

地基多波段遥感西藏当雄地区 气溶胶光学特性*

张军华 刘 莉 毛节泰

(北京大学地球物理系暴雨监测和预测国家重点实验室, 北京 100871)

摘 要 根据 1998 年 5、6 月份在西藏当雄地区进行的为期两个月的气溶胶地面多波段观测结果, 讨论了仪器的定标、气溶胶光学特性及其变化规律, 并反演了粒子谱分布。结果表明, 当雄地区气溶胶光学厚度较小, 光学厚度与大气相对湿度呈正相关。干季气溶胶光学厚度日变化大, 光学厚度最小值出现在中午前后, 而湿季日变化相对要小, 光学厚度也小于干季。反演的粒子谱符合干洁大陆气溶胶的特性。

关键词: 西藏; 气溶胶; 光学特性; 粒子谱

1 引言

大气气溶胶是影响天气、气候变化的一个重要因素, 它具有很大的时空变化性, 研究大气气溶胶的辐射特征是目前国内、国际上的一个热门课题^[1,2]。西藏位于中国西南部, 是号称地球“三极”的青藏高原的主体。它面积 120 多万平方公里, 平均海拔 4 000 m 以上, 位于大气对流层中部。由于面积大、海拔高, 青藏高原的地气物理过程对东亚乃至全球的气候及大气环流有着重大影响。研究西藏地区气溶胶光学特性对于研究青藏高原的地气物理过程具有很重要的现实意义。我们结合“第二次青藏高原大气科学实验”(TIPEX), 于 1998 年 5、6 月份对地处西藏中部的当雄地区(91°06'E, 30°29'N)进行了为期两个月的气溶胶多波段地基观测。该地海拔 4 242 m, 是羌塘草原的一部分, 属高原温带半干旱季风气候区, 气温冬寒夏冷, 昼夜温差大, 降水少, 干湿季分明, 冬春干燥多大风, 降水主要集中在夏季。观测期间, 为了将来能与 NOAA 极轨卫星的反演结果作比较, 我们在那木错湖畔进行了两天 4 个时段的观测。

2 观测仪器及其标定

2.1 观测仪器

实验所用仪器为北京师范大学光电仪器厂生产的 BB 型 10 波段光度计。表 1 为本次观测所用仪器实测的中心波长及半波宽度。

表 1 仪器中心波长及半波宽度

波 段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
中心波长 / nm	448.2	498.7	554.0	606.3	653.0	699.0	759.8	804.7	857.0	902.3
半波宽度 / nm	15	15	14	19	17	18	23	15	27	17

2.2 仪器的标定

观测过程中, 采用绝对定标和相对标定两种方法标定仪器, 具体过程如下。

2.2.1 绝对定标

我们采用冗长法对仪器进行绝对定标, 设日地平均距离大气上界波长为 λ 处太阳辐射通量密度为 $F_0(\lambda)$, 通过大气到达地面的太阳辐射为 $F(\lambda)$, $\tau(\lambda)$ 为大气光学厚度, m 为大气质量数, α 为日地距离校正因子, 根据朗伯-比尔定律,

$$F(\lambda) = \alpha F_0(\lambda) \exp[-m\tau(\lambda)], \quad (1)$$

其中, $\alpha = (r_m / r)^2$, r_m 为日地平均距离, r 为观测时实际的日地距离, 对 (1) 式两边取对数, 得

$$\ln[F(\lambda) / \alpha] = \ln F_0(\lambda) - m\tau(\lambda). \quad (2)$$

太阳光度计测得的电压正比于入射的太阳辐射, 设 $V(\lambda)$ 为太阳光度计的实测数值, $V_0(\lambda)$ 为光度计对应于 $F_0(\lambda)$ 的测量值, 则有

$$\ln[V(\lambda) / \alpha] = \ln[V_0(\lambda)] - m\tau(\lambda). \quad (3)$$

由 (3) 式可知, 假设大气状况稳定, 即 $\tau(\lambda)$ 不变的情况下, m 和 $\ln[V(\lambda) / \alpha]$ 成线性关系, 根据测得的 $V(\lambda)$ 和大气质量数 m , 做 $m - \ln[V(\lambda) / \alpha]$ 图, 直线在 y 轴截矩即为 $\ln[V_0(\lambda)]$ 。

