

文章编号:1000-694X(2006)02-0273-05

# 对一些沙尘暴强度划分标准中存在问题的讨论

雷向杰<sup>1,2</sup>, 王小宁<sup>2</sup>, 李亚丽<sup>2</sup>, 黄祖英<sup>2</sup>

(1. 南京信息工程大学, 江苏 南京 210044; 2. 陕西省气象台, 陕西 西安 710015)

**摘要:** 研究发现, 目前被我国一些学者采用的沙尘暴强度划分标准和气象观测规范中关于水平能见度观测记录的规定有明显差异, 这个问题导致沙尘暴强度划分标准与 50 a 气象能见度观测资料不匹配, 从而引起资料统计上的混乱和强沙尘暴、特强沙尘暴分析上很容易出现的错误。为此, 就这个问题进行了分析讨论。

**关键词:** 强沙尘暴; 划分标准; 问题讨论; 能见度

中图分类号: P445.4

文献标识码: A

近年来, 对沙尘暴演变趋势的研究比较一致的结果是自 20 世纪 50 年代以来, 我国沙尘暴发生次数或沙尘暴日数总体上呈波动式减少趋势, 其中 50 年代最多, 60~70 年代波动上升, 80~90 年代波动减少, 90 年代最少, 2000—2002 年又相对偏多。沙尘暴增加的区域主要集中在青海、内蒙古和新疆的个别地方。强和特强沙尘暴时间变化出现了相反的结论, 周自江等的分析表明, 我国北方强沙尘暴次数 20 世纪 50~90 年代呈波动减少趋势, 90 年代是近 50 a 来沙尘暴发生最少的时期, 而且持续时间最短, 比其他年代约短 0.5~1 h<sup>[1]</sup>。丁瑞强等则认为, 我国北方地区强和特强沙尘暴的发生频数自 50 年代以来一直在增加<sup>[2]</sup>。这可能与各自采用的强沙尘暴划分标准不一致有关。我们的研究结果显示, 陕西沙尘暴日数总体上呈波动式减少趋势, 其中 80 年代前期最多, 80 年代后期波动减少, 90 年代最少, 但 2000 年相对偏多<sup>[3,4]</sup>。2003 年陕西春季沙尘暴为 1961 年以来最少的一年<sup>[5]</sup>。陕西强沙尘暴过程 50 年代 4 次, 60 年代 14 次, 70 年代 13 次, 80 年代 8 次, 90 年代 2 次。考虑 50 年代有资料的年数和气象站个数较少, 可知陕西强沙尘暴过程 60、70 年代最多, 80 年代次之, 90 年代最少。特强沙尘暴过程 60 年代 1 次, 70 年代 2 次, 80 年代 3 次, 90 年代和 2001—2003 年都没有出现。陕西强沙尘暴、特强沙尘暴总体上呈现减少趋势, 80 年代后这种趋势更为明显<sup>[6]</sup>。

我们在整理研究陕西强沙尘暴、特强沙尘暴过程中发现一些文献中沙尘暴强度划分标准中的主要

指标能见度标准的描述有错误, 这种错误很可能是前辈科学家的一个小小的笔误, 但这个错误本身将导致沙尘暴强度划分的标准与 50 a 气象能见度观测资料不匹配, 进而引起资料统计上的混乱和强沙尘暴、特强沙尘暴分析上极易出现错误。问题的关键在于这种描述有错误的沙尘暴强度划分标准目前还不断地被一些学者引用。在 20 世纪 90 年代末和 21 世纪最初的 1~2 a, 我国沙尘暴总体趋势是减少还是增加也曾出现研究结论上的分歧, 随着研究的深入发现了一些问题, 各种问题的讨论和解决最终达成了自 50 年代以来, 我国沙尘暴发生次数或沙尘暴日数总体上呈波动式减少趋势这样一个共识<sup>[7,8]</sup>。

对一些沙尘暴强度划分标准的主要指标(能见度)描述中存在的错误进行讨论, 意义在于这些讨论有助于规范沙尘暴强度划分标准的描述、使各个研究领域的学者在一个统一、规范的标准下讨论问题, 从而更好地使用沙尘暴和与沙尘暴有关的气象观测资料, 使后来的研究者、资料处理人员避免不必要的错误和研究结果上的混乱。

