

# 天然災害災防問答集



交通部中央氣象局 編印

中華民國 109 年 3 月

# 序

臺灣地處副熱帶，並位於環太平洋地震帶上，故每年都有遭受颱風、豪雨、乾旱、寒流及地震等天然災害侵襲之虞。根據歷年資料統計，平均每年約有 3~4 個颱風侵襲臺灣，而發生規模大於 5 的地震為平均 24.4 次。

就氣象災害而言，臺灣因災害性天氣所造成的直接財物損失，年平均約高達新臺幣 150 億元(間接的損失更難以估計)，其中 85% 左右與颱風有關，11% 由 5、6 月之豪雨所造成；在地震災害方面，平均約 1 年發生 1 次災害性地震。

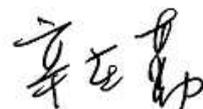
臺灣山多坡陡、河川短促、地質脆弱，每逢颱風豪雨，山區容易發生山崩、地滑、土石流等情事，往往造成交通中斷，中、下游地區之土砂災害，導致居民生命、財產及公共設施之嚴重損失。尤以民國 98 年 8 月侵臺的莫拉克颱風挾帶相當豐沛雨量，造成臺灣近 50 年來最嚴重之颱風災情。因此，如何防範未然，研擬有效的因應對策，實乃吾人應努力的目標。

交通部中央氣象局為增進民眾對天然災害之認知，以及了解災害前後應採取的防護和應變措施，特編印「天然災害災防問答集」一書，內容包括：災害的定義與概念、災害的發生與相關因素、天然災害對經濟建設的危害、防災與減災對策、氣象災害與防災，地震災害與防災等六部分。希望藉

此小冊子之發行，能適時提供全國人民即時性防災資訊，進而強化全國防災體系，確保整體環境安全，以維護民眾生命財產安全，進而提升國家總體競爭力。

最後謹向編撰單位及人員長期來所投入之心力，致上最深的謝意。

交通部中央氣象局局長



謹誌

中華民國 99 年 6 月

# 目 錄

<b>一、 天然災害的定義與概念 .....</b>	<b>1</b>
1. 何謂「災害」？我們如何理解「禍兮福所依，福兮禍所伏」和「天災人禍」之意義？ .....	1
2. 何謂天然災害、人為災害、天然人為災害及人為天然災害？ .....	1
3. 何謂突發性天然災害？何謂緩發性天然災害？ .....	2
4. 臺灣有哪些重要的天然災害？ .....	3
5. 天然災害依成因可分為幾類？ .....	3
6. 天然災害的大小是如何劃分？什麼是「災度」？ .....	4
7. 天然災害對人類社會有哪些重大危害？ .....	5
8. 是否應將「災年」劃分等級？如何劃分？ .....	7
9. 20世紀的全世界10大天然災害有哪些？ .....	8
10. 什麼是災害的時空群發性？ .....	9
11. 什麼是「災害鏈」？ .....	10
12. 什麼是原生災害？什麼是次生災害和衍生災害？ .....	11
13. 災害的直接經濟損失和間接經濟損失是怎樣劃分的？ .....	12
14. 何謂天然災害評估？ .....	12
15. 何謂減災？減災的觀念是如何形成？ .....	13
16. 為什麼減災也能增加經濟效益？通常「減災效益比」為多少？ .....	14
<b>二、 天然災害的發生與相關因素 .....</b>	<b>17</b>
1. 在人類歷史上，有哪些重要的天然災害群發期？ .....	17
2. 世界上有哪些災害群發幕和群發節？ .....	18
3. 太陽活動與天然災害的發生究竟有什麼關係？ .....	19
4. 太陽、月亮和行星的運動與天然災害有關嗎？ .....	20
5. 天然災害的發生與地球自轉速度的變化有關嗎？ .....	21
6. 什麼是「聖嬰」現象？與天然災害有何關係？ .....	22
7. 節氣與天然災害有關嗎？ .....	24
8. 南北兩極已出現臭氧洞，我們應如何因應？ .....	26
9. 什麼是「溫室效應」？對地球有什麼影響？ .....	27
10. 溫室效應是否惟害而無利呢？ .....	28
<b>三、 天然災害對經濟建設的衝擊 .....</b>	<b>31</b>

1.	天然災害對工商企業有哪些危害？.....	31
2.	影響都市機能及發展的天然災害有哪些？.....	32
3.	交通事故的發生與自然變異有什麼關係？.....	34
4.	火災事故的發生與天然因素有什麼關係？.....	34
5.	天然災害對維生系統有哪些潛在威脅？.....	35
6.	天然災害對農、林、漁、牧業有什麼危害？.....	36
7.	災害與環境有什麼關係？為什麼環境治理與防災、減災措施必須綜合考慮？ .....	37

#### **四、 防災與減災對策.....39**

1.	為什麼防災(防範天然災害)及減災(減輕天然災害)工作，屬於綜合性的業務？.....	39
2.	防範及減輕天然災害之業務有哪些內容？.....	40
3.	減輕天然災害損失有哪些措施？.....	41
4.	什麼是天然災害的監測？意義何在？.....	42
5.	天然災害能事先預報嗎？.....	43
6.	天氣預報在防洪預警作業中扮演什麼角色？.....	44
7.	1975年2月4日發生於中國大陸遼寧省的海城地震是怎樣預報的？.....	45
8.	防災的含義是什麼？有哪些內容？.....	47
9.	抗災的含義是什麼？其意義何在？.....	49
10.	為什麼都會地區的公共設施和工商企業的工程建設，也應加強和提高抗災能力？.....	50
11.	減輕海洋災害的措施有哪些？.....	51
12.	應該如何防範及減輕地滑和崩塌等災害？.....	52
13.	為什麼救災工作就像軍事行動一樣的複雜？.....	53
14.	各級政府機構為什麼要訂定綜合性的災害防救業務計畫？.....	53
15.	災後重建家園、恢復生產需注意哪些問題？.....	54
16.	為什麼保險是減輕天然災害的對策之一？.....	55
17.	為什麼要提高全民的防災及減災意識與整備能力？.....	56

#### **五、 氣象災害與防災.....59**

1.	什麼是氣象災害？它有什麼特點？.....	59
2.	臺灣之氣象災害損失為何？.....	60
3.	氣象災害是怎樣監測的？.....	60
4.	目前我國共有多少個氣象站？其任務是什麼？.....	62
5.	氣象雷達如何監測豪雨天氣？.....	63
6.	氣象雷達如何觀測氣象？.....	64

7.	臺灣的氣象雷達網現況為何？.....	65
8.	氣象雷達對颱風警報的貢獻為何？.....	66
9.	氣象雷達使用於颱風觀測時，在技術上有無困難或限制？.....	66
10.	氣象衛星如何監測氣象災害的？.....	67
11.	氣象衛星和颱風測報有何直接關係？.....	69
12.	氣象衛星和氣象雷達對颱風測報的功能有何不同？.....	69
13.	什麼是天氣系統？它是怎樣分類的？.....	70
14.	如何區分長、中、短期和即時天氣預報？.....	71
15.	什麼是異常氣候？對日常生活有什麼影響？.....	72
16.	聖嬰現象與氣候異常有關嗎？.....	73
17.	什麼是氣候評鑑？有什麼作用？.....	73
18.	氣象因素對飛航安全有什麼影響？.....	74
19.	氣象對軍事有哪些影響？.....	75
20.	氣象對交通有什麼影響？.....	76
21.	什麼是乾旱？可造成哪些災害？.....	77
22.	高溫(熱浪)有什麼危害？怎樣預防熱浪襲擊？.....	77
23.	什麼是焚風？經常出現在什麼地方？.....	78
24.	現代都市所遭受的豪雨災害，為什麼比過去嚴重？.....	79
25.	如何正確地使用豪雨天氣預報資訊？.....	80
26.	什麼是颱風的危險半圓？.....	81
27.	在海洋上如何利用氣象預報資訊，以避開颱風的影響？.....	82
28.	什麼是氣象導航？有什麼意義？.....	83
29.	什麼是雷擊？.....	84
30.	如何預防雷擊？.....	85
31.	為什麼雷雨區內常有強風？.....	86
32.	什麼是龍捲風？多發生在哪個季節和地區？.....	86
33.	龍捲風來襲時，應怎樣預防？.....	87
34.	冰雹是怎樣形成？有什麼特點？.....	88
35.	什麼是瘋狗浪？何種情況下最容易發生？.....	90

## **六、地震災害與防災.....91**

1.	何謂地震？何謂地震災害？.....	91
2.	何謂震源、震央、震源深度？.....	92
3.	規模與震度各代表什麼意義？.....	94
4.	為什麼會發生地震？.....	94
5.	什麼是構造性地震？.....	95
6.	斷層是否與地震有關？.....	95
7.	地震可誘發何種衍生災害？.....	96

8.	世界地震分布有什麼特點？.....	97
9.	臺灣地震帶之分布情形為何？.....	98
10.	中國大陸地震活動之分布情形為何？.....	99
11.	為什麼淺層地震之破壞力比深層地震大？.....	100
12.	什麼是地震對策？有哪些內容？.....	101
13.	家庭裏應如何做好防震措施？.....	102
14.	何謂防震守則？.....	103

# 一、天然災害的定義與概念

1. 何謂「災害」？我們如何理解「禍兮福所依，福兮禍所伏」和「天災人禍」之意義？

「禍兮福所依，福兮禍所伏」出自於 2000 年前「老子」一書，這裡所說的「禍」係指「災害」、「災難」。廣義而言，凡危害人類生命財產和生存條件的各類事件通稱為「災害」、「災難」。「天災」是指天然災害，「人禍」是指人為災害。

「禍兮福所依，福兮禍所伏」說明了「福」、「禍」的對立與轉化的相互關係，意謂著除害即興利，減災即增產與減少傷亡。

2. 何謂天然災害、人為災害、天然人為災害及人為天然災害？

綜觀人類的歷史可以得知，災害的發生原因主要有 2 個：1 是天然(自然)變異，2 是人為影響；而其表現形式也有兩種，即天然(自然)形態的災害和人為形態的災害。因此，通常把(1)以天然變異為主因而產生，並表現為天然形態的災害稱之為天然(自然)災害，如地震、颱風、豪雨及暴潮；(2)以人為影響為主因而產生，且表現為人為形態的災害則稱之為人為災害，如火災和交通事故；(3)由天然變異所引起，但卻表現為人為形態的災害則稱之為天然人為災害，如太陽活動高峰年時發生大流行的傳染病；(4)由人為影響所產生，但卻表現為天然形態的災

害則稱之為人為天然災害，如過度砍伐森林引起土壤流失，過量抽取地下水引起地層下陷等。

當然，災害的形成過程往往是很複雜的，有時候一種災害可由幾種災因引起，或一種災因會同時引起好幾種不同的災害。這時，災害類型的確定就要根據產生主導作用的災因和其主要的表現形式而定。

### 3. 何謂突發性天然災害？何謂緩發性天然災害？

天然災害形成的過程有長有短，有緩有急。有些天然災害，當致災因子的變化超過一定的臨界值或強度時，就會在幾天、幾小時甚至幾分鐘、幾秒鐘內表現為災害行為，像地震、洪水、颱風、暴潮及冰雹等，這些災害稱為「突發性天然災害」。而旱災、農作物和森林的病蟲害等，雖然一般要在幾個月的時間內才能成災，但災害的形成和結束仍然比較快速，明顯直接影響到國家的經濟成長，所以也把它們列入突發性天然災害。此外，還有一些天然災害是在致災因素長期發展的情況下，逐漸顯現成災的，如土地沙漠化、土壤流失及環境惡化等，這類災害通常要幾年或更長時間的發展，故稱為「緩發性天然災害」。

一般說來，「突發性天然災害」易使人類猝不及防，因而常會造成死亡事件和很大的經濟損失。「緩發性天然災害」則影響範圍比較廣，持續時間比較長，雖然發展比較緩慢，但若不及時防範，同樣也會造成巨大的經濟損失。

#### 4. 臺灣有哪些重要的天然災害？

天然災害的分類是一個很複雜的問題，根據不同的考慮因素可以有許多不同的分類方法。在臺灣發生的重要天然災害，依據其特點、災害管理及防災系統的不同，可歸納為七類，每類又包括若干災種：

- (1)氣象災害：包括颱風、梅雨、龍捲風、雷擊、強風、焚風、豪雨、寒流、霜害、冰雹及早災等。
- (2)海象災害：包括暴潮、海嘯、瘋狗浪、巨浪、海水倒灌和海平面上升等。
- (3)洪水災害：包括山洪爆發、河水氾濫、淹水和積水等。
- (4)地質災害：包括山崩、地滑、土石流、地表裂縫、塌陷、泥火山噴發、地層下陷、土地沙漠化、土壤流失及土壤鹽化等。
- (5)地震災害：包括由地震引起的各種災害以及由地震誘發的各種衍生災害，如土壤液化、噴沙冒水、城市大火、河流與水庫潰堤等。
- (6)農業災害：包括農作物病蟲害、農業氣象災害及農業環境災害等。
- (7)森林災害：包括森林病蟲害、森林火災等。

#### 5. 天然災害依成因可分為幾類？

人類賴以生存的地球表層，包括岩石圈、水圈、大氣圈和生物圈，不僅受到地球自身運動和變化的影響，而且也被太陽和其他天體的作用所影響。實際上，人類就是在不斷地取之於自然又受制於自然的條件下生存和

發展。但是自然界隨時在變化，太陽輻射能量的變化，地球運動狀態的改變，地球各圈層內物質的運動和變化，以及人類和生物的活動等因素，時常會破壞人類生存的和諧條件，導致天然(自然)災害的發生。若依天然災害發生的原因劃分，臺灣的天然災害大致可分為以下幾類：

- (1)氣象災害和水災：由地球的大氣圈之變異活動所引起。
- (2)海象災害和海岸災害：由地球的水圈之變異活動所引起。
- (3)地質災害和地震：由地球的岩石圈之變異活動所引起。
- (4)農林災害：由地球的生物圈之變異活動所引起。
- (5)人為天然災害：因人類活動所引起。

上面所列舉的災害成因是指引發主導作用的因素而言，實際上，太陽與其他天體的影響，地球的整體運動與變化，以及由地球各圈層的活動所造成的彼此間之相互影響等等，對每一個圈層天然災害的產生都會發生一定的作用。

## 6. 天然災害的大小是如何劃分？什麼是「災度」？

通常我們說「這是一次強度很大的災害」，是指致災因子的變化強度很大，如強烈颱風，中心附近最大風速可達 16 級；規模 7.3 的強地震，有些地區之震度可達 6 級；大雨，24 小時累積雨量可達 80 毫米以上，或 1 小時雨量達 40 毫米以上；豪雨，24 小時累積雨量可達 200 毫米以上，或 3 小時累積雨量達 100 毫米以上；大豪雨，24 小時累積雨量可達 350 毫米以上，或 3 小時

累積雨量達 200 毫米以上；超大豪雨，24 小時累積雨量可達 500 毫米以上等等。這樣的度量內容都是致災的強度，但這不等於真正造成災情的大小。因為，如果規模 6.2 的強地震發生在無人的山區，強烈颱風和豪雨發生在人口稀少的遠洋島嶼，所造成的人員傷亡和對社會經濟的衝擊將非常的小。所以成災的大小是由兩個基本因素所決定，一是致災因子變化的強度，另一是受災地區人口密度、經濟活動以及防禦和承受災害的能力。例如：臺灣北部地區遭受規模 5 的中等地震所造成的經濟損失和對社會的衝擊，往往比發生在東部海面一次規模 6 的強震要超過好幾倍。

至於劃分災情的大小，則採用「災度」的概念。災情最直接的表現為人員傷亡數量及房屋損毀棟數，其次則表現為對社會衝擊及經濟損失的折算金額。目前國內和國際上還沒有統一劃定「災度」的標準，因為它涉及一個國家承受災害的程度與應變能力，以及災情處理的層次和職責的劃分。

## 7. 天然災害對人類社會有哪些重大危害？

天然災害對人類的危害主要表現在兩方面：(1)造成人員的傷亡，(2)國家、家庭及個人的財產損失。

根據聯合國相關部門之調查及統計，在過去的 20 年中，地震、洪水、颱風、龍捲風、地滑、海嘯、火山爆發和森林大火等天然災害，已在世界各地造成 280 萬人死亡，受影響的人口多達 8 億 2 千萬人，直接經濟損失

估計為 250~1,000 億美元，並經常引起人民的驚慌和社會的動盪。

現今社會中，如城市建築、交通運輸及維生系統、企業、工廠和研究單位等，都是十分複雜且現代化的設備及工程，這些建築物一旦遭到天然災害破壞，就會處於失控狀態，將為社會經濟之運作帶來巨大的破壞，甚至於毀滅性的衝擊。每個系統對系統內部既是一個封閉結構，也與其他系統有著千頭萬緒的聯繫，例如水源、電力、交通及瓦斯等維生系統工程的破壞，亦會造成城市生產和生活秩序的癱瘓。因此，由於結構及系統性的破壞，所造成的間接經濟損失，要比直接的經濟損失大得多，有時候間接的經濟損失甚至難以用數字表達出來。

另外，天然災害造成人員傷亡，也破壞社會和家庭的結構。例如，一個研究人員從事重要的科學實驗，由於被災害奪去生命，他的技術、經驗、理念、觀念、想法及所搜集的資料等等也停止了，這項重要的工作可能因此被耽擱幾年或十幾年。一個家庭主要成員的傷亡，意味著這個家庭的生產力及經濟來源的中斷，也可能使整個家庭垮掉，例如民國 98 年莫拉克颱風引發高雄縣甲仙鄉小林村的毀村事件及民國 88 年 921 大地震對中部地區及民眾之衝擊就是最明顯的實例。除了這些看得見、摸得著的「硬體」外，天然災害對社會秩序及民眾心理此種「軟體」之衝擊，也可能產生巨大影響。歷史上，

由於災害而導致社會動亂、政權更迭之例子屢見不鮮。這種影響的嚴重程度，乃與天然災害的破壞程度以及社會對災害的抗禦能力有關，而且這種影響的消退是十分緩慢，有些天然災害對人的心理所造成的創傷，甚至要到這個人死亡後才能停止。

## 8. 是否應將「災年」劃分等級？如何劃分？

各類天然災害的發生時間與春夏秋冬 4 季有著直接或間接的關係，也就是說災害的發生是以「年」為主，而國家的經濟活動亦皆以「年」為計算的單位。每年的災害為國家造成的經濟損失有時多有時少，所以應依據年度的災害損失劃分不同等級。

古代就有劃分「災年」等級的傳統作法，乃為了對不同級別的「災年」採取不同等級的賦稅要求，例如西元前 400 年的魏文帝時代，即將年分為「豐年」(小熟、中熟、大熟)和「災年」(小飢、中飢、大飢)。大飢年時平價賣出大熟年所收購的糧食，小飢年則平價賣出小熟年收購的糧食，這樣可以達到「賣不貴而民不散，取有餘以補不足」的效果(漢書，食貨志)，可見「災年」分級對以農為本的國家具有重要的意義。

劃分「災年」等級更重要的意義，還在於國家經濟發展計畫的平衡和穩定。國家經濟發展計畫並不是只計算工商農業之總生產值而已，還需考慮災害的減產值。平均而言，臺灣每年的氣象災害損失約相當於國內生產毛額(GDP；Gross Domestic Product)的 3.3% 上下，而每年

的災情損失變化幅度又很大，所以必須劃分「災年」等級。事實上，「災年」分級是一項很複雜的研究課題，目前我們並未實施。

## 9. 20 世紀的全世界 10 大天然災害有哪些？

20 世紀的全世界 10 大天然災害的評定標準，主要是根據一次突發性天然災害(旱災可跨年度)的死亡人數，同時也參考了經濟損失和對社會衝擊的影響程度。

- (1)1920 年中國大陸北方大旱：山東、河南、山西、陝西及河北等省大旱，災民 2,000 萬人，死亡達 50 萬人。
- (2)1920 年 12 月 16 日中國甘肅海原地震：規模 8.5，死亡 24 萬餘人。
- (3)1923 年 9 月 1 日日本關東大地震：規模 7.9，死亡 99,331 人，失蹤 43,476 人，房屋倒塌 128,266 間，損毀 126,233 間，燒燬 447,128 間。
- (4)1928~1929 年中國陝西大旱：3 年不雨，農作未收，陝西全境有 940 萬人，因旱災而死亡者達 250 萬人，逃亡者達 40 餘萬人。
- (5)1937 年印度加爾各答熱帶氣旋災害：因災死亡達 30 萬人。
- (6)1943 年印度和孟加拉等地飢荒：死亡達 30 萬人。
- (7)1943 年中國廣東大旱：台山縣由年初直到穀雨(4 月 20 日前後)沒有水可插秧，全縣飢民死亡達 15 萬人。普寧、潮陽糧食飢荒嚴重，惠來濱海地區漁民災情更為嚴重，死亡人數超過一半以上。