根据以上原理, 我们在观测过程中进行了 5 次定标测量, 每次测量的 m , $\ln[V(\lambda) / \alpha]$ 数值所拟合的直线线性相关系数均在 0.990~1.000 之间, 由此求出的 $V_0(\lambda)$ 结果如表 2。

取第 1 波段为代表, 对 5 次测得的数据作 $m - \ln V(\lambda)$ 图, 如图 1 所示。

2.2.2 相对标定

仪器长时间使用以后灵敏度可能改变, 定期标定仪器是非常必要的。由于冗长法绝

表 2 $V_0(\lambda)$ 的 5 次定标结果

波段	5 次 定 标 结 果					平均值
1	52.2	51.8	52.3	52.0	51.7	52.0
2	141.3	141.1	140.9	141.0	140.0	140.9
3	285.1	284.9	286.0	285.2	283.0	284.8
4	204.8	206.1	207.0	206.3	205.4	205.9
5	477.1	476.3	475.9	475.2	471.1	475.1
6	1322.8	1313.4	1312.0	1311.3	1292.8	1310.5
7	2697.6	2694.4	2699.6	2683.0	2662.3	2687.4
8	1610.5	1599.7	1582.7	1586.1	1556.7	1587.1
9	1194.1	1184.2	1173.3	1177.9	1158.4	1177.6
10	1124.6	1102.6	1092.3	1085.7	1073.6	1095.8

对定标对天气状况要求比较严格, 一般在光学厚度比较小、天气状况比较稳定的情况下, 标定结果较为理想^[3], 但这种条件不容易满足, 为此我们使用美国 EG & G 公司生产的标准光源对光度计进行相对标定。在仪器出厂的 1997 年 11 月 12 日, 进藏前的 1998 年 5 月 10 日和观测结束后的 1998 年 7 月 10 日, 分别对所用的光度计进行了三次标定, 结果如表 3。

由表 3 中数据可以看出, 到目前为止, 除了第 8 和第 9 两波段前两次标定差别较大以外 (>5%), 仪器灵敏度没有明显的变化, 特别是在西藏进行观测期间, 仪器较为稳定 (<±1.6%)。

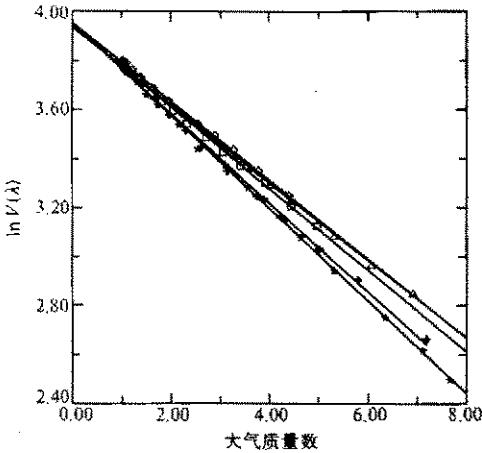


图 1 波段 1 定标曲线图
☆: 1998-05-29 上午, +: 1998-06-12 上午,
◇: 1998-06-15 上午, △: 1998-06-19 上午,
□: 1998-06-20 上午

表 3 光度计 3 次相对标定结果

波段	放大倍数	1997-11-12 数值a	1998-05-10 数值b	1998-07-10 数值c	相对变化 ($\frac{b}{a} - 1$) × 100%	相对变化 ($\frac{c}{b} - 1$) × 100%
1	10	48.0	48.5	48.0	1.0%	-1.0%
2	100	23.6	24.5	24.2	3.8%	-1.2%
3	100	74.8	75.5	75.6	1.0%	0.1%
4	100	84.3	85.5	85.7	1.4%	0.2%
5	100	153.0	153.0	151.6	0.0%	-1.0%
6	100	158.7	163.5	162.4	3.0%	-1.0%
7	1 000	25.8	26.1	25.8	1.2%	-1.2%
8	1 000	16.9	19.1	18.8	13%	-1.6%
9	1 000	20.4	21.8	21.6	6.9%	-1.0%
10	1 000	29.0	29.7	29.4	2.4%	-1.0%

3 数据处理

根据公式 (3), 得

$$\tau(\lambda)=\frac{1}{m} \ln \left[\frac{\alpha V_0(\lambda)}{V(\lambda)} \right], \tag{4}$$

