

LID BMP 低衝擊開發-NC

低衝擊開發目標

第1章：概述

1.1 低衝擊開發簡介

1.2 LID 的經濟和環境效益

1.3 替代發展方法處理水文循環

第2章：水文循環實現LID目標

2.1 LID 績效目標簡介

2.2 確定現有(開發前)水文

2.3 確定開發後水文

2.4 雨水模型

2.5 相關雨水方法

2.5.1 年度水文的潛在替代物

第3章：低衝擊開發的場地評估和設計

3.1 基地評估和設計簡介

3.2 設計目標

3.2.1 以願景和價值觀啟動專案

3.2.2 平衡 LID 與其他設計目標

3.3 將 LID 設計目標納入設計策略

3.4 LID 的設計問題和應用

3.4.1 循環設計

3.4.2 人行道和自行車道

3.4.3 停車場設計

3.4.4 美學設計

3.4.5 解決周邊土地利用問題

3.5 社區和場地設計考慮因素

3.5.1 社區設計-為基地選擇合適的社區

3.5.2 基地設計——創造合適的配合

3.6 設計過程：如何進行

第4章：LID 雨水 BMP

4.1 LID 設計考慮

4.1.1 水質與峰值流量緩解

4.2 用於實施 LID 的 BMP

4.3 縮略圖 BMP 選擇指南

4.4 單個雨水 BMP 的考慮因素

4.5 生物滯留池

4.5.1 生物滯留池設計

4.5.2 生物滯留池設計模型

4.5.3 生物滯留池的經濟考慮

4.5.4 生物滯留池維護注意事項

4.6 透水鋪面

4.6.1 透水鋪面類型

4.6.2 透水鋪面設計

4.6.3 透水鋪面設計模型

4.6.4 透水鋪面經濟考慮

4.6.5 透水鋪面維護注意事項

4.7 蓄水池和集水

4.7.1 集水設計

4.7.2 集水設計模型

4.7.3 集水經濟因素

4.8 小型濕地

4.8.1 小型濕地設計

4.8.2 經濟考慮

4.9 滯洪窪地

4.9.1 滯洪窪地設計低衝擊開發

4.9.2 滯洪窪地經濟因素

4.10 屋頂綠化

4.10.1 屋頂綠化設計

4.10.2 綠色屋頂結構考慮

4.10.3 屋頂綠化的經濟考慮

4.11 截流土溝和過濾帶

4.11.1 截流滲透溝設計

4.11.2 截流滲透溝的經濟考慮

4.12 其他工具

4.12.1 滲流溝和滲流池

4.12.2 砂濾器

4.12.3 土壤改良劑

4.13 將 BMP 連接在一起：治理序列

第五章：LID 與分散式污水處理技術與管理

5.1 分散式生活污水管理簡介

5.2 分散的生活污水和 LID

5.3 生活污水特性

5.4 系統中生活污水的處理

5.5 生活污水系統類型

5.6 生活污水系統的基地評估

5.7 生活污水系統選擇與設計

5.8 生活污水施工注意事項

5.9 許可

5.10 操作和維護

第六章 LID 構造

6.1 LID 施工簡介

6.2 施工規劃

6.2.1 地形

6.2.2 排水

6.2.3 土壤

6.2.4 地被植物

6.3 泥沙出口管制

6.3.1 儘量減少干擾

6.3.2 穩定擾動土

6.3.3 控制逕流

6.3.4 維護

6.4 保護策略區域

6.5 與承包商溝通

6.6 保持滲透

第七章：地方政府規劃與調控策略

7.1 為低衝擊開發做好準備

7.1.1 保護資源

7.1.2 政策實現 LID 目標

7.1.4 實施 LID 的行動示例

7.2 基地平面圖審批

7.2.1 基地計畫審批流程

7.2.2 基地計畫評估

7.3 施工期間的 LID 實踐

7.4 施工後的 LID 實踐

7.4.1 分配長期維護責任

7.4.2 從施工過渡到後期施工

7.4.3 長期 BMP 檢查

7.4.4 維護和執行

附錄 B：城市規劃的評估水文指標

第一章 低衝擊開發簡介

1.1 低衝擊開發簡介

政府部門的主要職責之一是保護、恢復和維持水資源的環境完整性和使用。良好的水質和繁榮的漁業對於維持社區的生活品質和持續的經濟增長至關重要。隨著城市化進程的加快，傳統的開發和雨水處理方法並沒有阻止水質的持續惡化或對水域生態完整性的不利影響。低衝擊開發通過優化城市景觀，減少和處理雨水逕流，為保護水質提供了額外的工具。

低衝擊開發是一種相對較新的綜合雨水管理方法。1999年，在馬里蘭首次描述了低衝擊開發設計策略：綜合設計方法。

LID的目的是通過創建一個類比自然水文功能(滲透、逕流和蒸散)的景觀來維持和恢復正在發展的流域的水文狀況。這是通過一系列LID基地規劃實踐和雨水處理技術來實現的，這些技術可以管理逕流量和水質。LID與景觀的結合越有效，場地複製土地自然蓄水能力的能力就越大，以攔取水、攔取和循環污染物。整個場地內小型LID雨水的分散和不連續分佈(與集中式末端處理相反)減緩了逕流，允許滲透並減少了場地排放流量。LID包括以下五種基本策略，每種策略有多種技巧：

