

文章编号:1673-8411 (2014) 03-0001-04

一类降水过程多尺度天气系统结构特征

林宗桂^{1,2}, 林 墨^{1,2}, 林开平³, 钟利华⁴, 罗小莉⁴

(1.广西气象减灾研究所, 南宁 530022; 2.国家卫星气象中心遥感应用试验基地, 南宁 530022;

3.广西气象台, 南宁 530022; 4.广西气象服务中心, 南宁 530022)

摘 要:对 2010–2013 年弱冷空气影响造成降雨过程,采用统计分析和典型个例分析相结合方法,分析了降水过程中大、中、小尺度天气系统的结构特征。结果发现:(1)不同尺度天气系统一般都具有明显的结构特征,天气系统结构的配置与降雨强度存在对应关系;(2)在 A 类天气形势下,斜云带更有利强降雨的产生,横云带的降雨强度相对较弱,逗点云系容易产生较强降雨;(3)弱冷空气影响过程中,在地面通常有中尺度负变压区形成,对流主要发生在中尺度负变压区内,以线状对流为常见;(4)约有半数以上的强、中降雨过程有低空急流出现,但也有低空急流出现并无强降雨现象,低空急流与降雨强度呈弱相关的统计关系。

关键词:降水;天气系统结构;中尺度负变压区;线状对流;低空急流

中图分类号:P458.1+21

文献标识码:A

Structural Characteristics of Multi-scale Weather System in a Precipitation Process

LIN Zhong-gui^{1,2}, LIN Mo^{1,2}, LIN Kai-ping³, ZHONG Li-hua⁴, LUO Xiao-li⁴

(1.Guangxi Institute of Meteorology and Disaster-Mitigation Institute, Nanning 530022, China;

2. Remote Sensing Application and Experiment Station of National Satellite Meteorology Centre,

Nanning 530022, China; 3.Guangxi Meteorological Observatoion, Nanning 530022, China;

4. Guangxi Meteorological Service Center, Nanning 530022, China)

Abstract: Based on statistic analysis and typical case analysis method, the structural characteristics of large, medium and small scale weather system in the precipitation process are analyzed for the rainfall process from 2010 to 2013 caused by the weak cold air. The results show that:1) Different scale weather systems generally possess obvious structural features, and there is corresponding relationship between the configuration of weather system structure and rainfall intensity;2) In the class A weather situation, oblique cloud is more conducive to generate heavy rainfall, the rainfall intensity of horizontal cloud is relatively weak, and comma cloud tends to generate strong rainfall;3) In the process of weak cold air, a meso-scale negative allobar is usually formed in the ground, and the convection mainly occurs in the negative allobar, usually with more common linear convection; 4) Low-level jet appears in about more than half of the strong or medium rainfall process, but sometimes Low-level jet appears without heavy rain, so there is a weak statistical relationship between Low-level jet and rainfall intensity.

Key Words: precipitation; weather system structure; meso-scale negative allobar; linear convection; Low-level jet

1 引言

弱冷空气入侵造成强降水是华南西部最常见的降水过程。为了研究弱冷空气入侵与降水关系,通过 2010–2013 年汛期(4–9 月)弱冷空气入侵全系列 30

例过程,采用统计分析和典型个例分析相结合方法,对大尺度天气系统按高、低层结构配置,云系结构特点等进行分析,对中尺度天气系统以地面中尺度变压场结构特征和低空急流配置分析为主,小尺度天气系统用对流单体的雷达回波块排列特征描述,探

收稿日期:2014-05-25

基金项目:国家自然科学基金(41365002),广西科学研究与技术开发计划项目(桂科攻 1355010-4)

作者简介:林宗桂(1956-),男,广西陆川县人,高级工程师,主要从事卫星与自动站资料在暴雨预报中的应用研究工作。

索多尺度天气系统结构特征,分析降水过程中多尺度天气系统结构特征及配置关系,为今后深入分析弱冷空气入侵造成降水机理建立基础。

2 资料和方法

2.1 资料

文中使用的常规资料有高空和地面观测资料;非常规观测资料有 MICAPS 格式的 FY-2D/E 卫星资料,广西 92 个 6 要素自动站观测资料,广西 7 部新一代气象雷达等非常规观测资料。

2.2 方法

大尺度天气分析主要根据天气学原理和方法^[1],

使用 MICPAS3.0 作为分析平台;中尺度分析主要根据林宗桂等^[2]“中尺度变压场模型”原理和方法,使用“卫星与自动站资料分析处理系统 V2.0”^[3]作为分析平台。

