

烟、尘郁积层的激光探测

孙景群 杨明

(中国科学院大气物理研究所)

提 要

利用红宝石激光雷达,在烟、尘较丰富的工业区,当近地层大气稳定时,可以探测烟、尘郁积层的高度,这对了解大气污染物的分布实况和演变,研究大气污染的扩散规律,都有一定实用价值。

一、观测条件

在一定气象条件下,工厂排放的烟、尘往往郁积在大气近地层不散,而形成烟、尘郁积层。

1974年9—11月在某工业区,利用III型红宝石激光雷达^[1],探测了各种天气条件下烟、尘激光回波波形随高度的变化;分析了烟、尘激光回波波形与大气稳定度的关系;初步探索了激光探测烟、尘郁积层高度的可能性。

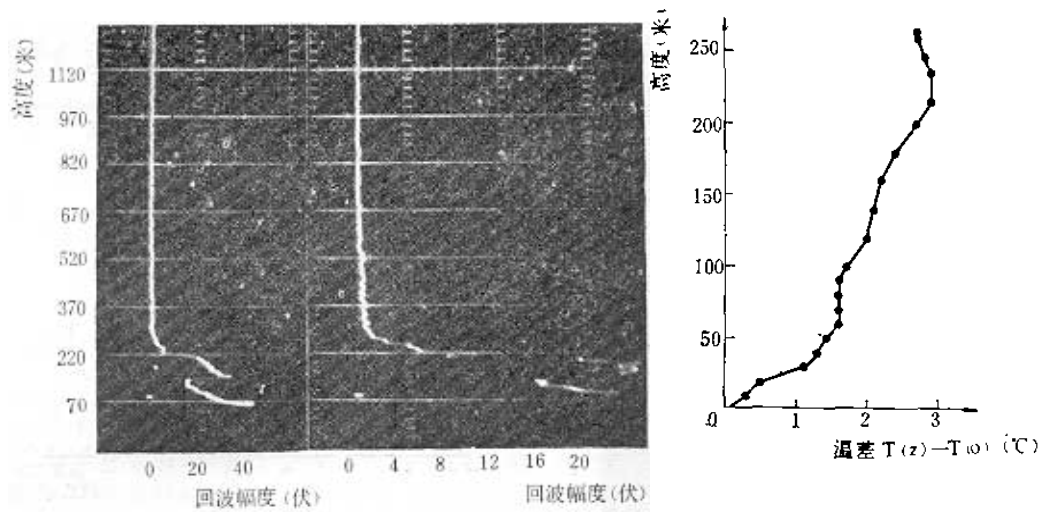
激光雷达架设在某楼顶,楼高23米。该地区工厂密集,烟囱林立,排烟较多,因此烟、尘较为丰富。以烟、尘激光回波幅度随高度出现急剧变化的高度作为判据,从而获得烟、尘郁积层的高度。由于激光雷达的探测盲区为100米,因此实际上只能探测斜距100米以外的烟、尘激光回波波形,这就局限了对贴地层烟、尘的激光探测。

二、观测结果

烟、尘在近地层郁积的条件,不仅与大气稳定度有关,而且与工厂排放烟羽的多寡、烟羽上升高度及其在大气中的扩散情况有关。因此由烟、尘激光回波波形分析烟、尘郁积层高度时,情况也较为复杂。

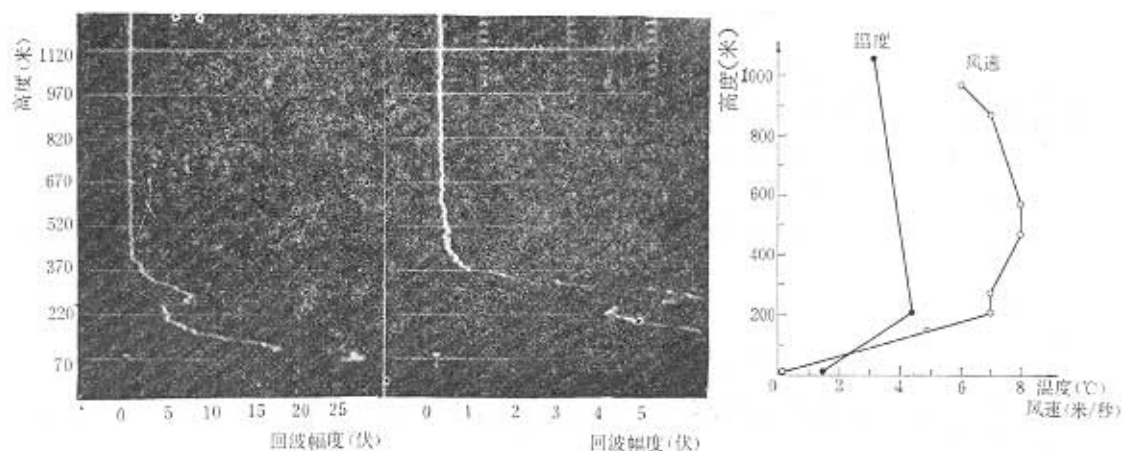
在图1—3中给出了我们观测的三次典型结果,同时都配有温度和风速廓线。在一般情况下,根据激光回波的基本特性,激光回波幅度应当随高度迅速减小,基本上和图3a相似。如果在大气某高度上开始积累大量烟、尘而形成郁积层时,则此处烟、尘浓度可以大大超过其低层烟、尘浓度。这时,激光回波在此高度就突然增强,而在烟、尘郁积层上界,回波幅度则往往突然减小,正如图1a和图2a中所示。图1a中回波幅度在140米左右处突然增大,图2a中回波幅度在220米左右开始增大。这分别表明烟、尘在140米和220米高度附近开始大量郁积,形成浓度很高的烟、尘郁积层。因此,从激光回波形状上就可以

