

防災教材教案下載使用說明

本教材已經過教育部「101 年度防災教育教材統整計畫」之教材教案審議委員審查，審查結果如下：

教材名稱：第 11 章認識地震之 2（編號：SHEQTP02）

學習階段：高中職、大專院校

作者：吳瑞賢教授統籌

勘誤說明：以下內容均已按照審查委員意見修正；如有無法修正之處，皆已加註於內文附近，請參閱。

防災素養指標：依照教育部「校園師生防災教育素養檢測計畫」所修定之防災素養指標，建議「高中職」教材教案應符合下列 E1~E20 的指標。經審議委員評定，本教材符合之素養項目已於下表中以打「V」標示。

| 編號 | 符合 | 對應之素養內涵 |
|-----|----|--|
| E1 | v | 能說出各類型災害的成因與特性。 |
| E2 | | 能分析災害發生的過程以及其與人、環境之間的關連性。 |
| E3 | | 能了解災害預防的工作項目與步驟。 |
| E4 | | 能分析出生活環境中引發災害的因子，並設法加以改善。 |
| E5 | v | ※能了解本地可能發生哪些複合式的災害，並及早因應及防備。 |
| E6 | | 能在災害發生時，採取適當應變措施與救援行動。 |
| E7 | | 能了解不同類型災害發生後，處理及救援的順序。 |
| E8 | | 能留意各項防災警訊出現異常，並做出正確之反應。 |
| E9 | | 能留意各項防災設施是否可以正常操作使用。 |
| E10 | v | 能警覺自身生活空間的危險因子，並設法排除以維持安全環境 |
| E11 | | ※能覺察環境的安全狀況及永續性，並加以維護及改進。 |
| E12 | | 能理解災害預防勝於災後的處理。 |
| E13 | | 能體認防災是社會資本投入災害處理的最好方法。 |
| E14 | | 能體認防災救護工作是個人應盡之責任。 |
| E15 | | 能主動將防災資訊傳遞給他人，並和師長或家人討論如何減少潛在危險或災害的發生。 |
| E16 | | 當有災害發生，有責任協助學校及社區進行防災及救護工作。 |
| E17 | | 能操作生活中的各項防災、救援設備與器具。 |
| E18 | | 能瞭解所處環境的避難路線與場所所在地方。 |
| E19 | | 能在災害發生時選擇正確的避災方式與場所。 |
| E20 | | 能在災後協助社區或學校進行災後救援工作。 |

審議委員：王价巨、方慶林、古建國、李文正、李秀珍、林文安、金若蘭、施邦築、洪榮昭、馬士元、張建興、張添晉、陳文龍、陳柏華、陳政任、陳建元、陳淑惠、陳麗秋、單信瑜、黃小玲、董建成、廖冠群、劉文章、蔡元芳、賴素麗、羅麗惠、鄭進山、歐陽嶠暉（教育部臺環字第 101233883 號函核覆同意後聘請之；審議委員含括不同專長之專家學者與實務專家，委員依姓氏筆劃數排序）。

執行單位：國立臺灣大學（水工試驗所）

11.2 地震發生之原因

地震依發生的原因可分為自然地震與人工地震（如：核爆、興建水庫）；一般所稱之地震為自然地震，依其發生之原因又可分為下列幾項，如圖 11-3 所示。

1. 板塊運動
2. 火山活動
3. 衝擊性地震（如：隕石撞擊）。



圖 11-3 地震發生之原因（資料來源：中央氣象局）

地球內有一種推動岩層的應力，當應力大於岩層所能承受的強度時，岩層會發生錯動，而這種錯動會突然釋放巨大的能量，並產生一種彈性波，稱之為地震波，當它到達地表時，引起大地的震盪，這就是地震。

