九黄机场风廓线仪应用初探

牟艳彬[

（民航西南空管局，成都双流，610202）

摘　　要

乱流、风切变的预报是航空气象和高原机场的一大难题，本文利用风廓线资料对九黄机场的乱流、风切变、降雪天气进行分析，发现风廓线资料能很好地反映乱流、风切变的起始时间和出现高度，为乱流、风切变的预警提供客观的依据，也对监测天气系统过境，实现天气预报的客观定量有很好的作用。风廓线仪的应用对我们来说是一个全新的领域，还有许多问题有待进一步的研究。

关键词：风廓线资料　乱流　风切变　系统过境

引言

九黄机场地处青藏高原的东部，海拔 3447.6 米，机场西北部是岷江发源地之一的湿地，跑道东靠高山，南、西、北三面为深沟峡谷，地势险要，地形复杂，天气多变，既有高原气候特征，又有明显的山地气候特点，中小尺度天气系统十分活跃，天气变化可用“短、频、快”来概括。因而九黄机场气象标准高、预报难度大，风难测、雨难报、雷电突然到、雹雪跟着跑、低云大雾互相倒。九黄机场是我国天气最为复杂的高原机场，天气变幻莫测，受大风、风切变影响特别严重，低空风切变、乱流颠簸较多，多次造成航班的返航和延误，也严重影响航空安全。因此风的识别和预报就成为九黄机场的一个主要内容。

1　九黄机场有关风的预报经验

开航近 4 年来，九黄气象人员积极探索，总结了丰富的风的预报的经验：

1.1 顺风预报

（1）当有较强冷空气或切变线影响机场，WAFS 系统 700hpa 预报 6 小时以上吹东北风，说明有较强的顺风天气，应预报较长时间的顺风；WAFS 系统 700hpa 预报 6 小时以内吹东北风，则预报短时顺风。

（2）500hpa 高空图和 WAFS 风场预报图没有明显冷空气和切变线，但 WAFS 系统 08 时 700hpa 风场预报有东北风，则应报短时顺风天气。

（3）局地雷暴引起的顺风天气，比较难把握，应根据具体情况分析，通常持续时间比较短，1 一 2 小时以内，风速较大，在 4-9 米/秒之间，由于来得突然，容易造成航班返航或延误。

（4）当机场跑道两头同时吹顺风，且风速在 5 一 9 米/秒之间，除对流性天气造成的顺风外，一般持续时间比较长，在 2 小时以上，如果北头顺风，南头风向混乱，风速在 3 一 5 米/秒之间，侧北头顺风维持时间不长，一般在 1 小时以内。

1．2　侧风预报

当 500hpa 受较强偏南气流控制，天气以多云为主时，且 WAFS 系统 500hpa 风场预报机场受偏南气流控制，700hpa 风场预报吹东南风或南风，应预报 130°侧风，同时报阵风。

1．3　乱流、风切变预报

监测发现风切变、乱流颠簸主要发生在跑道主降方向，距跑道北头 13～20km 左右、相对跑道面 1500m 以下是产生风切变的主要区域，飞机多次在此遭遇风切变。初步判断是 500hPa 较强的西北气流及地形作用下产生的，主要出现在冬季。产生的主要形势为 08 点 500HPA 九黄及其上游有 16-20M/S 以上的强西北气流和冷平流，机场范围有从西北向西南方向快速移动的云高约在 1000M 左右絮状云，一般在下午 1：00-5：00 有乱流颠簸。假如冷平流比较强，颠簸也较强。

从上述的描述可以看出，所有的经验都是定性的，在时空上均有不确定性。

2　九黄风廓线雷达和相关情况简介

2．1　九寨机场风廓线雷达简介

风廓线雷达具有时空分辨率高、连续性好、探测资料准确的特点，对监测天气变化、系统过境等具有突出优点。九寨机场 2006 年 12 月底安装了两套风廓线雷达，一套位于 02 号跑道头，另一套位于距 20 号跑道头 8 公里的山谷里，正好在乱流、风切变的易发地段附近。

20 号跑道端的风廓线雷达位于 32.6ºN，1034ºE，测站海拔高度为 3278 米。它的垂直分辨率为 100m，垂直观测范围 120-3000 米，时间分辨率为 15 分钟。它的发射频率为 915MHZ，采用 5 个波束，一个波束垂直指向天顶，另外 4 个波束分别偏向东、西、南、北，且与垂直波束成 15.5º倾斜角，通过计算每个波束的多普勒频移，获得雷达上空各个高度上的风向、风速。

