

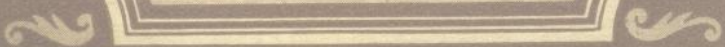


中等專業學校教學用書

工程力学

A. H. 米京斯基 著
M. C. 莫夫宁

高等教育出版社



中等專業學校教學用書



工 程 力 学

A. H. 米 京 斯 基 著
M. C. 莫 夫 宁

董 明 鐔 等 譯

高 等 教 育 出 版 社

本書系根据苏联国立造船工业出版社 (Государственное союзное издательство судостроительной промышленности) 出版、米京斯基 (А. Н. Митинский) 与莫夫宁 (М. С. Мовнин) 所著“工程力学” (Техническая механика) 1956 年版譯出。原書經苏联高等教育部中等專業教育司审定为不學習高等数学基础的非机器制造类中等技术学校的教学参考書。

本書包括下列三部分: 理論力学、材料力学和机械零件。

在第一部分——“理論力学”——中闡述了物体机械运动的一般規律; 在第二部分——“材料力学”——中敘述了各种建筑物和机器的构件在强度計算、剛度計算和稳定性計算方面的一般理論基础; 在第三部分——“机械零件”——中則敘述了一般用途机械零件的現代計算和設計方法。

本書对沒有学过高等数学的讀者特別适宜, 可供我国非机器制造类中等技术学校作为数学参考書, 同时也可以供机器制造类中等技术学校及有关技术人員参考。

本書的“理論力学”全部以及“材料力学”中的第二十四章至第二十七章由凌治平翻譯, 材料力学”中的第二十八章至第三十一章以及“机械零件”的全部由董明鐸翻譯。全書都經過了相互校訂和总校訂。

工 程 力 学

A. H. 米京斯基 M. C. 莫夫宁著

董明鐸等譯

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15010·562 開本850×1168¹/₃₂ 印張16¹/₁₆

字數124,000 印數0001—5,200 定價(10)¥2.50

1959年1月第1版 1959年1月北京第1次印刷

序

这本工程力学参考書是供这样一些非机器制造专业的中等技术学校应用的,在这些学校中的数学課程里,不学习“高等数学基础”。

本書包括理論力学、材料力学和机械零件。虽然本書簡略而且只需要用到初等数学,但作者却力求在現代的科学知識水平上来講述教材。

为了理解工程力学中所研究的主要問題的物理实質,在本課程每篇內都引用了一些把理論上的結論应用到工程問題上的具体例子。

本書第二部分是由米京斯基 (А. Н. Митинский) 編写的,第一部分和第三部分是由莫夫宁 (М. С. Мовнин) 編写的。

参加編写第一部分和第三部分的有: 康德拉施金 (Е. П. Кондрашкин) 副教授(第四十九章), 菲耳凱維奇 (В. Я. Филькевич) 副教授(第四章和第七章的个别节次), 巴維利斯基 (М. Д. Бавельский) 副教授(第 190 节), 莫金 (Н. А. Модин) 助教(第 172 节、173 节和 206 节), 依茲拉业李特 (А. Б. Израелит) 助教(第八章, 第 26 节, 以及某些例題的選擇)、高利栖凱尔 (Д. Г. Гольцкер) 工程师(第三十三章以及某些例題的選擇), 吉辛 (В. Н. Гисин) 助教(第四十四章)。

