

有關印尼大地震引發的海嘯大災難、連日來在傳媒都有很詳盡的報導。我在這裡會從較學術角度，補充一些有關地震和海嘯的資料。

1. 為什麼開始時有幾個不同地震震級的報道？

地震震級(magnitude)是量度地震釋放能量大小的標準。最早用的地震震級是美國地震學家查爾斯·黎克特 70 年前提出的黎克特震級制(Richter Scale)，這種震級是根據利用震中附近的地震儀(seismometer)紀錄到最大地動幅度來度，也是最常被引用的。但黎克特震級不能精確的量度太大的地震，因為在接近儀器紀錄極限時會出現所謂“飽和”現象(saturation)，使地震儀不能按比例表達最大的地震動幅度，也就不能準確的測量大的地震事件。

最準確表述地震能量大小的震級量度應該基於地震矩(seismic moment)。地震矩是由震源錯動距離(displacement)、斷裂面面積和相應介面岩層的剛度(rigidity)的乘積。而地震矩的計算，需要根據遠距離地震台站的記錄。至於造成本次海嘯的南亞地震，最初報導的 6.4 級可能是根據當地地震台網計算的結果；後來由數個遠震台站數據參與計算並得出了地震矩估計，所以震級後來被修訂到 9.0。

2. 是不是所有地震都會造成海嘯？

地震必須要滿足幾個條件才能造成海嘯。第一，地震能量必須足夠大並且發生在海底；第二，震源深度(focal depth)不能太大，要造成海底底層的錯動；第三，地層的斷裂位移必須有垂向分量。也就是說，僅僅有水平分量的走滑斷裂(strike-slip fault)是不能導致海嘯的。

3. 海嘯究竟是如何發生的？

造成海嘯的物理機制比一般想像的要複雜。海嘯的傳播行為類似於面波。海底地層的垂向運動激起局部海水突然的上升或者下降，當這部分海水要回歸平衡，而將能量向周邊傳開的時候，海嘯波動就形成了。海嘯波有很大的波長對水深比例，這和淺水波(shallow water wave)的性質非常相似。

4. 海嘯波浪如何傳播？

能量的傳播是依靠海底錯動激發的海水質點擺動(oscillation)進行的。通常而言，表面波波長越大，其傳播速度也就越大。因為水質點運動的動力源泉來自海底，海嘯能達到很長的波長(wavelength)。一般海嘯的波長達到幾百公里，擺動週期(period)可以持續幾十分鐘。發生在深海的海嘯週期相對較短。海嘯的傳播速

度和它移行的水深有關,可以用以下方程表示 $V=\sqrt{d.g}$ ，其中 V 是傳播速度， d 是海水深度， g 是重力加速度。在這次事件中，海嘯橫穿整個印度洋，印度洋水深大約 4 千米。海嘯大約是以每小時 700 公里速度傳播的。如果你當時正在海中航行的船上，海嘯的能量會在不到一秒鐘橫穿而過，波高可能也只有 2 到 3 米高。你可能只能感覺到一陣突然的晃動，甚至很難注意到海嘯的穿過。因為水和空氣間的摩擦阻力很小，海嘯能傳播很遠而能量散失很少。在這次印尼海嘯事件中，因為斷層走向(strike)為西北偏北，印尼，泰國，馬爾代夫群島和斯裏南卡正好處於和斷層垂直的方向，所以遭受了最嚴重的破壞。

5. 海嘯怎樣產生如此巨大的破壞？

由於海嘯波有非常深的波基面，它的速度對海底深度底變化非常敏感。當海嘯進入大陸架時，海底對海嘯的傳播產生阻力，海嘯傳播速度變慢，波長突然變短和海水迅速堆積，導致海嘯波峰驟增。遠海的海水粒子運動軌跡是橢圓形的(elliptical)，但當波峰崩塌後就變成橫向的。當這種高速的橫向運動沖向海岸的時候就帶來毀滅性的災害。

6. 海嘯能否被監控？

答案當然是肯定的。利用海底壓力感測器(bottom pressure gauge)可以監控海平面的突然變化。海嘯引起的海面變化在遠海是非常小的，一般從幾釐米到幾米。海底壓力感測器可以一分鐘記錄兩次數據。這些資料可以通過浮標及衛星轉播到海嘯監測中心。在太平洋周邊的海濱地區安裝的潮汐測量儀(tidal gauge)也可以監控海平面由於海嘯波浪而引起的突然變化。

7. 香港是否也有海嘯風險？

答案：有！實際上香港位於華南地震活動帶上，這裡確有發生大地震的可能。這一活動帶由北邊的華南板塊(South China Block)和南邊的南海板塊(Sunda Block)邊界構成，而這兩個板塊的相對運動速率估計大約是 0.5 釐米/年。這似乎不是一個顯著的運動，但是這條活動帶在過去的 400 年中已經發生過 4 次 7 級以上的地震。此外，大的地震亦有可能發生在菲律賓、新幾內亞或者印度尼西亞等地區，因此造成的海嘯也可能影響到香港。另外，地震也不是造成海嘯的唯一原因。火山爆發、滑坡或者隕石撞擊同樣能造成海嘯。若沿海發生一次大型山泥傾瀉事故，產生的巨浪也有可能造成廣泛的破壞。

8. 香港是否有關於地震和海嘯的學位課程？

香港大學地球科學系是香港唯一提供地球科學學位課程的大專院系。課程內的多個科目，如地球物理(geophysics)、地球動力學、構造地質學和區域構造學等，均有教授有關地震的知識，例如如何釋讀地震記錄、確定地震參數、板塊構造理論、板塊邊界地質過程，以及東南亞區域構造等。