

# 海南北部地区夏季一次夜间雷暴天气过程分析

刘维 周黎明 佟树军 陈凯

2019年5月24日海南北部地区的一次夜间雷暴天气过程发生在高层辐散、低层辐合的环流形势下，大气层结不稳定，大尺度抬升条件好，同时也具有较好的水汽条件；地面温度上升引起的海陆风效应，触发了此次夜间雷暴的发生发展；逆温层的存在起到了积累不稳定能量的作用。

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2020.04.026

海南北部地区属于热带海洋性气候，海陆风效应明显，雷暴日数多。加来地区11月一次年3月很少出现雷暴，而5—9月雷暴日较多，多以热力性雷暴为主，多出现在午后或傍晚，持续时间一般小于4 h。

为了分析影响海南北部地区的夜间雷暴天气过程，本文选取了2019年5月24日发生的一次夜间雷暴天气过程作为典型个案分析。关于雷暴的发生条件，即大气中存在条件不稳定层结、低层中有丰富的水汽、强的抬升条件，已经为国内外学者所认同。本文将对雷暴发生当日08时（北京时，下同）的大尺度环境背景场、地面风场和温度场的演变情况以及02时和19时的探空资料等进行详细分析。

## 1 天气实况

2019年5月24日19:30—23:04海南北部地区发生了一次夜间雷暴天气过程。18:27，对流云团已在

海南省儋州市西面生成，最大回波强度超过50 dBz，对流云团范围不大，成南北向分布，之后对流云团分别往南北两方向延伸发展，宽度有所增加，最大回波强度中心范围扩大，呈分散式分布，随引导气流向北偏东方向移动，19:30，移至临高南部观测站附近，观测站雷雨过程开始。之后对流云团一直维持在观测站西北面并往偏北方向移动，直至21:30，对流云团减弱扩散，最大回波强度45~50 dBz，降水云系覆盖至观测站，出现降水，23:04，对流云团减弱消散，累积降水量为8.8 mm，本次雷雨过程结束。

## 2 资料来源

本文的资料来源于常规地面和高空观测资料、海南临高南部观测站2019年5月24日02时和19时探空资料、海口多普勒天气雷达逐半小时基本反射率图（图1）以及海南省各观测站逐时地面风和温度定时观测数据。

