

空气



上海教育出版社



空气

陈国麟 编著



234856

自然常识教学参考丛书

空 气

陈 国 麟 编著

上海教育出版社出版

(上海永福路 123 号)

新华书店上海发行所发行 上海崇明印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 2.375 字数 49,000

1981 年 12 月第 1 版 1981 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—9,500 本

统一书号 7150·2674 定价: 0.20 元

自然常识教学参考丛书书目

水

空气

植物

动物

力和机械

声

热

光

电和磁

地壳和矿床

宇宙

目 录

一 我们周围的空气	
(一) 空气的存在	(1)
(二) 空气的形态和重量	(3)
(三) 大气的垂直分层	(5)
(四) 大气的形成	(8)
二 空气的压力	
(一) 大气压力及其大小	(10)
(二) 流动空气的压力和飞机的飞行	(15)
(三) 密闭空气的压力和压缩空气	(18)
(四) 真空	(24)
三 空气的热胀冷缩	
(一) 气体的热胀冷缩	(27)
(二) 热空气和轻气球	(29)
四 空气的成分	
(一) 空气是各种气体的混和物	(34)
(二) 空气中的各种气体	(37)
(三) 空气的分离	(49)
五 天 气	
(一) 太阳辐射和地面辐射对大气的影晌	(53)
(二) 大气温度	(54)
(三) 大气的运动	(55)
(四) 大气中的水汽	(59)
六 大气污染	
(一) 生物与环境	(62)

【二】 大气污染	(63)
【三】 防治大气的污染	(67)

一 我们周围的空气

(一) 空气的存在

我们居住的地球周围有一层空气，这层空气叫做大气或大气层。

大气层与我们的关系十分密切。人类的生命活动一刻也离不开空气。人五天不吃饭、不饮水尚能生存，而只要断绝空气五分钟，人就可能死亡。一般地说，在安静状态下，人每呼吸一次，能吸入或呼出 500 毫升的空气。按每分钟呼吸 16 次计算，每人每天吸入空气量为 10 立方米左右，约为每天所需食物和饮水重量的十倍。在强烈的体力劳动或剧烈运动时，呼吸量可增加十多倍。

大气披在地球的表面，好象一层盔甲保护着地球，使地球不受流星的袭击。据估计，一昼夜间，闯到地球上来的流星有 2 千万颗，当流星划过大气层时，就会和空气摩擦发热燃烧起来，还没等它落到地面，就已经烧成灰了，如果没有大气的保护，地球不知被砸成啥样子了。

大气能够保护地球上的生物，使其不受紫外线的伤害。太阳光里含有 5% 的紫外线，紫外线可以杀死生物的细胞，也可以帮助生物生长发育。但是，如果太阳光里的紫外线全部照射到地面上来，会把所有生物杀死。由于地球周围有大气，阳光透过大气的时候，大部分紫外线被空气阻挡，到达地面的不到 1%，此外，大气还挡住了对生物有害的宇宙射线。

大气好像是地球的大棉袄，能够保持地球表面的温度。白天，阳光照射地面，大气帮助吸收和散发了一部分太阳热，只让43%的热量到达地面，否则地球上生物会被太阳热烧死。夜间，由于大气的阻挡，不使地面吸收到的热量迅速散失，保持着一定的温度。月球上正因为没有大气的保护，白天温度可高达 120°C ，晚上温度下降达 -180°C 。

虽然空气存在于我们的周围，可是空气是看不见，摸不到，闻不出，尝不出味道的物质，我们只能借助空气的某些性质来证实空气的存在。自然常识课本第一册“空气”一节，介绍了证实空气存在的两种方法（“空杯实验”和“扇动空气实验”），“实验2”是称空气的重量，其实它也能进一步证实空气的存在。此外，还能采用下述方法来证实：

把一只纸袋的袋口张开，装入空气，然后把袋口收小，对着皮肤，轻轻地捏瘪纸袋，袋里的空气被捏了出来，皮肤上能感到空气在那里流动；如果扎紧充满空气的纸袋袋口，用力拍击纸袋，“乒”的一声，可听到空气胀破纸袋的声音；捏紧鼓满空气的塑料袋袋口，浸入水中，用针戳几个小洞，顿时可以看到许多小气泡从洞口冒出，这些小气泡就是空气。可见，我们设法让空气流动，就能“感”到或“听”到空气。

