

中華民國第四十屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：地球科學科

組 別：高中組

作品名稱：地震研究

編 號：

(由承辦學校填列)

一、研究動機：

921 集集大地震之後，台灣中部地區的災情十分慘重，身在災區的我們，自然想對地震有更進一步的認識，究竟為什麼台灣地區會發生地震？地震發生的位置都在哪些地方？是台灣每個地方都有地震發生嗎？還是只有少數地區呢？以及每個人都想知道的是：下一次大地震甚麼時候會發生？又會發生在哪裡？對於這許許多多的問題，我們於是先試著從書裡面找出一些答案。

台灣發生地震的原因：台灣是位在歐亞板塊菲律賓海板塊之交界處，由於這兩個板塊互相擠壓所產生，當菲律賓板塊向歐亞板塊擠壓隱沒時，會產生一力量來壓迫台灣地殼，當地殼的承受力小於應力時，便是地震發生的時機了。

台灣地震斷層帶分佈的位置：斷層多呈現南北方向，震源大致分佈於中央山脈的兩側。根據中央氣象局地震測報中心所測得的 1991—1996 的地震震央分布圖，我們可以看出震央有集中在某些地區的特性。而東部因在板塊交界處，所以地震最多，但也因而災害較少，我們可以從中看出東部是聚合性板塊交界，而影響其地震的因素仍單純的地殼擠壓所造成。咦！快看看圖的左半面，有沒有發現什麼特別的地方呢？對了，就是地震的震央分布，有成半弧形分布的特性。

921 集集大地震震央位置的分佈：主震位於南投集集，餘震分布則有一特性，就是主要在主震東方呈弧形分佈，中心指向主震的方向。我們認為這樣特殊的斷層帶與震央分佈並非巧合，如果我們能對這樣的現象有所認識，或許對於預測下一次大地震會在甚麼時候、甚麼地方發生有所幫助，於是我們決定對於台灣地震斷層帶的形成與分佈做一次詳細地探討和研究。

預測下一次地震的發生：目前地震預測研究的方法有：（1）地震週期、（2）大地測量的方法、（3）驗潮、（4）地殼變動連續觀測、（5）觀測地震活動、（6）觀測地震波的速度、（7）觀測地磁及地電流、（8）觀測活斷層和活褶曲、（9）岩石破壞實驗……等，但是我們

認為這些方法所預測到的結果，很難符合實際的需要，所以我們想出了一個可能能夠符合需要的預測方法，就是求出台灣各地區的總承受力，則當一地所受到的力量累積到超過其總承受力的大小時，大地震就發生了，但是有一個問題就是該怎麼劃分地區呢？這就需要長期觀測，才有辦法劃分出來。

二、研究目的：

此次地震災情慘重，尤其是東勢一帶，因此我們想要知道當地震發生時，斷裂的位置會在何處？所以我們想模擬台灣受到板塊運動而發生地震與斷層的情況，並且觀察在我們所假設的不同地殼結構情況中，地殼是如何斷裂？在何處斷裂？及斷裂時的情況和特性等等...但是因為影響地震斷層發生的原因很多，我們沒有辦法一次全部討論，因此我們把地殼的結構簡化，以木材模擬地殼的材質，紀錄木材在受到壓力之後斷裂的情形，進而瞭解地殼受到壓力擠壓時，地震斷層發生的位置與空間分佈狀況。

