

專科學校用書

建筑静力学

金寶楨 孫錫玲 雷道會
編著

科學技術出版社

專 科 學 校 用 書

建 築 靜 力 學

金寶楨 雷道會 孫錫玲
編 著

科 學 技 術 出 版 社

內 容 提 要

本書取材於數種最流行的蘇聯教本，包括靜定系統簡單的超靜定系統及擋土牆的計算原理及應用。內容簡明扼要，說理深入淺出，目的在使中級土建技術幹部均易瞭解。書中提供了不少計算例題，每章之末并附有習題。

本書可供中級土建技術學校或土建專科學校作為教學用書。在實際工作中的土建技術幹部如採取本書作為自學與參考之用，尤為適宜。

建 築 靜 力 學

編著者 金寶楨 雷道曾 孫錫玲

*

科學技術出版社出版

(上海建國西路336弄1號)

上海市書刊出版業營業許可證出〇七九號

中科藝文聯合印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

書號：41

開本 787×1092 耗 1/32 1·12 7/8 印張·250,000字

一九五六年三月第一版

一九五六年三月第一次印刷·印數1—2,535

定價：(8)一元五角九分

前 言

建築靜力學是土建類專業教學計劃中一門基礎技術課；在結構課程系統方面它具有承上啓下的橋梁作用。在它以前需要預習理論力學和材料力學，在它以後，就要學習鋼結構、木結構和鋼筋混凝土結構等專業課程。可以說，建築靜力學的教學目的是為學好這些專業課打下基礎。

本書的內容包括靜定結構和較簡單的超靜定結構。編寫本書的意圖主要是為土建類中等技術學校或專科學校的建築靜力學一課提供較適宜的教材(對該課要求較低的本科專業亦可考慮採用)。在現有的結構力學書籍(指以蘇聯教材為基本內容者)中，對中等技術學校來說其分量不是偏多便是偏少，而且有些地方也沒有適當配合專業課的要求。在一定的程度上，本書曾注意到彌補上述的缺陷。在取材方面，編者曾參考了蘇聯和我國中等技術學校該課的教學大綱；在說理方面，也曾注意到用比較淺顯明瞭的表達方法，以便學生容易領會。

本書的主要參考書如下：

1. Б. Н. Жемочкин и Д. П. Пацевский: Статика сооружений (結構靜力學), 1950.
2. А. И. Дыховичный: Строительная механика (結構力學), 1953.
3. И. М. Рабинович: Строительная механика стержневых систем (桿件系統結構力學), 1947.

4. И. М. Рабинович: Курс строительной механики стержневых систем (建築力學教程), 1950.

5. А. В. Дарков и В. И. Кузнецов: Статика сооружений (結構靜力學), 1951.

6. И. П. Прокофьев: Теория сооружений (結構理論), 1947.

7. И. Л. Кузьмин, В. Г. Рекач и Г. И. Розенблат: Сборник задач по теории сооружений (結構力學習題集), 1950.

8. 金寶楨: 建築力學, 1953.

由於政治水平和業務水平的限制，編者不能很滿意地編好這本書。因此，編者誠懇地希望讀者們對本書的缺點提出寶貴的意見，以便作為以後修正的南針。

編者 一九五五年十二月。

目 錄

序

第一章 緒論.....1-13

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1-1 建築靜力學的定義及其任務..... 1 | 1-4 平面系統的支承及其簡圖..... 6 |
| 1-2 結構的計算簡圖..... 2 | 1-5 荷載的分類..... 9 |
| 1-3 結構物的分類..... 3 | 1-6 建築靜力學發展簡史..... 11 |

第二章 結構的機動分析..... 14-29

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 2-1 機動分析的意義及其目的..... 14 | 2-4 平面鏈桿系統的自由度..... 21 |
| 2-2 自由度..... 15 | 2-5 平面桿件系統幾何不變性的最後檢查..... 22 |
| 2-3 平面桿件系統幾何不變性的初步檢查..... 17 | 習題..... 28 |

第三章 索多邊形的概念及其應用..... 30-49

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 3-1 索多邊形的概念..... 30 | 靜矩..... 38 |
| 3-2 索多邊形特例——合力多邊形..... 35 | 3-6 用索多邊形繪製彎矩圖和剪力圖..... 42 |
| 3-3 用索多邊形確定支承反力..... 36 | 3-7 具有節間簡支梁的彎矩圖與剪力圖..... 44 |
| 3-4 連續分布荷載的索多邊形——繩索曲線..... 37 | 習題..... 48 |
| 3-5 用索多邊形求共面力系的 | |

