

《簡述地理資訊系統（GIS）的發展與應用及澳門的情況》

李楊

2015年8月

【摘要】

進入 21 世紀，隨著信息技術的飛速發展，地理資訊系統（GIS）以其強大的空間分析能力及發展潛力，在公共領域已獲得廣泛應用，成為國家宏觀決策及地區發展的重要技術支撐。本文簡述了公共領域 GIS 發展與應用及澳門的相關情況，並對澳門未來 GIS 的發展作出展望。

【關鍵詞】

澳門特別行政區；地理資訊；地理資訊系統；GIS

1. GIS 的基本概念

1.1 GIS 的定義及組成

GIS (Geographic Information System) 是地理資訊系統的簡稱，指在計算機軟硬體支援下，對整個或部分地球表層空間中有關的地理分佈數據進行採集、存儲、管理、運算、分析、顯示和描述的技術系統。

GIS 的對象是載有地理資訊的多種空間數據及其關係，主要用作分析和處理一定地理區域內分佈的各種現象和過程，輔助解決複雜的規劃、決策和管理問題。

GIS 主要由計算機硬件、軟件系統、空間數據及操作人員四部分組成，其中，空間數據庫反映 GIS 的地理內容，而操作人員則決定系統的工作及表達方式。此外，GIS 還可包含對特定應用目的，例如人口擴散分析的應用模型，以確保系統可以通過統一的方法來生成可驗證的結果。

1.2 GIS 的特點及優勢

地理資訊是信息資源的主要組成部分，一般信息系統無法對這些主要以點、綫、面構成的地理資訊進行分析，因此，GIS 應運而生。GIS 的特點及優勢在於對空間數據強大的分析處理功能——包括空間定位、搜索、查詢、分析等。GIS 通過對相關空間數據的不斷重覆

利用，可以得出難以透過常規分析手段獲取的結果，並以直觀易懂的數據與圖形交互方式展現，在具效率及效益的前提下，提升地理資訊價值並輔助相關決策。

2. 公共領域 GIS 之構建

2.1 構建 GIS 的三種常見模式

根據 GIS 發展的成熟度，公共領域 GIS 之構建大致分為三種常見模式——包括封閉式 GIS、以測繪部門數字化底圖為基礎之 GIS 和以空間數據基礎設施（Spatial data infrastructure，SDI）為基礎的 GIS。

2.1.1 封閉式 GIS

在 GIS 發展初期，各公共部門一般會以目的為導向，通過自行開發或與第三方合作的形式構建 GIS。由於此類 GIS 一般僅供部門自身或其服務對象使用，各部門間 GIS 幾乎沒有數據鏈接及互換機制，資訊孤島的情況嚴重。

世界銀行下屬組織 INFODEV 在 2011 年一項有關約旦國家空間數據基礎（NSDI）建設的可行性報告中指出，在約旦公共部門中，約有 15~20 個獨立的 GIS 運作，但各 GIS 之間極少存在數據鏈接或互換。此外，根據國家地理資訊局的資料，英國早期具有 500 多個空間

數據庫，但分佈在全國不同的系統中，用戶對空間數據的整體情況瞭解較少，難以有效進行整合運用。

從政府 GIS 發展的整體層面看，資訊孤島會產生大量重複的空間數據，導致公共資源的浪費，且由於軟硬體不相容以及數據格式不統一等問題，各類空間數據較難作出整合。根據美國聯邦審計署（GAO）在 2003 年就 GIS 系統數據分享的審計報告，由於重複空間數據的情況嚴重，導致美國政府須付出巨大的數據管理成本——美國行政管理及預算局（OMB）1993 年估計，當時僅在聯邦政府層面，每年就需要支付 41 億美元收集及管理空間數據。