本書是不用高等数学的第一批簡明工程力学参考書之一,其中可能有某些缺点。

作者非常珍視本書讀者、特別是中等技术学校教師們的每一个意見。

目 录

序.....	xii
緒 論	1

第一部分 理論力学

第一篇 靜力学

第一章 靜力学的基本定义和公理.....	7
§ 1. 力学的对象	7
§ 2. 靜力学公理	8
§ 3. 約束和約束反力.....	11
§ 4. 平面矢量及其合成.....	13
§ 5. 矢量在軸上的投影.....	15
§ 6. 矢量和在軸上的投影	17
第二章 平面匯交力系.....	18
§ 7. 力平行四边形.....	18
§ 8. 力三角形和力多边形.....	19
§ 9. 力的分解.....	21
§ 10. 匯交力的平衡条件.....	22
§ 11. 三个非平行力平衡的定理.....	25
第三章 平面平行力	25
§ 12. 同向平行力的合成.....	25
§ 13. 反向平行力的合成.....	27
§ 14. 平行力的中心.....	28
第四章 力偶	28
§ 15. 力偶矩.....	28
§ 16. 力偶的性質.....	31
§ 17. 位于同一平面内的力偶的合成定理.....	34
§ 18. 力对于点的矩.....	35
§ 19. 合力力矩定理(瓦里农定理).....	36
第五章 平面任意力系.....	38
§ 20. 力向已知点的簡化.....	38

§ 21. 平面力系的简化	39
§ 22. 在平面任意力系作用下的物体的平衡方程式	40
§ 23. 梁和桁架的支承装置	43
第六章 空间力系	46
§ 24. 力对于点和对于轴的矩	46
§ 25. 空间力系的平衡方程式	48
第七章 重心	52
§ 26. 平行力中心的坐标	52
§ 27. 体积的重心	55
§ 28. 面积的重心 • 面积的静力矩	56
§ 29. 某些图形的面积重心	59
§ 30. 线段的重心	60
第八章 平衡的稳定性	62
§ 31. 基本概念	62
§ 32. 刚体稳定的条件	64
第九章 滑动摩擦	66
§ 33. 概述	66
§ 34. 滑动摩擦定律	67
§ 35. 摩擦角和摩擦锥	69
§ 36. 摩擦系数的试验求法	70
第十章 滚动摩擦	74
§ 37. 滚动摩擦定律	74
§ 38. 滚子和轮子上的重物的移动	77

第二篇 运动学

第十一章 基本概念	80
§ 39. 引言	80
§ 40. 运动方程式	81
第十二章 速度和加速度	82
§ 41. 匀速运动的速度	82
§ 42. 变速运动的平均速度和真速度	83
§ 43. 匀变速运动的加速度	84
§ 44. 根据加速度在点的运动轨迹的法线和切线上的投影, 求点运动的加速度	86
§ 45. 法向加速度(向心加速度)的求法	87
§ 46. 切向加速度的求法	88
§ 47. 匀速直线运动的加速度	89

§ 48. 匀速曲线运动的加速度	90
§ 49. 非匀速直线运动的加速度	90
§ 50. 非匀速曲线运动的加速度	91
第十三章 刚体的平移运动和迴轉运动	91
§ 51. 刚体的平移运动	91
§ 52. 刚体繞定軸的轉动	92
§ 53. 匀变速轉动	94
§ 54. 轉动物体上点的速度和加速度	95
§ 55. 迴轉运动的平均速度	96
§ 56. 直线往复运动的平均速度	97
§ 57. 牵连运动、相对运动和绝对运动	98
§ 58. 平面平行运动	100
第十四章 机构的結構	103
§ 59. 基本概念	103
§ 60. 运动副	104
§ 61. 运动鏈和机构定义	108
第十五章 机构运动的研究方法	109
§ 62. 运动圖和机构上各点的軌迹的画法	109
§ 63. 速度求法的导出原理	112
§ 64. 速度圖及其性質	113
§ 65. 曲柄連杆机构速度圖的画法	114
§ 66. 加速度求法的导出原理	116
§ 67. 曲柄連杆机构加速度圖的画法	118
第十六章 凸輪机构	121
§ 68. 概述	121
§ 69. 移动凸輪	122
§ 70. 轉动凸輪	124
§ 71. 心形凸輪	125
§ 72. 正弦凸輪	126
第三篇 动力学	
第十七章 动力学引言	129
§ 73. 慣性公理	129
§ 74. 質点动力学基本方程式	129
§ 75. 绝对單位制和工程單位制	130
§ 76. 力的作用的互不相关公理和相互作用公理	132
第十八章 功、功率和質点动量定律	132

