

大众科学识丛

空气和它的应用

(苏联)格聶德珂夫



科学普及出版社

大众科学译丛之 18

空气和它的应用

〔苏联〕格森德珂夫著

黄 陆译 林梅鹏校

科学普及出版社

1958年·北京

本書提要

空气是我們非常熟悉的一种物質，它不仅是动物和植物生活所必需的，而且在国民經济各个部門的应用，也愈来愈广泛了。

本書首先扼要地說明了空气的性質，人們对空气所进行的研究，它和人类的密切关系以及它在我們生活和工業方面所占的重要地位。書中的第二部分着重地敘述了空气的各种实际应用以及利用空气来工作的机器和设备等。

此外，还对液体空气——一种工業上極重要的原料作了簡單的介紹。

总号：995

空气和它的应用

ВОЗДУХ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

原 著 者：Н. В. ГНЕДКОВ

原出版者：ГОСТЕХИЗДАТ 1957

譯 者：黃 曉 曉

校 者：林 海 鵬

出 版 者：科 学 普 及 出 版 社

(北京市西城門外柳樹溝)

北京市書刊出版業登記證出字第091号

發 行 者：新 華 書 店

印 刷 者：北 京 市 印 刷 一 厂

(北京市西城門南大街乙1号)

开 本：787×1092 1/32 印張：1 1/4

1958年12月第 1 版 字數：20,000

1958年12月第 1 次印刷 印數：12,050

統一書号：15051 180

定 价：(9) 2 角

24
K326

目 次

緒 言	1
I. 大氣層	5
1. 大氣層的結構	5
2. 大氣的組成	10
3. 空氣的性質	13
4. 風能	16
II. 空氣在國民經濟中的應用	20
1. 如何獲得與儲存壓縮空氣?	21
2. 在冶金工業中壓縮空氣的利用	25
3. 水下工作	29
4. 氣動工具	34
5. 煤的地下氣化	35
6. 空氣制動器	37
7. 空氣的調節與通風	38
8. 液態空氣和它的性質	40
9. 液態氧, 它的獲得、性質和應用	42
10. 液態空氣的工業提制	46
結束語	48

緒 言

每个人都知道，空气是生命所必需的。地上和水中的一切有生命的东西都要呼吸空气。大家都知道，几分鐘沒有空气，人便不能活下去。在1小时内，人要吸入將近500公升的空气。沒有空气，植物也不可能生活。

我們的地球，被几百公里厚的空气層包围着。这个空气層叫做“大气”。

与天气有关的各种現象，像云、霧、下雨、降雪、颶風等等，便發生在大气中。正是由于有空气，才会發生这些現象。

我們看見天空的顏色是淡藍的，这也是由于大气的关系。我們都知道，白色的光实际是由許多有色的光集合組成的。

陽光中淡藍色的光則最容易透过空气。

我們可以假想一下：如果在地球上沒有空气存在，那么会怎样呢？那时，在黑暗無云的天空里，我們只会看見刺目的太陽。四周是一片寂靜。不管往那兒瞧，就是一个光秃秃，死气沉沉的地球，也沒有雨。

白天，在地球上只有陽光直接照射到的地方，或者由某一物体把陽光反射到的地方才是明亮的。陽光直接或反射不能傳播到的地方則完全是漆黑的。地球上將沒有黃昏和黎明——只要太陽一落下地平線，黑夜便馬上来临；太陽一升上来，黑夜便立刻消失。

夜里，地球表面的温度会降到 -100°C 以下。大家都知道，包围着地球的空气能够保藏地球發散的热。

这就是空气在我们生活中的意义。

人们从古时起就在竭力研究大气层，探明它的厚度、结构、成分，查明空气的性质。

俄国科学家在研究“大气海洋”方面，是走在最前面的。

伟大的科学家、俄国科学院的第一个院士，米哈依尔·瓦西里叶维奇·罗蒙诺索夫奠定了在现代科学中有巨大意义的气体动力学理论的基础，依照这个理论，他最先对“空气弹力”作了正确的、有科学根据的解释。罗蒙诺索夫在研究大气电的过程中，发现了大气中垂直气流的存在，从而创立了大气中电荷起源的理论。他解释了极光的本质（在高空稀薄空气层中发生的一种现象）。罗蒙诺索夫在文章中提到建立自动记录的气象观测台的必要性，他设计了把气象仪器送到大气上层的专门装置，他是世

