

郑丽君,马中元,黄京平,等.江西东部走廊地形对边界层风场及天气的影响[J].沙漠与绿洲气象,2022,16(3):30-37.

doi: 10.12057/j.issn.1002-0799.2022.03.005

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



# 江西东部走廊地形对边界层风场及天气的影响

郑丽君<sup>1,2</sup>,马中元<sup>1</sup>,黄京平<sup>2</sup>,卢秋芳<sup>2</sup>,洪俊<sup>2</sup>,王立志<sup>4</sup>

(1.江西省气象科学研究所,江西 南昌 330046;2.上饶市气象局,江西 上饶 334000;  
3.中国科学院大气物理研究所,北京 100029)

**摘要:**使用上饶TWP8风廓线雷达、江西WebGIS雷达拼图、地面自动站等资料,对江西东部走廊地形影响下的4类天气进行分析,结果表明:江西东部走廊峡谷效应以 $\Delta W \geq 3.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 作为阈值。强降水对风廓线雷达信号影响较大,虽然信号达到饱和形成大值区或者出现“空洞”无数据造成数据失真,但这种现象说明存在出现强天气或强对流的可能。江西东部走廊对冷空气的影响,表现为高空风比较大,随时间推移慢慢往下渗透;冷空气近地面风向有个转换过程,由偏西风转为偏东风;由于东部走廊峡谷效应,冷空气沿东部走廊风速不断加大,且维持数小时。南北走向爬线回波带进入江西后形成弓状回波结构,当移动至东部走廊风场出口处时,狭谷效应使得爬线回波带中段回波发展猛烈,造成雷暴大风和冰雹等强天气。当南侧的西南气流逐渐加强,且当高空西南急流存在动量下传,东部走廊地区的风向转为西南风时,该地区才会出现大暴雨天气。江西暴雪天气风廓线雷达特征:(1)3 km以上为偏西大风区;(2)0.9以下为偏东弱风区;(3)0.9~3.2 km为风向切变区;其中上饶风廓线雷达上空存在暖平流;风廓线上0.9~3.2 km的风切变层与850~700 hPa的逆温层关系密切。

**关键词:**东部走廊;狭谷效应;冷空气;爬线;大暴雨

**中图分类号:**P425

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-0799(2022)03-0030-08

地形对边界层风场及天气的影响明显,尤其是狭窄的走廊式地形,会加大风速和改变风向,从而影响到下游天气变化。江西东部走廊地形就是其中的一种,它改变的风场(风向风速),对江西冷空气、强对流、大暴雨和暴雪等天气的影响比较明显。因此,研究在江西东部走廊影响下各类天气的特征对预警预报有指导意义。

不少专家在地形对边界层风场影响方面进行了

收稿日期:2021-04-11;修回日期:2021-07-13

基金项目:中国科学院战略性先导科技专项(A类-XDA19040202);国家自然科学基金项目(41975001);中国气象局气象关键技术集成与应用项目(CMAGJ2013M74);中国气象科学研究院开放课题(2012LASWB01);南京雷达气象与强天气开放基金项目(BJC201205)

作者简介:郑丽君(1990—),女,工程师,主要从事天气预报业务和预报技术研究。E-mail:karenzlj0818@163.com

通信作者:马中元(1954—),男,高级工程师,主要从事天气预报和预报技术研究。E-mail:mazhongyuan1@163.com

大量研究。何立富等<sup>[1]</sup>研究得出行星边界层能量锋区的加强,触发中尺度对流系统;地形对偏东气流的抬升作用有利于暴雨的增幅。吴庆梅等<sup>[2]</sup>发现北京特殊的箕簸型地形和超大城市热力环流对北京局地暴雨落区和强度有重要影响。刘裕禄等<sup>[3]</sup>、支树林等<sup>[4]</sup>、徐明等<sup>[5]</sup>发现降水系统经过地形时,扰动加强、地形抬升导致降雨增幅甚至出现连续性强降雨,暴雨与盆地地形位置有密切关系。赵玉春等<sup>[6]</sup>、池再香等<sup>[7]</sup>发现气流在地形缓冲带的爬升和向南绕流形成的气旋性切变皆有利于对流暴雨的启动和发展;在山脉的阻挡下,特殊地形使得垂直上升运动加强、维持。沈杭锋等<sup>[8]</sup>喇叭口地形的收缩作用也加强辐合上升运动;受沿海和喇叭口地形影响形成的辐合线可以触发强对流天气。许东蓓等<sup>[9]</sup>、杨军等<sup>[10]</sup>发现局地强对流天气与复杂小地形对应地面抬升和水汽分布不均匀有关;太行山脉的地形绕流汇合为对流的发生

