

特稿

## 空間資訊時代基本地形圖應有的變革

Evolution of Topographic Base Map in the Era of Geospatial Information Technology

王蜀嘉\*

Shue-chia Wang

### 摘要

由歐洲一些先進國家基本地形圖的發展歷史，可以看出基本地形圖的演進是由徒手繪製到數值式地形圖，再到當今的地形資料庫。這樣的演進完全是受到客觀環境的變遷及用圖者主觀需求所決定。客觀的環境方面包含科技的進步程度及國家的經濟狀況等等，主觀需求則包括用圖者對地圖資訊內容及格式的需求、對決策自動化程度的需求等等。以客觀的環境為例，如果沒有高性能的電腦硬體及繪圖軟體的發展，或是沒有社會經濟力量的支持，就不會有數值地形圖的實現。以用圖者主觀需求為例，如果沒有對空間管理及規劃要更合理、更自動化的期望，就不會有對地圖資訊數值化的需求，更不會有對地形資料庫的需求。我國基本地形圖的發展，受到早年以正射像片圖暫代的影響，圖上的數值式資訊不足，屬先天不良；又受到國家基本圖測繪主管及承辦單位的位階既低且體制又不統一的影響，屬後天失調。未來的發展方向應該跳過先進國家所經過的數值式地形圖發展過程，而直接進入地形資料庫的時代，方能滿足現代的需求。可是由於目前各界對於基本地形圖的需求及目的認知分歧，使得未來發展何去何從，莫衷一是。雖然各國國情及習慣不同，各有各的發展策略，但是有些基本的原則是通用的。本文由德國及英國 20 多年的發展結果歸納出一些要點，對照目前我國基本地形圖的現況，分析問題的所在，並提出對未來發展的一些建議，供各界參考。

### Abstract

Looking back to the history of the development of national topographical base maps of some leading European countries, we can see that the development of the base maps from paper-printed

---

\*成功大學測量及空間資訊學系退休教授，航空測量及遙感探測學會理事長

maps to digital mapping and finally to the current topographical data base system is determined by the objective environment and the subjective needs of the map users. Objective environment includes the extent of technology development and the social economy strength. Subjective needs include the demands of map users about the information contents and data format. Take the objective environment factors for example, if there were no high performance computer hardware and software or no strong social economy as backbone, there would be no development of digital mapping. From the subjective needs side, if no users wished more effective, more automated management of the spatial information, there would be no demands for spatial data base. At the beginning stage, in the 1970's Taiwan chose orthophoto map as national base map for the reason to be able to get as quickly as possible usable maps for the entire island. The drawback is that there is very little vectorized information or digital information. Later on, despite the rapid growth of national economy strength and needs for more detailed spatial information, the policy of producing base map has never been improved due to the fact that all national mapping agencies are very low-leveled and not unified. In order to catch up the newest needs of spatial information, Taiwan should not go through the same development stages like some leading European countries. Instead, it should jump from the orthophoto map directly to building up a national topographic data base, omitting the stage of producing digital maps. But due to very diversified needs from different base map users, the direction to which the base maps will go is still unclear. Although each country has its own tradition and customs for making base maps, experience from other countries could not be imported directly, but some basic principles are rather universal. This paper summarized the experience of the base map developments in Germany and Great Britain of the last 20 and more years and by comparing it to the current problems in Taiwan, some suggestions to the design of the future base maps were made.

## 一、前言

本文原投稿於 97 年第 27 屆測量及空間資訊研討會，為因應研討會論文對篇幅限制，略加節縮，現將未節縮之原稿再投地籍測量學刊，期能更詳細說明在此空間資訊時代基本圖的重要性。

### 1.1 地圖的演進

人類要在地球上進行經濟活動，就必須測地圖。無論是遠古時代在陶片、獸皮上繪製地圖，或是今日在電腦螢幕上顯示的三維地圖，其目的都是希望把所見到的空間現況儘量忠實地表現在某種媒介體上，以便讓其他未親臨現場的人也能瞭解現地的狀況。因此自古以來，地圖在征戰、防禦、建築工程、貿易、土地管理等等各方面，一直是國家最重要的文件之一。在古代無論中外，都把地圖測製當作國家機密。即使

今日高解析力衛星影像唾手可得，包括台灣及大陸在內的許多國家卻仍然把部份地圖及與地圖有關的資訊視作國家機密。

測製的地圖主要目的雖然亙古不變地是要忠實記錄及顯示地表空間資訊的現況，但是隨著主、客觀環境的變化，地圖測製的技術及內容卻一直不斷地在演進。以客觀的環境變化為例，如果沒有高性能的電腦硬體及繪圖軟體的發展以及沒有社會整體經濟力量的支持，就不會有地形圖數值化的。而沒有用圖者主觀對空間管理及規劃要更自動化的期望，也就不會有對地圖資訊資料庫化的需求。

