

對全球生物多樣性的評估 供決策者使用的概要

方國運整理
農業委員會林業業保育課

摘要

生物多樣性是全人類的生命資源

地球是大量豐富和多種多樣的生物之家，這些生物的基因多樣性和相互之間的關係以及與其自然環境的關係構成了我們這個星球的生物多樣性，生物多樣性是地球的自然生物資本，為所有國家提供了重要機會，它為支持人類的生活和抱負提供所需要的物品和服務，並使各社會能夠適應變化中的需求和情況，保護這個財產和利用科學與技術對此繼續進行探索為世界各國永續發展的唯一手段，人類社會的倫理的、美學的、精神的、文化的和宗教的價值都是這複雜平衡的組成之一部分。

基礎知識之不足

現有的生物多樣性的分布和規模是三十五億多年進化的產物，這涉及到物種形成、移棲、滅絕和近來的人類的影響。對物種總數的最新估計為 7,000,000 至 20,000,000，然而我們認為較合理可供利用的估計數是 13,000,000 至 14,000,000，其中亦有約 1,750,000 種物種已有科學的記述，這其中不到五分之一是植物和脊椎動物，對其研究不多的生物包括細菌、節肢動物、真菌和線蟲，尤對生活在海洋環境和地下的物種了解甚少。

甚至到目前為止尚未有關已有記述的 1,750,000 種物種的綜合目錄，我們對這些物種的繁殖生物學，種群所含的化學物，生態需求及其在生態系的作用諸方面的了解是支離破碎且不完整的，僅對極少數物種的基因多樣性了解較深 - 主要是那些與人類健康，科學研究和經濟開發有直接重大關係的物種。

對自然界適應力的威脅

物種和基因的多樣性影響各生態群落抵抗環境失調和變化以及從中恢復的能力。物種的遺傳變異是進化的根本；是野生物種群對當地環境條件的適應；是對人類產生直接重大的益處的動物品種和種植作物品種的發展等之基礎。物種喪失基因多樣性則生態系喪失物種多樣性、地區內喪失生態系多樣性，進一步使環境失調，更有可能減少地球各生態系可提供之物品和服務。

生物多樣性因人類的活動以前所未有的速度被破壞

目前人類活動對生物多樣性的不良影響正急劇增長，並威脅著永續發展的根本基礎。人類改環境的速度和範圍，及其對大量的物種，生態系的基因多樣性的分布所產生的影響，在人類歷史上是史無前例的，對永續的經濟發展和生活質量構成了巨大威

脅。失去生物資源和生物多樣性威脅到我們的食物供應；木材、醫藥和能源的來源；娛樂與旅遊的機會；並且干擾了生態的基本作用如調整水流量、控制土壤流失、吸收廢棄物、對水的淨化以及碳和營養物的循環。

生物多樣性急速的下降

幾千年以來，人類活動造成了一些物種的滅絕，大約 1,000 至 2,000 年前，人類以及與他們共棲的鼠群，狗群和豬群對史前的太平洋和印度洋島嶼開拓導致四分之一世界鳥種類滅絕。自一六六一年以來，484 種動物和 654 種植物已滅絕，幾乎可以肯定是明顯的低估，尤其是熱帶，假定以有足夠化石資料生物平均生命期為 5,000,000 至 10,000,000 年，那麼這些群體滅絕速度可以估計為自然滅絕速度的 50 至 100 倍。此外，還廣泛喪失了種群和基因資源。

由於世界範圍內的生境消失或變化，已有成千上萬物種被迫滅絕，採取保護行動也不可能挽救所有的物種。在利用島嶼生物地理學，憑經驗得出的物種數量與生境面積的關係，可估計出由於失去生境而瀕臨滅絕的物種數量。於熱帶森林中，由已公布在下一個二十五年內由於預估的森林消失而將最終滅絕或被迫滅絕的物種數量為被調查之不同種群的 2% 至 25% (主要是植物和鳥類)。這相當於預估基本比例的 1,000 至 10,000 倍。對其他地區生境消失產生的影響尚未作類似的估計。

就一些脊椎動物和植物群而言，已被確認種類的百分之五至百分之二十被列為面臨未來瀕臨滅絕的威脅。這些估計的主要依據是對未來森林消失速度可能增加或減少的預測和棲地零碎化所產生的影響。這些估計也將因採取保護行動，如保護多種原地區，所產生影響而得到修正。

即使物種沒有全部滅絕，許多物種也將失去相當可觀的群體，或因失去生境或棲地零碎化，而在基因變異性方面遭到嚴重破壞。由於土壤流失，外來物種引進，棲地零碎化和污染，自然體系和農業系統正在退化；而且這些近期人類活動引起的變化所產生的影響還要等相當一段時間後才能顯現。這就意味著由於人類活動造成未來物種種類或群體滅絕的數量大幅度增長已經不可避免。

生物多樣性遭到損失的根本原因

生物多樣性遭到損失的主要原因是人口、經濟、制度和技術等因素影響，這包括：

- 人口增長和經濟發展對生物資源的需求不斷增長。
- 由於缺乏基本常識，人們沒有考慮到本身行為所引起的長遠影響。
- 人們未能意識到利用不適宜的技術所帶來的後果。
- 經濟市場未能認識到生物多樣性的真正價值。
- 經濟市場未能將生物多樣性的全球價值運用到地方。
- 由於制度而未能調節城市化增長，產權和文化變化對生物資源的利用。
- 政府政策未能克服生物資源的過度利用。人口移居、旅行和國際貿易不斷增長。

這些根本原因已在以下幾個方面得到體驗：生境的消失、破壞和退化；自然生境

被用於其他目的；過度利用野生資源；引進非本地物種；土壤、水和空氣的污染；以及最近出現的氣候變遷的跡象。

如不立即採取行動，將限制今後可選擇的方案

應該立即採取行動保育生物多樣性，否則我們將永遠失去充分得到其對人類潛在益處的機會。優先採取的行動必須集中在以下幾個方面：改進知識基礎，更正過去政策中的失誤，使永續利用地球的資源與平等分享利益成為一切社會經濟發展的組成部分。

管理生物多樣性

經更正政策和市場方面的失誤後，保育並永續利用生物多樣性應成為經濟發展的一個組成部分。自然資源在傳統部門管理方法方面，需有比以往更高度的合作與協調。國家一級管理生物多樣性方面，需有一套平衡的鼓勵措施與抑制來配合保育，市場調節和傳統的調節技巧。必須以制度與法律的架構保證生物多樣性的保育與永續利用能成功的和需採取行動的廣泛的社會、文化與經濟情況融為一體。

採用以考慮到提取物品與利用生態服務對生物多樣性的影響，以更生態方式為基礎的管理制度，可為人類在社會經濟和長遠的生態方面考慮提供一種平衡兩者關係的方法。

保育生物多樣性

可以採取許多不同的措施保育生物多樣性。可採取原地或採取移地保育措施。有效的原地保育方法包括：在法律上保護瀕臨滅絕的物種，籌備和實施物種管理或復育計劃，建立保護個別物種和生境的保護區。目前，各保護區所涉及的生物群落的比例介於溫帶草原和湖泊生態系的 1% 和亞熱帶和溫帶雨林和島嶼的約 10% 之間。保護區一般還須配備一些其它措施，如在人類大規模地利用生物資源的地區保存自然安全廊。同時，假若要人們遵守對進入保護區的限制和其他方面的限制，則還必須向當地人回報一些經濟利益。

移地保育中心，如樹木園、水族館、植物園、種子庫、無性系的收藏，微生物培養的收藏、野外基因庫、苗圃、繁殖單位、組織和細胞培養、動物園和博物館，有助於保持各種野生和馴養的動物、植物、真菌、微生物原種，但不大可能保持它們的群體。移地保育那些有重大直接經濟價值的物種，特別是熱帶物種方面，尚存在著嚴重差距。事實上，對物種的調查需有一定深度，尤其是針對一些主要的糧食作物，人類的或作物的病原體，以及在科學研究中使用的“生物模型”。

生境的修復取決於能否獲得生物資源及其異地繁殖，並在重建已退化的和已遭破壞的生態系，將其回到不斷增長的重要作用。

永續利用和平等分享生物多樣性

永續利用生物多樣性是社會和經濟永續發展的關鍵成分，管理制度必須明確考慮到這一點。確認社會和經濟措施與技術上的考慮可能同樣的重要。管理須有靈活性，以能呼應變化的社會、生物和自然環境並同時維持生態系的基本作用。必須保證有適

當的鼓勵措施、管理決定和政策的執行。在兩者間保持平衡取決於每個國家特有的文化、法律、經濟、所有制、使用期及各生物方面的情況。

平等分享利益

平等分享收入和資源保育是生物多樣性策略中一個重要組成部分。平等分配保育生物多樣性所得的收益尤其是制訂維護地球生物資源財富所需鼓勵措施之先決條件。當地分配收益可降低人們轉化為商業用途，如農業、畜牧業和工業的機會。

