

生态赤字：未来民族生存的最大危机

——中国生态环境状况分析(1989) (续)

Pollution of Ecological Environment Is the Biggest Crisis of the Existence of the Nation Future

胡鞍钢 王 毅 牛文元

编者按 中国科学院生态环境研究中心接受国家科委的委托进行了中国生态环境预警研究。研究的目的是正确认识生态环境变化的特征，提前预警生态环境的变化趋势，全面了解和寻找人类活动与环境变化的关系和影响。课题组根据第一阶段研究成果提出了题为“生态赤字：未来民族生存的最大危机——中国生态环境状况分析(1989)”的主报告和另外十个专题报告。现征得课题组同意在本刊摘要刊登主报告中除第一部分(中国生态环境的全球背景)外的其他几部分。因篇幅较长，全文分两期刊出。本期刊出的是原文的第三部分和第五部分。参加本项研究的主要人员还有：高林、陈定茂、蒲汉昕、杨明华、吴忠勇、郭其蕴、陆中臣、朱志辉、沙万英、陈志清、王 旭、刘朝玺。

中国生态环境问题演化的原因分析

1. 中国生态环境先天脆弱易于失衡的自然地理背景

(1)中国山地面积大，地势高差显著，地形呈三大阶梯，易于形成水土流失。

中国是一个多山的国家，山地、高原和丘陵约占全国总土地面积的65%。以海拔高度计算，超过1000米的土地占国土面积的58%；超过500米的占国土面积的75%。据牛文元计算，全球陆地平均海拔高度约800米，而中国大陆的平均海拔高度约为1525米。山地面积大，成为扩展农业用地的巨大障碍。我国东部山区垦殖指数不到12%，甚至不到10%，可垦农地有限而且分布零散。

中国地势西高东低，地形复杂多样，地面高差之大为世界其他国家所罕见。自西向东，由平均海拔3000米、1000米和低于500米的三大阶梯组成，在重力梯度、水力梯度以及阻隔作用下，造成土地侵蚀。地面坡度大小是决定水土流失强度的主要因素。以黄土高原为例，在缺乏植被的情况下，地面坡度超过 $2^{\circ}\sim 3^{\circ}$ 便发生水力冲刷现象， $5^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 或 $7^{\circ}\sim 8^{\circ}$ 以上细沟侵蚀普遍出现，坡度愈大，水土流失愈强烈；在 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 的坡度就会发生非常严重的水土流失。这就是说，在无人破坏和干扰的情况下，黄土高原仍要发生大规模的自然侵蚀。据陆中臣等对黄土高原的自然侵蚀和加速侵蚀的研究表明，自然作用占总产沙量的70%左右，黄土高原的水土流失就属于以地质过程为主的侵蚀。

由此可知，人为因素和自然因素相互迭加，相互作用，形成恶性循环；人口激增，毁林毁牧，破坏植被，导致水土流失；自然侵蚀，导致生物生产量下降，生活更加贫困化；

于是，就形成了“愈穷愈垦，愈垦愈穷”的恶性循环，最终产生难以恢复的严重后果。

(2)中国夹峙于世界两大活动地带之间，新构造运动比较活跃，引起频繁的地震、山崩、泥石流等各种灾害，强烈威胁生物物种及稀有动物种群的生存。

从地质结构看，中国位于亚洲板块和印度板块碰撞带以及亚洲板块与太平洋板块俯冲带附近，致使中国大地构造的发展与板块的碰撞和俯冲关系甚为密切，造成基底不稳，地貌复杂，地势起伏，高差悬殊的地理特点。上述特点，从本质上构成了中国生态环境脆弱性的地质成因。

