

第十一章 結論與建議

11.1 結論

11.1.1 永續發展策略研究

透過國內外永續發展相關文獻整理，及國內上位計畫指示，本計畫以環境、經濟、社會三層面為國道永續經營策略之架構，並從環境面探討其課題，包含興建工程導致自然棲地的縮減、營運階段對生態產生負面衝擊、提升與管理生態系服務功能的技術闕如等，並分別研擬對策與計畫。另外，亦透過本計畫專案工作小組會議、專家座談會及歷次工作坊，研擬國道永續經營行動方針，作為後續執行國道營運階段永續經營環境復育之依據。

11.1.2 環評書件資料整理

本計畫蒐集33件與國道相關之環境影響說明書、環境影響差異分析等書件資料，並依水保、生態、景觀等分析其影響分析、減輕對策及承諾事項，提出常見營運管理難以據以執行的內容，包含(1) 欠缺全生命週期聯貫性之考量；(2) 生態維護事項之權責不明；(3) 無法執行或與工作期程衝突之承諾。

若要避免上述困擾，建議國道辦理相關環境影響評估、環境影響差異分析等工作，應撰寫「生態調查和監測之標準作業程序」，並補充申請停止監測工作之作法和時機說明。

11.1.3 國道生態資源調查與資料庫建置

本計畫34份國道沿線動物調查報告，並完成國道沿線10樣區1年4季動物資源調查，其中與國道相關性較高的物種課題應為族群稀少且敏感的保育類哺乳動物，包括穿山甲(基隆七堵、南投國姓、高雄旗山)、麝香貓(台北坪林、基隆七堵、苗栗銅鑼、苗栗三義)、白鼻心(全部樣區均有紀錄)、食蟹獾(台北坪林、苗栗造橋、苗栗銅鑼、雲林斗六、高雄旗山)和石虎(苗栗造橋、銅鑼、三義)。

陸域植物資源，本計畫整理歷年相關環評及鄰近地區調查文獻26篇，調查則分別進行路權外16樣區調查，以及路權內的道路邊坡調查。透過前者的樣區調查，可知國道沿線主要穿越4大氣候區，分別為東北區、西北區、中西區及西南區，作為本計畫研擬適生植物之依據；透過後者的邊坡綠帶調查，可知國道1號沿線歸化種出現頻繁，自生或種植原生種的比例低，愈往南部原生種比例愈低，而國道3號沿線歸化種出現頻度較國道1號低，此調查結果則作為外來入侵植物防除與劣化復育指標研擬的基礎。

綜合以上調查資料，本計畫參考國內相關生態資料庫系統建置國道生態資料庫，並與TaiBIF進行連結，整合Google Map展示平台，將陸域動植物及道路致死調查資料予以建檔、查詢與簡易的圖層展示。

11.1.4 國道沿線地景與生態敏感性分析

透過國土測繪中心的土地利用結果，本計畫檢視國道5公里範圍內的林地環境，篩選出40處大面積森林圖層，同時蒐集並套疊國道沿線的各界關注區域與保育類動物調查點位。依其敏感程度給予參數分析，評定國道沿線生態敏感度，區分3個生態敏感等級的國道里程，並依各里程路段說明其課題，與不同等級所對應之相關管理建議，包含新建拓寬、維護管理與積極復育，作為未來管理依據。

11.1.5 擬復育生態劣化環境評估

本計畫以地景分析過程產出之大面積完整森林作為國道沿線優先保護目標，再與棲地破碎化、道路致死及邊坡綠帶課題分別套疊交集，再分別研擬劣化評估指標進行擬復育優先順序之評估。(1) 棲地破碎化課題以較大地景尺度進行劣化環境評估，以國道1號苗栗三義區段為最優先者；(2) 道路致死課題：從國道清潔人員協助沿線道路致死資料蒐集機制建立開始，配合3年度6場教育訓練及示範操作，累積從98年4月開始的道路致死資料。為即時辦理生態改善工作，本計畫分析98年4月至98年10月份的資料，並考量與大面積森林環境之關聯性，針對目標動物類群中型哺乳動物的分析結果，判斷國道3號280k至305k為道路致死熱點，並選取此路段進行調查分析。(3) 道路邊坡綠帶：利用本計畫於國道沿線邊坡綠帶調查結果，依完整林地、草坡

