

冷涡天气系统影响下内蒙古 强对流天气分析

陈进强 张纪淮

(中国气象科学研究院,北京 100081)

单久涛 巴特尔 柴根成

(内蒙古气象科学研究所)

提 要

使用卫星云图和雷达回波资料结合常规天气资料,分析冷涡天气系统影响下内蒙古中西部地区强对流天气过程的卫星云图和雷达回波的特征,为中尺度对流天气的实况监测和防雷作业提供依据。

关键词: 冷涡 卫星云图 雷达回波

前 言

每年5~8月期间,内蒙古的中西部地区经常发生雷雨、大风和冰雹等强对流天气。根据初步统计,大部分强对流天气是与冷涡或冷性低压天气系统相联系。所谓冷涡天气系统是指在蒙古人民共和国上空500hPa有一闭合低压中心,其后部有冷中心或冷槽配合(图略)。冷涡天气系统一般发展比较深厚,向上发展到200hPa,向下到850~700hPa,发展深厚的有时地面有气旋配合。当冷涡或冷性低压在蒙古人民共和国上空发展或是在向东移动过程中,在其后部不断有冷空气南下(有时可以看出是短波槽扰动)影响内蒙古中西部地区,造成强烈的对流天气。这些强对流天气多数发生在午后到傍晚,这与太阳加热使地面增温密切相关。强对流天气的特点是:强度大,常伴有雷雨、大风和冰雹,持续的时间较短,通常为1~2小时。当冷涡东部有高压脊阻挡时,冷涡在原地旋转或移动很慢,在这种情况下,强对流天气有时能持续1~3天。

本文主要是使用卫星云图和雷达回波资料结合常规天气资料分析冷涡天气系统影响下,内蒙古中西部地区强对流天气过程的卫星云图和雷达回波的特征,为中尺度对流天气的实况监测和防雷作业提供依据。

1 卫星云图特征分析

蒙古冷涡天气系统在卫星红外云图上显示一个旋转的涡旋云系。一个发展成熟的涡旋云系的结构形式通常由斜压带卷云A、涡度逗点云B和变形区卷云C组成^[1],在实际观测中,由于涡旋本身发展的强弱程度、地形和水汽条件等因素的影响,组成涡旋3种云系结构通常是不十分完好。涡旋云系的尺度差异很大,小的涡旋云系只有几公里^[2],大的有几千公里。通常的涡旋云系为几百公里,属于中尺度涡旋。涡旋的时间尺度一般与涡旋本身的强度和移动速度有关,涡旋的强度越大,移动速度慢,时间较长,通常为2~4天。相反,则时间较短,一般为1天或几个小时。涡旋云系的发展演变过程比较复杂,而且形式是多样的,但一般情况,首先是涡旋逗点状云出现,在其发展过程中逐步出现卷云,后演变成斜压带卷云,最后出现变形区卷云,成为一个发展成熟的涡旋云系。

蒙古冷涡由于它所处的地理位置是在内陆,水汽条件较差,完整的涡旋云系的发展过程很难观测到。而我们经常观测到的是,当蒙古人民共和国(或内蒙古)上空出现旋转的涡旋云系时,常常在中午前后到傍晚,在涡旋云系的东南到西南象限区域内出现云系或小的云团或单体,1~3小时后,发展成冷锋云带,

当冷锋云带移过内蒙中西部地区时,出现雷雨、阵性大风和冰雹天气,造成一次强烈的中尺度对流天气过程。下面是在红外云图上观测到的4种中尺度天气过程。

1.1 由云线发展成云带造成的对流天气过程

涡旋云系在旋转过程中,涡旋中心的西部到西北干冷空气入侵的区域,在中午前多为晴空无云区。接近中午(或中午以后),由于强烈的太阳光照,地面增热很快,在涡旋中心的西南象限常常出现一条细的云线,在以后的几个小时内,云线发展成为对流云带(或冷锋云带),造成一次强烈的天气过程。图1是1999年6月9日11~13时的卫星红外云图素描,11时(图1a)在内蒙古中到东部有一涡