1976年3月22日收到



a 烟、尘的激光回波波形 b 系留气球所测温差随高度的变化

图 1 1974 年 10 月 16 日 6 时的激光观测结果

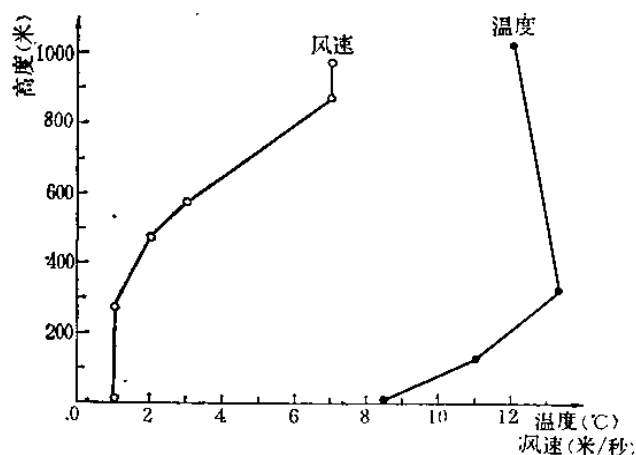
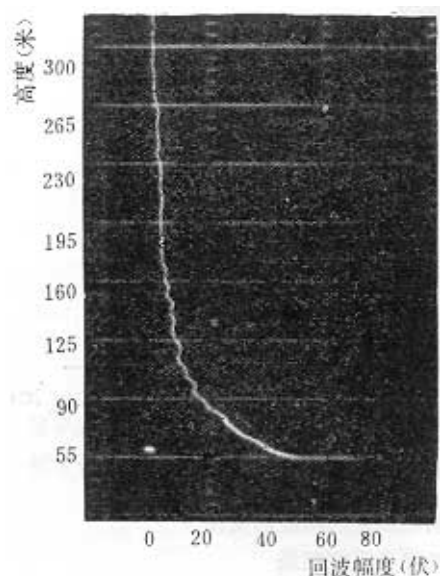


a 烟、尘的激光回波波形 b 实测的温度和风速廓线

图 2 1974 年 10 月 15 日 7 时的激光光测结果

大致判断出烟、尘郁积层的高度。但情况是复杂的，图 3a 为 10 月 26 日 7 时的激光观测结果，图 3b 为此时大气的温度和风速廓线。它们表明近地层出现厚约 330 米的强烈逆温层，温度梯度达 $15^{\circ}\text{C}/\text{公里}$ ，大气里查逊数 $R_i > 10$ ，因此大气十分稳定。贴近地面处烟尘弥漫，能见距离仅 1 公里左右，从贴地面开始，烟、尘就大量郁积，很难向上扩散。由于激光雷达盲区的限制，因此图 3a 中所观测的激光回波幅度也是随高度迅速递减，而没有出现现象图 1a 和 2a 中的激光回波峰值。

此外即使象图 1a 和 2a 中出现对应烟、尘郁积层的激光回波峰值，其相应的天气条件也不一定相同。图 1a 激光回波所对应的天气条件是近地层出现强逆温，温度梯度达 $14^{\circ}\text{C}/\text{公里}$ 左右，逆温层高度约 230 米。它比烟、尘开始大量郁积层的高度（140 米左右）略大，但与烟、尘郁积层的上界高度（约 220 米）则较为一致。而图 2a 激光回波所对应的天气条件却与此有所不同，由图 2b 可见，此时近地面大气形成一厚为 210 米左右的逆



a 烟、尘的激光回波波形 b 实测的温度和风速廓线

图3 1974年10月26日7时的激光观测结果

温层,温度梯度为 $15^{\circ}\text{C}/\text{公里}$,大气里查逊数 $R_i \approx 4$ 。此外,从210米到1公里高,温度虽随高度递减,但大气里查逊数 $R_i > 10$,大气层还是稳定的,这就是说大气中有两层稳定层,而激光回波并不能完全反应这种大气的温度分布结构。

三、结 论

在烟、尘较为丰富的工业区,当近地层大气较稳定时,利用红宝石激光雷达,可以探测烟、尘郁积层的高度。这对了解大气污染的分布实况和演变,研究大气污染扩散规律,都有一定实用价值。

但是激光回波所对应的天气情况是复杂的,要想从激光回波幅度的变化中研究大气温度分布的结构,还存在不少困难。

参 考 资 料

[1] 激光气象探测仪,激光在气象探测中的应用,中国科学院大气物理研究所集刊第1号 1973,科学出版社。