§ 77. 力的功	132
§ 78. 重力的功	134
§ 79. 力偶的功	135
§ 80. 功的圖示	136
§ 81. 功率	136
§ 82. 轉动軸上的功率	137
§ 83. 質点动量定律	139
第十九章 动能定律	142
§ 84. 动能	142
§ 85. 作平移运动的物体的动能	142
§ 86. 繞軸轉动的物体的动能	143
§ 87. 动能变化定律	145
第二十章 机器动力学引言	146
§ 88. 作用在机器上的力的分类	146
§ 89. 机器的运动方程式及其分析	147
§ 90. 效率	151
§ 91. 由各个組成部分串联起来的組合机器的效率	152
§ 92. 由各个組成部分并联起来的組合机器的效率	153
第二十一章 慣性力	154
§ 93. 引言	154
§ 94. 达朗培尔原理	155
§ 95. 点的慣性力的大小和方向的求法	156
§ 96. 剛体的慣性力	158
§ 97. 作平移运动的杆件的慣性力	158
§ 98. 作迴轉运动的杆件的慣性力	160
§ 99. 作复杂运动的杆件的慣性力	161
第二十二章 机构的动态靜力分析	162
§ 100. 一般概念	162
§ 101. 运动副中压力的确定	163
§ 102. 曲柄的动态靜力分析	167
第二十三章 减少机器运转的不均匀性的方法	167
§ 103. 飞輪	167
§ 104. 調速器	173
 第二部分 材料力学 	
第二十四章 引言	175

§ 105. 材料力学是关于结构强度的科学	175
§ 106. 关于变形和应力的概念	177
第二十五章 拉伸和压缩	181
§ 107. 横剖面上的应力	181
§ 108. 斜剖面上的应力	184
§ 109. 在弹性拉伸和弹性压缩时的变形	186
§ 110. 在静力拉伸和压缩时材料的机械性质	190
§ 111. 材料的硬度及其与强度的关系	198
§ 112. 许用应力以及拉伸和压缩时的强度条件	201
§ 113. 考虑到杆的自重的剖面的选择	208
§ 114. 弹性变形定律对于解决静不定问题的应用	211
§ 115. 温度变化时杆内的应力	216
第二十六章 剪切和切割的实际计算。纯剪移	218
§ 116. 剪切和切割时的强度条件	218
§ 117. 纯剪移	223
第二十七章 扭转	226
§ 118. 关于圆形剖面杆的扭转的一般概念	226
§ 119. 扭矩的计算	228
§ 120. 圆形剖面杆在扭转时的应力和变形	232
§ 121. 扭转时的强度验算和刚度验算	239
§ 122. 螺旋弹簧的计算	241
第二十八章 横弯曲	245
§ 123. 关于梁的一般概念	245
§ 124. 梁横剖面内的弯矩和剪力	247
§ 125. 弯矩图和剪力图	251
§ 126. 纯弯曲时梁变形的试验研究	258
§ 127. 纯弯曲时的正应力	262
§ 128. 梁的最简单横剖面的惯性矩和抗矩	266
§ 129. 在横弯曲时梁的主平面(非对称平面)内的正应力	271
§ 130. 横弯曲时的切应力	276
§ 131. 横弯曲时的强度条件	283
§ 132. 梁的弯曲轴綫方程式的一般形式	286
§ 133. 梁剖面的挠度和转角的计算	291
§ 134. 最简单的静不定梁	298
第二十九章 杆的复杂抗力	302
§ 135. 梁的斜弯曲	302
§ 136. 弯曲与拉伸或压缩的组合·偏心载荷	307

§ 137. 圆形剖面杆在弯曲和扭转共同作用时的应力	311
§ 138. 强度理论的概念及其对于杆在弯曲与扭转同时作用时的强度验算的应用	315
第三十章 压杆的稳定性	319
§ 139. 基本概念	319
§ 140. 临界力和临界应力的计算公式	320
§ 141. 压杆稳定性的验算和压杆剖面的选择	325
第三十一章 动载应力和交变应力	329
§ 142. 动载应力和动力系数	329
§ 143. 交变应力 • 关于材料疲劳的基本概念	332