(8)1970 年 11 月 12 日孟加拉灣暴潮災害：正值天文高潮時刻，水位高達 10 公尺，12 級以上的熱帶氣旋推著狂濤巨浪湧向三角洲地帶，400 多萬人受災，50 萬人喪生；房屋損毀 40 萬間，停泊在灣內的兩萬艘漁船葬身汪洋大海中。

(9)1968~1973 年非洲大旱：由於缺少糧食和牧草，牲畜被宰殺，因飢荒致死者超過 150 萬人。

(10)1976 年 7 月 28 日中國唐山大地震：規模 7.8，死亡 24.2 萬人，重傷 16.4 萬人。

上述災害，中國大陸占了一半。在災種中，旱災居首位，有 5 次；地震其次，有 3 次；熱帶氣旋和暴潮各 1 次。

## 10. 什麼是災害的時空群發性？

天然災害的發生往往不是孤立的，它們常常在某一時段或某一地區相對集中出現，形成眾災叢生的局面，這種現象稱為「災害群發性」。

中國大陸華東地區是世界上記錄災害歷史最早且比較連續可考的地區。根據這些記載可發現，有些重大災害往往在幾十年或一、二百年內連續發生，間隔數百年或千年之後，又出現一段重災連發的時段。一般把一、二百年內災害連續發生的時期稱為「天然災害群發期」。又根據中國大陸近 5 百餘年來更詳細的歷史記載，科學家們發現在災害群發期內，還有一、二十年內災害相對集中發生的時段，一般稱為「災害群發幕」。同樣，在

災害群發幕內還有更短的災害群發時刻，如 2、3 年內的災害群發，稱為「災害群發節」；幾個月內的災害群發，稱為「災害群發叢」。一般把天然災害在時間過程中，所表現的多種時間尺度的群發性，統稱為「災害的周期性」。如能充分掌握其中的規律，對於災害的預報是會有所幫助的。

在一定空間範圍內出現的災害群發現象，稱為「災害的空間群發性」，如大陸的西南、華北及東南沿海一帶都是災害群發的地區。

## 11. 什麼是「災害鏈」？

許多天然災害，特別是等級高、強度大的天然災害發生以後，常常誘發出一連串的衍生(次生)災害，這種現象稱之為「災害鏈」。例如：1960 年 5 月 22 日智利接連發生規模 7.7、7.8 和 8.5 三次大地震，而在瑞尼赫湖區則引起 300 萬、600 萬和 3,000 萬立方公尺的 3 次大地滑。土方填入瑞尼赫湖後，致使湖水上漲 24 公尺，造成湖水外溢，結果淹沒了位於湖東 65 公里處的維亞城，全城水深 2 公尺，使 100 萬人無家可歸。在這個致災過程中，地震—地滑—洪水構成了一個「災害鏈」。

這次地震還引起巨大的海嘯，在智利附近的海面上出現高達 30 公尺的湧浪，並以每小時 600~700 公里的速度橫掃過太平洋，抵達日本時仍高達 3~4 公尺，結果導致 1,000 多間房屋被水衝走，20,000 多公頃良田被淹沒，15 萬人無家可歸。由這次地震所引起的海嘯及水災則構

成另一個「災害鏈」。

以上這兩個災害鏈，具有直接的因果關係。還有一些接連發生的災害，雖然沒有直接的因果關係，但或在成因上是同源，或在空間分布上是同地，也有人稱之為「災害鏈」，例如在太陽活動的高峰期，旱災、洪澇及地震等天然災害常接連發生，則構成併發性的災害鏈。

## 12. 什麼是原生災害？什麼是次生災害和衍生災害？

「災害鏈」中最早發生而起主導作用的災害稱為「原生災害」，而由「原生災害」所誘發出來的災害則稱為「次生災害」。例如上題的例子中，地震為原生災害，地滑與海嘯則為次生災害。但在許多情況下，災害的成因沒有完全清楚之前，原生災害與次生災害只具有相對的意義，如上述例子中，如果僅從日本地區來看，則海嘯是原生災害，水災則是次生災害。

天然災害發生之後，破壞了人類生存的和諧條件，由此還誘發一系列其他災害，這些災害統稱為「衍生災害」。如大地震發生之後，會造成社會秩序的混亂，出現燒、殺、搶等犯罪行為，使人們生命財產再度遭受損失；再如大旱之後，地表與淺層淡水極度匱乏，迫使人民引用深層含氟量較高的地下水，因而導致皮膚病，這些都稱為「衍生災害」。

「次生災害」與「衍生災害」有時比「原生災害」的危害還大，因此防止次生災害與衍生災害的發生與擴大，也是防災、減災的重要工作之一。

### 13. 災害的直接經濟損失和間接經濟損失是怎樣劃分的？

災害的直接經濟損失是指同一災害的成災過程中，包括原生災害和緊密伴隨的衍生(次生)災害所造成經濟損失的總和。如一次大地震中，在房屋和工廠結構物倒塌以及道路中斷、維生線損壞的同時，還可能引起斷水、斷電、斷氣、失火和交通阻塞，由它們共同造成的損失都可算作是災害的直接損失。因為在這樣的災情評估中，短時間內根本無法區別哪些是原生災害，哪些是次生災害。

當一次成災過程結束，由於這次災害而造成工業生產、貿易金融、社會公益和行政管理等方面的停頓、減緩以及失調所造成的損失，都可計入間接的經濟損失，與前述的衍生災害是相當的。

與原生災害可以明確分開的次生災害，也可以做為另一次獨立的災害，分別計算其經濟損失。

### 14. 何謂天然災害評估？

對災害的損失進行估計與測算，是擬定防災、減災、抗災、救災及災後重建的重要依據。

依災害發展過程，可將「天然災害評估」分為3種：災前預先評估、災期追蹤或監測性評估及災後實測性評估。

- (1) 災前預先評估：要考慮3個因素：第1是未來災害可能達到的強度與頻率，第2是本地歷史上的災度與成災率，第3是災區的人口密度、經濟發展程度和防災、抗災能

力。

(2) 災期追蹤或監測性評估：主要是根據災害發展的情況和災區的承災能力，對已經發生的災害損失和可能繼續遭受的損失進行評估，而對可能發生的次生災害亦要進行預先評估。

(3) 災後實測性評估：依地、區、點、項對災區現場做直接和間接的災害損失實際估算，同時對可能發生的衍生災害給予預先評估。

## 15. 何謂減災？減災的觀念是如何形成？

「減災」顧名思義就是減少或減輕災害的損失，在觀念上它是盡人類所能去減少災情，而不是「人定勝天」去控制災害的發生。例如大臺北防洪工程的二重疏洪道，即是為了減輕洪水災害對大臺北地區之威脅，所闢建的重大工程。

在 20 世紀的 60 年代，由於各項事業的分支發展，世界各國紛紛建立與各類不同災害有關的管理部門、系統和研究機構，而且對災害的監測、預報等科學技術亦有許多的發展。這無疑對減災事業是個很重要的進展，但是在強調認識災害科學性之同時，有時反而沖淡了減災的真正目的。

80 年代時，人類對自然災害及危害性的感受普遍提高，各國政府對災害所採取的政策和行為已成為輿論評價的一個重點。聯合國鑑於世界各地天然災害損失嚴重，乃積極展開全球性的防災工作，並推動各會員國與其他

國家成立相關的委員會，以與聯合國密切配合，有效處理各項重要的防災、減災業務，並達成國際合作之目的。1987年12月聯合國決議訂1990~2000年為「國際天然災害防治十年」(International Decade for Natural Disaster Reduction, IDNDR)，這是防災、減災觀念發展的必然結果。

## 16. 為什麼減災也能增加經濟效益？通常「減災效益比」為多少？

我們一般的觀念，認為生產才能增加經濟效益，災害必然減產，所以減災不會產生經濟效益。事實上，這要看如何計算這筆帳，例如一個人每天的工資為1,000元，因失於注意保管而丟失了400元物料，於是其工資應祇剩600元；如果他能注意保管而不丟失，方能實得1000元工資。這簡單的帳誰都知道，但我們往往存著僥倖的心理，不注意保管，不重視保險，防災、減災也是如此。例如1989年7月10日中國四川省華鎰山市遭受豪雨侵襲，發生土石崩塌，一些建築物遭受山洪、土石流的淹埋，造成293人死亡和數千萬元人民幣的經濟損失，災情相當慘重。事實上，這次的山崩與地滑早就有徵兆，防治方案亦在1986年就已擬定，但因經費籌措遭遇困難，以致未能如期治理。經費所以籌措困難可能歸因於某種僥倖心理，而更重要的是恐怕是年度預算歲收項目中，根本就未考慮災害的減值因素。

又如，黃河下游的防洪工程於1951~1985年間，總

共投資近 53 億元人民幣，但在此 35 年間因防洪工程的完成，而得以減少的災害損失達 512 億元，其效益比為 1：10，即防洪投資金額和減災效益約相差一個數量級。另美國加州地區於 1970~2000 年間，共投資 62 億美元對坡地採取植被或加固等災害防護工程措施，根據評估，因為採取此項災害預防工程，可減少的災害損失金額高達 553 億美元，其效益比約 1：9。據調查，先進國家的「減災效益比」約在 1：10 左右。一般而言，「減災效益比」是在 1 比幾到 1 比數十之間變化，有些甚至可達到 1 比數百，特別是減少人員傷亡的數字上，其比值變化更大。

## 二、天然災害的發生與相關因素

### 1. 在人類歷史上，有哪些重要的天然災害群發期？

根據氣候學家的分析及研究，明末清初(西元 1600~1700 年)時期是中國 2,000 年來最寒冷的時期，天然災害十分頻繁且嚴重，稱之為「明清災害群發期」。在 1653~1697 年的 44 年間，中國東半部的 7 大流域曾有 6 次洪水氾濫的記錄；1668~1695 年的 27 年間，華北發生 3 次規模 8、2 次規模 7、3 次規模 6 的地震，是中國 2,000 年來地震災害最嚴重的時期；1662 年黃河出現歷史上最大的洪水；1637~1641 年的連年大旱，則是近 500 年來最嚴重的旱災，此外，地滑、蝗害、瘟疫、風沙等災害也十分嚴重。

這時期在歐洲、南美、日本等地，地震、洪水、旱災等重大天然災害亦很頻繁。

為什麼在此時期世界各地天然災害會如此嚴重？雖然科學上尚無定論，但天文學家根據太陽黑子數量的歷史記載，發現這時期太陽黑子數量最少，表示太陽活動相當的弱，稱之為「蒙德極小期」。此天文因素與「明清災害群發期」是否有因果關係？科學上還在研究之中。

除了這一群發期之外，中國還有「夏禹災害群發期」(4 千年前)、「兩漢災害群發期」(西元前 200~西元 200 年)等，均為中國歷史上天然災害發生特別頻繁且嚴重的

時期。

## 2. 世界上有哪些災害群發幕和群發節？

就地震災害而言，中國大陸於 20 世紀時，約略可分為 4 個地震群發幕：即 1897~1912 年、1920~1937 年、1946~1957 年、1966~1976 年，最後一幕時發生在唐山、海城、邢台、龍陵、松潘等地規模 7 以上的地震，造成了嚴重傷亡和損失。1976 年以後的連續 10 年，大陸未再發生達到規模 7 以上的強烈地震。但從 1985 年起大陸又進入另一個新的地震群發幕，例如，2008 年 5 月 12 日發生於四川的汶川大地震，規模達 8，死亡人數達 69,227 人，造成的直接經濟損失高達 8,451 億元人民幣，即是最顯著的例子。

日本則把 19 世紀的 70 年代及 90 年代、20 世紀的 20 年代和 40 年代歸納為乾旱時期。

歐洲的學者則將 1920~1925 年、1944~1948 年、1959~1961 年，劃歸為地中海地區的乾旱時期(或乾旱時節)。而北非的乾旱時期是 1920~1925 年、1945~1950 年。

災害群發幕和群發節現象的成因，也是科學上熱烈討論的課題，例如，有些科學家很注意太陽黑子 11 年或 22 年的磁周期與群發幕的關係，近年來，科學家則較重視聖嬰(El nino)現象與災害群發節之間，可能的時序關係和物理機制。

### 3. 太陽活動與天然災害的發生究竟有什麼關係？

太陽是一個熾熱的氣態球體，其表面溫度為  $6,000^{\circ}\text{K}$  左右 ( $1^{\circ}\text{K}=273^{\circ}\text{C}+t^{\circ}\text{C}$ )，而內部的溫度估計高達  $4 \times 10^7^{\circ}\text{K}$ ，它不斷以電磁波形式向四周發射光和熱，總稱為太陽輻射。到達地球上的太陽輻射是十分巨大的，據估計，一年內整個地球可以由太陽輻射獲得  $1.3 \times 10^{24}$  卡熱量(相當於  $5.43 \times 10^{24}$  焦耳)，其他能量來源與太陽輻射能相比，都是微不足道的。所以大氣所發生的各種物理過程和物理現象，都直接或間接地依靠太陽輻射而進行，而太陽輻射可近似為黑體輻射。

太陽活動是太陽表面一切活動現象的總稱，而太陽黑子則是太陽活動的基本標誌。根據統計，某些天然災害有太陽黑子活動的 11 年或 22 年周期有關。

例如，大陸黃河流域的中游地區、太湖流域和江淮流域地區，其旱澇變化與太陽活動具有共同的變化周期，以 11 年周期特別顯著。上海天文台的科學家經過長期的觀察及分析研究，發現：長江流域的中、上游和黃河流域，在太陽活動高峰期(旺盛期)前後，常常發生洪澇和特大洪水(例如 1998 年為太陽黑子活動的高峰期，該年的夏季，長江流域和東北的嫩江、松花江就出現特大洪水，即是最顯著的案例)；而在太陽活動的谷底期(微弱期)前後，則常常發生乾旱。另根據美國科學家的分析，美國中西部地區出現乾旱的時間及受旱面積，與太陽黑子活動的 22 年周期有顯著的相關。

太陽活動不僅與氣象災害的發生有關，而且還與地震發生有某些程度的關係，據科學家的分析研究，大陸新疆、華北等地地震的發生，亦有 11 年的活動周期。

事實上，太陽活動與天然災害之間的關係，目前還只是統計相關而已，並不是絕對的因果論。這種關係相當錯綜複雜，由於研究地區和時段的不同，其彼此的關係亦可能有所差異。

#### 4. 太陽、月亮和行星的運動與天然災害有關嗎？

據學者的研究，太陽、月亮和行星的運動與氣象災害、地震災害、海洋災害和洪澇災害等，有某些程度的統計相關。這些天體對天然災害的影響，主要是引潮力的觸發作用，因此以月亮和太陽的影響最為顯著。由於傳統的引潮力很小，為了解釋天體運動與各種天然災害發生的關係，目前科學家正以現代的潮汐理論加以印證。

當地球與這些天體中的兩個或更多個排成一直線時，再配合其他天文因素的影響，一些天然災害就很容易發生。據中國大陸地球物理學會天災預測委員會學者的研究：華北地區的地震，大都發生在朔望(農曆的初 1、15)前後；此外，朔望對颱風的發展亦有激發的作用；中國的水災、旱災的發生，則與日食的沙羅周期(即 18 年又 11.3 天)有某些相關。而中國歷史上某些天然災害群發期和九大行星的會聚，亦有某些程度的相關，最顯著的案例即是 16~17 世紀的地震和旱澇等災害頻繁的發生，亦

即前面所提起的「明清災害群發期」。

## 5. 天然災害的發生與地球自轉速度的變化有關嗎？

天然災害與地球自轉速度變化，也有某些相互關係。大氣圈、水圈和岩石圈對地球自轉速度的變化都有貢獻，而地球自轉速度變化又回饋於這 3 大層圈。各層圈與各層圈之間也存在著相互作用，最明顯的是海氣交互作用。最近科學家已開始探討岩石圈的異常變化，對海氣相互的影響；這些原因使天然災害與地球自轉速度變化的關係錯綜複雜。

據大陸學者之研究，地震的發生與地球自轉速度變化的關係較為明顯：有些地區的地震發生在地球自轉速度加快的年分或季節內；但亦有些地區的地震卻明顯地集中在地球自轉速度減慢的年分或季節內，至於其他的天然災害之發生與地球自轉速度變化的關係，則有待進一步的探討。

另，聖嬰(El Nino)現象可以做為近 20 年來，全球大尺度氣候異常和造成某些地區嚴重天然災害的代名詞。至於聖嬰現象與地球自轉速度變化之相互關係，研究結果可歸納成 2 類：(1)多數學者認為大氣和海洋異常活動(即聖嬰現象)可導致地球自轉速度的變化，(2)另外一些學者認為，地球自轉速度減慢是造成聖嬰現象的首要原因。

## 6. 什麼是「聖嬰」現象？與天然災害有何關係？

1997~1998 年時，傳播媒體在談到氣象、海洋災害時均會提到「聖嬰」這名詞。「聖嬰」(El nino, 艾尼諾)在西班牙語中是「上帝的兒子」的意思，它指的是南美洲太平洋沿岸的海水溫度出現異常增暖現象，造成生態平衡的破壞，導致大量海洋生物死亡和全球性的氣候反常。在「聖嬰」現象出現的時期，稱之為「聖嬰」年。

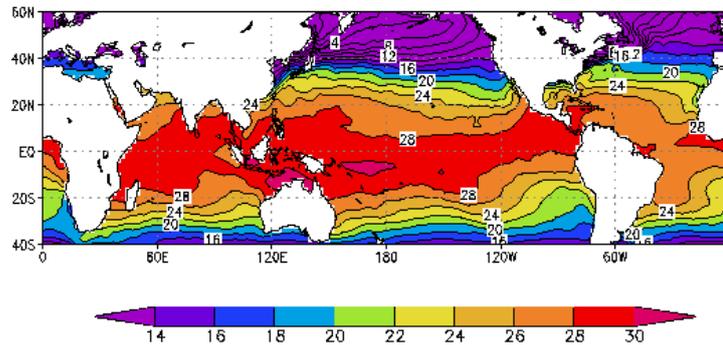
「聖嬰」年時，南美洲的秘魯、厄瓜多等乾旱地區會驟降暴雨，而澳洲、印度和印尼等多雨地區卻發生乾旱。臺灣則出現暖冬、豐沛的春雨及侵襲臺灣的颱風次數減少。「聖嬰」明顯時臺灣為涼夏且雨量偏多，「聖嬰」減弱時臺灣為炎夏且雨量偏少、與梅雨之關係不明顯。「聖嬰」年時，大陸長江中下游則出現低溫和夏季的特大洪澇，而東北地區夏季溫度往往偏低，造成糧食歉收。

自 60 年代以來，世界上已發生 10 次「聖嬰」現象，分別是 1963~1965 年、1966~1969 年、1970 年、1972~1973 年、1976~1977 年、1982~1983 年、1986~1987 年、1991~1992 年、1994~1995 年及 1997~1998 年。其中 1982~1983 年之「聖嬰」現象，在世界各地造成嚴重災害，全世界就有 1,000 多人喪命，並造成幾十億美元的經濟損失；乾旱和森林大火，從印度、泰國、馬來西亞、印尼、澳洲東部，一路延燒到非洲大陸。南美洲太平洋沿岸則是豪、大雨不斷，美國西岸和墨西哥灣沿岸各州又是大

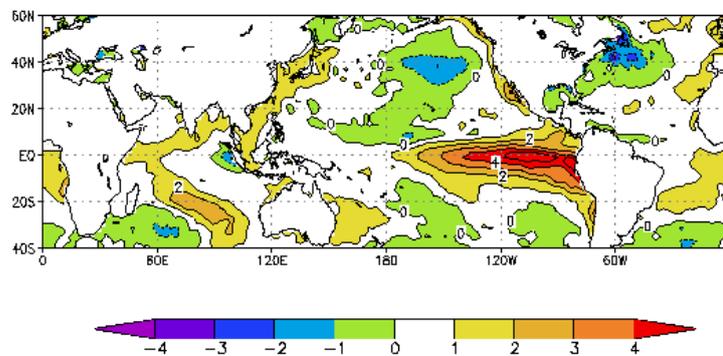
雨又是巨浪，夏威夷和大溪地也飽受颶風侵襲，各地災情慘重。而 1997~1998 年之「聖嬰」現象也毫不遜色，而且影響層面可能比 1982~1983 年還要深、還要廣，其災情及衝擊為 20 世紀最嚴重的一次。

自從 1997 年 3 月以來，氣象學家不斷收到來自全球各地的訊息，發現「聖嬰」現象後，許多地區都出現反常的天氣與氣候，並不斷刷新紀錄。1998 年是有氣象紀錄以來，地球最溫暖的一年。不只如此，1998 年 7 月是從 1880 年人類開始有可靠的氣象統計數字以來，地球最熱的一個月。除了高溫之外，該下雨的地方不下雨，不該下雨的地方竟下豪雨，全球災難頻傳，例如：秘魯北部的沙漠，就因為豪雨不斷，竟然出現一個近 2000 平方公里的湖泊；中國大陸長江流域在 1998 年的夏天，則出現 1954 年以來最大的洪水；多雨的赤道西太平洋(如印尼、菲律賓)，因為「聖嬰」現象而乾涸不已，乾旱和森林大火不斷；劇烈的災害性天氣(如豪雨、龍捲風、強烈颱風、冰雹等)，也在全球各地到處發生。

