

# 30年来我国大气气溶胶光学厚度 平均分布特征分析\*

罗云峰\*\* 吕达仁

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100029)

周秀骥 李维亮

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

**摘要** 利用北京等 46 个甲种日射站 1961~1990 年逐日太阳直接辐射日总量和日照时数等资料, 反演了 30 年来各站逐年、逐月  $0.75\ \mu\text{m}$  大气气溶胶光学厚度 (Aerosol Optical Depth, 简称 AOD) 平均值, 分析了我国大气气溶胶光学厚度的年、季空间分布特征和年代际之间的变化。结果表明: 我国大气气溶胶光学厚度的多年平均分布具有典型的地理特征, 除个别大城市外,  $100^\circ\text{E}$  以东, AOD 以四川盆地为大值中心向四周减少;  $100^\circ\text{E}$  以西, 南疆盆地为另一个相对大值中心。气溶胶光学厚度的各季分布具有各自的特征。20 世纪 60 年代, 我国大气气溶胶光学厚度的平均分布特征是以四川盆地和南疆盆地为两个大值中心向四周减少; 70 年代, 绝大多数地区 AOD 值增加, 其中从四川盆地到长江中下游地区以及华南沿海等地, AOD 增加较为明显, AOD 的分布和 60 年代较相似; 到 80 年代, 我国大范围地区 AOD 继续呈增加趋势, 其中长江中下游地区, AOD 增加相当明显, 气溶胶光学厚度的分布发生了一定的变化。

**关键词:** 中国地区; 气溶胶光学厚度; 区域分布

## 1 引言

大气中温室气体含量不断增加, 可能导致全球气候变暖, 这已是科学界多年来普遍关注的问题。近年来观测资料的分析表明, 全球各地气温的变化具有明显的区域特征, 部分地区近几十年来的气温甚至呈现下降的趋势<sup>[1,2]</sup>。对于区域间的这种差异, 不少科学家将其归因于大气中气溶胶粒子的辐射强迫影响<sup>[3,4]</sup>。由于气候系统的复杂性, 包括大气气溶胶在内的任何因子对该系统影响的合理研究, 都必须基于尽可能详细地描述该系统中各种物理、化学、生物等过程及其相互作用的三维数值模式, 这样, 势必要求对气溶胶空间分布状况和时间变化趋势有一个明确的了解。事实上, 由于气溶胶直接观测资料的稀少, 加上其种类的多样性和物理、化学性质的多变性, 要确定其时、空分布, 尤其是多年时、空分布状况是困难的。这使得对多年来大气环境状况的变化缺乏一个客观、定量而全面的认识, 也使得各种气候模式对现代气候的重构以及人为活动对气候影

2001-01-19 收到, 2001-06-11 收到修改稿

\* 国家自然科学基金资助项目 49790020 和 49899270

\*\* 现在国家自然科学基金委员会地球科学部工作

响的研究变得难以准确。因此,准确地了解大气气溶胶的时、空平均分布,具有重要意义。目前,日、美、欧等发达国家正倾注大量的人力、物力,计划或正在进行大规模的观测,以期对全球,尤其是北半球一些人口高度聚集,工商业快速发展的区域,各种主要类型大气气溶胶的分布和变化情况有所了解,进而合理、准确地研究其对环境与气候的可能影响,为人类的可持续发展寻求科学的指导和规划。

作为全球最大的发展中国家,在我国的能源结构中,煤的使用多年来一直高居首位。此外,由于环境意识相对薄弱等人为因素,森林过度砍伐,土地沙漠化加剧,工业污染严重,加上黄土高原和西北大面积沙漠这种特有的地理环境,使得我国无论是自然源,还是人为源气溶胶的含量都处在较高的程度。它们的存在,对我国乃至整个亚太地区的生态、环境和气候均产生相当的影响<sup>[5]</sup>。因此,加强对我国大气气溶胶多年时、空平均分布状况的了解,具有更加重要的意义。由于我国尚属发展中国家,在日前和不久的将来,对气溶胶的大范围直接观测还难以提供充足的经费保障。这种情况下,如何通过其他途径,既节省开支又能充分利用现有的多年常规气象观测资料,科学、定量、准确、快速地了解我国大气气溶胶的空间分布和多年变化状况,是一件很有意义的事。

