

第 17 章 重建的資訊與通信科技

張菁芬、張婉儀、黃靖禕◎譯

資訊與通信科技的指導原則

- 資訊是制定有效決策的重要基礎。運用低成本，甚至是零成本去獲得可靠、準確的訊息也是相當重要的，這能確保在災害發生之後，大家都能夠使用到這個開放、共享及協調的系統。
- 科技在災後評估、規劃、監測和實施的運用，能夠提高並改善政府機關進行干預的效率與品質。
- 在緊急狀況下，仍須堅守資訊管理與交流的原則，包含可近性、包容性、互通性、問責性、可驗證性、相關性、客觀性、中立性、人性化、及時性、可持續性與保密等原則^[1]。
- 互通性得以確保不同來源的數據可以由多樣的利害關係人整合與使用，並進一步提高評價的監測結果。
- 災前已到位的資訊與通信科技（Information and Communication Technology, ICT）系統品質，將會影響災後的救災與重建工作。在災害應變的過程中，我們會加強對資訊與通信科技的認識，一旦災害結束後，我們便逐漸淡忘它的重要性。
- 災後資訊共享的相關政策制定與制度建立，應盡可能地兼顧所有的利害關係人。
- 部署於災後現場的 ICT 系統，必須在薄弱的通信基礎設施和低頻寬的環境中，也能夠正常運作。

一、引言

要在災害前、災害中及災害後，使各層級的社會大眾能夠及時接收到可靠與準確的資訊，是一件極為重要的事。為了使利害關係人能夠有效地做出反應，資訊需要立即收集、處理、分析與分享。若缺乏足夠的資訊，個人和機構往往在報告不完整且相互矛盾的情況下，被迫做出關鍵性的決定。

在危機期間，關鍵資訊的交換模式是不同於一般情況的。唯有在災前承諾將消弭互通性及統一標準等疑慮，才能以協調、及時的方式確認、部署適當的公、私及

自願者資源。此外，ICT 的成敗將取決於所有環節。因此，在準備災害通訊時，必須事先考慮 ICT 的任一個別元素都必須完備，並取得妥協。這些元素包含「骨幹」（backbones）——廣播、電視、行動電話、電力、資料庫管理和網路通信。

經驗知識與支援 ICT 的基礎結構除了千變萬化外，其對於經濟的重要性，也不亞於資本、能源、原物料、勞工及運輸。資訊科技於災後的使用，以及相對應的制度安排，未來將有可能更快速且持續的擴展。因此，這個章節不是為了這個主題提供明確的解釋，而是要指出一個大的方向，並提出範例供重要的組織與倡議參考，相信他們可以從這本手冊當中得到許多收穫。

二、關鍵定義^[2]

數據	多數地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）應用程式所使用的七種地理空間數據（大地控制、正射圖像、高地與海深測量、交通運輸、水文地理、地籍測量和政府單位等）。這些數據包含了特徵的地理範圍編碼，以及用於辨識與描述特徵所需的最少數量屬性。
地理資訊	地理定位特徵的座標與屬性資料，通常被分為點（例：水井）、線（例：道路）、面（例：森林）、單元（例：網格式「矩形」）或座標（例：地面上某點的經緯度）。
地理資訊系統	一個可輸入、編輯、儲存、檢索、分析、合成和輸出地理定位（也稱為地理的或地理參照）資訊的電腦系統。地理資訊系統，指的是硬體和軟體或包含數據資料。
資訊和通信技術	用於創建、獲取、儲存、交換、分析，處理資訊與資料共用的各項工具、應用程式、系統和資源 ^[3] 。本章提及的 ICT 包括網路通信、地理空間資料、地理資訊系統、衛星和陸地通信、Web 2.0、數據追蹤系統和資料庫系統。「資訊技術」（information technology）一詞有時和 ICT 是可以互通的。
後設資料	數據資訊，如內容、來源、年分、準確度、條件、預測、負責單位、聯繫電話、收集方法與其他特徵或描述。
開放式標準	標準應向社會大眾公開，並經由合作及一致的程序發展（或認可）與維持。開放性標準能促進不同產品與服務間的互通性與資訊交換，並供廣泛採用。
空間數據	能夠辨認地球上自然或人工特徵及邊界的地理位置與資訊。這資訊可能來自遙測、測繪、製圖、測量技術、全球定位系統（global positioning system, GPS）或統計資料等。
空間數據的基礎建設	為獲得、處理、分配、使用、維護及保存空間數據，所必須的技術、政策、標準、人力資源與相關活動。

三、關鍵決策

1. 政府必須決定出一個負責協調資訊管理（Information Management, IM）的領導機構。即使該機構並不會在復原與重建上控制 ICT 的使用，它可能還是需要去解決使用上的限制問題。同時，地方政府也可以指派一位資訊管理協調人員。
2. 應建立資訊管理機構、參與救災及重建的機構和當地社區三者之間的連結，並簽署共同分享資訊和技術的協議（如果有必要的話）。
3. 資訊管理機構與參與救災及重建的機構必須定義評估和監測的資訊需求，包含地理資訊系統的數據與地圖，並且必須決定該如何找出或促成這些需求。
4. 國際組織必須與資訊管理機構協商，並決定該使用何種 ICT 技術、儀器設備、數據及採購程序（若需要購入其他設備的話）。
5. 資訊管理機構應與參與救災及重建的機構和社區建立資訊管理的策略：規則、通信協定與程序，以及共享、儲存及發布資訊的地點等。
6. 參與救災及重建的機構應透過 ICT 的應用，增進與當地社區的合作，與社區共同建立監測 ICT 聯合活動的系統，並在實施過程中提供回饋。

聯合國地理資訊工作小組

聯合國地理資訊工作小組（United Nations Geographical Information Working Group, UNGIWG）是個集結製圖和地理資訊科學領域專業人才的網絡，其致力於聯合國空間數據基礎設施的建立，以實現永續發展的目標。

UNGIWG 關注常見的地理空間問題，如地圖、邊界、資訊交換和標準等，這些問題往往對聯合國組織及其會員國的工作造成影響。同時，UNGIWG 也直接與非政府組織、研究機構及產業合作，共同開發並維護地理資料庫和地理空間技術，以增強其規範性與操作性能力。

UNGIWG 致力於：

- 提升地理資訊的應用，以制定更好的決策。
- 推廣地圖與其他地理空間資訊的標準和規範。
- 發展核心地圖，避免資料重複。
- 建立一個可共享、維護和確保地理資訊系統品質的機制。
- 提供一個可討論共同問題與新興技術變革的論壇。

四、與 ICT 有關的公共政策

4.1 國際法和國際協定

4.1.1 坦佩雷公約 (Tampere Convention)

人道組織跨國使用的通訊設備，可能受到監管障礙的阻礙，若未經地方當局事先同意，緊急情況所需的設備將難以進口與部署。坦佩雷公約是一個具有全球約束力的條約，明文規定在救災行動中相關通訊設備的提供與使用^[4]。坦佩雷公約於 1998 年通過，並於 2005 年 1 月 8 日正式生效。該公約要求各國必須即時提供通訊協助，以降低災害影響，且簽署國必須建立可靠、有彈性的通訊服務，其目的在於希望各國都能追求一個共同的期望，也就是在災害情況下，個人也有提供緊急救援的自由與機會。截至 2009 年 1 月，已有 40 個國家簽署加入該公約。國際電信聯盟 (International Telecommunications Union, ITU) 也全力協助實踐坦佩雷公約的目標。

4.1.2 ITU 緊急合作架構

ITU 緊急合作架構 (ITU Framework for Cooperation in Emergencies, IFCE) 是由技術、財務及後勤等三個群組所組成，旨在災害發生後的任何時間、任何地點設法部署所需要的 ICT 應用與服務^[5]。ITU 是聯合國負責處理 ICT 問題的主要機構，同時也是領導全球各國政府和私部門發展網路與服務的中心。ITU 專門處理電信通訊與 ICT 整合方面相關的系列問題，尤其是災害預測、偵測和警報。