研究、監督和清點工作

不斷地進行研究，清點和監督對促進決策和管理十分重要。研究如何利用和運用生物多樣性及其組成部分，正如同進一步研究如何使生物多樣性為提供生態服務作貢獻都十分重要，以便能無限期地持續提供這種服務。進行監督和清點工作是必要的，這樣新發現的生活型才能有適當的文獻資料，各個物種特別是生態系的狀況才能每經一個時期得到評估。

加強國家能力和專長

責任心強並有專長的人是成功維護和永續地利用生物多樣性的關鍵。各國必須為參與保護區管理，生物多樣性清點和發展與保護非原地的各種收藏品的人員提供培訓。對下一代專業人員進行培訓的基本成分將是：把新重點放在更為廣泛的資源管理以及在對林業、漁業和農業土地進行生產管理時，把生物多樣性維持在適當的水平的關鍵作用。國家培訓和國際交流計畫的重點應是培養更多有專長的科學家，尤其是發展中國家的科學家，以及提高這些國家處理資訊的能力，主要是通過改善全世界電子化數據庫現有資訊的存取和管理。教育大眾和使人們意識到與生物多樣性有關的問題是改進決策過程的基本組成。

引言

地球是大量豐富和多種多樣生物之家，這些生物種所具有的基因多樣性及其所形成的生態系構成了我們所謂的生物多樣性(框注 1)。生物多樣性是地球的自然生物資本，它為支助人類生活和抱負提供所需要的物品和服務，並使各社會能夠適應變化之需求和情況。例如，森林生態系提供燃料、藥物、建築材料和動物生境；濕地與水邊生態系、保護水質和水生生物；海洋提供食物和能源、並調節氣候；農業系統生產食物，各生態系也為娛樂和旅遊提供了機會。一般地來說，生態系有助於碳與營養物的變化，儲存和循環，從而影響地球的氣候和大氣組成。

目前，由於人口快速增長而產生的活動以及不斷增加消耗資源的速度，人類對全球生物圈的影響的規模正急劇增長。生態系正被改變和破壞，一些植物或動物群體的物種正以高於其正常速度五十倍至一百倍的速度瀕臨滅絕，而另一些群體正在被大量地耗盡。一些產業諸如農業，林業和漁業繼續失去必要的基因資源，生物多樣性這一可悲的損失和退化對人類和地球的生命進化造成了經濟、倫理和文化方面的嚴重後果。事實上，這正威脅著永續發展的基礎。

各社會應仔細考慮其活動如何影響生物多樣性。如果現在採取負責的措施，則可

以減緩損失或變化，或在一些情況下利用下述方法終止損失或變化。同時，利用社會與經濟政策和鼓勵措施，把生物多樣性方面的工作納入國家決策過程；更有效地利用科技知識，處理失去生物多樣性的根本原因問題；加強全世界人和機構的能力。

有一種跡象顯示國際社會對於生物多樣性日益增長的關注，即在一九九二年於里約熱內盧召開的聯合國環境與發展會議及其產生《生物多樣性公約》都強調了這個問題，《公約》確認必須採取行動保育生物多樣性，確保永續利用其組成部分，並確保公平地平均分配其利用的益處。

對全球生物多樣性的評估(GBA) 是針對與生物多樣性各主要現有的問題，由理論和觀點進行的獨立的、評論性的、和經同行審查過的科學分析。本評估對與生物多樣性有關的廣泛的生物學和社會科學問題進行了分析(框注 2)。

框 注 1

什麼是生物多樣性？

生物多樣性由《生物多樣性公約》定義為“各資源生物的可變性，包括生物所屬的陸地，海洋和其他水生生態系；這包括物種內和物種之間的多樣性，以及生態系的多樣性”。簡言之，生物多樣性就是世界上各種生物，包括其遺傳物質和形成的群體。生物多樣性處於動態：物種之遺傳組成隨著時間在不斷的變化，以適應自然和人為選擇的壓力，在生態群落中物種的出現及較豐富的情況，能在生態和物質因素的影響下發生變化。

生態多樣性：生態系不是分離的，而是自然連續的部分。雖然通常用諸如森林、草原、濕地和珊瑚礁等語詞來形容生態系，但對它們的外形描述和空間範圍往往由分類目的所決定(表 1)。一些常用術語如下：

生物群落．．以其特有的植物和氣候為特徵的大陸範圍地區。

生態系．．在一特定地區出現的個體、群體和物種，包括它們之間的交互作用以及它們與其自然環境的互相作用。

生態群落．．居住在一特定地區的一群物種。

生 境．．特定物種的生物環境和自然環境。

物種多樣性：估計地球上的物種總數為 13,000,000 至 14,000,000，其中已經被描述過的只有 1,750,000 種。這些物種之間的巨大差異，從常見的一年生草本植物到深海溝的細菌，表現它們種系關係的分類情況，和它們所顯示的複雜的變化和分布方式，所有這一切構成了生物多樣性的實質。一物種內各組雜交個體構成獨特的群體。諸如植物、鳥類、哺乳動物、魚類、爬行動物和兩棲動物 - 我們最熟悉的物種 - 亦為估計總數的 3%，而大部分物種屬於諸如昆蟲、蜘蛛網的動物、真菌、線蟲和微生物(圖表 2)。

基因多樣性：一物種各個體在基因方面的差異為各物種之間的差異的基礎，分子研究已發現大多數物種有豐富的基因變異性。事實上，幾乎所有物種的個體在基因方面都是獨特的。基因多樣性可在多種層次加以描述，從單個基因到可見的各地特性。基因多樣性可表現為群體內、群體間的基因變化。各物種在基因多樣性的數量和分布方面差異之大，尚未完全被理解。但是，已確定物種內的基因多樣性對適應進化而言是必需的。

框 注 2

對全球生物多樣性的評估

對全球生物多樣性的評估(GBA) 已由全球環境基金會在一九九二年批准，聯合國環境規劃署於一九九三年三月召集一籌備小組制訂評估的目標和初步大綱，一九九三年五月，聯合國環境規劃署批准了全球生物多樣性評估項目，並召開該項目指導小組首次會議，以便制訂籌備評估的政策和審批評估內容目錄草案，與生物多樣性有關的主要問題分別在以下十三個部分中得到闡述：

- 引言
- 生物多樣性的特點
- 生物多樣性的規模與分布
- 生物多樣性的再生，維護與喪失
- 生物多樣性與生態系的作用．．基本原則
- 生物多樣性與生態系的作用．．對生物群落的分析
- 對生物多樣性的清點與監督
- 生物多樣性評估的資源基礎
- 資料與信息的管理和傳播
- 生物技術
- 人類對生物多樣性的影響
- 生物多樣性的經濟價值
- 保育生物多樣性的措施和永續利用其組成部分

每一部分由一組科學專家指導工作，並由四位協調員為每一部分選定主要作家共同參加工作，以便在地理上能達到很大的覆蓋面，並能均勻地代表發展中國家和發達國家的觀點。共有來自五十個國家的四百位專家正式參與工作，各小組在一次或多次研討會中會晤，為每一部分作計劃並撰寫文稿。草稿提交給許多同行審查，要求各政府和各組織幫助提名審稿者。來自八十多個國家的 1,100 多位科學專家應邀作評論，結果共有 300 多份書面評論，經修改的生物多樣性評估的各部分和供決策者使用的概要草案提交給一九九五年六月在巴拿馬舉辦的綜合評論研討會審查。

供決策者使用的概要介紹了生物多樣性評估中，那些與決策者有重要關係的包括：生物多樣性對人類社會的重要意義；生物多樣性的分布與規模；人類活動對生物多樣性的影響，生物多樣性變化的後果；保育生物多樣性，永續利用生物多樣性和平等分享利用生物多樣性的益處。雖然供決策者使用的概要提供了與政策有關的訊息，但是並未就政策提出建議。

生物多樣性是人類福利之本

人類社會依靠大量生物資源及其多樣性提供基本的物品和服務。直接利用包括生產食物、衣服、建築材料、燃料和藥物，間接利用提供各種各樣的生態系服務，例如維護大氣層的組成；保護流域和沿海地區；維護土壤肥沃性；以及分散、分解和重新利用廢棄物。此外，基於倫理、美學、精神、文化和宗教考慮之非利用或被動價值構成了生物多樣性對人類的重要意義多方面的基礎。在許多文化中，這些價值即使不比經濟利用價值更重要，但也與其同樣重要。事實上，全世界大多數宗教教導人們尊重生命的多樣性和關心保護生命的多樣性。框注 3 列舉了生物多樣性的各類經濟價值的例子。

框 注 3

生物多樣性的經濟價值

利用價值

直接價值 . . . 能滿足人類社會需求的生物多樣性組成部分的價值。

消費性利用基因、物種、生態群、或生物過程，以滿足諸如食物、燃料、藥物、能源和木材等需要。

非消費性利用生物多樣性的組成部分，如娛樂、旅遊、科學和教育。

間接價值 . . . 生物多樣性在支持社會的經濟活動和其他活動所具有的價值。此價值起源對於生物多樣性的維護有助於生物產力、調節氣候、維護土壤肥沃性和清潔水與空氣等的生態系服務。