地震波依傳播路徑可分為兩大類：

1. 實體波：可在地球內部傳播，依波動性質同又分為：

(1) P 波（縱波或壓縮波），如圖 11-4 所示

性質與音波相似，質點運動和波傳播方向一致，以每秒 5~7 公里的速度通過地球本體傳播，它們交替推拉岩石，造成拉扯和擠壓。

(2) S 波（橫波或剪力波）

質點運動與波傳播方向垂直，產生一上一下或一左一右的振動，速度次之，約為每秒 3 公里，它們使岩石上下或左右移動。

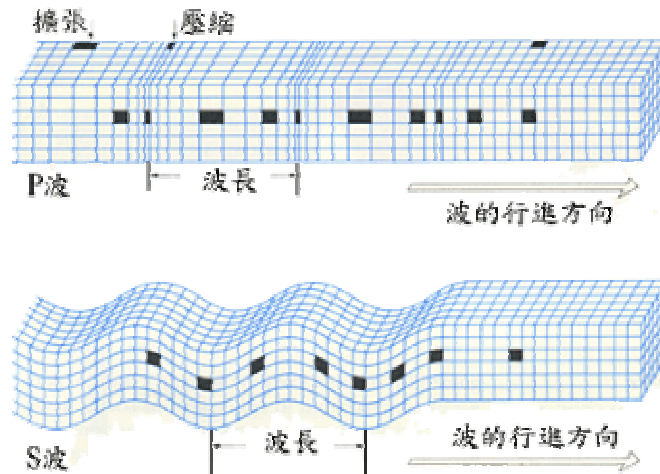


圖 11-4 實體波示意圖

2. 表面波：沿地球表層或地球內部界面傳播，表面波慢而強烈引起地震中的大部分

破壞，如圖 11-5 所示。

(1) 洛夫波：質點沿著水平面產生和波傳播方向垂直的運動。

(2) 雷利波：質點在平行於震波傳播的垂直面上，沿著橢圓形軌跡震動。

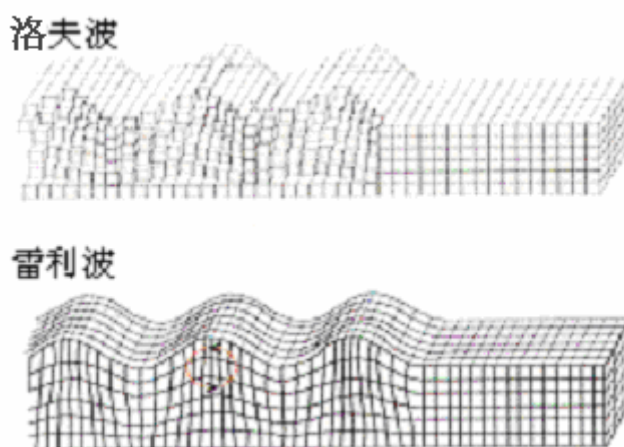


圖 11-5 表面波示意圖

實體波和表面波於地震發生時產生，經過地球內部或沿地球表面傳播，若先不考慮地震波動的衰減與幾何擴散特性，那麼在地表所感受到的振動應該是先由 P 波引起的短週期上下振動，隨後為由 S 波引起的短週期水平振動，最後是由表面波引起的長週期振動。

11.2.1 地震分類

1. 震央與震源

(1) 震源：地震起源的小區域，通常假設為一點，稱為震源。

(2) 震央：從震源向四面八方以球面波的方式發射出震波，其中垂直向上的震波所接觸到地面上的位置稱為震央。

(3) 震源深度：震源到震央的垂直距

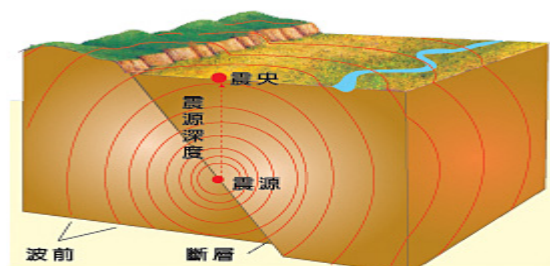


圖 11-6 震央與震源

(資料來源：中央氣象局)

離，通常震源深度愈淺，造成地表的震度就會愈大。

地震震源深度在 0~30 公里者稱為極淺層地震。在 31~70 公里者稱為淺層地震。在 71~300 公里者稱為中層地震。在 301~700 公里者稱為深層地震。

