

谁是 全球变暖 的主因

碳的自然排放源与地球化学循环及 气候变化主因研究评述*

文 / 张景廉¹ 杜乐天² 范天来³ 李相博¹

1 中国石油勘探开发研究院西北分院 兰州 730020

2 中国核工业集团公司 北京地质研究院 北京 100029

3 兰州大学资源环境学院 兰州 730000

【摘要】 通常认为,导致地球大气圈 CO_2 温室气体增加的主要原因是人类对化石燃料的燃烧。笔者研究表明,导致地球大气圈 CO_2 气体的增加还有更重要的来源,即自然因素。它们是火山气体、泥火山气体、矿床中的气体(金属矿、盐矿、煤矿、石油天然气藏等),与地震、海啸、洋中脊、洋壳蛇纹石化有关的气体,以及与森林大火有关的地球排气等等。而海洋、大气、土壤、大气的碳循环作为 CO_2 与 CH_4 的汇涉及到 CO_2 、 CH_4 的演化与循环。相比之下,人类活动在碳循环中的作用是很小的。只有全世界科学家通力合作,观测研究 CO_2 、 CH_4 气体的源与汇及其通量,进而对温室气体 CO_2 与 CH_4 做半定量、定量的评价,才能确定人类活动与地球排气对环境的影响孰主孰次。

【关键词】 二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、温室气体、自然排放、碳地球化学循环、气候变化、评估

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3045.2012.02.012



张景廉高级工程师

人们通常认为,全球气候变暖是人类自身活动造成的,如工业革命以来人类开采和燃烧煤、石油、天然气等化石燃料,人类砍伐森林、放牧草原,致使森林、草原消失,沙漠扩大,但本文指出,除人类活动以外,导致地球大气

圈 CO_2 浓度升高还有一些自然的因素,如火山、地震等。这些因素与人类活动相比孰主孰次,需要科学的评估。以下将分别讨论各种自然现象的 CO_2 排放作用,这些排气作用,由于不易被观察到,而往往被忽略。

2 地球的 CO_2 与 CH_4

2.1 火山气体

火山喷发,伴随大量熔融岩浆的喷出、溢流,释放大量的气体。一些地质学家指出,火山爆发是由地球内部气体引起的,即岩浆

* 修改稿收到日期 2011年8月2日

喷溢是由于高压气体所致。

据对前苏联库页岛、堪察加半岛、日本、新西兰、印尼、美国阿拉斯加、夏威夷、墨西哥等火山气体的取样分析表明：气体成分以 H_2O 、 CO_2 为主，还有 H_2 、 CH_4 、 CO 、 SO_2 ，有的火山气体含 HCl 。

1991年6月15日菲律宾的 Pinatubo 火山喷发，瞬间将 $2.0 \times 10^8 \text{ t}$ CO_2 喷向空中，而意大利 Etna 火山每年以宁静排气形式释放出 $2.5 \times 10^8 \text{ t}$ CO_2 。

资料表明：火山爆发排出的天然气要比目前人类开发地壳天然气（及石油）的总和可能要大2~3个数量级^[1]。

Exxon 公司的 Huffman 计算表明：在产生 $1\,000 \text{ km}^3$ 火山熔岩（相当于哥伦比亚火山岩区一次典型的火山喷发体积）的同时，释放 $1.6 \times 10^{10} \text{ t}$ CO_2 、 $3.0 \times 10^9 \text{ t}$ S、 $3.0 \times 10^7 \text{ t}$ 卤素。事实上，由地幔柱产生的这种喷发幕每年可达上千次。

据刘东生等（1990）研究，全世界火山活动每年排出的碳约 $9.0 \times 10^8 \text{ t}$ ，而1988年中国碳排放量则为 $6.2 \times 10^8 \text{ t}$ 。

2.2 泥火山

巴库附近有很多泥火山，有的高数十米，直径数公里，这些泥火山往往沿断裂带分布，泥火山喷发往往与地震同时发生，其喷发的气体大部分是 CH_4 。

据报道，1958年马卡洛夫泥火山爆发，喷出约 $3.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 气体，火焰柱直径120m，高达500m；1950年，大恰尼日答嘎泥火山喷出气体 $1.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ ；1947年，陶拉盖依泥火山喷气 $4.95 \times 10^8 \text{ m}^3$ ；1965年，奥特曼泥火山喷气 $4.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。仅这4个泥火山喷气就达 $1.35 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。

