

282833

高等学校試用教科書



# 結構力學

JIEGOU LIXUE

上册

湖南大学数学力学系工程力学教研組編



人民教育出版社

286127

高等学校試用教科書



# 結構力學

JIEGOU LIXUE

中 册

湖南大學數學力學系工程力學教研組編



人民教育出版社

75.2

28300

高等学校試用教科书



# 結構力学

JIEGOU LIXUE

下 册

湖南大学数学力学系工程力学教研組編



人民教育出版社

高等工程力学教材

# 结 构 力 学

JIEGOU LIXUE

上 册

湖南大学数学力学系工程力学教研组编

人民教育出版社

高等学校試用教科書



結 构 力 学

JIEGOU LIXUE

中 册

湖南大学数学力学系工程力学教研組編

人 民 教 育 出 版 社

高等学校試用教科書



結 构 力 学

JIEGOU LIXUE

下 册

湖南大学数学力学系工程力学教研組編

人 民 教 育 出 版 社

本书是湖南大学工程力学教研组编写的，曾于1958、1959年分上、中、下三册先后出版。1961年4月间，经湖南大学、南京工学院、清华大学、唐山铁道学院、同济大学、天津大学、华东水利学院等校有关教师略加增、删、修改后再版。

此次再版，将原版下册弹性及塑性理论部分的内容划出，并重新划分为上、中、下三册。上册讲述静定结构的内力分析和变位计算；中册包括超静定结构的两类基本分析方法——力法和变位法；下册包括刚架分析的其他方法，极限荷载的计算，结构弹性稳定的计算和结构动力学基础。在超静定结构的内力分析部分，本书着重介绍力法和变位法两类基本方法，并介绍了刚架的近似计算方法，弯矩分配法和一些其他计算方法；另外，对超静定桁架和桁梁混合结构的近似计算也作了一些介绍。

本书可作高等工业学校土建、水利类专业“结构力学”课程的试用教科书，也可供有关工程技术人员参考。

本书原版系由湖南大学原结构力学教研组教师周泽西、俞集容、杨燕廉和原在湖南大学工作现为长沙铁道学院教师李廉锴、张圻宇集体讨论分工执笔并交互修改而成。

## 结 构 力 学

### 上 册

湖南大学数学力学系工程力学教研组编

人民教育出版社出版

北京市书刊出版业营业许可新出字第2号

京华印书局印刷

新华书店科技发行所发行

各地新华书店经售

统一书号 15010·649 开本 850×1168 1/32 印张 8 4/16

字数 187,000 印数 18,401—20,401 定价 (C) 0.95

1958年5月第1版 1961年6月第2版(修订本) 1961年6月北京第7次印刷

本书是湖南大学工程力学教研组编写的，曾于1959、1959年分上、中、下三册先后出版。1961年4月间，经湖南大学、南京工学院、清华大学、唐山铁道学院、同济大学、天津大学、华东水利学院等校有关教师略加增、删、修改后再版。

此次再版，将原版下册弹性及塑性理论部分的内容划出，并重新划分为上、中、下三册。上册讲述静定结构的内力分析和变位计算；中册包括超静定结构的两类基本分析方法——力法和变位法；下册包括刚架分析的其他方法，极限荷载的计算，结构弹性稳定的计算和结构动力学基础。在超静定结构的内力分析部分，本书着重介绍力法和变位法两类基本方法，并介绍了刚架的近似算法，弯矩分配法和一些其他计算方法；另外，对超静定桁架和桁梁混合结构的近似计算也作了一些介绍。

本书可作高等工业学校土建、水利类专业“结构力学”课程的试用教科书，也可供有关工程技术人员参考。

本书原版系由湖南大学原结构力学教研组教师周泽西、俞集容、杨荫康和原在湖南大学工作现为长沙铁道学院教师李廉锳、张忻宇集体讨论分工执笔并交互修改而成。

## 结 构 力 学

### 中 册

湖南大学数学力学系工程力学教研组编

人民教育出版社出版 高等学校数学系用书编辑组  
北京宣武门内大街25号

北京市书刊出版业营业登记证出字第2号

京 华 印 书 局 印 刷

新华书店科技发行所发行

各地新华书店经售

统一书号 15010·795 开本 850×1168 1/32 印张 81/32

字数 192,000 印数 18,001—20,000 定价 (7) 0.95

1959年8月第1版 1961年6月(修订本)第2版 1961年6月北京第1次印刷



本书是湖南大学工程力学教研组编写的，曾于1958、1959年分上、中、下三册先后出版。1961年4月间，经湖南大学、南京工学院、清华大学、唐山铁道学院、同济大学、天津大学、华东水利学院等校有关教师略加增、删、修改后再版。

