

# MET 笔记

Edited: 2026.2.10 – [查看最新版本](#)

## Contents

MET 常见数字记忆总结 .....	2
MET 补充笔记 .....	6
大气.....	6
TC.....	13
冰.....	15
风切变.....	17
雷暴.....	21
Air mass & Front.....	24
Upper Jet .....	26
CAT.....	27
图.....	29
Surface.....	29
Aloft .....	33
Significant.....	34
High altitude air temperature forecast .....	36
预报报告.....	36
TAF .....	36
SIGMET AIRMET.....	38
OFOR .....	40
WS WRNG.....	41
卫星云图.....	44
可见光云图 .....	45
气象雷达.....	45

气象部分一方面需要在理解原理，另一方面有纯记忆项，请优先结合：

1.“MET 大纲知识点(ATA1)”（单独的 pdf 勾划重点）

2.“MET 常见数字记忆总结”

请注意，这个笔记是做题导向的，内容源自题目反推的知识点，不保证知识点涵盖全面。

部分带有方括号【】的地方是我自己的注释和总结，通常出现在比较重要的地方，在方括号后可能附有原文。

这是我考试的原始笔记，当前很粗糙，有时只有我自己能看懂，正在快马加鞭整理中 ~~

# MET 常见数字记忆总结

E 只与温度有关

露点只与 e 有关

$$F = (C \times 9/5) + 32;$$

$$C = K - 273$$

ISA ELR 0.65/100m 2/1000ft

DALR 1/100m 3/1000ft

SALR 0.4-0.7/100m 1.5/1000ft

露点下降速度约 0.2/100m; 所以露点温度差下降温度约 0.8/100m

摩擦层: 1500m

北半球上升 Veer 顺时针变化

低云 2000m 以下, 高云 6000m 以上

对流层顶

低纬 17-18km 中纬 10-12km 高纬 8-9km

急流

热带东风 14-16km, 副热带 12-14km

云中/云下低于 0°: SN 或 FZRA

云中低于 0, 云下高于 0: 液/固或混合物 雨夹雪 Sleet

Cloud cause precipitation: 4000ft

**DBST 18mps** 4km – 40km 10-15min

**MBST 22mps** 400m-4km 10-20min 6000fpm

Cold air outflow: 20-30 km in front of the TS

**Wind shear that cause CAT: 5knots / 1000ft**

**Squall: sudden increase 16kt, spd >22kt, >1 min**

(飑至少 18mps 1min)

## Jet stream 30mps

CAT:

20kt isotach spaced closer than 150 nm

20kt in 60 nm

可见光图：白云，黑水，灰森林

机载：绿水，黄土，红工厂

红外图：绿水，青山，黄土地

## MOD Icing:

**thickness 5~15 cm**

**Ice velocity 0.6~1 mm per min;**

【总结遇到积冰/颠簸如何改变航向/高度】

- 1.层状云积冰：上下改变高度(云薄，上下几百米就可以脱离)
- 2.冻雨 freezing rain：爬升至暖气层
- 3.冻毛毛雨 freezing drizzle 【不应假设上方有暖气】：下降/改变航向
- 4.低压槽 trough：改变航向(因为低压槽宽度窄)
- 5.晴空颠簸 CAT：上下改变高度(晴空颠簸厚度薄)
- 6.高空急流 Upper Jet：(厚度厚)
  - 横穿：温度升则爬升，温度降则下降
  - 顺逆风：改变高度或航向
  - 侧风：保持原来的姿态

暖锋雷暴是在暖锋向前移动时，由暖湿不稳定空气沿暖锋上升而形成。在 850hPa 或 700hPa 上有切变线配合时，较容易产生雷暴

## 背风波

风向与山脊垂线的交角小于 30 度；风速在山脊高度上一般不能小于 **10m/s**，且从山脊到对流层顶，风速随高度的增加或减小保持不变；

在山的迎风面低层气层显著稳定，上层气流稳定度减小

形成热带风暴的两个必要条件是温度和湿度

形成热带风暴的最佳条件是水面温度高于 27°C 和纬度大于 10

台风。中心最大风速 32.7 ~ 41.4 米每秒 (12 ~ 13 级)；

锋后：冷空气一侧

锋前：暖空气一侧

冷侧->暖侧 **backing/逆时针**【因为靠近锋面风有平行锋面流的趋势】

准静止锋常造成持续阴雨天气

影响我国的准静止锋主要有：华南准静止锋，江淮准静止锋，昆明准静止锋，天山准静止锋。

**江淮地区**由于冷暖气团势均力敌形成准静止锋，在每年 6 月形成**梅雨**。云贵高原由于昆明海拔较高，在贵阳一带形成准静止锋，**冬季多雨**。

300 百帕平均海拔高度约为 9000 米；

200 百帕平均海拔高度约为 12000 米

TEMPO 每次波动持续时间不超过 1h，波动所占时间小于预报时间段一半。

TEMPO 0206：波动累积时间小于 2h，每次波动不超过 1h

**中纬度西风带**中，南北振幅很大的**深槽云系**，表现为**南北幅度很大的云带**，槽线即在云带后界附近。

中纬度地带的浅槽云系出现于平直西风急流中，由于槽的南北幅度小，云系的范围也小。小槽云系可以表现为带状、涡旋状和盾状等，其移动速度较快。

与低层预报不同的是，**中层的重要天气预报**没有地面能见度、气压中心、0°C 等温层高度【因为低层才会高于 0 度】、海平面温度和海面状况等内容，而增加了出现在中高空的飞行气象条件：**晴空颠簸及其强度；急流及出现高度和风速；火山灰云**。

**晴空颠簸用断线标出**，重要天气和云区范围用波状线围成。

【低层独有 0°层，中高层独有 CAT】

对流层中，气温递减率通常为正值

“FM”指变化开始时间，“TL”指变化结束时间，“AT”指在某一时刻出现。

## 5. 气温和风

□4hxxhxxT<sub>h</sub>T<sub>h</sub> d<sub>h</sub>d<sub>h</sub>f<sub>h</sub>f<sub>h</sub>f<sub>h</sub>

- “4”为指示码
- 风向 = 电码 × 10 度
- 风速：**km/h**

“415002 18050”

“4230M09 30110”

◆ ROFOR 0010 KMH ZBAA 23518 ZSSS 01235 SCT030(CB)  
7300210 BKN230 7240/// 541208 420001 18090 03ZSSS  
SCT026 7050220 96062 BKN050 7200/// 418005 21060 =

#### 4.云组和7字组

- ☛ “7h<sub>t</sub>h<sub>t</sub>h<sub>t</sub>h<sub>f</sub>h<sub>f</sub>h<sub>f</sub>”表示云顶和0°C层高度
- ✓ 7为云顶高度指示码，对每一层云，必须成对地使用云组和7字组
- ✓ 航线上的云高采用海拔高度
- ✓ “7h<sub>t</sub>h<sub>t</sub>h<sub>t</sub>//”，表示0°C层高度同前
- ✓ “7//h<sub>f</sub>h<sub>f</sub>h<sub>f</sub>”，表示云顶高度不详

0° ///同前  
云顶///表不知道

● SCT050 7200120 FEW100 7230/// 云顶///表不知道

🌐 BKN030 7210100 OVC110 7///120

◆ ROFOR 0010 KMH ZBAA 23518 ZSSS 01235 SCT030(CB)

7300210 BKN230 7240/// 541208 420001 18090 03ZSSS

SCT026 7050220 96062 BKN050 7200/// 418005 21060 =

◆（注：航路上的云高是云底离平均海平面的高度）

◆（注：航路上的云高是云底离平均海平面的高度）

**RVR27R0800V1200D**

**V 表示极小值极大值**



**2-9; 1-9**

**SIGMET 所有高度**

只有 TS, SEV, HVY, VA RDOACT CLD

**AIRMET FL100 以下**

独有 SFC, CLD, CB, TCU, MOD

## 跑道视程和地面能见度的区别

- 1.跑道视程是在飞机着陆端用仪器测定的;地面能见度是在气象台目测的, 观测方向为四周所有方向。
- 2.能见度在 1500 米以下时, 有条件的机场会要加报跑道视程。
- 3.跑道视程的目标物是跑道及道面上的标志;地面能见度利用周围已有的灯光、其颜色、1 光强有随意性、且光强不可调节。
- 4.跑道视程的探测高度在 2~10 米间。地面能见度的观测高度一般在 1.6 米左右。[人的高度]
- 5.跑道视程在跑道起始端、跑道中段和跑道末端不同时, 会在本场分别报告。

低空逆温层：烟幕【烟粒】

高空逆温层：霾【固体杂质】

固体杂质形成的视程障碍：

#### 1.烟幕

大量**烟粒**在逆温层下聚集使**能见度小于 5km** 的现象。

#### 2.霾

大量微小的**固体杂质**浮游在近地层或空中的逆温层下，使**能见度小于 5km** 的现象。

3.风沙强风将地面的尘土吹起，使能见度小于 5 千米的现象称为扬沙;小于 1 千米的现象称为沙暴。

4.浮尘大量细小的固体杂质浮游在近地层的逆温层下，使能见度小于 5 千米的现象。(对黄光散射强)

5.吹雪强风将地面的积雪吹起，使能见度小于 5 千米的现象称为吹雪(此时天空没有下雪);天空既在下雪，而地面积雪又被强风吹起的现象叫雪暴。

高空急流是位于对流层上层或平流层中的强而窄的气流。急流中心的长轴称为急流轴，它近于水平。

一、高空急流的形成高空急流的形成和大气中**水平气温梯度**大相关。如果在大气中有一个水平气温梯度大的区域，在它的高空，必有一个强风带存在，当风速达到或超过 30m/s 时，即出现了急流。

二、高空急流的特征 1、急流一般长几千千米，有的可达万余千米，宽度为几百至千余千米，厚度为几千千米。2、急流中心的长轴称为急流轴，它是准水平的，大致是纬向分布。

3、在急流轴附近风切变很强，湍流也强。

4、急流轴线上风速最低值为 30m/s。5、急流轴上风速分布不均匀，大小风速去交替出现

## MET 补充笔记

### 大气

对流层因为空气有强烈的对流运动而得名 底界是地面，上界平均低纬度 17--18km，中纬度 10--12km，高纬度 8--9km。

平流层范围是从对流层顶到大约 55km 的高度。在高度约 10-50km 的大气中，臭氧含量较多，特别是在 20-25km 高度处，臭氧含量最大，可达空气体积比的百万分之几。

根据气温垂直递减率的分布特征大气分为对流层、平流层、中间层、热层和散逸层。对流层中

气温直减率大于零，平流层中气温直减率小于零。由于对流层中一般表现为温度随高度递减，故把温度随高度递增称为逆温，并把温度随高度递增的气层称为逆温层。平流层中气温直减率小于零，所以逆温层通常位于平流层中。

246. Where is a common location for an inversion?

- ☐ A Tropopause
- ☒ B Stratosphere
- ☐ C Base of cumulus clouds

tropopause 等温不是逆温

从海平面到 10 万米的高空，氧气在空气中的含量均为 21%。然而，空气压力却随着海拔高度的增加而降低，由此导致空气稀薄，因此氧气压力也随之降低。据测算，在海拔 4270 米高处，氧气压力只有海平面的 58%。所以，尽管氧气在大气中的相对比例没有变化，但由于空气稀薄，氧气的绝对量却变小了，因此会导致缺氧。

