

文章编号:1673-8411 (2019) 04-0033-04

# 一次高空槽过境引起的飞机颠簸系列事件分析

潘军, 谢文锋

(民航中南地区空中交通管理局气象中心, 广州 510470)

**摘要:** 利用 FNL 再分析资料和卫星云图, 对 2015 年 1 月 11 日至 12 日期间发生在中南管制区域的 20 次飞机颠簸事件进行分析, 结果表明: (1) 飞机颠簸事件是由高空槽过境引起, 槽前有非常明显的高空急流, 颠簸区域随着高空槽的东移而向东移动。 (2) 颠簸区垂直方向上主要发生在 300hPa 高度附近, 水平方向上则位于急流轴的右侧风速切变的最大区域及不同风速的交界处。 (3) 此次系列颠簸事件多数发生在盾状卷云区, 可结合卫星云图资料对颠簸区域进行识别和预报。

**关键词:** 高空槽; 急流; 飞机颠簸

**中图分类号:** P4

**文献标识码:** A

## Analysis of a series of aircraft turbulence events caused by a high trough transiting

Pan Jun, Xie Wenfeng

(Meteorological Center of Air Traffic Administration, Central South Region of Civil Aviation, Guangdong Guangzhou, 510470)

**Abstract:** Based on the FNL reanalysis data and satellite cloud images, 20 aircraft turbulence events occurred in the central south air traffic control region during 11–12 January, 2015 were analyzed. The results show that (1) the turbulence events were caused by the transiting of high-altitude trough. There was a very obvious high-altitude jet in front of the trough, and the turbulence area moved eastward with the trough moving eastward. (2) The turbulence occurred mainly near the height of 300hPa in vertical direction, in the horizontal direction, it occurred at the maximum area of wind shear on the right side of the jet axis and the junction of different wind speeds. (3) Most of the turbulence events occurred in the shield cirrus region, so satellite cloud images were useful in identifying and predicting the aircraft turbulence.

**Key words:** high-altitude trough; jet; turbulence

## 引言

飞机颠簸是飞机在空中飞行时遭遇到大气湍流扰动而产生的现象。飞机颠簸特别严重时, 飞机结构可能由于过载而遭到破坏、甚至解体, 严重危及飞行安全<sup>[1-2]</sup>。国内对晴空颠簸研究较多<sup>[3-4]</sup>, 但深度不够, 针对高空槽引起的颠簸类型研究甚少。2015 年 1 月 11 日至 12 日期间, 华南大部分地区受东移

南支槽影响, 出现了一系列飞行器空中颠簸报告事件, 民航中南地区气象中心预报室共收到 20 份关于颠簸的空中报告, 其中 9 份为严重颠簸, 3 份为中度以上颠簸, 8 份为中度颠簸。以前接到的空中报告事件比较孤立, 最多时一天只有两至三次, 但这次颠簸过程, 机组报告次数多, 颠簸强度大, 如此频繁且高强度的颠簸对飞行造成了很大的影响, 因此有必要对此次颠簸的原因进行深入研究。

收稿日期: 2019-03-22

作者简介: 潘军 (1981-), 男, 安徽利辛人, 硕士, 工程师, 从事航空气象预报工作。E-mail: 26130896@qq.com

1 资料与方法

使用 MICAPS 高空实况观测资料、云图资料及 FNL 再分析资料(空间分辨率为  $1^{\circ}\times1^{\circ}$ ,时间分辨率为 6h)对天气形势进行分析。为便于分析研究颠簸位置的变化规律及发展情况,根据发生颠簸报告的位置

时间点,把此次系列颠簸报告时间段共划分三段(表 1):11 日 06UTC 至 18UTC,包括序号 1-10 的颠簸事件报告,11 日 18UTC 至 12 日 06UTC,包括序号为 11-14 的颠簸事件,12 日 06UTC 至 18UTC,包括序号为 15-20 的颠簸事件。

