

工學小叢書

應用力學

徐驥 著

商務印書館發行

工學小叢書

應 用 力 學

徐 驥 著

商 務 印 書 館 發 行

中華民國二十四年五月初版

(60747)

工學叢書 應用力學 一冊

每冊定價大洋伍角

外埠酌加運費匯費

著者 徐 驥

發行人 王 雲 五

印刷所 商務印書館

發行所 商務印書館

版 翻
權 印
所 必
有 究

應 用 力 學

目 錄

第一章 單位	1—6
緒言.....	1
量.....	2
基本單位與誘導單位.....	3
第二章 物體之運動	7—27
運動.....	7
直線運動及圓運動.....	7
速度.....	8
平均速度.....	10
速度之單位.....	10
速.....	11
角速度.....	11
速度圖示法.....	15

速度合成法	16
速度分解法	18
速之圖表	20
相對速度	23
加速度	23
落體之運動	26
加速度之合成及分解	27
第三章 運動之定律	28—55
運動第一定律	28
力	28
運動第二定律	29
力之單位	31
使物體昇降之力	33
動量	34
力時積	34
拋物運動	36
常速圓運動	39
運動第三定律	45

壓力.....	47
擊力.....	50
彈性球之衝突.....	51
固定壁面彈性球之衝突.....	54
第四章 力之合成及分解	56—83
力之平行形.....	56
力之平衡.....	59
力之三角形.....	59
力之分解.....	60
二力以上之合成法.....	66
力之多角形.....	68
同在平面上會於一點諸力之直角分力.....	68
平行力之合成.....	71
力矩.....	74
偶力.....	78
同平面上力之平衡條件.....	81
第五章 重心	84—95
重心.....	84

求重心法.....	84
基爾廷紐之性質.....	93
第六章 動力	95—102
動力及抵抗.....	96
重力.....	97
彈條之彈力.....	97
氣體之壓力.....	99
動物力	101
第七章 摩擦及彈性	103—131
摩擦力	103
摩擦係數	104
摩擦角	110
用增滑時之摩擦	113
滾動摩擦力	114
彈性	117
應力之種類	118
彈性係數	120
彎曲矩	127

第八章 功及能132—148

功及能132

功及能之單位134

功之測算法134

功之圖示法138

效功及耗功146

功率147

第九章 功之原理149—189

功之原理149

動力與抵抗平衡之例149

機械151

槓桿152

輪軸154

滑輪159

差動滑輪165

斜面167

二重斜面175

楔175

螺旋	177
差動螺旋	183
齒輪	184
皮帶輪	187
第十章 功之原理續	190—205
動力與抵抗不平衡之例	190
迴轉體之動能	194
惰性半徑	199
調速輪	201
手動壓機	203
車輪之滾動	205
第十一章 單調運動	206—224
單調運動	206
單調運動之公式	208
單調運動變位之圖表	208
單調運動之速度及加速度	210
發生單調運動之力	213
單調運動之合成	214

單擺	219
複擺	221
扭擺	223

應用力學

第一章 單位

緒言 力學 (Mechanics) 一名重學，爲論力及力之作用之科學。就力學上研究之原理，旁及其應用之道，以分別解釋工程學 (Engineering) 中之主要問題者，則稱爲應用力學 (Applied Mechanics)。故應用力學實爲一切工程學之基礎；無論爲土木工程 (Civil engineering)、機械工程 (Mechanical engineering)、電機工程 (Electrical engineering)、以及採礦工程 (Mining engineering) 等等，靡不先取徑於此，以爲入門之階梯。本書按照工學小叢書編輯體例，取基礎上所需之原理及方法，扼要述之。

西哲柏拉圖 (Plato) 氏有言：『設將計算，權度脫離一切學術，所存復有幾何？』全物理界之精確智識，

多由精確之計量 (Measurement) 而得。計量先須明定單位，故本書首章，先論單位 (Unit)。

量 凡有大小多寡可得而計量者，曰量 (Quantity)。欲測各種之量，每以與所求量同一種類之一定量作為標準，則此所求之量為標準量之幾倍，即可以實驗測定之。此標準量，名為量之單位。所示單位幾倍之數值，即所求量與單位之比，名為測數 (Numeric)。實驗的求得測數，名為量之測定 (Measurement of quantity)。故量為單位之測數倍，僅言測數，決不能謂為表示其量也。即

$$\text{量} = \text{測數} \times \text{單位}$$

例如測某物之長，以市尺為單位，測之則得六倍；若以公分為單位，測之則得二〇〇倍。同此一物之長，而因所表之方法不同，所得或為六市尺，或為二〇〇公分。此『市尺』，『公分』為單位，六與二〇〇為測數，可知若不表明單位而僅記其量之測數，是毫無意義可言。

