



中国科学院

· 21世纪科普丛书

大气为什么 闹脾气



主 编
周家斌
李鸿洲



海峡出版发行集团 | 福建少年儿童出版社

THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTION GROUP | FUJIAN CHILDREN'S PUBLISHING HOUSE



中国科学院

21世纪科普丛书

大气为什么 闹脾气

主 编 周家斌
李鸿洲



海峡出版发行集团

福建少年儿童出版社

THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP

FUJIAN CHILDREN'S PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (C I P) 数据

大气为什么闹脾气 / 周家斌, 李鸿洲主编. -- 福州 :
福建少年儿童出版社, 2014.11

(中国科学院 21 世纪科普丛书)

ISBN 978-7-5395-5127-2

I . ①大… II . ①周… ②李… III . ①大气科学—普
及读物 IV . ① P4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 247934 号

大气为什么闹脾气

——中国科学院 21 世纪科普丛书

主 编: 周家斌 李鸿洲

出版发行: 海峡出版发行集团·福建少年儿童出版社

http: //www.fjcp.com e-mail: fcph@fjcp.com

社 址: 福州市东水路 76 号

邮 编: 350001

经 销: 福建新华发行(集团)有限责任公司

印 刷: 福建彩色印刷有限公司

地 址: 福州市福新中路 66 号

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张: 9.75

版 次: 2014 年 11 月第 1 版

印 次: 2014 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5395-5127-2

定 价: 30.00 元

如有印、装质量问题, 影响阅读, 请直接与承印者联系调换。

联系电话: 0591-83661924



大气为什么闹脾气

目录 Contents

创新，科学研究工作的灵魂	001
大气，我的母亲	004
大气为人类立大功	004
大气科学的基础知识	007
大气成分面面观	012
从天上看云彩	015
“亚洲第一高”换新颜	018
从诸葛亮祭东风说起	021
梅子熟时防洪涝	024
北转南，南转北	029
从薛宝钗的冷香丸说起	031
从骑自行车谈起	035
一分为二看灾害	040
旱涝灾害不能全怪老天爷	040

下暴雨了	042
台风怎么变少啦	046
台风的命名	050
台风的路径	051
台风造成的灾害	052
为什么台风来了怕台风，台风不来想台风	060
夏天凉点儿不好吗	061
突如其来的“黑风”	063
一分为二看“灾害”	066

天有可测风云

柯普爷爷一席话	069
用天气图做短期天气预报	071
怎样用天气图做短期天气预报	075
计算机预报天气	077
今天降水概率是多少	079
漫谈长期天气预报	082
21 世纪老天爷的脾气怎么样	084
别具特色的机场气象台	086
今天你过得舒适吗	088
花粉的预报	090

温室效应的功过是非	094
一场旷日持久的“官司”	094
香喷喷的大米饭和烦人的甲烷	099
让人又爱又恨的臭氧	101
温室效应的功过是非	106
海面在上升吗	108
地球要变暖，我们怎么办	110
让我们重温历史	113
呼唤蓝天 珍惜健康	117
蓝天的形成和消失	117
三代污染同处一个地球村	119
卢沟桥栏杆上的石狮子瘦了怪谁	120
降雨的酸化和酸雨的危害	121
汽车尾气遭人恨	124
室内空气污染	125
TSP、PM10、PM2.5 是什么	129
城市热岛环境和热岛效应	132
明天到哪儿去休闲娱乐好	135
近地面层大气污染的季节变化和日变化	137

创新，科学研究工作的灵魂

——记我国大气科学泰斗——叶笃正院士

叶笃正院士是英国皇家气象学会荣誉会员、美国气象学会荣誉会员。由于成果丰硕，他荣获过中国国家自然科学奖一等奖、何梁何利科学与技术奖、陈嘉庚地球科学奖、世界气象组织奖和国家最高科学技术奖。

叶笃正非常重视创新。他一直把创新看作是科学研究工作的灵魂，一直以探索大气运动规律为己任。

试看他是如何研究大气运动适应问题的。

大尺度大气运动有一个叫作地转风的重要现象，它反映了大气中气压分布和风的分布之间的平衡关系。在这种平衡关系之下，风沿等压线吹，大气运动的状态不变。但是，大气是无时无刻不在变化的，也就是会经常打破风与气压间的平衡关系。实际上大气总是处在风与气压之间的地转风平衡关系不断建立又不断被破坏的过程之中。

按照经典理论，风是气压分布不均

图 1-1 叶笃正先生





匀的结果，因而在风和气压的关系之间，气压是主动的，风是被动的。当气压由于某种原因发生变化之后，风要随之改变以适应气压分布，从而调整为新的地转风关系，这叫作风向气压场适应。