比例、原生種比例、重點防除之外來入侵種影響情形等4項因子，進行劣化環境生態復育之優先順序評估，其結果為國道3號369k~970k路段為優先復育路段。

11.1.6 國道沿線生態改善案例操作

依前項工作之道路致死課題，選擇國道3號280k-305k路段內68個穿越國道設施物，經現勘選擇16組穿越式動物通道單元，並以道路致死量、最大區塊指數、改善工作難易度、穿越國道設施物之通風採光、動物利用情形等因子進行劣化環境復育優先順序評估，其結果則以國道3號285k+999-286k+568為最優先。本計畫亦考量改善效益，整合前後2組亦為優先順序高者，即以嘉義民雄地區285k+300-286k+600路段做進一步規劃設計，並協助發包、施作與後續效益追蹤。而透過改善前後的資料比對，顯示此路段中型哺乳動物的道路致死情形已經獲得改善，即動物通道已經發揮其功能。

11.1.7 合理化復育方法研擬

探討國道各類生態系面臨課題，針對國道路權內邊坡綠帶調查結果，並依過去生態綠化經驗與成效評估，研擬沿線邊坡綠化之外來種抑制、防除與綠化手法，同時考量市場機制，提供北、中、南區工程處於生態綠化、行道植栽、服務區等功能性適生植物。

11.1.8 相關課題探討

本計畫除上述調查與分析外，亦針對國道生態相關課題進行探討分析，包含外來入侵種、國道生態池、紫斑蝶、國道生態廊道、蝙蝠利用國道設施、燈光對野生動物之影響、路權管理與民眾參與之富陽公園案例，及交通噪音對野生動物之影響等。

除此之外，本計亦透過專案工作小組會議、專家座談會及歷次工作坊進行多次討論研商，協助本計畫研擬後續研究與推廣方向，並於次節建議中提出未來可辦理之研究。

11.2 建議

- (1) 建議永續發展行動方針可透過實際辦理情形，以滾動式檢討機制進行調整修正。並深入永續發展的環境面架構，落實計畫與對策執行，以強化國道環境復育計畫推展。
- (2) 建議將營運期執行監測滿1年之監測計畫，以年度檢討方式與環評承諾及預測內容進行比對，在搭配經營管理策略的調整後，附帶重擬環境生態監測內容與頻度，以積極提昇環境品質為出發點，提出各養護路段的生態環境復育計畫，若涉及環評監測機制的調整，則併同生態環境復育計畫提出差異對照表，也可從土地自然度的角度持續追蹤生物資源的淨損失，使監測更具意義與提升其價值。
- (3) 建議未來應關注的重點區域是苗栗三義、造橋、銅鑼和雲林斗六等路段對敏感的哺乳動物族群可能的影響，特別是苗栗三義段附近的石虎族群。
- (4) 建議提升生態資料庫之資料累積、匯入、輸出、展示等功能，除持續累積國道沿線生態相關資料外，連結局內一般業務或相關資料庫系統，並配合特殊事件之主動通報機制，便捷管理。另需注意資料庫之長期維護，方能長期運作。
- (5) 落實不同等級生態敏感里程之管理方式，並據以提升為行政規定，強化其執行力。同時建議以滾動式檢討方式運作，以配合實際情形調整。
- (6) 本計畫已提出之擬復育劣化環境順序，建議未來逐步完成劣化環境改善，並輔以追蹤評估，以持續提升國道生物多樣性保育成效。

11.3 後續研究方向

11.3.1 環評環差檢討分析

環境監測應採用滾動式管理，以避免環境監測成為無限期的無效普查，難以反饋至國道周邊環境的維護管理。定期(1年)檢視環境監測

的成果，比較年度與季節間的差異，探討各監測項目是否反映環境的實際變化。執行滿3年後可調整監測的項目，停止已穩定或無反應效益的監測項目，若發現監測成果中，具有與環評預期不符，並且對環境產生衝擊的因子，則可針對該衝擊增加具有明確目的的監測計畫。可執行的具體建議整理如下：

