

树立绿色低碳发展理念 加快经济发展方式转变*

(代序一)

国务院副总理 李克强

过去的五年里，我们有效应对了国际金融危机冲击，保持了经济平稳较快发展，使现代化建设又上了一个新台阶。初步预计，今年人均国内生产总值可达4000美元。在经济发展的同时，资源节约、环境保护也得到加强。2006—2009年，化学需氧量、二氧化硫排放量累计分别下降9.7%、13.1%。2010年上半年，主要污染物排放量继续下降。这些成效的取得来之不易，凸显了中国加强环境保护的决心和能力，也诠释了中国推动绿色发展的理念和行动。

同时我们也清醒地认识到，中国人口多，资源环境承载能力相对不足，环境与发展的矛盾依然十分突出。虽然中国的经济总量已居世界前列，但人均国民收入还排在世界百位左右；沿海地区和一些大中城市逐步呈现出现代化的繁荣，但中西部地区和广大农村不少地方仍然相当落后；经济持续快速增长，但发展中不平衡、不协调、不可持续的问题仍然突出。中国属于发展中国家的地位没有变，推动发展、实现现代化任重而道远。同时，中国正处于工业化、城镇化深入发展的时期，发达国家几百年工业化过程中分阶段出现的环境问题在中国集中出现，资源环境已成为经济社会发展的瓶颈制约。在这种情况下，离发展谈环保，是不现实、不可行的；而离开环保谈发展，也是难以为继、不可持续的。当前，国际社会十分关注气候变化和资源环境问题，绿色经济、低碳发展等新的理念和实践层出不穷，为中国环境与发展事业带来新的机遇和挑战。国内发展的新形势和国际发展的新趋势，都要求我们加快转变经济发展方式，推动建设生态文明，努力走代价小、效益好、排放低、可持续的发展路子，实现经济社会又好又快发展。

中国共产党十七届五中全会审议通过了关于制定经济社会发展“十二五”规划的建议，对今后五年的发展提出了总体要求。面向未来，我们将以科学发展为主题，以加快转变经济发展方式为主线，坚持在发展中促转变、在转变中谋发展，提高发展的

* 本文为国务院副总理李克强2010年11月10日在中国环境与发展国际合作委员会2010年年会开幕式上的主旨讲话摘编，标题为编者所加。

全面性、协调性和可持续性。中国加快转变经济发展方式，是经济社会领域的一场深刻变革，贯穿经济社会发展全过程和各领域；是一种综合性、系统性、战略性转变，包括发展理念的变革、发展模式的转型、发展路径的创新。

生态环境问题既是一个发展问题，也是一个民生问题。伴随着中国综合国力的增强、经济规模的扩大和群众生活水平的提高，我们必须更加注重提升经济发展质量和效益，更加注重保障和改善民生。生态文明是加快转变经济发展方式的测量仪和助推器。加快转变经济发展方式是否见到实效，一个基本的衡量标准是发展的资源环境代价是否降低，一个重要的决定性因素是生态环保的力度有多大。我们将把建设资源节约型、环境友好型社会作为加快转变经济发展方式的重要着力点，牢固树立绿色、低碳发展理念，努力构建有利于节约资源、保护环境的产业结构、生产方式和消费模式。

一是推动绿色发展，破解资源环境约束难题。绿色发展是从源头上减少资源消耗、环境污染的有效途径，也有利于再造发展新优势、拓展发展新空间。我们将加快发展资源消耗低、环境污染少的战略性新兴产业、高技术产业和现代服务业，以节能环保为重点对传统产业进行技术改造，继续淘汰落后产能，积极发展循环经济。在全社会倡导绿色消费、合理消费，使节约资源、保护环境成为全社会的自觉行动。中国是一个人口大国，每个人在这方面做一些力所能及的事，乘上13亿人口，就会产生巨大效益。改善人居环境，既是公众的强烈愿望，又是政府的重要责任。我们将顺应人民群众提高生活质量、改善环境状况的新期待，加大污水处理、垃圾处理、清洁能源等设施的建设力度，加快解决水、空气、土壤污染等损害人们身体健康、影响人们生产生活突出问题，为广大人民群众创造宜居环境。

二是遵循自然规律，保障生态系统安全。“天人合一、道法自然”是中国传统文化的一个重要理念。生态系统一旦遭到破坏，往往不可逆转，会严重影响人的生存与发展。中国虽然幅员辽阔，但区域间自然禀赋和环境承载力的差异大，适宜生存发展的空间相对有限，人与自然的关系比较紧张。必须为子孙后代着想，既给当代提供发展的支撑，又给未来留下发展的基础。我们将加强综合规划与管理，打破行政区划的限制，实施主体功能区战略和差别化的区域环境与发展政策，在保护生态系统整体性、安全性的前提下合理开发，形成各具特色、优势互补的发展格局。坚持保护优先和自然恢复为主，实施好重大生态修复工程，保护好重点生态功能区和重要生态系统，保护好生物多样性，努力改善生态环境。

三是加快改革创新，为生态文明建设提供动力与活力。激励与约束机制是资源节约、环境保护的重要保障。我们将加快体制机制创新步伐，抓紧制定并实施生态文明建设评价指标体系和考核办法，健全相关法规和标准，理顺资源类产品价格关系，实施有利于生态环保的财政、税收、金融、产业等政策。新技术的开发、应用和推广，深刻影响经济社会的发展，也决定着资源开发利用和生态环境保护的能力。我们将把自主创新与国际合作结合起来，大力发展战略性新兴产业、高技术产业和现代服务业，选择一批

重点领域和项目集中力量攻关，广泛推广先进适用技术，不断提高生态文明建设水平。

应对气候变化等全球性挑战，呵护人类赖以生存的地球家园，需要各国不懈努力，也越来越需要深化国际合作。我们主张，各国应加强对话，携手应对，在坚持“共同但有区别的责任”原则基础上，努力推进《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》全面、有效、持续实施，切实落实发达国家向发展中国家提供资金和技术转让的支持，推动坎昆会议取得积极成果。

国合会是环境与发展国际合作的桥梁与纽带。2011年是国合会成立20周年。衷心希望各位委员和专家站在新的起点上，把握中国加快转变经济发展方式的时代特点，更加紧密结合中国国情和实际需要，以独特的视角深入研究环境与发展领域有关重大战略、政策措施、实施路径等问题，积极为中国建设资源节约型、环境友好型社会的实践提供智力支持，为中国经济社会全面协调可持续发展作出更大贡献。

积极探索中国环保新道路 努力提高生态文明水平^{*}

(代序二)

环境保护部部长 周生贤

过去的五年，是我国环保事业大发展、各项工作取得明显进展的时期，最鲜明的亮点就是努力把环境保护与经济发展和民生改善相协调相融合，继承创新、与时俱进、有所作为。在指导思想上，中国政府把环境保护摆上更加突出的战略位置，提出建设生态文明、推进历史性转变、让江河湖泊休养生息、环境保护是重大民生问题、探索中国环保新道路等一系列新理念。在中心任务上，把二氧化硫和化学需氧量排放总量分别减少 10%，作为经济社会发展的约束性指标。在工作思路上，把环境保护作为应对国际金融危机、保增长扩内需调结构的重要举措，把污染防治作为重中之重，把确保群众饮水安全作为首要任务，全面推进、重点突破，着力解决影响可持续发展和损害群众健康的突出环境问题。在新的理念和思路指引下，在探索和实践环保新道路的进程中，“十一五”环保规划任务基本完成，突出的成效主要体现在以下 6 个方面。

一是“十一五”主要污染物减排目标提前实现。2006—2009 年，化学需氧量和二氧化硫排放量累计分别下降 9.66% 和 13.14%。今年上半年，化学需氧量排放量同比下降 2.39%。“十一五”二氧化硫减排目标提早一年实现，化学需氧量减排目标提早半年实现。

二是重点流域区域污染防治不断得到深化。在重点流域水污染防治方面，让江河湖泊休养生息的理念深入人心，政策举措成效明显。在大气污染防治方面，区域空气联防联控新机制得以建立，在北京奥运会、上海世博会和广州亚运会的环境质量保障中，发挥重要作用。在污染防治能力提升方面，截至 2009 年底，我国脱硫机组装机容量占全部火电机组的比重由 2005 年的 12% 提高到 71%，城镇污水处理率由 2005 年的 52% 提高到 72.3%。

三是环境保护优化经济发展的综合作用日益显现。正确的经济政策就是正确的环境政策，正确的环境政策也是正确的经济政策。对满足环保准入条件的民生工程、基

* 本文为环境保护部部长周生贤 2010 年 11 月 10 日在中国环境与发展国际合作委员会 2010 年年会开幕式上的特别演讲摘编。

基础设施、生态环境建设和灾后重建等项目，努力做好服务；对“两高一资”、低水平重复建设和产能过剩项目严格把关。2006—2009年，上大压小、关停小火电机组6006万kW，淘汰落后炼铁产能8172万t、炼钢产能6038万t、水泥产能2.14亿t。

四是民生保障和改善工作取得新进展。集中力量开展重金属污染综合整治，妥善处置多起重金属、类金属污染事件，编制完成《重金属污染综合防治规划（2010—2015年）》。饮用水安全保障工作进一步加强，出台了首个全国城市饮用水水源地环保规划。常抓不懈，深入开展整治违法排污企业、保障群众健康环保专项行动。

五是农村环保和生态保护有力有效。积极落实农村环保“以奖促治”政策，中央专项资金投入120亿元，全面启动三年“连片整治”示范工作。扎实推进生态保护工作，截至2009年底，全国已建立各级各类自然保护区2541个，占国土面积的14.7%。发布《中国生物多样性保护战略与行动计划》，提出了今后20年我国生物多样性保护总体目标。

六是部分环境质量指标持续转好。与2005年相比，2009年地表水国控断面劣V类水质比例从26.1%降低到20.6%，下降5.5个百分点；七大水系国控断面好于III类水质比例从41%提高到57.1%，提高16.1个百分点；重点城市空气质量优良率超过80%的城市比例从69.4%提高到95.6%，提高26.2个百分点，“十一五”主要环境质量指标均提前超额完成。2009年环保重点城市空气二氧化硫平均浓度下降24.6%；地表水国控断面高锰酸盐指数平均浓度下降29.2%。

中国共产党十七届五中全会刚刚闭幕，审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十二个五年规划的建议》（以下简称《建议》）强调，“十二五”期间要抓住和用好我国发展的重要战略机遇期，以科学发展为主题，以加快转变经济发展方式为主线，保障和改善民生，为全面建成小康社会打下具有决定性意义的基础。针对“十二五”时期的环境保护，《建议》第一次鲜明提出，要加大力度，把加快建设资源节约型、环境友好型社会作为重要着力点，提高生态文明水平，并从诸多方面作了规定和要求。比如，以解决饮用水不安全和空气、土壤污染等损害群众健康的突出环境问题为重点，强化污染物减排和治理，增加主要污染物总量控制种类，排放量显著减少，生态环境质量明显改善。

建设生态文明是我国深入贯彻落实科学发展观，立足经济快速增长中资源环境代价过大的严峻现实而提出的重大战略思想和战略任务，是中国特色社会主义事业总体布局的重要组成部分。这既反映了中国政府对环境与发展问题的清醒认识和自觉行动，也是对世界走可持续发展之路的有益探索和积极贡献。

人与自然和谐相处是生态文明的本质特征。生态文明是人类在利用自然的同时又平等对待和主动保护自然界，积极改善和优化人与自然关系，建设良好的生态环境而取得的物质成果、精神成果和制度成果的总和。人与自然的关系反映着人类文明与自然演化的相互作用及其结果，人类的生存和发展依赖于自然，同时文明的进步也影

响着自然的结构、功能和演化。传统工业文明立足于对自然的征服和改造，导致人与自然关系的对立；而生态文明建设必然要求人与自然从对立冲突转向友好相处，重构人与自然的和谐，使人与自然相互依存、相互促进、共处共融。但这种和谐不是回归农业文明的低水平和谐，而是在继承和发展人类现有成果的基础上，达到自觉的、长期的、高水平的和谐。

人类对生态文明认识进程中形成了一些最新成果。随着实践的不断深入，我们对建设生态文明的认识更加深化，有不少新成果。第一，推进生态文明建设是破解我国日趋强化的资源环境约束的有效途径。我国经济增长的资源环境约束日趋强化。加强资源节约和环境保护，才能有效破解这一瓶颈制约。第二，推进生态文明建设是加快转变经济发展方式的客观需要。环境问题究其本质，是经济结构、生产方式和发展道路问题。环境保护对加快经济发展方式转变具有保障、促进和优化作用，环境承载力越来越成为经济发展规模和发展空间的主要制约因素。第三，推进生态文明建设是保障和改善民生的内在要求。环境保护直接关系人民生活质量，关系群众身体健康，关系社会和谐稳定。第四，推进生态文明建设是后国际金融危机时期抢占竞争制高点的优先选择。世界经济正处于新一轮结构调整、创新发展的时期，以环境保护优化经济发展，才能在新一轮国际竞争中赢得主动。实际上，推进生态文明建设，就是顺应时代新变化，再造环境新优势，拓展发展新空间，满足人民新期待。归结起来，推进生态文明建设是当前重大而紧迫的战略任务。

生态文明建设是理念、行动、过程和效果的有机统一体。其中，牢固树立生态文明理念、绿色低碳发展理念、环保优先理念是前提。采取一切有利于推进生态文明建设的政策举措，抓紧行动起来，是关键。“一步行动胜过一打纲领”。生态文明成在持久，是长期艰巨的建设过程，坚持不懈地加以推进，是基础。注重生态文明建设效果的最优化和可持续，是目的。这是我们推进生态文明建设需要着重把握的方法论。

生态文明建设的主要途径是积极探索中国环保新道路。环境保护是生态文明建设的主阵地和根本措施。保护环境就是化解人与自然之间不和谐的因素，改善环境就是不断提升人与自然和谐相处的水平。推进生态文明建设，当前和今后一段时期的重中之重是，积极探索走出一条代价小、效益好、排放低、可持续的中国环境保护新道路。

——“代价小”就是坚持环境保护与经济发展相协调，以尽可能小的资源环境代价支撑更大规模的经济活动。必须全面调整环境与经济的关系，坚持把环境保护摆上更加突出的战略位置，从国家宏观战略层面切入，把环境保护与经济社会发展统筹考虑、统一安排、同时部署，对传统经济社会发展模式中不适应绿色发展要求的重点领域和关键环节进行改革，着力增强绿色发展的动力和活力。

——“效益好”就是坚持环境保护与经济社会建设相统筹，寻求最佳的环境效益、经济效益和社会效益。环境保护贯穿经济建设和社会建设两大领域，对经济发展和社会和谐稳定有着举足轻重的影响。要大力推行环境友好的绿色生产生活方式，在有效

防范资源浪费和环境污染的前提下，实现环境效益、经济效益和社会效益相统一。

——“排放低”就是坚持污染预防与环境治理相结合，用适当的环境治理成本，把经济社会活动对环境的损害降低到最小程度。应当以污染减排为重点，健全激励和约束机制。把环保理念全面渗透到国民经济体系的各个领域，以及社会组织体系的各个方面，是有效防范环境污染产生和资源过度消耗的重要防线，也是减轻环境治理压力的关键。

——“可持续”就是坚持环境保护与长远发展相融合，通过建设资源节约型、环境友好型社会，不断推动经济社会可持续发展。必须以环境容量优化区域布局，以环境管理优化产业结构，以环境成本优化增长方式，加快推进我国经济发展方式转变。

探索中国环保新道路，需要用新的理念进一步深化对环境保护的认识，用新的视野把握好环境保护事业的发展机遇，用新的实践推动环境保护取得更大的实际成效，用新的体制机制保障环境保护的持续推进，用新的思路谋划环境保护的未来，抓紧制定与我国基本国情相适应的环境保护宏观战略体系、全防全控的防范体系、健全高效的环境治理体系、完善的环境法规政策标准体系、完备的环境管理体系、全民参与的社会行动体系。

“十二五”时期，是我国环保事业大有作为的机遇期，也是攻坚克难的关键时期。我们将抓紧完善和出台“十二五”环保规划，继续积极探索中国环保新道路，努力提高生态文明水平。重点抓好以下五项任务。

第一，深化污染减排。落实减排目标责任制，强化污染物减排和治理，增加主要污染物总量控制种类，将主要污染物扩大至四项，即化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物。加大重点流域水污染防治力度，让江河湖泊休养生息。有效控制城市大气污染，严格控制机动车尾气排放，将区域大气环境作为整体进行部署，着力构建和完善区域空气联防联控工作新机制。

第二，大力发展循环经济。开发清洁能源和可再生能源，提高能源资源利用率，逐步降低经济增长的碳排放强度，最大限度地减少污染物排放。按照“减量化、再利用、资源化”的原则，开发和推广节约、替代、循环利用和减少污染的先进适用技术。大力发展环保产业，使绿色产业日益成为推动我国经济增长的新生力量。

第三，着力解决损害群众健康的突出环境问题。继续强化饮用水水源保护区管理措施，全面排查重金属等污染物排放企业及其周边区域环境隐患，集中开展沿江沿河沿湖化工企业综合整治。有效控制城市噪声污染。加大农村“以奖促治”支持力度，实施农村清洁工程，全面启动“连片整治”工作。

第四，切实保护和修复生态。坚持保护优先和自然恢复为主，从源头上扭转生态环境恶化趋势。实施重大生态修复工程，加强自然保护区、重点生态功能区、海岸带的保护和管理，构筑国家生态安全屏障。保护生物多样性，把生物资源有效保护与合理利用结合起来。

第五，建立健全有利于环境保护的体制机制。进一步深化环评制度，严格环境准入，严格执法监督，健全重大环境事件和污染事故责任追究制度。注重运用市场手段，抓紧建立生态补偿机制，积极推进资源性产品价格改革和环保收费改革，全面改革资源税，开征环境保护税，健全绿色税收、绿色证券等环境经济政策。建立健全污染者付费制度，建立多元环保投融资机制。

“雄关漫道真如铁，而今迈步从头越”。加快建设资源节约型和环境友好型社会、努力提高生态文明水平的声声号角，激励我们在探索中国环保新道路的征程中奋力前行，全面开创环境保护新局面，造福人民，造福国家，造福世界。

第1章 生态系统和中国的绿色发展

1.1 引言

1.1.1 生态、经济和发展

中国是世界上生态多样性最丰富的国家之一，拥有地球上最集中的生物多样性。这些自然资本孕育了古老的文明，并支撑着中国现代政治和经济体系的快速发展。但是历经过去对自然资本的摄取、当前出口驱动型的经济模式和满足13亿人口需求的现实，生态压力日益凸显。近期中国发生了一系列自然灾害，包括西部地区的山体滑坡、渤海的赤潮、云南的干旱和2010年的洪水，其中部分灾害暴露出生态系统的脆弱性。正如《中国实施千年发展目标进展情况报告》（2010年版）指出的，中国在“目标7：环境可持续发展”方面进展有限。尽管付出了巨大的努力，投入了大量的资金，但有迹象表明土壤、湖泊、河流和湿地、草原、海洋和沿海地区的生态环境在持续恶化。因此，国合会2010年的政策建议将重点关注改善生态系统管理和生态服务。

这些建议的提出恰逢全球的一个重要时机。2010年对环发而言具有重要意义。今年是国际生物多样性年，主题是在世界范围内停止对生物多样性和生态系统的侵害。联合国秘书长已经发起成立全球可持续发展高层委员会，以便为实现低碳繁荣制定宏伟蓝图。二十国集团内部正经历着关于金融改革和国际决策方面的机构变革，还要努力实现2009年作出的关于未来经济发展要基于绿色增长的承诺。与此同时，一系列的旨在达成可操作的全球气候变化协议的谈判也在进行当中，包括2010年10月在中国天津召开的联合国气候变化会议。可以说，全世界从未有过如此重要的时刻，即在共同努力创建环境与经济发展的和谐关系。

目前，中国正处于经济与社会发展的转型期，正向更加平衡的出口和国内需求关系转变，鼓励高效率和高附加值的发展模式，促进农村和第三产业发展，改善全体国民的生活质量。环境和生态因素在所有这些目标中都占有重要地位，因此，中国正在探索一条与经济和社会目标相协调的环境保护新道路。这一道路是在树立科学发展观、实现减贫目标以及建设全面小康社会的过程中不断发展的。中国还提出了与自然和谐共处的“生态文明”的远大目标。2011年中国将开始实施第十二个五年规划，其重点就是关注绿色发展（专栏1-1列举了本文中一些术语的定义）。2010年10月召开的中

国共产党十七届五中全会强调了“坚持把建设资源节约型、环境友好型社会作为加快转变经济发展方式的重要着力点。”

专栏 1-1 一些有关“绿色”的定义

生物多样性指的是地球上生物圈中所有的生物，即动物、植物、微生物，以及它们所拥有的基因和生存环境。它包含三个层次：遗传多样性，物种多样性，生态系统多样性。（《生物多样性公约》）

生态容量衡量的是能够提供可再生资源和吸收 CO₂ 废物的具备生态生产能力的土地和水域容量。（WWF 和全球足迹网络）

生态系统是由植物、动物、微生物群落和无机环境构成的一个相互作用的动态整体。（千年生态系统评价）

健康的生态系统是指可持续的生态系统，即在长期外部压力作用下具备维持自身结构（组织）和功能（活力）的能力（恢复力）。（Costanza and Mageau, 1999）

生态完整性是指生态系统的原始组成部分（植物、动物和其他生物）和过程（例如生长和繁殖）没有受到干扰。（加拿大国家公园局）也指生态系统能不受损害地发挥生态服务的功能。

生态系统管理（中国国情）依据特定的目标，为构建结构合理、生产力高，并能够可持续地提供生态系统服务的各种经营措施，以及与此有关的法律、规定、政策、教育和公众行为的总称。（国合会生态服务和生态系统管理战略课题组）

生态功能区划是指根据按照生态准则进行区域划分，其功能使用与这些准则相一致。（各种关于农业生态、沿海地区管理、流域规划等方面论述）

生态服务是指人类从自然资源获得的好处。（G. Daily, 1997）

生态足迹是指为满足人类的资源消费和吸纳废物所需要的土地和水域数量。（全球足迹网络）

生态负债是指一个生态系统内资源的消耗超出其再生能力的部分。（New Economics Foundation）

绿色增长是指从把环境保护看作经济发展负担的发展模式转向把环境保护当作促进全球和国内经济发展动力的发展模式。（OECD）

绿色经济包括重新配置商业和基础设施，从而为自然、人力以及经济资本投入提供更好的回报，同时，减少温室气体排放，减少自然资源的开采和使用，减少废物的产生以及减少社会不公。（UNEP 绿色经济倡议）

绿色发展是经济与环境高度统一和谐地发展，是实现以人为本可持续发展的正确道路。（胡鞍钢, 2003）

自然资本是指为人类生存和福祉提供重要生态产品和服务的土地、空气、水、生物和地球生物圈的所有组成部分。

（国际可持续发展研究院 IISD）

1.1.2 国合会课题研究和关注问题报告大纲

今年的两个课题组，一个主要关注森林、草原和湿地的生态系统管理与生态服务，另一个着重于中国海洋和海岸带的可持续利用。这两个课题组将在国合会年会上呈交最终研究报告。另外，中国土壤环境保护政策研究、提高水生态系统服务功能的政策框架、中国生态足迹报告、将生物多样性纳入中国绿色发展主流的专题研究以及气候信息纳入生态系统管理体系的案例研究也提交了各自的研究成果。这些课题的研究成果已经被吸纳在本关注问题报告中，并为国合会完成生态管理与生态服务改善的最终建议提供了基础。

本关注问题报告^①涵盖了绿色发展战略背景下的生态挑战与前景，它指明需要进行的主要转变，并确定今后工作的尺度。本报告分析了绿色发展与经济增长的全球趋势和中国趋势，以及中国在保护和提高各种类型的生态服务水平时所面临的挑战。报告还审议了中国在保护生态系统以及将来的需求方面所作出的关键努力的进展情况。根据上述论述，报告提出了九个需要格外关注的问题。

本报告自始至终关注的是中国生态与经济的重要关系，正如 1987 年布伦特兰委员会报告^②所述，全世界的生态与经济是相互锁定的，改变一方必将影响到另一方。因此，生态系统服务对于经济和社会发展来说非常重要。值得庆幸的是，我们现在还有很多可以改进的机会。

1.2 全球绿色倡议

1.2.1 绿色发展

绿色发展一词在世界上有多种用法。通常它被用于空间规划和开发，其重点关注的是建筑环境、社区和土地利用^③。这种情况下，它的实施通常是在区域、乡村和城市空间尺度内的。此外，还有一些其他用法，例如在探索改进国际金融机制以保护生态服务和生物多样性过程中提出的“绿色发展机制”（GDM）概念。绿色发展机制有可能成为《京都议定书》下的清洁发展机制在生态领域的伙伴机制^④。有一点很重要，绿色发展包含在千年发展目标减贫措施中，特别是“目标 7：环境可持续性”中。

^① 这是自 2002 年国合会年会以来第九个关注问题报告。本关注问题报告由国合会首席顾问 Arthur J. Hanson 博士和沈国舫教授起草，吸纳了国合会有关项目的成果。

^② 我们共同的未来。世界环境与发展委员会。Oxford University Press.

^③ Rocky Mountain Institute, Alex Wilson, et al. 1998. 绿色发展：整合生态和房地产业。Wiley；美国国家环保局智能增长与可持续社区伙伴关系（交通部、住房和城市发展部） <http://www.epa.gov/smartgrowth/index.htm>.

^④ 这一概念为 2010 年 10 月在名古屋召开的生物多样性公约缔约国会议讨论而提出。见 A. James and F. Vorhies. June 2010. Green Development Credits to Foster Global Biodiversity. Nature 465 (869). <http://www.nature.com/nature/journal/v465/n7300/full/465869b.html>.

很多人认为这一词汇应该与更广泛的可持续发展联系起来，着重关注市场、监管以及其他促进向可持续发展转型的措施。OECD、二十国集团和其他一些国家（如韩国^①）倡议的“绿色增长”、“绿色经济”等概念与这个广义的“绿色发展”概念相吻合。事实上，“绿色发展”应该包含了绿色增长、绿色经济、低碳经济和循环经济的概念。

在过去的一年中有很多关于绿色发展的重要声明和活动，本文将对其中最重要的几个就其生态内涵进行简述。

1.2.2 “友好型增长” 和绿色增长经济恢复

在 2008—2009 年全球金融危机之后，伴随着 G20 和其他一些国家承诺通过环境可持续性的努力（例如可再生能源和工业发展创新）来恢复经济增长，世界上出现了关于绿色发展的乐观情绪。从某种程度上讲，这种精神当前还存在，各种行动还在进行当中。但是其总的势头还远远不够，这一点可以从最近的几次国际峰会的结果上看出。此外，全球各地区未来的经济增长和发展轨迹还存在着很大的不确定性。中国仍旧是经济增长的领头羊，也是将经济刺激计划倾向于环境领域（包括转向可再生能源、太阳能、风能）的领先国家。其他一些国家如韩国^②、美国和德国也都做出了绿色增长战略的重要承诺。

（1）2010 年 6 月 G20 多伦多峰会宣言

最近举行的 G20 多伦多峰会提出的“增长友好型”值得关注：“G20 的最首要任务是保护并加强复苏，为强劲、可持续、平衡的增长奠定基础，提高我们的财政系统应对风险的能力。”在 2010 年 6 月的 G20 宣言中关于环境与发展问题的细节少之又少，尽管宣言中包括了“我们重申对绿色复苏和可持续全球经济增长的承诺”这样的语句。同时，宣言还涉及了墨西哥湾漏油事件：“我们承认通过最适当的行为保护海洋环境的必要，防止与石油开采、开发和运输有关的海洋污染，并致力于解决此类污染及其带来的后果。”G20 成员国还确认有必要在可行的情况下削减化石燃料的补贴、重新承诺联合国千年发展目标、在 2010 年 11 月首尔峰会上建立一个关于发展的工作小组等。多伦多宣言没有明确提及保护生物多样性和生态系统的承诺，尽管 2010 年是关注这一主题的重要时段。

（2）OECD 绿色增长和 UNEP 绿色经济倡议（GEI）

2010 年 5 月 OECD 部长级会议讨论了 OECD 绿色增长中期报告^③。几个关键的结论是：

“绿色增长获得了各国的支持，被认为是实现经济增长和发展的同时应对环境挑战

^① 见韩国绿色增长国家战略。2010 年 4 月. UNEP. <http://www.korea.net/detail.do?guid=46116>.

^② UNEP. 2010 年 4 月. 韩国绿色增长国家战略. http://www.unep.org/PDF/PressReleases/201004_UNEP_NATIONAL_STRATEGY.pdf.

^③ OECD. 2010 年 6 月. 绿色增长战略中期报告：实践我们对可持续未来的承诺。 http://www.oecd.org/document/3/0,3343,en_2649_37465_45196035_1_1_1_1,00.html.

(例如气候变化、生物多样性损失和自然资源的不可持续利用)的范例。我们强调加速向绿色增长转变的重要性,这需要采取经济有效的政策,并同时考虑转变过程中的结构变化,确保政策一致性。我们决心确保为实现绿色增长所采取的措施与我们的国际贸易义务相吻合。鼓励绿色创新、鼓励环境产品和服务以及环境科技(包括资源、能源高效利用技术)在全球的扩展至关重要。……我们认识到,避免、取消和改革那些可能影响绿色增长转型的政策(如有损于环境的补贴)的重要性。”^①

OECD 绿色增长战略的下一个阶段工作将试图更好地理解绿色增长与四个重要挑战的关系:“生物多样性和生态系统服务、气候变化、可持续原料管理和可持续自然资源利用(包括森林和水)。”但是,中期报告并没有对生物多样性和生态系统服务给予详细的考虑。这反映出绿色增长通常所关注的领域,例如,工业污染、针对工业过程和基础设施的技术创新、指标,以及从环境角度分析重要的金融课题(如税收和补贴改革)、经济刺激计划等。

UNEP 绿色经济倡议^②最初提出是为了应对多重的环境和经济危机,响应引导投资转向一系列行业中环境友好型活动(包括清洁技术、可再生能源、水资源服务、绿色交通、废物管理、绿色建筑、可持续农业和森林等)的需求。原定两年的绿色经济倡议项目,已经扩展到了 UNEP 和 UN 范围内一系列相关的行动,重点关注提供宏观经济证据以促进环境领域投资,进而促进可持续的经济增长、创造就业和减少贫困。项目的主要成果将于 2010 年 12 月发布,但是目前已经有很多报告可以获得。

1.2.3 联合国千年发展目标 (MDG)

在 2010 年 9 月联合国大会审议 MDG 进程的过程中,中国所做出的巨大努力获得了高度认可。但是,全球的目标进展却落后于进程,严重影响到了目标的实现。“目标 7: 确保环境可持续发展”尤其难以实现,即使对中国来说也是如此。《中国实施千年发展目标进展情况报告》(2010 年版)指出目标 7-5(减少生态系统损失、土地利用改变、水资源的非可持续利用)只实现了一部分,目标 7-7(气候变化和污染不再威胁到生物多样性)则暂无进展。

1.2.4 能源、环境和气候变化

G20 多伦多峰会的最终宣言指出:“曾参与哥本哈根协议的各国重新确认对该协议和其实施的支持,并呼吁其他国家也加入该协议。我们承诺进行《京都议定书》下的谈判,按照其客观的条款和原则,包括根据共同但有区别的责任及各自的能力,并决定在坎昆会议上达成一个全面的成功结果。”但各国之间的主要分歧仍然存在,因此国际谈判进展缓慢。

^① [http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=c/min\(2010\)6/final&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=c/min(2010)6/final&doclanguage=en).