## 1 一些文献中的沙尘暴强度划分标准

下面是一些文献中给出的沙尘暴强度划分标准: “两站或以上出现瞬时风速  $\geq 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , 最小能见度  $\leq 50 \text{ m}$  的“黑风”标准”和“凡同时满足风速  $\geq 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (在南疆南缘, 仅要求  $> 17.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ), 能见度  $\leq 200 \text{ m}$  者为强沙尘暴, 同时满足风速  $\geq 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (在南疆南缘, 仅要求  $> 20.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ), 能见

收稿日期: 2004-11-13; 改回日期: 2005-01-24

基金项目: 科技部“973”预研项目(2003CCC01500); 陕西省科技厅攻关项目(2001K09-G7); 陕西省气象局项目(2004M-3)资助

作者简介: 雷向杰(1965—), 男(汉族), 陕西西安人, 在读硕士, 高工, 主要从事气候分析、气候预测业务和科研工作。

E-mail: lei\_xiang\_jie@sina.com

万方数据

度 $\leq 50$  m 者为特强沙尘暴”<sup>[9,10]</sup>。强沙尘暴标准采用最大风速 $\geq 20$  m·s<sup>-1</sup>,且最小能见度 $>50$  m 但 $\leq 200$  m,同时定义内蒙古中西部特强沙尘暴标准为能见度 $\leq 50$  m,定时平均风速 $\geq 20$  m·s<sup>-1</sup><sup>[11]</sup>。表 1 是另一个沙尘暴强度划分标准<sup>[12]</sup>。

表 1 沙尘暴强度划分标准

Tab. 1 The partition criterion of sandstorm intensity

强度	瞬时极大风速 $f/(m \cdot s^{-1})$	最小能见度 $v/m$
强	$\geq 8$ 级或 $f \geq 20$	1 级或 $v \leq 200$
中	$6 \sim 8$ 级或 $f \geq 17$	2 级或 $200 < v \leq 500$
一般	$4 \sim 6$ 级或 $f \geq 10$	3 级或 $500 < v \leq 1000$

注:在气象观测中,1980 年起能见度用长度单位 m 标识,此前用 0~9 级标识。

## 2 沙尘暴强度划分标准中的问题及正确的描述

表 1 沙尘暴强度划分标准中的错误在于能见度范围内“ $\geq$ ”、“ $\leq$ ”和“ $<$ ”、“ $>$ ”使用错误。将表 1 改为表 2 较为妥当(修改的地方用下划线标识)。

表 2 沙尘暴强度划分标准(修改)

Tab. 2 The modified partition criterion of sand storm intensity

强度	瞬时极大风速 $f/(m \cdot s^{-1})$	最小能见度 $v/m$
强	$\geq 8$ 级或 $f \geq 20$	<u>0.1</u> 级或 $v < 200$
中	$6 \sim 8$ 级或 $f \geq 17$	<u>2</u> 级或 $200 < v \leq 500$
一般	$4 \sim 6$ 级或 $f \geq 10$	<u>3</u> 级或 $500 < v \leq 1000$

同样,前面提到的“黑风”标准中,“最小能见度 $\leq 50$  m”改成“最小能见度 $< 50$  m”;“能见度 $\leq 200$  m 者为强沙尘暴”改成“能见度 $< 200$  m 者为强沙尘暴”比较妥当。

这种看似很小的符号错误将导致沙尘暴强度划分的标准与 50 a 气象能见度观测资料不匹配,进而引起资料统计上的混乱和强沙尘暴分析上的错误。后面将举例对此加以说明。

沙尘天气年鉴(2002 年)<sup>[13]</sup>中沙尘暴、强沙尘暴的定义和多数的研究文献用词比较严谨,都用到了“小于”和“以内”这样的词,所以不存在上述问题,是正确的。

## 3 水平能见度观测、记录的有关规定

气象观测是气象工作的基础。《地面气象观测规范》是气象台站从事地面气象观测工作的业务规则和技术规定,观测工作中必须严格遵守,以保证获取具有代表性和准确性、比较性的气象记录<sup>[14]</sup>。