## 2 资料和方法

本文在邱金桓方法<sup>[6,7]</sup>的基础上,提出了一个适用于我国的、能利用太阳直接辐射和日照时数等多年常规气象观测资料,反演月平均  $0.75\ \mu\text{m}$  大气气溶胶光学厚度(Aerosol Optical Depth, 简称 AOD)的参数化计算方案。其原理是在月平均太阳直接辐射总量中,合理地剔除云的影响,再剔除大气中气体分子、水汽和臭氧等的衰减后,反演月平均 AOD 值(具体算法参见文献[8])。以此算法为基础,选取我国北京等 46 个甲种日射站,利用各站 1961~1990 年逐日太阳直接辐射 H 总量和日照时数,海平面气压和地面水汽压等资料,配合 TOMS version-7 臭氧观测资料,反演了 46 站逐年、逐月  $0.75\ \mu\text{m}$  的 AOD 值,据此,分析我国大气气溶胶光学厚度的多年平均及各月分布特征以及年代际之间的变化趋势。所选 46 站中,除山西、内蒙古、湖南、台湾四省(区)和青藏高原主体地区外,我国其余各省(自治区、直辖市)均有代表站,将这些站点的值内插到除高原主体以外的我国整个大陆地区,以此来描述我国 AOD 的空间分布特征。

## 3 结果分析

### 3.1 我国大气气溶胶光学厚度的多年平均分布特征

图 1 所示为我国 AOD 的多年年平均分布。可见, AOD 分布具有明显的地理特征。 $100^\circ\text{E}$  以东,以四川盆地为高值中心向四周逐渐减小,重庆、成都、南充三站 AOD 均在 0.6 以上,重庆最大 0.69;  $100^\circ\text{E}$  以西,南疆盆地为 AOD 的另一个高值中心,其值小于四川盆地大值中心。除此之外,甘肃、青海东部,长江中游地区以及广东沿海等地, AOD 值相对较大。而我国东北大部、西北部分地区、云南和东南沿海等地, AOD 值较小。

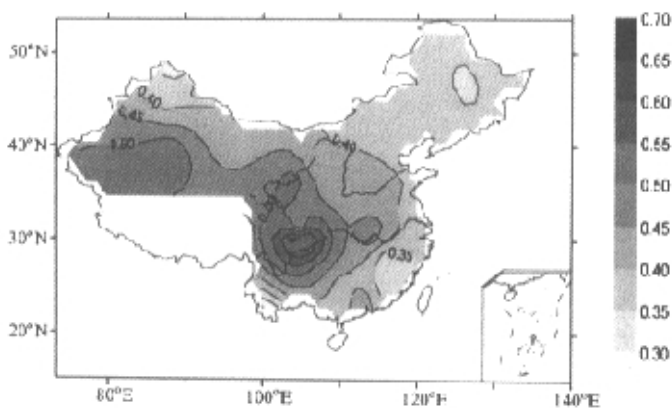


图 1 我国大气气溶胶光学厚度的多年 (1961~1990) 平均分布

图 2a~d 所示分别为除青藏高原主体外, 各季具有代表性的 1、4、7、10 月我国大陆地区 AOD 的多年平均分布。

1 月, 100°E 以东 AOD 大值中心分别位于西北地区东部及四川和贵州北部地区, 兰州、重庆两站 AOD 最大, 分别为 0.64 和 0.63; 四川、贵州两省各站 AOD 也较大 (成都 0.59、贵阳 0.56、遵义 0.55); 此外, 江汉平原地区 AOD 值也相对较大。100°E 以西, 南疆盆地 AOD 值最大。而我国东北地区、西北大部、云南以及东南沿海等地, AOD 值较小 (哈尔滨、福州、阿勒泰均为 0.30, 景洪 0.17)。表 1 所示为 46 站 AOD 值大小的频数统计。1 月 AOD 在 0.50 以上的共有 8 站, 全部位于 100°E 以东西南地区东部、西北地区东部和江汉平原地区。我国中、东部地区 AOD 值明显大于西部地区。