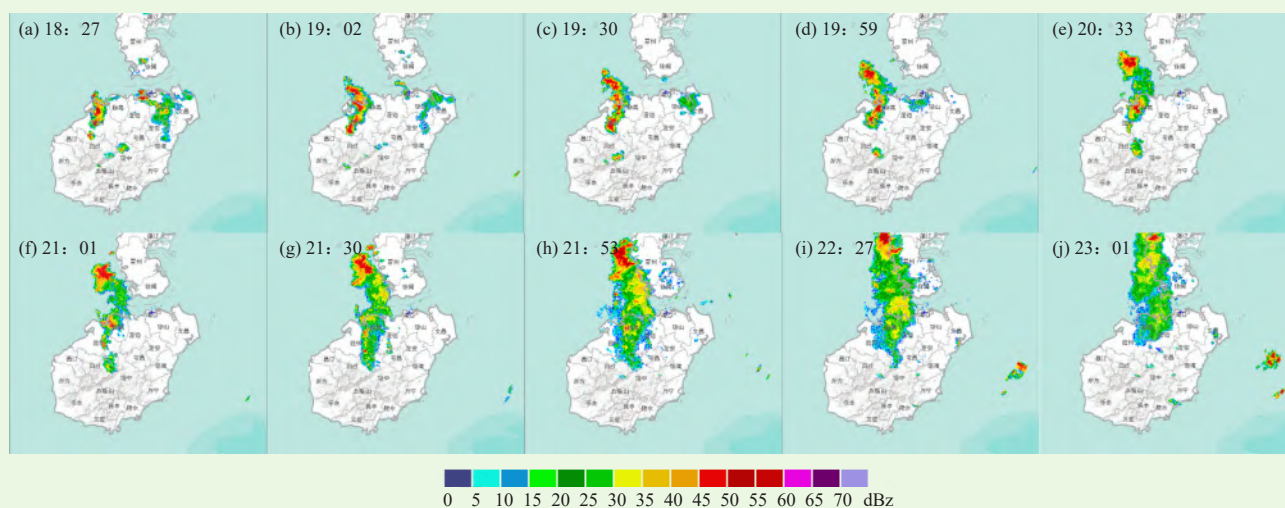


图1 海口多普勒天气雷达2019年5月24日不同时刻基本反射率图

收稿时间：2019年8月12日；修回日期：2020年6月16日  
第一作者：刘维（1990—），Email: nuoliuwei@163.com

### 3 天气形势

#### 3.1 地面、高空形势

图2是2019年5月24日08时地面天气图、850 hPa、700 hPa、500 hPa高空天气图，可以看出，海南岛地面处于弱的西南低压控制，海南岛东面受偏东的弱脊影响，以东南风为主，低层有明显的水汽输送。高空200 hPa处于反气旋式环流的控制下，以辐散气流为主。500 hPa南支槽位于中南半岛中部，副热带高压位

置偏南，海南岛处于副热带高压边缘，以上升运动为主，海口站温度露点差 $5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度较大。700、850 hPa槽线位于广西至中南半岛一带，海南岛处于槽前正涡度区，以上升运动为主，海口站温度露点差分别为 $4.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $4.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度较大。由此可见，海南岛处于低层辐合、高层辐散的环流形势下，大尺度抬升条件好，层结不稳定明显。从地面到500 hPa高度层的相对湿度都较大，水汽条件好，具有较大的不稳定能量。

