



工程力学手册

A. H. 金尼克主編

高等教育出版社

工程力学手册

A. H. 金尼克主編

粟一凡 李贊宜譯

高等教育出版社

本書系根据苏联国立技术理論書籍出版社(Государственное издательство технико-теоретической литературы)出版、金尼克(A. Н. Динник)院士主編的“工程力学手册”(Справочник по технической Механике)1949年版譯出。

出版本書的目的是为了供給工程师、技术員、以及高等工业学校学生在工作或学习中所必需的有關工程力学方面的参考資料。

全書分为两大部分。第一部分为普通力学与剛体力学,除緒論外,包括靜力学、运动学及动力学三篇,共二十四章;第二部分为材料力学,包括第二十五章至第三十五章。書末并附索引。

書中每一章都用簡明扼要的文字介紹了有关的主要内容,并且搜集了不少具有实用价值的公式、表格和插圖,举例丰富,便于参考。

本書由栗一凡和李贊宜合譯,并由栗一凡統一校訂。

工 程 力 学 手 册

A. H. 金尼克主編

栗一凡 李贊宜譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第054号)

京华印書局印刷 新华書店發行

統一書号15010·733 開本850×1168 1/50 印張14 插頁4

字數589,000 印數 0001—8,000 定價(8) 2.00

1959年6月第1版 1959年6月北京第1次印刷

序

工程師和技術員們在解決實際問題的時候，常常需要能夠很快地找到一些與普通力學和材料力學的個別問題有關的資料。在這種情況下，要去查考詳細的教科書，常常是不可能和不方便的，因為所要找的公式、表格、或問題的解答，一般地說，很不容易由這門課程內大量的內容中去尋找出來；雖然這些內容在研究這門課程時是很重要和很有價值的，但是在解決比較簡單的工程問題時却是不必要的。除此以外，如果一個人在那些沒有科技圖書館的地方進行工作，那末想找到詳細的教科書來獲得問題的解答也不可能。因此，在這種情況下，能夠參考一種可以在任何的工作條件下都能够經常攜帶的手冊，常常是非常便利的。

在編寫這本手冊時，我們曾注意到滿足上面所提出的要求；並且希望這本手冊不僅僅有益於工程師和技術員們，而且對於工程學院的高年級學生在學習中也能有所幫助。H. II. 格里什可娃，A. H. 金尼克，A. M. 卡可夫，Г. H. 薩文，和 И. Я. 什塔也爾曼等參加了這本手冊的編寫工作。第一部分——普通力學和剛體力學是由 A. H. 金尼克院士和 A. M. 卡可夫教授所編寫；第二部分——材料力學是由 A. H. 金尼克院士和 H. II. 格里什可娃教授，Г. H. 薩文教授，И. Я. 什塔也爾曼教授所編寫。

目 录

序	iii
---------	-----

第一部分 普通力学与刚体力学

緒論(A. H. 金尼克院士)	1
§ 1. 力学的对象	1
§ 2. 力的概念	1

第一篇 静力学

(A. H. 金尼克院士)

第一章 共点力系	3
----------------	---

§ 3. 作用在同一平面上的力	3
§ 4. 力的分解	6
§ 5. 空間力	7

第二章 平面力系	9
----------------	---

§ 6. 剛体	9
§ 7. 力对一点的矩	9
§ 8. 平行力	10
§ 9. 力偶	11
§ 10. 平面力系的简化	12
§ 11. 平面力系的平衡	12
§ 12. 几个刚体的平衡	14
§ 13. 柔索	15

第三章 任意力系	16
----------------	----

§ 14. 任意力系的简化	16
§ 15. 任意力系的平衡	18
§ 16. 把作用在刚体上的一个力分解为	

具有已知作用綫的六个分力	10
第四章 重心	21
§ 17. 重心的求法	21
§ 18. 古尔丁努斯定理	22
§ 19. 質綫的重心	23
§ 20. 質面的重心	29
§ 21. 物体体积的重心	30
第五章 圖解靜力学原理	34
§ 22. 力多边形点的平衡条件	34
§ 23. 三力的平衡	34
§ 24. 华利农多边形	35
§ 25. 用圖解法求力对一点的矩	36
§ 26. 圖解的平衡条件	37
§ 27. 用圖解法求重心的位置	38
§ 28. 影响綫	38
第六章 桁架	41
§ 29. 总則	41
§ 30. 节点截割法	41
§ 31. 李特尔法	43
§ 32. 庫尔曼法	44
§ 33. 克林蒙圖	45
第七章 摩擦	47
§ 34. 滑动摩擦	47
§ 35. 柔体的摩擦	52
§ 36. 滚动摩擦(第二类摩擦)	54
第八章 虚位移原理	55
§ 37. 虚位移的概念	55
§ 38. 原理的敘述	56
§ 39. 重力机械体系平衡稳定的条件	57
§ 40. 臨界力	60

