

2008年初全国雨雪冰冻天气 的 OLR 资料分析

吴 晓

(中国气象局中国遥感卫星辐射测量和定标重点开放实验室 国家卫星气象中心,北京 100081)

提 要: 2008年1月至2月初,中国发生大范围长时间的雨雪冰冻天气气候事件,用 NOAA-18 气象卫星的 OLR 资料,对这一极端天气气候事件做了 OLR 资料特征分析。统计得出这一时段内 OLR 候距平与候降水量的关系式: $Y=A+B\times OLR_{JP}$,在江南、华南地区其相关系数为 0.60525;计算了中国区域及其主要气象台站 1989—2008 年的月 OLR 标准差,得出中国区域月 OLR 标准差 1989—2008 年段明显高于 1989—2000 年段,表明近年来极端气候事件增多;从 OLR 候、旬等值线图 and 距平图分析得出:卫星 OLR 资料的等值线图,特别是距平等值线图,能较好地反映降水天气事件,尤其是长时间降水的极端天气气候事件,在日平均 OLR 等值线图上,OLR 值低表明云系越高,降水越强;在候、旬平均 OLR 等值线图上,OLR 越低表明降水云持续的时间长;而候、旬 OLR 距平的大小则揭示了观测地区的旱涝程度,候、旬 OLR 负距平越低表示超过常年同期的降水强度越强和持续的时间越长。

关键词: OLR 标准差 等值线图 距平等值线图

Analysis of Satellite OLR Data for the Extremely Icy Rain and Snow Weather Events in China During January—February 2008

Wu Xiao

(Key Laboratory of Radiometric Calibration and Validation for Environmental Satellites,
CMA, National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract: From middle January to the beginning of February in 2008, the extremely icy rain and snow weather processes occurred in most areas of South China. Using the NOAA-18 OLR data in National Satellite Meteorological Center, the extremely icy rain and snow processes in the beginning of 2008 is tried to analyzed. The results show that the relationship between five-day OLR anomaly and five-day precipitating amount is as follows: $Y=A+B\times OLR_{JP}$.

The correlation coefficient of the equation is 0.60525 in South China. The standard deviation of monthly OLR in China during 1989—2008 is higher than the standard deviation during 1989—2000, which indicates the increasing of the extremely weather events in recent years; The location and intensity of the abnormal precipitation processes are well reflected by the OLR isogram and OLR anomaly isogram. On daily OLR isogram, the lower the OLR is, the higher the cloud is, and the more intense precipitation is. On five and ten-day average OLR isogram, the lower the OLR value is, the longer the sustained time of clouds is. On five and ten-day anomalous OLR isogram, the lower the anomaly is, the stronger the precipitation processes are and the longer the sustained time of the processes are. Finally it is noted that the precipitation process produced by stratus clouds with inverse temperature is not well reflected by OLR data. This is because that the temperature of the stratus cloud is nearly the same as surface, OLR value of the clouds is high and anomaly of OLR is not negative. It is a disadvantage of application of OLR to analyzing disastrous precipitation weather process.

Key Words: OLR standard deviation isogram anomaly isogram

引 言

2008 年 1 月中旬至 2 月初,中国出现了大范围的、持续时间长的雨雪冰冻灾害性天气过程,涉及的范围从西北、西南到中东部、华南及华北南部,除东三省和华北北部外,几乎整个中国都遭受了超过常年同期的降水天气过程,在某些地区其强度之强超过 50 年一遇。由于 OLR 是卫星观测地区下表面(晴空地表和云层顶部)向外空辐射出去的所有波长的热辐射能量密度,其大小主要由发射表面的温度决定,当下表面为温暖晴空时,其发射出去的能量密度 OLR 高,当下垫面为云覆盖时,由于云顶温度低,其发射出去的 OLR 值低,因此 OLR 资料基本上反映了观测地区的云和晴空的天气气候状况,可以用它来分析旱涝极端天气气候过程。国际上自 1980 年代起就有不少学者用 OLR 资料做天气气候特征分析^[1-2],国内有以北京大学蒋尚城教授为代表的 OLR 应用研究^[3-7],早在 1989 年就做了长江流域旱涝的 OLR 特征分析^[3],近年来关于异常天气与 OLR 的关系

