

基于热结构图分析 2009 年湖南省的高温热害天气

王 珏¹, 李清平¹, 唐 林²

(1. 河南省南阳市气象局, 河南 南阳 473000; 2. 湖南省人工影响天气办公室, 湖南 长沙 410007)

摘 要: 尝试利用欧阳首承教授提出的信息数字化方法, 对 2009 年湖南省的高温热害天气进行分析研究。结果显示: 数字化方法不仅可以揭示高温、热害天气的特殊性和预报的客观依据性, 而且具有超前 2~3 d 的预报期。具有实用性和可操作性, 值得一线预报人员使用并推广。

关键词: $V-3\theta$ 图; 滚流; 超低温; 高温; 热害天气

中图分类号: P456.7

文献标识码: A

引 言

近些年来部分省、市气象局引进欧阳首承教授提出的处理非规则或称为复杂信息的数字化处理软件, 该软件对灾害性天气的预测颇有成效。为此, 河南省南阳市气象台在欧阳教授的指导下, 组织人力开发了热结构特征第 3 期软件。用此软件对 2009 年夏季湖南高温干旱灾害, 本文进行了学习性的试分析和预测。

高温干旱天气的发生、发展、消亡或退出的预报, 特别是热害或‘热爆’天气的持续性, 恰恰是预报中的难点。欧阳首承教授在对自然灾害多年实践研究中发现, 特殊事件的发生、发展与其事件前后的特殊性复杂信息有密切关系。并出于如何运用和正确启用非规则信息, 而建立了数字化方法^[1-4]。这种数字化方法的特点是, 既保留不变信息, 也不损伤变化信息, 并针对转折性的变化, 突出捕捉变化信息。其具体方法有 2 套, 其一是热结构图, 其二为针对现代各种测试仪器的‘时序性’振荡信息的数字化, 及涉及自记记录的数字化。本工作涉及干旱天气的持续性, 故仅运用了热结构数字化方法, 习惯性简称为 $V-3\theta$ 图。

$V-3\theta$ 图的设计是一种“化数为形”的信息结构分析方法, 其基本思路来自“事件不是数量”而以结构揭示事件的特征。方法的核心在于寻找事件发生之前的非规则信息。 $V-3\theta$ 图是以利用含特性层的探空资料(特殊信息)制作的垂直方向的二维结

构相图, 以物理量 $P-T$ 为坐标, P 轴上单位为 hPa (由地面到 100 hPa), T 轴上单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。 V 是垂直方向上规定层的插值风向、风速的资料。 3θ 分别指 θ 、 θ_{sed} 和 θ^* , 它们与 P 在垂直方向上构成 $P-T$ 坐标的 3 条曲线。 θ 是位温, θ_{sed} 是以露点温度计算的假相当位温, 比凝结高度的温度计算值偏大, θ^* 是假定为饱和状态下 θ_{sed} 的计算值, 其作用在于体现大气中的水汽分布特征。上述 3 种位温为位势温度的简称, 但不能因此而理解为温度, 其实质为热量。所谓 $V-3\theta$ 图, 实质为大气垂直方向上热量分布的结构图。其原理是利用 θ 线垂直于 T 轴和滚流方向分析转折性变化, 并因垂直高度达 100 hPa 而包括了对流层的超低温和规定层、特性层资料。利用 $V-3\theta$ 图中的风向、风速、 3θ 线的结构特征、逆温、反逆温等没有损伤的丰富信息, 基本上可以把握住天气的转折性变化及暴雨、高温、强对流等灾害性天气的预报。

基于热结构图对 2009 年湖南省严重热害及干旱天气进行试分析和预报, 效果出乎所料, 不仅揭示了高温天气的特殊性结构特征, 而且具有 2~3 d 的预见期, 并显示了持续性灾害的长期积累的背景^[4]。

1 热害天气的分析及预报

2009 年湖南省出现了严重的高温、热害天气。尽管此次高温、热害天气过程分为不同时段, 间隔中也有降水出现, 但雨量偏少并不能阻挡高温、热害的

收稿日期: 2009-09-26; 改回日期: 2009-11-13

作者简介: 王珏 (1975-), 女, 河南内乡县人, 工程师, 从事短期天气预报和研究. E-mail: clhwangjue@126.com

发展和维持。

1.1 高温、热害的主要时段

6月13~22日,湖南省有16个县市先后达到轻度高温、热害标准(连续3d最高气温在35℃以上或日最高气温在37℃以上),其中张家界地区的慈利站高温、热害天气维持时间最长为7d。