通过实验，学生一般都能确信空气的存在。教师在安排这些实验时，应充分发挥学生的视觉、触觉、听觉的作用，从实验和观察中，使学生了解空气的真实存在，同时掌握仔细观察事物的技能。教学中，还可以让学生自己设计简易实验来证实空气的存在。

空气是无孔不入的，不仅地面上、高空中、深井里有空气，就是在土壤和石头的空隙里也有空气。把干泥块或石块浸在水里，水进入空隙时要把空气排挤出来，我们会看到气泡从泥

块或石块里吐出来。水里也有空气。空气溶解在水里的程度，跟水温有关：温度越高，空气溶解得越少；温度越低，空气溶解得越多。常温时，溶解在水里的空气约是水的体积的2%。加热冷水时，可以看到有许多气泡浮在水面上，这是因为温度升高后，溶解在水里的部分空气被释放出来了，这个实验既可以证明水里有空气，也可以说明空气溶解在水里的程度跟水温有关。

综上所述，可以知道：空气与水、岩石、生物的关系是十分密切的。水里有空气，空气里也有水；岩石里有空气，空气里也有岩石的尘埃；生物体内有空气，空气内也有生物。所以，地球上的四个圈层（大气圈、水圈、岩石圈和生物圈）中的物质是相互联系和互相影响着的。

（二）空气的形态和重量

空气在常温和常压下是一种气体。气体跟固体和液体的性质不同。气体没有一定形状，也没有一定体积。这是因为气体中的分子排列，与固体和液体中的分子排列不相同的缘故。

气体中的分子间距离最大，液体其次，固体最小。所以，气体分子间的作用力很小，在一般情况下可以忽略不计，而认为气体分子间没有任何联系。如有一个气体分子正在朝某一方向运动，那么，它将一直朝这一方向作匀速运动，而且速度很大，一般达到每秒几百米，只有当它和器壁碰撞时，才改变运动的方向和速度。因此，气体既没有一定的体积，又没有一定的形状。液体分子间的作用力比气体大，但比固体小，因而液体具有流动性，没有一定的形状。液体分子间的吸引力已经足以使液体分子聚集在一起而不致于飞散。因此，液体具

有一定的体积。固体分子间的作用力最大，这就是固体能够保持自己的体积和形状的原因。

我们跟物体之间虽然隔着空气，但是我们看到的物体都保持着原有的形状和颜色，这说明空气是无色、透明的。

空气是一种物质，自然也有重量。据测量的结果知道，一立方米体积的空气约重 1.293 公斤。跟同样体积的水相比，空气的重量只有水的 $1/773$ 。空气比水轻得多。据估计，地球周围空气的总重量在 5 千万吨以上。

空气不是到处都一样重的。在越高的地方，密度越小，也就是每立方米空气的重量变得越轻。在 5.5 公里高的地方，每立方米空气重约 0.6 公斤；在 12 公里高的地方，每立方米空气只有 0.319 公斤；到了 40 公里的高空，每立方米的空气只有 4 克。

空气有重量是教学的重点。由于空气很轻，所以要学生凭自己的生活经验来认识空气有重量，有一定的困难。要让学生确信空气有重量，最好是通过实验，让他们亲眼目睹这一事实。实验时，必须用较大的容器装空气，而且空气的密度应大，称空气的衡器要灵敏，这样才能称得出空气的重量。大容器可以用篮球、塑料球、大烧瓶等，衡器可以按课本上要求自制，也可用托盘天平或杆秤。用杆秤称空气重量时，篮球应放在秤稍上，代替秤锤的地位，另用重物挂在秤钩上。

羊皮筏、橡皮艇等，就是人们利用空气很轻的特性制成的交通工具。在黄河上游，险滩很多，水流又十分湍急，连小船也没法行驶。黄河两岸的人们，剥下整只羊皮，缝成一个个不漏气的袋子，打足了气，把几个羊皮袋子连在一起，制成羊皮筏子。羊皮筏子浮在水面上，能载人载货，在激流里也不会翻掉，万一碰上石滩、暗礁，羊皮筏子也会象皮球一样弹回来，不