研究仍在继续^[8-10],但所有这些研究都基本上是基于美国 NCEP 提供的 OLR 全球资料,空间分辨率较低,为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。本文作者借鉴国内外 OLR 应用研究方法,用国家卫星气象中心处理的 1989 年以来 NOAA 的 OLR 资料(空间分辨率为 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$),尝试对 2008 年 1 月发生的中国大范围雨雪冰冻天气过程做 OLR 资料特征分析,得出 OLR 资料尤其是 OLR 距平资料能较好地反映该场极端天气气候事件的落区及强度,但对于逆温层状云引起的降水过程则不能较好地反映,这是 OLR 监测降水过程的一个缺憾。

1 2008 年 1 月上旬中国灾前天气气候特征及 OLR 资料特征

2008 年 1 月上旬,中国大部为晴暖少雨天气,这在 OLR 资料上反映明显,图 1 给出了 NOAA-18 卫星的旬 OLR 及距平。从距平图上看:除西北西部外,整个中国大陆为 OLR 正距平,而且强度达 $10 \sim 20 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$,说明中国大部分地区较常年同期干旱少云。

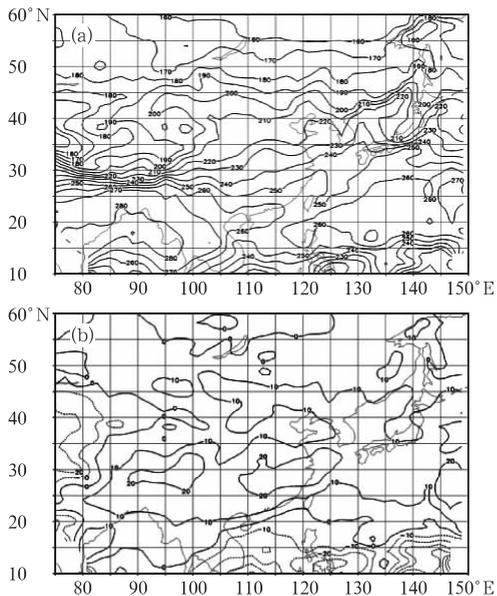


图1 2008年1月1—10日 NOAA-18 卫星旬平均 OLR 及距平
(a) OLR; (b) OLR 距平 (单位: $W \cdot m^{-2}$)

2 极端天气气候事件时段的 OLR 资料特征

2.1 第1轮雨雪天气过程及 OLR 场特征

2008年1月10—16日,冷空气从西北向东不断入侵我国,造成中国西北、华北的降水,同时由于副高偏强,使冷暖空气交汇在长江中下游及以南地区,造成这些地区的雨雪冰冻天气。图2给出了这一时段的候平均 OLR 距平图,从距平图看出:西藏东南部、青海、甘肃、宁夏、陕西、山西、湖北、河南、山东、安徽、河北南部等为 OLR 负距平,对应着这些地区的降雪天气过程,而负距平大小则说明相对于常年同期的降水强度。但在此要说明的是:1月10—23日的长江以南地区降水为层状云所致,由于云顶温度与地表温度接近(引自朱小祥:卫星资料在我国大范围雨雪冰冻天气过程中的遥感监测与分析应用^[11]),因此 OLR 值与晴空辐射相近,使得这些地区的 OLR 距平并不为负距平,相反

距平值在 $-10 \sim 10 W \cdot m^{-2}$,另外,山东半岛持续有云致使 OLR 负距平,但此时段内半岛并不降雨雪。

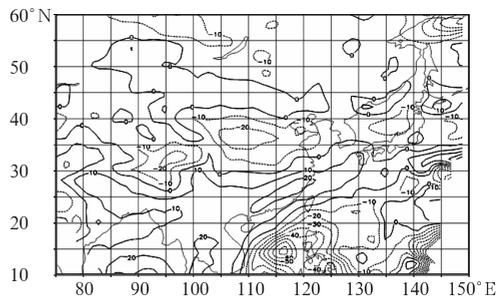


图2 2008年1月11—15日 NOAA-18 卫星候 OLR 距平图
(单位: $W \cdot m^{-2}$)

