

文章编号:1673-8411 (2017) 03-0036-05

云系结构特征与降雨强度关系分析

林 墨, 林宗桂, 廖雪萍, 李耀先

(广西气象减灾研究所, 南宁 530022)

摘要:利用 FY-2E 资料,通过对云系分类,用云带长度指数和强度指数分析云系与降雨强度关系,初步得到降雨强度预报指标:(1)逗点云系更容易产生强降雨(机率 56%),强降雨机率与云系强度指数强成正比;(2)斜云带比横云带更容易发生强降雨(比例 5:2);(3)带状云系产生强降雨必要条件:云带长度指数 ≥ 1600 和强度指数 ≥ 200 ;(4)带状云系产生弱降雨阈值:云带长度指数 < 1400 和强度指数 < 190 。

关键词:卫星资料;暴雨;逗点云系;带状云系;预报指标

中图分类号:P458.1+21.1

文献标志码:A

Analysis of the relationship between the cloud structure and precipitation intensity

Lin Mo, Lin Zong-gui, Liao Xue-ping, Li Yao-xian

(Guangxi Meteorological Disaster Mitigation Institute, Nanning 530022, China)

Abstract: Based on FY-2E data and cloud classification, precipitation intensity forecast index were initially obtained by using the cloud length index and intensity index to analysis the relationship between cloud system and precipitation intensity: (1) comma cloud is more prone to cause strong rainfall (probability 56%), the probability of strong rainfall is proportional to the cloud intensity index; (2) oblique cloud band is more prone to cause strong rainfall than the transverse cloud band (proportion 5:2); (3) the requirement of strong rainfall caused by banded cloud: cloud band length index ≥ 1600 and cloud band intensity index ≥ 200 ; (4) the thresholds of weak rainfall produced by banded cloud: cloud band length index < 1400 and cloud band intensity index < 190 .

Key Words: satellite data; rainstorm; comma cloud; banded cloud; forecast index

前言

广西地处低纬,降雨量充沛,造成广西降雨最常见天气系统有高空槽、低空切变线和锋面等,这些天气系统配置适当则容易产生强降雨。在降雨预报业务中,可以用天气系统诊断分析方法获得一些分析参数,但仅依靠常规的天气图分析技术,难以获得充分的大气动力和热力运动信息,降雨量强度预报难度很大,准确率也有待提高。近年来,通过卫星资料在降雨预报中的应用实践统计发现,造成广西降雨

常见云型为带状云系和逗点云系。这两种云系都是高空槽、低空切变线和锋面等天气系统空间结构配置、强度和运动演变特征的直接反映,蕴含着丰富的多尺度大气动力和热力运动信息。文中介绍了近年广西在卫星资料应用实践中,通过研究卫星云图参数化方法,探寻卫星资料量化参数与降雨强度的关系特征。

1 资料和方法

1.1 资料来源

收稿日期:2017-04-30

基金项目:国家自然科学基金(41365002)。

作者简介:林墨(1983-),工程师,主要从事非常规资料在天气预报中应用研究工作。

选取 2010–2014 年造成广西降雨的高空槽、低空切变线和地面准静止锋类全系列共 45 个典型降雨过程。使用 MICPAS 数据格式的高空探测资料和 FY-2E 云图资料, 广西 94 个自动气象站国家站降雨资料。

1.2 统计方法

(1)云型分 3 型:斜云带,云带中段与纬度线交角 $\geq 45^\circ$;横云带,云带中段与纬度线交角 $<45^\circ$;逗点云系。

(2)降雨强度级别分 3 级:按全区 94 个国家站 24 小时降雨量 $\geq 25.0\text{mm}$ 的站点数分 3 级:强, ≥ 20 站;中,11–20 站;弱,1–10 站。

