

说 风

金 传 达

气象出版社

内 容 简 介

本书以丰富的资料,从六个方面,刮风的奥秘、风身上的科学、全球性的风、地方性的风、大气中的风暴、让风为我们服务,叙述了风的形成、性质、类型和作用。本书富于科学性、生动性,语言流畅,饶有风趣。

本书可供中学生、气象爱好者阅读,也可供中学教师及基层气象人员参考。

说 风

金 传 达

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国各地新华书店经售

开本: 787×1092 1/32 印张: 4.875 字数: 106千字

1982年3月第一版 1982年3月第一次印刷

印数: 1—13,000 统一书号: 13194·0062

科技新书目: 23—89 定价: 0.45元

目 录

刮风的奥秘

在大气层里·····	(1)
无形的大力士·····	(5)
气压变化·····	(9)
风是怎样刮起来的·····	(11)

风身上的科学

地转偏向现象·····	(18)
风向·····	(22)
风力等级·····	(26)
阵风·····	(31)
风随高度变化·····	(33)
风随时间变化·····	(36)

全球性的风

世界风带·····	(38)
季风·····	(42)
狂风恶浪的海域·····	(46)
大气环流图·····	(49)

地方性的风

海陆轻风·····	(52)
山风和谷风·····	(56)
焚风·····	(58)
干热风·····	(62)
布拉风·····	(67)

冰川风和迳流风·····	(69)
峡谷山口大风·····	(72)
大气中的风暴	
旋风·····	(75)
奇风怪雨·····	(78)
神秘的魔术师·····	(81)
龙卷风的由来·····	(85)
飏·····	(92)
台风·····	(97)
台风到来之前·····	(106)
让风为我们服务	
风的“善恶”·····	(111)
从通风设施说到风洞·····	(118)
看风识天气·····	(123)
诸葛亮巧“借”东风·····	(128)
张帆驶风·····	(134)
风车之国及其他·····	(137)
向风要电·····	(140)
绿色万里长城·····	(147)

刮风的奥秘

在大气层里……

看不见，摸不着，
不香不臭没味道；
动物植物都需要，
没有它就活不了。

这则谜语，你准能猜得出来——是空气。

空气在我们周围到处都有。

空气好比是一个大海洋，我们地球上的人类就生活在这个“海洋”的底层。这个空气海洋叫做大气层。

大气与人类就象鱼儿离不开水一样息息相关。每人每天大约需要 3000 升空气。一切生命呼吸都需要空气。呼吸是生命的基础。

大气笼罩在地球的外表，能缓和白天太阳照射到地球上的热量，不致使地表温度升得太高。到了晚上，大气又能阻止地表热量向宇宙空间迅速散失，不致使地面的温度骤然降得很低。倘若没有大气，那将是白天酷热，夜晚奇寒，天上没有灿烂的云彩，地上没有生命的歌声，到处一片荒凉。地球的卫星——月球上就是这种情景，因之嫦娥奔月只不过是美丽的神话故事罢了。

大气还能阻挡从天外向地球袭来的陨石、紫外线、宇宙射线等，使它们到达地面的只有极少量，从而保证地面上的一切生物平安生活。

地球上大气的总重量约有 6×10^{15} 吨，也就是“6”后面加

15个0。它是各种气体的混合物。如按重量计算，其中氮占75.5%，氧占23.1%，氩占1.3%，二氧化碳占0.046%，其它气体就微乎其微了。据研究，现在这样的大气成分和形态，大约在三亿五千万年前就形成了。而在大约六亿年前，地球大气中的氧，还只有现在的十分之一。约在一亿多年前，地球上气温才演变成接近现在的状况。

大气的密度，随高度增加而减小。这是因为从地面愈向上，地球引力愈小，空气就愈稀薄。有十分之九的空气是挤在16公里以下的大气层内。到了260公里的高空，大气的密度就只有地面大气密度的100亿分之一了。高层大气稀薄的程度比人造的真空还要“空”，但在那里确实还有气体的微粒存在，而且比星际空间的物质密度大得多；不过它们已不是气体分子，而是原子及原子再分裂而产生的粒子了。