2.1.2 以測繪部門數字化底圖為基礎之 GIS

在 GIS 發展中期，隨著電子政務的發展以及測繪部門逐漸開展數字化地圖的基礎建設，公共部門 GIS 的構建開始逐漸由各自獨立研發，轉變為以測繪部門的數字化底圖數據——例如地形測量、高程以及地名屬性等基礎地理數據為基礎，再疊加主管公共範疇的行業資料的模式。例如在現時澳門大部分公共部門的 GIS 系統的數字化底圖數據均來自其測繪部門——澳門地圖繪製暨地籍局（下稱“地籍局”）。

在這種模式下構建的 GIS，雖然在數字化底圖數據的層面上，由測繪部門負責統一更新管理，使得相關空間數據得到了整合，但在行

業數據層面上，各類空間數據仍然分散存儲在各個主管部門，資訊孤島的問題依舊存在。

2.1.3 以空間數據基礎設施（SDI）為支撐之 GIS

現時，GIS 的發展趨勢是以空間數據基礎設施（SDI）為支撐之 GIS 模式。SDI 構建的主要目的之一，就是通過數據標準、政策法規、交換機制、組織協作等多方面要素的規範，將分散存儲的各類空間數據按統一準則進行整合和共享，從根本上避免資訊孤島問題的產生，達到支撐及促進各類 GIS 應用及可持續發展的目的。

美國是首先提出 SDI 發展戰略的國家，早在 1994 年，美國總統克林頓就通過第 12906 號行政命令建立國家空間數據基礎設施（National Spatial Data Infrastructure，NSDI），以改善部門間各類地理空間數據無法有效整合及重複冗餘的情況。其後，包括加拿大、英國、日本、韓國等許多國家與地區均開展了 NSDI 的研究與建設工作。

2.2 GIS 政策及技術發展

近年來，隨著信息社會的不斷發展以及全球化的影響，各國及地區政府在構建 GIS 的相關政策上，均朝著以空間數據基礎設施(SDI)為基礎的 GIS 構建方向邁進。例如由國家測繪地理信息局開發，作為國家地理空間框架（等同於 NSDI）重要組成部分的“天地圖”正式版

於 2011 年上線，國家測繪地理信息局通過對各級各類地理資訊整合與融合，不斷豐富“天地圖”國家資料中心，努力將“天地圖”打造為集全國地理資訊為一體的“一個平台”。2007 年至今，中國臺灣亦按以構建 SDI 為推動重點的《國家地理資訊系統建置及推動十年計畫》，設立由各個相關部門組成的九大資料庫分組及七大應用推廣分組，通過建置整體發展所需之基礎資料，以及制訂資料標準與流通供應機制，支援地理資訊技術及應用的發展。

在技術層面，面對 GIS 大數據時代的來臨，近年來各國亦開始將 GIS 與雲計算技術相融合，將硬體虛擬、分佈式存儲等各種雲計算的特徵用於支撐地理空間資訊的各要素，務求以高效率、低成本的方式對海量地理資訊數據庫進行處理。例如由國家發展改革委員會和國家測繪地理信息局發佈的《國家地理信息產業發展規劃（2014 -2020）》中，明確提出未來 GIS 軟件需要加強與雲計算融合的要求；美國聯邦地理數據委員會（Federal Geographic Data Committee，FGDC）在《2014~2016 美國 NDSI 戰略規劃》中，亦提出配合擴展雲計算的應用，達成“發展國家共用服務功能”的戰略目標。

3. 公共領域 GIS 之應用概況

3.1 非審計範疇

在非審計範疇，GIS 技術應用已相對成熟。從 20 世紀 90 年代開始，由於計算機技術的飛速發展，GIS 已成為許多公共部門的必備系統。進入 21 世紀，隨著網絡技術的飛速發展以及購建成本的進一步降低，GIS 逐漸向大容量、高效率、網絡化及以服務為導向等方向發展，其強大的空間分析能力及發展潛力使其成為國家宏觀決策及地區發展的重要技術支撐。綜合而言，GIS 在非審計範疇的應用主要包含以下幾個方面：

