

科學圖書大庫

耕地排水學

譯者 蔡仲文 校閱 劉淦芝

徐氏基金會出版

我們的一個目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識的傳播，是提高工業生產，改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。科學宗旨，固在充實人類生活的幸福也。

近三十年來，科學發展速率急增，其成就超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成事實。際茲太空時代，人類一再親履月球，這偉大的綜合貢獻，出諸各種科學建樹與科學家精誠合作，誠令人有無限興奮！

時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的急要責任，培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如生物、化學、物理、數學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。科學研究與教育的學者，志在將研究成果貢獻於世與啓導後學。旨趣崇高，立德立言，也是立功，至足欽佩。

科學本是互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的意外收穫。

我國國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年之間，所可苛求者。因此，從各種文字的科學圖書中，精選最新的基本或實用科學名著，譯成中文，依類順目，及時出版，分別充作大專課本、參考書，中學補充讀物，就業青年進修工具，合之則成宏大科學文庫，悉以精美形式，低廉價格，普遍供應，實深具積極意義。

本基金曾為促進科學發展，過去八年，曾資助大學理工科畢業學生，前往國外深造，贈送一部份學校科學儀器設備，同時選譯出版世界著名科學技術圖書，供給在校學生及社會大眾閱讀，今後當本初衷，繼續邁進，謹祈：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者；

主動地精選最新、最佳外文科學技術名著，從事翻譯，以便青年閱讀，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世，助益學者。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。掏誠奉陳，願學人們，惠然贊助，共襄盛舉，是禱。

徐氏基金會敬啓

一本翻譯書的故事

蔡仲文先生廣東人，光復後來台，即服務台糖；少時留法十餘年，獲巴黎大學理科碩士，後入巴黎農業大學進修，復得高等研究文憑；但水利並不是他的專長。他翻譯這本排水學，是應我的要求。這本書譯成以後，原擬由台糖研究發展委員會付印，以供各廠農務參考之用；改送徐氏發行，也是接受我的建議。

這本排水學全名，應譯為農業衛生與排水（Assainissement agricole et drainage），1953 由巴黎 Editions Eyrolles 書局出版。1955 我離開巴黎，在上飛機以前，臨時由使館舒梅生博士陪往書肆所購者。這本書不但是我所知的第一本排水專著，書內所搜的歐洲各國排水試驗報告及田間排水許多農業措施，都是極寶貴的參考資料。

我在台糖主持農務二十餘年，水利方面最大困擾，不是灌溉，而是排水。甘蔗灌溉，國內外報告均多，經濟效益，很容易計算。三九年地下水開發（註一），投資雖多至美金三百餘萬，但技術立場，事明理確，毫無猶豫。排水則不然。所謂“排水不良”，究作何解？不但務農者，提不出明確的定義，即水利工程專家，也少一致的科學標準。問題發生，遂使處理為難。

重灌溉而忽視排水，並不限於國內。十餘年前，國內水利著作，張建勛之灌溉（初版 1957）及金城之排水（初版 1962）均尚未問世。當時書肆僅有馮雄之灌溉及沙玉清之農田水利。國外美國農藝學會之耕地排水（American society of agronomy-Drainage of agricultural land-1957）及魯興之排水工程（J. N. Luthin-Drainage engineering-1966）亦未出版。所以 1955 秋天，我在歐洲考察甜菜，得知此書，自然如獲至寶。時蔡先生已調公司，即請其翻譯。

一般排水論著，多偏於工程。這本書最大的特點是農工並重。台糖公司能通法文的並非蔡君一人。但科學翻譯，應向讀者負絕對學術忠實責任，必須由專家或學者主筆：僅通文字，率爾操觚，其意雖善，但每誤人。學校現用的動物大辭典及植物大辭典兩書，很少人知道其中所載動物及植物，有僅

見於日本，而為中國所無。

蔡先生本習科學，曾任上海勞大及廣州中山等大學教授多年，水利雖非其所專，但其翻譯態度，則至為嚴謹。此可於其豫備之久，工作之勤及自備參考之多見之。更為難得的，知再版已出（1965），即改譯再版。

這本書原備台糖農務參考之用。蔡先生於農場實情或不盡明，翻譯期間，特請朱益先生協助，譯成以後，並請過立先先生校閱。朱過兩位都是水利專家，服務台糖二十餘年：前者現任糖業試驗所水利研究員，曾獲美國加大水利碩士；後者現任台東糖廠廠長，留日專攻農業工程，新營尖山埤水庫冲沙的成功，就是他的貢獻。

