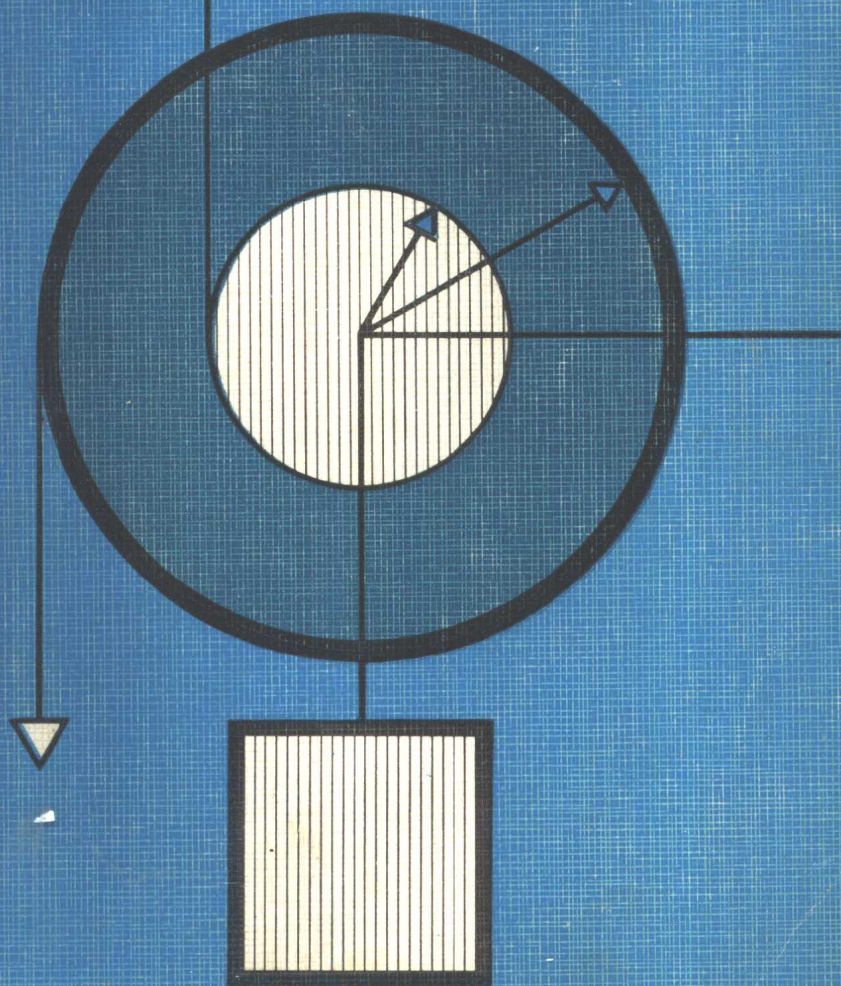


著者
T. C. Huang

靜力學

譯者 陳 健



52.12
7525

學力靜

著 者

T. C. HUANG

譯 者

陳 健

東平書局印行

027268



版權所有·翻印必究

中華民國六十六年八月初版

大學
用書 **靜 力 學**

定價 新台幣一百二十元整

(外埠酌加運費滙費)

著 者	T. C. HUANG
譯 者	陳 健
發行人	卓 鑫 森
出版者	臺灣東華書局股份有限公司 臺北市博愛路一〇五號 電話：3819470 郵撥：6481
印刷者	合 興 印 刷 廠 臺北市大理街130巷2弄1號

行政院新聞局登記證 局版臺業字第零柒貳伍號
(66050)

原著序

十年來工程力學的講授已有新的發展，現今的趨勢是對於基本觀念與一般化公式均極注重，並使其內容合於邏輯的編排。本書係基於此種教學的方式而作。它包含無數的有計劃例題與許多富於變化的習題，來連貫理論與實際問題。首五章係靜力學部份，有 200 則例題與 875 個習題；其他較特出者，包括向量的使用、說明內容安排的流程圖、及每章之前的表格目次與例題、習題索引。此種來自小說的觀念之編排方式，經作者多年來之教學經驗得知確係有所助益的。

工程力學包括二冊，靜力學及動力學，每冊各含二部份各有五章，編排如下：

- | | | | | | |
|---------|---------|---------|----------|------------|---------------|
| 工程力學 | { | I. 基礎 | { | 1. 基本概念 | |
| 第一冊 靜力學 | | II. 靜力學 | | 2. 向量基元 | |
| | | | | 3. 力 | |
| 工程力學 | | { | III. 運動學 | { | 4. 力系平衡：力法 |
| | | | | | 5. 力系平衡：功與能量法 |
| | 第二冊 動力學 | | IV. 動力學 | { | 6. 質點運動學 |
| | | | | | 7. 剛體運動學 |
| | | | | 8. 質點動力學 | |
| | | | | 9. 質點系統動力學 | |
| | | | | 10. 剛體動力學 | |

