

香港天文台的全球地震資訊服務

胡宏俊 莫慶炎
香港天文台

摘要：香港對外文化商貿交流頻繁，海外的地震及由此而起的海嘯和輻射事故等災害往往對正在或計劃外遊的香港居民、旅居外地的親友、以及政府機構和私營企業的運作造成影響，各界因而對全球地震消息有殷切需求。有鑑於此，香港天文台除監測本地地震外，亦提供全球地震資訊服務，就世界各地較大地震發出地震報告（前為地震新聞稿），冀能讓市民及時掌握相關的地震資訊和作出恰當的應變。為使地震報告的發放更為及時，2007 年香港天文台開發「地震報告編製系統」，令大部分地震報告的編製程序自動化。其後利用購置的電腦和軟件發展出「自動地震資訊系統」，並於 2011 年開始就全球 6.0 級或以上地震發出「地震速報」。「地震速報」服務揉合「自動地震資訊系統」的自動分析結果和其他地震或海嘯監測中心的人工分析結果後，將地震參數透過 Twitter、微博和 RSS 向公眾發放，以及透過電子郵件和手機短信提供予電子傳媒、通訊社和政府機構等特別用戶。統計顯示，逾半地震速報在地震發生後約十分鐘內發出。本文闡釋上述工作，並提出未來可以發展的方向。

關鍵詞：地震；地震資訊；全球地震；地震速報

1. 引言

香港的地震活動為低至中度¹，遠低於位於地殼板塊邊緣附近的日本、台灣和美國西部等地。香港每年平均錄得約兩次有感地震，大部分的烈度在 V（五）度或以下。

雖然香港本身受地震破壞的機會不大，但香港對外文化商貿交流頻繁，海外的地震及由此而起的海嘯和輻射事故等災害往往對正在或計劃外遊的香港居民、旅居外地的親友、以及政府機構和私營企業的運作造成影響，各界因而對全球地震消息有殷切需求。

有鑑於此，香港天文台早於 70 年代末開展全球地震資訊服務，當時根據通過電碼交換獲得的地震分析結果為全球較大地震發出地震新聞稿（圖一），及後逐步提昇服務水平。2011 年天文台更開啟全自動的地震速報，並將地震新聞稿革新為地震報告，進一步加強天文台的地震資訊服務。

2. 地震監測

香港天文台設有一個包含十個站的地震台網。其中，位於半山區寶珊道的地震站在 2010 年 2 月建成時已設有寬頻地震儀，而在天文台總部地窖地震站增設的寬頻地震儀亦於 2010 年 7 月開始使用，它們能夠測量全球較大地震產生的地震波。其餘八個地震站則設有短週期地震儀，可以探測香港約二百公里範圍內的地震。

2010 年，天文台引入以 BRTT Antelope 4.6 為基礎的自動地震資訊系統，該系統自動從位於美國的地震學聯合研究會(IRIS)、加州大學聖地牙哥分校(UCSD)，以及位於德國的波茨坦地學研究中心(GFZ)收集全球約二百個寬頻地震站（圖二）的原始波形數據（圖三）。這些台站包括全球地震台網(GSN)和區域/國家地震台網的台站。系統在收集數據後即時進行自動分析，計算包括發震時間、震中位置、震級等地震參數。在計算震級時，系統主要計算體波震級(Mb)，若有足夠數據亦計算面波震級(Ms)、按首波推算的矩震級(Mwp)和本地震級(MI)。

系統經天文台進一步開發，通過 QuakeWatch 伺服器²收集源自太平洋海嘯警報中心(PTWC)、美國西岸及阿拉斯加海嘯警報中心(WCATWC)以及美國地質調查局(USGS)的地震經人工分析的結果。此外，天文台亦利用廣東省地震反饋系統、QuakeWatch 客戶終端（又名「美國加州綜合地震網顯示」）、全球通信系統(GTS)、傳真專線、手機短信等渠道收集其他地震監測中心發出的地震信息，以作參考。

