

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

應用地理資訊系統與空間資訊技術之整合於地震前兆偵測 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 95-2415-H-002-027-
執行期間：95年08月01日至96年07月31日
執行單位：國立臺灣大學地理環境資源學系暨研究所

計畫主持人：朱子豪

計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理：徐逸祥
大學生-兼任助理：王祖修

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96年10月31日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

應用地理資訊系統與空間資訊技術之整合於地震前兆偵測

Applying Integrated Techniques of GIS and Other Spatial Information in Earthquake Precursors

計畫編號：NSC 95-2415-H-002-027

執行期限：95年8月1日至96年7月31日

主持人：朱子豪教授 國立臺灣大學地理環境資源學系

一、中文摘要

地震自古以來造成人類重大之傷亡及損失，且人類至今尚未能有效掌握地震發生之狀況，臺灣地區自1999年發生921集集地震之後，也開始展開相關之地震前兆研究，透過於此類研究能有效掌握地震之發生，並瞭解地震發生前之相關自然現象發生與地震實際發生的關連。

目前可用於地震前兆偵測的主要途徑與技術有：1)熱紅外線影像偵測異常增溫，2)異常無線電偵測，3)異常磁場偵測，4)電離層異常電場偵測，5)地殼異常應力監測，6)地殼異常變形監測，7)地下水水位異常偵測，8)地下稀有氣體異常釋出偵測，9)生物(含人體)異常現象偵測，10)次聲波異常偵測，11)地震雲偵測等。由於地震前兆監測投入不足，雖有前兆的科學記錄，但尚無足夠的資料與技術，能以單一前兆偵測手段做到穩定而正確的將所掌握的零星前兆資料判釋為地震預報的資訊。及對目前已有的前兆現象的科學記錄與民間或個人的前兆觀察在空間與時間上的關連性，與其空間分佈的特性與合理解釋，可以建立前兆訊號的空間強度的變化特徵。

關鍵詞：地理資訊、遙測、空間知識、地震前兆

Abstract

Nevertheless, people ignore the importance of the above and never invest to do further researches on earthquake precursors. This results which there were some science records existed but not enough information and precise methods

to transfer these information into useful prediction information. This project plans to classify the signals and their spatial distribution, frequency and intensity step by step in the next three year. The research also aims to analyze the relation between creature reaction and science records. This research will combine the GIS for existing monitoring equipment (underground water level, water quality, air quality, temperature and humidity and etc.), collect abnormal and observing information and put this information into database to do a long-term monitoring management and analysis. Remote sensing image assists to identify the scale and location of earthquake. This earthquake precursor research is carried out by using GIS as an analysis platform, communication and network as a reporting platform to built a comprehensive earthquake precursor network.

Keywords: Earthquake Precursor, GIS, Remote Sensing, Spatial Knowledge

二、研究緣起與目的

本研究計畫的主要目的是期望透過現有之地理資訊與遙測、GPS 偵測技術的整合及空間分析、空間知識管理等空間技術的運用，彙整與善用已有的各類台灣地震前兆訊息。及對目前已有的前兆現象的科學記錄與民間或個人的前兆觀察在空間與時間上的關連性，與其空間分佈的特性與合理解釋，可以建立前兆訊號的空間強度的變化特徵。

本年度規劃預計完成低頻無線電波之案例分析與相關統計，及瞭解現以運作地震前兆

之研究，並完成相關內容訪談。

三、研究方法

透過所蒐集各項地震前兆資訊資料進行各前兆與實際地震(中央氣象局)相關性分析與資料比對，進而在比對兩相資料空間關連性。並因本研究為三年期的研究計畫，地震前兆的偵測與地震發震地點、規模與時間的推測，需有足夠數量的前兆訊息進行歸納，及較多類別的前兆資訊才能提昇其穩定與正確性。故本期研究可分為：

1.MDCB (應用異常 32 方位低頻無線電偵測器):本儀器由本研究團隊自行由中國大陸引進，本觀測系統主要利用低頻游離無線電波於大氣中受地層變動所造成之影響，由儀器觀測 32 方位之訊號異常，並由多個測站進行角度交會，找尋出地震所將發生之熱區，以提供相關單位參考之用。

2.地震前兆資料蒐集：921 集集地震之後國內進行相當多的地震研究，但仍缺乏空間整合與空間展現，因此於本期研究中本團隊調查目前國內進行相關研究之機構、團隊並訪談瞭解其研究之內容，以利後續資料整合之規劃，故目前已經訪談中研院地球科學研究所與中央氣象局等相關單位，均對此一整合構想表達高度興趣與意見交流。

3.MDCB 前兆資料比對：經過本團隊一年多的資料與數據與臺灣中央氣象局資料進行比對後，找出於其實際地震之相符案例用以製作案例分析樣本，並以訊號異常情況建立預測成功之案例，往後將蒐集足夠成功之案例建立前兆預測之機制。

