

水 力 學

R. L. DAUGHERTY 著

張 蔚 譯



正 中 書 局 印 行

版權所有
翻印必究

中華民國二十五年九月初版

水 力 學

全一冊 實價國幣兩元

(外埠酌加運費匯費)

原 著 者 R. L. DAUGHERTY

編 譯 者 張 蔚

發 行 人 吳 秉 常

南京河北路本局

印 刷 所 正 中 書 局

南京河北路童家巷口

發 行 所 正 中 書 局

上海福州路
南京太平路

(294)

王 序

方今盛倡建設時代，興利除患，惟治水最爲切要。水力學爲水利工程入門之關鍵，苦無譯成國文之善本。張子哲君將篤氏水力學譯爲國文，是書簡而要，約而精，原文爲國內外大學採作課本，歷有年數，今譯本既出，則不惟國內各大學可改用譯本，即高中及中等職業學校等，亦可採作課外參考書矣。其爲功用非淺鮮焉。

吳縣王季緒

三 版 序

藉新版的機會,把此書完全重寫一遍,能使牠合乎時代的要求,及由經驗指示,關於題材的排列又能加以改善.在許多地方,材料重新整理,編製的次序,按目下說似乎更為合理.發生困難的幾點,另用一種方式來說明,希望比以前較為良好,清楚,其他各種項目,解釋的更為詳細.例如,管的進口損失,驟然收縮和膨脹的損失等等,都曾用了較多的篇幅來解釋,牠們本身,在實際上沒有什麼重要,不過把牠們弄清楚後對於水的現象更容易了解罷了.講管擦摩的這章,曾經大加修改,並曾提出一新而且好的法則,來決定管的擦摩,這法則,在任何情況之下,按任何流體說都是真確的.

對於避免特殊情形一層,在可能範圍內,甚至比以前所費的斟酌還多,尤其注重避免特別公式的採用.此版的目的僅擬保留最普通的基本公式,其他的,或完全省去,或把牠們排在習題之內,讓讀者去推演.基本原理對於特殊情形的實用,用數值習題的解明來說明,而不用代數的習題來說明.這樣有兩層利益:一使讀者不能只照最後之代數式子代入即可求得答數那麼容易,二又可指示讀者怎樣去用最簡單和

最有序統的方式來解明數值習題

在書內的習題,較以前大加減削,意思在使讀者對於作題不致太感苦惱.作課本用時,書後另附有習題.在一節或數節之後,有三數例題,說明方才所講的原理之實用.這些例題可以說數目很少,任何讀者都應當自己去解明.在每章之後,將有少數習題,不過範圍較寬,全章的材料均可包括在內.各個例題或習題都極力使牠們的實質均互不相同.所有書內的例題或習題的答數,均已全部印出.

作基本原理的初步講述時,把所有經驗公式都提出來是不大相宜的,其實牠們和其他常用公式是類似的,並沒有含着什麼新的原理.因為此種理由,比方像夫特利 (Fteley) 和斯騰斯 (Stearns) 的水箕公式,以及其他公式等,在前版就沒有給出.為貫徹這種主張,在此次的新版內,關於露天渠溝的巴新 (Bazin) 公式也曾略去,因為無論牠是怎樣真確,奈在此國(指美國)不常用何;牠所包括的範圍,並不是其他公式所不能包括的;並且在原理上也沒有什麼差異.這樣的類似東西一齊列舉出來,不過使讀者更容易混淆而已.

就工程師說,利用各種工具的幫助,就像管流動圖(Pipe-flow diagram),解明問題可以十分容易,但在一本初學的教科書內,最好不要向這方向去指示,因為初學者往往容易學會如何去看圖,而對於基本原理反不能融會貫通.因同一理由,凡一簡單代數式子夠用的地方,數值表常不給出,因為表格

常把因數和因數的關係弄模糊。

在各章內都有新材料增加,並曾添一章,討論在露天渠溝內的不均勻流動。

道 佛 忒

一九二五。

二 版 序

在此版內,著者能把目下在這門課程內感覺必要的新材料增加進去.這些材料,主要的關於:幾種實際問題的圖解解明,管的經濟容量之決定,以及通過複管,枝管,帶旁枝的管,和轉動水道的流動問題.在許多地方,對於各種項目的討論又曾經擴大,及對於其他數部分,經驗告訴重寫一遍可以更有效力,於是便又重寫一次.