表 1 北京等 46 站各月气溶胶光学厚度值 (AOD) 大小的频数统计

| AOD  | ≥ 0.8 | 0.7~0.8 | 0.6~0.7 | 0.5~0.6 | 0.4~0.5 | 0.3~0.4 | 0.2~0.3 | ≤ 0.2 |
|------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 1 月  | 0     | 0       | 2       | 6       | 16      | 19      | 2       | 1     |
| 4 月  | 1     | 6       | 7       | 17      | 13      | 2       | 0       | 0     |
| 7 月  | 0     | 2       | 1       | 1       | 7       | 17      | 14      | 4     |
| 10 月 | 0     | 0       | 3       | 0       | 11      | 23      | 8       | 1     |
| 年平均  | 0     | 0       | 3       | 5       | 19      | 17      | 1       | 1     |

4 月, 各地 AOD 值普遍明显增大。三分之二以上站其值高于 0.5, 0.7 以上的站有 7 个, 除兰州 (0.72) 外, 均位于四川盆地 (成都 0.80、南充 0.78、重庆 0.73) 和南疆盆地 (若羌 0.89、库车 0.78、和田 0.76)。由于各地增加程度的不同, AOD 的分布有了相应的变化。100°E 以西, 从南疆盆地到河西走廊西部 AOD 值急剧增加。西部地区 AOD 增加趋势明显大于东部地区, 整个西北地区 AOD 值较大。除个别站点外, 北方地区 AOD 自南疆盆地起呈自西向东逐渐减小的分布, 这种情况估计与西北地区春季多风沙天气以及沙尘自西向东的移动路径有关。东部地区除四川盆地和西北东部地区仍为大值中心外, 珠江三角洲和江汉平原地区 AOD 分别为两个相对大值区。我国其余各地 AOD 值也基本上以春季最大。

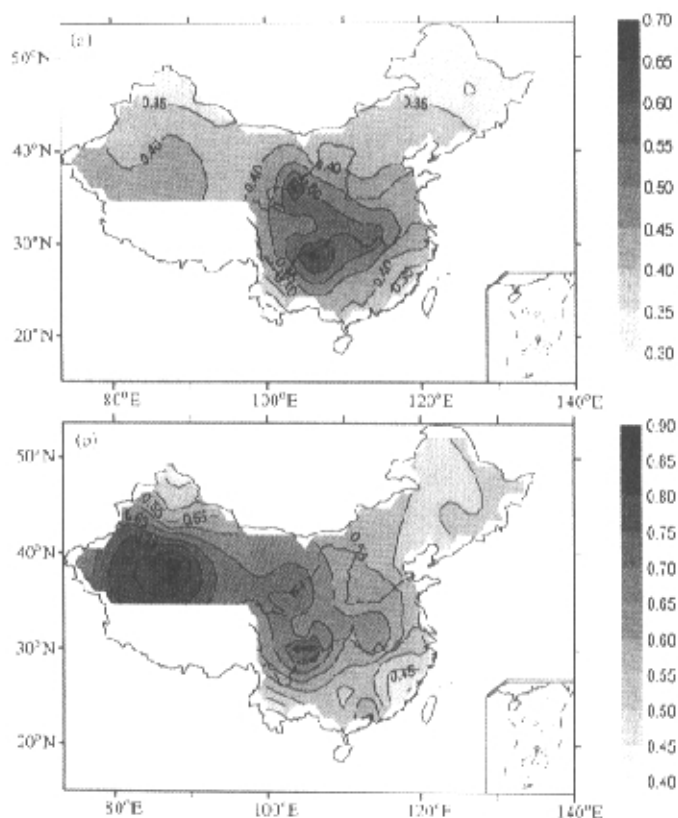


图2 我国大陆地区大气气溶胶光学厚度的多年(1961~1990年)平均分布  
(a) 1月; (b) 4月;

7月,各地AOD较春季呈不同程度的减小,西部地区减小尤其明显。0.5以上的站由4月的31个减少到只剩4个,分别为成都、南充、重庆和新疆盆地的和出站。其分布呈现典型的地理特征,即除广州、沈阳等个别城市外,AOD分别以四川盆地和新疆盆地两个高值中心而向四周减小。其余各地值较小,0.40等值线覆盖了除两大盆地以外的绝大部分地区,其中长江中下游及以南地区值最小,景洪、福州、海口等站接近或低于0.2。

