

第九章 復育實施、監控與管理

9.A 復育實施

- 什麼是被動形式的復育以及它們如何“實施”？
- 作出決定與主動而非被動的修復方法進行後會發生什麼？
- 安置修復措施時，涉及什麼樣的活動？
- 在安置復育措施(例如，水質，空氣質量，文化資源，噪音)時，如何最大限度地減少對河道和廊道的影響？
- 安置復育措施需要哪些類型的設備？
- 關於河道建設活動的一些重要考慮因素是什麼？
- 您如何檢查和評估河道中施工活動的質量和影響？
- 為確保修復工作的持續成功，需要採取哪些類型的維護措施？

9.B 適用於評估復育的監測技術

- 有哪些方法可用於監測河流的生物屬性？
- 對生物屬性的評估可以告訴您有關河流復育的狀態嗎？
- 監測管理計畫應包括哪些物理參數？
- 如何評估河道的物理方面？
- 如何制定復育監測計畫，以及計畫中應解決哪些問題？
- 為了充分發現河道條件的趨勢，必須採取哪些抽樣方案設計問題？
- 您如何確保正確收集，分析和評估監測信息(即質量保證計畫)？

9.C 復育管理

- 河道內正在進行的活動和資源使用有哪些重要的管理優先事項？
- 可以採取哪些管理決策來支持河流復育？
- 在河道內使用各種類型的資源(例如，森林管理，草食者，採礦，魚類和野生動物，都市化)，有哪些示例影響和管理選擇？
- 復育何時完成？

修復設計的競爭標誌著對於河流復育從業若干重要任務的開始。現在必須強調規定或實施復育措施，監測和評估復育的有效性，以及管理設計以實現所需的河道條件(圖 9.1)。

實施，管理和監控/評估可以作為更大設置的一部分進行，或者它們可以被視為特定於廊道的復育工作的組成部分。在這兩種情況下，他們需要充分的規劃和承諾實施復育計畫之前。項目的技術複雜性必須由復育我們根據可用資源，技術以及實現復育目標所需的內容來確定。必須有合理的保證，將會有持續的檢查，維護可ñANCE，暫時性維修，管理和監測活動繼續訪問也是如此。所有合作者都應該意識到實施，監測和管理可能需要意料之外的工作，並且隨著知識的改進或變化的發生，計畫和目標可能會隨著時間而變化

本章以第 6 章中介紹的復育實施，監測，評估和適應性管理的討論為基礎。具體而言，它超越了與這些關鍵復育活動相關的規劃組件，並討論了復育我們必須考慮的一些技術問題和要素。在安置，監控和管理河流廊道復育措施時。

以下討論分為三個主要部分。

第 9.A 節：復育實施

第一部分描述了復育措施的實施，除了去除干擾因素和採取其他被動方法，允許河道隨著時間的推移自我復育。

本節討論與現場準備，現場清理，施工，檢查和維護相關的技術注意事項。

第 9.B 節：適用於評估復育的監測技術

復育監控的目的是收集有助於確定復育工作成功的數據。本節介紹了一些適用於評估復育的監控技術。

第 9.C 節：復育管理

復育的管理從計畫的實施開始。“適應性管理”方法在第 6 章中作為規劃過程的一個重要部分提出，它提供了靈活性，可以檢測何時需要進行變革才能取得成功，並能夠進行必要的中段，短期校正。

理想情況下，成功復育的長期管理只涉及定期監測，以檢查系統是否通過自然過程維持自身。然而，人類居住景觀中的河道很少出現這種情況。

新的作物，市場和政府計畫可以迅速而顯著地改變河道及其河流流域的物理，化學和生物特徵，破壞復育工作。農村土地轉化一個第二荒地到城市用地和自然資源可以改變景觀和自然產生過程的開發變得不平衡，而使河道沒有辦法維持下去。

此外，由於當地和區域氣候，可能會發生自然失衡

matic 變化，捕食，疾病，火災，遺傳變化，以及地震，颶風，龍捲風，火山爆發，山體滑坡和洪水等災難。因此，復育的河道的長期管理將需要警惕，預期和對未來變化的反應。



圖 9.1：恢復的河流。要想成功地管理和恢復河道，必須採取適當的措施。

9A 復育實施

必須在仔細規劃之前實施河道復育。此類規劃應包括以下內容(至少)：

- 確定計畫。
- 獲得必要的許可。
- 指揮預先實施會議。
- 通知和涉及業主。
- 確保站點訪問和地點的安全。
- 查找現有實用程序。
- 確認物質來源並確保物質標準。

仔細執行每個計畫步驟將有助於確保復育實施的成功。然而，完全復育實施涉及需要謹慎執行的若干行動以及若干參與者的合作。有關規劃河道計畫的具體指導，請參見第4章和第5章。

現場準備工作

場地準備是實施復育措施的第一步。準備站點需要執行以下操作。

規劃施工作業區

復育發生的區域由許多不同的因素來定義。該區域最基本的決定因素必須受到影響才能實現復育目標。財產所有權的邊界，許可證要求所施加的限制以及可能具有特殊意義的自然或文化特徵也可以決定工作區。一個重型設備操作員或工作人員的主管不能指望要注意的支配可能發生工作的多重要求。因此，描繪了該領域的那些區域

復育實施的要件

- 計畫回顧
- 場地準備
- 基地清算
- 安置和施工
- 現場回收/清理
- 檢查
- 維護

應該是在基地上進行的第一項活動。這些區域應該用可見的木樁標記，更優選的是臨時圍欄(通常是明亮的堅固塑料網)。該劃分應符合項目經理和現場檢查員在施工前會議期間提出的任何特殊限制或臨時股權。

準備施工和機材暫存位置

施工所通常位於地勢高亢的公共道路附近。理想情況下，工作成員、設備和物質的集結區域可位於靠近修復地點的河道附近，但位於河道外，遠離濕地或土地部穩定的區域。有幾個原則應該指導站點訪問的設計，放置和構建：

- 避免任何敏感的野生動物棲息地或植物區域或受威脅和瀕危物種及其指定的重要棲息地。
- 盡可能避免跨越河流。
- 最大限度地減少坡度干擾，因為在大量使用的傾斜道路上難以有效控制侵蝕。
- 建造坡度低緩的施工道路；確保雨水逕流不嚴重影響施工區；安置適當的路基；如果可能的話，在施工現場的入口處設置一個洗車站，以減少施工車輛污染。
- 如果用於運輸設備或重物進出現場的任何私人或公共河道受損，應確定進行適當的維修。



圖 9. 2: 建築物的淤泥圍欄現場。正確選擇和安裝淤泥圍欄可以提供很大程度的場外沉降控制。

採取預防措施盡量減少干擾

應該盡一切努力進行，以盡量減少，並在盡可能避免現場干擾。重點應放在保護現有植被和敏感棲息地，控制侵蝕和沉積物，保護空氣和水質，保護文化資產，減少噪音，以及提供固體廢物處理和工地衛生方面。

保護現有植被和敏感棲息地

圍欄可以是確保保護建築工地內保持不受干擾的區域的有效方式(例如，指定保存的植被，敏感的陸地棲息地或敏感的濕地棲息地)。

在描繪工作區時，在初始場地準備期間，即使在完全建造河道之前，也應該在所有保護區周圍放置圍欄，如果可能的話，但在批發土方開始之前。擊劍物質應易於看到，區域應標記為保護區域。在計畫在保護區附近進行分級時，應始終謹慎行事。

水土保持

許多公認的有效侵蝕和沉積物控制原則可以很容易地應用於河廊復育(Goldman et al. 1986)。應該盡一切努力採取措施防止侵蝕是因為預防總是比在逕流中捕獲已經侵蝕的沉積物顆粒更有效。在初始場地準備期間應安置侵蝕和沉積物控制。

最基本的控制方法是對區域進行物理篩選以保持不受干擾。正確選擇，安置和維護的沉積物控制措施可為沉積物逕流提供顯著程度的過濾(圖 9.2)。

這裡不受干擾的區域實施活動的下坡，一種控制沉積物的方法是使用淤泥圍欄，通常由濾布製成。淤泥圍欄可為含沉積物的逕流提供顯著程度的過濾，但前提是正確選擇，安置和維護。淤泥圍欄的設計指南包括以下內容：

- 1 公頃或更少的排水面積。
- 最大貢獻斜率梯度為 2 水平到 1 垂直。
- 最大上坡距離為 30 公尺。
- 最大河流速為 0.3 公尺/秒。安置比物質類型更重要；大多數織物圍欄都會失效，因為逕流會在其下面劃出一條河道，或者沉積物會積聚在它們周圍，導致它們坍塌。為了防止失敗，織物的下邊緣應放置在 1 至 3 公尺深的溝槽中，然後用天然土壤或礫石回填，並應使用鐵絲網來支撐織物。

圖 9.3 顯示了示例性粉砂柵欄安置指南。正確安置的淤泥圍欄通常會因缺乏維護而失效。一次降雨事件可以沉積足夠的沉積物，如果沒有去除圍欄上的沉積物，則在下次降雨事件中將發生失敗。

稻草捆也是常見的沉積物控制措施。捆包應放置在約 4 英寸深的溝槽中，放入地下，並將其末端(不僅僅是角落)相互鄰接放置。圖 9.4 顯示了草捆安置示例的示例。選址的限制與淤泥圍欄相同，但秸稈捆包通常不太耐用，可能需要更換。

如果項目範圍很小，沒有制定官方的侵蝕控制計畫，控制措施應該適合現場，及時安置，並保持適當。

適當的復育實施要求管理者為侵蝕控制措施的“意外”失敗做好準備。到了可以預期中到大雨的時候，應該進行以下準備：

- 應在現場儲存額外的侵蝕控制物質，包括稻草包，濾布和背襯，支柱，沙子和粗麻布袋，以及河道襯裡物質(岩石，土工織物或格網、麻繩網，椰子織物物質等)。
- 施工現場的檢查應在暴雨或其他重大逕流事件期間或之後立即進行，以確定沉積物控制措施的有效性。
- 如果現場管理員或項目經理髮現或來自現場有任何問題，應向其提供電話號碼。應該教育居民注意什麼，例如沉積物逕流或結構失效。

