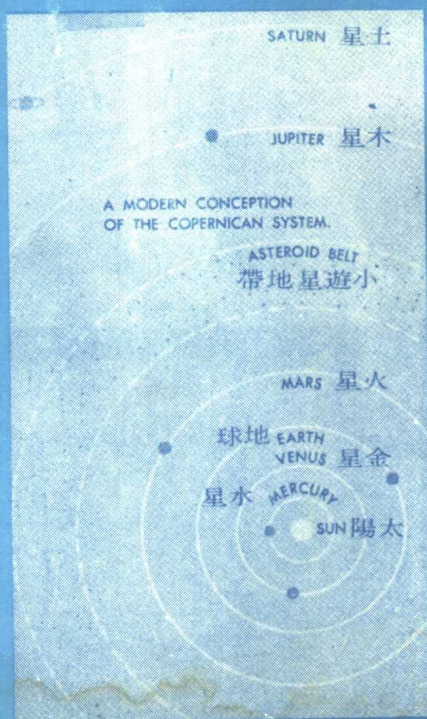
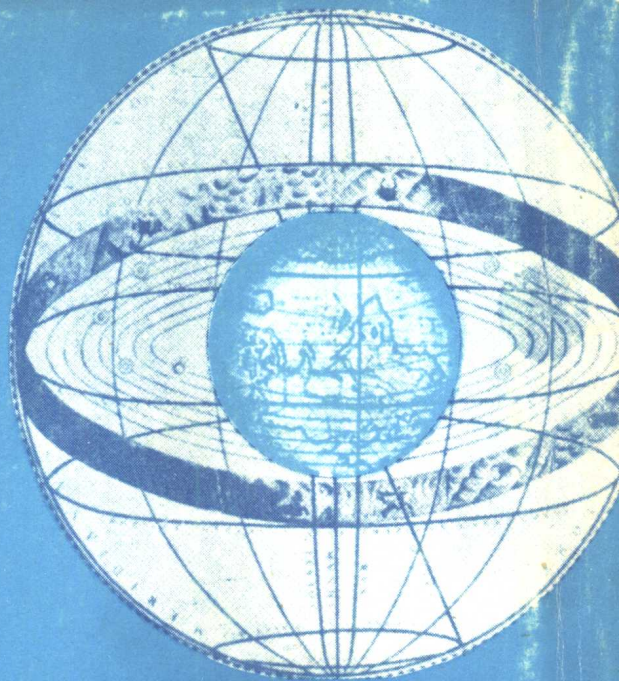


地球物理概言

莫子政 著



書叢知

行印部版出岡



鄭子政 著

地球物理摭言

華岡出版部印行

地球物理摭言

教授本書係由鄭子政
氣象、應用氣象、地
心結構、火山、天文
地球自然現象的奧妙，
地球物理的最近發展，
以及有關氣候與都市建
設，一關的問題，內容新
穎，一文一圖，輕鬆，內
有引人入勝的優美之
書。地球物理的優良參

New Knowledge Library

Collected Papers in Geography

by

Canneth T.C.Cheng

(January 1974)