2. 有感地震、無感地震、前震、餘震

凡地震所造成的地表震動為人體所能感覺到的稱為有感地震；反之，則為無感地震。

在主要地震發生前，有時先發生若干次小地震稱之前震，在主要地震之後，常有若干次小地震相繼發生，稱為餘震；前震有時不易察覺，而餘震則較前震明顯。

3. 局發、小區域、稍顯著地震及顯著地震

(1)局發地震：最大有感半徑小於 100 公里。

(2)小區域地震：最大有感半徑從 100 公里到 199 公里。

(3)稍顯著地震：最大有感半徑從 200 公里到 299 公里。

(4)顯著地震：最大有感半徑 300 公里以上者。

11.2.2 台灣的板塊構造

板塊構造的基本觀念是將岩石圈分成數個接近剛性的板塊，包括較大的歐亞板塊、美洲板塊、非洲板塊、印度洋板塊、太平洋板塊及南極洲板塊和數個較小的板塊，如圖 11-7 所示。板塊受到張力、壓力、重力及地函對流的作用，不同的板塊之間每年以數公分的相對速度緩慢移動，大部分的地震、火山及造山運動便由於相鄰板塊的互相作用而發生。

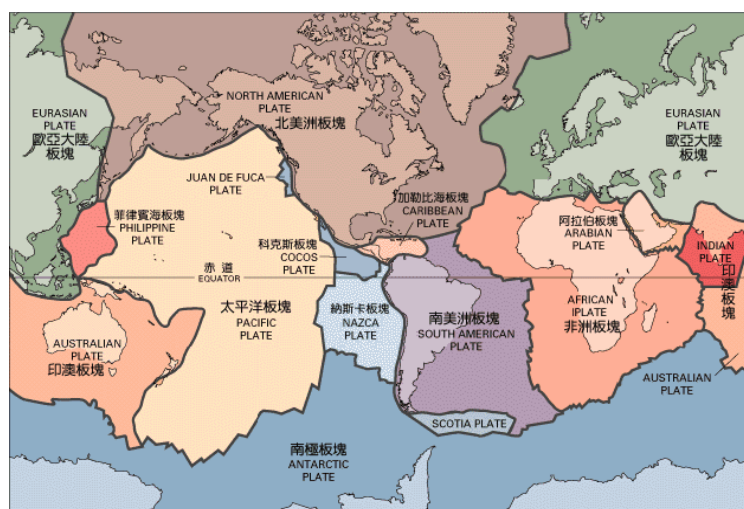


圖11-7 全球板塊分布圖

(資料來源：美國地質調查所於1996年繪製的最新全球板塊分布圖)

台灣位於環太平洋地震帶，是典型的板塊碰撞下產生的大陸邊緣島嶼；東北方是由沖繩海槽、琉球島弧及琉球海溝等地形所組成的構造系統；而南方與東南方的海底則是由呂宋島弧、呂宋海槽及馬尼拉海溝所構成南北向地質構造系統，如圖 11-8 所示。

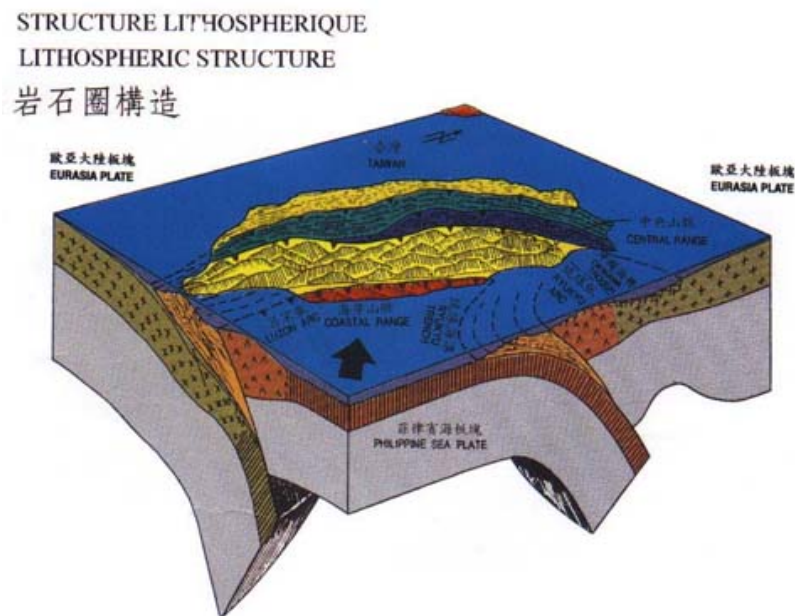


圖 11-8 台灣立體構造圖（資料來源：中央研究院地球科學研究所）

11.2.3 台灣之斷層

斷層是指存在地殼中的破裂面，其兩側地盤有明顯的相對位移者。通常它是兩個板塊之間一個長條狀的區域，延伸至地殼內 15 公里以上的深度。斷層也可能是在地震時出現於地盤運動不連續面附近的脆弱面。