地圖繪製看似簡單其實不然。我們生活的空間本是三維而且所含的內容（資訊）是無窮的多，因此想要把空間現況忠實地畫在圖紙上，有二大困難。第一個就是如何把三維的東西表示在二維的平面上，第二個則是在一張有限大小的圖紙上該篩選出哪些空間現況應該表示出來。古人對第一個問題的解決方案就是把地表所有地物垂直向下投影到水平面上成為二維的輪廓線，而把地形的起伏表現成等高線。對第二個問題的解決方案就是發明了地圖比例尺。這二種古老的解決方案，一直沿用到今天。

但是這二種解決方案並不是沒有問題的。首先，把所有地物都垂直向下投影到一個水平面上時，遇到在垂直方向有二個以上的物體時，該怎麼辦？其次，以比例尺來繪圖時，一個純由尺寸來看已畫不出來，但是對用圖者而言卻很重要的地物該怎麼辦？為了解決這些問題，就發展出來許多繪圖規則而形成了地圖繪製學。可是一旦建立了太多的規則，就使得地圖判讀本身又成了一個專門學問。不懂這門學問的人不見得能完全看得懂地圖的內容，而失去了地圖原本要「讓其他人都能瞭解」的原始目標。雖然今日已到了電腦時代，但這些問題仍然存在。

由於一個國家的每個人及每個機構都有對地圖的需求，如果都任由各自測製各自的地圖，一來不是每個人都有這個技術，二來重複的施測既浪費社會資源且品質不均一難以為準，所以每個國家都訂定有施測國家基本地圖的制度。由於這種基本地圖採用科學的規則來表現地表地物及地表起伏的狀況，所以我們稱其為基本地形圖 (Topographic Base Map)，以與其它地圖有所區別。隨著各國國力的不同以及社會需求及風俗習慣的不同，各國對於基本地形圖的比例尺、格式及內容的規定都不同。一般而言，國力較強的國家，社會對基本地形圖的需求標準也較高，要求的比例尺一般也較大，精度標準較高，內容也較細緻。而在同一個國家內，對開發較密集的都市區與經濟活動稀少的鄉村或山野區，也會訂定不同的標準，以使地圖測繪成本的分配能更合理，達到成本與效益的平衡。

## 1.2 電腦時代對地圖測繪的挑戰

進入電腦化時代後，已扮演了數千年重要角色的地圖，遭到了新的挑戰。原因既不是測繪及製圖的工具有了革命性的進步，也不是測繪的內容有什麼不同，而是如

何讓原本給人看的地圖要變得使電腦軟體也能看得懂。此處所謂電腦軟體在指的是一些地理資訊軟體、工程設計軟體、三維空間模型軟體等等。

數千年來地圖只是給人看的，所以地圖繪製學講究的是讓「人」如何能看得懂。由於人有融合、推理等能力，所以地圖繪製時不必太計較數學邏輯上的意義。以下面圖 1 左(a)所示的一小塊都市地區地圖為例，即使沒有受過地圖判讀訓練的人，看大概都還可以看出房屋、道路、巷弄在哪裡。但是地圖學告訴我們如果能繪成如右側圖(b)的樣子，那就更利於人來判讀了。