58. The atmosphere is warmed or cooled mainly by a heat transfer process called

- ☐ A heat radiation
- ☐ B heat conduction
- ☒ C heat convection

【这里强调内部】

气块与外界交换热量的方式主要有热辐射，热对流，热传导和水相变化四种。热对流是流体各部分之间发生相对位移，依靠冷热流体互相掺混和移动所引起的热量传递方式。

When the sun shines the earth, the ground is not too hot, this is because\_\_\_the reflection effect of the atmosphere

太阳辐射通过大气层时，有 24% 被大气直接吸收，31% 被大气反射和散射到宇宙空间，余下 45% 到达地表。地面吸收其大部分后，又以反射和辐射(长波)的形式回到大气中，大部分被大气吸收

太阳的短波辐射被大气中的臭氧吸收(大气吸收短波较少)，然后传播到地面，地面升温。地面发射的长波辐射则被大气中的水汽和二氧化碳大量吸收(然后大气发射长波辐射向地面，起到保温作用)。所以，太阳辐射比地面辐射更容易穿过大气层。不同的地表类型对太阳辐射有不同的反射率，所以吸收的太阳辐射量与地表类型有关。

饱和空气块在上升时，内部的水汽会因为温度降低而凝结，并放出潜热补偿一部分减少的内能。在下降时，则会有水汽凝结物蒸发而消耗热量，减少一部分内能。因而在湿绝热过程中，气块温度的直减率较小。即随高度下降空气温度升高速率更慢。

367. When saturated air moves downhill, its temperature increases
- A at a faster rate than dry air because of the release of latent heat
  - B at a slower rate than dry air because condensation releases heat
  - C at a slower rate than dry air because vaporization uses heat

当空气中水汽含量不变且气压一定时，气温降低到使空气达到饱和时的温度，称为**露点温度**，简称露点。

Dewpoint: only dependent on **water vapor partial pressure (e)**

Saturated water vapor partial pressure (E): only dependent on temperature

Relative humidity:  $f = e / E \times 100\%$

370. Dew point is
- A the temperature to which dry air must be cooled in order to just reach saturation
  - B the temperature at which a parcel of air reach super saturation point, irrespective of pressure
  - C the TEM to which saturated air must be cooled to produce condensation
- 参考答案： A**
- 题目详解：当空气中水汽含量不变且气压一定时，气温降低到使空气达到饱和时的温度，称为露点温度，简称露点。

Troposphere

ELP **2°/1000ft** or **0.65°/100m**

DALR **3°/1000ft** or **1°/100m**

SALR **1.5°/1000ft** or **0.4-0.7°/100m**

$$T \text{ (K)} = t \text{ (°C)} + 273$$

$$t' \text{ (°F)} = 9/5 \times t \text{ (°C)} + 32$$



63.The regular upward and downward movements of non-converging and non-diverging air masses belong to ( ).

- ☒ A convection
- ☐ B systematic vertical movement
- ☐ C atmospheric fluctuation

**对流**是指大气中一团空气在热力或动力作用下的强烈而比较有规则的升降运动。对流是所有垂直运动中速度最大的，具有水平范围小和持续时间短的特点。

大范围空气有规则的升降运动称为**系统性垂直运动**。系统性垂直运动一般产生于大范围空气的水平气流辐合、辐散区，以及冷、暖空气交锋区，暖空气被抬升也可产生系统性上升运动。

大气在重力作用下产生的波动，叫**重力波**。

In the three-cell circulation in the northern hemisphere, the range of middle latitude circulation is 30N to 60N.

1、积状云的形成积状云常形成在对流运动中，积状云就形成于**对流高度高于凝结高度两高度之间**。

cumuliform clouds form between condensation height and convective height (which is higher than condensation height)

2、层状云的形成在水汽充沛的条件下，系统性垂直运动中能形成范围广阔的层状云。

Systematic vertical motion can form a wide range of stratiform cloud

3、波状云的形成波状云常形成于大气波动或乱流中。

Wave/ undulatus/billow clouds often form in atmospheric fluctuations or turbulence

In most cases, when undulatus clouds appear, the atmosphere is relatively stable and the weather is less changeable

与波状云有关的天气:大多数波状云出现时，**大气比较稳定，天气少变**。但有时波状云也出现在系统性上升运动中，是系统性层状云系的先导，如果波状云不断加厚，高度降低，向蔽光层积云演变，天气将转坏。

云层的**厚度**至少 4000ft 以上，会产生降水。

57.The higher of temperature, the better of visibility, because

- ☒ A the convection is stronger when in high temperature
- ☐ B the relative humidity is smaller when in high temperature
- ☐ C the dew point is higher when in high temperature

【更主要的是大气稳定性第一性，对流影响】

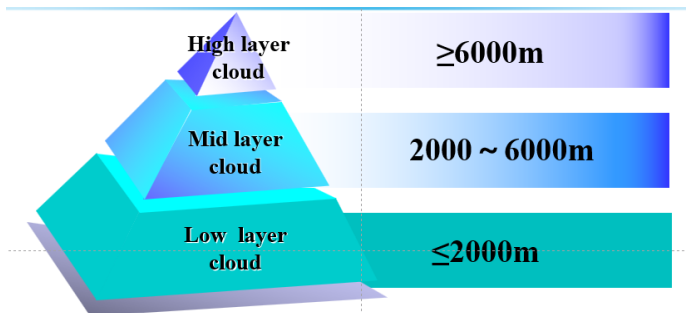
温度高，对流作用加强，能见度较好。

降水的分类：

一、从形态上分为:固态降水和液态降水。

二、按性质分类为:连续性降水、间歇性降水和阵性降水。**连续性降水一般是层状云产生，间歇性降水一般是波状云产生，阵性降水一般是积状云产生。**

三、按强度划分为:小(轻)、中常、大(浓、强)。



37. Advection is said to be ( )

- ☒ A temperature change due to change in pressure
- ☐ B the horizontal movement of air
- ☐ C the movement of air up down a mountain slope

参考答案： A

题目详解：温度平流指的是：由于冷暖空气的水平运动（压力不同导致）而引起的某些地区增暖或变冷的现象。

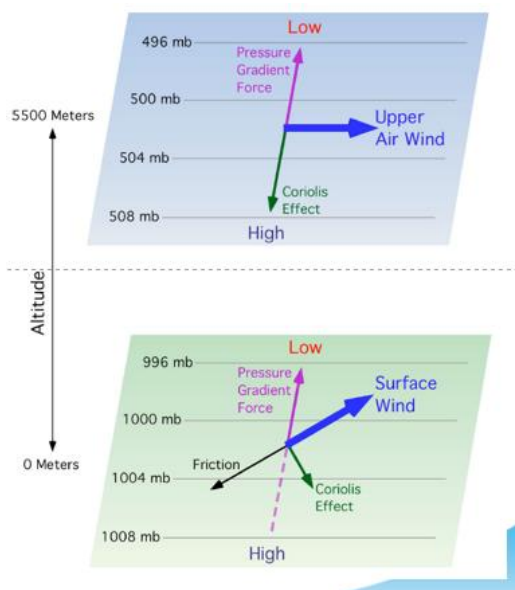
空气的水平运动是风

沿着山坡下降运动是垂直运动

[题目应该改成 thermal advection. 只是 Advection 就是他 horizontal movement of air]

### Coriolis force 科氏力 GEOSTROPHIC FORCE (GF)

地转偏向力也称科氏力，风速越大，地转偏向力越大；纬度越高，地转偏向力越大；在赤道附近，地转偏向力为零。



52. At night, how does the wind speed of the lower friction layer differ from that of the day?

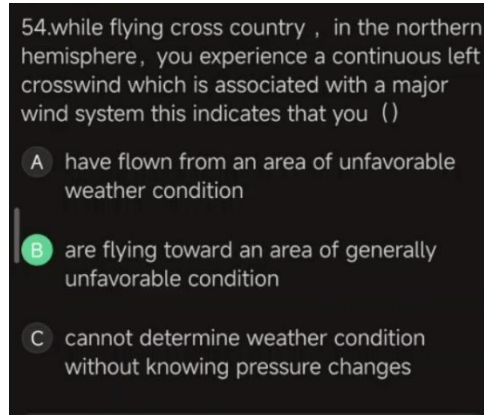
- ☐ A Increasing
- ☒ B Decreasing
- ☐ C No changes

摩擦层中风的日变化：由于摩擦层中上、下层风向风速不一致，白天当上、下层空气混合强烈时，

其相互影响就大，上、下层风有趋于一致的趋势，即近地面白天风速增大，风向向右偏转，上层风的变化则相反。

夜晚当空气混合作用减弱时，上、下层风就显示出较大差异，下层风速减小，风向左转，上层风速增大，风向右偏。

风向与等压线的交角，陆地大于海洋。海面上的风速大于陆地。原因是陆地表面不均匀，对风的摩擦力较大。摩擦力越大风向与等压线夹角越大。海洋表面比较均匀，对风的摩擦力较小。



(LAW: 高空管制区>6000ft 不含)

1 knot = 1.852 km/h

1 mps = 1.944 knot ( $\approx$  2knot)

1 mps = 3.6 km/h

Round Down

RVR: 50-(25)-400-(50)-800-(100)-1500

When RVR is above max reportable value of the system(ICA0 standard 2000), use “ABV”:ABV2000 R03/ABV2000U (U;D;N)

Mist(BR) 1-5km Fog(FG)<1km

陆地上，最常见的是辐射雾。海上则不同，海上经常出现的雾是平流雾，也就是人们常说的海雾，其次是蒸发雾和混合雾。湿空气流到冷的下垫面被冷却后形成的雾，叫平流雾。随着风速的增大而增强，当风速增大到 15 节以上时，平流雾被抬升形成低层云。

Advection fog deepens as wind speed increases up to about 15 knots.

Sand(<5km) BL SA(1-5km) SS(<1km)

DR SN; BL SN(height>2m)

## TC

classification of tropical cyclone	the maximum wind on the ground near the center	the grades of wind
<b>Super strong typhoon (Super TY)</b>	$\geq 51.0\text{m/s}$	<b>16 grade or above</b>
<b>Strong typhoon (STY)</b>	$41.5 \sim 50.9\text{m/s}$	<b>14~15grade</b>
<b>Typhoon (TY)</b>	$32.7 \sim 41.4\text{m/s}$	<b>12~13grade</b>
<b>Severe tropical storm (STS)</b>	$24.5 \sim 32.6\text{m/s}$	<b>10~11grade</b>
<b>Tropical storm (TS)</b>	$17.2 \sim 24.4\text{m/s}$	<b>8~9grade</b>
<b>Tropical depression (TD)</b>	$10.8 \sim 17.1\text{m/s}$	<b>6~7grade</b>

The maximum wind speed at the center of a tropical storm **TS** is **17.2 to 24.4** meters per second  
TS tropical storm is upgraded to a hurricane or typhoon **TY**: sustained winds of **65 knots or more**,  
**12-13 grades**

全球热带气旋 TC 主要产生在 8 个海区, 其中以北太平洋西部 **Western North Pacific** 最多, 北太平洋西部的台风主要集中在三个海区: 菲律宾以东洋面、关岛附近洋面和南海中部。

The weather in "typhoon eye" is No clouds, high air temperature

**Western North Pacific TY** 北太平洋西部台风在源地生成后, 其移动路径大致可分为三条:

- 1.西移路径。**台风从菲律宾以东一直向偏西方向移动, 经南海在**华南沿海、海南岛和越南**一带登陆。它对我国**华南沿海地区**影响较大。
- 2.西北路径。**台风以菲律宾以东向西北偏西方向移动, 在**我国台湾、福建一带**登陆; 或从菲律宾以东向西北方向移动, 穿过琉球群岛, 在江浙一带登陆, 消失在我国。它对我国**华东地区**影响最大。
- 3.转向路径。**台风从菲律宾以东向西北方向移动, 到达我国东部海面或在我国沿海地区登陆, 然后向东北方向移去, 路径呈抛物线状。它对我国**东部沿海地区及日本**影响很大。

在 TY 低压中心, 对流层上部的空气开始下沉, 由于绝热增温, 台风"眼"中无云且空气温度较高。

The best conditions for forming a tropical storm are:

water surface temperature is higher than **27°C** and the latitude is greater than **10°**。

Formation of typhoon eye is an important symbol of typhoon maturity.