蔡先生現已退休。這本書改由徐氏出版，除讀者與筆酬而外，最重要的原因，還是徐氏基金為國家學術的善舉，值得讀書人一致推重，凡有好的文稿，應向該會廣為舉荐。

發展科學技藝及防止人才外流，近來報紙登載甚詳，但對於學術寂寞（Intellectual isolation）及人才浪費（Intellectual waste），却少人注意。一般書商徒重翻印古籍。私人要想向國外購買一本新書，外匯之管制，手續之繁雜，難如登天，教書人每為生活所迫，終年忙於兼課，無暇深入從事新知之研譯。

發展科技而科技知識如此窒息，實不合理。我們的科學研究，可以不及人，但我們的科技知識，却必須要與時代俱進，決不能落後。為國家建設着想，在現在政府各項管制未改善以前，最經濟簡單的辦法，由民間私人組織，不以營利為主，向國外訂購科技新著，以重酬（不低於鐘點費即可）聘專家或學者翻譯。廣為流傳，再能以廉價出售尤佳。

一個民主國家不能凡事依賴政府。徐氏此舉：既為國家發展學術，讀書人又得以筆耕為生，解祛晚年寂寞。一舉數得，實在值得稱道。

劉 淦 芝

五十八年十二月

耶誕後一日，於台北

註一 台灣地下水開發，是由台糖首創。

譯 者 自 序

耕地排水學係根據法國兩位土木水利專家M. Poirée及C. Ollier所著 *Assaïssement agricole et drainage* 一書之第一、二兩版編譯而成。原著是國立巴黎技藝職業大學測量學院叢書，並為該院及巴黎土木工程學院與函授學校等專用教材。

排水原有廣狹兩義，前者範圍較廣，包括農田、沼澤、海埔及洩洪等之廣面排水，而本書則着重排除耕地過濕水分及設法維持其適當地下水位，顯屬狹義，故定名為耕地排水學。

本書為目前法國唯一最新排水學，立論正確，內容豐富，包羅許多國內外有關排水理論與研究成果，僅就下列數端即可窺見其新境界與新觀念之一斑。

首創農業衛生新名詞，以揭發排水學之真理與技術。

宜就農學、氣象學、土壤學、經濟學及水文學等科學論據以創一合理、經濟而有效之排水工程系統。

有時須捨實驗而由簡單假設導至合理計算之研究，如為水在排水區地下之流動及洪流之逕流機理等是。

應用臨界雨強度，作物容浸時間，及適當地下水位等基數以確定排水工程設計之尺度。

Darcy氏定律 1856 年創始於法國，初用為計算水井出水量與土壤滲透率，繼則發展為土壤水力學，近且利用決定小暗渠與小明溝之深度與距離。

凡水在瓦管暗渠、明溝、河渠等流動可由水力學定律解釋，而滲入水之在土中進行則宜用土壤水力學說明。

過去對於集水暗渠及天然或人工河川之排水比較疏忽，今後亟須加強以免影響整個排水系統。

第二次世界大戰後排水施工已由人力轉入機械領域，而塑膠暗渠亦在發展中。

終由此等新觀念之實例亦足使人明瞭現代排水技術進展之新趨勢。

茲再將本書內容概述于下，全書分三篇共十章，計開：

第一篇土壤與水，分兩章，一為說明土壤質地及其物理性，特別是膠狀

體，空隙率，可透性以及水在土壤如何滲入、滯留與流通。

另一章為研究水循環，空中水分配，頻率與臨界雨，逕流定律與地下水位等。

以上兩章是排水學與灌溉學二者共有之基本問題。

第二篇明溝排水，分四章說明土壤過濕害處與排水功能，明溝排水原理與基礎，選擇最有利排水系統，作物容浸時間，適當地下水位，臨界雨與流量特徵，溝渠水流公式，明溝排水系統之設計與施工。

第三篇暗渠排水，計四章，分別說明暗渠排水基本智識與理論，小暗渠安放之深度及其排列之距離，洪流之逕流機理，集流之時間，河川之計算，設計書之擬訂與招標，以及暗渠工程之設計與施工等。

