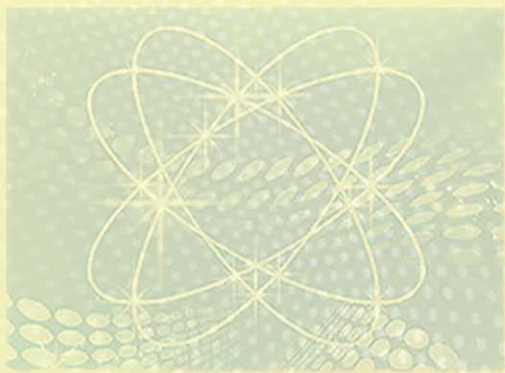


课外化学

环境化学故事



目 录

环境化学故事

一、全球变暖的化学

温室效应与温室气体·····	(3)
温室气体的浓度变化与地球的变暖趋势·····	(6)
全球变暖及其对人类的影响·····	(10)
全球气候变暖对我国的影响·····	(12)
控制全球变暖的综合对策·····	(13)

二、光化学烟雾

汽车与光化学烟雾·····	(19)
光化学烟雾的特征与危害·····	(20)
对植物的危害·····	(22)
光化学烟雾的形成机制·····	(24)
光化学烟雾的控制对策·····	(29)

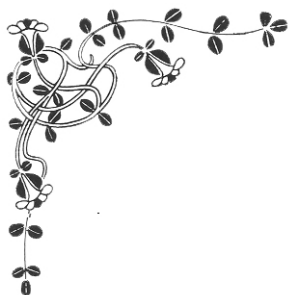
三、环境保护与可持续发展

可持续发展是人类的惟一选择·····	(33)
中国的环境保护与可持续发展战略·····	(36)

四、能源略说

最基本的常规能源——煤炭	(43)
当代工业的血液——石油和天然气	(46)
热能利用和火力发电	(48)
最干净的常规能源——水能	(50)
充满希望的新能源	(53)
世纪的主要能源——太阳能	(55)
魔鬼与天使——核能	(69)
核能与核反应堆	(72)
海底核电站	(77)
海上核电站	(79)
在太空中建立核电站	(81)
前景诱人的海洋能	(83)
海洋潮汐发电	(85)
海浪发电	(87)
海水盐差发电	(89)
海水温差能	(92)
生物能源——沼气能	(94)
新时代“古老”能源——风能	(100)
亟待开发的新能源——地热	(104)
世纪的理想能源——氢能	(110)
神奇的磁流体发电	(115)

人造能源·····	(119)
燃料电池·····	(122)
节约能源新技术·····	(126)
绿色,在烈火中永生——薪柴 ·····	(137)
能源不够了,怎么办? ·····	(140)
煤的形成与发现·····	(143)
煤对工业的贡献·····	(146)
煤气的制成和使用·····	(148)
煤焦油的利用·····	(150)



环境化学故事



一、全球变暖的化学

全球变暖会给人类带来极大的危害，因此它作为重大大气环境问题，引起世人注目。联合国环境规划署将“警惕全球变暖”定为1989年“世界环境日”的主题。（1972年6月5~16日联合国在瑞典的斯德哥尔摩召开的第一次人类环境会议中确定每年的6月5日为“世界环境日”。）

温室效应与温室气体

地球大气中 CO_2 等微量气体，可以让太阳短波辐射自由通过（吸收极少），而对地表的长波辐射有强烈吸收作用，这些气体有类似花房温室的玻璃的作用，使大气的温度升高，故称为温室效应。温室效应是地球上早已存在的一种现象，本身并不是坏事，但是它的增强带来了危害。科学家估计，如果不存在温室效应，地表温度可能是 -20°C 左右，而不是现在的实际年平均 15°C （且变化不大）。这在太阳系中是绝无仅有的，金星表面温度为 450°C ，火星表面温度可能为 $-10\sim-30^\circ\text{C}$ ，而且温度变化极大。

