

灌溉排水營運管理

甘俊二 陳清田 張煨權 陳焜耀
黃振昌 鄭昌奇 譚智宏 陳世楷

行政院農業委員會

中華民國九十二年十一月

參與人員芳名錄

主 編

甘俊二 臺灣大學生物環境系統工程學系教授

編撰委員

第一篇	陳清田	嘉義大學土木與水資源工程學系副教授
第二篇	張煜權	臺灣大學農業工程學博士
第三篇	陳焜耀	臺灣大學農業工程學博士
第四篇	黃振昌	農業工程研究中心組長
第五篇	鄭昌奇	美國雪城大學土木系博士
第六篇	譚智宏	美國佛羅里達大學農業暨生物工程學博士
第七篇	陳世楷	臺灣大學農業工程學博士

諮議委員

第一篇	蔡明華	行政院農業委員會水利科科長
第二篇	李聰輝	中興工程顧問公司主任技師
第三篇	柯海生	財團法人農業工程研究中心研究員
第四篇	林尉濤	行政院農業委員會水利科技正
第五篇	王秉村	行政院農業委員會水利科技正
第六篇	胡文章	行政院農業委員會水利科前技正
第七篇	郭慶和	行政院農業委員會水利科前科長

審查人士
(初審)

第一篇	黃宗輝	農田水利會聯合會管理組長
第二篇	許勝雄	嘉南農田水利會灌溉股長
第三篇	施進卿	雲林農田水利會灌溉股長
第四篇	劉 振	台東農田水利會灌溉股長
第五篇	何德本	彰化農田水利會灌溉股長
第六篇	李雄傑	經濟部水利處規劃試驗所組長
第七篇	徐錫鄧	桃園農田水利會灌溉股長

審查人士
(複審)

第一篇	阮明宗	公農田水利會管理組長
	傅俊智	南投農田水利會灌溉管理員
第二篇	蔡錦堂	桃園農田水利會管理組長
	陳清峰	台中農田水利會灌溉股長
	陳明進	台中農田水利會灌溉管理員

第三篇 何德本 彰化農田水利會灌溉股長
許勝雄 嘉南農田水利會灌溉股長

第四篇 洪東嶽 苗栗農田水利會會長
謝金佑 苗栗農田水利會管理組長
溫風生 苗栗農田水利會灌溉股長
林仁政 花蓮農田水利會管理組長
陳獻 農業工程研究中心組長

第五篇 簡建基 北基農田水利會管理組長
葉在德 雲林農田水利會管理組長
施進卿 雲林農田水利會灌溉股長
林俊宏 雲林農田水利會灌溉管理員
陳長溪 宜蘭農田水利會灌溉股長
郭啟雄 台東農田水利會管理組長

第六篇 張蒼霖 七星農田水利會管理組長
林文傑 七星農田水利會工程員
黃金 石門農田水利會管理組長
陳光北 石門農田水利會灌溉股長
洪再勉 石門農田水利會灌溉管理員
葉佳煥 新竹農田水利會灌溉管理員

第七篇 林明道 高雄農田水利會管理組長
廖文賢 屏東農田水利會管理組長

綜合審查

蔡明華 行政院農業委員會水利科科長
陳衍源 行政院農業委員會水利科技正
廖本炎 農田水利會聯合會總幹事
黃宗釋 農田水利會聯合會組長
吳孟洋 農田水利會聯合會副工程師