7月6~24日湖南省又出现大范围、长时间的高温天气,共有94县市出现高温日,有79个县市达到高温热害标准,其中33县市为中度高温热害,12县市为重度高温热害。重度高温热害主要出现在湘中地区。7月18日,张家界地区的慈利站极端最高气温41.2℃,为湖南省2009年夏季单站极端最高气温。

8月10~29日湖南省再次出现大范围的高温天气,有94县市出现高温日,有87个县市达到高温热害标准,其中66县市为轻度高温热害,20县市为中度高温热害,1个县达重度高温热害。

1.2 高温、热害天气分析与预报

1.2.1 西—东风带转换的逆滚流特征与高温热害

6月13~22日时段为湖南高温热害天气。由

图1不难看出西北风下沉由北向南迫使大气的近地面层水汽减少,并即使追溯到2009年6月9日20时,即可看到湖南西北部临近测站已经展示了西北风的逆滚流下沉。其中湖南上游的鄂西站(图1a和图1b),北风已经下到地面和相应的 θ_{sed} 与 θ^* 线脱离并形成西风带逆滚流。湖南的长沙、郴州近地面也已呈现北风(图1c,图1d)。尽管湖南境内的地面 θ^* 还没有达到100℃,但12日20时鄂西站900hPa的 θ^* 相当于95℃或延伸至地面相当于100℃。

逆滚流进入湖南后可因气流下沉增温预测湖南的高温天气。形式上图1b只展示1d的预见期,但考虑雨后的图1a的逆滚流形成,则相当于2~3d的预见期。第一线预报员都清楚探空资料不同于地面站记录,探空气球的飘移必有信息飘移。探空资料显示的是约2h的过程和移动信息,分析中所使用的信息已经不是施放气球测站位置的信息了。由此,不能将利用上游站资料预测下游站的作法视为‘外推’。预测中考虑的所谓‘上游站’,实质上并不是真正的上游,或预测分析时不能只考虑本站信息,还要考虑上游‘逆滚流’可导致‘下游’增压增温或

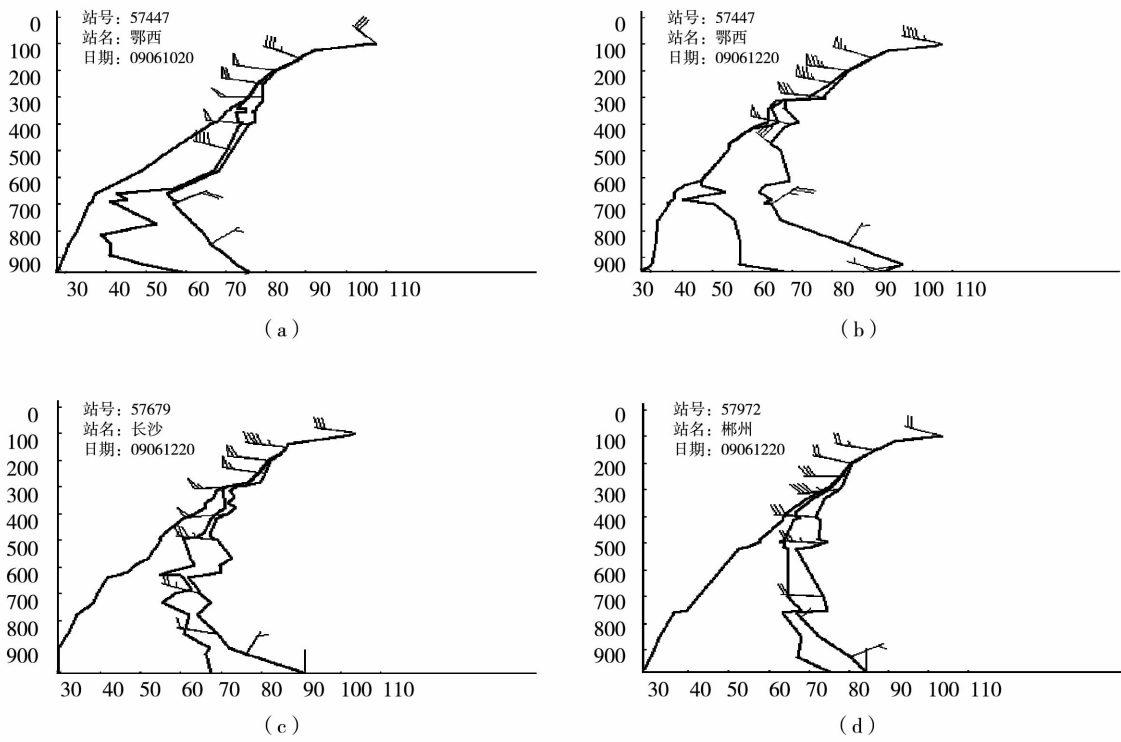


图1 2009年6月10日20时(a)及12日(b)20时鄂西站,12日20时长沙站(c)及郴州站(d)V-3θ图

Fig.1 The V-3θ diagram at 20:00 June 10(a) and 12(b) at Exi station, and at 20:00 June 12 at Changsha(c) and Chenzhou(d) stations