但是，会不会由于风的改变而引起气压分布的变化，从而建立一种新的地转风关系呢？

1936年，叶笃正的老师瑞典气象学家罗斯贝首先提出了与经典理论相反的看法。他认为在风与气压的关系上，在有些情况下，气压分布是风的分布变化的结果。此后，又有一些科学家如奥布霍夫对此做了进一步的研究。

一边是经典的理论，一边是老师提出的新观点，到底是谁的意见正确呢？叶笃正认为应当有一个更加合理的说法。

叶笃正非常尊重自己的老师，但是，在科学问题上叶笃正并不迷信老师，他认为对待权威的态度应当是既尊重，又不怕。权威是人不是神，要敢于质疑权威的科学论断，敢于指出权威看法中不正确的东西。

正是在这种对待权威的辩证态度下，叶笃正对大尺度大气运动适应问题进行了研究，得出了如下重要结论：风和气压之间的相互适应，决定于运动的尺度。小范围的运动，气压向风适应，符合罗斯贝和奥布霍夫的观点。而大范围的运动，风向气压适应，符合经典理论的观点。对此，他在物理上做了解释，他的这一著名论点被称为大气适应过程的尺度理论。

有人说叶笃正推翻了老师的理论，但叶笃正本人并不这样看。他说：“有人说我敢于推翻老师的理论。这‘推翻’两个字是不

够准确的。只能说是敢于质疑老师的主张吧！实际上我只是对老师的论点进行了补充。”他又说：“我的论点也会有一定的局限性，深信未来的学者一定会有更新的论断。”

大气，我的母亲

郭沫若先生有一首诗，题为《地球，我的母亲》。现在，我们要说：“大气，我的母亲！”这是为什么呢？

我们人类生活的地球，诞生于46亿年前。刚诞生的时候，地球是一个火球，温度高极了，后来逐渐冷却下来，周围形成了大气。人类能够在地球上出现并且繁衍至今，大气立下了汗马功劳。可以说，没有大气，就没有我们人类。所以说大气是我们的母亲。地球呢，当然就是我们的姥姥了。

大气为人类立大功

首先，大气是人类舒适的温室。地球上的热量是由太阳送来的。这些热量只有一小部分用来加热大气，大部分被地面吸收。地面又用另一种波长放出热量。如果放出的热量全部散失到太空，我们人类就不能像今天这样过得这么舒服了。

有人做过计算，如果没有大气，地面的平均温度将是零下18.5℃。我们今天生活的地面的平均温度是15℃，非常适合我们居住。这两个温度相差33.5℃。这33.5℃是怎么来的呢？是大气

替我们升上来的。

原来大气中含有少量水汽、二氧化碳（ CO_2 ）、臭氧和氧化亚氮（ N_2O ）。别看这些气体数量少，但它们神通广大。它们能吸收一部分地球放出的热量，并同时向地面释放出热量，从而使地面平均温度维持在 15°C 。这就叫作大气的温室效应。正是大气这个温室为我们人类造了福。

其次，大气让我们人类走遍全球。前面所说的 15°C 是地面平均温度。地球上是不是到处都是这样的温度呢？不是的。大家都知道赤道热，极地冷，中纬度温和。不过，赤道再热些，极地再冷些，当地居民还是能生活的。但是，如果没有大气帮忙，这些地区的居民就无法忍受了。



Q: 为什么会这样呢?

A: 情况是这样的。地球是一个椭圆形球体，只有赤道附近的地区才有机会得到太阳光的直射，越向两极太阳高度角越低，因而得到的太阳辐射越少。如果没有大气的循环运动，赤道要比现在热得多，极地要比现在冷得多，这样的冷热，人类是无法承受的。

有了大气，热带的空气受热膨胀，变得轻飘飘的，不断上升。在极地，空气受冷压缩，变得沉甸甸的，不断下沉。热带上升



的空气到达高空后向极地方向流去，使极地原本很冷的空气变暖。极地下沉的空气贴着地面向热带方向流去，使热带原本很热的空气变凉。这样一来，热带和极地的气温都得到调节，当地居民就可以生活了。不然的话，所有的人都得到中纬度地区居住，这怎么得了！

第三，大气是孕育生命的摇篮。大气中含有氧气，我们人类的呼吸和由此进行的血液循环就是靠它维持的。大气中又含有二氧化碳，植物在阳光的照射下通过光合作用用二氧化碳和水制造养料，从而维持生命。有了植物，我们人类就有了食物，许多动物也有了食物，有了动物我们就有了美味的肉食。大气中还含有水汽，这些水汽被太阳一晒就升到高空去了，水汽到了高空遇冷，

