

器测与目测能见度差异分析

霍文¹ 王健¹ 刘新春¹ 杨青¹ 梁云¹ 赵晓川²

(1 中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所 2 新疆气象局环境中心 乌鲁木齐 830002)

摘要 目前大部分气象台站依靠目测来估计能见度值,存在一定的人为误差。利用 2004 年 4 月 22 日至 5 月 29 日塔克拉玛干沙漠腹地气象自动站水平能见度观测资料,通过对器测和目测值的数据对比分析得出:①水平器测值约是目测的 2 倍,变化趋势基本一致;②目、器测值的差异导致沙尘暴发生的等级概率产生偏移;③随着沙尘暴等级减弱,目测值与器测值的平均误差值不断减小,平均绝对误差值和均方误差量级接近甚至达到沙尘暴等级划分标准的量级。

关键词 水平能见度 沙尘暴 误差

引言

气象能见度定义为:视力正常的人,在当时天气条件下,能够从天空背景中看到和辨认出目标物(黑色、大小适度)的最大水平距离;夜间则能看到和确定出一定强度灯光的最大水平距离。20 世纪 70 年代以来,世界各国相继开展了大气气溶胶对能见度的影响研究,对城市能见度研究较为广泛、深入。但是大部分研究工作重在分析影响能见度的气候特征方面^[1~5],也有些从观测能见度的仪器及其改进方面的研究^[6~9],而本文参照已有的研究成果,侧重结合水平能见度观测实验,对塔克拉玛干沙漠腹地发生沙尘暴时的器测及目测水平能见度差异做了典型对比分析。

1 沙尘暴概况

沙尘暴是大风从地面卷起大量沙尘,从而使空气混浊,水平能见度低于 1000 m 的恶劣天气现象。多发生在降水量少、植被稀疏、大风天气较多的干旱、荒漠化区域及其邻近地区。在世界四大沙尘暴多发区(中亚、北美、中非和澳大利亚)中,我国北方属中亚沙尘暴多发区之一。其中 110°E 以西天山以南大部分地区是沙尘暴的多发区,塔里木盆地及其周围地区、阿拉善和河西走廊东北部是沙尘暴的高

频区。受沙尘暴影响之处,大片农田被沙埋,或遭风蚀刮走沃土,致使农作物大幅度减产,甚至颗粒无收。沙尘暴能加剧土地沙漠化,而且对大气环境造成严重污染,对生态环境造成巨大破坏,因此对沙尘暴的深入研究势在必行。

在我国,对沙尘现象强弱的衡量主要是依据《地面气象观测规范》^[10](以下简称《规范》),它将沙尘天气划分为:①浮尘——尘土、细沙均匀的浮游在空中,使水平能见度小于 10 km;②扬沙——由于大风将地面尘沙吹起,使空气相当混浊,水平能见度在 1~10 km;③沙尘暴——由于强风将地面大量尘沙吹起,使空气很混浊,水平能见度小于 1 km。

沙尘暴分级一般采用风速和能见度两个指标。徐启运和钱正安等参照此标准并结合我国实际情况,在强沙尘暴的等级范畴内又划分出了特强沙尘暴(或黑风暴,俗称“黑风”),提出了我国西北地区单站沙尘暴强度划分标准(表 1)。气象部门的业务运行表明,该标准在我国是比较适用的。

表 1 我国西北地区单站沙尘暴强度划分标准

强度	瞬时极大风速 $f/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	最小能见度 V/m
特强	≥ 10 级或 $f \geq 25$	$V \leq 50$
强	≥ 8 级或 $f \geq 20$	$V \leq 200$
中	6~8 级或 $f \geq 17$	$200 < V \leq 500$
弱	4~6 级或 $f \geq 10$	$500 < V \leq 1000$

