

ZHONGHUA QINGSHAONIAN KEXUE WENHUA BOLAN CONGSHU
中华青少年科学文化博览丛书·气象卷



图说 >>>>

大气与大气压力

TUSHUO
DAQI YU DAQI YALI



中华青少年科学文化博览丛书·气象卷

图说大气与大气压力

责任编辑/王亦农 本卷主编/沈丽颖
设计制作/永乐图文



大气的运动变化是由大气中热能的交换所引起的，热能主要来源于太阳，热能交换使得大气的温度有升有降。空气的运动和气压的变化活动，使地球上海陆之间、南北之间、地面和高空之间的能量和物质不断交换，形成复杂的气象变化和气候变化。

- ◎围着地球厚达1 000千米的面纱
- ◎人的呼吸靠体内“外压力差”
- ◎46亿年前被地球引力捕获的气体
- ◎在珠穆朗玛峰水温达到72摄氏度就会沸腾

上架建议：科普类

ISBN 978-7-5463-9591-3



定价：24.00元

图书在版编目(CIP)数据

图说大气与大气压力 / 王颖, 阚男男编著. -- 长春 :
吉林出版集团有限责任公司, 2013.4

(中华青少年科学文化博览丛书 / 沈丽颖主编. 气象卷)

ISBN 978-7-5463-9591-3

I. ①图… II. ①王… ②阚… III. ①大气—青年读
物②大气—少年读物③大气压力—青年读物④大气压力—
少年读物 IV. ①P42-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第039575号

中华青少年科学文化博览丛书·气象卷

图说大气与大气压力 TUSHUO DAQI YU DAQI YALI

作 者 王 颖 阚男男

出 版 人 孙建军

责任编辑 王亦农

开 本 710mm×1000mm 1/16

字 数 150 千字

印 张 10

印 数 10 000 册

版 次 2013年4月第1版

印 次 2013年4月第1次印刷

出 版 吉林出版集团有限责任公司

发 行 吉林音像出版社

吉林北方卡通漫画有限责任公司

地 址 长春市泰来街1825号 邮 编:130062

电 话 总编办:0431-86012906 发行科:0431-86012770

印 刷 北京中印联印务有限公司

ISBN 978-7-5463-9591-3 定价:24.00元

版权所有 侵权必究 举报电话:0431-86012915

ZHONGHUA QINGSHAONIAN KEXUE WENHUA BOLAN CONGSHU
中华青少年科学文化博览丛书·气象卷



图说>>>>

大气与大气压力

TUSHUO
DAQI YU DAQI YALI

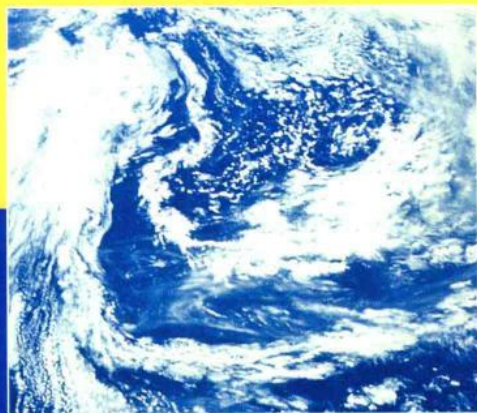




中华青少年科学文化博览丛书·气象卷

图说大气与大气压力

责任编辑/王亦农 本卷主编/沈丽颖
设计制作/永乐图文



大气的运动变化是由大气中热能的交换所引起的，热能主要来源于太阳，热能交换使得大气的温度有升有降。空气的运动和气压的变化活动，使地球上海陆之间、南北之间、地面和高空之间的能量和物质不断交换，形成复杂的气象变化和气候变化。

- ◎围着地球厚达1 000千米的面纱
- ◎人的呼吸靠体内“外压力差”
- ◎46亿年前被地球引力捕获的气体
- ◎在珠穆朗玛峰水温达到72摄氏度就会沸腾

上架建议：科普类

ISBN 978-7-5463-9591-3



9 787546 395913 >

定价：24.00元

中华青少年科学文化博览丛书·气象卷

图说大气与大气压力

TUSHUO
DAQI
YU DAQI YALI





前言

包围地球的空气称为大气，就像鱼类生活在水中一样，我们人类生活在地球大气的底部，并且一刻也离不开大气。在大气层中的物体，都要受到空气分子撞击产生的压力，被称为大气压力，大气压力是大气层中的物体受大气层自身重力产生的作用于物体上的压力。

大气为地球生命的繁衍。人类的发展，提供了理想的环境。它的状态和变化，时时处处影响到人类的活动与生存。

大气科学是研究大气圈层的一门科学。它研究大气的具体情况，包括组成大气的成分、这些成分的分布和变化、大气的结构、大气的基本性质和主导状态的运动规律。

而大气压力维护着各类物质的平衡发展，尤其是人类内外压力的平衡是生命得以延续的重要因素。

大气的运动变化是由大气中热能的交换所引起的，热能主要来源于太阳，热能交换使得大气的温度有升有降。空气的运动和气压系统的变化活动，使地球上海陆之间、南北之间、地面和高空之间的能量和物质不断交换，生成复杂的气象变化和气候变化。

天气，从现象上来讲，绝大部分是大气中水分变化的结果。在太阳辐射、下垫面强迫作用和大气环流的共同作用下，形成的天气的长期综合情况称为气候。

大气科学将研究气候的成因，不同区域的气候状况，气候变迁以及人类活动对气候的影响等问题。

大气污染对大气物理状态的影响，主要是引起气候的异常变化。这种变化有时是很明显的，有时则以渐渐变化的形式发生，为一般人所难以觉察，但任其发展，后果有可能非常严重。

被称为“死亡雨”的酸雨是目前最常见的大气污染，而南极上空的臭氧空洞也让科学家们担心不已，温室效应导致的全球气候变暖使得海平面不断上升，一些低洼平原面临着沉入海底的危险。

大气是在不断变化着的，其自然的变化进程相当缓慢，而人类活动造成的变化迫在眉睫，已引起世界范围的殷切关注，世界各地都已动员了大量人力、物力，进行研究、防范、治理。控制大气污染，保护环境，已成为目前人类一项重要事业。

目 录

第一章

包围着地球和其他星球的“面纱”

怎么吹也长不大的气球	9
围着地球厚达1 000千米的面纱	10
大气中各种成分与万物的关系	12
人的呼吸靠“体内外压力差”	14
“亚里士多德猜想”	16
伽利略发现大自然讨厌真空	17
证明真空存在的“马德堡半球”	19
身体内外压力必须平衡人	23



第二章

地球大气好像剥开的洋葱

46亿年前被地球引力捕获的气体	25
地球生物的“保护伞”	26
五彩缤纷的大气层	27
流星也爱欺负“人”	28
大西洋上空怪异的云层漩涡	30
在珠穆朗玛峰上水72摄氏度就会沸腾	34
人类不能永远活在地球摇篮里	36
中医通过“大气压力”治病	41



第三章

大气中含量最高的是氮气

氧气形成于23亿年前	43
氧气的中文名在清代确定	44
被砍头的学者拉瓦锡发现氧气	45
他们与触到鼻尖的真理失之交臂	46
氧气并不是吸入越多越好	48
大气中占比例最高的是氮气	51
氮气曾经被扣上“对生命无益”的帽子	53
离奇的“氮气杀人案”	56





目 录



第四章

大气奇景千变万化

“早霞不出门，晚霞行千里”	61
尼瓦河上空的四道彩虹	63
“光环随人动，人影在环中”	65
欧若拉手中的天堂火炬	67
大气运动导致“高处不胜寒”	69
没有大气折射我们看不见蓝天	70
大气中的光现象与天气密切联系	72
地图上不存在的北极山脉	74

第五章

当大气成分变化时，地球会闹别扭

伦敦烟雾事件有52头牛当场中毒	79
供暖导致乌鲁木齐大气污染	82
大气污染最大元凶是二氧化硫	84
北极也会遭遇酸雨的危害	87
森林中的甲酸也会为酸雨助力	90
多燃石油的国家经常下硝酸雨	91
我国是世界第三大酸雨区	93
每年因为酸雨痛失1 100亿元	94



目 录

第六章

人类一秒也离不开的大气压力

发明水银气压计的意大利科学家	97
低气压容易引起胸闷心慌	100
如果没有大气压我们一秒都活不了	102
压力会使空气的密度增大	102
喝饮料和打气筒都要用到大气压力	104
钛酸钡做成的“耳朵”	105
大气压力使航空器飞上天	106
高速行驶的火车导致周围气压变化	111



第七章

谁来做拯救臭氧层的现代“女娲”

电闪雷鸣时它就会散发臭味	113
臭氧层是地球的外衣	115
破坏臭氧层的“罪魁祸首”是氯氟烃	117
臭氧层变薄，鲸鱼很受伤	118
谁来拯救臭氧层？	119
“金星快车”探测器发现臭氧层	124
航天飞机补臭氧层“漏洞”	124
南极臭氧层空洞本世纪中消失	125





目 录



第八章

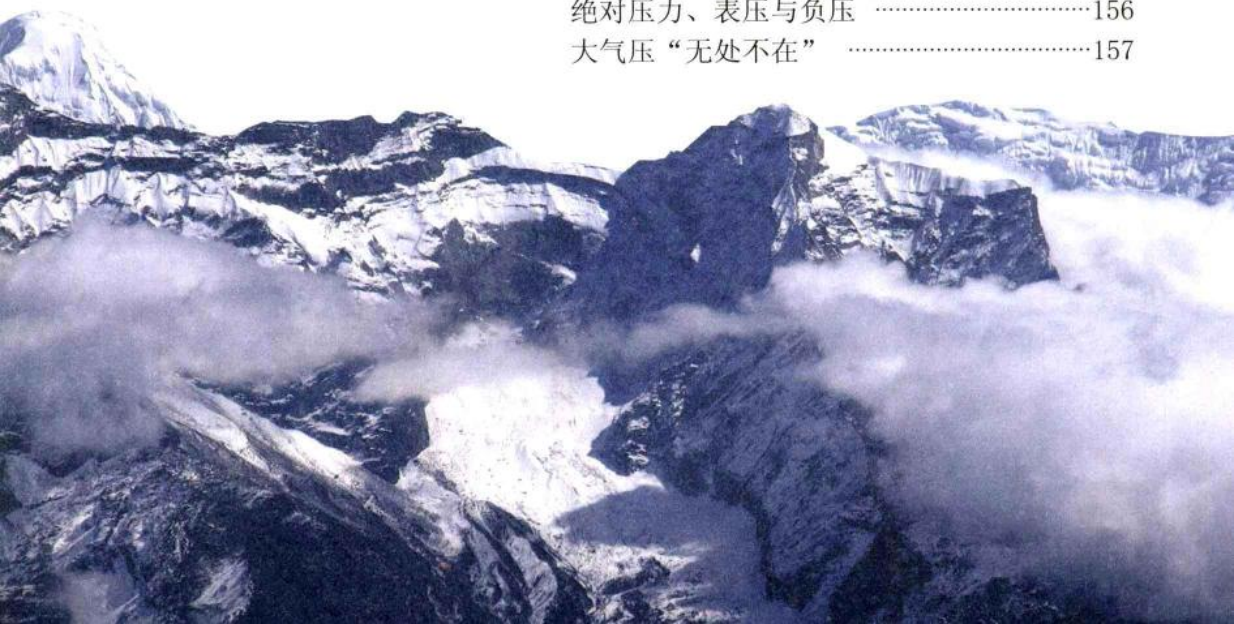
生活中和大气压密不可分的事儿

海拔越高气压越低	129
到拉萨不得不注意的高原反应	130
世界最古老的吸尘器已经工作108年	134
300万美元以上的衣服抵挡宇宙零气压	135
张开嘴巴可以缓解乘坐飞机不适感	137
大气压随地理纬度和气候变化	138
有人说恐龙放屁可能曾引起全球变暖	139
少吃肉也能为大气清洁做贡献	140

第九章

大气压力与我们密不可分

大气压力表的原理	145
压力表概念及用途	147
人体与大气压力的关系	148
大气压强的测定	150
大气压强的变化和利用	152
神奇的大气压力	153
压力传感器的形成效应	155
绝对压力、表压与负压	156
大气压“无处不在”	157



第1章

包围着地球和其他星球的“面纱”



1. 怎么吹也长不大的气球
2. 围着地球厚达1 000千米的面纱
3. 大气中各种成分与万物的关系
4. 人的呼吸靠“体内外压力差”
5. “亚里士多德猜想”
6. 伽利略发现大自然讨厌真空
7. 证明真空存在的“马德堡半球”
8. 身体内外压力必须平衡

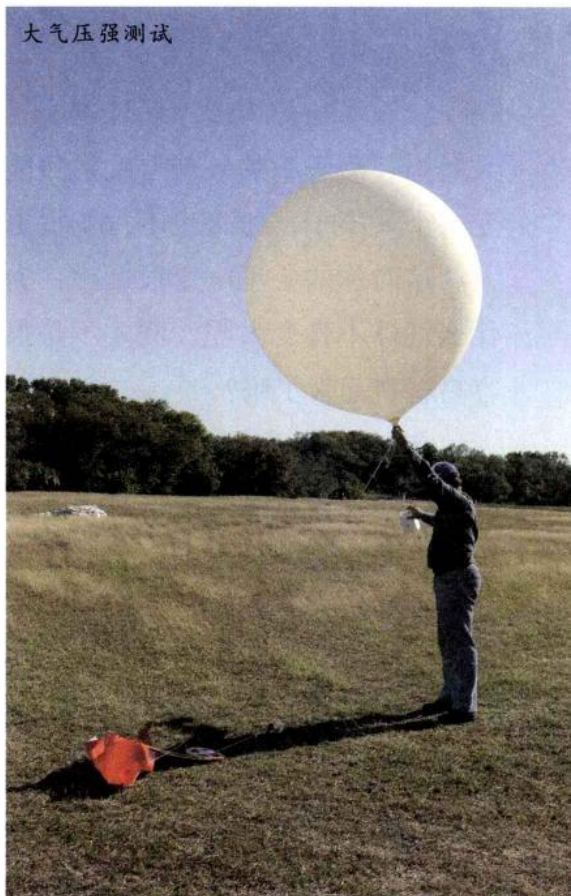
怎么吹也长不大的气球

关于大气和大气压强，有一个有趣的实验，叫“吹气球”。这个实验非常简单，它的原材料就是一个气球，一个饮料瓶子。第一步，先吹气球，气球慢慢变大了，有一个实心球那么大。一松嘴，这个气球马上就变小了。

再把气球放入饮料瓶子里，把气球口像绉袖子一样的绷在瓶子口那里。这个时候，气球在瓶子里悬空着，里面只有一点气，气球只有一颗枣子那么大。

这时候不管你怎么用力吹气球，就怎么吹都吹不起来，气球只是鼓了一点点，哪怕你把腮帮子都

大气压强测试





“吹气球”实验



鼓起来，瓶子中的气球它就是只能变成个大枣子，怎么也不肯变得更大。这时你的心里一定很疑惑：为什么气球不肯变大呢？刚才不是很容易就吹起来了么？

有什么办法可以让气球变大呢？这时候可以拿了一根针，在瓶子上扎两个孔，再一吹，气球竟然乖乖地变大了，差不多充满了半个瓶子。

只要一松开嘴，气球就又变成了枣子大小，但是用手堵住两个针眼松开嘴试试，瓶子中的气球竟然可能一直那么大，哪怕松开了嘴，

气也不跑。只要堵住针眼的手一松开，它马上就缩回去了。

这些不正常的变化原来都是因为大气和大气压。

■ 围着地球厚达1 000千米的面纱

地球周围包着一层厚厚的空气，它主要是由氮气、氧气、二氧化碳、水蒸气和氦、氖、氩等气体混合组成的，通常把这层空气的整体称之为大气。

它上疏下密地分布在地球的周围，就像一层厚厚的面纱，保护着

地球上的万物生灵。但这层面纱的总厚度达1 000千米，所有浸在大气里的物体都要受到大气作用于它的压强，就像浸在水中的物体都要受到水的压强一样。

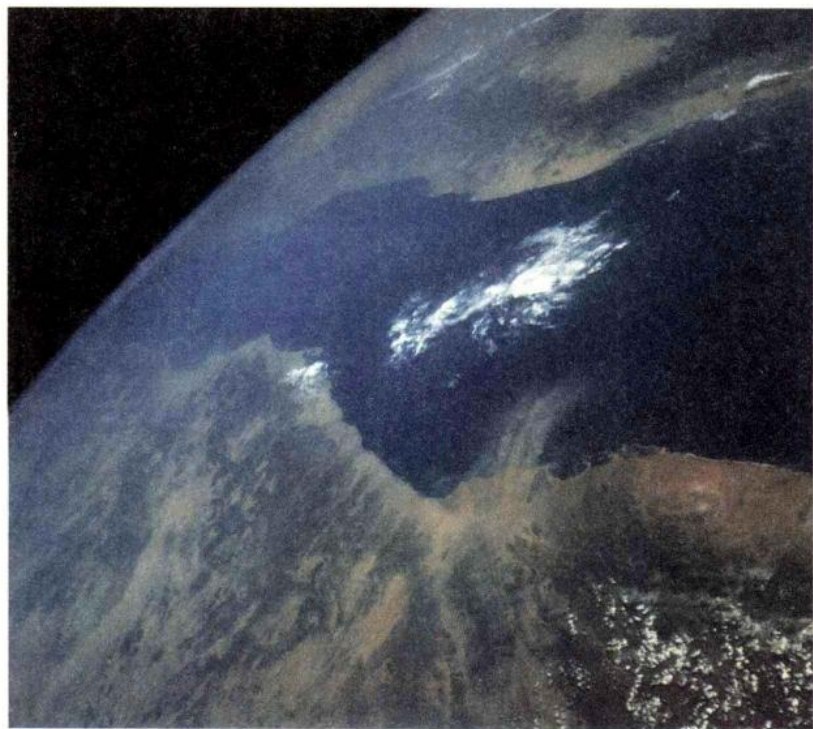
空气可以像水那样自由的流动，同时它也受重力作用。因此空气的内部向各个方向都有压强，这个压强被称为大气压。

大气压产生的原因可以从不同的角度来解释。其一：空气受重力的作用，空气又有流动性，因此向

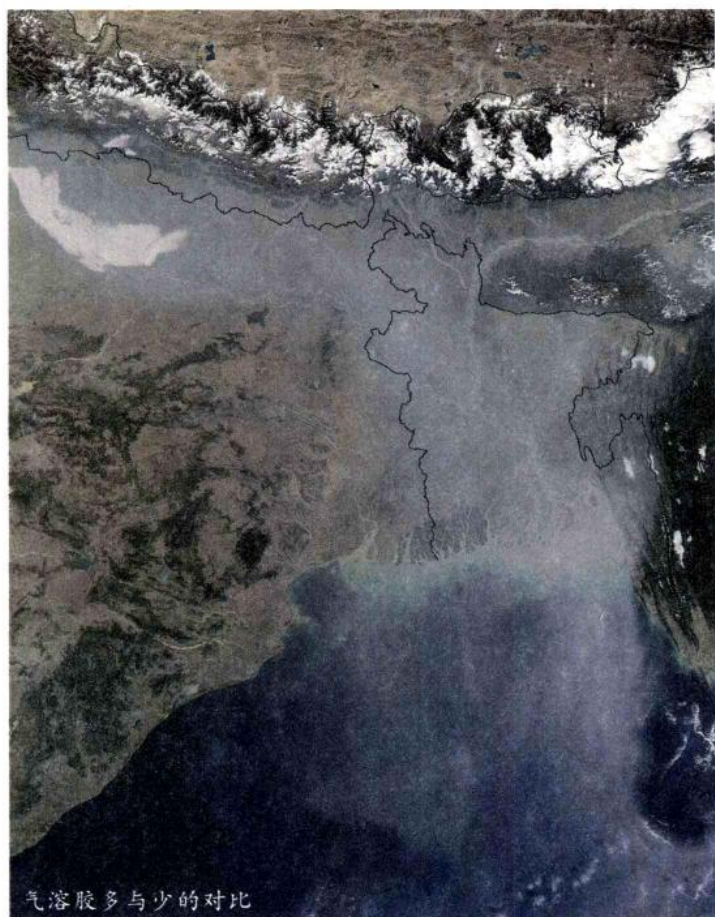
各个方向都有压强。

讲得细致一些，由于地球对空气的吸引作用，空气压在地面上，就要靠地面或地面上的其他物体来支持它，这些支持着大气的物体和地面，就要受到大气压力的作用，单位面积上受到的大气压力，就是大气压强；其二，可以用分子运动的观点解释。因为气体是由大量的做无规则运动的分子组成，而这些分子必然要对浸在空气中的物体不断地发生碰撞。

地球大气



每次碰撞时，空气分子都要给予物体表面一个冲击力，大量空气分子持续碰撞的结果就体现为大气对物体表面的压力，从而形成大气压，若单位体积中含有的分子数越多，则相同时间内空



气溶胶多与少的对比

也只占大气的百分之四。我们在日常生活中经常会觉得空气有时比较潮湿，有时却很干燥，就是因为空气中的水汽有时多、有时少的缘故。

由于地心引力的作用，地面附近空气比较稠密，越往高处，空气越稀薄。大部分空气聚集在从地面往上大约10千米的这层大气里，而大气中的水汽则几乎全部聚集在这一层次里。

雨、露、霜、雪是由

气分子对物体表面单位面积上碰撞的次数越多，因而产生的压强也就越大。利用分子运动论的观点可以解释，为什么大气层不均匀分布，能造成大气压下高上低的现象。

■ 大气中各种成分与万物的关系

大气里中水汽并不多，最多时

大气中的水汽形成的，所以它们主要产生于大气层的下部。

大气中的水汽主要来自地球表面。江河湖海中的水，潮湿的土壤，动、植物中的水分，时刻被蒸发到空气中。寒冷地区的冰雪，也在缓慢地升华。这些水汽进入大气后，成云致雨，或凝聚为霜露，然后又返回地面，渗入土壤或流入江

河湖海。以后又再蒸发，再凝结下降。

因此，在自然界里，水分周而复始地循环着，并在循环运动中不断改变着自身的状态。液态的水，可以凝固为固态的冰，也可以蒸发为气态的水汽；气态的水汽可以凝结为液态的云、雾、雨、露，也可以凝华为固态的冰晶、雪、霜；而固态的冰、雪、雹、霜可以融化成液态的水，也可以升华为气态的水汽因而雨、露、霜、雪就是这种水分循环过程中的产物。

大气中除了气体成份之外，还有各种各样的固体、液体微粒。我们称悬浮着液体、固体粒子的气体为气溶胶，悬浮在气体介质中沉降速度很小的液体和固体粒子称为气溶胶粒子，简称气溶胶；包括尘埃、烟粒、海盐颗粒、微生物、植物孢子、花粉等，不包括云、雾、冰晶、雨、雪等水成物。

最小的气溶胶粒子基本上由燃烧产生，如燃烧的烟粒，工业的粉

尘，森林火灾，火山爆发等，也有宇宙尘埃。大粒子和巨

粒子的气溶胶

粒子可由

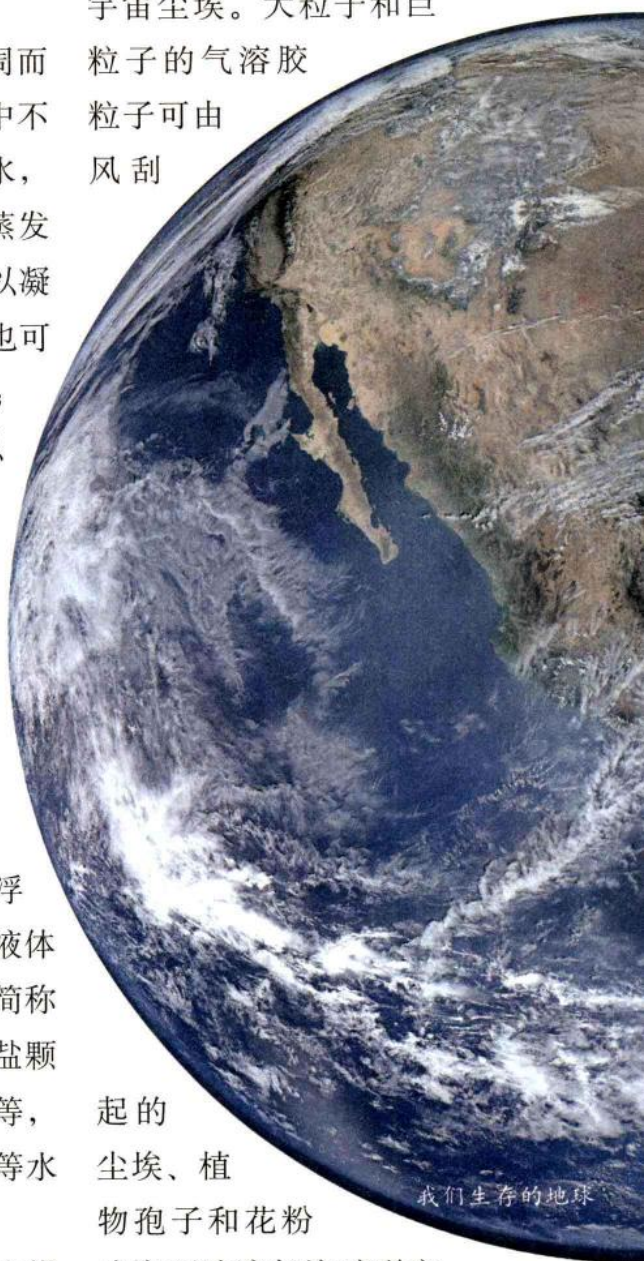
风刮

起的

尘埃、植

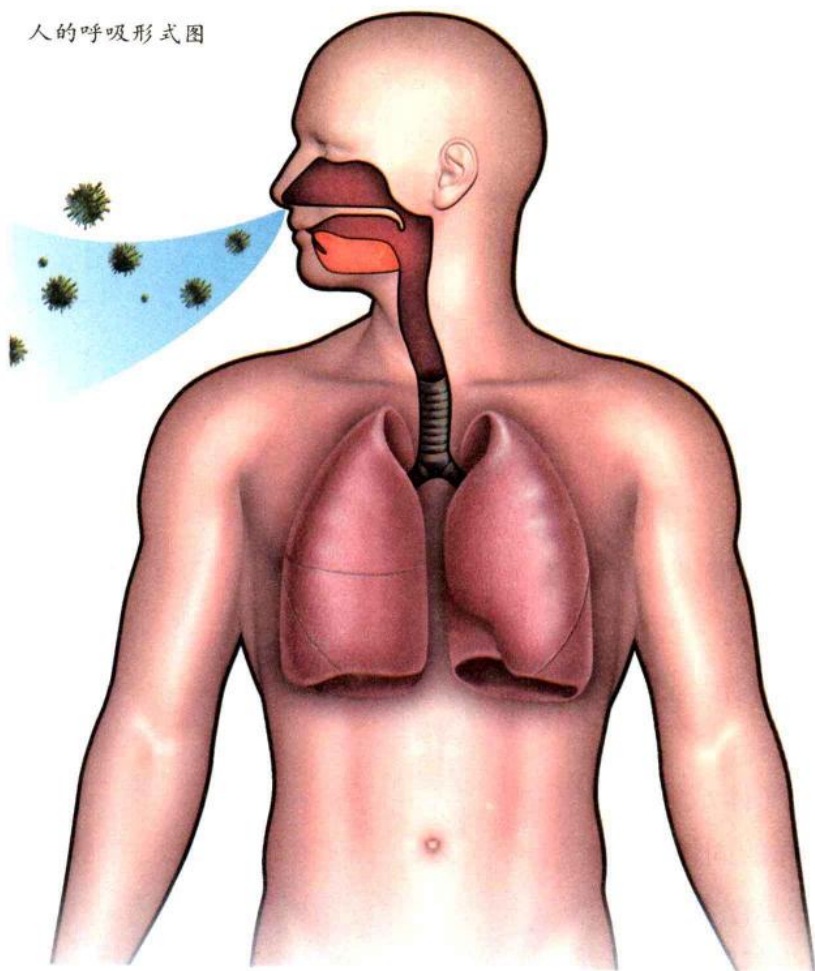
物孢子和花粉

或海面波浪气泡破裂产生。



我们生存的地球

人的呼吸形式图



生命，但超过5分钟不呼吸空气，便会死亡，人体每天需要吸入10~12立方米的空气。大气有一定的自我净化能力，因自然过程等进入大气的污染物，由大气自我净化过程从大气移除，从而维持洁净大气。

气溶胶粒子可以吸附或溶解大气中某些微量气体，产生化学反应，污染大气。气溶胶粒子还能吸附和散射太阳辐射，改变大气辐射平衡状态，或影响大气能见度。

洁净大气是人类赖以生存的必要条件之一，一个人在五个星期内不吃饭或5天内不喝水，尚能维持

▣ 人的呼吸靠“体内外压力差”

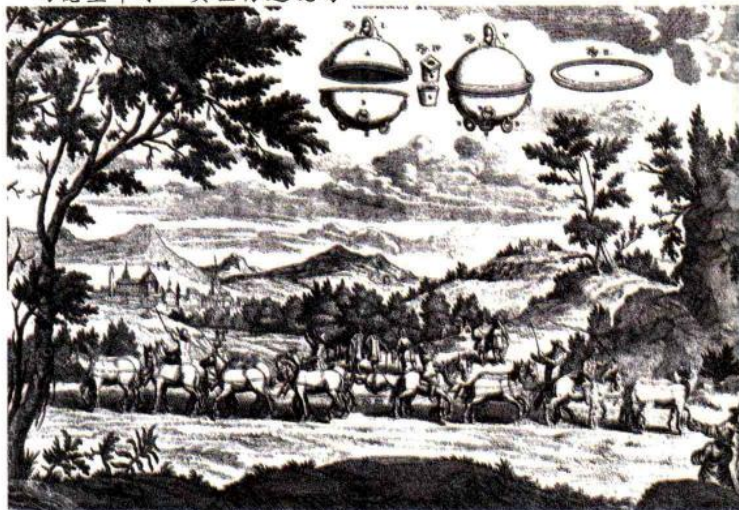
人的呼吸要靠体内外气压的压力差来完成，当吸气中枢兴奋时，通过膈神经使胸腔和腹腔间的横膈肌肉收缩，胸腔容积扩大，肺气泡也跟着扩大，使其中的气压下降，

并低于外部大气压，于是外界空气就在大气压的压力差作用下，从鼻孔或嘴流进肺部，进入肺泡。

呼气的情况正好相反，由于胸腔容积缩小，肺内空气收缩，内部压强大于外部，气体便从肺里呼出来。

人体的血液循环要受外界大气压的影响，当气压明显下降时，人体内血压与外界大气压失去平衡，血压升高，血液循环加快，此时伤处或病变部位的毛细管不完全适应，在显微镜下可以看到伤处，人体皮肤有淤血或毛细管血流不畅现象，于是才有不舒适的疼痛感觉，在医疗气象学上统称“天气痛”。

“马德堡半球”实验仿造现场



血液循环不畅，不但会造成缺氧，还会导致脑血管的贫血，引起人体内腔窝扩大，产生窦膨胀和窦炎，增加心脏的负担，眼球也会因为气压下降而向外膨胀变形，从而影响视力。

人体还要靠大气压连接四肢，在我们身上各关节处都有一个关节腔，空腔内不存在向外的作用力，这样就能借助外部大气压紧紧地压在身体上。

更有趣的是，人体还靠大气压把腿和上身连接起来。原来，人腿里有块股骨。股骨头部是一浑圆球体，嵌在身体髓骨白的凹部。尽管股骨头部和髓骨之间用关节连接起

来，并且用韧带系住了它们，但如果仅仅是这样，我们就会感到两条腿非常沉重，甚至难以拖动它们。

而实际上股骨与髓骨之间有一个没有大气的空腔，空腔内不存在向外



的作用力，那里是个天然的“马德堡半球”，因而股骨是靠外部大气压紧紧地压在身体上的。有人在尸体解剖后做过测算，作用在股髓关节上的大气压力约为22千克，大大超过了下肢重量，因此我们抬起腿来走路便不觉得费力了。

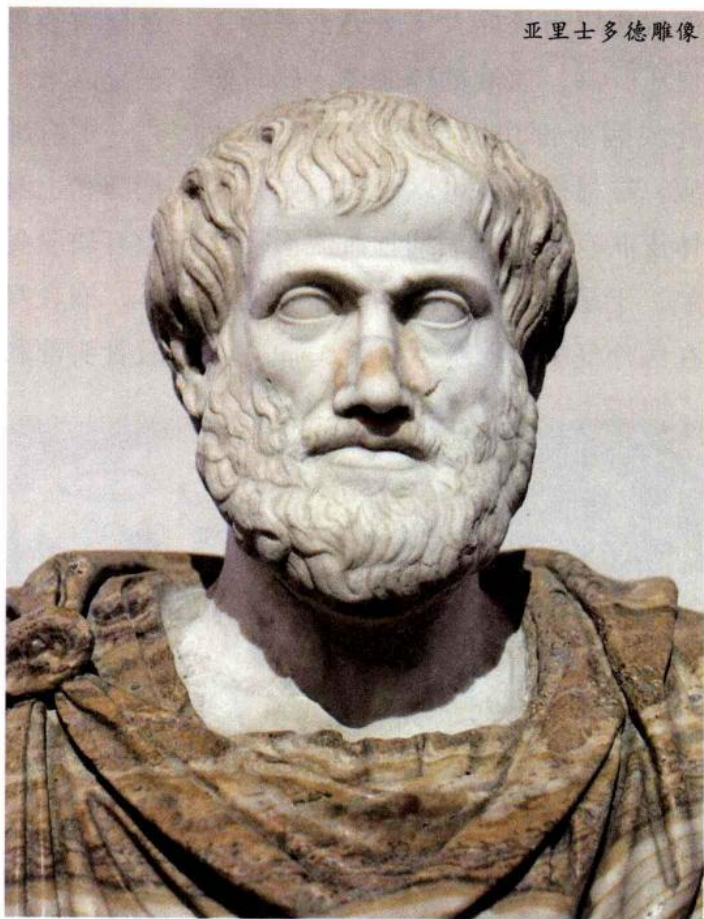
■ “亚里士多德猜想”

古希腊哲学家亚里士多德曾经猜想：我们这个世界是由四个壳层组成的，而这四个壳层又分别由四种原质构成，它们是：土、水、空气和火。

他说，这些壳层之外的宇宙是由神秘的、纯粹的第五种原质构成，他把它叫做“以太”。在这样一幅图像之中，是没有“真空”的位置的：在土的尽头，水就开始出现；土和水的尽

头，气开始出现；火开始于气的尽头；而在火的尽头，“以太”又紧接着开始出现，它一直延续到宇宙的终级。

水压机看来正是真空的极好例证。在水压机的把手被压下去时，活塞就被提起来，从而在圆筒的下半部分留下一段真空。但由于大自然厌恶真空，所以周围的水会打开



亚里士多德雕像

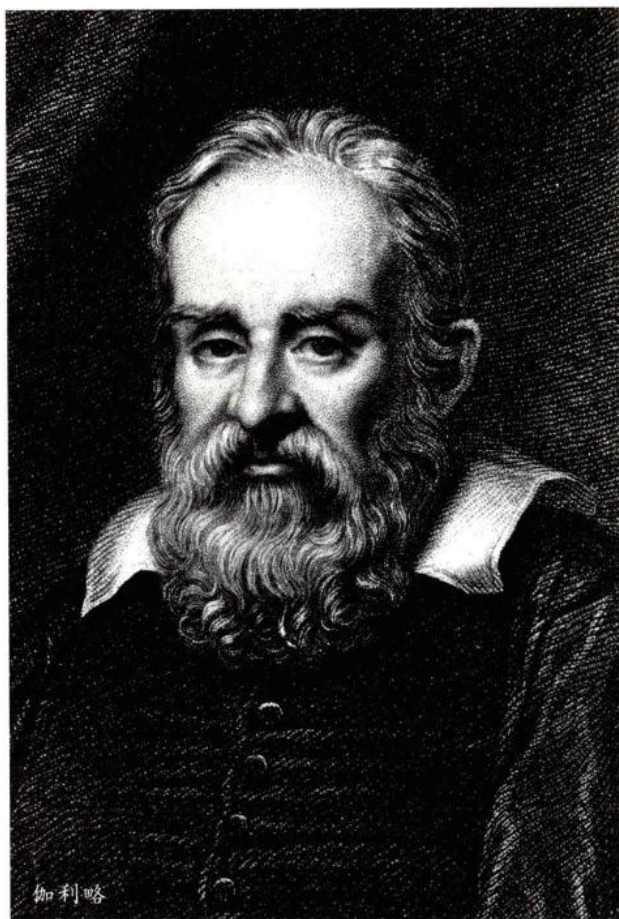
筒底的一个单向阀门，涌入真空。

重复进行这种运作，就会把筒内的水越提越高，直到它从泵口流出。根据亚里士多德的学说，应该用这个方法把水提到任意高度的。但是那些不得不把水从矿坑底部汲上来的矿工们却发现，无论花费多大的努力和多长的时间，都不可能把水汲到离原来水面10米以上。

■ 伽利略发现大自然讨厌真空

有句成语这样说：“重如泰山，轻如鸿毛”。泰山之重是显而易见的，有比鸿毛还轻的东西吗？有！那就是空气。现在知道，水的密度是1克每立方厘米，做羽绒衣的羽绒的密度大约是0.23克每立方厘米，而空气的密度却只有0.012 8克每毫升左右。空气实在太轻了，在许多场合下它的存在都被人们忽略不计了。

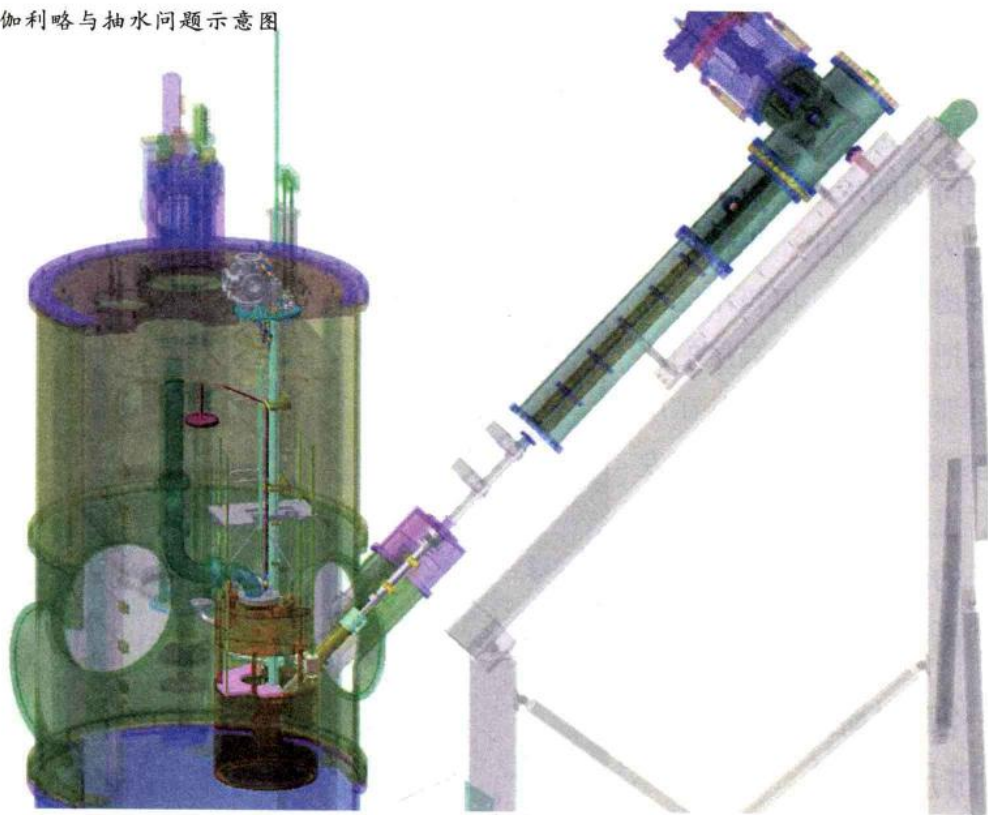
最早注意到空气有重量的是意



大利的物理学家伽利略。他将一个空瓶密封起来，当然里面有正常气压的空气，放在天平上与一堆砂子平衡。然后，他设法用打气筒向那个瓶子打进更多的空气，并再次密封。

当伽利略把这只瓶子再放回到天平上时，这时的瓶子比那堆砂要重一点，只有再往砂堆里加添一两

伽利略与抽水问题示意图



颗小砂子，天平才会平衡。伽利略推断，瓶子重量增加是由于里面的空气增多了的缘故，因此，空气是有重量的。虽然伽利略科学地测定空气是有重量的，但他却无法解释“大自然讨厌真空”这个老问题。