SST Monthly mean( DEC1997 )



SST Anomaly( DEC1997 )



由於每 2 次「聖嬰」年的時間間隔均不同，大約 2~7 年就發生一次，而它與地球物理現象的關係還難以找到直接的證據，因此如何準確地預測下一次「聖嬰」年的到來，則成為當前大氣及海洋科學界相當重視的領域之一。大陸天文科學家近年發現，「聖嬰」現象的形成、消退與地球自轉速度的變化有些相關性，值得我們的重視。

## 7. 節氣與天然災害有關嗎？

「節氣」是中國大陸先民，為了便於掌握農事活動而總結劃分的時間。早在春秋戰國時代便有 24 節氣，「逸

周書」中記載 24 節氣 70 候（5 天為 1 候），例如，立春節氣 3 個候為『東風解凍』、『蟄蟲始振』和『魚上冰』；秦漢時期就有『清明播種，穀雨插秧』的諺語；西漢「勝之書」、北魏「齊民要術」等書，亦記載利用「節氣」來防霜及防範災害性天氣現象的措施，如冬日「掩地雪」。

每年的「節氣」，從「小寒」起開始計算，太陽黃經每增加 30 度便為下一個「節氣」，順序為：小寒、立春、驚蟄、清明、立夏、芒種、小暑、立秋、白露、寒露、立冬及大雪等 12 個「節氣」，連同 12 個「中氣」，便是 24「節氣」。這 12 個「中氣」是從冬至起，太陽黃經每增加 30 度便開始另一個「中氣」，順序是冬至、大寒、雨水、春分、穀雨、小滿、夏至、大暑、處暑、秋分、霜降及小雪。

近年來，大陸科學家運用「節氣」來預測未來災害性的天氣及地震等，獲得某些成績，其原理為：節氣日可能是天氣過程易於發生變化的日期。有些科學家統計，大陸上海地區每年 7 月 11 日、7 月 23 日和 8 月 23 日前後，為龍捲風發生頻率較高的日期，而後 2 個日期正是節氣日的大暑和處暑。美國在 4 月 30 日、5 月 20 日、6 月 9 日和 4 月 5 日前後，亦是龍捲風發生頻率較高的日期，而後三個日子分別為小滿、芒種和清明。另有大陸地震學家統計，1974 年 4 月 22 日江蘇栗陽規模 5.5 的地震、1979 年 7 月 9 日栗陽規模 6.0 的地震、1984 年 5 月

21日黃海規模6.2的地震，以及1988年11月6日雲南瀾滄規模7.6的地震，分別發生在穀雨、小暑、小滿和立冬日前後。事實上，並不是所有龍捲風、地震等天然災害都發生在節氣日，所以大陸有些科學家提出用磁暴日和節氣日相配合的方法，可以預報得更準確。

總之，雖然節氣和天然災害存在某些關係，這在科學上還屬統計學的範疇，並不可用來擴展為任何一個節氣日都會發生天然災害。但科學家為了防災、減災，從各方面努力探索，「節氣」只是其中的一種，我們應該實事求是地面對它。

## 8. 南北兩極已出現臭氧洞，我們應如何因應？

「女媧」是中國神話中人類的始祖，她用鍊就的五彩石補天的傳說，幾乎人人皆知。

1979年科學家首先發現，南極上空的臭氧在大幅度減少，而且速度越來越快。臭氧層是距地球表面20~25公里高空的一層物質，因其臭氧濃度較高而得名。它能吸收太陽表面發射的大量紫外線，保護地球上的生物免遭傷害。由於臭氧層的耗竭而形成空洞，到達地球表面的紫外線將過多，終將造成穀物減產，並使皮膚癌和眼疾(白內障)患者增加。

科學家已證實，現在除了南極上空出現臭氧層減薄外，在北極上空也有類似現象其產生的原因，科學家透過大量資料的分析，得到結論是：氟氯碳化物大量逸入大氣，嚴重破壞了臭氧層，過去人們使用的電冰箱及冷

氣機，就常以氟氯碳化物來作為冷媒。

南極臭氧層破洞等現象被科學家發現以後，引起全球環保人士不安。傳說中的「女媧」補天僅憑一人之力，而現代的補天需要全人類的合作。首先，我們應當充分認清環境問題的重要性，環境和災害是不可分的，環境品質降低，致災作用則增強。其次，我們應相信以當前的科學技術水準，能夠找到解決「臭氧洞」問題的辦法，如減少氟氯碳化物的生產，採用其他替代品。同時，透過這件案例，可以大大提升我們對環境和災害的全球意識。環境和災害是沒有國界的，只有世界各國人們共同採取防護措施，才能創造出更好的生存環境。

## 9. 什麼是「溫室效應」？對地球有什麼影響？

大氣中含有 3% 的二氧化碳與甲烷、一氧化碳、臭氧及氟氯碳化物等微量氣體，它們覆蓋在地球表層，可以讓太陽的短波輻射穿透並射向地球，且可阻止地球表面以長波輻射的方式向太空散射熱量，因此可以像玻璃溫室，一樣使地球保持與積蓄熱量，這種功能稱為「溫室效應」。

隨著工業的發展、資源不合理的利用及人口爆炸，大氣中稀有氣體逐年增多，全球二氧化碳濃度已從 1958 年的 314ppm(百萬分之一)增加到 1988 年的 349ppm，預計在 2050 年時將增加一倍，由此產生的溫室效應，引起全世界的廣泛關注。一些科學家認為，由於溫室效應，到 2050 年可使地球表面溫度上升 1.5°C 到 4.5°C，將導致

極地的冰山融化，海水大量增加，使得在未來的 50 至 100 年內，海平面將上升 0.5 至 5 公尺。如果這種預測真的發生，目前世界經濟最發達的沿海地區將全部被淹沒，許多大城市將沉至海底，並有億萬人無家可歸，因此，許多科學家已經向人類發出災難性的警告。

事實上，溫室效應僅是造成地球表面溫度變化的原因之一。影響地球氣候改變的因素還有(1)太陽輻射能的變化，(2)地球對太陽輻射能接受量的變化，(3)地球相對於太陽位置的變化，(4)地球自轉速度和地熱釋放量的變化，(5)海水溫度、成份和洋流的變化，(6)大陸地形、地貌的變化，(7)大氣環流的變化，(8)火山灰與塵埃的陽傘效應等。一些資料顯示，它們的綜合影響，似乎預告著地球的溫度將朝「降溫」變化，這種與溫室效應造成地球「增溫」相矛盾的結果，可以肯定會使氣候的變異更為複雜，但是否會有很大的「增溫」，而造成海平面大幅度上升，尚需進一步研究。

## 10. 溫室效應是否惟害而無利呢？

溫室效應可能引起的全球氣候變化和由此產生的災害，是當前科學界的熱門話題之一。許多科學家認為，如果氣候繼續變暖，海平面繼續升高，首先危及人口最密集、經濟最發達的沿海地區，並可能使一些島嶼遭到滅頂。另外，全球氣溫上升，還可能引發氣候變遷和農作物生長的局部變化，低緯度地區降雨量將減少，旱災增多，而中緯度地區可能澇災增多，森林火災和農作物

病蟲害將趨於嚴重。

但是氣溫升高也並非惟害而無利。由於氣溫升高，高緯度地區溫度也相對增加，於是俄羅斯、北歐、加拿大北部等地的糧食產量將會增加；非洲的撒哈拉大沙漠和中亞的乾旱地區降雨量將會增多；氣溫升高，糧食生產季節延長，作物生長區擴大，則有利於農業生產。據科學家之估計，如果氣溫上升攝氏 1.5 度，中歐地區的小麥產量將可能增加 60%，對該地區而言則是利多。



### 三、 天然災害對經濟建設的衝擊

#### 1. 天然災害對工商企業有哪些危害？

一個國家的工、商企業特別發達的地區，通常是人口最為密集、社會財富最為集中的區域，因此一旦發生災變(不論天然或人為)，往往也是受害程度最為嚴重的地區。

工商企業的生產線是由人—機—環境 3 者組成的共構系統，其中任何一個環節遭受災害的侵襲或破壞，都可對整個企業體構成威脅。

在所有的天然災害中，以颱風、地震、洪水、強風、暴潮、地滑及土石流等，對工商企業的危害最大，它可以使整體企業或其中一部分頃刻毀滅，造成重大損失。

天然災害不僅導致維生系統(包括水、電、瓦斯等)的中斷、交通設施(包括鐵公路、橋樑、機場、通訊等)的破壞、廠房及機器設備的毀損，還造成人員的傷亡，所引發的工商企業界之危機及衝擊是顯而易見的。此外，溫度、濕度、雷電等自然現象的異常變化，如高溫易發生火災，高濕易使設備及原料腐蝕等，也會造成生產設備的損毀及成本的增加。

有些災害，如旱災、森林火災、病蟲害等，雖然不會直接衝擊工商企業的發展，但所造成的後果，如水資源的潰乏、農產品和林木的減少等，亦會衝擊整個國家的經濟發展。

另外，特別要強調的是，由於人類對環境的破壞，造成空氣污染、水污染、地球溫暖化等，以及在遭遇災害時，人們生理和心理方面所受的傷害和行為的表現，對工商企業發展的威脅越來越嚴重。

總之，災害對工商企業整體的危害乃廣泛而深遠，因此為了國家經濟整體及長遠的發展，政府各部門及民間各行各業，務必依據其業務性質，擬訂災害防救計畫及具體應變措施，以應不時之需。

## 2. 影響都市機能及發展的天然災害有哪些？

影響都市機能及發展之最大因素，是突發性的天然災害，災害的勢力愈強，災情的發展愈迅速，城市的機能及發展受到的衝擊則愈嚴重。在各種突發性災害中，對都市影響最大的是：

- (1)地震：如 1976 年規模 7.8 的唐山大地震，使百萬人口的唐山市頃刻之間變為廢墟，死亡 24.2 萬人，損失達 100 多億元人民幣。另 1995 年 1 月 17 日規模 7.2 的日本阪神大地震，屬「都市直下型地震」，導致 5,400 人死亡，34,000 人受傷，維生系統嚴重受損(斷水 96 萬戶、斷電 100 萬戶、瓦斯斷氣 85 萬戶及電話中斷 41 萬戶)，房屋全倒 82,000 間、半倒 66,000 間、燒燬 7,500 間，財產總損失達 1,000 億美元以上。又 1999 年 9 月 21 日凌晨 1 時 47 分，臺灣發生百年來最大規模的集集大地震(規模達 7.3，震央在南投集集附近，屬淺層地震，災區遍及中部的南投、臺中、彰化、雲林、嘉義及苗栗等

縣市，甚至遠在北部的臺北縣市亦受到嚴重的傷害)。根據行政院主計處分析，這次大地震造成我國財務損失高達新臺幣 3,000 億元(約 100 億美元)，金額雖比 1995 年的日本阪神大地震(1,000 億美元)、1994 年的美國加州北嶺大地震(400 億美元)為低，但如以財務損失金額與國內生產毛額(GDP，代表經濟體規模的大小)的比例來看，921 地震為 3.3% ，則較阪神大地震之 2% 、加州北嶺大地震的 0.7% 高出甚多。根據內政部消防署調查，921 大地震造成我國死亡及失蹤人數高達 2,456 人，受傷人數達 11,306 人，房屋全倒 268,312 棟，半倒 24,495 棟，災害期間約有 10 萬人露宿街頭，為近百年來災情最嚴重的一次。由於都市防災觀念在我國才剛開始，尚未全面落實，遭此鉅震，實乃不幸。由此可見，都市中的防災建設、維生系統及防救災相關公共設施的建置，以及災害期間的緊急應變及搶救能力，都值得我們相關單位的重視，並應真正地落實及執行。

(2)洪水：1998 年夏季(7 月至 9 月)，長江發生有文字記載以來的第 2 次全流域性特大洪災，與 1954 年百年一遇的大洪水不相上下，該洪災造成湖北省的洪湖市和江西省的九江市整個淹沒於大水中。1998 年除了長江流域的大洪氾之外，東北的嫩江和松花江亦同時發生大洪水，造成大陸民眾生命及財產嚴重的損失。據估計，1998 年的洪災約有 3,000 人左右死亡，1,700 多萬間房屋倒塌，2,150 多萬公頃的農作物受損，經濟損失高達 3,000

億元人民幣，該年大陸的經濟成長率下滑了 0.5%。

(3)另外，颱風、龍捲風、地滑、土石流、地裂及塌陷等天然災害，對某些都市也會構成嚴重的威脅。許多緩發性的災害，如水汙染、空氣汙染、熱島效應、過量抽取地下水導致地層下陷及海水倒灌等，對城市的機能及發展同樣也會造成相當程度的威脅。

### 3. 交通事故的發生與自然變異有什麼關係？

隨著社會現代化的發展，各種交通工具和交通流量均大幅成長，交通事故隨之增多。根據交通管理單位分析，導致道路交通發生安全事故的原因，以人為、車況和自然變異等 3 種因素為最主要。

自然變異包括豪雨、濃霧、山崩、地滑、土石流及下雪等，不僅會使路況惡化，進而影響車況而導致車禍，另有一些研究亦發現，自然變異還會影響到駕駛員的生理和心理狀況，使人為事故相對增多。

航空、航海受天然因素的影響更大，不僅氣象和氣象變異會直接導致空難和海難，雷電等現象，在國內外亦曾有造成飛機和船舶失事。

### 4. 火災事故的發生與天然因素有什麼關係？

火災事故的發生，有人為及天然因素兩種。由閃電、雷擊、火山爆發、瓦斯爆炸、地震及颱風等因素所引發的火災，雖然頻率比人為因素低很多，但火情往往更為險惡，造成人民生命、財產的損失反而更嚴重。例如 1964

年1月18日20時4分發生嘉南大地震(規模6.3)之後，在嘉義市鬧區立即引發大火，當時地震未已，餘震又接踵而至，人心慌亂、自顧不暇，亦無心滅火。待地震稍息，動員全嘉義市的消防車滅火時，火線已延長約1公里，中山路、光彩街、中正路、國華街及文化街一帶陷入火海，延燒至隔天凌晨，範圍廣達7,848平方公尺，燒燬房屋達174戶，損失相當慘重。另1923年日本東京大地震時，引起全市大火延燒數日，死傷人數高達10萬人。又1989年8月大陸的中國天然氣總公司所屬的黃島油庫，因遭到雷擊而爆炸起火，造成大規模火災，直接的經濟損失高達3千多萬元人民幣，大陸公安單位為撲滅這起火災，竟犧牲了14名消防隊員。

火災的發生和擴散受到氣象因素的影響相當大，例如乾燥、高溫的氣候條件有利於火災的發生，強風可助長火勢的迅速擴散，像1985年大陸東北黑龍江省發生的森林大火，既是最顯著的例子。因此，林務及消防單位可依據氣象因素的變化，事先採取適當的措施，進行火災的預防和撲滅，當可收到良好的效果。

## 5. 天然災害對維生系統有哪些潛在威脅？

水、電、瓦斯的供應和交通運輸、通訊設施，是現代化都會區和工商企業體的維生系統，關係到都市機能、建設和企業體生產的正常運作和發展，同時影響到千家萬戶的切身利益及生命財產的安危。

都會區和工商企業體之現代化程度越高，對維生系

統的依賴度就越重，而天然災害對維生系統的潛在威脅也就越大。如不加以事先的防範，必將導致極嚴重的後果。主要的潛在威脅是：

- (1)活斷層及地震所引起的地殼快速錯動、緩慢且長期的地裂和位移，及地形改變，均可導致輸油管、自來水管等之變形、扭曲、甚至破裂，以及道路中斷而無法通行。
- (2)過量抽取地下水導致地層下陷，對維生系統的輸送管道造成破壞。
- (3)強風、豪雨、冰雪、結霜及暴潮，對維生系統設施的毀損。
- (4)地震、地滑、洪水、土石流等巨災，對維生系統可以全部或部分摧毀，造成毀滅性的破壞。

因此，為了保障維生系統設施的安全，從規劃設計到管道施工，從檢修維護到整個系統的控制，都必須考慮到天然災害的特性及可能造成的破壞，以便事先加以防範。

## 6. 天然災害對農、林、漁、牧業有什麼危害？

民以食為天，農業是一個國家發展的基礎。中國大陸自古以來在得利於農業的同時，也經常受到風、雨、雹、雪、寒流、洪水、乾旱及病蟲害等天然災害的侵襲。據歷史資料顯示，從西元前 206 年到西元 1949 年的 2,155 年間，中國大陸共發生嚴重旱災 1,056 次、水災 1,029 次、蝗災約 800 次，可謂災情慘重。目前中國大陸約有耕地 16 億公頃，每年平均有 6~7 億公頃遭受水旱災害，並有

10 億公頃發生病蟲害，平均每年經濟損失達 100 億元人民幣。

幾乎所有的天然災害都會對森林有一定的破壞，其中尤以森林火災和病蟲害最大。以中國大陸為例，現有病蟲害約 6,500 多種，每年發生面積在 1 億公頃以上，經濟損失達十幾億元。另大陸現有林地面積約 1 億公頃，平均每年發生森林火災 1 萬次，受害率為 1 成，每年因火災損失平均在 10 億元以上。

近年來由於乾旱發生頻仍，水資源愈趨匱乏，致使許多溪河、湖泊乾涸，妨礙淡水漁業的發展；水質汙染日趨嚴重，對自然生態及魚類繁殖構成滅絕性的威脅。而海洋生態平衡的破壞和聖嬰(El nino)現象，亦使海洋漁業發展受到嚴重的衝擊。

## 7. 災害與環境有什麼關係？為什麼環境治理與防災、減災措施必須綜合考慮？

災害是發生在人類生存的環境裏，當人類的生存環境遭到破壞而失去平衡時，就會導致災害，而災害發生後，往往又進一步破壞人類的生存環境。例如臺灣的自然環境，近年來因人為因素被破壞得相當嚴重，在許多方面都潛伏著災害，如：

- (1)城市環境汙染嚴重：近年來臺灣的人口，一直往臺北、臺中及高雄等大都會地區匯集，新社區及高樓大廈林立，但都會機能的配套設施，如地下汙水道、焚化爐等處理汙染的相關設備及法規，皆未能同時建置及訂定，致使

臺北、臺中、高雄及鄰近市鎮，空氣汙染、水汙染、廢棄物和噪音等問題日趨嚴重。

- (2)生態環境日漸惡化：臺灣有許多河流、湖泊、近海皆受到汙染，山地保護區的林木被砍伐，水土流失、地層下陷、土壤鹽化及液化等情況愈來愈嚴重。由於環境日趨惡化，致使災害發生的機率也大大增加。

由此可見，災害的發生與環境狀況是密不可分，因此國土利用的規劃必須整體化及科學化，土地資源的開發必須合理化及系統化。人類在開發及利用國土時，對地球的自然生態環境應特別加以保護和治理，如此才能減少天然災害或人為災害所造成的損失。所以，防災、減災業務計畫和環境治理，必須相互結合並整體考量。

## 四、 防災與減災對策

### 1. 為什麼防災(防範天然災害)及減災(減輕天然災害)工作，屬於綜合性的業務？

此可從 4 方面來說明：

- (1)各種天然災害都不是孤立存在的，它們常常在某一地區、某一時段同時或接連發生，而形成災害群發的局面，由相互關連的天然災害組成的總體稱之為「天然災害系統」，從成因上分析，天然災害系統的形成，由於涉及到地球的岩石圈、水圈、大氣圈及生物圈等各個圈層的相互運動與變化，所以，為了認識天然災害發生與發展的規律，進而正確預報天然災害的發展趨勢，就必須研究地球整體系統的運動和變化規律。
- (2)防災(防範天然災害)及減災(減輕天然災害)是全方位的事業，必須由政府相關部門、科學家和全民共同攜手合作，才能發揮最大的效益。
- (3)防災及減災的工作，包括：監測、預報、抗災、避災、救災及災後重建等一系列措施，這些措施是相互銜接，互相依存，密不可分的，必須整體性的統籌規劃及安排。
- (4)地球上許多災害皆因人類的活動所引起或誘發，因此，如果未能有系統地整體考量全面的防災及減災措施，就有可能為了防範某一種災害所採取的措施和行動，結果反而導致其他災害的發生。

基於以上的原因，祇有把防範及減輕天然災害損失的整個工作，以全方位且整體性的系統來處理，才有可能獲得最大的效益。

## 2. 防範及減輕天然災害之業務有哪些內容？

所謂「防範及減輕天然災害之業務」，係指由多種防災及減災措施共同整合而成的，主要包括：監測系統、資訊系統、預報系統、防災系統、抗災系統、救災系統、重建系統、資料庫及通訊系統等。

