

# 太空世界與 太空飛行

青年科學知識叢書 1

許 照 • 張紹昌著

# 太空世界與太空飛行

許 照 張 紹 昌 著

幼 獅 書 店 印 行

內政部登記證內版台業字第七五九號

版權所有

翻印必究

青年科學知識叢書 1  
太空世界與太空飛行  
中華民國六十年十二月再版  
定價 新台幣20元  
作者 許照·張紹昌著  
主編者 幼獅文化事業公司  
印行者 幼獅書局  
地址 台北市延平南路74號  
電話 39445·25865  
郵政劃撥 2737

## 序

晚近歐美各國科學突飛猛進，自其研究領域言，由機械而電子核子，由征服地球而征服太空，成果輝煌，呈現空前異彩。我民族智慧卓越，往古之科學成就亦高，徒以乏人提倡，迄今遂顯然落後遠甚。本公司基於國家及青年的需要，特聘請國內名教授執筆，出版青年科學知識叢書一套，分輯發行，先出第一輯十本，內容着重核子及太空科學方面知識介紹，將來計劃再出版續輯，介紹其他科學，作為有志青年在研究進程上登高行遠之助。尚祈教育學術界及社會各方人士多予指教合作，俾克普遍推廣，是所企禱。

幼獅文化事業股份有限公司

五十五年十月

2007/102

## 許 照



江蘇省江陰縣人，現年五十歲，國立中央大學電機系畢業，美國北卡羅林大學、伊利諾大學研究院研究。曾任中央大學地球物理研究所教授兼教務長，清華大學、交通大學教授，現任台灣大學教授兼電機工程學系及電機工程研究所主任，本年休假在美國麻工學院任客座教授。著有「基本電學」「基本電子學」等。並擔任自然科學研究會「科學教育」總編輯，曾獲「國父百年誕辰工程獎」。為國內電機工程權威。

## 張 紹 昌



江蘇省泰縣人，現年卅二歲，早歲從軍，畢業於海軍機械學校，旋在軍中擔任太空科學研究工作有年。嗣再考入中央大學地球物理研究所深造。於五十四年畢業，任職該校高空物理、高空氣象助教講師，專門負責天文研究及地球物理探礦研究，現正利用折射之赤道儀，日夜從事太陽表面黑子活動及星球之觀測，為一國內年青有為之科學家。

## 自序

在歷史上已經有許多的科學家們觀看過天空，並獲得了無數的輝煌成果。而今日，人類不僅是觀看着太空，而且要進入太空。自一九五七年十月第一顆人造衛星進入太空後，此一想法，已付諸實現了。

儘管歐美各國在太空方面的成就已震撼世界，而在我國，除了極少數的學者外，大部份的人對於太空科學的知識，可說是所知極少。因此，編者受幼獅文化事業公司之托，收集了一些有關太空知識的資料編成此書，來介紹給諸位讀者。