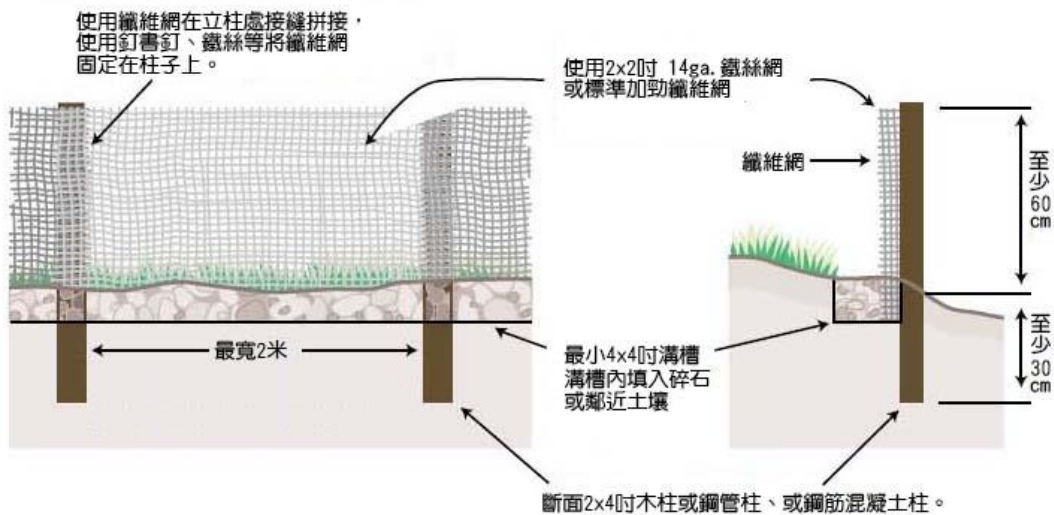


圖 9.3：隔泥柵安裝指南。侵蝕必須正確安裝控制措施。

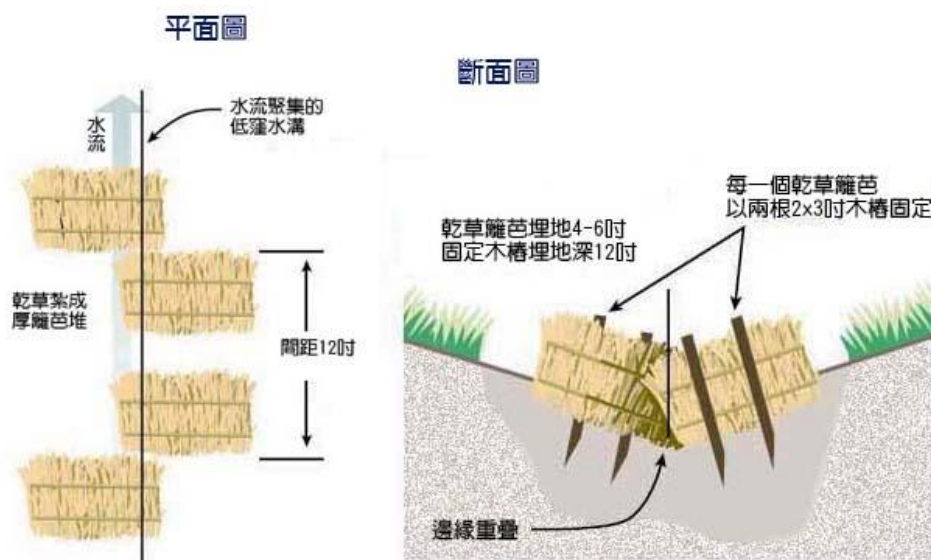


圖 9.4：草捆安裝指南。草包是常見的泥砂控制措施。



圖 9.5：除非絕對必要，否則避免在河道中使用重型設備。

水質

雖然沉積物是建築工地水質損害的主要來源，但它並不是唯一的來源。機動車輛和設備或不正確存放的**容器可能會洩漏**石化油類。車輛應定期在現場進行清潔，並檢查防凍液洩漏情況並進行維修。（野生動物可能被吸引大多數防凍劑的甜味和中毒。）化肥和殺蟲劑等各種其他化學物質可以被雨水沖走。通過對化學品和設備以及集結區域進行周到的選址存儲區域，可以最大限度地減少或避免大多數這些問題。梯度不應該支持從這些區域快速陸上河流入鄰近的河流和濕地。距離應該盡可能大，並且干擾的植被像場地交通一樣密集。

偶爾實施活動將需要重型設備的入口或路口到河流廊道(圖 9.5)。施工現場規劃和佈局應始終尋求避免這些入侵。當這些入侵絕對必要時，它們應該是罕見的。礫石河床應使用回填礫石加固更精細的基材。此外，這些活動中使用的任何設備應在河流入前進行徹底的清潔。

肥料和農藥的施用也可能成為水體污染的來源，並且在復育環境中可以嚴格控制它們的使用。在允許使用的情況下，現場經理應密切監測施加的數量，當地的風力條件和降雨的可能性。潛在的水質影響取決於所選農藥的特性，其形式，施用方式和土壤條件。農藥和化肥必須存放在一個鎖定且受保護的存儲單元中，以提供足夠的防漏和防溢漏保護。農藥必須在遠離河流的地方準備或混合

空氣質量

車輛排放和灰塵會影響修復場地附近的空氣質量。然而，在實施活動中，很少會成為主要問題。車輛排放在源頭(車輛)受到調節，灰塵通常主要與運輸道路或乾早期間的主要土方有關。應在初始復育實施和道路規劃期間評估對粉塵控制的需求(土方或砂石材料覆蓋、澆水)。在決定粉塵控制時，應考慮現場條件，施工活動持續時間，盛行風和鄰近社區居民。臨時路面或路面的定期噴水都有效地控制灰塵。所有臨時道路上的承受載荷和速度限制也會減少前在的灰塵和碎屑離開現場。在適當情況下，使用人工代替機動設備將有助於保護場地內和周圍的空氣質量。出於安全考慮，建議減少使用重型設備。

文化資源

由於河道在整個歷史中一直是人類居住的重要聚居點，因此歷史和史前資源被沉積物掩埋或沿著河道被植被遮擋的情況並不少見。在修復實施過程中發現文化資源是非常有可能的(特別是在復育過程中需要地球干擾的活動)。(見圖 9.6。)

在實施之前，應根據“文物資產保存法”處理任何潛在的文化資源。如果基地意外被發現，所有可能對文物資產產生負面影響的活動必須停止，負責施工單位必須通知主管機關。這可能需要現場協商很快的響應時間，以確定重要性和適當的緩解措施，以免過度拖延實施活動。

如果確定文物資產不重要或行動不會產生不利影響，則可在記錄諮詢結果後繼續開展實施活動。如果資源重要且現場活動被確定為無法避免的不利行動，則實施活動將被推遲，直至採取適當行動(即詳細調查，復育，保護或保存文化資源)。

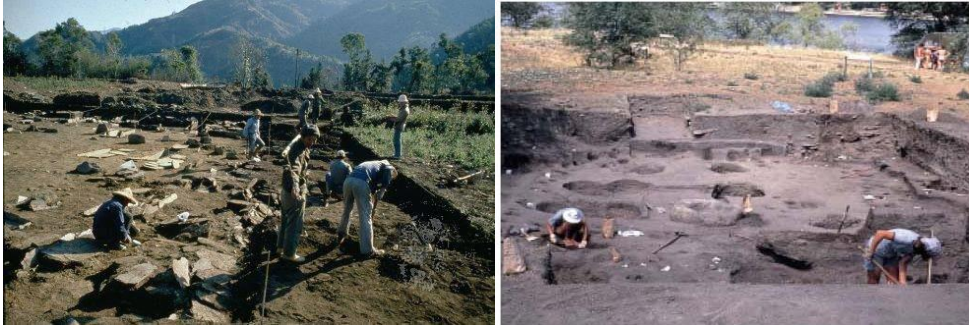


圖 9.6：考古遺址。文化資源，通常在溪流附近發現。

噪音

修復地點的噪音在各地方層面受到監管。雖然標準可以有很大的不同，最制定合理和公平一致的標準。

環保機構已經設定施工噪音管制標準，對於日間、夜間、住宅等使用分區各有不同。一般來說，如果施工噪音超過 65 分貝，社區投訴急劇增多，尤其是振動、碎裂、機械等施工噪音影響較大。施工活動距離社區超過 500 公尺，噪音振動影響顯著減輕。施工現場主管應在復育實施之前與周圍的鄰居聯繫。公眾對項目目標的認識和欣賞有助於提高對場外噪音影響的容忍度。

高噪音水平也可能是野生動物關注的問題，特別是在繁殖季節。應確定居住在項目附近的任何敏感物種，並採取適當措施降低可能對這些物種產生不利影響的噪音水平。

固體廢物處置

廢棄物是執行活動不可避免的副產品。廢棄物的管理事關工作現場的安全、功能和美觀。從第一天起，應確定設備儲存、車輛卸載、儲存資料和廢物的位置。

在每個工作日結束時，應收集所有分散的施工垃圾、植物資料、土壤和工具，並將其運至各自的存放區。每天結束時，基地應盡可能保持整潔和有序。即使是在工作日，靠近居民社區的場所也應盡可能井井有條，避免不愉快的鄰近居民提出的投訴和拖延。

這些措施對整個恢復工作的安全性和效率的重要性有時只對施工主管或領班很明顯。在這種情況下，實現足夠的工作現場清潔幾乎是不可能的，因為施工主管一個人沒有時間清理垃圾和碎片。作為施工過程中經常出現的與施工人員在施工過程中應反復強調的要素必需的。人在現場工作，無論是承包商、志願工作者還是政府人員，都需要提醒他們，這些需求是他們工作中不可避免的一部分。

工地衛生

在施工開始之前，應確定工作人員的衛生設施。特別是在偏遠地區，允許臨時安排的誘惑力很高。在城市地區，可能會提供鄰近企業的現有設施。但是，在大多數情況下，應提供一個或多個便攜式廁所，可能需要當地建築物或分級許可證。雖然通常是獨立的，但應找到任何設施，以盡量減少因洩漏或溢出而污染地表水體的風險。

獲得適當的設備

標準的運土和種植設備適用於大多數修復工作。小型通路或濕地池區域可使用回填或履帶式怪手或履帶式怪手進行挖掘。履帶式推土機可在崎嶇或陡峭的地形上移動(圖 9.7)。它們有足夠的射程和動力，可以在遠離河道的地方工作；推土機，它們可以非常精確地操縱單個岩石和原木。原木也可以用直升機的纜繩移吊放置。雖然有時無需地面設備的小時使用率是不可避免的。

在河道良好但河岸廊道完好無損的情況下，可以使用伸縮式起重機進行渦河流改造。該設備有多種尺寸。一個相當大的，完全可移動的單元可以延伸到 30 公尺寬的河岸帶，以便向等待的船員提供建築物質，而不會干擾介入的地面或植被。在操作限制允許使用的情況下，推土機和鏟運機非常有用，特別是對於完成工作絕對必要的土方活動。此外，裝載機是運輸岩石，移植大型植物以及挖掘和放置草皮的絕佳工具。

對於種植，標準農場設備，例如帶有安置盤或耙的拖拉機，通常是合適的，除非地面是非常濕軟。在這種情況下，帶有低壓輪胎或橡膠履帶的光跟踪設備可能會起作用。種植在修復地點的種子通常通過噴草播種，需要一個帶泵和噴嘴的特殊油罐車，用於噴灑種子，肥料，粘合劑和水的混合物(圖 9.8)。使用拖拉機拖曳的播種機可以更有效地種植更廣泛的種子物種(例如，Haferkamp 等人，1985)。在訪問受限的情況下，種子的手工種植或空中傳播可能是可行的。



圖 9.7：在恢復現場工作的回填。回填可以在崎嶇的地形中移動，移動岩石和原木。

圖 9.8:a 河畔。特別的運輸種子、水和肥料的油罐車可用於植被恢復工作。

施工現場清理

一旦獲得適當的施工設備並完成現場準備，就可以開始任何必要的場地清理。場地清理涉及設定地理限制，清除不需要的植物物種，解決場地排水問題，以及保護和管理理想的現有植被。

地形限制

除非在現場明確標明活動限度，否則不應進行現場清理。如果存在大型樹木，每個樹木都應標有彩色標記標記，以確保現場工作人員了解要切割的內容以及要保留的內容並保護其免受損壞。

