

北极的臭氧层空洞是如何修复的？

是完全自然修复的嘛？还是有人工力量参与？ 显示全部

[关注问题](#)[写回答](#)[邀请回答](#)[好问题 1](#)[添加评论](#)[分享](#)

1 个回答

默认排序



Slein

你说的对

[+ 关注](#)

11 人赞同了该回答

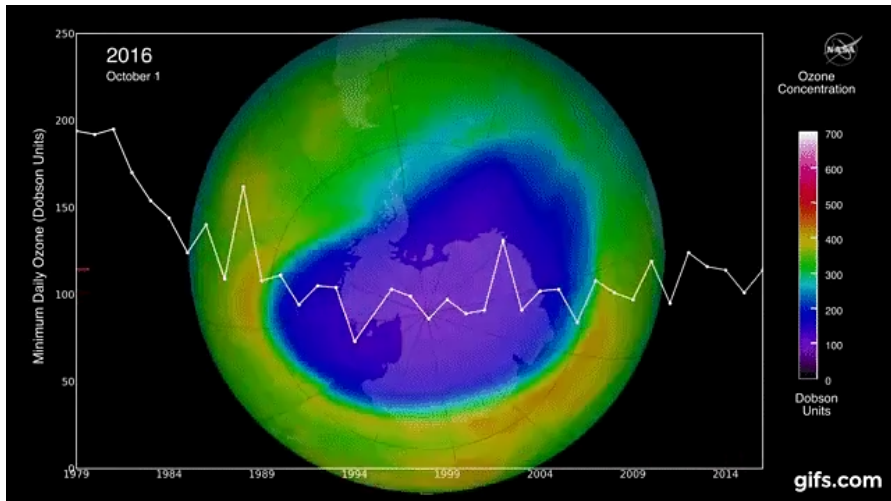
北极的臭氧层空洞^Q是在人类与自然的双重作用下逐渐修复的。但是目前还没实现 100 % 修复。

人类的贡献在于氟利昂^Q等第一代制冷剂的淘汰以及无臭氧耗减能力的新制冷剂的逐渐应用。

自然的贡献在于，北极的气象条件使得臭氧层空洞没有南极严重。

以上为太长不看版。如果想要具体的了解臭氧层空洞产生的原因，以及北极臭氧层空洞为何要比南极易于修复，请看下文详细版！

解答这个问题之前，我们需要先了解为什么臭氧空洞容易在两极区域产生。由于南极的臭氧空洞更加典型，这里的具体臭氧空洞生成过程都以“南极臭氧空洞”为例。



南极臭氧空洞面积历年变化（来源：NASA）

1 南极气旋

南极因其神秘，极低的气温而闻名。实际上，南极不仅仅是地球上最冷的大陆，而且还是降雨量最小，风力最大的大陆。

理想气体状态方程^Q是描述理想气体，压强、体积、物质的量^Q、温度间关系的方程。

其中的两个关键变量： 为压强， 为温度。

由方程可知，压强与温度成正比。由于南极大陆^Q气温极低，南极大陆上空的气压会明显低于周围区域（南极的冬季更为明显）。压力差再加上地球自转的影响，使得南极大陆被强大的气旋所笼罩。



下载知乎客户端

与世界分享知识、经验和见解



相关问题

北极的臭氧破洞是怎样形成的？ 0 个回答

北极臭氧层遭破坏，背后有哪些推手？ 0 个回答

北极臭氧空洞闭合对全球有什么影响？ 0 个回答

南极的上空存在臭氧层空洞的原因是什么？ 0 个回答

为什么南极的上空存在臭氧层空洞？ 0 个回答



罩。该气旋会随着南极进入夏季而逐渐减弱。通常情况下，南极气旋会持续到十月。

南极气旋^Q直接导致了两个结果：

1. 超过 300 千米每小时的狂风。
2. 气旋内外之间气体交换被限制。

南极冬季强大的气旋产生只是臭氧层空洞的序章。气旋之后才是臭氧层空洞产生的正篇。

2 极地平流层云的产生

极低平流层云^Q并不是我们日常生活中常见的云。极地平流层云是极地区域冬季才会出现的自然现象，其通常发生于海拔两万米左右的平流层。极地平流层云与我们平常所见的云有很大区别。