温室效应可以用气体分子光谱和分子结构来进行解释。

在自然界中，任何物体只要其温度高于热力学温度 0K （即 -273.15°C ），就会有热辐射而散失能量。不同温度的物体辐射的波长是不同的，温度越高，辐射波长越短。太阳和地球辐射的波谱。太阳表面温度约为 6000K ，辐射能量的 99% 左右集中在波长为 $0.15\sim4\mu\text{m}$ 之间，其中辐射最强的波段为可见光（ $0.4\sim0.75\mu\text{m}$ ）部分。地表温度为 288K （ 15°C ），地表辐射最强波段为红外部分（其波长主要集中在 $3\sim120\mu\text{m}$ 之间）。一般将前者称为太阳波辐射或短波辐射，后者称为红外辐射或长波辐射。

近地大气中能选择吸收太阳短波辐射的组分主要有水蒸气、二氧化碳、臭氧及颗粒物等。水蒸气分子在 $0.93\sim$

2. $85\mu\text{m}$ 之间, CO_2 分子在 $4.3\mu\text{m}$ 附近各有一个强吸收带, 均位于红外区, 而在此区域太阳辐射很弱, 故它们所吸收的太阳辐射能不多, 所以由于水蒸气和 CO_2 吸收太阳辐射能而引起的大气增温并不显著。 O_3 对太阳辐射也有两个主要吸收带, 一个是在 $0.2\sim0.3\mu\text{m}$, 另一个是在 $0.6\mu\text{m}$ 附近, 大气中臭氧层的 O_3 对前一波段的太阳辐射几乎可全部吸收, 对后一波段的太阳辐射吸收能力不强。但是总的来说, O_3 在大气中含量较少, 并且多集中于高空 ($15\sim35\text{km}$) 臭氧层, 因而 O_3 对近地层大气的增温贡献不大。大气中某些尘埃、水滴、雾珠等颗粒物, 虽能吸收一部分太阳辐射能, 但总量不大, 它们更主要的是起着散射和反射作用, 使太阳辐射到达地面上的能量减少。

由上述可知, 近地大气直接吸收太阳短波辐射很少。再来研究近地大气对地表长波辐射的吸收情况。大气中的水蒸气和 CO_2 能强烈地吸收长波辐射, 水蒸气对波长在 $4.5\sim80\mu\text{m}$ 范围内的辐射几乎都能吸收, 其中 $6\mu\text{m}$ 和 $25\mu\text{m}$ 附近 (但不在下述的红外大气窗范围内) 吸收能力最强。 CO_2 在 $12.5\sim17\mu\text{m}$ 间有一强吸收带, 正是在这一谱段地球发出的长波辐射受到很大削弱。而在波长为 $7.5\sim13\mu\text{m}$ 间长波辐射被削减的较少, 有 $70\%\sim90\%$ 的地球长波辐射是从这个波段散失到宇宙空间去的, 故这一谱段常称为红外“大气窗”。但在这一谱段中 CH_4 、氟利昂、 N_2O 、 O_3 等微量气体有强烈的吸收。一旦这些微量气体迅速增多, 在 $7.5\sim13\mu\text{m}$ 谱段的地球长波辐射也将被大量吸收, 即地球赖以散失辐射热量的“大气窗”被关闭, 温室效应就会加剧。

CO_2 、 CH_4 、氟利昂、 N_2O 及 O_3 等 30 余种大气中的微

量气体①，由于它们可以让太阳短波辐射自由通过，而对地表的长波辐射有强烈吸收作用，这些气体在大气中的迅速增加必将引起强烈的温室效应，故称这些气体为温室气体。一些有重要影响的温室气体的现有浓度和增长率见表 2.7。有人估计在产生温室效应的原因中， CO_2 占 56%，氯氟烃占 24%、 CH_4 占 11%、 N_2O 占 6%。