非利用或被動價值

選擇價值 . . . 人們願意支付保險費以便將來繼續有選擇直接或間接利用生物多樣性的可能。生物多樣性在資訊與科學方面的選擇價值被稱為準選擇價值。

非利用或被動價值來源於對有可能成為利用者的朋友，親屬或其他人的利他主義(代理利用價值)，對以後各代利用者的利他主義(遺贈價值)，和對非人類物種或自然的利他主義(存在價值)，這可能是由道德、倫理、精神或宗教等方面的考慮而激起的。

代理利用價值 . . . 人們所願支付的(或他們所願放棄的利益)以保證當代其他成員能獲機會利用生物多樣性的具體組成部分。

遺贈價值 . . . 人們所願支付的(或他們所願放棄的利益)以保證以後各代能獲機會利用生物多樣性的具體組成部分。

存在價值 . . . 人們所願支付的(或他們所願放棄的利益)以保護生物多樣性具體組成部分能繼續存在，存在價值有時對稱為內在的價值。

間接利用價值：維護提供物品與服務

各種生態系，如農業生態系、森林、牧地、和珊瑚礁，在提供物品與服務的能力上有差異，而且不正確的管理會消滅這種能力。在具體的生態系提供基本服務的地方，如濕地用於淨化水和收廢棄物的地方，最重要的是該生態系的面積要大到足以保證其生態作用不受到嚴重的削弱。因此，管理不善的活動會導致退化，例如，森林和其他天然植被種類的轉變經常

導致土壤蝕和河流沉積，結果失去土壤生產能力，水棲生物和防洪保護。同樣地，在許多乾旱和半乾旱地區大規模的生境退化已經導致更嚴重的沙漠化。

某些物種被認為對一個生態系發揮正常作用十分重要，但是大多數物種所起的作用尚屬未知。事實上，某些物種的作用和其數量不成比例，例如菌根真菌調節植物吸收土壤中磷的作用。失去這些“關鍵作用”的物種將減少一個生態系的生產能力。

一個生態系的地理位置以及這一生態系與類似的或不同種類的其他生態系的空間關係經常是需要考慮的重要問題。例如，珊瑚礁、紅樹林和海草森林可以保護鄰近的陸地生態系免受海洋波浪的沖擊，並因此減輕能引起大量侵蝕的暴風雨影響。河邊地區和濕地能使水在到達溪流和河流以前就得到淨化。在這些地區保護適當的植被比在其他地方保護類似的植被能更有效地維護這一生態服務。同樣地，許多動物和鳥類需要大面積的生境或連接分離的小生境的生態廊道。生境的分離程度和連接程度會影響動物和鳥類搜尋食物，找到棲身地和成功地繁殖的能力。就植物而言，生態系的空間

布置會影響種子和花粉的分散，從而影響繁殖。

為長期持久地提供物品和服務應要求把生物多樣性維持在一定的水平。低於這種水平時，適應環境與管理干擾的能力就會減弱。物種內基因多樣性，生態系內物種多樣性，地區內生態系多樣性都會遇到這類問題。例如，由於物種在其適應氣候變化的能力方面常常存在差異，因此氣候一變就可能使其某些物種在當地滅絕，而另一些則生存下去，甚至更興旺。

生物多樣性的直接利用價值

在已知的約 240,000 種維管植物中，大約 25% 有食用價值，但亦有一百種為人類提供 90% 的食物。如何提高這些食用植物的生產力和如何使有商業價值的種類適應新的有害生物和環境條件取決於在基因庫保護，幾千年來由農夫們收集出現在類似野生品種中被稱為“土品種”之多種基因，最近，在這方面的研究已經導致種植經過改良的高產量水稻和小麥品種，使亞洲地區水稻年產值和小麥年產值分別增長了十五億美元和二十億美元。

一九九三年海洋魚類提供了約 84,000,000 噸人類食物、家畜飼料，並使發展中國家獲得 110 億美元收入。目前，由人工漁獲量約相當於全球捕魚量的 25% ，並提供了人類消費魚量的約 40% 。

科學的進步，如基因技術，正在細胞學和分子學提供使生物多樣性為人類經濟和健康提供益處的新機會。生物過程正被用於工業生產和環境衛生，醫藥衛生業利用一些生物體的鉤，新的生物鑒定技術為新藥物和其他產品在生物化學方面進行更有效地探索，新發現的物種間的交互作用可能提供直接益處(框注 4)。

框 注 4

複雜的生態交互作用帶來直接好處的一個例子

南美洲北部和墨西哥的向天飛翔的燕蛾(*Urania fulgens*)，提供了物種之間複雜的交互作用成為有益之生態物種的一個例子。這種飛蛾的毛蟲亦以臍菇屬樹木和籐蔓為食。當局部地區的毛蟲群體增加到一定程度時，植物就開始大量落葉，致使樹木和籐蔓產生保護性的化學毒素，當一個地區的植物變得難吃時，飛蛾就開始向新的地區遷徙。這一例子說明，有毒植物化合物只是通過植物與飛蛾之間的交互作用，當飛蛾群體達到極限密度時才能產生。現已發現，這種有毒植物化合物對試管中的愛滋病病毒具有抑制作用。

一九九三年，在美國使用的一五 種主要處方藥品中，大約 80% 是仿照天然物品而製作的合成藥物、由天然物品得出的半合成藥物，在個別情況下也有天然物品。相比之下，譬如在中國、近年來從藥用植物得出的傳統藥品約占藥劑消耗量的 40%。

世界銀行估計，與全世界旅遊有關的活動每年近二萬億美元。以生態旅遊作為旅遊業的分支業正迅速發展，一九八八年參加這項旅遊活動遊客人數多達 2.35 億，導致的經濟活動估計為 2,330 億美元，其中半數以上的生態旅遊與動物有關。

生物多樣性有多少，它們分布於何處？

迄今大量存在、廣為分布的生物多樣性，是三十五億年以上的生物進化，包括物種形成、移棲、滅絕和近來的人的影響的產物。目前分布的大量生物多樣性可從三方面觀察，生態群落多樣性、物種多樣性和基因多樣性。

對生態群落多樣性知識不足

生態系就是有機體群落及其環境，兩者合為一個整體而發揮作用。森林是生態系，而腐朽的原木、池塘、河流、牧地、整個山區甚至地球本身都可稱為一個生態系。生態系在規模上差別很大，小到微觀地點，大到生物圈。而這些生態系中的物種組成、結構和作用亦隨著時間而不斷變化。

生態系通常都有明顯的界線標誌，即自然環境、譬如土壤類型、氣候和海拔位置的變化和動植物種類的變化。人類已制訂出各種不同的分類方法，每一種方法對生物地區或生態系所下定義多少都有點差異，但均確認許多普遍的相似點(圖 1)。由於人們在確定生態系時，往往在頭腦中已有明確的目的，因而對生態群落的多樣性並無任何可統一適用的單一尺度。儘管很難對生態群落作出劃分和界定，但從大的角度來看，多少還可以以各種生態系、如濕地或熱帶森林的分布狀況與範圍來進行劃分。

物種多樣性的範圍與分布狀況

最近估計的物種總數為 700 萬至 2000 萬種，我們認為較合理的可供使用估計數約為 1300 萬至 1400 萬種，但只有大約 175 萬種物種已有科學記述，其中將近五分之一的物種是植物或脊椎動物(表 1)。即使對 175 萬種已有記述的物種，現也未列出任何全面的清單。由於許多其物種已有正式記述的地區已發生顯著變化，因而再也不可能重新確定那裡是該物種所在位置。另外，早期許多對種的記述，均未記錄下地區特點和採集地點的生境條件。

表 1：按主要類群分的物種概數

類 群	已有記述之物種數量(1)	按類群分列的物種估計總數
病毒	4	400
細菌	4	1000
真菌	72	1500
原生動物	40	200
水藻	40	400
植物	270	320
線蟲	25	400
甲殼綱動物	40	150
蛛形綱動物	75	750
昆蟲	950	8000
軟體動物	約 70	200
脊椎動物	45	50
其他(2)	115	250
總計：	約 1750	13620

註：有機物類群估計含有 100,000 種物種，並列出脊椎動物和其他物種以作比較(以 1,000 為單位)。

(1) 目前公認的已有記述之物種估計數。

(2) 鮮為人知的主要動物類群。

對植物和脊椎動物物種多樣性的估計數相對準確一些，特徵不大明顯的有機體類群有細菌、節肢動物、真菌和線蟲綱，生活在深海海底和地表下層的物種尤其鮮為人知。科學家對已有記述的 175 萬種物種中大部分物種的主要屬性知之甚少，譬如物種的繁殖生物學、群種、所含化學成分、其生態要求及其在生態系中所發揮的作用。

馴化物種是地球生物群的一小部分。在估計的 320,000 種維管植物中，大約 25% 的物種具有可食用性，但為人類所經常食用的物種只有大約 3,000 種。另外還有 25,000 至 50,000 植物物種用於傳統藥物。在估計的 50,000 種脊椎動物中，只有大約 30 種已為人類馴養。還有 200 多種。軟體動物、甲殼綱動物、蛙類動物、海龜和水生植物，也為人工養殖，供人類食用並用於製作其他產品。現在有越來越多的真菌和其他微生物也為人類所食用，或用於發酵工業、工業加工或用於藥物。在分類學方面作進一步的努力可有助於鑒定更多的經濟用途(框注 5)。