2．2　相关情况说明

（1）由于 02 号跑道暂时不能起降飞机，本文所提供风廓线数据仅指 20 号跑道外 8 公里处安装的风廓线雷达。

（2）九黄风廓线雷达的探测高度是 3000M，但在 2000m 以上有大量的缺测或无效值，在 2000m 以下比较完整可靠。在下面使用的水平风廓线时序图（图 3—11，横坐标为时间，纵坐标为高度）剔除了没有使用价值的缺测值和无效值。

（3）因九黄机场风廓线仪调试原因，在 2007 年 5 月中旬以前的水平风随时间高度分布图的风向正好与实际风向差 180 度。

3　风廓线雷达资料的应用

3．1　乱流的探测应用

乱流颠簸是九黄机场引起飞机返航最多的天气现象。2007 年 1 月 23-27 日九黄机场连续几天发生了的乱流颠簸天气，造成多架航班返航备降。九黄地区 22 日 500HPA 为槽前西南气流控制，23 日 08 点转为槽后西北气流控制，之后至 27 日 20 点整个时段基本被 NW 和 NWN 气流控制；500HPA 风速 23 日 08 点在 16M/S 以上，23 日 20 点之后风速维持在 20M/S 以上，25 日风速在 24-28M/S 之间，26、27 日风速达 28M/S 以上，其间有微弱的冷平流影响，天空状况一直是少云间晴，27 日午后短时多云（天空有 5 个量的淡积云），除 24 日外，机场每日午后有地面阵风大风，没有明显的天气系统过境，根据上述第 3 条经验可初步判断有出现乱流的可能，而风廓线雷达资料（图 1--5）却清楚地呈现了乱流的起始时间和高度，为航空飞行的预警预报和航班放行提供了客观的依据。

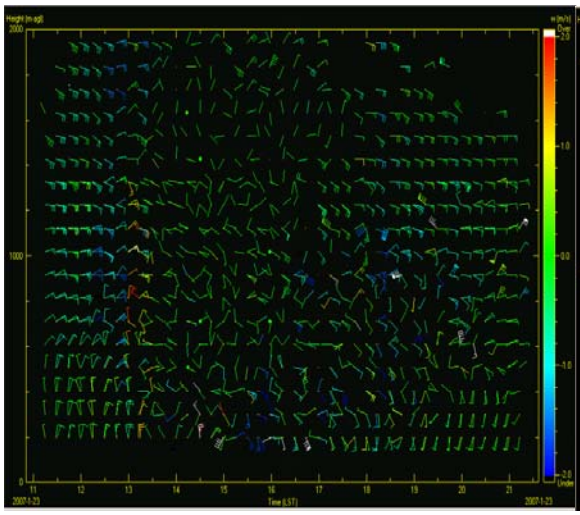

图 1　2007-1-23　乱流

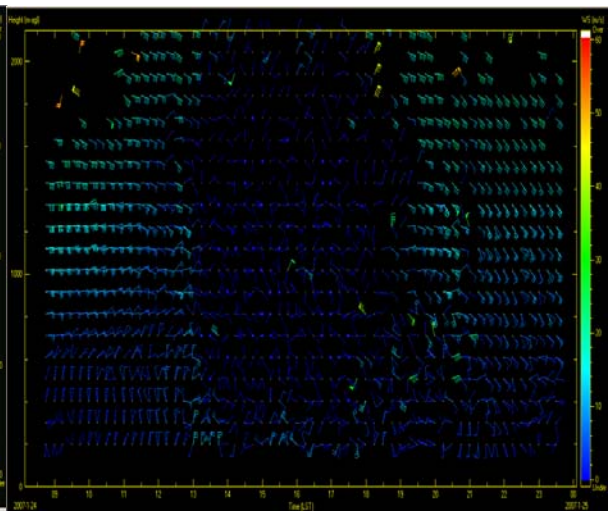

图 2　2007-1-24　乱流

（注：横坐标为时间 h，纵坐标为探测高度 m，色标为风速没 m.s^{-1}，下同）

如图 1，23 日 13 点至 20 点有明显的乱流，1100 米以上的乱流在 18 点先行结束。实况 14-15 点地面西风，风速从此前的 0-2M/S 突增至 7-8M/S，伴 15M/S 左右的阵风，风向在 220^{0}至 360^{0}之