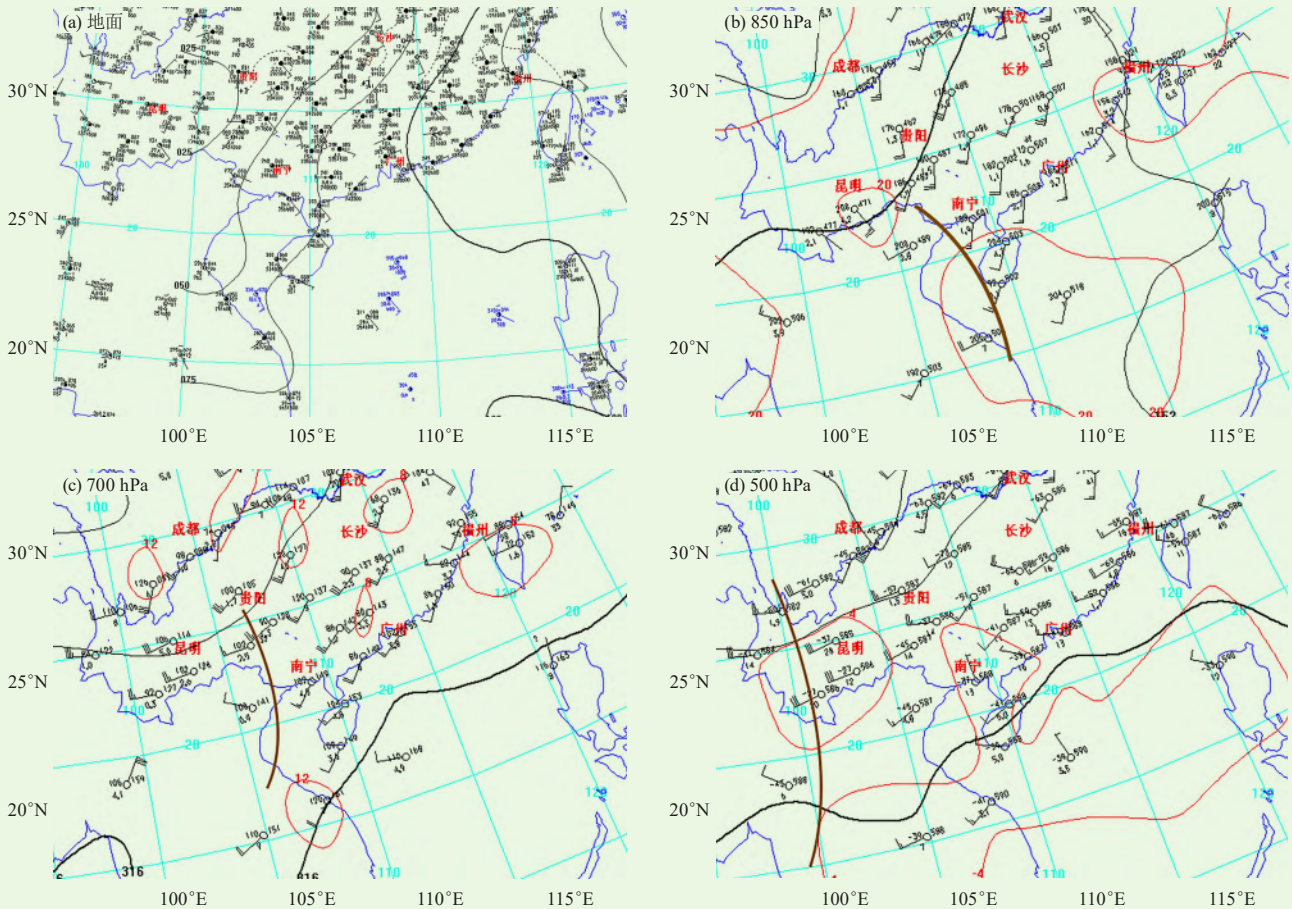


图2 2019年5月24日08时地面和高空天气图

#### 3.2 地面风场和温度场

分析2019年5月24日逐小时海南岛地面风场和温度场资料（图略）发现，09时海南岛北部以西南风为主，温度梯度呈东北—西南走向，观测站风向 $250^{\circ}$ ，风速 $1\text{ m/s}$ ，温度 $28.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。随着太阳辐射的增强，地面温度升高，海陆风效应逐渐加强，北部沿海地区开始逐渐转西北偏北风，13时在文昌到定安一带形成了一个弱的风场辐合区，对应地面温度大值区（ $33\sim 34\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），温度小值区（ $26\sim 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）位于五指山一带，观测站风向 $250^{\circ}$ ，风速 $1\text{ m/s}$ ，温度 $32.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

之后温度持续上升，最高温度达到 $35\sim 36\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，海陆风效应加强，风场辐合越来越明显，并往西北方向移动。至16时，海南岛东北部地区有对流云团生成，与风场辐合区相对应，此时观测站风向转东北风 $60^{\circ}$ ，风速 $3\text{ m/s}$ ，气温 $32.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。海南岛西部、北部地区，在17时前并无明显的风场辐合，抬升作用不明显，无对流云团生成，但西北部地区的地面温度一直维持在较高水平，局地最大值达到 $35\sim 36\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，不稳定能量逐渐积累，至17时才在海南岛西北部和北部地区分别形成了一个明显的风场辐合区，同时有对流云团生成发

展, 随引导气流往北偏东方向移动, 此时观测站风向80°, 风速4 m/s, 气温32.8 °C。至19时, 风场辐合区随对流云团移至观测站西边, 观测站转东南风140°, 风速2 m/s, 气温29.6 °C, 之后对流云团逐渐影响至本场。从上面的分析可以发现, 海陆风效应引起的地面风场辐合是此次雷雨过程的关键性触发条件, 同时雷雨影响前会存在一个风向转变, 风速加大的过程, 雷雨临近后风速减小, 温度明显降低。

### 3.3 对流不稳定参数分析

图3是观测站2019年5月24日02时和19时探空曲线, 可以看出, 02时大气低层存在明显逆温层, 温度差2.6 °C, 地面温度23.9 °C。至19时, 只在950~930 hPa高度层存在一弱的逆温层, 温度差0.9 °C, 而此时地面温度上升到29.6 °C, 表明随着地面温度的上升, 逆温层明显减弱, 不稳定性加强。另外逆温层的存在有效抑制了能量的释放, 有利于不稳

