

ICS 07. 060  
A 47  
备案号: 39821—2013



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 177—2012

---

## 中尺度对流系统卫星遥感监测技术导则

Technical directives for satellite remote sensing of mesoscale convective  
weather systems

2012-11-29 发布

2013-03-01 实施

---

中 国 气 象 局 发 布

中华人民共和国  
气象行业标准  
中尺度对流系统卫星遥感监测技术导则  
QX/T 177—2012

\*

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.cmp.cma.gov.cn>  
发行部:010-68409198  
北京中新伟业印刷有限公司印刷  
各地新华书店经销

\*

开本:880×1230 1/16 印张:1 字数:30千字  
2013年5月第一版 2013年5月第一次印刷

\*

书号:135029-5573 定价:8.00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

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 术语和定义 .....	1
3 数据源要求 .....	1
4 中尺度对流系统监测方法 .....	2
附录 A(规范性附录) 黑体亮度温度的计算公式 .....	3
附录 B(规范性附录) 特征区面积的计算公式 .....	4
附录 C(规范性附录) 重心的计算公式 .....	5
附录 D(规范性附录) 偏心率的计算 .....	6
附录 E(规范性附录) 中尺度对流系统的分类 .....	7
参考文献 .....	8

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国卫星气象与空间天气标准化委员会(SAC/TC 347)提出并归口。

本标准由国家卫星气象中心起草。

本标准主要起草人:蒋建莹、王瑾、刘年庆、吴晓京。

# 引 言

由于中尺度对流系统很难用常规气象观测资料进行监测,所以在监测、临近/短时预报等业务中,高时空分辨率的卫星遥感成为十分重要的监测手段。目前,依据星载仪器观测的时空分辨率,卫星对中尺度云团适宜的监测对象是空间尺度在 20 km 以上、生命史在几小时以上的对流云团(方宗义等,2006),即  $\beta$  中尺度系统和  $\alpha$  中尺度系统。现阶段,中尺度对流系统的卫星遥感监测主要是分析地球同步轨道气象卫星图像中的诸多云系和水汽场特征,同时兼顾极轨气象卫星图像和卫星遥感物理量探测信息,包括温度和湿度的反演信息、风场资料和微波资料等的分析。

目前,在气象行业内利用卫星遥感监测中尺度对流系统的工作已普遍展开。但由于国内许多专家提出了多种不同的中尺度对流系统普查标准,不利于普查结果的对比和特征分析。为了更好地发挥卫星遥感信息在中尺度对流系统监测中的作用,有必要在现有遥感监测技术的基础上,统一规定中尺度对流系统的定义和普查标准。

# 中尺度对流系统卫星遥感监测技术导则

## 1 范围

本标准规定了中尺度对流系统卫星红外遥感监测的数据处理和分类方法。  
本标准适用于中尺度对流系统的卫星遥感监测与信息提取。

## 2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 2.1

**黑体亮度温度** **temperature of brightness blackbody; T<sub>bb</sub>**

由卫星通过扫描辐射观测仪测得的不同辐射体表面红外窗区通道(10  $\mu\text{m}$ ~12.5  $\mu\text{m}$ )发射的辐射率,根据普朗克定律,计算出的辐射体表面温度。

### 2.2

**中尺度对流系统** **mesoscale convective system; MCS**

卫星红外云图上,有组织、有相当范围的冷云盖、水平尺度在 20 km~500 km 的有对流活动的天气系统。

### 2.3

**中尺度对流复合体** **mesoscale convective complex; MCC**

红外云图上 T<sub>bb</sub> 不大于-52℃的冷云区,其面积大于 50 000 km<sup>2</sup>,偏心率(冷云区的短、长轴之比值,下同)不小于 0.7,持续时间不小于 6 h 的对流系统。

### 2.4

**$\beta$  中尺度圆形对流系统** **meso- $\beta$  circular convective system; M <sub>$\beta$</sub> CCS**

红外云图上 T<sub>bb</sub> 不大于-52℃的冷云区,其面积大于 30 000 km<sup>2</sup>且小于或等于 50 000 km<sup>2</sup>,偏心率不小于 0.7,持续时间不小于 3 h 的对流系统。