表 1 2015 年 1 月 11-12 日航空器颠簸报告事件列表

序号	时间(世界时)	位置(经纬度)	高度(m)	强度
1	11 日 08 时 28 分	23.0N, 108.3E	9500	严重
2	11 日 08 时 28 分	30.10N,118.18E	9500	严重
3	11 日 11 时 25 分	30.74N,114.20E	8400	严重
4	11 日 11 时 44 分	21.6N,111.23E	6300-6900	中度
5	11 日 11 时 45 分	25.8N,115.0E	8900	中度
6	11 日 11 时 54 分	30.76N,114.22E	8100-8900	中度以上
7	11 日 11 时 55 分	21.32N,110.70E	6300-6900	中度
8	11 日 11 时 57 分	26.18N, 115.5E	8900	中度
9	11 日 13 时 34 分	28.08N,112.20E	8900	严重
10	11 日 13 时 34 分	24.40N,112.36E	不详	严重
11	11 日 23 时 09 分	21.46N,110.86E	7000	中度
12	11 日 23 时 19 分	21.32N,110.58E	7000	中度
13	12 日 00 时 51 分	23.42N,110.72E	8100	严重
14	12 日 01 时 46 分	25.78N,109.62E	9200	严重
15	12 日 07 时 58 分	28.1N,113.54E	10100	严重
16	12 日 08 时 38 分	32.34N,114.5E	8100	中度以上
17	12 日 09 时 10 分	27.5N,113.55E	9500	中度以上
18	12 日 10 时 34 分	31.00N,114.32E	8100	严重
19	12 日 11 时 13 分	22.55N,114.13E	3600-4500	中度
20	12 日 14 时 49 分	24.22N,113.42E	5700	中度

2 高空形势分析

高空槽前后风向切变较大,风速辐合较强,有明显的冷暖平流配合,槽前有明显的风速切变和温度切变,特别是有高空急流配合时,飞机穿越槽前都有

可能遇到强烈颠簸<sup>[5]</sup>。从 11 日 12UTC 的 200hPa 和 500hPa 实况环流形势来看(图 1),在中南半岛有一明显的高空槽缓慢东移,槽前西南气流较强劲,200hPa 上风速达到  $75\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  以上<sup>[6]</sup>。此时广西、湖南、广东处于槽前的西南气流中,这种形势再结合高

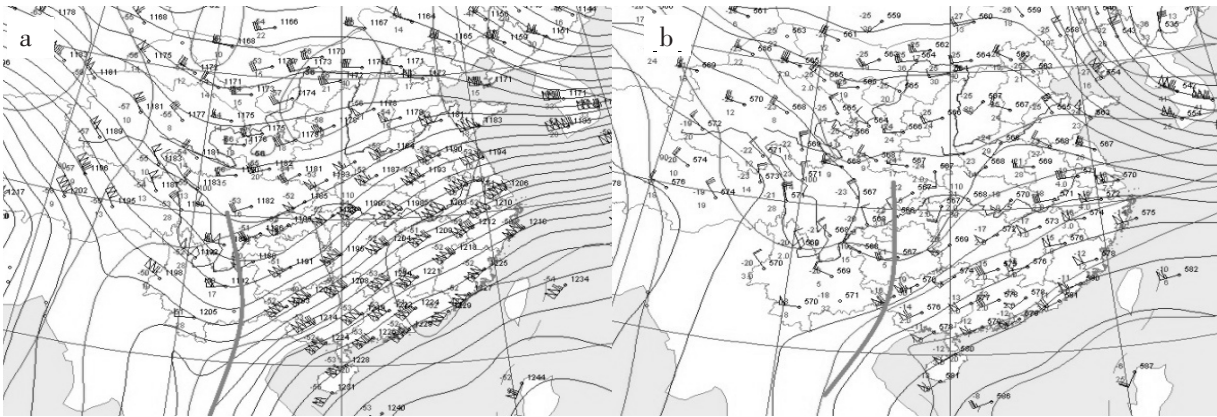


图 1 1 月 11 日 12 时(UTC)200hPa(a)和 500hPa(b)的环流形势图

空急流,在槽前较容易发生中度到严重的颠簸。

### 3 高空资料分析

#### 3.1 垂直剖面图分析

沿  $28^{\circ}\text{N}$  作风场的垂直剖面图(图 2a),发现大于  $70\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  的风速区域大概分布在  $200\text{hPa}$  左右,经度分布范围在  $110^{\circ}\text{--}120^{\circ}\text{E}$  之间。沿  $115^{\circ}\text{E}$  作风场的垂直剖面图(图 2b),大于  $70\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  的风速区域纬度

