

實用
土木工程學



序

中國科學社負發揚科學文化之使命，近年來經本社出版之科學書籍，雖已逐漸增多，惟尙無獨成系統之專著，而於應用科學方面，尤感缺乏，爰有編譯工程叢書之議，藉以弭此缺憾。但工程學門類至繁，從事編譯，豈屬率爾操觚所能濟事，其未能早日見諸實行者，經費與人才之困難，實爲其主要原因。

一九三八年春，本社雖處於特殊環境之中，惟出版事業尙未受若何影響。是時社友汪胡楨、顧世楫等適來海上。諸君之於土木工程學，造詣甚深，且在工程界任職歷二十餘年，久著勞績，其於著述之事，亦深感興趣而遊刃有餘。故經本社理事會議決，以主編實用土木工程學之事任之，而爲本社發行工程叢書之嚆矢。

土木工程學雖僅屬工程學之一門，惟其範圍之廣，效用之宏，遠非其他任何工程學所可比擬。即在國家承平之日，凡屬發展交通、水利、改良衛生、市政之事，幾無一非土木工程師是賴。他日戰事結束，百端待舉，其最感迫切而需要者，恐更無過於土木工程學範圍內之各項建設，良以其有關國計民生，至爲深切。本社

乘此時機，特先以此書問世，亦所以稍爲國家貢獻於萬一耳。

此書係以美國技術學會之土木工程叢書最新版本（一九三八年版）爲藍本，而從事逐譯，經年餘之努力，始克有所成就。今擬先後出版者凡十餘種，關於本書之性質，及編譯之經過，另有弁言，以爲讀者介紹，茲不多贅。惟此書既以實用爲主，故不涉高深理論，幸讀者勿以其淺顯爲病。蓋土木工程學之任何門類，俱可輯爲專書，苟不厭求詳，則雖累數十冊而未能盡。此非本社發行工程叢書之原意，且在今日之吾國學術界，亦暫無此需要焉。

一九四〇年一月

楊孝述

弁 言

土木工程學宏博淵深，門類至富。自測量力學等基本學科起，以至交通、水利、衛生、結構諸專門學科止，標舉其名，何慮數十餘種。而每一學科之西文著述，浩如烟海，即在吾國出版界，屬於土木工程學之著述及譯本，近年亦日見增多，但各書之程度不齊，詳略互異，其能彙聚土木工程學各科於一書，自成系統，以供學子自修或初學入門之用者，尙不多觀。西文書籍中之各種土木工程師袖珍手冊，雖包羅宏富，應有盡有，但咸係供參考之需，不宜初學及自修之用，且求之國內，尙未見有從事著譯此種書籍者。

以吾國學術界目前之需要而論，與其多出博雅精深之理論書籍，無甯印行切合實用之專門著述，庶學校中得取爲教材，自修者可資以研究，既免西文扞格之苦，而深得舉一反三之樂。中國科學社之發行工程叢書，其要旨殆亦在是。同人等受命主編實用土木工程學，未嘗忽視此意，惟自慚譴陋，若從事撰著，誠恐剪裁難期盡當，爰經審慎選定美國技術學會出版之土木工程叢書，作爲譯述之藍本。是書之優點，即在注重實用，避免高深理論，其引用數學之處，僅及三角法

爲止，使讀者極易了解。惟有關實用之公式及圖表，仍多盡量採入，以資參考。書中舉例固力求明顯，且凡遇應用計算方法處，恆附以若干習題，以備觀摩。全書七冊，計附圖一千六百餘幅，尤爲他書所罕有，故極適宜於作爲教本及自修課本之用。凡此種種，讀者當能自行評定其價值，毋待同人等之絮述焉。

本書在美國學術界久居重要地位，其執筆者不下十餘人，或係富有經驗之領袖工程師，或爲著名大學之專科教授，無一非著作等身爲工程界知名之士，故能出其餘緒，刪蕪存要，而成此極有價值之鉅著。是書之最早版本，刊行於一九〇八年，去今蓋已三十年矣。歷年屢經增損，不知已再版若干次，今本書所採用者，乃一九三八年之最新版本，凡七鉅冊，其內容如下：

