

■ 21 世纪启明星

科普丛书

Chong Po Lantian

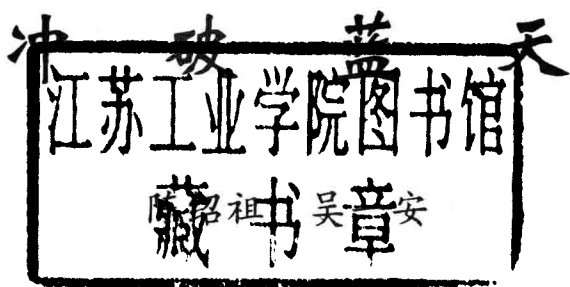
冲破蓝天

陈绍祖 吴一安

A photograph of the Space Shuttle Columbia being launched from the launch pad. The shuttle is ascending vertically, with a large plume of white smoke and orange fire from the engines. The launch pad structure is visible on the left side of the frame.

河海大学出版社

21 世纪启明星科普丛书



河海大学出版社

21 世纪启明星科普丛书

编委会名单

杨 飞 华耀国 袁卫国 马文蔚 周林峰
楼书聪 黄建民 徐安全 柳建国 张明昌
陈绍祖 解启庚 王其超 王长远 查一民
朱宪卿 朱 辉 谢业保 陈玉国 魏 连
吴一安 施 萍

丛书策划：朱 辉 朱宪卿

责任编辑 吴 安

冲 破 蓝 天

陈绍祖 吴一安

出版发行：河海大学出版社
(南京西康路1号 邮政编码：210098)

经 销：江苏省新华书店
印 刷：扬中市印刷厂

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 8.875 字数 189 千字
1997 年 4 月第 1 版 1997 年 4 月第 1 次印刷
印数 1—10000 册

ISBN 7-5630-1080-7

V·2

定价：9.00 元

序

20世纪即将结束，新世纪的曙光已在向我们召唤，在世纪之交的今天，中华民族的发展也到了一个关键的时刻，我们的民族既面临着良好的机遇，也面临着严峻的挑战。国家要富强，民族要昌盛，作为第一生产力的科学技术，已成为决定性因素。而科学技术要成为现实的生产力，其关键又在于用现代的科学技术武装人，在于推动教育事业的发展，尤其是要重视科学教育事业。

科学教育和普及工作要从娃娃抓起。当前，我国普通教育中的科学教育从总体上看还是好的，但是比较地重视观念形态的科学，并且用应试的方式将其强化到一种极端的状态，而对技术教育、对科学实践环节的教育和训练则比较忽视，对科学方法和科学精神的培养、教育也显薄弱。针对这种情况，在教科书之外为青少年编写一些科学教育读物，提供一些让他们进行科学实践的材料，对科学技术的普及、对提高青少年的科学素养都是十分有益的。

河海大学出版社依托高校科研优势，组织江苏省科普作家协会的专家、教授们编写了“21世纪启明星科普丛书”，经过两年的努力，出版面世了。这套丛书，涵括了主要科技领域内的科普新知识，编写严谨、新颖、生动，视野开阔。我相信，这套科普丛书将成广大青少年学科学、用科学的有益读物。

周德藩

1997.3.13

目 录

1	飞行器活动的大气层	1
1.1	对流层	1
1.2	平流层	7
1.3	高层大气层	8
2	飞机飞行的奥秘	10
2.1	从“船到桥头自然直”说起	11
2.2	飞机的升力	11
2.3	飞机的阻力	17
2.4	飞机是怎样保持稳定的	23
2.5	飞机最简单的操纵	25
2.6	起飞奇观	27
3	轻于空气的飞行器	43
3.1	气球的发展	43
3.2	齐伯林飞艇	45
3.3	赫斯特湖上的惨剧	49
3.4	飞艇的东山再起	50
4	直升机	55
4.1	直升机的结构和飞行原理	55
4.2	直升机的类型	60
4.3	武装直升机	66

