

國道永續經營策略與展望

曾大仁

交通部臺灣區國道高速公路局局長

永續發展為穩定人類社會與維持文明進步的唯一途徑，聯合國更將其與綠色成長列為達成千禧年發展目標與加快全球從經濟危機中復甦的相輔相成要素。近年來國際間交通運輸的永續發展策略多定調為提高能源運用效率，並鼓勵綠色能源與載具的使用，期望達到節能減碳，藉以減輕全球暖化的衝擊。

自1992年《聯合國氣候變化綱要公約》以降，國際間相繼訂定與簽署諸多減碳協議，更於2010年坎昆會議明確要求於2020年時全球二氧化碳的排放量，需較1990年的排碳量減少20%-40%，將全球暖化幅度限制在2度以內。由於台灣非聯合國會員國，因此並無履行協議結論的義務，但面對連年氣候變遷的衝擊下，仍應積極肩負地球公民的責任。

根據國際能源總署2008年的研究，臺灣人每年平均排碳量為11.17公噸，為東亞第一並居全球排名第22位，交通運輸運輸部門碳排放為量約佔總排放量的25%，而佔75%的公路運輸為其中大宗。身為臺灣經濟動脈的國道系統，將首當其衝的面對國際輿論壓力與氣候變遷衝擊，因此需具有全面架構的國道永續經營策略，因應面對綠色浪潮帶來的挑戰。

一、國內對交通運輸新的期待

自1971年十大建設之一中山高速公路破土興工以來，國道系統在周詳縝密的規劃下，打造出臺灣經濟、政治、文化、國防及民生不可或缺的道路網絡。從著重經濟與實用的中山高速公路(國道1號)，以及重視景觀的福爾摩沙高速公路(國道3號)與蔣渭水高速公路(國道5號)，到與自然融合共存的水沙連高速公路(國道6號)，顯示國道高速公路局與國道新建工程局精益求精，以及接軌國際的企圖與實力。

鑒於國內高速公路系統益發完善，加上土地為不可回復之珍貴資源，為使臺灣邁向永續發展目標，政府自1997年設立永續發展委員會後，各主管機關（如永續會、經建會、工程會及環保署等）因應永續發展與全球氣候變遷課題提出相關策略、政策綱領及行動方案等(詳表1)。然而不論是何種課題，交通運輸往往佔有相當重要的角色，交通部除擔任永續會「交通與生活組」之秘書單位外，並負責經建會「氣候變遷調適政策綱領」8個調適領域中「維生基礎設施」領域之工作彙整，其他分組與調適領域中亦擔任協辦之工作。

隨著社會進步，人民關注的焦點由經濟成長轉向為整體社會的永續，民眾參與已為不可忽視的趨勢，民間團體紛紛提以永續訴求，希望政府重新檢討交通運輸的政策，如台26線拓寬、蘇花公路改善與西濱快速道路興建，在在顯示社會大眾對交通運輸的期待已有改變，如何提升交通運輸策略，傾聽人民聲音，並考量社會與環境成本後，找出環境友善與便利運輸的共存之道，已成為所有交通運輸單位的首要課題。

表 1 國內永續發展相關政策之大事紀

日期	永續發展相關階段成果	主辦單位
1997年8月	設置國家永續發展委員會	行政院
2000年5月	擬定「廿一世紀議程－中華民國永續發展策略綱領」	永續會
2002年1月	出版交通政策白皮書	交通部
2002年12月	頒布「環境基本法」	環保署
2005年6月	辦理2005年全國能源會議	經濟部
2006年11月	完成「永續發展行動計畫」修正草案	永續會
2008年3月	公告「綠能源運輸政策－交通設施推動」綱要計畫	交通部
2008年6月	通過「永續能源政策綱領」	經建會
2008年9月	通過「永續能源政策綱領－節能減碳行動方案」	經建會
2008年10月	訂定「永續公共工程－節能減碳政策白皮書」	工程會
2010年4月	提出「我國氣候變遷調適政策綱領」	經建會
2010年6月	通過「環境教育法」	環保署
2010年8月	提出「各部會辦理氣候變遷調適行動方案標準作業程序」	經建會