会发生危险。橡皮艇不用的时候，可以折叠起来，保存十分方便；使用时，只要打进空气，马上就能变成一只轻巧的小艇，军事上常用它来渡河、登陆。

人们还利用空气比水轻的特点，打捞沉船。打捞时，潜水员先清理船体，密封完整的船舱，并将空气压缩进去。然后用钢缆将装满水的浮筒牢牢地固定在沉船的两旁，通过橡皮管往浮筒里打进空气，将水挤出。浮筒里充满空气后，自重减轻，产生很大的托力，把沉船抬起。

我们洗衣服，喜欢用泡沫多的肥皂。肥皂的泡沫多，容易把衣服洗干净，这是什么原因呢？原来，肥皂泡沫就是由空气形成的许许多多小空气泡。衣服上的灰尘和油腻附着在小空气泡上，因空气泡比水轻，都浮在水面上，用水一冲，空气泡连同脏物就会一起被冲跑。

（三）大气的垂直分层

据人造地球卫星探测的结果，大气层的垂直高度约三千公里。大气层的顶部没有明显的界限，而是逐渐过渡到星际空间。越靠近地面，地球的引力越大，吸引的空气也越多，所以靠近地面的空气特别密，有十分之八的空气是在十六公里以下的大气层里，到了二百六十公里的高空，空气十分稀薄，密度只有地面密度的一百亿分之一。

大气层的性质不是均一的，特别在垂直方向上的变化更为显著。根据空气的温度、成分以及密度、流动状况等，如图1所示，可将大气层分为对流层、平流层、中层（也叫中间层）、热层（也叫暖层）、外层（也叫散逸层）。

对流层最贴近地面。整个大气有四分之三的质量都集中

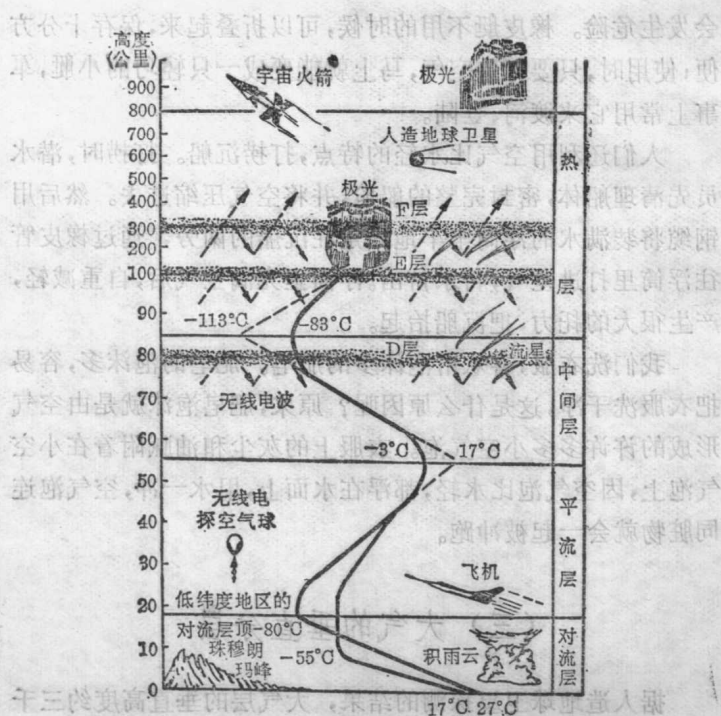


图 1 大气的垂直分层

在这层。它的高度在不同的纬度是不一样的，热带高达 17~18 公里，温带高 10~12 公里，两极附近只有 8~9 公里。对流层的上界称对流层顶，是一个过渡层，厚约几百米到 1~2 公里。对流层具有下列几个特征：温度自地面向高空随高度增加而递减，大约每上升 100 米，温度降低 0.6°C ；由于热空气上升，冷空气下降，形成大规模的强烈的对流运动，所以这一层的大气成分也比较均匀，特别是氮氧比率非常固定，二氧化碳和固体尘埃则集中于下部，水蒸气只限于对流层里，但其含量随时随地变化很大；主要的天气现象如风、雨、雪、雹等都发