3.1.1 測繪及地圖製圖

運用包含 GIS 的 3S 系統（GIS、遙感系統 RS 以及全球定位系統 GPS），使測繪部門不僅大幅縮短了地圖的成圖週期，亦提高了成圖的精度。

3.1.2 資源管理

任何公共資源皆存在空間定位，運用 GIS 可有效對公共資源的空間配置與分佈，開展空間與統計分析，保證各類公共資源——如土地、水利、礦產等合理配置，已在公共管理中發揮最佳效益。

3.1.3 交通運輸

GIS 已廣泛應用於建立交通網絡等模型，研究交通流量並進行交通疏導與應急處理。結合全球定位系統，GIS 還可實現車輛定位、路徑分析等功能。此外，GIS 在軌道交通、公路運輸以及航運管理方面也發揮著重要的作用。

3.1.4 醫療衛生

在醫療衛生方面，現時 GIS 主要運用於傳染病監控方面，衛生部門可以利用地理資訊，提高對於大規模疾病的監測水準與大規模疾病爆發的反應速度。

3.1.5 城市規劃

城市規劃涉及人口、交通、經濟、教育、文化和金融等多個空間數據。GIS 系統可通過空間分析，將各類資訊加以整合利用，以輔助城市規劃的相關決策。

3.1.6 環境保護

GIS 可用於環境變化，例如大氣、水質、土地的監測、分析、預報與統計，反映區域環境數據的污染程度以及空間分佈狀態，為環保管理與決策的科學化提供基礎。

3.1.7 其他

除上述範疇外，在旅遊資源整合推廣、人口管理、危機管理、國防軍事、精細農業、治安警務、電子政務等領域，GIS 亦發揮著重要作用。

3.2 審計範疇

與非審計範疇相比，GIS 在審計範疇仍屬較為創新的審計技術。近年來，在世界審計組織（INTOSAI）對審計技術創新以及知識分享的倡導下，各地審計機關亦逐步在與地理空間資訊具有較高關聯的審計工作中，嘗試利用 GIS 輔助審計工作。

3.2.1 世界審計組織（INTOSAI）

INTOSAI 在首兩份戰略規劃《世界審計組織戰略規劃（2005 年—2010 年）》及《世界審計組織戰略規劃（2011 年—2016 年）》中，均將“創新”作為其七點核心價值之一，倡導發展創新之審計技術。此外，INTOSAI 亦將知識分享及知識服務作為其四大戰略目標之一，以期促進各地審計機關的合作、協作以及審計工作的不斷完善。對此，運用地理資訊技術輔助審計工作就是 INTOSAI 近年來致力分享的審計創新技術之一。

在 2013 年經國際審計組織會議（INCOSAI）通過的 ISSAI5540 號最高審計機關國際標準《在災難管理及災難援助相關審計中利用地

理空間資訊》中，INTOSAI 通過災難援助小組（AADA）利用 GIS 對 2004 年南亞海嘯的成功實踐，說明了地理空間資訊在審計工作中所具有的附加值。該指引指出，GIS 可以作為災難管理及災難援助相關審計中的一種實用的審計工具，在各個審計階段包括風險評估階段、規劃階段、執行階段、總結分析階段以及展示審計結果階段中發揮重要作用，並藉此鼓勵審計人員在其他審計工作中，繼續優化及延伸 GIS 的應用。

此外，INTOSAI 下屬環境審計工作小組（WGEA）在《森林審計指引》及《環境及自然資源管理審計中就欺詐和腐敗問題的處理》中，亦建議通過利用 GIS 輔助相關審計工作。