$\tau(\lambda)$ 主要由三部分组成:

$$\tau(\lambda)=\tau_{\text{aero}}(\lambda)+\tau_{\text{R}}(\lambda)+\tau_{\text{ab}}(\lambda), \tag{5}$$

$\tau_{\text{aero}}(\lambda)$ 为大气气溶胶光学厚度, $\tau_{\text{R}}(\lambda)$ 为大气分子瑞利散射光学厚度, $\tau_{\text{ab}}(\lambda)$ 为大气中吸收气体的光学厚度。

$\tau_{\text{ab}}(\lambda)$ 在所选的波段主要存在着臭氧和水汽的吸收。根据美国中纬度标准大气模

式, 考虑到当雄地区实际海拔高度, 各波段臭氧的吸收可以由 LOWTRAN 7 计算得出。

为计算水汽的吸收, 需要已知水汽的垂直分布或总水汽量, 而我们只有地面水汽压数据, 因此根据杨景梅、邱金桓拟合的西藏拉萨和那曲的有效可降水量同地面水汽压的经验关系式^[4], 线性内插得到当雄有效降水量的计算公式 (6), 然后利用 LOWTRAN 7 计算水汽的吸收。

$$W = 0.018 + 0.084e, \quad (6)$$

其中 W 为有效可降水量 (单位: g/cm^2), e 为地面水汽压 (单位: hPa)。

$\tau_R(\lambda)$ 可以由下式计算得出^[5]:

$$\tau_R(\lambda) = \frac{p}{p_0} 0.0088\lambda^{-4.05}, \quad (7)$$

p_0 为标准大气压, p 为实际大气压。最后得到气溶胶光学厚度为

$$\tau_{aero}(\lambda) = \tau(\lambda) - \tau_R(\lambda) - \tau_{ab}(\lambda), \quad (8)$$

4 结果分析

由地面水汽压计算的整层大气可降水量存在一定的误差, 而当雄地区气溶胶光学厚度较小, 对水汽的吸收所做的订正引入误差较大, 通过计算, 在第 10 波段 (902.3 nm) 水汽吸收较大, 5、6、8 波段 (653.0 nm、699.0 nm、804.7 nm) 水汽吸收较弱。因为当雄地区大气含水量较小, 5、6、8 波段的吸收可以忽略, 不再作水汽订正, 第 10 波段由于缺少比较准确的大气含水量, 无法作准确的订正, 我们暂时不用, 只给出 1~9 波段的数据。

4.1 平均气溶胶光学厚度及其标准差

观测期间各波段气溶胶光学厚度的平均值及其标准偏差如图 2。从图中可以看出, 西藏当雄地区气溶胶光学厚度随波长的变化不同于一般情况下大陆气溶胶光学厚度随波长的变化规律, 光学厚度的最大值出现在 600 nm 波长附近。这种现象可能与该地气溶胶的产生源及产生机制有关, 国外有关实验结果也有类似现象, 见文献[5,6]。另外, 由于该地海拔较高, 平流层气溶胶对总的气溶胶光学厚度也有一定的贡献, 但由于实验条件所限, 我们还不可能将两者区分开。

4.2 气溶胶光学厚度的日变化

当雄地区白天地面接受的太阳辐射强, 上午多晴天, 风速小, 下午对流云发展旺盛, 风速大, 所以观测数据多在北京时间 15:00 以前 (当地时间 13:00), 仅有一天全天的数据。以 1 波段为例取有代表性的几天作光学厚度的逐时变化 (见图 3)。从图中可看出, 5 月 29 日和 6 月 9 日两天的气溶胶光学厚度在中午前后 (当地时间 14:00) 有一个极小值, 6 月 15 日和 6 月 20 日光学厚度变化不大。这种变化与天气状况有关, 6 月初以前, 早上气温很低 ($< 5^\circ C$), 大气相对湿度大 ($> 80\%$), 吸湿性粒子吸水膨胀, 气溶胶光学厚度变大, 上午地面接受的太阳辐射强, 气温升高, 相对湿度变小

