

LD-3K 颗粒物浓度监测仪在沙尘暴监测中的运用

白雪椿¹ 王建国¹ 马涛²

(¹ 内蒙古环境监测中心站 呼和浩特 010010; ² 内蒙古工业大学动力工程学院 呼和浩特 010010)

摘要: 本文简要介绍了 LD-3K 颗粒物浓度监测仪技术参数和工作原理、特点,系统的阐述了 LD-3K 颗粒物浓度监测仪在沙尘暴监测中的用运,及该仪器的缺陷。通过对相关系数的检验,本文分析了 LD-3K 颗粒物浓度监测仪在沙尘暴监测中的可行性,并得出了 LD-3K 颗粒物监测仪可以用于沙尘暴连续监测的结论。

关键词: 颗粒物浓度监测仪; 沙尘暴; 监测; 运用

中图分类号:X522 文献标识码:B 文章编号:1007-0370(2003)12-0048-02

APPLICATION OF LD-3K PARTICULATE SUBSTANCE MONITOR ON SANDSTORM MONITORING

BAI Xue-chun WANG Jian-guo

(Inner Mongolia Environmental Monitoring Station, Huhhot 010010)

Ma Tao

(Power Engineering College of Inner Mongolia Polytechnic University, Huhhot 010010)

Abstract: Based on the examination of correlative parameters, the feasibility of application of LD-3K Particulate Substance monitor on Sandstorm monitoring were analyzed, and it proposed that the LD-3K Particulate Substance monitor was suitable to be used for continuous monitoring of sandstorm.

Key words: Particulate Substance monitor; sandstorm; monitor; Application.

1 LD-3K 颗粒物浓度监测仪简介

1.1 LD-3K 颗粒物浓度监测仪(以下简称 LD-3K)的工作原理

利用光散射方式。当激光照射粉尘时,利用粉尘的物理性质在均一的条件下散射光量与质量浓度成比例的原理,对大气中悬浮颗粒物的质量浓度进行散射光的强弱测定。

1.2 LD-3K 特点

- ① LD-3K 具有数据连续监测、自动纪录功能。
- ② LD-3K 断电后仍能储存监测数据。
- ③ LD-3K 可将测定值换算成质量浓度。

收稿日期 2003-11-17

作者简介:白雪椿(1972-),男,1995年毕业于内蒙古工业大学,毕业至今就职于内蒙古环境监测中心站。

2 LD-3K 在沙尘暴监测中的运用

2.1 LD-3K 对沙尘暴的连续监测和记录

以 2001.3.5 日沙尘暴为例说明,图 1 为某地 2001.3.5 日沙尘暴 LD-3K 监测结果。统计和分析图 1,可知该沙尘暴于 2001.3.5 日 11:18 时进入该地,21:38 时结束,共历时 10 小时 20 分。此次沙尘暴共出现两次峰值,浓度值分别为 $1155 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (12:48 时)和 $1147.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (16:13 时)。

2.2 LD-3K 对沙尘暴沉降量的计算

沙尘暴沉降量 = (LD-3K 入口值 - LD-3K 出口值) $\div K \times F \times H \times T$

式中: F—沉降地的面积

H—沙尘云的高度

T—沙尘暴持续时间(min)

K—LD-3K 和 TSP 的相关系数

由于沉降地面积为已知,通过 LD-3K 的监测结果

我们可以得到每次沙尘暴的持续时间,结合激光雷达对沙尘云高度的观测结果,我们可以得到单位时间该次沙尘暴的过境沉降量。

表 1 2001 年沙尘暴监测结果 单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

日期项目	2.28	3.2	3.3	3.5	3.12	3.19	3.21	3.23	4.6	4.9	4.17	4.18
LD-3K 浓度值(x)	105	163	256	170	14	220	75	219	1443	248	338	179
TPS 浓度值(y)	835	943	1709	1220	757	719	777	1805	9224	990	1546	2577

如果两个变量 X, Y 存在一定程度的线性相关关系,也就是说 LD-3K 监测结果和 TSP 监测结果存在一定程度的线性相关关系。那么我们就可以通过已知的 LD-3K 监测结果计算相应时段的 TSP 监测结果,LD-3K 就可以用于沙尘暴监测。

