

# 非點源污染現地處理技術研究計畫

## 農業活動非點源污染最佳管理措施手冊彙編

計畫編號：EPA-99-U1G1-02-101

委託單位：行政院環境保護署委託研究

執行時間：99年4月28日至99年12月31日

執行單位：國立臺北科技大學水環境研究中心

印製年月：中華民國99年12月

行政院環境保護署編印

# 非點源污染現地處理技術研究計畫

計畫編號：EPA-99-U1G1-02-101

委託單位：行政院環境保護署委託研究

執行單位：國立臺北科技大學水環境研究中心

執行時間：99年4月28日至99年12月31日

計畫經費：4,500千元

計畫主持人：林鎮洋教授

顧問：余嘯雷教授

共同主持人：何嘉浚教授

協同主持人：陳秋楊教授、溫清光教授

研究人員：范致豪教授、張智華教授、徐宗宏博士、楊文龍博士

印製年月：中華民國99年12月

行政院環境保護署編印

## 目 錄

第一章 前言 .....	1
第二章 污染來源及種類 .....	3
第三章 相關法令規章.....	6
第四章 非點源污染管理及技術之實務應用工具箱(TOOL BOX).....	22
第五章 農業活動非點源污染處理技術 .....	33
5.1 一般農場管理計畫 .....	34
5.2 畜牧廢棄物管理計畫 .....	50
5.3 灌溉用水管理計畫 .....	62
5.4 畦條作物管理計畫與收成 .....	71
5.5 濕地及溪流保護與管理計畫 .....	86
5.6 示範案例 .....	94
5.6.1 緒論 .....	94
5.6.2 示範案例 .....	94
5.6.3 BMP 設施之聯合運用 .....	94
5.6.4 現場採樣結果分析 .....	97
中英對照.....	99
英中對照.....	101

# 圖目錄

圖 4.1	BMPDSS 之主要架構圖及關聯圖示	23
圖 4.2	BMPDSS 工具列	26
圖 4.3	模擬區域土地利用資料	26
圖 4.4	選擇欲模擬之 BMP 設施	27
圖 4.5	將 BMP 設施安置在模擬區域	27
圖 4.6	設定 BMP 設施參數	28
圖 4.7	設定模式參數	28
圖 4.8	設定 BMP 設施成本函數	29
圖 4.9	完成模擬區域 BMP 設施之設定	29
圖 4.10	設定最佳化參數	30
圖 4.11	BMP 設施處理效率展示	30
圖 4.12	BMP 最佳化成本及處理效率展示	31
圖 5.6.1	渡南橋茶園 BMP 設施配置圖	96
圖 5.6.2	溼式滯留池	96
圖 5.6.3	密植區人工濕地	96

# 表目錄

表 3.1	相關法令規章 .....	6-21
表 5.6.1	渡南橋場址設施單元尺寸 .....	97
表 5.6.2	渡南橋 BMP 試驗場址營養鹽除污效率 .....	97

# 第一章 前言

由近數十餘年來之國內外水源污染研究可以發現，除了點源污染(Point Source Pollution)之外，暴雨時期所產生的非點源污染(Nonpoint Source Pollution)亦可能使水資源受到威脅，尤其近年來，短延時、強降雨的趨勢加劇，一旦降雨時，地表累積的污染物隨著雨水進入水體，若未加以處理，將對河川水質環境產生威脅並造成水庫水質優養化，嚴重影響民生用水安全。隨著污染控制技術的日益精進，點源污染已可以獲得較有效且確實的掌控，然非點源污染的控制則仍有待加強，各國對於非點源污染對水質的影響也日趨重視，有鑑於此，本署於民國84年至88年期間，特編寫五本非點源污染最佳管理措施規範（工業活動、遊憩活動、施工活動、農業區、社區），並於本年度將該五本規範重新整理並修訂為三本非點源污染最佳管理措施彙編，分別為施工活動、事業活動(包含工業活動、遊憩活動、道路與社區)及農業活動，以提供水質相關主管機關及各界人士保護水資源之參考依據。

美國維吉尼亞州最佳管理措施手冊(Northern Virginia Best Management Practice Handbook, 1992)中定義，非點源污染係由分散源(Diffuse Sources)如暴雨逕流或大氣沉積等所產生的污染，故又稱為暴雨污染源；而與點源污染(如民生廢水及工業污水之排放)不同，因此處理方法與原則亦有所差異。

舉凡土地上任何由人類活動所引起的各種污染源，如果污染物沒有像工業廢水、家庭廢水及畜牧廢水等點源一樣，由固定的溝渠或管道直接的將污染物蒐集處理或未處理便排入河川，而是直接經由降雨進入河川或間接經由地表暴雨逕流或地下水滲流等的傳輸方式而進入河川者，皆可視為非點源污染源。

各種有效控制非點源的方法及措施，皆以「最佳管理措施(Best Management Practices, BMPs)」名詞稱之，「最佳」一詞意指「經濟而有效」。一般而言，非點

源污染控制的方式依其處理原則可以區分為四種形式(1)避免污染物之產生；(2)污染源產生污染物時即加以控制或稱為源頭控制(Source Control)；(3)非點源污染與暴雨逕流產生後再加處置(Treatment Control)；(4)視實際需要，作更進一步處理設施之裝置等。

「最佳管理措施」包括非結構性及結構性兩種，結構性的 BMPs 是指建造某種控制非點源污染的硬體設施，如乾式或濕式滯流池等；非結構性的 BMPs 則是指一些管理上的措施及觀念上的改變等，諸如合理化施肥、土地使用型態轉變及民眾教育提昇等。

非點源污染的來源種類繁多，為了後續推廣及使用便利性，本計畫依污染來源區分為施工活動、事業活動(包含工業活動、遊憩活動、道路與社區)及農業活動等三本。本彙編手冊最主要的功用為提供使用者依其需求及目的，選擇適當的最佳管理措施進行參考與規劃之用，若欲進行設計及污染削減效率的評估，則應配合詳細之現地調查，以獲知更進一步的設計參數，作為後續細部設計及經費編列之依據。

## 第二章 污染來源及種類

廣義之農業包括種植業、林業、畜牧業及漁業，本手冊所指農業為種植業與畜牧業。由於農業活動而排放至空氣中、地面上或殘留於鄰近物體之污染物質，經降雨隨雨水逕流而將污染物質帶出，進而流入河川，造成的污染稱之為農業活動非點源污染。

本規範適用於總面積 2 公頃或 2 公頃以上農業用地之下列相關人員、機關或團體。包括農業用地使用者或機關團體、從事於水污染防治工作之環保人員及顧問公司從事於農業規劃人員。

### 2.1 農業活動非點源污染來源

從事農業活動會去除植被、擾動土壤表層，使得土壤容易被風侵蝕和被雨水沖蝕，而農業用肥料、農藥、家禽、家畜和畜牧之排泄物、農業與施工機具的漏油，以及廢土、廢棄物等產生的污染，若沒有採取適當的管理措施及其他防範措施，大量的泥砂、營養鹽、油脂及其他化學物、重金屬等便可能會隨著雨水逕流而將污染物質帶出，進而流入河川，造成河道阻塞、水體濁度增加，影響水生生物生存或供水的品質。為了減輕這些污染所造成的衝擊，必須控制農業活動所引起之非點源污染。

### 2.2 農業活動非點源污染種類

農業活動主要產生之污染物為沉積物(Sediments)，其他尚有氮磷營養質、礦油、農藥及化學劑以及其他廢棄物等。非點源污染主要是降雨所造成之逕流沖刷地表污染物，排入河川、水庫和海域造成短時間但嚴重的突增負荷(Shock Loading)，以及長期的水域水質與生態變化。尤其對水庫和沿海海域，所佔的污染比例較大。常引起水庫的優養、沿海養殖暴雨後，常造成魚貝類之死亡，以及河水濁度遽升，自來水淨水場無法負荷而停水的現象。農業活動產生之污染物有



沉澱物(泥沙)、營養鹽、細菌、耗氧物質、油脂、重金屬、毒性化學物質以及漂浮物，這些污染物對水體水質以及水中生物之影響說明如下：

### 1.沉澱物

沉澱物為暴雨逕流中含量特別高的物質，沉澱物在水中阻礙陽光穿透，影響水中初級生產者（藻類、水草）之生長，造成水生動物食物來源缺乏。此外，沉澱物大量沉積水體底部亦破壞底棲生物棲息地，影響水生動物生長與繁殖。沉澱物經常有其他污染物如氮、磷、重金屬、油脂等吸附，因此高沉澱物顆粒之暴雨逕流也經常有較高濃度的此等污染物。比重較大的沉澱物造成河床淤積。含有營養鹽或毒性物質的沉澱物將污染物緩慢釋放至水體，對水體水質及水生物造成長期的負面影響。

### 2.營養鹽

暴雨逕流內主要的營養鹽為氮及磷，這些營養鹽進入水體造成藻類及水草大量生長的優養化現象，不但影響水體的美觀以及水域生態，同時也降低水體的利用價值。優養水體溶氧的劇烈變化常導致魚貝類缺氧死亡，以及底泥厭氧引起的各種負面的水質效應。藻類造成水處理的困擾，其新陳代謝產物在水中造成臭味。包括死亡之藻細胞在內的有機質在加氯過程產生可致癌物質，影響供水安全。

### 3.細菌與病毒

微生物出現在人類和動物的排泄物中。來源包含了污水處理系統、飼育場，和化糞池等。當水經過這些污染源而流至地下水源，便會污染飲用水。過高的微生物含量造成水體短期不適合親水性的水上活動，並增加魚、貝類等水產品受到細菌或病毒感染之機率。

### 4.耗氧物質

水中保持適度溶氧量對於水質的維護以及水生生物的生存與繁殖有決定性的重要性，而逕流中高濃度耗氧物質能對承受水體的溶氧造成短暫但嚴重的影響。暴雨逕流中耗氧物質主要來自溢流之家庭污水、街道污物及垃圾、植物枝葉等。這些物質在水體中為微生物分解，大量消耗溶氧，可造成水體溶氧不足，影響水生生物生存。

## 5. 油脂

農業用地的油脂來源，主要是農用機具逆所用的燃油與機油的漏油，其主要成分為碳氫化合物，容易吸附在泥砂顆粒上，經由雨水沖刷至水道中，隨著泥砂沉澱而累積在湖泊或出海口，雖然含量很少，有些毒性很強，只要很低的濃度就足以使水中生物致命。

## 6. 毒性物質

暴雨逕流中常含有殺蟲劑、殺草劑、酚、多環芳香烴等毒性物質，對水生物造成急性或慢性之毒性。

## 8. 漂浮物

漂浮物主要來自街道垃圾、工廠之事業廢棄物以及各種空的容器。這些漂浮物除造成觀瞻上的問題外，還經常含有油脂、農藥、毒性物質、重金屬及細菌。

### 第三章 相關法令規章

農業活動非點源污染處理技術設計須符合相關之現行法規規定，如水土保持法、水土保持法施行細則、自來水法、森林法、都市計畫法、水污染防治法、山坡地保育利用條例、山坡地保育利用條例施行細則、環境基本法、台北水源特定區計畫(含南北勢溪)第二次變更計畫通盤檢討土地利用分區管制要點、飲用水管理條例等，整理如下表 3.1。

表 3.1 相關法令規章

法令名稱	條款	條文內容
水土保持法	第 10 條	宜農、宜牧山坡地作農牧使用時，其水土保持之處理與維護，應配合集水區治理計畫或農牧發展區之開發計畫，由其水土保持義務人實施之。
	第 16 條	<p>下列地區，應劃定為特定水土保持區：</p> <p>一、 水庫集水區。</p> <p>二、 主要河川上游之集水區須特別保護者。</p> <p>三、 海岸、湖泊沿岸、水道兩岸須特別保護者。</p> <p>四、 沙丘地、沙灘等風蝕嚴重者。</p> <p>五、 山坡地坡度陡峭，具危害公共安全之虞者。</p> <p>六、 其他對水土保育有嚴重影響者。</p> <p>前項特定水土保持區，應由中央或直轄市主管機關設置或指定管理機關管理之。</p>

表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
水土 保持法	第 19 條	<p>經劃定為特定水土保持區之各類地區，其長期水土保持計畫之擬定重點如下：</p> <p>一、 水庫集水區：以涵養水源、防治沖蝕、崩塌、地滑、土石流、淨化水質，維護自然生態環境為重點。</p> <p>二、 主要河川集水區：以保護水土資源，防治沖蝕、崩塌，防止洪水災害，維護自然生態環境為重點。</p> <p>三、 海岸、湖泊沿岸、水道兩岸：以防止崩塌、侵蝕、維護自然生態環境、保護鄰近土地為重點。</p> <p>四、 沙丘地、沙灘：以防風、定砂為重點。</p> <p>五、 其他地區：由主管機關視實際需要情形指定之。</p> <p>經劃定為特定水土保持區之各類地區，區內禁止任何開發行為，但攸關水資源之重大建設、不涉及一定規模以上之地貌改變及經環境影響評估審查通過之自然遊憩區，經中央主管機關核定者，不在此限。</p> <p>前項所稱一定規模以上之地貌改變，由中央主管機關會同有關機關訂定之。</p>

表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
水土 保持法	第 20 條	<p>經劃定為特定水土保持區之水庫集水區，其管理機關應於水庫滿水位線起算至水平距離三十公尺或至五十公尺範圍內，設置保護帶。其他特定水土保持區由管理機關視實際需要報請中央主管機關核准設置之。</p> <p>前項保護帶內之私有土地得辦理徵收，公有土地得辦理撥用，其已放租之土地應終止租約收回。</p> <p>第一項水庫集水區保護帶以上之區域屬森林者，應編為保安林，依森林法有關規定辦理。</p>
	第 21 條	<p>前條保護帶內之土地，未經徵收或收回者，管理機關得限制或禁止其使用收益，或指定其經營及保護之方法。</p> <p>前項保護帶屬森林者，應編為保安林，依森林法有關規定辦理。</p> <p>第一項之私有土地所有人或地上物所有人所受之損失得請求補償金。補償金估算，應依公平合理價格為之。</p> <p>第三項補償金之請求與發效辦法，由中央主管機關定之，並送立法院核備。</p>

