

出國報告（出國類別：研究）

赴中國地震局台網中心進行短期研究與技術交流

服務機關：交通部中央氣象局地震測報中心

姓名職稱：蕭文啟 技正

派赴國家：中國大陸

出國期間：民國 104 年 11 月 2 日至 11 月 8 日

報告日期：民國 104 年 11 月 19 日

摘要

為強化我國與中國大陸雙方地震科技交流，由呂佩玲副主任、蕭文啟技正、邱俊達技士與陳達毅技士 4 員赴中國地震局之台網中心與地震預測研究所進行短期研究與技術交流，主要交流重點如下：(一) 地震監測與預警技術交流。(二) 地球物理觀測與地震前兆交流。(三) 加強雙邊合作關係。行程內容包括參訪中國地震局並參加「地震監測預測研討會」，參訪中國地震局地震預測研究所並參加「地震預測研究交流研討會」，參訪鷺峰地震台、白家疇地震台、中國國家地震緊急救援訓練基地、十三陵地震台等。相關成果將有助於後續雙方於科技資源、研究合作、訓練觀摩以及其他地震相關之長期交流合作機會。

此行之心得與建議：(一) 可借鏡陸方的階層式台站與台網維運方式，並可嘗試建置地震與地球物理整合型觀測站。(二) 我國之強震即時警報業務現階段較中國方面稍有領先，但近年來中國地震局針對首都圈規劃推動強震即時警報服務，可進行技術合作。(三) 中央氣象局地震測報中心之人力規模相對中國大陸精簡，可再擴增非地震背景之其他科技人力，或是多以資訊服務委外方式以完成各項重點業務之推動。(四) 中央氣象局地震測報中心與中國台網中心持續可加強雙方實質交流、技術轉移與合作，落實兩岸地震觀測之長期合作。

目 錄

摘要	2
目錄	3
一、目的	4
二、研習過程	6
三、研究項目與重點	30
四、心得與建議	32

一、目的

兩岸地震科技交流始於 1992 年，主要以研討會或參訪活動等形式進行，雙方參與成員包括學術、科研及作業單位人員，交流活動對於增進雙方瞭解以及建立友誼、互信的實質進展極具成效。中國與我國於民國 103 年簽署「海峽兩岸地震監測合作協議」，在此協議架構下，兩岸地震監測資料將可即時交換，監測不同規模的地震活動，雙方並將不定期舉辦地震測報技術研討會，進行人員互訪與科普教育交流等。預期有助於提升兩岸地震監測能力及地震防災教育宣導。由於海峽兩岸同屬地震災害頻繁的地區，協議生效後將建立兩岸制度化的地震監測合作交流機制，提供穩定的地震資料與資訊交換、人員互訪及技術交流管道，將有助於雙方對於地震災害的分析、預警及防救災能力之有效提升，也更能保障兩岸民眾福祉及生命財產安全。

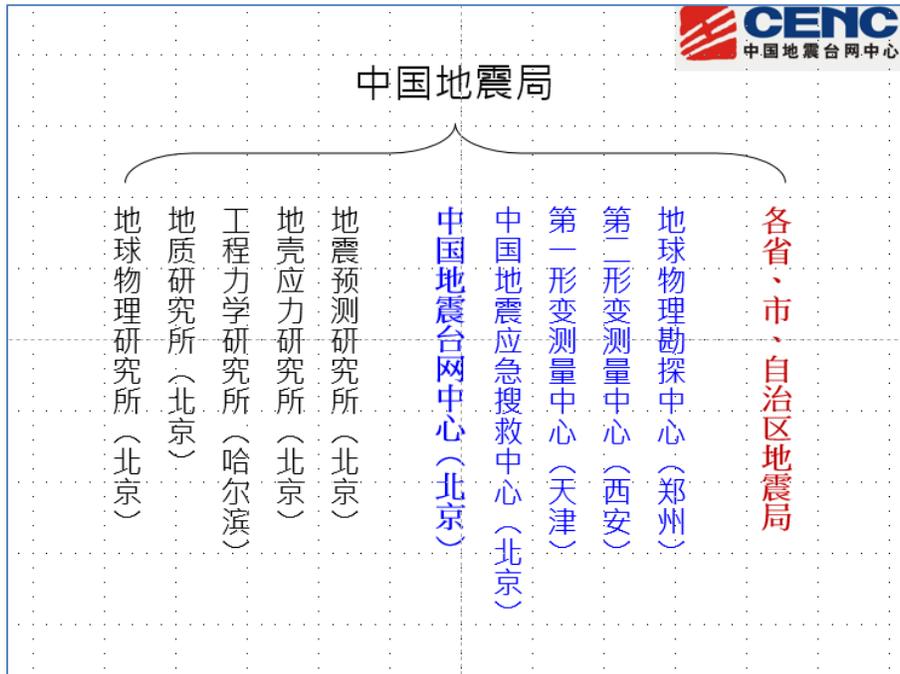
中國地震監測與預測屬於中國地震局的權責，作業之法令依據為「中華人民共和國防震減災法」，組織架構相較於我國龐大許多，轄下包含地球物理研究所、地質研究所、工程力學研究所、地殼應力研究所與地震預測研究所，共 5 個研究所；中國地震台網中心、中國地震應急搜救中心、第一形變測量中心、第二形變測量中心與地球物理探勘中心，共 5 個作業中心；以及各省、市、自治區地震局等。(如圖一)