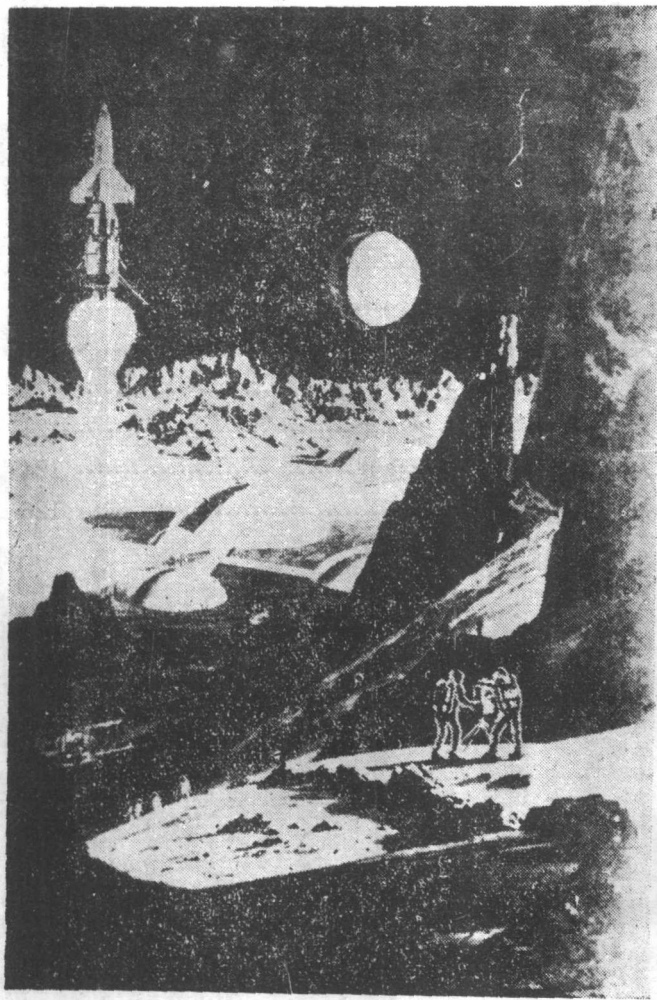
這本書可以說是一部太空物理。在太陽系一節以前，完全是屬於太空環境的報導，這部份的資料，可以算是國際地球物理年以來最新的太空知識。自太陽系一節起的後半部，純粹是屬於太空力學的介紹，特別是在進入太空一節中，有關火箭的許多原理和力學觀念，都採用實際計算的例題來說明，並附有簡單的練習題供讀者練習實際體會，以加深印象，提高興趣。

本書內容，未曾論及高深之原理，因大部份的原理都牽涉到深奧的數學觀念，故不能在此詳予介紹。此外，書中蒐集材料的來源，範圍較廣，因為同屬一種現象，亦有各種不同的觀測或設計法。為使讀者多獲瞭解，特將各種不同的說

法都予採用。

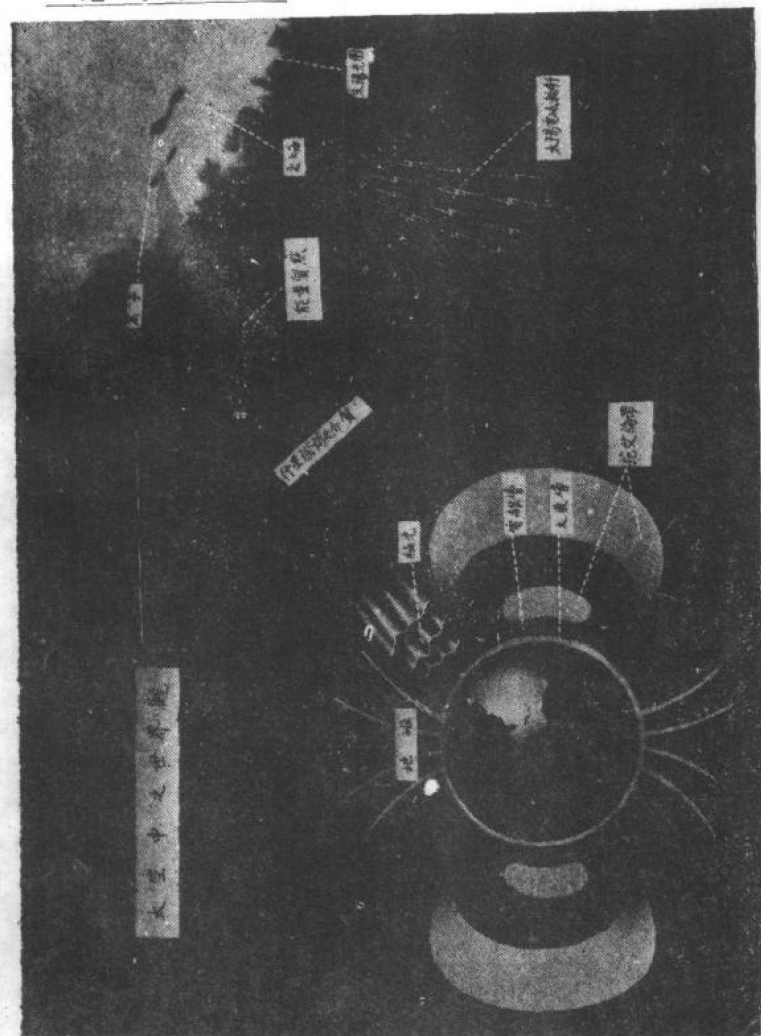
有關書中圖片繪印，承國立中央大學地球物理研究所註冊主任田思先生協助，特致謝意，又因倉卒脫稿，誤謬必多，尚希讀者予以賜正。

