



大學叢書
工程力學

陸志鴻編

商務印書館發行

緒 言

工程力學 (Technical mechanics) 與應用力學 (Applied mechanics) 二名詞之解釋隨各著者見解之不同而有廣義與狹義之分。討論剛體之力學，討論非剛體之力學及討論流體之力學實皆屬於力學之應用。故就力學全般言之，則關於剛體之動力學與靜力學，關於非剛體之彈性學與材料強度學，及關於流體之水力學與航空力學等宜總稱之為應用力學，且主要應用在於工程方面，故亦可總稱之為工程力學。即工程力學與應用力學二名詞本相同義而包括剛體、非剛體、及流體等各部門之力學。如 J. Perry, W. J. M. Rankine, C. E. Fuller, W. A. Johnston, A. Föppl 等氏均有此廣義的見解，其所著之書中均包括各部門之全部份或一部份。但最近美國著者中如 A. P. Poorman, E. R. Maurer, R. J. Roark, N. C. Riggs 等氏，其所著之書僅限於剛體之動力學與靜力學而亦稱之曰應用力學或工程力學，此乃狹義的見解。蓋剛體之動力學與靜力學實屬應用力學之入門，且關於此部門之力學未有適當之簡括名詞以與他部門相區別。本書中所討論者亦限於剛體之動力學與靜力學，爰採用此狹義的見解而名之曰工程力學。但

編者將應用力學之名詞用以包括力學全般各部門，即就工程力學，材料力學，彈性學，水力學，航空力學，熱力學等總稱之曰應用力學。

本書程度以供吾國大學工學院內各科系之教本為標準，避去深奧之理論與高等數學之應用，但工程上所必需之智識則網羅詳盡。動力學中雖注重於平面運動，但對於空間運動亦略涉及之。單位均用米突制以矯正習慣上尚有墨守呎磅制之弊。本書之內容材料及問題，參考下列各書之處甚多，爰附誌之。

E. R. Maurer and R. J. Roark—Technical Mechanics

C. E. Fuller and W. A. Johnston—Applied mechanics Vol. I.

F. B. Seely and N. E. Ensign.—Analytical mechanics for Engineers

F. L. Brown—Engineering mechanics

A. P. Poorman—Applied mechanics

N. O. Riggs—Applied mechanics

A. Föppl—Vorlesungen über Technische Mechanik Bd. I, II.

編者乘授課之暇，採取上列各書之精粹，參加個人之見解，匆促輯成是書。內容之未善及譯詞之未妥在所不免，幸祈讀者有以教之。

民國二十四年一月十八日於國立中央大學工學院材料試驗室

編者識

目 錄

第 一 篇

靜 力 學

第一章 緒論	1
1. 討論之範圍	1
2. 力	2
3. 力之分類	3
4. 牛頓氏運動定律	4
5. 度量與向量	4
6. 力之可移性	5
7. 力系	5
8. 力之圖示法	6
9. 力之平行四邊形定律	8
10. 力之三角形定律	10
11. 力之分解	11
12. 力勢	13
13. 力之矩	15
14. 力之平衡	17

第二章 力之合成.....	23
15. 力之合成.....	23
16. 同平面合交力系之合力.....	23
17. 同平面平行力系合力之圖解法.....	26
18. 同平面非合交平行力系合力之圖解法.....	30
19. 關於力勢之原理.....	34
20. 同平面平行力系合力之代數解法.....	38
21. 同平面非合交非平行力系合力之代數解法.....	39
22. 關於偶力之重要定理.....	45
23. 力勢之圖解求法.....	49
24. 空間合交力系之合力.....	52
25. 空間平行力系合力之圖解法.....	54
26. 關於空間合交及平行力系之力勢原理.....	54
27. 空間平行力系合力之代數解法.....	57
28. 空間偶力之合力.....	59
29. 用向線求偶力之合力法.....	62
30. 相互直交三平面內之偶力.....	63
31. 偶力之分解.....	65
32. 空間非合交非平行力系之合力.....	65
33. 關於空間非合交非平行力系之力勢原理.....	71
34. 分布力.....	73
35. 分布力之合力.....	75