第三部分 机械零件

第三十二章 引言	335
§ 144. 对机器和机械零件的基本要求	335
§ 145. 关于机器制造材料的概述	336
第三十三章 许用应力的选择原则和安全系数的用途	338
§ 146. 影响机械零件强度的基本因素	338
§ 147. 许用应力的选定方法	339
第三十四章 不可拆的联接	342
§ 148. 铆钉联接	342
§ 149. 铆钉接缝的计算方法	345
§ 150. 焊接	348
第三十五章 机器中的摩擦	352
§ 151. 机器中摩擦的意义 • 润滑 — 减少摩擦的方法	352
§ 152. 斜面上的摩擦	353
§ 153. 楔的摩擦	357
§ 154. 导槽中的摩擦	358
§ 155. 螺旋副中的摩擦	359
§ 156. 具有三角形螺纹的螺旋	363
§ 157. 轴颈在轴承中的摩擦	365
§ 158. 止推轴颈的摩擦	366
§ 159. 滚珠轴承中的摩擦	366
第三十六章 螺纹联接	370
§ 160. 螺钉联接	370
§ 161. 螺钉联接的计算	376
第三十七章 楔联接与键	385

§ 162. 楔联接的特点	385
§ 163. 鍵	386
第三十八章 传动机构	389
§ 164. 传动机构的分类	389
§ 165. 传动数和传动比	390
第三十九章 摩擦传动	392
§ 166. 圆柱形摩擦輪传动	392
§ 167. 圆盘摩擦輪传动	393
§ 168. 圓錐形摩擦輪传动	394
§ 169. 摩擦輪传动的計算	395
第四十章 平皮带传动	400
§ 170. 概論	400
§ 171. 皮带传动的传动数	403
§ 172. 皮带传动的計算	404
§ 173. 平皮带传动的計算例題	407
第四十一章 三角皮带传动	410
§ 174. 概論	410
§ 175. 皮带的結構	411
§ 176. 三角皮带传动的計算	413
第四十二章 齿輪传动	416
§ 177. 概論	416
§ 178. 圆柱齿輪传动的传动数	417
§ 179. 齿輪的基本要素	418
§ 180. 齿輪啮合的模数	419
§ 181. 輪齿啮合的基本定律	421
§ 182. 渐开綫齿廓的画法	424
§ 183. 啮合綫, 啮合弧和重叠系数	426
§ 184. 最少齿数	428
§ 185. 齿輪系	430
§ 186. 行星式传动	433
§ 187. 差动式传动	435
§ 188. 齿輪輪齿的强度計算	438
§ 189. 齿面的接触强度計算	442
§ 190. 斜齿輪和人字齿輪	444
§ 191. 圓錐齿輪传动的传动数	447
§ 192. 最大周节和最小周节的求法	448

第四十三章 蜗杆传动	451
§ 193. 蜗杆传动的运动学	451
§ 194. 蜗杆传动的计算	455
第四十四章 鏈传动	459
§ 195. 概論	459
§ 196. 鏈传动各参数的計算和选择	461
第四十五章 心軸、轉軸和軸頸	464
§ 197. 心軸的分类和計算	464
§ 198. 轉軸的分类	465
§ 199. 轉軸的强度計算	466
§ 200. 轉軸的刚度計算	467
§ 201. 轉軸的弯曲和扭轉計算	468
§ 202. 軸頸的計算	469
第四十六章 心軸和轉軸的支座	473
§ 203. 滑动摩擦軸承	473
§ 204. 滑动軸承的潤滑	476
§ 205. 滚动軸承	477
§ 206. 滾珠軸承的选择方法	478
第四十七章 联轴器	482
§ 207. 联轴器的分类	482
§ 208. 套筒联轴器	483
§ 209. 圆盘联轴器	484
§ 210. 夹壳形联轴器	486
§ 211. 彈性联轴器	487
§ 212. 万向联轴器	488
§ 213. 离合器	488
第四十八章 減速箱	491
§ 214. 关于減速箱的概述	491
§ 215. 減速箱簡圖	492
§ 216. 減速箱主要零件的构造	495
第四十九章 起重機元件	501
§ 217. 一般概念	501
§ 218. 麻繩	501
§ 219. 鋼絲繩	503
§ 220. 鏈	505
§ 221. 繩滑輪和鏈滑輪	507