此整體系統的每一項子系統，又由層次較低的業務系統組成，如監測系統中包括：衛星遙測、太空探測、高空探測、地面觀測、地球物理觀測、地震監測、海象監測及病蟲害監測等各項次一級的系統。救災系統則包括通訊與警報、空中與地面救援、救災指揮及災害評估等等。

「防範及減輕天然災害業務」的各項子系統乃相互關聯，彼此協調，相輔相成。為了完成各項子系統的任務，就會要求各學科相互交叉結合，以及社會各階層相互的協調聯繫。因此與災害及防救災有關的基本理論和方法之研究，以及相關的社會經濟課題之探討，各種災害與減災知識之宣導，也是「防範及減輕天然災害業務」的重要內容。

另須特別說明的是，自然變異在導致天然災害的同時，有時也會產生有利的效益，例如颱風雖然會造成沿海地區受災，但對乾旱地區的旱情也有正面的舒緩效果。

同樣地，為了減輕某種天然災害損失而採取的措施，有時也可能導致其他災害的發生，例如在山坡地上為了防止水土流失及因應乾旱而進行渠道灌溉和造林，最後反而引起地滑，就是最明顯的例子。因此對各種天然災害的防治措施，必須全面綜合考量，這也是防範及減輕天然災害系統業務的內容之一。

### 3. 減輕天然災害損失有哪些措施？

天然災害的形成有 3 個重要條件，即災害源、災害載體和承(受)災體，因此，若要減輕天然災害的損失，就須改善這 3 個條件，其主要措施有：

- (1)消除災害源或降低災害源的強度：這一措施對減輕人為天然災害的損失是有效的，如限制過量抽取地下水，以控制地層下陷和海水倒灌；管制廢氣、二氧化碳的排放量，以防止全球溫暖化等。但是，面對自然變異所導致的天然災害，特別是強度很大的天然災害，如地震、海嘯、颱風及豪雨等，目前人類還沒有能力來減輕這些災害源的強度，更不用說消除這些災害載體了。
- (2)改變災害載體的能量和疏通管道：在與災害長期對抗中，中國大陸、美國及日本等國家，在這方面已累積了相當多的經驗。如用人工炮擊的方法，以消除冰雹；用分洪、滯洪的方法，減少洪水的流量和流向，以減輕洪災等。但面對巨大的災害載體，如強烈的地震及颱風，以現有的科技和水準，人類仍然束手無策。
- (3)對承(受)災體採取防範與保護措施：這是目前減輕天然

災害損失所採取最主要的方法，有：

- A. 災害監測：包括災害前兆的監測、災害發展趨勢的監測等。這些措施的減災效果是很顯著的，如 1970 年孟加拉暴潮造成 50 萬人死亡，後來由於建立預警系統，1985 年遭受同樣規模的暴潮時，死亡人數降低為 1 萬人。
- B. 災害預報：這也是一項極重要的減災措施，如 1975 年中國大陸地震專家成功地預報海城地震，結果拯救了數萬人的生命，並減少了數十億元人民幣的經濟損失。
- C. 防災：即對天然災害採取防範性措施，這是代價最小但成效最為顯著的減災措施。
- D. 抗災：指對災害所採取的工程性措施，如興建水庫、河堤、海堤，為減輕洪災產生巨大的作用。
- E. 救災：這是災情已經發生或者成災之後最急迫的減災措施，若能訂定有效的救災方案並且持續不懈，即可取得明顯的減災效果。
- F. 災後重建：包括災區生產、社會秩序及日常生活的復原，也是重要的減災措施之一。

#### 4. 什麼是天然災害的監測？意義何在？

監視及觀測與天然災害的發生、發展有關的各種自然因素變化的工作，稱為「天然災害監測」。監測所提供的資訊是災害預報的重要依據，如監測天空中的雲層、濕度、氣壓等等的變化，可以用來預報未來天氣的變化；

監測地下岩石的運動和其應力的變化，可以用來預測地震是否會發生；監測農林作物中的病、蟲、鼠情，可以預測農作物和森林成災的可能性等等。這些都是天然災害的監測工作。

監測工作的目的是為了取得自然因素變化的資料，用以認識災害的發生規律和進行預報。有些災害的自然形態可以直接觀測到，如颱風的形成和運動路徑，這種跟蹤監測，本身就是一種預報的方式。在有些災害的發展過程中，為了要採取減災的決策，需要對不同方案進行減災投入和效益的比較，這也是監測網的即時工作之一。

## 5. 天然災害能事先預報嗎？

這不能籠統地回答，要看具體條件。一般來說，許多天然災害在發生前常會出現各種徵兆。多數天然災害的發生和發展都有一定的時空規律，各種天然災害彼此之間常有一定的關係，具有群發性、關聯性。相當多的天然災害之發生常有一定的周期性或準周期性，並與太陽的變化、地球的運動等周期有關，這些資訊都為天然災害的預報提供了具體的可能性。

科學家根據災害的周期性、重複性、災害間的相關性、致災因素的演變和相互作用、災害發展趨勢、災害源的形成、災害載體的運動規律，以及災害前兆訊息和經驗類比，對不同的災害可以做出準確程度不等的即時、短期、中期和長期預報。但是以目前的科技水準，由於

對天然災害的監測能力，整體說來還是不足，且對天然災害發生、發展規律的認識仍處於探索階段，所以目前對天然災害的預報能力及水準仍然偏低。一般說來，對看得到且用現代化技術及裝備可進行跟蹤和監測的災害，如颱風、暴潮、洪水等之預報準確率較高，可達 5、6 成，甚至更高；而對看不見且不能直接跟蹤及監測的災害，如地震，其預報準確率則只有 2、3 成，甚至更低或無法預測。

隨著科學技術的發展、進步及研究水準的提升，人類對天然災害的認識、監測能力與變化規律的掌握，將日益精進及得心應手，對各種天然災害的預報水準也將會有顯著的改進。

## 6. 天氣預報在防洪預警作業中扮演什麼角色？

天氣預報在防洪作業中，與水文情報、預報是相輔相成的。水情預報是根據河流上游的水情情況而確定的，其時效較短，且未考慮後期的降雨量所引起之變化。天氣預報則是在洪水出現前，就可預見某地降雨會不會引起洪水氾濫等災害，從而為防洪爭取更多的時間。

由實際作業中得到印證，只要正確地使用天氣預報資訊，就可減輕洪水災害，取得顯著的社會效益和經濟效益。例如：1987 年 12 月 23~25 日琳恩(Lynn)颱風侵臺期間，中央氣象局預測臺灣因受颱風及東北季風共伴環流的雙重影響，北部地區的降雨量可達 800 毫米以上，低窪地區應防洪患。當時基隆河還未施做截彎取直及整

治工程，基隆河沿岸的汐止及濱江街、撫遠街、南松山、內湖和士林一帶，每遇豪雨必定成災。臺北市政府負責防洪及救災業務的工務局養護工程處(即現今的水利處)及消防大隊(即現今的消防局)，依據中央氣象局所提供之颱風警報資訊，立即強力撤離居住在濱江街基隆河堤內的居民，並關閉水門。根據觀測紀錄，陽明山竹子湖氣象站 10 月 23 日之降雨量為 337 毫米、10 月 24 日為 1,136 毫米。因大量的雨水自北部及東北部山區往基隆河灌注，10 月 24 日傍晚起，基隆河水迅速暴漲並超過警戒水位，沿岸的基隆市、臺北縣的汐止、臺北市的中山、松山、內湖、南港、士林等地區開始淹水，臺北市的民生社區及南松山一帶，淹水高度曾達一層樓半。由於中央氣象局準確的預報及臺北市政府明確的研判和果斷的決策，幸好未有人員的傷亡，否則當晚臺北市的災情將更為慘重。

## **7. 1975 年 2 月 4 日發生於中國大陸遼寧省的海城地震是怎樣預報的？**

海城地震的成功預報是地震科學史上的第 1 次，也是中國大陸地震科學家經過艱苦努力，在探索地震預報過程向前邁出的一大步。

1975 年 2 月 4 日的海城地震之預報，可分為 4 個階段：

- (1)對地震危險區作初步估計及確認：1970 年中國大陸第一次地震工作會議，經過綜合分析，將遼寧省瀋陽、營

口地區列為全國地震重點監視區之一。之後，遼寧省地震局展開地震危險區劃定工作，選定大連、營口、丹東、錦西、鐵嶺及瀋陽 6 個地點，為未來可能發生地震的危險地區，進而結合學者專家之力量並建立監測站，為成功預報海城地震奠定了良好的基礎。

- (2)提出中期預報意見：1974 年 6 月國家地震局在北京召開華北及渤海地區地震研討會。此會議獲得具體結論：華北及渤海地區於 1974~1975 年間，有可能發生規模 5~6 的地震。國務院於 1974 年 6 月 29 日將此訊息通報北京、天津、河北、山西、內蒙、山東及遼寧 7 個省、市及自治區政府，引起有關政府對地震工作的重視。之後遼寧省地震局及各相關部門，分別於 1974 年 6 月、7 月、10 月多次召開會議，部署預測及預防工作。
- (3)短期預報：1974 年 11 月初遼寧省的部份地區，出現地下水位升降、地下水冒泡及動物行為異常等現象，並在 1974 年 12 月 22 日在遼寧省葎窩水庫發生規模 4.8 的地震。國家地震局因此派專家，協助地方政府從事監測工作。1975 年 1 月在全國地震研討會上，遼寧省地震局根據葎窩水庫地震後，地下水氫氣含量的異常變化現象和發展，預測在 1975 年上半年於遼東半島及沿海海域，有可能發生規模 6 左右的地震。
- (4)即時預報階段：2 月 1 日至 3 日在營口、海城交界處發生近百次前震，遼寧省地震局根據前震活動之特徵和地下水氫氣含量異常現象的增加，而於 2 月 4 日凌晨 00:30

向全省發出即時地震通報，凌晨 1 點之後前震繼續增多該省地震局於是在 2 月 4 日 6 點多向省政府做了緊急震情匯報，省政府即刻通知營口、鞍山市立即做好防震工作。10 點 30 分省政府向全省發出警告：海城、營口交接處可能發生較大地震，各地要提高警覺，提醒民眾做好預防工作。同時省政府派出相關負責人及技術人員趕赴海城，與鞍山市、營口市、海城縣、營口縣及當地駐軍等單位，召開緊急防震會議，並採取緊急防震措施。由此可見，這次地震的監測、預報工作，乃自上而下、上下一體、結合學者專家、逐級貫徹、逐步開展，並採取各項緊急且有利的措施，因此得到具體且顯著的成果。

## 8. 防災的含義是什麼？有哪些內容？

所謂「防災」是在災害發生之前採取的防範性措施，這是最經濟且是重要而有效的減災措施。

防災的內容包括 3 大方面：(1)在設計、規劃及勘選工程站址或地點或路線時，盡量避開易發生災害或具有潛發性的危險區。(2)在災害發生前，將民眾和可移動的資產撤離災區。(3)在災害發生時，對各種生產或作業流程的某些重要環節，以自動控制或人為操作的技術，加以防範或減緩災情。

第 1 點措施乃以「災區劃定」工作為依據，這是目前防災工作最薄弱的一環。我們的都市建築物、重要公共設施、交通運輸路線及維生系統等，究竟有多少是建

築在震帶或斷層線上？究竟有多少城鎮和重要設施是位處於受洪水威脅的低窪地區？山區裏的部落或山坡地上的社區，究竟有多少會受到土石流的威脅？觀光旅遊的飯店，究竟有多少是蓋在河川的行水區？……這些忽視防災工作的建築物，若不及時採取防範措施，一旦災害發生，必將蒙受巨大損失。

第 2 點措施是以「災害預報和災情監測」為前提，這是知識性、經驗性的避災措施。以現有的科技水準及預報技術，對天然災害是可事先準確的加以監測及預報，進而及時採取防災措施，如此即能收到顯著的減災效果。為了減輕災害損失，中央政府、縣市政府及鄉鎮(區)公所的負責部門，應根據所面臨的各種災害，慎重而周密地訂定防救災業務計畫，此工作是必要而且有意義的。至於個人的防災知識、意念和避災技巧，對個人的減災作用是非常必要且有效的。

第 3 點措施是在災害發生前或當時，「對生產或作業流程的重要環節，藉由自動管制或人為操作的技術」，加以防範或減緩災情。例如大地震發生時，由於地震波的傳輸速度比電波為慢，經由地震速報系統即時連線之訊息，可使位於震央以外的重要都會區的電力迴路系統自動跳脫、捷運或高速鐵路運轉系統自動斷電、銀行提款系統自動停止運作，以及瓦斯供氣系統自動關閥等，這是避免和減輕衍生(次生、二度)災害發生的主要措施。

## 9. 抗災的含義是什麼？其意義何在？

抗災是人類對天然災害的挑戰做出反應的一種行為。但在減災工作中，我們把抗災僅理解是減災的具體行動措施之一，即減災的工程性措施，例如，防洪、防震、救旱、防強風、防止地滑及防範土石流等等的工程措施。

中國大陸歷經千百年的努力，在與天然災害的抗爭中，不僅累積了大量的經驗，也留下一些重要的抗(防)災工程，如舉世聞名的都江堰分洪水利工程、綿延千里的黃河大堤等等。至於在臺灣，我們各級政府為抗災而投入的工程經費亦相當龐大，如為了治山防洪，於各河川大量興建水利防洪工程、抗旱工程、海堤工程等；於鐵路及公路沿線興建水土保持及邊坡防護工程等等。這些工程在維護及促進國家生產和經濟發展，均產生重大的作用。

自然變異總是會發生的，而且任何時刻均會發生，只有透過減災的工程措施，才能減少致災因素的成災率和成災強度，這是硬體的減災措施，其作用是明顯的，減災效能是可望且可及的。但是，減災工程不僅需要龐大的投資，有些工程措施也隱含著巨大的危機，如逐年提高河堤，就有可能會因潰堤而出現更大洪澇之危險，而水庫崩潰則會加重洪水的成災強度等等，這些都要全面考慮。

## 10. 為什麼都會地區的公共設施和工商企業的工程建設，也應加強和提高抗災能力？

這是因為都會地區和工商企業的人口集中且財產密集，一旦遭受天然災害，往往會造成重大損失。致災的直接因素首先是建築物的損壞、倒塌，由此而造成人員的傷亡和動產、不動產及生產線和作業流程的破壞。據統計，過去世界上所發生之 130 次嚴重的災害性地震，其中有 95% 的傷亡是因為建築物倒塌造成的(民國 88 年 921 大地震就是最明顯的例子)。一般而言，洪水、強風、龍捲風的致災有其過程，所以可以有一段防範的時間，但水和風的作用，往往也會導致建築物的倒毀，從而加大致災的強度和速度。因此，都會地區減災的重要措施，就是加強和提高公共工程建設的抗災能力。

公共工程設施的抗災措施，主要應採取以下對策：

- (1) 對處於災害嚴重威脅的都會地區和公共工程設施，根據對未來 50 年或 100 年災害強度的機率預測，按照防震設計標準，對新的建築物進行防震抗災設計及規劃，對已有的建築物進行防震抗災能力鑑定，並採取相對的補強及加固措施。
- (2) 對上述區域中特別重要的建築物、城市維生系統工程中的關鍵部位，以及有可能產生衍生(二次)災害的裝置等，則要提高防震、抗災防範標準，來進行設計和加固，或另作災害危險性分析，依不同機率水準確定自然變異參數，進行特殊設計。

(3)處於災害嚴重威脅區域以外，但有可能受到災害影響的重要都會區、交通樞紐、政治中心和經濟中心及歷史古蹟，雖然遭遇大災害之機率不高，但一旦遭災，不僅損失慘重，而且往往影響全局，因此，對這些都會區也應採取重點的防震抗災措施。

上述的工作和財力投入是巨大的，但終究必會獲得顯著的成效。例如中國大陸的北京、天津在 1975 年海城地震以後，對重要工程均採取了補強及加固措施，在 1976 年的唐山地震時，凡經補強及加固的建築物沒有一棟遭到破壞，即是最顯著的實例。

## 11. 減輕海洋災害的措施有哪些？

人類在與天然災害對抗中，產生了許多抗禦和預防天然災害的方法及經驗。在減輕海洋災害的措施方面，概括而言主要有：

- (1)工程措施：依據海洋災害的長期預測，修建防潮海堤、護岸工程等，對易受災地區和海岸做工程防護，並建造防風抗浪能力更強的船舶、碼頭、海上鑽井平臺等。
- (2)規劃措施：包括沿海地區用地規劃、防災規劃的準備和訂定。後者又包含災害發生時人員的疏散計畫、後勤支援計畫、安全標準及安全措施之擬訂，以及宣導教育與培訓計畫等。
- (3)科技措施：主要包括建立和發展海洋環境及海洋監測網，擴充海洋災害警報資料庫，建立和發展災害分析及預報系統、災害警報系統和災害評估技術，發展與海洋氣象

科學領域相關的科學技術研究項目。

- (4)行政措施：包括設立全國及地方各級防救災指揮協調中心、緊急救援工作組織(醫療防疫、社會治安、社會救濟等)，以及社會經濟方面的恢復重建計畫等。

## 12. 應該如何防範及減輕地滑和崩塌等災害？

我們可以肯定地說，地滑和崩塌等災害是能夠防範及減輕的。至於應該怎樣做才能防範和減輕災害呢？我們認為，在加強地滑和崩塌的形成機制、分布規律的研究及中長期發展趨勢預報的同時，還應重視防災、減災及備災對策的研究。也就是說，不僅要提高監測、預報水準，還應加強防禦措施、治理工程、救助方式等方面的系統研究，做到「測、報、防、抗、救、援」一元化。具體而言，應該做到以下4個方面的工作：

- (1)首先應著眼於監測、預報研究：掌握災害的規律，加強中長期趨勢預報，不斷提高監測及預報水準。
- (2)加強預防措施：以防為主，且防與治相結合，防範於未然。包括盡力避免各種不合理的人類活動，普及災害知識，提高全民的防災、減災的意識和能力。
- (3)做好防治工程措施：要從長期考慮，必要的工程設施與適當的植生措施必須相互結合，如擋土牆、植樹造林、種植草皮等。
- (4)增強救助手段，掌握救助時機：利用現代化通訊網路及時掌握災情、進行救助，使有限的救災經費花在刀口上；改進救援器材，提高工作成效。

總之，只要從上述四個面向認真做到系統化、科學化，一定能夠有相當成效地減輕地滑及崩塌等坡地災害所造成的損失。

### **13. 為什麼救災工作就像軍事行動一樣的複雜？**

救災工作是災情已經開始或災後最緊迫的減災措施，搶救的速度和時間與減災的效果直接有關。救災工作實際上是一場動員全社會力量與天然災害相對抗，從指揮運籌到組織動員，從搶救到醫療，從生活照顧到治安維持，從物質供應到維生線工程的維護，構成一個嚴密的系統，需要周詳的計畫，嚴密的組織。而成災過程一般都是很短暫的，許多當地組織系統已遭到破壞，需要緊急組織外來的救援隊伍，並緊急設立統一指揮系統，且必須快速行動，所以說救災工作就像一種極為複雜的軍事行動，需要受災者與救災者的全面合作。為了取得更大的救災效益，災害危險區應根據災害的特點和發展趨勢，訂定綜合救災方案，堅持不懈，有備無患。

### **14. 各級政府機構為什麼要訂定綜合性的災害防救業務計畫？**

臺灣由於災害種類多，一旦發生災害，災區的分布即相當寬廣，且一個都市或一個地區往往不只受到一種災害的威脅，既是複合性的災害，例如颱風、洪水、淹水、土石流及地震等災害，都會造成一定的危害，甚至是相當嚴重的威脅。所以，訂定都市或一個地區的災害

防救業務計畫時，必需全面地考慮各種災害，這樣才能事半功倍，投入最少的人力和經費，取得最大的減災效益。

災害防救業務計畫通常包括：(1)災情的分析，確定主要災害種類之自然變異強度的上限、發生頻率；(2)快速反應與救災通訊系統的設計與使用；(3)災情的評估，設計快速判定災情的備用方案；(4)不同災害種類的救災力量，包括人員、物資、整備的分布，預先組織和調用的方案設計；(5)不同災害種類、不同災害等級之緊急應變(救災指揮及協調)的組織方案；(6)救災技術、傷亡人員和倖存人員的安置、疏散道路和交通工具的整備方案等。

## 15. 災後重建家園、恢復生產需注意哪些問題？

家園重建是指遭受毀滅性的重大天然災害，如地震、洪水、淹水、颱風、暴潮及土石流等之後，在特殊情況下進行的建設。為了盡量減少損失並避免其他災害的發生，重建家園時應注意：

- (1)社區重建工程選址時，要充分考慮災害綜合區劃定，不僅要防止類似的災害再度發生，也要防禦其他天然災害的侵襲。
- (2)進行城鎮規劃時，要根據自然條件和居民密度，設計避災的安全空間、疏散路線和救災設施。
- (3)進行城鎮建設時，要根據災害的發展趨勢和可能達到的程度，保證建築物，特別是維生系統工程、交通樞紐、

