

陈见, 李佳颖, 高安宁, 等. 2015. 广西“回南天”发生特征及预报着眼点. 气象, 41(3): 372-379.

广西“回南天”发生特征及预报着眼点^{*}

陈 见 李佳颖 高安宁 梁维亮 赵金彪

广西区气象台, 南宁 530022

提 要: 利用常规 MICAPS 数据资料, 对广西“回南天”发生特征及预报着眼点进行分析研究。结果表明: (1) “回南天”发生在春季低温阴雨后期迅速回暖的转变过程中; (2) 有利“回南天”发生的环流形势共同特征为: 500 hPa 我国北支西风气流转为纬向环流, 南支槽加深并向东移动, 850 hPa 有西南急流, 地面冷空气减弱, 华南静止锋减弱北抬; (3) $T-\ln p$ 探空曲线中, 锋区逆温层上限持续下降到 850 hPa 以下, 次日落地消失; (4) 室外空气露点温度高于室内物体表面温度, 暖湿空气中的水汽入室遇冷后, 在物体表面发生相变凝结; (5) 根据前一天最低气温、当天露点温度及升幅, 将“回南天”划分为重度、中度和轻度 3 个等级; (6) “回南天”有冷性结束和暖性结束两种方式。所得成果可应用到预报业务中。

关键词: 回南天, 发生特征, 成因分析, 预报着眼点, 广西

中图分类号: P457

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2015.03.013

Synoptic Features and Forecast Method for Continuous Wet Weather in Guangxi

CHEN Jian LI Jiaying GAO Anning LIANG Weiliang ZHAO Jinbiao

Guangxi Meteorological Observatory, Nanning 530022

Abstract: The features and forecast method are found by analyzing daily MICAPS data. The results indicate that: (1) Continuous wet weather happens in the condition that it warms up rapidly after the continuous cold-wet weather. (2) The favorable circulations for the continuous wet weather are that the circulation at 500 hPa turns to zonal in North China, the south branch trough strengthens and moves eastward, southwesterly jet sets up at 850 hPa, the surface cold air weakens and the quasi-stationary front moves to north. (3) The top of the front is below 850 hPa in curve $T-\ln p$ and continuous wet weather may occur on the next day when the front goes down to the surface. (4) The warm and humid air condenses on the cold surface indoors where surface temperature is lower than dew point outdoors. (5) Continuous wet weather can be divided into heavy, moderate and light degrees based on the minimum temperature on the day before, the dew point and the heating extent on the very day. (6) Continuous wet weather has two ending ways: cold ending and warm ending. All the results above can be applied in forecasting operations.

Key words: continuous wet weather, synoptic features, cause analysis, forecast method, Guangxi

引 言

“回南天”是华南及江南部分地区春季回暖返

潮的特殊天气现象, 表现为室内地板、镜面、墙面等发生潮湿, 或凝结有小水珠甚至出现冒水等现象, 严重时楼梯或通道甚至发生积水等。“回南天”虽不是重大灾害性天气, 但因地面潮湿容易滑倒摔伤, 室内

* 中国气象局华南区域气象中心科技攻关项目(GRMC2012M08)和桂科攻(10123009-8)共同资助
2013 年 10 月 27 日收稿; 2014 年 5 月 22 日收修定稿
第一作者: 陈见, 主要从事中短期天气预报及研究. Email: cjx001@163.com

物体、衣物等受潮难干,食物发生霉变,办公和家用电器受潮招致短路等,造成诸多不便和困扰。近年来“回南天”备受社会关注,公众强烈要求气象部门提前作出预警预报,早作防范,减轻“回南天”造成的危害,气象服务需求越来越迫切。

“回南天”常与雾天相连,多发生在雾天之后,过去气象部门重视大雾的观测和预报,并没有把“回南天”作为气象要素进行观测和预报,所以目前广西没有完整的“回南天”观测记录,给分析研究带来困难。国内专家学者对南方大雾的研究,已经取得较多成果(樊琦等,2009;孙丹等,2008;屈凤秋等,2008;吴兑等,2008;彭双姿等,2012;张礼春等,2013;徐峰等,2012;伍红雨等,2011;王婷等,2010;黄彬等,2014;马翠平等,2014),但对后续的“回南天”研究起步晚,文献少。近年来,何飞等(2011)对2010年广西贺州市春季回潮现象进行了分析,初步分析了造成“回南天”的天气系统以及回潮过程中单站气象要素变化特征,并探讨开展回潮现象预报方法;余江华(2010)、陈芳丽等(2011)、郭媚媚等(2013)分别对广东沿海地区、惠州、肇庆等地的“回南天”过程进行了技术分析,得出对流层高层北支系统偏北,南支系统活跃,地面位于发展的低槽前侧是“回南天”发生的特定大气环流形势背景;张新甲等(2011)根据“回南天”发生原理,设计了一个可监测“回南天”的气象仪器,对记录“回南天”事件提供了科学依据。以上文献从单个事件进行了技术分析,对“回南天”预报有一定的帮助。但是目前国内尚未形成相关的天气预报理论、方法和经验,因此还需要扩大样本进一步研究,为今后开展“回南天”预报业务提供技术支持。