生在这里；这一层的空气，经常渗透到地面水圈和岩石孔隙里，积极推动地表地质作用的发生，并且也是生物生存的必需品。

平流层在对流层顶之上，向上达到 50~55 公里。平流层的特点：在 30~35 公里内，温度随高度不变或变化很少，均维持在 -55°C ；再向上，温度随高度增加而升高，到平流层顶升至 -3°C 以上，这是因为在平流层中有厚约 20 公里的臭氧层，臭氧强烈地吸收太阳辐射的紫外线，使平流层中温度升高，同时因臭氧层的存在，又使地球上的生物免受紫外线的刺激或致伤；平流层中空气的水平移动占显著优势，整个气层比较平稳；由于水蒸气和尘埃的含量少，所以透明度较好，不会发生在对流层中经常发生的天气现象。现在知道，这一层的气流变化同对流层中的天气变化有着密切的联系。现在已有个别国家进行平流层预报，为预报对流层天气作参考。

中层的下界是平流层顶，上界为 85 公里左右。温度自下界向上迅速降低，到 85 公里附近出现高层大气观测温度的最低值（低于 -83°C ）；中层内有相当强烈的垂直运动。

热层处在中层之上，上界约在 800 公里左右。这层有两个特点：一是温度随高度的增高而迅速上升，这是因为太阳辐射中的紫外线被该层大气物质（主要是氧原子）吸收，从而使温度升高；二是由于受强烈的太阳辐射以及其他星球射来的射线作用，这一层的大部分空气分子分裂为原子，并且离子化，空气中充满着很多离子和自由电子，所以叫电离层。电离层能够反射无线电波，在远距离无线电通讯中具有重大意义。

外层是大气的最外层，位于 800 公里以上，由此向上，因空气受地球引力作用越来越小，大气越来越稀薄，气体分子间

的距离很大，彼此碰撞的机会很少，以致一个气体分子被碰撞出此层后，就进入星际空间去了。据人造地球卫星探测资料表明，在 2000~3000 公里上空，地球大气和行星间气体混合在一起。因此可把 2000~3000 公里的高度看作为大气上界。

很久以前，人们就想知道大气的边缘在哪里。最初有人利用太阳将要从地平线上升起的时候，就能看到经高空的大气反射而形成的反射光线的现象，即曙光现象，来测定大气的厚度，测出的结果是 50 公里。过了一些时候，人们探测到 160 公里高空处有陨星光迹，表明在那里空气虽很稀薄，但足以使物质因摩擦而燃烧到白炽。后来有人根据外层空间高速粒子轰击气体所形成的极光(北极光)的位置，测出大气高度为 800~1000 公里。直到近代，有了火箭，发射人造地球卫星后，人类对大气高度的认识前进了一大步。人造卫星在椭圆形轨道上环绕地球飞行，虽然离开地球很远，那里的空气已十分稀薄，但空气阻力还是足以使卫星每飞行一周就稍稍变慢。每运转一周，卫星都达不到前一周的高度。卫星运行轨道的衰减速率，部分取决于卫星的质量，部分取决于它的形状，部分取决于它所经过的空气的密度。这样，可以根据卫星运行轨道衰减的速率，把那个高度上的大气密度计算出来。根据卫星运行轨道衰减的速率计算，在 3000 公里的高空，仍然有空气存在。

(四) 大气的形成

地球周围有一层厚厚的空气，它是怎样把空气保持在周围形成大气的呢？这可要从地球的诞生说起。

地球是由尘埃和气体组成的“星云”状物质凝聚诞生的。原始星云起初体积很大，弥漫在整个太阳系所占的空间中。由于引力作用，星云逐渐形成一个中心密、周围稀的“星云体”。以后，星云体中心部分又通过不断集结，形成一个巨大的球体——原始太阳。与此同时，环绕在原始太阳周围的星云物质，由于互相碰撞，便向原始太阳的赤道面集中，凝聚成环绕太阳的行星。在原始地球形成的过程中，气体开头好象被囚锢在一大块海绵状物体中，当物体凝聚收缩时把气体挤到表面，形成了地球的原始大气。

地球原始大气主要是由氢和甲烷构成的。有的科学家论证：在宇宙中，氢、氦、碳、氮和氧占了大部分，而其中氢的数量远远超过其他元素。在氢的数量占绝对优势的情况下，碳可能会与氢化合成甲烷(CH_4)，氮与氢化合成氨(NH_3)，氧与氢化合成水(H_2O)。氢和多余的氢很轻，容易逃逸；水形成海洋；甲烷和氨比较重，在地球引力作用下保持在地球原始大气中，成为地球原始大气的主要成分。

