



地球的災害：人爲災害篇

臭氧洞

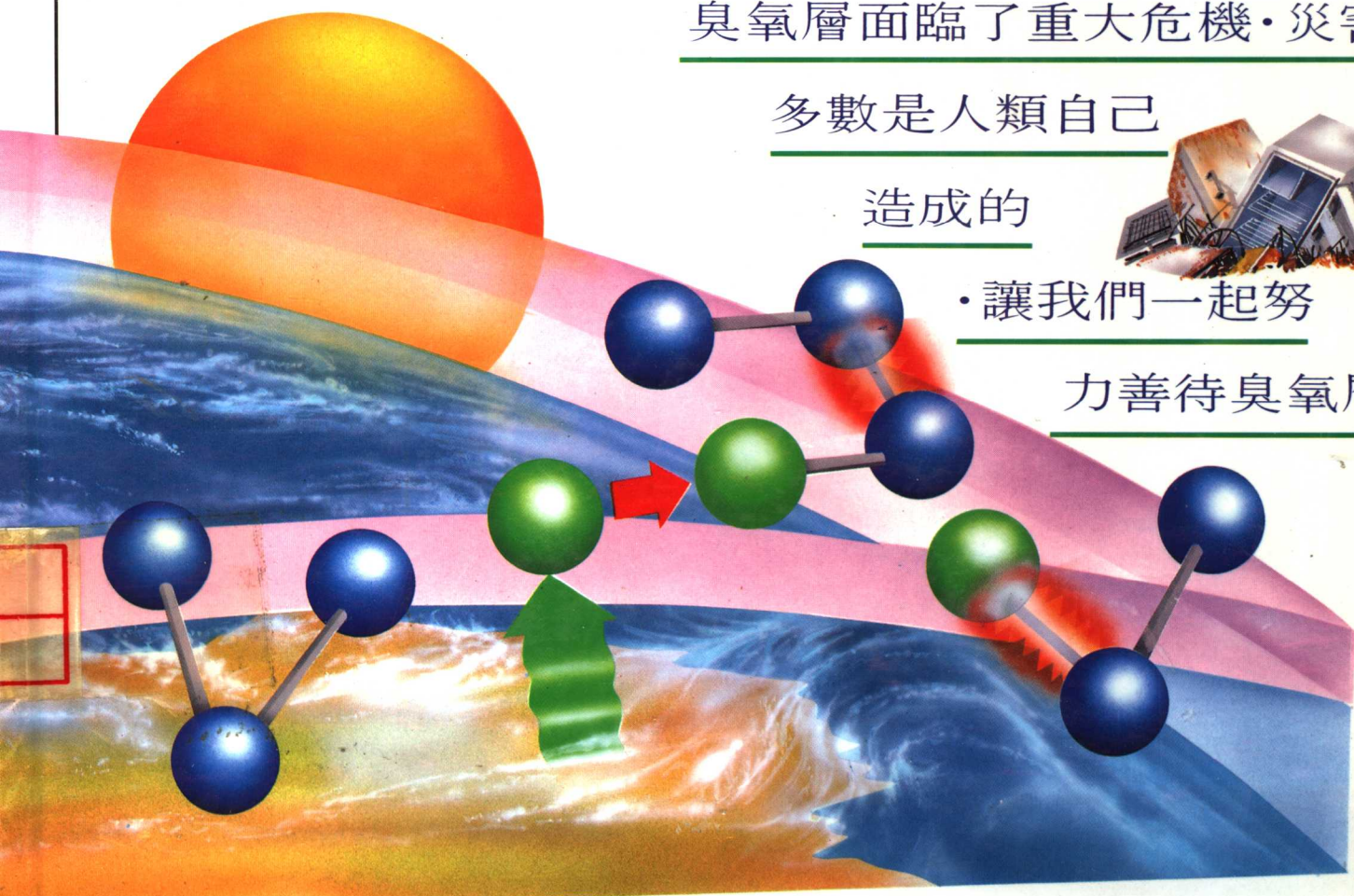
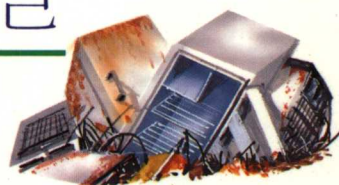
臭氧層面臨了重大危機・災害

多數是人類自己

造成的

・讓我們一起努

力善待臭氧層



臭氧洞

5/12/21

1995年1月1日初版
Aladdin Books Ltd 1993
Designed and Produced by
Aladdin Books Ltd
28 Percy Street
London W1P 9FF
撰稿人：Jane Walker

發行人：許鍾榮
策劃：陸以愷
美術顧問：陳來奇
法律顧問：李永然
總審訂：新環境基金會
責任校訂：黃勉善
總編輯：許麗雯
主編：胡學儷
編輯：王瓊芬·魯仲連·樸慧芳·
楊文玄·陳湘玲·吳世昌·楊錦治
美術編輯：宋傑雲·周木助
翻譯：方美鈴
企劃：李惠貞
行銷執行：王貞福·楊恭勤·廖欽源·詹麗英
喬傳凱·柯伯松
門市專員：劉淑慧·楊壁蓉·夏尙賢·楊秀貞
林伊慧
出版發行：文庫出版事業股份有限公司
地址：台北市八德路三段156號5樓
編輯地址：台北縣新店市民權路130巷14號4樓
郵撥：16027923文庫出版事業股份有限公司
製版印刷：偉勳彩色印刷股份有限公司
行政院新聞局出版事業登記證局版臺業字第4870號