1 “回南天”气候特征

当室外气温回升,室内地板、镜面或墙面出现了湿润(轻度回南天)、有水珠(中度回南天)、水滴流淌(重度回南天)等潮湿现象之一,并且持续1 d(24 h)以上,作为1次“回南天”过程统计。

通过对16个“回南天”个例(表1)分析表明,“回南天”最早出现在12月(如2012年12月14—15日),最迟出现在次年4月(如2010年4月18—21日)。因此12月至次年4月,是“回南天”发生的季节,其他时段5—11月,因高温(5—9月)和干燥

(10—11月),不易出现“回南天”。由于缺少完整观测记录,因此尚无法统计出“回南天”年、月的发生频次。但是近年来频繁发生“回南天”,备受社会各界关注,并强烈要求气象部门提前作出预警预报已是不争事实,表明探讨和研究“回南天”发生成因,建立“回南天”预报方法,开展“回南天”预报业务,提高“回南天”预警能力越来越迫切和重要了。

2 “回南天”发生前后本站气象要素特征及等级划分

“回南天”是近地物体表面水汽发生相变的过程,并没有伴随剧烈的天气现象。

2.1 “回南天”发生前后气温变化特征

“回南天”发生前,强冷空气南下控制广西各地,因南方无供暖条件,因此室内外气温大体一致。“回南天”发生后,较强的偏南暖湿气流北上控制广西各地,出现大雾潮湿的回南天气,前后温差大。以下根据南宁城区站发生“回南天”前一天最低气温与当天变温、露点温度与变幅的对比(表1),查看“回南天”与这些要素的关系。

分析表1显示,“回南天”发生前一天,南宁城区最低气温 $6.2\sim 18.1^{\circ}\text{C}$,平均 13.0°C ,当天升幅 $0.7\sim 6.2^{\circ}\text{C}$,平均升幅 3.3°C ;“回南天”发生当天,14时露点温度 $12.1\sim 23.4^{\circ}\text{C}$,平均 17.7°C ,当天升幅 $0.7\sim 9.7^{\circ}\text{C}$,平均升幅 4.0°C 。

16个样本的14时露点温度均大于前一天最低气温,因此,发生“回南天”时,前一天最低气温与当天14时露点温度有较好的相关关系。

此外“回南天”过程发生,分析室内墙体温度与室外空气温度的升温快慢是关键。室内外相隔一墙体,增温条件明显不同,通过外墙接收太阳辐射后,传递热量使内墙增温的方式,非常缓慢(何云玲等,2004),不适用作为“回南天”预报因子。根据观察表明,墙体将室内空间与外部环境分隔开,很大程度上降低或阻止了室外气温、湿度、风、雨、太阳辐射等气象要素对室内的直接影响,因此室内墙体温度下降慢、滞后,表层冷透后,温度上升也同样缓慢、滞后,一般情况下,若门窗敞开,室内墙体日升温幅度约为 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。而上述“回南天”过程中,“回南天”当天14

表1 南宁市“回南天”前一天气温和当天变温情况
Table 1 Temperature variation in Nanning in continuous wet days and the temperature on the day before