- 第一冊 平面測量學，一工程契約及規範，
- 第二冊 材料力學，一靜力學，一道路學，
- 第三冊 鋼建築學，
- 第四冊 屋架結構，一橋梁工程學
- 第五冊 混凝土工程學，
- 第六冊 水力學，一給水工程學，一溝渠工程學，
- 第七冊 鐵路工程學，一土工學。

按此七冊之內容，似係偏重於量之區分，故不甚與修學之先後程序相合。今酌加更改，以基本學科列於首，並將水力學與靜力學合成一冊，其餘可分者則

分之計得十二冊，而定爲下列之次序：

- 第一冊 靜力學及水力學，
- 第二冊 材料力學，
- 第三冊 平面測量學，
- 第四冊 道路學，
- 第五冊 鐵路工程學，
- 第六冊 土工學，
- 第七冊 給水工程學，
- 第八冊 溝渠工程學，
- 第九冊 混凝土工程學，
- 第十冊 鋼建築學，
- 第十一冊 房屋及橋梁工程學，
- 第十二冊 工程契約及規範。

在此十二冊中，凡屬土木工程學之主要學科，固已大致具備，惟此最新版本，已刪去河道、海港、水力發電及灌溉等數種，同人等力所能及，尙擬繼續搜採名著，次第譯述，以成全帙。

原書因非出於一人手筆，故在編制方面不盡劃一，且不另分章，亦無詳細目錄，檢查時稍感不便。故現已於譯本中一律爲之區分章節，製成詳備之目錄，置於每書之首，而原書所附之索引，則予刪除。

在譯書之過程中，以選定專門名詞爲最感困難之事，蓋國內關於學術上之譯名，尙未統一，尤以土木

工程學之門類既繁，名詞特多，其中雖有若干譯名，已爲先進著作家所引用，但尙多紛歧，難資依據。同人等爲集思廣益起見，曾經數十次之集會商討，並決定儘量採用教育部已經公佈之各項專門名詞，其未備者，則由同人等審慎擬定，務使全書前後一致。雖未敢云至當，但已確盡一番攻慮抉擇之功，或足爲統一土木工程學專門名詞之濫觴。茲爲便於讀者檢查起見，另列中英文譯名對照表於每書之末。俟全書殺青以後，當再按英文字母次序，編印土木工程學辭彙，以供國內工程家之參考。至於書中之地名及人名，則概從音譯，以商務印書館出版之標準漢譯外國地名人表爲準則，以期一律。其在書中所見者，亦列對照表，附於書後。

原書關於度量衡單位，均係英制，雖猶爲吾國工程界所通用，但與普通教本中所採用之米制不合，讀者或將引爲不便。爰經另編簡明之單位換算表，刊於每書之首頁，以便推算。

工程書籍中之算式及符號，恆較其他書籍爲多。稍有謬誤，每使讀者思索竟日而不明源委。其切於實用之表式，尤不容有一數字或甚至一小數點之誤列，致發生重大之紛擾。本書關於印稿校對之事，係由主編者與譯者反覆爲之，雖未敢云絕無魯魚亥豕之誤，但已盡最大努力，使印刷上之錯誤減至極少。即原書

中偶有算式及符號數字等錯誤，亦一一爲之糾正。此雖細節，但亦所以表示同人等鄭重將事之微意，故樂爲讀者告焉。

同人等聞見有限，疵謬之處在所難免，倘蒙讀者賜予匡教，不勝感幸。

一九四〇年一月，上海 汪胡楨 顧世楫

譯者贅語

力學之應用於土木工程範圍內者，殆爲其最淺顯之部分，即所謂工程力學或應用力學是也。工程力學普通又分爲靜力學，動力學，水力學及材料力學諸部。靜力學及動力學，本屬於固體力學之範圍，而水力學則爲流體力學之一部分，凡此皆已在物理學中粗示端倪，惟習土木工程學者，更當就其實用方面，加以深切之研究。

就土木工程學而言，靜力學及水力學，實尤關重要。前者爲設計各項建築及結構工程之根據，而後者則爲規劃一切水利及衛生工程之張本。此二者在原著中係分見於兩冊，今以其同爲基本性質之學科，故合併爲一書。除材料力學已另列專冊外，其動力學部分，因應用之處較少，原著既闕，茲亦從略。