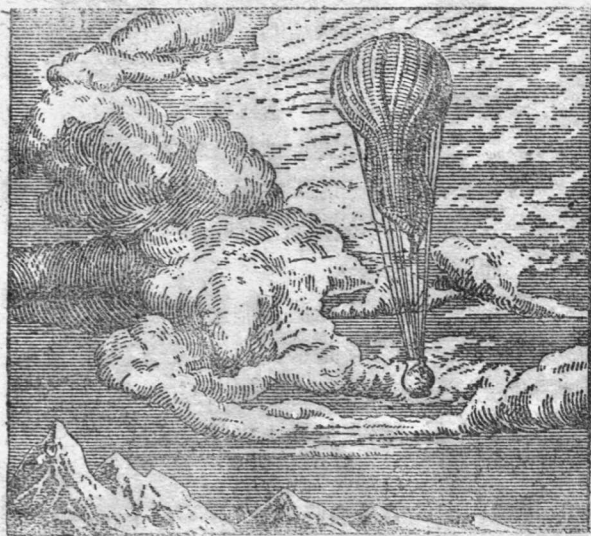


圖 1 乘气球飞行，使我们有可能比较详细和全面地研究大气上层

界上第一个主張建立常年天气預报機構的人。

在 1804 年，俄国科学院院士扎哈 罗夫 在世界上第一次完成了以研究大气及大气中各种現象为科学目的的气球飞行。

人們不仅研究空气的性質和它的特点，而且还讓空气来为自己服务。

从古时起，人們便力圖利用空气的动能——風力。很早以前，人們就已开始在水上利用風力。許多偉大的地理發現都是



圖 2 文雷克里亞庫特諾于 1731 年在梁贊完成了第一次气球飞行

由乘帆船的旅行者完成的。許多世紀以前，已經有了風磨。現在，我們借助各種型式的風力發動機來利用風能。

在人類歷史上，飛行器械的發明是與無畏的創造性的勞動、多次的探索、無畏的精神分不開的。第一次氣球飛行是在1731年由一個文書克里亞庫特諾在梁贊完成的。世界上的第一架飛機是由俄國卓越的發明家莫扎依斯基發明的。而在20世紀，人們獲得了寬闊的、經常利用的、空氣海洋的、蔚藍色“道路”。1957年11月4日，蘇聯第一顆人造地球衛星發射的成功，對世界科學文化的寶庫作出了巨大的貢獻。地球衛星將會提供有關大氣電離層的新資料，並為不久將來的星際旅行奠定基礎。



圖 3 使用有風鎗的矿工

在今天，壓縮空氣在國民經濟的各個部門獲得廣泛的應用。在冶金工業中，為了向熔煉爐內鼓風，鼓風機總站把壓縮空氣順着空氣管道送到使用的地點。海船、飛機和許多其他現代化的運輸器械，以及各種複雜的機械裝置，如果沒有壓縮空氣和空氣管道系統是不行的。壓縮空氣用來啟動和制動發動機，用來舉起沉重的零件。空氣管道卓有

成效地运用在工業中以及在現代化的城市經濟中。

利用管道傳送空氣，廣泛应用于礦業中。礦業是壓縮空氣最大的消費者，礦業中用壓縮空氣來供給氣動的（即以壓縮空氣來開動的）風鎚、鑿岩機、機械鑽孔機（爆破工作鑽孔用）以及其他許多采煤和開礦設備。

