

用多波长激光雷达同时测量 平流层气溶胶层

岩坂泰信 福西浩等

自从六十年代以来,激光雷达就用于遥感研究大气中的各种现象,尤其是对于平流层气溶胶的监测,激光雷达是很有用的,而且根据激光雷达的测量,已经报道了许多有意义的结果,例如:1) 由于强烈的火山爆发,平流层气溶胶层的增强,2) 增强的气溶胶层的衰变过程,3) 平流层气溶胶含量的季节性变化,4) 平流层气溶胶粒子大小的垂直变化,5) 气溶胶粒子的水平传输和湍动扩散。

其中大部分研究是使用单波长激光雷达完成的,通常是红宝石激光雷达,其波长为0.6943微米,或掺钕钇铝石榴石(Nd YAG)激光雷达,波长为1.06微米。正如岩坂和矶野1977年所描述的那样,多波长激光雷达同时测量对于获得有关平流层气溶胶粒谱资料是很有效的,这种资料对研究气溶胶形成过程和气溶胶层的光学特性是有用的,即使不可能知道完全准确的粒谱函数也是很有用的。

从1982年6月以来,使用激光雷达在东京作了平流层气溶胶层的测量,可同时发射红宝石基波(波长为0.6943微米)和其二次谐波(波长为0.3471微米)的激光脉冲。直到现在,还没有关于用不同波长($\lambda=0.6943$ 微米和0.3471微米)的激光雷达同时测量平流层气溶胶层的报道。因而,所提供的结果对平流层气溶胶的研究有一定意义。

这里使用的激光雷达系统的主要性能如表1所示。

图1的曲线是对 λ 为0.6943的后向散射功率的距离订正值廓线。是通过综合了1982年7月18日的200个激光探测资料做

表1 激光雷达系统的主要性能

发射机:	
激光波长	0.6943微米(红宝石,基波) 0.3471微米(红宝石,二次谐波)
激光器功率	1.0焦耳/脉冲(最大,0.6943微米) 0.2焦耳/脉冲(最大,0.3471微米)
脉冲重复频率	1.0赫
脉冲持续时间	40毫微秒
接收机:	
望远镜	直径50厘米(卡塞格伦)
光电倍增管	R1333(0.6943微米,直流信号) 943-03(0.6943微米,光子计数) 943-03(0.3471微米,光子计数)
模/数转换器	8位/字,960字
光子计数器	100通道,2系列
数据处理器	小型计算机(Melcom70/10)

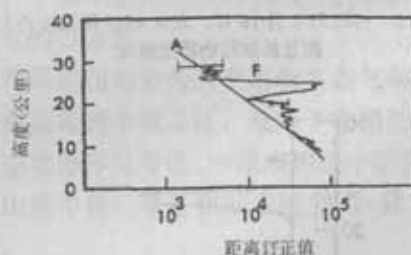


图1 1982年7月18日,在0.6943微米波长上接收功率的距离订正值(单位是任意的)(曲线F)。参考曲线A是对无生大气的估算曲线(1972年美国标准大气)

出的,其距离分辨率为0.5公里。图2所示也有相似的结构,它也是200个激光探测的综合。正如从图2所看到的那样,在0.3471微米时气溶胶微粒产生的后向散射光的增强较小,而且与岩坂(Iwasaka)等人1981年的模

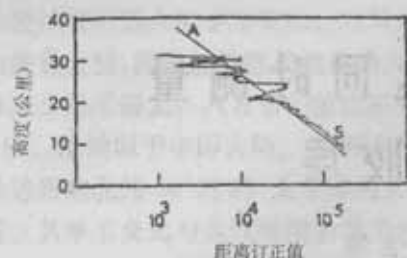


图 2 1982 年 7 月 18 日, 在 0.3471 微米波长上接收功率的距离订正值 (单位是任意的) (曲线 S)。参考曲线 A 是对无尘埃大气的估算曲线 (1972 年美国标准大气)

式计算很一致, 这表明微粒后向散射光对波长为 0.3471 微米总散射光的贡献与波长为 0.6943 微米的相比不是那样的大, 这是因为莱雷散射的波长依赖关系 (λ^{-4}) 使得莱雷散射对总散射光的贡献变得较大, 波长越短越大。