目 錄

目 錄.....	I
圖目錄.....	XIV
表目錄.....	XXI
照片目錄.....	XXVI

第一篇 灌溉排水原理

第一章 概說.....	1-1
1.1 灌溉排水的原始意義.....	1-1
1.2 今日灌溉排水的意義.....	1-1
1.3 灌溉排水之目的與其重要性.....	1-2
1.3.1 灌溉之目的.....	1-2
1.3.2 排水之目的與功效.....	1-3
1.3.3 灌溉排水的重要性.....	1-4
1.4 灌溉排水的略史.....	1-6
1.5 台灣省灌溉排水的現況及今後努力的目標.....	1-9
1.5.1 台灣地區灌溉排水現況.....	1-9
1.5.2 灌溉排水今後努力之目標.....	1-18
第二章 灌溉水質及水源.....	1-20
2.1 灌溉水質之要求.....	1-20
2.1.1 灌溉水質之評估項目.....	1-20
2.1.2 灌溉水質標準.....	1-24
2.1.3 水質不良的處理.....	1-26
2.1.4 台灣地區之灌溉水質.....	1-29
2.2 水源種類.....	1-30
2.2.1 河川取水.....	1-30
2.2.2 湖沼水(埤池水).....	1-34
2.2.3 地下水.....	1-36
2.3 蓄水庫.....	1-44
2.3.1 水庫位置之選擇.....	1-49

2.3.2	水庫之容量.....	1-49
2.3.3	水庫容量估計與計算.....	1-50
第三章	土壤與水份.....	1-53
3.1	土壤組成.....	1-53
3.1.1	土壤剖面.....	1-53
3.1.2	土壤質地.....	1-54
3.1.3	土壤結構.....	1-56
3.2	水份滲入土壤.....	1-57
3.2.1	入滲過程.....	1-57
3.2.2	入滲率.....	1-58
3.2.3	影響入滲的因素.....	1-59
3.3	土壤水份狀況.....	1-61
3.3.1	土壤含水量.....	1-61
3.3.2	飽和含水量.....	1-61
3.3.3	田間容水量.....	1-62
3.3.4	永久凋萎點.....	1-62
3.4	可利用土壤含水量.....	1-63
3.5	地下水位.....	1-65
3.5.1	地下水位深度.....	1-65
3.5.2	暫棲地下水位.....	1-66
3.5.3	毛細管上升作用.....	1-67
第四章	作物需水量.....	1-68
4.1	作物需水量之意義與定義.....	1-68
4.2	影響需水量之因數.....	1-69
4.3	作物需水量之測定方法.....	1-71
4.3.1	直接測定法.....	1-71
4.3.2	間接測定法.....	1-76
第五章	灌溉用水量.....	1-86
5.1	灌溉用水量的定義.....	1-86
5.2	灌溉用水量之有關名詞及單位.....	1-87
5.2.1	灌溉用水量之有關名詞.....	1-87
5.2.2	灌溉用水量之單位.....	1-87
5.3	水田灌溉用水量.....	1-90

5.3.1	水田灌溉用水量之決定.....	1-90
5.3.2	台灣水稻需水量試驗成果.....	1-95
5.3.3	台灣各區水稻灌溉用水量之推估.....	1-97
5.4	旱田灌溉用水量.....	1-100
5.4.1	旱田灌溉用水量之決定.....	1-100
5.4.2	灌溉期距.....	1-102
5.4.3	主要作物灌溉臨界期.....	1-102
5.4.4	主要作物灌溉次數.....	1-105
5.5	有效雨量.....	1-105
5.5.1	有效雨量之定義.....	1-106
5.5.2	有效雨量之估計.....	1-106
5.5.3	有效雨量之應用.....	1-112
5.5.4	提高田間有效雨量之作法.....	1-112
第六章	農田排水.....	1-114
6.1	排水之意義及需要.....	1-114
6.1.1	概述.....	1-114
6.1.2	排水之範圍.....	1-114
6.1.3	排水之功效.....	1-114
6.2	排水系統之分類及適用說明.....	1-115
6.2.1	一般分類.....	1-115
6.2.2	排水方式區分及管理權責.....	1-116
6.3	排水量之計算公式與計畫基準.....	1-119
6.3.1	總降雨量法.....	1-119
6.3.2	洪峰排水量之理論公式.....	1-131
6.3.3	經濟單位排水量.....	1-133
6.4	不同類型之排水.....	1-133
6.4.1	地面排水.....	1-133
6.4.2	地下排水.....	1-135
6.4.3	機械排水.....	1-136
第七章	灌溉排水之研究發展.....	1-137
7.1	灌溉排水之應用研究.....	1-138
7.2	將來灌溉排水之研究發展.....	1-138
	參考文獻.....	1-144
	中英名詞對照表.....	1-145