4.1.3 聯合國國際空間和重大災害憲章

聯合國國際空間和重大災害憲章 (International Charter on Space and Major Disasters) 旨在提供一個整合系統，在獲取相關空間數據後，將它們傳送到那些受到天然或人為災害的災區^[6]。使用者得請求動員會員機構的空間或地面資源，以取得與災害相關的數據與資訊。緊急應變機構通常可在幾小時內，獲得災區的高質量衛星圖像。在 24 小時隨時待命的接線生確認要求之後，緊急救難官員會準備一份計畫書，而專案經理會在整個過程中負責協助使用者。簽署國可透過任一有關民事保護、救援、國防或安全的組織，來申請憲章裡所提到的救援服務。其他國家則應透過簽署國或國際組織才能提出請求。見附件 1「如何做：獲取衛星圖像入門」。

4.2 國家法

許多國家，其國內層級的電信通訊法律架構正快速的現代化。即便如此，它們卻可能在災後情況裡成為一種障礙。這正是為什麼要制定上面所討論的公約的原因。以下則是一些應加以解決的潛在問題。

4.2.1 電信通訊

在應變與重建過程中，政府的電信政策將會影響到資訊的管理。例如，假設國防政策與電信通訊服務的使用產生抵觸，就有可能會阻礙到災後重建的電信通訊部署。像 2005 年巴基斯坦北方發生地震後，有非政府組織指出，當地政府限制了手機在某些地區的使用，造成協調與資訊交流上的困難。在這種情況下，可能得建立一套國際標準或是較低科技的通信管道。

4.2.2 設備和軟體

若必須將 ICT 的設備及軟體送進災區，則很有可能會延誤到救援行動。延誤的原因包括了海關法規、許可證的批准、頻率分配及特定技術在使用上的限制。若必須進口這些設備及軟體，相關機構應盡力達成當地政府的要求。為了避免延誤，應尋求協助，以處理繁複的申請文件與手續。

4.2.3 數據標準

即使在同一個國家，政府也可能使用不同的媒體、標準和定義來維護人口普查、地籍及其他與住宅有關的官方資料。這些資料也可能由私人、商業及非政府組織所擁有，而他們有他們自己的通信協定（protocols）。當地法律可能使某些資料的共用與傳輸變得更複雜化。雖然科技已大致消弭資訊共用的障礙，像以網站為基礎的應用服務、頻寬容量和技術標準化等皆已大幅度提高資訊流動的效率，但存在規則、媒體與標準之間的差異仍產生一定的障礙。目前全球正展開許多倡議，無論是正式（商業）或非正式（使用者團體）的行動，目的都是希望能夠制定出一套標準的資訊流程。

4.2.4 數據安全

資訊安全規則或文化考量也是需要克服的。即使在緊急情況下，資訊使用者或借用者都應該尊重合理的隱私與安全考量。最實際的辦法就是快速分析每個司法管轄區的政策，並同意在緊急的情況下，將一般程序透明化，以利重建用途所需的資訊得以自由流動。

五、技術層面的議題

5.1 資訊管理的協商

資訊管理是收集、處理、分析和分享資訊的過程，這些資訊來自不同的利害關係人或在他們之間分享。它在災後應變和重建的過程中扮演重要角色。因此，在此強烈呼籲，資訊管理在災後的策略方針應該給予高度推薦。

一個有效的人道主義資訊管理體系，能夠整合和傳播特定資訊，並隨時通報重建復原的過程。資訊管理可以確保國家資訊系統和標準的採用、用來協助建立地方能力，並協助政府建立制度，進而管理災後復原及重建的長期協議。必須採取積極主動的措施，才能確保關鍵利害關係人可以輕易取得及使用相關的資訊和資源，例如最重要的資訊要以地方語言提供。

在不同部門中，可能需要一些用來應變及規劃的數據，像是：

- 當地的災難計畫、政策和程序。
- 社會、人口和經濟數據。
- 社區、地方、區域和國家層級的聯絡窗口。
- 土地使用計畫和重要基礎建設的財產清單。
- 財產所有權紀錄（地籍資料）。
- 建設清單、結構資料（如住宅、商業、公共、基礎建設）。
- 文化資產資料，包括建造年分、建築技術／材料、文化意義和目前狀況。
- 危害地圖和脆弱性（易致災性）數據。
- 安全、環保標準與建築技術規則。

5.2 與利害關係人的溝通協商

ICT 提供了大量的選擇，以維護利害關係人（包括受災戶）之間的雙向溝通，並邀請他們參與災後決策。ICT 的使用應納入整體災後通信計畫。有關災後重建的溝通、溝通計畫的發展與指導，請參閱第 3 章「災後重建的溝通」。下面將討論當前技術的一些範例。

5.2.1 Web 2.0.

Web 2.0 是一種網站平臺的設計途徑，它有助於訊息的共享、互通、以使用者為中心的設計與合作，並從使用者的觀點加以設計。Web 2.0 的例子包含了網路社群、託管服務、網路應用程式、社群網站、影片分享網站、維基系列及部落格。假設有個功能性的網路服務，那麼 Web 2.0 就能讓使用者與他人互動，或是改變網站上的內容。舉例來說，在應變和重建時，使用者可報告當地的狀況、驗證地圖與其他評估數據、回報物資的傳遞與供應情形，或幫忙協調救援的介入。

為了蒐集地震相關資訊，美國地質調查局（U.S. Geological Survey, USGS）建立了一個網站，叫作「你有感覺到嗎？」（Did You Feel It?）靠著問卷的回饋內容^[7]，USGS 依郵遞區號製作了「社區網際網路強度圖」（Community Internet Intensity Map, CIIM）。若有民眾通報地震消息，USGS 就能將資訊轉換成地理座標，搭上地址，便

可建立一個更準確的地圖。CIIM 系統最近向全球拓展。2008 年中國汶川大地震發生之後，USGS 就收到超過七百多筆回應。

人道主義資訊中心（Humanitarian Information Center, HIC）在聯合國人道主義事務協調辦公室（UN OCHA）要求下成立，建立一個協同網站，供參與重建的機構使用。HIC 也可頒布資訊蒐集的標準、建立資料倉儲及傳播訊息。欲瀏覽 HIC 的職權範圍，可參考 UN OCHA 官方網站^[8]。

人道主義資訊中心（HIC）

HIC 的任務係以加強協調、情境理解與決策為目標，支持人道主義社群以系統化與標準化的方法，去收集、處理與傳播資訊。在履行此一任務上，HIC 將配合國家主管機關的資訊管理能力，以及國內的發展和人道主義行動者，讓應變最佳化，並滿足受災民眾的需求。

HIC 通常只會部署在新的複雜緊急情況或災害，在那裡，IM 的要求超過會員國與機構間常設委員會（IASC）的能力。在全力實踐它的任務上，HIC 將遵循人道主義在緊急情況下的資訊管理與交流原則：可近性、包容性、互通性、問責性、可驗證性、相關性、客觀性、人性化，及時性和可持續性。

資料來源：UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (UN OCHA), Field Information Services Unit and Information Technology Section, “Humanitarian Information Centres and Partners,” <http://www.humanitarianinfo.org/>.