提供动力条件。查书瑶等<sup>[11]</sup>、樊静等<sup>[12]</sup>、谢芳等<sup>[13]</sup>、刘红霞等<sup>[14]</sup>研究冷空气大风活动特征、冷空气与下垫面关系,以及冷空气时空分布等。地形的峡谷效应对强天气尤其是飑线天气的影响十分明显,崔强等<sup>[15]</sup>、高建平等<sup>[16]</sup>、李曦等<sup>[17]</sup>、唐秀等<sup>[18]</sup>、王宏等<sup>[19]</sup>针对地形对飑线和暴雨等强天气的影响进行了分析。在暴雪方面,陈鲍发等<sup>[20]</sup>、张迎新等<sup>[21]</sup>通过江西3次暴雪天气过程和河北一次回流暴雪天气过程分析,发现峡谷效应和喇叭口地形作用下的地形辐合,加强垂直上升运动,使冷空气在山前堆积,气流难以上升,是导致降雪中心在平原而不在山坡的主要原因。刘成等<sup>[22]</sup>、王周鹤<sup>[23]</sup>、廖菲等<sup>[24]</sup>利用风廓线雷达对高空风进行观测,获得垂直风场结构,并对广东登陆的台风边界层高度进行研究。这些研究成果为指导本文研究,提供理论依据和参考。

地形千变万化,对天气的影响也各不相同。江西东部走廊地形对江西天气的影响很少有研究涉及,上饶 TWP8-L 风廓线雷达和 SA 天气雷达位于江西东部走廊之中,其位置对研究江西东部走廊地形对边界层风场及天气的影响十分有利。

本文使用上饶风廓线雷达和天气雷达、地面自动站等资料,对江西东部走廊地形对边界层风场及冷空气、飑线、暴雨和暴雪等天气的影响进行分析,试图了解江西东部走廊风场对这些天气的影响结果,为该地开展相应的预警预报和气象服务提供参考。

## 1 资料来源

资料的来源主要有:(1)地面风场资料来源于 CIMISS 数据库,地面自动站气象要素显示平台,范围包括江西及其周边 6 省市的地面观测资料;(2)垂直风场资料来源于上饶 TWP8 对流层风廓线雷达产品显示平台,上饶风廓线雷达位于江西东部走廊之中,对应东部走廊风场结构的研究十分有利;(3)雷达拼图资料来源于江西 WebGIS 雷达拼图平台,由江西 6 部 SA、2 部 SC 和周边 6 省共 16 部 SA(SB)多普勒雷达组成,10 min 间隔,提供组合反射率  $CR$  产品、反射率因子  $Z$   $1.5^\circ$  产品、风暴跟踪信息  $STI$  和雷电信息叠加等产品;江西 WebGIS 雷达拼图平台还包含地面雨量、风场等自动站数据;(4)卫星云图资料来源于手机短临预报平台(<http://wx.weather.cn>)云图显示平台,云图信息经过增强显示,以示更好地表现较弱的云系;这个平台还有雷达拼图、雷电数据等产品显示;(5)地形图来源于谷歌网络地形图。

## 2 江西东部走廊与风廓线雷达资料

### 2.1 江西东部走廊

东部走廊位于江西东部浙赣铁路沿线,鹰潭与浙江衢州接壤。东部走廊是一条狭窄的通道,北部是怀玉山脉,呈东北—西南走向,海拔 500~1 817 m;南面是武夷山脉,由北向南呈弯曲状走向,海拔多在 1 000~1 500 m,主峰黄岗山海拔高达 2 157.7 m,号称“江西屋脊”,是江西山脉最高峰。

#### 2.1.1 东部走廊峡谷效应

在东部走廊中,由于风向常保持一致,东北风或西南风,风速也常大于南北两侧山地。为体现东部走廊地形峡谷作用,有个定量指标,将东部走廊中的风速与走廊两侧山地风速进行对比,之间的差值达到一定程度,被认为东部走廊具有地形峡谷效应。由于单站风速代表性较低,选择东部走廊、北部山地和南部山地各 6 站点进行均值计算,合计 18 站(图 1):(1)东部走廊 6 站:衢州、江山、广丰、上饶市、铅山、鹰潭市。(2)北部山地 6 站:开化、婺源、德兴、乐平、万年、余干。(3)南部山地 6 站:丽水、云和、龙泉、蒲城、武夷山、光泽。



图 1 东部走廊地形与峡谷效应代表站点分布

#### 2.1.2 东部走廊峡谷效应计算

东部走廊峡谷效应风速计算分两个部分:一是东部走廊 6 站风速平均值  $W_{东}$ ;二是北部和南部 12 站风速平均值  $W_{北南}$ 。两者差值就是东部走廊峡谷效应  $\Delta W$ 。

$$\Delta W = W_{东} - W_{北南} \quad (1)$$

式中,  $W_{北南} = \left[ \frac{(W_{北} + W_{南})}{2} \right]$ , 通过计算 4 次冷空气大风过程(表 1)的  $\Delta W$  分别为: 3.55、7.35、4.10 和 4.10  $m \cdot s^{-1}$ 。东部走廊峡谷效应均  $\geq 3.5 m \cdot s^{-1}$ 。因此, 本文以  $\geq 3.5 m \cdot s^{-1}$  作为东部走廊峡谷效应的阈值,  $< 3.5 m \cdot s^{-1}$  就没有峡谷效应。

表1 江西东部、北部、南部风速/(m/s)