(3)中国属于大陆气候，季风影响十分显著，范围广阔，既带来了农业之利，又形成了农业之害，是典型的灾害之国。

我国大部分地区雨热同季，夏季南北温差较小，有利于农业生产和多种经营。但同时由于受到季风影响，我国降水分布呈现空间上的不均匀性，时间上的不平衡性和年率的不稳定性。我国降水量由东南向西北逐渐减少，南方多于北方，山地多于平地，年等雨线大致由东北走向西南，形成降水量分别为大于1600毫米，800~1600毫米，400~800毫米，以及不足400毫米的降水带，其中不足400毫米降水带约占国土面积的36.24%。此带内的平均降雨量仅为164毫米，全年降水量只为全国的9.5%。我国物产最丰富的东南部地区处于东亚季风的强烈控制下，它的进退、强度、时限，以及反常，是中国大面积干旱、洪涝的基本动因，并有

可能进一步形成灾害。

从中国干旱季节分布和频率分布看,除开新疆、青藏地区外,在中国东半部的主要农作区及经济区,干旱的影响极大,从北向南可划分为五个基本类型区:北纬 40° 以北,包括整个东北平原,主要为春夏旱,发生频率为 $15\sim 20\%$,大约每5年发生一次大旱;北纬 33° 到 40° 之间的广大地区,是我国干旱严重发生的地区,类型是春夏秋旱,以春旱为主,发生频率 $20\sim 30\%$,每 $3\sim 4$ 年发生一次大旱,并有相当数量的连续干旱发生;北纬 25° 到 33° 之间,主要在长江中下游地区,干旱类型为春秋旱,以伏秋连旱为主,频率小于 20% ,与季风的进退以及到达时间密切相关;北纬 25° 以南,干旱类型为秋冬春旱,以冬春连旱为主,发生频率小于 20% ;云南高原地区,常常发生冬春旱,以冬春连旱为主,发生频率为 $10\sim 20\%$ 。

从中国雨涝类型分布看,与中国雨量分布总趋势相一致,由于生态气候所引起的雨涝灾害,由东向西可以划分为三个主要的地带:东经 120° 到东经 110° 之间的狭长地区,集中分布着我国的多涝区和次多涝区,主要在辽河下游、滦河下游、海河下游、黄河下游、淮河下游、长江中下游、珠江下游等地区,每年均有不同程度的雨涝发生;东经 110° 到东经 100° 的狭长地区,分布着少涝区,它们对应着我国的半干旱与半湿润的交替带,主要以干旱为主,同时伴生着强烈的土地侵蚀;东经 100° 以西,约占全国总面积 $1/2$ 的空间,由于干燥程度严重,为最少涝区。

(4)我国大部分贫困地区基本处于自然生态系统脆弱的地区。

从全国人均农业总产值分布以及全国每个农业人口收入分布看,大致可以分成三类:第一类人口稠密,人均耕地不多,但自然条件优越,农业水平很高的地区。如长江三角洲、太湖平原、山东半岛北部、珠江三角洲、成都平原,1982年人均农业总产值超过500元。河北中部和南部、山东大部、江苏中部、湖北中部、江西和湖南的北部和中部,以及吉林中部和山东半岛,每人平均 $300\sim 500$ 元。第二类是自然条件差,人口较多,农业生产水平低,人均产值少于100元的贫困地区,主要集中于黄土高原、河南东部和安徽西部、秦岭、大巴山等山区。第三类是人口稀少,人均耕地或草场较多,但生产水平并不很高的地区,如黑龙江沿岸(包括三江平原)、新疆北部的部分县、市,以及内蒙古和青藏等地的牧区,人均产值达到500元左右。

总之,中国的自然地理特点就决定了中国生态环境的先天不足,只要人们采取不合理的行动,拼命向自然界索取,就会加速中国生态环境的破坏过程,从而导致恶性循环。

2. 庞大的持续增长人口对生态环境产生持久的巨大压力

中国是世界上最古老的文明国家之一,也一直是世界上人口最多的国家。从中国人口增长的历史特点看,它曾经历了三次倍增台阶,并对中国的生态环境破坏产生了决定性的影响。

(1)第一次人口倍增台阶与早期的生态环境破坏。

先秦时期,我国黄河中游气候温和,植被良好。据史念海研究,整个黄土高原的森林覆盖率超过 50% 。黄河下游地势平坦,间有丘陵,湖泊较多,气候湿润,植被良好,整个黄河决徙甚少。现在的科尔沁沙地等,当时或是草原,或是许多水草丰美的绿洲,或有众多的湖泊水源,沙漠面积远没有今日这么大。南方森林、植被很少破坏,是中国生态环境