- (1) 執行1年即以年度檢討方式，比對環評內容，確認環評承諾的落實程度，與衝擊預測的準確性，並且以差異對照表的形式比較變化。
- (2) 執行3年依據成果，將監測項目去蕪存菁，並配合維管單位，提出經營管理策略的研擬，回饋環境復育計畫的研擬。
- (3) 環境趨穩後，可降低監測頻率，採用每年1次的植生調查或以空拍的方式降低對環境的衝擊。

11.3.2 國道沿線地景分析

國道橫互臺灣西部與東北部的平原與淺山地區，地景分析提供大尺度的視野，連結國道系統與周邊的自然資源，本計畫已初步完成4項地景分析工作，以下根據成果提供後續研究與建議。

- (1) 生態敏感區圖套疊：套疊國道周邊5公里內的各界關注區域，表列保護標的並圖面呈現與國道的關係，發掘各段的生態特色與資源。然而此為大尺度的生態敏感區圖，礙於尺度與努力量的限制，產出的資料與各工務段的管轄範圍連結性較低。

建議藉由區域性(如工務段或工程處管轄範圍為範疇)生態敏感區位圖的建置，尺度可限縮至國道周邊500公尺，口訪地方保育團體與耆老，建立國道周邊的綠色地圖，標示在地生態資源，以及國道路權面臨的生態課題，作為環境復育與保護工作的依據。

- (2) 棲地破碎化分析：執行國道周邊5公里內的森林棲地破碎化分析，產出40處大面積完整森林。

建議檢視國道緊鄰大面積完整森林的路段，探討國道作為棲地連結構造物的可行性，研擬軟體管理方式，如高架路段下方路

權管制，或硬體增加連結度的手段，如動物通道、邊坡綠廊等方式。瞭解國道綠帶是否可以發揮動物廊道功能，連結沿線森林環境，減少道路造成的動物棲地切割影響。

(3) 預計新建交流道之大尺度生態課題分析：評估刻正辦理的10處新增交流道對周邊自然資源的衝擊，為落實生態保育理念，本計畫建議於增設交流道工程中納入相關生態保育措施。

(a) 盡速執行交流道興建的政策環評，從交通需求、興建效益與整體社會的成本分析著手分析，避免長途快速運輸的高速公路系統淪為短程地區性的替代道路，並訂定交流道興建的原則，減少地方酬庸與非專業考量影響的興建判斷。

(b) 可行性、規劃與設計需有生態背景的審查委員參與：從各階段審視道路對生態可能造成的影響及減輕措施，及早將生態課題納入，避免於計畫執行過程中發生爭議。

(c) 邀請各界關心團體及民眾參與說明會：民眾參與的時間點愈早愈好，以避免在計畫後續發生爭議，建議於初步設計、細部設計及施工前都能辦理說明會或訪談，將關心生態環境的地方居民或保育團體等意見及早納入。

(d) 生態監測：目前生態監測多因為環境影響差異分析的承諾才執行，建議交流道計畫若有結合生態友善措施或對生態影響較大者，辦理施工前中後的生態監測，或對於生態友善措施的效益評估。若計畫已進入施工期間，可透過監測資料辦理滾動式檢討；若計畫已完工者，建議有3年的監測期程，以回饋相關的執行經驗。

(e) 國道設置交流道在時間與空間尺度上對地景結構之影響：國內外晚近發展道路工程與生態環境的交戶關係，因而衍生出道路生態學等新興領域。考量國道原來與現今設計差異最大的即是交流道的新增，為保有國道原有的設計功能，並探討交流道設置對自然地景造成的影響，應從時間與空間的變化進行研究，俾利未來交流道計畫增設或改善計畫，在提案或可行性分析上先將可能的影響納入考量。

- (4) 生態敏感路段里程：可運用於新建交流道與劣化環境復育工作的選址，並回饋路權管理原則的規劃，此為國內於道路系統的初次嘗試，然而參數權重的設計左右了結果，而適當的權重需透過各方討論後方能取得共識。

