

# 人与自然和谐发展

## ——来自环境演化研究的启示

刘东生

(中国科学院地质与地球物理研究所)

摘要：人与自然和谐发展的概念是在党的十六届三中全会上提出的科学发展观。对于我们地球科学工作者探索一个新的研究领域来说这既是一个难得的机会也是一个严峻的挑战，我们深受鼓舞。人与自然和谐发展问题可以从环境及其未来发展等四个方面来研究：一，环境问题是全球经济和社会可持续发展的主要障碍。二，环境问题研究本身就是环境演化的研究，而环境演化在研究未来的时候，更需要认识现在和过去。三，环境问题导致人们把地球作为一个系统来研究。我们对地球系统的研究的认识比我们需要知道的要少得多。所以我们在地球科学里面把现在或者说最近这一个时代，看作是环境问题的时代；并将其作为一个单独的、有特殊含义和内容的地质时代来研究。这个新的地质时代就是“人类世”。四，“人类世”是人与自然关系研究的新视角，也是从地球环境科学和人文科学中寻求自然科学的走向和实践的新途径。

人与自然和谐发展问题可以从环境及其未来发展等四个方面来研究：一，环境问题是全球经济和社会可持续发展的主要障碍。二，环境问题研究本身就是环境演化的研究，而环境演化在研究未来的时候，更需要认识现在和过去。三，环境问题导致人们把地球作为一个系统来研究。我们对地球系统的研究的认识比我们需要知道的要少得多。所以我们在地球科学里面把现在或者说最近这一个时代，看作是环境问题的时代；并将其作为一个单独的、有特殊含义和内容的地质时代来研究。这个新的地质时代就是“人类世”。四，“人类世”是人与自然关系研究的新视角，也是从地球环境科学和人文科学中寻求自然科学的走向和实践的新途径。

### 一 环境问题是全球经济和社会可持续发展的主要障碍

近代环境问题自从Rachel Carson的《寂静的春天》这本书在60年代问世以来在世界上引发了一系列的政治、经济和社会问题的反思。人们认为这是人类对自己赖以生存的环境的一个新的觉醒的时代。虽然它是涉及人文科学的问题，但它在促进环境和人文科学发展的同时也促进了自然科学的前进。几十年来，环境科学的研究在空间范畴上，历经从治理“三废”扩大到保护区域环境，到今天的对全球变化的研究。在时间范畴上，从对环境的现代物理、化学和生物过程的分析，进而到试图对人类和这个星球的未来情景有所预见，这大大的提高了人们对

环境演化及其机制认识的要求，也就是对人作为环境演化的产物和“驱动力”的认识。

在环境中由于大量使用化石燃料等原因所引起的温室效应，导致地面温度不断上升。最近政府间气候变化研究小组三千多位科学家完成的报告预测，21世纪的温度将上升1.4—5.8摄氏度，在20世纪已经上升了0.6度。

在夏威夷观测台得到的结果表明，从1955年到2000年大气中二氧化碳含量在持续升高。大量使用化石燃料是导致这个结果的重要原因之一。现在中国的能源生产总量为16亿吨标准煤，占全球的11%，是世界第三大生产国，同时能源的消耗为16.8亿吨标准煤，为世界第二大消费国。面对这样全球性的不良环境问题不禁使人感叹，当人们沉浸于征服自然的胜利的时候，盲目改造自然的恶果会悄然袭来。从化石燃料导致的地球表面温度升高和它带来的对环境的不良影响我们就可以看出人类和自然界不和谐的后果。

水资源缺乏是一个全球性的严峻问题。我们知道生产一吨小麦要1000吨水，生产一吨玉米要1200吨水，而生产一吨稻米则要2000吨水。我国西北五省加上内蒙古是一个干旱半干旱地区，人均水的占有量仅是1781吨，和全国的平均人均占有量2200吨还差得很多，由于水资源的不足对农业生产造成的影响是很严重的，再加上因温室效应造成的温度上升和自然灾害，对人的生活和生产的影响就更厉害了。这就进一步导致了土地的不合理利用，造成荒漠化现象扩大，现在我国有267.4万平方公里已经荒漠化，占国土面积的27.9%，在西部地区所占比例还要大。对于荒漠化的治理，过去三年国家共投资了110亿元，取得了一定的效果，但问题仍然很严重。