中華民國六十三年一月出版

地球物理摭言

定價新台幣六十五元

編輯者 中華學術院
著作者 鄭子政
出版者 華岡出版部
印刷者 中國文化學院印刷系實習工廠
發行者 華岡出版部
總經理 華岡書城

華岡書局

地址：陽明山華岡大忠館二樓
電話：八八〇五一—轉三二〇・三二一

郵撥：六〇五七號

聯合出版文物供應中心

地址：台北市中山北路二段一七四號

電話：五四八四五

郵撥：一六五四三號

登記證

內版台業字第一五六四號

版權所有・不許翻印

編輯要旨

(一) 本叢書以宏揚中國文化與三民主義，促進中國文化復興爲目標。

(二) 本叢書包含科學、人文學、文學與藝術、哲學、宗教等類，旨在啓發新思想，培養新學識，故名曰新叢書。每書均係最新編成者。

(三) 本叢書之撰述人，主要爲大學教授，著名作家及對分科學術有專精研究，而能深入淺出者。

(四) 本叢書之對象爲(1)大學生之參考用書，(2)社會青年之進修用書，(3)家庭主婦之自修讀物。

(五) 本書體裁力求簡明扼要，引人入勝。每冊以十萬字左右爲準。必要時，每書得分訂兩冊以上。

(六) 本叢書得採論文集方式，即每冊分爲若干專題，分章撰述，多人合編，但有完整之系統，作集體之貢獻。

(七) 本叢書排印，務期清朗悅目，插圖明晰，並附索引，以便查考。

(八) 本叢書預定每年出版十輯，第一輯十冊，本均每月出書八、九冊，於民國六十二年內出齊。

WESPE / 11

自序

地球物理科學屬於應用物理學的一枝，而其所概括範圍自地球的內心以至地球表面所包圍的空氣層，高達一千公里以上。在此範圍內所有的物質，無論其為固體液體或氣體，在其現象與理論上研究皆屬於地球物理科學研究的範圍。因此地球內心溶化的物質，其運動狀態所謂地心物理學；地殼表層因受力的不均衡而產生的震動，其規模，能量和分佈的研究所謂地震學；地球為一磁體，在地球上若干因磁性而生的現象，有待於研究，所謂地磁學；此外尚有研究地殼表層岩石成分和性質的地質學 (Geology) 與地球結構的物理學 (Tectonophysics)，及研究地球年齡的地齡學 (Geochronology)。另一部份屬於液體與氣體方面的，則有海洋學 (Oceanography) 與氣象學 (Meteorology)。其分門別類在大氣上層的物理形態，別稱謂高層大氣形態學 (Aeronomy)，大氣上層分子游離現象的研究，亦獨立門戶為游離物理學 (Ionospheric physics)，近年人類對於大氣上層知識的瞭解，不僅擴大其領域，且增高其高度，於是星際（僅指地球與太陽之間）物理 (Solar-terrestrial physics) 亦新立為專門科學。

大氣成分中所含水汽僅以在大氣下層為主。地面水量蘊蓄及其動態研究通稱為水文學 (Hydrology)，實亦為在水文循環 (Hydrological cycle) 中一部份研究。地球形狀與大小之研究及引力場合異常之變化，常歸諸於大地測量學 (Geodesy) 範圍。地面火山活動現象的研究謂之火山學 (

Vulcanology) 而在地面水河形態與其範圍擴張與收縮的研究，稱為水河學 (Glaciology)。地球物理研究的範圍可稱至為廣泛，但其各部門科學間皆有相互關係存在，而不容忽視。

地球物理學在近二十年來由於實驗物理 (Experimental physics) 的發達在實驗中的能力已有驚人進步，諸凡電磁、分光、低溫以及原子物理各方面皆有特殊成就。另一方面則由於往昔皆認為屬於軍事機密武器，今則已轉變而為科學研究上的工具。如飛機 (Aeroplane)、雷達 (Radar)、火箭 (Rocket) 與人造衛星 (Artificial Satellite) 之類，使研究的領域大為擴張。在空氣層內氣象的探測可以由下而上 (Radiosonde)，亦可自上而下 (Dropsone)。在往昔所不可及的高度，今則皆已能從事於直接的觀測。若干自然現象亦已能由人類所控制，雲種撒播 (Cloud seeding) 知識的進步，已能控制降雨區域的範圍。凝結尾 (Contrails) 在高空的顯現，已為婦孺皆知的事實。在高緯度極光 (Aurora) 的出現，在往昔視為神奇的現象，今則亦能在人類在高空釋放原子能之後，而有人為極光的出現，使產生與大自然相比擬奇妙的景色。參看封面後附圖(一)。

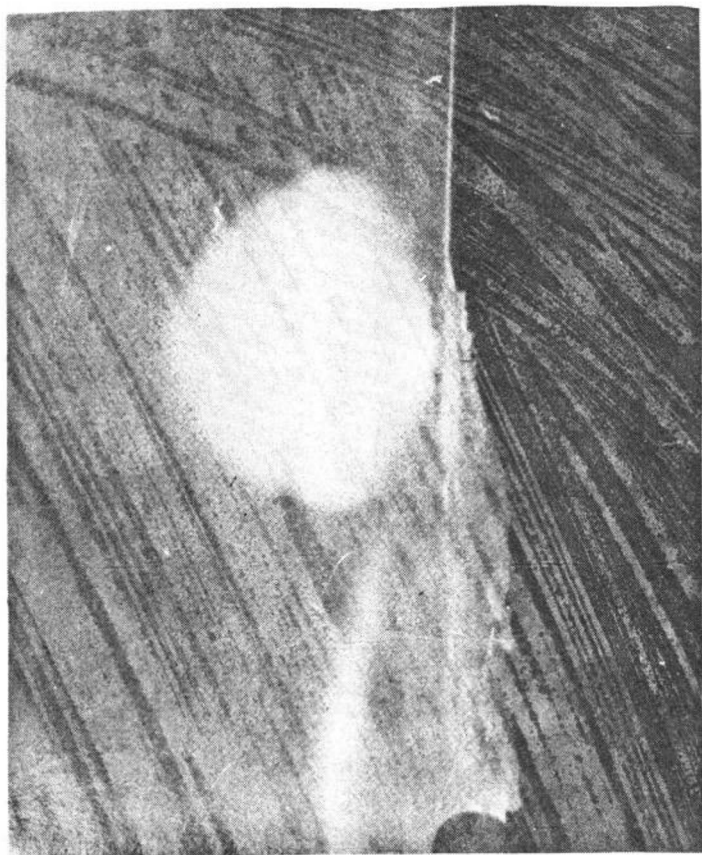
一九六九年七月十六日至二十四日太陽神十一號火箭自美國甘迺迪角帶太空人阿姆斯壯、柯林斯與艾德林三人升入太空，不僅使人類實現登陸月球的理想。且使人類對於星際間地球科學知識有若干創新的見解。范艾倫 (Van Allen) 輻射帶 (Radiation Belt) 即其一端。高層大氣現象類多與星際間物質動態相互關聯。因此所稱星際在太陽與地球間科學知識已啓開一扇新的門戶。