¹ 土木工程拓展署參考便覽 2/2012 號

http://www.cedd.gov.hk/tc/publications/information_notes/doc/IN_2012_02C.pdf

² QuakeWatch 伺服器及客戶終端軟件由美國的 Instrumental Software Technologies, Inc. 開發及維護。

3. 香港天文台的自動地震參數

自動計算的地震參數可能由於地震站噪音而出現誤報。為提高地震參數的可信性，天文台開發及應用一自動驗證演算方案，將自動計算的地震參數與由 PTWC、WCATWC 或 USGS 的分析結果中的地震參數作出比較。若震級差異少於 0.5 級且經緯度差異各少於 1.0 度時，天文台便採納自動計算結果作為其自動地震參數；若差異超過上述標準或系統未能計算任何震級，則採納 PTWC、WCATWC 或 USGS 的分析結果作為自動地震參數。

系統可能對某些地震同時計算出 Mb、Ms 和 Mwp。為減低震級飽和的影響，天文台現時的地震參數優先採用矩震級，其次為面波震級，最後為體波震級。

系統自動產生的震中位置以經緯度表示，為使公眾更易掌握有關資訊，我們利用主要以 Flinn-Engdahl (F-E) 區域化方案為基礎的數據庫，根據經緯度自動產生中英文地名。

評估自動地震資訊系統的表現，天文台使用美國地質調查局編製的「快速初步確定震中 (PDE-Q)」地震目錄為 2011 年下半年的天文台自動地震參數進行驗證。在該段期間，天文台的自動地震資訊系統共產生 77 次 6.0 級或以上的地震參數，完全沒有誤報，漏報次數則為兩次，檢測率為 97%。該兩次漏報的地震均為南太平洋上的 6.0 級地震，由於受硬件所限，現時系統未有足夠運算能力處理澳洲和南美洲國家地震台網的波形數據，而且該處 GSN 地震站的分佈亦較疏，因而出現漏報的情況。在該 77 組地震參數中，約三分之二由天文台的系統計算，其餘則直接採用 PTWC 的參數。由地震發生至確定自動地震參數所需時間的中位數為 8.7 分鐘。

就 6.0 級以下地震而言，自動驗證演算方案確保了沒有誤報。然而，隨震級下降檢測率亦會下降，這是因系統實時接收波形數據的地震台數目少於用作事後編製地震目錄的地震台數目所致。此外，對於較小的地震，系統自動產生地震參數所需的時間亦會較長，這主要是因為 PTWC 並未對較小地震進行即時分析，系統需要較長時間等待 USGS 的分析結果為自動地震參數進行驗證的緣故。詳細統計數字刊列於表一。

4. 地震速報

天文台於 2011 年 3 月推出地震速報，全自動地將自動地震資訊系統產生的世界各地 6.0 級或以上的地震參數利用 Twitter 公布（圖五），及後將發放渠道逐漸擴展至新浪微博（圖六）和簡易資訊聚合(RSS)。此外，天文台亦透過電子郵件和手機短信提供地震速報予通訊社、電子傳媒、相關政府機構、海外地震中心和天文台相關職員。從表二的使用狀況可見，現時逾十萬客戶透過 Twitter 和微博接收天文台的地震速報。2011 年，地震速報在地震發生後至透過 Twitter 發放所需時間的中位數僅約十分鐘。

5. 地震報告

九十年代以前，天文台就全球地震編製的新聞稿一般在地震發生後數小時方能發出。互聯網的出現使地震新聞稿的發放逐步加快至一小時以內。天文台在 2007 年自行開發了一套名為「地震報告編製系統」的軟件，令大部分編製地震新聞稿的程序自動化，因而將發放時間縮短至半小時左右。

天文台於 2011 年 5 月革新地震報告，使其發放標準與地震速報一致，隨後透過整合自動地震資訊系統及簡化數據流程，雖然仍以人手發放，發放地震報告的速度已進一步加快。在 2012 年首季，地震報告的平均發放時間為地震發生後十三分鐘左右。

現時，天文台的系統通過每分鐘更新的自動地震資訊網頁（圖四）將自動產生的地震參數提供予當值主任，並對震級達 6.0 的地震作出閃燈及音效提示，以編製地震報告及作海嘯監測之用。系統同時亦將數據直接傳送至天文台的氣象資訊發放系統，令當值主任編製地震報告的工作實現高度自動化。