表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
水土 保持法	第 30 條	<p>為發展水土保持之處理與維護，政府應按年編列預算，辦理下列工作：</p> <p>一、辦理水土保持之處理與維護所需資金之融通。</p> <p>二、實施緊急水土保持之處理與維護之經費。</p> <p>三、辦理水土保持調查、研究及技術改進所需之補助。</p> <p>四、促進水土保持國際交流與合作之經費。</p> <p>五、其他有關水土保持之處理與維護事項。</p>
水土 保持法 施行細則	第 23 條	<p>特定水土保持區內經劃定為保護帶，其屬山坡地者，特定水土保持區管理機關應主動向中央或直轄市主管機關申請變更查定為宜林地或加強保育地後，造冊轉請地政主管機關依規定變更編定為林業用地或國土保安用地。</p> <p>前項特定水土保持區管理機關得加成獎勵水土保持義務人完成造林。</p> <p>第一項變更結果，特定水土保持區管理機關應通知土地經營人、使用人或所有人；土地屬公有者，並應通知土地管理機關。</p>

表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
自來水法	第 11 條	<p>自來水事業對其水源之保護，除依水利法之規定向水利主管機關申請辦理外，得視事實需要，申請主管機關會商有關機關，劃定公布水質水量保護區，依本法或相關法律規定，禁止或限制左列貽害水質與水量之行為：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>一、 濫伐林木或濫墾土地。</li> <li>二、 變更河道足以影響水之自淨能力。</li> <li>三、 土石採取或採礦、採礦致污染水源。</li> <li>四、 排放超過規定標準之工礦廢水或家庭污水，或其總量超過目的事業主管機關所訂之標準。</li> <li>五、 污染性工廠。</li> <li>六、 設置垃圾掩埋場或焚化爐、傾倒、施放或棄置垃圾、灰渣、土石、污泥、糞尿、廢油、廢化學品、動物屍骸或其他足以污染水源水質物品。</li> <li>七、 在環境保護主管機關指定公告之重要取水口以上集水區養豬；其他以營利為目的，飼養家禽、家畜。</li> <li>八、 以營利為目的之飼養家畜、家禽。</li> <li>九、 高爾夫球場之興建或擴建。</li> <li>十、 核能或其他能源之開發、放射性廢棄物儲存或處理場所之興建。</li> </ol>

表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
自來水法	第 11 條	<p>十一、其他足以貽害水質、水量，經中央主管機關會商目的事業主管機關公告之行爲。</p> <p>前項各款之行爲，爲居民生活或地方公共建設所必要，且經主管機關核准者，不在此限。</p>
	第 12 條	<p>前條水質水量保護區域內，原有建築物及土地使用，經主管機關會商有關機關認爲有貽害水質水量者，得通知所有權人或使用人於一定期間內拆除、改善或改變使用。其所受之損失，由自來水事業補償之。</p> <p>前項補償金額，如雙方不能達成協議時，由主管機關核定之。</p>
森林法	第 9 條	<p>於森林內爲左列行爲之一者，應報經主管機關會同有關機關實地勘查同意後，依指定施工界限施工：</p> <p>一、興修水庫、道路、輸電系統或開發電源者。</p> <p>二、探探礦或採取土、石者。</p> <p>三、興修其他工程者。</p> <p>前項行爲以地質穩定、無礙國土保安及林業經營者爲限。</p> <p>第一項行爲有破壞森林之虞者，由主管機關督促行爲人實施水土保持處理或其他必要之措施，行爲人不得拒絕。</p>



表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
森林法	第 10 條	<p>森林有左列情形之一者，應由主管機關限制採伐：</p> <p>一、 林地陡峻或土層淺薄，復舊造林困難者。</p> <p>二、 伐木後土壤易被沖蝕或影響公益者。</p> <p>三、 位於水庫集水區、溪流水源地帶、河岸沖蝕地帶、海岸衝風地帶或沙丘區域者。</p> <p>四、 其他必要限制採伐地區。</p>
	第 13 條	<p>為加強森林涵養水源功能，森林經營應配合集水區之保護與管理；其辦法由行政院定之。</p>
	第 21 條	<p>主管機關對於左列林業用地，得指定森林所有人、利害關係人限期完成造林及必要之水土保持處理：</p> <p>一、 沖蝕溝、陡峻裸露地、崩塌地、滑落地、破碎帶、風蝕嚴重地及沙丘散在地。</p> <p>二、 水源地帶、水庫集水區、海岸地帶及河川兩岸。</p> <p>三、 火災跡地、水災沖蝕地。</p> <p>四、 伐木跡地。</p> <p>五、 其他必要水土保持處理之地區。</p>
都市計畫法	第 32 條	<p>都市計畫得劃定住宅、商業、工業等使用區，並得視實際情況，劃定其他使用區域或特定專用區。</p> <p>前項各使用區，得視實際需要，再予劃分，分別予以不同程度之使用管制。</p>

表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
都市計畫法	第 33 條	都市計畫地區，得視地理形勢，使用現況或軍事安全上之需要，保留農業地區或設置保護區，並限制其建築使用。
水污染防治法	第 7 條	事業、污水下水道系統或建築物污水處理設施，排放廢（污）水於地面水體者，應符合放流水標準。前項放流水標準，由中央主管機關會商相關目的事業主管機關定之，其內容應包括適用範圍、管制方式、項目、濃度或總量限值、研訂基準及其他應遵行之事項。直轄市、縣（市）主管機關得視轄區內環境特殊或需特予保護之水體，就排放總量或濃度、管制項目或方式，增訂或加嚴轄內之放流水標準，報請中央主管機關會商相關目的事業主管機關後核定之。
	第 11 條	中央主管機關對於排放廢（污）水於地面水體之事業、污水下水道系統及家戶，應依其排放之水質水量或依中央主管機關規定之計算方式核定其排放之水質水量，徵收水污染防治費。 前項水污染防治費應專供全國水污染防治之用，其支用項目如下： 一、地面水體污染整治。 二、飲用水水源水質保護區水質改善。 三、水污染總量管制區水質改善。 四、公共污水下水道系統主、次要幹管之建設。

表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
水污染防治法	第 11 條	<p>五、 污水處理廠及廢（污） 水截流設施之建設。</p> <p>六、 水肥投入站及水肥處理廠之建設。</p> <p>七、 廢（污） 水處理設施產生之污泥集中處理設施之建設。</p> <p>八、 水污染防治技術之研究發展、引進及策略之研發。</p> <p>九、 執行收費工作相關之必要支出及所需人員之聘僱。</p> <p>十、 其他有關水污染防治工作。</p> <p>第二項第九款之支用比例不得高於百分之十。</p> <p>第一項水污染防治費得分階段徵收，各階段之徵收時間、徵收對象、徵收方式、計算方式、繳費流程、繳費期限、階段用途及其他應遵行事項之收費辦法，由中央主管機關定之。水污染防治執行績效應逐年重新檢討並向立法院報告及備查。</p> <p>第一項水污染防治費，其中央與地方分配原則，由中央主管機關考量各直轄市、縣（市）主管機關水污染防治工作需求定之。</p> <p>第一項水污染防治費，各級主管機關應設置特種基金；其收支、保管及運用辦法，由行政院、直轄市及縣（市）政府分別定之。</p> <p>中央主管機關應成立水污染防治費費率審議委員會，其設置辦法由中央主管機關定之。</p>

表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
水污染防治法	第 30 條	<p>在水污染管制區內，不得有下列行為：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一、 使用農藥或化學肥料，致有污染主管機關指定之水體之虞。</li> <li>二、 在水體或其沿岸規定距離內棄置垃圾、水肥、污泥、酸鹼廢液、建築廢料或其他污染物。</li> <li>三、 使用毒品、藥品或電流捕殺水生物。</li> <li>四、 在主管機關指定之水體或其沿岸規定距離內飼養家禽、家畜。</li> <li>五、 其他經主管機關公告禁止足使水污染之行為。</li> </ul> <p>前項第一款、第二款及第四款所稱指定水體及規定距離，由主管機關視實際需要公告之。但中央主管機關另有規定者，從其規定。</p>
山坡地保育利用條例	第 9 條	<p>在山坡地為下列經營或使用，其土地之經營人、使用人或所有人，於其經營或使用範圍內，應實施水土保持之處理與維護：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一、 宜農、牧地之經營或使用。</li> <li>二、 宜林地之經營、使用或採伐。</li> <li>三、 水庫或道路之修建或養護。</li> <li>四、 探礦、採礦、採取土石、堆積土石或設置有關附屬設施。</li> <li>五、 建築用地之開發。</li> </ul>

表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
山坡地 保育利用 條例	第 9 條	六、 公園、森林遊樂區、遊憩用地、運動場地或軍事訓練場之開發或經營。 七、 墳墓用地之開發或經營。 八、 廢棄物之處理。 九、 其他山坡地之開發或利用。
	第 31 條	水庫或道路管理機關，應編列經費，實施水土保持處理與維護；其屬私有水庫或道路者，應由各該目的事業主管機關督導實施維護工作。
山坡地 保育利用 條例 施行細則	第 14 條	本條例第十七條第一項所稱整體發展規劃，指依國土綜合發展計畫、區域計畫或都市計畫指定地區，辦理農業區域發展規劃，就農業發展、自然文化景觀及生態維護、水土資源保育利用、產銷配合發展等所訂區域性農業綜合規劃；所稱水土保持細部計畫，指配合區域性農業發展所實施水土保持處理與公共設施及其維護計畫。
	第 16-1 條	中央或直轄市主管機關依本條例第三十二條之一第二項規定指定治理機關（構）之分工如下： 一、 水庫集水區在直轄市行政區域者，由直轄市主管機關指定之。 二、 水庫集水區在縣（市）行政區域或跨越直轄市與縣（市）行政區域者，由中央主管機關指定。

表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
環境 基本法	第 18 條	各級政府應積極保育野生生物，確保生物多樣性；保護森林、瀉湖、濕地環境，維護多樣化自然環境，並加強水資源保育、水土保持及植被綠化工作。
	第 19 條	各級政府對非再生性資源，應採預防措施予以保護；對於已超限或瀕臨極限利用之稀有資源，應定期調查評估，並採改善或限制措施。
台北水源 特定區計 畫(含南 北勢溪) 第二次變 更計畫通 盤檢討土 地利用分 區管制要 點	第七點	<p>保護區：分為左列三種</p> <p>(一) 水庫保護區</p> <p>水庫保護區內土地，以涵養水源、維護水質為主，其土地使用應依下列規定：</p> <p>(1) 本區內土地經臺灣省政府核准得為左列使用。</p> <p>①造林與水土保持措施。</p> <p>②維護區內地形、地物所為之工程設施。</p> <p>③原有合法建築得予修建、改建。</p> <p>④維護水源、水質、水量所必需之設施。</p> <p>⑤闢建碼頭及其必要附屬設施。</p> <p>(2) 本區內土地禁止左列行為，但前項各款所列各項設施所必需者不在此限：</p> <p>①砍伐竹木，但撫育更新、造林、障礙木之採伐，經臺灣省政府核准者不在此限。</p> <p>②破壞地形或改變地貌。</p>

表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
台北水源 特定區計 畫(含南 北勢溪) 第二次變 更計畫通 盤檢討土 地利用分 區管制要 點	第七點	<p>(二)生態保護區</p> <p>生態保護區內土地，以維護珍貴稀有植物之生態體系為主，其土地使用應依左列規定：</p> <p>(1) 本區內土地經臺灣省政府核准得為左列之使用：</p> <p>①造林及水土保持及生態維護措施。</p> <p>②為保護區內地形、地物所為之工程設施。</p> <p>③原有合法建築物得予修建、改建。</p> <p>(2) 本區內土地禁止左列行為，但前項各款所列各項設施所必需者不在此限：</p> <p>①砍伐竹木，但撫育更新、造林、障礙木之採伐，經臺灣省政府核准者不在此限。</p> <p>②破壞地形或改變地貌。</p> <p>(三)保安保護區</p> <p>保安保護區內土地，以供涵養水源，防止砂土崩塌等為主，其土地使用應依下列規定：</p> <p>(1) 本區內土地經臺灣省政府核准得為左列之使用：</p> <p>①國防所需各種設施。</p> <p>②警衛、保安、保防設施。</p> <p>③公用事業所必需之設施，但該設施使用保安林地時，應經林業主管機關之同意。</p>

表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
台北水源 特定區計 畫(含南 北勢溪) 第二次變 更計畫通 盤檢討土 地利用分 區管制要 點	第七點	<p>④造林及水土保持措施。</p> <p>⑤為保護區內地形、地物所為之工程設施。</p> <p>⑥為維護水源、水質、水量所必需之設施。</p> <p>⑦為水庫運作需要之水文氣象觀測站及通訊必要之設施。</p> <p>⑧原有合法建築物之增、改建及拆除後之新建應依下列規定辦理：</p> <p>甲、建築物之簷高不得超過三層樓（或一〇·五公尺），建築總樓地板面積不得超過四百九十五平方公尺。</p> <p>乙、建蔽率不得超過百分之四〇。</p> <p>丙、原有合法建築物拆除後之新建，距離河川水體水平距離不得小於八尺，該範圍之土地應提供開放空間使用，並得計入法定空地，但依規定留供開放空間使用後，可供建築基地狹小者，其原有建築容積因而減少部分，得移轉至毗鄰或鄰近地區之建築基地，並應依都市計畫容積移轉辦法有關規定辦理；惟原建築物所有權人在住宅區內確無其他土地可利用且已完成污水下水道系統，並經本特定區管理</p>



表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
台北水源 特定區計 畫(含南 北勢溪) 第二次變 更計畫通 盤檢討土 地利用分 區管制要 點	第七點	<p>機關同意者，不在此限。</p> <p>丁、不得重複申請。</p> <p>(2) 本區內之土地禁止左列行為，但前項各款所列各項設施所必需者不在此限：</p> <p>①砍伐竹木，但撫育更新、造林、障礙木之採伐，經臺灣省政府核准者不在此限。</p> <p>②破壞地形或改變地貌。</p> <p>保安保護區土地在都市計畫發布實施前已編定為建地目或已建築供居住使用之合法建築基地於都市計畫發布後變更為建地目者，得比照前款規定申請建築。</p>
飲用水 管理條例	第 5 條	<p>在飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離內之地區，不得有污染水源水質之行為。</p> <p>前項污染水源水質之行為係指：</p> <p>一、 非法砍伐林木或開墾土地。</p> <p>二、 工業區之開發或污染性工廠之設立。</p> <p>三、 核能及其他能源之開發及放射性核廢料儲存或處理場所之興建。</p> <p>四、 傾倒、施放或棄置垃圾、灰渣、土石、污泥、糞尿、廢油、廢化學品、動物屍骸或其他足以污染水源水質之物品。</p> <p>五、 以營利為目的之飼養家畜、家禽。</p>

表 3.1 相關法令規章(續)