建議後續能採用保護區經營管理快速評估與設定優先法(Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management, RAPPAM)的概念，針對國道周邊生態敏感路段里程的權重進行探討，作為全國國道生態環境復育與保護的基礎。

11.3.3 國道沿線生態資源調查及資料庫建置

除資料庫建置外，本計畫已執行植物16個樣區及動物10樣區一年4季的調查，若想要進一步瞭解國道沿線環境，包含森林及草地等，亦可辦理調查計畫，累積更多國道沿線可能的生物資源及潛在課題。有關資料庫建置後續相關研究推動建議則彙整如下：

- (1) 持續累積系統內的資料筆數與類型(資料匯入與累積)：藉由持續更新系統內的生態資料，累積生態調查資料，可供後續查詢及研究使用。
- (2) 增加基本的分析與展示功能(資料匯出與展示)：配合高公局業務報表需求，由系統直接產出相關生態作業及成果之報表(如外來種清除、道路致死事件分析統計表)、相關分析功能，如空間、時間(熱點、高峰期)等、GIS展示系統建置，幫助快速掌握生態環境特性並可做為生態友善作業之參考；此外，長期累積的資料，更可提供給學術單位進行相關研究分析使用。
- (3) 特殊事件通報機制：建議增加特殊事件判讀通報系統及反饋系統之功能。如以電子信件通知異常狀況，如：保育類物種道路致死，中大型動物道路致死，優勢外來種入侵情形，制定異常通報相關規範及反應機制，制定通報單位及反應程序。
- (4) 系統管理功能擴充：生態資料庫後續推廣使用後，使用者數量勢必倍增，如何有效及分層管理各使用者將是未來資料庫的課題之一，建議後續增建功能如分層權限管理、使用者帳號管理、功能參數設定、使用者友善介面調整等等。

- (5) 系統維護：資料庫運作需要不定期進行維護工作，以求正常運作，維護工作例如程式碼除錯、使用者意見蒐集分析進行資料庫功能微調、展示與上傳介面調整、資料庫分析展示查詢效率調整、資料錯誤檢查修正等。
- (6) 建立與NGIS及局內系統資料交換機制：加強本生態資料庫與外部資源的連結，尤其與國家型地理資訊系統（如NGIS）資料庫之資料交換機制，藉由與外部資料庫的串聯，即時或定期更新資訊，可增加生態資料庫的深度（外部生態資料整合）及廣度（非生態之背景資料整合）。

11.3.4 生態劣化環境復育改善

(1) 棲地破碎化與跨越式廊道建置

本計畫建議優先復育區域位於國道1號苗栗三義路段，然因涉及範圍較廣難以執行，建議可針對國道沿線大面積森林環境，或從兩側為森林環境之路段(如國道3號282k白馬營區路段)，先行試驗跨越式廊道營造之成效。

(2) 道路致死效應與穿越式動物通道

國內外已經有相當多針對中大型哺乳動物道路致死課題進行的研究，有許多的減輕對策被提出和驗證，其中不少對策如穿越式動物通道確實可以有效改善中大型哺乳動物道路致死的情形。本計畫已選擇國道3號285k+300-286k+600路段實際進行規劃設計及協助發包工作，建議可依照評估優先順序逐步進行穿越式動物通道改善或設置，並可透過經驗累積使通道建置更為完善，進一步解決道路致死之課題。

(3) 邊坡綠帶植生狀況與生態綠化

有關邊坡綠帶植生狀況，本計畫建議可參考第8章結合外來種防除、抑制及生態綠化手法，於國道南部外來種入侵較嚴重的路段（詳第6.3節）先進行外來種防除及抑制。

11.3.5 國道五股至楊梅段高架拓寬之後續生態成效監測

國道五股至楊梅高架拓寬工作(簡稱五楊拓寬工程)目前由國道新建工程局為主辦機關，所通過的林口臺地為國道1號3處大面積林帶之一，五楊拓寬工程將加劇棲地切割的效應及沿線林相的擾動，故在設計階段即針對工程可能擾動範圍內沿線進行每木樹籍調查，並提出樹木、潛勢小苗移植、表土保存、設立蝙蝠巢箱與生態池埤塘等相關的生態保護與補償對策，盼能減緩工程對景觀與生態的影響。