4.地震奇人(生物前兆)地震前兆資料：此一項目僅進行長期資料蒐集，並建立資料庫，以便後續提供相關比對與分析。

四、研究成果

本計畫與臺灣地區儀器建置於 2006 年起有完整紀錄，參考文獻與技術手冊先前案例以

規模 5 以上地震為主要預測對象，故案例分析將抽取 2006 年震度 5 以上地震 MDCB 訊號，且就其預震之時間向前推估一週，探討其偵測地震之訊號差異。為避免案例樣本資料帶有不可判釋之變數，初步僅採用自行架設之臺大測站資料進行分析，觀察儀器實際接收之狀況。

本系統監測台網以當日各方位與三相訊號異常反應平均作為發生依據，初期穩定接收環境低頻無線電波，用以紀錄與觀察低頻無線電波異常變化。將儀器 32 方位的角度內插為 36 方位的角度後，再依據 2006 年建站至今之電壓值紀錄及中央氣象局的地震紀錄，歸納 36 方位的異常閾值，如表 1 所示，本研究驗證流程如圖 1。

表 1. 臺大站 MDCB 各方位閾值表

角度(度)	05	15	25	35
電壓值(mV)	590	98	90	201
角度(度)	45	55	65	75
電壓值(mV)	102	211	64	200
角度(度)	85	95	105	115
電壓值(mV)	119	53	320	65
角度(度)	125	135	145	155
電壓值(mV)	210	200	236	251
角度(度)	165	175	185	195
電壓值(mV)	366	82	455	282
角度(度)	205	215	225	235
電壓值(mV)	130	25	23	86
角度(度)	245	255	265	275
電壓值(mV)	56	107	26	55
角度(度)	285	295	305	315
電壓值(mV)	97	53	142	35
角度(度)	325	335	345	355
電壓值(mV)	152	132	183	—

2006 年於 MDCB 臺大站所測到的每日最大電壓值與表 1 的閾值進行比對，若電壓值大於閾值，則表示當日有發生異常之情況，即可能為地震前兆。下列出 2006 年規模五以上地震發生前一個星期中，MDCB 臺大站的資料紀錄到異常的天數。由結果可知，2006 年 22

起地震中，有 9 起地震在發生前一週，於其發生方向紀錄到異常。

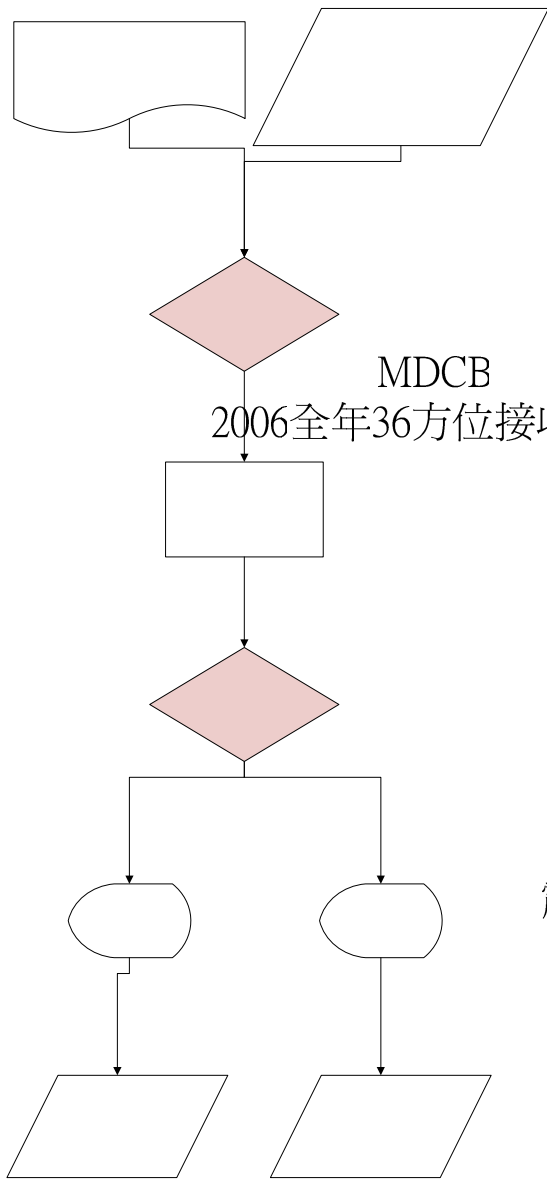


圖 1. 研究驗證流程

表 2. 出現異常訊號之地震案例一週內之電壓值列表 (表中灰底部分代表異常值)

第 017 號地震		第 024 號地震	
日期	215° 之電壓值(mV)	日期	195° 之電壓值(mV)
3/2	30	3/25	0
3/3	199	3/26	0
3/4	74	3/27	1
3/5	90	3/28	187
3/6	77	3/29	291
3/7	86	3/30	306
3/8	103	3/31	291