本書對於內容之闡述務求詳盡、明晰、合理、多舉實例，並用圖解與圖樣表達，而其計算方法亦多簡易，且常附諾謨速尺或數值表以省計算手續。至譯文則力求平易信達，深入淺出。

因此本書不僅適于大專之造就測量師或土木工程測量師，且可用為一般與排水工程有關之從業人員，農學者，農業家以及營渠商等之參考。而著者在此更望負責督導之工程師與現場技術人員通力合作，以謀改進排水技術，增加農民收益。

最後尚應提及者即著者于引進頻率術語時所持之謹慎考慮，虛心接受與深入研究等態度，值得吾人效法。吾人即宜本此態度虛心引進歐美排水技術，切實研究，加緊儲備為改善吾國廣面潮濕耕地之所需人才。

本書蒙台糖同仁劉淦芝與陸寶愈兩位先生之鼓勵，朱益興過立先二兄之審閱，以及其他中外人士之協助，黃君銳亞之謄寫，得以順利完成，併此致謝。

排水學甚為複雜，所涉科目亦多，譯者學識有限，謬誤之處，尚祈先進賢達賜予指正。

譯序及此，心有所感，謹以此書紀念先祖母及雙親大人培育之恩。

蔡 仲 文

中華民國五十八年一月一日

目 錄

一本翻譯書的故事.....	III
譯者自序.....	V

第壹篇 土壤與水

第一章 土壤及其物理性質.....	I
I 概論.....	1
II 土壤的機械分析.....	1
A. 土壤的組成.....	1
B. 顆粒分類.....	1
C. 土壤的機械分析法	2
1. 分析各法.....	2
2. 篩過法	3
3. 沉積法	3
4. Kopecky氏流積法	3
D. 機械分析結果	5
1. 幾種土壤分析數字	5
2. 分析結果圖	6
III 土壤結構.....	9
A. 空隙率	9
1. 空隙率定義	9
2. 計算空隙率	10
3. 列舉幾種土壤空隙率數值的實例	12
B. 土壤的水與空氣	12

IV 水與土壤之關係	13
A. 土壤濕度	13
1. 測定濕度	13
a) 田間測定	13
b) 實驗室測定	13
2. 田間容水量	14
a) Schloesing 氏實驗—田間容水量，飽和容水量	14
b) 箱測法—非常濕度率	16
3. 土壤保持水分方法—吸着力，毛管力，地心引力，靜水力，濕度張力	17
4. 水在土中的垂直分佈平衡斷面圖	20
B. 水在土中之流動	20
1. 概論	20
2. 重力水之流動	21
a) 滲透率之定義	21
b) 土壤滲透率實測法	22
(1) Crevat 氏方法	22
(2) Muntz 等氏實測滲透率法	22
c) 同質土壤之滲透學理	24
(1) Darcy 氏定律	24
(2) 濾過速度K的定義	27
(3) 土壤動水的特質	28
(4) 確定濾過速度K	29
附求K用諾謨速尺	
(5) 測量滲透率之結果	41
(6) 在天然非完全飽和水土壤之情形	44
3. 毛管擴散作用	44
a) 概要	44
b) 土壤乾燥方式	46
4. 利用以上結果以改良耕地水分	48
第二章 水之循環	49
I 水在自然界中循環	49

Ⅱ 空中水	49
A. 降水	49
1. 概要	49
2. 降水測定法	49
a) 雨量計	49
b) 表達結果	49
3. 雨量特徵	50
a) 雨量率	50
b) 月雨量分數	50
c) 雨量變遷	50
4. 雨量	50
a) 雨量含義及其效用	50
b) 降雨之分析研究結果，臨界雨	52
(1) 概論	52
(2) 降雨時數與強度	52
(3) 臨界雨（頻率週期 U）	53
(4) 雨量空間分佈	56
(5) 長時間降雨對耕地排水之利益	58
c) 乾枯指數	59
d) 法國之降雨概況	59
B. 內凝水	60
1. 凝水作用	60
2. 內凝水之學理	60
3. 內凝水的重要性	60
Ⅲ 空中水之分配	61
A. 空中水之分部	61
1. 定義	61
2. 估計原則	62
B. 滲入	63
1. 岩層種類之影響	63
a) 概要	63
b) 非可透性岩層	63
c) 可透性岩層	63