罗马时代以来，人们就注意到一个现象：用来输送水的水管，当它们跨越高度在10米以上的山坡时，水就输不上去了。在超过10米深的井里，抽水泵便不起作用了。

人们早就知道只要把水管里的空气抽掉，造成一个真空，那么水就会沿着水管往上流。他们无法解释水为什么会往上流，而不是通常那样“水往低处流”，就只有借用古希腊学者亚里士多德的名言“大自然讨厌真空”来解释。

粗略一想也对，大自然是不让真空存在的，一旦真空出现就让水来填补，于是水就被抽上来了。真空出现到哪里，水就跟到哪里。可

是，为什么水到了10米高的地方就再也上不去了呢？尽管11米、12米处也存在真空。

对此，伽利略只能解释说是大自然的那种“厌恶”是有限度的，到了10米以上的真空，它就不厌恶了，因而水就再也抽不上去了。

“智者千虑必有一失”，伽利略对抽水问题的解释过于牵强附会，使他没有触及到问题的实质。

■ 证明真空存在的“马德堡半球”

在17世纪那个时候，德国有一个热爱科学的市长，名叫奥托·冯·格里克。他是个博学多才的军人，从小就喜欢听伽利略的故事，爱好读书，爱好科学，一直读到莱比锡大学。

1621年又到耶拿大学攻读法律，1623年，再到莱顿大学钻研数学和力学。他读了

三所大学，知识面很广，上知天文，下识地理；什么数理、法律、哲学工程等等，无所不知，无所不通。因此，他能在军旅中过活，又可在政界中立足，更能在科学界发言。他是1631年入伍，在军队中担任军械工程师，工作很出色。后来，投身政界，1646年当选为马德堡市市长，无论在军旅中，还是在市府内，都没停止科学探索。

1654年，他听到托里拆利的事，又听说还有许多人

不相信大气压；还听到有少数人在嘲笑托里拆利；继而听说双方争论得很激烈，互不相让，针锋相对。因此，格里克虽在远离意大利的德国，但很抱不平，义愤填膺。

他匆匆忙忙找来玻璃管子和水银，重新做托里拆利这个实验，断定这个实验是准确无误的；再将一个密封完好的木桶



奥托·冯·格里克的半球原理

中的空气抽走，木桶就“砰！”的一声被大气“压”碎了！

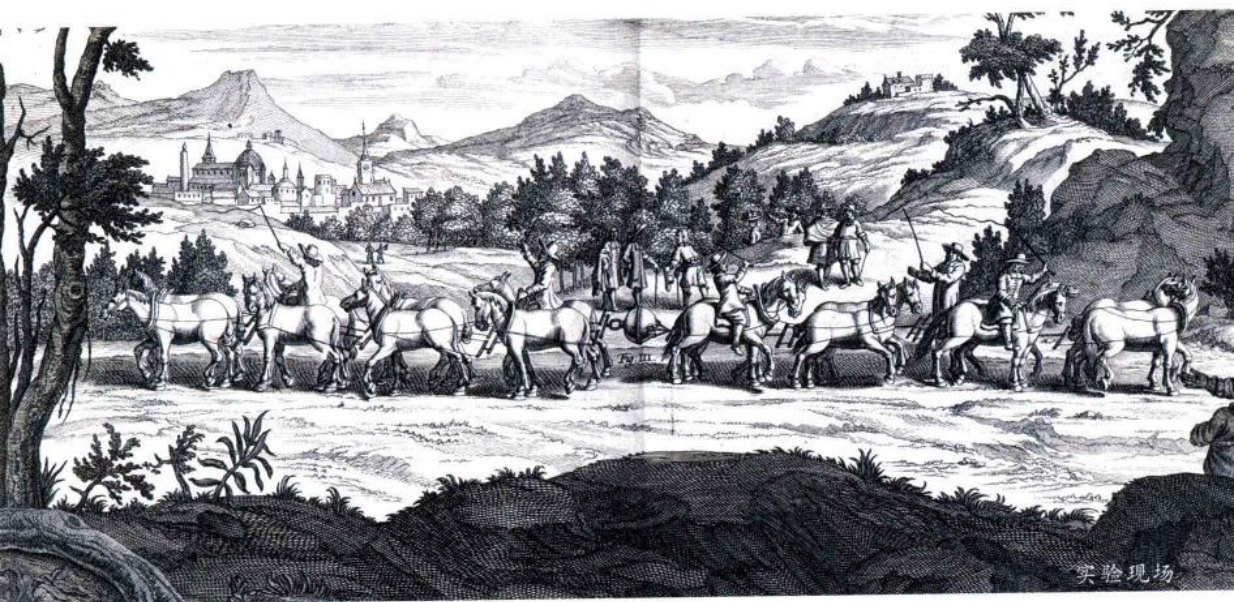
有一天，他和助手做成两个半球，直径14英寸，即4.27米，并请来一大队人马，在市郊做起“大型实验”。这年5月8日的这一天，美丽的马德堡市风和日丽，晴空万里，十分爽朗，一大批人围在实验

场上，熙熙攘攘十分热闹。

有的说这样，有的说那样，有的支持格里克，希望实验成功，有的断言实验会失败，人们在议论着、在争论着、在预言着，还有的人一边在大街小巷里往实验场跑，一边高声大叫：“市长演马戏了！市长演马戏了！”

大气压强是存在的实验





实验现场

格里克和助手当众把这个黄铜的半球壳中间垫上橡皮圈；再把两个半球壳灌满水后合在一起；然后把水全部抽出，使球内形成真空；最后，把气嘴上的龙头拧紧封闭。这时，周围的大气把两个半球紧紧地压在一起。

格里克一挥手，4个马夫牵来16匹高头大马，在球的两边各拴4匹，格里克一声令下，4个马夫扬鞭催马、背道而拉！好像在“拔河”似的。

“加油！加油！”实验场上黑压压的人群一边整齐地喊着，一边打着拍子。

4个马夫，8匹大马，都搞得浑身是汗，但是，铜球仍是原封不动，格里克只好摇摇手暂停一下，然后，左右两队，人马倍增。马夫们喝了些开水，擦擦头额上的汗水，又在准备着第二次表现。格里克再一挥手，实验场上更是热闹非凡，16匹大马奋力扛拉，8个马夫在大声吆喊，挥鞭催马。

实验场上的人群，更是伸长脖子，一个劲儿地看着，不时地发出“哗哗”的响声。突然，“啪！”的一声巨响，铜球分开成原来的两半，格里克举起这两个重重的半球自豪地向大家高声宣告：“先生



奥托·冯·格里克雕像



们！女士们！市民们！你们该相信了吧！大气压是有的，大气压力是大得这样厉害！这么惊人！”

实验结束后，仍有些人不理解这两个半球为什么拉不开，七嘴

八舌地问他，他又耐心地做着详尽的解释：“平时，我们将两个半球紧密合拢，无须用力，就会分开，这是因为球内球外都有大气压力的作用；相互抵消平衡了，好像没有

大气作用似的。今天，我把它抽成真空后，球内没有向外的大气压力了，只有球外大气紧紧地压住这两个半球。”

通过这次“大型实验”，人们都终于相信有真空，有大气，大气有压力，大气压很惊人，但是，为了这次实验，格里克市长竟花费了4千英镑。

■ 身体内外压力必须平衡

今天，人们可以在慕尼黑的德意志博物馆看到这个实验的原始“设备”，也就是那两个半球。世纪之交时，马德堡市在当时的德国园林博览会场地内建起了一座“千年塔”，里面也放了两个半球，以纪念格里克，不过是复制品了。为了纪念这位老市长，马德堡人在老市政厅旁的小广场上竖起了他的雕像，还用他来为年轻的马德堡大学命名。

马德堡半球实验证明：大气压力是非常强大的。大气压强是存在的实验中，将

两个半球内的空气抽掉，使球内的空气粒子的数量减少、下降。球外的大气便把两个半球紧压在一起，因此就不容易分开了，抽掉越多，压力越大。

也许人们要问：既然大气压这么强，那我们平时怎么很轻松，丝毫没有任何感觉呢？原来，空气是从四面八方包围着一件东西的，它的压力也是均匀地从四面八方压向同一物体，我们人的身体几乎是和外界相通的，身体内部也有空气，也有压力，这个由里向外的压力和外界的压力平衡，互相抵消了，所以我们身体就不再觉得受到压力了。

马德堡半球实验纪念碑





迷你知识卡

沸点

沸点是指物质沸腾时的温度，更严格的定义是液体成为气体的温度。液体在未达到沸点温度时也会通过挥发变成气体。然而，挥发是一种液体表面的现象，也就是说只有液体表面的分子才会挥发。沸腾则是在液体的整个部分发生的变化，处于沸点的液体的所有分子都会蒸发，不断地产生气泡。

汽化

液体中分子的平均距离比气体中小得多。汽化时分子平均距离加大、体积急剧增大，需克服分子间引力并反抗大气压力做功。因此，汽化要吸热。单位质量液体转变为同温度蒸气时吸收的热量称为汽化潜热，简称汽化热。

汽化热随温度升高而减小，因为在较高温度下液体分子具有较大动能，液相与气相差别减小。在临界温度下，物质处于临界态，气相与液相差别消失，汽化热为零。

汽化



重力

由于地球的吸引而使物体受到的力，叫做重力。生活中常把物体所受重力的大小简称为物重。重力的单位是N，但是表示符号为G。在一般使用上，常把重力近似看作等于万有引力。但实际上重力是万有引力的一个分力。

第2章

地球大气好像剥开的洋葱



1. 46亿年前被地球引力捕获的气体
2. 地球生物的“保护伞”
3. 五彩缤纷的大气层
4. 流星也爱欺负“人”
5. 大西洋上空怪异的云层漩涡
6. 在珠穆朗玛峰上水72摄氏度就会沸腾
7. 人类不能永远活在地球摇篮里
8. 中医通过“大气压力”治病

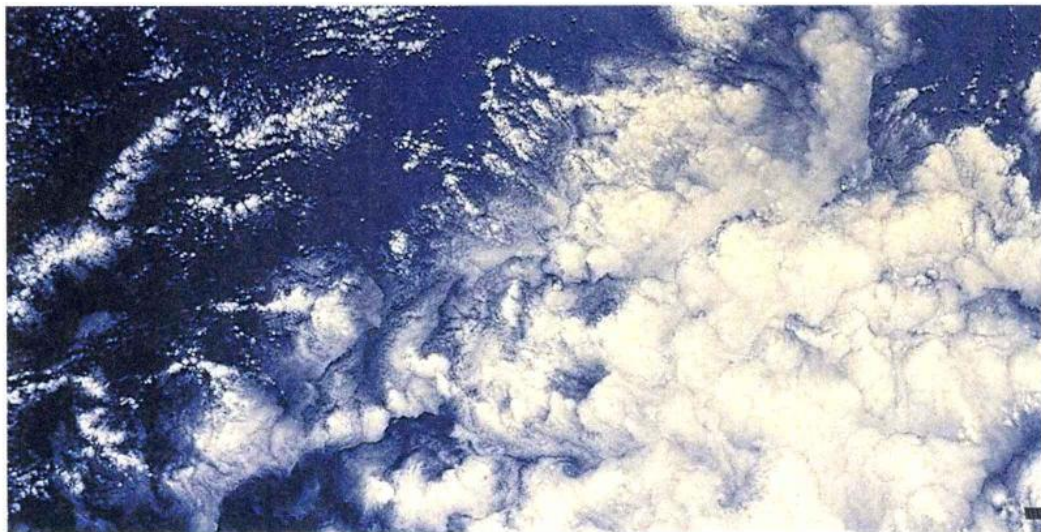
46亿年前被地球引力捕获的气体

46亿年前，太空中有一片气体和尘埃的混合物，由于彼此间万有引力的作用，逐渐聚合，形成了原始的太阳系。当时初生的地球四

周，可能围绕着以氢和氦为主要成分的大气层。

原始大气层和现在以氮和氧为主要成分的大气层截然不同。科学家们推测，在地球形成初期，太阳的活动应该比现在活跃，氢气和氦

奇异云层





气可能受太阳的影响而脱离地球。

之后也许有一段时间，地球的水分蒸发，因为大气层受地球的引力，所以没有完全逃逸，而是被地球捕获，变成地球的大气层。

■ 地球生物的“保护伞”

如果我们乘坐宇宙飞船或航天飞机俯看地球，地球被一层淡蓝色的外衣包裹着，这层外衣就是地球大气，又被我们成为大气圈。地球大气是地球上一切生命赖以生存和进化的基础环境条件，也是人类和

地球生物的“保护伞”。

从地面到大气上界，可分为对流层、平流层、中层、热层、外逸层。大气的密度随着高度的升高而减小，大约30%的大气质量集中在3 000米以下的大气层里；5 500米高度是个中线，以上和以下的大气质量是相等的。

大约90%的大气质量集中在16.5千米以下的低层大气里，32千米以上的大气质量还不到整个大气质量的1%。与人类活动息息相关的天气现象和天气系统主要发生在对

五彩地球大气层

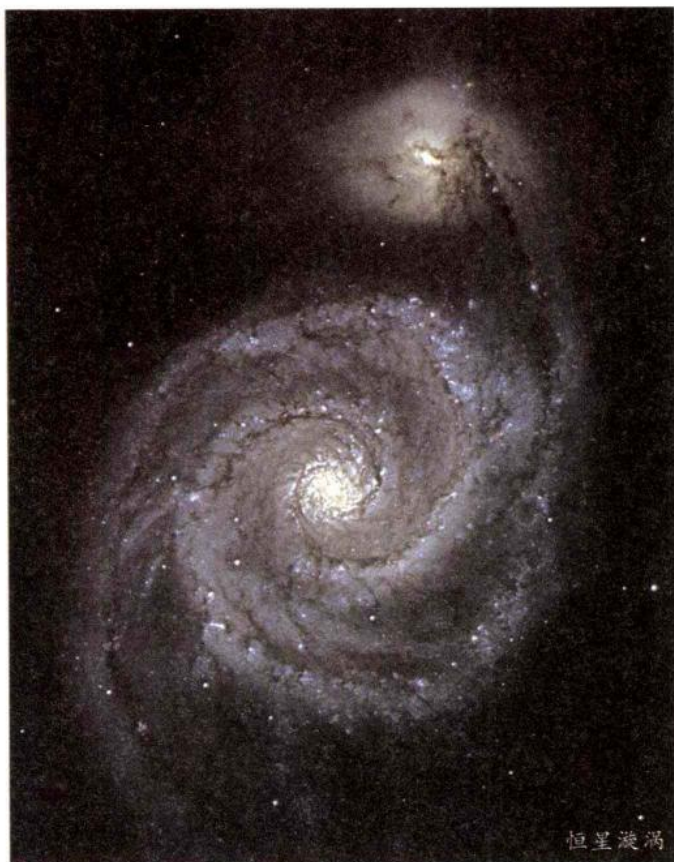


流层中，对流层的厚度在中纬度地区为10千米左右。

■ 五彩缤纷的大气层

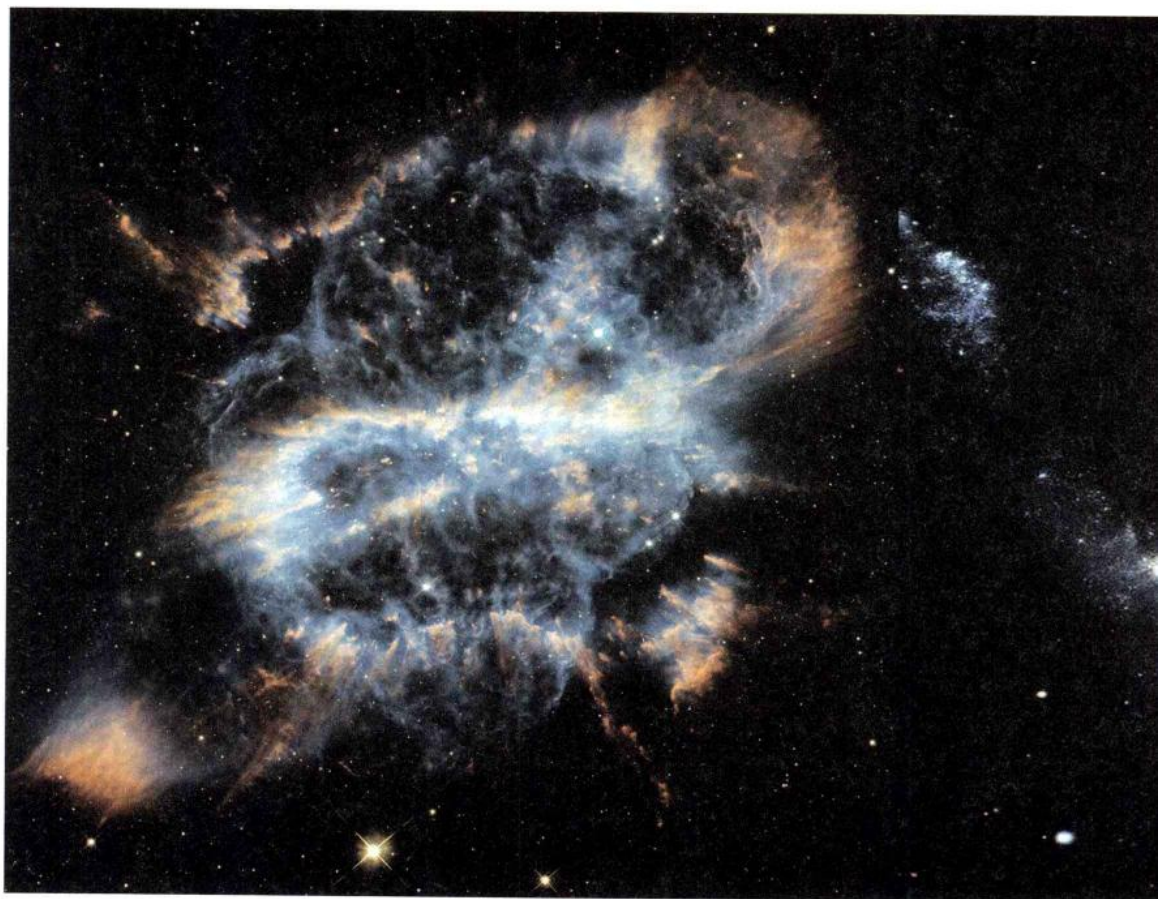
如果你有机会置身于国际空间站，并经常朝窗外看，那一定会看见这一幕：地球大气层呈现出五彩的颜色，就像被层层剥开的洋葱。我们上往下看，从地面眺望，首先看到的是深蓝色的高层大气，我们天空的蔚蓝程度就取决于高层大气；接着是柠檬黄的平流层，平流层距地面约50千米，可能本身是贫瘠之地，在这种高度下鲜有云团出现。

再往下是呈南瓜橙色的对流层，地面的蒸气几乎全部来自于对流层。其颜色变化是由云团或悬浮微粒引起的。对流层距地面约6~20千米，还拥有地球大气80%的质量。最下面的一层则是印度洋。



恒星漩涡

有许多天文爱好者都喜欢拍摄天空，这么美丽的大气层用普通相机是绝对拍不到的，而哈勃太空望远镜有时也能做到这一点，因为哈勃太空望远镜的口径比我们普通的天文爱好者用的要大得多，而口径就决定了通光量，而且一个最主要的因素是：大气层中的大气湍流与散射，以及会吸收紫外线的臭氧层，这些因素都限定了地面上望远



哈勃拍摄的星云图片

镜做进一步的观测。

太空望远镜的出现使天文学家成功地摆脱地面条件的限制，并获得更加清晰与更广泛波段的观测图像。在轨道上环绕着地球的望远镜。它的位置在地球的大气层之上，因此获得了地基望远镜所没有的好处——影像不会受到大气湍流的扰动，视相度绝佳又没有大气散

射造成的背景光，还能观测会被臭氧层吸收的紫外线。而且哈勃拍摄的照片还会经过专业计算机的色彩处理，这样，就呈现出五彩缤纷的大气层照片。

▣ 流星也爱欺负“人”

我们都知道太阳系中有九大行星，这其实是历史上流行的一种



美丽的星云

的说法，即水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。在2006年8月24日于布拉格举行的第26届国际天文联会中通过的第5号决议中，冥王星被划为矮行星，并命名为小行星134340号，从太阳系九大行星中被除名，所以现在太阳系只有八颗行星。

那么太阳系中的八颗行星是不

是都有大气层包裹着呢？答案是肯定的，但有一颗行星的大气层几乎可以忽略不计，它就是水星。

尽管水星是太阳系8大行星中最小的那颗，其引力也相应地较小。然而水星确实拥有一个稀薄的大气层，由太阳风带来的被破坏的原子构成，水星温度如此之高，使得这些原子迅速地散逸至太



空中，这样与地球和金星稳定的大气相比，水星的大气频繁地被补充更换。水星大气被向后压缩延伸开去，在背阳处形成一个“尾巴”，就像一颗巨大的彗星。

然而更诡异的一点是，水星事实上还在不断的损失其大气气体成分。因此，正如科学家指出的那样“你需要不断的进行补充，方能维

持大气层的存在。”

科学家们认为水星的补充方式是捕获太阳辐射的粒子，以及被微型陨石撞击后溅起的尘埃颗粒。

它的昼夜温差达600摄氏度，白天约400摄氏度，夜晚-200摄氏度，由于只有一层稀薄的大气层，水星表面留下许许多多流星撞击的痕迹，布满大大小小的坑穴。看来，流星也爱欺负几乎没有大气外衣保护的星球。

■ 大西洋上空怪异的云层漩涡

“冯·卡门旋涡”其实是一种外形奇异的云团，在加那利群岛以南、非洲西北海岸附近，当空气从障碍物从这里流过的时候，形成的奇怪现象，这也是空气产生的奇妙图像。

卡门涡流是流体力学中重要的现象，在自然界中常可遇到，在一定条件下的定常来流绕过某些物





体时，物体两侧会周期性地脱落下旋转方向相反、排列规则的双列线涡，经过非线性作用后，形成卡门涡街。

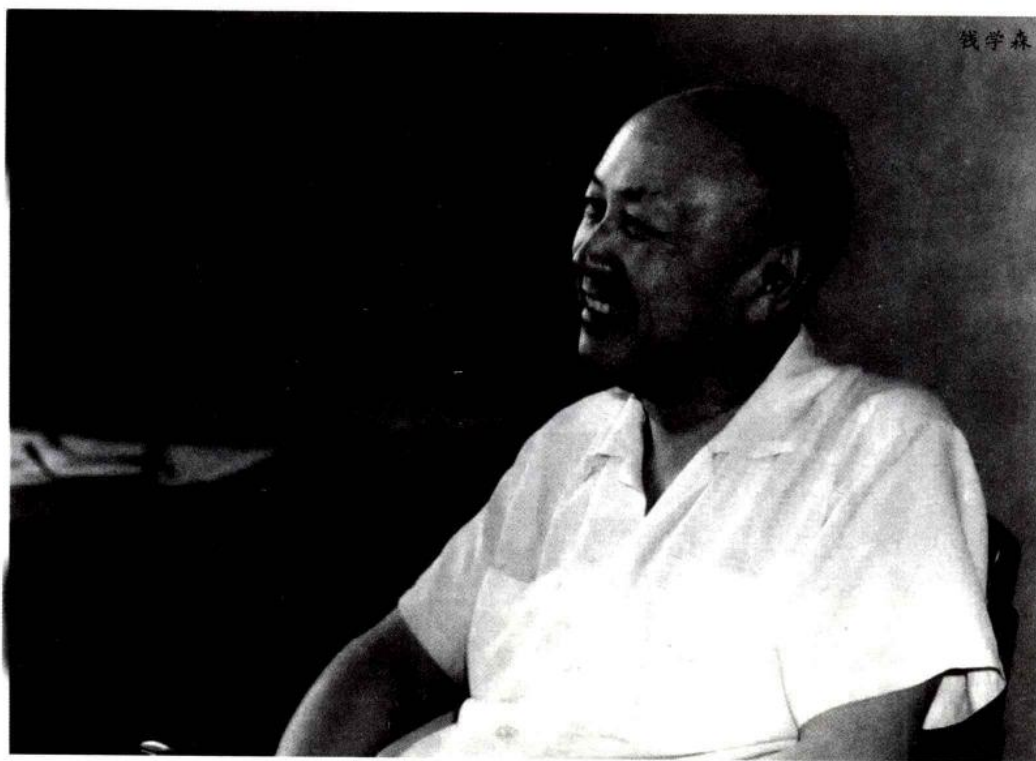
如水流过桥墩，风吹过高塔、烟囱、电线等都会形成卡门涡街。卡门涡街有一些很重要的应用，这种气流漩涡与形成于超流体内部的漩涡结构存在某种关联性。前者只需要普通的温度环境，而后者则需要极低的温度。

冯·卡门是美籍匈牙利力学家，近代力学的奠基人之一，1881年5月11日生于匈牙利布达佩斯，1963年5月7日卒于德国亚琛。他在

美国加州理工学院的研究生中，有中国学者钱学森、郭永怀、钱伟长，以及美籍华人学者林家翘等，他的学术思想对中国力学事业的发展起了积极的作用。

他善于透过现象，抓住事物的物理本质，提炼出数学模型，树立了现代力学中数学理论和工程实际紧密结合的学风，奠定了现代力学的基本方向。他做出了许多卓越的成果，接受过许多国家的勋章，其中包括美国的第一枚国家科学勋章。

1963年2月18日上午，白宫玫瑰园名人聚集，宾客如云，授勋仪



式即将举行。当年迈的冯·卡门走下台阶时，他因患有严重的关节炎而步履不稳，险些摔倒。

年轻的约翰·肯尼迪总统赶紧走上前，一把将他扶住。老人抬头报以感激的微笑，继而轻轻推开总统伸出的手，淡淡地说：“总统先生，下坡而行者无须搀扶，惟独举足高攀者才求一臂之力。”一枚最高荣誉的勋章，一句含义双关的俏皮话，便是他那具有传奇色彩的人生写照：勋章标志着他在科技事业

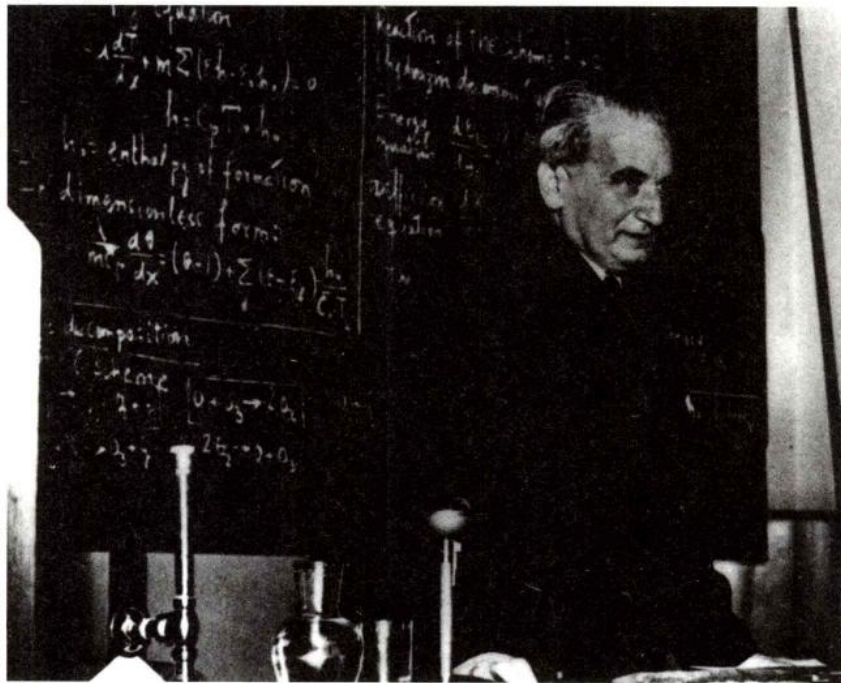
中的伟大功勋，而俏皮话则刻画了他那丰富多彩的个性品质及对科学事业的殷殷关切之心。

20世纪科学技术得到了迅猛发展，然而，像冯·卡门那样在航天技术中独领风骚的人物则凤毛麟角，几近绝迹。因而他被后人誉为“航空航天时代的科学奇才”。科学成就的大小往往与科学家本人的个性品质相联系。

冯·卡门的成功一部分得益于他开朗幽默、独立民主的性情。

作为一名伟人，显贵、阔佬、军政领袖都竭力想与他交朋友，冯·卡门也乐意与他们交往，他是属于上流社会的。然而，冯·卡门并不是个势利小人，他会毫不迟疑地把一个花匠介绍给达官显贵们，并且一视同仁。他曾说过，爱因斯坦诚恳而善良的灵魂正是他所毕生追求的。

冯·卡门幽默风趣，爽朗而又健谈。他乐于谈论风流韵事，且会出其不意地说些稀奇古怪的片断。他那诙谐的腔调常逗得那些严肃古



板的人都捧腹大笑。冯·卡门还善于把享乐和事业结合起来。他有一种特殊能力，表面上从事某种活动，脑海里却进行着自己的科学思考。

他常会在聚会中溜走一两个小时，去推导一个方程或拟写一篇论文，然后再若无其事地回来，重拾他的话题。冯·卡卡门这种开朗奔放、无拘无束的性格也反映在他的教书育人上。他认为，师生之间没有贵贱之分，只是贡献和学历上的差别，而且教与学是相长的。在教学

方法上，他主张采用简单直观的方式，略去次要细节，抓住本质，采用形象的比拟和直观的图解，并要根据学生的平均水平进行讲解。

据说，



冯·卡门在推导公式时，常会先陷进自己故意设置的死胡同，然后再以高度技巧从困境中摆脱出来。学生们时而屏息无声，时而惊呼叫绝。在学生看来，他就像在耍木偶，把死东西玩儿活了。冯·卡门就是在这种活泼紧张的气氛中把知识传授给了学生，此外，冯·卡门还倡导自由讨论的民主学风，鼓励自由创造。

有人曾把他和文艺复兴时期的达·芬奇相提并论，认为达·芬奇创造了新奇的机件，而冯·卡门则培育出大批杰出的人才。他的学生遍及五大洲，人称之为“卡门科班”，他为教育事业作出了杰出的贡献。冯·卡门无疑是位名副其实的科学奇才。

■ 在珠穆朗玛峰上水72摄氏度就会沸腾

实验表明，一切液体的沸点，



都是气压减小时减小，气压增大时增大，同种液体的沸点不是固定不变的，说水的沸点是100摄氏度，但必须强调是在标准大气压下。

由于气压随高度降低，所以水的沸点随高度降低，例如：海拔1 000米处水沸点约97摄氏度，3千米处约91摄氏度，在海拔8 844.43米的珠穆朗玛峰顶，水在72摄氏度就可以沸腾，因而在高山上烧饭

要用不漏气的高压锅，锅内气压可以高于标准大气压，使水沸点高于100摄氏度，不但饭熟得快，还可以节省燃料。

液体发生沸腾时的温度。当液体沸腾时，在其内部所形成的气泡中的饱和蒸汽压必须与外界施予的压强相等，气泡才有可能长大并上升，所以，沸点也就是液体的饱和蒸汽压等于外界压强的温度。液体的沸点跟外部压强有关。当液体所受的压强增大时，它的沸点升高；压强减小时，沸点降低。例如，蒸汽锅炉里的蒸汽压强，约有几十个

大气压，锅炉里的水的沸点可在200摄氏度以上。

在高山上煮饭，水易沸腾，但饭不易熟。这是由于大气压随地势的升高而降低，水的沸点也随高度的升高而逐渐下降。在海拔1 900米处，大气压约为79 800帕，水的沸点是93.5摄氏度。

在相同的大气压下，液体不同沸点亦不相同。这是因为饱和气压和液体种类有关。在一定的温度下，各种液体的饱和汽压亦一定。例如，乙醚在20摄氏度时饱和气压为5 865.2帕低于大气压，温度稍有升高，使乙醚的饱和汽压与大气压强相等，将乙醚加热到35摄氏度即可沸腾。液体中若含有杂质，则对液体的沸点亦有影响。

液体中含有溶质后，它的沸点要比纯净的液体高，这是由于存在溶质后，液体分子之间的引力增加了，液体不易汽化，饱和气压也较小。要使饱和气压与大气压相同，必须提高沸点。不同液体在同一外界压强下，沸点不同。

沸点与气压成正比，气压越





大，沸点越高，气压越低。液体在挥发的时候产生蒸气压，当蒸气压等于外界的压力时，液体就会沸腾，此时的温度就是液体的沸点。

当外界的压力增大时，必须升高温度才能使蒸气压增大以等于外界压力，达到沸腾，当外界压力降低时，温度比较低的时候就能够使蒸气压等于外界压力，达到沸腾。

■ 人类不能永远活在地球摇篮里

“地球是人类的摇篮，但是人类不能永远生活在摇篮里。”这是“航天之父”齐奥尔科夫斯基的一句名言，也是人类成长的梦想。

走出“摇篮”天地宽，今天，当地球面临着日益严峻的人口、粮

食、环境、能源危机时，对外层空间的探索，向宇宙的广度和深度进军，已成为解决地球生存危机的一个最好出口。而月球——这个离地球最近的星体，也正成为了美国、俄罗斯、欧盟、日本、印度，甚至包括中国在内的许多国家及地区竞相抵达的太空第一站。

在这个离地球最近的星体的上空，也存在着稀薄的大气层，但月球没有像地球大气那样的保护层，

月面直接受到流星体的猛烈冲击，因此在一定程度上会影响到月岩的化学成分、岩屑大小、玻璃含量以及再结晶的程度。月球早期广泛发生火山爆发，喷出大量熔浆，从而形成月面上广阔的熔岩平原。

轻轻一跳就能飞出很远很远，甚至能像袋鼠一样飞快地在月球表面跳跃。这是一些科幻电影中的情节，但事实上，由于月球表面的大气层非常稀薄，和水星一样近乎达

宇宙回飞棒





“嫦娥一号”

到“真空”，月球上的大气压力也是非常小的。

人类想要在未来移居月球可真不容易，因为月球白天的温度大约是一百零几度，甚至能达到到330度，晚上的温度却是负150摄氏度，最低能达到负170摄氏度。

也就说白天在月球上，假如一块石头照着太阳是130摄氏度，

而石头的阴影的地方，哪怕相距只有一两厘米，那个位置是负150摄氏度。也就是说，在几厘米的范围可以温差300摄氏度，因为它没有大气的传导，所以也听不见任何声响。

月球上的一天相当于我们地球上一个月，它的白天长度相当于地球上14天半，所以它在太阳升起

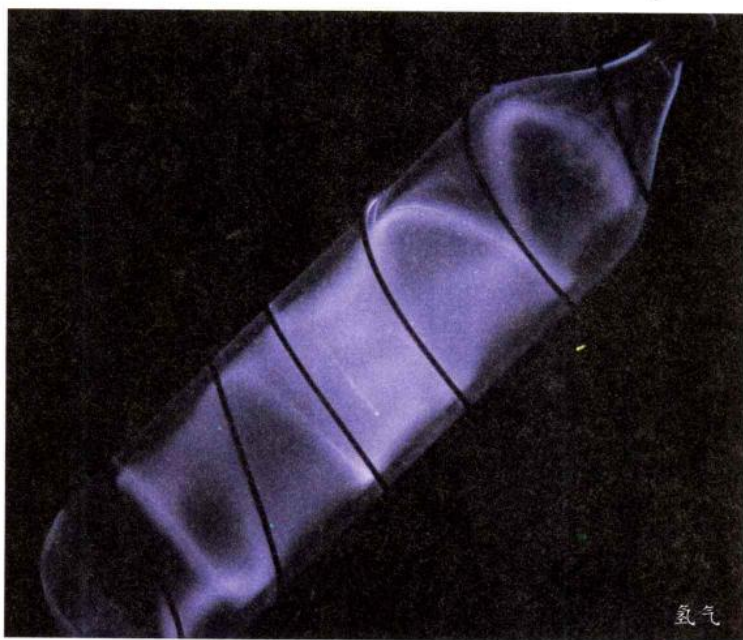
来的时候，温度也直线上升，也到100多度，晚上的温度很快的下降，所以它的温度变化是非常大的。

我们把月球、水星、火星和地球比较一下，把它综合起来看一下，发现一个非常有意思的问题，月球是最小的天体，它的半径是1 740千米，它几乎是超高真空状态；而水星的半径是2 432千米，它的大气是0.003个大气压；火星是3 370千米，那么它的大气压是0.005到0.007，相当于我们地球表面40千米高空的这种大气的稀薄程度；我们的地球，当然人们规定它是典型的一个大气压，这样可以

看到行星的质量越小，对气体的这种吸引能力就越小，捕获的能力就小，所以它的大气就越来越稀薄，所以我们地球是最适宜于人类生存

的一个天体。

苏联的月球2号于1959年9月撞击月球，是首个登陆月球的探测器，而美国的阿波罗11号则于1969年7月成功登陆月球，航天员尼尔·阿姆斯特朗和巴兹·奥尔德林成为历史上最早登陆月球的人类。法国小说家儒勒·凡尔纳的1865年小说《从地球到月球》则是人类出现最早有关登陆月球的概念之一。



1969年7月16日早晨9点32分，阿波罗11号飞船连同它的36层楼房高的土星5号火箭在肯尼迪角的39A综合发射台发射了。阿姆斯特



朗的九号半的靴子接触到了月球表面，他说：“对一个人来说，这是小小的一步，但对人类来说，这是一个巨大的飞跃。”这时是上午10点56分20秒。

阿姆斯特朗拖着脚步在地上走来走去。他说，“月球表面是纤细的粉末状的，它像木炭粉似的一层一层地粘满了我的鞋底和鞋帮。我一步踩下去不到一英寸深，也许只有八分之一英寸，但我能在细沙似的地面上看出自己的脚印来。”

阿姆斯特朗把那细粉放一些在自己太空衣的裤袋里。接着，在他下舱后19分钟，奥尔德林走到他身旁来说，“美啊，美啊，壮丽的凄凉景色。”阿姆斯特朗把一根标桩打入土里，把电视摄影机架在上面。样子像蜘蛛的“鹰”舱离镜头60英尺远，正处于电视图像的中央，它后面就是外层空间的永恒的夜。