国家科技部项目“沙尘暴观测规范和分级标准研究”、“沙漠气象及其生态环境的动态评估系统”共同资助

作者简介 霍文,男,1981 年生,实习研究员,主要从事沙漠气象研究,Email huowenpet@idm.cn

收稿日期 2005 年 6 月 9 日,定稿日期 2005 年 7 月 19 日

2 资料和方法

2004 年 4 月 22 日至 5 月 29 日 ,在塔里木石油指挥部 70#油井架(距塔中气象站直线距离约 30 km)设了 Davis 自动气象站 2 台 ,分别位于 70#油井营房侧面沙丘处和沙丘谷底 ,直线距离约 800 m ,对各气象要素进行采集 ,5 min 采集一组数据。沙尘暴日人工加密观测 ,1 min 采集一次数据 ,为了尽量减小目测误差 ,人工观测采用 3 人同步采集 ,优选各个时段水平能见度值接近的两组数据 ,在一定程度上减小了视力和主观性误差。同时运用 FD12 前散射能见度仪进行水平能见度观测 ,15 s 采集一次数

据。器测与目测能见度资料同步采集 ,并用统计学方法处理资料作对比分析。

3 能见度对比分析

3.1 器测与目测水平能见度值对比

2004 年 4 月 28 日 ,受东灌天气影响 ,大风引起塔克拉玛干沙漠腹地爆发沙尘天气。分析 70#油井附近器测及目测水平能见度变化曲线并加以比较 (图 1)得出 :器测与目测变化趋势基本一致 ;器测值约是目测的 2 倍。当日最大瞬时风速为 14.1 m/s ,风力 7 级 ,目测值按表 1 标准可划分为中度浮尘天气 ,但大部分器测值按定义属于扬沙天气。

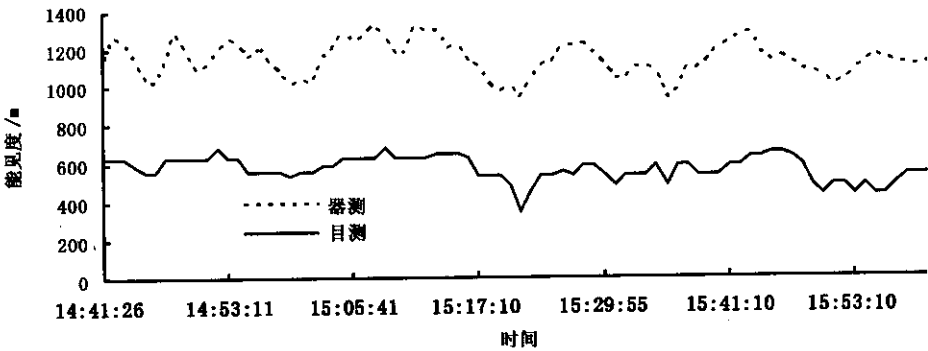


图 1 2004 年 4 月 28 日 70#油田附近器测与目测能见度变化

沙尘暴是水平能见度低于 1000 m 的恶劣天气现象。就图 1 而言 ,当目测水平能见度值为 500 ~ 1000 m 时 ,符合沙尘暴定义。但是绝大部分器测值大于 1000 m ,属扬沙天气范畴。这说明目测水平能见度值和器测值之间的差异影响了不同沙尘天气之间的严格界定。首先 ,上述现象导致以目测为主的气象台站沙尘暴统计的次数将会人为增多 ,对沙尘暴强度界定将会出现偏移。其次 ,在同一沙尘天气过程影响区域内 ,不同观测点由于采取不同观测手段(器、目测) ,其观测结果给沙尘天气的统一划分带来困难。同时 ,其差异对沙尘暴的科学研究和气象资料的统计会造成假象。

3.2 能见度概率分布偏移

目、器测值的差异导致沙尘暴发生的等级概率产生偏移。以 70#油井附近器测和目测 1 min 平均水平能见度值作为样本分析。由于器测未能采集到沙尘暴特强级(50 m 以下)水平能见度数据 ,所以 ,我们采用 3 个等级的沙尘暴划分标准 ,即强沙尘暴

(水平能见度小于 250 m)、中等强度(水平能见度在 250 ~ 500 m)、弱沙尘暴(水平能见度 500 ~ 1000 m) ,来分析不同强度下水平能见度的概率偏移。按照沙尘暴等级得出能见度概率(表 2) ,强沙尘暴发生概率小 ,中等强度较大 ,弱沙尘暴最大 ,其概率偏移分别为 4.9%、35%、39.9%。