10月,AOD分布和7月较为相似,除武汉、兰州等个别站外,100°E以东表现为以四川盆地高值中心向四周减小。100°E以西,AOD值普遍有所减小,新疆盆地仍相对较大。AOD值在0.5以上的仅剩四川盆地重庆、成都、南充三站,其值也较7月有所减小。东北、华北大部分地区AOD达到四季中的最小值。华南沿海地区,AOD值最小。但夏季AOD最小的我国长江中下游及以南大部地区,10月其值有所增加。因此,占总数近92%的测站AOD介于0.2~0.5之间,整个大陆地区AOD的地区差

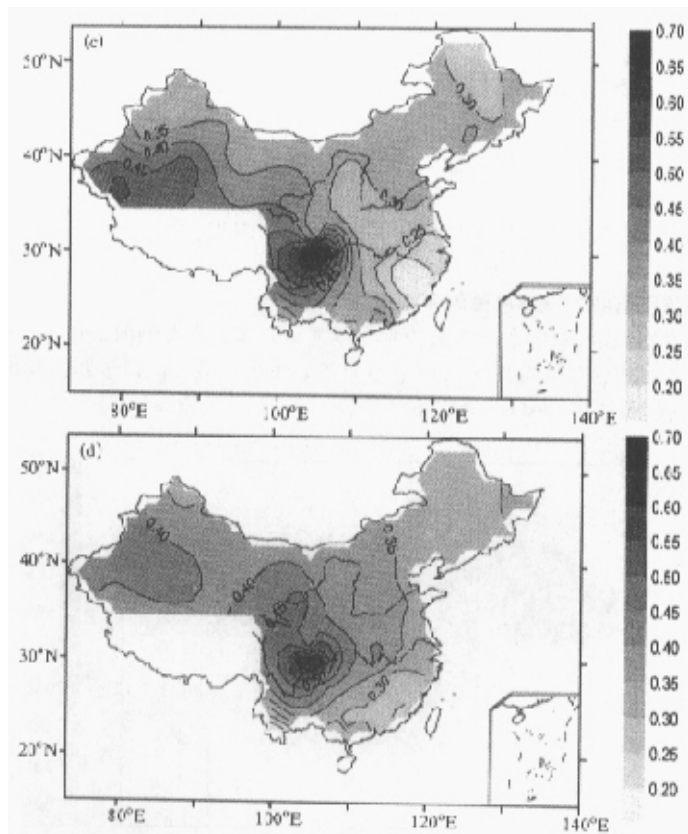


图 2 (续) 我国内陆地区大气气溶胶光学厚度的多年平均分布 1961~1990 年平均分布  
(c) 7 月; (d) 10 月

别减小。

概括而言,我国大气气溶胶光学厚度多年平均各月的分布和年均分布相似,除个别大城市外,大都呈现出较为清楚的盆地特征,但各季(月)仍有各自明显的特征:11~1月,100°E以西我国西北大部分地区 AOD 值较小,气溶胶光学厚度的大值中心位于 100°E 以东四川盆地和兰州附近,长江中游江汉平原地区 AOD 值也相对较大;而东北大部、云南、华南沿海等地值较小。2~5 月, AOD 分别以四川盆地和南疆盆地为两个大值中心向四周减少,南疆盆地最大,整个西北地区增加明显,除两大盆地外,西北地区东部兰州附近为另一个高值中心,珠江三角洲和江汉平原地区值也相对较大。我国绝大部分地区 AOD 值也以春季 3、4 月份最大。6~10 月,气溶胶光学厚度的分布具有比较典型的地理特征,即除个别站外,100°E 以东以四川盆地为高值中心向四周减小,西部地区以南疆盆地相对较大而向四周减少。我国其余各地 AOD 值较小,其中东南沿海地区最小。