版權所有·翻印必究

本書圖文非經同意·不得轉載或公開播送。

50.854
W/C

人爲災害篇

臭氧洞



文庫出版事業股份有限公司

目 錄

簡介

5

臭氧層破洞了

6

什麼是臭氧層？

9

什麼是臭氧？

10

臭氧層面臨的危機

12

氟氯碳化物的使用

14

潛伏的危機

16

災害現場的報導

18

人類付出的代價

20

人類破壞臭氧的歷史

22

善待臭氧層

24

我們能做些什麼？

26

未來的展望

28

事實檔案

30

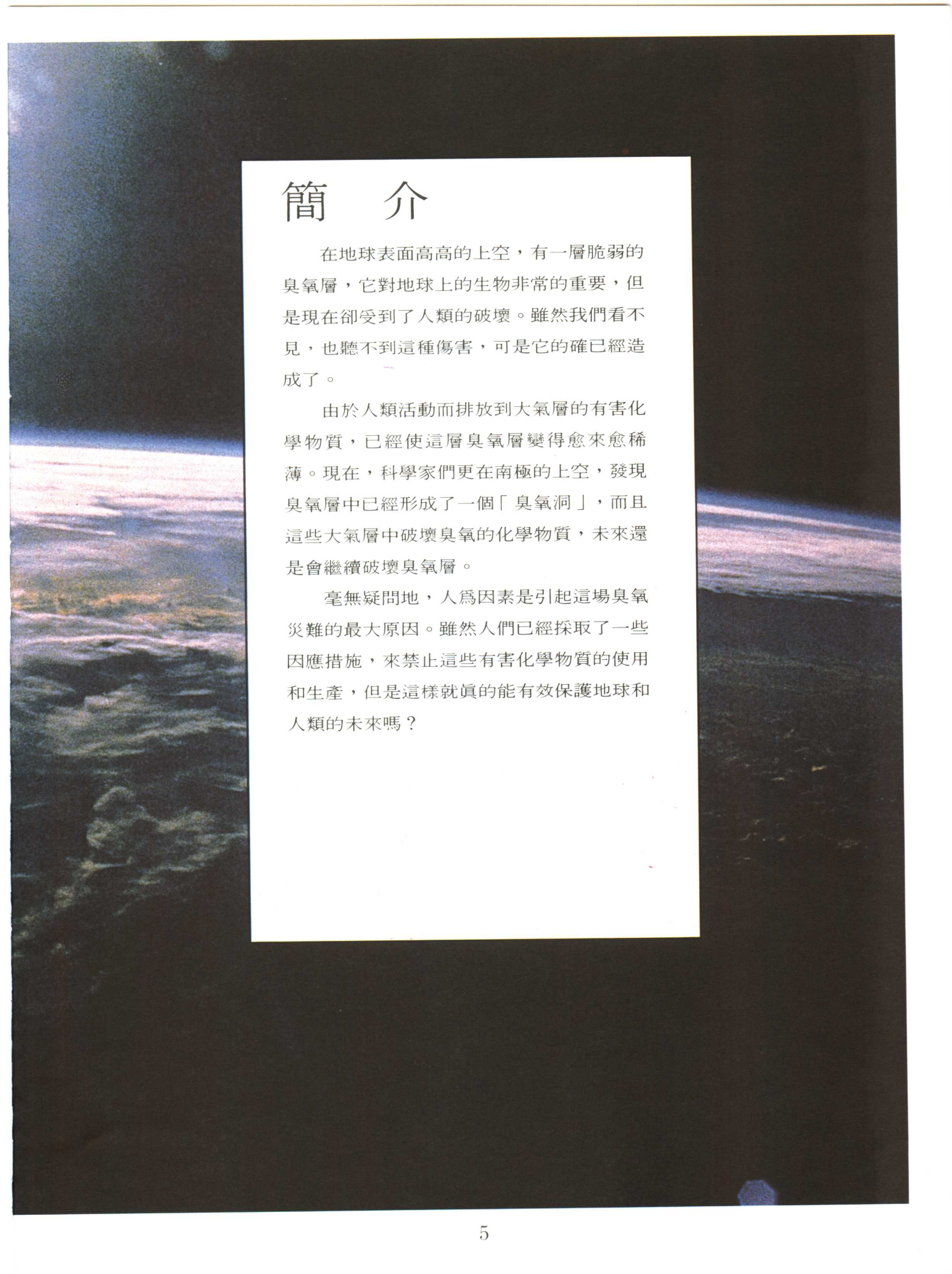
名詞解釋

31

索引

32





簡 介

在地球表面高高的上空，有一層脆弱的臭氧層，它對地球上的生物非常的重要，但是現在卻受到了人類的破壞。雖然我們看不見，也聽不到這種傷害，可是它的確已經造成了。

由於人類活動而排放到大氣層的危害化學物質，已經使這層臭氧層變得愈來愈稀薄。現在，科學家們更在南極的上空，發現臭氧層中已經形成了一個「臭氧洞」，而且這些大氣層中破壞臭氧的化學物質，未來還是會繼續破壞臭氧層。

毫無疑問地，人為因素是引起這場臭氧災難的最大原因。雖然人們已經採取了一些因應措施，來禁止這些有害化學物質的使用和生產，但是這樣就真的能有效保護地球和人類的未來嗎？

臭氧層破洞了

在地球的外圍，有各種不同的氣體將地球層層包圍住。這些氣體共同組成了地球的大氣層。在大氣層比較上層的地方，距離地表大約十到五十公里高的上空，有薄薄的一層氣體，叫做臭氧。這層臭氧層，就像是一層防護罩，可以為地球隔離掉太陽光中有害的輻射光線。

一九八五年的春天，英國南極探測隊的科學家們，對南極上空的臭氧層濃度，進行

了測量。測量的結果發現，臭氧層的濃度竟然降低了大約百分之四十到百分之五十。當大氣層上層的臭氧有一半，甚至超過一半已經受到破壞時，科學家們便將這種情形，稱做臭氧層的破洞。

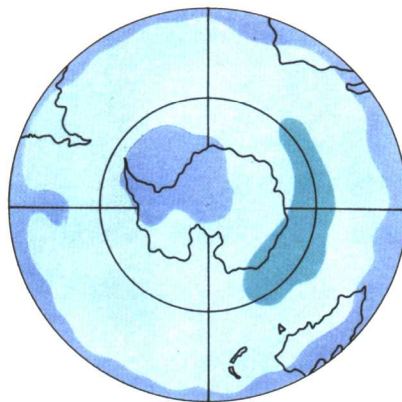
到了一九八七年的十月之前，南極上空的「臭氧洞」面積，已經變得和美國的面積一樣大，深度則和世界最高峯——聖母峯一樣高。

南極的臭氧洞

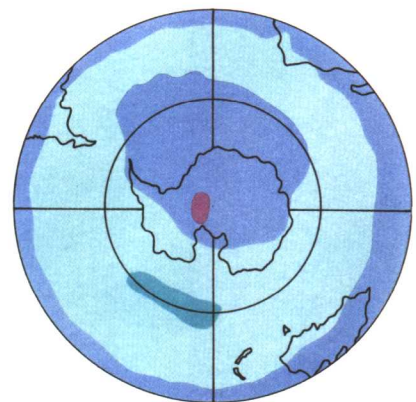
臭氧層破洞的消息，在一九八五年的五月首度公開，發表在一本叫「大自然」的科學性刊物上。一九八五年以後，科學家們發現，每年春天這個洞都會再出現。

南極的冬季十分漫長，大地一片黑暗，強風和極度的低溫，促使一層薄雲的形成。某些化學反應通常會在這些雲層的表面自然發生。等到春天來臨時，陽光再度出現，溫度上升，這些化學反應就會開始加速，並且破壞臭氧層，這也就是臭氧洞會在春天出現的原因。

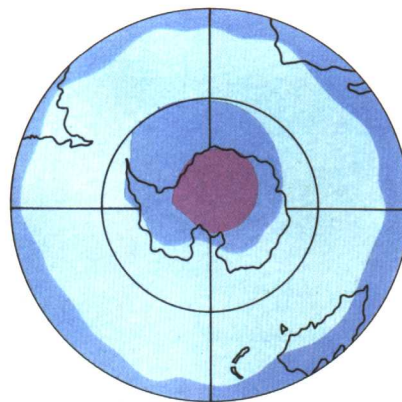
►右邊的衛星雲圖，是從一九八六到一九八九年每年的十月五日，所拍攝下來的臭氧洞的大小變化。用藍、藍紫和粉紅三色來表示臭氧洞破洞的程度。中間黑線所畫的是南極大陸。右頁所使用的反白圖片，則是一九九一年十月六日，拍攝的南極上空臭氧層破洞（白色部份）的情形。