上游‘顺滚流’可导致‘下游’减压降温的变化。数字化业务预报要求特别注意信息变化的细节,如图 1b 的 400 ~ 300 hPa 反超低温信息也有利于增温。

此时段中整个湖南省处于西、东风带逆滚流并存在相互连接的过程。17 日长沙以北为西风带控制,而怀化、郴州均已处在东风带内。2009 年 6 月 13 ~ 22 日的高温热害过程比较特殊,与湖南省的地理位置有关。如果说 6 月 17 日以前还不能构成严重的高温热害,则西、东风带逆滚流的连接构成联合逆滚流加压,或至少是前期西风带的逆滚流为后来的高温、热害构成了先期积累的基础。配合后来的东风逆滚流加压,则有后来的高温、热害天气,并也为后来严重旱灾提供了缺水条件。19 日湖南境内的主要地区已经进入了东风带的典型逆滚流,由图 2 可看出副热带东风系统引发的高温、热害天气的热结构特征,并注意图 2b 已经趋于稳定结构,曲线呈现 45°角。若 $<45^\circ$ 则为超稳定结构,极利于形势稳定而致使干旱持续。其结构不同于 6 月 17 日以前的重要特征是,400 hPa 以上的高空大气呈现了东北风,而中或近低空则为西南风。6 月 17 日湖南处于西—东风带的转换时刻,6 月 19 日完全为东风带所控制。并可以见到,长沙、怀化和郴州的 θ^* 都突破了 110°C 。预测要点是雨后逆滚流的形成、建立、发展及持续性。

1.2.2 7 月典型的东风带逆滚流特征与高温热害

显然,6 月下旬的降水过后,2009 年 7 月 3 日已经显示大气结构总体趋向稳定(θ 曲线整体右倾),其上空的东北风已经延伸至 400 hPa,比 6 月降低了 100 hPa。这表明高空东北风逆滚流强度加大。由图 3a 可以看出,300 ~ 500 hPa 的曲线 θ_{sed} , θ^* 已经拉开, θ_{sed} 曲线与 θ 位温曲线重合,表明此层空气绝对干燥。配合大气的整体气层稳定则预示天气趋向高温、热害。至 7 月 17 ~ 18 日,已经发展为典型的东风带逆滚流高温、热害天气。所谓典型的东风带逆滚流高温、热害天气,是以大气中层 500 ~ 600 hPa 几乎为绝对干燥型,东北风可以由 100 hPa 向下延伸至 500 hPa 以下,近地层大气为东北风,但风速较小,一般 $<4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。相对来说,图 2 的东风带逆滚流高温、热害的结构,还不能称为典型的东风带逆滚流高温、热害天气。图 3c、d、e 是最为典型的东风带逆滚流高温、热害的结构特征,也是极为少见的典型个例。结构图显示的 θ^* 均超过 120°C (或 393 K 或近似 400 K),则对应于实际大气温度将超过 40°C ,实况对应了 7 月 18 日慈利

