

刘健, 蒋建莹. 不同观测分辨率强台风云系的遥感特征. 应用气象学报, 2014, 25(1): 1-10.

不同观测分辨率强台风云系的遥感特征

刘 健* 蒋建莹

(国家卫星气象中心, 北京 100081)

摘 要

静止气象卫星的快速区域扫描是监测不同天气过程的有利手段。以获取的风云静止气象卫星快速区域扫描数据为基础, 选取 2011 年台风梅花(1109)及 2012 年台风海葵(1211)的观测数据, 采用 Hovmöller 分析图、变异系数等参数, 研究不同时空分辨率观测数据对台风云系结构特征参数监测的敏感性影响。分析结果表明: 可见光通道 10 min 观测时间间隔配以 1.25 km 空间分辨率可以很好地反映云系演变特征, 在相同观测时间分辨率条件下, 降低空间分辨率会对云系结构特征的提取有较大影响; 在相同空间分辨率条件下, 观测时间分辨率的降低对云系结构及演变特征的分析影响较小; 基于变异系数的分析说明云像元特性在 60 min 的观测时间间隔下发生了较大变化, 如果以 60 min 为观测时间间隔将会失去较多的云像元变化特征。水汽通道不同观测时间的变异系数差值小于红外通道 1, 说明云像元在红外通道 1 的特性演变对观测时间的敏感性高于水汽通道, 提高观测频率可获取更多的云像元红外通道 1 的辐射特性。

关键词: 分辨率; 卫星资料; 强台风; 云分析

引 言

云对地球与大气间的能量平衡具有强烈的调节作用。云性质及其在不同空间和时间尺度上的变化对全球气候变化和各种尺度的天气系统影响不可忽视。不同云状反映了不同的大气状况, 如对流云的存在预示着可能发生降水或强对流天气, 反映了大气不稳定性; 层积云的存在预示着大气中存在干空气逆温层, 因而对云的观测有助于改善天气预报精度。气象卫星因其具有较高的时间探测频率优势, 一直以来在天气分析中发挥着重要作用^[1-7]。对于快速变化的天气系统, 卫星观测的时间分辨率越高, 越有助于捕捉到更多的云系变化特征信息。目前我国单颗静止气象卫星的业务观测时间间隔最短为 30 min, 双星观测可达到 15 min。与传统的 60 min 时间分辨率的观测相比, 观测频率已有很大提高。但对于短临天气预报的需求还有差距, 因此研制快速的区域扫描技术, 获取高时间分辨率观测数据是

必然的发展趋势。

利用静止气象卫星进行快速区域扫描的工作主要来自美国、日本和欧盟。美国在 20 世纪 70 年代就开展了快速区域扫描观测。Rodgers 等^[8]研究表明, 高空间分辨率和高时间分辨率的观测可获取更多的围绕飓风的低层风数据, 假设飓风周围的低层云具有较短的生命史, 而标准的 15~30 min 的观测时间间隔很难捕捉到其变化, 因此分别利用 SMA2 卫星 7.5 min 的观测时间间隔和 GOES 卫星 13 min 的观测时间间隔获取高层 200 hPa 和低层 900 hPa 的云迹风风场资料。与 15 min 或 30 min 的资料相比, SMA2 卫星 7.5 min 的观测时间间隔追踪到的云扩大了 5~10 倍, 同时 Rodgers 等^[8]研究表明, 高时间分辨率必须配以高空间分辨率观测才可获得最佳观测效果。Uchida 等^[9]研究了围绕台风的低层云导风, 结果表明, 与 30 min 的观测时间间隔相比, 7.5~15 min 的观测时间间隔可以获取台风中心较高空间密度的资料。7.5 min 观测时间间隔可以提供台风中心周围 200 km 范围的风资料, 15 min 观测

2012-10-02 收到, 2013-07-08 收到再改稿。

资助项目: 国家自然科学基金项目(41175022), 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201206003), 国家科技支撑计划项目(2012BAC22B05)

* email: liujian@cma.gov.cn

时间间隔可以提供台风中心周围400 km范围的风资料,30 min观测时间间隔只可提供台风中心周围500~600 km范围的风场资料。日本气象厅也曾试图实现业务化观测台风中心附近低层风场^[10]。Velden等^[11-12]分别在2000年和2005年利用GOES-10研究了不同探测通道、不同时间间隔对风资料获取的影响,发现若获取更多的风场数据,需要缩短观测间隔,提高空间分辨率。Hamada^[13]最先提出15 min的观测时间间隔可以更好地反映生命史较短且变化迅速的云特征。Shenk^[14]利用GOES时间序列图像很好地实现了对云目标的追踪。不同的云状,最佳时间间隔有所不同,如Shenk^[14]研究表明,追踪陆地上的积云,最佳观测时间间隔为1~10 min,而追踪卷云最佳时间间隔则可能为30 min。

上述研究说明,快速区域扫描有助于对天气系统分析,但多数研究从云迹风的反演角度出发,讨论不同时空分辨率卫星观测对其影响,而对不同时空分辨率遥感资料在天气系统云系发展演变中特征提取讨论较少。本文针对不同探测通道,利用不同空间分辨率和时间分辨率所获取的台风云系反射率和亮温参数所反映的结构及其演变特征,分析不同时空分辨率、多通道卫星资料对台风云系特征提取的敏感性。

1 数据和方法

单颗风云二号静止气象卫星的传统观测时间分辨率是60 min,在汛期会实行30 min时间分辨率的观测模式,双星观测模式可每15 min获取1次观测数据。但由于双星观测角度、不同星上载荷互定标等方面存在误差,常会造成观测数据间的一致性和均一性偏差。因此提高单颗卫星的观测时间分辨率是获取高时间分辨率观测数据的最佳途径。

国家卫星气象中心2011年利用退役的FY-2C气象卫星开展了区域高频次观测试验,首次获取了平均间隔为10 min的连续观测数据,2012年利用FY-2F气象卫星开展了最高时间分辨率为5 min的区域观测。本文所用的FY-2C气象卫星和FY-2F气象卫星区域观测数据,观测通道包含可见光、红外窗口通道(红外通道1),红外分裂窗通道(红外通道2),水汽通道(红外通道3)和中波红外通道(红外通道4),其中红外通道的空间分辨率为5 km,可见光通道具有5 km和1.25 km两种空间分辨率数据。