4.4	隐身武装直升机	71
5	形形色色的飞机	76
5.1	直升飞机	76
5.2	鸭翼飞机	87
5.3	掠翼飞机	91
5.4	飞翼	102
5.5	专用变异飞机和历史名机	112
5.6	隐身飞机	128
5.7	无人驾驶飞机	138
6	飞行器的动力	145
6.1	早期飞机的动力	146
6.2	喷气推进的发展	148
6.3	喷气推进原理	150
6.4	航空燃气涡轮发动机	152
6.5	飞机的反推力装置	160
6.6	冲压发动机	161
6.7	现代火箭发动机	162
6.8	未来的动力	165
7	宇宙航行的规律	169
7.1	行星运动的三大定律	169
7.2	宇宙速度	171
7.3	火箭的速度	175
7.4	多级火箭	176
7.5	火箭发射	178
7.6	音障、热障和黑障	179
8	离开人类的摇篮	183

8.1	宇航理论的奠基人	183
8.2	第一枚液体火箭	185
8.3	迎来太空时代的导弹	187
8.4	第一颗人造卫星	189
8.5	最先离开“地球摇篮”的人	191
8.6	人类登月	194
8.7	航天飞机与空天飞机	197
9	各种各样的人造卫星	204
9.1	通信卫星	204
9.2	太空望远镜	207
9.3	测地卫星	208
9.4	太空气象站	211
9.5	空间导航	212
9.6	空间平台	213
9.7	太空反卫星武器	214
10	空间站	219
10.1	人类移居太空的历程	219
10.2	礼炮号空间站	221
10.3	天空实验室	223
10.4	绝妙的“太空珊瑚岛”	226
10.5	国际空间站	229
10.6	轮胎式空间站	230
10.7	“吹”出来的空间站	231
11	太空中的衣食住行	233
11.1	失重环境	233
11.2	饮食和生活	235

11.3	睡眠	238
11.4	衣着	239
11.5	“走路”	241
11.6	使用的工具	243
11.7	舱外行走	245
11.8	舱外作业	247
11.9	航天体育	249
12	空间开发	253
12.1	太空电站	253
12.2	太阳帆	256
12.3	太空中的工业生产	258
12.4	开发月球	261
12.5	太空种植和育种	266
12.6	空间城	269

1 飞行器活动的大气层

从第一个载人气球升空起,尤其第一架飞机的飞行成功,鸟类一统天空的局面开始改变,人类的活动范围已经不囿于陆地和海洋,整个大气层空间都已成为人类活动的舞台。50年代末,第一颗人造卫星上天后,大气外层空间也热闹起来了,人类的航空、航天活动进入了最激动人心的发展时期。不管是大气层内或大气层外,外界环境都影响着飞行器的飞行活动,人类对它的认识也在不断深化。

人类认识天空是从大气层开始的。根据大气的某些特性,人们把大气层分为对流层、平流层、中间层、电离层和散逸层。

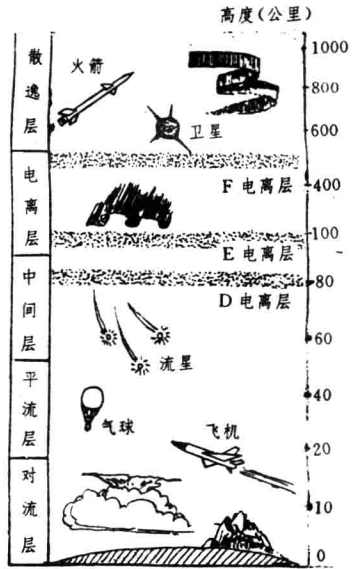
1.1 对流层

对流层是大气层最低的一层,它在赤道地区的平均高度约17公里,在中纬度地区约11公里,在两极地区只约8公里。由于地球对大气的引力,对流层内几乎集中了整个大气质量的75%,因此这一层的大气密度最大,大气压力也最高。大气中含有大量的水蒸汽,这一层就占了总量的95%,因此