The two necessary conditions for the formation of a tropical storm are temperature and humidity

**Near(not in)** the "central eye" of the typhoon, there are frequent cumulonimbus clouds

季风的形成原因

1、海陆热力差异形成的季由于海陆热力差异而形成的季风。夏季，大陆上气压比海洋上低，气压梯度由海洋指向大陆，由海洋流向大陆;冬季相反，大陆上气压比海洋上气压高，气压梯度从大陆指向海洋，由流向海洋。

2、行星风带的移动形成的季风

行星风带的分布很有规律，其位置随季节有明显的移动，因此在两个行星风带相接的地区，便会发生显著的风的季节性改变现象。

我国介于世界上最大的大洋与最大的大陆之间，是季风最活跃地区。冬季偏北风来自中高纬度的内陆。空气寒冷而干燥。In winter, the weather affected by northwest monsoon becomes cold and dry in the most of China.

What is shear line?

Within certain area, there is only change of wind direction, no obvious temperature difference, which is called shear line

在槽线的两侧有明显的温度差异和风向的转变。如果在某一地区范围内，只有风的转变，没有明显的温度差异，这就叫"切变线"。

.What's in common with trough line and shear line?

Flying through trough line and shear line both can cause aircraft turbulence.

横穿槽线飞行，会遇到槽线附近和槽线的阴雨天气，和明显的风向风速的变化，即在北半球，先遇到左侧风，过槽线后转为右侧风，而且槽区由于气流切变常有乱流，使飞机发生颠簸。在切变线影响下，常出现阴雨天气。切变线带来的云雨和不稳定天气，对飞行有很大的影响。横穿切变线飞行遇到的天气与槽线相似，除阴雨天气外，也会遇到风向风速的变化和飞机颠簸。

Anticyclones which have effects on China

are Mongolian cold high and West Pacific subtropical high

蒙古高压属于半永久性高压，是因为海陆热力性质差异形成于蒙古西伯利亚一带的冷高压。1月份前后达到最强，势力强盛可影响整个欧亚大陆，成为北半球覆盖面积最广的高压。西太平洋副热带高压对我国天气、气候有重要影响，特别是它西部的高压脊。

## 冰

0 ~ -15 clear ice 大水滴, 无气泡

-10°C to -30°C rime ice 小水滴, 有气泡

飞行中形成结构积冰需要满足两个条件:

第一, 飞机必须飞过可见水汽环境, 例如雨滴或云滴;

第二, 水汽接触温度  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  的飞机表面。

cold soaked 水蒸气直接凝华成霜, “发生在飞行中”, 却不算是结构性积冰

霜是由冰晶组成, 是空气中的相对湿度到达 100%时, 水分从空气中析出的现象。霜点(水汽凝华成霜的温度)低于冰点, 因此只有近地表的温度低于摄氏零度时, 才会结霜。所以聚集层的温度低于周围空气的露点, 且露点温度低于冰点可形成霜。

**T 聚集层 < T 露点 < 0°C**

气温与露点温度的差值可以判断空气饱和的程度, 气温与露点温度差值越小, 空气饱和度越高, 当气温与露点温度相同时, 空气中水汽达到饱和, 说明空气越潮湿, 空气中的相对湿度越大, 越有利于积冰的形成。

The type of aircraft icing is related to the **size of supercooled water droplets** and **temperature of supercooled water droplets**

The different types of icing encountered inflight are Clear ice, rime ice or mixed ice

clear ice 0C~-10C.

mixed ice -5C~-15C

一、云中过冷水含量和水滴的大小云中过冷水滴含量越大, 积冰强度也越大。在其他条件相同时, 水滴越大积冰强度越强。二、飞行速度

低速飞行, 速度越大, 单位时间内碰到机体上的过冷水滴越多, 积冰强度就越大。高速飞行,

飞机动力增温，往往不发生结冰。三、机体积冰部位的曲率半径机体曲率半径小的地方，与过冷水滴相碰的机会多，故结冰也强。

SLD(过冷大水滴)，判断 SLD(过冷大水滴)条件的指示：

- 1 在机翼的上部或者下部、除冰带工作区域的后部可能可以看到结冰。2 不受加温保护的螺旋桨桨毂结冰的后限表示结冰超出正常限制范围，通常也表示结冰区会延伸回到桨叶上。3 侧窗没有加热的部分可能开始积聚分散的颗粒状的冰晶，或者形成透明或不透明的冰层覆盖整个窗户。
- 4 如果在机身通常不易被结冰覆盖的区域看见像手指或羽毛一般的结冰，说明结冰的覆盖范围非常广。

通常飞机结冰形成于温度低于 0C 的云中，但云中温度越低，过冷水滴越少，所以在温度低于-20C 的云中飞机结冰的次数是很少的。

**MOD Icing: Ice velocity 0.6~1 mm per min; thickness 5~15 cm**

Intensity	Light	Moderate	Strong
Icing velocity	≤0.6mm/min	0.6~ 1.0mm/min	≥1.0mm/min
Thickness	≤5.0cm	5.0~ 15.0cm	≥15.0cm

Average containing water: Ns<low level wave cloud (St Sc) < Cumuliform

云类 Cold type	层云 St	层积云 Sc	雨层云 Ns	淡积云 Cu	浓积云 TCu	积雨云 Cb
云滴平均半径 Radius of droplets (μm)	6	8	10	9	24	20
平均含水量 Average containing water (g/m³)	0.25		0.14	0.40		

$$\Delta T = T_0 - T \approx \frac{V^2}{2000}$$

$T_0$  — temperature of stationary point;

$T$  — environment temperature;

$\Delta T$  — dynamic heating value of stationary point;

$V$  — air speed (m/s)

层状云(i)分层形成，覆盖广泛。形成的抬升过程常是平缓的，因此层状云很少有高含量的液态



水。在层状云中的冰层垂直厚度很少超过 900 米, 因此飞机高度改变几百米就可以脱离结冰区。  
(i)受湖泊影响的层状云是特别的, 因为层状云在湖泊上形成时可获得大量水汽使得其液态水含量可能较高。(ii)毛毛雨大小的水滴偶尔会出现在层状云中, 飞行员应当时刻注意观察以找到指示这些水滴可能存在的线索。

1.层状云积冰: 上下改变高度(云薄, 上下几百米就可以脱离)

2.冻雨 freezing rain: 爬升至暖气层

3.冻毛毛雨 freezing drizzle: 下降到暖气层/改变航向

4.低压槽 trough: 改变航向(因为低压槽宽度窄)

5.晴空颠簸 CAT: 上下改变高度(晴空颠簸厚度薄)

6.高空急流 Upper Jet: (厚度厚)

横穿: 温度升则爬升, 温度降则下降

顺逆风: 改变高度或航向

侧风: 保持原来的姿态

【注意区分 Jet 和 CAT】

冻雨, 冻毛毛雨

1)当雨水通过低于冰点的空气层时会形成冻雨, 因此, 可以通过爬升到较暖的空气层来脱离冻雨。

2)由于冻毛毛雨是在碰撞合并过程中形成的, 飞行员不应该假设飞机飞行高度以上存在一个温暖的空气层。一旦遇到冻毛毛雨, 无论是垂直或水平方向, 飞行员应尽快脱离结冰区。有三种方法脱离结冰区, 第一, 上升到一个冻毛毛雨不是很强烈的高度, 第二, 下降到较暖的空气层, 第三, 水平转弯, 脱离冻毛毛雨区域。

Ns:雨层云, 属于低云, 云中飞行平稳, 能见度恶劣;

Ci:卷云, 属于高云。云中或云上飞行时, 可能产生轻到中度颠簸;

As:高层云, 属于中云, 云中飞行平稳, 可能产生轻到中度积冰。

## 风切变

风切变是指空间两点之间风的矢量差, 即在同一高度或不同高度短距离内风向和(或)风速的变化。在空间任何高度上都有可能产生风切变。

500m 以下低空风切变

"severe wind shear": Any rapid change in wind direction or velocity which causes airspeed changes greater than 15 knots or vertical speed changes greater than 500 ft/min

76. When passing through an abrupt wind shear which involves shift from a tailwind to a headwind, what power management would normally be required to maintain a constant indicated airspeed and ILS glide slope?

- A Higher than normal power initially, followed by further increase as the wind shear is encountered, then a decrease
- B Lower than normal power initially, followed by further decrease as the wind shear is encountered, then an increase

一般容易产生较强的低空风切变的天气和环境条件有以下几种:

一、雷暴:雷暴是产生风切变的重要天气条件。

二、锋面:锋面是产生风切变最多的气象条件。

三、辐射逆温型的低空急流:当晴夜产生强辐射逆温时,在逆温层顶附近常有低空急流,高度一般为几百米。

四、地形和地物:当机场周围山脉较多或地形地物复杂时,常有由于环境条件产生的低空风切变。

锋面是产生风切变最多的气象条件。锋两侧气象要素有很大的差异,穿过锋面时,将碰到突然的风速和风向变化。一般说来,在锋两侧温差大( $5^{\circ}\text{C}$ )和(或)移动快( $55\text{km/h}$ )的锋面附近,都会产生较强的风切变。big difference of temperature ( $\geq 5^{\circ}\text{C}$ ) and pressure on both sides of frontal  
冷锋移经机场时,低空风切变随锋面一起或稍后出现。因冷锋移速较快,故此种风切变持续时间较短,但强冷锋及强冷锋后大风区内往往存在严重的低空风切变。与  
暖锋相伴随的低空风切变,由于暖锋移动较慢,它在机场上空持续时间相对较长,也可出现在距锋较远的地方。

80. Which is the characteristic of low-level wind shear as it relates to frontal activity?

- A with cold front, the most critical period is just before the front passes the airport.
- B with warm front, the most critical period is before the front passes the airport.
- C turbulence will always exist in wind-shear conditions

:雷暴是产生风切变的重要天气条件。雷暴会产生两种不同的风切变。一种是发生在雷暴单体下面,由下击暴流造成的风切变,其特点是范围小、寿命短、强度大。另一种是雷雨中的下冲气流形成强烈的冷性气流,可传到离雷暴云外  $20\text{km}$ ,有时不伴随其他可见的天气现象,不易发现,对飞行威胁较大。

inversion layer that cause windshear, ground Radiation 100-200m 秋冬

垂直风切变也会导致晴空颠簸。垂直切变每 300 米(1000 英尺)大于 5 海里/小时, 有可能发生晴空颠簸。

## 风切变改出

### 【不要低头增加速度, 允许小速度增大仰角】

在以往的训练中, 我们强调通过俯仰姿态来控制速度, 然而保持或增加俯仰姿态并允许低于正常空速是改出风切变的正确方法。由于飞机空速和升力的减小, 可能需要使用不同于寻常的杆力来抵抗飞机的俯仰趋势。一旦飞机开始偏离原垂直航迹且形成大下降率, 需要更多的时间和高度来改变垂直航迹。

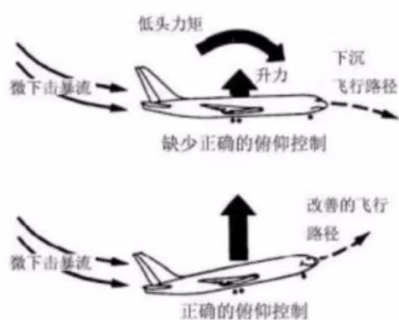


图 6.12 俯仰控制对飞行路径的影响

85.What is the recommended technique to counter the loss of airspeed and lift from wind shear?