图 3 和图 4 表示从后向散射光的测量推得的微粒物质的散射比。这里是假定用波长为 0.6943 微米和 0.3471 微米, 测量的匹配

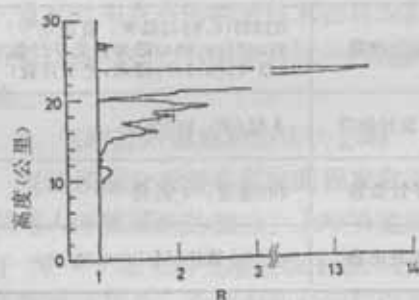


图 3 1982 年 7 月 18 日, 在 0.6943 微米波长上测量的微粒物质散射比

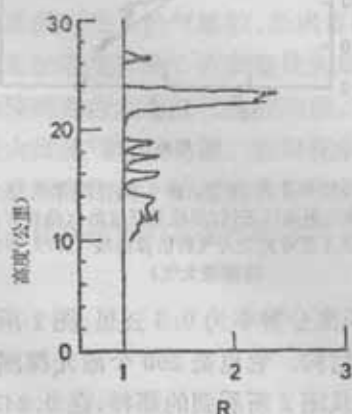


图 4 1982 年 7 月 18 日, 在 0.3471 微米波长上测量的微粒物质散射比

高度是 12.5 公里。在分析波长为 0.3471 微米后向散射光的测量时, 大气臭氧对波长为 0.3471 微米的透射率的影响不是严重问题, 因为在 $\lambda \approx 0.3$ 微米到 $\lambda \approx 0.35$ 微米范围内, 随着波长的增加, 臭氧的吸收截面迅速减少。波长为 0.6943 微米的后向散射比廓线表露出明显的峰值, 22—24 公里处的峰值无疑是由于 El Chichon 火山 (1982 年 3—4 月, 墨西哥) 的爆发造成的。在图 4 也看到相似的峰值, 但不象图 3 的峰值那样大。

对于气溶胶粒子的荣格 (Junge) 型或佐尔德 (Zold) 型粒谱函数, $\beta(Z, 0.6943 \text{ 微米}) / \beta(Z, 0.3471 \text{ 微米})$ 的比大约是 1/2, $\beta(Z, 0.6943 \text{ 微米})$ 和 $\beta(Z, 0.3471 \text{ 微米})$ 是波长分别为 0.6943 微米和 0.3471 微米、在高度 Z 所测得的后向散射系数。因此, 在气溶胶是普通型粒谱函数的情况下, $[R(Z, 0.6943 \text{ 微米}) - 1] / [R(Z, 0.3471 \text{ 微米}) - 1]$ 大约为 8, $R(Z, 0.6943 \text{ 微米})$ 和 $R(Z, 0.3471 \text{ 微米})$ 是波长分别为 0.6943 微米和 0.3471 微米、在高度 Z 所测量的散射比。粗略说来所测的 $[R(Z, 0.6943 \text{ 微米}) - 1] / [R(Z, 0.3471 \text{ 微米}) - 1]$ 是在气溶胶层主峰的合理范围内 (22—24 公里), 但显然比 14 公里到 20 公里区域的估算值小。

在 14 公里以下, 波长为 0.3471 微米的散射比比波长为 0.6943 微米的要大, 但这不表示实际的大气状况。我们认为这是由于当波长为 0.6943 微米时接收了大量的后向散射光子而引起的, 它在检测器内导致了所谓多重光子事件。

$[R(Z, 0.6943 \text{ 微米}) - 1] / [R(Z, 0.3471 \text{ 微米}) - 1]$ 的显著变化表明在所研究的平流层气溶胶层中气溶胶的化学组成和/或粒谱不是均一的。如前所述, 平流层气溶胶层受 El Chichon 火山爆发的强烈干扰, 因此上述的测量特征可能是火山爆发的后期效应。 $[R(Z, 0.6943 \text{ 微米}) - 1] / [R(Z, 0.3471 \text{ 微米}) - 1]$ 的值在 14 公里到 20 公里的区域比在典型的气溶胶粒谱函数情况下推导的估算值小。

这对研究通过火山爆发而产生的增强气溶胶层新微粒的形成是很有意义的。一种可能的解释是：通过气体转化为微粒，新粒子的形成是非常活跃的，这是由于大量 SO_2 气体的进入，因此在这个区域，很小的粒子是很丰

富的。

刘志刚译自 Journal of the Meteorological Society of Japan 1983. 6
Ser. 11. Vol. 61. Vol. 3
周景林校