

11042

高等学校教学用书

结构静力学

(建筑力学教程第三部分)

Б. Н. 日莫契金 著
Д. П. 巴謝夫斯基



高等教育出版社

江南大学图书馆

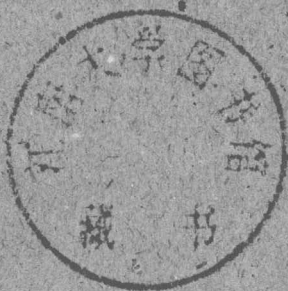


90858968

結 構 靜 力 学

(建筑力学教程第三部分)

Б. Н. 日莫契金, Д. И. 巴謝夫斯基著
大連工学院土木系結構力学教研室譯



高等教育出版社

本書系根据苏联国立建筑艺术及都市建設出版社 (Государственное издательство архитектуры и градостроительства) 出版的日莫契金 (Б. Н. Жемочкин) 与巴謝夫斯基 (Л. П. Пашевский) 合著的“建筑力学教程”第三部分 (Курс строительной механики, часть III) “結構靜力学” (Статика сооружений) 1950 年版譯出。原書經苏联部長會議建築事業委員會教育处 (Отдел учебных заведений Комитета по делам архитектуры при Совете Министров СССР) 审定作为建筑学院的教科書。

参加本書翻譯工作的为大連工学院土木系結構力学教研室彭声汉 (序言, 第九章), 赵国藩 (第一、二、三、四、十一、十二、十三、十四、十六章), 楊国賢 (第五、六、七、十章), 戴宗信 (第八、十五章); 担任初校者为楊国賢、戴宗信; 担任复校者为赵国藩 (序言、第一、二、三、四、八、十五章), 彭声汉 (第五、六、七、十、十六章), 楊国賢 (第十一、十二、十三章), 戴宗信 (第九、十四章); 协助整理者为高俊陞, 徐克籍。

本書于复校时, 曾参考了哈尔滨工農大学王光远同志等第一至九章的譯稿。

本書原由龍門聯合書局出版, 自 1957 年 5 月起改由本社出版。

結構靜力学

(建筑力学教程第三部分)

Б. Н. 日莫契金 Л. П. 巴謝夫斯基著

大連工学院土木系結構力学教研室譯

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)

上海大东集成聯合印刷厂印刷 新华书店发行

統一書号 15010·496 开本 850×1168 1/32 印張 12 5/16
字數 303,000 印數 7,001—9,000 定價 (4) 洋 1.70

1953 年 11 月龍門聯合書局初版

1957 年 5 月第 1 版 1957 年 12 月第 2 版 1959 年 4 月上海第 5 次印刷

序 言

关于建筑力学，已经出版了许多很好的教科书和教学参考书，但是这些书基本上都是以结构专业或中等技术学校的学生为对象的。直到现在还没有一本符合于建筑学院或建筑系的教学大纲的教科书。本书出版的目的是要弥补这个现存的缺陷。

本书共分三部分：理论力学，材料力学及结构静力学。叙述理论力学的这一部分所以要编入本书的原因，是由于在建筑学院或建筑系中，理论力学不是独立的课程，而是作为学习材料力学和结构静力学的辅助课程。

未来的建筑师们，从其业务范围看来，不一定要直接掌握结构的設計和計算，可是無疑的，他們將要去選擇結構的簡圖和確定結構及其構件的一般尺寸。因此，本書除了敘述計算理論的基本原理外，還着重地敘述了進行結構草圖設計時為了事先決定尺寸所適用的近似的計算方法。

本書系由莫斯科建筑学院建筑力学教研組的全体教員共同編写的，基本上是与教学大纲的要求及該課程在总的教学計劃中所應占的比重相符合的。本書各部分的編者为：理論力学——B. Ф. 托奇斯基副教授；材料力学——C. H. 尼基法洛夫教授；結構靜力学第一章至第四章为 Л. И. 巴謝夫斯基副教授；其余各章为 B. H. 日莫契金教授。B. H. 日莫契金教授担任总校訂。

編写綜合的建筑力学教科書，实际上还是初步的嘗試，这也許能符合建筑学院学生的需要。当然，本書在講叙方法及其他方面不可能是沒有缺陷的，讀者如果有关于本書的任何意見和願望，編者当满怀謝忱