- ☒ A avoid overstressing the aircraft pitch to airspeed and apply maximum power
- ☐ B lower the pitch attitude and regain lost airspeed
- ☐ C maintain or increase pitch attitude and accept the lower-than-normal airspeed indications

遭遇风切变时, 即使存在擦机尾风险, 飞行员可能仍需要在低于 VR 时抬轮至起飞姿态, 从而在可用跑道内离地。

113.which weather condition is an example of a non-frontal instability band?

- ☒ A Squall line
- ☐ B Frontogenesis
- ☐ C Advective fog

参考答案: A

题目详解: 飑线风暴简称飑线。它是排列成带状的多个雷暴或积雨云群组成的狭窄的强对流天气带。沿着飑线会出现雷电、暴雨、大风、冰雹和龙卷等恶劣天气, 是一种线状的中尺度对流天气系统。

## Squall (SQ)标 $\geq 18\text{m/s}$

飑是指风速突然增加至少 16 节, 速度上升到 22 节或更高, 并持续至少 1 分钟。

Squall lines is most likely to developed **ahead of a cold front**

**Downburst>18m/s** 范围比 microburst 更大 10-15min

**Microburst** 是它一种 **22m/s** 更局部, 更剧烈 **10-20min**

穿越微下击暴流时, 先遇到顶风通过微下击暴流中心后又会遇到顺风, 所以飞机将受到 2 倍风速切变。影响半径 1-2nm 之间的区域, 可能会延伸至离地 600 米(2000 英尺)高。微下击暴流的外流气流不总是对称的。

Maximum downdrafts in a microburst encounter may be as strong as **6,000 ft/min.**

To avoid the most critical icing, establish a **penetration altitude** below the freezing level or above the level of -15°C

**MTW: <30° >=10mps**

The condition most favorable to wave formation over mountainous areas are a layer

Of **stable air** at mountaintop altitude and a wind of at **least 20 knots** blowing across the ridge  
背风波形成的条件

- 1、气流越过是长山脊或山岳地带;
- 2、风向与山脊垂线的交角小于 30 度;风速在山脊高度上一般不能小于 10m/s, 且从山脊到对流层顶, 风速随高度的增加或减小保持不变;
- 3、在山的迎风面低层气层显著稳定 stable, 上层气流稳定度减小 unstable

背风波对飞行的影响

- 1、山地波中有明显的升降气流和乱流, 可给飞行造成很大的影响;
- 2、背风波中的下降气流不仅使飞机高度下降, 也使气压式高度表读数偏高【快速下降气流气压小】;
- 3、山地波波区风速很大, 还有很强乱流, 有时还有滚转气流, 会使飞机严重颠簸;乱流最强的区域处在背风波区比山顶稍低的地方。

Which type wind flows downslope becoming warmer and dry?

下坡风 Katabatic wind 是在夜间, 由于背风坡面与其附近空气之间的昼夜热力差而形成的一种地方性风。

下坡风包括焚风(暖风) Foehn wind。焚风是气流过山后沿着背风坡向下吹的热而干的风

Which will be affected by the mountain wave most severely?-- Foehn wind

## 雷暴

The necessary factor for the formation of thunderstorm are:  
an unstable lapse rate, an initial lifting force, and sufficient water vapor

雷暴按强度不同，可分为一般雷暴和强雷暴。  
根据形成雷暴的冲击力的种类，又可分为热雷暴、地形雷暴和天气系统雷暴。

Avoid severe thunderstorm by **20 miles(30km)**

The outflow caused by downdraft in a thunderstorm can occur as far away as **20-30 km** in front of the thunderstorm cloud. (So avoid by 30km should be enough)

对于强烈雷暴或者产生强烈回波的雷暴，应保证至少 30 公里(20 miles)的绕飞间距，尤其在大范围雷暴的砧状云下方。对于雷雨覆盖面积超过 60%的区域，应整体绕过。云顶高度达到或超过 10000 米(约 33,000 英尺)的雷暴是极度危险的。

消散阶段下降气流遍布云中，等温线向下凹，云体向水平方向扩，云体趋于瓦解和消散，残留的云砧或转变为 **pseudo-cirrus 伪卷云**、积云性高积云 **altocumulus cumulogenitus**、积云性层积云 **stratocumulus cumulogenitus**。

雷暴压境时，气压会快速下降。但伴随第一波阵、较冷的下冲气流以及强降雨，气压又会快速上升，直到雷暴过后气压又恢复正常。以上这个气压的变化周期可能在十五分钟内完成。

嵌入式雷暴多隐藏在其他类型的云中，飞机在云雨中飞行时，由于机载雷达在云雨中观察时雷达波衰减严重，因而不能及时发现或判断失误，造成误入雷暴云中而遭闪电击。

地形雷暴是暖湿不稳定空气在山脉迎风坡被强迫抬升而形成的雷暴。(如果是稳定空气，则形成上坡雾)

在海洋或湖泊上空形成的热雷暴多出现在夜间或黎明 dawn，白天减弱和消散。

一般雷暴的移动方向大致与对流层中平均风的风向相一致。例如，夏季在北极地区形成的雷暴将在极地东风带上从东北到西南。

一年中雷暴出现最多的季节是夏季，  
春秋季次之，  
冬季除华南少数地区外，全国极少有雷暴出现。

Which type of storms are most likely to form funnel clouds or tornadoes?

**孤立的雷暴或者飑线雷暴 Cold front or squall line thunderstorm** 都有可能产生龙卷风。可能产生龙卷风的大气环境很有可能存在剧烈的湍流。进入龙卷风涡旋区的飞机会失去控制并且遭受结构破损。由于涡旋区能够延伸到云中，无意中进入雷暴的飞机可能会遭遇到隐藏的龙卷风涡旋区。

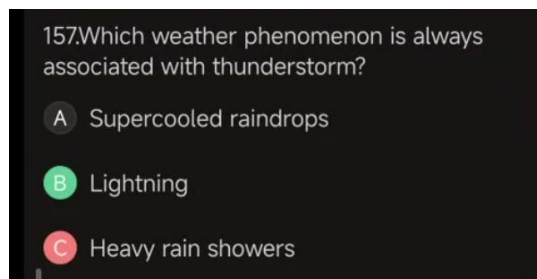
Which is correct about severe thunder storm and typhoon?

Both of them belong to mesoscale weather.

普通的雷暴单体属于小尺度系统，而大的强雷暴或局地强雷暴(如超级单体或多单体)可以属于**中尺度系统** mesoscale weather 的范围。台风属于中尺度天气系统。台风是指生成于西北太平洋和中国南海的强热带风暴，加勒比海地区称为飓风。

强雷暴的种类:强雷暴可分为多单体风暴、超级单体风暴和飑线风暴三种。

**Multi-cell storms, supercell storms, squall line storms**



一般来说，雷暴是由积雨云产生的局部风暴，并且总是伴随着雷电。

雷击有三种主要形式:直击雷，二次雷或称感应雷，球形雷。

与气团雷暴相关的降水穿过上升气流或紧挨着上升气流，下降的降水会引起摩擦阻力，阻碍上升气流，并将其逆转为下降气流。在稳态雷暴中，降水落在上升气流之外，不会使上升气流减弱。

Air mass thunderstorm downdrafts and precipitation retard and reverse the updrafts.



136.Which of the following options is the easiest to **detour**?

- A Cold front thunderstorms
- B Shear line thunderstorm
- C Thermal thunderstorms

detour 绕道

气团雷暴不规则地分布在不稳定空气中，并随着地表的局部加热开始发展，被加热的空气上升并冷却形成积雨云，随着积云阶段的继续发展，在云的较高处形成降雨并落下。随着降雨和成熟阶段的开始，雷暴开始产生下沉气流，大约一小时后，被加热的上升气流所产生的雷暴被降雨终止，热气和雷暴消散。由于下沉气流和被雨水冷却的空氣的涌出，大多数雷暴会导致冷空气阵风锋面的产生，这些阵风锋面通常会非常颠簸，并会对起飞和进近的飞机产生严重的威胁。**锋面雷暴通常与锋面、风的辐合和高空槽等天气系统相关联。**锋面雷暴会形成持续达数小时的飀线，产生强降雨或冰雹并伴随有强阵风甚至龙卷风。在雷暴内不同高度上风速和风向的改变量标志着雷暴的强弱，风向和风速的变化也导致了雷暴在垂直方向的倾斜。**这种垂直方向的倾斜会使降水区域远离上升气流热源，从而导致更长的雷暴存活期，进而使雷暴中的气流在垂直方向速度更快，在近地面产生较强下降气流，同时增大了地面风的强度。**

#### 锋面雷暴

- 1、冷锋雷是冷空气强烈冲击暖湿不稳定空气而形成的。冷锋强、锋面坡度大、移动快、暖空气不稳定、暖湿程度大时，有利于冷锋雷暴的形成。
- 2、静止锋雷是由暖湿不稳定空气沿锋面上升，或是由低层气流辐合上升而形成的。静止锋雷暴范围较广、持续时间长。
- 3、暖锋雷是在暖锋向前移动时，由暖湿不稳定空气沿暖锋上升而形成。在 850hPa 或 700hPa 上有切变线配合时，较容易产生雷暴。

**冷锋雷暴**的特点是强度大，许多个雷暴云沿锋线排列成行，组成一条宽几千米至几十千米、长几百千米的**狭长雷暴带**。在雷暴带上，各雷暴云有时互相连接，有时有空隙，但通常在整条冷锋上不会处处都出现雷暴。

雷暴从产生到消失的整个过程中，都是不断移动着的，它的移动，主要受两个因素的作用：

一是随风飘移 wind drift;

二是传播 propagation，传播是指原来雷暴的周围产生出新雷暴的现象，新雷暴发展，老雷暴消亡。

**一般雷暴**的移动主要受**随风漂移**;

**强雷暴**的移动主要受**随风漂移和传播**的共同影响。

## Air mass & Front

气团是指气象要素(主要指温度和湿度)水平分布比较均匀的大范围的空气团。covers an extensive area and has fairly uniform properties of temperature.