二、回應全球與在地永續思潮的國道高速公路局

從上位政策及國際趨勢思考永續發展工作的實務執行，交通運輸往往位居相當重要的角色。本局除執行機關任務外，亦致力貫徹上位政策，全面性的肩負氣候變遷與永續發展中所被賦予的角色，包括強化防災、環境監測、災害預警、維生基礎設施（道路、橋梁）的營運管理，以及建置高快速公路整體路網交通系統，恢復沿線環境生態與加強保育工作等。

永續經營除了需達成節能減碳，保存生物多樣性同為世界各國戮力同心的課題。97年起永續會「生物多樣性組」在「減少棲地喪失、土地利用的改變與劣化，以及非永續的使用水資源」策略中將交通部納入主協辦機關，本局被賦予執行「擬定擬復育劣化環境之優先順序與優先擬定之復育方式」與「逐年發展各類生態系之合理復育方法，及評估自然生態工程之成效與生態資源調查、監測」兩項行動計畫，於2009年起辦理為期3年的「營運階段國道永續發展環境復育改善研究計畫」，除含括行動計畫內容外，並進行國道環境永續經營策略擬訂、沿線生態資源調查、道路致死研究、外來入侵種移除與資料庫建置等工作，並成立專案工作小組，以滾動式管理，即研究成果立即回饋經營管理，展現行動力。

國道系統總長1000餘公里，沿線棲地環境多變並具特色，且不乏生態資源豐富的區域，國道兩側5公里距離內有5處自然保留區、7處野生動物保護區、25處國家重要濕地、2處沿海保護區，以及20處重要野鳥棲地。本局執行的生態調查資料更顯示共有21種保育類野生動物棲息於國道兩側1公里範圍內的自然環境中，發現於國道1號三義路段周邊的石虎與林鵬(圖1)，其保育等級與俗稱媽祖魚的中華白海豚同為瀕臨絕種的I級保育類野生動物。



照片來源：觀察家生態顧問公司提供

圖 1 棲息於國道 1 號苗栗三義路段周邊的石虎與林鵟

從國際趨勢來看，道路建設與生態保育從衝突到轉向為溝通協調，共同研商出最適的平衡點。鑒於國道周邊豐富且獨特的生態資源，並回應全球與在地的永續思潮，本局突破過去經驗，讓研究成果符合行政管理的需求，以全面且實際的永續經營策略作為火車頭，創造好的開始。

三、國道永續經營策略與展望

永續經營策略需有整體性的架構，以及緊扣執行單位業務的行動方針，以下僅就該二面向說明國道永續經營策略：

(一)永續經營架構：本局依據行政院永續發展委員會的架構，將策略分為環境面、社會面與經濟面，針對目標、願景與潛在問題提出解決構想，建立國道營運階段的永續經營架構(表2)。

1.環境面：期望透過生態系服務功能的維繫，提升國人的生活品質，本局業務主要為道路養護、交通管理與工程新(拓)建等，可能面臨的潛在問題如下：

(1)興建工程導致自然棲地的縮減：全體國人享受經濟發展成果的同時，需共同承擔自然棲地縮減的負面影響，為解決此一問題，首先須釐清國道全線對自然棲地的實質衝擊，透過調查目前國道周邊的生態資源分布，使生態保育資源得以有效分配，未來若有新建工程，則以迴避、縮小、減輕與補償的原則，執行自然棲地的保存、復育或營造。