框 注 5

生物分類 - 確認和了解生物多樣性所必不可少的工具

對物種及其基因變化的發現、記述和分類，使我們可以對生物多樣性“清點存貨”，管理並傳播有關的資訊，並記述和分析物種的特有形狀。將有機體化為不同物種、屬、科、目、綱、門，最終分為普遍確認的五大類，即動物、細菌、真菌、植物和原生類，其劃分依據是它們的分類關係進化關係。例如，可以利用這些關係鑒定具有潛在類似用途的物種。化學紫杉醇(taxol) 是一種寶貴的抗癌藥物，它最初是在一小片北美洲短葉紫杉(*taxus brevifolia*)種群中發現的。科學家可以預計，在該屬的其他物種中也可能含有這種成分，由此可以到處生長的歐洲漿果紫杉 (*Taxus baccata*)中持久地、商業性地提取紫杉的母體。分類資訊通常可用於考查農業蟲害和病害的地理方面的起源，從而鑒別潛在的生物控制劑。對保存和管理策略來說，從分類角度洞悉物種，也許很必要，例如，必須考慮到某重要的物種是否是一進化種類的唯一存活物種，或者是否與其他許多物種有緊密聯繫。

從極區至赤道區，對許多陸地有機體類群體來說，物種的數量有增長趨勢，而群居的數量和範圍則在縮小。然而也有很多例外情況，對許多類群有機體，我們還缺少能提出有依據的資訊。在各大洋中，物種數量上的變化並無十分明確的模式。海洋有機體由於不存在自然障礙，因而分布區域往往更為廣泛，它們常常可以借助於潮流，移動很遠，而那些扎根或靜止的有機體則主要通過潮流來傳播種子或幼蟲。

特有物種或殘遺物種，是受到地理特徵自然限制的物種，特徵包括山脈、島嶼、半島、大陸或其他自然特徵，或是那種具有獨特的地方條件(諸如蛇紋土壤) 導致物種進化也適應其特定環境的地方。偏遠的大洋島嶼的特有物種在全世界所占比例最高，但只有一小部分當地土生物種可在其他地找到。在有些情況下，殘遺物種就是最後殘存且從前分布相當廣泛的物種種群。

通過農業馴化，已培育出許多種植農作物品種和牲畜種類。現已收集的主要農作物，即玉蜀黍、稻子、大麥和小麥的不同種質樣品數目為 50,000 至 125,000 不等。儘管由於某些傳統種類或品種已為現代的高產、抗病害品種所取代而致使失去一些遺傳多樣性，但在局部地區種類繁多的物種品種中依然可看到相當可觀的遺傳多樣性，例如，安第斯山區農民種植了數以千計的不同品種的馬鈴薯，其中 1,000 多種各有自己的品名。而在歐洲，已經鑒定的牛、羊、豬和馬的獨有品種達 700 多種。

各個物種都含有大量的遺傳訊息，在一種物種內往往含有種群遺傳結構方面的大量的多樣性。種群內部的可變性也可能相當於或大於各種群之間的可變性，這取決於物種繁殖方法的細節。然而，我們目前對大多數基因生成物或作用的認識相當膚淺。

人類在經濟市場中的需求與缺乏變化的潛在推動力

人類改變環境的速度、範圍，以及這些改變對生物多樣性所產生的後果，在人類歷史上是空前絕後的，並且已開始對許多社會的經濟和文化生活造成重大威脅。在某些情況下，人類活動可以在一定的地區和一定的時間內使物種、基因或生態群落多樣性增加、保持不變或消滅，但總的趨勢是全球性生物多樣性正在日益喪失。其中一些變化，譬如物種滅絕，是完全不可逆轉的；其他的變化則並非如此，但在管理自然資源而又不喪失生物多樣性方面所提出的任務已大量增加。人們在土地開發方面所帶來的改觀，既使立即停止對生境的進一步破壞或凌削，也已為物種滅絕創造了條件，其作用將持續幾個世紀。此外，人為的氣候變化的後果，對生物多樣性所形成進一步的壓力。

生物多樣性喪失和退化的根本原因是：

- 由人口和經濟發展引起的對生物資源日益增加的需求。
- 人們往往由於缺乏基本知識而未考慮到其行動的長期後果。
- 人們不能意識到因使用技術不當而帶來的後果。
- 市場經濟尚未能確認生物多樣性的真正價值。
- 市場經濟未能將全球生物多樣性價值運用於地方一級。
- 由於人們在社會之城市化、制度、所有權和文化態度方面價值觀已變，未從體制上對生物資源的使用作出規定。
- 政府未制訂政策以糾正由此產生的對生物資源的過度利用。
- 人類移居、旅遊和國際貿易活動大量增加。

框 注 6

市場經濟和政策不反映生物多樣性的全部價值

在管理生物多樣性方面所提出的經濟挑戰，是要對開採個別生物資源的好處和因有機體和生態群落多樣性喪失而造成的真正的社會代價加以權衡。通過改變一種生境或過份開採某一物種所獲得的個人利益，對個人來說也許頗為可觀，但對社會來說往往是得不償失。這是因為市場在確定私人使用生物資源營利性時，往往忽視這種使用本身所造成的更為可觀的代價。市場一般不可能獲得生物多樣性在支持廣泛的生態系的服務，例如水的淨化、逕流量管理、廢物吸收、生境提供和碳的貯藏等方面之間接使用價值。然而，市場經濟一般不能準確地反映生物多樣性建築在道德高層的文化、

美學和宗教價值。

由于生物多樣性的許多費用是在市場外部產生，因而它們為個人決策者所忽略。這往往又導致對生物資源的濫用或誤用，如濫伐森林或過度獲取物種等行動。

對決策者提出的挑戰，是制訂以下三方面的制度和獎勵措施：

- 使資源使用者正視其行為所造成的全部社會代價。
- 調整市場經濟目前的不正常狀況。
- 使投資維護生物多樣性的人得到好處。

在那些歷來並不審查其行動給生物多樣性所帶來之後果的各個部門，即農業、林業、漁業、能源和運輸部門中，必須制訂種種政策，以實現這些目標。

潛在的因素在特定作用機制下，最終會導致種群減少和喪失、物種滅絕、生態群落的特化與退化，這種特定作用機制包括：

- 生境毀壞，分裂和退化(或將生態界轉用於其他用途)。
- 過渡發採。
- 引進非土生物種。
- 污染或危害土壤、水和大氣層。
- 氣候變化。

在大陸陸地生態系中，最重要的作用機制是生境的毀壞、分裂和退化。在海島上，物種引進和生境毀壞是同等重要的作用機制。在海洋中，過渡捕撈和污染是最重要的因素。所有這些作用機制，均對淡水生態系的物種與種群產生重大影響。

生物多樣化的變化速度與規模

人類活動對生態系的影響

人類活動的最終作用也許可以使全世界生態系和自然景觀在種類多樣化上更全面性，其中一些種類對於社會繁榮具有極其重要的意義。例如，人類活動對於農業生態系和文化景觀的出現有著直接的意義。然而，在這些生態系多樣性增長的同時，卻造成大量自然界的損耗，也減少了一些生態系服務。

儘管從整個面積來說，主要植物種類可能會，也可能不會變化，但由於採取諸如將原始森林改為牧場或林場這種做法，以致許多生態系僅有一種或幾種植物物種，有時甚至已沒有任何原始物種，那些主要植物種類中組成往往已有顯著的變化。許多原始草地已不復存在，其物種的組成已因牛和羊的引入而發生變化。由於數百年來的密集的伐木，伐採和重新栽種，往往還引入新的物種，北美和歐洲的北方溫帶森林已發生極大變化。就整個面積來說，自前農業社會時代以來，全球森林與林區面積已減少大約 15%。北方溫帶森林從整體面積看來目前相對穩定。在一九八〇年代初期至中期，熱帶潮濕森林面積減少了大約 1,000 萬公頃，從全球來看每年減少不到 1%，儘管也有充足的證據表明，中美洲和南美洲部分地區的森林用途改變率自那時以來已有所下降。熱帶乾旱森林面積可能減少得更多。自一七〇〇年以來，耕地增長了五倍，而自一八

年以來，灌溉耕地增長了大約二十四倍(表 2)。三百年來草地的總面積大體未變，將其改為耕地而減少的面積又通過改伐森林而予以抵消。

沿海和低地地區、濕地、原始草地和許多種類的森林和林區尤其受到影響或遭到破壞。例如，中美洲太平洋沿海地區的熱帶乾旱森林的覆蓋面積曾經多達 550,000 平方公里；而現在，保存完好的部分還不到 2%。美國的濕地減少了 54%；泰國的紅樹林減少了 50% 以上，而巴西的大西洋森林面積已由原來的 100 萬平方公里減少了大約 10%。在總面積為 600,000 平方公里的珊瑚礁中，已有大約 10% 受到無法挽救的腐蝕。