序号	日期	时间	区域	开化	婺源	德兴	乐平	万年	余干	6站均值 $W_{北}$
1	2017-11-18	04	北部	5.4	12.6	6	3	4.5	10.7	7.0
2	2018-01-06	08	北部	2.1	4.5	3.9	4.3	2.4	3.1	3.4
3	2018-01-13	11	北部	2.2	3.4	3.8	4.1	2.7	4	3.4
4	2018-01-30	11	北部	5.3	3.8	2.6	3.6	2.3	3.7	3.6
衢州 江山 广丰 上饶市 铅山 鹰潭										
1	2017-11-18	04	东部走廊	10.4	18.5	10.5	7.3	8.5	7.1	10.4
2	2018-01-06	08	东部走廊	10.1	11.7	10.4	6.6	9.5	14.3	10.4
3	2018-01-13	11	东部走廊	6	5.4	6.9	6.7	8.5	9.5	7.2
4	2018-01-30	11	东部走廊	8.3	10.1	8.2	5.7	8.2	5	7.6
丽水 云和 龙泉 蒲城 武夷山 光泽										
1	2017-11-18	04	南部	13.9	6.1	5.2	8.3	3.2	3.3	6.7
2	2018-01-06	08	南部	3.1	1.9	4.2	1.5	1.5	3.7	2.7
3	2018-01-13	11	南部	2.4	1.8	2.3	2.1	3.2	4.8	2.8
4	2018-01-30	11	南部	2	2.8	4	2.9	2.3	6.1	3.4

## 2.2 江西风廓线雷达

江西有3部北京敏视达风廓线雷达,宜春和景德镇为TWP3边界层风廓线雷达,上饶为TWP8对流层风廓线雷达,上饶风廓线雷达位于江西东部走廊之中。

风廓线雷达可以探测到所在地上空(垂直)连续时间的风场、速度等要素,属于“拉格朗日法”随体描述;天气雷达PPI方式可以探测到不同方位和距离的目标物,属于“欧拉法”空间描述。风廓线雷达使用一个垂直波束和具有15°夹角的4个倾斜波束组成5波束雷达探测,就像黑夜探照灯光束那样垂直照射空中,光束直径下面最小,越往上越大。以TWP3风廓线雷达为例:在100 m高度上,波束直径只有60 m;在3 000 m高度上,波束直径扩展到1.7 km。

中小尺度天气系统形成的雷达回波,如:飑线回波带、超级单体回波等回波系统,经过风廓线雷达上空时,才能被风廓线雷达探测到而生成产品。风廓线雷达探测点是固定的,回波系统尺度越大越容易被风廓线雷达探测到,往往小尺度回波系统没有经过风廓线雷达站点就会被漏掉。

根据马中元等<sup>[25]</sup>、苏俐敏等<sup>[26]</sup>对风廓线雷达资料分析,风廓线雷达的探测能力受到不同尺度天气系统的影响。强对流天气系统,由于尺度较小,只有移动到风廓线雷达附近时才能被风廓线雷达探测

到;而大暴雨等天气系统,由于尺度较大,覆盖面较广,影响风廓线雷达站点几率要大。另一个方面,当回波系统距离风廓线雷达50 km左右距离时,风廓线雷达的风场、垂直速度 $W$ 、径向速度 $V_r$ 、信噪比 $SNR$ 和大气折射指数 $C_n^2$ 等参数都具有一定程度的反映。

由此可见,风廓线雷达探测能力因不同天气系统尺度大小而产生影响。在风廓线雷达产品显示中,信号达到饱和和形成大值区或者“空洞”时,虽然数据有所失真,但往往预示着测站有可能出现强降水或强天气。

## 3 东部走廊对四类天气的影响

### 3.1 对冷空气的影响

江西东部走廊对冷空气的影响主要表现为地形狭谷作用,走廊内风向为东北风,风速增大并维持较长时间。选取4次冷空气大风过程,分别是2017年11月18日、2018年1月6日、2018年1月13日和2018年1月30日。计算东部走廊6站风速平均值,以及北部和南部12站风速平均值,从而获得江西东部走廊狭谷效应 $\Delta W$ 。

风速计算分3个部分:一是东部走廊6站风速平均值;二是北部6站风速平均值;三是南部6站风速平均值。通过东部走廊狭谷效应 $\Delta W$ 计算公式,分别得到这4次冷空气的东部走廊狭谷效应 $\Delta W$ 为:3.55、7.35、4.10、4.10  $m \cdot s^{-1}$ 。

在2017年11月18日04时之前,浙江中部的偏北大风受山地的阻挡,形成分流,西支气流通过浙赣之间东部走廊的影响,风向由偏北风或者东北偏北风转为东北风,向西南方向影响江西境内,风速在山区阻挡、分流和转向的作用下有明显的减弱。图2a为11月18日04时东部走廊风场分布图,江西北部长江河谷口和鄱阳湖盆地为大风区,浙江中部的偏北大风在东部走廊形成东风分流,直接灌入赣中平原;江西东部走廊由于峡谷效应改变冷空气大风方向和增大风速。

上饶TWP8风廓线雷达风场图上(图2b),11月17日18时—18日01时,1 000~2 000 m为低空急流(8~12 m/s的东北风)和3 000以上为高空急流(30~34 m/s的西风),中层2 000~2 400 m为过渡层。过渡层间风向杂乱,风速很小,低层与高层形成风向切变层。