地震觀測網在中央為中國台網中心負責，其權責與業務分工與中央氣象局地震測報中心相近，轄下共 8 個業務部門：情報信息部、項目管理部、數據服務部、信息網路部、前兆台網部、應急響應部、地震預報部、地震台網部，以及其他職能管理部門(如圖二)。地方則由各省、事、自治區地震局負責。

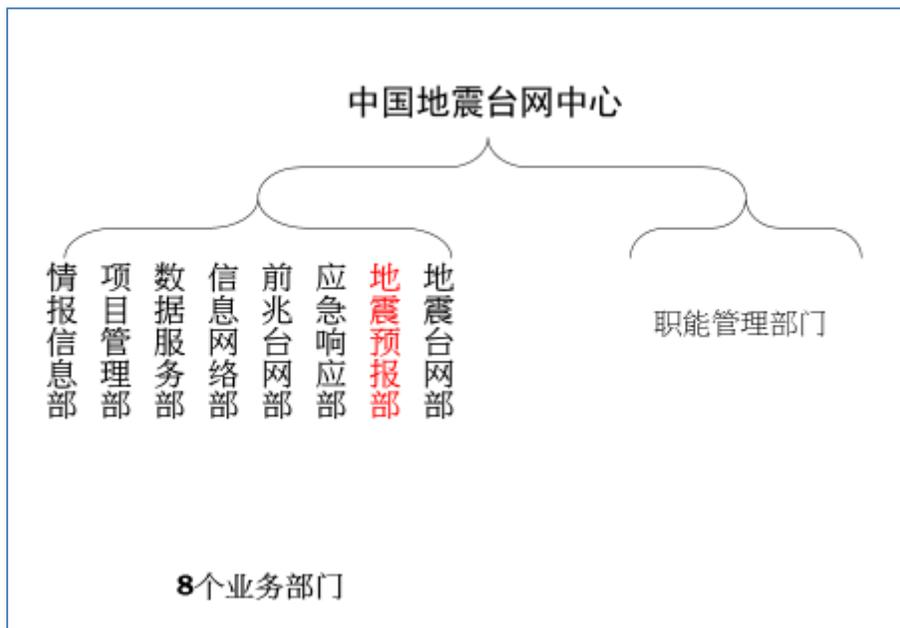
中國之數位地震台網建設從 1996 年開始，進行了「中國數位地震監測系統」建設。國家數位地震台網由 48 個寬頻地震站組成，其中 37 個站全部採用中國自行生產的觀測儀器，改造了由中美合作建設的 11 個地震站，所有台站資料均為 24 位元，記錄的波形資料通過衛星即時傳輸到國家數位地震台網中心；區域數位地震台網由 20 個台網、267 個數位地震站組成，資料為 16 位元，記錄的波形資料即時傳輸當地的區域地震台網中心；流動數位地震網由 100 套流動數位地震儀器組成，儀器配置與區域數位地震網一致。另外，即時傳輸的首都圈(包括北京市、天津市及河北省)數位地震台網由 107 個地震站組成，資料為 24 位元。從 2002 年起新建成的國家數位地震台網、區域數位地震台網和首都圈數字地震台網進入了穩定的運行時期，並產出了大量的觀測資料。綜整中央與地方觀測設備，整體而言目前約 1300 多個地震觀測台站。(如圖三)