气团形成需要具备两个条件:一是要有大范围性质比较均匀的下垫面。二是还必须有使大范围空气能较长时间停留在均匀的下垫面上的环流条件,以使空气能有充分时间和下垫面交换热量和水汽,取得和下垫面相近的物理特性。

气团中的部分空气会离开源地移到与源地性质不同的地面,气团中的空气与新地表产生了热量与水分的交换,气团的物理性质就会逐渐发生变化,这种变化称为气团的变性。the property change of the underlying cushion

影响我国气候的主要气团是西伯利亚冷高压(变性极地大陆气团)和西太平洋副热带高压(热带海洋气团)。

**Siberian Continental cold high(in winter)**

**Tropical Maritime anticyclone(in summer).**

移经暖地表的冷气团的天气:具有不稳定的天气特征:大气不稳定,对流和乱流容易发展,多积状云,阵性降水,天气有明显的日变化,地面能见度一般较好,冬季可能形成烟幕或辐射雾。

Cold air mass moving over the warm surface in winter may form ---Radiation fog

暖气团移经较冷的地表后,使所经地区变暖,而本身则从下部开始逐渐冷却。由于冷却从低层开始,气温直减率变小,气层趋于稳定,有时会形成逆温或等温层,可引起长时间的低云幕和低能见度现象。

What is the weather characteristic of the warm air mass? Prolonged low cloud ceiling and low visibility

**frontal waves and low pressure areas: slow-moving cold front or stationary fronts**

锋面波和低压区通常来自缓慢移动的冷锋或静止的锋面。

锋面的气象要素:

- 1、温度场:锋附近区域内,在水平方向上的温度差异非常明显,锋面往往是逆温层。
- 2、锋附近风场:风在锋面两侧有明显的逆向转变,即由锋后到锋前,风向呈逆时针方向变化。

锋处于低压槽中,等压线最大曲率在锋线处,这是锋附近气压分布的基本特征。

在暖气团一侧靠近锋面时,气压缓慢降低,穿越锋面后气压迅速升高。在冷气团一侧穿过锋面时,过锋面前气压迅速降低,过锋面后气压缓慢升高。



A front line in a pressure trough

槽在单独出现时(地面没有锋面、气旋等与之对应), 往往并不强, 一般只产生一些中高云天气。比较强的低压槽常常与气旋和锋面相联系, 带来较严重的天气。

**Slow moving cold front 缓行冷锋**坡度比较平缓, 暖空气沿锋面向上爬升, 云和降水主要出现在地面锋线后, 并沿锋面分布较广, 但与其他锋面相比, 云和降水区也稍窄。当缓行冷锋与不稳定空气相遇时, 在锋线上和锋后不远处形成大量的层状云和对流云。积雨云和雨层云可能在地面锋线附近生成, 产生积冰和乱流等恶劣天气。**cloudy with drizzle, low clouds and weak turbulent current**

**With the arrival of Slow moving cold front, stratiform cloud appears in the order of Ns-As-Cs-Ci** 【注意 slow moving cold front 和 warm front 云出现顺序不同】

**Fast moving cold front 急行冷锋**多出现在夏季, 当它来临时, 往往狂风骤起, 乌云满天, 暴雨倾盆, 电闪雷鸣, 有时伴有冰雹。**thunderstorm, shower and high wind**

**准静止锋天气与暖锋类似** the weather is similar to warm front, 由于准静止锋的锋面坡度最小, 暖空气沿锋面缓慢爬升, 云层和降水区比暖锋更为宽广, 降水强度虽小, 持续时间却很长。暖锋产生的连续性降水常出现在地面锋线前雨层云中, 由于雨滴下降蒸发, 使锋下冷气团中水汽增多, 其中常有层积云、层云和碎层云出现。有时在锋后 **150~200km** 范围内形成锋面雾。

【Radiation FG **behind** the warm front】

山区或高原地区常因冷锋受到高山阻挡而停滞转变成成为静止锋。

**stationary front surface winds tend to flow parallel to the frontal zone** 地面风趋向于平行于准静止锋锋区流动。

The precipitation always happens **Head of** warm front, **behind** cold front.

Squall lines is most likely to developed ahead of a cold front

In which of the following regions does the **plum rain** weather caused by **aquasi-stationary** front occur?

**Jianghuai region**

影响我国的准静止锋主要有:华南准静止锋, 江淮准静止锋, 昆明准静止锋, 天山准静止锋。

**South China quasi-stationary front, Jianghuai quasi-stationary front, Kunming quasi-stationary front, Tianshan quasi-stationary front**

江淮地区由于冷暖气团势均力敌形成准静止锋, 在每年 6 月形成**梅雨**。

云贵高原由于昆明海拔较高, 在贵阳一带形成准静止锋, 冬季多雨。

## Upper Jet

高空急流的特征

- 1、急流一般长几千千米，有的可达万余千米，宽度为几百至千余千米，厚度为几千米。
- 2、急流中心的长轴称为急流轴，它是准水平的，大致是纬向分布。
- 3、在急流轴附近风切变很强，湍流也强。
- 4、急流轴线上风速最低值为 30m/s。

.If the wind speed of the jetstream axis is stronger than 110 knots, where has the potential for generating significant turbulence?

Near the sloping tropopause above the jetstream axis

如果急流轴的风速超过 110 海里/小时，在以下三个区域可能会出现强烈颠簸：

急流轴上方倾斜的对流层顶附近(图 5.3 一颠簸区 1) 【想象顶上不稳定而且更多】

急流轴下方的急流锋内部(图 5.3 一颠簸区 2) 【锋面内部】

急流轴低压(靠极地)一侧(图 5.4)。【想象这侧“气流分离”碰上冷气团形成颠簸】

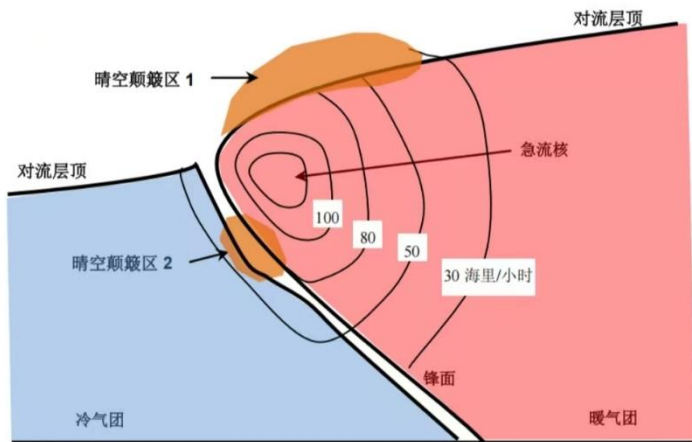


图5.3 高空急流与晴空颠簸（垂直剖面图）

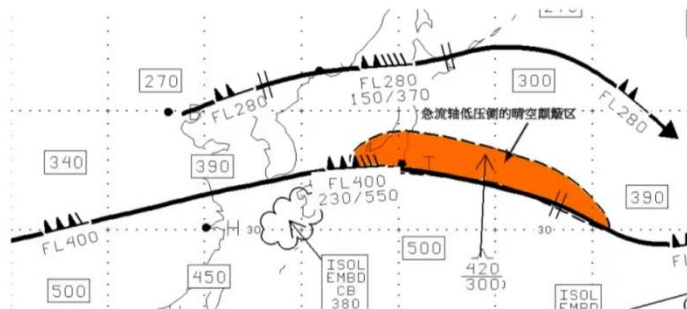


图 5.4 急流轴低压侧的晴空颠簸区

Wind speed will decrease after the airplane crossing the jet core.

横穿急流飞行，会产生很大的偏流，对领航计算和保持航向都有影响。在横穿急流时，当刚进入时，风由小突然变大，刚穿出急流时，风由大变小。

【对流层因为空气有强烈的对流运动而得名 底界是地面，上界平均低纬度 17--18km，中纬度 10--12km，高纬度 8--9km。】

The altitude of the polar front jetstream will change, and the altitude of the axis of jetstream is usually found around ( ) meters 9000

极锋急流，又称温带急流，通常与极地锋面或者是极地冷气团与热带暖气团之间的分界有关。极锋急流的高度会发生变化，但急流轴的高度通常位于 9000 米(30000 英尺)左右。

259. Subtropical jetstream is ( ) jetstream, and the altitude of the axis of subtropical jetstream is between ( ).

continuous; 10700 meters to 13000

meters

副热带急流，是连续的、环绕副热带的高空急流，它通常位于北纬 20 与 30 之间。副热带急流轴高度在 10700 米(35000 英尺)至 13000 米(45000 英尺)之间，高于极锋急流。

The clouds associated with the jet stream is in the jet axis, below the high pressure side

急流有关的云在急流轴区高压一侧的下方，且平行于急流轴而伸展，并随风迅速移动，可用于判断急流的位置和风速大小。

270. The best course of action that you can take when encountering CAT is

- A increase speed and leave the area as soon as possible
- B climb or descend**
- C diversion and leave the area as soon as possible

【注意区分晴空颠簸区和 upper jet】

颠簸层厚度一般不超过 1000 米，强颠簸层厚度只有几百米。颠簸区水平尺度多在 100km 以下，所以飞行中出现颠簸可改变高度几百米或暂时偏离航线几十千米，就可以脱离颠簸区，

垂直风切变也会导致晴空颠簸。垂直切变每 300 米(1000 英尺)大于 5 海里/小时，有可能发生晴空颠簸。

## CAT

CAT includes

1 turbulence within the cirrus clouds;

2turbulence within the lenticular clouds;  
3turbulence in the vicinity of lenticular clouds;  
Turbulence is relevant to——Ci

【应该还有 Upper Jet 引起的 CAT】

“晴空颠簸是指在对流云体外遭遇的颠簸。晴空颠簸包括卷云内部、荚状云内部或附近的颠簸，以及某些情况下雷暴附近的晴空内的颠簸。晴空颠簸不包含由雷暴、低高度逆温层、热效应或地形特征引起的颠簸。通常晴空颠簸会发生在 7000 米以上”

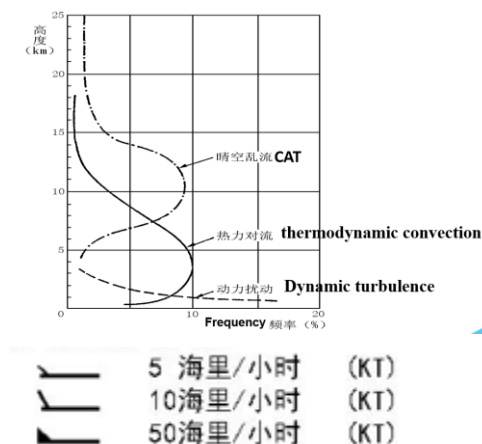
晴空湍流是指与对流无关的大气乱流，常发生于 **6000 米以上** 的高度。

当等压面图上显示相距不到 60NM 的 20knot 等风速线 isotachs 时，有较大晴空乱流水平切变的可能。这些情况常发生在急流的两侧。

If wind speed in the upper-level jet stream is more than 110 kts, CAT is likely to happen

f) 高空急流的风速超过 110 海里/小时，就可能会引起晴空颠簸，而且风速越大，引发晴空颠簸的可能性就越大。晴空颠簸并不是由风速本身引起的，而是由风切变造成大气波动或翻转产生颠簸。风可在任意方向上发生切变。为了方便起见，一般计算风切变的水平分量和垂直分量。当垂直切变每 300 米 (1000 英尺) 超过 5 海里/小时，或者水平切变每 240 公里 (150 英里) 超过 40 海里/小时，就有可能出现中度的晴空颠簸。

High altitude turbulence (normally above 15,000 feet MSL) not associated with cumuliform cloudiness should be reported as CAT.