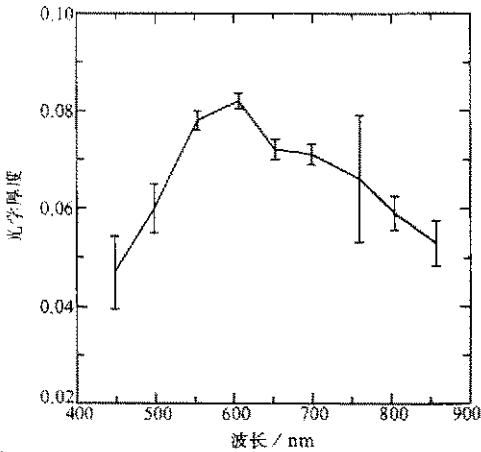


图2 平均光学厚度及标准差

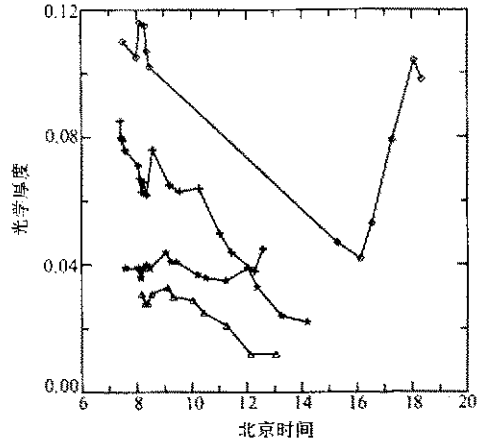


图3 波段1光学厚度日变化
+：5月29日，◇：6月9日，
△：6月15日，☆：6月20日

($<40\%$)，吸湿性粒子干缩，光学厚度减小（气溶胶光学厚度与大气相对湿度的关系将在下面讨论），下午风速大，风扬尘增多，光学厚度又变大；之后随着气温回升和雨季的来临，天空云量和降雨逐渐增多，早上与中午相对湿度差别减小，中午扬尘的作用加大，光学厚度早上和中午相差不大，个别波段甚至中午出现极大值。李放、吕达仁得到的西藏珠峰地区的大气气溶胶光学厚度与我们观测得到数值基本一致，但在中午有极大值^[7]，他们认为这是中午粒子向上输送加强造成的。两者的差别可能是由于两地气溶胶吸湿性成分含量的不同所引起，当雄地处羌塘草原，观测期间地面植被生长茂盛，大气中由植物产生的吸湿性粒子多，粒子的光学特性受相对湿度的影响大，气溶胶全天的光学厚度变化受相对湿度和扬尘的共同作用，而珠峰地区的气溶胶光学厚度的日变化主要由粒子的向上输送造成。

4.3 气溶胶光学厚度的逐日变化

由于当雄地区下午云量多，大部分观测在北京时间 12:00 和 14:00 之间进行，取 12:00 和 14:00 之间的数据作 9 个波段的气溶胶光学厚度的逐日变化图（见图 4~6）。由图可见，1~9 波段气溶胶光学厚度随时间都有减小的趋势，这是由于随着雨季的来临，降水增多，降水对粒子的湿清除作用使光学厚度变小。

另外，以 1 波段为例作 8:00~10:00，10:00~12:00，12:00~14:00，14:00~16:00 四个时段的气溶胶光学厚度逐日变化图（图 7）。可以看出，每日内不同时段气溶胶光学厚度的变率随着湿季的来临逐渐变小，这与湿季每日内大气相对湿度变率较小，湍流较弱有关。

