

SUN'S RAYS
(ENERGY)

CLOUD F. Linsley / Kohler Paulhus

ADVANCING
AIR MASS

(CONDENSATION)
Hydrology for Engineers

Second Edition

WATER VAPOR

V A P O R A T I O N F R O M

LANES, RIVERS, PONDS, LAKE, SOIL, PLANT, OCEAN
TORS, STR, LAKES, (RESPIRATION), (TRANSPIRATION)
FURNACES, CHAMPS, MARSHES, (RESPIRATION)

水文工程學

上 冊

易 任 譯



OF SATURATION
(GROUND WATER)

東華書局印行 MATERIAL

水文工程學

第二版 (1975)

上 冊

原著者

Ray K. Linsley

Max A. Köhler

Joseph L. H. Paulus

譯 者

易 任

東華書局印行



版權所有・翻印必究

中華民國六十六年十月初版

中華民國七十二年三月四版

大學
用書 **水文工程學 (全二冊)**

上册定價 定價新台幣壹佰元整

(外埠酌加運費滙費)

譯者	易	任
發行人	卓	鑫
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
(66058)

譯者序言

近代科學，日新月異，突飛猛進，水文學自亦不例外，水利事業建設為經濟建設之首要工作，農業與工業乃至日常生活，必須先賴水利事業建設之完成，始可相繼發揚光大；而水利事業建設，又以水文研究及水文資料之統計分析為先，以期水資源可以發揮高度之效用。

美國 Linsley 教授、Kohler 先生及 Paulhus 先生於 1958 年共同撰寫本書，初版發行後，即廣泛為世界各大學、研究院及工程界採用為教本及重要參考書，時隔十七載，水文學在理論上與實用上已有飛躍之進展，而目前適用之研究方法與技術，亦普遍優於 1958 年代，故三氏乃於 1975 年撰寫第二版之水文工程學，以彌補初版之不足，書中材料在質與量上均已有甚多之改進。

治學方法不外歸納與演繹，前者為由「結果探究原因」，後者為由「原因推求結果」，此兩種研究方法雖方向相反，而道則一，其間必須有一精確之理論，將之連貫，如此始可貫澈首尾，運用精密，而能使「或然之推斷」成為「必然之結果」。此種理論之基本原理應可包容於「水文工程與統計」學程之中，是以本書乃為水利工程設計、研究與應用不可或缺之重要文獻。

本書中專有名詞之翻譯，悉依民國五十四年九月交通部交通研究所編印之「交通名詞辭典——氣象類」，民國六十四年科技圖書股份有限公司發行而由趙國華先生主編之「工程名詞——土木工程篇」，及民國六十三年一月由中國水利工程學會主編之「水工名詞——修訂本」為準，其間以上三書中均未列入之名詞，則由譯者自行譯釋，人名及地名一部份概從原文，未予翻譯。

本書費時兩載始翻譯完成，內子陳汝芳於百忙中之不斷鼓勵與協助；東華書局承印本書，董事長卓鑫森先生、總經理馬之驢先生及編審部副總編輯徐萬善先生，編審謝抗先生之熱忱關注並編排及校印，使本書得以順利完成，謹此致衷誠之謝意。本書因篇幅較多，乃遵循東華書局編審部之建議分上下兩冊印行。

譯者不揣謏陋，草譯此書，謬誤不當之處，勢所難免，敬希先進學者，勿吝指正，俾爲再版改正之南針，實感幸甚。

國立台灣大學教授 易 任（任之）

民國 66 年 7 月 20 日於台北市

水之頌——歌德

萬物生於水，亦復仰於水。
大哉海洋洋，統權乃在爾。
爾可遣雪行，亦可令溪流。
山原何所有，萬物何所求。
一切新生命，係受爾之酬。

著者序言

筆者撰寫之水文工程學 (Hydrology for Engineers) 一書，於 1958 年初版發行後，即廣泛為世界各大學院校及研究所採用為教本。時隔十七載，水文學在理論上與實用上已有飛躍之進步與發展，且目前適用之研究方法與技術，亦普遍較優於 1958 年代，故筆者乃有撰寫第二版水文工程學之動機，以彌補初版之缺欠。本書第二版亦可謂為初版之增訂本，增加之章節部份為水文模擬 (Hydrologic Simulation)，序率水文學 (Stochastic Hydrology) 及河域形態學 (Morphology of River Basins) 等，教材在質與量上均已有甚多之改變。

