

文章编号:1005-8656(2011)01-0007-03

# 沙尘天气器测资料与常规观测资料的对比分析

云静波<sup>1,2</sup>,王文<sup>1</sup>,孙永刚<sup>2</sup>,刘克利<sup>3</sup>

(1. 南京信息工程大学, 江苏 南京 210044; 2. 内蒙古气象台, 内蒙古 呼和浩特 010051;  
3. 内蒙古气象科技服务中心, 内蒙古 呼和浩特 010051)

**摘要:** 利用 2004—2007 年内蒙古地区 10 次较强沙尘暴天气过程的常规观测资料和 6 个沙尘暴监测站的器测能见度、PM<sub>10</sub> 等沙尘暴监测资料, 针对仪器定量监测资料与常规观测资料的相关性及差异进行了分析。分析结果显示: 器测能见度与能见度的变化趋势一致, 相关性较好, 大气能见度小时, 两者数值接近, 当大气能见度增大时, 两者差异明显增大; 器测能见度与 PM<sub>10</sub> 有很好的曲线拟合关系, 较能见度与 PM<sub>10</sub> 的相关性要好, 说明定量的器测能见度较能见度更具有连续性、稳定性, 但器测能见度存在系统性的偏差, 为了业务应用方便, 文章给出了器测能见度的修正方案。

**关键词:** 器测能见度; 能见度; PM<sub>10</sub>; 沙尘天气

中图分类号: P425.5 文献标识码: A

## 引言

沙尘天气分为浮尘、扬沙、沙尘暴、强沙尘暴 4 个等级, 常规观测中, 用水平能见度(后统称能见度)来衡量, 当能见度小于 10km 为浮尘; 能见度在 1~10km 之间为扬沙; 能见度小于 1km 为沙尘暴; 小于 500m 为强沙尘暴<sup>[1]</sup>。目前的气象台站是依靠人工观测来确定能见度和沙尘暴天气的, 存在一定的人为误差。随着沙尘暴监测站的建立, 沙尘观测仪器逐步使用, 业务中可以得到器测能见度、PM<sub>10</sub> 等连续、定量的观测数据, 本文对 2004—2007 年内蒙古自治区沙尘天气过程中常规资料与沙尘监测资料进行对比分析, 探讨器测资料与常规观测资料的相关关系, 及器测资料的业务应用问题。

## 1 资料和方法

对内蒙古沙尘天气器测资料与常规地面观测进行对比分析研究, 选取了乌拉特中旗、额济纳旗、东胜、朱日和、锡林浩特、通辽 6 个沙尘暴监测站 2004—2007 年 10 次全区范围内的沙尘暴过程的观测资料(每 3 小时一次的地面观测), 相应的选取连续器测资料中与常规地面观测对应时次的器测能见度、PM<sub>10</sub>。文中选取了当器测能见度、PM<sub>10</sub> 及常规观测的能见度均有观测之时, 且包括了强沙尘暴、沙尘暴、扬沙、浮尘及沙尘天气出现前后水平能见度较好时这 5 种情况的数据作为样本。采用相关分析方法, 分析出器测能见度、PM<sub>10</sub> 与能见度的相关关系及差异。

## 2 器测资料与常规观测资料的相关分析

### 2.1 各类资料的散点分布图特征

器测能见度与能见度的散点图(见图 1), 可以看出器测能见度与能见度有正相关关系, 但存在明显差异。这是由于人工目测能见度是基于固定的参照物, 并在观测员的经验基础上得到的, 即使面对不同能见度的天气, 也还是有一定习惯性的误差, 使能见度有固定的数值, 不连续, 不可能像仪器观测对大气能见度监测灵敏性好, 受观测员主观影响大。