此行目的除參加研討會雙方互相簡報交流外，亦參觀該中心各單位作業環境，並實地造訪鄰近北京的部分地震台，以及中國國家地震緊急救援訓練基地等地震防災單位。期望

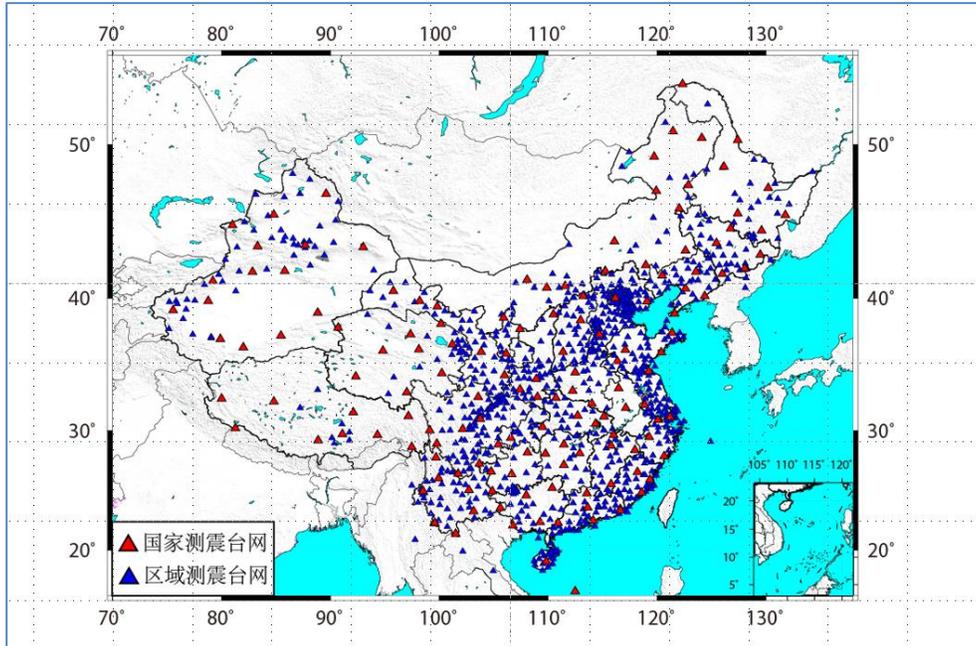
能讓兩岸專家學者分享地震科技成果並加強未來合作機會，相信對於提升兩岸強震速報預警能力與建立地震前兆相關訊息研究有極大助益。



圖一、中國地震局之組織架構



圖二、中國地震台網中心之組織架構



圖三、中國大陸之測震觀測台站分布圖（約 1300 餘站）

二、研習過程

於 11 月 2 日搭乘中華航空抵達中國北京，至 11 月 8 日搭機返臺，共計 7 日行程。本次短期研究與參訪有賴中國地震局台網中心主任潘懷文協助相關行政程序與行程安排。在參訪研究中，與中國地震局台網中心專家密切交流地震監測與地球物理觀測與地震前兆相關經驗，並密集展開研討。同時並參訪中國地震局地震預測研究所，研討並參觀單位設備，其餘時間則參訪鷲峰地震台、白家疃地震台、中國國家地震緊急救援訓練基地、十三陵地震台等。觀摩各單位之行政管理制、作業環境設置、測網資料維護、地震應急搜救訓練等。詳細研究過程紀錄如下：