Symbol					
m/s	calm	1	2	4	20



## Surface

6  0.8 6	053 -17	18  5 10	968 +23 8 3
-------------------	------------	-------------------	----------------------

Symbol	Total Sky Cover	Symbol	Total Sky Cover
	Sky clear		6/10
	1/10 or less than 1/10		7/10 to 8/10
	2/10 to 3/10		Breaks in overcast
	4/10		10/10
	5/10		Total sky obscuration

Symbol	Weather	Symbol	Weather	Symbol	Weather
1-5 <1	BR Light fog	↑	BL Blowing snow	●●	Continuous drizzle
≡	FG Fog	↑	DR Drifting snow	●●	Continuous rain
~	FU Smoke	●	DZ Drizzle	✱✱	Continuous snow
∞	HZ Haze	●	-RA Light rain	✱	Rain and snow
⋈	DU Dust	✱	Light snow	▽	Rain shower
1-5 <1	SA Sand	⋈	Thunderstorm	▽	Snow shower
⋈	SS Sand storm	⋈	Thunder shower	▲	冰雹

高吹雪>2m高

间歇性中雨(上下2点)

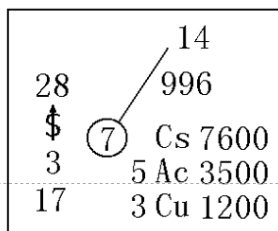
头向上就是扬沙

和中间一个点是冰丸

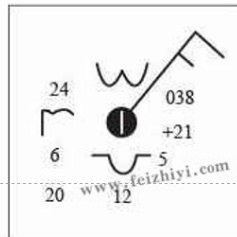
限定词		天气现象		
强度和特点	描述	降水	视程障碍	恶劣天气
- 小(轻)的 light + 强(大、浓)的 heavy (中常无须说明)moderate VC 机场附近5-10英里(不含机场) In the vicinity	MI 浅的 shallow BC 散片的 patches DR 风吹起(低) low drifting BL 风吹起 (高)blowing SH 阵性的 showers	DZ 毛毛雨 drizzle RA 雨 rain SN 雪 snow SG 米雪 Snow Grains IC 冰针 Ice crystals	BR 轻雾 mist FG 雾 fog FU 烟幕 smoke VA 火山灰 Volcanic ash DU 浮尘 dust	PO 发展完好的 沙卷或尘卷 Sand whirls SQ 飑 squall FC 漏斗云 (龙卷) Funnel cloud DS 尘暴 Dust storm
	TS 雷暴 thunderstorm FZ 过冷 却的 freezing PR 部分的 Partial	PE 冰粒 Ice pellets GR 冰雹hail GS 霰xian四声 Snow pellets	SA 扬沙 sand HZ 霾 haze	SS 沙暴 Sand storm

机场气象台对地面天气定时观测资料的报告就是日常航空天气报告 (Surface Aviation Weather Reports), 每一小时 1 次

# 机场天气实况 (国际民航组织)



# 地面气象观测资料 (国际气象组织)



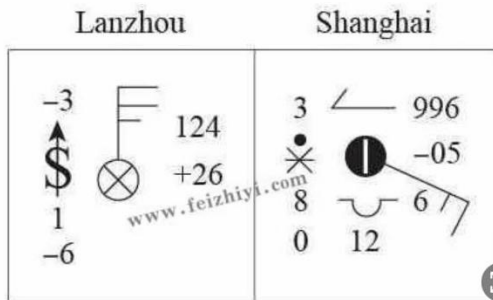
➤ 总云量	八分制	十分制
➤ 云状	英文简写	符号
➤ 风速	数字	符号
➤ 气压	场面气压 (整数)	海平面气压 (带1位小数)

3:45 5G 4G 73%

答题 背题 设置

变形题

226.(According to figure ATP5-5) At Shanghai, which weather phenomenon that influence fly be described.



- ☒ A low cloud and perhaps icing
- ☐ B strong wind with bad visibility
- ☐ C snow shower

参考答案: A

题目详解: 在上海地面天气图中可知, 有小雨夹雪或轻毛毛雨夹雪, 低云是层积云, 低云量为6。



翻译

☆ 收藏

✓ 196

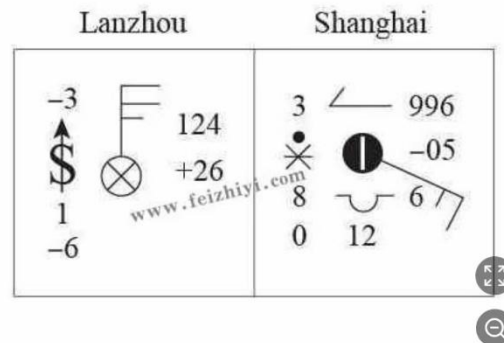
✗ 30

226/714

3:46 5G 4G 73%

答题 背题 设置

condition at Shanghai is



- ☐ A there are altocumulus , stratocumulus, the bass of the stratocumulus is 600m
- ☒ B there are altostratus, stratocumulus, the bass of the stratocumulus is 1 200m
- ☐ C there are cirrostratus , stratus , the bass of the stratus is 1 200m

参考答案: B

题目详解: 在上海地面天气图中可知, 高云状是高层云, 低云是层积云, 低云量为6, 云高为1200米。



翻译

本题考点

☆ 收藏

✓ 197

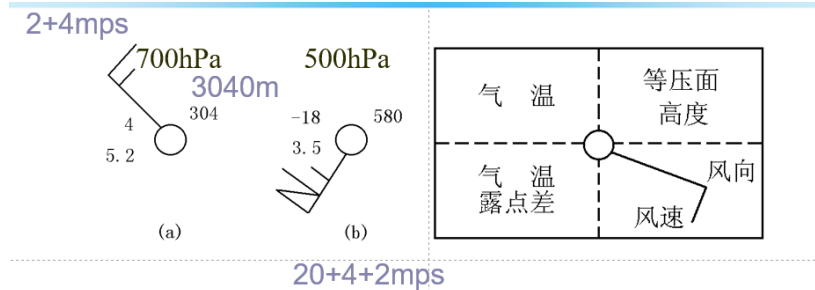
✗ 30

227/714



## Aloft

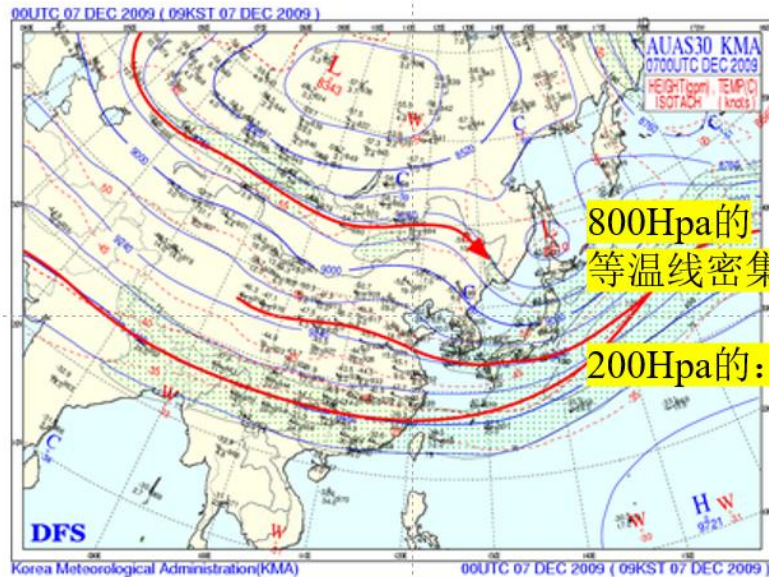
分析高空等压面图，可以了解大气压力场、风场、温度场和湿度场的空间分布及其相互联系，有助于认识天气系统的空间结构和发展演变的原因。等压面图的分析项目，一般包括各等压面的位势高度场、风场、温度场及温度露点差、槽线、切变线等。wind field, temperature field, temperature and dew-point depression, trough line



气温、风向风速与地面填图方式相同

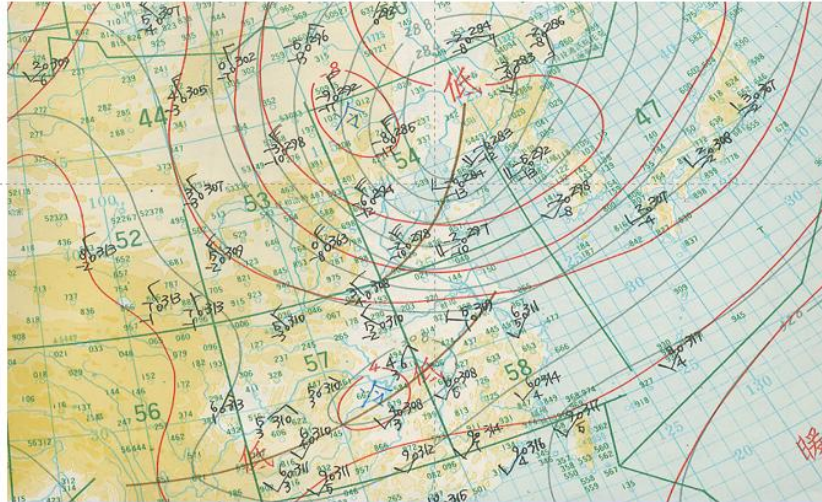
气温露点差： $\geq 6^{\circ}\text{C}$ 时取整数填写， $< 6^{\circ}\text{C}$ 时带一位小数填写

等压面高度单位为位势什米（10位势米）



高空急流出现在大气中温度梯度较大的区域。

- 1、等高线及中心(用黑色实线每隔40位势米画一条线)
- 2、等温线及中心(用红色实线每隔4°C画一条线)



- 等高线isobar的密集区为**高空急流Upper Jet**; (if like 1020hPa: Wind)
- 等温线isotherm的密集区为**高空锋区fronts**。 (虽然高度不一样但是能反应)


























气压与高度的对应关系:

- 1000 百帕平均海拔高度为地面 0 米;
- 950 百帕平均海拔高度约为 700 米;
- 850 百帕平均海拔高度约为 1500 米;
- 700 百帕平均海拔高度约为 3000 米
- 500 百帕平均海拔高度约为 5500 米;**
- 400 百帕平均海拔高度约为 7000 米;**
- 300 百帕平均海拔高度约为 9000 米;**
- 250 百帕平均海拔高度约为 10000 米;
- 200 百帕平均海拔高度约为 12000 米;**
- 150 百帕平均海拔高度约为 14000 米;
- 100 百帕平均海拔高度约为 16000 米。**

【12345 (hpa), 62975】

## Significant






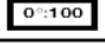








Weather phenomena

	Thunderstorms		Drizzle
	Tropical cyclone		Rain
	Severe squall line		Snow
	Moderate turbulence		Shower
	Severe turbulence		Hail
	Mountain waves		Widespread blowing snow
	Moderate aircraft icing		Severe sand or dust haze
	Severe aircraft icing		Widespread sandstorm or dust storm
	Widespread fog		Widespread haze
	Radioactive materials in the atmosphere		Widespread mist
	Volcanic eruption		Widespread smoke
	Mountain obscuration		Freezing precipitation
			Visible ash cloud

Weather system

OTHER SYMBOLS USED

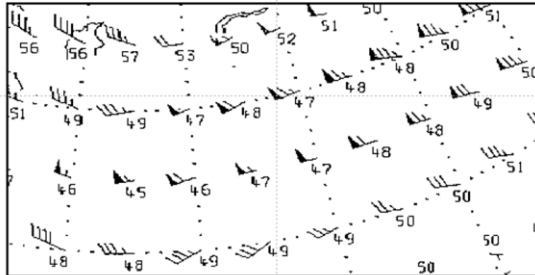
Knote

	Cold front at the surface		Position, speed and level of max. wind
	Warm front at the surface		Convergence line
	Occluded front at the surface		Freezing level
	Quasi-stationary front at the surface		Intertropical convergence zone
	Tropopause High		State of the sea
	Tropopause Low		Sea-surface temperature
	Tropopause Level		Widespread Strong surface wind *
<p>Wind arrows indicate the maximum wind in jet and the flight level at which it occurs. Significant changes (speed of 20 knots or more, 3000 ft (less if practicable) in flight level) are marked by the double bar. In the example, at the double bar the wind speed is 225 km/h - 120 kt.</p> <p>The heavy line delineating the jet axis begins/ends at the points where a wind speed of 150 km/h - 80 kt is forecast.</p> <p>* This symbol refers to widespread surface wind speeds exceeding 60 km/h (30 kt)</p>			

菱形中间有个数字：地面强风max

## High altitude air temperature forecast

### Wind and temperatures aloft forecast chart



温度-号省略，正的+

5 knots ( 9.2 km/h)	
10 knots (18.5 km/h)	
50 knots (92.5 km/h)	

pennant(三角旗) indicates 50KT.