2. 外在因素之影響	64
a) 植物之影響	64
b) 氣候影響	64
3. 地下水脈	65
a) 淺脈水	65
b) 水脈的流動	65
c) 深水脈	67
C. 蒸發	68
1. 通性	68
2. 物理性蒸發	68
3. 生理性蒸發	69
D. 逕流	69
1. 概要	69
a) 定義	69
b) 逕流與滲入	70
c) 遞延逕流	70
d) 逕流係數	70
e) 直流逕流及轉逕流係數值	71
2. 逕流因素	72
3. 河川流量	73
a) 瞬間流量	73
b) 平均流量	73
c) 河況係數	75
d) 固有流量	75
IV 水在地上逕流	76
A. 問題所在 (參閱三篇一章VI節B)	76
B. 逕流定律	76
1. 天然證據	76
2. 創設公式	77
3. 數字實例	80
V 流域水文之研究	82
A. 確定水文係數	82
1. 利益	82

2. 原則研究	82
B. 流域所生植物	86
1. 主要原理	86
2. 森林的影響	86
VI 水循環之綜合研究	87
A. 幾個總數	87
B. 詳究水平衡預算	88
1. 蒸發	88
2. 逕流	88

第貳篇 明溝排水

第一章 土壤含水過量濕度過大之害處	91
I 概要與害處說明	91
II 耕種結果	92
III 認識土中過剩濕度	92
IV 暗渠排水的主要功效	92
V 明溝排水的功效	93
VI 暗渠排水的效果	94
VII 增產與經濟價值	94
VIII 延阻設施暗渠理由	95
第二章 排水原理與基數	97
I 通論	97
A. 定義	97
1. 排水	97
2. 耕地排水	97
B. 法國濕地面積	97
II 廣面排水與乾涸	97
A. 廣面排水問題之重要	98
B. 方法的概要	98
1. 定義、廣面卑濕排水工程、乾涸排水工程	98

2. 主要措施	98
III 耕地排水	99
A. 各種排水方法	99
1. 地面水過剩情形	99
a) 排水區本身雨水	99
b) 排水區外來雨水	99
c) 洪水	99
2. 地下水過剩情形	99
a) 由于上下土之不透水	99
b) 由于泉湧	99
c) 由于障礙物	99
d) 由于河岸滲入	100
e) 荷蘭海邊低地	101
3. 重大天然障礙物	101
B. 明溝排水系統略圖	101
1. 小明溝	101
2. 集水溝	101
3. 天然河道	102
4. 環溝	102
C. 設計上常用基數	102
1. 地下水位適當深度	102
2. 應排水量	103
a) 在廣面排水區情況	103
(1) 概要	103
(2) 雨量係數之定義與確定	103
b) 在小面排水區情況	107
(1) 試求學理上確定	107
(2) 實地採用數值	108
IV 有關排水系統計算之新基礎	109
A. 概要	109
1. 問題所在	109
2. 耕地排水之兩種形狀	109
3. 選擇最有利之排水系統	110

B. 耕地改良 (排水區)	111
農學與氣象學論據	111
1. 地下水位適當高度	111
2. 水浸：損害。容浸時間	115
3. 臨界雨—流量特徵	118
4. 應保留數字—計算幾種流量特徵	120
5. 平均流量	123

第三章 明渠水流公式

I 通論。定量及定速流動體系	125
II 水在溝渠流動基本方程式	125
III Darcy 與 Bazin 氏公式	126
IV Ganguillet 與 Kutter 氏公式	130
V Bazin 氏公式	131
Va Manning-Strickler 氏公式	132
Vb Vincent 氏公式	132
VI Tadini 氏公式	133
VII 使用諾謨速尺	133
VIII 計算 S.P.R. 總公式	134
IX 溝壁坡度 = (角度 θ)	134
X 流速分佈定律	135
XI 坡度對溝渠斷面尺度之影響	138
XII 合理斷面或最高流量的梯形斷面	139
XIII 沉積與水生植物之影響	142
XIV 解答有關溝渠水流主要問題	142
A. 梯形斷面	142
B. 矩形斷面	150
C. 半圓斷面	151
D. 涵渠，環渠斷面	152
XV 附數值表及諾謨速度	155
A. 數值表	155
1. Darcy 與 Bazin $U = C\sqrt{R}$ 公式的係數 C 數值表， 本表無附入。	155

