

通俗科學讀物

特捷爾捷也夫斯基作
柳 漢譯

空氣的海洋

東北書店印行

通俗科學讀物

空 氣 的 海 洋

特捷爾捷也夫斯基作
柳 泱 譯

東北書店印行

前言

自然界強大的驚人的現象自遠古以來就不斷地困擾着人類。我們很早的祖先曾經努力想要瞭解，那淋澆着他們穴居的大雨，燃點着森林的雷電以及連根拔起大樹的颶風是從那裏來的。可是他們既無法說明這些現象，又懼怕它的威力，於是就認為這是一位有權威的神靈，因為人們的罪過或是失敬而在對他們進行懲罰。原始的牧人或農人要完全依靠着天氣來生活，它可以帶給他富裕或是貧困。

人們研究着各種天氣現象，探求着它們的原因，結果經過了幾萬年的時間，終於積累了豐富的經驗，以致可以在各種現象之間建立了聯繫，並且進一步找出了它們的起因，這就是說，建立了科學。

幾世紀來科學家們耐心地研究着對於人類的生活和幸福都很重要的許多問題；而到今天為止，其中大部分已得到解決了。人類在自然力的面前已經不再是軟弱無能的了，因而也就大大地減少了他對天氣的依賴。

自然，就是在現在也和早先一樣，種莊稼需要及時的雨，需要溫度和陽光；霧和風暴困擾着航海員和飛行員；大雷雨妨礙了正常的運輸。不過在現在，如果不算那稀有的颶風，暴雨，雹災，那麼天氣並不能給人們造成嚴重的災難。人們學會了更好地利用天氣的有益的一面，而縮小了它的危害性。

例如在農業中，採用了特種的耕作法，積雪法；培植了抗旱和抗凍的種子；選擇耕種時期，以及採用了其他種種專門方法。這樣即使在氣候不好的條件下也可以保證良好的收成。飛行員和航海員在大霧和暴風雨中則可以借助於專門的儀表將飛機和船隻順利地帶到目的地。

但是爲了要勝利地使用一切現代技術和壞天氣作鬭爭，必須要知道天氣什麼時候會起變化，什麼時候將會有什麼樣的天氣；這就是說，要會預測。人類也學會了這件事；在現在就要預言不是幾小時，而是幾天以後的天氣；更進一步，現在還能正確地作出整個季節的天氣預報來。研究氣象及其變化的這門科學，氣象學，正在不斷的發展着。

只有在學習了一切天氣現象：下雨，颶風，雷雨，霧，以後，只有在明白了這些現象的原因以後，才有可能作天氣預報。這一切在我們遠祖看來是不可理解的現象，其實本身並沒有一點神祕的地方，它們服從着自然的法則，而它們的產生也只是因爲在地球週圍包着空氣，在科學上叫作大氣層。什麼是包圍着我們的空氣海洋呢？它有多大呢？它的構成是怎樣的呢？它又怎樣使大氣變化的呢？

這本小書就要來解答這些問題。

目錄

前言	(一)
一、空氣和地球上的生命	(一)
二、空氣有多重？	(三)
三、怎樣研究空氣的海洋？	(六)
四、空氣是怎樣組成的？	(九)
五、雲是怎樣形成的？爲什麼會下雨？	(一一)
六、爲什麼會有連續的雨以及氣候因爲什麼會變化？	(一七)
七、空氣的海洋有多深？	(二一)
結語	(二八)

一 空氣和地球上的生命

每個人都知道，在我們周圍有空氣，但不是每個人都能回答究竟我們所必需的空氣是多少。如果沒有空氣，地球上也就沒有生命的存在和發展了。

一個人由生下的一瞬間直到死，不斷地在呼吸着；由空氣中吞吸着他生命所必需的養氣。僅僅一晝夜間一個人就要由肺中吐出十三立方米的空氣來。不論地面上的或是水中的動物都必須呼吸，它使生理組織保持着正常狀態，向血液中供給養氣。植物也呼吸，由空氣中吸取碳氣然後放出養氣。

沒有呼吸，就是說沒有空氣，也就不會有現在的，我們所慣見的生命形態了。

在我們欣賞着蔚藍的天空，明朗的黃昏或是黎明前美麗的朝霞的時候，應該記得，所有這些景象也都和地球上空氣的存在密切相聯。如果地面沒有空氣，那麼我們所看到的將是黑暗的天空中有一個刺眼的太陽火盆。黑夜就會隨着太陽的出沒而突然的出現和消失。現在在白天不僅在日光下是亮的，就是在日光照不到的陰影裏和屋子裏也是亮的。如果沒有了空氣，那麼只有在日光照着的地方才是亮的，而其餘的地方則完全被黑夜所統治着，僅只由鄰近被照着的地面上反射過來一點微弱的光綫。月亮上沒有空氣，這種景象我們可以在那裏看得到。

而地面上之所以顯現成我們現在所慣見的景象，這是因為由太陽發射到地面上來的強烈光柱被地

面大氣所含有的成萬萬微小分子所反射，而成爲向各方面發射的萬萬條柔和的光綫。這些分子尤其能够反射太陽光綫的青光和藍光，因而使天空成爲蔚藍的顏色。

大氣層對於我們的氣溫也有不小的影響。現在在我們的西伯利亞冬天有時可達到零下六〇度的溫度，而在夏天時常可以達到零上三〇度；就是，它在一年之中變化了九〇度。這要算是地球上變化最大的地方了。可是如果地球周圍沒有一個空氣層的話，那麼只要一晝夜之間，氣溫便要相差二〇〇度以上了；白天在日光下面，將會是非常的熱（氣溫將在一百度以上），而在夜間——就會冷得要命（超過零下百度）。

空氣的作用好像暖房裏的玻璃，它放過太陽的光綫使地面得到溫暖，同時却幾乎一點也不讓地面的溫度跑到外面去。

此外，我們已經說過，一切與天氣有關的現象的產生也都離不了大氣。雲，雨，風——所有這一切都是在大氣中生長起來的；如果沒有大氣層也就不會有它們的存在。而這些現象有多麼樣的重要，只要由下面的例子就可以看出來：每天在整個地球上通常有四千陣以上的暴雨；一陣不大的雨等於在一俄畝（約等於一畝半華畝）的面積上澆上五千桶水，而如果是熱帶的大雷雨，那麼只要一分鐘就等於澆了兩萬桶水！