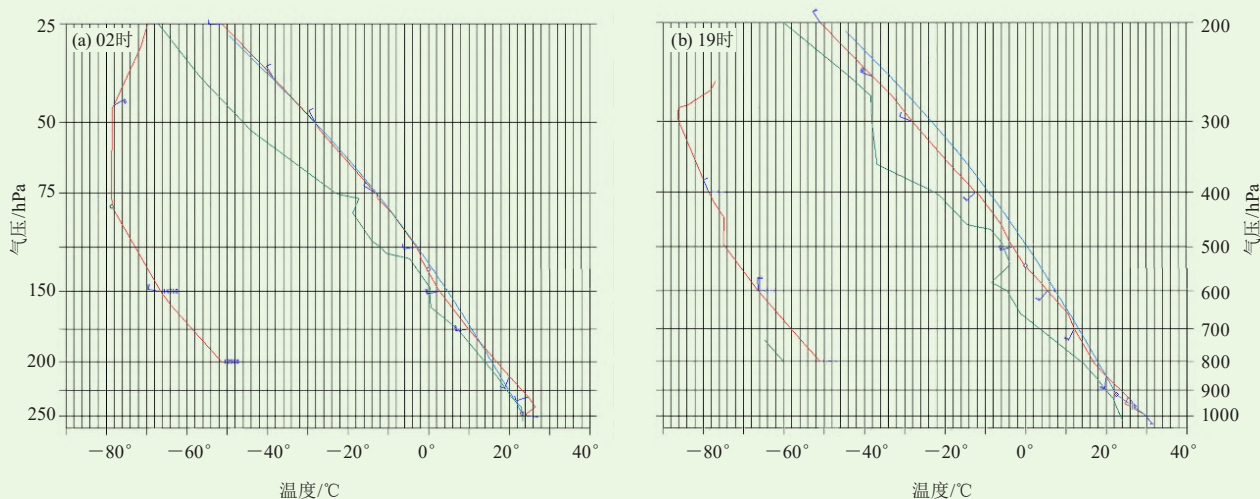


图3 2019年5月24日02时和19时观测站探空曲线  
(红色曲线: 温度层结曲线, 蓝色曲线: 状态曲线, 绿色曲线: 露点层结曲线, 单位: °C)

定能量的积累。

从不稳定能量上来看, 02时自由对流高度(LFC)在740 hPa左右, 而在LFC以上状态曲线和温度曲线相隔比较近, 甚至在500 hPa以上接近重合, 表明此时大气中的对流抑制位能比较大, 而对流有效位能比较小, 大气层结稳定。至19时, LFC在850 hPa左右, 明显下降, 而且近地面还存在正的对流有效位能, 并且在LFC以上, 状态曲线与温度廓线之间的间隔明显增大, 最大相差4 °C, 表明此时大气中对流不稳定能量明显增强, 大气层结转为不稳定状态。

从风的垂直变化上来看, 根据热成风原理, 02时风随高度顺转, 表明整层大气处于暖平流的控制下, 大气处于稳定的状态。至19时, 在500 hPa以下风随高度顺转, 处于暖平流的控制, 而500 hPa以上风随高度逆转, 处于冷平流的控制, 下暖上冷的环流形势, 有利于不稳定天气的发生发展。

从水气的垂直分布上来看, 在540 hPa高度层以下, 温度露点差维持在3 °C左右, 在700~600 hPa高度层存在一相对干的湿层, 温度露点差在6 °C左

右, 表明此时大气中相对湿度大, 水汽条件好。至19时, 在800 hPa以下以及550~465 hPa, 温度露点差仍然维持在3 °C左右, 相对湿度变化不大, 而在800~550hPa, 温度露点差明显增大, 最大值在17 °C, 相对湿度小, 表明此时大气中层存在明显的干空气侵入过程, 对雷雨天气过程的发生、发展和维持起到了促进作用。

#### 深入阅读

- Anderson C J, Arritt R W, 2001. Mesoscale convective systems over the United States during the 1997-98 El Nino. *Monthly Weather Review*, 129(9): 2443-2457.
- 费海燕, 王秀明, 周小刚, 等, 2016. 中国强雷暴大风的气候特征和环境参数分析. *气象*, 42(12): 1513-1521.
- 郭冬艳, 辛邵武, 吴胜安, 等, 2011. 海南雷暴气候特征及大气环流背景分析. *气象科技*, 39(5): 562-568.
- 于玉斌, 姚秀萍, 2003. 干侵入的研究及其应用进展. *气象学报*, 63(6): 769-778.
- 郑艳, 俞小鼎, 蔡亲波, 等, 2017. “4·11”海南致灾雷暴大风环境场与多普勒雷达回波特征分析. *热带气象学报*, 33(6): 850-860.

(作者单位: 中国人民解放军 92914 部队)