防救災中心的抗災能力。

- (4)嚴格控制城鎮中，易引發次生(二度)災害與衍生災害的工程和企業建設。

恢復生產是指災害發生後所進行的各種生產活動，這是減輕災害損失，維持社會秩序穩定和人們生活正常化的重要措施。恢復生產時需要注意的問題是：

- (1)在災害發生時立即統籌規劃、統一組織，將恢復生產當做一項急迫性的社會工作。必要時可請求上級政府的資助，甚至國際組織的支援，但更要發揮社會保險、社會互助和奮發圖強，自力更生的精神。
- (2)堅持先急需、先重點的原則，首先恢復救災需要和人們生活及生產急需的維生系統，如供水、供電、醫院、交通和通訊，以及我對國家建設與人們生活有關的公民營企業。
- (3)本著先易後難的原則，首先恢復破壞較輕的公民營企業等，然後逐步達到全面恢復生產。

## 16. 為什麼保險是減輕天然災害的對策之一？

重大的天然災害往往為人類帶來嚴重的傷亡和財產損失，因此人們長期以來，一直在努力探討減輕天然災害的技術與方法，並擬定許多有效的對策，對天然災害造成的損失予以及時、充分的經濟補償，便是其中之一。

保險公司是經營風險的特殊企業，保險做為減輕天然災害的對策之一，主要表現在以下幾點：

- (1)補償作用：天然災害發生後的恢復生產與重建家園，其

核心問題就是資金。企業及家庭、個人參加保險，一旦遇到天然災害造成損失，保險公司能夠及時給予經濟補償，使生產與生活迅速恢復正常，有利於生產建設的持續進行，安定人們生活，重建家園，從而保障整個國民經濟持續穩定的發展。

- (2)救災作用：天然災害由於破壞的範圍廣，損失大，所以影響也大，容易造成人們嚴重的恐慌心理，如果沒有經濟補償，很容易引起一系列社會問題，影響救災的進行，加重災害損失，造成惡性循環。因此保險公司給予及時、充分的經濟補償，在安定民心、配合救災等方面具有顯著效益。
- (3)防災作用：保險的防災是對保險責任範圍內的天然災害，進行分析預防及搶救，最大限度地防止和減少災害造成的損失。由於保險這個行業長期專門與災害打交道，累積了豐富的經驗，可以幫助被保險人採取積極的預防措施，消除憂患，盡可能減少災害造成的損失。保險公司設有專業的研究部門，可以配合、組織社會上的科技力量，為被保險人進行防災服務及宣導等。因此，在參與社會上有關部門的防救災工作中，保險能夠產生應有的作用。

## 17. 為什麼要提高全民的防災及減災意識與整備能力？

防災及減災是涉及全民的社會性協調工作。人類活動既可防災、減災，但也可致災。由過去案例可了解，天然災害的產生並不完全由於自然因素的作用，在相當

程度上是由於人類的活動造成或誘發的，例如：砍伐森林導致水土流失；工程開挖使邊坡失穩，引起地滑而造成坡地災害；過量抽取地下水造成地層下陷；工程防洪設施的人為破壞、年久失修造成洪災等等。因此，每個國民都要普及災害知識，提高全民的防災及減災意識，節制違反自然規律、破壞自然環境的行為，並支持國家的各類防災及減災工作，且自動自發地維護，為防災、減災而建置的監測設施及抗災工程，不僅要視為責任且是應盡的義務。

科學技術的發展，經濟實力的提高，減災對策的制定，減災措施的完善，都是減輕天然災害損失的重要對策，因此要建立相信科學、依科學規律辦事的觀念，提高全民的防災及減災能力。

總之，只有提高全民的防災及減災意識和整備能力，才能使更多人在災害發生前能主動地躲避及預防，災害發生時提高自救與互救能力，從而減輕災害造成的人員傷亡和經濟損失。



## 五、 氣象災害與防災

### 1. 什麼是氣象災害？它有什麼特點？

由於「氣象」因素而對人類的生命財產、國家經濟建設和農、林、漁、牧、工、商以及交通運輸和維生系統等造成的直接或間接損害，稱為「氣象災害」。它是天然災害中的原生災害之一。

氣象災害的特點有：(1)種類多：主要有豪大雨、洪澇、乾旱、颱風、寒流(低溫)、強風、冰雹及濃霧等，如果再細分，則可達數十種甚至上百種。(2)範圍廣：一年四季都可能出現；不論是在高山、平地、高原、海島，或是在江、河、湖、海以及空中，都有可能出現氣象災害。(3)頻率高：以臺灣為例，侵臺之颱風平均每年就有3~4個之多，而旱災、水災亦時有所聞。(4)持續時間長：同一種災害常常跨季或跨年出現，例如：嘉南地區在於冬、春季節常因乾旱而造成缺水現象。(5)群發性突出：某些災害往往於同一時段內在許多地區發生，例如雷雨、冰雹、強風、龍捲風等劇烈天氣，在每年2~3月常有群發現象。例如1998年2月18日至20日，臺灣西部及澎湖地區，發生近百年來罕見的冰雹及龍捲風，同時並出現持續性的大雨。(6)連鎖反應顯著：天氣或氣候條件往往能形成或引發、加重洪水、土石流和山崩等天然災害，進而產生連鎖反應。(7)災情嚴重：聯合國災害救濟組織(United Nations Disaster Relief Organization, UNDR0)調

查分析 1965~1992 年世界災情資料發現，在此 28 年內全球共發生 4,700 次的天然災害(因天然因素而造成死亡人數達 10 人以上，或受災人數達 100 人以上的個案)，死亡人數高達 360 萬人，受災人口數更高達 30 億人，直接的經濟損失達 3,400 億美元，即平均每年損失約 120 億美元(約新臺幣 4,000 億元)，其中 6 成以上是由氣象災害所造成。

## 2. 臺灣之氣象災害損失為何？

臺灣位於溫帶與熱帶之交界，又位於歐亞大陸與太平洋之交界地區，屬於副熱帶季風區，災害天氣現象如颱風、豪雨、寒流、乾旱等發生頻繁，常常造成生命財產之重大損失。

根據統計(1985 至 2008 年)，臺灣平均每年氣象災害之直接損失可達新臺幣 150 億元，其中農業損失占 52% 居首位，水利設施損失占 26% 次之，公路損失占 10% 居第 3 位。這些損失主要是由於 7 月至 10 月之颱風(占 85%) 及豪雨(包括梅雨，占 11%) 所造成，寒害損失為 3%，乾旱為 1%，冰雹為 0.36%，焚風為 0.02%，其他災害則占 0.12%。颱風和豪雨所造成的臺灣氣象災害損失即達 96%，可見颱風及豪雨導致之災害對臺灣經建成長危害極大。

## 3. 氣象災害是怎樣監測的？

氣象災害是否發生，主要藉由氣象觀測網、氣象雷達網及氣象衛星等方式進行監測，並將監測得到的訊息，

迅速傳送到氣象預報中心即時處理和綜合分析、研判，爾後再提供各行各業加以應用。

至於監測作業的方式，詳述如下：

- (1) 氣象觀測網中的各個氣象站，其觀測的項目和時間皆依照世界氣象組織(WMO)的規定，地面氣象觀測站一般每隔 1~3 小時觀測 1 次，高空氣象觀測站則每隔 12 小時觀測 1 次，並將觀測得到的各種訊息，按統一的格式編成國際通用的氣象電碼，發往國家氣象預報中心的通信部門。再由國家氣象預報中心的通信部門，把全國性或地區性的各種訊息，轉發到各地氣象站或世界氣象組織(WMO)指定的區域通訊中心(如東亞地區即在東京的日本氣象廳)，進行資料交換。世界各地氣象站的工作人員或電腦，先將收到的各地氣象電碼解碼，然後按照一定的格式，把各種氣象要素和天氣現象填繪在專用的地圖上，並作專門的處理。氣象預報人員根據不同時間的氣象圖和實際天氣狀況加以分析，就能清楚地了解及掌握，各種天氣現象的分布情況及發生、發展的演變情形，同時，為氣象災害可能出現的區域、強度、移動的方向和速度及影響的時間等，提供客觀的研判依據。
- (2) 氣象雷達網則視需要，採取定時或不定時的機動追蹤觀測，能夠即時監測如颱風、鋒面、雷雨、冰雹或龍捲風等劇烈天氣系統的演變和移動情況。
- (3) 氣象衛星則是從太空中，用遙測的方式監視氣象災害，將遙測到的訊息即時傳遞給地面接收站，由接收站將訊

息轉換為氣象人員直接看得懂的衛星雲圖或其他資料。氣象人員根據這些資料或雲圖進行分析及研判，可以即時了解大範圍的颱風、鋒面、雷雨、豪雨、洪澇及森林火災等的分布和變化情況。

實際應用時，氣象人員常將上述 3 種不同方式監測到的訊息進行綜合考慮，全面分析，而再得出最後之結論。

#### 4. 目前我國共有多少個氣象站？其任務是什麼？

中央氣象局為我國氣象業務主管機關，在局本部之下，設有 7 個作業中心(氣象預報中心、氣象衛星中心、氣象資訊中心、地震測報中心、海象測報中心、氣象儀器檢校中心及臺灣南區氣象中心)、綜觀氣象站 26 站(其中有 3 站兼為高空氣象站)、氣象雷達站 4 站、自動氣象站 153 站、自動雨量站 241 站、合作氣象站 9 站、農業氣象站 28 站、雨水監測站 19 站、紫外線指數觀測站 19 站、空氣品質及背景大氣觀測站 1 站、臭氧全量觀測站 2 站、臭氧探空觀測站 1 站、強地動觀測站 689 站、潮位觀測站 22 站、浮標站 6 站及波浪站 1 站(上述資料統計至 2010 年 3 月)。分別從事天氣分析及預報、地面及高空氣象測報、雷達氣象觀測、氣象衛星資料接收及處理、農業氣象觀測、大氣物理及化學觀測、地震測報、潮汐及波浪觀測、氣象資料處理、氣象儀器檢校，以及維修和對外提供氣象諮詢與服務工作。



中央氣象局花蓮氣象站綜觀氣象觀測坪

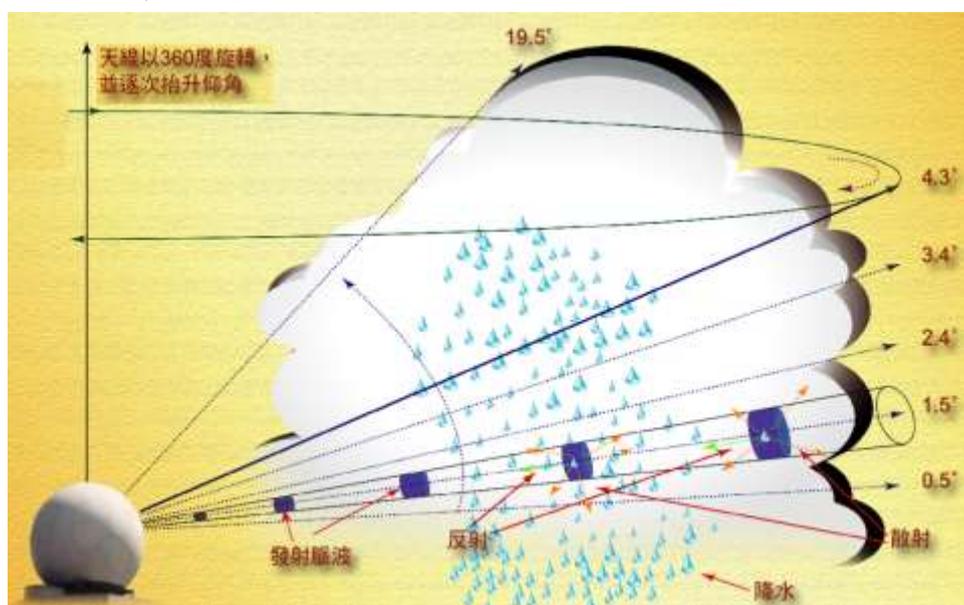
## 5. 氣象雷達如何監測豪雨天氣？

雷達乃利用電磁波被目標物反射的原理，來探測目標物的方向和距離。氣象雷達則是根據雨滴、雲滴、冰晶、雪花等對電磁波的散射原理，而發展出來的一種氣象探測工具。它由天線、發射機、接收機、定位器和顯示器等組成，有些還配備數據處理系統和遠距離傳輸系統。

雷達發射出來的電磁波，一方面在大氣中傳播，另一方面又不斷地被大氣和大氣中的水汽凝結物所散射、吸收，以致逐漸減弱。電磁波在傳播路徑中遇到水滴時，一部分被水滴吸收，轉化成其他能量形式，另一部分則被散射。被水滴散射的電磁波只有其中一部分能按照入射波的方向返回雷達天線，這一部分的散射稱之為反射。反射回來的信號，被天線接收後，經過放大而由顯示器

顯示出來即稱為回波。

大氣中的水汽含量越多，水滴越大，回波越強，因此就能知道暴雨中心的所在位置。透過連續追蹤探測、體積掃描和數據處理，就可知道暴雨的移動路徑和速度、範圍、降水強度以及發展趨勢等各種訊息，可供天氣分析及預報的參考，並可為防洪、防災提供大量的、科學性的決策依據。



氣象雷達監測豪雨天氣的原理

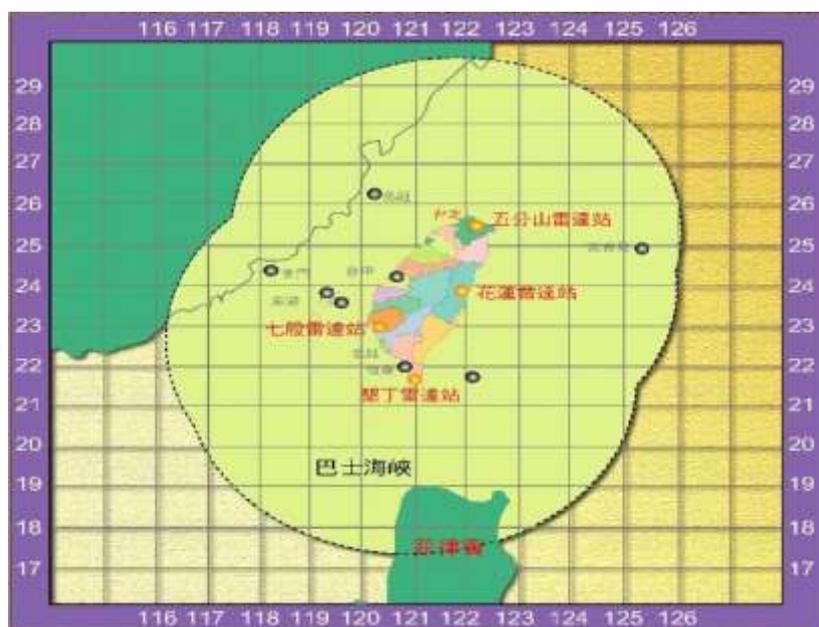
## 6. 氣象雷達如何觀測氣象？

雷達所發射的電波和探照燈所發出的光線一樣，可以集中成束，並可向上下左右任何一個方向照射，同時因為雷達電波具有直進性，遇到某一種物體，如金屬、山岳和水滴時有反射的特性，所以雷達所發射的電波遇到雨、雪等水滴時，其部分電波便會因反射作用而再回到原來發出電波的雷達站，雷達儀器上就能監測出：雨、雪、冰雹、雷暴、龍捲風及颱風等劇烈天氣系統的位置、

距離、移動方向、高度及強度等訊息。

## 7. 臺灣的氣象雷達網現況為何？

中央氣象局現有 4 座都卜勒氣象雷達站，分別位於北部的五分山(瑞芳)、東部的花蓮、西部的七股(臺南)及南部的墾丁(屏東)，可以觀測來自太平洋或南海或巴士海峽等方向的颱風，也可對梅雨、雷雨、龍捲風、冰雹、寒潮等劇烈天氣系統，隨時加以監測。再配合民航局、空軍及中央大學在中正機場、清泉岡、馬公、綠島及中壢等地所建置的氣象雷達站，可構成臺灣完整的氣象雷達網。其監測範圍涵蓋整個臺灣及鄰近的海域，對於提升天氣預報準確度，減低天然災害損失，提高洪水預警作業效能，保障人民生命財產安全，增進水資源規劃利用，促進我國氣象科技研究發展，均有極大的助益。



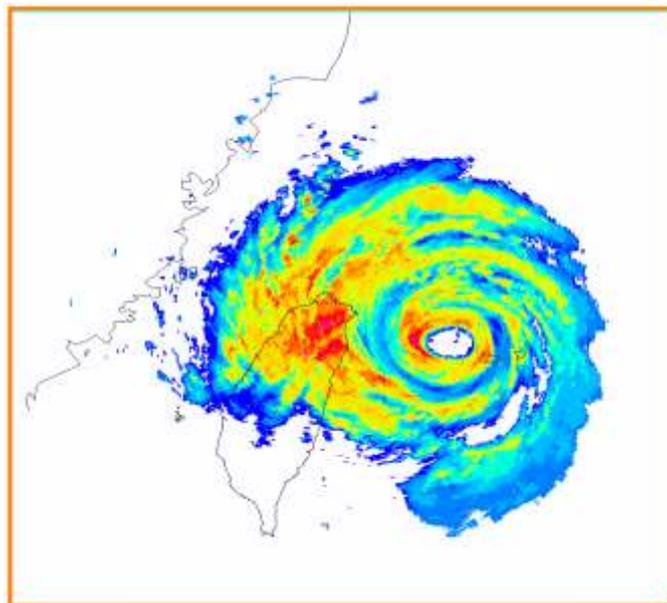
中央氣象局都卜勒氣象雷達網

## 8. 氣象雷達對颱風警報的貢獻為何？

中央氣象局現有之氣象雷達，可以直接觀測 464 公里範圍內的颱風中心的位置，移動方向、速度，颱風圈內降水分布情形及其強度，使預報員能夠得到有效的觀測資料做為發布颱風警報之有用參考，並且連續不斷地追蹤颱風的動態及變化情形，對颱風警報發布有極大的貢獻。

## 9. 氣象雷達使用於颱風觀測時，在技術上有無困難或限制？

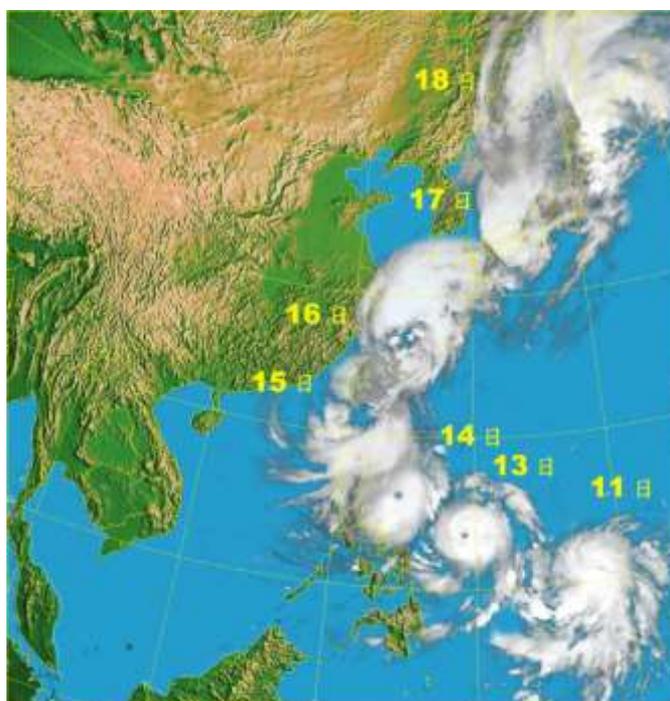
氣象雷達其最大有效觀測距離約 464 公里，再遠的颱風就無法有效觀測了。此外，若颱風結構受到地形的破壞，使環流或颱風眼產生變形或模糊不清時，就不能單獨使用氣象雷達，必須參考其他資料來決定颱風的位置。此外高大的建築物或山脈會阻擋雷達電波，以致無法觀測到其後方的降水或颱風位置。



中央氣象局五分山雷達站所觀測到之賀伯颱風雷達回波圖(1996年7月31日)

## 10. 氣象衛星如何監測氣象災害的？

氣象衛星是用遙感技術，從幾千或幾萬公里外的太空探測天氣變化和災情。由於氣象衛星上裝有可見光、紅外線及微波輻射儀器，所以可以接收地表和雲層等物體反射的太陽光，及地球大氣和地表發射的紅外線和微波輻射，並且不斷向地面發送監測到的資料，經由地面接收站的接收和電腦處理後，即可得出各種圖像和數據。