- (2) 營運階段對生態產生負面衝擊：道路系統的工程量體結構及營運之交通干擾為影響自然生態環境的主要因素之一，除維持國道暢通外，為兼顧生物多樣性保育，首要任務即建立提升生態系服務功能的管理辦法，未來將以減輕棲地破碎化、防治外來入侵種與建立緩衝林帶為構想，減輕營運階段產生的生態影響。
- (3) 提升與管理生態系服務功能的技術闕如：經歷半世紀的建設，國道路網的硬體已趨完整，管理的軟體技術將為下個50年的發展重點，透過開放的數位化溝通平臺、環境教育增值生態保育工作，以及建立生態資源管理與諮詢機制實為高公局對國家之貢獻得以更上層樓的關鍵。
2. 社會面：願景為透過交通網絡維持社會發展活力。過去以快速、安全與節省成本興建的國道系統，容易因路堤或路塹結構，造成相臨城鎮間的隔離，未來將與地方交通路網整合，以跨越橋與車行箱涵重啟地方連結。
3. 經濟面：願景為達到貨暢其流，提供經濟榮景的堅實支持。隨著國人經濟實力的累積，交通成長隨之一日千里，然而在各方新建拓寬成本水漲船高的時空背景下，仰賴智慧型國道交通路網提升服務水準為眼下最符合永續經營精神的解決構想。

表 2 國道營運階段的永續經營架構

面向	願景	潛在問題	解決構想
壹、 環境面	維繫生態系 服務功能以 提昇國人生 活品質	興建工程導致 自然棲地的縮 減	釐清國道全線對自然棲地的實質衝擊
			調查目前國道周邊的生態資源分布
			復育或營造自然棲地環境
		營運階段對生 態產生負面衝 擊	新闢工程以迴避、縮小、減輕與補償的原則 保存自然棲地
			減輕棲地破碎化
			防治外來入侵種
			以邊坡綠廊做為緩衝林帶
提升與管理生 態系服務功能 的技術闕如	建置數位化的溝通平臺		
	生態保育工作的成果加值		
	建立生態資源管理與諮詢機制		
貳、 社會面	以交通網絡 維持社會發 展活力	國道阻隔鄉鎮 間的聯繫	整合交通網絡重啟地方連結
參、 經濟面	貨暢其流創 造經濟榮景	服務水準因車 流量增加而無 法提升	設計使用者友善之智慧型國道交通路網

(二)永續經營行動方針：根據高公局的業務範圍，分為「國道永續經營」、「減緩自然棲地喪失、劣化及合理復育」及「宣導推廣」層面，將永續經營的工作與各業務分組產生連結。

1. 新建為環境改善之契機，落實節能減碳與綠色內涵

於新建工程的前期納入永續經營與生態保育的設計，審慎考量綠色內涵的各項課題，建立權衡環境成本的興工考量機制，提升新建工程的實際效益與綠色產值，積極對生態保育做出實際貢獻。刻正進行的國道1號五股楊梅拓寬工程即以此理念進行規畫、設計與施工，除以高架工法減輕對環境的影響，更透過營造埤塘與濱溪林重新串連藍綠帶。

(1)國道增設交流道的規劃與檢討機制：以維護國道長程運輸功能為前提，確立國道營運目標與運輸效能，並提出中長程的增設交流道計畫。

- (2) 前期階段之生態考量機制：可行性、規劃與設計階段需有棲地破碎化、環境衝擊、社會經濟與維護成本的分析評估，邀請具生態背景的人員參與工作團隊與審查委員的行列，並系統性進行生態調查與影響評估。
- (3) 施工階段依據環評或環差承諾，落實環境及生態保護工作：評估各項承諾的落實程度與監測其效益，諸如樹木移植、生態綠化或生態池等生態友善工作。

2. 提升維護管理效能，將維護產值納入綠色產業的成效

未來可以系統化的維管方式，延長既有構造物的使用年限，維護工作所支出的經費符合綠色投資，並能列入產值。室內空間能以便於量化的資源回收、用水與用電成效，逐項達成分年的減量計畫。另外，新建工程所採用的試驗性綠色工法、材料與能源等創新，可視為綠色採購與消費的支出，成為對綠色產業的投入。目前國道已有多處開始採用結合太陽能發電的LED光源指示牌與訊號燈，新建工程更多為了減少區域阻隔與用地面積，並考量區域排水、降低土方棄借與運送等環境保護問題，大幅增加橋梁工程。