1. 節約資源。在流域層面、開發區層面和個別地塊層面，盡可能保護自然資源(樹木、水、濕地和特殊區域)、排水模式、地形和土壤。
2. 儘量減少影響。在各級，通過保存現有植被和減少坡度、清理、不透水表面和管道，儘量減少施工和開發對自然水文循環和生態系統的影響。
3. 優化水滲透。在可行的最大範圍內，通過節省自然排水模式和使用植物窪地、延長水流路徑和平坦斜坡維持片狀流，減緩逕流，並鼓勵更多的滲透和與景觀的接觸時間。
4. 為本機存放區和處理創建區域。不要集中雨水儲存，而是將儲存分配到整個景觀中，靠近水流區域。使用小規模實踐，允許基地收集、保留、儲存、滲透和過濾。
5. 建立維護能力。制定可靠、長期的維護計畫，並制定明確、可執行的指導方針。對開發業者和當地政府人員進行有關操作和維護以及保護水質的教育。

LID 是一種多功能方法，可應用於大多數土壤和水文條件下的新開發、城市改造、再開發和振興專案。LID 內的選項範圍允許設計和技術應用的靈活性，因此從海岸、平原、山麓到山區的社區都可以根據自己的需要進行調整。城市環境的所有組成部分都有可能採用 LID 技術，而選擇適當的有效做法或一系列做法則取決於各種特定地點的因素。技術可以集成到屋頂、街景、停車場、車道、人行道、中央分隔帶以及住宅、商業、工業、公共工程和公共工程用地的開放空間。景觀美化提供了將逕流引導到這些區域進行儲存、滲透和處理的機會。

LID 廣泛的微尺度雨水管理原則和實踐的創立，導致了新工具的產生，以改造現有的城市發展。作為城市基礎設施日常維護和維修的一部分，過濾、保留和截留逕流的新的微尺度實踐可以很容易地集成到現有的綠地、街道景觀和停車場中。由於的城市區域採用綜合 LID 技術進行了重新開發和重建，因此有可能減少受納水體的污染物負荷，增加當地清潔水的可用性，減少暴雨高峰期間的洪水問題，並減少我們對昂貴的集中雨水系統的依賴。

土地利用規劃應考慮多尺度的環境影響，包括場地層次、分區層次、流域層次和區域層次。地方政府可以通過制定土地利用、開放空間和流域保護計畫來實現多重效益，以確定增長區域和保護區域。LID 政策是在自然區域開發、保護和恢復的總體規劃中應該考慮的一個工具。

將新的增長導向現有的開發和基礎設施，這一概念被稱為填方式開發或再開發，是保護其他地區敏感、未開發土地的明智策略。應在更大的背景下考慮開發：增加雨水逕流和減少基地規模的滲透可能是一種權衡，以保護資源，否則將受到蔓延發展模式的影響。在特定區域(如分水嶺)內創建較小、可管理的集中建築密度足跡的概念，是“集群發展”或“智慧增長”等策略的根本理由



濕式生物滯留池(滯洪下滲)



乾式生物滯留池(吸水下滲)

1.2 LID 的經濟和環境效益

LID 的經濟和生態效益已通過各種研究專案、案例研究和實踐經驗得到證明和記錄。在大多數情況下，LID 實踐對社區既有經濟效益又有環境效益，由於場地平整和準備、鋪砌和綠化以及雨水基礎設施(池塘、管道、入口結構、路緣石和排水溝)的成本降低，資本成本節約在 15% 到 80% 之間。環保產品和服務的好處包括：改善了美學、擴大了遊憩機會、由於地塊的可取性及其接近開放空間而增加了物業價值、增加了開發的單元總數、增加了行銷潛力和更快的銷售。

有效使用 LID 場地設計技術可以顯著降低雨水管理的成本。通過減少或消除雨水管理池、減少管道、入口結構、路緣石和排水溝、減少道路鋪砌、減少施工清理和平整階段移動的土地數量來實現節約。如果採用 LID 技術，根據開發類型和場地限制條件，雨水和場地開發設計、施工和維護成本可比傳統方法降低 25% 至 30%。

越來越多的 LID 評估提供了強有力的證據，證明 LID 的實踐是合理的，與傳統方法相比具有許多經濟和環境效益。表 1-1 說明了 LID 的潛在好處，並顯示了誰獲得了這些好處。

LID 的經濟評估通常側重於使用初始施工成本進行成本比較，因為這是最簡單的評估。然而，這一不完整的評估忽略了運營和維護成本，也沒有考慮到諸如健康魚類種群和清潔飲用水等環境商品和服務價值的增加。在討論 LID 的成本時，社區應該討論各種各樣的收益和成本，包括那些不容易貨幣化但對生活品質很重要的收益。最近的合作擴展概況，低衝擊發展經濟概況，提供了一個討論經濟學的框架。

