高等学校教学用書

理論力学教程

上　册

И. М. 伏龙科夫著

高等教育出版社

高等学校教学用書

理論力学教程

上册

H. M. 伏龙科夫著
呂茂烈等譯

高等学校教学用書

理論力学教程

下　册

И. М. 伏龙科夫著
呂茂烈等譯

本書是根据苏联国立技术理論書籍出版社（Гостехиздат）出版的伏龙科夫（И. М. Воронков）著的“理論力学教程”（Курс Теоретической Механики）1953年第4版譯出，原書經苏联文化部审定为高等工業学校教科書。

本書中文譯本分上、下兩册出版。上册包括静力学及运动学兩部分，下册是动力学部分。

中譯本上册曾于1955年1月起下册曾于1954年7月起由本社出过一版，当时是由哈尔濱工業大学理論力学教研室根据第3版原書集体翻譯的。这次再版前，由呂茂烈、童秉綱、尹昌言、談开孚、吳瑤华、黃文虎、陶城等同志根据第4版原書作了一次全面的修訂工作，譯者名义亦有改动。旧版譯者中，除呂茂烈等七同志外，尚有李国樞同志。

理論力学教程

上册

И. М. 伏龙科夫著

呂茂烈等譯

高等教育出版社出版 北京琉璃廠170号

（北京市書刊出版業營業許可証出字第051号）

新华印刷厂印刷　　新华書店發行

統一書号13010·87　開本850×1168 1/32　印張12 11/16　字數336,000　印数51001—71 000

1955年1月新1版　1958年2月第2版（修訂本）　1959年6月北京第10次印刷　定價（6）¥1.40

本書系根据苏联国立技术理論書籍出版社（Гостехиздат）出版的伏龙科夫（Н. М. Воронков）著的"理論力学教程"（Курс Теоретической Механики）一書譯出。原書經苏联文化部审定为高等工業学校用教科書。

中譯本暫分上、下兩册出版。上册包括静力学和运动力学部分，下册是动力学部分。

本書原由哈尔濱工業大学理論力学教研室根据原書第3版譯出，并由前东北工業部教育处出版，自1954年7月起改由本社出版，当初参加譯校工作的有呂茂烈，童秉綱，尹昌言，談开孚，吳瑞华，黄文虎，陶城，李国橱等同志。1957年由呂茂烈等同志根据1953年第4版原書作全面的修訂。

2/86.6

理論力学教程

下册

Н. М. 伏龙科夫著

呂茂烈等譯

高等教育出版社出版 北京琉璃廠170号

（北京市書刊出版業營業許可証出字第054号）

新华印刷厂印刷　　新华書店發行

統一书号13010·53　開本850×1168 1/32　印張6 3/16　字數167,000　印數44201—64200

1954年7月新1版　1958年3月第2版　1959年6月北京第13次印刷　定价（6）0.75

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第四版序言

本"理論力学教程"第四版，就其内容和篇幅来說，与前一版几乎沒有差别。在第四版中所作的重大修改在于：1）重新写了較为詳細的緒論；2）按照苏联科学院工程技术名詞委員会的最近規定，更換了某些符号和名詞；3）在靜力学和运动学中内容稍有增添，包括增加十个新的例題。

此外，在准备这一版时，本書全部内容都經过仔細的审閱，以消除前几版中所存在的个别缺点和印刷錯字，而主要的是为了使材料的叙述能有更大的准确性。

著者認为应向Г. Н. 斯維什尼科夫教授致深切的謝意，他所提的許多重要而宝貴的意見，著者在准备將手稿付印前，曾尽可能地予以考虑。

依·伏龙科夫

1953年8月于莫斯科

上册目录

緒論 ……1

靜　力　学

第一章　靜力学的基本概念和公理 ……24
§ 1. 剛体。質点。参考系 ……24
§ 2. 力的概念 ……26
§ 3. 靜力学公理 ……30
§ 4. 約束与約束反作用力 ……34

第二章　滙交力 ……38
§ 5. 作用于一点的諸力的合成 ……38
§ 6. 力的分解 ……43
§ 7. 矢在軸上的投影 ……46
§ 8. 矢量与标量的相乘。單位矢 ……49
§ 9. 矢沿坐标軸的分解 ……51
§10. 力合成的解析法 ……53
§11. 匯交力系的平衡 ……58
§12. 力对于一点之矩。杠杆平衡的条件 ……64