^② <http://www.unep.org/greenconomy/AboutGEI/tabid/1370/Default.aspx>.

值得庆幸的是，一些国家正在取得进展。“低碳经济”这一观念已经在世界范围内广为接受，比如在上海世博会上，很多国家通过他们的国家展馆体现低碳观念。当前，中国由于大力支持风能、太阳能、电动汽车的研发以及建立低碳城市和行业倡议等示范尝试，已经被认定为低碳经济发展创新的核心成员，生态系统在碳汇中所起到的作用越来越被包括中国在内的许多国家关注。

1.2.5 生物多样性和基于生态系统的管理

2002 年召开的约翰内斯堡地球峰会承诺，到 2010 年遏制生物多样性减少速度，并转向基于生态系统的资源与环境管理。从那时起，为实现这些目标所取得的进展就几乎不间断地得到评估，包括千年生态系统评估(MA)的成果和生物多样性公约(CBD)的履约行动。生物多样性和生态系统在 2010 年日本名古屋生物多样性公约缔约方大会上成为特别关注的中心。根据第三次全球生物多样性展望的结果，2002 年设定的全球目标没有达到，这一消息并不理想。该展望指出：

“生物多样性问题没有得以与广泛的政策、战略与规划有效地结合，生物多样性减少的主要驱动力并未得到足够的关注。”“如果生态系统被推向一定的边界或临界点，就可能存在生物多样性大量减少并伴随着生态系统大范围恶化的高风险。”“多数未来情景分析预计本世纪物种灭绝和生物生境减少将继续保持在较高的水平，与此同时，对人类来说很重要的一些生态系统服务也将减少。”^①

重要的是要认识到为保护生态系统、生态服务和生物多样性设立的政策、工具和机制还有很多可以改进的地方。为什么这些改善没有得到充分实施的根本原因必须明确。这些原因包括：土地和水资源利用效率低下，无效的市场机制和损害环境的补贴，战略规划应用有限，效益分享不均，对生态系统和生物多样性价值的认识有限，地方和中央政府没有意愿来促进和执行保护措施，无法提供不可持续做法的有效替代方案，以及私营行业的参与有限。

同时还存在其他的问题。当然，人们已经对建立基于生态系统的自然资源和环境管理给予了很多关注，但是这些努力取得的成果则相当有限。这一点对海洋来说尤其如此，因为多数渔业管理采用的是依赖于生态知识的分析方法。现在全球的趋势是嘴上空谈转向基于生态系统的管理，而事实上成功的实践非常有限。

另一个问题是气候变化及其对生态系统、生物多样性和生态服务的影响。生态学家谈论的术语是脆弱性和恢复力，其他人则通常关注气候变化的适应——人类活动或生态系统和物种的适应性。一片森林由于同气候变化有关的疾病、火灾或虫害相继死亡后，其他的物种将占领这片区域形成新的生态系统。气候变化不仅仅对生态服务来说至关重要，而且对人类和经济活动的直接影响（包括与自然灾害程度和频率有关的

^① <http://www.roap.unep.org/pub/GBO3-final-en.pdf>.

影响)也非常重要。关于海洋酸化、海洋生产力的影响(特别是浮游植物)以及洋流变化带来影响的海洋预测得出了相当严酷的结果。^①

WWF定期发布《地球生命力报告》，表明人类的需求超出这个星球支撑能力的程度，这是基于现有的生态容量和所有国家的生态足迹来分析的。2010年的报告指出，要想可持续地支撑我们现有的需求，我们需要1.5个地球^②。换言之，我们正处于严重的生态赤字境地。这个赤字的分布并不平均，最大的赤字发生在世界上那些富裕的地区。中国虽然人均生态足迹较小，但是已经进入生态赤字阶段。2007年，中国需要2.2个中国的面积才能满足其食品、木材和纺织品的需求。^③

这些关于充斥着严峻挑战的生物多样性和生态未来的综述让人感到震惊，也反映了生态服务结果的不公。那些社会中的贫困群体可能要付出最大的代价，那些最脆弱的生态系统以及其生物多样性(如某些沙漠、沿海和湖泊湿地、珊瑚礁和永冻地区)最容易受到影响。最脆弱的生态系统通常都承担着重要的支撑和调节功能，即便是它们的直接经济效益相对来说不那么明显。

1.2.6 生态系统和绿色发展的国际进展

几乎任何一个生态系统的保护都没有取得应有的进展，特别是在很多发展中国家和全球公有区域。绿色发展还没有被完全接纳，或者具备可操作性。目前的进展状况可以归结为下列五点。

绿色增长多关注于污染控制、能源利用和环境基础设施，而不是注重于生态服务和生态系统保护的专项战略。伴随着全球经济复苏的不确定性以及刺激计划接近尾声，很多国家不愿意为绿色经济、绿色发展战略和行动提供新的投资。但像中国、韩国、巴西以及部分欧洲和北美国家则例外。人们所期望的向新的增长点转变并非一帆风顺，而是相当缓慢。此外，经济刺激计划也带来了负面影响，包括生产钢材和水泥引起能源需求上升(中国)；资助项目产生了重大的环境影响(很多国家)；生物燃料的生产导致持续增加的林地转用来生产棕榈油(东南亚国家)。从全球来看，环境目标没有实现，而另外两个最重要的目标——气候变化减缓和生物多样性保护则远远没有实现。

在全球范围内，基于生态系统的管理(EBM)正在被纳入国家级的自然资源和环境战略，但是总的来说成功案例有限。期望EBM在短期内被接受并适用于一切情况，这一点可能是不现实的。但如果生态系统的完整性降低到一个临界点时，可能会发生突然的灾难性转变。海洋中的掠食性鱼类被由水母主导的简单生态系统代替就是一个例子，草原的荒漠化则是另一例证。

绿色发展需要健康的生态系统提供全面服务。如果生态系统处于退化的境地，那

^① Alanna Mitchell. 2009. 海洋病：全球海洋的隐藏危机。University of Chicago Press.

^② 地球生命力报告2010。世界自然基金会2010年10月13日发布。

^③ 中国生态足迹报告2010。WWF(中国)与国合会联合发布。

么发展就会变得不可持续，因为环境状况以及长期的经济增长和社会福利受到了威胁。关于生态退化已经出现了很多警示，遗憾的是，在未来的数年里，我们可能会见证更多。巴基斯坦的洪水、2010年初中国西南地区的严重干旱、俄罗斯森林大火以及墨西哥湾石油泄漏灾难都向我们展示了将健康的生态系统主流化、确保自然资源为人类生存提供服务所面临的挑战。

向绿色发展的新政策、手段和机制转变进程尚未达到预期的程度。由于全球经济尽力试图重新收复失地，这就有可能错失从根本上重构生态与经济关系的良机。如果这种情况确实出现，则面向绿色发展的转变在任何一个国家中都难以实现。未来五年加快这一进程至关重要。

很多决策者和科学家都对沿海地区和海洋生态的命运表示了特别的关注。这些地区面临着极其困难的挑战，包括海域附近城市发展的累积效应、沿海港口和海上交通、近海开发、过度捕捞、沿海自然栖息地的丧失、陆源污染以及气候变化带来的严重威胁。近期最严重的例子就是墨西哥湾石油泄漏事件，但是海洋生态系统面临的压力是广泛存在的，包括大部分亚洲地区。

1.3 中国的绿色发展

1.3.1 绿色发展的基础

中国已将其雄心勃勃的环境目标和长期解决生态环境问题的努力纳入其经济刺激计划中，目前形势较为有利。例如，中国今年将制定出今后 20 年的生物多样性国家战略与行动计划。在其经济和社会发展进程中，中国继续以前所未有的力度投资于环境的改善。去年，国合会建议中国应实行低碳经济。五年前，国合会强调了促进循环经济的必要性。这些观点都已经被采纳并付诸实施，引起了全世界的关注。这些都是中国绿色发展的基础。

保护自然遗产在中国并不是一个新课题。在过去的 20 年里中国已经取得了显著的成绩，特别是在植树造林、草原保护以及运用新型环境管理手段方面，包括在一些沿海水域划定生态功能区、湿地恢复、物种和栖息地的生物多样性保护，将超过国土 15% 的陆域和水域面积划为自然保护区、污染治理以及城市绿化工作。

但这还远远不够，无论在这些方面投入多大的努力和财力，中国的绿色发展还是落后于“褐色”和“黑色”发展，导致河流和土壤受到污染、生态系统的退化。自然资源提供的服务面临着前所未有的巨大威胁，包括来自那些所谓的非消费性活动（如娱乐和旅游），还有伴随着中国收入水平增长而来的物质消费水平的提高。换言之，目前中国快速发展所导致的生态负债是在不断上升的。同时，中国生态足迹水平的提高也对中国自身和世界其他地区脆弱的生态系统造成影响。

1.3.2 绿色发展战略

环境保护部部长周生贤指出，中国的环境保护新道路应基于环境与经济关系的积极转变，基于绿色经济、投资和发展^①。绿色发展应当保护生态系统及其生物多样性。它应吸纳绿色经济的理念（例如取消有悖于环境的补贴），还应包括功能区划、栖息地保护、严格的环境监测等政策，以及其他生态空间规划、管理和恢复的手段。

在理解生态环境变化动态和重要性方面有许多行业、地方和国家层面的因素需要考虑。胡鞍钢——一名中国经济和环境关系的评论员和知名学者——认为中国自然资本下降的高峰发生在 20 世纪 80 年代初期，几乎占 GDP 的 30%。但是从那以后情况有所改善，尽管还是处于不可接受的较高水平，2001 年占 GDP 的 5%，也许现在更低^②。但这些数字掩盖了一个严酷的现实，用 GDP 衡量自然资本的损失可能仅仅能说明中国在过去的 30 年里 GDP 的急剧增长，而不能说明生态系统的健康程度。因此，胡鞍钢以及其他一些学者呼吁在各个行业和国家层面的指导方针上应一致地推行绿色发展模式。

在中国，2002 年 UNDP “中国人类发展报告：绿色发展，必选之路”对中国的绿色发展提供了一个相对深入的见解。报告建议“绿色发展强调经济与环境的发展高度统一和谐，是实现以人为本可持续发展的正确道路。”报告提出了绿色发展的九点内容（见专栏 1-2）。所有这些概念现在都已经以一种或多种政策形式得以体现，但是它们还没有能够遏制生态的退化趋势。

专栏 1-2 中国绿色发展的九点内容（UNDP 中国人类发展报告，2002）

1. 有效控制人口增长；
2. 提高人均收入水平，改善收入分配，减少贫困；
3. 提高用水效率；有效控制水污染，恢复水生态环境；
4. 严格保护耕地，保证耕地的耕作面积；
5. 提升能源利用率，进一步减少煤炭在能源消费中的比例；
6. 减少 CO₂ 排放，有效控制城市空气污染；
7. 改善生态系统；增加森林面积；扩大木材现存量；
8. 恢复已经退化的草原，扩大水土保持面积；
9. 加强国家自然灾害安全网络；建立应急反应和救援体系。

此外，UNDP 的报告还建议采取以下行动：（1）借助市场机制推进综合的环境和

① http://english.mep.gov.cn/Ministers/Speeches/201007/t20100707_191840.htm.

② 见“中外对话”网站，26 June 2006.
<http://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/134-Green-development-the-inevitable-choice-for-China-part-one>.

经济政策；（2）推行机制创新，在政府和社会之间就保护环境的共同行动建立合作互动机制；（3）促进绿色产业发展和提倡绿色消费；（4）技术创新要全面考虑环境。自2002年以来，中国已经在上述各个方面都取得了一定进展。与此同时，经济增长速度比上述行动的实施速度快得多。

“十二五”规划期间及今后在这方面的持续努力应该带来在一定程度上的进展。因为中国的经济还在持续繁荣，借助环境管理新方法的经验，中国可以在保证经济与社会发展的同时对环境改善进行大量的投入。因此，绿色发展对中国来说不仅是一条可行的道路，而且也是一条必由之路。否则，中国经济发展的成果就将会被环境问题所侵蚀，甚至抵消殆尽。

1.3.3 绿色发展和生态文明

中国领导人（包括胡锦涛主席）提出了迈向“生态文明”的发展模式。尽管这一远大目标难以在短期内实现，但是对于长期繁荣和生活质量来说它确实是一个非常恰当、关键的目标。这是一个能够成功地实现发展同时又保护环境、尊重（甚至加强）自然所提供的社会服务价值的必然结果。生态文明需要用综合的、改革的方法来实现绿色发展，包括：（1）保护和强化生态服务；（2）保持较低或中等程度的生态足迹消费模式；（3）健康的生态系统为健康的社区和人群提供可持续的经济增长和生计保障。

尽管以上三点早已为国家和省级政府所熟知，但是这些需求与那些附带沉重生态代价的短期发展目标之间还存在着激烈的竞争。

1.4 中国的生态系统和生态服务

1.4.1 生态服务的今天和未来

2005年的千年生态系统评估（MA）^①给出的结论是自然资源的服务至关重要，它节省了经济发展的直接成本，有时这些服务是无法替代的。关于生态系统及其相关的生物多样性和生态服务价值的定量研究中，值得一提的是，UNEP资助的生态系统和生物多样性的经济学研究（TEEB）^②。该研究的负责人认为保护生态系统的收益与付出代价之间的比值介于10:1~100:1之间。因此，“1盎司的预防胜过1磅的治疗”适用于生态系统的健康，同时也适用于公众健康以及其他基于风险的类似问题。所以加强和保护自然资本以便使大自然能继续为我们工作将是明智之举。

像其他国家一样，中国的生态系统服务也被通过各种方法（如Robert Costanza^③率

① <http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>.

② TEEB，生态系统和生物多样性的经济学。<http://www.teebweb.org>.

③ Costanza, R., et al. 1997. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature.*, 387: 253.

先采用的方法)进行了货币化的研究。陈忠新和张新时曾经计算了共 17 类中国的生态系统服务, 总价值为每年 77 834 亿元人民币^①。他们指出这一数字大约是 1994 年中国 GDP 的 1.7 倍。中国的生态系统服务占全球总量的 2.7%。这些服务价值进一步分为: 陆地生态系统占 72%, 海洋占 28%。森林占 20%, 草原占 11%, 湿地 34%, 沿海生态系统占 16%。这些价值是基于 20 世纪末的数字。从那以后, 碳储存也得到越来越多的关注, 并被认为是一种生态服务, 这可能引起上述数字的较大变动。总之, 任何国家层面的生态服务价值的评估都应慎之又慎, 因为这些生态服务价值通常都被低估, 还有一些是无法准确货币化的。

要理解中国及其他地方的生态服务最好是遵循 MA 和 TEEB 的逻辑。最基本的一点是, 一个社会需要生态良好的生存环境。生态产品和服务有两种基本类型: 一是供给和文化服务, 为社会提供生态产品和文化效益; 二是与生态系统和栖息地有关的支持和调节服务(见图 1-1)。世界上存在着一种趋势, 即更多地关注并投资于生态系统的供给服务。这些通常是经济价值容易被计算, 并且人们非常清楚如何保护的那些服务, 尽管这些服务常常由于过度开发或其他原因而下降。而支持和调节服务则常常没有被赋予可信的经济价值, 或者被忽略, 或者还没有被人们更好地理解。

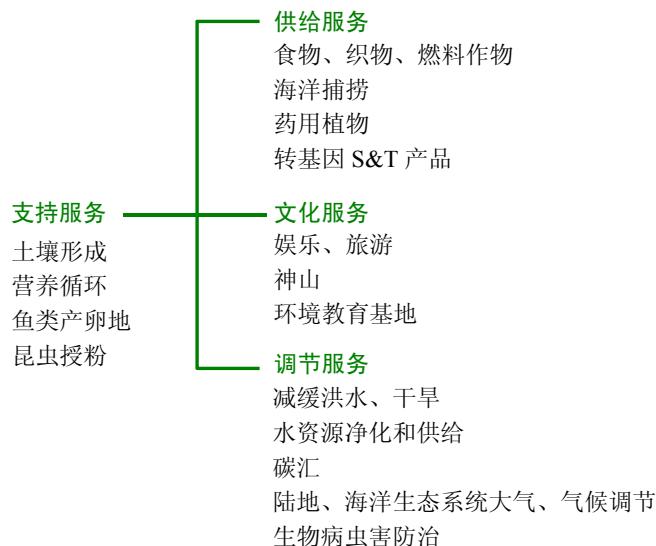


图 1-1 生态服务的种类和示例

来源: 源自千年生态评估和有关其他研究。

关于这两种基本的服务类型之间的关系还存在着一个主要的难题(见图 1-2)。过

^① 陈忠新、张新时. 2000. 中国生态系统服务价值研究. 《科学通报》, 45 (10) : 870-876.

去的国际和中国国内经验表明，对供给功能的过多需求会导致支持和调节功能的下降，特别是那些难以用经济手段计价的功能。但是，中国目前的阶段是必须依靠高强度的生态系统使用。因此，未来的关键是改变这些生态服务类型之间的关系（见图 1-2-未来），并恢复或防止生态条件的恶化。这是中国环境与经济以及绿色发展所面临的一项根本性挑战。

图 1-2 需要进一步的解释和举例说明。生态系统包括那些基本上还处于自然状态的系统，也包括那些已经严重退化的系统，如地貌侵蚀严重的黄土高原或严重污染的湖泊生态系统。很多中国的生态系统都处于高度使用状态，包括稻田、养殖池塘以及过度捕捞的海域，但也有很多地区仅仅是被周期性地使用或利用的强度相对较低，例如牧场和再生林地区。

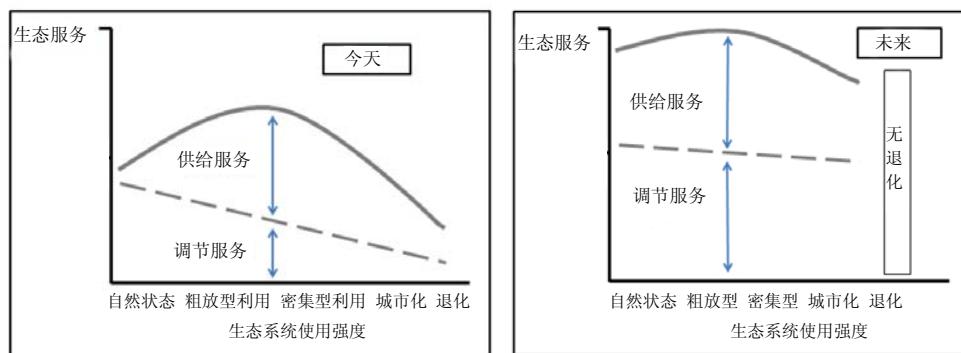


图 1-2 中国的生态系统供给和调节服务——今天和未来

来源：国合会生态系统课题情景分析资料。

鉴于中国对所有资源的大量需求，尽管政府采取了减少土地退化的措施，但过去几十年里很可能在水平轴向上还是向右移动的，主要是由于更多的土地处于高强度利用状态以及新增的退化（例如污染导致的退化）。重要的一点是最大的供给效益大约都是通过高强度的利用获得的。但总的的趋势是随着人类使用强度的增高，生态系统的支持和调节功能会下降。当然，这种下降在退化的生态系统中最为明显。但在高强度利用的生态系统中（如与农业和林业有关的系统），这种下降也是相当明显的。1998 年长江流域的洪灾就是一个例子。

中国想要在未来改善这种状况，需要采取的行动可能会与国际经验截然相反。现实情况是，考虑到不断增长的人口和人均消费水平，中国将会需要更高强度地利用至少一部分陆域和水生生态系统。因此，各种生态供给服务的曲线还要上升。一些服务将与旅游和文化产业有关，但也包括对环境需求较高的食物供应的增加（如肉类、鱼类产品）。需要加强而不是削弱生态系统的调节功能，包括那些目前处于低强度、高强度或已经在退化的生态系统以及城市生态系统。

中国面临的挑战是不但要充分认识并加强自然生态系统中的保护性服务功能，而且还要提高其他生态系统这种功能。这就意味着要恢复现有的已经退化的地区，以使其生态功能和生物多样性得到改善，同时还要防止新的生态退化地区的形成。这需要前所未有的承诺，以及在所有生态系统中，无论是农业、牧业或林业、采掘业、城市和郊区土地利用、工业地区还是山区、沙漠和海洋，都转向生态友好型的资源利用方式和环境实践。只有这样才能真正实现中国生态服务功能可持续和系统的保护。

中国目前关注绿色发展，改善生态系统管理和生态服务的工作还包含几层含义^①。一是支付生态服务的资金，在中国被称为生态补偿机制^②。这已经通过各种活动得到广泛的开展，尽管还不能说已经形成了完整的体系，或是达到最佳状态。二是在科技研发领域大规模的投资，特别是在能源效率和可再生能源领域，当然还扩展到很多其他领域，包括生态可持续性农业、中科院支持的生态系统研究网络（CERN）^③、气候变化生态项目等。但是，这些努力还不足以满足最重要的一个方面的需求，即关于快速经济发展和可持续生态需求方面观念和行动的转变。如果不从根本上改变现在这种以过度的生态代价支撑经济增长的定式，很可能会出现经济和生态环境的双重下滑。

1.4.2 中国生态系统正在承受压力

中国的生态系统正承受着沉重的压力，也常常面临越来越多的问题。这并不是新的发现。实际上，在过去的几十年里中国已经就应对主要问题做出了大量努力，在恢复景观和保护标志性物种（如大熊猫）等方面已经取得了部分成功。最近几年，中国在植树造林、草原恢复、流域管理等方面进行了前所未有的投入，这些都证明生态恢复和生态建设可以取得成功。将国土面积的一部分划作自然保护区（目前中国 15% 的国土是自然保护区）这一巨大的承诺也是一个了不起的成就。海洋和沿海地区也受到了关注，例如在厦门和大连等城市，建立了一些海洋保护区，采取了保护性措施如黄

^① 最近有多个关于中国生态服务及其价值的研究。例如张彪、李文华、谢高地等，2010。“中国生态系统服务研究的回顾与展望”。《生态经济》第 69 期（7）：1389-1395；UNDP 中国网站—生物多样性和生态系统服务—项目。

<http://www.undp.org.cn/modules.php?op=modload&name=News&file=article&catid=11&sid=396&topic=22> Millennium Ecosystem Assessment. *Integrated Ecosystem Assessment of Western China*. 128 pp.

[http://www.millenniumassessment.org/documents_sga/Western%20China%20SGA%20Report%20\(English\).pdf](http://www.millenniumassessment.org/documents_sga/Western%20China%20SGA%20Report%20(English).pdf); ESPA. 2008. *China Ecosystem Services and Poverty Alleviation Situation Analysis and Research Strategy*. Final Report to DFID. 84 pp.

<http://www.nerc.ac.uk/research/programmes/espa/documents/Final%20Report%20China%20-%20annex.pdf>; 陈忠新、张新时. 2000. 中国生态系统服务价值研究。《科学通报》，45（10）：871-876; C.Y. Jim and W. Chen. 2009. 中国城市森林的生态系统服务和价值. *Cities* 26（4）：187-194; 刘建国、Shuxin Li、欧阳志云、Christine Tam 和陈小东. 2008. 中国生态系统服务政策的生态和社会经济效益. 美国国家科学院文集, 105（28）：9477-9482.

<http://www.pnas.org/content/105/28/9477.full.pdf+html>.

^② Michael Bennett. 2009. *Markets for Ecosystem Services in China. An Exploration of China's "Eco-Compensation" and Other Market-Based Environmental Policies*. Forest Trends.

http://www.forest-trends.org/publication_details.php?publicationID=2317.

^③ Shenggong Li, Xiubo Yu, Ping Yang, Guirui Yu, Renguo Feng and Xuliang Zhuang. 2010. *Chinese Ecosystem Research Network: Progress and Perspectives. Ecological Perspectives*. & (2) : 225-233.

海部分海域在产卵期禁止捕鱼作业等。

尽管中国为减缓生态破坏做了巨大的努力，但是过去 30 年快速的经济发展仍然导致了中国很多地方生态系统质量的下降。很多破坏已经从局部演变成了系统性问题。一个重要的例子就是营养物质流动的梯级效应，即从农田和其他排放源（如机动车尾气）进入河流、湖泊和地下水，最终进入河口和海洋，引发大面积的赤潮和绿藻的爆发，带来严重的经济损失。与气候变化有关的系统性破坏迹象广泛存在，例如维持生态服务功能的水资源形态的变化。新的问题不断浮现，特别是广泛分布的各种类型和程度的土壤污染。土壤健康对人类健康以及维系所有陆域和其他生态系统（包括农业系统）的营养物质的生物地球化学循环来说是至关重要的。

中国生态系统多样性是非常丰富的，包括世界最高的高山条件（冰原、永冻土和泥炭地）；一些最长最复杂的河流生态系统及相关湖泊；陆地和海洋的热带、亚热带和温带生态系统；众多的岛屿；还有各种类型的森林和草原。中国的农业生态系统在生物多样性、利用强度以及多数情况下它们的风俗和持久性方面都非常独特。中国是个多样性异常丰富的国家，包含着惊人的具有全球重要意义的物种和基因多样性。

即使在青藏高原这样人口稀少的地区，生态环境和生物多样性也会面临严重的压力，这些压力不仅来自生态系统的变化，而且还来自人类的直接活动，包括过度攫取药用物种用来制造国内高需求量的产品（例如采摘冬虫夏草造成的高原坡地的破坏）或海外市场需要的天然产品（例如猎取藏羚羊获得羚羊绒）。高原鼠兔是生活在青藏高原草原和高山沙漠的一种小型穴居哺乳动物。它被认为是一个关键性的物种，对生态系统的机能起着重要作用，即为高山草甸土壤通气从而有助于植物物种的多样性。这些鼠兔是食肉动物的重要食物来源，其洞穴也为其他物种提供栖息地（包括鸟类和蜥蜴）。但是鼠兔现在却被大规模的控制计划（毒杀）所控制，因为人们认为它们是牲畜争食的害虫。据报道，鼠兔的数量现已下降。

中国在青藏高原地区生态恢复和环境保护方面的努力包括建立大面积的自然保护区，如巨大的羌塘国家级自然保护区，面积相当于美国的新墨西哥州，位于西藏中部高山草原生态区，一直向北延伸直至青海湖。早期的保护活动始于 20 世纪 80 年代，例如“家庭恢复项目”，通过长期牧权形式将牧场私有化。20 世纪 90 年代中期开始的“退牧还草”计划通过轮牧、临时和永久禁牧来解决草原退化问题。这些措施可能会产生永久性移民，例如在澜沧江（湄公河）、黄河和长江源头地区的三江源自然保护区。人们应认识到这些项目将帮助数百万人脱离极度贫困的境地，也应认识到有些成果可能会因为草原和其他生态系统逐步退化而并不具有可持续性。

尽管做出了大量的努力，特别是在过去十年中的努力，但这片高原生态恢复似乎还没有达到人们期望的程度。因此，该地区的生态服务还处于各种活跃因素的威胁之下，相应地存在着潜在的影响。这些影响会涉及地区的可持续发展，还有国家的西部大开发计划、水资源的安全、生态系统和社区的健康，以及中国其他地区特别是长江

和黄河流域这些人口稠密地区的经济活动水平。中国人口高度依赖这些系统，不仅是因为直接的经济原因，也有文化、精神、娱乐的需求，以满足日常生活需要。

在所有日常需求中，水的供给是最重要的，因为中国人均淡水资源远远低于世界平均水平。在现代经济中，为满足各种需求的土地资源十分有限，特别是在沿海地区。因此，虽然伴随着很高的生态代价，在沿海、河口和海湾地区填海造地现象非常普遍。近些年来出口经济的发展、城市的扩张、城际间公路和铁路等基础设施的建设等都对土地、水资源、生态系统和野生动物造成严重的压力。修筑水坝、煤炭和其他采掘业甚至大规模的风电和其他可再生能源项目都附带着巨大的生态代价。事实上，目前还没有好的计算方法计算出整个生态代价究竟可能有多大。这个代价将是未来几代人的负担，现在并不清楚有多少破坏是不可修复，进而会导致一些地区提前丧失可选择的发展机会，如旅游、水产和其他经济活动。

(1) 森林和草原

中国未来的生态健康取决于森林和草原能否管理好。这两种类型的陆地生态系统分别占中国土地面积的 20% 和 42%。中国森林的损失始于数千年前，最近 200 年速度加快，特别是 20 世纪。但在过去 30 年里发生的森林恢复给人留下了深刻的印象。中国目前是世界上植树造林最多的国家，所设定的森林覆盖率目标是在 21 世纪中期至少达到国土面积的 25%。相比之下，草原的恢复则问题较多，很多草原仍然存在过度放牧问题，或者已经退化。虽然投入了大量的资金，但是真正的恢复水平仍旧较低。这主要是受到一些因素的影响，包括技术投入不足（缺乏对当地特定生态条件的了解）、一些当地社区不感兴趣以及问题本身的复杂性。

当然，过去 15 年来，通过一系列重点项目的实施，中国的森林和草原得到了很大改善，特别是退耕还林、天然林保护工程以及其他一些生态补偿活动^①。这些项目都有着多重目标，但是都特别关注恢复生态功能和流域的环境保护。项目同时为低收入农户提供生态补偿，以避免他们为了生计而从事可能进一步破坏流域环境的活动。因此，这些项目被看作是中国绿色发展的重要组成部分，事实上，也是世界上绿色发展的主要内容。

问题是如何提升这些项目的实际效果，虽然这些恢复被当作是生态建设，但它们通常都表现为农作物系统，而不是自然生态系统。很多森林是种植园，草原也仅仅带来有限的物种，这些系统的碳汇、营养物质和水的保持有时也非常低。很多都不是为了优化生物多样性而开展的。对此，我们可以说，最重要的是从某个地方开始，尽管初步结果不尽如人意，这些生态建设项目至少比被它们替代的已经侵蚀和退化了的系统要好些，它们也为将来进一步改善生态系统（包括生物多样性）的工作奠定了基础，这可能是一个昂贵且非常长期的办法。很显然，这一过程必须是渐进适应性，某种程

^① 这些项目和其他关于森林和草原的信息，包括各种条件下未来情景预测，都在国合会生态服务和管理战略课题组的报告中有详尽论述。

度上类似于美国（保护区土地管理项目）和欧洲（多功能农村土地管理）的案例。

目前中国现有的激励措施已经相当全面，很多都是基于市场原则的^①。有一些是针对全国的，还有一些是专门针对省市地方的（如京津地区沙尘暴源头控制项目）。中国正在注重生态服务的支付，即受益群体应向需要改善生态环境的地区（通常是贫困地区）提供补偿。一个例子是位于江西省境内的东江源地区，因其为下游的香港和广东省部分地区提供水源而受到保护。虽然理论上很好，但是实际的财政转移支付还常常出现困难。因此，中央政府作为最主要的资金来源应该在措施设计、调解和管理各方利益方面发挥主要的作用。生态补偿的标准还没有制定出来。因此，应该说中国还没有形成一个全国的生态补偿体系。

中国已经对其森林和草原项目制订了监测计划，但是这些监测计划似乎并没有全面地注重生物多样性或者考虑其他重要的生态服务功能。其中最重要的一个考虑是碳的储存。这一点对未来很重要，因为与森林和草原有关的碳汇有可能具有重要的经济意义。有一点让人担心的是那些目前是碳汇的地区将来有可能因为管理和保护资金持续性的原因而变成碳源。

尽管存在这些问题，中国在保护森林和草原方面还是取得了十分显著的成就，在接下来的数年里成就会更大。很多项目目前已经处于成熟阶段，但有必要考虑重新设计以面向更广泛的生态目标和更有效的实施。这些项目还应从社区共管的制度安排中借鉴经验，以保证足够的利益分配和促进符合地方经验和利益的保护行动。

（2）水

水的问题从古至今一直是中国经济和人民生活的重中之重。历史上，水利专家们因为他们的伟大成就而备受尊崇（例如大运河），中国的农民重塑山坡而成的稻田，还发展了完整的水产养殖业。一个严酷的事实是中国的人均水资源占有量非常低，而且分配不均，南方丰富，而在半干旱的北方地区则稀少。水条件发生变化的风险也同时存在，例如 2010 年初席卷中国西南部的罕见干旱天气。还有日趋频繁的极端洪水和暴雨，例如 2010 年中国西部与季风有关的灾害。

从水生态的角度看，中国西部地区具有十分重要的地位，特别是青藏高原。这一广阔的地区拥有大量脆弱的生态系统，这些系统不仅对中国而且对亚洲其他国家都非常重要。人们有理由称这里为“亚洲的水塔”，因为有太多主要的河流都发源自这里。这里也因其丰富的动植物多样性以及大量的沼泽、泥炭地、湖泊、永久冻土、冰川和雪原而闻名。所有这些都面临着压力，这些压力来自于有史以来最高强度的牲畜蓄养的过度放牧和固定式放牧，来自基础设施的建设以及矿产采掘业的发展（因为该地区

^① M.T. Bennett. 2009. *Markets for Ecosystem Services in China: An Exploration of China's "Eco-compensation" and Other Market-Based Environmental Policies*. Forest Trends and the Katoomba Group, Washington, DC. 86 pp.; Liu Guihuan, Zhang Huiyuan and Wan Jun. 2008. Chinese Policies and Practices Regarding Payments for Ecological Services in Watersheds. 中国人口、资源与环境. 6 (1) : 36-43.