第二篇 灌溉計畫

第一章 概述	2-1
1.1 前言.....	2-1
1.2 內容概要.....	2-2
第二章 灌溉計畫製作之前置作業	2-3
2.1 對灌區及系統之瞭解.....	2-3
2.2 對灌區作物制度之瞭解.....	2-4
2.3 對田間灌溉用水之瞭解.....	2-6
2.3.1 灌溉用水量之定義.....	2-6
2.3.2 計算灌溉用水量之主要因子.....	2-7
2.3.3 灌溉水深與期距.....	2-13
2.4 對灌溉水源之瞭解.....	2-16
第三章 輪區灌溉計畫之製作	2-18
3.1 基本資料.....	2-18
3.2 田間灌溉耗水量(WR)之估算.....	2-18
3.3 田間灌溉用水量(FIR)之估算.....	2-21
3.4 輪區用水量(TR)之估算.....	2-24
3.5 水平衡分析.....	2-26
3.6 年與旬灌溉計畫.....	2-28
第四章 灌溉計畫範例	2-29
4.1 實際範例之灌溉地及系統.....	2-29
4.2 水門灌溉用水量.....	2-32
4.3 水平衡分析.....	2-37
參考文獻.....	2-40
中英名詞對照表.....	2-41

第三篇 灌溉配水技術

第一章 概述	3-1
1.1 灌溉輸配水之目的.....	3-1
1.2 灌溉輸配水之分類.....	3-1
1.2.1 按需求供水.....	3-2

1.2.2	按預先制定計畫供水.....	3-2
1.2.3	輸配水系統.....	3-3
1.3	灌溉輸配水基本要求.....	3-3
1.3.1	公平原則.....	3-3
1.3.2	輸配水之軟、硬體.....	3-3
1.3.3	輸配水之經濟成本觀念.....	3-3
第二章	用水管理.....	3-4
2.1	用水管理任務之區分.....	3-4
2.1.1	用水管理任務區分原則.....	3-4
2.1.2	用水管理執行流程.....	3-5
2.1.3	用水管理任務之職掌劃分.....	3-6
2.2	水利小組的運作.....	3-7
2.2.1	水利小組之設置.....	3-7
2.2.2	水利小組的任務.....	3-8
2.2.3	水利小組之營運.....	3-8
2.2.4	水利小組會議.....	3-9
2.2.5	水利小組公約.....	3-9
2.2.6	水利小組應具備之基本資料.....	3-9
第三章	配水方法與操作.....	3-11
3.1	輪流灌溉.....	3-11
3.1.1	輪流灌溉之需要.....	3-11
3.1.2	輪灌之分類.....	3-12
3.1.3	輪流灌溉之執行方式.....	3-13
3.2	田間配水.....	3-14
3.2.1	田間配水方法.....	3-14
3.2.2	田間配水操作.....	3-15
3.3	系統配水.....	3-16
3.3.1	系統配水方法.....	3-17
3.3.2	正常期與豐水期之配水.....	3-20
3.4	降雨時之調節用水.....	3-21
第四章	乾旱缺水時期因應對策.....	3-24
4.1	乾旱時期水量分配原則及救災措施.....	3-25
4.1.1	水量分配原則.....	3-25



4.1.2	農田水利會灌區之救旱措施及財源.....	3-26
4.2	乾旱缺水期之配水方法.....	3-27
4.2.1	傳統之配水方法.....	3-28
4.2.2	機動性之配水方法 (K 係數法)	3-31
4.3	各水源不同缺水程度時之採行措施.....	3-40
4.3.1	河川供水系統.....	3-40
4.3.2	水庫供水系統.....	3-41
4.3.3	埤塘供水系統.....	3-43
4.3.4	地下水供水系統.....	3-45
4.4	不同缺水程度時之配水實例.....	3-47
4.4.1	不同供水量之配水模式探討.....	3-47
4.4.2	供應南科用水之方案.....	3-49
第五章	移用灌溉用水之損害補償.....	3-75
5.1	各標的用水.....	3-75
5.1.1	農業用水.....	3-79
5.1.2	生活用水.....	3-80
5.1.3	工業用水.....	3-82
5.2	灌溉用水之移用.....	3-83
5.2.1	灌溉用水協助其他用水標的.....	3-83
5.2.2	移用補償原則.....	3-84
5.2.3	補償之估算.....	3-85
	參考文獻.....	3-87
	中英名詞對照表.....	3-88