361. 36. 重力	80
第三章 力之平衡	82
371. 37. 概說	82
381. 38. 平衡之圖解條件	83
391. 39. 平衡之代數條件	84
401. 40. 同直線上力系之平衡方程式	85
411. 41. 同平面合交力系之平衡方程式	87
421. 42. 拉米定理	88
431. 43. 三力之平衡	89
441. 44. 同平面合交力系平衡條件之應用	92
451. 45. 同平面平行力系之平衡方程式	99
461. 46. 同平面平行力系平衡條件之應用	100
471. 47. 同平面非合交非平行力系之平衡方程式	108
481. 48. 同平面非合交非平行力系平衡條件之應用	109
491. 49. 雜例	113
501. 50. 空間合交力系平衡方程式	126
511. 51. 空間平行力系之平衡方程式	134
521. 52. 空間非合交非平行力系之平衡方程式	139
531. 53. 各力系平衡條件之總括	146
第四章 簡單架構之內力分析	152
541. 54. 定義	152
551. 55. 概說	153

56. 撓度之內力	154
57. 結合點分離法	156
58. 部份分離法	160
59. 圖解分析法	163
60. 特種之例	166
61. 起重機架構	170
62. 繩與滑輪上之力	177
第五章 懸繩	185
63. 概說	185
64. 成拋物線形之懸繩	185
65. 成懸垂線形之懸繩	193
66. 受集中荷重之懸繩	200
第六章 摩阻力	204
67. 概說	204
68. 摩阻力係數	206
69. 限於摩阻力之定律	209
70. 靜止或運動之判定	210
71. 物體開始滑動時之作用力	213
72. 斜面	220
73. 楔	223
74. 螺旋	227
75. 軸摩阻力	230

76. 接觸於二直線時之軸摩阻力	233
77. 接觸於面時之軸摩阻力	234
78. 銷釘摩阻力	235
79. 支軸摩阻力	240
80. 實心平端支軸	241
81. 空心平端支軸及頸座支軸	243
82. 錐端支軸	244
83. 輪帶摩阻力	246
84. 繩之傳動	249
85. 輪帶或繩所傳達之最大馬力	251
86. 緩阻力勢	252
87. 緩輥軸承	258
第七章 距心及重心	265
88. 第一次勢	265
89. 距心	265
90. 距心之求法	267
91. 巴甘三氏定理	276
92. 複形體之距心	278
93. 平行力系之中心	286
94. 物體之重心	289
95. 面積之作圖求法	291
96. 面積距心之作圖求法	294

97. 重心之實驗求法	800
第八章 慣性勢	804
98. 面積之慣性勢	804
99. 旋動半徑	808
100. 平行軸間面積慣性勢之關係	808
101. 面積慣性勢之積分求法	809
102. 複形面積之慣性勢	813
103. 面積之慣性積	821
104. 平行軸間面積慣性積之關係	828
105. 同交於一點上兩對直交軸間慣性勢及慣性積 之關係	827
106. 面積之主慣性勢及主軸	828
107. 面積慣性勢之作圖求法	834
108. 慣性橢圓	837
109. 質量之慣性勢	840
110. 旋動半徑	843
111. 薄平板之慣性勢與面積慣性勢間之關係	848
112. 平行軸間質量慣性勢之關係	844
113. 簡形勻質物體之慣性勢	846
114. 複形物體之慣性勢	853
115. 質量之慣性積	855
116. 物體之主慣性勢及主軸	857

117. 質量慣性勢之實驗求法.....	358
----------------------	-----

第二篇

運動學

第九章 質點之運動	363
118. 概說.....	363
119. 線變位	364
120. 角變位	365
121. 線變位與角變位間之關係	363
122. 線速度與速	367
123. 角速度	370
124. 線速度與角速度間之關係	371
125. 線加速度	374
126. 切線加速度與法線加速度	376
127. 角加速度	381
128. 線加速度與角加速度間之關係	382
129. 軸向分加速度	384
130. 拋射體之運動	391
131. 等加速度直線運動	393
132. 等角加速度圓運動	395
133. 單弦運動	395
134. 活塞之運動	399

185. 不等加速度運動	401
186 變位, 速度, 及加速度之圖解	404
187. 相對運動	411
189. 徑向及橫向分加速度	417
189. 高遠里氏定律	419
第十章 剛體之運動	482
140. 概說	482
141. 進行運動	482
142. 迴轉運動	483
143. 平面運動	434
144. 剛體之角變位, 角速度及角加速度	434
145 平面運動之分解	435
146. 剛體內任意一點之運動	437
147. 平面運動可視為對於一動軸之迴轉運動	440
148. 球面運動	444
149. 球面運動之角速度	446
150. 球面運動物體內任意一點之速度	448
151. 一般空間運動之分解	449
第 三 篇	
動 力 學	
第十一章 質點之動力學	454