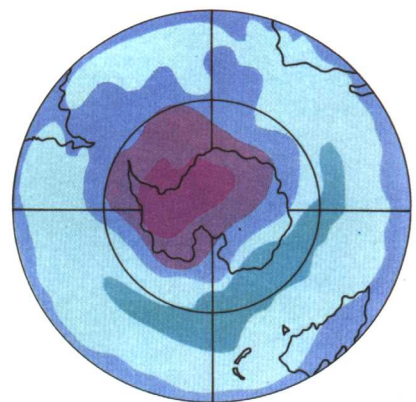
1986



1987



1988



1989

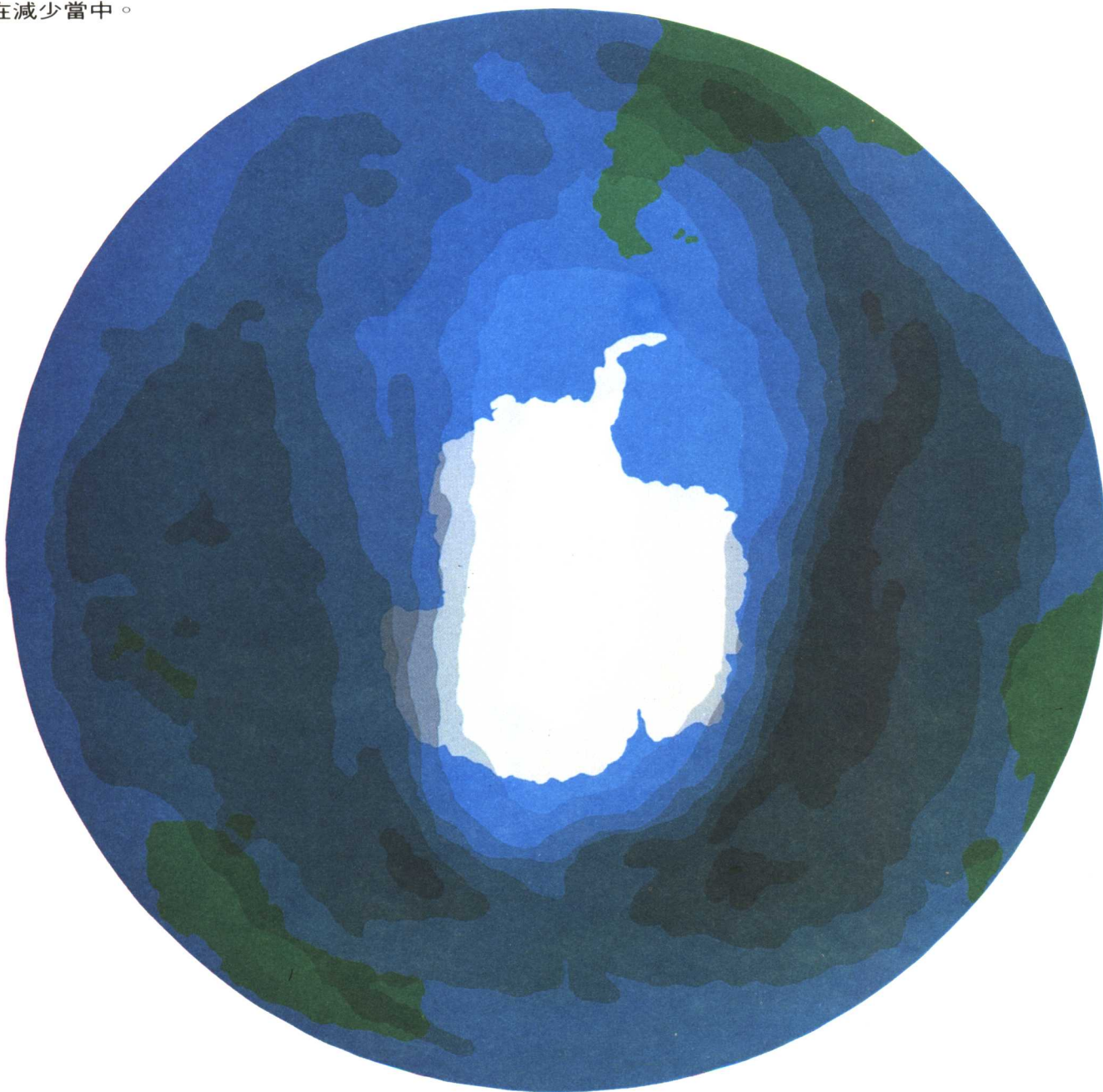
北極也會出現臭氧洞嗎？

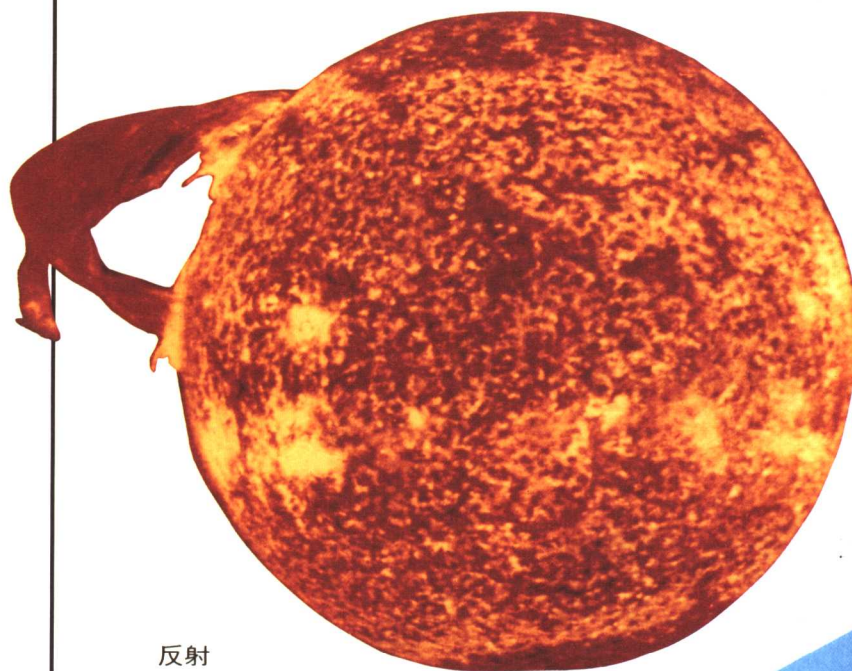
科學家們在北極測量臭氧的情況時，結果發現這裡的臭氧濃度，比一九八八到一九八九年冬天的正常濃度，減少了百分之十七。