斷層突然錯動就是地震的起源之一。斷層錯動有兩種方式：有一種是緩慢而持續的錯動，其速度每年數公厘至數公分不等，稱為斷層潛移。這種斷層錯動會造成地裂，破壞道路、溝渠或房屋地基，但不會引發地震。另一種是突然而劇烈的錯動，這種斷層錯動因會擾動周圍的岩盤而引起震動，成為震源所在。

絕大部份的斷層是不活動的；有許多斷層其內部物質甚至已經岩化。即使在活動的造山帶內，也不是每一條斷層都是會動的，其中僅有少數幾條具有近代活動的記錄。近代活動過的斷層一般被認為將來有進一步活動的潛能。簡單的說，活斷層是一種現今仍然在活動，並且可能在不久的將來再次發生錯動的斷層；在台灣可根據經濟部中央地質調查所的規定來判定活動斷層，如表 11-1。

表 11-1 活動斷層判斷表

| 經濟部中央地質調查所(1998) | |
|------------------|--|
| <u>第一類活動斷層</u> | 符合下列任一項者： (1) 全新世（10,000 年內）以來曾經發生錯移之斷層。 (2) 錯移（或潛移）現代結構物之斷層。 (3) 與地震相伴生之斷層（地震斷層）。 (4) 錯移現代沖積層之斷層。 (5) 地形監測證實具潛移活動性之斷層。 |
| <u>第二類活動斷層</u> | 未符合第一類活動斷層之分類準則，但符合下列任一項者： (1) 過去十萬年以來曾經發生錯移之斷層。 (2) 錯移階地堆積物或台地堆積層之斷層。 |
| <u>存疑性活動斷層</u> | 對於一些資料尚未充足而無法歸類之活動斷層，包括： (1) 將第四紀地層錯移之斷層。 (2) 將紅土緩起伏面錯移之斷層。 (3) 具活動斷層地形特徵，但缺乏地質資料佐證者。 |

在表 11-1 中，即使是第一類活動斷層，也只是表示這斷層曾經在一萬年內曾經發生過活動，並不表示此斷層未來一定會再度活動，也就是說，活斷層所在地並不意味其一定會發生斷層活動，一定具有高度危險。

當地層錯動而造成地震時，斷層兩邊的地層做相對的運動，相對運動實際上被一個面所區隔，此區隔面稱為斷層面，如圖 11-9 所示。

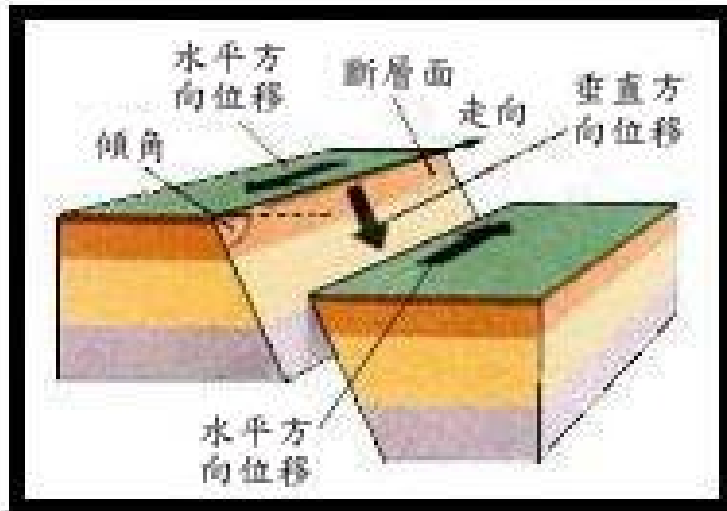


圖 11-9 斷層示意圖 (資料來源：中央大學土木系)