地球物理研究所感到最大的困惑乃為時間與空間問題。不在同一地區與不在同一時間所見的現象，

不能並列作比較的分析。一九五七年至五八年國際地球物理學年參加工作活動的科學人士有六十餘國，其範圍普及全球。因此地球物理現象得以在同一時間與同一經綫或同一緯線能作比較的研究。另一創新的成就，即爲在南極洲的地形、氣候、地質與生物分佈均已有了進一步的認識。南極洲氣候雖極寒冷，但已可證明在水漠上無復爲人類所不宜長久居住的地區。現在南極洲上經年有科學人員居住，且有氣象豫告中心設立。在世界人口急劇增加的時代，將來南極洲可能產生部分緩和此種局勢的潛力。若干在極區多見的地球物理現象更開闢一片新穎研究的園地。

中華學術院近經決定編纂『新知叢書』一種，第一輯一百冊將於六十二年度內出書。創辦人張曉峯先生因囑將有關地球物理科學論文輯爲一書。作者因交稿時日所限，乃將近年來所作零星介紹新文字，集成一書勉力應命，聊以塞責而已。全書內容自難一氣貫通，尙祈讀者鑒諒。

附圖(一) 在夏威夷群島中貌夷(Maui)島哈雷略拉山峯(Mt. Haleakala)上於一九五八年八月一日所攝取在詹士敦(Johnston)島高層上空原子核爆所形成的人為極光。



地球物理摭言目次

壹、氣象

一、揭開大氣中臭氧層的秘密·····	一
二、寰宇定壓層探空計劃·····	一六
三、寰宇天氣偵察計劃·····	二五
四、論近年夜光雲之研究·····	三一
五、國際水文十年合作發展·····	四一
六、新春話雪·····	四七
七、樹木年輪與氣候·····	五五
八、南極洲氣候新論·····	六二
九、氣象與糧食問題·····	一〇一
貳、應用氣候	
十、都市氣候與都市計劃·····	一〇六
十一、都市生活與環境氣象·····	一一七
十二、都市計劃發展與都市氣候研究·····	一三四

十三、對於工業化都市維持環境平衡的幾項建議	一四三
十四、臺北都市氣候與空氣污染關係	一六一
十五、空氣污染氣體成分之分析及其對於氣候上之影響	一七三
十六、談有計劃的滅蝗	一九三
參、地心結構	
十七、從地震波論地殼與地心結構	一九九
肆、火山	
十八、火山塵與氣候	二〇六
十九、漫談火山爆發	二二二
伍、天文	
二十、隕星與隕星塵	二二六
廿一、廣寒探秘	二二八
廿二、人類追求登陸月球的理想	二三八
陸、海洋	
廿三、憶南沙行	二六三
名詞索引	二七一

壹 氣象

一、揭開大氣中臭氧層的秘密

自從一九四五年美國於新墨西哥州白沙探空基地以火箭爲研究高空科學工具之後，使人類在大氣上層各不同高度能作垂直剖面直接地球物理現象觀測。繼之於一九五七年十月二十六日與一九五八年一月三十一日蘇聯與美國相繼施放人造衛星以探求高空現象與地面變化的關係。人類對於大氣上層的結構，始進入於認識的新境界。在大氣上層一百公里以上，其組織成分與太陽活動及緯度關係有激烈的相應變化。尤以於光化程序 (Photochemical process) 中的產物，最爲顯著。在八十至一百公里高度氧化氫與氫化鈉元素的存在對於高層大氣中輻射熱量 (Radiative heat) 平衡與游離作用 (Ionization) 至關重要。在游離層中最主要的爲推斷原子氧與原子氮的分佈，而此類元素成分均須由分光攝譜 (Spectrographic method) 方法或觀測其發射線 (Emission lines) 而後加以決定。尤以