这是人类首次踏上月球，近年来，尽管有人怀疑

美国的“阿波罗”号登月是一个骗局，但仍然阻挡不了人类向月球前进的脚步。

2007年10月24日，在我国的西昌卫星发射中心，“嫦娥一号”由“长征三号甲”运载火箭发射升空。“嫦娥一号”发射成功，中国成为世界上第五个发射月球探测器的国家。

它带着中国古代奔月的美丽神话故事，冲破气球的重重大气层，在浩瀚的宇宙中行进，最终成功撞



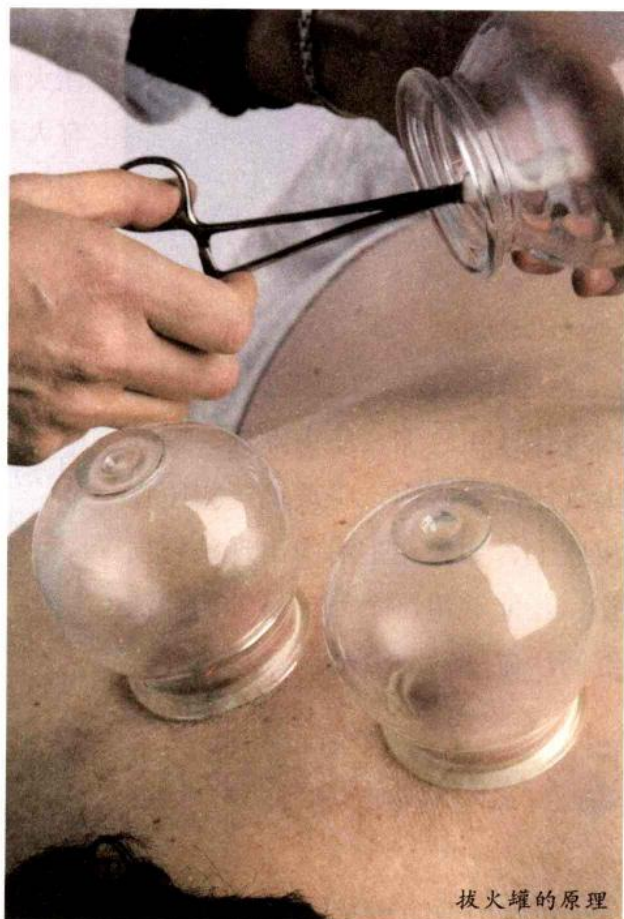
击月球，传回了无比清晰的月球三维图像，让我们进一步了解了月球的大气和大气压强，人类未来向太空探索的脚步又进了一步。

■ 中医通过“大气压力”治病

中医经常用“拔火罐”治病，拔罐法又名“火罐气”“吸筒疗法”，古称“角法”。这是一种以杯罐作工具，借热力排去其中的空气产生负压，使吸着于皮肤，造成淤血现象的一种疗法。

古代医家在治疗疮疡脓肿时用它来吸血排脓，后来又扩大应用于肺癆、风湿等内科疾病。

选一个完好的玻璃杯，先用棉花蘸酒在手臂上肌肉发达的地方涂抹一遍，再撕一片小纸片用火点燃，并放入玻璃杯中，待纸燃烧一会后，再将玻璃杯迅速扣在肌肉上，可以看到玻璃杯紧紧地吸在肌



拔火罐的原理

肉上，然后用棉花继续在玻璃杯边缘涂酒，这样效果会更加显著。如果要取下玻璃杯，应该先用手压住肌肉，让空气进入玻璃杯，这样玻璃杯便会自动落下。

其实拔火罐的原理就是大气压力的利用，酒精将罐内氧气燃烧放出热量，玻璃罐内气体受热膨胀，当罐紧盖在皮肤时候，随着冷却罐



内气体体积收缩，压力降低，罐外大气压高于罐内，将玻璃罐扣压在皮肤上，如果在生活中出现跌打损伤，还能够用这个简单易学的办法舒筋活血、辅助治病。

国内外学者研究发现，人体在火罐负压吸拔的时候，皮肤表面有大量气泡溢出，从而加强局部组织的气体交换。通过检查，也观察到，负压使局部的毛细血管通透性变化和毛细血管破裂，少量血液进入组织间隙，从而产生淤血，红细胞受到破坏，血红蛋白释出，出现自家溶血现象。

在机体自我调整中产生行气活血、舒筋活络、消肿止痛、祛风除湿等功效，起到一种良性刺激，促其恢复正常功能的作用。



迷你知识卡

氢气

世界上已知的最轻的气体。它的密度非常小，只有空气的十四分之一，所以氢气可作为飞艇的填充气体，灌好的氢气球，往往过一夜，第二天就飞不起来了。这是因为氢气能钻过橡胶上人眼看不见的小细孔，溜之大吉。不仅如此，在高温、高压下，氢气甚至可以穿过很厚的钢板。氢气主要用做还原剂。

氦气

为无色无味、不可燃气体，空气中的含量约为百万分之五点二。化学性质完全不活泼，通常状态下不与其他元素或化合物结合。

大气湍流

大气湍流是大气中的一种重要运动形式，它的存在使大气中的动量、热量、水气和污染物的垂直和水平交换作用明显增强，远大于分子运动的交换强度。大气湍流的存在同时对光波、声波和电磁波在大气中的传播产生一定的干扰作用。

第3章

大气中含量最高的是氮气



1. 氧气形成于23亿年前
2. 氧气的中文名在清代确定
3. 被砍头的学者拉瓦锡发现氧气
4. 他们与触到鼻尖的真埋失之交臂
5. 氧气并不是吸入越多越好
6. 大气中占比例最高的是氮气
7. 氮气曾经被扣上“对生命无益”的帽子
8. 离奇的“氮气杀人案”

■ 氧气形成于23亿年前

要有生物存在，光有大气层可是不够的，不然太阳系中的八大行星都有大气层，为什么偏偏地球有人类的存在呢？人类生存最重要的气体是氧气。

日本东京大学一个研究小组在最新一期英国在线期刊《自然·通讯》上发表论文说，地球大气中的氧气大量形成于约23亿年前，那时冰河期结束，地球逐渐变暖，光合成生物大量繁殖，最终形成含氧的

大气。

现有学说认为，地球大气中的氧气来源于植物的光合作用，目前约占大气20%的氧气并不是在地球46亿年的历史长河中逐渐增加的，

含铂元素的矿物质





而是在距今约24亿年前到20亿年前之间急剧增加的，在那之前氧气几乎不存在。但是，科学家们一直没有弄清氧气剧增的详细年代和增加的原因。

东京大学讲师关根康人率领的研究小组，2008年调查了加拿大安大略省距今约22亿年至24.5亿年前的海底地层，调查其中钼元素的浓度。铂族元素钼存在于陆地的岩石中，当大气中氧气浓度高的时候，钼会转变为离子，从而易溶于水，再被河流带到海洋，沉积在海底的

生活中的氧气瓶



地层中。

调查结果显示，约23亿年前的大规模冰河期地层和此后的温暖期地层交界处，钼的浓度急剧上升。研究人员认为，这是由于冰河期后，地球变暖，冰块融化，地表的营养成分被带到海中，在海中进行光合作用的特殊细菌得以大量繁殖，从而使氧气爆发性增加。

研究小组还发现，光合作用导致氧气增加并非只有一次，约22亿年前，另一个冰河期结束的时候，又出现了氧气的爆发性增加。

关根康人表示：

“气候变动与生命进化密切相关。如果能够弄清其中的机制，那么今后有望根据这个线索在太阳系外寻找第二个地球。”

氧气的中文名在清代确定

“人活着赖着一口氧气。”有一句歌词贴切地说明了氧气

清朝的徐寿



对人类的重要性，人类没有大气和大气压力一秒都活不下去，其中氧气是人类赖以生存的重要大气成分，

氧气希腊文的意思是“酸素”，该名称是由法国化学家拉瓦锡所起，原因是拉瓦锡错误地认为，所有的酸都含有这种新气体。现在日文里氧气的名称仍然是“酸素”。而台语受到台湾日治时期的影响，也以“酸素”之日语发音称呼氧气。

氧气的中文名称是清朝徐寿命名的。他认为人的生存离不开

氧气，所以就命名为“养气”即“养气之质”，后来为了统一就用“氧”代替了“养”字，便叫这“氧气”。

■ 被砍头的学者拉瓦锡发现氧气

说起氧气被发现的故事，还得追溯到一位为砍了脑袋的学者。1794年5月8日，一位51岁的学者被指控“在士兵的烟草中掺水”，而被押上断头台。临刑前，这位学者要求：“情愿被剥夺一切，只要让我做一名普通的药剂师，做一点化学试验，就心满意足了。”然而，他的要求根本就得不到批准。随着行刑官一声令下，学者的脑袋被砍了下来。这位学者就是被人们誉为“近代化学之父”的法国科学家拉瓦锡。

他的死是科学上的一大损失，以至于法国数学家拉格朗日痛惜感叹道：“他们割下拉瓦锡的头，只不过是一瞬间的事，但是不知在100年之内，世界上还能不能再长出一颗那样的头颅。”



“化学之父” 拉瓦锡



■ 他们与触到鼻尖的真 失之交臂

拉瓦锡于1743年8月26日出生于法国巴黎。他的父亲是一位律师，家境富裕。不过，他并没有秉承父亲的旨意从事法律，而是爱上

了自然科学。

博学多才的拉瓦锡研究过炸药，涉猎过农业栽培技术，改良过养牛法，制定过开山筑路的计划。不过，最引人注目的成就是他在化学和物理方面的贡献，尤其是他通过长期的严格实验，发现了一种能助燃、助呼吸的气体，也就是我们今天所说

的氧气。

氧气的发现是对拉瓦锡勤于思考、勇于探索的钻研精神的馈赠。其实，在此之前，已经有两位科学家触到了真理的鼻尖，令人遗憾的是，囿于传统理论的束缚，他们都半途而废，从而将撩开真理面纱的

殊荣让给了拉瓦锡。

早在17世纪，欧洲人通过燃烧和呼吸的研究，发现了空气中存在着两种截然不同的气体。但是，当时流行的“燃素学说”统治了他们的思想，禁锢了他们对空气的进一步研究。

瑞典化学家舍勒在1773年以前，就通过实验制取了纯净的氧气。但是，作为“燃素学说”的忠实信徒，他错误地把这种气体叫“火气”，并且认为燃烧是火气与燃烧物中的燃素结合的过程，火和热是火气与燃素化合的产物，从而未能正确地解释燃烧现象。

几乎与此同时，英国化学家普利斯特列也通过实验制取了这种气体。他把蜡烛放在这种气体中，发现火焰比在空气中更加炽热明亮。

他还把老鼠放进去，发现它比在等体积的寻常空气中活的时间约长了4倍。他亲自尝试了一下，一吸进去，便“觉得这种空气使呼吸轻快了许多，使人感到格外舒畅”。但他没有继续研究，而是开



瑞典化学家舍勒



始了在欧洲大陆的度假旅行。

当科学的珍珠出现在舍勒和普里斯特列眼前的时候，他们没有鉴别出来，而是把它看成了鱼目，从而与机遇女神失之交臂。

■ 氧气并不是吸入越多越好

于是机遇女神青睐的目光投向了拉瓦锡。他发现“燃素学说”存在着许许多多的破绽。比如，既然金属在煅烧中逸出燃素，那为什么重量反倒增加呢？而蜡烛呢，燃烧之后，竟一无所剩，似乎全部消失了。

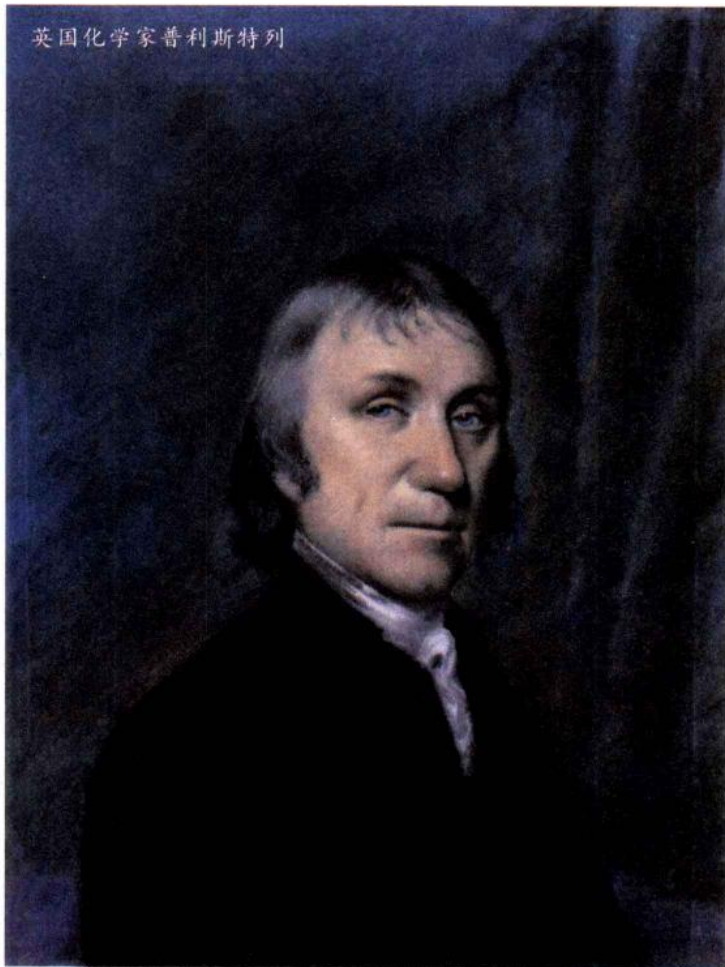
为了弄清事实的真相，拉瓦锡开始了严格的实验。他首先仔细地称量了装有空气和固态物质的密闭容器，

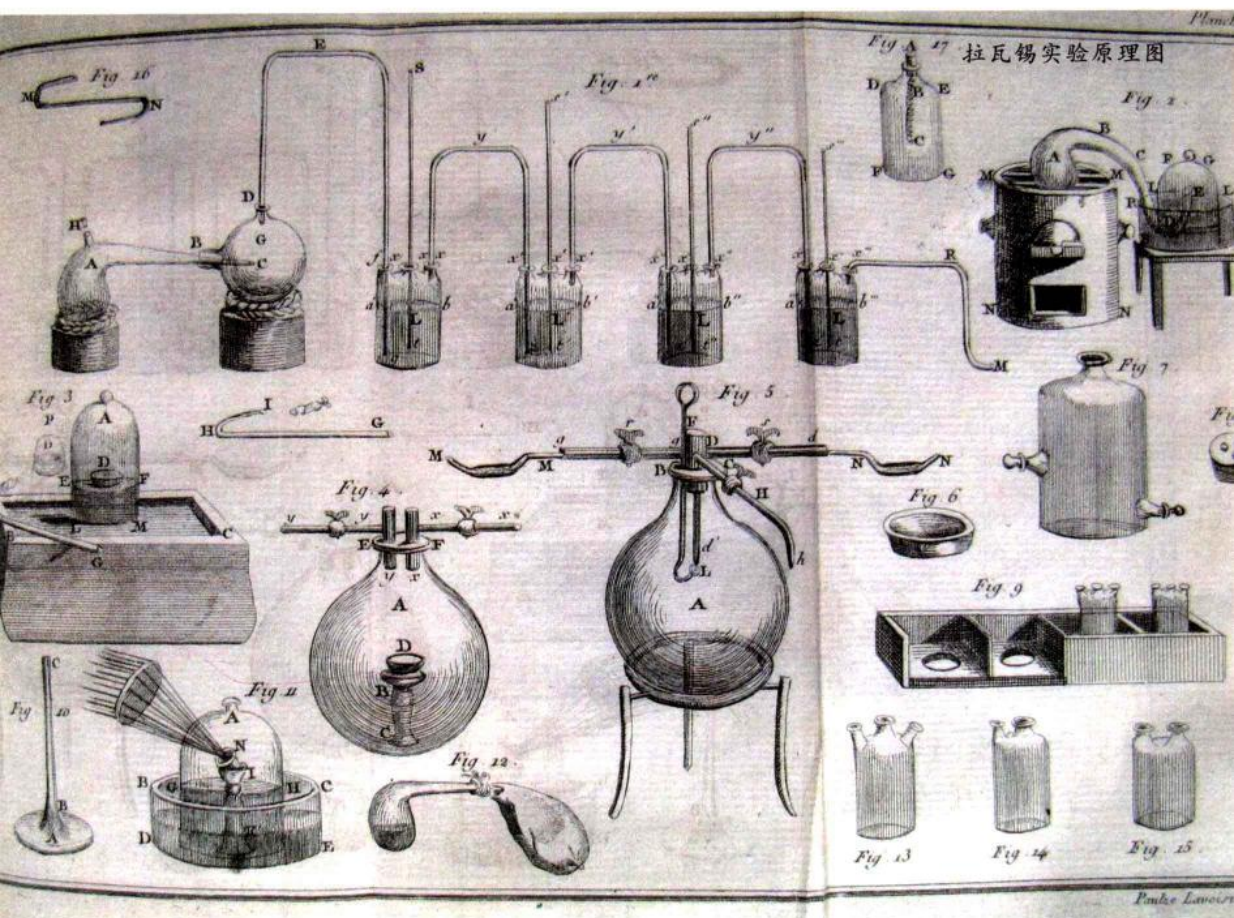
然后用放大透镜将阳光聚集在物质上，或者用火加热。

当物质燃烧完后，再重新称量装有反应物的容器。他用各种不同的物质反复进行实验，结果都表明，密封容器的重量在燃烧前后都不变。

这是为什么呢？拉瓦锡的大

英国化学家普里斯特列





拉瓦锡实验原理图

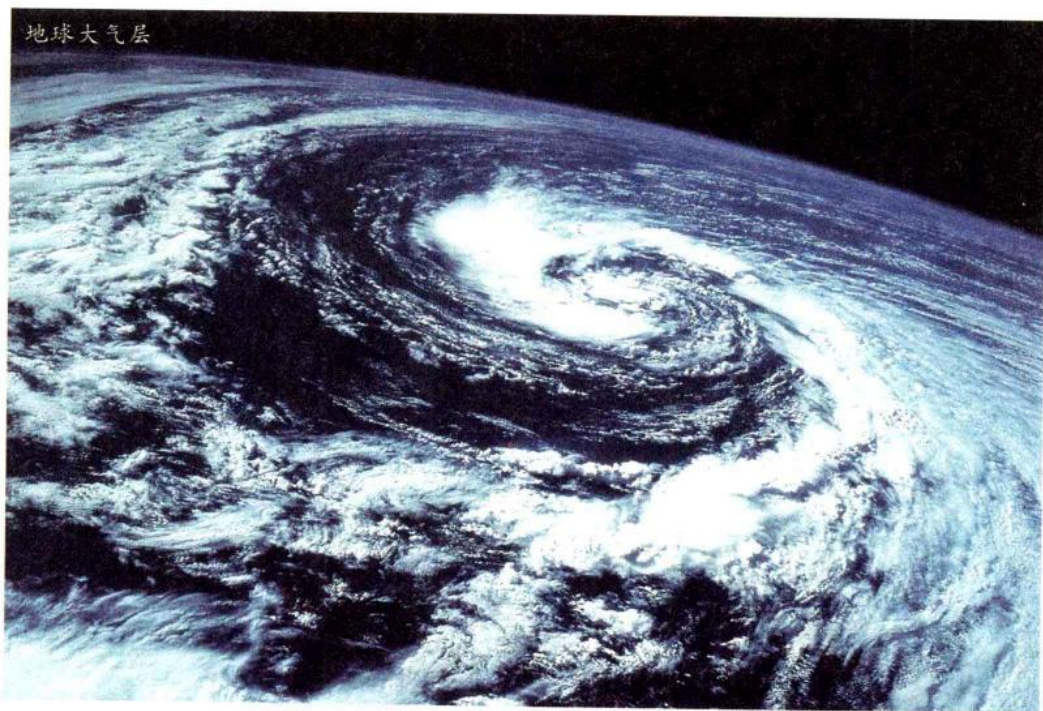
脑开始了紧张的思索。后来他终于得出结论：原来在没有密封的燃烧当中，空气中有一种新的物质元素参与了反应，使得物质燃烧前后重量不一。为此，他把这种气体命名为酸素，也就是我们今天的氧气。

这样，金属生锈、重量增加的秘密也被揭开了。

最后，拉瓦锡推翻了流传多

年的“燃素学说”，指出：“由于人工的或天然的操作不能无中生有地创造任何东西，所以每一次操作中，操作前后存在的物质总量相等，且其要素的质与量保持不变，只是发生更换和变形，这可以看成是公理。”这番话体现了“物质不灭定律”的基本精神。

拉瓦锡的思想超越了他的同时



代人，因为他不仅注意到了物质在化学反应中性质的变化，而且注意到了数量上的变化，从而使得化学科学割断了与古代炼金术的最后一根纽带，以一种崭新的面目蓬勃发展起来。

氧是人体进行新陈代谢的关键物质，是人体生命活动的第一需要。呼吸的氧转化为人体内可利用的氧，称为血氧。血液携带血氧向全身输入能源，血氧的输送量与心脏、大脑的工作状态密切相关。心脏泵血能力越强，血氧的含量就越

高；心脏冠状动脉的输血能力越强，血氧输送到心脑及全身的浓度就越高，人体重要器官的运行状态就越好。

但是过量吸氧还是会促进生命衰老。进入人体的氧与细胞中的氧化酶发生反应，可生成过氧化氢，进而变成脂褐素。

这种脂褐素是加速细胞衰老的有害物质，它堆积在心肌，使心肌细胞老化，心功能减退；堆积在血管壁上，造成血管老化和硬化；堆积在肝脏，削弱肝功能；堆积在大

脑，引起智力下降，记忆力衰退，人变得痴呆；堆积在皮肤上，形成老年斑。

上述有关氧气的故事让我们知道这样一个事实：虽然我们生活中生机勃勃、生气盎然的每一件事的背后都要付出巨大的代价。我们必须接受自然的生老病死这个现实。虽然每一次呼吸进来的氧气给你来了生活所需的一切，但是你最后却需要用生命作为代价。

■ 大气中占比例最高的是氮气

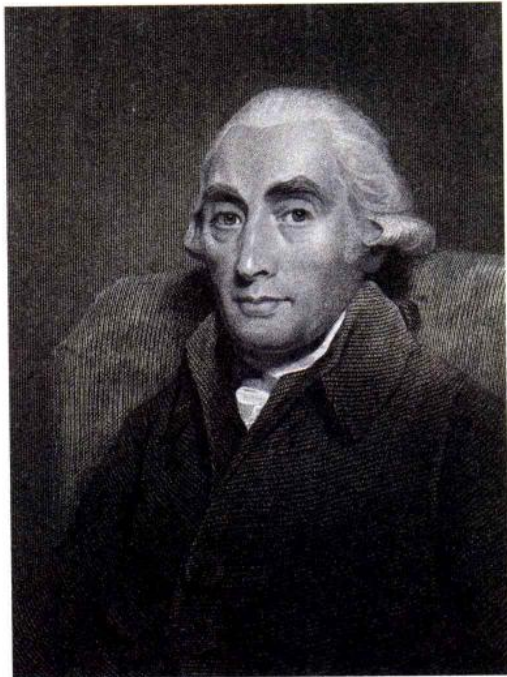
氮气，常况下是一种无色无味无嗅的气体，且通常无毒。氮气占大气总量的78.12%，是大气的主要成分，也是大气中含量最高的气体。常温下为气体，在标准大气压下，冷却至 -195.8 摄氏度时，变成没有颜色的液体，冷却至 -209.86 摄氏度时，液态氮变成雪状的固体。氮气的化学性质很稳定，常温下很难跟其他物质发生反应，但在高温、高能量条件下可与某些物质发生化学变化，用来制取对人类有

用的新物质。

说起氮气的发现，背后也有一长串为之努力探索的科学家。1775年，英国著名的化学家布拉克在一个钟罩内，放进燃烧着的木炭，而燃烧一阵子后，木炭就熄灭了。布拉克认为木炭在钟罩内燃烧可以生成“固定空气”，其实就是我们今天所熟知的二氧化碳气。

当布拉克用氢氧化钾溶液吸收了二氧化碳气后，钟罩内仍有一定剩余气体留下来。这是什么气体？它具有什么性质？他无法回答。布

英国的化学家布拉克





布拉克和他学生的试验

灭以后，如果往密闭容器内投入磷少许，磷又可继续燃烧。

卢塞福的实验使他明确了这样两个问题：一是人们很难从空气中把氧气全部除净。二是这种剩余的气体既不助燃，也无助于呼吸。它不能维持动物的生命，并具

有灭火作用。这种气体在水和氢氧化钾液溶中也不溶解。卢塞福把这种气体称为“油气”或“毒气”。

拉克要求他的学生卢塞福继续研究这个问题。

17年后，卢塞福用动物重做这个实验。当他把老鼠放入这个密闭钟罩内时，老鼠会被闷死，而闷死后，气体的体积又缩小了十分之一。

若将密闭器皿内的气体用碱液去吸收，发现气体的体积又继续失去十分之一。可是一个奇怪的现象吸引了卢塞福，在这老鼠也无法生活的气体里，居然可以点燃蜡烛，你可见到烛光隐现，而当烛光熄

有灭火作用。这种气体在水和氢氧化钾液溶中也不溶解。卢塞福把这种气体称为“油气”或“毒气”。

很遗憾，由于传统观念的影响，卢塞福犯了一个极大的错误。他不承认“油气”是空气的一种成分，使得他在离真理只有一步远的地方停了下来。犯有同样错误的还有普利斯特，他也做了上述实验。

他把上述剩余的气体称为“被燃素饱和了的空气”。意思是说因为它吸足了燃素，所以它失去了助燃的能力。普利斯特和卢塞福都是

虔信燃素学说的人，因而无法摆脱传统观念的束缚。

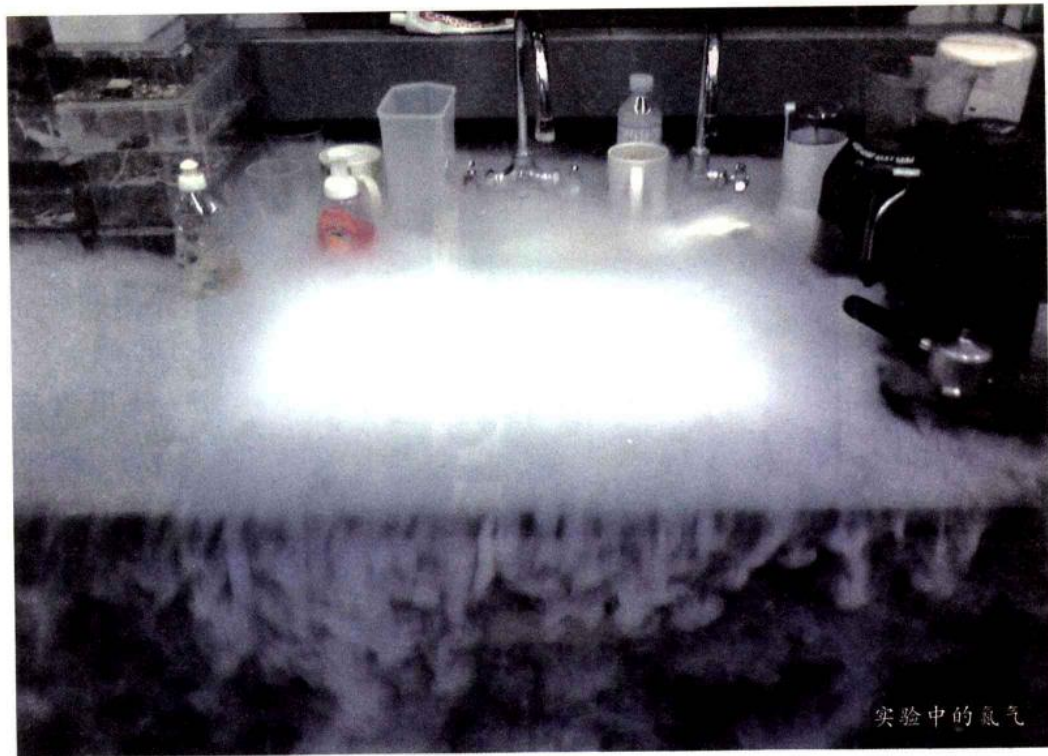
■ 氮气曾经被扣上“对生命无益”的帽子

那么，世界上第一个认为氮是空气成分之一的人是谁呢？他是瑞典化学家舍勒。他在1772年指出：这种气体较空气轻，它能灭火，其性质颇似固定空气，不过其灭火效力没有固定空气显著。

这可以从下面试验结果看出：

蜡烛在纯净的空气中燃烧可以维持约80秒针之久，若放在空气与固定空气之比为6:55的混和气体中，便立即熄灭，但在洁净空气与这种燃过的空气的等比混和气体中，大概可燃26秒钟左右，他称这种气体为“浊气”或者是“用过的空气”。舍勒的可贵之处，”在于人类第一个承认氮是空气的组成部分。

事隔几年以后，拉瓦锡在普利斯特列发现氧气后，将它定名为“氮”。与此同时也就得出了氮气



实验中的氮气

无益于生命的这个结论。于是，这顶帽子就戴在氮气的头上。

空气中的“隐身人”氮气被发现了，使人们对空气组成的认识大大前进了一步。可它又被看成是“不能维持生命”的东西，这实在又有点冤枉。你想想，构成生命的蛋白质，除了含碳、氢、氧外，一般都含16.5%的氮元素。没有氮就没有蛋白质，又怎能谈得上生命呢？可在19世纪40年代以前，还没有人知道这以点。

1840年，杰出的德国化学家李比希发现，氮元素是动植物生命所必需的元素；植物每年从土壤中带走大量氮素，使欧洲的土地

正在一年年贫瘠下去。怎么办呢？为了解决这一问题，李比希亲自从南美洲的智利运来了硝石。可是，他的作法并役有得到人们的支持，谁也不愿意花钱买“石头”撒到地里。因此，第一批运来的硝石只好倒入海中。难道土壤里的氮不需要补充？不是的！事实教训了人们，要夺高产必须施用氮肥。于是，硝石又成了抢手货。

空气中不是有很多氮气吗，
怎么会发生“氮荒”

呢？使用了一段硝石后，人们又把注意力转向空气里的氮。的确，空气里含有大量的氮，每平方千米地面的上空就有





100亿千克氮。但遗憾的是，除了有根瘤的植物外，绝大多数植物无法直接吸收利用氮气。于是，把氮气变成可被植物直接吸收利用的氮的“攻坚战”开始了。

人们很快把目标集中到氮气和氢气的反应上。1900年，法国化学家勒·夏特利根据理论推算，认为这一反应能在高温下进行，但在实验中，发生了爆炸，便草率地停止了这种“冒险”行为。德国化学家能斯特虽注意到氮气、氢气反应能生成氨气，但通过计算，又认为这

个反应没有多大前途，使氨的合成反应又遭夭折。

英国著名生物化学家瓦丁顿博士曾对他的老朋友——瑞典斯德哥尔摩微生物应用技术研究海登博士，半开玩笑地说：“如果我有幸遇到一位有求必应的仙女，我将以全人类的名义向她祈求利用生物酶合成日前难以合成的化合物，也能像大豆的根瘤那样，以取之不尽、用之不竭的空气为原料，源源不断地生产出可以作为肥料和化工原料的合成氨。”

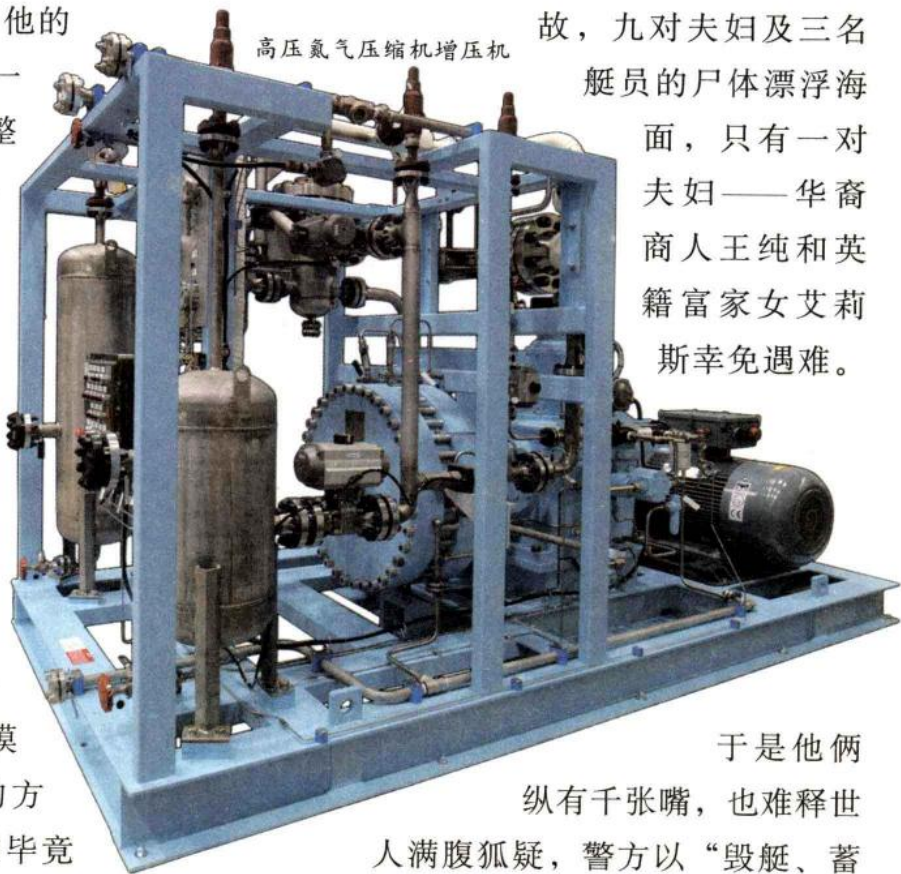
显然，他的“玩笑”一旦实现，整个“氮肥世界”就会发生一场划时代的革命。目前，化学家和生物学家们正在携手合作，寻找“人工模拟固氮”的方法，但困难毕竟不小。看来氮气的确有些“顽固不化”。

■ 离奇的“氮气杀人案”

2007年8月，法国里昂市某法庭审理了一起特大“谋杀”案。来自十个不同国度的十对新婚夫妇，蜜月之际同乘福克游乐场的潜艇遨游地中海。

谁料，翌日凌晨，潜艇突发事

高压氮气压缩机增压机



故，九对夫妇及三名艇员的尸体漂浮海面，只有一对夫妇——华裔商人王纯和英籍富家女艾莉斯幸免遇难。

于是他俩纵有千张嘴，也难释世人满腹狐疑，警方以“毁艇、蓄意谋杀”的重大嫌疑将他俩暂行软禁候审。

福克游乐场总经理波恩被从天而降的噩耗吓得七魂出窍。死者父母都是有来头的各国政界、金融界的元老和富豪，不论是吃官司，还是经济赔偿，都够他受的。因此，他咬住王纯与艾莉斯不放。

双方都不惜重金聘请最负盛名的律师出庭辩护，几经较量，旗鼓

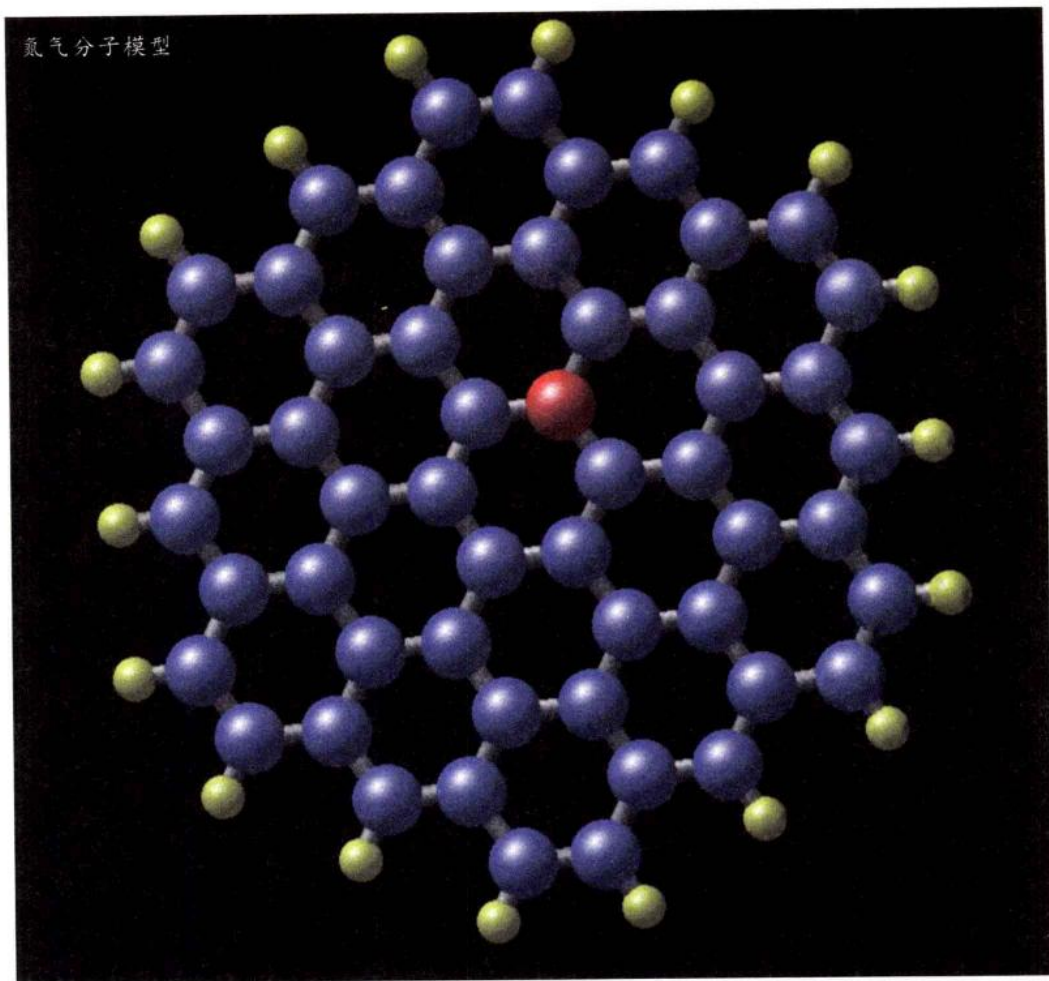
相当，但尸检及其他查验的结果对王纯夫妇大为不利：众死者身上无搏斗伤痕，血液内有过量乙醇，唯独王纯夫妇例外，而且王纯行李袋藏有一只装乙醚（麻醉药）的瓶，据此可断他杀——“麻醉溺海，谋财害命”。法医霍林神气十足地宣读着检查报告，不用说，他的每字