矿产丰富)。气候变化带来的压力已经被充分注意到了，在下个十年中压力还将会继续增大，也许包括季风和水流形式的根本性改变。无论青藏高原的生态系统发生了什么，下游地区都会感受得到。

世界银行最近刚刚发布了一份关于应对中国水问题的政策需求报告^①，但是这份报告并没有论及水在中国的生态作用以及满足了多少生态需求。据估计中国只有2%的水被分配用于满足生态需求。在世界其他地方，这种生态需求是水资源管理的重要组成部分。例如，加拿大已经表示没有多余的水可以出口给美国，因为要满足国内的生态需求。当然，这些自然系统反过来也为加拿大社会和其他国家提供生态服务。地下水得到补给，森林汇水区保证了河流湖泊水位的稳定，健康的未经扰动的生态系统可以过滤提供干净的水源。多数的水用于农业用途，包括小麦、油菜和牲畜养殖。被出口到国外的农产品，其中也包含了大量的“内涵水”。

① 脆弱的水生生态系统和日趋减少的服务

中国境内有许多脆弱的水生生态系统，包括湖泊、河流和湿地。特别是在大城市周边地区，地下水位在下降，农村的一些含水层也遭受地下水抽取或者污染的威胁。为了解决这些问题中国正在付出很大的努力，迄今为止只取得了部分成效。例如，2008年中国环境状况公报指出，在全国200条河流的400个国控监测断面中，只有55%满足地表水环境质量I~III级的要求^②。低于这些标准的被认为是中度到重度污染水平，如黄河、淮河和海河。中国第三大淡水湖——太湖继续承受着由于未经处理的生活污水和工业废物而引起的藻类爆发问题的困扰。

为此，政府已经采取很多措施，包括从长江调水来稀释污染，大量的资金用于污染处理设施。问题的一部分原因是涉及两个省和一个直辖市（上海）的行政区划障碍，例如湖泊上游的污染源和下游地区的关系。生态补偿机制似乎是个可行的解决办法，这需要成立一个中央委员会来协调有关太湖的行动。两个比太湖还大的湖泊都处于长江流域中部，即洞庭湖和鄱阳湖，这些湖泊有着广大的洪泛平原和极端重要的湿地。鄱阳湖因其“山河湖工程计划”而成为一个被广泛研究和报道的范例。^③

关于中国西部独特水环境的生态变化有很多科学传奇，其中最令人费解的是青海湖。青海湖是中国内陆最大的盐水湖，是中国最重要的鸟类迁徙避难所之一。青海湖应该是一个生态变化（包括气候变化）和放牧压力的“晴雨表”，湖水的水位已经严重下降，周边的土地已经沙漠化，但最近5年来，湖水水位又上升了（在20世纪50年代到2004年持续下降370cm之后上升了70cm），可能是由于雨水增多或者植树造林的结果。这种转变凸显了需要更好地理解这些敏感生态系统因果关系变化的必要性。

^① Xie Jian, A. Liebenthal, J. Warford, J. Dixon, Wang Manchuan, Gao Shiji, Wang Shuilin, Jian Yong and Ma Zhong. 2009. Addressing China's Water Scarcity: Recommendations for Selected Water Resource Management Issues. World Bank, 198 pp.

^② http://english.mep.gov.cn/standards_reports/soc/soc2008/201002/t20100224_186070.htm.

^③ Lake Poyang, http://www.adb.org/Documents/Books/Water_for_All_Series/Water_Poverty_Realities/Mountain_River_Lake.pdf.

在青海湖和青藏高原的很多地方，国家和地方政府已经开展了大量工作进行生态恢复。

② 综合流域规划

自从 20 世纪 90 年代长江流域洪水之后，中国出台了“三十二字方针”^①。该方针要求采取行动通过退耕还林、湿地恢复、改善河道（如疏浚、护岸）和在许多森林地区禁止伐木等措施保护脆弱的生态系统、社区和经济活动。2005 年国合会建议在长江流域采取“生命之河”的概念。这一概念，连同 WWF 在世界范围内关于河流生态的工作，通过“长江论坛”而逐渐被采纳。该论坛由长江水利委员会^②运作，重点关注流域综合管理。

尽管有很多好的意愿，但在中国应用综合流域规划却困难重重，长江水利委员会、黄河水利委员会等理论上似乎是理想的解决方案。例如黄河委员会拥有 4 万名员工，其中 1 万名工程师和科学家，下辖 16 个部门和 17 个局。其中一个重要的关注问题是确保黄河的水能流到大海。这看似简单，但是想做到这一点还需要一系列水资源分配法律法规和技术措施，水资源市场、水价系统和水权转让体系的完善。水污染削减和生态恢复问题（包括黄土高原）都十分艰巨，很多努力都与防治洪水和干旱相关，但是它们都包括一系列生态恢复目标，这将有助于上游、曾经的湿地以及黄河三角洲地区（很多鸟类和珍稀动物的种类正在增加）生物多样性的维持和改善。

长江水利委员会已经认识到长江水资源管理工作中缺少对环境和生态的关注，意识到需要实时、可操作的水资源管理和综合手段。这需要广泛的预测和评价知识，特别是对于这样一个大型水利工程（如三峡水库、南水北调）主导决策的流域。显然，中国正在开始在水资源分配决策中考虑生态需要，例如关于长江流域的湿地恢复。但是，这些决策在界定和保护生态服务方面还不全面，一个重要的例子就是很难把河流水质同河口、海洋问题联系起来。另一个例子是数量有限的水质监测站和有限的监测频率无法了解污染问题的全貌。但是最主要的困难还是向综合流域管理观念的转变，从而将生态特征作为管理的一个基本要素。长江水利委员会已经通过修订长江流域综合利用规划向这个方面转变，这将是一个长期的、持续的努力，并将由广泛的利益相关方的参与来主导。^③

可以理解，中国的水问题多数关注的是淡水。但也有必要制定相应的政策、规划方法和手段确保海洋生态系统的利用也采用综合管理的模式。中国国内就有一些值得一提的综合管理的范例。《中华人民共和国海域使用管理法》（2002 年 1 月生效）为根据用途和需求进行功能划分提供了基础。厦门市政府在 1994 年开展了为期 5 年的“海

^① <http://assets.panda.org/downloads/mrwyangtzecestudy.pdf>.

^② 长江水利委员会是水利部下属 7 个流域委员会之一。这些委员会同环保部、其他部委、地方政府、公共团体和组织（如 WWF）在水资源利用方面一道工作。

^③ D. Boekhorst, T. Smits, Xiubo Yu, Lifeng Li, Gang Lei and Chen Zhang. 2010. Implementing River Basin Management in China. *Ecology and Society*. 15 (2) Article 23 online.

岸带综合管理（ICM）”国家示范项目^①。一个地方海洋管理部门负责协调，一个跨部门的顾问小组负责提供技术支持。这是一个计划实施 5 年的项目，在这期间通过综合环境影响评价，沿海填海计划得到重新评估，进而引入了海洋功能区划的方法，项目还采取了具体行动解决生态问题。

今天厦门市的海岸带催生了休闲娱乐、经济发展以及合理的海洋使用和功能区划。代表性的范例包括建立红树林和濒危动物保护区、采用海洋使用许可控制海洋污染、保护海滩和沿岸景点以及划分其他用途的功能区（如船运和港口、水产养殖、生物多样性保护，如 18km² 的中华白暨豚保护区），这个案例是地方合作最成功的案例之一。《海域使用管理法》就是在厦门经验的基础上制定的，现在的问题是如何在全国的海域推广这一做法。

维持那些已经受到严重威胁的生态系统的必要生命支持功能值得我们密切关注。没有哪些生态系统比以下这两种更重要：土壤生态系统、海洋和沿海生态系统。虽然对于这些系统人们已经了解了很多，但是他们总的功能发挥以及由目前国内、国际经济活动带来的影响以及其后变化带来的影响还没有被全面了解，政策行动也还不够。下面就这两个主要的、备受威胁的生态系统进行逐一论述。

③ 土壤

考虑到持续数千年的农业实践（特别是水稻种植和放牧），土壤生态系统似乎极具恢复力，但是荒漠化一直在困扰着中国。草原，中国这一陆地最大的生态系统与植树造林的成功相比似乎难以恢复。土壤的破坏遍及城市和工业用地、采矿、施用大量生物杀虫剂和化肥的农村，以及土地种植和保护措施落后的地区。

土壤生态系统含有大量的微生物，对于生物地球化学循环（将有机和无机物质转化成有用的养分）以及调节岩石、矿物和植物以储存碳和水分来说至关重要，它为健康的森林、草原生态系统和丰富的生物多样性栖息地提供了基础。

一个健康的土壤生态系统提供的服务常常被认为是理所当然的，人们认定无论保护和管理程度是什么样，这种服务提供都会持续下去。农民和牧民常常能够认识到土壤生态系统实际的复杂性，因而采取特定方式保护它们。科学也起到了极大的作用，特别是在消除不良的土地利用方式带来的影响方面。

但是最近几十年来，在全国范围内保持健康的土壤生态系统的工作变得越来越困难。这不仅有通过大量施用化肥和农药来提高农业生产力所带来的压力，而且还有因为从游牧转向定居生活方式带来的显著增加的放牧压力。伴随着人们收入水平的提高，人们对动物蛋白质的需求也在增加。这给土壤带来了严重的影响，包括板结、牲畜废物导致的土壤和地下水污染，还有荒漠化问题。

^① A. Uychiaoco, et al. 2009 Xiamen's Transition to Orderly Seas. Case Study 1 (2) . PEMSEA, Manila; Huming Yu and N. Bermas. Integrated Coastal Management: PEMSEA's Practices and Lessons Learned. UN Institute for Training and Research. Hiroshima Office for Asia and the Pacific.

除了农业以外，其他一些原因也导致了土壤污染的加剧。这些包括采矿、工业加工产生的废物、废物循环利用作业（包括电子废物循环利用）、城市发展、交通基础设施（包括公路、铁路、水路航运）、管线和输电线、能源利用（特别是燃煤）、空气中二氧化硫和二氧化氮等污染物导致中国 1/3 的土壤酸化，以及垃圾和有害废物的不当处置。尽管第三次全国土壤污染状况调查刚刚结束，但是整个土壤污染问题还不很清楚。

与土壤污染有关的还有历史遗留问题，包括在农村炼焦和其他小冶炼造成的土壤生态系统影响。在城市，围绕老旧工厂进行的城市改造很少考虑到场地污染问题。但现在出现了一些更严重的问题，包括工厂生产不考虑空气和水污染、有毒和其他废物的非法倾倒、导致土壤和地下水污染的采矿作业，以及上述不可持续的农业生产方式带来的问题。

虽然越来越多的土壤污染事件得到曝光和处理，但是总的情况事实上是在继续恶化的。目前还没有一个应对土壤生态系统污染的系统方法。更进一步讲，国家在把土壤问题作为综合健康问题（生态系统健康、食物和水环境健康、人民的健康）处理方面所做工作还不够。因此，中国正在积累着伴随巨大经济代价（但不知道是多少）的生态负债，可能会影响未来中国赖以生存的生物地球化学循环功能的正常发挥。

④ 海洋

中国有幸拥有从热带到温带生态系统的相对多样的海洋和沿海地带。有些地方冬天会结冰，但南方的海域很适合珍珠、鱼类和贝类养殖，也适合珊瑚和红树林等的生长。黄海因其渔业和沿岸水产养殖而闻名，而东海因石油和天然气开发变得日益重要。过去 30 年里，中国的沿海地区是中国开放和取得非凡经济发展的主要地区，这里曾经历前所未有的航运和港口的增长。但是最大的变化是最近大量的人口涌入城市，城市的数量在增加，面积在扩大，也变得越来越复杂，特别是基础设施，包括令人瞩目的连接上海和杭州的桥梁系统，还有类似的珠三角地区的区域路网、京津城际铁路等。大量的投资用于海洋和沿海地区的发展会给海洋和陆地地区都带来显著的经济效益。预计到 2020 年，仅 5 个主要的海洋基础产业收益将占中国 GDP 的 7%。

中国主要的河流对海洋生态和沿海经济都有着重要的影响。只要中国的经济繁荣还与国际贸易紧密相关，那么沿海城市很可能发展得更好，因为它们在制造、金融和贸易等方面都处于主导地位。将重要的城市和港口放在自然生产力强的三角洲（如珠江和长江）或在主要的海湾旁边，这种做法有利有弊，特别是从生态可持续性角度来看。因为这些地区同时也是迁徙鸟类、洄游鱼类和其他动物（如白暨豚^①）的重要栖息地。此外，城市位于洪泛平原以及易受台风、海平面上升、海水入侵影响的地方还需要考虑大量的灾害预防和应急的需求。

中国天然的沿海生态系统有很大一部分都已经或被填海造地所替代，或被港口附

^① 白暨豚是一个由于栖息地丧失、非法捕捞和其他因素导致种群下降以致最终灭绝的悲剧故事。Samuel Turvey. 2008. Witness to Extinction. How We failed to Save the Yangtze River Dolphin. Oxford University Press. 234 pp.

近的水泥构筑物、高速公路和其他基础设施所改造。虽然恢复湿地和其他自然生态系统通常也包括在这类的开发项目当中，但是它们不太可能为保护生物多样性和生产力发挥真正足够的作用。

中国的海洋和沿海生态系统已经出现了许多不堪重负和退化的警示信号。例如：由于陆地农田过量使用化学品以及其他污染源（包括汽车尾气排放的氮）排放及沿岸水产养殖作业导致的海洋富营养化；大面积频繁发生的赤潮（由于过量的营养物导致的蓝绿藻暴发）；近海大面积的绿藻，例如青岛的奥运帆船赛场；40%的沿海湿地已经被改造为工业、商业和居住（也包括港口开发）；中国海域的化学污染，例如2010年7月16日大连的输油管泄漏污染了大约 400 km^2 的海面；过度捕捞导致关键海洋鱼种个体尺寸（有时包括丰富程度）的下降，例如带鱼；由于捕鱼强度和方法、过度捕捞或者珊瑚礁、红树林和沿海湿地的破坏导致的海洋生态系统多样性的下降；通过压舱水传播的海洋和内河入侵物种的存在；与气候变化有关的海水酸化、暖化以及海平面上升。

这些问题以及相关问题在中国已经被广泛地研究了，但是通常都是被当作单个或行业性问题，没能全面地考虑海洋相关联的特性以及陆源污染这个主导因素。沿海地区的开发利用强度正在快速提高，但还没有一个成熟的综合海岸带管理的方法，或者高强度利用的海岸带（如渤海）综合管理方法。

在某种程度上，中国海洋生态系统的问题与世界其他地方的问题很相似，但中国所面临的压力要更大，这是因为它拥有的庞大人口、对生态供给功能成功的开发（特别是中国的海水养殖业全球最大），以及中国有能力开展那些影响海洋健康和可持续性的活动。

中国将继续扩大其海洋和海岸带的经济产出。一些可能活动包括开发海床沉积物中的可燃冰（这些水化合物在青海高原的陆地下也有发现），近海大力发展风电，建造人工岛和其他基础设施，改造鱼类和其他生物的基因以满足未来的食品、药物和能源需求，以及休闲娱乐活动。每种开发活动都存在潜在的影响，包括生物多样性的保持、海洋生态系统的自净能力、产卵场和保育区的保护、更大范围的海洋生态系统的健康（例如很多对营养物质再循环至关重要的海湾、河口以及深水区）。

中国海洋的管理由几个不同的部门负责，参与决策，但是并不一定是通过协作的方式进行。特别是源自陆地污染源的海洋污染问题最难以解决。对这类污染源对海洋的多重影响考虑十分有限。此外，管理职责还分散在各部门当中，如环境保护部、农业部（渔业）、负责能源和水利的部委以及国家海洋局。

1.4.3 生态系统管理与服务面临的关键挑战

这一部分对现状的概述显示，尽管在一些方面取得了大量进展（如植树造林和防止土壤退化/荒漠化），但是中国生态系统管理与生态服务保护所面临的主要挑战尚未

得到解决。

第一个挑战关注的是如何对待特定的生态系统特性。范围的问题十分重要，因为中国不得不应对相互交织的复杂生态系统问题，比如土壤生态系统问题是草原、工业区划甚至湿地问题的一个组成部分。然而，土壤质量和土壤生态修复在很大程度上是一个地方层面的问题，需要因地制宜地采取行动。问题的另一方面是如何采用一致的方法来处理确保大型自然保护区的价值的问题（比如那些在青藏高原发现的自然保护区），以及如何采用最佳管理方法管理大面积的海域，如黄海。

生态恢复力决定一个处于压力下的生态系统是否能以一个合理的方式继续保持其功能。一些生态系统由于特定因素（可知或不可知的）可能做得还不错。一旦到达一些临界状态，生态就会发生突然改变。这样的例子不胜枚举，比如：由于温度、含氧量、幼鱼成活率、过度捕捞或食物供应链减少等因素发生变化，海洋物种结构和种群数量发生突变。中国的政策更为显著地注重生态恢复力，例如将大面积土地划为自然保护区，以及近来在诸如湿地、工业场地和植树造林区这样的重要区域开展生态建设和恢复行动。

发展的累积效应不论是环境评价过程还是在开发规划中还没有得到足够的考虑，这对于那些工业污染不断积累的土壤生态系统来说是一个主要问题，对那些已经蓄积了农业和工业化学品的地下水和湖泊来说也是一个问题。现在又出现了一个与机动车尾气排放污染相关的问题，这一问题有可能从大气污染转化到地表水和地下水污染，并最终影响海洋生态系统，导致富营养化。

第二个挑战是涉及多重生态系统的系统性问题。在处理由一个生态系统产生的却给其他邻近生态系统带来巨大影响的问题方面中国还缺乏足够的机制能力。无法妥善解决与陆源污染物有关的海洋污染这一问题变得日益严重。另外一些例子包括保持迁徙水鸟和其他鸟类、海洋哺乳类生物和像中华白暨豚这样的淡水哺乳动物所需的生态条件，以及通过相连水系传播的入侵物种问题。保护生态学理论建议特别关注生态通道的建设，使之成为生物活动的安全“高速公路”，例如中国西部的大型哺乳动物种群，以及南北迁徙的鸟类。通常自然保护区系统可以满足这样的需求，或者通过在需要保护迁徙动物的时段限制人类活动，确保动物可以得到食物或繁殖地来实现这些要求。

系统性问题还包括要更加重视生物地球化学循环的生态功能，如碳循环、土壤有机成分以及那些由Johan Rockstrom和其他斯德哥尔摩应变中心的工作人员所描述的九大地球系统^①。

决策过程中未能充分考虑这些系统性问题将意味着影响环境的外在因素始终保持在生态危险的水平上。以农业化肥为例，它们不仅正在污染当地地表水和地下水，同时也影响沿海生态系统。

^① J. Rockstrom et al. September 24, 2009. A Safe Operating Space for Humanity. Nature. 461, 472-475.

第三个挑战是迫切需要可行的综合管理战略、规划和行动来解决生态系统保护和利用问题，特别是在区域层面上。尽管在流域管理机制（例如长江水利委员会）方面取得了一些进展，但是决策的制定还是由行业机构主导的。这一问题对于那些开发和资源利用涉及整个生态系统但是管理职责却分散在各个部门之间，或者因果关系难以界定的海洋开发来说尤为严重。中国还没有做过国家层面的沿海开发规划尝试。在特定海域制定综合管理框架（如渤海）的尝试在范围和能力方面也都非常有限^①。一些较大的区域在这方面还是取得了一些进展，即将发展与生态因素联系在一起，如解决黄土高原环境管理和生态修复问题。青藏高原是否是成功案例在短时间内还很难回答，这是由它的生态系统和开发目标的复杂性决定的。在这样一个地区，必须使用综合管理才能预测由气候变化和人类利用的影响而带来的巨大生态变化。

1.4.4 生态足迹

中国的生态足迹以人均为基础计算还相对较低，但是正在迅速增加，这主要是由于来自大城市的需求的原因^②。事实上，对于一些消费者，特别是城市中的富人，其消费水平正在达到发达国家的程度（比如能源利用）。中国生态足迹大部分实际上是国家的碳足迹，可以通过发展低碳经济得以减少。同时，相当大的一部分生态足迹与中国的出口导向型经济相关。这些情况使得未来中国区域性（国内）和全球生态足迹更加令人关注。我们建议有必要制定一个绿色发展战略，用于降低国际和国内市场供应链上的生态需求。这个世界对生态资源的消耗已经超出了地球所能提供的能力，也就意味着生态服务功能的长期下降正在发生。问题在于中国应该如何减轻这种负担而不是额外增加负担。

1.5 九个关键问题

这一部分讨论生态系统和绿色发展的九大关键问题。这九大关键问题并不是仅有 的主要问题，而是最为紧迫的。每个问题并不是以建议的形式展现，而是提出积极的 行动框架以供讨论，旨在通过绿色发展战略来保护中国的生态未来。

1.5.1 问题一

中国必须提升自然生态系统和那些被粗放或密集利用的生态系统所能提供的所有类型（支持、调节、供给和文化）的可利用生态服务水平，同时必须遏制生态系统的继续恶化。这一艰巨任务必须在全国范围内实施，包括陆地、淡水和海洋生态系统。

关键问题包括以下几方面。（1）避免达到临界点：这样的临界点是指环境影响导

^① BSEMP 渤海环境与管理项目。

^② 2010 年 WWF（中国）同国合会合作，编写了中国生态足迹的更新报告。见最近出版的 WWF 2010 地球生命力报告。

致生态系统和服务的突然改变，如威胁奥运会青岛帆船赛事的富营养化绿藻覆盖问题。（2）确定“楔——要害”的特征来展示不同问题的程度以及每个部分所能采取的行动。楔的概念最初被提出来描述诸如气候变化国际行动这类复杂问题的，它对那些存在多个贡献因素的生态问题也有借鉴价值。一个例子是实施“生命之河”战略，用来优化整个流域的生态服务的改善。（3）改变粗放利用型生态系统和密集利用型生态系统中供给服务与支持和调节服务之间的关系。有关理论认为，当自然系统收到警示信号时，其支持和调节服务就会降低，而且生物多样性也会减少，比如在农业、造林和水产养殖系统。在城市地区降低的程度比农村地区可能还要严重。中国将继续加强多种生态系统的使用，但是必须找到新的方法使得生态服务功能得以维持或提升、生态完整性得到保持、生物多样性得到保护。（4）避免提前丧失方案的选择：这些方案的选择影响未来经济与社会发展机会。失去生态服务的后果可能是非常严重的，试想一下在四川桃园由于使用杀虫剂导致缺乏蜜蜂授粉而不得不需要人工授粉这样的后果^①。自然带给旅游业的机会是一种馈赠，但是会因生态系统的破坏而丧失。生态修复花费巨大，而防患于未然总的来说会便宜得多。

当前，生态服务的价值在中国尚未像其他国家那样得到很好的量化和监测。因此，很难了解具体服务的全部意义，以及如何切实改善生态系统的调节和支持功能并同时继续提升其供给和文化功能。目前还没有国家级的生态服务清单，大多数省份对其生态服务价值也缺乏全面的了解，尽管他们提出或已经实施了生态补偿计划。

1.5.2 问题二

必须采纳综合生态管理以优化经济、社会与环境效益。但是目前成效仍然不足，而且通常没有得到系统化实施。

目前中国（以及其他国家）的战略实施主要是分行业进行，这样做的结果是行业之间的影响没有得到全面考虑。另外，跨省和区域性差别导致上游与下游之间的严重生态问题。中国沿海地区和海洋的迁徙物种、海洋洋流与混合过程等问题，对航运、港口和土地开垦等其他经济发展活动来说都是严重的生态问题。

以生态为基础的规划在减少综合管理的交易成本上存在实际价值，而且在一定程度上，这种方法正在中国得以很好地应用，特别是在地方层面和项目开发上。例如，青海高原三江源保护区，厦门市沿海开发规划等。

在区域层面上也已经尝试了很多成功的规划，比如黄土高原沙漠化防治行动。但是，海岸带综合管理（ICZM）和综合流域管理（IRBM）经历了更为困难的时期。目前还没有国家层面的海岸带综合管理机构或措施，而综合流域管理在中国尚处于起步阶段，尽管对水利工程的流域规划已经做得相当复杂。

^① http://ileia.leisa.info/index.php?url=getblob.php&o_id=70478&a_id=211&a_seq=0.

现有的水利部门可以进行机构改革，在渤海湾这样的特定区域可以建议尝试其他模式。但重要的是要认识到多种措施的有效利用对于最终走向综合生态规划和管理来说非常有价值。

(1) 设定红线用来标注土地、水域或栖息地种类的目标界限，并保证这一界限不得逾越。在中国农业用地上，红线就是根据能够满足食物自给自足的特定水平所需要的土地面积来确定的。在沿海地区红线可以用来界定一定面积的可以转化成其他用地的土地，比如最大允许填海造地的面积，或最大允许转化成其他用途的湿地面积。设定红线对自然保护区满足特定物种或栖息地要求也是很有帮助的。

(2) 生态功能区划可以在现有的程度上加以拓展，例如在生态敏感区域禁止航运、繁殖期关闭渔业和野生动物活动区、为迁徙动物提供食物和安全通道等。功能区划可以与河流和陆地的环境特征和承受能力相联系。但是要避免将这个概念用作“分类挑选”机制，将某些地区划为永久退化之后就不再关注。

(3) 基于市场的机制具有相当的潜力解决跨行业问题和保持生态服务的水平问题。如果经济价值可以被考虑到以前未认识到的因素中去，那么这种机制就会更好地发挥效力。碳汇能力就是一个例子。

(4) 战略环评是正常项目环境影响评价的一个有力补充。战略环评可以用于审视可能的用途范围及其累积影响，因而可以使方案选择的丧失最小化。

(5) 区域规划和管理有必要在各种范围内开展，特别是目前正在西部区域开发中得到应用。黄海的海洋区域也很可能实施以生态为基础的综合区域开发，湖泊盆地和周边流域的区域性管理是另外一个需求，鄱阳湖就为我们提供了一个很好的范例。

这一系列的已经在中国存在并且得到验证的措施十分振奋人心，因为已经有很多有价值的示范项目和活动，但遗憾的是，阻碍综合管理实施充分发挥作用的结构性障碍和其他问题仍然存在。国家政府和更多的地方政府十分有必要建立可行的机构安排，与此同时，推广经过验证的可以解决跨行业环境问题的措施。

1.5.3 问题三

将生物多样性纳入中国短期和长期发展战略当中是遏制重要生态服务减少、保证生态系统健康的必要措施。

这样做将使生物多样性作为国家级和地方层面（包括县市级）规划和管理功能的一个重要组成。国务院常务会议于2010年9月16日决定原则性采纳中国生物多样性保护战略与行动计划（2011—2030）。这个计划是在现有的1994年行动计划的基础上制定的。这次会议指出^①：

“受资源的过度使用、气候变化和其他因素影响，一些生态系统正在不断破坏，濒

^① http://english.mep.gov.cn/News_service/infocus/201009/t20100926_194969.htm

危物种受到威胁，基因源正在损失。生物多样性降低的趋势未能得到有效遏制。我们必须协调生物多样性保护和经济发展之间的关系，确保给予保护优先权、鼓励可持续利用、公众参与以及与加强生物多样性保护利益分享等原则。”

“一要完善相关政策和法律体系，将生物多样性保护纳入国家和地方规划。二要开展生物多样性调查、评估与监测，加强科学研究、人才培养和生物多样性保护能力建设。三要强化生物多样性就地保护，合理开展迁地保护。四要促进生物资源可持续开发利用，建立生物遗传资源及传统知识获取与惠益共享制度。五要加强外来入侵物种和转基因生物安全管理，提高应对气候变化能力。六要完善公众参与机制，深化国际交流与合作。”

新的生物多样性战略与行动计划（BSAP）将迈出非常有意义的一步。有很多方法保证生物多样性战略与行动计划的全部价值得以体现。最为重要的是必须保证地方采取实际行动，因此需要制定省级和市级生物多样性战略与行动计划。这些计划需要将重点放在生态上，特别是强调让自然发挥更大作用，重视生物多样性在加强生态系统恢复力方面的作用。加强在结合地方投入、改进自下而上的责任机制、提高公众意识方面机构和制度创新也是十分关键的。同时，不仅需要强化法律法规的制定与实施，还需要通过运用激励机制和改善投资模式等手段使这方面的工作锦上添花。现在正在实行的生态补偿模式可以进一步完善。

1.5.4 问题四

减少贫困与合理分配生态服务效益应在所有中国的生态改善举措中加以强调。

中国的生态改善举措在过去的许多年里对减少贫困作出了巨大贡献，总的来说是为农村居民提供了稳定的收益。很多项目，特别是森林和草原项目，在设计时就把社会效益与生态改善作为项目目标。正如中欧生物多样性项目中那些有当地社区参与的生物多样性保护案例研究所表明的那样，改善生计的同时也保护生物多样性是可能的^①。

保护生态还可以提供其他的直接效益，比如减少干旱和洪水的风险。通过关注生态系统健康、了解人类行为和传染病之间生态关系来改善人民健康状况。改变生物质的用途使之成为能源和有机肥料将增加农户收入，还能改善家庭健康。还有很多例子可以证明中国正在稳步地完成千年发展目标（MDG）。但是，“目标 7：环境可持续性”的进展仍然滞后，还需要具体的行动来提高绩效。

从生态系统管理和生态服务上考虑，中国的农村和城市是紧密相连的。生态优化的效益以清洁的水、防洪、娱乐和精神愉悦等文化效益的形式流向城市。可是农村居民与城市居民相比，收入仍然很低，也没有机会享受高质量的健康和教育体系。因此，

^① <http://www.ecbp.cn/en/projects.jsp>.