地接受，并將在再版时加以考慮。

結構靜力學在研究方法和研究對象方面和材料力學有許多共同之處，因此，以前它是和材料力學一起學習，作為建築力學總的課程中的一部分。僅僅在近百年來，由於積累了很豐富的資料，所以才把結構靜力學分出來作為一個獨立的課程。

結構計算理論的發展總是與技術的發展相關連的。理論是力求解答在實際生活中所發現的問題，所以在各個不同的時期，理論發展的水平，總的說來，是相應於技術和經濟發展的水平。

十八世紀的學者還在研究普通的單跨梁，而在十九世紀的初期，由於開始了鐵路的興建，就產生了建築長跨橋梁的需要。隨之而來的，就提出了關於研究連續梁和桁架的計算理論的問題。

雖然研究桁架的計算理論還是十九世紀的事情，但是個別先進的天才學者已經走在自己的時代的前面。比如，還在 1773 年，俄羅斯的天才學者和發明家 И. И. 庫里賓 (1735—1818)，就已經設計了一座跨越涅瓦河、長達 300 呎的木拱橋。如果這座橋造成的話，那麼它將是那個時期的最宏偉的建築物了，不過這個設計一直沒有付諸實現，僅僅是做了一座大小為真正結構的十分之一的模型，這座模型曾經承受過荷重的試驗。

在這些對桁架計算問題的研究起了極大推動作用的學者之中，首先應該指出的是著名的橋梁建築家 Д. И. 茹拉夫斯基工程師 (1821—1891)。Ф. С. 楊生斯基教授 (1856—1899) 亦曾從事於桁架計算理論方面的工作；對桁架受壓斜杆工作性能的闡明，是應該歸功於楊生斯基教授的。

И. А. 別列留布斯基教授 (1845—1922) 曾設計並建造過許多的橋梁。在過去的尼古拉也夫鐵路（現在的十月鐵路）上，有七十座橋根據他的設計，曾經用金屬橋代替了木橋。

許多新的桁架計算方法是Л. Л. 波洛斯克羅夫教授(1858—1926)研究出來的。當設計跨越叶尼塞河的橋梁時，他採用了極其新穎的結構形式。以後這種結構形式不僅在俄羅斯，而且在別的国家中，都被廣泛地加以採用。

十九世紀末和二十世紀初，鋼筋混凝土結構得到了很大的發展，促使學者們從事於超靜定結構(剛架)計算方法的研究。

僅僅到二十世紀的二十年代，一些實際中可以應用的計算方法方始成功地被研究出來。在這方面，蘇聯的科學是居於領導地位的。許多計算剛架的方法已經極其成功地為設計師們在他們日常的工作中所應用，而在外國却尚未為人所知。

從事於研究剛架計算問題的有：B. Г. 加列爾金院士(1871—1945)、H. С. 斯特羅列斯基、И. М. 拉賓諾維奇、И. Л. 巴斯捷爾納克、B. H. 日莫契金、A. A. 葛復茲捷夫等教授。

近來由於巨型房屋樓蓋的需要，空間桁架和空間剛架得到了發展。B. H. 高爾布諾夫教授及 A. A. 烏曼斯基教授在這種結構計算理論方面，做了值得令人注意的研究工作。

當建築現代的巨大的建築物時，不僅要注意結構的強度，而且要注意結構的穩定。A. H. 金尼克院士、И. Л. 施塔爾曼、B. З. 符拉索夫、И. B. 高爾諾烏和夫等教授均進行了關於穩定問題的研究工作。

在實踐中，又提出了關於各種型式薄殼結構的計算問題。在本世紀的二十年代里，出現了圓筒形的梁式薄拱。外國所建立的計算這種結構的方法是假定沒有彎矩產生；但是蘇聯學者的研究，指出這種“無彎矩”的理論是不能反映結構的實際工作情況的。他們就建立了叫做“彎矩”理論的計算方法。從事於薄殼結構計算理論研究工作的有：B. Г. 加列爾金院士、A. H. 達尼林院士、B. З. 符拉索夫、И. Л. 巴斯捷爾納克、A. A. 葛復茲捷夫、A. И. 路尼耶、A. A. 高爾金維耶日爾等教授。