### 2.5

**持续扁状对流系统** **persistent elongated convective system; PECS**

红外云图上 T<sub>bb</sub> 不大于-52℃的冷云区,其面积大于 50 000 km<sup>2</sup>,偏心率介于 0.2(含)与 0.7(不含)之间,持续时间不小于 6 h 的对流系统。

### 2.6

**$\beta$  中尺度的扁状对流系统** **meso- $\beta$  elongated convective system (M <sub>$\beta$</sub> ECS)**

红外云图上 T<sub>bb</sub> 不大于-52℃的冷云区,其面积大于 30 000 km<sup>2</sup>且小于或等于 50 000 km<sup>2</sup>,偏心率介于 0.2(含)与 0.7(不含)之间,持续时间不小于 3 h 的对流系统。

## 3 数据源要求

中尺度对流系统遥感监测的数据源应来自装载有红外窗区通道扫描辐射计获取的、经过定位、定标等预处理的静止气象卫星数据。

## 4 中尺度对流系统监测方法

### 4.1 监测指标的计算

#### 4.1.1 黑体亮度温度的计算方法

云顶黑体亮度温度表征云区的对流强度,其具体计算公式见附录 A。

#### 4.1.2 特征区面积的计算方法

对流云区的范围大小用特征区面积表示,其具体计算公式见附录 B。

#### 4.1.3 重心的计算方法

重心的位置与中尺度对流系统内黑体亮度温度的分布有关,特征区面积的重心坐标计算公式见附录 C。

#### 4.1.4 偏心率的计算方法

偏心率反映了中尺度对流系统的形状,利用 4.1.3 得到的重心坐标,拟合椭圆方程,椭圆短轴与长轴长度的比值即为偏心率,其具体计算公式见附录 D。

#### 4.1.5 持续时间的计算

利用连续时次的多张卫星云图,计算从开始满足条件时间起到不再满足条件时间止的时间长度。

### 4.2 监测处理步骤

#### 4.2.1 计算红外云图上的 $T_{bb}$ ;

4.2.2 勾画  $T_{bb}$  等于  $-52^{\circ}\text{C}$  的边界线,估算  $T_{bb}$  不大于  $-52^{\circ}\text{C}$  的特征区面积,即计算特征区面积中所有单个像元面积的总和;

4.2.3 如果特征区面积大于  $30\,000\text{ km}^2$ ,可初步判识为一中尺度对流系统,估算中尺度对流系统的重心坐标  $(x_0, y_0)$ ;

4.2.4 利用得到的重心坐标  $(x_0, y_0)$ ,拟合椭圆方程,得到偏心率;

4.2.5 计算中尺度对流系统的持续时间。

### 4.3 中尺度对流系统的分类方法

依据 4.2 获得的云团的  $T_{bb}$ 、特征区面积、重心和偏心率等特征,可把卫星云图上的中尺度对流系统按特征阈值主要分为 MCC、 $M_{\beta}$ CCS、PECS、 $M_{\beta}$ ECS 4 类中尺度对流系统,见附录 E。

注:本标准不涉及冷云区的  $T_{bb}$  大于  $-52^{\circ}\text{C}$  且面积小于或等于  $30\,000\text{ km}^2$  和生命史小于 3 h 的对流系统以及对流云团的分裂或合并等。

附 录 A  
(规范性附录)  
黑体亮度温度的计算公式

在红外波段,当地球作为遥感靶面时,其比辐射率几乎不随波长变化,且接近黑体。因此,常把地球当做黑体来处理。黑体辐射满足普朗克定律,即

$$T = \frac{hc/K}{\lambda \ln[2\pi hc^2/(B(\nu, T)\lambda^5) + 1]} \dots\dots\dots(A. 1)$$

式中:

- $T$  —— 黑体亮度温度;
- $h$  —— 普朗克常数;
- $c$  —— 光速;
- $K$  —— 玻尔兹曼参数;
- $\lambda$  —— 波长;
- $\nu$  —— 波数;
- $B(\nu, T)$  —— 黑体辐射出射度。



