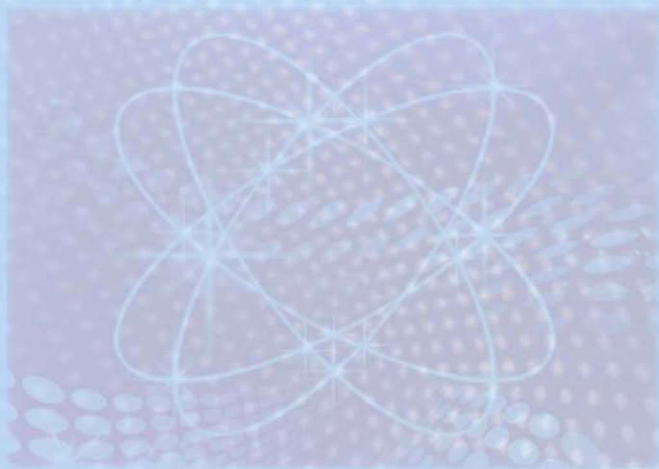


自然瞭望书坊；2

# 风雨雷电

李宏 主编



辽海出版社

自然瞭望书坊；2

# 风雨雷电

李宏 主编

辽海出版社

图书在版编目（CIP）数据

风雨雷电/李宏主编. —沈阳：辽海出版社，2011.3

（自然瞭望书坊；2）

ISBN 978-7-5451-1216-0

I. ①风… II. ①李… III. ①气象学—青少年读物 IV. ①P4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 028555 号

责任编辑：段扬华

责任校对：顾季

封面设计：文海书源工作室

出版者：辽海出版社

地址：沈阳市和平区十一纬路 25 号

邮政编码：110003

电话：024—23284469

E-mail：[dyh550912@163.com](mailto:dyh550912@163.com)

印刷者：北京汇祥印务有限公司印刷

发行者：辽海出版社

幅面尺寸：140mm×210mm

印张：36

字数：680 千字

出版时间：2011 年 3 月第 1 版

印刷时间：2011 年 3 月第 1 次印刷

定价：238.40 元（全 8 册）

版权所有 翻印必究

# 前言

每一朵花，都是一个春天，盛开馥郁芬芳；每一粒沙，都是一个世界，搭建小小天堂；每一颗心，都是一盏灯光，把地球村点亮！借助图书为你的生活添一丝色彩。大自然美丽而神奇，无论是广阔的天空，还是浩瀚的海洋，无论是遥远的地球两极，还是近在身边熟悉的土地，总有那么一些现代科学努力探索却又无法清楚解释的未知事物和神秘现象。这些扑朔迷离的谜团既令人惊奇，又引人深思，勾起人们探索的兴致。当我们人类自豪地以为我们是这个世界的主宰时，突然发现大自然有那么多我们无法解释的事物。本选题从自然出版，收录物质循环、风雨雷电、神秘现象、给人类的恩赐、自然界趣闻、自然界之谜、大自然的报复、漫游宇宙空间等方方面面的知识。

# 目 录

自然界的风.....	1
风——空气运动的起动力.....	2
地面风的测量.....	5
高空风怎样观测.....	9
降水量的测量.....	11
雷暴的方位及路径.....	14
气象雷达检测天气.....	16
气象信息网络.....	19
气压带和风带.....	21
气压如何作用于风.....	23
摩擦力对风的影响.....	25
热极生风.....	27
常见的各种风.....	29
雨是怎样形成的.....	45
各种各样的雨.....	46
雨的近亲家族.....	52
西风带和雨从西言来.....	71
什么是雷.....	73
雷电.....	75
雷云的形成.....	79
闪电.....	82
风与农业.....	87
风与城市规划.....	89
风与建筑工程.....	90
风与运动.....	96
风与航空业.....	99
大风与渔业.....	101
降水与农业.....	104
降水与工业.....	106
降水与国防.....	108

雷电对宇航业的威胁.....	110
雷电对通信业的威胁.....	112
雷电对计算机网络系统的影响.....	114
雷电对现代建筑的威胁.....	116
浅说热带气旋的家族.....	118
台风.....	120
长途跋涉的飓风.....	128
海洋杀手——热带风暴.....	130
肆虐的龙卷风.....	133
托那陀暴风的威力.....	138
不可忽视的黑风暴.....	141
沙尘暴.....	146