表 2，按選定的土地覆蓋植物開列的全球人為的土地用途轉變

覆蓋植物	年代	面積(*百萬 平方公里)	年代	面積(*百萬 平方公里)	變化%
耕地	1700	2.7	1990	14.4	+530
灌溉耕地	1800	0.1	1989	2.0	+2000
封閉的森林	農業社會前	46.3	1983	39.3	-15
森林和林區	農業社會前	61.5	1983	52.4	-15
草地 / 牧場	1700	68.6	1980	67.9	-1

種群和物種減少

人類的影響作用往往會使許多生物種群的數量大量減少，而局部地區的種群將減少的危險亦大量增加，並最終導致某些物種的滅絕。某一物種中基因不同的種群的減少，幾乎與整個物種的減少具有同樣重要的意義。對脊椎動物和植物的種群存活性分析表明，在某一種群的個體數量減少到只有幾千個時，環境因素的隨機變化有時會迅速導致整個種群的滅絕。即使物種並未滅絕，但它在某一地區的減少或其種群數量大量減少，都可能給人類生活和生態服務造成重大的後果。

在人類存在的幾千年中，人類的活動已導致物種的滅絕。人類及其共棲者，如貓、狗和豬對太平洋和印度洋地區的史前殖民，已導致世界鳥類多達四分之一的物種滅絕。自一六〇〇年以來，記載表明已有 484 種動物物種和 654 種植物物種（主要為脊椎動物和顯花植物）已經滅絕儘管就熱帶地區來說，這一記錄無疑是很不充分的。眾所周知的已記載類群，如鳥類和哺乳動物的滅絕率，在這一時期內大幅度增長：在一六〇〇年至一八一〇年期間滅絕物種為三十八種，而在一八一〇年至一九九二年期間滅絕物種為 112 種。在這 390 年間，海島和群島上以及淡水生態系中滅絕的物種相當多，有證據表明，動植物如在環境方面已經受過某種嚴峻的考驗，其滅絕率就相對低一些。例如，在人類的影響作用最為久遠的地中海地區，其植物群滅絕率就比澳大利亞西部 (1%) 要低得多 (0.1%)，在那裡，人類的影響作用儘是從近代才開始的。

在有充分的化石記錄的有機體，包括無脊椎動物、哺乳動物和硅藻當中，一種物種的平均“壽命”的計算結果為五〇〇〇至一〇〇〇〇萬年。如若這一計算結果適用於我們對現在存活的所有類群的物種作出的大約 1350 萬種物種的估計數，這就是說，預計目前的物種滅絕率大體上為每年滅絕一至三種。然而，關於化石記錄的物種的平均“壽命”存在不確定性，各個不同類群的有機體的壽命估計數也有很大差異。哺乳動物物種的平均壽命相對要短，約為一〇〇〇萬年，也就是說，預計平均每二〇〇〇年大約滅

絕一種物種。由於對這一年來的脊椎動物和植物滅絕的物種總數不能斷定，因而無法就近代的物種滅絕率作出一個估計數，但至少脊椎動物和維管植物當中，近代的物種滅絕率是預計情況的五十至一百倍。

現採用兩種數量表示方法來估計待定的物種滅絕率。第一種方法是對選定的物種進行精確的統計分析。此為一種評價預估，在選定的哺乳動物、鳥類和爬行動物中，有 50% 的物種很可能在一至一年之間滅絕。由於數據的嚴格要求，這一方法現亦適用於少數人們十分熟悉的物種。第二種方法是進行觀察，以一種十分簡便的方式將在某一地區發現在物種總數與該地區面積大小聯繫在一起，用物種面積曲線圖來表示數量，通過採用這種觀察關係並就生境未來的損失率作出假定，現已對因熱帶地區濫伐森林而可能造成的物種損失作出一些估計。對於再過二十五年左右熱帶森林中將會滅絕或行將滅絕的物種所作的估計數各不相等，按審查類群(不同類群：動物、鳥類、鳥類與植物，以及所有物種)估計，物種滅絕率低的為 2%，高的則達 25%。如現在的熱帶原始森林損失率(每年全球約為 1%)繼續保持三十年不變，按照物種/面積方法計算的森林物種均衡數量將減少大約 5%至 10%。這些潛在的物種滅絕不會即刻發生，可能要經過幾十年甚至數百年，才會使物種達到新的均衡數量。對甲蟲、鳥類、植物種和較易獲得經驗數據的哺乳動物這些類群的估計數，可能相當準確，但它們同樣可以適用於研究不充分的類群。這些估計數並未考慮到分裂的潛在作用、濫伐森林率的增減、或在過渡期間可能採取延緩或甚至阻止物種滅絕的緩和性措施之潛在作用，譬如劃出包括“熱點”或物種密集生存區在內的保護區域，目前還未對其他地區生境損失的潛在影響作出類似的估計數。

評價物種長期存活概率的質量表示方法採用世界自然保育聯盟(IUCN)的分類方法。有滅絕之虞的物種是那些因隨機性或決定性的環境因素或因其本身的稀有性而被人們認為有可能在可預見的未來滅絕之物種。地區估計數均需考慮到人們對其種群數量、發展趨勢和潛在的威脅能有充分了解的那些物種，以及對生境損失的推斷估計數。一九九四年對全球有滅絕危險的動植物物種數量的最低估計數分別約為 5400 種(動物)和 26000 種(植物)。鳥類約有 11%、哺乳動物約有 18%、魚類約有 5%及植物約有 11%的物種被列為有滅絕危險的物種。對一段時期內物種分類變化情況的分析表，在二至三年期間，將會有 50% 的鳥類和哺乳動物物種行將滅絕。然而，關於 175 萬種已有記述的絕大多數物種或數百萬沒有記載的物種的狀況，目前尚未作出任何評價。

基因多樣性正在受到破壞

許多農作物種類和牲畜樣品，因世界性的新品種傳播而被取代，現在被保存在種子庫、野外基因庫，採取低溫庫藏精液和胚胎的方式，或通過農村保存計劃進行原地保存。例如，現已搜集的殖物種質樣品大約有四萬種，至少共有一種物種。其中大約三萬個樣品儘與約一種物種有聯係。然而，由於缺乏進行適當管理的資金，譬如必須使種子定期發芽，以保持採集樣品的存活力，原地外採集樣品的基因資源仍在不斷地損失，基因庫中現在幾乎沒有多少野生物種樣品。必須承認的是，原地外採集樣品已不再繼續在適應新的環境條件方面發展；只有野生種群在繼續

進化，因此只有野生種群才能夠不斷發展形成可予以提取的系列基因。關於如何利用原地外採集樣品品種文化資訊的損失，也是相當重要的問題。

關於大多數野生物種不同基因的種群減少數量和基因的破壞程度，幾乎沒有什麼可獲資料（框注 7）。其中每一種種群都包含有獨特的基因、基因結合體或基因變體。已有滅絕危險的物種很可能由於種群減少而導致某種基因多樣性減少，而物種的某些野生種群的基因構成也因引入物種的基因而產生變化。種群數量減少，通常導致基因多樣性損失率上升，並會導致適應能力下降，尤其是遠系繁殖物種。

框 注 7

鮭科魚種基因多樣性的損失

野生物種多層次基因多樣性損失，可舉鮭科魚種為例加以說明。這些魚是典型的基因結構，出現地方適應性的變化已有充分的文件記錄。在一些鮭科魚種中，由於污染、築壩和其他形式的水資源利用，已有數百個地方種群滅絕或有滅絕的危險。在實施以少數親本魚為基礎的孵卵計劃後，不少魚種種群內的基因多樣性受到了損害。此外，種群之間的基因多樣性也因蓄意和偶然地將非土生魚種(包括人工養殖的種群)放入同類魚種的野生種群生長的環境中而遭到損害。因此，在一些鮭科魚種內或魚種之間都有基因損害問題，一些放入物種甚至已導致一種鮭科魚物種的基因滲入到另一種鮭科魚物種的基因庫中。

生物多樣性減少所帶來的生態後果

本部分敘述了生物多樣性受到不同形式損害對永續地提供物品和服務所造成的種種後果。

群落的變化和分散

現存群落的某種程度的分散是不可避免的，除非是在受到特殊保護的地區。分散的結果幾乎無例外地會減少其自然生境中土生物種的多樣性。滅絕的可能性最大的物種是大型食肉動物和體積大和所占面積大的其他物種。另外也有滅絕可能的是不善於分散生活和開發小片生境的物種。能夠經歷分散過程而存活下來的物種，將是那些最能適應常常受外界干擾零散

小片環境的物種，譬如繁殖快和易於分散的物種。因此預計分散過程的結果就是生態系中那些見機行事的主要物種，即那些善於分散生活、有開拓能力、生長快和生命週期短的物種。這種生態系的特徵是營養物、氮和碳的損失率較高；產生雜質較多，因而分解速度較快；不大受空間結構的限制；不像原來的物種界那樣有較全面的保護，以避免受到食草動物的損害。