第四篇 田間灌溉方法

第一章	概述.....	4-1
1.1	灌溉方法分類.....	4-1
1.1.1	地表灌溉法.....	4-1
1.1.2	地下灌溉法.....	4-2
1.1.3	噴灑灌溉.....	4-3
1.2	灌溉方法優劣比較.....	4-3
第二章	畦溝灌溉.....	4-6

2.1	影響因子及使用時機.....	4-6
2.2	畦溝配置.....	4-7
2.2.1	畦溝長度.....	4-7
2.2.2	畦溝分類.....	4-9
2.2.3	畦溝寬度.....	4-10
2.3	土壤濕潤型態.....	4-10
2.4	四分之一法及灌溉時間.....	4-13
2.5	臺灣輪作田灌溉特性.....	4-17
第三章	埂間灌溉.....	4-18
3.1	影響因子及使用時機.....	4-18
3.2	埂間配置.....	4-19
3.3	土壤濕潤型態.....	4-20
3.4	埂間灌溉公式及應用.....	4-22
3.5	臺灣水稻灌溉特性.....	4-26
第四章	漫灌.....	4-28
4.1	影響因子及使用時機.....	4-28
4.2	漫灌配置設計.....	4-28
4.3	土壤濕潤型態.....	4-30
4.4	漫灌灌溉效率評估.....	4-33
第五章	噴灑及微噴灑灌溉.....	4-37
5.1	影響因子及基本資料.....	4-37
5.2	設計基本原則.....	4-39
5.3	管路水理設計.....	4-43
5.3.1	主管.....	4-43
5.3.2	支管.....	4-44
5.4	實例介紹.....	4-46
第六章	穿孔管及滴水灌溉.....	4-51
6.1	影響因子及使用時機.....	4-51
6.2	設計基本原則.....	4-52
6.3	水理設計.....	4-55
6.4	實例介紹.....	4-58
第七章	入滲率之觀念與試驗.....	4-59

7.1 入滲率之觀念.....	4-59
7.2 現場試驗實例及演算.....	4-61
7.2.1 入滲率圖解法.....	4-63
7.2.2 入滲率公式計算解法.....	4-64
參考文獻.....	4-67
中英名詞對照表.....	4-68

第五篇 灌溉排水設施操作與維護

第一章 概述	5-1
第二章 灌溉排水設施操作維護有關因素	5-2
2.1 灌溉排水系統配置.....	5-2
2.2 灌溉排水設施種類.....	5-3
2.2.1 水源設施.....	5-3
2.2.2 輸水設施.....	5-4
2.2.3 配水設施.....	5-5
2.2.4 排水設施.....	5-5
2.3 灌溉排水渠道主要問題.....	5-6
2.3.1 漏水損失.....	5-6
2.3.2 溢流.....	5-9
2.3.3 渠道沖刷.....	5-9
2.4 相關法規及制度問題.....	5-11
第三章 操作與維護原則	5-15
3.1 管理權責分工.....	5-15
3.1.1 任務權責劃分.....	5-15
3.1.2 基本資料建立.....	5-18
3.1.3 維護計畫之擬定.....	5-19
3.1.4 制定工程設施維護管理辦法.....	5-20
3.1.5 操作與維護作業流程.....	5-22
3.2 灌排水路基本維修原則.....	5-25
3.2.1 田間給排水路維護之實施.....	5-25
3.2.2 基本維修工作.....	5-26
3.2.3 減低滲流.....	5-30