蘇聯在結構動力學方面的科學亦獲得了巨大的成就。

目 录

序言	7
第一章 总論	1
§ 1. 結構静力学的任务	1
§ 2. 結構計算簡圖的分类	1
§ 3. 結構計算簡圖的示例	3
§ 4. 荷重	8
第二章 平面結構稳定性的研究	10
§ 5. 稳定結構及不稳定結構 自由度	10
§ 6. 几何組成的分析	14
§ 7. 習題	17
第三章 多跨靜定梁	19
§ 8. 梁的型式	19
§ 9. 数解法	20
§ 10. 圖解法	23
§ 11. 节度荷重	27
§ 12. 感应綫的概念	28
§ 13. 單跨梁的感应綫	29
§ 14. 多跨靜定梁的感应綫	34
§ 15. 用机动法画感应綫	36
§ 16. 用感应綫求内力	39
§ 17. 多跨梁的特性	42
§ 18. 習題	42
第四章 三鉸拱	45
§ 19. 概論	45
§ 20. 数解法	47
§ 21. 拱的計算示例	56
§ 22. 圖解法	59
§ 23. 感应綫	62
§ 24. 三鉸拱的特性	66
§ 25. 習題	67

第五章 靜定梁式桁架	68
§ 26. 概論	68
§ 27. 桁架穩定性的檢查	70
§ 28. 數解法	74
§ 29. 桁架計算的例題	80
§ 30. 圖解法	88
§ 31. 感應綫	89
§ 32. 各种类型的梁式桁架的分析	96
§ 33. 習題	101
第六章 三鉸拱式桁架	103
§ 34. 概論	103
§ 35. 三鉸拱式桁架的計算	105
§ 36. 組合式結構	109
§ 37. 習題	112
第七章 悬索桁架	114
§ 38. 悬式桁架	114
§ 39. 索式桁架	117
第八章 超靜定結構的概念	120
§ 40. 超靜定結構的型式 它們的計算方法	120
§ 41. 超靜定的次數	122
§ 42. 超靜定結構的特性	124
§ 43. 習題	126
第九章 变位的求法	128
§ 44. 概論 外力之功	128
§ 45. 內力之功	133
§ 46. 外力之功与內力之功間的相互关系	136
§ 47. 求变位的一般公式	137
§ 48. 靜定梁、剛架及曲梁的变位的求法	143
§ 49. 用圖形相乘求变位	147
§ 50. 由于溫度变化的作用而引起的变位的求法	153
§ 51. 繪制靜定結構的內力圖形的討論	154
§ 52. 求靜定桁架的变位	158
§ 53. 習題	161
第十章 用力法計算剛架	162
§ 54. 概論	162

§ 55. 用力法計算剛架的原則 最簡單一次超靜定剛架的計算	164
§ 56. 用力法計算最簡單剛架的例題	168
§ 57. 較复杂剛架的計算	170
§ 58. 切力圖及軸向力圖的繪制	176
§ 59. 用力法計算較复杂剛架的例題	182
§ 60. 檢查作圖的正確性	189
§ 61. 剛架計算的簡化 剛性懸臂的應用	191
§ 62. 未知力的分組	196
§ 63. 用未知力組計算剛架的例題	200
§ 64. 荷重的分解	205
§ 65. 受有溫度影響的剛架的計算	207
§ 66. 有基礎沉陷的剛架的計算	211
§ 67. 習題	213
第十一章 用變形法計算剛架	216
§ 68. 變形法的一般概念	216
§ 69. 節點反力的求法	220
§ 70. 節點無移動時剛架的計算	226
§ 71. 節點有移動時剛架的計算	230
§ 72. 變形法計算剛架的例題	235
§ 73. 剛架的組合計算法與混合計算法的概念	240
§ 74. 習題	243
第十二章 剛架的近似計算法	245
§ 75. 剛架近似計算法的概念	245
§ 76. 單層剛架在豎向荷重作用下的簡單計算法	247
§ 77. 多層剛架在豎向荷重作用下的簡單計算法	252
§ 78. 剛架在豎向荷重作用下比較精確的計算法	256
§ 79. 剛架在水平荷重作用下的近似計算法	259
§ 80. 剛架計算的一般次序 計算方法的選擇	264
第十三章 超靜定拱	268
§ 81. 概論	268
§ 82. 雙鉸拱的計算	270
§ 83. 無鉸拱的計算	275
§ 84. 拱的計算例題	280
§ 85. 拱的近似計算法	288
§ 86. 習題	294
第十四章 超靜定桁架	296
§ 87. 超靜定桁架的計算	296