3 统计分析

使用林宗桂等^[4]的天气型、云型和降雨量级别分类方法,对 2010–2013 年弱冷空气入侵类降雨过程结构特征统计结果如表 1。根据表 1 中降雨过程的大、中、小尺度天气系统结构特征归纳如下:

(1)大尺度天气系统结构特征
表 1 中 30 例弱冷空气入侵过程中,天气图(图

表 1:弱冷空气影响过程统计分析表

序号	时间 (YYYYMMDDHH)	天气型	云 型	低空急流 (700,850)	对流发生在 负变压区内	对流型式	降雨站数 (≥25.0mm)
1	2013042920	A	斜云带	Y,Y	Y	线状对流	21(强)
2	2010060808	A	逗点云系	Y,Y	Y	线状对流	34(强)
3	2012051408	A	逗点云系	Y,Y	Y	线状对流	21(强)
4	2013051520	A	非典型云系 (云带相交)	Y,Y	Y	线状对流	31(强)
5	2013060908	A	斜云带+涡旋	N,N	Y	线状对流	35(强)
6	2010062420	A	横云带	Y,Y	Y	线状对流	28(强)
7	2012051208	A	斜云带	Y,N	Y	线状对流	22(强)
8	2011050208	A	逗点云系	Y,Y	Y	线状对流	25(强)
9	2010052120	A	横云带	Y,Y	Y	线状对流	12(中)
10	2012061020	A	横云带	Y,Y	Y	线状对流	13(中)
11	2012092308	A	逗点云系	N,N	Y	线状对流	12(中)
12	2012051908	A	横云带	N,N	Y		5(弱)
13	2013041920	A	横云带	Y,Y	N		0(弱)
14	2013052920	A	横云带	N,N	Y	线状对流	7(弱)
15	2010062320	A	横云带(偏北)	Y,N	Y	线状对流	6(弱)
16	2013060108	A	逗点云系	Y,Y	Y	线状对流	10(弱)
17	2013050920	B	逗点云系	Y,N	Y	线状对流	29(强)
18	2011070708	B	横云带	N,Y	Y	线状对流	14(中)
19	2012082108	B	斜云带	N,N	Y	线状对流	17(中)
20	2012052908	B	斜云带	N,N	Y	线状对流	19(中)
21	2012071420	B	横云带	N,N	Y	簇状对流	7(弱)
22	2012041920	C	逗点云系 阶梯云团	N,N	Y	线状对流	44(强)
23	2011051120	C	低涡云团	N,N	Y	簇状对流	24(强)
24	2011041620	C	弱非典型云系	Y,N	Y	簇状对流	13(中)
25	2013042320	C	弱非典型云系	Y,N	Y	线状对流	4(弱)
26	2013040120		弱非典型云系	Y,N	Y	线状对流	12(中)
27	2012041820		弱非典型云系	Y,N	Y	线状对流	15(中)
28	2010052720		横云带 (副高边缘)	N,N	Y	弥散+线状对流	31(强)
29	2013062620		横云带	N,N	Y	线状对流	16(中)
30	2012061208		弱非典型云系	N,N	Y	簇状对流	4(弱)

表注:“Y”表示“是”,“N”表示“否”

略)基本特征是:低层(925–850hPa)有纬向的切变线南移,切变线后干冷空气南下入侵到华南西部;中、高层(700–500hPa)多数有低槽配合,低槽轴线多呈 EN–WS 向,与切变线有交角,槽后为偏北气流,槽前为偏南暖湿气流。天气系统结构以 A 型出现机率最多(16/30),B 型(5/30)和 C 型(4/30)较少,少数无法分型(5/30)。

(2)云系结构特征

在弱冷空气入侵过程中,卫星云图(IR 通道)通常有比较明显云系结构特征(图略),常见的有逗点云系(7/30)、斜云带(5/30)、横云带(11/30)。

(3)低空急流与降雨关系特征

低空急流通常出现在低槽前方和切变线南边,21 次强、中降雨过程中,有低空急流出现的为 14 次,另有 4 次有低空急流但无中等以上降雨发生。

(4)中尺度变压场结构特征

弱冷空气入侵过程中,一个显著特征是在地面中尺度变压场上容易形成中尺度负变压区,这些中尺度负变压区常见形式为近似椭圆形的负变压区,长轴多为近似 E–W 向,或是近似 E–W 伸展的负变压槽,正、负变压间的梯度较大,中尺度变压场的强度分布明显增强。