3.2.2 GIS 在實際審計工作中之應用

根據 INTOSAI 網頁、荷蘭審計法院網頁、國家審計局網頁、美國聯邦審計署網頁以及 CNKI 中國期刊數據庫的相關案例及資料，GIS 在實際審計工作中的應用主要集中在與土地資源、環境與工程等與地理資訊有著密切關係的審計工作中，例如耕地保護、徵地拆遷、山坡管理、填海造地、土地儲備與利用、違規採礦、城市規劃、綠化造林、工程結算、災難審計等等。綜合而言，GIS 在審計工作中的應用方法主要體現在以下四方面：

3.2.2.1 疊加分析

利用 GIS 系統，對不同來源或具有不同空間數據的圖層進行疊加，並根據疊加結果進行比較分析。例如在森林審計中，審計人員可以透過林木管理部門的各個林區劃分資料，以及近期的航拍衛星圖像進行疊加分析，並通過比對，從而判斷出各個林區原生林木的範圍，是否已被非法替代為種植區域或作其他用途。

3.2.2.2 歷史圖像分析

利用 GIS 系統歷史數據及圖像存檔，可以對不同時期屬同一座標範圍的地貌及相關設施進行比較分析。例如在對高速公路徵地拆遷補償款審計中，審計人員可以利用 GIS 的“歷史圖像”技術，察看在建設高速公路前相關地段的建築物及附屬物分佈情況，從而將受影響的項目和補償明細作出對比，以判斷是否存在虛報的情況。

3.2.2.3 距離及面積測量

面積及距離測量是 GIS 的基本功能，審計人員可以方便地利用 GIS，對以傳統方式較難測量或較難接近的地理範圍進行測量。例如在工程結算審計中，審計人員可以利用 GIS 的測量功能，對以距離或面積計算工程造價的工程量疑點進行核實，以判斷是否存在虛報的情況。

3.2.2.4 路徑分析

利用 GIS 的最優路徑規劃功能，可以得出利用交通工具、行走以及自駕等方式活動的大致範圍區間。例如在與城市規劃相關的審計中，審計人員可以結合路徑規劃功能及與人口相關的空間數據，根據相關人群的活動範圍，判斷主要公共設施（例如醫院、學校）設立的合理性及可發揮的功效。

4. 澳門公共領域 GIS 之發展

4.1 GIS 發展歷程

4.1.1 基礎建設

發展 GIS 的首要條件，是完整的數字化基礎圖建設。1989 年起，澳門負責測繪及地籍管理的公共部門——地籍局開展了基礎圖的數字化工作。至 1993 年，地籍局最終將全澳的地形測量資料、高程和地名屬性等資料建立起一套具有不同比例尺的數位化基礎圖。至今，地籍局仍然隨著地貌的變化，定期更新及維護基礎圖的內容。

4.1.2 初期階段

在基礎圖數位化工作完成後，1993 年地籍局利用開展地籍公佈工

作之契機，開展了初步的 GIS 開發和應用探索。然而，由於當時 GIS 軟體在 UNIX 工作站上的選擇不多且價格昂貴，GIS 發展空間較為緩慢。於 1993~1997 年的 5 年間，地籍局逐步建立了澳門的地籍圖形和屬性資料的資料庫，並以地理資訊系統軟件將這些資料結合起來，形成了澳門第一個“地籍地理資訊系統”。此外，1999 年，地籍局與中國科學院合作推出了中葡文版的「澳門地圖集」及「澳門之窗 1999」多媒體光碟，採用了 1:2500 基礎底圖，配合包括道路、建築、古跡、旅遊景點等地理資訊，讓市民及遊客能簡便地查詢澳門地理資料。

4.1.3 近期發展

2000 年以後，隨著計算機軟硬體的快速發展及 GIS 構建成本下降，地籍局通過對 GIS 軟硬件的升級，以更好的輔助地籍的決策工作及加強 GIS 研發能力。此外，GIS 的開發方向亦從單機系統轉向以互聯網平台為支撐的 Web GIS。自此，GIS 在澳門公共領域的研發及應用進入了較快速的發展時期。