許 照  
張 紹 昌 謹 識



此圖為想像中太空之飛行與星球之登陸





此圖為太空環境最好的說明。圖的右下方所示者為太陽及其有關之各種現象。圖之左上方所示者為地球及其周圍之各種現象。太陽與地球之間，則為行星際間之介質。

## 目 錄

	頁數
壹、地球大氣	1
氣 溫	3
氣 壓	5
密 度	6
組 成	7
氣 層	7
貳、電離層的構成	12
D 區	15
E 區	17
F 區	19
F <sub>1</sub> 區	21
F <sub>2</sub> 區	22
極 光	22
夜 光	27
叁、固體質點	29
種類和密度	31
平均速度及大小	31
流星雨	32
肆、能量質點	35
輻射名詞	37
銀河系宇宙輻射線	38
太陽風與太陽火焰	42
太陽黑子	51

伍、太空中之輻射帶	53
地球磁場所捕獲之輻射質點	54
捕獲質點之運動及性質	55
輻射感受強度	57
輻射帶捕獲質點之來源	58
捕獲質點之消失	59
太空航行之影響	60
陸、電磁輻射	64
太陽的電磁輻射	65
地球的電磁輻射	67
柒、磁場	69
地球之磁場	71
行星際間的磁場	72
捌、太陽系	73
天文單位	73
太陽	75
水星	78
金星	79
地球	80
地球形狀和質量	82
地球重力	83
火星	85
四個主要行星	87
玖、進入太空	91
早期的火箭	91

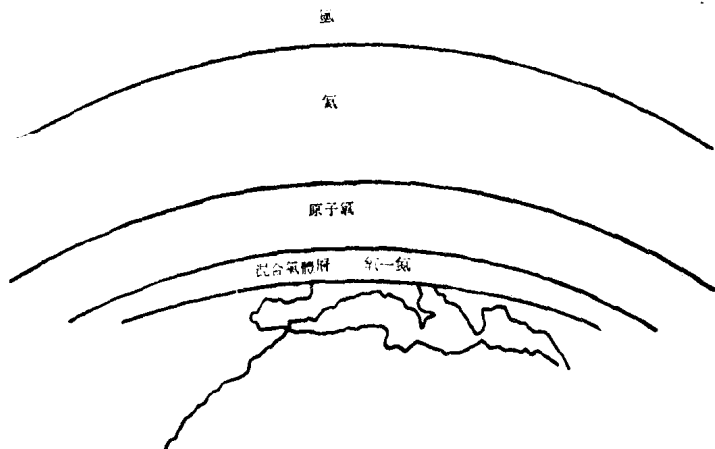
火箭引擎.....	93
火箭推動的數學原理.....	95
如何決定火箭引擎之工作性能.....	100
未來火箭的發展.....	105
拾、太空艙在行星際間之軌道.....	108
航行時間之選擇.....	108
荷曼變換軌道.....	114
拾壹、太空中的人造衛星.....	119
人造衛星為什麼能在軌道中運轉.....	120
將人造衛星送入太空之方法.....	122
人造衛星軌道方向之決定.....	124
人造衛星發射需要之速度.....	124
人造衛星之壽命.....	126