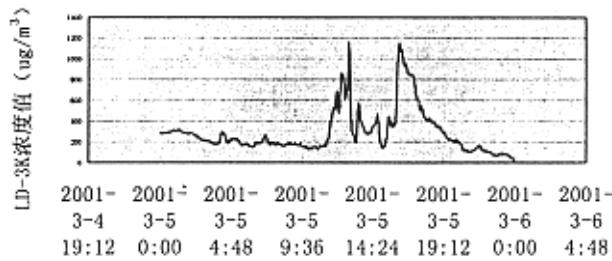


图 1 某地 2001.3.5 日沙尘暴 LD-3K 监测结果

记二者真正的相关系数为 ρ , 在 x 是一般变量, y 服从正态分布的假定下, 对假设:

$H_0: \rho = 0$ (两变量存在线性关系), $H_1: \rho \neq 0$ (两变量不存在线性关系)

其拒绝域: $W = \{ |r| > r_1 - a/\chi_{n-2} \}$

式中 n 为样本量, a 为显著性水平, $r_1 - a/\chi_{n-2}$ 是自由度为 $n-2$ 的 r 的 $1 - a/2$ 分位数, 又称临界值。

计算上述系列的 r 值。

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} / 12$$

$$\text{记 } L_{xy} = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum x_i y_i - T_x T_y / n$$

$$L_{xx} = \sum (x_i - \bar{x})^2 = \sum x_i^2 - T_x^2 / n$$

$$L_{yy} = \sum (y_i - \bar{y})^2 = \sum y_i^2 - T_y^2 / n$$

其中 $T_x = \sum x_i$, $T_y = \sum y_i$, 具体数字计算如下:

① 计算变量 x, y 的数据和 T_x, T_y :

$$T_x = 3560, T_y = 23102$$

② 计算各个变量数据的平方和及其乘积和:

$$\sum x_i^2 = 2544790, \sum y_i^2 = 106040640, \sum x_i y_i = 16146629$$

③ 计算 L_{xy}, L_{xx} 和 L_{yy}

$$L_{xy} = 16146629 - 82243120/12 = 9293036$$

$$L_{xx} = 2544790 - 35602/12 = 1488656.7$$

$$L_{yy} = 106040640 - 231022/12 = 61565440$$

④ 计算 r 值

$$r = 0.9707$$

万方数据

3 相关系数的检验

表 1 为包头市沙尘暴日—包头环境监测站的 TSP 监测结果和相应时段的 LD-3K 监测结果。

从上述数据求出的相关系数为 0.9707, 在这里 $n = 12$, 查检验相关系数的临界值表, 在 $a = 0.01$ 时, $r_1 - a/2(\chi_{n-2}) = 0.708$, 由于上述计算求得的 $r > 0.708$, 因此说明两个变量间具有线性相关关系。所以 LD-3K 颗粒物监测仪可以用于沙尘暴监测。

4 沙尘暴的连续监测

根据一元回归方程 $y = a + bx$, 只要我们得出 a, b 值, 就可以通过 LD-3K 的监测结果推得相应时段的 TSP 浓度值。根据微分学的原理, 可以证明:

$$b = L_{xy}/L_{xx}, a = y - bx$$

结合上一小节的计算结果, 得到 $b = 6.24, a = 74$, 则回归方程为 $y = 74 + 6.24x$, 通过该我们可以将 LD-3K 颗粒物监测仪作为沙尘暴的连续监测设备。

5 LD-3K 颗粒物监测仪的缺点

LD-3K 颗粒物监测仪器参数

光源 激光二极管

测定精度 $\pm 10\%$

测定范围 $0.001\text{mg}/\text{m}^3 \sim 10\text{mg}/\text{m}^3$

使用温度 $0 \sim 40$ 度

使用湿度 $5 \sim 90\% \text{RH}$

由于 LD-3K 的使用温度为 $0^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$, 测量范围是 $0.001\text{mg}/\text{m}^3 \sim 10\text{mg}/\text{m}^3$, 导致该仪器不利于冬季沙尘暴监测, 有季节限值。沙尘暴浓度值超过 $10\text{mg}/\text{m}^3$, LD-3K 的监测结果需用 TSP 监测结果进行校正。LD-3K 不能分辨颗粒物与水蒸汽, 发生降雨时, LD-3K 监测值同样会很高, 这就需要人工记录分辨。

6 结论

LD-3K 可以用于沙尘暴连续监测, 但由于 LD-3K 缺陷, 因此我们在使用中要特别注意气象条件。在使用中我们需要不断的用 TSP 监测仪校正 LD-3K 颗粒物监测仪, 找出其不同气象条件下的相关系数, 弥补该仪器的不足。