5.2.2 行動電話

行動電話及智慧型手機正快速地取代收音機及電視，成為與大眾溝通、合作與管理電子交易的最佳媒介。行動科技所涉範圍，大至智慧型手機的應用程式、小至簡訊，目前正在開發中國家廣泛地使用，包括醫療、金融、教育及社區的組成。該技術可用來：（1）以共同警報協定（Common Alerting Protocol, CAP）對民眾發布風險的警告；（2）以簡訊服務（short message service, SMS）、簡易資訊聚合（Really Simple Syndication, RSS）或推特（Twitter）來進行溝通；（3）以行動銀行進行基金轉移；（4）許多其他的目的。

為協助震後的救災與重建，中國工商銀行（The Industrial and Commercial Bank of China, ICBC）利用行動銀行來鼓勵捐款。ICBC 提供了免費的電子銀行管道，像是網路銀行與行動銀行等，且提供管道供款項捐贈；它除了協助客戶使用該管道進行捐款外，也同時向捐贈者保證所有的捐款將立即且確實地送達。在 2008 年中國汶川大地

震後的頭 2 個月，ICBC 已轉送超過 20 萬筆捐款給 175 個中國慈善機構，捐款總額高達 7,200 萬人民幣（約 1,050 萬美元）^[9]。

5.2.3 業餘電臺

業餘電臺社群（ham radio community）是個常常被忽視的資源，事實上，它一直以來都是災害期間的通訊媒介。除了發聲之外，業餘的無線電愛好者可利用多餘的數據機，提供一個強大的數位媒介，即使頻寬仍相當低（1200 baud），但對偏遠地區而言，這便是平常發送電子郵件及使用電子公布欄的途徑。因此，強烈建議納入這團體一同參與備災及災後通訊工作。

所有的這些 ICT 皆有助於社群的組成及強化社群在重建的參與感。重建中一系列的參與途徑討論，請參閱第 12 章「社區組織和參與」。

5.3 災後損害評估

資訊必須準確、可比較且經過適當衡量，才能為損害與損失評估（Damage and Loss Assessment, DaLA）及復原與重建的相關決策提供依據。因評估耗費大量時間與人力，必須快速執行且符合基本標準。基於這些因素，目前已採取許多措施擴增技術上的應用，以改善評估結果的及時性、質與量。

5.3.1 整合評估中的空間數據

由聯合國拉丁美洲暨加勒比經濟委員會（UN Economic Commission for Latin America and the Caribbean, ECLAC）所發展出來的 DaLA 法，曾在《估計災害的社會經濟與環境影響手冊》（*Handbook for Estimating the Socio-economic and Environmental Effects of Disasters*）^[10] 討論過。它針對災害事件的直接和間接影響，以及對受災國家與地區的社會福祉與經濟狀況所造成的後果，提供一個標準化的評估方法。現行的評估是根據各種類比（紙本）與數位資訊（文件及來自公部門和機構的數據、報刊文章、與公部門的私人通信等）。在緊急階段暫告一段落後，專家團隊隨即進入災區，負責調查數據的蒐集與驗證。

DaLA 通常用來決定因災受損的資產價值，也用來確定重建的需求。DaLA 的其中一個目的為界定災害對於地區和各部門的影響，以及其對應重建計畫的先後順序。即使在手冊中一再強調協助 DaLA 的新工具即將問世，然而到目前為止，地理空間訊息與空間分析技術的應用尚未被納入 DaLA 的架構。因此，全球減災暨復原重建機制（Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, GFDRR）及世界銀行的空間團隊為了整合空間分析與評估，正致力於標準的建立，並為任務團隊、GIS 與 IM 操作者

開發技術與培訓手冊^[11]。下面 2004 年印度洋海嘯後的評估過程案例研究，描述地球觀測（Earth Observation, EO）技術如何運用來估計建築毀壞的程度。

以下各節將介紹一些重要工具，也就是那些期待可用在評估的新方法。

5.3.2 地理資訊系統（GIS）

GIS 是一個用來儲存、檢索與定位的工具，它藉由空間特徵的結合、特定地點的引用，並以表格描述地理屬性的方式，對地理數據進行空間分析。GIS 的強大在於它整合空間資訊與統計及分析過程的能力，能夠獲得不易從數據上看出的空間格局；換句話說，GIS 讓數據更加「視覺化」。地圖可以讓觀看者了解空間格局、走向及與其他因素的連結，是朝向更具延伸性分析的重要一步。因此，GIS 不只是繪製地圖的工具，它的強大在於檢索地理資訊及其統計資料庫的能力。不同來源的訊息可利用 GIS 加以疊置，藉此檢視風險與投資優先順序，並建立重建計畫的基準。下面中美洲機率風險評估（Central American Probabilistic Risk, CAPRA）的案例研究，可以看到當地機構如何透過 GIS 科技的運作，將風險訊息傳遞給當地的使用者。

從 GIS 地圖上所得到的訊息將顯示於主題圖層中，且經過地球空間參照（或地理參照）。地理空間資訊讓分析師及決策者能夠獲得真實世界狀況的資訊，而不是只會使用數據資訊。在資料庫中增加空間的面向，有助找到政策支持、決策與風險管理等相關議題的答案。重要的是要擁有能夠分析災害影響的基準數據。GIS 資料庫和遙測可用於定位基準數據，也可用於其他當地、國家及（逐漸增加的）國際數據來源。GIS 資料庫可能享有專利，但已日益公開供大眾使用。如何取得 GIS 數據的方法，詳述於附件 2「如何做：地理資訊系統與其數據來源入門」。

並非所有的 GIS 數據皆完全相容。使用國際標準（例如國際標準化組織的國際標準 ISO 19115，或目前正由開放式地理資訊系統聯盟〔Open Geospatial Consortium, OGC〕^[12] 使用者所發展的標準等）來進行資料蒐集，可幫忙確保不同來源的數據具有兼容性^[13]。一份最近的前導研究顯示，全球減災暨復原重建機制（GFDRR）及世界銀行空間團隊利用 GIS 繪製出塞內加爾（Senegal）首都——達喀爾（Dakar）的天然災害與氣候變遷風險地圖。這份研究將會被仿效應用到其他區域^[14]。

5.3.3 空間分析

空間分析包括了分析技術與工具，從簡易定位，到空間計量經濟模型及空間過程模擬。透過各種技術，空間分析可用來解讀並分析地理參考數據及其拓撲（topological）、幾何或地理屬性，以擷取或產生新的地理資訊。

在數據量日益豐富的環境裡，資訊可由不同環境監測系統與地面上的網路、現場的行動設備或遙測圖像等獲得。GIS 提供了最先進的數位平臺，儲存與管理數據，並利用空間分析技術分析這些數據，最後以數據或製圖的方式發表分析結果，並加以視覺化。主題地圖和其他以 GIS 製作的地圖產品是相當有價值的工具，它們使空間格局、關係和趨勢一目了然，而這些資訊在文／數字表格中卻不是顯而易見的。

5.3.4 遙測方法

遙測方法是一種傳遞真實世界地理空間訊息的資訊收集方法。這項技術讓分析師可以快速確認受災害影響的地區，即便是難以到達的偏遠地區。憑藉著最新型的感測器，對於實體基礎建設與環境資產所受到的影響，遙測方法可提供高解析度的資訊。與 GIS 連線時，透過地球觀測（EO）的圖像便可辨識受損害或遭毀壞的結構，並將這些資訊連結到社會經濟、天然災害及其他地理參考數據，進而提供即時的災情預估，對現場的情況做最終確認^[15]。聯合國國際空間和重大災害憲章正是全球各地皆在使用遙測系統的一個例子，就像下面 2009 年納米比亞（Namibia）水災的案例研究。

以衛星為基礎的 EO（例如遙測技術）是個相當重要且獨立的消息來源。它在全球各地協助防災、減災與救災工作，同時在災害評估和重建上皆有相當大的助益。藉由災害前後資訊的提供，衛星測圖可用來支援現場的 DaLA。衛星數據可傳遞相關的地理空間資訊，而這些資訊可用於災區繪圖或直接輸入 DaLA 中。見附件 1「如何做：獲取衛星圖像入門」。

即使遙測方法扮演了協助與補充的角色，但仍不足以替代實地的評估。輸出應該由另一個數據來源驗證，而且最好是在現場的。可攜帶式的 GPS 設備和手機可以用來收集、傳輸和上傳資訊到中央資料庫，以便提供資訊給 GIS。

5.4 災後重建的計畫與監控

住宅重建的監控和評估是必要的，如此一來才能檢測經濟面與實質面的進展。ICT 系統可以將不同平臺所蒐集到的資訊進行整合並提報，也可以促進參與重建的機構及災民社區間的透明化，進一步確保稀少的資源可發揮最大的效用。