大气中温室气体的现有浓度和增长率

名称	现有浓度/ $\text{ml} \cdot \text{m}^{-3}$	估计年 增长率%	估计对温室效应 增加的贡献率 100
CO_2	350	0.4	56
平流层 O_3	0.1~10 (随高度变化)	-0.5	
对流层 O_3	0.02~0.1 (随高度变化)	0~0.7	
CH_4	1.7	1~2	11
N_2O	0.3	0.2	6
CFC-11 (CFCl_3)	2.3×10^{-4}	5.0	
CFC-12 (CF_2Cl_2)	4×10^{-4}	5.0	24

温室气体的浓度变化与地球的变暖趋势

引起气温变化的因素是多方面的，可分为自然因素和人为因素。

自然因素包括太阳活动、陆地形态变化（如火山爆发）、厄尔尼诺现象①、地表反照率变化（如冰雪层、沙漠地、植被覆盖区和水面、地表等反照率有明显差异）等；人为因素指人类社会活动对气候的影响，如城市化、森林砍伐、过度放牧、土地不合理利用，以及由于工业化与交通运输的高速发展引起的大气中 CO_2 和其他微量气体浓度的变化等。气候变化本身又可分为长期气候变化和短期气候变化等。自然因素在短期内的变化一般是不显著的，而人为因素如 CO_2 和其他微量气体浓度的持续增加，会对短期气候尤其是区域性气候变化带来显著的影响。

1) 二氧化碳。据记载，大气中 CO_2 浓度，1880 年为 248cm^3 ，1960 年为 $314\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ 1971 年为 $330\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ，1988 年为 $350\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ 。自工业革命以来上升了约 25%。估计年增长率为 0.4%。大气中 CO_2 浓度急剧增加的原因有两个：①随着工业的飞速发展和人口剧增，人类消耗的矿物燃料激增，增大了燃烧产物的排放；②大片森林的毁坏，一方面使森林吸收的 CO_2 大量减少（1 公顷森林每天能吸收 1000kgCO_2 ），另一方面烧毁森林时又释放大量的 CO_2 。

目前，全世界矿物能源消耗达 70 亿 TDE（吨石油当

量), 占全那能源消耗的 90%。19 世纪 60 年代每年排放到大气中的 CO_2 只有 0.9 亿吨左右, 而到 1985 年, 排放的 CO_2 已超过 50 亿吨。其中 70% 是燃烧矿物燃料所产生的, 其余为森林毁坏造成, 尤其是热带地区, 在过去的 30 年中热带森林已毁灭 40%。我国森林面积的减少速度也十分惊人, 如黑龙江森林覆盖率从建国初期的 52% 下降到 1986 年的 35%, 云南省则从 54% 下降到 1982 年的 21%。另外, 排放到大气中的 CO_2 有 45% 被生物 (主要为陆地植物、海洋浮游生物等) 吸收和溶于海水。

未来 CO_2 浓度的增长率, 取决于世界各国的能源需求变化和能源策略, 以及生物与海水对 CO_2 的吸收量与溶解量等。显然, CO_2 成为最主要的温室气体主要是其浓度较高 (表 2.7), 排放量下降难度较大。

2) 其他温室气体。从每个分子吸收红外光的能力看, 一个氟利昂分子的温室效应是一个 CO_2 分子的几千万倍, 一个 CH_4 分子的温室效应是一个 CO_2 分子的 25 倍。因此氟利昂、 CH_4 浓度的持续增长也是不容忽视的。根据南极冰芯成分的分析, 工业化以前大气中甲烷浓度仅为 $0.7\text{cm}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ 左右, 目前则为 $1.65\text{cm}_3 \cdot \text{m}^{-3}$, 近一百年来增长了 1 倍多, 而且正以每年 1.1% 的速率增加。估计甲烷年总量的一半与人为影响有关, 其中以生物发生源 (主要是牛体内的肠发酵和稻田耕作) 为主。这些来源正在因世界粮食与能源生产的扩大而增加。

氟利昂中起温室作用的主要是生产量较大的 CFC-11 和 CFC-12, 其半衰期可达 70~80 年。近几十年来, 由于人为的因素, 向大气排放的氟利昂大增 (见表 2.7)。1980