第四章 多孔靜定梁..... 50-64

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 4-1 多孔靜定梁的概念..... 50 | 4-4 多孔靜定梁的圖解法..... 57 |
| 4-2 多孔靜定梁的型式..... 51 | 習題..... 61 |
| 4-3 多孔靜定梁的數解法..... 54 | |

第五章 實體三鉸拱及剛架..... 65-93

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 5-1 拱式體系的一般概念..... 65 | 5-6 拱軸的合理輪廓..... 84 |
| 5-2 確定支座反力的數解法..... 68 | 5-7 三鉸拱的特性..... 85 |
| 5-3 確定支座反力的圖解法..... 75 | 5-8 三鉸剛架的概念..... 87 |
| 5-4 拱內任一截面的彎矩、剪
力和軸向力的計算..... 77 | 5-9 三鉸剛架的 M 圖、 Q 圖和
N 圖..... 89 |
| 5-5 壓力多邊形及壓力曲線..... 80 | 習題..... 91 |

第六章 靜定梁型桁架..... 94-125

- | | |
|--|----------------------------------|
| 6-1 桁架的概念..... 94 | 法..... 108 |
| 6-2 桁架的分類..... 95 | 6-8 截面法在較複雜情況下的
應用..... 111 |
| 6-3 桁架的組成規律及其穩定
性的檢查..... 99 | 6-9 桁架的聯合解法..... 114 |
| 6-4 桁架數解法之一：結點割
離法..... 101 | 6-10 桁架數解法之三：桿件代
替法..... 115 |
| 6-5 結點平衡的幾個特殊情況 103 | 6-11 各種不同形式的梁型桁架
的比較..... 120 |
| 6-6 桁架的結點圖解法（馬克
斯維爾——克拉蒙圖）..... 105 | 習題..... 122 |
| 6-7 桁架數解法之二：截面 | |

第七章 靜定系統的影響線..... 126-156

- | | |
|-------------------------------|--|
| 7-1 影響線的概念..... 126 | 7-8 用影響線求內力法..... 142 |
| 7-2 簡支梁的反力影響線..... 127 | 7-9 三角形影響線的最不利荷
載的條件..... 145 |
| 7-3 簡支梁的彎矩和剪力影響
線..... 129 | 7-10 由於一羣集載在梁內產生
絕對最大彎矩的臨界位
置..... 149 |
| 7-4 懸臂梁的影響線..... 132 | 7-11 簡桁架的內力影響線..... 150 |
| 7-5 具有節間簡支梁的影響線 135 | 習題..... 153 |
| 7-6 多孔靜定梁的影響線..... 137 | |
| 7-7 影響線上縱標的因次..... 140 | |

第八章 結構變位的計算..... 157-194

- | | | | |
|----------------------------|-----|---------------------------------|-----|
| 8-1 前言..... | 157 | 8-6 內力的實功、位能..... | 167 |
| 8-2 外力之功..... | 157 | 8-7 解求變位的一般性公式..... | 168 |
| 8-3 功的互等定理與變位互等
定理..... | 160 | 8-8 用圖形相乘計算變位..... | 178 |
| 8-4 內力的虛功..... | 162 | 8-9 對稱結構變位計算的簡化
——荷載的分解..... | 185 |
| 8-5 內功與外功的關係..... | 167 | 習題..... | 189 |

第九章 力法的基本原理..... 195-205

- | | | | |
|----------------------------|-----|-------------------|-----|
| 9-1 超靜定系統的概念..... | 195 | 9-4 力法的典型方程式..... | 201 |
| 9-2 超靜定次數的確定..... | 196 | 9-5 力法的計算步驟..... | 203 |
| 9-3 力法的基本系統與基本未
知數..... | 199 | 習題..... | 204 |

第十章 連續梁..... 206-258

- | | | | |
|-----------------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 10-1 三彎矩方程式..... | 206 | 公式..... | 230 |
| 10-2 連續梁的彎矩、剪力及支
承反力的一般公式..... | 211 | 10-6 連續梁上最不利的活載位
置..... | 237 |
| 10-3 連續梁固定端與懸臂端的
處理..... | 213 | 10-7 最大最小彎矩圖與剪刀圖 | 240 |
| 10-4 彎矩的焦點比值..... | 224 | 10-8 用表計算等跨連續梁的彎
矩與剪力..... | 243 |
| 10-5 荷載跨徑兩端支承彎矩的
習題..... | | 習題..... | 256 |