- (1) 定期監測與檢討各類維護作業，延長年限與提高效能：研擬用水與用電量的降低計畫，採用具節能省電或省水標章的產品，並以全生命週期的理念，提升設施使用品質與年限。
- (2) 資源回收再利用：選用綠建材標章的產品，達成資材零廢棄的目標，如H型鋼。建立中水回收系統，保留珍貴的水資源。
- (3) 綠色工法、材料與能源的試用：勇於嘗試符合綠色成長的創新科技，例如LED交通標(號)誌、太陽能板或風力發電。

3. 優先強化管理效能，智慧化運輸提升設施水準

以軟體機制達成國道綠色內涵的提升，諸如降低車輛阻塞等耗能低效率的情形發生；強化各部門間的資料庫串聯，共享生態調查等工作的成果，減少資源重複投注的現象；規範廠商遵守綠色採購與支持綠色消費，並與民間保育團體合作共管或認養路權綠地，建立雙贏的局面。目前國道全線施行智慧型運輸，期以增進行車安

全、降低交通壅塞、提升運輸效率、減輕環境衝擊、良化能源使用效率，以及促進相關產業發展。於民間保育團體合作方面，則嘗試與荒野保護協會合作，於國道路權範圍內進行棲地營造工作。

- (1) 智慧化運輸系統：提高國道的行車效率，降低塞車等耗能行為發生，如目前正推行ETC電子收費系統。
- (2) 鼓勵大眾，國道客運通行費優惠。
- (3) 建置國道環境及生態資源管理資料庫：系統性累積國道沿線生態資訊，結合環評、環差與監測之執行，反饋於維護管理策略。
- (4) 針對國道永續需求，組成綠色智庫：組成生態諮詢組職，提供永續相關議題諮詢與指導；研擬國道中長程計畫。
- (5) 規定服務區的廠商投資計畫書，納入綠色採購：鼓勵綠色消費，綠色產品銷售與節水節能；以服務區作為環境教育、生態展示之場所。
- (6) 建立民間保育團體與學術團體的合作機制：做為生態復育結合公民參與的依循，並與相關學術團體或機構研究合作。

4. 加強自然棲地復育，以及生態工程效益評估

擬訂國道路權範圍內的劣化棲地復育計畫，除了依據生態敏感路段建立分級管理辦法，應針對既有的復育生態工程進行目的性的監測與成效評估，並逐年改善之，如生態池、樹木移植、生態小苗、表土表存、逃生通道、蝙蝠巢箱等將持續進行成效監測。經過3年的努力，已完成對國道各里程生態敏感性的分級，並針對道路致死與邊坡綠化提出了優先復育的里程，並在國道3號里程285k+999處施作動物通道，也監測到保育類野生動物白鼻心等多種動物利用通道活動的情形。

- (1) 劃設沿線生態敏感區分級，檢討管理辦法：透過生態敏感里程分級，依敏感性擬定管理辦法，訂出完整的配套措施與保育機制維持生態資源。
- (2) 分期辦理生態劣化環境的復育工作：經過詳實調查，釐清全國道

的生態劣化情形，並依其優先等級，排定復育順序。

- (3) 串連國道沿線藍綠帶：以生物通道或邊坡綠廊串連低海拔的藍綠帶，提供動物遷徙與棲息。
- (4) 減輕外來入侵種的威脅：持續監測與移除外來入侵種，目前國道最大的外來種威脅為銀合歡，各工務段已積極進行移除與相關研究試驗計畫。
- (5) 生態工程成效監測：持續辦理以執行之生態工程監測，並針對各項生態工程提出可依循的操作手冊，