的黄金时代。

第一次人口倍增台阶由先秦时期(包括春秋战国时代)的 $1000\sim 2000$ 万人陡升到封建社会前期时西汉平帝元始二年(公元2年)的6000万人。统治者一般都实行“奖励耕战”和“移民实边”的政策,开始大规模开垦荒地,兴修水利,农耕区向西北方面有了新的延伸,使内地广大农耕区与西域原有的种植区逐渐联系起来,扩大了农耕区与游牧区之间的过渡地带。对黄河中游的大规模开垦,破坏了森林草原等自然植被,关中地区森林大量减少,水土流失趋于严重,黄河支流变浊,干流由浑变黄,下游河床淤积抬高,成为高出地面的悬河,河水频繁泛滥。这是我国历史上环境第一次恶化时期。

东汉至隋,三百多年间,人口大为减少,生态环境相对恢复,许多耕地荒芜,黄河中游农耕区缩小,草原相应扩大,森林虽有破坏,但并不严重,水土流失不甚显著,黄河下游处于较长时间的相对安流状态。

隋唐统一时期中国人口仍在6000万左右,但农耕区又继续扩展,农业中心区已从北方转移到南方。农耕区的扩展已经受到自然条件的限制。唐至元的700多年中,总人口从未低于3000万,水土流失加重,沙漠化速度加快,湖泊缩小,黄河又泛滥频繁。这是中国生态环境第二次恶化时期。

(2)第二次人口倍增台阶与大规模的生态破坏。

第二次人口倍增台阶是封建社会晚期的明末清初,由不足1亿人,经“康乾”时期,骤增到3亿人,1840年突破4亿大关。由于人口增长,垦殖规模不断扩大,种植业的发展大大推向边疆地区。首先是向东北地区推移,其次是青藏高原的半农半牧区,再次是又农又牧的西北天山南山,并和内地农区连成一体。森林大面积破坏,黄土高原大多数山岭成了濯濯童山,水土流失日益加剧。黄河泥沙含量由明代的 60% ,增至清代的 70% ,黄河决溢频度也超过了历史上各个时期,旱涝灾害频频出现,自然生态受到前所未有的严重破坏。这一时期是中国生态环境急剧恶化时期。

到了1949年,我国生态环境质量已下降到历史上的最低点。如森林覆盖率,据估计只有 13% 左右,早已成为世界上少林的国家。黑龙江的嫩江平原,在不到100年的近代开垦中,已有 $1/2$ 产生水土流失,原有 $70\sim 80$ 厘米的黑土层已被蚀去一半以上。旧中国不仅给我们留下了一个社会经济的烂摊子,同时还留下了最恶劣的自然环境。

(3)第三次人口增长台阶与空前的生态破坏和严重的环境污染。

人口倍增的第三次台阶发生在新中国成立以后,总人口数由1949年的5.4亿增长到1989年的11亿。目前,我们正处在这一增长台阶的中点。尽管解放以后,我们在农田基建,兴修水利,改土治水,植树造林,建设草原等方面作了大量工作,但由于人口增长过快,重大决策失误等多方面原因,形成了解放后对生态环境的三次大冲击和大破坏,即大跃进、十年动乱,以及1978年以来的生态破坏和环境污染。特别是后一次,其规模空前,涉及面广泛,后果严重,恶化趋势尚未抑制。根据预测,此次人口倍增台阶的特点是,基数最大,幅度最高,增长最快。2020年中国劳动年龄人口将达到10亿,2020~2030年中国总人口将在15亿以上,2040年中国老年人口将突破三亿大关,这在中国历史上是前所未有的,在世界人口发展史上也是罕见的。

