

動物生態評估技術規範修正對照表

修正規定	現行規定	說明
<p>一、為執行開發行為環境影響評估作業準則（以下簡稱作業準則）第五十八條規定，特訂定本規範。</p>		<p>一、本點新增。 二、為明確本技術規範之訂定法源依據，爰新增本點。</p>
<p>二、辦理環境影響評估作業時，其動物生態之評估應依本規範之規定辦理。</p>	<p>一、辦理環境影響評估作業時，其動物生態之評估應依本規範之規定辦理，<u>本規範未規定者，依其他相關法令規定辦理。</u></p>	<p>依法制體例酌作文字修正。</p>
<p>三、動物生態評估作業應包括與動物生態有關之環境現況說明、動物生態背景調查、動物生態影響評估及環境監測等。</p>	<p>二、動物生態評估作業應包括與動物生態有關之環境現況說明、動物生態背景調查、動物生態影響評估及環境監測等。</p>	<p>點次變更。</p>
<p>四、動物生態評估作業步驟、內容、方法，依下列規定辦理： （一）與動物生態有關之環境現況說明，其項目包括開發基地之地理位置、氣候、<u>土地覆蓋與利用、植被覆蓋、自然度圖</u>及與生態相關之特殊地區等，其作業內容、方法可參考植物生態評估技術規範辦理。 （二）動物生態背景調查，包括陸域生態系調查、水域生態系調查，其調查範圍、時間、次數、方法、<u>努力量（調查時所使用之時間）、資料分析、呈現與統計等</u>，參考附件一辦理。<u>進行動物生態資源調查時，應儘量選擇干擾較少且具有代表性之調查方法執</u></p>	<p>三、動物生態評估作業步驟、內容、方法，依下列規定辦理： （一）與動物生態有關之環境現況說明，其項目包括開發基地之地理位置、氣候、<u>地質土壤、土地利用及與生態相關之特殊地區等</u>，其作業內容、方法參考植物生態評估技術規範辦理。 （二）動物生態背景調查，包括陸域生態系調查、水域生態系調查，其調查範圍、時間、次數、方法、分析及統計等參考附件一辦理。 （三）動物生態影響評估，應依開發行為對生物的干擾與對棲息地的影響等予以考量，並視開發行為可能產生之化學性污染及物理、</p>	<p>一、點次變更。 二、為明確動物生態評估作業的各項內容、用途及名稱，爰修正內容並新增相關附件。</p>

行，以不破壞為原則。但是若其他方法不適用或審查會中有要求時，可考慮使用捕捉之方式。進行調查前，依法需先申請許可者，應依相關規定辦理。

(三) 動物生態影響評估，應依開發行為對生物的干擾與對棲息地的影響等予以考量，並視開發行為可能產生之化學性污染及物理、生物與棲息地變化、外來種之侵入等衝擊進行評估，並考量開發行為對於環境之影響，擬定減輕對策和生態(或棲地)補償措施，評估內容參考附件二辦理。

(四) 動物生態監測，應選擇和進行背景調查時相同條件的調查地點、方法與努力量進行，並參考抽樣技術中常用的試驗設計，作為調查之設計，俾利後續比較及統計分析，動物生態監測得參考附件三辦理。

(五) 為了解開發行為對環境之影響與生態變化趨勢，動物生態調查及監測資料應記錄每一隻(筆)物種所在之座標位置，依標準格式建置，並繳交至環境部原始數據共享倉儲系統，數位化分布資料繳交

生物與棲息地變化、外來種之侵入等衝擊進行評估，並考量開發行為對於環境之影響，擬定減輕對策和生態補償措施，評估內容參考附件二辦理。

(四) 環境監測，應選擇和進行背景調查時相同條件的調查方法進行，俾利比較分析，動物生態監測應參考附件三辦理。進行動物相調查時，應儘量選擇干擾較少的方法為之，以不破壞為原則。但是若其他方法不適用時，可考慮使用捕捉的方式。進行調查前，依法令需先申請許可者，應依相關規定辦理。

參考附件四辦理。		
<p>五、開發單位在撰寫環評書件時，可運用國內各單位已有且公開之動物生態資料庫（如：生物多樣性資料庫共通查詢系統、國家公園生物多樣性資料庫、濕地環境資料庫、臺灣生物多樣性網絡…）作為環評書件中動物生態背景內容與可能涉及生態議題，並研擬適當調查方法及因應對策。其資料之有效時間應以作業準則規定為基準，並得考慮納入近六年之資料，且應有明確之數量、座標。若資料不完整，得僅作為背景參考；資料庫資料有疑慮時，不應納入。</p>		<p>一、本點新增。 二、為提供開發單位撰寫環評書件時更多元之生態背景資料來源，並規範資料使用原則，爰予新增。</p>
<p>六、因區位特性或開發行為特性，與動物生態因子無顯著關聯者，得免進行上述相關項目之作業，但需敘明理由。</p>	<p>四、因區位特性或開發行為特性，與動物生態因子無顯著關聯者，得免進行上述相關項目之作業，但需敘明理由。</p>	<p>點次變更。</p>

## 第四點附件一（修正後）

### 附件一、動物生態背景調查

由於動物的活動力強，活動範圍依季節、食物量、天敵等因素而有變化，因此，進行動物生態背景調查時，調查範圍應視開發案件和開發基地的特性來決定調查方法、重點項目、頻度。陸域動物調查應至少涵蓋開發區及其周圍可能影響範圍的區域，以充分了解開發地點的生態狀況、生態特性、生物資源、在生態上的重要性。動物生態背景調查資料可用於評估開發行為對該地生物的可能影響，並作為未來生態監測的參考。

執行調查期間，除收集與開發基地相關的生態文獻或資料庫外，最好有實地調查或採樣，內容應包含調查區域的環境概述、調查日期與時間、樣點之設立與描述、調查方法與努力量、使用的統計方法、調查結果與討論。調查的時間應包含兩個季節以上，在生態狀況良好或複雜的地點，應延長調查時間或增加調查次數。此外，報告中建議附上清楚的樣區地理位置圖、遙測影像、土地覆蓋圖與自然度分布圖，各空間資料均應明確標示比例尺和指北針。

由於不同種動物的習性、偏好棲息地、活動時段差異極大，應依據動物類別擬定最適當的調查方法、調查季節與調查時間，詳細列於環境影響評估（以下簡稱環評）報告書內。依棲息地環境可分為陸域生態系與水域生態系，陸域生態系調查動物種類至少應包含哺乳類、鳥類、爬蟲類、兩生類、蝴蝶等，而水域生態系之動物種類則至少包括魚類、蝦蟹類、螺貝類、蜻蜓類。若開發區位於河川之中、上游，應增加水棲昆蟲。

環評審查時，環評委員可能有特殊之認定調查內容，亦須注意，例如：在三百公尺以下的山坡地（其定義係依據水土保持法，包括海拔一百公尺以上、一百公尺以下但平均坡度百分之五以上）、國土生態綠網關注區域或河川、國有林事業區、試驗林地、保安林地之開發區，應收集過去開發基地內已有的生態資訊，並考慮將授粉蜂類、蛾類、甲蟲類或螞蟻類動物納入調查項目，雖然此建議在本規範並非強制性，環評審查時可能會有委員提出調查要求。此外，若開發基地附近有特殊的動物資源，如螢火蟲或其他特殊動物類型，也應比照辦理。

為了配合生態資料庫之建置，動物調查成果應盡可能將所發現之物種分類到種的層級（部分物種可能有鑑定上的困難，但仍應鑑定到「科」或「屬」的等級），並紀錄調查日期、發現時間與空間位置等資訊。資料庫的相關說明，請參考附件四。

#### 一、調查範圍

動物生態之調查範圍，宜以開發區邊界向外延伸五百公尺為基礎，若此範圍內有百分之五十之環境內容為自然度 $\leq 2$ 之區位，或位於重要軍事區域無法執行調查，則應擴展至一公里為界（圖 1-1）。若開發案為線型開發型態，如道路開發案，宜以開發位置向兩旁延伸五百公尺為基礎，在溪流環境內，應依據各溪流之特性、周邊之開發狀態、水質狀態，選定合適之調查點位。若此範圍內有百分之五十之環境內容為自然度 $\leq 2$ 之區位，或位於重要軍事區域而無法執行調查，則應以基地外擴一公里為界。若考量開發行為的潛在衝擊可能更遠，前述的範圍考量亦可做適當的調整，但請說明理由。



圖 1-1、動物生態調查之建議範圍，宜以開發基地（紅色區）邊界向外延伸五百公尺（紅色線）為基礎，若此範圍內有百分之五十之環境內容為自然度 $\leq 2$ 之區位，或位於重要軍事區域（綠色區），無法執行調查，則應擴展至一公里（黃色線）為界。若開發案為線型開發型態，亦以開發位置向兩旁延伸五百公尺為基礎。若此範圍內有百分之五十之環境內容為自然度 $\leq 2$ 之區位，或位於重要軍事區域無法執行調查，則應擴展至一公里為界。開發基地為衝擊區，對照區則為開發基地以外之區域。

調查區（或調查點）需區分衝擊區(impact area, 或開發區)及對照區(或稱控制區, control area)，其區分方式可依據開發行為而定。例如：科學園區或工業園區大多屬於面狀之開發，衝擊區可以採開發基地向外延伸一定之距離為準，其餘之區域則為對照區。而交通類型的開發案可以路線之兩側一定範圍為衝擊區，餘為對照區。又如陸域風力發電之風場可視其風機之排列而有不同，在臺灣本島海岸附近之開發，大多為線型或點狀型，其衝擊區應是風機基座和葉片轉動時所可能影響的區域，或可採點狀考慮，但在離岸風電部分，目前所見之風場大多為面狀，衝擊區則可以採各風場和外圍一定範圍。調查之樣本、樣線與努力量在兩區中均應有一定之比例，不能偏廢。對照區之範圍可以利用圖 1-1 所呈現的範圍內，選取適當的位置（樣區、樣線），做為對照區。

生態調查結果之呈現，亦需區分衝擊區和對照區，相關監測資料之分析亦同。調查時，應紀錄所發現物種之座標，呈現時，可將物種整體或個別物種之分布以地圖展現，並做必要之分析，如生物分布熱點、熱點變遷…等。

## 二、環境概述

不同類型棲地出現的動物種類也不同。在描述樣區環境時，除介紹該地點的地理特色，如經緯度、山脈、水系、年雨量…外，應簡單說明樣區的主要植被、地形，並列出樣區的棲地類型（如次生闊葉林、農耕地、人工相思樹林…），道路或聚落的密集程度，是否有河、湖、埤塘分布，樣區屬於平原地形或有陡峭山壁與緩坡等等，這些說明將有助了解該區動物的組成狀況。此外，建議在環評書件內附上樣區周圍實地拍攝的照片，照片中的植被與景觀要具有代表性，每種類型的植被或地景至少要一張以上的照片。

以最新之航測（如正射化影像、UAV）或遙測影像呈現開發區域之地景生態(landscape ecology)特色。航測或遙測影像資料應以能展現開發基地和鄰近地區之植被覆蓋特性為重點，請採用較高空間解析之影像呈現開發區之現況，勿以解析度差之影像展現，影像資料之拍攝時間建議以環評報告送件三年內為原則。

目前許多政府機構均建有一些過去調查所得之資料庫，在公民科學或國際單位亦有資料庫(如 eBird、iNaturalist...)，建議開發單位可以參考利用、參考這

些資料，以協助後續之調查規劃、資料呈現與分析。

### 三、調查日期、時間與次數

#### (一) 調查日期與調查代表性考量

調查日期應清楚註明年、月、日。由於調查物種不同所需調查的季節、天數、時段皆有差異，通常在調查日期一項列出野外調查的全部日數，而在各物種的調查方法內另外註明實際工作天數與調查時段。由於天候不佳常造成調查結果的誤差，所以進行動物生態調查時，應選定適合特定動物出現的合宜季節、天候狀況良好的日子。例如：無脊椎動物的繁殖狀態和脊椎動物有不同，調查期程和頻度可做必要的配合，以獲得更合理、更具有代表性的生態成果。

調查前建議應收集調查區之生態背景資料，例如透過已發表之文章、報告或是各公開資料庫之搜尋，取得可能的已知資訊後，再作適當的調查評估。為了要能得到具有代表性之動物生態內容，小型哺乳類之捕捉調查天數至少要四天三夜，才可獲得較具有代表性的動物資源資料。建議每次調查時，均應有足夠之努力量，亦即小型哺乳類應有四天三夜之調查努力量，其餘之物種亦應有類似之努力量，陸域和水域生態之調查，每季一次之調查應至少包含三個樣品；紅外線自動相機之調查除了放置位置需有合理性外，也需有足夠的數量（相機應架設於自然度較高之區域，即自然度 $\geq 2$ 之區域，但部分溪流附近在自然度 $< 2$ 之區位也仍值得架設，由開發單位自行評估，並檢具說明），建議彼此距離至少二百五十公尺（必要時可以調整），數量至少五台以上，若有需要應自行增加或減少，亦請檢具說明，相機之設置應有代表性之設置時數（相機每季至少工作一千小時，若位於石虎可能出現之區域，則建議應達一千五百小時），環評書件內應清楚說明每一類型動物之努力量，建議以小時數呈現，努力量應標準化，以利後續之比較。三個樣品之調查時間可以做適當之間隔，不一定要連續執行三天。請注意本規範僅是最低要求，調查者應酌量增加調查努力量，以獲得更精確、代表性的動物資源與分布資訊，減少環評審查中的困擾。

#### (二) 調查頻度

動物生態調查之頻度，應依環境敏感等級狀態進行。動物生態的狀態常因所在區位之特性而有不同，動物族群的數量和群聚組成亦會有所變化，因此，開發區域應依環境敏感特性進行適當之動物生態調查，生態環境越敏感之區域（如自然度較高之位置），調查努力量要求越高。動物生態的環境敏感等級(圖1-2)的區分如下：

第1級區域：不含山坡地的平地，海拔在一百公尺以下。

第2級區域：山坡地、重要野鳥棲地(Important Bird Area, 即IBA)、國有林地、海岸保護區、國家重要濕地(濕地保育法)。

第3級區域：包含以自然保育為重點之保護區，包括國家公園和國家自然公園(國家公園法)、自然保留區(文化資產保存法)、野生動物保護區和野生動物重要棲息環境(野生動物保育法)、自然保護區(森林法)。

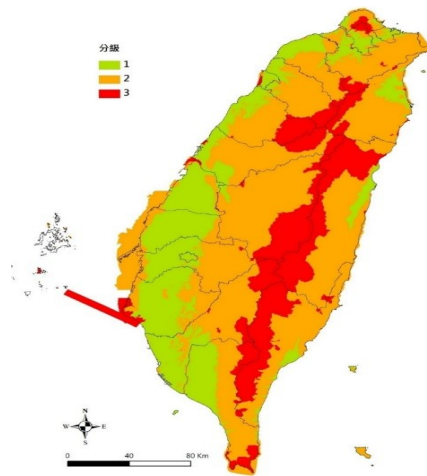


圖 1-2、將各級區域圖層套疊後，所建立之生態環境敏感區域分布，本規範以此分區資料界定動物生態調查之頻度。金門和馬祖地區（未呈現）的處理情形亦同

開發區域位於第 1 級區域中，應至少進行兩個季節的野外調查，以了解生物在不同季節間的出現狀況。如果預定開發地點是在生態狀況較複雜的第 2 級區域，則建議應主動增加調查時間與次數，如：國家重要濕地、國土生態綠網，以強化對這些區域生態狀況之了解。第 3 級區域依國內之現行法令，屬於限制開發之區域，若有特殊因素必須進行開發時，應進行最詳細的調查。各級區域應調查次數及頻度，詳見表 1-1。

表 1-1、在環境影響評估作業中，進行動物生態背景調查時，各級區域應調查次數及頻度

表 1 在環境影響評估作業中，進行動物生態背景調查時，各級區域應調查次數及頻度

最低調查頻度 <sup>1</sup>	第 1 級區域	第 2 級區域	第 3 級區域
	雨季	雨季-四季	四季
說明	每季 1 次，每次至少相隔約 60 天以上	每季至少 1 次，但應視開發區內生態特性延長或酌增調查（季節、次數等），若為三季以上（含）之調查，其時間間隔約 40-60 天內	四季，每季 2 次以上，其時間間隔可縮小

<sup>1</sup>動物生態調查之物種，陸域生態系至少應包括哺乳類、鳥類、爬蟲類、兩生類、蝴蝶等，水域生態系應含魚類、蝦蟹螺貝、蜻蜓（成蟲期）等。但得視開發區域之環境特性，予以增加。例如若開發區位於河川的中、上游區，應增加水棲昆蟲項目；若開發區位於 300 m 以下的山坡地或山區，也建議可以考慮增加授粉蜂類、蛾類、甲蟲類、螞蟻類或其他特殊之物種類型，補充調查的樣點設立與調查方法，亦應依本規範之規定辦理。因開發基地已知之生態環境特性，於環評審查會中討論，並經決議應進行補充調查者，開發單位應執行這些調查。

\*動物生態調查之物種，陸域生態系至少應包括哺乳類、鳥類、爬蟲類、兩生類、蝴蝶等，水域生態系應含魚類、蝦蟹螺貝、蜻蜓（成蟲期）等。但得視開發區域之環境特性，予以增加。例如若開發區位於河川的中、上游區，應增加水棲昆蟲項目；若開發區位於三百公尺以下的山坡地或山區，也建議可以考慮增加授粉蜂類、蛾類、甲蟲類、螞蟻類或其他特殊之物種類型，補充調查的樣點設立與調查方法，亦應依本規範之規定辦理。因開發基地已知之生態環境特性，於環評審查會中討論，並經決議應進行補充調查者，開發單位應執行這些

調查。

季節的劃分一般以三月至五月為春季，六月至八月為夏季，九月至十一月為秋季，而十二月至隔年二月則為冬季。調查時，不應以相隔太近的月份當作兩季的資料，為了避免爭議，造成環評審查之延宕，宜以至少六十天作為兩季之間隔，但若為三季以上（含）之調查，其時間間隔約四十至六十天內。此外，水域生態系受天候影響明顯，其調查建議應能以涵蓋豐水期、枯水期之狀態為佳。

調查時，也應掌握動物之生態特性，以能釐清動物之繁殖、出沒活動…之狀態為佳。若開發區位於森林區，請加強繁殖期（如鳥類）動物生態之調查；若開發區位於海岸附近，應特別注意調查期間應包含春或秋時間之候鳥季，必要時應增加調查次數，以獲得較正確的動物生態基礎資料；此外，對於在海岸繁殖的鳥類，如小燕鷗、東方環頸鴿…，也應兼顧。請注意：本技術規範之要求為最低之努力量，在審查時，可能會因為開發基地的生態特性而被要求進行更多調查，建議調查者應該執行更嚴謹的動物生態調查。

#### 四、樣點之設立與描述

執行動物生態調查時，宜以較新之航遙測影像（如：正射化、無人機或高精度之航遙測影像），製作調查範圍內之土地利用/覆蓋圖，說明開發區域的土地利用狀況。

進行動物生態環境調查時，應於前述之衝擊區和對照區安排足夠數量且具有代表性之調查樣點、樣線、樣區或自動相機。為有效利用人力、物力，可使用抽樣方法進行調查，一般常設置調查點或沿著穿越線進行調查或放置陷阱捕捉。在報告中應以地圖列出調查點位置或數量，並說明調查點的環境狀況，且報告中應附上標明調查點的地形圖或像片基本圖，圖上必需有座標、比例尺、圖例代號說明，顯示該樣區的方位、面積大小與符號的意義，讓人容易判讀調查結果。在地圖上的調查點標記應正確且清楚，最好於野外調查時，先以衛星定位系統(GPS)定位，並註明在報告中。

若調查路徑採沿固定路徑前進的穿越線法(line transect)，則需在地圖上標明路線，也請避免進行路邊調查。由於棲息地的微小差異對移動力不佳的物種的分布有重大影響，因此，樣區內調查點、樣線或區域的描述極為重要，不論是抽樣的調查點或行走穿越線，都應詳細描述周圍環境狀況。若在調查期間遇到天災或其他因素，導致調查點位置必需更動，則需在報告中清楚說明必需變更的原因，以及變更哪些調查點，若繼續在原地點進行調查需說明環境的變化，若選擇新調查點則需描述環境，並標示於地圖上。

#### 五、調查方法

調查方法中應包含使用的調查方法名稱、該方法的使用限制、使用該方法的原因，並詳細描述該方法與使用工具、實際調查的時間、調查的人員數量；若設置樣點或穿越線應列出設置方式，如各樣點或穿越線相隔距離、行進速度、調查範圍、樣點數目等。常見調查方法原則上可依資料收集方式、捕捉與否，大致區分如圖 1-3 所示：

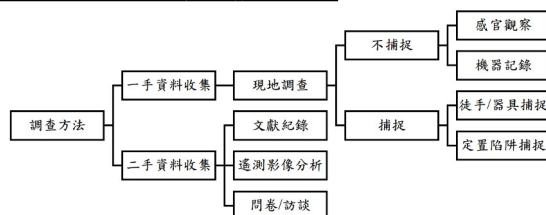


圖 1-3、常用動物調查方法區分

一手資料又稱為原始資料，為現地調查成果資料，而二手資料又稱次級資料，為文獻收集、問卷訪談等歷史資料，環評書應包含歷史文獻紀錄與原始資料比較分析結果，原則上以不捕捉之調查方法，做為主要資料收集方式，捕捉調查應以活捉器為主，並定時巡查，需注意符合相關法規、動物福祉的要求。由於各物種特性不同，以下依陸域生態系及水域生態系中，各生物類群常用調查方法及應注意事項依序說明，調查者可依據開發地區特性、人力、物力、環境狀況，單獨或合併使用不同的調查方法。

動物調查成果最好能採用較嚴謹的密度方式呈現，勿僅以發現物種數量呈現，在選用調查方法時，建議調查時能考量到此需求。

#### (一)陸域生態系

陸域動物依不同物種、棲地環境而有不同的調查方式，考量臺灣分類學研究進展與長期生態監測可行性，建議以哺乳類、鳥類、爬蟲類、兩生類與蝴蝶作為陸域生態系之代表性動物，在三百公尺以下的山坡地開發區，也應考慮將授粉蜂類、蛾類、甲蟲類或螞蟻類納入調查。若開發基地附近有特殊的動物資源，也應補充調查。本規範所提到之方法為臺灣常見者，調查時可以實際之需要酌予增加調查法，但應敘明清楚，以下分別介紹各類群調查方法：

##### 1.哺乳類

臺灣的哺乳動物有大如臺灣黑熊，小至嚙齒類的老鼠，因體型差異極大，一般將哺乳動物分為小型與中、大型哺乳動物幾類分別進行調查。

中、大型哺乳動物分布密度相對較低，多半不易發現，因此，調查方式多以觀察是否有食痕、足跡、排遺、抓痕、訪問當地居民、設立氣味站...等各種間接證據為主，在報告中應詳細說明調查路線與調查時段、人力...等各項細節，調查時採用之調查方法或設立之調查站，也應一併說明。

調查中小型哺乳類動物通常以各種不同類型的陷阱，配合食餌捕捉，建議應避免使用會殺死動物的捕捉裝置，報告中需要清楚說明捕捉位置、陷阱數目、捕捉時間（幾個 trap-night）、陷阱種類、陷阱設置方式與距離、餌料種類等項目，最好能對設置陷阱處稍作環境描述。不論有無捉到動物，都應該列出動物的測量項目與事後處理方式。陷阱設置的數量應隨調查樣區面積越大而越多，而為了符合統計上的要求，建議至少要放置三十個以上的捕捉器。

若在夜間進行調查，亦應列出調查時段、使用工具、調查人力與調查路徑。

過去有關哺乳類的調查報告常忽略蝙蝠，或將偶然見到的極少數蝙蝠當作調查結果，常造成哺乳類的調查結果僅以嚙齒目動物為主。因蝙蝠會飛翔且在夜間時段活動，調查方法須配合其習性，故要同時採用多種調查方法，才能獲得調查區域內的各種哺乳動物資料。調查時，若欲獲得族群豐度之資訊，應採用國際間所沿用之標準方法。

紅外線自動相機之架設也是值得考慮，許多研究成果發現，在人跡較少的區域，放置自動相機，常可以得到一些運用其他方法所不能獲得的動物生態調查成果，因此，建議開發單位在一些自然度略高之區域，設置足夠數量的自動相機。

以下就臺灣近年來研究人員所使用之調查方法，分別介紹：

##### (1)觀測式調查

###### A 穿越線法

在樣區內選擇適當之穿越線，以徒步緩行方式，記錄沿線所目擊之哺乳類動物的種類、隻數、出現地點之海拔高度、棲息地類型與動物之活動狀況，並可同步記錄所發現之哺乳類動物的叫聲、足跡、排遺、食痕、掘痕、窩穴、殘骸等跡相，據此判斷動物之種類並估計其相對數量。夜間則是以強力探照燈搜

尋夜行性動物之蹤跡，並記錄其是否有鳴叫聲。此法以中大型哺乳類動物為主要觀察對象，但亦可用於小型哺乳動物。

#### B 定點觀察

選擇哺乳類動物可能經過或出現之地點以及棲息之洞穴，以守候觀察或設立紅外線照相機拍攝之。此法比較適合觀察優勢物種，可以得到豐度資訊，不過，非常耗費人力或財力，且所得之數據可能達不到最理想之程度。但相對的，若地點恰當，則可能可以偵測到一些稀有性之物種。一般用於較特定之調查工作上，曾用於觀察飛鼠、蝙蝠與食肉目動物。

#### C 紅外線自動相機

紅外線自動照相機的原理是利用熱感應器引發內裝高感度底片的相機，拍攝感應範圍內的動物出沒，一般以此法可以拍攝到在調查時無法目視的哺乳類與鳥類。設置地點以獸徑、水域旁、橫倒木邊為佳，亦可在開闊處設置誘餌吸引動物接近拍攝範圍內。架設相機時，最好與拍攝點呈四十五度角，焦距設在三至五公尺處。此法不會傷害動物，可發現隱密性高的物種，而且花費人力少，調查人員也不用滯留在調查區中，但因相機容易失竊或故障，造成維修上的問題且花費金額較多，而且常有重複拍攝同一隻動物的結果。此法常用於中、大型哺乳動物的調查，過去的研究成果建議自動相機須達到一定之工作時數後，所得之結果才具有代表性。

#### D 設置氣味站

氣味站的原理是利用動物被特殊氣味吸引而接近嗅聞時，在預先鋪設的沙土上留下腳印，或被紅外線自動照相機所拍攝，藉此辨識物種。設置氣味站的地點以獸徑、水域旁為主。在選定的位置整理出半徑至少一公尺的圓形平坦區域，並鋪上約零點五公厘厚的鬆軟土壤，在圓心豎立樹枝或其他支撐物，枝上安置有強烈氣味之物，如魚肉塊、魚內臟、魚肝油、芳香劑、含動物尿液的棉花球等。此法適用於大型動物。

#### E 超音波偵測器

蝙蝠之調查可以運用超音波偵測器進行，但此法並不一定能偵測到所有的物種，在許多的山區中，建議可補充其他的方法。調查前期，可於黃昏時，以目視觀察蝙蝠出沒的狀況。於每個樣區中，擇定一條穿越線，用緩慢速度步行，以超音波偵測器記錄穿越線附近蝙蝠出沒的情形，此外，也可以選擇多個樣區，以定點方式記錄。此偵測器以錄音方式記錄蝙蝠所發出之超音波。所得之錄音結果可以進行音頻分析，或利用已有之超音波資料庫進行聲紋比對，以得到物種之鑑定。不過，目前臺灣各界在聲紋的鑑定與分析上，有一定程度的誤判情形，建議執行者應該要再確認此種蝙蝠之生態習性，以免造成誤判。例如過去有一些環評書件中，將出現於山區的蝙蝠誤認出現在海岸區域的風機附近。為了確保資料之正確性，建議調查單位應保存可驗證的錄音檔作為驗證和後續之查核。此外，在報告中也應敘明清楚錄音方法、時段、架設環境（樣點選擇）、設定、器材、努力量（如：錄十分鐘或錄前半夜）。

#### F 蝙蝠屋監測

蝙蝠屋的架設須考量如地景、附著物、日照、高度、方位、水源供應、後續清潔維護、附近有無蝙蝠棲所、人為干擾、掠食者等各類因素，由於蝙蝠實際入住時間可能相當長，不適用於短期性調查。