近年來由於電子計算機之進步，在水文學之研究與演算方面成為重要而有利之工具，但由於從事水文研究工作者，並非每人均熟諳計算機之應用，故筆者仍沿用傳統之方式撰寫此書，而約略引伸電子計算機在水文學上之應用方法。質言之，水文學研究之基本程序或方法 (Basic Processes) 應繼續加強，而此等基本程序或方法之加強，則在於水文學基礎理論及其它適用方法與工具應用之透徹了解。

目前由於世界各國大多採用公制，而美國亦開始改英制為公制，故本書文中以及圖表均包含有公制與英制兩種；例如在敘述氣象問題之章節中，大致均為公制，而有極少部份為英制，公制數字通常在前，而後為括弧，括弧中為相當之英制數字。其餘各章則相反，即英制數字在前，後為括弧，括弧中註出相當之公制數字。如此之安排，在於希望便利於使用公制之國家，以及將改用公制之國家。本書中之習題部份，則包含有公制與英制兩種。

讀者可能發覺水文學爲一極有趣味之學科，而該學科却與讀者所學習之工程學科有極大之差異，譬如水文學中所論及之自然現象(Natural Phenomena)即不可能與工程力學(Engineering Mechanics)中嚴格之理論分析，相提併論，是以在研究方法上，迥然不同，而水文學可容有若干猜度或判斷(Judgment)之範圍(Latitude)，且在問題之解算方面，似乎不可能有過於精密之要求；但在健全基礎上成立之水文解算，其精確程度當然亦可與其他工程力學解算之精度媲美。在工程上之不定性質(Uncertainties)科學家不易了解者，多以安全因數(Factors of Safety)、嚴格之標準化工作步驟(Standardized Working Procedures)以及考慮材料性質所作之保守假設(Conservative Assumptions)等，其目的即在欲求得合理而精確之解答。

筆者在此對於提供卓見與資料以及甚多協助之美國國家氣象署(National Weather Service)、Stanford大學及Hydrocomp, Inc.公司等，致衷誠之謝意。而書中序率水文學一章，特蒙Stephen Burges教授悉心校閱，衷心銘感。

史坦福大學水利工程教授：

RAY K. LINSLEY, JR.

美國國家氣象署顧問，水文專家：

MAX A. KOHLER 謹識

美國國家氣象署顧問，水文氣象專家：

JOSEPH L. H. PAULHUS

符號與縮寫

符 號

A = 面積

a = 係數

B = 寬度

b = 係數

C = 蔡斯 (Chezy) 係數 ; 係數

C_p = 合成單位歷線洪峰係數

C_t = 合成單位歷線稽延係數

c = 係數 ; 集流 (Concentration)

D = 水深度 ; 漫地流貯留水體積 ; 日度 (Degree-days)