11 月 2 日（星期一）

- 由桃園國際機場搭乘中華航空至中國北京首都機場

11 月 3 日（星期二）

- 與中國台網中心潘懷文主任討論此行短期研究與技術交流細節（如照片一）



照片一、與中國台網中心潘懷文主任討論相關此行短期研究與技術交流細節。

- 上午參觀中國台網中心之抗震救災指揮部、新聞發布廳、建築隔震設計、機房、衛星控制系統、前兆部會商室、台網部等部門與設備（如照片二～八）



照片二、參觀中國台網中心之抗震救災指揮部。



照片三、參觀中國台網中心之新聞發布室。



照片四、潘懷文主任介紹中國台網中心建築之隔震設計。



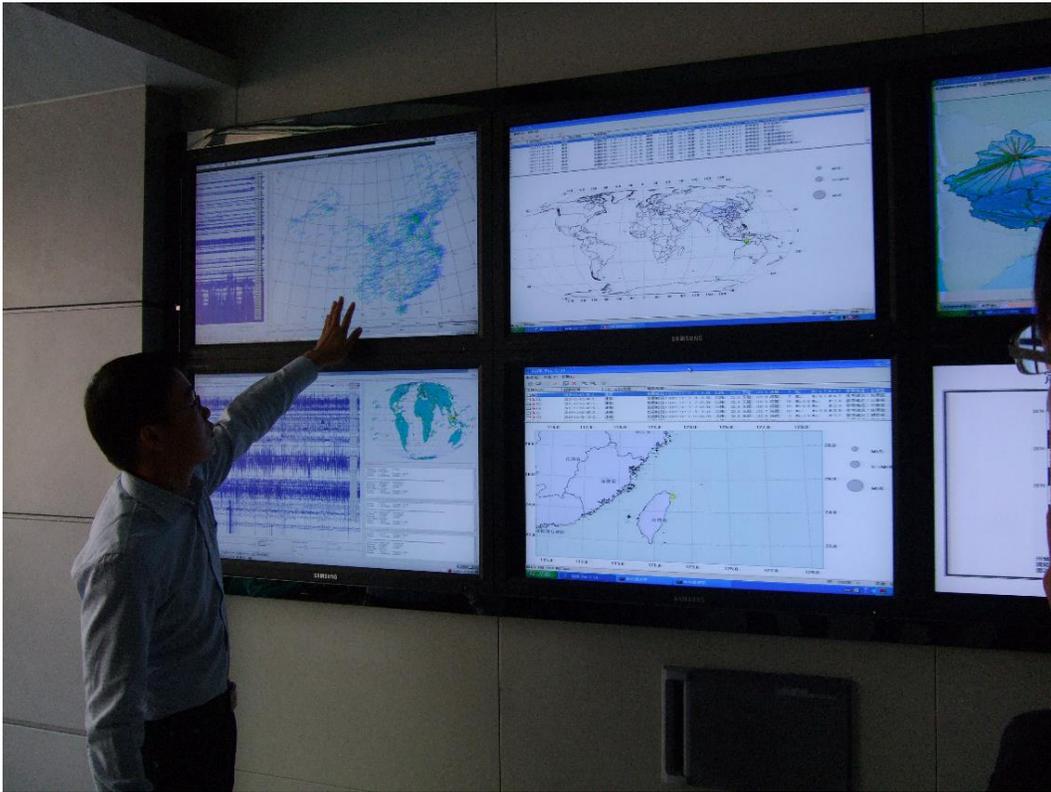
照片五、參觀中國台網中心之電腦機房。



照片六、參觀中國台網中心之衛星控制系統。



照片七、與中國台網中心預報部交流。

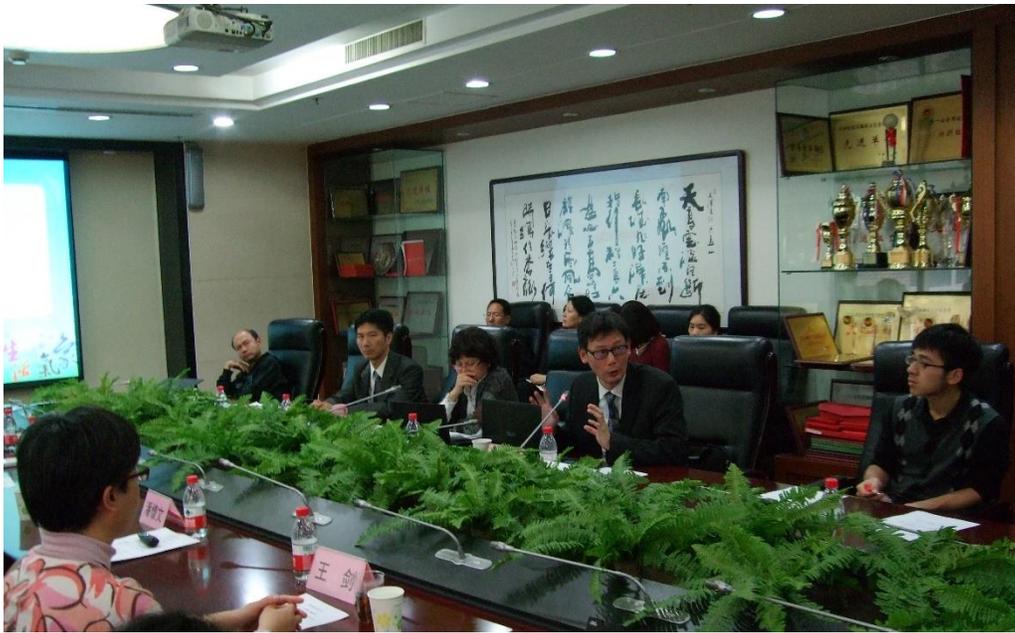


照片八、中國台網中心介紹監控系統。

- 下午於中國台網中心會議室參加地震監測專題交流，雙方互動熱絡，深入討論。議程包括：
 1. 我方 呂佩玲副主任 簡報：「臺灣地震觀測與測報之演進」（如照片九）
 2. 陸方 台網部 陳宏峰副主任 簡報：「中國地震台網簡介」
 3. 我方 蕭文啟技正 簡報：「臺灣地震觀測網與測報作業介紹」（如照片十）
 4. 陸方 趙博工程師 簡報：「利用地震波干涉提取地殼格林函數及速度變化研究」
 5. 我方 邱俊達技士 簡報：「臺灣地震速報與資料處理實務」（如照片十一）
 6. 陸方 台網部 副馬延路主任 簡報：「應用 Beamforming 方法定位地震和追蹤大地震破裂軌跡」



照片九、呂佩玲副主任 簡報：「臺灣地震觀測與測報之演進」。



照片十、蕭文啟技正 簡報：「報告臺灣地震觀測網與測報作業介紹」。



照片十一、邱俊達技士 簡報：「臺灣地震速報與資料處理實務」

11月4日（星期三）

- 上午於台網中心會議室繼續進行地震監測專題交流，議題如下：
 1. 陸方 前兆台網部 李正媛主任 簡報：「前兆台網部工作介紹」（如照片十二）
 2. 我方 陳達毅技士 簡報：「臺灣強震即時警報系統之開發與現況」（如照片十三）
 3. 陸方 信息網路部 李衛東主任 簡報：「資訊網路部工作介紹」（如照片十四）