#### (2) 捕捉調查

此法較常用於平時不易發現或辨識之小型哺乳動物（如齧齒目之鼠類、食蟲目及翼手目）以及部分大型哺乳動物（如食肉目）。針對不同物種可分別使用掉落式陷阱(pitfall trap)、薛氏捕捉器(Sherman's trap)、蝦籠捕捉器(shrimp trap)、台製松鼠籠、捕鼠夾(snap trap)、鼯鼠夾、毛髮及排遺陷阱、霧網(mist

net)、豎琴網(harp trap)、廣口捕蟲網、大型捕捉籠(Tomahawk trap)等。為達到不傷害開發區域之動物資源，建議進行動物生態調查時，應避免使用會殺死動物的捕捉裝置，如捕鼠夾與鼯鼠夾。

設置陷阱時可沿調查的穿越線設置捕捉線，在捕捉線相隔一定距離放置陷阱，陷阱中須放置餌料，必要時要增加保暖的裝置。捕獲動物後，記錄其捕獲地點、海拔高度、棲息地類型、種類及性別，並測量動物之體長、頭軀幹長、尾長、後腳掌長、耳長及前臂長（翼手目）等各項基本形態值後原地釋放。

#### A 掉落式陷阱法

利用動物遇到障礙物會沿著邊緣前進的習性，使其掉落預先埋設的陷阱。選擇森林底層或林道旁平坦而土質鬆軟的地面，挖掘約二十公分深的地洞也可放置水管、水桶（讓動物無法跳出為原則），洞中放置杯狀器皿，容器底部戳洞以排除雨水，杯中放置麵包蟲、碎肉、魚蝦粉或椰子粉，作為誘餌並避免動物因落入陷阱而餓死。地面安裝圍籬，可沿著圍籬向外呈Y型埋設，洞與洞相距約二公尺，將數個地洞設置成一個陷阱組。圍籬以厚塑膠布圍繫，並以筷子、鐵絲固定。全部設置工作須於日落前完成。此法適用於臺灣鼯鼠與水鼯以外的小型哺乳動物。

#### B 捕捉器捕捉法

活捉動物的捕捉器有大型捕捉籠、薛氏捕捉器與台製松鼠籠，其中大型捕捉籠以捕捉中型哺乳動物（食肉目）為主，其他主要針對小型哺乳動物。

在穿越線（可與穿越線法的路徑不同）上選擇石縫樹洞旁、林道邊、灌叢下方甚至住家附近的水溝放置捕捉器，捕捉器至少要相隔十公尺以上，並應盡可能包括不同棲地類型，避免只捕捉到優勢種。設置時人員一定要戴手套，避免殘留氣味，將地面稍做清理或選擇地面平坦處放置，捕捉器的入口與籠身也要清理及偽裝，籠子上方可放置石塊固定，並於附近作記號表示位置。捕捉器中必須放置誘餌，一般使用地瓜沾花生醬、燕麥片、肉類、香腸、蘋果、柑橘、起士餅乾等。設置工作要在天黑前完成，若在冬天、雨天等惡劣天候或雪地、高海拔區域進行捕捉，應放置更多誘餌，並在籠外放置塑膠套或籠內放置碎紙，讓動物可以維持體溫。動物可能對新設置的捕捉器不熟悉而不易入籠取食，因此，捕捉器放置時間越長，捕捉機率越高，捕獲種類也會增加，但受限於人力與時間考量，建議至少連續放置四天三夜，預期應可捕捉到半數以上的齧齒目與食蟲目物種。

捕捉器設置期間，應每日檢視並補充餌料，若天氣寒冷或高溫，應增加檢視次數。捕獲動物後，將動物移到透氣網袋，進行測量與拍照後釋放，處理過程中調查人員要戴手套，以防被動物咬傷或感染。

#### C 毛髮及排遺陷阱

此法常搭配氣味站、排遺陷阱設置，利用魔鬼氈或雙面膠等沾黏動物毛髮以供辨認分析，底部一端放置食餌，光滑底板可方便收集排遺，裝置架設於獸徑、隱蔽處，日間巡視陷阱，收集毛髮及排遺後，清理、更換誘餌與魔鬼氈、雙面膠，此法對動物傷害較小，但調查人員需具備一定程度辨識能力。

#### D 網具陷阱

設置霧網及豎琴網是最常用於調查蝙蝠的方式，或搭配廣口捕蟲網現場捕捉，使用網具陷阱須預先向調查點所在的主管機關申請使用許可。霧網多混棉線材質以吸收部分超音波，讓蝙蝠不易偵測到，利用兩組竿子架開霧網，面積須大到可阻斷蝙蝠飛行通路。設置地點以棲所出口（屋簷前、洞口）、樹冠呈隧道狀的林道、林道轉彎處、水域溪流上方、田野空曠處為主；設置前要先觀察是否有蝙蝠出沒與其飛行路徑。架設工作要在天黑前完成，因日落後的二到三小時是蝙蝠的活動高峰期，捕獲機會最大。調查人員在等候期間應保持安

靜，避免走動與談話。至少十五分鐘到三十分鐘就要檢視網面一次，避免蝙蝠上網後逃脫，或因掙扎過久而受傷。上網的蝙蝠要小心解下，除了不易辨識或特殊種類（新種、新紀錄種），可置至於透氣袋內進行詳細檢視，其餘個體應盡快紀錄及釋放。

而豎琴網多以魚線製作網目，至少兩層以上，利用蝙蝠想穿過多層網子而讓其掉入下方的袋中，調查的過程中人員可以不用守在網子邊，可以增加調查的時間，通常會用在整夜的連續調查上。

#### E 無線射頻辨識追蹤法

此法用於了解特定動物活動範圍、活動時間區間等資訊，亦可減少多次人員接近動物造成的干擾。藉由將其他方法捕捉之活體，安置射頻標籤或無線電發報器，釋放該個體後即可藉由接收器取得所需資訊，近年來此標記追蹤技術已有長足進步，功能多樣，應視欲追蹤之個體，挑選合適之設備，安置設備應有獸醫或具相關認證人員協助。由於安置標籤或發報器仍會對動物個體造成負面影響，一般裝置建議總重需在個體體重百分之五以下，並需考量回收與訊號追蹤距離、地形限制等。

#### F 衛星發報器

此法近似無線射頻辨識追蹤技術，惟追蹤之訊號改以衛星訊號，價格較昂貴，接收資料甚至需另外收取費用，較不受地形限制，安置設備亦需獸醫或具相關認證人員協助，一般裝置建議總重需在個體體重百分之五以下，並需考量裝置回收問題。

#### G 訪問調查

以問卷或訪談方式詢問地點附近活動人員有關當地動物出現狀況、種類、出現地點及動物習性等資料以作為補充現地調查不足之資料，一般會準備輔助說明之照片包含目標物種及非目標物種之其他近似種，以確認詢問對象確實具備辨識能力。本法被廣泛應用於目前的環評作業中。使用本法之優點在於補充調查人員可能的缺失，增加動物之種類；其缺點則在於這些動物出沒的時間、地點和種類比較難以掌握，資料不易量化，精確度稍差。哺乳類調查一般多運用於中、大型哺乳類之調查。

#### H 文獻收集

藉由收集鄰近開發區之過去生態調查計畫資料或其他調查文獻，已了解調查區域可能存在的動物資源，由於多數資料分散在各政府機關、各生態相關資料庫或歷史文獻中，如生物多樣性資料庫共通查詢系統、國家公園署國家公園生物多樣性資料庫、濕地環境資料庫、林業及自然保育署生態調查資料庫、生物多樣性研究所臺灣生物多樣性網絡、中央研究院臺灣生物多樣性資訊機構、各地方政府、大專院校、環評公司、非政府組織等，調查單位應審慎收集相關資料，並避免使用重複及錯誤資料，此法可補充現地調查因時間、人員、環境變遷等因素未能調查到之資料，較能全面了解欲開發基地之動物資源狀態。

#### 2. 鳥類

依據中華鳥會 2020 年公告之鳥類名錄，出現於臺灣之鳥類已達六百七十四種，種類數量繁多，不同物種棲息環境與生活方式亦有所差異，有區域性留鳥、遷移性候鳥、偏好群聚活動或單獨活動、易發出鳴叫或鮮少鳴叫、偏好日間活動或夜間活動物種，各類物種適用之調查方法亦有所差異，為較全面了解調查區域鳥類資源，應採用多種調查方法，並詳加收集該區域文獻紀錄，以減少單一調查方法造成的資料偏差，鳥類相較其他陸域動物類群有較多的觀察者，亦有農業部生物多樣性研究所長期推動的臺灣繁殖鳥類大調查計畫(BBS Taiwan)可做為許多調查區域參考背景，但由於鳥類具備飛行能力，遷移能力較強，故仍需以現地調查資料作為主要參考依據

鳥類調查需要註明調查的時段、行走的調查路徑方式以及使用之工具，其中調查路徑部分，必需附上詳細的路徑圖，建議以五千分之一像片基本圖或正射化影像圖為基礎繪製。若調查地點是山林中，因視線易被阻擋，調查人員必需具有聽音辨鳥的能力，而且應選擇晴朗無風的天氣進行調查，以避免鳥隻減少活動而不鳴叫或強風干擾鳥音的問題。

陸域之日行性鳥類調查的時間最好在日出後三小時或日落前三小時內完成；夜行性鳥類的調查時間，一般在傍晚至凌晨十二點前進行。海岸水鳥則需要考慮當地水鳥是否有隨潮汐移動的狀況，以決定合宜的調查時間。

以下就臺灣多年來，一般研究人員所使用之調查方法，分別介紹：

#### (1) 穿越線法

最常使用且理論發展完整的方法，是在調查區域內選擇一條以上固定方向之穿越線，穿越線法之調查結果，應依據穿越線長度及各鳥種之有效察覺距離，計算並呈現鳥類密度資料。臺灣多數調查多利用既有的道路進行調查，應為沿線調查法，以穩定速率記錄沿途發現之鳥種、數量、距離及方位等資訊，穿越線長度及調查人數最好固定，多條穿越線彼此間隔建議在一百五十公尺以上，以避免重複計數，此外，建議各鳥種以單次最高觀察數量記錄，亦可避免個體重覆計數。一般來說，平坦地區的穿越線行進速率會比在山區小徑更快，臺灣由於地形崎嶇且調查人員多以步行為主，穿越線速率通常比較慢，一般為每小時一至二公里左右。此法適用於各類型棲息地，如海岸、開闊平原、已開發區，不過此法的察覺線索依賴鳥類鳴聲與觀察者目視察覺，因此觀察者的察覺能力高低、冬季鳥類鳴叫次數變少等因素皆會影響調查結果。臺灣山區地形較陡峭且路徑大多崎嶇難行，調查者沿著登山步道進行調查時，危險性亦較高。

#### (2) 定點計數法（圓圈法）

一般當作穿越線法的變形，觀察者仍沿著預定路徑行進，但與穿越線法不同之處在觀察者停留在定點時才進行鳥類調查，比穿越線法更適用於崎嶇地形。每一取樣點停留的時間愈長，同一隻鳥被重複計數的可能性也愈大，但停留時間過短，則部分鳥種可能會被漏失。一天中之調查時段，以及每一取樣點的最適停留時間(optimal count period)會因不同的棲息地及季節而有所差異。一般而言，繁殖季所需時間較非繁殖季短、植被單純地區所需時間較複雜地區短。目前臺灣繁殖鳥類監測方法建議採用六分鐘為最適停留時間，非繁殖季時，則應停留更久。但執行海岸候鳥調查時，建議應先進行選擇最適時間測試，再進行較完整之試驗性調查後，以確認應該執行調查之最適時間，不過，海岸候鳥調查建議以群集計數法為佳。定點計數法之調查結果，應依據所察覺各鳥種之有效察覺距離，計算並呈現鳥類密度資料。

#### (3) 群集計數法

近似定點計數法，差別在於觀察者在選定視野良好的觀察點後，由該觀察點記錄該固定調查樣區內所有鳥種及數量，不受最適停留時間限制。此法適用於開闊區域，主要在河口、沙洲、魚塢、潮間帶等開闊地區水鳥，尤以大量度冬族群最為適用。此方法之執行時間隨該地每次的群集大小而定，以計數完成為終止，請注意，此時間會隨季節變動極大。

#### (4) 全域計數法

劃定的調查區域若調查範圍面積不大且視野良好，可讓調查者對該區域進行完整鳥類計數，調查者可選擇適當的調查路線與地點，以視覺及聽覺計數調查範圍內的所有鳥種與鳥隻。全域計數法之調查路線應可有效察覺調查區域內的所有鳥類，且結果應明確呈現調查區域範圍及調查路線。

#### (5) 時間種類計數法

穿越線法或定點計數法改變資料記錄方式的調查法，記錄各鳥種第一次被發現的時間，再依各鳥種出現的先後次序給予不同的數量等級，此法預期密度高的鳥種會比稀有鳥種更早被觀察到，由於此法並不記錄鳥種的個體數，僅能提供各鳥種數量等級，對於同一地區不同時間的鳥種數量波動，或不同區域間相同鳥種族群量變動無法比較，並不適合應用在環境監測上。

#### (6)聲音辨識法

為其他現場調查的輔助方法，調查者應具備鳥音辨識能力，可用於補充不易看見的鳥種。相較目視觀察記錄，此方法比較適合於鳥類繁殖期中進行。

#### (7)回播法

藉由播放鳥音引發個體鳴叫或前來，適用視線不佳調查區域或隱蔽性高之鳥種，運用此法可能導致觀察者因擴音器干擾或影響其他非目標鳥種、非混群鳥種的察覺，且僅適用特定時間出現的特殊物種，例如：八色鳥。請注意，若於同一地點在短時間內執行多次回播，有可能會造成特定鳥類無法被吸引再次出現或回叫，造成此法之估計值失真。

#### (8)數巢法

此法受限於鳥隻須築巢在空曠而易於進行計數的地方，調查時間亦侷限於繁殖季，不適用於全部鳥種的調查。

#### (9)棲所計數法

針對鳥類的夜間棲地進行調查。此法僅適用針對鳥類的夜間或漲潮休息棲地進行調查，不適用於全部的鳥種。

#### (10)遷移計數法

此法較適用於遷移期途經瓶頸區鳥種，如出現於臺灣南端的灰面鵟鷹調查，不適用於全部鳥種的調查。

#### (11)領域描圖法

較耗費人力、時間多，只適合具有領域性的鳥種之族群調查，且森林內因為視線阻隔，也難以觀察描繪鳥類之領域。

#### (12)紅外線自動相機

相關方法同哺乳類之方法描述，由於人為干擾較低，可發現隱蔽性較高之鳥種。

#### (13)自動錄音法

藉由設置自動錄音設備方式記錄調查區域常發出聲響的物種，常用於鳥類及蛙類，由於人為干擾較低，可發現隱蔽性較高之物種，一般會搭配定時器擷取鳥類鳴叫較頻繁之時段，以降低全時監聽後，需耗費大量時間分析資料的問題。

#### (14)航空照片法

以拍攝之航空照片辨識鳥種及隻數，適用於水域或草原停棲的大型鳥類之估算，花費較高，不適合調查森林鳥類或隱蔽性的鳥種。

#### (15)雷達偵測法

隨著雷達系統的演進，多年來亦應用於遷移性、夜間或特定用途（如風機架設之評估）之鳥類調查，其優點在於全天候，在天候不佳或夜間均可進行調查作業。雷達可偵測物體的移動軌跡，常應用於候鳥遷徙或鳥類區域性飛行路線等研究。此法可以進行長時間、大尺度的調查，並能在夜間等無法利用視覺觀測的情形進行作業；其限制則是受地形、地物與降雨的干擾甚大，且必須搭配目視調查才能判釋鳥種。

若開發案件的評估需要鳥類的飛行路徑與飛行高度等資訊（如風機架設之評估），且開發基地中的地形、地物等屏蔽少，則建議進行雷達調查，並搭配目視調查取得物種資訊。同時建議應提供原始雷達畫面（至少連續三十分

鐘)，用於判別調查區內雷達訊號之可能限制，以評估結果之合理性。

#### (16)空載熱感應掃描

以儀器感應溫度，判斷是否鳥類活動或鳥巢，目前多應用在家禽監控或鳥類代謝相關研究，曾用於澳洲塚鳥(malleefowl)巢穴數目的估算。

#### (17)網具陷阱

常用鳥網近似蝙蝠調查使用之霧網，惟主要以尼龍材質織成，價格較便宜，隨目標物種不同有不同網目大小之種類，如麻雀網、畫眉網、斑鳩網等，霧網架設須預先向調查點所在的主管機關申請使用許可，除非必要，不在惡劣天候、鳥類繁殖期間作業，應注意如動物福祉、在地居民、潮汐（水鳥）等，巡視陷阱時間不可間隔太久，避免中網鳥隻死亡，此法多為繫放、無線電追蹤、衛星追蹤等前置作業。

#### (18)人工巢箱監測法

巢箱設置多用於補償人為干擾後，缺乏天然樹洞之人工林區，一方面增加可供利用的棲地，一方面增加調查的便利性，巢箱架設需考量目標鳥種、掠食者、人為干擾等因素，後續亦須清潔維護，此法僅適用會利用巢洞的物種，不適用於全部鳥種的調查。

#### (19)繫放法

此法須要較多的人力及時間，多用於局部地區調查，而有些森林的林冠層高達數十公尺，在實際操作上亦有困難。

#### (20)無線射頻辨識追蹤法

相關追蹤技術同哺乳類之方法描述，過去的鳥類研究曾用在猛禽、大型水鳥等。

#### (21)衛星發報器

相關追蹤技術同哺乳類之方法描述，鳥類多用在猛禽、大型水鳥等。

#### (22)訪問調查

相關方法同哺乳類之方法描述。

#### (23)文獻收集

相關方法同哺乳類之方法描述。

### 3.爬蟲類

爬蟲類動物多為外溫動物，環境常影響其體溫維持，故天候狀況會影響爬蟲類的出現率。爬蟲類的類別甚多，包括蛇、蜥蜴、烏龜、鱷魚等，體型與生活環境的差異性大，調查者須視種類、環境採取不同調查法，一般會分為日間與夜間調查，以收集日行性及夜行性物種資料，由於氣候會影響其出沒狀況，因此需註明調查時段與調查時的天氣狀況。調查方式也相當多，故需清楚描述調查方法的名稱、詳細內容、參與人力…等各項資訊，若使用工具亦需註明。

爬蟲類之調查可於物種最活躍的時間（早上十點前後）進行，但夏季時，因為溫度高，可於早上八點前後進行。

爬蟲類動物大多生性隱蔽、活動迅速、不鳴叫、活動跡象較少，較不容易觀察，往往需併用多種調查方法、較長時間調查積累，才能達到資源普查的目的。部分種類的爬蟲類棲地專一性高或活動時段較穩定，應選擇可能出現的區域與時段，如龜鱉類物種日間常在水域附近曝曬陽光、蝎虎主要在夜間活動，常利用人工建築物等。如以主動翻尋、定置陷阱，或因辨識需要而採徒手或用器具捕捉，應注意自身安全與動物福祉，避免遭毒蛇咬傷、造成蜥蜴斷尾或動物傷亡。

以下就臺灣近年來研究人員所使用之調查方法，包括：

#### (1)目視遇測法

相關方法同兩生類之方法描述，惟調查對象改為爬蟲類，相較兩生類大多

在夜間活動，爬蟲類則日夜兼有，建議可搭配望遠鏡或望遠鏡頭增加識別物種機會，夜間則需搭配手電筒。

#### (2)鳴叫計數法

相關方法同兩生類之方法描述，惟調查對象改為爬蟲類，由於僅有少數爬蟲類物種會發出鳴叫，如疣尾蝮虎、大守宮，故常作為輔助方法。

#### (3)掩蔽物翻尋法

相關方法同兩生類之方法描述，惟調查對象改為爬蟲類，具有簡單、省錢等優點，但須要較多人力，對於不會躲藏在遮蔽物的種類或處於生活史某些階段的個體無法收集到資料，一般適用於陸棲的小型蛇類、蜥蜴及烏龜等。調查人員在可能出現爬蟲類的微棲地內，以徒手翻找環境中的遮蔽物（石頭、木頭、樹皮、廢輪胎、廢傢俱等），並輔助手套、手電筒、蛇勾、耙子等工具，檢視洞穴或腐葉泥土，紀錄看到與捕捉到的爬蟲類動物後，再將遮蔽物恢復原狀並放走動物。在放回遮蔽物時需小心，特別是對於重量較大的遮蔽物，如岩石或倒木，應緩慢放置，避免壓傷其下的動物。

#### (4)穿越線法

相關方法參照兩生類之方法描述。

#### (5)道路調查法

相關方法參照兩生類之方法描述。

#### (6)徒手捕捉法

相關方法同兩生類之方法描述，惟調查對象改為爬蟲類，針對日行性蜥蜴與蛇類，可在最活躍的時間（早上十點前後）進行調查，但於夏季時，因為溫度高可於早上八點前後進行；夜行性種類應利用手電筒於夜間（日落後約一小時後）進行調查。

捕捉時應注意最好帶上手套並隨身攜帶急救器或血清，以維護調查人員的安全，捕捉部位應針對動物頭部或頸部，且應該避免用力過猛而壓傷動物，對尾部會自割的蜥蜴更須避免觸及尾部。捕捉毒蛇可利用蛇勾、捕捉夾、Y型分叉的木棍挾住蛇的頭頸部後，再進行捕捉。不過，捕捉夾容易造成蛇類氣管破損，傷害大，不建議採用。

#### (7)活套捕捉法

活套捕捉法的優點是簡單且花費少，適用於頸部較明顯或活動力強而易受驚嚇的物種，但無法施用於隱密性高的種類。

將釣竿或竹竿前端綁上一個釣魚線作成的活套，活套前端甚至可以鉤上昆蟲作餌，將竿子伸長使活套套入蜥蜴的頸部，再迅速將動物鉤起。活動迅速的小型蜥蜴經常可用此法捕捉。

#### (8)竿釣法

對於軀體光滑流線之石龍子，因活套效果有限的變通方式，藉由釣竿搭配昆蟲誘餌吸引捕食後，再釣取之，由於蜥蜴在咬住獵物被吊起後，常不會立即放棄獵物，建議可採不使用釣鉤之方式採捕，以減少對動物的傷害。

#### (9)射擊法

以空氣槍、彈弓、工業橡皮筋等將動物擊暈後捕捉，過去主要用於外來種移除上，由於此法常會造成動物傷亡，不建議於一般調查使用。

#### (10)膠帶黏取法

以雙面膠帶或其他具黏性物質設置於樹木、灌叢等小型蜥蜴偏好活動之區域，過去曾用於外來種移除上，此法較易收集到非目標之其他物種，捕獲效率偏低，且可能造成動物傷害，不建議於一般調查使用。

#### (11)導板集井式陷阱

利用阻擋板引導動物行徑方向，將其引導至開口式陷阱中（如蝦籠、誘捕

籠)，多呈 I 字型，以增加有效攔阻面積，適用多數底棲動物，由於此法會增加動物傷亡機會，應視捕獲情況增加巡視頻度，於非捕捉期間應移除或關閉開口式陷阱。

#### (12) 掉落式陷阱法

相關方法同哺乳類之方法描述，惟調查對象改為爬蟲類，此法主要適用底棲性物種，如石龍子，除於容器底部戳洞防止積水造成動物溺斃或逃逸外，可放置浮體（如保麗龍），增加動物存活機會。此法會增加動物傷亡機會，應視捕獲情況增加巡視頻度，於非捕捉期間應移除或關閉陷阱入口。

#### (13) 漏斗式陷阱

相關方法近似掉落式陷阱法，惟陷阱入口由大而小，一旦動物進入後便不易出來，除配合導板外，可增加覆蓋物，減少雨水、陽光影響。此法會增加動物傷亡機會，應視捕獲情況增加巡視頻度，於非捕捉期間應移除或關閉陷阱入口。

#### (14) 捕捉器捕捉法

相關方法同哺乳類之方法描述，惟調查對象改為爬蟲類，爬蟲類曾有針對食蛇龜設置之松鼠籠誘捕，食蛇龜為保育類物種，設置前須向林業及自然保育署與地方政府、警察單位等申請許可。

#### (15) 網具陷阱

爬蟲類主要針對水域活動之龜鱉類、海蛇、水蛇及部分游蛇使用，可分為八卦網、手拋網等主動式捕捉網具，及被動收集之定置網、蝦籠等，網具應視目標物種需要調整網眼大小，避免非目標物種誤入，並盡速釋放動物避免傷亡。此外，定置網為避免爬蟲類動物溺死，可於其中放置具誘餌的寶特瓶，使陷阱部分浮於水面上，增加誘餌與捕獲物存活機會，而蝦籠亦須半浸於水中，可保持誘餌及捕獲物的存活，被動收集之網具陷阱應視捕獲情況增加巡視頻度，並於非捕捉期間移除或關閉陷阱入口。

#### (16) 漂浮式陷阱

主要利用水棲龜鱉類喜於漂浮物上曬太陽的習性，設置供其曬太陽的浮板（木板、PV 板）誘捕站立其上的生物，掉落下方陷阱或捕捉網中，應視捕獲情況增加巡視頻度，並於非捕捉期間移除或關閉陷阱入口。

#### (17) 遮板法

相關方法同兩生類之方法描述。

#### (18) 標放法

爬蟲類較常使用剪趾標記、噴漆、晶片等方式標記，須注意動物福祉與科學倫理。

#### (19) 線團法

相關方法同兩生類之方法描述。

#### (20) 無線射頻辨識追蹤法

相關方法同兩生類之方法描述。過去曾於緬甸蟒、食蛇龜使用。

#### (21) 訪問調查

相關方法同哺乳類之方法描述。

#### (22) 文獻收集

相關方法同哺乳類之方法描述。

### 4. 兩生類

兩生類（或稱為兩棲類）大多具有二態（二階段）的生活史以適應不同的環境，受精卵與蝌蚪在水中發育，成體仍不能離水太遠，受到溼度的影響極大。受限於特殊的生活史，兩生類動物多半會出現在特定的微棲地環境中，兩生類中的蛙類大多會發出鳴叫聲，調查人員需具有聽音辨識的能力。有關兩生

類的聲音，可參考網際網路上相關的多媒體資料庫。

根據過去的資料，兩生類的調查方法大致分為三個類別：(1)收集動物名錄；(2)有時間限制的短期調查；(3)嚴格限定數量的系統取樣調查法(Systematic Sampling Survey, SSS)。三類的調查方式互相配合，可了解樣區內的兩生類動物相、比較樣區間物種數量，甚至不同時間內動物相的變化，不過若環境變異大就不適合進行比較。動物名錄以統一的取樣方式收集，特定地區物種名錄即可用於比較不同樣區間的動物相組成與物種數量。短期取樣則易受採集方法和環境變因影響，且不能提供樣區內的確實種數，但動物族群密度相似時，仍可以比較不同區域的分布比率。

臺灣自2001年起開始運用志工團隊進行兩棲類動物調查，如今調查樣區已涵蓋全國多數區域，可做為多數調查區域參考資料背景，惟志工調查較難確保資料品質，故仍需以現地調查成果為主。

因兩生類與爬蟲類動物都喜歡躲藏或出沒於遮蔽物多之地點，因此，針對這兩類動物的調查法有部分極為類似，故一般生態調查報告中，常將此兩類動物的調查法合併撰寫。不過，由於此兩類之動物之習性差異甚大，不建議於環評書件中合併撰寫。

調查兩生類與爬蟲類動物時，應分為日間與夜間調查，且氣候會影響其出沒狀況，因此需註明調查時段與調查時的天氣狀況。因調查方式極多，故需清楚描述調查方法的名稱、詳細內容、參與人力…等各項資訊，若使用工具亦需註明。

以下就臺灣近年來，一般研究人員所使用之調查方法，分別介紹：

#### (1)目視遇測法(visual encounter surveys)

調查人員在一定時間內有系統走過一特定段落的棲息地，記下眼睛看到的兩生類動物種類與數目。適用於動物資源的清查與監測，多用於研究一地區兩生類的種豐富度(richness)，及比較同一群聚中不同物種的相對數量，但不能估算族群密度。