18日02—14时,150~1 200 m的东北风开始加大,且大风高度逐渐上升,一直伸展到1 800 m,中

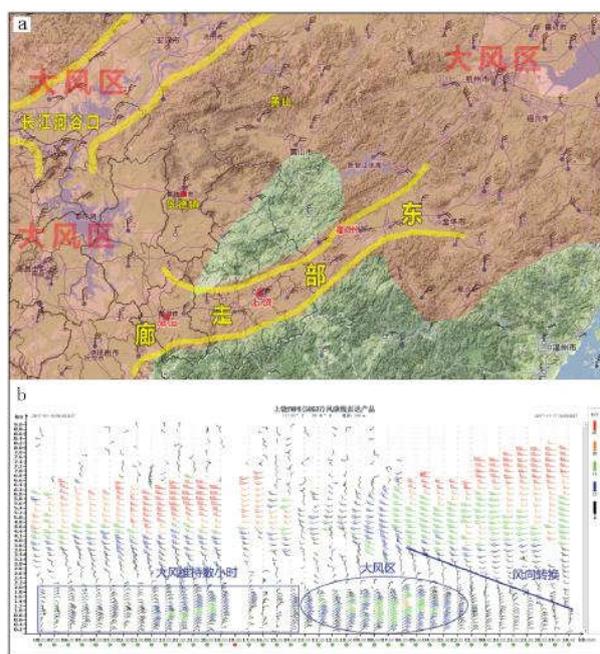


图2 2017年11月18日江西东部走廊风场和上饶TWP8风廓线雷达产品  
(a为江西东部走廊风场分布,b为17日18时—19日08时上饶TWP8风廓线雷达风场产品)

心风力增大到  $16\sim 20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;这是冷空气灌入江西东部走廊后,由于峡谷效应引起的风速增加。11月18日15时后,低层大风经历减弱、加强、再减弱并维持数小时。

在风廓线雷达产品图上,江西东部走廊的地形作用使得偏北大风转为东北风,由于峡谷效应,东部

走廊区域的大风有明显地加强且维持数小时。

### 3.2 对飊线天气的影响

江西中部(赣中)飊线常伴随着冰雹、雷暴大风和短时强降水的发生,对赣中地区影响较大。从湖南境内移进江西的南北走向的飊线,受到江西西部走廊地形影响,并进一步发展加强,形成弓状回波带。当回波带移至江西东部走廊出口处时,回波带中段会再一次发展加强、产生强天气。例如:2019年3月21日强飊线过程,东部走廊偏东风场与飊线产生的偏西大风发生辐合运动,导致飊线回波带中段回波猛烈发展加强,再次产生冰雹、雷暴大风等强天气,同时延长飊线回波带的生命史。

2019年3月21日07—08时(图3a),江西抚州以北局部和浙江衢州以东出现两个极大风速大值区,最大风速达  $28.4\text{ m/s}$ ;这两个风速大值区分别是飊线回波带中段突出的强回波和北端孤立单块强回波造成的。风场特点:(1)飊线回波带来较大范围偏西大风,鄱阳湖地区为偏北风,抚州以南为偏南风,江西其他区域为西北风。(2)江西东部走廊为东北风或偏东风,出口处在鹰潭附近。因此,两股气流在鹰潭附近形成有利于强天气发展的辐合区。

07:30(图3b),南北走向的飊线回波带,移过萍乡后,回波带中段受到江西西部走廊(沿萍乡、宜春、新余一带)地形的狭谷作用,使得回波带中段快速向前移动,从而形成弓状回波,CR回波强度达到  $60\sim 65\text{ dBZ}$ 。弓状回波带的形成,主要与江西西部走廊地形和飊线回波带前方不断新生对流单体发生合并等

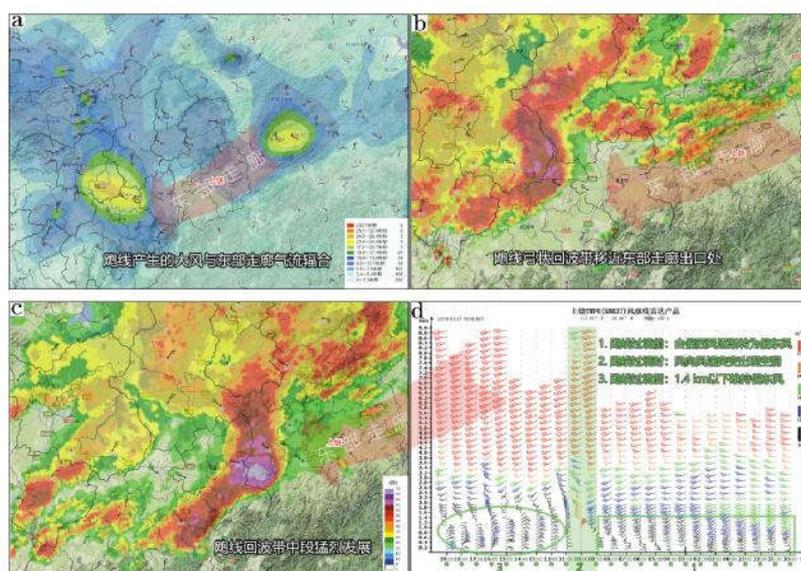


图3 2019年3月21日地面极大风速、强飊线回波带(CR)、上饶风廓线产品  
(a为07—08时地面极大风速分布,b为07:30雷达拼图,c为08:30雷达拼图, d为20—21日19时上饶风廓线雷达风场)

