



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 541—2020

热带大气季节内振荡(MJO)事件判别

Identification for the Madden-Julian Oscillation

2020-01-21 发布

2020-05-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 MJO 事件监测方法	1
3.1 监测关键区	1
3.2 监测指标	1
3.3 计算方法	1
3.4 位相判别	2
3.5 强度指数	3
4 MJO 事件判别	3
4.1 判别条件	3
4.2 持续时间	3
4.3 强度等级	4
附录 A(资料性附录) 特征量参考值	5
参考文献	7

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国气候与气候变化标准化技术委员会(SAC/TC 540)提出并归口。

本标准起草单位:国家气候中心。

本标准主要起草人:贾小龙、任宏利、吴捷、赵崇博、武于洁、周放。

引 言

热带大气季节内振荡(MJO)是热带大气环流的重要模态,目前已成为次季节预测业务和研究关注的焦点,可以填补天气预报和季节预测之间的“缝隙”,有助于提高两周到月尺度的气候预测能力。

我国和国际上多个国家都已开展 MJO 的监测和预测业务,但其监测方法和指标并不完全一致。为了规范 MJO 的监测指标和判别方法,制定本标准。

热带大气季节内振荡(MJO)事件判别

1 范围

本标准规定了热带大气季节内振荡(MJO)的监测方法和事件判别方法。
本标准适用于热带大气季节内振荡的监测、预测及其影响等工作。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

热带大气季节内振荡 Madden-Julian Oscillation; MJO

热带行星尺度对流和环流相互耦合并向东传播的 30 d~80 d 准周期振荡现象。

2.2

气候平均值 climatological normal

气候态

常年值

最近连续 3 个整年代的气象要素平均值。

注:按照世界气象组织(WMO)的相关规定,每个年代更新一次,即 2011 年—2020 年期间,采用 1981 年—2010 年的平均值作为其气候平均值,依次类推。

2.3

向外长波辐射 outgoing longwave radiation; OLR

地球-大气系统从大气顶部向外发射出的、能量主要在波长 4 μm ~120 μm 的长波热辐射。

注:单位为瓦每平方米(W/m^2)

3 MJO 事件监测方法

3.1 监测关键区

全球热带地区,即经度 0° — 360° ,纬度 15°S — 15°N 。

3.2 监测指标

将 850 hPa 纬向风、200 hPa 纬向风和向外长波辐射计算得到的两个实时多变量 MJO 指数(I_{RMM1})和(I_{RMM2})作为 MJO 的监测指标。

3.3 计算方法

3.3.1 将 850 hPa 纬向风场(U_{850})、200 hPa 纬向风场(U_{200})和向外长波辐射(OLR)场三个变量的气候态进行谐波分析,按式(1)展开,再按式(2)计算其逐日气候态的 0 波~3 波。

$$\bar{X}(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos(n\omega t) + b_n \sin(n\omega t)) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\bar{X}^3(t) = a_0 + \sum_{n=1}^3 (a_n \cos(n\omega t) + b_n \sin(n\omega t)) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$\bar{X}(t)$ —— U_{850} 、 U_{200} 和 OLR 中某一变量的逐日气候平均值；