## 预报报告

### TAF

1000 R21L/0900U

U – Upward (RVR increasing)

D – Downward (RVR decreasing)

N – No significant change

“VV”vertical visibility, VV 是云量达到 BKN 多云以上的云底高。例如：FEW005 BKN010 则 VV 为 1000ft。VV010。每 100ft 为单位。当天空被天气现象所遮蔽而模糊不清或不明时，需用此组 vertical visibility 也可以说成 **an indefinite ceiling**

TAF is the weather forecast information applied to an area within **5 miles/8km** from the center of an airport. TAF 是 Terminal Aerodrome Forecasts(终端机场天气预报)的缩写，终端机场预报是为一个机场周围 **5 法定英里半径确立**的报告。

在机场天气预报中只编报积雨云和浓积云的云状，但当积雨云和浓积云出现在同高度时，只需编报积雨云的云状。(TAF 编报方法与 METAR 报中相同)

CAVOK: VIS>10km; SKC<1500m (5000ft) ; no CB TCU; No WX

METAR 是日常航空天气报告名称

METAR 最后

= 结束

\$ 系统需要维护

VC 表示机场附近 8~16km 以内(不含机场)(5-10 英里) 【记 2 倍 TAF 半径】

航站天气预报电报预报风 电码"00000MPS"表示静风。

R36L/P2000

当跑道视程超过或小于所用观测仪器所能测得的最大值或最小值时必须加报"P"或"M", 其中"P"为超过指示码, "M"为小于指示码。

电码说明:

世界时Z时的温度是T (°C )

"T23/08Z"——08时(UTC)气温为23°C

TX12/06Z TNM02/21Z——06时(UTC)最高气温12°C, 21时(UTC)最低气温-2°C

- 仅在有协议的地区, 才需要编报TAF有效时段内的最高温度与最低温度。(最高温度的指示码 TX, 最低温度的指示码 TN)
- 注: 当温度低于0 摄氏度时, 温度数值前加字符M。



TURB: 晴空/云中; 不频繁/频繁; MOD/SEV

ICING: -/云中/降水; -/MOD/+

6 2 140 6; FL140 6000ft



## SIGMET AIRMET

AIRMET <A100 & SFC

SIGMET 所有高度层都有

◆ YUCC SIGMET3 VALID 251600Z/252200Z YUDO  
AMSWELL FIR TC GLORIA OBS 27.1N 73.1W AT  
1600UTC FRQTS TOPS FL500 W OF 150NM CENTRE  
MOV NW 10KT NC OTLK TC CENTRE 260400 28.5N  
74.5W 261000 31.0N 76.0W=

- 第一组 服务于重要气象情报涉及的飞行情报区或管制区的空中交通服务单位的地名代码。
- 第二组 电报指示码和序号。
- 第三组 有效时间。
- 第四组 始发电报的气象监视台的地名代号。
- 第五组 重要气象情报为之发布的飞行情报区或管制区的名称。

>FIR—Flight Information Region (aircraft) 飞行情报区  
>UIR—Upper Flight Information Region 高空飞行情报

SIGMET 重要气象情报发布的是除对流之外能给飞行造成危害的天气

要素含义	简写明语
模糊的雷暴	OBSC TS
隐嵌的雷暴	EMBD TS
频繁雷暴	FRQ TS
飚线	SQL TS 标线 强烈TS
模糊并伴有冰雹的雷暴	OBSC TS GR
隐嵌并伴有冰雹的雷暴	EMBD TS GR
频繁并伴有冰雹的雷暴	FRQ TS GR
飚线伴有冰雹的雷暴	SQL TS GR
热带风暴及以上级别的热带气旋	TC 气旋名称
严重颠簸	SEV TURB
严重积冰	SEV ICE
由于冻雨引起的严重积冰	SEV ICE (FZRA)
严重的山地波	SEV MTW
强尘暴	HVY DS
强沙暴	HVY SS
火山灰	VA 火山名称
放射性云	RDOACT CLD

SIGMET 里“颠簸”只有 SEV MTW, SEV TURB (不是对流造成)

TC

有 SEV ICE (FZRA)

HVY DS/SS

VA

TS 两个都有

338.Which types of weather condition are covered in the Convective SIGMET?

**A** embedded thunderstorms, severe turbulence

**B** cumulonimbus clouds, light turbulence

**C** severe icing, surface visibility lower than 5000 meters

339.Which types of weather condition are covered in the SIGMET?

**A** strong wind, volcanic ash

**B** fog, embedded thunderstorms with hail

**C** severe mountain wave, isolated cumulonimbus

**参考答案: C**

题目详解: 重要气象情报发布的是除对流之外能给飞行造成危害的天气。其所报告的内容不包括大风、大雾。

**AIRMET** 低空气象情报应当对未包括在已发布的低空飞行区域预报中有关航路上可能影响低空飞行安全的天气现象。在 FL100 以下（在山区可达 FL150，必要时可更高）的飞行情报区内

- 大范围地面风速大于 17m/s **SFC WSPD** (加风速和单位)
- 大范围的、下降小于 5000m 的地面能见度 **SFC VIS** (加能见度和单位)
- 孤立的不带冰雹的雷暴 **ISOL TS**
- 分离的不带冰雹的雷暴 **OCNL TS**
- 孤立的带冰雹的雷暴 **ISOL TSGR**
- 分离的带冰雹的雷暴 **OCNL TSGR**
- 山地状况不明 **MT OBSC**
- 距地面小于 300m (1000 英尺) 的多云 **BKN CLD** (加云底高度和单位)
- 距地面小于 300m (1000 英尺) 的阴天 **OVC CLD** (加云底高度和单位)
- 不带雷暴的孤立积雨云 **ISOL CB**
- 不带雷暴的分离的积雨云 **OCNL CB**
- 不带雷暴的频繁积雨云 **FRQ CB**
- 孤立的浓积云 **ISOL TCU**
- 分离的浓积云 **OCNL TCU**
- 频繁的浓积云 **FRQ TCU**
- 中度积冰 (对流性云中的积冰除外) **MOD ICE**
- 中度颠簸 (对流性云中的颠簸除外) **MOD TURB**
- 中度的山地波 **MOD MTW**

**AIRMET** 有 SFC WSPD & VIS, MT OBSC, CLD/CB/TCU, MOD ICE, MOD TURB/MTW

缩写	解释	缩写	解释	缩写	解释
<b>ABV</b>	在...之上above	<b>INTST</b>	强度Intensity	<b>NC</b>	没有变化no change
<b>BTN</b>	在...之间between	<b>IC</b>	积冰icing	<b>OBS</b>	观察到observed
<b>FCST</b>	预报forecast	<b>STNR</b>	稳定stationary	<b>OTLK</b>	展望/预测outlook
<b>DEG E</b>	东经...度degree E	<b>TC</b>	热带气旋tropical cyclone	<b>RAPID</b>	快速地rapidly
<b>DEG N</b>	北纬...度degree N	<b>QUASI STNR</b>	准静止 quasi-stationary	<b>SEV</b>	强烈地severely
<b>HVY</b>	严重的heavy	<b>MOV</b>	移动moving	<b>TOP</b>	顶top
<b>INTSF</b>	正在加强Intensify	<b>MTW</b>	地形波 mountainwave	<b>WDSPR</b>	范围扩大 Width spread
<b>MOD</b>	中等强度moderate	<b>SQL</b>	飇线squall line	<b>WKN</b>	正在减弱weaken
<b>OBSC</b>	模糊的obscured	<b>APRX</b>	大约Approximate	<b>LTD</b>	范围、限制 limited

329 Which change took place at Wichita Falls (KSPS) between 1757 and 1820 UTC? METAR KSPS 131757Z 09014KT 6SM -RA SCT025 OVC090 24/22 A3005. SPECI KSPS 131820Z 01025KT 3SM +RA FC OVC015 22/21 A3000.

A Atmospheric pressure increased.

**B A funnel cloud was observed.**

C The rain became lighter.

参考答案: B

题目详解: "FC"表示漏斗云, "-"表示小(轻)的, "+"表示强(大、浓)的, RA表示雨。A3005表示修正海平面气压为30.05英寸汞柱, A3000表示修正海平面气压为30.00英寸汞柱。可知, 在17点57分至18点20分之间, 可以观测到漏斗云, 小雨转变为大雨, 大气压力减小。

FC: funnel cloud

A3005: 30.05inHg

## OFOR

### 4 567 温风 颠冰云

**ROFOR电码格式**

**考: 4567 温风 颠冰云**      **第一段:**

◆ ROFOR (YYGGgZ)	G <sub>1</sub> G <sub>1</sub> G <sub>2</sub> G <sub>2</sub>	KMH或KT	CCCC
◆ 航路预报 发报日时分	起止时间	风速单位	起点站

◆ (QLaLaLoLo)	CCCC	0i <sub>2</sub> ZZZ	(VVVV)	(W <sub>1</sub> W <sub>1</sub> W <sub>1</sub> )
◆ 附加点	终点站	航段指示	能见度	天气现象

Q象限, Lo2位省略了第一位

◆ NsNsNshshshs	7h <sub>1</sub> h <sub>1</sub> h <sub>1</sub> h <sub>1</sub> h <sub>1</sub> h <sub>1</sub>	(6lchihihitL)	(5Bh <sub>B</sub> h <sub>B</sub> h <sub>B</sub> t <sub>L</sub> )
◆ 云量和云高	云顶和0℃层高度	飞机积冰	飞机颠簸

◆ (4hxhxhT <sub>n</sub> T <sub>n</sub>	d <sub>n</sub> d <sub>n</sub> f <sub>n</sub> f <sub>n</sub> f <sub>n</sub> )	(2h' <sub>p</sub> h' <sub>p</sub> T <sub>p</sub> T <sub>p</sub> )	
◆ 某高度气温	风向风速	对流层顶高度和气温	(用不多) 2位高

2位风向, 3位风速

◆ ROFOR 0010 KMH ZBAA 23518 ZSSS 01235 SCT030(CB) 7300210 BKN230 7240/// 541208 420001 18090 03ZSSS SCT026 7050220 96062 BKN050 7200/// 418005 21060 =



## 4. 云组和7字组

- “7h<sub>t</sub>h<sub>t</sub>h<sub>t</sub>h<sub>t</sub>h<sub>f</sub>h<sub>f</sub>”表示云顶和0°C层高度
- ✓ 7为云顶高度指示码，对每一层云，必须成对地使用云组和7字组
- ✓ 航线上的云高采用海拔高度
- ✓ “7h<sub>t</sub>h<sub>t</sub>h<sub>t</sub>///”，表示0°C层高度同前
- ✓ “7///h<sub>f</sub>h<sub>f</sub>h<sub>f</sub>”，表示云顶高度不详

0° ///同前  
云顶///表不知道

SCT050 7200120 FEW100 7230///  
BKN030 7210100 OVC110 7///120

◆ ROFOR 0010 KMH ZBAA 23518 ZSSS 01235 SCT030(CB)  
7300210 BKN230 7240/// 541208 420001 18090 03ZSSS  
SCT026 7050220 96062 BKN050 7200/// 418005 21060 =

◆ (注：航线上的云高是云底离平均海平面的高度)

## 5. 气温和风

□ 4h<sub>x</sub>h<sub>x</sub>h<sub>x</sub>h<sub>x</sub>T<sub>h</sub>T<sub>h</sub> d<sub>h</sub>d<sub>h</sub>f<sub>h</sub>f<sub>h</sub>f<sub>h</sub>f<sub>h</sub>

- “4”为指示码
- 风向 = 电码 × 10度
- 风速: km/h

“415002 18050”  
“4230M09 30110”

◆ ROFOR 0010 KMH ZBAA 23518 ZSSS 01235 SCT030(CB)  
7300210 BKN230 7240/// 541208 420001 18090 03ZSSS  
SCT026 7050220 96062 BKN050 7200/// 418005 21060 =

## WS WRNG

风切变警告(Wing Shear Warnings)是机场气象台观测到或预期将出现风切变时发布的一种简明气象情报。

356.(Refer to figure ATP5-2) In the telegram (3), which weather phenomenon that influence fly be described.

