的名字命名的广义坐标动力学方程。这些貢獻使得古典力学

向着分析的途徑發展，隨着一些普遍原理底建立，“分析力學”遂成為古典力學底一個組成部分。

上世紀末及本世紀初，變質量力學開始發展。俄國的密歇爾斯基(1859~1935年)和齊奧爾可夫斯基(1857~1935年)是這部分理論底奠基人。他們底成就不僅應用於天文學上，而且是火箭技術底理論基礎。近幾年來，人造地球衛星、宇宙火箭和宇宙飛船底發射，表明力學中的這一部分以及有關的自動控制理論又有了長足進展。

在十九世紀以前，運動學與動力學是不分的，後來，由於研究機構與機器底運動的需要，運動學才形成理論力學中的一個獨立部分。

在力學發展過程中，俄國和蘇聯科學家作出很多貢獻。除了前面提到的一些人外，比較著名的還有：奧斯特羅格拉得斯基(1801~1861年)在分析力學方面有不少成就；儒科夫斯基(1847~1921年)在空氣動力學上的貢獻及其在飛機設計上的應用，使他不愧被稱為俄羅斯航空之父；李亞普諾夫(1857~1918年)是運動穩定性理論方面的傑出學者。在變質量力學，自動控制理論，運動穩定性理論等方面，蘇聯科學家底成就都遠遠超過資本主義國家。

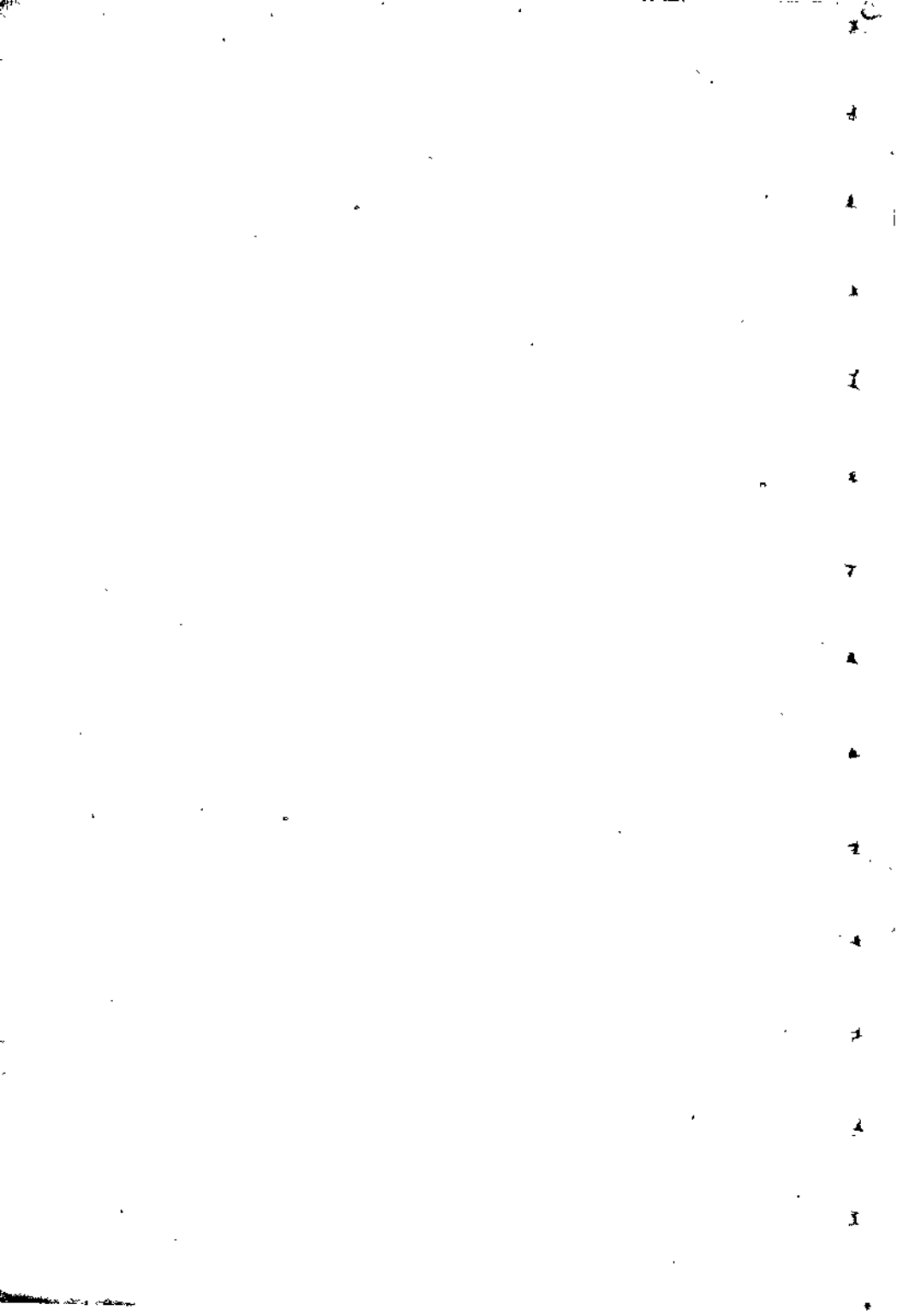
至於我國，遠在黃帝時代(距今四千六百年以前)，我們的勞動人民就已經開始了耕作器械和車、船底製造與房屋修建。到戰國時代，墨子在力學上的貢獻已如前述。與墨子同時代的大工程師公輸般(即魯班)在機械製造和建築結構上的偉大成就，更是大家所熟悉的。這些都說明，力學在我国的發生和發展是很早的，而且在最初階段是超過西方國家的。