第一章討論基本概念，此處分述三項目：基本模式、基本性質，基本法則與原理。

第二章專門講述向量，而為本書所用之數學工具。

如同在所有物理學一般，力的觀念是力學的根本，而為第三章的主題。首先吾人於A部份，定義各種力系的分量，再於B部份處理力的描述與相等的問題。在分離體圖中，力或力偶可用向量記號或純量表示。於C部，吾人詳論力系的等值與合成，並指函分別靜力與動力為不同的學科之點。最後，于D部，吾人討論相關的問題，例如形心及表面的特性。

第四章分為三部。於A部，吾人經由定義兩個向量方程式建立平衡的充分與必要條件，由此可導出各種力系平衡的純量分量方程式，而有各種型式。方程式之導演在B部，此處顯示了所謂向量力學與純量力學之相關，且二者皆有其可用性。此外，B部尚提出無數的例題與習題，包括各種型式的力系、力偶、內力、外力及摩擦力之平衡問題。於C部，討論平衡的本性而作本章之結論。

第五章繼續力系平衡的論題，詳論虛功原理、勢能原理，並將這些原理引用至平衡與穩定問題上。

謝辭（略）

威斯康辛

1966年7月

T. C. 黃

目 次

第一章 基本觀念 1-18

1-1	歷史背景.....	3
1-2	力學之範圍.....	4
1-3	基本模式.....	6
1-4	基本量：質量、力、長度和時間.....	7
1-5	導出量.....	8
1-6	參考座標.....	8
1-7	基本單位與導出單位.....	9
1-8	因次理論.....	11
1-9	向量與純量.....	15
1-10	力學之基本定律與原理.....	15
習 題		16

第二章 向量 19-70

A 部	向量概說.....	21-23
2-1	向量之圖示及記號.....	21
2-2	向量之分類.....	21
2-3	向量之相等與相當.....	22
B 部	向量之運算.....	23-57
2-4	向量之和.....	23

2 目 次

2-5	向量相減	26
2-6	一向量乘以一純量	27
2-7	分解一向量爲分向量	28
2-8	分解一向量爲向量及一純量、單位向量	31
2-9	用單位座標向量表示向量代數之分量形式	37
2-10	二向量之純量積或點積	40
2-11	二向量之向量積或交叉積	45
2-12	三向量之積	52
2-13	向量對純量的微分	52
2-14	向量對純量的積分	55
習 題		57

第三章 力 71-293

A 部 力與力偶 74-113

3-1	力	74
3-2	一力對一點的力矩	75
3-3	一力對一線的力矩	86
3-4	力偶矩	92
習 題		96

B 部 力之概說與鑑定 114-164

3-5	分散力與分佈力	114
3-6	外力與內力	117
3-7	力之排列	119
3-8	不變定力與可變更力	121
3-9	摩擦力	121
3-10	力之鑑定	125

3-11 自由體圖 (FBD)	129
習題	148
C 部 力系之相當	165-250
3-12 力系之相當・必要及充分條件	165
3-13 力系之相當與合力	170
3-14 各種分離力系的合力	182
3-15 有力偶之力系合力	197
3-16 均分佈力系之合力	199
習題	206
D 部 相關問題	251-293
3-17 一次矩和線 (曲線)、面積、及體積中心	251
3-18 面積之慣矩和慣積：表面之性質	263
3-19 質量之慣矩和慣積：剛體之動力學性質	280
習題	280

第四章 力系之平衡：力之方法 294-513

A 部 平衡之必要及充分條件	297-304
4-1 一質點平衡	297
4-2 一質點系平衡	298
4-3 一剛體平衡	301
習題	304
B 部 平衡方程式	305-485
4-4 各種力系的平衡	305
4-5 交替形式之平衡獨立方程	309
4-6 包括力偶之平衡	367
4-7 內力之平衡	375

4 目 次

4-8	分佈力之平衡	421
4-9	摩擦力之平衡	448
	習 題	467
C 部	平衡的性質	486-513
4-10	自由度與拘束	486
4-11	平衡之穩定	499
4-12	決定性之討論	501
	習 題	508