| 日期 | 前一天最低气温/℃ | 当天变温/℃ | 当天 14 时露点温度/℃ | 变幅/℃ | “回南天”等级 |
|----------------|-----------|--------|---------------|------|---------|
| 2009年3月9—11日 | 9.5 | +0.7 | 15.4 | +9.7 | 重度 |
| 2010年2月7—10日 | 14.2 | +2.7 | 19.2 | +2.4 | 中度 |
| 2010年2月23至3月2日 | 12.6 | +3.3 | 16.2 | +4.6 | 重度 |
| 2010年3月14—15日 | 15.0 | +5.1 | 20.3 | +2.4 | 中度 |
| 2010年3月20—23日 | 17.6 | +2.0 | 19.9 | +0.7 | 轻度 |
| 2010年3月29至4月1日 | 18.1 | +1.7 | 20.0 | +1.9 | 轻度 |
| 2010年4月6—7日 | 17.3 | +1.8 | 23.4 | +4.6 | 中度 |
| 2010年4月9—11日 | 16.9 | +5.0 | 16.4 | +2.2 | 中度 |
| 2010年4月18—21日 | 12.3 | +3.2 | 17.4 | +3.6 | 重度 |
| 2012年2月5—6日 | 7.8 | +2.6 | 12.1 | +3.6 | 重度 |
| 2012年2月13—15日 | 6.2 | +4.2 | 13.2 | +6.6 | 重度 |
| 2012年3月17—19日 | 13.7 | +4.5 | 20.3 | +1.5 | 中度 |
| 2012年12月14—15日 | 12.6 | +6.0 | 19.0 | +6.1 | 重度 |
| 2013年1月20—22日 | 11.1 | +1.7 | 16.3 | +6.8 | 重度 |
| 2013年2月17—18日 | 11.5 | +1.9 | 15.8 | +4.9 | 重度 |
| 2013年2月25—28日 | 11.2 | +6.2 | 17.5 | +2.9 | 重度 |
| 均值 | 13.0 | +3.3 | 17.7 | +4.1 | — |

时露点温度平均升幅 4.0°C , 明显要比室内墙体升温幅度大, 也就意味着室外暖湿空气进入室内后, 露点温度高于室内墙体温度, 容易发生凝结。

2.2 “回南天”发生前后本站露点温度、气温、气压变化特征

为了解“回南天”发生时, 相关气象要素的变化特征, 选取南宁市 2013 年 2 月 25—28 日“回南天”个例进行分析, 本站气象要素有: 温度、露点温度、温度露点差和气压等, 如图 1 所示。

图 1 中显示, 25 日 02 时开始, 露点温度曲线与实况气温曲线相交, 空气达到饱和, 理论上是“回南天”发生的时刻。而根据实际观察, 24 日中下午开始, 南宁城区就出现了“回南天”现象。这是为什么呢?

原因在于 24 日中午, 侵入室内的空气露点温度已经达到并超过室内地板或墙面温度, 图 1 中, 2 月 24 日 08 时前, 温度露点差在 1°C 以内, 08 时后气温回升快, 露点温度也明显回升, 24 日最低气温为 11.2°C , 根据经验, 在未关闭门窗情况下, 室内温度

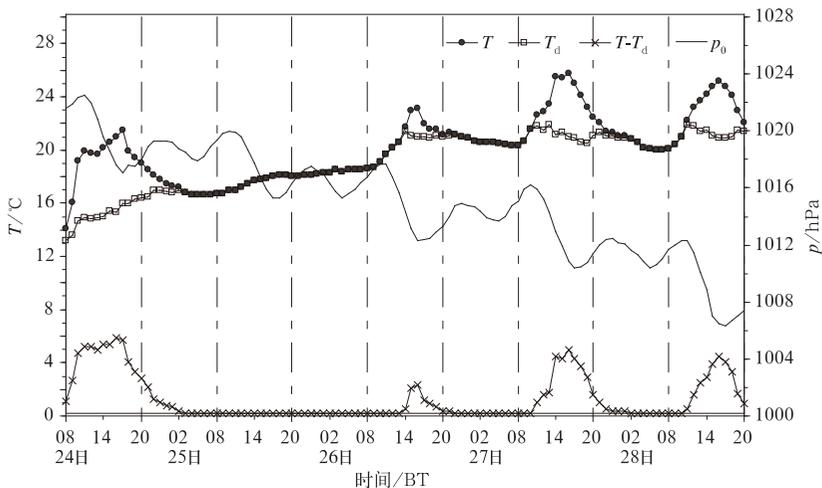


图1 2013年2月24—28日南宁站温度、露点温度、温度露点差、气压变化曲线
Fig. 1 Temperature, dew-point, dew-point deviation and pressure in Nanning from 24 to 28 February 2013

升幅 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$, 因此室内物体表面温度约为 $12.2\sim 13.2^{\circ}\text{C}$, 而 24 日 14 时露点温度已升至 14.6°C (图 1), 表明此时已经达到“回南天”发生的充分条件。假如能够进行室内温度常规观测, 即在图 1 中, 就可分析到室内物体表面温度曲线与露点温度曲线提前相交的情况, 才是“回南天”发生的时刻。