因素相关。08:30(图3c),当飏线回波带移至东部走廊下风方出口处(鹰潭)附近,飏线回波带产生的偏西大风与东部走廊产生的偏东气流相汇合形成辐合区,使得飏线回波带中段回波进一步发展加强,弓状回波的向前突出回波猛烈发展,中心回波强度达到70~75 dBZ,强回波面积增大,移动速度达到100~110 km/h,影响鹰潭、上饶南部地区,出现大范围雷暴大风和局地冰雹天气。

由此可见,弓状回波带猛烈发展与东部走廊风场关系密切,东部走廊出口处辐合区,使得飏线回波带中段回波发展猛烈,从而造成大范围雷暴大风和冰雹天气。

分析2019年3月21日上饶风廓线雷达风场资料,可以将此次强飏线过程垂直风场结构分为:过境前、过境时、过境后3个不同时段(图3d)。过境前:21日05时之前,风廓线雷达资料显示该地区近地面层为西南风,3.0 km以上出现20~24 m/s的大风速区;21日05时,600 m以下东部走廊风向逐渐转为偏东风,一直维持到22时。过境时:09时之前,低层为风随高度上升的顺转即为暖平流,3 000 m以上为西风向西南风逆时针旋转为冷平流,这样上冷下暖的温度场配置为对流性天气提供了良好的热力条件。东部走廊前期在低压倒槽区,为强盛的西南气流,将水汽自南向北往该地区输送。09时,近地面层风速加大,转为东北风;10时,飏线过境1 000 m以下数据模糊,出现数据“空洞”。09—10时,飏线过境时,整层风场加大,风向变化不定,这是典型飏线过境时带来的特征。过境后:11时,随着飏线的过境,对流系统的下沉气流造成低层温度降低,有冷平流,3 400 m附近为24 m/s的风速带的下界。飏线过境后,1 600 m以下东部走廊保持偏东风,一直到19时。

综上所述,在强对流天气发生时,当东部走廊受浙江境内而来的东北气流影响时,有自西南风向东北风的转变,呈东北风,且后期有东北风的长时间维持。鄱阳湖地区为偏北风,而其他地区在西南暖湿气流加强影响下,则会与东部走廊的东北风形成相对的辐合区,为强对流天气的发展加强提供动力支持,使得对流回波系统得以发展加强和维持。

### 3.3 对暴雨和大暴雨的影响

2019年,江西出现6次24 h累计大暴雨过程,其中2019年6月5—6日玉山211.2 mm大暴雨正好在东部走廊之中。针对风廓线雷达6种产品:风场、风矢量、垂直速度 $W$ 、径向速度 $V_r$ 、信噪比 $SNR$

和大气折射结构常数 $C_n^2$ 特征进行分析。

上饶风廓线雷达产品风场(图4a)上,6日00时, $\geq 12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的西南风最低高度从1 000 m开始逐小时降低,05时最低高度下降至边界层400 m,随后一直保持到13时;代表高空动量的20 m/s西风,从00时开始逐步“下传”,至10时到达最低高度600 m,随后12时地面开始出现降水,并迅速加大。15—23时,玉山开始分别出现28.2、32.7、15.9、44.6、46.8、40.1、12.2、28.4、12.7 mm连续性短时强降水。

风矢量(图4b)与风场相对应。边界层的风(600 m以下)受东北—西南向的江西东部走廊地形影响,6日00—03时均为一致的东北风或偏东风,04时开始,受高空西南气流影响,边界层西南气流加强,风向由东北风转为西南风。在东部走廊地区全部转为一致的西南气流后数小时,该地区才出现明显的降水天气。

14时,垂直速度 $W$ (图4c)和径向速度 $V_r$ (图4d)由之前的 $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 上升到 $4\sim 6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,垂直速度与径向速度相一致。信噪比 $SNR$ (图4e)为40~60 dB;大气折射结构常数 $C_n^2$ (图4f)达到 $-12 \text{ m}^{-2/3}$ 量级。

玉山暴雨对应云图上是中尺度对流系统MCS结构,在江西WebGIS雷达拼图上发展初期是带状回波结构,后期发展为其南面是较强的对流降水回波带,北面是宽广的混合型降水回波。

江西夏季,东部走廊地形条件使附近地区前期热力增温有抑制作用,从而更加利于能量在该地区积蓄,直至午后能量积蓄达到一定阈值,冲破抑制屏障,能量释放,对流性天气在该地区得到爆发,从而出现强的短时强降水以及大暴雨天气。