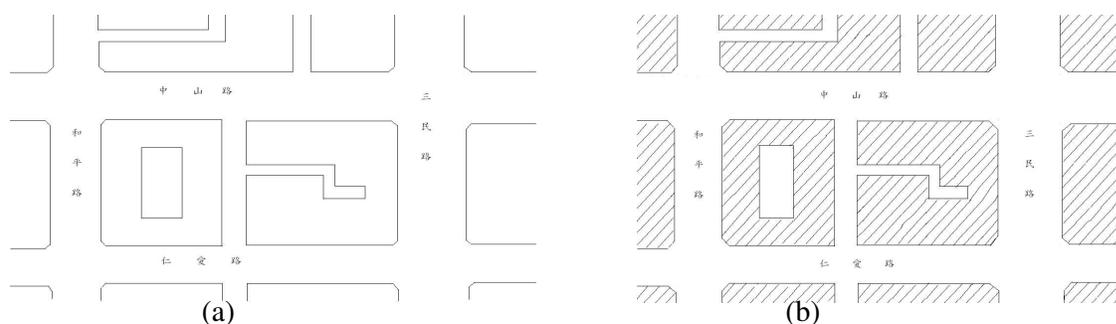


圖 1、傳統市區地形圖繪製例

但是對任何一個地理資訊系統而言，無論是 (a) 圖還是 (b) 圖數化後，道路既不存在，也很可能認不出何處是房屋。因為首先圖上所繪的都是房屋邊界線，根本沒有道路邊界線，所以電腦當然不可能知道圖上有道路。即使我們把所有臨街房屋的線條都複製一遍而命名其為道路邊界線，電腦還是認不出何處是道路，因為複製出來的道路邊線祇是一堆沒有任何先後順續關係的不連續短線，並不能顯示道路的位相邏輯關係。其次，任何一圈房屋的邊界線只要在數化時沒有成為單一完整且封閉的向量，例如繪製的線條中間只要有一毫米的中斷，或一毫米的重疊，對人的判讀雖然毫無影響，但是電腦就認不出它是一個完整的多邊形，自然就不可能知道房屋在何處。不僅如此，任何一棟房屋只要中間有天井中空，如圖 1「和平路」及「中山路」交口右下側房屋，即使外圍及天井的房屋邊緣線都封閉的很完美，電腦也不可能認得出有房屋的部份到底是天井外圈還是天井本身。所以數化並不意味著電腦就能看得懂。

由這樣一個簡單的例子就可看出，行之數千年的地圖表示法，遇到沒有智慧的電腦，非要有極大的變革不可。既然地圖繪製在漫長的歷史上經歷了無數次的變革，在此電腦時代要再進行一次變革，也沒有什麼大不了的。問題是要怎麼變。不同的電腦軟體以及不同的使用目的，對地圖到底該如何測製都有不同的期望。就簡單地以道路為例，對於道路導航者而言，最好每條道路都只是單一且完整的線條（例如中線），

至於道路邊緣線、分隔島或人行道何在，並不重要。相反的，對工務單位或都市計畫單位而言，虛擬的道路中線根本不存在（不易定義），重要的是道路上可見的實體設施，如路肩、人行道、排水溝、分隔島、鋪面等等的實體界線何在。在這種狀況下，測圖者要如何測才能滿足大家的需求呢。

以往由人來判讀地圖的時代，測圖者只要盡量把現況忠實地測繪出來即可，不同的判讀者，可以由同一幅圖判釋出各自所需的資訊。在電腦時代，理應還是如此。測圖者的責任應該只是把地表空間的現況盡量忠實地記錄出來即可，至於此記錄要作何用，或是要提供何系統使用，則是使用者的責任，不是測圖者越俎代庖的。只是如前圖例所述的狀況，如果在此電腦時代，地圖測製的格式不做變更，則任何電腦系統都無法使用它，所以地圖測繪者必須研究如何能使所測的成果適合電腦使用。

### 1.3 電腦化地形圖不等於 GIS 格式地圖

所謂使地圖便於電腦使用，並不是目前許多人誤認的以為測製成適合地理資訊系統（GIS）軟體使用的格式就是電腦化。因為第一，商用 GIS 軟體有許多種，對資料格式及結構的要求各個不同，一旦只為某格式而測製，則對另一個系統不公平，更別說地圖還要提供 GIS 軟體以外的很多其它工程、設計及空間分析等等軟體系統使用。第二，如上面所舉的道路例子，到底要為哪一種特定 GIS 需求而測呢？安全島、人行道是否屬於道路的一部份，道路的邊緣到底在何處？十字路口算哪條路的？至今並沒有任何一個 GIS 軟體系統能適合測繪使用。第三，目前商用的 GIS 軟體都只基於二維的位相關係所設計，而地表空間本是三維的，把三維的空間強制簡化成為供 GIS 軟體使用的二維數據，必須削足適履，犧牲掉許多資訊，政府花費鉅資測繪地圖是否該做如此犧牲？

茲舉幾個常見的例子來說明為何 GIS 的簡單位相關係為何不能用於測繪地表複雜的空間關係。圖 2 是一個圓環交通的例子，每條進入圓環的道路都有二個以上快車道及二個慢車道，外加人行道。車道與車道之間還有寬達 3 公尺以上的安全島。圓環本身也由分隔島分為快車道與慢車道。這樣複雜的道路，既不可能簡化為簡單地以中線來表示，亦不可能用封閉面狀表示得出道路複雜的現況。



圖 2 圓環及複雜道路

圖 3 則是高架道路與平面道路立體重疊的例子，高架道路在平面道路之上，而平面道路又有匝道連接高架道路，二維的位相關係是不可能用來表示這種關係。即使採用變通的巧門，把高架與平面分為二個不同圖層，也無法正確表達平面道路與高架道路之間的上下匝道關係（互相連結關係），更遑論遇到圖 4 的多重立體交叉或圖 5 的上下關係不斷地在改變的狀況。圖 4 是高架道路之上還有更高的高架路。圖 5 是在立體交流道處，原本一條在另外一條之上的道路漸漸變成在其之下的情況。這些都不是簡單地用增加一個高架道路圖層所能解決的。更不用說即使增加了圖層，還是沒有解決二個圖層要如何做套合分析的問題。