第二篇 运动学

(A. M. 卞可夫教授)

第九章 基本概念	63
§ 41. 运动与时间	63
§ 42. 运动学的基本问题	63
§ 43. 运动学的分类	64
§ 44. 轨迹	64
第十章 点的直线运动	64
§ 45. 匀速运动	64
§ 46. 匀变速运动	65
§ 47. 变速运动的一般情况	69
§ 48. 运动曲线	69
§ 49. 路程曲线	71
§ 50. 速度曲线	71
§ 51. 根据运动曲线作速度曲线	73
§ 52. 由速度曲线作加速度曲线	74
§ 53. 由加速度曲线作速度曲线	74
§ 54. 由速度曲线作距离曲线	75
第十一章 点的曲线运动	76
§ 55. 点的位置	76
§ 56. 运动方程式	78
§ 57. 速度与它的投影	80
§ 58. 速端曲线	83
§ 59. 经过路程的长度	84
§ 60. 加速度与它的投影	86
§ 61. 切向加速度和法向加速度	88
§ 62. 角速度和角加速度	91
§ 63. 面积速度	92
第十二章 点的合成运动	93
§ 64. 点的绝对和相对轨迹	93

§ 65. 合成运动的速度	96
§ 66. 合成运动的加速度	98
第十三章 刚体运动的簡單情形	101
§ 67. 刚体的平动	101
§ 68. 刚体繞固定軸的轉动	102
第十四章 刚体的平面平行运动	108
§ 69. 物体和它每一点的位置	108
§ 70. 平面圖形的移动	109
§ 71. 运动方程式	110
§ 72. 速度的分布	112
§ 73. 速度的瞬时中心	114
§ 74. 三心定理	119
§ 75. 瞬心迹	120
§ 76. 加速度的分布	120
§ 77. 加速度的瞬时中心	123
§ 78. 速度圖	126
§ 79. 加速度圖	128
§ 80. 旋轉速度圖	132
§ 81. 旋轉加速度圖	132
第十五章 刚体繞定点的轉动	133
§ 82. 歐拉角. 运动方程式	133
§ 83. 瞬时軸. 軸面	136
§ 84. 速度的分布	137
§ 85. 加速度的分布	138
第十六章 平动速度和角速度的合成	140
§ 86. 平动速度的合成	140
§ 87. 角速度和与它垂直的平动速度的合成	141
§ 88. 角速度和与它平行的平动速度的合成	142
§ 89. 角速度和任意方向平动速度的合成	142
§ 90. 角速度的合成	144
§ 91. 在一般情形下速度的合成	150

§ 92. 威利斯法	150
第十七章 自由刚体运动的一般情形	152
§ 93. 刚体和它的每一点的位置	152
§ 94. 螺旋移动	153
§ 95. 运动方程式	153
§ 96. 瞬时螺旋轴。螺旋轴面	154
§ 97. 速度的分布	155
§ 98. 加速度的分布	156

第三篇 动力学

第十八章 运动方程式(A. M. 卞可夫教授)	159
§ 99. 牛顿定律	159
§ 100. 运动的微分方程式	161
§ 101. 以速度 v_0 与水平方向成角度 α_0 抛射出去 的重质点的运动	163
§ 102. 在与速度成正比的阻力介质中 重质点在地面附近的铅直运动	166
§ 103. 在与速度平方成正比的阻力介质中 重质点在地面附近的铅直运动	167
§ 104. 重质点从很大的高度落下	170
§ 105. 约束和约束反力	171
§ 106. 质点沿面的运动	172
§ 107. 质点沿斜面运动	176
§ 108. 质点沿着线运动	177
§ 109. 数学摆	179
第十九章 运动的动力学特征(A. M. 卞可夫教授)	181
§ 110. 动量	181
§ 111. 力的冲量	181
§ 112. 动量矩	183
§ 113. 动能	184
§ 114. 功	185
§ 115. 势能	187