d = 直徑 ; 係數

E = 蒸發 ; 自不透水面上沖蝕之泥沙

E_a = 參考蒸發率

E_T = 蒸發散量

e = 水蒸氣壓力 ; 自然對數之底

e_s = 飽和水蒸氣壓力

F = 落差 ; 力 ; 滲水體積 ; 生產成本

f = 相對濕度

$f()$ = 某函數

f_c = 最後滲水量

f_i = 滲水率

f_0 = 最初滲水量

f_p = 滲水量

G = 地水域之安全出水量；溝渠沖蝕率

G_t = 河床質輸運量

g = 水位高度；重力加速度

H_v = 氣化潛熱

h = 高度；水頭；砂丘係數

I = 流入量；臨前降雨指數；內荷

i = 雨量強度

i_s = 供水率（雨量減去貯留量）

J = 機率

j = 機率（指數）

K = 馬斯金更（Muskingum）貯水常數；頻率因數；壓密係數；
滲透係數；水力導水率

K_r = 退水常數

k = 係數

L = 長度；低區域貯水引數

L_c = 自流域出口至流域中心之距離

L_0 = 漫地流之流長

M = 融雪率

m = 係數或指數

N = 正規降雨量；數字

n = 曼寧氏糙度係數；係數；指數；數字

O = 流出量；作業成本（Operating Cost）

O_g = 地面下滲流（Seepage）

P = 降雨量

P_e = 超滲降雨量（Precipitation Excess）

P_r = 雷達反射能

p = 壓力 ; 空障率 ; 機率

PF = 毛管勢能對數 (以公分水頭計)

Q = 流量或逕流

Q_a = 淨長波輻射

Q_{ar} = 反射長波輻射

Q_e = 用於蒸發之能量

Q_g = 地下水流量

Q_h = 有感熱轉移

Q_{ir} = 入射減反射輻射

Q_n = 淨輻射能量

Q_0 = 放射長波輻射

Q_r = 反射短波輻射

Q_s = 地表河溪流量

Q_s = 短波輻射 ; 懸移泥沙量

Q_o = 平流能量

Q_θ = 能量貯存變化

q = 單位流量

q_b = 基流量

q_d = 直接逕流量

q_e = 平衡流量

q_h = 比濕度

q_o = 漫地流量

q_p = 洪峰流量

R = 水力半徑 ; 鮑文氏 (Bowen's) 比 ; 土濺 (Soil Splash)

R_g = 氣體常數

R_I = 逕流引數

R_n = 序列變距 (Range of a Series)

R_s = 地表殘餘泥沙

r = 半徑；變距
 S = 貯蓄水量；地面貯留水量；泥沙輸運
 S_c = 含水層貯水常數
 S_d = 窪地貯水量
 S_g = 地下水貯蓄量
 S_i = 截流貯水量
 S_I = 季節引數
 S_L = 低區土壤水分貯量
 S_s = 地表貯水量
 S_U = 高區土壤水分貯量
 s = 比降；坡度
 s_b = 河渠底比降
 T = 溫度；傳導率；單位歷線期基
 T_L = 稽延時間
 T_d = 露點溫度
 T_r = 重現年期；再發生期距
 T_w = 濕球溫度
 t = 時間
 t_e = 平衡時間
 t_p = 流域稽延
 t_R = 雨量延時
 t_r = 合成單位歷線之雨量單位延時
 U = 單位歷線縱標；高區土壤水分貯量引數
 u = 波速；井水力學因數
 V_e = 平衡地表貯留水量
 V_i = 截流貯水量
 V_s = 窪地貯留水量
 V_0 = i 為 0 時之地表貯留水量

VIII

v = 流速
 v_s = 沉降速度
 v_* = 摩擦速度
 W = 滲透指數
 W_p = 可降水量
 $W(u)$ = 水井 u 函數
 w = 比重
 w_r = 混合比
 X = 變數
 $\bar{X}$ = X 之平均數
 x = 距離；常數或指數
 Y = 變數
 $\bar{Y}$ = Y 之平均數
 y = 垂直距離；頻率分析之改化變數
 y_n = 頻率分析因數
 Z = 水井洩降；點滴大小 (Drop-size) 函數；變數
 z = 垂直距離
 α = 比值；平流能量蒸發部份
 β = 常數
 Δ = 蒸氣壓力～溫度曲線坡度；增率
 ε = 混合係數；放射性
 θ = 角度
 Λ = 總勢能
 μ = 絕對滯性；平均值
 ν = 運動滯性
 γ = 鮑文比係數
 $\pi = 3.1416$
 ρ = 密度；相關係數