現在我們可以瞭解了，如果地球周圍沒有空氣層，它將是一個什麼樣子：在完全沒有雲的黑暗天空中，掛着一個亮得刺眼的太陽，在燒着乾裂了的地面；沒有一滴雨，沒有一絲微風；在夜間則是可怕的寒冷；周圍是一片完全光光的土地（既然沒有一點潮氣，任何植物也不能存在了）。地球就要成

爲一個死的空間了。

然而，這一切都沒有發生。在我們地面上有了大氣。因此，知道它的構成，研究由它所發生的各個現象，對我們來說是多麼重要啊。

二 空氣有多重？

當我們談到某一件重量很小的東西時，時常說：『它輕得和空氣一樣。』這個比方是一種我們所慣犯的和粗心的錯誤。古代的希臘哲學家，如柏拉圖，亞里斯多德等等就已經假定空氣是有重量的，但是他們沒有找到方法來證明；因而空氣不重的觀念一直保持到十七世紀。

幾世紀以來的科學家們由於認爲空氣不重，始終不能瞭解，爲什麼抽水機能够工作，能够把水提到很高的高度上來。爲了解釋這個問題，他們就斷言說似乎這是『自然忌真空』；只要一有真空出現，自然力馬上就去把它填滿了。事實指明了這一可笑的解說是不對的。據說有一個技師爲佛羅倫斯大公托斯卡斯基的花園裝置了一架抽水機，機筒離水面的高度在十米以上。他想把水抽上來，可是沒有成功。技師跑到著名的學者伽里略那裏去向他請教失敗的原因。伽里略很從容地笑着回答說，大概自然忌真空只到一定的高度爲止吧。可是這一個偶然事件吸住了伽里略的學生托里拆利；他認真地研究了這個問題並且做了一連串的試驗，終於在一六四三年發明了現在叫做氣壓計的這個儀器，這個儀

器就是用來測量大氣壓力的。

托里拆利用水銀灌滿在一端封口的玻璃管內，然後將開口的一端倒插在水銀槽裏面。這時管子裏的水銀就要下降，但是不會流淨（第一圖）。托里拆利由這裏得出了完全正確的結論，就是說，玻璃管裏的水銀是由空氣的重量所支持着的，而壓在槽內水銀面上的空氣重量，也就等於玻璃管內水銀的重量。

但是，經過好幾年的時間，並沒有從托里拆利的肯定結論中作出什麼有決定性的試驗來。終於在一六四七年，著名的法國科學家巴斯卡想到了要解決這個問題。他叫他的住在波由得頓山脚下克列爾蒙市內的一個親戚別列進行一些必要的試驗，巴斯卡的這一試驗在一六四八年九月十九日舉行；而從那一天起空氣的重量才算最後確定了。

別列是這樣進行的：他準備了兩個托里拆利管子，在山脚下量了水銀柱的高度，將其中的一個放在原地，然後將另一管子帶到山頂上去。在九七五米的高度上他再量一下管內水銀的高度，就看到了在山頂上要比在山脚下低八耗。別列對於這一結果很覺奇怪，又仔細地量了好幾次，可是只有在準確性上有些差別，而水銀還是依然下降了。放在山下的管子中的水銀則一點也沒有改變它的高度，始終保持



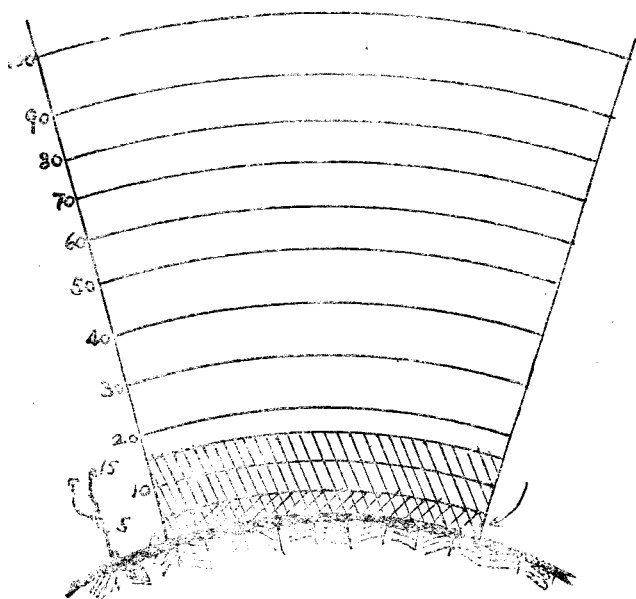
第一圖

着原來的水平。而另一個管子從上面拿下來以後，水銀也升到這同一水平上來。

由此就可以知道，空氣是有重量的；並且由於高層的空氣量較少，底層空氣壓力也要比高層的壓力來得大。

空氣以相當於深十米的水層的壓力在地面和存在於地面的人身上。這就是為什麼高過水面十米以上的托斯坎斯基大公的抽水機不能工作的原因。

我們並不注意到空氣的這一巨大重量，因為人體的組織機構已經習慣於這一壓力，而且正是在這種情況下才覺得正常。人在爬山或是坐飛機上升的時候，就會感到這種



第 二 圖

空氣重量的減少；對於這種氣壓下降，人類只能支持到一定限度，超過這個限度以後，人就會死的。

一立方米的空氣重一·三公斤；這是在海平面和溫度爲零的條件下所稱得的重量；愈高，空氣的密度愈小，重量也就愈減少。因此，在一二公里的高度上一立方米的空氣只重三一九克，就是說，只有海面的四分之一；在二五公里的高度上，是四三克，而在四〇公里的高度上——則只有四克左右（第二圖），就是說，只有海面的三二五分之一了。高空的空氣非常稀薄。

科學家計算了一下包圍地球的整個空氣重量，等於五·三〇〇·〇〇〇·〇〇〇·〇〇〇·〇〇〇。○噸。我們可以看出，空氣是非常非常的重啊！甚至於還有人不會念這個數目呢。比方說，要有這麼重的一批貨物由莫斯科運往列寧格勒，假定用一百節車箱來運，每趟走十小時，那麼得要十萬萬年左右才能運得完哩！

氣壓的變化對於天氣的變化有很重要的影響；不過並不是決定性的影響；不能僅僅根據氣壓的變化這一點來預報天氣。因此，不要去注意某些氣壓表上所寫的「下雨」，「乾燥」，或是「暴風雨」等等字樣；這些是不正確的。我們如果記得前面所寫的別列所做的試驗，那麼就很容易接受這點：氣壓表的指針並不僅僅因天氣的變化而變化，而且也依它所在的高度而變化。在航空上廣泛地利用着這一點，依氣壓表指針的變化而求出飛機的高度來。