法令名稱	條款	條文內容
飲用水 管理條例	第 5 條	<p>六、 新社區之開發。但原住民部落因人口自然增加形成之社區，不在此限。</p> <p>七、 高爾夫球場之興、修建或擴建。</p> <p>八、 土石採取及探礦、採礦。</p> <p>九、 規模及範圍達應實施環境影響評估之鐵路、大眾捷運系統、港灣及機場之開發。</p> <p>十、 河道變更足以影響水質自淨能力，且未經主管機關及目的事業主管機關同意者。</p> <p>十一、 道路及運動場地之開發，未經主管機關及目的事業主管機關同意者。</p> <p>十二、 其他經中央主管機關公告禁止之行爲。</p> <p>前項第一款至第九款及第十二款之行爲，爲居民生活所必要，且經主管機關核准者，不在此限。</p> <p>第一項飲用水水源水質保護區之範圍及飲用水取水口之一定距離，由直轄市、縣（市）主管機關擬訂，報請中央主管機關核定後公告之。其涉及二直轄市、縣（市）以上者，由中央主管機關訂定公告之。</p> <p>飲用水水源水質保護區及飲用水取水口一定距離內之地區，於公告後原有建築物及土地使用，經主管機關會商有關機關認爲有污染水源水質者，得通知所有權人或使用人於一定期間內拆除、改善或改變使用。其所受之損失，由自來水事業或相關事業補償之。</p>

# 第四章 非點源污染管理及技術之實務應用工 具箱(Tool box)

## 4.1 BMP 決策支援系統介紹

BMP 決策支援系統 (BMPDSS) 可以進行 BMP 設施或自然淨化系統 (NTS) 之整體去除效率評估，乃至於各種 BMP 設置方案之最佳化探討。該模式係由美國馬里蘭州 Prince George's 郡環境資源部門與 Tetra Tech 公司合作研發，是一套可以評價低衝擊開發 (LID) 技術之 BMP 評價模組 (Tetra Tech Inc., 2003)。低衝擊開發 (LID) 概念下的 BMP 措施設計，主要目的之一是藉由以下方式降低逕流量：將雨水入滲為地下水、或將雨水蒸發至大氣、設法再利用逕流水而非視為廢水排放至下游污水管道。例如：Rain Garden、生物滯留池、屋頂花園、草溝、草帶、貯雨桶、透水性鋪面...等都是常見的 LID 措施。而實務上 LID 的運用就是採用許多小面積且分散式的處理措施，以取代傳統少數大型、類似管末處理 (End-of-Pipe) 的措施 (England, 2002)。

正因為現今的 BMP 措施逐漸朝向 LID 理念發展，所以 BMP 散佈的地點、大小、組合形式與成效都較以往複雜，若再加上成本考量則決策更為困難。因此，由 Prince George's County/ Tetra Tech 共同開發的 BMPDSS 便是基於上述需求，以地理資訊系統 (GIS) 為基礎並能分析 LID 概念下，BMP 設施處理效率的一套決策支援系統 (Decision Support System, DSS)。當然 BMPDSS 也包含有傳統形式的 BMP 措施。故藉由 BMPDSS 模式之幫助除了可達成既定的環境目標外，也可以降低 BMP 措施之設置成本。

BMPDSS 模式是以 ESRI 的 ArcGIS 為發展平台，所以有較佳的視覺化效果可以清楚呈現土地利用、BMP 配置與河川集水區之現況。BMPDSS 模式也有提供 BMP 之配置、BMP 之特性資料輸入、最佳化決策等之操作介面。此外，也包含有一獨立的 BMP 模擬與評估之模組 (Module) 以便於檢視各種 BMP 的設計方案。此處 BMP 之模擬是以處理機制為基礎 (Process-based) 所以對於當地的氣候以及降雨型式非常敏感。該模式也採用萬用啟發式演算法 (meta-heuristic Algorithm) 的最佳化技術能在既定的控制目標或成本考量下找出最經濟的

(cost-effective)BMP 配置方案。圖 4.1 即為 BMPDSS 模式之主要架構及其關聯。

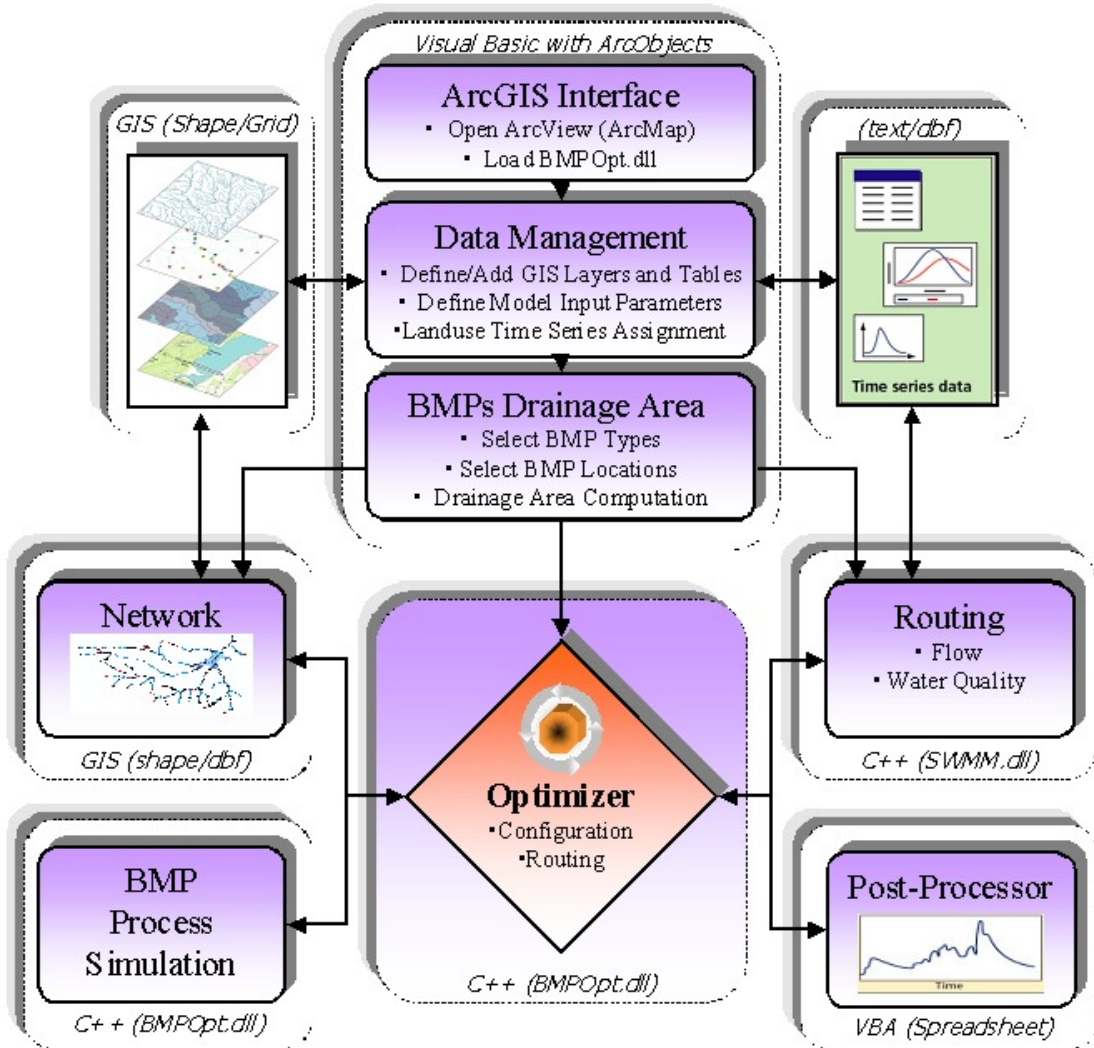


圖 4.1 BMPDSS 之主要架構圖及關聯圖示

(資料來源：BMPDSS Users' s Guide, 2007)

BMPDSS 操作介面及主要工具列，詳下表所示。BMPDSS 工具列介紹如下：

編號	工具名稱	說明
1	Data Management	載入 GIS 資料及土地利用屬性資料
2	Assign Time Series	賦予土地利用型態適當流量及污染物時間序列
3	Define BMP Template	選擇 BMP 樣式及設定 BMP 各項參數
4	Add Off-Stream BMP	於河道外選擇及設置集水區之 BMP 設施
5	Add On-Stream BMP	於河道內選擇及設置 BMP 設施之工具列
6	Delineate Drainage Area	劃分集水區/集污區
7	Define Drainage Area To BMP Connection	建立集水區及 BMP 設施之連結
8	Define Routing Network	建立 BMP 設施間的連結、BMP 與結合點 (junction) 或出水口 (outlet) 的連結或自動追蹤自然河道與之連結
9	Create Schematic Layer	概要圖式 BMP 設施與連接點間關係。以點、線方式所呈現
10	Define Assessment Point	定義評估點
11	For Current Scenario	評估點做現行的情境模擬，不做最佳化評估
12	For Minimizing Cost	評估點做現行的情境模擬，並模擬最佳化總 BMP 設置的最低成本
13	For Maximizing Benefit	評估點做現行的情境模擬，並模擬最佳化污染物去除效率
14	Optimization Setup	設立最佳化評估控制參數
15	Create Input File	建立水量及污染物時間序列資料、BMP 型態、設置、路徑等做為 BMP 設施評估及最佳化評估之依據
16	Edit/View Input File	確認及編輯輸入資料進行 BMP 及最佳化模擬
17	Run Simulation	根據輸入資料執行 BMP 及最佳化模擬
18	View Simulation Results	模擬結果展示

## 4.2 BMP 決策支援系統之操作

BMPDSS模式操作步驟及操作界面如下：

- 步驟一： 開啓BMPDSS工具列及模擬區域土地利用圖層。  
(如圖4.2、圖4.3)
- 步驟二： 輸入模擬場址集水區內之土地利用及面積資料，並匯入利用HSPF 模式模擬非點源污染資料。
- 步驟三： 建立模擬區域所採用之BMP設施型式，如：生物滯流設施、乾式池滯流池、貯雨桶、濕地、植生溝、草帶、綠屋頂、透水鋪面及入滲溝。(如圖4.4、圖4.5)
- 步驟四： 輸入BMP設計資料，包括設施尺寸、出流方式等。(如圖4.6)
- 步驟五： 輸入模式所需之參數，包括土壤入滲、植物生長等。  
(如圖4.7)
- 步驟六： 輸入BMP設施之成本函數，詳圖4.8。
- 步驟七： 完成模擬區域之BMP設施設定，並設定欲模擬之輸入及輸出檔  
路徑，載入時間序列資料並開始執行模擬結果，詳圖4.9。
- 步驟八： 輸入BMPDSS內建之最佳化參數，詳圖4.10。
- 步驟九： 查看BMPDSS模擬結果，BMP設施處理效率展示及成本最佳化展示，詳圖4.11、圖4.12