第三章　平行力 ……69
§13. 兩个平行力的合成 ……69
§14. 分解一个力为与它平行的兩力 ……72
§15. 諸平行力的合成。平行力系中心 ……74
§16. 杠杆在平行力作用下的平衡 ……81

第四章　力偶理論 ……85
§17. 力偶矩 ……85
§18. 等效力偶。力偶矩是矢量 ……86
§19. 力偶的合成 ……92

第五章　平面力系 ……97
§20. 力对于一点之矩 ……97
§21. 平面力系向給定中心的簡化 ……98
§22. 平面力系的合力。伐里农定理 ……102
§23. 平面力系簡化成一个力偶的情形 ……106

§24. 平面力系平衡的条件 ……107
§25. 作用于剛体的力在同一平面內时靜力学解題举例 ……108
§26. 平面平行力系的平衡条件 ……113
§27. 靜不定問題的概念 ……117
§28. 几个剛体組成的系統的平衡 ……118

第六章 摩擦 ……122

§29. 滑动摩擦 ……122
§30. 滾动摩擦 ……132

第七章 圖解靜力学基本知識 ……137

§31. 同平面內諸力的合成。平面力系平衡的圖解条件 ……137
§32. 分解所給的力为与它平行的兩力 ……143
§33. 求平行力系中心的圖解法 ……144
§34. 在靜力学平面問題中求反作用力的圖解法 ……145

第八章 桁架 ……150

§35. 桁架的概念。桁架計算問題 ……150
§36. 节点截割法 ……154
§37. 克林蒙那法 ……158
§38. 桁架截断法 ……163

第九章 任意力系 ……167

§39. 力对于一軸之矩 ……167
§40. 力对于諸坐标軸之矩的公式 ……169
§41. 力对于一点之矩是矢量 ……171
§42. 力对于所給之点的矩与对于通过該点之軸的矩兩者間的关系 ……173
§43. 兩个矢量的矢积和标积 ……175
§44. 用矢积表示力对于一点之矩的公式 ……181
§45. 任意力系向給定中心的簡化。主矢和主矩。力系的不变量 ……183
§46. 力系的合力。伐里农定理 ……190
§47. 力系簡化成一个力偶的情形 ……192
§48. 力系簡化成力螺旋。中心軸 ……193
§49. 在普遍情形下力系的平衡条件 ……200
§50. 非自由剛体的平衡 ……202

第十章 重心 ……210

§51. 重心坐标的普遍公式 ……210
§52. 对称物体重心的位置 ……212
§53. 古里頓定理 ……214
§54. 几种簡單形狀均質物体和圖形的重心 ……218
§55. 复杂形狀物体和圖形的重心的求法 ……224

§56. 应用普遍公式計算重心的坐标 ……228
§57. 平面圖形的重心的圖解求法 ……231

运　动　学

第十一章　点的直綫运动 ……233
§58. 运动学緒論 ……233
§59. 点的运动方程式和运动圖綫 ……235
§60. 点的匀速运动 ……239
§61. 点在变速运动时的速度 ……243
§62. 根据給定的速度变化規律求点所走过的路程 ……248
§63. 点在直綫运动中的加速度。匀变速运动 ……251
第十二章　点的曲綫运动 ……257
§64. 点的运动方程式 ……257
§65. 变矢量的微分法。矢导数的性質 ……260
§66. 点在曲綫运动中的速度 ……263
§67. 点在曲綫运动中的加速度 ……266
§68. 根据用笛卡兒坐标表示的点的运动方程式求速度和加速度 ……267
§69. 曲綫的曲率和曲率半徑的概念。自然軸 ……273
§70. 加速度在自然軸上的投影。切向加速度和法向加速度 ……276
第十三章　剛体运动的基本类型 ……288
§71. 平动 ……288
§72. 剛体繞固定軸的轉动 ……289
§73. 角速度是矢量。用矢积表示綫速度、切向加速度和法向加速度的式子 ……298
第十四章　点的复合运动 ……304
§74. 相对运动、牽連运动和絕对运动 ……304
§75. 点的相对速度和相对加速度、牽連速度和牽連加速度、絕对速度和絕对加速度 ……305
§76. 当牽連运动是平动时，速度的合成定理和加速度的合成定理 ……307
第十五章　剛体的平面运动 ……314
§77. 剛体平面运动的方程式 ……314
§78. 平面圖形的运动分解为平动和轉动 ……316
§79. 平面圖形的点的速度。速度瞬心和圖形的瞬时轉心 ……318
§80. 速度平面圖 ……325
§81. 瞬心軌迹 ……328
§82. 平面圖形的点的加速度。加速度瞬心 ……336
§83. 平面圖形的运动的解析研究 ……343
第十六章　剛体繞固定点的运动。在普遍情形下自由剛体的运动 ……34