2011年第9号热带气旋梅花于7月28日06:00(世界时,下同)在西北太平洋洋面上生成,到8月9日停止编号,生命史长达13 d,具有生命史长、移速先快后慢、强度多变和风大雨小等几大特点。其中,梅花(1109)经历了两度加强,7月30日上午梅花加强为强热带风暴,下午增强为台风,30日12:00和30日18:00加强为强台风和超强台风。随后,7月31日晚上减弱为强台风。8月3日凌晨再次加强为超强台风,晚上减弱为强台风。梅花(1109)在8月3日不到24 h的时间内经历了从强台风发展到超强台风,随后又减弱为强台风的过程。本文选取2011年8月3日过程讨论不同时空分辨率卫星资料对梅花(1109)云系特征提取的敏感性。

2012年第11号热带气旋海葵于8月3日00:00在西北太平洋生成,8月7日06:00加强为强台风,8月8日03:00前后以强台风强度在浙江象山附近沿海登陆。本文选取2012年8月7日的过程讨论不同时空分辨率卫星资料对海葵(1211)云系特征提取的敏感性。

为了更好地描述云系在一定时序内的变化特征,引入Hovmöller图^[15]。Hovmöller分析图是气象上用于描述波运动的常用方法,主要用于分析参数的时间演变特征。Hovmöller图横坐标一般为经度或纬度,纵坐标为时间,分析数据可用不同的颜色或阴影代表。

2 个例分析

2.1 台风云系的多尺度可见光通道反射率特征

2011年8月2日18:00台风梅花(1109)中心位于23.8°N,133.3°E,中心气压930 hPa,中心附近最大风速为52 m/s,强度为超强台风。之后向偏北方向移动,至09:00台风梅花(1109)中心气压维持在925 hPa,中心附近最大风速达到55 m/s。其云系特征表现为眼区清晰,眼壁进行了1次置换。南侧和东侧云系发展完整,且南侧有明显的卷云羽流出,说明高层的辐散很清楚。而西侧和北侧各有一副热带高压,受副热带高压内下沉气流的影响,梅花(1109)西侧和北侧云系的发展受到抑制。8月3日04:00台风梅花(1109)中心位于24.4°N,131.5°E,强度降为强台风等级。图1为2011年8月3日03:03—04:50平均观测时间间隔为10 min、空间分辨率为1.25 km的台风梅花(1109)中心云区可见

光通道反射率图像。由图 1 可见,台风云系在可见光图像上表现白亮,螺旋云带纹理清晰,台风眼区被云覆盖,图像清晰地展示了台风眼区云系从圆形逐渐变为椭圆形的过程。图 2 分别为 2012 年 8 月 7 日 01:00 1.25 km(图 2a)、5 km(图 2b)分辨率台风海葵(1211)云系可见光通道反射率图像和 1.25 km

分辨率台风中心可见光通道反射率图像(图 2c)。与 5 km 空间分辨率图像相比,1.25 km 空间分辨率观测数据对于云系的结构特征表现得更为清晰,尤其是台风眼区云系。在 5 km 空间分辨率图像上,可见台风眼区内有低云覆盖,在 1.25 km 空间分辨率图像上可见云清晰的纹理结构。

