

空間資訊技術應用於 漢學研究的價值與作用

Researching Chinese Civilization in Time and Space
— the Applications of GIS, GPS and RS in Chinese Studies

范 毅 軍 (Fan I-chun)

中央研究院歷史語言研究所
Institute of History and Philology, Academia Sinica

白 璧 玲 (Pai Bi-Ling)

中央研究院計算中心
Computing Centre, Academia Sinica

嚴 漢 偉 (Eric Yen)

中央研究院計算中心
Computing Centre, Academia Sinica

壹◎前言

今日漢學一詞，實概括中國固有的各種學術傳統。由於範圍廣泛，古人曾試加分門別類。其中與空間之學有關者，歸為地理類。歷代正史地理志以外，又有如禹貢、山海經等敘述空間現象的著作。累積至清代四庫全書史部地理類，已收錄達一百五十餘種的地理書。其中從圖經、地志到風俗志等，內容多涉及各地的山川地理形勢、物產和風土民情。事實上，正史有地理志專論人文與自然地理以外，其它又有以地方行政區劃為敘事單元者，如〈食貨志〉所載之賦稅、〈地理志〉所載之戶口等。又正史列傳中對邊疆民族的記錄，夷夏之辨以及中原與邊陲等，也都具有一種廣泛的地理空間的意涵。宋代以來鑑於正史一般多疏於地方基層事物的蒐羅，又逐漸開修撰地方志書的傳統（林天蔚，1995：34）。綱舉目張，廣泛地方事物盡羅列其中。此風氣到明清乃臻於鼎盛。今日有近萬部明清各級地方志書流傳於世即其明證。以系統性與延續性而言，中國自古以來長期積累

下來的富有空間意涵的記錄，可謂罄竹難書，在整個人類文明史中實亦別具特色。

所謂傳統漢學，史的成分居多，而歷史進程本展現於時空兩軸的推移中，因此時間之外，尚需瞭解事物形成的空間基礎，也就是在一定的時空座標體系下，才容易正確掌握總體事物的現象與本質。然而無須諱言，傳統漢學研究往往重時間而輕空間。在強調綜合各種理論與方法以開啓漢學研究新境界的今日，上述具有空間意涵的文獻，無疑是相當寶貴的素材，若能加強運用空間概念來輔助思考，釐清時空變化下事物展現的過程及其因果關連，此不啻呼應了漢學宏觀分析的取向，進可豐富與提昇漢學研究的內容和品質。

提到空間思考，當首重地圖。就如同統計表格有利於對駁雜事物駁繁入簡一樣，地圖則是一種駕馭與表達空間資料與概念，最直接與簡潔的方式。如果我們把空間因素納入思考的架構中，首先將事物中空間的成分析出，透過相對位置的推估，可以很容易地將事物所具有的空間屬性，展繪成圖，一目瞭然。以此反推，當我們看到早期無精確測量技術繪製而成的世界地圖，既使地

球各大洲之形狀與比例嚴重失真，行政區劃不明，但其中卻也具體反映了當時人們對於世界的認知概念。

相較於文字敘述之繁瑣，地圖以直觀的方式具體表達富有空間屬性的事物。通常一個單純的小範圍的事件，輔以簡單的示意圖，就可以在腦中構思，憑記憶串連變化，對比差異，得出有意義的結果。但相關事物若過度繁複、考量因素眾多時，則借助現今發達的資訊科技與工具，實有其必要。這就是建立一個數值化的空間資訊系統。如同將傳統漢籍文獻建置成電子資料庫一般，空間資訊系統的特性，在於將複雜資料之空間屬性予以分離並定位，再將資料依內容作主題化的分類，提供以空間關聯為主、多重角度分析、整合各主題資訊之機制，從而徹底改變以往對於事物空間屬性處理與應用的方式。

貳 ● 地理資訊系統的內涵

地理資訊系統係以地理關聯資料 (geo-referenced information) 為處理對象的一個電腦輔助資訊管理系統。其所處理的資料特性包含空間(位址)及屬性(統計)資料兩大部分。前者乃由座標形式表現之點、線、面等空間物件；後者則為描述空間屬性的特徵或量化資訊，諸如氣象測站點的溫度雨量資料、縣市的人口與所得資料等。整個系統特性，在於以最符合人類思考模式的資訊整合應用方法與環境(資料產生、擷取、處理、傳播、呈像與使用方式的改變)，提供處理空間資訊的專屬資料架構(geo-spatial data model)、軟體模組(如空間資訊分析、圖層分類處理與整合等)以及應用(user interface)和呈像介面(visualization interface)。在有效獲取、儲存、更改、處理、分析及顯示任何形式空間資訊的前提下，將不同時空的資料納入數位資訊處理系統，做最有效的整合與應用，進而多面向的展現資料的意涵與價值。