#### (2)鳴叫計數法(audio strip transects)

由於青蛙（無尾目兩生類）繁殖時，會以鳴聲吸引雌蛙，故此法的前提是：A 每種蛙類的叫聲都很獨特，且每隻雄蛙都是單獨鳴叫；B 在每次的調查中不能重複計數同一隻蛙的叫聲；C 在調查樣區中包含各類型棲息地；D 調查者需熟悉各種蛙類叫聲，而且整條穿越帶中調查人員能察覺的叫聲距離是一致的。穿越帶鳴叫技術法較適用於熱帶森林，即使不易目視觀察仍可有效察覺不同高度的種類，但對於溪流沿岸、湖岸的區域或集中成群鳴叫的狀況應改用目視遇測法。調查人員沿著長度至少一公里的穿越帶前進，由聽到的聲音判斷種類與隻數，得到鳴叫雄蛙的相對數量、成蛙的相對數量、種類組成、各種蛙類的繁殖地或偏好的微棲地以及各蛙類物種的繁殖物候學。

#### (3)掩蔽物翻尋法

藉由翻尋特定掩蔽物，如：石塊、落葉、枯木、人工雜物...等，來增加察覺隱蔽性高或非活動時段的物種發現機會，使用此法需考量自身體力、安全性及動物福祉，建議穿戴棉質手套，並避免將翻動口朝向自身，以防毒蛇突然攻擊，查看後應將掩蔽物放置回原位，以維持動物所需之微棲地環境，並避免壓傷動物，如為估算努力量，需計算翻開之掩蔽物數量，如僅為物種種類調查則無需計算。

#### (4)穿越線法(transect sampling)

由於自然環境會有生態因子呈梯度變化的情形，因此兩生類的分布易呈現梯度變化之趨勢。穿越線法適用於比較物種與環境因子梯度間的變化關係，此法常與目視遇測法、鳴叫計數法等共同使用。

#### (5)道路調查法

調查者利用既有道路以徒步或乘坐交通工具方式，記錄沿途察覺到物種種類及數量，由於觀察者能力、行徑速率、交通工具發出之聲響、道路安全性、天候狀況等，皆會影響調查結果，行徑速率越快，越容易忽略小型、不太鳴叫與隱蔽性高之物種，故以駕駛調查法，常需搭配徒步調查來減少誤差，由於兩類方法效率不同，建議在分析上將兩類方法記錄之資料獨立處理，避免干擾。此外，道路調查建議同時記錄道路上死亡物種，除可增加物種種數及相對數量估算外，亦可供路殺熱點、好發生時間估算、物種棲地利用等資訊，作為環境影響評估參考背景。

#### (6)固定時數法(time constrained)

藉由決定於調查地區記錄的時間長度，來固定努力量，視調查人數、調查區域數量及品質、環境複雜度而變，由於努力量固定，故可一定程度反應不同調查區域物種豐度、密度等差異，適合長期監測調查使用。

#### (7)固定範圍法(area constrained)

選定固定面積的調查範圍來進行調查，不限制調查時間，盡可能取得範圍內所有的物種種數及族群量，由於面積固定，可藉由調查人數與花費時間的乘積來反映努力量，適合長期監測調查使用。

#### (8)方塊取樣法(quadrat sampling)

方塊取樣法較花費時間與人力，不過可同時調查到底棲、樹棲與地表活動的物種，極適合環境狀況不均質的地區。此法的前提是假設為動物不因干擾而離開調查區，且動物被調查人員發現的機會相等，取樣的方塊不會重複。在樣區中以逢機的方式設立取樣方塊並調查方塊中的兩生類動物，而獲得種類、相對豐度(relative richness)、密度等資料，適用於調查森林底層的兩生類及水域中的蝌蚪（用水網或陷阱捕捉），但在密林或陡坡的環境就不適合。

取樣的方塊依面積分為：A大方塊取樣法(broad sampling)：適用於分布分散的較大型個體，調查人員在大方塊中依亂數選擇 8 公尺 x 8 公尺或 10 公尺 x 10 公尺的方塊進行調查；由於方塊面積大，最好有四個人員同時進行；B點狀取樣法：每個大方塊內至少有十個 1 公尺 x 1 公尺的方塊，適用於局部分布且分布密度高的單一種類。

#### (9)叢塊取樣法(patch sampling)

兩生類動物常出現在倒木、樹根基部、鳳梨或芋頭葉子積水的葉基之處，因此兩生類的密度常隨微棲地而異。適用於調查分布在特定微環境的種類。

#### (10)繁殖地調查法(surveys at the breeding sites)

兩生類動物在交配前常會大量聚集在水域附近，配合目視遇測法計數可了解種類、每種鳴叫雄蛙的數量與相對數量，此法亦可用於計數蝌蚪。繁殖區調查法可顯示調查樣區中最適合的繁殖點，污染及水域酸化對成蛙與蝌蚪的影響，所得資料可用於長期的監測比對。適用於聚集在水域中（溪流、池塘）生殖的種類，對在陸地或特殊環境（如鳳梨的葉基）築巢的種類則並不適用。

#### (11)繁殖地圍籬法(drift fences at the breeding sites)

特別適合必需到水域進行繁殖的種類，但不適合善跳躍、掘地與攀爬的種類，且此法所需時間、人力多，選擇設置圍籬的水池越大越難以架設。以圍籬將小水池整個圍住，讓動物掉入預先埋置的陷阱，陷阱多設在圍籬的兩旁捕捉要進入或離開水池的動物，圍籬安置後需在每日早上檢查，且陷阱中需放置小塊濕海綿，避免動物乾死或被其他動物捕食。

#### (12)定點聲音監控法

相關方法同鳥類之自動錄音法，惟兩生類大多於夜間鳴叫，故定時器以設置在入夜後至清晨為主，通常會連續記錄多個晚上，增加記錄到隱蔽性高的物

種機會，由於本法後續須花費大量時間在資料分析，且需額外購置具防水功能之錄音設備，故多為其他調查法的輔助，以期調查出該調查區域內所有物種。

#### (13)回播法

相關方法同鳥類之回播法，在兩生類之研究中，大多針對特定物種之調查。

#### (14)徒手捕捉法

常搭配掩蔽物翻尋法，或其他方法輔助，主要針對鑑定較困難或外來物種使用，應注意自身安全與動物福祉，如可以肉眼識別之物種，應避免不必要之捕捉行為。此外，應避免在已塗抹防蚊液、防曬產品等人工化學藥品後使用此法，或將動物長時間逗留於手上，並須注意捕捉力道。

#### (15)幼體取樣法(quantitative sampling of larvae)

利用拖網圍捕、撈網撈取、陷阱捕捉、圍網圍捕等方法移除蝌蚪來計數，可獲得種類組成及族群大小的資料，此法所需時間短、人力最少又以不傷害蝌蚪的方式進行，特別適合監測瀕危及稀有物種。

#### (16)直線圍籬及下凹陷阱法(straight-line drift fences and pitfall traps)

直線圍籬法是以 5 至 15 公尺長的圍籬引導或限制兩生類動物的行走方向，讓動物落下預先埋設在圍籬盡頭的凹陷陷阱，是調查兩生及爬蟲類動物資源時，常被使用的方式。

#### (17)遮板法

藉由提供遮板等掩蔽物，供動物躲藏利用，提高偵測物種機會的方式，以未經化學處理之木質板為佳，遮板製作、放置與後續巡視皆須花費勞力及時間，且易受人為干擾破壞，較不適合短期性調查。

#### (18)標放法

兩生類大多利用螢光標記個體，以增加夜間觀測機會，在臺灣複雜森林狀態下，有實施的困難度。

#### (19)線團法

此法利用將線圈固定於個體身上，固定繩頭於一定點後，當個體活動細線即會一直拉出，後續沿此線即可繪製個體活動路徑，此法價格便宜，但為配合動物體重，線圈長度有限，不適合活動能力太強的物種，亦須持續確保線圈不致影響個體活動。

#### (20)無線射頻辨識追蹤法

相關追蹤技術同哺乳類之方法描述。

#### (21)諧波追蹤法

相關追蹤技術類似無線射頻辨識追蹤法，藉由在個體身上裝設微波發射器，透過探測器接收倍頻反射之訊號來推算個體方位及距離，由於安裝於動物身上之諧波雷達射頻標籤重量甚輕，此調查法對於小型動物（如爬蟲類、兩生類）之追蹤，較無線電法更具優勢。

#### (22)訪問調查

相關方法同哺乳類之方法描述。

#### (23)文獻收集

相關方法同哺乳類之方法描述。

### 5.蝴蝶類

臺灣的蝴蝶種類約四百多種，素有「蝴蝶王國」之美稱。各種蝴蝶的生態習性差異很大，例如：生活在森林中的蛺蝶類多半有固定的勢力範圍，淡黃蝶類會傾向聚集在一起，而臺灣紋白蝶會在同一地點群棲。依其一生的活動範圍又可區分為「定居性蝴蝶」、「遷移性蝴蝶」。

由於蝴蝶生活史中包含移動能力較差之卵、幼蟲、蛹時期及活動能力較強之成蝶階段，因此，在進行蝴蝶資源調查時，一般會針對不同生活史階段、棲地環境、調查目的而採用不同的方法。

蝴蝶受寄主植物、蜜源植物、氣溫、陽光、風速等影響甚鉅，一般建議在氣溫十一度以上、雲量小於百分之五十、風速每小時二十五公里以下之上午八時至十二時時段為主，視需要增加下午一時至三時時段，應於報告中將發現蝴蝶的地點、調查時行走的路線標明在地圖上，並清楚界定行進速度、當時天氣條件、調查人力、區域環境等，如有設置吸引蝴蝶的調查站應一併說明。

以下就臺灣近年來，一般研究人員所使用之調查方法，分別介紹：

#### (1) 穿越線法(Pollard Walk)

蝴蝶調查每條穿越線長度至少要一百公尺以上，可於每十公尺設一標記，以便調查者紀錄精確的距離，調查完成後應移除標記。穿越線需通過原生植被與棲息地多樣性高的區域。調查者以時速每分鐘三十五公尺速度前進，記下出現在道路兩側二點五公尺內、距地面五公尺在觀察者前方五公尺內的蝴蝶種類與數量。調查時若雲量多於百分之五十或風速高於每小時二十五公里就停止調查。

此法的調查路線、速度、範圍一致，因此可以進行不同樣區蝴蝶種類相、豐度的比較。不同植被類型所獲得的結果，可分析不同植被與出現蝴蝶種類、數量的相關性。明確定義的各項變因便於統計分析的計算，有利於長期監測。不過穿越線調查法受限於調查路徑固定，對活動量低與僅出現在特殊棲息地的蝴蝶種類，可能會低估或沒有見到，對穿越線調查範圍外的幼蟲棲息地與蜜源地，即使長期監測仍無法觀察到蝴蝶數量的週期性變化。此外，要利用穿越線調查法比較兩區域間的蝴蝶種類與豐度，必需先進行察覺比率的校正，才能正確的進行分析。可先依棲息地植被區分成不同類型的區塊，然後於不同區塊間設置穿越線調查，紀錄蝴蝶種類及數量變化。

#### (2) 定點調查法

相關方法近似鳥類之方法描述，同樣有最適停留時間議題，而蝴蝶調查一般利用既有之寄主植物、蜜源植物較豐之區域設置，或以誘蝶盤輔助，需選擇視野較好、環境多樣性大之區域。

#### (3) 道路調查法

相關方法同兩生類之方法描述，惟調查對象改為蝴蝶，其中部分遷徙性蝶種會利用道路或橫越道路，此期間可能會有大量個體死亡情形，如調查區域有此情形因增加此期間之調查監測。

#### (4) 寄主植物翻尋

主要用於觀察蝴蝶生活史中移動能力較差之卵、幼蟲及蛹階段，可增加調查期間尚未達成蝶階段物種，由於蝴蝶對寄主植物(食草)有很高的依賴性，故可以透過目視搭配手動翻尋確認，由於不同種類之蝴蝶偏好產卵、幼蟲活動、化蛹位置不盡相同，建議廣泛搜尋嫩芽、嫩葉、葉背、枝條、花苞附近等各處，輔以觀察食痕、成蝶活動、共生性、寄生性昆蟲追蹤來增加察覺機會。

#### (5) 掃網法

以捕蟲網捕捉動物的輔助調查方式，一般常以八字掃網方式，讓動物留在網中，主要針對鑑定較困難或族群統計使用，如非必要應減少此方法之使用，於部分地區(如國家公園)或保育類物種須事前向相關單位提出申請許可。

#### (6) 網具陷阱

以定置網具放置腐果或其他誘引物吸引蝴蝶或其他昆蟲進入，由於網具陷阱大多會同時捕獲其他昆蟲、不當網具可能會造成蝴蝶翅膀上鱗片受損、影響其他調查法(如穿越線)調查結果、須向相關單位申請，不建議一般調查使

用。

#### (7)誘集法（誘蝶盤、食餌誘集法）

利用蝶類習性，以腐果、樹液、尿液或特定顏色（如藍色可吸引青鳳蝶類）作為誘引物之調查方式，可在盤狀物上放置誘引物，引誘蝴蝶停棲於誘蝶盤上或附近地區，以增加察覺機會，由於不同種類蝴蝶食性偏好不同，故誘餌需多樣化，且須定時巡視，避免蝴蝶逃逸。此外，不同的誘引裝置不應同時擺放，氣味干擾下可能反而無法引誘到目標物種。應於報告書中註明誘引裝置使用之餌料及擺放地點。

#### (8)標放法

一般標記在成蝶翅膀上，此法主要針對遷移性蝶種或計算族群量上，不適用一般調查使用。

#### (9)訪問調查

相關方法同哺乳類之方法描述。

#### (10)文獻收集

相關方法同哺乳類之方法描述。

### 6.授粉蜂類

授粉蜂又稱為花蜂，是一群採集利用開花植物的花粉或花蜜之膜翅目昆蟲，牠們幫助植物完成授粉，卻不會傷害花器，生態地位非常重要。臺灣的花蜂約有一百七十五種，分布於蜜蜂科(Apidae)、地蜂科(Andrenidae)、分舌蜂科(Colletidae)、隧蜂科(Halictidae)、切葉蜂科(Megachilidae)等五個科。

由於只有成蜂才具有訪花的行為，因此只針對花蜂的成蜂進行調查。如同蝴蝶的調查，花蜂受蜜源植物、氣溫、陽光、風速等影響甚鉅，一般建議在氣溫十五度以上、沒有下雨、風速每小時二十五公里以下之上午八時至中午十二時時段為主，視需要增加下午一時至三時時段，應於報告中將發現花蜂的地點、調查時行走的路線標明在地圖上，並清楚界定行進速度、當時天氣條件、調查人力、植物開花狀態等，如有設置吸引花蜂的調查站，應一併說明。

授粉蜂類的建議調查方法如下：

#### (1)穿越線法

可參照調查蝴蝶的調查路線與方式，但必須注意下雨或低溫應停止調查。調查過程中，應特別觀察草本與木本植物盛開花朵，最好能同時記錄開花植物與訪花蜂的種類與數量。由於花蜂的體型較小，必要時可以捕蟲網捕捉判別之。

#### (2)定點調查法

可參照調查蝴蝶的方法描述，特別針對大面積草本植物盛開或大型喬木盛開的地點，停留約十分鐘定點調查之。

#### (3)誘蜂糖水盤法

如果調查區域內缺乏開花期的植物，可利用百分之五十蔗糖水盤誘引花蜂，觀察前來取食的花蜂種類與數量，誘引時間應達十分鐘以上。

### 7.蛾類

臺灣蛾類約有四千種以上，生態習性差異大，調查方法可適用同為鱗翅目的蝴蝶類的方法外，因多數物種成蛾具有趨光性或夜行性，故可以燈光誘集法、夜間調查等方式進行，此外，亦可利用其趨化性，使用糖醋液陷阱、費洛蒙誘捕法等氣味方式進行。

#### (1)燈光誘引法

利用燈光吸引趨光性物種的調查方式，於空曠、無光害處及無月光時段較為適用，常搭配白布、自動採集器等，光源的波長除與欲吸引的種類有關外，亦與光源穿透度有關，波長越短穿透度越差，報告書中應說明使用之燈源，調

查時段等資訊，於部分地區（如國家公園）或保育類物種須事前向相關單位提出申請許可。

#### (2) 檢燈法

與燈光誘引法相同，皆是利用光源吸引趨光性物種的特性，差別僅在此法是利用既有之路燈、公共設施或居家光源，常搭配夜間穿越線調查或定點調查方法檢拾記錄物種。

#### (3) 糖醋液陷阱

適用具趨化性的物種，常用配方為糖水混合加熱冷卻後，拌入酒及醋拌勻製成混合液，放置於調查區域內陰涼通風處，大雨過後應更換，誘捕之個體應盡早取回。

#### (4) 費洛蒙誘捕法

費洛蒙是生物間傳遞訊息的化學物質，又稱訊息素，可誘發接收的個體產生特定的行為反應，多用於針對特定物種、特定性別設計，較不適用於一般普查型調查。此外，由於昆蟲會往氣味濃度較高處前進，故誘捕裝置間建議保持適當距離，避免降低誘捕效果。

### 8. 甲蟲

甲蟲為鞘翅目物種的泛稱，為昆蟲綱中最大的目，臺灣約有七千種以上，由於適應各類環境，故除適用蝴蝶類、蛾類調查方法外，針對地棲性種類亦有掉落式陷阱法、落葉集中法，或針對特定種類習性而有顏色誘引法、攔截板、撈花法、扣網法等調查方法。

#### (1) 掉落式陷阱法

相關方法同哺乳類之方法描述，選用不同誘餌，如糞便、腐肉、腐果等，可捕捉到不同種類的物種，常搭配穿越線調查法定量設置，應於報告書中述明設置裝置方式與使用之餌料等資訊。

#### (2) 落葉集中法

藉由收集落葉及表土層，以捕捉在其中活動的生物，將落葉收集袋攜回後進行鑑定分類的調查方法，可分為落葉袋採集法或柏氏漏斗法，差別在落葉袋採集法未使用光源，而柏氏漏斗法則是利用燈源將土壤烤乾與地棲生物的負趨光性，迫使土壤及落葉層中生物往下鑽至承接的容器，常烘烤約一周時間。

#### (3) 顏色誘引法

利用昆蟲對特定顏色反射光波具有視覺偏好的特性，可以用特殊的裝置進行捕捉，例如黃色、綠色、藍色黏蟲紙、水盤等，不同顏色的誘引裝置可吸引不同類型的物種，此法大多應用在害蟲防治上。

#### (4) 攔截板

以透明度高、光滑的塑膠片攔截飛行中的昆蟲，利用昆蟲看不到攔截板的特性，撞上攔截板後，以下方承接之容器收集。

#### (5) 撈花法

許多昆蟲有訪花的習性，如天牛、花金龜等，利用長網套住植物的花序，使訪花的昆蟲掉落網中，取得該區域訪花昆蟲，適用於花期。

#### (6) 扣網法

適用棲息在灌木、枝條、草叢中的鞘翅目昆蟲，因此類生物受到震動或驚嚇後，大多會直接掉落地面，利用手持式棍敲擊擾動，並以網袋或布幕在下方承接。

### (二) 水域生態系

水域動物的調查方法依物種不同而有各類調查方式，使用何種方法除考量物種因素外，尚需依地形、水層流速與水層高度不同而有所變化。為了要能達到環境之代表性，考量臺灣在動物分類研究資料之進展，並能兼顧往後之生態

監測計畫之執行，本規範建議以魚類、蝦蟹螺貝類、蜻蜓類（成蟲期）為水域生態系之代表性。但是，若開發區域位於河川之中、上游，則應增加水棲昆蟲之調查，如區域內有螢火蟲出現記錄則建議增加相關調查。以下分別介紹各類群調查方法。

#### 1. 魚類

魚類依照生活史利用的水域環境差異，可分為僅在淡水域棲息之純淡水魚（或稱初級淡水魚）、主要棲息於淡水域並可短期在海水環境生活之次級淡水魚、棲息在河海交會區可上溯淡水域之周緣性淡水魚、固定在淡水域與海水域間進行洄游的洄游性魚類以及生活在海水域的海水魚等，各類魚種、棲地環境適用之調查方式及調查時間各異，因另有「海洋生態評估技術規範」，故本規範僅列淡水域適用之調查方法，無論採用何種方式，應選用安全疑慮較低、對生物傷害較小並符合相關法令之方法執行。

以下就臺灣近年來，一般研究人員所使用之調查方法，分別介紹：

##### (1) 水層觀察法

在岸邊輔以偏光鏡、望遠鏡記錄水域內動物種類及數量，或利用窺箱觀察水中動物的調查方法，此法適用水質清澈，但多數漁具無法應用之水域，如水生植物茂密、洞穴、岩縫中，由於此法受水體透明度、水流流速、折射等影響甚鉅，調查結果往往僅可做定性描述與參考輔助使用。

##### (2) 浮潛法

以浮潛方式記錄所遇動物種類及數量，屬花費較少、破壞性較低之調查法，本法較適用溪流中、上游水質清澈環境，但因缺乏氣瓶設備，不適合潛至深水層觀察，對水層中活動之中大型物種有較佳的偵測率，底棲及小型魚類較不適用此法。使用此方法進行調查，應避開危險的湍急水域，並應評估該處水域環境的可能風險，建議安排陪同調查人員，以確保安全，同時應安排至少一人於岸上隨時戒護及待命。使用本法進行調查應在報告書中註明調查位置、調查距離、調查人數等資訊。

##### (3) 水肺潛水

以水肺潛水方式進行調查，由於使用氣瓶設備，故可在水層中停留較久時間，適合在水深較深且較寬廣的清澈水域使用，對水層中活動物種及底棲性、小型物種亦有不錯的偵測率，但由於氣瓶使用發出的氣泡及聲響，可能會驚擾部分敏感性較高物種，故可能影響調查結果。此外，由於本法所需之設備繁重，攜帶不易，往往需適當交通工具運送，且亦須相關操作技術訓練。

##### (4) 水中錄影記錄

適用清澈且環境較穩定之水域，藉由定時、定點之水中攝錄影設備，記錄水體中活動物種，本調查法需配備水中攝錄影設備，且後續須對攝錄影的內容進行資料處理。此法可定點調查，也可由調查人員攜帶水中攝錄影設備進行記錄。如由調查人員攜帶水中攝錄影設備進行調查，應避開危險的湍急水域，並應評估該處水域環境的可能風險，安排陪同調查人員，以確保安全，同時應安排至少一人於岸上隨時戒護及待命，並在報告書中註明調查位置、調查距離、調查人數等資訊。如果使用將水中攝錄影設備架設在定點的記錄方法，應在報告書中說明使用設備型號、設備數量、放置位置、放置時間等資訊。

##### (5) 垂釣法

以釣具輔以誘餌方式捕獲魚類，本法雖較不受水域環境限制且對魚隻傷害相對較小，但不同物種適用之餌料、釣具、垂釣點、釣法不盡相同，調查結果易受垂釣者經驗、垂釣時間、調查人數、天氣狀況等影響，故常作為輔助調查使用。

##### (6) 手抄網法

利用手抄網、手撈網或手網等器具主動收集水體內動物的方式，可適用各類水體環境，但網目大小、網具形式、網具直徑、採樣時間、採樣次數、人員數量、水體深淺、水域內水生植物及藻類豐度、操作者經驗...等皆會影響調查結果，故應於報告書中註明，此法常作為輔助調查方法。

#### (7)手拋網

本法需操作者依靠腰力及臂力，技巧性地將網在空中張開後，落入水中網捕動物。此法較適用均勻底質、流速較緩且有適當寬度之水域，因水流速度過快、流域太窄或有枯木、岩石阻隔皆不易使用手拋網具。本法常搭配電魚法、定置網、蝦籠等配合使用，增加效率。使用此法應說明拋點位置、拋網次數、網目大小、網具直徑、天氣狀況、操作者等資訊。

#### (8)電魚法

以電魚器將水域中電場內之動物電昏後，再記錄種類及數量，一般由一人操作電魚器，後方則另需一至二人協助採集被電昏之動物，並為電魚器操作人員提供戒護以確保安全，岸上最好另有一人關注岸上情況並隨時待命，在河段中，通常由下游往上游以乙字型前進。本法是所有方法中選擇性最低、效率較佳之調查方法，如操作得當亦對生物影響程度較網具陷阱低，但如操作不當對於溪流的生物相會產生較大影響，可能造成該溪流河段的生物族群數目或種類減少，故使用電魚法前必先謹慎評估，並依法向主管機關提出申請，操作人員亦須經適當訓練、並對調查區域水域環境有一定程度之了解。

本法較不適用流速較快或水體過深的水域，此法常搭配手抄網、手拋網或定置網等方式進行，為維護人員安全，人員應穿著涉水褲、救生衣、橡膠手套等保護裝備，並須具備急救能力，進行時間不可過長，而為減少生物死亡率，應攜帶水袋與打氣幫浦，將捕獲之動物暫時置入其中，待恢復後再釋放回原棲地。

#### (9)誘捕法

誘捕法即是以塑膠、竹子、木材或網具製成採集器具，內置誘餌，引誘水生動物進入，並藉由網具設計使其進入後，無法再脫逃之採集方法。此類器具多具有開口外大內小的多重漏斗型設計，動物進入最內層後，便不易再覓得出口而逸逃，最常使用如蝦籠、魚籠等。此種方法由於採集器具之體積通常不大，且質料輕盈，置放時常需加石塊或鉛塊作為沉子，或加蓋石塊、綁線等方式以固定陷阱，避免被水流沖走，擺放時應考量水位變化並將陷阱開口朝向下遊。本法置放時間至少需經過一夜，在靜水區與流水區均可使用。

為減少因誘餌不同而導致的採樣偏差，建議誘餌以市售常見的萬能餌及動物性腥味餌料等兩種餌料混合使用。其他常見誘餌尚包括秋刀魚、寵物飼料、米糠、釣魚餌料等，不同餌料吸引之種類各異，應於報告中說明所使用之餌料種類、放置位置、數量、誘籠尺寸等資訊。此外，由於本法具選擇性，且受限於籠具開口大小及籠具內部容量，故建議同時搭配其他方法以獲取較完整資訊。

#### (10)蜈蚣籠

蜈蚣籠又稱長城籠或蛇籠，與誘捕法相近，惟使用的籠具較大，此為利用水生生物活動時進入靜置之陷阱，因籠具設計使其被困於其內，本法捕獲之魚種往往會因佈放時間過久或佈放方法錯誤而導致受傷，甚至死亡，佈放不當時亦可能造成水蛇、龜鱉類溺斃，應視情況增加巡視頻度，且不宜放置過久時間，並應於非採樣期間移除籠具，以維護動物福祉。使用本法進行採樣時，可視情況於籠中放置誘餌以增加捕獲機率，除了視情況放入保麗龍或空瓶以提供換氣空間外，並應將蜈蚣籠的末端以繩索固定在水面以上，以避免入籠的水棲爬蟲類因無法呼吸而溺斃。使用此法進行採樣，應於報告書中註明籠具的長

度、佈放位置、佈放時間、是否投放誘餌等資訊。此外，國內部分水域或河段禁止使用此類網具進行採捕，若在該水域使用此類工具進行採樣，須向相關單位申請許可，以免觸法。

#### (11)刺網

本法係利用水生生物活動時因撞擊而中網之網具陷阱，因網具設計使其被困於其上，本法捕獲之魚種有時會因掙扎或中網時間過久等原因，造成遍體鱗傷，甚至死亡，亦可能造成水蛇、龜鱉類溺斃，因此應視情況增加巡視頻度，且不宜放置過久時間，並應於非採樣期間移除網具，以維護動物福祉。使用刺網進行採樣時，應於報告書中註明網具的網具類型、網目尺寸、網具長度、佈放位置、佈放時間等資訊。此外，國內部分水域或河段禁止使用此類網具進行採捕，若在該水域使用此類工具進行採樣，須向相關單位申請許可，以免觸法。

#### (12)標放法

主要用於族群數量估算、族群變動估算、個體追蹤、遷徙、領域行為等觀察研究上，如使用本法，應註明標記方式、標記目的及相關成果等資訊。

#### (13)訪問調查

相關方法同哺乳類之方法描述。魚類調查常藉由訪問釣客或當地漁業資源販售情形了解該區魚類資源，作為現地調查未能獲取之補充資料。

#### (14)文獻收集

相關方法同哺乳類之方法描述。

不同之方法受限於各種溪流之狀態，而有其限制或低估之可能性，為了達到最佳之代表性，建議在水質清澈且人員安全無虞下，應採取浮潛法方式執行。

### 2.蝦蟹螺貝類

蝦蟹螺貝類之調查多適用魚類調查方法，相關之方法，請參考前述魚類之方法進行，惟陸蟹較適用陸域動物使用之目視法、掉落式陷阱法及捕捉器捕捉法等方式，而底棲螺貝類則較適用水棲昆蟲使用之調查方法。