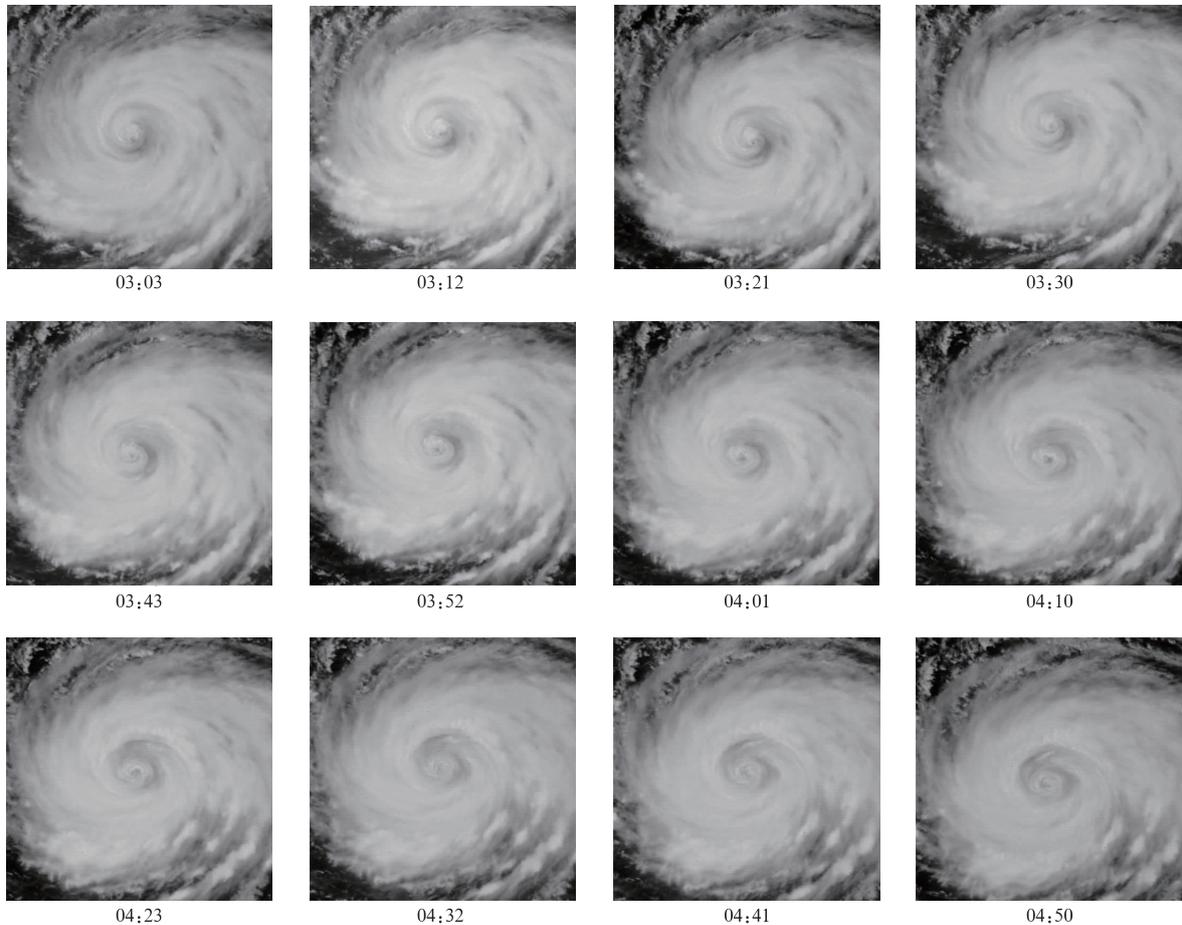


图 1 2011 年 8 月 3 日 03:03—04:50 平均观测时间间隔为 10 min 的空间分辨率为 1.25 km 台风梅花(1109)中心云区可见光通道反射率图像

Fig. 1 The reflectivity image of typhoon Muifa(2011) of FY-2C visible channel during 0303 UTC—0450 UTC on 3 August 2011 with the spatial resolution of 1.25 km and the temporal resolution about 10 minutes

图 3 是 2011 年 8 月 3 日 03:03—07:50 内平均观测时间间隔为 10 min、空间分辨率分别为 5 km 和 1.25 km 的超强台风梅花(1109)云区反射率 Hovmöller 分析图。Hovmöller 图分析数据取自图 4 中黑色方框内。由于台风梅花(1109)在分析时段内基本沿经线方向运行,因此选取经向可见光通道反射率最小值在纬向上的分布作为分析数据。由图 3 可见,两种空间分辨率的可见光通道反射率 Hovmöller 图的分布模态相同:03:03—07:03 18.5°N

以南和 22.0°~26.0°N 区域内均出现了云像元最小反射率的高值分布区,04:01 以后 19.0°~20.0°N 区域以及 29.5°~31.0°N 的区域内出现最小反射率的低值分布。由于观测数据空间分辨率不同,在最小反射率随纬度的分布细节上有明显差异,如 03:03—04:01 在 17.5°~18.0°N 区域,1.25 km 分辨率数据显示了一个高反射率区,5 km 分辨率数据显示的反射率值域明显低于 1.25 km 分辨率数据。在以 24.0°N 为中心的台风眼周边云像元尽管呈现高反

射率特性,但眼区云像元随时间的分布在不同空间分辨率数据基础上的表现不尽相同,1.25 km 分辨率数据可以展示更多的细节,04:40 台风眼区云像元的反射率开始降低,而 5 km 空间分辨率观测数

据直到 05:30 才显示出台风眼区云像元反射率有所降低的特性。因此,在可见光通道,高空间分辨率数据可以更准确地捕捉到云像元演变特性。

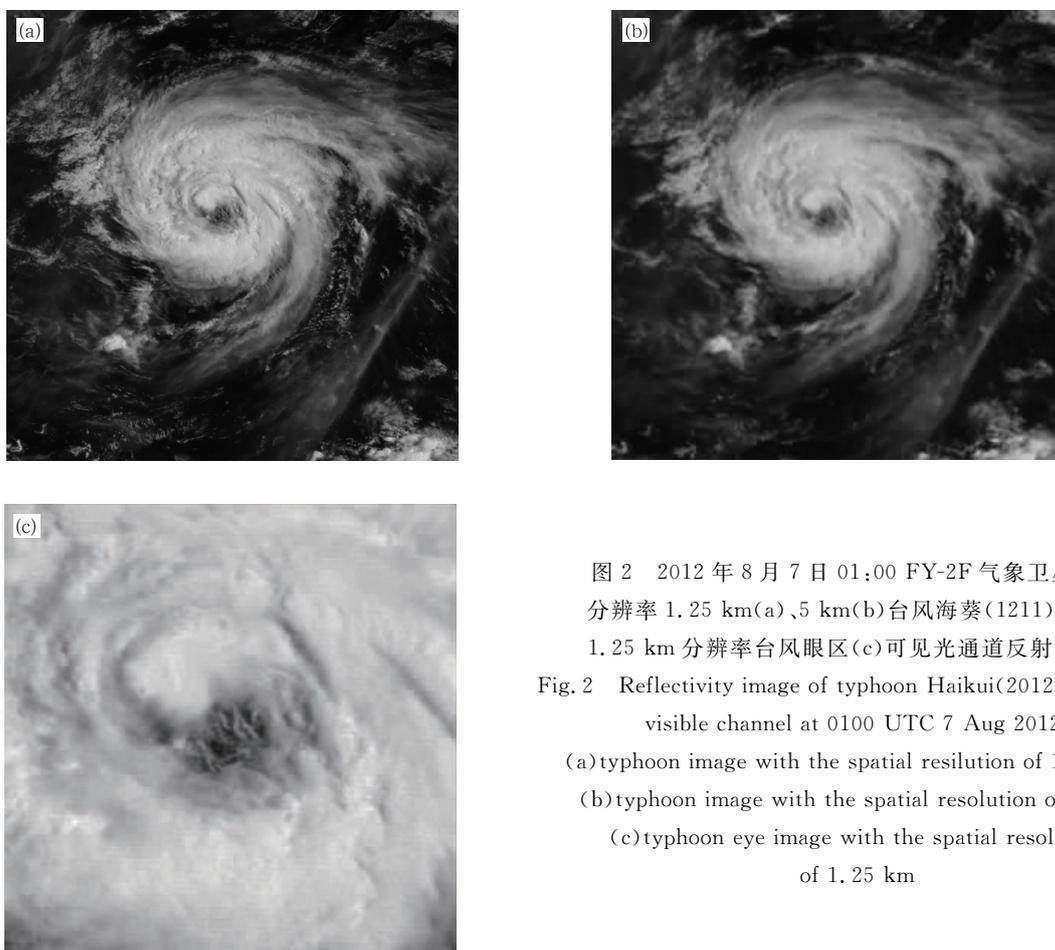


图2 2012年8月7日01:00 FY-2F气象卫星空间分辨率1.25 km(a)、5 km(b)台风海葵(1211)云系和1.25 km分辨率台风眼区(c)可见光通道反射率图像
Fig. 2 Reflectivity image of typhoon Haikui(2012) of FY-2F visible channel at 0100 UTC 7 Aug 2012
(a)typhoon image with the spatial reselution of 1.25 km,
(b)typhoon image with the spatial resolution of 5 km,
(c)typhoon eye image with the spatial resolution of 1.25 km