据索科洛夫（1966）研究表明，塔曼半岛卡腊别托夫卡泥火山喷发物中 CH_4 占65.6%， CO_2 占31.4%；舒戈泥火山 CH_4 为

80.2%， CO_2 为19.2%；格尼拉亚泥火山 CH_4 为98.2%；刻赤半岛塔腊罕群泥火山 CH_4 为7.5%， CO_2 为92.5%^[1]。

迄今为止，全球有800多个陆地泥火山和900多个海底泥火山，大多分布在板块构造的边缘和构造活动带，据 Etiope 等估计，每年全球泥火山释放的 CH_4 至少为 $1.0 \times 10^6 \sim 2.0 \times 10^6 \text{ t}$ 。

2004年 Etiope 等的分析表明，全球陆地、浅海泥火山排出的 CH_4 约为全球 CH_4 地质通量的1/4，为40Mt/年。东阿塞拜疆 CH_4 通量的直接测定则表明泥火山是大气圈 CH_4 重要的源。

2.3 地震与海啸

全世界每年发生数以万计的大小地震，伴随地震有大量气体释放，却不为人所知。

1960年智利大地震，沿岸450km地带的大海“沸腾”了，这很可能是地震释放的天然气在作怪，一些海啸的巨大破坏力也可这样来理解。

1970年高加索山区发生6.6级地震，气体采样发现：大气中 CH_4 、 CO_2 浓度呈1~3个数量级的增加，而 H_2 则有4个数量级的增加；1981年，格鲁吉亚4.2级地震，巴库大气中 CH_4 浓度比正常值高1倍。遗憾的是，目前尚无中国科学家在地震区进行气体采样分析的报道。

Gold 指出，大地震释放的气体，仅是地球排气的一小部分，他估计，每年因地震排放的 CH_4 约 $1.0 \times 10^{10} \sim 3.0 \times 10^{10} \text{ m}^3$ ^[2]。

2008年5月12日汶川大地震是一个十分典型的实例。笔者在2006年曾预测松潘甘孜褶皱带有丰富的油气资源^[3]。汶川地震后，笔者分析了汶川地震与中地壳低速高导层的成因关系，明确指出汶川地震与天然气爆炸有关^[4,5]。



中国科学院

2.4 洋中脊释放气体

据报道,每年从地球深处流出的 H_2 、 CH_4 分别为 $1.3 \times 10^9 \text{ m}^3$ 和 $1.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。若从寒武纪算起,则从大洋中脊流出的 CH_4 总量为 $5.7 \times 10^{15} \text{ t}$ [6]。

2.5 洋壳蛇纹岩化生成的气体

Copoxkurt 等的研究结果表明,洋壳蛇纹岩化层所生成的 CH_4 每年可达 $6.5 \times 10^6 \text{ t}$,而玄武岩每年生成的 CH_4 则为洋壳蛇纹岩化层的 $1/3 \sim 1/2$ 。因此,洋壳每年可生成 CH_4 约 $9.0 \times 10^6 \text{ t}$ 。若按现代海洋存在时间 $1.5 \times 10^8 \text{ a}$,则共生成 $1.35 \times 10^{15} \text{ t CH}_4$ 。

2.6 矿床中的气体

2.6.1 金属矿床中的气体

(1)铜镍矿。俄罗斯诺利尔斯克铜镍矿的坑道里气体有 N_2 、 CH_4 、 CO_2 、 H_2 ,其中 CH_4 可达 39%;有资料显示,从 1950—1962 年,坑道中约排出了 $1.3 \times 10^9 \text{ m}^3$ 的 CH_4 。

(2)含金黄铁矿。北高加索一含金黄铁矿的气体成分为 H_2 82%、 N_2 12.4%、 CO_2 3.95%、 CH_4 0.5%。

(3)金矿。南非含金砾岩矿山中每年排放 CH_4 $5.0 \times 10^8 \text{ m}^3$,澳大利亚卡尔古利金矿深部也含有 CH_4 与 H_2 。Fritz 等(1987)曾指出,加拿大所有热液矿床均强烈排气,主要是 CH_4 。