此次修正,著者蒙許多人的贊助,特別是科內爾大學的斯威則兒 (Switzer) 先生,特此致謝.

道 佛 忒

一九一九.

初 版 序

編此書的目的，原爲以有限時間要獲得寬泛水力知識的學生作課本用的。所以所作的論述，只要讀者能看得懂，全是以簡潔明瞭爲主。注意點大部集中在基本重要的材料上，而實際無甚價值的東西，除去說明基本原理有必要者外，討論牠們的篇幅很少。爲節省讀者的時間計，曾隨處插入一些圖、曲線和照片。這些不僅可以省略許多言語，而且在一瞥之下所得到的概念，常比其他任何方式所能獲得的更爲明瞭。

全書的論述，極力求其前後一致。關於水流動的一切問題之解明，全要應用柏努利定理，柏努利定理是這論題的合理論述之關鍵。在開始的時候，沒有告訴讀者： $V=\sqrt{2gh}$ ，於是在以後也要把牠忘卻。課堂上的經驗曾經證實，許多讀者，無論這公式與實地情形符合與否，總歡喜應用牠，可是在以後應用柏努利定理把牠推演出來，他們便容易看到，這是一種很特殊的情形，於是對於牠的限度，便體驗的比較周詳。

在可能的範圍內，曾竭力避免特殊情形。在這書內的論述和方程式，按大體說，全是普通的。特殊情形，只在說明某種普通原理有必要時纔給出，或者特殊情形能使一些命題比

較簡明,而普通論述反而太複雜的時候也給出.但讀者要注意,給出的方程式不是普遍可以實用的.

課堂上的經驗曾經示明,能獲得水力學的一種真正物理概念的讀者很少.大部分的讀者,甚至最好的一些,幾乎也全認為這是一種抽象的東西.這一部分是因為,拿他們有限的經驗和觀測,來和本書所討論的東西相較,他們實在看到的極少,於是在他們的腦海中,便不能形成像物理實事那樣完整的意造圖形.為補救此點計,在可能範圍內,曾採用許多照片作實例.因為更要使讀者腦海中印有一種真正物理概念,對於節目的羅列和標示,很費了一番斟酌,並且為使一部分和另一部分連貫成一氣,也不斷的在努力,許多習題,全是選自實際應用的問題,並曾加以適當的排列,所以習題本身是很有實益的.

在討論輪機和離心抽機的時候,首先要把一般的外形,構造,以及此等機器的裝置和牠們運轉的一些簡單特徵,使讀者得一明瞭概念,一起頭就引用許多方程式是沒有什麼用處的,因為這些方程式對於大部分的讀者,不過只能作一種數學的練習而已.第二步應當敘出運轉的原理和實在特性的一般概念,說明這些東西所用的理論,因時間限制不能敘述的太多.在本書內,只給出很少的理論,並且是最簡單的,雖說相信給出的全是普通而且合理的.藉此種理論,即能說明這些機器的特性.此外要考究一些很有用的實際商用因

數,利用牠們能將輪機或抽機分門別類,可拿一種和另一種比較,並且按照某種條件,能巧妙的選擇出最合用的機器。

水力機的簡單理論也曾給出,所包括的範圍,適足供此部分的應用,輪機和抽機的設計太偏於經驗方面,須要極多的判斷,和由豐富試驗數據所得的經驗,來用少數方程式表達出來,關於此部分的任何簡略探討,往往不確實而且容易引入歧途,因此已把牠略去。要想看此類題材之比較詳細的論述,請讀者去參考著者其他專書。

全書的主要目的在敘述基本原理,此部分完結之後,爲對水力學的專門部分有趣味的讀者設想,對於幾種特別題材有比較詳細的研究。敘述實驗和試驗數據佔了不少篇幅是不當的,雖說讀者對於這些東西也不能忽視,因爲在從事於重要工作時,對於這些項目有相當研究是需要的。但是,實驗係數和經驗因數曾經充分的給出,所以關於數值的變程和在已知情況下,選擇合用值的考究,都可以有一種正確的概念。

有一些在實用水力學內很重要的題目曾經略去或論述得很簡略,按表面說,因爲牠們不含基本原理,於是即不屬本書的範圍,或者是屬於高深研究的性質,最後著者要爲本書辨護的,是本書原爲他所教的學生的需要而作的。