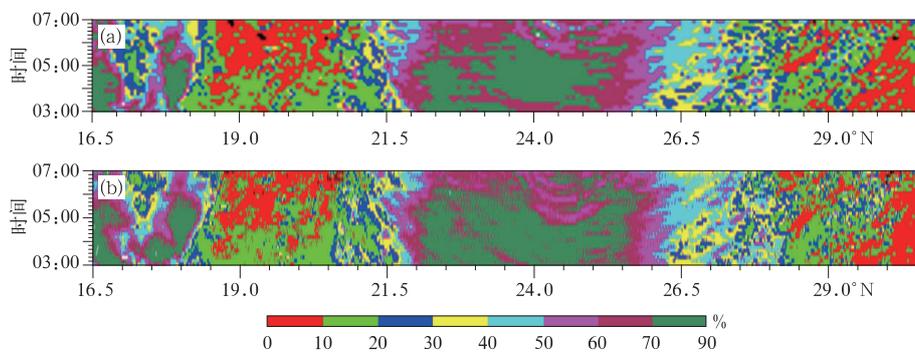


图3 2011年8月3日03:03—07:03平均观测时间间隔10 min的空间分辨率为5 km(a)和1.25 km(b)台风梅花(1109)云系 Hovmöller 分析图
Fig. 3 The reflectivity Hovmöller diagram of typhoon Muifa(2011) during 0303 UTC—0703 UTC on 3 Aug 2011 with the spatial resolution of 5 km(a) and 1.25 km(b) and the temporal resolution about 10 minutes

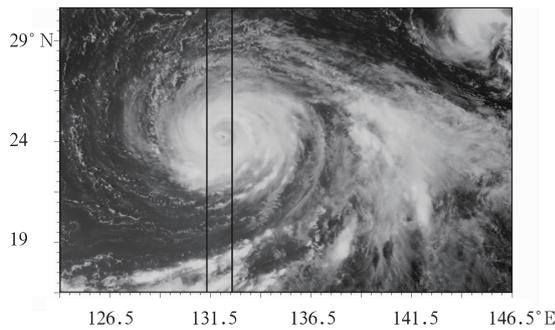


图 4 2011 年 8 月 3 日 04:10 1.25 km 空间分辨率可见光通道反射率图像
(图中黑框为 Hovmöller 分析区范围)

Fig. 4 The reflectivity image of visible channel at 0410 UTC 3 Aug 2011 with the spatial resolution of 1.25 km
(black box in the image shows the analysis area used by Hovmöller diagram)

图 5 是观测时间间隔分别为 30 min 和 10 min 条件下获取的可见光通道反射率 Hovmöller 分布图。与不同空间分辨率可见光通道反射率随时间演

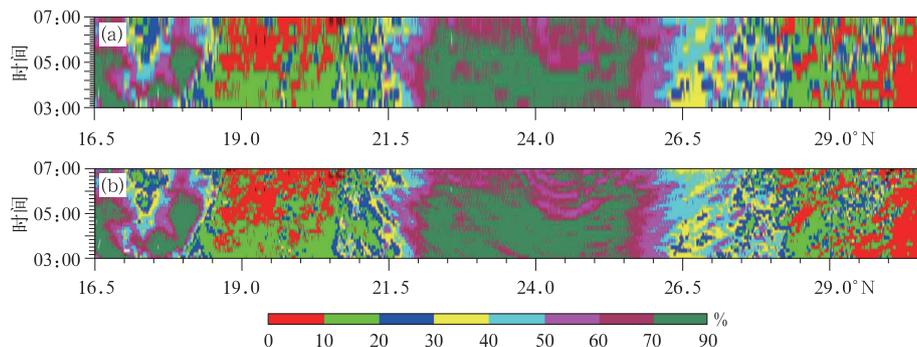


图 5 2011 年 8 月 3 日 03:03—07:03 空间分辨率为 1.25 km、平均观测时间间隔为 30 min(a)和 10 min(b)台风梅花(1109)云系 Hovmöller 分析图

Fig. 5 The reflectivity Hovmöller diagram of typhoon Muifa(2011) during 0303 UTC—0703 UTC on 3 Aug 2011 with the spatial resolution of 1.25 km and the temporal resolution about 30 minutes(a) and 10 minutes(b)

2.2 台风云系的多尺度红外通道亮温特征

采用 Hovmöller 分析图对台风云像元在不同观测时间间隔红外通道 1 的辐射特性进行分析。图 7 是观测时间间隔分别为 10, 30 min 和 60 min 台风眼区云像元红外通道 1 亮温经向上随时间演变特征。图 8 为台风云像元在不同观测时间间隔上水汽通道亮温特性的 Hovmöller 分析图。Hovmöller 分析图中 10 min 间隔图像上的黑线是由于每相隔 6 h

变特征相比(图 3),不同观测时间频率条件下获取的台风眼区周边云像元反射率随时间的演变特征分布模态间的差异较小。图 6 是通过台风眼区及眼区周边云墙的 1.25 km 和 5 km 不同空间、时间分辨率可见光通道反射率剖面。由图 6 可知,在相同观测时间间隔条件下,5 km 空间分辨率可见光通道反射率可以看作 1.25 km 空间分辨率可见光通道反射率的平滑线。可见光通道反射率 60 min 观测时间间隔获取的眼区云系反射率变化较为剧烈,提高观测时间间隔到 30 min 后,眼区云系反射率的演变出现明显波动。进一步提高观测时间频次后,平均 10 min 的观测时间间隔提供了云系反射率更为详细的演变特征。

