

[气候变化的故事]

氮的气候变化故事

文_叶 谦

叶谦，博士，北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室教授曾任中国气象科学研究院兼职研究员、中国气象局华风影视集团高级顾问、世界气象组织北京 2008 年奥运会预报演示项目社会经济影响评价课题首席科学家。现任国际全球环境变化人文影响中国委员会（CNC-IHDP）副秘书长、国际全球环境变化人文影响计划（IHDP）主任特别顾问，IHDP 核心计划综合风险防范计划执行主任。研究领域包括：卫星气候学、气候变化的社会经济影响及全球变化等。

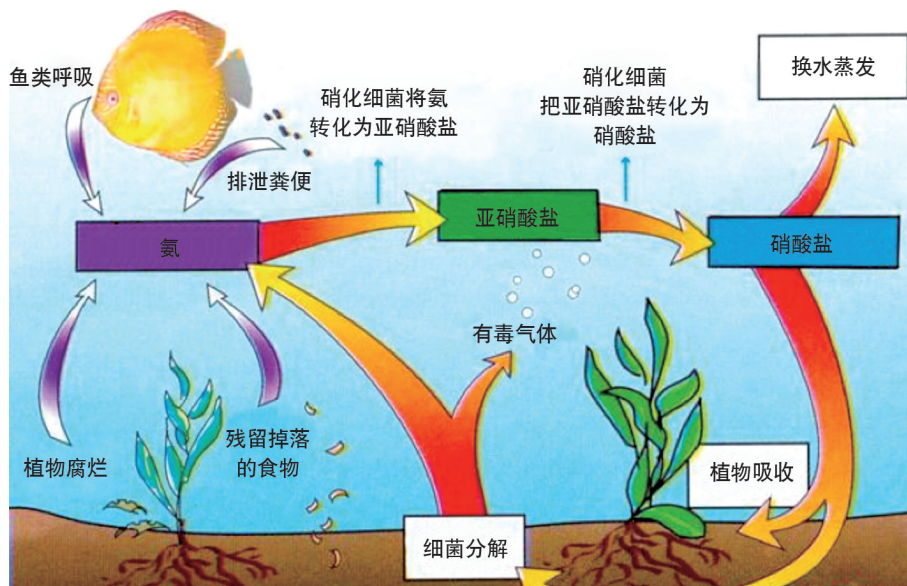
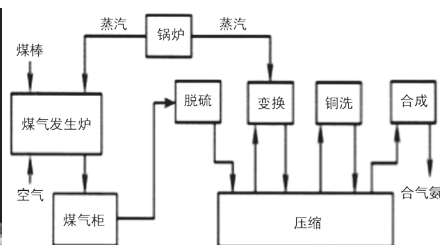


图 1 自然界中的氮循环

氮是地球大气层中最为丰富的一种化学元素。虽然氧气是人类生存所必需，但我们每吸一口空气，其中的 78% 却是氮气。在自然界中，氮以不同的化学组成在大气、植物、动物，以及生活在土壤和水中的微生物之间循环，是生物圈内基本的物质循环之一。由于大气中的氮气非常稳定（称之为“惰性”氮），因此，虽然氮存在于所有动物体内蛋白质的氨基酸中，是构成诸如 DNA 等核酸的 4 种基本元素之一，大气中的氮却不能被动物直接吸收利用，而只能通过在食物链中进



图2 德国科学家哈伯和合成氨生产流程



食植物所获得。

在自然界中，生物活动所产生的氮的化合物是非常活跃的，被称之为“活性”氮。例如，被列为与二氧化碳、甲烷有着同等重要性的温室气体氧化亚氮(N_2O)，就来源于许多自然生态过程。它由细菌分解土壤和海洋中的氮所生成，并通过被另外一些细菌吸收，以及紫外线辐射和化学反应所破坏而保持平衡。

在植物生长发育过程中，需要大量的氮来制造可进行光合作用的叶绿素分子，土壤活性氮的含量也因此成为影响农业生产能力的主要因子。缺少活性氮会导致土壤有机质耗竭、肥力下降，进而导致农作物产量下降、蛋白质含量降低。适当增强土壤中的氮肥力，不仅可以大幅增加农业产量，也是保障粮食安全和营养安全的必要手段。

1905年，德国科学家哈伯发明了将大气中的惰性氮转化为活性氮的方法——合成氨技术，又称为哈伯法，使人类从此摆脱了依靠天然氮肥的被动局面，为全球农业产量的大幅提高作出了杰出贡献，他也因此获得1918年瑞典科学院诺贝尔化学奖。但是，哈伯法所提供的人为的固氮作用，即化学氮肥的生产和应用，在帮助农产品产量提高的同时，近年来也给生态环境带来了日益显著的压力。从全球范围看，与氮循环有关的温室效应、水体污染和酸雨等生态环境问题正在快速加剧。

随着全球人口的不断增加，对食物的基本需求和奢侈需求越来越高，这促使了包括氮肥在内的各类化肥在农业的

广泛和无节制使用，再加上牛羊猪鸡等家畜家禽饲养量增加所带来的排泄物增加，以及化学产品和化肥生产中的排放、汽车尾气排放等，由人类活动所排放的氧化亚氮(N_2O)已经占全球生物圈向大气排放总量的40%之多。由于氧化亚氮在大气中的生存期长达114年，这就大大增加了大气中的氧化亚氮含量，当它进入平流层大气以后，会消耗其中的臭氧，增加到达地面的紫外线辐射量，对人体健康造成影响。同时，氧化亚氮所产生的温室效应又是相同重量的二氧化碳的300倍，因此，由人类活动所导

家发现，在地球中高纬地区，对森林增加氮肥的施用，会促进树木的生长，进而增加对大气二氧化碳的吸收，提高森林固碳能力。从几十年的时间尺度上看，这对大气有着净冷却的效果，有助于减缓目前气候变化的速度。

但是，增加土壤的氮肥供应，如农田过量施用氮肥，多余的氮元素就会通过暴雨、地下水等流入河流，增加湖泊和出海口地区氮的总量，造成局部地区水体富营养化，使蓝藻菌和其他藻类大量繁殖，导致水生生物因缺氧而大量死亡。另外，氮在土壤中的积累，所增加的养分虽然会促使生态系统快速增长，但往往更有利于非本地物种的生长增长，最终使当地生态系统的生物多样性发生改变。

总之，地球自然系统中的氮平衡对人类健康和生存环境都有着重要的潜在影响。由于人类的工农业生产和生活活动所导致氮的过量“活化”，已经使自然界原有的固氮和脱氮失去了平衡，越来越多的活性氮向大气和水体过量排



图3 富营养化水体中的藻类

致的全球氮循环改变已经引起科学家们的高度重视。

氧化亚氮作为最重要的人为温室气体之一，它不仅仅直接改变了地球对太阳辐射的吸收，还改变了全球碳循环过程，从而间接影响全球气候变化。科学

放，正在引发新的区域和全球环境问题。如何在保证全球粮食安全和营养安全的同时，减少氮对全球环境，包括全球气候变化的影响，需要科学家与政治家的共同努力，探索出满足可持续发展基本原则的解决方案！■