(5)中小尺度对流单体分布特征

对流运动容易在初期形成的中尺度负变压区北边界附近发生,然后向中尺度负变压区发展移动,在中尺度负变压区内形成 MCS,雷达组合反射率回波特征(图略)以线状对流最为常见(24/30),少数为团簇状对流(4/30)。

4 典型暴雨过程结构特征分析

2013 年 4 月 29 日广西经历了一次典型的弱冷空气入侵触发对流产生暴雨过程,过程中大、中、小尺度天气系统都具有明显的结构特征。

4.1 天气系统和云系结构特征

2013 年 4 月 29 日 20 时的天气系统和云系结构如图 1(见彩页)所示。

图 1a 中,正移向广西的 EN–WS 向 700、500、400hPa 槽轴线近似平行,W–E 向的 925、850hPa 切变线正移近桂北,高空槽轴线与切变线相交处的东南方(桂北)有中尺度负变压区形成,中尺度负变压区东南边有低空急流。

图 1b 中,低槽前云带为 WS–EN 向,云带长度达 10 个纬距以上,云带西南端到中段有对流发展,云带西侧有深色的薄云区,云带西南端移近桂西北。

3.2 大气层结稳定性特征

2013 年 4 月 29 日 20 时百色、河池、桂林和贵

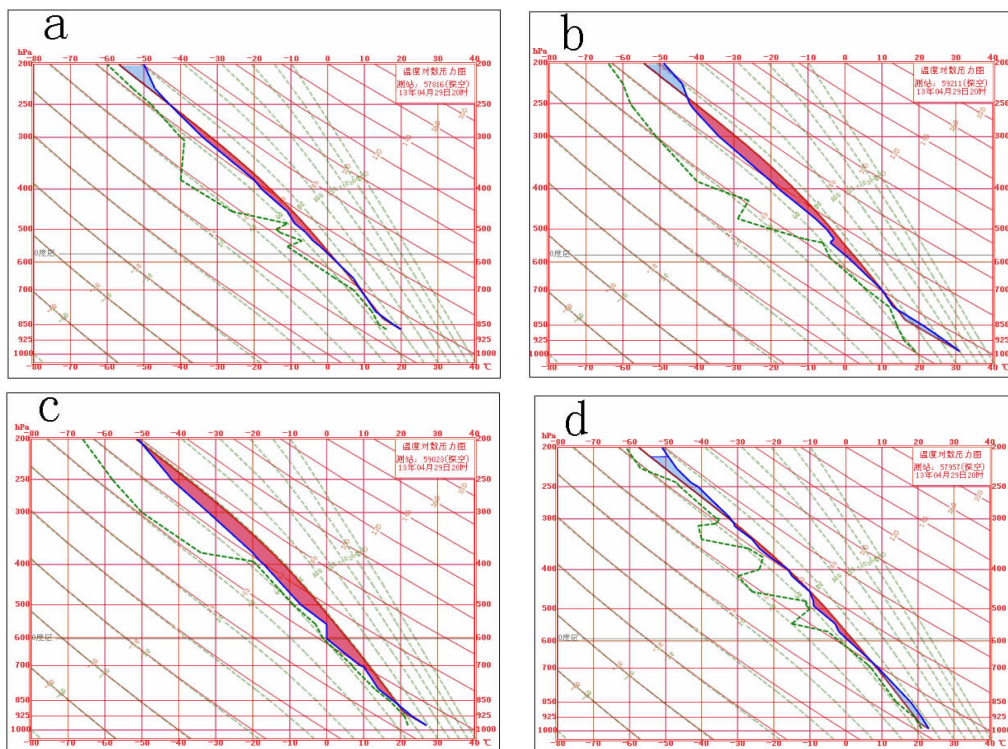


图 2 2013 年 4 月 9 日 20 时温度对数压力图分析

(a, 贵阳;b, 百色;c, 河池;d, 桂林)

阳大气层结稳定性分析如图 2 所示。

图 2 中,河池的正不稳定能量面积最大,百色次之;河池南边、西边探空站大气层结稳定性面积较小(图略);贵阳的正不稳定能量面积很小,桂林大气层结近似中性状态。由图 2 可见,大气层结不稳定中心位于河池附近,东边、北边大气层结近似中性。