那些为超出本地范围的生态环境效益而制订的计划不被当地居民全盘接受就不足为奇了。这种现象在中国一些地区的草原恢复案例中有所体现。文化差异也十分重要，如果在计划设计过程中缺乏当地的高度参与，计划的被接受程度就会受到限制。我们从中国森林和草原恢复项目中看到的这种情况，很可能也会在海洋与沿海项目中出现。

有几种方法可以强化农村地区的收益。(1) 地方社区更多地参与自然保护区规划和管理。在许多自然保护区和其他保护地，当地居民的作用是至关重要的。我们不仅需要他们的合作，而且需要他们对当地实际情况的了解。合作共管的管理模式需要进一步探索。(2) 对当地生态服务、有关自然危害预防和公众健康的环境安全需求进行全面评价和价值评估。除了考虑流向其他地方的效益之外，通过关注流向当地的效益，可以使生态服务观念和项目更容易被当地所接受。(3) 高质可靠的生态扩展服务将增进新的效益具体化的可能性。传统的扩展服务总的来说强调的是如何提高生产力，而不是生态支持功能和生物多样性。

农村资源使用者全面参与保护当地生态系统的工作对国家、区域和当地都大有裨益，这也是唯一的方式来保证生态服务得以强化。同时，这也是建设绿色社会主义新农村、减少城乡收入差距的重要措施。今后的十年将是在已经取得的成果基础上，努力尝试走向森林、草原和沿海地区自然化的最为重要的时期，最终使生物多样性在生态建设区得到显著增长。

1.5.5 问题五

中国必须加强保护海洋生态系统，包括开放水域养殖、沿海湿地等敏感栖息地、入海口和大型海湾等半封闭海域，并更好地解决导致海洋污染的陆源驱动因素。这些对于经济增长持续依赖海洋的中国来说是非常重要的。

2008年，国务院发布了“国家海洋事业发展规划纲要”。胡锦涛主席在2009年访问山东时表示了发展海洋工业的期望，他还强调要科学地利用海洋资源和培育海洋产业。要真正做好这项工作，同时还要确保可持续绿色发展，将是非常复杂的。

海洋污染压力仍在继续增加，包括源于陆地的农业化学品的污染，也来自中国沿海地区城市发展、土地开垦和大量基础设施的建设，这不仅仅是港口也包括新的近海能源项目。渤海、黄海以及珠江三角洲等区域的压力将不断加剧。一些海洋渔业和水产养殖系统没有以可持续发展的方式运营。与陆地相比，海洋生态补偿、保护区的设立和其他生态保护措施的进展相对有限。

这些压力表明，必须在国家层面确定可持续海洋利用的综合政策。这一政策需要有一个坚实的法律依据，并与战略和行动有效联系起来。很多行动还是行业行为，因此还要提倡开展那些跨行业以及关注陆地、河流和海洋之间联系的行动。其他国家可以提供可能的政策和法律参考，包括美国、英国、澳大利亚和加拿大。必须加强解决跨行业海洋问题的机构建设。

当前，对一些非常重要的海洋生态与环境服务的关注度仍然有限。那些与气候变化相关的海洋生态与环境服务特别重要。在碳存储上，海洋很可能与中国陆地的价值一样重要。海洋在减缓气候变化影响中所起的作用仍未得到很好理解，而这一点对国际合作来说是一个很重要的话题。中国在面对风暴灾害、海平面上升以及海洋生产的负面影响上十分脆弱。作为未来使用和可持续开发中国海洋战略的一部分，这些题目还需要作更详细的了解。

有很多机会可以利用创新技术、机构和管理措施来完成中国海洋、岛屿和沿海地区可持续利用目标。利用这些机会，中国可以在科技领域大量投资^①，让当地科研人员寻求适用于当地的可行的解决方案，正如大连、厦门、海南等地正在做的工作那样。

1.5.6 问题六

中国陆地生态系统提供最大范围的生态服务，特别是供给服务。这些生态系统的压力在负面影响的强度和种类上还在继续增加。这些问题需要密切关注，特别是土壤污染，执行不力的草原恢复计划，以及减少农业生态足迹等问题。

中国最令人瞩目的生态建设是世界上最大的植树造林工程。目前，中国拥有大约 1/3 的世界种植林，其生态效益是巨大的。不过，种植林的生物多样性、木材蓄积量和生产力仍然较低。草原恢复计划和植树造林相比不是太成功，草原生态服务还相当有限，荒漠化很严重。土壤污染已经达到一个被国家严重关注的关键点，需要立即采取紧急和长期的行动。农业生态系统是中国的用水大户，并消耗大约全世界 35% 的化肥和外加其他农业化学品。显然，未来需要更有效的保护和计划。这些计划应更加重视强化生物多样性、碳储存、解决非点源污染，并应与当地的社会、经济和环境条件与利益保持一致。这些问题也是下面两个建议的主题。

1.5.7 问题七

要想在 2020 年达到综合改善中国的生态现状，需要诸如生态补偿和生态修复/建设这样的强调生态系统保护和改善的第三代计划。

从新中国成立到 20 世纪 80 年代中期实施的是第一代计划，重点为植树造林和农田改造和用水管理。第二代是从 20 世纪 90 年代后期到现在，其范围更广泛，不仅仅包括植树造林，还包括草原和湿地的保护，以及在全国范围内设立自然保护区（当然，主要还是对一些特别的地区，如青藏高原、海南等）。除此之外，法律框架也得到了很大改善，主要是通过强化国家法律和参与濒危物种国际贸易公约（CITES）、生物多样性公约（CBD）等国际条约。

第三代生态系统保护计划亟须制订，也许它将与中国的第十二个五年规划、拟定

^① 相建海等提出的一套综合建议。2010. 中国至 2050 年海洋科技发展路线图. Springer. 182 pp. (中文原版由科学出版社出版, 2009)

中的国家生物多样性战略与行动计划以及生物多样性公约缔约国名古屋会议达成的议定书一起启动。目前是到了一个制订一套强有力长期目标的时候了，这些目标将指导今后的生态系统保护和管理的强化工作。有些目标已经确定，包括国家植树造林、草原改善和湿地功能恢复。但我们需要做的必须更加全面，关注解决一个系统到另一个生态系统梯级影响的系统性问题，例如农业施肥对内陆水域和海洋的影响。有必要将诸如碳汇、生物多样性强化这样的新主题有效地结合在计划当中。

重要事项包括以下需求：

(1) 在计划中制订有区别的目标。宽泛的方案并不一定满足未来复杂的保护目标。正如美国在农民环保休耕计划中发现的那样，需要用几代方案才能实现提供野生动物栖息地、改善水质、土壤保护等目标。开始的“一刀切”变成了包含基于市场措施的一系列支持计划，取得了更好的结果。

(2) 碳汇和生物多样性保护目标的结合，有可能成为农村居民收入的新来源。实现这些目标将为生态服务带来宝贵的协同效益，并可能开辟新的收入来源，如来自与清洁发展机制相类似模式的气候变化和生物多样性维护贸易体系的国际资金。

(3) 将生态补偿和生态恢复扩展到那些目前尚未包括的濒危生态系统。尽管很有必要，但是中国的海洋和沿海水域没有被很好地涵盖在目前的计划中。沿海的许多经济活动和居民生活质量取决于未来健康的海洋环境。而且，从根本上说，所有生态系统和对未被污染的食品、水和其他供给生态服务的基本需求都依赖于健康的土壤生态系统。虽然一些形式的土壤侵蚀和退化已经被列入大规模的生态改善范围内，但是土壤污染还没有列入其中。

(4) 开发生态保护和改善实施的标准、规范和可靠的监测计划。需要努力确保这些能随着经验的积累而迅速成熟，并能适应新的情况。还有一点很关键，就是要了解目标是否确实得到实现，中国所作出的努力能否与其他国家的做法进行适当比较。

中国在生态补偿、建设和恢复上的大量投资为进一步扩展和完善提供了坚实的基础。正如最近的能源效率结构调整一样，建立生态改善的国家系统将是一个明智之举。

1.5.8 问题八

中国的所有地区都需要制定生态优化战略，战略应考虑从高山到海洋的全部生态联系，以及中国广大农村为城市发展提供的生态支持。这种优化可能为土地和水资源分配带来新的机遇，并增加绿色发展的潜在效益。绿色发展也会因而变得比在目前更具生态特色。

目前还没有国家层面的生态优化模式能全面涵盖由经济计量模型 CGE 提供的各种类型的宏观政策。因此，很难确定在对各种类型的生态恢复、保护和利用投资中的利益权衡。随着时间的推移将需要这类的信息，目的是要了解活动的极限（这可能是模型最大的用处），并解决风险、成本和效益问题。当然，各种方法不尽相同，对于生

态服务和生态系统，重点是在土地利用方式，生态系统的质量和恢复力，再加上失去或获得生物多样性、生态服务类型和自然资源的影响。

绿色发展往往是基于希望——希望这些投资将提升价值。然而，周围的事事实是至少有一些投资和努力回报甚微，或者投入用在了相反的目的，如给土壤施肥但破坏湖泊或沿海环境条件，扩大城市地区但却破坏了生态服务价值很高的自然湿地。

在“十二五”期间，中国有理由决定如何制订一套系统的方法来确定最重要的生态优化需求，包括那些涉及海陆之间的联系，森林和草地、土壤污染防治以及在生态脆弱的中国西部和其他地区开展的示范项目。由此产生的战略将有助于形成生态型绿色发展战略。

1.5.9 问题九

中国的作用和在区域和全球生态管理的参与日益重要。中国的经验可以与世界其他地区共享。国家在涉及土地、水、生物多样性利用和海洋开发利用决策中应考虑国家的生态足迹和生态债务。

中国的发展依赖市场供应链，包括进口原材料和加工材料，出口附带水、能源和原料成分的商品。在这些交易中，中国牺牲了自己的生态系统，也影响了其他国家的生态。此外，中国也面临着其他国家同样面临的影响全球生态服务方面的问题。在过去5年里（以及可预见的将来），中国在国际环保界有关环境和绿色发展影响力的已达到前所未有的高度。有越来越多的机会中国可以做出远远超出满足其自身需要的贡献。例如联合国千年发展目标就是这样，这方面中国可以利用其自己的援助项目来分享中国国内成功的经验。

有关改善生态和绿色发展的重要机遇可能会包括以下内容。（1）通过现有的多边环境协议、全球和地区贸易协定等，努力实现在绿色发展中更多地考虑生态环境保护。（2）在包括中国在海外企业的供应链中、自然资源进口和中国海外开发项目中推行对生态负责的做法。（3）充分认识金融行业在推行对生态负责的实践过程中的重要作用。（4）努力改善外国直接投资在将环境内部化方面的表现，以减小或消除对生态服务的损害。（5）更多地推行使用国际认证。（6）改善国际监测和行动方面的合作，以预防潜在的入侵物种进入或流出中国。

1.6 结论

中国采取了许多必要的措施保护生态系统和生态系统所提供的满足中国人民基本需求、生活质量、经济机会和其他要求，以及满足气候变化、消除贫困和生物多样性等全球目标的生态服务功能。中国在植树造林方面作出的显著成绩值得全球褒奖。但是，其他一些举措，如草原恢复，还没有达到确保其有效性的预期水平，而且存在较

大差距。经济增长正在以威胁生态完整性和中国土地、淡水和海洋生物多样性的速度和方式进行着。因此，中国的生态负债看起来正在增加，并会带来严重的中长期后果。如何面对这些重大问题将成为一个巨大挑战，当然也是一个重大机遇。从中央政府和许多省份在过去数十年所作出的积极努力来看，将来还是很有希望解决这些问题的。

确实到了该改变发展方式的时候了。生态修复、生态补偿的现行计划和各种规划和监管机制需要进行完善才能适合当地特定的生态保护目标，生态系统健康和生态服务应成为所有重要发展决策的一部分。此外，还必须对面临压力的主要生态系统给予更大的关注，如海洋和多种土壤生态系统以及与之相关的地下水。

将生态改善与发展目标结合起来，特别是与绿色发展的创新模式相结合，是中国发展的新重点。

绿色发展是一个非常广义的题目，但是它必须建立在生态限制因素和机会的现实基础之上。中国在过去几个世纪的繁荣仰仗着自然资源的馈赠。但是，按照现在对生态系统和生态服务的需求，再加上环境恶化超过了临界点，以及遗留的工业污染和生态破坏等问题，越来越多的挑战摆在了生态系统保护、恢复和建设任务的面前。

1.6.1 挑战

这些挑战包括：（1）现有法律的制定、应用和实施不足；（2）对生态服务及其经济和社会价值理解不够；（3）对生态服务的支付不足（各种费税和生态补偿）；（4）没有全面考虑开发活动系统性的影响（特别是农业非点源污染、大坝和造地对湿地和生态系统的影响）；（5）很多现有的生态恢复行动效率不高、效果不好，需要更多地考虑生物多样性、生产力和生态复杂性；（6）生态监测和生态系统管理能力不足；（7）当地用户和社区的参与不够；（8）对生态有害的项目得到了批准，这些项目没有考虑生物多样性，或与生态保护目标相冲突；（9）跨行业的协调困难；（10）由于缺乏对入侵物种和自然灾害的控制而导致的经济损失、人民健康和生态问题；（11）需要进行适应当地状况和生态需求的投资和制度安排的创新。

上述的这些挑战早已为国家和省级政府所熟知。但是，无论在国家还是地区层面总是存在着众多经济发展目标间的相互博弈。因此，长期的生态考虑就可能在创造就业和地方收入的短期社会经济事务面前被忽略。尽管有良好的工具（如环境影响评价），但是他们并不能总是被有效地应用，而且关于生态系统的知识常常是不充分的。这些问题在县市一级可能会变得很严重，因为生态的变化就发生在这里。

正如本章图 1-2 所表明的，未来发展对生态系统及其服务的需求可能会变得更大。因此，绿色发展必须帮助增强那些被密集或粗放使用的生态系统的恢复力和适应能力，自然生态系统必须被极大地保护好，以便保护他们的重要服务功能。新的和已经发生的生态退化，只要出现，就必须或多或少地予以消除。在气候变化又带来额外负担的情况下，所有这些必要条件都必须得到满足。

1.6.2 机遇

幸运的是，中国有着重要的生态机遇，其中一些是中国所独有的。

第一，中国已经成功地奠定了必要的基础，反映在中国对农村发展的决心、大量的自然保护区、遏制生物多样性损失的承诺、大面积优质的农田，还有一系列资金充足的退化森林、湿地和草原恢复项目。中国有一套成熟的经验可以用来改进绿色发展的质量，改善生态系统建设和恢复的质量。这种努力应该得益于中国良好的金融状况，即能够为这些长期的努力提供资金支持。

第二，中国已经为未来十年需要的综合管理手段建立了科学和规划基础，包括全国性的生态监测、主要河流和湖泊生态规划的改进。这将保证农业的生态可持续发展，并为解决非点源污染问题提供了机会。它还将有助于有关气候变化的适应性规划和管理的需求。

第三，国内和国际旅游人数的增加为发展相对影响较低的生态旅游创造了重要的机会。其结果将会是为农村居民带来新的收入渠道，也为保护生态服务带来了资金。这条绿色发展道路需要在规划和实施时格外小心，以免产生新的生态破坏。这方面国内外都有成功的案例。

第四，中国对低碳经济的兴趣应该引导土地利用的改善、土壤保护和低破坏程度的水产养殖和海洋养殖方式。这些改善是以在土壤、森林和海洋中的碳储存为基础的。

第五，生态改善带来的经济回报。有很多例子都表明了工业场地经过适当处理可以为开发商提供类似绿色场地的条件，可以用来建设福利设施。例如青岛市 40 km 长的滨海步道。还有上海世博会场地，待结束后该场地将作为混合用地开发。退化土壤系统的恢复也许是中国最大的机会之一，无论是恢复成农村的林地，还是城市的居住和商业用地。

一些机遇可能很独特，既能满足环境保护的目标，又能减少贫困和城乡居民收入差别。促进当地经济发展的场地规划、开发项目（如采矿和水资源项目）的环境影响评价等手段需要规范采用，以保证发展确实是绿色的，并且造福当地。

如果能得到适当的实施，绿色发展将极大地增加资源的利用效率，进而留出更多的资源（如水资源）专门用于改善生态服务和诸如湿地这样的高价值生态系统。最终，自然资源应当可以充分发挥其作用，而人类干预和工程措施应该得到减少。

1.6.3 制度和意识

支持绿色发展中生态保护的制度安排将能够跨越行业边界，并且按照科学发展观的原则运作。他们将在各个层面发挥作用，必须要深入到地方一级，并且要有足够的机制提高公众意识和推动利益相关方的参与。

意识提高和参与包括如下要素：(1) 具体工作下至县一级开展，且与自然保护区

和其他保护地相关；（2）消费者和公众了解低生态足迹的选择和如何保护生态系统；（3）向学校的学生提供绿色发展和生态知识的教育；（4）强化社区角色，包括支持保护其周边的生态系统和服务；（5）所有企业都开展生态友好型的实践，包括中小企业和在国内和国外经营的大型企业。这包括对用水效率、生物多样性保护和负责任的原料采购以及废物处理的考虑。

这些要素正在逐步被理解和接受，在今后几年里，需要加快步伐。

1.6.4 观察与思考

中国正处于改善生态系统管理、保护生物多样性和强化生态服务的决定性时刻。很多必要的基础工作都已在过去的十年里得到了开展，但是同时面临的挑战也是越来越大，主要是由于快速经济增长和发展的结果。未来的道路并非一帆风顺，因为它需要从根本上转变中国的生态和经济的关系。主要的重点应放在如何让目前已有和计划的投资（包括生态补偿和生态重建项目）创造出更大的价值。长期来看，应该可能做到更多地依赖自然资本和生态服务功能，减少生态建设和传统工程措施方面的需求。

绿色发展的概念必须是建立在满足人类需求同时尊重生态条件基础之上的。这种理想将最终引领中国实现生态文明，但目前来看这还是一个远大的理想目标。当然十分有必要重点关注改善各种生态系统的生态服务，包括那些已经被密集利用的系统。还应该充分认识到生态系统除了能提供可以被量化的经济效益以外，其调节和支持功能也是非常重要的。

在应对中国生态系统可持续性和恢复力方面存在着很多机会。这些机会需要被很好地理解，并且采用科学发展观的手段，在充分掌握各地区和各种生态系统知识的基础上进行开发利用。中国西部、海洋和海岸带值得关注。与土壤污染有关的问题，河流、湖泊、湿地、地下水和草原的生态功能问题也非常重要。20世纪90年代以来，中国在森林和自然保护区领域取得了很大的进展，但是其质量和生态管理水平还没达到令人满意的程度。

激励措施和改善的管理框架将会帮助中国实现涉及自然资本和生态服务的绿色发展目标。但是，在现有的法律框架下以及通过大量的生态恢复和生态补偿项目，还可以取得更大的成就。这些项目主要是面向陆地和淡水水域的，还需要引进海洋和海岸带项目。

中国的生态管理角色需要同时考虑国内和国际因素，特别是关于中国的生态足迹以及其他国家在中国的生态足迹问题。中国应该可能减少其生态负债，这个目标应该包括在今后几年的工作之中。

绿色发展和经济手段是中国环境保护新道路的重要组成部分，生态健康是基础，而起点就是“十二五”规划。

第2章 中国生态系统服务与管理战略

2.1 生态系统服务与管理的概念与内涵

2.1.1 生态系统服务的定义与内涵

按照千年生态系统评估所提供的定义，生态系统服务是指人类从生态系统获得的各种惠益，包括供给服务、调节服务、文化服务和支持服务^①（定义见“常用术语”部分）。生物多样性是生态系统的一种结构特征，它为所有各类生态系统服务的形成提供了基础，同时也有其特定的内在价值。生物多样性、生态系统服务与人类福祉之间的关系见图 2-1。



① Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and human well-being : synthesis. Island Press, Washinton, DC.
② 同上。

生态系统的各种服务之间密切关联，任何一种生态系统服务的变化，必将影响到其他服务的状况（见图2-2和图2-3）。应当特别注意的是，过分强调食物生产等生态系统供给服务的提高，必将导致其调节服务（如水源涵养、洪水调蓄等）降低。例如，在河漫滩开垦农田，虽然增加粮食生产，但会减少过水断石，增加洪水风险，往往得不偿失（见图2-2，由MU1到MU4）。因此，在针对单一的生态系统服务制定决策时，必须考虑到对其他相关生态系统服务的影响。

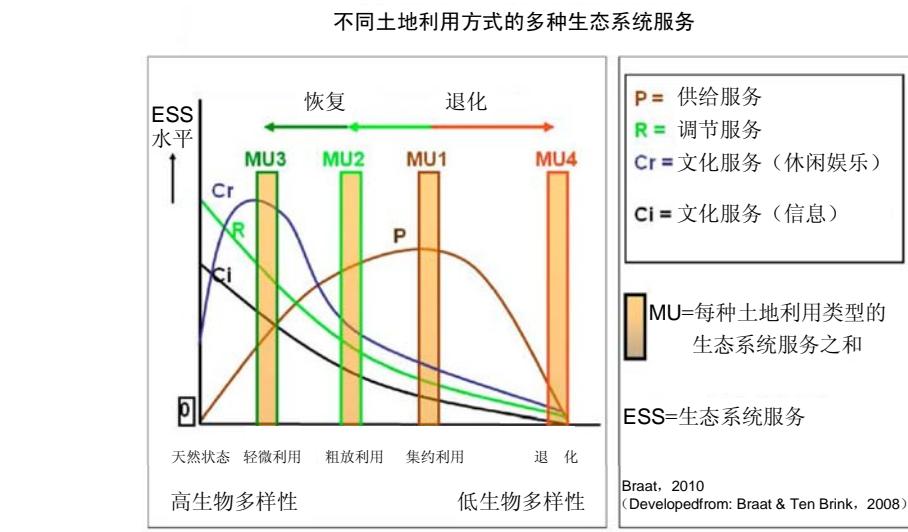


图2-2 从土地的集约利用到生态恢复或退化会导致其他土地利用类型
多种生态系统服务的水平发生变化

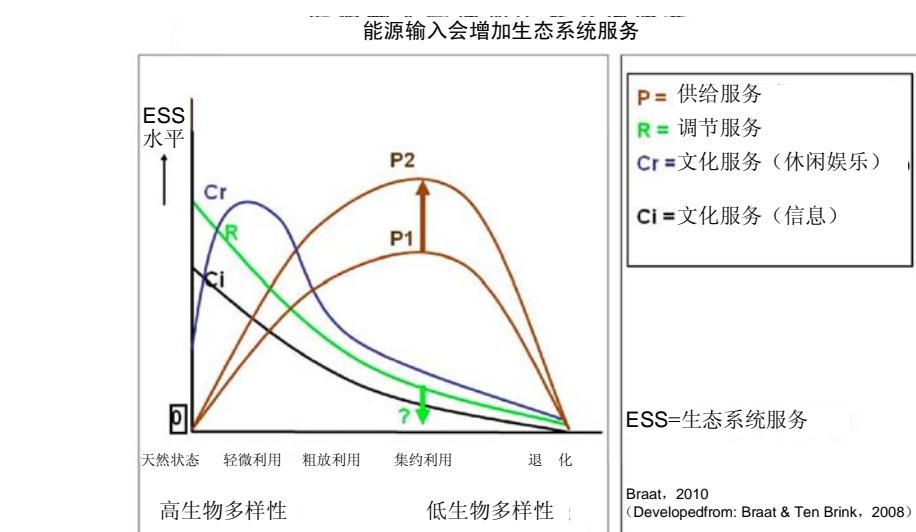


图2-3 单位生态系统服务能力的增加需要某种外部能源的输入（从P1到P2），
但存在调节服务退化的风险

影响生态系统服务的因素很多，包括人口、经济、社会和政治、科学与技术、文化与宗教，以及物理、生物和化学方面等。人类活动对生态系统服务的影响在局地尺度上最为明显，人类活动方式对生态系统提供服务的能力有非常直接的影响。

任何一种自然、半自然或人工生态系统都具有提供生态系统服务的能力，在过去漫长的历史发展过程中，它们基本可以满足社会发展的需求。但是，随着社会的不断进步，生态系统提供生态系统服务的能力与人类的需求之间出现了越来越大的差距。自20世纪中期以来，随着全球人口的迅速增长和经济社会的快速发展，使得全世界60%的生态系统服务退化，但仍远不能满足人类生活改善和社会经济发展的需求^①。近几十年来，由于我国人口众多和经济的高速发展，对生态系统服务的需求急剧增加，生态服务退化已经成为严重制约我国社会经济可持续发展的重要因素。例如，华北地区对淡水的现有需求量已超过供水量，已给社会经济发展带来不利影响，只有加强生态系统管理才可能提高用水效率，并改善水质、增加水量。同样，中国目前大量进口木材以满足国内对木材和木制品的需求，而加强对我国森林的管理，提高林地的木材产量，将会极大地改善这一状况。因此，通过改善生态系统管理来最大限度地增强生态系统提供服务的能力，从而保证社会经济的可持续发展，已经成为我国当前一项十分迫切的任务。

2.1.2 生态系统管理的定义与内涵

现代意义上，生态系统管理的理念，是随着北美、西欧和北欧一些国家的生态系统管理工作，在20世纪80年代进入可持续管理这一新阶段后而出现的。生态系统管理理念、途径和方法的出现及其在实践中的广泛应用，对于上述国家改善生态系统的管理状况、提高生态系统提供各种服务的能力、改善人类生存环境发挥了重要作用。

关于生态系统管理已有很多个定义，但由于各个组织和学者的背景、研究对象和经营目标不一致，这些定义也有所不同，目前尚没有一个被大家一致认同的定义。根据生态系统管理的基本理念，针对中国生态系统管理现状和面临的挑战，本课题组将生态系统管理（ecosystem management）定义为：依据特定的目标，为构建结构合理、生产力高，并能够可持续地提供生态系统服务的各种管理措施，以及与此有关的法律、规章、政策、教育和公众行为的总称。生态系统管理的内涵如下：

(1) 具有明确的管理目标。明确的管理目标是开展生态系统管理的基础，总体上应以提高生态系统的服务能力为目标。为了使该目标具有充分的科学依据，必须深入了解该类生态系统的结构、功能和动态特征；了解当地的立地条件，以及未来决策者和民众在生态、社会、经济方面的需求。

(2) 与时空尺度密切相关。生态系统管理是在特定的时间和空间尺度下进行的，

^① Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and human well-being : synthesis. Island Press, Washinton, DC.

时空尺度的变化会使管理措施以及人力和经费资源投入发生变化。生态系统管理的目标是选取适宜的时空尺度的重要依据。

(3) 适宜的生态系统结构。生态系统结构包括水平结构和垂直结构等，具体体现在所选择的物种和物种之间的空间配置，它是决定生态系统未来功能和服务特征的关键因素。同时，生态系统结构也是人类调控生态系统的切入点。因此，在决定生态系统结构时，应充分了解所选定物种的生物学和生态学特征、物种之间的相互关系以及如何通过经营措施来调整这些关系。

(4) 综合协调多种生态系统服务。人们在从生态系统获取某一类生态系统服务的同时，必将影响生态系统提供其他服务的能力。通常，生态系统管理是以提高某种生态系统服务为主要目标的。比如，公益林的管理是以提高其调节和文化服务为主要目标，短轮期人工速生丰产林的经营则是以增强其提供木材能力为主的供给服务为主要目标。近年来，生态系统管理重视强调多目标管理，也就是说，通过可持续的管理活动，在重点提高某一类生态系统服务的同时，兼顾其他生态系统服务，使总的生态系统服务最大化。

(5) 监测和评估管理效果。生态系统管理是一个长期的动态过程，在这一过程中，生态系统会对各种管理措施不断表现出正向或负向的响应。因此，应当连续监测评估各种管理措施的效果，并将评估结果及时传递给决策者。在此基础上，负责生态系统管理的决策人按照评估意见及时对管理措施做出适当调整，才能保证实现预期的管理目标。

(6) 利益相关方广泛参与。现代生态系统管理理念的一个巨大进步，就在于认识到社会各阶层、各部门都与生态系统管理密切相关，各自负有不同的责任，因此只有全社会参与才能做好生态系统管理工作。基于这一认识，在政府主管部门发挥主导作用的同时，还必须通过法律、法规、教育和宣传来充分发挥所有有关的组织、团体、企业和公众在生态系统管理中的作用。

2.2 中国主要生态系统及其管理现状

2.2.1 中国主要生态系统及其变化

中国森林、湿地、草地生态系统面积约占国土总面积的 63.8%，其生态系统服务总价值量占到了中国陆地生态系统服务价值总量的 74.4%~81.5%^{①, ②}，在保障国家生

^① 何浩, 潘耀忠, 朱文泉, 刘旭珑, 张晴, 朱秀芳. 中国陆地生态系统服务价值测量. 应用生态学报, 2005, 16 (6) : 1122-1127.

^② 朱文泉, 张锦水, 潘耀忠, 阳小琼, 贾斌. 中国陆地生态系统生态资产测量及其动态变化分析. 应用生态学报, 2007, 18 (3) : 586-594.