地理資訊系統的源起當與數位電腦的興起不無關連。隨著電腦日益普及，數位化科技的廣泛應用，有效處理空間資料的技術亦漸趨成熟。與其發展直接相關者，乃溯自五〇年代運用電腦繪圖與分析資料的電腦製圖技術 (Timothy W. Foresman, 1998 : 10-11)，以及整體製圖程序簡化為一系列操作規範的日益成形。早期地理資訊系統的應用與發展，多是基於現實決策的需要，由政府機構中與土地和資源管理相關部門所推動。主要如

進行大規模國土資源調查時 (Timothy W. Foresman, 1998 : 10-11)，據以對土地利用與自然資源調查使用、政策與環保議案制訂等，進行處理工作。實際作法是利用系統中資料主題式分層結構特性，分別表現各種空間現象，並按實際需要彈性地疊合、交叉分析，進而整合為完整的、以空間屬性為主的資訊系統。由於所有資料都具有空間參照特性 (geo-referenced)，透過空間視算 (spatial visualization) 介面，各主題資料的空間屬性可一目了然。

八〇年代後期，地理資訊系統應用在資源涵量評估、資源規劃使用、防災等課題上，已更為普遍 (D. David Moyer and Bernard J. Niemann, Jr., 1998 : 85-118)。但應用在人文社會科學，尤其是與歷史相關課題的研究，則甚為罕見。不過歷來在某些部門長期運用地理資訊系統的過程中，已累積了大量與環境、文化、社經變遷有關的資料，而伴隨著空間資訊技術繼續不斷的研發，一個新的無所不包的空間資訊學 (geospatial information science) 已隱然成形，相關應用領域亦不斷擴大。此促成地理資訊系統已由傳統單純的資料處理取向，轉向為策略性的與各學門進行整合，漢學所屬的整個人文社會科學即其一。以下且就地理資訊系統應用在人文社會科學研究的功能與特性略作說明。

一、主題資料分層與整合的特性

圖層 (layers) 或主題 (themes) 式資料分類法，以及圖層疊合的能力，是地理資訊系統處理資料最主要的特色。各個圖層可用以表現各種自然與文化資訊所具有的空間意涵外，並可就研究課題之需要，任意疊加套用。通常在各圖層背後都有一個屬性資料庫，記錄各種空間資料的分類特性。此特性可能原本抽象的散見於文章敘述中，但賦予一定的空間定義納入資料庫後，就可以建立各種關連並具體成圖，從而呈現各種具像的空間關係。就地理資訊系統的資料格式而言，通常可分為網格式 (raster) 與向量式 (vector) 兩種。網格式資料利於表現現象連續性的變化，易於做視覺模型處理。環境資訊多適用於網格方式來呈現，而一般影像的資料亦屬於網格式資料；向量式資料則以點、線、面來表現空間資料精確的位置關係，便於記錄多重屬性要素，及處理複雜的空間物件關係 (Graeme F. Bonham-Carter, 1994 : 32)。

二者各有所長，可資互補。網格式與向量式資料都可以作為圖層處理。向量資料也可套疊於網格資料上，二者整合作進一步的分析處理。網格與向量資料也可以分

別就判釋關鍵與解析度的設定，做格式的相互轉換。此外，不同時期的圖層資料，透過套疊，又可以作時空變化的分析。不過，圖層的疊合涉及座標體系的轉換，當各圖層的座標或投影方式不相符時，必須透過地理資訊系統所提供的工具來調整。至於記錄空間資料屬性的資料庫，透過對屬性的編碼設定，連結相關的欄位資料，進而與不同層次空間資料的整合，即可藉由各種形式的圖層，展現資料空間屬性的多重面貌。藉由地理資訊系統所提供的工具以及與資料整合的環境，可以從不同層面達到釐清空間概念以及圖層交叉疊合分析的目的。

事實上，地理資訊系統也不僅限於資料疊合、屬性資料庫的建立、空間資料的視覺化展示和查詢而已。隨著系統技術的進一步提昇，發展出許多可供資料屬性與空間相關性分析的特定模組與工具。這對於探究時空環境中多變項的交互作用過程，饒有助益。例如運用在趨勢分析、變遷分析、區位分析、最佳路徑分析、空間分布形式分析、適宜性評估分析等。因此，人文社會中凡涉及空間因素者，都可以考慮應用地理資訊系統啓迪思考與輔助研究。