以80—100公里的高度为界，在这个界限以下的大气，尽管其稀薄稠密不同，但它的成份大体一致，以氮和氧的分子为主，这就是我们周围的空气。而在这个界限以上，到1000公里上下，就变得以氧为主；再往上到2400公里上下，变得以氮为主；再往上，则主要是氢；在6400公里以上，便稀薄得和星际空间的物质密度差不多了。

由于大气分布的空间这么广，它在不同高度处的情况，自然就会有很大的不同。气象学家把它划分为五层，就是对流层、平流层、中间层、热层和外层或称散逸层（见图1）。

对流层是大气中的最底层。这层大气能因冷热不同而发生对流（见图2），所以称为对流层。这一层在赤道地区最高有16—18公里，愈靠近两极愈低。在我国上空，它的高度平均是10—12公里。对流层里的气温随高度增加而下降，平均每升高100米下降 0.65°C 。同时这一层又集中了大气总量

的 75% 和水汽总量的 95% 以上,微粒尘埃也多,是风云变换的主要场所。

在对流层上面,直到大约 50 公里高空的这一层,气流主要表现为水平方向运动,称为平流层。这里空气稀薄,水汽和

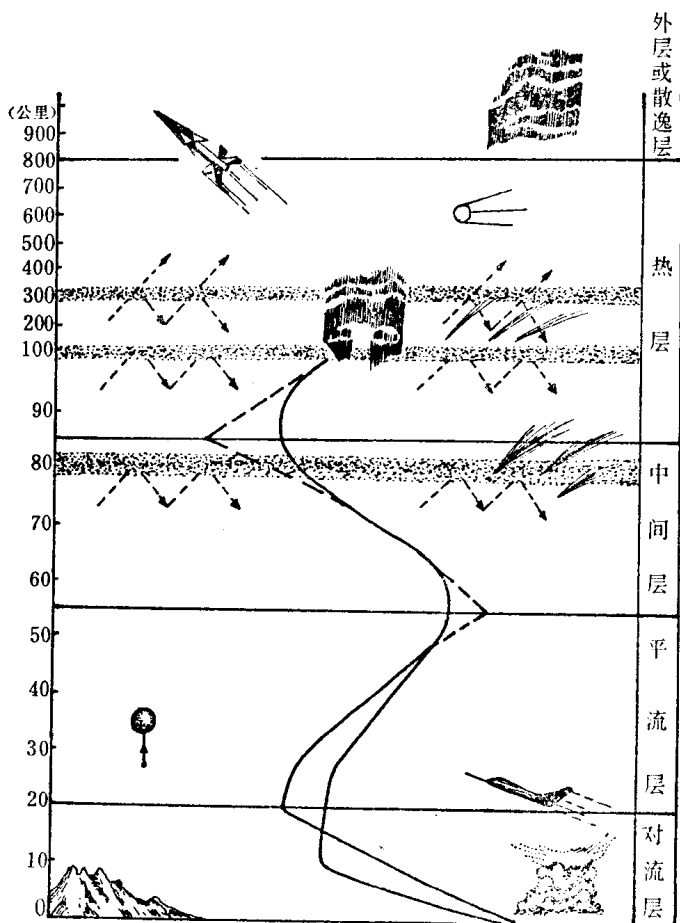


图 1 大气的分层



图 2 对流：热空气上升，别处的空气流过来

尘埃都很少，不容易布云造雨，适宜飞机飞行。平流层的下部（离地面 20—30 公里）臭氧集中，叫臭氧层。它能吸收太阳短波辐射，使离地 40—60 公里上空的气温剧增。臭氧层的存在，好象在天空中张起了一个无形的巨大网筛，它筛掉了大部分的紫外线，使得地球上各种生物免受过多的紫外线伤害；剩下少量的紫外线到达地面，对我们来说还有杀菌防病的作用呢。

平流层中并不总是安静的，这里风的前进速度有时会达到每秒 250 米，而地面上的台风风速也只有每秒 50—70 米。有趣的是，假若人置身其中也不会被刮倒。因为这里空气毕竟太稀薄了。