旋云系,涡旋中心位于内蒙古的中部上空,从中心向东南伸延的云带A为斜压带卷云,从中心向北伸延的云带C为变形区卷云,涡旋云系的西部是干冷空气侵入的晴空无云区。可以看出,西南象限在斜压带卷云A的后部,从涡旋中心向西南延伸与A接近平行的一条细小的云线B。此时云线B还不十分清楚。到了12时(图1b),云线发展成为一条明显的云带B(或冷锋云带),这条云带保持与A平行^[3]。13时(图1c),云带B明显发展变大,成为涡度逗点状云系。当云带B发展时,A逐渐减弱,之后B并入A或代替斜压带卷云A。当云带B在发展加强和向东南移动过程中,在中西部的一些地区造成强对流天气过程,其中有些地区还出现大风和降雹。

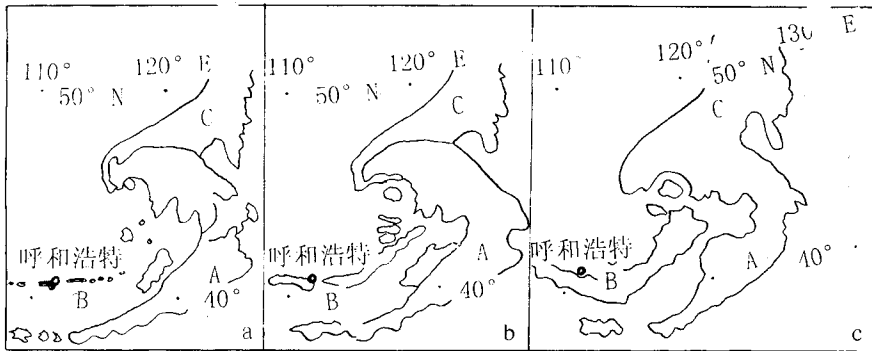


图1 1999年6月9日11~13时(自左至右)卫星红外云图素描

A为斜压带卷云,B为新发展的涡度逗点云,C为变形区卷云

1.2 由干槽内小的云团和弧状小云带发展成对流短带或云团造成的强对流天气

图2是1999年6月20日14、16和18时的卫星红外云图素描图。14时(图2左),在蒙古国的中部上空有旋转的涡旋中心,它由几个比较大的云团组成,云系旋转结构不十分明显,北部的变形区卷云C结构比较松散;在涡旋中心的东南部,距离中心较远的是先前形成的冷锋云系A,两者之间有一明显干槽T^[3]。随着涡旋中心的旋转,来自西北的干冷空气经涡旋的南部不断进入干槽内。在靠近涡旋中心云系附近的干槽内,已经有一弧状的小云带B,在其前面还有一小块云团。16时(图2中),B和小块云团一起发展成为

对流云带B。以后这条短带在向东南移动中进一步发展(图2右),经过呼和浩特地区时,造成强烈的雷雨、大风和冰雹天气(详见雷达回波分析)。

1.3 由云线或云带合并发展造成对流天气过程

图3是1999年6月26日12、14和16时的卫星红外云图素描图。12时(图3左),在蒙古国东部上空有一涡旋中心云系,涡旋中心北部的变形区卷云C比较明显,而东部到东南的斜压带卷云A不如C明显,在涡旋中心南到西南(内蒙古的中部地区)有3条不十分明显断续的云带。到了14时(图3中),就发展成为一条明显的连续的冷锋对流云带