2.6.2 煤矿 CO_2 气体

众所周知,吉林营城煤矿、吉林和龙煤矿和甘肃窑街煤矿曾发生过 CO_2 突出事件,其中甘肃窑街煤矿曾多次发生 CO_2 突出事件。经计算,窑街地区侏罗系地层中 CO_2 气体的储量为 $1.839 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。研究表明,窑街地区 CO_2 突出为幔源所致,表明其深部有一个大的 CO_2 储气库,它不断向地壳上部的煤层、砂岩中排放并储集 CO_2 ,当达到临界点时便发生突出事件。

2.6.3 煤矿瓦斯

张虎权等(2006)对煤层气的研究表明,煤层气(煤矿瓦斯)不是煤层所固有,与地球深部排气作用有关,而煤矿瓦斯爆炸往往与地震有关。全球由于煤矿瓦斯突出与爆炸所释放的 CH_4 与

CO_2 同样不可忽视。

2.6.4 CO_2 气田(藏)

我国东部有一些 CO_2 气藏(田),它们大多发育于第三系或白垩系地层中,如松辽盆地万金塔 CO_2 气田储量 $3.0 \times 10^9 \text{ m}^3$;黄骅坳陷翟庄子 CO_2 气田储量 $1.0 \times 10^9 \text{ m}^3$;济阳坳陷 CO_2 气田(藏);苏北盆地黄桥 CO_2 气田储量 $6.0 \times 10^{10} \text{ m}^3$;三水盆地 CO_2 气田(藏)等等。

2.6.5 烃类气田

中国已发现一些大气田,如苏里格气田、普光气田、克拉 2 气田、庆深气田、威远气田等,这些气田自形成之日起便不断有天然气向上渗透。周兴熙的研究表明,克拉 2 气田北缘有一断层断穿封隔层,天然气可泄露(浅部有明显的气显示),并根据克拉 2 气田天然气聚集与散失量的动态平衡计算,发现其补给量大于散失量 [7]。

2.6.6 非洲基伍湖中的天然气

据研究,东非大裂谷带的基伍湖,湖水 400m 以下有巨量的水溶性天然气,其中 CH_4 占 22%, CO_2 占 77%,其湖水中溶解 CH_4 的总量约 $5.7 \times 10^{16} \text{ m}^3$, CO_2 的总量为 $2.0 \times 10^{17} \text{ m}^3$ 。截至 2005 年,全世界天然气剩余可采储量仅 $1.73 \times 10^{14} \text{ m}^3$,2005 年全世界年产天然气 $2.78 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。显然,这些数字与基伍湖的水溶 CH_4 相比,实在是小巫见大巫。重要的是,不少湖泊中的水溶气尚未调查清楚。

2.7 森林大火与天然气

近年来,森林大火已严重威胁到人类生命安全及环境。频繁发生的大火究竟是什么造成的?

杜乐天最早指出,1987 年的大兴安岭大火为天然气燃烧所致。张景廉(1998,1999)也认为,阿尔山森林大火、广东三水—清远一带的森林大火均与天然气燃烧有关,大火均呈线状分布,表明与深部线状断裂带有关。

郭广锰的研究表明,85% 的特大森林火灾靠近断裂带、火山分布区,特别是 1987 年的漠河大火,发生在 3 条断裂交汇处。

杜乐天等最近再次指出,区域性森林大火与

地球排气作用有关,并以阿尔山火灾的实际气体测量数据为证。

3 CO₂与CH₄的汇 演化与循环

3.1 海洋湖泊 大气圈的碳循环

利用最新的全球环流碳循环模式估算,20世纪80年代海洋每年吸收大气CO₂为 $1.5 \times 10^9 \sim 2.2 \times 10^9$ t。

另据报道,全球海洋的生物固碳能力约为40GtC/a,即每年 4.0×10^{10} t,该数字比人类活动每年排放到大气的CO₂(7GtC/a)高出5倍多。

3.2 土壤与大气之间的交换平衡

土壤圈贮存的有机碳量约是目前大气储量的2倍,陆地植物储量的3倍,土壤碳循环是陆地生态系统物质循环和能量流动的基础,也是全球碳循环的重要组成部分。每年土壤释放到大气中的CO₂是化石燃料燃烧释放的10倍之多。其中土壤碳库的任何变化对改变大气CO₂浓度和全球气候具有巨大的潜力,可视为大气CO₂重要的源和汇。