值得注意的是，平流层以外的大气，因受太阳辐射等作用，气体分子分裂成为原子，并发生电离成为带电粒子；愈高这些作用愈强烈，于是在地球周围形成了能够导电、能够反射无线电波的电离层。它的底部边界高度约有 65 公里左右，顶部边界在 650—1000 公里的高度之间。

平流层以上到 85 公里的高空是中间层。这一层内气温随高度升高而降低，一直降到 -90°C 左右。中间层顶部尚有少量水分存在，偶尔能见到银白色的夜光云。

从中间层到 800 公里左右的高空，叫做热层。热层的气温很高，但一开始每公里只上升 5°C ，过了 120 公里高度以后

则急剧增加,到达 500 公里一带可升高到 1000°C 。在两极高纬度地区,有时会看到五彩缤纷的极光。

热层以上就是大气的外层了。这一层的高度,最高可达 3000 公里,甚至 6400 公里以上。这里气温很高,空气极为稀薄。高空中那些带电粒子受着地球磁场控制,形成一个无形而巨大的磁层。但一些高速运动着的空气分子、原子,可以挣脱地球引力而散逸到宇宙空间去。

你看,茫茫大气就是这样层层迭迭,将人类居住的地球重重包裹起来。同时,大气每时每刻都在发生着变化,“演奏”着各种有声有色的天气“交响曲”,如风、云、雾、雨、雪、冰雹等等。而风就是这个交响曲中的主旋律。

无形的大力士

风是怎样刮起来的呢?让我们从一位无形的大力士谈起吧。

你用抽气机把一个密封的木桶中的空气抽掉,一定会发现一件令人吃惊的现象:木桶破裂了。更令人吃惊的是,如果把一个薄铜皮制成的铜球中的空气抽走,铜球就象放了气的篮球胆一样,马上会瘪下去——铜球扁了。

为什么把木桶和铜球里的空气抽去,就会出现这种现象呢?

这是空气在作怪。

空气有重量和压力。这个压力就叫做大气压力。它是一位“无形的大力士”。

三百四十多年前,在意大利热闹的佛罗伦萨市,技师们造成了一台抽水机,打算用它来抽出深矿坑里的水。可是,水在离井底大约 10 米高的地方,就不再上升了。

技师们一时想不出办法，只好跑去问大科学家伽利略。伽利略认为抽水机能够抽水，并不是象前人说的那样，是因为当唧筒里的活塞上升时，活塞和水面之间没有了空气，成为真空，水就升上去填补这个真空；而是因为空气有压力，空气的压力把水压进唧筒里。当地面上每单位面积上空气所产生的压力等于唧筒里单位横截面积的水柱的重量时，水就不再上升了。这就是说，在地面上空气所产生的压力应该等于同底面积的高约 10 米的水柱的重量。要是唧筒里换了水银，因为同样体积的水银的重量是水的十三点六倍，所以它达到的高度就只有 10 米的十三点六分之一了。

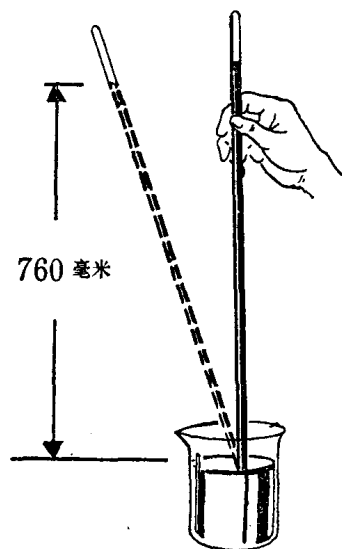


图 3 玻璃管中的水银落到 760 毫米的地方，不再下落了

不久，伽利略去世了，他没有能够亲自用实验证明这一点。后来，他的学生托里拆利做了这样一个实验：他利用一根 1 米长的玻璃管，一端封闭，里面装满水银，然后用大拇指按住管口，倒立在水银槽中。当手指放开以后，管里的水银下降了，但降到 760 毫米的地方就不再下降了（见图 3）。

这个实验，说明在地面上 760 毫米高的水银柱才能和同截面积上空气所产生的压力平衡，而截面积为 1 平方厘米高为 760 毫米的水银柱的重量是 1.033 公斤。也就是说，地面每一平方厘米面积（象手指甲那么大一块）上的空气所产生的压力约有 1 公斤。照这个数字

来计算,一个成人的身体表面积平均约 2 平方米,那么在他身上所受的大气压力就有 2 万公斤左右,而一张一米见方的桌面上也要受到 1 万公斤的大气压力。

也许你会问:那为什么人不被空气压得粉身碎骨呢?桌子不被空气压坏呢?