年初，对流层下沿 CFC-11 的平均浓度约为 $0.168\mu\text{l} \cdot \text{m}^{-3}$ ，每年递增 5.7%，CFC2-12 的浓度估计为 $0.285\mu\text{l} \cdot \text{m}^{-3}$ ，每年递增 6%。有人认为，氟利昂已成为温室效应的第二大促成因素，仅次于 CO_2O 。

N_2O 的人为源主要来自硝酸盐和氮肥通过微生物脱氮作用和 NH_4NO_3 直接分解。（ N_2O 主要来自天然源，是土壤中细菌固氮作用的副产物。）由于化肥用量的增加，树木与农作物的焚烧， N_2O 在大气中的浓度也在缓慢增长，年增长率约为 0.2%。

臭氧是大气中浓度较大的温室气体。在近几十年里，平流层的 O_3 在减少，对流层的 O_3 却有所增加，尤其是中高纬度地区 O_3 浓度年上升率为 1%~2%。据统计，约有 75%~95% 的地表辐射被大气吸收，而且这些辐射差不多在贴近地面 40~50m 的大气层中就全部吸收了。所以，尽管大气中 O_3 总量在减少（因 O_3 集中的高空臭氧层中的 O_3 在减少），但由于近地大气层中 O_3 浓度的增加，故 O_3 仍对大气增温起着作用。

总之，温室气体的浓度在迅速增加，与此同时全球气候逐渐变暖，但两者是否存在因果关系呢？科学界尚未观点一致，不过大多数学者认为温室气体的增多是百年来全球变暖的主要原因。预计在未来的 50 年里大气中 CO_2 再升高 30%，将使中纬度地面平均温度升高 2~3℃，极地升高 6~10℃，出现全球性的气候变暖。但是，历史和预测表明，由于影响气候因素的复杂性、多重性，温室气体浓度的增加与气候变暖并非一定同步，由于海洋热容量大等原因对气候的调节作用，可能会延缓气候变暖。同时大气颗粒物和云层的

增多等，对大气气候有“冷却效应”。因此，有些学者对未来气候变暖的观点仍存异议。也有的学者认为世界气候将变冷，如美国学者 R. A. Btysom 认为，地球自前正在非常缓慢地进入另一个大冰河期。

全球变暖及其对人类的影响

尽管当前对全球变暖问题尚未有一致的看法，但有关这方面的国际活动相当活跃，对全球气候变化的机制和变暖对人类的影响正在广泛研究之中，这些初步的研究和预测是很有价值的。

海水平面的变化

据估计若全球增温 $1.5 \sim 4.5^{\circ}\text{C}$ 时，由于两极冰的融化、海水因温升而膨胀等，海平面将上升 $20 \sim 165\text{cm}$ ，从而使沿海城市和海岛大片淹没，会影响全球 $1/3$ 人口的生活。据统计，近百年来随着地球气候增暖 0.6°C ，全球海平面大约上升了 $10 \sim 15\text{cm}$ 。印度洋上的岛国马尔代夫共和国是温室效应的最早受害者，地球上最暖的年份 1987 年，大海吞噬国土， 300km^2 的岛国有 $1/3$ 面积被海水覆盖。

温度带和降水带的移动

全球变暖会引起北半球温度带的北移。一般说来，在北纬 $20 \sim 80$ 度之间，每隔 10 个纬度温度相差 7°C ，因此，按照全球平均增暖 3.5°C 计算，温度带平均北移 5 个纬度。但不同纬度地区增暖幅度是不一样的，低纬地区增暖幅度小，温度带移动也小；中纬度地区增暖幅度大，温度带北移也较大。我国把冬季 1 月 0°C 等温线作为副热带北界，目前约处于秦岭、淮河一带。研究表明，如果气候增暖，副热带北界将推移到黄河以北，在冬季，徐州、郑州一带气温将与现在