二、強大的資料獲取能力（地理資訊系統與全球定位系統、遙感探測的結合）

全球定位系統（Global Positioning Systems 簡稱 GPS）是一套借助衛星通訊導航的定位系統，透過衛星訊號可以輕易讀取地表上任一點的座標值，同時可用於追蹤目標物移動的軌跡。全球定位系統與地理資訊系統的結合，可對目標做即時定位，同時直接顯示在底圖上。資料又可以視需要隨時增補與更新。在研究過程中凡需要利用空間資訊者，只要依據主題涵蓋區域內資料要求的精度，選用誤差範圍適宜的定位接收器，就可以迅速完成空間數據的取得和建檔。

遙感探測（Remote Sensing，簡稱 RS）則是利用非接觸性的方式，探測地表狀態。通常透過攜帶感測儀的衛星或飛機等航空載具，從空中收集地表上各種光譜資料（如衛星、雷達影像、紅外線影像及一般航照等）後，加以處理、分析、判釋，以了解地面目標物的概況。運用多重光譜、多重解析度與視角，以及多時段的感測記錄結果，進行影像處理與分析，可提供對研究範

圍進行研判的依據。通常具有時效性或難以從事實地考察的研究區域，遙測影像實為不可或缺的資料。基於研究課題的需要，使用者可以考量載具運行特性與影像特性，選擇適用的影像。例如雷達影像不受天候影響、可穿透地表、對於多稜角物體折射接收率高等特性，故常用於考古遺址的探測。最近中央大學太遙中心與文化大學史研所合作的「漢代居延遺址衛星遙測及地面調查計畫」*，就是以雷達影像配合居延漢簡中城址分布的記載從事研究。由於居延海地區氣候乾燥，古蹟保存較易且地景空曠，有利於衛星的觀測。又因為烽燧台具有多稜角特性，故雷達影像得以清晰呈現遺址分布的情形。

時至今日由於遙測技術快速的成長，網格式資料的來源大為增加，這使得地理資訊系統在網格式與向量式資料格式分析技術的發展，得以並駕齊驅。事實上早自六〇年代中期開始，許多影像處理系統即開始致力於遙測資料處理技術的發展。其中從影像正射化的校正、地貌分類判釋，視覺化模擬以及三度空間立體模擬等技術，至今已累積相當的成果。此外，由於影像處理也逐漸強調影像座標定位功能，而地理資訊系統資料格式轉換的功能也頗為完備，故全面整合網格式與向量式資料格式的分析模式，已成為時勢所趨（Nickolas Faust, 1998：65-70）。簡言之，地理資訊系統、全球定位系統和遙感探測三者結合，一方面大為提昇空間資訊取得的能力，另一方面就其運用與分析，亦成為不可或缺的工具。

三、互動式網路多媒體的運用

九〇年代以來全球資訊網（WWW）與虛擬實境（VR）技術興起，在網路上結合文字、圖形、影像、音訊（Audio）、視訊（Video）、動畫（Animation）等多媒體技術日益普及。地理資訊系統也透過資料格式適度的轉換、網路地圖伺服器等的運用等，朝著包含空間和非空間資料的超媒體（Hypermedia）形式發展（鄧緯傑、周天穎，1998：2-12）。如此一來，對於事物的時空變化，得以藉由動態模擬或者是分層查詢的方式，獲取更全面更具關鍵性意義的資訊。其主要用途說明如下：

（1）時空變化的模擬

傳統地圖只是反映與記錄人們對於真實世界選擇性、瞬時狀態的概念。隨著時間推移以及需求的變化，

* 該計畫由中央大學太空與遙測研究中心陳銀山教授、中興大學歷史研究所馬先醒教授與文化大學史學研究所博士班學生羅仕杰共同合作進行。



須不斷的予以更新和改製。時間性地理資訊系統 (Temporal GIS) 的出現，在於建立一個能夠持續更新定點資料記錄的工作環境，得以追溯時空變化的軌跡，從而探討影響變化的關鍵要素。在資料分析方面，重點由傳統回答何處 (Where)、何時 (When)、何種 (What) 變化等，擴展為模擬變化過程、歸納變化模式、計算變化率與預測變化趨勢等。(Stephen D. Stead, 1998 : 214-219)。

鑑於時間性地理資訊系統具有時序交疊、垂直透視的功能，如考古學可藉以探索不同地層中化石與遺跡的分布狀態而定年，或者重構文化遺存之演變與傳播的過程。在其他人文社會科學方面，如藉地名的發生與演變，來推演地域興衰、族群互動、文化更迭等的過程；藉歷代相關文獻中名人籍貫的分布，來闡釋風土民情的演變；藉各省稅率、食鹽產銷量、陶瓷窯址分布的變化，來探討歷史經濟、人口的變動等。換言之，探討任何各種涉及時空變遷的課題，借助時間性地理資訊系統將可開展一有力的工作環境。