态安全和社会经济可持续发展中起着关键作用。

(1) 森林生态系统及其变化

近 300 年来, 大致以 1960 年为界, 中国的森林资源呈现出先减少后增加的趋势。特别是 1980 年以来, 中国森林面积持续增加, 但这种增加主要表现为疏林、灌木林和人工林的增加。人工林对森林覆盖率增加的贡献率在 90% 左右, 而天然林却呈现逐年下降的趋势, 其中的成熟林平均每年减少 61 万 hm²。从新中国成立以来两个时期 (1950—1962 年, 1999—2003 年) 的森林资源状况来看, 人工林的面积和蓄积量所占比重由新中国成立初的 4.49% 和 1.9% 迅速增长到最近的 33.77% 和 10.35%, 而天然林则由最初的 95.51% 和 98.1% 降低到最近的 66.23% 和 89.65%^①。根据第七次全国森林资源清查 (2004—2008 年) 结果, 中国森林覆盖率达到 20.36%, 其中天然林面积 11 969.25 万 hm², 天然林蓄积量为 114.02 亿 m³。中国森林资源总量仍显不足, 人均仅拥有 0.128 hm² 森林, 约相当于世界平均水平的 21%。森林资源分布不均、服务功能差的态势十分明显, 如全国林分平均每公顷蓄积量只有 78.0 m³, 林分面积中幼、中龄林超过了 70%, 郁闭度 0.2~0.3 的林分面积占林分总面积的 20.1%; 林地使用率只有约 50%^②。

单位面积生态系统服务价值的变化表现为从 1977—1998 年不断降低, 幅度为 4.5%, 1999—2003 年间又恢复到 1977—1981 年的 99.1%^③。从空间上看, 森林生态系统服务也存在着显著的地域性特征。靳芳等^④对中国森林生态系统 8 项服务价值评估的结果表明, 森林的产品提供服务价值只占总价值的 5.8%。

由于生态公益林的不足, 森林在调节、支持、文化服务的作用受到制约, 这是未来中国林业发展面临的一个严峻挑战。积极谋求森林经营管理模式的创新, 跨越式提高森林生态系统的综合服务水平, 已经成为改善中国森林生态系统管理的当务之急。

(2) 草地生态系统及其变化

中国草地面积约 4 亿 hm², 占世界草地面积的 13% 左右, 占全国国土面积的 41.7%, 其中 84.4% 的草地分布在西部。草地的生态系统服务价值约占陆地生态系统服务总价值的 17.9%, 单位面积生态系统服务价值存在明显的地域分异, 高值区主要分布在内蒙古东部和东北部、青海、西藏以及新疆北部地区^⑤, 而草地的产品提供服务价值约占其总服务价值的 22.3%^⑥。从草地的生产功能看, 牛肉、羊肉和牛奶产量中纯粹来自草

① 高均凯. 中国森林健康的主要干扰研究. 林业调查规划, 2008, 33 (6) : 34-38.

② 李世东, 陈幸良, 马凡强, 成铁龙. 中国生态状态报告 2009: 新中国生态演变 60 年. 北京: 科学出版社.

③ 王斌, 杨效生, 张彪, 刘某承. 2009. 1973—2003 年中国森林生态系统服务功能变化研究. 浙江林学院学报, 26 (5) : 714-721.

④ 靳芳, 鲁绍伟, 余新晓, 饶良懿, 牛建植, 谢媛媛, 张振明. 应用生态学报, 2005, 16 (8) : 1531-1536.

⑤ 姜立鹏, 章志豪, 谢雯, 王瑞杰, 徐斌, 卢琦. 中国草地生态系统服务功能价值遥感估算研究. 自然资源学报, 2007, 22 (2) : 161-170.

⑥ 谢高地, 张钇锂, 鲁春霞, 郑度, 成升魁. 中国自然草地生态系统服务价值. 自然资源学报, 2001, 16 (1) : 47-53.

地放牧系统的比例分别占 14%、33% 和 10%，草地的供给功能有限^①，而且即便是在这样的供给能力水平下，天然草地也经受了巨大压力而引发生态退化。遥感监测表明：2000—2005 年全国草地生态系统面积净减少 11 860 km²，主要集中在我国西北和华北地区，这两个地区的草地减少面积占全国草地减少总面积的比重分别为 43% 和 30%。全国除西南和中南地区退耕还草略有成效外，东北、西北、华北和华东地区草地开垦的现象仍然比较严重。自 20 世纪 50 年代以来，中国共有近 0.2 亿 hm² 的优质草地被开垦，全国现有耕地的 18.2% 源于草地，目前全国面积在 25 hm² 以上的成片草地仅剩 3.3 亿 hm²。同时，由于草地生态的恶化导致生产力降低，与 20 世纪 50 年代相比，产草量下降 30%~50%^②。草地退化带来了巨大的生态系统服务损失，一项基于 MODIS 遥感数据的研究表明，2003—2005 年全国草地生态退化的潜在经济损失 66.6 亿美元，其中内蒙古、新疆、西藏、青海、甘肃、云南和四川等西部 7 省（区）的价值损失占总价值损失量的 78.41%，而内蒙古的价值损失量最大，占总价值损失量的 25.89%^③。尽管如此，全国尺度的草地生态系统状况掌握得还不甚确切，包括实有面积、草地动植物资源、草地退化及变化、草地主要生态系统服务及其价值等问题都亟待广泛深入的调查和研究^④。

（3）湿地生态系统及其变化

中国大于 1 km² 的天然湖泊约有 2 700 多个，湿地面积 3 848 万 hm²，居世界第四位。天然湿地占湿地总面积的 94.07%，其中沼泽湿地面积最大，沼泽、湖泊、河流湿地约占自然湿地总面积的 84%。近年来湿地的变化在规模上表现为总体减少、局部拓展，湿地面积减少的趋势短期内难以改变。各地案例研究都体现了这种趋势：1954—2005 年东北三江平原的沼泽湿地平均每年减少 5 万多 hm²，减少的湿地绝大部分被开垦为农田^⑤；1969—2004 年，青藏高原典型高寒湿地退化具有普遍性，湿地面积萎缩在 10% 以上，其中以长江源区的沼泽湿地退化最为严重，退缩幅度达到 29%，同时长江源区大约有 17.5% 的内流小湖泊干涸消失，黄河源区和若尔盖地区湿地系统空间分布格局的破碎化和岛屿化程度显著加剧^⑥；1980—2000 年西北地区的湖泊湿地面积缩小了 14.8%^⑦；1986—2002 年扎龙湿地面积严重萎缩，湖泊湿地面积减少了 15.17%，湿地明水水面面积下降了 49.36%，芦苇、鱼类产量以及湿地鸟类的种类和数

^① 鲁春霞，谢高地，成升魁，马蓓蓓，冯跃. 中国草地资源利用：生产功能与生态功能的冲突与协调. 自然资源学报，2009，24（10）：1685-1696.

^② 王宗礼. 中国草原生态保护战略思考. 中国草地，2005，27（4）：1-9.

^③ 王瑞杰，覃志豪，姜立鹏，叶柯. 中国草原生态系统退化价值损失量遥感估算. 生态学杂志，2007，26（5）：657-661.

^④ 刘加文. 中国草原底数亟待搞清. 草地学报，2009，17（5）：543-546.

^⑤ 宋开山，刘殿伟，王宗明，张柏，金翠，李方，刘焕军. 1954 年以来三江平原土地利用变化及驱动力. 地理学报，2008，63（1）：93-104.

^⑥ 王根绪，李元寿，王一博，陈玲. 近 40 年来青藏高原典型高寒湿地系统的动态变化. 地理学报，2007，62（5）：481-491.

^⑦ 郭攀，邱云峰. 利用卫星遥感技术开展中国西北地区湖泊湿地变化研究. 科技信息（学术研究），2008（29）：637-638.

量都在严重下降^①；而黄河三角洲湿地面积 1996—2004 年期间增长约 8%，其中天然湿地增长 6.67%，人工湿地增长达 10.59%^②。导致湿地生态系统退化的人为因素主要有盲目开垦和改造、污染、生物资源过度利用、水土流失和泥沙淤积、水资源不合理利用，各种类型湿地相比较，湖泊湿地是各种因素综合影响的重灾区^③。

湿地生态系统的产品提供服务价值在总价值构成中居于次要地位。由于长期的开发，我国天然湿地大面积萎缩、消亡，湖泊洪水调蓄能力下降，水污染加剧，富营养化严重，生物多样性降低，生态服务功能不断下降。例如，若尔盖高原地区的湿地生态系统服务价值 1975—2006 年约减少了 37%，虽然供给服务增加了约 3 亿元，但气体调节和水源涵养服务等却减少了约 72 亿元^④。因此，湿地生态系统管理的关键在于恢复和维持湿地生态系统的面积、权衡和优化生态系统服务的数量和时空格局，以实现湿地资源的可持续利用和保护。

森林、草地和湿地生态系统变化的驱动机制都具有复杂性和综合性。自然因素和社会经济因素共同发挥作用。自然因子（例如气候）构成了生态系统变化的宏观控制，变化强度一般不高，只有在长期的时间尺度上才能表现出显著的效果。相对而言，人为因素的驱动作用更为突出。人口规模、生计和经济社会发展需求是生态系统变化最为直接的驱动力。国家和地方经济社会发展政策通过强化和削弱人类对于生态系统的开发利用强度而影响生态系统变化的方向和速度。重生态系统的产品提供服务而轻视其他重要服务的倾向，在实践中导致对生态系统所能提供的物质产品过度开发，损害了调节、支持和文化服务的能力，必然导致生态系统结构、功能退化甚至区域环境恶化。人类目前还不具备在较大时空尺度上调控自然驱动因子的能力，实现生态系统可持续管理的主要途径是通过法律、行政、制度和政策等综合措施来有效权衡生态系统的供给、调节、支持和文化服务，实现对人类自然资源利用行为的科学调控和生态系统及其服务的可持续管理。

2.2.2 国家生态系统管理的体制与机制

（1）管理体制与合作机制

国家层面与生态系统管理关系较为密切的部门可以分为两类，即立法监督机关（全国人大常委会及其资源环境委员会）和行政管理机关，行政管理机关又可进一步分为行业管理部门（如国家林业局）、统一监管部门（如环境保护部）和综合管理部门（国家发展和改革委员会）。

^① 佟守正，吕宪国，苏立英，姜明，姚允龙. 扎龙湿地生态系统变化过程及影响因子分析. 湿地科学，2008，6（2）：179-184.

^② 李小涛，黄诗峰，杨海波，徐美. 新水沙环境下的黄河三角洲湿地资源动态变化研究. 水利水电技术，2007，38（11）：18-21.

^③ 雷昆，张明祥. 中国的湿地资源及其保护建议. 湿地科学，2005，3（2）：81-86.

^④ 张晓云，吕宪国，沈松平. 若尔盖高原湿地区主要生态系统服务价值动态. 应用生态学报，2009，20（5）：1147-1152.

在生态系统管理及生态保护和建设方面，各个部门都有所侧重，但是由于生态系统、生态建设与保护的复杂性，在一些具体职能上，有些部门之间也存在相互衔接和协调问题。例如：森林、草地、湿地生态系统的开发利用或恢复通常由相应的行政主管部门来负责，涉及土地利用方式的变更，又不可避免地与国土部门的职能发生联系；湿地生态系统由林业部门主管，而水资源是湿地生态系统的命脉，水资源的管理职能在水利部门，水环境的管理职能又在环境保护部门。

生态系统的复杂性和完整性客观上需要在管理中具有综合性和协调性。各部门有关职能的交叉重叠，在实践中易导致多个部门为实现各自利益争着管有利方面而形成“越位”现象，对于无利方面则互相推诿都不想管从而发生“缺位”现象，从而影响生态系统管理效能。

因此，在未来政府机构改革中，需要强化国家发展和改革委员会的宏观调控和综合协调职能，把国家的资源节约与环境保护战略、可持续发展战略落实到部门的行政职能上，落实到与其他部门的职能协调与有效沟通上。同时，在政府行政的监督上，需要进一步强化全国人民代表大会及其资源环境委员会的监督职能，从法治的角度促进各部门之间在资源环境领域的公务合作和依法行政。从发展的角度看，在国务院机构改革成立环境保护部的形势下，逐步推进环境保护部与国家林业局、农业部、水利部等部门的跨部门公务协作机制的制度化、法制化和规范化建设，应是国家未来生态安全和环境保护领域机构改革的基本取向。

（2）生态系统管理相关的法律制度分析

国务院新闻办公室2008年2月28日发表的《中国的法治建设》白皮书指出，中国将资源节约和环境保护确立为基本国策，不断加强环境与资源保护法制建设。法制建设的发展形成了基本法律体系，使森林、草地、湿地生态系统的利用、保护和管理做到了有法可依。然而，从作为资源环境法律体系中基本法的《环境保护法》到各专门法或法规，条文规定还比较粗放，原则性的规定较多，具体可操作的规定不足，缺乏生态系统保护方面公众参与机制的保障和政府责任约束。由于法律本身的疏漏以及复杂的经济社会环境制约，在资源环境的立法、执法方面还存在很多需要改进和完善的地方。

涉及森林、草地、湿地的主要法律普遍存在以下问题：① 生态系统作为资源的权属，法律上规定为公有制，即全民（国家）所有或集体所有，这种界定有相当模糊性，造成实践中不容易贯彻落实，也容易因为利益驱动的不同而形成中央政府、地方政府和集体组织与政府等资源权属相关方的利益冲突和博弈，引发资源浪费和破坏；② 资源环境管理职能的法律定位错综复杂，导致在具体生态系统的利用、保护和管理上，政府各相关部门、中央和地方政府的职责、权力和权利不清晰，职能的交叉重叠、利益的冲突对抗，影响法律在实践上的有效性（见专栏2-1）；③ 在现行法律中政府被赋予了资源环境管制者的地位，其在资源环境开发利用和保护中负有的法律责任缺乏规

范，公众参与机制不健全，成为制约资源环境法律权威性和实效性的重要制度根源之一。政府不履行环境责任或履行责任不到位是造成中国环境顽疾久治不愈的主要原因，由于政府环境责任的不健全，政府可能出现决策失误，还会出于经济利益的考虑在环境保护方面不作为甚至干预执法，对整个社会产生消极的影响^①。另外，具体法律规定之间也存在一些明显冲突，给法律的适用带来困难。

专栏 2-1 不同法律之间的法律冲突案例

《农业法》第二条中把林业作为农业的一部分，与《森林法》的精神形成了明显的冲突。《水污染防治法》规定的渔业水体的概念与《渔业法》规定的渔业水域的概念不一致，导致执法上不好确定是应当由渔业部门还是环保部门管辖^②。法律之间的冲突性还表现在^③：不同的法律在涉及同一行为时，往往有不同的规定，如在草原区狩猎，《野生动物保护法》要求必须办理狩猎证，否则违法，而《草原法》无此要求；对相同资源利用行为，有的法律要求采取保护措施，有的则不要求，例如《水土保持法》要求林木采伐需有水土保持措施，而《森林法》没有相应要求；对同一违法行为，有的法律规定追究法律责任，有的则未规定，如《水法》对违反禁止围湖造田规定的行为，规定责令停止违法行为、限期采取补救措施，还可以并处罚款的法律责任，而《渔业法》没有违法责任的规定。

2.2.3 国家重大生态工程的进展

中国的生态保护与建设工程及政策的实施投入巨大，涉及面广。来自国家发改委的信息表明，近 10 年来中国在森林、草地和湿地等方面的重大生态工程上投资已经超过了 7 000 亿元。

总体上，中国重大生态工程的实施取得了一定成效。在森林方面，我国营造林业事业和林业生态建设得到了长足的发展。据国家林业局数据，2001—2007 年，全国累计完成造林面积 4 257.25 万 hm²，中国人工林已占到世界人工林面积的近 1/3，年均增量占世界的 53.2%，成为森林资源增长最快的国家。1999—2008 年，全国累计实施退耕还林任务 2 686.7 万 hm²，中央已累计投入 1 918 亿元，项目区森林覆盖率平均提高超过 3 个百分点^④。生物多样性保护取得新进展，2008 年底，中国已建立 2 538 个自然保

① 钱水苗. 政府环境责任与《环境保护法》的修改. 中国地质大学学报（社会科学版），2008, 8 (2) : 50-54.

② 宋丽平. 我国环境法律体系存在的问题及建议. 安全、健康与环境，2007, 7 (11) : 2-3.

③ 王灿发. 我国自然资源立法对自然保护的局限性分析——兼论自然资源法与自然保护法的相互关系. 环境保护，1996 (1) : 43-45.

④ 李育材. 退耕还林工程是中国生态文明建设的伟大实践——全国退耕还林工程建设十周年总结. 林业建设，2009 (5) : 3-13.

护区，覆盖了国土面积的 15.5%，约有 49.6% 的自然湿地得到保护，一批生态地位重要的退化湿地生态状况正在逐步得到改善。为 85% 的野生动物种群、65% 的高等植物群落，以及 300 多种国家重点保护的珍稀濒危野生动物、130 多种珍贵树木提供了良好的栖息环境，大熊猫、朱鹮、金丝猴、苏铁、红豆杉等一大批濒危物种野外种群、数量稳中有升，一大批珍贵风景资源和自然文化遗产得到有效保护。在草原生态建设与保护方面，到 2008 年底，全国人工种草累计保留面积达到 2 867 万 hm²，草原围栏面积超过 6 200 万 hm²，禁牧休牧轮牧草原面积累计达到 9 867 万 hm²。通过保护和建设，项目建设区生态环境明显改善，草原植被得到初步恢复，防风固沙和水土保持能力显著增强。

国家重大生态工程在实施过程中也暴露出了一些值得关注的共性问题，影响了工程的综合效率：（1）前期论证和规划不足；（2）工程实施过程中面临着很多难题亟待解决，具体表现在生态治理难、成果巩固难、后续产业难、资金保障难、综合评价难等问题；（3）缺乏长效的监督管理机制。这些问题影响着工程的有效性和可持续性，因此，需要建立面向国家重大生态工程的科学决策、综合评价和监管机制。另外，在生态移民安置政策中，也存在监管不力的问题。譬如，由于移民规划及建设的监督审核机制不健全，大部分移民工程的设计规划和实施方案不够合理，移民新村选址及建设缺乏长远性和科学性，移民生计问题突出。

2.3 未来中国生态系统及服务变化的情景分析

2.3.1 引言

考虑到土地利用和生态系统政策在生态系统服务管理中的重要作用，课题组开展了情景分析研究，以便进一步理解不同土地利用类型所提供的生态系统服务对国家经济发展的实际和潜在贡献。本课题组开展情景分析的目标是：（1）在“一切照常情景”下分析森林、湿地和草地生态系统服务的现状与变化趋势。（2）对比分析“规划情景”和“优化情景”下，生态系统服务管理对中国可持续发展的潜在贡献。（3）为不同地理空间尺度下的森林、湿地和草地生态系统管理，提出一套生态系统服务管理的策略、政策和行动，以便实现人类和自然利益的最大化。

本研究的分析框架和步骤见图 2-4。本情景分析，采用土地利用变化模型来进行生态系统服务管理评估，并在此基础上开展经济价值评估。分析的结果是课题组确定政策选择和形成政策建议的基础。

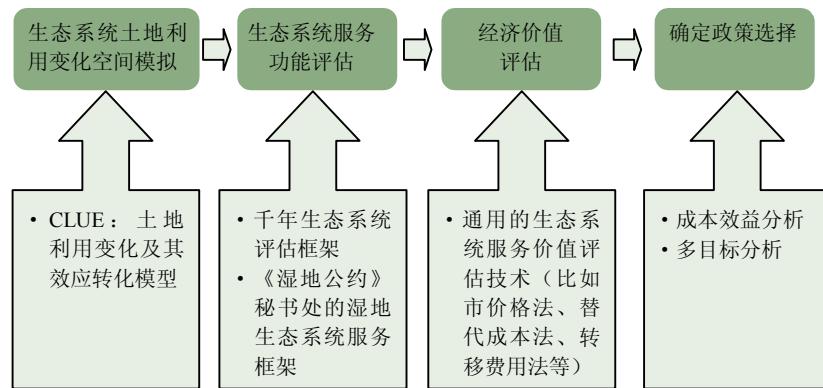


图 2-4 情景分析框架和步骤

本研究分析的三种情景：

(1) “一切照常情景”的预测主要是根据 1995 年的土地利用状态推断 2000 年全国生态恢复工程启动之前^①的土地利用变化状态。该情景分析用数据评估了如果保持现有的土地利用模式，到 2050 年中国的土地利用将如何变化。这使得我们可以分析这种土地利用变化将对森林、草地和湿地生态系统产生什么影响，以及如何影响相关的生态系统服务。

(2) “规划情景”的预测是基于中国政府部门（林业和农业部门）为森林、草地和湿地制定的发展目标，以及青海三江源保护区的建立。“规划情景”与“一切照常情景”相比较，以评估基于国家有关部门规划文件的土地利用对生态系统服务的影响。

(3) “优化情景”的提出是基于“一切照常情景”和“规划情景”比较的结果，以及各部门政策咨询的结果（基于部门的发展规划存在矛盾之处、部门发展目标之间存在空隙）。该情景包含了一个补充策略，它可以弥补基于部门的生态系统发展规划的缺陷。根据生态系统服务的时空特征，为全国生态恢复投资设定了优先领域。这将使得生态系统发展目标更具有可持续性，更符合实际情况，更有生态效益。

2.3.2 评估方法

(1) 土地利用变化评估

CLUE 模型^②是分析土地利用变化及其影响的空间模型。该模型根据实际的土地利用结构，通过识别和量化土地利用变化中最重要的生物物理和人文驱动力，从多个尺

^① 2000 年 1 月，中共中央发布了 2 号文件；同年 3 月，国务院同意国家林业局、财政部和国家发改委联合启动长江和黄河中上游地区退耕还林还草示范项目，这标志着中国国家生态恢复项目的正式启动。

^② Verburg, P. H., Overmars, K. P., Koomen, E., Stillwell, J., Bakema, A., & Scholten, H. J. (2007). Dynamic simulation of land-use change trajectories with the CLUE-s Model. In Modelling Land-Use Change - Progress and applications (pp. 321-335). Dordrecht, The Netherlands: Springer.

度来定量描述土地利用变化。在本研究中，土地利用分析在8个生态区中分别进行。

(2) 生态系统服务评估

我们评估了不同土地利用类型提供生态系统供给服务、调节服务和文化服务的相对能力^①、^②。每一种土地利用类型的组合和生态系统服务类型，根据其提供生态系统服务的相对能力都被赋予一定的分值。这种相对能力的估计方法基于广泛的文献研究和专家知识，图2-4展示了这个研究框架。该研究框架显示了不同生态系统服务如何随着土地利用强度的变化而变化。在CLUE模型中，根据GLOBIO模型从“天然状态”到“退化状态”的不同生物多样性指数，来确定每种土地利用类型提供生态系统服务的能力值^③。生物多样性用平均物种丰富度（MSA）指数来表示。

(3) 未来的供需状况和经济发展

由于数据的限制，生物多样性矩阵被用于估算大尺度的生态系统供给服务，即草原载畜能力、森林的木材产量和森林的文化功能（旅游）。社会、经济和人口因素被视为生态系统服务消费变化的驱动力。在估算未来的供需状况时，充分考虑了各地区的GDP增长和收入变化、城市化驱动的人口动态以及社会—经济—人口之间的相互作用。

2.3.3 主要研究结果

本情景分析要回答在三种情景下所关注的森林、草地和湿地生态系统将会发生什么变化、发生多大的变化、哪里最可能发生变化。

(1) 未来情景：“一切照常情景”和“规划情景”

土地覆被遥感数据（1995年和2000年）为“一切照常情景”提供了土地利用变化趋势，以及中国森林、草地和湿地生态系统的基准状态。由于低中密度森林面积减少了5.6%，而高密度森林面积仅有1.0%的增长，这使得森林面积总体上减少了1.4%。湿地面积总体上减少了0.4%，其中沼泽和泥炭地共减少了1.6%，而水体面积略有增加。低密度草地面积减少了35.9%，而高密度草地增加了16.6%，这使得草地面积总体上相对稳定，仅有0.5%的增长。

至于其他土地利用类型，建设用地和耕地分别有2.8%和3.0%的增长。在西北地区，在从1995—2000年五年间，未利用土地面积减少了5.2%，不可利用的土地增长了1.4%。

“规划情景”（2000—2050年）是根据中国政府各部门所设定的目标来确定土地利用需求。相关的土地利用限制政策包括：2005年后耕地总面积相对维持稳定^④；为了实现国家社会和经济发展目标，建设用地以同样的速率继续增长。与“一切照常情

^① Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and human well-being : synthesis. Island Press, Washington DC.

^② Braat, L., & ten Brink, B. (2008). The cost of policy inaction, The case of not meeting the 2010 biodiversity target. Wageningen, the Netherlands: Alterra, Wageningen UR.

^③ Alkemade, J. R. M., van Oorschot, M., Miles, L., Nellemann, C., Bakkenes, M., & Ten Brink, B. (2009). GLOBIO3: A framework to investigate options for reducing global terrestrial biodiversity loss. *Ecosystems*, 12 (3) : 374-390.

^④ 《国土资源公报》。

景”相比，“规划情景”的模拟结果如下。

① 在“一切照常情景”中，所研究的森林、草地和湿地生态系统均呈减少趋势，尤其是西北干旱区的高密度草地减少最明显。例外的是，高密度森林相对于基准年而言将有 10% 的增长，但是总体的森林覆盖率将下降 42.5%。水体面积将维持稳定。

② 在“规划情景”下，所关注的森林、草地和湿地生态系统面积都会有所增加，质量明显改善。到 2050 年，森林总面积将超过 300 万 km²，比基准年增加了 30%；其中，高密度森林增长了 80%，低密度森林增长了 50%。到 2050 年，尽管草地总面积将保持不变，但是低密度草地将会下降 12.4%，高密度草地将增加 5.5%。水体和沼泽得到了很好的保护，分别增加了 7% 和 16%。

③ 在“一切照常情景”中，到 2005 年，建设用地和耕地将分别有 22% 和 31% 的增长。在“规划情景”中，与“一切照常情景”相比，耕地面积将保持不变，而建设用地面积将增长 28.5%，比“一切照常情景”增速要快。在“规划情景”中，未利用地将急剧减少，而不可利用的土地面积，在两种情景中均保持不变。

考虑到生态系统服务价值具有时空变异性，为此，了解哪些地方的生态系统发生了改变以及改变的程度是非常重要的。

(2) 生态系统服务优化——“优化情景”

为了优化生态系统服务，我们提出了“优化情景”，该情景综合了研究案例的结果，是在政策咨询结果的基础上开发出来的。与前两个情景相比，“优化情景”有如下三个特点：① 不会将自然生态系统转化为人工生态系统；② 森林和草地的类型转换是单一方向（从低密度向高密度转变）；③ 到 2050 年森林覆盖率将限制在 28%。

在“优化情景”中存在 4 个重要问题。首先，数据质量限制了 CLUE 模型模拟结果的精度。遥感数据的空间分辨率为 2 km×2 km。而且，在遥感数据与统计数据之间存在很大的误差。考虑到生态系统服务具有较高的时空差异性，使用遥感数据进行分析是理性的选择。由于根据发展规划制定的“规划情景”是基于统计数据的，因此，这里有提出政策建议的空间。其次，基于部门的发展规划存在的矛盾之处也会影响模拟过程。在规划过程中的重复计算、重叠或不充分的统计，以及部门之间缺乏有效沟通等可能是造成部门规划不一致的主要原因。最后，“一切照常情景”和“规划情景”强调，如果没有政策干预，西北和青藏高原的草地和森林最有可能发生退化。一旦生态系统发生退化，其恢复的难度也比其他生态区更大。因此，在生态系统开发和管理项目中，预防生态退化与开展生态恢复一样重要，甚至比开展生态恢复更加重要。在国家生态恢复项目的影响下，人工林和人工草地的面积已经有所增加。但是，天然生态系统所提供的生态系统服务价值要高于人工生态系统。因此，“优化情景”强调提供生态系统质量和预防生态系统退化。

在全国尺度上，“优化情景”比“一切照常情景”所提供的生态系统服务更多（图 2-5）。“规划情景”和“优化情景”最大的不同在于森林面积的变化。到 2050 年，在

“优化情景”中低密度森林要比“规划情景”高24%，高密度森林要比“规划情景”低20%。草地和湿地在两种情景中的变化没有显著差异。

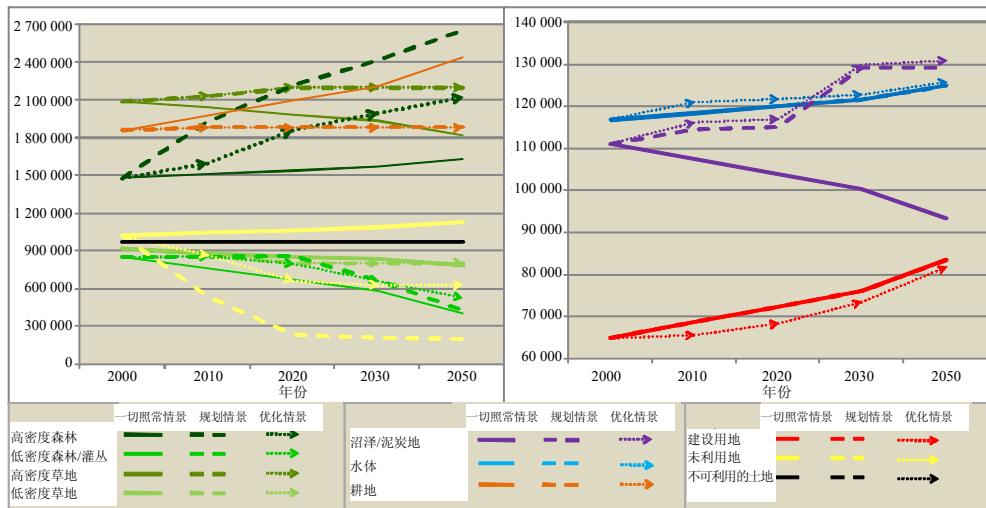


图2-5 三种情景下的土地利用变化

(注：纵坐标为面积，单位为 km²)

此外，在“优化情景”下，到2050年，“一切照常情景”中的44%的未利用地将转化为其他土地利用类型，而在“规划情景”中这一数字高达80%。“优化情景”中的建设用地要比“规划情景”低2%，而耕地面积无明显差别。三种情景的土地利用变化趋势如图2-5所示。

(3) 生态系统服务评估

通过某类土地利用变化的面积乘以变化后的土地利用类型提供生态系统服务的相对能力，我们对三种情景的生态系统服务进行了评估。

根据人口和经济发展的预测，本研究还估算了未来的生态系统服务需求。据预测，随着不断的城市化，中国人口将在2030—2040年达到峰值。同时，在未来的几十年里，由于GDP的增速将放缓，生态系统服务需求的增长速度也将放缓，这使得通过更好地规划来满足生态系统服务需求成为可能。此外，由于第三产业很可能成为主要的经济增长点，这意味着社会对高质量食物和淡水的需求将增加；同时，对环境质量的要求也将更高，户外娱乐活动的机会也将增加。

为了阐明生态系统服务价值评估对科学决策的潜在作用，我们以中国深圳市为例进行剖析^①。为了便于与全球尺度的数据进行比较，深圳市的数据进行了相应处理（见

^① Li Tianhong, Li Wenkai, Qian Zhenghan (2008) Variations in ecosystem service value in response to land use changes in Shenzhen. Ecological Economics, 2008.