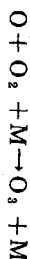
氬氧元素在紅外線附近有極強發射而得由火箭加以觀測。

大氣上層臭氧研究發展的過程

大氣上層的分子密度與溫度分佈變化皆起於紫外輻射與吸收作用及其光的離解與游離 (Photo-dissociative and ionizing effects) 的效應。因大氣上層的能量大抵來自太陽的淵源，於日間儲存於大氣層中，而逐漸擴展於夜間時分。在一百公里以上於極光顯現時光譜中的綠線 (Green line) 證明即由於氧元素在原子狀態的存在。基於大氣層受紫外輻射的吸收而產生分子氧分離作用如：



查普曼 (S. Chapman) 曾假定於同樣反應中可以產生臭氧分子。



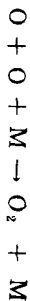
與在反應作用 (Reaction) 撤去以後，可見



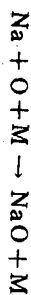
若再經過光的分離作用



在原子氧撤去其他反應作用，亦可能有下列情況：



在化學平衡理論 (Chemical equilibrium theory) 之下，在高層大氣中，因而產生同質而果形性的 (Allotropes) 狀態。在上層由紫外輻射而產生游離作用的游離層中游子大部份為原子氧，而僅有小部份的氮分子與氧游子。在高層大氣中尚有一部份自由鈉原子的存在，於其經過氧化過程中，亦可產生下列二種現象。



亦可能繼續在原子形態之下如下：



因此在散射光波 (Scattered light) 中可見自由鈉的存在。而於夜間的鈉D線發射 (Sodium Dline emission) 則可能就由於在反應作用中所供能量的激發。

在大氣層中由於有臭氧的存在，使日射光帶中部份的紫外光線受其吸收。大氣層中大部份的臭氧集中於平流層的下層，但在其最大含量高度，亦約僅有一分子臭氧與一百萬氧分子之比。雖此極微量的臭氧確有極其高度的吸收作用。使在臭氧層頂約在五十五公里高度以上，氣溫可自攝氏零下二十度增至攝氏零上十度。因臭氧在高空受紫外綫與能見輻射的破壞及化學的催化分解 (Catalytic decomposition) 而達於一種平衡狀態。

臭氧層存在的重要性

臭氧層的存在能保護地面物不受太空輻射線傷害主要的屏障，而能調節紫外輻射強度使不破壞生物體中蛋白質，又能促進維他命D的形成，而不致發生軟骨病 (Rachitis or Rickets)。氣象學觀點論，則能在大氣層中產生一種溫室效應 (Greenhouse effect) 維護地面氣溫的散失。近接地面的大氣層——對流層 (Troposphere)——的特徵為氣溫隨高度增加而遞減，其中雲與雨的幻變及大氣周流的動態，均基於此一原則。而在平流層中則轉而反此常例。其主要的因素即由於臭氧的存在。從光的化學分解理論而言，於北半球臭氧於一年中最高見於夏季六月而最低見於冬季十二月。但在事實上，北半球高緯度最高見於三月，而最低見於十月。此在理論與事實上的參差可能由於氣象上過程所形成。因此由臭氧變化的知識，足以為平流層周流的解釋。亦可以為平流層輻射平衡的張本。在平流層中溫度接近同溫，甚而可能有隨高度增加而增溫現象。在大氣層中對於日射量主要的吸收因素，要不外乎水汽、二氧化碳與臭氧三種，而臭氧層引力中心的高度，約在二十至三十公里之間。

臭氧的來源

臭氧乃屬於由光的分離作用所產生三原子氧的組合，而為不穩定、暗藍色氣體，且有一種滲透性臭味。其液化溫度為攝氏零下二百五十一度，而其固化溫度為攝氏零下二百五十一度。臭氧比較氧原素為活

躍，且容易溶解於水。在地面雷雨中卸電經過氧氣時亦可產生微量的臭氧。臭氧量在大氣層中分佈自地面上達約七十公里高度，而其集中高度在二十至三十公里之間。臭氧在日射波長單位二千六百埃（按一埃相等於一萬萬分之一公分或一百萬萬分之一公尺）。幾乎能吸收全部的日射能量。在一九二五年間英人陶伯遜（D. M. B. Dobson）已得獲知臭氧的季節變化，及其不規則的日變化與地面天氣變化有相互聯繫的關係，但無法以推斷其原因將誰屬而已。大氣層中臭氧總量的幅度隨緯度而增加，而臭氧總量與地面氣壓體系的變化在高緯度亦更顯著。