照片十二：前兆台網部 李正媛主任 簡報：「前兆台網部工作介紹」



照片十三、陳達毅技士 簡報：「臺灣強震即時警報系統之開發與現況」。



照片十四、信息網路部 李衛東主任 簡報：「資訊網路部工作介紹」。

- 隨後進行討論下一步合作內容。(如照片十五)



照片十五、雙方針對未來合作交流細節討論。

- 下午進行地震預報專題研究報告，議題如下：
 1. 陸方 預報部 蔣海昆主任簡報：「台網中心地震預測工作簡介」
 2. 陸方 預報部 周龍泉組長（研究員）簡報：「測震學科預測方法與工作流程」
 3. 陸方 預報部 牛安福組長（研究員）簡報：「形變學科地震預測方法與工作簡介」
 4. 陸方 預報部 盧軍組長（研究員）簡報：「電磁學科地震預測工作簡介」
 5. 陸方 預報部 黃輔瓊組長（研究員）簡報：「流體學科地震預測方法與工作介紹」

11月5日日（星期四）

- 上午赴中國地震局地震預測研究所，參加地震預測研究交流研討會，議題如下：
 1. 我方 呂佩玲副主任 簡報：「臺灣地震觀測與測報之演進」（如照片十六）
 2. 陸方 孟國傑研究員 簡報：「基於 GPS 和 InSAR 觀測數據研究 2010 年青海玉樹 Mw 6.9 級地震的變形特徵」（如照片十七）
 3. 我方 陳達毅技士 簡報：「臺灣強震即時警報系統之開發與現況」（如照片十八）
 4. 陸方 王武星副研究員 簡報：「GPS 觀測對反演大震斷層滑動模型的約束作用研究」（如照片十九）



照片十六、呂佩玲副主任於地震預測研究所簡報：「臺灣地震觀測與測報之演進」。



照片十七、陸方孟國傑研究員簡報：「基於 GPS 和 InSAR 觀測數據研究 2010 年青海玉樹 Mw 6.9 級地震的變形特徵」



照片十八、陳達毅技士於地震預測研究所簡報：「臺灣強震即時警報系統之開發與現況」



照片十九、陸方王武星副研究員 簡報：「GPS 觀測對反演大震斷層滑動模型的約束作用研究」

- 下午繼續地震預測研究交流研討會，議程如下：
 1. 陸方 田勤儉研究員 簡報：「區域地震構造模型研究」
 2. 陸方 金紅林副研究員 簡報：「地球模型和數據分布對同震形變計算結果的影響」
 3. 陸方 李營副研究員 簡報：「六盆山地區流體地球化學特徵」
- 研討會結束後，參觀地震預測研究所各實驗室、研究成果、機房設備、以及中國大陸構造環境監測網路國家數據中心（如照片二十～二十三）



照片二十、中國地震局地震預測研究所介紹其實驗室與研究成果。



照片二十一、中國地震局地震預測研究所介紹其實驗室與研究成果。



照片二十二、參觀中國大陸構造環境監測網路國家數據中心。



照片二十三、參觀中國地震局地震預測研究所機房設備。

11月6日（星期五）

- 參訪鷺峰地震台（地質調查所鷺峰地震研究室）：1930年啟用之中國第一座自建地震站，之後歷經多次戰亂，目前已無實際觀測，但該台保存許多地震儀模型、設備與歷史文獻作為教育宣導、參訪研習與歷史紀念用。（如照片二十四～照片二十六）



照片二十四、參訪鷺峰地震台（地質調查所鷺峰地震研究室）。



照片二十五、中國地震局地震預測研究所楊建思副所長介紹台站沿革。



照片二十六、中國地震局地震預測研究所楊建思副所長介紹觀測設備與模型。

- 參訪白家疇地震台：此為一規模龐大的綜合性觀測台，包括地震活動觀測、地球物理設備（應變、重力、地磁、地化等）之觀測與校驗，但由於應變儀與重力儀設置在觀測台後山的山洞中，並未實地觀看。此地震台特殊之處在於為讓所有觀測儀器能夠測得正確數值，因此建立各項大型的研究實驗設備如：零磁空間、岩體壓碎實驗等，以及大量地震儀器管理與振動台等設備來進行儀器校驗。（如照片二十七～照片三十三）