雖然北極的氣溫比南極高，加上北極的特殊狀況，可以使臭氧不致於受到太多的破壞。但是，目前科學家們也發現到，北半球上空的臭氧濃度也在減少當中。

►英國南極探測隊的科學家們，從一九五七年起，在南極的哈雷灣設立基地，全年觀測臭氧濃度變化的情形。

一九八七年，英國南極探測隊利用地面基地上的儀器，來測量大氣層上層的臭氧。同時，美國的科學家們，則在改裝的DC-8飛機上成立實驗室，來測量臭氧濃度（如右圖）。

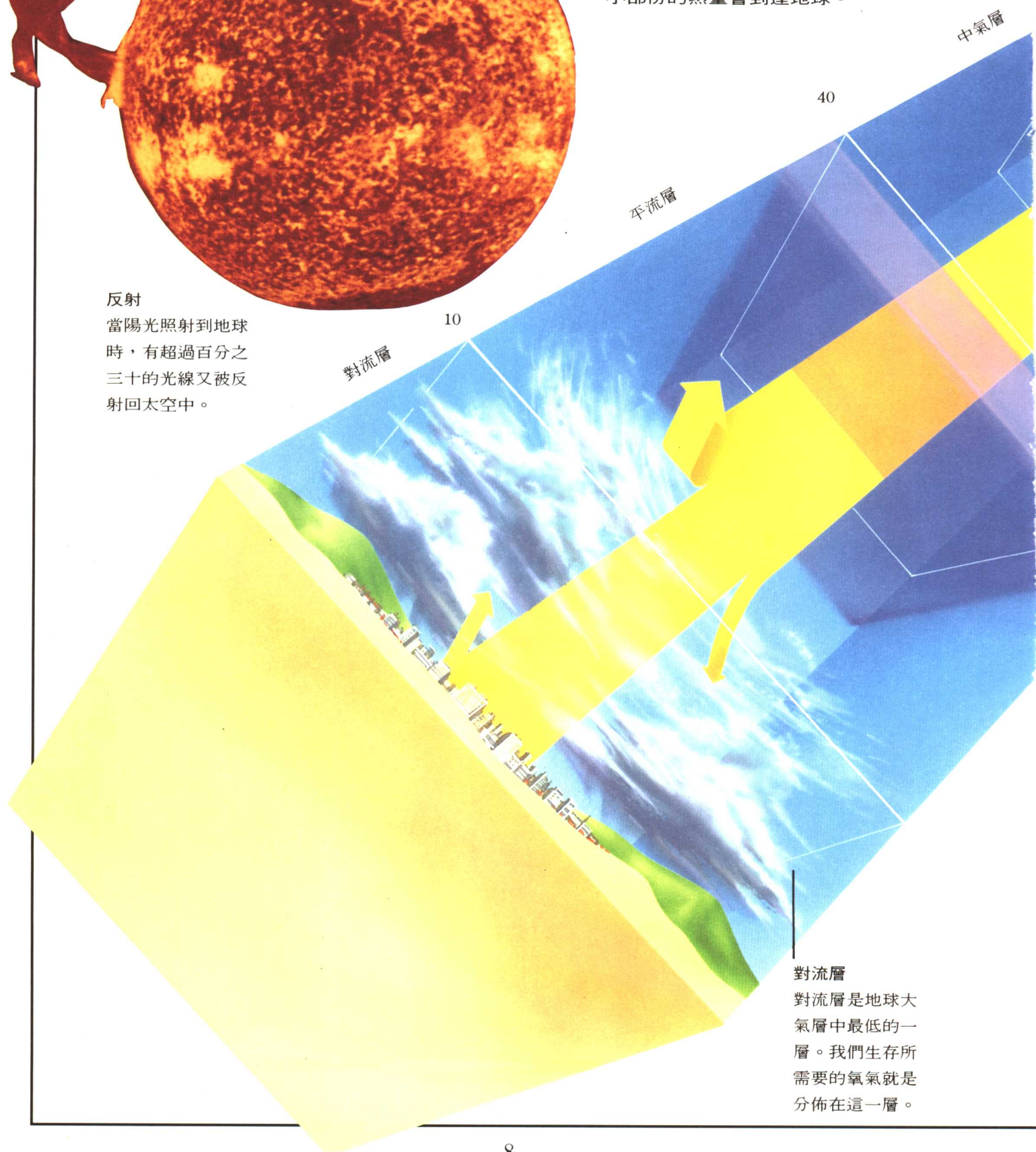




◀ 已經有五十億年壽命的太陽，是一個燃燒著熱氣的巨大星球，距離地球將近一億五千萬公里。雖然太陽表面的溫度高達攝氏六千度，但是只有一小部份的熱量會到達地球。

反射

當陽光照射到地球時，有超過百分之三十的光線又被反射回太空中。



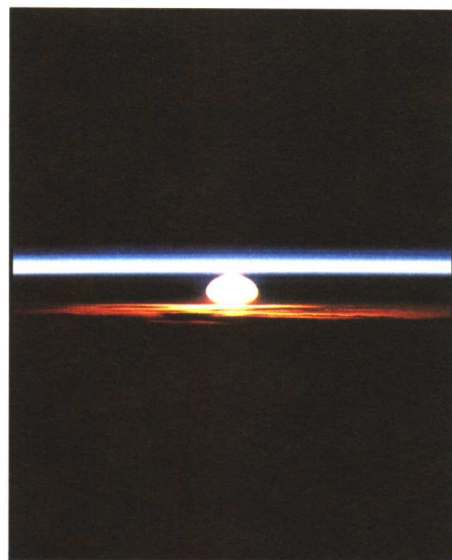
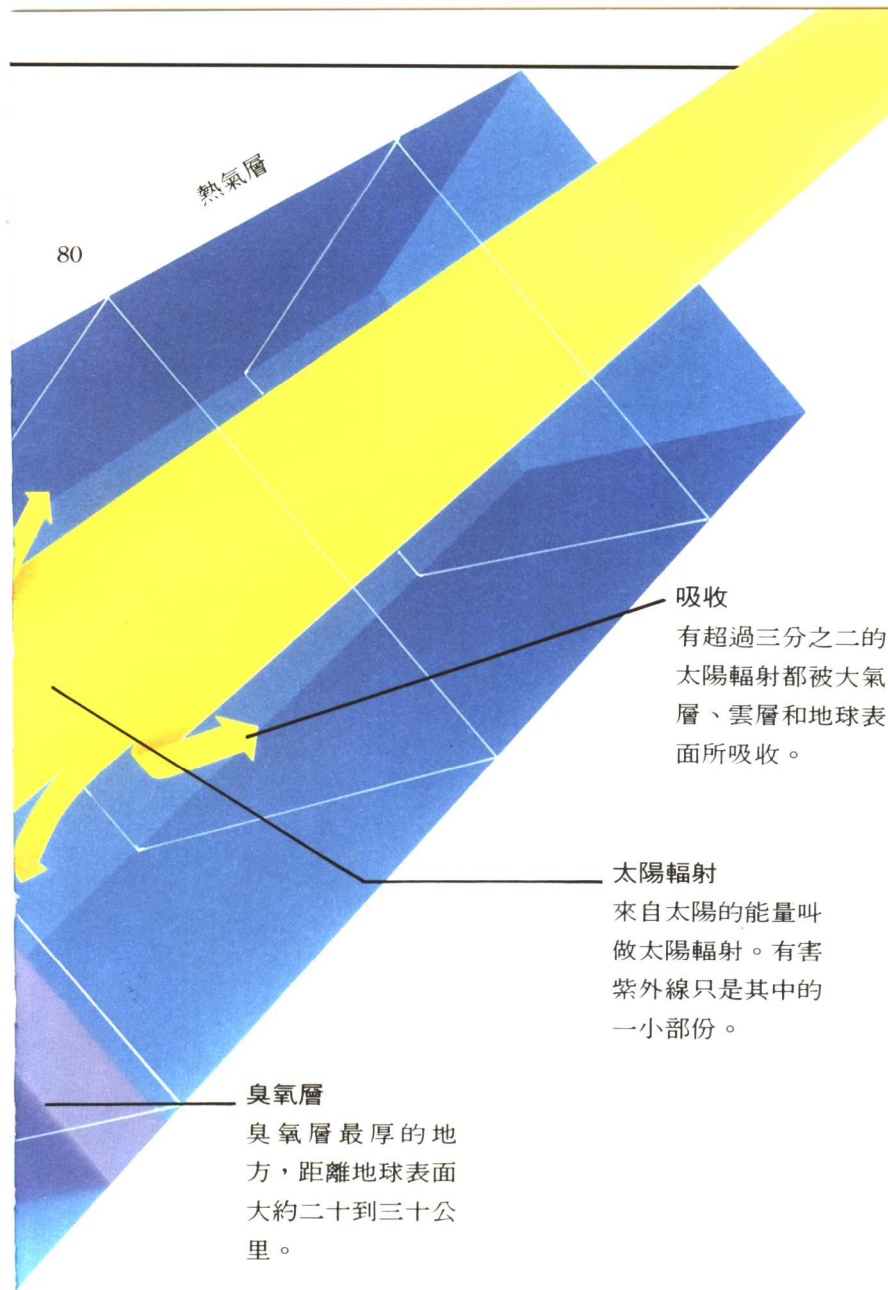
對流層