2.2 第2轮雨雪天气过程及 OLR 场特征

2008年1月18—22日,中国出现第2轮雨雪天气,由于冷暖空气交汇在长江以南地区,而西北冷空气势力仍然强大,致使这些地区的降水。图3给出了第5候 NOAA-18 候平均 OLR 等值线图 and 距平图,从等值线

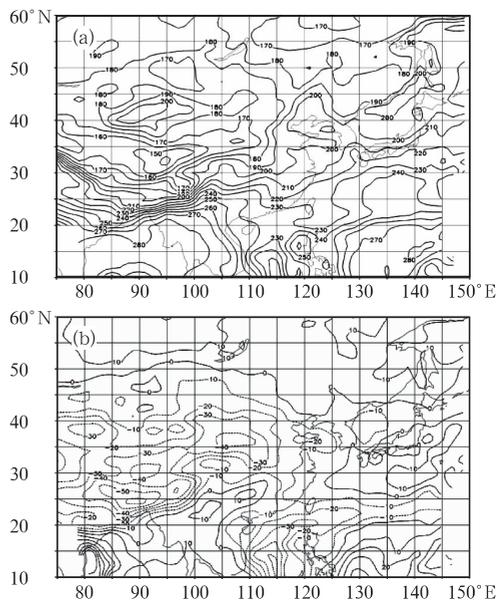


图3 2008年1月21—25日 NOAA-18 卫星候 OLR 及距平
(a) OLR; (b) OLR 距平 (单位: $W \cdot m^{-2}$)

图可看出:整个中国为低 OLR 控制,5 候图上,中国东部至华南 OLR 为 $180\sim 230\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$,完全为云辐射,青藏高原 OLR 低达 $140\sim 150\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$,4 候距平图上:青海、四川、甘肃、宁夏、陕西、山西、河南、湖北、河北南部、山东、安徽、江苏等省为 OLR 负距平,对应着上述地区的降水过程,而甘肃、宁夏、陕西、安徽、江苏的强度达 $-30\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$,对应着这些地区的大暴雪,5 候距平图上,全国绝大部分地区为 OLR 负距平,青藏高原、甘肃、陕西强达 $-40\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$,反映出该地的强雨雪天气,华南地区的降水也反映为 OLR 负距平。

2.3 第 3 轮雨雪天气过程及 OLR 场特征

2008 年 1 月 25—29 日,中国经历第 3 轮雨雪天气,由于西部冷空气与贝加尔湖冷空气合并造成的强冷空气,与黄淮、江淮、江南北部的暖气流结合,形成降水天气。图 4 为第 6 候 OLR 和距平图。图 4a 上:整个中国为 $160\sim 240\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 的低 OLR 辐射,尤其

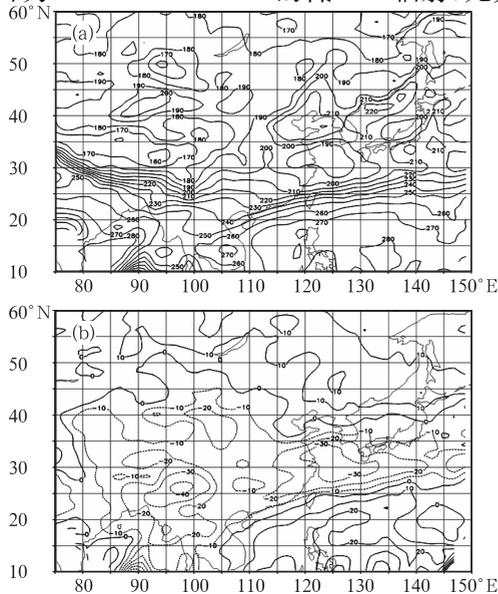


图 4 2008 年 1 月 26—31 日 NOAA-18 卫星候 OLR 及距平
(a) OLR; (b) OLR 距平 (单位: $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)