2.3 “回南天”形成原因分析

“回南天”发生时, 室内物体表面水汽凝结, 这是暖湿空气进入室内后, 遇冷迅速凝结形成的。根据天气学原理, 这一过程中, 空气露点温度等于或大于物体表面温度, 空气中的水汽发生相变, 由气态水瞬间转变成液态水。其中露点温度是指空气在水汽含量和气压都不改变的条件下, 水汽冷却到饱和时的温度, 也就是空气中的水蒸气变为露珠时的温度。一般情况下, 物体表面的温度大于空气露点温度, 空气中的水蒸气不会发生凝结, 空气相对湿度 $<$

100% 。但是, 假如经过一段时间低温之后, 室内物体表层冷透后, 室外空气进入时, 因空气露点温度大于物体表面温度, 水汽达到饱和状态, 即空气相对湿度等于 100% , 便在物体表面发生相变冷却凝结, 于是发生“回南天”现象。因此, “回南天”形成的关键是: 空气露点温度大于室内物体温度, 这是“回南天”发生的充分条件。

2.4 “回南天”等级划分

观察表明, “回南天”影响程度, 与前期低温、升温幅度、持续时间相关。因此, 需要从前一天最低温度、当天露点温度以及室内物体潮湿程度, 综合考虑划分“回南天”等级。

根据陈芳丽等(2011)及对表 1 和图 1 的综合分析, 将“回南天”划分为重度(严重影响)、中度(中等影响)和轻度(轻微影响)3 个等级(表 2)。

表 2 “回南天”等级划分

Table 2 Grades of continuous wet weather

| 前一天低温/ $^{\circ}\text{C}$ | 或当天 14 时露点温度升幅/ $^{\circ}\text{C}$ | 室内地板、镜面或墙面 | “回南天”等级 |
|---------------------------|------------------------------------|------------|---------|
| ≤ 13 | ≥ 3.5 | 水滴流淌 | 重度(一级) |
| 14~17 | 2.1~3.4 | 有水珠 | 中度(二级) |
| ≥ 18 | ≤ 2.0 | 湿润 | 轻度(三级) |

此外, “回南天”是个复杂的天气现象, 因地理位置、楼层高低以及迎风或背风条件不同, 严重程度不一, 因此这只是一个初步划分的等级, 还需要组织专家讨论。

3 天气形势特征

“回南天”发生与冷、暖空气活动相关, 即前期受北方强冷空气南下影响, 出现低温阴雨天气, 冷空气控制一段时间后, 势力减弱, 后期暖空气势力增强, 在适当的环流条件下, 暖空气北上, 迅速替代原来的冷空气控制广西, 便出现“回南天”现象。因此“回南天”形势变化划分为前期、发生期和结束期三个阶段。

3.1 “回南天”前期环流形势

以 2013 年 2 月 25—28 日南宁市重度“回南天”过程为例, 对地面、850 和 500 hPa 形势变化作出分析。

2013 年 2 月 19 日, 北方冷空气爆发南下控制华南, 广西出现一次强降温过程, 其中 20—22 日, 南宁市日平均气温分别为 10.2 、 9.2 和 11.7°C , 达到

低温阴雨标准。23—24 日, 冷空气势力减弱, 气温小幅上升, 但是最低气温仍较低, 23、24 日的最低气温分别为 9.7 和 11.2°C , 25 日最低气温迅速上升到 17.4°C , 14 时露点温度达到 17.5°C , 升幅 3.7°C , “回南天”达到重度等级。

地面气压场上, 2 月 22 日 08 时, 华南为冷高压控制(图 2a), 冷高压中心值为 1045 hPa , 1020 hPa 线到达南海北部, 静止锋在华南沿海维持, 出现阴雨相间天气, 光照少。从系统配置、强度等分析, 这次过程达到强冷空气等级。

850 hPa 高空图上, 2 月 22 日 08 时, 华南为冷高压脊控制(图 2b), 156 dagpm 线覆盖到广西区域, 冷高压中心值为 158 dagpm , 华南锋区强度 $T_{海口} - T_{汉口}$ 达到 11°C , 华南上空为 $3\sim 6\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 偏北风控制。

500 hPa 高空图上(图 2c), 2 月 22 日 08 时, 欧亚中高纬度为两槽一脊环流型, 我国北方为槽后高压脊控制, 冷空气不断补充到达华南沿海, 副热带高压在南海维持, 南支锋区上有短波活动, 系统配置有利于华南静止锋在沿海维持, 使华南维持低温阴雨天气。