# 自然界的风

风常指空气的水平运动分量，包括方向和大小，即风向和风速。但对于飞行来说，还包括垂直运动分量，即所谓垂直或升降气流。阵风（又称突风）则是在短时间内风速发生剧烈变化的风。气象上的风向是指风的来向，航行上的风向是指风的去向。在气象服务中，常用风力等级来表示风速的大小。风和阵风对飞机飞行影响很大。起飞和着陆时必须根据地面的风向和风速选择适宜的起飞、着陆方向；飞行中必须依据空中风向和风速及时修正偏流，以保持一定的航向和计算出标准的飞行时间；修建机场时必须根据风的气候资料确定跑道方位。另外，风对飞机飞行性能也有明显影响，例如飞机逆风飞行时，飞机升力将会增加。阵风则对飞机飞行载荷产生显著的影响，在飞行器的设计中需要给出描述阵风的模型和强度标准，相对于地表面的空气运动，通常指它的水平分量，以风向、风速或风力表示。风向指气流的来向，常按 16 方位记录；风速是空气在单位时间内移动的水平距离，以米 / 秒为单位。大气中水平风速一般为 1.0~10 米 / 秒，台风、龙卷风有时达到 102 米 / 秒。而农田中的风速可以小于 0.1 米 / 秒。风速的观测资料有瞬时值和平均值 2 种，一般使用平均值。风的测量多用电接风向风速计、轻便风速表、达因式风向风速计，以及用于测量农田中微风的热球微风仪等仪器进行；也可根据地面物体征象按风力等级表估计。

# 风——空气运动的起动力

为什么会有风?空气在什么力量的推动下才发生运动?这是一个非常复杂的问题,通常有 4 种力是必须考虑的。这就是气压梯度力、地转偏向力、惯性离心力和摩擦力。它们对空气运动,即对风的方向和速度都有作用,风是它们综合作用的结果。

(1) 气压梯度力是由于气压分布不均匀,空气就从气压高的地方向气压低的地方流动,“水往低处流”,空气也是这样。因为高、低压差,使得它们之间形成一种力,气压差越大,这种力也就越大。就像物体从楼梯上滚下来,楼梯越高越陡,物体就滚得越快。所以,这种力称为气压梯度力。显然,气压梯度力的大小与气压梯度成正比,与空气密度成反比,力的方向是从高压指向低压,在大气温度为  $0^{\circ}\text{C}$ 、大气压力为 1013.25 百帕的标准温压条件下,空气密度是 1.293 千克/立方米。这时候,如果出现 100 帕/赤道度的气压梯度,就能产生  $7 \times 10^4$  牛顿/千克的气压梯度力。不要小看这个力,只要经过一定时间,就能产生很大的速度。例如,3 小时后,就能使风速从零增大到 7.6 米/秒;持续 10 小时,就会使风速增大到 25 米/秒。这就说明,气压梯度力是形成风的原动力。不过在事实上,在空气开始运动后,会有其他动力来与气压梯度力相平衡,以达到空气的常速运动。所以,尽管比较小的气压梯度,也可以引起很大的风速,而各种力的相互平衡作用,能使风速不可能无限地增大。

(2) 在我们这个地球上,地球自转速度很快,有 464 米/秒,自转一圈有 40074.25 千米,以华里计算为 80148.50 里,真是名副其实的“日行八万里”。在这样高速自转的影响下,不可避免地要影响地球上物体的运动。在北半球,运动着的物体,常因地球自转作



用，产生了使物体在其前进方向往右偏转的力，这个力因地球自转引起，所以称为地转偏向力。在南半球，地转偏向力的作用，则使运动着的物体在前进方向往左偏转。

地转偏向力属于一种惯性力，是由地球自转而产生，所以，只有当物体运动时才能表现出来，而且它的方向永远垂直于物体运动中的瞬时速度的方向。地转偏向力只改变物体运动的方向，而不改变物体运动速度的大小。

产生地转偏向力需要 3 个条件：①地球自转；②物体运动；③物体运动方向和地球自转有交角。二三个条件缺一不可，只有前两个条件，而无第三个条件，即运动方向与地轴平行时，例如在赤道上的南风 and 北风，都不会发生偏转。两极地区的垂直运动，也不会发生偏转。这些条件和特点，对于我们认识地转偏向力的作用很有好处。