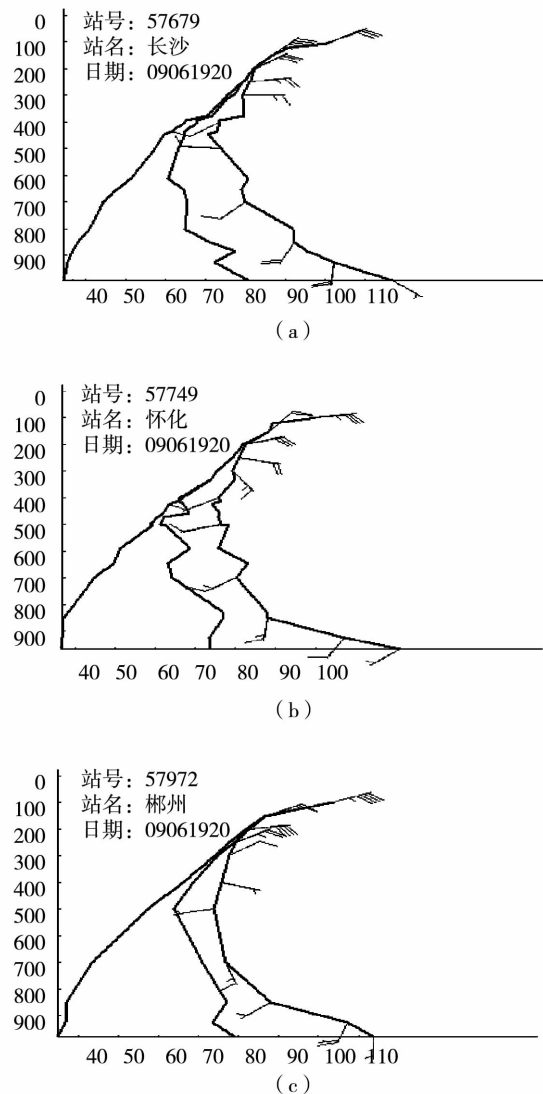


图 2 2009 年 6 月 19 日 20 时长沙站(a)、怀化站(b)及郴州站(c) $V-\theta$ 图

Fig. 2 The $V-\theta$ diagram at 20:00 June 19 at Changsha(a), Huaihua(b) and Chenzhou(c) stations

站极端最高气温 41.2°C ,也可以作为“热爆”天气的预报参考指标。

1.2.3 8 月东风带逆滚流高温天气的分析、预报

2009 年 8 月中、下旬的高温天气,因前期“莫拉克”台风沿海北上,而后致使东风气流活跃或滞留于 115°E 一带。8 月份的逆滚流强度低于 7 月份的典型东风带高温、热害天气,但面积扩大、持续时间较长。所以,总体危害也不亚于 7 月的高温、热害,并且加大了干旱受灾的程度。以 8 月 28 日的热结构为例给予简单的说明。

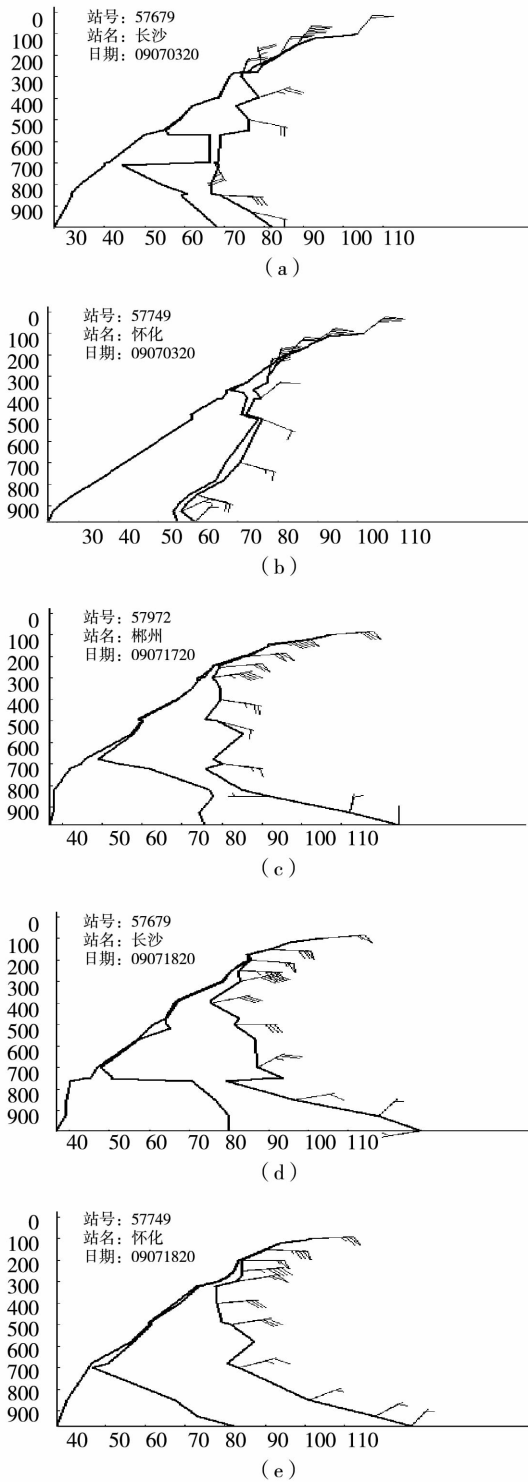


图3 2009年7月3日20时长沙站(a)和怀化站(b),17日20时郴州站(c),18日20时长沙站(d)和怀化站(e) $V-3\theta$ 图
 Fig.3 The $V-3\theta$ diagram at 20:00 July 3 at Changsha(a) and Huaihua(b) station, 20:00 July 17 at Chenzhou(c), and July 18 at Changsha(d) and Huaihua(e) stations