1961 年 1 月出版的《地面气象观测规范》对扬沙进行的定义,扬沙:这是由于风大把地面的尘、沙吹起,使空气相当浑浊的现象,水平能见度在 1 km 或以上,10 km 以内(作者注:相当于  $1 \text{ km} \leq v < 10 \text{ km}$  而不是  $1 \text{ km} < v \leq 10 \text{ km}$ )<sup>[15]</sup>。以下是中国气象局《地面气象观测规范》对能见度观测记录的规定:

1955 年 5 月中央气象局《气象观测暂行规范》地面部分(气技 104 号)规定,能见度用 10 个等级来表示(表 3)。

表 3 每一级所表示的能见度范围(1955 年暂行规范)

Tab. 3 The visibility range every level denoted (provisional criterion in 1955)

等级	能见距离/m	不能见距离/m
0	$< 50$	50
1	50	200
2	200	500
3	500	1 000
4	1 000	2 000
5	2 000	4 000
6	4 000	10 000
7	10 000	20 000
8	20 000	50 000
9	50 000 或超过 50 000	

注:能见度 4 级,其相当的距离为 1 000~2 000 m 以内能见,2 000 m 和以外不能见;能见度 3 级,其相当的距离为 500~1 000 m 以内能见,1 000 m 和以外不能见;观测时能见距离如恰为 1 000 m,则应记 4 级。余以此类推。

1961 年 1 月出版的《地面气象观测规范》第九章 183 节规定能见度用 10 个等级来表示,每一级所表示的能见度范围如表 4。

1979 年出版的《地面气象观测规范》第四章第二节规定能见度记录以千米为单位,取小数一位,第二位小数舍去,不足 0.1 km 记“0.0”。这一规定,意味着恰好 200 m 记“0.2”,小于 200 m 记“0.1”;恰好 500 m 记“0.5”,大于 400 m 小于 500 m 记“0.4”;这一点与 1955 年、1961 年出版的规范相似。只是 1980 年以前有小于 50 m 的记录、1980 年之后只有小于 100 m 的记录,不再有小于 50 m 这一档记录。

在地面观测中,国家基本气象站能见度的项目在绝大多数年份只能取到一日 4 次定时值,1987 年以后随着国家基准气象站的陆续建立,部分台站取到了 1 h 一次的观测值<sup>[16]</sup>。2003 年出版的《地面气象观测规范》第六章天气现象 6.3.2 记录规定中增

加了最小能见度的记录规定:“当沙尘暴、雾、雪暴以及浮尘、吹雪、烟幕、霾现象出现能见度小于1.0 km时,都应观测和记录最小能见度,记录加方括号[]。每一现象出现时,每天只记录一个最小能见度。”最小能见度是指最小有效水平能见度,以米为单位取整数<sup>[17]</sup>。

表4 每一级所表示的能见度范围(1961年规范)

Tab. 4 The visibility range every level denoted (criterion in 1961)

等级	能见距离/m	不能见距离/m
0	<50	≥50
1	≥50, <200	≥200
2	≥200, <500	≥500
3	≥500, <1000	≥1000
4	≥1000, <2000	≥2000
5	≥2000, <4000	≥4000
6	≥4000, <10000	≥10000
7	≥10000, <20000	≥20000
8	≥20000, <50000	≥50000
9	≥50000	

注:能见度4级,其相当的距离为1 000~2 000 m以内能见,2 000 m和以外不能见;能见度3级,其相当的距离为500~1 000 m以内能见,1 000 m和以外不能见;观测时能见距离如恰为1 000 m,则应记4级。余以此类推。