三 怎樣研究空氣的海洋？

除了氣壓以外，還要知道與空氣特性密切相關的其他徵象，同時也要知道天氣的狀態：空氣的溫度，濕度，風的強度和方向，雲的形狀和量，雨量 and 雪量，這也是很重要的。在整個地面上有千萬萬專門的站台（叫做氣象台）在不斷地觀測着天氣，細心地記錄着它的變化。他們將這些記錄馬上送到中央台去，由那裏集中起來做出天氣預報。

一開始的時候氣象台只進行地面附近的觀測。可是，既然空氣擴張到了幾千米以上的高空，那麼不難瞭解，這種觀測是不能夠全面決定整個空氣海洋的狀態的。因此很久以前氣象台就想獲得更高氣層的記錄。於是把氣象台建築到山頂上去。高加索愛爾布魯斯山頂上的氣象台和帕米爾費特欽柯雪山上的氣象台達到了將近五〇〇〇米的高度。

可是這樣一來，大氣現象受到了山的影響；就是說，這樣不能達到我們主要的目的——獲得氣層狀態的正確報告。於是氣象家們採取了另一種辦法：他們設計了一整套的儀器，直接由高層大氣中獲取材料。

爲了要知道各個高度上風的情形，人們將叫做飛行球的盛着輕氣氫——輕氣——的小橡皮球放到空中去，然後從地面上用特殊的儀器觀測它的移動，就求出了不同高度上的風向和風速。

爲了要獲得大氣中其他方面的材料，人們於是向空中放出比飛行球大些的帶有降落傘的氣球，上面掛着記錄溫度，濕度和氣壓的各種儀表。上升到高空以後，氣球就會破裂，而儀表就吊在降落傘上安全地落到地面上來。就這樣用這種叫做「探測氣球」的方法可以得到直到四〇公里高度的氣象情況。

這種方法的缺點就在於：風把儀表吹得很遠，時常掉在偏僻的，人烟稀少的地區；有時候儀表會根本遺失了，或是已經過了很久的時間，記錄已經弄壞了。爲了避免這一點，科學家們於是求助於無線電；在探測氣球上按裝着小小地無線電發報機，不斷地向地面發出訊號來。利用這種『無線電探測』，我們就可以當儀表在空中飛行的時候，得到有關大氣狀況的一切必需報告。蘇聯在本世紀二十年代才開始有系統地，大量地採用無線電探測；現在已經應用得很廣泛了。

前述這些方法的共同缺點就是不能由人來參加觀測。不管儀表怎樣好，也只能記錄某些天氣現象上的機械數字。因此很久以前人們就努力想要親自升到儘可能高的大氣層中去。最初人們只能坐着輕氣球上去；可是觀測者坐在氣球的敞口吊籃中，只能上升到比較不高的高度上——六—七公里。

隨着航空事業的發展，人們又開始用飛機來研究大氣。在現在，各個中央氣象站已經廣泛地在使用着這種方法並能迅速獲得詳盡周密的觀測成績。但是就是坐飛機也只能達到不很高的高度——七八公里，只有在個別情況下可以到達二二—二四公里。

爲了飛得更高，又設計了更完善的氣球，叫做成層圈氣球。

成層圈氣球是一種大氣球，裝置有不透空氣的金屬的座艙——吊艙。這種設備以及其他一切技術上的設備使得吊艙中的觀測者不致因上升到高氣層而感到重大的不便，並可以進行必需的觀測。最高的高度是一九三五年一月一日在美國史蒂文生和安德爾生所到達的二二〇六六米。這一高度要和探測氣球和無線電探測所達到的高度比較起來，可說是不高而且比它們低得多。

現在科學家和工程師們正在努力設計更完善的器械，使人們能飛到那更高的，還未去過的空氣大

洋裏去。

四 空氣是怎樣組成的？

空氣是一種氣體，可是它是一種單一的氣體呢，還是由幾種氣體所組成的呢？我們知道，人類呼吸的時候要從空氣中吸取養氣。我們也知道，植物吸收的是碳氣。可見，空氣中是有這兩種氣體存在的。可是由試驗中證明了空氣中還包含着一些其他的氣體。含得最多的是淡氣，氮（百分之七八），其次是養氣，氧（百分之二一）。其餘的各種氣體共佔百分之一。

這是低氣層所求出來的空氣組成。是不是整個空氣海洋，在各個高度上都是這樣的呢？

大氣中每種氣體都獨自存在而不和其他氣體相結合。既然各個氣體的重量都不相同——有些較重，有些較輕——科學家們就假定大氣的組成是隨着高度而有巨大變化的。按照他們的意見，最重的氣體應該是在大氣的最低層，而比較輕的，則在上面；在第一層上的是淡氣，養氣，在第二層的是輕氣和氮。這樣說來，我們所處的大氣底層因為淡氣的存在而可以叫做淡氣層，而高氣層則應該叫做輕氣層或叫做其他輕質氣體的層。

這樣做法，只有在高層空氣沒有強烈對流的條件下才是合理的。

曾經假定說，一五——一七公里以上，就沒有對流了；而從那裏開始氣體就按照其重量而排成一層

層的了。可是，成層圈氣球第一次上升就肯定地推翻了這個假定。在所能達到的一切高度上（就是說，直到二二公里），大氣的組成都和在地面上的大氣組成完全一樣。這樣就可以假定說，氣體的對流直到很高的高度上還是有的。不過直到現在我們還不能直接獲得很高的高空（離地面幾百幾千公里）上的材料，目前還無法知道那裏的空氣組成。

我們至今為止所談到的空氣的組成都是講的乾燥空氣；而由於洋，海，湖，河的蒸發，大氣中總是有着水蒸氣；植物也在放出水分。空氣所含的水氣量變動得很大——由幾乎完全沒有到佔整個體積的四分之一。水氣含量的變化就成了大氣層中一切天氣變化的有決定影響的因素。在一〇——一七公里的高度以內；都含有大量的水氣；也就是在這一氣層內，形成了雲，霧，雨——一切這些現象都是和水蒸氣數量和形態的變化相聯繫着的。