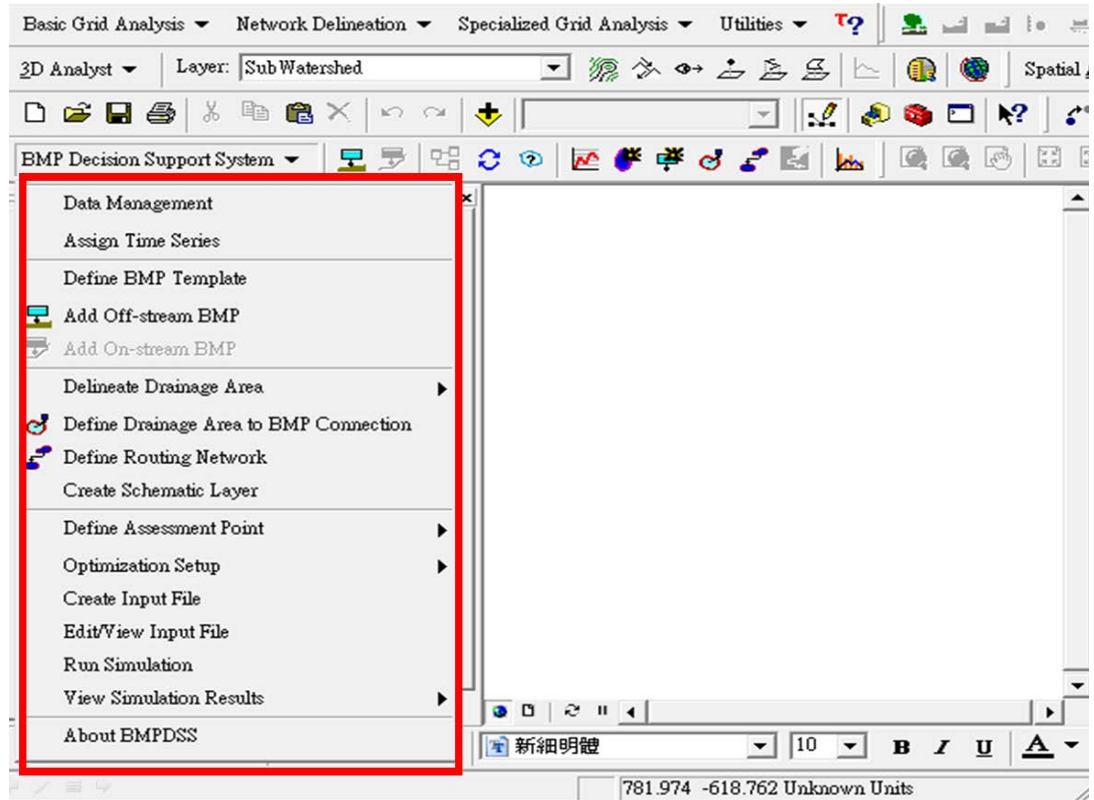


圖 4.2 BMPDSS 工具列



圖 4.3 模擬區域土地利用資料

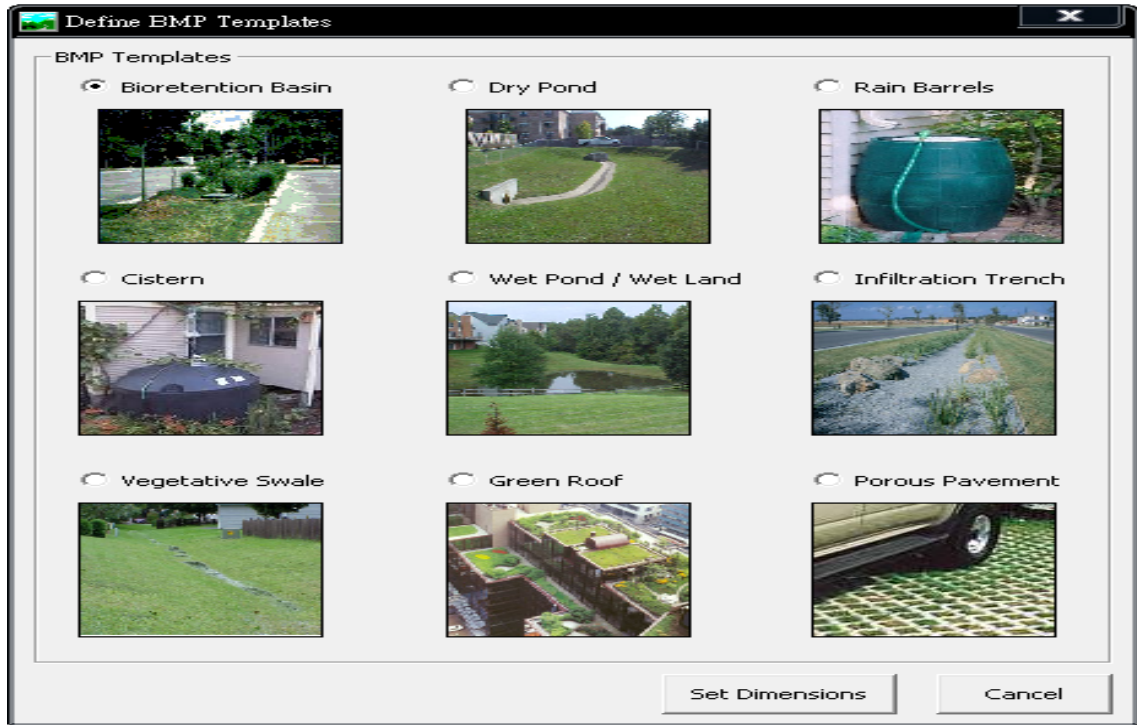


圖 4.4 選擇欲模擬之 BMP 設施

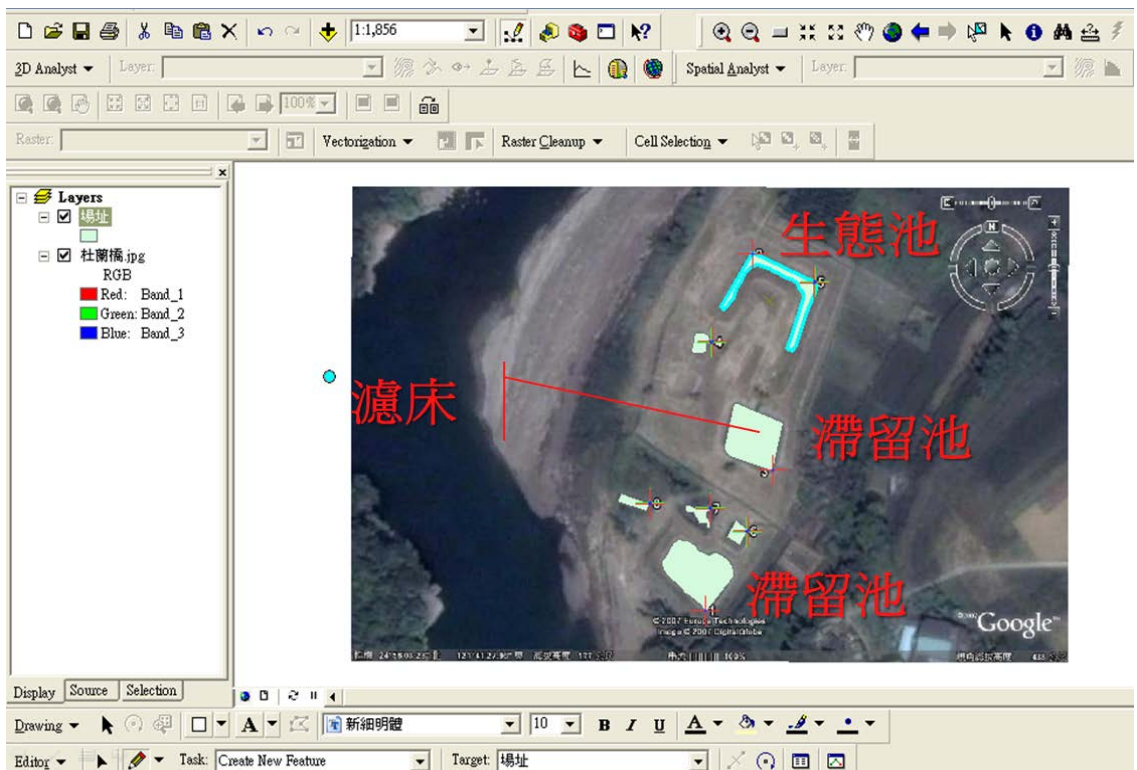


圖 4.5 將 BMP 設施安置在模擬區域



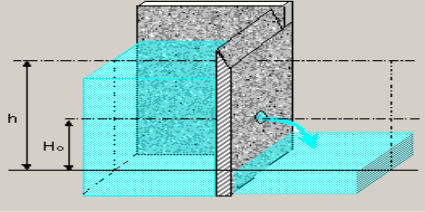
**Define BMP Parameters**

BMP Dimensions | Substrate Properties | Growth Index | Water Quality Parameters | Cost Factors

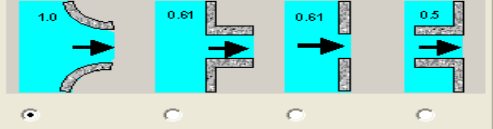
General Information  
Name: BioRetentionBasin1

Basin Dimensions  
Length (ft): 105 Width (ft): 66

Surface Storage Configuration



Exit Type



Release Option

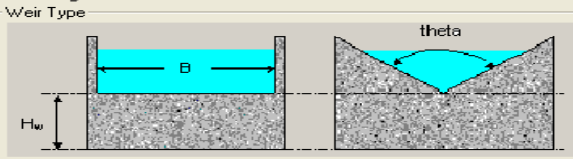
Cistern Number of People:

Rain Barrel Number of Dry Days:

None

Weir Configuration

Weir Type



Weir Height (Hw, ft): 0.5

Rectangular Weir Weir Crest Width (B, ft): 1

Triangular Weir Vertex Angle (theta, deg):

圖 4.6 設定 BMP 設施參數

**Define BMP Parameters**

BMP Dimensions | Substrate Properties | Growth Index | Water Quality Parameters | Cost Factors

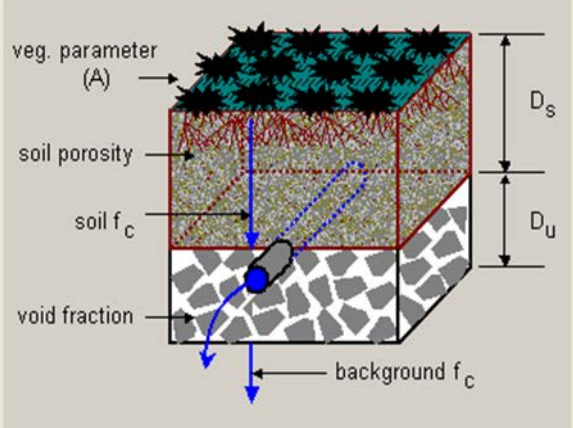
veg. parameter (A)

soil porosity

soil  $f_c$

void fraction

background  $f_c$



Depth of Soil,  $D_s$  (ft): 4

Soil Porosity (0-1): 0.4

Vegetative Parameter A: 0.6

Soil Layer Infiltration (in/hr): 0.5

Consider Underdrain Structure:

Storage Depth ( $D_u$ , ft):

Media Void Fraction (0-1):

Background Infiltration (in/hr):

圖 4.7 設定模式參數

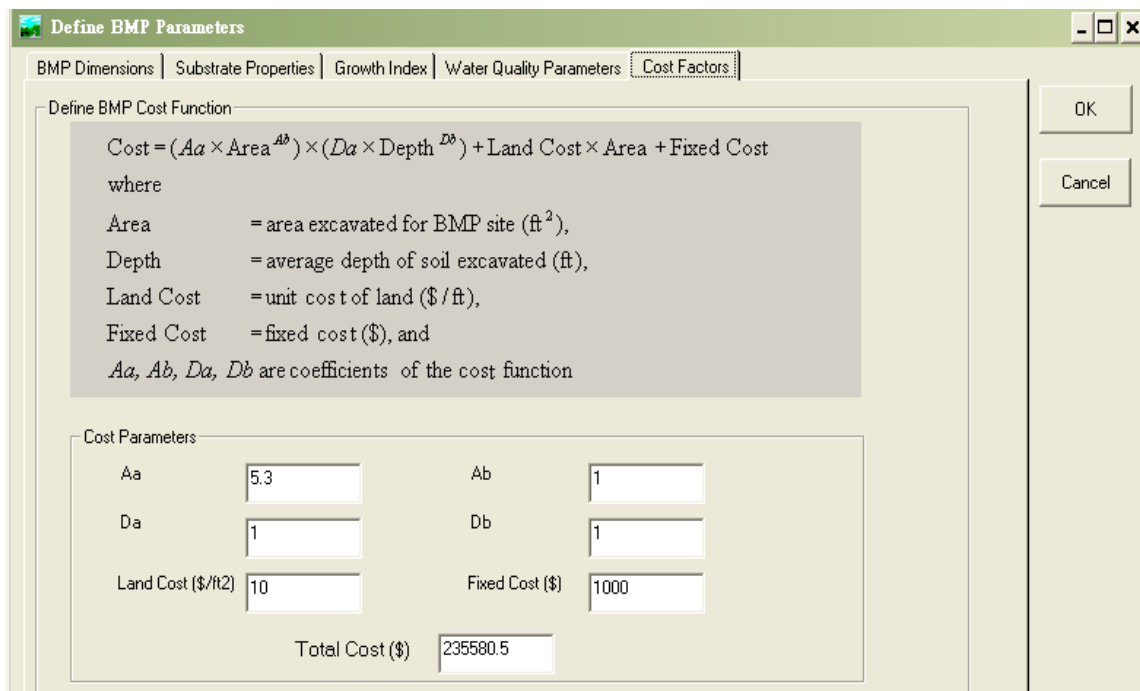


圖 4.8 設定 BMP 設施成本函數

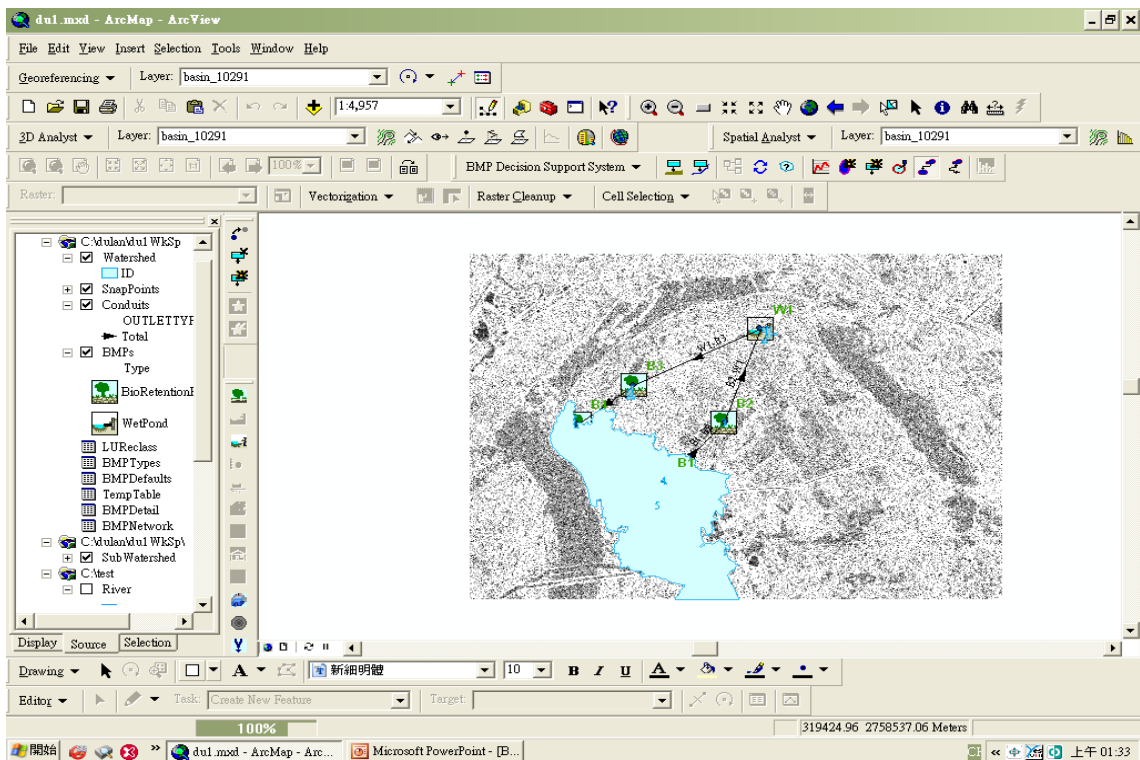


圖 4.9 完成模擬區域 BMP 設施之設定

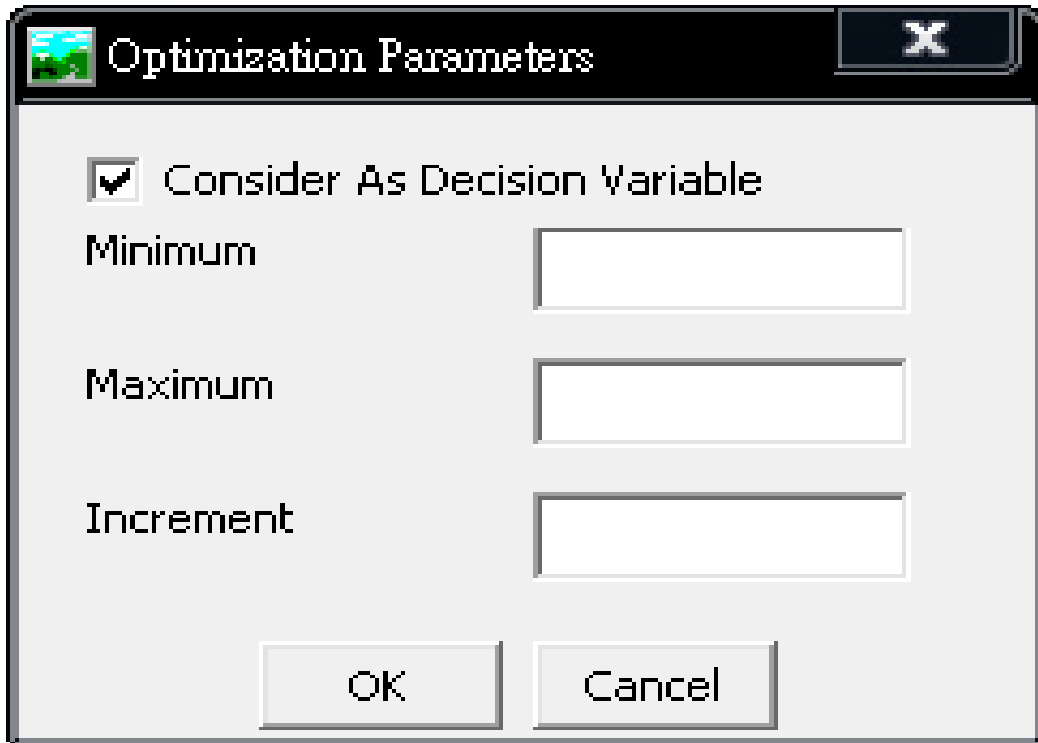


圖 4.10 設定最佳化參數

	Existing Condition	Proposed Condition W/O BMPs	Proposed Condition with BMPs
Flow (CF/year)	20,590	89,203	8,498
Nutrients (lbs/year)	5.68	13.52	0.60
Zinc (lbs/year)	0.17	1.08	0.01
Sediment (tons/year)	0.35	0.90	0.04