§ 116. 功率	189
§ 117. 效率	191
第二十章 动力学的普遍定理(A. M. 卞可夫教授)	191
§ 118. 系的慣性中心。慣性中心运动定理	191
§ 119. 动量定理	192
§ 120. 动量矩定理	195
§ 121. 动能定理(活力定理)	197
第二十一章 轉动慣量(A. H. 金尼克院士)	199
§ 122. 質点系的轉动慣量	199
§ 123. 分布質量的轉动慣量	200
§ 124. 綫上分布質量的轉动慣量	201
§ 125. 面积上分布質量的轉动慣量	203
§ 126. 体积上分布質量的轉动慣量	208
§ 127. 对直角坐标軸的轉动慣量。离心轉动慣量	212
§ 128. 平行軸的轉动慣量和离心轉动慣量	213
§ 129. 相交軸的轉动慣量	214
第二十二章 剛体动力学(A. M. 卞可夫教授)	215
§ 130. 剛体的平动	215
§ 131. 剛体繞定軸的轉动	216
§ 132. 物理摆	220
§ 133. 剛体的平面平行运动	222
§ 134. 剛体繞定点的轉动	224
§ 135. 回轉仪	224
§ 136. 自由剛体的运动	227
第二十三章 动力学的專門方法(A. M. 卞可夫教授)	227
§ 137. 第二类拉格朗日方程式	227
§ 138. 达郎贝尔原理	230
§ 139. 相对运动动力学	232
§ 140. 力学的变分原理	234

第二十四章 力学体系的微小振动(A. M. 卞可夫教授).....236

- § 141. 基本概念236
- § 142. 在沒有阻力情况下的自由振动237
- § 143. 在有与速度成正比的阻力(水流的摩擦力)
时的自由振动238
- § 144. 在不变摩擦力情形下的自由振动239
- § 145. 强迫振动和共振241
- § 146. 拍的現象244
- § 147. 有几个自由度的体系的振动244
- § 148. 彈性物体的振动247
- § 149. 在移动載荷作用下梁的振动251

第二部分 材料力学

第二十五章 一般知識。材料試驗(H. П. 格里什可娃教授)253

- § 150. 基本概念253
- § 151. 彈性。拉伸圖。虎克定律254
- § 152. 溫度的影响267
- § 153. 實用应力与安全系数的选择274
- § 154. 金屬的疲劳279
- § 155. 材料机械試驗的分类289
- § 156. 材料的机械試驗291
- § 157. 試驗設備292
- § 158. 試件的制备和試驗的进行300
- § 159. 試驗的物理方法326

第二十六章 拉伸和压縮(H. П. 格里什可娃教授)329

- § 160. 等截面杆的拉伸和压縮329
- § 161. 变截面杆的拉伸(压縮)330
- § 162. 自重的計算333
- § 163. 与作用力斜交的截面上的应力335
- § 164. 圖解法。应力橢圓与莫尔圓336
- § 165. 在二或三互相垂直方向拉伸(压縮)
时的变形与应力的关系337

§ 166. 溫度应力	338
§ 167. 鋼絲繩的計算	341
§ 168. 薄壁容器	347
§ 169. 关于在均匀分布的内外压力作用下 矩形橫截面圓环內应力分布的問題	350
§ 170. 吊环及鏈环的計算	354
§ 171. 球与圓柱体的压缩。赫芝公式	355
§ 172. 强度理論	357
第二十七章 剪切和扭轉 (H. П. 格里什可娃教授)	360
§ 173. 剪切	360
§ 174. 扭轉	363
§ 175. 矩形橫截面軸及輻压截面軸的扭轉	366
第二十八章 弯曲 (Г. H. 薩文教授)	372
§ 176. 直杆的弯曲	372
§ 177. 用华利农多边形求梁的任一截面上的弯矩	373
§ 178. 平面圖形的慣性矩	374
§ 179. 弯曲时的应力	385
§ 180. 弯曲时的主应力。弯曲时的最大切应力	391
§ 181. 梁的撓曲軸	393
§ 182. 切力对梁弯曲的影响	406
§ 183. 用索多边形作梁的撓曲軸	408
§ 184. 圖解-解折法	410
§ 185. 計算梁时的資用应力	411
§ 186. 接資用应力选择軋制(对称) 型鋼梁、木梁、鑄鉄梁的截面及进行强度校核	413
§ 187. 組合梁的計算	418
§ 188. 弯曲中心	422
§ 189. 斜弯曲	423
§ 190. 弯曲时的等强度梁	425
§ 191. 薄板彈簧	427
§ 192. 連續的多跨梁	430
§ 193. 按許可載荷計算梁	433