我們還記得，太陽光綫很容易地就穿過了大氣層；它並不使大氣變熱而是直接使地面變熱的。可是由地面所反射出來的太陽光，則幾乎全部被大氣所吸收。事實證明，吸收了日光的熱力的，正就是水蒸氣。由於這一點就可以說，空氣的作用好像一床被子，蓋在地球面上，使它不致於變涼。可是既然吸收和保存由地面反射出來的熱力的水蒸氣，都停留在地面上——一〇——一七公里的氣層中，那麼由此也就可以說明：為什麼下面比較暖和，一升到高空就變得很冷。

在高空完全沒有水蒸氣，或是水蒸氣量少得微不足道地方，那裏的溫度就下降得非常多。法國科學家鐵謝開德波隆一九〇四年發現了這一現象。他把探測氣球放到高空去以後，就看到在達到一定高度以後，溫度不再是等速地下降，而是保持着幾乎穩定的狀態。

於是就分出了低層大氣層；在這一氣層上溫度和水氣量都是變動着的；雲和其他天氣現象也都在這一層中出現。這一個氣層叫做對流圈（Циркуляция 由希臘字「轉換」和「蓋」兩個字而來）。在這上面的一層就叫做成層圈（Стратосфера 由拉丁字「層狀的」而來）。

它們的界限在兩極和在赤道上是不同的；它們的高度在冬天也和夏天不一樣。對流圈在赤道地方達到一五——一七公里，而在兩極則只有九——一一公里。

很久以來一直認為成層圈是一個氣溫變動很少而又沒有風的氣層。可是後來年代中的觀測，證明了這一見解是錯誤的；而更進一步歸納許多因素和研究高氣層的結果，肯定地改變了我們對於成層圈的認識。

成層圈達到大約八〇公里的高度；再往上去就是一個新的氣層了，叫做離子圈（Ионосфера）。關於它我們遲一些再談。現在我們却應該記住：雖然只是在對流圈中才有天氣變化，可是它影響到了整個空氣的海洋。

五 雲是怎樣形成的？ 為什麼會下雨？

我們都知道，天氣是多麼地變化無常。有時是幾個乾燥而晴朗的天氣，有時却又接連幾天下着看

來好像不會停止似的雨。有的時候在一天之中天氣突然變化好幾次。

爲什麼天氣會有這些變化呢？在什麼情形之下才會下雨呢？空氣中又是從那裏來的這麼多的水呢？它是怎樣保存住的呢？我們試試由飛機上倒下一桶水看；它在空氣中是一秒鐘也站不住的。那麼怎樣能在雲中長久地保存住幾千桶的水呢？

我們已經說過，在空氣中經常存在着水蒸氣。如果你問一個人說，你看見過嗎？他一定說是看見過並且立刻舉出雲和霧來。可是這是不正確的。空氣中的水蒸氣是看不見的；而我們所看見的雲和霧這類東西，乃是很小很小的水點。

正如我們前面所說的，水蒸氣是山海，湖，河面以及地面上和植物上蒸發到空氣中來的。這種蒸發不一定要有沸騰，也不是需要有很高的溫度才會發生；潮氣就是在低溫度甚至在冰點的時候也會蒸發，或是叫做乾燥掉的。這一點家庭裏的婦女們知道得很清楚，她們在冬天零度的時候也能把衣服晾乾的。不過在高溫和乾燥的空氣中水蒸發得比較快。這就是說，空氣的溫度愈高，所能容納的水蒸氣也就愈多。各種溫度上一立方米的空氣所能容納的最大限度的看不見的水蒸氣，排列如下：

零下三〇度	〇·五克
零下二〇度	一·〇克
零下一〇度	二·五克
零度	五·〇克
零上一〇度	九·五克

零上二〇度

一七・〇克

零上三〇度

三一・〇克

如果在一定的溫度上，空氣中所含的水蒸氣過多了的時候，那麼水氣就要變成小水滴，就形成了雲和霧。

假定有這樣一個情況：在零上二〇度的時候，已經算出了空氣中所含的水氣量，比方說是，每立方米一五克。這不算多，因為空氣在零上二〇度的時候可以容納一七克的水蒸氣。現在假定，空氣變冷了，而溫度下降到了零上一〇度；這時水蒸氣會怎樣了呢？我們從表上可以看到，在零上一〇度的時候，一立方米的空氣只能容納九・五克的水蒸氣，可是我們現在有了一五克，這就是說，多了五・五克；這個多出來的一部分向哪裏去呢？它就結成了水點，就成了雲。

爲了更確信這一點，讓我們看一看水壺的沸騰吧；我們可以看見，靠近水壺嘴的空氣是透明的，而白色的蒸氣霧則是出現在離水壺有一點距離的地方。如果我們把手伸到壺嘴邊沒有白霧的地方去，立刻就會感到非常的燙，而且手上就會佈滿了水點。現在再把手伸到白霧裏面去試試看，那麼手上也會佈滿了水點，可是燙的程度却比那個差得多了。

這說明什麼呢？第一次我們把手伸進去的地方是純粹的水蒸氣；那裏的空氣燙得很，而水蒸氣還沒有到飽和的程度，因而是看不見的。一旦碰到了手，就冷卻起來，在手上結成了許多小水點。可是離水壺遠一些的地方比較涼，那裏也就不太燙；可是這樣一來，那裏的水蒸氣也就變成了小水點，形成可以看見的霧了。在自然界中也是由於空氣的冷卻而形成了雲的。

爲了更好地瞭解這一點，我們來想一想炎夏的一個好天氣吧。在這樣的天气裏，早晨有着晴朗的天空；太陽強烈的照耀着，漸漸使一切都變熱了。將近中午的時候，天邊出現了零碎的稀薄的雲；漸漸地這些雲增多起來，變厚起來，可是形狀仍然是一塊塊的，『堆積』——因此也就叫它做『積雲』。到了傍晚，雲又漸漸稀少起來；太陽下山以後就完全沒有了；在我們頭頂上又是滿天星斗了。