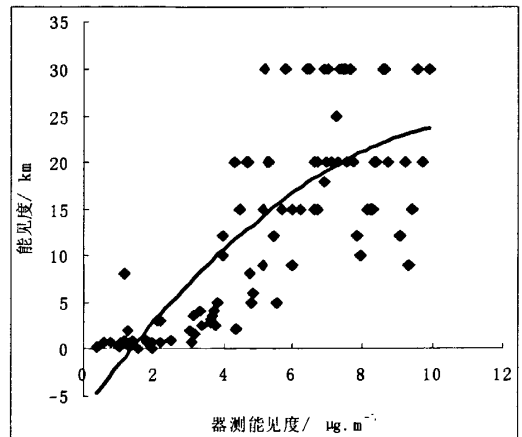


图1 能见度、器测能见度的散点图

通常把粒径在 10um 以下的颗粒物称为PM<sub>10</sub>, 又称为可吸入颗粒物或飘尘。PM<sub>10</sub> 反应大气中沙尘粒子浓度,是沙尘暴强度的重要指标,从 PM<sub>10</sub> 与能见度的散点图(见图 2)和 PM<sub>10</sub> 与器测能见度的散点图(见图3)的对比分析可见:器测能见度与 PM<sub>10</sub> 有较好的曲线相关性,离散点更接近趋势线,即器测能见度与 PM<sub>10</sub> 的相关性优于常规观测能见度与 PM<sub>10</sub> 的相关性,说明定量的器测能见度较常规观测的能见度更具有连续稳定性,这也正是器测资料的一个优势。

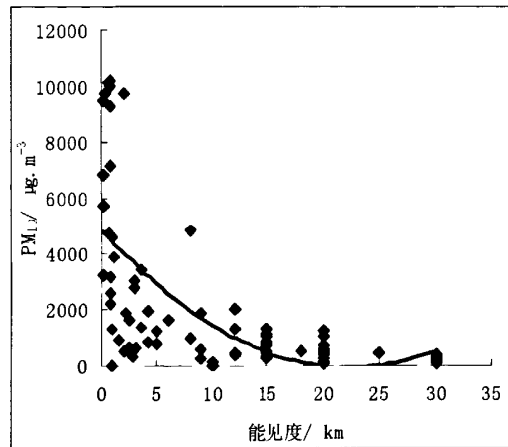


图 2 PM<sub>10</sub>、能见度的散点图

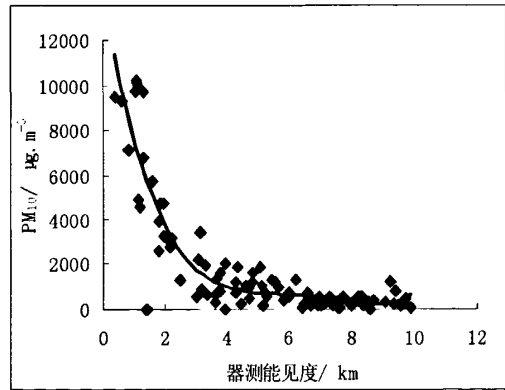


图 3 PM<sub>10</sub>、器测能见度的散点图

2.2 对上述因子做相关性分析检验

相关分析是研究不同变量间密切程度的一种常用的统计方法,两个随即变量 X 与 Y 之间的相关系数定义为:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

r 是描述两个变量间线性关系程度和方向的统计量<sup>[2]</sup>。为进一步确定我们抽取的样本能否代表研究总体的特性,则相关分析必须通过显著性检验。显著性检验假设是:总体中两个变量间的相关系数为 0。

对各因子的分析结果见表 1。

Sig.(2-tailed)为双尾 T 检验中,相关系数为 0 的概率。

可以得到以下结论:

(1)在 0.01 的显著性水平下,Sig. (2-taile)=0,即这三个要素均通过了双尾 T 检验,可见能见度、器测能见度、PM<sub>10</sub> 两两间相关性显著。

(2)器测能见度与能见度相关性很好,相关系数 r=0.767,可以将器测值与常规资料进行对比分析,在沙尘暴观测中用器测能见度减少了人为因素对沙尘天气的观测误差,业务应用前景很好。

(3)器测能见度与 PM<sub>10</sub> 的相关系数的绝对值大于能见度与 PM<sub>10</sub> 的相关系数的绝对值。即器测资料的连续、稳定和定量性更好。

2.3 器测能见度与能见度的比较与修正方案

由图 4 可知:(1)器测能见度、能见度的变化趋势基本一致。(2)由于观测方式不同,能见度受人为影响,有一定的等级,如能见度较大时,能见度有很多数值均在 20、30km。(3)在图中黑色三角的位置,大约是能见度为 2km 处,左侧器测能见度散点集中在能见度上方,右侧相反。也就是说,当器测能见度在 0~2km 时,器测能见度的值较常规能见度大;大于 2km 时,器测能见度比能见度小。