t —— 时间变量，单位为天(d)；

a_0 —— 常数，为时间序列 $\bar{X}(t)$ 的平均值；

a_n —— 第 n 波的余弦函数系数；

n —— 谐波数；

ω —— 圆频率，单位为每天(d^{-1})；

b_n —— 第 n 波的正弦函数系数。

$\bar{X}^3(t)$ —— U_{850} 、 U_{200} 和 OLR 中某一变量的逐日气候平均值的 0 波~3 波；

3.3.2 对每个要素按式(3)减去其逐日气候态谐波分析的 0 波~3 波，并按式(4)减去之前 120 d 的平均值。

$$X^A(t) = X(t) - \bar{X}^3(t) \dots\dots\dots(3)$$

$$X'(t) = X^A(t) - (\sum_{i=1}^{120} X^A(t-i))/120 \dots\dots\dots(4)$$

式中：

$X^A(t)$ —— U_{850} 、 U_{200} 和 OLR 中某一变量的去掉气候态 0 波~3 波的异常场；

$X(t)$ —— U_{850} 、 U_{200} 和 OLR 中某一变量的逐日值；

$X'(t)$ —— U_{850} 、 U_{200} 和 OLR 中某一变量的去掉气候态 0 波~3 波和年际变率后的异常场。

3.3.3 将 U_{850} 、 U_{200} 和 OLR 三个要素进行经向平均(15°S—15°N)，按式(5)进行标准化。

$$X'^*(t) = X'(t)/std \dots\dots\dots(5)$$

式中：

$X'^*(t)$ —— U_{850} 、 U_{200} 和 OLR 中某一变量标准化后的逐日值；

std —— U_{850} 、 U_{200} 和 OLR 的标准差，参见附录 A 的表 A.1。

3.3.4 标准化的 U_{850} 、 U_{200} 和 OLR 三个要素逐日值 X'^* 的组成数组 M'^* 。按式(6)和式(7)投影到两个联合经验正交分解(EOF)模态上(参见附录 A 的图 A.1)，即可得到 I_{RMM1} 和 I_{RMM2} 。

$$I_{RMM1} = M'^* \cdot V_1 / \sqrt{\lambda_1} \dots\dots\dots(6)$$

$$I_{RMM2} = M'^* \cdot V_2 / \sqrt{\lambda_2} \dots\dots\dots(7)$$

式中：

M'^* —— 标准化的 U_{850} 、 U_{200} 和 OLR 三个要素逐日值的组合数组；

V_1 —— EOF 分解得到的第一个特征向量，参见附录 A 的图 A.1；

V_2 —— EOF 分解得到的第二个特征向量，参见附录 A 的图 A.1；

λ_1 —— EOF 分解得到的第一个特征向量的特征值，参见附录 A 的表 A.2；

λ_2 —— EOF 分解得到的第二个特征向量的特征值，参见附录 A 的表 A.2。

3.4 位相判别

以 I_{RMM1} 指数为横坐标，以 I_{RMM2} 指数为纵坐标，组成二维空间位相图，见图 1。该二维空间位相图划分为 8 个空间位相，用于表征 MJO 的主要对流区所处位置，见表 1。将逐日的指数在空间位相图中对应点连接起来，即可表征 MJO 的逐日活动轨迹，通常情况下轨迹逆时针旋转，代表 MJO 向东传播。

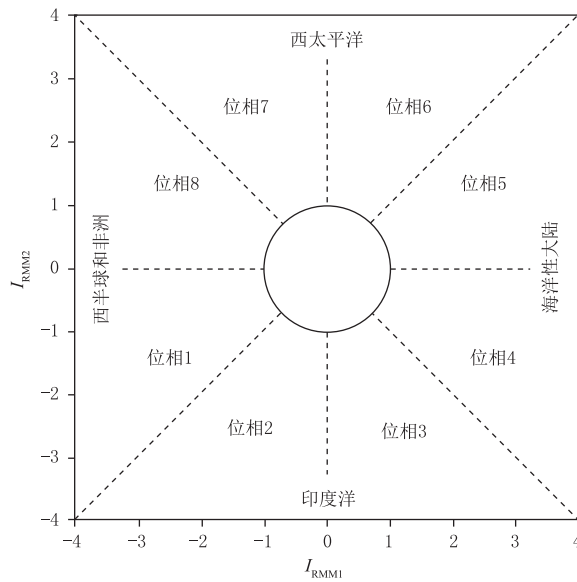


图 1 I_{RMM1} 和 I_{RMM2} 确定的 MJO 空间位相图(圆圈半径为 1)