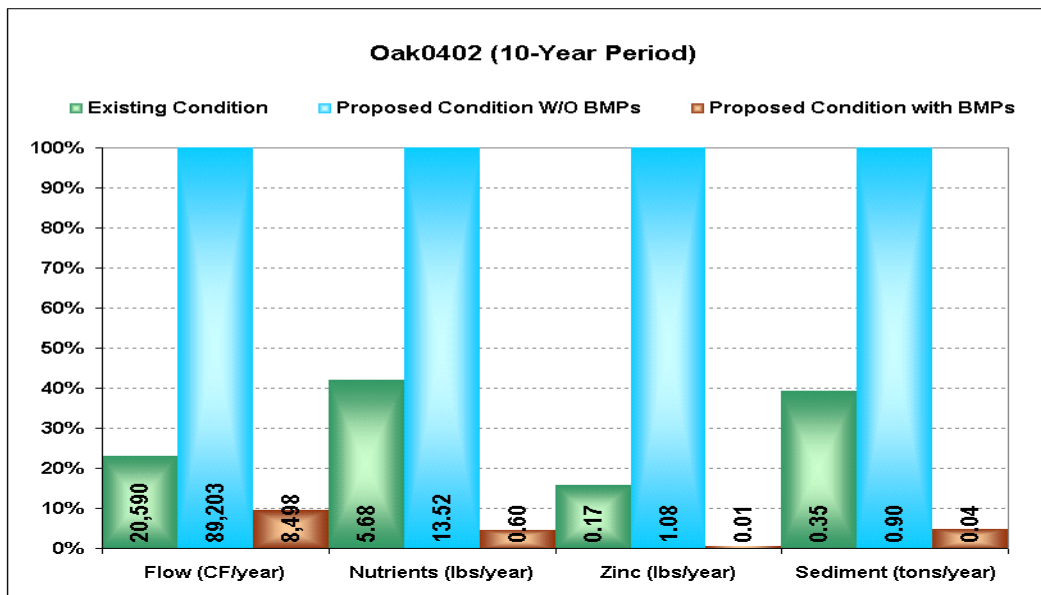


圖 4.11 BMP 設施處理效率展示

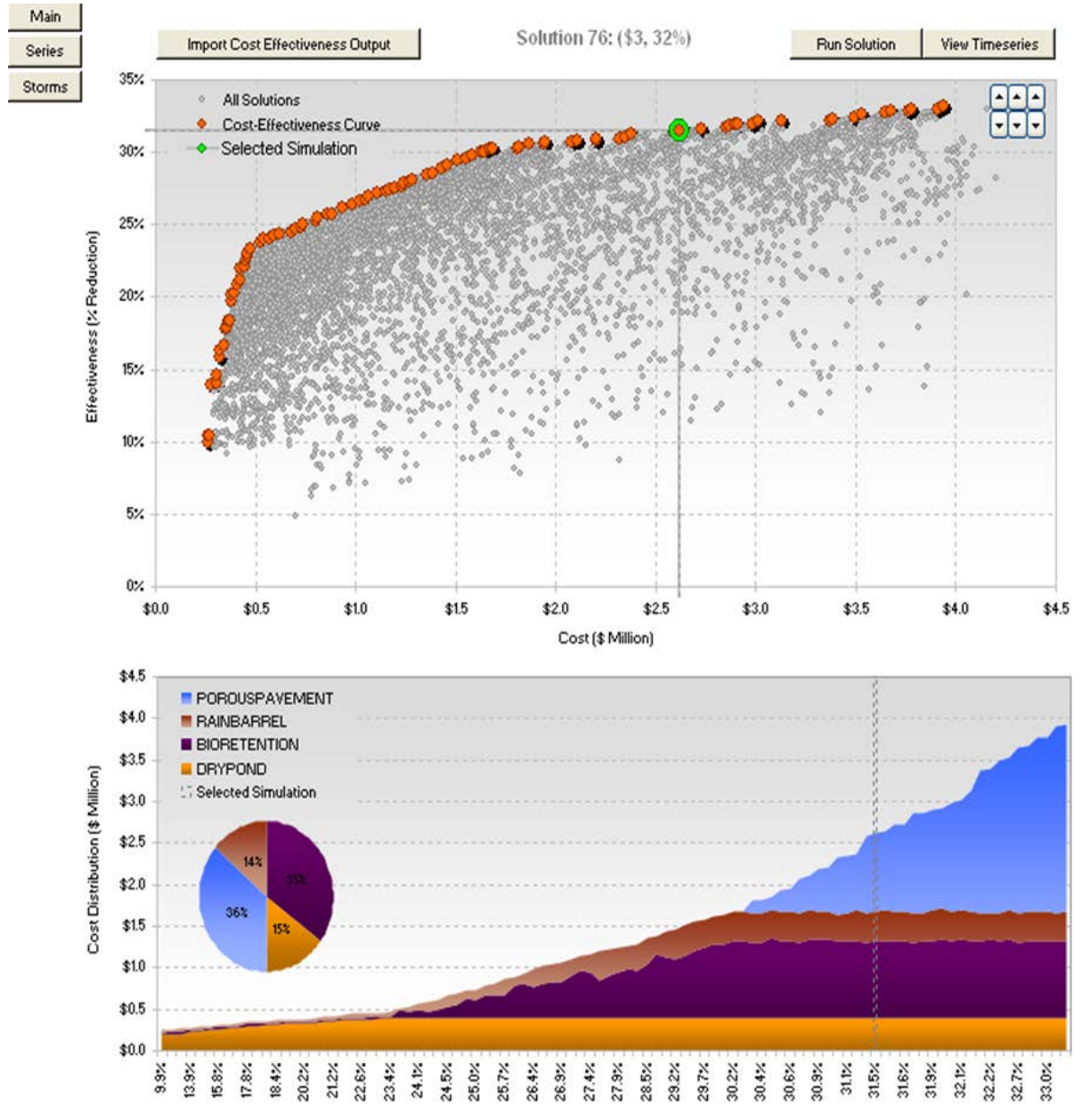


圖 4.12 BMP 最佳化成本及處理效率展示

總結，BMPDSS模式之演算方法學含有下列五種基本設計：

1. 整合逕流資料。
2. 場址系統設計與呈現。
3. 不同規模與類型的 BMPs 設施結構配置。
4. 逕流路徑網絡圖形化。
5. 計算BMPs設施對水力與水質處理成效。

此外，BMPDSS可獲得下列幾個重要的資訊提供設計者、管理者、評估者作為規劃、參考與執行之依據。

1. 可模擬土地開發前、後與BMPs設施（或NTS設施）設置後之水質與暴雨逕流的變化關係。
2. 可輸入不同暴雨型態、不同BMPs 設施設計及逕流路徑來做預估BMPs 設施成效，作為不同管理方案的評估工具。

## 第五章 農業活動非點源污染處理技術

農業活動非點源污染處理技術可分為以下五大類：

5.1 一般農場管理計畫		
5.1.1 土壤鹽份管理	5.1.5 草及豆科植物之間作	5.1.9 草料收成管理
5.1.2 地下水位控制	5.1.6 農業化學之堆積、處理及處置	5.1.10 牧草種植保護
5.1.3 農業廢污管理	5.1.7 整體性的農藥管理	5.1.11 屋頂逕流截水設施
5.1.4 田間防風林	5.1.8 池塘	5.1.12 行車通道

5.2 畜牧廢棄物管理計畫		
5.2.1 動物殘骸處理設施	5.2.3 籬笆與限制使用	5.2.5 河道穿越設施
5.2.2 厭氧分解槽	5.2.4 常使用區域的保護	5.2.6 替代水源結構物

5.3 灌溉用水管理計畫		
5.3.1 灌溉用水管理	5.3.3 灌溉系統；尾水回收	5.3.5 滴灌
5.3.2 調節性排水系統	5.3.4 水量管制結構物	5.3.6 地表下流道

5.4 畦條作物管理計畫與收成		
5.4.1 田間邊界	5.4.5 等高帶狀耕種	5.4.9 草溝
5.4.2 田間帶狀耕作	5.4.6 過濾帶(緩衝帶)	5.4.10 分水工
5.4.3 保育耕作	5.4.7 覆蓋作物	5.4.11 階段穩定
5.4.4 等高耕作	5.4.8 輪作	

5.5 濕地及溪流保護與管理計畫		
5.5.1 濕地開發與復育	5.5.3 逕流管理系統	5.5.4 水岸森林緩衝
5.5.2 調節暨攔砂池		

## 5.1 一般農場管理計畫

### 5.1.1 土壤鹽份管理

#### 1.簡介

管理非灌溉地區的土地、水，和植物，達到控制表土層或根層的鹽份。



#### 2.說明

具增進土壤生產力、降低土壤和地下水的鹽份濃度、控制鹽份地的形成、改善作物生長環境等功能。

## 5.1.2 地下水水位控制

### 1.簡介

利用地面下的排水系統、水量控制結構物，和輸水設施來除去排出的剩水或供應灌溉用水。



### 2.說明

其目的為移去多餘剩水；使地下水成爲地表灌溉水；降低土壤鹽份與減少下游泥砂、鹽份及優養化等污染。



## 5.1.3 農業廢污管理

### 1.簡介

結合管理措施，暫時存放農業廢污以供未來所需，農業廢污包括份肥、牛奶房清洗水，和飼育排水。農業廢污管理可能包括濕地、水道、分水工、柵欄、過濾帶、排水、逕流管理、廢污儲存設施、廢污處理設施，和廢污利用。



### 2.說明

具降低肥料需求、改善土壤、養份之循環利用、降低疾病之傳播潛力、保存能源等功能。

## 5.1.4 田間防風林

### 1.簡介

靠近或在田區的帶狀樹木、灌木，或草類，用做保護田區不受風蝕。

### 2.說明

具保持土壤水份、保護土壤不受風蝕、提供野生生物的棲息地、保護作物和家畜等功能。

適用於風蝕或強風地區之坡面與易受風害作物之農地。其植物以枝條富彈性、萌芽力強、抗風力強枝植物為宜，例如：木麻黃、長枝竹、朱槿、觀音竹、黃楓、夾竹桃、甜根子草、林投等。

為防止林帶與主作物爭奪水分，在林帶與耕地間宜掘溝，並必須作適度修剪，以防止影響作物生長。

## 5.1.5 草及豆科植物之間作

### 1.簡介

一種植草或豆科植物，或者兩者都有的作物系統。

### 2.說明

其可幫助控制雜草、害蟲、疾病，具增加糧草的生產量、提供畜牧廢污利用的機會、降低土壤沖蝕及降低逕流量等功能。

## 5.1.6 農業化學之堆積、處理及處置

### 1.簡介

降低因堆積、處理及清洗化學用具或設施所引起的農場污染。



### 2.說明

提供多餘農業化學物、肥料及其容器的有效處置，減少污染外流。

## 5.1.7 整體性的農藥管理

### 1.簡介

整體性的農藥管理是一種透過微生物、生物，和化學系統的整合，可控制作物病蟲害，以減少農藥的使用量及使用頻率，並降低農藥的損失。



### 2.說明

其目的為促進作物生長、控制病蟲害、減少農藥使用量以及農藥到地表和地下水量。

## 5.1.8 池塘 Pond

### 1.簡介

池塘具有多種功用，如灌溉。池塘配合植生緩衝帶，有污染物過濾功效；設置良好的池塘可以攔截 80% 的沉積顆粒。



### 2.目的

改善沖蝕和沉積、營養鹽。

### 3.使用限制

- (1) 池塘應選在效益最大的位置
- (2) 需同時考慮視野和生態等因素
- (3) 設置過程需注意施工活動對下游水質及所在環境的影響

### 4.設計準則

在喬治亞州，若池底達 25 尺長或蓄水容量達 100 畝-尺，則需向喬治亞州自然資源局（Georgia Department of Natural Resources）申報，活動場址所需池塘的詳細設計資料可向地方主管機關洽詢，負責人亦需申請相關許可。

## **5.維護需求**

清除池塘內殘骸和污泥，維持水岸四周植生覆蓋。

## **6.執行需求**

- (1) 許可申請費用
- (2) 設置費用

## 5.1.9 草料收成管理 (Forage Harvest Management)

### 1. 簡介

機械式收成的作物區域，是營養施用和管理的一部分。經模式運算，若結合適當的放牧，草料收成管理可以削減 75% 的土壤流失。



### 2. 目的

- (1) 穩定土壤
- (2) 改善沖蝕和沉積、營養鹽

### 3. 使用限制

- (1) 需針對作物將被使用的方式（乾草、青割、青貯料），選擇最佳收穫的作物含水量。
- (2) 於作物成熟度達最大效益時收成，包含最大收穫量及最大收穫品質。
- (3) 施用營養時，需要作營養與土壤的相關性試驗，以找到最佳施用量。
- (4) 過量的施用會破壞作物生長及啃食作物動物的健康。



#### 4.維護需求

保持田間無碎片或殘骸，以確保機具不受損。

#### 5.執行需求

- (1) 種子費用
- (2) 營養施作
- (3) 機具維護

## **5.1.10 牧草種植保護 ( Pasture and Hayland Planting )**

### **1.簡介**

選擇本土牧草或可適應的品種，以氣候條件、土壤性質、病蟲害的抵抗能力、預期利用方式、現實需求量、成熟階段，及物種間競爭能力來選擇。在有行牧草種植的區域，可削減 85% 的沖蝕量。

### **2.目的**

改善沖蝕和沉積、大腸桿菌、營養鹽。

### **3.使用限制**

- (1) 有牧草產出即可使用
- (2) 需足夠的表土覆蓋降低沖蝕危害
- (3) 需使用適當的種植行為、播種密度，和種植深度
- (4) 可能需施肥和土壤改良