爲什麼只在白天會形成一堆堆的雲，而一到夜間又消失了呢？

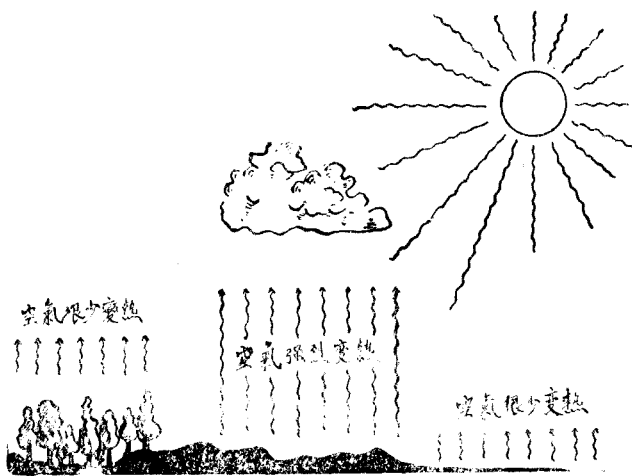
這個原因就在於太陽照熱了地面；對於不同地區，受熱的程度也是不同的。耕地比長滿植物的地要受熱得多一些；樹林和水受熱更少（第三圖）。如果太陽晒得很厲害，那麼靠近受熱較多的地的那一部分空氣，也比別的部分更熱，也就變得比它鄰近的空氣更輕，因此就要開始上升，『浮起』到上面來。這時它會飛得很高——二公里以至更多。可是我們已經講過，在這個高度上的空氣要冷得多；我們的大氣泡到了這個地方以後，大大地冷卻起來，而它所包含的水蒸氣，一部分就要變成很小的水點了，這就是我們所看見的雲。到了傍晚的時候，空氣的受熱和上升都停止了；隨着夜的來臨，地面變得很涼，空氣也變涼了；升到上面去的空氣又下降並且又變暖了；這時水點又變成了看不見的水蒸氣，雲就消失了。

有時在炎熱的日子裏，有大量的『空氣泡』——上升得很高——達到好幾公里。在這種情形下，就會形成高的，暗色的雲，時常遮蔽整個的天空。空氣變得很悶。最後來了一場大雨，並且很快就過去了。以後立即透露出不斷擴大着的蔚藍色的天空；雲漸漸淡薄，到傍晚時候就完全沒有了。夜依然是晴朗的。

產生這兩種現象的原因是一樣的；只是在第一種情形中程度較輕，第二種情況中程度較重一些。

由以上所講的就可以總結起來說，不管是雲，是雨，都是由於空氣的上升和冷卻而形成的。事實上也是如此。可是，有雲，甚至有很厚的很多的雲的時候，為什麼不都下雨呢？

這就要決定於雲的性質了。如果我們去冷卻一團含有大量水蒸氣但是却是絕對乾淨的空氣，那麼即使讓它冷到足以使水蒸氣凝結的溫度以下，還是不能造成雲或霧。可是如果我們再試驗一次，同時放一些塵土或是烟到這團空氣裏去，那麼很快很快就能造成了雲和霧。問題就在於，空氣中必須有很小的固體或是氣態的分子存在，才能使水蒸氣變為水點。水就凝結在它們上面。在我們地面上總是有着大量的塵埃，海水噴出來的鹽粒，烟以及其他的分子。每一顆這樣的分子



第 三 圖

都可以保存住大量的，比它本身大二〇—四〇倍的——水。而且不管怎樣，雲裏面的水點總是很很小的，比雨點要小好幾百倍呢（第四圖）。

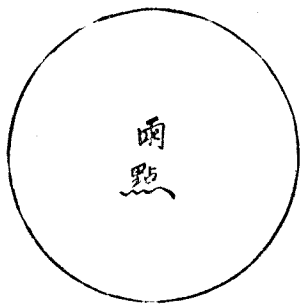
那麼像暴雨這樣的大雨點又是怎樣形成的呢？最初人們設想，這是由許多小雨點結合而成的。可是計算的結果，說明要形成像暴雨那樣的雨點，需要好幾晝夜的時間；而我們知道，在實際上由暴雨雲的出現到下雨，至多不過兩小時。

挪威科學家貝哲隆解決了這個問題。他指出，如果在空中有冰粒和水點同時存在，這就是說，雨點是在氣溫為零度以下的高度上形成的，這時候暴雨就會落下來。

讓我們回想一下，夏天的雨是怎樣開始的吧：天上形成着大塊的積雲；它已經堆得像座大山一樣了，可是雨還是沒有下來；雲頂繼續上升，已經不那樣粗糙了，好像一塊大幕布。這就是說，雲已經達到氣溫為零度以下的氣層上了，而雲的頂層已經凍結了；雲中的水點已

經變成了冰粒。此後不久，很快就下起暴雨來了。

水點附着在冰粒上非常非常的快；只要有十五—二十分鐘就夠了；同時冰粒的重量也就大大地增加，於是就不能停在空中，而落了下來。它一路上撞擊着水滴，將它們吸收進來；這樣就更增加了它的重量，使它更快地飛到地面上去。如果下面的氣溫相當高，那麼水點的溫度也隨着下降而增高，而



第四圖

水就逐漸地溶化了冰粒；那時落到地面上的就是大水滴，而不是冰塊了。冬天不會是這樣的；下到地面上來的是雪。可是也有這種情況，在夏天的時候，有時冰粒在空中來不及溶化就落到地上來了，這就成了雹子。雹子通常都很小，不會有什麼大的害處，但是偶然也有很大的雹子。比如一九二六年在奧德賽下雹子，有的竟到了三〇〇克（等於五分之三斤）。這種雹子就要成災了，打壞莊稼，打死牲畜，打穿房頂等等。

有時隨着暴雨一起的還有閃電，雷鳴。產生這些現象的原因就在於：雲中的水滴帶有不同的電荷，這些電荷儲藏在雲的各部。它們不時穿過空氣，在雲與雲和雲與地面之間發出火花（閃電）來。我們能聽見電火花穿擊空氣的爆炸，可是這個爆炸經過回聲和共鳴，聽起來就成了繼續很久的轟動了。這就是雷（國家技術理論出版局一九四六年出版的斯切高爾尼可夫的小書『雷與閃電』談到這些問題）。

六 為什麼會有連續的雨以及 氣候因為什麼會變化？

在談到雲的形成和為什麼會下雨的時候，我們提到了夏天的短促的陣雨。可是我們知道，有時也有那種連續下好幾天不停的雨；這又是怎樣來的呢？

爲了要瞭解這一點，我們可以看看山地的情景；時常在高山頂上有雲並且下雨，可是周圍却是晴

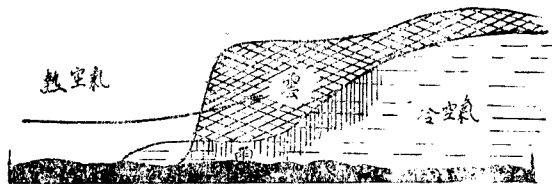
天；這種情況住在山區的人都很熟悉。這種雲的形成是因為沿着山坡上升的空氣冷卻以後，其中所含的水蒸氣就變成了雲霧狀的水點。在這種地方空氣的上升運動要繼續很久，而雨也就變為連綿不斷的了。