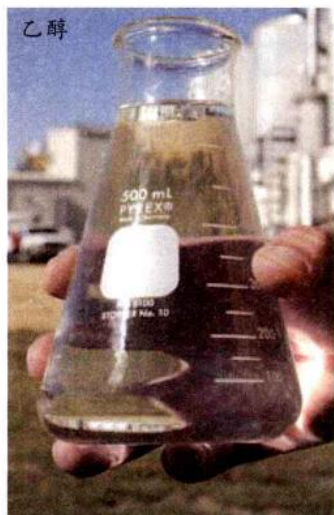
每句，都是要把王纯夫妇致于死地的匕首。

首席法官斯纳徐徐抓起笔来，把“批准王纯、艾莉斯死刑”的终审判决书摆正，这意味着他要批文了！法庭内出奇的安静，他突然感到自己手握的笔有千钧重。

“且慢，笔下留人！”被告

氦气分子模型





方的律师莱蒙大喊一声。征得斯纳同意后，他向原告波恩立即发起总攻：第一，他杀证据不

里不仅有乙醇，还有大量空气，此是破案之关键，而这一点偏偏被霍林遗漏！

莱蒙的一席话，说得首席法官斯纳十分震惊，霍林则两手颤抖，面色阴沉。“请继续讲……”好险！斯纳十分庆幸莱蒙及时解围，再迟几分钟，他为之奋斗几十年的仕途就要断送在霍林的手中！草菅无辜，庇护真凶……他不敢往下想，因此对这个瘦瘦的、话锋犀利的莱蒙颇有好感。斯纳一反常态，和蔼地讯问。

“好吧，在此之前，我请诸位看段录像。这是潜艇出事后，其内部的录像机自动摄录的。”只见荧屏上海水像通过张开的瓶嘴，从绽裂的艇顶发疯似的往里涌，一阵揪心的忙乱后，艇员们精疲力尽，艇长被迫摊牌：外界联络中断，求援无门，诸君听天由命，自寻生路。全艇人面临飞来横祸，惶惶如惊弓之鸟，不顾礼仪，拼抢救生圈，狼狈逃生。

艾莉斯终因情绪激动，旧病复发。王纯忙于照料，来迟一步，

足，王纯、艾莉斯与众死者素不相识，众死者钱财均无短缺，“谋财”从何谈起？第二，王纯行李袋是有乙醚瓶，经核实，其上指纹系某死者生前所留，此人图谋不轨，因故未逞，忙乱中将瓶塞入王纯行李袋内，以逃罪责；第三，潜艇当晚摆宴接风，人人开怀痛饮，独王、艾滴酒未沾，事出有因：艾莉斯年方20，心肌病却患了10年，医嘱绝对禁酒；其夫王纯与她热恋时得悉真情，不改初衷，并早已戒酒，有病历和戒酒学会证书为证；第四，潜艇出事，并非人为，而是“天灾”：它上浮时恰被骑顶而过的船只撞裂艇舱；第五，死者血管

只抓到一块小木板。艾莉斯危在旦夕，不愿拖累王纯，关键时刻，王纯把艾莉斯绑在身后，双手紧按木板，徐徐上浮……

后来王纯浮出海面一看，不免大惊失色：海面漂浮着乱七八糟的尸体，正好21人，全是抢先逃命的同艇人。

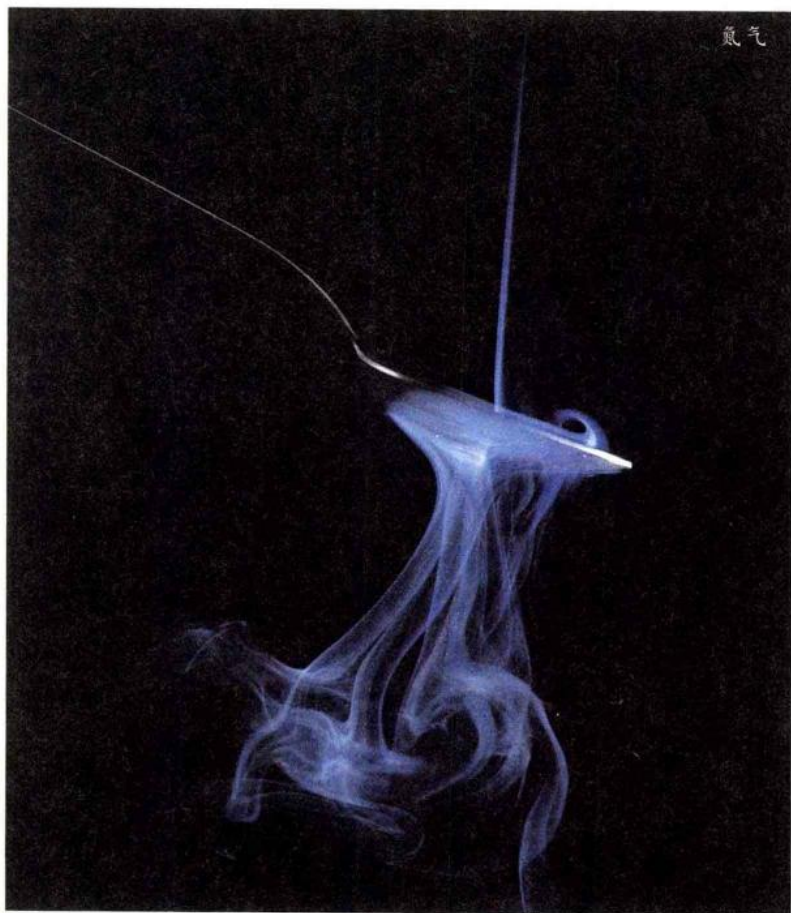
“凶手究竟是谁？”莱蒙指指

桌上的公文包，从中抽出一本《潜水医学》书，继续说，“凶手是潜水减压症！在50米深的海底，人体承受六倍于陆地的强压，全身血液内溶入大量空气，其主要成分是氮气。

王纯夫妇因合用一块小木板，上浮速度缓慢，近似自然减压，溶解在体内的氮气从容不迫地在

肺部变成气泡呼出体外，故安然无恙；而其余21人均仗浮力较大的救生圈逃生，上浮相对迅速，骤降的外压使体内氮气来不及转移，而在体内各处形成气栓，阻断心、脑及周身供血，引发猝死。”

好一个精辟的推理！闻





者不由钦佩之至。不过，莱蒙深知，最好的推理也难代替定罪的证据，他提议重新尸检。

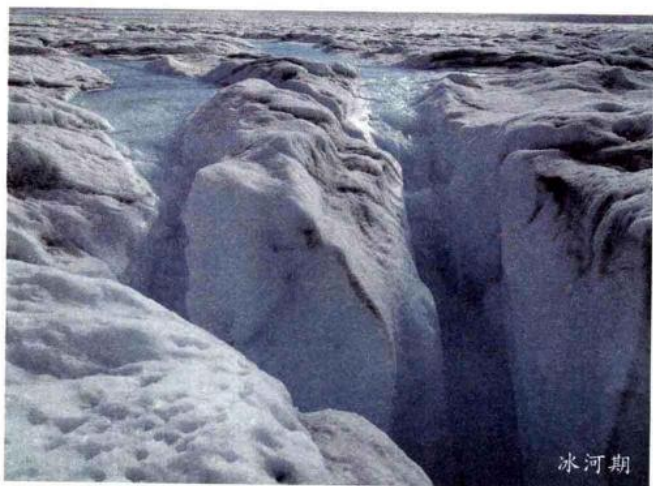
斯纳欣然采纳，他请另两名法医当场复核。果然，死者的心、脑血管均有大量氮气栓，心脏和脑严重缺血坏死。

真相终于大白！法庭宣布王纯、艾莉斯无罪，当庭释放。人们在感慨生命脆弱的同时，也领悟了科学的真谛和力量！

所以，氮气虽然不像氧气一样是人类的生命之源，但同样是人类得以生存缺一不可的重要元素。



迷你知识卡



冰河期

冰河期

地球表面覆盖有大规模冰川的地质时期。又称为冰川时期。两次冰期之间为一相对温暖时期，称为间冰期。地球历史上曾发生多次冰期，最近一次是第四纪冰期。地球在40多亿年的历史中，曾出现过多次显著降温变冷，形成冰期。

特别是在前寒武纪晚期、石炭纪至二叠纪和新生

代的冰期都是持续时间很长的地质事件，通常称为大冰期。大冰期的时间尺度达107~108年。大冰期内又有多次大幅度的气候冷暖交替和冰盖规模的扩展或退缩时期，这种扩展和退缩时期即为冰期和间冰期。

乙醇

俗称酒精，它在常温、常压下是一种易燃、易挥发的无色透明液体，它的水溶液具有特殊的、令人愉快的香味，并略带刺激性。乙醇的用途很广，可用乙醇来制造醋酸、饮料、香精、染料、燃料等。医疗上也常用体积分数为70%~75%的乙醇作消毒剂等。

第4章

大气奇景千变万化



1. “早霞不出门，晚霞行千里”
2. 尼瓦河上空的四道彩虹
3. “光环随人动，人影在环中”
4. 欧若拉手中的天堂火炬
5. 大气运动导致“高处不胜寒”
6. 没有大气折射我们看不见蓝天
7. 大气中的光现象与天气密切联系
8. 地图上不存在的北极山脉

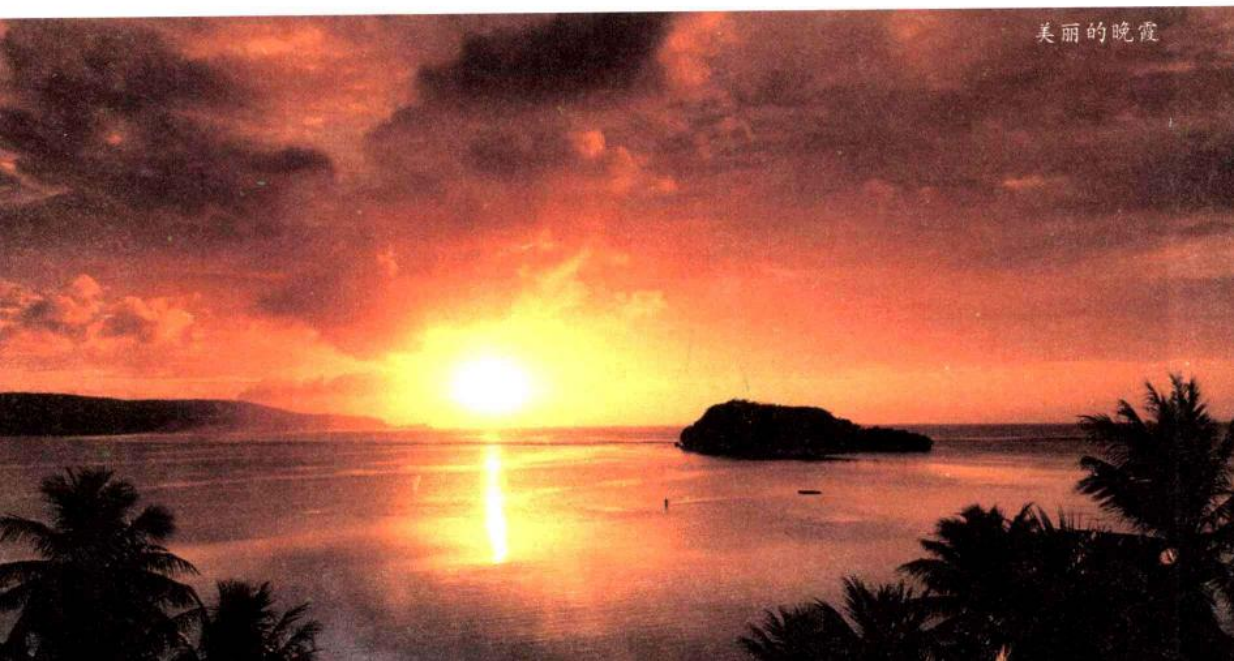
■ “早霞不出门，晚霞行千里”

像鱼类生活在水中一样，我们生活在地球大气的底部，并且一刻也离不开大气，大气为生命的繁衍，人类的发展，提供了理想的环

境，大气中的奇景不是偶然出现的，它们是大气运动状态的反映，因此，天空中奇景的变化又往往是大气变化的征兆。

我国劳动人民利用这些现象判断天气变化的经验非常丰富。谚语

美丽的晚霞





晚霞

中就有：“早霞不出门，晚霞行千里”，就是利用霞来预测未来天气的。

根据霞的生成原理，早晨出现鲜红的朝霞，说明大气中水滴已经很多，而且云层已经从西方侵入本地区，因此预示天气将要转雨；出现火红色或金黄色的晚霞，表示西方已经没有云层，阳光才能透过来造成晚霞，也就是本地区的上游天气已经放晴。这样，在原来笼罩本地区的云层东移以后，本地区天气将转晴。

日出前后和日落前后，天空

的很大部分，特别是太阳附近的天空染上了颜色，当这部分天空有云朵时，云朵也染上了颜色，从地平线向上空，彩色的排序为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫，有时个别彩色可能不明显，但排序不变，这就是朝晚霞。日出前后的叫朝霞，日落前后的叫晚霞。

霞是怎样形成的呢？实际上它和天空产生蔚蓝色的道理是一样的。都是由于空气分子的散射作用而造成的。只不过当日出和日落前后时，阳光通过厚厚的大气层，被大量的空气分子散射的结果。

据计算，太阳在地平线上时所透过的大气层厚度为白天太阳当头时所透过的大气层的35倍。由于阳光被大量空气分子所散射，紫色和蓝色的光就减弱得最多，到达地平线上空时已所剩无几了。余下的只是波长较长的黄、橙、红色光了。

这些光线经地平线上空的空气分子和尘埃、水汽等杂质散射以后，那里的天空看起来也就带上了绮丽的色彩。空中的尘埃、水汽等杂质愈多时，这种色彩愈显著。如果有云，云块也会染上橙红艳丽的颜色。

另外，存在于大气中的水汽和灰尘是影响霞的样子的基本因素。大气中所含的水汽越多，霞的色彩越红。空气湿度的增加通常发生于坏天气的气旋逼近之前，因此当出现红色或橙色的鲜明的霞时，就可能预示着天气将变坏，当然也可能预示着降水的发生。

■ 尼瓦河上空的四道彩虹

历史上，曾经有人见过四条彩虹并列在空中奇景，那是1948年9月24日6时左右，在苏联列宁格勒的尼瓦河上空出现的。

尼罗河上空的彩虹





当时天空中是一片乌云，后来从海面上突然吹来了一阵充满水滴的风，一瞬间乌云下出现了太阳，整个天空中马上横贯一条光彩夺目的虹。同时，在它的不远上方生成了色彩倒排的双虹，这虹是由日光在尼瓦河上反射而形成的。数分钟后，在主虹内侧直接相连处，生成了狭细的三虹，以后又出现了四

后，可在雨幕或雾幕上形成彩色光弧环。

当光弧环对观测者所张的角半径约42度，光环的彩色排序是内紫外红时，称为虹。在虹的外面，有时还出现较虹弱的彩色光环，光环对观测者所张的角半径约为52度，彩色环的排序与虹相反即内红外紫，称为霓或副虹。



虹

虹，其宽度只有第一道虹的三分之一。彩色也大大减淡。最后两条虹最鲜艳部分是深红色带。四条虹在天空中的时间约15至20分钟之久。

人们常见的是一条虹，偶而能见到两条虹并列悬挂在空中。含七种色光的太阳光线，射入大气中的水滴，各种色光经历折射和反射

虹的出现与天气变化密切相关，我国大部分地区处于中纬度，系统性降水天气大多由西向东移动。

因为虹都出现在太阳的相对方向，如果早上在西方天空出现虹，说明西边的大气中存在大量水滴，它随着天气系统自西向东移动，本地

将会下雨；如果在傍晚看到东方出现虹，说明东边的大气中存在大量水滴，而西方已经转晴。

由于天气系统已东移过境，未来本地就不再下雨了。因此，我国广泛流传着“东虹日头西虹雨”、

“有虹在东，有雨落空；有虹在西，人披蓑衣”等谚语，《诗经》

峨眉佛光



中所写“朝脐于西，崇朝其雨”也是这一含义。

■ “光环随人动，人影在环中”

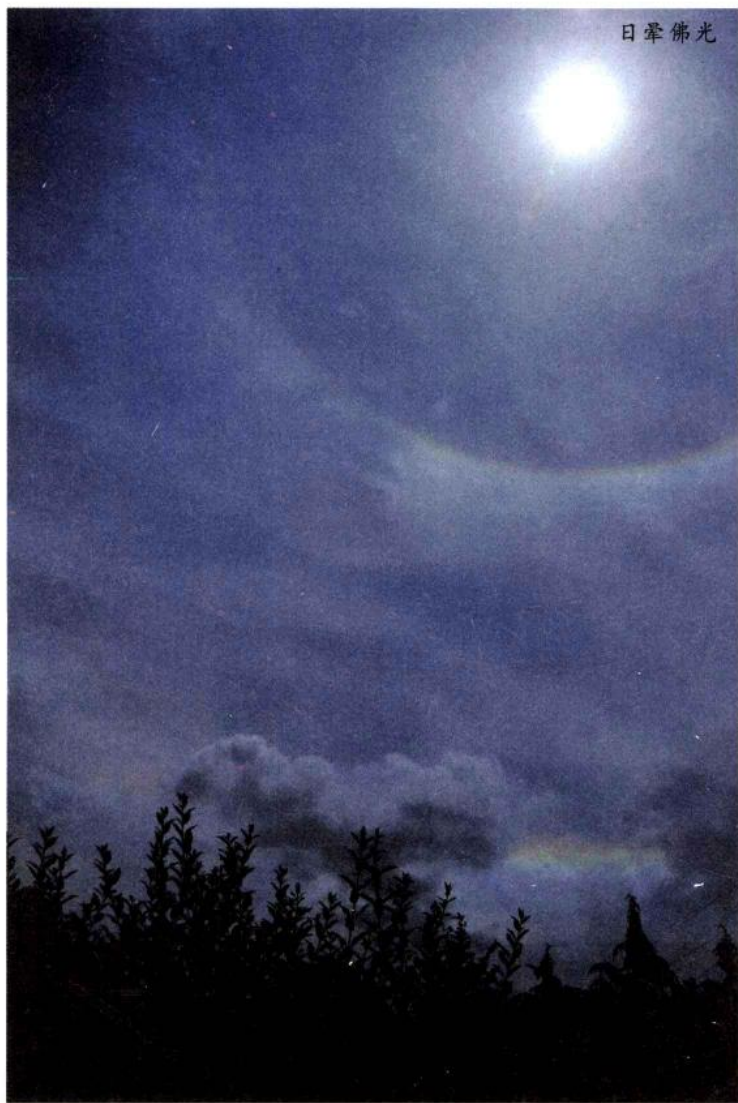
四川省峨眉山，海拔3 000米以上，山中森林茂密，流水淙淙，水汽来源充沛，空气潮湿，常有云雾萦绕在群山中。当游客站在峨眉

山金顶背向太阳而立，而前下方又弥漫着云雾时，有时会在前下方的天幕上，看到一个外红内紫的彩色光环，中间显现出观者的身影，且人动影随，人去环空。即使两人拥抱在一起，每个人也只能看到各自的身影。这就是四川峨眉山神奇的“佛光”现象。

峨眉佛光，又称峨眉宝光，



日晕 佛光



云海上面时，深层的云层就把阳光反射回来，经浅层云层的云滴或雾粒的衍射分化，形成了一个巨大的彩色光环，在金顶舍身岩上俯身下望，会看到五彩光环浮于云际，自己的身影置于光环之中，影随人移，决不分离。

无论多少人，人们所见的也终是自己的身影，且“光环随人动，人影在环中”，这便是令人惊奇的峨眉佛光。

抱在一起，每个人也只能看到各自的身影。这就是四川峨眉山神奇的“佛光”现象。

峨眉佛光，又称峨眉宝光，峨眉佛光出现在金顶处，当阳光从观察者背后照射过来至浩荡无际的

殊的自然物理现象，其本质是太阳自观赏者的身后，将人影投射到观赏者面前的云彩之上，云彩中的细小冰晶与水滴形成独特的圆圈形彩虹，人影正在其中。

佛光的出现无原则要阳光、地

形和云海等众多自然因素的结合，只有在极少数具备了以上条件的地方才可欣赏到。峨眉山摄身岩就是一个得天独厚的观赏场所。

19世纪初，科学界便把这种难得的自然现象命名为“峨眉宝光”。在金顶的摄身岩前，这种自然现象并非十分难得，据统计，平均每五天左右就有可能出现一次便于观赏佛光的天气条件，其时间一般在午后三点到六点之间。全年大概有七八十次机会可以饱览峨眉佛光胜景。

佛光是大气介质和光折射产

生的奇妙现象，产生的条件是太阳光、云雾和特殊的地形，是一种奇妙的大气运动。

▣ 欧若拉手中的天堂火炬

欧若拉是北欧神话中掌管极光的女神，也是古罗马神话里的曙光女神，掌管北极光，代表旭日东升前的黎明。北极光是大自然赐给人类的美好礼物，欧若拉则是令人充满希望与期盼的女神。

北极光是高空中出现异常灿烂美丽的光辉，它忽暗忽明，如风一样。它是带电粒子为主的太阳风经



极光



北极光



过地球磁场的引导后，在极地高层大气中发出的光芒。可惜夏日的极昼让我们无法看到这美丽的景象。

北极地区的原住民因纽特人很早就发现了极光的存在。那时，他们经常看见高空中出现异常灿烂美丽的光辉。它轻盈地飘荡，忽暗忽明，发出红的、蓝的、绿的、紫的光芒，如同风一样的光。他们认为那是来自天堂的火炬，是神灵用来引导死者走进天堂的路标。

13世纪时，人们认为那是格陵兰岛上冰雪反射的光芒。17世纪，它才正式获得“北极光”的名字。

空间科学发展到一定程度后，我们才知道，极光并非来自天堂和冰雪反射，而是的确和“风”有关。不过，这里的风与一般意义上的空气流动不同，是“太阳风”。

它是一束太阳喷射出的强大带电粒子流，可以覆盖地球。太阳风马力十足地不远万里来到地球上空，以大约每秒400千米的速度撞击地球磁场。两极地区的高层大气受到太阳风的轰击后，极光诞生了。

所以，不光北极，在南极地区也能看到极光。北极附近的阿拉斯

加、加拿大北部以及挪威北部是观赏北极光的最佳地点。

遗憾的是，我们在夏天去北极看不到北极光。并不是因为夏天没有极光，而是因为极昼期间天空光亮，肉眼无法观测。只有极夜期间才是欣赏极光的最好时间。

太阳是一个庞大而炽热的气体球，在它的内部和表面进行着各种化学元素的核反应，产生了强大的带电微粒流，并从太阳发射出来，用极大的速度射向周围的空间。当这种带电微粒流射入地球外围那稀薄的高空大大气层时，就与稀薄气体的分子猛烈地冲击起来，于是产生了发光现象，这就是极光的产生原理。

早在2 000多年前，中国就开始观测极光，有着丰富的极光记录。极光多种多样，五彩缤纷，形状不一，绮丽无比，在自然界中还没有哪种现象能与之媲美。任何

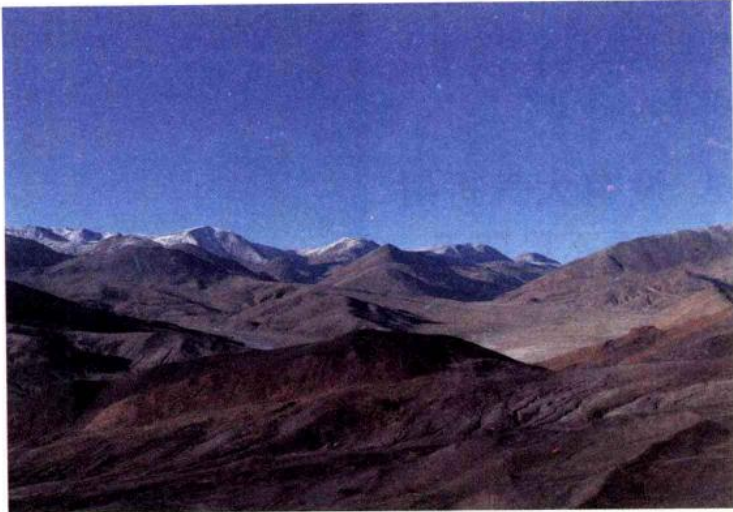
彩笔都很难绘出那在严寒的两极空气中嬉戏无常、变幻莫测的炫目之光。

极光有时出现时间极短，犹如节日的焰火在空中闪现一下就消失得无影无踪；有时却可以在苍穹之中辉映几个小时；有时像一条彩带，有时像一团火焰，有时像一张五光十色的巨大银幕，仿佛上映一场球幕电影，给人视觉上以美的享受。

▣ 大气运动导致“高处不胜寒”

大气的主要热源是在地球表面，距离地面越远，气温就越低，

“高处不胜寒”





气温随着高度增加而降低。难怪，宋朝苏东坡也发出感叹：“高处不胜寒”。

在山地，不同海拔高度地点的气温也是随海拔高度降低的，不过在山地的测点与低处平原的测点都接近地面热源。为什么也会有这种温度差别呢？

原因是山地凸出于自由大气中，高山上的温度除了受本身的地面热原影响外，还受到自由大气温度的调节作用。

山越高，山地地面温度与自由大气温度的差值就越大，自由大气对山地气温的调节作用就越明显。温度梯度不仅随季节变化，而且随地形具体情况也有很大差异。

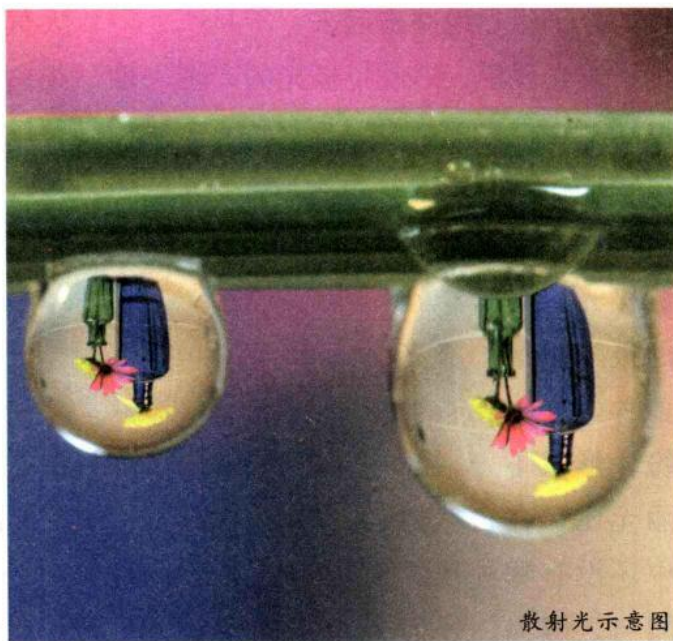
■ 没有大气折射 我们看不见蓝天

当我们避开太阳朝天空张望时，看到的是蔚蓝的天空，这就是说，在那个方向的天空

有光线射入我们的眼帘，从太阳发射过来的光线，在天空的某个地方改变了方向，不然的话，我们所能看到的一切，就只不过是星际空间的黑暗，或者是来自某个遥远星辰的亮光。

原来，当光线穿过地球周围的大气时，它的一些能量就向四面八方反射，这样的过程就是散射。

因此，光波在遇到大气分子或气溶胶粒子等时，便会与它们发生相互作用，重新向四面八方发射出频率与入射光的相同，但强度较弱的光，这种现象称光散射。



散射光示意图

朝霞



子波称散射光，接受原入射光并发射子波的空气分子或气溶胶粒子称散射粒子。当散射粒子的尺度远小于入射光的波长时，称分子散射或瑞利散射，散射光分布均匀且对称。当散射粒子的尺度与入射光波长可比拟时，散射光的强度分布不对称而是分布复杂，称为米散射。

由于地球上空气的密度随高度的变化，折射率随密度减小而正比例地减小，因此光在大气中传播时，通过一层层密度不同的大气，在各层的分界面处会发生折射，使光线不沿直线传播而是变弯曲，这样当太阳和其他星体的光线进入大气以后，光线就会拐弯，这种现象称天文折射。



来自大气某目标物发出的光线，在向接收器传播途中发生屈折的现象称地球折射。当大气中温度的垂直分布出现异常时，就会引起空气密度垂直变化异常因而产生异常折射。

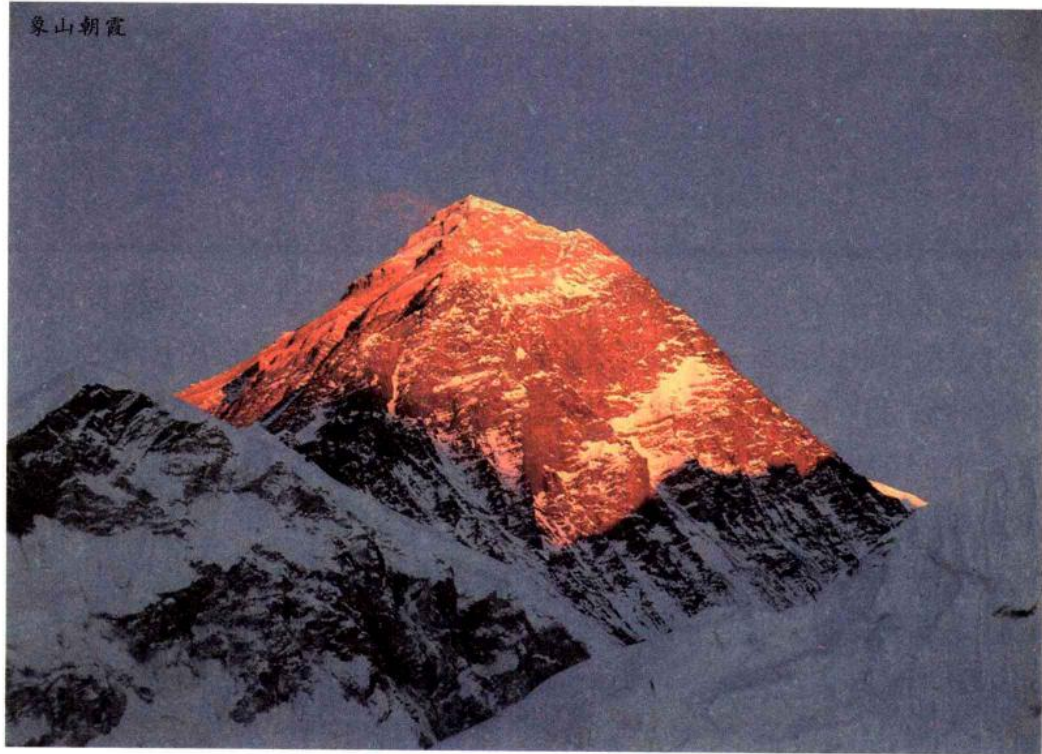
如果下层空气比上层空气冷，也就是出现了强烈的温度逆增时，光线在这种气温随高度升高因而使空气密度随高度锐减的气层中传播，会向下屈折；而光线在气温随高度而降低的气层内传播，会向上

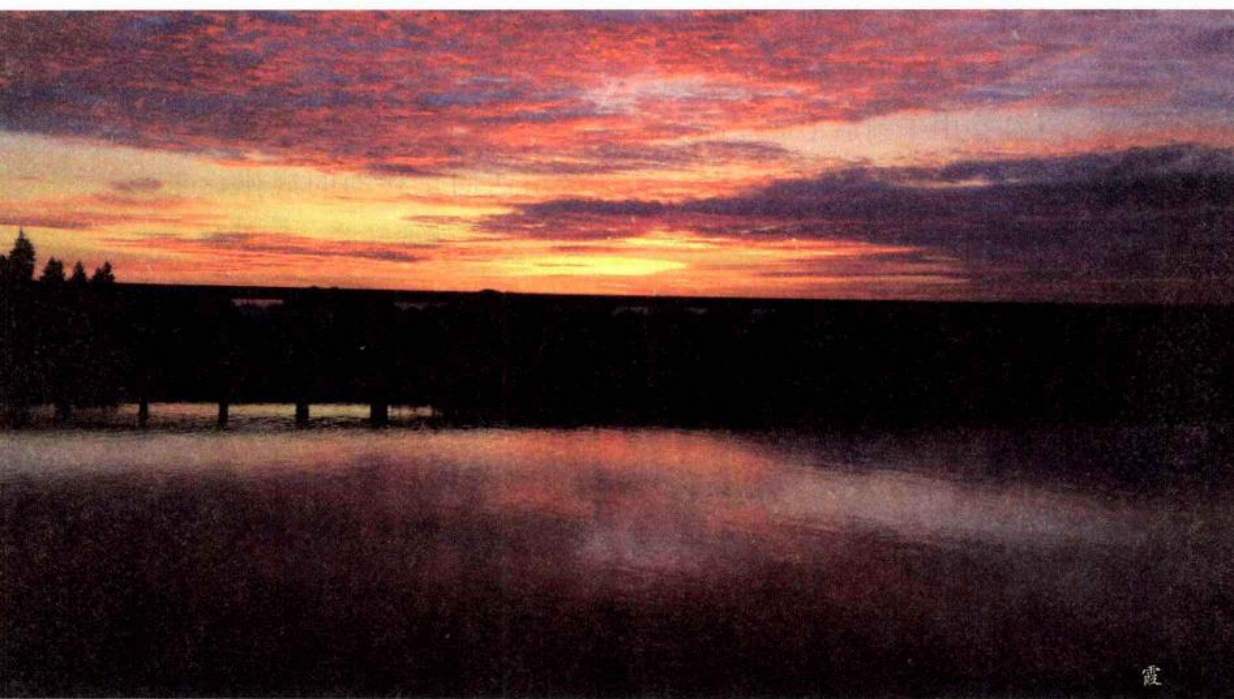
屈折。实际大气温度的垂直分布复杂多变，因而会产生丰富多彩的大气光象。

■ 大气中的光现象与天气密切联系

天气谚语是以成语或歌谣形式在民间流传的能够预示未来天气变化的经验辞语，它因果关系明确、语句简练，是中国民间所特有的一笔宝贵文化财富。许多天气谚语与大气中的光现象密切相关，蕴藏了

象山朝霞





霞

丰富的物理道理。

大气中的不同光现象反映了大气中不同的状态分布和大气的微物理结构。很多大气光现象与天气过程有联系，可作为未来天气的征兆，据此劳动人民在长期实践中总结和归纳出了许多天气谚语。

在黄昏和黎明时，阳光斜穿过大气层，在低层大气中有很长的光程，并经大气中空气分子、水汽、尘埃微粒的散射和吸收才能到达人的眼睛，在天边有时会出现五彩缤纷的霞。一般来讲，在日出日落

方向上，从地面向天顶，霞的色彩排列是接近地面为红色，渐次变为橙、黄、绿、兰各种颜色。

当大气中湿度较大时，或在系统性云系移近时，空中会悬浮着很多较大的水滴，这些不同大小的水滴对各种颜色光有不同的散射作用。大气中水汽含量越多，霞的色彩就越鲜艳。

我国大部分地区降雨天气主要来自两个方向：一是受西风带影响，系统性天气过程自西向东移动，形成系统性降水天气。另一个



是受空气对流影响形成对流性降水过程，随着日照加强而空气对流增强，往往在中午前后形成局部降雨。

夏季早上，低空空气稳定，很少尘埃，如果当时有鲜艳的红霞，称为早霞。这表示东方低空含有许多水滴，有云层存在，随着太阳升高，热力对流逐渐向平地发展，云层也会渐密，坏天气将逐渐逼近，预示天气将要转向阴雨；而傍晚，是一天中温度相对较高的时候，低空大气中水分一般不会很多，但尘埃因对流变弱而可能大量集中到低层。

因此，如果出现鲜艳的晚霞，

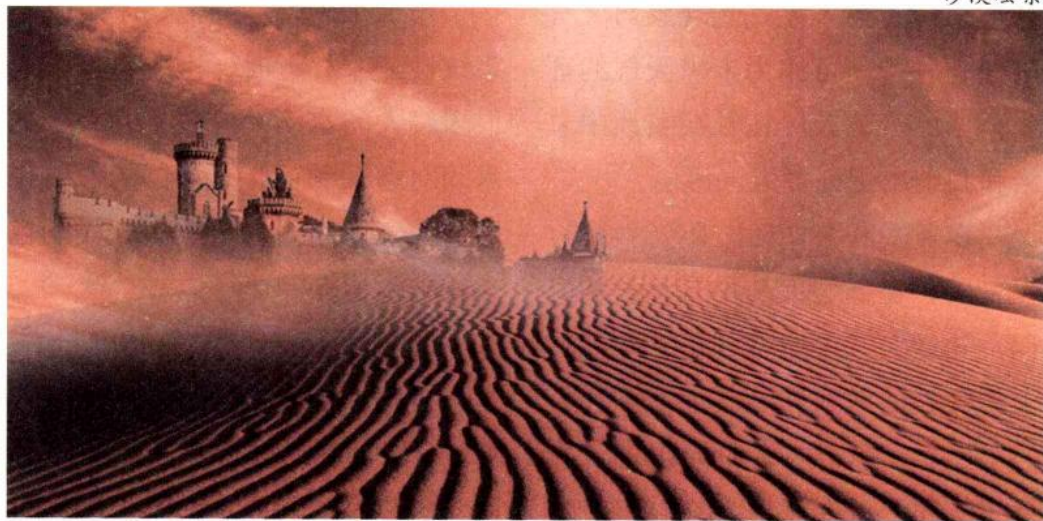
主要是由尘埃等干粒子对阳光散射所致，说明我们西边的上游地区天气已经转晴或云层已经裂开，按照气流由西向东移动的规律，未来本地的天气就要转晴。因此谚云：

“朝霞不出门，暮霞走千里”，才有了“日出一点红，不雨便是风”、“日落晴彩，久晴可待”、“早烧不出门，晚烧行千里”等谚语。

■ 地图上不存在的北极山脉

炎热天气在沙漠公路上开车，几乎每一个司机都会满腹狐疑地瞪大眼睛注视着公路的前面。因为他

沙漠蜃景





冰原上也会出现海市蜃楼

们总觉得，前面的路上似乎有个水潭、池塘，或者湖什么的。但其实这些都是幻觉，人们把这些幻觉称作海市蜃楼。

海市蜃楼是光通过不同温度、不同密度的空气层产生折射，形成的幻影。这在沙漠中是司空见惯的事，不过，你可不要认为只有在炎热干燥的沙漠中才会产生这种现象。

1818年，英国探险者约翰·罗素和詹姆斯·罗素考察北冰洋，想寻找一条位于太平洋和大西洋之间的通道。当他们发现路途被一座大

山阻挡，只好放弃原计划。返回英国后，他们报告说西北部根本就没有能够沟通两大洋的通道。

大约100年后，美国极地探险家罗伯特·皮里尔根据两位英国探险前辈的记录，认为肯定有一条北极山脉在地图上没有标出。他把它称为：“克罗克大陆”。

从此以后，这座山脉唤起了世界上许多人的好奇心。甚至有人认为这座山脉中蕴藏着什么宝藏。1913年，美国自然历史博物馆建立了一支远征队，去寻找这块克罗克大陆。这支远征队深入到北冰洋的