表 1 MJO 位相划分

位相	位相定义	主要对流区
位相 1	$I_{RMM1} < 0, I_{RMM2} < 0, I_{RMM1} > I_{RMM2} $	西半球和非洲
位相 2	$I_{RMM1} < 0, I_{RMM2} < 0, I_{RMM1} < I_{RMM2} $	印度洋
位相 3	$I_{RMM1} > 0, I_{RMM2} < 0, I_{RMM1} < I_{RMM2} $	印度洋
位相 4	$I_{RMM1} > 0, I_{RMM2} < 0, I_{RMM1} > I_{RMM2} $	海洋性大陆
位相 5	$I_{RMM1} > 0, I_{RMM2} > 0, I_{RMM1} > I_{RMM2} $	海洋性大陆
位相 6	$I_{RMM1} > 0, I_{RMM2} > 0, I_{RMM1} < I_{RMM2} $	西太平洋
位相 7	$I_{RMM1} < 0, I_{RMM2} > 0, I_{RMM1} < I_{RMM2} $	西太平洋
位相 8	$I_{RMM1} < 0, I_{RMM2} > 0, I_{RMM1} > I_{RMM2} $	西半球和非洲

3.5 强度指数

用 I_{AMP} 表示 MJO 强度指数,计算方法见式(8)。

$$I_{AMP} = \sqrt{I_{RMM1}^2 + I_{RMM2}^2} \dots\dots\dots(8)$$

4 MJO 事件判别

4.1 判别条件

I_{AMP} 的 3 d 滑动平均值(保留 3 位小数,下同)达到或超过 1.0,持续至少 15 d,中间不出现间断,且至少经过两个位相,判定为一次 MJO 事件。

4.2 持续时间

起始时间: I_{AMP} 的 3 d 滑动平均值满足事件判别条件的最早日期为事件的起始日。

结束时间： I_{AMP} 的 3 d 滑动平均值满足事件判别条件的最晚日期为事件的结束日。

持续时间：事件起始直至结束的总日数。

4.3 强度等级

以整个事件期间中 I_{AMP} 的平均值代表事件强度,并依据其平均值将 MJO 事件强度分为 4 个等级:

- 达到或超过 1.0 但小于 1.4 定义为弱事件;
- 达到或超过 1.4 但小于 1.7 定义为中等事件;
- 达到或超过 1.7 但小于 2.0 定义为强事件;
- 达到或超过 2.0 定义为超强事件。

附录 A
(资料性附录)
特征量参考值

A.1 计算资料

U_{200} 和 U_{850} 采用美国国家环境预报中心(NCEP)第二套再分析资料,分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。OLR 采用美国国家海洋大气局(NOAA)的 OLR 资料,分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。时间范围为 1981 年—2010 年,共 30 a。

A.2 平均标准差

参考值见表 A.1。

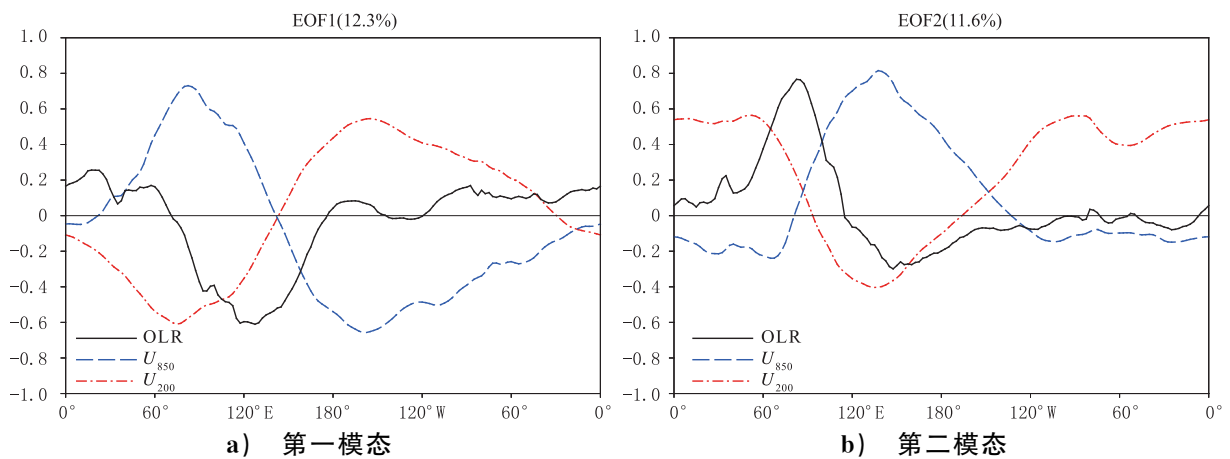
表 A.1 热带 ($15^{\circ}\text{S}—15^{\circ}\text{N}$) U_{200} 、 U_{850} 和 OLR 经向平均标准差 (std)

