

科学评估小组报告摘要—— 关于臭氧层的20个问题和答案：2006年更新

内容：

+ 大气里的臭氧

- 问题1：臭氧是什么？在大气层的什么位置？
- 问题2：臭氧在大气中是怎样形成的？
- 问题3：为什么我们关注大气中的臭氧？
- 问题4：地球表面的臭氧是均衡的吗？
- 问题5：臭氧在大气中是怎样测量的？

+ 臭氧层消耗过程

- 问题6：人类活动消耗平流层臭氧的主要步骤是什么？
- 问题7：人类活动的什么样的排放会消耗臭氧？
- 问题8：破坏平流层臭氧的活性卤化气体是什么？
- 问题9：破坏平流层臭氧的氯、溴反应包括什么？
- 问题10：为什么当臭氧层消耗物质在平流层中遍布时南极洲上方出现了“臭氧空洞”？

+ 平流层臭氧消耗

- 问题11：南极上方臭氧层破坏有多严重？
- 问题12：北极上方臭氧层破坏了吗？
- 问题13：全球臭氧层破坏程度是多少？
- 问题14：太阳的变化和火山爆发对臭氧层有影响吗？

+ 控制消耗臭氧层的气体

- 问题15：存在控制消耗臭氧层物质生产的法律法规吗？
- 问题16：蒙特利尔议定书在减少消耗臭氧层气体方面成功了吗？

+ 臭氧层破坏的影响

- 问题17：臭氧层破坏会导致地面紫外线增加吗？
- 问题18：臭氧层的破坏是气候变化的主要因素吗？

+ 平流层臭氧的未来

- 问题19：如何鉴别臭氧层的恢复？
- 问题20：臭氧层预计什么时候能恢复？

大气里的臭氧

✦ 臭氧是什么？在大气层的什么位置？

臭氧是一种在大气中自然存在的气体。每个臭氧分子由三个氧原子组成，其化学分子式是O₃。臭氧主要集中在大气的两个地方：大气中10%的臭氧存在于对流层，即大气中最靠近地面的一层（从地面到10-16千米或6-10英里的高空）。其余90%的臭氧存在于平流层中，即从对流层顶部到50千米（31英里）高空的气层。平流层中大量的臭氧通常被称为“臭氧层”。

✦ 臭氧在大气中是怎样形成的？

臭氧的形成是一个在大气中需要阳光的多步骤的化学过程。在平流层中，这一过程首先是氧气分子（O₂）被太阳中的紫外线分解成氧原子。在对流层中，臭氧的形成是一组不同的化学反应步骤，其中需要碳氢化合物和含氮气体的参与。

✦ 为什么我们关注大气中的臭氧？

平流层中的臭氧能吸收大气紫外线中对生物有害的部分。因为这个功能，平流层臭氧被认为是“好的”臭氧。相反的，地球表面过多的由于污染产生的臭氧被认为是“坏的”臭氧，因为它对人体及动植物有害。自然存在于地球表面和较低气层中的臭氧由于能清除大气中的污染物，所以也是有益的。

✦ 地球表面的臭氧是均衡的吗？

不是。地球表面的全部臭氧，根据地点的不同，随着时间变化而变化（每天、季节性、或更长时间段变化）。这种变化主要是由平流层气流以及化学品的产生和对臭氧层的破坏造成的。由于平流层气流季节性变化方式，臭氧通常在赤道附近最为稀薄，而在两极最为浓厚。

✦ 臭氧在大气中是怎样测量的？

臭氧量是由在地表和空中（由气球、飞机和卫星装载）的仪器测量的。有些测量需要将空气注入一种含有臭氧发现系统的仪器中，其它测量的原理则主要基于臭氧能吸收空气中光线的独特性质。在后一种情况下，通过了含臭氧空气的阳光或者激光将被仔细地测量。

臭氧层消耗过程

✦ 人类活动消耗平流层臭氧的主要步骤是什么？

人类活动消耗平流层臭氧的第一步是在地球表面排放含有氯或溴的消耗臭氧层气体。大部分这种气体由于其不具有活性以及不溶于水或雪而聚集在大气层底层。最终，这些气体都被转移到平流层，并在平流层变成活性较高的含氯或溴的气体。这些活性较高的气体接着参与了破坏臭氧的反应。最终，当气流回到大气层底层时，这些活性较高的含氯或溴的气体被雨或雪从大气中清除。

✦ 人类什么样活动的排放会消耗臭氧？

某些工业过程以及消费产品会导致“卤素气体”排放到大气中。这些气体将破坏臭氧的氯和溴带到平流层。例如，曾经几乎在所有制冷和空调系统中使用的

氯氟化碳（CFCs）进入平流层后，会进行分解，释放能破坏臭氧的氯原子。另外一个人造消耗臭氧层物质的例子是哈龙，哈龙用于灭火器，并包含能破坏臭氧的溴原子。人类生产和消费的所有主要的卤素气体都是蒙特利尔议定书受控物质。

✦ 破坏平流层臭氧的活性卤素气体是什么？

破坏平流层臭氧的活性卤素气体是指人类活动和自然过程产生的，含有大量氯和溴并最终进入平流层的排放气体。当被太阳紫外线照射时，这些卤素气体转变成活性更高的含有氯和溴的气体。几个重要的活性高的消耗臭氧的卤素气体的例子包括含氯氧游离基（ClO）和溴氧游离基（BrO）的气体。这些气体参与一种能高效破坏臭氧的催化反应。火山能排放一些含氯的气体，但是这些气体能在雨水和冰中溶解，并会在其到达平流层前从大气中清除。