斷層基本上可分為三種形態：

1. 由張力造成的正斷層，所謂的張力就是物體受到拉力作用時，存在於物體內部而

垂直於兩相鄰部分接觸面上的相互牽引力，好比如兩手合掌而分開。

2. 由壓力造成的逆斷層，兩力的作用，彼此相向時，即稱為壓力。

3. 由剪力造成的平移斷層，所謂的剪力就好比在洗手時的搓揉。

通常斷層很少有純粹的正斷層、逆斷層或平移斷層，大部分斷層可能由正斷層（或逆斷層）與平移斷層組合而成斜滑斷層，如圖 11-10 所示。

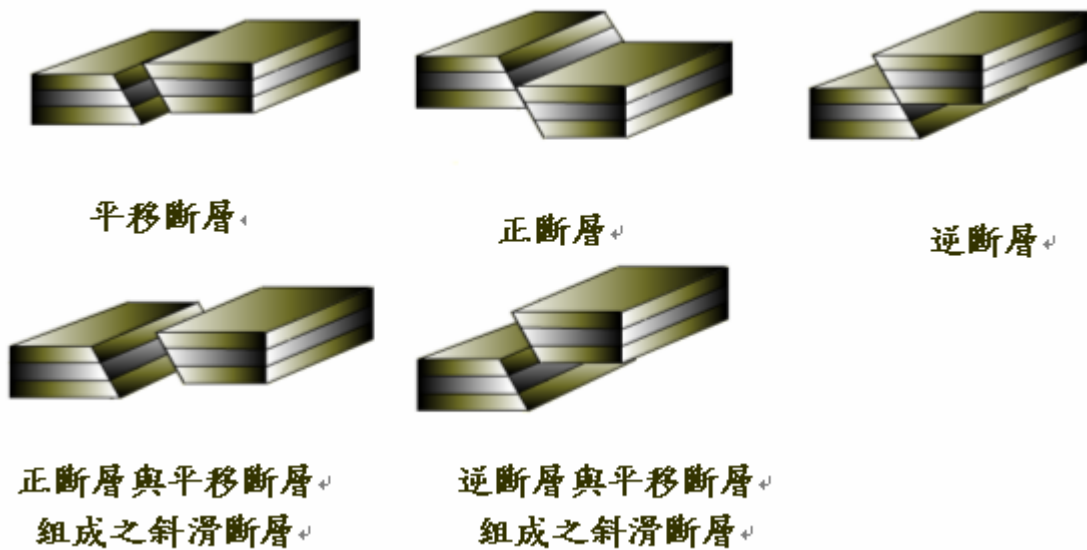


圖 11-10 斷層型態
(資料來源：中央大學土木系)

台灣島上有 50 餘條長度超過 5 公里的活斷層，主要分布在二個狹長地帶：一為與西部平原（或盆地）鄰接的丘陵與麓山地帶，另一為東部的花東縱谷地帶，如圖 11-11。