(2) 三度空間的立體透視

三度空間影像的辨識，是人類最自然的一種認知方式。隨著影像處理技術的進步，以三度空間真實呈現地形地物的方式，開始日趨於實用性。一般而言，網絡資料以及用等值線表現變化狀態的地區範圍，都可以透過計算展現其立體的趨勢面。而在趨勢面上的點、線、面等，也都可以就其所處位置與 Z 軸之間的數值關係，經過加工處理後，呈現類似柱狀的分布型態。地理資訊系統三度空間透視的功能，主要就在於如模擬地形起伏變化等，以輔助空間關係的分析。一個空間模型的建立，不僅可藉視覺效果掌握全區面貌，透過視角轉換、太陽照射角度，及飛行路線視界模擬等功能的設定，也可以取得不同面向的訊息。這方面一般最常見的應用，就是對市區街道或特定建物運用透視效果，同時結合網路資料以進行導覽的工作。本院歷史語言研究所完成之國科會「不朽的殿堂——漢代的墓葬與文化」數位博物館計畫即一實例。該計畫以虛擬實境技術，透視漢代墓室內部結構。使用者可隨意移動滑鼠，由墓門開始，循墓道從不同角度瀏覽墓室內部型制，並可隨時藉相應的導覽解說，來獲取相關的資訊。

四、資料整合基礎：空間資訊來源多元化與詮釋資料 (metadata, data about data) 的建立

地理資訊系統強調跨領域學科資料的整合與運用。

要達到此一目的，必須要能掌握各種資料生產的品質、格式與內容，也就是要取得各資料生產者關於資料內容性質的說明。成立於 1992 年的美國聯邦地理資料委員會 (FGDC, The Federal Geographic Data Committee)，對於描述數值化空間資料，已發展出一套詮釋資料的準則。據此，使用者得以明瞭如何取用資料，以及從空間、屬性、格式等角度來評估資料的適用性。這一方面可以確保不同單位與系統所提供的資料，具有可運用與轉換的相容性 (Michael F. Goodchild, 1998 : 379)，此外，藉此所衍生的資訊，乃至不同時間、不同單位的生產資訊，亦得以順利整合。是以在跨區域、以及全球範疇中的資料整合與製作上，詮釋資料乃不可或缺的一環。

五、地理資訊系統意涵的擴充：空間資訊學的形成

今日地理資訊系統與各種學科有愈趨整合的趨勢，擴展所及的基礎學科有大地測量學 (geodesy)、航空測量學 (photogrammetry)、影像處理 (image processing)、遙測 (remote sensing)、電腦輔助設計 (computer-assisted design)、專家系統 (knowledge-based expert system)、網路通訊等。由於所涉範圍廣泛，故有所謂「地理資訊系統系統」、「地理資訊系統資料」、「從事地理資訊系統」等語詞出現，也正反映出空間資訊技術的多樣性及其實用價值，空間資訊學遂應運而生。

1995 年成立的 UCGIS (University Consortium for Geographic Information Science, <http://www.ucgis.org>) 組織，其宗旨即在於促進此趨勢的進一步發展。認為地理資訊與其他類型的資訊是不同的，具有豐富、龐大、複雜、累增性、跨多門學科等特性，單純藉由資訊技術的進步，無法充分提昇地理資訊系統的價值，必須重新審慎評估地理資訊系統發展至今的成效與改進未逮之處。例如探討人們如何使用地理資訊來瞭解方位、發掘最佳的地理資訊展示方式、建立地理資訊交換標準，並且發展評估地理資訊正確性的技術等。強調地理資訊系統的分析，須由釐清資料結構與時空研究本質等基本問題著手。一方面發展自然與人文科學的空間統計學、計量經濟學、數學演算式等輔助分析功能，另一方面，則是要將實際應用地理資訊系統的學科，如流行病學、氣候學、生態學、區域研究等的理論方法和研究成果納入其中。簡言之，如何整合既有的知識系統以處理複雜的時空資訊，從而得出更有意義的結果，已成為當前空間資訊技術發

展的首要課題。

參 ● 運用空間資訊技術於人文與社會科學研究的實例

儘管人文社會科學之應用地理資訊系統，還處在一個方興未艾的階段，不過從網路上還是可搜尋到實際的範例，以下試列舉幾個主題計畫予以簡單的介紹：

一、結合數位博物館技術呈現古文明的空間資訊：

Perseus Project (<http://www.perseus.tufts.edu/>)