温度的升高引起海水面上升造成的影响也将威胁着我们。据估计，如果气温上升1摄氏度，海水面要升高10厘米。现在占全球四分之三的大城市以及占40%的人口都集中在离海岸不过60公里的地区，如果海水面上升当然会对这些城市和人口有很大的影响。据说，最近有些小的岛国，如靠近澳大利亚和新西兰的图瓦卢，它的全部国土都位于海平面上仅4.5米，由于海水面上升有的地方已经被淹没，如果海水面再往上升，可能这个国家就不存在了。

至于说生态环境的破坏，一般人们认为很难计算生态失衡的经济价值的大小。印度一位学者提出，一棵50年的大树所产生的氧气、吸收的有毒气体、防

止大气污染，增加土壤肥力，涵养水源，以及为鸟类和兽类提供繁殖场所等这六项作用加起来，可以得出来它的生态效益是19.6万美元。如果属实在我国神农架保护区，50年以上的树有50万株，按这样来算，神农架这个地区就森林资源本身来说，生态效益可以大于一百亿美元，赶上2003年整个上海市的GDP总值。可是现在这个地区仍然还是比较贫困的地区，对于这样的地区，我们更应该注意加强保护，避免因经济开发而破坏森林生态环境。

如此说来所以我们需要一个新的科学的发展观来指导人类的生活。中国共产党十六次代表大会三中全会提出的“可持续发展，就是要促进人与自然的和谐，实现经济发展和人口、资源、环境相协调”，这样一个新的科学发展观，也就是人与自然和谐的发展观。

## 二 环境演化，研究未来需要认识现在和过去

无论是从哲学家的观点，认为环境是在世界中存在的意义上的环境；还是从科学，尤其是地质科学的观点，认为环境是宇宙中的行星地球上人类生活的环境，都需要认识环境问题的过去、现在和未来，所以环境问题本身的研究就是环境演化的研究。研究现在和未来的环境问题，需要从过去的历史中寻找经验，最近40年来地球科学在深海、极地和大陆等方面的研究中有三项突破，为探索这一问题提供了重要的科学依据。环境地质学是把地球的过去看作是它未来的不可分割的一部分，并以此作为指导来进行研究的。

从上个世纪60年代以来认识地球近代气候环境演化的第一项突破是深海打钻的成功，在几千米水深以下的海底取上来完整的钻孔样品，研究的结果发现这些深海沉积完整的记录了近期地球气候环境变化的历史。

中国海区，1999年第一次进行深海科学钻探是深海钻探计划（ODP）第184航次，这个项目的首席科学家上海同济大学海洋与地球科学学院的汪品先院士和美国布朗大学的Warren Prell教授。这一航次的研究取得了丰硕的成果，不仅揭示了2,000多万年以来在近中国的南方海底沉积所反映的海洋、大气、生物等环境历史及其演化规律的时间变化，而且也显示了空间上热带海洋对东亚大陆的气候的影响。

全球各大洋深海沉积的研究结果表明，250万年以来，地球经历了许多次的

冰期和间冰期气候变化的旋回，而人类的文明就是在寒冷的冰期和温暖的间冰期这一环境中所诞生的最重要的事件之一。

在气候环境研究上取得的第二重大突破，是冰层钻探取得了南北极地冰芯里面七十几万年以来大气的样本，它是研究古大气变化的直接证据。除了地球两级以外，中国科学家在被称为第三极的青藏高原的希夏邦马峰达索普冰川上海拔7000米的地方进行钻探，研究了几十万年来青藏高原环境变化的历史。