3.2.4	洩漏之修護.....	5-32
3.2.5	如何避免溢流.....	5-33
3.2.6	渠道修補及沖刷之預防.....	5-35
3.3	維護管理紀錄.....	5-38
3.4	妨害水利案件取締處理.....	5-48
3.4.1	處理程序與方法.....	5-48
3.4.2	法令依據.....	5-48
第四章	操作與維護.....	5-49
4.1	水源設施.....	5-49
4.1.1	水庫.....	5-49
4.1.2	蓄水池(含農塘).....	5-50
4.1.3	攔河堰(河川或排水路).....	5-51
4.1.4	抽水設備.....	5-52
4.2	輸水設施.....	5-53
4.2.1	渠道.....	5-53
4.2.2	輸水設備.....	5-54
4.2.3	管路系統設施.....	5-56
4.3	配水設施.....	5-57
4.3.1	量水設備.....	5-57
4.3.2	分水設備.....	5-57
4.3.3	調節設備.....	5-57
4.3.4	管路附屬設施.....	5-57
4.4	排水工程.....	5-59
4.4.1	排水定義.....	5-59
4.4.2	排水主要附屬設備.....	5-60
附件 4-1	農田水利會閘門管理維護辦法.....	5-61
附件 4-2	農田水利會機械維修審查要點.....	5-70
	中英名詞對照表.....	5-71

第六篇 地理資訊系統與遙測於灌排管理之應用

第一章	概述.....	6-1
第二章	灌溉管理地理資訊系統.....	6-3

2.1	什麼是地理資訊系統.....	6-3
2.2	向量式與網格式資料格式.....	6-3
2.2.1	向量式地理資訊系統 (Vector GIS).....	6-3
2.2.2	網格式地理資訊系統 (Raster GIS).....	6-4
2.2.3	關連式資料庫 (Relational Database System).....	6-5
2.3	地理資訊系統套疊分析.....	6-5
2.4	農田水利會灌溉管理地理資訊系統.....	6-7
2.4.1	灌溉管理地理資訊系統內容及格式.....	6-7
2.4.2	全省平地土系資料.....	6-8
2.4.3	全省農地坵塊圖.....	6-10
2.4.4	水利會輪區圖.....	6-10
2.4.5	土壤特性及入滲資料.....	6-11
2.4.6	灌溉渠道系統資料.....	6-14
2.4.7	輪區別灌溉計畫資料.....	6-14
2.5	實例應用 新竹農田水利會地理資訊系統.....	6-16
2.5.1	設置經過.....	6-16
2.5.2	新竹農田水利會地理資訊系統應用架構.....	6-16
2.5.3	資料來源.....	6-16
2.5.4	系統建置成果.....	6-17
2.5.5	未來發展.....	6-23
第三章 遙感探測與農業應用.....		6-25
3.1	什麼是遙感探測.....	6-25
3.2	遙測基本原理.....	6-25
3.3	大氣對電磁輻射的影響.....	6-29
3.4	近紅外光與熱紅外光的特性.....	6-29
3.5	波譜反射率曲線.....	6-31
3.6	遙測影像.....	6-32
3.6.1	空載影像.....	6-33
3.6.2	衛星影像.....	6-34
3.7	遙測影像之來源.....	6-39
3.8	數值地形模型 (DTM).....	6-40
3.9	遙感探測與農業應用.....	6-41
3.9.1	植物指標.....	6-44
3.10	遙測工具的選擇.....	6-45

3.11 應用實例.....	6-46
3.11.1 作物產量估計.....	6-46
3.11.2 土地利用植物覆蓋動態監測.....	6-47
第四章 衛星定位系統與田間管理.....	6-49
4.1 衛星定位系統簡介.....	6-50
4.2 衛星定位測量之原理.....	6-50
4.3 GPS 衛星訊號之形式及精度.....	6-53
4.4 差分修正法.....	6-54
4.5 大地基準轉換.....	6-55
4.6 GPS 衛星定位應用實例：GPS 於水利會灌區現有水井數調查	6-55
4.6.1 定位施行程序.....	6-55
4.6.2 地理資訊系統之整合與建立.....	6-56
4.6.3 水井定位結果.....	6-57
參考文獻.....	6-58
中英名詞對照表.....	6-60