這一計畫以古希臘的藝術與考古為範疇。特性在利用地理資訊系統，對於古希臘的文字與圖像資料，做一種時空交錯式查詢的設計。資料庫本身分建築、錢幣、雕刻、瓶飾等大項，可就器物類型、年代、地區，或其他必要的屬性進行篩選。若專就欄位中的地區、年代等項目來搜尋，又可得知在某一時地中的建築、錢幣、雕刻或瓶飾資料。地圖查詢方面，則在於遇有地名或遺址名稱時，可點選查閱該地點在圖上的位置，或者文獻中有提及地名者，也可以瀏覽各地名所在及其分布情形。這進一步還可和該地名相關資料進行整合，或者選擇套疊山脈、河川、人口聚居地、國界等圖層。如此一來，傳統查閱文獻與相關地圖的方式，全部轉為自動化的過程，一方面得以迅速獲得相關資訊，另一方面也對綜合表現資料內容的豐富性大有助益。

二、網路化互動式的歷史地圖：

The Historical Atlas of Canada Online Learning Project (<http://mercator.geog.utoronto.ca/hacddp/tliste/docs/TOC.htm>) 以時間軸為主，計畫內容包括加拿大史前一直到歐洲移民遷入時期的環境變遷、文化傳播、人口分布、交通運輸系統以及社會經濟的發展等，分別以互動式的操作介面來呈現各式各樣的主題圖。其中除了利用不同時期、不同主題的圖層互相套疊，對比變化外，還配合文字、圖樣、統計圖表來說明歷史的事跡，其效果頗具啟發性。

三、都市化與土地利用變化的時空模擬：

Temporal Mapping and Spatial Analysis of Land Transformation Due to Urban Development

(<http://edcwww2.cr.usgs.gov/umap/umap.html>)

計畫主旨在利用不同時期的遙測影像與地圖，作為

觀察都市化和土地利用變化形式的依據。首先在底圖（例如反映地形起伏變化的暈渲圖、河川分布圖）上標示出不同時期都市化地區的空間分布，再套疊成為動態變化圖。進一步透過視覺模擬的效果，掌握與分析變化趨勢與影響空間差異的相關因素。此外，也試圖應用都市成長的理論模式，預測都市未來持續擴張的趨勢以及產生的各種衝擊。

四、遙測影像與中東考古研究：

Aerial Photographic Archive for Archaeology in The Middle East (<http://www.arts.uwa.edu.au/Classics/archeology/rsame.html>)

此例中位於中東地區約旦北部的小拜占庭（Byzantine）城，其地原就很難確定位置所在，發現後又因為外圍城牆的阻隔，而無法探知內部情形。透過航空照片則可以清楚地看見城堡位於遺址的東北端，依附於城堡的聚落則由城堡向西南方向延展。又例如在約旦北部 Wadi el-Ajib 某處，透過航照可以清楚看到保留古代農莊輪廓的長方形結構物，其外圍則有一連串具有曲線結構的細胞狀物體，此充分顯現出普見於羅馬時期的農場型態。簡言之，航照常提供相當多的考古資訊，判釋結果經座標定位轉繪於適當比例尺的地圖上後，配合其它資訊又可做進一步的分析。

五、語言、族群與文化分布的空間特質：

The Mapping of Cultural Traits from Field Data

(<http://www.oakland.edu/~dow/personal/papers/langmap1/>)

Classification and Locations of Languages in Discussion Data for Genetic, Areal, and Typological Groupings

(<http://www.humnet.ucla.edu/humnet/linguistics/people/schuh/lx110/Discussion/02%20disc%20map%20tree.html#anchor585431>)

語言通常可視為文化的一種表徵，藉由族群語言分布的特徵，可作為驗證文化異質性、文化採借與變遷的指標。此例利用地理資訊系統，首先將各聚落中採集到的語言，分門別類建立資料庫，其次則結合聚落位置繪出各種語群分布的圖層。藉此可以就語言系屬、族群互動以及環境適應等多樣化的問題，做進一步的研究。

六、漢墓分布——類別與空間差異性的比較分析

(<http://gis2.sinica.edu.tw/project/moims/tombmap/tomb.html>)

任何經由實地調查或由文獻篩選出具有空間性的資料，都可利用地理資訊系統建立一個具有空間屬性的資

料庫，同時也可以設定一定的條件進行交叉查詢比對，並顯現具體事物空間分布的狀態。此例綜合上述功能，其一是任意設定漢墓數目的上下限，以之查詢其分布情形；其二是以不同時期、不同種類的漢墓為準，透過介面連結自動展現在各種比例尺的地圖上，以表現其空間分布的差異性。

爲了促進地理資訊系統廣泛應用於人文與社會科學的教學和研究，目前有一國際性的電子文化地圖組織（Electronic Cultural Atlas Initiative，簡稱ECAI，<http://www.ias.berkeley.edu/ecai/>）正在積極結合多國專家學者，企圖運用地理資訊系統，建立一個多時空、互動式的數位化世界文化地圖。此一方面便於現有資料透過網路可供線上查詢、展示與傳輸，更重要的則是作爲未來世界性人文學研究成果，特別是與歷史和與文化有關者，擴大整合的基礎。