长江以南为 $200\sim 220\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 相当于 $259\sim 265\text{K}$ 的云顶辐射,华南地区 OLR 为 $220\sim 240\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 相当于 $268\sim 275\text{K}$ 的云顶辐射,揭示了整个中国都为云系所控制。图 4b 上,除东三省和华北北部外,中国大部分地区为 OLR 负距平,安徽、江苏、浙江等 OLR 距平为 $-30\sim -20\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$,对应着这些地区的大暴雪过程,而华南、江南地区 OLR 距平为 $-20\sim -10\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$,对应着这些地区的持续冻雨天气过程。从距平图上可看出:该轮雨雪天气是全国范围的。

2.4 第 4 轮雨雪天气过程及 OLR 场特征

2008 年 1 月 31 日至 2 月 2 日,中国经历第 4 轮雨雪天气,图 5 是 2 月第 1 候的 OLR 和距平图。图 5a 上:整个中国 OLR 为 $170\sim 240\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$,其中长江中下游地区为 $210\sim 220\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 的低 OLR,华南地区 OLR 为 $220\sim 240\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$,相当于 $268\sim 275\text{K}$ 的云辐射,表明这些地区为中低云覆盖,而 $\text{OLR}\geq 250\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 的副高则完全在大陆之

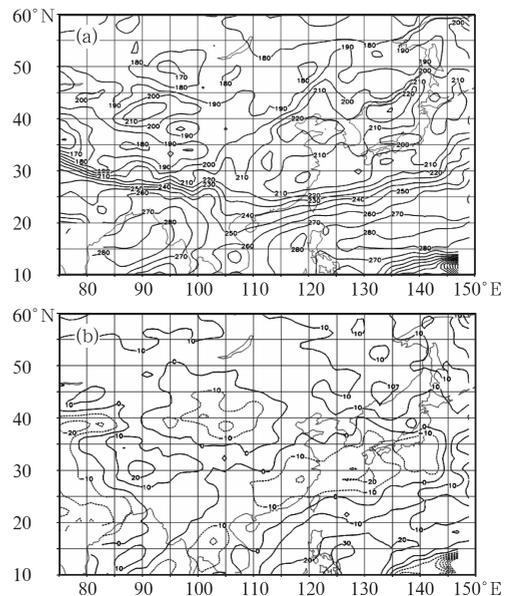


图 5 2008 年 2 月 1—5 日 NOAA-18 卫星候平均 OLR 及距平
(a) OLR; (b) OLR 距平 (单位: $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)

外;距平图上:西北地区中部、江淮地区、长江以南及华南为 $-20\sim-10W\cdot m^{-2}$ 的 OLR 负距平,对应着这些地区的降雨降雪天气过程,由于此次过程在2月3日就开始结束,因此无论候 OLR 距平还是等值线都反映为强度较第3轮小,即 OLR 值较高、距平绝对值较小。

3 极端天气气候事件结束期的 OLR 资料特征

自2008年2月3日,中国大陆极端雨雪冰冻事件开始结束,结束后的 OLR 场特征与事件时段的 OLR 特征完全不同。图6是2月第2候的 OLR 和距平图。从6a看出:随着2月初强降水天气的结束,长江中下游地区 OLR 由1候的 $210\sim 220W\cdot m^{-2}$ 变为2候的 $220\sim 230W\cdot m^{-2}$ 、3候的 $230\sim 240W\cdot m^{-2}$,对应着这些地区降水云系的减弱或变为晴空;2候 OLR 距平(图6b)上:除西北

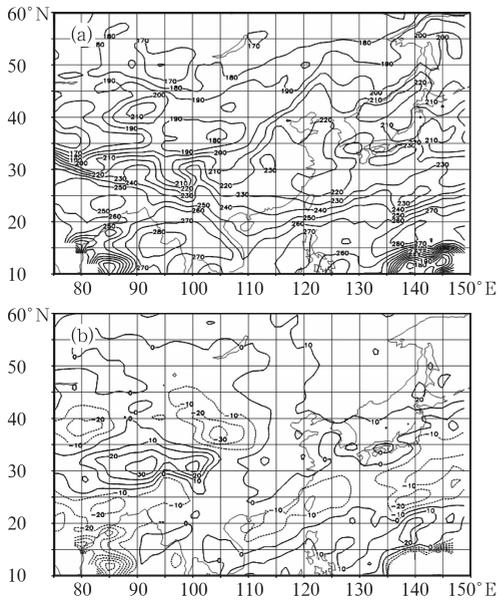


图6 2008年2月6—10日 NOAA-18 卫星候平均 OLR 距平图
(a) OLR; (b) OLR 距平(单位: $W\cdot m^{-2}$)