**附 录 B**  
(规范性附录)  
特征区面积的计算公式

首先确定中尺度对流系统的周边界限(指 $-52^{\circ}\text{C}$ 的边界线),并利用式(B.1)计算特征区面积

$$S = \sum_{i,j=1}^n S_{i,j} \quad \dots\dots\dots(\text{B. 1})$$

式中:

- S ——特征区面积;
- $i$  —— $x$ 方向网格点序号;
- $j$  —— $y$ 方向网格点序号;
- $S_{i,j}$ ——像元面积;
- $n$  ——该中尺度对流系统包含的像元个数。

附 录 C  
(规范性附录)  
重心的计算公式

中尺度对流系统的重心计算公式见(C.1)、式(C.2)：

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \dots\dots\dots (C.1)$$

$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

- $x_0, y_0$  —— 中尺度对流系统的重心坐标；
- $x_i$  —— 第  $i$  个像元的经度；
- $y_i$  —— 第  $i$  个像元的纬度；
- $t_i$  —— 第  $i$  个像元 Tbb 的值；
- $n$  —— 中尺度对流系统包含的像元个数。

**附录 D**  
**(规范性附录)**  
**偏心率的计算**

已知拟合椭圆方程见式(D.1):

$$\frac{(x-x_0)^2}{a^2} + \frac{(y-y_0)^2}{b^2} = 1 \quad \dots\dots\dots(D.1)$$

式中:

$x_0, y_0$  ——中尺度对流系统的重心坐标;

$a$  ——拟合椭圆的长轴;

$b$  ——拟合椭圆的短轴。

求解式(D.1),令拟合椭圆的中心位于中尺度对流系统的重心,通过最小二乘拟合可得其长轴和短轴的求解公式,见式(D.2)~式(D.4):

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^2 \sum_{i=1}^n (y_i - y_0)^4 - \sum_{i=1}^n (y_i - y_0)^2 \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^2 (y_i - y_0)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^4 \sum_{i=1}^n (y_i - y_0)^4 - \left[ \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^2 (y_i - y_0)^2 \right]^2} \quad \dots\dots(D.2)$$

$$q = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^2 \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^2 (y_i - y_0)^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - y_0)^2 \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^4}{\left[ \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^2 (y_i - y_0)^2 \right]^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - y_0)^4 \sum_{i=1}^n (x_i - x_0)^4} \quad \dots\dots(D.3)$$

$$a = \sqrt{\frac{1}{p}}, \quad b = \sqrt{\frac{1}{q}} \quad \dots\dots\dots(D.4)$$

式中:

$x_i$  ——中尺度对流系统的周边界限(指-52℃的边界线)第*i*个观测点的经度值;

$y_i$  ——中尺度对流系统的周边界限(指-52℃的边界线)第*i*个观测点的纬度值;

$n$  ——边界上值为-52℃的Tbb像元个数;

$a$  ——拟合椭圆的长轴;

$b$  ——拟合椭圆的短轴。

偏心率的计算公式见式(D.5):

$$e = \frac{b}{a} \quad \dots\dots\dots(D.5)$$

式中:

$a$  ——拟合椭圆的长轴;