配合地理資訊系統的運作，國際電子文化地圖組織綜合運用的電腦技術，還包括有製圖（Cartography）、編碼與文字格式設定（Character Encoding and Text Formatting）、影像處理與介面設計（Image Management and Interface Design）、資訊技術架構（Information Technology Architecture）、資料詮釋與編目（Metadata Definition and Cataloging）、影像多媒體（Video and Multimedia）等。資料內容則有藝術與物質文化（Art and Material Culture）、傳記文學（Biographies）、佛教（Buddhism）、生態學（Ecology）、語言學（Linguistics）、宗教（Religion）等等。目前組織中各團隊正分別著手製作的電子地圖，專題性者有中國歷代疆域變化圖、絲路地圖、歐洲游牧地圖、古代巴勒斯坦地圖等。另外還有一般性的文化地圖，涵蓋的範圍則包括極地、北美洲、中美洲、澳洲、東南亞、印度、西歐、中國、日本、韓國等。所有電子地圖的內容，基本包含自然特徵、聚落、考古遺址、寺廟等等。相關資料則據其空間屬性經座標定位產生不同的圖層後，可任意套疊分析，以歸納出不同的文化類型與特徵等。又對於不同時段加以界定，可建構與各代史事相對應的動態變化圖，以便於釐清時空變化的各種關連性。最後，國際電子文化地圖組織特別強調詮釋資料的釐定，此對資料庫內容既便於搜尋管理，也有利於資料格式的轉換與傳輸。凡此皆顯示電子文化地圖組織對空間資訊技術的應用頗具前瞻性與周延性，足以作爲相關研究者參考與諮詢的對象。

肆◎以空間資訊技術輔助漢學研究的構想與實踐

中國傳統的地理學主要是從屬於歷史研究，做一些釋地與考證的工作。歷來有關古地理的研究，從水系、疆域、行政區劃、聚落到地名的演變等，已累積至爲豐碩的成果，其中如單以研究古代水系一項而言，歷代有關水經的注釋考定繁多即其一例。清代楊守敬更博徵雜引，加上其個人研究心得，繪製而成《歷代輿地沿革圖》可謂集歷代歷史地理研究的大成。晚近嚴耕望的《唐代交通圖考》（1985），對於瞭解唐代地理，亦成爲不可或缺的重要文獻。以今日地理資訊系統運作的方式觀之，這些傳統歷史地理學的研究成果與方法，其實都還有很大可以運用改進的空間。而廣義觀之，任何涉及空間關係史事的探討，其實都可廣泛的應用地理資訊系統。

以漢學既有的一些研究爲例，有重史事空間關係分析者，如陳正祥早年曾根據歷代人口分布趨勢、三公九卿與文人籍貫的變化，說明中國文化重心的遷移，及其相應的中國絲織產地、陶瓷窯址、鹽鐵產區、手工業重鎮、海外貿易港埠、區域土地利用方式等，在時空方面的變化（陳正祥，1994：1-12）。陳氏又曾探討中國蝗災發生的地區與原因，主要以八蜡廟、蟲王廟、劉猛將軍廟等祭祀蝗蟲以祈消弭蝗災的蝗神廟，作爲蝗災肆虐之地的指標，收集三千多種地方志中所載的蝗神廟，一一其位置繪製成圖。又由蝗災發生的氣候要件如濕度等，歸納蝗災分布的南界。結果此大致與春季及年平均80%的相對濕度等值線和年雨量1200mm的等雨線經過地區接近。此外，根據方志所載各地蝗災發生的多寡，又可繪出頻率分布的面量圖，從而找出蝗災發生頻繁的核心地區（陳正祥，1984：50-57）。今日類似這些問題，其實就可直接輔以地理資訊系統，作更精確而有效率的研究。

中央研究院歷史語言研究所鑑於此，近年來與院的計算中心合作，成立了空間資訊技術小組，以地理資訊系統爲本，建立一個處理時間與空間資訊的基礎架構，以因應漢學兼及其他領域的研究需求。此架構主要包括透過可透過網路傳輸並可編修的各種電子地圖，以及以時空屬性爲基底的數位典藏系統。工作重點除了持續探索地理資訊系統應用在各領域的可行性外，同時也廣泛蒐集各類與時空有關的基礎資訊；研訂資料格式標準與規範；開發空間資訊管理系統等，以期建立一個完