3.2 地面中尺度变压场结构与对流分布特征

弱冷空气入侵广西前后的地面中尺度变压场分析如图 3(见彩页)所示。

29 日 23 时,弱冷空气到达桂北边界,在桂东北形成了 1 个中尺度负变压中心(图 3a);29 日 23 时-30 日 05 时,中尺度负变压中心位置稳定少变,强度经历了形成-加强-减弱过程(图 3a-d)。30 日 01-08 时,对流主要发生在中尺度负变压区内,负变压中心区域对流最强(图 3e),强降雨中心与中尺度负变压中心对应(图 3f)。

3.3 对流单体排列结构特征

对流发展过程前期和盛期雷达回波图如图 4(见彩页)。

图 4 中,在对流发展初期和盛期对流单体都呈线状排列,是 1 种线状对流结构。从图 4a 中 a1-a2 和图 4b b1-b2 中,对流线中对流单体具有明显的间断排列特征,前期直线排列特征较为明显,后期变形为曲线形式。

5 结论和讨论

综合上述分析,可以得到如下结论:

(1) 在弱冷空气影响造成降雨这一类天气过程中,通常在大、中、小尺度上都可见到明显的 3 维结构特征,各尺度结构的配置与强度与降雨强度密切相关。不论何种天气型,逗点云系更容量产生强降雨;在 A 类天气形势下,斜云带更有利强降雨的产生,横云带的降雨强度相对较弱。

(2) 弱冷空气入侵前,在地面通常有中尺度负变压区形成,弱冷空气侵入中尺度负变压区后抬升的暖湿空气触发对流,对流主要发生在中尺度负变压区内,以线状对流更常见。约有半数以上的强、中降雨过程有低空急流出现,但也有低空急流出现并无强降雨现象,低空急流与降雨强度呈弱相关的统计关系。

文中仅从形式上讨论弱冷空气入侵造成降雨过程中各尺度天气系统的结构特征,主要为今后深入

讨论中尺度负变压区的形成过程和机理建立基础,也可为实际预报应用提供参考。对于这些结构特征统计规律稳定性,其形成的运动学或动力学机理有待进一步研究分析。

参考文献:

- [1] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等.天气学原理和方法(第三版)[M].北京:气象出版社,2000:319-436.
- [2] 林宗桂,林开平,李耀先,等.一个高空槽前中尺度对流系统发生发展过程和机制研究[J].气象学报,2011,69(5):770-781.
- [3] 林墨,廖雪萍,林宗桂.卫星与自动站资料分析处理系统设计原理和实现[J].气象研究与应用,2012,33(1):61-66.
- [4] 林宗桂,林墨,林开平.强降雨监测预警产品原理和应用[J].气象研究与应用,2014,35(2):23-26.
- [5] 林宗桂,李耀先,林开平,等.一个长生命期中尺度对流系统维持机制的研究[J].气象学报,2009,67(4):640-651.
- [6] 罗红磊,陈海山,林宗桂,等.一条弱静止锋上对流系统发生过程的中尺度特征[J].热带气象学报,2013,29(1):106-114.
- [7] 林宗桂,林开平,陈翠敏.广西前汛期冷锋云系中尺度对流云团特征分析[J].广西气象,2003,24(3):1-5.
- [8] 林宗桂,林开平,陈翠敏.典型带状云系强降雨过程卫星云图演变特征分析[J].广西气象,2003,24(4):11-16.
- [9] 林宗桂,林开平,陈翠敏,等.一次暴雨过程天气尺度云系演变特征分析[J].广西气象,2005,26(3):1-8.
- [10] 林宗桂,陈冰廉,陈翠敏,等.利用卫星云图作强降雨落区短时预报方法研究[J].广西气象,2005,26(4):10-18.
- [11] 黎惠金,覃昌柳,黄增俊.“05.6”广西持续性大暴雨成因分析[J].广西气象,2006,26(1):1-4.
- [12] 李菁,黄治逢,高安宁.广西重大锋面暴雨天气过程的特征分析[J].气象研究与应用,2008,29(1):1-4.
- [13] 阳擎,陈翠敏,林开平.南宁市暴雨时空分布特征[J].气象研究与应用,2008,29(1):34-37.
- [14] 唐新,林宗桂,黎家宜,等.一条南北向暴雨带的降雨特征及成因分析[J].气象研究与应用,2009,30(3):1-4.
- [15] 林宗桂,林墨,林开平,等.一股高原南下弱冷空气触发准静止锋对流的分析[J].热带气象学报,2014,30(1):111-118.