§ 194. 彈性基礎梁的彎曲	440
§ 195. 曲杆的彎曲	446
第二十九章 複雜抗力 (Г. Н. 薩文教授)	467
§ 196. 矩柱的彎曲與壓縮或拉伸	467
§ 197. 長杆的彎曲與壓縮或拉伸	470
§ 198. 對稱截面杆的彎曲與扭轉	480
第三十章 變形位能 (A. H. 金尼克院士)	483
§ 199. 拉伸和壓縮的位能	483
§ 200. 剪切與扭轉的位能	484
§ 201. 彎曲及一般情況的位能	484
§ 202. 卡斯奇梁諾定理	486
§ 203. 虛力	488
§ 204. 最小功原理	489
§ 205. 最簡單的推架	491
§ 206. 位移互等定理	492
第三十一章 板 (И. Я. 什塔也爾曼和 П. М. 瓦爾瓦克教授)	495
§ 207. 符號和一般概念	495
§ 208. 板的基本方程式及經典理論公式	496
§ 209. 整圓板	498
§ 210. 具有圓孔的圓板	505
§ 211. 橢圓形板	512
§ 212. 矩形板	515
§ 213. 無限板·無梁樓板	519
§ 214. 三角形板	523
§ 215. 舉例	524
第三十二章 壳体。容器。筒管 (И. Я. 什塔也爾曼和 П. М. 瓦爾瓦克教授)	526
§ 216. 符號	526
§ 217. 旋轉壳体	528
§ 218. 球形壳体	531
§ 219. 圓錐形壳体	533