圖 3 高架與平面道路重疊及上下匝道例



圖 4 多重立體交叉例



圖 5 上下層關係互相變換例



圖 6 河流不可能定義為面狀地物例

其次再看一個河流的例子。GIS 格式一般要求較寬的河流必須表現成封閉面狀。以圖 6 為例，如果定義實際有水的水面是河流面狀的邊緣線，則會有水面中有島及水面與水面相接的情形，如果定義堤防為河流面狀邊緣，則真正的水面資訊及堤防內建物及耕地的資訊都被覆蓋犧牲掉了。無論怎樣定義，也許滿足了某些特定應用的需求，但是達不到國家基本地形圖必須忠實記載地球表面現況的目的。

只看近來一些地方政府，在對 GIS 目標以及不同軟體系統的差異都還不明究理的狀況下，就謬誤地打出「測製 GIS 格式地形圖」的名稱，就可知在由傳統僅供人觀看的地圖要轉型為給電腦用的階段，許多人誤以為只要測出符合某一特定 GIS 軟體格式、符合某特定應用目標的簡化地形圖，就是地形圖電腦化了。反觀世界上空間資訊系統發展先進之國家，從來沒有所謂『測製 GIS 格式地形圖』這名詞。因為地形圖測繪就是要能儘量忠實的紀錄地表空間現況，而不是僅供某特定 GIS 目標使用。如果目前 CAD 格式的地形圖資料不適合 GIS 使用或不適合自動化空間分析之用，應該設法去改善它，而不是簡化它。

## 二、 德國及英國的基本圖發展例

歐洲各國的基本地形圖電腦化都經歷了漫長且摸索的階段。由於各國國情的不同，演變的過程雖不盡相同，但是基本上都是先由紙圖變為電腦輔助設計(Computer Aided Design 簡稱 CAD)軟體格式的純二維數值繪圖資料。然後再進一步發展為地形資料庫(Topographic Data Base)，最後則以建置國家空間資料基礎設施(National Spatial Data Infrastructure，NSDI)為最終目標。而自 2007 年開始，歐洲更擬進一步將各國空間資料整合為歐洲空間資料基礎設施(European Spatial Data Infrastructure INSPIRE)([www.ec-gis.org/inspire/](http://www.ec-gis.org/inspire/)，Murray 2008)。

由於歐洲各國由古至今對地圖測繪一向極為重視，所以基本地形圖的線畫（向量）式內容豐富，而其演進則是隨著社會進步連續而有一貫性的。鑑於德國及英國在這個演變中所做的研究及成果在量與質方面都最具有代表性而且易於參考引用，所以在此就對二國的發展歷史及現況做一簡單介紹，作為我們的借鏡，以導正目前一些人對 GIS 使用的地圖與國家基本圖測繪的認知錯誤。

### 2.1 英國的演進

英國在 1994 年之前只有 CAD 式數值圖。且該數值圖檔純粹是國家測量局(Ordnance Survey)便於自己內部工作所發展出的。對外則一如以往地僅提供紙圖。自 1994 年美國提出了建置國家空間資料基礎設施(Spatial Data Infrastructure，SDI)的策略後，英國也開始測試如何將 CAD 數值圖檔改為物件（圖徵）式空間資料庫，同時還研究應如何修訂相關法規以利建置資料庫。前後一共花了五年的時間，直到 1999

年才正式開始將全國所有數值地形圖資料改為物件式資料庫，同時還提出建構數位國家框架(Digital National Frame, DNF)的構想 ([www.dnf.org](http://www.dnf.org))。由於英國實施社會主義制度，測量是由國家公務人員辦理，人力及設備原本豐沛，再加上建置國家空間資料基礎設施經費受到各部會大力的支持，在一年的時間內就完成資料庫轉換工作。在 2001 年 11 月正式的推出物件式地形圖資料庫(稱為 OS MasterMap®)的第一個圖層，以後逐年陸續推出其餘圖層。OS MasterMap®共有九大圖層，做為 DNF 的空間參考基礎。

OS MasterMap®最大的特點是將全國所有的點、線、面圖徵都賦予唯一的地形識別碼(Topographic Identifier, TOID)提供數位國家框架(DNF)內其它所有物件或屬性資訊連結之用。到目前為止，英國 OS MasterMap®內已有超過 4 億個 TOID，也就是有超過 4 億個圖徵 (Trigg 2004) ([www.ordnancesurvey.co.uk](http://www.ordnancesurvey.co.uk))。