4.4 气溶胶光学厚度与大气相对湿度的关系

图 8 表示了 5 月 29 日上午第 1 波段的气溶胶光学厚度和地面大气相对湿度的关系。由图可见，大气光学厚度与相对湿度呈显著的正相关 ($r=0.85$)。

4.5 那木错湖观测结果

地基观测气溶胶受到许多自然条件以及人力、物力的限制，不可能有很高的时空分

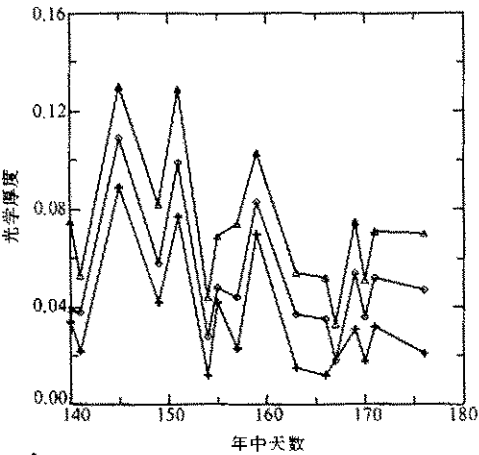


图 4 1~3 波段气溶胶光学厚度逐日变化
+: 1 波段, ◇: 2 波段, △: 3 波段

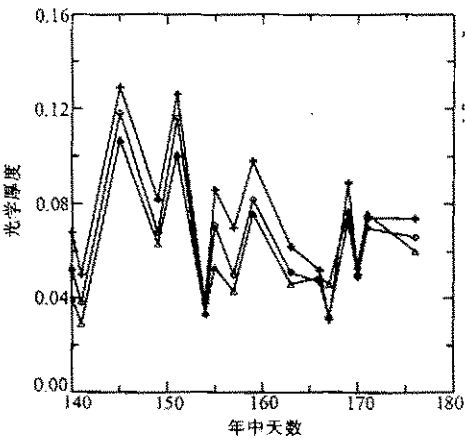


图 5 4~6 波段气溶胶光学厚度逐日变化
+: 4 波段, ◇: 5 波段, △: 6 波段

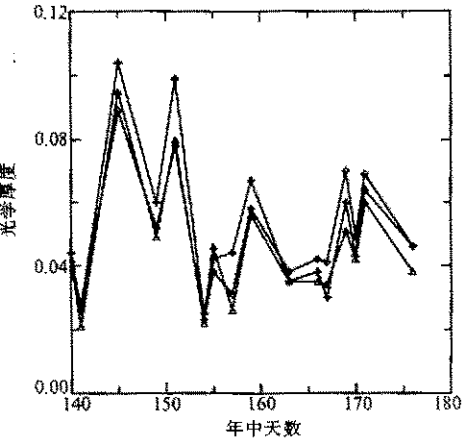


图 6 7~9 波段气溶胶光学厚度逐日变化
+: 7 波段, ◇: 8 波段, △: 9 波段

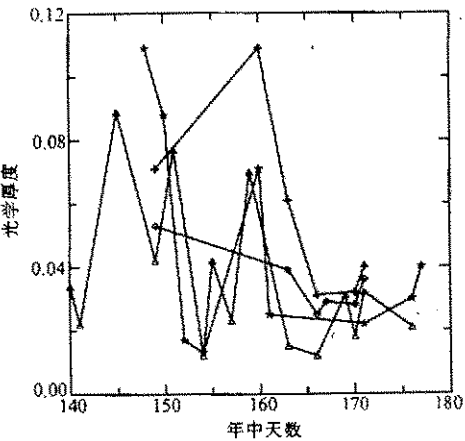


图 7 1 波段四个时段气溶胶光学厚度的逐日变化
+: 08:00~10:00, ◇: 10:00~12:00,
△: 12:00~14:00, ☆: 14:00~16:00

表 4 那木错湖观测结果

波段	6月23日 16:10	6月23日 17:30	6月24日 12:30	6月24日 14:30
1	0.019	0.008	0.022	0.012
2	0.046	0.036	0.046	0.036
3	0.068	0.054	0.072	0.060
4	0.077	0.057	0.082	0.061
5	0.061	0.047	0.070	0.050
6	0.055	0.042	0.065	0.046
7	0.044	0.041	0.051	0.032
8	0.042	0.034	0.044	0.036
9	0.032	0.026	0.038	0.030
10	0.043	0.039	0.051	0.042

分辨率, 而利用卫星遥感气溶胶, 可以克服这些不足。但由于陆面反照率的复杂性, 目前主要利用卫星资料反演海洋上空的气溶胶^[8]。为了得到中国地区气溶胶光学特征的分布, 我们计划在全国选定 25 个湖, 利用湖水水面反射率比较均匀稳定的特性反演大气气溶胶的光学特征, 然后内插到全国。那木错湖是所选 25 个湖之一, 该湖位于观测场地西北约 30 km 处, 海拔 4 700 m。为了取得实际的地面资料以订正卫星反演的结果, 我们于 6 月