此次再版，将原版下册弹性及塑性理论部分的内容划出，并重新划分为上、中、下三册。上册讲述静定结构的内力分析和变位计算；中册包括超静定结构的两类基本分析方法——力法和变位法；下册包括刚架分析的其他方法，极限荷载的计算，结构弹性稳定的计算和结构动力学基础。在超静定结构的内力分析部分，本书着重介绍力法和变位法两类基本方法，并介绍了刚架的近似算法，弯矩分配法和一些其他计算方法；另外，对超静定桁架和桁梁混合结构的近似计算也作了一些介绍。

本书可作高等工业学校土建、水利类专业“结构力学”课程的试用教科书，也可供有关工程技术人员参考。

本书原版系由湖南大学原结构力学教研组教师周泽西、俞集容、杨荫康和原在湖南大学工作现为长沙铁道学院教师李廉锴、张炳宇集体讨论分工执笔并交互修改而成。

## 结 构 力 学

### 下 册

湖南大学数学力学系工程力学教研组编

人民教育出版社出版 高等工业学校数学用书编辑组  
北京黄城根内承恩寺7号

北京市书刊出版业营业登记出字第2号

京 华 印 书 局 印 刷

新华书店科技发行所发行

各地新华书店经售

统一书号 15010·845 开本 850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 印张 8<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 插页 4

字数 219,000 印数 16,001—18,000 定价 (7) 1.10

1959年12月第1版 1961年6月第2版(修订本) 1961年6月北京第4次印刷

# 上册目录

<b>第一章 緒論</b> .....	1
§ 1-1. 結構力學的目的、內容和方法 .....	1
§ 1-2. 結構力學的發展.....	3
§ 1-3. 荷載的分類 .....	12
§ 1-4. 結構計算簡圖的概念 .....	12
§ 1-5. 結構計算簡圖的分類 .....	14
§ 1-6. 平面桿件結構的支座分類 .....	16
<b>第二章 結構的機動分析</b> .....	18
§ 2-1. 機動分析的目的 .....	18
§ 2-2. 平面結構的自由度 .....	19
§ 2-3. 鉸接結構的自由度 .....	21
§ 2-4. 幾何不變結構的合理組成規則 .....	22
§ 2-5. 瞬時可變結構及其檢查 .....	24
§ 2-6. 機動分析的步驟及舉例 .....	26
<b>第三章 靜定結構的一般概念及靜力分析概述</b> .....	29
§ 3-1. 靜定結構的定義 .....	29
§ 3-2. 靜定結構的幾何構造特徵 .....	29
§ 3-3. 靜定結構的靜力特徵 .....	31
§ 3-4. 靜定結構的基本部分及其附屬部分 .....	32
§ 3-5. 平衡力系的影响 .....	34
§ 3-6. 荷載等效變換的影响 .....	34
§ 3-7. 零載法 .....	36
§ 3-8. 靜力分析概述 .....	39
<b>第四章 多跨靜定梁</b> .....	59
§ 4-1. 多跨靜定梁的概念 .....	59
§ 4-2. 直接荷載作用下的數解法 .....	60
§ 4-3. 直接荷載作用下的圖解法 .....	62
§ 4-4. 多跨靜定梁在節點荷載作用下用靜力法的計算 .....	67
<b>第五章 影响綫通論及其對靜定梁的應用</b> .....	69
§ 5-1. 一般概念 .....	69
§ 5-2. 單跨靜定梁的影响綫 .....	71
§ 5-3. 多跨靜定梁的影响綫 .....	77