§84. 具有一个固定点的剛体的运动方程式 ……348
§85. 达朗伯-欧勒定理 ……350
§86. 繞固定点运动的剛体內速度的分布。剛体的瞬时轉軸 ……352
§87. 繞固定点运动的剛体內加速度的分布 ……357
§88. 在普遍情形下自由剛体的运动方程式。剛体的运动分解为平动和繞某点的运动 ……363
§89. 在普遍情形下剛体內速度和加速度的分布 ……365
第十七章 在普遍情形下的点的复合运动 ……370
§90. 速度合成定理 ……370
§91. 哥黎奧利斯定理 ……373
第十八章 剛体的复合运动 ……380
§92. 平动的合成 ……380
§93. 平动速度垂直于轉軸时，轉动和平动的合成 ……381
§94. 剛体的螺旋运动 ……382
§95. 平动速度不垂直于轉軸时，轉动和平动的合成 ……384
§96. 繞平行軸的兩个轉动的合成 ……384
§97. 繞相交軸的兩个轉动的合成 ……395

目　录

动　力　学

甲　質点动力学

第十九章　动力学緒論 ……399
§ 98. 动力学基本定律。絕对單位制和工程單位制 ……399
§ 99. 質点的运动微分方程式 ……406
§100. 質点动力学的兩类基本問題 ……407

第二十章　質点的直綫运动 ……413
§101. 質点直綫运动的微分方程式 ……413
§102. 質点在和时間有关的力作用下的运动 ……414
§103. 質点在和它位置有关的力作用下的运动 ……416
§104. 質点在和速度有关的力作用下的运动 ……419

第二十一章　質点动力学的普遍定理 ……422
§105. 动量定理 ……422
§106. 动量矩定理 ……425
§107. 功 ……429
§108. 質点的动能定理 ……436
§109. 势力場的概念 ……439
§110. 势能的概念 ……442
§111. 能量守恆定律 ……443

第二十二章　非自由質点的运动 ……445
§112. 非自由質点的运动微分方程式 ……445
§113. 非自由質点的动能方程式 …453
§114. 質点的达朗伯原理 ……455

第二十三章　質点的振动 ……461
§115. 質点在正比于距离的力作用下的諧振动 ……461
§116. 衰减振动 ……466
§117. 受迫振动 ……471

第二十四章　質点的相对运动 …479
§118. 質点相对运动的微分方程式 ……479
§119. 在相对运动中質点的动能定理 ……483

乙　質系动力学

第二十五章　可能位移原理 ……485
§120. 机械系統。約束 ……485
§121. 广义座标的概念。自由度数目 ……487
§122. 作用在系統上的力的分类 …488
§123. 可能位移的概念 ……489
§124. 理想約束 ……493
§125. 可能位移原理 ……495
§126. 用广义座标表示的系的平衡条件 ……501

第二十六章　質动力学的普遍定理 ……508
§127. 系的运动微分方程式的普遍形式 ……508

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

§128. 系的动量定理 ……508
§129. 冲量定理 ……512
§130. 系的質心运动定理 ……513
§131. 系的动量矩定理 ……517
§132. 系的动能定理 ……521
§133. 系在势力場中的运动。能量守恒定律 ……530
第二十七章 系的达朗伯原理 …533
§134. 达朗伯原理 ……533
§135. 动力学的普遍方程式 ……535
第二十八章 轉动慣量 ……538
§136. 轉动慣量的普遍公式 ……538
§137. 轉动慣量的計算举例 ……540
§138. 对于平行軸的轉动慣量間的关系 ……544
§139. 对于相交在一点的軸的轉动慣量。慣量橢球面 ……546
§140. 慣量主軸 ……549
第二十九章 剛体动力学 ……553
§141. 剛体繞固定軸的轉动 ……553
§142. 剛体繞它的中心慣量主軸轉动的情形。轉动剛体的动能方程式 ……559
§143. 剛体的平面运动 ……564
第三十章 碰撞理論 ……574
§144. 碰撞現象 ……574
§145. 碰撞力对質点的作用 ……574
§146. 球对于固定面的碰撞 ……577
§147. 兩球的正碰撞 ……581
§148. 兩物体碰撞时动能的損失 …585
§149. 在碰撞时系的动量变化 ……588
§150. 在碰撞时系的动量矩变化 …590
§151. 碰撞力对繞固定軸轉动的物体的作用 ……593
§152. 撞击中心 ……595