23 日和 24 日在那木错湖畔进行了两天实地观测，观测时间基本上与卫星过境时间同步，所测结果如表 4（水温 12.5℃）。

表 4 中列出了第 10 波段的数据，可以看出由于水汽的吸收，10 波段气溶胶光学厚度大于 9 波段，总的气溶胶光学厚度随波长的变化规律符合以前的结果。

5 气溶胶粒子谱的反演

1983 年国际气象与大气物理协会（IAMAP）提出的标准辐射大气（SRA）模型，把对流层气溶胶按成分分为四种：水溶性粒子、沙尘性粒子、海洋性粒子、煤烟，四种粒子符合对数正态分布^[9]。d’Almeida 等对此有更详细的分类^[10]，对于研究类似西藏地区来源比较单一的气溶胶来说，前一种分类已经足够了。

设大气中气溶胶由 i 种成分组成，每种成分总粒子数为 n_i ，谱分布函数为 $f_i(r, z)$ ，如果假设谱分布函数与高度无关，则有

$$n_i(r) = n_i f_i(r).$$

(9)

考虑 k 个波长，波长 λ_k 处气溶胶光学厚度由下式计算得出

$$\tau(\lambda_k) = \sum_i \int n_i(r) \pi r^2 Q_{\text{ext}}(r, \lambda_k) dr = \sum_i n_i \int f_i(r) \pi r^2 Q_{\text{ext}}(r, \lambda_k) dr,$$

(10)

其中， $Q_{\text{ext}}(r, k)$ 为气溶胶的消光效率因子，可由 Mie 理论计算得出。如果 $i \leq k$ ，且粒子谱分布函数已知，可由观测得到的 k 个波段的气溶胶光学厚度，解方程组得到各成分的粒子总数 n_i 。

根据当雄的实际情况，假设气溶胶由沙尘性、水溶性及煤烟三种成分组成，尺度谱符合对数正态分布

$$\frac{dn_i(r)}{d(\ln r)} = \frac{n_i}{\sqrt{2\pi \ln \sigma_i}} \exp \left[-\frac{(\ln r - \ln R_i)^2}{2(\ln \sigma_i)^2} \right],$$

(11)

R_i 为第 i 种粒子的中值半径， $\ln \sigma_i$ 是第 i 种粒子 $\ln r$ 的标准差。

我们考虑了煤烟，是因为观测场地离县城较近（4 km），县城居民及当地牧民日常生活可以排放一部分烟尘粒子。

根据 9 个波段的观测数据，列方程（12），则有

$$\tau_{k=1,9} = \sum_{i=1}^3 n_i \int f_i(r) \pi r^2 Q_{\text{ext}}(r, \lambda_k) dr,$$

(12)

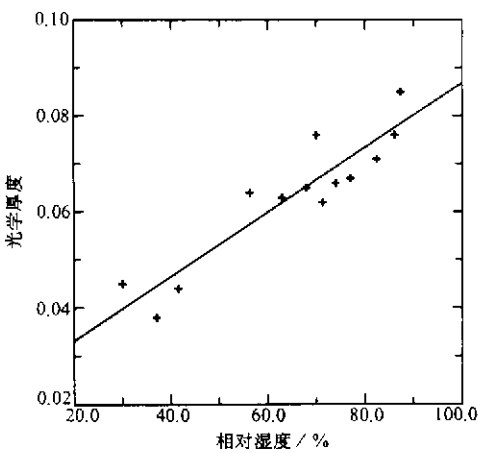


图 8 1 波段光学厚度与大气相对湿度的关系

设 $A_{i,k} = \int f_i(r) \pi r^2 Q_{\text{ext}}(r, \lambda_k) dr$, 则

$$\tau_{k=1,9} = \sum_{i=1}^3 n_i A_{i,k}. \tag{13}$$

利用最小二乘法, 使 $D = \sum_{k=1}^9 (\tau_k - \sum_{i=1}^3 n_i A_{i,k})^2$ 最小, 即

$$\frac{\partial D}{\partial n_1} = -2 \sum_{k=1}^9 (\tau_k - n_1 A_{1,k} - n_2 A_{2,k} - n_3 A_{3,k}) A_{1,k} = 0, \tag{14}$$

$$\frac{\partial D}{\partial n_2} = -2 \sum_{k=1}^9 (\tau_k - n_1 A_{1,k} - n_2 A_{2,k} - n_3 A_{3,k}) A_{2,k} = 0, \tag{15}$$

$$\frac{\partial D}{\partial n_3} = -2 \sum_{k=1}^9 (\tau_k - n_1 A_{1,k} - n_2 A_{2,k} - n_3 A_{3,k}) A_{3,k} = 0. \tag{16}$$