雨、雪、云、雾、雷暴、积冰等气象变化都出在这一层中，是天气变化最复杂的层次。另外，由于地形和地面温度的影响，空气不仅有水平流动，而且还有垂流运动，因此这一层就称为对流层。对流层对航空、航天飞行器的起飞、降落和各项飞行活动的影响特别大，最被人们所重视。

对流层有 3 个主要特点：一是随高度增加，它的气温降低，即每上升 100 米，气温平均下降 0.65°C 。高山常年积雪，就是因为高空气温低的缘故。二是存在着空气既有上升，又有下降的对流运动。在夏季经常可见高耸的云峰，就明显地反映出这一特点。对流运动将靠近地面的水汽、尘埃等向上输送，这对成云致雨、电闪雷鸣起着重要的作用，对大气透明度的变化也有很大的影响。三是气温和湿度等气象要素在水平方向上分布不均。北方比南方冷，海洋比内陆潮湿，就是例证。

对流层又可细分为三个层次。从地面到 1~2 公里高度的气层称为摩擦层（又叫边界层）。这层空气受地面状况（地面起伏、冷暖、干湿等）的影响很大，对流和乱流运动很强，水汽、尘粒含量较多，因而常出现雾和低云，加上风向、风速



大气的分层

变化频繁，这对飞机的起飞和着陆的影响很大，尤其对滑翔、航模和跳伞运动的影响更大。

离地面 2~8 公里高度是对流层的中层。这一层受地面的影响虽然较小，但是，飞机在这一层飞行容易遇到积冰、雷电等危险。这一层上部的气压通常只有地面气压的一半，飞机在这里飞行，座舱内必须增压并供氧。

再往上到对流层顶，是对流层的上层。这里受地面的影响更小。水汽含量也很少，气温在 0℃ 以下，各种云都由冰晶或低于 0℃ 的水滴组成，飞机尾迹多出现在这一层。

在对流层，空气在较大范围的有规则的运动中还含有许多局部升降和涡流等不规则运动。这种不规则的空气运动，气象学上称为扰动气流，或叫乱流，又称湍流。飞机在飞行中遇到扰动气流，就好像汽车行驶在崎岖不平的道路上会产生摇晃、抛掷，造成操纵困难，这就是通常所说的飞机颠簸。在颠簸飞行时，不但乘客难受，而且严重时还会引起机翼、尾翼等变形，甚至折断，而危及飞行安全。

扰动气流的主要成因有两种：一种是气流越过、绕过山坡和障碍物时，受到摩擦和阻碍，受阻大的流速变慢，受阻小的流速变化较小，这种不均匀的变化，使空气产生波动的涡旋，形成了扰动气流，称为动力扰动气流。风越大，障碍物越高，扰动气流也越强。

另一种是由于不同性质的地表吸收太阳热量不同，引起增温程度不同而形成的。例如，地面比水面增温快，水泥地比草地增温快，而形成气温分布不匀。较暖的空气上升，较冷的空气下降，就产生了扰动气流，称为热力扰动气流。

实际上，造成飞机颠簸的，往往是动力和热力的扰动气

流共同作用的结果。例如，在山地地区，不仅气流受到山的阻碍，产生升降气流和乱流，而且山地各处的受热不同，往往产生热力对流和地方性的山谷风。因此在山地飞行，飞机最容易出现颠簸，尤其直升机的飞行高度低、速度小，受山地乱流和下沉气流



飞机被乱流带入背风坡的旋涡中

的影响更大，甚至难以停止下降而危及安全。有经验的飞行员都知道，背风坡的下降气流，飞机不但被迫下降高度，而且容易被下降气流带入背风坡的旋涡之中，应特别注意安全飞行高度。