在墨子以後兩千多年中，每個朝代都有許多人在力學應用方面有不少創造、發明和著作，其中比較著名的有：秦代，在李冰父子領導下，修建了水利史上有名的都江堰；漢朝張衡造地震儀；三國時代的馬鈞造指南車和水車，並改造織機；南北朝時代的祖沖之造千里船和水碓磨；宋朝的燕肅發明“記里鼓車”，李明仲著“營造法式”；元朝郭守敬在水利工程和儀器製造上有很大的成就；明朝王

徵制虹吸和自行車并著“諸器圖說”，徐光启造天文仪器，宋应星著“天工开物”。这些創造、发明和著作，对于力学在工程上的应用都有重大贡献。但是，在我国解放以前的两千多年中，一直处于封建社会和半封建半殖民地社会，生产力受到束縛，科学底发展失去基础，加上广大人民群众沒有机会从事科学活动，因此，虽然有上述的和別的一些人底努力和成就，但总的說来，力学理論底发展是落后的。

解放以来，我国的經濟建設蓬勃发展，力学和其他科学一样，在經濟建設中發揮了一定作用，从而也获得了不少成就，例如，大型水利樞紐中坝体的应力分析以及抗震問題，重型机械及精密仪器中的强度和剛度的計算以及振动問題、稳定問題等等。这些都是力学上的重要課題，对它們进一步的研究，将促使力学这門科学大步前进。

現在，全国人民正在总路綫，大跃进，人民公社三面紅旗的光輝照耀下，在党中央和毛主席的英明领导下，为改变我国一穷二白的面貌奋勇前进。党的领导是一切事业胜利的根本保証；偉大的社会主义建設事业的不断高漲，为科学底发展开辟了广闊的道路，創造了很好的物质条件；广大工农群众，破除了迷信，解放了思想，使得科学底发展有了群众基础。所有这些，使我們完全相信，力学和其他科学必将迅速发展，达到更高的水平。



第一篇 静力学

第1章 矢量算术

§ 1-1 矢 量

力学中要处理两种量——标量与矢量。

凡是用一定的量度单位而仅由数底大小就可完全表示出来的量，称为**标量**，亦称为**数量**，或**纯量**，或**无向量**。例如，时间用若干秒，距离用若干米，体积用若干立方米，就可把它们完全表明，因而都可当作标量看待。标量是代数数量，可以是正量或负量，可对它们施行任何代数运算。

有一些量，除了需要用一定的量度单位由数值表示它们的大小以外，还必须标明它们的方向，才能完全表示出来。这种量称为**矢量**，亦称为**向量**。例如，力、速度、加速度等，仅仅说明它们是若干公斤，每秒若干米，每秒每秒若干米等，都是不够的，还必须说明它们朝着什么方向，所以都需要当作矢量看待。

矢量可以用一段带有箭头的直线段来表示（图 1-1）；线段底长度依照一定的比例尺代表矢量底大小，线段底方位及箭头底指向则表明矢量底方向。这样的线段称为**矢**。在应用问题中，常在矢字前面冠以它所代表的量底名称，以示区别，如力矢、速度矢，等等。



图 1-1

矢量底大小（即矢底长度）称为它的**模**。矢量底模是永远作为正的标量来看待的。