6. 地震目錄

除提供即時地震資訊外，天文台亦自 2011 年開始為全球 6.0 級或以上地震進行事後人工分析，以維持分析技能、累積經驗及作內部參考之用。天文台現正考慮將分析結果編輯成全球強地震目錄定期公布，以供有興趣人士參閱。

7. 總結及展望

過去數年，天文台透過引進和加強電腦系統及簡化工作流程，大大提昇全球地震資訊服務的水平，使公眾人士和相關機構能更及時和更容易獲得地震資訊。

天文台已開展提昇自動地震資訊系統硬件和軟件的工作，冀能採用更多地震台的實時波形數據，進一步提昇檢測地震的能力和加快地震參數的計算。天文台亦計劃建立一個比 F-E 區域化方案更精準的雙語地名資料庫，使地震速報內的地名更為準確。

天文台將會繼續擴展發放地震速報的渠道，並優化地震速報的內容，令用戶更易搜索和使用相關的地震資訊。天文台亦正研究將地震資訊服務的範圍擴展至震級較低的地震，並探討開發自動更新地震參數的可能性，盼能提高地震資訊的準確度，以及應對特大地震時需要多次上調震級的情況。

DIS AMO RTHK DE RO

Serial No. _____

27 0230 Z (Date/Time of Origin)

Originator _____

Press Weather No. _____

~~Amendment to Press Weather No.~~ _____

For D.T.S.

For Press and R.T.H.K.

For the information of Duty Forecaster and Supervisor

A severe/~~and~~ earthquake was recorded by the Royal Observatory seismographs at 6.20 P.M. YESTERDAY (FRIDAY JANUARY 26, 1979).

The epicentre was near 17.2 N 100.8 W, ~~ON THE PACIFIC COAST OF THE~~
~~SOUTHERN PART OF MEXICO, 300km SOUTHWEST OF~~ ^{MEXICO CITY} about 14200 km FROM Hong Kong.

The magnitude was estimated to be 6.6 on the Richter Scale.

JAN 27, 1979.

_____/_____
(Date/Time of Dispatch)

Date/Time of Filing (Stamp)

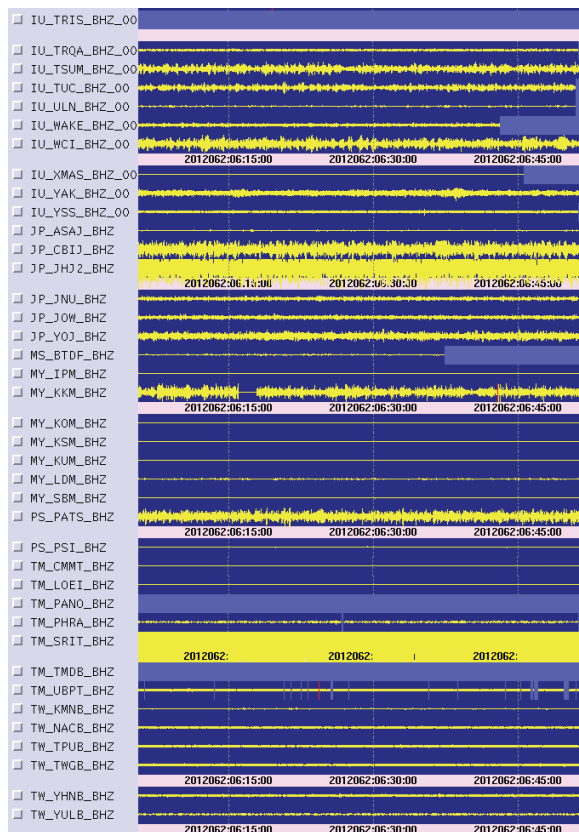
T/P Operator _____

R.O. 72 (9/74)