5.4.1 資訊系統

像開發援助資料庫（Development Assistance Database, DAD）和專案等級的監控系統通常被用來監督實際進展及支出^[16]。欲了解更多關於這些系統的資訊，見第 15 章「財政資源與其他重建援助的動員」。由英國紅十字會（British Red Cross Society, BRCS）在 2004 年印度洋海嘯之後所建立的資料庫，則用來管理受益人的登記及捐款

轉帳，於下面案例研究詳述。

ICT 可用來協調建設專案的批准、檢驗和維護等商業過程。有效率與透明化的許可過程與執行，不僅可以增加稅收，更可以解決體制的腐敗，並減少災害風險，特別是在災後重建「熱潮」期間，ICT 扮演了非常重要的控管角色。

5.4.2 遙測與 GIS

上述作為評估輸入的 GIS 資料與空間資訊，也可以用來計畫重建，以及監控重建進程、重建對生態系統的影響及其他復原的效果。這些數據對於成功的土地利用與基地規劃過程（於第 7 章「土地利用與實質規劃」說明）是重要的。

遙測技術可隨著時間的推移收集資料，並與現場的資料進行校對，進而建立重建和復原的視覺指標。從現場收集來的資料，例如透過 Web 2.0 的應用，可以作為地理參考，並可以在 GIS 應用下用來監測重建^[17]。

其他更大規模的進展，像是自動 3D 擷取系統及虛擬城市環境的創造，意味著這些技術可有效地運用於更大範圍，使得保險索償的核實過程更加精簡，也可偵測非法建築的營造。這些工具也可用於監測非法的居住地，並辨認出其他可能的異地重建地點。這些技術與我們之前所提到，用於巨大災害評估的技術是相同的。

5.5 使用 ICT 時的其他考慮

5.5.1 創新與標準化

為了災後住宅與社區重建而客製的 ICT 解決方案可能看似合宜，但那些解決方案卻存在著各種風險，像方案可能重複或功能可能不佳。雖然一開始相當費時，但以合作的方式建立標準化系統卻可帶來立即與長期的效益。任何一個系統皆應開放供大眾使用，以方便資訊的共享。

5.5.2 資料取得的權衡

資料取得的主要權衡有品質、成本和時間。需要為資料的取得做決定時，可考慮以下幾點：

- 找出規劃與執行所要用到的最關鍵數據。
- 確認現行可提供的數據（包含地圖的基準數據）。
- 確認可用的資訊是否達到標準（若未達標準，則該數據可能品質不佳，也不值得取得）。
- 確認評量標準，以提升資料的品質和真實性（例如身分控制、內部控制、資料分析與驗證）。

- 決定需要的細分程度（若分的愈細，則資料蒐集和分析的成本愈高）。
- 考慮資料蒐集、地圖建立、監測控管，包含手繪地圖和社區資料蒐集等的替代方法。

六、風險與挑戰

- 若依賴單一通信系統，像行動電話等，則可能在災後發生超載或無法使用的狀況。
- 若未能維持現有的資料庫和系統、無法提供備份與對抗天災的保護措施，則可能導致在災後需要進行重建。
- 一旦高科技途徑不可行，則將造成災後 ICT 在運送與運作上的延遲，並且無法提供備案計畫。
- 無法運用現有的最新技術，或者相反地堅持使用超乎預期使用者能力的技術。
- 淡化在災後評估、規劃和監測活動中，納入 ICT 專家的重要性。
- 以一種不協調、隨意與少數人持有的方式管理災後資訊，而不是透過有意識地規劃及鼓勵合作的方式為之。
- 資料沒有分享，又被參與重建的機構視為「私有財」，造成資料蒐集上的重複。
- 因缺乏系統設計和資料蒐集的標準，而導致低水準的 ICT 互通性。

七、建議

1. 將 ICT 廣泛地整合到災害應變中，避免使用隨意或需要高水準科技能力才能運作的系統。
2. 復原與重建中，納入具有評估經驗的 ICT 專家與專案團隊，以促進新興 ICT 的充分使用。
3. 確認 ICT 系統與現行的政府系統是相容的，特別是如果它們還要在災後繼續使用的話。
4. 藉由易於取得的協同技術，例如 Web 2.0，將利害關係人納入評估、驗證、監測以及其他與重建相關的活動。
5. 支持開放系統與標準的使用，以確保互通性。於合約與權限中載明，要求開發人員參照地理資訊，並將其標準化。
6. 與聯合國系統合作，評估是否應建立人道主義資訊中心（HIC）。一旦建立 HIC，則要確保擁有足夠的資金，且所有的關鍵機構都要承諾致力於資訊的標準化與共享。

7. 為快速取得災區的衛星圖像與地圖，需直接啟動聯合國國際空間和重大災害憲章，或者是透過聯合國外太空事務辦公室（United Nations Office for Outer Space Affairs, UNOOSA）。
8. 推廣使用現場等級的 ICT，其可協助重建專案的管理、提供透明的資訊給受災社區，並使數據得以一致化。
9. 鼓勵政府建立靈活、可以在災後輕易恢復的資訊系統，並與當地及國際 ICT 相關的利害關係人達成協議，載明災後合作的機制。
10. 鼓勵政府建立相關的政策與法律，載明人民於災後的任何時間點，皆有權獲知災害和風險的資訊，並支持在規劃與建設中納入降低災害風險的措施。

八、個案研究

8.1 納米比亞水災（2009 年）：聯合國國際空間和重大災害憲章的啟用

2009 上半年，納米比亞（Namibia）中北部及東北地區經歷豪大雨的襲擊，於納米比亞北部邊界造成巨大洪水。多日暴雨加上源自安哥拉（Angola）與贊比亞（Zambia）的支流河水的雙重作用，導致納米比亞境內的 Cunene 河、Chobe 河、Zambezi 河及 Kavango 河的河水水位急遽上升。這場洪水使 35 萬人受到影響（將近納米比亞人口數的 17%），造成 102 人死亡、超過 13,500 人無家可歸。

2009 年 3 月 20 日，聯合國外太空事務辦公室（UNOOSA）代表納米比亞聯合國開發計畫署（United Nations Development Programme, UNDP）啟用了國際空間和重大災害憲章。這份地圖闡明衛星於 2009 年 3 月 17 日至 25 日期間，在 Caprivi Region 探測到沿著 Chobe 河洪水上漲的情形。洪水分析是使用 Radarsat & ENVISAT-ASAR 資料。但由於衛星感應器之間的差異，洪水隨時間變化的程度並非百分之百準確。此洪水偵測雖為初步的分析，但隨後即經實地驗證。

2009 年 5 月，當地政府、聯合國及世界銀行進行了災後需求評估。在幾乎所有位於 Oshana、Oshikoto、Oshana 與 Omusati 的家庭皆返家之際，Caprivi 與 Kavango 的洪水卻使安置在營區的家庭無法順利返家。在六月結束時，政府表示在 Caprivi 與 Kavango 地區仍有 28,103 人無家可歸，而暫時安置災民的營區將繼續開放。由於財產、牲畜與作物的損失，以及非常有限的基礎服務，現已返家的家庭仍然需要人道救助。

資料來源：Relief Web, “Consolidated Appeals Process (CAP): Mid-Year Review of the Namibia Flash Appeal 2009,” <http://reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900sid/LSGZ-7UEDEN?OpenDocument&rc=1&emid=FL-2009-000007-ZWE>; and International Charter on

Space and Major Disasters, “Floodin Namibia,” http://www.disasterscharter.org/web/charter/activation_details?p_r_p_1415474252_assetId=ACT-249.