1.3 通過替代發展方法處理水文循環

水文循環描述了水從大氣到地球表層和次表層，再回到大氣的運動。它包括降雨(降水)、入滲(淺層潛流和深層滲流)、地表逕流、蒸發和蒸散等生態過程。每一次降雨，水都會滲入地面，從地表流失，蒸發，或者被植被蒸發回大氣。在未開發條件下，大部分降水要麼滲入，要麼蒸發；通常很少或沒有地表逕流。

在傳統的土地開發實踐中，隨著植被的移除、土壤的壓實、地面的鋪砌和建築物的修建，水文循環受到干擾，從而導致較少的入滲和蒸散以及更多的地表逕流。傳統的開發和雨水管理方法，特別是典型的雨水收集和輸送系統，改變了水文，因此，可能會影響河流和其他受納水體的物理、化學和生物條件。

地表逕流、地下水、溪流和河口的健康狀況以及它們所支援的水生生物取決於未開發的水文循環，在該循環中，大部分降雨以最小的逕流滲入和蒸發。持續的經濟增長和繁榮還取決於促進健康的水文循環，因為水井、公共飲用水供應、旅遊業、遊憩和商業捕魚以及貝類捕撈都需要可靠的水量、優質水資源和地下水的補給能力。

城市化的不利影響不是不可避免的，而是經常發生的，因為社會選擇開發土地和收集、輸送、集中和處理逕流的方式。這種基本的“良好排水”模式是城市化對雨水水質和水量產生不利影響的根本原因。排水系統將水移出基地的效率越高，水文與自然狀態的差異越大，對洪水、侵蝕和水質的累積影響就越大。