## 壹 地球大氣

今天的人類，是處於一個變化的環境中；因之，我們必須對新的知識和經驗加以了解。時下最新的東西，乃是來自太空。在討論到太空之前，讓我們先來認識一下介於我們人類與太空之間的大氣。人類自文明興盛，太空時代蒞臨以來，對大氣所給予我們之災害，業已深予重視。由於火箭與人造衛星的發展，我們在這方面的知識，已迅速地增加，並獲得相當的成果。目前，在美國已經有很多研究所把大氣列為研究的課程，深信不久的將來，教科書中，會出現此一研究標題。

在國際地球物理年（註：自一九五七年七月起，至一九五八年十二月止，為一次國際地球物理年，全世界六十六個國家的科學家，共同合作觀測地球物理的各種現象。）開始的時候，我們對高空大氣的了解，是限於 100 公里以下的高度，在年會期間及其後的五年的太空計劃中，由於科學家們殫思竭慮，不斷研究的結果，我們所研究的大氣範圍，已經到達 1500 公里的高度了，但是更有意義的結果，仍比此高度為高。在高度距地面約 120 公里以下的高空中，大氣是一個穩定且均勻的混合氣體層，主要包含氮分子和氧分子，其中氮分子與氧分子為四與一之比。在 120 公里以上，擴散作用的因素勝過混合作用，所以大氣組成中的不同元素，則以原子型式分別集中在不同的高度面上。原子量最重的氧，位於較低的高度，原子量較

氧稍輕的原子，位於氧之上，「如此類推，」最輕的氫氣位於最上層，（如第一圖）。且在 120' 公里以上的大氣，其組成由於太陽的輻射所引起的分解和電離作用，更增加複雜性。



第一圖 大氣組成之範圍

大氣主要有趣的參變數是氣壓，氣溫，密度及組成，都為高度的函數。在 200 公里以下的高空，對於密度的測量，我們可以用火箭升高直接去測量，但超過此高度後，直接測量就很困難了。不過，由作用在人造衛星上的大氣阻力之分析，可間接的推算出密度來。人造衛星運轉週期的減小率，是與大氣所產生的阻力成比例的；因之，由此得到的週期變化率之係數，可獲得衛星運行軌道上的大氣密度數值。

在高空中要作溫度的直接觀測，也是一件非常困難的事。如果大氣在靜力平衡的情況下，我們可找出溫度與高度及密

度有關的公式爲：

$$d = d_0 e^{-mg(h-h_0)/kT}$$

式中  $d_0$  與  $d$  依次爲高度  $h_0$  及  $h$  處之大氣密度， $m$  是大氣中每單位原子或分子內的平均分子量， $T$  爲溫度， $g$  爲重力加速度， $k$  是波爾茲曼常數。假如在不同高度下之密度可由人造衛星所得的大氣阻力求得，再由大氣的組成決定  $m$  後，即可求出  $T$  之值。此法在 1000 公里以上的高度時，其準確性僅有百分之十五，但在 1000 公里以下時，由上式所推算出之溫度，其誤差可在百分之十五內。

每一個太空艙經過大氣層時，都受到大氣阻力的影響，此力直接與大氣密度及太空艙速度的平方成比例。在高空以及星際太空氣壓低的情況下，太空艙的設計，必須考慮到金屬材料和潤滑劑的汽化。太陽紫外線的輻射及帶能量宇宙塵的輻射，可使金屬儀器表面產生物理—化學的反作用，故亦需考慮。在低空處，大氣作用於太空艙的效應，是因摩擦所生之熱和壓力。此外在無線電波追蹤太空艙時，游離效應亦必須克服。