动 力 学

甲 質点动力学

第十九章 动力学緒論

§98. 动力学基本定律。絕对單位制和工程單位制

动力学是理論力学的一部分，在其中建立并研究物体运动与作用在物体上的力之間的关系。从这个定义得知，运动学和动力学之間的区别在于：在运动学中不考虑作用在物体上的力，只从几何方面来研究物体的运动，而在动力学中則与作用于物体（或一般地作用于机械系統）的力相关地来研究这物体（或这系統）的运动。

为了使教材的叙述有較好的系統性，动力学通常又分为兩个部分：質点动力学和質点系动力学。

在第一部分中，研究最簡單的物体即質点的运动，所謂質点，是这样的物体，它的大小極小，以致体內各个点的运动之間的差别可以忽略不計（参看§1）。在第二部分中，研究机械系統即質点的有限集合或無限集合的运动，由于質点間存在着約束，这些質点不可能彼此互不相关地进行运动。在質点系动力学中还包括剛体运动的研究，即研究这样一种質点系的运动，其中各質点之間的距离保持不变（即不变系）。

动力学的基本問題是：

1. 已知某一質点或某一系統的运动，求作用在該質点或該系統上的力；

2. 已知作用在某一質点或某一系統上的力，求該質点或該系統的运动。

在解决这兩类問題时，在动力学中建立了和物体运动有密切关連的各种物理量(質量、力、动量、功、能等等)之間的普遍的、数量上的关系。

依薩克·牛頓在他的名著"自然哲学的数学原理"(1687年)一書中首先准确地建立了一些定律，并作了有系統的叙述，这些定律成为古典动力学的基础。

动力学上所有后来的各种結論，都是利用数学分析通过演繹的方法，从这几个基本定律推导出来的。

現在我們就从討論古典力学的这些基本定律开始，来研究質点动力学。

第一定律(慣性定律) 如果在質点上不作用任何力，那末这質点或者处于靜止，或者作直綫匀速运动。

如果用 F 代表作用在質点上的力，又用 v 代表質点的速度，那末第一定律可以这样表示：如果 $F=0$，那末 $v=$常量。在特殊情形，速度 v 可以等于零。

因为力就是其他物体对該質点的作用，所以，要設想这个質点处在第一定律所說的条件下，必須想象把这質点孤立，使它不受周圍物体的任何作用。

質点保持它速度不变的性質，即既不改变速度的大小，也不改变速度的方向，而在特殊情形下保持靜止狀态的性質，叫做慣性。这种性質早已由伽利略指出。

这样，动力学第一定律确立了質点慣性的性質。从另一方面，由这定律得知，如果質点的运动不是慣性运动，即不是直綫匀速运

动，那末，在質点上必定作用着某种力。

第二定律（力与动量之間的关系定律）　作用在質点上的力的大小，等于这質点的質量和它加速度的大小的乘积，而力的方向則和加速度的方向一致。

設質点M沿某一曲綫軌迹运动（圖 279）。如果用m代表这質点的質量，用w代表它的加速度，而作用在这質点上的力用F代表，那末，根据这个定律，有：

$$F=mw. \qquad (1)$$

这矢量方程式建立了力、質量和加速度三个量之間的关系，它是質点动力学的基本方程式，并給出了求力的大小和方向的动力学方法。

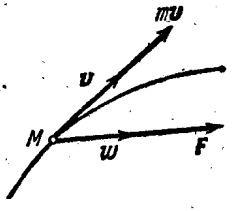

圖 279.