生境的改變、分散和喪失，對於提供生態物產和服務已產生許多不同影響。農業生態系大規模地出現，大大增加了食品產量。與此同時，它也導致了自然群落的減少，並可能降低生態系在不斷變化的環境中依然保持其產出率的能力。植物物種構成和植物重要養份循環所必要微生物類群的變化，均可導致土壤肥力發生重大的變化。特有植物物種和必不可少的環境的損失。譬如森林覆蓋的流域受到損失，就有可能降低某

些生態系控制土壤侵蝕和保持水分的能力。將森林或灌木地改造成牧場，可使河水流量大量增加，但如果是在流域上游進行這種改造，就可能必須加倍努力採取其他水量控制措施，通過修築水壩或採取其他措施來與增多的洪水泛濫和沉積作抗爭。

稻作農業生態系規模的擴大的產量的增加，為廣大人民尤其是亞洲人民提供了食物。然而，稻作種植和牲畜數量的增長同時又成為促使大氣層中甲烷濃度增加的主要因素，由此也引起人們對溫室效應的關切。儘管還沒有確定，但很可能熱帶地區大量增加使用氮肥也在促使一種十分強烈的溫室氣體 N_2O 的濃度增加。大規模地改變生境，也可能對地方氣候產生影響。經計算，亞馬遜雨林改造成牧場後，已導致地方降雨量減少 25%。濫伐森林為蚊子這一傳病媒介提供了新的生境，並使易受影響大量殖民的人類群體，因而也導致在亞馬遜河流西部暴發了大規模的瘧疾流行病。

將森林生態系統大規模地改造成牧場、草場和農田，是幾百年來導致大氣中的二氧化碳增加的一個重要因素。這種轉變最初是在北方發達國家中發生的，但在近幾十年中，熱帶地區將森林改為草場則已開始成為主要促成因素，在一九八〇年代，除礦物燃料燃燒所釋放的 55 億噸 TNT 的碳以外，熱帶森林用途的改變每年也向大氣層釋放大約 16 億噸 TNT 的碳。這種狀況因溫帶和北半球森林的恢復而稍有緩解，在同一時期內每年由這些森林所消除的碳約為 5 億噸 TNT。改進對溫帶和熱帶地區森林生態系的管理以及重新植樹造林，可繼續隔絕大氣層中的碳，並使其轉入壽命較長的土壤庫中，從而降低溫室氣體進入大氣層的速率。

在合理的限制範圍內，我們認為生態變化不會只產生地方性影響。在海洋系統中，距離較遠的生態系可以通過譬如潮水來傳播幼蟲或污染物，從而相互帶來極大影響。在陸地生態系中，一個地區的變化可能影響大氣層，這又可能影響其他地區。而生境的環境則可能影響到種類繁多的物種，從而影響遠處的生態系。例如，北美洲溫帶森林的縮小可以影響到亞熱帶候鳥的生存，而這種鳥是新熱帶地區十分重要的種子傳播和生物控制媒介。森林生態系統的變化影響到全球範圍內大氣的構成。森林覆蓋的流域發生變化，既使不太引人注目，也會對下游遠處的水流量和水質產生影響。

資源的過度開採

過度開採資源，譬如不能合理地種植莊稼和採伐木材，儘管可以提供糧食和木材，但它往往也會降低生態系保持養分、水分和表土的能力，從而破壞生態系服務。產生這些結果直接原因就是提取所需材料的過程，伴隨這一過程的還有轉移碳，氮和養分的長期生物地球化學作用。長此以往，就造成土壤碳和土壤肥力減弱，洪水泛濫、淤泥增加，這時常需要增加肥料和農藥補充，才能生產出充足的農產品，結果則是直接成本上升。

一九五〇年至一九七〇年期間，世界上許多最大的小浮游物種漁場紛紛關閉，主要原因就是過度捕撈，儘管恢復程度和恢復速度各不相同。除一種魚種(冰島春季產卵的鮭)外，幾乎所有魚種都已得到恢復。最近，北大西洋許多主要漁場都因過度捕撈而關閉。

侵入和引種

國際旅行和貿易為有意引種或物種的偶然侵入提供了許多機會。當某一物種進入它以前與之毫無關係的一種生態系中時，它可能對生態系過程產生不利的破壞作用。在個別情況下，也可能產生積極作用，此如在農業生態系中用生物控制的辦法來對付有害生物或病原體。將農業物種引入新的地區，躲開了原來的食肉動物天敵的病原體，結果往往是產量增加，經濟效益得到提高。然而，為娛樂或食用之目的在許多淡水生態系統中引入外來魚種，已導致原生魚種的消失，最終造成許多生態系統過程發生變化，微生物物種，尤其是植物病原體的引入，已對自然系和人為控制的系統中的生態系構成了極大的影響，但這些對生態系過程產生的影響，並不是能察覺到的。例如，由於從歐洲引入了導致栗樹枯萎病的細菌，使北美洲東部落葉森林中的栗樹迅速大量減少，但尚未覺察到對生態系作用產生後果，因為似乎其他樹種取代了栗樹原先所起到的作用。另一方面，將有害生物和病原體引入農業系統，通常會嚴重影響生產率和產量。如果一種生態系其組成物種不具備某種能力，引入新的機能，譬如固氮作用，一般對物種構成和生態系作用均會產生顯著的作用。將固氮樹引入夏威夷地區，已導致植物群落結構大調整，結果是養分供應增加，火災頻繁，從而使得原有物種種群迅速減少。基因多樣性有限的系統，尤其是農作物，往往最易受到物種引入和侵入的影響，而人們最擔心的就是引入病原體。

除上所述，幾乎沒有辦法預測無意或有意的物種引進所產生的影響，而只能建議應當採取謹慎的態度。

喪失抵禦干擾或從干擾中恢復過來的能力

物種多樣性的減少有可能降低生態系的能力，使之難以抵禦來自其它環境因素的壓力，並從其干擾中恢復過來。實驗研究表明在物種豐富的溫帶草原，旱災後單位面積內的植物量比物種較不豐富的地區變化要小。在那些綜合利用土地的環境中，相對不受干擾的群落區可以成為各繁殖體、種子的生境，也可分散動物，使之移植到那些已受其他不利因素影響的地區中去。

生態系對生物多樣性變化的敏感程度似乎部分受到物種數量的影響，而物種數量以類似的方式又影響了個別生態系過程。比如，在生態系上物種喪失所導致的後果對物種極少的系統中，如北方林區、沙漠及島嶼，應該認是最嚴重的，因為那些地區幾乎沒有什麼物種可以替代正在消失的種類。所以，即使是某一個別物種的消失，都有可能給某一生態系過程帶來不利影響。此外，每個單一的物種都可能具有許多不同的功能。因此，沒多少物種的生態系可能會由於某一單個物種的消失而喪失重要功能。反過來說，具有很多相似功能的物種的生態系受破壞可能性就小。因為那裡有更多的物種可以承受環境的壓力。像在北極生態系所做的實驗所顯示，在短時期內，物種在一定程度上是可以替代的，在草地系統，優勢物種完全補償了次要物種的消失，而次要物種卻只能部分地補償、優勢物種的消失，每個物種在生態系中所發揮許多不同的功能性、作用還尚未完全被人們充分了解。事實上，有些物種的功能性作用，與其豐富的數量，似乎不成比例。現在，還沒有任何推理的方法可以預測哪一物種具有這種

特點，這樣使我們沒有能力去預測，假如失去某一物種就會出現什麼結果。

生態系結構與功能倘若發生變化，也常常是漸進的。但有些生態系，尤其是有島嶼、湖泊及農業生態系，對嚴重壓力或破壞的反應在動態方面有一定的限度，而其它生態系，如北方山區、北極及高山系統，則較易受長期壓力的影響。在生物多樣性方面，無一生物群落區不受地貌變化的影響，尤其人為的改變。在各種地貌中，大規模的生態系轉變都往往會對系統過程產生持久的影響力，不論這些特定生態系原來的物種是豐富或貧乏。

保育、永續利用、及利益公平分享

保育生物多樣性，確保其永續利用，確保利益的公平分享，這三大目標構成了《生物多樣性公約》的基礎。

《生物多樣性公約》相互支持的目標

保育、永續利用與公平分享生物多樣性所帶來的益處這三點是不可分割的。若要採取有效的國家行動，就需有一個管理機構及一套法律政策，使從保育及永續利用生物多樣性獲得的益處與國家決策結合。因此，重要的是必須對社會、文化及經濟狀況包括地方情況及價值有所認識，並根據這些狀況規劃行動。經驗說明，最成功的地區及國家策略都考慮到這些因素。

經濟與管理因素在綜合《生物多樣性公約》的目標中發展重大作用。生物多樣性管理比傳統的部門工作方法要求更大程度的合作與協調，而有些管理活動，如建立保護區域或基因庫，雖則可明確地以保育生物多樣性為目標，但對生物多樣性的影響大多卻來自次要的活動，如農業、林業、漁業、供水、交通、城市發展、能源等等，管理目標必須把許多有切身利益者