### **4.設計準則**

在高密度動物的放牧區，選擇高踐踏耐受度且接近根部的啃食不會造成傷害的牧草種類。

### **5.維護需求**

營養的施用應基於土壤和營養實驗，依照營養管理計畫執行。

### **6.執行需求**

低廉，包含場址整理、種子或苗種、施肥和土壤改良，和蟲害與雜草預防。

## 5.1.11 屋頂逕流截水設施 (Roof Runoff Structure)

### 1. 簡介

若由屋頂截流而下的雨水會增加土壤沖蝕則應使用，可結合其他水利或污染處理系統。



### 2. 目的

沉積顆粒、營養鹽。

### 3. 使用限制

- (1) 結構中的不同金屬，不應接觸到彼此。
- (2) 保持截水設施通暢無阻礙物。

### 4. 設計準則

- (1) 許多材料均可用於截水設施的建構，選擇壽命10年以上的耐用材料。
- (2) 所截的水應分灌至草地或植栽區域，以增加入滲率。

(3) 水落管 (downspout) 的管徑應可容納適當的流率。

(4) 設施的排水出口應避開水井及地面水體。

## **5.維護需求**

(1) 定期檢查是否損壞，以短期的修補減低全盤換新的風險。

(2) 避免屋頂逕流水直接排放污染水體、提供截流儲存的雨水供適當使用。

## **6.執行需求**

截水設施材料與建造費用，其高低取決於截水設施的複雜程度。

## 5.1.12 行車通道 (Access Road)

### 1.簡介

良好的森林行車通道可透過減緩坡度、植栽、刷狀柵欄等削減 70% 的沉積顆粒。



### 2.目的

改善土壤沖蝕和沉積。

### 3.使用限制

- (1) 針對大量運輸行為地區、可以暫時性或長久性方式設計
- (2) 需避開濕地和水岸區域

### 4.設計準則

- (1) 遵循原始等高線設計
- (2) 單向車道最窄14呎

- (3) 雙向車道最窄20呎並預留2呎路肩
- (4) 需有溝渠導開水流、設置完工後需盡快恢復植栽覆蓋
- (5) 設置前需評估負面效應，未適當管理的行車通道會衝擊下游水質

## **5.維護需求**

- (1) 路面鋪設
- (2) 過濾帶植栽
- (3) 淤泥柵欄
- (4) 維護費用

## **6.執行需求**

截水設施材料與建造費用，其高低取決於截水設施的複雜程度。

## 5.2 畜牧廢棄物管理計畫

### 5.2.1 動物殘骸處理設施 (Animal Mortality Facilities)

#### 1. 簡介

動物殘骸的處理為廢棄物管理計畫的一環，常見的設施有埋葬坑 (burial pit)、冷凍櫃、焚化爐、堆置場 (mortality composter) 等。處理後的產物可混入土壤，增加農藝效果，併入營養管理計畫中。



#### 2. 目的

改善大腸桿菌。

#### 3. 使用限制

其設置與操作流程需符合政府規範。在設置設施前，因針對可協調的機具設備、開發和維護成本等，去判斷最大經濟效益的選擇。

#### 4. 設計準則

以喬治亞州為例

- (1) 應盡量使這類處理設施避開大眾視線，並導引水流使不經過場址。
- (2) 設置埋葬坑前進行場址評估，並向其管理單位申請核准。
- (3) 埋葬坑應至少保持距離：原水井或供水線100呎、堤岸15呎、正常水位的水邊100呎。
- (4) 葬坑本身應至少寬4呎、長可容納殘骸、深度介於3到8呎，其底部應至少保持在地下水位上1呎的距離。置入的殘骸需以3呎土壤附蓋，此覆蓋土應存放於距埋葬坑20呎外的地方。
- (5) 坑周圍4呎內避免交通行為，若多個埋葬坑並列，應至少距離3呎。冷凍櫃用來存放殘骸，準備移出場址或焚化。
- (6) 臥式冷凍櫃（Chesttype freezer）效果最好，且應設置於接近場址入口處的穩定基地（如水泥）上，以方便殘骸的運送。
- (7) 焚化爐功效為燃燒殘骸，應與其它設施保持20呎以上距離、與水源相關設施保持100呎以上距離、與鄰近住宅保持900呎距離。

## **5.執行需求**

價錢依選擇的設施種類、建設材料、施工、尺寸而定。



## 5.2.2 厭氧分解槽（Anaerobic Digesters）

### 1.簡介

分解槽為較新的畜牧廢棄物處理系統，將新鮮糞便收集再利用，可分為未加熱的室溫分解槽（ambient temperature digester）和有溫度控管的厭氧分解槽。控制在 35°C 的分解槽可經由一次分解作用於單日內削減 90% 的大腸桿菌，相較於傳統糞便泥漿中的大腸桿菌可以存活 77 天而言，是很有效率的污染削減措施。



### 2.目的

改善大腸桿菌、營養鹽。

### 3.使用限制

- (1) 其設計和操作需符合政府規範。
- (2) 可考慮於分解槽上鋪設植物覆蓋層，作視覺上的美化功效。
- (3) 需注意設置方式和維護措施的正確性，以免造成臭味溢散。

#### **4.設計準則**

- (1) 分解槽的設置位置應愈接近糞便來源愈好，並與公共區域保持300呎以上距離、與常年或漸歇水流保持25呎以上距離。
- (2) 雨水應導流，避免經過分解槽。
- (3) 家畜糞便應先以固液分離處理，再導入分解槽中，所產出的堆肥具有高濃度的離子態氮肥，為作物吸收良好的營養鹽形態。

#### **5.維護需求**

- (1) 建立標準作業流程，注意操作管理。
- (2) 監測分解槽反應程序。

#### **6.執行需求**

所需經費較高，視建設材料、施工，和規模而定。

## 5.2.3 籬笆與限制使用（Fence and Use Exclusion）

### 1. 簡介

研究指出籬笆可削減 60% 氮、75% 沉積顆粒、50-90% 懸浮固體，將家畜與較小範圍或二級的水源阻隔，可削減 99% 大腸桿菌。



### 2. 目的

改善沖蝕和沉積、大腸桿菌、營養鹽

### 3. 使用限制

應利用籬笆將動物與水源隔開，達到限制使用的效果。

### 4. 設計準則

- (1) 需具有適當的高度與材料，將家畜維持在放牧區中，同時應提供充足的飲水與遮蔽樹蔭。
- (2) 籬笆可由刺鐵絲、圍籬，或通電圍籬材料組成，其選擇以使家畜無法脫逃為目標。

- (3) 限制使用的架設針對嚴重污染區域，其界線可以天然或人工的材料設置，並以維護2年為期或直到植被覆蓋恢復。
- (4) 需考慮設置完成後的水質污染，並於設置時盡量減低對野生生物和周遭環境的衝擊，必要時應建立替代水源結構物隨時支應。

## **5.維護需求**

定期檢查籬笆的圍欄效果

## **6.執行需求**

- (1) 經費需求包含場址準備、架設材料、人力成本與維護
- (2) 籬笆的價格與材料和總拉行距離有關
- (3) 限制使用經費不高，端視材料費用而定。

## 5.2.4 常使用區域的保護 ( Heavy Use Area Protection )

### 1.簡介

適用於常使用但無逕流通過處，將小規模場址設計為可承受特定使用量的型態，良好的設置可削減 80% 的沖蝕情形。



### 2.目的

改善沖蝕和沉積

### 3.使用限制

- (1) 應將常使用和家畜集中區域（乾草堆、飲水槽、鹽磚）保持適當距離
- (2) 與水源距離愈遠愈好
- (3) 劃定面積愈小愈好

### 4.設計準則

- (1) 利用粗礫石、壓碎的石塊，或其他適用材料，依據使用量的大小與型態，組成負荷承受體。
- (2) 若提供給家畜場址使用，其組成應避免任何鬆動、潮濕、有機，或其他不適用的材料。
- (3) 以家畜通道而言，設置寬度應介於8到15呎。
- (4) 以家畜運動場而言，單頭最大處理設計面積為：乳牛為200平方呎、肉牛與馬為150平方呎、綿羊與山羊為10平方呎。

### **5.維護需求**

- (1) 定期檢查負荷承受體結構是否穩定
- (2) 需要翻新或修復場址時盡快處理。

### **6.執行需求**

- (1) 初期經費包含場址準備、設置，及材料經費。
- (2) 維護經費包含場址植被重新覆蓋與負荷承受體的重新添加。
- (3) 經費需求較高，視使用材料、場址大小，及施工期而定。

## 5.2.5 河道穿越設施 (Stream Crossing)

### 1. 簡介

減少動物接觸水源、提供穩定交通通道、削減進入水體的營養鹽，適用於任何有逕流水體通過的場址。



### 2. 目的

改善沖蝕和沉積、大腸桿菌。

### 3. 使用限制

- (1) 盡量採導開逕流的方式，少使用河道穿越設施。
- (2) 設置時需注意設施對其河川的上下游影響，包含水質、水量，與生態棲息環境。

### 4. 設計準則

- (1) 選擇的河道穿越設施由通過的交通量而定，設置地點需具備穩定的河床，且其設計應可承受洪水與尖峰流量。

- (2) 複合式河道穿越設施應至少10呎寬，而供家畜通過的穿越設施應至少6呎寬。
- (3) 應盡量將入口處與周遭環境融合，並將逕流水引導分流，使不通過入口處。
- (4) 淺灘適用於交通量少的場址，可於河床上放置石塊和礫石穩定河床，混凝土淺灘僅可用於當河床可支持混凝土結構時。
- (5) 涵洞或陰溝為以地下導管的型式，將逕流於地表下淺層位置導引穿越交通通道，其管線長度視路面寬度而定。
- (6) 橋梁為永久性河道穿越設施，通常於大型河溪上，組成材料可為混凝土、鋼鐵，或木頭，配合橋墩和翼牆保護流量和水質。

## **5.維護需求**

穿越設施會增加流量、沖蝕量、沉積量，應仔細監測和維護，並針對結構物的安全性做維護檢查。

## **6.執行需求**

經費較高，視設施材料與施工而定。



## 5.2.6 替代水源結構物 (Alternative water sources)

### 1. 簡介

大量減少家畜直接接觸水體的時間，大量降低污染進入水體的機會。



### 2. 目的

改善沖蝕和沉積、大腸桿菌、營養鹽。

### 3. 使用限制

- (1) 替代水源結構物的提供水量應符合畜牧需求，自動化的水位監測管理和溢流評估，可較低水的浪費。
- (2) 泉水開發可能引起地面水流變動。
- (3) 若有開挖行為，於施工結束後應盡快復原地表覆蓋，以減少沖蝕危害。

### 4. 適用地點

- (1) 水工結構物如飲水槽、儲水槽、泉水開發（僅限於有充足可靠的水源提供時）、水井等
- (2) 任何家畜需要飲用水，但任其直接接觸水體將造成污染的場址。

## **5.設計準則**

以泉水開發為例

- (1) 管線（pipeline）用於傳送水至畜牧用區，其設計流量視場址需求而定，又依不同材料的管線輔以不同的規格。
- (2) 可考慮地下排水線路（subsurface drains）或直徑3吋以上的穿越型管線，其出水口應適當設計防止沉積產生，為避免堵塞，出水管線直徑應至少1吋。
- (3) 在主要水流的垂直方向上設飲水坡道（watering ramps），其寬度應小於20呎，深入水流小於5呎，坡度應符合原坡度（且小於5:1），並以柵欄圍住坡道防止家畜深入水中，或可將坡道設於無遮蔽的場址縮短家畜逗留時間。

## **6.維護需求**

- (1) 一般維護包含檢查是否有殘骸、藻類、污泥等阻塞水流。
- (2) 修補滲漏和被沖蝕區、檢查自動水位計、移除障礙物。
- (3) 管線維護（注意交通、牧場操作、低溫冰凍、熱漲冷縮）。

## **7.執行需求**

- (1) 場址整理、結構物材料、裝設及維護費用。
- (2) 一般水工結構物經費較高，視其複雜性、材料單價，及建造費用而定。
- (3) 飲水坡道經費視坡道尺寸、材料，及建設費用而定。
- (4) 泉水開發經費高。

## 5.3 灌溉用水管理計畫

### 5.3.1 灌溉用水管理

#### 1.簡介

灌溉用水管理是以控制灌溉的速度、時間，和用水量確保作物得到所需的水份，其中並包含了肥料和農藥施效與灌溉系統的整合。



#### 2.說明

其目的為供給作物所需、降低土壤沖蝕、減少用水及其損失、減緩肥料及農藥在水中的移動速度。

## 5.3.2 調節性排水系統

### 1.簡介

控制地面和地下的排水系統，通常伴隨水量控制的結構物。



### 2.說明

其目的為降低土壤沖蝕、維持土壤最佳含水量、促進作物生長、降低肥料使用量、追蹤污染源。

### 5.3.3 灌溉系統；尾水回收

#### 1.簡介

一種收集、儲存、運輸灌溉尾水再利用之設施。



#### 2.目的

- (1) 保存灌溉水
- (2) 攔截泥砂及其吸附物質
- (3) 減少下游污染物
- (4) 收集鹽份
- (5) 追蹤化學元素、可溶性肥料、可溶性農藥

### 3. 污染物去除效率(高●，中◎，低○，不確定△)

#### (1) 地表水水質

- 鹽份      △溫度      ●泥砂
- 可溶性肥料    ●吸附性肥料    ●可溶性農藥
- 吸附性農藥    ○需氧量      ○病源

#### (2) 地表水水量

- ◎尖峰逕流量    ◎逕流體積

#### (3) 地下水水質

- △養份      △農藥

## 5.3.4 水量管制結構物

### 1.簡介

用在灌溉、排水或其他管理系統的結構物，以控制水流的水位、速率與流量。



### 2.目的

- (1) 控制水的分配
- (2) 幫助調節水的溫度
- (3) 降低渠道邊坡的沖蝕
- (4) 保護水中生物

### 3. 污染物去除效率(高●，中◎，低○，不確定△)

#### (1) 地表水水質

- 鹽份            ●溫度            ●泥砂
- 可溶性肥料   ●吸附性肥料   ○可溶性農藥
- 吸附性農藥   ◎需氧量            ○病源

#### (2) 地表水水量

- 尖峰逕流量   ●逕流體積

#### (3) 地下水水質

- 養份            ○農藥

### 4. 使用限制(不受限制●，可克服◎，不適用○)

- ◎大面積之集水區            ●高滲透性土壤
- 陡坡                            ●高地下水位
- 接近岩盤                    ●設施佔地廣
- 設施最大深度之限制   ○高泥砂入流量