臭氧層的消長

在大氣上層此較重氣體，由於時在生滅與保持其平衡狀態，因而有臭氧層的存在。臭氧產生由於地球以外的因素，要不外乎下列三端：（一）太陽紫外射線，（二）來自太陽的荷電分子受極光（Aurora）與磁擾（Magnetic perturbations）的影響，與（三）宇宙射線（Cosmic rays）。光的化學作用（Photochemical action）為再生（Regeneration）與破壞（Destruction）臭氧分子的動力，因此光波的短長繫於臭氧的生滅。而在輻射波長於休曼（Schumann-Runge）光帶（一九二五至一七六〇埃）與海斯堡（Herzberg）光帶間能產生臭氧，而在哈特立（Hartley）光帶波長（於二〇〇〇至三〇〇〇埃）與賈比士（Chappius）光帶波長（四、四〇〇至七、四〇〇埃）間則將破壞臭氧分子。由第二種因素在實驗室中由陰極射線（Cathode rays）亦可能轉變為臭氧，但在大氣層中並不能見。

於平流層層次中。至於宇宙射線雖在游離層最下層能產生若干分子游離作用，但其整個能量泉源不足。因此光的化學作用殆為臭氧發生適合於觀測事實而合於在目前惟一理論的解釋。

臭氧觀測法簡介

在國際地球物理年與國際太陽活動寧靜年（一九六四至六五年）曾特別注意於大氣層中臭氧總量與其垂直分佈的觀測。曾規定地面觀測以採用陶伯遜所設計的臭氧分光攝譜儀（Ozone Spectrophotometer）為標準。至於臭氧量垂直分佈的測量，有採用汽球探空或簡接方法，如在月蝕（Eclipse of the moon）時在地球影蔭下分光測量臭氧的結果以與直接日射下狀況相比較，但月蝕時的機會過於稀罕。亦有利用紅外線波段九點六微米臭氧吸收帶以作觀測。至於直接觀測，有運用光的或化學的方法。以氣球或火箭繫帶小型紫外光線攝譜儀（Spectrograph）並附石英稜鏡以作觀測，但往往由於耗費代價過高而不能作經常的觀測。至於化學性的與飛機的觀測，則又僅限於近接地面大氣層次中而不能上達於大氣圈的上層。

臭氧總量的季節與緯度變化

研究大氣層中臭氧總量季節與緯度的變化，發見臭氧總量最低在於赤道附近，而最高在極高緯度的

深冬與春季，而於次高緯度則在於秋季。赤道上層臭氣層厚度，約僅為高緯度及北極地帶的一半。以熱帶地區除外，一般而言，臭氣總量最高見於春季三四月間，而最低見於秋季十月前後。周年變化的幅度有向兩極增加而向赤道減低的趨勢。臭氣總量於世界各地的分佈，經於國際地球物理年觀測的結果，於一九六七年美國科羅拉多大學冷敦（J. London）的研究，稱在目前世界各地從事於觀測臭氣總量的站數已五倍於國際地球物理年以前的狀況，全球約現有一百二十處，雖其中百分之八十的測站均在於北半球，但已能顯出在南北半球大致臭氣總量分佈的異同之處。在緯度與季節上臭氣量上的較差（Ranges），均以北半球大於南半球。在北半球最高臭氣量緯度帶見於高緯度地區，而在南半球則見於南緯五十至六十度間。而逐年臭氣量的變化，自國際地球物理年至國際太陽活動寧靜年間，其相對的變化，似屬甚小。但據蘇聯莫斯科大學寇金（A. Kh. Khrigian）於一九六七年九月在瑞士第十四次國際大地測量與地球物理協會大會中報告於國際太陽活動寧靜年臭氣觀測結果中有若干顯著的要點。由研究北半球臭氣最高緯度帶，在北緯七〇至八〇度與五〇至六〇度，以推斷臭氣水平梯度，臭氣轉輸的強度與動向及其變率（Variability）與運用臭氣紀錄，以供天氣研究上運用的可能性。在國際太陽活動寧靜年比較國際地球物理年臭氣層的高度有顯然的降低。大致在北半球臭氣比較南半球在平均值上有百分之三的虧損。再就臭氣量於經度帶上差別的研究，在北半球於冬季最高臭氣量發生在亞洲太平洋地區亦即是東經六十度至西經一百六十度之間。在其他季節此最高經度帶則移至美國地區在西經一百六十度至西經四十五度之間。