

## 科學常識

### 神奇的波(一)

方謙光

一提起「波」，人們往往會聯想到風吹水面泛起的漣漪，或者聯想到大海掀起的洶湧波濤。

其實波是自然界的一種現象，是振動能量的一種傳遞。在日常生活中，人們都用聲音來表達和傳遞資訊，無論是嬰兒的啼哭，成人們的對話，甚至於連吵架都離不開聲音。聲音是怎樣發出來的呢？聲音是通過人們喉嚨裏聲帶的振動，經過胸腔的共鳴加以擴大，然後通過了空氣的傳播，送到了我們耳朵裏，耳朵裏的耳膜接收到了這振動，通過聽覺神經把這些資訊傳遞到人的大腦，通過大腦對這些聲音信號加以處理，我們不但可以判斷出這些聲音是來自何方，而且可以分析出這些聲音所表達的意思，同時做出適當的反應。樂器的發聲原理也同樣是要依靠振動，如打擊樂的鑼和鼓，是要靠鑼錘和鼓錘的敲擊產生振動才能發聲，絃樂器則要靠彈撥或者依靠弓和絃的磨擦才能發聲，而聲音振動在空氣中的傳播就是所謂的「聲波」。聲波是有一定頻率範圍的，我們人的耳朵能聽到範圍是從 20 周/秒~20000 周/秒。低於 20 周/秒叫做次聲波，高於 20000 周/秒稱為超聲波，我們人類的耳朵都聽不到。

聲波在空氣中傳播的速度大約是 340 米/秒。人們都有這樣的經驗，當天空中在打雷的時候，我們先看到閃電，等過了一會兒才聽到轟鳴的雷聲。其實閃電和雷鳴是同時發生的，只不過是光波的速度快(30 萬公里/秒)，聲波的速度慢，所以我們才先看到閃電，後聽到雷聲。

光也是一種波，光波與聲波的不同之處是光波屬於電磁波，可以在真空中傳播，而聲波則屬於彈性波，必須在介質中才能傳播，如果是在真空中，沒有空氣作為聲波傳播的介質，聲波就無法傳播，在真空中是一個無聲的世界。

人們為什麼要研究波呢？因為波與人們人類的生活實在是太密切了。如果沒有聲波我們就聽不到聲音，如果沒有光波我們就看不見東西，沒有陽光對地球的照射，地球上就會是一個冰冷漆黑的世界，任何生物都不會生長。在我們的日常生活中，我們看電視、聽廣播、打電話、用手機，這一切信號都要靠電磁波來傳播。我們日常用的電磁灶、微波爐、紅外線取

暖器等都是電磁波的作用。輪船、飛機的導航，潛艇的水下探測，醫用的X光透視，B型超聲波的診斷，CT的掃描都離不開雷達，雷達波也是一種電磁波。

不單是人類，就是動物也會巧妙地利用各種波，例如蝙蝠，它的眼睛不靈，可是有一對能接收超聲波的大耳朵，蝙蝠能靠自身發出超聲波來定位，並用這套超聲波的收發系統來捕捉昆蟲和食物，生活在海洋中的鯨和海豚也有水中聲波探測定位系統，來靈活自如地覓食和相互聯繫。人們也就是仿照蝙蝠和海豚，設計製造出來聲納系統和雷達。

波雖然能為人類生活服務，但也同樣有巨大的破壞力，例如地震波襲來會使山崩地裂，房倒屋塌而奪去無數人的生命。炸彈爆炸所產生的衝擊波具有可怕的殺傷力，電腦及電視機的螢光屏以及我們使用的手機也會產生對人體有害的電磁波輻射，超強度的電磁波同樣具有殺傷力。

以上所說的是各種波與我們日常生活的關係。波還有很多特殊的用途，在各個不同的領域等待人們去不斷地認識和開發利用。

人們經過研究發現，波在不同的物質中傳播時的速度是不同的。例如彈性波的縱波在空氣中的傳播速度是340米/秒，在水中傳播速度大約為1500米/秒，在泥土中傳播速度大約為600~1500米/秒，在岩石中傳播速度大約為3000~7000米/秒，而且各種不同的岩石彈性波傳播速度都是不同的。同時人們還發現當波穿過兩種不同物質的時候，會產生「反射」和「折射」現象。地球物理學家和地震學家就是利用地震波來研究地球的結構。1909年10月8日及10日在南斯拉夫的札格拉布發生兩次大規模的地震。南斯拉夫地震學家莫霍洛維奇從地震的觀測記錄中發現，地震波傳到地下40公里左右的深度以後其波速突然發生了變化，波速由6~7公里/秒突然增加到8公里/秒。莫霍洛維奇還發現，這個「速度介面」在地球各地普遍存在，只是各處深度不一，在大陸平均深度為33公里左右，而在大洋底部大約只有11~12公里。莫霍洛維奇提出的這個「速度介面」反應出地球表面存在著兩種不同性質的物質，在介面以上稱之「地殼」，在介面以下稱之「地幔」。為了紀念這位偉大的地震學家，後來人們就稱這個分介面為「莫霍面」。