去除不良植物物種

不受歡迎的植物物種包括可能威脅本地物種生存的外來物種和入侵物種。不受歡迎的植物通常通過機械方式清除，但如果可能的話，具體的方法應該針對關注的物種進行調整。例如，對一些工廠來說，簡單地削減最高生長量可能是足夠的管理，但其他

一些可能會迅速恢復。在選擇(並允許)除草劑的情況下，使用除草劑可能需要在清除頂部生長物之前最多 2 周，以便完全吸收用於此目的的某些化學物質。

對於初始刷子移除，可提供各種軌道安置和牽引設備。推土機最常用，因為它們隨時可用，但其他設備通常可以更快或更有效地工作，同時最小的站點干擾。在一些敏感或困難的地區，用便攜式工具清理手可能是唯一合適的方法。

排水

非常潮濕和排水不良的場地可能需要額外的準備。然而，許多改善排水的傳統努力與濕地保護法規部分或直接衝突，並可能與整個項目的復育目標相衝突。應審查標準工程方法的適當性，以及復育活動的時間和時間表。

用於改善濕施工現場的可使用性的具體技術取決於特定的進入，存儲需求和場地特徵。承重墊可以為設備和植物物質的卸載提供穩定的區域。地表水可能會被淺溝攔截在工作區域上方，並暫時繞過建築區域。地下水有時會被設置在淺溝槽中的穿孔管攔截，例如排水溝，但是地形必須有利於允許管道正向排水到地面出口。

既有植物的保護與管理

保護修復現場的現有植被需要一定程度的關注和先進的規劃。場地規劃中遠離所有土方活動的區域可能在現場工頭看來是停放閒置設備或儲存多餘土壤的理想位置。然而，只有不小心使用重型設備才能將植被區域減少到攪拌土壤(圖 9.9)。為保護區設計的植被應在現場清楚標明。

如果現有植被佔據將要工作的部分地點，則可能還需要臨時保護，但僅在實施順序的後期。在此之前，最好不受干擾地提高整體侵蝕控制水平。為了節省動員成本，大多數土方承包商通常通過清理最終需要的場地的每個部分來開始施工。如果清算要代替分階段，這種要求必須在合同書中規定，並在施工會議上討論。

在識別和標記植被保護區時，應尊重植被的生根範圍。受保護植被的圍欄和標記應該堅固和保持。儘管允許遊憩活動，植被保護區既不是一個野餐區，也不是高強度活動區域。它們是無干擾的區域。

在具有成熟針葉樹的河岸廊道中工作時，保護它們免受可能導致嚴重損壞的機械操作尤為重要。

安置與施工

在現場準備和清理之後，可以進行修復安置活動，例如土方挖掘，河流動分河流和植物物質的安置。

土方工程

填方暫存與處理

填方放置在場地上的方式和位置應根據修復措施的最終位置確定。鄰近擋土牆或類似結構的填料需要滿足結構填充的標準。

如果植物將作為填土邊坡的最終處理，則對土壤資料和壓實度的要求就不那麼嚴格了。然而，陡坡上的鬆散土壤仍然容易受到侵蝕或滑坡。如果要在坡度大於 2:1 的斜坡上填築填料，土壤工程師應確定是否採取任何特殊措施(圖 9.10)。即使在較平緩的斜坡上，也不應允許來自上方的地表逕流浸透新材料，因為非壓實填料的穩定性通常很低。

為了降低分級費用，應平衡切割和填充，以便不需要將物質運輸到現場或從現場運輸。如果切割產生的物質量超過填充量，則一些土壤必須在場外處理。處置場地可能難以找到，可能需要獲得當地管轄區的額外評級許可。應該提前規劃這些可能性，以避免在實施過程中出現意外延誤。

作為一般規則，從現場移除的表土應在實施的最後階段妥善儲存以便重複使用。即使存在不希望的物種，表土也將提供適合於該地點的植物群落的生長培養基。它也將是本地物種的來源，可以最快速地重建所需的多樣性(Liebrand 和 Sykora1992)。儲存的土壤也可以與將在復育站點中使用，以防止腐蝕和有害雜草的土種的植被。

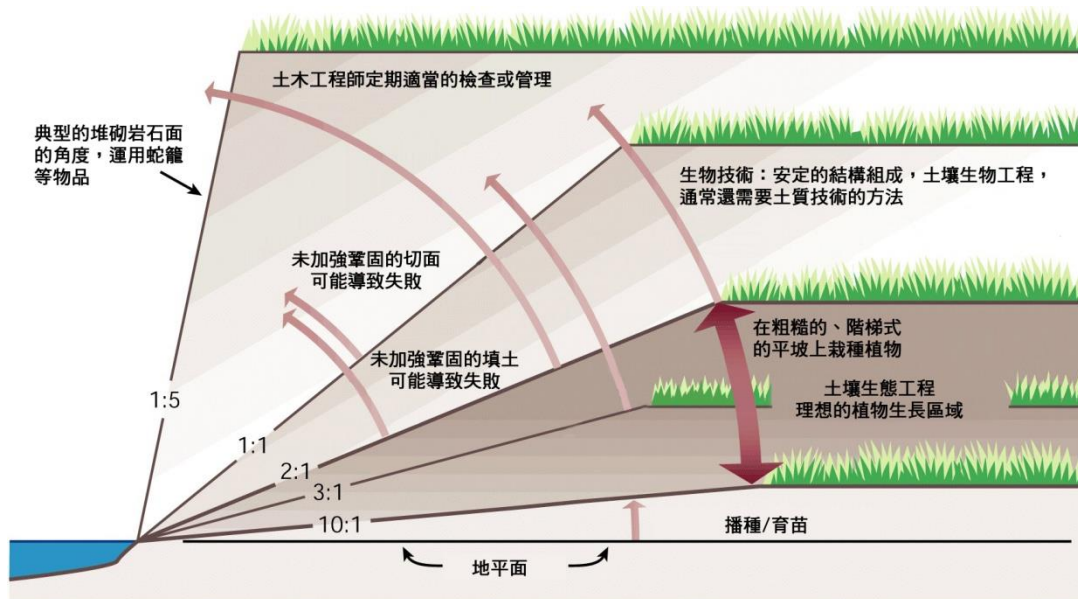


圖 9.10：挖方和填方處理。邊坡坡度是確定適當恢復措施的重要因素。

整地規劃

在土方工程期間，應識別沿斜坡河流動的水的侵蝕力。沿山坡最陡峭的方向也是陸地或河道河流動最嚴重侵蝕的方向。分級表面的整體地形應設計成最小化該方向上不受控制的逕流河流量。河道化的河流量應該轉移到切入土壤的溝渠中，這些溝渠更接近於土地的水平輪廓。分散的板材河流動應該沿著坡道或梯子沿著地形輪廓分解。在精細尺度上，地面可以是粗糙的通過斜坡上下推進的推土機的軌道，或垂直於斜坡拉動的耙子或耙子。在任何一種情況下，結果都是一組平行的脊，間隔僅幾公分沿著陸地表面的輪廓，並極大地減少了現場侵蝕。

最後整地

土方工程應該產生穩定的斜坡，通過長度和梯度使表面侵蝕最小化，並為植物生長提供有利的環境。前兩個標準通常由計畫確定，並且可以僅通過分級技術的變化進行

最小程度的修改。如果計畫規定最終坡度大於 1：1，則植被重建將非常困難，並且可能需要結合穩定結構，土壤生物工程和岩土工程方法。斜坡頂部的形狀也很重要：如果它形成一個直的突然邊緣，植物再生幾乎是不可能的。在高地和斜坡之間形成逐漸過渡的圓形邊緣將更適合生長(Animoto1978)。

為植物生長提供有利環境需要注意斜坡的小規模特徵。由車輛軌道或鋸齒狀葉片產生的粗糙紋理斜坡為幼苗提供了比光滑填充表面更好的環境(圖 9.11)。小梯田應該削減到斜度陡峭比約為 3：1，以加強植物生長。通過土方設備的過度再加工進行壓實可以降低滲透土壤的降雨率，從而提高腐蝕性地表逕流的速度。結果是支持植物生長所需的表土損失和剩餘植物可用的水分減少。



圖 9.11：粗糙翻土。粗糙紋理坡面提供了一個更好的苗木環境條件。

河流改道

在實施復育措施期間，可能需要轉移，扣押或以其他方式控制河道化河流量(來自河道、溝渠或窪地)。在某些情況下，這種需求可能是暫時的，直到最終分級完成或種植已經建立。在其他情況下，轉移是復育的永久部分。永久設施經常在同一地點取代臨時措施，但通常由不同的物質建造。

臨時堤防，襯裡或草地水路，或管道可用於轉移河道化河流。逕流也可以嵌入水窪或沉積水潭中，以使沉積物沉澱下來。

大多數臨時措施都沒有設計，而是由手邊的物質構成。堤壩(土壤高達幾英尺的山脊)被壓實以達到一定的穩定性，有時還有防護裝置以抵抗侵蝕。它們用於防止水在新分級或種植的斜坡上洗滌，否則可能會發生侵蝕，並將逕流轉移到自然或人工河道。來自窪地的鬆散土壤可以很容易地壓實到相鄰的堤壩中，從而提高了逕流分河流的效率和容量。管道或岩石襯砌的溝渠可以將河道化的水帶到斜坡上，該斜坡足夠陡峭，否則會受到侵蝕；它們也可以用來阻止你已經發生的侵蝕不受控制的水流。柔性塑料管在這些情況下最常用，儘管出口必須小心地放置或用岩石或沙袋裝好，以避免僅僅在下坡處移動侵蝕點。

沉積水潭和陷阱是盆地，用岩石鎧裝溢河流挖到土壤中，或者用帶有出口的堤壩攔截。根據表面積或存儲量與河流入速率的比率，場地逕流攜帶的一小部分沉積物將在陷阱中沉降。根據沉積物捕集效率，沉積水潭的效用可能受到限制。如果沒有建造水窪來處理最大的地表水流或者維護不當，沉積水潭也可以釋放幾乎與最終捕獲的沉積物一樣多的沉積物。

有幾種技術可用，其中活動河流必須暫時與安置活動隔離。最常見的是臨時水壩，由沙袋，土工織物圍欄，水控結構或板樁構成。所有這些都適用於某些情況，但有缺點。沙袋價格便宜，但是浸沒的粗麻布袋很快就會腐爛，用來填充它們的沙子可能不適合於河流。織物圍欄可以與沙袋一起使用，但它們不能承受高河流量。水控制結構，例如商業上可獲得的長水管，可以非常有效，但是需要足夠的橫向空間並且具有高的初始成本。它們也可以被掃除遠離高河流量。如果重型設備已經在現場，則板樁是有效的，但是它們的安置和拆除可以調動很多細小的沉積物。

或者，可以將水轉移到旁通管中，旁通管通常由大的柔性塑料製成(除非預期的排放非常大)，並且建築區域可以完全且可靠地保持乾燥。必須在管道入口處建造一個大壩以分河流水，並且必須在排放處提供足夠的非腐蝕性物質圍裙。這兩種結構本身可以導致河道內損傷，但與關懷的問題只是暫時的。由於這種轉移通常排除了魚的通過和遷移，因此其適用性受到限制。

在某些情況下，出乎意料的腐蝕條件將需要比計畫中最初規定的更好的出口或河道保護。在這些環境中進行侵蝕控制可能需要一層厚厚的角岩和土工布(布料，塑料網或網)用於種植。新型土工布正在廣泛使用，可以滿足各種河流動條件。在可能的情況下，應使用土壤生物工程或其他適當技術穩定河道和溢洪道。