(3) 地球自转的另一个结果，是物体产生离心力。从物理学可知，离心力永远是在纬圈平面上，方向是沿着纬圈的曲率半径从地轴向外，而力的大小与运动物体的线速度的平方成正比，与曲率半径成反比。离心力与地转偏向力一样，都属于惯性力，只能改变运动的方向，不能改变运动的速度，所以也称为惯性离心力。惯性离心力通常比地转偏向力小。但是，在低纬度地区，或空气运动速度很大，而曲率关系很小时，也可能达到较大的数值，并可能超过地转偏向力。

(4) 空气的乱流运动可能在上、下层之间有差异，方向可以不同，速度也可以不一样，这时就可能产生摩擦，称为内摩擦力。乱流作用越强，内摩擦力也就越大。近地层空气运动和地表面之间也会产生摩擦力，称外摩擦力。它是地表面对于空气运动的阻力，方向与空气运动方向相反，并偏向一边约  $35^\circ$ ，大小与空气运动速度及摩擦系数成正比。内摩擦力与外摩擦力总称摩擦力，它使空气运动速度减

小，方向往一边偏离。摩擦力越大，偏离也越大。在海洋上偏离角度要小些，约  $10^{\circ}$ 。在陆地上偏离角度可达  $35^{\circ}$  左右。摩擦力的大小与高度有关系，在近地层 30~50 米处摩擦力最大，到 1000~2000 米已不显著。所以在这个高度以下，称为摩擦层，以上则称为自由大气。

从上述各种力可以看出，只有气压梯度力才可以使空气从静止状态产生运动，是空气运动的起动力。其他力只能改变空气运动的方向或速度，并只有当空气已经运动时才会发生，不是空气运动的起动力。

# 地面风的测量

## 风向的测量

由于地面摩擦力的影响，在地面附近风随高度有显著的变化，因此，我国气象部门统一规定，地面风向风速仪的安装高度为离地面 10 米高处。这就使得在全国各地气象台站观测的风向风速有可比性。

风向指风的来向，可以通过设在观测场中铁杆顶部的风向标来观测。风向标通常由水平杆、水平支撑轴和尾翼 3 部分组成。整个风向标可以绕垂直轴随风向自由摆动，其尾翼总是朝着风的去向，风向标总是指着风的来向。观测人员可站在风向标下观测风向，也可以通过电缆将风向在记录器上显示出来。

风向的测量单位，我们用方位来表示。如陆地上，一般用 16 个方位表示，海上多用 36 个方位表示；在高空则用角度表示。用角度表示风向，是把圆周分成 360 度，北风（N）是 0 度（即 360 度），东风（E）是 90 度，南风（S）是 180 度，西风（W）是 270 度，其余的风向都可以由此计算出来。

为了表示某个方向的风出现的频率，通常用风向频率这个量，它是指 1 年（月）内某方向风出现的次数和各方向风出现的总次数的百分比，即

$$\text{风向频率} = \text{某风向出现次数} / \text{风向的总观测次数} \times 100\%$$

由计算出来的风向频率，可以知道某一地区哪种风向比较多，哪种风向最少。根据观测发现，我国华北、长江流域、华南及沿海地区的冬季多刮偏北风（北风、东北风、西北风），夏季多刮偏南风（南风、东南风、西南风）。

测定风向的仪器之一为风向标，它一般离地面 10~12 米高，如果附近有障碍物，其安置高度至少要高出障碍物 6 米以上，并且指北的短棒要正对北方。风向箭头指在哪个方向，就表示当时刮什么方向的风。测风器上还有一块长方形的风压板（重型的重 800 克，轻型的重 200 克），风压板旁边装一个弧形框子，框上有长短齿。风压板扬起所过长短齿的数目，表示风力大小。

## 风力等级的测定

在气象台站发布的天气预报中，我们常会听到这样的说法：风向北转南，风力 2 到 3 级。这里的“级”是表示风速大小的。

风速就是风的前进速度。相邻两地间的气压差愈大，空气流动越快，风速越大，风的力量自然也就大。所以通常都是以风力来表示风的大小。风速的单位用多少米 / 秒或多少千米 / 时表示。而发布天气预报时，大都用得是风力等级。