，包括地方社區關注的問題與願望結合在一起。這些目標還必須在足夠大的地理範圍內得到確認，以保證實施的靈活性，達到適應不斷變化之情況，確保危急生境得到保護，提供物資與便利的生態系過程得到維持。但是，管理行動往往只是在很小的範圍內展開，因而達不到理想的效果，或未能把許多小的，個別的資源管理政策融合起來。這些小的、個別的政策在其自身範圍內只有很小的作用，但倘若綜合起來就會在地區範圍內產生重大影響。

增加我們對生物多樣性益處的了解是一項重大的任務。目前建立益處分享機構的經驗不多，時間也短，而且還未被人們充分理解。迄今為止的大部分經驗一方面來自私營公司之間的協議，這些協議規定了獲取遺傳資源的途徑；一方面來自用不同方法向國家與地方受益人提供益處嘗試，由此一并處理了國際與國家問題(框注 9)。另一個需要關注的重要問題是，對生物多樣性的知識與了解，在多大程度上可以獲得並且可以分享。研究與監督的作用尤其重要，因為這些活動正是構成了一個國家利用生物多樣性帶來的文化與經濟機會，並為最終利用這些機會制定明智政策的基礎。

框 注 9

經濟手段與獎懲措施

一定的經濟政策可以使當地人民從保育生物多樣性的產品和工作中得到好處，從而幫助解決地方市場不景氣的現象，這些政策包括：

一、降低森林保護費用：可以通過直接動員當地人員保護和管理自然生態系來減少費用(如當守衛員、導遊、非木材林產品及科學標本的收集者)。

二、征收水費來鼓勵生態系的保護：當地人民從保護河流水域中幾乎得不到什麼利益，因為主要的受益者都在河流的下游。對農民、域市居民及工業用戶征收包括河流水域保護費在內的水費和水力發電費可以為當地老百姓提供一點補償。

三、把生態旅遊的收益用於地方：當地人民可通過下述辦法擴大，並從開展生態旅遊中獲得的利益。雇用當地人作守衛員和導遊，向地方頒發生態旅遊特許證及撥出部分稅收增加當地就業機會。

四、鼓勵保護森林：保護土地上森林的土地所有者可以享受減免納稅的優惠。由於這一辦法對富有的大土地所有者特別有利，因此可以制定一種辦法使小塊土地所有者通過將其權益讓給免稅多的，富有的納稅人也能享受這種優惠。

五、差別的土地使用稅：對土地使用情況分類可以從極有益於環境的使用(如自然森林)一直降到極有害於環境的使用(如工業用地)。當土地所有者對其土地降級使用時，為解決改變生境所需的環保費用，要向其增收使用稅。

六、環境保險金：環境保險金把控制沙漠化，監督和實施的責任轉到為防止出現災害而事先交錢的生產者及消費者身上。這些保險可以保證採取足夠的措施，把環境破壞降低到最小程度，並可以保證在環境狀況不好時有資金來恢復良好的環境。

七、森林協定：指一個國家為在另一國家的支持下，改革政策、保護森林及計劃投資而簽定的協定。這些工作的具體目標是森林的長期管理或保護，以換取經濟和技術援助。比如，在一個發達國家的電力公司與一個發展中國家之間就簽定了炭利用補償協議，規定是鼓勵利用受資助的林業作業留在工地上碳資源的公司可以享受減免稅的優惠，條件是為一種更有利於長期保護環境的林業作業提供資金。

八、可轉讓的開發權(TORS)與保存使用權：這些政策允許國家或土地私有者 出售其改變自然生境的“權力”，但價格應完全覆蓋機會成本。

技術可以成為妥善管理生物多樣性的重要工具。以農業技術為例，如果運用得當，常常可以帶來糧食生產的大幅度增長。新技術，例如低公害農業，在減少對環境無意造成的不良影響的同時，還能保持，甚至進一步提高產量的能力。生物技術(框注 10)的進步為提高生物多樣性的益處帶來了希望，但同時也增加了對意外後果的憂慮。

框 注 10

生物技術帶來的機會與問題

生物技術可以大量促進將遺傳與生物資源用於增加經濟收益。它能用活生物生產醫學與工業所需的重要化學品，可用於補救環境，也可提供工業加工用的反應。生物技術還為我們增加對生物世界了解提供了途徑。因此，可能有助於對生物多樣性的評估與監督。它還極有益於原地與異地保護生物多樣性，由此加強我們明智管理生物多樣性的能力。

《生物多樣性公約》呼籲採取措施，保證用生物技術制造的生物體的安全轉讓、處理與使用。由於生物技術可能帶來巨大益處，其利用正迅速發展，因而出現了生物

技術安全問題。生物技術的直接影響，是通過各種生物活動的作用，可能表現在生態或進化方面。例如，基因轉向非目標群，許多國家已通過實地及實驗室試驗，制定了科學的方法用以確定負作用的或然性。雖然不能完全排除負作用，但這些科學方法為對可能出現的危險進行評估提供了方法，因此應該可以保障應用生物技術帶來的最大利益。

公平分享益處

貧困、收入和財產的不公平分配既是生物多樣性喪失的原因，也是其必然結果。最貧困的人和最貧窮的國家往往由於生物多樣性的喪失而受害最大，卻又最無法積極去保存生物多樣性。公平地分配收入和財產是保存生物多樣性策略的一個重要組成部分。尤其重要的是要公平地分配保存生物多樣性帶來的好處，這是提高保護地球的生物財富所需的積極性先決條件。

在許多情況下，公平分享益處是要求對地方上的益處公平分享。這對環保項目或環保與發展綜合項目更為重要。分享地方益處的好處在於為不把可耕地、牧場或工業等轉作商業用途，且降低機會成本。(框注 11)

框 注 11

地方分享生物多樣性未使用價值

由於生物多樣性的許多社會價值不具備市場價值，所以，在其對個人與對社會的價值間存在著很大的差距。整體而言，人們認為生物多樣性具有的許多價值，包括對環境的好處，如森林中的碳藏，或富國的人認為該國的生物多樣性生存具有的價值等都沒有很大的市場。這意味著窮國的人不能利用這些價值。此外，許多現行的經濟措施(即補貼)都鼓勵過量的使用和消耗。例如，有些國家就把非農用土地視為“非生產用地”，因而對它征收高於農用土地的稅。

對個人與社會的價值可以通過改變獎懲措施協調出更好地，以促進保育工作與永續管理。這包括提高地方從多樣化的生態系統中的收益，因不把自然生態系統轉為其他用途如農田、牧場或居民區而降低機會成本。地方從生物多樣性所得的經濟效益可通過如下措施得到加強：

- 建立一套可靠的財產或使用權。
- 能獲得信貸、市場、技術與教育。
- 建立非常重視生物多樣性的價值並將部分價值讓給當地居民的機制。
- 動員當地居民參與資源的保護及管理。

另外，可以通過利用以下措施鼓勵當地人民改變其行為和管理方法：

- 直接獎勵，如減免納稅、津貼、補助、動物破壞補償金、無息貸款、差額收費和對資源的有差別的使用權。
- 間接獎勵，如針對具體的保存問題採用不同的財政、服務、社會及自然資源政策。
- 懲罰措施，如罰款、處罰及其它公布於眾的執法形式。

廣泛的保育措施

保育措施需要採用原地與移地兩種方法。個別物種的有效原地保育措施包含對瀕臨危險物種的合法保護、擬定及實施管理或拯救計劃，建立特別保護區保護特殊物種

或獨特遺傳資源，如作物種類的野生親緣植物。大保護區具有同時保護大量物種的優勢，並有自身的能力保護不同生態區的多樣性，該自然過程不斷地運作，從而保存自然界提供生態系功能的能力。在地球上約 25% 的生物地理區中，10% 以上的地區要受到正常保護，這是世界自然保育聯盟(IUCN)所確定的宏大目標。受保護區覆蓋的生物群落區比例從不到 1% 的溫帶草原區及湖泊生態系統到幾乎 10% 的亞熱帶及溫帶雨林及島嶼生態系統不等。各國在其土地受保護之比例與程度上也各不相同。

在保育行動的有效性方面差別非常明顯，世界上受保護地區的管理面臨嚴重障礙，設立保護區，限制其中的一切經濟活動可能與當地人民的需要相衝突，結果，常有人不願有公園界限與條規來限制。許多指定的保護區由於缺少有經驗的人員、經費或生態知識而得不到有效管理，並因此而受到農業生產擴大、資源消耗、旅遊業及侵占等嚴重威脅。一般而言，必須從整體地貌的角度來看待保護區，並通過補充措施，包括保存有人們頻繁活動的自然走廊，加強保護，而且為了保護的成功，必須向當地人民回報一定的經濟收益。

移地保育主要包括科學實驗植物園、水族館、植物園、種子庫、無性繁殖收集、微生物培養收集、實地基因庫、森林苗圃、繁殖單位、組織與細胞培養、動物園及博物館。以上種種方式都有助於保存野生與馴化動植物、真菌及微生物，但較難維持其數量。