植物種植

植物種植是大多數需要積極復育的復育計畫的重要組成部分。應制定詳細的當地標準和規範，描述種植技術和建立程序。應盡可能使用本地物種來實現復育目標。植被可以通過播種來安置;種植植物插條;或使用苗圃生長的裸露，盆栽和粗麻布包裹的標本。如果自然定殖和演替是適當的，技術可能包括控制外來物種和建立初始植物社區以加速回復。

季節時間掌握

成功的工廠安置的最佳條件是廣泛的，並且因地區而異。一般來說，溫度，濕度和陽光必須足以發芽和建立。在乾旱條件持續一年的大部分時間，植物和種子必須利用任何降雨，通常在深秋或冬季，或必須提供補充灌溉。由於不同物種的要求可能有很大差異，因此應在復育設計階段早期諮詢當地供應商或綜合參考文獻。如果在種子被種植到復育地點之前要從種子繁殖，則應允許 1 至 2 年(包括種子採集時間)。

植物應在休眠時安置，以獲得最高的生存率。使用的物種以及它們與現場條件，可用水分和安置時間相匹配的程度進一步影響了生存。在溫和的氣候條件下，根系的生長發生在整個冬季，提高了秋季種植的存活率。然而，在預計冬季高河流量的情況下，除非有一些物理保護，否則第一季的扦插可能無法生存。或者，可以在休眠結束前的春季進行種植，但即使在夏季降雨豐富的地區也可能需要補充灌溉。可能需要灌溉，確保成功建立植被。

植物取得

原生植物物種優於外來植物物種，這可能導致無法預料的問題。一些植物物質可以從商業來源獲得，但是需要收集許多植物物質。當試圖復育原生植物群落時，希望使

用適當的基因型。這需要從當地來源收集種子和植物。儘早與選定的有根種群和種子來源接觸可確保在需要時提供足夠數量的適當物種。

該基地本身也可能是可挽救植物的良好來源。可以從供體部位的健康原生植被收集活扦插。必須使用鋒利，清潔的設備來收穫植物物質。植被通常使用修枝剪，修枝剪或鋸切成 40 至 50 度角。如果整個工廠正在使用的，切製成地上，鼓勵多數品種快速再生。

收穫後，供體部位應保持清潔狀態。這將避免土地所有者投訴的可能性，並在將來的某個時間促進該基地的潛在重用。大量未使用的物質可以切割成木柴，堆積用於野生物種覆蓋，或分散以加速分解。根據當地法令，任何患病的物質都應該被燒掉。

運輸和儲存

用於運輸和植物物質的存儲要求，這取決於物質的類型被使用。根據種類，種子可能需要最少休眠數週或數個月，在這段時間裡特定的溫度要求。一些種子也可能需要劃傷或其他特殊處理。推薦專門研究原生植物的苗圃，因為他們應該認識到任何特殊要求。雖然任何選定物種的必要信息應該可以從當地種子來源或農業推廣辦公室獲得，但必須在整個實施時間表中確認並考慮這個時間間隔。

活枝切割對保持時間有相當嚴格的限制。在大多數情況下，除非冷藏儲存區域，否則應在收穫當天安置。因此，收集地點必須靠近修復地點，並且必須協調進入和運輸以與正確的施工階段相吻合。活枝切割應捆綁在可管理的捆綁中，切割端應朝向相同的方向。由於乾燥是這個階段生存的主要威脅，因此應該包括扦插在運輸和儲存過程中使用潮濕的粗麻布。它們應該始終遮擋陽光直射。在低濕度和高於 60 華氏度的日子裡，對護理和速度的需求特別大。如果溫度低於這個水平，“安置後一天”是可以接受的，儘管不是最佳的。任何更大的安置延遲都需要冷藏，現場可靠的寒冷天氣或水中存儲。

有根的原料也容易乾燥，特別是如果盆或粗麻布包裹的根暴露在陽光直射下。不建議長時間浸沒水中的根，但在種植前 1 至 2 小時的浸泡是確保植物開始就地生長而沒有水分不足的常見做法。應選擇現場儲存區域，並為盆栽提供充足的遮蔭。在等待最終安置時，應將根莖或粗麻布包裹的原料放入潮濕的地面或覆蓋物中。

種植原則

特定類型的工廠和工廠設施通常在施工計畫中規定，因此在實施之前很久就已確定。項目經理或現場領班也應了解該地區的基本安置原則和技術。

使用的土壤類型應根據要支持的植物類型確定。理想情況下，選擇植物以匹配現有的場地條件，因此儲存的表土可以用於覆蓋植物物質。但是，嚴重受干擾的場地的部分修復可能需要清除不適合的表土或進入新的表土。在這些情況下，所選擇的植物物種的要求，應仔細地確定，並且由適當的採購的土壤，確認沒有殘留的化學物質和不希望的植物物種。

在使用種子時，種植之前應先消除競爭植物和苗床的準備。在復育環境中最常見的播種方法是手動播種和噴草。噴草和其他機械播種方法可能受到車輛進入修復地點的限制。

當使用插條或生根時，土壤和根部必須良好接觸。這需要通過腳或設備壓實土壤以避免氣穴。它還要求土壤具有適當的水分含量。如果它太乾(罕見的情況)，土壤顆粒不能“滑”過彼此以填補空隙。如果太潮濕(更常見，特別是在濕地或河岸環境中)，水不能迅速擠出土壤，以便進行壓實。

另一個需要考慮的方面是種植後經常產生的土壤過於粗糙和鬆散，無法支持旺盛的種子生長。粗糙度促進快速乾燥，並且鬆散產生差的種子與土壤的接觸以及使用機械種子鑽的不穩定的種植深度。因此，應採用一些壓實方法使土壤復育到可接受的種植狀態。

在乾旱或半乾旱地區可能會遇到特殊問題，在這些環境中土壤的鹽含量是至關重要的，應在種植前進行測試。建議進行深耕，如果可能的話，可以將樹苗延伸到地下水位。第一年灌溉是強制性的；持續施肥和除草也將提高生存率。

競爭植物

雖然精心挑選和建立的植物群落不需要人工協助來維持活力和功能，但在建立期間來自其他植物的競爭可能是一個問題。競爭植物通常不能為穩定性，侵蝕控制，野生動物棲息地或食物供應提供相同的長期益處。因此，復育計畫必須包括一些在施工後的第一年或第二年內抑製或消除它們的方法。

競爭植物可以通過機械手段充分控制。削減競爭植物的最大增長可以減緩其發展，足以使所需的植物成熟。手除草也非常有效，雖然它通常只適用於小型場所或持續志願勞動力來源的場所。

不幸的是，即使是最極端的機械處理，一些物種也能存活。它們將繼續重新出現，直到被密集的競爭看台嚴重遮擋或擠出。在這種情況下，替代方案是有限的。可以挖掘和篩選含有不希望的植物根部的土壤或從現場移除，可以種植相對成熟的樹木以實現近乎瞬時的遮蔽，或者可以施用化學肥料或除草劑。

使用化學肥料

在機械控制不足的情況下，可能需要施用肥料和使用除草劑來抑制不希望的競爭物種。除草劑可以更可靠地消除不良物種，但它們可能會消除所需的物種。一些除草劑被批准用於近河流使用並迅速降解，但它們的使用應被視為最後的手段，並且過度噴灑或過噴的效果要小心控制。

如果使用除草劑是可取的和允許的，具體的選擇首先取決於除草劑是被葉子還是被根吸收。葉面吸收的除草劑在闊葉雜草和一些灌木特別有效。吸收根部除草劑(通常與染料混合以顯示施用區域)或以顆粒形式鋪展。它們比大多數葉面除草劑持續時間更長，並且一些配製成在施用後殺死新發芽的雜草一段時間。

由於除草劑和肥料在地表水附近可能存在問題，因此只有在沒有其他替代品的情況下才應使用除草劑和肥料。

覆蓋物

覆蓋限制了表面侵蝕，抑制了雜草，保留了土壤水分，並且可以添加一些有機物質可在土壤中分解。有多種覆蓋物可供選擇，具有不同的優點和局限性，如表 9.1 所示。

有機覆蓋物，特別是基於木材(碎片或鋸末)的有機覆蓋物，由於分解的化學反應而具有高氮需求。如果氮肥不是由肥料提供的，它將從土壤中提取，這會對覆蓋的植被產生不利影響。某些種類的木材，如紅木和雪松，對某些種類的幼苗有毒，不應用於覆蓋。

稻草是一種常見的覆蓋物，適用於建築和植被復育，因為它價格低廉，可用且有效控制侵蝕。稻草秸稈可以通過手工傳播或通過機器播撒，但在大風條件下均勻施用是困難的。由於同樣的原因，秸稈必須固定：它很容易被風運輸。它可以機械地沖壓或捲曲到土壤中，這是快速且廉價的，但需要高的施用率。它可以用黃麻或塑料網覆蓋，也可以用噴塗增粘劑覆蓋。農作物葉子或乾草也可以是一個覆蓋物，但是雜草種子和應檢查之前應用。

木纖維為水理覆蓋物提供主要的機械保護(通常在噴草過程中使用)。0.5-1 公噸/公頃的比率是最有效的。它們也可以以上述速率的約三分之一用作秸稈上的增粘劑。水理覆蓋物足夠，但不如稻草有效，用於控制大多數環境中的侵蝕。但是，它們可以應用於坡度超過 2:1，距離為 30 公尺或更遠的斜坡上，以及在風中。在典型的土方工程和建築項目中，由於它們的應用速度，它們受到青睞由此產生的斜坡整齊，光滑，微弱的綠色。應仔細評估潛在的缺點-引入經常混入水理覆蓋物中的肥料和外來草。

在許多修復環境中適當的覆蓋物是稻草和有機網的組合，如黃麻或椰子纖維(圖 9.13)。它是常用系統中成本最高的，但侵蝕控制和保濕是非常有效的，並且減少了不希望種子和過量肥料的問題。即使使用最昂貴的處理方法，有效覆蓋物對於計畫最終成功的價值通常遠遠超過其成本。



圖 9.13：覆蓋良好的場地。覆蓋是提高河流廊道恢復最終效果的有效方法。

圖 9.14：永久性牲畜圍欄。

表 9.1：覆蓋物類型

| 覆蓋物 | 效益 | 限制 |
|-------|------------------------|--|
| 廉價木料 | 現成的；便宜的；多數人認為有吸引力的 | 高氮需求；可能抑制幼苗；可能在地表逕流中漂浮在場外 |
| 石塊 | 可在當地購買，價格便宜 | 可抑制植物生長；不添加營養素；抑制多種植物群落；在當地不適宜或不可用的地方，成本較高 |
| 作物乾草 | 可得且便宜；可能添加不需要的種子 | 可能需要錨定；可能包括不需要的種子 |
| 水工覆蓋物 | 迅速廉價地覆蓋土壤 | 只提供淺根草，但可能超過木本植物 |
| 纖維墊 | 相對(有機)或非常(無機)耐用；在陡坡上工作 | 高成本；抑制大多數植物生長；對野生動物有害的無機資料 |
| 商業堆肥 | 成本適中的優質土壤改良劑 | 侵蝕控制效果有限；大面積使用昂貴 |