道理很简单。因为大气压力总是同时从四面八方压向物体的。人体内外,桌面上下所承受的压力正好相互平衡,结果就等于什么压力也没有受到。这就象两个人背靠背的坐在一起,彼此都不会感到有压力威胁的道理一样。

但是,当各个方向上的大气压力不能平衡的时候,人们就能发觉大气的巨大压力。比如夏天下大雨前,气压很低,人的身体内外压力不能平衡,我们就会感到不太舒服。这个不舒服,实际上就是大气压力的影响。又如前面所说的,把木桶和铜球中的空气抽掉,容器的内壁没有了压力,外面的空气就威风凛凛地向容器的外壁施加“暴力”,木桶和铜球就得遭殃了。

当人们最初发现空气有重量和压力的时候,许多人对空气的巨大压力表示怀疑。为了消除这些怀疑,1654 年 5 月 8 日在德国马德堡城,市长科学家葛利克公开做了一个有趣的实验。他做了两个精密的空心铜半球,直径 37 厘米,合起来可以不漏气。其中一个半球上装有活门,他从这里接上抽气筒,把球里的空气抽掉,再把活门关好。然后叫人在每个半球的环上各栓上八匹强壮的大马,让这两组马向相反的方向奔跑,把对着的两个半球拉开来。赶马的用鞭子抽打着马,可是这十六匹马用尽力气还是无济于事。最后用二十匹最精壮的马来拉,拉呀拉,突然一声巨响,外面的空气冲入球里,球才被拉开。

在场的观众都被吓得目瞪口呆。

这时候，葛利克又从容不迫地把两个铜半球合上，这次不把空气抽走，结果他很容易地用手就把半球拉开了。

这就是著名的马德堡铜半球实验。

这个实验表明，两个半球上受到的大气压力是二千多公斤重，所以每边要用十匹骏马的拉力才能和它抵消。瞧，大气的巨大压力还用怀疑吗？

大气压力是人类无形的助手，许多事情要靠它帮忙呐。

平时，我们要往自来水笔里灌墨水，得先把笔囊里的空气挤出来，然后一松手，墨水就进到笔囊里了。这是因为笔囊里空气少了，压力减小了，笔囊外面大气压力又没变，就把墨水给压进去了。护士用的注射器，也是靠大气的压力把药水压到针筒里去的。夏天喝汽水的时候，拿一根吸管，先用嘴吸去管里的空气，瓶里的汽水便被大气压力压进吸管里了。汲水机、水车等机器，就是利用大气压力的原理做成的。

如果把金属板放在一个模子上，并且把模子内部慢慢抽成真空，那么，金属板就会在板外空气压力作用下，向真空的那一面变形并且向模子内壁贴紧，最后，金属板就具有和模子内壁一样的外形了。这就是工业生产中的所谓“真空成型”方法。

如果，物体上方的空气由于流速加快而减少了对物体的向下的压力，从而使这个物体获得一个升力，就能支持着这个物体在空中飞行。飞机、鸟儿能飞，都是因为大气有压力的缘故。

人也离不开大气压力，离开它就无法呼吸。我们吸气时，总是张开胸膛，使肺里的气压降低，外边的大气压力，通过呼吸道把空气压进身体里的。人要是升入高空或者飞向大气高层，那里的大气压力很小，或者没有，怎么办？人可以在没有