极地平流层云（来源：Wikipedia）

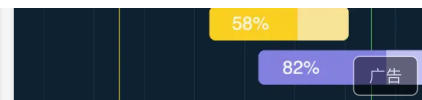
正常情况下，云的成分是水，主要出现在气象变化强烈的对流层^Q。而在 -80 °C 下形成的极地平流层云除了水，还含有硝酸、硫酸晶体^Q（由于南极气旋，这些污染物通常会聚积）。因为极地平流层云内部有包括冰晶在内的各类晶体，其反射阳光后会呈现绚丽的色彩。然而这一抹炫彩背后，却隐藏着杀机，导致大量臭氧被分解。

3 极地平流层云内氯自由基生成机理

极地平流层云内部的冰晶为各类化学反应提供了表面。平流层中的一种重要的气体——硝酸氯^Q（ClONO₂）便寻找机会参与该表面上发生的反应。



实际上，该反应是多个分反应式整合而成总反应式^Q。其示意图^Q如下：



[帮助中心](#)

[知乎隐私保护指引](#) [申请开通机构号](#) [联系我们](#)

[举报中心](#)

[涉未成年举报](#) [网络谣言举报](#) [涉企虚假举报](#) [更多](#)

[关于知乎](#)

[下载知乎](#) [知乎招聘](#) [知乎指南](#) [知乎协议](#) [更多](#)

京 ICP 证 110745 号 · 京 ICP 备 13052560 号 - 1 ·

京公网安备 11010802020088 号 · 京网文

[2022]2674-081 号 · 药品医疗器械网络信息服务备

案（京）网药械信息备字（2022）第00334号 · 广

播电视节目制作经营许可证：（京）字第06591号 ·

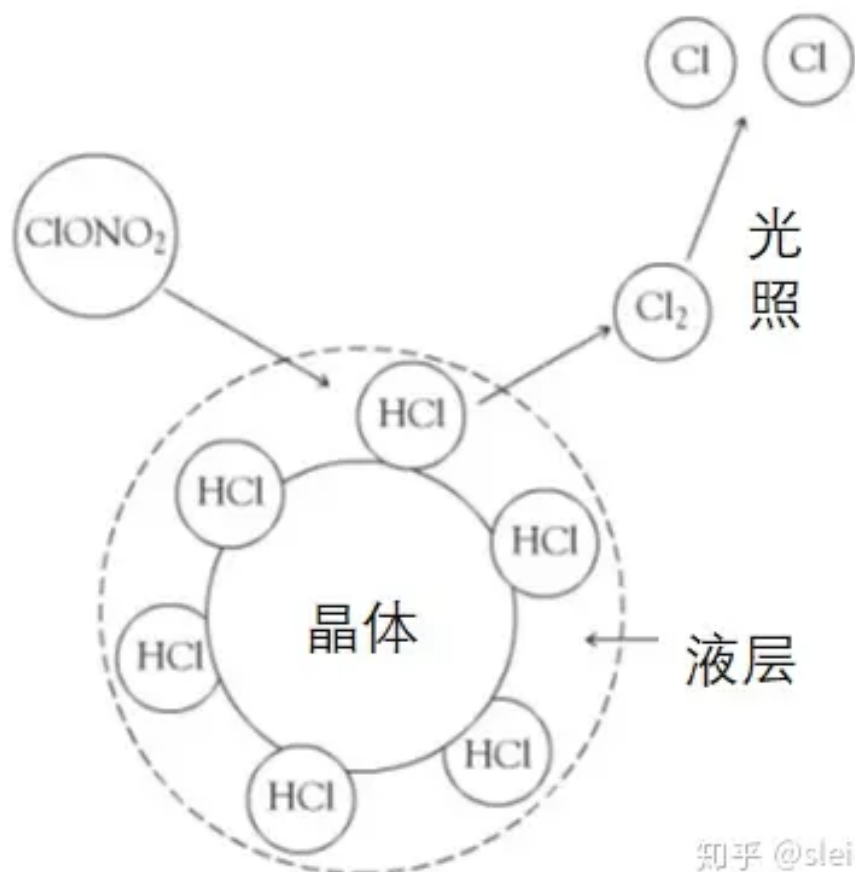
服务热线：400-919-0001 · Investor Relations · ©

2023 知乎 北京智者天下科技有限公司版权所有 · 违

法和不良信息举报：010-82716601 · 举报邮箱：

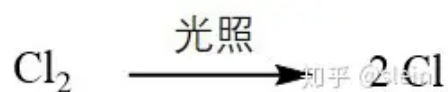
jubao@zhihu.com





(来源: Baird & Cann, Environmental Chemistry)