灌溉澆水

在任何涉及重新種植的修復中，都應仔細評估灌溉需求。在濕地和近河岸地或全年降雨量均勻分佈的地方可能不需要灌溉。灌溉對於確保在季節性建設時期限制的河岸地區確保在高地上取得成功至關重要。

囤積至乾燥的月份，或潮濕天氣種植可能不得不忍受第一年的乾旱。使用簡單的頂部噴塗系統，初始成本最低。然而，噴霧系統的水輸送效率低，並且具有更高的破壞可能性。因此，滴灌系統更適用於許多場所 (Goldner 1984)。由於各個植物之間的區域接收水分，因此噴灑灌溉的不良物種也有更大的可能性。

圍籬

如果為該地點選擇的植物物種是合適的，則很少或不需要特別的努力來生存和建立。然而，在初始施工和施工後階段，植物通常需要一些物理保護措施。施工設備，工作人員，旁觀者，草食者馬匹和牛，以及瀏覽鹿和其他食草動物可以在很短的時間內將新植物裝置減少到貧瘠或壓碎的樹枝上。故意破壞也是種群數稠密地區的一個潛在問題。圍欄是一種有效的低成本方法，可以提供物理保護，免受這些類型的危害，並且幾乎可以包含在任何修復中。

應根據預期的危險類型選擇圍欄類型。廉價的螢光橙色塑料圍欄對於在施工期間控制人員和設備非常有效，但它很少成為合適的長期障礙。家養牛可以通過各種木材和鐵絲網控制(圖 9.14)。根據草食者動物的密度，這些圍欄最好被假定為永久性安置，並相應地選擇它們的設計。電圍欄也可以是有效的，並且可以抵消電氣化設備的較高成本通過降低物質和安置成本。如果鹿是一個已知問題，圍欄必須堅固，但在精心挑選的植物成熟後，它可能不需要永久保留。單獨使用雞絲，圍繞個別樹苗或地下項圈，可能會阻止小型哺乳動物的傷害。可能需要單獨的電線籠或其他控制設備來保護樹木。

檢查

無論是由土地所有者，承包商，志願者團體還是政府人員進行的頻繁，定期的工作檢查都是強制性的。除非定期審查現場的活動，否則種植方法不良，植物物質受壓，土壤壓實不足或污泥侵蝕控制等缺陷可能在工作完成後數週或數月內變得明顯。其中一些活動可能需要專門的測試，例如填充坡度的壓實程度。大多數人只需要熟悉設計所有元素的檢查員進行觀察。圖 9.15。

在承包工程的情況下，施工檢查員有責任監督安置活動，以確保承包商根據合同計畫和規範完成工作。在施工期間的關鍵點，檢查員應諮詢客戶和設計團隊以尋求幫助。檢查員應建立有關施工歷史的綜合書，以預測未來的任何審計或數量爭議。所有檢查都應產生書面記錄。

每日和每週報告對於保持有關計費日期，進度和預期問題的清晰溝通非常寶貴。這些書面報告確定了向承包商發放付款的權力，並在客戶與承包商之間發生爭議時提供主要書。文檔的完整性，及時性和清晰度至關重要。

檢查涉及管理行動的復育要素(即土地利用控制,草食者限制等)需要與資源管理者或土地所有者進行後續溝通。雖然計畫和規範應該特定於基地的條件,但它們可能是從通用集或其他地方實現的。

| 監工日誌 | |
|------------------|-------------------------|
| 日期: | |
| 工作計畫: | |
| 承包商: | |
| 檢查者: | |
| 溫度: 高—低 — 降雨:—小時 | 可作業 _____ 不可作業 _____ |
| 已完成工作: | _____ |
| 承包商在場工作人員: | _____ |
| 承包商在場機具: | _____ |
| 已使用材料位置: | _____ |
| 特別標註: | _____ |
| 檢查時間: | _____ |
| 檢查者簽名: | _____ |

圖 9.15：施工紀錄範例。

施工後的現場檢查

安置後的最終檢查確定了承包商可以支付的條件和最終確定的合同。它必鬚髮生

及時,並應確定合同的所有要素是否已圓滿完成。在安排最終檢查之前,項目經理和檢查員以及修復小組的任何其他必要成員檢查工作並準備一份承包商要求完成的所有項目的清單。這種“最終”檢查實際上是對將要發生的工作的最全面的審查,因此必須小心地進行,並且幾乎所有的工作都已完成。在完成所有必要的工作和現場清理後,但在移除設備之前,應與客戶和承包商的代表進行最終檢查。如有必要,從地上進行額外的工作。它必須解決不再需要的保護措施,例如淤泥圍欄。這些是眼睛,可能會抑制復育。書面報告應說明工作的完整或臨時接受,作出判斷的依據,以及在最終接受和支付之前所需的任何其他工作。

後續檢查

規劃成功實施應始終超越安置期限到更長的工廠建立間隔。在數月或數年的時間內,建議進行十二次以上的額外實地考察。此類檢查通常需要在復育計畫期間必須預見的單獨預算項目。如果它們包含在規範中,則可能是承包商的責任。樣品檢驗計畫如表 9.2 所示。雖然安置後的這種活動水平似乎超出了項目的範圍,但任何取決於植被生長的復育工作都將從定期審查中受益匪淺,特別是在頭兩年。

後續檢查的書很重要,既可以證明建議的合理性,也可以提供可以確定慢性病的記錄。文檔可以包括標準清單,調查數據,橫截面,數據表,數據摘要和現場註釋。草圖,地圖和永久照片點可用於記錄植被發展。錄像帶對於在各種河流流程中記錄結構的性能,說明野生動物的使用和洪水的洪氾區存儲,以及記錄廊道系統的性能和功能特別有用。

檢查報告主要用於解決維護問題。檢查過程中發現的問題應記錄在詳細說明缺陷的報告中，建議具體的維護，並解釋不解決問題的後果。為確保生存而進行的後期檢查需要記錄和立即採取行動。因此，報告和響應循環應該簡單直接，以便可以毫不拖延地報告和解決表明需要進行暫時性結構修復的檢查。

表 9.2：後續檢驗計畫表

| 施工後的檢查時間 | 檢查間隔 |
|----------|----------|
| 2個月 | 2周(共4次) |
| 6個月 | 1個月(共5次) |
| 2年 | 6個月(共3次) |

一般檢查

在可行的範圍內，應每年檢查整個河道，以檢測快速河岸侵蝕或碎片堆積的區域(圖 9.16)。一般檢查還可以識別不適當的土地使用，例如水岸附近道路的侵占或不受控制的灌溉水回河流，這可能危及復育措施，影響水質或其他方面

干擾復育目標。應檢查圍欄，進水，交叉口和其他牲畜控制措施的完整性(圖 9.17)。還應注意不遵守商定的最佳管理做法。航拍照片在概覽檢查中特別有用，但在許多情況下，乘船或步行檢查可以提供更多信息。



圖 9.16：洪水廢墟。應每年對整個廊道進行檢查，以檢測洪水造成的碎片堆積區域。
圖 9.17：對河流生態環境的完整性應定期進行檢查。

水岸和渠道檢查

應在高河流量後進行特殊檢查，特別是在安置後的第一次洪水事件之後。土壤生物工程措施應在長期乾旱期間和安置後最初幾年的高河流量後立即進行評估，直至系統建立完善。

水岸和河道措施的大多數例行檢查應在低水條件下進行，以便查看可能威脅其未來完整性的措施和河道床變化。對水岸穩定工作尤其如此，其中水岸倒閉的主要機制正在破壞腳趾。低水位檢查應包括尋找移位岩石，沉降或傾斜，破壞和類似問題(Johnson 和 Stypula1993)。

在過去，水岸穩定措施通常被清除植被，以便於檢查和防止在洪水期間從護岸中連根拔起的樹木移位造成的破壞。然而，尚未記錄植被危害護岸完整性的證據

(Shields1987, 1988)。已經鼓勵將植被留在原地或通過岩石毯子種植植被以實現植被河岸的環境效益。因此，各機構在某些領域相應地修改了檢查和維護準則。

植被

河岸坡說已經穩定使用單獨種植或土壤生物工程技術要求的檢查，特別是在頭一年或兩年後種植。重要的是要經常檢查種植的物質，以確保物質存活並令人滿意地生長。應更換任何死亡物質，並在可能的情況下確定並糾正死亡原因。如果該場地需要澆水，嚙齒動物控制或其他補救措施，則必須立即檢測並解決問題，否則損壞可能會嚴重到足以需要大量或完全重新種植。應注意雜草的競爭如果它可能抑制新的種植。如果已知該地區存在能夠入侵和競爭本地物種的非本地植物，則應檢查種植和現有的原生植被。任何新建的非本地人群都應該迅速根除。在第一個生長季節之後，在大多數情況下，半年到年度評估應該足夠了。在2年期結束時，最初安置的植物物質的50%或更多應該是健康的並且生長良好。如果沒有，可能需要確定死亡原因和隨後的重新種植。如果確定安置本身不合適，則可能需要調用工廠安置合同中的任何保修或爭議解決條款。

水岸保護的有效性是基於很大程度上取決於植物的發展及其對在中等河流速結合土壤的能力。水岸保護措施，應檢查立即高河流量事件後的最初幾年，特別是我F中的種植還沒有完全建立起來。沖刷，倒伏土工格柵，以及類似的問題需要檢測和修正，因為如果不糾正，他們有可能成為進一步惡化，並徹底失敗的基地。洪氾區和其他非河道種植也可能是廊道復育計畫的重要組成部分。檢查要求與河岸上的要求相似在防止額外損害方面，但對項目的完整性不太重要。儘管如此，在第一個生長季節期間，一些實地考察是適當的，以檢測由於瀏覽，昆蟲，水太多或太少以及其他原因引起的問題。可能需要每週或更頻繁地檢查在建立期間需要灌溉的種植以及灌溉系統。

檢查植被生存的技術相當簡單。可以使用樣地中的莖數或覆蓋百分比的估計來確定令人滿意的存活率，這取決於種植的目的。例如，Johnson和Stypula(1993)提出，建立用於河床保護的木本植物不應包括尺寸超過2英尺的開放空間。在大多數情況下，可以根據關於建立相對於目標的充分性的常識決定，預先確定這些標準。如果更詳細的監測適合記錄棲息地質量或類似目標的發展，則可以使用更嚴格的監測技術。(見第9.B節)。

地方特色

河道目標可能需要定期檢查河流，河岸和廊道植被以外的特徵。在城市地區，這些功能可能是檢查計畫的主要重點。必須檢查設施，巢箱、步道、道路、雨水系統和類似特徵，以確保它們處於令人滿意的狀態，並且不會導致河流廊道退化。應檢查完成維護和暫時性維修所需的接入點的可維護性。受歡迎的公共使用區域，特別是河流接入點，應該關注其他措施是否正在受到損害?是否正在開始侵蝕?或者項目目標正在受到阻礙?檢查應揭示標誌，小道關閉和其他交通控制措施是否到位和有效。在例行檢查期間，可能會注意到垃圾和碎片傾倒，越野車輛損壞，故意破壞以及各種其他有害事件。