整有效的研究支援體系。小組目前正積極進行的工作有：建立中國歷史地名資料庫、空照與地圖資料庫、整合地理資訊系統、全球定位系統與遙感探測技術等。至於如何實際應用在漢學的研究上？以下就介紹小組成員利用地理資訊系統，根據新疆昌吉州地區的文物考古資料，所進行的一些實驗性的工作：

新疆昌吉州地區文物遺址分布的時空特點

1. 資料庫架構：依據《新疆文物》1989年第三期，新疆維吾爾自治區文物普查辦公室、昌吉回族自治州文物普查隊收集的〈昌吉回族自治州文物普查資料〉建立資料庫。總共 189 筆記錄，分類別、名稱、位置、時代、說明等欄位，其中位置欄均附經緯度，因此可以在地圖上直接作點的座標定位。由於原資料中多羅列遺址的形制、面積、高度等訊息，此又極有利於模擬繪製遺址的立體影像圖。
2. 圖層處理：以比例尺百萬分之一的《中國數字地圖》為底圖，針對遺址點狀分布和分析上所需要的圖層作接圖處理。取現代的行政界線、河川、鐵路、公路、聚居地、等高線、地貌、植被等，配合等高線資料，透過三維空間分析，轉化為立體地形圖，同時也呈現連續面的起伏變化。
3. 問題分析：由圖上點的分布觀之，遺址多傾向於集中在（一）北疆準噶爾盆地中心沙壟南側外圍的鹽鹼地；（二）天山北麓的河谷地帶。以今日的聚落同樣環沙壟地外圍散布觀之，向來水源顯然是影響該地居民活動空間範圍最重要的一個因素。

基於上述資料，其他應用地理資訊系統可提出之問題與做出的綜合研判還有：

不同時代所建立的遺址，其空間分布趨向為何？此就各遺址所建立的年代為分類的標準，分別顯示於不同圖層，進而以疊圖方式來表現時空變化的傾向。結果其變化趨勢可歸納為：新石器時代已建立的少數遺址原聚集於昌吉州東側。戰國時代則開始有向西擴展的趨勢。到唐代遺址驟增，且向北擴展。但明代建立的遺址頗為稀少，則反映對此地的開發已著力甚少。所有這些變化均可以和史事發展互為印證，得出進一步的看法。

遺址所在的古代自然環境如何？根據現今昌吉州地區各種涉及古代氣候的記錄，進一步比對當代《中國數字地圖》上所顯示的地貌與植被情形，可嘗試推估古代的氣候變化，或考證當地古代河系分布概況。也可據以

重建昌吉州地區當時地貌與植被分布的情形。

遺址分布位置與絲路的關係如何？一方面就各類遺址歷代消長的情形與絲路的興衰變化作比較，再就遺址數量與自然環境變化的關係做相關性分析。此可據以探討遺址、絲路、自然環境間相互依存的關係。又依序列出遺址於絲路兩側由近至遠的分布範圍，此可就各範圍內的遺址特性，分析其距絲路遠近可能有一些關係。

有鑑於中國的幅員廣闊，歷史悠久，任何企圖對各朝代史事發展賦予明確的時空定位時，一個應用地理資訊系統所建立的中國歷史時空架構體系實有其必要。欲達此目的，有一捷徑可取，就是將現有譚其驤主編的《中國歷史地圖集》（1982-1987）全部予以數化並予以適當的加工處理。這也是空間資訊技術小組正積極進行的工作之一，簡介如下：

（1）地圖數化構想的源起：

譚其驤主編，歷時二十餘年始完成的《中國歷史地圖集》，已成為研究中國歷史最重要的工具書之一。當這部巨著在五〇年代開始著手編繪之初，原是想將清代楊守敬以大清一統輿圖為底圖所繪的歷代輿地圖，輔以當代地圖為底，以便對比古今之異同，同時作必要的增補與修正。然而在資料轉繪與定位的過程中，發現必須重新考訂的資料量極大，從而發展成對相關史料全面的考證。此因而大幅度增加了資料的涵攝量。製圖方面，當時依各斷代的區域特性或發展，做為分幅的標準。由於都以精確的經緯度網格作為定位框架，這對現在想運用地理資訊系統重新處理各圖幅乃成為可能。數位化的歷史地圖必須與同樣數位化的當代地圖互相套疊才得以充分發揮其功能，這在目前恰好有百萬分之一比例尺的《中國數字地圖》（中共國家測繪局，1996）可供利用。該圖提供了數值化歷史地圖的座標參考系。也就是說，只要經過適當的糾正，就可將歷史圖檔透過格式的轉換，全部套疊到中國數字地圖上。基於兩種數值圖均可任意編修增補，再加上置於地理資訊系統的架構下，新的數值化的中國歷史地圖集的功能，實遠勝於原紙面版的地圖集。