照片二十七、與白家疇站台研究人員交流討論



照片二十八、參觀白家疇站台之地球物理站台數據管理系統



照片二十九、參觀白家疇站台之校驗磁力儀器之零磁空間設備



照片三十、參觀白家疇站台磁力觀測設備



照片三十一、參觀白家疇站台之斷層受壓模擬破裂實驗



照片三十二、參觀白家疇站台之大量各式地震儀之儲存與管理



照片三十三：參觀白家疇站台之地震儀校驗震動台

- 參訪中國國家地震緊急救援訓練基地：中國由於大規模地震所造成的人員傷亡與經濟損失相當龐大，因此投入大量經費建立國家地震緊急救援隊，並購置許多先進搜救設備與儀器。國家地震緊急救援隊由中國國務院直接指揮，組成單位包括中國地震局、解放軍、武警等，還包括許多醫療人員，於近年之汶川地震與後續重大傷亡地震均發揮相當功能，甚至派員參與國際天然災害的救援工作。本次參訪中國國家地震緊急救援隊的訓練基地規模相當龐大，包括許多仿照地震後受到破壞的建築物實體，讓搜救人員於仿真的震災惡劣環境中進行操練，使其可在真實地震災害事件發生時發揮最大效益，有效救助震災或其他天然災害之受困人員。(如照片三十四～照片三十六)



照片三十四、中國國家地震緊急救援訓練基地之傾斜大樓救災演練



照片三十五、中國國家地震緊急救援訓練基地趙教官說明傾斜大樓的特殊狀況與救災訓練



照片三十六、中國國家地震緊急救援訓練基地之樓板塌陷救災訓練場地

11月7日（星期六）

- 參訪十三陵地震台：為一標準中國地震局地球物理與地震台站，進行包括地表與井下地震儀器、地下水流體觀測設備，以及山頂一座 GPS 觀測站，行政編制含博士級台長一人、觀測員與職工數人，為輪班作業模式進行觀測。由於建築硬體設施近年改進，甚至已作為中國地震局教育訓練、開會甚至地震宣導的台站。（如照片三十七～照片四十一）
- 與中國地震局地震預測研究所張曉東副所長討論未來雙方合作事宜。（如照片四十二一）
- 野外地質考察（北京北郊之八達嶺）：由於臺灣之地體構造背景為板塊碰撞邊緣造成密集的陸海交界地震活動，大多數地震集中於宜蘭、花蓮至臺東等東部地區，而中國幅員廣大，其大陸板塊內發生大規模災害型地震的機制與我國有相當差異。也因為板塊地體背景、經緯度高程等差異，造成完全不同於臺灣的地形地貌，藉由野外地質考察，對於中國與臺灣的構造背景與發震機制有更深體會與認知。