3/9	91	4/1	354
第 034 號地震		第 065 號地震	
日期	205° 之電壓值(mV)	日期	135° 之電壓值(mV)
3/30	143	7/22	190
3/31	159	7/23	188
4/1	160	7/24	173
4/2	199	7/25	158
4/3	146	7/26	190
4/4	208	7/27	169
4/5	102	7/28	203
第 088 號地震		第 089 號地震	
日期	195° 之電壓值(mV)	日期	205° 之電壓值(mV)
10/3	302	10/3	66
10/4	311	10/4	153
10/5	312	10/5	94
10/6	327	10/6	11
10/7	339	10/7	13
10/8	312	10/8	14
10/9	326	10/9	70
第 090 號地震		第 094 號地震	
日期	電壓值(mV)	日期	165° 之電壓值(mV)
10/6	218	11/10	357
10/7	242	11/11	349
10/8	220	11/12	318
10/9	236	11/13	305
10/10	280	11/14	360
10/11	246	11/15	385
10/12	207	11/16	343
第 104 號地震			
日期	105° 之電壓值(mV)		
12/18	349		
12/19	340		
12/20	311		
12/21	342		
12/22	327		
12/23	320		
12/24	316		

震前七日數據

判定

五、結論與建議

本團隊於本次研究中進行了國內相關研究單位與中央氣象局關於地震前兆相關研究之拜訪與接洽，目前國內在於此一領域研究以匯整至氣象局內部參考使用，但因前兆研究分為小區域前兆研究與大範圍區域前兆研究，除小區域前兆研究外，大範圍區域地震前兆研究因無法有效判定其地震發生區域及地震時間，但已可初步觀察出顯著地震前之訊息，不過於實際地震預測上因仍牽涉到相當多的變異因子（地震成因、地震對人類活動影響程度、地震發生區域）並無法有效預測之地震（地震發生不影響人類或陸地地震儀無法測得地震，但並不代表無地震發生）之發生。

對於生物地震前兆（地震奇人）因長期來並無有效驗證與統計，本團隊雖以將其資料建置資料庫中記錄，但因目前針對此一部份較難有完整資訊，近期暫難有再一步突破之細緻研究，僅透過資料庫比對已能初步比對於其驗證之判定而無有客觀之深入研究。

自行建置之 MDCB（應用異常 32 方位低頻無線電偵測器）之研究中，以往環境背景因子之考慮與建立尚未能合乎周延，並將本團隊建置儀器之所接收訊號依照原始設計分析其差異值，並參考差值與各案例與實際地震（中央氣象局記錄）發生進行案例建立、比對。以中國大陸之聯合台網預測之結果來看，從 2004 至 2006 年的 77 起地震中，實際落在預測範圍內的地震有 14 起；僅以臺灣臺大站的方向偵測結果來看，2006 年的 22 起地震中，有 9 起地震發生前一週確實有異常訊號發生。由以上數據來看仍有需改進之空間。對於 MDCB 之研究，本研究列出四項未來需持續發展及克服之議題：

1. 臺灣本島三角聯網之建立：臺灣地區地震頻繁，但目前只有一個站台的資料，對於地震監測略顯不足，之後除了文化大學已引進之站台外，將再引進另一個站台，並將規劃把儀器安置於臺灣之北、南、東三個地區，如此可

形成三角交會之聯網，對於震央位置預計將會有更準確之結果。

2. 震央預測範圍之聚焦：若震央位置離三個站台皆遠時，三個站台交會之可能發震區域將會很大，此時可考慮引進移動式之站台至交會區域周圍進行訊號之量測，以確定並縮小可能發震之推估範圍，達到更聚焦之效果。

3. 地震規模及震源深度推估之改進：地震規模及震源深度對於地震強度有很大之關係。目前 MDCB 之方式對於地震規模之量測尚不準確，需再研究更佳之推估方法；而震源深度目前雖無法測量，但可引進偵測垂直於地表方向的感應器，如此可推測深度。待規模及深度可估測後，則各區之地震強度估測也將成為可能。

4. 低頻電磁波傳遞過程之研究：雖根據王文祥先生之說法，MDCB 儀器所接收的低頻電磁波訊號衰減度相當低，但其訊號衰減量與傳遞距離間之關係仍需確定。如地震規模大的遠震其接收到的電壓值大小與地震規模中等的近震是否會相等，是值得探討之問題。

世界上針對已有之地震預報尚無足夠達到信賴度之資料，相關各國也持續相繼著手進行地震預測之研究，但因研究方法與技術不成熟，故中國大陸中科院鑑於避免過多未經足夠研究與考證資訊影響故界定一地震預測標準：分為以 10 年、20 年為尺度的長期預報、以一、兩年為尺度的中期預報、以月為尺度的短期預報和以天和小時為尺度的臨震預報（10 天內且地點與震度皆須合乎）。通過對地震活動性的長期觀測、地質調查以及深部構造環境的探測，長期預報和中期預報已達到一定水準，比較有把握。然而，長期和中期預報對公眾從大地震中逃生沒有直接的幫助，但一般民眾所關心的『臨震』預測需達到合乎：『時間、空間、震度』三要素才為足夠表現地震預測之資訊。