LID的目標是利用大量的場地級規劃、設計和控制技術來恢復和優化土地吸收水、攔取和處理景觀中污染物的能力。

低衝擊開發主要是一種源減少方法，利用原生土壤和景觀作為策略保護和分佈特徵，攔截、儲存、滲透和利用暴雨流。

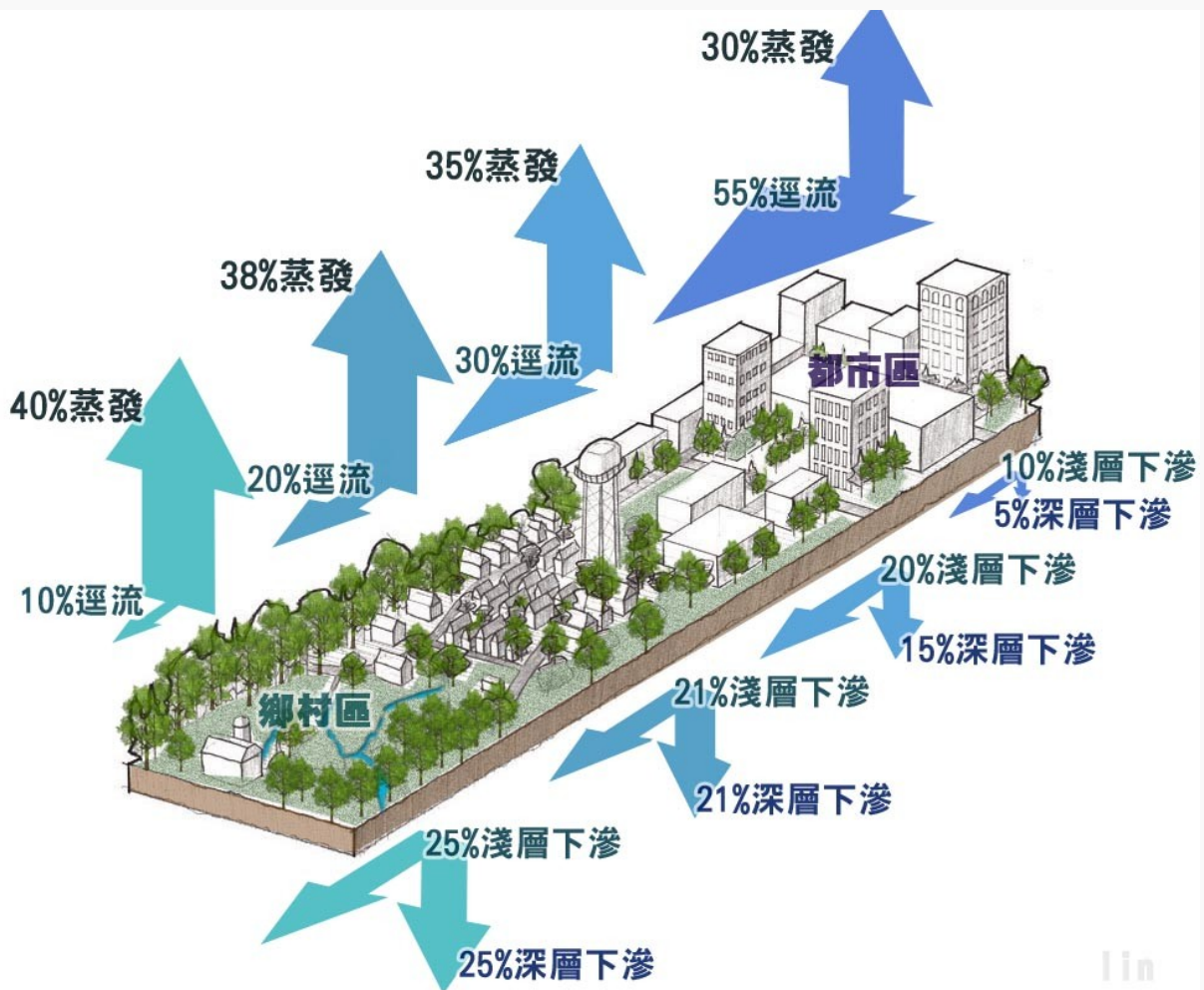


圖 1-3 逕流量與下滲量比較

1.4 內容構架

- 第 1 章解釋了目的、LID 簡介，補充雨水手冊。
- 第 2 章概述了 LID 的水量和水質績效目標，並討論了作為 LID 中心的水文循環。它提出了一個過程，並舉例說明如何評估和比較開發前和開發後水文，以滿足 LID 目標。
- 第 3 章提供了開發區規模的 LID 基地評估和設計標準，包括與總體規劃相關的特定特徵和周圍相鄰土地的考慮因素。
- 第 4 章介紹了 LID 雨水最佳管理實踐(BMP)的選擇和設計，包括特定污染物的設計考慮。各種 BMP 的安裝、維護和成本問題。
- 第 5 章討論分散式生活污水處理系統的選擇、設計、許可、施工以及運行和維護。
- 第 6 章說明如何將 LID 原則應用於開發的施工階段。
- 第 7 章討論與設計、實施和維護 LID 開發場址和實踐相關的政府部門規劃和監管問題。
- 第 8 章提供了案例研究，包括當前 LID 場地的實例。

LID 低衝擊開發的優點：

土地開發業者：

- 減少土地清理和整地成本
- 降低基礎設施成本（街道、路緣、排水溝、人行道）
- 降低雨水管理成本
- 提高批量產量並降低影響費用
- 提高地段和社區市場化程度

市政當局：

- 保護區域動植物
- 平衡增長需求與環境保護
- 減少市政基礎設施（街道、路緣、排水溝、人行道、雨水管）
- 降低基礎設施的全系統操作和維護成本
- 降低合流下水道溢流的成本（CSO）
- 新增地下水補給
- 促進公共/私人夥伴關係

居民：

- 通過減少對水體的沉積物、營養物和毒性負荷，保護現場和區域水質
- 保留和保護便利設施，使其成為更暢銷的住宅和更高的財產價值
- 為家庭提供遮陽，從而減少每月用於空調的能源費用
- 減少洪水
- 通過節水和環保節約資金
- 保持生態和生物系統的完整性
- 減少供水需求，鼓勵地下水自然補給
- 通過減少對水體的沉積物、營養物和毒性負荷，保護現場和區域水質
- 減少對當地陸地和水生生物的影響

第二章 水文循環實現 LID 績效目標

2.1 LID 績效目標簡介

水量性能目標：

基於年度預算，每個場地的開發後逕流、入滲和蒸散量應與開發前 1 每個場地的逕流、入滲和蒸散量相匹配。如果模擬開發前的逕流量，則其他水量目標，如河流穩定流出量和 1 年、24 小時的暴雨峰值緩解，均假定得到滿足

1. 預先開發可能意味著在人類工業化干擾前；一種常見的第二種未開發狀態，如次生林；或其他目標水文。例如，填方式開發專案可能需要滿足的目標水文條件不同於城鎮週邊的森林地產。
2. 這些假設將在未來幾年的研究中得到證實或反駁。然而，大多數研究人員都承認這一假設是合理的。研究實驗室研究了不同氣候和土壤條件下的水文行為，並計算了不同氣候/土壤/植被組合的代表性目標條件。給定場地的首選預開發量可從這些設置中選擇，並應基於與實際場地條件最接近的設置。在將入滲量與蒸散量分離方面，影響達到性能目標的可行性的因素包括土壤和邊坡條件、開發前的土地利用和開發後的不滲透性，人們認識到，開發前的水文，特別是基於當地的水文，不可能對所有開發場地都能實現。建議對各種土地利用和水文地區採用公差水準。由於從其他地區收集了額外的水文資料，因此可以增加確定開發前水文的其他可能條件。

以研究為基礎的數值已與水文實驗室實驗林的實測基地條件交叉引用。由於水文監測記錄資料的時間跨度較長，這兩個地點提供了有關未開發森林條件下的蒸散、滲透和逕流特徵的寶貴資訊。假設這些資料特別準確，因為這兩個地點都收集了 30 多年的資料。為了評估研究計算值的準確性，將每個試驗站的適當場地條件輸入模型，並將得到的水文百分比與試驗資料建立的百分比進行比較。

水質績效目標：

根據(如 TMDLs、營養敏感水域或貝類水域)的確定，設計場地並選擇處理流域目標污染物去除或封存的 BMP。調整 BMP 設計，以最大限度地解決目標污染物，或達到非降解標準。