8.2 災害相關資訊的共享與協調：中美洲機率風險評估平臺

中美洲極易受到各式各樣的天然災害威脅，對當地社會與經濟的永續發展帶來巨大的挑戰。在應變上，該地區已經在防災與減輕風險上採取積極的立場。中美洲機率風險評估（Central American Probabilistic Risk Assessment, CAPRA）平臺代表一個策略性的機會，只要是支持這個立場與現有措施的災害風險評估方法，都將受到強化與鞏固。

由中美洲預防天然災害協調中心（Center for Coordination for the Prevention of Natural Disasters in Central America, CEPREDENAC）領導，並與中美洲政府、國際減災策略（International Strategy for Disaster Reduction, ISDR）、中美洲發展銀行合作的 CAPRA，提供了一套可供中美洲各地、各國與各區做災害風險相關決定的溝通與支援工具。該工具提供了 GIS 平臺及以風險機率評估為基礎的方法，用來支援緊急管理、土地使用規劃、公共投資和金融市場等方面的決策。現行的 CAPRA 應用將數據用來：（1）創製和視覺化災區和風險地圖；（2）當作降低風險投資的成本效益分析工具；（3）發展金融風險轉換策略等。CAPRA 伙伴未來的應用可能包括即時的損害預估、土地使用規劃情境與氣候變遷研究等。

資料來源：CAPRA, <http://www.ecapra.org/en/>; and CEPREDENAC, <http://www.sica.int/cepredenac/>.

8.3 印度洋海嘯（2004 年）後的印尼亞齊省：利用資料庫來追蹤受益災民的現金移轉

在 2004 年印度洋海嘯後，若干機構為追蹤救助金的流動而建立了資料庫。英國紅十字會（BRCS）在印尼亞齊省的資料庫，以追蹤方案資源為主要目標，在設計上投入相當大的人力（三個顧問月）。但，BRCS 亞齊團隊發現，資料庫在追蹤及管理受益人庇護用的現金移轉上，也可發揮相當大的效益。這個資料庫連結了災後所有個階段的救助過程，從受益災民的登記到指示銀行分期付款項。BRCS 的資料庫也可連結到不同部門的 BRCS 方案，像是庇護、恢復生計補助金、土地登記等，但缺乏足夠的糧食救濟方案卻是個重大缺失，因為它是與大多數受益災民的初步接觸，也可能是所有部門方案的登記基礎。要在不同機構的資料庫之間，進行交叉引用資料的能力是不可或缺的。

資料來源：Lesley Adams, 2007, “Learning from Cash Responses to the Tsunami: An HPG Background Paper, Final Report,” Humanitarian Policy Group, http://www.odi.org.uk/hpg/Cash_vouchers_tsunami.html.

8.4 印度洋海嘯（2004年）後的印尼欽奈（Chennai）：IKONOS 衛星傳送海嘯前後的圖像

2004年12月26日，位於蘇門答臘附近的地震引起了致命的海嘯襲擊，進而摧毀了印度東南角的斯里蘭卡，海浪持續向西推進，並沿著 Coromandel Coast 海岸線侵襲印度東南部，Tamil Nadu 邦沿海的城市、城鎮和漁村盡是遭海浪襲擊的災民。有些圖像是 IKONOS 衛星在海嘯前後所拍攝，可以看出位於印度東南方海岸的濱海城市——欽奈（Chennai），距離 Palk Strait 北方約 350 公里，已經與印度和斯里蘭卡分離。

資料來源：NASA Earth Observatory, “Earthquake Spawns Tsunami,” <http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=14412>.

8.5 印度洋海嘯（2004年）後的印尼班達亞齊省：利用地球觀測科技來估計建築物倒塌的數量

2004年印度洋海嘯襲擊印尼後，地球觀測科技被用來估計建築物倒塌的數量。藉由主要衝擊區（Primary Impact Zone, PIZ）的界定，以及透過衛星圖像（QuickBird、LandSat7、ETM+、SRTM）觀察災害前後的情況，即可獲得建築物倒塌的估計量。第一步是估計主要衝擊區內建築物嚴重受損的範圍。由於災害前後的 QuickBird 圖像僅針對限定的範圍，故將海嘯前所有觀察到的既存建築物全部皆算入特定區域，估計每公頃的建築物達 5.6 棟。至於 QuickBird 覆蓋範圍以外的地區，則使用 LandSat 圖像來作為估計基準，而低海拔地區，則利用太空梭雷達地形測量任務（Shuttle Radar Topographic Mission, SRTM）來進行界定。其他，無法提供海嘯前圖像的地區，則估計每公頃有 4 棟建築物。分析結果顯示，有 82% 的建築物已倒塌，而在主要衝擊區，共有 29,545 棟建築物倒塌。

資料來源：BAPPENAS, 2005, “Preliminary Damage and Loss Assessment, December 26, 2004 Natural Disaster,” http://siteresources.worldbank.org/INTINDONESIA/Resources/Publication/280016-1106130305439/damage_assessment.pdf.

九、資料來源

- Agustina, Cut Dian. 2008. *Tracking the Money: International Experience with Financial Information Systems and Databases for Reconstruction*. Washington, DC: World Bank, ISDR. <http://www.preventionweb.net/english/professional/publications/v.php?id=2474>.
- Ahmed, K. Iftekhar. 2007. *Emergency Telecommunications and Early Warning Systems for Disaster Preparedness in Chittagong, Bangladesh*. Geneva: International

- Telecommunication Union. <http://www.housingreconstruction.org/housing/EWSChittagongReport01>.
- Amin, Samia, and Markus Goldstein, eds. 2008. *Data Against Natural Disasters: Establishing Effective Systems for Relief, Recovery, and Reconstruction*. Washington, DC: World Bank. <http://siteresources.worldbank.org/INTPOVERTY/Resources/335642-1130251872237/9780821374528.pdf>.
 - Baradan, Berna. 2006. “The Role of Information and Communication Technologies in the Process of Post-Disaster Housing Reconstruction.” Paper at the First International CIB-Endorsed METU Postgraduate Conference, “Built Environment & Information Technologies.” Ankara, Turkey, March 17–18. <http://www.irbdirekt.de/daten/iconda/06059007139.pdf>.
 - Currion, Paul. 2005. “Assessment Report: Pakistan Earthquake Response.” Inter-Agency Workgroup on Emergency Capacity, Information and Technology Requirements Initiative. <http://www.ecbproject.org/pool/ecb4-itr-assessment-pakistan-mb-28aug06.pdf>.
 - GIS standards and guidelines. <http://www.ungiwg.org/activities.htm> and <http://geonetwork.unocha.org/geonetwork/srv/en/main.home>.
 - Guha-Sapir, D. 2006. “Collecting Data on Disasters: Easier Said Than Done.” *Asian Disaster Management News* 12, no. 2 (April–June).
 - International Charter on Space and Major Disasters. 2009. <http://www.disasterscharter.org/>.
 - Mohanty, Sujit, Hemang Karelia, and Rajeev Issar. 2005. *ICT for Disaster Risk Reduction—The Indian Experience*. New Delhi: Government of India. Ministry of Home Affairs. National Disaster Management Division. <http://www.ndmindia.nic.in/WCDRDOCS/ICT%20for%20Disaster%20Risk%20Reduction.pdf>.
 - Mohanty, Sujit et al. 2005. *Knowledge Management in Disaster Risk Reduction: The Indian Approach*. New Delhi: Ministry of Home Affairs. <http://www.ndmindia.nic.in/WCDRDOCS/knowledgemanageme.pdf>.
 - UN OCHA. 2002. “Symposium on Best Practices in Humanitarian Information Exchange.” <http://www.reliefweb.int/symposium/>.
 - United Nations Asian and Pacific Training Centre for Information and Communication Technology for Development (UN-APCICT). “Disaster Risk Reduction.” <http://www.unapcict.org/ecohub/communities/disaster-risk-reduction/disaster-risk-reduction/?searchterm=disaster+risk>. This site contains resources on the use of ICTs in the different phases of DRR.
 - United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (UN OCHA). “Emergency Telecommunications Cluster Overview.” <http://www.humanitarianinfo.org/IMToolBox/> and <http://onerresponse.info/GlobalClusters/Emergency%20>

Telecommunications/Pages/default.aspx. These sites include extensive information on OCHA's approach to field information management.