維護

維護包括修復措施的修復，這些修復基於年度檢查中記錄的問題，是定期維護的一部分，或者是暫時性情況下出現的。

- 年度檢查結果觸發了補救性維護。檢查報告應確定並優先考慮非暫時性情況但不太可能通過正常的定期維護來解決的維護需求。
- 定期維護，進行在該時間間隔是預先建立的杜爾荷蘭國際集團在設計階段或根據具體項目需要。清理涵洞或重新鋪設道路等維護活動可以提前預測，安排和資助。在許多情況下，預定的維護基金可能是應急資金的誘人來源，但這可能導致忽視日常維護，這可能最終產生新的，更昂貴的暫時性情況。
- 暫時性維護需要立即動員以修復或防止損壞。它可能包括一些措施，例如更換未能在土壤生物工程水岸穩定中建立的植物，或修復失敗的護岸。如果有可能需要維修或更換(例如，任何依賴於植被建立的事物)，應提前確定資金來源，人工和物質，作為應急計畫過程的一部分。但是，應該有一些允許對任何暫時性情況作出快速反應的一般戰略。

許多維護行動將需要許可證，並且應該提前很好地確定這些要求以適應許可延遲。同樣，在施工時應保證可能需要維護的區域(例如，堤岸穩定結構)，並定期驗證河道的可用性。

各種機構和公用事業公司可能有維護責任，涉及河道的部分，例如道路和輸電線路交叉口。應根據需要協調這項工作，以確保不與廊道目標發生衝突。

河道和洪氾區

如果系統在工作完成後的最初幾年內沒有按預期執行，則包括重新配置河道和洪氾區的廊道復育可能需要採取補救措施。但是，任何維修或重新設計都應基於對故障的仔細分析。有些重新調整是可以預期的，持續的動態行為是成功復育的基礎。由於建立動態均衡條件通常是意圖，因此維護應限於促進自我可持續性的行動。

在河流路廊復育的背景下，許多傳統的河道維護行動可能是不合適的。特別是，去除木質碎片可能與復育目標相反(圖 9.21)。適當水平的木質碎片裝載應該是項目的設計規範，並且拆除或重新定位特定部件的決定應該基於特定的考慮因素，例如由於河流動偏轉導致的不可接受的加速的堤岸侵蝕，冰堵的產生導致機會增加對於洪水，或

對遊憩用途高的河流安全的擔憂。在木質碎片源已耗盡的情況下，定期添加碎片可能是規定的維護活動。

保護與加強措施

旨在加強魚類棲息地，偏轉河流量或保護水岸的措施可能需要定期維護。如果安置後很快發生故障，應在修理之前重新評估措施的目的和設計，並確定故障機理。早期失效是土壤-生物工程系統的固有風險，在植物生根良好且莖干達到特定的大小和密度之前，這些系統並不完全有效。雖然設計的弱點可能是身份和應予以糾正，失敗的往往該機制將這項措施尚未制定。F 對高流速或堤岸飽和的抵抗力。在這種情況下，重新安置應該是預期的潛在維護需求。

在許多河道復育區，河床和河道措施的目的是提供臨時穩定，直到河岸植被發育並承擔這些功能。在這種情況下，隨著時間的推移，某些結構的維護可能變得不那麼重要，並且最終可能會使它們惡化。如果它們代表河道遷移和配置的自然模式的障礙，或者某些組件(電纜、石頭、土工織物)成為危險，則可以全部或部分地移除它們。

植被維護

植被的日常維護包括清除威脅安全，建築物，圍欄和其他結構的危險樹木和樹枝，以及沿路肩、步道和類似特徵維護植被。

在建立的最初幾年，種植的植被可能需要灌溉，施肥，害蟲控制和類似措施。在大規模種植工作中，例如洪氾區重新造林工作，可以排除維護。偶爾，由於盜竊，將需要重新種植。

如果土壤-生物工程水岸保護結構在植物完全建立之前經受長時間的高水或乾旱，維護計畫應該預計需要重新種植。使用大量切割成功的技術成功地建立，可能需要使密集刷子變薄以使特定樹木更快地生長，特別是如果河道陰影是復育目標。通常，水岸保護措施成為人們的熱門點河流遊憩據點(釣魚等)。種植可以被物理移除或踐踏。可能需要重新種植，圍欄，張貼標誌或採取其他措施。

其他項目維護

各種其他修復功能需要定期維護或修理。農村復育工作可能需要定期維護和定期大修或更換圍欄和河道以進行管理和消防。公共使用區域和遊憩設施需要維護道路，步道，排水系統，標誌等(圖 9.22)。城市廊道的維護可能很密集，需要拆除垃圾，照明和其他步驟。應隨時提供行政聯繫，以解決問題的發展。隨著公共使用水平的提高，維護服務的承包可能變得必要，維護任務的管理將成為廊道管理中越來越重要的組成部分。

為了使魚類和野生動物受益的復育措施(例如，巢箱和平台，飲水器)需要每年進行清潔和維修。這些維護活動可能與原始安置一樣耗時，而且狀況不佳的結構可能會引起公眾的注意和批評。在安置此類結構之前，應確認維護承諾。特殊的野生動物管理單位，如濕土管理蓄深潭和綠樹水庫，需要密切關注，以便有效管理。

洪水和縮水計畫必須根據地點特定條件進行微調(Fredrickson 和 Taylor1982)。可能需要特殊設備來維護堤壩，在軟土地上作業，修復排水結構和抽出設施，所有這些都可能產生大量的燃料成本。在這種情況下的維護需求要求專業資源經理定期到現場。不仔細操作修復體會造成滋擾或危險情況，對現有資源產生嚴重的不利影響，並且無法產生預期的結果。

在有人居住的地區，蚊子控制也可能是一個維護問題，特別是如果復育鼓勵開發鬆散水域，如水狸水窪，回水和洪氾區。在某些情況下，控制技術可能直接干擾復育目標，但對人和牲畜的威脅可能使它們成為必要。



圖 9.21：堆積的倒伏木。清除樹幹殘體可能與恢復目標背道而馳。

圖 9.22：河邊步道。公共區域和遊憩設施需要維護道路、步道和標誌。

9B 評估復與監測

如第 6 章所述，完成實施並不意味著復育過程的結束。復育我們必須計畫並投資監測河廊復育。監測的類型和程度將取決於河流管道特徵描述和狀況分析所形成的具體管理目標。監測可以用於許多不同的目的，包括：

- 績效評估：在項目實施和生態效益方面進行評估。通過收集實地數據驗證監測和評估中使用的生態關係。
- 趨勢評估：包括長期抽樣，以評估不斷變化的生態環境，各種空間和時間尺度的邏輯條件。
- 風險評估：用於確定生態系統內的原因和損害來源。
- 環境特徵描述：用於量化在特定區域運行的生態過程。

本節從評估復育計畫的績效的角度審查監測。這些舉措旨在復育前面章節中討論的結構和功能。設計與這些有價值的功能直接相關的監控程序需要仔細規劃，以確保收集足夠數量的信息。這種監測使用的物理，生物和化學復育的效果，並根據需要，以促進適應性管理。採樣位置，要進行的測量，要使用的技術以及如何分析結果是監測中的重要考慮因素。

適應性管理

適應性管理通過科學管理、監測和調控管理活動來提高當前數據收集水平，以滿足生態系統容量和社會需求方面的變化。它圍繞系統管理的不確定性展開一系列設計、規劃、監測、管理資源等行動，目的在於實現系統健康及資源管理的可持續性。

性能監控的實施，有效性和驗證組件為確定自適應管理的需求提供了工具。適應性管理是建立檢查點以確定是否已採取適當行動並有效提供所需結果的過程。適應性管理通過評估和行動為課程校正提供了機會。

實施監測

實施監測回答了這樣一個問題：“復育措施是否正確完成？”通過物理，生物和/或化學監測來評估復育的有效性可能既耗時又昂貴，而且技術上具有挑戰性。需要時間和夥伴關係來建立基於生態條件變化評估項目有效性的能力。因此，實現這一目標

的重要臨時步驟是實施監測。記錄所做工作以及是否正確完成的這一相對簡單的過程可以產生有價值的信息，促進復育實踐的完善。

成效監測

有效的監測回答的問題是“有沒有達到復育措施預期的效果？”或者更簡單地說“完成了修復工作的主動權？”確定是否復育了對生態系統的期望的效果。監測變量側重於記錄實現所需條件並與項目目標密切相關的指標。選擇用於有效性監測的指標足夠敏感，以顯示變化，可測量，可檢測和具有統計有效性，這一點很重要。這種監控級別比實施監控更耗時，使其成本更高。為了節省時間和金錢，通常在樣本種群數或項目的一部分上進行此級別的監測，並將結果外推到整個種群數。

驗證監測

驗證監控回答了問題“復育設計和因果關係中使用的假設是否正確？”驗證監控考慮了在復育措施的規劃和執行過程中所做的假設。監測這個級別進行響應確認預期的效果。未能達到預期結果的復育舉措可能是由於與生態條件或選擇無效監測指標有關的不當假設造成的。這種驗證監控成本較高，需要科學的專業知識支持。

參數評估

物理參數

各種河道測量的是適合於性能評價(圖 9.24)。應考慮表 9.3 中列出的參數來測量物理性能和穩定性。河流模式和形態學是八個可測量參數-寬度，深度，河道斜率，河道物質粗糙度，河流量，速度，沉積物載荷和沉積物尺寸的相互作用的結果(Leopold 等，1964)。這些參數和若干其他無量綱比(包括壕溝，寬度/深度比，彎曲度和曲折/寬度比)可用於對具有類似形式和圖案的河流系統進行分組。它們已被用作河流分類的描述標準(Rosgen1996)。自然河流的變化不是隨機的。

任何主要河流變量的變化都會導致一系列的河道調整，從而導致河道模式和形式的變化，以及沿岸和水生棲息地的隨之而來的變化。

生物參數

生物監測可涵蓋廣泛的生物，河岸條件和取樣技術。在大多數情況下，預算和工作人員將限制所選評估方法的多樣性和強度。評估生物學屬性的分析方法在本書的第 7.D 節中討論。

表 9.4 提供了可能與復育目標相關的河流生態系統的生物屬性的示例。作為績效目標的一部分，可以監測的河道的生物學方面包括初級生產力，無脊椎動物和魚類群落，河岸/陸地野生動植物和河岸植被。這可能涉及監測棲息地或動物群，以確定重新植被努力或內河棲息地改善的成功程度。

生物監測計畫可包括使用化學措施。例如，如果河流系統內的特定壓力因素(例如高水溫和低溶氧)限制了生物群落，則直接監測這些屬性可以提供更強化補救措施的性能評估，包括點源污染減少。

表 9.3：建立物理性能和穩定性量測評估標準時要考慮的物理參數

| | |
|----------------------|------------------------|
| 平面觀察 | 彎曲度、寬度、砂洲、淺灘、水潭、巨石塊、樹木 |
| 各河段的橫斷面與特徵 | 全斷面示意圖 |
| | 邊岸傾斜角 |
| | 滿槽深度 |
| | 寬度 |
| | 寬深比 |
| 河流縱向剖面 | 河床質粒徑比例 |
| | 水面坡度 |
| | 河床坡度 |
| | 深潭大小/形狀/剖面 |
| | 湍瀨大小/形狀/剖面 |
| 砂洲特徵 | |
| 所有的河段分類 | 不同的分類系統 |
| 通過監測評估水文流態 | 2年、5年、10年豪雨過程線 |
| | 基流流量和流速 |
| 渠道演變軌跡確定 | 逕流、山洪流量減少或增加 |
| | 切口(狹窄侵蝕)/退化 |
| | 過度變寬/沉積 |
| | 彎曲趨勢-演化狀態，側向遷移 |
| | 新增或減少彎曲度 |
| 河岸侵蝕模式 | |
| 相應的河岸條件 | 河岸階地飽和或積水 |
| | 沖積階地和河流自然堤 |
| | 高地/排水良好/斜坡或河階地貌 |
| | 河岸植被組成、群落格局和連續變化 |
| 對應的分水嶺趨勢-過去20年和未來20年 | 土地利用/土地覆蓋 |
| | 土地管理 |
| | 土壤類型 |
| | 地形 |
| | 地區氣候/微氣候 |