2.2 確定現有(開發前)水文

在任何給定的地區，一定比例的降雨滲入、蒸發或流失。在森林地區，這種分解估計為每年 50% 的入滲、40% 的蒸散和 10% 的逕流量。然而，確切的百分比在空間和季節上都會有所不同。主要變數為降水量、降水時間和強度、土壤滲透性、地形坡度、地表覆蓋、前期土壤水分狀況和地下水位深度。上述百分比可作為開發場地的可能目標條件。

對於與雨棚區域不太相似的地點，或不需要保守估計的地點，根據同行評審的滲透和蒸散研究計算研究值。利用曲線數法計算入滲率，利用全不同地點的實測資料確定蒸

散量。逕流值計算為總降水量的差值(根據多個地點的實測降水資料確定)以及入滲和蒸散的總和。由於水文成分取決於許多外部因素，如降水量、溫度、植被特徵和土壤滲透性，因此百分比值根據場地的地理區域、降水量以及土壤和植被特徵而變化。附錄 B 中詳細說明了這些數值的計算方法。隨著更多研究的進行，以及更多關於全長期水文的資訊的收集，新的資料將被納入本手冊，開發前的水文數值可能會被調整。

2.3 確定開發後水文

開發區由基本土地覆蓋物組成，可大致分為四類：1)可滲透植被系統，2)可滲透“硬”系統，3)不可滲透表面，4)開放水域。可滲透植被系統包括受人類活動影響的植被土地覆蓋物(如為獲取木材而採伐的草坪和森林)和未受影響的植被土地覆蓋物(未受干擾的森林或草原)。透水“硬”系統是人類建造的透水表面，如綠色屋頂和透水鋪面，其透水性往往低於天然透水植被系統。不透水表面包括人工建造的材料，如屋頂、道路、停車場和其他完全阻止降水到達其下方土壤的表面。每一個地表覆蓋層、下伏土壤和坡度對降水在長期入滲、蒸散和逕流中的分配都有獨特的影響。

這些表面的數量和分佈決定了開發後基地的“未處理”水文剖面(即，基地水文，不考慮任何雨水管理實踐的影響)。表 2-3 給出了各地表提供的逕流量、入滲量和蒸散量。這些資料可以計算整個場地的入滲、蒸發和逕流，然後與開發前(或目標開發)水文狀況進行比較。

表 2-3. 地表逕流、下滲與蒸發比例

地表類型	逕流 %	下滲%	蒸發 %
未干擾的森林	5%	45%	50%
未干擾的草原	7%	45%	48%
未干擾樹林	10%	40%	50%
未干擾草地	15%	40%	45%
改良土壤的草坪	7%	45%	48%
開放水域 / BMP	100%	0%	0%
12cm 厚綠屋頂	40%	0%	60%
可透水鋪面	15 to 50%	5 to 70%	0 to 15%
不透水鋪面	70 to 95%	0 to 5%	5 to 30%

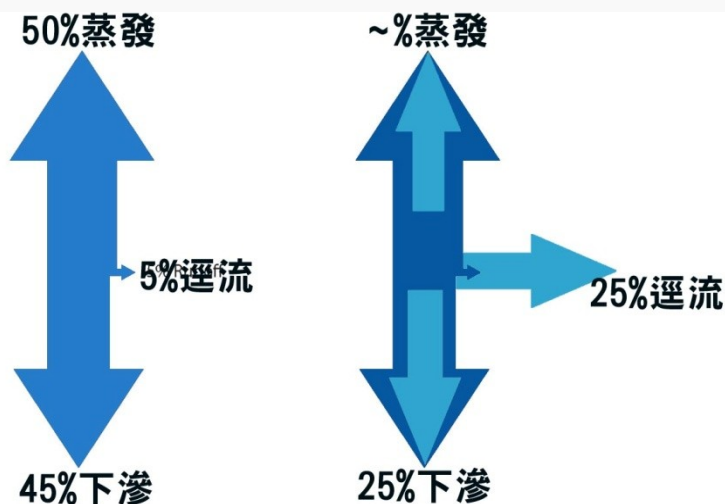


圖 2-1 從綠地至都市開發目標

確定不同 BMP 轉化為蒸發和入滲的擬議逕流百分比的範圍。根據實際 BMP 設計、下層土壤特徵和地下水位元，範圍將進一步變化。需要額外的資料來細化這些值。

理想情況下，開發前的年逕流量、入滲量和蒸散量的準確百分比將通過採用 LID 技術在開發後的設計中實現。然而，這可能是不合理的所有開發場地設計，尤其是那些填方或重建項目。諸如開發後不滲透性的數量(如住宅與商業建築)、位置和開發前條件(綠地與農地)等因素都會影響設計師實現真正開發前水文的程度。表列出了與各種條件相關的水文命運(如逕流入滲和蒸發)的允許範圍。隨著進一步研究的進行，這些數值將被修改。

例如，假設綠地開發專案將成為商業建築用地。該開發基地位於三疊紀盆地土壤中。場地的目標水文為 5%逕流、50%蒸發和 45%滲透。商業建築用地的人文允許有 20%。這意味著，高達 25%的水從基地流出，而只有 25%的水可以滲入基地。或者，一些靈活性可能與蒸發蒸騰的水量有關。