隨著地理資訊科技的發展，除地籍局外，其他公共部門亦嘗試通過自主開發、或與地籍局或第三方合作的方式，開發網絡化或以智慧手機系統為承載平台的各類以 GIS 技術為主要支撐的軟件或服務平台，供內部決策或向公眾提供服務。現時，GIS 已應用於地圖測繪及

地籍管理、環境監測、氣象監測、交通運輸等公共領域。

4.2 公共部門 GIS 構建及應用

現時，澳門公共領域 GIS 的構建模式仍主要以封閉式 GIS 或以地籍局數字化底圖為基礎的 GIS 為主，顯示 GIS 的發展仍處在初期至中期階段。根據澳門特區政府及媒體公開之 GIS 資料，澳門公共領域 GIS 構建及應用情況基本如下：

4.2.1 封閉式 GIS

4.2.1.1 旅遊資訊

- 網上平台“網中澳”：與第三方學術機構合作開發，提供各類與旅遊地理，包括酒店、餐廳、博物館、巴士路綫等旅遊資訊。
- 智能手機程式“掌中澳”：“網中澳”的移動版本，是澳門首個智能手機平台的 GIS 應用。
- 智能手機程式“感受澳門”：除提供一般旅遊資訊外，還配合 GPS 技術及擴增實境(AR)技術，讓使用者可以透過手機鏡頭直接查看所在地附近的旅遊資訊。
- 網上平台“城市指南”：結合 Google 地圖，向使用者提供指南中相關旅遊地點之相關資訊。

4.2.1.2 公共房屋資訊

- 網上平台“房屋分佈”：結合 Google 地圖，用於提供社會房屋及經濟房屋分佈位置、圖片、落成日期等資訊。

4.2.1.3 衛生資訊

- 智能手機程式“澳門衛生局資訊站”：結合 Google 地圖，讓使用者查找所在位置附近註冊藥房的相關資訊。

4.2.1.4 氣象資訊

- 網上平台“實時天氣”以及“熱帶氣旋路徑圖”：用於發佈天氣數據，例如溫度、濕度、雨量等天氣資訊以及熱帶氣旋的消息。

4.2.2 以地籍局數字化底圖為基礎之 GIS

4.2.2.1 測繪及地籍資訊

- 網上平台“澳門網上地圖”：主要提供水體、山體、街道、建築物、門牌號碼等地理資料。使用者可利用關鍵字或地圖瀏覽工具對各類地理資訊進行查詢及瀏覽。
- 網上平台“地籍資訊網”：提供綜合的土地地籍資訊。讓使用者可在其中瞭解各地段的地籍資料、城市規劃街道準線

圖、物業位置及標示編號等資訊。

- 網上平台“澳門街道門牌查詢系統”：用於查詢街道和建築物的繁體中文及葡文對照名稱、特定建築物所在的街道及首末門牌、由街道及門牌查找對應建築物以及顯示街道和建築物的位置地圖等。
- 智能手機程式“澳門地圖通”：“澳門網上地圖”的移動版本。

4.2.2.2 環境資訊

- 網上平台“澳門環境地理資訊系統”：主要通過地圖輔助形式提供環境質量監測數據，包括空氣質量指數、空氣污染物成份數據、氣象資料、垃圾焚化爐固體廢棄物處理量、噪聲監測數據及飲用水數據等。

4.2.2.3 交通資訊

- 網上平台“交通地理資訊網”：將地理訊息與道路工程和交通改動資訊數據結合，展示正在進行的道路工程、道路改道及限行等情況，讓使用者可直觀地掌握最新的道路狀況。
- 網上平台“公共巴士資訊站”：提供巴士站點以及巴士路線