表 2 器测和目测能见度概率 %		
强度	器测能见度概率	目测能见度概率
强	1.0	5.9
中	4.2	39.2
弱	94.8	54.9

由于目测水平能见度值与器测值之间的差异 ,导致了不同测量手段下沙尘暴发生的等级概率产生偏移。按照将沙尘暴划分为 3 个等级的标准 ,当目测水平能见度值在 125 ~ 250 m 之间时 ,属于强沙尘暴 ,但器测值却在 250 ~ 500 m 之间 ,为中等强度沙尘暴。当目测水平能见度值在 250 ~ 500 m 之间时 ,属于中级沙尘暴 ,但器测值却在 500 ~ 1000 m 之间 ,

属于弱级沙尘暴。当目测水平能见度值在 500 ~ 1000 m 之间时 ,属于弱沙尘暴 ,但器测值按定义却不属于沙尘暴范畴。可见 ,不同等级的沙尘暴 ,器测水平能见度发生概率与目测之间存在一定程度的偏移。

3.3 能见度误差分析

在沙尘暴发生的时段内无论是目测还是器测 ,其观测结果都存在一定的误差 ,在资料统计分析时不能单纯以目测或器测的观测数据作为参考标准 ,去衡量观测结果的差异程度。因此 ,以目测和器测观测资料的不同等级的平均值的算术平均值(目测 + 器测/2)作为参考标准 1(表 3)来衡量平均误差(表 4)。以目测和器测每次同步观测资料的算术平均值(目测 + 器测/2)作为参考标准 2 来衡量平均绝对误差、均方误差。

按照沙尘暴分级标准 ,计算 3 个不同等级器测和目测与参考标准 1 之间的水平能见度平均误差以及参考标准 2 之间平均绝对误差、均方误差。

表 3 参考标准 1 m			
能见度	目测能见度 平均值	器测能见度 平均值	参考标准 1
$V \leq 250$	185.2	232.6	208.9
$250 < V \leq 500$	383.4	346.7	365.6
$500 < V \leq 1000$	781.5	810.6	796.1

表 4 能见度平均误差 m			
能见度	参考标准 1	目测平均误差	器测平均误差
$V \leq 250$	208.9	23.7	23.7
$250 < V \leq 500$	365.6	17.8	18.9
$00 < V \leq 1000$	796.1	14.6	14.5

强沙尘暴时 ,目测能见度值偏小 ,器测值偏大 ;中等强度沙尘暴时 ,目测值偏大 ,器测值偏小 ;弱沙尘暴时 ,目测值偏小 ,器测值偏大。人工观测受客观条件影响较大。在同等视力条件下 ,人的视力受到光线强度的影响对水平能见度的反应也会不同 ,气溶胶浓度和成分的变化成为影响目测水平能见度值的主要因子。由于气溶胶绝大部分集中在近地层 ,其浓度基本上支配了水平能见度的大小。随着沙尘暴强度不断减小 ,空中悬浮颗粒物的不断沉降 ,在水平可视范围内 ,大气中的气溶胶粒子浓度减少 ,对光的散射、反射作用等有所减弱。所以 ,随着水平能见度平均值渐渐变大 ,沙尘暴等级不断减弱 ,目测水平能见度值平均误差值就会不断减小。

平均绝对误差的计算公式为 :

$$e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n | F_i - O_i | \tag{1}$$

均方误差的计算公式 :

$$S_e = [\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_i - O_i)^2]^{\frac{1}{2}} \tag{2}$$