1914年美國地球物理學家古滕堡通過進一步研究發現，當地震波傳到地下2900公里的深度時，地震波縱波的速度突然降低，地震波中的橫波

速度突然降至為零。這說明在 2900 公里以下的物質完全是液態的物質，人們又稱這個介面為「古滕堡面」。從古滕堡面以下一直到地心完全是溶化了的熾熱岩漿，稱之為「地核」。

正是地震學家和地球物理學家們通過對地震傳播規律的研究，弄清楚了我們居住的這個地球的結構，原來地球就像是一個還沒煮熟的糖心雞蛋，外面一層薄薄的硬殼就是「地殼」，煮得半生半熟尚未完全凝固的蛋白就是「地幔」，中間那個液態的蛋黃就是「地核」。

地球物理學家們除了利用天然的地震波來研究地球的結構，還利用人工產生的地震波來研究地質構造，並用來尋找埋藏在地層深處的石油、天然氣、地下水以及各種礦產資源，而這門學科在歐美國家稱為地理物理。日本人稱之為物理探礦。我們中國把這兩個名稱綜合起來稱為地球物理勘探。地球物理勘探的方法很多，如電法勘探、磁法勘探、重力勘探、地震勘探、放射性勘探等等。而各種地球物理勘探(簡稱物探)除了可以在地面上進行外，還可以在空中進行，這一類勘探稱之為航空物探。在水中進行的物探工作稱之為水上物探或海洋物探，是用來研究海底的地質構造，還可以尋找豐富的海底資源。

所謂地震勘探，就是利用人工激發的地震波，在彈性不同的地層內傳播規律來勘測地下地質情況的一種物探方法，人工激發地震波一般是利用炸藥做為震源，炸藥猛烈爆炸時產生的巨大能量使地層產生振動，在事先設計好的測線上佈置和安裝接收地震波的裝置。這種裝置稱之為「檢波器」。檢波器能夠將接受到的振動轉變成變化的電流信號，通過電纜傳送到地震儀中記錄和儲存，然後把這些採集到的地震信號輸入到大型的電子電腦上去處理，繪製出地下地層結構的三維立體圖像。地球物理學家和地質學家們就可以通過這些圖像來分析和判斷，找到深埋在地下的儲油構造，從而發現油氣田和其他的礦產資源。尋找石油和天然氣往往是在廣袤的沙漠和荒蕪人煙的戈壁灘上進行，工作條件十分艱苦，而石油地震勘探的作業面卻是十分壯觀。

隨著科學技術的發展，人們除了利用物理勘探方法來尋找地下資源以外，還用這些方法來解決工程技術問題，例如在修建大橋時要選擇最佳的橋址，修建橋樑的墩、台時要找最安全和最穩定的地層結構，在修建鐵路隧道時要事先弄清斷層的位置和地下水的情況，修建高大的建築物時，要

確保基礎的穩定和牢固。這些直接為工程服務的物探方法逐步演變和發展成了地球物理勘探方法的一個分支，逐漸自成體系，發展成為獨立的學科，稱之為「工程物探」。工程物探與石油物探的不同之處，在於它的勘測深度很淺，大約是在幾公尺到幾十公尺的深度範圍，不像尋找石油要達到幾千公尺的勘探深度，工程物探的精確度要求很高。

物探方法不僅應用於勘探石油、尋找礦產資源及用於工程建設，還可以用於文物發掘和考古，例如位於陝西的秦始皇陵，目前雖然沒有正式發掘，但前期的物探工作已經把秦始皇陵的範圍、規模以及埋藏的深度都探得一清二楚。此外物探方法還能用於文物保護，早在六十年代初，我還在學生時代，就參與了大同雲崗石窟的文物保護工作，當時我從事的課題就是用物探方法來測定雲崗大佛的風化厚度，為保護治理提供科學的依據。

以上簡單地說了波的各種用途，但科學技術是一柄雙刀劍，既能為人類利用，為民造福，同時也可以變成無情殺手，成為具有巨大殺傷力的可怕武器。鐳射是一束能量非常集中的光波，小功率的雷射光束可以用作醫療，作為一種鋒利的手術刀，用來做切除腫瘤等手術，功率稍大一點的鐳射可以用來加工和切割金屬，功率強大的鐳射可以用來在空中攔截飛機和導彈，功率更強大的鐳射，可以用來摧毀衛星，成為星球大戰的武器。

在波濤洶湧的海面上，人們可以從不同的角度發射特定頻率和特定振幅的波，使得與產生波浪的能量相互抵消，從而使局部海域變得風平浪靜，以保證各種海上作業的安全。當然以同樣的原理可以推波助瀾，使本來較為平靜的海面變得波浪滔天，足以把萬噸巨輪掀翻。

人類可以用地震波來監測天然地震與火山爆發，及時做出地震及火山爆發的預報。目前人們還無法制止這些自然災害的發生，卻有能力來誘發地震和海嘯，可以製造出可怕的災難來做為戰爭的手段。

從人類的歷史上可以得出這樣的結論，任何新發明的科學技術成就往往都是首先用於軍事目的，例如核技術的出現就是首先用來製造原子彈用於戰爭，其後才開發出受控的核反應爐來發電用於和平目的。

「波」作為一種既平常又特殊的物理現象，尚有許多的領域有待人們的不斷認識、利用和開發，但願能用它更多地為人類造福，而不要把它作為戰爭手段。

二〇〇一.六.廿六 于溪翁莊