综合上述分析,对比图 3、图 5 和图 6,对于可见光通道而言,高空间分辨率和高时间分辨率相匹配可获取精细的台风云系结构特征和云系结构特征随时间的演变特征。在相同观测时间分辨率条件下,降低空间分辨率会对云系结构特征的提取有较大影响。在相同空间分辨率条件下,观测时间分辨率的降低对云系结构及演变特征的获取影响较小。

缺少两次 10 min 观测所致。30 min 和 60 min 的 Hovmöller 分析图出现马赛克现象是由于观测时次少,导致纵向图像数据像元减少,为方便分析进行了放大处理所致。对比 10, 30 min 和 60 min 观测模式所获取的台风云像元亮温随时间分布可知,3 种观测模式下获取的云系结构特征间的一致性较好,尤其是 10 min 和 30 min 的分布差异较小,但观测时间间隔扩大到 60 min 后,云系随时间演变的细节

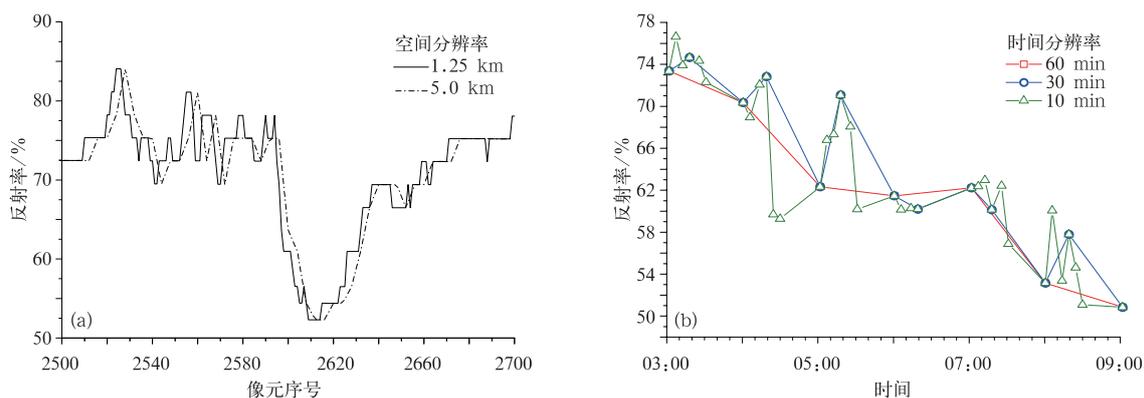


图6 台风梅花(1109)眼区及眼区周边云墙 2011年8月3日03:03不同空间分辨率(a)和2011年8月3日03:00—09:00不同时间分辨率(b)可见光通道反射率剖面

Fig. 6 Reflectivity profile around eye and convective wall of typhoon Muifa(2011) with different spatial resolutions at 0303 UTC 3 Aug 2011(a) and with different temporal resolutions during 0300 UTC—0900 UTC on 3 Aug 2011(b)

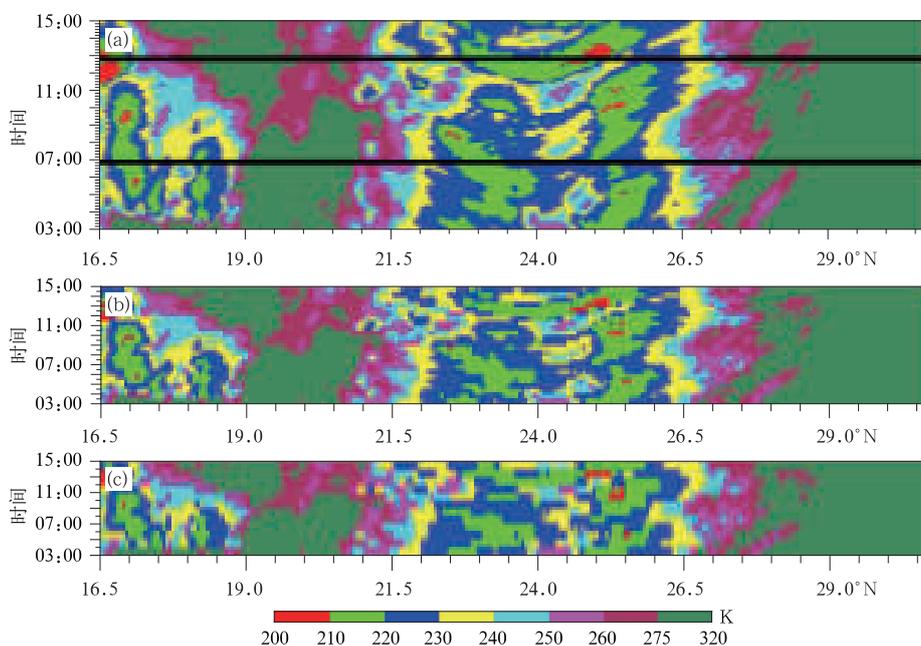


图7 2011年8月3日03:03—14:50空间分辨率为5 km平均观测时间间隔为10 min(a)、30 min(b)和60 min(c)台风梅花(1109)云系红外通道1亮温的Hovmöller分析图

Fig. 7 The brightness temperature Hovmöller diagram of typhoon Muifa(2011) of infrared window channel during 0303 UTC—1450 UTC on 3 Aug 2011 with spatial resolution of 5 km and the temporal resolutions about 10 minutes(a), 30 minutes(b) and 60 minutes(c)

特征有明显减少,该特点在台风眼区云像元平均红外通道1亮温随时间的演变曲线图上表现得更为清晰(图9),10 min观测时间间隔获取云像元亮温的标准差为4.2 K,30 min观测模式下云像元红外通道1亮温的标准差为4.81 K,观测时间间隔降到

60 min时,云像元红外通道1亮温的标准差为5.38 K。反映出随观测时间间隔的降低,云像元亮温标准差增大,说明云像元的特性在较长时间间隔内发生了较大变化。不同时间分辨率条件下云像元的水汽通道亮温分布模态具有很大的相似性,这是