图4依次为长沙、怀化和郴州站的 $V-3\theta$ 结构分布图。高空的东风层以偏东风为主,相对风速也弱于图3c、d、e;其次为500~600 hPa,并没有形成干燥层,相对湿度高于图3c、d、e。所以,图4系列的特征还不能称为‘典型东风带逆滚流高温、热害天气’。相应的高温程度也低于图3c、d、e。因此,也说明了热结构的数字化方法可以揭示所谓‘量化’灾害程度,并经过实例检验也显示了其客观性。

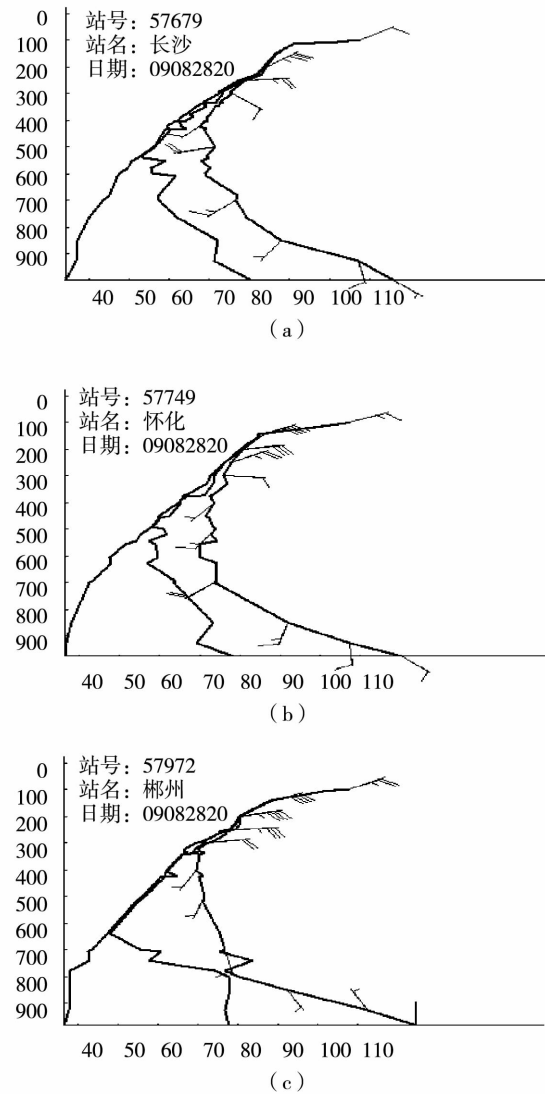


图4 2009年8月22日20时长沙(a)、怀化(b)及郴州(c)站 $V-3\theta$ 图

Fig.4 The $V-3\theta$ diagram at 20:00 August 22 at Changsha(a), Huaihua(b) and Chenzhou(c) stations

2 总结

欧阳首承教授提出的物质演化的溃变理论和信

息数字化方法^[1-2,4]并不否认下垫面热量不均匀的作用,更强调气象灾害更深远的原因和运用的操作性。特别是对于持续性自然灾害的高温、热害及其干旱,应当具有前期的积累过程和数字化信息。作者本着应用的可操作性,以实例学习、试用了该数字化方法。感到此方法具有实用性和可操作性,值得一线预报人员使用并推广。

参考文献:

- [1] 欧阳首承. 天气演化与结构预测[M]. 北京:气象出版社,1998.
- [2] 欧阳首承, D H. 麦克内尔, 林益[M]. 北京:气象出版社,2002.
- [3] OuYang S C, Yi Lin. Disillusion of Randomness and End of Quantitative Comparabilities[J]. Dscientific Inquiry, 2006, 7(2): 171 - 180.
- [4] 欧阳首承,陈刚毅,林益. 信息数字化与预测[M]. 北京:气象出版社,2009.

Forecast of Heat Damage Weather in Hu'nan in 2009 Based on Digital Information

WANG Jue¹, LI Qingping¹, TANG Lin²

(1. Nanyang Meteorological Bureau of He'nan Province, Nanyang 473000, China;
2. Hu'nan Provincial Weather Modification Office, Changsha 410007, China)

Abstract: We try to use the digital information method proposed by professor Ouyang shoucheng to analyze the high - temperature and heat damage weather occurred in Hu'nan Province in 2009. The results showed that the method not only can reveal the specificity of the high - temperature, heat damage weather as well as the forecast objective basis, but also can be in advance of the forecast period of 2 - 3 days. The method is practical and worthy to be used by front - line weather forecasters.

Key words: V - 3 θ diagram; rolling stream; ultra - low temperature; high - temperature and heat damage weather