B. 此云带在向东南移动过程中,继续发展。到了16时(图3左),发展成范围更大、长度更长的对流云带。这条冷锋对流云带移过的

地区有强对流天气发生,其中有些地区出现雷雨、大风和冰雹。

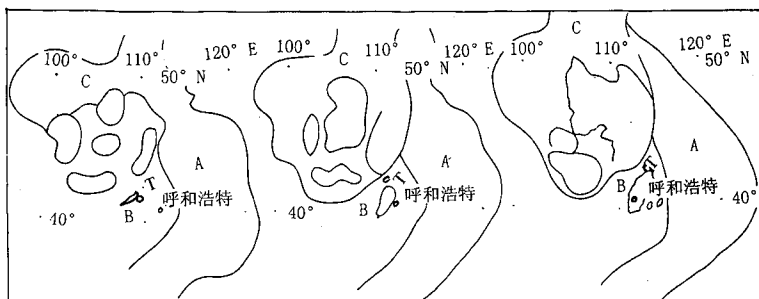


图2 1999年6月20日14、16和18时的卫星红外云图素描
A为先前的冷锋云系,B为新生发展的对流云带,C为变形区云,T为干槽

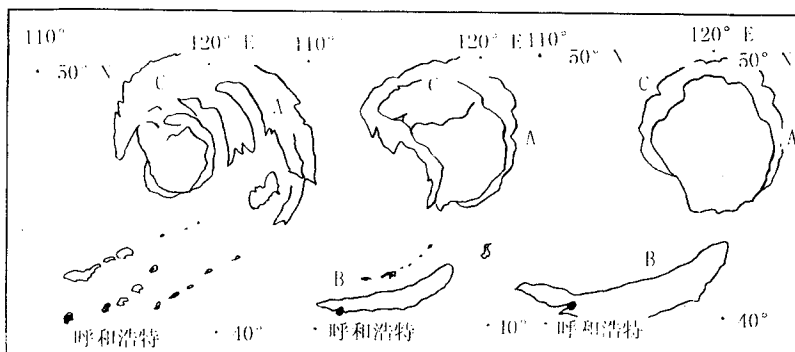


图3 1999年6月26日12、14和16时(自左至右)的卫星红外云图素描

1.4 冷涡中心云系缓慢东移造成强对流天气

1997年6月28~30日,内蒙古的中西部地区连续出现三天强对流天气。其中,28和29日,包头市和呼和浩特市出现严重的灾害性降雹,28日包头市降雹灾害尤为严重,30日包头市和呼和浩特还有强的雷阵雨天气。这三天连续的对流天气与蒙古国北部上空的涡旋天气系统密切相关。

在1997年6月28日12时34分的卫星红外云图(图略)上,新疆西部上空和蒙古国北部上空分别有一个涡旋中心,前者的涡旋云系范围较大,结构清楚,后者的涡旋中心云系范围较小,有趣的是这两个涡旋的变形区卷云带是紧密地连在一起,成为一条长几千公里,结构十分完好的卷云带^[1],它从新疆西

北部向东延伸到蒙古国东部。从12时34分到20时34分的8个小时时间内,这条变形区卷云带的位置、长度和结构几乎没有什么变化。这种情况说明这两个涡旋中心的位置和强度比较稳定。这个时候,位于蒙古国北部上空涡旋中心的东南部,已经有一条东北-西南走向的锋面云带,正好位于内蒙古的中西部地区上空,由大小不等的对流云团(或单体)组成,云团边缘清楚,结构紧密。由于这些小云团(或单体)生消频繁,从12时34分到14时34分的2个小时内,锋面对流云带移动很慢(图略)。这条对流云带经过包头市地区时,产生严重的降雹,其中最严重的是包头市的南部地区,降雹持续时间有20~30分钟,冰雹最大直径50mm,平均直径30mm,造成严重灾害。17时以后锋面云带经过呼和

浩特市也出现了降雹,其它地区出现雷阵雨天气。由于涡旋云系仍在蒙古国上空,移动速度又慢,涡旋在向偏东方向移动中,内蒙古的中部地区仍有对流天气,29日包头市仍有灾情较严重的降雹,呼和浩特市也出现了降雹,30日中部地区有雷阵雨。

另外,在涡旋天气系统影响下,内蒙古中西部连续三天出现降雹的还有其它个例,例如1998年7月16、17和18日,巴盟地区连续三天出现降雹天气。

2 雷达回波分析

上面介绍的是卫星红外云图出现对流云带的四种情况,相对应的地面上,位于内蒙古中西部地区的包头和呼和浩特的711三公分波长数字化雷达,通常观测到一条强的对流降水回波带。下面以1999年6月20日为例分析这次对流云带B(见图2)发展过程雷达观测到的一些降水回波特征。在图2 14、16和18时的卫星红外云图中,在冷涡中心云系东南干槽内发展起来的对流云带B正好位于呼和浩特市西北部,当这条对流云带从西北向东南移动过程中,位于呼和浩特市东郊白塔机场附近的711三公分波长数字化雷达观测到它的发展演变过程(图4)。17时03分~17时08分,在测站西北方向大约40km以外,已有一条呈东北-西南向的弧状的不连续降水回波带,长为120~160km,宽度20~40km,回波带由断开的、发展很强的复合单体或单体组成。最大回波强度50~60dBz,最大高度12km,如图4a和c所示,局地可能已经出现降雹。回波带以40~50 km·h⁻¹的速度由西北向东南移动。

