

科學知識

來自地球內部的波--神奇的波之四

方謙光

大家可能還記得 1976 年 7 月 28 日 3 點 42 分，在我國的河北省唐山地區發生了 7.8 級的強烈地震。地震來時山搖地動，剎時間好像是天崩地裂，大地顫動。這次地震給古老的唐山造成了極大的破壞，據統計在這次地震中死亡的人數有 30 萬。雖然這次地震已經過去 20 多年了，可一提起來，人們還是心有餘悸。而造成災難的罪魁禍首不是別的，就是地震波。

地震是如何發生的呢？這還要首先從地球自身的結構談起。前面已以說過，地球就好象是一個沒有煮熟的糖心雞蛋，表面上有一層薄薄的硬殼，就是地殼。地殼平均厚度只有 30~40 公里，最薄的地方大約只有 10 公里。地球的半徑約 6300 公里，對這麼大的一個球體外表只有這樣一層薄薄的殼來說，實在是太脆弱了。在地殼下面是地幔，它的上層物質是堅硬的岩石，厚度約 100 公里，地質學家們稱為岩石圈。再往下去的地幔物質就不像岩石那麼堅硬了，是具有塑性和處於半流動狀態的可以緩慢移動的物質，地質學家們稱這一部分物質為「軟流圈」。在軟流圈的底部越接近地核，其流動性越強，而地核部分則完全是熾熱的熔化了了的岩漿。由於地球是內熱外冷，在熱力和重力的作用下不斷地產生對流，就向鍋裏煮沸的開水一樣不停地上下翻滾。當這種對流運動向上到達軟流圈上部，接近岩石圈時，就會產生沿水準方向的運動。同時由於地球本身自轉產生的向心力和離心力，再加上太陽和月亮等天體產生的引力的影響等各種複雜因素的共同作用，地殼內部不停的運動。脆弱的地殼受到巨大的內力作用，產生各種變形，如拉伸作用使地殼開裂而變成大洋；又如，地殼分裂成為幾大塊，有時互相分離，有時又相互擠壓和碰撞。印度板塊與歐亞大陸板塊相互擠壓和碰撞，印度板塊向地殼下俯衝，歐亞大陸不斷地向上抬升，形成了世界最高的喜馬拉雅山脈和珠穆朗瑪峰。這些複雜的地殼運動在地質學上稱之為構造運動。地殼上的岩層不斷地發生變形，就是構造運動造成的結果。巨大的作用力能使岩層彎曲、褶皺和發生突然斷裂，形成了所謂的「斷層」。當岩石發生斷裂時，地層內聚集的能量突然釋放，以地震波的形式向周圍傳播，於是形成了地震。在各大板塊的邊緣，地殼是薄弱的地區，也是地震發生最頻繁的地區。我國處於環太平洋地震帶，臺灣、日本、

菲律賓都是地震的多發區。

據統計，全世界每年發生的地震約有八十多萬次，其中絕大多數是人們不易察覺的小地震。像唐山那樣具有強烈破壞性的大地震，在地球上平均每年約有十多次。地震是一種對人類威脅很大的地質災害，掌握地震活動的規律，進行正確的地震預報和預防是十分重要的事情。地震雖然是在一瞬間發生，但其孕育的過程是很長的，是地殼內部能量逐步積累的過程。岩石的物理性質也會發生一系列的變化，如引起大地電磁場的變化，地下水的水位和化學成分發生改變，甚至造成地面上的噴水和冒沙等等。如1975年2月4日我國遼寧海城發生7.3級地震的前夕，海城地區發生很多震前的徵兆。二月份正是東北遼寧地區隆冬季節，營口海城局部地區的積雪突然溶化，說明地表溫度突然升高；井水中發生氣泡，有翻沙現象，水位突然升高，說明地下的壓力在增大，也可能有氣體溢出。同時夜裏看到地下發出向閃電一樣的「地光」，這種地光實際上是大地電磁場變化引起的放電現象。正是由於這種種跡象，地震學家根據所掌握的其他依據，正確發出震前的預報，做了充分的預防工作。這次雖然是7.3級強震，但損失很小。然而由於地球構造運動的複雜性，震前也往往沒有或很少有徵兆。事隔一年，1976年唐山大地震發生前，就無任何的徵兆。

日本是個地震多發的國家，也有很完善的地震預報機構，可當大阪—神戶大地震發生前也未能做出任何預報。地震預報是一件很難的事情。到目前為止，按現在的科學技術水準仍然不能預報出何年何月何日，幾點幾分幾秒在何地將要發生多大規模的地震，僅能做一些中期和長期的預報。地震的發生總有一定的規律，強震的發生在地殼薄弱的地區，在各大地質板塊的邊緣或活動性的斷裂帶附近。人們進行重大的工程建設如修鐵路，建水壩等，在選址時就要遠避這些危險的地震高發區，在進行勘測設計時必須考慮地震的因素，做好地震安全評估。

尋找和確定活動性斷層帶的位置是地質學家們的事情。如果地層被厚厚的土層覆蓋，或在人煙稠密的地區要尋找斷裂帶的位置就必須使用鑽探或地理物理勘探的手段，要請地球物理學家幫助，因此就又回到了我的老本行。

日本北海道大學岡田教授，提出了利用天然的地震波來探測地質構造的方法叫做天然場面波勘探法。其原理就是利用儀器來接收由天然地震產

生的地震波，從中提取地質資訊。在地球上小地震時時刻刻都在發生，每天都下幾千次，地震產生的地震面波也就是瑞利波，這種勘探方法就是利用天然地震做為震源的瑞利波勘探。與人工震源相比，瑞利波勘探所不同的是，事先不知道地震來自何方，測線的佈置就不能佈置成一條直線，要把測線和接收器佈置成一個圓環，把接收振動的檢波器按東西南北、東南東北、西南西北布成一個「陣」。當天然地震波來時，無論是從任何一個方向傳來都能保證有一對檢波器把地震信號接收到並記錄下來，然後進行整理和分析，從中提取有價值的地質資訊。

這種方法的最大優點是省去了笨重的人工震源，裝備輕便。天然地震的能量巨大，可以幫助我們瞭解地下更深部的資訊。這種方法除了能尋找活動性斷裂帶之外，還可以幫助確定深部地質構造，可用於石油勘探和尋找地下水等等。我國地球物理工作者利用這種方法在北京郊區尋找地熱，在 2000 米以下找到了熱水資源，給人們的生活帶來了方便。這是人們巧妙地利用地球內部波的一個例證。

2001.07.04 于溪翁莊

兒童眼中的書世界

書名：圖書館精靈 作者：林佑儒 出版社：台北·九歌出版社 出版日期：2003 年 7 月 10 日
--

東大附小六年孝班 謝備殷

一、內容大意

在網路上的 gapple 是一個能在網路空間漫遊飛翔的圖書館精靈，在現實生活中卻是為了媽媽的逼迫、升學考試及自己的成績而煩心的鄭蘋凡。

有一天，蘋凡又到了祕密基地--圖書館過夜，意外的看見在兩年前因車禍身亡，卻在圖書館裡流連不去的國二女學生的靈魂--京玲。她們成了好朋友，無所不談的超級好朋友。並且交換心愛的書籍--《小王子》與能埋藏祕密的藏話盒子。

蘋凡厭倦了這種天天被罵的生活，決定將身體借給京玲，讓京玲再一次體驗這一個世界。蘋凡和媽媽之間因為過度關心而造成的誤解，還有在