考量未來國道相關機關的整併，以及高速公路局將承接後續維護管理工作，應就五楊拓寬工程所辦理的生態保育相關工作進行監測，如既有樹木與潛勢小苗移植、相關生態廊道串連與補償成效、生態友善設計監測，深入瞭解五楊段生態保護與補償對策施作的成效，以作為後續高速公路設計及其他開發單位之參考。建議監測項目：

- (1) 既有樹木與潛勢小苗移植監測：此為國內首次公路大型移植計畫(約7700株)，突顯工程對生態方面的重視，在樹種種數與數量上皆為歷年來最多，且移植計畫資料完整，目前皆已移植完成，盼藉由後續追蹤監測及成效評估，建立具體且實際的樹木保存技術。
 - (a) 監測區域：針對平鎮系統交流道、汐止系統交流道、內湖交流道、蘇澳交流道、林口展示館、開南大學、觀音行政園區、青埔特定區、桃園縣政府管轄與南工處等地，進行移植植栽取樣與健康度監測，並整理植栽之移植相關記錄，進行檢討及成效評估。
 - (b) 監測頻度：建議每年監測2次，至少應監測3年以上，每3年進行檢討及改善。
- (2) 相關生態廊道串連與補償成效監測：包括機場系統交流道設生態跳島、大坑溪生態補償/雨水淨化池、平鎮系統交流道埤塘等溼地與埤塘等地，進行完工後生物相監測，並檢討生態理念及構想的正確性，盼能提供完整案例供後續參考。
 - (a) 監測區域：針對上述區域定期動物相調查。

(b) 監測頻度：建議每季監測1次，每年4次，至少應監測2年以上，每2年進行檢討及改善。

(3) 生態友善設計監測：

包括蝙蝠巢箱、動物逃生坡道設計與表土保存回填等。建議於完工後監測棲地營造(蝙蝠巢箱)與動物逃生坡道的利用情形，作為後續設計與設置修改之參考。林口臺地為林相完整的森林，可視為久未擾動的表層土壤，其儲存大量的植物種子，對於保護並維持生態系扮演重要的角色，種子庫表土保存區土壤於施工後回填，將有助於大干擾後植物社會的演替，建議於完工後監測其復育成效，有助於日後此類技術之推動。

(a) 監測區域：

(i) 蝙蝠巢箱設立位置。

(ii) 動物逃生坡道設計處設置實驗觀察動物逃生情形。

(iii) 種子庫表土保存回填區域。

(b) 監測頻度：

(i) 蝙蝠巢箱：視利用巢箱之蝙蝠種類而定，建議於高峰期定期監測，至少應監測3年以上，每3年進行檢討及改善。

(ii) 表土保存：種子庫表土保存回填區域，並選擇一般表土保存區作為對照樣區：於回填後1-5年，每年監測1次，並選擇一般表土保存區作為對照樣區，探討其自然復原情形。

(4) 生態綠化區段長期監測計畫

國道生態綠化融入林地植栽的概念最早見於國道1號幼獅-楊梅段(1990-1991)與國道3號關西-新竹段(1991-1992)，至今已有將近20餘年，陸續也嘗試於國道邊坡與交流道等處進行不同規模的生態綠化，本研究已針對國道17處生態綠化進行現勘與設計/竣工圖對照，並提出現況的改善建議。後續建議進行國道生態綠化路段監測與分析北中南區生態綠化的效益，瞭解3區生態綠化