152. 概說	454
153. 慣性與質量	465
154. 質點之運動方程式	458
第十二章 剛體之動力學	466
155. 概說	466
156. 質量中心之運動方程式	468
157. 進行運動時剛體之動力學	469
158. 迴轉運動時剛體之動力學	488
159. 特種剛體之運動方程式	494
160. 向心力與離心力	508
161. 關於握心之性質	508
162. 平面運動時剛體之動力學	517
163. 飛輪之撥拉力	532
164. 軌道彎曲處外側軌面之舉高度	534
165. 單擺	538
166. 圓錐擺	540
167. 物體沿垂直面內曲線軌道上之運動	542
168. 複擺	543
169. 扭擺	545
170. 質量慣性矩之實驗的求法	546
171. 迴轉物體之定衡法	548
172. 同一迴轉平面內數個物質之定衡法	550

173. 相異迴轉平面內數個質量之定衡法	551
174. 往復運動物體之定衡法	555
175. 兼有迴轉運動與往復運動物體之定衡法	557
176. 整速器之作用	557
177. 加重圓錐擺整速器	558
178. 離心軸整速器	561
179. 慣性軸整速器	562
180. 離心整速器與慣性整速器之比較	563
181. 萊德氏慣性整速器上力之分析	564
第十三章 功 功 率 能	579
182. 功之定義與計算	579
183. 功之符號與單位	582
184. 功之圖示法	583
185. 力系對於物體所做之功	584
186. 功率	588
187. 能之定義	591
188. 動能	591
189. 質點之動能	591
190. 剛體之動能	598
191. 位能	597
192. 非機械能	599
193. 關於功與動能之原理	600

194. 能之不滅	606
195. 保存質量系內位能與動能間之關係	607
196. 效率	609
197. 軸座內因摩擦所損失之能	610
198. 簡單之動力測定器	611
第十四章 力積及運動量	618
199. 力積	618
200. 力積勢	619
201. 質點之運動量	620
202. 物體之線運動量	622
203. 迴轉物體之角運動量	623
204. 平面運動物體之角運動量	624
205. 關於線力積與線運動量之原理	624
206. 關於角力積與角運動量之原理	626
207. 關於力積與運動量原理對於剛體特種運動 之應用	627
208. 運動量之不滅	631
209. 衝擊	633
210. 進行運動二物體之正心直衝擊	639
211. 復原係數	641
212. 進行運動物體與迴轉運動物體間之衝擊	642
213. 正心直衝擊時動能之損失	644

第十五章 運動於三次空間內剛體之動力學	647
214 概說	647
215 角運動量對於時間之變化率	650
216 球面運動之剛體對於通過固定點之一直線 周圍之角運動量	652
217 球面運動對於固定點之角運動量	653
218 對於通過固定點上一直線之角運動量變化率	655
219 扭勢及角運動量變化率之指向與符號	659
220 對於通過質量中心而有一定方向之直線之角 運動量	661
221 對於通過質量中心而有一定方向之直線之角 運動量變化率	662
222 旋動儀	664
223 旋動儀之理論(其一)	667
224 旋動儀之理論(其二)	670
225 旋動儀之理論(其三)	671
226 向心力與旋動偶力之相似點	674
227 車輪之例	676
228 斜公轉之旋動儀運動	678
229 旋動儀羅盤之原理	680

體上外力之作用狀況與其效果者為動力學(Kinetics).但外力相平衡時則物體靜止或以等速度運動.研究相互平衡之外力狀況者為靜力學(Statics).本書內分三篇討論之.

2. 力 力(Force)由二物體相互作用而生.故力不能單獨存在.必有作用與反作用二者之力.同時起生.某物體受他物體之作用.即受外力(External force).此時該物體內部起形狀變化.而外部起運動變化.但同時該物體發生抵抗.使二物體間之相互作用力得相平衡.該物體對於形狀變化之抵抗即成彈性(Elasticity)或剛性(Rigidity).對於運動變化之抵抗即成慣性(Inertia).若某物體受一個外力之作用必起運動變化.若受二個以上之外力作用時可得靜止.

由上所論.物體間之力不能單獨存在.但便利上研究一物體之運動等時.僅就他物體所作用於該物體上之力論之.

凡外力作用於一物體時.有外部效果(External effects)與內部效果(Internal effects)二者.後者即該物體內發生變形與內力.為材料力學上之所討論者.前者又分成運動之變化及反作用之二部分.例如物體受地球引力以加速度 g (980cm/sec^2)落下時.則外部效果僅此運動變化部份.若該物體靜止於地上時.則地球引力之外部效果僅為物體底面所受向上壓力.若該物體置於升降機地板上.而升降機徐徐下降時.則物體以小於 g 之加速度降下.而地球引力之外部效果.其一部份成為運動變化.一部份成為物體底面所受升降機地板之反