腹地，但皮里尔所说的那座山的位置只是一块冰雪覆盖的荒地。

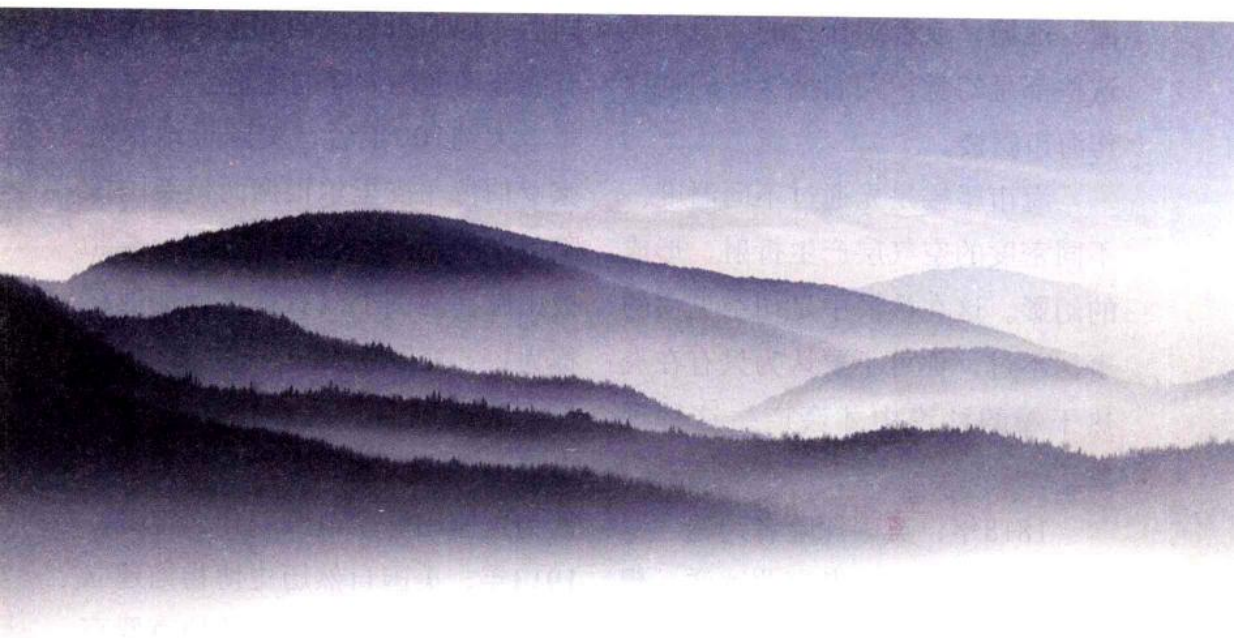
他们估计一定是计算错了，于是继续寻找，最后他们真的发现了皮里尔所说的克罗克大陆。但令人惊讶的是，这座山脉竟与皮里尔确认的位置相差很远。算了，发现了新大陆就好，于是人们尽量靠近山脉抛锚。

可是很奇怪，当他们靠近山脉时，山脉就立刻向后退去，当他们停止不动时，山脉也停了下来。借着北极的阳光，他们看到了蕴藏

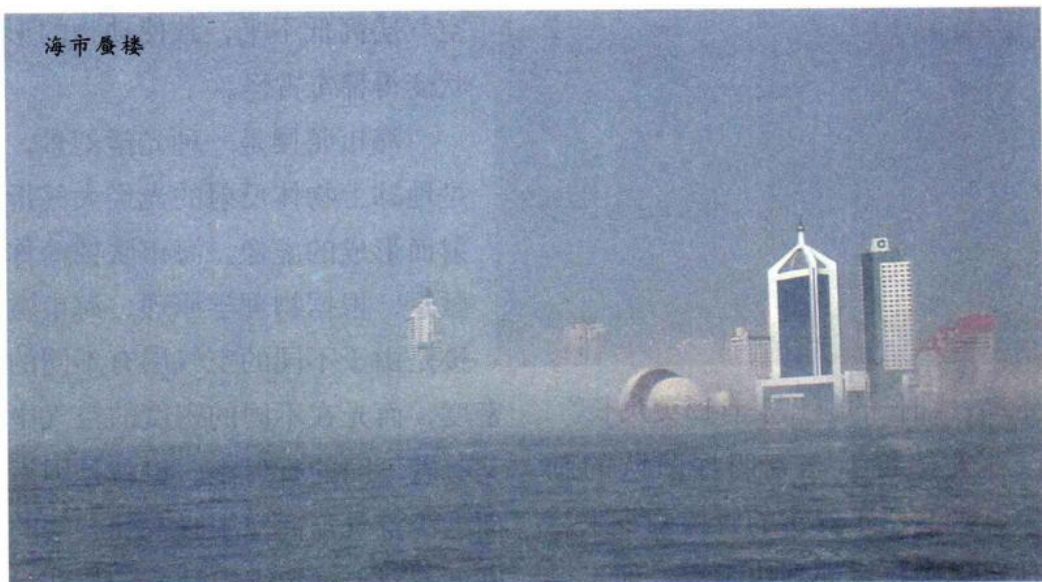
丰富矿物的山谷，这使得人们更努力地向山脉靠近，最后，就在人们感到胜利在望时，太阳落下了地平线，人们都惊呆了……

随着太阳的落下，山峰就像被什么魔力给融化了，只有寒冷的水面上一层热空气在高处投射出的影像。近100年的时间，原来人们都被海市蜃楼给愚弄啦！

夏天我们有时在公路上或其他炽热平面上看到的“水潭”也是小型的海市蜃楼幻象。它们是被热平面上灼热的空气折射回来的一片片



海市蜃楼



天光。有许多故事说，在沙漠中迷路的人常被这种蜃景折磨得发狂。

蜃景既非出于想象，也非源于幻觉，而是晴朗天空的折射像。阿拉伯人叫它们“魔鬼湖”。沙漠的空气也能造成海市蜃楼，使远处的绿洲、城镇或是遥远的地方，看来就在附近，这又给游牧民族的传说增加了不少材料。

北美西南地区的沙漠也以海市蜃楼幻象驰名。亚利桑那州科齐斯县，沿铁路线有个10英里长的湖。在冬夏两季都可以看见湖里有水，实际上那个湖在夏天是干的，湖里并没有水。在夏天，天空的光被晒

干的湖底上的热空气折射回来，造成了湖水的幻象。

当地居民说发生过这样一件惨事：有个飞机驾驶员曾在冬天见过那个湖，有一次在夏天，他想把水上飞机降在湖上。就在他开始降落时，幻象突然消失。他只好做紧急降落，结果飞机在湖床上撞毁，他也因重伤丧命。

若冷热两层空气之间的界限参差不齐，折射像往往会变形。美国探险家安德鲁斯曾一度看到形如巨大天鹅的异兽在戈壁沙漠的湖中涉水。从几百千米以外遥望，它们宛如来自另一世界的庞然巨怪在来回



海市蜃楼



空气层高低不平，致使动物的形状变得稀奇古怪。

海市蜃楼是一种光学幻景，是地球上物体反射的光经大气折射而形成的虚像。海市蜃楼简称蜃景，根据物理学原理，海市蜃楼是由于不同的空气层有不同的

走动，细长的腿几乎有15英尺长。

安德鲁斯立刻叫探险队的画家，把这些不寻常的野兽画下来。他自己则蹑足向湖边走去。他走得越近，湖的面积缩得越小，野兽也变了形。肥硕的大天鹅变成了苗条的羚羊，安详地在沙漠上找草吃。热空气曾产生了水的幻影，由于热

密度，而光在不同的密度的空气中又有着不同的折射率。也就是因海面上冷空气与高空中暖空气之间的密度不同，对光线折射而产生的。

蜃景与地理位置、地球物理条件以及那些地方在特定时间的气象特点有密切联系。气温的反常分布是大多数蜃景形成的气象条件。



迷你知识卡

折射

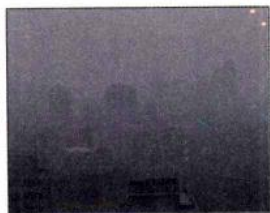
光从一种透明介质斜射入另一种透明介质时，传播方向一般会发生变化，这种现象叫光的折射。光的折射与光的反射一样都是发生在两种介质的交界处，只是反射光返回原介质中，而折射光则进入到另一种介质中，由于光在两种不同的物质里传播速度不同，故在两种介质的交界处传播方向发生变化。在两种介质的交界处，既发生折射，同时也发生反射。反射光光速与入射光相同，折射光光速与入射光不同。

反射

声波、光波或其他电磁波遇到别的媒质分界面而部分仍在原物质中传播的现象如光的反射、波的反射。

第5章

当大气成分变化时，地球会闹别扭



1. 伦敦烟雾事件有52头牛当场中毒
2. 供暖导致乌鲁木齐大气污染
3. 大气污染最大元凶是二氧化硫
4. 北极也会遭遇酸雨的危害
5. 森林中的甲酸也会为酸雨助力
6. 多燃石油的国家经常下硝酸雨
7. 我国是世界第三大酸雨区
8. 每年因为酸雨痛失1 100亿元

伦敦烟雾事件有52头牛当场中毒

大气成分并不是一成不变的，而是指它的浓度不会有急剧的变化，相对而言它是一个缓慢变化的过程，因而不会造成突发性灾害，但它的缓慢变化也会带来一系列的危害。

在某些特定条件下，比如一场冷空气过后，却会出现气温随高度增加而升高的现象，导致空气“脚重头轻”，大气科学中称这种现象叫“逆温”。

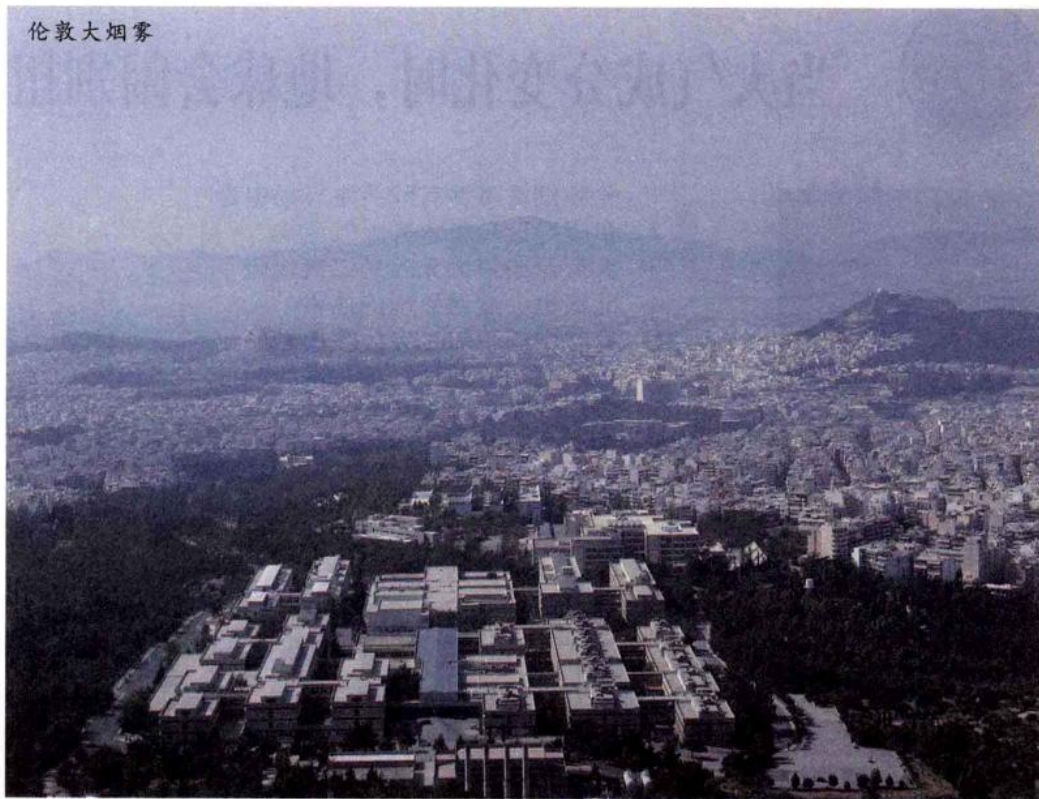
发生逆温的大气层叫“逆温层”。逆温层的厚度可从几十米到几百米，它就像一层厚厚的被子盖在地面上空，空气不能向上扩散，“无路可走”又向下蔓延，从而加重了大气污染。

伦敦烟雾缭绕





伦敦大烟雾



1952年12月5日开始，逆温层笼罩伦敦，城市处于高压中心位置，垂直和水平的空气流动均停止，连续数日空气寂静无风。

当时伦敦冬季多使用燃煤采暖，市区内还分布有许多以煤为主要能源的火力发电站。由于逆温层的作用，煤炭燃烧产生的二氧化碳、一氧化碳、二氧化硫、粉尘等气体与污染物在城市上空蓄积，引发了连续数日的大雾天气。期间

由于毒雾的影响，不仅大批航班取消，甚至白天汽车在公路上行驶都必须打开着大灯。

当时，伦敦正在举办一场牛展览会，参展的牛只首先对烟雾产生了反应，350头牛有52头严重中毒，14头奄奄一息，1头当场死亡。

不久伦敦市民也对毒雾产生了反应，许多人感到呼吸困难、眼睛刺痛，发生哮喘、咳嗽等呼吸道

症状的病人明显增多，进而死亡率陡增，据史料记载从12月5日到12月8日的4天里，伦敦市死亡人数达4 000人。

根据事后统计，在发生烟雾事件的一周中，48岁以上人群死亡率为平时的3倍；1岁以下人群的死亡率为平时的2倍，在这一周内，伦敦市因支气管炎死亡704人，冠心病死亡281人，心脏衰竭死亡244人，结核病死亡77人，分别为前一周的9.5、2.4、2.8和5.5倍，此外肺炎、肺癌、流行性感冒等呼吸系统疾病的发病率也有显著性增加。

12月9日之后，由于天气变

化，毒雾逐渐消散，但在此之后两个月内，由于又有近8 000人因为烟雾事件而死于呼吸系统疾病。

事后，据英国环境污染负责人厄尔斯特·威廉金斯博士统计，在雾灾发生的前一周，伦敦死亡人数为945人；而在大雾期间，伦敦地区死亡人数激增到2 480人，而大雾所造成的慢性死亡人数达8 000人，与历年同期相比，多死亡3 000~4 000人。

此后的1956年、1957年和1962年又连续发生了多达12次严重的烟雾事件。直到1965年后，有毒烟雾才从伦敦销声匿迹。

伦敦烟雾事件





发生1952年伦敦烟雾事件的直接原因是燃煤产生的二氧化硫和粉尘污染,间接原因是开始于12月4日的逆温层所造成的大气污染物蓄积。燃煤产生的粉尘表面会大量吸附水,成为形成烟雾的凝聚核,这样便形成了浓雾。

另外燃煤粉尘中含有三氧化二铁成分,可以催化另一种来自燃煤的污染物二氧化硫氧化生成三氧化硫,进而与吸附在粉尘表面的水化合生成硫酸雾滴。这些硫酸雾滴吸入呼吸系统后会产生强烈的刺激作用,使体弱者发病甚至死亡。

1952年的烟雾事件并非伦敦历史上第一次严重的烟雾事件,据史料记载,伦敦最早的有毒烟雾事件可以追溯到1837年2月,那次事件造成至少200名伦敦市民死亡。而在1952年之后,伦敦也多次发生烟雾事件。

1952年的事件引起了民众和政府当局的注意,使人们意识到控制大气污染的重要意义,并且直接推动了1956年英国洁净空气法案的通过。

1952年伦敦烟雾事件被环保主义者看做20世纪重大环境灾害事件之一,并且作为煤烟型空气污染的典型案例出现在多部环境科学教科书中。

■ 供暖导致乌鲁木齐大气污染

2008年冬季,供暖20天来,二氧化硫已开始污染乌鲁木齐市的大气。据国家环保部网站提供的数据表明,11月4日虽然为二级良好天气,但主要污染物出现了明显变

乌鲁木齐冬季大气污染



热电厂扬尘污染大气



化，为二氧化硫污染。

10月16日至11月3日，乌鲁木齐市共出现了15个良好天气，其余为轻微污染天气，首要污染物均为可吸入颗粒物。与2007年同期相比，二氧化硫污染物出现推迟了一天。

据了解，受冬季供暖影响，乌鲁木齐市冬季的大气污染物主要包括二氧化硫和可吸入颗粒物，城市上空薄雾主要是供暖燃烧原煤散发出的二氧化硫。

乌鲁木齐市环境监察支队有关负责人分析，二氧化硫成为首要污染物并不表示该排放物超标或是有所增加，可能是气象原因凸显了二氧化硫的含量。

二氧化硫从呼吸道进入人体以后会影响上呼吸道，还刺激眼睛和鼻黏膜，导致呼吸道防御机能下降。可能会导致健康的人出现咽部不适、咳嗽等症状，但对慢性支气管炎、哮喘、肺气肿患者就会造成很大的影响引起这些疾病复发。



在空气质量不好的天气里，老年人和心脏病、呼吸系统疾病患者，应尽量避免户外活动，同时要多饮水，注意休息。

■ 大气污染最大元凶是二氧化硫

二氧化硫是一种有毒气体，患有心脏病和呼吸道疾病的人对这种气体最为敏感，就是正常人在二氧化硫浓度过高的地方呆得太久也会生病。

二氧化硫是一种无色、有刺激气味的气体。它具有酸性，可与空气中的其他物质反应，生成微小的

亚硫酸盐和硫酸盐颗粒。当这些颗粒被吸入时，它们将聚集于肺部，是呼吸系统症状和疾病、呼吸困难，以及过早死亡的一个原因。如果与水混合，再与皮肤接触，便有可能发生冻伤。与眼睛接触时，会造成红肿和疼痛。

二氧化硫是大气中主要污染物之一，是衡量大气是否遭到污染的重要标志。世界上有很多城市发生过二氧化硫危害的严重事件，使很多人中毒或死亡。在中国的一些城镇，大气中二氧化硫的危害较为普遍而又严重。

二氧化硫进入呼吸道后，因其

酸雨腐蚀后的森林



人为燃烧——大气污染之一



易溶于水，故大部分被阻滞在上呼吸道，在湿润的粘膜上生成具有腐蚀性的亚硫酸、硫酸和硫酸盐，使刺激作用增强。上呼吸道的平滑肌因有末梢神经感受器，遇刺激就会产生窄缩反应，使气管和支气管的管腔缩小，气道阻力增加。

上呼吸道对二氧化硫的这种阻滞作用，在一定程度上可减轻二氧化硫对肺部的刺激。但进入血液的

二氧化硫仍可通过血液循环抵达肺部产生刺激作用。

二氧化硫可被吸收进入血液，对全身产生毒副作用，它能破坏酶的活力，从而明显地影响碳水化合物及蛋白质的代谢，对肝脏有一定的损害。动物试验证明，二氧化硫慢性中毒后，机体的免疫受到明显抑制。

空气中二氧化硫的浓度只有



酸雨波及地球

比例，它相当于100千克水里的一滴酒精，5 000千克盐中的一匙糖。

二氧化硫的危害还在于它常常跟大气中的飘尘结合在一起，进入人和其他动物的肺部，或在高空与水蒸气结合成酸性降水，对人和其他动植物造成危害。目前，我国的能源结构主要以煤为主，因此，我们的大气

1ppm时，我们会感到胸部有一种被压迫的不适感；当浓度达到8ppm时，人就会感到呼吸困难；当浓度达到10ppm时，咽喉纤毛就会排出粘液。

1ppm是多少呢？1ppm是一百万分之一，是一个相当微小的

污染是以烟尘和二氧化硫为代表的典型的煤烟型污染。

1989年，科学研究人员对北京的两个居民区作了大气污染与死亡率的相关值研究。研究表明，大气中二氧化硫的浓度每增加1倍，总死亡率增加11%；总悬浮颗

颗粒物浓度每增加1倍，总死亡率增加4%。所以我们要时刻警惕城市二氧化硫污染。

■ 北极也会遭遇酸雨的危害

1972年，瑞典政府给联合国人类环境会议提出报告《穿过国界的大气污染：大气和降水中硫的影响》，引起各国政府关注，1973至1975年欧洲经济合作与发展组织开展了专项研究，证实酸雨地区几乎覆盖了整个西北欧。

1974年和以后北美证实在美国

东北部和与加拿大交界地区亦发现大面积酸雨区域，几乎北美有三分之二陆地面积受到酸雨威胁，甚至在美国夏威夷群岛的迎风一侧，也出现酸雨。再后，东南亚日本、韩国等亦发现大面积酸雨。

有位科学家到杳无人烟，且长年冰封雪盖的格陵兰岛，给冰层打钻，取出180年前的冰块，与现在的酸度相比，酸度增长了99倍。至此世人公认酸雨是当前全球性重要区域环境污染问题之一。

1974年4月10日，苏格兰皮特洛赫里下了一场暴雨，雨水的酸度



酸雨给建筑物带来的伤害



打破了世界记录。那天下的雨，含酸量几乎接近于柠檬汁，比醋还要酸，比正常雨水的含酸量高好几百倍。

皮特洛赫里这场雨的含酸量诚然罕见，在欧洲和北美洲许多地方，降雨的含酸量却比正常的高几十倍或几百倍。酸雨腐蚀建筑物，破坏土壤，杀死湖中的鱼，并且促使欧洲大片地区的树木逐渐枯萎。

酸雨是一个跨越国界的环境污染问题。引起酸雨的大气污染物，由盛行风从主要的工业区吹到山

脉、湖泊和森林。

即使北极地区，也受到引起酸雨的污染物侵袭。

酸是哪儿来的呢？大多来自人类的活动，来自汽车、家庭、工厂和发电厂，这一点现在已毫无疑问。雨水本来就带酸，这一点酸来自火山、沼泽和海洋中的浮游生物；过去200年来，雨水的含酸量却急剧上升。科学家分析冰川中工业革命前凝结的冰，发现只有少量酸，与来自自然界的酸量一致。

雨水变酸，主要是硫和氮两

工业生产是形成酸雨的原因之一





冰岛火山灰导致酸雨

种元素引起的。硫存在于煤和石油中。煤和石油燃烧时，产生二氧化硫，散发到空气中，与云中的水滴混合变成硫酸。空气中有氮，燃料中也有氮，燃烧时变成氮的氧化物，然后与水分子形成硝酸。有些硫酸和硝酸在形成的地区降下，有些则被风带到几千千米外。

自从本世纪50年代以来，建了一些高达150米的烟囱，把污染物带离市区，但是这样只使污染物扩散得更远，薄薄地覆盖更广阔的地区。

此外，污染量大大增加，尤其在近几十年内，发电厂的污染大增。像斯堪的纳维亚半岛等地，已遭受数千公里外那些工厂所造成的污染影响。瑞典科学家估计，在瑞典上空中的硫有七成来自燃烧燃料，大多来自瑞典境外，主要是东欧。

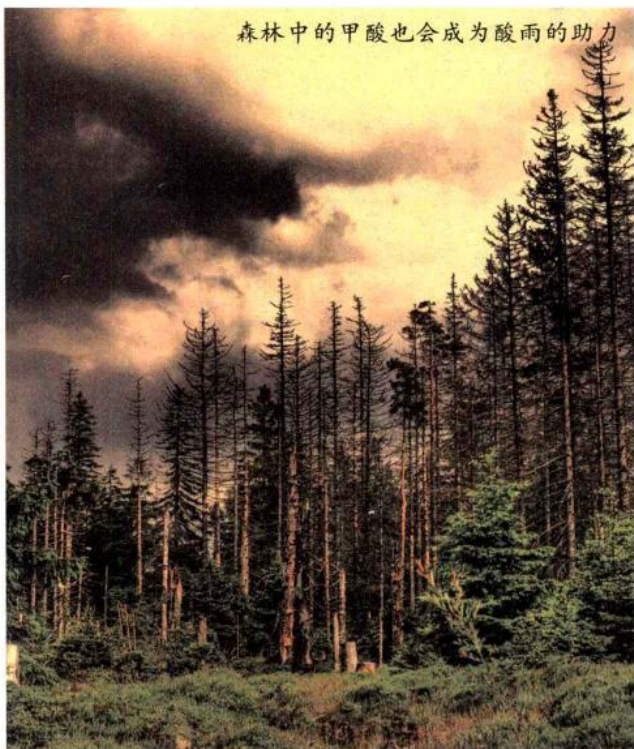
为了弄清酸雨是否来自本土，英国用飞机收集空气样品，由科学家检验。

一次飞行中发现，随盛行风越过大西洋吹到英国西岸的空气中，



含硫量不及东海岸的一半，含氮量只是东海岸的四分之一。盛行风吹过英国，夹带的污染物质越来越多，然后吹到斯堪的纳维亚半岛。

从发电厂烟囱排出一种化合物六氟化硫，就可追踪到污染物的去向。飞机上携带的仪器，一遇到这种特殊的烟雾就会立刻发出信号，并且加以测量。



■ 森林中的甲酸也会为酸雨助力

法国和比利时研究人员一项最新研究发现，北方森林和热带森林会产生大量甲酸，从而降低这些地区降雨的pH值，带来酸雨污染。硝酸和硫酸是造成酸雨污染的“元凶”，但偏远地区的酸雨主要由甲酸造成。

根据科学家早先的认识，人类活动、森林火灾以及植物的叶子可直接向大气中释放甲酸，此外，有

机物的光化学降解也会产生这种物质。法国和比利时研究人员发现，全球森林每年可制造近1亿吨甲酸，比已知的甲酸产生途径多出两到三倍。

研究人员根据欧洲航天局和欧洲气象卫星组织的卫星所携红外线大气探测干涉仪发回的数据建立模型，发现全球每年可产生1 000亿至1 200亿千克甲酸，其中90%经由生物途径产生，而且大部分集中在北方森林和热带森林地区。

研究人员在新一期《自然——地球科学》杂志网络版上发表报告说，森林中的松柏植物会释放出一些不稳定的萜类有机化合物，这些有机物在氧化过程中会释放甲酸，从而降低相应地区降雨的pH值。

■ 多燃石油的国家经常下硝酸雨

酸雨的成因是一种复杂的大气化学和大气物理的现象。酸雨中含有多种无机酸和有机酸，绝大部分是硫酸和硝酸，还有少量灰尘。

酸雨是怎样形成的？

酸雨是工业高度发展而出现的副产物，由于人类大量使用煤、石油、天然气等化石燃料，燃烧后产生的硫氧化物或氮氧化物，在大气中经过复杂的化学反应，形成硫酸或硝酸气溶胶，或为云、雨、雪、雾捕捉吸收，降到地面成为酸雨。如果形成酸性物质时没有云雨，则酸性物质会以重力沉降等形式逐渐降落在地面上，这叫做干性沉降，以区别于酸雨、酸雪等湿性沉降。干性沉降物在地面遇水时复合成

汽车尾气也是形成酸雨的原因之一





酸。

酸云和酸雾中的酸性由于没有得到直径大得多的雨滴的稀释,因此它们的酸性要比酸雨强得多。高山区由于经常有云雾缭绕,因此酸雨区高山上森林受害最重,常首先成片死亡。硫酸和硝酸是酸雨的主要成分,约占总酸量的90%以上,我国酸雨中硫酸和硝酸的比例约为10:1。

别以为酸雨都是人为产生的,酸雨也有一些自然排放源。海洋雾沫,它们会夹带一些硫酸到空中;土壤中某些机体,如动物死尸和植物败叶在细菌作用下

可分解某些硫化物,继而转化为二氧化硫;火山爆发喷出可观量的二氧化硫气体也会导致酸雨;雷电和干热引起的森林火灾也是一种天然硫氧化物排放源,因为树木也含有微量硫;高空雨云闪电,有很强的

能量,能使空气中的氮气和氧气部分化合生成一氧化氮,继而在对流层中被氧化为二氧化氮。

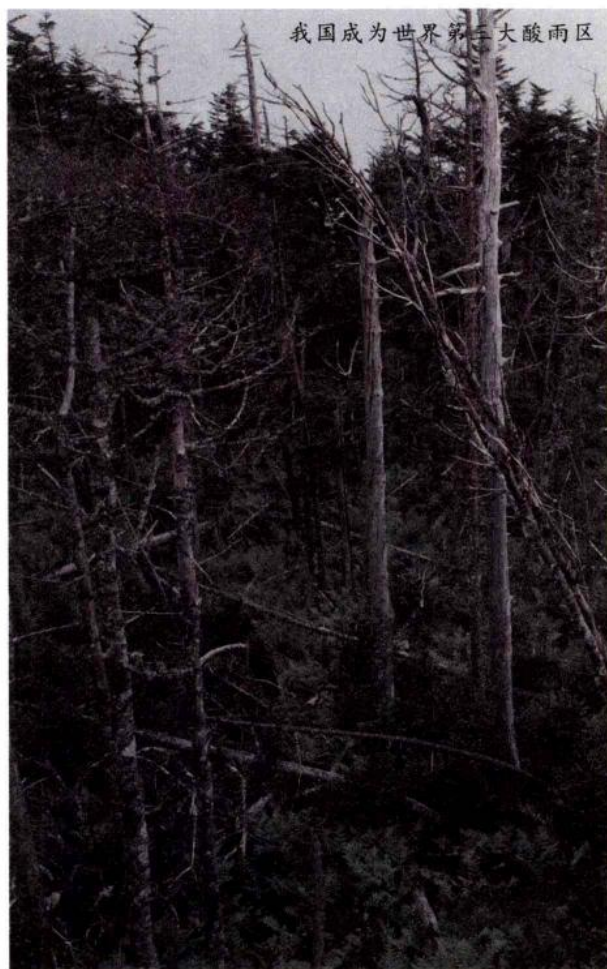
汽车尾气能产生大量的有毒气体,在发动机内,活塞频繁打出火花,像天空中闪电,氮气变成二氧化氮。不同的车型,尾气中氮氧化物的浓度有多有少,机械性能较差的或使用寿命已较长的发动机尾气



大气污染导致酸雨

中的氮氧化物浓度要高。

汽车停在十字路口,不熄火等待通过时,要比正常行车尾气中的氮氧化物浓度要高。近年来,我国各种汽车数量猛增,它的尾气对酸雨的贡献正在逐年上升,不能掉以



我国成为世界第三大酸雨区

程”，即含酸雨滴在下降过程中不断合并吸附、冲刷其他含酸雨滴和含酸气体，形成较大雨滴，最后降落在地面上，形成了酸雨。由于我国多燃煤，所以的酸雨是硫酸型酸雨，而多燃石油的国家下硝酸雨。

■ 我国是世界第三大酸雨区

世界上酸雨最严重的欧洲和北美许多国家在遭受多年的酸雨危害之后，终于都认识到，大气无国界，防治酸雨是一个国际性的环境问题，不能依靠一个国家单独解决，必须共同采取对策，

轻心。

工业生产、民用生活燃烧煤炭排放出来的二氧化硫，燃烧石油以及汽车尾气排放出来的氮氧化物，经过“云内成雨过程”，即水汽凝结在硫酸根、硝酸根等凝结核上，发生液相氧化反应，形成硫酸雨滴和硝酸雨滴；又经过“云下冲刷过

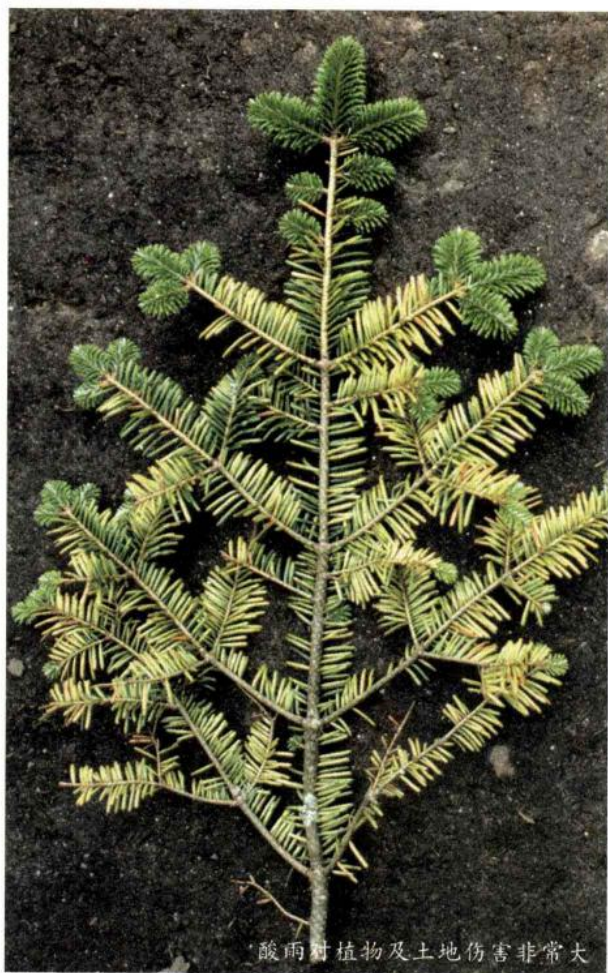
减少硫氧化物和氮氧化物的排放量。

我国酸雨区面积占国土面积的30%，是世界第三大酸雨区，为控制酸雨发展，应将其防治工作纳入经济和社会发展规划，调整能源结构，治理工业排放，研发治理技术和设备，加强环境管理。



我国目前每年排放二氧化硫120亿千克，酸雨污染已成为我国非常严重的一个环境问题。目前我国长江以南的四川、贵州、广东、广西、江西、江苏、浙江已经成为世界三大酸雨区之一，酸雨区已占我国国土面积的40%。如贵州是酸雨污染的重灾区，全区三分之一的土地受到酸雨的危害。省城贵阳出现酸雨的频率几乎为100%。

其他主要大城市的酸雨频率也在90%以上。降水的pH约为3，有时甚至约为2。这简直下的不是雨，而是稀硫酸了。



酸雨对植物及土地伤害非常大

■ 每年因为酸雨痛失1100亿元

近年来，西欧许多国家的古老建筑也都不同程度地遭到类似厄运。美国的洛杉矶、旧金山和纽约的怀特费斯山等地区，还因酸雾影响，城市设施、旅游胜地、湖光山

色、沃野田园黯然失去原有的光彩和繁茂。可谓酸雨袭来祸全球。

一些国家披露，因酸雨污染致死的儿童和老人，在德国已有4 000余人，英国达5 000人，美国有20 000多人。酸雨使美国和加拿大毗邻处一年中致病死亡50 000余人，并使加拿大境内江河污染，森

林枯萎，土壤变性，建筑物毁坏。日本的酸雨一度引起人体皮肤疾患，还诱发和加剧了哮喘和呼吸道病变。

据中国环境科学研究院、清华大学等单位的研究结果表明，由二氧化硫等导致的酸雨污染每年给中国造成损失超过1 100亿元，整个大气污染所造成的损失每年约占中国GDP的百分之二至百分之三。

防治酸雨，成为摆在国民经济发展面前的一大课题，由于我国酸雨主要由于燃烧煤炭引起，具体有以下几点做法。

第一是使用原煤脱硫技术，可

以除去燃煤中大约40%~60%的无机硫。第二是优先使用低硫燃料，如含硫较低的低硫煤和天然气等。第三是改进燃煤技术，减少燃煤过程中二氧化硫和氮氧化物的排放量。例如，液化化燃煤技术是受到各国欢迎的新技术之一。

它主要是利用加进石灰石和白云石，与二氧化硫发生反应，生成硫酸钙随灰渣排出。第四是对煤燃烧后形成的烟气在排放到大气之前进行烟气脱硫。目前主要用石灰法，可以除去烟气中85%~90%的二氧化硫气体。不过，脱硫效果虽好但十分费钱。例如，在火力发电



改善煤的燃烧技术



们，近几年就很少见到因酸雨而导致动植物、建筑物及钢铁浇铸的设施被腐蚀损坏的现象，人体健康因酸雨受

厂安装烟气脱硫装置的费用，要达电厂总投资的25%之多。这也是治理酸雨的主要困难之一。

另外有研究表明，每次沙尘暴降临的过程，也就是使被酸性气体污染的空气得到一定程度“净化”的过程。所以，生活在北方的人

到伤害的症状也较为少见。

据调查，沙尘暴历经长途飞旋，到了日本、韩国之后，强度大为减弱，大的沙粒已经没有，只剩下极其细小的浮尘，对人与环境的冲刷力也已很小。



迷你知识卡

pH

pH实际上是水溶液中酸碱度的一种表示方法。平时我们经常习惯于用百分浓度来表示水溶液的酸碱度，如1%的硫酸溶液或1%的氢氧化钠溶液，但是当水溶液的酸碱度很小很小时，如果再用百分浓度来表示则太麻烦了，这时可用pH值来表示。pH值的应用范围在0—14之间，当pH=7时水溶液呈中性；pH<7时水溶液呈酸性，pH值愈小，酸性愈大；当pH>7时水溶液呈碱性，pH值愈大，碱性愈大。

酸雨

酸雨正式的名称是为酸性沉降，它可分为“湿沉降”与“干沉降”两大类，前者指的是所有气状污染物或粒状污染物，随着雨、雪、雾或雹等降水型态而落到地面者，后者则是指在不下雨的日子，从空中降下来的落尘所带的酸性物质而言。

第6章

人类一秒也离不开的大气压力



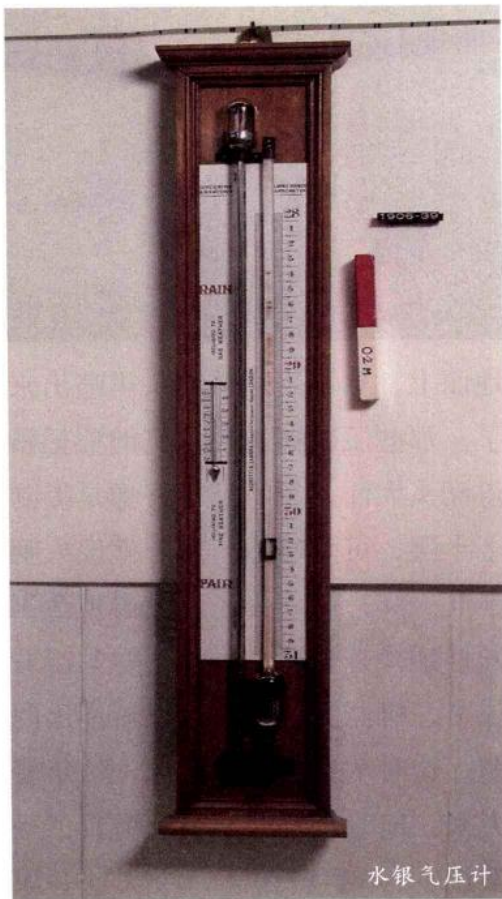
1. 发明水银气压计的意大利科学家
2. 低气压容易引起胸闷心慌
3. 如果没有大气压我们一秒都活不了
4. 压力会使空气的密度增大
5. 喝饮料和打气筒都要用到大气压力
6. 钛酸钡做成的“耳朵”
7. 大气压力使航空器飞上天
8. 高速行驶的火车导致周围气压变化

发明水银气压计的意大利科学家

公元14世纪前后。佛罗伦萨的大公爵塔斯坎宁别出心裁，要在自家的院子里建一个大喷水池。他安排了水池、喷头、假山，又找来了打井工人，为喷水池专挖一口井。

井挖好了，抽水机也装好了，只等机器一转，就可珠滚荷叶了。但这般光景公爵不准备一人独享，这是一次向全市炫耀自己学识、财富、才华的好机会。他选了一个良辰吉日，遍请了市内的头面人物，还特地邀请著名的诺尔鲁神父来光临新水池“开喷典礼”。

可是水井里的水半天也抽不到



水银气压计



埃万杰利斯塔·托里拆利



的水是不会上来了。”

“为什么?”

“因为抽水是靠抽掉水管里的空气，产生真空，外面的大气压强发生作用才把水从管子里压上来。但是管子长了，压力不够大，水自然就压不上来了。”

“什么?你说什么真空?里面什么也没有?”在座的一个神父站起来说。

“是的，什么也没有，连上帝也不存在。”

“你是谁?”