以前对南极冰芯的研究，重建了42万年以来的气候和大气成分演变的历史，并且提供了自从工业革命以来，大气里面二氧化碳（CO<sub>2</sub>）和甲烷（CH<sub>4</sub>）急剧增高的证据。空气被包含在雪里面，当雪被压实变成冰的时候，空气就被保存在冰里面形成气泡，而钻探取出来的连续的，从现在到几十万年前以前的冰芯，里面的气泡也就是几十万年以来当时大气的成分。根据从冰芯中大气成分里CO<sub>2</sub>和CH<sub>4</sub>等温室气体的含量在工业革命以后和其以前比较有急剧升高的现象。诺贝尔奖获得者Paul Crutzen和Stoermer教授提出人类从1746年开始进入一个新的地质时代，即“人类世”（Anthropocene）。南极的冰芯中所揭示的自工业革命以来，CH<sub>4</sub>和CO的急剧升高，超过了地质历史上42万年以来自然界所经历的四次冰期和间冰期的丰度，说明，42万年以来这是受到了人类活动增强，特别是工业发达的影响。正因为这一现象说明人已经成为一个不可忽视的地质营力的作用的重要意义，从1996年到2003年这8年的时间，科学家们又在南极作了很多的工作，取得了新的，年代更久的冰芯样品，并在研究上取得了新的进展。

这一结果被认为是2003年世界十大科学成就之一，从2004年发表的结果来看，南极研究的新结果从时间上把以前42万年的编年记录，向前推到了距现在74万年以前，使人们更加相信人作为一项地质营力，其影响可能有时会超过自然界本身的力量，并具有破坏性。这就是为什么要人与自然和谐发展和为什么要强调“人类世”研究的意义。

同时还进行了多项指标对比研究，包括与太阳辐射的变化、同位素氘的变化、海洋氧同位素变化、以及粉尘变化的对比。

所谓粉尘，就是黄土，在现代和古代的干旱半干旱地区，如我国的华北和西北地区，每年干旱季节经常会有沙尘暴，由高空沙尘暴所带来的粉尘，我们就叫做黄土。

地球上两个最大的粉尘传输系统，一个是从非洲撒哈拉沙漠到美洲和欧洲的传送；另一个是从中亚的戈壁沙漠到中国的西北、华北，然后到日本，再飘过太平洋到达北美，甚至向北跨过极地到欧洲，在阿尔卑斯山上还接到过从中国吹去的粉尘。黄土是由风力搬运的粉尘沉积于地表上所形成的，和大洋中的深海沉积一样，黄土堆积随时代逐步加厚和随气候环境变化，因而保存了很多环境的信息。对于这个信息库的解译是认识环境演化的第三项突破。中国黄土高原是世界上黄土分布面积最大和沉积最为连续的地区之一，其年代是由2.7百万年到现在。最近在离甘肃天水不远的秦安，郭正堂发现有距现在**2200**万年前的黄土和古土壤层。这个发现使人们看到了。在亚洲的东部，可能在很早以前就发生了干旱和湿润的交替现象。这种对自然环境变化的地质历史的研究改变了人们对今天的干旱化的认识和对沙漠化的发生和治理的理念。

根据黄土的磁化率、粒度等作为古气候代用指标的测定，可以看到其干旱和湿润的变化规律是和深海的同位素各时期，各阶段可以对比的，这反映了古气候变化的全球性。

所以，深海沉积、冰芯和黄土，虽然各具特色，但又共同具有一致性，这是地质记录所证明的。**70**多万年以来，它们的气候波动是可以对比的、是一致的。但是黄土层的另一自己的属性是它比深海沉积和极地冰芯更接近于我们人类的起源和人类的文明以及人类的生活，因为我们不可能从几千米水深下边的深海沉积中去发现人类的遗迹，也很难从极地的冰芯中获取大量人类活动的迹象，但是黄土却可以给我们提供丰富的环境演化和人类活动的信息。这是研究人与环境演化，也就是人与自然和谐发展，以及人类应如何与自然和谐发展的一个很有价值的范式，因为随着人类社会和自然界演化的不断进步，人类活动有的时候会是建设性的改进自然环境与自然和谐，也有的时候破坏人与自然之间的和谐。

这种人类应该与自然和谐发展的理念，可以从2万多年末次盛冰期以来中国北方沙漠的分布和历史来看，在东北地区，发现盛冰期的时候因气候严酷有利于的沙漠活动，所以沙漠分布较广。但到了距今**8—3**千年的时候，气候温暖湿润被称为全新世适宜期。这一时期适于土壤的形成并固定了以前冰期时期形成的沙漠，使这些沙漠成为被埋藏的沙层。但是由于人类的到来，人类活动破坏了这些土壤层，造成土壤层之下的古风成砂重新活化，又形成荒漠景观，这就是现代荒