土壤是地球表层系统中最大、最活跃的碳库之一(1.55×10^{12} t),约为大气圈和生物圈碳库的2.5倍。土壤固定和收集大气CO₂的容量与潜力成为近二三十年来找到工业CO₂排放控制的替代技术前减缓大气CO₂浓度升高的关注点。

3.3 森林在碳循环中的作用

据国家林业局统计,2004年全国森林吸收的CO₂量是全国化石燃料释放CO₂总量的8%,显然这是一个不小的数字,还不包括其他植被所吸收的CO₂量。方精云等对中国陆地植被年均总碳汇的计算为0.069~0.106PgC/a(1981~2000),相当于同期中国工业CO₂排放量的14.6%~16.1%;中国土壤碳汇为0.04~0.07PgC/a。陆地生态系统的总碳汇(植被和土壤)将相当于同期中国

工业CO₂排放量的20.8%~26.8%。这是目前对土壤、植被碳汇的比较客观的估算,尽管还有很大的不确定性。

3.4 CO₂在地质史期中的演化

据2011年6月2日出版的Nature报道,635Ma前地球Marinoan雪球冰川的结束与地球CH₄的大量释放有关,实质上与地球大规模排气作用有关。

Mark Pagani等在2005年6月17日出版的Science上发表了古代二氧化碳量和温度变化一文指出,在始新世期间,大气中CO₂含量为1000~1500ppm,而到渐新世末,则减少到200~300ppm;而到近代人类社会,1880年,大气中CO₂含量为280ppm,1950年为310ppm,1989年为352ppm,1991年为383ppm。

美国夏威夷大学的海洋学家Richard Zeebe等对海洋和大气的碳循环进行了模拟。发现在PETM期间(古新世始新世最热现象)当大气CO₂增加到2000ppm时,大气温度增加了3.5℃;而海底岩心揭示,在PETM期间地球表面温度在1万年的时间里上升了9℃。因此,Zeebe认为可能有其他的温室气体,如CH₄,对PETM的变暖做出的贡献。

上述结果表明:(1)在地球历史中,不仅有白垩纪的地球变暖期,古新世始新世也有一个大的变暖期;(2)造成地球变暖的不仅有CO₂,还可能有CH₄及其他因素。因此,今天地球的变暖有可能是地球演化发展过程中的一个小插曲,而不是人类燃烧化石燃料所产生CO₂的结果!

随着人类文明的发展,大气中CO₂的含量在增加,但远未超过始新世时大气中CO₂的含量。因此断定人类活动推动了气候变化,还缺乏充分的科学依据。

4 碳的地球化学循环

根据上述讨论可以看出,导致地球大气



中国科学院

中 CO_2 增加的因素有 : (1) 地球排气作用 , 如火山喷发、地震、海啸、煤矿 CO_2 突出、 CO_2 气藏的渗漏、森林大火、 CH_4 的燃烧等等 ; (2) 人类作用 , 即化石燃料的燃烧、生物质的氧化等等。

而导致 CO_2 减少的因素有 : 海洋、土壤与大气 CO_2 的平衡、植物光合作用、岩石圈的风化作用等等 (图 1)。

地球大气中 CO_2 的增加与减少的过程中 , 何为主因 ? 特别是 CO_2 增加的因素中 , 地球排气与人类因素孰主孰次 , 是亟待解决的难题。

碳循环研究的一个首要问题是要回答碳是如何在大气圈、水圈 (主要是海洋) 和陆地生物圈分配和贮存的。

海洋碳循环是其中一部分 , 其储碳能力是大气圈的 50 多倍 , 因此不少学者一直在研究 CO_2 在海洋中的转移和归宿 , 即海洋吸收、转移大气 CO_2 的能力及 CO_2 在海洋中的循环机制 (物理、化学、生物作用过程)。2001 年 IPCC 发布了第三次评估报告 , 认为在过去的 42 万年中 , 大气中 CO_2 浓度从未超过目前大气 CO_2 的浓度 , 估计到 21 世纪中叶 , 大气中 CO_2 将比工业革命前增加 1 倍。工业革命以来 , 全球气温已增加 0.6°C , 这主要是由于大气中人为温室气体 (如 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、CFGS) 浓度增加所致 , 其中 CO_2 作用居首位。但在图 1 中 , 煤、油、天然气的燃烧对碳循环来说所起作用可能极小。