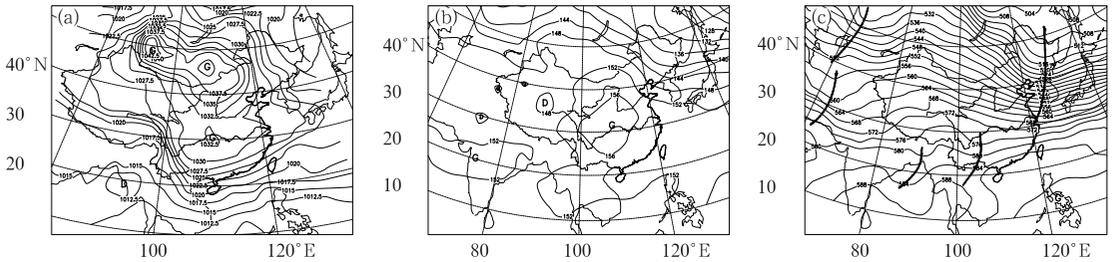


图2 2013年2月22日08时天气图

(a)地面, (b) 850 hPa, (c) 500 hPa

Fig. 2 Synoptic charts at 08:00 BT 22 February 2013

(a) surface, (b) 850 hPa, (c) 500 hPa

3.2 “回南天”发生期环流形势

根据天气形势分析,2月24—25日,高空环流出现了显著的调整,低层冷、暖空气势力也出现了交替变化。因此,分析24—25日的形势变化,是归纳出“回南天”预报指标的关键。

2月23日08时开始,地面冷空气势力减弱,西南地区气压明显下降,负变压中心位于四川,中心值-7 hPa。24—25日,负变压区向东移,并逐渐扩展到华南,24日08时,负变压中心位于贵州,中心值-9 hPa(图3a);25日08时,负变压中心位于长江口南侧,中心值为-7 hPa,此时广西地面形势为高

压后部,根据预报经验,负变压中心从两湖盆地移至长江口附近,是华南静止锋北退关键指标。因此静止锋从24日08时至25日08时缓慢北退,“回南天”发生在24—25日之间。

850 hPa高空图上,2月23日20时开始,广西转偏南风,24日08时,在广西西部百色附近出现 V 分量 $11.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 急流核(图3b);25日08时,急流核位于广西河池附近,中心值 $12.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,25日20时,急流核位于广西桂林附近,中心值达到 $14.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。由此分析,南风急流由西向东迅速加大,有利静止锋减弱北退,对发生“回南天”具有前兆指示意义。

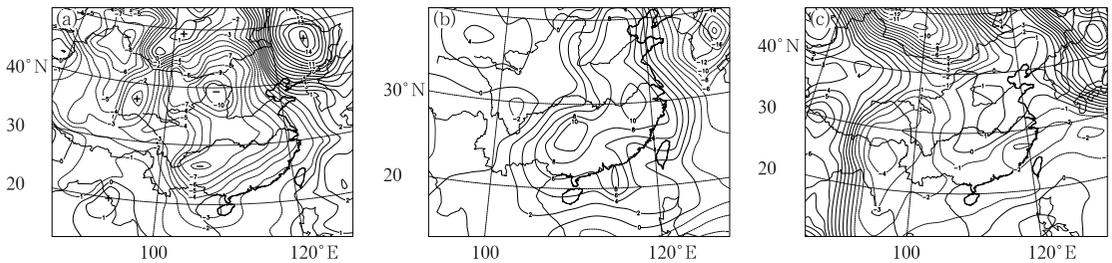
图3 2013年2月24日08时地面变压(a)、850 hPa V 分量(b)、20时500 hPa变高(c)

Fig. 3 (a) Allohypsic of surface at 08:00 BT, (b) meridional wind of 850 hPa

at 08:00 BT, (c) allohypsic of 500 hPa at 20:00 BT 24 February 2013

500 hPa高空图上,欧亚中高纬两槽一脊环流型向下游传播,2月24日08时,原来位于我国东海岸的低槽,移至日本以东海面上空,我国北方转为纬向环流,冷空气向东移动,不再南侵。在低纬地区,印度半岛有低槽发展加深,南支气流由短波活动转变为振幅较大的南支槽主导,并向东移动靠近孟加拉湾。从变高场分析,2月24日08时,印度半岛出现-6 gpm的变高,2月24日20时,负变高区东移到西藏东南部(图3c),此时副热带高压维持在南海,南支气

流加强有利华南静止锋减弱北抬,并有利华南地区由低温阴雨天气向暖湿伴有雾天气转变。

3.3 “回南天”结束环流形势

“回南天”因冷、暖空气交替,在近地层室内升温缓慢的物体表面发生“相变”产生,它的结束,也同样存在因冷结束和因暖结束。

3.3.1 冷结束环流形势

“回南天”因冷结束指再度有冷空气爆发南下影

响时,“回南天”迅速结束。冷空气温度低、湿度小、密度大、露点温度低,与暖湿空气正好相反,由于比暖空气密度大,相遇时沉于低层,混合后迅速降低地面空气温度,使空气露点温度低于室内物体表面温度,附着于物体表面(此时转变为热源)的液态水,发生相变转变成气态水,回到空气中,“回南天”结束。