三、實驗設備與材料：

設備：線鋸

鑽孔機

施力器（如圖示）

材料：嘛浪思木、橡膠木、楓木、什木

四、實驗方式：

研究一

假設：我們假設某一地殼成分均勻，利用材質均勻的木板模擬台灣地殼。

研究 1-1

目的：觀察木板的斷裂位置及裂開的痕跡，來預測地震可能發生的位置。

方式：將材質均勻的木板，由兩側施予相同的力，直到木板產生斷裂，並觀察受力後的變化情形。

研究 1-2

目的：我們從 1-1 的實驗得知，當一均勻木板受力時，會斷裂在中央，可是，台灣並不是只有一種地層，所以我們設計了另一實驗來得知地層不同會有何不同結果。

方式：我們假設一地殼的成分均勻，於是拿了 3 種不同材質而成分均勻的木板，由兩側施予相同的力，直到木板產生斷裂，並觀察受力後的變化情形。用來模擬台灣的地殼，觀察其斷裂位置是否都與 1-1 之結果相同。

研究二

假設：台灣附近的地殼表層組成有些部分是鬆軟的，也有些是堅硬的，所以我們用打洞處代表鬆軟的部分，用凸出處代表堅硬的部分。

研究 2-1

目的：在前面幾次實驗中，我們發現各位置承受力的大小是影響其斷裂因素之一，爲了更深入的了解，我們分擬定了兩種可能影響斷裂位置的因素，將在本實驗及下一實驗中討論。本實驗目的主要在證明承受力較小的地方，若是位置不同斷裂面是否也跟著發生在不同的地方。模擬地殼組成，進而以推出臺灣類似地殼的斷裂可能、位置及形狀。

方式：將成分相同的木頭，從一側打洞使它如圖所示，再由兩側施予相同的力。在取另一同樣的木頭，從中間打洞，再由兩側施予相同的力，直到木板產生斷裂，並觀察受力後的變化情形，再加以討論。

研究 2-2

目的：在知道了洞的位置對斷裂位置的影響後，我們認爲洞的大小對斷裂位置也有影響，洞的大小即爲承受力大小。模擬地殼承受力大小，進而以其推出臺灣類似地殼的斷裂可能、位置及形狀。

方式：將材質、大小相同木板三塊，於一側打洞，且三塊木板打的洞大小不一。我們將三塊木板分別壓斷後，看看有何情形發生，再分別記錄其結果並加以討論。

研究 2-3

目的：根據前面兩個實驗都只有打一個洞，但是台灣的地殼內並不是只有一處的承受力較弱，而是有很多處，所以我們試

著用以下實驗來代表。模擬地殼承受力大小各處的不同，得其結果，可進而以其推出臺灣類似地殼的斷裂可能、位置及形狀。

方式：將一塊成分相同的木板，從中間打洞，再將一側打洞，洞的大小可以不同，再由兩側施予相同的力，直到木板產生斷裂，並觀察受力後的變化情形，再加以討論。施力後，再觀察其斷裂位置和形狀看看有什麼樣的關係。

研究 2-4

目的：我們想利用十字架形來模擬承受力較大的部分，在受力後，對斷裂面的形狀和斷裂位置有何影響，進而去推出在臺灣類似的地殼，震後可能斷裂的位置發生地。

方式：將材質相同的木板，做成像十字架的樣子，使它有一側凸出。再將另一塊木板，做成十字形的樣子，使中央凸出。再由兩側施予相同的力，直到木板產生斷裂，並觀察受力後的變化情形，再加以討論。