Σ = 總和

σ = 標準差；史蒂文 - 鮑次曼常數

τ = 剪力

Υ = 杜邦 (du Boy's) 係數

Φ = 滲透指數；河床質函數

Ψ = 毛管勢能； ρ 函數；河床質函數

縮 寫

$\text{\AA}$ = 光波長單位 (10^{-10} m)

acre-ft = acre-foot = 畝-呎

atm = atmosphere = 大氣

Btu = British thermal unit = 英熱單位

$^{\circ}\text{C}$ = degrees Celsius = 攝氏度數

Cal = Calorie = 卡 (洛里)

cm = centimeter (10^{-2} m) = 公分

cfs = cubic feet per second = 秒立方呎

csf = cubic feet per second per square mile = 每平方哩秒
立方呎

d = day = 日

D = Darcy = 達西氏

deg = degree = 度

$^{\circ}\text{F}$ = degrees Fahrenheit = 華氏度數

ft = foot = 呎

g = gram = 克

gal = gallon = 加侖

h = hour = 小時

hm = hectometer (10^2 m) = 百公尺

Hg = mercury = 水銀

in. = inch = 吋

K = Kelvin = 卡爾文

km = kilometer (10^3 m) = 一千公尺

kn = knot = 浬

l = liter = 公升

lat = latitude = 緯度

lb = pound = 磅

ln = logarithm to the base e = 自然對數

log = logarithm to the base 10 = 普通對數

Ly = langley = 卡洛里每平方公分

m = meter = 公尺

mi = mile = 哩

mb = millibar = 毫巴

min = minute = 分

mm = millimeter (10^{-3} m) = 公厘

mgd = million gallons per day = 百萬加侖每日

nmi = nautical mile = 航海浬 = 852 公尺

ppm = parts per million = 百萬分之一

s = second = 秒

sfd = second-foot-day = 秒立方呎每日

y = year = 年

μ m = micrometer (10^{-6} m) = 百萬分之一公尺

水文工程學

上册 目次

譯者序言	I - II
著者序言	III - IV
符號與縮寫	V - XI
上册目次	XIII - XVIII
第一章 緒論	1
1-1 水文循環	1
1-2 歷史	3
1-3 水文工程	4
1-4 水文學之題材	5
參考文獻	6
文獻延覽	6
習題：共 3 題	7
第二章 氣候與水文	8
太陽與地球之輻射	8
2-1 太陽與地球輻射	8
2-2 太陽輻射於地表	9
2-3 地表與大氣之熱平衡	10
2-4 輻射之量測	14
大氣環流	15

2-5	熱循環	15
2-6	地球自轉之影響	15
2-7	噴射氣流	17
2-8	陸地與水分佈之影響	20
2-9	游移系統	23
2-10	鋒	24
	溫度	28
2-11	溫度之觀測	28
2-12	專用名詞	29
2-13	直減率	30
2-14	溫度之地理分佈	32
2-15	溫度之時間變化	34
	濕度	34
2-16	水蒸氣之性質	34
2-17	專用名詞	37
2-18	濕度之觀測	41
2-19	濕度之地理分佈	42
2-20	濕度之時間變化	42
	風	44
2-21	風之觀測	44
2-22	風之地理變化	45
2-23	風之時間變化	50
	參考文獻	51
	文獻延覽	53
	美國資料來源	56
	習題：共 19 題	57
第三章 降水		61

3-1	降水之成因	61
3-2	降水之形式	65
3-3	降水之類型	67
3-4	人爲降水	68
	降水之觀測	72
3-5	雨量計	73
3-6	雨量計網 (或雨量站網)	79
3-7	降水之雷達觀測	84
3-8	降水之衛星觀測	87
	降水資料之分析	88
3-9	估計遺失之降水資料	88
3-10	雙累積分析法	89
3-11	面積上之平均降水量	90
3-12	深度 - 面積 - 期距分析法	91
	降水之變化	96
3-13	地理變化	96
3-14	降雨之時間變化	98
3-15	記錄之降水量	98
	積雪與降雪	102
3-16	觀測	102
3-17	降雪之變化	107
	參考文獻	109
	文獻延覽	114
	美國資料來源	117
	習題：共 14 題	119
第四章	河溪流量	122
	水位	122