平流層

中氣層

對流層

對流層是地球大氣層中最低的一層。我們生存所需要的氧氣就是分佈在這一層。



▲如果沒有來自太陽的能量，地球只是一顆又冷又黑，沒有生命的星球。這種能量叫做太陽輻射，它為地球上所有的生物，提供了生存所需的光和熱。

◀這張圖標示出大氣層中不同的氣層。在熱氣層上面，是大氣層外層的延伸，叫做外氣層。

什麼是臭氧層？

包圍在地球外圍的大氣層，可以區分為四個不同的氣層。從距離地球表面最近的最底層，到距離最遠的最高層分別是：對流層、平流層、中氣層和熱氣層。

從對流層到地球表面的距離，平均大約是十一公里，不過在南北兩極比較低，在赤道則比較高。對流層和平流層間的分界線，叫做「對流層頂」。

從對流層頂上至海平面以上五十公里的

地方稱為平流層。在平流層裏的臭氧層，可以為地球上的人類，隔絕陽光中看不到卻有害的光線。這些陽光中的有害光線，被稱做紫外線。

然而，太陽輻射中，更具有危險性的是有害紫外線，幸好大部份的有害紫外線，在照射到地球表面之前，就會先被臭氧層吸收掉。

什麼是臭氧？

臭氧是氧的另外一種型態。在我們呼吸的空氣當中，氧氣的含量大約佔了百分之二十。當太陽光照射到平流層時，會把平流層中一部份的氧變成臭氧。

臭氧是一種很不穩定的氣體。由於受到化學反應和太陽光照射的影響，大氣層中的臭氧，會不斷的形成，同時也會被分解。這種不斷形成和分解的過程，正好維持著臭氧

層的平衡。

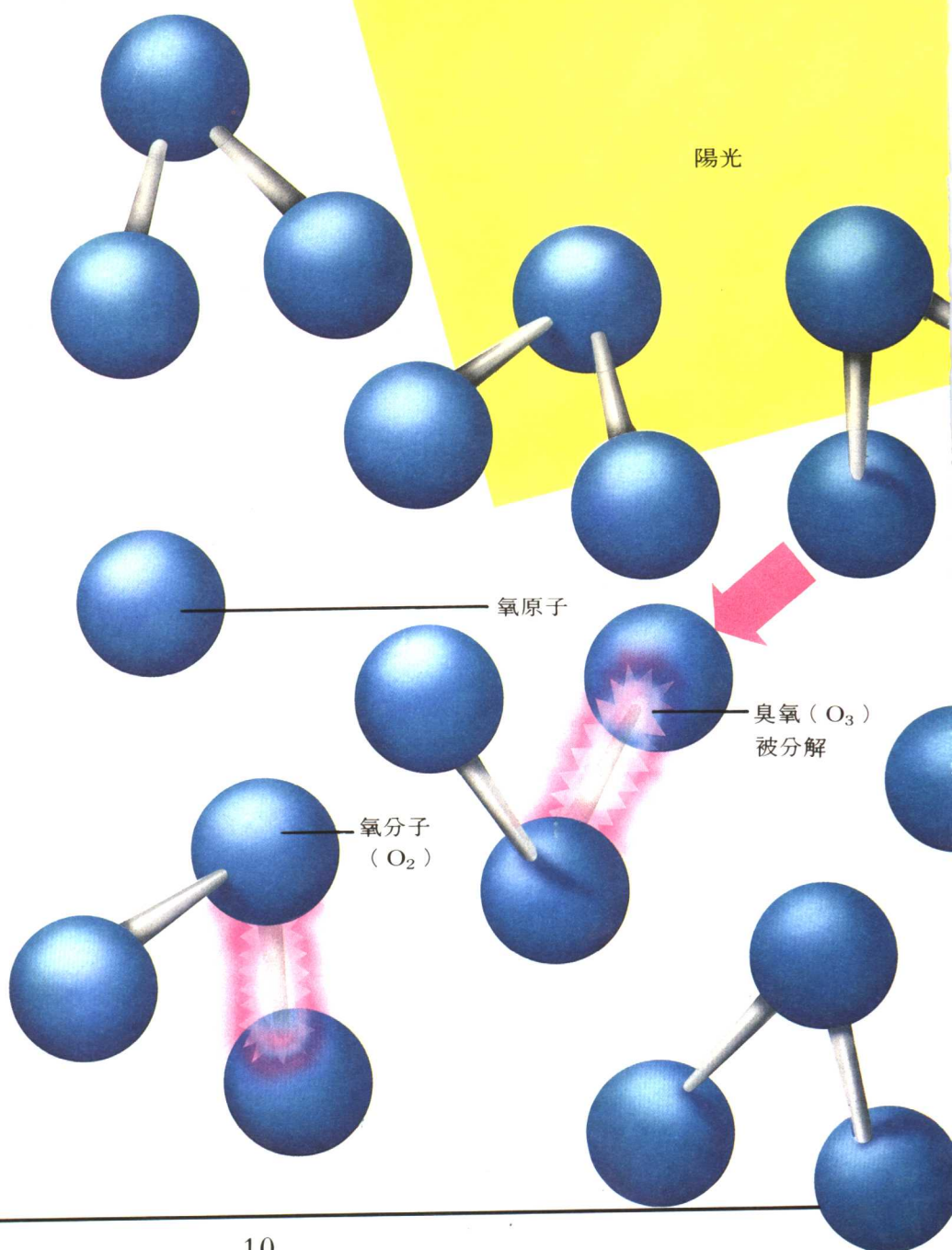
平流層中的臭氧層，對地球上的生物是有益的。但是到了下一層覆蓋地表的對流層時，臭氧就變成有害和有毒的氣體。對流層中的臭氧，是由陽光中的氮氣，和碳氫化合物、氮氧化物混合產生化學反應而形成的。這些物質來自交通工具和工廠所排放的廢氣，而產生的污染物，叫做光化學煙霧。

臭 氧

每一種氣體都是由許多細小、肉眼看不到的粒子所組成，這些粒子被稱作原子。數個原子結合在一起，便形成分子。

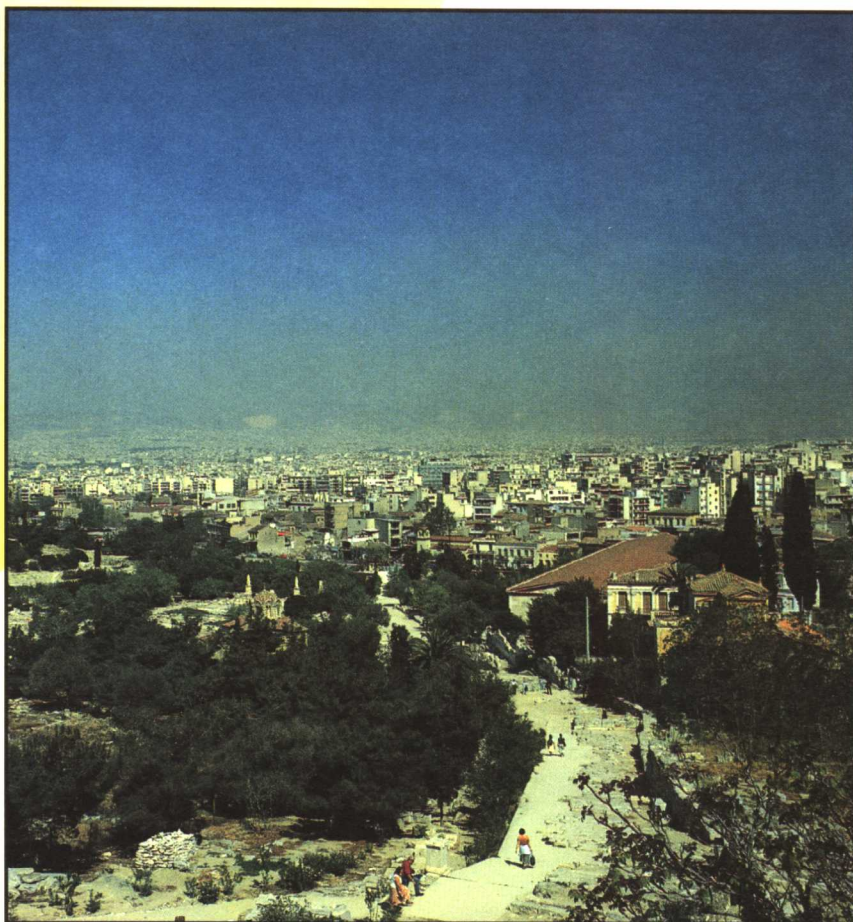
一個氧分子(O_2)包括了二個氧原子。紫外線能將平流層內的氧分子分解成氧原子，這些游離的氧原子和其他未被分解的氧分子結合起來，就變成臭氧(O_3)。