重量的情况下生活，可是失掉大气压力却是绝对不行的，哪怕失压半秒钟，也会影响人的生命。所以载人的宇宙飞船里有密封舱，舱里保持一定的大气压力。

气 压 变 化

地球表面各处的气压并不完全相同，而且在同一地区，气压也是时刻变化的。

谁都知道水要到 100°C 才沸腾。可是必须说明，只有一个大气压的情况下水的沸点才是 100°C 。气压降低了，水的沸点也会跟着降低的。

我国修筑青藏高原上的公路时，筑路队的炊事员在那些高山上做饭，一不小心就夹生，只有把锅盖得严严实密的，利用锅里的蒸汽压强来提高水的沸点，才能把饭煮熟。可是，这比起在世界屋脊——珠穆朗玛峰峰顶上做饭要好得多了，那里水在摄氏 70 多度就沸腾了。

人到高山上就会觉得不舒服。这是因为那里氧气缺少和大气压力降低的缘故。如果大气压力突然降低，溶解在人体血管里的空气就会释出，成为一个个小气泡。这些小气泡塞住了血管，使血液不能畅通，人便会感到头晕恶心甚至还会感到肌肉和关节痛，胸痛胃痛，咳嗽不止，流鼻血。如果没有防护设备，这对人是有危险的。可是经过锻炼以后，逐渐适应这种环境，那就完全可以在比较高的地方生活。

例如：在我国西藏的南部，有一些牧人居住在海拔 6461.76 米高地的帐篷里。这些牧人帐篷是世界上地势最高的居住建筑。而作为常年定居的、世界上地势最高的固定建筑是克什米尔地方的佛寺，海拔也达 4902.4 米。这些高地上的大气压力，差不多只相当于半个标准大气压。

什么是标准大气压？在海平面，大气压强是 760 毫米(76 厘米)水银柱的重量，这个数值就叫做一个标准大气压或一个大气压。我们已经知道，90% 的空气是集中在 16 公里高空以下的空间里的，所以，在突出海面愈高的地方，它上面的空气就变得愈稀疏，大气压力当然也变得愈低了。珠穆朗玛峰有 8,848 米高，在它峰顶的大气压大约只有海面上大气压的三分之一。

所以，气压是随高度的增加而递减的，如表 1 所示。

表 1 大气压强随高度递减表*

高 度 (公 里)	大 气 压 力 (毫 巴)
0	1000
10	260
20	55
30	12
50	1.3
80	0.03
100	0.004
200	0.0000009
300	0.000000009

* 1 毫巴约等于 0.75 毫米高水银柱

矿井底下的大气压力要比地面上大。一般说来，每下降 10 米或 11 米，大气压强就增加一毫米高水银柱。假定矿井深 2000 米，矿井底的大气压力大约是地面大气压力的四分之五倍。不过，这增加的四分之一的大气压，人是完全感觉不出来的。没有经过训练的人，一般可以承受 3 个大气压，也就是说，人到达地面以下 9 公里的地方是不成问题的，再深就得带上防护装备了。

气压还随着水汽的密度加大而降低。当空气中水汽含量较多的时候,较轻的水汽顶替了较重的一部分干空气,气压就低些。相反的,水汽少时,气压就高些。

气压又是随着气温的增高而降低的。在气温较高的地区,空气膨胀上升,并向四周流散,这样大气层的空气减少了,密度变小,气压降低。在气温较低的地区,空气收缩下沉,密度加大,四周的空气必然流来补充这个空缺,这样大气层的空气就增多,气压也随着升高。一般说来,气温不同是气压变化的主要原因。

地球各纬度上的引力不同,这对气压的高低也有影响。所以,按气象学上的规定,前面所说的标准大气压,指的是气温在摄氏零度、纬度在 45 度的海平面上的大气压力,即相当于高度为 760 毫米水银柱所产生的压强。

一个固定地方的气压是经常变化的,时而升高,时而降低。在一天里,由于气温的变化,通常是早晨气压升高,下午气压降低;晚上,上半夜气压升高,下半夜气压降低。在一年里,四季气温不同,气压也随着变化。大陆上,气压的最小值见于夏季,最大值见于冬季。海洋上的情况正好相反,即夏季气压高,冬季气压低。这是因为,夏季海洋上的气温低于陆地,空气密度大,所以气压高。冬季则相反。

天气的变化,对气压的影响也很大。当冷空气或暖空气侵入时,气压有显著的升高或下降,一般阴雨天的气压变化比晴天大。所以气压的变化常常是天气变化的先兆。早在 17 世纪,就有人以气压的高低变化来预测未来的天气了。

风是怎样刮起来的

旌旗,在飘舞;树枝,在摇曳;尘沙,在飞扬;……。这些都

是空气流动的现象。

空气一流动,这就形成了风。

可是,空气为什么会流动呢?