2. 依 Bazin 公式所計 $\frac{\sqrt{R_i}}{U}$ 與 $\frac{U}{\sqrt{R_i}}$ 的數值表	155
B. 諾謨速尺	155
1. Manning 氏速尺	155
2. d'ocogne 氏速尺	155
3. Vincent 氏速尺	155
4. 計算塑膠管徑速尺	155
5. Ganguillet 氏速尺	155
第四章 明溝排水技術工程	161
I 環溝	161
1. 利益與功用	161
2. 設計準則	161
a) 定線	161
b) 應排水量	161
c) 縱向坡度	162
d) 斷面, 形狀, 大小	162
e) 流速	162
II 明溝排水系統	163
A. 小明溝	163
1. 重要與功用	163
2. 定線	163
a) 方向	163
b) 溝間距離學理上研究	163
3. 縱斷面	165
a) 深度	165
b) 坡度	165
4. 斷面	165
a) 形狀	165
b) 大小	165
B. 集水支溝	165
1. 功用	165

2. 定線	165
3. 縱斷面	165
4. 斷面	165
C. 集水幹溝	166
1. 功用	166
2. 設計準則	166
a) 定線	166
b) 大小	166
3. 附註：運用幾何學以確定溝渠大小	166
III 排除集水	167
A. 連續流出法：河道	167
1. 概要	167
a) 河道的重要	167
b) 河道種類	167
2. 天然河道	167
a) 河道流量	167
b) 養護工程，刈除植物，浚渫	168
c) 改良工程，概要，截彎取直，調整河流，築堤與護岸， 研究設計綱要。	169
3. 人工河渠	172
a) 概要	172
b) 大小	172
B. 間接流出法或機械排出法	174
C. 荷蘭 yssel 湖底地之圍墾	174
IV 耕地明溝排水的優點與缺點	176
A. 缺點	176
B. 優點	177

第叁篇 暗渠排水

第一章 基本知識。暗渠排水理論之研究	179
I 概論	179

II 暗渠作用。水由瓦管間隙進入	180
III 暗渠特徵	181
A. 問題所在	181
B. 地下水面之形狀	181
C. 排水土壤之合理研究	186
1. 暗渠方位之重要	186
2. 特殊情況之理論研究	186
附查定安放暗渠距離之諸謬速尺	
3. 一般情況之研究。Hooghoudt 氏公式	193
D. 明溝情況	197
IV 水在暗渠內運動，計算其流量	198
V 每公頃秒應排水量	201
VI 流域之排水	203
A. 流域之涵養	204
1. 河川流域及其次級流域	204
2. 河川洪流	205
3. 平均年流量	205
B. 洪流之逕流機理 (參閱一篇二章IV節)	206
1. 兩種流相	206
2. 集流時間	207
3. 河川流域之在出口流量之研究	209
第一情況：降雨時數比集流時間為大	209
第二情況：降雨時數比集流時間為小	212
4. 流域設有排水之情況	214
a) 明溝排水	215
b) 暗渠排水	216
C. 河川之計算	216
1. 概要	216
2. 臨界雨之選定	217
3. 雨量係數—特殊點位	217
4. 流量之實用計算	218
第二章 暗渠工程設計研究之基本原則	221

I 暗渠方向與定線	221
II 暗渠與集水暗渠的深度	223
A. 實地試驗以確定深度	224
B. 實用深度。正常深度	224
C. 深渠的優點	225
D. 應採用之正常深度	226
E. 在特殊情況之深度	226
F. 集水暗渠的深度	227
III 小暗渠之距離	229
A. 由實驗以確定暗渠距離	230
B. 隨土壤滲透率以確定暗渠距離	230
C. 確定土地種類・探井	233
D. 理論上確定暗渠距離	234
E. 確定濾過速度K	235
IV 暗渠坡度	239
V 暗渠直徑及限度	242
A. 小暗渠。最長限度	242
B. 集水暗渠的直徑	245
附計算渠徑之表格與諾謨速尺及計算頃公升秒流量諾謨速尺	
VI 河渠大小	252
VII 暗渠排水附屬工程	252
VIII 在特殊情況所設暗渠	256
IX 特別暗渠：鼯鼠渠，深土犁	258
第三章 暗渠工程設計書	265
室外與室內研究	265
I 室外研究	265
A. 詳查排水區土地與河道實情	265
B. 排水區土地及河道之平面與高低測量	265
C. 探井	266
D. 有關統計資料	266
II 室內研究	266
A. 文書部	266