可以從空氣中提取氧氣，將它用在冶金及采礦中的金屬氣焊及氣割工作中、醫學上以及國民經濟的其他部門。

在高空飛行時，使用氧氣設備供駕駛員呼吸。

液態氧及液態空氣在現代生活中得到了廣泛的使用。在冶金業、礦業、機器製造業、化學工業、鐵路運輸業、造船工業、機器拖拉機站——各處都使用氧氣。

在今天，空氣在工業技術上的應用是極為廣泛而多種多樣的。蘇聯的科學家每年都要發現許多使用氧氣的新領域。

由於大量制取壓縮空氣、液態和氣態氧、液態空氣的技術的發展，工藝過程得到了改善，勞動生產率得到了提高，繁重的體力勞動減輕了，工業產品的質量得到了提高。

在這本小冊子里敘述大氣的結構和成分以及空氣在我們生活里多方面的利用。

I. 大 氣 層

1. 大氣層的結構

大氣的下邊界是地球表面。那麼大氣的上邊界距離地面有多高呢？

對這個問題只能給一個概略的回答。大家都知道，空氣的密度隨着高度的增加而逐漸減小。例如，在距地球表面12公里的地方取1立方米的空氣，將比在地球表面處所取的1立方

的空气輕3/4。在地球上空約300公里的高空，空气的密度已經減小为地球表面处空气密度的十亿分之一。在更高的大气層，空气的密度更要小。因此，在地球上空某一严格的、固定高度的大气上边界，根本是不存在的。甚至在1,000—1,200公里的高空，还有相当数量的空气；在这里可以看到極光現象。