附註

1. United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (UN OCHA), "Information Management Overview," <http://www.humanitarianinfo.org/IMToolBox/index.html>.
2. U.S. Office of Management and Budget, 2002, "Coordination of Geographic Information and Related Spatial Data Activities, Circular No. A-13, Revised," http://www.whitehouse.gov/omb/rewrite/circulars/a016/print/a016_rev.html.
3. Berna Baradan, 2006, "The Role of Information and Communication Technologies in the Process of Post-Disaster Housing Reconstruction" (paper at the First International CIB Endorsed METU Postgraduate Conference, "Built Environment & Information Technologies," Ankara, Turkey, March 17–18), <http://www.irbdirekt.de/daten/iconda/06059007139.pdf>.
4. International Telecommunications Union (ITU), "Emergency Telecommunications," <http://www.itu.int/ITU-D/emergencytelecoms/response/index.html>.
5. ITU, "Emergency Telecommunications," <http://www.itu.int/ITU-D/emergencytelecoms/response/index.html>.
6. International Charter on Space and Major Disasters, "About the Charter," <http://www.disasterscharter.org>.
7. USGS, "Did You Feel It: The Science Behind the Maps," <http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/dyfi/background.php>.
8. UN OCHA, 2008, "Terms of Reference: Humanitarian Information Centres," <http://www.humanitarianreform.org/humanitarianreform/Portals/1/cluster%20approach%20page/Res&Tools/IM/IASC%20-%20Humanitarian%20Information%20Centre%20Terms%20of%20Reference%20-%20May%202008.pdf>.
9. ICBC, "ICBC devotes itself to the reconstruction after May 12 Wenchuan Earthquake," <http://www.icbc.com.cn/icbc/icbc%20news/icbc%20devotes%20itself%20to%20the%20reconstruction%20after%20may%202012%20wenchuan%20earthquake.htm>.
10. UN ECLAC, *Handbook for Estimating the Socio-economic and Environmental Effects of Disasters* (Mexico: ECLAC), <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/4/12774/P12774.xml&xsl=/mexico/tpl-i/p9f.xsl&base=/mexico/tpl/top-bottom.xsl>.
11. This chapter borrows from the documents produced under this initiative. When available, the technical and training manuals will be available at <http://www.housingreconstruction.org>.
12. OGC is a nonprofit, international, voluntary consensus standards organization that is leading the development of standards for geospatial and location-based services.
13. International Standards Organization (ISO), "Geographic Information/Geomatics, TC211," http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=54904&published=on&include=true.
14. The World Bank is preparing a handbook for GIS use in assessments that will detail standardized GIS procedures, including use of GPS cameras, Google Earth for visualization and publication, and satellite-

- based rapid mapping of areas before and after an event.
15. For an example of how these technologies were used to photograph the effects of the 2009 earthquake in Aquila, Italy, see Digital Globe, “L’Aquila, Italy Earthquake,” 2009, http://www.digitalglobe.com/downloads/DG_Italy_Earthquake_Apr_2009.pdf.
 16. “The DAD enables stakeholders in the development process to capture the most critical international assistance data on a donor and project-specific basis, including pledges, committed and disbursed amounts, sector and region of implementation, project description, relevant Key Performance Indicators, implementing agency, and other contacts,” Development Assistance Database – Fact Sheet, Synergy International Systems, n.d., <http://www.synisys.com/resources/DAD%20Factsheet.pdf>.
 17. The Recovery Project at Cambridge University Centre for Risk in the Built Environment is an effort to identify indicators of recovery that exploit ICTs, and can be used to measure, monitor, and evaluate recovery after a major disaster, <http://www.arct.cam.ac.uk/curbe/recovery.html>. See also Daniel Brown, Keiko Saito, Robin Spence and Torwong Chenvidyakarn, 2008, “Indicators for Measuring, Monitoring and Evaluating Post-Disaster Recovery,” (presentation at Sixth International Workshop on Remote Sensing for Disaster Response Pavia) .http://tlc.unipv.it/6_RSDMA/Finals/4.3%20-%20Brown.pdf.

附件 1 如何做：獲取衛星圖像入門

地球觀測（Earth Observation, EO）圖像對於災後評估及監測與評估（Monitoring and Evaluation, M&E）等作業皆有其價值。發展中國家普遍缺乏航照圖像，因而衛星圖像在這些國家較為常用。這些圖像可用於估計災前的建築物數量，也可估計建築物與基礎建設受損或被毀的數量。就監測與評估而言，這些圖像可以顯示專案完成後的實質變化，以及隨著時間推進的重建進展^[1]。

衛星圖像覆蓋難以深入的廣大地區、可時時更新動態，並提供時間與空間維度的客觀資訊來源^[2]。目前有許多商業與政府衛星營運者，相關技術進步日新月異，所提供的產品和服務也相當多樣。然而，市場對於產品標準化與定價仍缺乏共識，所以本附件所提供的參數，將有助於在獲取圖像時做出正確的選擇。

何處可獲取圖像

圖像可以從政府與商業來源獲得。許多的政府來源被認定為「公眾所有」且可免費供應，而這些來源通常得權衡其精確度（地點和時間）與解析度。商業衛星圖像的取得可以一次買賣，或是採用長期合約的方式。

國內資料來源

航照與衛星圖像的國家來源包括相關部會、技術機構，且可能也包括區域性或規模較大的地方政府。應變的速度與能力取決於國家及災害性質與程度，有所不同。這些單位也許可以取得圖像並用來建立基線。與災害管理當局合作的當地服務提供者與技術專家，必須知道該如何管理各種來源的圖像，並從中提取相關的住宅資料，而且他們還必須能夠將這些資訊與現有的系統和業務進行整合^[3]。

國際資料來源

國際來源包括了衛星營運者與圖像經銷商。這些營運者為數眾多且提供多種服務項目（見註 2「提供災害圖像服務的部分組織名單」）。

您需要知道的事情

資料的需求者，應與當地同行和其他參與應變與重建的機構進行協調：

- 找出並與被指派管理災後圖像的機構協調。
- 確認所需要的災後圖像是否已經有他人提出要求，或仍屬於該機構所有。
- 確認災前的基線圖像是否可取得。

額外的資訊

此外，供應者可從多種衛星取得圖像，且這些基本資訊將使他們能夠推薦最佳的解決方案。考慮如下。

說明／問題	注意事項
目的 目的與迫切性為何？ 例如基線圖像、損失評估或監督與評估？	要讓圖像提供者了解到，這是需要收取額外費用的優先性任務，或者僅為一般性的正常任務。衛星在軌道的行徑路線受到任務的限制。在計畫的時間或地點外需要圖像，得重新指派任務的優先性。重新決定衛星的任務順序時，將收取不可退還的費用。若因多雲而使衛星無法拍攝，仍須再次收取費用。
基線圖影 是否可取得經處理過的基線圖像？是否已經安排衛星預測災害或定期勘測高風險的區域？	若沒有處理過的災前基線圖像，則沒有辦法評估損害與損失的程度。針對緩慢形成的災害（如熱帶暴風雨），衛星能在災害到達前捕捉圖像；針對快速形成的災害（如地震、火山爆發等），可考慮採購在熱點及高風險區定期捕獲的圖像。在網路上有許多 GIS 資料，但這些資料通常欠缺一致性的標準。
地點／地理座標 需要圖像的地區，其地理座標為何？	地點必須以地理座標方式表明。地點的經緯度資料可能在 Google Earth 或網路上的其他地方。
影響地區的範圍 每平方公里或英哩中，住宅受災地區的範圍為何？	大小的圖像可以藉由座標來界定，而用途、災害型態及影響範圍將是界定區域的因素。衛星服務可能有一個最小範圍。
時間方面 需要圖像的具體日期和／或時間為何？	若手邊沒有可用的圖像，則必須安排衛星去取得，且這將取決於特定的需求及衛星的再現期（每回通過間的總時間）。再現期也會影響監督與評估圖像可以收集的時間間隔。
解析度 住宅相關的圖像最小解析度為 30 公尺，而根據分析的性質，最理想的解析度為 10 公尺以下。	衛星影像利用以公尺表示的幾何解析度來說明每一個像素代表多大的地表面積；例如，在解析度 30 公尺的衛星，一個像素代表的面積是 30 公尺 × 30 公尺。觀察災後住宅影響的最小解析度為 30 公尺，而較高的解析度會改善影像的品質 ^[4] 。當解析度為 10 公尺時，辨別出個別建築物的外觀與位置是有可能的，且當解析度更高時，則可顯示個別建築物的損害情形（例如受風災損害的屋頂）。影響範圍大的洪水則可藉由中等的解析度來檢測和監測 ^[5] 。解析度越高，耗費成本越多。有一系列的解析度與頻譜選項可用（見註 3「解析度對圖像品質的影響」）。
其他方面 當捕獲或處理圖像	圖像包含的光譜及地形資料，也許有助於規劃有關周邊特色或自然資源的重建。不同材料具有不同反射率值，所以建築材料、水及植物的資訊