由此说明,受东北—西南走向地形的影响,江西东部走廊地区常年为一致的东北风或偏东风。当南侧西南气流逐渐加强,且高空西南急流存在动量下传,东部走廊地区的风向转为西南风。在东部走廊地区全部转为一致的西南气流后,该地区才会出现大暴雨天气。

### 3.4 对暴雪的影响

近8 a江西出现3次暴雪过程:2014、2016和2018年(冬季12月—次年2月),3次过程雪深都达到暴雪标准( $\geq 10 \text{ mm}/24 \text{ h}$ ),其中2018年12月30日08时—31日08时最大雪深达到20.0 cm(庐山)和20.0 cm(九江);江西东部走廊以南出现1~40 mm的降雪,尤其是抚州北部。

图5为2018年12月30日暴雪过程中,江西三部风廓线雷达(宜春、景德镇TWP3风廓线雷达,上

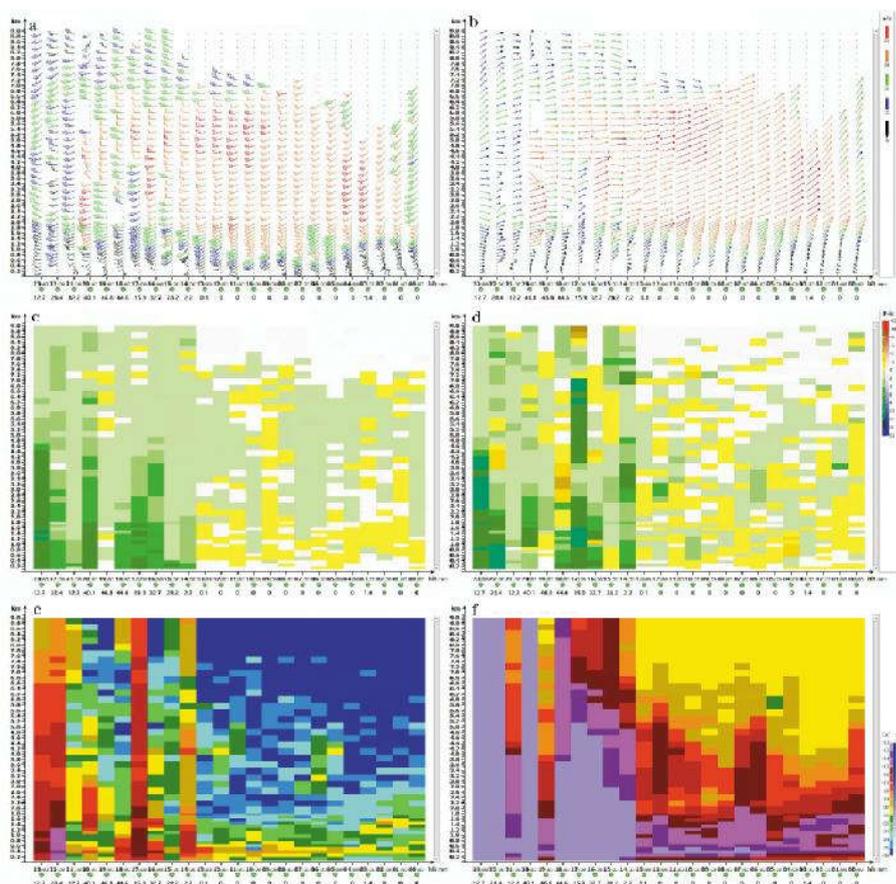


图4 2019年6月5—6日上饶TWP8风廓线雷达产品  
(a为风场,b为风矢量,c为垂直速度,d为径向速度,e为信噪比,f为折射指数)

饶TWP8风廓线雷达)的风场特征。

宜春TWP3风廓线雷达风场特征:(1)3 km以上为偏西或西南大风区;(2)1.2 km以下为弱偏东风区;(3)1.2~1.8 km为风向切变区(图5a)。宜春地区在该次天气过程中,有两次偏东风到偏北风的转换,分别是12月30日01时和31日11时,说明地面冷空气在以上两个时间段加强,且南下影响该站。

景德镇TWP3风廓线雷达风场特征:(1)3 km以上为偏西或西南大风区;(2)0.9 km以下为弱偏东风或东北风区;(3)0.9~1.8 km为风向切变区(图5b)。景德镇站点受鄱阳湖平原地形影响,自冷空气南下开始,风向均为一致偏北气流,可以从偏北风风速的大小变化判断近地面冷空气加强影响。从景德镇风廓线雷达风场中显示,12月30日03—04时有边界层风明显加强,甚至在04时加强到12 m/s以上,此时近地面冷空气的加强对景德镇附近的降雪有促进作用。

上饶TWP8风廓线雷达风场特征:(1)3 km以上为偏西风或西南大风区;(2)1.2 km以下为弱偏东风或东北风区;(3)1.2~3.2 km为风向切变区;(4)

风随高度上升顺时针旋转,存在明显垂直变化特征(图5c)。处于江西东部走廊中间的上饶站则始终处于稳定的东北气流中。从冷空气过程分析可以看出,东部走廊地区在冬季有冷空气南下的天气中,近地面始终受来自浙江的东北风控制,同时携带少量东面的暖湿气流,并不受自鄱阳湖平原而下的冷空气影响,不利于东部走廊地区产生大范围的强降雪天气。正因以上特征,江西东部走廊地区在冬季降雪天气过程中,降雪量并不如赣北北部和赣北南部的抚州地区。而江西东部走廊地区两侧山区的降雪量明显大于走廊内部地区。