上例所測之長，以 u (市尺) 為單位得 n (六) 之測數，以 u' (公分) 為單位得 n' (二〇〇) 之測數，則

其量（即其長）爲 nu 或 $n'u'$

$$\text{故} \quad un = n'u'$$

$$\text{或} \quad \frac{n}{n'} = \frac{u'}{u}$$

是即測數與單位之大小成反比例。此定理於量之換算時，用以驗其計算之結果，頗爲便利。

基本單位與誘導單位 物理學上所用各種之量及其量之單位，種類甚多，例如長、面積、體積、質量、密度、時間、速度、加速度、力、功……等。然其間皆有互相關聯之處，若以少數之量爲其基本，則其他諸量之單位，皆可自此誘導而得。力學上之長（Length）、質量（Mass）、時間（Time）之三種單位及以此爲基本而化成諸量之單位，總稱爲絕對單位（Absolute unit）。而作爲基本之長、質量、時間之三種單位，名爲基本單位（Fundamental unit）。由此化成諸量之單位，名爲誘導單位（Derived unit），或曰組立單位。例如面積之單位，爲一邊單位長之正方形，體積之單位，爲一邊單位長之立方形；故面積及體積之單位，長之誘導單位也。又有單位體積之質量，謂之密度，是密度之單位，

又爲長與質量之誘導單位。速爲單位時間中所經過之路程，則速之單位，又爲長與時間之誘導單位。如力之單位，更爲複雜，乃爲長與質量及時間三者所合成之單位。

基本單位之中，時間之單位，各國一律，以平均太陽日（Mean solar day）爲基本，而更分爲時、分、秒。一秒等於平均太陽日之八六四〇〇分之一。

長及質量之單位，各國不同，今將我國自中華民國十九年一月一日起施行之度量衡法及度量衡法施行細則中所舉長及質量之單位，摘述如次：

長以公尺爲單位，一公尺等於萬國權度公會所製定鉑銥公尺原器在攝氏溫度計零度時首尾兩標點間之距離。

公尺之補助單位及各單位間之進位當量，有如下表：

公釐(耗)	(Millimetre)	等於公尺千分之一
公分(厘)	(Centimetre)	等於公尺百分之一
公寸(粉)	(Decimetre)	等於公尺十分之一
公尺(呎)	(Metre)	
公丈(料)	(Decametre)	等於十公尺
公引(栢)	(Hectometre)	等於百公尺

公里(紆) (Kilometre) 等於千公尺

質量以公斤爲單位，一公斤等於萬國權度公會所製定鉑銥公斤原器之質量。(水在攝氏四度時，其密度最大；此時每一立方公寸之質量，大致與一公斤相等。)

公斤之補助單位及各單位間之進位當量，有如下表：

公絲(𣎵) (Milligramme) 等於公斤百萬分之一

公毫(厘) (Centigramme) 等於公斤十萬分之一

公釐(尅) (Decigramme) 等於公斤萬分之一

公分(克) (Gramme) 等於公斤千分之一

公錢(尅) (Decagramme) 等於公斤百分之一

公兩(𣎵) (Hectogramme) 等於公斤十分之一

公斤(𣎵) (Kilogramme)

公噸(𣎵) (Tonne) 等於千公斤

此種以萬國權度公會所製定鉑銥公尺，公斤原器爲度量衡之標準，稱爲標準制。標準制之一公尺等於市用制三市尺，一公斤等於二市斤。

上述基本單位中，如用公分(厘)表長，公分(克)表質量，秒表時間，由此誘導而出之絕對單位系統，曰

厘克秒系 (C. G. S. system)。若用公尺 (呎)，公斤 (尅) 及秒，則所誘導而出之系統，可稱為呎尅秒系 (M. K. S. system)。實用上亦有以公里 (浬) 表長，公噸 (噸) 表質量，時表時間者，則於大量計算時用之。

我國工程界以前頗多採用英制，以呎 (Foot) 表長，以磅 (Pound) 表質量，即所謂呎磅秒系 (F. P. S. system)；自標準制頒布後，已不復適用矣。

絕對單位中之質量，實用上有以重量 (Weight) 代用者，凡以長、重量及時間之三單位為基本而導出之單位系統，總稱為重力單位 (Gravitational unit)。重力單位因於實用上極為便利，工程界頗多採用，故又有工程單位 (Engineer's unit) 之稱。本書對此兩種單位——絕對單位與重力單位，兼而用之。

第二章 物體之運動

運動 力之作用，其及物而顯著者，曰運動。蒸汽膨脹力之能使汽機迴轉，電力之能使電車進行，地心引力之能使物體直墜，均吾人日常習見之事，而足以證明力之作用者也。故研究力之作用，須先知運動。

凡一物對於他物而變其位置者，曰運動（Motion）。如列車之運動，即對於地球一部而變位置是也。又凡一物對於他物而位置不變者，則曰靜止（Rest）。如人靜立船中，則人對於船體，其位置未嘗變更。故論凡物之動靜，必有標準物以爲對象；而標準物之爲動爲靜，固無妨也。世間普通之所謂動靜，都以大地爲標準，然力學上往往以對於地球而運動之物爲標準。如研究鐵路機車一部之運動，則以機車之臺爲標準，而機車之臺對於地球之動靜，則無計及之必要矣。

直線運動及圓運動 凡物對於他物之位置，以其相互之方向及距離而決定。故物體運動之時，有僅變更距