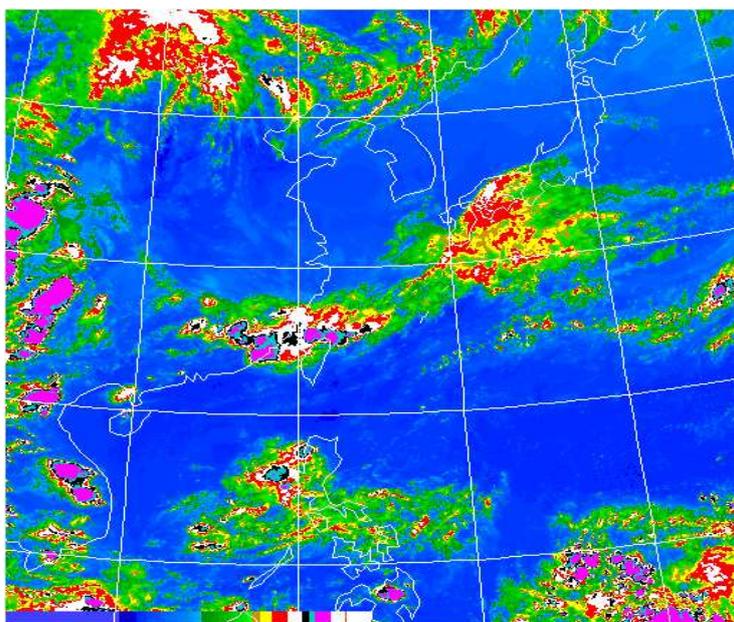


1998年10月瑞伯颱風衛星雲圖時序位置圖

目前的氣象衛星有地球同步衛星和繞極軌道衛星兩種。地球同步氣象衛星繞地球轉動一周的時間正好與地球自轉相同，均為24小時，所以從地球上看到衛星是靜止的。這種衛星的優點是：(1)站得高，看得遠；衛星靜止在36,000公里的赤道上空，可觀測到地球1/4的面積。(2)能觀測到雲層的分布，以及地面、海面、雲頂等的溫度。一般每隔半小時到1小時轉播1張雲圖，氣象預報人員

可從雲圖的連續變化，了解到颱風、鋒面和對流雲層等天氣系統的最新演變情況。(3)可以監測到雲層的高度、地面積雪、海水的分布等。(4)為氣象情報的收集及轉發站。

繞極軌道氣象衛星又稱太陽同步衛星，衛星在軌道上運轉，從南向北或從北向南通過赤道的時間(地方時)總是保持一定的。其高度約 800~1,000 公里，繞地球 1 周約 100 分鐘。目前美國的泰羅斯(TIROS-N)系列是以 2 顆衛星為 1 組，各地每日可得到 4 次觀測資料。它具有多種探測儀器，不僅能完成地球同步氣象衛星所監測的氣象資料，還可以監測農作物生長狀況以及洪澇、乾旱及森林火災等徵狀。與可觀測到高緯度地區的氣象情況，彌補地球同步氣象衛星的不足；另可測得從地面到平流層(約 30~40 公里)之間的氣壓和水汽分布，以及雲層內氣溫的垂直分布等詳細資料。



利用衛星雲圖監測梅雨季豪(大)雨

## 11. 氣象衛星和颱風測報有何直接關係？

颱風是發生在熱帶海洋上的劇烈天氣系統。由於在廣大海洋上無法建立很多氣象觀測站，只能從極少數的島嶼及航行船隻上的觀測，得到一些氣象資料，憑這些少數資料要了解颱風是絕對不夠的。所以在過去，當西北太平洋海域一有颱風生成時，關島美軍聯合颱風警報中心(Joint Typhoon Warning Center, JTWC)就派氣象偵察機進入颱風暴風圈內實地觀測。事實上，派氣象偵察機進入颱風暴風圈內偵測，確實可獲得第一手最真實的颱風資料，但因危險性太高且成本太昂貴，且氣象衛星亦具有監測颱風動態的功能，所以從 1987 年 9 月之後，關島美軍聯合颱風警報中心即停止於西北太平洋海域派遣飛機進行颱風觀測。

有了氣象衛星後，只要在海洋上一有颱風發生，即刻就能查覺，如同千里眼般地隨時監視，可充分掌握颱風的最新動態，並可從衛星雲圖上分析出颱風的中心位置、強度、雲系分布、移動方向等資料，提供颱風測報之用，因此氣象衛星資料實為颱風測報中最有效的工具之一。自從西北太平洋地區的飛機觀測停止之後，衛星觀測已成為在廣大洋面上監測颱風動態的最主要工具。

## 12. 氣象衛星和氣象雷達對颱風測報的功能有何不同？

氣象衛星和氣象雷達對颱風的測報，確有不同的功能，分別說明如下：

(1) 氣象衛星是用可見光、紅外線及水汽頻道 3 種波段來偵

測颱風。可見光是利用物體表面對光線的反射率來觀測，看到的是雲層的覆蓋情形；紅外線是利用物體輻射強度，也就是雲層的不同溫度來判斷雲層發展的情形；水汽頻道則是利用水汽對 6.7 微米的輻射吸收最顯著的原理，分析大氣中水汽分布的情形。

- (2) 氣象衛星位於太空，可以俯視地球上廣闊的區域，颱風在遠洋時就可偵測到，而且可看到整個颱風雲系的分布情況。氣象雷達的觀測範圍為 4 至 5 百公里，只有當颱風進入觀測範圍時才能偵測，也因為距離較近，對颱風中心位置、移動方向、降水強度等的觀測較為精確。
- (3) 目前每小時均可接收到氣象衛星的觀測資料；雷達則只要颱風進入其有效範圍內就可隨時監測。

### 13. 什麼是天氣系統？它是怎樣分類的？

圍繞地球的大氣和滔滔的江水一樣，不停地流動著，由於受到地表物理特性的差異和地形等之影響，大氣就形成了大小不等的波動，波峰區為高氣壓區，波谷區為低氣壓區。

在高氣壓區的空氣由中心向外流動，低氣壓區則相反，空氣由外向中心流動。流動的空氣在地球自轉的作用下，於北半球逐漸向右偏移，直到與等壓線平行時為止。所以，在北半球高氣壓區的風向為順時針方向，而低氣壓區則為逆時針方向。另外，它們的垂直空間結構也不相同，一般高氣壓區垂直方向的氣流是下沉的，低氣壓區是上升的，因此產生的天氣也不相同。為了區分

大氣的各種運動狀況，氣象上將其分為高氣壓、低氣壓等系統。所以，「天氣系統」就是指大氣運動狀況和天氣特性等相對獨立的系統，為發布天氣預報的重要依據。

天氣系統大都以渦旋狀或波浪狀的形式運動，如颱風、氣旋(低氣壓)、反氣旋(高氣壓)等。為使民眾對天氣系統有較為深刻的理解和區分，氣象上常依天氣系統的物理特性、空間和時間尺度、所產生的地區等方面進行分類。依天氣系統的物理特性分類的有：冷低壓、冷高壓、暖低壓、暖高壓、冷鋒、暖鋒和滯留鋒等；以發生地區予以分類的有：極地高壓、極地低壓、蒙古高壓、蒙古低壓、東北低壓、東海低壓、華南低壓、西藏高壓、西北太平洋颱風、南海颱風、太平洋副熱帶高壓及間熱帶輻合區等。由於以發生地的劃分法較具體且具有明確的概念，所以平常用的機會較多。

#### 14.如何區分長、中、短期和即時天氣預報？

就天氣預報時間的長短而言，氣象預報人員常把它們劃分為即時、短期、中期和長期天氣預報四種，各自的預報方法和預報對象也有所不同。

(1)長期天氣預報是指 10 天以上的旱澇、冷暖、雨量、氣溫等天氣趨勢的展望，形式上有月、季和年度預報等多種；一年以上的長期預報，常稱為超長期預報或氣候展望。

(2)中期預報是指未來 4~10 天內的逐日天氣預報、一週預

報，及以天氣過程為主的旬預報等，其預報內容主要係針對降水、氣溫和災害性天氣的變化為主。

(3)短期天氣預報則是指對未來3天(即72小時內)的逐日天氣預報，其內容有風力、風向、天空狀況(雲量的多寡，如晴天、多雲、陰天)、降水機率、天氣現象(下雨、下雪、雷雨、陣雨、濃霧)和氣溫(高、低溫)等。

(4)即時天氣預報是指未來12小時以內的天氣預報，主要是對短期天氣預報進行補充和修正；一般對豪大雨、冰雹、雷陣雨、強風、龍捲風等尺度較小的劇烈天氣之預報效果較好。

#### 15. 什麼是異常氣候？對日常生活有什麼影響？

在正常的氣候變化中出現25年以上一遇的現象稱為「異常氣候」；某年或某一時期出現百年一遇的降水量偏多或偏少、氣溫偏高或偏低的現象，則稱為「氣候異常」。

「異常氣候」往往會影響到人類的日常生活、社會秩序、經濟活動，嚴重時甚至會危及動植物的生長發育，造成國計民生的巨大損失。如降雨量異常偏少，可造成嚴重旱災(例如民國91年1月至3月，臺灣北部地區降雨量不及氣候平均值的1/3，桃園縣的石門水庫、苗栗縣的永和山、明德及寶山水庫之水位幾乎見底，蓄水量不足供應農田春耕灌溉及新竹科學工業園區用水之需。中央政府考量整體產業之發展，斷然採取農田休耕政策，將水庫現有的蓄水以提供新竹科學工業園區使用為最高指

導原則)；降水量異常偏多，可造成嚴重水災；氣溫異常偏冷，則造成嚴重寒害等；氣溫異常偏熱，則造成嚴重熱浪等。

## 16. 聖嬰現象與氣候異常有關嗎？

聖嬰現象(El-Nino)是指在聖誕節前後，出現於赤道東太平洋冷水域中的秘魯洋流的海水溫度反常升高、魚群大量死亡的一種現象。在某些年份中，它的出現可使海水溫度較常年偏高攝氏 3~6 度。由於海氣熱量交換的關係，該區海水溫度增高常常造成位於南美洲西海岸的赤道輻合區異常南移，致使一般氣候較為乾旱的秘魯中部及厄瓜多的西海岸，反而頻繁出現暴雨，進而引發洪澇和土石流等災害。

出現聖嬰現象，不但對低緯度大氣環流的變化產生影響，而且對全球氣候的短期變化也造成很大的衝擊。近年來的研究得知：聖嬰現象的出現與海面信風的異常減弱有關，而海面信風的減弱，可促使表層海水運動減弱，進而導致冷水上湧減少，使得生存於冷水中的大量微生物不能上湧至海水表層，造成魚類和海鳥因食物顯著減少而大量死亡。因此，聖嬰現象對海洋漁業生產的危害是相當的大。

## 17. 什麼是氣候評鑑？有什麼作用？

所謂「氣候評鑑」就是運用氣候學的原理和方法，針對某一時期的「氣象條件」這一項自然因素，為國家

經濟建設和民眾日常作息，所帶來的直接及間接影響，進行科學性的客觀分析和評定。

「氣候評鑑」的內容包括：(1)對「氣候條件」本身的評鑑，(2)「氣象條件」對人們的社會活動與經濟活動影響程度的評鑑。

對「氣候條件」本身的評鑑，主要是針對當年或某一時期的日照、氣溫、降水等基本氣象要素，及乾旱、豪雨、寒流、颱風等重大災害性天氣，進行綜合分析，鑑定當年或某一時期的氣候條件是屬於正常、或異常等，並由此得出氣候條件對國家經濟建設的影響程度。

至於「氣候評鑑」的方法，主要是根據氣候資料和各個專業部門的科學數據，進行統計分析後，建立回歸方程等方法，再利用當年的氣象資料，評鑑氣候條件對經濟建設的影響。

定性分析時需要了解所評鑑的各個對象，在整個生長和生產過程中對氣象條件的需求，然後根據氣象資料和所掌握的各種數據，作出客觀分析評定，為各級政府和生產、管理、科研等有關部門提供服務，使他們在安排生產、擬定計畫時考慮氣候因素，增加人們對氣候變化規律的認識和應用。

## 18. 氣象因素對飛航安全有什麼影響？

眾所周知，無論是飛機的起飛和著陸，或是在高空的飛行等，都受到氣象條件的限制。由於受到氣象因素之影響而導致飛安事故的案例是時有所聞，例如民國 89

年 10 月 31 日夜晚「象神」颱風侵襲臺灣之際，新加坡航空公司班機於桃園中正機場起飛時，因天候因素而失事，造成嚴重傷亡，是近年來令人記憶深刻的飛安案件。根據美國飛航總署的統計，發生在飛機起飛、著陸階段的嚴重飛行事故中，與氣象有關的約占 6 成。另根據國際航空組織之統計，1988 年由於氣象因素導致民航機發生事故，共有 21 次，占事故總數的 4 成。從美國對 1962~1988 年間，由氣象原因所造成的 53 次民航機飛行事故的分析中得知：因雷雨、豪雨而造成的飛安事故有 23 次、風切(wind shear)因素有 11 次、強對流有 10 次、積冰有 7 次、雷擊則有 2 次。這些因氣象因素而導致的飛安事故都是極為慘重的。

## 19. 氣象對軍事有哪些影響？

自古以來，軍事與氣象就有著密不可分的關係，氣象對作戰的影響，歷來即被軍事專家所重視。從歷史上著名的戰例來看，對戰爭危害較大的氣象災害有豪雨、洪水、颱風、寒流、高溫、濃霧，以及因氣象引起的疾病等。例如：(1)洪水災害：1815 年 6 月 18 日，在著名的滑鐵盧戰役中，於決戰前夜，忽降豪大雨，田野、道路泥濘，兵馬難行，法國援軍無法及時趕到，致使拿破倫大敗，從此流亡在外而至死亡。(2)嚴寒冷凍害：1941 年希特勒進攻蘇聯，11 月初遭遇寒流侵襲，12 月 4 日莫斯科氣溫降到零下 30°C 以下，汽油凝固，致使德軍坦克車開不動，大炮瞄準鏡失靈，士兵沒有禦寒準備，凍傷者

達 11 萬人之多。蘇聯軍隊利用這有利的天候大舉反攻，德軍兵力損失約 100 萬人以上，最後終告失敗。(3)大濃霧：1776 年 8 月 29 日美國獨立戰爭時，華盛頓在紐約附近抵抗英軍，遭圍困，正在危急之時，遇上晚間大霧，華盛頓趁大霧逃走，死裏逃生；直到當年 12 月美軍才扭轉戰局。(4)瘴氣疫病：第 2 次世界大戰國軍對日抗戰期間，日軍 10 多萬人從緬甸進攻雲南，被怒江之天險阻絕於滇西一隅，日軍官兵染患瘴氣疫病，使半數日軍不戰而亡。

## 20. 氣象對交通有什麼影響？

海、陸、空交通，都會受到強風、濃霧、能見度、暴雨、冰雪、雷暴、積水等氣象因素的影響，如海霧可導致客船、商船、漁船和艦艇等海上船隻，偏航、觸礁、擱淺及相撞等。據統計，日本在 1948 年至 1953 年的 6 年間，所發生的 910 次海難事件中，因遭遇濃霧及暴風雨天氣所致者，占總數的 6 成；能見度差易使飛機產生偏航和迷航，影響降落時的安全；豪雨則可引起洪水災害，嚴重地威脅鐵路及公路運輸的安全；另外，高溫、下雨、下雪等天氣，往往使交通事故增多。總之，氣象對交通影響是多方面的，為了確保安全，除必須經常添購新穎且完善的航空和航海氣象設備之外，還需要開展多方面的專業氣象技術及研究工作。

## 21. 什麼是乾旱？可造成哪些災害？

乾旱是大家都很熟悉的天氣現象，但是，由於討論的目的和對象不同，其定義和具體指標是不同的。通常所說的旱災，是指因久晴無雨或少雨，降水量較常年同期明顯減少。而乾旱程度的確定，與前期降水量、乾旱持續日數、地下水位，以及農作物種類、品種及其生長發育時期等有密切關係。因此，乾旱的具體指標是因地、因時、因作物而異。

乾旱可影響到人類社會經濟活動的各層面，特別是農業。尤其在春天，是否有足夠的降雨量可供灌溉之用，常困擾著臺灣農業及水利單位的決策人員；其次是造成水資源不足，加上長期以來對地下水超抽，地下水位逐年下降，造成沿海某些鄉鎮(如雲林縣的口湖鄉、嘉義縣的東石鄉及布袋鎮、屏東縣的佳冬鄉及林邊鄉等)出現地層下陷及海水倒灌現象。長期乾旱還會使生態環境惡化，諸如沙漠化、風蝕加劇等災害。

## 22. 高溫(熱浪)有什麼危害？怎樣預防熱浪襲擊？

高溫與熱浪兩者是互為因果的關係，高溫是熱浪的結果，熱浪是高溫形成的原因，但並不等於說所有的高溫都是熱浪襲擊而引起的。

臺灣，盛夏季節常受太平洋副熱帶高氣壓影響，出現高溫酷熱天氣，例如，1998年7月中旬，北部地區就出現37~38°C的持續高溫，臺電公司發電機組負載容量亦一天比一天吃緊，必須呼籲全國民眾節約用電。另持續

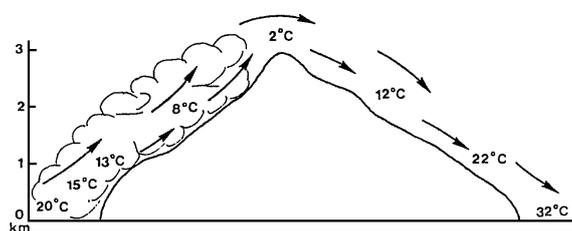
的高溫使人們感到悶熱難耐，疾病人數增多，尤其小兒腸病毒更讓父母擔心不已！

預防熱浪需採用綜合預防措施。在經常受熱浪影響的地區，房屋建築設計應考慮防暑設施，注意房屋通風；植樹造林，擴大綠地面積；開設游泳場地；在熱浪來襲之前，要根據天氣預報做好供電、供水和防暑醫療等準備工作；在熱浪來襲時，供應清涼飲料，改善休閒及醫療條件，並即時搶救中暑的病人。

### 23. 什麼是焚風？經常出現在什麼地方？

沿著山坡向下吹的乾熱風叫焚風，俗稱火燒風。當氣流越過山脈時，在迎風坡上空上升冷卻，起初是按乾絕熱直減率降溫(即平均每上升 1 公里，溫度約降  $10^{\circ}\text{C}$ )，當空氣達到飽和狀態的溫度時，水氣凝結，氣溫就按溼絕熱直減率降低(即平均每上升 1 公里，溫度約降低  $5\sim 6^{\circ}\text{C}$ )，大部分水氣在山前(迎風坡)凝結降落。越過山頂後，空氣沿背風坡下降，基本上按乾絕熱直減率增溫(即每下降 1 公里，溫度約升高  $10^{\circ}\text{C}$ )。因此，過山後的空氣溫度比山前同高度上的空氣溫度要高得多，溼度也小得多。如圖所示，山前原來氣溫為  $20^{\circ}\text{C}$ ，相對溼度為 73%，當氣流沿山坡上升到 500 公尺高度時，氣溫降為  $15^{\circ}\text{C}$ ，達到飽和，水氣凝結。然後按溼絕熱率平均每上升 1 公里，降低  $5\sim 6^{\circ}\text{C}$  的速度，到山頂(3,000 公尺)時氣溫約為  $2^{\circ}\text{C}$  左右。越過山頂後，沿背風坡下降，按乾絕熱率增溫。當氣流到達背風坡山腳時，氣溫可增加到  $32^{\circ}\text{C}$ ，而相對

溼度減小到 15%。由此可見，焚風吹來時，氣溫迅速增高，溼度顯著減小，而有乾熱如焚的現象。



焚風形成示意圖

焚風發生時，可使農作物枯萎，加重乾旱，易出現森林火災等災害。臺灣最常出現焚風的地區為東部的臺東、成功、大武及花蓮等地。

#### 24. 現代都市所遭受的豪雨災害，為什麼比過去嚴重？

都市防汛工作與氣象的關係十分密切。大雨、豪雨會造成都市低窪地區、道路和高架橋積水，地下室淹水，電力中斷，進而引起交通阻塞，經濟活動停止，以及人員傷亡等事故發生，且近年來有逐漸嚴重的趨勢。主要原因是社會的發展和經濟活動顯著增多，造成因災害蒙受損失的機會大大增加。另一方面從目前的社會經濟發展形勢來看，正逐步邁向都市化，許多都市的高樓大廈、柏油路面以及市政建設均迅速發展，使都市擁有的水面積與都市建築面積的比例大為縮小，於是改變了都市的局地氣候條件，把都市變成為一個「熱源」，這就是我們常說的「熱島效應」。都市變為「熱源」的結果，就是使都市上空的空氣對流發展很旺盛，容易產生強對流天氣，造成都市地區頻繁出現豪大雨，降雨量相對增大，