中国现代人口数量异常迅猛的增长,既成为中国现代化

进程的最大障碍,又成为中国生态环境的最大压力。迫于生存,毁林开荒,围湖造田,乱采滥挖,破坏植被,众多人口的不合理活动超过了大自然许多支持系统的临界平衡极限,已经直接威胁着当代以及子孙后代生存与发展的生态环境。

3. 相对贫乏, 潜力有限的资源条件是中国生态环境易于破坏的致命弱点

人口过多和资源紧缺,特别是耕地资源严重不足,始终是中国传统社会生产力矛盾的焦点。这种过剩的农业劳动力与稀少的耕地的矛盾在农业社会持续时间越长,矛盾就越尖锐。这个矛盾突出表现为人口与耕地的比例关系上。在战国时代,在当时生产力水平下,人均12.5亩是维持生计的临界点;到了唐代中国人均耕地达到历史上的最高点17.88亩;而后直线下降,特别是到了清代“康乾”盛世时期,人均耕地已降至1774年的3.7亩。当中国第二次人口倍增台阶结束时的1850年,人均耕地又降至2.95亩。到了1949年,中国人均耕地已跌到2000多年来的最低点,仅为2.7亩。

人口与资源比例严重失调,成为中国现代经济发展时期生产力内部矛盾运动的核心问题之一;同时,又是中国发动工业化,推进现代化的最大障碍。50年代初期,中国耕地面积扩大到16.8亿亩,达到中国历史的新高峰,而后大幅度下降。与此同时,总人口迅速增长。人均耕地呈下降趋势,到1987年为1.33亩,这是中国有史以来的最低点。这样,一方面形成了中国传统农业极高的土地生产率和极低的劳动生产率;另一方面对相对贫乏,潜力有限的农业资源造成持久的巨大压力。

总之,人口增多,耕地减少,局部地区和多数城市供水能力不足,是我国人口与资源矛盾的基本格局,也是中国生态环境不断遭到破坏的根本原因所在。

4. 重大决策失误、经济成长过热、生产关系调整的短期效应与长期性后果

建国以来,对生态环境的历次冲击和破坏,无一不与经济发展战略的重大失误,经济过速增长的周期波动,以及生产关系的频繁调整密切相关。可以说,它们是中国生态环境加速破坏的最主要因素。

迫于外部环境的压力和急于改变贫困落后面貌的心情,为了实现特定的工业化目标,中国在它的工业化初期一开始就选择了工业倾斜发展战略,特别是优先发展重工业的高消耗、低效益发展战略,历届领导人常犯急性病,头脑过热,过高地提出经济发展目标,过快地实行经济发展计划,过频地改变经济发展政策。结果,经济损失惨重,1960年农业净产值比1952年还低16.4%,粮食总产量比1936年还少650万吨,矿产资源受到极大的破坏和浪费,大范围的毁林开荒,围湖造田,形成今日生态破坏的基本格局。60年代中提出,用36年的时间,到本世纪末,全面实现四个现代化;70年代中和末又重申了这一主张;十年动乱中“五小”遍地开花,小而全的工矿企业蜂拥而起,污染严重的重工业盲目发展,又奠定了中国环境污染的基本格局。80年代相继提出工农业总产值翻两番和GNP翻两番的发展目标,经济速胜论引起投资扩张、消费过旺的双重膨胀,又导致更大范围的生态破坏和环境污染。如果说,我国的人均收入尚远不及发达国家上世纪中叶的水平,而环境污染却已达到这些国家本世纪五六十年代的总体水平,过早过快地步入“环境污染”的工业化陷阱之中。