(3)计算云图参数:沿云带轴线作剖面线,以剖面线像素点总和为云带长度指数;取云带轴线剖面线灰度值平均值为云带强度指数。

(4)统计分析:按带状云系和逗点云系分类统计,以云带长度指数为纵坐标,云带强度指数为横坐标,作云带强度指数与降雨强度级别点聚图进行分析。

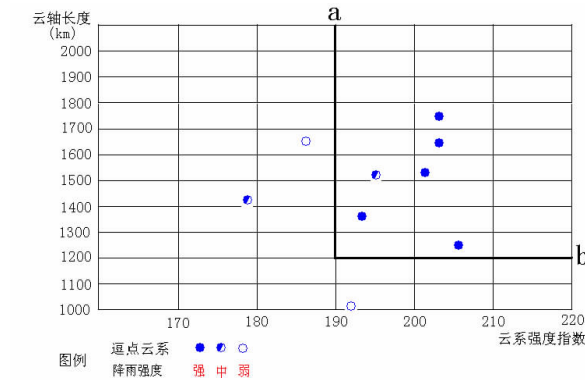


图 1 逗点云系降雨强度分析图

2 逗点云系降雨

逗点云系参数和降雨级度级别如表 1 所示。
表 1 中 9 个逗点云系的降雨强度有 5 个强,2 个中,2 个弱。由此可见,逗点云系更容易直接产生强降雨(56%)。用表 1 数据作点聚图分析如图 1 所示。
图 1 中,以云轴长度指数 ≥ 1200 ,云系强度指数 ≥ 190 作折线 a–b。由图 1 可以看出,云轴长度指

表 1 逗点云系参数列表

序号	时间 (YYYYMMDDHH)	长度参数, 强度参数	降雨站数	降雨强度级别
1	2010060808	1738, 203	34	强
2	2011050208	1518, 201	25	强
3	2012041920	1256, 206	44	强
4	2012051408	1628, 203	21	强
5	2012092308	1408, 178	12	中
6	2013050920	1374, 193	29	强
7	2013060108	1002, 192	10	弱
8	2014051020	1636, 187	10	弱
9	2014052120	1525, 195	12	中

数和强度指数大于折线 a–b 范围时,强降雨比率达 5/6,是一个容易出现强降雨区域,从图 1 中各点分布特征看,有一个降雨强度与云系参数值成正比的趋势。
选表 1 中 4 个强和 2 个中降雨级别过程的对流处于发展阶段的云图分析如图 2 所示。
图 2 中,不管降雨级别的强弱,逗点云系在广西的降雨都是尾部对流活动造成。这是由于逗点云系主体在东移过程中,从尾部卷入的弱冷空气经云贵高原南下入侵广西产生对流而产生降雨。图 2 中还

显示,较强的逗点云系(a,b,c,d)一般结构较完整,

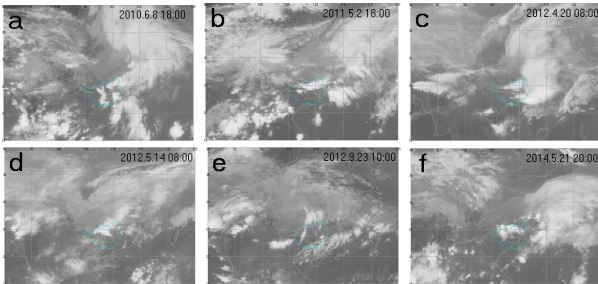


图 2 逗点云系对流发展期云图
(降雨级别:a,强;b,强;c,强;d,强;e,中;f,中)

表 2 带状云系参数列表

序号	时间 (YYYYMMDDHH)	云型, 长度参数, 强度参数	降雨站数	降雨强度级别
1	2010052120	横云带, 1823, 197	12	中
2	2010052720	横云带, 1789, 203	31	强
3	2010062320	横云带, 1010, 219	6	弱
4	2010062420	横云带, 2043, 221	28	强
5	2011070708	横云带, 1759, 207	14	中
6	2012051208	斜云带, 1675, 219	22	强
7	2012051908	横云带, 1941, 186	5	弱
8	2012052908	斜云带, 2182, 207	19	中
9	2012061020	横云带, 1488, 216	13	中
10	2012071420	横云带, 1899, 206	7	弱
11	2012082108	斜云带, 1713, 214	17	中
12	2013042920	斜云带, 1966, 214	21	强
13	2013052920	横云带, 1662, 214	7	弱
14	2013060908	斜云带, 1916, 207	35	强
15	2013062620	横云带, 2030, 225	16	中
16	2014040820	横云带, 1484, 164	6	弱
17	2014051108	斜云带, 1733, 208	12	中
18	2014051808	横云带, 1276, 187	14	中
19	2014052208	横云带, 1461, 215	7	弱
20	2014060208	横云带, 1291, 202	3	弱
21	2014060308	横云带, 1717, 202	10	弱
22	2014061708	横云带, 972, 204	3	弱
23	2014062020	横云带, 1535, 197	18	中
24	2014062720	横云带, 1659, 208	10	弱
25	2014062820	横云带, 1352, 201	8	弱
26	2014062920	斜云带, 1205, 220	2	弱
27	2014063008	横云带, 867, 177	8	弱
28	2014070408	斜云带, 1453, 217	15	中
29	2014070508	斜云带, 2010, 210	21	强
30	2014070608	斜云带, 910, 213	5	弱
31	2014072708	斜云带, 1885, 165	10	弱
32	2014081120	斜云带, 1253, 214	10	弱
33	2014081808	斜云带, 1888, 212	17	中
34	2014081908	斜云带, 1847, 213	22	强
35	2014082420	斜云带, 1987, 188	5	弱
36	2014090308	斜云带, 1773, 176	3	弱