(續前表)

時，查詢哪些其他資料可以被加上去。可以辨認出來。就災害評估而言，使用多光譜圖像對於圖像的正確解釋是非常重要的^[6]。GIS 能在衛星圖像加入人口統計或製圖的資訊。

處理能力
當地是否有足夠的技術（硬體／軟體）和／或專業能力去處理圖像的原始資料？
圖像的原始資料必須經過處理，包含圖像合成、圖像強化及紋理分析、地理參照資料的疊置（如建築物的位置）。圖像供應者通常將圖像處理及 GIS 服務一起搭售，這樣比起個別單獨購買還更具成本效益。

前置時間與交付
允許至少 7 天的時間來獲取及處理圖像。若需更快的服務，則須事先說明。
一些基本的圖像與處理可以在獲取後 24 小時內透過下載交付，較大的圖像及涉及更多場景的圖像則需要較久的時間。根據圖像的需求及可用的連接（或連線），這些檔案可能需要先傳送到當地的合作伙伴、下載到 DVD 或列印出來後交付給需求者。檔案需要被處理，而處理時間取決於手邊的資源及圖像的解析度。

版權
商業衛星公司不會無償將它們的圖像供大眾使用或直接賣掉；使用者必須經授權才能使用^[7]。

成本
成本大部分取決於解析度、涵蓋區域、彩色或黑白及衛星的再現期（每回通過間的總時間）。
註 1 說明各家衛星對面積 10 km × 10 km 黑白圖像的繪製成本，這並不包含特別優先性任務的額外費用或處理費^[8]。
優先性任務的費用應該在 \$3,000 至 \$4,500 間。

採購
遵循常用的採購指導方針及協定，衛星圖像資料的採購可以作為諮詢契約（為執行評估而簽訂）的一部分，或是獨立於諮詢契約。不管是哪一種情況，委託事項應指定所需要的空間資料，包含製圖解析度。由於運用與分析衛星圖像需要技術背景，因此建議與技術熟稔的顧問或公司簽約，並由一個精通技術的團隊成員監督。顧問們取得資料後，將資料和其他待交付的物品交給採購單位。在這種情況下，圖像將是一個較大型採購的部分。

註 1：100 km² 黑白圖像的繪製成本

衛星	解析度	原始圖像成本
Landsat 7	15 m	Free
Landsat 5	30 m	Free
IRS-P6 (pan)	5 m	\$5,100-\$6,700
RapidEye	5 m	\$2,000

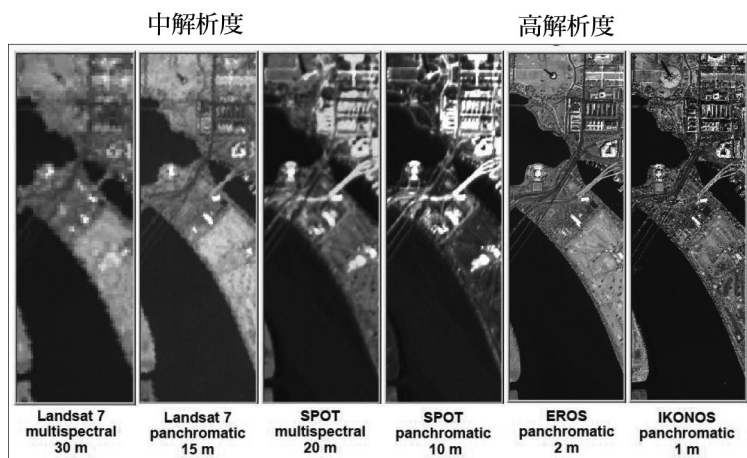
(續前表)

SPOT 5	2.5 m	\$2,550
Euros A	2 m	\$1,500
IKONOS	1 m	\$1,000-\$2,000
QuickBird	0.61 m	\$2,250-\$9,350
GeoEye-1	0.41 m	\$1,250-\$2,500
Radarsat-2	3 m	\$5,400

註 2：提供災害圖像服務的部分組織名單

組織	服務型態 (商業/公共)	付費	URL
MDA Geospatial Services	商業	是	http://gs.mdacorporation.com/
Digital Globe	商業	是	http://www.digitalglobe.com
Spot Image	商業	是	http://www.spot.com
Image Sat	商業	是	http://www.imagesatintl.com
GeoEye	商業	是	http://www.geoeye.com/
Disaster Charter	公共	否	http://www.disasterscharter.org
World Agency of Planetary Monitoring and Earthquake Risk Reduction	公共	否	http://www.wapmerr.org/
Free Global Orthorectified Landsat Data via FTP	公共	否	http://landsat.org/
Earth Resources Observation and Science	公共	是	http://edc.usgs.gov/index.html

註 3：解析度對圖像品質的影響



資料來源：Jim Cooper, 2009, “Overview of Change Detection Using Remote Sensing,” Presentation to the World Bank, March 26, <http://www.mdafeederal.com>.

附註

1. For an example of time-lapse images at an industrial construction site, see <http://www.satimagingcorp.com/gallery/quickbird-timelapse-china.html>.
2. Avjeet Singh, 2009, Presentation at the World Bank, March 26.
3. W. U. Guoxiang, 2005, Presentation at the Asian Workshop on Satellite Technology Data Utilization for Disaster Monitoring, Kobe, Japan, January 20.
4. World Bank Spatial Team, 2009, “Report on Use of Satellite Imagery in World Bank Assessments” (draft).
5. Dr. Beverley Adams and Dr. J. Arn Womble, 2006, “Challenging the Odds of Hurricane Damage Data Collection: A Detailed Account from a First Responder,” *Imaging Notes*, Volume 21, Number 2, http://www.imagingnotes.com/go/article_free.php?mp_id=66.
6. Dr. Beverley Adams and Dr. J. Arn Womble, 2006, “Challenging the Odds of Hurricane Damage Data Collection: A Detailed Account from a First Responder,” in *Imaging Notes*, Volume 21, Number 2, http://www.imagingnotes.com/go/article_free.php?mp_id=66.
7. Wikipedia, n.d., “Satellite Imagery,” http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite_imagery.
8. Jim Cooper, 2009, “Overview of Change Detection Using Remote Sensing,” Presentation to the World Bank, March 26.