因此,“回南天”因冷结束的环流形势相对简单一些,可概括为高空槽引导切变线、冷空气南下,重新控制华南结束“回南天”过程。

3.3.2 暖结束环流形势

“回南天”因暖结束指无冷空气影响情况下,气温持续升高,湿度持续降低,室内外温差减小至 0°C 后,地板、墙面、衣物、电器内部等的水珠蒸发干,“回南天”才结束。

“回南天”因暖结束的时间要比“回南天”因冷结束时间长,过程缓慢,也是公众最受煎熬、反映最强烈的时段。在16个“回南天”样本中,2010年2月23日至3月2日南宁市重度“回南天”属于典型过程。

这次“回南天”过程前期、发生期环流形势,与2013年2月25—28日南宁市重度“回南天”过程相似,但是结束期环流形势变化慢,一直到8天后才结束。

分析500和850 hPa及地面资料,从2月23日至3月上旬,500 hPa欧亚中高纬度为纬向多波动环流型,不利于冷空气南侵到江南、华南,南支槽在孟加拉湾附近有振幅超过10个纬度的低槽活动,移动缓慢,副热带高压在南海维持,这一环流配置有利于南支槽前西南暖湿气流向华南上空输送;850 hPa从孟加拉湾至江南南部,从2月23日至3月上旬,维持一支较强的西南气流, V 分量普遍在 $8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,充沛的水汽输送,使华南低层湿度大,有利于“回南天”持续;地面在云贵川交界处维持一个西南暖低压,中心气压在1000 hPa左右,华南地面等压线呈南北向分布,广西处于暖低压前部受偏南潮湿气流影响,伴有轻雾,云层散开迟缓,光照少,室内气温回升缓慢,直到3月2日,室内物体表面温度与室外气温相等以后,地板、墙面及衣柜等物体表面的水汽逐渐蒸发,“回南天”才结束。

3.4 “回南天”发生前后探空曲线变化特征

“回南天”发生与华南静止锋减弱北退关系密切,在 $T-\ln p$ 图中,锋区随高度变化存在显著特征。

通过对16个样本分析发现,“回南天”发生前期,探空曲线都存在逆温层,表明华南静止锋位于沿

海一带。“回南天”发生后,逆温层降低甚至落地消失,表明华南静止锋北退或者减弱消失。因此,探空曲线中逆温层降低是静止锋将北退移过本站,出现“回南天”的前兆信号。图4是2010年4月18日南宁市出现“回南天”当天和前2天的 $T-\ln p$ 图,16日08时(图4a)逆温层位于820 hPa附近,17日08时(图4b)逆温层位于870 hPa附近,18日08时(图4c)逆温层位于925 hPa附近,逆温层位置持续下降,这一特征具有较好的指标意义。