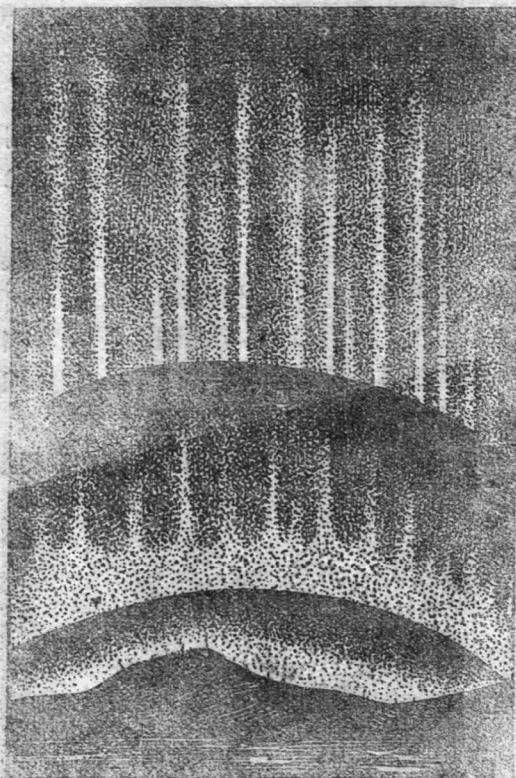


圖4 在地球表面上空1,000—1,200公里高的地方还有相当数量的空气；在这里可以看到極其壯丽的自然現象——極光

極光的成因，如所周知，是太陽所拋出的帶電微粒流和地球大气稀薄气体相互作用的結果。

假設大气的密度在所有的高度上都保持不变，即与下边界的密度一样，那么大气的上边界約在上空高8公里的地方。这个空度叫做“均密度大气高度”。

包圍地球的大气，其总重量約为5,200,000,000,000,000吨，也就是說在5万兆吨以上，約为

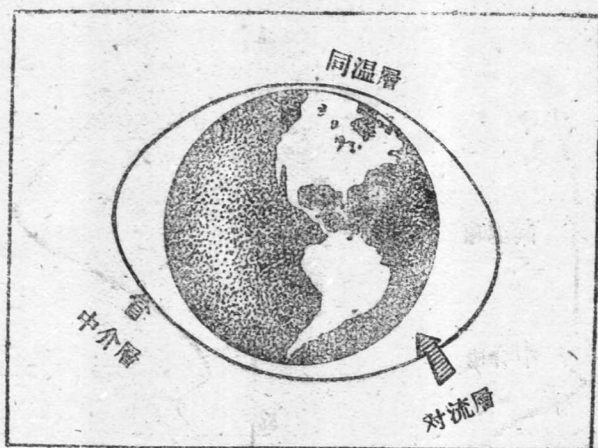


圖 5 对流層和同溫層

地球質量的一百万分之一。

科学家把大气假定地分为三層。

在苏联所处的緯度^①上，高度直到10—12公里的大气低下層叫做对流層（圖5）。对流層又常常叫做“天气的工厂”，因为正是在这里进行着所有的天气現象。

对流層的上边界在各个季节中略有不同，在地球不同的气象区也有差異。例如，在赤道附近，对流層高度达15—17公里，可是在兩極，对流層的上边界只到7—9公里高的地方。

在对流層中，空气的温度通常随着高度的增加而下降；而風的速度通常都随着高度的增加而增大。

位于对流層上面的大气層叫做“同溫層”（在对流層与同溫層之間有一厚度为1—2公厘的过渡層，这一过渡層叫做中介

^① 地理緯度——是決定某一地点或物体在地球表面位置的数据之一，它說明这一地点或物体在赤道以北或以南多少远的地方。緯度用度来表示。

層)。同溫層的高度為海拔 80—100 公里。



圖 6 在 28 公里高度以下空氣的溫度是怎樣變化的

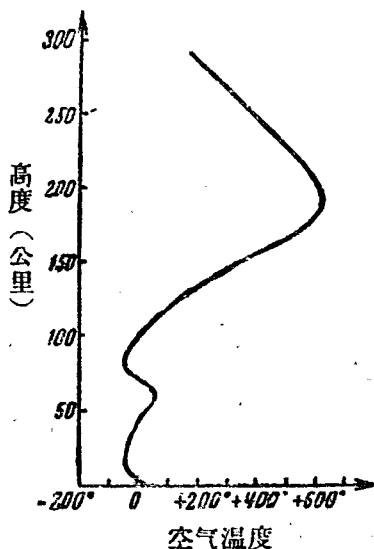


圖 7 在 300 公里高度以下空氣的溫度是怎樣變化的

蘇聯科學家們的研究證明，在地球上空 25—30 公里處的同溫層中，空氣溫度的變化很少。它甚至隨着高度的增加而略為增加。在最近幾年，對更高的大氣層所獲得的十分重要的資料證明，從 30 公里高的地方開始，空氣的溫度隨着高度的增加而迅速地增加。在海拔 40 公里高的地方溫度約為 $+30^{\circ}\text{C}$ ，在 50 公里高的地方約為 $+60^{\circ}\text{C}$ ，而在 60 公里高的地方已經接近於 $+75^{\circ}\text{C}$ 。假設上升到更高的地方，那麼空氣的溫度却又開始下降。在 80 公里高的地方，空氣的溫度約為 -70°C ，自這一高度開始，溫度又開始上升，在 200 公里高的地方，空氣的溫度到 $+600^{\circ}\text{C}$ （圖 6 及圖 7）。

