

地球磁场变化与臭氧分布的对比分析

Comparative Analysing between Geomagnetic Field's Change and Ozone's Distribution

韦汉昌

Wei Hanchang

(南宁地区教育学院 南宁市北湖路 530001)

(Nanning Prefecture Education College, Beihulu, Nanning, Guangxi, 530001, China)

摘要 对比分析地球磁场和臭氧层在分布及变化上的一些观测结果,并结合臭氧层的形成机理,初步探讨地球磁场与臭氧分布的联系。结果是地球磁场的分布和变化与臭氧层的分布和变化具有明显的一致性,这种一致性是地球磁场影响的结果。

关键词 地球磁场 臭氧层 分布 影响

中图法分类号 P318.1; X511

Abstract With the forming mechanism of ozone sphere, the relationship between geomagnetic field and ozone's distribution was studied elementarily by analysing some observations on the distribution and the change of geomagnetic field with some observations on the distribution and the change of ozone sphere. The result shows that the distribution and the change of geomagnetic field are in line with the distribution and the change of ozone sphere. It is believed that this is the result of the geomagnetic field's affection on ozone sphere.

Key words geomagnetic field, ozone sphere, distribution, affection

大气中 90% 的臭氧分布在平流层中,因此平流层又称为臭氧层。在臭氧层中臭氧最大浓度出现的高度随地理位置和季节的不同而不同,一般地,赤道最大浓度出现在 25 km 左右,中纬度地区出现在 20 km 左右,极地则位于 16 km 左右。由于臭氧层能有效地吸收太阳辐射的紫外线(UV-B段),使地球上的动植物生命免遭其害,因此,臭氧层被称为地球的保护伞。

1985年英国科学家法尔曼等人在南极哈雷湾观测发现,从 1975年以来,那里每年早春臭氧总量的减少超过 30%^[1]。臭氧层的变化从此开始受到了全世界的关注。实际上,臭氧总量的减少在全球范围内发生。Hudson和他的同事根据 Nimbus 7号卫星上 Toms 臭氧传感器数据画出了 1978~ 1992年臭氧丰度的全球格局,他们发现北半球中纬度地区臭氧总量 10年内下降 2%~ 4%^[2]。

导致平流层中臭氧减少的原因十分复杂,从近年来的研究结果来看,氟氯化碳和溴代甲烷等人类活动及自然界活动所产生的能消耗臭氧的化学物质是直

接消耗臭氧的一个重要原因^[3],但并不一定是首要因素。长春科技大学杨学祥教授认为造成南极上空臭氧空洞的“罪魁祸首”是太阳风,他认为南极臭氧层出现空洞的主要原因是太阳高能粒子进入地球大气层后消耗了两极的臭氧,太阳风暴带来的高能粒子流,穿越地球磁层后,沿磁力线集中到南北两极,并与臭氧结合成水,进而破坏极地臭氧层^[4]。美国科学家的研究也证实太阳风暴造成大量带正电荷的质子冲击地球,这些质子冲击到上层大气层,就会分解氮气分子,形成氮氧化物,这些氮氧化物可以在几周甚至几个月内长期存在,并破坏高度为 15~ 50 km 的上层同温层中 9% 的臭氧;太阳质子还分解大气层中的水分子,形成氢化物,这些氢化物可以破坏高度为 50~ 90 km 的中间层中 70% 的臭氧^[5]。美国科学家的研究还证实了地球磁场的迅速减弱也是影响平流层中臭氧总量的重要因素,地球磁场变弱便很容易受到来自太阳和太空中的高能粒子的侵害^[6];计算机模型也表明,如果两个磁极的强度继续减弱,则来自太阳的质子风暴便可能使地球高纬度高达 40% 的臭氧被破坏,每次的破坏时间将长达数月甚至一年之久^[6]。

2004-02-04收稿,2004-03-19修回。

这些研究结果显示,大气中臭氧的变化与地球磁场的影响密不可分。本文对比分析地球磁场和臭氧层在分布及变化上的一些观测结果,并结合臭氧层的形成机理,初步探讨地球磁场与臭氧分布的联系。

1 地球磁场的分布和变化与臭氧层的分布和变化的比较

1.1 地球磁场强度纬向分布与臭氧总量纬向分布的比较

图 1和图 2分别为 $100^{\circ}\text{E}\sim 140^{\circ}\text{E}$ 区域的 1975 年地球磁场强度纬向平均分布图^[7]和臭氧总量的多年纬向平均分布图^[8]。