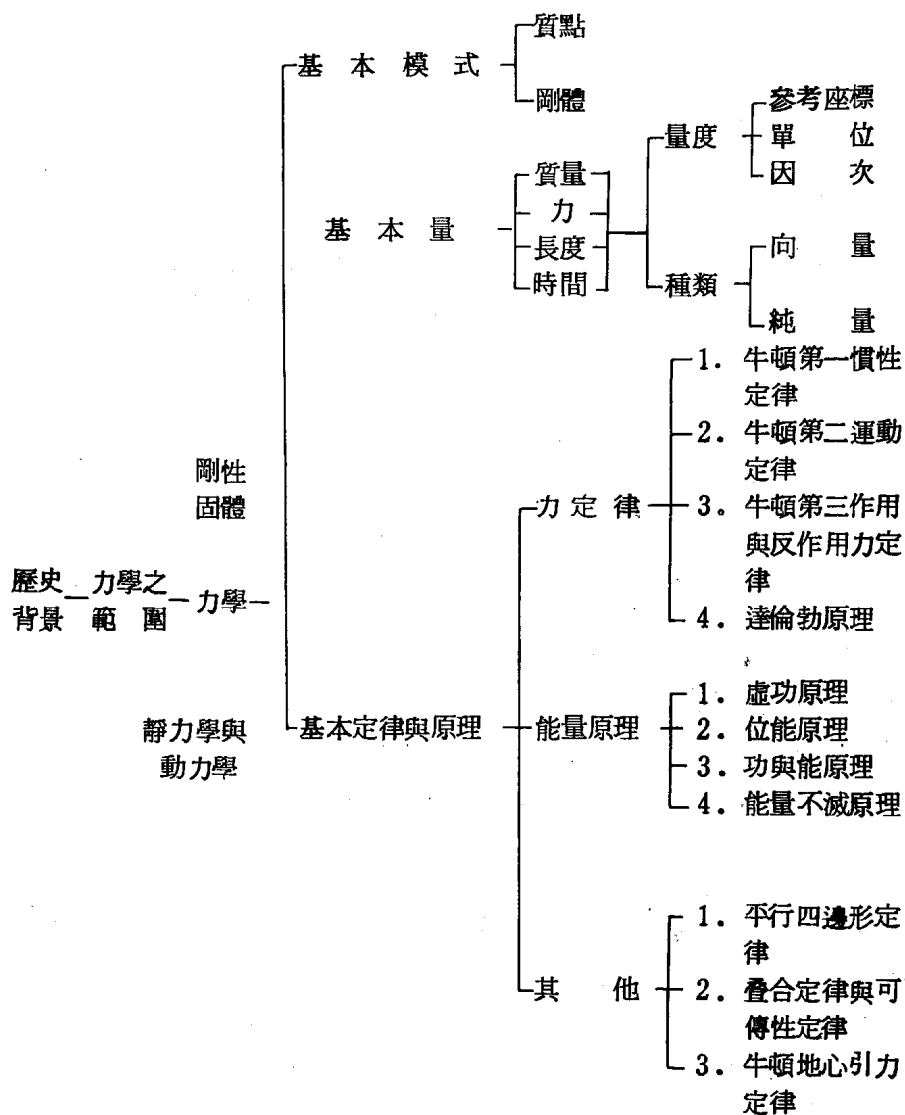
第五章 力系之平衡 514-573

A 部	功與虛功原理	517
5-1	功	517
5-2	平衡之虛功原理	526
5-3	穩定平衡之虛功原理	541
	習 題	543
B 部	保守系統與位能原理	555
5-4	保守系統，位及位能	555
5-5	固定位能原理對於保守力系的平衡	558
5-6	極小位能原理對於保守力系平衡之穩定性	560
	習 題	566

選定問題之解答 574

第一章 基本觀念

- 1-1 歷史背景
- 1-2 力學之範圍
- 1-3 基本模式
- 1-4 基本量：質量、力、長度和時間
- 1-5 導出量
- 1-6 參考座標
- 1-7 基本單位與導出單位
- 1-8 因次理論
- 1-9 向量與純量
- 1-10 力學之基本定律與原理



力學一科基於質體受力之作用下產生有關靜止或運動狀態之知識，而其中靜力學或動力學所討論之現象無形中涉及所有工程上之問題，力學是研究及學習工程之最基本科目。

在第一章裏，將介紹力學發展之輝煌歷史與列舉力學之範圍。而基本模式，基本量，及基本定律與原理被視為力學基礎，組成本章之主體。兩基本模式，質點與剛體，是理想化所得之模式。基本觀念中敘述之基本量，隨基本量與導出量之量度與分類討論而來。本章之結論為力學基本定律與原理之敘述。