中部、新疆西部外,中国大陆多为 OLR 正距平,青藏高原有强达 $30W\cdot m^{-2}$ 的 OLR 正距平,中国东部及华南为 $-10\sim 10W\cdot m^{-2}$,说明中国大部分地区没有超过常年同期的强降水天气过程。

4 中国各主要台站极端天气时段的 OLR 候距平与降水量的关系

OLR 负距平值与降水强度(量)应有定量关系,下面是中国南方各主要台站2008年1月11日至2月5日期间候降水量与候 OLR 距平的统计回归结果。图7是中国江南、华南主要台站(其它区域略去)的候降水量与候 OLR 距平的统计关系图,表1是各区域回归关系的系数及回归关系式的相关系数。

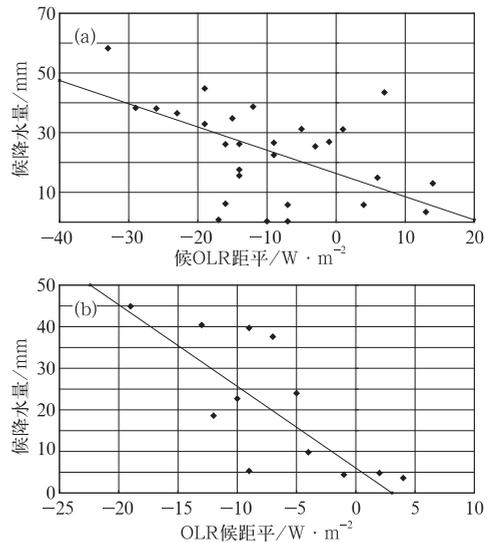


图7 江南(a)、华南地区(b)2008年1月11日至2月5日候降水量与 OLR 候距平的统计回归图。

从图中可以得出:候降水量 $Y(mm)$ 与 OLR 候距平 $OLR_{JP}(W\cdot m^{-2})$ 有如下关系:

$$Y = A + B \times OLR_{JP} \quad (1)$$

表 1 江南、华南地区回归关系式的系数及回归关系式的统计相关系数

区域	A	B	相关系数
江南	16.47	-0.7843	0.4573
华南	5.83	-1.917	0.7532

需要指出的是,要应用到单个台站的全年时间,需对台站的降水量和 OLR 做统计分析,得出具体台站 OLR 与降水量的关系式。表中,相关系数江南较低,与这一地区的逆温层状云降水和连续阴天而不降水的天气有关。

5 中国区域 1989—2008 年的月 OLR 资料标准差

标准差是反映一个数据集的离散程度。可以预知,极端天气气候事件越多,OLR 标准差会越大,多年月平均 OLR 的标准差计算式为:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \quad (2)$$

式中: \bar{X} 为 20 年(1989—2008 年)各月 OLR 平均值, X_i 为各年的各月 OLR 值, $N=20$, σ 为多年月 OLR 标准差。中国区域内平均的月 OLR 标准差如图 8。