於經濟效益(如養護成本、補植成本)、社會效益(如用路人觀感、社會觀感)與環境效益(如生物多樣性、道路致死)上的差異。建議監測項目：

(a) 現有成效良好之生態綠化路段監測：

- (i) 監測路段：國道1號78k+500東側邊坡生態綠化試驗區至今將近20年的生長演替，並累積有民國79年、83年、92年、98年等寶貴資料；國道1號汐五高架橋下國道8號13k+300-13k+700路段自2007年完工以來，本計畫已於民國98年收集第一筆監測資料。
- (ii) 樣區大小及數量：每種處理方式的分區應各設置至少1個固定植物樣區，樣區大小建議設立4個連續的5m×5m，進行樣區之每木標記。同時監測原生樹種生長量及枯落物量，藉以瞭解其碳吸存能力，進而評估原生樹種的減碳效益。並記錄全區木本植物覆蓋情形、植物社會層次、優勢原生種比例、侵略植物入侵情形與木本小苗更新情形等進行基本生態監測，瞭解後續的植生演替情況，可做為長期生態綠化研究的重要參考資料與案例。
- (iii) 監測頻度：建議每年監測1次，至少應監測3年以上，每3年進行檢討及改善。
- (iv) 監測項目：參考本研究所研提5項復育成效監測指標項目，著重於木本植物覆蓋情形、植物社會層次與木本小苗更新情形。

(b) 新植路段小苗生長監測：

- (i) 監測路段：2007年後新植路段如國道3號清水服務區、龍井交流道、草屯交流道、南投交流道、名間交流道、竹山交流道、360k-363k(關廟路段)、臺南系統交流道、國道10號14k-17k(燕巢至旗山路段)等路段，植栽現況尚處於小苗階段，建議於養護期過後持續監測植栽苗木生長情形。

- (ii) 樣區大小及數量：按竣工圖與實地現勘結果訂定樣區數量，大小則以4個5m×5m設立固定植物樣區，每木標記，完工後前5年監測其植物生長或枯亡情形與每木健康度調查。第5年總檢討其各樹種適生程度，提出後續改善建議，逐步修正國道生態綠化處理方法，進而得到生態綠化較佳的處理流程、發展國道生態綠化之技術。
 - (iii) 監測頻度：建議每年監測2次，至少應監測3年以上，於完工後第5年進行檢討及改善。
 - (iv) 監測項目：參考本研究所研提5項復育成效監測指標項目，著重優勢原生種比例與侵略性植物入侵情形。
- (c) 北中南區生態綠化效益分析：針對北、中、南區生態綠化於經濟效益(如養護成本、補植成本)、社會效益(如用路人觀感、社會觀感)與環境效益(如生物多樣性、道路致死)上的差異進行分析比較，期盼研擬各區之生態綠化標準作業程序。

11.3.6 南部路段外來入侵種防治與泥岩惡地生態綠化

國道南部路段，包括國道1號、國道3號、國道8號與國道10號部份路段因氣候等環境因素長期呈現裸露狀態，外來入侵種侵入情形嚴重，每年須耗費不少人力物力進行防除仍效果不彰。外來入侵種防治與泥岩惡地生態綠化同時進行的手法，達到邊坡森林與多樣化的目標，以本計畫已研擬之作業流程，與原生植栽建議作為設計依據，並於施作完成進行監測及檢討改善，可參考本研究所研提5項復育成效監測指標項目。

建議由高公局選定優先復育點位，以一年期完成原生植栽設計、客土、草種噴植與木本苗木栽植等作業，並建議養護期一年，配合施作及養護期之監工工作，於養護期結束監測三年並檢討改善。

11.3.7 結合民間團體管理邊坡綠帶及棲地營造計畫—富陽公園與臺北樹蛙

透過與荒野保護協會的合作經驗，發展道路單位與民間保育團體共同經營管理邊坡綠帶，以及執行棲地營造計畫的機制流程，藉以推

廣至全臺其他工務段，達到民眾參與並節省經費的目的。

11.3.8 中型哺乳動物道路致死熱點減輕改善工程設計施作-穿越式動物通道建置

根據本計畫針對國道3號中型哺乳動物道路致死影響減輕改善課題的分析評估，除了最優先復育單元(285k+457-286k+568)已規劃設置動物通道和導引隔離網等設施進行改善外，在中型哺乳動物道路致死熱點路段(280k-290k)還有另外兩處建議優先進行改善的復育單元，分別為287k+175～287k+529～287k+726～287k+878～288k+069k～288k+169(含6處可改善既有通道結構)，以及283k+247～283k+717～284k+452～284k+834～285k+457(含4處可改善的既有通道結構)，這兩組復育單元均為中型哺乳動物道路致死密度極高的路段，且在破碎化、工程難易度、通風採光和動物利用等項目的評估上均較適合進行改善，建議應儘快比照最優先路段進行動物通道的設計和施工，以減少中型哺乳動物道路致死。