英國在試驗建置基本地物資料庫時，主要的著眼點是要達到可互操作性 (Interoperability)，而所謂互操作性指的不僅是資料庫內的資料可以提供給任何一個 GIS 軟體系統內使用而已。重要的是它還必須滿足下列要求(Murray,2008)

1. 能接受任何有定義的坐標系統。
2. 能接受任何以物件為基礎的模式。
3. 每一物件具有唯一的識別碼。
4. 每一個物件都必須以語意(semantic)說明並且在圖徵錄(catalogue)內詳細描述。
5. 具相關性的資料必須在資料庫中適當的關連起來。
6. 資料必須以 OGC([www.opengeospatial.org](http://www.opengeospatial.org))應用綱要(application schema)格式來定義。
7. 每個物件都必須有描述資料(metadata)。
8. 必須提供資料品質資訊 (包含精度、時鮮性、完整性等)。

對測量者而言，第 4 點及第 8 點影響很大。第 4 點基本上跳脫了傳統 CAD 地圖要對所有地物類別編定唯一的地物分類編碼或圖層的限制。它允許了以語意及圖徵錄來建置地物，免除了測量者遇到編碼不足或物件具有多重性質時的窘境。舉例而言，在目前 CAD 式的編碼或圖層觀念裡，如果測量者遇到一個高架道路與平面道路平行立體重疊的狀況 (如台北市市民大道)，或是廟宇的樓下是社區活動中心，或是一個花園中間又種了蔬菜等狀況，就不知道該賦予何碼。

第 8 點則跳脫了比例尺的迷思。以往因為地形圖有比例尺，所以盲目要求圖上所有地物不分重要性一律有統一的幾何精度 (例如精度應達圖紙上 0.2 mm 等規定)。如今有了品質描述，基本上就允許每個物件可以有不同的精度。這點看似沒什

麼，但是對測繪的成本及可行性來說，影響很大。舉例而言，對鄉下野溪邊密林後一個廢棄豬圈的幾何精度及完整度要求的與臨街大樓店面一樣，無論在實用上或在成本與效益考量上都是不合理的。如今拋棄了比例尺觀念，改以個別物件來定義品質標準，就允許了不同品質的物件都可納入到資料庫內，而資料庫本身就沒有所謂比例尺的問題。

還有一個特點就是 OS MasterMap®基本上雖然還是二維的，但是對立體交叉或重疊的地物，規定了以絕對高程值來辨識其上下關係，克服了前面所述的地物立體重疊的困擾。

除此而外，有了第 1 及第 2 二點的要求後，就開放了異類資料掛上的可能。英國目前正研究讓一些經過特許的機構可以直接上網協助更新資料庫或補充資料 ([www.dnf.org/Papers/DNFWhitePaper.pdf](http://www.dnf.org/Papers/DNFWhitePaper.pdf))。舉例而言，一家工程公司剛完成一座橋樑的改建或一條道路的路燈安裝，如果允許它上網直接更新資料庫，速度遠比等待國家測量員去更新要快，且更正確又經濟。另外，如某單位由 OS MasterMap®中提取了道路資料而作了下班時尖峰交通流量及流向的分析，為何不允許它將該分析結果補充到資料庫內呢？試想如果地物資料庫能如目前 Google Earth/Map 或 wiki 一樣，允許使用者加掛資料，甚至更新資料，則該庫的應用價值將隨著時間愈來愈高，而不會像目前地形圖是隨著時間老化而價值愈低。

## 2.2 德國的演進

德國的發展歷程與英國差不多，但是由於測量組織、執掌不同以及原來測量規範不同，所以基本地形資料庫的內容以及結構也不同。在德國測繪屬於各州事物，聯邦（中央）政府沒有測量單位。為了統一各州測量法規、作業規範、標準、方法等之事項，各州測量局聯合成立了一個工作協會簡稱為 AdV ([www.adv-online.de](http://www.adv-online.de))。

AdV 在 1985 年開始籌畫如何建置全國統一的數值地形圖資訊系統，簡稱 ATKIS 的工作。經歷了四年的研究與實驗，在 1989 年公布了 ATKIS 的架構及規範。初期所訂定的數值圖當然也是 CAD 格式的，而且還脫離不了最後要印出紙圖的思維，所以它除了是有比例尺的以外，規範中還花費了許多篇幅來定義如何將 CAD 格式資料繪製出便於肉眼觀看習慣的地圖。因此整個 ATKIS 規範分為二大部份，一個是地物物件錄 (Objects Catalogue) 一個是圖例錄 (Signature Catalogue)。前者基本上就有物件（圖徵）資料庫的影子，而後者只規範如何由資料庫繪製出適合人眼看的地圖。