承各製造廠各公司或個人惠贈插圖,著者要鎮重致謝,他們的名字,已在插圖上附帶書出。此外西布利工學院和科

內爾大學的應用力學教授武德先生,以及西布利工學院和
科內爾大學的講師夫朗西斯先生,對於原稿的指正和證明的
校閱,也要表示謝意。

道 佛 忒

一九一六

記 號 法

A = 以平方呎計的面積(在輪機和抽機,這是在與水的速度正交方向量出之水流的總面積).

a = 以平方呎計的面積,這是在輪機和抽機內,在與水的相對速度正交方向量出之一切水流的面積.

b = 氣壓計之水高的呎數.

C = 金齊公式內的係數.

c = 流量係數.

c_c = 收縮係數.

c_v = 速度係數.

D = 以吋計之輪機轉子或抽水機擊葉的直徑.

d = 以呎計之管的直徑.

d'' = 以吋計之管的直徑.

e = 效率.

e_h = 水的效率.

e_m = 機械效率.

e_v = 體積效率.

F = 以磅計的力.

f = 管的摩擦因數,

G = 以磅計的任何重體.

g = 重力加速率,以呎每秒每秒計.

H = 以呎計的總有效水頭,

$$= p + z + V^2/2g.$$

H' = 以呎計之水頭的任何損失.

h = 以呎計的水頭.

I = 轉動慣量.

K = 任一常數.

k = 損失的任一係數.

l = 以呎計的任何長度.

m = 以呎計之水的平均深度(或水的半徑).

N = 在庫特公式內的粗糙因數.

= 每分之轉數.

N_s = 比速, $N \times \sqrt{B.hp.}/h^{\frac{5}{4}}$.

n = 任一抽象數目.

= V 的指數.

P = 以每秒之呎磅計的功率,

= 在面積上之總壓力,以磅計.

p = 以水高之呎數計的壓力強度.

p' = 以每平方呎之磅數計的壓力強度.

p'' = 以每平方吋之磅數計的壓力強度.

Q = 以立方呎計的總水量.

q = 以每秒立方呎計的放出率.

r = 至任一點的半徑,以呎計.

s = 水壓梯度的斜度 $= H'/l$.

= 以水為標準的比重.

T = 以磅呎計之力的轉矩或矩.

t = 時間以秒計.

= 以吋計的管厚度.

U = 以泊計的絕對粘滯性.

u = 一點的線速度,以每秒的呎數計.

V = 水的絕對速度(或對地球的速度),以每秒的呎數計.

v = 水對某運動點的速度,以每秒的呎數計.

W = 每秒之水的磅數 $= wq$.

w = 以每立方呎之磅數計的密度.

z = 以呎計的任一鉛直距離;在量度“水頭”時,牠是在任一任意標準平面上的鉛直高度.

α = 在 V 和 u 間的角,在牠們的正方向量度出的.

β = 在 v 和 u 間的角,在牠們的正方向量度出的.

ϕ = 輪機轉子或抽機擊葉的周界速率與 $\sqrt{2gh}$ 之比.

ϕ_0 = 獲得最大效率時之 ϕ 的價值.

ω = 以每秒弧度計之角速度
 $= 2\pi N/60 = u/r$.

μ = 以每呎秒之磅數計的絕對粘滯性.

在特別點之量的值,將由下標指明. 用下 (1) 和 (2) 的時候,永遠假定水是從 (1) 流至 (2) 的.

縮 寫 字

g. p. m. = 每分之加倫數.

sec. ft. = 每秒之立平呎數.

r. p. m. = 每秒之轉數.

hp. = 馬力.

p. hp. = 輪型馬力 = d. hp.