分析 AOD 大值中心多出现在四川盆地和南疆盆地的原因,一方面与盆地本身的地理和气象等自然条件有关,由于盆地地面风速小,大气层结稳定,使得污染物难以扩散;另一方面,对四川盆地而言,根据李晓文等<sup>[3]</sup>的结果,其  $\text{SO}_2$  的地面浓度在我国一直处于最高,  $\text{SO}_2$  气体通常可通过气-粒转化过程转化为硫酸盐气溶胶粒子,转化的速率和效率与环境相对湿度的关系很大,相对湿度越高,转化速率和效率越大,而四川盆地的相对湿度同样也是全国的最高中心;而对南疆盆地而言,因其拥有我国最大的塔克拉玛干沙漠,被认为是西北地区沙尘暴的源区之一,因此,春季该区域 AOD 值最大也是合理的。

### 3.2 我国大气气溶胶光学厚度值的年际变化

20 世纪 60 年代,我国大气气溶胶光学厚度的分布具有典型的盆地特征(见图 3),即以四川盆地和南疆盆地为两个大值中心向四周减小,最大值位于四川盆地。我国东部,尤其东南沿海地区, AOD 值较小。

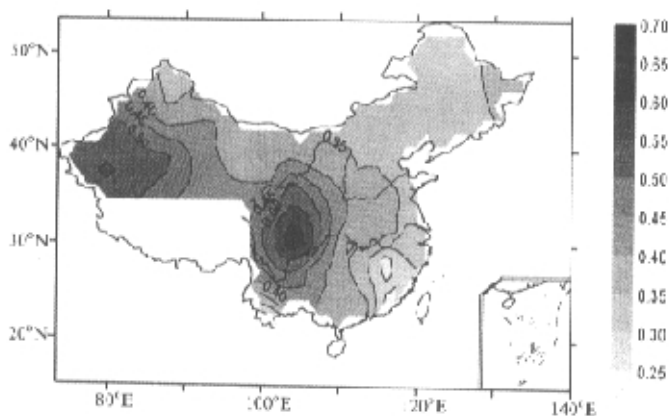


图 3 20 世纪 60 年代我国大气气溶胶光学厚度的平均分布

20 世纪 70 年代,我国大气气溶胶光学厚度的分布仍具有明显的盆地特征。和 20 世纪 60 年代相比,除新疆西部、云南和广西部分地区外,绝大多数地区 AOD 呈增加趋势,其中从四川盆地向东到长江中下游地区以及华南沿海, AOD 增加最大(图略)。

到了 20 世纪 80 年代,除新疆西部、云南西部和西安市外,我国大范围区域 AOD 继续呈现增加的趋势。图 4 所示为 20 世纪 80 年代与 60 年代 AOD 的差值分布,可以看到,除兰州附近外,我国北方地区 AOD 增加较小,而东部和南部地区, AOD 增加很明显,其中从贵州北部到整个长江中下游地区, AOD 增加最为明显,最大增幅达 0.21 以上。气溶胶光学厚度的分布发生了变化,即除两大盆地外,我国长江中下游地区为气溶胶光学厚度的另一个相对高值中心。杨东贞<sup>[9]</sup>统计了近 30 年来我国西北地区沙尘暴频数后,发现 20 世纪 80 年代该区域呈减少趋势。估计 AOD 增加不明显与此有关。

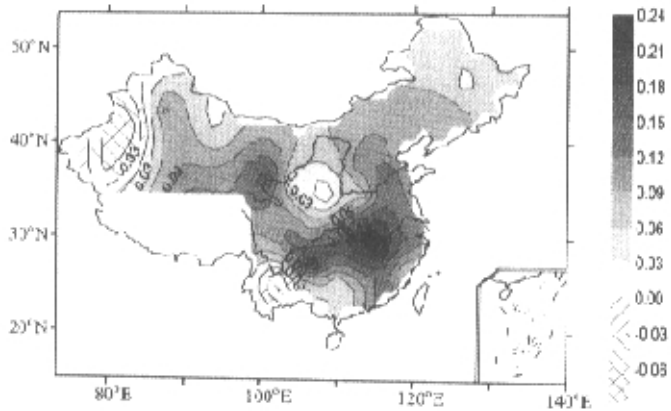


图 4 20 世纪 80 年代与 60 年代我国大气气溶胶光学厚度的差

表 2 列出 20 世纪 60、70、80 年代我国 46 站 AOD 的平均大小, 可以看到, 大气气溶胶光学厚度 30 年来的增加趋势是比较明显的。与 60 年代相比, 70 年代增加了 9.5%, 80 年代增加 21.8%。30 年来 46 站中 AOD 年平均最大值始终位于四川盆地, 而最小值也始终在云南景洪站。关于我国各区域大气气溶胶光学厚度近 30 年来变化特征的详细分析, 可参见文献[8]。