风力的级数是怎样定出来的呢？

1000 多年以前的我国唐代，人们除了记载晴阴雨雪等天气现象之外，也有了对风力大小的测定。唐朝初期还没有发明测定风速的精确仪器，但那时已能根据风对物体征状，计算出风的移动速度并订出风力等级。李淳风的《现象玩占》里就有这样的记载：“动叶十里，鸣条百里，摇枝二百里，落叶三百里，折小枝四百里，折大枝五百里，走石千里，拔大根三千里。”这就是根据风对树产生的作用来估计风的速度，“动叶十里”就是说树叶微微飘动，风的速度就是日行十里；“鸣条”就是树叶沙沙作响，这时的风速是日行百里。另外，还根据树的征状定出来的一些风级，如《乙巳占》中所说，“一级动叶，二级鸣条，三级摇枝，四级坠叶，五级折小枝，六级折大枝，七级折木，飞沙石，八级拔大树及根”。这 8 级风，再加上“无风”、

“和风”（风来时清凉，温和，尘埃不起，叫和风）2个级，可合10级。这些风的等级与国外传人的等级相比较，相差不大。这可以说是世界上最早的风力等级。

200多年以前，风力大小仍没有测量的仪器，也没有统一规定，各国都按自己的方法来表示。当时英国有一个叫蒲福的人，他仔细观察了陆地和海洋上各种物体在大小不同的风里的情况，积累了50年的经验，才在1805年把风划成了13个等级。后来，又经过研究补充，才把原来的说明解释得更清楚了，并且增添了每级风的速度，便成了现在预报风力的“行话”。有些地方还把风力等级的内容编成了歌谣，以便记忆：

零级无风吹烟上；一级软风烟稍斜；

二级轻风树叶响；三级微风树枝晃；

四级和风灰尘起；五级清风水起波；

六级强风大树摇；七级疾风步难行；

八级大风树枝折；九级烈风烟囱毁；

十级狂风树根拔；

十一级暴风陆罕见；

十二级飓风浪滔天。

风速是风在每秒钟内所移动的距离，其口诀是“从一直到几，乘2各级有”。意思是：从一级到九级风，各级分别乘2，就大致可得出该风的最大速度。譬如一级风的最大速度是2米/秒，2级风是4米/秒，3级风是6米/秒……依此类推。各级风之间还有过渡数字，比如一级风是1~2米/秒，2级风是2~4米/秒，3级风是4~6米/秒，诸此类推。

其实，在自然界，风力有时是超过 12 级的。像强台风中心的风力，或龙卷风的风力，都可能比 12 级大得多，只是 12 级以上的大风比较少见，一般就不具体规定级数了。

为了更准确地测量风力大小，人们在野外常用轻便风速表测风。

这种轻便风速表，一般由感应部分和计数器所组成。感应部分由 3 个风杯（也有 4 个风杯）装于十字架上，风杯在轴承上可以自由转动，外用小框保护风杯。中轴下部与计数器相接，风杯转动，也使计数器随之转动。所以计数器是记录风杯转动的转数的。计数器通常有 2 个或 3 个记数盘，大指针指示个位和十位数，两个小记数盘上的指针分别指示百位数和个位数。仪器的下部有一开关（启动杆），将它推上去，可使计数器与感应部分接合，计数器开始工作。把启动杆拉下来计数器则与感应部分离开，计数器停止工作。当仪器置于高处，用手直接开动不便时，可用小绳连接开关。观测时拉动小绳即可启闭。轻便风速表一般安置在四周开阔、无高大障碍物的地方，表身垂直。观测前关闭开关，记下指针的示数。等一两分钟后，打开开关，同时开动秒表记录时间。此时，观测员迅速离开风速表，站在仪器的下风方向。开动仪器后将近 100 秒钟时，观测员迅速走近仪器，在正 100 秒时关闭开关，记下第二次指针示数。根据前后两次读数算出其差数，此差数表示风速表指针在观测时间内所走的刻度数，记入记录表内。将此差数除以观测时间，就得出风速表每秒钟内所走的刻度数，取一位小数。再根据每秒所走的刻度数，从该风速表的检定证上查出平均风速（单位：米 / 秒），取一位小数。