江西东部走廊在冬季降雪天气过程中,由于近地面始终受来自浙江的东北风控制,同时携带少量东面的暖湿气流,不利于降雪天气,因此降雪量低于赣北北部和赣北南部的抚州地区。江西三部风廓线雷达具有3个明显特征:(1)3 km以上为偏西风或西南大风区;(2)0.9~1.2 km以下为弱偏东风或东北风区;(3)0.9~3.2 km为风向切变区。其中上饶风廓线雷达还存在风随高度上升顺时针旋转的垂直变化。

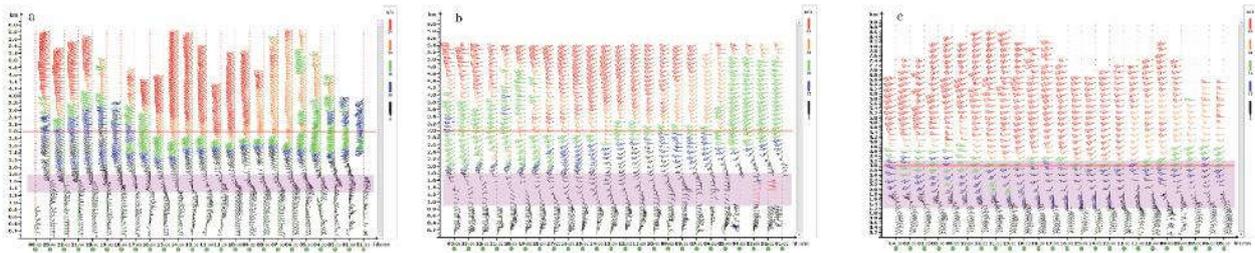


图5 2018年12月30日01时—31日00时江西3部风廓线雷达产品

(a 为宜春 TWP3 风廓线雷达风场, b 为景德镇 TWP3 风廓线雷达风场, c 为上饶 TWP8 风廓线雷达风场)

#### 4 结论

通过分析江西东部走廊地形影响下的4类天气,得到以下结论:

(1)东部走廊狭谷效应以 $\Delta W \geq 3.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 作为阈值;风廓线雷达探测能力受到不同天气系统尺度大小而产生影响。

(2)江西冷空气在风廓线图上的特征是高空风比较大,随时间推移慢慢往下传递;冷空气过境时地面风向有个转换过程,由偏西风转为偏东风;由于东部走廊地形的影响,冷空气由东向西沿狭窄地形移动过程中,风速不断加大,并形成局地低层大风区,偏北大风转为东北风,且大风减弱消失的时间有4~5 h的延迟。

(3)江西飚线弓状回波带猛烈发展与东部走廊风场关系密切,东部走廊出口处辐合区,使得飚线回波带中段回波发展猛烈,造成大范围雷暴大风和冰雹天气。

(4)受东部走廊的影响,该地区经常为一致的东北风;当南侧的西南气流逐渐加强,东部走廊地区的风向转为西南风后,该地区会出现大暴雨天气。

(5)江西暴雪风廓线雷达特征:3 km以上为偏西风大风区;0.9以下为弱偏东风区;0.9~3.2 km为风向切变区。

#### 参考文献:

[1] 何立富,许爱华,陈涛.“泰利”台风低压大暴雨过程冷空气与地形的作用[J].气象科技,2009,37(4):385-391.  
 [2] 吴庆梅,郭虎,杨波,等.地形和城市热力环流对北京地区一次 $\beta$ 中尺度暴雨的影响[J].气象,2009,35(12):58-64.  
 [3] 刘裕禄,黄勇.黄山山脉地形对暴雨降水增幅条件研究[J].高原气象,2013,32(2):608-615.  
 [4] 支树林,陈娟,包慧濛.一次副热带高压边缘上大暴雨的中尺度特征分析[J].气象,2015,41(10):1203-1214.  
 [5] 徐明,赵玉春,高琦,等.偏东气流诱发川西高原东侧两次对流暴雨过程的对比分析[J].气象,2015,41(12):1477-1487.