的地圖搜尋服務。

- 智慧手機程式“交通資訊站”：提供各停車場位置以及車位情況、巴士路線以及交通實時監控等相關地理資訊情況。

4.2.2.4 統計資訊

- 網上平台“2011年人口普查地理資訊系統 GIS”：提供包括人口分佈、老年人口比例、住戶分佈等 2011 年之人口普查數據。

4.2.2.5 工務資訊

- 透過網上平台“地籍資訊網”，整合斜坡資料，用於查詢澳門各斜坡的位置及類別資料。
- 內部 GIS 平台“綜合地下管線的地理資訊系統分享平台”：供政府內部各個工務部門輸入地下管綫資料並分享使用。

4.2.3 其他

4.2.3.1 地理空間資訊入口網站

- GIS 門戶搜索網站，將“澳門網上地圖”、“地籍資訊網”、“交通地理資訊網”等 GIS 網上平台整合一起提供搜尋引

擎服務。使用者可以通過輸入關鍵字，一次性獲得相關 GIS 網上平台資訊，並通過點擊相關結果前往所需的 GIS 網上平台。

4.2.3.2 較少使用 GIS 技術的公共領域

- 現時 GIS 的應用主要集中在工務相關的公共領域，在文化、醫療、教育、體育、經濟、審計等其他非工務領域 GIS 應用依然較少。

4.3 對未來 GIS 發展之展望

澳門公共領域 GIS 應用仍處在發展階段，各公共部門主要是以目的導向，按各自需求建立 GIS 系統。由於缺乏協調機制，各部門採集的共性空間數據容易出現重複——例如在“澳門街道門牌查詢系統”構建的前期規劃過程中發現，四個公共部門從不同途徑採集了四套門牌資料，而四套門牌資料皆有相同及相異之處。此外，地籍局的“澳門網上地圖”與由旅遊局的“網中澳”有關旅遊範疇的空間數據亦存在重複或名稱不一的情況。重複空間數據的採集，不但會導致部門間空間數據的不一致性，整體而言，亦會導致在空間數據採集及管理層面上出現公共資源重疊的問題，造成相關人力物力的浪費。此外，由於構建模式的限制，資訊孤島無法完全消除，公共部門間空間數據仍存

在標準不一及存儲位置分散等問題，不利於空間數據的整合應用。

就中短期措施而言，上述問題可通過行政或技術的手段，例如建立部門協作機制及數據轉換等方式加以解決。而在中長期規劃上，參考發達國家的經驗，一般是逐步向以空間數據基礎設施為支撐之 GIS 構建模式轉變。這種通過建立整合型數據分享平台，統一規範收集及分享各類空間數據的方式雖然在空間數據的整合及綜合應用中具有一些優點，但是否符合施政需要及具有經濟效益，仍需澳門特區政府結合澳門的實際情況，做出進一步研究才能確定。

參考文獻：

1. INTOSAI, Strategic Plan of INTOSAI 2005-2010, 2004.
2. INTOSAI, Strategic Plan of INTOSAI 2011-2016, 2010.
3. INTOSAI, ISSAI5540 Use of geospatial information in auditing disaster management and disaster-related aid, endorsed by XXI INCOSAI in Beijing, China in 2013.
4. INTOSAI Working Group of Environmental Auditing, Auditing Forests: Guidance for Supreme Audit Institutions, 2010.
5. INTOSAI Working Group of Environmental Auditing, Addressing Fraud and Corruption Issues when Auditing Environmental and Natural Resource Management: Guidance for Supreme Audit Institutions, 2013.
6. INFODEV, National Spatial Data Infrastructure: The Case of the