就变成雨降下来了。水到了地上，

渗入土壤，流入江河湖泊，归入大海，然后再升到空中，再降下来。这个过程循环往复，在科学上叫作水分循环（图 2-1）。有了水，我们人类和一切动植物就能过日子了。



图 2-1 水分循环

火星是太阳系中离我们地球较近的行星。以前人们曾猜测火星上可能有生命，甚至有比我们人类更高级的生物。但是，近年来发现火星的环境非常恶劣，根本不适合人类生活。比如说，火星的大气非常稀薄。这样薄的大气无法供人类呼吸。所以说，地球仍然是人类的乐土。

大气科学的基础知识

在本节中我们将比较形象地介绍一些时常遇到的常识性的大气科学基础知识。首先让我们从大气分层开始吧。大气在垂直方向因温度分布特征的不同而形成不同的层。图 2-2 就是大气的垂

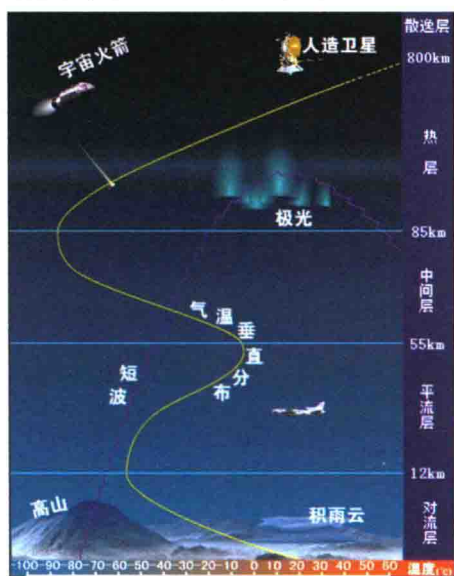


图 2-2 大气的垂直分层

直分层图。

从图上可以看出，自地面向上，气温随高度上升而降低。到某一高度后，气温不再下降，在有些地区甚至还有微升。这个高度叫对流层顶，其下称对流层。对流层是大气圈最下面的一层。对流层的高度范围因纬度而不同。它的高度在中纬度为 10~12 千米，在赤道为 16~18 千米，在极地为 9 千米左右或更低。大气质量的四分之三集中在对流层里。对流层的英文为 troposphere, 其中 trop 来自希腊语，意为混乱。就是说，对流层的情况复杂，大气运动的特征丰富多彩。对流层因对流旺盛而得名。风、雨、雷、电等天气现象主要都发生在对流层里。对流层里温度随高度升高而降低，平均每升高 1 千米，温度就降低 6.5℃。

对流层之上称为平流层，其范围由对流层顶至离地面约 50 千米处。该处称平流层顶。平流层下部温度随高度变化不大，然后因平流层中的臭氧吸收太阳辐射中的紫外线而温度随高度升高而升高。平流层顶至离地 85 千米左右的中间层顶为中间层。中间层的温度随高度上升而降低。中间层以上为热层，在太阳平静年，热层顶在 250 千米左右。在太阳活动的活跃时期，热层顶可达 500 千米左右。热层内温度随高度升高而升高。热层以上为散逸层。散逸层大气非常稀薄，大气粒子间的碰撞已可忽略，有些运动速度较大的粒子可以克服地心引力而逃往宇宙空间。

以上这些都是航天爱好者所应该熟知的。

有一句诗说“高处不胜寒”，人们有时用它来描述高处的温度比低处低。从上面所讲到的温度垂直分布来看，这种情况只有

生活中遇到的主要气象要素有：温度、气压、湿度、风和雨量等。温度单位为摄氏度。常用气压单位为百帕。1百帕等于0.75毫米汞柱。海平面气压为1013.250百帕。湿度常采用相对值。相对湿度表示大气中水汽的饱和程度，用百分比表示。风向表示风的来向。风速表示风的大小，常用风级表示风力，共分17级。6级风风速相当于10.8~13.8米/秒。雨量单位为毫米，表示雨水在地面上聚集的深度。

在对流层和中间层才是那样。

现在来介绍几个主要的天气系统：高气压、低气压、气旋、反气旋和锋面等。

高压是高气压的简称，就是气压比四周高的地区，其中气压最高的地方称为高压中心，见图2-3。低压是低气压的简称，就是气压比四周低的地区，其中气压最低的地方称为低压中心，见图2-4。图中圆圈为等压线，旁注数字为气压值。气压的单位百