在摩擦层中，对飞行器而言最大的气象危害是风切变。风切变是指在同一高度或不同高度上的很短距离内，风向、风速发生较大的变化及短距离内升降气流突然变化的气象现象。飞机起飞和着陆期间处于500~600米的低空，如遇到强的低空风切变，原来的受力状态突然发生变化，往往来不及解脱出来就已触地。由于低空风切变对飞机起飞和着陆构成严重的威胁，引起了世界航空界的严重关注，并进行各项研究，采取措施来预报风切变。

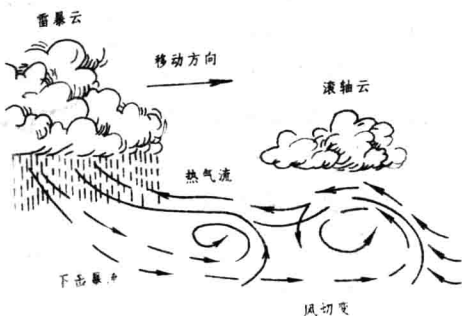
在对流层中，云对飞机的飞行也有着很大的影响。云的形状和变化能指示出从哪里飞行才安全、舒适，哪里是“空中险区”，不能靠近，不能飞越，它是“空中的路标”。有经

验的飞行员称它是“空中的地形”，应该学会识别各种云。

飞机在对流层飞行并不是一切如意，机体表面还会受到结冰的威胁。因为高空气温低，空气中的水分往往以气体或液体的状态存在。这种过冷雨滴组成的云甚至在 -50°C 的空中还能遇到，在地面这是不可想象的事。一旦飞机闯入这种云层中，飞机全身就会被这东西“粘糊”住，在机翼前缘、尾翼前缘、座舱风挡玻璃、螺旋桨、发动机进气口等部位都会结上一层坚硬的冰层，往往造成飞行事故。

结冰时，飞机上会附加成吨重的冰层，全身“披甲”臃肿不堪，非常危险。30年代初，一些国家就开始研究飞机上的防冰措施，首先在一些运输机上安装了防冰罩，解决了飞机的结冰问题。当然，防冰的措施很多，有的用机械除冰，有的用喷射防冰液，有的用电加热，有的从发动机引出热空气防冰等，结冰问题已不会对飞行构成严重威胁了。

雷暴云是所有云中最复杂的一种，常带来雷电、大风、暴雨和冰雹等灾害性天气，是飞机飞行的禁区。在这种云中有冰晶、水滴，还有过冷水滴，会造成飞机严重的积冰；强烈的升降气流和乱流，会造成飞机产生强烈的颠簸。有时从云中向下冲出气流，在云下形成一股强烈的下击暴流。它来势迅猛，霎



雷暴云前沿的下击暴流和风切变

时间会像瀑布一样倾泻而下，其速度超过飞机起飞时的爬高速度和着陆时的下降速度，而且风向骤变，因此它对飞机的起降是极危险的。下击暴流事先难以觉察到，常常给飞机造成灾难性的袭击。因此，飞机在飞行中遇到雷暴云，千万不能误闯入云，不要离云太近，更不能在它的下面起飞和着陆。

千变万化的对流层气象条件，极大影响航空航天的活动，理所当然地受到人们的高度关注。

现代客机是不是可以在对流层内自由飞行呢？答案是肯定的。空中交通如同地面车辆的行驶一样，有着严格的交通规则。不同飞机、不同航线规定有不同的高度层。高度层通常是在地图上将始发站与到达站连成一条直线，根据到达站在地图上的度数（航线的度数术语称为真航线角）来确定的。

中国民航局对高度层配备规定：真航线角在 $0\sim 180^\circ$ 范围内，高度在 $600\sim 6000$ 米之间，每隔 600 米为一个高度层； 6000 米以上每隔 2000 米为一个高度层。真航线角在 $180\sim 360^\circ$ 范围内，高度为 $900\sim 5700$ 米，每隔 600



北京至几个城市的真航线角

米为一个高度层； 7000 米以上，每隔 2000 米为一个高度层。这样，不同机型的飞机，就可以确定自己飞行的高度层了。因为现在空中交通繁忙，常有几百架乃至近千架飞机同时在空中飞行，不遵守高度层的规定，后果就不堪设想。小型飞机