这个青年叫托里拆利。神父恼怒地说：“既然你发现了什么真空，就当众拿出来给大家看看。”

青年不慌不忙地说：“这很容易，我现在做一个实验，拿来‘真空’让你们看看。”只见托里拆利从桌上拉过一个又细又扁的黑匣子，打开，取出一瓶水银和一根有一米长、一头开口的细玻璃管，管

地面上，更不用说从喷头里喷出来了。那些工匠摇着抽水机的摇把累得满头大汗，只听那水好像是提到了半腰，可是咕噜一声，就像人咽了气一样，又下去了。公爵忙命工匠仔细检查一遍，每一个螺丝都看过了，机器完好，设计也看不出问题。这时从来宾席上走出一位年轻人来，他略带嘲弄地朝公爵看了一眼说：“不要费劲了，今天这井里

上有刻度。他又随手拉过一只小碗，倒满了水银，再把玻璃管里也灌满，用拇指按紧开口，然后一下倒过来连手指浸入碗中，再抽出手指。

只见那细管中的水银开始下落，但是当液面落到76厘米处时便

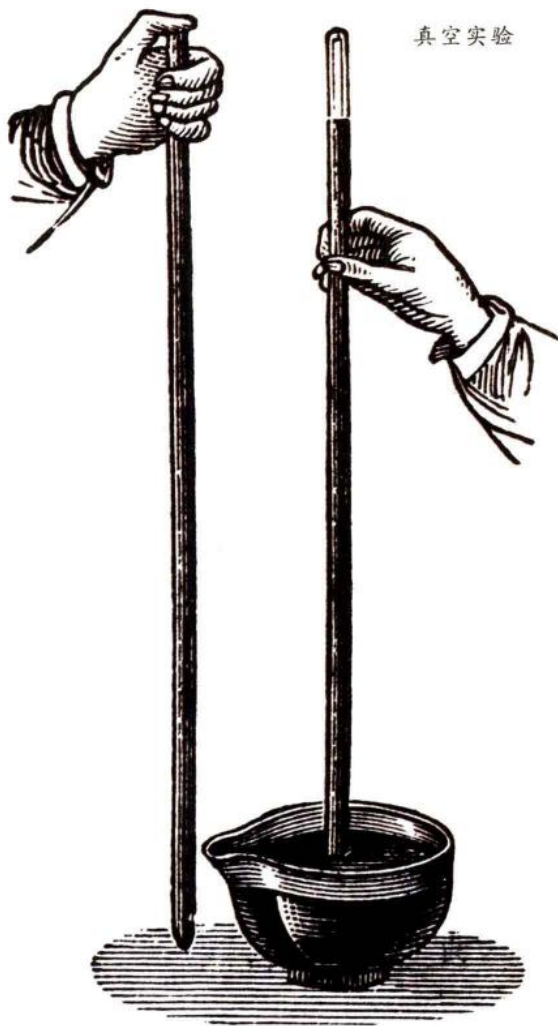
不再动了。托里拆利指着76厘米以上的那一截管子说：“各位先生，请看，这管子里就是真空，空得连空气也没有了。”

“可是为什么水银不再下落，让管子里再空一点呢？”客人中有人显然对此已发生兴趣，忙插话提

问。“对。为什么水银不再下落了呢？正是由于空气的压力。这压力就像能把井水压上来一样，它能把水银正好托在这个高度。

诺尔鲁神父忽地一下站起来说：“你这是变魔术。你又能证明上面那截管子里真的是空的呢？怎么能证明这水银柱真的是空气的压力托着呢？”

“别忙！”托里拆利向神父揶揄地一笑，然后从黑匣子里抽出一根丫形管子，开始做证实真空存在的实验。这是一根直管儿，在顶头上弯出一个弯，形成一个钩子，又像根拐杖。弯头处开了个洞。只见托里拆利用一个指头堵住小洞，弯朝下，灌满水银，倒过来和





刚才一样浸在水银碗里，这样长直管里又是个76厘米的水银柱，而那弯儿底部也存下一截水银，上面却出现了真空。

这一个连通管里就有两截水银，两截真空了。托里拆利向大家扫了一眼，说：“现在只要我的手指一离开这个小洞，由于空气进来产生压力，长管里的水银就会全部落入碗里，小弯里的水银就会被空气托到管头上去。这正好说明刚才这里确实是没有空气的，你们信不信？”

“不信。”公爵忿忿地应道。只见托里拆利将手一抬，那直管里的水银柱像是空中的悬物断了线，刷地一下跌落碗里，而那个弯管底部的水银倒像有一个无形的手在下面推挤，眼睁睁地升上了管的顶头，像贴在管子上一样不再下来。

这就是1643年进行的有名的托里拆利真空实验。水银柱上的那段真空也就被后人称为“托里拆利真空”，而那种玻璃管也被叫做“托里拆利管”。

托里拆利还发现了托里拆利定

律，这是一个有关流体从开口流出的流速的定律。这后来被证明是伯努利定律的一种特殊情况。托里拆利是第一个用科学的方式描述风的人，他写道：“风产生于地球上的两个地区的温差和空气密度差”。

■ 低气压容易引起胸闷心慌

你有过胸闷心慌的时候吗？特别是阴雨天气，人总是会感觉到烦躁不安，情绪低落。其实这都是大

托里拆利真空实验





根据托里拆利原理制成的气压计

气和大气压强在作怪。

大气压的变化会引起许多健康问题。当大气压发生变化时，人体内的腔窝扩大，如：气压下降会使窦发生毛病，产生窦炎和窦膨胀；气压升高对人关节有很大影响；气压降低还会使人焦躁不安。

人与大气有不可分离的密切关系，人体是在体内压强和体外大气压强的平衡下才觉察不到大气压的

存在的，但这个大气压也不是时刻都平衡的，一旦外界大气压产生变化而体内又来不及调整和它相平衡时，人就有不适应感。

如外界气压高过体内压强的时候，它能促进我们的体液循环，我们就会觉得神清气爽，而当外界气压低于体内压强的时候，就会感觉胸闷心慌，这时人的心情不好就是由于大气压的变化造成的。

■ 如果没有大气压我们一秒都活不了

如果没有了外界大气压人又会怎么样呢?答案是连一秒钟也生存不了。

1971年6月,前苏联载人航天器“联盟号”返回后,打开舱门一看,三名宇航员都已死亡,连挣扎的痕迹都没有。事后调查,原来是航天器漏气,使座舱里人工大气压猛然下降,人体突然暴露在没有大气压的宇宙空间,一瞬间就丧失了生命。

■ 压力会使空气的密度增大

1662年玻意耳证明,压力会使空气的密度增大。由于空气受压时会收缩,所以在海平面上空气一定最稠密,而沿着指向大气层顶部的方向,随着高层空气重量的减小,空气变得愈来愈稀薄,法国数学家

巴斯卡第一个证实了这个情况,1648年,他让他的兄弟帕瑞带着一个气压计登上一座高约1.5千米的山,并请他在登高时随时注意气压



计中汞柱高度下降的情况。

空气的温度是随高度而变化,大气层并没有明确的边界,它只是逐渐稀薄下去,一直到变成几乎一无所有的宇宙空间。人们曾经探测到160千米高空处的陨星光迹,那里的大气压只有地球表面的几百分之一,而空气的密度却只有十亿分之一。但这一点空气就足以使它们那一点点物质因摩擦而燃烧到白炽。由于受到外层空间高速粒子的轰击而发出冷辉光的气体所

形成的极光，则位于海平面以上800~1 000千米的高空。

直到18世纪末期，人们所能接触的高层大气似乎还从未超过高山的山顶。1892年设计出了带有仪器、无人乘坐的气球，这些气球能压力会使空气的密度增大

够上升得更高，从过去从未探索过的高空气层带回那里大气的温度和压强的情报。

在离地只有几千米的空中，正像人们所预料的，温度逐渐下降。在11千米左右的高空，温度





为 -55°C 。但是，再往上去情况就令人惊奇了。

在这个高度以上温度并不降低，事实上它甚至还略有升高。人类用平流层气球和探空火箭进一步认识了10千米以上的地球大气。

■ 喝饮料和打气筒都要用到大气压力

当我们用吸管喝瓶子中的饮料时，塑料管的压力减小，大气压力就将饮料送到我们嘴里了。

使用打气筒时，要把它出气管接到自行车轮胎的气门上，气门的作用是只允许空气从打气筒进入轮胎，不允许空气从轮胎倒流入打气筒。打气筒的活塞和筒壁之间有空隙，活塞上有个向下凹的橡皮碗。

向上拉活塞的时候，活塞下方的空气体积增大，压力减小，活塞上方的空气就从橡皮碗四周挤到下方，向下压活塞的时候，活塞下方空气体积缩小，压力增大，使橡皮碗紧抵着筒壁不让空

气漏到活塞上方，继续向下压活塞，当空气压力足以顶开轮胎的气门芯时，压缩空气就进入轮胎。

同时筒外的空气从筒上端的空隙进入活塞的上方，实际上打气筒就是一个最简单的单向阀，当拉杆往上提时，此时装在拉杆下端的皮碗收缩，空气即从气筒盖上的小孔进入气筒内，这时将拉杆往下压时，皮碗扩张而贴紧气筒内壁将空气往下压，气体只能从气筒底部一个小孔眼顶上小铁珠顺着皮管进入轮胎的气门。

而当第二次再将拉杆往上提时，皮碗再度收缩，此时小铁珠落下，关闭小孔，使第一次还没有完全注入轮胎内的空气，不会因此而

打气筒



被抽出，也就是如此的往返循环的过程。

■ 钛酸钡做成的“耳朵”

人的耳朵是仅次于眼睛的感觉器官，声波扣击耳膜，引起听觉神经的冲动，冲动传给大脑的听觉区，因而引起人的听觉。机器人的耳朵通常是用“微音器”或录音机来做的。被送到太空去的遥控机器人，它的耳朵本身就是一架无线电接收机。

人的耳朵是十分灵敏的。我们能听到的最微弱的声音，它对耳膜的压强是每平方厘米只有一百亿分之几千克。这个压强的大小只是大气压强的一百亿分之几。可是用一种叫做钛酸钡的压电材料做成的“耳朵”比人的耳朵更为灵敏，即使是火柴棍那样细小的东西反射回来的声波也能被它

“听”的清清楚楚。

如果用这样的耳朵来监听粮库，那么在2~3千克的粮食里的一条小虫爬动的声音也能被它准确地“听”出来。

用压电材料做成的“耳朵”之所以能够听到声音，其原因就是压电材料在受到拉力或者压力作用的时候能产生电压，这种电压能使电路发生变化。这种特性就叫做压电效应。

当它在声波的作用下不断被拉伸或压缩的时候，就产生了随

声音信号变化而变化的电流，

这种电流

经过放

大器放大后

送入电子计算

机进行处理，机器人就能听到声音了。

但是能听到声音只是做到了第一步，更重要的是要能识别不同的声音。目前人们已经研制成功了



钛酸钡做成的“耳朵”



能识别连续语音的装置，它能够以99%的比率，识别不是特别指定的人所发出的声音，这项技术就使得电子计算机能开始“听话”了。这将大大降低对电子计算机操作人员的特殊要求。

操作人员可以用嘴直接向电子计算机发布指令，改变了人在操作机器的时候手和眼睛忙个不停而与此同时嘴巴和耳朵却是闲着的状况。

一个人可以用声音同时控制四面八方的机器，还可以对楼上楼下的机器同时发出指令，而且并不需要照明，这样就很适合于在夜间或地下工作。这项技术也大大加速了电话的自动回答，车票的预定以及资料查找等服务工作的自动化实现的进程。

现在人们还在研究使机器人能通过声音来鉴别人的心理状态，人们希望未来的

机器人不光能够听懂人说的话，还能够理解人的喜悦，愤怒，惊讶，犹豫和暧昧等情绪。这些都会给机器人的应用带来极大的发展空间。

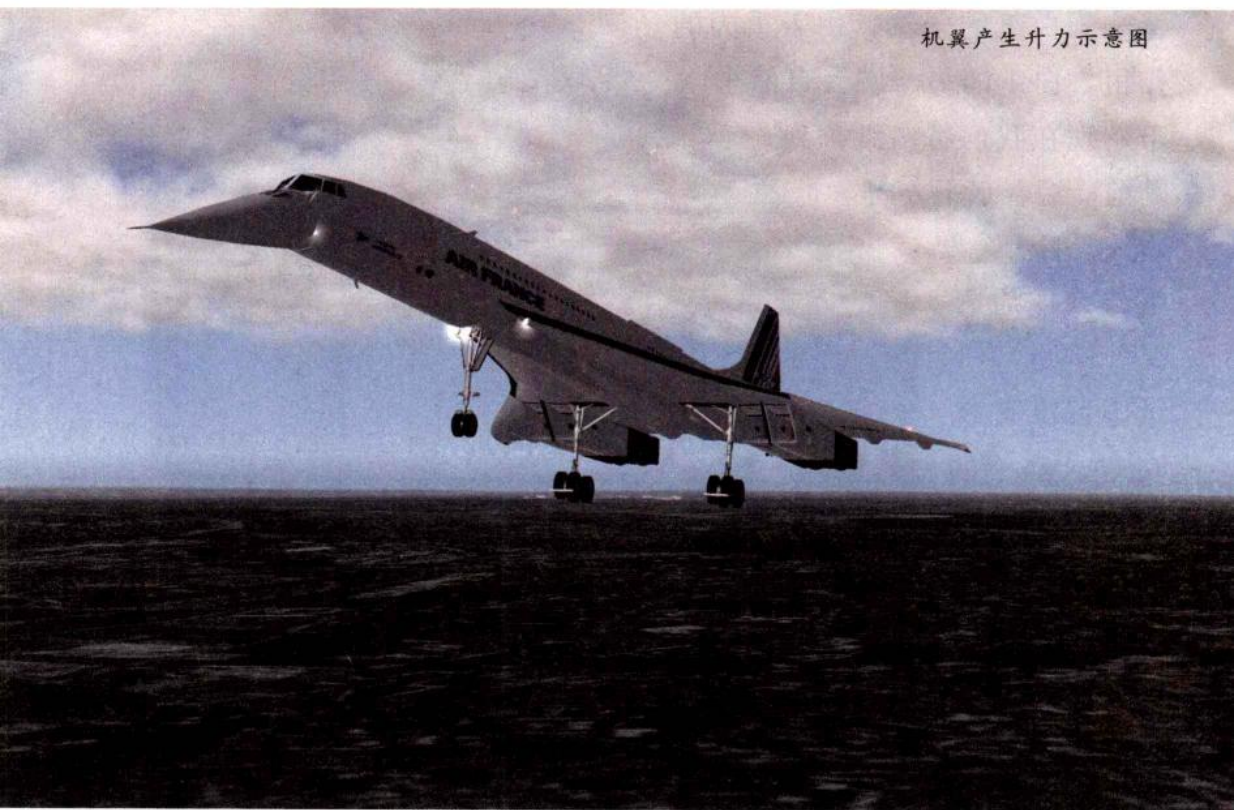
■ 大气压力使航空器飞上天

任何航空器都必须产生大于自身重力的升力才能升空飞行，这是航空器飞行的基本原理。航空器可分为轻于空气的航空器和重于空气的航空器两大类，轻于空气的航空器如气球、飞艇等，其主要部分是一个大大的气囊，中间充以比空



机翼产生升力示意图

机翼产生升力示意图



气密度小的气体，如热空气、氢气等，这样就如同我们小时候的玩具氢气球一样，可以依靠空气的静浮力升上空中。

远在1 000多年以前，我们的祖先便发明了孔明灯这种借助热气升空的精巧器具，可以算得上是轻于空气的航空器的鼻祖了。然而，对于重于空气的航空器，如飞机，又是靠什么力量飞上天空的呢？

相信大家小时候都玩过风筝或

是竹蜻蜓，这两种小小的玩意构造十分简单，但却蕴含着深刻的飞行原理。飞机的机翼包括固定翼和旋翼两种，风筝的升空原理与滑翔机有一些类似，都是靠迎面气流吹动而产生向上的升力，但与固定翼的飞机有一定的差别；而旋翼机与竹蜻蜓却有着异曲同工之妙，都是靠旋翼旋转产生向上的升力。

机翼是怎样产生升力的呢？
让我们先来做一个小小的试验：手

持一张白纸的一端，由于重力的作用，白纸的另一端会自然垂下，现在我们将白纸拿到嘴前，沿着水平方向吹气，看看会发生什么样的情况？哈哈，白纸不但没有被吹开，垂下的一端反而飘了起来，这是为什么呢？

流体力学的基本原理告诉了我们，流



压力高度表

动慢的大气压力较大，而流动快的大气压力较小，白纸上面的空气被吹动，流动较快，压力比白纸下面不动的空气小，因此将白纸托了起来。这一基本原理在足球运动中也得到了体现。

大家可能都听说过足球比赛中的“香蕉球”，在发角球时，脚法好的队员可以使足球绕过球门框和守门员，直接飞入球门，由于足球的飞行路线是弯曲的，形似一只香

蕉，因此叫做“香蕉球”。

这股使足球偏转的神秘力量也来自于空气的压力差，由于足球在踢出后向前飞行的同时还绕自身的轴线旋转，因此在足球的两个侧面相对于空气的运动速度不同，所受到的空气的压力也不同，是空气的压力差蒙蔽了守门员。

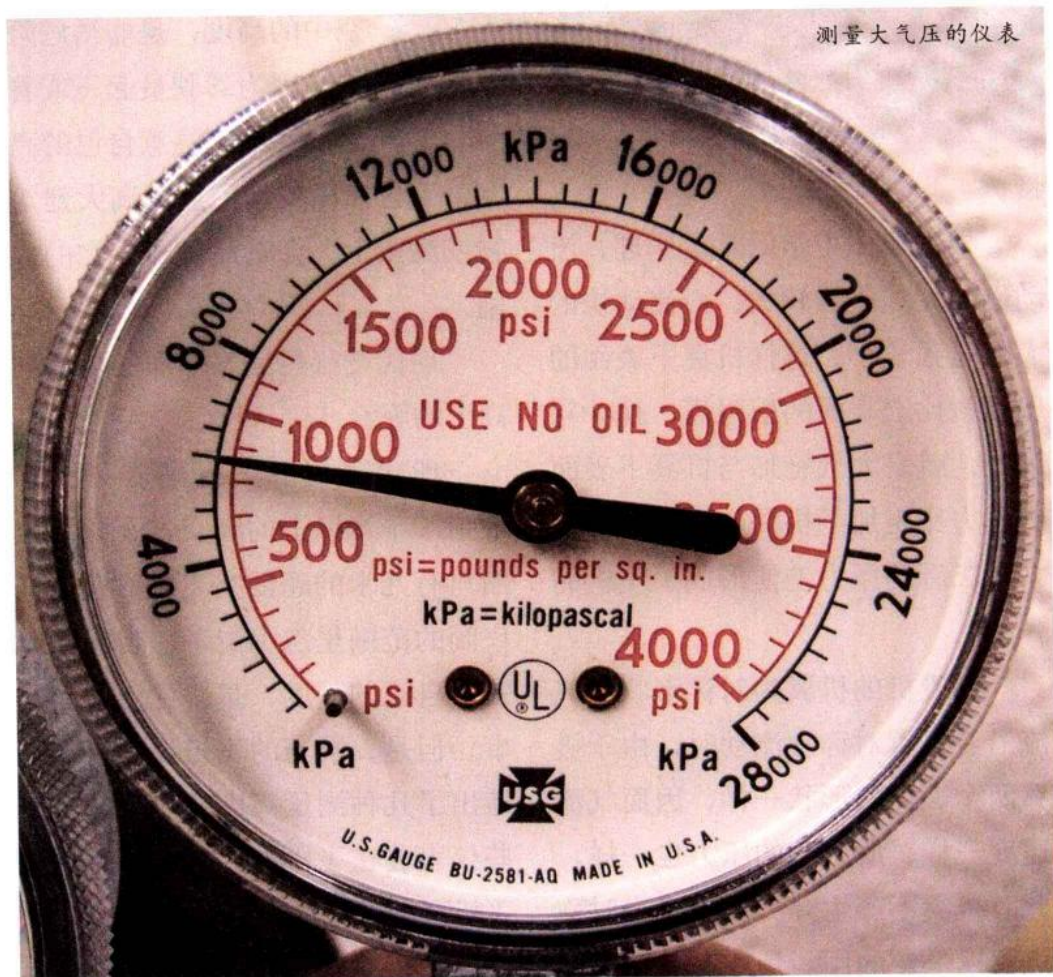
对于固定翼的飞机，当它在空气中以一定的速度飞行时，根据相对运动的原理，机翼相对于空气的

运动可以看作是机翼不动，而空气气流以一定的速度流过机翼。空气的流动在日常生活中是看不见的，但低速气流的流动却与水流有较大的相似性。

日常的生活经验告诉我们，当水流以一个相对稳定的流量流过河床时，在河面较宽的地方流速慢，

在河面较窄的地方流速快。流过机翼的气流与河床中的流水类似，由于机翼一般是不对称的，上表面比较凸，而下表面比较平，流过机翼上表面的气流就类似于较窄地方的流水，流速较快，而流过机翼下表面的气流正好相反，类似于较宽地方的流水，流速较上表面的气流

测量大气压的仪表





大气压力与机翼下的气压形成了飞机的升力

慢。

根据流体力学的基本原理，流动慢的大气压强较大，而流动快的大气压强较小，这样机翼下表面的压强就比上表面的压强高，换一句话说，就是大气施加与机翼下表面的压力比施加于机翼上表面的压力大，二者的压力差便形成了飞机的升力。

当飞机的机翼为对称形状，气流沿着机翼对称轴流动时，由于机翼两个表面的形状一样，因而气流速度一样，所产生的压力也一样，此时机翼不产生升力。但是当对称机翼以一定的倾斜角在空气中运动

时，就会出现与非对称机翼类似的流动现象，使得上下表面的压力不一致，从而也会产生升力。

当飞机飞上天时，大气压强的重要性也无处不在。在飞机上，飞行员如果不能随时知道自己在空中的高度，是非常危险的。因为驾驶员起飞或着陆时如果不注意自己的高

度，飞机撞到机场附近的高大建筑物或高山上，会造成机毁人亡的惨剧。

现代飞行员是怎样知道自己的高度的呢？

现代飞机的飞行高度范围，上到20千米以上的高空，下到离地面只有几米的超低空飞行。在这样广阔的范围里忽上忽下，要想随时知道自己的高度，是一件不容易的事。但是，灵巧的飞机仪表工人，造出了几种测量高度的仪表，把这些仪表装在飞机上，就能随时测量飞机所处的高度。

其中一种仪表叫做压力高度

表。这种仪表有一个圆圆的表盘，表盘上刻有指示高度的刻度，还有转动的指针。指针随着飞机的高度变化而转动，飞行员只在一看指针指示的数值，就能够知道当时飞机的高度。原来它利用了大气压强随高度变化的规律。

在地球表面上，海平面的大气压强最高，随着高度的增加，大气压强就按照一定的规律逐渐减小，不同的高度有不同的压强，因此只要测出压强，就可以推算出高度。

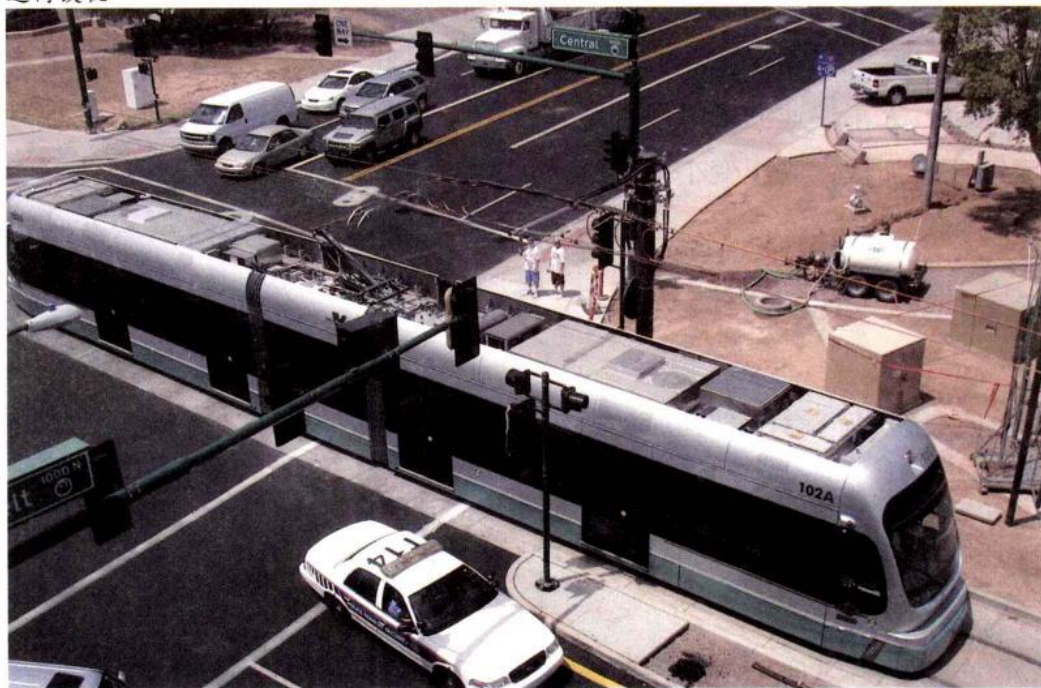
压力式高度表中有一个用薄膜

做的膜盒，这个膜盒会“感觉到”外界压力的变化而发生膨胀或收缩，当它膨胀或收缩时，就带动指针转动，直接指示出飞机所在的高度来。

▣ 高速行驶的火车导致周围气压变化

据一些媒体报道，近年来，发生过一些铁路施工人员因躲闪不及被疾驰而来的火车带来的强大气流掀翻的事件。据悉，时速200千米的“子弹头”开起来，每秒行驶距

远离铁轨





离可达56米，从500米外的地方到行人面前只需9秒钟。

另外，“子弹头”经过时，掀起的风速极值达每秒20米，相当于七八级的大风。如此，火车提速，500米的距离转瞬即到，躲都躲不及，还能把人给“吸”进去。



“子弹头”列车

发生这样的惨剧也和大气压强有关，因为大气压强与空气流动速度有关，空气流动速度越快大气压强越小，火车快速驶来时周围空气流动速度加快，气压变小，造成人

的两边大气压不平衡，所以离火车近的人会被吸过去。

因此在铁路沿线行走或作业时，要尤其注意远离铁轨，保护自身安全。



迷你知识卡

真空

真空是一种不存在任何物质的空间状态，是一种物理现象。在“真空”中，声音因为没有介质而无法传播，但电磁波的传播却不受真空的影响。事实上，在真空技术里，真空系针对大气而言，一特定空间内部之部分物质被排出，使其压力小于一个标准大气压，则我们通称此空间为真空或真空状态。

密度

在物理学中，把某种物质单位体积的质量叫做这种物质的密度。

第7章

谁来做拯救臭氧层的现代“女娲”



1. 电闪雷鸣时它就会散发臭味
2. 臭氧层是地球的外衣
3. 破坏臭氧层的“罪魁祸首”是氯氟烃
4. 臭氧层变薄，鲸鱼很受伤
5. 谁来拯救臭氧层？
6. “金星快车”探测器发现臭氧层
7. 航天飞机补臭氧层“漏洞”
8. 南极臭氧层空洞本世纪中消失

电闪雷鸣时它就会散发臭味

1785年，荷兰科学家马丁努斯·马伦发现，每当他在实验室中进行放电试验后，空气中就会出现一种特殊的气味。在自然界中，每当有雷鸣闪电，也能闻到这种气味。这就是人类最早对臭氧的认识。

1840年，瑞士科学家克里斯蒂安·舍恩拜因将这种带有异味的气体命名为臭氧。臭氧的名字来自希腊

语，原文就是“有怪味”的意思。

1858年，科学家首次证实，在地球大气层的底部存在臭氧。1881年，科学家瓦尔特·哈特利提出，在地球大气层的上部，应该存在大量的臭氧。目前我们知道，在距地

北极上空的臭氧层有40%受损





地球大气层



面8至13千米处，有一层臭氧层围绕着地球。

在地球大气层上部的臭氧层，是地球上所有生物的巨大保护伞。它能为地球表面遮挡住阳光中强烈的紫外线。但这层地球的天然保护伞正在逐渐变得薄弱。南极上空出现的臭氧空洞已经引起了全世界的警觉。

但在大气层底部的臭氧却是一

种污染源。与其他的污染物不同，臭氧并不是人类直接排放到空气中的，而是由汽车尾气或工业排放物中的氮氧化合物和碳氢化合物在阳光的照射下发生化学反应之后生成的。由于臭氧的产生取决于阳光的强度，因此，炎热无风的夏天是臭氧污染最为严重的季节。

当臭氧达到一定浓度之后，会对人体造成严重的伤害。当人们

吸入臭氧之后，臭氧就会因为其强氧化作用而对呼吸道形成烧灼感，造成呼吸系统充血或发炎，儿童、老人和患有呼吸道疾病的人受到臭氧的伤害尤为严重。据统计，在欧洲，臭氧污染导致欧洲人的死亡率增加了2%至12%。

■ 臭氧层是地球的外衣

1974年，美国加利福尼亚大学的罗兰和莫莱特发现，大气臭氧层已遭到严重破坏。保护臭氧层就是这些电器能产生臭氧

保护蓝天，保护地球生命。

为了唤起公众的环境保护意识，1995年1月23日联合国大会决定，每年的9月16日为国际臭氧层保护日，要求所有缔约国按照《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》及其修正案的目标，采取具体行动纪念这个日子。“国际臭氧层保护日”的确定，进一步表明了国际社会对臭氧层耗损问题的关注和对保护臭氧层的共识。

已经过去的国际臭氧层保护



日中，联合国环境规划署针对保护臭氧层确立了一些臭氧层保护日的主题。如2005年的主题为“善待臭氧，安享阳光”；2004年的主题为“拯救蓝天，保护臭氧层：善待我们共同拥有的地球”等。这些主题主要反映了保护臭氧层的作用以及保护臭氧层的紧迫性。

臭氧层就像一件保护服，阻挡大量有害的紫外线抵达地球。如果这件衣服破个大洞，遭殃的肯定是穿衣服的人。有资料显示，臭氧层每减少1%，到达地球的紫外线辐射就会增加2%。

当我们暴露于阳光下，这些过量的射线会穿透我们的皮肤和眼睛，晒黑或晒伤皮肤，引发皮肤癌或者白内障。

此外，过多的紫外线还有可能修改我们的DNA，使人的免疫力下降，减弱接种疫苗的效果。影响还不仅仅如此，如果长期受到高辐射，植物的发芽和生长会减慢，会引发农作物减产。据研究，臭氧减少25%，大豆就会减产20%。海洋里，过量的辐射会消灭浮游生物，直接影响海洋食物链，破坏生态平衡。

科学家称臭氧层停止变薄





此外，紫外线增强还会引起建筑物材料老化，使其变硬变脆，缩短使用寿命。所以臭氧层就是一件地球的外衣，保护地球上的一切生物免遭短波紫外线的伤害。

它保护地球上的生物得以生存繁衍；其次，臭氧层吸收太阳光中的紫外线并将其转化为热能加热大气，保持着地球上大气温度的平衡。大气温度结构对于大气的循环有着重要的影响。另外，臭氧的分布高度及变化会左右温室气体给人

类带来的影响。

破坏臭氧层的“罪魁祸首”是氯氟烃

1991年，智利最南部城市出现了小学生皮肤过敏及不寻常的阳光烧灼现象。科学家发现，这是紫外线照射增加带来的结果。早先大家一直认为，紫外线能帮助我们杀菌，对人类和生物是有益的。

但后来发现，它的益处仅局限于合成活性维生素D，而过量的紫

紫外线则会严重伤害人的健康，使呼吸道、免疫系统疾病及白内障、皮肤癌增加。通常，大气中的紫外线量是安全的。紫外线增加证明臭氧层遭到严重的破坏。那么，这是谁干的呢？



叫臭氧层。

臭氧层吸收和挡住了99%以上伤害人体和其他生物的紫外线，

臭氧是由3个氧原子组成的气体。在大气中，臭氧含量只有百万分之一，非常少。只有在距离地球表面25千米至30千米的大气层中，臭氧的浓度才多一点，有十万分之一，人们把这个大气层

保护着地球上人类和其他生物的生存。但大气中臭氧减少1%，照到地面的紫外线就增加2%，皮肤癌的发生率则增加4%。

很快，科学家抓到了破坏臭氧层的“罪魁祸首”，它就是氯氟烃，又称氟利昂，被广泛用作电冰箱、空调器的制冷剂，家用喷雾剂，塑料发泡剂，电脑净化剂及机械工业的推进剂等。

目前，全世界氟利昂年产量达10多亿千克，预计到2050年，大气中氟利昂的浓度将比目前增加9倍。1个氯原子能破坏十万个臭氧分子，届时将有70%的臭氧层被破坏，使紫外线辐射到地球的总量比目前增加一倍多。

❑ 臭氧层变薄，鲸鱼很受伤

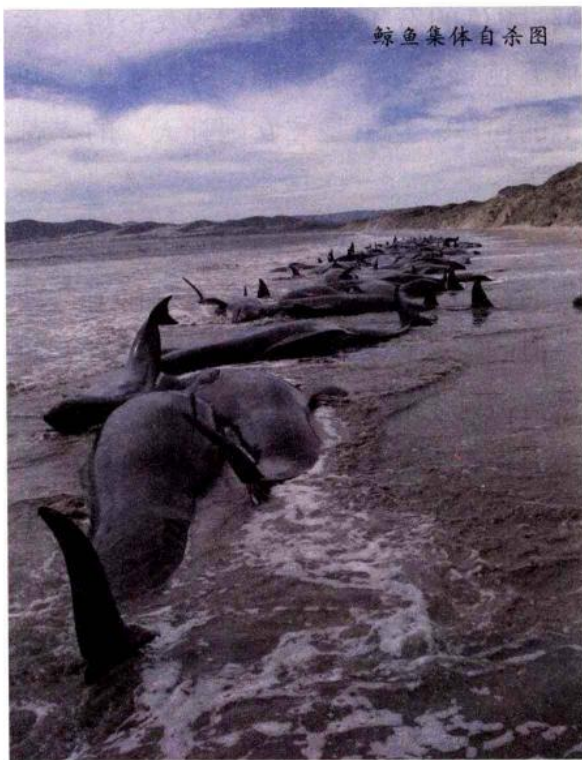
随着臭氧层空洞面积的不断增大，越来越多的人开始注意防晒，殊不知鲸鱼早已成为这一环境问题的受害者。科学家发现如今很多鲸鱼正被日晒剧烈地灼伤，并且近年来这种局面有恶化的趋势。

海里的鲸鱼为什么也会被晒伤？那是因为鲸鱼没有用以保护自身的毛发、毛皮或羽毛，而且它们为了呼吸，要被迫浮出水面。其他动物具有行为适应能力，比如藏在阴凉处，而鲸鱼却无法这样。

科学家是在对加利福尼亚海湾的蓝鲸、长须鲸和抹香鲸的影像调查及皮肤活检进行分析后得出上述结论的。加利福尼亚海湾接近热带，研究者称在此处辐射导致的皮肤癌发病率比中纬度地区高五倍。

科学家在对一些鲸鱼的皮肤样品进行检测后发现，几乎所有的样品都含有“晒伤细胞”，这些细胞在紫外线的照射下会导致DNA损伤，造成皮肤病变不断恶化，而且高温灼晒导致的发病率会随时间而显著上升。深颜色的鲸鱼，比如长须鲸和抹香鲸，不会像浅蓝色的鲸鱼那样遭受同等程度的灼伤，因为深色色素可以发挥保护作用。

虽然人类目前还无法降低日照



鲸鱼集体自杀图

对鲸鱼的损害，但依然要致力于缓解鲸鱼的其他生存压力，比如减少污染物及降低噪声等。

■ 谁来拯救臭氧层？

很久很久以前，人类处在水深火热之中，造人之神女娲看到儿女们遭到如此巨大的灾难，心里万分难过，就率领人类与洪水作斗争。水是从天上的窟窿里流下来的，所以要设法堵住天的漏洞。女娲四处奔波，采集了红、黄、蓝、白、黑



5种颜色的石子，烧了9天9夜，熔成五色岩浆，灌进漏洞，补好了天上的窟窿。这就是“女娲补天”的故事。

到了科学相当发达的今天，我们都已知道，天上根本不存在圆穹似的盖子，我们生活的这个地球只是被一层看不见、摸不着的大气包围着。大气层一直向上延伸到几千千米之外，越往上越稀薄。在离地面11千米以下的高度内，大气的

运动非常复杂，叫做对流层。刮风、下雨、打雷、闪电等天气现象都发生在这里。

经过长期的观察研究，人们了解了风、雨、云、雾的成因：地面上的水，主要是海洋受到太阳的照射变成水汽，水汽上升到高空，冷却凝结成云，云中的水滴逐渐增大，落下来就是雨。雨是从天上的窟窿里流下来的天河之水，这早已成了神话故事。

水来拯救臭氧层





今天，人们虽然还不能完全按照自己的意志“呼风唤雨”，控制天气的变化，但是古人所担心的“天有不测风云”的局面已经有了根本性的改变，人类已经能对未来24小时、几天甚至更长时间内的天气变化做出相对准确的预报，基本上可以提前做好防御暴雨侵袭和抵抗洪水泛滥的准备。

然而，人类在地球上平平安安地生活了数百万年以后，在科学技术高度发达的今天，我们又开始担心起蓝天出现“窟窿”的危险了，

这究竟是怎么回事呢？

其实，看上去清澈透明，好似空无一物的大气层，是地球上人类和一切生物的保护伞。在离地面24~30千米的高空，是臭氧特别集中的地区，叫臭氧层。我们平时所熟知的氧气是由2个氧原子组成的，臭氧则由3个氧原子组成。

1985年，英国科学家观测到南极上空出现了臭氧层空洞，并证实其同氟利昂分解产生的氯原子有直接关系。这一消息震惊了全世界。到1994年，南极上空的臭氧层破坏



面积已达2 400万平方千米，北半球上空的臭氧层比以往任何时候都薄，欧洲和北美上空的臭氧层平均减少了10%至15%，西伯利亚上空甚至减少了35%。科学家警告说，

病的发病率。同时，臭氧减少对生态造成的负面影响也很严重，诸如破坏森林植被，使农作物和渔业减产等。

据科学家们估计，按照目前化学物质释放的速度，30~40年内，整个臭氧层的臭氧含量将减少10%~20%，人类赖以生存的臭氧防线有可能全面崩溃，到那时后果不堪设想！“女娲补天”不过是神话，而我们今天却真的要面临“补天”的严峻现实



拯救臭氧层

地球上臭氧层被破坏的程度，远比一般人想象的要严重得多。

我们不得不承认一个事实，人类在完成自身生存与发展的同时，也在无节制地消耗着臭氧，使臭氧层越来越薄，就好像大气层出现了“窟窿”一样，太阳光中的紫外线可以通行无阻，到达地面。