（2）數化地圖加值的功能：

將地圖數位化，一方面可改進徵引資料的程序，另一方面則有助於分別圖資多層次的脈絡。數位化意指將靜態的紙圖資料轉變為動態可編修的格式，以點、線、面等向量形態儲存，同時附加各種相關屬性，可供查詢與展示。比如透過地名查詢，可顯示該名稱所在的位置

與年代，以及今日的名稱。如以空間範圍做為查詢的條件，則可搜尋該範圍內所有欲查詢的資料。這種資料庫還可和其它資料庫整合，如透過介面與二十五史或地方志的全文檢索系統結合，則可同時獲得更豐富的資訊。關於特定的研究主題，也可以針對研究假設的前提，建立相關變數的主題圖層，從而分析各因子之間的時空關連，或者模擬變遷的過程等，以大幅提昇時空變遷研究的層次。

(3) 中國歷史地圖集數化作業的流程：

此共牽涉編碼、分層、掃描、幾何糾正、數化等。全部工作一旦完成，具體可做之事如下舉各例都可輕易完成：

1. 呈現水經注中地名考據的結果，進而參照《中國歷史地圖集》之掃描影像與《中國數字地圖》的河川圖層，將河道位置勾勒出來。
2. 以地方志或輿地類書的屬性，設計各種空間查詢的方式。如設定運河兩岸十公里為查詢範圍，檢索所有與其相關的文獻方志等。此進而還可連結至這些文獻志書的典藏地，或可能直接做全文檢索。
3. 資料庫中標識出名人籍貫所在之地點，一旦在地圖上點選其地，即可列出設籍該地的名人姓名；或者設定某一範圍為查詢條件，呈現出該範圍中所有名人籍貫分布的地點，及該範圍中所有的名人姓名。又以特定的分類方式來界定名人的性質，以該屬性作為查詢關鍵，也可以呈現該類名人籍貫的分布情形。
4. 將所有二十五史或地方志中的地名設定為關鍵詞，透過介面可直接在歷史地圖上查詢顯示該地名所在。進一步還可與其相關的各種研究資訊、文獻等，進行連結與整合。

伍◎ 結論

傳統的漢學研究基本上是以文證史，難以做動態的模擬分析，冀以深入瞭解史事在時空發展中的過程與意義。地理資訊系統有助於整合史料文獻，並將其中具有空間意義的成分，轉化為圖像化的數值資料，藉助人視覺認知的效果，以釐清歷史時空變遷過程中各種複雜的因果關連。值此電腦科技突飛猛進的時代，欲拓展傳統漢學研究的視野，將空間資訊處理技術此一最先進的現代科技導入人文關懷的領域，建立科技及其服務對象之間的對話，這將不只是漢學研究領域本身受惠而已。

◎ 參考文獻

- D. David Moyer and Bernard J. Niemann, Jr. "Land Information Systems: Development of Multipurpose Parcel-based System" in *The History of Geographic Information Systems*, ed. by Timothy W. Foresman. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 1998.
- Graeme F. Bonham-Carter *Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with 地理資訊系統*. Ottawa: Pergamon (Elsevier Science Ltd), 1998.
- Michael F. Goodchild "What Next? Reflections from the Middle of the Growth Curve" in *The History of Geographic Information Systems*, ed. by Timothy W. Foresman. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 1998.
- Nickolas Faust "Raster Based 地理資訊系統" in *The History of Geographic Information Systems*, ed. by Timothy W. Foresman. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 1998.
- Stephen D. Stead "Temporal Dynamics and Geographic Information Systems" in *Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems*, ed. by Max J. Egenhofer & Reginald G. Golledge. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- Timothy W. Foresman "地理資訊系統 Early Years and the Threads of Evolution" in *The History of Geographic Information Systems*, ed. by Timothy W. Foresman. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 1998.
- 中共國家測繪局 《中國數字地圖》(Digital Map Database of China, 1:1000000)，北京：中國地圖出版社，1996。
- 林天蔚 《方志學與地方史研究》，臺北：南天出版社，1995。
- 陳正祥 《中國文化地理》，臺北：木鐸出版社，1984。
- 新疆維吾爾自治區文物普查辦公室、昌吉回族自治州文物普查隊〈昌吉回族自治州文物普查資料〉，《新疆文物》1989年第三期，1989。
- 鄧緯傑、周天穎 《地理資訊系統技術大觀園》，臺北：松崗電腦圖書資料有限公司，1998。
- 譚其驤主編 《中國歷史地圖集》，北京：地圖出版社，1982-1987。
- 嚴耕望 《唐代交通圖考》，臺北：中央研究院歷史語言研究所，1985。