#### 4 沙尘暴强度划分标准描述错误引起资料统计混乱举例

以表1中中等强度沙尘暴为例,当瞬时极大风满足条件后,对最小能见度满足2级或 $200 < v \leq 500$  m这一条件进行分析。由前面提到的气象观测规范知道,2级表示能见度范围为 $200 \leq v < 500$  m,而不是 $200 < v \leq 500$  m。因此,在1954—1979年气象观测能见度资料中挑2级并不符合表1中等强度沙尘暴对能见度的要求:①1954—1979年气象观测能见度资料中2级包含了能见度恰好等于200 m的一种情况,而表1中中等强度沙尘暴不包含这种情况。②历年能见度资料中的2级不包含能见度恰好等于500 m的这一种情况,而表1中中等强度沙尘暴却又包含能见度恰好等于500 m的这种情况。这就引起了资料统计上的错误,至少说,这种强沙尘暴的定义是存在缺陷的,描述是不严谨的。如果将表1的中等强度沙尘暴要求最小能见度满足2级或 $200 < v \leq 500$  m这一条件改为最小能见度满足2级或 $200 \leq v < 500$  m,上面的问题都迎刃而解了。

1980年之后,能见度记录以千米为单位,取小数一位,第二位小数舍取,不足0.1 km记“0.0”。表1中中等强度沙尘暴要求最小能见度满足 $200 < v \leq 500$  m,满足这一条件的能见度实际上无法完全从气象记录中挑取。根据能见度记录规定,0.3 km、0.4 km无疑是满足条件的,将其挑取是正确的。但0.2 km的记录是否挑取,如果挑取,与表1中中等强度沙尘暴的要求相比,多了能见度恰好等于200 m(记0.2 km)的这种情况。如果不挑取,又少了能见度大于200 m,小于300 m(记0.2 km)的情况;类似地,0.5 km如果挑取,与表1中等强沙尘暴的要求相比,则多了能见度大于500 m小于600 m(记0.5 km)的一些情况;如果不挑取,则少了能见度恰好等于500 m(记0.5 km)的这种情况。同样,如果将表1中中等强度沙尘暴要求最小能见度满足2级或 $200 < v \leq 500$  m这一条件改为最小能见度满足2级或 $200 \leq v < 500$  m,上面的问题都迎刃而解了。

根据沙尘暴的定义,记有沙尘暴天气现象时,其能见度小于1 000 m,沙尘暴出现后,要判断该沙尘暴是强沙尘暴还是中等强度沙尘暴,由于2004年以前没有沙尘暴出现时最小能见度的观测,只能根据定时能见度观测记录作判断。同时,由于只有国家基本(准)等少数气象站20世纪90年代才有瞬时极大风速的观测记录,同时用瞬时极大风速和能见度标准判断强沙尘暴和中等强度沙尘暴困难很大。以陕西沙尘暴最多的定边为例,按照表1标准挑取,1998—2003年共有5条同时满足风速和能见度标准的中等强度沙尘暴记录,而如果按照表2标准挑取,只有2000年的3条满足条件的中等强度沙尘暴记录。

前面分析表明,按表1挑取强沙尘暴、中等强度沙尘暴记录,严格地讲许多资料是无法统计的,表5中记为A的统计结果是仅从表1能见度指标的字面描述,按一般资料员最可能的理解,强沙尘暴1980年以前能见度挑1级,1980年以后挑0.0、0.1、0.2 km;中等强度沙尘暴1980年以前挑2级、1980年以后挑0.3 km、0.4 km、0.5 km,统计的陕西全省强沙尘暴、中等强度沙尘暴次数;表5中记为B的统计结果是按表2能见度指标,强沙尘暴1980年以前能见度挑0级和1级,1980年以后挑0.0 km、0.1 km;中等强度沙尘暴1980年以前挑2级、1980年以后挑0.2 km、0.3 km、0.4 km,统计的陕西全省强沙尘暴、中等强度沙尘暴次数。从中可以

看出,在1980年以前能见度用0~9级标识时,由于表1划分标准中遗漏了0级,表5强沙尘暴中A的值都小于或等于B的值,中等强度沙尘暴都挑2级,结果相同,但2级所指示的能见度范围是表2而非表1。1980年之后,强沙尘暴A挑0.0 km、0.1

km、0.2 km;而B挑0~0 km、0.1 km,所以表5中A的值都大于或等于B的值。中等强度沙尘暴,A挑0.3 km、0.4 km、0.5 km;而B挑0.2 km、0.3 km、0.4 km,所以表5中A的值和B的值有差异,但不象强沙尘暴那样有规律。