表 2-1)。本研究估算了温带森林、草地和湿地生态系统的部分生态系统服务价值。这些生态系统服务的总经济价值表明, 每公顷湿地生态系统的价值是森林的 3 倍, 而每公顷森林的价值是草地的 3 倍有余。但是, 草地的食物供给价值是森林的 3 倍。这表明在景观尺度上, 维持生态系统的多样性可以最大限度地提高生态系统服务总供给量。

表 2-1 中国生态系统服务价值

生态系统与服务与土地利用类型		温带森林	草地	湿地
生态系统服务评估项目	土地利用类型	根据使用价值调整后的 GDP (欧元/ hm^2)		
1. 食物	自然生态系统面积	45	134	134
1. 原材料	自然生态系统面积	1 166	22	31
1. 水供给	自然生态系统面积	1 435	359	6 949
2. 生物多样性保护	自然生态系统面积	1 462	489	1 121
2. 气候调节	自然生态系统面积	1 210	403	7 666
2. 气体调节	自然生态系统面积	1 569	359	807
2. 废物处理	自然生态系统面积	587	587	8 150
3. 娱乐与文化	自然生态系统面积	574	18	2 488
4. 土壤形成和保持	自然生态系统面积	1 748	874	767
各项服务的总价值 TEV	自然生态系统面积	9 796	3 246	28 114

注: 1——供给服务; 2——调节服务; 3——文化/娱乐服务; 4——支持服务。

资料来源: Li, 2008; Alkemade 等人对中国数据进行了修正 (2009)^①。本数据为情景分析特别摘录。

对所有生态系统而言, 尤其是湿地生态系统, 水文调节是非常重要的。湿地的固碳价值非常高, 其重要性与水供给和废物处理一样高。维持生活质量是发达国家的基本目标, 水供给和废物处理是实现这一目标的重要方面。

特定生态系统供给服务 (草地载畜量和森林净增长量) 和娱乐服务 (森林旅游) 的潜在国内供给量与预期的需求量比较见图 2-6~图 2-8。由于中国是一个经济快速增长的国家, 国内供给量占生态系统服务总消费量的比例在 2000 年至 2005 年间呈下降趋势。尤为令人震惊的是, 由于快速增长的建设和纸张需求, 国内林产品的供给量相对于需求量呈下降趋势。为了解释这些结果, 我们必须重申国内需求的满足并不是仅仅依靠国内资源: 家畜可以用谷物喂养; 木材和纸浆可以从国外进口; 中国公民可以去国外或者非林区娱乐。这些结果暗示: 在不远的将来中国将日益依赖于进口或集约化生产来满足对某些商品的需求。

① 同上。

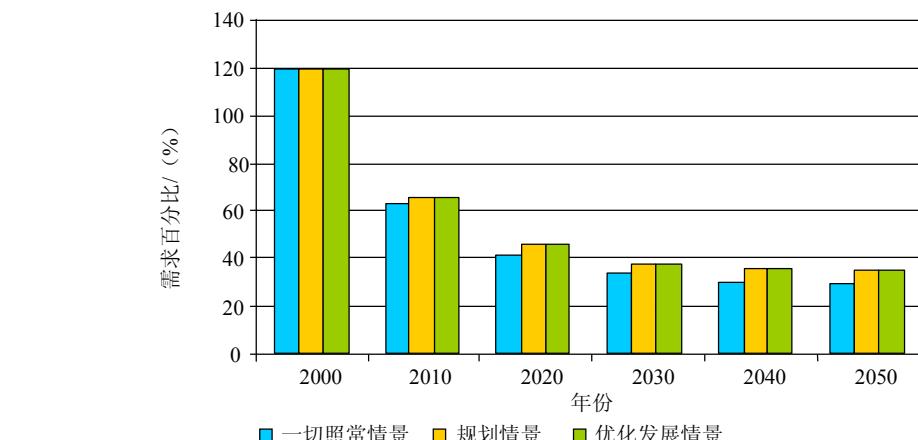


图 2-6 草地承载力供给量占需求量的百分比

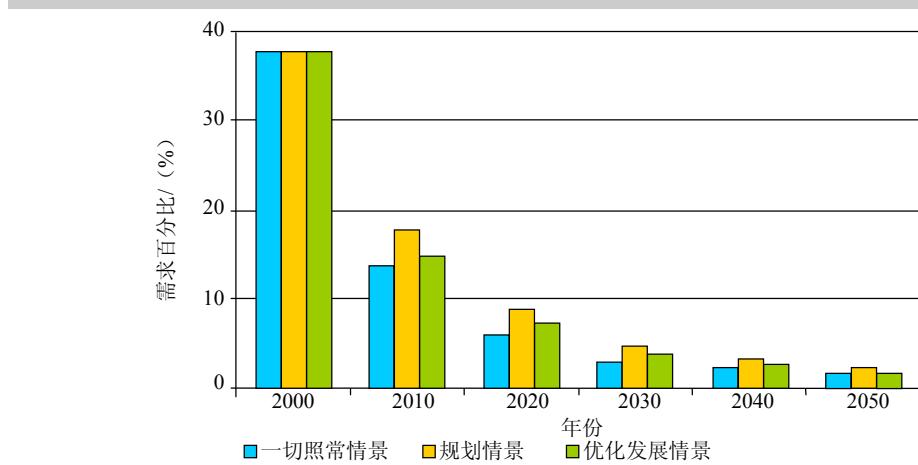


图 2-7 林产品增长的供给服务量占需求量的百分比

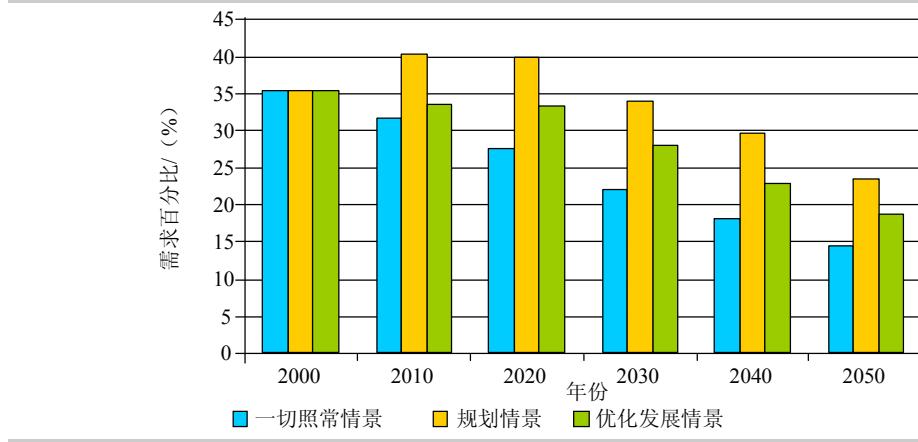


图 2-8 森林旅游服务供给量占国内需求量的百分比

相对于中国的历史发展过程而言，为了突出更好的土地利用规划可以产生更多的生态系统服务，在“优化情景”中，每一项被评估的生态系统供给服务和娱乐服务（图2-6~图2-8）都比“一切照常情景”要高。总体而言，在提供生态系统服务方面，“规划情景”比“优化情景”表现得更理想。但是，“规划情景”采用了人为的统计数据来将林地从宜林地中区分出来，而且反映非木材产品价值的经济数据也非常有限。因此，“一切照常情景”和“优化情景”最大的区别在于设定的28%的森林覆盖率目标是否包含了宜林地。

2.3.4 结论

通过情景分析，可以得出如下结论。

“一切照常情景”下，生态系统服务供给将很可能减少。“规划情景”更有希望实现长期的经济福利。但是，由于数据不足，采用部门规划中的目标来设定的“规划情景”存在着矛盾之处。“优化情景”设定的森林发展目标比较合理，配置了改良的土地利用结构，并严格控制了生态退化。这些措施有望能增强森林、湿地和草地生态系统服务功能。在“优化情景”中，改良的土地利用结构并没有改善平均物种丰富度（MSA）。究其原因，是由于改善的具体生态系统面积太小，而“优化情景”中丧失的森林面积更多。但是，长期而言，这种生态系统质量的改善应当能够造就更好的平均物种丰富度。

中国西北部被确定为生态脆弱区。如果没有政策干预，西北部的森林、草地和湿地将遭受最严重的退化。在政策支持下，森林、草地和湿地生态系统的退化趋势是可以遏制和逆转的。“一切照常情景”和“规划情景”强调生态系统服务分区开发和管理的必要性，以及优先预防西北部和青藏高原生态退化的重要性。西北部和青藏高原生态脆弱，生态系统一旦破坏将很难恢复。

遥感数据与统计数据之间存在着大量的不一致性，这不仅是一个技术问题，它还具有重要的政策意义。长久以来，规划的制定都是基于统计数据。遥感作为一种高科技信息技术，能更好地捕获生态系统的时空特征。因此，现在应当使用遥感数据来辅助政策制定以提高决策水平。

2.4 国内案例与国际经验

2.4.1 国内外案例的选择

中国生态系统管理所面临的最大问题是应对生态系统退化和如何通过生态保护和恢复达到各种生态系统服务的最大化。课题组在案例选择中，主要关注以下四个核心问题：（1）如何平衡不同生态系统服务之间的关系。在生态系统管理的过程中，

不能强调一种生态系统服务，而忽略生态系统的其他服务，不同地区和不同发展阶段，社会公众所关注的生态系统服务是不同的。（2）如何协调利益相关方的参与。因为生态系统具有整体性特点，但生态系统管理则是分要素、分地区进行管理。因此，现行管理体制部门之间的工作职责分工、组织协调在生态系统管理中至关重要。（3）如何利用和加强科技支撑。生态系统管理必须遵循自然规律、应用关键技术和模式，需要系统的生态系统监测、研究、示范等技术体系来支撑生态系统管理规划和行动。（4）如何推广典型案例的经验与做法。有效的模式能够推广到更大的范围，对于政策和指南非常重要。

基于上述考虑，课题组选择了四个国内案例，其特点有：（1）黄土高原：生态退化问题严重，10多年来，生态恢复的成效也非常显著；（2）鄱阳湖湿地及流域：生物多样性丰富，流域生态系统管理体制有许多有益的探索；（3）四川省宝兴县：县级层面的生态系统管理项目的跨部门协调与整合；（4）中国生态系统研究网络（CERN）：通过20多年的探索和实践，建立起了行之有效的生态系统监测、研究和示范体系。

上述4个案例研究在空间尺度上有所不同，黄土高原案例属于区域尺度，鄱阳湖案例属于流域尺度，宝兴县案例属于县级尺度，而CERN则更多地关注全国尺度。

2.4.2 鄱阳湖案例

（1）主要经验

① 将湿地纳入洪水管理。20世纪50年代以来，随着鄱阳湖围垦面积的不断扩大，鄱阳湖湿地的蓄洪能力日益下降。应对洪水的传统措施主要是通过兴建一系列工程来解决，如修筑堤坝、建设排水系统、撇洪工程、建设湖泊与堤垸间的排水闸等。然而，洪水风险却不断增加，1998年发生了严重的洪涝灾害，围湖造田和湿地调蓄功能下降被认为是重要原因之一。1998年洪水过后，中央政府提出了灾后恢复重建的“32字方针”，在鄱阳湖区实施“平垸行洪、退田还湖、移民建镇”工程，恢复湖泊与湿地，提高洪水调蓄能力，将湿地纳入流域洪水管理之中。

② 让社区参与湿地保护与管理。为了解决湿地资源过度开发，满足生物多样性保护的要求，1983年建立了鄱阳湖省级自然保护区，后来升级为国家级自然保护区，并于1992年加入了国际《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》。27年来，围绕不同的保护目标，鄱阳湖区还相继建立了18个自然保护区。保护方法也经历了很大变化，在早期是严格控制当地百姓和外来人员进入保护区，后来转向与社区广泛沟通与合作，与当地百姓共同管理，同时，也加强了与国际组织、国家研究机构及地方的非政府组织等的广泛合作。

③ 在省级政府层面进行跨部门协调。为了协调各个厅局和市县府同心协力参与鄱阳湖流域生态环境的治理工作，1985年江西省政府成立了“江西省人民政府赣江流域及鄱阳湖区开发治理领导小组”（后更名为江西省山江湖开发治理委员会）。江西省

山江湖开发治理委员会主任由省长或省委书记担任，农业、林业、水利、环保、科技、建设等各厅局负责人担任委员。在委员会的领导下，制定了《江西省山江湖开发治理总体规划》（山江湖工程），由各部门分工实施，经过 20 余年的治理，江西省的生态系统与服务得到明显改善。

④ 生态系统保护与恢复工程评估。采用《生物多样性公约》所倡导的生态系统方法的 12 条原则^①，对鄱阳湖湿地及其流域的生态系统管理做法进行了评估，评估结果发现，各级政府的生态保护与恢复项目在规划、设计、实施、公众参与、监测与评估方面仍存在很大差距。

（2）政策建议

① 进一步推动湿地生态系统保护与恢复。鄱阳湖作为中国最大的淡水湖，在过去 50 年间经历了生态系统服务下降的过程。尽管目前若干湿地保护和恢复项目已经得到实施，但根据第一次全国湿地调查，湿地面积占中国国土面积的 3.77%，且面临着巨大的压力和威胁，迫切需要在国家层面重视湿地保护与恢复工作，不断加大投资力度。

② 在省级政府层面建立生态系统有效管理的协调机制。生态系统管理需要良好的跨部门协调，需要各利益相关方的广泛参与，需要实行生态补偿和促进替代产业发展，只有这样才能有效消除生态系统退化的驱动因素。

2.4.3 黄土高原案例

（1）黄土高原地区生态系统管理的主要经验与教训

① 长期的投入和坚持是生态系统管理良好成效的基础。由于复杂的自然和社会经济因素的影响和制约，生态系统的保护、恢复和可持续利用必然是持久战。陕西米脂县高西沟生态环境治理 50 年的历程和西安塞县纸坊沟小流域 30 余年水土保持综合治理的良好成效说明，长期的投入和稳定的政策环境是生态系统管理有效性的重要基石。

② 项目带动是改善生态系统管理的重要契机。退耕还林（草）和黄土高原水土保持世界银行贷款项目，一方面，为黄土高原的生态系统管理带来了大量的投资和良好的政策支持；另一方面，也带来了生态系统管理体制机制的一些改革创新。已经竣工的黄土高原水土保持世界银行贷款一、二期项目区经济、社会、生态效益显著，在竣工验收中获得了“非常满意”的最高评价，被世界银行誉为“旗帜工程”，并获得 2003 年度“世行行长杰出成就奖”。

③ 机制创新是生态系统管理取得良好成效的关键。黄土高原地区生态系统管理中的机制创新主要表现在：项目组织协调上的机制创新，即地方政府协调、部门配合、项目捆绑、提高生态治理的综合效益和效率；激励机制上，有的地方政府建立了生态

^① UNEP/CBD/SBSTTA/12/2, In-depth review of the application of the ecosystem approaches. 30 March 2007.

治理绩效考核责任制；在投融资机制上，开展了一些有益的探索，主要包括民营水保大户治理、工业反哺农业投资生态等，取得了初步成效；生态建设项目运筹和管理上，开始重视项目的系统性和适应性，加强了项目可行性和规划研究，建立了全面的监测评价和严格的监督检查制度及项目运行的适应性调整制度（黄土高原水土保持世界银行贷款项目）。

④ 通过黄土高原案例区实地调研获得的启示：多重生态系统服务需要加以权衡，例如植被恢复与水资源，以避免负面效应的产生；生态保护和恢复项目需要在生态补偿机制方面进行改革，以保证对利益相关方构成有效的正向激励；生态保护和恢复项目的规划和落实要尊重地域差异性，以确保因地制宜。

⑤ 黄土高原地区的生态系统管理中可以总结出来的主要教训：植被恢复的生态效益取决于恢复的类型、时间及立地条件，区域尺度上的优化有相当难度；植被恢复的生态效益与经济效益的协调也是一个没有得到很好解决的问题，例如生态林草与经济林草的比例搭配、经济林草的经营方式等；植被恢复的可持续性，包括经济上持续得到正向激励和生态上永续发挥良好效益，目前还没有得到可靠保障，表现在经济上一些良好模式，如民营大户水保治理由于绿色资产成果难以变现而发展受阻，表现在生态上，人工林草恢复措施生态效益的发挥具有时效性，不可能一劳永逸。

（2）主要建议

① 建立生态恢复重建项目的科学决策机制。首先，需要把生态恢复重建项目各个阶段进行系统凝练，落实到政策和规范的高度，确保生态恢复重建项目的运筹管理有章可循。因此，国家层面应建立生态建设项目的规范、指标和标准，来指导项目立项、实施、评价监督、后评价等工作，从程序上为生态恢复重建项目的科学性、有效性及其成果的可持续性奠定制度化基础。其次，在具体内容上，项目论证、实施、评价等各个环节都要充分考虑自然和经济社会环境的时空变异规律，确保生态恢复重建项目的区域适宜性。

② 建立基于生态建设项目的行政绩效考核和跨部门公务合作机制。建议从政策上将黄土高原地区水土保持和退耕还林（草）项目实施过程中形成的县级政府部门之间良好的公务合作机制进行明确，以县级行政单元为先锋，自下而上，推进生态环境相关事务的行政体制改革和公务合作机制的建立。从政策上规定把生态环境保护和恢复绩效作为地方政府、特别是县级政府及其部门考核的重要指标。

③ 建立生态建设项目的多元化投融资机制，培育生态建设产业和市场，促进生态系统管理的可持续性。黄土高原水土保持和退耕还林（草）实践中涌现出的“大户治理”、“工业投资生态”、“国际援助和贷款”等生态建设多种投融资模式的形成，证明了在生态建设领域建立多元化投融资机制的可能性和现实性。多元化投融资机制的建立有利于吸纳社会资金、减轻国家生态环境领域的投资压力，调动社会各界参与生态环境保护和建设的积极性和创造性，同时也有利于推动生态环境领域的国际合作。因

此，有必要从政策层面确立这样的机制，构建鼓励多元化投融资的良好政策环境，促进生态和环保产业化和社会化进程，这种转变将把中国生态文明建设推向更深入、更高级和更重实效的层次。

2.4.4 中国生态系统研究网络（CERN）案例研究

（1）主要经验

① 面向国家需求，将监测、研究与示范工作密切结合，是生态系统管理的基本技术手段。CERN 的发展与不同阶段的国家需求密切联系，针对国家生态建设的主要问题，在关键区域监测、研究与示范工作中，经过几十年的探索和实践，总结出了一些生态系统优化管理的示范模式。生态系统监测、研究和示范是一个有机整体，把阐述科学规律与创建优化模式结合了起来，发展了基于观测和试验的、以实证为基础的生态系统优化管理的途径，为生态恢复和贫困地区老百姓的生计出路提供技术方案和模式，实现社会效益、经济效益和生态效益的有机统一。

② 战略规划、网络化实施和数据管理是生态系统长期监测研究的三件“法宝”。CERN 分别于 1988 年和 2007 年启动了两轮发展战略规划工作，解决了 CERN 发展过程中的关键问题。在网络层面实施能力建设、专项观测和大型联网观测研究的计划，确保了 CERN 的长远目标和可持续发展。通过制度建设，不断完善 CERN 的监测指标、技术方法和规范，注重观测指标和方法的规范化，确保监测研究数据的质量和可靠性，促进生态数据的使用与共享。

③ 与国内外组织与机构建立良好的合作伙伴关系是推进生态系统管理科学传播的重要途径。加强与农业部、教育部、国家林业局等所属生态站的合作与交流；扩大与生态站所在地区的大学和研究机构的合作，面向地方科技需求；与 ILTER、US-LTER、ECN、LTER-Europe 等之间的交流，借鉴国际长期生态监测试验新理论、新技术和新方法。

（2）政策建议

① 开展脆弱生态区生态系统恢复机理和可持续管理模式研究和示范。基于对全球和区域生态系统变化的全面认识，评估中国主要生态系统在人为活动和气候变化双重影响下的结构和功能变化，研究脆弱生态区生态系统的退化过程和恢复机制，建立生态系统恢复的关键技术和示范模式，制订退化生态系统恢复的行动计划、生态技术途径和方法，评估主要生态工程项目的实施效果。

② 加强国家生态系统监测与评估能力建设，为生态系统管理提供科技支撑。将全国不同研究机构的监测体系融为一体，建立一个在全国范围内开展生态系统监测、研究、评估和示范的机制和能力，并提供更为有效的“预警”能力，建立和完善全国和关键区域生态系统状况的可测量、可核查、可报告的监测与评估体系，为生态系统管理提供科技支撑。

③ 与其他发展中国家分享 CERN 的经验，联合国环境规划署（UNEP）与中国科学院等机构联合倡议成立“国际生态系统管理合作伙伴计划”，将会从 CERN 经验分享等方面，推动包括非洲和东南亚等发展中国家在生态系统服务、生态系统管理和健康方面的发展。

2.4.5 宝兴县案例

（1）主要经验

① 实施生态系统管理以县为最小单元。县级是我国现行管理体制下具有政府各项职能的最基础单元，实施生态系统管理所采取的各项措施，如制定管理政策与制度，建立综合管理机制，以及规划等方面只有在县级或以上层面才能开展，因此，县域是实施生态系统管理的最小单元。

② 转变观念是实施生态系统管理的前提。宝兴县政府已经认识到保护生态与环境的重要性，提出了“生态宝兴”的发展战略，但由于缺乏对生态系统及其服务与人类生存和发展关系的基本认识，以及传统观念和管理模式的束缚，“生态宝兴”仅流于形式，如绿化、增加森林覆盖率等，或是在简单的生态保护目标下追求最大的经济利益，如生态旅游开发等，并未深入到社会管理的各个层面，也未动摇传统的管理模式。因此，要想改变传统的发展思路和资源管理模式，实施可持续发展的生态系统管理，必须提高管理者对生态系统及其服务功能的认识，从根本上转变保护与发展观念。

③ 宣传与培训是实施生态系统管理的关键。生态系统管理是一项系统工程，它不同于传统的“条块式”管理模式，因此，需要开展广泛宣传和各类知识培训工作，使决策者、管理者、参与者对生态系统管理有清楚的认识。

④ 建立综合协调管理机构是实施生态系统管理的核心。部门“条块式”分割管理是中国现行的管理模式，短期内尚难改变。而实施生态系统管理需要各部门之间有机协调，因此，需要在不改变现行管理体制的前提下，调整部门职能和管理范围，建立一种部门间协调决策机制，成立专门的综合管理机构。宝兴县成立了一个由环保、林业、农业、畜牧业、水利、国土、自然保护区、科技、财政、规划以及立法等机构组成的生态系统管理委员会，下设一个办公室。该机构是一个政府常设机构，其职能是对县域各管理部门提出的行业发展规划、开发与建设项目进行决策，对县级上级管理部门下达的行业工作任务进行部门间协调，以确保县级各管理部门制定的发展规划和实施的开发建设项目符合全县总体可持续发展要求，符合生态系统整体保护和利用要求，符合各利益相关方的要求。目前，在此平台下，宝兴县各部门职责明确，共同参与决策，组织实施协调有序，基本取消了“县协调领导小组”模式，实现了生态系统综合化协调管理。

（2）政策建议

经过多年生态建设与保护，我国生态保护与建设成就举世瞩目，为经济建设与生态安全奠定了坚实的基础。但我国生态建设与保护工作仍未摆脱“重数量、轻质量”的局面。随着经济快速发展，人民生活水平的提高，和谐世界、生态文明、可持续发展成为我国乃至世界的主题和目标。

生态系统管理是基于对生态系统服务的理解和认识，集成多学科研究成果，实施跨部门协调管理，实现资源、环境、人口和社会经济可持续发展的一种管理战略和方法，它完全符合科学发展观的理念，是我国实施和谐、可持续发展战略的可选择途径。因此建议：①尽快启动和实施国家生态系统管理战略，促进科学发展观的全面落实。②建议在国家、生态功能极重要的省、市、县建立专门的生态系统管理委员会和办公室，使其成为重要资源开发和发展建设规划决策协调平台，促进部门间协调与合作，避免条块分割式单部门决策带来的各种弊端。③建议在生态功能分区与主体功能区划的基础上，开展不同层次的可持续发展规划，为生态系统管理的实施提供支撑。

2.4.6 国际经验总结

发达国家和发展中国家开展生态系统服务和管理方面的做法多种多样，但其共同的经验是，开展生态系统服务与管理是一项知识密集型工作，必须进行长期的实践，多个学科之间的研究必须保持协调，让尽可能多的利益相关方参与生态系统服务与管理实施工作。同时，对生态系统完整性、自恢复力和支持功能要有深入的认识，这将决定生态系统管理的成败。

千年生态系统评估（MA）^①为人们认识生态系统变化对人类福祉的影响，为改善生态系统及其服务和可持续利用所必须采取的行动提供了强有力的科学依据。不过，它并未提供足够的应对措施，来将这些科学知识转化为实实在在的改善特定地区（如省、市、县）生态系统服务与管理水平的政策和行动。

国际案例分析确定了众多有助于有效实施生态系统服务与管理政策的通用战略。中国必须制定一个国家层面生态系统服务保护与建设政策。根据欧盟与联合国环境署的《生物多样性与生态系统服务的经济学》研究结果，国家层面生态系统服务与管理的国家政策应包括以下内容^②：（1）通过生态补偿和市场为生态系统服务的提供者进行补偿。（2）改革不利于生态系统保护的补贴政策。（3）通过调节和定价措施扭转生态系统服务的丧失局面。（4）通过扩大保护地面积提高生态系统服务的价值。（5）投资生态基础设施建设。（6）确保建立不同用户群体公平获取和利用生态系统服务的机制。

此外，国际案例研究中所获得的一系列经验教训表明，成功的生态系统服务管理

^① Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being. Synthesis. Washington, DC, Island Press.

^② The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2009).

必须具备以下前提条件^①: (1) 必须制定有时间限定的可衡量的目标, 生态系统服务必须具体化和可量化。(2) 必须意识到人类活动的各种影响, 并采取必要的应对措施, 这些措施包括保护生态系统的完整性、恢复受到破坏的生态系统, 并允许对其他未受到严重威胁的生态系统进行合理利用。(3) 必须确保利益相关方的广泛参与, 利益相关方包括当地社区、国家和政府部门、企业以及科研机构。(4) 必须制定一个征得各方一致同意的、协调不同利益相关方冲突的机制框架, 利用生态系统服务的得失权衡作为协商平台。(5) 基于生态系统服务的管理机制要求在生态补偿、生态恢复、生态监测方面进行投资, 从生态系统服务中受益最大的利益相关方应为这些投资“埋单”。(6) 生态补偿金或生态系统服务管理资金应按照基本的生态学原理以及所开展的生态系统服务管理活动的绩效来分配, 提供更多生态系统服务的地区应相应获得更多的资金。那些在提供生态系统服务方面表现尤其突出的项目也应获得更多的追加投资或奖励。(7) 在开展生态系统服务与管理创新和推广的初期阶段, 应充分展示生态系统服务给人们带来的各种惠益(清洁水源、防洪、水力发电、供人食用的鱼类、作物灌溉、就业机会等)。(8) 应按照生态系统状况和社会经济状况制定生态系统管理战略和规划。(9) 生态系统服务和管理的投资规模应与生态问题的严重程度保持一致, 投资不足可能导致生态系统无法得到有效保护。

满足上述的绝大多数标准, 将大大有助于增强生态系统服务与管理。总体而言, 如利用良好的科学方法开展有效的生态系统服务管理、明确受益者、政府制定管制政策、明确利益相关方的责任、利益相关方的参与, 以及制定可持续出资的机制, 均是成功实施生态系统服务管理的关键因素。必须大力改善不同层次政府部门之间的协调, 增强私营企业和社会团体在生态系统服务保护、恢复和管理中的作用和贡献。

中国正在制定和实施生态保护政策和所开展的生态补偿项目日益增多, 其中包括建立协商机制, 让那些生态系统服务受益者与提供者直接进行补偿。值得注意的是, 生态补偿和其他市场机制的政策框架正在中国快速形成^②。从国际层面上看, 直接补偿计划已开始蓬勃发展, 并从政府补偿计划过渡到生态系统服务受益者与提供者之间的真正市场交易机制。

2007年, 全球生态系统服务的市场价值估计为770亿美元。预计到2020年, 全球生态系统服务的价值总额将增至大约3000亿美元^③。从国际层面上看, 生物多样性市场和生态标签认证市场表现得非常活跃。预计在近期内, 中国的碳市场和农业认证产品市场将在生态补偿和生态系统服务市场中占据很大比重。世界银行对中国生态服

^① Natural Capital Project.

^② Bennett, M.T. 2009 Markets for Ecosystem Services in China: An Exploration of China’s “Eco-compensation” and Other Market-Based Environmental Policies. A report from Phase I Work on an Inventory of Initiatives for Payments and Markets for Ecosystem Services in China Forest Trends.

^③ Carroll, N. and Jenkins, M. 2008. Payments for Ecosystem Services (PES) Markets: The PES Matrix Chart. Washington, D.C.: Ecosystem Marketplace.

务市场开展的一项研究表明，更深入全面地了解中国生态系统服务市场、关键参与方以及这些活动和项目在各种生态系统服务和地区分布的现状，将有助于为决策者提供有价值的参考意见，使其认识到不同政府部门之间应该在哪些领域开展相互交流和合作才能最为有效地促进生态系统服务。与此同时，世界银行对那些能够最有针对性开展进一步研究的领域，以及能够将私营部门最为容易和有效地纳入环境保护计划中的关键合作伙伴和利益相关方的领域提出了建议。要有效地制定和实施生态系统保护与管理，必须进行长期的投资。

“生态系统和生物多样性经济学”（TEEB）项目由欧盟部分成员国负责开展，由联合国环境规划署主持。预计该项目将对生态系统服务和管理政策的制定产生深远的影响。该研究项目为针对生物多样性和生态系统服务丧失所造成的影响如何制定有效的对策提供了有价值的指导，并再次强调了生态系统服务与贫困之间的紧密联系。该项目认为，由于生态系统服务和生物多样性的保护不受重视，部分“联合国千年发展目标”（MDG）将难以实现正受到严重威胁。TEEB项目表明，对生物多样性和生态系统服务价值的认识将促进国际社会实施温室气体减排的行动。该项目还突出强调了投资自然资源对于减缓和适应气候变化的重要价值^①。

尽管目前国际已有很多经验为政策提供科学信息支持的相关经验，但仍存在很大差距。TEEB项目的研究结果显示，如果缺乏对生态系统服务和生物多样性的市场定价机制，那么在决策过程中就会忽视或低估生态系统服务和生物多样性所带来的惠益，所制定的政策和措施可能导致生物多样性丧失，并对人类福祉造成不利影响，进而影响经济社会发展的可持续性。目前生态系统服务和生物多样性丧失的程度令人触目惊心。仅仅因热带森林生态系统丧失所导致的温室气体排放就占全球温室气体排放量的1/5，它所产生的影响远远超过了对气候变化的影响。其他生态系统服务的丧失也对人类的食物、淡水和能源安全带来了直接影响，可能成为影响所有国家的日益严重的全球性问题。因此，必须通过法律手段来保护那些对生态系统服务的可持续管理至关重要的地区，制订和实施相关保护计划。

中国应借鉴国际相关生态系统服务与管理的经验，制定促进生态系统服务有效利用的国家战略，将其作为决策的基础，避免因政策冲突和在实施过程中缺乏协调所带来的问题。同时，制定基于生态系统服务的政策和措施，促进跨部门协调与合作，将可提高中国生态系统服务的能力，而创新的管理模式将有助于减少在制定政策和管理措施时进行得失权衡的可能性。此外，必须进一步加大对生态系统服务与管理的科研支持力度。

^① TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers – Summary: Responding to the Value of Nature, 2009.