数学上可以解以上方程组求得 n_i , 但有可能出现物理上无意义的负值解。我们采用 Monte Carlo 方法求解。

设 $E_i = \sum_{k=1}^9 \tau_k A_{i,k}$, $B_{i,j} = \sum_{k=1}^9 A_{i,k} A_{j,k}$, 原方程组可写为

$$Bn = E, \quad B = \{B_{i,j}\}_{3,3}, \quad E = \{E_i\}_3, \quad n = \{n_i\}_3.$$

构造一个二项式

$$V(n_1, n_2, n_3) = \sum_{i=1}^3 (\sum_{j=1}^3 B_{i,j} n_j - E_i)^2, \tag{17}$$

则不等式 $V(n_1, n_2, n_3) \leq c = \text{const.}$ 代表一个三维椭球, 球心 (n_1, n_2, n_3) 即为问题的解。假定

$$0 \leq n_1 \leq N_1, \quad 0 \leq n_2 \leq N_2, \quad 0 \leq n_3 \leq N_3,$$

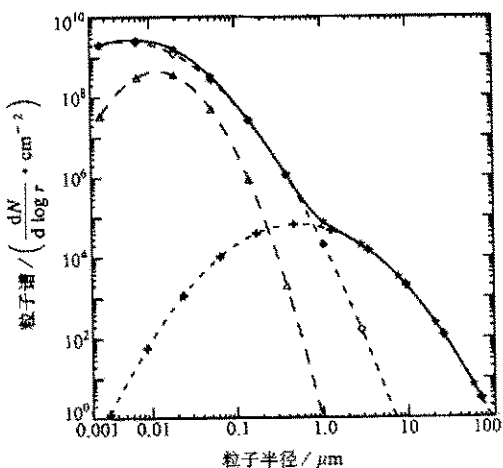


图9 三种成分气溶胶粒子谱分布

☆: 总粒子谱, +: 沙尘性粒子谱,
◇: 水溶性粒子谱, △: 烟尘性粒子谱

N_1 、 N_2 、 N_3 分别是三种成分粒子的最大可能值。取 3 维随机数 ξ_1 、 ξ_2 、 ξ_3 , 使

$$n_1 = N_1 \xi_1, \quad n_2 = N_2 \xi_2, \quad n_3 = N_3 \xi_3,$$

然后验证 $V(n_1, n_2, n_3) \leq c$ 是否成立, 若成立, 则作为子样记录下来, 否则再取一个三维随机数, 这样记录的子样, 在三维椭球内均匀分布, 他们的平均值即为方程组解的近似估计。常数 C 的取值要根据实际情况决定。