第十一章 超靜定剛架..... 259-328

- | | | | |
|----------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 11-1 簡單超靜定剛架的計算..... | 259 | 11-7 將已知結構分割成許多孤
立的系統..... | 283 |
| 11-2 剪力圖與軸向力圖的繪製 | 266 | 11-8 彈性重心法..... | 284 |
| 11-3 剛架計算的簡化..... | 269 | 11-9 未知數的分組..... | 292 |
| 11-4 對稱性的利用..... | 270 | 11-10 荷載的分解..... | 294 |
| 11-5 適當選擇未知贅力的方向 | 276 | 11-11 最後彎矩圖的核驗..... | 298 |
| 11-6 剛懸臂的應用..... | 278 | | |

11-12 複雜剛架的計算例題····· 300	11-15 剛架在水平荷載作用下的 近似計算法····· 323
11-13 用表計算連續剛架····· 313	習題····· 325
11-14 用近似法計算剛架的概念 320	
第十二章 超靜定桁架及混合系統····· 329-335	
12-1 超靜定桁架的計算····· 329	第十二章 習題····· 333
12-2 混合系統的計算····· 331	
第十三章 超靜定拱····· 336-360	
13-1 概說····· 336	13-3 無鉸拱的計算····· 345
13-2 二鉸拱的計算····· 338	習題····· 359
第十四章 顆粒體的壓力及擋土牆的計算····· 361-401	
14-1 引言····· 361	式····· 382
14-2 顆粒體的物理性質····· 361	14-9 超載的影響····· 384
14-3 顆粒體的主動壓力····· 364	14-10 在特殊情況下的壓力強度 圖····· 387
14-4 土壓力的圖解法之一：卡 爾曼作圖法····· 368	14-11 顆粒體的被動壓力（反推 力）····· 390
14-5 列傅漢定理····· 372	14-12 擋土牆強度的計算····· 394
14-6 土壓力的圖解法之二：彭 斯列作圖法····· 375	14-13 關於擋土牆傾覆及滑動的 驗算····· 397
14-7 總壓力圖與壓力強度圖·· 379	習題····· 398
14-8 在特殊情況下的土壓力公	

第一章

緒論

1-1 建築靜力學的定義及其任務 建築靜力學是一門研究關於整個結構的強度、剛度和穩定性原理與計算方法的科學。它跟材料力學的區別在於：後者所研究的對象乃是關於組成結構的個別桿件的強度、剛度和穩定性問題。

一般來說，建築靜力學的任務是：

(1) 在外力的作用下，決定結構物中的內力和形變，以保證它們具有足夠而非過分的強度和剛度；

(2) 從幾何的觀點，研究結構物的組成規律，以保證它們的穩定性；

(3) 從安全和經濟的觀點，研究爲了適合一定要求所應採用的結構型式及其合理的計算方法。

建築靜力學這門課程，不能被認爲包羅了計算所有各種結構的方法，而爲每一種結構建立一套最適用的計算方法。實際上，所有結構的計算都是依據少數的法則，對於不同類型的結構，都可以這些法則爲基礎而建立其個別適當的計算步驟，以便能夠迅速而簡單地得出所求的結果。

在土建專業教學計劃的整個理論學習中，建築靜力學可以說是一門承上啓下而具有橋梁作用的課程。它一方面是理論力

學和材料力學的繼續和發展，而另一方面又為鋼、木和鋼筋混凝土等專業課程的學習鋪平道路。

建築靜力學曾用百年前所夢想不到的計算方法武裝了結構設計師們；它好像在設計師們的眼前揭露了結構物的內部秘密，使他們具有銳利的眼光而能洞悉外力對於整個結構物或任一構件的作用，並能預見存在於各個構件中的內力和形變。因此，建築靜力學在基本建設中所起的作用是很大的。

1-2 結構的計算簡圖 在計算結構的內力時，為得到簡化的計算起見，我們常用一種理想的計算簡圖來代替實際的結構。這個計算簡圖的選擇必須滿足兩個原則：就是不僅要儘可能地簡單，以避免計算的過於複雜，而且還要在最大的程度上能夠反映實際結構物在承受外力時的工作情況。



圖 1-1

譬如，當計算圖 1-1, a 的桁架時，可用圖 1-1, b 的計算簡圖來代替。在這個簡圖中，組成桁架的桿件是用其軸線代之，又具有一定勁度的桁架結點是用理想鉸鏈代之。這樣，桁架的內力計算就大大簡化了；同時，在桁架桿件中只有軸向力作用着，也能近似地反映實際桁架的工作情況。因此，像這樣一個計算簡圖是合乎上述要求的。