然而，剛形成的臭氧分子很容易再被分解，又釋出氧原子，然後這些氧原子又再度和其他的氧原子、氧分子結合，各自形成氧氣或臭氧。而氯和溴等有害的化學物質，分佈在大氣層的上層，會破壞臭氧自然形成和分解的平衡（參閱第十三頁）。



►如果人體暴露在對流層內的臭氧下，人的眼睛、鼻子和喉嚨都會產生過敏，肺部也會受到損害。

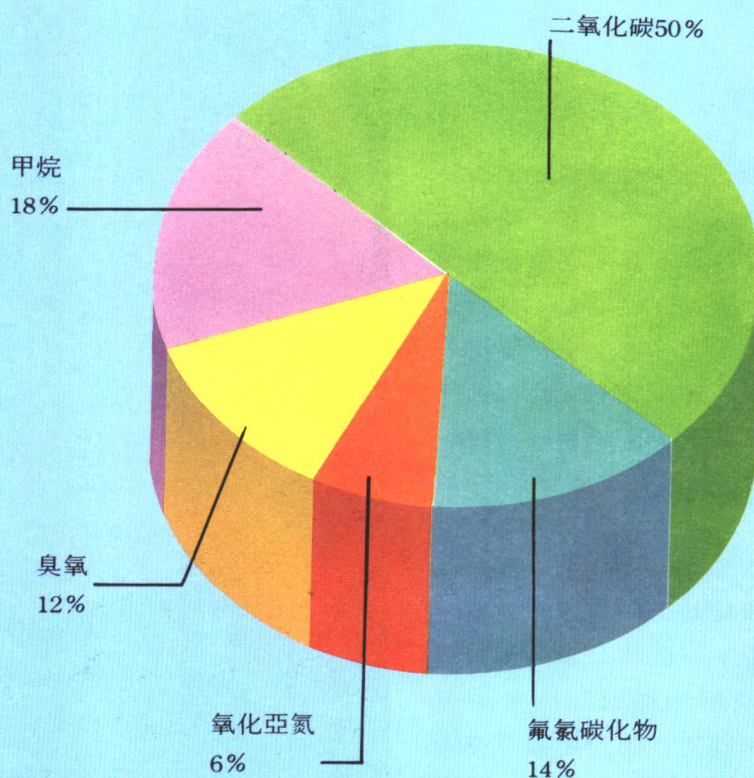
地面臭氧的問題，在被山脈圍繞的城市最嚴重，例如希臘的雅典（見右圖）；還有氣候很熱，車輛很多的地方也很嚴重，例如美國的洛杉磯。



溫室效應氣體

臭氧是溫室效應氣體的一種。溫室效應氣體可以吸收地球對外的輻射，保留住其中的熱能，不讓它完全逸散到太空中，使地球保持溫暖。這些氣體保存住地球長波輻射的能量，再反射回地球表面的效應，就叫做「溫室效應」。

溫室效應氣體中，有百分之六十是水氣，剩下的百分之四十是變動性高的溫室效應氣體，臭氧在其中佔有百分之十二（如右圖）。大氣層中溫室效應氣體的增加，也許正是造成地球在過去一百年內，平均氣溫升高攝氏 0.5°C 的原因。



臭氧層面臨的危機

一年之中，在不同的時間，會出現不同的臭氧濃度。一般來說，臭氧的濃度是隨著日照的強弱而改變的。科學家們已經證實，在每年的春季（從九月到十二月初），南極大陸上空平流層裡的臭氧濃度，會減少百分之四十到百分之五十。

造成南極大陸上空臭氧濃度減少的最大因素，是來自人造化學物質的破壞，特別是氟氯碳化物和滅火器中的海龍。一旦這些物質被排放到空氣中，便慢慢上升到平流層，

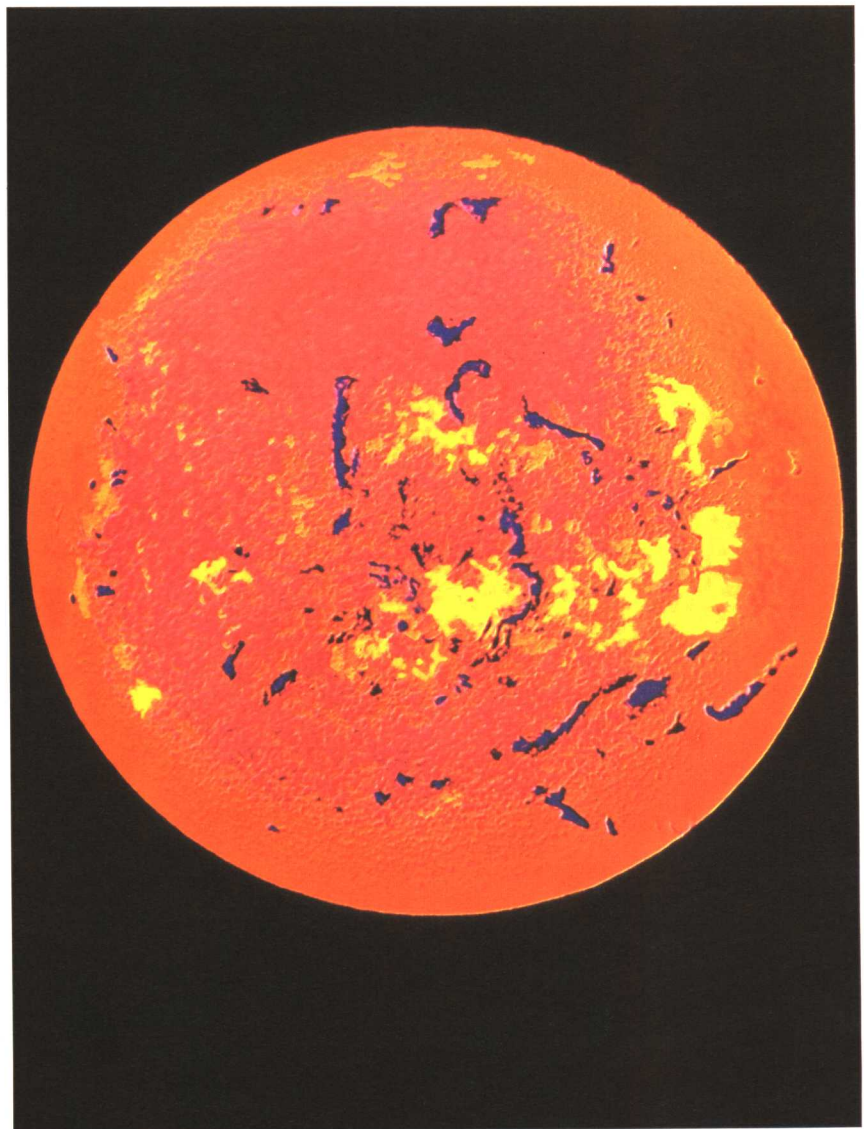
而氟氯碳化物會分解出一種叫氯的化學物質。氯原子破壞臭氧層之後，自己卻完全不會受損。而海龍中則含有一種叫溴的化學物質，它跟氯一樣，也會破壞臭氧層。