降雨強度亦相對增強。另外，都市建築所用的水泥材料及柏油路面等，其滲水能力低，蒸發量相對的減少。一些都市雖建有排水設施，但排水能力有限，遇有豪大雨天氣，雨量多且集中，下水道往往來不及渲洩，這也是造成都市大範圍積水的重要原因之一。

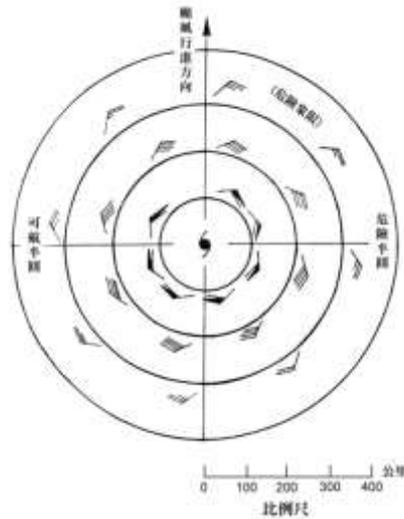
## 25.如何正確地使用豪雨天氣預報資訊？

豪雨預報是非常複雜的。眾所周知，一般較大的降雨過程中，降雨強度總是時大時小，時強時弱。這種局部性強降雨的範圍較小，往往只有幾十公尺到數十公里，且生命期相當的短暫。然而，一個地方的豪雨，往往是多次局部性強降雨過程累積的結果，所以在同一降雨天氣系統影響下，其雨量的分布是很不均勻的，有時 2 個測站距離雖很近，但雨量卻相差很大。由於形成這種局部性強降雨系統的物理條件非常複雜，至今我們還無法完全了解其原因，因此，要精確地預報出豪雨的地點、時間、強度是相當困難的。據統計，目前國內外對這種高精密的豪雨預報水準 24 小時約為 6、7 成，預報時效愈長，準確度愈低；時效愈短，愈準確。3 小時以內的預報約可達 8 成以上。通常造成區域性較大洪水的豪雨，都伴隨著較大範圍的強降雨過程。目前對這種天氣過程的預報可在天氣現象出現前 24~48 小時內預報出來，有時可提前 3~5 天預報出。這種預報只能提供一個趨勢性的意見，供決策部門擬定防洪、抗旱計畫的參考。因此，在使用豪雨天氣預報時，使用者和氣象預報部門要保持

密切聯繫，隨時了解豪雨天氣預報及其修正情況，切忌採取簡單措施，以免造成不應有的，甚至更大的損失。

## 26. 什麼是颱風的危險半圓？

一個發展成熟的颱風，從中心向外大致可分成 3 部分：(1) 中心眼區—是颱風的中心部分，一般風雨較小，有時會出現晴空；(2) 渦旋區—緊靠颱風眼的周圍，該區風雨最激烈，破壞力最強；(3) 外圍區域—是颱風的最外層，此區風速相當強且由外向內增加，但不如渦旋區猛烈。由於颱風周圍氣壓分布的疏密程度不均勻，其強風區的分布也是不均勻的。一般說來，與高氣壓相鄰的一側之風速強，範圍較廣，海浪較高，易造成沉船事件；反之，與低氣壓接近的一側之風速小，強風區較狹小，海浪較弱。颱風自東向西(或西北)移動時，由於颱風前進方向的右側與西北太平洋副熱帶高氣壓相鄰，通常在颱風的右半圓內風力較強，而在左半圓內風力較弱。故颱風的右半圓稱為「危險半圓」，左半圓稱為「可航半圓」，其中又以右半圓的前半部(亦即第 1 象限)危險性更大，稱之為「危險象限」。



颱風的危險半圓及危險象限

## 27. 在海洋上如何利用氣象預報資訊，以避開颱風的影響？

颱風是海上航運和漁撈作業的天敵。在沒有氣象預報資訊的情況下，航海是一種風險很高的活動，不少貨輪、漁船甚至艦艇，因遇上颱風而葬身海底，海難事件不勝枚舉。1944年12月，美國海軍第3艦隊在太平洋上遇到颱風襲擊，有90名官兵死亡和失蹤，146架艦載飛機被吹進海裡，3艘驅逐艦沉沒，26艘其他艦隻遭受重創，損失慘重。

為了保障海上航行和作業安全，必須即時獲取海上氣象、海況等最新情報。於是近半個世紀來，許多國家先後建立了專門的海洋氣象船、浮標，甚至在燈塔、島嶼、漁船、貨輪或艦艇上，安裝自動氣象和海象測報儀器。此外，還建置了全球氣象衛星監測網，因而能夠即時監測到颱風的發生、發展及移動情況。同時，許多國家開展了專門的海洋氣象服務業務，依照世界氣象組織

劃分的責任區，定時收集和廣播海上天氣、溫度、風向、風力、波浪等最新的實況及未來的預報，有的國家還開展了遠洋航行的氣象導航業務。

只要航行在海上的船隻，隨時注意收聽鄰近氣象臺的海洋氣象廣播，並保持與海岸電臺聯繫，就可即時避開颱風的襲擊。避航的方法大致有「停」、「繞」、「穿」3種。所謂「停」，即滯航，待颱風過後，再繼續航行。「繞」，即根據颱風移動的方向和強風的範圍，適時改變航線並繞道而行。「穿」，即搶在颱風到來之前迅速穿過。萬一船隻駛入颱風暴風圈範圍時，船長及所有船員一定要沉著冷靜，主動應付，並掌握船隻處在颱風中的位置，如果船隻位在危險半圓內，應採取風向對右舷船首的航向行駛；若船處在可航半圓內時，應採取風向對右舷船尾的航向行駛。總之，要頂風，亦即要乘風破浪，方能脫離險境，切忌拋錨，否則有翻船的危險。

## 28. 什麼是氣象導航？有什麼意義？

氣象導航是指船舶在海洋裏的整個航行過程中，充分利用一切有利於航行的氣象和海象方面的條件，為船舶取得最安全和最有利的過程。

利用氣象導航，除可維護船舶航行安全外，還可獲得四方面的經濟效益：(1)縮短整個航程所需的時間；(2)減少船舶的損失，提高船舶的使用效率；(3)降低貨損率；(4)節省燃料。

船舶要取得最佳的航行過程，需要綜合考慮影響船

船的主要因素，如船舶的大小、航速、搖晃的程度等自身條件，以及氣象和海象條件。

在下列 5 種情況，進行氣象導航，航運部門可以獲得比較顯著的效果：(1)航程長；(2)氣象因素在整個航程中是主要考慮的對象；(3)水面廣闊，可自由選擇航行路線；(4)所經過的海域經常出現惡劣的天氣和海象，且與平均狀態的差異較大；(5)向西航行比向東航行的效果好。

進行氣象導航的方式有 2 種：(1)由專門的機構，提供被導航的船隻技術性的意見。(2)在相當熟悉所在航海區的水文氣象條件的基礎上，由船長或船員自行導航。

如上所述，「氣象導航」此項措施，值得國內氣象界與航運界人士共同合作並加以推展。

## 29. 什麼是雷擊？

伴有雷聲和閃電現象的對流性天氣系統稱之為「雷擊」，它經常出現於強烈發展的積雨雲中。這種雲的厚度可達數千公尺，有時甚至可達 2 萬公尺。雲中空氣的垂直上升速度可達 20~30 公尺/秒，最大可達 100 公尺/秒，可見其能量之大。

臺灣的雷擊一般多發生於夏季，屬午後雷陣雨；但在鋒面過境時，若南來氣流旺盛，偶爾亦有雷擊出現。雷擊出現的時間一般以下午為多。

雷擊是一種危險的天氣現象，不僅會影響飛機的飛行安全，干擾無線電通訊，亦會擊毀建築物、輸配電和

通訊線路、捷運系統，擊傷及擊斃人畜，引起森林火災等。在美國平均每年有數千人受到雷電的傷害，近 400 人被雷電擊斃，財產損失達 3 億美元。

### 30.如何預防雷擊？

在地球的大氣層中，每一瞬間都有雷擊發生。據統計，全球每秒有近百次雷電落地。

據科學家估計，危害最大的擊地閃電，其電壓可高達幾千萬伏特，最強電流高達 1 萬安培，有時可達 10 萬安培。雷擊雖然有巨大的破壞力，給人們帶來很大的危害；但是，只要我們認識它的活動規律和造成危害的原因，採取有效的防雷措施，就可避免災害。(1)高大建築物、煙囪、電桿、旗桿及鐵塔等都要裝設避雷設備；在正常情況下，可以防雷擊。(2)經常加強檢修避雷設備，消除隱憂。(3)在雷雨到來之前，關好門窗，避免因室內濕度大而引起導電效應。(4)雷雨時，躲在室內或汽車內，關好門窗。(5)在室外不要站在高大建築物、電桿、大樹下及空曠地區躲雨。不要將金屬器物扛在身上，更不能奔跑。不要在水面停留，如正在划船，要立即上岸。在室內，要盡量遠離電線、電話線、水管等容易導電物體，打雷時，最好不要用電器用品。(6)遇到雷雨天氣時，在山區要將家用電器關閉，拔掉電源與天線插頭，室外天線最好加裝避雷設備。

### 31. 為什麼雷雨區內常有強風？

雷雨區內的強風是積雨雲的產物。積雨雲，又稱「強風暴雲」，主要是指那些伴有強風、冰雹、龍捲風等災害天氣的雷暴。積雨雲體的前部是上升氣流，後部是下降氣流。由於後部下降的雨、雹等的降水強烈蒸發，使下降的氣流變得比周圍空氣冷。這種急速下降的冷空氣在雲底就形成一個冷空氣堆，氣象上稱為「雷暴高壓」，使氣流迅速向四周散開。因此當強雷暴雲來臨的瞬間，風向突變，風力猛增，往往由靜風轉而狂風大作，暴雨、冰雹俱下。這種雷暴強風，突發性強，持續時間甚短，一般風力可達 8~12 級，所以有很大的破壞力。當積雨雲（強風暴雲）中伴有大冰雹和龍捲風時，其破壞性就更大。

### 32. 什麼是龍捲風？多發生在哪個季節和地區？

龍捲風是 1 個很強的氣旋形旋渦，裏面的空氣繞著一近似垂直軸迅速旋轉。從遠處看，彷彿 1 個灰色的漏斗或象鼻。它是從積雨雲底向下伸出，此種下垂雲到達地面之處，有大量的塵沙及碎屑捲入地面上 100 多公尺之垂直範圍內。

當它出現在陸地上時，漏斗雲的寬度一般約半公里，偶而也可達 4、5 公里，稱為「陸龍捲」。當它發生在水面上，則吸水上升如柱，好像「龍吸水」，稱「水龍捲」。

龍捲風的特徵：(1)範圍小：一般水龍捲的直徑從 10 公尺到 100 公尺不等；陸龍捲稍大些，但也不過 100 到

1,000 公尺。(2)生命短：一般只有幾分鐘，最長也不超過幾小時。(3)中心氣壓極低：據估計，中心氣壓可低至 400 百帕，甚至達到 200 百帕。(4)風力強：在龍捲風中心附近的風速可達 100~200 公尺/秒。(5)破壞力大：在龍捲風經過的地方，常將大樹拔起、車輛掀翻、建築物摧毀，有時將人吸走，其危害十分嚴重。

臺灣由於受到地形狹窄之限制，所發生的龍捲風範圍、勢力及持續時間均甚小，以致災害亦相當輕微，其破壞力並不像美國、中國大陸地區的龍捲風那樣大。

龍捲風主要發生在 20~50 度的中緯度地區，全世界每年有紀錄的龍捲風在 1,000 個以上，其中美國平均每年可達 800 次，堪稱「龍捲風王國」。中國大陸亦有龍捲風的蹤跡，平均每年約 100 個，多集中在東半部地區，以華東的江蘇、上海、安徽、浙江、山東、湖北及廣東等相對較多。龍捲風出現的季節一般在 5~9 月，出現時間大多在午後到傍晚。

### 33. 龍捲風來襲時，應怎樣預防？

如何防範龍捲風的襲擊，多年來還沒有很好的解決方法。

過去人們對付龍捲風的辦法就是打開窗戶，使房屋內外的氣壓差相等，以此減少房屋倒塌的危險。但據科學家最新的研究發現，認為打開窗戶，雖然可以解決房屋內外氣壓差異的問題，但相對的卻給迎風牆增加了壓力，同樣會使房屋倒塌。科學家的研究還指出，龍捲風

造成房屋倒塌的主要原因是風速過大，並造成極大的風壓。事實上，房屋內外氣壓差的原因只占很少的比例，而且一般的房屋都有良好的通風及通氣設施，可隨時平衡房屋內外的氣壓差。

所以，當建築物附近遭遇龍捲風襲擊，周圍大氣壓力突然下降時，我們應當採取以下的防範措施：(1)在家時務必遠離門窗和外圍牆壁，最好是到地下室，並保護好自己的頭部。(2)立刻離開危險房屋，如果附近無屏障，則應平伏於低地面。(3)尋找最安全的位置，據調查，最安全的位置是與龍捲風來向相反的方向。科學家認為，小房屋和密室比大房間安全。(4)在公共場所，應向指定地點疏散，最好的掩蔽場所是低窪的地方。(5)如果汽車行進時遇到龍捲風，這是最危險的，應立即把汽車停放在較低的地方，千萬不要開車躲避龍捲風。據美國聯邦災害防救總署(FEMA)調查，龍捲風襲擊時許多人都死於行駛的汽車內，這是因為汽車遇到龍捲風，幾乎沒有防範能力。(6)在郊外遇到龍捲風時，應就近尋找低窪地伏於地面，並應遠離大樹，以免被壓到或被砸傷。

#### 34.冰雹是怎樣形成？有什麼特點？

冰雹是從發展強盛的積雨雲中，降落到地面的冰球或冰塊。其直徑一般為 0.5~5 公分，大塊的甚至可達 30 公分以上，常為農作物及人身安全帶來嚴重危害。

冰雹和雷雨皆屬於對流性的劇烈天氣現象，均發生在積雨雲中，但是形成冰雹的條件要比雷雨還要嚴格：(1)

要有厚實的雲層，氣象上稱之為深厚的對流不穩定層。一般而言，發展強盛的積雨雲中都會有冰雹，但要使冰雹降落到地面上，雲中的雹粒需要增長到一定的體積。根據理論計算，產生雷雨的積雨雲，其上升氣流的速度一般只需要 10 公尺/秒左右；而形成冰雹的積雨雲，其上升氣流的速度一般則要 20 公尺/秒以上。雹粒愈大，所需上升氣流之速度愈強。這種上升氣流是不均勻的，時強時弱，使雹粒在碰撞中得以迅速增大，當上升氣流托不住冰雹時，冰雹就降到地面。(2)要有適宜的結冰層高度：在積雨雲中， $0^{\circ}\text{C}$  以上是由水滴組成， $0^{\circ}\text{C}$  以下至零下  $16^{\circ}\text{C}$  左右，是過冷水滴和冰晶的混合體，低於零下  $16^{\circ}\text{C}$  則以雪花和冰晶為主。當我們仔細剝開較大的冰雹，可以看到，冰雹內部是呈透明與不透明層相間排列的。這說明冰雹是在攝氏零度層上下反復升降，在「融解—凝固—再融解—再凝固」的反復過程中，不斷地增大的。科學家從資料分析得知，當攝氏零度層位於氣流最大上升速度層為每秒 200~300 公尺的高度時，最有利於冰雹的增大。攝氏零度層過高或過低，都不利於冰雹的發展，即使降雹，對農作物及人身安全的危害也不嚴重。

臺灣因位處副熱帶地區，下冰雹的機會不多。依據過去紀錄，若有冰雹災害，多發生在 3~6 月冷暖空氣活動頻繁且對流旺盛的時期(即春雨及梅雨期間)，並大多出現在午後到傍晚，持續時間短，一般為幾分鐘到半小時。降雹地區多呈帶狀，俗語說「雹打一條線」，其寬度一

般也只有 1~2 公里。從過去冰雹發生的區域分析，山區多於平地，內陸多於沿海。

### 35. 什麼是瘋狗浪？何種情況下最容易發生？

在海洋學中或波浪學理上並無「瘋狗浪」一詞，此為民間的俗稱，且其說法或定義並不明確。較通俗的說法是：在海邊的釣魚客、戲水民眾...等，由於常被突發性的猛浪襲擊，如同瘋狗一般亂咬人，令人防不勝防，當地的民眾稱此猛浪為瘋狗浪。

根據過去資料的分析，臺灣受到瘋狗浪襲擊者，以戲水與從事磯釣者為主，約占 8 成；時間以每年 5~6 月梅雨期及 10 月至翌年 1 月東北季風盛行時為多；地點則以臺北縣東北角、基隆、宜蘭、高雄、屏東等岸邊之機率最大。

瘋狗浪宜稱「突來之巨浪」，海底地形是其發生的主要原因，再配合海面自然現象而產生。其成因有 3 種：  
(1) 外海的風浪及湧浪，移到岸邊時，與該地因海底地形作用所形成的區域性近岸浪，發生共振現象而產生巨浪。  
(2) 外海的長浪移到較淺的大陸棚時，由於相位速度變慢，波峰受到波浪的擠壓而變高，當波浪的振幅變大後，由於非線性的陡峭化特性，會使波峰更高漲，到達岸邊後就形成巨浪。  
(3) 外海的長浪傳到近岸時，若遇到近岸海流發生變化，則會形成湧浪，並快速向岸邊推進且與該地的近岸浪相互作用，而於磯岩或防波堤附近形成巨浪。

## 六、 地震災害與防災

### 1. 何謂地震？何謂地震災害？

地震是人們透過感覺和儀器而查覺到的地面振動。它與風雨、雷電一樣，是一種極為普遍的自然現象。強烈的地面振動，即強烈地震，會直接和間接造成破壞，成為災害。凡由地震引起的災害，統稱之為地震災害。

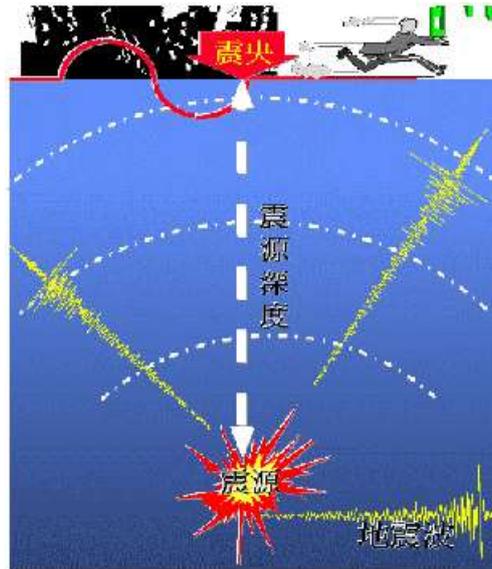
直接的地震災害是指：由於強烈地面振動及形成的地面斷裂和變形，引起建築物倒塌和損壞，造成人員傷亡及大量物質的損失。例如，震驚世界的 1976 年 7 月 28 日中國唐山大地震，整個唐山市變成廢墟，共死亡 24 多萬人，損失達 100 億元人民幣。又 1999 年 9 月 21 日凌晨 1 時 47 分，臺灣發生百年來最大規模的集集大地震(規模達 7.3，震央在南投集集附近)；根據行政院主計處之統計，這次大地震造成我國高達新臺幣 3,000 億元(約 92 億美元)的損失，金額雖遠比 1995 年的日本阪神大地震(1,000 億美元)、1994 年的美國加州北嶺大地震(400 億美元)為低，但如以損失金額與 GDP(國民生產毛額)的比例來看，921 地震為 3.3%，則較阪神大地震之 2%、加州北嶺大地震的 0.7% 高出甚多。此外，921 大地震造成我國 11,000 餘人(阪神大地震為 50,000 餘人、加州北嶺大地震亦為 11,000 餘人)死傷，51,000 棟(阪神大地震為 25 萬棟、加州北嶺大地震為 11 萬棟)房屋損毀。