ATKIS 最大的特點就是表現出德國人一絲不苟，做任何事都要一板一眼的精神。舉例而言，規範中對任何地物都先做了詳細定義以及測繪準則。例如什麼是圍牆，圍牆要尺寸多少以上才需測繪等等，讓測量人員不要隨性自行定義。另外為了繪圖的需要，還要求對道路、河流等邊緣線要定義左（右）側是路（水）面的位相關係，這個

位相關關係的規定對後來演進為地形資料庫是很有幫助的。

由於德國各州測量局也負責地籍測量及土地登記及管理，所以 AdV 除了 ATKIS 以外，也同時進行了對地籍資料的數值化，包括地籍圖(簡稱為 ALK)、土地登記及不動產資料(簡稱為 ALB)。由於德國地籍圖包含房屋建築基線圖，所以在測量基本地形圖時幾乎不必另測建物，直接轉入即可，這是與我國很大不同的地方。

2002 年德國內政部及各州決議應該將德國基本地形圖資料及地籍資料等加以整合為統一的國家空間資料基礎設施 (NSDI)，同時轉換為符合國際標準組織 (ISO) TC211 及合歐洲空間資訊標準所訂定的空間資料格式。到 2006 年，才完成了空間資料基礎設施的規範。整合完成的空間資料系統將被稱為 AAA®。相較於過去的以「繪圖」為主的 CAD 式資料，有關地形圖部份的規範，變動最大的有以下幾點。

1. 格式一律改為 ISO/TC211 Geographic/Geomatic 及 Open Geospatial Consortium (OGC) 的標準。
2. 將地物分類減少為建物、交通、水系等少數完全互斥的大類，各類內不再細分圖層(當然也不再編碼)，而逕以次屬性(sub-attributes)描述之。次屬性類似英國的語意說明，但是規定每個次屬性必須要註明出處或來源，例如「圍牆」是依據某辭典、某百科全書或某機關之手冊或法規而定義的。
3. 規範認識到自然環境屬性的複雜性，不可能鉅細靡遺完全加以定義，所以加列了「以上皆非」、「無法定義」、「自行定義」等次屬性的選項，以供測量人員在遇到表列不全時選用。
4. 考量空間環境是三維的事實，凡遇有立體交叉或重疊處，規定必須以相對上下參照關係定義之。
5. 對所有物件(包含屬性資料)都要訂定生命期或史記，說明資料起始生效期及終止期。
6. 不再硬性訂定比例尺，而是彈性的對個別地物訂定各自應該施測的最小尺寸及精度。彈性訂定的好處是未來可以隨著社會需求的變化而即時更改。
7. 考量了即使在規範訂定後，也不可能一夜之間將所有舊的數值圖轉變為空間資料庫的格式，但是資料庫又不能有空缺，所以訂定了一些過渡時期臨時措施或是落日條款。例如允許某些地物或某些地區得暫時以過渡格式納入資料庫等等。

由於各國基本地形圖發展歷史不同，德國的地形資料庫內容及物件施測方式雖然與英國在許多地方不同，但是對測繪者而言，二者有以下二個共同點。第一就是拋棄以往企圖為每一個地物類別都編一個唯一碼的迷思，而改以針對地物本身做文字描述(多重屬性)。第二是放棄統一的比例尺，而改以針對個別地物訂定品質標準(精度及應測繪尺寸)。當然最重要的是測繪的格式必須滿足 OGC 對空間資料格式的規

定。

到今天為止德國資料庫仍在建置中，但是由於一開始就決定採用 OGC 建議的格式，所以未來融合至歐洲空間基礎設施(INSPIRE)不會有太大的問題。

### 三、 我國基本圖的發展

#### 3.1 先天不良

自日人據台開始，就將台灣基本地形圖（大多為二萬五千分之一比例尺）視為國家機密文件，其內與軍事設施或防禦有關的部份更列為極機密。國民政府撤退來台後，為了反共的軍事原因，繼續將大部分基本圖列為機密或極機密。再加上純由軍事眼光來看，二萬五千分之一比例尺的基本地形圖已適合軍事使用，沒有施測更大比例尺基本地形圖的必要。所以在當年經費拮据的情況下，基本圖內容既未定期更新，比例尺也未放大，更未提供給一般民間使用。

