

工程力學講義

第一回

50470C-1



社團法 人 考友社 出版發行

工程力學講義 第一回 目錄

第一回 (1/4)

第一講 靜力學基本概念	1
命題重點	1
重點整理	2
一、力學的範圍	2
二、基本模型	2
三、基本量和導出量	3
四、因次理論	7
五、參考座標系	8
六、基本定理	9
第二講 向量	13
命題重點	13
重點整理	14
一、純量與向量	14
二、向量的種類	14
三、直角座標系中之向量	16
四、向量加減法，向量與純量之乘法	19
五、兩向量的純量積	22
六、兩向量的向量積	24
七、三向量的乘積	26
範例	27
第三講 力系及其簡化	32
命題重點	32
重點整理	33
一、力之合成與分解	33
二、力之直角座標分量	36
三、用直角座標分量表示合力	41
四、力矩	42
五、力系之簡化	48
六、外力和內力	54
範例	56
第一回 (2/4)	
第四講 力系之平衡	1

命題重點	1
重點整理	2
一、概論	2
二、支承與反力	3
三、共點力系之平衡	7
四、平面力系之平衡	11
五、空間力系之平衡	12
六、拘束與靜定	13
範例	19
第五講 結構分析	32
命題重點	32
重點整理	33
一、概論	33
二、平面桁架	34
三、構架和機構	38
四、撓性繩索	41
範例	46
第一回 (3/4)	
第六講 摩擦	1
命題重點	1
重點整理	2
一、概論	2
二、摩擦力與乾摩擦定律	2
三、摩擦角與摩擦錐	5
四、摩擦力之有關問題	8
五、皮帶摩擦	9
六、螺旋摩擦	12
七、滾動阻力	14
範例	17
第七講 重心、形心與質心	29
命題重點	29
重點整理	30
一、概論	30
二、力矩原理	30
三、質點系之重心	32

四、物體之重心與形心	33
五、以積分法求形心與重心	36
六、組合體之形心與重心	37
七、實驗法求重心	41
八、質心	44
九、巴波士定理	45
十、分佈負荷	47
範例	50
第一回 (4/4)	
第八講 慣性矩	1
命題重點	1
重點整理	2
一、概論	2
二、面積慣性矩	2
三、質量慣性矩	13
範例	18
第九講 虛功原理	29
命題重點	29
重點整理	30
一、概論	30
二、拘束和拘束方程；自由度和廣義座標	30
三、實位移、可能位移和虛位移	32
四、功	36
五、理想拘束	39
六、虛功原理	40
七、位能原理	42
八、平衡之穩定性	47
範例	49

第一講 靜力學基本概念

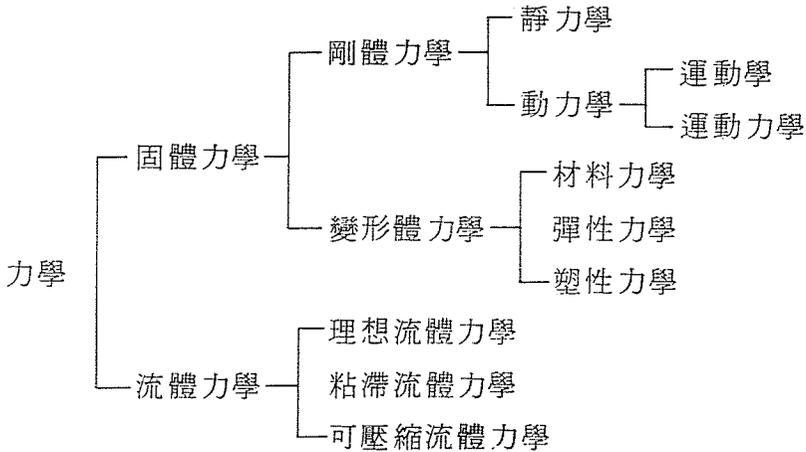
命題重點

- 一、力學的範圍
- 二、基本模型
- 三、基本量和導出量
 - (一)基本量和導出量之定義
 - (二)基本量之選擇方法
 - (三)基本單位、導出單位
 - (四)單位系統
- 四、因次理論
- 五、參考座標系
- 六、基本定理
 - (一)力合成的平行四邊形定律
 - (二)力的可移性原理
 - (三)牛頓第一定律
 - (四)牛頓第二定律
 - (五)牛頓第三定律
 - (六)牛頓萬有引力定律