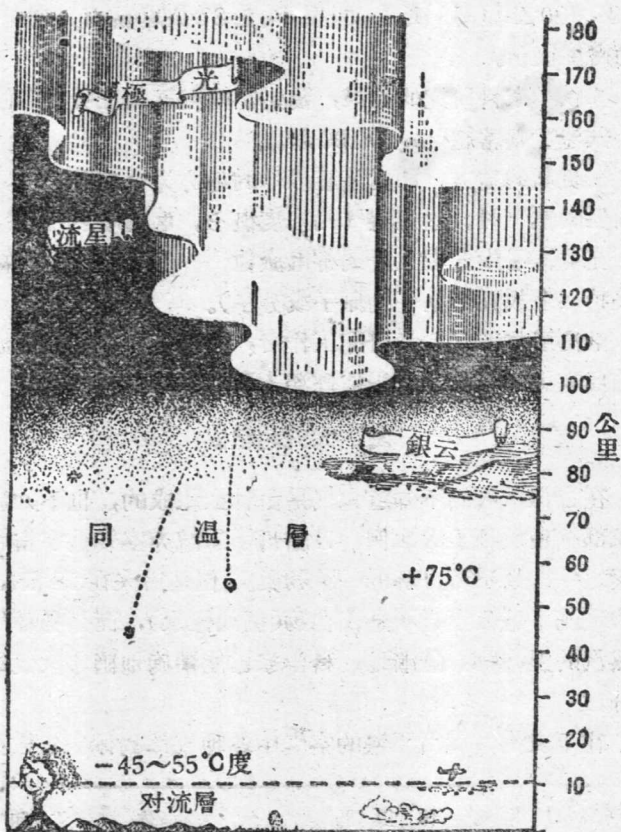


圖 8 大气的結構。

所有这些关于地球高空大气層温度的資料，都是借助各种間接的方法而获得的，例如，研究黄昏、观察流星的發光、观察声波及無綫电波的反射。

在同温層內，天气永远很好，并且空气的密度較小，因此引起未来航空的巨大兴趣。在这里，仅仅有时形成一些蚌狀云

(在 25—30 公里高的地方)及銀云(在 82 公里高的地方, 不过它的密度很小。

苏联学家科学研究的结果, 确定在同温层的上层有極强烈的風; 其速度常常超过每秒 100 米。

在更高的地方, 即同温层以外的地方为电离层——具有高导电性的空气层。这里空气的密度很小。电离层名称的来源是由于在电离层中含有大量的帶电微粒——电子和离子(离子是指失掉一个或几个电子的原子或分子)。

电离层是苏联科学研究工作者, 特别是研究無線电波傳播及与此有关的现象的科学家们深入研究的对象。

2. 大气的組成

在古代, 人們不知道大气是由什么組成的, 也不知道其各組成部分在数量上的比例。希腊哲学家認為空气是宇宙中基本元素之一, 是不可分解的一种物質。但是后来在 18 世紀, 証明大气既不是元素也不是化合物(例如像水), 而是各种气体和水蒸汽的混合物, 渐渐地, 科学家已能精确地确定大气的組成成分。

在下表內, 列出干燥的空气中各种气体的体积組成:

气 体	体 积 (%)	气 体	体 积 (%)
氮	78.03	氦	0.0012
氧	20.98	氖	0.0005
氩	0.94	氫	0.0003
二氧化碳	0.03	氙	0.00004
氙	0.01		

此外, 在大气組成成分中还含有其他一些气体, 如氮的氧

化物，臭氧（主要在大气の上層，特別是在 22—25 公里的高空）和水蒸汽，这些气体的含量極不稳定，大气中水蒸汽的数量随着温度的改变而变化的。空气是不能無限地容納水蒸汽的。在各个不同温度下，总会有一个饱和的时刻。如果水蒸汽繼續进入已被水蒸汽饱和的空气里，那么它将凝結为水滴。当冷却已被水蒸汽饱和的空气时，水蒸汽同样地将要發生凝結，因为在低温时，空气饱和所需要的水蒸汽較少。

在大气低層中，水蒸汽所占的百分比約为 4% 到近似 0%。

人們感觉空气干燥或者湿润，这是与空气內水蒸汽的多少有关。

从赤道到兩極，水蒸汽的含量逐渐减少，然而，空气內其他各組成部分的数量則略微有些增加。

在大气低層，除水蒸汽而外，其他的組成成分在地球各地都可以認為是一样的。

由上表可見，空气的基本部分是氮与氧。空气中含有 1/5 的氧——更精確些說，是 21%。空气中氧的含量有多大？可以通过下面一个例子来推断：如果把地球中所有的氧气变成液体（在常温下，液态空气的密度比气态时大到 800 倍），則整个的地球表面将会盖上一層厚度超过兩米的液氧層，这厚度比一个人还要高。