变量	U_{200} m/s	U_{850} m/s	OLR W/m^2
标准差	5.019	1.943	15.410

注:均保留 3 位小数。

A.3 MJO 模态及其特征值

模态见图 A.1,参考值见表 A.2。



注:图中的值为乘上各自模态的特征值的开方 $\sqrt{\lambda_k}$,其中第一模态的解释方差为 12.3%,第二模态的解释方差为 11.6%。

图 A.1 热带经向平均 ($15^{\circ}\text{S}—15^{\circ}\text{N}$) 的 OLR、 U_{850} 和 U_{200} 的前两个联合 EOF 模态

表 A.2 热带经向平均(15°S—15°N)的 U_{200} 、 U_{850} 和 OLR 的前两个联合 EOF 模态的特征值(λ)

模态	EOF1	EOF2
特征值	53.068	50.258
注:均保留 3 位小数。		

参 考 文 献

- [1] QX/T 187—2013 射出长波辐射产品标定校准方法
- [2] 贾小龙,袁媛,任富民,等. 热带大气季节内振荡(MJO)实时监测预测业务[J]. 气象,2012, 38(4):425-431
- [3] 任宏利,吴捷,赵崇博,等. MJO 预报研究进展[J]. 应用气象学报,2015,26(6):658-668
- [4] 吴捷,任宏利,赵崇博,等. 国家气候中心 MJO 监测预测业务产品研发及应用[J]. 应用气象学报,2016,27(6):641-653
- [5] Kanamitsu M, Ebisuzaki W, Woollen J, et al. NCEP-DOE AMIP- II Reanalysis (R-2)[J]. Bull Amer Meteor Soc, 2002,83(11):1631-1643
- [6] Laflleur D M, Barrett B S, Henderson G R. Some climatological aspects of the Madden-Julian Oscillation (MJO)[J]. J Clim,2015,28:6039-6053
- [7] Lin H, Brunet G, Derome J. Forecast skill of the Madden-Julian Oscillation in two Canadian atmospheric models[J]. Mon Wea Rev,2008,136:4130-4149
- [8] Madden R A, Julian P R. Detection of a 40—50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific[J]. J Atmos Sci,1971,28:702-708
- [9] Madden R A, Julian P R. Detection of global-scale circulation cells in the tropics with a 40—50 day period[J]. J Atmos Sci,1972,29:1109-1123
- [10] Wheeler M C, Hendon H H. An all-season real-time multivariate MJO index: Development of an index for monitoring and prediction[J]. Mon Wea Rev,2004,132:1917-1932
-

中华人民共和国
气象行业标准
热带大气季节内振荡(MJO)事件判别
QX/T 541—2020

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.qxcbs.com>
发行部:010-68408042
北京中科印刷有限公司印刷

*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1 字数:30千字
2020年3月第1版 2020年3月第1次印刷

*

书号:135029-6128 定价:15.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301