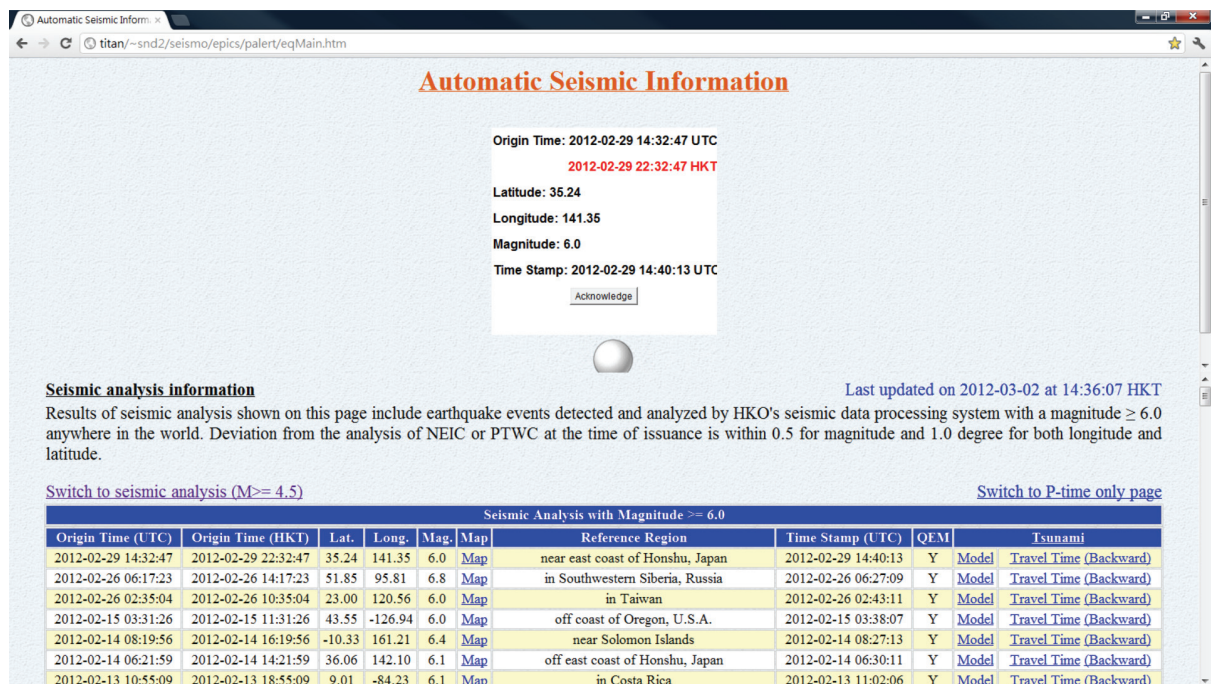
圖一、香港天文台於 1979 年 1 月 27 日以人手發出的地震新聞稿



圖二、自動地震資訊系統收集實時波形數據的約二百個地震台



圖三、自動地震資訊系統收集的部分地震波波形式數據



圖四、自動地震資訊網頁



圖五、經 Twitter 發放的地震速報



圖六、經新浪微博發放的地震速報

地震震級 (次數)	6.0+ (77)	5.5+ (252)	5.0+ (918)
檢測率	97%	89%	68%
誤報率	0%	0%	0%
由地震發生至產生參數時間的中位數（分鐘）	8.7	10.3	16.6
震中位置差距的中位數（公里）	24	21	20
震級差距的中位數	0.2	0.2	0.2

表一、天文台自動地震參數 2011 年下半年的驗證結果

平台	用戶數目 (23.3.12)	帳戶名稱	對象	發放標準	備註
地震速報：					
RSS	N/A	QuickEarthquakeMessage_uc.xml QuickEarthquakeMessage.xml	公眾人士	全球 6.0 級以上地震及香港的有感地震	
Twitter	1,188 391	@HKOQEMC @HKOQEME			
	6,685 2,620	@HKObservatory @ObservatoryHK			包括香港天文台的其他資訊
新浪微博	56,286 35,712	hkobservatory observatoryhk			
手機短信	61	-	媒體、政府機構、其他地區的地震中心、天文台職員		
電子郵件	4	-	其他地區的地震中心、天文台職員		
地震報告：					
天文台網站	N/A	/gts/quake/neqpress_c.htm /gts/quake/neqpress_e.htm	公眾人士	全球 6.0 級以上地震及香港的有感地震	
傳真	2	-	新聞處、香港電台		
電子郵件	12	-	電訊管理局、天文台職員		

表二、經各種渠道發放地震速報及地震報告的狀況