$b$  ——拟合椭圆的短轴,

$e$  ——偏心率。

**附录 E**  
(规范性附录)  
**中尺度对流系统的分类**

中尺度对流系统的分类见表 E.1。

**表 E.1 中尺度对流系统的分类**

判据	MCC	M <sub>β</sub> CCS	PECS	M <sub>β</sub> ECS
尺度范围	$S^a > 50\,000\text{ km}^2$	$30\,000\text{ km}^2 < S^a \leq 50\,000\text{ km}^2$	$S^a > 50\,000\text{ km}^2$	$30\,000\text{ km}^2 < S^a \leq 50\,000\text{ km}^2$
持续时间	$\geq 6\text{ h}$	$\geq 3\text{ h}$	$\geq 6\text{ h}$	$\geq 3\text{ h}$
形状	边界为 $-52^\circ\text{C}$ 的冷云区达最大范围时,偏心率 $\geq 0.7$	边界为 $-52^\circ\text{C}$ 的冷云区达最大范围时,偏心率 $\geq 0.7$	边界为 $-52^\circ\text{C}$ 的冷云区达最大范围时, $0.2 \leq$ 偏心率 $< 0.7$	边界为 $-52^\circ\text{C}$ 的冷云区达最大范围时, $0.2 \leq$ 偏心率 $< 0.7$
发生时间	开始满足条件的时间	开始满足条件的时间	开始满足条件的时间	开始满足条件的时间
最大范围(成熟)时间	连续冷云区(Tbb 值不大于 $-52^\circ\text{C}$ )达到其最大面积时间	连续冷云区(Tbb 值不大于 $-52^\circ\text{C}$ )达到其最大面积时间	连续冷云区(Tbb 值不大于 $-52^\circ\text{C}$ )达到其最大面积时间	连续冷云区(Tbb 值不大于 $-52^\circ\text{C}$ )达到其最大面积时间
终止时间	不再满足条件的时间	不再满足条件的时间	不再满足条件的时间	不再满足条件的时间
<sup>a</sup> Tbb 不大于 $-52^\circ\text{C}$ 的冷云区面积。				

## 参 考 文 献

- [1] 董超华,章国才,邢福源,等. 气象卫星产品释用手册. 北京:气象出版社,1999.
- [2] 段旭,张秀年,许美玲. 云南及其周边地区中尺度对流系统时空分布特征. 气象学报,2004,**62**(2):243-249.
- [3] 方宗义,覃丹宇,暴雨云团的卫星监测和研究进展. 应用气象学报,2006,**17**(5):583-593.
- [4] 费增坪,郑永光,王洪庆. 2003年淮河大水期间 MCS的普查分析. 气象,2005,**31**(13):18-22.
- [5] 费增坪,郑永光,张炎,等. 基于静止卫星红外云图的 MCS 普查研究进展及标准修订. 应用气象学报,2008,**19**(1):82-90.
- [6] 江吉喜,项续康,范梅珠. 青藏高原夏季中尺度强对流系统的时空分布. 应用气象学报,1996,**7**(4):474-478.
- [7] 李玉兰,王婧榕,郑新江,等. 我国西南—华南地区中尺度对流复合体(MCC)的研究. 大气科学,1989,**13**(4):417-422.
- [8] 马禹,王旭,陶祖钰. 中国及其邻近地区中尺度对流系统的普查和时空分布特征. 自然科学进展,1997,**7**(6):701-706.
- [9] 马禹,王旭,陶祖钰. 新疆特大暴雨过程中的中尺度对流系统特征. 新疆气象,1998,**21**(6):3-7.
- [10] 陶祖钰,王洪庆,王旭,等. 1995年中国的中- $\alpha$ 尺度对流系统. 气象学报,1998,**56**(2):166-177.
- [11] 谢静芳,王晓明. 东北地区中尺度对流复合体的卫星云图特征. 气象,1995,**21**(5):41-44.
- [12] 杨本湘,陶祖钰. 青藏高原东南部 MCC 的地域特点分析. 气象学报,2005,**63**(2):236-242.
- [13] 郑永光,陈炯,陈明轩,等. 北京及周边地区 5—8 月红外云图亮温的统计学特征及其天气学意义. 科学通报,2007,**52**(14):1700-1706.
- [14] 郑永光,朱佩君,陈敏,等. 1993—1996 黄海及其周边地区  $M_{\alpha}CS$  的普查分析. 北京大学学报(自然科学版),2004,**40**(1):66-72.
- [15] Jirak I L, Cotton W R, McAnelly R L. Satellite and radar survey of mesoscale convective system development. *Mon. Wea. Rev.*, 2003, **131**: 2428-2449.
- [16] Maddox R A. Mesoscale convective complexes. *Bull Amer Meteor Soc*, 1980, **61** (11): 1374-1387.
- [17] Orlanski I. A rational subdivision of scales for atmospheric processes. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 1975, **56**: 527-530.
-