1-1 歷史背景

力學為所有物理科學中最古老者。以下所列為一部份之歷史發展：

紀元前 2000 年以前 古埃及建築師(ANCIENT EGYPTIAN BUILDER) 建築金字塔之若干原理

紀元前 287-212年 阿基米德(ARCHIMEDES OF SYRACUSE) 作用於槓桿上諸力平衡之原理

紀元後 1548-1620 靜水之浮力原理

史蒂文諾 (SIMON STEVENS)

斜面原理

力之平行四邊形原理

1564-1642 加利略(GALILEO GALILEI)

落體定律的實驗證明

1642-1727 牛頓(SIR ISAAC NEWTON)

萬有引力定律

運動定律

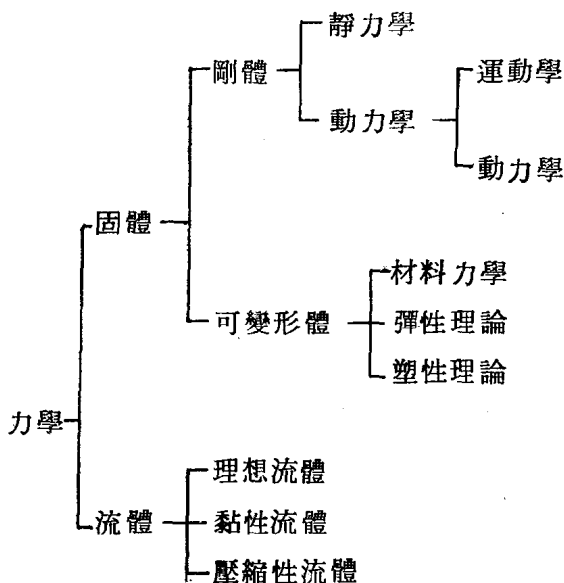
1667-1748 伯努利(JOHN BERNOULLI)

- 虛功原理
- 1698-1759 莫波爾吐司 (P.L.M. DE MAUPER-TUIS)
最少作用力原理
- 1707-1783 尤拉 (LEONARD EULER)
剛體之角座標
剛體之基本運動學定理
剛體之運動方程式
- 1717-1783 達倫勃 (J. LER. D' ALEMBERT)
達倫勃原理
- 1736-1813 拉格蘭治 (J. L. LAGRANGE)
拉格蘭治方程式
- 1805-1865 漢彌頓 (SIR W.R. HAMILTON)
漢彌頓原理

牛頓有系統地完成了力學之基本定律，質點運動定律，並由許多實驗得到證明，這些定律後由尤拉擴伸到剛體動力學，再由達倫勃，拉格蘭治和漢彌頓等人修正而加以發展。在問題中最小尺寸為尚不及一原子的質點，最大尺寸為一星體，其速度接近光速（186000哩/秒），牛頓的許多公式將不正確，在這情形之下，採用了量子力學及相對論。但是牛頓力學仍應用於所有之工程問題，且仍為今日之工程力學的基礎。

1-2 力學之範圍

力學通常可分為三部份；即剛體力學，可變形體力學，及流體力學，更可作下面的分類：



本書主要論述剛體力學，同樣的看重於問題的基本觀念，合理的結構，及一般公式的發展，並應用於基本的工程問題，偶然涉及可變形體力學及流體力學。

本書分兩冊，上冊討論靜力學，下冊討論動力學，茲說明如下：

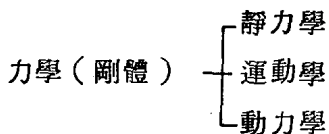
(1)靜力學為研究物體受力作用後的平衡。

(2)動力學為研究物體的運動，亦可分為兩類：

(a)運動學為研究運動之幾何學，不管運動的原因，僅討論空間與時間之關係，如位置，位移，速度，加速度及時間等，這許多量稱為運動學的量。

(b)動力學為研究力作用於物體與其運動之關係。

有時運動學不包括於動力學之內，有些作者對於剛體力學作下列之分類：



1-3 基本模式

吾人欲表示物理現象可用較合理而且簡單的模式，我們稱它為數學理想模式，或簡稱數學模式或理想模式，這種技術可使吾人能解決極困難或不可能解決之問題。假如分析的解答與實驗或觀察的結果符合，則理想化及此種模式的利用均為有效。

設我們考慮一塊鋼，稱它為鋼球，作為我們的質體，物理學者認為是一分立系統之鋼分子被空間所隔開，但以力學科學之觀點而言我們可認為是一連續體。這連續體是一理想觀念。我們還可作一合理的想法，即不管外力對金屬塊作用之影響，假設在金屬塊中任何二點距離固定不變，這種假設所示之理想情形為力之方向不變及對於物體之效果亦不變，因無變形發生之故，直至現在我們視此金屬塊為連續的剛體，設我們可不計該物體的大小，而研究其運動可將它作進一步的理想化而當為一質點，類此理想物理系統的例題，示於圖 1-1。用我