表 2 北京等 46 站平均 AOD 大小

|        | 平均值   | 标准差   | AOD 最小值 (站名) | AOD 最大值 (站名) |
|--------|-------|-------|--------------|--------------|
| 60 年代  | 0.381 | 0.095 | 0.17 (景洪)    | 0.65 (成都)    |
| 70 年代  | 0.417 | 0.098 | 0.15 (景洪)    | 0.74 (重庆)    |
| 80 年代  | 0.464 | 0.104 | 0.21 (景洪)    | 0.79 (成都)    |
| 30 年平均 | 0.423 | —     | —            | —            |

4 讨论

由于我国大气气溶胶实际观测资料的稀少, 使得本文的反演结果具有较为重要的意义, 但资料的稀少也给本文结果的检验带来一定的困难。尽管如此, 我们还是尽可能和已有的一些实测值进行了比较。田文寿等<sup>[10]</sup>利用 1992 年 12 月兰州气溶胶的实测值发展了一个计算该地区冬季气溶胶光学特性的参数化方案, 并估算了三种典型的气溶胶垂直分布情况下, 整层大气气溶胶光学厚度随波长的变化, 其在 0.75  $\mu\text{m}$  处 AOD 值分别为 0.42 (指数型)、0.58 (均匀型) 和 0.70 (高斯型), 平均值为 0.57。受资料的限制, 本文只能计算 1961~1990 年 30 年的 AOD 值, 并无 1992 年的结果。在本文计算结果中, 兰州 30 年 12 月 AOD 平均值为 0.59, 其中 20 世纪 60、70 和 80 年代平均值分别为 0.58、0.63 和 0.56; 30 年来, AOD 最大值为 0.74 (1979 年)、最小值 0.45 (1986 年)。可见, 就兰州而言, 本文和文献[10]的结果在大小上是可比的。

赵柏林等<sup>[11]</sup>利用 1980 年我国 70 个甲级日射站全年无云天气条件下, 08 和 14 时地面能见度资料计算并分析了该年  $0.4 \sim 0.8 \mu\text{m}$  每隔  $0.1 \mu\text{m}$  共 5 个波段我国大气气溶胶透明度的全国分布。无论大气气溶胶透明度的年分布还是季节分布, 其结果和本文 1980 年的结果相当一致。对于 AOD 值的大小, 将其  $0.7 \mu\text{m}$  气溶胶年平均透明度换算成光学厚度后发现, 文献[11]中: 四川盆地和江汉平原地区气溶胶透明度介于 70%~60% 之间, 相当于 AOD 值为  $0.357 \sim 0.51$ , 而本文对该地区共 5 站 AOD 的计算结果分别为, 成都 0.51、绵阳 0.41、重庆 0.82、宜昌 0.56、武汉 0.48。除重庆明显偏大外, 其余基本相当。文献[11]中西北部、内蒙古和东北部分地区以及云南等地气溶胶透明度较小, 与本文结果相当一致。对于除上述两区域外的我国其余各地, 文献[11]中气溶胶透明度基本上介于 70%~80% 之间, 相当于 AOD 值在  $0.22 \sim 0.36$  之间; 而本文这一地区 AOD 值除广州 (0.53)、合肥 (0.50)、杭州 (0.50)、贵阳 (0.47) 和北京 (0.45) 等 5 站偏大外, 其余介于  $0.20 \sim 0.44$  之间, 与文献[11]基本相当, 本文 AOD 偏大的这些站基本上出现在污染相对严重的几个大城市, 有些可能在文献[11]中并未包括。因此, 对照的结果还是比较一致的。