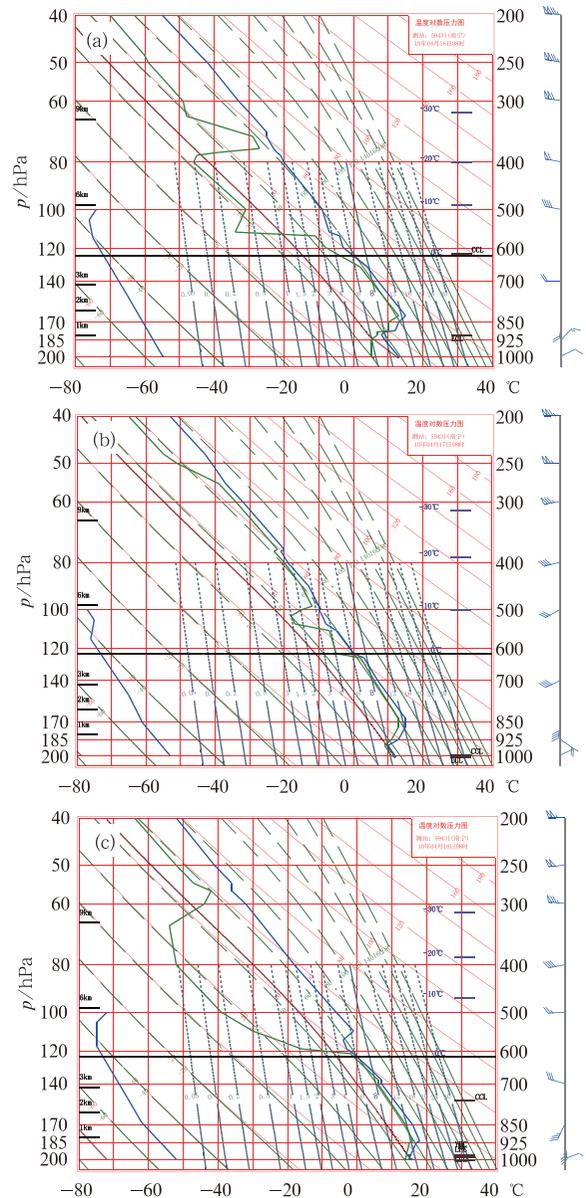


图4 2010年4月16日(a)、17日(b)和18日(c)南宁市探空曲线

Fig. 4 $T-\ln p$ diagram in Nanning on 16 (a), 17(b), 18 (c) April 2010

4 “回南天”预报着眼点及预报指标检验

通过以上分析,对“回南天”发生的天气形势变化特征有了一定的系统性认识,为更好地应用于“回南天”预报预警业务,总结归纳出预报着眼点如下:

(1)12月至次年4月是“回南天”发生的季节,需高度关注和监视“回南天”发生的可能。

(2)发生“回南天”前,广西受强冷空气影响,出现低温阴雨天气,锋区强,静止锋位于华南沿海。

(3)发生“回南天”时,500 hPa 我国北方转为纬向环流,低纬在印度半岛至孟加拉湾区域有南支槽发展加强并向东移动,副热带高压在南海维持;850 hPa 在广西区域有西南急流,急流核在 25°N 附近自西向东移动;地面冷空气势力减弱,负变压中心从西南地区经两湖盆地移至长江口附近,华南静止锋减弱北退。

(4)为方便日常监测,划定“回南天”预报关键区,选取地面气压、850 hPa 温度、 $T-\ln p$ 探空曲线作为“回南天”起报指标。

指标 1:“广西冷空气减弱指标”,广西周边 4 个格点(25°N、105°E,25°N、110°E,20°N、105°E,20°N、110°E)气压的 48 h 变量之和: $\sum_1^4 -\Delta p_{48} \leq -20$ hPa,同时桂林 p 由 ≥ 1017 hPa 减小到 < 1017 hPa,表示冷空气快速东撤;

指标 2:“广西冷空气活动指标”, $(p_{成都} - p_{海口}) + (p_{汉口} - p_{海口}) + (p_{兴仁} - p_{海口}) + (p_{桂林} - p_{海口}) \leq 0$ hPa,表示北方无冷空气南下影响;

指标 3:“广西暖空气活动指标”,850 hPa (25°N、105°E,25°N、110°E,30°N、110°E)气温的 48 h 变量之和 $\sum_1^3 \Delta T_{48} \geq 15^\circ\text{C}$,表示快速回暖;

指标 4:“华南静止锋北退减弱指标”, $T-\ln p$ 探空曲线中,锋区逆温层上限持续下降到 850 hPa 以下,次日就有可能落地消失,华南静止锋减弱北抬过本站或消失,表示暖湿气流北上。

上述指标通过阈值筛选法选出,按照 TS 评分法检验,从 2008—2013 年对应 12 月至次年 4 月“回南天”发生时段预报指标查算,阈值、样本总天数及满足指标样本数如表 3。

表 3 “回南天”预报指标检验
Table 3 Verification of forecasting indices for continuous wet weather

| 条件 | 阈值 | 样本总天数/d | 满足指标样本数 |
|----------------|--|---------|---------|
| 指标 1 | $\sum_1^4 -\Delta p_{48} \leq -20$ hPa 且 $p_{桂林} < 1017$ hPa | 787 | 87 |
| 指标 2 | $(p_{成都} - p_{海口}) + (p_{汉口} - p_{海口}) + (p_{兴仁} - p_{海口}) + (p_{桂林} - p_{海口}) \leq 0$ hPa | 787 | 160 |
| 指标 3 | 850 hPa $\sum_1^3 \Delta T_{48} \geq 15^\circ\text{C}$ | 787 | 79 |
| 同时满足指标 1、2、3 | 自动计算 | 787 | 23 |
| 指标 4 | $T-\ln p$ 锋区逆温层上限持续下降到 850 hPa 以下 | 787 | 149 |
| 同时满足指标 1、2、3、4 | 人工识别 | 787 | 19 |