照片三十七、十三陵地震台人員介紹觀測網監控系統



照片三十八、十三陵地震台觀測網監控系統



照片三十九、十三陵地震台之地下水流體觀測設備



照片四十、登高參觀十三陵地震台後方山頂之 GPS 體觀測設備



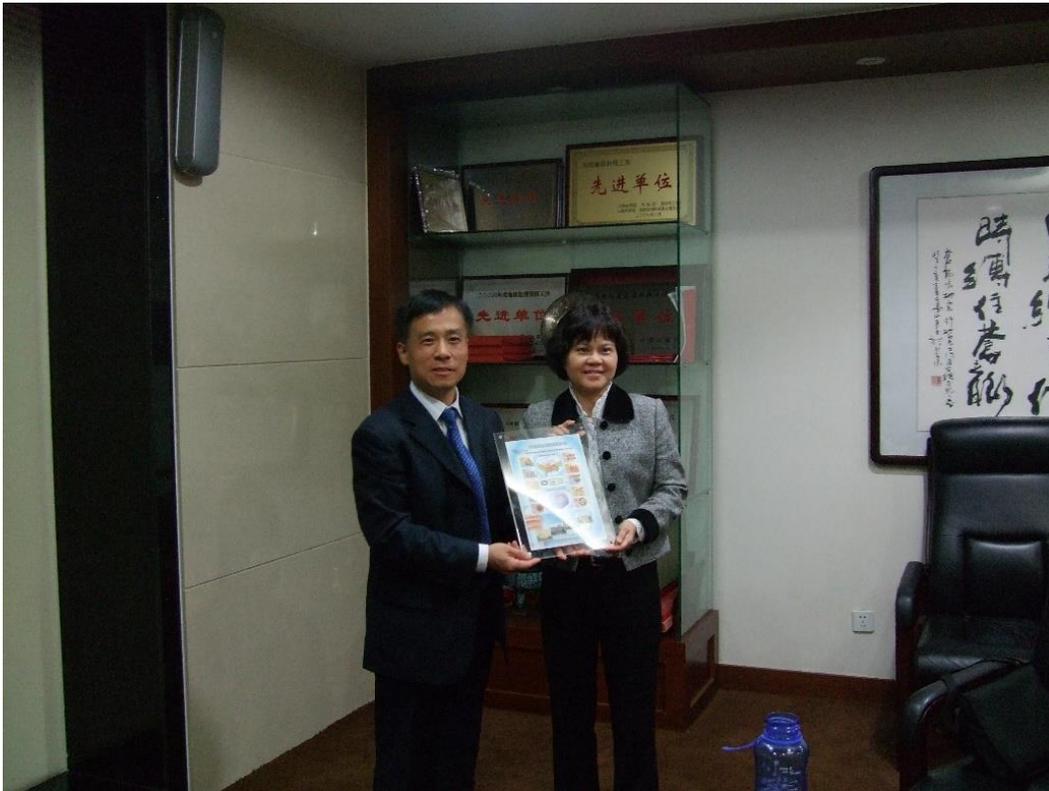
照片四十一、十三陵地震台大廳展示地震防災宣導海報，可作為開會與教育訓練綜合場所



照片四十二、與中國地震局地震預測研究所張曉東副所長討論未來雙方合作事宜。

11月8日（星期日）

- 致贈中國台網中心紀念品，並持續討論未來雙方合作事宜。（如照片四十三）
- 彙整此行之簡報與相關資料。
- 搭乘中華航空班機返回臺灣。



照片四十三、呂副主任致贈中國台網中心中央氣象局紀念郵票，並持續討論未來雙方合作事宜。

三、研究項目與重點

此次前往中國地震局台網中心研習與參訪有 3 大重點：

(一)、地震監測與預警技術交流

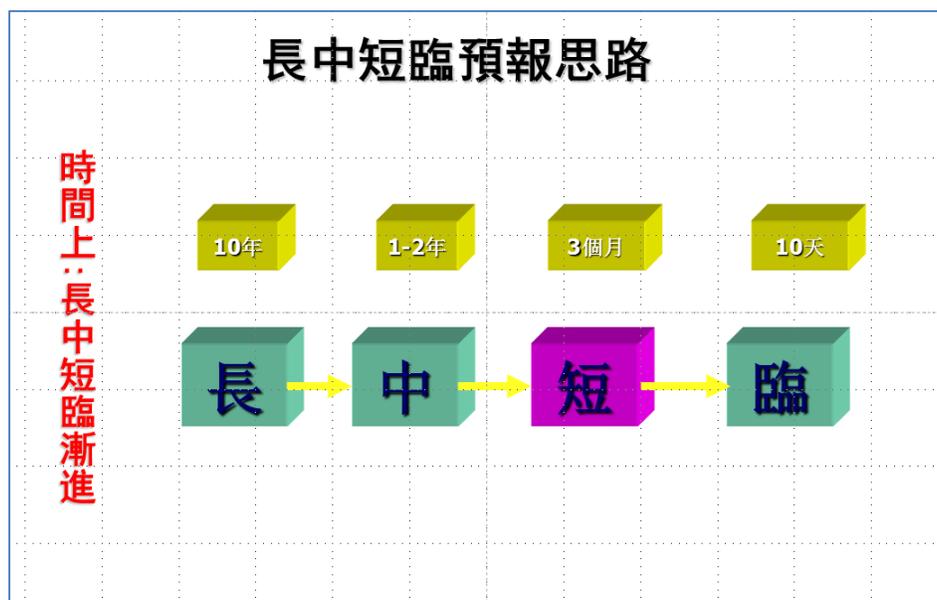
中國地震局台網中心與中央氣象局地震測報中心的工作內容、組織架構以及權責任務都很相近，負責中國全國地震監測工作，包括指導各省地震局，彙整所有地震觀測資料，統一進行地震監測工作。其中地震速報部分由中國地震局台網中心與廣東省地震局及福建省地震局負責。此三套自動系統只要其中有兩套相近，即可對外發布訊息。廣東省地震局同時也是中國地震局台網中心地震速報系統的異地備援中心。地震監測儀器及接收軟體都是由中國自行開發。與臺灣縝密的地震觀測網相比較，中國除少數地區有較密集的地震站分布，大部分地區地震站的間距很大。密集地震站大都分布在地震活躍的地區。為能預測

與監測在北京附近之災害地震，大陸在北京首都圈的地震站十分密集，目前可以監測到芮氏規模小於 0.5 的地震。

(二)、地球物理觀測與地震前兆交流

除了地震後的快速測報業務外，中國是世界上少數投注大量資源與人力在地震前兆、活動趨勢、甚至地震預測的國家。中國地震局將地震前兆預測的工作區分為長（10 年趨勢）、中（1~2 年左右）、短（3 個月）、臨（10 天）四個階段來漸進進行（如圖四）。其分工為：中長期的工作由中國地震局轄下之地震預測研究所等科研機構負責，型態類似於地震基礎理論與先進研究，角色類似於我國中央研究院地球科學研究所；短期與臨震的前兆分析則由台網中心的前兆台網部負責，組織架構類似於氣象局地震測報中心；地震監測課負責震後快速地震測報，地球物理課負責地球物理觀測、地震活動度與地震前兆分析。