§ 5-4. 节点荷载作用下的影响线 .....	79
§ 5-5. 用机动法作影响线的概念 .....	81
§ 5-6. 集中荷载和均布荷载的影响 .....	86
§ 5-7. 最不利的荷载位置 .....	87
§ 5-8. 我国铁路及公路的标准载重制 .....	94
§ 5-9. 换算荷载 .....	96
§ 5-10. 简支梁的绝对最大弯矩 .....	100
<b>第六章 无推力静定平面桁架的计算</b> .....	<b>104</b>
§ 6-1. 概述 .....	104
§ 6-2. 节点法 .....	107
§ 6-3. 节点平衡的特殊情形 .....	111
§ 6-4. 对称性的利用 .....	113
§ 6-5. 截面法 .....	115
§ 6-6. 截面法在比较复杂情况下的应用 .....	119
§ 6-7. 通路法 .....	125
§ 6-8. 杆件代替法 .....	128
§ 6-9. 简单桁架的影响线 .....	133
§ 6-10. 再分桁架 .....	140
§ 6-11. 各种形式桁架的比较 .....	147
<b>第七章 静定拱结构</b> .....	<b>150</b>
§ 7-1. 概述 .....	150
§ 7-2. 三铰拱的力解法 .....	152
§ 7-3. 带有拉杆的静定拱的计算 .....	159
§ 7-4. 三铰拱的合理轴线 .....	159
§ 7-5. 三铰拱的图解法 .....	160
§ 7-6. 三铰拱的影响线 .....	164
§ 7-7. 绘制三铰拱内力影响线的实用方法 .....	166
§ 7-8. 三铰拱的核心弯矩和垂直应力 .....	169
§ 7-9. 三铰拱式桁架 .....	171
§ 7-10. 混合式静定拱结构 .....	174
§ 7-11. 悬吊结构 .....	176
§ 7-12. 多弦索式桁架的概念 .....	178
§ 7-13. 梁式、拱式及悬吊桁架的比较 .....	180
<b>第八章 静定空间桁架</b> .....	<b>181</b>
§ 8-1. 概述 .....	181
§ 8-2. 空间结构支座的分类 .....	182
§ 8-3. 空间桁架结构的机动分析 .....	184
§ 8-4. 节点法 .....	187

§ 8-5 截面法	190
§ 8-6 分解成平面桁架法	192
<b>第九章 解定结构变位的计算</b>	<b>195</b>
§ 9-1 概述	195
§ 9-2 外力的功	197
§ 9-3 内力的功(变形位能)	198
§ 9-4 可能功	206
§ 9-5 功的互等定理	207
§ 9-6 变位互等定理	209
§ 9-7 求结构变位的一般公式(马克斯威尔-摩尔公式)	210
§ 9-8 荷载作用下的变位公式	214
§ 9-9 图形相乘法(维力沙金法)	219
§ 9-10 由于温度变化所引起的变位	225
§ 9-11 由于支座位移所引起的变位	228
§ 9-12 弹性荷载法	229
§ 9-13 实心结构的弹性荷载的实用公式	234
§ 9-14 桁架结构的弹性荷载公式	241
§ 9-15 变位影响线	244
§ 9-16 桁架变位的图解法	247