靜力學及水力學理雖淺顯，但亦不乏引用高深數學之處。惟原著以切於實用爲主，不涉深奧理論，故內容並不廣泛。但讀者苟能就此範圍研求純熟，則不僅於修習本叢書其他各科時有左右逢源之樂，即進而研習高級之工程力學，亦游刃有餘矣。

原 序

人類之工作，在工程各部門內，其驚奇偉大與莊嚴，殆無過於土木工程師矣。夫有土木工程師，庶幾向視為無法飛渡之天塹，可以架橋跨越；建摩雲之鋼構，俾建築藝術家得以踵事增華；穿隧重巒，不差累黍；登山涉水，探測人跡未到之境域；他若建築巴拿馬運河，箭石壩，羅斯福壩，水廠濾池及一切公共工程，幾無一非土木工程師之偉績。

鑒於土木工程之重要性，及以清晰通俗文字陳述此廣大領域內一切理論與實際發展之需要，始引起出版者以編纂此巨著之旨趣。出版者之宗旨，在乎供給曾受訓練之工程師以權威之資料，俾易解決當前之問題，並使有志向學之士，得了然于近代之發展以急起直追也。

土木工程書籍，汗牛充棟，瀏覽匪易。此書說理力求簡賅，術語力求減少，重複之章節竭力刪除，輯為七冊，便於攜帶，附有索引，以利查檢，凡此均欲使適合讀者之需要耳。

本書在技術文學界之地位，久已為世人所推崇，一致認為標準之參考書，茲出版者，復不惜煩費，加以

修正,務使包羅益廣而效用益宏也。

在結語中,應向編著諸君子深致謝意。諸君子咸屬富有經驗之工程師與教育界知名之士,本書之得以問世,皆其努力協助之所賜也。

靜力學目錄

	頁數		頁數
第一章 緒論	1.	14. 一力分解為兩個分力	
1. 力	1	之代數法	13
2. 力之規定及圖示	2	第三章 同點力之平衡	16
3. 符號	3	15. 平衡條件之規定	16
4. 比例尺	3	16. 平衡之圖解條件	16
5. 同點力及不同點力	4	17. 平衡之代數條件	19
6. 平衡及平衡力	4	第四章 構架分析;『接合點法』	22
7. 合力及合成	5	18. 構架	22
8. 分力及分解	5	19. 構架荷重	22
第二章 同點力,合成及分解	6	20. 集點荷重之計算	2
9. 兩同點力合成之圖解法	6	21. 構架一肢之應力	2
10. 兩同點力合成之代數法	8	22. 在接合點之力	2
11. 力之多邊形	10	23. 普通解法	2
12. 兩個以上同點力之合成	10	24. 構架圖解分析之符號	32
13. 一力分解為兩同點分力之圖解法	12	25. 一接合點之多邊形	32
		26. 應力圖	33
		27. 應力紀錄	37
		28. 雪荷重之分析	42
		29. 風荷重之分析	48

第五章 不同點力之合成——49

30. 合成之圖解法——49

31. 諸力互相平行或近乎

平行——50

32. 合成之定義及規則——51

33. 代數法之合成——52

34. 力耦——54

第六章 不同點力之平衡——55

35. 不同點不平行力之平

衡條件——55

36. 不同點平行力之平衡

條件——55

37. 反動力之決定——56

第七章 構架分析(續);

『取截面法』——63

38. 張力肢及壓力肢之力——63

39. 取截面法——63

40. 芬克式構架之完全分

析——68

41. 死重, 雪重及風壓諸

應力之合併——75

42. 屋架之頂面有改變斜

坡者。——77

水 力 學 目 錄

	頁數		
第一章 概述	81	13. 任何形式平面上之壓力中心	96
1. 定義	81	14. 浮力對於沉入水中物體之影響	101
2. 量之單位	81	15. 比重	101
3. 水之重量	81	第三章 經過孔之水流	103
4. 大氣壓力	83	16. 水流經過孔之速度	103
第二章 水在靜止時之壓力		17. 用孔量水之法	104
力	83	18. 經過小孔之流量	105
5. 壓力之傳遞	83	19. 實驗所得之流量係數	107
6. 水重所生之壓力	85	第四章 堰上之水流	109
7. 作用於平面上之水壓力		20. 普通解釋	109
力	88	21. 計算流量之公式	110
8. 已知方向之壓力	89	22. 流量係數	111
9. 在曲面上之壓力	91	23. 夫朗西斯公式	113
10. 管壁及空心柱體所受之破裂壓力	92	24. 潛堰	113
11. 封閉管及空心柱體內之縱向應力	93	25. 不規則形之堰	114
12. 矩形面積上之壓力中心	95	第五章 經過管中之水流	116
		26. 各不同速度下之管中流量	116