研究三

研究 3-1

目的：我們想藉著以下模擬台灣東部板塊的實驗，來瞭解為什麼聚合性板塊的實驗，來瞭解為什麼？聚合性板塊交界多地震的原因。

方式：我們拿兩塊木板，一塊較長，一塊較短，而厚度、寬度短的大於等於長的，材質也一樣，分別放在左右兩邊，再由兩側施予同樣的壓力。

研究 3-2

動機：我們做了許多實驗後，在某次的實驗中，突然興起個念頭。想要看看已經斷裂且分開的木板，再次受到斷裂時，會產生什麼反應？

方式：將一完好的木板先把一端切成傾斜（如圖），將它壓後，取其中之一，再做一次實驗，觀察其斷裂位置，再與其它實驗做相對地比較，看看有什麼不同的地方。

研究 3-3

目的：前面所提到的想法：當一地的總承受力較小時，此地就較易發生地震。我們將在此實驗中驗證，但我們只做代表性的而已。

方式：我們將一塊木板分別在左前側和右後側打洞，再由兩側施相同的力。我們拿了兩塊木板，一塊有分層，一塊沒有，將兩塊木板分別做成如圖的樣子，再觀察其斷裂位置、形狀。

用意：沒有分層的那一塊是對照組，有分層的那一塊是實驗組，分層是因年輪所產生的，所以兩層的承受力應有不同。打洞是爲了製造各層不同的厚度，也爲了使斷裂處不受其他因素影響所而斷在兩洞之一。

五、研究結果與討論：

結果 1-1：

	木塊材質、長度
操縱變因	寬度
應變變因	斷裂位置

	長度	寬度	斷裂位置
1	10.0	1.5	4.8
2	10.0	1.5	4.6
3	9.7	3.1	4.8
4	10.3	3.1	5.1
5	10.2	3.1	5.0

單位：cm

我們從實驗中觀察其得到結果，發現所有木板在受力後，其斷裂位置皆位於中央處，且斷裂面呈現曲折得狀態。

討論：前面所提到爲何會在中央處斷裂？這是因爲施力後其反作用力和施力在中央處相遇，而導至中央處所受到的應力最大，所以木板的斷裂處大部分會出現在中央。裂開的斷裂處之痕跡爲何所以會如此呢？這是因爲木頭內部之排列方式與內部之結構的不同有關係。

結果 1-2 :

控制變因	木塊大小
操縱變因	木塊材質
應變變因	斷裂位置、形狀

	斷裂位置	斷裂形狀	斷裂面
嘛浪思木	中央	鋸齒狀直線	起伏極大
楓木	中央	鋸齒狀直線	起伏大
什木	中央	直線	沒有起伏

我們以三種木板來做實驗，分別為（1）嘛浪思、（2）楓木、（3）什木，

- （1）**嘛浪思木**：在受到壓力時，會以突發的方式斷裂，俯側視時斷裂面為一完整的在中央的鋸齒狀直線，且起伏極大，側視時為一完整面，開始受力到斷裂的這段時間之內，看不出任何端倪。
- （2）**楓木**：在受到壓力時，會以不快不慢的方式斷裂，俯視時，斷裂面為一在中央的鋸齒狀直線，但起伏不甚大，側視時為一完整的斜面，開始斷裂時會發出聲音。
- （3）**什木**：在受到壓力時，會以極緩慢的方式斷裂，俯視時，斷裂面為一在中央的平行直線，有些許起伏，側視時

爲一完整的垂直，當它開始斷裂時，斷裂處會漸漸的被壓裂開來。

討論：經過討論後，我們認爲材質對斷裂位置沒有影響，但是對斷裂面的起伏影響很大，這應該是每塊木板內不知結構不同的關係。再將之推向台灣，地殼越硬，所產生的起伏越大，由此可以看出，當地震發生時，可以估計斷層面斷裂時所能損傷的範圍。

結果 2- 1：

控制變因	材質、洞的大小
操縱變因	洞的位置
應變變因	斷裂的位置

	斷裂位置	斷裂形狀
洞在一側 1.5cm 處	打洞處偏木板中心	弧形
洞在中央	打洞處中心	直線
洞在 1/4 處	打洞處偏木板中心	弧形

木板長度：10cm 材質：什木 洞的直徑：0.5cm 單位：cm

經過我們多次實驗之後，得到以下結果：在一側打洞的木頭，在承受兩端相同的力後，在打洞處斷裂，並且是一弧形的斷裂面，但若是洞太小且離中心遠，則它依然在中心處斷裂，若洞打在中央，則它會斷裂在中間打洞處，但斷裂處不成弧形，且斷裂面幾乎呈現垂直。