第七篇 作物制度與水源計畫

第一章 概述.....	7-1
1.1 台灣水資源概況.....	7-1
1.1.1 水資源利用率低之因應.....	7-1
1.1.2 降雨時空分布不均.....	7-1
1.2 農地利用與農業用水.....	7-2
1.2.1 台灣農地利用情形.....	7-2
1.2.2 農業用水與功能.....	7-2
1.3 水源與可靠水量.....	7-3
1.3.1 灌溉用水營運上之問題.....	7-3
1.3.2 支援其他用水標的之問題.....	7-3
第二章 地表水源利用.....	7-5
2.1 前言.....	7-5
2.1.1 79 年農業灌溉用水量.....	7-5
2.1.2 86~87 年平均農業用水量.....	7-5
2.2 河川取水.....	7-8

2.2.1	直接河川取水.....	7-10
2.2.2	河川取水堰.....	7-10
2.2.3	河川抽水.....	7-11
2.3	水庫與湖泊（池塘）取水.....	7-11
2.3.1	池塘取水.....	7-12
2.3.2	水庫取水.....	7-13
2.3.3	取水方式.....	7-14
2.4	可靠水量.....	7-14
2.4.1	河川之可靠水量.....	7-14
2.4.2	湖泊、水庫之可靠水量.....	7-17
第三章	地下水源利用.....	7-24
3.1	前言.....	7-24
3.2	地下含水層分類及分布.....	7-24
3.2.1	地表下水之垂直分布.....	7-24
3.2.2	含水層分類.....	7-26
3.3	台灣地下水資源分布.....	7-27
3.3.1	地下水資源分區.....	7-27
3.3.2	地下水抽用情況.....	7-28
3.4	水井抽水及安全出水量分析.....	7-29
3.4.1	水井抽水.....	7-29
3.4.2	地下水量之分析及估算.....	7-30
3.4.3	安全出水量分析.....	7-35
第四章	作物制度與水源供應.....	7-39
4.1	前言.....	7-39
4.2	台灣水田之耕種輪作方式.....	7-39
4.2.1	一般方式.....	7-39
4.2.2	嘉南高雄地區方式.....	7-39
4.2.3	其他方式.....	7-40
4.3	作物制度.....	7-40
4.3.1	作物耕作制度之範例.....	7-40
4.3.2	大面積之作物制度.....	7-45
4.4	灌溉需水量計算方法.....	7-46
4.4.1	單一作物系統之計畫灌溉需水量.....	7-46
4.4.2	多種作物系統之計畫灌溉需水量.....	7-50

4.4.3	以水稻為主之耕作制度下之灌溉需水量.....	7-51
第五章	水量之供需平衡.....	7-58
5.1	前言.....	7-58
5.2	灌溉區域.....	7-58
5.2.1	灌溉面積與灌溉水量.....	7-58
5.2.2	臨界灌溉區域.....	7-59
5.2.3	臨界灌溉區域之計算例.....	7-60
5.3	粗計畫灌溉需水量與計畫供水量之平衡.....	7-61
5.3.1	基本原則.....	7-61
5.3.2	可能之方法.....	7-61
5.4	多種水源之灌溉營運.....	7-64
5.4.1	各種水源之灌溉營運.....	7-64
5.4.2	多種水源灌溉營運之注意事項.....	7-65
5.5	迴歸水利用.....	7-66
5.5.1	迴歸水利用之可行性.....	7-66
5.5.2	迴歸水利用之估計及研究.....	7-66
5.6	農業用水之節水營運管理.....	7-68
5.6.1	乾旱時期因應對策.....	7-68
5.6.2	現行節水管理營運措施.....	7-69
5.6.3	結語.....	7-70
附錄 I	符號及定義.....	7-72
附錄 II	各符號間之關係.....	7-75
附錄 III	mm/day 與 λ /sec/ha 轉換表.....	7-78
附錄 IV	資料表格.....	7-79
參考文獻.....		7-82
中英名詞對照表.....		7-84