27. 關於經過管中水流之
普通原理----- 117
28. 管中摩擦損失之公式 119
29. 水理坡度錢----- 125
30. 虹吸----- 126
31. 水流經過特種形式之
管----- 126
32. 木條箍成之管----- 126
33. 救火軟管----- 127
34. 管內水頭之次要損失 129

第六章 敞槽內之水流— 132

35. 普通公式----- 132
36. 水理平均半徑----- 134
37. 經過普通污水渠之水
流----- 134

第七章 河道內水流之測

- 量法----- 137
38. 普通方法----- 137
39. 流速之變更----- 137
40. 流速計之用法----- 13
41. 浮標之用法----- 140

靜 力 學

第一章 緒 論

靜力學爲力學之一支，專論述外力作用於靜止物體之原理，及其應用者也。

靜力學之討論及計算，有兩種極不同之方法。在第一種方法，所討論之數量，均用綫表示之，其論述完全應用幾何圖形，而其計算亦利用合於比例尺之繪圖；此名『圖解法』。在第二種方法，所論列之數量，均用記號表示之，一如普通之代數及算術，而其討論及計算，均用代數，算術及三角方法；此名『代數法』。本書將兩法並用，如遇問題，當擇兩法中之較適當者而用之。

1. 力 力之意義，學者諒已相當明瞭，茲將有關力之幾點定義，重述如次。力者一推，或一拉而已。每力均有量；表示一已知力之量，常稱之爲大於某標準力若干倍。此處即以重量之標準爲標準，以其取用甚便也。故所謂一力等於 100 磅云者，卽一力等於 100 磅之重量也。

又一力必有方向；所謂力之方向者，言此物體若僅受此一力作用時，即將依此方向移動也。圖 1 表示一物體正被一繩拉向右，故作用於物體之力之方向，係水平而向右。此方向可於圖內繪一綫以表示之，此綫與繩平行，上有箭端指向右方。

又一力必有『施力地方』，即物體上力所作用之地方也。如施力地方為極小，可看作一點，即名為『施力點』。一鐵道機車之輪，施壓力（推力或力）於鐵軌，輪與軌面接觸之部份，即為此壓力之施力地方。但為實用起見，此壓力常當為作用於一點（即接觸面之中心點），此點即車輪作用於鐵軌之力之施力點也。

一力有施力點者，亦稱有『作用綫』，此名稱即指通過力之施力點而與其方向平行之直綫也。如圖 1，加於物體之力之作用綫，即代表繩之直綫。此處須注意力之方向及其作用綫之分別；方向者圖內之任何水平綫可以表示之，惟須加一箭頭指向右方足矣，但作用綫僅有繩之直綫可代表之，有一定之地位，無一定之長度者也。



圖 1

力之方向用箭頭所代表之一部份，稱為力之『向』。上圖之力之向，係向右，而非向左。

2. 力之規定及圖示 在靜力學中，凡一力之(1)量，(2)作用綫，及(3)向均為已知者，則此力已屬完全規定。此三項均可用圖表明之。如上圖 1，直綫即表示作用於物體之力之作用綫，綫上指向右方之箭頭即為力之向，綫上所劃定之長度，即依照某種比例尺所表示力之量也。例如力之量為 50 磅，則用 1" 等於 100 磅之比例尺，長度 $\frac{1}{2}$ " 即表示此量。

一問題如與許多力有關，則為便利起見，常用兩條直綫以表示一力，一綫表示量，一綫表示作用綫，箭端可放在任何一綫上。圖 2 即同樣表示前例之力，AB（長 $\frac{1}{2}$ "）表示力之量，而 ab 表示其作用綫。AB 可繪於圖內任何處，惟長度則有一定，蓋比例尺所規定也。