表 9.4：可能與恢復目標相關並作為效能評估一部分進行監測的生物內容和相應參數示例。

| 生物屬性 | 參數值 | 生物屬性 | 參數值 |
|---------|---------|---------------|-------------|
| 初級生產 | 附著藻類 | 魚類種群 | 洄游魚類和常駐魚類 |
| | 浮游生物 | | 特定種群數量或生命週期 |
| | 大型水生植物 | | 外移的魚類數量 |
| 浮游動物/矽藻 | 回歸的魚類數量 | | |
| 無脊椎動物群 | 物種 | 河畔野生動物與陸域種群 | 兩棲類/爬蟲類 |
| | 數量 | | 哺乳動物 |
| | 多樣性 | | 鳥類 |
| | 生物總量 | 河畔植物群 | 結構 |
| | 宏觀/微觀 | | 組成 |
| | 水生/陸生 | | 狀態 |
| | | 功能 | |
| | | 演替週期(成功移植與滅絕) | |

化學參數

必須進行監測以確定復育計畫是否對水化學產生了預期的影響。化學監測的類型和程度取決於監測計畫的目標。第 2 章和第 7 章討論了水的主要化學參數及其取樣。設計化學監測方法的一個因素是系統中預期的變化量。例如，如果復育目標是將河流中的鹽度降低 5%，那麼檢測要比將鹽度降低 50% 的目標要困難得多。

化學監測通常可以與生物監測結合使用。監測時使用化學和生物參數有利有弊。生物參數通常是幾個水質參數的良好積分器。生物學在確定化學品的生物累積性時，切割器特別有用。水化學樣品通常更容易複製，可以揭示隨時間的緩慢變化，並用於在化學特性接近毒性水平時防止災難性事件。例如，水質監測可以檢測到一段時間內 pH 的緩慢降低。一些水生生物，如鱒魚，可能無法對這種逐漸變化做出反應，直到水變得有毒。但是，水質監測可以檢測到變化，從而避免災難性事件。理想的監測計畫包括生物和化學參數。

可能對生物系統產生重大影響的重要水質化學和物理參數包括：

- 度
- 溫度
- 濁度
- 溶氧
- pH 值
- 天然有毒物質和有毒化學物質
- 流動速度
- 營養素(氮、磷等水生物需求元素)
- 有機物承載條件(BOD, TOC 等)
- 鹼度/酸度
- 水質硬度
- 溶解和懸浮固體
- 河道特徵
- 卵礫石粒徑
- 樹冠覆蓋率
- 樹覆蓋陰影
- 申潭/湍瀨比率
- 泉水和地下水滲漏
- 床料承載

■大型樹幹(倒伏木)的數量和大小分佈

這些參數可以獨立研究或與生態群落的生物測量結合研究。

參考監測站點

了解變化過程需要進行現場監控和測量，因為它涉及到河道的信息和科學的解釋。反過來，歸因於復育的變化量的評估必須基於通過監測參考地點而制定的既定參考條件。以下是參考站點選擇中的重要注意事項：

- 監測站點是否能幫助了解的特定河流健康？
- 選出的監測站點是否受到最小程度的干擾？
- 監測站點能否代表特定生態區域？它們是否反映自然範圍的河流相容性？
- 什麼是監測站點數最少的建立參考條件？
- 監測站點執行作業有哪些障礙？

監測站點提供了正常運行的生態系統的示例。正是從這些參考站點確定了所需的條件並確定了環境指標的水平。環境指標成為性能標準監測的成功一個舉措。

人為利益因素

需要使用健康環境的人類活動通常是評估河道修復的重要因素(圖 9.25)。在這些情況下，河道支持活動的能力表明瞭從河道中獲得的好處，以及對河流生態系統狀況的深入了解。在績效評估中使用的許多以人為本的利益導向標準可以起到評估人類使用要素和儀器使用的雙重功能：

- 人類健康(疾病、有毒/魚類是否可吃)
- 美學(氣味、景色、聲景、垃圾)
- 戶外遊憩(越野健行、自然觀察、激流泛舟、划獨木舟、運動、攝影)
- 消費遊憩(釣魚、狩獵)
- 研究和教育用途
- 財產保護(侵蝕控制、防範洪水)

使用調查確定復育在人類使用方面的成功，可以提供額外的生物學數據、問卷調查以及相關計畫、環境評估等，也可以提供生物數據。公民團體可以有效參與，以最低的成本提供有價值的幫助。



圖 9.25：人類對河流廊道的興趣。美學是一個與健康的河流廊道相關的高度重視的利益。

圖 9.26：審查現有的 BMP 有助於制定管理規定

9C 復育管理

管理是長期操縱和保護復育資源以實現目標。河流廊道生態系統的管理優先級在規劃階段設定，並在設計期間進行細化。這些優先事項還應根據定期監測和分析進行持續修訂。管理需求的範圍從涉及消除急性影響的相對被動方法，到旨在通過積極干預復育生態系統功能的集約化努力。前面的部分描述了為復育元素提供足夠維護的需要，而復育管理是指導整個復育工作取得成功的集體決策。

復育設置和參與者的優先性可以使管理成為一個相當簡單的過程，包含利害關係人和關心的民眾。當河流廊道和集水區可以明確說明目標和優先事項的時，制定管理計畫就不那麼困難了。事實上，一些河道修復工程涉及廣泛的土地徵用，以實現充分的管理控制，使復育成為可能。

即便如此，競爭利益仍然存在。必須決定哪些資源使用與定義的目標兼容。更常見的是，河道管理決策將在河流廊道和集水區各方面的利益衝突，任務重疊和監管管轄權以及複雜的所有製模式的環境中進行。例如，某些河流廊道復育項目，有些民眾要求直接主動管理權，在其他地區實行地役權。管理主要是鼓勵適當使用 (Barron1989)。許多較小的修復體可能同樣多樣化管理決策涉及各種參與者。可以通過各種計畫鼓勵參與和遵守復育最佳管理實踐 (BMP)。

如果廊道修復目標是減少非點源污染，通常鼓勵使用實踐來改善農業逕流或砂石採取、洗砂石產生的水質等問題。由於許多實踐側重於河道內的活動，因此應審查現有實踐以確定其對河道復育計畫的適用性。

雖然廊道的生態復育目標可能需要更嚴格的管理，但現有的做法可以提供一個良好的起點，並為最低管理規定確立理由。在河道復育工作涉及眾多土地所有者，可能適合制定一套針對復育區的具體修訂做法。參與者應該有機會參與制定實踐，並且應該願意在復育實施之前承諾遵守規定。

影響管理方案的監管控制越來越複雜，需要定期審查，因為管理計畫的發展和適應。在某些地區，對河流區域和濕地附近活動的監管監督涉及相當嚴格的規則，可能與具體的擬議管理行動相衝突。在這種情況下實施管理行動需要得到監管機構的協調和批准。許多地方主管機關根據分類系統改變其限制，反映了河流區域或濕地的“自然”狀況；例如，具有大樹的監測站點可能比受到嚴重干擾的監測站點獲得更高級別的保護。

如果廊道修復目標是改善河道的狀況；但是，最初允許的活動可能會隨著廊道條件的改善而受到監管。在制定長期管理和使用計畫時，應盡可能預期這些變化。

河流

河流廊道的持續監測和恢復，構成了河流治理的效果。監測期間檢測到的許多問題可通過河流廊道植被、土地利用和河道直接物理管理來重新解決。如果有必要對通路系統進行“重置”，這就必然成為一個重新設計的問題。如果在未經批准的區域發生

橫向侵蝕，並對功能、私有土地或基礎設施構成不可接受的威脅，則可能需要啟動另一種修復方法。

如果河流流量控制是一種選擇，它很可能是管理計畫的重要組成部分，以維持基本流量、水溫和其他內容。然而，應在設計階段確定適當的流型，並相應地規定廊道管理的組成部分。如果恢復後水文模式發生變化，則可能需要對整個廊道進行重大的重新設計或管理變更。最終，一個精心規劃、準備好的河流廊道恢復設計可以預測和預測水文變化的可能性。

森林環境

在森林環境中，河廊復育的規劃階段應為廊道內的森林結構和構成設定具體目標。如果現有森林正朝著理想的方向發展，則可能不需要採取行動。在這種情況下，森林管理包括保護而不是干預。在退化的河道森林中，實現預期目標需要積極的森林管理。在許多廊道中，私人和公共土地所有者的經濟回報是復育計畫的重要目標。河道復育可以適應森林管理的經濟回報，但應該驅動河道內的管理主要是生態目標。如果基本目標是復育和維持生態功能，則造林應該模仿通常在廊道中發生的自然過程。

許多森林管理活動可以促進生態目標。例如，一些廊道森林類型可能受益於規定的火災或野火管理計畫

保持結構和組成多樣性和再生的自然模式。在其他系統中，如果河道位於城市環境中，火災可能不合適或可能被排除。在後一種情況下，可能需要進行造林處理來模仿火災的影響。

通過造林努力，可以鼓勵和加速退化的河邊森林的復育。積極干預和管理對於維持本土植物群落的特徵至關重要，因為河流調節導致水文和沉積模式導致與種子源隔離(Klimas1991, Johnson1994)。用作緩沖劑以防止養分進入河流的河邊森林可能需要定期收穫以去除生物量並保持淨吸收(Lowrance 等, 1984, Welsch, 1991)。然而，如果設法達到老齡生長條件，那麼用於攔截和降解除草劑的緩沖劑可能是最有效的(Entryetal. 1995)。

河流廊道森林的管理不應與相鄰高地系統的管理分開(圖 9.28)。旱地收穫會導致沿岸地區的地下水位升高和樹木死亡。協調的造林活動可以減少木材損失並最大限度地減少對道路的需求(Oliver 和 Hinckley, 1987)。

由政府機構管理的森林通常受到對沿岸地區活動的既定限制。在其他地方，林業實踐的BMP旨在最大限度地減少非點源污染並保護水質。BMP通常包括對道路佈置，設備使用，木材移除實踐和其他類似考慮的限制。

現有的BMP指南可能適用於復育區域內的應用，但通常需要進行一些修改以反映修復的目標或其他預先確定的對河流和濕地附近活動的約束。



圖 9.28：河邊森林和鄰近高地。溪旁森林的管理不應脫離對鄰近高地系統的管理。

圖 9.29：溪流中的牲畜。不受控制的牲畜放牧會對河岸、河岸植被和水質產生嚴重的有害影響。

魚類及野生動物

河流和植被是河道中許多魚類和野生動物管理活動的保護重點。某些復育計畫可能涉及水產養殖和捕魚活動。特殊管理單位，如季節性洪水攔蓄，可能專門為特定物種群體而設計，可能是河道的適當組成部分，需要特殊的維護和管理。提供了許多解決棲息地可用性暫時缺陷的魚類和野生動物管理工具和技術。不恰當或隨意使用某些技術可能會產生意想不到的不利影響。如果復育目標是操縱魚類和野生動物種群或棲息地的計畫應與負責的主管機關協商進行。