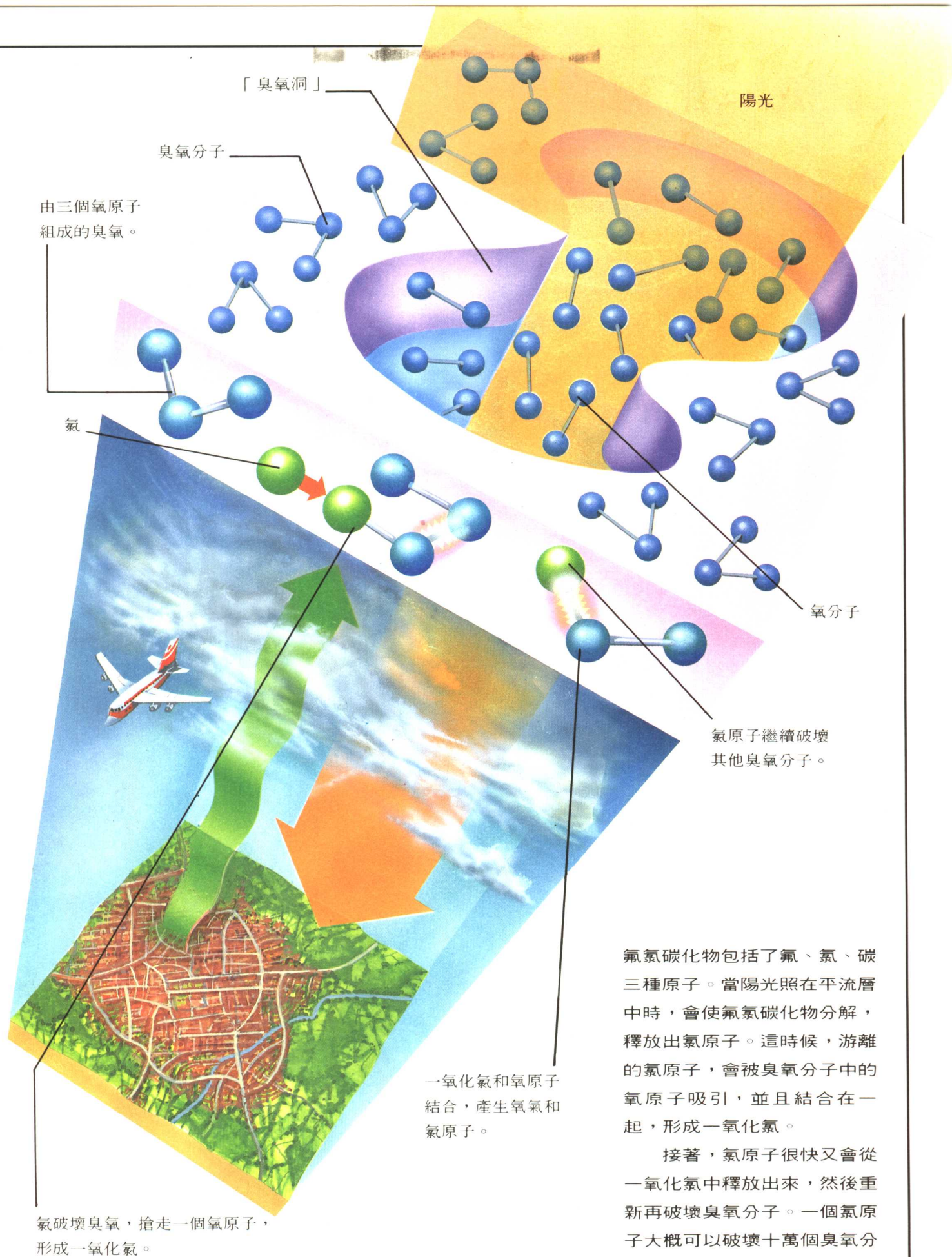
其他非氟氯碳化物却含有氯的化學物質，例如：清潔溶液中的四氯化碳，也是造成臭氧濃度減少的原因之一。另外，火山爆發所產生的灰燼和粉塵，進入大氣層之後，也會破壞臭氧層。

► 太陽也會降低臭氧的濃度。

太陽表面的黑色斑點，叫做太陽黑子，而太陽黑子的出現情形和太陽其他的活動（如右圖上的黃斑），是以十一年為一個週期。科學家們認為，太陽在最活躍的第十一年時，地球平流層的臭氧濃度會降到最低。

太陽表面的閃焰，目前測到最長紀錄之一是五十九萬一千公里。一九八二年，從美國亞利桑那州拍攝到的太陽黑子，直徑有八萬公里長。在太陽表面活動劇烈的時候，陽光中的紫外線便會增加。





氟氯碳化物包括了氟、氯、碳三種原子。當陽光照在平流層中時，會使氟氯碳化物分解，釋放出氯原子。這時候，游離的氯原子，會被臭氧分子中的氧原子吸引，並且結合在一起，形成一氧化氯。

接著，氯原子很快又會從一氧化氯中釋放出來，然後重新再破壞臭氧分子。一個氯原子大概可以破壞十萬個臭氧分子。

氟氯碳化物的使用

一九七四年，美國有兩位科學家，雪伍德·羅蘭和馬利歐·摩利那，曾經提出警告，指出某些人造的化學物質，會對我們的環境造成危害。這些化學物質就是氟氯碳化物，它們會破壞臭氧層，使臭氧層變得愈來愈稀薄。目前，氟氯碳化物已經被視為是對地球外圍，這層脆弱的臭氧層，威脅最大的物質。

氟氯碳化物主要的使用範圍，包括了做為冰箱、冷凍庫和空調設備的冷媒；當做噴

出噴霧器內液體的推進劑；還有用於包裝、填充傢俱和絕緣材料的塑膠泡綿，在製造過程中所使用的發泡劑。

氟氯碳化物是性質非常穩定的化學物質。所謂穩定，是指它們不容易分解消失或轉換成其他物質。其中最常用也最具破壞力的氟氯碳化物是二氯二氟甲烷，它能在大氣層中維持不變的狀態達一百三十年之久。大氣層中逐漸減少的臭氧量中，有百分之四十五是被它破壞的。