質点的質量m是一个正的标量，而且，按照古典力学的观点，它对給定的質点来說是一个常量，在这質点的任何运动中保持不变。

由方程式（1）得知，当加速度w相同时，力的大小和質量成比例，換句話說，要使質点有某一已知加速度，那末在質量較大的質点上，应作用較大的力。因此，質点的質量愈大，对改变它的速度（使它离开慣性运动）的抗拒性也愈大。所以，質量是質点慣性的度量。

如果把方程式（1）改写成：

$$w=\frac{F}{m}, \qquad (2)$$

那末由此得知，質点由一个已知力而引起的加速度，等于这力和这質点質量的比值。

由标量等式$F=mw$得：

$$m=\frac{F}{w}, \qquad (3)$$

即：質点的質量等于力和該質点被力所引起的加速度的比值。

由实驗得知，任何物体自由落下时都受重力的作用，而且，在同一观測地点，所有物体以相同的加速度 g 落下（在眞空中）①。在地面上不同之处，g 的大小不同，它与該地点的地理緯度、該地点离海平面的高度，以及其他一些物理因素有关。

如果用 P 代表質点的重量，那末根据等式(3)，有：

$$m=\frac{P}{g}, \tag{4}$$

即：質点的質量等于它在地面上的重量除以該处的自由落下加速度（重力加速度）。

由等式(4)得：

$$P=mg, \tag{5}$$

即：質点的重量，等于它的質量，乘以地面上該处的自由落下加速度。

有限大小的物体，可以看成为由一群具有質量的微粒（質点）所組成。物体的重量等于所有这些微粒的重量之和，而这些微粒的質量之和，就叫做物体的質量。由此不难理解，关系式(4)和(5)对于有限大小的物体也是成立的，物体的質量是物体在它平动时的慣性度量②。

因为在地面上不同之处加速度并不相同，所以同一物体的重量也不是常量，但它的質量却始終保持不变。

如果預先建立动量的概念，那末方程式(1)所表示的动力学第二定律还可以有另一种陈述。

質点的动量是一个矢量，它等于質点的質量和速度的乘积，即量 $m\boldsymbol{v}$；因此动量总是和动点的速度的方向一致（圖 279）。

由运动学得知，点的加速度等于它的速度对时間的导数，即

① 这里考虑的是：落体作平动。

② 牛頓把質量定义为物体中所包含的实物的度量。

$$\boldsymbol{w}=\frac{d\boldsymbol{v}}{dt}.$$

因为質量m是常量，所以方程式(1)可以写成：

$$\boldsymbol{F}=\frac{d}{dt}(m\boldsymbol{v}), \tag{6}$$

即：作用在質点上的力，等于質点的动量对时間的导数。

第三定律(作用与反作用相等定律) 两个質点互相作用的力，总是大小相等，并沿着連接这两点的直綫而指向相反的方向。

关于这个定律我們已在静力学(§3)中說过。如果質点A以力$\boldsymbol{F}$作用于質点B，那末質点B將以力$\boldsymbol{F}'$作用于質点A，而且$\boldsymbol{F}'=-\boldsymbol{F}$。如果用$m$和$m'$分别代表質点$A$和質点$B$的質量，又用$\boldsymbol{w}$和$\boldsymbol{w}'$代表兩者的加速度，那末根据第二定律，有：

$$\boldsymbol{F}=m\boldsymbol{w} \text{ 和 } \boldsymbol{F}'=m'\boldsymbol{w}'.$$

由等式$F=F'$可得：

$$m\boldsymbol{w}=m'\boldsymbol{w}', \text{或者} \frac{\boldsymbol{w}}{\boldsymbol{w}'}=\frac{m'}{m},$$

即：兩个質点A和B互相引起的加速度的大小，是和这兩質点的質量成反比。这兩个加速度沿着直綫AB而指向相反的方向。

第四定律(力的独立作用定律) 如果一个質点同时受到几个力的作用，那末这質点的加速度，等于在这些力單独作用时該質点所得之加速度的几何和。

設在質量为m的質点上作用着力$\boldsymbol{F}_1, \boldsymbol{F}_2, \cdots, \boldsymbol{F}_n$。用$\boldsymbol{w}$代表这質点的加速度，而当这些力分别單独作用时該質点的加速度用$\boldsymbol{w}_1, \boldsymbol{w}_2, \cdots, \boldsymbol{w}_n$代表，則根据本定律，有：

$$\boldsymbol{w}=\boldsymbol{w}_1+\boldsymbol{w}_2+\cdots+\boldsymbol{w}_n. \tag{7}$$

此外，根据第二定律，有：

$$\boldsymbol{F}_1=m\boldsymbol{w}_1, \boldsymbol{F}_2=m\boldsymbol{w}_2, \cdots, \boldsymbol{F}_n=m\boldsymbol{w}_n.$$

和所給的一羣力$\boldsymbol{F}_1, \boldsymbol{F}_2, \cdots, \boldsymbol{F}_n$等效的力$\boldsymbol{R}$叫做它們的合

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com