可是為什麼在根本沒有山的海面或平原上，也會有這種連綿的陰雨呢？而且在開闊的地區我們也時常遇到這種天氣。是不是它們是由別的方法所形成的呢？也許在這裏不需要什麼空氣的上升和冷卻吧？

不是的。在這種地區雨的形成和剛才所講的完全一樣。熱空氣也一樣地要上升，好像爬山一樣；只不過山的地位在這裏是被鋪在地面上的寒冷的，沉重的，很厚的冷空氣堆所代替而已。爬上這一個冷氣堆的熱空氣仍然受到了冷卻，其中的水蒸氣就變成了雲；最後，如果空氣升到了一定的高度上，就要下雨了（第五圖）。

我們前面講過，地面上各種部分受熱的程度是不相同的：乾燥地面受熱快，可是也冷得快；水面受熱很慢，可是放熱也放得很慢；樹林和草原比乾燥的光禿地面受熱來得慢些；其他依此類推。

可是地面的受熱，主要還決定於日光如何照射：照射得愈直，對地面也晒得愈有力。中午總是要比早晨和傍晚熱一些。在赤道地方，太陽全年都照在頭頂上，那裏要比兩極地方熱得多；在兩極上的太陽，很少升出地



第五圖

平繞上來。

由於地面上各個地區受熱的不等，聯帶着地面上的空氣受熱也不相等了。北方的空氣比較冷，熱帶和赤道的空氣就比較熱。陸地上夏天比水面熱，而冬天就比較冷。

然而由地面反射到空中的還不僅僅是熱力而已。接近乾燥地面的空氣充滿了灰塵沙土；接近海洋湖沼的空氣則充滿了水分。因此，接觸地球表面上不同地形的各部分空氣也就帶上了不同的性質。在夏天，海面上的空氣總是比那乾熱的土地面上的空氣來得更乾淨，更涼，更潮濕；因此叫做海洋空氣。而夏天地面上（大陸上）的空氣却是乾燥而又很髒；這種就叫做大陸空氣。

這些帶有一定特性的空氣塊或叫空氣部分，就叫做空氣團。

氣團不是永遠停留在一個地方的，而要移動到很遠的地方去。這也正是由於它們具有不同的特性，而首先就是，不同的溫度。

我們記得：如果冬天我們開開門由暖的屋子裏走到院子裏去，那麼就會由外面向屋子裏迎面吹來一陣冷空氣。不過這陣冷氣是沿着地板進來的，而在門上面却會有一陣熱氣由屋裏跑到外面去。要證明這一點很容易，只要拿兩枝點着的蠟燭，下面一枝放在門檻上，上面一枝拿在手裏；下面一枝的燭焰吹向屋子裏來，說明這裏的冷空氣正由外面移動到屋子裏來；而上面一枝的燭焰傾向外面，那裏的熱空氣正在由屋子裏向外面跑出去。

地面上的情形也是如此。冷空氣既然比較重，總想努力佔據比較輕的熱空氣的位置而把它擠到上面去；熱空氣則要上升，爬到冷空氣的上面去。氣團在地面上的流動就成了我們所感覺到的風。

運動着的氣團相當長久地保持着自己的特性；它逐漸地，緩慢地變化着。

現在讓我們設想：夏天的時候有一個氣團停在我們這裏好幾天；它很熱，充滿着灰塵，因而使我們這裏的天氣變得又乾又悶熱，空氣很混濁。過後它走了；在它的位置上來了一個新氣團，比方說是從北部的海面上來的。這個氣團在海面上走了很遠的路，因而本身變成很涼，很濕，又很乾淨，因為在海面上是沒有灰塵的。它劇烈地改變了天氣：不再是悶熱乾燥，而變為涼快，潤濕的天氣了，空氣也變得明朗了。

我們在春天時常見到這種情況；這時在夜間時常有霜；這就是說，由北部向我們吹來了寒冷的空氣。

因此，天氣狀態和它的變化每一次都是決定於現在在這裏是什麼氣團，來代替它的是什麼氣團。當兩個氣團——熱的和冷的——相遇的時候，它們並不彼此混合；它們之間長時間保持着嚴格的界限；這個界限叫做『前綫』。這時冷氣團就要鑽到熱氣團下面去，把它舉起來；而熱氣團就要順着冷氣團爬到上面去。這時在『前綫』上就會發生劇烈的天氣變化：形成了雲，開始了長時間的，全面的下雨。

為什麼夏天的時候空氣上升只會造成短促的暴雨，而熱空氣升到冷空氣上面去却會造成連綿的陰雨呢？這點是由兩種情況下空氣上升的速度不同，以及上升的空氣量不同而來的。在炎熱的天氣中只是一個不大的『空氣泡』很快地升到上面去，雨也只是從那裏面落下來的；因此它是突然開始的，很猛烈，可是很短促。

沿着冷氣團爬上去的却是大量的熱空氣；正由於它佔了很大的空間，又爬得很慢，因此每次的兩都要下好幾點鐘。

七 空氣的海洋有多深？

我們剛才研究了在低氣層——對流圈——中所發生的一些最主要的現象。現在我們要到更高層——成層圈和離子圈上去。它們和我們的關係不僅僅因為我們要研究包圍地球的整個大氣圈（否則我們就不會全面瞭解其中所發生的一切現象），而且還因為很快就要在這些高度上進行超速度飛行了。至今為止，氣象儀器對於地面大氣圈只探測到不很高的四〇公里的高度。我們所獲得的關於大氣狀況的直接材料也只到這裏為止。不過我們還有別的辦法，使我們對於更高氣層的情形能夠做出一些結論來。自然，這些結論的很大部分至今還只是假定而已。

人們很早就注意到一種明亮的雲，叫做『珠母雲』；它們的高度約達到三十公里，就是說，它是在成層圈上的。由於這種珠母雲的明亮外形和五光十色，使人們得出結論說：這種雲是由超冷卻的水點和冰粒所構成的，即是和對流圈中通常雲的結構相一致的。這樣一來，就要承認在這樣的高空中也有水蒸氣的凝結現象。可是因此就應該是：在這樣的高度和對流圈中一樣地也有空氣的上升，因為只有這樣才能使空氣獲得足以形成雲的冷卻。