討論：爲什麼洞打在一側時，會有弧形斷面出現呢？我們認爲是原本斷裂處應該在中間，但是因爲原本斷裂處應旁邊有承受力小的地方，使得最易斷的位置移到了打洞處，於是斷裂處就往中間偏，且出現了弧形的斷裂形狀。所以，由此得知承受力和應力是主要的影響因素。此處有弧形的原因，並不是北港基盤高區外圍的地震震源分佈之原因，因爲與實際不符。所以我們認爲北港基盤高盤外圍應不是此原因。雖然實驗結果中並沒有斷在中間，若是洞在靠一側多一些的話，我們認爲就會有斷在中間的結果了。

結果 2-2：

控制變因	木板材質、大小、洞的位置
操縱變因	洞的大小
應變變因	斷裂位置、形狀

洞的大小(直徑)	斷裂位置	斷裂形狀
0.7	打洞處偏中央	弧形
0.5	打洞處偏中央	弧形
0.2	木板中央	直線

單位：cm

打洞大的木板斷裂在打洞的地方，而打洞大小次之的木板也是斷在洞的兩旁，但打洞小的木板似乎不受洞的影響，而斷在中央。

討論：由結果得知，洞的大小也會影響到斷裂的位置，所以將來預測地震位置時，就必須考慮承受力的差距，還有應力的大小。

結果 2-3

經過我們多次實驗後，得到以下結果：若在木頭中間打洞，且也在此木頭之一側打洞，當兩洞大小相同時，則斷裂位置會在中間的洞，結果與只打一個洞，且洞在中間時相同。當兩洞大小不同，而在一側的洞較大時，則可能會斷在中間，或是斷在一側；若斷在一側，斷處會呈現弧形，與只打一個洞，且洞在一側時相同。

控制變因	木板材質、洞的位置、數目
操縱變因	洞的大小比例
應變變因	斷裂位置、形狀

	中間洞的大小	旁邊洞的大小	斷裂位置	斷裂形狀
1	0.5	0.5	中間的洞	直線
2	0.2	0.7	旁邊的洞	弧形
3	0.7	0.2	中間的洞	直線

單位：公分（cm）

討論：由這個實驗的結果，再次證明了承受力和應力是主要影響因素。也證明了，斷裂處向中心偏的想法。

結果 2-4：

控制變因	木板材質、形狀
操縱變因	凸處位置
應變變因	斷裂位置、斷裂形狀

	斷裂位置	斷裂形狀
十字架形的木塊	長柄中間偏凸處	直線
十字形的木塊	凸處兩側之一	直線

十字架形的木塊，在兩端受到相同的力量擠壓後，斷裂處在十字架形木塊的長柄處中間偏凸處，並不是在木板中央（凸處也不是在木板中央），斷裂面呈直線狀。且非上下斷裂而是左右彎曲斷裂。

討論：經過討論後，我們認為斷裂處沒有出現在中央的原因，可能是因為凸處的影響，使的斷裂處往旁邊移動了一些。

結果 3-1

經過多次實驗得到以下結果：它們大致上並沒有斷裂處，但若是較長的木板厚度較薄的話，則會有斷裂處出現在此木板的中間。而多次實驗的共通點，則是在兩塊木板的互相擠壓下，交界處嚴重變形，就好像兩板塊在擠壓，造成了山脈和海溝一樣。不論是什麼材質，基本上都會有此情形，只是明顯不明顯的罷了。

當地殼斷裂時，大致上會從承受力較小的位置斷裂，地殼都分有層，而各層物質所能承受的力量都不同，當一地的地殼所能承受的力量較小時，此地的地震就會比較多，但這是在各地應力相同的情況下。若有一地殼各部分厚度相同，但它有分層時，若有一部份地區，地殼中含承受力較大的那一層所占的比例較少時，會使的總承受力較小，因而此地會很容易發生地震，反之，則地震較少。在板塊交界帶，地震多可能就是因此而發生。