对于北京大气气溶胶的光学厚度值及季节变化, 毛节泰等<sup>[12]</sup>曾利用 1980 年 7 月到 1981 年 7 月共 115 天上午多波段太阳辐射计观测的太阳直接辐射资料进行计算和分析。通过和本文同期结果的对比, 两者所反映季节变化的趋势是相当一致的, 但本文的值有所偏大 (图略)。考虑到文献[12]中指出其观测地点 AOD 的日变化幅度较大, 一般在  $\pm 0.1 \sim \pm 0.3$  之间, 有时可达  $\pm 0.5$ , 相当于 AOD 平均值的一倍, 而文献[12]中资料的观测时段又恰好属于 AOD 一天中的最小值。因此, 两者的结果也是可比的。

尽管由于观测时段和日变化等许多因素的影响, 难以具备完全客观对比的基础, 但通过个别站点、个别时段与观测结果的对比, 本文反演的大气气溶胶光学厚度的空间分布和季节变化与观测结果具有较好的一致性, AOD 的反演值也具有相当的可比性。当然, 由于实际观测资料的稀少, 个别站个别时段对比结果的一致, 并不能充分说明本文对我国 46 个日射站近 30 年 AOD 的反演值都是合理和正确的, 这还需要以后由大量的实际观测资料来验证, 同时也要求在反演方法上不断加以改进。另外, 由于客观条件的限制, 我们所能利用的日射站数目较少, 而且绝大多数位于大城市, 以此来描绘我国整个大陆地区大气气溶胶的分布显然是偏颇的。

## 5 小结

利用我国北京等 46 个甲种日射站 1961~1990 年逐日太阳直接辐射日总量和日照时数等资料, 反演了各站逐年、逐月  $0.75 \mu\text{m}$  大气气溶胶光学厚度的平均值 (AOD), 据此分析了我国 AOD 多年年平均及各季的分布特征以及年代际间的变化。通过和已有一些站实测结果的比较, 由本文反演结果所描述的我国大气气溶胶的空间分布及年代际之间的变化趋势具有一定的可靠性。这对于从宏观上了解近 30 年来中国地区大气气溶胶的时、空平均分布特征提供了一种平均的模型, 为东亚地区大气环境的变化和此种变化对区域气候影响的进一步研究提供了一个可以参考的初始场。主要结果有:

- (1) 我国 AOD 的分布具有明显的地理特征,  $100^\circ\text{E}$  以东, 以四川盆地为高值中心

向四周逐渐减小; 100°E 以西, 南疆盆地为另一个高值中心, 其值小于四川盆地。此外, 西北东部, 长江中游地区以及广东沿海等地, AOD 值也相对较大。而我国东北大部, 西北大部, 云南和东南沿海等地, AOD 较小。

(2) 春季, AOD 分别以四川盆地和南疆盆地为两个大值中心向四周减少, 最大值位于南疆盆地。除两大盆地外, 西北区东部兰州附近, 珠江三角洲和江汉平原地区 AOD 也相对较大, 我国绝大多数地区 AOD 值基本以春季 3、4 月份最大。西北地区春季 AOD 增加明显。

(3) 夏、秋季节, 除个别大城市外, AOD 的分布主要是以四川盆地为大值中心向四周减少, 100°E 以西我国西北大部分地区 AOD 值减小, 但仍表现为以南疆盆地为相对大值中心。江汉平原地区及广东附近 AOD 值相对稍大。我国其余各地 AOD 值较小, 其中东南沿海地区夏季最小, 东北、华北大部, 华南沿海等地秋季较小。

(4) 冬季, 100°E 以东 AOD 大值中心分别位于西北地区东部和四川及贵州北部地区。此外, 江汉平原地区 AOD 值相对较大; 100°E 以西, 南疆盆地 AOD 相对最大。而我国东北地区、西北大部, 云南以及东南沿海等地, AOD 值较小。

(5) 20 世纪 60 年代, 我国 AOD 的分布具有典型的盆地特征, 即主要以四川盆地和南疆盆地为两个大值中心向四周减少。20 世纪 70 年代, 除新疆西部、云南和广西部分地区外, 我国绝大多数地区 AOD 呈增加趋势, 其中由四川盆地向东到长江中下游地区以及东南沿海等地, AOD 增加明显。到了 20 世纪 80 年代, 除个别地区外, 我国大范围地区 AOD 继续呈增加的趋势, 整个东部地区, AOD 增加很明显, 其中长江中下游地区, AOD 增加最大, 气溶胶光学厚度的分布因此发生了变化。