荒漠化的历史背景和形成的过程。据此我们不仅可以了解荒漠化的地质背景，而且也是人类的活动破坏了它与自然的和谐，这为它的治理提供了科学的依据。

### 三 地球系统，我们知道的比我们需要知道的要少得多

对过去历史的研究使我们能够全方位、多角度、多元化地了解过去地球系统的演化。然而地球系统非常复杂，我们对它的认识还远远不够。当今社会广为关注的大气中CO<sub>2</sub>温室效应问题，虽然人们已经从冰芯中了解到过去70多万年来CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>等温室气体的变化规律，但是对二氧化碳和全球变暖之间的关系还不十分清楚。

在短时间尺度上，二氧化碳浓度变化和全球温度变化是一致的，一千年来在各不同地点的大气二氧化碳的浓度曲线和近一千年来在各不同的方面所获得的北半球的温度变化记录，可以比较好地进行一些比较。随着CO<sub>2</sub>浓度进一步的增加，从2000年一直到2100年，不同的模式预测的结果则差异甚大。并且我们还可以从这些研究中看到，有很多更为复杂的情况，这是人们对地球系统的知识的不完整性和难以预测性。

对过去时期的研究表明，即使在温暖时期，还可能出现气候变冷的事件，这是古气候变化中的突变性。在亚热带雷州半岛的最南边灯楼角海边的珊瑚礁剖面中发现珊瑚死亡事件。珊瑚呈柱状排列死亡后，形成一个平正的水平剥蚀面，环境好了又在此剥蚀面上有同样珊瑚继续生长，形成柱状排列遇到恶劣的环境又死亡，然后又继续生长。生长，死亡，生长，死亡，一层一层地这样叠置排列。

根据余克服的研究，这些珊瑚的死亡与冬季海水表层温度变化有关，当冬季的海水表层温度比现在低三、四度，也就是温度低到10.7度以下的时候，珊瑚就会大量的死亡。如果将这些珊瑚的年龄进行确定，我们发现，最老的是7475年，而最新的是7075年，在400年中，有九次这样的珊瑚遇到寒冷死亡的事件。这一在全新世适宜期（8,000—3,000年）温暖时期的急剧变冷事件，研究者称之为“雷州事件”。全新世是指一万年以来的地质时期，一般被公认为是一个温暖时期，但是在这样一个温暖时期，在亚热带的雷州半岛的海边上还发现了九次造成珊瑚死亡的寒冷的事件。

气候急剧变化的事件不仅发生在海边，而且也发生在内陆。新疆塔克拉玛干

沙漠东边著名的罗布泊，在1900年当斯文赫定到达那里的时候还有相当大面积的水，所以他把罗布泊叫做一个游移的湖。在1950年中国科学院的科学家们到罗布泊进行综合考察的时候，也还有水，还需要乘船进去，到1960年代，水可以说已经很少。从1961年美国卫星拍摄的图像看罗布泊的中心地区有一个耳朵状的古湖遗迹，那是湖的中心部分，当时在这个地区似乎还有一些水。从2004年的卫星照片看，大耳朵这个地区完全变成了干涸的盐壳。这个湖的干枯是发生在20世纪60年代。在2004年10月16日英国著名的《泰晤士地图集》特别宣称，已经把罗布泊从新版地图上去掉了。他们认为罗布泊已经不是一个湖，而是一个干涸的盐壳。

在斯文赫定1900年到达罗布泊的时候，还可以看到很大的鱼，但是现在已经没有了。无独有偶，在非洲第四大湖——乍得湖，从60年代到现在的40年中，湖体已经缩小了95%。过去这个湖也像罗布泊一样有很大的鱼，但是现在乍得湖只有一部分还有点水，变成一片沼泽，湖体基本上也消失了，同时它也在泰晤士地图上消失了。这是地球上著名的大湖干涸的过程。它们都是在干旱气候条件发生的事件。至于为什么干旱我们还所知甚少。