2.5 主要结论

近些年来，由于国家对资源环境问题的日益重视，并采取了一系列超常规的措施，使得我国在人口不断增长和经济快速发展的同时，生态系统保护和恢复工作也取得了重要进展。但是必须认识到，随着国家未来发展的强大经济社会需求和有限的资源环境条件，以及国际社会对于我国生态问题及其影响越来越强烈的关注，我国的生态系统管理仍将面临日益严峻的挑战。

为应对挑战，国合会“生态系统服务与管理战略”课题组通过系统研究得出如下结论。

2.5.1 结论1：中国生态系统保护和恢复初见成效，但生态系统服务能力不强

1998年以来的10多年间，中央政府加大了对生态保护和恢复的投入。中央政府的投资已经超过7000亿元，投资规模和强度史无前例，通过退耕还林（草）、天然林保护、退田还湖、退牧还草等这些重大生态工程，中国在森林、草地和湿地保护等方面取得了显著成效。截至目前，全国自然保护区达到2538个，保护面积占国土总面积的15.5%，已超过了世界平均水平。通过天然林保护和植树造林，森林面积持续增加，全国森林覆盖率达到20.36%^①；草地和湿地加速退化的趋势也得到一定程度遏制，退化速度趋缓。

情景分析结果表明，按“一切照常”的发展模式，会导致中国生态系统服务能力偏低；即使是“规划情景”的生态保护与恢复，往往也只是偏重某类生态系统服务，如粮食生产、木材供给或水土保持功能等，而忽视了生物多样性、碳汇等多种服务。全国森林、草地和湿地等生态系统的服务能力不强，主要表现在：一是中幼龄林在森林生态系统中占主导地位，森林单位面积蓄积量和生产力低，远远低于世界平均水平，天然林和次生林面临退化的压力和威胁依然存在；二是草地生态系统退化，单位面积产肉量为世界平均水平的30%；三是湿地生态系统面积仍在萎缩，功能持续退化。

中国生态系统服务能力不强的现状也预示着优化生态系统管理和提高生态系统服务能力还有很大的潜力。

2.5.2 结论2：对生态系统服务的认识不足，生态系统管理严重滞后

生态系统服务是人类从生态系统所获得的利益，包括供给服务、调节服务、文化服务和支持服务四大类，但目前对生态系统所提供的服务尚未得到充分认识和应用。由于对生态系统复杂性特征的认识不足，往往过分强调某一种服务而忽视其他服务，

^① 国家林业局，第七次森林普查结果，2009年。

从而导致过度利用或利用不当，进而造成生态退化，难以满足社会对某些生态系统服务的需要。例如，20世纪80年代以前，只重视森林的木材供给服务，过量砍伐天然林，导致森林面积减少和蓄积量锐减；2000年以后，森林的木材供给服务被弱化，只重视森林面积的扩大，却忽略了经营管理，结果使得森林蓄积量的提高远远低于预期。目前，我国每年大约40%的木材依赖进口，如果森林经营管理得不到迅速改善，在今后很长一段时间内，我国进口木材的数量还将不断扩大。同时，尽管生态建设的投入不断增加，但是许多生态建设工程的产出、生态效益和可持续性尚难以得到有效保障。

关键区域发展规划没有充分认识天然草地与湿地的价值。例如，经国务院批准的《鄱阳湖生态经济区规划》、《江苏沿海开发规划》等使鄱阳湖湿地和江苏沿海湿地面临新的威胁。目前，在森林、草地、湿地保护与管理方面，还存在着许多法律冲突、部门利益冲突、政策冲突、规划冲突等问题，这既是中国对生态系统服务与管理认识不足的体现，也充分反映了中国生态系统管理严重滞后。

2.5.3 结论 3：森林、草地、湿地面积增长空间有限，提升生态系统服务能力是生态系统管理的必由之路

情景分析结果显示，2010年，中国森林、草地、湿地面积占国土面积的55.6%，农田、建设用地和未利用地占44.4%，而在这44.4%的土地中，改造成生态用地的空间非常有限。伴随着快速城市化过程，建设用地不但不会减少，而且无疑会大幅度增加；为了保障国家粮食安全，中国已经确定了保护18亿亩耕地的红线，确保耕地面积相对稳定；而近一半的未利用地为青藏高原高寒荒漠、高山冰川、塔克拉玛干沙漠、蒙古高原戈壁等，根本不可能改造成森林或草原。因此，仅有11%的未利用地尚有转变为森林、草地或湿地的可能，但这些地方是野生动物的栖息地，改造不仅需要巨额投资，困难很大，而且可能会威胁到野生动物的生存。

我国政府承诺，到2020年森林面积增加4000万hm²，有关部门也制订了生态保护与建设规划，确立了大幅度增加森林覆盖率，确保天然湿地得到有效保护等目标。但就土地利用而言，增加一类生态系统面积，势必要减少其他生态系统的面积。目前，草地和湿地仍然面临着不断增加的压力和威胁，如把优质草地开垦为农田和建设用地的活动并未完全停止。因此，我国森林、草地与湿地生态系统管理的目标必须尽快实现从“以增加面积为主”向以“提高单位面积生态系统服务能力为主”的战略转变。

2.5.4 结论 4：部门协调与社会参与机制是生态系统管理的基本保障

国际经验表明，成功的生态系统管理取决于以下基本要素，即生态保护建设规划要着眼于增强多种生态系统服务，而不只是某一种服务，需要跨部门协调；要有明确

的目标、全面客观的监测体系与报告制度；要有平均分担成本和分享利益的有效机制；解决冲突的机制。

国内案例研究表明，完善立法、机构与政策，可以大大提高国家、省（区）和县层面的生态系统管理水平。在区域层面，统一规划和实施生态恢复项目，可以催生跨部门协调机制，并能取得改善生态系统管理的实际效果（黄土高原案例）；在省级层面或流域层面，良好的协调机制和体制是实施生态系统有效管理的保障，江西山江湖综合开发治理委员会和山江湖工程就是一个好的例证（鄱阳湖案例）；在地方层面，县级行政区是有效实施生态系统管理的最小行政单元，利益相关方的广泛参与是基础。

国内外案例研究均表明，非政府组织、企业和社区民众的广泛参与是推动和实施有效生态系统保护和恢复的基础性力量。

2.5.5 结论 5：生态系统管理的科技支撑与能力建设亟待加强

中国生态系统研究网络和黄土高原的案例表明，生态系统监测、长期研究与生态系统管理示范可以为生态系统优化管理提供至关重要的科技支撑。缺乏必要的科技支撑已经成为科学决策和生态系统优化管理的重要障碍。在这方面，目前存在的主要问题有：一是针对主要生态系统及其变化的监测不足，生态系统管理相关的科学研究、决策监督和公众参与缺乏实时、可靠和开放的基础数据支持；二是生态系统服务与管理的科学研究缺乏向政策、决策和实践转化的有效渠道，造成大量科研成果难以在实践中得到应用，也使生态保护与建设的政策、规划因缺乏坚实的科学基础而实施效果不佳；三是迫切需要关注新的全球环境问题，如气候变化与极端气候事件、环境中过量的活性氮、磷等污染物质^①；四是生态系统长期监测、评估和优化管理示范应提供更为广泛的科技支撑，为改善科学教育、公众参与、政府决策和生态文明建设提供基础。

2.6 政策建议

目前，中国生态系统管理的主要矛盾是有限的自然资源、低下的生态系统服务能力与不断增长的经济社会需求之间的矛盾。中国不仅以 7% 的耕地养活了世界 22% 的人口，而且靠世界 4% 的森林、14% 的草地和 10% 的湿地所提供多种生态服务来支持 13 亿人的需求。这些服务不仅包括食物与木材等，而且还包括水源涵养、洪水调蓄、气候调节、土壤保持和生物多样性等。中国正处在工业化和城市化进程中，到 2020 年，

^① Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., et al., 2009. A safe operating space for humanity, *Nature*, 461 (24 September 2009) : 472-475.

人均GDP将在2000年基础上翻两番^①，50%以上的人口将在城市生活，这将大幅度增加对生态系服务的需求。可以预见，到那时，人口增长和经济发展对生态系统的需求和压力将比目前要大得多。

为了解决生态系统服务需求增长而供给不足的矛盾，中国森林、草地与湿地等生态系统必须实行可持续管理。课题组建议，中国政府应制定生态系统管理战略，与计划生育、环境保护和资源节约一样，将生态系统可持续管理上升为基本国策。具体建议如下：

2.6.1 建议1：制定新的《全国生态保护与建设规划》，统筹部署全国的自然保护与生态建设

以《全国生态环境建设规划》和《国家生态保护纲要》为基础，制定新的《全国生态保护与建设规划》，完善国家生态建设和自然保护的规划体系，实现生态系统管理“全国一盘棋”。该规划是有关部门、地区和重要流域开展生态建设规划与协调管理的重要依据。

(1) 新的规划的指导思想应体现生态系统服务与管理的理念。国家有关部门应根据我国国情，并参考《生物多样性公约》所确定的生态系统途径的12条原则，确定新规划的指导思想。该规划原则应体现对生态系统、生物多样性、生态系统服务、生态系统管理之间的内在联系的新理解、新认识，也应能在其他相关规划、计划、项目中采用。还应强调提高生态系统的生产力、平等与扶贫、监测与评估等。

(2) 新规划的总体目标是建立健康与可持续的生态系统。该规划应通过空间规划，避免由于局部过度开发导致大范围生态退化，目前应加强对天然林、草地、湿地等的有效保护，重点增强调节功能和生物多样性保护，以保障生态系统能够持续提供多种服务，并将天然林保护、草地和湿地恢复等列入优先行动，充分考虑未来经济社会发展目标对生态系统服务的需求。因此，该规划应以构建可持续的生态系统为立足点，以大幅度提高生态系统服务为核心。

(3) 明确生态系统管理的量化目标与任务。1998—1999年颁布了《全国生态环境建设规划》和《国家生态保护纲要》，经过十多年的超常规投入，圆满实现了1998—2010年的目标与任务。按照新时期的要求和形势变化，在国家主体功能区划的指导下，进一步明确了2011—2020年全国生态保护与建设的目标与任务。另外，应制定关键区域与流域的生态保护与建设目标，以增强碳汇、水土保持、防灾减灾等多种生态系统服务。

^① 中共中央第十七次代表大会报告，2007年。

(4) 确定生态系统保护与建设的优先区域。并采取有针对性的技术措施，集成已有的分部门实施的生态保护和建设项目。根据生态系统的重要性、人口与经济的压力与威胁，确定生态保护与建设的优先区域。针对优先地区，应分别制定有针对性的工程措施、生物措施和管理措施，改变过去对森林、草地、湿地、水土资源等分部门管理的传统做法，在区域层面进行规划、政策与项目的整合与协调，确保区域生态保护与建设的整体性，确保国家生态投资与补贴的公平与效率。

(5) 健全国家战略制定和实施的机构及政策保障。建议参照《国家中长期科学和技术发展规划纲要》和《国家中长期教育改革和发展规划纲要》的模式和做法，国务院成立由总理牵头的领导小组和专家支持组，指导国家生态战略的制定和实施。借鉴国内外重大国家战略实施的经验和机构与政策创新，比如，林权制度改革、市场工具、集权与放权（比如将生态建设列入省级以下地方财政预算）等。

2.6.2 建议 2：分类管理、突出重点，提高森林、草地、湿地生态系统的服务能力

森林、草地和湿地等生态系统为地球生命支持系统的重要组成部分，在经济社会快速发展的进程中，急需采取针对性的措施，根据不同的生态系统类型和经济社会需求，提高其多种服务能力，以满足人类生存环境和经济社会发展的各种需求。在生态系统管理中，要平衡不同服务与社会需求之间的关系，调节供给服务与调节、文化服务间的关系，使经济发展和社会进步决策并不损害生态系统的健康发展。

(1) 加强森林生态系统集约管理，迅速提高森林生态系统的生产力和综合服务能力。我国森林生态系统管理的目标，应当由注重覆被率的提高，转变为在关注覆被率提高的同时，更加注重生态系统的集约经营，迅速提高生产力为主要任务的新阶段。在提高森林生态系统生产力的同时，不能忽视森林生态系统的调节服务、文化服务和支持服务，实现森林效益的最大化。课题组建议采取以下优先行动：一是加强次生林改造，将大面积的天然次生林改造成兼具生物多样性保育、水土保持等服务能力，同时可以大量提供木材和林副产品的近自然林。二是提高人工速生丰产林的良种率，做到种良、苗壮；加强幼、中龄人工林的抚育管理，大幅度提高林分的生长量；推行多目标管理途径，使森林兼具供给、调节、文化和支持功能。三是继续加强对近熟和成熟天然林的保护，这些天然林在生物多样性、碳汇、生态系统适应性研究等具有不可替代的参照作用，应予以严格保护，禁止转为其他土地利用方式。

森林生态系统集约化经营与多目标管理的优先区包括温带—亚热带次生林与人工林区、黄土高原水土保持区、西南喀斯特石漠化防治区、东北天然林区、西南天然林区。

(2) 开展退化草地恢复，提高防风固沙和防治沙尘暴的能力。由于长期对草地保护和可持续利用的投入不足，管理落后，目前农田开垦、城乡建设和矿产资源开发仍在占用草地，草原过牧和生物资源超采现象依然存在，所有这些均造成草地生态系统退化严重，并导致风沙侵蚀严重，沙尘暴频繁。为了扭转草地退化和灾害频繁的局面，课题组建议如下优先行动：一是增加对草原牧区的投入。草原基础设施、牧民技能培训和技术支撑对提高生态系统生产力、促进草地畜牧业发展至关重要。应增加投入，通过半湿润和半干旱地区的人工草场建设，提高草地的生产能力和承载能力。二是通过围栏放牧、休牧、禁牧等措施，降低过牧压力，提高草地的植被覆盖度。三是制定更加切实可行的政策措施，帮助牧民转变实现草地利用方式，帮助牧民脱贫致富，帮助牧民防风固沙、抗御灾害。四是牧区既是我国少数民族居住区，也是贫困人口集中分布区。尊重牧民生产生活习惯，充分尊重当地牧民的宗教与文化习俗，发展生态旅游，促进牧民增收和减贫。

草地保护与恢复的优先区主要是北方半湿润一半干旱区草地、西北半干旱—干旱区草地和青藏高原草地。

(3) 保护天然湿地，提高湿地的生物多样性和调节服务。鉴于中国湿地所面临的日益增加的压力与威胁，湿地保护与可持续利用的重要性尤为突出，湿地除了具有提供水产品、淡水和水生植物资源等供给服务外，还具有生物多样性保护和提供调节功能的价值。为此，课题组建议：一是在大江、大河、大湖继续实施休渔、禁渔制度，并扩大范围、延长时间，控制过度捕捞，恢复江湖的渔产品供给能力。二是维持和改善河流、湖泊与湿地的连通性和环境流，保证河湖湿地的环境流量，维持和改善河流、湖泊与湿地的健康状况。三是保护天然湿地、恢复退化湿地，为水鸟、鱼类和水生生物提供栖息地；鼓励国家湿地公园建设，为公众和社区提供更多的文化和娱乐服务。四是完善各类湿地保护的国家政策和法规，通过跨部门协调管理，将湿地作为单独的土地利用类型，列入国家土地利用调查与分类体系统计。加快促进《国务院湿地保护条例》的立法进程，为湿地保护与恢复提供坚实的法律基础。

湿地保护与恢复的优先区是东北平原湿地、长江中下游湖泊湿地、东部沿海滨海湿地、西北内陆湿地、青藏高原高寒湿地。

(4) 改善自然保护区的生态系统服务，提高生物多样性。国家级自然保护区等各级各类自然保护区涵盖了典型的森林、草地和湿地生态系统，不仅在生物多样性保护中发挥着核心作用，而且还提供了多种生态系统服务。

一是增加生物圈保护区的面积，创建示范保护区。通过保护区生态系统的供给功能的可持续利用与开发，改善保护区周边社区居民的生计。

二是调整保护区的保育策略，增强自然保护区的调节服务。自然保护区的保育策略应当由基于物种的保护向对生态系统整体的保护转变，在景观与流域尺度上，促进自然保护区之间的廊道建设与保护区网络建设(如欧盟实施的 Narura2000 保护区计划、

长江流域湿地保护网络等）。

三是努力挖掘自然保护区的文化与休闲功能，适当增加草原保护区的数量和保护面积。

四是加快自然保护区管理的立法进程。自然保护区管理需要环保、林业、农业、海洋等部门参与，是跨部门的协调与管理。目前国务院现行的《国务院自然保护区条例》已经过时，建议全国人大环资委常委会加快向有关部门和公众征求意见的过程，尽快颁布实施。

2.6.3 建议 3：加强各级政府在生态系统管理的综合协调，努力形成全社会共同参与的新局面

生态系统管理涉及中央各部、省级政府和县级政府的不同层面，社会团体（企业、社区、NGO）也在其中扮演着不可或缺的重要角色。因此，如何加强各级政府的组织协调，如何充分发挥社会团体在生态系统管理中的作用，将直接影响到生态系统管理的成效。

（1）在中央政府层进行面跨部门、跨地区的综合协调。目前的生态保护与自然资源开发的立法属于部门立法，应当结合最新形势重新审查相关法律法规，不断修订现有森林、草原和湿地法规中相互矛盾的条款。将生态系统管理的理念贯穿于工业、农业、林业、水利和渔业发展之中，并逐渐实现主流化。建立和完善中央与地方政府的生态系统管理与协调机构，理顺不同政府部门之间和大流域上下游不同行政区之间的协调与合作机制。

（2）在省级政府层面，确立省级人民政府对生态系统管理“负总责”的制度，在生态建设规模大、任务重的中西部省（市、区）建立省级生态系统管理和协调机构，使其成为生态建设、规划和管理的决策主体，促进部门间协调与合作。江西省山江湖开发治理委员会及办公室在生态保护与恢复中的做法值得借鉴。

（3）在县级政府层面，借鉴四川省宝兴县开展生态系统管理的经验和做法，在中西部地区部分县级政府开展生态系统管理试点，提高县域层面生态保护与建设工作的统筹管理能力，提高生态系统管理的有效性和效率。

（4）努力提高企业、社区与公众对生态系统管理重要性的认识，充分发挥他们在生态系统管理中的作用。企业是生态系统服务的受益者，也是损坏者，更应该是贡献者，推行企业社会责任是生态系统服务与管理的重要组成部分，规范企业生产经营行为，减少企业的生态足迹；社区是生态系统服务的直接受益者，也是维护者和监督者，需要加强社区的能力建设，将生态系统管理纳入科普宣传与学校教育的范畴，增强公众对生态系统重要性的认知，提高公众参与生态保护与建设的主动性；课题组在泰国、欧洲的生态系统管理调研表明，环境领域的NGO是联系政府、企业和公众的重要纽带，是生态系统服务与管理的积极倡导者、支持者、监督者和实践者，是生态保护的一支重要力量，需要政府在融资政策上有立法保障，在行动上有实质支持，营造宽松的工作氛围。

2.6.4 建议 4：推进实施生态补偿政策，增强对生态系统保护和建设的长期投入

从最近十多年各地所取得的生态保护与建设成果来看，中央政府的工程投入和财政补偿在森林、草地和湿地生态系统恢复与重建方面起到了决定性作用。建议尽早出台《国务院生态补偿条例》，指导全国层面的生态补偿工作。鉴于生态系统管理的长期性和艰巨性，在今后比较长的时期内，仍应不断增加生态系统保护与管理的投入，使生态系统服务能力得到持续提升。

(1) 继续实施已有的国家生态建设工程和农户补贴政策。国家生态工程包括退耕还林（草）、天然林保护、京津风沙源治理、退牧还草、湿地保护等生态建设工程，稳定资金渠道和总量，巩固已有的生态建设成果。逐步将退耕还林（草）后的林地（草地）纳入国家生态补偿范围。鉴于我国已基本完成牧区承包和林权改革，林地与草地等已明确界定了长期使用权，预计从2016年开始，退耕还林（草）补偿延长期陆续到期后，宜与林权改革后的林地实行一体化管理，按照公益林标准进行补偿。为了保持政策的连续性和一致性，在今后几年中，应逐步提高公益林补偿标准，以确保退耕还林等生态建设的成果得以持续。

(2) 在中西部生态脆弱区实施新的生态保护与恢复工程。将江河源头区、严重水土流失区、重要饮用水源地、自然保护区等纳入国家生态保护和建设工程的范围，将生态建设与新农村建设和扶贫项目紧密结合，统一规划，分省区实施，并通过中央财政转移支付、生态建设项目和生态补偿等资金机制，为中西部生态保护与建设提供稳定的资金支持。

(3) 对提供生态系统服务的广大乡村地区实行“以奖促治”的财政激励政策。中国城乡发展很不平衡，在作为提供生态系统服务的广大乡村尚未平等地分享生态保护和经济社会发展的成果。水源涵养、气候调节、碳汇、防灾和文化休闲等许多生态系统服务尚难以体现其现实的市场价值，因此，需要建立城乡之间的生态补偿机制，由生态系统服务的消费区（主要是城市）向生态系统服务的供给区（主要是乡村地区）提供“以奖促治”的财政激励政策，使提供生态系统服务的乡村地区能从生态保护中受益，实现自然保护与乡村发展的“双赢”。

(4) 有针对性地制定和完善生态补偿政策，并开展生态补偿试点。以生态系统服务为基础，根据生态系统服务受益主体的不同特点，对于可明确界定受益主体的生态系统服务（如供给服务、文化服务），按照“谁受益，谁补偿”或者“谁占用，谁付费”的原则进行补偿。对于难以明确界定受益主体的生态系统服务（如调节服务、支持服务），按照公益性原则，建立和完善森林、草地与湿地的公益性补偿基金，按照

面积和生态系统服务分类进行生态补偿。在国家生态补偿框架下，中央政府应当为国家级自然保护区设置充足合理的预算。

(5) 建立生态建设项目的多元化投融资机制，培育生态建设产业和市场。借鉴黄土高原水土保持和退耕还林（草）实践中涌现出的“大户治理”、“绿色信贷”、“工业反哺农业”、“工业投资生态”、“国际援助和贷款”等生态建设的多种投融资模式，在中西部地区选择部分地区开展投融资机制试点，制定优惠政策，吸纳社会资金，促进生态建设投入的多元化和可持续性。

2.6.5 建议 5：加强生态系统监测与评估，提高生态系统管理的科技支撑能力

黄土高原等地生态建设项目说明，长期生态系统监测与研究至关重要。目前中国面临着一些新的生态风险问题与挑战，例如，气候变化与极端气候事件、碳汇、农业与化石燃料燃烧带来的活性氮排放等，这将影响中国的长远发展和国家利益，这些风险与挑战迫切需要进一步提升我国生态系统管理的科技支撑能力，包括生态系统长期监测、研究与评估的能力。

(1) 建立国家层面的生态系统监测研究网络。促进国家生态系统野外科学观测研究网络建设和发展，加强能力建设，完善区域布局，提供长期稳定的支持，为我国生态系统管理提供关键科学数据、优化管理示范模式和关键技术，并关注对国家利益至关重要的迫切问题，如碳汇、气候变化适应和氮沉降等。

(2) 开展国家生态系统状况与变化的周期性调查与评估。在森林、草地、湿地等资源普查和本底调查的基础上，综合运用生态系统监测研究站的定位观测、遥感分析和模型模拟技术等，分析脆弱生态系统问题演变态势，客观评价我国生态系统服务的变化过程，开展 5 年一次的综合评估，为国家“五年计划”提供国家生态系统状况报告和相关决策支持依据。

(3) 推动气候变化与生态系统适应性的长期监测、试验与研究，开展生态系统适应气候变化管理的试点示范。

(4) 开展生态系统管理的教育与培训工作。将生态系统服务与管理的理念引入到学校教育的教材，并通过各级党校等渠道，向国家、省和县的领导干部提供培训。

第3章 中国海洋可持续发展的 生态环境问题与政策

3.1 中国海洋可持续发展的重要性

未来的10~20年是中国发展的战略机遇期，也是实现快速工业化、城市化和转变发展方式的关键时期。与过去相比，中国面临的国际和国内形势都产生了深刻的变化。中国不仅要应对金融危机与气候变化的全球性挑战，还必须解决日益严峻的国内资源紧缺与环境问题，重塑可持续发展格局。

海洋是全球生命支持系统的一个重要组成部分，也是一种有助于实现可持续发展的宝贵财富和空间资源。作为海洋大国，在经济迅速增长、人口快速增加及城市化程度加快而陆地资源日益枯竭的背景下，立足陆海统筹，科学开发海洋资源和保护海洋环境，是支撑我国经济社会可持续发展的必然选择，也是实现21世纪宏伟蓝图的必由之路。

3.1.1 海洋是中国可持续发展的重要基础

中国是海洋大国，其中领海面积38万km²，管辖海域面积约300万km²^①。岸线总长度32 000 km，其中大陆岸线18 000 km；岛屿6 900多个，岛屿总面积3.87万km²^②。丰富的海洋自然资源和巨大生态系统服务价值是国家经济社会发展的重要基础和保障。

我国近海及海岸带的海洋生态系统为国民的生产和生活提供了多种重要资源，包括生物资源、矿产资源、航道港口资源、海水资源、旅游资源等。据目前的估计，海洋大致提供了全国超过1/5的动物蛋白质食物、23%的石油资源和29%的天然气资源^③，以及多种休闲娱乐和文化旅游资源（见专栏3-1）。

① 杨金森. 中国海洋战略研究文集. 北京：海洋出版社，2006：271.

② 全国人大常委会法制工作组. 中华人民共和国海岛保护法释义. 法律出版社，2010：165，182.

③ 资料来源：国家海洋发展战略研究所. 中国海洋发展报告2010. 北京：海洋出版社，2010.

专栏 3-1 中国丰富的海洋资源

中国海洋资源丰富，海洋石油资源量约 240 亿 t，天然气资源量 14 万亿 m³；滨海砂矿资源储量 31 亿 t；海洋可再生能源理论蕴藏量 6.3 亿 kW；中国大陆岸线中有 400 多 km 深水岸线，160 多处港湾资源，适合建设港口，发展海洋航运业。目前世界 10 个最大的集装箱港口中国有 5 个；中国的领海和管辖海域是开发食物、能源、水等资源的战略性基地；中国管辖海域有广阔的海洋渔场，2 万多种海洋生物，380 万 hm² 可养殖浅海和滩涂面积；随着养殖技术的发展，可用于养殖的海域超过 1 000 万 hm²，适合建设海洋牧场和发展海水增养殖业；我国有 1 500 多处滨海旅游资源地址，适合发展滨海旅游业和海洋娱乐业。滨海旅游业已经成为中国成长最快的产业之一^①。

除了直接的经济价值外，我国近海与海岸带还有着多种海洋生境类型，集中了丰富的物种和基因多样性（见专栏 3-2），具有营养储存和循环、净化陆源污染物、保护岸线等功能。此外，大洋对调节全球水动力和气候起着关键的作用，并且是主要的碳汇和氧源，对人类的生存和发展都有着不可替代的作用（见专栏 3-3）。

专栏 3-2 中国海洋生物多样性

中国管辖海域纵跨温带、亚热带、热带三个气候带，南北跨越 38 个纬度带，形成了丰富多样的生态系统。我国近岸海域分布滨海湿地、红树林、珊瑚礁、河口、海湾、潟湖、岛屿、上升流、海草床等典型海洋生态系统。中国海洋生态系统复杂多样，海洋生物物种、生态类群和群落结构均表现为丰富多彩的多样性特征。

在中国管辖海域海洋生物的种类大约有 2 万种，占世界海洋生物总种数的 10% 以上。在世界总数中，我国海洋鱼类占 14%、昆虫占 20%、红树林植物占 43%、海鸟占 23%、头足类占 14%、造礁珊瑚物种约占印度—西太平洋区系造礁珊瑚总数的 1/3。海洋物种数量从北向南递增，黄海、渤海 1 140 种、东海 4 167 种、南海 5 613 种^②。

专栏 3-3 海洋生态系统的服务功能

① <http://www.wefweb.com/news/2009731/0819563355.shtml>.

② <http://www.coi.gov.cn/hyzy>.

从饮用水到木材和海产品，人类从生态系统中获取各种利益（或生态系统服务）。植物、动物、微生物和人类相互作用，而物理环境产生这些服务功能。学者们一般认为生态系统服务功能分为四类：一是产品提供功能，指生态系统生产或提供的食物、燃料木材、纤维和水等产品；二是调节功能，指调节人类生态环境的生态系统服务功能，包括调节气候、洪水、海岸侵蚀、干旱和疫病等；三是文化功能，指人们通过精神感受、知识获取、主观映象、休闲娱乐和美学体验从生态系统中获得的非物质利益；四是支持功能，即保证其他所有生态系统服务功能提供所必需的基础功能，包括营养循环和光合作用等。有着正常功能的海洋生态系统所提供的一些关键的生态系统服务功能，包括健康的海产品、干净的海滩、稳定的渔业产量、丰富的野生动物，以及活跃的沿岸生物群落。

海洋能提供大量至关重要而又不被重视的服务功能，不但支持了沿海居民，而且支持了陆地上的全部生命。例如，湿地的功能就包括支撑生物多样性、调节物质循环、保持水动力平衡、涵养水源、防止土壤侵蚀、缓冲风暴潮对陆地的影响等。目前，全球40%的人口居住在只占陆地面积5%的狭窄海岸带上，而人类对这些生态系统的依赖还在增加，特别是湿地、珊瑚礁或河口地带等。

沿海和海洋生态系统天然具有动态特征，但近期的变化却是史无前例的。水道被疏浚，湿地被围垦或抽干，海岸带被开发。过度捕捞和毁灭性渔业活动导致主要渔业种群崩溃或食物网受损。然而，在沿岸和海洋中进行的上述活动已经损害到海洋生态系统的健康。对湿地进行围垦以及淡水使用已经极大地改变了其沉积物运输和水动力学。太多种类营养盐的过量输入，已经致使沿岸海水成为世界上化学成分改变最大的区域。所有这些因素，与全球气候变化所引起的海平面上升和更为频发的严重风暴潮协同作用，使海洋生态系统更加脆弱。

引自：www.forest-trends.org and www.compassonline.org.