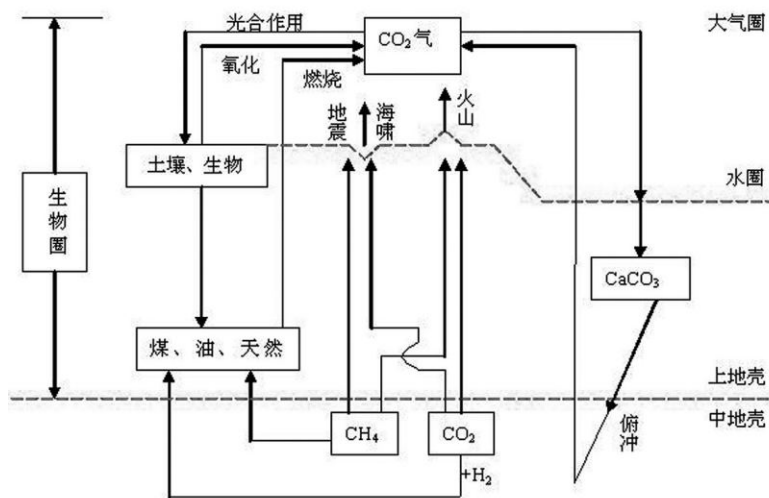


图1 地球碳的地球化学循环(据 Gold^[5]修改)

5 地质历史上的气候演化

5.1 白垩纪的热事件

到目前为止 , 在地球发展史中白垩纪被公认有一重大的热事件 , 其被国际地球科学界视为研究地球系统科学的范例 , 称之为 白垩纪世界 。白垩纪大洋红层的缺氧事件在陆相的松辽盆地也有响应 , 并因此成为中国白垩纪 松科一井 钻探的目标之一。

5.2 古新世-始新世的热事件

在古新世-始新世期间 , 若按海洋和大气的碳循环模拟 , 则大气温度增加 3.5°C ; 而海底岩芯揭示 , 地球表面温度增加了 9°C 。

5.3 3Ma 前的气候变化

据爱丁堡大学托马斯克·劳利和加拿大大学威廉·海德在 Nature 撰文 , 依据海洋化石与地球运行轨道转移的记录 , 过去 3 Ma 间 , 地球气候变化极为显著 , 出现炎热和极寒冷气候之间的变化 , 而地球运行轨道和 CO_2 含量减少是罪魁祸首。他们预测未来 1 万 ~ 10 万年间 , 将有大冰期到来 , 并将导致海平面下降 300m。

5.4 中国文明史记录的气候变化

(1) 据中科院院士、郑州大学教授霍裕平研究 , 几千年前 , 地球气候比现在还热 , 所以近年来的气候变化 , 不可断然归因于人类能源消耗。全

球变暖 恐慌是一些利益集团的炒作 , 中国政府应审慎处理能源消耗与发展的关系。

(2) 由施雅风院士主编的 中国气候与海面变化及其趋势和影响 系列之一 : 《中国历史气候变化》一书的主编张丕远引用了 McBean G A 1992 年的一段话 : 一个世纪以来 , 全球温度增加了 0.3°C ~ 0.6°C , 20 世纪 80 年代被认为是最暖的 10 年 , 这种升温是否能归诸温室气体增加 , 而不是自然的震动 ? 这是很值得怀疑的。

张丕远通过考证《大清圣祖仁皇帝实录》,证明黑龙江省1717年前后要比1671年前后温暖。而福建等地1646年以前冬季较暖,一般无雪。但到1646年以后,气候变冷,冬季经常下雪。这一结论根据长江中下游洞庭湖、鄱阳湖、太湖3大湖泊结冰资料与中国热带地区下雪、降霜所得结果是一致的。