海洋和陆地环境变化的复杂性对人类的胁迫性不仅表现在海洋和陆地，而且还表现在冰盖地区。从卫星图像中的比较研究发现和1979年北极冰盖的覆盖相比，2003年冰已经消失的很多。北极的冰的消失会对人类带来很大威胁。因为北极的冰融化使大量的淡水流入到大洋，导致海水盐度的变化，致使海流变化从而导致气候的变化。这可能对大洋里面所谓“温盐效应”的传送带产生影响，导致气候突变。如电影《后天》里所出现的那种冰雪风暴气候骤变的天气。这种灾难性的气候会不会出现呢？英国一个刊物说，地球上将有一个新的冰期到来，而这个新的冰期是2004年5月28日，这一天是什么日子呢？就是《后天》这个电影的首映式。这虽然是一个幽默的说法，但无论是干旱也罢，冰的融化也罢，海面的上升也罢，对于这些突变的环境问题的忧虑，都已集中的表现在《后天》这个电影上。

过去二百多万年中实际上有很长一段时间地球是在冰期里面。现在的人类就是出现在最后的一次冰期里面，就是12万年前左右出现了现在的智人（Homo Sapiens），智人出现以后，经过了一个很广泛的，而且非常严厉的冰期，那个

时候，地球表面有30%面积为上千米厚的冰所覆盖。现在，我们是处在一个间冰期的阶段，对于人类自然环境的未来是走向一个冰期呢，还是向温暖的间冰期继续发展呢？如果由于人类活动会影响冰期和间冰期的自然规律和周期，我们现在这个已经处于间冰期的地球，很可能将继续延长进入一个所谓“超间冰期”的时代，也可能象《后天》那个电影所描述的进入冰期时代，所以也有人称，未来的地球是一个“未知的世界”。对于它的未来，作为地质营力的人类负有重大的责任。

地球环境是一个非常复杂的系统，各圈层之间的相互作用在时间和空间维度上都是无比精细的，事实告诉我们，人类活动已经成为一种重要的地质营力。这就迫使我们从一个新的视角来考察今天的属于自己的地球系统，也就是本文作者强调研究“人类世”的用意。

#### 四 人类世，人与自然关系研究的新视角

“人类世”这一个名词和概念的提出，是希望我们国家有更多的年青人能够对它进行研究，特别是从科学与人文的视角，更加深入的研究“人类世”。人类世是地质学上的名词，我们把250万年以来到10万年这段时期叫做更新世，10万年以来是更新世的晚期，到了1万年，我们叫做全新世。Paul Crutzen提出来的“人类世”，就是从一万年里边，分出来一个新的地质时期，即从1784年开始到现在和未来约1万年。我们需要研究“人类世”，是因为我们国家的土地、历史以及人民更有条件为科学的研究“人类世”做出更大的贡献，解决我们的环境问题。

20年代，俄罗斯的地球化学家V.L.Vernadsky就提出人类应单独成为一个地质时代。到了40年代，在中国工作过二十几年的法国地质古生物学家Teilhard. De Chardin，把会思考的人类的思维作为地球的一个圈层，和岩石圈、水圈、生物圈一样，这一个圈层叫做“智慧圈”，他提出来一个会思考的地球观。在2000年，因研究臭氧层而得到诺贝尔奖的Paul Crutzen提出了“人类世——“Anthropocene”。

“人类世”这个概念的提出，可能将是地质学上一次飞跃。板块构造学说的提出，是地质学的一次革命，而为解决人类环境问题所提出的“人类世”，将

可能是地质学的又一次的革命。

Paul Crutzen关于人类世的概念是，“人类世”是从18世纪晚期开始的，其特征是南极冰层捕获的大气中，CO<sub>2</sub>和CH<sub>4</sub>的急剧增高。这恰与1784年瓦特发明蒸汽机的时间相当，所以他认为人类世的开始应该是1784年。他提出现在大气中，CO<sub>2</sub>等温室气体所产生的影响和比较长远，像CH<sub>4</sub>这类气体可能要几千年才能够消耗尽，像CO<sub>2</sub>也要几百年。所以他说人类世不仅是从1784年起到现在，而且可能还要延续到今后很多年。说人类世始于1784年是因为随着蒸气机的发明带来的工业革命以来，人类活动的速度加快了，生产力的发展，经济的发展，科学技术的发展，使自然界里就产生了很多的变化。各种变化不仅规模扩大而且速度加快，其结果是一方面是发展了，同时呢，一些不容乐观的变化也在加剧侵袭着人类赖以生存的地球系统，像CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub>的增多，以及环境温度的升高、洪水、干旱、灾害、资源和生态系统的遭受破坏等等。从1784年，特别是从1900年以后，人类的活动的正面和负面效应都有很大的、飞速的发展。