17时33分~39分(大约半个小时以后),回波带已经移到测站西北10km以外,并且已发展成一条连续的比较好的完好的降水回波带,回波带保持弧形,中部突出的部份比较平直,回波结构紧密,强度最强50~60dBz。高度12km,其中强度50dBz的高度在10km以上,如图4b和d所示。这时相应的地面上(在呼和浩特市及其周围)出现雷雨、阵性大风和降雹。17时47分~18时00分,降水回波带西北段回波结构有些松散,强度减弱,西南段的回波还继续发展(图略),18时当降水回波带移到测站时,出现1~3分钟有如手指头大小的冰雹,接着是比较大的阵

性降水。18时以后,整个降水回波带变宽,结构松散,强度减弱,对流性降水减少、稳定性降水增加,这种演变过程与卫星云图的对流云带B的演变过程一致。

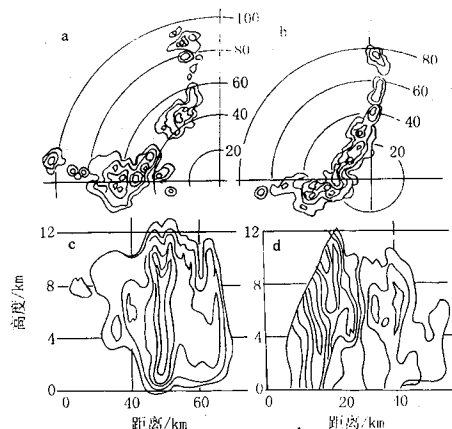


图4 1999年6月20日位于呼和浩特市东郊白塔机场附近711三公分波长数字化雷达观测到对流云带B的PPI和RHI降水回波

图中a和b的时间分别是17时03分和17时36分,仰角均为2°;c和d的时间分别是17时04分和17时35分,方位分别是271°和270°。图中等值线自外至内分别是15、30、40、50和60dBz。

3 结语

冷涡是造成内蒙古中西部地区夏天强对流天气的主要天气系统,在卫星红外云图上表现为一个旋转的涡旋云系。当此云系向偏东方向移动时,中午前后在其东南或西南象限内有云线、小云带或云团和单体出现,2~3小时后发展成对流云带或冷锋云带。用数字化雷达对卫星红外云图中的对流云带或冷锋云带进行监测,可以详细地观测到其降水回波带的发生、发展和衰亡的演变过程。因此,使用卫星观测资料,结合常规天气资料,并且用雷达对中尺度对流天气进行实时监测,是目前最好的临近预报方法,它将改善和提高强对流天气的准确预报率,为人工防雹作业提供依据。

(下转第47页)

参考文献

- 1 Weldon. Application of meteorological satellite data in Analysis and forecasting. Part I section 3, 1980: 36.
- 2 布朗宁 K A. 周凤仙等译. 现时预报(英). 北京: 气象出版社, 1986.
- 3 Weldon. Application of meteorological satellite data in analysis and forecasting. Part II section 4, 1980: 86.

The Analysis of Severe Convective Weather in the Mid-west Part of Inner Mongolia under the Cold Vortex System Control

Chen Jinqiang Zhang Jihuai

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Shan Jiutao Ba Teer Chai Gencheng

(Inner Mongolia Meteorological Institute, Huhhot 010051)

Abstract

The feature of satellite image and radar echo of the severe convective weather process occurring in the mid-west part of Inner Mongolia under the cold vortex system influence was analysed. The scientific base was provided for the real-time monitor of the mesoscale convective weather and cloud seeding activities for hail suppression.

Key Words: cold vortex satellite image radar echo severe convective weather