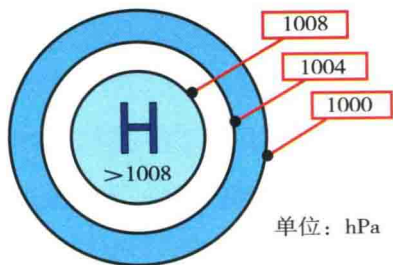


图 2-3 高压

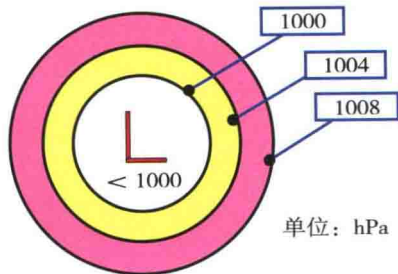


图 2-4 低压

帕 (hPa)。H (HIGH, 今业务用 G) 表示高压中心, L (LOW, 今业务用 D) 表示低压中心。高压地区常与天气晴好相联系, 低压地区常与风雨雷电等坏天气相联系。

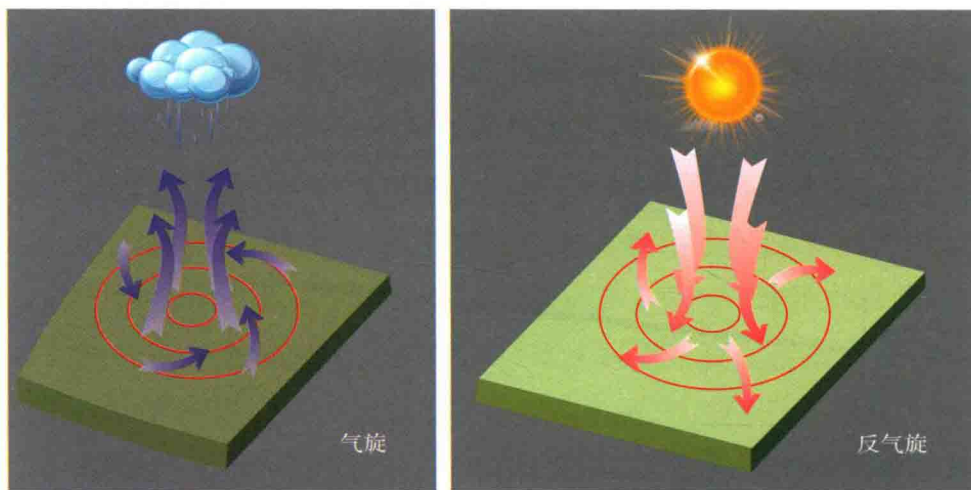


图 2-5 气旋和反气旋

反气旋指的是高压中的气流, 人们也常常把具有反气旋式气流的高压称为反气旋 (参看图 2-5 右图)。反气旋和高压两个词经常指同一种天气系统, 因而可以认为两词通用。在北半球的反气旋中, 风顺时针旋转并偏向高压之外吹。在南半球的反气旋中, 风逆时针旋转并偏向高压之外吹。气流从一地向四周散开的过程叫辐散。地面高压中心的空气流走后, 高空的空气就下来填补空出的空间。因此高压 (反气旋) 中心有下沉运动。反气旋中空气下沉辐散, 天气晴朗。所以常听天气预报员说高压 (反气旋) 要来了, 天气要转晴了。如果一个高压常待在一个地方, 这个地方就要干旱了。

气旋指的是低气压中的气流，也常常把具有气旋式气流的低压称为气旋（参看图 2-5 左图）。气旋和低压两个词经常指同一种天气系统，因而也可以认为两词是通用的。在北半球的气旋中，风逆时针旋转并偏向低压中心吹。在南半球的气旋中，风顺时针旋转并偏向低压中心吹。气流向一地汇合的过程叫辐合。气流辐合到低压中心后，入不了地，就只好上升。因此低压（气旋）中心有上升运动。气旋中的空气辐合上升，湿空气在上升过程中降温凝结，产生降水。所以常听天气预报员说低压（气旋）要来了，天气要转坏了。气旋和反气旋经常走马灯似的你来我往，形成一个地方多变的天气。

气团是性质均一的一团空气。这团空气范围可达几千千米。所谓性质均一，并不是指物理性质完全一样，而是指在大范围内温度、湿度变化不大。比如说，在几百千米范围内，温度差别不过一两度。气团根据其起源地而分成若干类，其中最重要的有两类，一类是极地大陆气团，另一类是热带海洋气团。极地大陆气团低温干燥，属冷气团；热带海洋气团高温湿润，属暖气团。冷暖气团移动方向不同，速度各异，因而常常相遇，其交界面称为锋面。例如，欧亚极地大陆气团从西北方向南下，热带海洋气团从东南方向北上，二者在我国大陆相会，就形成锋面，在锋面附近就常产生大范围阴雨的坏天气。冷气团推着暖气团走时，其交界面就形成冷锋（图 2-6 左图，其中蓝线表示冷锋）。暖气团推着冷气团走时，其交界面就形成暖锋（图 2-6 右图，其中红线表示暖锋）。冷暖气团势均力敌，谁也推不动谁时，其界面叫静止锋。前后两个锋面相遇并合并后形