

# 人口普查中技術之應用及發展

人口普查是政府重要的資訊蒐集方式，相關技術的應用及發展，對提升普查整體效益至關重要。近年來調查環境惡化，各國普查辦理方式相應進行變革，技術應用面臨嚴峻挑戰，對統計發展具深遠影響。

羅國華（行政院主計總處國勢普查處研究委員）

## 壹、前言

人口普查已有五千年歷史，一直是政府重要的資訊蒐集方式，其辦理之目的及方法，隨時代演進已有顯著差異，惟目前仍是經社基礎資料重要的來源，亦為全世界國家超過九成共同辦理之統計調查，長期以來所運用的技術，常引領政府統計的進步與發展。普查作業從規劃設計、調查執行、資料處理、結果編布及資料供應，過程延續數年，相關作業多樣繁雜且資料量巨大，需大量經費與人力，因此有效運用技術，以提升普查整體效益至關重要。普查技術主要展現在資訊及統計方面，隨時代變遷，

相關技術的精進創新，不僅優化普查作業品質，提升資料處理效能，促進普查方式的多元化，亦對統計發展產生深遠的影響。

## 貳、普查應用技術重要發展

### 一、普查特性

普查是空間涵蓋面完整的調查，依給定的標準查記範圍內所有符合標準之對象，因此有效掌握對象而不遺漏或重複，並能增進民衆受查的意願，是確保調查品質重要的工作；普查作業動員大量擔任不同任務的人員，相關的人事管理及行政作業的標準化，巨量資料

處理的效能，以及資料品質的保證及評估，均是普查須面對的課題，應審時度勢運用技術妥為因應。

### 二、普查應用技術之發展

在人口普查長遠的歷史中，資訊技術及抽樣方法的出現及精進發展，才大幅提升普查作業效能，促進資料蒐集的多模式發展。現代意義上的普查始於 1790 年美國普查，提供的重要基本資訊，檢視著經社環境的變化，近百年來美國在普查技術的創新應用上，一直扮演先行者的重要角色。隨每 10 年的時序，普查就像是一部現代化管理及技術進步的發展

史，現今全球數位化程度日增，各種技術不斷地精進及創新，成為推動普查進化的力量。

1940年美國普查創新運用抽樣技術，抽選5%的人詢問更多問題，開啓普查長短表模式，亦促進現代統計抽樣調查的施行。1950年美國普查首創事後複查（Post Enumeration Survey, PES）以評估資料品質。1951年世界第一部數位式商用電腦UNIVAC I問世，即在美國普查局運作，揭開普查與電腦間的密切關係。1960年美國普查問卷首次使用膠片光學傳感設備輸入電腦（Film Optical Sensing Device for Input to Computers, FOSDIC），大幅縮短資料處理時間。1970年代資料庫及光學符號辨識（Optical Marker Recognition, OMR）技術的發展，加快資料處理速度，增進資料管理能力。1980年代地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）逐漸在先進國家發展及應用，以強化普查實地作業及地理資訊整合能力，美國TIGER系統為成功發展的案例；另北歐國家積極地轉型為登記式普查（Register-Based

Census），資料整合正逐步發展。1990年代光學字元辨識（Optical Character Recognition, OCR）技術，大幅提升資料輸入效能；此期間以個人電腦及區域網路為基礎，各國積極發展資料處理系統，如美國IMPS、澳大利亞SuperCross及聯合國PC-EDIT等。進入21世紀初期，網際網路（Internet）日漸普及，新加坡2000年普查首創採行網路填報方式；此期間調查環境惡化，普查經費減少及民衆配合度降低，普查辦理方式呈多模式發展，包括傳統普查、登記式普查、滾動式普查（Rolling Census）及公務登記與調查整合式普查等。2010年代普查採行網路填報方式的國家大幅增加，已成為各國資料蒐集重要的管道；採行傳統式普查的國家正逐次減少，普查變革正在進行中，普查技術扮演更重要的角色。

### 三、我國普查技術應用情形

我國於1966年普查首次使用電腦處理資料，亦是政府行政機關運用電腦之創舉。1990年普查首次引進OMR技術，原

始資料及檢誤之更正資料均以OMR方式輸入，節省人力及時間，提升資料品質；另首次辦理事後複查，評估普查之涵蓋面誤差（Coverage error）；亦首次開發普查電子查詢系統，供為統計查詢應用。2000年普查導入OCR技術，進行普查問卷之掃描辨識，大幅縮短資料輸入時程，並提高資料品質；另首次於台北及高雄兩直轄市，利用GIS技術結合多種圖資及地址，建置數值普查區供為運用；亦首度以公務檔案連結資料取代部分面訪問項，並開發「普查行政作業管理系統」促進行政作業的標準一致化。2010年普查辦理方式進行重大變革，改採公務登記與調查整合式普查，同時亦完成全國數值普查區之建置，供為此變革中調查之抽樣設計基礎；另事後複查則增加檢視個別資料之內容誤差（Content error），更完整的分析普查資料的確度及品質。

## 參、普查技術興革之探討

### 一、本次普查技術之主要興革

2020年普查即將於11月展

# 專題

開，普查相關作業正持續優化，普查技術的主要興革，其一為普查作業小型化（Downsizing）及系統化，其二為開發網路填報系統，並置於專業的雲端環境運作，其三為運用大數據技術，創建定期性常住人口推估機制，分述於下：

