



蓝天为何“变脸”

——浅析光的散射

贵州省独山民族中学 张明声(558200)

蔚蓝的天空常引起人们无数的遐想，勾起人们美妙的回忆，遗憾的是老天无常，经常变换脸色，如北京的沙尘暴搞得天昏地暗等，这是为什么呢？许多现象产生的根源是太阳光发生了散射。

我们知道无论是光的直射、反射或折射，仅限于在给定的一些方向上光强才不等于零，而在光束的侧向进行观察应当是看不到光的。在光学性质均匀的物质中或两种折射率不同的物质的界面上所发生的现象就是这样。但当光束通过光学性质不均匀的物质时，从侧向可以看到光，这个现象叫做光的散射。光的散射会使光在原来的传播方向上的光强减弱。

光学性质不均匀，可能是由于均匀物质中散布着大量的折射率与它不同的其他物质微粒；也可能是由于物质本身的组成部分（粒子）的不规则的聚集所造成的。例如尘埃、烟（空气中散布着的固态微粒，如近年来出现较多的北京沙尘暴）、雾（空气中散布着的液态微滴）、悬浮液（液体中悬浮着的固态微粒）、乳状液（一种液体中悬浮着另一种液体而不能相互溶解）、蛋白质和毛玻璃等。这种浑浊物质的特征是微粒的线度有的比光的波长大，有的比波长小，它们相互之间的距离比波长大，而且排列得毫无规则。所有这些微粒在光的作用下发生受迫振动，因而辐射次级的波。但是由于排列的不规则，而且不规则的范围可与波长相比拟，所以它们的振动在彼此间就没有固定的位相关系。在任何观察点所看到的总是它们所发出的次级辐射的不相干叠加，处处都不会相消，从而形成了散射光。

光的散射现象之所以区别于直射、反射和折射现象，就在于“次波”发射中心排列的不同：前者是无规则的；后者是有规则的，且物体的线度远大于波长。散射现象也不同于衍射现象，衍射是由于个别的不均匀区域（如个别的孔、缝或小的障碍物等）所形成的，这些不均匀区域范围的大小至少可

与光的波长相比拟；而散射则是由于排列不规则的大量不均匀的小“区域”所形成的。对每一个这种小“区域”，虽然也有衍射发生，但由于不规则的排列而相互发生不相干的叠加，所以就整体而言，观察不到衍射现象。

据环保部门测定，在北京地区沙尘暴严重时，最大风速达到 12 m/s，此时大量的微粒在空中悬浮。从太阳发出的白光在空中经微粒散射后射向地面，在地面上人看天空时，看到的是散射光。如果空中微粒的直径比光的波长小得多，散射光的强度跟光的波长的四次方成反比。在白天雨过天晴时，由于空中悬浮微粒直径 d 与入射光的波长 λ 之比 $\frac{d}{\lambda} > 0.5$ 时，不同色光的散射强度与波长关系不大，所以在空中悬浮微粒较大时，即便是在晴好的白天我们也很难看到蓝天。晴天条件下发生沙尘暴时，我们不能看到蓝天，就是这个原因。

晴朗的天空所以呈浅蓝色，是由于太阳光发生了分子散射，它是由物质分子密度的起伏而引起的。由于不规则的分子运动，在大气中不断发生不均匀的疏密部分，因而使太阳光散射。根据瑞利定律，蓝光波长较短，浅蓝色和蓝色光比黄色和红色的光散射得厉害，故散射光中波长较短的蓝光占优势。另外，红光的波长较长，红光通过薄雾时比蓝光的穿透力强，正是由于红光散射较弱的缘故。红外线的穿透力比红色的可见光更强，更适用于远距离照相或遥感技术。

清晨日出或傍晚日落时，看到太阳呈红色，这是因为此时太阳光几乎平行于地平面，穿过的大气层最厚，所有波长较短的蓝光、黄光等几乎朝侧向散射，只剩下波长较长的红光到达观察者（接近地面的空气中有尘埃，更增强了散射作用）。但此时仰望天空时仍是浅蓝色。云块为阳光所照射，亦呈红色（朝霞、晚霞）。正午时太阳光所穿过的大气层最薄，散射不多，故太阳仍呈白色。