表列係數包括公差的下限和上限-在 40%不透水或低於 40%不透水時，公差不低於住宅類所示的公差，而在 90%不透水或高於 90%不透水時，公差處於其最大值。如果場地的不透水面積在 40%到 90%之間，則使用滑動比例尺確定允許範圍。對於一般的和三疊紀盆地/山區，每增加 5%的不滲透性就相當於增加 1%的水文“範圍”。因此，如果上述開發是 60%的不滲透性，那麼允許的範圍就變成 14%。這意味著一個給定的地點可能有高達 29%的逕流和低至 31%的滲透，仍然被認為是一個低衝擊的發展。該方法的一個例子如下。

住宅開發的 LID 目標是逕流不超過 10%，在 50%的 5%以內，滲透 45%。在這種情況下，逕流、蒸散和入滲的目標百分比均在開發前條件的 5%以內。該開發專案的住宅部分符合 LID 水文標準。



圖 2-2 開發示例

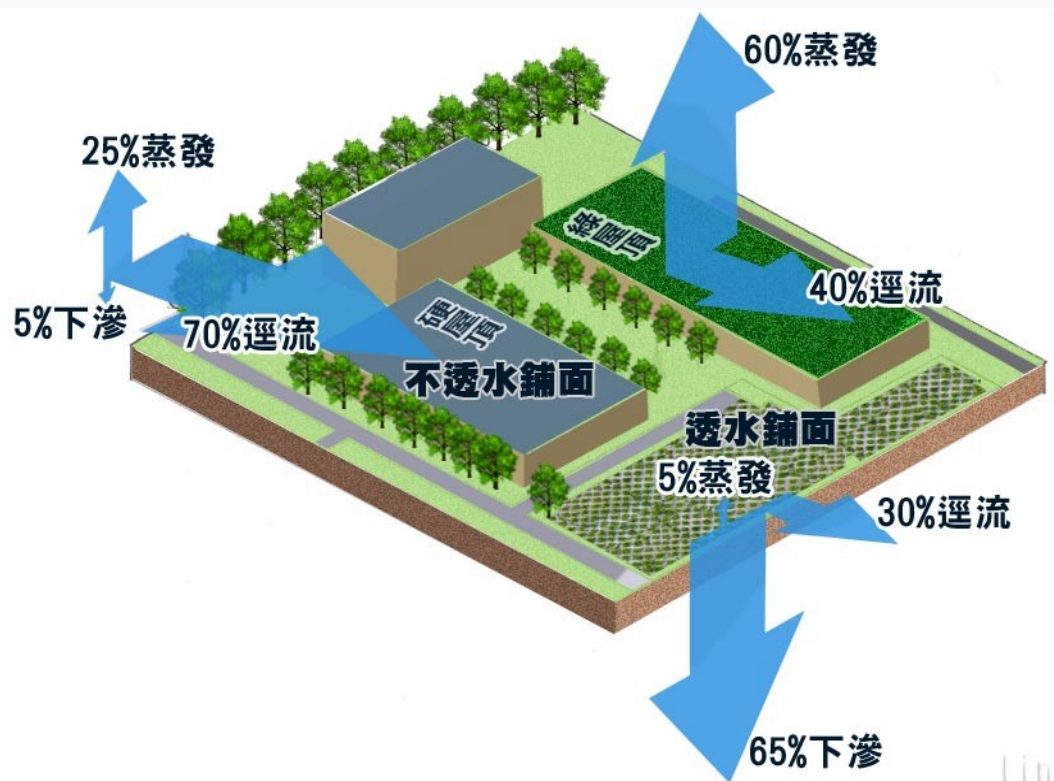


圖 2-3 假設高密度開發後之水文平衡

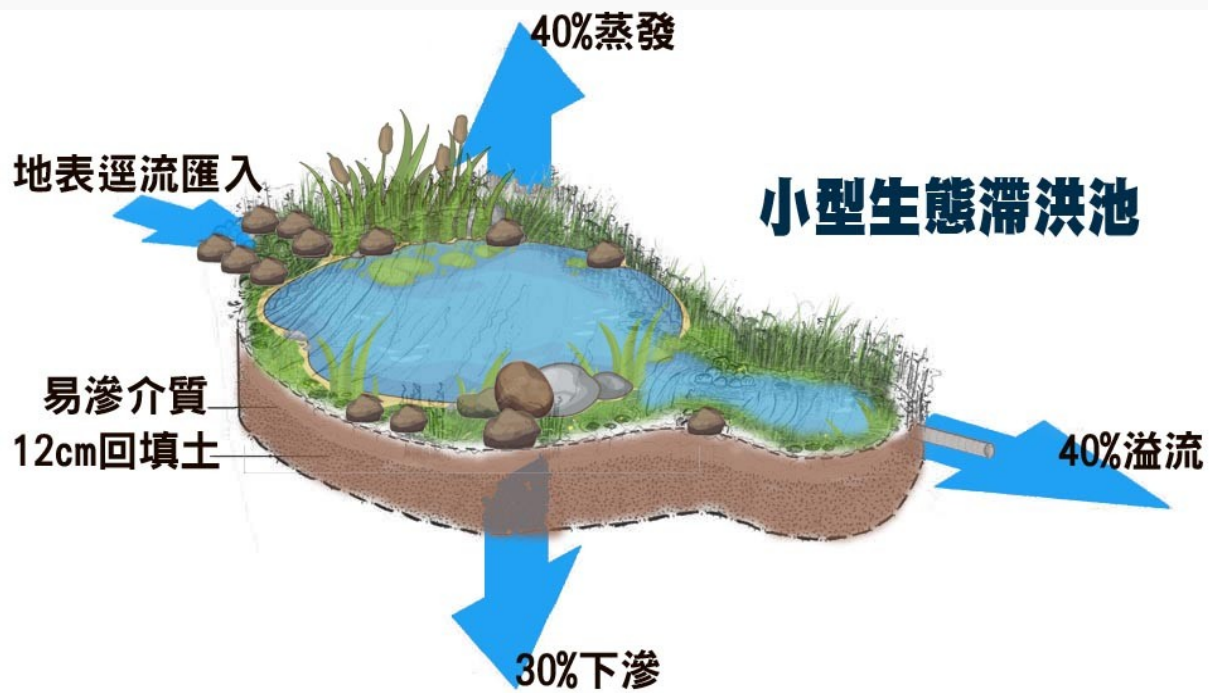