由于水汽通道的探测权重在 400 hPa 附近,对于低层云的变化特征不敏感,对于发展到对流层中高层的台风云系而言,在持续发展期,60 min 内云像元水汽通道上的辐射特征变化并不剧烈,因此,观测时间间隔的改变对水汽云图上云特征的改变影响没有红外通道 1 明显。由图 9 可知,台风梅花(1109)台风眼区云像元水汽通道亮温随观测时间间隔的变化,10 min 观测时间间隔获取云像元水汽通道亮温的标准差为 2.24 K,30 min 观测时间间隔云像元水

汽通道亮温的标准差为 2.29 K,60 min 观测时间间隔云像元水汽通道亮温的标准差为 2.19 K,说明水汽通道 10 min 和 30 min 的观测扫描间隔所获取的信息差异不大。台风海葵(1211)不同观测时间间隔眼区云系的红外通道 1 亮温和水汽通道亮温也随时间变化,同样展现出观测时间间隔从 12 min 提高到 6 min,云系红外通道 1 和水汽通道亮温的变化不明显。观测时间间隔从 30 min 提高到 12 min,红外通道 1 和水汽通道亮温均有变化。

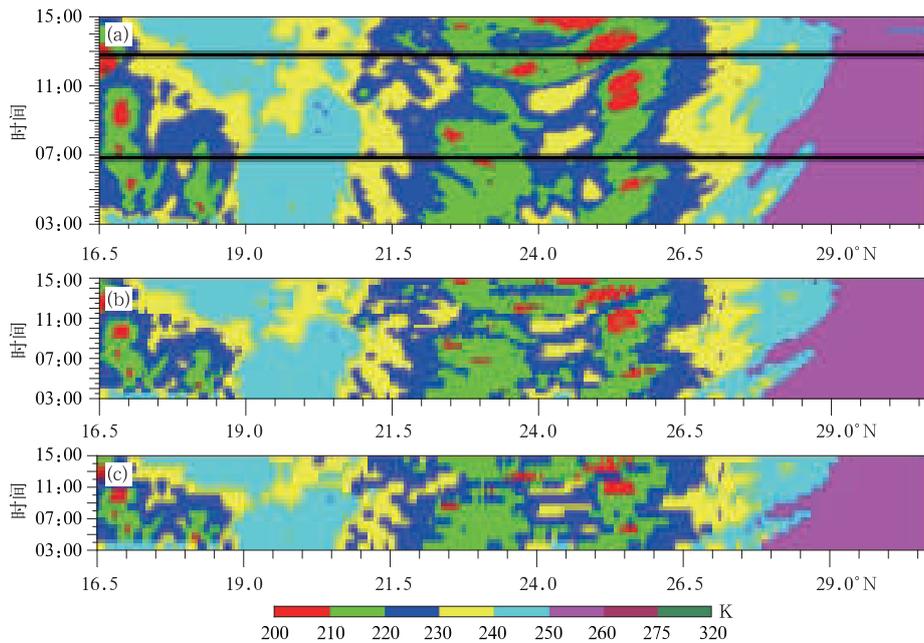


图 8 2011 年 8 月 3 日 03:03—14:50 空间分辨率为 5 km 平均观测时间间隔为 10 min(a)、30 min(b)和 60 min(c)台风梅花(1109)云系水汽通道亮温的 Hovmöller 分析图

Fig. 8 The brightness temperature Hovmöller diagram of typhoon Muifa(2011) of water vapor channel during 0303 UTC—1450 UTC on 3 Aug 2011 with the spatial resolution of 5 km and the temporal resolution about 10 minutes(a), 30 minutes(b) and 60 minutes(c)

表 1 分别为红外通道 1 和水汽通道在两个观测时间间隔呈线性变化条件下,推算值与观测值差值的等级像元数百分比。如利用 60 min 观测值得到 30 min 推算值与 30 min 观测值差值,及利用 30 min 观测值得到 10 min 推算值与 10 min 观测值差值的等级像元百分比。由表 1 可知,水汽通道无论是利用 60 min 观测值得到 30 min 推算值,还是利用 30 min 观测值得到 10 min 推算值,推算值与观测值差值均小于 4 K,其中 65.2%像元的利用 30 min 观测值得到 10 min 推算值与观测值差值小于 1 K,累积

84.8% 像元的利用 30 min 观测值得到 10 min 推算值与观测值间的差值小于 2 K,说明水汽通道 10 min 观测时间间隔,云系特征量变化很小。相比较而言,红外通道 1 的推算值与观测值差值大于水汽通道,10 min 推算值与观测值差值最大达到 7 K;差值小的像元比例减少,差值大的像元比例增大,如 30 min 观测时间间隔,2 K 内差值的像元比例红外通道 1 小于水汽通道,差值为 2~4 K 的红外通道 1 像元比例明显高于水汽通道,反映提高时间分辨率后,云系特征参数在红外通道 1 上的变化比水汽通道丰富。