看来,不仅白垩纪天气的变暖是由地球及其太阳系所致,在近300年的历史中,天气的变暖也应属自然变化而非人为造成。

6 地环排气 可能是全球气候变化的主要因素

前苏联科学家近30多年来一直在探索地球排气这个前瞻性课题,1975、1985、1991年分别召开了第一、二、三届全俄联盟地球排气及大地构造会议。2002年在莫斯科又专门召开了地球排气作用:地气动力学、地球流体、石油与天然气的纪念克洛泡特金的国际学术会议,300多位专家、学者向会议提交了198篇论文,可见地球排气作用已成为一个热点。

杜乐天指出,地球排气作用与地球动力学、成矿、成藏(金属、非金属矿床、油气藏)、自然灾害(地震、海啸、火山作用、大气圈温室气体、干旱、沙漠化、酷热、森林大火、煤矿瓦斯爆炸等等)均有直接关系。显然杜乐天的观点比俄罗斯学者涵盖的范围要广得多。我们应以此为契机开展这方面的深入研究。中国气象科学研究院任振球研究员也强调需用整体观来研究全球气候变暖成因,必须全方位考虑各种可能的影响因子(包括天地耦合),并注意其间的连锁关系;马宗晋院士等强调特别要考虑到地球各圈层的相互作用^[8]。

7 最新研究进展

最近,面对这一人类备受关注的主题,一些科学家获得了新进展。

7.1 科学界尚未确认人为效应与自然效应的主次因素

丁仲礼等在《中国科学》^[8]、《中国科学院院刊》^[9]撰文指出,迄今为止,科学界并不具备可靠手段,来定量区分过去一个世纪来增温的人为效应与自然效应。虽然过去30年来,人类在利用数值模式预测气候系统变化的能力方面有较大提高,但即使目前世界上最先进模式的模拟结果仍具高度的不确定性。他们还认为:一些发达国家提出征收碳关税会损害全球消费者利益,因此,征收碳关税断不可行。

7.2 自然因素可能大于人类因素

孙枢、王成善在第四届全国沉积学大会上提出深时(deep time)研究^[10],他们引用深时倡导者Soregham等的观点,即根据目前研究的结果,我们可以明显看出,自然因素作用的结果已超出了人类活动所影响的限度,这对于探讨人类活动所影响的程度以及更加准确地进行未来的气候预测无疑是有重要意义的^[10];并提出:气候变化可能是由于地球系统内部因素变化引起,也可能由外部因素导致,地球曾表现出温室状态与冰室状态交替出现的周期性,并以温室气候为主;温室气候的代表是中生代白垩纪为最典型、最极端,而古新世-始新世最热事件(PETM, Paleocene-Eocene Thermal Maximum)也是一次全球性的气候突变事件。

越来越多的证据表明:气候变化不只是大气圈独立变化的结果,而是受大气圈、岩石圈、水圈、生物圈以及天文因素等共同作用的结果。

7.3 目前的气候模型有太多的不确定性

周鑫与郭正堂对新生代气候与大气温室气体浓度的关系的分析研究表明:在第四纪气候变化的历史上,气候系统中其他一些



中国科学院

因素对温度的作用有时会显著超越CO₂的温室效应,即引起温室效应的除温室气体CO₂外,还有比大气CO₂更重要的因素。气候系统其他内部过程对温度变化起到了更重要的作用,即使在考虑温室气体时,CH₄的温室效应不应被忽视。目前的气候模型在理解气候变化和温室气体关系中仍有太多不确定性。如果考虑气候模型,除温室气体外,自然因子必须考虑进去,如太阳辐照度的变化^[11]。另外,地质过程,尤其是地球深部过程,对地球碳循环的贡献必须予以重视。

7.4 应对气候变化的行动战略

最近,陈泮勤等对气候变化的几个关键问题提出了质疑:

(1)人类活动的辐射强迫作用存在不确定性;全球增温幅度被高估了;(2)代用资料也不足以支持人类活动对全球变暖的贡献;(3)即使全球变暖,是利是弊仍不能做出结论;(4)气候预估存在不确定性。他们提出应对气候变化的行动战略是:适应为主,减缓为辅^[12]。

8 结论

(1)至少到目前为止,地球大气圈中CO₂、CH₄气体增加的主因尚不清楚,即地球排气作用与人类活动相比孰主孰次需要做定量的、科学的评估,这个过程需要全世界科学家共同合作,这是一个漫长的过程。