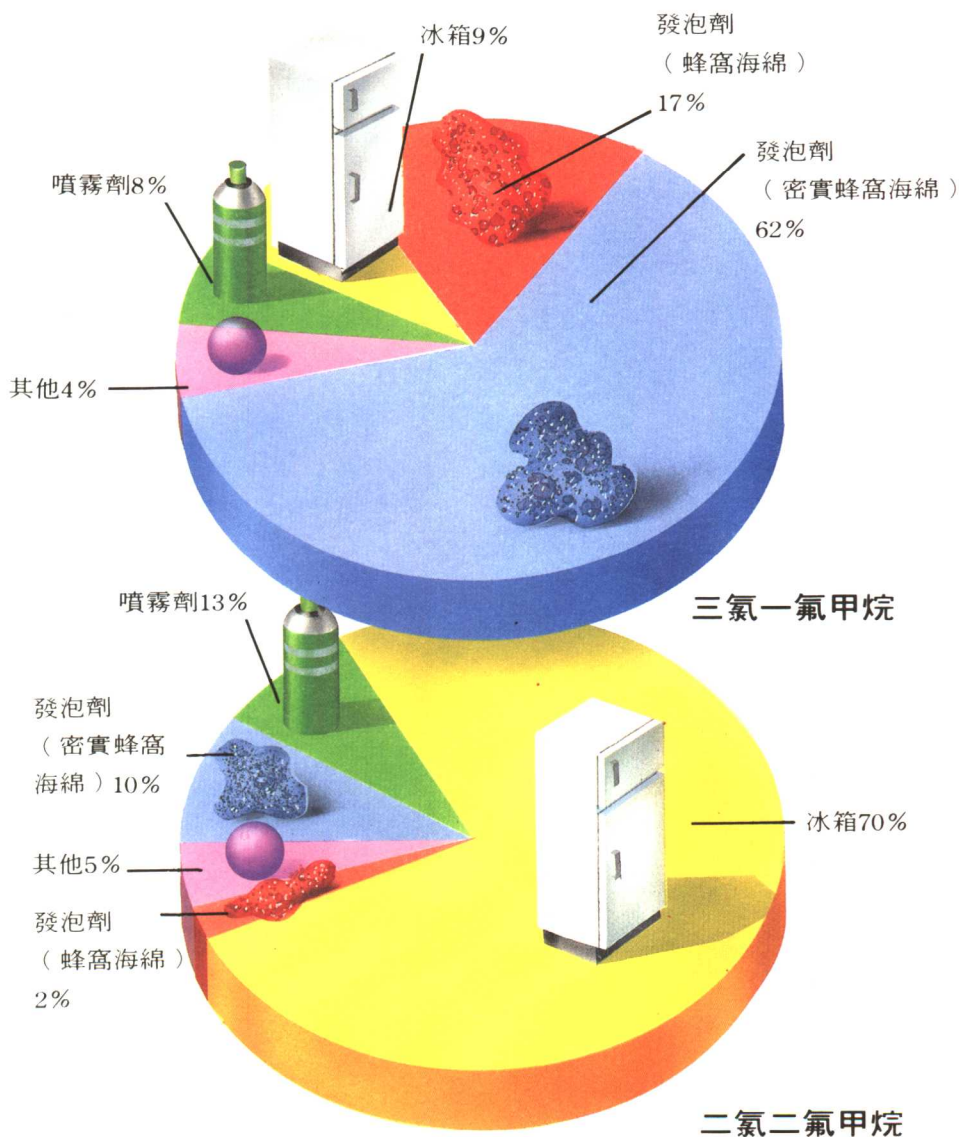
氟氯碳化物產品

一九二八年，科學家們首次發現了氟氯碳化物。它們的造價很低，沒有臭味，也不易燃燒，而且貯存方便；但是它所造成的危害，到後來才被發現。

工業上的使用，已經把多達二千萬噸的氟氯碳化物釋放到大氣層內。它們會一直存留在那兒，甚至到了二十一世紀，還不會消失。

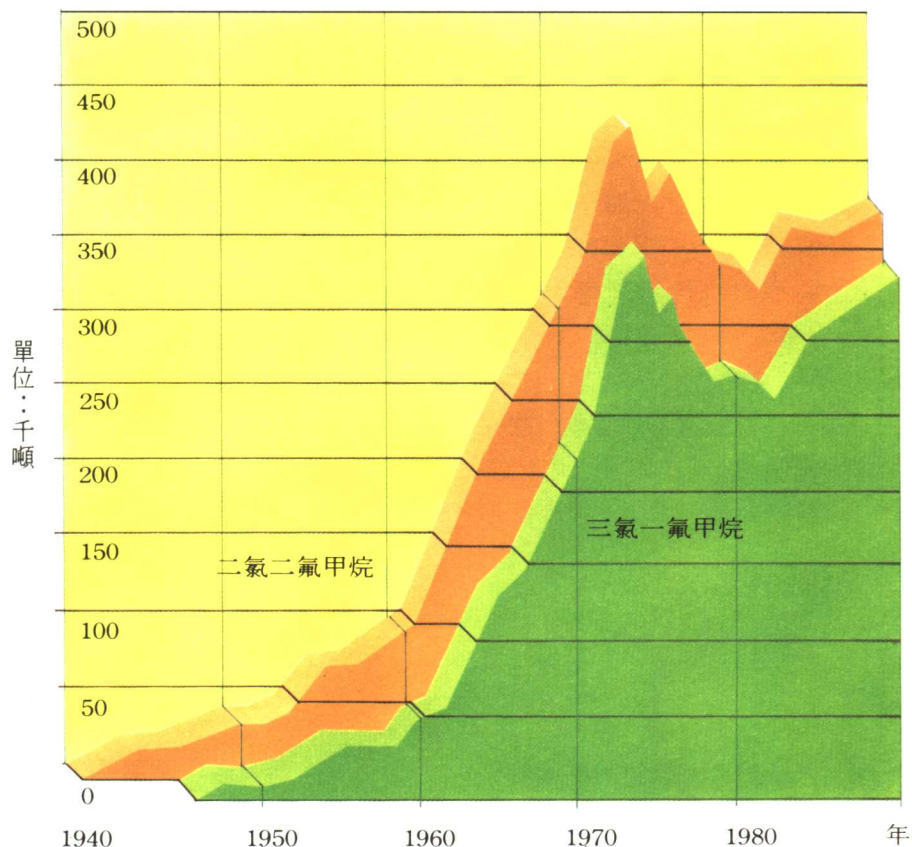
氟氯碳化物被運用在某些工業的生產過程中，例如在清潔和焊接金屬時，氟氯碳化物就被用來做為清潔劑和溶劑（稀釋或溶解物品的液體）。電子工業則用氟氯碳化物來清潔電路元件和其他的電腦零件，因為它們不會傷害到電腦的塑膠材質。

右邊的圓形分佈圖是二種主要的氟氯碳化物——三氯一氟甲烷和二氯二氟甲烷——最常被使用的途徑。



►右邊的圖表顯示出，從一九四〇年起，全世界使用三氯一氟甲烷和二氯二氟甲烷，歷年來增減的情形。我們可以看到，七〇年代初期的用量達到最高峯。雖然近年來，氟氯碳化物產品的產量逐漸下降，但釋放到大氣層中的氯，每年仍在增加。

另外，還有一些化學物質也和氟氯碳化物一樣，會破壞臭氧層。這些化學物質包括乾洗溶劑、寵物飼料和殺蟲劑中所含的四氯化碳，打字用的修正液和部分黏膠中的三氯乙烷，和農業用殺蟲劑中的甲基溴等。



▼冰箱和冷凍設備中的二氯二氟甲烷原本是被密封起來的。但是當這些日用品被丟棄後，就有可能會把氟氯碳化物逸漏到大氣層中。



▲汽車的空調設備也使用氟氯碳化物。在美國，大約有八千二百萬輛的汽車，使用含有氟氯碳化物的空調設備。

潛伏的危機

地球外圍的臭氧層，可以在陽光穿透大氣層，照射到地面之前，將光線中大部份的紫外線過濾掉。大約有百分之三十的有害紫外線，會照射到赤道附近，另外大約只有百分之十，會照射到赤道以外的熱帶和其他地區。

隨著臭氧愈變愈稀薄，透過大氣層照射到地球表面的紫外線也愈來愈多。由於紫外線的殺傷力很強，因此會對人體和動植物造成嚴重的傷害。

經常暴露在有害紫外線下，還可能會罹患白內障，甚至導致失明，或造成嚴重的曬傷和不同程度的皮膚癌。根據研究結果顯示，臭氧層的臭氧濃度只要降低百分之一，每年就會多增加五百個白內障患者。

除此之外，有害紫外線還會降低人體對某些傳染病的抵抗力，例如透過皮膚傳染的血吸蟲病和麻瘋病等。

食物鏈

非常細小的植物叫做浮游植物，它們生活在靠近海水表面的水中。非常細小的單細胞動物，叫做浮游動物，牠們以浮游植物為食物；這是海洋食物鏈的第一環。

在這個食物鏈中，浮游生物又被魚和烏賊等海洋生物吃掉。接著，又有更大的魚和海洋哺乳動物，例如海豹，又會吃掉這些以浮游生物為主食的魚類。甚至連我們人類也利用浮游生物，當作魚餌，捕魚來吃。

有害紫外線能穿透到十八公尺深的水裡，殺死靠近水面的浮游生物。當海洋受到越來越多的紫外線照射時，就可能導致更多的浮游生物消失，海洋生物和人類的食物來源，便會發生嚴重缺乏。

浮游植物

浮游植物是海洋食物鏈的第一環，會吸收大量人類製造出來的二氧化碳。

浮游動物

有一些浮游動物是以浮游植物作為食物。其中的磷蝦，是長鬚鯨的主要食物。