表 1 器测能见度、能见度及 PM<sub>10</sub> 相关性检验

	器测能见度和能见度	器测能见度和 PM <sub>10</sub>	能见度和 PM <sub>10</sub>
r	0.767	-0.814	-0.719
Sig. (2-tailed)	0	0	0

注: n=100, α=0.01

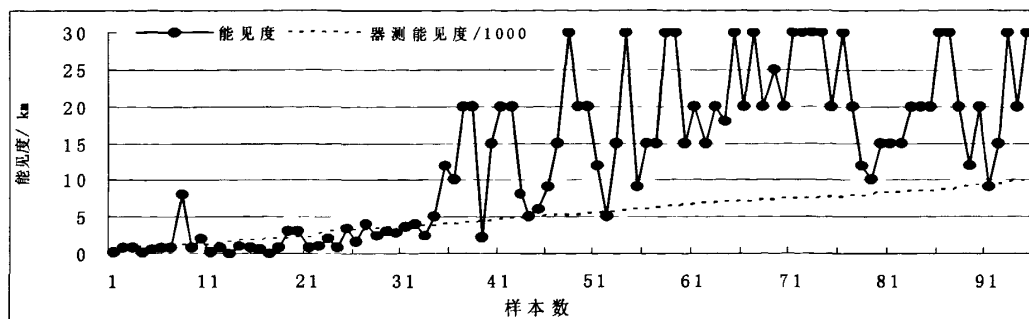


图4 按器测能见度升序排列时,器测能见度、能见度的序列

结合我们的样本数据分析:当沙尘越强(能见度值越小)时,器测能见度与能见度的差异越小。当器测能见度小于1km时,器测能见度与能见度的差在0.159~0.612km之间;当器测能见度大于1km小于2km时,器测能见度与能见度的差异增大为器测能见度小于1km时的2倍;当器测能见度大于2km时,器测能见度与能见度的差异陡增。

由于器测能见度与能见度存在系统性偏差,根据两者差异的分析结果,对器测能见度进行修正。利用曲线估计过程,该过程主要是针对单个自变量的各种非线性函数的拟合方法进行的。且此过程提供了线性、非线性两种结果,选取复相关系数的平方 $R^2$ 最大,且方程通过显著性检验的为最优的拟合方程。给出修正方案如下:( $Y$ 为修正后的能见度, $X$ 为器测能见度)

(1)当器测能见度<1km时, $Y=-1.964+8.799X-6.505X^2$ ;

(2)当1km<器测能见度<2km时, $Y=-1.491+2.213X-0.274X^2$ ;

(3)当器测能见度>2km时, $Y=-2.798+4.497X-0.207X^2$ 。

#### 2.4 器测能见度与 $PM_{10}$ 的关系

同样利用曲线估计过程,我们得到器测能见度与 $PM_{10}$ 的拟合函数,即 $Y=6.604 \times 0.9998X$ ,为复合曲线模型( $Y$ 为器测能见度, $X$ 为 $PM_{10}$ )。从曲线拟合的结果看,在器测资料间有紧密的相关性,当我们预报了沙尘天气的能见度时,同时可利用此方程对 $PM_{10}$ 进行预测。

### 3 小结

(1)器测资料与常规观测资料的相关性较好,且器测资料之间的相关性更好。由于避免了水平能见度观测过程中,人为误差的影响,器测资料更具有连续稳定性。

(2)器测能见度与能见度的变化趋势一致, $r=0.767$ ,相关显著,但器测能见度与能见度存在系统性偏差。当能见度小于2km时,器测能见度的值较能见度大;当能见度大于2km时,器测能见度比能见度小。且能见度小时,两者数值接近,当能见度增大时,两者差异明显增大。

(3)给出了器测能见度业务应用修正方案:当器测能见度<1km时, $Y=-1.964+8.799X-6.505X^2$ ;当1km<器测能见度<2km时, $Y=-1.491+2.213X-0.274X^2$ ;当器测能见度>2km时, $Y=-2.798+4.497X-0.207X^2$ ( $Y$ 为修正后的能见度, $X$ 为器测能见度)。

(4) $PM_{10}$ 与器测能见度有明显的负相关, $r=-0.814$ ,通过了相关性的显著性检验,且有较好的曲线拟合关系。器测能见度与 $PM_{10}$ 的拟合函数为 $Y=6.604 \times 0.9998X$ ( $Y$ 为器测能见度, $X$ 为 $PM_{10}$ )。

#### 参考文献:

- [1]万本太,康晓风,张建辉,等.基于颗粒物浓度的沙尘天气分级标准研究[J].中国环境监测,2004,20(3):8-11.
- [2]黄嘉佑.气象统计分析与预报方法[M].3版.北京:气象出版社,2004.