长驱直入的紫外线会损坏我们的眼睛，提高白内障的患病率；还会削弱机体的免疫功能，增加传染

技术的开发和使用，逐步淘汰消耗臭氧的物质，许多国家采取了一系列政策措施。一类是传统的环境管制措施，如禁用、限制、配额和技术标准，并对违反规定实施严厉处罚。

美国对生产和使用消耗臭氧的物质实行了征税和可交易许可证等措施。另外，许多国家的政府、企

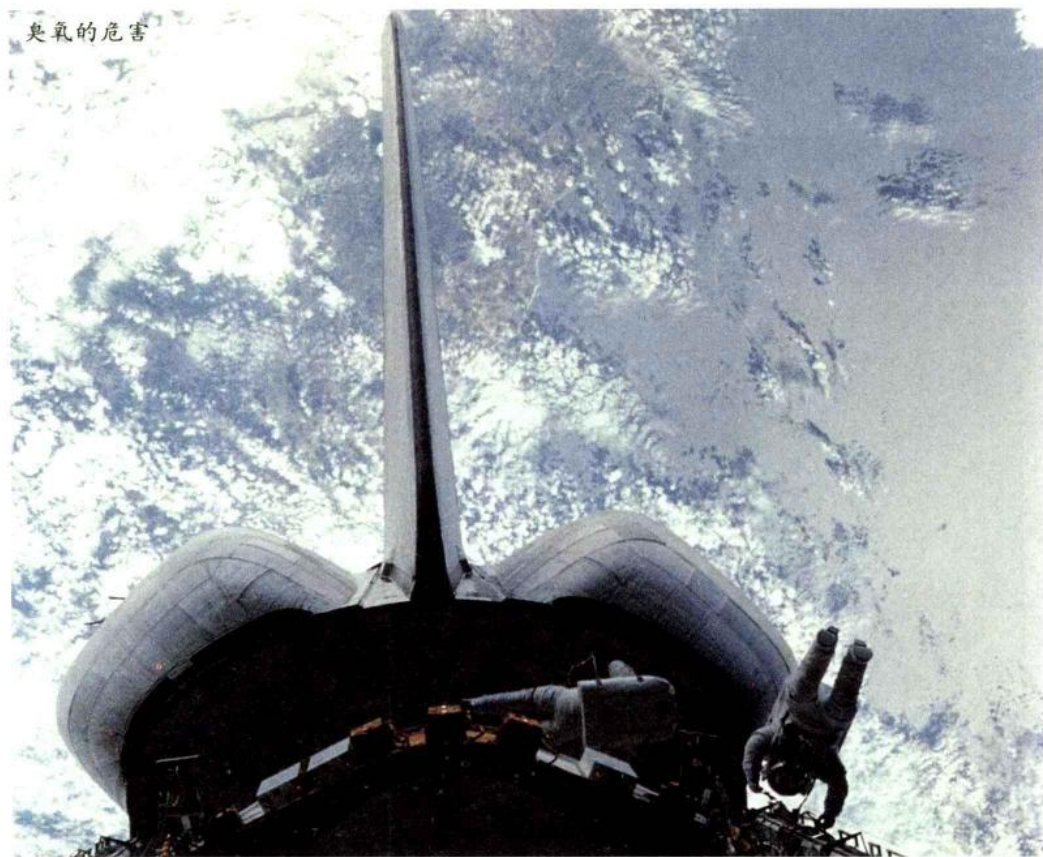
业和民间团体还发起了自愿行动，采用各种环境标志，鼓励生产者和消费者生产和使用不带有消耗臭氧的材料和产品，其中绿色冰箱标志得到了非常广泛的应用。

另外，国际上从1985年开始相继颁布了《维也纳公约》、《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》、《蒙特利尔议定书》等关于保护臭氧层的协议，在世界越来越大

的范围内达成了保护臭氧的共识。

由于氟利昂相当稳定，可以存在50~100年，即使所有国家都严格履行协议，臭氧层的耗损也只能到2050年以后才有可能完全复原。

从1995年开始，每年的9月16日被定为“国际保护臭氧层日”。但是，希望地球大家庭的每个成员，都不是只在这一天才想起保护我们赖以生存的臭氧层，而是将努





力践行在每时每刻。

■ “金星快车”探测器发现臭氧层

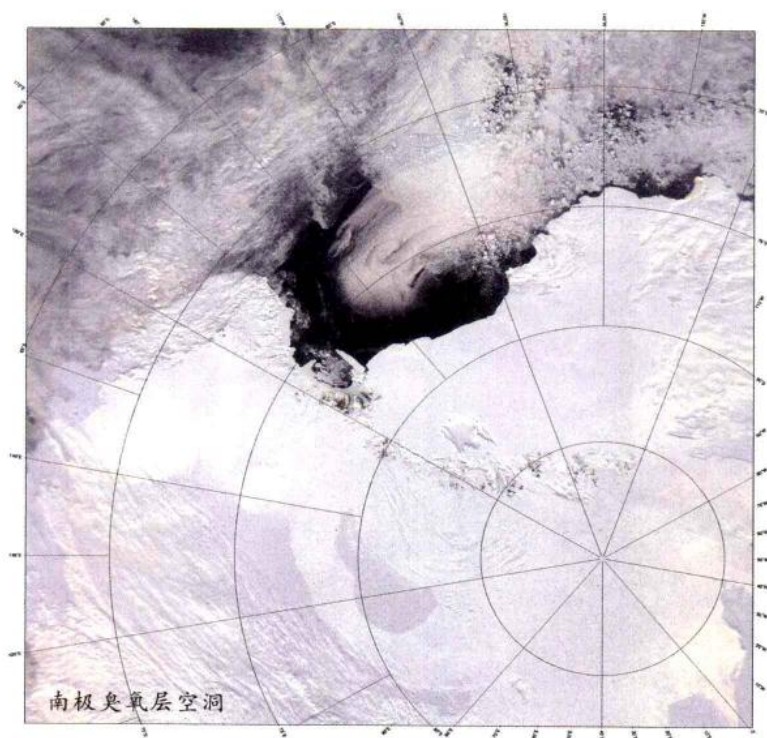
金星曾经被看作是地球的双胞胎，直到测量出的温度表明，它是一个由于失控温室效应导致的极其酷热的星球。现在，欧洲“金星快车”探测器发现了地球和金星共同拥有的一个新特点——臭氧层。这一发现有助于宇航员在其他星球上找到生命。

“金星快车”探测器在金星大气以上100千里处发现了臭氧光谱特征，其浓度不超过地球大气臭氧的1%。

计算机模型指出，金星臭氧是在阳光分解二氧化碳分子时形成的。在这个反应中分解出的氧原子在阴冷的金星的阴面相遇，形成氧气和臭氧。

■ 航天飞机补臭氧层“漏洞”

近年来航天技术有了很大的发展，航天飞机试飞成功，“补天”这一神话般的艰巨任务是可能实现的。科学家们设想，派航天飞机到离地面150~200千米的轨道上，撒放化学药品，使这些药品慢慢降落到大气层，让它



们去与氟、氯等元素结合，使这些“破坏分子”无法同臭氧发生化学反应；或者撒放某些含氧量比较高的物质，能在太阳光照射下合成臭氧，补充臭氧的消耗。因此，将来在现实中真正去“补天”的女娲，可能就是航天飞机。

当然，根本的办法还在于不要给臭氧层捅漏洞，要使全体地球居民认识到臭氧层遭到破坏将会带来的严重后果。

为了保护我们的环境，为了子孙后代的幸福，要适当控制发射火箭和高空飞机飞行的次数，要改善发动机的工作，使燃料燃烧充分，减少一氧化二氮的成分，并且限制含氟、氯等元素的喷雾剂和冷冻剂的使用。自2000年以来，世界各国都已停止生产和使用氟利昂等含氟、氯的空调设备和冰箱的制冷剂。

我们知道氧气在通电的条件下可以生成臭氧，那我们可不可以用航天飞机把制造氧气的化学药品带入空中制造氧气，通过放电制造臭氧来像女娲补天一样来补高层大气



用航天飞机实现修补臭氧层

中的臭氧空洞呢？

带着这些疑问，让我们期待着，在科技高速发展的今天，用我们人类的智慧创造出一个崭新的世界。

■ 南极臭氧层空洞本世纪中消失

日本国立环境研究所5月19日公布预测结果说，南极上空的臭氧层正在恢复，预计到2050年左右，臭氧层空洞会基本消失，但这一前景成为现实的前提，是各国继续严



格限制排放破坏臭氧层的物质。

排放到大气中的氟利昂、卤代烷等在紫外线照射下分解成氯和溴，导致臭氧层被破坏。20世纪80年代以后，南极上空的臭氧层空洞呈扩大趋势。

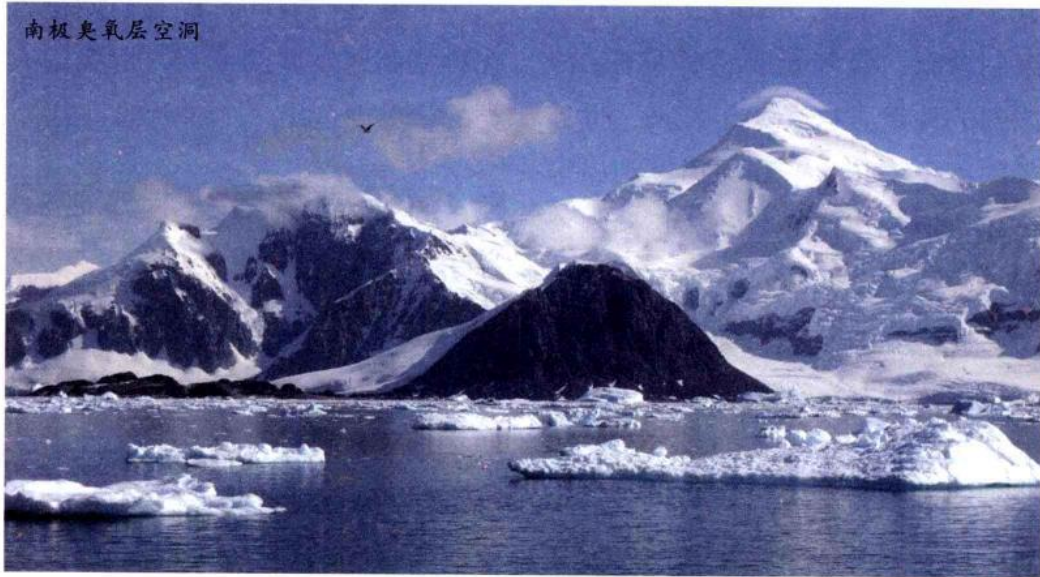
国立环境研究所主任研究员秋吉英治等组成的小组利用超级计算机，模拟氟利昂、卤代烷以及二氧化碳等温室气体的浓度变化和在不同海水温度和太阳热量的条件下大气层内的化学反应。研究人员输入八九十年代的观测数据，再现了几乎与当时相同的臭氧层空洞的面积变化，显示结果表明，这个模型是

比较准确的。

之后，他们向模型中输入联合国政府间气候变化问题研究小组(1PCC)预测的氟利昂、卤代烷以及二氧化碳相关数据。根据模拟计算结果，南极上空的臭氧层空洞从2020年左右开始缩小，到2050年左右基本消失。

大气臭氧层能过滤、减少到达地面的紫外线，而过多的紫外线可增加人类患皮肤癌和白内障的风险。因此，自发现南极洲上空的臭氧层空洞后，科学家一直通过卫星和地面监测站观察那里臭氧层的恢复情况。

南极臭氧层空洞





《蒙特利尔议定书》签署后，各缔约方采取措施减少氟利昂和卤代烷等的排放，取得了显著成效。

秋吉英治说，上述结果的前提是国际社会继续严格遵守各种限制，一旦排放状况出现变化，预测的结果也将产生重大偏差。美国科学家曾于2005年末预测，南极洲上空出现空洞的臭氧层可能要到2065年才能恢复。

美国科学家近日报告说，人类限制温室气体排放的努力显然开始奏效，地球臭氧层已停止变薄，但要在几十年之后才能开始恢复过程。

科学家们在最新一期《地球

物理研究杂志》上报告说，对卫星和地表监测设备收集的信息进行分析后发现，地球某些地区上空的臭氧层增厚了一些，但仍远低于正常水平。同时，他们发现其他地区臭氧层的缩减情况已开始稳定下来。科罗拉多大学、美国国家海洋和大气管理局科学家贝齐·韦瑟黑德在声明中说，所观测到的变化也许表明，大气中的臭氧已经在增加。

科学家们认为，180多个国家于1987年签署的《蒙特利尔议定书》为减少对臭氧层的破坏至少做出了部分贡献，该议定书限制含氯、溴等破坏臭氧的物质排放。但韦瑟黑德指出，甲烷水平、水蒸气



各种清洁剂对臭氧损害很大

和气温升高仍将在未来继续对臭氧层造成影响。

我们平时也要做一些力所能及的事，比如，买空调冰箱时，一定要看看上面是否有环保标志；而处理这些废家电时，一定别忘了除去制冷剂。汽车的空调不制冷了，别随便找个地方去修，记得去具有制冷剂回收设备的维修点修理。

看看自己家里，清洁剂、摩

丝、海绵垫等是否藏有臭氧层“杀手”，然后，看看涂改液、墨水是否含有“违禁物品”。如果你有亲戚在农村种地，就告诉他别使用含有甲基溴的杀虫剂。如果我们大家都不去买这些用臭氧层“杀手”加工出来的商品，就会加快它们自生自灭的速度。

此外，温室效应带来的地球变暖，也会加速臭氧的分解，所以我们可以每天少开一会儿汽车，天热时空调调高1摄氏度，甚至多使用淋浴而不是浴缸泡澡，这些小习惯都可以有效减少能源的消耗。



迷你知识卡

氯氟烃

是一组由氯、氟及碳组成的卤代烷。在最初被人们用来做冰箱制冷剂，但是由于它会对臭氧层起到分解作用，从1996年1月1日起，氯氟碳化合物正式被禁止生产。

温室效应

又称“花房效应”，是大气保温效应的俗称。大气能使太阳短波辐射到达地面，但地表向外放出的长波热辐射线却被大气吸收，这样就使地表与低层大气温度增高，因其作用类似于栽培农作物的温室，故名温室效应。

第8章

生活中和大气压密不可分的事儿



1. 海拔越高气压越低
2. 到拉萨不得不注意的高原反应
3. 世界最古老的吸尘器已经工作108年
4. 300万美元以上的衣服抵挡宇宙零气压
5. 张开嘴巴可以缓解乘坐飞机不适感
6. 大气压随地理纬度和气候变化
7. 有人说恐龙放屁可能曾引起全球变暖
8. 少吃肉也能为大气清洁做贡献

■ 海拔越高气压越低

大气压会随着高度的增加而减少，比如西藏拉萨市的海拔高度为3 658米，大气压就相当于深圳大气压的64%。在同一海拔高度，大气压的值也不是固定不变，通常气温高的地方，气压就低；气温低的地方，气压就高。

在相同高度上，气压高的区域叫做高压区，气压低的区域叫做低压区。高压区

的空气会流到周围气压较低的地方。

在地面高度处，高压区的空气会流动到它周围气压较低的地方去，流走的空气由上空的空气来补充，因此高压区内会形成下沉气

海拔越高气压越低





流。低压区，四周的空气补充过来，互相碰撞以后上升，因此低压区内形成上升气流。

德国科学家奥托·格里克自己做了一个水气压计，水能升到他住房的第三层。通过长期的观察，他发现水柱高度的变化与天气有关。1660年他根据一次气压的突然下降，成功预报了一次大的风暴。

■ 到拉萨不得不注意的高原反应

生活在平原地区的人由平原地区进入高山高原地区，因气压减小、缺氧，产生头晕、头痛、耳鸣，甚至恶心、呕吐等反应，称为高山反应。

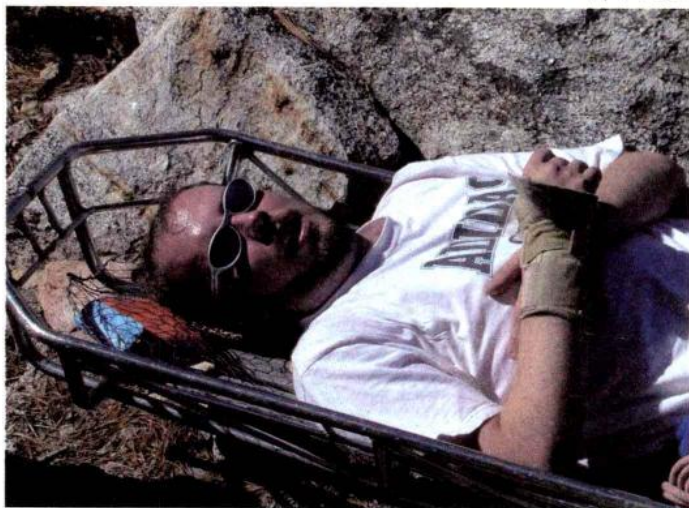
未经适应训练的人迅速进入3 000米以上高原地区，由于大气压中氧分压降低，机体对低氧环境耐受性降低，难以适应而造成缺氧，由此引发一系列的高原不适应症。当然，除了高原

缺氧的因素之外，还有恶劣天气如风、雨、雪、寒冷和强烈的紫外线照射等等；都可以加剧高原不适应并引发不同的高原适应不全症。

机体在适应一段时间后可以发生一系列的适应性变化，如通气量增加，以便使组织利用氧达到或接近正常水平；加快心脏速率、加大心脏泵血能力，以使每分钟心脏搏出血量增加，改善缺氧状况；增加红细胞和血红蛋白量以增加携氧能力来保证肌体的氧气供应等。

一部分人对空气中氧分压低比较敏感，适应能力较差，会出现一系列症状和机能代谢变化的高原适

高原反应



需经过训练的爬山运动



应不全症，也称为急性高原反应。国外将此分成急性高原反应、高原肺水肿、高原脑水肿、高原视网膜出血和慢性高山病，中国分成急、慢性高原病。对于个体来说，发病常常是混合性的难以分清，整个发病过程中，在某个阶段中以一种表现比较突出。

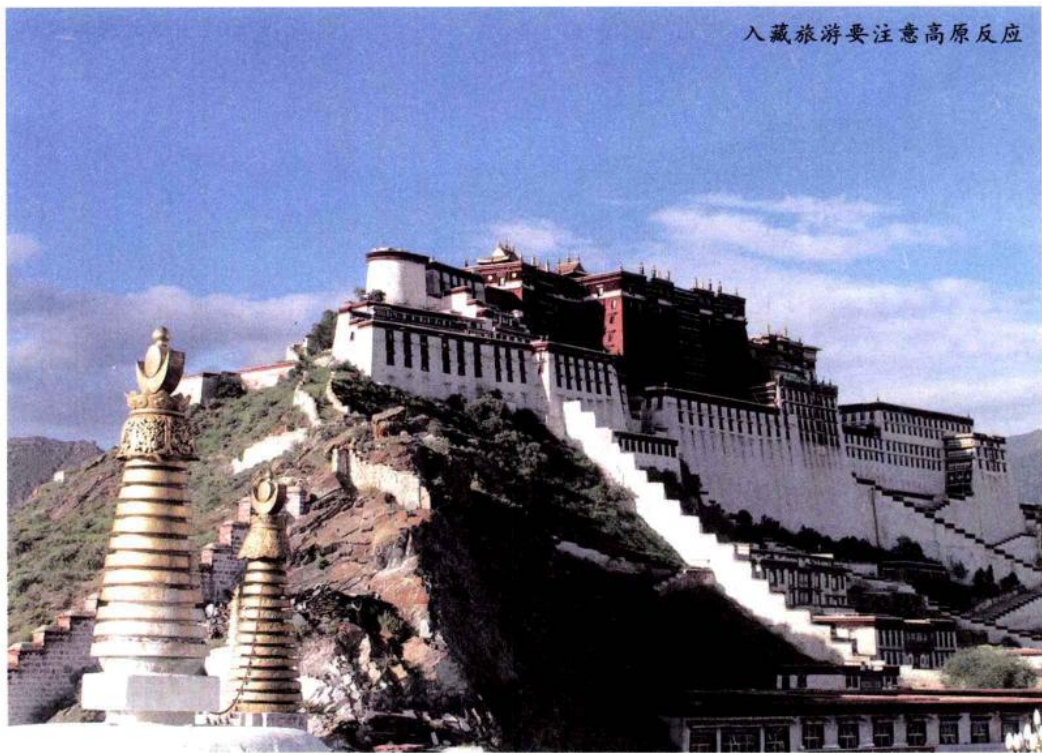
高山适应问题主要是由于高海拔地区气压下降，氧分压减少引起肺泡氧分压减少，低血氧。氧分压

下降引起肺泡气氧分压随之下降，输送到血液中的氧量减少。

因此立即引起身体几方面的反应。呼吸频率增加，将更多的空气吸入肺；心搏率和心输出量增加以加大经过肺和身体的动脉血流量；身体逐步增加红细胞和血红蛋白的生成，改善血液输送氧的能力。即使进行了这些调整，也不能使新近达到高原的人发挥其正常的生理效能。曾经测定，在海拔5 500米的



入藏旅游要注意高原反应



高度，一个人完成运动的能力只有海平面的53%。

刚到高原，每个人都会感到不同程度的胸闷、气短、呼吸困难等缺氧症状，严重的会有头痛、全身肌肉痛、失眠等症状。但这种反应是很正常的，如果能够正确地保护自己，1至3天后，上述症状都会好转或消失。反应缓解之后，应该控制自己的行为以保证安全。

刚进入高原，不可暴饮暴食，以免加重消化器官的负担不能很好

地适应此环境。最好不要饮酒和吸烟。要多吃蔬菜，水果等富含维他命的物质，要大量饮水，越多越好，只要能承受。初到高原，不可急速行走，也不能跑步，更不能做体力劳动，最好能用半天时间完全静养休息，第一晚上要早休息，多睡觉。

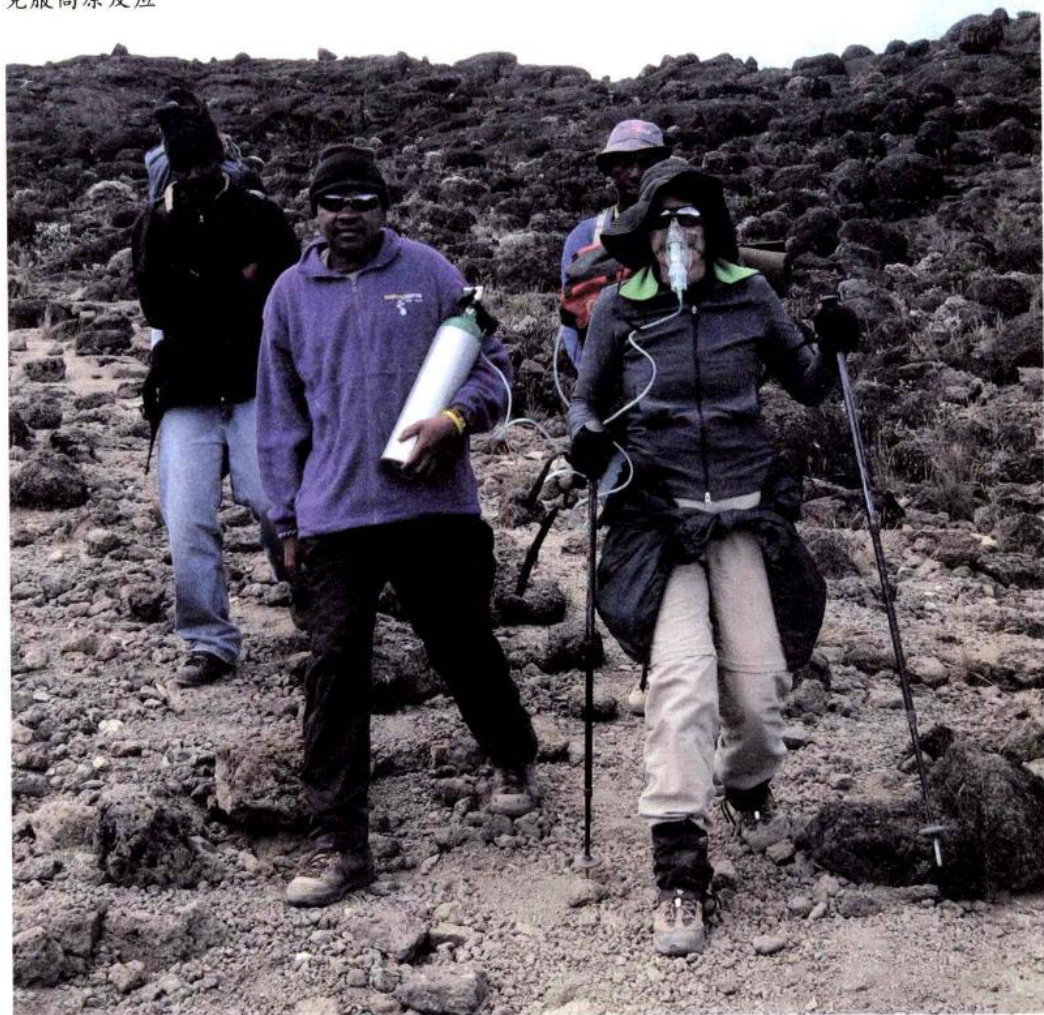
这一条要从一进高原就开始做，很多人刚到高原没有什么反应，就自以为是，结果晚上出现症状，这时后悔就晚了。要防止因受

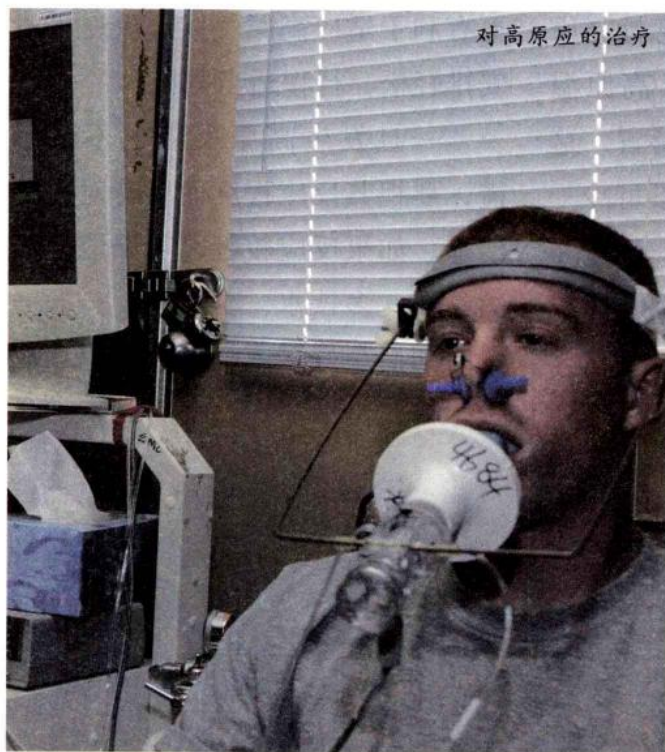
凉而引起的感冒，感冒是急性高原肺水肿的主要诱因之一。高原温差特别大，很容易着凉并感冒，这时要切记，宁可热一点，不可冷一点，多穿衣服。

进入高原后，最好先到低海拔的地方，再到高海拔的地方，这样克服高原反应

更有利于适应高原气候。旅途尽量安排轻松，行程适当宽松。

一旦发生高原反应也不必恐慌，要视其反应程度而有针对性的治疗。如果反应较轻，可采取静养的办法，多饮水、少运动，一般一段时间后会好转或消失；如果反应





对高原应的治疗

怕因高原反应而引发这些疾病。

尽量选择条件好一点的宾馆入住，使自己有一个好的居住环境，可以得到很舒适的休息，这样可以从心理上及身体上得到放松，有利于克服高原反应。

另外，睡眠时尽量开窗，让空气流通，并尽量靠近窗户睡觉。选择较好的旅游车辆，如高档越野车或宽松的进

口面包车，使旅途更舒适。防晒措施能减少体内水分的蒸发，对于缓解高原反应也有间接的作用。

较重，影响到睡眠，可服用一些药物帮助治疗；如果反应太重，就要到医院进行治疗，输液、吃药、吸氧等；如果实在受不了高原反应的折磨，只好乘最早的航班返回内地了，一般情况可以立即得到缓解。

■ 世界最古老的吸尘器已经工作108年

平常，我们很难感觉到大气压力的存在，其实环绕在我们四周的大气是很重的，像作用在一张小桌子上的大气压力约有5 000千克重，可是为什么小桌子不会被压垮呢？原来，作用在桌子上的大气压

常听说有人在西藏因高原反应而丢命的，其实真正丢命的原因一般都是因高原反应而引起的并发症。所以一般都会劝说有感冒，心、肺、脑、肝、肾的病变，严重贫血或高血压病人不要进藏，就是

力是来自四面八方的，它们彼此会互相抵消，才能使桌子完整无损。

像家里的吸尘器就是利用大气压力来工作的，当吸尘器把空气从密闭空间用力排出去时，外界的空气就会被大气压力推入这个密闭空间，这时灰尘和脏东西也会随着空气一起被吸入吸尘器内。

世界上第一部吸尘器是在公元1901年由赫伯特·布斯发明的，是藉由汽油发动机来驱动，体积大而笨重，必须装在马车上由马来拉动。



吸尘器分解说明

一年后，墨利·史盘格勒发明了直立式吸尘器。史盘格勒把原先的汽油发动机改成电动机，这样一来这种吸尘器就很适合在家庭中使用了，但是它的构造与运作原理和圆筒式吸尘器不太一样，它的风扇位于集尘袋前面，灰尘和脏东西会由风扇吸入集尘袋。

由于当时几乎没有使用电的家

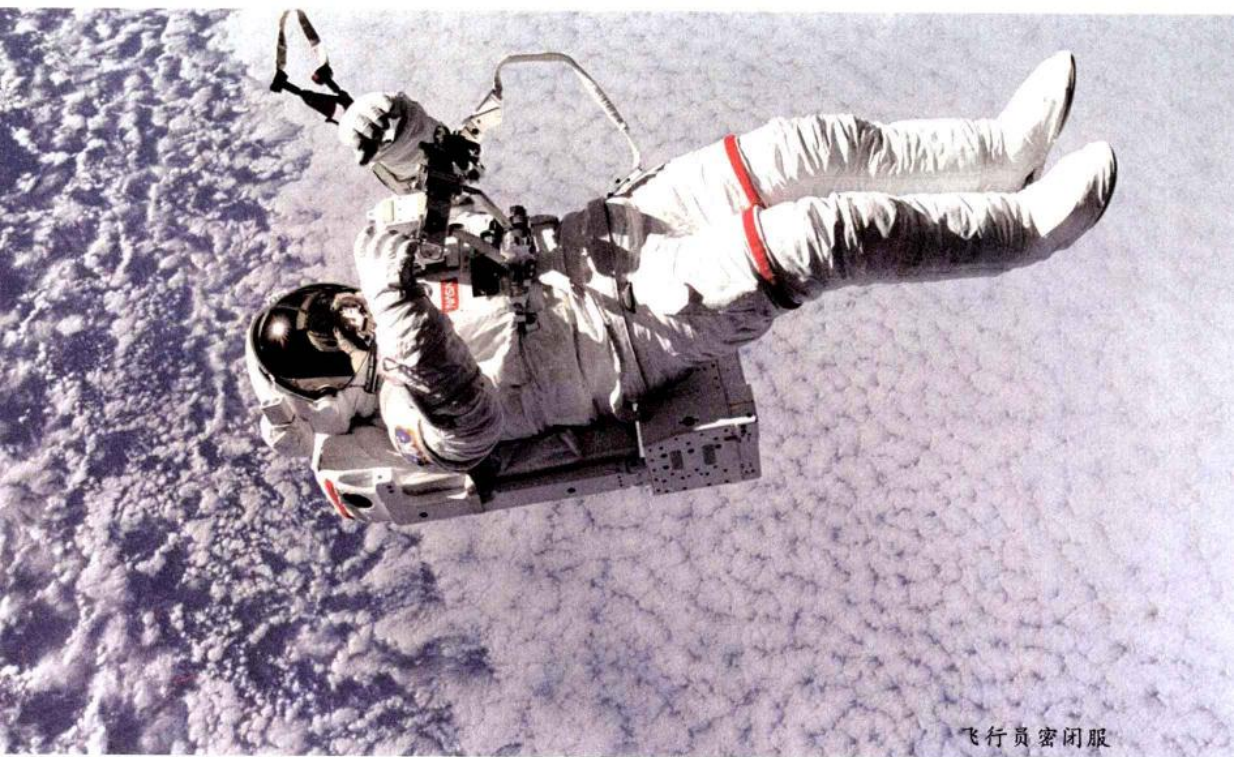
庭，加上价格昂贵，所以该公司的吸尘器并不销售，而是根据住户的要求上门服务。后得到英国皇室的支持，真空吸尘器才在社交界传开。

1905年，美国旧金山的查普曼一斯基纳公司，开始销售世界上最早的家用的便携式电动吸尘器。这种吸尘器重40千克，是放在手推车上的。这种形状的吸尘器，也可以用来拍打地毯，除掉灰尘。全世界使用时间最长的吸尘器已经度过了108年的工作年限，生产于1904年。

■ 300万美元以上的衣服抵挡宇宙零气压

2003年10月15日北京时间9时，杨利伟乘由长征二号F火箭运载的神舟五号飞船首次进入太空，是中华人民共和国第一位进入太空的太空人。

由于大气压的变化会影响人



飞行员密闭服

体，而太空中的气压近乎为零，所以宇航员在太空行走时必须穿上宇航服。航天服是保障航天员的生命活动和工作能力的个人密闭装备。可防护空间的真空、高低温、太阳辐射和微流星等环境因素对人体的危害。

在真空环境中，人体血液中含有的氮气会变成气体，使体积膨胀。如果人不穿加压气密的航天服，就会因体内外的压差悬殊而发生生命危险。

航天服是在飞行员密闭服的基础上发展起来的多功能服装。早期的航天服只能供航天员在飞船座舱内使用，后研制出舱外用的航天服。现代新型的舱外用航天服有液冷降温结构，可供航天员出舱活动或登月考察。

世界上第一个使用航天服装备的人是美国冒险家威利·波斯特。20世纪30年代初，他驾驶“温尼妹号”单座机在向横越北美大陆飞行的挑战中，将飞机上升到同温层。

当时波斯特身穿的高空飞行压力服，是用发动机的供压装置送出的空气压吹起来的气囊。

每件的价格都在300万美元以上。重约120千克，因为它的作用不仅仅是为了保暖，抵御太空中的高温和低温的急剧变化，它还要有加压、充气、防御宇航射线和微陨星袭击的功能，此外还要解决通信、帮助宇航员太空行走及生命保障系统等方面的需要。所以宇航服

宇航服的作用



的结构十分复杂。宇航服的设计者们把宇航服制成多层的套服，一般至少有五层。

■ 张开嘴巴可以缓解乘坐飞机不适感

我们在乘电梯时，假如电梯快速上升时耳膜感到不舒适，这是为什么呢？这是因为气压会随高度升高而减小，使鼓膜内外气压不相等。鼓膜会向外凸起。张开嘴或不停地咀嚼吞咽，使鼓膜内外气压相等，可以消除这种症状。

坐飞机时很多人也会感觉到耳朵不舒服，好像有一个小鼓在耳边“咚咚”直响，其实这也是因为气压造成的，顺着我们的外耳道往里，是位于中耳的耳膜，耳膜内侧是鼓室。

当飞机当起飞与下降时，耳道的气压是跟外界大气压一致的，而鼓室内的压力还来不及调整，耳膜两边就产生了压力差，使耳膜充血。此时乘客就会感到耳朵疼，而且人的耳朵在飞机降落时的气压差感觉更敏感、更疼痛。



“晴天的大气压比阴天高”



■ 大气压随地理纬度和气候变化

地球表面大气层里的成分，变化比较大的就是水汽。人们把含水汽较多的空气叫“湿空气”，把含水汽较少的空气叫“干空气”。有些人直觉地认为湿空气比干空气重，这是不正确的。含有较多水汽的湿空气的密度要比干空气小。即在相同的物理条件下，干空气的压强比湿空气的压强大。

在地球表面，由赤道到两极，随地理纬度的增加，一方面由于地球的自转和极地半径的减小，地球对大气的吸引力逐渐增大，空气密度增大，另一方面由于两极地区温度较低，空气中的水汽较少，可近似看成干空气，因此由赤道向两极，随地理纬度增加，大气压总的变化规律是逐渐增大。

大气压随气候变化的情况比较多，但最为典型的的就是晴天与阴天大气压的变化。有句谚语：“晴天

的大气压比阴天高。”反映的就是大气压的这一变化规律。

通常情况下,地面不断地向大气中进行长波有效辐射,同时大气也在不断地向地面进行逆辐射。晴天,地面的热量可以较为通畅地通过有效辐射和对流气层的向上辐散运动向外输运。

阴天时,云层减少了对流层大气向外的辐散运动。云层这种保存地表和对流层热量的作用称为“温室效应”。这样,阴天地区的大气膨胀就比较厉害,从而导致阴天地区的大气横向向外扩散,使空气的

密度减小,同时阴天地区大气的湿度比较大,也使大气的密度减小。

因为这两个因素的影响,所以阴天的大气压比晴天的大气压低。

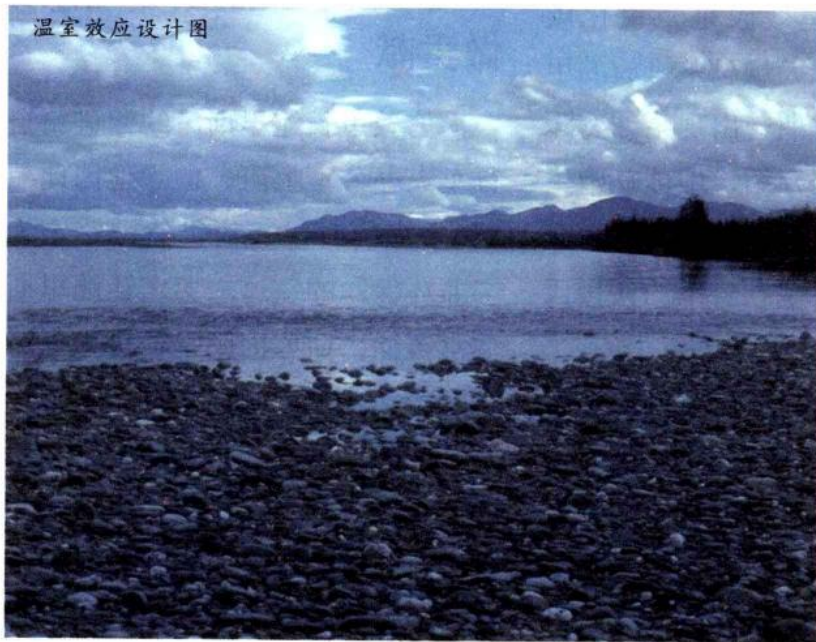
有人说恐龙放屁可能曾引起全球变暖

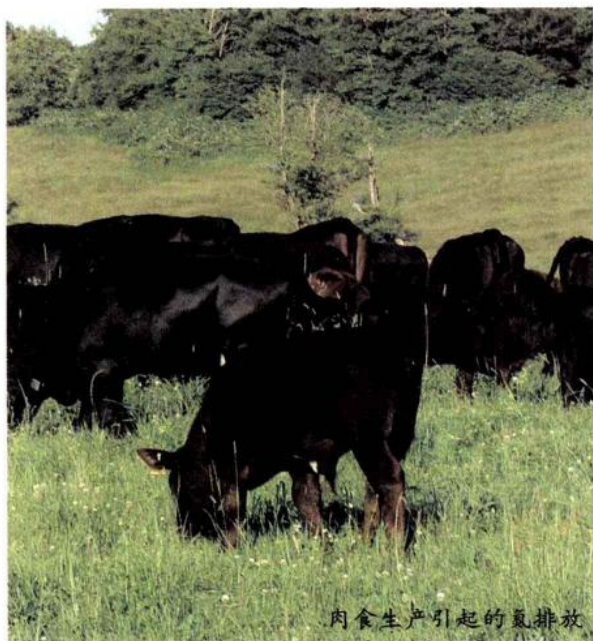
英国一项最新研究说,在远古时代恐龙还存在的时候,它们放屁时所排放的甲烷量巨大,由于甲烷是一种温室气体,恐龙大量排放的甲烷可能引起了当时的全球变暖。