### 3.蜻蜓類

蜻蜓類為蜻蛉目之水陸兩棲昆蟲，此類昆蟲稚蟲期生活在水中，適用水棲昆蟲調查方法，而成蟲期時於陸域飛行活動，一般而言，蜻蜓類（成蟲期）之調查時期，可以配合臺灣之氣候，分成兩個時期，即春夏型調查（每年四月至八月）和秋冬型調查（每年十月至翌年二月）。調查時應以能確實掌握其出沒之情形為重點。

雖然在水域附近的開闊地較易觀察到蜻蜓，但部份種類的蜻蜓或豆娘，卻可能偏好濕地、遮蔽度較高之森林環境，不同棲息地內的蜻蛉目動物相差異頗大，因此調查範圍應涵蓋調查範圍內不同棲地類型，並建議至少運用一種以上調查法，以確保定性和定量資料之收集。

在各調查點進行成蟲採集前，先以目視法或雙筒望遠鏡觀察現場出現之蜻蜓，記錄其種類、數量、行為（如飛行、追逐、停棲、交配、產卵、捕食等）、當時天氣狀況和氣溫，並以攝影器材輔助記錄。無法以目視法鑑定之相近種類則以捕蟲網（桿長二百四十至二百五十公分，網框直徑四十二至六十公分）進行掃網法採集，另以水網（網目一公厘）收集水中和水面上之蜻蛉目水蠅蛻殼作定性記錄，並配合圖鑑和檢索表來辨識種類。

以下就臺灣近年來，一般研究人員所使用之調查方法，分別介紹：

#### (1)定點調查法

於調查樣區內選取一定數量之樣點，各樣點間需相隔適當距離（二百公尺以上），調查時在每一樣點停留固定時間（約五至六分鐘），記錄所發現的物

種種類與數量。此方法較適用於開闊且能見度佳之空間環境。

#### (2) 穿越線法

於調查樣區內選取一條長度在一至二公里的樣線，樣線最好能通過樣區內不同型態的棲息地環境，調查時以步行速度（小於二公里/小時）前進，記錄沿線所發現的物種種類與數量。

#### (3) 道路調查法

相關方法同兩生類之方法描述，惟調查對象改為蜻蜓，由於多數蜻蜓類物種飛行速度較快，乘坐交通工具較難判識，應以徒步調查為主。

#### (4) 掃網法

相關方法同兩生類之方法描述。

#### (5) 手抄網法

相關方法同魚類之方法描述。

#### (6) 蘇伯氏網法(Surber net)

此法是國家環境研究院公告，河川底棲水生昆蟲採集之標準方法(NIEA E801.31C)。蘇伯氏採集網可分為兩個部份，前方具備一不鏽鋼中空方形鐵框，框長在國外一般為三十公分，國內則將其加長為五十公分，後方也有一立起之五十公分長不鏽鋼方形框架，但後方框架連接一個約一公尺長網袋，網袋近框處有時以帆布補強，網袋公告標準之網目為二十四目(mesh，每公分九條網線，網孔大小為零點五九五公厘)。但是，為了減少水流阻力，亦有使用一公厘之網目採集。除了單人可操作之優點外，蘇伯氏網亦可利用前方中空之方框進行底面積定量採樣，以估算單位面積內不同水蟲之個體數量。

此網具之採樣地點多以卵石、礫石且水深不多於五十公分之流動水域較適宜，採集位置應避免集中於單一處，通常在近岸邊及河中央處均需進行採集。

使用蘇伯氏網時，首先面向上游水流，將中空框架先置於河川底部，再將連接網袋之方框立起，讓水流通過網袋，然後在置於河床之方框內，以手或腳攪動底質，使棲息其間的底棲昆蟲，順水流入網中，若有附著在石塊者，可將其用鑷子夾入標本瓶或用刷子刷入網袋。完成採集後，可將網袋取起至岸邊挑取水蟲個體。

#### (7) 踢擊法

踢擊法主要使用於水深約少於一百公分之淺水流動水域，由於多數的無脊椎動物，多在急流河段河床的石頭或礫石中被發現，因此，利用擾亂和踢擊的方式來擾動底質，使留存其間的動物與底質分離，並順水流進入採集網具，便成為踢擊法的原理。

在使用踢擊法採集時，採集者面向上游，利用腳或手擾動底質，同時在下游的位置放置踢擊網(kicking net)，進行採集，踢擊網有兩種型式，一種類似於手抄網，具有一根長網柄（約一百公分）底部有一長方形開口（長×寬×深約四十五公分×二十五公分×二十五公分，網目約零點九公厘）；另一種型式的踢擊網，則在網的兩側各有一木質網柄，網高與網柄約同高，網呈面狀，可藉此面狀網採集因擾動底質而順水流運動的水生昆蟲。

踢擊網之採集可以設定在一固定河段（如三十公尺長）內，以固定時間（如三至五分鐘）之方式進行定性與定量之採集，由於網具之輕便易於攜帶，也可於不同棲息地依目視比例分配採集時間，再進行採集，以取得水域中水生昆蟲組成之完整資料。

#### (8) D型網

與踢擊法中具長網柄之踢擊網相仿，操作方式亦同，以戳或踢的方式捕捉水生生物，多為D字型金屬框搭配帆布袋材質，操作時間、網框大小、樣本數量皆會影響調查成果，應於報告書中註明。

#### (9)挖取法(dredge method)

挖取法乃是利用機械力量挖取部份底質後，再利用清洗或過濾的方式，採集生活於其中生物的一種方法。這種採集法較適用於水流靜止或流動較緩慢，且底質為沙質或泥土之水體環境。

挖取法的器具均為鐵製或鋼製，可分為較適合在近岸淺水域使用之艾克曼挖具(Ekman grab)，及較適合於深水區使用的波爾挖具(Ponar grab)及彼得森挖具(Peterson grab)等。這些挖具均有兩片半圓筒狀的挖掘器，利用兩個半圓筒挖掘器之閉合，可以挖掘底土或底泥，並將其攜至水面，進行採集。

在淺水處使用艾克曼掘具，可以連接繩索或上接握柄之方式使用，它將兩個半圓掘具利用繩索固定並拉開，再利用握柄或信差(messenger)撞擊的方式使繩索彈開，因此，產生動力使兩個半圓掘具閉合，至於在深水區域使用的掘具則多固定在船側，再以船隻搬運至深水區域後，由船上操縱，進行採集。

#### (10)管心法(Core method)

管心法或稱核心法，為一種使用於緩水或靜水區域，且具有軟性土泥底質環境之採集方法。該方法乃利用管狀採集器，以機械方式深入底質中採集，由於樣本呈長圓柱形，且通過不同土層，故可了解生存於不同土層深度之生物組成，同時，由於採集面積固定及樣本呈圓柱體，亦可以進行定量估算。

在淺水及底質較軟區域，可以利用裁成適當長度之塑膠水管管柱，以人力下壓的方式進行管心法採集，但是，在底質較硬與深水之區域，則需依賴如打樁機之機械輔助，進行採集。

#### (11)篩網法

適用軟性底質之水域，如砂質、泥質、土質等，透過篩網過濾底質方式，捕捉藏於其中之水生生物，此法多搭配挖取法、管心法等合併使用。不同篩網大小、採樣地點、採樣時間、採樣次數等皆會影響調查結果，應於報告書中註明。

#### (12)訪問調查

相關方法同哺乳類之方法描述。

#### (13)文獻收集

相關方法同哺乳類之方法描述。

#### 4.水棲昆蟲（若開發區位於河川中、上游時，應加強本類動物資料收集）

水棲昆蟲（水生昆蟲）泛指生活史中至少有一個階段或終生生活在水域環境之昆蟲，由於包含多個類群、不同微棲地偏好，故有多種不同的調查方法，無論使用何類調查方法，皆應註明使用之器具規格、採集位置、各採集位置之樣本數量、採集時間等資訊。

具陸域生活史階段物種適用掉落式陷阱法、蝴蝶類調查使用之掃網法、網具陷阱等可參考相關說明，以下就臺灣近年來，一般研究人員所使用之調查方法，分別介紹：

##### (1)蘇伯氏網法

相關方法同蜻蜓類之方法描述。

##### (2)手抄網法

相關方法同魚類之方法描述。

##### (3)踢擊法

相關方法同蜻蜓類之方法描述。

##### (4)D型網

相關方法同蜻蜓類之方法描述。

##### (5)浮游動物網

多為漏斗型網連接採樣瓶，網目大小依欲採捕對象而有不同，透過徒手或

機具擾動水體以捕捉水生生物，操作時間、網框大小、樣本數量皆會影響調查成果，應於報告書中註明。

#### (6)海斯水網(Hess sampler)

海斯水網與蘇伯氏網法適用之採集環境相仿，但由於具有密封之樣品收集裝置而更為精確，依據採樣目的不同而有不同網目大小、裝置大小、附加齒狀構造與否等，應於報告書中註明使用之裝置規格。

#### (7)挖取法

相關方法同蜻蜓類之方法描述。

#### (8)管心法

相關方法同蜻蜓類之方法描述。

#### (9)篩網法

相關方法同蜻蜓類之方法描述。

#### (10)人工底質法(artificial substrate method)

許多水生昆蟲會因為環境改變、覓食或逃避敵害等原因，離開棲息之石縫或底質，隨水流順流而下，進行遷移。在遷移的過程中，若是接觸到適宜之環境或底質，便會停滯而進行拓殖(colonization)。因此，若能以人工方式提供水生昆蟲適合棲息之硬質底質，則能了解環境中喜好堅硬底質之水生昆蟲組成。

人工底質的形狀及材質相當多變，簡單者可置放磁磚、石頭或磚塊等於水中，市面上也有利用三夾板或木板製成的商業成品販售。商業成品之形狀有圓形，亦有方形，結構為利用長螺絲連接多塊板塊而成。採集時，人工底質可以懸吊於水中或埋於底質中作業，置放一段時間後，將人工底質取回實驗室，分離長螺絲與木板，再採集所有棲息於其上之個體，由於人工底質之形狀可估算總面積，因此也可提供定量之資訊。

#### (11)漂流網法(drift net)

漂流網也是利用水生昆蟲或無脊椎動物會隨著水流而運動的特性而設計，其外觀類似於蘇伯氏網立起之網袋部份，具有框架與後方之網袋兩部份。採集時，將漂流網置於流動水域，且面向上游，經過固定時間後，可由取樣中了解在水中運動的無脊椎動物或水生昆蟲量。採集時間通常至少為八小時，且至少需經過一夜，但是，實際使用時，採集時間多為二十四小時。因為可分別估算日間與夜間水生昆蟲之流動量，一般的樣本採集頻率為每二小時一次，如此可避免過多的個體或雜物影響網具運作。

在使用漂流網時，如同時測量網前流速與網前水深，可以估算經過漂流網之水量體積，並以此進行估算單位體積之漂流生物量。

#### (12)訪問調查

相關方法同哺乳類之方法描述。

#### (13)文獻收集

相關方法同哺乳類之方法描述。

### 5.螢火蟲

螢火蟲泛指鞘翅目中具有發光能力的螢科(Lampyridae)及雌光螢科(Rhagophthalmidae)等物種，常見種類以螢科為主，包含水生及陸生的種類，陸生種類幼蟲主要棲息於遮蔽度高、相對溼度高之區域，以蝸牛、蛞蝓、蚯蚓等無脊椎動物為食，而水生種類可依棲息環境分為靜水域及流水域兩類，多以螺貝類為食，水生螢火蟲在不同時期有不同的生態區位，如幼蟲期在水中，蛹及成蟲階段在水邊植被活動，成蟲依種類不同，有日行和夜行性物種，由於具有發光特性，故大多適用夜間調查方法，惟部分種類、特定性別或特定生活史階段不具備發光能力，或主要在日間活動，故仍須依地區調整因地制宜之調查方法，原則上適用多數陸棲昆蟲及水棲昆蟲調查方法，如穿越線法、定點調查

法、道路調查法、掃網法、網具陷阱、訪問調查、文獻收集等，相關調查方法可參閱其他類群之介紹內容，此處以較常運用之定量採集及網具陷阱作為說明。

#### (1) 定量採集

定量採集是以單位時間採捕量為計算方式，搭配穿越線、定點調查以目視法或掃網法輔助，記錄各調查點或穿越線內種類及數量，供後續分析豐富度、歧異度用，由於螢火蟲大多棲息在相對濕度較高、遮蔽度較高之區域，故調查區域的選擇應納入相關考量，並於報告中述明調查區域設置方式、調查人員數量、調查時間等資訊。

#### (2) 網具陷阱

由於螢火蟲成蟲大多具有飛行能力，故適用如攔截網、馬氏網等定置陷阱，應於報告中述明設置區域、設置時間、樣本回收頻度、網具規格等資訊。

### 六、資料分析

每季調查之資料，除了小型哺乳類應以四天三夜之總捕捉量呈現外，因為有三個樣品，資料呈現時，宜以最大量和平均量（應計算標準偏差）、或全部呈現之方式，展現所調查到的動物數量或密度值。為了避免對於動物之損傷，若使用電魚法，可以不必執行三個樣品，應以最大之可能代表調查長度為調查範圍，以展現水域生態系內的生態特色。

因野外調查資料經過各種生態指標分析後，更易看出樣區的生態狀況，因此，野外調查資料應視資料性質分別計算適合之生態性指標，並以清楚簡單的圖表呈現資料結果。這部分應依衝擊區或對照區區分計畫，並列出各項指標的名稱、公式、各符號代表意義、此計算法的適用條件、範圍與限制等項目。報告中至少在報告中需列出至少二種多樣性指標（亦稱為歧異度指標、豐富度指標、優勢度指標），與一種均勻度指標。茲列舉較常使用的多樣性指數與均勻度指標如下：

#### (一) 多樣性指數

1. Shannon-Wiener 歧異度指數 (Shannon-Wiener's diversity index,  $H'$ ):

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i * \ln P_i$$

$P_i$ : 群聚中第  $i$  種物種所佔的數量百分比,  $P_i = N_i/N$

$N_i$ : 為第  $i$  種動物之個體數

$N$ : 所有動物種類之個體數總和

$S$ : 所記錄到之動物種數

本指數可綜合反映一群聚內生物種類之種豐富度 (Species richness) 及個體數在種間分配是否均勻。若  $H'$  值愈大，則表示群聚間種數愈多或種間分配較均勻。

2. Margelef 物種豐富度指標 (Margelef's species richness index,  $SR$ ):

$$SR = (S - 1) / \ln(N)$$

$SR$  愈大則表示該群聚內動物種類愈多。

#### (二) 均勻度指數

1. Pielou 均勻度指數 (Pielou's evenness index,  $E_{Pielou}$ ):

$$E_{Pielou} = \frac{H'}{H'_{max}}$$

其中  $H'$  為 Shannon-Wiener 歧異度指數、 $H'_{max} = \ln(S)$ ，因此

$$E_{Pielou} = \frac{H'}{\ln(S)}$$

$E_{Pielou}$  值愈大，則個體數在種間分配愈均勻。

2. Hurlbert 均勻度指數(Hurlbert's evenness index)：

$$E_{Hurlbert} = \frac{H' - H'_{min}}{H'_{max} - H'_{min}}$$

其中， $H'$  為 Shannon-Wiener 歧異度指數、 $H'_{max} = \ln(S)$ 、

$$H'_{min} = \ln(N) - \left[ \frac{(N - S + 1) \ln(N - S + 1)}{N} \right]$$

## 七、結果與呈現

動物生態之調查結果可用圖與表呈現，清楚而詳細列出所觀測到的物種種類與數量，表格格式應包含全部物種名稱、各物種的紀錄數量、發現地點、時間等項，並區分其出現於衝擊區或對照區。物種名稱除顯示中文外，應附上學名，動物之名稱請以臺灣物種名錄資料庫（可由 TaiCOL 取得）的資料為基礎，惟鳥類之名稱，請以中華民國野鳥學會所公告最新版之鳥類名錄為標準。用表格呈現物種數量時，最好使用阿拉伯數字，若以代號呈現亦可，但需在表格下附註說明。

動物在開發區和鄰近區域的分布情形，可以利用所紀錄之物種分布量化資料，以 GIS 呈現各類型物種在衝擊區和對照區之分布圖、分布熱點，展現開發基地和鄰近區域的動物分布特性，以及利用已有的資料庫，呈現過去之出現紀錄。

應明確標示物種是否為保育類或特有種。保育類之認定，依據農業部和海洋委員會最新公告的「保育類野生動物名錄」，保育類野生動物分為三個等級，分別是瀕臨絕種、珍貴稀有和其他應予保育之野生動物。若發現的物種屬於保育類野生動物，應逐一列於報告中，註明保育等級，並在地圖上註記發現地點與數量，若有非保育類，但在生態環境上可作為指標的物種，也要加以說明其意義。特有種、外來種之界定，得參考 TaiCOL 最新公告。紅皮書之稀有物種亦應註明其稀有等級和受威脅程度。

各種動物的調查結果可以直接描述紀錄到多少物種，再根據統計分析結果與指標物種、保育類、紅皮書受威脅物種出現與否來說明樣區的生態意義。此外，將調查到的物種依植被環境或生態環境類型分類，再加以描述，也是合理的作法。

調查結果與討論可合併或分開撰寫，但不論何種方式，都應說明報告中調查到的物種與該區環境因子或植被特性的關係，例如：根據各樣站魚種調查結果及現場的水質分析，顯示景美溪上游石碇水質因第二次採樣有鯛魚（不耐污染指標魚種）出現，其餘三次採樣紀錄到耐輕度污染水質之臺灣纓口鰍，故水質屬於未受污染水域至輕度污染水域。深坑河段因出現耐輕度污染水質之臺灣纓口鰍，水質屬輕度污染水域。

此外各類型物種之間的橫向關聯、生態資料之整體代表性、指標性均可以

在說明中展現。

在報告中也應說明理論、相關案例或引用文獻的內容，作為立論之根據，充實報告內容，並提升環評書件之水準，所引用的文獻也應明列於報告內。

修正說明：

- 一、為確保動物生態背景調查範圍能充分反映開發地點之生態狀況，並納入衝擊區及對照區之概念，爰修正「一、調查範圍」之內容。
- 二、為提升環境現況說明之準確性、即時性與資料利用多元性，爰修正「二、環境概述」之內容。
- 三、為確保動物生態調查資料之代表性及完整性，並明確調查努力量及頻度要求，爰修正項下「三、調查日期、時間與次數」之內容。
- 四、為提升調查樣點（線）資料之精確性及判讀便利性，爰修正項下「四、樣點之設立與描述」之內容。
- 五、為規範動物生態調查方法之選用原則及細節，並引入哺乳類、鳥類、爬蟲類、兩生類、蝴蝶類、授粉蜂類、蛾類、甲蟲類、魚類、蝦蟹螺貝類、蜻蜓類、水棲昆蟲與螢火蟲新興調查技術，爰修正新增五、調查方法項下之內容。
- 六、為確保動物調查資料分析之嚴謹性及呈現明確性，爰修正項下「六、資料分析」之內容。
- 七、為使動物生態調查結果更清晰及標準化，並與現行資料庫接軌，爰修正項下「七、結果與呈現」之內容。
- 八、因應實務需要酌修附件一調查範圍、環境概述、調查日期時間與次數、採樣之設立與描述、調查方法、資料分析及結果與呈現之文字。

## 第四點附件一（修正前）

### 附件一、動物生態背景調查

由於動物的活動力強，活動範圍依季節、食物量、天敵等因素而有變化，因此，進行動物生態背景調查時，調查範圍應視開發案件的特性來決定，陸域動物調查應至少涵蓋開發區及其周圍可能影響範圍的區域，以充分了解開發地點的生態狀況、生態特性、生物資源、在生態上的重要性。動物生態背景調查資料可用於評估開發行為對該地生物的可能影響，並作為未來生態監測的參考。

執行調查期間，除收集與開發地點相關的生態文獻外，應有實地調查或採樣，其內容應包含調查區域的環境概述、調查日期與時間、樣點之設立與描述、調查方法與努力量、使用的統計方法、調查結果與討論。調查的時間應包含兩個季節以上，在生態狀況良好或複雜的地點，應延長調查時間或增加調查次數。此外，報告中應附上清楚的樣區地形圖與土地覆蓋圖。

由於不同種動物的習性、偏好棲息地、活動時段差異極大，應依據動物類別擬定最適當的調查方法，詳細列於環境影響評估報告書內。一般依棲息地環境可分為陸域生態系與水域生態系，陸域生態系之動物種類至少應包含哺乳類、鳥類、爬蟲類、兩生類、蝴蝶類等，而水域生態系之動物種類則至少包括魚類、蝦蟹螺貝類、蜻蜓類。若開發區位於河川之上游，應增加水棲昆蟲項目的調查。

#### 一、調查範圍

動物生態之調查範圍，宜以開發區邊界向外延伸五百公尺為基礎，若此範圍內有百分之五十之環境內容為自然度小於或等於二之區位，或位於重要軍事區域無法執行調查，則應擴展至一公里為界。若開發案為線型開發型態，如道路開發案或線型開發案，亦宜以開發位置向兩旁延伸五百公尺為基礎。若此範圍內有百分之五十之環境內容為自然度小於或等於二之區位，或位於重要軍事區域而無法執行調查者，則應擴展至左右一公里為界（圖1）。



圖1、動物生態調查之建議範圍，宜以開發區（紅色）邊界向外延伸五百公尺（紅色線）為基礎，若此範圍內有百分之五十之環境內容為自然度小於或等於二之區位，或位於重要軍事區域（綠色），無法執行調查，則應擴展至一公里（黃色線）為界。若開發案為線型開發型態，亦以開發位置向兩旁延伸五百公尺為基礎。若此範圍內有百分之五十之環境內容為自然度小於或等於二之區位，或位於重要軍事區域無法執行調查，則應擴展至左右一公里為界。

#### 二、環境概述

不同類型棲息地分布的動物種類也不同。在描述樣區環境時，除介紹該地點的地理特色，如經緯度、山脈、水系、年雨量…外，應簡單說明樣區的主要植被、地形，並列出樣區的棲息地類型（如次生闊葉林、農耕地、人工相思樹

林)，道路或聚落的密集程度，是否有河、湖、埤塘分布，樣區屬於平原地形或有陡峭山壁與緩坡，這些說明將有助了解該區動物組成的狀況。此外，應附上樣區周圍實地拍攝的照片，照片中的植被與景觀要具有代表性，每種類型的植被或景觀至少要一張以上的照片。

以最新之航測（如正射化影像）或遙測影像資料呈現開發區域之地景生態（landscape ecology）特色。航測或遙測影像資料應以能展現開發區之植被覆蓋特性為重點，勿以空間解析度差之影像呈現開發區之現況。

### 三、調查日期、時間與次數

#### （一）調查日期

調查日期應清楚註明年、月、日。由於調查物種不同所需調查天數、時段皆有差異，通常在調查日期一項列出野外調查的全部日數，而在各物種的調查方法內另外註明實際工作天數與調查時段。由於天候不佳常造成調查結果的誤差，所以進行動物生態調查時，應選定氣候狀況「良好」的日子。

為了要能得到具有代表性之動物生態內容，調查天數至少要四天三夜，才可獲得較正確的動物相資料，建議每次調查時，均應有足夠之努力量，亦即哺乳類應有四天三夜之調查勞力，其餘之物種亦應有類似之努力量（建議每季一次之調查以至少三樣品為前題），環境影響評估（以下簡稱環評）書件內應清楚說明每一類型動物之努力量。

#### （二）調查頻度

動物生態調查之頻度，應依環境敏感等級狀態進行。動物生態的狀態常因所在區位之特性而有不同，動物族群的數量和群聚組成亦會有所變化，因此，開發區域應依環境敏感特性進行適當之動物生態調查，生態環境越敏感之區域，調查努力量要求越高。動物生態的環境敏感等級（圖2）區分如下：

第一級區域：不含山坡地的平地，海拔在一百公尺以下。

第二級區域：山坡地（圖3）、重要野鳥棲地（IBA）（圖3）、國有林地（圖3）、海岸保護區（圖3）、國家重要濕地（圖3）。

第三級區域：以自然保育為重點之保護區，包括國家公園（圖4，國家公園法）、自然保留區（圖4，文化資產保存法）、野生動物保護區（圖4，野生動物保育法）、野生動物重要棲息環境（圖4，野生動物保育法）、自然保護區（圖4，森林法）。

開發區域位於第一級區域中，應至少進行兩個季節的野外調查，以了解生物在不同季節間的出現狀況。如果預定開發地點是在生態狀況複雜的第二級區域，則應增加調查時間與調查次數。第三級區域依國內之現行法令，屬於限制開發之區域，若有特殊因素必須進行開發時，應進行最詳細的調查。各級區域應調查次數及頻度，詳見表1。若開發區位於海岸附近，應特別注意調查期間應包含候鳥季，必要時應增加調查次數，以獲得較正確的動物生態基礎資料。

季節的劃分一般以三月至五月為春季，六月至八月為夏季，九月至十一月為秋季，而十二月至隔年二月則是冬季。調查時不可以相隔太近的月份當作兩季的資料，為了避免爭議，造成環評審查之延宕，宜以七十五天至九十天為兩季之間隔。

表 1、在環境影響評估作業中，進行動物生態背景調查時，各級區域應調查次數及頻度

表 1、在環境影響評估作業中，進行動物生態背景調查時，各級區域應調查次數及頻度

	第一級區域	第二級區域	第三級區域
最低調查頻度	雨季	雨季~四季	四季
說明	每季一次，每次至少相隔約七十五天至九十天	每季至少一次，應視開發區內動物生態特性延長或酌增調查(季節、次數等)	四季各二次以上

\*動物生態調查之物種，陸域生態系至少應包括哺乳類、鳥類、爬蟲類、兩生類、蝴蝶等，水域生態系應含魚類、蝦蟹螺貝、蜻蜓等。但得視開發區域之環境特性，予以增減，例如若開發區位於河川的上游區，則應增加水棲昆蟲項目。未能調查者，應詳細說明理由。但是，因開發區生態環境特性，經提出於專案小組初審會議或環境影響評估審查委員會中討論，並經決議應進行補充調查者，開發單位應依決議補充調查之。

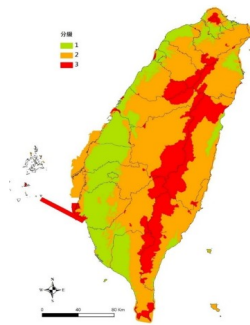


圖 2、利用 GIS 將各級區域圖層套疊後，所建立之動物生態環境敏感區域分布，本規範以此分區資料界定動物生態調查之頻度

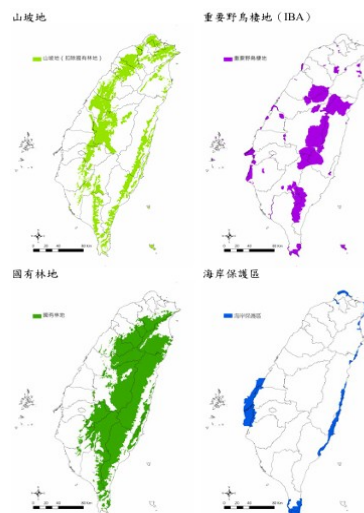


圖 3、臺灣山坡地、重要野鳥棲地 (IBA)、國有林地、海岸地區、國家重要濕地之分布

圖 3、臺灣山坡地、重要野鳥棲地 (IBA)、國有林地、海岸地區、國家重要濕地之分布

國家重要濕地



圖 3 (續)

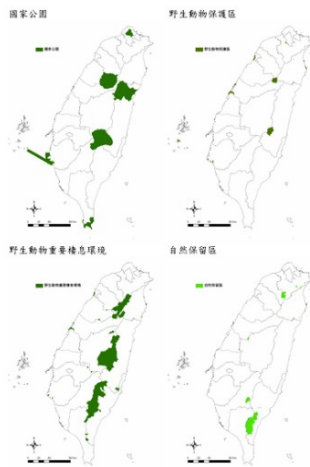


圖 4、臺灣的國家公園、野生動物保護區、自然保留區、野生動物重要棲息環境、自然保護區之分布

圖 4、臺灣的國家公園、野生動物保護區、自然保留區、野生動物重要棲息環境、自然保護區之分布

自然保護區



圖 4 (續)