(下转第48页)

### 3.2 伺服与监控机柜的连接线路检查

在伺服机柜中插头 4XS002 的 3 脚与 13 脚分别为方位过流与俯仰过流信号输出,天线数字控制分机中插头 XP211 的 3 脚与 7 脚分别为方位过流与俯仰过流信号输入,经检测,对应的信号路均导通,问题不在这里。

### 3.3 信号干扰检查

雷达系统的地线是共同的,对伺服及监控机柜的地线进行了检查,经测量监控机柜的对地电阻为  $2.6\Omega$ ,发现机柜用于固定地线的螺栓有些松动,在调整螺栓后,阻值减小到  $0.3\Omega$ ,重新开机,故障仍然存在。

### 3.4 监控系统检查

在天线数字控制分机中 XP213 为发射系统故障检测输入插头,其检测电平与伺服系统故障检测输入电平相同,均为 12V,于是将插头 XP213 换到

XP211 上,重新开机后故障消失,即触发电平送到了 I/O 接口单元 6XS008,说明问题在插头 XP211 中,打开后发现地线断开,焊好后,故障消失。究其原因,主要是地线断开后造成伺服系统过流故障检测电平在监控系统中无法进行比较,从而导致报警。

### 4 小结

新一代天气雷达是大型的气象现代化设备,不仅具有强大的探测能力,也有较强的故障自动诊断监测功能,其数据采集监控子系统能实时监测各分机的工作状态和工作参数,并显示监测信息。随着此类设备在气象探测业务当中应用范围的不断扩大,其在带来方便的同时,也对保障工作提出了更高的要求,因此保障人员应加强对雷达的日常保养与定期维护,在维护过程中应严格按照规程操作,注意维护方法,避免意外事故的发生,力争将故障率降到最低,确保雷达的安全可靠稳定运行。

## Analysis on the Difficult Alarm Breakdown of New Generation Weather Radar in Hohhot Station

Chen Shiyang<sup>1</sup>, Chen Jie<sup>1</sup>, Zuo Zhonghua<sup>1</sup>, Wu Liquan<sup>2</sup>

(1. Air Sounding and Technical Support Center of Inner Mongolia, Huhhot 010051; 2. Erdos Meteorological Bureau, Erdos 017000)

**Abstract:** Along with the points of new generation weather radar increase constantly in Inner Mongolia, as well as the expanding application scope, this set a higher request to the radar technology support work. In view of radar breakdown example in Hohhot Station, the paper discusses how to analyze the principle of relevant portion, make judge of breakdown position, and eliminate breakdown. Methods of breakdown elimination were summarized.

**Key words:** New generation weather radar; Breakdown; Examine

(上接第 9 页)

## Comparative Analysis between Instrument Measured and Observation Data of Sand and Dust Weather

Yun Jingbo<sup>1,2</sup>, Wang Wen<sup>1</sup>, Sun Yonggang<sup>2</sup>, Meng Xuefeng<sup>2</sup>, Liu Keli<sup>3</sup>

(1. Nanjing University of Information Science & Technology, Jiangsu Nanjing 210044;

2. Inner Mongolia Meteorological Observatory, Inner Mongolia Hohhot 010051;

3. Inner Mongolia Meteorological science and technology service center, Inner Mongolia Hohhot 010051)

**Abstract:** By using the instrument measured data from the sand-dust storm monitoring stations (such as PM10, instrument measured visibility) and the observation data of ten strong sand storm processes in Inner Mongolian during 2004–2007, the correlation and differences between the quantitative monitoring date and general observation data were analyzed. The results showed: The instrument measured visibility and the visibility from the observation data correlated well which have the same tendency of changes. When the visibility was low, the instrument measured visibility and the visibility had the similar value; when visibility increased, the differences were increased. The instrument measured visibility had a well curve fitting relationship with PM10, which was better than the relationship between visibility and PM10. It showed that quantitative instrument measured visibility had more continuity and stability. However, the instrument measured visibility had the systematic deviation. In order to facilitate the business applications, this test shows the revised scheme of the instrument measured visibility.

**Key Word:** instrument measured visibility; visibility; PM10; sand storm