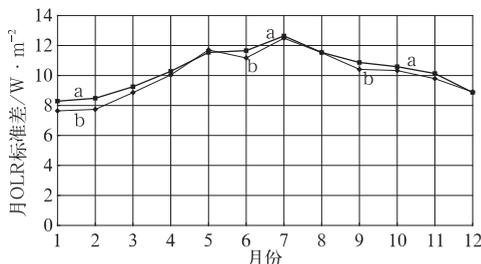


图 8 中国区域月 OLR 标准差
(a) 1989—2008 年的月 OLR 标准差
(b) 1989—2000 年的月 OLR 标准差

从图 8 可看出:(1) 1989—2000 和 1989—2008 时间段内,全国平均月 OLR 标

准差,夏季达到最高、冬季最小,说明中国的极端天气气候事件(旱涝)多发生在夏季,春秋季次之,冬季为最少。(2)就全国而论,1989—2008 年时间内各月的 OLR 标准差(5、12 月除外)都大于 1989—2000 年时段。说明近年来(2001—2008 年)全国各月的极端天气气候事件(旱涝)较 1989—2000 年增加了,而 5 月、12 月则变化不大。(3)就全国而论,1989—2008 时段月 OLR 标准差与 1989—2000 年时段月 OLR 标准差相比,增加最大在 1 月、2 月,夏季 6 月份次之。说明近年来极端天气气候事件增多多发生在 1 月、2 月、6 月,春秋季(3、4、9、10、11 月)也较 20 世纪末偏多,其余月份(5、8、12)基本接近变化不大。(4)虽然全国月 OLR 标准差 σ 1989—2008 比 1989—2000 年总体增大,但对具体台站而言并非如此。在统计中可看出,有的台站在某些月份 σ 增加,有的台站某些月份 σ 减少,因此,对于中国各个台站月 OLR 标准差所反映的该站气候特征及趋势,需要逐台站分析,不能一概而论。但是近年来全球气候变暖所造成的中国极端天气气候事件增多是不争的事实,这从图 8 上给出的中国区域月 OLR 标准差 1989—2008 年段绝大多数月份大于 1989—2000 年段可明显得出。

6 结语

卫星 OLR 资料可以分析洪涝灾害,尤其是灾害的落区和强度。本文应用国家卫星气象中心的 NOAA-18 卫星的 OLR 产品资料,对 2008 年 1 月至 2 月初中国发生的雨雪冰冻极端气候事件 OLR 特征分析得出,对于超过常年同期的洪涝过程,在 OLR 等值线和距平图上有明显的反映,但 OLR 资料对于由逆温层状云引起的降水过程反映并不明显,这是由于层状云云顶温度与地面接

近造成的,这是用 OLR 资料分析灾害性降水天气的不足之处。另外,分时间段的 OLR 标准差可以很好地揭示中国、及其各个站的极端天气气候(如异常降水、干旱)的多寡。

参考文献

- [1] Philip E Aadanuy and Holee Kyle. El Nino and outgoing longwave radiation; observations from Nimbus-7 ERB[J]. Monthly Weather Review, 1986, 114: 415-433.
- [2] Dennis L Hartmann and David A Short. On the use of Earth radiation budget statistics for studies of clouds and climate[J]. Journal of the Atmospheric Sciences, 1980, 37: 1233-1250.
- [3] 蒋尚城,温士顿. 长江流域旱涝的 OLR 特征[J]. 气象学报, 1989, 47(4): 479-483.
- [4] 蒋尚城,朱亚芬. OLR 的应用和图集[M]. 北京:北京大学出版社, 1990.
- [5] 蒋尚城,朱亚芬,朱元竟. 卫星观测的中国区域气候[J]. 气象学报, 1991, 49(4): 512-516.
- [6] 蒋尚城,扬喜峰,韦革,等. 1991年江淮梅雨期 OLR 场特征[J]. 应用气象学报, 1993, 4(3): 301-308.
- [7] 蒋尚城. OLR 应用讲座[M]. 北京:北京大学出版社, 1994.
- [8] 张苏平,胡桂芳. 山东夏季降水与前期热带洋区 OLR 的关系及其预测[J]. 气象, 2000, 26(11): 30-33.
- [9] 于玉斌,姚秀萍. 2003年夏季 OLR 特征与中国异常天气的关系[J]. 气象, 2005, 31(7): 10-15.
- [10] 李小龙,郑新江. 2003年淮河流域暴雨期间 OLR 与 QuickScat 场特征分析[J]. 气象, 2006, 32(2): 19-22.
- [11] 朱小祥. 卫星资料在我国大范围雨雪冰冻天气过程中的遥感监测与分析应用[R]. 2008年初我国大范围雨雪冰冻天气过程技术交流会议文稿.