地球原始大气在太阳的紫外线辐射影响下，发生一系列的变化。大气上层的水分分裂为氢和氧，氢逃逸，氧留下。由于氧的性质活泼，它同附近其他分子发生作用。氧与甲烷作用形成二氧化碳和水；氧与氨作用形成氮和水。这样在太阳的紫外线作用下，大气成分从甲烷和氨转化为氮和二氧化碳。而氮又与地壳中的矿物质作用形成化合物，剩下的是二氧化碳。氮的化合物和二氧化碳在生物作用下又发生变化：氮的化合物被破坏，其中氮被释放出来；细胞把水分解为氢和氧，氢与二氧化碳化合，构成了组成细胞的复杂分子，氧进入大气。在生物作用下，地球大气又从氮和二氧化碳转变成氮和氧，构成现在大气的主要成分。

二 空气的压力

(一) 大气压力及其大小

地球周围的大气层对地面物体总要产生压力，单位面积上物体所受的大气压力叫做大气压强。由于空气存在的范围是那样的广，各处空气的比重也不均匀。有的地方空气稠密，比重大；有的地方空气稀薄，比重小。所以，我们不能用计算液体内部压强（液体内部压强等于深度乘比重）的简单办法来计算大气压强。那末，怎样来求得大气压强的大小呢？

1640年，意大利佛罗伦萨市造出了一台抽水机。把一个大刚好合适的活塞配在一个圆筒里。手往下压时，活塞被提上来，从而在圆筒的下部分出现一段真空。由于“大自然厌恶真空”——古代哲学家们就是这样说的，所以周围的水会打开筒底的单向阀门，涌入真空。如果手上下来回抽动，会把筒

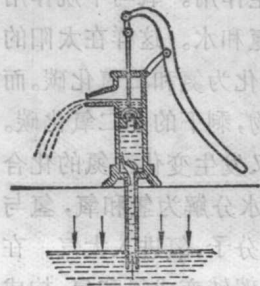


图2 抽水机示意图

内的水越提越高，直到从出口流出。根据古代哲学家的说法，抽水机可以把水提到任意高度。但是矿工们发现，无论花费多大的努力和多长的时间，都不可能抽出深矿井里的水，水汲到离井底10米高的地方就不肯再上升了。

技师们一时想不出办法，就去请教大科学家伽利略，伽利略对

这个谜感到很有兴趣。他想到大自然对真空的厌恶是有一定限度的，他怀疑如果使用密度比水大的液体，这个限度会低一些。不久伽利略去世，没来得及做这个实验。

伽利略的学生托里拆利和维瓦尼在1644年做了这个实验。他们在一根约1米长的一端封口的玻璃管里灌满水银，把开口的一端用塞塞住，倒过来立在盛水银的盘中，然后拿开塞子。塞子放开后，管里的水银流到盘中，当管内水银面降低到离盘内水银面只高76厘米时，水银就不再从管里流出(图3)。重复这个实验，发现管内水银面总是保持这个高度。

是什么力量支持水银柱保持一定的高度呢？这是大气产生的重量压在盘中的液体上。人们开始明白：76厘米高的水银柱和同截面上空气所产生的压力互相平衡。根据液体内部压强公式，76厘米水银柱高所产生的压强是： $13.6 \text{克/厘米}^3 \times 76 \text{厘米} = 1033.6 \text{克/厘米}^2 \approx 1 \text{公斤/厘米}^2$ 。这也就是大气压强的大小。也可以说，地面上每平方厘米上的空气所产生的压力有1公斤。

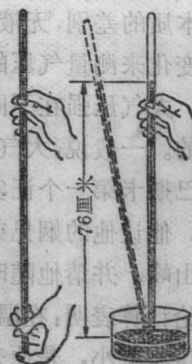


图3 托里拆利实验

大气压强的单位可以用1克/厘米²、1公斤/米²来表示，也可以用1厘米水银柱高(或1毫米水银柱高)、1大气压(规定为1033.6克/厘米²)等。工业上为了方便，把1公斤/厘米²作为压强单位，叫做一个工业气压。在天气预报中，常用“巴”或“毫巴”作为气压的单位，1巴等于1000毫巴，1毫巴约等于0.75毫米水银柱高。

一个人摊平手掌，约受到100公斤的大气压力，我们的全身差不多受到几万公斤的大气压力。这样大的压力，为什么