雖然移地保育設施可以保證供給培植計劃所需的遺傳材料，以改良及維護馴動植物，但對那些具有已知的，直接經濟效益的物種的保護範圍尤其在熱帶，卻存在著重大分歧。無分歧意見的受保護物種包括主要的糧食作物、某些人類與作物的病原體及用於科研的模擬生物。大多數移地保育設施 - 主要如植物園、動物園及水族館還能加強對生物多樣性的認識，為諸如再生生物、遺傳學及系統學領域內基礎及應用科學提供研究材料。所有移地設施都有潛在易受由於火災、水災、經濟或政策變化引起的蟲害、疾病及有形損傷。

在重新恢復生物多樣性方面，重新引進物種、恢復及修復生境將會發揮日益重要的作用。這些工作都需要採取原地與移地兩種方法。沒有任何一套可以永續利用生物多樣性的方法能做到完全成功，而我們亦已面臨的任務就是要將已遭不能永續的做法所破壞的生態系還原到一個能把生態資源與功能恢復到可接受水平的狀態。目前，恢復方法正迅速的進步，雖然技術與生物上的疑難問題仍然阻礙著恢復某些物種、群落區及生態系功能的工作。為恢復與修復工作制定優惠政策是項十分困難的任務，特別是在這些活動目前需要實行津貼以把生態系資源與功能維持在可接受水平上。

生物多樣性的永續利用

如今，永續利用生物多樣性已被認為是社會與經濟永續發展的先決條件，如果做得適當，就能保證從生態系及其組成部分源源不斷地為人們提供資源與益處。為了永續地利用生物多樣性，對生態系及其組成部分，以及影響它們的社會與經濟壓力具有基本了解是非常重要的。利用我們對完整生態系過程的知識而採取的資源管理方法，往往比盲目的方法更有效且花費更少。例如，模仿自然災害(如林火)頻率的造林方法

就為許多森林生態系提供了最佳維護有關的生物多樣性的可能。在漁業方面，更好地監測魚群可望永續增加捕魚量及保存海洋生物多樣性。

對保證永續利用生物多樣性來說，社會與經濟措施也許比技術措施更重要。例如，指定或確認明確規定的財產權及制度對林業與漁業的永續性就有極重要的意義。而尤其值得注意的是要在將無人管轄制度變為和私有、集體或其他形式所有制的過程中採取公平措施，以阻止對森林、淡水及海洋生態系的過度開發。

許多傳統的資源管理系統在保育生物多樣性及永續利用其組成部分取得了良好效益。小規模農場長期來利用傳統農業方法創造並管理許多變種產品及遺傳資源。尤其是發展中國家的傳統農業真是農作物與家畜遺傳品種的最大寶庫。利用農場保存傳統農業生態系中的作物遺傳資源可以提供非常獨特的益處。因為植物能夠不斷地去適應環境，特別是在多樣化的農業地區，農業物可以通過與田間或郊近生態系統中的野生或野草親緣物的基因交換而更加茁壯。然而，在那些向高投資、低多樣性農業生態系轉變的過程中，可獲得更大經濟利益的地區，則有可能喪失這些資源。市場機制或向提供這種益處的農民多給補償金，在原則上或許能減少這些資源的喪失。

旅遊業及其它對生物多樣性的非消耗利用可以為永續利用提供可能性，也可以與其它的利用方式相結合。如生物資源勘察，以便從單一地區或資源激發多種收益來源。這種管理形式能否成功常取決於其是否能為當地社區提供一定的益處。

必須確保採取適當的鼓勵措施，貫徹管理決定與政策。例如，在控制資源管理方面，國家與地方之間達成適當平衡對永續利用生物多樣性、提供具有直接經濟效益的資源與便利就極重要的，過分集中資源權常導致資源的過度收獲與生物多樣性的喪失。反之，由於地方對資源的過度控制，也會造成類似的破壞性行為，特別是在那些與相關地區沒有長期傳統維繫的社區，或在那些由於人口增長、市場力量擴大及文化衰竭而面臨迅速變化的社區。應找到一個合適在國家內部建立特殊的文化、法律、經濟制度、及所有制、使用權及生物環境需要的平衡。無論是在哪種情況保持平衡，都應當採用適當的鼓勵措施，鼓勵執行所公布的管理政策。對合理政策的實施必須落實。

任何管理條規都不可能預見到生態、氣候、社會及經濟狀況方面可能發生的變化。故管理人員需要靈活的策略以維持資源與便利的供給，對變化中的社會、生物及外在環境作出及時反應，同時減少對生態系運作疑問，最終減少對其行動的有效性的疑問。適應性管理是目前正在形成中的一種綜合考慮這些問題的理論。它包含三項基本內容：

- 以實驗性方式進行有目的的管理干預，以便利用干預結果減少對管理系統的疑慮。
- 在干預之前及干預期間進行充分監測，以便發現管理干預的結果，使管理人員有可能吸取經驗。
- 根據回饋給管理人員、社區及其他機構的資訊，完善管理干預。

研究、監測及傳播資訊的重要性

加強科學研究與監測對各國增強永續管理生物多樣性及其組成部分，並從中獲得益處的能力是極關鍵的。研究與監督的特定範圍包含：

- 勘查、編目及分類研究，以便發現新生物、了解相關生物的特點及這些生物產生

變種的形式。

· 生態研究，以便了解永續提供生態系資源與便利的過程。

· 監測計劃(框注 12)，以便確定生物多樣性及其組成部分的不斷變化的狀況，從而在必要時採取適當的管理行動。

框注 12

監測生物多樣性

生物監測計劃可以長期地對物種、群落及生態系的狀況之變化趨勢進行評估。可以通過監測計劃提供“資訊反饋渠道”使管理人員與決策者隨時掌握進行適當需要的調整，從而加強對生物多樣性的保育。監測計劃的設計應針對與所要監測的生態過程以及所提出的有關保育或管理問題。一般而言，有必要按地區或地貌一級的範圍進行監測，以便對當地活動或事件對物種或生態系造成的總體影響作出評估。同樣，也需要在國家或全球範圍內進行監測，以便了解並有效地管理諸如候鳥之類的物種，對監測計畫需要作定期評估，以完善方法、檢驗新技術。

可以利用人造衛星及飛機遙感技術來監測地表上有關主要植物種類分布及某種生態系運作方面的變化。遙感技術還可用於生態取樣分層，發現一些需要進行更細緻的地面監測的情況。

經過仔細挑選的標本物種為監測某些其它物種的數量與生態系功能現狀與趨勢提供了有效手段。然而，儘用少量的標本物種是不可能做到監測與管理有關各個方面生物多樣性。

無疑，現在已積累了生物多樣性方面的大量資訊，但難以獲得這些資訊的原因卻並不是由於技術問題，而是由於資料所有權與控制權方面的不同政策及機構間的競爭。因此，必須分析這些政策，並在必要時修改政策，以便以利用資訊所得的益處抵消因提供資訊服務而承擔的費用。資訊技術的迅速發展已為資訊的獲得、使用與管理提供了新的選擇。以地方語言顯示了更好的軟體工具將有益於加強管理系統及擴大其使用範圍，並為決策提供更有力的支持。資訊網路的日益發展也正為國家與全球範圍資訊的獲得與交換開闢新途徑；像電子出版與多媒體這種新工具的出現將為資訊的傳播帶來更大的便利。在技術選擇上進行仔細的分析研究將有助於縮小國家間的技術差距，開發出更有效的資訊管理方法。

增強國家能力與公共意識

在世界許多地方，人的作用、財政資源與機構及基礎設施往往都十分缺乏，但是通過集中投資與政策扶持卻是可以改善這種狀況的。在許多國家，現有的電訊基礎設施不適應需要，無法通過電子網路傳播資訊，因而改善這一狀況是個需要迫切考慮的重點問題。

有責任心的技術熟練人員是成功地維護及永續利用生物多樣性的關鍵，必須通過適當的機制為那些將要管理保護區、從事生物多樣性清查、以及發展與保育異地採集物的人員提供培訓。同樣重要的是，還應為那些將要管理森林、漁業及農業土地這類生物資源的下一代專業人員重定培訓目標，強調維持生物多樣性適當水平的益處。鑒

於科學研究與監測工作日趨重要，在各個國家培養訓練有素的科學家具有特別的重要意義。目前專家力量的分布明顯偏向於北方工業化國家，因此，培訓與交換計劃應集中在發展中國家，以培養更多的有經驗的科學家，並為他們提供必要的研究與管理手段。

雖然科學研究與監測是重要的，但僅靠這一點是極不夠的，實施永續利用生物多樣性的策略往往由於缺乏了解與支持而不能成功。因而需要向人民進行宣導，獲得人們的廣泛支持，地方和國家的經濟與知識所培養見多識廣的公民方面將負起重要作用。各國政府本身也需對生物多樣性有更多的了解，以便能在管理其自然資源方面制定出更明智的決策。

參考文獻：

Waston, R.T., V.H. Heywood, I. Baste, B. Dias, R. Gamez, T. Janetos, W. Reid, and G. Ruark. 1995. Global Biodiversity Assessment: Summary for Policy-Makers. UNEP, Cambridge University Press, UK.