除了道路致死密度最高的280k-290k路段外，表6.2.3-2尚列出了9個各5公里的中型哺乳動物道路致死第二級敏感路段，亦應儘速進行設置動物通道的調查評估與設計施工。第二級敏感路段中，295k-305k本計畫已完成初步的既有通道結構調查和優先順序評估，後續應補充最新道路致死調查結果進行驗證，即可進行動物通道設計施工。其他路段則應先進行既有通道結構的完整調查，並依照流程進行後續的分析評估，選擇最優先進行改善路段設計施工。

11.3.9 國道路致死動物屍體提供博物館等機構收藏研究之可行性與機制建立研究

高速公路局自早期主動辦理道路致死調查開始，加上本計畫協助推動路容清潔人員道路致死調查工作，相關生態保育理念已日漸紮根。從計畫開始至今，除了清潔人員積極調查外，若發現受傷的動物也開始主動通報本團隊，再辦理後續送醫或安置動作，如中工處夜鷺送台北鳥會、中壢段領角鴉送台北鳥會、大甲段鳳頭蒼鷹送特生中心、苗栗段猛禽送縣府農業局、白河段紅尾伯勞送台南鳥會、鳳頭蒼鷹送特生中心，而白河段自99年開始亦撿拾完整遺體，送至國立科學

自然博物館(簡稱科博館)進行標本製作及蒐藏。

標本蒐藏為科博館經營業務之一，也擔負生物多樣性研究及保存的重要任務，若將高速公路局道路致死調查機制與科博館標本蒐藏工作予以整合，並配合相關展示及推廣活動，勢必能加深民眾對於國道行車安全、野生動物保育及生物多樣性保存等課題的深知，同時亦能建立高速公路局與科博館合作進行各項後續研究的機制，如從胃含物研究車禍死亡動物食性以瞭解道路致死原因、國道貓狗和野生動物疾病檢驗等。

11.3.10 犬隻疾病對國道常見食肉目野生動物之風險評估研究

根據本研究動物調查和文獻彙整結果，國道週邊地區食肉目動物至少有黃鼠狼、鼬獾、麝香貓、白鼻心、食蟹獾和石虎等6種，其中石虎為第一級保育類動物，麝香貓和食蟹獾為第二級保育類動物，白鼻心為第三級保育類動物。根據本研究98年2月至100年7月累積的道路致死調查紀錄，道路致死貓狗有3155隻，食肉目動物有111隻。

在台灣犬瘟熱被認為是犬隻間最流行、最嚴重、傳染性和死亡率極高的一種病毒性疾病，主要藉由空氣和飛沫傳播，感染的貓狗的糞尿、唾液等分泌物均有帶病毒，研究資料顯示台灣幾乎所有食肉目動物均會被犬瘟熱病毒感染，國外曾多次發生食肉目動物感染犬瘟熱導致族群大量死亡的案例，台灣的野生食肉目動物包括白鼻心、鼬獾、麝香貓和食蟹獾等亦曾多次被證明有犬瘟熱感染的情形，且通常為染病的犬隻所傳染。於太魯閣國家公園進行的研究發現，黃鼠狼、白鼻心、鼬獾和食蟹獾感染犬瘟熱的風險最高，其次為黃喉貂和石虎。由於犬瘟熱對野生食肉目動物威脅極大，因此一般建議積極處理流浪犬問題，飼養的犬隻應強制施打疫苗，保護區嚴禁攜帶寵物進入，並應持續進行監控以掌握疫情發展。

國道流浪貓狗多，貓狗道路致死紀錄亦多，這些貓狗是否有感染犬瘟熱等疾病，是否有可能感染病毒的貓狗藉由國道擴散而入侵到週邊的野生動物棲地並傳染疾病給野生動物，是否感染病毒的貓狗死亡後其屍體會吸引食肉目動物取食而造成傳染，國道上死亡的野生食肉目動物是否可能部份是因感染犬瘟熱死亡而並非道路致死，這些課題