# 中册目录

<b>第十章 超静定结构的一般概念</b> .....	259
§ 10-1. 概述 .....	259
§ 10-2. 超静定次数的决定 .....	260
§ 10-3. 超静定结构的特性 .....	266
§ 10-4. 超静定结构的计算方法 .....	268
<b>第十一章 力法原理</b> .....	269
§ 11-1. 方法的典型方程式 .....	269
§ 11-2. 温度变化对超静定结构的影响 .....	275
§ 11-3. 支座位移对超静定结构的影响 .....	277
§ 11-4. 力法计算的校核 .....	280
<b>第十二章 用力法计算复杂刚架的简化方法</b> .....	287
§ 12-1. 概述 .....	287
§ 12-2. 基本结构的合理选择 .....	289
§ 12-3. 刚臂的引用 .....	293
§ 12-4. 弹性中心法 .....	295
§ 12-5. 未知力分组 .....	300
§ 12-6. 复杂刚架的分析实例 .....	307
<b>第十三章 连续梁的计算</b> .....	317
§ 13-1. 连续梁的概念 .....	317
§ 13-2. 荷载作用下连续梁的计算, 三弯矩方程式 .....	318
§ 13-3. 连续梁在支座位移下的三弯矩方程式 .....	328
§ 13-4. 连续梁在温度变化下的三弯矩方程式 .....	329
§ 13-5. 弯矩定点法 .....	329
§ 13-6. 连续梁影响线的绘制 .....	338
§ 13-7. 用机动法作连续梁影响线的概念 .....	346
§ 13-8. 最大、最小弯矩图(弯矩范围图, 包络图) .....	349
<b>第十四章 超静定拱的计算</b> .....	355
§ 14-1. 概述 .....	355
§ 14-2. 超静定拱的轴线选择 .....	357
§ 14-3. 无铰拱截面的变化规律 .....	358
§ 14-4. 对称无铰拱的基本结构 .....	360
§ 14-5. 无铰拱在恒载作用下的计算 .....	361

§ 14-6 无铰拱的影响綫	374
§ 14-7. 溫度改变和混凝土收縮时无铰拱的計算	338
§ 14-8. 支座位移动影响下的計算	388
§ 14-9. 拋物綫无铰拱的解析法	390
§ 14-10. 双铰拱的計算	394
<b>第十五章 超靜定桁架和桁梁混合結構</b>	<b>398</b>
§ 15-1. 概述	398
§ 15-2. 超靜定桁架的計算法則	399
§ 15-3. 超靜定桁架在靜荷載作用下的計算实例	403
§ 15-4. 超靜定桁架的影响綫	409
§ 15-5. 多重腹杆桁架的近似計算	415
§ 15-6. 桁梁混合結構	420
<b>第十六章 变位法</b>	<b>424</b>
§ 16-1. 单跨超靜定梁的角变位移方程式	424
§ 16-2. 变位法的基本未知数	433
§ 16-3. 变位法的基本內容	436
§ 16-4. 用变位法計算有斜柱的簡單剛架	446
§ 16-5. 变截面剛架計算的概念	449
§ 16-6. 具有 $EJ = \infty$ 的橫梁的剛架計算	456
§ 16-7. 溫度影响的計算	460
§ 16-8. 对垂性的利用	463
§ 16-9. 弯矩分配的概念	467
§ 16-10. 二次力矩分配法—变法位的簡化	471
§ 16-11. 以旋轉力矩为未知数的变位法典型方程式	476
§ 16-12. 弯矩分配法	479
§ 16-13. 有續变位的剛架的計算	482
§ 16-14. 联合法	496
§ 16-15. 混合法	497
§ 16-16. 用变位法計算剛架的影响綫	501
§ 16-17 計算剛接金屬桁架的概念	510

## 下册目录

第十七章 刚架分析的其他方法	513
§ 17-1 概述	513
§ 17-2 力矩一次分配法(弯矩固定点法)	514
§ 17-3 角变固定点法(角变传播法或形变分配法)	531
§ 17-4 旋轉力矩传播法	537
§ 17-5 不均匀力矩传播法	541
§ 17-6 集体分配法	553
§ 17-7 迭代法	563
第十八章 用近似法計算剛架	596
§ 18-1 概述	596
§ 18-2 单层刚架在竖向荷载作用下的近似計算	597
§ 18-3 多层刚架在竖向荷载作用下的近似計算	602
§ 18-4 多层刚架在竖向荷载作用下較為精確的計算法	605
§ 18-5 刚架在水平荷载作用下的近似計算法	612
§ 18-6 刚架計算的一般程序	614
第十九章 按極限荷載計算結構	617
§ 19-1 概述	617
§ 19-2 超靜定桁架的計算·确定极限荷载的两种方法	618
§ 19-3 在一次加荷下超靜定梁的計算	622
§ 19-4 在一次加荷下超靜定梁的計算	624
§ 19-5 比例加载的一般定理	629
§ 19-6 刚架的极限荷载	633
§ 19-7 桁架的极限荷载	640
第二十章 結構彈性穩定的計算	645
§ 20-1 縱橫弯曲的研究	645
§ 20-2 稳定計算的一般概念	650
§ 20-3 确定临界荷载的方法	653
§ 20-4 直杆在几个外力作用下的稳定問題	665
§ 20-5 豎直杆件在自重作用下的稳定計算	669
§ 20-6 变截面杆件的稳定計算	675
§ 20-7 切力对临界荷载的影响	678
§ 20-8 組合杆件的稳定	680
§ 20-9 承受均匀靜水压力的圓环的稳定	686