现在已经有更多的科学家开始注意到“人类世”这个问题。2005年8月份在欧洲召开的一次科学论坛上，《国际地圈与生物圈计划》的首席科学家Will Steffen说到，“人类世”是一个特殊的纪元，和其他的地质时代不一样，以前其他的地质时代是慢慢变的，变的速率比较小，幅度也比较小。而现在我们应该考虑到环境正在极速地、大幅度地变化，也应该考虑到它将来的发展以及环境变化的一些不稳定性，或者说是突变性。

在讨论“人类世”是不是1784年开始这个问题的时候，有很多科学家也提出自己的看法。Williame Ruddiman教授，在2003年认为“人类世”应该开始于几千年以前，在农业出现及随之而来的农业实践中的技术革新的结果。他认为在这个时候，不仅仅是CO<sub>2</sub>的升高，CH<sub>4</sub>的升高也特别快了，这两个温室气体同时的升高，可以说是“人类世”的开始。从我们中国来看，作者认为这个时代是随着人类生产力的发展和生产力的第一次飞跃——农业革命而开始的，可能早到一万四千年左右，或者说是一万年。这样的一个时代的发生，和Ruddiman所说的大致一样。

我们可以考虑把“人类世”作为最新的地质时期，它的特点就是人与自然的相互作用的加剧，需要和谐的发展涉及到可持续发展的各个方面，如气候的变化水

资源的缺乏，荒漠的变化，海平面的变化，生态系统的变化，生物种群的变化等等。研究“人类世”不仅需要多种自然科学的交叉融合，甚至要求自然科学和社会科学的通力合作。

加强地球系统研究，实现人与自然的和谐发展，它的交汇点就是地球科学面向社会。2004年8月在意大利米兰召开了由117个会员国组成的国际地球科学联合会的地质大会。在这次大会科学家们提出了一个“行星地球计划”(planet earth)，它的主旨就是地球科学需要面向社会。现在这个计划预备在联合国的支持下把2005—2007年作为全球实行这个计划的宣传和实践时期，同时也作为国际行星地球年，也就是地球科学面向社会年。这项计划被认为是当前所有的科学计划中，最有雄心、最有远见的国际科学计划。

行星地球计划将致力于人与自然和谐发展的、可持续发展的、新的地质学，也就是“人类世”的地质学。主要致力于以下这八个方面。一，地下水的可持续利用。二，地质灾害的减灾和预报。三，地球与健康的，医学地质，建立一个更安全的环境。四，建立气候档案库，把所有气候变化记录下来。五，资源研究，加强可持续发展的可持续能力，及可持续研究的能力。六，城市的研究，深入到地下和更为安全的城市。七，地球深部的研究，包括地核、地壳部分。八，海洋的研究。我们希望前面开始时候说的那些影响发展的那些环境问题得以解决，这将是我们的中国科学家对于中国，也是对于人类做出的应有的贡献。

我们希望在我们的下一代会实现行星地球计划以及人类与自然的和谐发展。当然，我们更希望在我们这个时代能够迎来人与自然的和谐发展。谢谢大家！

## **Harmonious development between people and the nature**

**---An inspiration from the studies of the environmental evolution**

**Liu tungsheng**

(Institute of Geology and Geophysics Chinese Academy of Sciences)

**Abstract: The concept of the harmonious development has been raised according to the scientific developing points of view on the Conference of the Third Central**

Committee of the Sixteenth of The China Communist Party. We are deeply inspired, as it is both a rare opportunity and a hard challenge for our earth scientific workers to explore new research fields. The contents of discussion include:(1) The Problem of environmental deterioration, the main obstruction for the global economy and social sustainable development in the Twenty First Century.(2) Studying the past and the present is for the future.(3) The complexity of the earth systems---What we knew is much less than what we want to know. Human activity has already become a very important geological agent, which play a significant role in the context of movement of the global systems. This requires us to understand the earth from brand new points of view.(4) Anthropocene---A new viewing angle to studying the relationship between People and the Nature.