均亟待進行相關後續研究來找出答案和嘗試解決。

11.3.11 其他未來可推行之後續研究計畫

(1) 國道相關結構設施提供作為動物棲所之可行性研究

參考國外經驗，高架路段或橋梁等道路相關結構設置，可提供動物棲息停留的空間，國內目前已知在蘇花高速公路設計中有將相關考量納入，惟目前未有實際案例及經驗。建議可先行瞭解國道於低海拔生態的角色與未來可增進的地方，探討國道作為野生動物，如小雨燕等燕科鳥類、蝙蝠等動物棲所的可行性。

(2) 國道綠帶作為鱗翅目昆蟲棲地之生態價值

瞭解國道綠帶是否可作為鱗翅目昆蟲棲地，提供包括成蟲和幼蟲等不同生活史階段需要的生長環境。國道經過都會區和農墾地等植被相單調的路段時，其綠帶是否有條件形成該區重要的鱗翅目昆蟲棲地。分析國道綠帶寬度、位置、植栽種類和維護管理方式與鱗翅目昆蟲相的相關性。

(3) 國道原生植物種源撫育機制研究

配合國道邊坡生態綠化施作，針對歷年及後續採用之原生植栽採種、育苗、栽植、養護等作業流程，進行監測及檢討其成效，瞭解國道各類適生原生植物合適的撫育方式，如大甲段於轄區內邊坡採種並以種子或分株方式復育台灣百合及白及；屏東段自行育苗多種原生樹種應用於銀合歡清除後邊坡栽植。並與相關公部門（如林管處）研擬合作機制，提供種源、育苗與維管等技術合作，並將研究果轉存於生態資料庫建檔，供後續植栽工程施作及研究參考，如屏東工務段於民國99年起即嘗試與屏東林管處合作方式，針對轄區內銀合歡清除後由林管處提供苗木，進行邊坡後續栽植作業(詳6.3.3節)。

(4) 國道清潔人員進行道路致死和動物通道成效長期監測機制與人員訓練計畫

高速公路局由本計畫開始全面進行道路致死資料的累積，調查機制的建立仍屬初期工作，考量道路致死資料，除遺體可供學

術單位研究外，亦可作為長期監測工作，以釐清不同時空狀況下，道路致死效應的變化，亦能進行熱點分析，提出後續改善建議。已建置完成的動物通道亦應持續進行監測，瞭解其成效並進一步改善，目前動物通道硬體有包括紅外線自動監視設備的設置，因此後續應定期對檢查維管監視設備，回收監視資料進行分析，並與道路致死資料進行比對。

第十一章 結論與建議.....	1
11.1 結論.....	1
11.1.1 永續發展策略研究.....	1
11.1.2 環評書件資料整理.....	1
11.1.3 國道生態資源調查與資料庫建置.....	1
11.1.4 國道沿線地景與生態敏感性分析.....	2
11.1.5 擬復育生態劣化環境評估.....	2
11.1.6 國道沿線生態改善案例操作.....	3
11.1.7 合理化復育方法研擬.....	3
11.1.8 相關課題探討.....	3
11.2 建議.....	4
11.3 後續研究方向.....	4
11.3.1 環評環差檢討分析.....	4
11.3.2 國道沿線地景分析.....	5
11.3.3 國道沿線生態資源調查及資料庫建置.....	7
11.3.4 生態劣化環境復育改善.....	8
11.3.5 國道五股至楊梅段高架拓寬之後續生態成效監測.....	9
11.3.6 南部路段外來入侵種防治與泥岩惡地生態綠化.....	12
11.3.7 結合民間團體管理邊坡綠帶及棲地營造計畫－富陽公園與臺北樹蛙.....	12
11.3.8 中型哺乳動物道路致死熱點減輕改善工程設計施作-穿越式動物通道建置.....	13
11.3.9 國道道路致死動物屍體提供博物館等機構收藏研究之可行性與機制建立研究.....	13
11.3.10 犬隻疾病對國道常見食肉目野生動物之風險評估研究.....	14
11.3.11 其他未來可推行之後續研究計畫.....	15