表5 陕西省强沙尘暴和中等强度沙尘暴次数

Tab. 5 The times of heavy sandstorm and middling intensity sandstorm in Shaanxi

年份	强(A/B)	中(A/B)	年份	强(A/B)	中(A/B)	年份	强(A/B)	中(A/B)
1955	0/0	1/1	1972	2/2	20/20	1988	5/1	25/21
1956	1/1	1/1	1973	3/3	9/9	1989	0/0	4/2
1957	4/4	7/7	1974	3/5	8/8	1990	0/0	4/3
1958	3/3	15/15	1975	1/2	12/12	1992	0/0	4/3
1959	6/8	18/18	1976	5/10	17/17	1993	3/1	7/8
1960	4/5	3/3	1977	4/7	19/19	1994	0/0	0/0
1961	3/3	14/14	1978	1/1	6/6	1995	0/0	2/2
1962	1/1	4/4	1979	5/5	23/23	1996	0/0	1/1
1963	5/5	13/13	1980	8/2	13/12	1997	0/0	0/0
1964	3/4	3/3	1981	8/4	24/22	1998	1/1	4/1
1965	1/1	6/6	1982	4/1	23/21	1999	0/0	1/0
1966	5/5	26/26	1983	26/12	28/34	2000	1/0	12/9
1967	0/1	3/3	1984	16/5	31/36	2001	1/0	3/3
1968	0/0	2/2	1985	4/0	7/11	2002	0/0	0/0
1969	5/5	27/27	1986	0/0	2/1	2003	0/0	0/0
1970	4/4	7/7	1987	0/0	4/3			
1971	1/1	15/15	1991	0/0	0/0			

说明:A表示用表1标准整理的沙尘暴次数;B表示用表2标准整理的沙尘暴次数。

后来的研究者,将上述讨论中描述有错误的沙尘暴强度划分标准拿给气象资料工作者整理资料,得到的很可能就是错误的结果,问题的发现过程就是我们首先根据错误的标准得到了错误的结果,反复核对资料最终找到了问题所在。

致谢:对缪启龙教授和杜继稳研究员的关心和指导表示衷心感谢。

#### 参考文献(References):

- [1] 李耀辉.近年来我国沙尘暴研究的新进展[J].中国沙漠,2004,24(5):616~622.
- [2] 丁瑞强,王式功,尚可政,等.近45 a 我国沙尘暴和扬沙变化趋势和突变分析[J].中国沙漠,2003,23(3):306~310.
- [3] 雷向杰,杜继稳,鲁渊平,等.陕西沙尘暴及其防御对策[J].西北大学学报(自然科学版),2000,30(4):188~191.
- [4] 雷向杰,胡春娟,田武文,等.陕西沙尘天气的气候特征及影响分析[J].气象,2003,29(12):38~40.
- [5] 雷向杰,田武文,黄祖英,等.陕西省2003年气候影响评价  
万有数据
- [6] 雷向杰,李亚丽,王小宁,等.陕西强沙尘暴、特强沙尘暴天气气候特征分析[J].中国沙漠,2005,25(1):118~122.
- [7] 裴国庆.“沙尘暴气象服务工作研讨会”技术总结[A].中国气象局预测减灾司主编.沙尘暴监测预警服务研究[C].北京:气象出版社,2002.5~11.
- [8] 雷向杰,王小宁,杜继稳,等.沙尘暴研究中应注意的一个问题[J].气象科技,2001,29(3):63~64.
- [9] 钱正安,贺慧霞,瞿章,等.我国西北地区沙尘暴的分级标准和个例谱及其统计特征[A].方宗义等编.中国沙尘暴研究[C].北京:气象出版社,1997.1~10.
- [10] 张广兴,李霞.沙尘暴观测及分级标准研究现状[J].中国沙漠,2003,23(5):587~588.
- [11] 刘景涛,郑明倩.内蒙古中西部强和特强沙尘暴的气候学特征[J].高原气象,2003,(01):51~64
- [12] 周自江,王锡稳.西北地区东部群发性强沙尘暴序列的建立与分析[J].地理学报,2002,(4):437~442.
- [13] 中国气象局.沙尘天气年鉴(2002年)[M].北京:气象出版社,2003.
- [14] 中央气象局.地面气象观测规范[S].北京:气象出版社,1979.22.