50年代末,70年代初,为了鼓励经济跃进,刺激经济

繁荣,曾对体制进行了尝试性改革,中央放权于地方,经济进入扩张期,地方自成一体,各自为政,导致投资膨胀,规模庞大,结构恶化,资源浪费,生态破坏。80年代的改革,仍沿袭“放权让利”的简单思路,使中央政府逐步丧失了控制和调动各种资源的能力。条条分割,块块割据,削弱了国家对于稀缺资源和环境保护的统一规划,统一管理。农村联产承包责任制,释放了农民中蕴藏的生产积极性,同时在自发条件下农民对资源的掠夺行为对生态的破坏作用,足以构成吞噬国家物质财富的巨大力量。一时的经济高速增长和经济繁荣将逐渐被生态破坏和环境污染的损失抵销殆尽。初期改革是成功的,又是便宜的。然而这种重视经济,忽视生态;重视改革,忽视治理;重视近利,忽视远谋;重视主观,忽视客观的小农式的经济政策和短期行为却为中国生态环境带来长期性、积累性、严重性的恶果,它并不亚于五六十年代在人口政策上的重大失误,将给整个民族造成无法挽回的灾难性后果。

5. 难以逾越的发展阶段与十分低下的治理能力

由于中国是低收入的人口大国,我们既无法跨越发展的门槛,又无法跨越治理的门槛。例如,美国开始大规模治理环境时,人均GNP已达到11000美元(1980年美元),日本虽较低,但人均GNP亦超过了4000美元(1980年美元)。社会公众对环境质量有很高的要求,追求经济活动的合理性和良好的公共环境。迫于社会与公众的压力,这些国家花巨款于治理环境,其费用占GNP的2~3%。中国目前人均GNP仅300多美元,国民尚处于生存的需求层次上,诸如吃饭、用水、烧柴、住房等属于压倒一切的需求内容,对生态环境质量具有较低的要求,社会解决工业发展所造成的环境污染外部不经济问题缺乏能力,资金不足。从用于污染治理的资金占国民生产总值比重看,1987年只有0.325%。由于技术装备落后,缺乏科学管理,环保投资效益十分低下。1981~1987年国家用于防治污染的234亿元投资中,浪费了120多亿元,占50%以上。据国家环保局1987年对全国工业废水处理设施运行情况的调查,2/3以上的投资没有发挥效益。作为发展中国家,中国既非常迫切地需要经济增长,又必须保护赖以生存发展的相对狭小的空间,但由于缺乏最大限度减轻环境影响副效应的防治能力,使我们遇到了难以克服的发展与治理的矛盾。

由于中国是二元经济结构的大国,一部分具有工业化、现代化因素的城市同幅员辽阔的以传统方式生产和生活的农村同时存在,则共同产生两类不同性质的环境问题并发病,即城市的环境污染,农村的生态破坏,以及乡镇企业发展引起农村环境污染蔓延。环境污染是工业化的副产品,工业增长与污染物绝对量增长呈明显的相关性。纵观世界各国工业化过程,环境污染作为外部不经济的产物,不可避免地产生于工业化的初始与成熟阶段,我国也不例外。由于实行工业(特别是重工业)倾斜发展战略,造成重污染型的产业结构;由于中国能源资源结构的特点,又加剧了污染的程度;由于落后生产技术持续外延发展的惯性,导致资源利用率低下,其直接后果就是增加排放,污染环境;由于中国自80年代开始进入经济高速增长阶段,环境质量不断恶化更是难以避免。生态破坏是农业大国的主要特征之一,众多人口的基本生存需求(吃、喝、烧、住等)对自然环境的压力与日俱增,例如农村的生活能源中85.7%来自于生物能源,7000多万农户每年缺柴3~5个月,乱砍乱伐,破坏植被是中

国农村生态破坏的主要原因。大部分贫困县主要集中在自然资源和生态环境受到严重破坏的地区,从西北到西南联成一片,例如甘肃,宁夏,内蒙,陕西,山西,河南,安徽,贵州和云南,迄今为止,上述破坏并没有停止,并有所加剧。乡镇企业的发展,作为双刃剑,一边是资源严重浪费,另一边是环境污染蔓延。