#### 四、樣點之設立與描述

宜以較新之航測（正射化影像）或較精細之遙測影像，製作調查範圍內之

土地覆蓋圖，說明開發區域的土地利用狀況。

進行動物生態環境調查時，為有效利用人力、物力，可使用抽樣方法進行調查，一般常設置調查點或沿著穿越線進行調查或放置陷阱捕捉。

在報告中應列出調查點名稱或編號，並說明調查點的環境狀況，且報告中應附上標明調查點的地形圖或像片基本圖，圖上必需有方向、座標、比例尺、代號說明，顯示該樣區的方位、面積大小與符號的意義，讓人容易判讀調查結果。在地圖上的調查點標記應正確且清楚，最好於野外調查時，先以衛星定位系統（GPS）定位，註明在報告中。

若調查路徑採沿固定路徑前進的穿越線法（Line Transect），則需在地圖上標明路線。由於棲息地的微小差異對移動力不佳的物種的分布有重大影響，因此，樣區內調查點的描述極為重要，不論是抽樣的調查點或行走穿越線，都應詳細描述周圍環境狀況。若在調查期間遇到天災或其他因素，導致調查點位置必需更動，則需在報告中清楚說明必需變更的原因，以及哪些調查點有變更，若繼續在原地點進行調查需說明環境的變化，若選擇新調查點則需描述環境並標示於地圖上。

## 五、調查方法

調查方法中應包含使用的調查方法名稱、該方法的使用限制、使用該方法的原因，並詳細描述該方法與使用工具、實際調查的時間、調查的人員數量；若設置樣點或穿越線應列出設置方式，如各樣點或穿越線相隔距離、行進速度、調查範圍、樣點數目。由於各物種的特性不同，其調查方法及應注意事項說明如下：

### (一)陸域生態系

#### 1.哺乳類

由於哺乳類動物體型差異極大，活動時段也不同，要同時採用多種調查方法，才能獲得調查區域內的各種哺乳動物資料，又加上調查時，若欲獲得族群豐度之資訊，必需採用國際間所沿用之標準方法。以下僅就臺灣過去30多年來，一般研究人員所使用之調查方法，分別介紹。

##### (1)穿越線法

在樣區內選擇適當之穿越線，以徒步緩行方式，記錄沿線所目擊之哺乳類動物的種類、隻數、出現地點之海拔高度、棲息地類型以及動物之活動狀況，並記錄所發現之哺乳類動物的叫聲、足跡、排遺、食痕、掘痕、窩穴、殘骸等跡相，據此判斷動物之種類並估計其相對數量。夜間則是以強力探照燈搜尋夜行性動物之蹤跡，並記錄其是否有鳴叫聲。此法以中大型哺乳類動物為主要觀察對象，但亦可用於小型哺乳動物。

##### (2)定點觀察

選擇哺乳類動物可能經過或出現之地點以及棲息之洞穴，以守候觀察或設立紅外線照相機拍攝之。此法比較適合觀察優勢物種，可以得到豐度資訊，不過，非常耗費人力或財力，且所得之數據可能達不到最理想之程度。但相對的，若地點恰當，則可能可以偵測到一些稀有性之物種。一般用於較特定之調查工作上，曾用於觀察飛鼠、蝙蝠與食肉目動物。

##### (3)設立（紅外線）自動照相機

紅外線自動照相機的原理是利用熱感應器引發內裝高感度底片的相機，拍攝感應範圍內的哺乳動物與鳥類。設置地點以獸徑、水域旁、橫倒木邊為佳，亦可在開闊處設置誘餌吸引動物接近拍攝範圍內。架設相機時，最好與拍攝點呈45度角，焦距設在3到5公尺處。此法不會傷害動物，可發現隱密性高的物種，而且花費人力少，調查人員也不用滯留在調查區中，但因相機容易失竊或故障，造成維修上的問題且花費金額較多，而且常有重複拍攝同一隻動物的結

果。此法常用於中、大型哺乳動物的調查。

#### (4)設置氣味站

氣味站的原理是利用動物被特殊氣味吸引而接近嗅聞時，在預先鋪設的沙土上留下腳印，或被紅外線自動照相機所拍攝，藉此辨識物種。設置氣味站的地點以獸徑、水域旁為主。在選定的位置整理出半徑至少一公尺的圓形平坦區域，並鋪上約0.5公分厚的鬆軟土壤，在圓心豎立樹枝或其他支撐物，枝上安置有強烈氣味之物，如魚肉塊、魚內臟、魚肝油、芳香劑、含動物尿液的棉花球等。此法適用於大型動物。

#### (5)超音波偵測器

蝙蝠之調查可以運用超音波偵測器進行。調查前期，可於黃昏時，以目視觀察蝙蝠出沒的狀況。於每個樣區中，擇定一條穿越線，用緩慢速度步行，以超音波偵測器記錄穿越線附近蝙蝠出沒的情形，此偵測器以錄音方式記錄蝙蝠所發出之超音波。所得之錄音結果可以委託臺灣蝙蝠學會進行音頻分析，或利用已有之超音波資料庫進行比對，以得到物種之鑑定。

#### (6)捕捉調查

此法較常用於平時不易發現或辨識之小型哺乳動物（如齧齒目之鼠類、食蟲目及翼手目）以及部分大型哺乳動物（如食肉目）。針對不同物種可分別使用掉落式陷阱（pitfall trap）、薛氏捕捉器（Sherman's trap）、蝦籠捕捉器（shrimp trap）、台製松鼠籠、博物館型捕鼠夾（museum trap）、塑膠製夾死器（snap trap）、霧網（mist net）、廣口捕蟲網、大型捕捉籠（Tomahawk trap）等。為了達到不破壞開發區域之動物，建議進行動物生態調查時，應避免使用會殺死動物的捕鼠裝置，如博物館型捕鼠夾與塑膠製夾死器。設置陷阱時可沿調查的穿越線設置捕捉線，在捕捉線相隔一定距離放置陷阱，陷阱中須放置餌料，必要時要增加保暖的裝置。捕獲動物後，記錄其捕獲地點、海拔高度、棲息地類型、種類及性別，並測量動物之體長、頭軀幹長、尾長、後腳掌長、耳長及前臂長（翼手目）等各項基本形態值後原地釋放。

##### A.掉落式陷阱(pitfall trap)

利用食蟲目動物遇到障礙物會沿著邊緣前進的習性，使其掉落預先埋設的陷阱。選擇森林底層或林道旁平坦而土質鬆軟的地面，挖掘約20公分深的地洞（動物無法跳出為原則），洞中放置杯狀器皿，底面戳洞以排除雨水，杯中放置麵包蟲、碎肉、魚蝦粉或椰子粉，作為誘餌並避免動物因落入陷阱而餓死。地面安裝圍籬，可沿著圍籬向外呈Y型埋設，洞與洞相距約一公尺，將數個地洞設置成一個陷阱組。圍籬以厚塑膠布圍繫，並以筷子、鐵絲固定。全部設置工作須於日落前完成。此法適用於臺灣鼯鼠與水鼯以外的食蟲目動物。

##### B.捕捉器捕捉法

活捉動物的捕捉器有大型捕捉籠（Tomahawk trap）、薛氏捕捉器（Sherman's trap）與台製松鼠籠，其中大型捕捉籠以捕捉中型哺乳動物（食肉目）為主，其他主要針對小型哺乳動物。在穿越線（可與穿越線法的路徑不同）上選擇石縫樹洞旁、林道邊、灌叢下方甚至住家附近的水溝放置捕捉器，捕捉器至少要相隔7~10公尺以上。每個捕捉點最好在間隔一公尺處放置兩個捕捉器，避免只捕捉到優勢種。設置時人員一定要戴手套，避免殘留氣味，將地面稍做清理或選擇地面平坦處放置，捕捉器的入口與籠身也要清理及偽裝，籠子上方可放置石塊固定，並於附近作記號表示位置。捕捉器中必須放置誘餌，一般使用地瓜沾花生醬、燕麥片、肉類、香腸、蘋果、柑橘、起士餅乾等。設置工作要在天黑前完成，若在冬天、雨天等惡劣天候或雪地、高海拔區域進行捕捉，應放置更多誘餌，並在籠外放置塑膠套或籠內放置碎紙，讓動物可以維持體溫。動物可能對新設置的捕捉器不熟悉而不易入籠取食，因此，捕捉器放

置時間越長，捕捉機率越高，捕獲種類也會增加，但受限於人力與時間考量，建議至少放置四天三夜，應可捕捉到半數以上的的齧齒目與食蟲目物種。捕捉器設置期間，應每日檢視並補充餌料，若天氣寒冷或高溫，應增加檢視次數。捕獲動物後，將動物移到透氣網袋，進行測量與拍照後釋放，處理過程中調查人員要戴手套，以防被動物咬傷或感染。

#### C. 霧網 (mist net)

設置霧網是最常用於調查蝙蝠的方式。利用兩組竿子架開霧網，面積須大到可阻斷蝙蝠飛行通路。設置地點以棲所出口（屋簷前、洞口）、樹冠呈隧道狀的林道、林道轉彎處、水域溪流上方、田野空曠處為主；設置前要先觀察是否有蝙蝠出沒與其飛行路徑。架設工作要在天黑前完成，因日落後的2到3小時是蝙蝠的活動高峰期，捕獲機會最大。調查人員在等候期間應保持安靜，避免走動與談話。至少15分到30分鐘就要檢視網面一次，避免蝙蝠上網後逃脫，或因掙扎過久而受傷。上網的蝙蝠要小心解下，除了不易辨識或特殊種類（新種、新紀錄種），可置於透氣袋內進行詳細檢視，其餘個體應盡快記錄及釋放。

#### (7) 訪查調查

訪問調查地點附近居民有關當地野生哺乳動物之狀況，包括種類、出現地點及動物習性等資料以作為參考。這是目前被使用最多之方法，由於調查者的時間有限，加上各種因素也會影響到調查之準確性，因此，本法被廣泛應用於目前的環評作業中。使用本法之優點在於補充調查人員可能的缺失，增加動物之種類；其缺點則在於這些動物出沒的時間、地點和種類比較難以掌握，資料不易量化，精確度稍差。一般是運用於大型哺乳類較多。

在臺灣的哺乳動物有大如臺灣黑熊，小至齧齒類的老鼠，因體型差異極大，一般將哺乳動物分為小型與中、大型哺乳動物兩類分別進行調查。

中、大型哺乳動物分布密度低，多半個性謹慎而且不易見到，因此，調查方式多以觀察是否有食痕、足跡、排遺、抓痕、訪問當地居民、設立氣味站...各種間接證據為主，在報告中應詳細說明調查路線與調查時段、人力...各項細節，調查時採用之調查方法或設立之調查站也應該一併說明。調查中小型哺乳類動物通常以各種不同類型的陷阱，配合食餌捕捉，報告中需要清楚說明捕捉位置、陷阱數目、捕捉時間（幾個 trap-night）、陷阱種類、陷阱設置方式與距離、餌料種類等項目，最好能對設置陷阱處稍作環境描述。不論有無捉到動物，都應該列出動物的測量項目與事後處理方式。陷阱設置的數量應隨調查樣區面積越大而越多，而為了符合統計上的要求，建議至少要放置30個以上的捕捉器。

若在夜間進行調查，應列出調查時段、使用工具、調查人力與調查路徑。

由於過去有關哺乳類的調查報告常忽略蝙蝠，或將偶然見到的極少數蝙蝠當作調查結果，常造成調查結果以齧齒目動物為主。因蝙蝠會飛翔且在夜間時段活動，調查方法須配合其習性，可尋找適當棲息地並配合蝙蝠偵測器觀察是否有蝙蝠出現，或以廣口捕蟲網配合架設霧網 (mist net) 捕捉。若使用霧網捕捉則須經常檢視網面，以免蝙蝠上網後咬破脫逃或掙扎過久而受傷，上網的蝙蝠應盡快釋放，當捕捉工作結束後要將網子拆除，避免誤捕鳥類。此外，使用霧網須預先向調查點所在的主管機關申請使用許可。

## 2. 鳥類

鳥類族群密度估算方法大致可分為重複捕捉法、數巢法、領域描圖法、穿越線法及圓圈法，近年來則有研究者利用航空照片或空載熱感應掃描器，進行鳥類密度估算（表2）。

### (1) 航空照片法

以拍攝之航空照片辨識鳥種及隻數，僅適用於水域或草原停棲的大型鳥類之估算且花費較高，對調查森林鳥類或性情害羞的鳥種則有實用上的困難。

#### (2)空載熱感應掃描器法

以儀器感應地面溫度，判斷是否有鳥巢，目前僅應用在澳洲塚鳥（malleefowl）巢穴數目的估算。

#### (3)重複捕捉法

此法須要較多的人力及時間，多用於局部地區調查，而有些森林的林冠層高達數十公尺，在實際操作上亦有困難。

#### (4)數巢法

此法受限於鳥隻須築巢在空曠而易於進行計數的地方，調查時間亦侷限於繁殖季，不適用於全部鳥種的調查。

#### (5)領域描圖法

較耗費人力、時間多，又只適合具有領域性的鳥種之族群研究，且森林內因為視線阻隔，也難以觀察描繪鳥類之領域。

#### (6)穿越線法

最常使用且理論發展完整的方法，適用於各類型棲息地，如海岸、開闊平原，不過此法的察覺線索依賴鳥類鳴聲與觀察者目視察覺，因此觀察者的察覺能力高低、冬季鳥類鳴叫次數變少等因素皆會影響調查結果。臺灣山區地形較陡峭且路徑大多崎嶇難行，調查者沿著登山步道進行調查時，危險性亦較高，因此以穿越線法估算鳥類密度在大部分山區並不適宜。

#### (7)圓圈法

一般當作穿越線法的變形，觀察者仍沿著預定路徑行進，但與穿越線法不同之處在觀察者停留在定點時才進行鳥類調查，比穿越線法更適用於崎嶇地形。

航空照片或空載熱感應掃描器法皆不適用於臺灣多森林的環境。重複捕捉法、數巢法、領域描圖法耗費的金錢與人力較多且有季節限制，無法全年實施。目前，以穿越線法及圓圈法較適用於調查鳥種數目與各種鳥類隻數。

除了考量調查方法外，估算鳥類密度時還必須考慮調查日的天氣與風速、一天中之調查時段，以及每一取樣點於調查時的停留時間。大部分的陸棲鳥類於日出時最為活躍，之後隨時間之遞增，活動及鳴唱頻度遞減。每一取樣點停留的時間愈長，同一隻鳥被重複計數的可能性也愈大，但停留時間過短，則部分鳥種可能會被漏失。一天中之調查時段，以及每一取樣點的最適停留時間（optimal count period）會因不同的棲息地及季節而有所差異。另外，調查者須注意氣候不佳、風速過強的日子中，鳥類會減少活動及鳴叫次數，還有冬季鳥類的鳴聲頻度普遍偏低與繁殖期僅有單一性別鳴叫的現象，才能合理估算鳥類密度。

### 各種鳥類調查方法之比較

重複捕捉法因為須要較多的人力及時間，因此較適宜於局部地區的調查，就空間尺度較大的群聚生態研究而言，則因耗費的時間較多，因此並不適用，且有些森林林冠層高達數十公尺，在實際操作上亦有困難。數巢法則通常用於較空曠而易於進行計數的地方，有其棲息地類型上的限制，且侷限於繁殖季，因此在森林鳥類群聚研究上較難以應用。領域描圖法適合具有領域性的鳥種之族群研究，對並非所有鳥類都具領域性的群聚研究而言並不恰當，且森林內因為視線阻隔，也難以觀察描繪鳥類之領域。航空照片較適合在水域或草原停棲的大型鳥類之估算，對森林鳥類研究而言，則有實用上的困難。空載熱感應掃描器目前僅應用在澳洲塚鳥巢穴數目的估算，對其他鳥種而言，其實用性並不

高。目前，在鳥類群聚研究中，只有穿越線法及圓圈法較為適用。

一般而言，臺灣的山區因為地形陡峭，兼以森林茂密，亂石倒木橫互，除非大眾化的登山步道，否則路徑大多崎嶇難行，以穿越線法估算鳥類密度在大部分山區並不適宜。而圓圈法係觀察者於一定點停留一段時間進行鳥類調查，不但較不受限於崎嶇地形，且在濃密的森林裡也可以比其他方法有較多鳥類察覺的機會。就臺灣山區而言，以圓圈法估算鳥類密度應該是一種較適當的方法。但在海岸區域，研究者大多以穿越線法進行鳥類調查。

鳥類調查須要註明調查的時段、行走的調查路徑方式以及使用之工具，其中調查路徑部分，必需附上詳細的路徑圖，建議以 1/5000 像片基本圖或正射化影像圖為基礎繪製。若調查地點是山林中，因視線易被阻擋，調查人員必需具有聽音辨鳥的能力，而且應選擇晴朗無風的天氣進行調查，以避免鳥隻減少活動而不鳴叫或強風干擾鳥音的問題。

表 2、鳥類調查方法之彙整

調查方法	特點與限制
重複捕捉法 (capture-recapture)	可發現隱密性鳥種 人力及時間耗費大，僅適用於小面積樣區 森林上層鳥類不易捕捉到
數巢法 (nest count)	限繁殖率 偏差小，惟一年若僅一個繁殖率，則只能得到一個估值，無法做統計檢測 適用於開闊地(巒嶼的燕鷗)及小面積樣區
領域描圖法 (territory mapping)	領域性強之鳥種(紅尾伯勞) 配合聲音回播法(巒嶼角鴉) 偏差小，但僅適用於小面積樣區 有些鳥種僅在繁殖季有領域性 森林視線差，且寸步難行，不易追蹤描繪
航空照片 (airscape)	水域、草原或疏林等開闊地 大型鳥種(紅鶴)
空載熱感應掃描 (airborne thermal scanner)	僅能適用於特定之鳥類，如澳洲塚鳥 (malleefowl)
穿越線法 (line transect)	察覺線索(鳴唱、叫聲、視覺察覺) 觀察者察覺能力會影響調查結果 最常被使用，理論發展完整 適合各式棲息地 森林鳥類之察覺線索大部分來自聲音，冬季或不太鳴叫鳥種的誤差較大
圓圈法 (point count)	可視為是穿越線法的一種(即在穿越線的行進速度等於零) 適合於繁殖期
播放法 (Playback-response)	利用播放鳥類之叫聲以吸引同伴之回應，用於調查隱密性高之鳥種，如八色鳥，效果甚佳，但是，應選對調查日期。

日行性鳥類調查的時間最好在日出後至早上 8 點之前，有時亦採用日出後至早上 10 點前的資料；夜行性鳥類的調查時間，一般是在傍晚至凌晨 12 點前進行。

常採用的鳥類調查法有穿越線法與圓圈法兩種，不論何種方法都應避免重複計數。若採用穿越線法，除了應在報告內附上穿越線路徑圖外，並註明行走穿越線的速率。調查時，需記下每隻鳥，距調查者的距離與發現時的方位，以便排除同一隻鳥被重複計數之可能，並可據以計算該區鳥類密度。一般來說，平坦地區的穿越線行進速率會比在山區小徑更快，臺灣由於地形崎嶇且調查人員多以步行為主，穿越線速率通常比較慢，一般為每小時 1.5 至 2.5 公里左右。在應用上，此方法常見於濱海區域或已開發的工業區等較寬闊而平坦的地點。若樣區採圓圈法調查，於地圖上標記樣點之位置，並應註明調查的樣點數目、停留時間、估算的範圍，以及密度估算的方法與公式。由於每種鳥類的察覺程度差異極大，估算鳥類密度時需特別注意鳥類是否結群，以及特定基礎半徑值(每種鳥類被察覺的距離)。

在調查工具方面，常用的有單筒望遠鏡與雙筒望遠鏡。調查在山林中的鳥種時，多以雙筒望遠鏡為主，而觀察水邊的鳥類時，還須要單筒望遠鏡，才能更加正確地估算種類與數量。若調查夜行性鳥種，則須要使用強光手電筒或其

他照明設備。

### 3. 爬蟲類

所有的爬蟲類動物都是外溫動物，環境常影響其體溫維持，故天候狀況會影響爬蟲類的出現率。爬蟲類的類別甚多，包括蛇、蜥蜴、烏龜、鱷魚等，體型與生活環境的差異性大，調查者須視種類、環境採取不同調查法。一般有徒手捕捉法（hand-capturing）、活套捕捉法（noosing）、陷阱捕捉法（trapping）。

#### (1) 徒手捕捉法

徒手捕捉具有簡單、省錢等優點，但須要較多人力，對於不會躲藏在遮蔽物的種類或處於生活史某些階段的個體無法收集到資料，一般適用於陸棲的小型蛇類、蜥蜴及烏龜等。調查人員在可能出現爬蟲類的微棲地內，以徒手翻找環境中的遮蔽物（石頭、木頭、樹皮、廢輪胎、廢傢俱等），並輔助手電筒、耙子等工具，檢視洞穴或腐葉泥土，記錄看到與捕捉到的爬蟲類動物後，再將遮蔽物恢復原狀並放走動物。針對日行性蜥蜴與蛇類，可在最活躍的時間（早上十點前後）進行調查，通常可直接以肉眼觀察到或用手捕捉；夜行性種類應利用手電筒於夜間進行調查。

捕捉時應注意最好帶上手套並隨身攜帶急救器或血清，以維護調查人員的安全，捕捉部位應針對動物頭部或頸部，且應該避免用力過猛而壓傷動物，對尾部會自割的蜥蜴更須避免觸及尾部。捕捉毒蛇可利用捕捉夾、Y型分叉的木棍挾住蛇的頭頸部後，再進行捕捉。陸龜可比照蜥蜴使用徒手捕捉，水生龜鱉則需以浮潛方式計數或捕捉，通常在淺水域只需以水網捕捉，而海龜則利用其上岸產卵的時間來捕捉或計數。

#### (2) 活套捕捉法

活套捕捉法的優點是簡單且花費少，適用於頸部較明顯或活動力強而易受驚嚇的物種，但無法施用於隱密性高的種類。

將釣竿或竹竿前端綁上一個釣魚線作成的活套，活套前端甚至可以鉤上昆蟲作餌，將竿子伸長使活套套入蜥蜴的頸部，再迅速將動物鉤起。石龍子或活動迅速的小型蜥蜴經常可用此法捕捉。

#### (3) 陷阱捕捉法

對陸棲的爬蟲類動物最常用掉落式陷阱或下凹陷阱（pitfall trap），常和圍網法（drift fence）共同使用，讓動物沿著調查員設的圍網（30~40公分高）行走，而落入預先設置的陷阱。陷阱一旦佈好後所需人力很少，但設置過程較為花費人力與金錢。陷阱一般以塑膠筒、鉛筒、大水管等物埋在地下，開口與地面平齊，陷阱上方可設置塑膠板等遮蔽物以防日曬雨淋，或防止動物逃跑的網子、蓋子之類的裝置；調查區域若是多雨，陷阱底部可打洞以排水並且內部放置石頭等重物，以免因地洞積水浮出地面。陷阱放置地點除了圍網的盡頭外，還可放置於牆邊、石頭、堤防邊等處。在地形崎嶇或岩石地面的區域可用平行地面的漏斗式陷阱（wire funnel trap），入口處成漏斗狀使動物能入不能出，此種陷阱配合餌料的使用亦用於捕魚及蝦蟹類，但捕捉淡水烏龜時，為防止其溺斃需加裝浮板。

陷阱佈好後需每日定時檢查，建議先以樹枝試探或戴上手套後檢查。調查工作結束後，需將陷阱取走並破壞陷阱，避免動物掉入陷阱坑洞而犧牲。

### 4. 兩生類

大部分的兩生類（或兩棲類）具有二態（二階段）的生活史以適應不同的環境，受精卵與蝌蚪在水中發育，成蛙仍不能離水太遠，受到溼度的影響極大。受限於特殊的生活史，兩生類動物多半會出現在特定的微棲地環境中。根據過去的資料，兩生類的調查方法大致分為三個類別：（1）收集動物名錄；

(2) 有時間限制的短期調查；(3) 嚴格限定數量的系統取樣調查法 (Systematic Sampling Survey, SSS)。三類的調查方式互相配合，可了解樣區內的兩生類動物相、比較樣區間物種數量，甚至不同時間內動物相的變化，不過若環境變異大就不適合進行比較。動物名錄以統一的取樣方式蒐集，特定地區物種名錄即可用於比較不同樣區間的動物相組成與物種數量。短期取樣則易受採集方法和環境變因影響，且不能提供樣區內的確實種數，但動物族群密度相似時，仍可以比較不同區域的分布比率。

估算兩生類動物的方法至少有 10 種較為常用 (表 3)，依據不同的人力、物力狀況，單獨或合併使用上述的調查方法：

表 3、兩生類的調查方法比較

調查方法	可得資訊	所需時間	所需費用	所需人力
物種名錄清查	種數	多	少	少
目視遇測法	相對數量	少	少	少
穿越帶鳴叫技術法	相對數量	中	中	少
方塊取樣法	密度	多	少	中
穿越線法	密度	多	少	中
叢塊取樣法	密度	多	少	中
直線圍籬與下凹陷井法	相對數量	多	多	多
繁殖區調查	相對數量	中	少	中
繁殖區圍籬法	相對數量	多	多	多
兩生類幼蟲取樣	密度與相對數量	中	中	中

#### (1) 物種名錄清查 (complete species inventories)

常用於長期和短期的調查計畫、標本採集。調查者在白天和夜晚到所有兩生類動物可能出現的微棲地中 (如農田、水塘、溪流等)，以翻動木頭石塊或撥動草叢來搜尋兩生類動物。此法通用於動物相複雜、氣候差異大及兩生類個體稀少的地區，若兩生類種類多但個體相對稀少的區域，則需長期採樣才能得到較完整的名錄。

#### (2) 目視遇測法 (visual encounter surveys)

調查人員在一定時間內有系統走過一特定段落的棲息地，記下眼睛看到的兩生類動物種類與數目。適用於動物資源的清查與監測，多用於研究一地區兩生類的種豐富度 (richness)，及比較同一群聚中不同物種的相對數量，但不能估算族群密度。

#### (3) 穿越帶鳴叫計數法 (audio strip transects)

由於青蛙 (無尾目兩生類) 繁殖時，會以鳴聲吸引雌蛙，故此法的前提是：(1) 每種蛙類的叫聲都很獨特，且每隻雄蛙都是單獨鳴叫；(2) 在每次的調查中不能重複計數同一隻蛙的叫聲；(3) 在調查樣區中包含各類型棲息地；(4) 調查者需熟悉各種蛙類叫聲，而且整條穿越帶中調查人員能察覺的叫聲距離是一致的。穿越帶鳴叫技術法較適用於熱帶森林，即使不易目視觀察仍可有效察覺不同高度的種類，但對於溪流沿岸、湖岸的區域或集中成群鳴叫的狀況應改用目視遇測法。調查人員沿著長度至少 1 公里的穿越帶前進，由聽到的聲音判斷種類與隻數，得到鳴叫雄蛙的相對數量、成蛙的相對數量、種類組成、各種蛙類的繁殖地或偏好的微棲地以及各蛙類物種的繁殖物候學。

#### (4) 方塊取樣法 (quadrat sampling)

方塊取樣法較花費時間與人力，不過可同時調查到底棲、樹棲與地表活動

的物種，極適合環境狀況不均質的地區。此法的前提是假設為動物不因干擾而離開調查區，且動物被調查人員發現的機會相等，取樣的方塊不會重複。在樣區中以逢機的方式設立取樣方塊並調查方塊中的兩生類動物，而獲得種類、相對豐度（relative richness）、密度等資料，適用於調查森林底層的兩生類及水域中的蝌蚪（用水網或陷阱捕捉），但在密林或陡坡的環境就不適合。

取樣的方塊依面積分為：(1)大方塊取樣法（broad sampling）：適用於分布分散的較大型個體，調查人員在大方塊中依亂數選擇 8m x 8m 或 10m x 10m 的方塊進行調查；由於方塊面積大，最好有 4 個人員同時進行；(2)點狀取樣法：每個大方塊內至少有 10 個 1m x 1m 的方塊，適用於局部分布且分布密度高的單一種類。