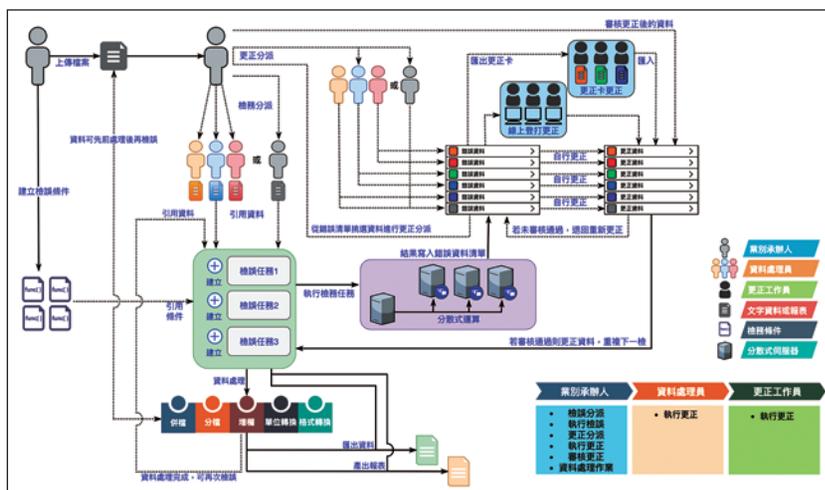
（一）主計總處大型主機於 2014 年停役，原有之普查相關作業須移轉至視窗伺服器（Windows server）平台，囿於資訊人力不足，在新平台環境改以委外開發資訊系統方式處理作業需求，分別建置資料處理及檢誤系統（附圖）、地址

整編系統、行政作業管理系統、結果表編製及查詢系統等。整體是以人口及住宅普查、農林漁牧業普查、工業及服務業普等三大普查之作業需求進行整合開發，功能具有共通性，亦對個別普查的特殊性另行處理；各系統間通用之資料，建立資料匯出入機制，以供資料的再處理或再利用，避免重複作業。作業的系統化建立具標準、效率及品質的作業方式，但亦因作業架構及流程的定型，對於作業需求的變動或

資料內涵的調整易受限制，因此延續性的維護服務是重要的因應機制。

（二）本次普查擴大宣導鼓勵民衆利用網路自行填報，提供無須接觸訪員的調查方式。網路填報系統是以使用者導向進行開發，支援行動裝置上網，提供友善具親和力的填報介面，具線上即時檢誤能力，並依各級普查作業人員權責，提供其相應之資料審核及作業管理功能，促進調查資料蒐集及管理之資訊化，確實掌握普查作業進度及回應情形；系統登入須經身分驗證，且系統中傳送之各項資料均經加密處理，並對資料庫特定欄位再進行加密保護，技術上採用 AES-256 加密標準，以確保資料隱私。惟面對大量民衆上線形成的網路流量負荷，以及資料保護及網路安全措施，防止駭客攻擊等，基於成本效益及技術支

附圖 資料處理及檢誤作業流程



資料來源：系統開發文件。

援考量，填報系統建置於專業的雲端環境，運用動態資源調配機制，即時提供運算、儲存及網路等需用資源，具備全時段資訊安全防護及監控管理，並建立備援機制，確保網路填報作業環境的安全與順暢。

(三) 每 10 年一次的人口普查，資料會隨時間而鈍化，為能提供適時之資訊應用，爰以普查年資料為基準 (Benchmark)，整合跨部會公務登記資料，創建常住人口估計模型及相關資料庫，常川編製區域別常住人口統計。模型建置技術係整合不同領域及屬性之巨量資料，藉由不同變數組合之拔靴取樣 (Bootstrap sampling)，再運用機器學習演算法進行建模，估計結果透過資料庫連結加值應用，可多元呈現常住人口資訊。

## 二、普查技術興革之展望

資訊技術是普查作業的

基礎，對普查中統計技術的發展，兩者有相輔相成之效，而技術的興革對政府統計有深遠影響。在資料處理上，大幅提升作業的效能與品質，亦促進資料檢誤方法及插補技術的精進。在空間統計上，GIS 技術規劃數值化地理單元，具涵蓋面完整且單元範圍明確，可作為資料整合的空間單元，促進小地區統計的應用及發展。在資料蒐集上，網路填報不受時空限制，亦可減輕資料蒐集作業的難度，增進調查效率，各國普查網路填報率逐次上升，顯示民衆使用意願增加，已成為許多統計調查重要的資料蒐集方式。在資料應用上，以普查資料為主的多元資料連結，能擴展資料意涵，增進應用範疇，例如美國連結普查資料與多種勞動供需行政資料，建置「雇主與住戶縱向動態系統 (Longitudinal Employer-Household Dynamics, LEHD)」，創新統計指標而大幅擴增應用價值。在普查辦理方式上，隨時間演變，替代傳統式普查的各種模式普查，已成為普查變革發展的方向，

其中抽樣技術及資料整合技術是重要的變革方法，如何適當抽選樣本並能有效估計結果，或將不同來源且品質各異的資料整合應用，並能符合普查規範的原則及對象，成為技術上須面對的挑戰及風險。

## 肆、結語

普查技術引領普查的精進發展，經社環境變遷使調查愈趨艱困，資料革命所帶來資料多源及技術革新的衝擊，促使現代普查技術呈現多元發展，我國歷次普查均順應趨勢，採行適當的技術興革，面對未來益趨複雜的技術發展，宜加強汲取各國經驗及做法，提升普查相關知能素養，以掌握創新技術因應普查變革。

## 參考文獻

1. 楊麗華、陳素貞 (2019)，109 年人口及住宅普查規劃構想，主計月刊，766 期。
2. Steven Boyd, Milan Kumar, Tyler Lewis (2017) . Counting everyone in the digital age. The Leadership Conference Education Fund.
3. Paolo Valente (2019) . Modernizing the census in Europe : traditional and new methods for the 2020 round. UNECE.❖