

平流层大气中臭氧的奥秘

朱 迅

众所周知，要是在我们这个生机勃勃的地球上没有氧气，那么地球就会象月球一样死寂。然而，在离地面约10—50公里之间的平流层大气中，存在着一种叫臭氧的微量气体，虽然它有个“臭”名，但是它却默默地守护着地球上的芸芸众生。

与氧气(O_2)不同，臭氧是带有刺激性气味的气体，其分子由三个氧原子组成(O_3)，它在大气中的含量按体积算不足二百万分之一。若把所有的臭氧集中起来，均匀地覆盖在地球表面，其厚度也只有2.8毫米。臭氧含量尽管很少，但正是大气中如此稀薄的臭氧，保护着人类及其它生物免遭太阳光辐射中有害的紫外线杀伤。当太阳光透过平流层时，臭氧全部吸收了对生物极有害的强烈的远紫外线(波长小于0.29微米)，它还吸收了大部分有害的中紫外线(波长为0.29—0.32微米)。近紫外线(波长为0.32—0.40微米)则能穿过平流层而到达地面，但它对人体并无损害。

平流层大气中的臭氧是怎么产生的呢？1930年英国地球物理学家查普曼(S. Chapman)提出臭氧主要是由氧原子同氧分子在与其它分子一起进行“三体碰撞”时产生的。实验表明：当氧原子同氧分子碰撞相结合时，会释放出一定的能量，这时若没有第三者分子将释放的能量带走，它将使碰撞合成的臭氧分子又会马上分解。第三者分子在碰撞过程中不与氧原子或氧分子发生反应，故它可以是大气中的任何其它分子，例如氮分子或另外的氧分子等。

平流层大气中由于这一过程而产生的臭氧，每年大约有五百亿吨，可是大气中的臭氧含量为什么还那么少呢？这是因为同时又有其他过程在使得臭氧不断地消失。当产生和消失的速度正好相同时，大气中的臭氧含量便能保持不变，或者说臭氧的含量达到一个动态平衡。当初查普曼认为，臭氧的消失主要是臭氧分子和氧原子直接碰撞而还原到氧分子去。到了七十年代初期，科学家通过实验发现，上述直接碰撞的反应速度很慢，它只能除去由三体碰撞而产生的臭氧量的五分之一，即每年约一百亿吨。另外的五分之四则主要是由一些所谓的催化循环反应除去的。这种催化循环反应间接地完成了臭氧向氧气的转化，其结果与直接碰撞一样。经过这一循环，催化剂本身并没有任何改变，它只促使臭氧分子与氧原子结合生成氧分子。完成这种催化循环反应的主要催化剂是氯原子、氧化氮和氢氧自由基等。

由于平流层中的大气呈稳定的准水平状流动(这也是“平流层”这一学名的由来)，所以进入这

一层中的物质就会滞留很长的时间。例如一个氯原子一旦进入平流层，平均会滞留两年左右再回到低层大气或地面。在这期间，通过催化循环过程，它就能减少几万个臭氧分子。由此可见，平流层中的催化物质的多少对臭氧含量有着重要的作用。如果平流层中催化剂不断增加，则催化循环引起的臭氧消失速度也会增加，从而会破坏原来的产生和消失之间的动态平衡，使臭氧含量减少以达到新的动态平衡。

由于催化剂的增多而会导致臭氧含量的减少，这一问题在近十几年来引起了世界上不少大气科学家和环境科学家们的极大关注。这是因为现代科学技术使得人类活动扩展到平流层中，使得这种催化剂增多。例如：每天就有成百架高空飞行的飞机直接地向平流层内注入含有氧化氮的排泄物，尤其是超音速的喷气式飞机，其喷射物的主要成份是氧化氮。还有化肥的使用和核爆炸等也可能导致平流层氧化氮的增加。用于人造冷冻剂和喷雾器推进剂含氯氟烃，进入大气后会引起平流层氯原子的增加。1979年有人估算，仅仅向大气中不断排放含氯氟烃物，就会使臭氧的含量减少16%。

由于臭氧的减少，而导致到达地面的太阳有害紫外线的增加，这会给人类带来直接的危害。中紫外线的增加会直接损伤人们的皮肤、眼睛和免疫系统。

近年来，随着人们对这一问题的重视和研究，发现还有其他一些过程也起着重要的作用。例如大气中的沼气含量也在逐年增加，它能吸收氯原子从而减少大气中的某些催化剂；又如大气中二氧化碳含量的增加，可能导致低层大气温度升高，但同时又会使平流层降温，从而使化学反应速度变慢，其效果反而使臭氧含量会由此而略有增加。

最近有些计算，例如含氯氟烃物的不断排放，只能使臭氧减少3%左右，而假如大气中二氧化碳含量增加一倍，则反而会使臭氧增加4%左右，等等。都表明综合各种过程，目前还不能推断出大气臭氧含量会有减少的趋势。由于各种过程的相互作用，使得问题非常复杂，科学家们还需要更多的研究，才能对这一问题作出完整、精确的解答，才能真正发现平流层大气中臭氧的奥秘。

平流层的臭氧问题也是一个生态平衡问题，一方面它的明显变化往往要通过很长的时间(几十年、几百年或更长)才能体现出来，另一方面人类活动对平流层这一环境也有着不可忽视的影响。因此，我们在利用和改造大自然的同时，也要注意到保护大自然。