1. ZUUU SIGMETS VALID 220800/221400 ZULS—  
ZULS FIR SEV MTW EMBD TS GR FCST FL300 N OF  
35 DEG N =  
2. ZSSS AIRMET6 VALID 110600/111200 ZSNJ—  
ZSNJ FIR OVC CLD 500M OBS AT 0810 32 DEG N  
118 DEG E MOD ICE AT FL100 WKN =  
3. WS WRNG SURFACE WIND 270/20KMH WIND AT  
60M 300/50KMH IN APCH =

- A the surface wind is heavier than the wind at heights of 60m above runway level
- B there are wind shears from place of 60 meters of end of the runway
- C there are wind speed and wind direction shears between the surface and the height of 60 meters**

What information from the control tower is indicated by the following transmission? "SOUTH BOUNDARY WIND ONE SIX ZERO AT TWO FIVE, WEST BOUNDARY WIND TWO FOUR ZERO AT THREE FIVE" ——there is a possibility of wind shear over or near the airport

遭遇风切变时，可能只有 5 至 15 秒识别反应时间，因此尽早识别风切变至关重要。高效的机组配合及恰当的提醒是及时识别风切变的关键。

So far, low level wind shear detecting equipment used by airports mainly include

1. Low Level wind shear alert system (LLWAS);
2. Sound Wave Detection and Ranging (SODA);
3. Terminal Doppler Weather Radar (TDWR)

飞行员报告通常称为飞机报告，这是一种极有价值的信息来源，它们提供了**结冰区域，飞机颠簸和风速**的详细报告，其他飞机可以参考；同时，它也可用于对气象台的观测和预报进行修正。飞行员报告分为：例行报告，特殊报告，爬升和进近中的报告，特殊要求的报告。

Icing Area, Turbulence, wind speed

云底高

机场 / 运行 / 进近 / VFR / METAR / TAF → AGL

天气系统 / 天气图 / 大尺度分析 → AMSL

The clouds formed during the upward movement of convective currents are called cumuliform clouds, which include four types: Cumulus, Towering cumulus, Cumulonimbus, Fractocumulus 淡积云、浓积云、积雨云和碎积云

ribbon 丝带，绸带

Inversion: frontal, Subsidence, radiation

ground-or surface-based temperature inversion [radiation inversion]: terrestrial radiation on a clear, relatively calm night

**Systematic vertical movement** refers to the large-scale, sustained upward or downward motion of air over a wide area, usually associated with synoptic-scale pressure systems rather than local effects.

**Typical examples**

- **Ascent (rising air)**
  - In low-pressure systems↓
  - Ahead of warm fronts↓
  - In convergence zones  
→ Leads to cloud formation, widespread precipitation↓
- **Subsidence (sinking air)**
  - In high-pressure systems↓
  - Behind cold fronts↓
  - Under anticyclones  
→ Leads to stable air, poor vertical cloud development, haze

Type	Scale	Cause
Systematic vertical movement	Large-scale	Pressure systems, frontal lifting
Convective movement	Local	Surface heating
Mechanical movement	Local	Terrain / obstacles

Atmospheric waves are oscillatory motions of air caused by a disturbance and maintained by restoring forces such as gravity, inertia, Coriolis force and atmospheric stratification.

大气波动是地球大气在重力、惯性力、科里奥利力或层结等因素作用下所发生的各种振荡

波动类型	主导力	空间尺度	航空关联
重力波	重力 + 稳定层结	中尺度	山岳波、CAT
惯性波	惯性 + 科氏力	大尺度	高空风振荡
惯性-重力波	重力 + 科氏力	中/大尺度	急流附近
罗斯贝波	科氏力变化	行星尺度	天气系统
声波	压力	小尺度	

乱流涡旋是由大气中气流切变引起的。造成气流切变的原因主要有热力和动力两种，分别形成热力乱流和动力乱流。Thermal and dynamic turbulent air flow.

Dynamic turbulence

Clear-air turbulence

Thermal turbulence

What kind of weather can the southwest vortex bring about? ——When the southwest vortex stays, it produces cloudy and rainy day, and sometimes even thunderstorm.

西南低涡的天气

(1)低涡在原地时,可产生阴雨天气;低涡移出时，95.5%有降水，雨区主要分布在低涡的中心区和低涡移向的右前方。

(2) 低涡天气有日变化，一般夜间或清晨比白天坏些。

(3)西南涡发展东移时，雨区也扩大东移，降水强度增加，同时引起地面锋面气旋的发生发展，大风、低云、恶劣能见度等也随之出现。

Thermal low is a warm cyclone that appears in the near-surface layer

热低压是出现在近地层的暖性气旋，它是浅薄的不大移动的气压系统，一般到三、四千米高度上就不明显了。热低压中的天气，因条件不同而有差别:当空气很干燥时，一般是晴热少云天气，例如出现在我国西北，特别是塔里木盆地的热低压就是这样;当水汽较充沛，并有冷锋或空中低槽移近时，由于上升运动增强，也可产生云雨天气。

## 卫星云图

气象卫星

polar-orbit meteorological satellite 太阳同步极轨卫星(风云-1、3号).隔12小时可获得一份全球

的气象资料。

synchronous meteorological satellite 地球同步卫星(风云-2\4 号) 对某一地区进行连续观测, 能清楚地看到天气系统和云系的连续演变过程。

## 可见光云图

云的结构型式, 范围大小, 边界形状, 色调, 暗影, 纹理

structural style, range, shape, tone, shadow and texture

云图识别——细胞状云系 celluliform cloud system

Non-Occlusive 未闭合的细胞状云系, 是指每个细胞中心部分是晴空少云区, 而在边缘是云区, 细胞形状表现为指环形或“U”字形。这类细胞状云系主要是由浓积云 Cu 或积雨云 Cb 组成。(因为云旁边一定有下降气流)

Occlusive 闭合的细胞状云系, 每个细胞中心是云区, 而在细胞的边缘上却是无云或者少云区。这类细胞状云系主要是由层积云 St 组成。

## 气象雷达

### 一、气象雷达的定义

气象雷达, 或称气象监视雷达 (WSR), 是用来探测大气中的降水类型(雨、雪、冰雹等)、分布、移动和演变, 并可对其未来分布和强度作出预测的一种雷达设备。

### 二、气象雷达的分类

cloud detection radar

weather radar

meteorology Doppler radar

airborne meteorological radar

#### 1、测云雷达

是用来探测未形成降水的云层高度、厚度以及云内物理特性的雷达。

#### 2、天气雷达

利用雨滴、云状滴、冰晶、雪花等对电磁波的散射作用来探测大气中的降水或云中水滴的浓度、分布、移动和演变, 了解天气系统的结构和特征。探测台风、局部地区强风暴、冰雹、暴雨和强对流云体等, 并能监视天气的变化。

#### 3、气象多普勒雷达

利用多普勒效应来测量云和降水粒子相对于雷达的径向运动速度的雷达。

#### 4、机载气象雷达

机载气象雷达是供飞行人员在飞行中探测航线上的积雨云、雷暴等危险天气的雷达。

### 雷达显示

(1) 平面位置显示 (PPI——Plan Position Indicator)

(2) 距离高度显示 (RHI——Range Height Indicator)

### 层状云

平显上，层（波）状云降水回波范围较大，显绿色，呈比较均匀的片状，边缘模糊。

在高显上，层状云降水回波高度不高，顶部较平坦。

### 对流云

平显上，回波呈块状、尺度较小，内部结构密实，边缘清晰，黄色和红色的区域呈块状或点状分散在蓝色和绿色的区域中

在高显上，对流云降水回波呈柱状。发展强烈的单体回波顶常呈砧状或花菜状，高度较高。

对流云的回波在平显上呈分散、孤立的小块状，尺度很小。在高显上，初始回波顶常位于空中5km左右，呈两头尖的米粒状或上大下小的倒梨状，强回波位于回波顶附近。对流云回波发展甚快，在条件适合时，很短时间内就会出现阵雨或雷雨。

### 天气形势预报就是对天气系统的生消、移动及强度变化的预报

Weather prognostic refers to the forecast to the appearance and disappearance as well as the movement and intensity change of the weather system.

用天气图作短时和短期天气形势 Weather prognostic 预报的方法，主要有：

#### 一、外推法 extrapolation

根据最近一段时间天气系统的移动和强度变化情况，顺时外延，预报其未来的位置和强度。这种预报方法称外推法。

#### 二、物理分析法 physical analysis approach

天气系统生消、移动和强度变化都有它自身的物理原因。根据引起天气系统变化的物理因素来做天气形势预报的方法，叫物理分析法。

#### 三、统计资料法 statistic data method

统计资料法就是对大量的历史气象资料进行基本的数理统计分析，得出一些可供预报参考的规律和数据。

#### 四、模式法 modeling mode

在天气形势预报中，如果发现当时的天气形势与某种模式相似，就可参照模式后期的演变情况，预报天气形势的变化。这种方法就叫模式法或相似形势法。

民用航空气象地面观测方式分为**人工观测** manual observation 和**自动观测** automatical observation 两种。

降水观测主要包括观测降水量和降水强度（precipitation amount and intensity）。

云的观测主要包括：判定云状、估计云量、测定云高。

能见度的观测方式分为目测和器测，能见度的目测应当在观测平台或观测场参照目标物或者目标灯进行，能见度的器测使用沿跑道安装的测量设备进行观测。

主导能见度应当在观测平台或观测场以能见度观测的方法确定。

跑道视程应当采用 RVR 测量设备对距机场跑道面约 2.5 米高度上的 RVR 进行观测。

RVR 不是直接测量的气象元素，它是经大气透射仪测量后考虑大气消光系数、视觉阈值和跑道灯强度而计算的数值，也可经前向散射仪测量后计算得到。**RVR 数值的大小与跑道灯光的强度有关。**当 RVR 小于飞机起飞、着陆要求的数值时，应考虑将跑道灯光强度调大直至最强(5 级灯光)，以提高飞机运行的正常性。