功能性河道的復育可望在許多地區庇護野生動物，可能對鄰近社區、果園、養殖場造成損害，應有配套減輕損害的措施。

人為干擾

城市地區的河道通常被人們大量使用，需要最小化修復人類的影響。在某些情況下，人為干擾會阻止某些河流廊道功能。根據已發生的退化量，城市河流可能支持相對較少的本地野生動物物種。通過適當的復育努力可以有效解決其他問題，例如改善水質。解決周圍發達地區的影響(如不受控制的雨水逕流和寵物捕食)需要與社區機構和公民團體協調，以盡量減少或預防損害。城市河流廊道的管理傾向於居民增加超過生態系統功能的負荷。行政問題可能主要集中在當地法令，分區和施工許可標準和限制上。

社區參與可以成為城市河流廊道復育和管理的重要方面，社區團體經常啟動復育並保持所有權感，轉化為監督投入，管理監督和志願工作者參與，以進行維護和管理活動。必須向社區團體提供專業技術指導，包括協助說明監管要求。

在非都市地區，如果所有相關方都認為生態系統完整性是優先目標，那麼通常可以在不損害生態功能的情況下進行遊憩(Johnson and Carothers 1982)。可以設計策略並提供技術，以最大限度地減少遊憩活動、越野車輛使用等活動的影響。應明確標明指定用於低影響用途的區域的位置以及某些高影響活動(例如越野車輛、水域活動、護魚禁釣等)。

案例分析-用於水岸保護和棲息地復育的環境營造

大多數河岸保護措施並不是為了改善水生或河岸棲息地而設計的，許多恢復措施缺乏充分的工程和地貌分析，無法有效恢復河岸和水生生態系統的自然功能。河道內倒伏木在生態學上的重要性已經有了很好的研究成果。河流中的倒伏大樹通常會通過新增深潭和湍瀨的出現而改變河道內的生態結構。因此，與沒有倒伏大樹的直線、均勻的坡度溪流相比，具有倒伏大樹的溪流通常具有更少的侵蝕、較慢的有機碎屑(水生無脊椎動物的主要食物來源)的路徑，以及更大的棲息地多樣性。木質殘體還為水生物種提供了棲息地覆蓋，並為魚類產卵提供了理想的特徵。

在美國的許多地方重新引入倒伏大樹已經很廣泛，但是對倒伏大樹穩定性的有限理解阻礙了這些努力。倒伏木環境營造可恢復河流棲息地，在某些情況下可提供有效的河岸保

護(圖 9.23)。儘管倒伏大樹通常因其明顯的流動性而被認為是一種危險，即使是在以 10 公尺/年的速度遷移的大型沖積河道中，堵塞也會持續幾個世紀，形成一個鑲嵌的穩定地點，而這些地方又是引發穩定堵塞所必需的大樹的所在地。工程木樁堵塞設計用於河道堵塞，可滿足管理或恢復目標，如護岸和岩屑滯留。在瞭解到製造人為倒伏木的不確定性和潛在風險後，部分河流專家認為，潛在的環境、經濟和美學利益大於風險。

土地所有者對這次試驗感到高興。即使遭受大洪水之後，木樁仍然完好。與傳統的河岸穩定方法相比，ELJs 工程木樁壩通常廣泛使用，如在低坡度沖積河道中很少發現的岩石，ELJs 可以為侵蝕控制、洪水控制和棲息地改善提供一種有效且低成本的替代方案。隨著時間的推移，大多數傳統河岸穩定方法的累積效應導致河岸環境逐漸受到限制並從河道中脫離(例如，河岸植被的損失)。與此形成鮮明對比的是，使用 ELJs 工程木樁壩的累積效應包括長期保護重要河流灘地，改善河道內和河岸棲息地，以及穩定河岸(Abbe 等人，1997



年)。

圖 9.23：工程木樁壩滯滯水流。工程木樁堵塞壩(ELJs)可恢復河流棲息地，在某些情況下可提供有效的河岸保護。

魚類障礙物改良的性能評價

魚類洄游障礙改造提供了一個很好的例子，科技上困難的效能評估。修復的目的很容易理解和表述。障礙改造提供了新增魚數量(新增上游和下游流動)或減少增魚數量(限制流動)的兩種選擇之一。

在所有情況下，應確定具體目標物種如果目標是復育商業魚類的歷史性運行，可以提供商業著陸數據以提供指導。棲息地模型適用於大西洋鮭等物種，可以提供對育苗棲息地預期承載能力的了解。可以檢查相鄰或附近河流的現有運行的種群數水平和趨勢，以便洞察實際目標可能有計畫的障礙僅用於短期保護某些物種(例如，防止同類相食)或長期排除有問題或不良物種

評估魚類障礙修改成功的方法可以使用各種現場方法來計算成年產卵者的數量，確定魚苗的豐度，估計超級幼稚種群的大小，或監測特定點之間的旅行時間在河流流域內(表 9.5)然而，需要考慮可能影響研究區域外種群數成功的因素。商業捕魚，疾病，捕食，有限的食物供應或少年或成年棲息地的承載能力可能是比進入產卵和育苗棲息地更重要的控制因素。

表 9.5：魚類障礙改造效果評估方法。

| 修正檢討 | 方法 |
|------------|-----------|
| 魚道使用計數 | 觀察窗 |
| | 水聲納 |
| | 魚陷阱/堰 |
| | 淨額結算 |
| 魚群數估計 | 標記與重抓捕 |
| | 呼吸管計數 |
| | 遞減計數 |
| | 克里爾普查計數 |
| | 產卵成魚直接計數 |
| 觀察點之間遷移的時間 | 無線電標記 |
| | 植入標籤 |
| | 著色和其他外部標記 |
| | 電腦編碼標籤 |

性能評估必須有足夠的時間讓物種完成其生命週期。許多溯河物種的壽命為 4 至 7 年；鱒魚存活數十年。對產後地區的適當歸巢可能需要幾代才能建立一個重要的移民種群數並填補所有年級班級或乾旱可能影響魚苗和幼年生活階段，並且在成年產卵群體中不會顯現出來，直到幾年過去復育和監測目標需要制定考慮到這些非復育限制因素的考慮對回歸成年人的年級結構的檢查可能是有用的，或者平均產卵多年的規模的調查可能是適當的

績效評估研究方法必須使用適當的監測技術。收集技術需要相對無損採集堰，陷阱或網需要他旨在限制傷害或捕食，應在大範圍的河流動和碎片水平監測技術工作，應不廣泛升 IMIT 運動堰和 DAPS 不應造成過度遷移延遲，魚標籤不應妨礙運動，技術通常是物種和生命階段特定的魚標籤，包括無線電標籤，可能適合年齡較大的個體，而化學標記，染料，鱗片夾或內部微標籤可能適合較小的生物。某些魚，如 alosids(美國鱒魚和河鮭魚)可能比其他人更難處理，例如鮭魚和鱒魚，需要使用適當的處理技術避免極端環境條件(過高或過低的水溫或河流量)可能很重要。非破壞性技術，例如水聲學和無線電滯後，具有幾個優點，但需要注意區分背景噪音(機械，碎片，夾帶空氣，非層河流)，其他物種和目標物種。

案例分析-大春河流域居民夥伴合作

猶他大春河流域佔據了蒙大拿州中游，在全國第三多樣化，主要是農業景觀淡水泉提供未經處理的 7000 居民飲用水，是蒙大拿州最好的鱒魚河流之一的河流。

政府機構、私人組織和公民在佔地 10 萬公頃的大春溪大春溪集水區的推行保護工作。實際上，過去幾十年中發生了各種項目和開發。例如，保護的防洪項目 Lewistown 市的根源在於 20 世紀 60 年代，在經歷了一系列洪水之後，Lewistown 市和社區領袖決定採取行動，自然資源保護機構和許多社區領導人共同參與了這個項目。大春溪防洪項目已經完成，不再發生洪水氾濫。

然而，現在的保護工作超越了洪水控制它涉及在集水區基礎上解決資源問題，認識到上游發生的事情會對下游資源產生影響。考慮到我們所有行動的“累積效應”，我們應該超越整個河流流域的財產邊界。考慮到這一點，保護區在其公民委員會的協助下，過去幾年一直在努力改善保護級水區的環境質量，也成立了大春溪集水區合作夥伴關係。

該項目幫助農業生產者和其他土地所有者規劃和安置保護措施，以防止侵蝕和保持沉積物和河流和湖泊中的其他污染物。地區土地所有者正在實施保護措施，例如改善河岸植

被(圖 9.30), 處理河床侵蝕, 以及開發牲畜河流水源因為該項目得到了農業生產者的好評, 合作機構有可能參與額外的河流流域改善魚類和野生動物服務合作夥伴計畫為幾個河流復育和河流提供資金改善項目此外, 蒙大拿州魚類, 野生動物和公園部門正在積極參與漁業棲息地項目, 包括啤酒公寓河流復育實施大泉河流域合作夥伴關係為主要農業大泉河流域帶來了許多積極的變化。大部分農業經營都是牲畜或糧食, 主要重點是河岸/河流改良和草食者管理迄今為止, 已有 30 多名土地所有者通過安置包括 10 公里以上圍欄在內的保護措施參與了該項目, 並且河流水開發, 保護河流/河岸區域超過 16 公里。

研究表明, 河流特性和水質是集水區活力的最佳指標。因此, 河流流域內的主動監測策略提供反饋來衡量任何改進專案項目後漁業(鮭魚)調查是在魚類, 野生動物的蒙大拿部門合作進行和公園對選定河流在東部叉子春溪和越野溪水發展是在河岸/河段, 這是來自牲畜使用魚群和規模結構嚴重退化實現從翻天覆地的變化, 鮭魚數量從每 300 公尺 12 隻增加到每 300 公尺 32 隻, 平均增加 50% 除此之外魚生態環境調查, 收集底棲大型無脊椎動物群落並在許多河流中進行分析。該分析涉及該河流的生物健康或完整性。社區結構, 功能和對影響的敏感性與基線數據進行比較 1990 年至 1997 年期間大春溪六個監測點中的三個監測點的棲息地狀況顯示優化到最佳評級河流流域的主要河流將繼續監測, 這將有助於提供關於項目有效性的重要反饋

雖然主要重點是改善和保護河流流域中的河畔地區和河流, 但其他正在進行的努力包括參與“管理社區發展”倡議, 保護農業和開放空間, 以及開發遊憩和環境資源。該組織的一個積極的委員會參與計畫於 1998 年在該地區開展的最大的河流復育計畫之一。該項目包括與當地學校合作開發的環境教育撥號站點。

河流集水區治理是一個動態過程, 其結果是新的活動和合作夥伴不斷加入到河流集水區夥伴企業的下列機構和組織目前正在連同公民催產素, 以保護這個“很特別的地方”的集水區



圖 9.25：人類對河流廊道的興趣。美學是一個與健康的河流廊道相關的高度重視的利益。
圖 9.30：大春溪流域。(a) 大春溪流域內受嚴重影響的支流, 以及 (b) 修復後的同一支流。