§ 222. 吊钩	510
§ 223. 繩鼓輪和鏈鼓輪	511
§ 224. 手柄和曳引輪	513
§ 225. 制动器	514
§ 226. 絞車	515
§ 227. 起重機	519
§ 228. 安全技术問題	522

緒 論

在中等技术学校所学的科目当中，工程力学这门课程起着非常重要的作用。

用来培养技术员的工程力学的教学大纲是由三部分组成的。

第一部分——“理论力学”——阐明物体机械运动的一般规律，并分为三篇：静力学、运动学和动力学。

在第二部分——“材料力学”——当中，叙述各种建筑物和机器的构件在强度、刚度和稳定性方面的计算的一般理论基础。

在最后一部分——“机械零件”——当中，叙述一般用途的机械零件的现代计算和设计方法。

机械原理中的简要知识，一部分包括在运动学和动力学里面，但许多问题则被列入机械零件部分内。

所有这些学科的綜合就是工程力学，它给予学生以必要的知识，而学习专业技术课就是以这些知识为基础的。

力学的历史是和人类社会的物质文化发展的历史有密切联系的。

阿基米德（公元前 287 年—212 年）曾创立了杠杆原理，建立了平行力的合成和分解的规则，确定了許多物体及几何图形的重心等。

卓越的意大利学者列奥纳尔多·达·芬奇（1451 年—1519 年）最先表述了力的平行四边形规则应用到斜面上荷重平衡的个别情形。

最初表述滑动摩擦定律的是列奥纳尔多·达·芬奇。

科学地解释力矩概念的是伐里囊（1654 年—1722 年）。

动力学的创始者应该是伽利略（1564 年—1642 年）。在自由落体方面的古典著作是属于伽利略的。伽利略最先引用了加速度的概念。

机械运动守恒的想法是法国几何学家笛卡尔（1596 年—1650 年）

首先提出的。

荷兰物理学家惠更斯(1629年—1695年)最先指出了加速度可分解成法向和切向的分加速度。

牛頓(1643年—1726年)的工作是非常杰出的。动力学基本定律,首先是牛頓第二定律,摆的原理,天体力学,質点系动力学等,这些都不过只是天才学者所写著作的某些問題的列举。

伽利略和惠更斯以及后来的伊万·柏努利(1667年—1748年),都曾致力于力学上能量問題的研究。

列奥納尔多·欧拉的著作对于力学的发展具有最重大的意义,关于他的工作将在以后說明。

應該提到这些著名的外国学者,例如,达朗培尔(1717年—1783年)——达朗培尔原理,拉格朗日(1736年—1813年)——系統动力学解析法,雅柯勃·柏努利(1654年—1705年)——达朗培尔原理的基本先决条件。

在俄国,力学作为一門科学来发展是在彼得大帝时代。在1722年出版了俄国第一本力学書“靜力学或力学”,該書是Г.Г. 斯柯尔尼雅柯夫-皮薩列夫所写的。

当时很出色的机械师 А. К. 那尔托夫曾創造了各式各样的机器和工具机。

在十八世紀和十九世紀,力学在俄国的发展是与工业和技术的需要直接有关的。

当創立于1725年的彼得堡科学院还是年輕的时候,科学院成員們的著作就已經标志了十八世紀这个年代。这些著作对于后来作为一門独立科学的力学的发展來說,曾具有奠定基础的意义。按照彼得堡科学院創始人彼得一世的意見,該院的主要任务之一就是“从純粹的俄罗斯人当中”培养科学工作者。