间摆动。

如图 2，24 日 13 点到 21 点有明显的乱流，800 米以上的乱流在 19 点 30 分先行结束。实况 13-14 点地面西北偏西风，风速从此前的 1-2M/突增 6-7M/S，风向在 210^0 至 340^0 之间摆动。

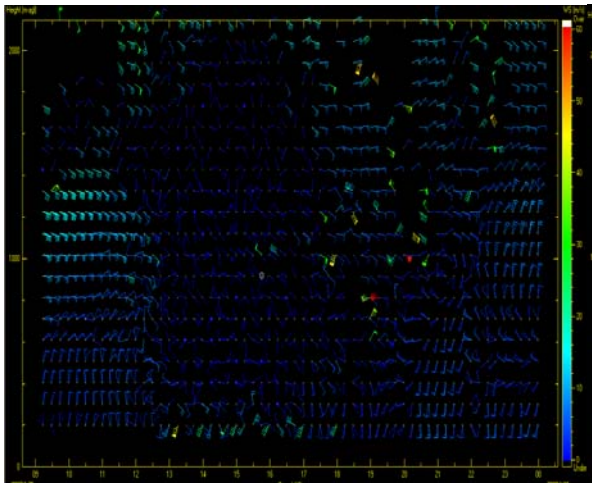

图 3　2007-1-25　乱流

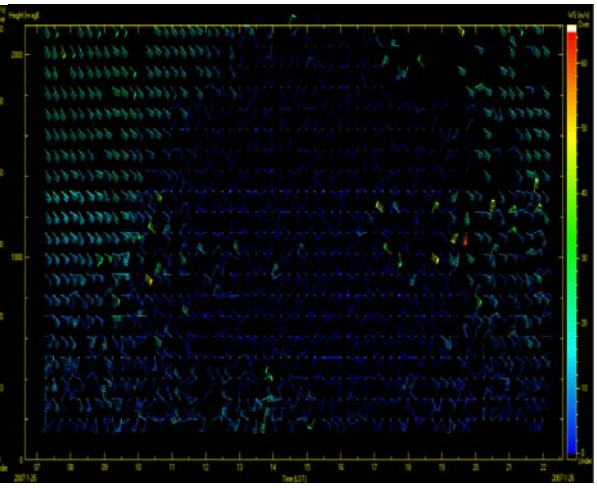

图 4　2007-1-26　乱流

如图 3，25 日 12 点至 20 点有明显的乱流，1400 米以上乱流从 12 点开始，至 18 点结束，1400 米以下从 12 点开始，差不多在 20 点半才结束。实况 13-15 点地面西北风，风速从此前的 1-3M/增大到 5-8M/S，伴 11-15M/S 的阵风，风向在 220^0 至 60^0 之间摆动。

如图 4，26 日 07 点至 22 点有乱流，800 米以下乱流从 07 点开始，至 22 点结束。800 米以上基本从 10 点开始，到 20 点结束；1600 米以上从 12 点开始，直到 20 点结束。实况 12—18 地面西北风，风速从此前的 2M/S 增大到 5-7M/S，伴 11-14M/S 阵风，风向在 190^0 至 40^0 之间变化。

27 日 09 点到 19 点有乱流，600 米以下从 09 点开始，600 米以上从 10 点开始，均在 19 点结束。实况 12-18 点地面西北风，风速从此前的 1-2M/S 突增至 5-9M/S，伴 9-16M/S 阵风，风向在 200^0 至 30^0 之间变化（图略）。

2007 年 3 月 12 日九黄机场进近区域发生了较强颠簸，导致两架飞机在 14 时左右返航，当日 08 点 500hpa 为 20-24M/S 的西北偏西气流，有较强冷平流，20 点转西南气流控制，风速减小至 16M/S。天空状况多云间阴，地面 11-18 点吹 3-7M/S 的西北偏西风，伴 9-14m/s 的阵风，风向在 190^0 至 360^0 之间变化。风廓线资料显示（图略）：10 点半-20 点有乱流，500 米以下从 1 点半开始，18 点结束，500 米以上乱流从 12 点开始，20 点结束。