英国利物浦约翰·穆尔斯大学等机构研究人员在新一期《当代生

物学》杂志报告说,在距今约2.5亿年到6 500万年的中生代,存在大量蜥脚类恐龙,它们是食草的大型恐龙,有的体长达20多米,体重可达2万多千克,食物

温室效应设计图





本次研究的计算显示，恐龙排放的甲烷量要比现在的牛群多得多。研究人员戴维·威尔金森说，目前全世界的牛群每年排放甲烷量在500亿~1 000亿千克之间，但当时这些蜥脚类恐龙排放的甲烷量约为每年5 200亿千克，已经是一个比较显著的变暖因素。

虽然这些英国专家的学说未被完全证实，但是事实

在它们腹中经微生物作用后产生甲烷，随放屁而排出体外。

甲烷的温室效应是二氧化碳的约25倍，因此大量恐龙排放的甲烷可能是那段时期曾出现全球变暖的一个原因。据介绍，地球在中生代也曾经发生过全球变暖，有研究认为当时气温比现在要高约10摄氏度。

食草动物所排放甲烷的温室效应在现在的全球变暖中也是被讨论的一个问题，一些研究者认为现在全球大量牛群所排放的甲烷是一个不可忽视的变暖因素。

他们说的证实温室效应的作用。

■ 少吃肉也能为大气清洁做贡献

伦敦市长鲍里斯·约翰逊骑自行车去办公室上班，但当他因此减肥6千克的时候，他仍然被鉴定为“非环保”的。这一鉴定让鲍里斯非常苦恼，而原因则是他极力反对少吃肉。

此前，鲍里斯市长与联合国政府间气候变化专门委员会主席帕乔里有过一个关于是否应该吃素的争论。他反对帕乔里关于少吃肉的言

论，帕乔里曾在他的博客上有所回应，他建议说，每周一天不吃肉是缓解气候变化最有效的方法。

鲍里斯则表示，他要每周吃肉一天，但那将是一个“极为丰盛的荷马式烤肉宴”，有排骨、香肠、牛肉饼和杂碎等，他会将这一天称为“帕乔里日”。

欧洲人嗜肉，如今已经给欧洲带来了巨大的经济损失。欧洲人是人均食肉最多的民族群体。无论是法国的牛排，意大利的肉丸子，德国的香肠，丹麦的鹅肝，西班牙

的兔肉，英国的成肉，匈牙利的牛肉汤，还是各类动物蛋白产品：奶酪、黄油、牛奶、鸡蛋、火鸡……再配上法国葡萄酒、英国威士忌、德国啤酒、俄国伏特加、摩尔多瓦酒……那就是典型的欧式大餐了。但欧洲人并不是生来就能大吃特吃各种肉类的。

其实，在罗马时代，除法国外，欧洲其他部分的生活还相当艰苦。美欧学者的研究成果显示，欧美国家土地产量很低，产量与种子比为2:1。这些曾叱咤世界风

肉食生产引起的氮排放





“少吃肉少排放”

云500年的自称“统治种族”的白人，他们当年的贫困令今天的中国人难以设想。

英国前首相温斯顿·丘吉尔证实，直到十三四世纪，英格兰还是农奴制。

在俄罗斯，尽管有十二月党人抗争，直到1905年日俄战争失败，沙皇政府才彻底废除了农奴制，在农奴制的压迫下，领主难道会让农奴们大吃肉制品吗？

肉食生产引起的氮排放已经被多国政府作为全球议题提出。英国

国家保健服务倡导无肉菜单为对抗气候变化而奋斗。德国联邦环保局也强烈建议回归到战前的肉食消费水平，只在特别的日子吃肉。

英国“披头士”成员即动物保护人士保罗·麦卡尼在2009年就呼吁每周一不吃肉。

2009年12月3日，欧洲议会举行关于“全球暖化和粮食政策”的听证会，在会上，保罗·麦卡尼发出了“周一无肉日”的倡议。他表示：我是在读了联合国在2006年发表的报告《牲畜的巨大阴影》之

后，才发起这项运动的。畜牧业排放的温室气体比所有交通工具排放的还要多，包括汽车、飞机、火车、货车。我们以前曾认为它们才是罪魁祸首。数字说明，畜牧业排放得更多。畜牧业还排放很多一氧化二氮，它的温室效应是310倍，在大气中停留114年。这些温室气体在今天排放出来后，会从现在开始破坏气候。

保罗·麦卡尼发起的活动是“每周一天无肉日”。“这实际上并不难。当你真的开始这样做的时候，你会发现很有好处。所以我们建议‘周一无肉日’。当然，哪一天都可以。”保罗解释，“如果你跟人们说‘吃素’，对大多数人来说非常难——你需要有激情，你要对此有足够的关注。但我认为，如果你建议人们吃素一天，大家知道，多数人在周末会放松一下，而在周一会去健身房。所以我建议他们在周一不吃肉，这也许是最合适的一天。”

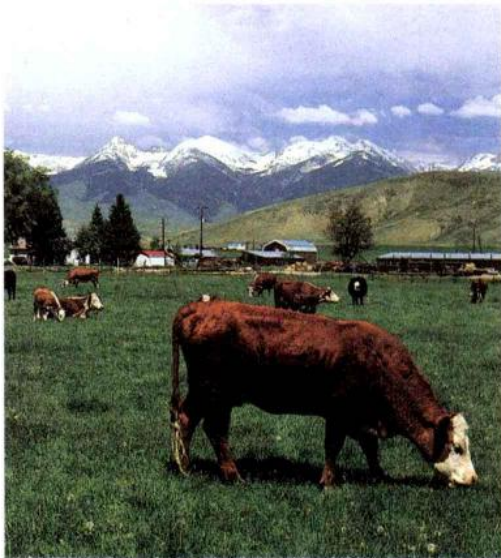
据世界粮农组织的调查，所有人类活动产生的温室气体中，约有

18%来自于畜牧业。在这些温室气体中，有些气体在大气中存在的时间很短。

如果以100年的时间尺度计算，畜牧业产生的二氧化碳占9%，其他气体有甲烷占37%，氧化氮占65%。所以，这个产业对环境的危害真的非常巨大。上述报告称，畜牧业已经成为导致严重环境问题的三个主要因素之一。

目前，在欧洲有200亿农场牲畜和家禽需要喂养。2006年，农场主生产了2 500亿千克肉，是20世纪50年代的5倍。纵观整个历史，有大量非常著名的人士喜爱素食饮

畜牧业对环境的危险非常大





保护地球的气候、稳定温度的增长，也就是说，控制在 2°C 以下，那么我认为，要利用一切手段减少温室气体的排放。我再一次向各位主张，削减肉类消费是达成目标的极为有效的方法。”

食。比如爱因斯坦就曾说：“没有什么能比选择素食饮食更有益于人类健康，更能增加人类在地球上的生存机会的了。”

2009年12月23日在欧洲会议听证会上，与会各方提出了“少吃肉少排放”的议题。IPCC主席帕乔里博士则大声疾呼：“如果我们要

为了保护人类赖以生存的地球，人类共同防止温室效应的意识必须进一步增强。比方说，我们必须节约能源，减少使用煤、石油、天然气等化石燃料；必须更多地利用太阳能、风能、地热等，还要大力植树造林，严禁乱砍滥伐森林，使温室效应得到有效的控制。



迷你知识卡

水汽

即呈气态的水，水汽在大气中含量很少，但变化很大，其变化范围在 $0\sim 4\%$ 之间，水汽绝大部分集中在低层，有一半的水汽集中在2千米以下，四分之三的水汽集中在4千米以下， $10\sim 12$ 千米高度以下的水汽约占全部水汽总量的99%。

下沉气流

下沉气流就是空气往下运动，由于牛顿定律中力的作用是相互的，因此这种气流就能向物体施加一个向上的力。在大气中主要表现为高压地带气流和低压地带气流相互循环流动，促使地球环境的干湿变化四季交替。

第9章

大气压力与我们密不可分



1. 大气压力表的原理
2. 压力表概念及用途
3. 人体与大气压力的关系
4. 大气压强的测定
5. 大气压强的变化和利用
6. 神奇的大气压力
7. 压力传感器的形成效应
8. 绝对压力、表压与负压
9. 大气压“无处不在”

大气压力表的原理

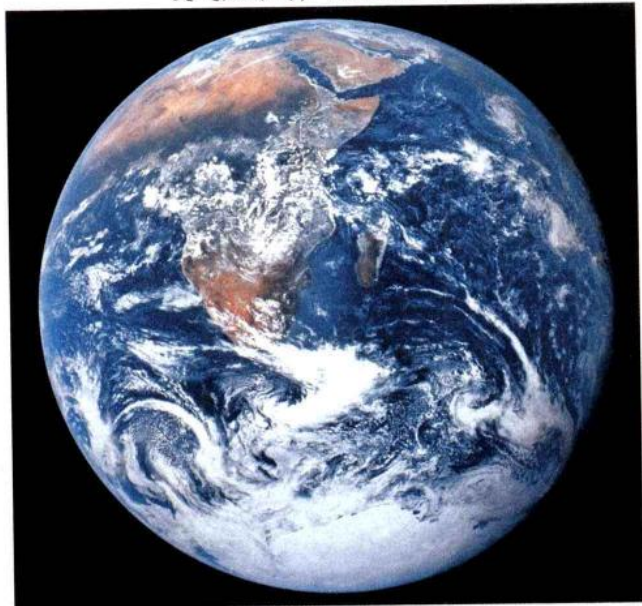
大气压力表在物理学中，把纬度为45度海平面（即海拔高度为零）上的常年平均大气压力规定为1标准大气压。

大气压力的产生是地球引力作用的结果，由于地球引力，大气被“吸”向地球，因而产生了压力，靠近地面处大气压力最大。气象科学上的气压，是指单位面积上所受大气柱的重量，也就是大气柱在单位面积上所施加的压力。

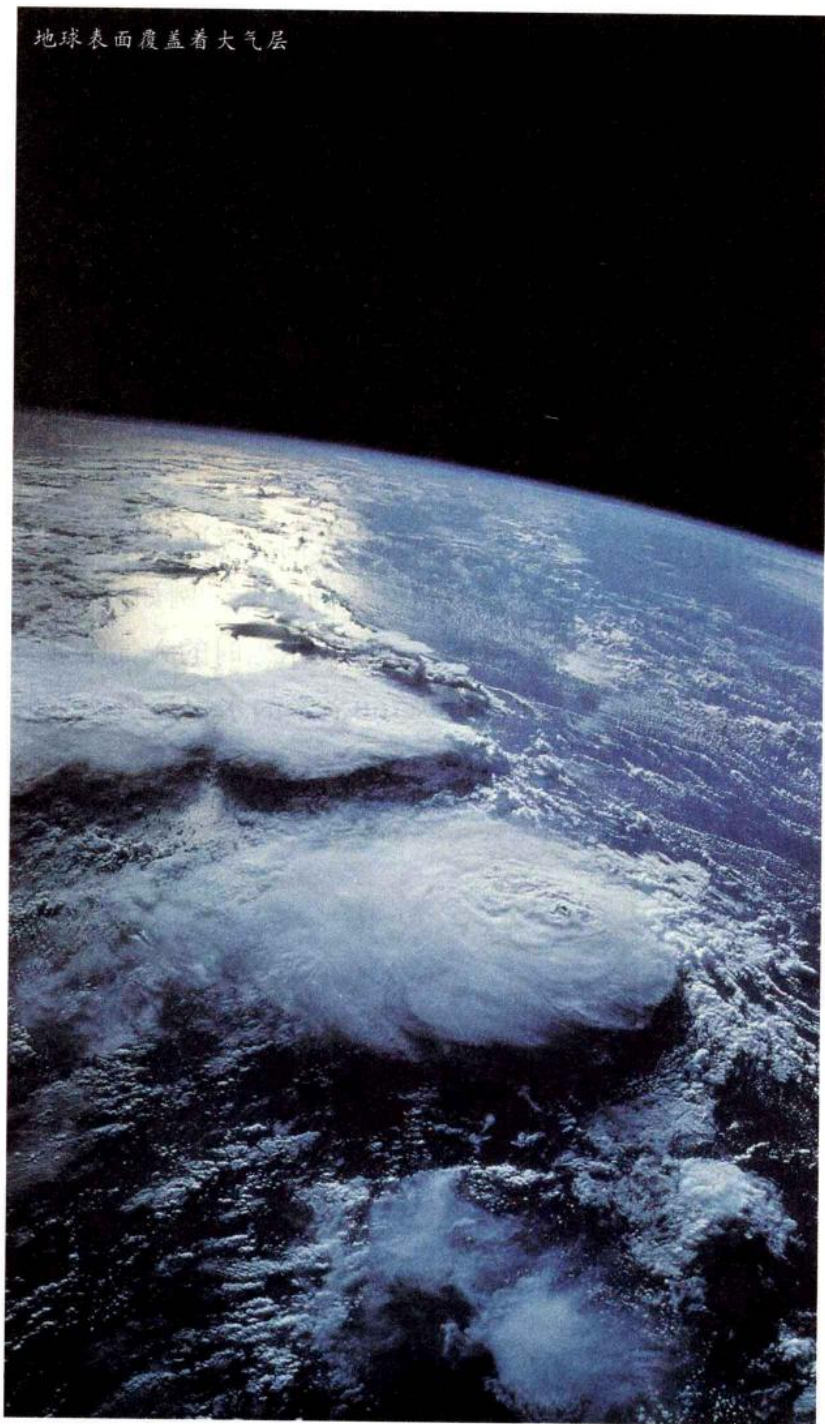
气压的单位有帕斯卡

和巴两种。人们通常以水银柱高度来表示气压的高低。例如1标准大气压，就是表示当时的大气压强与高度为760毫米的水银柱所产生的压强相等。

大气压力的产生是地球引力的作用的结果



地球表面覆盖着大气层



大气压力是指单位面积上所承受的大气柱压力。

气压是随大气高度的变化而变化的。海拔越高，大气压力越小；两地的海拔相差越悬殊，其气压差也越大。

大气柱的压力还受到密度变化的影响，空气的密度愈大，也就是单位体积内空气的质量愈大，其所产生的大气压力也愈大。

大气压力是怎样形成的呢？地球表面

覆盖有一层厚厚的由空气组成的大气层。在大气层中的物体，都要受到空气分子撞击产生的压力，这个压力就是大气压力。换言之，即大气压力是大气层中的物体受大气层自身重力产生的作用于物体上的压力。

由于地心引力作用，大气压力表距地球表面近的地方，地球吸引力大，空气分子的密集程度高，撞击到物体表面的频率高，由此产生的大气压力就大。

大气距地球表面较远的地方，地球吸引力相对较小，空气分子的密集程度低，撞击到物体表面的频率也低，由此产生的大气压力就小。因此在地球上，不同高度的大气压力是不同的，位置越高大气压力越小。此外，空气的温度和湿度对大气压力

也有影响。

▣ 压力表的概念及用途

压力表是指结构为单圈“C”型弹簧管，精度等级最高加级，测量值超过大气压力，用于测量对仪表零件不起腐蚀作用的液体、气体

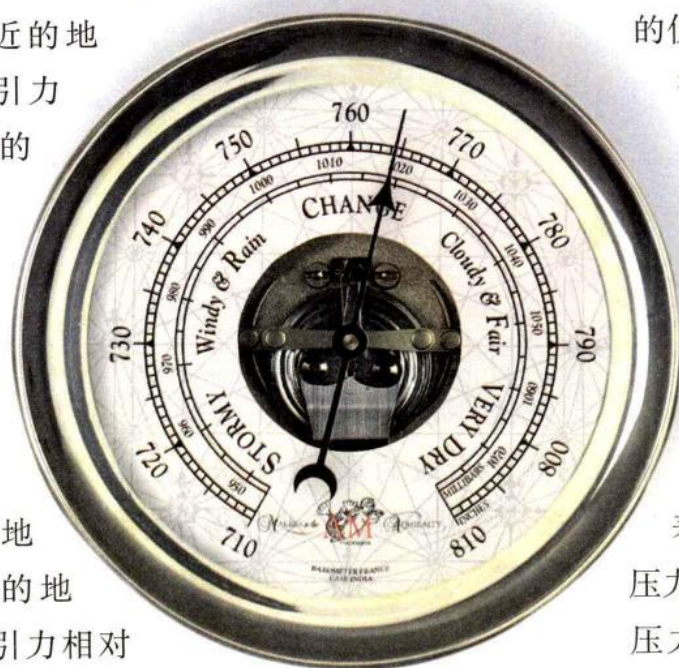
和蒸汽的测量压力

的仪表。它包括工业用单圈弹簧管式压力表、压力真空表、氧气压力表、电接点压力表等。

压力表可以监

视受压容器内部所充介质运行中的工作情况，以便恰当地控制受压容量，保护生产设备的安全。

了解生产过程中物料变化状态，使某些工艺参数控制在指定的条件下，以保证产品符合质量的要





在大气压力的作用下,全口义齿才能很好的固定



求。同时,通过对压力参数的掌握,为操作人员监视、控制和调节生产提供了可靠的依据。

■ 人体与大气压力的关系

生活在大气中,人体的各个部分都受到一定的大气压力的影响。戴在口内的全口义齿,其牙托磨光面同样受到大气压力的作用。牙托与其覆盖的粘膜紧密贴合,在大气

压力下,二者之间形成负压,使义齿获得良好的固位。

吸附力是两个物体分子之间的吸引力,包括附着力和粘着力。附着力是指不同分子间的引力,粘着力是指相同分子间的凝聚力。

全口义齿牙托与所覆盖的粘膜之间有一薄层唾液存在。在基托与唾液之间,唾液与粘膜之间存在着附着力,而唾液本身有粘着力,共

同形成基托与粘膜之间的吸附力，可增加义齿的固位力。

良好的咬合关系也是假牙固位所必需的。全口义齿戴入口内时，上下人工牙的尖窝对应关系要符合未缺牙时的上下颌位置关系，而且上下牙的咬合面要有均匀广泛的接触，只有这样咬合力才有助于固位。否则会造成假牙的翘动，甚至脱位。

同时，合理的排牙也会在一定程度上有利于假牙的固位。全口义齿的人造牙应按一定的规律排列，在咀嚼运动时，下颌前伸、侧向运动时应达到平衡。

还有，牙托的磨光面应呈凹面，这样在咀嚼运动中，唇颊舌肌作用在基托上的力能对假牙形成挟持力，使假牙更加稳定。

人体与大气有着不可分离的密切关系，这

不仅是由于人体需要呼吸和调节体温。大气对于人体还有一种不易被人察觉到的作用——大气的压力。

一个成年人的身体总共要受到12万~15万牛顿的大气压力。但是由于大气压强总是从各个不同的方向作用与同一点的，并且大小相同，每两个大小相同的压力便相互抵消，所以人体才感觉不到那么大的压力，但它是实实在在存在着的。

就拿呼吸来说，当吸气中枢兴奋时，通过膈神经使胸腔和腹腔之间的横膈肌肉收缩，胸腔容积扩大，肺泡也跟着扩大，使其中的气

全口义齿





压下降，并低于外部大气压。于是外界空气在大气压的作用下，从鼻孔和嘴流进肺部，进入肺泡。呼气的情况正好相反，由于胸腔容积缩小，肺内空气收缩，内部压强大于外部，气体便从肺里呼出去。

自然环境中大气压力的改变，也会对人们产生影响。在雷雨之前，由于气压的下降，人们常会出现胸闷、头昏和情绪烦躁等症状。另外，在人体的股骨和髌骨之间有一个没有大气的空腔，空腔内不存在向外的作用力，于是股骨就靠外

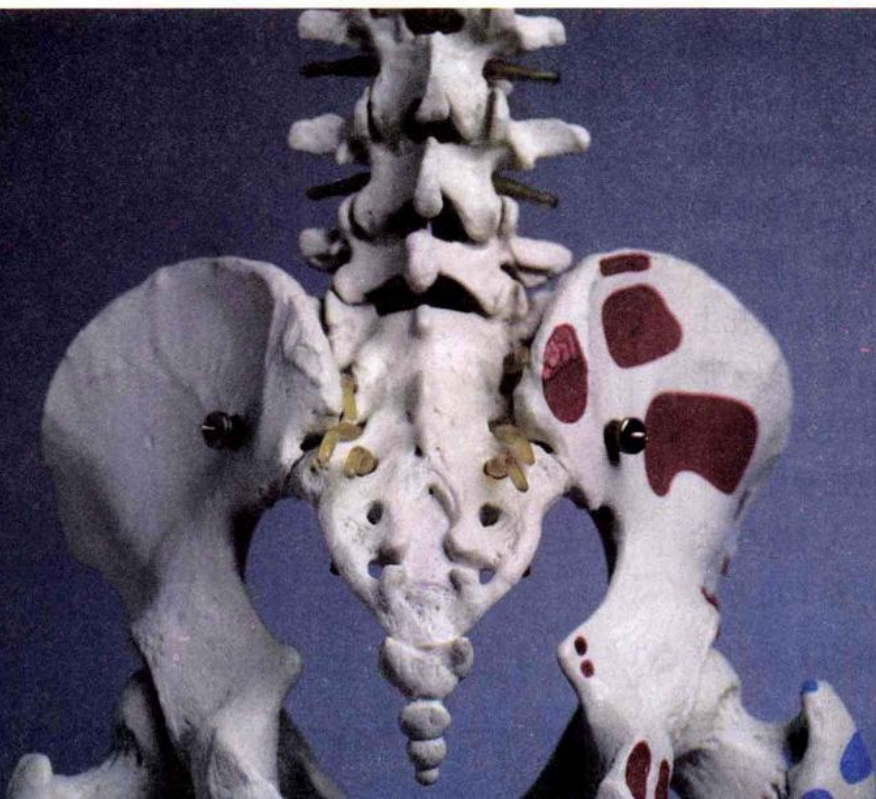
部大气压紧紧地压在身体上，使我们抬起腿走路不觉得费力，行走自如。

▣ 大气压强的测定

如果把空气比作海洋，我们就生活在这层海洋的底部。我们周围每立方米空气的质量约为1千克，由于大气也受到重力作用，大气会对处于其中的物体施加压力，我们称单位面积上承受的压力为大气压强。

地球表面物体受到的大气压力

人体的骨骼也在大气压力作用下才能很好的发挥其工能



伸出手掌,它受到约1 000牛的大气压力



很大。伸出手掌,你能相信你的手掌大约会受到1 000牛顿的大气压力吗?但你的手掌怎么能支撑得住如此大的大气压力呢?

这是因为空气中的压力和液体内部的压力一样,也是指向各个方向的,并且在同一深度处大小相等。所以,你的手背也受到一个方向相反、大小相等的大气压力。作用在你手上的大气压力相互平衡。

然而,你的身体怎么没有被四面八方巨大的大气压力压瘪呢?就像海底的鱼儿不会被海水的巨大压强压扁一样,这是因为你体内也存在着压力,这种体内压力正好与大

气压力相平衡。

大气压强究竟有多大呢?1644年,意大利科学家托里拆利首先用实验测定了大气压强的值。他在一根一端封闭、长度约为1米的直玻璃管中灌满水银,然后用手指堵住管口,将玻璃管竖直倒插在水银槽

中,再松开手指。

此时水银柱会下降,但是托里拆利发现,当水银柱下降到管内外水银面高度差约为76厘米时就不再下降了。他由此判定,大气压强的值可以用它能支撑住76厘米高的水银柱这一事实来表示。

设想在管内取一与管外水银面相平的液面。由于作用在水银槽液面上的大气压强能大小不变地在水银内向各个方向传递,该液面下方受到向上的压强作用,大小等于大气压强。

另一方面,该液面上方是76厘米高的水银柱,水银柱上方又是



吸管在大气压力的作用下把饮料压出来



真空。因为该液面此时静止不动，所以它受到的上下方向的压力相平衡，而液面上、下面的面积相等，故此大气压强在数值上恰好等于76厘米高的水银柱产生的压强。

▣ 大气压强的变化和利用

大气压强的大小与海拔高度有关，海拔高度越高，空气越稀薄，大气压强就越小。

除了高度，空气的温度和湿度也会影响大气压强的大小。气象站用气压计自动记录不同地点的大气

压，并将收集到的数据绘成等气压线。

空气从高压处向低压处运动就形成了风，分析气压的变化可以判断大气环流的方向，预报台风等气象情况。大气压强还有许多方面与日常生活和技术密切相关。

例如平时我们用吸管吸饮料的过程，实际上是大气压力把饮料通过吸管压出来的过程。利用大气压力的关键是产生比大气压力低的负压区，依靠大气压力和负压区之间的压力差来工作。

离心式水泵和抽水机、吸尘器和扫街机、脱排油烟机、各种真空吸盘，乃至中国传统医疗中的拔火罐都是依据这一原理工作的。

■ 神奇的大气压力

人体内部的压力与大气压力相平衡，所以我们感觉不到大气压力的存在。一旦大气压力发生较明显的变化，人体就会产生生理反应。例如在秋高气爽的日子里或在低海拔处，气压较高，空气中的氧气能较顺利地通过肺泡渗入动脉血液中，人就会感到睁眼顺畅。

而在闷热潮湿的日子里或高海拔处，气压较低，氧气就不易进入

血液，人就会因缺氧而感到胸闷气急。

但是并非气压越高对睁眼越有利。在深水作业的潜水员必须供给与水下压力相等的压缩空气，在高压下，空气中大量的氮气会渗透灌进血液。

如果潜水员很快上浮，便会由于体外气压骤降，使原先溶入血液中的氮气变成气泡，阻塞血管，危及生命。因此，在深水中长时间工作的潜水员必须在增压舱中通过缓慢减压，使灌入血液中的氮气通过循环系统慢慢排出体外。

我们家阳台上有一个大鱼缸，里面有许多漂亮的鱼，鱼儿在里面

自由自在地游着，真可谓小院里一道亮丽的风景线。可是最麻烦的就是每周都要给这些小家伙换水。

因为鱼缸没有排水管，以前换水都是爸爸一桶一桶地从鱼缸里把脏水舀出来，再把干净的水一桶一桶地装进

在深水中作业的潜水员必须要缓慢的减压





一头浸在水中，爸爸则把另一头扔进楼下的花园里，没想到竟成功了，鱼缸里的水“咕咕”地向外流，流出去的水也顺便给花园里的花草树木浇了水，真是一举两得。

有了这个办法给鱼缸换水可就方便多了。

去，每次换水都是既费力又费很多的时间。有没有更好的办法呢？我们全家人都在思索。后来爸爸买了一根很长的塑料管子，把管子一头放进鱼缸，另一头接在水管上，就可以让干净的水流进鱼缸里，进水问题算是解决了，可是出水问题仍是一个难题。爸爸把管子直接放入鱼缸试了好多次仍放不出水。

怎么办呢？这时，妈妈说：“把管子里装满水再试一试吧。”我握住管子的一头，爸爸则从水管的另一头向水管里注水，不一会儿水管就装满了。

我们来到鱼缸旁，我把水管的

了。不过这是什么原理呢？我上网查了查，原来这个原理叫做“虹吸现象”。这根水管被称为虹吸管，虹吸管在使用之前必须充满水，否则两端都受大气作用，而无法使水进入管中，水就不能流动了。

实际上这就是利用大气压力来解决生活中的问题。

平常我们也经常用到大气压力来帮助解决问题。比如：用钢笔吸墨水时，先把钢笔笔尖插进墨水中，压扁橡皮管，使管内空气减少；放开橡皮管，管内的空气压力，而外面的空气压力大，墨水面上的大气压力就把墨水压进橡皮管

内。

再比如：汽水瓶盖将瓶口紧紧压住，再用力吸吸管，汽水就是吸不上来，这是因为瓶内没有大气压力的缘故。把瓶盖松一松，再吸汽水时就很容易吸上来。

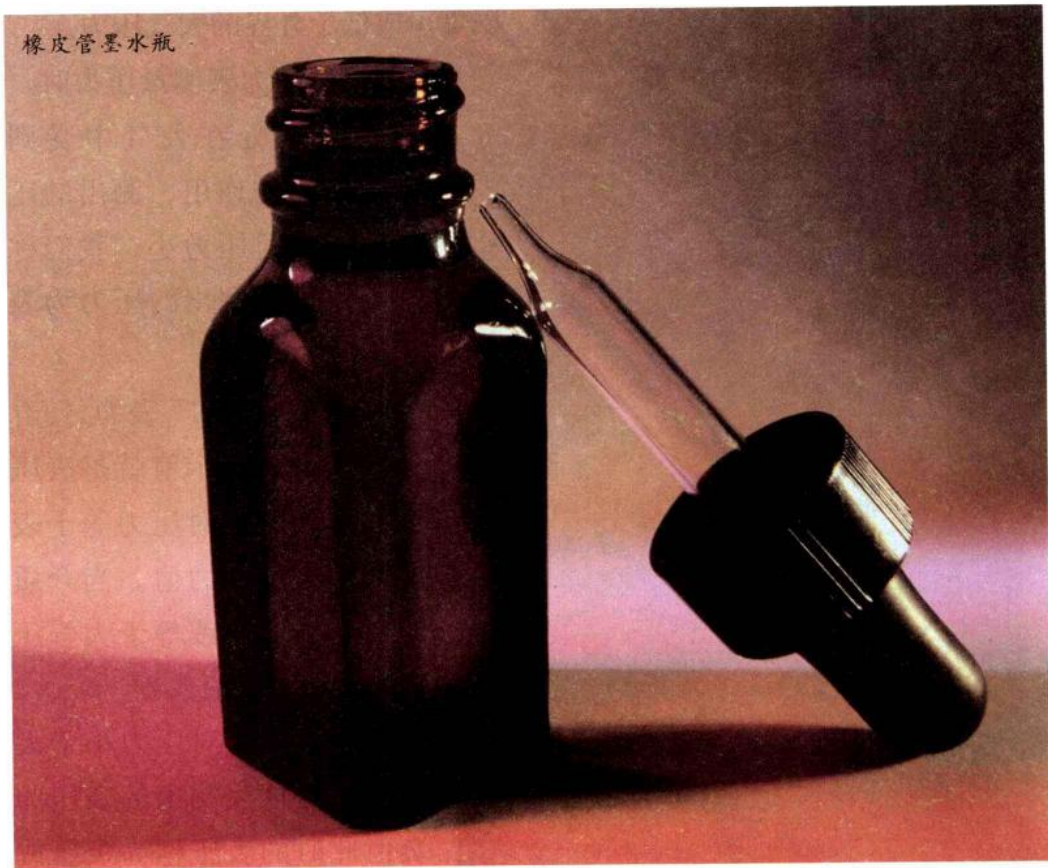
▣ 压力传感器的形成效应

传感器是能感受规定的被测量件并按照一定的规律转换成可用信

号的器件或装置，传感器是一种检测装置，能感受到被测量的信息，并能将检测感受到的信息，按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出，以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。通常由敏感元件和转换元件组成。

压力传感器是工业实践中最为常用的一种传感器，其广泛应用

橡皮管墨水瓶





于各种工业自控环境，涉及水利水电、铁路交通、智能建筑、生产自控、航空航天、军工、石化、油井、电力、船舶、机床、管道等众多行业。

医学上也有压力传感器。而我们通常使用的压力传感器主要是利用压电效应制造而成的，这样的传感器也称为压电传感器。我们知道，晶体是各向异性的，非晶体是各向同性的。

某些晶体介质，当沿着一定方

向受到机械力作用发生变形时，就产生了极化效应；当机械力撤掉之后，又会重新回到不带电的状态。科学家就是根据这个效应研制出了压力传感器。

■ 绝对压力、表压与负压

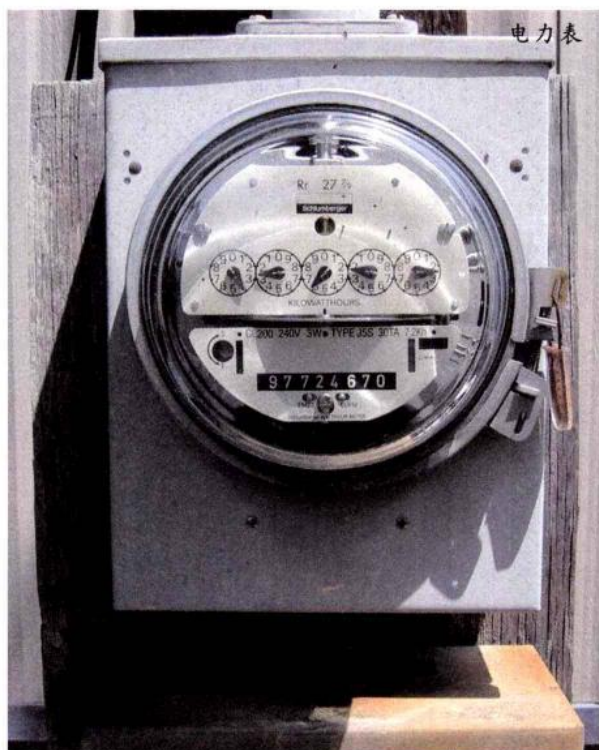
绝对压力就是容器内介质的真实压力。在容器中介质的绝对压力，可以高于外界的大气压力也可以等于或低于外界的大气压力。

当我们用压力表测量压力时，

由于仪表处在大气中受到大气压力的作用，测出的压力值比绝对压力小。我们称这个用仪表测出的压力为表压。

我们在电厂表盘上看到的压力表指示值就是表压值。介质的绝对压力等于表压值加大气压力值。当介质绝对压力大于或等于大气压力时表压为正值或零。

当介质绝对压力小于大气压力时仪表测出的表压为负值此时的表压称为负压或





打点滴是大气压作用的一种表现

真空。工程上常用负压值与大气压力值之比值来表示介质的负压状态，称为真空度。单位用“%”。

■ 大气压“无处不在”

用大号注射器将易拉罐或密封包装的食品盒里的空气抽掉，会发现易拉罐或食品盒变瘪了。

取一只注射器，把活塞拉到底，在针筒下面挂上一定的重物，重物竟然不会掉下来。

把塑料挂钩的吸盘放在平板玻璃上，挤压掉里面的空气，用弹簧拉力器钩着挂钩，缓慢往上拉，直到脱离板面。

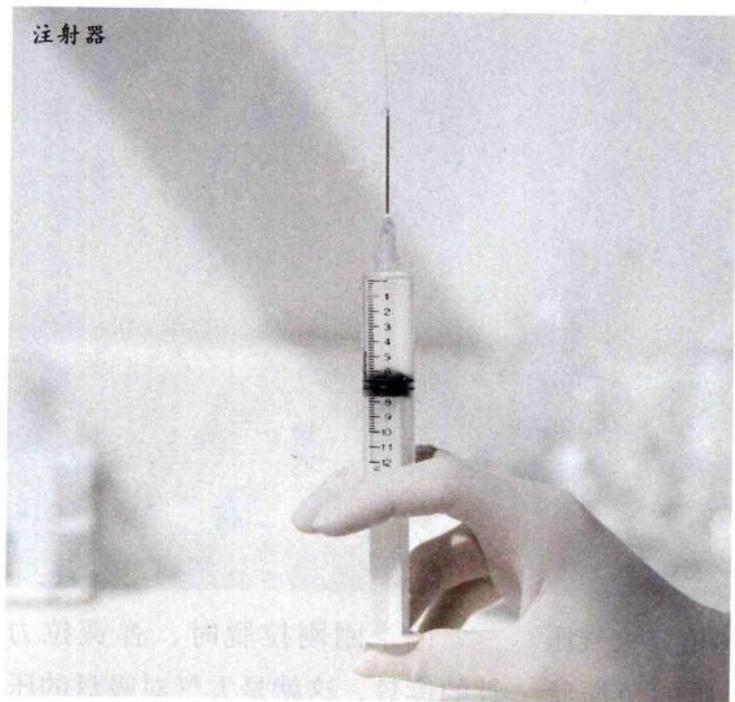
记录刚刚拉脱时，弹簧拉力计的读数，这就是大气对吸盘的压力。上述这些实验，可说明大气压“无处不在”。

由于地面上大气压无处不在，我们在日常生活中也常会看到或体验到因大气压作用而产生的一些现象，例如要倒出椰子里面的椰子汁，如果只开一个小口，是很难将其倒出来的，如果开2个小口，椰子汁就很容易倒出来了；同样。要一口气吸出饮料，那是很困难的，只有当空气进入以后，吸起来就方便多了。

吸墨水也是如此，只有把皮



注射器



因大气压的作用才能抽水。因而一台抽水机至多能把水抽到10米高，实践证明，无论怎样改进抽水机，也不能把水抽得再高了。原来大气压强只能使水上升的水柱的压强在101千帕的缘故。

大气压是怎样形成的呢？这是因

管里的空气压出，墨水才能进入；医生打针时也是这样做的，她们先把针筒活塞压到底，排出针筒里的空气，再将针头放入药水中，慢慢抽取，药水就在大气压的作用下进入了针筒；吊盐水时，如果你细看盐水瓶那端的针头，除了连接血管和输液的针头外，另有一个是开口的，目的是让空气进入瓶中……

人类生活，农田灌溉，工业生产都离不开水。在很多地方，人们要从河里或井里抽取水，常用抽水机使水从低处抽到高处。

为大气层有质量，会受到地球的引力，即重力。这样，大气层对其中的物体会产生压力，这就是大气压。

大气层下部的空气具有流动性，所以向各个方向都有大气压力。又由于大气层密度不均匀，所以大气压也在发生着变化。

细究大气压产生的实质，我们可以用这样一个比方来说明：当你撑着雨伞站在雨下，雨滴打在伞面上时，你会感觉到伞面受到一个持续的压力。

类似地，空气分子是在不停地运动着的，当运动的分子撞击到物体表面上时，物体表面就会受到一个持续的压力。大气压强就是这样产生的。

由于气体的压力是运动的分子对物体表面的撞击而产生的，所以，气体越稀薄，单位时间内撞击到某一表面的分子数越小，气体的压力就越小。

根据这个道理，可以解释高空的气压为什么小于地表附近的气压，也可以解释空气压缩之后压力为什么会变大。

我们还可以利用这个道理解释马德堡半球实验：抽气前，半球内、外的空气密度相同，压强也相同。

抽气成近“真空”后，球内空

气的密度非常小，球外空气的密度不变，在单位时间内撞击于球外表面的分子数要比撞击在球内表面的分子数量大得多，这使球外的气压比球内的气压大得多，所以，外界的大气压就把两个半球紧紧地压在一起。

这个实验中，两个铜制空心半球的直径约为30厘米以上，抽去空气后，用16匹马组成两个马队向相反方向拉，马队同时拼命挣扎，才把它们拉开。

真空包装的蔬菜



迷你知识卡

“马德堡半球”实验

1654年，当时的马德堡市长奥托·冯·居里克于罗马帝国的雷根斯堡进行的一项证明真空存在的实验，“马德堡半球”实验也正是因居里克的职衔而得名。当年实验所用的两个半球仍保存在慕尼黑的德意志博物馆中。近年来，由于教学的需要，仿制品也已面世，它们的体积比当年的半球小得多，把两个闭合半球间的空气抽出，不需再用十多匹马，有的只要四个人便可拉开。