§ 220. 橢圓形壳体	535
--------------------	-----

§ 221. 圓柱形壳体	536
--------------------	-----

第三十三章 材料力学中的动力学問題(A. H. 金尼克院士) 543

§ 222. 在运动的杆內的应力	543
------------------------	-----

§ 223. 旋轉圓环	545
-------------------	-----

§ 224. 以等角速度 ω 旋轉的飞輪	545
-----------------------------------	-----

§ 225. 旋轉圓盘	547
-------------------	-----

§ 226. 縱向撞击	549
-------------------	-----

§ 227. 弯曲撞击	551
-------------------	-----

§ 228. 扭轉撞击	553
-------------------	-----

§ 229. 撞击的更一般的情况	554
------------------------	-----

第三十四章 塑性变形力学(И. Я. 什塔也尔曼教授) 555

§ 230. 历史知識	555
-------------------	-----

§ 231. 基本原理	555
-------------------	-----

§ 232. 塑性理論	559
-------------------	-----

§ 233. 应用問題	562
-------------------	-----

第三十五章 稳定(A. H. 金尼克院士) 574

一、縱弯曲	574
-------------	-----

§ 234. 歐拉情况	574
-------------------	-----

§ 235. 彈性固定端	577
--------------------	-----

§ 236. 高級臨界力	577
--------------------	-----

§ 237. 切力与縱向压縮的影响	578
-------------------------	-----

§ 238. 偏心距与初弯曲的影响	579
-------------------------	-----

§ 239. 扭矩及杆繞自軸旋轉的影响	579
---------------------------	-----

§ 240. 大于臨界力的力	581
----------------------	-----

§ 241. 塑性变形时的縱弯曲	582
------------------------	-----

§ 242. 經驗公式	586
-------------------	-----

§ 243. 資用应力	587
-------------------	-----

§ 244. 在彈性介質中的縱弯曲	589
-------------------------	-----

§ 245. 彈性支座的情况	590
----------------------	-----

§ 246. 組合的格条杆	591
---------------------	-----

§ 247. 具有橫条板的組合杆	594
§ 248. 力作用在杆軸的几个点上	595
§ 249. 变截面杆	597
§ 250. 变截面杆(續)	600
§ 251. 阶梯杆	604
§ 252. 局部削弱截面的影响(槽口, 鉚合孔等)	606
§ 253. 壓杆的最佳形式	607
§ 254. 分布載荷	608
§ 255. 載荷沿杆長按三角形規律分布	610
§ 256. 自重对鉛直杆高度的影响	612
二. 曲杆的稳定	614
§ 257. 环的稳定	614
§ 258. 圓拱	615
§ 259. 拋物綫拱	616
§ 260. 等强度拋物綫拱	618
§ 261. 頂端朝上的悬鏈綫拱	620
§ 262. 極平坦的拱的稳定	622
§ 263. 在塑性变形时拱的稳定	623
三. 弯曲的平面形式的稳定	623
§ 264. 条板的稳定	623
§ 265. 純弯曲	624
§ 266. 集中力	625
§ 267. 均布載荷	626
§ 268. 力作用点升高的影响	627
§ 269. 高工字梁的稳定	627
§ 270. 环	631
§ 271. 拱的弯曲平面形式的稳定	632
四. 板的稳定	633
§ 272. 問題的提出与符号	633
§ 273. 具有簡支边的矩形板	634
§ 274. 矩形板: 三边簡支, 一边自由, 压縮力与自由边平行	636

§ 275. 矩形板: 橫边 $x=0$ 及 $x=a$ 簡支, 縱边 $y=0$ 固定, 而 $y=b$ 自由	636
§ 276. 矩形板: 边 $x=0$ 及 $x=a$ 簡支, 縱边 $y=0$ 及 $y=b$ 固定	637
§ 277. 矩形板在它本身平面內弯曲时的稳定	638
§ 278. 双向受压的矩形板的稳定	640
§ 279. 矩形板在切力作用下的稳定	641
§ 280. 具有中間支座的矩形板	643
§ 281. 受集中力压縮的矩形板	643
§ 282. 圓板的稳定	644
§ 283. 关于用肋加强后的板的稳定	645
§ 284. 用縱向肋加强的板	645
§ 285. 几个縱向肋的情况	647
§ 286. 板边簡支时的橫向加勁肋	649
五. 壳体的稳定	651
§ 287. 緒論	651
§ 288. 圓柱形壳体在軸向压縮时的稳定	652
§ 289. 筒在应力超过比例極限时的縱向稳定	653
§ 290. 圓柱形筒在外部水压力作用下的稳定	655
§ 291. 圓柱形壳体(筒)承受均匀分布的 徑向与軸向压力压縮时的稳定	658
§ 292. 薄壁圓筒在扭轉时的稳定	660
§ 293. 薄壁筒在弯曲时的稳定	661
§ 294. 由两根母綫及两根平行圓弧所范围的 圓柱形壳体的稳定	661
§ 295. 球形壳体受均匀分布的靜水压力压縮时的稳定	661
單位符号对照表	663
中俄文人名对照表	664
索引	667

第一部分 普通力学与刚体力学

緒 論

§ 1. 力学的对象 力学是研究任何物体在任何力作用下的平衡与运动的科学。

力学通常分为三部分,就是:静力学,运动学和动力学。

静力学研究在任意力作用下物体的平衡。静力学的基本问题是:

1)已知作用在物体上的力,要确定物体是否平衡,与在哪样的条件下平衡; 2)已知物体的平衡状态,求作用在它上面的力。在个别的情况下,已知条件可以互相组合,例如,可以给出平衡的状态与一部分的力,而求其余一部分的力。

运动学是仅仅从几何学方面来研究物体的运动,它不考虑引起这个运动的物理原因,即不考虑作用在物体上面的力。

动力学的問題可以归纳为两个类型: 1)已知作用在物体上的力,要确定它的运动; 2)已知物体的运动,要求出发生这个运动的力。

有时,根据我们要研究它的平衡与运动的物体是那样的一类物体,可以把力学分为质点力学、刚体力学和流体力学等等。

§ 2. 力的概念 在力学中,使物体发生运动或改变物体运动的原因称为力。力的来源多种多样(如重力、摩擦力、弹力、电力、蒸汽压力等等),但力学不考虑力的物理来源这一方面,仅仅研究被力作用的物体的平衡和运动。因此在力学中,我们认为:所有以同一方式,作用在同一物体上面,能使物体发生同样运动的力,都是相等的。

每个力都具有三个特征: 1)作用点, 2)方向, 3)大小。

作用点是力直接作用的点。