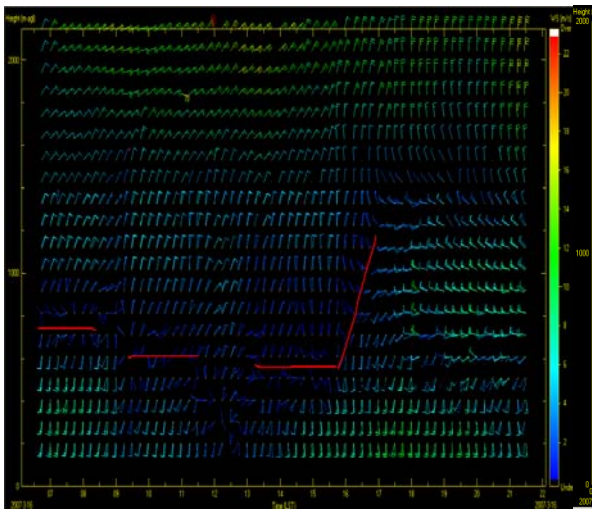

图 5　2007-3-16　风切变

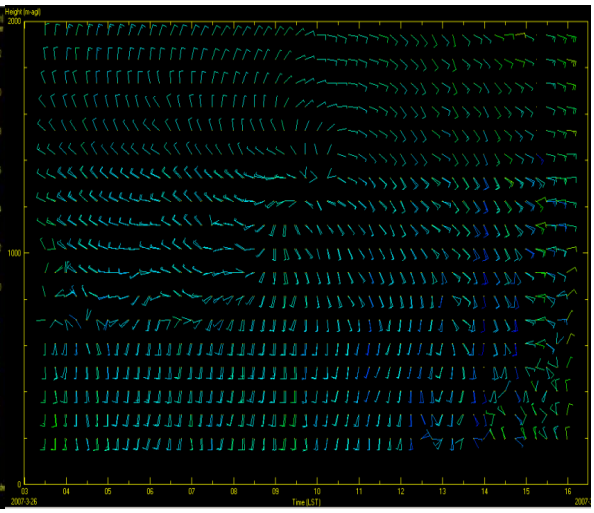

图 6　2007 年 3 月 26 日　降雪

从上述的过程和实例可以看出：500HPA 西北气流越强，对应的乱流和地面阵风持续时间则越长；500HPA 冷平流越强，对应的乱流和地面阵风持续时间也越长。而且，据统计，风廓线资料显

示的乱流发生时间与飞机实际遭遇乱流颠簸的时间相吻合，都在显示时段之内，因而，风廓线资料对乱流的预警预报有很好的指示意义。

3．2　风切变的探测应用

2007 年 3 月 16 日九黄机场位于锋后，阴有降雪（16 日 02 点-17 日 06 点）。当天 08 点 500HP 槽前西南气流控制，20 点西北气流，之间现有一槽线过境，继之两个小波动过境，图 5 清楚地反映了当天的风场情况。从图中我们可看出大约 6 点 30 分-8 点 30 分，700 米—800 米高度层；13—16 点，500-600 米的高度层；9 点半—11 点半，在 600 米高度层有水平风的垂直切变（空间切变）。16-17 点有风向在时间上的切变。安装风廓线仪后目前还没有机组遭遇风切变的记录，暂时对风廓线仪在九黄机场探测风切变的准确性还无法验证，留待以后继续研究。

2007 年 3 月 26 日九黄机场受槽线过境影响 03 时左右开始降雪，14 点 15 分左右降雪停止。没有风廓线资料以前我们只要根据经验和卫星云图上降水云带的移动来大致判断降雪的结束时间，现在我们可以从当天的风廓线资料（如图 6），看到风场有一明显的气旋式切变（实际应为反气旋式切变，原因已在本文 2.2 的第 3 条加以解释）。到 14 点，风向随高度的切变完全结束，上下转为基本一致的风向，此时降雪也基本结束。九黄机场预报人员注意到，有多次槽线过境和降水天气风廓线风场资料都有反气旋式切变出现，反气旋式切变是否与槽线过境的过程有对应关系，上下一致的风向是否意味降水停止，3 月 16 日与 3 月 26 日的降雪过程在风廓线风场资料上的反映为什么如此不同等等，由于目前资料有限，将留待以后进一步总结。

4　结论

4．1　九黄地区 500HPA 西北气流越强，对应的乱流和地面阵风持续时间则越长；500HPA 冷平流越强，对应的乱流和地面阵风持续时间也越长。

4．2　九黄机场风廓线资料显示的乱流发生时间与飞机实际遭遇乱流颠簸的时间相吻合，风廓线资料对乱流的预警预报有很好的指示意义。

4．3　风廓线仪的应用对我们来说是一个全新的领域，目前使用时间不长，资料收集有限，还有许多问题有待进一步的研究。

参考文献

91）　陈勤耕，九黄机场预报工作思路浅析，四川气象，2005，增刊，32～34