✦ 破坏平流层臭氧的氯、溴反应包括什么？

含氯、溴的活性气体通过一种由2个或以上单独反应组成的催化循环破坏平流层臭氧。其结果是一个氯原子或溴原子在与其它气体发生反应并结束循环之前可以破坏上百个臭氧分子。如此，只需少量的含氯、溴的活性气体就会对臭氧层产生很大影响。由于含氯氧游离基的活性气体在深冬初春时在两极地区含量很高，所以这种破坏臭氧的反应在两极地区最有效。

✦ 为什么臭氧层消耗物质在平流层中遍布，但在南极上方出现了“臭氧空洞”？

由于气流运动，消耗臭氧层物质被长距离转移，因而遍布臭氧层中。在南极上方出现的严重臭氧破坏现象（或“臭氧空洞”）的发生是由于南极特殊的气候因素造成。由于南极上方平流层温度很低，产生了冰云，也称极地平流层云（PSCs）。在冰云中发生的特殊化学反应和极地平流层气流的相对独立性使得氯和溴的反应能在春季在南极上方产生臭氧空洞。

平流层臭氧消耗

✦ 南极上方臭氧层破坏有多严重？

南极上方严重的臭氧层破坏最早在上世纪80年代为人们发现。南极臭氧破坏是季节性的，主要发生在深冬和早春（8至11月）。破坏最严重的时候是10月上旬，在某些海拔高度，臭氧被完全破坏，致使南极上空某些地区的总臭氧量减少了三分之二。由于这种严重的破坏，从太空看南极上空臭氧总量图片时，出现了“臭氧空洞”。在大多数的年份里，“臭氧空洞”最大面积比南极洲面积更大。

✦ 北极上方臭氧层破坏了吗？

是的。在某些年份的深冬和初春季节（1至4月），北极上方的臭氧层也已经发生了严重的破坏。但是，北极上方臭氧破坏没有南极严重，每年的破坏也不同。出现在南极上方的“臭氧空洞”并未在北极发生过。

✦ 全球臭氧层破坏程度是多少？

从1980年开始，臭氧层正在逐渐被破坏减少。目前，从全球范围看，臭氧量平均已经减少了4%。这一平均消耗率已经超过了臭氧层的自然变化率。在赤道附近臭氧消耗率较低，随着纬度增高，臭氧消耗率也增高。极地严重的臭氧消耗主要是由于每年深冬/初春时臭氧的破坏造成的。

✦ 太阳的变化和火山爆发对臭氧层有影响吗？

有。一些因素例如太阳辐射的变化和火山爆发后平流层颗粒物的形成都会对臭氧层有影响。但是这些原因都不能解释过去20年来全球臭氧总量的减少。如果今后有大规模的火山爆发，在爆发后的几年臭氧消耗都会加剧。

控制消耗臭氧层的气体

✦ 存在控制消耗臭氧层气体生产的规章吗？

有。1987年关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书及其相关修正案控制了消耗臭氧层物质的生产。议定书目前已得到190个国家的批准，对控制这些国家消耗臭氧层物质的生产和消费具有法律效力。发达和发展中国家所有主要卤化气体的生产和消费将于21世纪中叶前得到极大淘汰。

✦ 蒙特利尔议定书在减少消耗臭氧层气体方面取得了成功吗？

是的。由于蒙特利尔议定书的实施，消耗臭氧层物质在大气中的含量在近年来已经开始下降。如果世界各国继续遵循蒙特利尔议定书规定，这种下降趋势将在整个21世纪得以持续。某些个别的气体，例如哈龙和含氢氯氟烃（HCFCs），目前在大气中仍在增加，但如果蒙特利尔议定书履约活动继续，它们将在今后几十年开始减少。到本世纪中叶，有效消耗臭氧层物质的含量应减少到二十世纪八十年代南极臭氧空洞形成之前的水平。

臭氧层破坏的影响

✦ 臭氧层破坏会导致地面紫外线增加吗？

会。由于臭氧能吸收来自太阳的紫外线，地球表面的紫外线将随着上方臭氧减少而增加。地表测量仪器测量结果和从卫星数据预计均证实了上方臭氧破坏的地区紫外线强度增加。

✦ 臭氧层的破坏是气候变化的主要因素吗？

不是。臭氧层破坏本身不是气候变化的主要因素。但是，由于臭氧吸收太阳辐射并本身是一种温室气体，臭氧的变化和气候变化密切相关。近几十年来平流层臭氧的破坏和对流层臭氧的增加都对气候变化产生了影响。这些影响很大，但与其它温室气体带来的影响相比并不是很严重。由于消耗臭氧层物质和替代物都对气候变化产生影响，所以臭氧和气候变化有联系。

平流层臭氧的未来

+ 如何鉴别臭氧层的恢复?

科学家希望能够通过精密的臭氧测量仪器和臭氧量全球模型来鉴定臭氧层的恢复。全球臭氧量的增加和南极臭氧空洞面积和严重程度的降低是检验臭氧层恢复的重要尺度。臭氧量的自然变化会对臭氧层恢复鉴定带来难度。

+ 臭氧层预计什么时候能恢复?

如果全球能很好地履行蒙特利尔议定书，预计臭氧层将于21世纪中叶得到实质性恢复。由于议定书的控制，含氯和含溴的消耗臭氧层物质减少，臭氧层能够得以恢复。但是，气候以及其它大气参数的变化可能会加速或者减缓臭氧层恢复，此外，今后几十年如有火山爆发也将在一段时间（几年）内减少臭氧量。