总之,作为步入现代化行列较晚的国家,工业化的后发

优势使中国跨越历史,较为便宜地接收了工业化的技术和管理;同时,本来也可以借鉴发达国家工业化所引起的环境污染教训,不致重蹈覆辙。然而,由于种种原因中国还是不可避免地诱发了工业化的后发劣势,也造成了我们在较低发展水平和发展阶段上同时遇到严重的生态破坏和环境污染,重蹈了“先污染,后治理”的老路。

战略选择与基本对策

中国的持续发展,有赖于“资源支持系统”和“环境支持系统”的健全与合理;中国面临的严峻挑战,来自于人口的压力与全民的国情意识;中国的基本出路,应着眼于正确的战略抉择与自然、社会、经济的总体协调。所有这一切,都离不开为人类提供物质基础、能量基础、空间基础和生存基础的“背景”,它就是生态环境的保持与改善,生态环境的开发与利用,以及生态环境的监测与预警。

从前面的分析中已知,中国未来发展必然受到以下三类基本态势的制约:其一,人口的规模,规定了中国现代与未来的消费基础;人口的增长,规定了对于资源及环境的压力程度;人口的素质,规定了对于资源平衡与环境保护的认识水平。其二,中国土地资源的开发,在其“外延”上已接近于极限,随着人均资源的明显下降,如不致力于“内涵”上的调控,则“资源—生产—消费—环境”的统一环圈,不可避免地要落入到恶性循环的旋涡之中,这自然是我们极不情愿的。其三,中国生态环境的基础,具有先天脆弱性的特征。我国国土的平均海拔高度,高出世界大陆平均海拔高度的一倍左右,于是地势不平坦、水土流失严重、绿色植物立地条件严酷、区域开发的基础成本高昂等,顺理成章地隐含在我国发展的“额外代价”之中。尤其在高速推进工业现代化的同时,在人均 GNP 仍居世界后列的情况下,环境污染程度已达到工业国家五六十年代的水平,从又一个角度反证了中国生态环境的脆弱性。以牺牲生态效益和环境效益去换取经济效益的过程中,我国付出的代价明显地“昂贵”于世界上其他国家。

鉴于上述的分析,中国未来发展的战略抉择可以归纳为:中国既无条件走工业化国家“高消耗资源、高消费水平”的传统道路,也不应当重蹈工业化国家“先污染后治理”、“先牺牲后抢救”的覆辙,只能选择“节省资源、适度消费、注重内涵开发、实施总体调控、大力保护环境、贯彻生态建设”的总方针。这条非传统的现代化道路,将使得我们的资源和环境在发展的过程中尽可能保持高效、和谐、稳定和均衡。可以看出,此类战略选择不仅符合我国的国情,也是世界经济发展趋势的共识。从本质上去考察,它与国际社会近年所倡导的“持续发展”战略是一致的,它既要满足于当代人的需求,又不对后代人的需求构成危害。从更广泛的推理中将会清楚地显示出:今日的生态环境效益,即是明日的生产力基础;破坏了今日的生态环境,等同于剥夺了后代人赖以安身立命的支持系统。我们不会去埋怨天赋的自然空间,也不会去憎恶前人“短视”所留下的遗产,当然更不应去报复后代而不理智地牺牲我们的生态环境。剩下的唯一选择就是在充分认识客观的基础上,痛自反省走过的道路,权衡各类利弊得失,制定“跨世纪”的长期发展战略,真正以科学的态度剖析