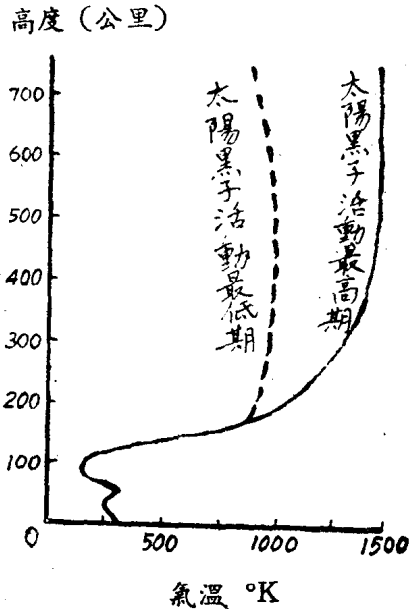
## 氣溫

依據高空氣球及火箭測試所獲得的記錄，氣溫是依高度的不同而發生變化的。平均每升高 100 公尺降低 0.6 度，故至離地面約 10 公里處時，其溫度大約將下降攝氏 50 度。但如仍依此遞降率繼續推算，則至 50 公里之高空時，氣溫即已達

於絕對零度了。

大氣溫度隨高度之變化，頗為複雜，（如第二圖）。圖中示大氣溫度先依直線下降，至高度約 10 公里之上空時，乃轉趨上升，迄高度約 40 至 50 公里時，達於最高值之後，又轉趨下降，至高度約 80 公里處，又有一最低值，過此最低值後，復轉而上升，至高度為 300 公里以上時，氣溫可達於攝氏 1000 至 2000 度以上。

此一顯著之溫度變化，其原因究竟為何？蓋因對流層（註：有關大氣之分層，請參閱第 7—11 頁。）



第二圖

中溫度隨高度之下降現象，是由於太陽加熱地球，再經地球反射間接加熱所致，故離地面愈遠，其溫度愈低。至於大氣溫度在 50 公里附近上升至最高點之原因，則由於來自太陽之紫外線，其波長範圍為 200 至 300 千萬之一公分（可見光之範圍為 300 至 600 千萬分之一公分），在該處為大氣吸收所致。因之，在該處不斷地生成臭氧，同時，又不斷地遭受破壞，當臭氧被

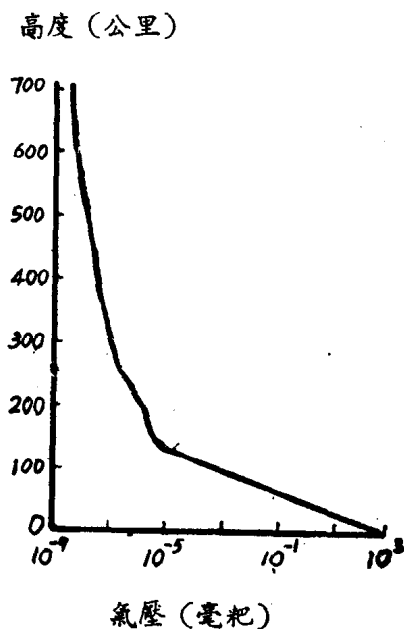


破壞時，乃產生熱能。100 公里以上大氣溫度之急劇上升，則由於該處大氣大量吸收紫外線與波長短於 180 千萬分之一公分之 X 光之故。又因大氣在此一高度極為稀薄，故所需能量亦甚小。且由於該處空氣稀薄，其溫度雖高，但仍不致危及太空中之航行。因單個質點所含之能量雖高，但其數量甚微，即轉嫁於某一物體（或人體）之總能量極小，因之，人體所能感觸之熱能亦頗微。

在第二圖中，約略自大於 100 公里之高度開始，溫度曲線變化視太陽黑子活動之情況，而有極顯著之區別。太陽黑子活動最高期間之溫度（實線）較最低期間之溫度（虛線）為高。

### 氣壓

大氣壓力隨高度下降之特性，在高約 100 公里以上時，開始轉變。倘若其遞降率不變而仍依 100 公里以下之變率下降時，即依壓力約每 5.6 公里降低一半之變率的話，則高度達於 200 公里時，大氣壓力將降至  $10^{-6}$  毫巴。但地面上的標準大氣壓力為  $1.013 \times 10^6$  達因 / 平方厘米，而 1 百萬達因 / 平方厘



第三圖