圖 2-4 高密度開發後生物滯留池水文平衡研究

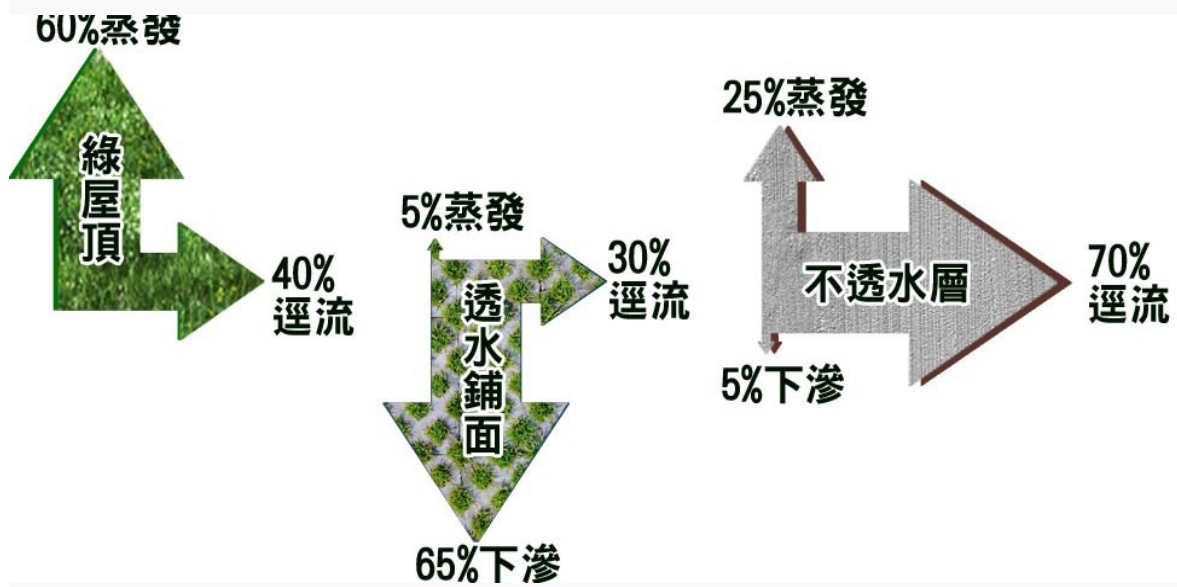


圖 2-5 假設高密度開發產生逕流量

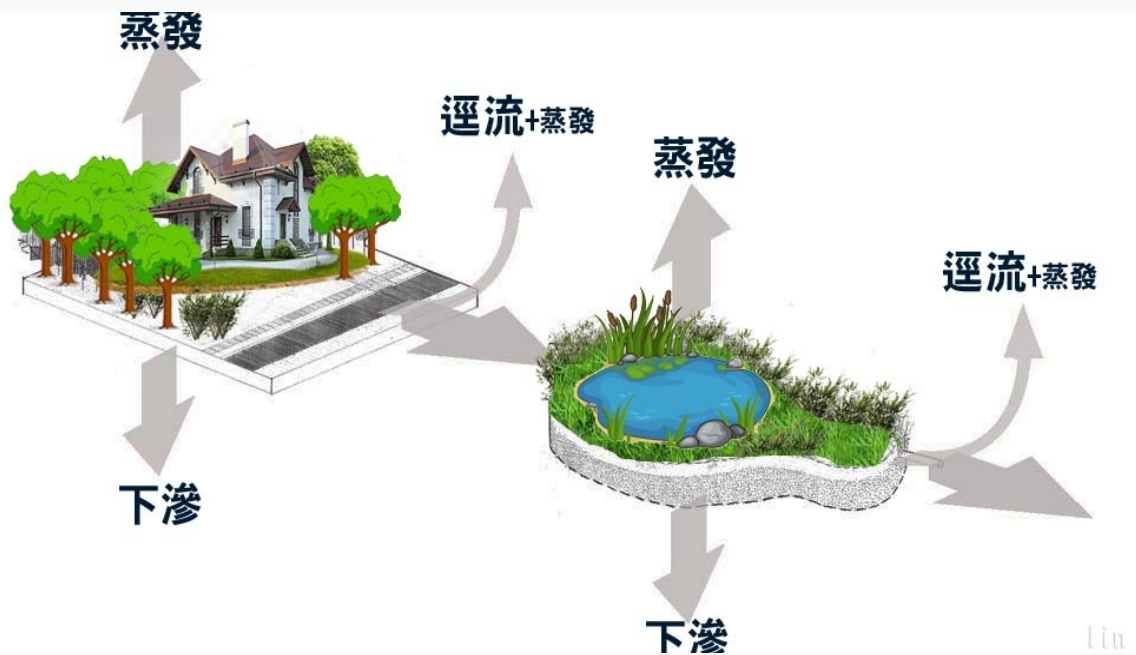


圖 2-6 假設中低密度開發開發後水文

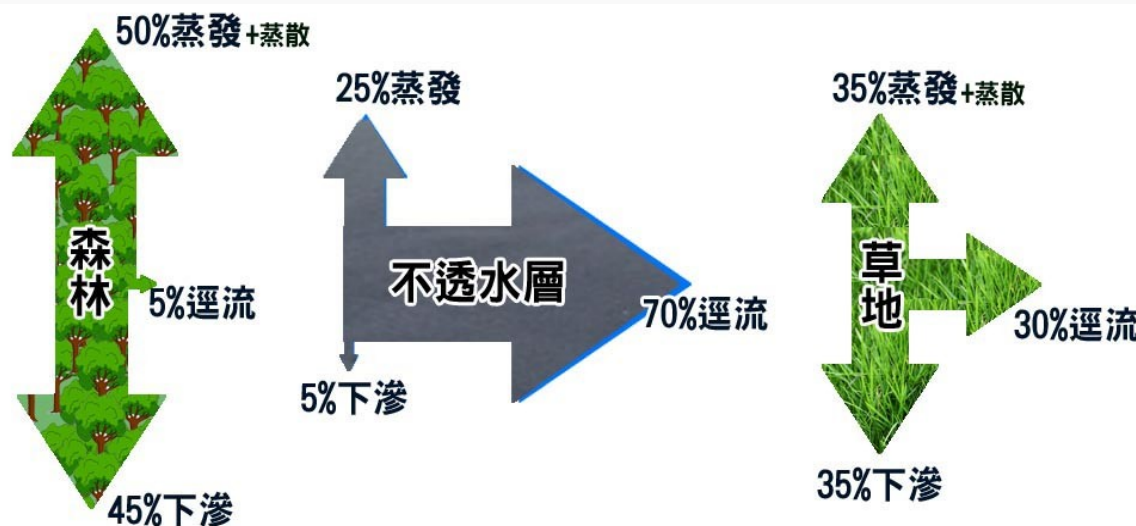


圖 2-7 不同開發產生的逕流量

2.4 雨水模型

各種模型可用於確定 LID 基地年度水文是否類比開發前(或目標)年度水文。有幾個試算表模型可以完成這項任務，儘管其方式與上面描述的方式有些粗糙。在使用更詳細的模型(如雨水管理模型(SWMM))時，可以為每個 BMP 模擬入滲量、流出量和蒸散量。類比模型(如 SWMM)可能會顯示，可以實現比試算表模型估計的入滲量更多的入滲。建議在大多數年度水文計算中使用一些模型。今後，所有 LID 水文分析也可能需要國家模型，如 SWMM 或 HSPF。