古人,正视自己、泽被后代。

为了在经济发展的同时,改善或至少不破坏生态环境支持系统,我们提出如下基本对策,作为生态环境宏观管理时的参考,也作为“自然—社会—经济”协调均衡时的借鉴。

1、制定“绿色大地计划”中国的空间范围,从几何面积上是无法扩大的,但是对其利用和改造却是大有可为的。生态环境的恶化,最显著的标志有四:一是土地效率下降,其上的第一性生产力下降;二是土壤侵蚀加剧,人口承载力下降;三是抵抗外界“胁迫”的能力下降,自然灾害、沙漠化等迅速增加;四是生命支持系统脆弱,直接地影响到人类的生存。总括起来,它们的总根子都在于第一性生产力水平的变化上。因此,为了改善生态环境,首要的任务是要在现有的土地上,把森林、草原、农田、水面、近海的生产潜力保持在相应的水平,并提高它们的抗逆能力。而“绿色大地计划”就是应用区域治理技术、国土改造工程、生物工程技术、生态工程技术、化学工程技术、信息工程技术等,综合地对中国国土加以合理开发,以提高整体的第一性生产力为其目标。由此可以得到:多同化二氧化碳;增加土地后劲,提高抗逆能力;稳定粮食供应;改善生态条件。目前,我国正在大力倡导的“生态农业”,日本通产省制定的“绿色地球计划”等,就是围绕这个总目标的具体措施。

2、普遍开展“资源节约型”的配套技术研究 建议在以下四大系列中,逐渐形成并完善以节约资源为中心的技术体系:资源节约型工业技术体系,特别是原材料工业及动力工业;资源节约型农业技术体系,在节地、节水、节肥、节能、节农药等方面下功夫,逐步形成一整套少投入、高产出的国民经济部门;资源节约型交通运输体系,主要在网络结构、空间布局、提高运输效率、降低物质与能量的投入上下功夫;资源节约型管理技术体系,从防止决策失误,提高协调水平、提高规划水平、充分利用信息资源等方面,建立一套高水平的、和谐流畅的管理技术。

3、下决心调整能源战略 当今世界各国一次能源消费结构无不以矿物燃料为主,在我国尤其以煤炭的消耗占主导地位。据统计,全球矿物燃料消费量占一次能源消费总量的 87%,而且排入大气中的二氧化碳每年平均以 0.4% 的速度递增。这样,就使得我们必须对矿物燃料的使用实行控制。除了提高其有效利用率外,清洁能源的比例应适当增加。此外,应当迅速从科学技术的进步取得对于改变能源结构的突破性进展,如煤的气化,其他替代能源的发现等。能源结构战略的调整,将对生态环境的总体改变起着杠杆的作用,这类制衡机理应当深入人心,尤其要为决策者所明了。

4、开展对于中国生态环境的重点预警研究 在我们国家的发展中,应当分别对全国性的、区域性的、省地县的生态环境演变趋势,有一个比较清楚的了解,并且在它们即将越

某个临界值时,发出预警,作出及时的调整和补救,这将是一项十分必要的措施。它能为决策者提供准确的时间和空间判断,也能为决策者进行调整时提出可供选择的方案和途径。我们应将生态环境预警视为一项严厉的以至可操作的措施,为协调我国的经济发展,为保护我国的生态环境,作出积极的贡献。

中国生态环境的预警研究,应当逐步地从软性的一般分析,转向较为精确的定量分析;应当从一般性的结论,转向具体的、可比的和可操作的措施。要求做到:其一,中国生态环境的区域预警,以省为单位,在一套生态环境预警指标体系的规定下,采用各类统计数据以及定位台站的监测资料做出定量分析,并且在全国范围内实行统一的动态排序,确定优劣以及等级变动。其二,中国生态环境的重点预警,首先将我国 50 万人口以上的城市(55 个),以更加广泛的生态环境指标(不仅仅是环境质量标准)作为依据,对它们进行全面分析和动态排序。对其中退化严重、治理失当的要亮起红灯,以示警戒。其三,中国生态环境的专题预警,应对危及中国生态环境的十二个大问题(CO_2 增加,海平面上升,六大江河的决口,臭氧层变薄,酸雨,水土流失,沙漠化,生态环境脆弱地带的分区、分类、脆弱程度及演化趋势,全球变化所引起的中国经济地带的移动模型,森林、草原变化趋势,自然灾害频度变化,自然资源非合理利用)逐一地作