较弱的逗点云系(e,f)结构则相对不完整。

3 带状云系降雨

带状云系参数和降雨级别如表 2 所示。

表 2 中,强降雨级别有 7 个(19%),其中,斜云带 5 个,横云带 2 个。由表 2 可见,带状云系产生强降雨机率远少于逗点云系,而斜云带比横云带更容量产生强降雨。用表 2 数据作点聚图分析如图 3 所示。

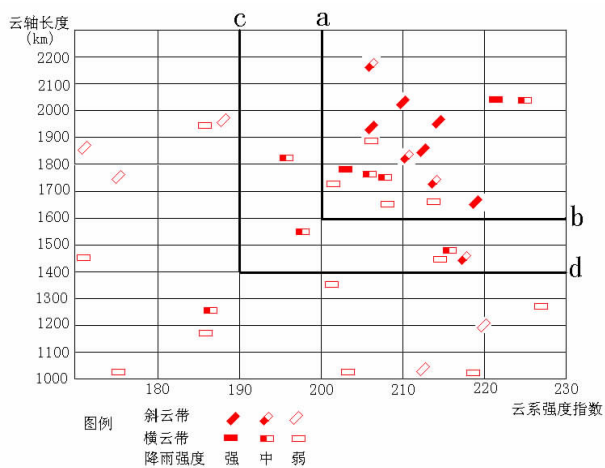


图3 带状云系降雨强度分析图

图3中,以折线a-b和折线c-d为界可分为3个区域:强降雨主要出现在折线a-b(云轴长度指数 ≥ 1600 ,云系强度指数 ≥ 200)右上区域;弱降雨主要出现在折线c-d(云轴长度指数 < 1400 ,云系强度指数 < 190)左下区域;折线a-b和折线c-d为过渡区域。但强降雨区域中仍有中弱降雨级别,需要其他消空指标补充。各点分布特征看,也基本有一个降雨强度与云系参数值成正比的趋势。

选图3折线a-b区内强降雨过程6个例子对流发展期间云图如图4所示。

图4中,造成广西强降雨主要是横云带或斜云带西南段的对流云团,这一般是高空槽槽底附近,主要是槽后弱冷空气南侵触发对流,通常在低空有切变线和准静止,有时有低涡和低空急流配合。

选图3折线a-b区内横云带弱降雨级4个例子对流发展期间云图如图5所示。

图5中,横云带的云带强度指数虽然都达到了强降雨等级阈值,但图5a、c横云带断续特征明显,对流云团分立发展,影响广西机会下降,导致降雨量强度弱;图5b、d横云带位置偏北,由于副高较强横云带一般南移较少,对流云团在广西产生降雨强度较弱。图5表明,当云带的云带指数较强时,一般还要对云带的具体形态特征深入分析,排除强降雨可能性,达到消空目的。

4 结论和讨论

(1)逗点云系容易产生强降雨。9个逗点云系产生降雨过程中,有5个(56%)为强降雨级,2个中级,2个弱级;强降雨机率与云系强度指数强成正

比。通常是逗点云系尾部的对流云团造成广西强降雨。

(2)斜云带更容易发生强降雨。36个带状云系降雨过程中,有7个(19%)强降雨级,其中斜云带有5个产生强降雨,2个横云带产生强降雨。通常是斜云带西南段(槽底附近)的对流云团造成广西强降雨。

(3)带状云系产生强降雨必要条件:云带长度指数 ≥ 1600 和强度指数 ≥ 200 ,比率为(7/17),其中斜云带产生强降雨比率为达(5/8);云带长度指数 < 1400 和强度指数 < 190 基本为弱降雨(14/15)。当带状云系强度指数达到强降雨阈值时,通过对云带的形态特征进一步分析,可达到排除强降雨可能性的消空目的。