1-3 結構物的分類 我們可以根據各種不同的觀點把結構物分成各種不同的類型。首先，從幾何的觀點，結構物可以劃分為以下三類：

(a) 桿件系統結構物 這種結構物是由許多桿件構成的，其中任一桿件的長度都遠大於這桿件截面的尺碼(寬度與深度)。如圖 1-2 中所示的結構物都屬於此類，其建築所用材料大多為鋼鐵、木材或鋼筋混凝土。

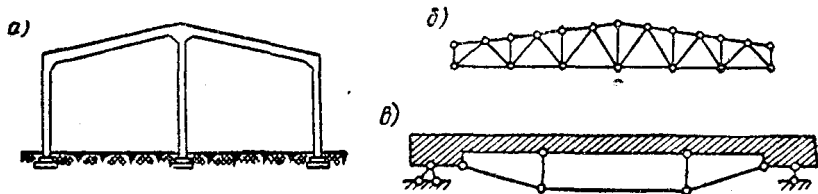


圖 1-2

(b) 薄壁結構物 這種結構物的特點在於：其厚度比其長度和寬度都小得多，亦即其兩個方向的尺碼(長度與寬度)都遠大於其第三個方向的尺碼(厚度)。如圖 1-3 中的 *a* 與 *b* 都屬於此類，前者示一有周邊支持的薄板，後者示一圓柱形薄殼。薄壁結構物的建築材料大多也是鋼鐵、木材或鋼筋混凝土。



圖 1-3

(B) 實體結構物 這種結構物的特點在於：所有其三個方向的尺碼都不是相差太遠而屬於等級的。如圖 1-4 中所示的擋

土牆和拱形覆蓋都可以作為代表。實體結構物通常由善於承荷壓力的建築材料所構成，如磚石或混凝土。

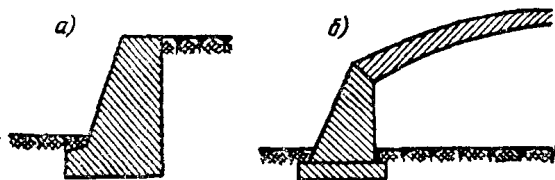


圖 1-4

其次，從桿件的接合方式可將桿件系統結構物(以後可簡稱為桿件系統)劃分為以下三類：

(a) 桿件剛接的系統 這種系統簡稱為剛架，示如圖1-2, a. 連接剛架任一結點的桿件不能對於這結點產生任何相對的位移(線位移與角位移)。因此，在剛架承受荷載時，連接同一結點任何兩個桿件之間的角度必須保持不變。這種結點叫做剛性結點。在剛架的桿件內，不僅可以產生彎矩，而且亦可產生剪力和軸向力，但其主要的作用則為撓曲。

(b) 桿件鉸接的系統 這種系統簡稱為桁架，示如圖1-2, b. 鉸接結點的特點在於：所連接的桿件對於這結點雖不能產生相對的線位移，但可產生相對的角位移。因此，在桁架的桿件中，由於外載只會產生軸向力，而不產生彎矩和剪力。

(B) 混合系統 所謂混合系統是說：其中有些結點是剛接的，而其他的結點是鉸接的，示如圖1-2, c. 因此，在混合系統的某些桿件中只遭受軸向力，而在其他的桿件中，則除軸向力外，一般還有彎矩和剪力作用着。

復次，桿件系統還可分為空間系統和平面系統：前者是說這系統中所有桿件的軸線不在同一平面內；後者是說這系統中所有桿件的軸線以及作用於系統上的外力都在同一平面內。

像圖 1-2 中所示的桿件系統都屬於平面系統。實際上，所有的桿件系統都是空間系統；不過，有些空間系統在桿件的布置上和受力的作用上可以允許被分解為若干個平面系統，因而在計算上可以獲得很大的簡化。例如圖 1-5，這是一個飛機庫的金屬構架，其在三個方向的尺碼都屬於同級，故應屬於空間系統。但是從桿件布置和受力情況方面考慮，我們可以把它分解為兩個平面的基本桁架 1 和五個平面的橫向桁架 2。後者由前者支承着，而它們自己又承托着蓋板，這樣就大大地簡化計算了。應當指出，並不是所有的空間系統都允許被分解為若干個平面系統來進行計算的。