出系统的和趋势的分析,形成生态环境的专题预警。

以上三类预警将对中国生态环境的演化趋势作出判断,有利于决策者进行更加明确和有力的管理。

5、加强全民的生态意识 中国人口多,受教育的平均水平低,加之立法还不完善,不少人对于保护生态环境的意义和价值还理解得十分肤浅。尤其对于一些行政领导人员和职能部门,如果没有基本的持续发展观念和强烈的生态意识,就会给实际工作带来较大的影响。因此,对广大干部和群众进行生态环境保护的普及教育,并且将一些最基本的原理贯彻到区域发展中去,其效果是十分可观的。在正确认识国情,正确理解生态环境的价值以后,全民投入生态环境的维持与保护,将会从根本上去解决一些难以解决的问题。保护生态环境的全民意识以及自觉的行动,将成为解决中国生态环境问题解决的根本保证。

中国生态环境压力的缓解与改善是一项长期的、艰巨的任务,也是一项关于民族生存发展的基本国策,我们对此既不能等闲视之,也不能因为艰巨而退避,只要采取恰当的、积极的对策,相信中华大地是有光明出路的。

本文作者胡鞍钢(Hu Angang)系中国科学院生态环境研究中心副研究员,王毅(Wang Yi)系助理研究员,牛文元(Niu Wenyuan)系研究员。

科技动态

“瓶装”反物质

【本刊讯】据美国《科学美国人》杂志 1990 年第 1 期报道,日内瓦附近的欧洲核子研究组织所属的欧洲粒子物理实验室试验了一种装置,利用这种装置可以“瞥见”一种可能是反物质的“世界”。

这种装置将反物质冷却到绝对零度以上仅几度的低温,同时将其储存几天。这种装置可以对反质子的质量进行精确的测量,并且可能得到地球上的第一个反物质原子。

欧洲核子研究组织的物理学家把普通物质的粒子加速到高能状态形成原始成分,然后使它们射向一个金属靶。由于这种碰撞而产生粒子-反粒子对。然后,反粒子通过磁体的虹吸作用保存在储存环中。储存环产生的电磁场使反物质悬浮在真空中以防止其湮灭物质。电磁场把反物质加速到接近光速。但是,以极大速度旋离的反物质难以测量其性质。

由联邦德国的美因茨大学,美国的哈佛大学和华盛顿大学的研究人员研制的一种新的储存装置克服了这一困难。在《物理评论通信》中介绍的这种储存反质子(质子的反物质对应物)的装置在能量上比任何较早期的一般储存环的能量大 6 000 万倍。

为了建立新的储存方法,研究人员从储存环中分离出一

组反质子。这些反质子以光速的 $1/10$ 的平均速度(30 000 000 米/秒)运动,进入一个真空密闭室,并穿过一块铅板,产生碰撞,碰撞后使速度减慢到 700 000 米/秒。密封真空室还有一系列的空心圆筒电极,反质子可以从中穿过,最后的电极产生一个使反质子旋转的电场。

10^{-7} 秒之后,将一个电压加到另一个圆筒电极上产生一个新的电场。这个电场和一个磁场(由外部的超导磁体产生)产生一个合力捕获反质子。这种电磁“瓶”是一种典型的 Penning 捕获器(Penning trap)。

被捕获的反质子(多达 60 000 个)在电磁捕获器中快速地振动。为了进一步冷却反质子,研究人员用许多冷的电子“填充”进去,由于反质子和冷的电子碰撞,结果反质子被冷却而电子被加热。有几千个反质子被冷却到 100K 以下,在该温度下,反质子以 1 300 米/秒的速度运动。

这种新技术可以使测量反质子的质量的精度增加 50 倍。研究人员发现,质子和反质子具有同等的质量。测量结果证实了物质和反物质之间有对称性的预测。

这个小组还计划分离出单个的反质子,以便测量其质量,使测量精确度增加 1 000 倍。研究人员还试图生产并研究冷的反氢物质:即一个反质子和一个反中子的合成物。

(王 竞)