#### (5) 穿越線法（transect sampling）

由於自然環境會有生態因子呈梯度變化的情形，因此兩生類的分布易呈現梯度變化之趨勢。穿越線法適用於比較物種與環境因子梯度間的變化關係，此法常與目視遇測法共同使用。

#### (6) 叢塊取樣法（patch sampling）

兩生類動物常出現在倒木、樹根基部、鳳梨或芋頭葉子積水的葉基之處，因此兩生類的密度常隨微棲地而異。適用於調查分布在特定微環境的種類。

#### (7) 直線圍籬與下凹陷阱法（straight-line drift fences and pitfall traps）

直線圍籬法是以 5~15m 長的圍籬引導或限制兩生類動物的行走方向，讓動物落下預先埋設在圍籬盡頭的凹陷陷阱，是調查兩生及爬蟲類動物資源時，最常被使用的方式。

#### (8) 繁殖區調查（surveys at the breeding sites）

兩生類動物在交配前常會大量聚集在水域附近，配合目視遇測法計數可了解種類、每種鳴叫雄蛙的數量與相對數量，此法亦可用於計數蝌蚪。繁殖區調查法可顯示調查樣區中最適合的繁殖點，污染及水域酸化對成蛙與蝌蚪的影響，所得資料可用於長期的監測比對。適用於聚集在水域中（溪流、池塘）生殖的種類，對在陸地或特殊環境（如鳳梨的葉基）築巢的種類則並不適用。

#### (9) 繁殖區圍籬法（drift fences at the breeding sites）

特別適合必需到水域進行繁殖的種類，但不適合善跳躍、掘地與攀爬的種類，且此法所需時間、人力多，選擇設置圍籬的水池越大越難以架設。以圍籬將小水池整個圍住，讓動物掉入預先埋置的陷阱，陷阱多設在圍籬的兩旁捕捉要進入或離開水池的動物，圍籬安置後需在每日早上檢查，且陷阱中需放置小塊濕海綿，避免動物乾死或被其他動物捕食。

#### (10) 兩生類幼蟲取樣（quantitative sampling of amphibian larvae）

利用拖網圍捕、撈網撈取、陷阱捕捉、圍網圍捕等方法移除蝌蚪來計數，可獲得種類組成及族群大小的資料，此法所需時間短、人力最少又以不傷害蝌蚪的方式進行，特別適合監測瀕危及稀有物種。

因兩生類與爬蟲類動物都喜歡躲藏或出沒於遮蔽物多之地點，因此，針對這兩類動物的調查法有部分極為類似，故一般生態調查報告中，常將此兩類動物的調查法合併撰寫。不過，由於此兩類之動物之習性差異甚大，不建議於環評書件中合併撰寫。

調查兩生類與爬蟲類動物時，會分為日間與夜間調查，且氣候會影響其出沒狀況，因此需註明調查時段與調查時的天氣狀況。因調查方式極多，故需清楚描述調查方法的名稱、詳細內容、參與人力…等各項資訊，若使用工具亦需註明。

因兩生類與部分爬蟲類會發出鳴叫聲，調查人員需具有聽音辨識的能力。有關兩生類聲音的資料庫，可參考網際網路上相關的多媒體資料庫。

## 5. 蝴蝶類

臺灣的蝴蝶種類約 400 多種，素有「蝴蝶王國」之美稱，但是由於許多蝴蝶棲息地遭受破壞，蝴蝶王國之名已不存在。各種蝴蝶的生態習性差異很大，例如：生活在森林中的蛺蝶類多半有固定的勢力範圍，淡黃蝶類會傾向聚集在一起，而臺灣紋白蝶會在同一地點群棲。依其一生的活動範圍又可區分為「定居性蝴蝶」、「移動性蝴蝶」。

一般常見的蝴蝶調查法有穿越線調查法 (Pollard Walk)、直接計數法 (Checklist) 兩種。為求正確估計族群數量，上述兩種方式並不會設置誘餌或以特殊光波的燈光吸引蝶類，僅配合手抄網捕捉來確定蝴蝶的種類，使用手抄網時不計入調查時間。

### (1) 直接計數法 (Checklist)

直接計數法多用於樣區的初次調查，以了解當地的蝴蝶種類與數量。此法的優點是調查時僅考量氣象因素，方法簡單且花費費用少，調查者可主動尋找良好的觀察點，如蝴蝶繁殖地點、蝴蝶的棲息地（蝴蝶谷），以增加記錄到稀有蝶種的機會，而且此法可立即反應物種數量上的週期性變化，適用於稀有蝴蝶的數量監測。但是，此法的調查結果易受限於調查者的察覺能力，且無法深入分析資料或用於兩區域的物種豐度比較。

### (2) 穿越線調查法 (Pollard Walk)

穿越線長度至少要 100 公尺以上，每 10 公尺設一標記，以便調查者紀錄精確的距離。穿越線需通過原生植被與棲息地多樣性高的區域。調查者以時速每分鐘 35 公尺速度前進，記下出現在道路兩側 2.5 公尺內、距地面 5 公尺以下、在觀察者前方 5 公尺內的蝴蝶種類與數量。調查時若雲量多於 50% 或風速高於每小時 25 公里就停止調查。此法的調查路線、速度、範圍一致，因此可以進行不同樣區蝴蝶種類相、豐度的比較。不同植被類型所獲得的結果，可分析不同植被與出現蝴蝶種類、數量的相關性。明確定義的各項變因便於統計分析的計算，有利於長期監測。不過，相較於直接計數法可找尋適當地點，可能記錄到稀有蝶種與更多數量，穿越線調查法受限於調查路徑固定，對活動量低與僅出現在特殊棲息地的蝴蝶種類，可能會低估或沒有見到，對穿越線調查範圍外的幼蟲棲息地與蜜源地，即使長期監測仍無法觀察到蝴蝶數量的週期性變化。此外，要利用穿越線調查法比較兩區域間的蝴蝶種類與豐度，必需先進行察覺比率的校正，才能正確的進行分析。

事實上，蝴蝶的分布會受到寄主植物與蜜源植物的影響，進行蝴蝶調查時可先依棲息地植被區分成不同類型的區塊，然後於不同區塊間設置穿越線調查，記錄蝴蝶種類及數量變化。

蝴蝶調查一般以捕蟲網掃網為主，若有設置吸引蝴蝶的調查站應一併說明。調查路徑如採用穿越線 (Pollard Walk)，應在地圖上畫出穿越線路徑，並清楚界定調查範圍是穿越線兩側多少公尺、行進速度、當時天氣條件、調查人力…。若以隨機調查法，則採由調查人員自行判斷適合的調查點，在報告中應將發現蝴蝶的地點、調查時行走的路線標明在地圖上，並加以說明該區域環境。

### (二) 水域生態系

水域動物的調查方法依物種不同而有各類調查方式，使用何種方法除考量物種因素外，尚需依地形、水層流速與水層高度不同而有所變化（詳見表 4）。為了要能達到環境之代表性，考量臺灣在動物分類研究資料之進展，並能兼顧往後之生態監測計畫之執行，本規範建議以魚類、蝦蟹螺貝類、蜻蜓類為水域生態系之代表性動物。但是，若開發區域位於河川之上游，則建議增加水棲昆蟲之調查。

## 6. 魚類

魚類之採集方法有許多種，包括垂釣法、網捕法、誘捕法與電魚法等四種臺灣較具代表性與較常被使用之採集法。

### (1) 垂釣法

垂釣法乃是利用釣竿、釣線及釣鉤等組合而成的釣具，再輔以誘餌，以捕獲魚類。垂釣法受棲息地的限制較少，在急水區與靜水區均可使用，同時，也針對不同魚種而進行採集，但使用之釣具、釣法及飼料則可能有所不同。

表 4、水域生態系調查方法

網具	生物與棲息地							
	水棲昆蟲類	藻類與蝦蟹類	蜻蜓類	流水棲地	靜水棲地	軟質底質(砂、泥)	硬質底質(石、硬泥)	中上水層
浮游生物網	△							•
蘇伯氏網	•			•	○		•	
磷簣法	•			•	○		•	
挖取法	•			△	•	•		
管心法	•				•	•		
人工底質法	•			•	△		•	
漂流網法	•			•	○	△	•	•
垂釣法		•		•	•	○	○	•
網捕法	•			△	•	•	•	•
誘捕法	•			•	•	△	○	•
電魚法	•			•	•	△	•	•
穿越線法				•				•

•：適用；○：可用；△：備用。

### (2) 網捕法

主動網捕法為使用人力或機械力操縱網具以捕獲魚類的方法。在水庫、湖泊或河川下游等較廣寬水體，可利用船隻拖曳漁網進行採集；在水流較慢、底部平坦之支流或源頭溪流，則有小型曳網可以利用。小型曳網上端有浮線，下端有具鉛垂之沉線，以增加與底部接觸之範圍，同時，也具有防止魚類由網底逃脫之功能。曳網兩端均連接在木桿上，使用時，兩側各由 1 人執桿，在水中沿著河岸，由下游向上游運動，多數在使用曳網採集魚類時，也會將採集河段之上游與下游以網阻隔，以避免魚類由採集河段脫逃和由其他河段進入採集水域。

另一種國內常見的主動網具採集法為使用手拋網 (cast net)，手拋網上端由一繩索牽引，底部具有鉛垂以增加沉力，採集者以適當運用腰部與臂部之扭動方式，將網袋技巧性地拋出，並在空中成面狀展開，以增加採集區域，此法較適用於緩流水域，且需有適度之訓練，才可使用。

國內使用之被動網具採集法，以定置網為代表，定置網之上方縛有塑膠浮子 (float) 的浮線，下方為具有鉛垂之沉線，具有不同寬度之網目與不同長度之網長，可供選擇。使用時，將定置網懸於目標水域，另外亦可藉由適當增減浮子與鉛垂而調整定置網懸置之水層位置，經過一段時間後，再收取網具及捕捉被纏繞在網上之魚種個體。網具通常於黃昏放置，約八小時後，在第二天早上收網，可利用置網時間估算單位時間捕獲量 (CPUE, catch-per-unit-effort)。

### (3) 誘捕法

誘捕法即是以塑膠、竹木、木材或網具製成採集器具，內置誘餌，引誘魚類進入，並藉由網具設計使其進入後，無法再脫逃之採集方法。此類器具多具有一開口外大內小的多重漏斗型設計，魚類進入最內層後，便不易再覓得出口而逸逃。此種方法由於採集器具之體積通常不大，且質料輕盈，常需加石塊或鉛塊作為沉子。置放時，以放置一定時間後再取樣之方式，進行採集。置放時間至少需經過一夜，靜水區與流水區均可使用。

#### (4)電魚法

電魚法乃是以電力形成電場進行捕捉魚類，背負式電魚法多使用於溪流中上游之可涉水河段，在中下游河段、湖泊與水庫內，國外可利用電魚船，進行魚類採集，採集時可以固定河段長度作為採集範圍，採集時使用之時間，可用以計算單位時間內之捕獲量。

臺灣常用之電魚器具為背負式電魚器，即可背負於使用者背部運動之電魚器具，包括變壓器、8V或12V之蓄電池、與長1.5至2公尺之陰極與陽極之電極棒。電力來源有來自於蓄電池的直流電，與國外較常用之交流發電機之交流電兩種。採集時由發電機或蓄電池產生電流，經由變壓器，在兩極間產生電流迴路，形成電場，經過電場的魚類即受電擊而呈現昏迷或死亡之狀態。背負式電魚器採集適用於不同棲息地，但需一人操作電魚器，後方則另需一至二人協助採集被電昏之魚隻，在河段中，通常由下游往上游以Z字型前進。

由於電魚法利用魚類電死或電昏後會浮上水面的原理進行調查，對於溪流的魚類相會產生較大影響，可能造成該溪流河段的魚群數目或種類減少，使用電魚法前必先謹慎評估，並且依法向主管機關提出申請。調查人員亦需做好完善的防護措施。

使用網具採集魚類時，由於網具之種類繁多，同時，網具之尺寸、放置方式、網目大小及採樣次數或放置時間均會對漁獲有所影響，故均應詳細說明。使用之電魚器若有廠牌與型號，則應提供，以電魚法採集時，持續時間、河道長度或其他量化漁獲標準，應說明清楚。使用陷阱時，應敘述陷阱之種類、尺寸大小、擺置數量及擺置時間。

#### 7.蝦蟹螺貝類

在臺灣，蝦蟹螺貝類之調查，常以網捕法或誘捕法為主，相關之方法，請參考前述魚類之方法進行。

#### 8.蜻蜓類

一般而言，蜻蜓類（蜻蛉目）之調查時期，可以配合臺灣地區之氣候，分成兩個時期，即春夏型調查：每年四月至八月；秋冬型調查：每年十月至翌年二月。

由於不同型態棲息地內的蜻蛉目動物相差異頗大，因此調查過程需針對不同的蜻蛉目動物群聚，設立不同的記錄方法，較常運用之方法如下：

##### (1)定點調查法（point count）

於調查樣區內選取一定數量之樣點，各樣點間需相隔適當距離（二百公尺以上），調查時在每一樣點停留固定時間（約五至六分鐘），記錄所發現的物種種類與數量。此方法較適用於開闊且能見度佳之空間環境。

##### (2)穿越線調查法（transect count）

於調查樣區內選取一條長度在一至二公里的樣線，樣線最好能通過樣區內不同型態的棲息地環境，調查時以步行速度（小於二公里/小時）前進，記錄沿線所發現的物種種類與數量。

雖然在水域附近的開闊地較易觀察到蜻蜓，但部分種類的蜻蜓或豆娘，卻可能偏好濕地、遮蔽度較高之森林環境。各分區樣站內，將至少運用一種調查法，以確保定性和定量資料之蒐集。

在各調查點進行成蟲採集前，先以目視法或雙筒望遠鏡觀察現場出現之蜻蜓，記錄其種類、數量、行為（如飛行、追逐、停棲、交配、產卵、捕食等）、當時天氣狀況和氣溫，並以攝影器材輔助記錄。無法以目視法鑑定之相近種類則以捕蟲網（桿長二四〇至二五〇公分，網框直徑四十二至六十公分）進行掃網法採集，另以水網（網目一公釐）蒐集水中和水面上之蜻蛉目水蠅蛭殼作定性記錄，並配合圖鑑和檢索表來辨識種類。

## 9. 水棲昆蟲 (若開發區位於河川上游時，應加強本類動物資料收集)

常見且具代表性的水生昆蟲採集法，包括蘇伯氏網法 (Surber net)、踢擊法 (kicking method)、挖取法 (dredge method)、管心法 (Core method)、人工底質法 (artificial substrate method) 和漂流網法 (drift net) 等。

### (1) 蘇伯氏網法 (Surber net)

此方法是國家環境研究院公告，河川底棲水生昆蟲採集之標準方法 (NIEA E801.30T)。蘇伯氏採集網可分為兩個部分，前方具備一不鏽鋼中空方形鐵框，框長在國外一般為 30 公分，國內則將其加長為 50 公分，後方也有一立起之 50 公分長不鏽鋼方形框架，但後方框架連接一個約一公尺長網袋，網袋近框處有時以帆布補強，網袋公告標準之網目為 24 目 (mesh，每公分 9 條網線，網孔大小為 0.595 mm)。但是，為了減少水流阻力，亦有使用 1 mm 之網目採集。除了單人可操作之優點外，蘇伯氏採集網亦可利用前方中空之方框進行底面積定量採樣，以估算單位面積內不同水蟲之個體數量。

此網具之採樣地點多以卵石、礫石且水深不多於 50 公分之流動水域較適宜，採集位置應避免集中於單一處，通常在近岸邊及河中央處均需進行採集。

使用蘇伯氏採集網時，首先面向上游水流，將中空框架先置於河川底部，再將連接網袋之方框立起，讓水流通過網袋，然後在置於河床之方框內，以手或腳攪動底質，使棲息其間的底棲昆蟲，順水流入網中，若有附著在石塊者，可將其用鑷子夾入標本瓶或用刷子刷入網袋。完成採集後，可將網袋取起至岸邊挑取水蟲個體。

### (2) 踢擊法 (kicking method)

踢擊法主要使用於水深約少於 100cm 之淺水流動水域，由於多數的無脊椎動物，多在急流河段河床的石頭或礫石中被發現，因此，利用擾亂和踢擊的方式來擾動底質，使留存其間的動物與底質分離，並順水流進入採集網具，便成為踢擊法的原理。

在使用踢擊法採集時，採集者面向上游，利用腳或手擾動底質，同時在下游的位置放置踢擊網，進行採集，踢擊網 (kicking net) 有兩種型式，一種類似於手抄網，具有一根長網柄 (約 100 cm) 底部有一長方形開口 (長×寬×深約 45×25×25 cm，網目約 0.90mm)；另一種型式的踢擊網，則在網的兩側各有一木質網柄，網高與網柄約同高，網呈面狀，可藉此面狀網採集因擾動底質而順水流運動的水生昆蟲。

踢擊網之採集可以設定在一固定河段 (如 30 公尺長) 內，以固定時間 (如 3 至 5 分鐘) 之方式進行定性與定量之採集，由於網具之輕便易於攜帶，也可於不同棲息地依目視比例分配採集時間，再進行採集，以取得水域中水生昆蟲組成之完整資料。

### (3) 挖取法 (dredge method)

挖取法乃是利用機械力量挖取部分底質後，再利用清洗或過濾的方式，採集生活於其中生物的一種方法。這種採集法較適用於水流靜止或流動較緩慢，且底質為沙質或泥土之水體環境。

挖取法的器具均為鐵製或鋼製，可分為較適合在近岸淺水域使用之艾克曼挖具 (Ekman grab)，及較適合於深水區使用的波爾挖具 (Ponar grab) 及彼得森挖具 (Peterson grab) 等。這些挖具均有兩片半圓筒狀的挖掘器，利用兩個半圓筒挖掘器之閉合，可以挖掘底土或底泥，並將其攜至水面，進行採集。

在水淺處使用艾克曼掘具，可以連接繩索或上接握柄之方式使用，它將兩個半圓掘具利用繩索固定並拉開，再利用握柄或信差 (messenger) 撞擊的方式使繩索彈開，因此，產生動力使兩個半圓掘具閉合，至於在深水區域使用的掘具則多固定在船側，再以船隻搬運至深水區域後，由船上操縱，進行採集。

#### (4)管心法 (Core method)

管心法，或稱核心法，為一種使用於緩水或靜水區域，且具有軟性土泥底質環境之採集方法。該方法乃利用管狀採集器，以機械方式深入底質中採集，由於樣本呈長圓柱形，且通過不同土層，故可了解生存於不同土層深度之生物組成，同時，由於採集面積固定及樣本呈圓柱體，亦可以進行定量估算。

在淺水及底質較軟區域，可以利用裁成適當長度之塑膠水管管柱，以人力下壓的方式進行管心法採集，但是，在底質較硬與深水之區域，則需依賴如打樁機之機械輔助，進行採集。

#### (5)人工底質法 (artificial substrate method)

許多水生昆蟲會因為環境改變、覓食或逃避敵害等原因，離開棲息之石縫或底質，隨水流順流而下，進行遷移。在遷移的過程中，若是接觸到適宜之環境或底質，便會停滯而進行拓殖 (colonization)。因此，若能以人工方式提供水生昆蟲適合棲息之硬質底質，則能瞭解環境中喜好堅硬底質之水生昆蟲組成。

人工底質的形狀及材質相當多變，簡單者可置放磁磚、石頭或磚塊等於水中，市面上也有利用三夾板或木板製成的商業成品販售。商業成品之形狀有圓形，亦有方形，結構為利用長螺絲連接多塊板塊而成。採集時，人工底質可以懸吊於水中或埋於底質中作業，置放一段時間後，將人工底質取回實驗室，分離長螺絲與木板，再採集所有棲息於其上之個體，由於人工底質之形狀可估算總面積，因此也可提供定量之資訊。

#### (6)漂流網法 (drift net)

漂流網也是利用水生昆蟲或無脊椎動物會隨著水流而運動的特性而設計，其外觀類似於蘇伯氏採集網立起之網袋部分，具有框架與後方之網袋兩部分。採集時，將漂流網置於流動水域，且面向上游，經過固定時間後，可由取樣中瞭解在水中運動的無脊椎動物或水生昆蟲量。採集時間通常至少為8小時，且至少需經過一夜，但是，實際使用時，採集時間多為24小時。因為可分別估算日間與夜間水生昆蟲之流動量，一般的樣本採集頻率為每二小時一次，如此可避免過多的個體或雜物影響網具運作。

在使用漂流網時，如同時測量網前流速與網前水深，可以估算經過漂流網之水量體積，並以此進行估算單位體積之漂流生物量。

水生昆蟲之採集在國內多以蘇伯氏採集網 (Surber net) 進行。使用時應說明採集網尺寸、採集位置、各採集位置之樣本數量。樣本之保存方式與鑑定依據，亦建議說明。此外，亦有使用踢擊法 (kicking method) 採集之調查，踢擊法以踢擊網 (kick net) 採集，使用踢擊法應說明清楚之項目包含網具尺寸、網袋大小、網目寬度及採集時間等。上述兩種方法均使用於礫石或硬質河段，若於泥沙或軟質河段採集水生昆蟲，亦會利用篩網篩濾定量土壤進行調查。若使用該方法，則應列出採集位置之決定標準、樣本數、篩濾土壤體積 (或採集深度) 及篩網網目。

### 六、資料分析與呈現

每季調查之資料，因為有三個樣品，資料呈現時，宜以最大量、或平均量、或全部呈現之方式，展現所調查到的動物數量值。為了避免對於動物之損傷，若使用電魚法，可以不必執行三個樣品，應以最大之可能代表長度為調查範圍，以展現水域生態系內的生態特色。

因野外調查資料經過各種生態指標分析後，更易看出樣區的生態狀況，因此，野外調查資料應視資料性質分別計算適合之生態性指標，並以清楚簡單的圖表呈現資料結果。這部分應列出各項指標的名稱、公式、各符號代表意義、此計算法的適用條件、範圍與限制等項目。報告中至少在報告中需列出一種多

樣性指標（亦稱為歧異度指標、豐富度指標、優勢度指標），與一種均勻度指標。茲列舉較常使用的多樣性指數與均勻度指標如下：

(一) 多樣性指數

1. Simpson 指數 (Simpson's dominance index, C) :

$$C = \sum_{i=1}^n \left( \frac{N_i}{N} \right)^2$$

N<sub>i</sub> : 為第 i 種生物之個體數

N : 所有種類之個體數

2. Shannon-Wiener 多樣性指數 (Shannon-Wiener's diversity index, H') :

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

S : 各群聚中所記錄到之動物種數

P<sub>i</sub> : 各群聚中第 i 種物種所占的數量百分比

本指數可綜合反映一群聚內生物種類之種豐富度 (Species richness) 及個體數在種間分配是否均勻。若 H' 值愈大，則表示群聚間種數愈多或種間分配較均勻。

附註：計算 Shannon-Wiener 多樣性指數的公式時，log 值可取 10 或取 2，但 H' 的值隨 log 而不同，因此，公式中需清楚標出取 log 的值。

3. Margelef 指標 (Margelef's index, SR) :

$$SR = (S - 1) / \log_{10} N$$

S : 為第 i 種生物之個體數

N : 所有種類之個體數

SR 愈大則表示該群聚內動物種類愈多。

(二) 均勻度指數

1. Pielou 均勻度指數 (Pielou's evenness index, J') :

$$J' = H' / H'_{\max}$$

$$H'_{\max} = \log_{10} S$$

$$J' = H' / \log_{10} S$$

S = 所出現的物種

J' 值愈大，則個體數在種間分配愈均勻。

2. Shannon-Wiener 均勻度指數 (Shannon-Wiener's evenness index, E) :

Shannon 均勻度指數 (E) =  $H' / H'_{\max} = H' / \log_2 S$

S : 各群聚中所記錄到之動物種數

#### H'：Shannon-Wiener 多樣性指數的值

由於研究人員常使用各類電腦軟體進行資料整理與分析，建議於報告中，註明使用之軟體名稱與版本。

#### 七、結果與討論

調查結果可用圖與表呈現，清楚而詳細列出所觀測到的物種種類與數量，表格格式應包含全部物種名稱、各物種的記錄數量、發現地點、時間等項。物種名稱除顯示中文外，應附上學名，動物之名稱請以臺灣物種名錄資料庫（可由 TaiBNET，<http://taibnet.sinica.edu.tw> 或 TaiBIF 臺灣生物多樣性資訊入口網，<http://www.taibif.org.tw/>）的資料為基礎，惟鳥類之名稱，請以中華民國野鳥學會所公告最新版之鳥類名錄為標準。用表格呈現物種數量時，最好使用阿拉伯數字，若以代號呈現亦可，但需在表格下附註說明組距值。

應明確標示物種是否為保育類或特有種。保育類之認定，依據行政院農業委員會林務局最新公告的「保育類野生動物名錄」（詳見該局之自然保育網，<http://conservation.forest.gov.tw/mp.asp?mp=10>），保育類野生動物分為三個等級，分別是瀕臨絕種、珍貴稀有和其他應予保育之野生動物。若發現的物種屬於保育類野生動物，應逐一列出於報告中，註明保育等級，並在地圖上註記發現地點與數量，若有非保育類，但在生態環境上可作為指標的物種，也要加以說明其意義。特有種之界定，得參考 TaiBIF 最新公告和中華民國野鳥學會所公告最新版鳥類名錄之資料。

各種動物的調查結果可以直接描述記錄到多少物種，再根據統計分析結果與指標物種、保育類物種出現與否來說明樣區的生態意義。此外，將調查到的物種依植被環境或生態環境類型分類，再加以描述，也是合理的作法。

調查結果與討論可合併或分開撰寫，但不論何種方式，都應說明報告中調查到的物種與該區環境的關係，例如：根據各樣站魚種調查結果及現場的水質分析，顯示景美溪上游石碇水質因第二次採樣有鯽魚（不耐污染指標魚種）出現，其餘三次採樣記錄到耐輕度污染水質之臺灣纓口鰍，故水質屬於未受污染水域至輕度污染水域。深坑河段因出現耐輕度污染水質之石魚賓及臺灣纓口鰍，水質屬輕度污染水域。

在報告中也可說明理論或引用文獻的文句，作為理論根據，充實報告內容，並提升調查報告之水準。

## 第四點附件二（修正後）

### 附件二、開發行為對動物生態之衝擊評估及減輕衝擊對策

在環境影響評估中，考量生物多樣性的保育和永續利用，將可以降低環境開發的衝擊。生物多樣性的喪失，主要源自人類經濟發展中活動。這些活動大規模地開採資源、改變或破壞生態棲息地，甚至引進外來種。因此，在環評的生物多樣性保育考量中，可以依序從避免破壞（包括迴避重要的生態區位）、減輕衝擊和補償損失等層次，加以考量。

任何一個開發案均會對環境造成壓力，尤其是生態性的衝擊常常是不可逆的反應，因此，環評中的生態評估必需有充足的調查資料，方可作為評估的依據。評估開發案的環境衝擊時，可分為施工與營運兩階段探討。在施工期間，應評估整地、填土、施工的噪音、施工人員的進出、交通量的增加和土方坍塌等，對環境的可能影響，如增加的灰塵量、空氣污染和噪音污染對動物的影響，人員頻繁進出對環境干擾的增加，整地、填土與坍塌對植被的改變與移除，進而影響到動物之活動。在營運部分包含營運後的影響，此時的評估重點應注意為美化景觀所種植的植物是否為原生種，能否吸引動物利用，當地動物生態是否會恢復施工前狀態，此外，興建建物或道路後是否造成棲息地破碎、植被單調或棲息地消失，也是評估開發案對動物生態影響的重點。

目前國內申請進行環境評估的案件中，可分為興建或擴建等，其對環境的影響，依其預定興建地點而不同，一般而言，在環境已被破壞區域開發的影響，小於在環境完整而複雜地區開發的影響。此外，興建面積大小與形狀都有著不同程度的影響。以公路建設為例，公路開發後，人們在沿途逐漸建立聚落，並修築次要道路系統，沿著道路擴張開發的區域與範圍，使得原有的森林連續區域，解體成不連續的區塊，造成棲息地的破碎化，正是造成生物多樣性減少的最主要因素。

總之，評估環境受到的衝擊時，應以生物受到的干擾、棲息地受到的影響和生態系服務降低等三方面為主。若有歷史性生態調查資料，如已有之生態調查資料、資料庫之內容，應考慮納入評估分析，特別是稀有性動物之已知出現資料。當棲息地受到嚴重干擾而無法自行恢復原來狀況時，應有合適的減輕衝擊對策，或進行生態補償措施。

一個對環境友善的開發案，雖然會對環境造成壓力，但也有機會讓環境獲得正面的助益。因此，開發者思考開發過程時，除了應該減少環境衝擊之外，也應能夠以 OECMs(Other Effective area-based Conservation Measures，一般翻譯為有效保育措施區域或有效保護生態的其他場域)的態度，開發單位應重視對於社會環境保護之責任，採用新近倡議的 OECMs 概念，將開發基地視作是可以保育的場所，並盡可能補償生態損失，以營造開發與環境保護雙贏的局面，也為開發單位營造對環境友善的好評。