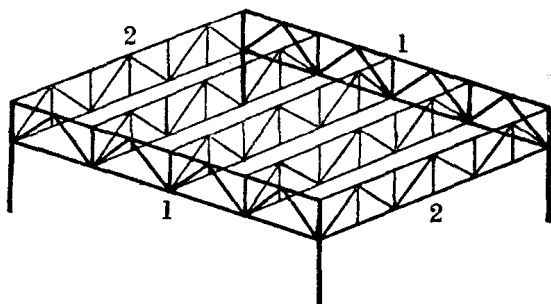


圖 1-5

此外，還可以按照支承反力的方向把桿件系統分為無橫推力的系統(圖 1-6, a)和有橫推力的系統(圖 1-6, b)：前者亦可叫

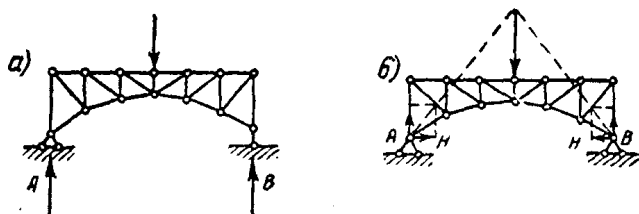


圖 1-6

做梁型系統；後者亦可叫做拱型系統。

最後，我們也可以把系統分為靜定系統和超靜定系統：前者是說這系統上反力和內力可用剛體的靜力平衡方程式解出；而後者是說這系統上的某些（或全部）反力或內力，或某些反力與內力，不能單用靜力平衡的關係來解答。例如在圖 1-2 中，作用於剛架 (a) 上的所有反力都是超靜定的；桁架 (b) 上的反力和內力都是靜定的；混合系統 (c) 上的反力是靜定的，而其內力是超靜定的。

1-4 平面系統的支承及其簡圖 凡把一個結構物聯到基礎所用的設備都可以叫做支承。實際上，任何支承總是空間的構造；但是在一平面系統中，因為所有桿件的軸線和作用於系統上的外力都在同一平面內，所以也可以把所用的支承作為這平面系統的一部分。屬於平面系統的支承一般有四種基本形式（參看表 1-1），茲分述如下：

1. 活動鉸承

這種支承的構造包括上鉸臂 A 與下鉸臂 B，其間置有一個

表 1-1

支 承 名 稱	構 造 簡 圖	鏈 桿 簡 圖	未 知 數
活 動 鉸 承			Y
固 定 鉸 承			$Y; X$
定 向 支 承			$Y; M$
固 定 支 承			$Y; X; M$

圓柱鉸體 a 。由於這個鉸體，則上鉸臂即可對於下鉸臂發生迴轉；同時，被支於滾筒的下鉸臂亦可沿着支承平面 $m-n$ 移動。所以這種支承將容許系統對於鉸 a 迴轉並在平行於滾筒軸線的垂直方向作不大的移動。

由圖可知，活動鉸承的反力應當通過鉸 a 的中心並與 $m-n$ 平面垂直（略去滾筒的摩擦力）。今取與 $m-n$ 平面垂直的方向為 y 軸，則作用於這種支承上的唯一反力 Y ，只有它的大小是一未知數。

活動鉸承的鏈桿簡圖是這樣：鏈桿 DE 的上端 D 與系統鉸接着，其下端 E 與支承平面鉸接着。這樣，系統可以繞着鉸 D 轉動，並且當鏈桿繞着鉸 E 轉動時，在 DE 的垂直方向作不大的移動。這鏈桿的內力就是支承的反力。

2. 固定鉸承

這種支承與活動鉸承的區別在於：其下鉸臂是固定於基礎而無活動自由。在此情況下，聯結到上鉸臂的系統只能繞着鉸 a 發生轉動。因此在一般情況下，我們只知道作用於這支承上的反力通過鉸 a 的中心而不知其大小和方向。這樣沿着 x 軸和 y 軸方向將產生兩個未知分反力 X 和 Y 。

固定鉸承的鏈桿簡圖包括兩個不平行而具有共同鉸 D 的支承鏈桿 DE 和 DF ，這樣布置的鏈桿將允許系統繞着鉸 D 轉動而阻止系統對於支承的位移。從這兩個鏈桿的內力即可決定支承反力的大小和方向。

3. 定向支承

這種支承是將桿件末端的上面和下面各用滾筒夾在牆中。這樣，它可以允許桿件沿着滾筒軸線的垂直方向發生不大的移動，而不允許其末端發生轉動。因此，作用於這種支承上的反力也只有兩個未知數，即豎向力 Y 和力矩 M 。如果用兩個互相平行而垂直於支承平面的鏈桿，將桿件聯到基礎，就構成了這種支承的鏈桿簡圖。

4. 固定支承

從這種支承的構造簡圖可知，它既不允許發生任何位移，亦