一八八五年又獲得了更高氣層上的新材料。在這一年的看到了一種「夜光雲」，非常明亮，細緻，透明，在高空很快地飛了過去。一八八七年終於準確地測量了它的高度；高度等於地面上七〇—八〇公里；而它運動的速度達到了每秒一百米。當時也解釋了產生這種雲的原因。還在一八八三年的時候，克拉卡道火山（在爪哇與蘇門答臘島之間的宗德海峽上）發生了一次大的爆發，噴射得很猛烈，將火山石和水蒸氣噴得很高很高。火山爆發以後的好幾年中，地球上的許多地方都能看到一種很亮的，光彩美麗的霞光。人們說這是因爲在大氣中存在着火山中噴出來的石粒的緣故。人們也同樣用這些石粒子來解釋那個夜光雲。

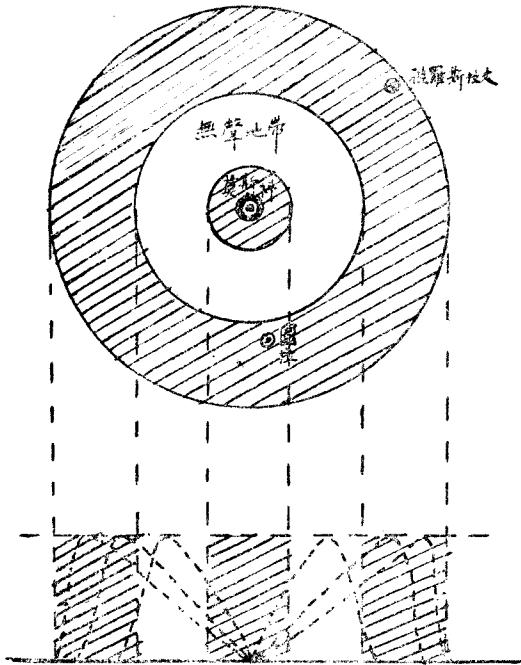
然而，在以後幾年中在另外一種情況下，又看到了好幾次這一種夜光雲。比方說，在一九〇八年六月三十日落下了著名的通古斯克隕石以後，就看見過這種夜光雲。夜光雲在這種情況下的出現，使我們只能假定說：它的生成必須有着微細的火山沙粒或是由太陽照明着的行星系中的沙粒（即是，由宇宙中落到我們這裏來的沙粒）的存在，才有可能。

可是當我們更注意一些地去觀看夜晚的天空的時候，就發現每年都看見了夜光雲；而且它時常要在天空中停留好幾天。現在雖然很久沒有什麼新的，猛烈的火山爆發了，可是已經看到了大量的這種夜光雲。因此就成立了這種假說：夜光雲和對流層中的雲以及珠母雲是一樣的，都是由水蒸氣所構成的。這樣一來就要大大地改變了我們對於高層大氣的假說。這就是說，在甚至七〇—八〇公里的高空中，水氣雖然少得微不足道，却總是存在着的；而那裏的空氣也上升，冷卻，並且形成雲。

另一種研究高層大氣的方法就是聲震法。維凱維支教授一九二〇年五月九日在莫斯科用砲轟試驗

了一次（爲了研究高氣層，以後專門設計了一種爆炸）。最初在接近爆炸的一定地帶內可以聽見聲音，以後就聽不見了，再以後又能聽得很清楚了。在莫斯科的這次爆炸中，正常的可聞區是六〇公里半徑的地帶；以後就是大約寬一〇〇公里的無聲地帶；再以後就又能聽見爆炸聲音了（第六圖）。科學家想要說明這一現象，於是就做出了非常有趣味的結論。事實表明，聲音的傳播只能是由高氣層的反射而來。假定說，反射發生在四〇—六〇公里的高度上。然而氣溫隨高度而變化的情形大概是這樣的：在一〇—二五公里上，應該是零下五度；在三〇公里上，是零下五〇度（這點可以用觀測來求得），但是到了四〇公里上，溫度就應該變爲零上一五度；而到了五〇公里，就甚至會達到零上六五度了！雖然還沒有測量過在這樣高空中的氣溫，而它們的數值也還未能證實，可是無論如何，聲音的反射無疑地指明了在四〇—六〇公里的高度上仍然存在着相當濃厚的大氣。

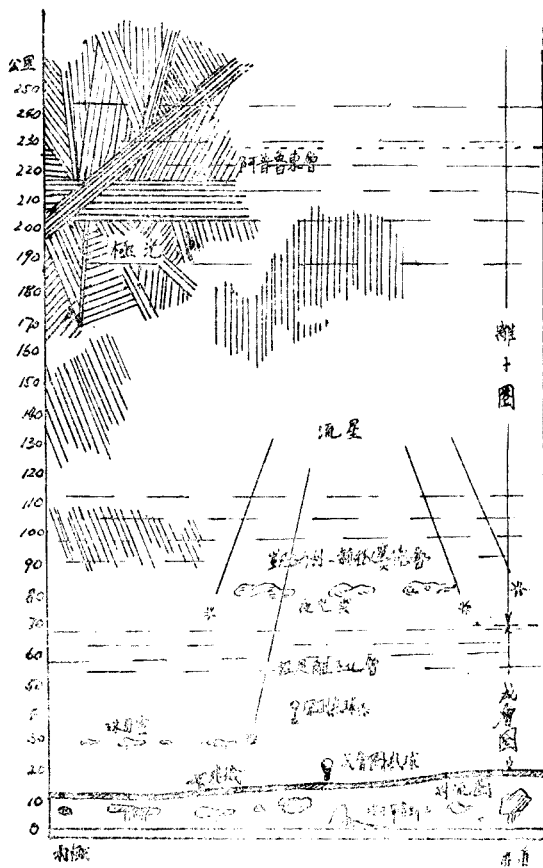
很早以前就利用了『流星』來判斷極高空大氣的密度和特性。這是一種由宇宙空間落到地面上來的不大的固體；有時會造成一陣流星雨。科學家們發現；可以看見流星——或是叫做隕石——的高度是從一三〇到八〇公里高，而在一〇〇到三〇公里的高度上，它們就消失了（第七圖）。它們的運動速度很大；達到每秒七〇公里。有時我們能看見亮得耀眼的流星，叫做隕星。這些隕石都小得很；通常不超過一耗。可是它的運動速度使空氣和隕石本身發生大量的熱並且因此而燃燒；我們所看見的流星乃是戴在隕石上面好像帽子似的熾熱的氣體。研究隕星的運動速度，它的質量以及燃燒的快慢以後，得出了很有興味的結論，證實了以前我們關於高氣層氣溫和密度的見解；它證實了，在這樣高度上的空氣溫度應該接近於零上三〇度。