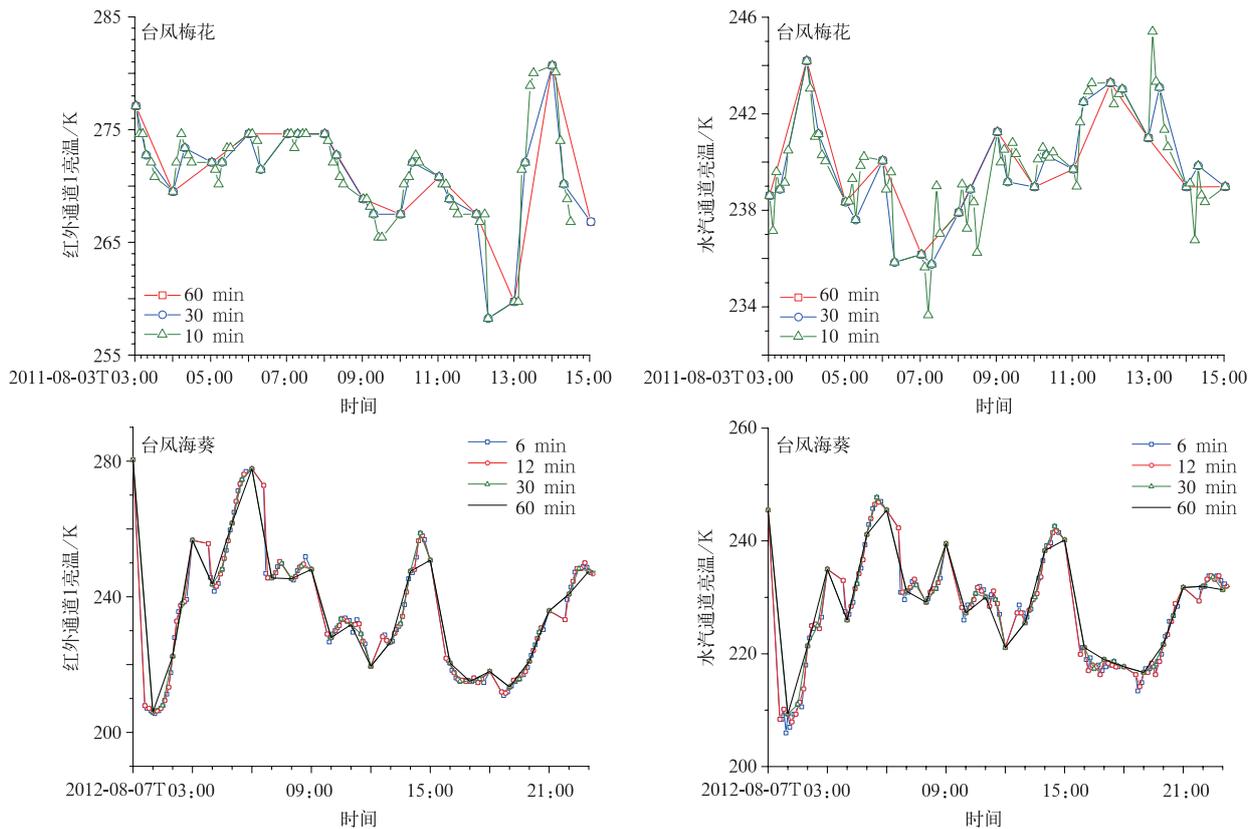


图9 不同观测时间间隔台风梅花(1109)和台风海葵(1211)眼区
红外通道1亮温和水汽通道亮温随时间的演变

Fig. 9 The change of eye area brightness temperature of typhoon Muifa(2011)
and typhoon Haikui(2012) of infrared window channel and
water vapor channel with different temporal resolutions

表1 红外通道1和水汽通道的不同观测时间间隔
推算值与观测值差值等级像元百分比

Table 1 The pixel percentage of different brightness
temperature level between extrapolated and observed
data of infrared window channel and water vapor channel

推算值与实测值 差值分类	红外通道1		水汽通道	
	10 min	30 min	10 min	30 min
[0,1)	58.7%	41.7%	65.2%	41.7%
[1,2)	21.7%	8.3%	19.6%	33.3%
[2,3)	10.9%	25.0%	10.9%	16.7%
[3,4)	4.3%	16.7%	4.3%	8.3%
[4,5)	2.1%	0.0%		
[5,6)	0.0%	8.3%		
[6,7)	2.1%			

为了更好地说明观测时间间隔对获取云像元在红外和水汽通道特征变化的敏感性,分别利用10 min,30 min和60 min观测时间间隔的红外和水汽通道亮温,计算云像元的变异系数以及不同观测时间间隔间变异系数差值。标准差能客观、准确地反映一组数据的离散程度,但是对于不同的检目,或

同一项目不同的样本,标准差缺乏可比性,因此引入变异系数(C_V)。变异系数是标准差与平均值的比率,变异系数大说明在观测时段内云特性的变化大。为了便于分析,将变异系数扩大1000倍。图10为台风云像元剖面的红外通道1和水汽通道亮温10 min和30 min以及30 min和60 min观测时间间隔的变异系数差值径向分布。其上叠加所分析台风云像元的可见光通道反射率图像。由图10可知,无论是红外通道1还是水汽通道,30 min与60 min的变异系数差值大于10 min与30 min的变异系数,说明云像元在60 min的观测时间间隔条件下发生了较大变化,如果以60 min为观测扫描频率将会失去较多的云像元变化特征。其次,水汽通道不同观测时间的变异系数差值小于红外通道1,说明云像元在红外通道1的特性演变对观测时间频次的敏感性高于水汽通道,提高观测频率可获取更多的云像元红外通道1的辐射特性。

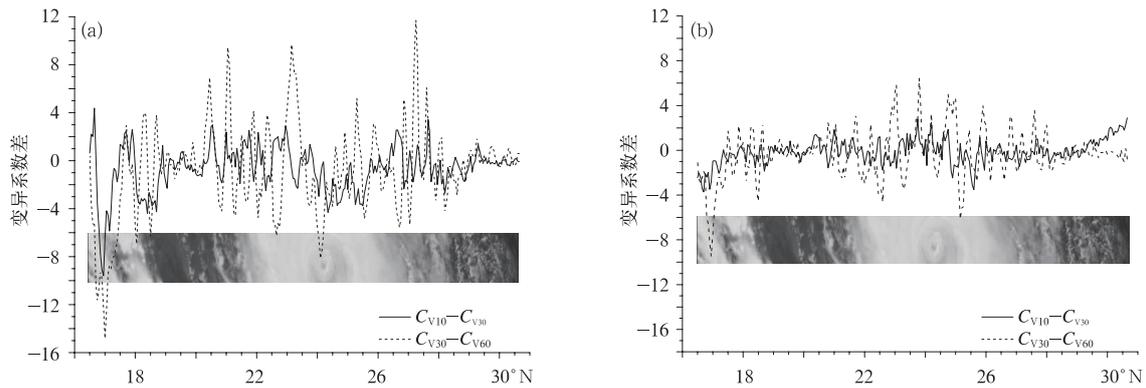


图 10 红外通道 1(a)和水汽通道(b)不同观测时间分辨率的变异系数差值径向分布

Fig. 10 The distribution of C_V difference between different observation temporal resolutions as the function of latitude for infrared window channel(a) and water vapor channel(b)