让我们先来做个实验吧。在一个纸盒底上,挖两个圆洞,把它底朝天反扣在桌上。拿半截蜡烛,点燃,放在一个圆洞里。再拿两个煤油灯罩,分别插在两个圆洞上。然后,拿一根点着的香,先后放在两个灯罩上,看会发生什么现象。把香放在点燃蜡烛的灯罩上,烟仍旧笔直往上升。把香放在另一个灯罩上,烟都往下沉,钻到灯罩里去了,如图 4。

这是什么原因?

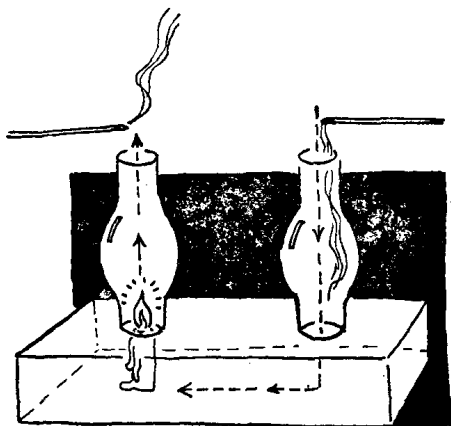


图 4 空气流动的实验

原来,这时候,两个灯罩里的气压是不相同的。空气有热胀冷缩的脾气。尽管两个灯罩一般大,但是点燃蜡烛的灯罩里的空气,比没有蜡烛的灯罩里的空气热一些,体积就膨胀起来,密度变得小一些,重量也较轻一些,也就是气压低一些。由于热空气的气压比冷空气的低,就容易膨胀上升。热空气

上升后,周围的冷空气由于密度较大,气压较高,就会流过去填补空缺。这样一来,空气由于气压不同就流动起来了。

因此:我们把香放在点燃蜡烛的灯罩上,烟会上升;放在没有蜡烛的灯罩上,烟就会下钻到灯罩里去。

在地面上,太阳光照射的地方,温度就慢慢上升,也就是把贴近地面的空气烘热了。然而,地球表面各处照射到的太阳光是很不均匀的。赤道附近一带,照到的太阳光最强,而两极附近地面照射到的太阳光就很弱。如我国南方海南岛的地面就要比北方兴安岭的山地照射到的太阳光强。就一个小范围的地面来说,有寸草不生的沙漠或秃坡,有长满庄稼的田野,有茂密的森林,还有江河与海洋,被太阳光照热的程度也各不相同。于是,靠近地面的空气也变得有些地方比较冷,有些地方比较热。热空气膨胀起来,变得比较轻,就往上升,这时附近冷空气便进来填补,冷空气填进来遇热又上升,这样冷热空气就自动流动起来了。

冷而密的空气压力大,气象学上叫它高气压,暖而稀疏的含水汽多的空气压力比较小,就叫做低气压。空气总是要从比较密的地方向比较稀疏的地方流,也就是总是从高压的地方流向低压的地方。这正象水库里的水,从水位高、水压大的水库,向水位低、水压小的水渠稻田流去一样。

不过,大块空气流动有上下左右的区别。上下流动叫垂直运动,左右流动叫水平运动。对于小块空气来说,它们的流动从来就不遵循什么水平方向和垂直方向。在气象学上,空气极不规则、杂乱无章的运动称为乱流,空气垂直运动叫做对流,空气的水平流动才称为风。当空气从气压高的地方流向气压低的地方,而且只要有气压差异存在,空气就一直向前流动,这就产生了风。