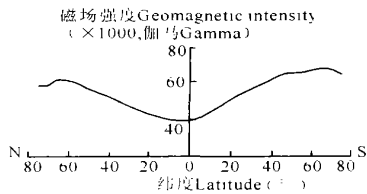


图 1 地磁场强度纬向平均分布

Fig. 1 The average distribution of geomagnetic intensity in latitude

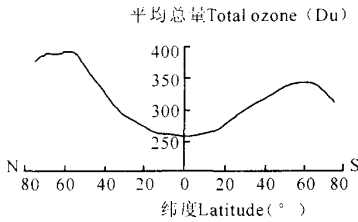


图 2 臭氧总量纬向平均分布

比较图 1和图 2可以得出,地磁场强度的纬向分布和臭氧总量的纬向分布基本一致,在地磁场强度最强的 70°N 及 60°S 附近,臭氧总量也是最大;而在地磁场强度最弱的赤道附近,臭氧总量也是最小。

1.2 地球磁场强度经向分布与臭氧经向分布的比较

图 3和图 4分别为 2000 年纬度为 60°N 的地球磁场强度经向分布^[9]和臭氧的经向分布图^[10]。

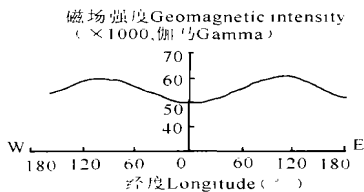


图 3 地球磁场强度经向分布

Fig. 3 The distribution of geomagnetic intensity in longitude

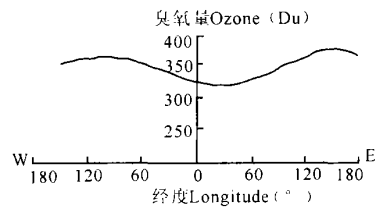


图 4 臭氧经向分布

Fig. 4 The distribution of ozone in longitude

图 3和图 4显示,地磁场强度的经向分布和臭氧的经向分布基本一致

1.3 地球磁场南北磁极的地理位置与臭氧总量最大值区域地理位置的比较

1975~ 1985 年期间,北磁极位于 $75^{\circ}\text{N}\sim 78.12^{\circ}\text{N}$ $101^{\circ}\text{E}\sim 102^{\circ}\text{E}$ 附近,南磁极位于 $65^{\circ}\text{S}\sim 66^{\circ}\text{S}$ $139^{\circ}\text{E}\sim 140^{\circ}\text{E}$ 附近^[11];在此期间,北半球臭氧总量最大值区域大致位于 $65^{\circ}\text{N}\sim 75^{\circ}\text{N}$ $100^{\circ}\text{E}\sim 150^{\circ}\text{E}$ 附近,平均约为 390Du;南半球臭氧总量最大值区域大致位于 $55^{\circ}\text{S}\sim 70^{\circ}\text{S}$ $50^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}\text{E}$ 附近,平均约为 340Du^[8],说明南、北半球臭氧总量的最大值区域分别位于地球磁场强度最强的南、北磁极的附近,两者地理位置基本相符。

1.4 地球磁场中心偶极矩和臭氧总量长期变化趋势的比较

图 5和图 6分别为地球磁场中心偶极矩的长期变化趋势图^[12]和 $60^{\circ}\text{N}\sim 60^{\circ}\text{S}$ 范围内臭氧总量的长期变化趋势图^[8, 13- 15]。

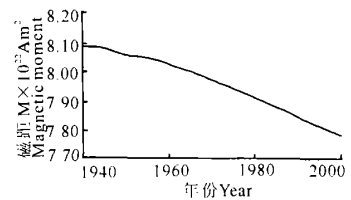


图 5 1940~ 2000 年中心偶极矩的变化

Fig. 5 Change of centric dipole moment from 1940 to 2000

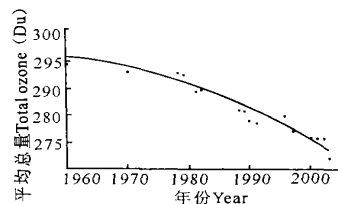


图 6 1960~ 2003 年全球臭氧总量的变化

Fig. 6 Change of global total ozone from 1960 to 2003

图 5和图 6显示,地球磁场中心偶极矩的长期变化趋势和全球臭氧总量的长期变化趋势基本一致,两者均呈随年份逐步衰减。

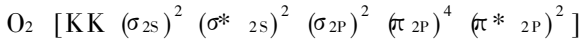
以上比较表明,臭氧总量的分布和变化与地球磁场的分布和变化具有明显的一致性。这种一致性是大气中臭氧的分布和变化受地球磁场的分布和变化影响的结果。

2 地球磁场对臭氧分布产生影响的原因分析

臭氧层的形成与分布是光化学过程。地球引力场、地球磁场、臭氧和氧气的逃逸力等多种因素共同作用的结果。地球磁场、氧气及臭氧间的存在一定的相互关系,从而导致地球磁场对臭氧分布产生影响。

2.1 地球磁场对氧气分布的影响

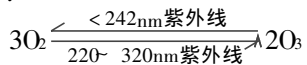
根据分子轨道理论,氧分子的分子轨道为:



其中, π_{2p}^* 轨道上有 2 个自旋方向相同的成单电子,即氧气是顺磁性物质。由于氧气是顺磁性物质,其必然受到地球磁场的吸引,地球磁场的强度越强,磁场的吸引力越大,氧气的聚集度越高,浓度越大;反之地球磁场的强度越弱,磁场的吸引力越小,氧气的聚集度越低,浓度越小。因此在地球磁场的作用下,大气中氧气的分布是不均匀的,在地球磁场强度最强的磁极地区,氧气的浓度最大,而在地球磁场最弱的赤道地区,氧气的浓度最小。

2.2 氧气分布对臭氧分布的影响

在大气中氧气与臭氧间建立有如下动态平衡关系^[16]:



根据化学平衡移动的原理,氧气的浓度增大,平衡将向右移动,臭氧的浓度相应增大;反之,氧气的浓度降低,平衡将向左移动,臭氧的浓度也相应降低。因此,在氧气总量较大的地区,臭氧的总量相应地较大,在氧气总量较小的地区,臭氧总量也相应地较小。

综合上述分析,可以认为地球磁场对臭氧分布产生影响的主要原因可归结为地球磁场的分布直接影响大气中氧气的分布,使氧气和臭氧之间所建立的化学平衡发生移动,并导致臭氧的分布发生改变。根据这一结论可以推断,在地球磁场强度最强的极地区,氧分子受磁场的作用最大,聚集度最高,总量最大,臭氧的总量也相应最大;而在地球磁场强度最弱的赤道地区,氧分子受地磁场的作用最小,聚集度最低,总量最小,臭氧的总量也相应地最小。这一推断结果与对比分析所得到的结果基本吻合,说明本原因分析是可靠的。

3 结束语

大气中臭氧的分布受地球磁场分布的影响,但臭

氧的分布和地球磁场的分布并非是完全吻合,如南磁极的磁场强度比北磁极的磁场强度大而北半球的臭氧总量却比南半球的臭氧总量高,臭氧总量的最大值区域不是均匀地分布在磁极的周围等等,这应归咎于臭氧的分布除了受地球磁场的影响外,同时还受到南北半球氧气总量的差异、大气运动、局地气象条件、太阳活动、化学物质的释放等诸多因素的影响,因此,在研究臭氧的分布规律时必须把这些影响因素综合起来进行研究,才能等到完整的结果。

参考文献

- 1 柳燕. 大气臭氧层、紫外辐射与人类健康. 地球物理学进展, 1998, 8(3): 103~ 104.
- 2 江年. 英国地球物理联合会春季年会讨论臭氧层臭氧损耗问题. 中国环境科学, 2001, 21(5): 568.
- 3 王振亚, 李海洋, 周士康. 平流层中臭氧耗减化学研究进展. 科学通报, 2001, 8, 48, 619~ 624.
- 4 周长庆, 高景泰. 臭氧空洞“元凶”是太阳风. 科学时报, 1999-06-30.
- 5 美研究表明太阳风暴破坏臭氧层. <http://www.edu.cn/20010823/200167.shtml>. 2004-01.
- 6 美科学家研究发现地球磁场正迅速减弱. <http://www.gog.com.cn/gzrb/g0306/ca525028.html>. 2003-12-16.
- 7 BM 杨诺夫斯基. 地磁学. 北京: 地质出版社, 1982. 33.
- 8 曲绍厚. 全球大气臭氧层的主要变化特征和变化趋势. 地球科学进展, 1994, 9(5): 39~ 43.
- 9 NASA. DGRF/IGRF geomagnetic field model 1945-2005 and related parameters. <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/space/model/models/igrf.html>. 2004-01.
- 10 NASA. Total ozone mapping spectrometer. <http://toms.gsfc.nasa.gov/teacher/ozoneo-verhead.html>. 2004-01.
- 11 史忠义. 地球物理学基础. 北京: 北京大学出版社, 2002. 4.
- 12 王月华. 地球磁场的全球变化特征. 地球物理学进展, 1999, 14(3): 116~ 119.
- 13 NASA. Zonal means for 1978~ 1993 OZONE. ftp://toms.gsfc.nasa.gov/pub/nimbus7/data/zonal_means/ozone/zm_month.n7t. 2004-01.
- 14 NASA. Zonal means for 1991~ 1994 OZONE. ftp://toms.gsfc.nasa.gov/pub/meteor3/data/zonal_means/ozone/zm_month.m3t. 2004-01.
- 15 NASA. Zonal means for 1996~ 2003 OZONE. ftp://toms.gsfc.nasa.gov/pub/eptoms/data/zonal_means/ozone/zm_month.ept. 2004-01.
- 16 北京师范大学, 南京师范大学, 华中师范大学. 无机化学(上册). 第3版. 北京: 高等教育出版社, 2003. 490.

(责任编辑: 邓大玉 路存涛)