## 5.3.5 滴灌 (Drip Irrigation)

### 1.簡介

優點包含水的有效利用、降低葉面疾病發生率、降低肥料流失與污染、藉由平均的低流率提供大量作物水源。設計良好的滴灌系統可達到設計值 90-95%的目標、可省下 10%的用水量、相較傳統灌溉方式可提升 74%效能。



### 2.目的

改善沖蝕和沉積、殺蟲劑、營養鹽。

### 3.使用限制

- (1) 小型苗圃等供水變化多的場址較不適合，必要時可採複合式滴灌系統。
- (2) 作物的生長與蒸散，可能因滴灌型態的供水而減緩。

### 4.適用地點

- (1) 土壤種類和地表型態需被灌溉，且植被可承受滴灌的場址。
- (2) 最適用於果園、溫室、畦條作物、居住或事業用地。

## 5.設計準則

- (1) 滴灌的出水量應設計為穩定分散的供水，需考量其蒸發、逕流、滲透損失，其發射器需均勻供水，型態上可分為滴孔、微灑水器、噴霧器等。
- (2) 設置時應檢測滴灌系統的供水水質與水量，以確保達成供水目標。

## 6.維護需求

定期檢查滴灌口是否阻塞，管線水壓是否正常。

## 7.執行需求 (●高，◎中，○低)

◎設備材料   ◎裝設費用   ◎維護費用

## 5.3.6 地表下流道 (Subsurface Drain)

### 1.簡介

可增加氮傳輸進入水體的機會，造成土質的鬆軟、減低土壤緊實度，若配合濕地的方式操作，可減低可溶性污染進入水體的機會（濕地於部分季節具有去除氮的效果）。設計良好的地表下流道可削減 29-65%的逕流量、15-30%的尖峰流量、16-65%的沖蝕量、45%的磷含量、30-50%的覆土性氮含量。

### 2.目的

改善沖蝕和沉積。

### 3.使用限制

僅在其他操作方式不適用時使用。

### 4.適用地點

降低水位或控制地表與地下水流具有正面效益的場址。

### 5.設計準則

- (1) 設計前應檢視場址是否合適，依據場址狀態、高程、地下水情勢、作物、土地利用、放流口等，標出埋設體積和深度。
- (2) 上層覆土厚度視土壤種類而定：礦物土為2呎、有機土為2.5呎。
- (3) 架設使用的材料應能符合場址的承受力與使用期距的要求，入水口應設至過濾器以防物質進入阻塞。

### 6.維護需求

定期檢查流道周遭土壤是否軟化、下游水體氮含量是否提高。

## 5.4 畦條作物管理計畫與收成

### 5.4.1 田間邊界

#### 1.簡介

在田區的邊緣建立一條多年生植物帶，以草類或灌木為主。



#### 2.說明

將泥砂及其他污染物與逕流分離，以保護臨近水體，控制土壤沖蝕。

## 5.4.2 田間帶狀耕作

### 1.簡介

於橫跨坡面之帶狀、狹長土地上，間隔種植二種不同的作物。



### 2.說明

其具防止沖蝕、降低土壤流失、增加入滲、減少逕流、蓄積水份等功能。

### 5.4.3 保育耕作

#### 1.簡介

任何位於敏感沖蝕地區，可以將植物殘株留在地表或降低耕犁次數的方法。



#### 2.說明

其目的為降低土壤沖蝕、改善土壤、節省燃料耗費量、保持土壤水份、降低逕流、增加入滲。

## 5.4.4 等高耕作

### 1.簡介

耕耘、播種、翻土、收成均沿著一等高方向的耕種方法。



### 2.說明

其目的為減少土壤沖蝕、保持土壤水份、增加入滲。

## 5.4.5 等高帶狀耕種

### 1.簡介

有組織性地安排作物和草類沿著等高方向，以交替方式的帶狀種植。



### 2.說明

提供水、土，以及肥份的保蓄作用。具降低土壤沖蝕、地表逕流等功能。



## 5.4.6 過濾帶(緩衝帶)

### 1.簡介

在邊坡的一種永久植生，呈現帶狀的農業措施，逕流則以薄膜流的方式流過過濾帶，可減緩對水體的直接衝擊。



### 2.說明

可將泥砂及其他污染物與逕流分離，具控制沖蝕、保護臨近水體等功能。適用於果園或種植勤耕作物等之坡地，惟地面起伏不勻、土壤含石量高、蝕溝較多等不宜採用，其坡度以不超過 45% 為原則。

以百喜草、戀風草或對主作物影響少且易於管理之草類作為過濾帶植栽，其間距按照作物栽培之行距決定，以 4~8m 為原則。

## 5.4.7 覆蓋作物

### 1.簡介

莖葉繁茂被被覆完密之草類，豆科植物或小粒穀物，種植或覆蓋於農地上。

### 2.說明

具改良土質、抑制土壤沖蝕、保持肥份、控制土壤水份、緩和地表溫度的變化等功能。

草種以水土保持常用草類為主，一般果園行全面覆蓋，並割草覆於樹冠下方，若為幼齡果園，宜作行間帶狀覆蓋及敷蓋。

## 5.4.8 輪作

### 1.簡介

可改善土質，提供所需的有機養份，減少化學肥料的使用量。



### 2.說明

具改良土質、改善使用水的效率、幫助控制雜草及害蟲、保護土壤降低沖蝕等功能。

## 5.4.9 草溝

### 1.簡介

一種栽植草類之自然或人工渠道，以集中暴雨逕流達到保護土壤的目的。



### 2.目的

- (1) 安全輸送逕流水
- (2) 降低溪流、農塘和湖泊的泥砂供應
- (3) 幫助防止蝕溝的形成及其整治
- (4) 提供分水工和階段的出水口
- (5) 提供野生生物的棲息地

### 3.污染物去除效率(高●，中◎，低○，不確定 Δ)

(1) 地表水水質

- 鹽份      溫度      泥砂  
可溶性肥料   吸附性肥料   可溶性農藥  
吸附性農藥   需氧量      病源

(2) 地表水水量

- 尖峰逕流量   逕流體積

(3) 地下水水質

- 養份      農藥

**4.適用地點**

- (1) 坡度在 20% 以內之排水系統
- (2) 水流連續不斷或流速超過 1.5m/sec 時適用複式草溝
- (3) 日照不足以供草類正常生育，或砂礫地及含石量較多之土地，均不適用。
- (4) 每隔適當長度，應構築跌水消能。
- (5) 草類覆蓋良好後方可排水。

**5.使用限制**(不受限制●，可克服◎，不適用○)

- 大面積之集水區      ●高滲透性土壤
- 陡坡      高地下水位
- 接近岩盤      ●設施佔地
- 設施最大深度之限制      高泥砂入流量

## **6.設計準則**

在草溝的設計原則上，主要是增加暴雨逕流與草溝表面的接觸時間和減少地表逕流量，可透過下列原則來設計：

- (1) 草種：可選擇百喜草、假儉草、類地毯草等匍匐性草類。
- (2) 安全流速：在水流連續不斷或流速超過 1.5m/sec 時，可採用複式草溝。
- (3) 坡度：減少渠道坡度，此種結構物適合坡度在 30% 以內。
- (4) 渠道斷面：以增加濕周長度為原則。草溝斷面以半圓形或簡單拋物線形為佳，複雜之斷面宜儘量避免，但大都採用淺寬之拋物線斷面。
- (5) 長度：溝長大致上以 30 公尺為準，，超過時構築簡單之消能設施，避免溝面過分負荷。
- (6) 矮壩(check dam)：在草溝中可於一長度單位下，構築矮壩。一方面可減少流速，避免暴雨逕流沖刷草溝表面，影響草溝效能；另一方面可藉此短暫蓄水，延長滯留時間，增加去除效率。

## **8.維護需求**

維護對於草溝來說，也是相當重要的一環。草溝的去除效能主要是利用草的生物性和阻滯水流特性，故在草類的維護上就必須要注意。在維護草溝管理方面，可分為排水、灌溉、補植、除草、施肥、刈草和其他等方面(農委會，民國 85 年和臺灣省政府農林廳，民國 73 年)。

- (1) 草溝初期的排水：草溝完成植草之後，在初期時需將有可能流入溝中之逕流排除，因為此時所種植之草類並未完全著根生長前，隨即排水時草溝極可能受損。排水之方法有二：

- a.鋪設透明塑膠布:鋪設在草溝內及兩側較低窪處,以引導雨水由塑膠布上排除。
- b.分水法:將可能流入溝中之逕流,利用分段截流等方法來排除,俟草類生長完密之後,加以恢復排水至草溝。爲了避免造成新的沖蝕問題,宜多設截流設施,以充分分散逕流,保護初期之草溝。
- (2) 灌溉方面:植草後應視降雨情況,適當的給予澆水灌溉,以避免草類枯萎死亡,導致效能降低。若此地無灌溉設施,則應把握降雨時間,在雨中或雨後隨時種草。
- (3) 除草:爲了維護草溝的效能,所以在植草 3~4 週後,宜施行除草,將雜草清除且應隨時注意以防止雜草入侵生長。
- (4) 補植:植草後 12~3 週,如有缺株要隨時補植,以後則視草類覆蓋密度再行補植。
- (5) 施肥:種草後約一個月,需施肥一次,以後視需要再行追加。施肥量每平方公尺約 0.05~0.41 公斤。當覆蓋完成後,每年春季刈草後各施肥一次更佳。
- (6) 刈草:種草後 2~3 月後宜行刈草和施肥,以刺激苗株的生長,以後視需要刈草。每年乾旱季前應割草一次,將覆蓋過厚的莖葉清除,保持草溝的斷面並利於春季的萌芽。但爲防止沖蝕,刈草時僅割除草高的 1/3。
- (7) 其他:防止人畜踐踏,以免導致草類死亡;定期檢查溝內是否有土、石塊或殘株廢物壓在溝內,以維護其入滲效率;雨後的維護也需要加強。

## 5.4.10 分水工

### 1.簡介

橫跨於被保護土地或保護物之上方，以攔截逕流，將地區多餘剩水分流至另一區域，使其可被使用或安全地排出的人工或植草渠道。



### 2.目的

- (1) 防止蝕溝
- (2) 分流多餘逕流至安全排水口
- (3) 提供乾草的生產
- (4) 降低土壤沖蝕

### 3.污染物去除效率(高●，中◎，低○，不確定△)



(1) 地表水水質

- 鹽份      △ 溫度      ◎泥砂
- 可溶性肥料   ◎吸附性肥料   ○可溶性農藥
- ◎吸附性農藥   ○需氧量      ◎病源

(2) 地表水水量

- 尖峰逕流量   ●逕流體積

(3) 地下水水質

- 養份      ○農藥

**4.使用限制**(不受限制●，可克服◎，不適用○)

- ◎大面積之集水區      ◎高滲透性土壤
- ◎陡坡      ●高地下水位
- ◎接近岩盤      ◎設施佔地廣
- 設施最大深度之限制   ◎高泥砂入流量

## 5.4.11 階段穩定 (Grade Stabilization)

### 1. 簡介

可削減原不穩定區域 75-90% 的懸浮固體輸出。



## 5.5 濕地及溪流保護與管理計畫

### 5.5.1 濕地開發與復育

#### 1.簡介

開發或維持自然的濕地，利用濕地對污水進行處理。這一系統消耗能量少，投資和運轉管理費用低，處理效果好。特別是對經處理廠難以去除的營養元素有較好的淨化效果。可替代深度處理設施，以達到改善水質、增加植生以及改善水文的效果。



#### 2.目的

- (1) 滯洪
- (2) 攔截泥砂及其吸附物質
- (3) 提供地下水的補注
- (4) 養份的循環利用
- (5) 提供野生生物的棲息地

#### 3.污染物去除效率(高●，中◎，低○，不確定△)

(1) 地表水水質

- 鹽份            ○溫度            ●泥砂
- ◎可溶性肥料   ●吸附性肥料   ◎可溶性農藥
- 吸附性農藥   ●需氧量           ◎病源

(2) 地表水水量

- 尖峰逕流量   ●逕流體積

(3) 地下水水質

- 養份            ○農藥

**4.適用地點**

- (1) 淺水區
- (2) 深水區
- (3) 植物區：糧食作物、大型水生植物如蘆葦、燈芯草、香蒲等。
- (4) 緩和開闊地

**5.設計準則**

建立濕地系統所需要之土地相當大，較不經濟，但因其去污效果不錯和其在生態保育上的功用，目前已逐漸被重視。一般濕地可配合一些最佳管理措施來組合，以提高其總去污效率。例如可設立一滯留池先做污染物初期去除，而後流入濕地系統，經由滯留一段時間後，再流出至河川等排水系統。其考量如下：

- (1) 水深：大致上濕地要維持一遺水位，大約 50 公分以上。
- (2) 植物：選擇適合當地之植物種類，由於濕地植物群建立不易，故可

參考生物專家建議，建立適合之植物族群。最好植物覆蓋能超過濕地面積的 30% 以上。

(3) 動物：建立平衡之生態環境，除了種植植物之外，亦可考量建設成水生動物或水鳥的棲息地。

(4) 配合之管理措施：如設立滯留池、植物性措施等。

## **6. 維護需求**

濕地維護方面，有相當的困難，原因是濕地內部植物栽植和建立濕地不易，故初期需要經常性觀察植物生長情形，必要時加以補植。另外也要定期檢查是否有土石或殘株阻礙水流，以維持濕地系統之去污效能。