第 六 圖

碩星還供給了我們一些其他的材料。我們觀察了許多碩星的運動以後，就發現它們在以高速度移動着；在三〇—八〇公里的高度上是向東移動，而在更高的地方，却向西移動。這就是說，甚至在那樣的高度上，也颳着強烈的風。

從霞光的研究中也得到一些關於高氣層的材料。傍晚太陽沉下地平綫去的時候，它的光綫還繼續照射着地面上的大氣，一直照到很高的高空，再經過亂反射，又回到地面上來。根據日落後的霞光反射，可以不費力地計算出太陽光所照射着的大氣層的高度來，十三



第七圖

世紀阿刺伯的科學家阿爾特卡贊就曾試過。他看到，霞光不是等速地暗淡下去，而是經過三階段的。第一階段是在太陽落到水平綫下八度的時候；這時反射氣層的平均高度是十一公里，相當於對流圈的平均高度。隨着太陽的下沉到十八度的時候，霞光突然暗淡起來，這時反射氣層的高度是八十公里（成層圈）。最後，太陽光完全消失的時候，是照在二百公里高的空氣層上。

無綫電訊的發展使我們能够研究與大氣圈直接有關的許多很有趣味的問題。曾經發現，無綫電訊號所能達到的距離要比它的電力所能够到的距離遠得多。這情形也和爆炸波浪的情形一樣：先是一個直接聽到無綫電波的地帶，然後是個無聲地帶，再是一個新的聽得很清楚的地帶。在現在已經很仔細地研究了這些現象；它們的產生也指明了正是在各個高度上，具有各種特性的大氣層，反射了無綫電波。

整個大氣中含有着帶陽電和帶陰電的分子，叫做離子。在低氣層中的高壓力下，陰離子通常不能存在很久。可是在高空空氣很稀薄；陰離子不僅能够長久存在，而且它們的數目還會大大地增加起來。也就因此高氣層才叫做離子圈（*Ионосфера* 由希臘字「流離」而來）。

在某些高度上陰離子生長得更快；這就很影響了無綫電波的傳播並且形成了前面所說的電波反射。這樣的氣層最著名的有兩個：凱納利二赫微賽德層和阿普魯東層，都是根據研究它們的科學家而命名的。凱納利——赫微賽德層在八〇—一〇〇公里的高度上（第七圖），阿普魯東層則在將近二〇〇公里的高度上。以後又發現，在一定的條件下，阿普魯東層會分裂成兩層；這時候下面一層的高度是一八〇—二〇〇公里，上面一層的高度是一五〇—三、五〇公里。

同樣也發現了比凱納利、赫徹賽德層較低的一層。這一層在五五—六五公里之間，就是在成層圈上。它的反射性比凱納利、赫徹賽德和阿普魯東層來得小。

在某種情形下根據無線電波的反射算出在很大的高度上——一〇〇〇公里，還存在着一個反射層。不過要證明這一個結論還差得遠。

在研究極光中，也獲得了豐富的成績。在南半球和北半球的高緯度上時常看見這種極光（有時錯誤地叫它做北極光）。很久以前就算出了它離地面的高度。各種型式的極光，它們的高度也是固定的。例如有一種叫做「天幕」的極光，就是說它的樣子像一塊懸掛着的光綫織成的幕布，它的高度是三七—三七〇公里之間。另一種極光像是一根整個的弧，其中看不出什麼光綫來；這種極光通常在五〇〇—七〇〇—一〇〇〇公里的高度上。因此，就是極光也證實了在這些高度上仍然存在着具有相當密度的大氣。

而反射藍色到天空中來的氣層，經計算它的高度，竟有二〇〇〇公里之多！

現在我們可以看到，發生我們所觀察的許多物理和氣象現象的大氣層，只不過是整個地面大氣圈的一部分；可見地球大氣圈的高度是非常的大。的確，我們只是住在廣闊的空氣海洋的海底上而已。

結語

我們已經簡要地談過了包圍着我們的空氣是什麼，在它裏面主要地產生一些什麼現象。所有這些僅僅是用物理上的原因來加以說明。科學家們不僅僅說明這些現象，還要學會預言它們的發展，因而預言未來的天氣。人類靠着這個，現在正勝利地戰勝着壞天氣的危害，並更好地利用着好的天氣。

可是科學離解決一切與大氣有關的問題還差得遠哩。有許多問題直到現在還是個謎。

你們看看第七圖，就可以看見，圍繞着我們的空氣的海洋是多麼的深，而人類所達到的高度又是多麼的小啊。研究得最清楚的也只是最低的一個大氣層——對流圈。不錯，這個氣層很重要，因為一切天氣的變化都正是在這裏發生的。可是在它上面有幾百公里瞭解得很少甚至完全不瞭解的空氣層，也同樣是很重要的。關於這些氣層所得的材料是不充分的而且時常是可疑的。因此現在科學家們正在集中自己的一切知識和精力，要鑽到空氣海洋的未曾開發的部分去，要對於地球上的整個空氣圈獲得更明確的認識。

更詳細地研究對流圈以上的氣層使我們可以更準確地在短時期以至長時期以前做出天氣的預測來。

成層圈——對流圈上面的氣層——又是一個將來要進行超速飛行的地區，它比對流圈要有利得

多；在對流圈中由於天氣不穩定，以及空氣密度大，嚴重的障礙了飛行。成層圈飛機在成層圈中飛行可以達到每小時一千公里以上的速度，而火箭式飛行機更可以達到每小時兩千公里以上。在這方面已經努力了很多，而成層圈飛行的真正實現——也只是不久將來的事情而已。

研究離子圈使我們能夠改進無線電通訊，增大它的距離。

最後，對於整個大氣圈有了更完全的知識以後，就可以進一步談到『製造』我們所需要的天氣的問題了。目前人類還沒有這個本領；我們現在的動能還不够做到這一點。可是，如果發現了新的動能，例如說原子能的使用，就能馬上改變整個局面。

研究我們的空氣海洋尤其是它的高層，會聯繫到其他許多有趣味的而實際上也很重要的問題；只不過我們這裏沒有地方來把它們一一列舉出來。

各個國家的科學家們正在為解決這些困難任務而工作着。我們蘇維埃的科學家們在這件事業上也佔據着一個領導位置。讓我們努力吧！



空氣的海洋

1048.10.初版 佳,10060。

基本定價：70元