上述反应所产生的氯气同样因南极气旋, 无法逃逸到低纬度地区。氯气随后吸收光照的能量, 最终生成氯自由基。



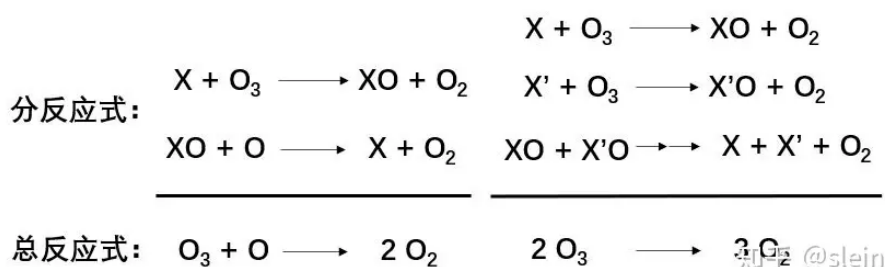
4 氯自由基^Q与臭氧催化分解

氟利昂是臭氧破坏的罪魁祸首, 本质上还是因为其在大气中可以释放氯自由基。氯自由基对于臭氧的催化分解^Q至关重要。

臭氧的催化分解主要依照以下的机理 I 与机理 II。由于机理 II 不需要氧自由基^Q参与, 因此发生更为频繁。

机理 I

机理 II



氯自由基在这里，就替代了 X 与 X' 作为催化臭氧分解的催化剂。在南极漫长而酷寒的冬季，不断将臭氧转变为氧气，从而造成了南极臭氧层空洞。

5 南极臭氧空洞的闭合

南极臭氧空洞是周期性产生的，通常在南极入夏前闭合。尽管南极的臭氧层能够在夏季闭合，其现今的平均厚度仍不及 20 世纪初。南极臭氧空洞的周期性闭合主要取决于两方面因素：

一方面，冬季结束后的温度上升导致南极气旋减弱，南极大气与低纬度地区大气气体交换增强。许多困在气旋内的，可催化臭氧分解的污染物可以散到其他区域。邻近区域的臭氧也可以随大气流动补充到南极臭氧空洞中。

另一方面，氯气等臭氧催化分解的直接参与者会被惰性化，重新生成硝酸氯（ClONO₂）。硝酸氯就作为”水库“，存储着能够催化分解臭氧的分子。等到下一年冬季，南极气旋再次增强。”水库“中的氯自由基就再次通过步骤 3 释放出来，重新造成南极臭氧层空洞。

6 为何少有北极臭氧空洞^Q？

到这里，我们大致了解了臭氧空洞形成的原因以及生成闭合的循环。接下来，我们就要对比一下**南极和北极^Q**的差异。来看看北极的气象条件是如何帮助人类来修复北极臭氧空洞的。

北极和南极都具有寒冷的气候，但是我们却很少听说北极臭氧层出现空洞。纵使二者如此相似，但**北极没有企鹅^Q**，南极没有**北极熊^Q**。二者还是存在着许多差别。

那北极有哪些因素导致臭氧催化分解不像南极那么剧烈呢？可能的影响因素有很多，这里我列出影响比较大的两个原因。

一方面，北极被亚洲、欧洲、北美洲环绕，而南极被辽阔的大洋包围。不同的地理环境使得北极大气与周围区域大气温差，远远小于南极大气。因此，最终形成的**北极气旋^Q**强度远小于**南极气旋**。最终聚积在北极大气区域内的污染物更加容易释放到周边大气中。

另一方面，**北极的气温也比南极要高**。极地平流层云一般在 -80 °C 左右才可以形成。而北极的温度一般难以达到 - 80 °C 这样的极端条件。因此极地平流层云的生成概率也要远远小于南极区域。**依托于极地平流层云中晶体的各类催化反应也就难以进行**。导致臭氧层中的臭氧无法被分解。

北极相较南极更为温和的气象条件，使得北极臭氧空洞的危害在最初就没有南极臭氧空洞大。再加上人类数十年来对制冷剂换代的重视，使得北极臭氧空洞的修复进展较为顺利。相信随着时间的推移，南极臭氧空洞终有一天也能被我们完全修复！

编辑于 2020-07-09 18:46

 [写回答](#)