最好连续观测 2 次，取其平均值，以消除仪器本身及人为的误差。

有些轻便的测风器，除具有上面讲的风速表的构造性能外，还在轴上装有风向标，用以指示风向，称为风速风向仪。

# 高空风怎样观测

测量近地面直至 30 千米高空的风向风速，通常将飞升气球作为随气流移动的质点，用地面设备（经纬仪或雷达）跟踪气球的飞升轨迹，读取其时间间隔的仰角、方位角、斜距，确定其空间位置的坐标值，可求出气球所经过高度上的平均风向风速。根据地面测风设备不同，分为如下几种：

（1）经纬仪测风：有单经纬仪测风和双经纬仪测风 2 种。单经纬仪只能测出气球的仰角和方位角，气球高度由升速和施放时间推算。气球升速是根据当时空气密度、球皮等附加物重量计算出气球净带力，按照净举力灌充氢气来确定。但由于大气湍流和空气密度随高度变化，以及氢气泄漏等因素的影响，气球升速不均匀导致高度误差大，测风精度低。在配合探空仪观测时，气象站用探空仪测得的温度、气压、湿度资料计算出气球高度。双经纬仪测风是在已知基线长度的两端，架设两架经纬仪同步观测，分别读出气球的仰角、方位角，利用三角法或矢量法计算气球高度和风向风速。经纬仪测风只适用于能见度好的少云天气，夜间必须配挂可见光源，阴雨天气只能在可见气球高度内测风。

（2）无线电经纬仪测风：利用无线电定向原理，跟踪气球携带的探空仪发射机信号，测得角坐标数据，气球高度则由探空资料计算得出。因此无线电经纬仪适用于全天候，但当气球低于其最低工作仰角时，测风精度将迅速降低。

（3）雷达测风：是利用雷达测定飞升的气球位置。它不仅测定气球的角坐标，而且能测定气球与雷达的距离，即斜距。由仰角、方位角、斜距计算高空风。雷达测风法又可分为一次雷达测风法和二次

雷达测风法。前者是利用气球上悬挂的金属反射体反射雷达发射的脉冲信号，测定气球角坐标和斜距；后者利用气球悬挂的发射回答器，当发射回答器受雷达发射的脉冲激励后产生回答信号，由回答信号测定气球角坐标和斜距。显然，在相同的发射功率下，二次雷达比一次雷达探测距离更远，可测更高的高空风。但随着技术的发展，发射功率已不是大的技术障碍时，着眼于提高测风精度和经济效应等方面，一次雷达测风也有其独特优势。



# 降水量的测量

降水量是衡量一个地区在某段时间内降水多少的数据。

降水量就是指从天空降落到地面上的液态和固态（经融化后）降水，没有经过蒸发、渗透和流失而在单位面积（每平方米面积）水平面上积聚的深度。它的单位是毫米。

降水根据其不同的物理特征可分为液态降水和固态降水。液态降水有毛毛雨、雨、雷阵雨、冻雨、阵雨等，固态降水有雪、雹、霰等。还有液态固态混合型降水，如雨夹雪等。

在气象上用降水量来区分降水的强度。可分为小雨、中雨、大雨、暴雨、大暴雨、特大暴雨，小雪、中雪、大雪和暴雪等。

（1）小雨：雨点清晰可见，没漂浮现象；下地不四溅；洼地积水很慢；屋上雨声微弱，屋檐只有滴水；12小时内降水量小于5毫米或24小时内降水量小于10毫米的降雨过程。

（2）中雨：雨落如线，雨滴不易分辨；落硬地四溅；洼地积水较快；屋顶有沙沙雨声；12小时内降水量5~15毫米或24小时内降水量10~25毫米的降雨过程。

（3）大雨：雨降如倾盆，模糊成片；洼地积水极快；屋顶有哗哗雨声；12小时内降水量15~30毫米或24小时内降水量25~50毫米的降雨过程。

（4）暴雨：凡24小时内降水量超过50毫米的降雨过程统称为暴雨。根据暴雨的强度可分为暴雨、大暴雨、特大暴雨3种。①暴雨——12小时内降水量30~70毫米或24小时内降水量50~100毫米的降雨过程。②大暴雨——12小时内降水量70~140毫米或24小时