W. hp. = 水馬力.

目 次

第一章 緒言.....	1
定義——固體與流體的區別——氣體與液體的區別—— 水的壓縮性——水的密度——計算之準確度——記號法 ——單位——習題.	
第二章 壓力強度.....	9
壓力強度的定義——在液體內之壓力的變化——等壓表面—— 壓力在各方向均相等——用液體高度表示壓力—— 氣壓計——真空——絕對壓力與相對或計器壓力——量 壓力的儀器——水壓機——習題.	
第三章 面積上的流體靜壓力.....	26
平面上的總壓力——壓力中心的深度——壓力中心之橫 位置——在平面上的合推力——在曲面上的水平壓力 ——在曲面上的鉛直壓力——在任一方向之壓力成分 ——在曲面上之合壓力——在壓力下的管——水的浮力 和漂浮——定傾中心——習題.	
第四章 流體靜力學之應用.....	48
重力堤——架堤——弓形堤——土堤——堤工附錄—— 堰板——習題.	
第五章 流體動態學.....	59
實在情形和理想條件——臨界速度——穩定流動——放 出率——連續性之方程式——穩定流動之普通方程式—— 水頭與能量——水頭及功率——水壓梯度——對於能量	

方程式之進一步的討論——普通方程式之應用——習題。

第六章 流體動態學的應用..... 91

水注的定義——水注係數——水注收縮——通過孔、短管、和管嘴的流動——開在水中的孔——初速度——通過發散短管的流動——孔的係數的值——短管的係數——管嘴的係數——在管嘴內的水頭損失——管嘴的效率——細腰流量計——孔式流量計——大型鉛直孔——水箕——三角形水箕——矩形水箕——夫朗西斯水箕的公式——巴新水箕公式——對於水箕的注釋——席波蘭地水箕——赫舍爾水箕——彼托特管——流速計——對於量度水的注釋——在變動水頭下的放出率——習題。

第七章 管內的摩擦損失..... 146

管摩擦所損失的水頭——管摩擦的指數公式——摩擦損失之普通方程式——摩擦因數的通用值——摩擦因數的普通公式——不重要的損失——在進口損失的水頭——在出口損失的水頭——因驟然收縮所生的損失——因驟然增大所生的損失——漸次收縮的損失——在漸大部分內的損失——其他不重要的損失——習題。

第八章 通過管的流動..... 174

放至空氣內的管線——有管嘴的管線——在水內放出——特定放出率的管的大小——管的經濟尺寸——複管——枝管——有旁枝的管——管輸送的功率——連抽機的管線——連輪機的管線——輪機或抽機的能量方程式——在峯頂上的空氣之效應——管線的建造——習題。

第九章 在露天渠溝內的均勻流動..... 209

露天渠溝——均勻流動——水壓梯度——均勻流動的方程式——關於 C 的庫特公式——關於 C 的曼寧公式——露天渠溝的建造——水流的計量——量變曲線——習題。

第十章 在露天渠溝內的不均勻流動..... 226

在露天渠溝內的不均勻流動——不均勻流動的普通方程

式——降下曲線——逆流曲線。

第十一章 流體動力學..... 235

水流所生的動力——對於駐立物體的動力作用——作用在管上的力——彼托特管論——在絕對和相對速度間的關係——對於運動物體上的動力作用——對於轉動輪的動力作用——所生的轉矩——功率——實用水頭——輪機效率的定義——抽機效率的定義——離心作用或強制渦旋——自由渦旋——通過轉動水道的流動——水衝擊和不穩定流動內的波浪——習題。

第十二章 衝動輪的描述..... 279

水注的衝動和反作用——衝動和反作用輪機的區別——衝動輪——輪瓣——管嘴和節速——負荷條件。

第十三章 反作用輪機的描述..... 292

反作用輪機——轉子——水門與節速——排水管——箱與座——負荷條件。

第十四章 水力廠..... 318

水力廠的要項——高水頭力廠——低水頭力廠。

第十五章 衝動輪論..... 329

水的作用——水注所生的力——輪機的功率——速率——作用於衝動輪上的水頭——習題。

第十六章 反作用輪機論..... 341

緒論——所生的轉矩——功率——速率——最大效率之 C_e 和 ϕ_e 的值——排水管論——反作用輪機所用的水頭——習題。

第十七章 輪機與定律與因數..... 356

在不同水頭下的運轉——不同大小的轉子——比速——比速的應用——影響效率的因數——習題。

第十八章 離心抽機..... 367

定義——分類——離心抽機的描述——負荷條件——發生水頭——水頭的量度——擊葉所生的水頭——離心抽機的因數——比速——不同速率的運轉——影響效率的因數——習題.

附錄1——粘滯性

附錄2——表

圓面積表——標準管容量表——帶 $\frac{2}{3}$ 方次的數目表——

帶 $\frac{3}{4}$ 方次的數目表——基本三角學.

習題..... 401

(一) 中文索引

(二) 西文索引