§ 88. 混合結構的計算	298
§ 89. 習題	300
第十五章 空間結構	301
§ 90. 空間結構的概念	301
§ 91. 圓柱形薄拱	301
§ 92. 十字形薄拱	303
§ 93. 交集薄拱	308
§ 94. 圓柱形拱式薄壳	310
§ 95. 薄板	315
§ 96. 圓屋頂	320
§ 97. 空間桁架	329
第十六章 擋土牆	337
§ 98. 散填物體的概念	337
§ 99. 庫倫理論	339
§ 100. 列博漢定理	344
§ 101. 彭斯立作圖法	346
§ 102. 沿着应力圖的高度的压力分布	350
§ 103. 位于散填物體頂面上的荷重的影响	353
§ 104. 特殊情形 牆的背面为曲折形狀 層狀組成的散填物體	354
§ 105. 求散填物體的压力公式	357
§ 106. 被动压力——散填物體的反推力	360
§ 107. 擋土牆的穩定性的計算	364
§ 108. 擋土牆的强度計算 压力曲綫	372
§ 109. 擋土牆截面的型式	376
§ 110. 習題	378
中俄名詞对照表	380

第一章 总論

§1. 結構靜力学的任务

材料力学系研究外力对于構件或杆件的基本作用(拉、压、弯曲、扭轉)以及这些作用的組合作用(复合抵抗)。結構靜力学系研究外力对于由許多梁木或杆件組成的結構(即整个結構)的作用。

結構靜力学的任务为:

- (a) 决定在外力作用下發生于結構中的內力及变形;
- (b) 規定結構組成的法則;
- (b) 从結構在經濟方面达到合理适用这一观点来研究結構。

必須具有結構計算的技能,始能成功地完成上述的任务。我們不能認為結構靜力学是包罗了計算一切各种不同結構的方法,而为每一种結構都建立一套它自己的計算方法。所有結構的計算都是根据少数法則出發的,根据这些法則,按照实际情形,对于不同类型的結構建立最便利的計算方法,以求能較為迅速、簡單地得到最后的結果。

結構靜力学为今后有关各工程結構課程的基础,并为研究这些課程作了准备。

§2. 結構計算簡圖的分类

計算結構时,为簡化起見,所处理者常常不是原来的結構而是它們的計算簡圖。

結構的計算簡圖是真正結構的簡化圖形。

計算簡圖的选择是很重要、很严謹的过程。一般总是尽可能的选

擇最能使計算簡單而且在工作条件方面又最能接近真正結構的計算簡圖。

在本教程前面的章节中，我們也曾用过計算簡圖。

例如，在求梁的弯矩或撓度时，是用計算簡圖來代替真正的梁，这个計算簡圖是表示梁軸的直綫。

在計算簡圖中，梁真正的支承是用假想的支承連杆來代替的。

类似于上述情形，今后在計算某一桁架时（圖 1, a）也用計算簡圖來代替桁架（圖 1, b）。在計算簡圖中，組成桁架的杆件仅用它們的軸綫來表示，而桁架的剛性节点为簡化起見，則以鉸來代替。



圖 1

在研究各种結構計算方法以前，首先应按照某些共同的以及特别的特征統一地將結構合理的分为各种类型。結構分类时，要利用它們的計算簡圖。

結構可按照不同的特征进行分类。

(a) 平面結構及空間結構

如果所有組成結構的構件的軸綫均位于同一平面，并且荷重亦作用于此同一平面，則此結構称为平面結構。如果構件的軸綫不位于同一平面，或者是荷重不作用于結構平面內时，則此結構称为空間結構。