[15] 中央气象局. 地面气象观测规范[S]. 北京: 气象出版社, 1961. 83—103.

[16] 矫梅燕, 周自江. 中国沙尘暴及其监测预警[J]. 中国工程科学, 2003, (09): 5.

[17] 中央气象局. 地面气象观测规范[S]. 北京: 气象出版社, 2003. 25.

## Discussion on Questions Existing in Some Partition Criterion of Sandstorm Intensity

LEI Xiang-jie<sup>1,2</sup>, WANG Xiao-ning<sup>2</sup>, LI Ya-li<sup>2</sup>, HUANG Zu-ying<sup>2</sup>

(1.Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China; 2.Shaanxi Meteorological Observatory, Xi'an 710015, China)

**Abstract:** We found that there are obvious differences existing in some partition criterion of sandstorm intensity adopted by some scholars and in the regulation of visibility observation records in Meteorology Observation Criterion. The differences resulting in that the partition criterion of sandstorm intensity doesn't match with the 50 year's meteorological visibility observation records, and easily cause confusion in records statistics and mistake in sandstorm grade analysis. The paper has analyzed and discussed these problems.

**Key words:** heavy sand storm; partition criterion; question and discussion; visibility



2004 年中国科技期刊总被引频次总排序中前 76 名期刊

排名	期刊名称	总被引频次	排名	期刊名称	总被引频次
1	科学通报	4511	39	中华神经科杂志	1893
2	物理学报	4272	40	中国心理卫生杂志	1817
3	WORLD JOURNAL OF GASTROENTEROLOGY	4127	41	中华泌尿外科杂志	1796
4	高等学校化学学报	3689	42	药学学报	1783
5	生态学报	3614	43	化学学报	1758
6	中华护理杂志	3584	44	环境科学	1754
7	应用生态学报	3468	45	中华肿瘤杂志	1741
8	世界华人消化杂志	3353	46	中国现代医学杂志	1738
9	中华医学杂志	3089	47	中华医院管理杂志	1732
10	中草药	2993	48	中国机械工程	1720
11	植物学报	2944	49	地质学报	1715
12	中华外科杂志	2942	50	CHINESE PHYSICS LETTERS	1696
13	中华骨科杂志	2884	51	土壤学报	1692
14	中国电机工程学报	2818	52	电子学报	1676
15	中华放射学杂志	2689	53	地球物理学报	1665
16	分析化学	2676	54	石油勘探与开发	1655
17	岩石力学与工程学报	2647	55	地质论评	1651
18	中国实用护理杂志	2625	56	中华神经外科杂志	1645
19	电力系统自动化	2617	57	园艺学报	1609
20	中华结核和呼吸杂志	2595	58	中国危重病急救医学	1606
21	中华儿科杂志	2591	59	软件学报	1598
22	中华医院感染学杂志	2491	60	中国病理生理杂志	1595
23	中华内科杂志	2390	61	食品科学	1587
24	中华妇产科杂志	2322	62	岩石学报	1585
25	中国实用外科杂志	2296	63	水土保持学报	1577
26	地理学报	2208	64	中国有色金属学报	1573
27	中国中西医结合杂志	2182	65	中国药学杂志	1547
28	中国农业科学	2172	66	中华眼科杂志	1522
29	计算机工程与应用	2165	67	水利学报	1516
30	中华心血管病杂志	2103	68	环境科学学报	1508
31	中国科学 D	2074	69	地学前缘	1501
32	植物生理学通讯	2012	70	中华肝脏病杂志	1486
33	植物生态学报	2008	71	中华消化杂志	1462
34	中国中药杂志	2001	72	中国沙漠	1455
35	岩土工程学报	1955	73	金属学报	1454
36	第四军医大学学报	1910	74	中华流行病学杂志	1445
37	光学学报	1908	75	地球科学	1437
38	作物学报	1906	76	中国实用妇科与产科杂志	1436

摘自“中国科学技术信息研究所”公布的 2005 年《中国科技期刊》引证报告。