范围在  $27^{\circ}\text{--}33^{\circ}\text{N}$  之间,高度也位于  $200\text{hPa}$  左右,说明高空急流是非常明显的,而且急流的高度在  $200\text{hPa}$  最显著,主要分布在  $110\text{--}120^{\circ}\text{E}$ 、 $27\text{--}33^{\circ}\text{N}$  区域之间。如果定义  $70\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  以上为急流区,结合颠簸报告进一步分析急流移动变化趋势和颠簸发生的位置及变化规律, $200\text{hPa}$  急流轴的位置大概在江南至华南北部一带、 $107^{\circ}\text{E}$  以东,呈西南东北走向,如图 3a 所示,急流区范围比较大。

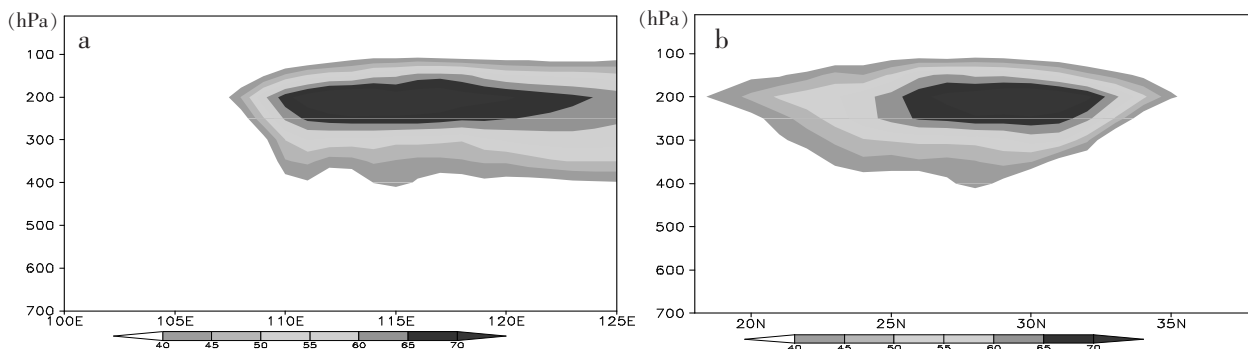


图2 1月11日12时(UTC)风速沿  $28^{\circ}\text{N}$  的东西剖面图(a)和沿  $115^{\circ}\text{E}$  的南北剖面图(b)

#### 3.2 颠簸区域分析

由于此次发生的颠簸事件报告均发生在高度  $300\text{hPa}$ (约  $9200\text{m}$ )附近,因此研究  $300\text{hPa}$  风场的变化情况,能更好地分析出颠簸的发生规律。从分析颠簸事件角度看, $300\text{hPa}$  的风速变化更加明显,更适合分析颠簸的分布及变化情况,从中发现颠簸位置的变化趋势及其最大可能发生的位置<sup>[7]</sup>。

为便于研究颠簸发生的规律及变化趋势,分别取这三个时间段的中间时间 11 日 12UTC、12 日

00UTC 和 12 日 12UTC 的 FNL 资料做  $300\text{hPa}$  风场分析。在 11 日 06UTC 至 18UTC 期间,共发生 10 次颠簸报告事件,从  $300\text{hPa}$  的风速图中可以看到(图 3b),颠簸发生的位置全部位于不同风速区域的交界处,即风速切变的最大值处,说明颠簸容易发生在风速切变的区域,而不是在风速的最大值区域。对比图 3a 急流轴的位置也可以发现,颠簸多数是发生在急流轴的右侧。