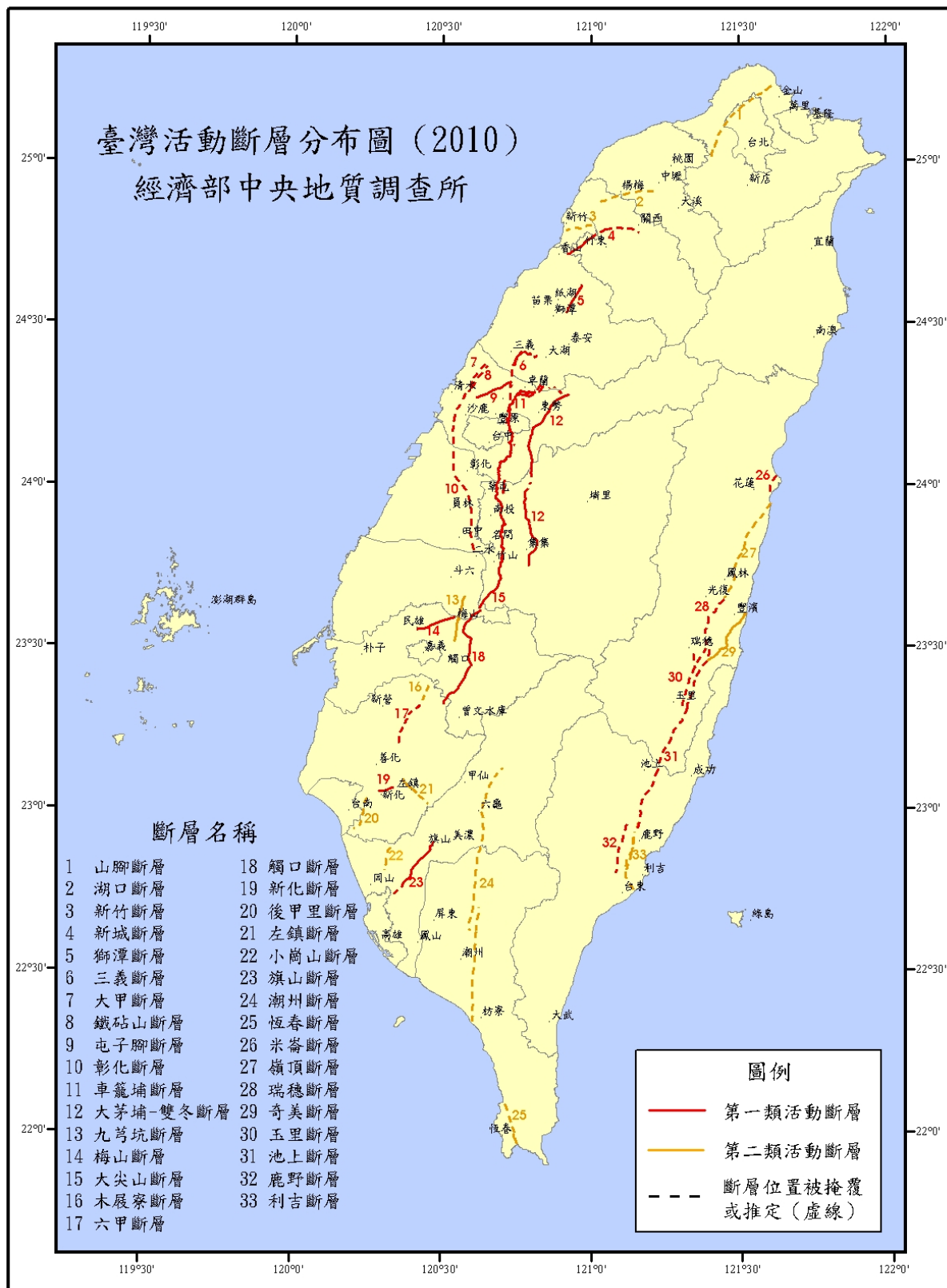


圖11-11 台灣活斷層分布圖
(2010)(經濟部中央地質調查所)

11.2.4 台灣之地震帶分佈

目前世界上有 3 個主要的地震帶，分別為環繞太平洋邊緣的環太平洋地震帶；歐亞大陸南緣的歐亞地震帶；以及各大洋中的中洋脊地震帶，如圖 11-12 所示。

1. 環太平洋地震帶

環太平洋地震帶所發生之地震次數約佔全球地震總數的 68% 以上，它的範圍包括環太平洋四周的南北美洲西岸、阿留申群島、千島群島、日本列島、琉球群島、台灣、菲律賓群島、馬里亞納群島、新幾內亞、美拉尼西亞、紐西蘭等地區，台灣就是位於這個地震帶上，地震至為頻繁。

2. 歐亞地震帶

歐亞地震帶所發生的地震次數約佔全球地震總數的 21% 左右，它的範圍包括歐亞兩大洲的南緣地帶。西起葡萄牙，向東經義大利、南斯拉夫、希臘、土耳其、伊朗、巴基斯坦、俄屬中亞至我國的新疆、西藏、雲南 再延伸至緬甸、蘇門答臘、爪哇最後與太平洋地震帶相會於新幾內亞。