間接的地震災害則為：由於強烈地震而使山脈崩塌，

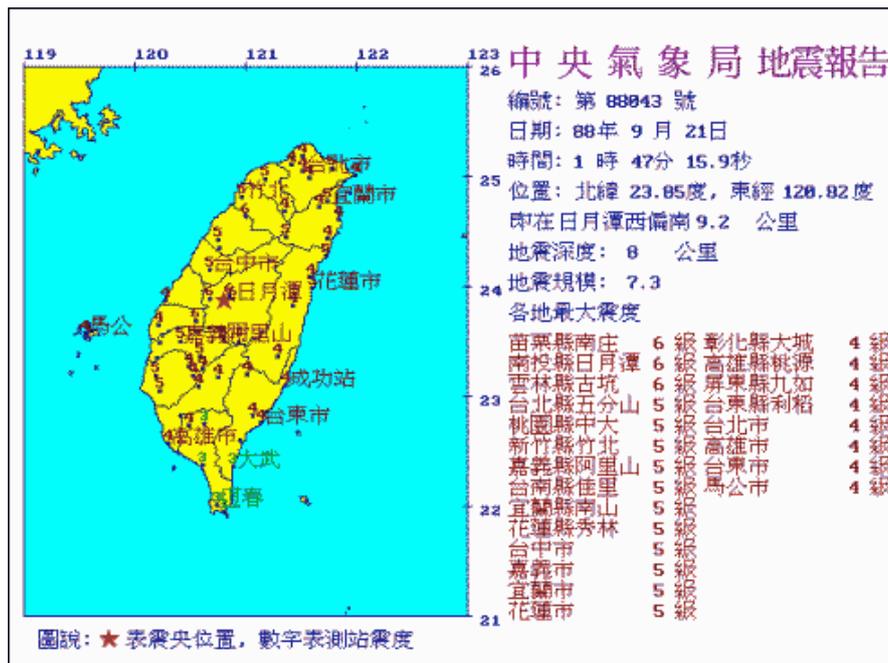
形成地滑、土石流，壩毀、河堤決口，發生海嘯、疫情、火災，人們為了避震造成的摔、擠、踩等傷亡，以及因為對地震知識缺乏了解或因某些社會因素產生的地震謠言，往往造成較大的社會心理影響等等。據地震歷史資料，火災是最容易發生的地震次生災害，造成的損失也比較大。例如：著名的 1923 年 9 月 1 日日本關東大地震(芮氏規模 8.2)，地震發生後半小時，在距震央 100 公里的東京，有 136 處起火，由於街道狹窄，消防車開不進去，水源斷絕，大火蔓延，全東京的房屋被燒燬 2/3。在地震中毀損的 57 萬間房屋中，有 44 萬間是被大火燒燬的；死亡的十多萬人中有 56,000 人是被大火燒死的。由此可見，有些地震帶來的慘重損失，並非全是地震的直接災害造成，次生災害的損失有時也很嚴重。

## 2. 何謂震源、震央、震源深度？

地球上每天都要發生上萬次地震，這些地震都發生在地殼(crust)和地函(mantle)中的特殊部位，我們把地球內部發生地震的地方稱為「震源(hypocenter)」。理論上常將震源看成一個點，而實際上它是具有一定規模的一個區域。震源向上垂直投影於地表的位置，則稱為「震央(epicenter)」。

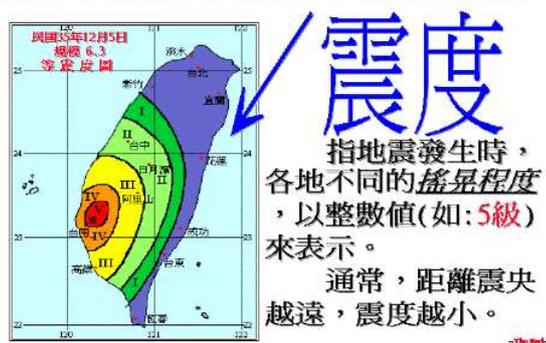
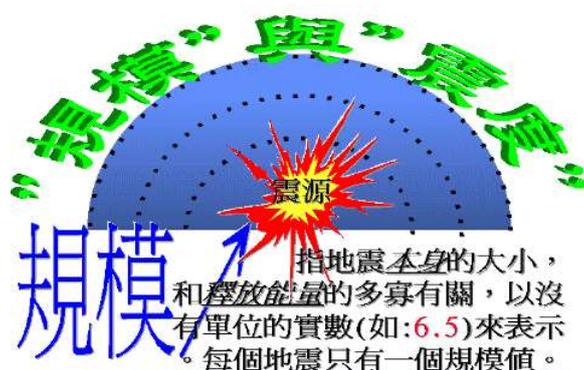


將震源看成一個點，此點到地面的垂直距離稱之為「震源深度」。地震可以發生在地表以下幾公里至數百公里，而絕大部分地震的震源深度都是幾十公里。根據震源深度，可以分為極淺地震(0~30 公里)、淺層地震(30~70 公里)、中層地震(70~300 公里)和深層地震(300~700 公里)。921 集集大地震之震源深度只有 8 公里，屬極淺地震，所以災情才如此嚴重。



### 3. 規模與震度各代表什麼意義？

「規模(magnitude)」為表示地震能量大小的一種量度，乃根據地震儀器的記錄推算得到的，只與地震能量有關。目前世界所通用的地震規模為芮氏規模(ML)，係美國地震學家芮氏所創。「震度(intensity)」則是指地震時，在地面產生的實際影響，即地面運動的強度或地面被破壞的程度，震度不僅與地震本身的大小(規模)有關，也與震源深度、震央的距離，以及地震波所通過的介質(地殼)條件等多種因素有關。在一定的地區範圍內，在震源深度等條件相近的情況下，規模與震度之間是有一定的關係。



### 4. 為什麼會發生地震？

地震可分為自然地震與人工地震(例如：核爆)。一般

所稱的地震為自然地震，依其發生之原因又可分為構造性地震、火山地震、衝擊性地震(如：隕石性地震)，其中又以板塊運動所造成的地殼變動(構造性地震)為主。

由於地球內部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(dislocation)，而這種錯動會突然釋放巨大的能量，並產生一種彈性波(elastic waves)，我們稱之為地震波(seismic waves)，當它到達地表時，就會引起大地的震盪，這就是地震。

## 5. 什麼是構造性地震？

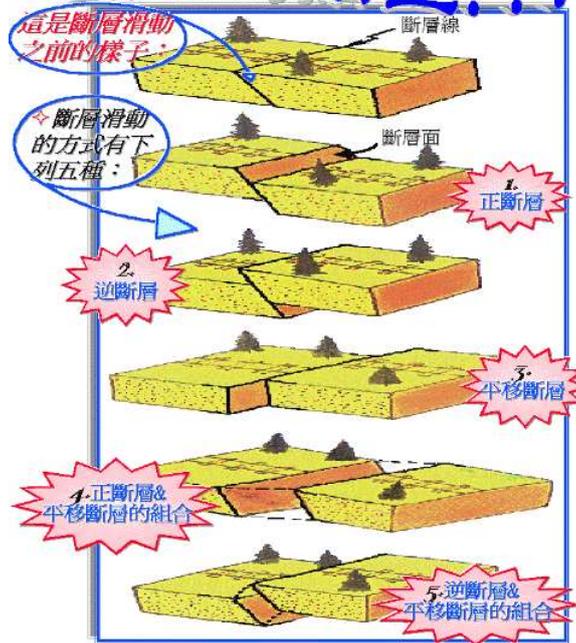
「構造性地震」是由地殼構造運動所引起的地震。當力的作用使地殼或更深部位的岩層產生變形、斷裂和滑動時，常常會伴隨著地震發生，這類地震稱為構造性地震。

構造性地震是自然地震中最常見，災害性最大的一種，它占地震總數的 9 成，而且規模強度極大。目前已記錄到的最大構造性地震為芮氏規模 8.9(1960 年 5 月 22 日發生於智利)。

## 6. 斷層是否與地震有關？

許多大地震發生後，常出現地表破裂的現象(如 921 集集大地震)。究竟是斷層引發地震或地震造成斷層，目前尚無科學上的定論，但是，斷層經常是地震釋放能量的地方，此是可肯定的。

# 斷層的類型



## 7. 地震可誘發何種衍生災害？

地震災害包括直接災害、衍生(2次和3次)災害。地震時造成建築物工程設施的破壞稱為「直接災害」；因建築物工程設施倒塌，而引起火災、水災、煤氣和有毒氣體洩漏、疫情擴散等對生命財產的威脅，稱為「2次災害」。由2次災害引起，或因抗震防災體系不健全、人們防災意識薄弱、指揮系統失靈，而造成社會恐慌動亂、震災加重，則稱為「3次災害」。城市是各種維生系統高度集中的地區，地面上、地面下各種管線密布，地震的2次災害尤為嚴重。例如，1923年9月1日日本關東大地震(規模8.2)時，由於自來水管線被破壞，大火持續3天2夜，橫濱市全部被燒燬，東京都則被燒燬2/3。1964年6月16日日本新瀉地震(規模7.5)時，油庫受震而起火，直

到原油燒盡，300 多棟民房及工廠無一倖免。1906 年 4 月 18 日美國舊金山大地震(規模 8.3)時，因火爐翻倒而引起大火，供水系統亦被破壞，大火持續 3 天 3 夜，10 平方公里的市區全化為灰燼。1960 年 5 月 6 日智利地震(規模 8.9)引發海嘯，沿海建築物大部分被海浪捲走，並毀損 16 萬棟房屋。

## 8. 世界地震分布有什麼特點？

世界地震分布是相當不均勻的，絕大多數地震都分布在北緯 60 度和南緯 60 度之間的廣大地區，在北極和南極地區是很少有地震發生的。

世界地震分布最大的特點是，具有全球規模的帶狀分布現象。據此，地震學家把全球地震分布劃分為 3 條巨大的地震帶：

(1)環太平洋地震帶：該帶在東太平洋地區，主要沿北美、南美大陸西海岸分布；在北太平洋和西太平洋地區則沿島嶼外側分布。環太平洋地震帶是地球上地震活動最強烈的地區，全世界約 8 成的淺層地震、9 成的中層地震和幾乎所有的深層地震都集中在該區域。所釋放的地震能量約占全球地震能量的 8 成。

(2)歐亞地震帶：該地震帶橫貫歐亞大陸，大致呈東西向分布，全帶總長約 15,000 公里，各地寬度很不一致。西起大西洋亞速爾群島，穿過地中海、經伊朗高原，進入喜馬拉雅山，在喜馬拉雅山東端向南拐彎，經緬甸西部、蘇門答臘島、爪哇島至班達海附近與西太平洋地震帶相

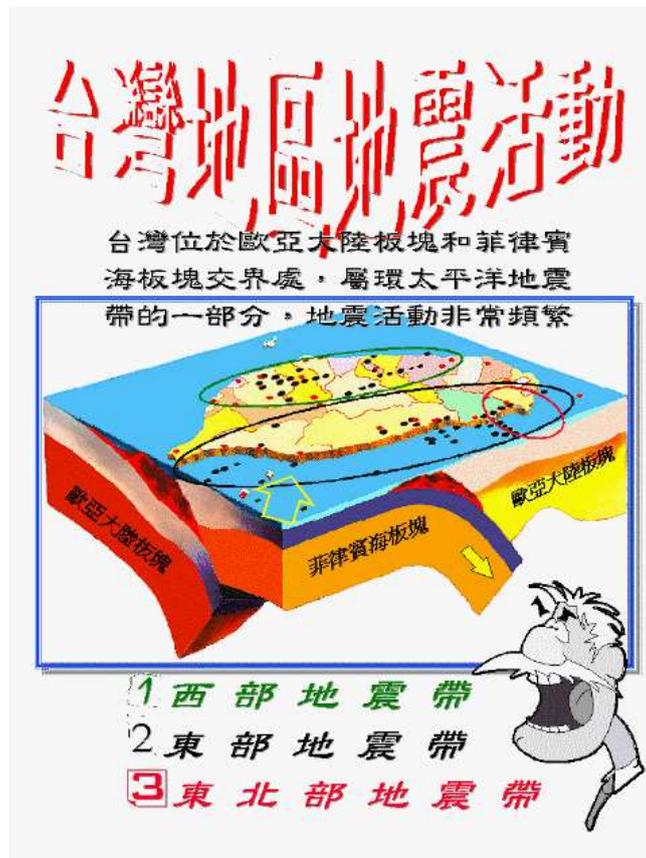
連。該帶的地震活動僅次於環太平洋地震帶，環太平洋地震帶之外，幾乎所有的深層、中層和大多數的淺層大地震，都發生在這個帶上。此帶地震釋放的能量約占全球能量的 15%。

- (3)中洋脊地震帶：此地震帶蜿蜒於各大洋中間，幾乎彼此相連。總長 65,000 公里，寬約 1,000~7,000 公里，其軸部寬 100 公里左右。中洋脊地震帶的地震活動性較前兩個帶要弱得多。

## 9. 臺灣地震帶之分布情形為何？

臺灣地震帶主要有 3：

- (1)西部地震帶：自臺北南方經臺中、嘉義而至臺南。寬度約 80 公里，大致與島嶼平行。地震次數較少，但餘震較頻繁，持續時間較短暫，範圍廣大，震源淺(約十餘公里)，地殼變動激烈，災情較重。
- (2)東部地震帶：北起宜蘭東北海底向南南西延伸，經過花蓮、成功到臺東，一直到呂宋島。此帶北端於宜蘭與環太平洋地震帶延伸至西太平洋海底者相連，南端幾與菲律賓地震帶相接。此帶近似弧形朝向太平洋，亦和臺灣本島相平行，寬 130 公里，特徵為地震頻率多，但震源較西部者為深。
- (3)東北部地震帶：此帶自琉球群島向西南延伸，經花蓮、宜蘭至蘭陽溪上游附近，屬淺層震源活動帶。



## 10. 中國大陸地震活動之分布情形為何？

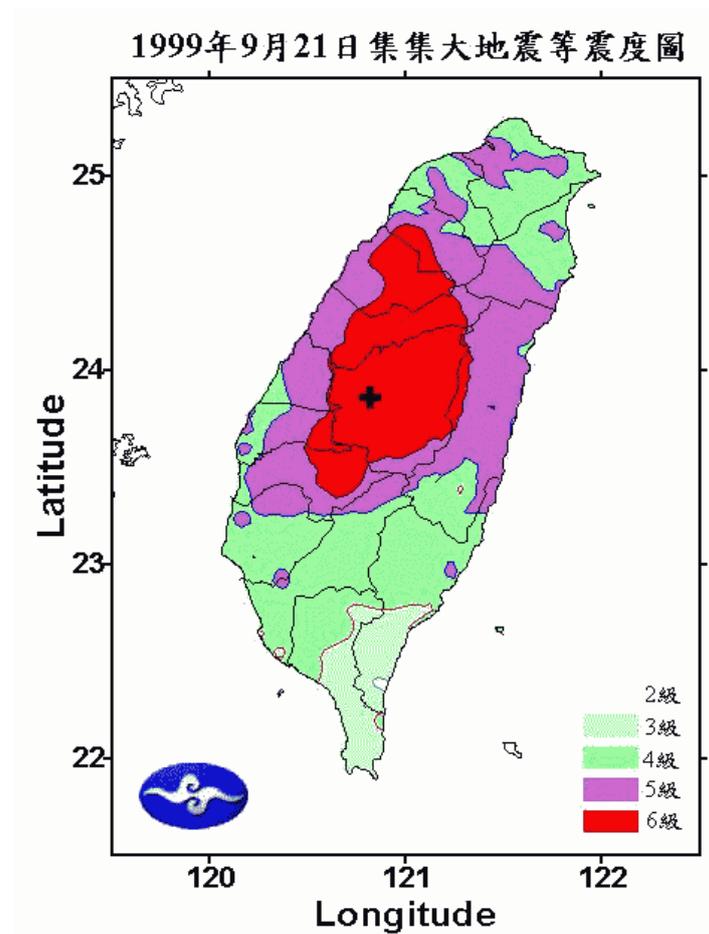
中國大陸地震活動亦呈帶狀分布：

- (1) 青藏高原地震帶：此帶包括的範圍較大，南起喜馬拉雅山，北到祁連山、阿爾金山，東至川西、滇東，西到帕米爾。又可細分成3條大致平行的東西轉南北向呈弧形的地震帶，即甘、川、滇地震帶，西藏橫斷山地震帶，喜馬拉雅地震帶。這些地區的大地震活動最旺盛。
- (2) 天山、阿爾泰地震帶：此帶屬於天山—貝加爾地震帶的一部分。自中亞細亞東部開始，經新疆北部，往東至貝加爾湖東北。此帶之地震活動次於青藏高原地震帶。
- (3) 華北地震帶：此帶震央主要分布在陰山以南，秦嶺以北，賀蘭山以東。

## 11. 為什麼淺層地震之破壞力比深層地震大？

地震破壞主要是以地震波的形式來呈現的，而表面波的破壞性遠大於體波(body wave)。因為：(1)地震波隨著傳播距離的增加，其能量不斷衰減。(2)地震波在傳播過程中，其能量不斷地被介質(地殼)吸收，深層地震的震波在到達地表之前，往往要穿過地殼，震波的能量就被吸收的更多。故深層地震在地表形成的震波就相對減弱。

由以上 2 點，可以說明淺層地震(如 921 集集大地震)比深層地震破壞力大(傳播路徑短、能量消耗少、表面波破壞性強)。



## 12. 什麼是地震對策？有哪些內容？

地震對策是人類為了減輕地震災害、獲取社會經濟效益，所採取的最佳方法。它建立在 2 大基礎之上：第 1 是對地震本身的運動特徵及其所造成的直接破壞的了解，即地震科學；第 2 是人與社會對地震災害的反應，即地震社會學。

地震對策主要內容有 7 部分：

- (1) 地震監測對策：負責地震測報的單位，為了解地殼震盪情況，而建置強地動、自由場觀測網站及訊息通報系統所採取的措施。
- (2) 地震預報對策：是政府單位和地震測報部門，對地震預報(應包含發生時間、地點及規模)意見的決策及其處理方法。其重點是地震預報消息應不應該對外發布？怎樣發布？對這一複雜的問題，一方面要根據地震預報研究的現狀和預報的主要依據，估計對預報可能獲得成功的程度；另一方面必須根據該地區經濟、人口、環境條件等，充分估計預報發布與否可能產生的社會衝擊和效果，在各種利害因素中把握平衡，尋求可能的最佳方案。
- (3) 工程減災對策：是為了提高建築物的抗震能力，以減輕人員傷亡和財產損失而採取的抗震措施。
- (4) 社會防災對策：是防救災主管機關在災害發生前，為民眾及社會各界所研擬的方針、政策、措施。
- (5) 救災對策：是在強烈地震時，立即對災區迅速實施救援、控制災情、防止續發性災害蔓延的緊急措施，乃為了減

少傷亡與損失。但這有賴地震前適當的準備，地震時的應變能力以及高效能的通訊、組織和指揮體系。

(6)災後重建對策：是在地震後，協助災區恢復正常的生活秩序、完善城市的維生系統，進而規劃重建家園的方針、政策和措施。

(7)平息恐慌對策：是在沒有發生地震前或發生地震後，由於謠言或誤傳而引起社會恐慌的情況下，由政府有關部門進行緊急說明。

### 13.家庭裏應如何做好防震措施？

家庭防震的重點，主要是如何在地震時和地震後，有條不紊地進行家庭的防震救災。一般家庭可採取以下措施：

(1)家庭內的每一成員應學習地震知識，並掌握科學的自防自救方法。

(2)分配每一成員在地震時的應急任務，以防手忙腳亂，耽誤寶貴時間。

(3)確定疏散路線和避震地點，要做到暢通無阻。

(4)加固室內傢俱雜物，特別是睡覺的地方，更要採取必要的防範措施。

(5)落實防火措施，防止爐灶、瓦斯爐等於地震時被震倒；家中易燃物品要妥善保管；浴室、水桶要儲水，準備滅火設備；學習必要的防火、滅火知識及操作方法。

(6)學會並掌握基本的醫療救護技能，如人工呼吸、止血、包紮、搬運傷患和護理方法等。

(7)適時進行家庭應急演習，以發現和彌補避震措施中的不足之處，以及正確研判地震訊息。

#### 14.何謂防震守則？

所謂「防震守則」就是：

保持鎮靜勿慌張	切斷電源關瓦斯
身在高樓勿近窗	堅固家具好避處
檢查住所保性命	危樓勿近先離開
公共場所要注意	爭先恐後最危險
震後電梯勿搭乘	上下樓梯要小心
聽從老師避桌下	順序離室到空地
室外行走避來車	慎防墜物和電線
行車勿慌減車速	注意四方靠邊停
收聽廣播防餘震	自助救人勿圍觀
防震演習要確實	時時防震最安全

國家圖書館出版品預行編目資料

天然災害災防問答集/交通部中央氣象局編. -  
-初版. - 臺北市：交通部中央氣象局,民 99.06  
面；公分

ISBN 978-986-02-3590-6(平裝)

1.自然災害 2.防災教育 3.問題集  
367.28022 99009614

天然災害災防問答集

發行人：辛在勤

出版機關：交通部中央氣象局

地址：10048 臺北市公園路 64 號

網址：<http://www.cwb.gov.tw>

電話：(02)23491018

出版日期：99 年 6 月

版次冊數：初版 2000 冊

本書同時登載於本局全球資訊網站，網址為 <http://www.cwb.gov.tw>

定價：100 元

展售地點：國家書店松江門市

地址：10485 臺北市松江路 209 號 1 樓

網址：<http://www.govbooks.com.tw>

電話：(02)25180207

五南文化廣場臺中總店

地址：臺中市中山路 6 號

網址：<http://www.wunanbooks.com.tw>

電話：(04)2226-0330

GPN：1009901764

ISBN：978-986-02-3590-6

著作人：中央氣象局

著作財產人：中央氣象局

本書保留所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，需徵求著作財產人中央氣象局同意或書面授權。請洽中央氣象局(02-23491018)