附件 2 如何做：地理資訊系統與其數據來源入門

簡而言之，GIS 是繪圖實體與資料庫的結合。GIS 包含軟體與硬體、數據與資訊，以及一個可以空間格式展現各種資訊的概念框架。

GIS 軟體的用途^[1]

在進行任何地理分析之前，必須從田野調查、地圖或衛星圖像、或是數據供應者等不同的途徑取得（產生）數據。隨後，數據需要加以編輯，並予以儲存。從外部來源獲得的數據，需要先予以檢視，並於最後與現有的數據整合（合併）。為回答特定問題，需要對數據進行查詢與分析；某些特定的分析工作可能要在執行之前，先將數據轉換與處理過；然後，將這些查詢與分析的結果顯示在地圖上。

GIS 軟體可能是私有的或是開放的資源，即軟體的原始碼是很容易取得的，使得軟體可以客製化，也可以發展出新的應用^[2]。目前已有一些免費的 GIS 軟體，可供使用^[3]，而 GIS 的數據則需付費取得，或者也可能是完全免費的。

GIS 數據表示法^[4]

GIS 能以數值數據呈現真實世界的物體（道路、土地利用、海拔高度），而真實世界的物體則可被分成兩種抽象的概念：離散物體（房屋）與連續場域（降雨量或海拔高度）等。針對這兩種抽象的概念，有兩種廣泛應用的方法可將數據儲存於 GIS 中：網格（Raster）和向量（Vector）。

網格表示法

任何以網格形式呈現的數位圖像皆稱為網格式資料。在數位攝影中，像素是組成圖像的最小單位，圖像是由許多像素所組成。數位圖像利用輸出呈現實際存在的事物，而網格資料則是反映真實事物的抽象表現。航照圖像是一種常用的網格資料形式，其可用來顯示地圖上的細節，也可幫助圖像數位化。其他網格資料包含海拔高度、數值高程模型（DEM）或特定波長的光反射等相關資訊。網格資料是由行與列的網格單元（cells）所組成，每個單元都伴隨著一個值。網格資料可以是圖像（網格圖像），其中的每個像素（或單元）都有它各自的顏色值。或者，它也可以是個離散值（例如土地利用）、連續值（例如溫度）。若沒有數據可用的話，則它可能是一個虛值。網格資料可以儲存在網格單元（單值）中，也可以儲存在網格頻帶（raster band）中的擴充屬性資料表，其中的「行」是特意保留給個別的特殊單元值。網格資料可以各種格式儲存，而資料庫的儲存若能經過適當地編列索引，則網格資料通常就可以快速地讀取，但前提是得先存進數以百萬計的可觀記錄。

向量表示法

GIS 中的地理特徵通常以向量表示，將這些特徵視為幾何圖形。不同的地理特徵以不同型態的幾何圖形來表示；具體來說，有點（單純是一個位置）、線或折線（河流、道路、地形線）和多邊形（湖泊、建築物、土地利用）。多邊形傳達最多的訊息，也可測量該幾何圖形的周長與面積。

這些幾何圖形與資料庫中的其中一行連結，而該資料庫則描述其屬性；例如描述湖泊的資料庫裏頭可能包含湖的深度、水質、汙染程度等。這些資訊可用來繪製地圖，以描述資料集的特定屬性；例如道路可根據其是否經鋪設，而決定上色與否。幾何圖形也可以進行比較，例如 GIS 可以找出距離湖（多邊形）一英里內的所有遭嚴重汙染的水井（點）。

優缺點

使用網格或向量資料模型來反映現實，有其優點，也有缺點。網格資料比向量資料需要更多的儲存空間，可使疊置操作更為容易處理，即使物體邊界的濃淡不均勻，仍可將圖像重建起來。向量資料可以傳統地圖的向量座標表示，具有下列特點：（1）較容易標示、縮放與再呈現，可簡化不同來源的向量圖層的結合；（2）與相關的資料庫環境更加相容；（3）向量資料的檔案通常小於網格資料，減少為十分之一至百分之一（依解析度而定）；（4）相較於必須完全重製的網格圖像，向量資料較易於更新與維護；（5）向量資料可提供更多的分析，特別是像網路分析，如道路、電力、鐵路與電信等，然而網格資料則不會有它所顯示的所有特徵。

資料擷取

擷取資料並將它輸入至 GIS 中，是 GIS 從業人員的主要業務。可利用各種方法將以數位形式儲存的 GIS 資料輸入到系統中，包括可產生向量資料的數位化方法、已知座標且經輸入的抽樣資料、輸入全球定位系統資料等。遙測資料是 GIS 的重要來源，通常是指數位航照圖或衛星圖像或衛星波（網格資料）。屬性資料與空間資料一同輸入至 GIS。就向量資料而言，這包括系統所表現物體的附加資訊，在輸入之後，通常需要進行編輯、除錯，或者更進一步的處理 [5]。

後設資料（Metadata）是說明 GIS 數據的資訊。與地理空間後設資料相關的有七項：（1）識別；（2）資料品質；（3）空間資料數據；（4）空間參考；（5）實體和屬性；（6）供應；（7）後設資料參考。

資料的來源

網際網路提供許多全球層級的 GIS 資料來源，包含製圖及代表各式各樣社會、

經濟和環境參數的具體資料庫，例如行政區域、地表特徵（包含植被、土地覆蓋、水文與技術基礎設施等）、地形、全球災害風險、人口分布或經濟表現參數等。

這些資料庫以不同的規模、精確性、及時性與資料格式，廣泛地散布在網際網路上，且在大多數情況下，缺乏一致性的資料品質標準。資料庫需要滿足一系列的要求，才能與所有的基線繪製相關。所提供的資料必須：

- 在公共網路入口網站提供免費的高品質參考文件。
- 遵從資料格式（ESRI ArcGIS 的兼容格式）與後設資料（例如 ISO 19115）的國際標準，並將資料整理至可操作（GIS-ready）狀態。
- 在足夠的時間間隔內更新與／或定期更新。
- 具備適當的解析度、精準度與準確度，以符合調查領域與主題的要求。

免費的全球資料來源，對 GIS 的一般資訊與定位是相當有用的。基線繪製通常僅透過各種空間資料集的疊置，並不涉及任何特定製圖或分析程序。採用全球資料集的基線繪製可以複製整個地球，而當地評估的基線繪製則得依靠當地設施、場所與基礎設施等資訊，例如供水系統、發電廠、文化資產、教育場所等。

世界銀行編製了一個廣泛的資料來源列表，這些開放原始程式碼的資料可用來繪製損害與損失評估的基線。GIS 資料來源列表可於線上查詢。

GIS 災害風險資料來源

資料庫	資料製作者	說明	資料發布
全球風險資料平臺	聯合國環境規劃署（UNEP）／全球資源資訊資料庫（GRID）	涵蓋熱帶氣旋和有關的暴潮、乾旱、地震、生物質火災、洪水、地滑、海嘯和火山爆發。	http://preview.grid.unep.ch/index.php?preview=data&events=earthquakes&evcat=8&lang=eng
天然災害熱點——核心資料集	美國哥倫比亞大學災害及風險研究中心	資料庫聚焦在地震、地滑、氣候和水文災害、人為的環境災害。	http://www.ldeo.columbia.edu/chrr/research/hotspots/
低海拔海岸地帶	社會經濟資料與應用中心（socioeconomic data and applications center, SEDAC）	全球國家層級的低海拔海岸地帶城市、農村總人口和土地面積估計可利用全球農村城市測繪專案（Global Rural-Urban Mapping	http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/lec2.jsp

(續前表)

Project, GRUMP) 的 alpha 人口和土地面積資料，以及來自太空梭雷達地形測量任務 (SRTM) 遙測資料的數值高程模型 (DEM)。

虛擬地球

虛擬地球是地球的虛擬性代表，用戶靠著視角位置的改變，即可於虛擬環境中自由移動。虛擬地球能夠呈現出地球表面與各種資訊的不同面向，可能是地理特徵、人為特徵、或人口統計量的抽象表述，例如人口數量等。虛擬地球依其數量、質量與顯示資訊及時性的不同，以及原始程式碼是否開放而有所差異，它們幾乎都有免費版本，以及附加其他功能的付費版本，可用於觀察與繪製圖表及模式發展（包括古今變異圖），且有些允許資料的輸入。以下列出幾個流行的虛擬地球：

- Google Earth: <http://earth.google.com/>
- NASA World Wind: <http://worldwind.arc.nasa.gov/java/>
- Annex 2 Endnotes Bing Maps: <http://www.bing.com/maps/>.

附註

1. Stefan Steiniger and Robert Weibel, 2009, “GIS Software: A Description in 1000 Words,” http://www.geo.unizh.ch/publications/sstein/gissoftware_steiniger2008.pdf.
2. See “The Open Source Geospatial Foundation,” <http://www.osgeo.org/>.
3. See “FreeGIS Project,” <http://www.freegis.org/about/project>.
4. Gary E. Sherman, 2008, Desktop GIS (Raleigh: The Pragmatic Bookshelf).
5. Federal Geographic Data Committee, “Geospatial Metadata,” <http://www.fgdc.gov/metadata>.