3 结论与讨论

本文利用针对强台风梅花(1109)2011年8月3日FY-2C气象卫星平均10 min观测时间间隔的静止气象卫星快速区域扫描数据,以及针对台风海葵(1211)2012年8月7日FY-2F气象卫星最高6 min观测时间间隔观测数据,分析不同时空分辨率卫星遥感数据对提取台风云系特征的敏感性。分析结果表明,不同探测通道的时空分辨率对于台风云像元特征提取的敏感性略有不同:

1) 对于可见光通道而言,高空间分辨率和高时间分辨率相匹配可获取精细的台风云系结构和云系结构随时间的演变特征。在相同观测时间分辨率条件下,降低空间分辨率会对云系结构特征的提取有较大影响。在相同空间分辨率条件下,观测时间分辨率的降低对云系结构及演变特征的分析影响较小。

2) 利用Hovmöller分析图,对比10,30 min和60 min观测时间间隔所获取的台风云像元亮温随时间分布,可知10 min和30 min观测时间间隔获取的云像元的时间演变分布差异较小,观测时间间隔降低到60 min后,云系随时间演变的细节特征明显减少。基于变异系数的分析说明云像元特性在60 min的观测频率下发生了较大变化,如果以60 min为观测扫描频率将会失去较多的云像元变化特征。

3) 水汽通道不同观测时间的变异系数差值小于红外通道1,即云像元在红外窗区通道特性演变对观测时间分辨的敏感性高于水汽通道,提高观测频率可获取更多云像元红外窗区通道的辐射特性。

参考文献

- [1] 徐金霞,刘奇俊,宋振鑫.台风“莫拉克”降水观测与云物理特征的模拟研究.成都信息工程学院学报,2012,27(3):292-301.
- [2] 王毅,孙佳俊,韩永,等.基于卫星云图的台风云系特征提取算法研究.遥感技术与应用,2011,26(3):287-292.
- [3] 王艳,郑栋,张义军.2000—2007年登陆台风中闪电活动与降水特征.应用气象学报,2011,22(3):321-326.
- [4] 詹奕哲,王振会,官莉,等.卫星导风在台风路径预报中的应用进展.地球科学进展,2011,26(4):386-392.
- [5] 赵妹慧,周毓荃.利用多种卫星研究台风“艾云尼”宏观观结构特征.高原气象,2010,29(5):1254-1260.
- [6] 郭荣芬,肖子牛,陈小华,等.两次西行热带气旋影响云南降水对比分析.应用气象学报,2010,21(3):317-327.
- [7] 杜明斌,杨引明,杨玉华,等.FY-3A微波资料偏差订正及台风路径预报应用.应用气象学报,2012,23(1):89-94.
- [8] Rodgers E, Gentry R C, Shenk W, et al. The benefits of using short interval satellite images to derive winds for tropical cyclones. *Mon Wea Rev*, 1979, 107: 575-584.
- [9] Uchida H, Oshima T, Hamada T, et al. Low-level cloud motion wind field estimated from GMS short interval images in typhoon vicinity. *Geophys Mag*, 1991, 44: 37-50.
- [10] Takata S. Current Status of GMS Wind and Operational Low-level Wind Derivation in a Typhoon Vicinity from Short-time Interval images. Proceedings of the 2nd International Winds Workshop, Ascona, Switzerland, 1993: 29-36.
- [11] Velden C S, Stettner D, Daniels J. Wind Vector Fields Derived from GOES Rapid-scan imagery. Proceedings of the 10th Conference on Satellite Meteorology and Oceanography, American Meteorological Society, 2000: 20-23.
- [12] Velden C, Daniels J, Stettner D, et al. Recent innovations in deriving tropospheric winds from meteorological satellites. *Bull Amer Meteor Soc*, 2005, 2: 205-223.
- [13] Hamada T. On the Optimal Time-interval of Satellite Image

- Acquisition for Operational Cloudmotion Wind Derivation. 1991,4:165-171.
MetCenter Technical Note,1983,7:79-87. [15] Hovmöller Ernest. The trough-and-ridge diagram. *Tellus*,1949,1
[14] Shenk W E. Suggestions for improving the derivation of winds (2):62-66.
from geosynchronous satellites. *Global and Planetary Change*,

Multi-scale Satellite Data Sensitivity Study on Cloud Analysis of Strong Typhoon

Liu Jian Jiang Jianying

(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

The traditional observation interval of Fengyun geostationary meteorological series satellite is 1 hour for a single satellite. During flooding season, the observation frequency is improved to half an hour. Double satellite observation mode can provide remote sensing data every 15 minutes. Due to the difference of observation angles and calibration error between different satellites, remote sensing data sometimes appear consistency and uniformity deviation. So improving observation frequency for a single satellite is the best way to get high quality remote sensing data. Rapid scan mode of geostationary meteorological satellites is an important method to monitor all kinds of weather processes.

National Satellite Meteorological Center uses retired FY-2C satellite to carry out high frequency rapid regional scan observation trials and get continuous data with an average of 10-minute interval. Based on high frequency observations, Hovmöller diagram and coefficient of variation are used to analyze the sensitivity of multi-scale satellite data on monitoring the structure of a strong typhoon Muifa(2011).

The research results show that the high frequency observations can clearly demonstrate the evolution of a strong typhoon cloud structure. Each channel with different spatial and temporal resolution has different sensitiveness in monitoring the structure feature of cloud. Reflectivity at visible channel with 1.25-kilometer spatial resolution and 10-minute temporal resolution can well show features of typhoon cloud. Under the same observation temporal resolution condition, lowering spatial resolution has great impact on monitoring the structure of cloud. If the spatial resolution keeps the same, reduced observation temporal resolution has less effect on extracting the characteristics of clouds. Using Hovmöller diagram to compare cloud brightness temperature characteristics through infrared window channel under different temporal resolution, it can be seen that there is no great difference between 10-minute and 30-minute observation modes. The cloud features are greatly reduced after the observation interval being changed to 60 minutes. The results also show that the cloud characteristics change greatly during 60 minutes based on brightness temperature coefficient of variation difference. Because the brightness temperature coefficient of variation at water vapor channel is smaller than infrared channel, the evolution of cloud characters observed by infrared window channel is more sensitive than that by water vapor channel. So improved observation temporal resolution can get more cloud information through infrared window channel.

Key words: resolution; satellite data; strong typhoon; cloud analysis