在完成力学方面这一任务中,М. В. 罗蒙諾索夫(1711年—1765

年)的工作具有杰出的意义。

M. B. 罗蒙諾索夫曾編寫了許多著作,在这些著作中,以深入的、超越他那时代的見解叙述了关于热和电的机械运动实質及气体运动的理論,最先表述了能量守恒定律和物質守恒定律,現代一切力学和物理学都是以这些定律作为基础的。

Л. 欧拉(1707年—1783年)曾写成了好些質点力学和剛体力学方面的基本著作,完成了現代科学中有关材料力学的数学基础。第一本俄国力学教科書(1774年)的作者 С. К. 柯切尼柯夫院士(1723年—1806年)是 M. B. 罗蒙諾索夫和 Л. 欧拉的許多学生中的一个。

当时,在力学方面的实践活动家当中,特別有名的是天才發明家 И. И. 庫里宾(1735—1818年),他完成了許多杰出的發明,其中有建筑工程方面的,运输方面的,交通方面的,照明工程方面的,农业方面的,桥梁方面的,質点力学方面的等等。

十九世紀,俄国学者在力学方面的工作在 M. B. 奥斯特罗格拉斯基院士(1801年—1861年)的著作中获得了进一步的發展,他的著作大大地影响了世界科学的發展。

И. Я. 契倍雪夫院士(1821年—1894年)是俄国的机构学的創始人。他首先叙述了具有非常重大意义的关于平面机构构造形式的問題。

И. Я. 契倍雪夫以他自己的关于机构原理方面的研究,就象罗巴契夫斯基的几何学一样,如此地超越了他的同时代的人們,以致不能被这些人所完全了解,只有在近代的科学發展下,他的科学創作的天才才受到了应得的評價。

С. В. 柯娃列夫斯卡婭(1850年—1891年)和 О. И. 索莫夫(1815年—1876年)不愧是 И. Я. 契倍雪夫同时代的人,他們在剛体力学的問題上作出了許多貢獻。

Н. П. 彼得洛夫教授(1838年—1920年)是摩擦流体力学理論的

創造者，1883年他發表了“機器中的摩擦及潤滑液對它的影響”這一著作。H. II. 彼得洛夫所建立的理論已在我國（蘇聯）和國外獲得了科學上的公認。

摩擦流體力學理論的進一步發展應歸功於杰出的俄國學者 H. E. 茹柯夫斯基（1847年—1921年）和 C. A. 恰普雷金院士（1869年—1942年）。

在十九世紀末和二十世紀初，被 B. II. 列寧稱為“俄羅斯航空之父”的偉大科學家 H. E. 茹柯夫斯基曾進行過光輝燦爛的活動。

H. E. 茹柯夫斯基的工作涉及到整個力學領域。

在二十世紀的二十年代，彼得堡工業學院教授 Л. B. 阿蘇爾（1878年—1920年）研究出一種在科學上著名的所謂“阿蘇爾分類”的平面杆件機構的分類。

1881年，B. Л. 基爾比巧夫教授首先在彼得堡工藝學院講授了“機械零件”這門獨立的課程。這門課程的第一本教科書也是由他寫成的。

1887年，莫斯科高等工業學校教授 II. K. 虎加柯夫曾著作了機械零件教科書，在這本書中，第一次劃分了在大多數機器中所見到的零件，並提出了它們的分類。

1922年，II. K. 虎加柯夫教授的学生 A. II. 席多洛夫教授曾寫了兩卷科學著作，書中綜合了在機械零件的計算與設計方面的科學成果。

B. B. 多布羅伏利斯基教授曾在 Л. B. 阿蘇爾觀點的基礎上，研究出機構合理系統的基本原理。

II. II. 阿爾托包列夫斯基院士的主要著作是機構的構造和分類，空間機構的分析問題，以及配合的問題。

H. II. 柯爾欽教授和 X. Ф. 凱托夫教授都是第一本機構和機器原理教科書的作者。