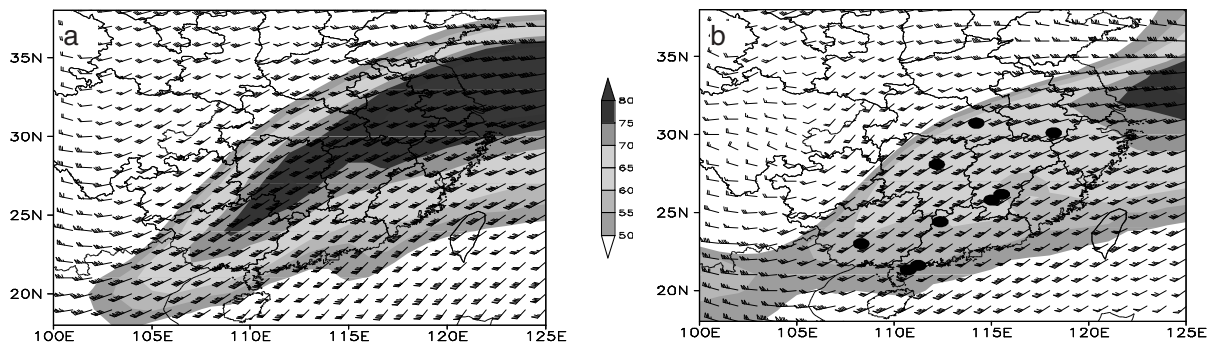


图3 1月11日12时(UTC) $200\text{hPa}$ (a)和  $300\text{hPa}$ (b)的风场(黑色圆点表示颠簸发生的位置)

从 11 日 18UTC 至 12 日 06UTC 发生的 4 次颠簸报告来看(图略),和前一时间段一样,有 3 次是发生在不同风速值的交界处,即风速切变大值区域。12 日 06UTC 至 18UTC 期间的 6 次颠簸报告,其中有 4

次发生在风速切变大值区域。

综上所述,颠簸最容易发生的区域是高空风速的最大切变区,而不是最大的风速区域。另外,从三个时间段的颠簸报告区域分析,有逐渐东移的趋势,



这是因为随着南支槽的东移,急流区逐渐东移,颠簸发生的区域也随之东移。

## 4 云图资料分析

急流周围通常存在大范围的盾状卷云和卷层云共同组成的广阔云系,因此,卫星云图上的高空急流云系以卷云为主,为宽广的盾状卷云区,主要位于急流轴的右侧,集中于急流呈反气旋弯曲的地方<sup>[8-9]</sup>。从 FY-2E 卫星云图上(图 4)可以看出,高原东侧至

华南及江南西部一带都是由盾状卷云区组成的,图 4a 的 A 区和图 4b 的 B 区有明显的卷云羽,预示着高空急流较强。随着南支槽和高空急流的东移,卷云羽由图 4c 的 C 区东移到图 4d 的 E 区,盾状卷云区也在逐渐东移,由图 4c 的 D 区东移至图 4d 的 F 区,颠簸发生的位置和盾状卷云区对应较好,由此可见,颠簸基本都是发生在盾状卷云区内,位于急流轴的右侧区域,随着南支槽的东移而东移。