#### 一、生態影響評估項目

開發案對於環境的衝擊，從動物生態的角度而言，可以從物種（尤其是保育類、紅皮書受威脅物種和特有種）、生態系價值和特定棲息地等項目，進行評估。評估時，宜考量零淨損失(No net loss principle，即 NNL)和預防(Precautionary principle)兩大基本原則，加強研擬減輕生態衝擊對策，並考慮執行生態補償措施。

##### 1.物種

從功能性角度將當地的生態區域分類（如生殖棲息地、覓食行為、覓食棲息地、避難棲所等），考量地區內因開發行為所承受之干擾程度，就開發行為評估

當地生態區域受到的影響，可能造成之干擾程度與動物的反應，進行適當之衝擊評估。建議考量至少開發行為應達NNL。

## 2. 保育類、紅皮書受威脅物種和特有種之衝擊

依據現場調查資料和該物種的棲息地及生活史需求，應先區分衝擊區和對照區的保育類物種、紅皮書受威脅物種與特有種的分布狀態，特別是位於衝擊區之保育類物種、稀有物種與特有種，對於出現於對照區的保育類物種和稀有物種，應釐清其可能的活動範圍是否涵蓋衝擊區。評估開發行為對於保育類與特有種、稀有物種野生動物（建議參臺灣保育機關所公布之紅皮書為標準）的影響，同時特別重視：

(1) 評估現有保育類及特有、稀有物種之族群結構與數量。

(2) 若評估結果認為這些動物族群數量過於稀少或結構失衡，極可能因開發行為而危及當地動物族群的生存時，應考慮執行生態補償，如就地開闢保護區、遷移及復育之可能，或避免開發。

(3) 依據現場調查和歷史資訊的整合，以生物多樣性和保育類物種的角度，評估開發區域之生態價值，以及在臺灣或區域上所扮演之角色。例如依據實地調查資料來看，若當地的保育類動物或特有物種相較於其他地點較多（即屬於生物多樣性熱點區域），或屬於密度較高的分布區，或是調查樣區的多樣性指數較高，則應評估是否執行替代方案，或建立保育性質的區域，並盡量避免開發此類地點。

## 3. 生態系價值

此階段的評估宜整合植物生態與動物生態之調查內容，從生物多樣性和生態特色之角度，注意受影響環境及其物種在該生態系中之生態重要性與整體的生態系服務(ecosystem service)之價值，同時也需重視其經濟、社會與人文上之價值，以構思保護、重建和復育之需求強度與執行方式。

尤其當該區域的生態系可能受到不可逆的破壞，無法自行恢復原來的地景與功能時，應執行人為復育措施。同時，應評估生態系服務所遭受到之衝擊程度，以及生態系是否可以保持其韌性，並得以恢復。

建議於二階環評過程中應加強生態系價值的評估。

## 4. 對棲息地之衝擊

應針對開發區之生態棲息地特色加以評估，包括生態系價值之內容。尤其是特定物種（如保育類野生動物）之棲息地需求，均應分析和評估。整合實地調查資料後，評估衝擊程度，對棲息地環境衝擊程度較為輕微，或是經由人工復育環境後可逐步恢復原有植被的案例，可經由審慎規劃評估後，進行施工作業，並依據環境影響評估報告中的建議事項，注意各項施工細節，盡量避免對環境的額外干擾，若有需要，應進行人工植被補植。若當地具有珍貴生態價值，而施工將嚴重破壞當地生態環境，且一段期間後仍無法恢復，應考量替代方案，即停止開發或另擇地點。

進行棲息地衝擊的評估時，應注意整合植物相與動物相，清楚說明兩者互相影響的部分，並針對棲息地破壞，造成物種、族群、群聚和生態系等生態階層的影響，進行預測。此外，若能進行模式分析或多變數（或多變量）分析，利用生態棲息地的損失，從時間與空間的角度，評估開發行為對於環境與動物生態的影響，應可獲得更合理的衝擊預測。

地景（含動物棲息地）的變化情形，也可以利用航、遙測資料判釋方式進行。此方法透過飛機或衛星感測器讀取地貌資訊，以大面積的方式，經過判釋後，得到當時期的環境資訊。這些資訊也可以用來研判動物棲息地的可能改變情形，是否有被碎化之狀態？是否有邊緣效應(edge effect)？將有助於預測開發案之可能衝擊，並研擬減輕衝擊對策。

## 二、污染程度之考量

開發行為可能產生各種干擾源，如化學性（如水溫、酸鹼度、營養鹽、重金屬、有毒物質、有機污染物等）、物理性（如水量、水深、流速、河、湖寬、河、湖岸水泥化程度）、生物性（掠食者、食物、競爭者、繁殖介質等）與棲息地（如山坡地開發造成優養化與土壤侵蝕、水生植物減少、藻類物種組成變動等），這些改變均會對動物生態造成衝擊。評估時，應自物種組成之數量、相對比例、優勢種、生態系服務等不同角度，進行可能產生變化及其結果之評估。

同時，由於氣候變遷日益明顯，評估時也應考慮各開發區域的生態系脆弱度和開發行為、氣候變遷下的加成影響。

### 三、外來入侵種的課題

外來入侵種生物對於生態或人類的影響，早已有明確之事證，如福壽螺、小花蔓澤蘭、紅火蟻，這些生物常造成人類經濟財產上的損失。然而在許多的場合中，由於外來種造成衝擊作用常會有一段長時間的潛伏期後，才可能轉變成外來入侵種，人們常會因此而忽視其影響性。環境開發後，常會形成單一化的環境，往往讓外來種有機會入侵，需小心防範。而景觀綠美化工程所種植之植栽，也常帶有外來入侵種之植物種類和附隨之動物（如斑腿樹蛙），也應避免種植這類型的植物而引入外來種動物。

某些特定之開發項目可能會進行外來水生生物之飼養與繁殖，開發單位應準備有關該生物生態與生活史之相關資訊，說明在其他國家造成生態危害之訊息，以供審查，並應提出防止外來物種逸出與散佈所進行之準備，對生物逃逸後之危機處理程序，亦應有所說明。當然，如果能減少外來種的引進，並加強原生種的棲地維護，才是合理的環境保護策略。

此外，亦應注意外來種所衍生的課題。例如，內政部制定請領建造（雜項）執照時，建築基地若有入侵紅火蟻，應有紅火蟻監測和防治標準作業流程。

### 四、減輕衝擊對策

良好的環評報告必需有對於生態衝擊之減輕衝擊對策，以期能讓生態系的韌性得以發揮至極大，在遭遇外來干擾時，得以保持恢復之彈性。從生物多樣性的角度而言，就是要擬定適應性和調適性的策略與措施，來降低開發案對於環境的衝擊。適當的減輕衝擊對策，可以維護生態系的韌性，避免開發完全破壞掉這種韌性，讓生態系保持復原之彈性，進而在開發完成後，生態系可以恢復舊觀，甚至變得更好。

如對生態影響在科學上尚有無法釐清之處，建議開發單位可以考慮投入更多的經費，針對重點議題，進行相關之研究，藉由研究之成果，獲得更多面之資訊，利用這些成果，定期進行滾動式之檢討（或稱適應性經營管理），以尋求最佳的生態衝擊減輕對策。

此外，新近倡議的 OECMs 概念，也值得開發單位考慮採用。基本上，建議開發單位重視對社會的環境保護責任，思考將開發基地視作是可以保育的場所，以更多的環境減輕作為和保育作為來促進、保育開發區域的生態狀態，使其維持穩定、品質良好的狀態。必要時，亦可向主管機關申請設置。

任何的友善環境作為均對開發基地的生態維護有利，但是在執行這些改善或作為時，建議開發單位可以同步研擬配合之監測計畫，以驗證其正確性，並評估其成效，並配合即時的檢討機制來精進這些友善作為。

### 五、生態（或棲地）補償

在無法避免或減輕生態影響時，一個對環境友善的開發案，除了有良好的減輕衝擊對策之外，更應積極進行生態補償或棲地補償措施（如同質性棲息地補償、生態系復原、營造新生棲地...），考慮開發行為對環境所造成之破壞，給予適當的補償。生態補償或棲地補償的目標是在開發的壓力下，讓瀕臨滅絕種免於

滅絕，同時也讓常見種維持常見狀態。

生態補償或棲地補償在臺灣許多地區是非常重要的，許多生態環境具有特殊性，一旦破壞，可能就是不可逆的，建議開發單位應該衡量開發之必要性和生態不可替代性之權重，以保護生態環境為最佳的選擇。

生態補償或棲地補償也有其限制，這是因為臺灣能運用的地點或空間實在有限。不過，若開發行為對於特定棲地有可能造成衝擊，則仍應在合理可行之考量下，執行生態補償。

生態補償應遵守以下四點原則：考慮營造同質性棲息地、位置最好位於開發區域內、面積應至少與被破壞掉者相等或更大、營造時間要比開發時間更早等。

由於許多的生態過程和內容需要非常長的時間方可形成，一旦破壞，幾乎是不可逆轉的，而其影響也不見得立即可見。當開發不可避免破壞生態時，區域性的生態補償是必需的環境友善措施。

若在國家重要濕地內執行開發並進行濕地補償，其做法應參考濕地保育法中重要濕地的生態補償規定。

修正說明：

- 一、為降低環境開發對生物多樣性造成之衝擊，爰修正前言之內容。
- 二、為使生態影響評估項目更為全面與嚴謹，爰修正項下「一、生態影響評估項目」之內容。
- 三、為強化開發行為污染程度評估，並納入氣候變遷之考量，爰修正項下「二、污染程度之考量」之內容。
- 四、為有效應對外來入侵種之威脅，爰修正項下「三、外來入侵種的課題」之內容。
- 五、為強化減輕衝擊對策之效益並鼓勵生態保育，爰修正項下「四、減輕衝擊對策」之內容。
- 六、為明確生態（或棲地）補償之實施原則及目的，爰修正項下「五、生態（或棲地）補償」之內容。
- 七、因應實務需要酌修附件二前言、生態影響評估項目、污染程度之考量、外來入侵種的課題、減輕衝擊對策及生態（或棲地）補償之文字。

## 第四點附件二（修正前）

### 附件二、開發行為對動物生態之衝擊評估及減輕衝擊對策

在環境影響評估中，考量生物多樣性的保育和永續利用，將可以降低環境開發的衝擊。生物多樣性的喪失，主要源自人類經濟發展中活動。這些活動大規模地開採資源、改變或破壞生態棲息地，甚至引進外來種。因此，在環評的生物多樣性保育考量中，可以依序從避免破壞、減輕衝擊和補償損失等層次，加以考量。

任何一個開發案均會對環境造成壓力，尤其是生態性的衝擊常常是不可逆的反應，因此，環評中的生態評估必需有充足的調查資料，方可作為評估的依據。評估開發案的環境衝擊時，可分為施工與營運兩階段探討。在施工期間，應評估整地、填土、施工的噪音、施工人員的進出、交通量的增加和土方坍塌等，對環境的可能影響，如增加的灰塵量、空氣污染和噪音污染對動物的影響，人員頻繁進出對環境干擾的增加，整地、填土與坍塌對植被的改變與移除，進而影響到動物之活動。在營運部分包含營運後的影響，此時的評估重點應注意為美化景觀所種植的植物是否為原生種，能否吸引動物利用，當地動物生態是否會恢復施工前狀態，此外，興建建物或道路後是否造成棲息地破碎、植被單調或棲息地消失，也是評估開發案對動物生態影響的重點。

目前國內申請進行環境評估的案件中，可分為興建或擴建等，其對環境的影響，依其預定興建地點而不同，一般而言，在環境已被破壞區域開發的影響，小於在環境完整而複雜地區開發的影響。此外，興建面積大小與形狀都有著不同程度的影響。以公路建設為例，公路開發後，人們在沿途逐漸建立聚落，並修築次要道路系統，沿著道路擴張開發的區域與範圍，使得原有的森林連續區域，解體成不連續的區塊，造成棲息地的破碎化，正是造成生物多樣性減少的最主要因素。

總之，評估環境受到的衝擊時，應以生物受到的干擾、棲息地受到的影響和生態系服務降低等三方面為主。若有歷史性生態調查資料，應納入評估分析。當棲息地受到嚴重干擾而無法自行恢復原來狀況時，應有合適的減輕衝擊對策或進行生態補償措施。

一個對環境友善的開發案，雖然會對環境造成壓力，但也有機會讓環境獲得正面的助益。因此，開發者思考開發過程時，除了應該減少環境衝擊之外，也能夠多作點友善的環境措施，並盡可能補償生態損失，以營造開發與環境保護雙贏的局面。

#### 一、生態影響評估項目

開發案對於環境的衝擊，從動物生態的角度而言，可以從物種（尤其是保育類、稀有種和特有種）、生態系價值和特定棲息地等項目，進行評估。評估時，宜考量零損失(No net loss principle)和預防(Precautionary principle)兩大基本原則，加強研擬減輕生態衝擊對策，並考慮執行生態補償措施。

##### （一）物種

從功能性角度將當地的生態區域分類(如生殖棲息地、覓食行為、覓食棲息地、避難棲所等)，考量地區內因開發行為所承受之干擾程度，就開發行為評估當地生態區域受到的影響，可能造成之干擾程度與動物的反應。

##### （二）保育類、稀有種和特有種之衝擊

依據現場調查資料和該物種的棲息地及生活史需求，評斷開發行為對於保育類與特有種、稀有物種野生動物的影響，同時特別重視：

1. 評估現有保育類及特有、稀有物種之族群結構與數量。

- 2.若評估結果認為這些動物族群數量過於稀少或結構失衡，極可能因開發行為而危及當地動物族群的生存時，應考慮執行生態補償，如就地開闢保護區、遷移及復育之可能，或避免開發。
- 3.依據現場調查和歷史資訊的整合，以生物多樣性和保育類物種的角度，評估開發區域之生態價值，以及在臺灣或區域上所扮演之角色。例如依據實地調查資料來看，若當地的保育類動物或特有物種相較於其他地點較多（即屬於生物多樣性熱點區域），或屬於密度較高的分布區，或是調查樣區的多樣性指數較高，則應評估是否執行替代方案，或建立保護性的區域，並盡量避免開發此類地點。

### （三）生態系價值

此階段的評估宜整合植物生態與動物生態之調查內容，從生物多樣性和生態特色之角度，注意受影響環境及其物種在該生態系中之生態重要性與整體的生態系服務，同時也需重視其經濟、社會與人文上之價值，以構思保護、重建和復育之需求強度與執行方式。尤其當該區域的生態系可能受到不可逆的破壞，無法自行恢復原來的地景與功能時，應執行人為復育措施。同時，應評估生態系服務所遭受到之衝擊程度，以及生態系是否可以保持其韌性，並得以恢復。

### （四）對棲息地之衝擊

應針對開發區之生態棲息地特色加以評估。尤其是特定物種（如保育類野生動物）之棲息地需求，均應分析和評估。整合實地調查資料後，評估衝擊程度，對棲息地環境衝擊程度較為輕微，或是經由人工復育環境後可逐步恢復原有植被的案例，可經由審慎規劃評估後，進行施工作業，並依據環境影響評估報告中的建議事項，注意各項施工細節，盡量避免對環境的額外干擾，若有需要，應進行人工植被補植。若當地具有珍貴生態價值，而施工將嚴重破壞當地生態環境，且一段期間後仍無法恢復，應考量替代方案，即停止開發或另擇地點。

進行棲息地衝擊的評估時，應注意整合植物相與動物相，清楚說明兩者互相影響的部分，並針對棲息地破壞，造成物種、族群、群聚和生態系等生態階層的影響，進行預測。此外，若能進行模式分析，利用生態棲息地的損失，從空間的角度，評估對於環境的影響，應可獲得更合理的衝擊預測。

地景（含生態棲息地）的變化情形，也可以利用航、遙測方式進行。此方法透過飛機或衛星感測器讀取地貌資訊，以大面積的方式，經過判釋後，得到當時期的環境資訊。這些資訊也可以用來研判動物棲息地的可能改變情形，是否有被碎化之狀態？將有助於預測開發案之可能衝擊。

## 二、污染程度之考量

開發行為可能產生各種污染源，如化學性（如水溫、酸鹼度、營養鹽、重金屬、有毒物質、有機污染物等）、物理性（如水量、水深、流速、河（湖）寬、河（湖）岸水泥化程度）、生物性（掠食者、食物、競爭者、繁殖介質等）與棲息地（如山坡地開發造成優養化與土壤侵蝕、水生植物減少、藻類物種組成變動等），這些變化均會對生態造成衝擊。評估時，應自物種組成之數量、相對比例、優勢種、生態系服務等不同角度，進行可能產生變化及其結果之評估。

同時，由於氣候變遷日益明顯，評估時也應考慮氣候變遷下的加成效應預測。

## 三、外來生物之課題

外來入侵種生物對於生態或人類的影響，早已有明確之事證，如福壽螺、小花蔓澤蘭、紅火蟻，這些生物常造成人類經濟財產上的損失。然而在許多的場合中，由於外來種造成衝擊作用常會有一段長時間的潛伏期，我們常會因此而忽視其影響性。環境開發後，常會形成單一化的環境，往往讓外來種有機會入侵，需小心防範。而景觀綠美化工程所種植之植栽，也常帶有外來入侵種之植物種類，

也應避免種植這類型的植物。

某些特定之開發項目如會進行外來水生生物之飼養與繁殖，開發單位應準備有關該生物生態與生活史之相關資訊，說明在其他國家造成生態危害之訊息，以供審查，並應提出防止外來物種逸出與散布所進行之準備，對生物逃逸後之危機處理程序，亦應有所說明。

#### 四、減輕衝擊對策

良好的環評報告必需有對於生態衝擊之減輕衝擊對策，以期能讓生態系的韌性得以發揮至極大，在遭遇外來干擾時，得以保持恢復之彈性。從生物多樣性的角度而言，就是要擬定適應性和調適性的策略與措施，來降低開發案對於環境的衝擊。適當的減輕衝擊對策，可以維護生態系的韌性，避免開發完全破壞掉這種韌性，讓生態系保持復原之彈性，進而在開發完成後，生態系可以恢復舊觀，甚至變得更好。

如對生態影響在科學上尚有無法釐清之處，開發單位應考慮投入更多的環保經費，針對重點議題，進行相關之研究，藉由研究之成果，獲得更多面之資訊，以尋求更佳之生態衝擊減輕對策。

#### 五、生態補償

在無法避免或減輕生態影響時，一個對環境友善的開發案，除了有良好的減輕衝擊對策之外，更應積極進行生態補償措施（如同質性棲息地補償、生態系復原、新生），考慮開發行為對環境所造成之破壞，給予適當的補償。

生態補償應遵守以下四點原則：考慮營造同質性棲息地、位置最好位於開發區域內、面積應至少與被破壞掉者相等或更大、營造時間要比開發時間更早等。

由於許多的生態過程和內容需要非常長的時間方可形成，一旦破壞，幾乎是不可逆轉的，而其影響也不見得立即可見。當開發不可避免破壞生態時，生態補償是必需的環境友善措施。

## 第四點附件三（修正後）

### 附件三、動物生態監測計畫

在臺灣，區域性的開發往往伴隨施工的進行，因為棲息地類型的改變，而對當地動物生態造成明顯的改變，因此開發前的生物資源調查與衝擊評估，甚至開發過程中的環境監測都極為重要，如此方能確保經濟發展與環境品質並重。

環境監測計畫可以釐清開發案是否對於開發區和鄰近區域造成衝擊，一套設計良好的環境監測計畫，可以為環境把關。以動物生態為例，動物監測計畫應考慮以良好的試驗設計方式，建議選擇指標物種或類群、監測地點、監測頻度和監測時程，同時，開發前，應建立詳實的基準資料，以作為後續追蹤之比較依據。

#### 一、監測調查設計

動物生態監測計畫之執行是為了了解開發案在開發前、後動物資源之變化，特別是開發行為對特定動物類型、指標動物或保育類動物是否造成影響，並驗證環評期間之預測是否準確。因此，設計良好的抽樣監測調查才能合理的回答前述的問題，並保護開發者，避免遭來外界之誤解。

科學界的抽樣調查方法很多種，適用於環評的亦有許多，以目前而言，大致以 BACI(Before-After Control-Impact)的使用，最為讓人熟悉，使用率也較高。當然，其他之許多種實驗設計方法（如 Matched Pairs BACI design、Impact-Control Design、Before-After Design、Impact Gradient Design...）亦可適用，惟其適用性也較有其特殊性，使用時需注意，或可參考相關的試驗設計書籍。以下簡介 BACI 的設計。

BACI 要求在樣區的選擇上需區分衝擊區(Impact)和控制區(Control，本規範稱為對照區)，執行動物調查時，應選擇足夠數量之樣區（或穿越線）作為調查之努力量，標準化衝擊區和對照區之基礎性動物數量或密度資料，並在環說書時期和後續的監測作業中，均採用這些樣區，運用相同的方法和努力量，執行定點、定時、定量的動物生態調查，調查的成果可以區分為環說書件時期(Before)、施工時期或營運期(After)，利用這些成果分析特定資源（如動物類群、指標動物、保育類、紅皮書受威脅物種、外來種動物...）在衝擊區和對照區的改變比較和趨勢變化，是否有統計上的顯著差異？開發單位在檢核這些成果後，應依據環評書件之承諾或研擬更多的改善作為，進行必要的經營管理努力，這種主動式的努力統稱為適應性經營管理（adaptive management，亦稱滾動式檢討），對於生態環境之保育和維護貢獻甚大。

統計分析之運用，可以依據各實際之抽樣設計而有差異，大致可以包括：t-test、F-test、迴歸分析...等，視需求與試驗設計狀態而定。此外，監測成果之多變量統計分析或模式分析，也可以考慮。

#### 二、監測物種、群類或內容之選擇

指標動物的選擇應以開發區域的生態特性，作為選擇的依據。基本上，這些指標動物必需能夠反應開發區的重要生態特性，同時，也是大眾關注的焦點。例如，以風力發電的風機設立而言，鳥類、蝙蝠是重要的影響指標，而所設之區位若與蝴蝶棲息地有關，亦需考慮食草、蜜源植物的分布。又如在臺灣海岸的開發案中，應考慮對中華白海豚、遷徙性鳥類（如冬候鳥或繁殖性候鳥）、魚類（特別是洄游性）、螃蟹、珊瑚類之衝擊。

以湖山水庫的開發案為例，由於開發區域位在山坡地，此區域正是全世界瀕危物種八色鳥(*Pitta nympha*)的重要棲息環境，八色鳥當然成為重要的指標物種之一。不過，由於八色鳥是夏候鳥，其族群數量之變化還要考量到其度冬地的土地變遷問題。理論上，開發面積越大，接近山區，所在區位生態價值越高，則需考

量的因素越多。

環評中指標動物的選擇，建議以數量多、調查容易發現（偵測度高），或具有生態代表價值者為選擇依據。在陸域生態系中，哺乳類、兩生類和爬蟲類動物的種類及數量，相對於鳥類而言，均較為稀少、不易發現或不易估算族群量，因此鳥類是合適的指標類群；水域生態系的動物中，則以淡水魚類和蜻蜓類最容易發現，分類系統也最清楚，可明確辨認各物種的差異。而且，這些動物的研究文獻也較豐富，在食物鏈中同樣從初級消費者到高級消費者，均有包涵，可說是最適宜作為指標性動物的種類，況且鳥類和淡水魚類作為環境改變的監測指標已有許多實例，亦有許多理論基礎。

以鳥類為例，鳥類具有強大的遷移能力，如果一個地區的環境變得不適合，鳥類將可以很輕易的移往他處，藉由調查鳥種數量與組成，可明確判斷該地區的生態狀況。因此，進行動物生態監測時，可以考慮以鳥類作為陸域生態系的代表，水域生態系則以淡水魚類和蜻蜓類為原則。惟仍應視開發基地實際的生態特色，擇定適當之指標物種或類群。

監測工作必需遵循定點、定時、定量和固定方法之要件，否則，各時期的資料將無法比對，也不易看出環境的變遷趨勢。由於生態環境的品質好壞、是否有重大改變等資訊，須藉由比較之前的資料才能了解，進行環境監測時，一定要使用和進行背景調查時相同的方法，以相同的人力、努力量、調查路徑（或地點）、調查方法…，甚至選擇相似的氣候條件進行。如此調查所得到的資料，才能用於分析環境是否受到不可逆的影響，了解其影響的範圍，並做必要的改善，也才能達到監測的意義，也盡到開發單位的環境社會責任。

採用航、遙測或無人機空中攝影方式，監測地景的變遷情形，也是值得考慮之方法。此方法以大面積的方式，直接讀取環境的地貌，得到當時期的環境資訊，再藉由與之前的資料進行比對，可以看出環境的變化趨勢。不僅可以釐清地景、自然度、生態棲地的變化，也可以藉由建立動物與地景棲息地之關係，監看特定動物棲息地的改變情形。

### 三、調查資料與環境的關係

以下的說明以鳥類為例，利用鳥類調查資料，判斷環境是否受到影響及可能的影響範圍。其他之物種類型亦可參考此方式進行評估。

進行鳥類資源調查時，可以發現各地鳥類群落有極大差異，主要因棲息地內食物供給量及周圍環境而影響鳥類種群結構。較原始的自然環境，植被種類多，可提供食物種類也多，棲息地較多樣化，容易吸引較多種的鳥類或其他野生動物前來棲息。

一般將棲息地類型大致分為樹林、草叢與灌叢區、農耕地、水域或濕地幾個類型，各個棲息地依其植物種類不同，又可繼續細分。各類鳥種因對棲息地需求不同，常出現在某些棲息地類型，茲列舉如下：

#### 1. 森林

又可分為原始林與人工林。原始林有針葉林、針闊葉混合林、闊葉林；人工林分為人工針葉林、人工闊葉林、相思樹林、泡桐等。

原始林的植物結構複雜，在各層次，如林冠層、中層、底層及地表均有鳥類分布，常常是鳥類種類最多的棲息地類型，包括鷹科、隼科、鷓鴣科、雉科、畫眉科、鳩鴿科、山雀科、啄木鳥科、鶇科、鶇科、啄花鳥科、山椒鳥科、鴉科、杜鵑科、鬚鴛科、鴨科、卷尾科中的部分鳥種等都棲息於此。請注意：本技術規範所提及之鳥類分類狀態與鳥類名稱，往後可能會因為科學進展而有變動。

人工林因植物種類單調、多樣性低、缺乏食物，對動物的吸引力比原始林低，以棲息於底層灌叢的鳥類為主，如畫眉科、雉科、鶯科、梅花雀科、鶇科等鳥類。

## 2. 草叢及灌木

依分布海拔分為高山灌叢、高山箭竹草原、高山芒草原、低海拔箭竹草原、低海拔芒草原及人工草地等棲息地，有鶯科、三趾鶉科、畫眉科、夜鷹科、文鳥科、鷓鴣科、雀科等鳥類分布。

## 3. 農耕地

包含果園、竹林、農地、墓地或荒地。其中荒地指曾加以利用，但現在已棄置荒廢的土地。此棲息地類型常因農作物的耕種週期，而出現植被的大幅度變動，對動物而言干擾極大，因此，出現在此的鳥類多是喜群棲於空曠開闊地，或適應力強，對各類型棲息地均可接受之種類，包括文鳥科、鶉科、繡眼科、伯勞科、鵲科、雀科、秧雞科、八哥科、鷓鴣科、鶉科及卷尾科的部分種類。

## 4. 水域或濕地

包括溪流、湖泊或水池、海岸濕地、海岸林、海岸草生地、珊瑚礁灌叢等。翠鳥科、河鳥科、鷗科、鶉科、鴉科、鵲科、鵲科、鴨科、雁鴨科、鶉科的部分鳥種。

## 5. 其他

指人工設施區域或岩洞，以及不歸屬於上述棲息地類型的部分。由於這類地點的植物稀少、人類干擾頻繁，出現在這類型棲息地的鳥類極少，多是外來種或適應力極強的鳥種，如家八哥、白頭翁、麻雀、斯氏繡眼等，可依賴人類食物殘渣或少數為了美化景觀而種植的植物維生；此外，少數鳥種，如雨燕科與燕科，在空中捕捉昆蟲為食，較不受限於棲息地類型的種類，也是這類型棲息地的常見鳥類。