大多数的空間結構，为簡化計算起見，可分为若干个平面結構。

我們主要是研究平面結構而不是空間結構。

空間結構并不是一定都能分成为平面結構，有好多結構是必需作为空間結構來分析研究的。

(6) 杆件結構、薄壁結構及实体結構

杆件結構乃指由杆件(或梁木)組成的結構,这种構件的兩個量度远較第三个量度为小。

如果結構構件的一个量度(厚度)远小于其他兩個量度,則由这种構件組成的結構:当由平面圍成的薄版組成时,称为褶版結構,当用曲面圍成的構件組成时,称为薄壳結構。

实体結構指的是三个方向的量度大約为同級量的結構,例如:擋土牆、堤壩、基础。

(B) 靜定結構及超靜定結構

根据計算的方法,所有結構可分为靜定結構及超靜定結構。靜定結構計算时,仅靜力方程式即可滿足。而超靜定結構在計算內力时,还需要有含有表示材料彈性性質因素的补充方程式。

靜定結構与超靜定結構的區別以前已經在建筑力学教程第二部份“材料力学”中有所說明。

§ 3. 結構計算簡圖的示例

(a) 梁

以前在“材料力学”中詳細討論过的單跨梁(圖 2, a)是一种最簡單的結構。

用若干單跨梁来跨越某些毗鄰的跨度是不合适的(圖 2, b),只有当材料的性質不許可或者是很难作成更合理的結構时可以采用这种方式(例如采用木梁的情形)。

比較合理的是用一个整个的連續多跨梁(圖 2, c)来代替这些單跨梁,这样,弯矩的数值可以合理地予以减低。这种連續多跨梁我們都知道是一种超靜定梁。

如將鉸置于跨中，可使結構仍為靜定，并可減低彎矩（圖 2, *z*）。



■ 2

(6) 拱

梁不適于跨越較長的跨度，因為梁需有很大尺寸的截面，因而自重亦很大。這種情況下，往往是採用拱。拱是一個曲形構件（或兩個以鉸相連的曲形構件）組成的結構。拱主要是承受軸向力，拱的彎矩較之相同跨度的梁的彎矩小些，所以截面亦比較小些。

拱可為三鉸拱（圖 3, *a*）、雙鉸拱（圖 3, *b*）及無鉸拱（圖 3, *c*），後面兩種為超靜定結構。



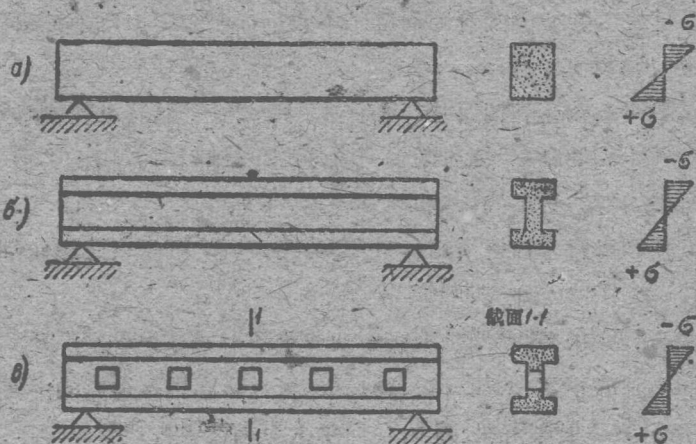
■ 3

(B) 梁式桁架

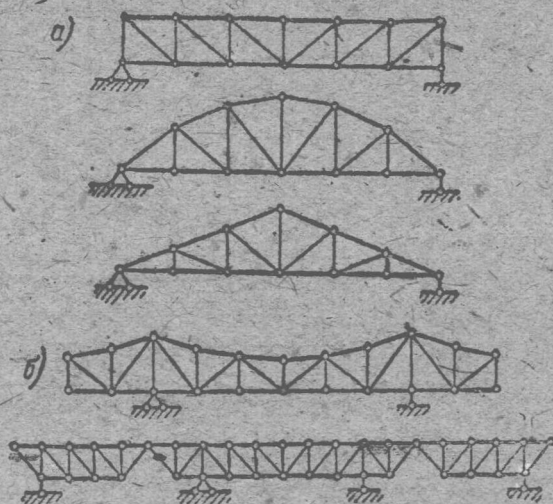
拱並不經常都可用來跨越很長的跨度，因為拱需要有很堅強的支承，因而施工也比較複雜。這樣，梁在走向長跨時就向着另一條道路發展。