民國六十年代，政府積極展開所謂十大建設，各界對較新、較大比例尺的基本圖需求孔急，內政部乃推動 1/5000 基本圖測製計畫。當時鑑於傳統線畫地形圖施測緩慢，無法符合社會在短期內要圖的期望，所以採納外國顧問的建議以正射像片加測少數線條（主要是道路、水系及等高線）做為國家基本圖，這是一種不得已的應急措施。不幸的是由於此應急措施是由內政部委託農林航空測量所代辦，而對農林人員而言像片圖就很好用了，所以之後並未提出加測向量計畫。長期下來應急措施竟然演變為常態，一用就到今天。使得我國大概是世界上唯一的一個基本圖向量資料內容多寡與國民總平均收入不成比例的國家。當年的一番好意，反而成了扼殺基本圖正常化的罪人。

依據先進國家的經驗，發展國家空間資訊系統的經費大約一半是用在軟硬體設備，而另一半的經費是用在取得向量資料。即使對於基本圖向量資料已十分充分的先進國家而言，那一半用在取得向量資料的費用中又約有一半還得用在新測向量上。但是內政部早在民國八十一年擬定的國土資訊系統短中長期實施計畫中，過於注重軟硬體購置以及現有資料的數化，忽略了全面重測向量。再加上資訊業者遊說力較測量業為強，以致當年推動國土資訊系統的經費幾乎都用在軟硬體設備購置上，忽略了向量資料的問題。殊不知軟硬體壽命極短，由於缺乏向量資料，這些早期軟硬體設備在還沒有來得及發揮功能之前，就過時老化了。

今日內政部雖已將像片基本圖開放委託民間修測，但在低價搶標的情況下，民間公司自不可能主動提出昂貴的向量式基本圖測製建議，因為向量愈少，就愈可能以低價搶標。

以上種種原因，使得在國土資訊系統在推動了十幾年後，成效不彰。各界才回

頭體認到根本的問題是影像式基本圖不符需求，乃有期望增加向量資料之議。但是一來基本圖修測單價降到今日已不足以加測向量，二來即使修測時加測向量也緩不濟急。再加上，規範老舊，如果修測的向量格式並未脫離「電腦繪圖」的思維，則成果還是不能符合業界對 GIS 格式的需求。

由經建會主導最新出爐的「國家地理資訊系統建置及推動十年計畫」雖然已認知到向量資料對建置國家空間基礎設施的重要性，但是卻沒有認知到對於建置國家空間地形資料庫而言，現有的測製規範是老舊不合式的，以致各機關不是繼續以 CAD 格式為主測繪向量，就是盲目的測製簡化的 GIS 格式資料，與現代化空間地形資料庫的目標越來越遠。

### 3.2 應急的通用版電子地圖不等於基本圖

與先進國家相比，台灣的測繪負責機構位階太低，不具權威性，以致各需圖機關多自行辦理各自的測繪，內容及標準都不統一。再加上以往對基本圖向量資料的忽視，以致在國土資訊系統推動了十幾年後，今日真的要用地理資訊系統軟體來解決問題時，才發現目前基本圖及各機關已有的空間資料的狀況都不能滿足需求。有鑑於此，經建會乃於「國家地理資訊系統建置及推動十年計畫」中，推動建置「通用版電子地圖」，希望能整合目前所有各種資料，在極短時間內建置一版能為 GIS 系統接受，並符合大多數人使用的的數值向量式圖資。

由於是應急措施，通用版電子地圖另外訂定了以 GIS 格式為主的測製規範，俾應付目前亟需的空間政策規劃以及民間道路導航、空間分析之用，並非欲取代基本圖。六十年代曾為了十大建設而緊急施測正射像片做為基本圖替代品，今天又為了社會的緊急需求而推出一個應急方案。不幸的是，如果不能正確地面對此方案，此應急方案可能又會成為扼殺國家基本圖正常發展的新一個殺手。因此我們必須十分審慎地檢討國家基本圖的未來定位以及未來的革新策略。

## 四、 由基本圖進步到國家基本地形資料庫

一個國家施測基本地形圖的原始目的在測繪記錄國家基本地形，做為國家施政的基礎，也同時提供各界使用，以避免各機關自辦的測量無法套合的紛擾及減少社會總成本之支出。今天不能因為基本圖不合時代要求，就以另外一個臨時應急方案取代之。相反的，基本圖必須自我檢討改進，以滿足更大多數人的需求。

我國基本圖先天不良，未能如先進國家一般，由數值化漸進地發展為地形資料庫，以致遭受 GIS 使用者所詬病。還好藉由先進國家的發展經驗我們也可看出，雖然我們錯失了數值化 CAD 格式的階段，但是要進入現代化還不嫌遲。因為我們可跳過建置 CAD 格式向量圖的階段，直接進入到建置國家基本地形資料庫。而將建置 CAD