把观测期间的平均光学厚度作为输入值, 计算得到的三种成分的粒子谱如图 9, 结果与 d'Almeida 等的干洁大陆气溶胶粒子谱基本一致^[10]。

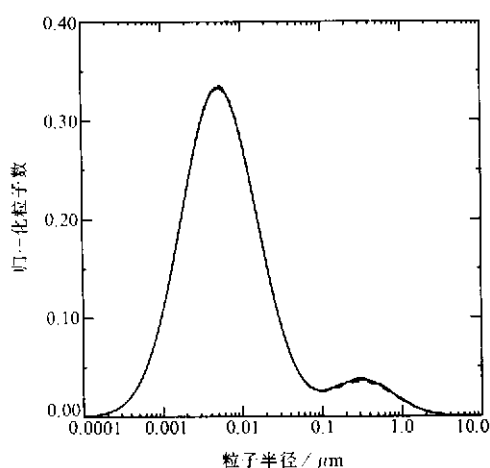


图10 5月29日4个时段归一化粒子谱

——: 07:44, ——: 09:00,
 ---: 11:07, —·—: 13:05

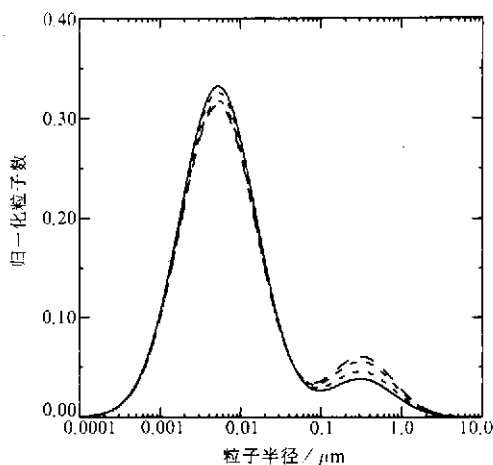


图11 6月19日4个时段归一化粒子谱

——: 07:46, ——: 09:29,
 ---: 10:39, —·—: 13:18

根据反演得到的粒子谱, 作5月29日、6月19日的归一化粒子谱随时间变化图10和图11。从图中可以看出, 5月29日大粒子比例随时间基本无变化, 6月19日大粒子比例从早上到中午逐渐增大。这可能在干季随着地面温度升高, 相对湿度变化幅度大, 吸湿性粒子干缩引起的大粒子减少与扬尘引起的沙尘性粒子增多大致相等, 而湿季相对湿度变化小, 由于扬尘的作用使得大粒子所占比例逐渐增大。

6 结论

- (1) 气溶胶光学厚度较小, 绝大部分时间小于0.1。
- (2) 气溶胶光学厚度与大气相对湿度有很好的正相关, 说明大气中水溶性粒子比较多。
- (3) 干季气溶胶光学厚度大于湿季, 日变化较大, 光学厚度最小值出现在中午前后, 而湿季日变化不大。
- (4) 采用源成分迭加法反演的粒子谱符合干洁大陆气溶胶的比例分布。
- (5) 那木错湖的观测结果与当雄结果基本一致, 作为进一步的工作, 可以进行利用卫星资料反演陆面上空气溶胶的研究。

参 考 文 献

- 1 赵柏林, 王强, 毛节泰, 秦瑜, 1983, 光学遥感大气气溶胶和水汽的研究, 中国科学(B辑), 10, 951~962.
- 2 Pinker, R. T., R. A. Ferrare and A. Karnieli, 1997, Aerosol optical depths in a semiarid region, *J. Geophys. Res.*, 102(D10), 11123~11137.
- 3 杨景梅, 邱金桓, 1996, 我国可降水量同地面水汽压关系的经验表达式, 大气科学, 20(5), 620~625.
- 4 王永生等编著, 1987, 大气物理学, 北京: 气象出版社, 178~179.
- 5 Ramachandran, S., A. Jayaraman, Y. B. Acharya and B. H. Subbaraya, 1994, Features of aerosol optical depths

- over Ahmedabad as observed with a sun-tracking photometer, *Beitr. Phys. Atmosph.*, **67**(1), 57~70.
- 6 Stettler, M. and W. von Hoyningen-huene, 1993, Estimation of Pinatubo aerosol size distribution and its influence on spectral optical thickness measurements in Canada, *Beitr. Phys. Atmosph.*, **66**(4), 347~354.
- 7 李放、吕达仁, 1995, 珠峰地区大气气溶胶光学特性, *大气科学*, **19**(6), 755~763.
- 8 Nakajima T. and Akiko Higurashi, 1997, AVHRR remote sensing of aerosol optical properties in the Persian Gulf region, summer 1991, *J. Geophys. Res.*, **102**(D14), 16935~16946.
- 9 尹宏编著, 1993, *大气辐射学基础*, 北京: 气象出版社, 72~78.
- 10 d'Almeida, G. A., Peter Koepke and Eric P. Shettle, 1991, *Atmospheric Aerosols: Global Climatology and Radiative Characteristics*, A, Deepak Publishing, Hampton, 45~55.

Remote Sensing of Aerosol Optical Properties with Multi-Spectral Sun Photometer in the Damxung Region, Tibetan Plateau

Zhang Junhua, Liu Li and Mao Jietai

(State Key Laboratory for Severe Storm Research, Department of Geophysics, Peking University, Beijing 100871)

Abstract Results of Aerosol Optical Depth (AOD) measurements for the Damxung region, the Tibetan Plateau are presented. The measurements were performed with a multi-spectral photometer in the wavelength range 448.2~902.3 nm during May / June of 1998. The AOD was found to be very low (≤ 0.1) and had a good positive correlation with relative moisture. They exhibit larger diurnal as well as day-to-day variations at all wavelengths in dry seasons than in wet seasons. Also a general decreasing trend was seen in the AOD from May to June. Using Monte-Carlo method, we have obtained the aerosol size distributions which are very similar to those in clean continent.

Key words: Tibetan Plateau; aerosol; optical feature; size distribution