- Republic of Korea, 2010.
7. INFODEV, Feasibility Study for a National Spatial Data Infrastructure in Jordan, 2011.
 8. United States Government Accountability Office, GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS: Challenges to Effective Data Sharing (GAO-03-874T) , 2003.
 9. United States Government Accountability Office, VA HEALTH CARE: Access for Chattanooga-Area Veterans Needs Improvement (GAO-04-162) , 2004.
 10. United States Government Accountability Office, GEOSPATIAL INFORMATION: OMB and Agencies Need to Make Coordination a Priority to Reduce Duplication (GAO-13-94) , 2012.
 11. Federal Geographic Data Committee, National Spatial Data Infrastructure Strategic Plan 2014–2016, 2013.
 12. Netherland Court of Audit, Task Force on the Accountability for and Audit of Disaster-related Aid : Lessons on accountability, transparency and audit of Tsunami-related aid, 2008.
 13. Anthony G Tumba and Anuar Ahmad, Geographic Information System and Spatial Data Infrastructure: A Developing Societies' Perception, Universal Journal of Geoscience 2(3): 85-92, 2014.
 14. Wong Chung Hang, Sharing of Geospatial Data within Hong Kong Government, Global Geospatial Information Management Hangzhou Forum, 2012.
 15. 國家發展及改革委員會及國家測繪地理信息局，國家地理信息產

- 業發展規劃（2014~2020年），2014年。
16. 國家審計署審計研究所，審計研究報告：土地資源審計中的技術創新案例，2014年。
 17. 李朝旗，地理信息技術在國家審計中的應用及展望，國家審計署網頁：<http://www.audit.gov.cn/n1992130/n1992150/n1992576/3466474.html>，2014年。
 18. 劉媛媛，淺談 Google Earth 在審計工作中的應用，國家審計署網頁：<http://www.audit.gov.cn/n1992130/n1992150/n1992576/3786065.html>，2015年。
 19. 劉紀平、徐勝華、王亮、張福浩及王勇，地理信息在政府管理決策中的應用研究，國家測繪地理信息局網頁：<http://drcsm.sbsm.gov.cn/accessory/Sep27,2011124513PM.doc>，2011年。
 20. 國家測繪局國土司，發達國家基礎地理信息資料庫整合與更新，國家測繪地理信息局網頁：<http://www.sbsm.gov.cn/article/chxm/szzgjs/200811/20081100044317.shtml>，2007年。
 21. 臺灣審計部，政府審計年報，2013及2014年。
 22. 黃旭正，美國國家空間資料基礎建設 NSDI 介紹，國土資訊通訊（42）。

23. 張忠吉，從全球空間資訊基礎建設要旨談 NGIS 共通平台的建立與應用，國土資訊系統通訊 (76)。
24. 國家空間資料基礎建設，臺灣標準制度網站：standards.moi.gov.tw/hgxw。
25. 李錫堤、鄭錦桐、廖啟雯及林書毅編著，地理資訊系統導論電子版，<http://gis.welfaretaiwan.org/Stella/Session4/LeeHandout.pdf>。
26. 李永恆，澳門地理數據的整合進程——以街道門牌數據為例，地理信息世界，2013 年 (1)。
27. 張紹基及支曉娟，澳門的 GIS 發展及應用，CGF 創新與發展 2006 高校 GIS 論壇論文集，2006 年。
28. 林琿及彭奕彰，GIS 近年在香港特區政府及工商業的應用概況，國土資訊系統通訊 (69)。
29. 肖蓓，湛邵斌及尹楠，淺談 GIS 的發展歷程與趨勢，地理空間資訊，2007 年第 5 卷 (5)。
30. 謝元禮及胡斌，淺談 GIS 的發展歷程與趨勢，北京測繪，2001 年 (1)。
31. 訾亞楠，GIS 在審計中的應用研究，Economic & Trade Update，2012 年 (15)。
32. 杜吉中，GIS 技術在財政審計中的應用初探，審計月刊，2014 年

(10)。

33. 專訪文稿，地籍局構建地理資訊系統新平台，澳門創新科技中心
網頁：http://www.manetic.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2874，2012 年。
34. 湯國安及楊昕等編，ArcGIS 地理信息系統空間分析實驗教程（第二版），科學出版社，2012 年。
35. 黃杏元及馬勁松編，地理信息系統概論（第三版），高等教育出版社，2008 年。
36. （美）Kang-tsung Chang 著，陳健飛等譯，地理信息系統導論（第五版），科學出版社，2010 年。