§ 20-10. 承受均布静水压力的圆形双铰拱及无铰拱的计算 .....	689
§ 20-11. 刚架的稳定 .....	690
§ 20-12. 弹性介质上的杆件的稳定 .....	698
§ 20-13. 开敞桥的上弦杆的稳定 .....	701
§ 20-14. 狭长矩形截面的简支梁的稳定 .....	703
§ 20-15. 工字梁的稳定计算 .....	706
<b>第二十一章 结构动力学基础 .....</b>	<b>710</b>
§ 21-1. 概述 .....	710
§ 21-2. 弹性系统的自由度 .....	711
§ 21-3. 一次自由度体系的振动微分方程式和它的极分 .....	713
§ 21-4. 冲击荷载的影响 .....	723
§ 21-5. 多次自由度体系的自由振动的基本方程式 .....	725
§ 21-6. 多次自由度体系的强迫振动 .....	732
§ 21-7. 无限次自由度梁的自由振动 .....	738
§ 21-8. 无限次自由度刚架的自由振动 .....	744
§ 21-9. 计算频率的近似法 .....	749
§ 21-10. 桁架的自由振动 .....	758
§ 21-11. 用相当梁法计算桁架的自振频率 .....	765
§ 21-12. 无限次自由度梁的强迫振动问题 .....	767
§ 21-13. 无限次自由度刚架的强迫振动问题 .....	774
<b>附录一 函数 <math>\varphi_1(v)</math>、<math>\varphi_2(v)</math>、<math>\varphi_3(v)</math>、<math>\varphi_4(v)</math>、<math>\eta_1(v)</math>、<math>\eta_2(v)</math>、<math>\eta_3(v)</math> 的数值 .....</b>	<b>1</b>
<b>附录二 函数 <math>A_{lx}</math>、<math>B_{lx}</math>、<math>C_{lx}</math>、<math>D_{lx}</math> 的数值 .....</b>	<b>8</b>



# 第一章 緒論<sup>①</sup>

## § 1-1. 結構力学的目的、內容和方法

就一般工程技术而言，結構是由建筑材料按照合理方式組成的一個堅固耐久、既能担負預訂任务、又合乎經濟原則的物体或体系。在土建、水利工程中通常所說的結構，是指直接或間接与地基連結的物体或体系，在外来作用下依靠基础的支承，得以維持平衡，如房屋、桥梁、閘壩等。

結構力学的任务是研究結構的組成規律，結構在各种外来因素作用下的强度、刚度和稳定性的計算原理与計算方法以及結構的力学性能的改进。在結構設計中，結構方案的选择也需要运用結構力学的知識。計算强度和稳定的目的是使結構滿足經濟与安全的双重要求。計算刚度的目的是保證結構不致发生在实用上不能容許的变形。結構的强度、刚度和稳定性計算，不仅在設計新結構时需要进行，就是对已有的結構当其需要承受以往沒有預料的荷載时，也应加以核算，以判明是否需要加固，并研究如何加固。

广义的結構力学（建筑力学）包括材料力学、狭义的結構力学（簡称結構力学）、彈性理論和塑性理論四部分。材料力学主要是研究单个杆件受外来作用时的应力和变形的計算。結構力学研究的对象是由杆件組成的体系，如桁架、剛架、等等。在彈性理論中，除杆件外，还研究板、壳及块体的計算。至于塑性理論，則是研

<sup>①</sup> 本章中第 § 1-1 和 § 1-2 两节系 1961 年 4 月間，由南京工学院等七所学校結構力学教研組的有关教職改写的。