中國地震局的地震預測業務利用各式地球物理觀測科技包含測震學科（地震活動度分析）、地殼形變學科、電磁學科與流體學科等等。每個地方省局都有地球物理觀測台站，少部分台站有人值班，大部分台站採自動觀測。各省局皆需提報地震前兆異常現象，再由地震預測研究所及地震局台網中心綜合研判。其組織與分工細膩，且培養出許多碩、博士級之研究人力。



圖四、中國地震局將地震前兆預測的工作區分為長（10 年趨勢）、中（1~2 年左右）、短（3 個月）、臨（10 天）四個階段

（三）加強雙邊合作關係

依據「海峽兩岸地震監測合作協議」，由於海峽兩岸同屬地震災害頻繁的地區，協議生效後將建立兩岸制度化的地震監測合作交流機制，提供穩定的地震資料與資訊交換、人員互訪及技術交流管道，將有助於雙方對於地震災害的分析、預警及防救災能力之有效提升，也更能保障兩岸民眾福祉及生命財產安全。

中國地震局台網中心與地震測報中心工作屬性、組織架構、作業模式與權責區分都極為相似，雙方交流重點除了地震監測技術與地球物理觀測研究之外，於行政管理上面也有許多心得可以互相學習。此次參訪有助於雙方了解，並為後續交流活動的契機。

四、心得與建議

地震監測與防震減災等工作必須逐步推動，從建立密集測站為基礎開始，接著建構穩定且快速的網路，最後就是發展資料處理與訊息發送的軟體。中國地震局台網中心近幾年發展十分迅速，各項軟硬體建設皆有很大的改進。在未來兩年的地震預警計畫推動下，相信不久在地震監測的各項技術上會迎頭趕上先進國家。我們應該加強彼此交流，並且學習中國地震局的優點，更努力地讓地震監測工作更加完善。

建議本局未來應推動之業務，以及雙方可進行之合作如下：

- （一）中國地震局之地震監測業務、觀測網維運、組織架構等雖與本局地震測報中心相仿，但由於幅員廣大、歷經多次嚴重的地震災害，因此國家投入龐大資源於地震前兆研究與預報分析，這部份臺灣相對稍嫌不足，相當值得我們學習。且其地震觀測具備數十年之深遠的歷史經驗，甚至具備開發自建各式地震與地球物理觀測儀器之科技能力，本局可借鏡對方的階層式（地方省局、全國中心分工合作、互為備援）台站與台網維運方式，並可嘗試建置整合型觀測站，將不同地震儀器、地球物理觀測設備等共站聯合觀測，可將資料傳輸資源共享利用，將可有效結合地震監測與地震前兆分析研究之進行。

- (二) 我國之強震即時警報業務，由於幅員較小、測網密度高，且近年開發記憶體快速演算機制，輔以通訊技術的異業合作，現階段之強震即時警報業務較中國方面稍有領先，但近年來中國地震局針對首都圈（北京、天津、河北地區）投入大量資源，打算建構人口密集地區之強震即時警報服務，此部分中國地震局希望向我方學習與合作。本局仍需持續改進強震即時警報之時效、精確度以及通報技術，如持續增建井下地震站以提高觀測網密度、擴建海底地震觀測站以擴大觀測網範圍、持續開發更快速穩定的測報科技，並結合民間或其他單位之傳播能量與通訊科技，以擴大強震即時警報通報之時效與應用層面，落實於實際的防震減災業務。
- (三) 中國台網中心之組織規模較本局龐大許多，且分工精細，除大量地震專業人員外，亦包含不少非地科背景的專才，如資訊開發與管理、衛星通訊科技、專業行政管考、防災應變規劃等等類別；中央氣象局地震測報中心之人力規模與層面相對精簡，可再擴增非地震背景之其他科技人力，或是多以資訊服務委外方式，利用民間之資訊、通訊資源，來完備地震測報中心的組織以完成未來艱鉅的各項重點業務。
- (四) 我國位於菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊交界，地體構造與板塊應力活動、地震特性等與中國部分不盡相同，但由於作業模式、組織架構與權責任務都非常類似，此次為期一週的短期研究與技術交流，雖然雙方已較過去獲得不少初步的認知，但深度與細節仍稍嫌不足。若可由中央氣象局地震測報中心與中國台網中心雙方派員互訪，進行數週甚至 1~3 個月的實質交流，由技術開發與測報實務人員參與對方的標準作業程序，將可更進一步了解到彼此的地震活動背景差異、防救災業務推動、觀測網維運、行政管理實務等各個面向，從而促進雙方地震測報與前兆技術轉移與合作，彼此截長補短，將可落實兩岸地震觀測之長期合作。