应用云带强度指数判断降雨强度级别天气学意义明确,具有准客观特点,可作为广西暴雨预报指标之一,在近年来暴雨预报业务中得到检验。但目前这些工作还是初步的,需要深入研究带状云系的强降雨机理,进一步优化云带强度指数预报指标,提高卫星云图的客观量化分析处理水平。

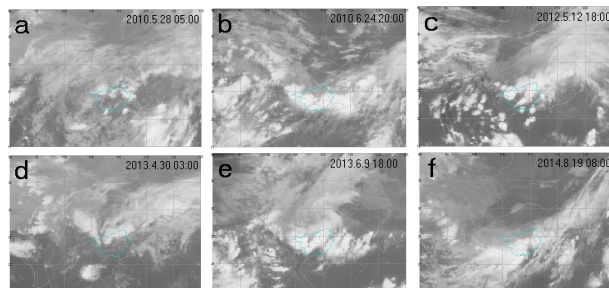


图4 强降雨带状云系特征

(a,横云带;b,横云带;c,斜云带;d,斜云带;e,斜云带;f,斜云带)

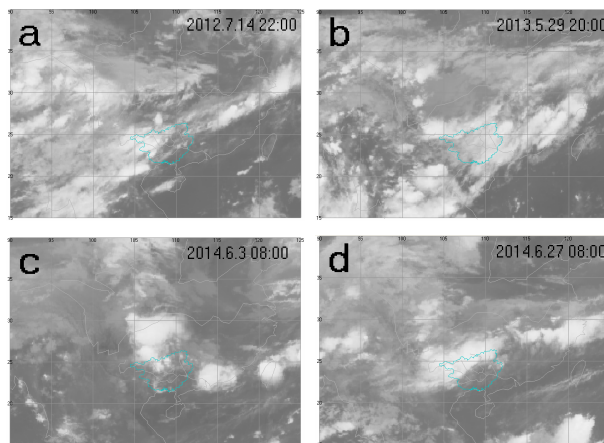


图5 弱降雨横云带特征

参考文献

- [1] 巴德 MJ, 福布斯 GS, 格兰特 JR, 等. 卫星与雷达图象在天气预报中的应用 [M]. 北京: 科学出版社, 1998: 308-309.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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过程分析 [J]. 热带气象学报, 2014, 30 (1): 111-118.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 林墨, 廖雪萍, 林宗桂. 卫星与自动站资料分析处理系统设计和实现 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (1): 61-66.
- [8] 林墨, 王汝凉, 林宗桂. 中尺度对流系统概念模型抽象化描述原理和方法 [J]. 气象研究与应用, 2013, 34 (2), 18-21+104.
- [9] 林墨, 林宗桂, 罗红磊. 一次中低纬度天气系统相互作用产生暴雨过程分析 [J]. 气象研究与应用, 2013, 34 (3), 6-8.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- (上接第 35 页)
- 特征分析 [J]. 广西气象, 1989, 10 (1): 26-29.
- [10] 罗建英, 廖胜石, 黄归兰, 等. 广西前汛期锋前暖区暴雨过程的模拟与分析 [J]. 气象, 2009, (10): 50-57.
- [11] 赵金彪, 罗建英, 高安宁, 等. 2008 年 6 月广西锋前暖区暴雨过程分析 [J]. 热带地理, 2010, (2): 145-150.
- [12] 刘蕾, 李宜爽, 张凌云, 等. 广西汛期 2 次暖区暴雨成因的对比分析 [J]. 中国农学通报, 2016, (5): 136-143.
- [13] 张晓美, 蒙伟光, 张艳霞, 等. 华南暖区暴雨中尺度对流系统的分析 [J]. 热带气象学报, 2009, (5): 551-560.
- [14] 徐燚, 闫敬华, 王谦谦, 等. 华南暖区暴雨的一种低层重力波触发机制 [J]. 高原气象, 2013, (4): 1050-1061.
- [15] 何立富, 陈涛, 孔期. 华南暖区暴雨研究进展 [J]. 应用气象学报, 2016, (5): 559-569.
- [16] 陈翔翔, 丁治英, 刘彩虹, 等. 2000—2009 年 5、6 月华南暖区暴雨形成系统统计分析 [J]. 热带气象学报, 2012, 28 (5): 707-718.