備註：爲了更好地保護濕地及濕地中的野生動植物，各國都建立了濕地保護區，國際上還簽訂了“濕地公約”。

## 5.5.2 調節暨攔砂池

### 1.簡介

築於次要河川之橫向土提，用以攔截暨沉澱泥砂。



### 2.目的

- (1) 降低河川及溝狀沖蝕
- (2) 攔截泥砂
- (3) 減緩或儲存逕流
- (4) 改善下游水質

### 3.污染物去除效率(高●，中◎，低○，不確定△)

- (1) 地表水水質

○鹽份

△溫度

●泥砂

○可溶性肥料

●吸附性肥料

○可溶性農藥

● 吸附性農藥    ◎ 需氧量    ○ 病源

(2) 地表水水量

● 尖峰逕流量    ● 逕流體積

(3) 地下水水質

△ 養份    △ 農藥

**4.使用限制**(不受限制●，可克服◎，不適用○)

◎ 大面積之集水區    ● 高滲透性土壤

● 陡坡    ● 高地下水位

◎ 接近岩盤    ○ 設施佔地廣

◎ 設施最大深度之限制    ◎ 高泥砂入流量

## 5.5.3 逕流管理系統

### 1.簡介

控制因土地利用的改變或其他土地擾動而引起的多餘剩水。



### 2.說明

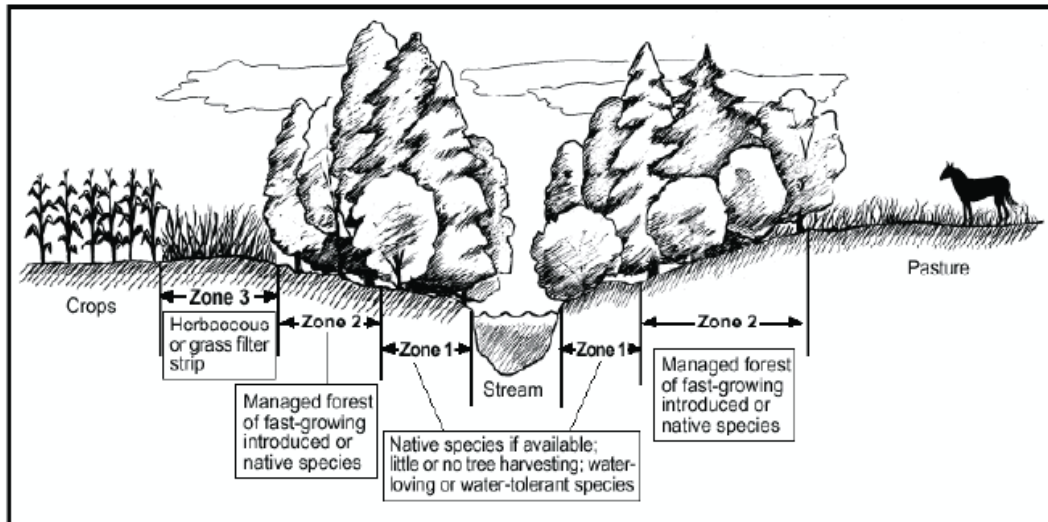
其目的為減少沖蝕、減少水流及水體之泥砂沉澱、降低吸附性化學物質及肥料的傳輸、滯洪及改善排水。



## 5.5.4 水岸森林緩衝 (Riparian Forest Buffer)

### 1. 簡介

整體森林帶可削減 25-85% 氮含量、50-75% 磷含量、50-75% 沉積顆粒；  
單獨草帶（第三區）可削減 45% 氮含量、20% 磷含量。



### 2. 目的

改善沖蝕和沉積、殺蟲劑、有機質。

### 3. 適用地點

- (1) 作物區相鄰溪流、湖泊、濕地
- (2) 地下水量供應足夠木本植物生長的場址

### 4. 設計準則

- (1) 依將設置的森林種類準備場址，盡量選用原生非侵入性的樹種和灌木。
- (2) 木本植物生長較緩慢，應於生長季栽種，並輔以肥料施用，於生長

成形前應避免家畜或機具進入設置區域內。

- (3) 第一區為臨水區，應至少15呎寬。
- (4) 第二區為常設植被，攔阻沉積顆粒、營養鹽、殺蟲劑等，應至少20呎寬。
- (5) 第三區為階段性植被，攔阻周期性較大流量所帶來的污染，一般栽種草本植物，可輔以分水設施或階段穩定工程。

## **5.維護需求**

定期檢測水質，巡視設置區土壤結構與植被狀況。

## **6.執行需求**

初期經費視選用的植被而定；維護經費包含定期檢測與沉機物清除費用。

## 5.6 示範案例

### 5.6.1 緒論

本示範案例是參考美國喬治王子郡的 LID 之概念設計。LID 全名 Low Impact Development 是一種新的暴雨管理設計理念，該理念是將 BMP 設計更加分散化、多功能化和當地語系化。低衝擊開發理念設計的 BMP 是通過小型的造價及維護成本低的設施實現面源污染控制、洪峰削減、景觀生態及水土保持等多種功能。LID 在暴雨管理的目標上具有更高的要求，其主要是對綜合逕流係數的要求：傳統的暴雨管理目標（BMPs）只對暴雨洪峰逕流係數提出控制目標，而最新的低衝擊開發技術在要求控制洪峰逕流係數基礎上更加提出對開發後的綜合逕流係數的控制。

採用 LID 技術設計的 BMP 稱之為 IMPs，幾乎所有的城市建築都可以建造 IMPs。IMPs 不再必須大片的空地，而是利用屋頂、道路綠化帶、人行道、樹木、停車場等的透水路面實現地表逕流的滯留和入滲。LID 設計理念可以適用於城市的初次開發和改造。

### 5.6.2 示範案例

茶園實驗場位於台北縣坪林鄉渡南橋旁，在翡翠水庫集水區北勢溪流域範圍內。該場址處理當地一處茶園之農地非點源污染。由於茶園開發在暴雨的沖蝕之下釋出大量之營養鹽，而隨逕流進入水庫庫區之中影響庫區水質，因此利用 BMP 設施進行污染控制。為維護設施內植物生長需求，該處理系統之中亦接入現地污水系統未接納戶之家庭污水，作為晴天的進流水。此場址集水面積為 1.02 公頃，土地利用主要為茶園其約佔 90%，其餘 10% 為農林地及少部分當地居民住宅用地等。

### 5.6.3 BMP 設施之聯合運用

此場址設施結合濕式滯留池與人工溼地進行設計，期望同時對營養鹽與懸浮

固體達到最佳的處理效果。共有四個處理單元，依進流順序為溼式滯留池主要為處理懸浮固體，接續為人工溼地密植區與開放水域區主要為去除營養鹽，最後則進入植栽浸潤床，其主要為處理營養鹽及有機污染物質，如圖 5.6 1，各處理池單元尺寸列於表 5.6.1。經系統處理後之放流水排入北勢溪之中。場址處理系統之設計淨化處理水量為 303.8 m<sup>3</sup>，最大可滯留體積為 606.3 m<sup>3</sup>，系統總水力停留時間為 5.14 天（美商傑明，2004）。各設施單元的處理功能如下：

- a. 溼式滯留池：其為調整收集系統入流，透過廣大的水面及水深提供暴雨逕流臨時滯留，並且於污染處理上提供懸浮固體沉積，部分控制營養鹽的效果。另外配合水域週邊植生，攔截污染物。
- b. 密植區人工溼地：密植人工濕地主要栽植挺水植物，以香蒲為主，搭配白蔥、筊白筍、開卡蘆等高莖水生植物。理想狀態下，挺水水生植物在生長成熟後，會在水池表面形成高覆蓋度的環境，可抑制或減緩水面氧氣交換，營造低溶氧、多生物擔體的缺氧/無氧水體環境。一般在密植區系統的溶氧很低，氧化還原電位也相當低，顯示系統為還原狀態，因此系統內代謝作用以厭氧為主（Lienard, 1987; USEPA, 1999）。此單元有助於脫硝反應，將水中於滯留池好氧狀態下硝化菌反應產生之硝酸鹽及亞硝酸鹽轉化成為氮氣，提升系統中總氮的去除效率。密植的植群亦可達到粒狀污染物攔除的效果，可提高懸浮固體之處理效率。
- c. 開放水域人工溼地：開放水域區，主要以沉水植物與浮水植物為主，包括台灣萍蓬草與金魚藻，其為透過開放的水面空間，增加水體與空氣中氧氣交換的機會，增加水中溶氧量，再次營造好氧環境，利用水生植物以及微生物吸收分解水中營養鹽及有機物質。
- d. 植栽浸潤床：置入礫石作為濾材，在濾材間隙進行植生，植生以蘆葦為主，污水流經濾材間隙，微生物於礫石上附著生長生物膜，同時達到過濾及生物

吸收降解的淨化效益。

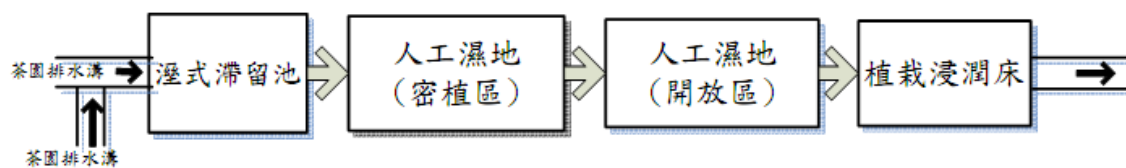


圖 5.6.1 渡南橋茶園 BMP 設施配置圖



圖 5.6.2 溼式滯留池



圖 5.6.3 密植區人工濕地

表 5.6.1 渡南橋場址設施單元尺寸

設施單元	設施面積 m <sup>2</sup> (L×W)	設施水深 (13mm)	最大設計水深 (十年重現期距)
濕式滯留池	200m <sup>2</sup> (21m×19.7m)	0.40m	0.95m
人工濕地(密植區)	116m <sup>2</sup> (16m×7.25m)	0.40m	0.95m
人工濕地(開放水域)	116m <sup>2</sup> (18m×6.5m)	0.40m	1.35m
植栽浸潤床	117m <sup>2</sup> (10m×11.7m)	0.40m	1.25m*

\*含浸潤床濾石層 0.7m

#### 5.6.4 現場採樣結果分析

分析結果整理如表 5.6.2，在總磷的去除效果上，設施系統之平均入流濃度為 185.6  $\mu\text{g/L}$ ，平均出流濃度為 82.4  $\mu\text{g/L}$ ，平均除污效率為 55.6%，正磷酸鹽去除效率為 67%；總氮的平均入流濃度為 5.78  $\text{mg/L}$ ，平均出流濃度為 3.8  $\text{mg/L}$ ，平均除污效率為 34.3%，氨氮平均除污效率則為 58.8%。以暴雨場次而言，總磷的平均去除率 50.9%，總氮 72.0%，SS 49.0%，BOD<sub>5</sub> 則僅 13.0%。另推估溼式滯留池單元對於各污染物的去除效率分別為懸浮固體物 70%，氨氮 50%，總磷 50%。綜合上述，針對污染物的不同特性設計不同的 BMP 結構設施，系統整體表現良好，具有一定的除污效果。

表 5.6.2 渡南橋 BMP 試驗場址營養鹽除污效率

分析項目	總磷( $\mu\text{g/L}$ )		正磷酸鹽( $\mu\text{g/L}$ )		總磷( $\text{mg/L}$ )		氨氮( $\text{mg/L}$ )	
	進流	出流	進流	出流	進流	出流	進流	出流
平均值	185.6	82.4	146.0	20.1	5.78	3.8	0.23	0.1
平均除污效率	55.6%		67.0%		34.3%		58.8%	

參考文獻

Implementation of a Best Management Practice (BMP) System for a Clay Mining Facility in Taiwan

*Journal of Environmental Science and Health Part A*, 41:1315–1326, 2006

*Jen-Yang Lin, I et al*

System for Urban Stormwater Treatment and Analysis INtegration (SUSTAIN) Step-by-Step Application Guide Version 1.0

*Tetra Tech, 2009*

林鎮洋、劉秀鳳、陳彥璋、王建清、陳起鳳(2007)，「以出流機率法評估濕式滯留池除污效率」，中華水土保持學報，38(3): 205-215。

<http://wr.ntut.edu.tw/student/student.aspx?stid=22520&sname=%E6%A5%8A%E5%BF%A0%E5%8B%B3>

## 中英對照

土壤鹽份管理	Soil salinity management	35
分水工	Diversion	86
水岸森林緩衝	Riparian Forest Buffer	95
水量管制結構物	Water control structure	58
田間防風林	Field windbreak	38
田間帶狀耕作	Field Stripcropping	74
田間邊界	Field windbreak	73
地下水位控制	Water table control	36
地表下流道	Subsurface Drain	72
行車通道	Access Road	50
池塘	Pond	42
河道穿越設施	Stream Crossing	60
牧草種植保護	Pasture and Hayland Planting	46
保育耕作	Conservation cropping sequence	75
屋頂逕流截水設施	Roof Runoff Structure	48
草及豆科植物之間作	Grassed and legumes in rotation	39
草料收成管理	Forage Harvest Management	44
草溝	Grassed waterway	81
動物殘骸處理設施	Animal Mortality Facilities	52
常使用區域的保護	Heavy Use Area Protection	58
逕流管理系統	Runoff management system	94
替代水源結構物	Alternative water sources	62
等高耕作	Contour farming	76
等高帶狀耕種	Contour stripcropping	77
階段穩定	Grade Stabilization	88
農業廢污管理	Agricultural waste management	37
過濾帶	Filter strip	78
厭氧分解槽	Anaerobic Digesters	54
滴灌	Drip Irrigation	70
調節性排水系統	Regulating drainage systems	65
調節暨攔砂池	Water and sediment control basin	92
輪作	Rotation	80
整體性的農藥管理	Integrated pest management (IPM)	41
濕地開發與復育	Development and restoration of wetlands	89
覆蓋作物	Cover and green manure crop	79



灌溉用水管理	Agricultural water management	64
灌溉系統；尾水回收	Irrigation system；tailwater recovery	66
籬笆與限制使用	Fence and Use Exclusion	56

## 英中對照

Access Road	行車通道	50
Agricultural water management	灌溉用水管理	64
Agricultural waste management	農業廢污管理	37
Alternative water sources	替代水源結構物	62
Anaerobic Digesters	厭氧分解槽	54
Animal Mortality Facilities	動物殘骸處理設施	52
Conservation cropping sequence	保育耕作	75
Contour farming	等高耕作	76
Contour stripcropping	等高帶狀耕種	77
Cover and green manure crop	覆蓋作物	79
Development and restoration of wetlands	濕地開發與復育	89
Diversion	分水工	86
Drip Irrigation	滴灌	70
Fence and Use Exclusion	籬笆與限制使用	56
Field Stripcropping	田間帶狀耕作	74
Field windbreak	田間防風林	38
Field windbreak	田間邊界	73
Filter strip	過濾帶	78
Forage Harvest Management	草料收成管理	44
Grade Stabilization	階段穩定	88
Grassed and legumes in rotation	草及豆科植物之間作	39
Grassed waterway	草溝	81
Heavy Use Area Protection	常使用區域的保護	58
Integrated pest management (IPM)	整體性的農藥管理	41
Irrigation system ; tailwater recovery	灌溉系統；尾水回收	66
Pasture and Hayland Planting	牧草種植保護	46
Pond	池塘	42
Regulating drainage systems	調節性排水系統	65
Riparian Forest Buffer	水岸森林緩衝	95
Roof Runoff Structure	屋頂逕流截水設施	48
Rotation	輪作	80
Runoff management system	逕流管理系統	94
Soil salinity management	土壤鹽份管理	35
Stream Crossing	河道穿越設施	60
Subsurface Drain	地表下流道	72

Water and sediment control basin	調節暨攔砂池	92
Water control structure	水量管制結構物	68
Water table control	地下水位控制	36