[6] 赵玉春,许小峰,崔春光.川西高原东坡地形对流暴雨的研究[J].气候与环境研究,2012,17(5):607-616.  
 [7] 池再香,邱斌,康学良,等.一次南支槽背景下地形对贵州水城南部特大暴雨的作用[J].大气科学学报,2011,34(6):708-716.  
 [8] 沈杭锋,张红蕾,高天赤,等.浙江盛夏一次强对流天气的特征及其成因分析[J].气象,2016,42(9):1105-1113.  
 [9] 许东蓓,许爱华,肖玮,等.中国西北四省区强对流天气形势配置及特殊性综合分析[J].高原气象,2015,34(4):973-981.  
 [10] 杨军,张磊,李宝东,等.太行山东麓一次强对流降雹过程中的地形强迫[J].大气科学学报,2017,40(2):253-262.  
 [11] 查书瑶,陈潇潇,沈雨辰,等.2017年3月江苏省一次伴有对流激发的冷空气大风分析[J].沙漠与绿洲气象,2020,14(2):36-42.  
 [12] 樊静,张太西,江远安.1961—2016年北疆冷空气过程变化特征及其环流指数分析[J].沙漠与绿洲气象,2020,14(5):107-114.  
 [13] 谢芳,刘海涛.1971—2016年塔里木盆地冷空气过程频数变化特征[J].沙漠与绿洲气象,2018,12(6):22-31.  
 [14] 刘红霞,王飞,毛炜峰,等.1971—2015年北疆地区不同等级冷空气时空统计特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2019,13(1):70-78.  
 [15] 崔强,王春明,张云.干侵入对我国东部一次强飚线过程的作用分析[J].沙漠与绿洲气象,2016,10(2):18-24.  
 [16] 高建平,马中元,吴才明,等.2017年江西上高雷暴大风雷达回波特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2019,13(2):55-62.  
 [17] 李曦,黄敬淋,王智楷.2019年4月9日四川东北部一次飚线大风的成因分析[J].沙漠与绿洲气象,2020,14(4):52-60.  
 [18] 唐秀,支俊,李广军.塔里木盆地西北部一次飚线过程的多普勒雷达回波分析[J].沙漠与绿洲气象,2012,6(3):21-26.  
 [19] 王宏,马凤莲,王万筠.一次飚线过程的多普勒雷达资料分析[J].沙漠与绿洲气象,2009,3(3):39-43.  
 [20] 陈鲍发,马中元,谌芸,等.江西三次暴雪天气雷达回波特征分析[J].沙漠与绿洲气象,2020,14(4):35-45.

- [21] 张迎新,姚学祥,侯瑞钦,等.2009年秋季冀中南暴雪过程的地形作用分析[J].气象,2011,37(7):857-862.
- [22] 刘成,车达升,柯宗建.风廓线雷达在高空风场分析中的应用[J].沙漠与绿洲气象,2013,7(2):56-60.
- [23] 王周鹤,赵建伟,高兵.利用风廓线雷达资料分析大理机场飊线天气过程的风垂直变化特征 [J]. 沙漠与绿洲气象,2020,14(2):75-80.
- [24] 廖菲,邓华,李旭.基于风廓线雷达的广东登陆台风边界层高度特征研究[J].大气科学,2017,41(5):949-959.
- [25] 马中元,苏俐敏,湛芸,等.一次强飊线及飊前中小尺度系统特征分析[J].气象,2014,40(8):916-929.
- [26] 苏俐敏,夏文梅,马中元,等.2012年江西宜春四类短时强降水特征分析[J].气象科学,2014,34(6):700-708.

## Influence of Topography of Jiangxi Eastern Corridor on Boundary Layer Wind Field and Weather

ZHENG Lijun<sup>1,2</sup>, MA Zhongyuan<sup>1</sup>, HUANG Jingping<sup>2</sup>, LU Qiufang<sup>2</sup>, HONG Jun<sup>2</sup>, WANG Lizhi<sup>4</sup>

(1. Jiangxi Institute of Meteorological Sciences, Nanchang 330046, China;

2. Shangrao Meteorological Bureau, Shangrao 334000, China;

3. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China)

**Abstract** Based on the data of Shangrao TWP8 wind profiler radar, Jiangxi WebGIS radar mosaic and ground automatic station, this paper analyzes the four types of weather under the influence of topography in the eastern corridor of Jiangxi Province. The results show that the threshold value of valley effect  $\Delta W$  in the eastern corridor of Jiangxi Province is  $\geq 3.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Heavy rainfall has a great influence on the wind profiler radar signal. Although the signal reaches saturation to form a large value area or appears "hole" without data, resulting in data distortion, this phenomenon often indicates the emergence of heavy rainfall or strong weather. The influence of the eastern corridor of Jiangxi Province on the cold air shows that the high-altitude wind is relatively large, and slowly penetrates down over time; The wind direction of cold air near the surface has a transition process, from westerly to easterly; Due to the narrow valley effect in the eastern corridor, the wind speed of cold air along the eastern corridor is increasing, and it lasts for several hours. When it moves to the wind field exit of the eastern corridor, the narrow valley effect makes the echo in the middle part of the squall line develop violently, resulting in thunderstorm, gale, hail and other severe weather. When the southwest airflow in the south is gradually strengthened, and the momentum of the upper southwest jet is transmitted downward, the wind direction in the eastern corridor of Jiangxi Province turns to southwest wind, the rainstorm will occur in this area. The wind profile radar of Jiangxi Blizzard weather has the following characteristics: (1) the west gale area is above an altitude of 3 km; (2) The easterly weak wind area is below the altitude of 0.9-1.2 km; (3) 0.9-3.2 km is the wind shear zone; There is warm advection over Shangrao wind profiler radar; The wind shear layer between 0.9-3.2 km along the wind profile is closely related to the inversion layer between 850-700 hPa.

**Key words** eastern corridor; narrow valley effect; cold air; squall line; heavy rain