格式向量圖的工作交給目前進行中的「通用版電子地圖」去做。

基本圖原本就要定期更新的，如果能藉著更新的機會，逐漸將之改為基本地形資料庫，則可追回我們較先進國家落後的一段時間。問題是如果基本圖測製相關法規不預先修改的話，則無論測繪多少向量，仍然脫不了 CAD 格式的數值圖，只不過在重複先進國家已丟進歷史灰燼的過程而已。

要由基本圖一蹴而成基本地形資料庫，必須參考先進國家規範，徹底修訂相關法規。尤其在觀念上必須考量以下幾點：

1. GIS 格式不等於地形資料庫。GIS 格式祇是一種具二維位相關係的空間資料，該空間資料一般必須經過極強烈的簡化才能供 GIS 使用。任何一種 GIS 系統既無法用來測繪地圖，也無法完全忠實表現地表的複雜性。而基本地形資料庫卻必須忠實紀錄所有地形資料，不該自我設限為某種格式而簡化，更不該強迫他人接受某特定 GIS 軟體系統的格式。
2. 基本地形資料庫的格式必須符合 ISO/TC211 及 OGC 的國際標準以便能達到可互操作性，以供各種軟體系統使用。
3. 地表生活空間本是三維的，地形資料庫必須能表達三維關係。諸如橋樑、立體交叉尤其三重以上立體交叉的表示。
4. 由於地物的複雜性，必須拋棄對所有地物都進行編碼的謬思，改遵循 OGC 的建議，以語意或多重屬性的方式，用文字來說明地物的特性，而不是一味地依靠編碼。
5. 允許不同地物具有不同的精度、不同的細緻度以及不同的重要性。不應以單一比例尺的觀念來涵蓋所有地物。
6. 所有地物都必須有明確定義，如果確實無法找到定義，也應該以語意或次屬性說明其為何物。
7. 所有地物必須具有完整的幾何邏輯，以方便作空間分析。例如一條水溝必須自我連貫且結束於另一水系。如因穿越道路或區塊之下而測不到，則允許以語意或次屬性說明「位置不明」「肉眼不可見」等。
8. 地物的二維投影必須具有正確的位相關係，資料不可有冗餘。例如共界不可拷貝至不同圖層而應以左（右）側為何來表示。
9. 道路不可強制測為封閉面狀，因為它一定有交叉或出入口，平交道路應能顯示出屬多條道路共有的狀況。房屋則必須測為封閉面狀，但是要訂定遇天井、中空時的測繪方式。
10. 必須能容納幾何以外的屬性資料。例如能與地籍登記或門牌系統等的連結或整合，能容納街道近景影像或三維建物模型等。

11. 資料庫應該有能力在重測或轉換未完成的過渡時期時內，兼顧或容納老數據的能力，以避免庫內有空缺的情形。
12. 應該有提供經授權者線上進行更新或增補資料的能力。
13. 基本地形資料庫必須能為其它部會及所有空間資訊業者樂於接受，才可能使國家空間資訊基礎設施(NSDI)得以實現。

## 五、 結論

環觀世界先進國家基本地形圖的發展歷史，可看出是由紙圖進入 CAD 格式的數值式，最後演進成為地形資料庫的形式。台灣由於未能適時地由民國六十年代測製像片基本圖這個應急措施跳脫出來，錯失了這個演進的機會，以致又促成了測製所謂通用版電子地圖的另一次應急措施的出現。

但是由歐洲先進國家的基本圖發展史來看，沒有基本地形資料就不可能有國家空間資料基礎設施（NSDI），而應急的通用版電子地圖是不可能取代基本地形資料做為國家空間資料基礎設施的。美國及德國政府在前幾年都把空間資訊產業與奈米科技產業及生物科技產業並列為本世紀開始時重點扶持的三大支柱產業。而空間資訊產業的前提就是詳盡的基本地形資料。所以基本圖不但不會因為短暫的應急措施而沒落，相反地會以基本地形資料庫的新面貌出現，做為國家空間資料基礎設施的最重要一環而更受重視。我們目前要迎頭趕上的是如何加速基本地形圖的空間資料庫化。

## 參考文獻

<http://www.adv-online.de>

<http://www.dnf.org/Papers/DNFWhitePaper.pdf>

<http://www.ec-gis.org/inspire/>

<http://www.opengeospatial.org>

<http://www.ordnancesurvey.co.uk>

Murray, K.J. 2008. From Local to European SDI- Inspiring the Next Generation of Spatial Information in Great Britain. ISPRS 2008 Vol. XXXVII, Part B4 pp.1707-1713

Trigg, A. 2004. The Digital National Framework of Great Britain.  
[www.ordnancesurvey.co.uk](http://www.ordnancesurvey.co.uk)