矩形截面梁的主要缺點就是它的材料只有邊緣處是充分利用了（圖 4, *a*），而在中和軸附近的各點，該處的法向應力很小，這些地方的材料大部分沒有發揮它們的作用。

在梁的發展過程中，把梁的材料尽可能地置放在遠離中和軸的地方是一種合理的方法（圖 4, *b*）。這樣一來，就出現了工字截面梁。



■ 4



■ 5

但是这种工字截面梁腹板材料仍不能全部充分受力,这种情形当跨度很长时显得更不合理。

进一步的改善是把腹板切成孔缺(圖 4, *б*), 这时自然就轉变成由各个杆件組成的結構, 杆件由铰相連接, 承受軸向內力(圖 4, *в*)。

这时就得到一种新的性能的结构——桁架。

桁架所用材料远較梁所用材料节省, 因此桁架可用来跨越很長的跨度。

桁架的种类很多, 無論是木制桁架或金屬桁架都用得很广泛。

根据桁架的用途、使用材料、跨長等, 可以做成各种形狀的桁架。

圖 5, *а* 所示者为梁式桁架, 圖 5, *б* 所示者为悬臂梁式桁架。

(Г) 拱式桁架及悬式桁架

同上所述, 梁可演变为拱, 梁式桁架也可演变为拱式桁架。拱式桁架本身即具有桁架和拱的性能(圖 6, *а, б*)。悬式桁架亦可归类于拱



圖 6

式桁架(圖 6, e)。

在懸式桁架發展的过程中,出現了鏈索桁架。鏈索桁架主要由下部悬挂有剛性桁架的鏈索組成(圖 6, z)。鏈索桁架可用于跨度很長的桥梁。

桁架可为靜定結構亦可为超靜定結構。

(A) 剛架

單跨梁簡支于与梁同样材料作成的柱上时(圖 7, a), 如果令梁与

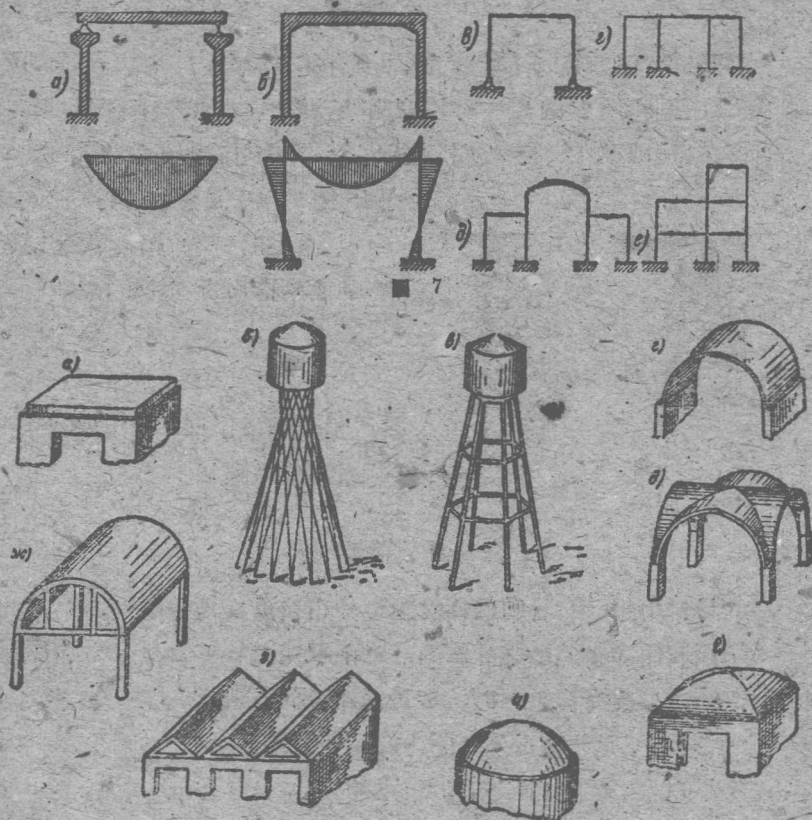


圖 8