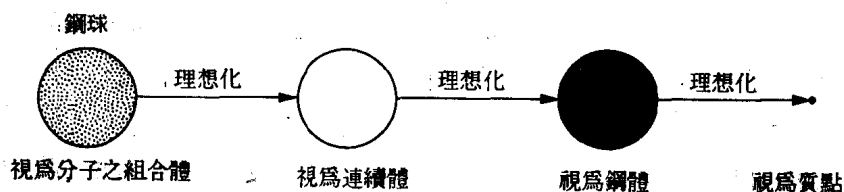


圖 1-1

們的術語，則

(1) 質點係一數學模式為一有質量的點，它無大小，有質量，其位置存在於空間。

(2) 剛體係一數學上模式為一質體或一系統的質點，其中兩質點

間的距離爲一常數。換句話說，一剛體其中任意兩點的距離變更或變形均不會發生。

至於理想物理系統也有理想物理的作用，例如，我們討論一點受力，我們可認一力作用於無窮小的面積上或一點，這個合理的想像亦可應用於不受變形的剛體上，如此想法更有好處：它可探知實際力分佈於小小面積上，在我們力學的研究中尚可用許多其他合理的形式。

1-4 基本量：質量，力，長度和時間

在我們開始研究力學之前，我們應接受質量，力，長度，和時間的基本觀念，這些基於直覺和經驗，不論質量—長度—時間或力—長度—時間均可定爲基本量。

質量——物質的性質，由一定的基本實驗結果所決定可用於指明和比較物體。例如，二物體有同樣的質量，當受相同的地心引力；當他們往下移動中，將產生相等阻力變更其移動。第一陳述的真理可由二物體有同樣的質量，掛在同樣的鉛直彈簧（圖 1-2）上，並

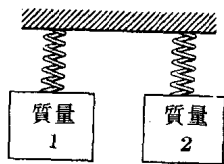


圖 1-2

注意二彈簧伸長爲相同的；第二陳述可由下列證明，將二物體拉下相同距離後放鬆，觀察其兩物體作相同的往復運動。

力是一物體對他物體的作用，使其產生靜止或運動的效應，力有實際接觸的，如直接壓或拉，或超距的，如地心引力和磁鐵吸力，一力由大小，着力點，方向及指向所決定，力之觀念即二物體互相作用換言之，力通常產生爲大小相等方向相反的一對。

長度爲一觀念以描述物體的尺寸，並與其他大小已知之物體來比較，長度的概念亦可與事件發生在何處的概念相關。 P 點之位置可從

8 靜力學

原點沿三個互相垂直坐標量好三個長度而定，如圖 1-3 所示，長度是與標準長度比較，由此以標準長度之倍數和分數表示。

時間是事件流動次序的概念，亦可與事件何時發生的觀念相連，這次序的完成可由計算重複之作用 and 片斷之次數而得。

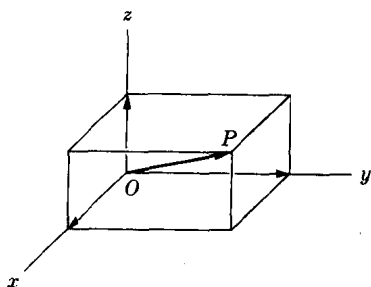


圖 1-3

1-5 導出量

當質量（或力），長度，及時間被指定為基本量時，則其他量為次要量或導出量以基本量表示之，例如，速度以每單位時間的長度表之，體積以長度之立方表之，和密度以每單位體積之質量表之。

1-6 參考座標

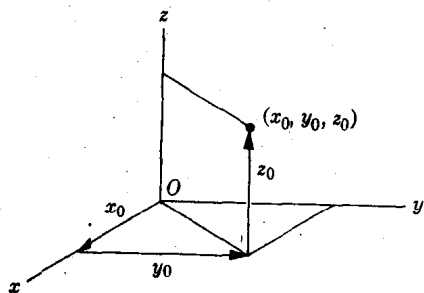


圖 1-4

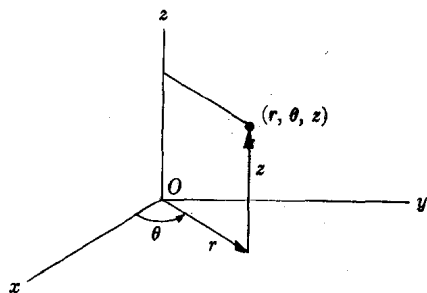


圖 1-5