重點整理

一、力學的範圍

力學通常分為固體力學與流體力學兩大部分。各部之細節如下：



二、基本模型

為了揭露一複雜物理現象的本質，我們需要在某些理想化的假設前提下，對所研究的問題進行簡化和抽象，以便得到一個簡單的物理模型，借此可將複雜的物理現象轉換成數學式子處理，此即稱為數學模型。理想化的正確與否，以及模型簡化得適當與否，完全要看經過處理後所得的計算結果是否與實驗或觀察結果一致。否則，必須對模型加以修改，直到得到較為滿意的結果。

在力學中，質點和剛體是兩個最基本的物理模型，許多物理系統可以看成是由若干個剛體和質點所組成的。所謂質點，係指一個物體沒有大小但具有質量且在空間中具有存在的位置。所謂剛體，係指一物體除了具有大小與質量外，並且在力的作用下其形狀和大小不發生任何變化。

在實際生活中，絕對的質點或絕對的剛體並不存在。但是，當一個物體本身的大小與我們所討論的問題中的其他尺寸相比很小時，這個物體就

可當作質點來看待。例如，人造衛星的大小和它離地球中心的距離相比太小了，因此在研究人造衛星繞地球運動時，就可以把它當作質點看待。此外有些問題中，雖然物體的尺寸不一定很小，但如果我們只關心其平移運動，而不關心其轉動運動時，也可把該物體當作質點。例如，一輛汽車沿著公路行駛，常常我們只關心其質心的運動，這時我們也可以把汽車當作質點。剛體模型的概念也是相對的。當一物體的變形十分微小時，就可把它當作剛體。例如，當機器之零件受的負荷不是很大，其運動速度也不是很快時，其變形通常是很微小的。若將其視為剛體，對於機器的運動情形，並不會產生太大的影響，但却可使問題的分析求解步驟大為簡化。

三、基本量和導出量

(一) 基本量和導出量之定義：

在力學中，雖然涉及諸多的物理量，如質量、力、長度、時間等，但是其中只有三個量是彼此互相獨立的，稱為基本量（basic quantities），其它的物理量則可根據定義或物理定律由三個基本量表示出來，稱為導出量（derived quantities）。

(二) 基本量之選擇方法：

選擇基本量的方法很多，最普遍的方法有兩種：1. 以質量、長度、時間為基本量；2. 以力、長度、時間為基本量。例如，以質量、長度、時間為基本量，則速度可表示為每單位時間的長度，體積可表示為長度的三次方，密度可表示為單位體積的質量等。

質量、力、長度、時間之概念，無法嚴格地加以定義，而只能用描述的方式，讓人們依直覺和經驗加以接受。

1. 質量 (Mass)：

質量是物體慣性的一種度量。所謂慣性，係指物體阻礙外力改變其運動狀態的一種性質。

2. 力 (Force)：

力是指物體之間的相互作用。力是使物體運動狀態發生改變的根本原

50470C-1 (1/4)

因。力是向量，我們在描述一個力時，必須指明其大小與方向。如果一個力不是作用在一個質點上，而是作用在一個剛體上，則我們除了指明其大小和方向外，還必須同時指出其作用點。力的大小、方向、作用點，此三者稱為力的三要素。力總是存在於相互作用的兩物體之間；換言之，力是成對的（大小相等，方向相反）發生的。當我們說到一個力時一定涉及到一個施力物和一個受力物。根據力作用於物體的方式，可將力分為接觸力與超距力。物體互相接觸所產生的力，稱為接觸力，例如人推小車，人施於小車之力即為接觸力；不互相接觸之物體間所產生的力稱為超距力，常見的超距力有地球引力、磁力等。

3 · 長度 (Length) :

長度是用來描述物體之大小，或描述質點在空間之位置。長度大小的決定是依其和標準長度之比較而所得之倍數。例如，一質點在空間之位置可以其三個直角座標分量定義之，這三個直角座標分量的大小就包含著長度的概念。

4 · 時間 (Time) :

時間是用來表示事件發生的先後順序，或表示事件持續的長短。例如，一架飛機（暫時當作質點）在空間的運動是一個“事件”（event）。光指出飛機在空間的位置是不夠的，我們必須指出在什麼時間飛機在什麼位置，這樣描述這個事件才算是完整的。

(三) 基本單位、導出單位：

一物理量可借著和公認的標本比較而度量之，用作參考的已知量稱為一單位（unit）。任一物理量的確定需要有單位記號與單位倍數。例如，5公尺，這裏“公尺”是單位記號、“5”是單位倍數。

上述中曾述及基本量與導出量。基本量的單位稱為基本單位（basic units），導出量的單位稱為導出單位（derived units）。

由於基本量的選取方式具有多樣性，因而基本單位也具多樣性。即使兩人選取的基本量相同，其基本單位也可以不同。例如，同以長度為基本量，其單位可以是公尺或呎等。正是由於基本量和基本單位的選取方式不同