的杭州、武汉相似。高纬度地区增暖幅度较大，温度带北移可超过 10 个纬度。据估计，接近北极圈的冰岛气候可能会类似于现在的苏格兰北部。

温度带移动会使大气气流运动发生相应的变化，全球降水也将改变。一般说来，低纬度地区降水量会增加，高纬度地区降雪量也会增多，而中纬度地区夏季降水量将减少。

温度带的北移和降水带的改变会引起一系列的环境变化。对于大多数干旱、半干旱地区，降水的增多可以获得更多的水资源，这是十分有益的。但是，对于低纬度热带多雨地区，则面临着洪涝威胁。而对于降水减少的亚热带地区，如北美州中部、中国西北内陆地区等，则会因为夏季雨量的减少，变得更加干旱，造成供水紧张，严重威胁这些地区的工农业生产和人们的日常生活。同时，由于气候增暖，海洋产生更多的热量和蒸发更多的水分，气流速度加快，热带风暴的能量比现在的要大 50%，时速超过 350km 的飓风和台风将频繁发生。另外，它对生态系统的影响也是不容忽视的：据估算，将使森林面积从现在的 58% 减到 47%，荒漠将从 21% 扩展到 24%；另一方面；草原将从 18% 增加到 29%，苔原将从 3% 减到零，又使人类增加了可利用的土地。

气候变暖对农业的影响也是有利有弊。虽然变暖会使高纬度地区作物生长季节延长，有些干旱、半干旱地区降雨可能增多，有利于作物生长。但是，作物分布区向高纬度移动，有时可能移到现在土壤贫脊的地区，又对作物生长不利。对于生产力水平较低的国家，农业生产对气候变化的敏感性大，容易造成农作物减产。

全球气候变暖对我国的影响

我国有关部门及科学界对此做了多方面的论证和评估。

1) 气候变暖使我国农业生产的不稳定性增大。一方面升温可延长作物的有效生长期,提高作物光合作用,使农业增产。另一方面,由于地表水蒸发量增大,会加重我国华北和西北的干旱、砂化、碱化及草原退化等危害;东南沿海地区的台风频率和强度可能增加,农业病虫害增加。

2) 海平面上升使我国沿海经济发展受到威胁。我国的黄河、长江、珠江三大三角洲,以及相当广泛的平原低地,都是我国经济密集和发达地区,海平面上升将对其产生严重后果。据估计,如果海平面上升的情况发生,我国第三大城市天津市的70%人口、80%的工业产值将受到威胁,一些大化工厂、大电厂、大盐场、大油田也将受到损害。农业也会因海水入侵、土壤盐渍化加重、排水困难而受到损害。

3) 气候变暖还会对我国生物多样性产生影响。气候变暖使生物带、生物群落纬度分布发生变化,使部分动植物和高等真菌等物种处于濒临灭绝、变异的境地。

控制全球变暖的综合对策

大气中 CO_2 浓度的增减可能改变气候的设想，是 1903 年诺贝尔化学奖获得者瑞典化学家阿仑尼乌斯 1896 年提出来的。然而，这方面的研究工作则在 1985 年奥地利菲拉赫会议后的几年里才得到加强。这次会议宣称：“增加温室气体的浓度可能引起全球平均温度的上升度数会大于人类全部历史中的上升度数”。在这以后，温室气体引起气候变化已成为多次国际会议的主题，1989 年 12 月世界气象组织与联合国环境署共同建立了气候变化的政府间小组（IPCC）以估价现有科学知识、社会经济影响及各国的政策方案。1992 年 6 月联合国环境与发展大会通过了《气候变化框架公约》等法律文件。营求把保持全球气候作为人类共同遗产的一部分，通过防止气候变化、臭氧层破坏与长程空气污染来保护环境。

发达国家是温室气体的主要排放国（例如中国人口是美国的 4 倍，而 CO_2 排放量美国是中国的 8 倍），发达国家应采取有力措施限制温室气体的排放，同时减少向发展中国家转让有利环境技术的障碍。发展中国家也有责任避免重复工业化国家所走过的先污染后治理的道路，选择持续发展所需要的、与环境相协调的技术。

全球变暖问题在以下几个方面有别于其他全球环境问题：①全球变暖问题主要是由 CO_2 起的，而 CO_2 是由消费