3. 中洋脊地震帶

大西洋、北極海、印度洋及東太平洋洋脊或海嶺地區，都有比較狹窄的地震帶；這些地區所發生的地震次數約佔全球地震總數的 11%。

除了上述三大地震帶以外，其他地區的地震活動一般都很少。

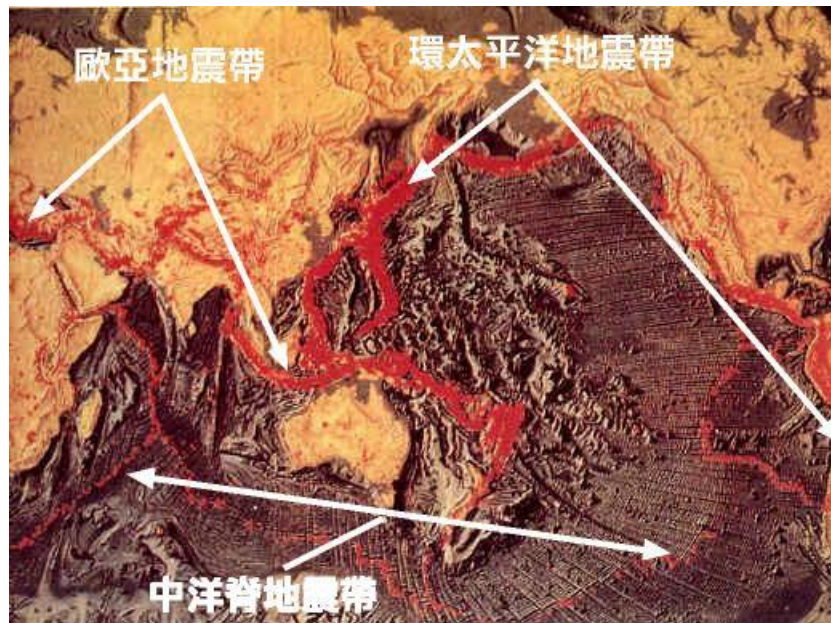


圖 11-12 全球地震帶分布圖 (圖片來源：中央大學土木系)

台灣的地震帶主要區分為東北部地震帶、東部地震帶及西部地震帶，如圖 11-13 所示。

1. 東北部地震帶

地震帶的範圍由宜蘭至台東，主要包含了花蓮、宜蘭；地震發生次數較多，震央大多在外海，震源深度由淺至深都有。

2. 東部地震帶（琉台地震帶）

主要包含了花蓮、成功、台東、呂宋島。特徵是地震次數多。通常，震源較西部為深。

3. 西部地震帶：

主要包含了台中、嘉義、台南。寬度約八十公里，大致與中央山脈平行。地震次數較少，但餘震較頻繁，持續時間較短暫，範圍廣大，災情較重，震源淺（約十餘公里），地殼變動激烈。

根據過去地震資料顯示，強烈地震發生的次數也不少。中央氣象局分析過去九十年在台灣地區所記錄的地震資料。平均每年約發生 2,200 次的地震（1991 年中央氣象局地震網經過更新後大幅提升偵測能力，所以 1991~2003 年之平均值增為 18408 次，每月平均約 1500 次），其中多數為無感地震，在地震分布方面，以東部地震帶、東北部地震帶及西部地震帶為主，其中西部地震帶及東北部地震帶內大多為淺層地震，而東部地震帶除淺層地震外，尚有中深層地震。另就災害性地震資料統計分析，台灣地區平均每年可能發生一次災害性地震。

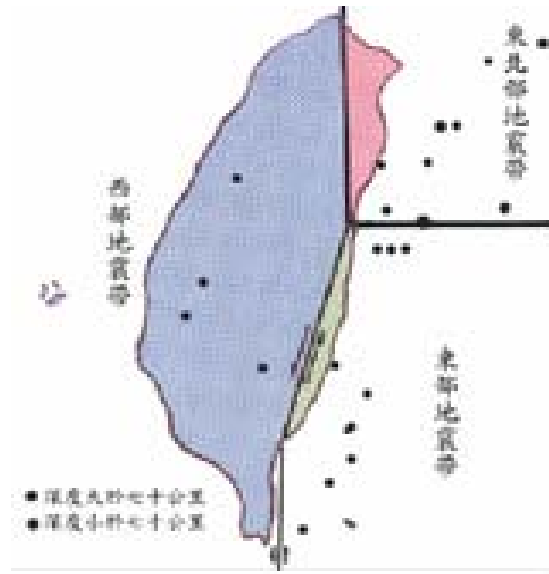


圖 11-13 台灣地震帶分布圖(圖片來源：中央大學應用地質研究所)