

# 气象卫星监测沙尘暴业务系统

郑新江 罗敬宁 方翔 陆文杰 郭陆军

(中国气象局国家卫星气象中心 北京 100081)

## 摘 要

沙尘暴(特别是强或特强沙尘暴)是强风从地面卷起大量沙尘,使能见度极度恶化的一种灾害性天气,对人民生命财产、气候和环境可造成严重影响,并可加速土地的沙漠化。沙尘暴发生在广无人迹的沙漠、戈壁滩上,常规方法很难监测和追踪,气象卫星从空间对沙尘暴进行监测是一种有效手段。本文介绍了利用气象卫星(NOAA、GMS-5)监测沙尘暴业务系统的遥感原理以及业务流程。

### 1、 资料说明

在业务中我们采用 AVHRR/NOAA 5 个通道(CH1-5)的资料和日本 GMS-5 4 个通道(CH1-4)的资料。其中 AVHRR 星下点分辨率为 1.1km,第 1、2 通道为可见光通道,主要探测目标物对太阳光的返照率;第 3、4、5 通道为热红外通道,目标物在这三个通道上的亮度温度反映出目标物的辐射性质。在白天通道 3 不仅包含被探测物体的热辐射信息,而且还包含太阳光的反射。

日本 GMS-5 有 4 个图象通道(CH1-4),其中 CH1 位于可见光波段,CH2 位于水汽波段(可探测 500hPa 以上的水汽和云区),CH3 和 CH4 位于热红外波段(同 NOAA)。

### 2、 遥感识别沙尘暴的方法

利用 AVHRR/NOAA 5 个通道(CH1-5)。

#### ①卷云检测

卷云高度很高,云顶温度低,由冰粒子组成,具有半透明特性,根据 Planck 的非线性原理,使用  $T_{CH1} - T_{CH5} > 0$  来检测卷云的存在( $T_{CH1}$ 、 $T_{CH5}$  代表两个通道的亮温)

#### ②低云(雾)的检测

低云由水粒子组成,光学厚度厚,CH1 比 CH2 对太阳光的反射能力更明显,有一反射峰值区在。使用  $CH2/CH1 < 1$  来检测低云(CH1、CH2 代表两个通道的反照率)

#### ③地表的判识

直接使用晴空条件下 CH4 测量的地表亮度温度代替( $T_{CH4}$ )

#### ④沙尘暴区的判识

测量发现,在  $3.7\mu m$  和  $11.0\mu m$  波长上,沙尘的折射指数存在很大差异(Steven A. Ackerman 1989),在  $11.0\mu m$  上的折射指数的虚数部分近似的按大小排列,这个序列要

大于  $3.7\mu\text{m}$  上的序列。所以，沙尘在这些波长上表现出的等黑体温度存在较大的差异，这就为确定和追踪沙尘暴提供了方法。在白天，由于目标物对入射的  $3.7\mu\text{m}$  太阳辐射的反射能力强，使两个通道的辐射亮温差 ( $\Delta T$ ) 为正值。夜间为负值。

利用 GIS-5 的 4 个通道。

对于沙尘暴的判识主要依靠可见光通道的反照率；对于高云主要依靠水汽通道和长波红外通道检测；对于低云主要依靠图象动态的方式检测（低云、雾相对静止）。可获得每小时一次的沙尘暴演变特征，此方法对发生在 1998. 4. 15-17 日的大范围沙尘暴过程动态监测取得了非常好的效果。

### 3、 定量计算沙尘暴参数的方法

#### ①沙尘暴区面积

地球本身是一个椭圆柱体，这里计算的面积实际上是求算各个经纬度范围内代表沙尘暴的象元面积之和。

#### ②沙尘暴影响高度

利用测到的沙层顶部亮温，配合探空曲线计算沙尘暴的影响高度。

#### ③沙尘暴的光学厚度（混浊度）

用  $\Delta T$  ( $CH_{3.7\mu\text{m}} - CH_{11.0\mu\text{m}}$  亮度温度差) 结合地面能见度分析沙尘暴的光学厚度（白天成正比关系）。

#### ④沙尘暴的传输

分析发现，沙尘暴中的高浓度区与 700hPa 高空急流或风向切变有较好对应关系（见图）。

### 4、 沙尘暴业务系统流程（见流程图）