一般活动范围规定在 3000 米以下，大中型飞机一般活动范围规定在 3000 米以上。在空中如遇雷雨等特殊情况，经过请求同意后方可增加或降低高度。

民航飞机由于执行任务情况的不同，其飞行高度层也有以下区分：超低空飞行指距地面或水面 5~100 米；低空飞行指距地面或水面 100~1000 米；中空飞行指 1000~7000 米；高空飞行指 7000~12000 米；超过 12000 米就是处于平流层飞行了。

为避免飞机经过某些禁区，国家还规定了特殊航线，称为空中走廊，其航线长度一般为几十公里或百余公里，其宽度只有 10 公里，而一般航线宽度有 50 公里。客流量大的机场附近上空都设有空中走廊，驾驶员按指定的高度驾驶飞机进入空中走廊，并严格保持飞行航迹，不能偏出空中走廊。

1.2 平流层

从对流层起到离地约 55 公里的大气层称平流层。在这一层的下部（约 20 公里处），空气温度几乎不随高度的变化而变化，一般保持在 -56.5°C 左右，因此又称同温层。层内含的空气不到全部大气质量的 25%，水汽和尘埃很少，整层只有水平气流且很平稳。现代大型喷气客机和远程飞机通常都在对流层顶部或平流层下部飞行。如果你有机会乘喷气客机旅行，就会置身于“风平浪静”的平流层中，呈现在你眼帘的是深蓝色、紫色以至于近墨色天幕下那一望无垠的云海，令人心旷神怡。同时，平流层天气晴朗，没有雷暴、风切变等恶劣天气，飞机飞行比较安全，舒适。这里空气稀薄，飞机

飞行的阻力小、气温低，发动机的效率高、油耗省，对喷气式飞机水平稳定飞行非常有利。但飞机的加速、减速性能却变差了，操纵反应也减慢了。因此飞机的转弯盘旋、筋斗特技等机动飞行，显得笨拙多了，不利于作战飞机性能的发挥。

在平流层的中上部（约离地 30 公里处），大气压力只有海平面的 $1/20$ ，臭氧层核心就接近于这一高度。由于臭氧吸收太阳紫外线的辐射热，气温随高度的增高而显著升高。到 50 公里高度处气温升到 -10°C 左右，而到平流层顶可达 0°C 左右。

载人高空气球曾达到 34.5 公里处，不载人的曾达到 46 公里处，这是大气飞行器所达到的飞行高度的极限了。

随着现代超音速飞机的发展和宇宙飞行器的频繁发射，对平流层气象条件的深入研究更日益为人们所重视。

1.3 高层大气层

中间层 这一层位于从平流层顶到距地面约 90 公里高度处，大气质量只占总量的 $1/3000$ 。从这一层开始再往上称为“高层大气层”。在这层中，温度再次下降，到 85 公里高空气温降到了 -90°C 左右。

电离层 这一层位于从中间层顶到距地面约 500 公里处，随着高度的增高，气温反倒迅速上升，从 -90°C 升高到 1000°C ，故又称为热层。这里所指的 1000°C 的高温，只不过表示非常稀薄的气体中带电粒子以极高速度运动所具有的能量而已，已经不是通常意义的温度了。这一层含大量带负电的离子，能反射波长为 $10\sim 100$ 米的无线电波（短波），这对

远距离无线电通信具有重要的意义。

散逸层 这一层在距地面 500 公里到 1600 公里之间，空气极其稀薄，接近于真空，有人称之为“外大气层”。这一层中的空气虽然稀薄到接近真空，但却不轻易消失。由大气层过渡到无限广阔的宇宙空间，还找不到一个明显的边界。据人造卫星探测，大概一直延伸到 6400 公里左右的高空，空气才稀薄到接近于宇宙空间的气体密度。