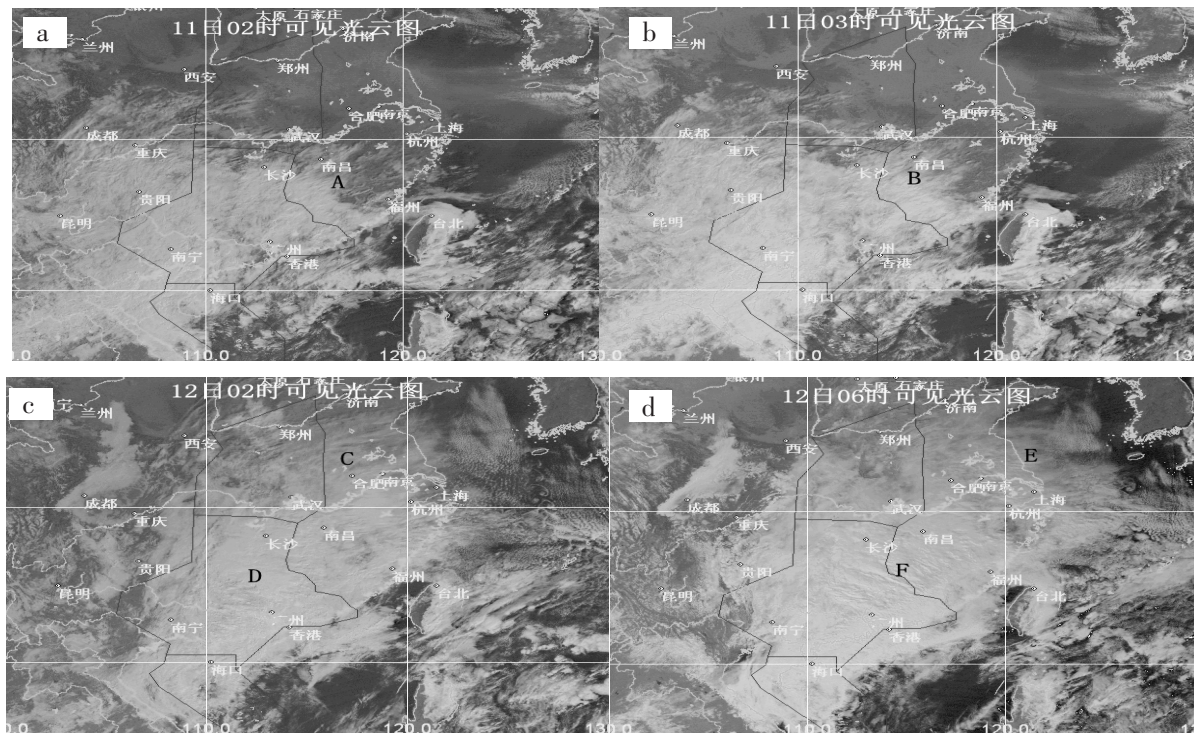


图 4 风云 2E 卫星可见光云图:(a)11 日 02 时 UTC;(b)11 日 03 时 UTC;(c)12 日 02 时 UTC;(d)12 日 06 时 UTC

## 5 结论

(1)此次一系列飞机颠簸事件是由高空槽过境引起的,槽前的高空急流非常明显,颠簸的区域有随南支槽东移而东移的趋势。

(2)颠簸发生的位置在 300hPa 附近,进一步分析发现,颠簸发生在风速切变的最大区域,并且位于高空急流轴的右侧。

(3)此次系列颠簸报告多数发生在盾状卷云区,可结合卫星云图资料对颠簸区域做出较为准确的识别和预报。

### 参考文献:

[1] 李子良,黄仪方.重力惯性波及其不稳定—急流附近飞

机颠簸产生的可能机制[J].高原气象,2008,27(4):859.

[2] 赵懋如,刘峰.2009 年飞机颠簸天气浅析[J].气象研究与应用,2010,31(S2):4-6.

[3] 李萍,胡家美,曹正.我国晴空颠簸特点及各种预报结果分析[J].气象研究与应用,2009,30(3):24-32.

[4] 刘峰,赵琳,田军,等.“2007.7.6”飞机颠簸事件数值模拟与成因分析[J].气象,2009,35(10):40-49.

[5] 吕艳彬,张更,李子良.一次较强飞行颠簸的成因分析及对策[J].四川气象,2000,20(1):26-27.

[6] 赵林,吴泽.2011 年 5 月 1-4 日天气过程分析[J].气象研究与应用,2012,33(S2):3-4.

[7] 翟菁,周后福,申红喜,等.航空气象要素预报算法和个例研究[J].气象研究与应用,2010,31(1):31-34.

[8] 陈渭民.卫星气象学[M].北京:气象出版社,2003.

[9] 江帆.介绍利用图像处理软件增强可见光云图反差的技术[J].气象研究与应用,2011,32(S2):168-169.