5. 鼓勵永續經營與環境復育相關研究計畫

鼓勵國道生態學與其他學科的相關研究，用以釐清各生態課題的癥結，並提出具體可行的對策。

- (1) 鼓勵各工務段正視路權周邊的生態課題：國道沿線仍有許多具特色與保育急迫性的生態資源，例如新竹苗栗淺山地區的石虎，或雲嘉南平原的諸羅樹蛙，未來將鼓勵各工務段提出積極復育或補償的工作執行計畫。
- (2) 鼓勵與學術單位合作辦理相關研究：鼓勵各研究機構投入國道生態學的領域，全方面提升生態保育的基礎背景，期未來以更有效的方式達到永續經營的目標。

表 3 國道永續經營行動方針

方針	工作內容	分項說明
新建為環境改善之契機，落實節能減碳與綠色內涵	國道增設交流道的規劃與檢討機制	確立國道營運目標與運輸效能
		提出中長程的增設交流道計畫，與滾動式的檢討機制
	前期階段之生態考量機制	維護國道長程運輸功能
		可行性階段的設計團隊與評審委員均需納入生態專業
		增列棲地破碎化、環境衝擊、社會經濟、維護成本的分析評估，以及相關因應對策

方針	工作內容	分項說明
	施工階段依據環評或環差承諾，落實環境及生態保護工作	評估各項承諾的落實程度與效益，如五楊的生態保育措施
重維護管理效能，將維護產值納入綠色產業的成效	定期監測與檢討各類維護作業，延長年限與提高效率	用水與用電量的降低計畫，採用具節能省電標章或省水標章產品 引進全生命週期的理念，提升設施使用品質與年限
	資源回收再利用	選用綠建材標章的產品，如 H 型鋼 推廣使用中水回收
	綠色工法、材料與能源的試用	LED 交通標(號)誌、太陽能板號誌
優先強化管理效能，智慧化運輸提升設施水準	智慧化運輸系統	降低塞車等耗能發生，提高國道行車效率
	特定對象的通行費率優惠	鼓勵大眾運輸
	建置國道環境及生態資源管理資料庫	回饋環評、環差與監測資料於管理策略
	針對國道永續需求，組成綠色智庫	提供永續政策意見與執行之指導 擬定短中長期計畫
	規定服務區的廠商投資計畫書，納入綠色採購	鼓勵綠色消費，推動資源環境教育、綠色產品銷售與節水節能 增加各工務段的生態展示
	建立民間保育團體與學術團體的合作機制	做為生態復育結合公民參與的依循
	加強自然棲地復育，以及生態工程效益評估	劃設沿線生態敏感區分級，檢討管理辦法 分期辦理生態劣化環境的復育工作
	串連國道沿線藍綠帶	建立生物廊道 提供人行使用，防止車輛進入

方針	工作內容	分項說明
	減輕外來入侵種的威脅	主動協助外來入侵種防治單位的移除工作
	生態工程成效監測	五楊生態工程成效監測
		已完工的生態池監測與後續建議
		提供明確可依循的操作手冊
	鼓勵各工務段正視路權周邊的生態課題	雲林諸羅樹蛙與苗栗石虎等
	編列適當經費辦理相關研究	動物通道的研究與操作技術手冊擬訂
		路權範圍作為稀有植物種源的保護基地
		既有環評承諾追蹤及監測資料的檢討
		照明系統對周邊生物資源的影響與對策研擬
		隔音牆減噪效能與監測機制對應的評估
		綠色能源投資效益成本估算
		再生材料使用原則及規範建立
		原生植物於景觀與固碳效果之研究
		國道綠帶做為鱗翅目昆蟲棲地的生態價值
		減少外來種八哥科鳥類利用國道構造物營巢的試驗

四、展望未來

國道系統過去以安全與快速為主要考量，隨著時代的需求與民眾的期望，漸漸演變成融入永續理念的公路系統，結合基礎建設、社會經濟、生態環保與人類生存的要素，未來將持續秉持主動積極的負責態度，與時俱進提升臺灣交通運輸的永續內涵。