表 3 中,同时满足指标 1、2、3、4 的过程为 19 个,其中 14 个与表 1 的个例相符,其余 5 个:2 个漏报,3 个空报,准确率 $TS=73.7\%$ 。

5 结论

本文统计分析了 16 个“回南天”过程环流形势

特征及地面气象要素变化特点,从天气预报业务应用出发,探讨了“回南天”发生的成因和预报着眼点,得出以下结论供预报业务参考:

(1)“回南天”发生前期出现一次低温阴雨天气,遇大气环流调整后,冷暖空气势力逆转,华南静止锋迅速减弱北抬或消失,偏南暖湿气流北上,这是“回南天”发生的必要条件。

(2)偏南暖湿气流输送,使露点温度高于室内物体表面温度,是“回南天”发生的充分条件。

(3) $T-\ln p$ 探空曲线中,锋区逆温层上限持续下降到850 hPa以下,次日就有可能落地消失,是暖湿气流北上的前兆特征。

(4)当再次有冷空气南下影响时,“回南天”迅速结束;当无冷空气再次南下影响时,“回南天”需要依靠气温持续升高,湿度持续降低,直到室内外温差减小至 0°C 后,地板、墙面、衣物、电器内部等的水珠蒸发干净,“回南天”才结束。“回南天”因暖结束个例少,但持续时间比因冷结束长,过程缓慢,影响最严重。

(5)室内地板、墙体温度是观测和预报“回南天”的重要气象要素,需要适时开展常态化观测和记录。

(6)为了方便发布预报预警,根据前一天最低气温、当天露点温度及升幅,将“回南天”划分为重度、中度和轻度3个等级。

参考文献

- 陈芳丽,李明华,吴蔚. 2011. 2010年冬末春初“回南天”环流背景场特征分析——以惠州市为例. 热带地理, 31(6): 570-574.
- 樊琦,王东海,黄聪敏,等. 2009. 一次广东省大雾过程的数值模拟分析. 热带气象学报, 25(5): 589-595.
- 郭媚媚,麦冠华,高俊杰,等. 2013. 肇庆市春季“回南天”的天气特征. 广东气象, 35(1): 27-31.
- 何飞,柴广萍,黄远盼. 2011. 贺州市冬春季节回潮现象分析及预报方法初探. 气象研究与应用, 32(3): 36-38.
- 何云玲,张一平,刘玉洪,等. 2004. 城市区域内建筑物墙体内外壁表面温度特征的比较研究. 热带气象学报, 20(2): 198-205.
- 黄彬,王靖,陆雪,等. 2014. 黄渤海一次持续性大雾过程的边界层特征及生消机理分析. 气象, 40(11): 1324-1337.
- 马翠平,吴彬贵,李江波,等. 2014. 一次持续性大雾边界层结构特征及诊断分析. 气象, 40(6): 715-722.
- 彭双姿,刘从省,屈右铭,等. 2012. 一次大范围辐射雾天气过程的观测和数值模拟分析. 气象, 38(6): 679-687.
- 屈风秋,刘寿东,易燕明,等. 2008. 一次华南海雾过程的观测分析. 热带气象学报, 24(5): 490-496.
- 孙丹,朱彬,杜吴鹏. 2008. 我国大陆地区浓雾发生频数的时空分布研究. 热带气象学报, 24(5): 497-501.
- 王婷,潘蔚娟,湛志刚,等. 2010. 珠江口持续性雾生消的环流特征和成因分析. 气象, 36(6): 13-20.
- 吴兑,邓雪娇,游积平,等. 2006. 南岭山地高速公路雾区能见度预报系统. 热带气象学报, 22(5): 417-422.
- 吴兑,李菲,邓雪娇,等. 2008. 广州地区春季污染雾的化学特征分析. 热带气象学报, 24(6): 569-575.
- 伍红雨,杜尧东,何健,等. 2011. 华南霾日和雾日的气候特征及变化. 气象, 37(5): 607-614.
- 徐峰,王晶,张羽,等. 2012. 粤西沿海海雾天气气候特征及微物理结构研究. 气象, 38(8): 985-996.
- 余江华. 2010. 广东沿海地区“回南天”初探. 广东气象, 32(增刊1): 13-15.
- 张礼春,朱彬,耿慧,等. 2013. 南京一次持续性浓雾天气过程的边界层特征及水汽来源分析. 气象, 39(10): 1284-1292.
- 张新甲,甘晓英,刘艳辉,等. 2011. “回南天”自动检测仪的研发与应用前景. //中国气象学会. 第28届中国气象学会年会学术论文集: 26-27.