(2)人们可能过高地估计了人类活动对地球环境的负面影响。也许目前气候变暖恰好是地球自然演化过程中的一个小插曲而已(如白垩纪时期的全球变暖),京都议定书只不过是一些学者、政要的一种臆想而已。

(3)人类不可能拯救地球,而只能适应地球的发展、演化。当然,低碳经济、节能减排仍是

人类必须遵守的原则,其更主要针对的是人类生存环境的改善和资源利用的可持续。

主要参考文献

- 1 杜乐天.国外天然气地球科学研究成果介绍与分析.天然气地球科学,2007,18(1):1-18.
- 2 Gold T, Soter S. The deep earth gas hypothesis. Scientific American, 1980, 342:154-161.
- 3 李碧宁,焦养泉,张景廉.松潘-甘孜褶皱带的深部地壳构造特征及油气前景.新疆石油地质,2006,27(6):655-659.
- 4 张景廉,杜乐天,张虎权等.四川汶川大地震与中地壳低速、高导层的成因关系初探.西北地震学报,2005,30(4):405-412.
- 5 张景廉,杜乐天,曹正林等.再论汶川大地震与深部气体的关系.西北地震学报,2011,33(1):96-101.
- 6 杜乐天.地球排气作用的重大意义及研究进展.地质论评,2005,50(2):174-180.
- 7 方乐华,张景廉.油气是可以再生的.石油勘探与开发,2007,34(4):508-512.
- 8 丁仲礼,段晓男,葛全胜等.2050年大气CO₂浓度控制:各国排放权计算.中国科学D辑:地球科学,2009,39(8):1009-1027.
- 9 丁仲礼,傅伯杰,韩兴同等.中国科学院应对气候变化国际谈判的关键科学问题项目群简介.中国科学院院刊,2009,24(2):8-17.
- 10 孙枢,王成善.深时(deep time)研究与沉积学.沉积学报,2009,27(5):792-810.
- 11 周鑫,郭正堂.浅析新生代气候变化与大气温室气体浓度的关系.地学前缘,2009,16(5):15-28.
- 12 陈泮勤,程邦波,王芳等.全球气候变化的几个关键问题辨析.地球科学进展,2010,25(1):69-75.

The Natural Outgassing Source and Geochemical Cycle of Carbon and Their Implications for the Major Origin of Climate Change

Zhang Jinglian¹ Du Letian² Fan Tianlai³ Cao Zhenglin¹ et al.

(1 Northwest Branch, Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Petro China 730020 Lanzhou 2 Beijing Uranium Geology Research Institute 100029 Beijing 3 Resource and Environment College, Lanzhou University, 730000 Lanzhou)

Abstract It is generally believed that the increase of greenhouse gases (CO_2 , CH_4) in the atmosphere is mainly caused by the burning of fossil fuels. This paper shows that there are some other important sources of the increase of greenhouse gases (CO_2 , CH_4) by natural factors, such as volcanic gases, mud-volcanic gases, the gases from mineral deposits (metal mines, salt mines, coal mines, oil and gas reservoirs, and so on), the gases related to earthquake, tsunami, oceanic ridge, ocean - crust serpentinization, the earth outgassing related to forest fire. The ocean - atmosphere carbon cycle, soil - atmosphere carbon cycle are related to the sink, source and the evolution and cycle for CO_2 and CH_4 . The burning of fossil fuels by human is probably a minor factor for carbon geochemical cycle of the earth. The carbon budget could be calculated and the evolution and origin of greenhouse gases (CO_2 , CH_4) could be evaluated and recognized by observing and investigating the source, sink and flux of CO_2 and CH_4 . It is only through the combination and cooperation of the global scientists in the different fields that the important issue could be performed.

Keywords CO_2 , methane, greenhouse gas, natural outgassing, carbon geochemical cycle, climate change evaluation

张景廉 中国石油勘探开发研究院西北分院高级工程师。1941年出生,江苏常熟人。1964年毕业于中国科技大学地球化学系。从事地球化学研究40余年,在国内外学术期刊上发表论文140余篇,完成了专著5部。发现油气生成与中地壳的低速、高导层有关,提出原油、天然气生成的成因机理,完善了油气生成的理论模式。E-mail:timothy0090@foxmail.com



中国科学院