氧是空气最重要的組成部分，它是人和动物生存所必需的。

科学家們根据近来研究的結果，肯定除了上面所說的那些气体以外，在空气中还含有許多其他的气体，不过比例只占百万分之一或十亿分之一罢了。这些微不足道的气体还未曾很好地研究过。

此外，在空气中，特别是在它的低層中，含有大量的飄浮

的夾雜物，它們由極細微的固體微粒組成，一般稱做塵埃。圍着我們的空氣中，塵埃的數量是很大的。

塵埃在許多大氣現象中起着重要的作用。例如，以微塵為核心，水蒸汽圍繞它集聚和沉降，這樣便促成霧的形成。當空氣中有塵埃時，空氣便被弄髒了，因而降低了空氣的透明度，構成薄霧或煙塵。

普通的塵埃不能上升得很高(10公里以上)。僅僅火山塵可以到達 40—50 公里的高空。

但是，在大氣的最高層也查出有塵埃的存在。這就是我們以前談過的銀雲。科學家們推測，這種雲是由宇宙塵組成的。宇宙塵的來源是多種多樣的：其中包括彗星燒毀後的余燼及太陽拋出的物質微粒，這些微粒被光綫的壓力帶到我們這裡。

當然，大部分的宇宙塵在地心引力的作用下，慢慢地下降到地面上來。在很高的雪峰上曾經發現有宇宙塵。

除了緩慢下降着的宇宙塵以外，每天有幾百萬個隕星闖入我們的大氣中來，這些隕星通常被形象地叫做“流星”。隕星以巨大的宇宙速度移動着，由於空氣的壓縮和磨擦，這些隕星不等達到地球的表面便變為塵埃和氣體。絕大部分隕星的尺寸都是小得微不足道——它們僅僅是些固體的微粒，小得像大頭針的頭或者像罌粟果，甚至比這還要小。

不久以前，人們認為，在大氣高層中空氣的組成應該不同於大氣低層，那里輕的氣體(氫與氦)應該說很多。以前推測電離層這一區域幾乎全是氦。但是現代科學家証明，大氣的組成在各處幾乎不變。科學家在世界上不同的地方、不同的高度(一直到 29 公里的高空)收集了空氣進行研究，結果証明：在 20 公里高度以下，空氣含氧量完全沒有變化。僅只在更高處，大約 29 公里高的地方，單位體積內氧的含量方稍稍減少——不是

20.9% 而是 20.4%。

研究極光的光譜同樣告訴我們——在數百公里的高空，空氣的組成仍然與低層一樣，它的基本部分是氮與氧。

3. 空氣的性質

因為環繞着我們的空氣具有質量，所以它與任何氣體一樣具有重量。

1 立方米空氣的重量不是一個常數；它隨着高度（即隨着空氣質量高於海面的位置），以及地理緯度而變化。

靠近地球表面，1 立方米的空氣在 0°C 度時重 1,293 公斤。在 12 公里的高空，1 立方米空氣的重量減少到 319 克，而在 40 公里的高空，1 立方米的空氣的重量已經只有 4 克。這是因為空氣的密度隨着高度的增加而減少的緣故，高度愈高，空氣愈稀薄。

但是怎樣解釋在地球不同的地方空氣重量所發生的改變呢？

原因是這樣的：空氣與地球一同旋轉時，被離心力從地球軸綫推開。這個力從兩極到赤道逐漸增加；在赤道，離心力最大，而在兩極，離心力則等於零。因此，1 立方米空氣的重量，在赤道上最小，而在兩極最大。

緊貼着地球的空氣層，以很大的力量壓着地球表面上所有的物體。物體表面每平方厘米面積上所受的力，叫做壓力。

空氣的壓力與海拔高度、地理緯度及溫度有關。

在物理學中，採取緯度 45 度海面、 0°C 時的空氣壓力作為壓力的單位。這個壓力等於同一條件下 760 毫米高的垂直水銀柱的壓力。這個單位叫做“物理大氣壓”。

物理大氣壓相當於 1 平方厘米上 1.0333 公斤的壓力。