## 参 考 文 献

- 1 Intergovernmental Panel on Climate Change. Radiative forcing of climate change, in: *Climate Change*, ed. by Houghton J. & Meira Filho L. G., Cambridge: Cambridge University Press, 1994, 144pp.
- 2 陈隆勋, 邵永宁, 张清芬, 任阵海, 田广生. 近四十年来我国气候变化的初步分析, *应用气象学报*, 1991, 2, 164~173.
- 3 Li Xiaowen, Zhou Xiuji, Li Weiliang and Chen Longxun, The cooling of Sichuan Province in recent 40 years and its probable mechanisms, *Acta Meteorologica Sinica*, 1995, 9(1), 57~68.
- 4 Engardt, M. and H. Rodhe, A comparison between patterns of temperature trends and sulfate aerosol pollution, *Geophys. Res. Lett.*, 1993, 20, 117~120.
- 5 罗云峰, 周秀骥, 李维亮, 大气气溶胶辐射强迫及气候效应的研究现状, *地球科学进展*, 1998, 13(6), 572~581.
- 6 邱金桓, 大气气溶胶光学厚度的宽带消光遥感方法及其应用, *遥感学报*, 1997, 1(1), 15~23.
- 7 Qiu Jinhuan, A method to determine atmospheric aerosol optical depth using total direct solar radiation, *J. Atmos. Sci.*, 1998, 55, 744~757.
- 8 罗云峰, 李维亮, 周秀骥, 20 世纪 80 年代中国地区大气气溶胶光学厚度的平均状况分析, *气象学报*, 2001, 59(1), 77~86.
- 9 杨东贞, 我国北方沙尘暴多发地区沙尘暴变化趋势的分析, *应用气象学报*, 1998, 9(3), 352~358.
- 10 田文寿, 陈长和, 兰州冬季气溶胶光学特性的参数化, *大气科学*, 1996, 20(2), 235~241.
- 11 赵柏林, 张凡菲, 高国明, 我国大气气溶胶光学厚度的特征, *气象学报*, 1986, 44(2), 235~241.
- 12 毛节泰, 王强, 赵柏林, 大气透明度光谱和浑浊度的观测, *气象学报*, 1983, 41(3), 322~331.

## Analyses on the Spatial Distribution of Aerosol Optical Depth over China in Recent 30 Years

Luo Yunfeng and Lu Daren

(*Institute of Atmospheric physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029*)

Zhou Xiuji and Li Weiliang

(*Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081*)

**Abstract** With an improved retrieving method, the yearly and monthly mean  $0.75 \mu\text{m}$  aerosol optical depths (AOD) are retrieved by using the daily direct solar radiation, sunshine duration, surface pressure and vapor pressure data of 46 A-class solar radiation stations over China from 1961 to 1990, as well as the Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) derived ozone data of 1979~1990. Then the analyses on the distribution of yearly mean AOD over China in recent 30 years are made from the derived AOD data. It is found that the patterns of yearly mean (1961~1990) AOD generally have geographical features over the China mainland with a maximum lying in the Sichuan Basins except a few metropolises. One of the largest AOD centers is located in the Sichuan Basin east of  $95^\circ\text{E}$ , and the other in the south Xinjiang Basin west of  $95^\circ\text{E}$ . AOD distribution for each month is similar to that of the annual mean pattern in the "basin" effect is very significant, but the differences between each month are also obvious. The distribution of AOD in the 1960s is typically consistent with geographic feature, with largest centers in the Sichuan and southern Xinjiang basin, respectively. In the 1970s, AOD increased in the most China's areas, especially in east part of the Southwest China, the middle-and-lower reaches of the Yangtze River and southern coastal areas. In the 1980s, AOD increased rapidly in almost all areas except for west part of the Xinjiang Autonomous Region, and some areas of the Yunnan Province. Thus, the patterns of AOD distribution over China changed.

**Key words:** China mainland; aerosol optical depth; geographical distribution

万方数据  
WANFANG DATA