由於各種鳥類的適應能力有差異，各類型棲息地內食物的供給程度不同，鳥類對棲息地的植被組成、植被密度…等棲息地結構有不同的偏好。進行環境監測或開發案對環境衝擊影響評估時，除以是否出現保育類鳥種判斷，應特別注意不同環境類型鳥種所受到的影響。以同樣棲息於樹林中的鳥類為例，啄木鳥科與畫眉科鳥類均出現於原始林中，但在人工林只能找到特定之鳥種，一旦原始林面臨開發或破壞，則勢必對啄木鳥科的鳥種造成重大影響，而畫眉科鳥種因可棲息於人工林的棲息地，相對受到的影響較小。臺灣由於地形崎嶇多山，且平緩地區多已開墾，往往各種類型棲息地相雜，形成鑲嵌的狀態，出現在原始林或草叢灌木林的鳥種，有時會移動到森林邊緣的農作區，不過，這不代表農耕地是上述鳥種偏好的棲息地類型，因此，評估開發的衝擊與進行環境監測時，應多加注意鳥種與棲息地的關係。

一般而言，在植被完整而種類複雜的區域出現小規模干擾，會使邊緣效應增加反而能吸引其他棲息地的物種，短期內使多樣性稍微增加，但干擾出現在棲息地植被單純或干擾已較頻繁的地點時，干擾增加將使動物更少，長期下來可能變成不適合動物棲息之處。禁止干擾或設立保護區域對動植物普遍來說利大於弊，禁止干擾將使植被進入自然演替的步驟，在氣候適合的地區，草地與灌木叢將逐漸變成森林，短期中有可能增加更多物種，不過，原本適應草叢與灌木型棲息地的種類將消失，被遷移到其他適合棲息地中。濕地常面臨另一類問題，如關渡的農田，因農民廢耕而不再引水灌溉，造成土地的鹽化外，陸地植物逐漸入侵也造成陸化而面臨濕地縮小的問題；或如臺灣西部的濕地因超抽地下水而造成濕地鹽化、地層下陷與被堆放棄置垃圾等問題。

總而言之，雖然鳥類有時會出現在多種類型的棲息地，但鳥類要進行繁殖常有特定需求，因此，大部分鳥類會出現在特定的棲息地類型中，一旦最適合的棲息地受到輕微影響，雖可暫時遷移到鄰近的區域中，等到環境復原再次遷回，不過，環境如果遭到大幅改變，也將嚴重影響鳥類的生存。建議進行環境評估與監測時，應從生態系與群落的觀點出發，考量棲息在不同類型棲息地鳥種的差異與

影響(表 3-1)，不應認為鳥類會自行移動而不受施工影響。

表 3-1、棲息在不同棲息地類型的鳥類受到不同影響項目的結果

「-」表示負面影響；「+」表示正面的影響；「±」表示同時有正面及負面的影響結果。

影響項目	鳥類出現的棲息地類型					
	原始林	人工林	草叢與灌木	農耕地	水域與濕地	其他
整地或剷除植被	-	-	-	-	-	-
補植景觀用植種或外來種植物	-	-	-	±	-	±
增闢道路或道路拓寬增加邊緣效應	±	±	-	-	-	-
人類或車輛出現頻繁造成干擾增加	-	-	-	±	-	±
設立保護區禁止干擾	+	+	±	±	±	+
自然演替造成水域陸化或草地變樹林	+	+	±	±	±	+

#### 四、開發行為之監測

開發行為包含對陸域或直接施作於水域範圍等行為時，在開發行為開始前、執行中，與完工後均應該選擇適當或具代表性樣點進行監測，監測時應選擇與進行環境影響評估調查時，所選擇之資料整理方式，進行紀錄，紀錄時，應特別注意在歷史文獻與現場採集中消失及新出現之物種與其數量，對於環境之變遷狀態，亦應以同位置或角度之方式繪圖、拍照或攝影，予以紀錄和詳加說明，以累積因開發行為所產生衝擊之相關資訊，作為評估未來類似工程開發案之參考資料。在攔截與整治之工程開發案評估，亦應特別注意工程污染物清理與生態基礎流量之維持與保留等事項。

若開發行為非直接施作於水域中，但會對附近水體產生影響時，評估單位即應對可能影響之水體，進行歷史資訊之收集與定期（如每季或每月）之現場調查。

各項監測計畫所得到之監測資料，開發單位應定期（每年或每二年一次）進行滾動式檢討，若有環境品質惡化或呈現負面之情形，應釐清原因並作必要之改善措施，以維護動物生態之狀態。

#### 五、生態復育和生態（棲地）補償之監測

對進行棲息地保育和生態復育之動物族群、群聚和生態系，在剛完成遷移或工程時，應進行較頻繁（如每日、週或月，視物種而定）之現場調查，以了解物種之適應與移入狀態，同時也應對其優勢物種、指標動物或保育類之數量與群聚結構之變化情形，進行記錄，記錄方式除數目調查外，尚包括繪圖、錄影與拍照等。其後，方可進行較規律的監測，以確定其動物生態、族群量之恢復情形。

相關之監測作業應與原環說書時期之作法類似，包括方法、地點、努力量，其調查之試驗設計可以參考前述 BACI 或其他之試驗設計，調查地點以具有代表性之地點進行，勿執行路邊調查，調查時間、調查頻度應擬定合理、可行的做法，以免喪失監測之代表性。

同樣的，各項監測資料，應定期（每年一次）進行滾動式檢討，藉由各項監測數據發現物種狀態異常，若有環境品質惡化或呈現負面之情形，應釐清其原因，並作必要之改善措施。

修正說明：

- 一、為強化監測計畫之科學嚴謹性及實用性，爰調項下「監測物種、群類或內容之選擇」之內容。
- 二、為使監測資料與環境關係之說明更為清晰並納入表格化呈現，爰調整項下「調查資料與環境的關係」之內容。
- 三、調整原先項次三、開發行為之監測及項次四各項監測計畫所得到之監測資料，開發單位應定期（如每年或每二年一次）進行滾動式之檢討。
- 四、配合本規範新增附件四，酌修參考文獻內容並移至附件四。

## 第四點附件三（修正前）

### 附件三、動物生態監測計畫

在臺灣，地區開發往往伴隨著施工的進行，當地動物相因為棲息地類型的改變，而有大幅度的變化，因此開發前的生物資源調查與衝擊評估，甚至開發過程中的環境監測都極為重要，如此方能確保經濟發展與環境品質並重。

環境監測計畫可以釐清開發案是否對於開發區和鄰近區域造成衝擊，一套設計良好的環境監測計畫，可以為環境把關。以動物生態為例，動物監測計畫應考慮建議指標物種、監測地點、監測頻度和監測時程，同時，開發前，應建立翔實的基準資料，以作為後續追蹤之比較依據。

#### 一、監測物種或內容之選擇

指標動物的選擇應以開發區域的生態特性，作為選擇的依據。基本上，這些指標動物必需能夠反應開發區的重要生態特性，同時，也是大眾關注的焦點。例如，以風力發電的風機設立而言，鳥類、蝙蝠是重要的影響指標，而所設之區位若與蝴蝶棲息地有關，亦需考慮。又如在臺灣海岸的開發案中，應考慮對中華白海豚、鳥類、魚類、螃蟹類之衝擊。再以湖山水庫的開發案為例，由於開發區域位在山坡地，此區域正是全世界瀕危物種八色鳥（*Pitta nympha*）的主要棲息環境，八色鳥當然成為重要的指標物種之一。理論上，開發面積越大，所在區位生態價值越高，則需考量的因子越多。

環評中指標動物的選擇，應以數量多、調查容易發現，或具有生態代表價值者為選擇依據。由於陸域生態系中，哺乳類、兩生類和爬蟲類動物的種類及數量，相對於鳥類而言，均較為稀少、不易發現或不易估算族群量；水域生態系的動物中，則以淡水魚類和蜻蜓類最容易發現，分類系統也最清楚，可明確辨認各物種的差異。而且這些動物的研究文獻也較豐富，在食物鏈中同樣從初級消費者到高級消費者，均有包涵，可說是最適宜作為指標性動物的種類，況且鳥類和淡水魚類作為環境改變的監測指標已有許多實例，亦有許多理論基礎。以鳥類為例，鳥類具有強大的遷移能力，如果一個地區的環境變得不適合，鳥類將可以很輕易的移往他處，藉由調查鳥種數量與組成，可明確判斷該地區的生態狀況。因此，進行動物生態監測時，可以鳥類作為陸域生態系的代表，水域生態系則以淡水魚類和蜻蜓類為原則，惟仍應視開發基地實際生態特色，擇定適當之指標物種。

監測工作必需遵循定點、定時、定量和固定方法之條件，否則，各時期的資料將無法比對，也不易看出環境的變遷趨勢。由於環境的品質好壞、是否有重大改變等資訊，須藉由比較之前的資料才能了解，進行環境監測時，一定要使用和進行背景調查時相同的方法，以相同的人力、努力量、調查路徑（或地點）、調查方法…，甚至選擇相似的氣候條件進行。如此調查所得到的資料，才能用於分析環境是否受到不可逆的影響，了解其影響的範圍，也才能達到監測的意義。

採用航、遙測方式，監測地景的變遷情形，也是值得考慮之方法。此方法以大面積的方式，直接讀取環境的地貌，得到當時期的環境資訊，再藉由與之前的資料進行比對，可以看出環境的變化趨勢。不僅可以釐清地景的變化，也可以藉由建立動物與地景棲息地之關係，監看特定動物棲息地的改變情形。

#### 二、調查資料與環境的關係

以下的說明以鳥類為例，利用鳥類調查資料，判斷環境是否受到影響及其可能的影響範圍。

進行鳥類資源調查時，可以發現各地鳥類群落有極大差異，主要因棲息地內食物供給量及周圍環境而影響鳥類種群結構。較原始的自然環境，植被種類多，



一般而言，在植被完整而種類複雜的區域出現小規模干擾，會使邊緣效應增加反而能吸引其他棲息地的物種，短期內使多樣性稍微增加，但干擾出現在棲息地植被單純或干擾已較頻繁的地點時，干擾增加將使動物更少，長期下來可能變成不適合動物棲息之處。禁止干擾或設立保護區域對動植物普遍來說利大於弊，禁止干擾將使植被進入自然演替的步驟，在氣候適合的地區，草地與灌木叢將逐漸變成森林，短期中有可能增加更多物種，不過，原本適應草叢與灌木型棲息地的種類將消失，被遷移到其他適合棲息地中。溼地常面臨另一類問題，如關渡的農田，因農民廢耕而不再引水灌溉，造成土地的鹽化外，陸地植物逐漸入侵也造成陸化而面臨溼地縮小的問題；或如臺灣西部的溼地因超抽地下水而造成濕地鹽化、地層下陷與被堆放棄置垃圾等問題。

總而言之，雖然鳥類有時會出現在多種類型的棲息地，但鳥類要進行繁殖常有特定需求，因此，大部分鳥類會出現在特定的棲息地類型中，一旦最適合的棲息地受到輕微影響，雖可暫時遷移到鄰近的區域中，等到環境復原再次遷回，不過，環境如果遭到大幅改變，也將嚴重影響鳥類的生存。建議進行環境評估與監測時，應從生態系與群落的觀點出發，考量棲息在不同類型棲息地鳥種的差異與影響（表 6），而非認為鳥類會自行遷移而不受施工影響。

### 三、開發行為之監測

開發行為包含對陸域或直接施作於水域範圍等行為時，在開發行為開始前、執行中，與完工後均應該選擇適當或具代表性樣點進行監測，監測時應選擇與進行環境影響評估調查時，所選擇之資料整理方式，進行記錄，記錄時，應特別注意在歷史文獻與現場採集中消失及新出現之物種與其數量，對於環境之變遷狀態，亦應以同位置或角度之方式繪圖、拍照或攝影，予以記錄和詳加說明，以累積因開發行為所產生衝擊之相關資訊，作為評估未來類似工程開發案之參考資料。在攔截與整治之工程開發案評估，亦應特別注意工程污染物清理與生態基礎流量之維持與保留等事項。

若開發行為非直接施作於水域中，但會對附近水體產生影響時，評估單位即應對可能影響之水體，進行歷史資訊之蒐集與定期（如每季或每月）之現場調查。

表 6、棲息在不同棲息地類型的鳥類受到不同影響項目的結果。

影響項目	鳥類出現的棲息地類型					
	原始 林	人工 林	草叢與 灌木	農耕 地	水域與 溼地	其 他
整地或剷除植被	-	-	-	-	-	-
補植景觀用植種或外來 種植物	-	-	-	±	-	±
增開道路或道路拓寬增 加邊緣效應	±	±	-	-	-	-
人類或車輛出現頻繁造 成干擾增加	-	-	-	±	-	±
設立保護區禁止干擾	+	+	±	±	±	+
自然演替造成水域陸化 或草地變樹林	+	+	±	±	±	+

-表示負面影響；+表示正面的影響；±表示同時有正面及負面的影響結果。

### 四、復育之監測

對進行棲息地保育和生態復育之動物族群、群聚和生態系，在剛完成遷移或工程時，應進行較頻繁（如每日、週或月，視物種而定）之現場調查，以瞭解物種之適應與移入狀態，同時也應對其數量與結構之變化情形，進行記錄，記錄方式除數目調查外，尚包括繪圖、錄影與拍照等。其後，方可進行較規律的監測，以確定其族群量之恢復情形。

#### 參考文獻

- 環保署, 2002。植物生態評估技術規範。環保署, 臺北市。
- 環保署, 2003。動物生態評估技術規範。環保署, 臺北市。
- 林曜松、梁世雄。1997。魚類資源調查技術手冊。農業委員會, 臺北市。
- 黃增泉、吳俊宗、謝長富。1999。環境影響評估及環境影響說明書有關陸域植物生態之調查及撰寫規範。中華民國自然生態保育協會, 臺北市。
- 鄭錫奇。2001。陸域哺乳類動物調查方法介紹與物種特徵辨識。農委會特有生物中心, 臺北市。
- 環境檢驗所。1995。環境檢測方法 - 環境生物檢測。行政院環保署, 臺北市。
- Anjaneyulu, Y., and V. Manickam. 2007. Environmental Impact Assessment Methodologies, 2nd edition. BS Publications, Hyderabad, India.
- APHA, AWWA, and WEF. 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater 19 edition. American Public Health Association, Washington, DC.
- Furness, R. W., and J. J. D. Greenwood, editors. 1993. Birds as Monitors of Environmental Change. Chapman & Hall, New York.
- Hannah, L. 2011. Climate Change Biology. Academic Press, Amsterdam.
- Hellmund, P. C., and D. S. Smith. 2006. Designing Greenways: Sustainable Landscapes for Nature and People. Island Press, Washington, D. C.
- Hill, D. M., Fasham, G. Tucker, M. Shewry, and P. Shaw. 2005. Handbook of Biodiversity Methods - Survey, Evaluation and Monitoring. Cambridge University Press, New York.
- Cassatella, C., and A. Peano, editors. 2011. Landscape Indicators: Assessing and Monitoring Landscape Quality. Springer, Dordrecht.
- Institute of Environmental Assessment. 1995. Guidelines for Baseline Ecological Assessment. E & FN Spon, London.
- Jorgensen, S. E., R. Costanza, and F. L. Xu, editors. 2005. Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health. Taylor & Francis, Boca Raton.
- Kovaacs, M., editor. 1992. Biological Indicators in Environmental Protection. Ellis Horwood, New York.
- Krebs, C. 1999. Ecological Methodology, 2nd ed. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc., Menlo Park.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Croom Helm Ltd, London.
- Schröter, D., M. J. Metzger, W. Cramer, and R. Leemans. 2004. Vulnerability assessment - analysing the human-environment system in the face of global environmental change. The ESS Bulletin 2(2):11-17.
- Slootweg, W., A. Rajvanshi, V. B. Mathur, and A. Kolhoff, editors. 2010. Biodiversity in Environmental Assessment: Enhancing Ecosystem Services for Human Well-Being. Cambridge University Press, Cambridge.
- Spellerberg, I. F. 2005. Monitoring Ecological Change, 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sutherland, W. J. 2006. Ecological Census Techniques: A Handbook. 2<sup>nd</sup> edition. Cambridge University Press, New York.
- US EPA. 1997. Revision to rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers - periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish. US EPA, Washington, D. C.

## 第四點附件四（修正後）

### 附件四、數位化分布資料繳交

生物分布資料庫是值得環評發展與建置的資料，臺灣其他有關生物多樣性調查經費補助的部會，至少包括農業部林業及自然保育署和生物多樣性研究所、內政部國家公園署各國家公園管理處、經濟部水利署，均已要求生物資料必須有空間座標之建立，唯獨環評報告的生態資料尚未有較合理的數位資料呈現，使生物分布資料較難彙整，也不易與其他部會資料庫整合。生物分布資料一旦空間化，可以充分利用，例如以 GIS 畫製生物分布地圖、檢視分布熱區、稀有種和保育類分布地圖、研擬保育機制…，也可以減少一些弊端。同時，更可以與其他單位已建立的生物分布資料整合，釐清稀有物種的分布情形，更可進一步運用物種分布預測模式，評估這些稀有物種的分布和潛在的保育方向，進而擬訂更合理的減輕衝擊策略與生態補償作為。

為了提升環評生態調查資料之準確性，並作為往後生物分布資料庫之建置與生物分布之預測工作，本規定參考臺灣國土資訊系統中有關生物多樣性分布資料之建置內容，建議環評生態調查中的每一隻（筆）生物調查資料都應記錄 GPS 座標位置，並依標準化資料表格建置繳交。本附件要求的核心欄位符合環境部「原始數據共享倉儲系統」的內容，與國發會制定「生物多樣性領域標準」類似。

由於在生態調查中仍有許多的數位資訊，如生態照片、動物叫聲、雷達資訊，其內容並不在本附件的建議範圍，建議生態資料調查者應參考相關的做法，妥善保存這些資料，以做為佐證或作為後續分析之用。

#### 一、環境影響評估生物分布資料提交流程

環境影響評估之生物資料提交標準流程，如圖 4-1 所示，生態調查者應依據動、植物生態評估技術規範進行生態調查，並下載標準資料表格將調查紀錄到的生物資料建檔（檔案為 Excel 形式），將檔案燒錄於光碟中，於環評書件送審時一併繳交。環評書件審查期間新增之生物調查資料，也應依標準資料表格建置，燒錄於光碟片中，與環評書件定稿本一併繳交。

另外，開發過程中的生態監測也應依據本規範執行，紀錄到的動物資料也應依標準資料表格建檔，並燒錄於光碟片或儲存媒體中，與環境監測報告一併繳交。

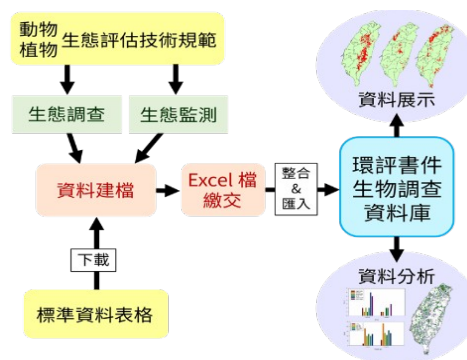


圖 4-1、環境影響評估生物分布資料提交流程

#### 二、標準化資料表格

為了彙整環境影響評估之生態調查資料，必須將各環評計畫之生態調查所得資料以相同欄位規則輸入至資料庫當中，建議以兩個層級的標準化表格，來彙整

環評書件以及生物分布資料，包括：環評書件（表 4-1）以及生物調查資料（表 4-2）兩項核心欄位。

環評書件之核心欄位以登錄環評書件及其生態調查基本資料為主；生物調查資料之核心欄位則是以登錄生態調查所得之每筆物分布資料為主。兩項核心欄位之間，將以環評案號或環評書件名稱作為連結，屆時資料庫當中，在查詢各物種分布資料的同時，將可同時得知該計畫與樣區的相關資訊。以下將針對各核心欄位的細項逐一說明。

表 4-1、環評書件-核心欄位

核心欄位	內容定義及資料屬性
環評案號	環評書件查詢系統中對應之案號，若無案號，則請空白。
環評書件名稱	環評書件之名稱。
年度	環評書件出版之西元年份，例如：2014。
生態調查單位	進行生態調查之單位名稱。
研究者	主要研究者姓名。
調查範圍	描述動物調查進行之範圍（如：以開發區邊界向外延伸五百公尺），並標明該地區之縣市/鄉鎮/村名或地名（如：南投縣/信義鄉/觀高）。

表 4-2、生物調查資料-核心欄位

核心欄位	內容定義及資料屬性	範例
環評書件之案號 或名稱	環評書件查詢系統中對應之案號，若查詢不到案號，則填入環評書件名稱。	1090811A
動物出現之 X 座 標	用以表示該個體出現的座標位置，如為本島區域的樣點則填寫臺灣二度分帶系統 TWD97 之 E 座標資料，共有六碼。若為外島區域，不適用於本島 TWD 系統之區域，則改以經緯度的 WGS84 的 E 來記錄，單位以「度」表示，並記錄到小數點四位或以下，若為「分」或「秒」單位者，請自行轉換回「度」。	120.083188

動物出現之 Y 座標	用以表示該個體出現的座標位置，如為本島區域的樣點則填寫臺灣二度分帶系統 TWD97 之 N 座標資料，共有七碼。若為外島區域，不適用於本島 TWD 系統之區域，則改以經緯度的 WGS84 的 N 來記錄，單位以「度」表示，並記錄到小數點四位或以下，若為「分」或「秒」單位者，請自行轉換回「度」。	23.156515
調查日期	記錄觀察到該物種的日期，資料格式以西元日期八位數字輸入『yyyymmdd』，若為連續捕捉的陷阱，則以巡邏該陷阱並觀察到該個體的日期記錄之。	20210125
調查時間	進行調查的時間，資料格式為 24 小時制 hh:mm。短時間的陷阱（鳥網、蝙蝠豎琴網），請記錄捕獲當時的時間；使用紅外線相機調查，請記錄拍攝到物種的時間；但若為長時間的陷阱（掉落式陷阱法、鼠籠），則時間記錄「99:99」，且必須在調查方法欄位中，註明陷阱放置的時段。	08:00
物種類別	該物種於生物分類階層「綱」的名稱，建議參考臺灣物種名錄(TaiCOL)之物種名稱。	鳥綱
鑑定層級	該物種所能鑑定到的最小分類單元，用以了解資料品質。門、綱、目、科、屬、種，擇一填寫。	種
物種名稱	該物種之中文名稱或學名，建議參考臺灣物種名錄(TaiCOL)之物種名稱。但若有分類上之難度，建議鑑定到「科」或「屬」之等級處理	黑面琵鷺
調查方法	描述於該筆調查資料使用之調查方法。	群集計數法
數量	以數字填寫。數量不確定則可填寫「-99999」	十
數量單位	調查所得之該物種數量的計數單位。	隻
調查者	調查者之姓名全名。	王小明
鑑定者	物種鑑定者之姓名全名。	王小明
其他	可填入三項資料並以半形分號分隔。第一項為該筆資料是否為監測資料計算的密度值；第二項為資料的空間精度（不準度），例如定點調查可能產生的誤差大小或植物調查的樣區大小；第三項為其他值得說明的事項。	否；二十五至五十公尺；群聚覓食

參考文獻

- 環境保護署，2003。動物生態評估技術規範。行政院環境保護署，臺北市。
- 環境保護署，2011。動物生態評估技術規範，修訂一版。行政院環境保護署，臺北市。
- Baker,D.J.,I.M.D.Maclean,M.Goodall,and K.J.Gaston.2021.Species distribution modelling is needed to support ecological impact assessments.Journal of Applied Ecology 58:21-26.
- Bines,T.2010.Guidelines for Ecological Impact Assessment in Britain and Ireland.Institute of Ecology and Environmental Management,London.
- Bizer,K.,S.Lechner,and M.Fuhr(editors)2010.The European Impact Assessment and the Environment.Springer,Berlin.
- Bull,J.W.,J.Baker,V.Griffiths,J.P.G.Jones,and E.J.Milner-Gulland.2018.Ensuring No Net Loss for People as well as Biodiversity:Good Practice Principles.Oxford,UK.DOI:10.31235/osf.io/4ygh7.
- Bull,J.W.,K.B.L.Suttle,A.Gordon,N.J.Singh,and E.J.Miller-Gulland.2013.Biodiversity offsets in theory and practice.Oryx 47:369-380.
- Callaghan,C.T.,F.Sayol,Y.Benedetti,F.Morelli,and D.Sol.2021.Validation of a globally-applicable method to measure urban tolerance of birds using citizen science data.Ecological Indicators 120(<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106905>)
- Cassatella,C.,and A.Peano,editors.2011.Landscape Indicators:Assessing and Monitoring Landscape Quality.Springer,Dordrecht.
- Christie,A.P.,T.Amano,P.A.Martin,G.E.Shackelford,B.I.Simmons,and W.J.Sutherland.2019.Simple study designs in ecology produce inaccurate estimates of biodiversity responses.Journal of Applied Ecology 56:2742-2754.
- Conner,M.M.,W.C.Saunders,N.Bouwes,and C.Jordan.2016.Evaluating impacts using aBACI design,ratios,and aBayesian approach with a focus on restoration.Environmental Monitoring and Assessment 188(10),555.<https://doi.org/10.1007/s10661-016-5526-6>
- Eccleston,C.H.2011.Environmental Impact Assessment:A Guide to Best Professional Practices.CRC Press,Boca Raton.
- Fernandes,R.F.,D.Scherrer,and A.Guisan.2018.How much should one sample to accurately predict the distribution of species assemblages.Ecological Informatics 48:125-134.
- Foisa,M.,A.Cuena-Lombrana,G.Fenua,and G.Bacchetta.2018.Using species distribution models at local scale to guide the search of poorly known species:Review,methodological issues and future directions.Ecological Modeling 385:124-132.
- Glasson,J.,and R.Therivel.2019.Introduction to Environmental Impact Assessment,5th edition.Routledge(Taylor&Francis),London.
- Hannah,L.2011.Climate Change Biology.Academic Press,Amsterdam.
- Hejzlar,Z.,and J.Worlund.2007.Technical Aspects of Phase I/II Environmental Site Assessments,2nd edition.ASTM,West Conshohocken.
- Jetz,W.,M.A.McGeoch,R.Guralnick,S.Ferrier,J.Beck,M.J.Costello,M.Fernandez,G.N.Geller,P.Keil,C.Merow,C.Meyer,F.E.Muller-Karger,H.M.Pereira,E.C.Regan,D.S.Schmeller,and E.Turak.2019.Essential biodiversity variables for mapping and monitoring species populations.Nature Ecology&Evolution 3:539-551.
- JNCC,2010.Handbook for Phase 1Habitat Survey-A Technique for Environmental Audit.Joint Nature Conservation Committee,Peterborough,UK.

Jorgensen, S.E., R. Costanza, and F.L. Xu, editors. 2005. Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health. Taylor & Francis, Boca Raton.

Morris, P. and R. Therivel, editors. 2009. Methods of Environmental Impact Assessment, 3rd edition. Routledge (Taylor & Francis Group), London.

Ruiz-

Gutierrez, V., E.R. Bjerre, M.C. Otto, G.S. Zimmerman, B.A. Millsap, D. Fink, E.F. Stuber, M. Strimas-Mackey, and O.J. Robinson. 2021. A pathway for citizen science data to inform policy: A case study using eBird data for defining low-risk collision areas for wind energy development. Journal of Applied Ecology 58:1104-1111.

Scottish Natural Heritage. 2013. A Handbook on Environmental Impact Assessment in Scotland: Guidance for competent authorities, Consultees and Others Involved in the Environmental Impact Assessment Process. Scottish Natural Heritage.

Silvy, N.J. (editor). 2020. The Wildlife Techniques Manual, 8th edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Slootweg, W., A. Rajvanshi, V.B. Mathur, and A. Kolhoff, editors. 2010. Biodiversity in Environmental Assessment: Enhancing Ecosystem Services for Human Well-Being. Cambridge University Press, Cambridge.

Spellerberg, I.F. 2005. Monitoring Ecological Change, 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge.

Sutherland, W.J. 2006. Ecological Census Techniques: A Handbook. 2nd edition. Cambridge University Press, New York.

修正說明：

一、本附件新增。

二、為提升環評生態調查資料之準確性、促進生物分布資料庫之建立與應用，並確保資料之標準化及彙整便利性，爰新增附件四「數位化分布資料繳交」之內容並酌修參考文獻。