式(1)、(2)中 F_i 为目测或器测能见度值 , O_i 表示为参考标准 2 , n 为实验总次数。

根据式(1)计算得出目测平均绝对误差值为 235.7 m ,由式(2)得出均方误差为 338.3 m。同样 ,器测平均绝对误差值为 235.7 m ,均方误差为 338.3 m。按照沙尘暴 3 个等级划分标准 ,平均绝对误差接近强沙尘暴与中级强度沙尘暴的划分区间范围(250 m) ,而均方误差值超出强沙尘暴与中级强度沙尘暴的划分区间范围(250 m) ,接近中级强度和弱沙尘暴的划分区间范围(500 m)。由此可见 ,误差量级接近甚至达到沙尘暴等级划分标准区间范围的量级 ,其能见度值误差足以影响到沙尘暴不同等级的概率分布。因此 ,不同等级的目测沙尘暴发生概率与器测之间误差很大。就塔中 70#油井附近流动沙丘而言 ,如采用人工观测数据为准 ,将会夸大对沙尘暴强度的描述。因此 ,目测观测值存在误差很大 ,由于用于监测镜头表面受污染程度的 FD12 能见度仪可对镜头污染进行自动补偿 ,以给出精确的能见度值 ,精确度相对要高于目测 ,所以 ,及时为沙尘暴发生高频地区气象站配置器测水平能见度的仪器 ,才能为沙尘暴科学研究工作提供有力确凿的科学数据。

4 小结

- (1)器测水平能见度值约是目测的 2 倍。
- (2)不同等级的沙尘暴 ,器测发生概率与目测之间存在一定程度的偏移。
- (3)随着水平能见度平均值渐渐变大 ,沙尘暴等级不断减弱 ,目测水平能见度值与器测值的平均误差值就会不断减小。平均绝对误差值为 235.7 m ,均方误差为 338.3 m ,误差量级达到沙尘暴等级划分区间范围的量级。

参考文献

[1] 王淑英,徐晓峰.北京地区低能见度的气候特征及影响因素[J].气象科技,2001,29(4):23-26.
[2] 孟燕军,赵习方,王淑英,等.北京地区高速公路能见度气候特

征 J]. 气象科技 2001 29(4) 26 - 32.

[3] 于凤莲 ,刘东贤 ,胡英. 有关气溶胶细粒子对城市能见度影响的研究 J]. 气象科技 2002 ,30(6) 379 - 383.

[4] 王淑英 ,张小玲 ,徐晓峰. 北京地区大气能见度变化规律及影响因子统计分析 J]. 气象科技 2003 31(2) 109 - 114.

[5] 郝丽萍 ,周莉蓉 ,刘泽全. 低能见度新等级划分标准的规定 [J]. 四川气象 2004 38(2) :62 - 63.

[6] 吕伟涛 ,陶善昌 ,刘亦风. 基于数字摄像技术测量气象能见度——双亮度差方法和试验研究 J]. 大气科学 2004 28(4) :559 - 570.

[7] 曾书儿 ,王改利. 能见度的观测及其仪器[J]. 应用气象学报 , 1999 ,10(2) 207 - 212.

[8] 濮江平 ,胡宗刚 ,魏阳春 ,等. 能见度自动观测系统性能对比及分析 J]. 气象科学 2002 ,22(1) 60 - 71.

[9] 王京丽 ,程丛兰 ,徐晓峰. 数字摄像法测量能见度仪器系统对比实验 J]. 气象科技 2002 ,30(6) 353 - 357.

[10] 胡隐樵 ,光田宇. 强沙尘暴发展与干飚线——黑风暴形成的一个机理分析 J]. 高原气象 1996 15(2) 175 - 185.

Analysis of Difference in Horizontal Visibility between Eyes and Instrumental Observation

Huo Wen¹ Wang Jian¹ Liu Xinchun¹ Yang Qing¹ Liang Yun¹ Zhao Xiaochuan²

(1 Institute of Desert and Meteorology , China Meteorological Administration ,
2 Xinjiang Center of Environmental Meteorology , Urumqi 830002)

Abstract : By analyzing difference in horizontal visibility observed by Eyes and measurements by FD12 in No. 70 oil well of the Taklemakan desert form April 22 to May 29 in 2004 , it is found that ① the values of horizontal visibility by FD12 is the double of those observed by eyes with the identical variation trend ; ② the difference results in deviation in the graded probability of sandstorms ; ③ there is a reduction in average errors between FD12 and eyes with decreasing sandstorm grades , and the orders of magnitude of the average absolute error and mean square error are close to , even equal to those of the sandstorm grade standards.

Key words : horizontal visibility , sandstorm , measuring error