討論：這個結果可以說明聚合性板塊交界處多此地震的原因，例如台灣東部即為此種類行的原因。

結果 3-2

經過我們多次實驗，得到下述結果：將此種木板施力後，我們得到了兩個斷裂處，與其它實驗結果，截然不同。首先第一個斷裂面位於斜面，斷裂的形狀較直，而斷裂所造成的斜面約為 90 度。而此處不僅有斷裂面，而且亦有壓密的作用。第二個斷裂面位於斜面再往外一些，與實驗一斷在中間的情況差很多，而斷裂所造成的斜面，則較第一個斷裂面平緩。

討論：這個實驗結果，與附圖 3 的情況相似，可能可以藉此結果來說明附圖 3 中斷裂的斜面為何逐漸趨於平緩的原因。然而，為什麼會有這樣的結果呢？原因是因為原本的斜面經受力壓密後，雖然較為陡，但還是有斜面存在，使得第 2 斷裂面不在木板中央，而是靠近斜面處，也因此其所造成的斜面較為平緩。而第一斷裂處的成因，則是因為其位於斜面，承受力較小，使得其，容易斷裂，而此所造成的斜面較為陡。如此說來，若這是附圖 3 中情況的成因，則原本的地殼交界處之地殼厚度應該比較薄，經板塊擠壓後才造成附圖 3 的情況。而事實上也是如此，因為岩漿的入侵，使得地殼較薄，因此承受力較小，於是地震較多，所以這個原因很有可能就是附圖 3 情況的成因。

結果 3-3：

沒有分層的那一塊，出現了兩個斷裂處，分別位於兩洞，且靠近中央的洞斷裂的較劇烈。有分層的那一塊，則是只面在此有一打洞處斷裂，洞斷處有緩緩延伸且斷裂至另一打洞處的現象。

討論：經過討論後，我們認為有分層的木板，只有一斷裂處的原因是因為兩層的承受力各不相同，而黑色部分可能承受力較小，使得此處總承受力較小，斷裂處就出現在此。但為什麼斷裂面為何會向另一洞延伸斷裂呢？我們認為可能是因為另一洞的關係，不然它也有可能是向中間延伸。因為只做了一次實驗，所以並不確定是什麼原因所造成的，於是此實驗待續。

六、結論：

- (1) 由研究一得知當一材質成分均勻的木板受力後，中央所受到的應力最大，所以在各位置承受力相同時，斷裂處應會出現在中央。
- (2) 由研究二得知斷裂位置在總承受力和應力的雙重影響下，會有不同的結果，且斷裂形狀會受到承受力小的地方所影響，例如中央應力較大時，則使斷裂處偏向中央，承受力大的地方可能會加強其周圍的承受力。
- (3) 由研究三得知因為台灣位於聚合性板塊交界處，即可說明台灣多地震的原因，但因為各種物質的承受力不同，而導致總承受力也會有所不同。

所以，要求得地震發生位置，就必須知道一地區中各地的總承受力，還有應力，而累積的力量即為規模，至於時間就比較困難了，因為兩大地震的時間間隔太久，中間變因太多，所以需要長期的觀測，才能將預測時間縮小。

七、參考資料：

- (1) 變臉的大地-----台灣大學地質系 劉聰桂 陳文山編著

- (2) 集集大地震特集-----中研院地球所 林政洪編著
- (3) 學生學科學叢書之地震和地震學-----蔡義本等著
- (4) 台灣的地質現象-----陳肇夏編著
- (5) 台灣地質概論-----何春蓀編著
- (6) 澎湖群島之地質與地形-----林長興編著
- (7) 台灣地質之台灣東部海岸山脈地質---陳文山 王源編著
- (8) 台灣地體構造的演變-----何春蓀編著
- (9) 基礎地球科學-----毛松霖主編
- (10) 地震大解剖-----牛頓出版社
- (11)