一個試算表模型說明計算場地的開發後水文。該模型允許使用者選擇自己的地理區域和土壤類型，並通過一系列 BMP 路線逕流，然後確定開發後的水文百分比。一個場地可分為五種土地利用類型，每種土地利用類型的一部分(或全部)可採用 BMP 的獨特組合進行處理。該模型可作為一種工具，用於探索有關雨水路徑和處理的許多不同場景，並允許快速確定開發前後的水文值。

2.5 相關雨水方法

將降水分為逕流/流出、入滲和蒸散的概念已經在實踐中得到實施。滿足不同土地用途的特定曲線數。曲線數是年逕流量的替代物，但曲線數不能提供入滲和蒸散的分解。

如果 LID 場地的暴雨過程線(如 1 年 24 小時事件)與預先開發的條件完全匹配，則該開發每年的水文也將達到逕流、蒸發和滲透的目標量。如果這樣的關係在未來被證明是存在的，那麼通過簡單地模擬一個特定的暴雨事件就可以確定長期水文。

滿足開發前水文的另一個替代方法可能是匹配與一系列暴雨相關的水流持續時間。也就是說，如果給定的暴雨(如 2 年 24 小時事件)產生的開發前基流排放時間為 3 天，則設計低衝擊開發，以便在類似的 3 天時間內將水排放到接收水網。