3.1.2 海洋经济是国民经济社会发展的重要推动力

20世纪90年代以来，中国把海洋资源开发作为国家发展战略的重要内容，把发展海洋经济作为振兴经济的重大措施，对海洋资源与环境保护、海洋管理和海洋事业的投入逐步加大。不断向深度和广度扩展的海洋开发利用创造了中国新的经济增长点。

进入21世纪，海洋经济对区域经济发展的贡献日益凸显（见专栏3-4）。2008年，海洋生产总值达到29662亿元，对全国GDP和沿海省市地区生产总值的贡献率分别达到9.87%和15.8%；海洋产业增加值达到17351亿元，对全国GDP和沿海省市地区生

生产总值的贡献率分别达到 5.77% 和 9.24%^①。

专栏 3-4 迅速发展的中国海洋经济

为全面反映海洋经济总体运行情况，实现与国民经济核算的一致性和可比性，国家海洋局 2006 年颁布实施了国家标准《海洋及相关产业分类》(GB/T 20794—2006)、行业标准《沿海行政区域分类与代码》(HY/T 094—2006)，对主要海洋产业的统计口径进行了修正。在主要海洋产业统计的基础上，国家海洋局和国家统计局联合开展了全国海洋经济核算工作，制定并实施了《海洋生产总值核算制度》。按照《海洋生产总值核算制度》，海洋生产总值包括海洋产业增加值和海洋相关产业增加值。其中，海洋产业增加值由主要海洋产业增加值及其修正值、海洋科研教育管理服务业增加值构成。

根据新的统计标准统计的数据显示，进入 21 世纪，中国海洋经济迅速发展，从 2001 年开始，海洋总产值、海洋产业增加值每年以超过 15% 的速度增长。平均每年海洋总产值对全国 GDP 的贡献率超过 9%，对沿海 GDP 的贡献超过 15%。海洋经济对区域经济的贡献不断增加。2008 年，海洋生产总值达到 29 662 亿元，占全国 GDP 比重达到 9.87%，占沿海地区生产总值的 15.8%；主要海洋产业增加值达到 17 351 亿元，占全国 GDP 的 5.7%。

资料来源：国家海洋局，中国海洋经济统计公报（2001—2009）。

海洋经济快速发展促进了沿海地区的劳动就业。涉海就业人员规模不断扩大，从 2001 年的 2 108 万人增加到 2008 年的 3 218 万人。2008 年涉海就业人员分别占全国和沿海地区就业人口的比重的 4.15% 和 10.3%^②。

更为重要的是，目前中国经济的基本形态是高度依赖海洋的开放型经济，世界 10 个最大的集装箱港口中国有 5 个，世界航运市场 19% 的大宗货物运往中国，22% 的出口集装箱来自中国，中国商船队的航迹遍布世界 1 200 多个港口，已经形成“两头在海、大进大出”的基本经济格局。

改革开放 30 年来，海洋产业结构发生了巨大变化，产业从构成单一的海洋渔业、海洋盐业发展到以交通运输、滨海旅游、海洋油气、海洋船舶为主导，以海洋电力、海水利用、海洋工程建筑、生物医药、海洋科教服务等为重要支撑的、优势突出相对完整的产业体系。2008 年中国海洋经济的主导产业是海洋交通运输业、滨海旅游业、海洋渔业、海洋油气业和海洋船舶工业。这五大产业的增加值占到整个海洋产业增加

^① 国家海洋局 2009. 中国海洋经济统计公报（2001—2009）.

^② 资料来源：同上。

值的比重超过90%^①(图3-1)。

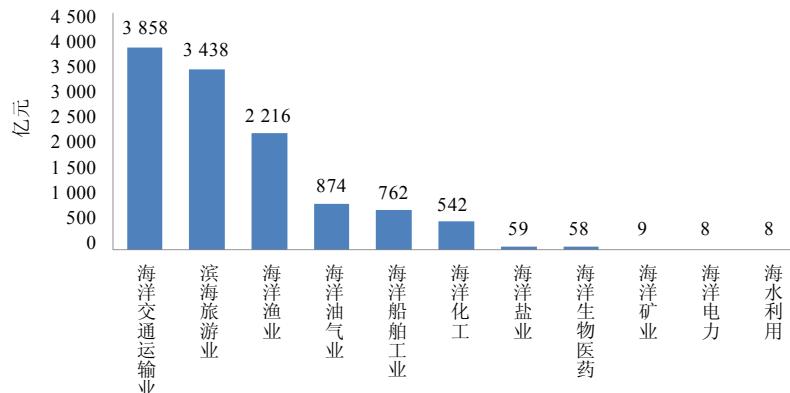


图3-1 中国主要海洋产业产值（2008）

预测研究显示，到2020年，全国海洋产业增加值将达到53 353亿元，约占同期全国GDP比例的7%，主要海洋产业包括海洋渔业、海洋石油天然气业、海洋交通运输业、滨海旅游业、海洋船舶制造业、海洋生物制药业等（表3-1）。

表3-1 全国海洋产业增加值及其占国内生产总值比重预测^②

	增长速度	2008	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2018	2020
全国海洋业 增加值	10%	17 351	22 627	24 890	27 379	30 117	33 128	36 441	44 094	53 353
GDP/亿元	8%	300 670	378 758	409 058	441 783	477 126	515 296	556 519	649 124	757 138
占GDP/%	—	5.7	5.97	6.08	6.19	6.31	6.42	6.55	6.79	7.05

3.1.3 海洋是中国沿海发展战略实施的重要支撑和保障

改革开放30年间，中国的对外开放从最初的经济特区和东南沿海开放城市走向全方位、多领域、深层次开放。得益于有利的区位条件、丰富的海洋资源和政策优势，中国经济和生产要素不断向沿海地区聚集。目前，中国基本形成了经济高速发展的沿海经济带，成为中国城市化程度高、人口密集、经济发达的区域。

2001—2008年，沿海11个省、市、自治区的国内生产总值每年以大于10%的速度

① 国家海洋局 2009. 中国海洋经济统计公报（2001—2009）.

② 国家海洋发展战略研究所 2010. 中国海洋发展报告 2010. 北京：中国海洋出版社，226.

度增长，2008年达到19 4734亿元。沿海地区总人口5.54亿人，其中城镇人口约2.98亿人，平均城市化水平52.82%，高出全国平均城市化水平近10个百分点。目前，中国沿海地区以13%的国土面积承载了41.72%的人口，创造了57%以上的国民生产总值，实现90%以上的进出口贸易^①。

进入新世纪，沿海区域经济进入新型工业化全面发展的新阶段。沿海地区各级政府也纷纷出台了全方位的配套政策措施，掀起了新一轮海洋开发热潮。与此同时，为应对国际金融危机，中央出台了一系列扩内需、保增长、调结构的重大决策。2009年国家又先后出台了汽车、钢铁、船舶、装备制造等重点产业振兴规划，产业结构调整逐步深化。从长远发展看，石化、钢铁、造船、火电、核电等重工业将大规模向沿海地区转移，沿海地区工业化和城市化进程势不可当^②。在沿海地区新型工业化发展过程中，临海重化工业、港口和物流业、船舶制造和海洋工程业、现代渔业、滨海旅游业等五大类产业将得到大发展。

据预测，到2020年，我国沿海地区生产总值比2008年增加1.5倍，达到469 360亿元，沿海地区将率先实现小康的目标。根据中国人口学预测研究，2020年和2030年中国人口总数将分别达到约14.5亿人、15亿人。届时，中国将有约7亿人和8.4亿人居住在沿海地区^③。

沿海地区新一轮的经济快速发展、人口迅速增加和城市化程度加深将对海洋环境和资源提出更多的要求，对资源的分配也将进行重新调整。作为海洋资源和海洋生态系统载体的海洋空间，是未来支撑沿海地区经济社会可持续发展的关键要素，必须从生态系统功能的角度分析海洋空间资源的供给能力。

3.2 中国海洋可持续发展的政策背景

20世纪70年代开始的改革开放，极大地促进了中国的经济发展和人民生活水平的提高，但是也付出了巨大的环境代价。中国决策者已经意识到了环境问题的严重性以及由此造成的经济和健康成本。从20世纪70年代开始就把“减少环境污染和保护自然资源”作为国家政策的优先领域。特别是90年代，环境保护被列为国家的一项基本国策。

1996年，可持续发展被正式确定为中国的基本发展战略之一，可持续发展从科学

① 资料来源：中华人民共和国国家统计局 2009. 中国统计年鉴 2008. 北京：中国统计出版社。

② 在国家产业规划层面，《钢铁行业调整与振兴规划》明确要求建设沿海钢铁基地。《石化产业调整和振兴规划（2009—2011年）》要求，长三角、珠三角、环渤海地区产业集聚度进一步提高，建成3~4个2 000万t级炼油、200万t级乙烯生产基地。在现有基础上，通过实施上述项目，形成20个千万吨级炼油基地、11个百万吨级乙烯基地。炼油和乙烯企业平均规模分别提高到600万t/a和60万t/a。从地域角度来分析，从北部辽宁到南边的北部湾，重化工业的扩张同样显而易见。

③ 蒋正华，徐匡迪，宋健，等. 2006. 国家人口发展战略研究报告. 北京.

共识转变为政府工作的重要内容和具体行动。《中国海洋21世纪议程》提出了海洋领域可持续发展的背景、目标与优先行动领域。1996年《中国海洋21世纪议程》实施至今，中国海洋可持续发展走过了15年的历程。这15年正是国家经济社会发展转型的时期。小康社会、和谐社会、环境友好型和资源节约型社会、生态文明等体现可持续发展思想的哲学观、发展观、战略观相继提出，以及中国缔结和加入的包括“防止陆源污染保护海洋全球行动计划(GPA-Marine)(见专栏3-5)”在内的各种国际环境保护条约和协议，加快了中国可持续发展进程。海洋可持续发展政策也不断完善，海洋可持续发展能力稳步提升。

专栏3-5 基于陆地活动的海洋环境保护全球行动计划

基于陆地活动的海洋环境保护全球行动计划(GPA-Marine)是一项长期的多边行为。该计划帮助各国履行联合国海洋法公约，或他们加入的地区性公约或协议要求的保护海洋环境的义务。GPA强调污水、重金属、持久性有机污染物、烃、放射性废物、垃圾等污染物，同时也强调沉积物、富营养化、重要栖息地的变化和破坏等问题。GPA是唯一一个直接应对淡水、海岸、海洋环境交界区的全球政府间机制，它的总体目标是鼓励和支持各级政府致力于治理方式和政策改革、基于生态系统的管理、减少贫困和海陆交界区的可持续发展。

中国的珠江就是这种改革的一个很好的例子。珠江是中国水量第二大的河流，同时也是主要的经济和工业区。珠江流域水流量占中国总流量的1/5，GDP占全国的40%，人口占全国的1/3。大量的污水、固废和工业排放物导致水质下降成为影响珠江的主要问题。这个问题因珠江是香港的主要水源显得更为严重。

珠江流域11个省市的环境保护局联合起来共同应对珠江污染问题。该项合作在经验和信息交流、开展联合教育和环境意识项目、增强各环境保护局的联系等方面取得了很大的成功。该行动得到广东珠江三角洲环境项目(GEF向该项目提供1000万美元的补贴，国际复兴开发银行向该项目提供16500万美元的贷款，用来改善水质、管理废弃物和减少水体污染)的支持。

3.2.1 海洋可持续发展的战略与规划

1996年中国政府发布的《中国海洋21世纪议程》和1998年发布的《中国海洋事业的发展白皮书》是中国海洋可持续发展的战略性文件。进入21世纪，党和国家更加重视海洋事业发展。

2001年通过的《国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》，首次在最高级别的国家规划中出现了关于海洋的内容：“加大海洋资源调查、开发、保护和管理力度，加

强海洋利用技术研究开发，发展海洋产业。加强海域利用和管理，维护国家海洋权益”；2003年国务院发布的《全国海洋经济发展规划纲要》，提出了发展海洋经济、保护海洋生态环境的重点任务；2006年十届全国人大四次会议审议并通过的《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》，首次将海洋以专章形式列入，明确提出要强化海洋意识，维护海洋权益，保护海洋生态，开发海洋资源，实施海洋综合管理，促进海洋经济发展，并对如何合理利用、保护和开发海洋资源等进行了具体规划。海洋被列入国家发展规划并被放在十分重要的位置，表明中国对海洋的重视程度更加增强，这对促进中国海洋事业的可持续发展具有重要意义。2008年1月国务院通过的《国家海洋事业发展规划纲要》，对海洋生态环境保护的目标与任务提出了具体要求。

2002年，中国共产党第十六次全国代表大会通过的报告提出“实施海洋开发”，这是第一次在党的代表大会的报告中提到海洋。2007年党的第十七次代表大会再次明确指出要大力“发展海洋产业”。胡锦涛总书记2009年在山东视察时特别强调，要大力发展海洋经济，科学开发海洋资源，培育海洋优势产业。在国务院部署的编制“十二五”规划专题研究工作中，专门把海洋与资源、能源战略并列，凸显出海洋在未来发展中的重要战略地位。

总之，在国家经济社会发展的宏观背景下，随着科学发展观贯彻落实的不断深入，中国海洋可持续发展政策不断趋向综合和完善。一方面，通过阶段性规划和行动计划将可持续发展原则整合到海洋事业各个领域和相关部门政策中，海洋资源开发与生态环境保护并重，海洋环境整治与陆源污染控制相结合。近岸海域资源环境以保护为主，逐步向远海拓展，创新资源节约和环境友好发展模式；另一方面，海洋管理从过去的部门管理逐步走向综合管理，管理手段从过去以行政手段为主，逐步转变为综合运用法律、经济、技术和必要的行政手段，特别以生态系统为基础的海洋与海岸带管理在我国越来越得到重视，并在一些区域逐步得到实施。

3.2.2 中国海洋管理行动

自1982年全国人大常委会通过了《中华人民共和国海洋环境保护法》以来，中国政府出台实施了一系列促进海洋可持续发展、海洋生态环境保护的法律法规。到21世纪初，已经颁布实施了包括海洋环境、海域、海岛、渔业、港口航运、生物多样性、海洋权益等在内的相对完整的海洋法律体系及其相关配套法规、条例和标准；同时中国政府采取了一系列海洋管理的行动，这些行动对遏制海洋环境的恶化起到了积极的作用。

（1）海洋环境保护

海洋环境保护制度是建立比较早，也比较完备成熟的制度。《中华人民共和国海洋环境保护法》（1982年制定，1999年修订）是中国海洋环境保护的根本大法，其确立了保护和改善海洋环境，保护海洋资源，防治污染损害，维护生态平衡，保障人类健

康，促进经济和社会的可持续发展的基本方针。

在我国海洋环境保护的具体法律制度中，一类是共性的、适用于所有海洋环境保护活动的制度，包括监督管理、排污总量控制、海洋功能区划、重大海上污染事故应急、海洋自然保护区和法律责任制度；二是对具体事项的管理制度，即为实施《海洋环境保护法》制定的配套制度，包括防止船舶污染、海洋石油勘探开发、海洋倾废、防止拆船污染、防治陆源污染、防治海岸工程建设项目建设项目污染和防治海洋工程建设项目建设项目污染。

（2）海域使用管理

20世纪80年代以前，中国某些海洋开发活动虽然也使用一定的海域，但基本上没有相应的海域使用权制度。1993年5月，经国务院同意，财政部、国家海洋局联合印发了《国家海域使用管理暂行规定》，明确提出建立“海域使用权”制度和海域有偿使用制度，中国的海域使用管理制度初步形成。2001年10月27日，《中华人民共和国海域使用管理法》（以下简称《海域法》）通过，并于2002年1月1日起施行，中国的海域使用管理制度正式确立。2007年通过的《物权法》规定了海域物权制度，中国的海域使用管理制度在理论和制度上得到进一步丰富。《海域法》通过后，国家相关部门出台了一系列配套制度，海域管理制度不断发展和完善，对规范用海秩序、保护用海人的合法权益和保护海洋环境起到了极其重要的作用。《海域法》、《物权法》及相关法规建立的海域使用管理制度是中国海洋管理制度重要组成部分，体现了中国海洋管理的制度创新和特色，也标志着中国海洋综合管理开始进入新的阶段。

中国海域使用管理制度包括三项基本制度：海洋功能区划制度、海域使用权制度和海域有偿使用制度。该法的通过和实施为新世纪中国的海洋开发和管理奠定了坚实的法律基础。到2004年，我国已经完成了国家、省、地市、县级的海洋功能区划方案的编制，国家还制定了海域使用金的征收标准的制定。海洋功能区划方案和海域使用征收标准是我国海域使用和管理的基础。不足的是以前的海洋功能区划考虑人类的需求较多而考虑自然的需求较少，需要以生态系统为基础进行重新修编。

（3）海岛保护

2009年以前我国没有关于海岛开发和保护的法律规定。在全国人大常委会的高度重视和大力推动下，经过又一个7年多的不懈努力和工作，《中华人民共和国海岛保护法》在2009年12月26日十一届全国人大常委会第12次会议上获得通过。《海岛保护法》共设6章52条，规定了海岛保护规划、海岛生态保护、无居民海岛权属、特殊用途海岛保护、监督检查五项重要制度，明确赋予了各级海洋管理部门在保护和开发利用海岛工作中的职责。它的出台标志着我国海岛的管理、保护和开发从此步入了法制化轨道。

（4）海洋渔业资源管理

《中华人民共和国渔业法》（以下简称《渔业法》）是中国管理包括海洋渔业在内的所有渔业活动的法律。该法1986年通过，并于2000年、2004年两次修改。1987年农

牧渔业部发布《中华人民共和国渔业法实施细则》(以下简称《实施细则》)。《渔业法》及其《实施细则》规定了对渔业资源的开发、利用的管理机关及其权限，并主要对“养殖业”、“捕捞业”、“渔业资源的增殖和保护”等问题作了较为详细的规定。

在渔业养殖方面，我国确定了养殖业许可证制度、种苗审批制度；在海洋捕捞业方面，我国实行了捕捞总量控制制度、捕捞许可证制度、公海或他国管辖海域捕捞的审批制度，并对捕捞场所、时间、方法和工具作出了具体规定；在渔业资源的增殖和保护方面，我国实施了渔业资源增殖保护费制度、禁渔区和禁渔期制度等。国家有关部门和地方也相继出台了一些配套的法规和实施办法。如1995年开始，先后在渤海、黄海、东海和南海实施2~3个月的伏季休渔，2006年国务院颁布了《中国水生生物资源养护行动纲要》。

(5) 海岸带综合管理

海岸带综合管理是统筹海陆使用规划、解决资源利用冲突、保护海洋与海岸带生态系统的有效途径(见专栏3-6)。《中国海洋21世纪章程》提出要实施海岸带综合管理。目前我国尽管还没有建立国家层面的海岸带综合管理制度，但是在地方层面的海岸带综合管理的理论研究和实践取得了很大的成效。中央政府(如国家海洋局)也积极推动和支持各地方政府与国际组织合作或者自己实施海岸带综合管理项目。例如在GEF/UNDP/IMO东亚海域海洋污染预防与管理项目的资助下，厦门1997年开始实施的厦门海岸带综合管理。经过多年的海洋综合管理的实践，探索出一条“立法先行、集中协调、科学支撑、综合执法、财力保障、公众参与”的海洋综合管理的“厦门模式”，被东亚各国作为海岸带综合管理的典范。目前，中国地方层面的海岸带综合管理项目已经达到20多个，并且一些海岸带综合管理正向与其相连的流域拓展管理范围，尝试实施从流域到海洋的基于生态系统的管理(见专栏3-6)。

专栏3-6 海岸带综合管理

海岸带综合管理是一项规范人类活动的，旨在提供可持续的海洋与海岸带生态系统服务的，海陆统筹的战略计划。海岸带综合管理的概念是从过去50年全世界2000多个海岸管理行动发展而来的，并形成了一个动态的系统，包括方法、机制、过程和框架。海岸带综合管理的有效利用可以最小化多重海洋与海岸带使用冲突、保护生命和财产免受自然和人为灾害的影响、保护栖息地和生物多样性、确保淡水资源的可持续利用、预防和减少海岸污染和资源的过度开采、提高海岸居民的生活水平和确保食品安全。海岸带综合管理通过建立和执行地方政策、法律、协调监控机制、绩效指标和基于问题的管理措施，在各种层面上都得到成功的应用，如中国的厦门市、菲律宾的Batangas、Bataan省、泰国的Chunburi省、越南的Danang市、朝鲜的Nampu市、柬埔寨的Chunburi省。

海岸带综合管理在厦门和 Batangas 的地理空间和功能的尺度放大实践使其管理范围能够覆盖跨行政区域的生态系统，如把与海洋相连的管理重点把流域、海岸和更大范围的海洋生态系统的管理包括进来，因此在实践中添加了基于生态系统管理的理念。一些东亚海洋国家（如印度尼西亚、日本、菲律宾、韩国、越南）建立了国家层面的海洋与海岸带政策、战略、行政命令和法律来支持海岸带综合管理的执行。许多西方国家也有海岸带综合管理的立法，如美国、英国、南非。

（6）陆源污染管理

陆源污染是影响海洋环境的主要因素。从 20 世纪 90 年代开始，我国开始在重点水域制订并实施污染防治计划。三河（淮河、海河、辽河）、三湖（太湖、巢湖、滇池）、渤海污染防治工程是国家“十五”期间确定的重点流域、海域污染防治工程，其污染防治计划得到了国务院的批准，计划的实施为减少陆源污染、遏制海洋环境进一步恶化、恢复和改善海洋生态系统起到了重要作用。实施的主要陆源污染计划包括淮河、海河、辽河、巢湖、滇池等流域和太湖水等的水污染防治“十五”计划、“十一五”计划以及《渤海碧海行动计划》。

目前，各重点流域、海域的“十二五”计划制订工作正在进行；长江口、珠江口海域、黄河、松花江也已开始编制和实施碧海行动计划。各类计划将积极吸取“十五”、“十一五”管理经验，为更好地实现“十二五”期间污染防治工作提供基础。

除了以上全国性流域的环境保护计划与规划之外，其他各省、市在自己的辖区内开始采用流域管理与行政区域管理相结合的模式应对跨区域的环境污染与生态保护问题。制定了很多中小流域水污染防治与生态保护规划。如福建九龙江、闽江流域水污染防治与生态保护规划；浙江省钱塘江流域水污染防治与生态保护规划；黑龙江的嫩江流域水污染防治规划等，几乎涵盖了我国主要的中小流域。

3.2.3 海洋管理现状与主要问题

（1）海洋管理现状

自 20 世纪 50 年代以来，中国的海洋管理工作经历了重大的发展与变革。中国的海洋管理体制经历了从行业性管理到行业管理加海洋环境复合管理，再向到海洋综合管理过渡的发展历程。目前，经过几十年的演变，逐步形成了以海洋综合管理与分部门、分行业管理相结合为主要特点的管理体制。2008 年国务院赋予了国家海洋局加强海洋战略研究和对海洋事务的综合协调的新职能，国家海洋局专门从事海洋行政管理，另外涉及海洋工作的职能部门还有环境保护部、农业部、国土资源部、交通运输部、国家林业局等 10 多个部门以及省、市、县地方政府。

目前，我国各涉海管理部门在法律授权和各自的职能（“三定”方案）范围内对海洋的方方面面实施管理。在海洋生态环境保护方面，依据《中华人民共和国环境保护

法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》及其相关配套法规，环保部、国家海洋局及其他相关机构实施海洋环境管理，制定了一系列有关中国海洋生物多样性保护和生态环境保护的国家和地方专项规划，将海洋生态环境保护纳入国家和沿海地区社会经济发展规划中，提升了海洋生态环境管理效力；在海域使用管理上，国家海洋局和各级地方政府依据《中华人民共和国海域管理法》，实施海洋功能区划制度、海域权属制度和海域有偿使用制度；在海岛管理方面，国家海洋局和各级地方政府依据《中华人民共和国海岛保护法》，实施海岛保护规划、海岛生态保护、无居民海岛权属、特殊用途海岛保护和监督检查；海洋渔业资源管理方面，农业部和各级地方政府依据《中华人民共和国渔业法》和海洋生物资源开发利用的系列法律制度实施管理。

针对海洋生态环境问题跨行政区域、跨海域陆域的特点，相关涉海部门正在探索陆海联动管理新机制。2010年3月2日，环保部与国家海洋局在北京签署《关于建立完善海洋环境保护沟通合作工作机制的框架协议》，这标志着我国海陆统筹保护海洋环境的新局面将进一步形成。根据协议，双方将在9个方面加强沟通与合作，其中包括共同开展重点海域氮、磷、石油类及重金属污染的控制工作。国家环境保护主管部门已经选择在环渤海沿海地区、海峡两岸经济区、北部湾经济区沿海地区开展了重点产业发展战略环境影响评价。国家“十二五”重点流域规划开始考虑海洋生态环境保护的合理需求。

（2）海洋管理问题

尽管目前中国海洋资源环境管理法律体系已基本形成，规划体系不断完善，建立了国家、省、地、市四级海上执法力量，基本形成了对管辖海域环境管理能力，但以部门、行业管理为主的海洋管理政策体系存在结构性缺陷。

第一，管理体制机制不顺。中国的海洋管理是陆地各种资源开发与管理部门职能向海洋的延伸，而行政管理部门基本上是自然资源种类和行业部门来设置，这种条块分割的管理体制将统一的海洋生态系统人为分解为不同领域由不同部门来监管，使得不同海洋自然资源或生态要素及其功能被分而治之，不能根据海洋生态系统的整体性进行综合管理。与此相对应的是，海洋资源利用与环境管理实行单项和部门管理，各部门如海洋、交通、农业、石油、旅游等职责平行，缺乏综合协调和联合执法的机制和手段，各部门之间的协调成为海洋管理的顽疾，致使跨行政区域、跨行政部门的海洋生态环境保护问题难以解决（见专栏3-7）。

第二，法律法规体系不完善。海洋环境管理是一项系统工程，这项工程涉及海洋、环保、水利、建设、林业、渔业、交通等部门，又涉及沿海区域间的协调问题。目前，现行的有关法律法规都是针对单项海洋资源的开发利用、保护和管理而制定的。一方面，这些单项法规过分强调所管理的某种海洋资源及其开发利用的重要性和特殊性，而对其他产业部门及其他海洋资源开发利用的利益和需要考虑不足，造成中国海洋管理的法律法规虽然多，但行业性突出，缺乏统筹，法出多门、政出多门，缺少统一的

国家海洋政策；另一方面，许多法律制度在内容结构上，均注重了普遍的、共性的、一般的环境保护问题，缺乏针对不同区域的具体环境问题解决方案，不能适应基于生态系统的海洋综合管理需要，特别是缺乏区域环境管理立法体系。

专栏 3-7 海洋管理部门职能的重叠与冲突

由于部门立法导致的部门之间权利和职责不清晰，我国环境管理、海洋与海岸带管理的权利分散在中央各个部门（如海洋、环保、农业、林业、国土资源、建设、财政、海军等部门）和临海的地方政府，没有更高一级的权力部门来协调这些中央职能部门和地方政府的活动。各职能部门之间的职权分配由不同的法律来规定，其间存在很多的职权交叉、重叠和矛盾。这导致各职能部门在环境管理方面存在很多冲突，如前述的水利部门与环保部门、海洋部门与环保部门、海洋部门与交通部门、海洋部门与渔业部门等。这极大地增加了行政部门之间的协调成本，影响环境管理的效果。

如《中华人民共和国环境保护法》规定国家环保总局（现为环保部）为国家环境保护行政主管部门，而《中华人民共和国海洋环境保护法》又规定国家海洋局是国家海洋环境主管部门，两部法律之间规定的不清晰导致环保部和海洋局之间的协调一直存在困难；《中华人民共和国水法》规定水利部是国家水资源的主管部门，而《水污染防治法》规定环保部是水环境治理的主管部门。水利部门认为水资源应该包括水质和水量，因而对水环境的治理也实施管理，环保部门则认为水质管理是自己的权力和职责；水法也没有能够清楚地界定各级地方政府和流域管理部门的权力和职责，导致水资源和水环境的管理中存在着权力的真空等。类似的法律模糊、交叉和重叠还有很多。

此外，尽管我国加入了《国际油污损害民事责任公约》（1992年），但是由于缺少相应的关于溢油污染生态损害的评估准则、赔偿标准、求偿主体和客体等方面的规定，很多的溢油污染造成的环境与生态损害不能得到补偿。特别是我国运油量2 000 t以下的油轮没有加入公约，国内也没有相关的法律和法规。而这些小规模的油轮的溢油事件经常发生，对海洋生态系统造成了严重损害（专栏3-11）。农业非点源污染控制政策的缺失也是我国海洋环境不断恶化的原因之一（专栏3-8）。

同时，我国很多海洋环境保护的法律常常关注一般的原则而缺少必要的法律实施机制和程序，如监督、监测、报告、评估以及相应的惩罚措施等，使得环境法律和法规实施的效果不好。

专栏 3-8 农业非点源污染控制政策的缺失

无论是全国污染源普查^①的数据，还是各个地方的具体研究成果都显示农业/农村面源污染已经成为中国的主要环境问题之一。尽管 2008 年 6 月 1 日起施行的《中华人民共和国水污染防治法》首次将农业面源污染列为水污染防治对象^②，但是还没有农业面源污染控制的具体法规、标准以及农业面源污染的监测技术。从我国目前已经和正在实施的流域综合管理项目看，也主要关注点源污染而忽视了面源污染。如截至 2005 年，历时 15 年总投资约 100 亿元人民币的太湖一期综合治理结束。这些资金主要用于引排防洪工程的修建，而非农业污染的治理。而 2007—2020 年的太湖二期综合治理方案计划投资达 1 114.98 亿元，只有 8.86% 用于农业面源污染的治理^③；即将实施的渤海环境保护总体规划近期（2008—2012 年）拟投资 456.2 亿元，只有 41.7 亿元用于农业面源污染治理，远期（2013—2020 年）投资 810.5 亿元，也只有不到 25% 的资金用于农业面源污染治理^④。

第三，缺乏同时包括流域和海洋的战略规划。我国目前在国家、地方和流域的尺度已经制定了很多的污染预防与控制规划，如前文所述的淮河流域水污染防治规划、渤海蓝天碧海计划等。这些规划和计划主要以水环境管理 5 年计划的形式出现。但是由于技术、经济及政策的原因，如水环境管理项目没有与资源管理规划和土地利用计划相衔接，没有融入国家和地方的国民经济和社会发展规划，导致这些规划基本上没有达到预期的水环境目标。如淮河流域、渤海、太湖流域、滇池流域等都经过 10 年以上的综合整治投入了大量的资金而水质仍然未得到改善。

在制定和实施许多流域综合管理项目的同时，国家和省级层面也实施了许多海洋与海岸带综合管理项目。其中一个很重要的问题是没有将流域以及与流域相连的海域进行综合考虑。海洋管理与流域管理、海域管理与土地管理、地方行政管理不能很好地衔接，海洋与流域环境分而治之，资源与环境管理不能有效地统一综合，即缺少综合的流域-海洋管理战略规划。

同时，我国的海洋环境管理与经济之间还缺少必要的协调机制。例如沿海区域都制定了各自的经济发展规划，发展重化工布局趋势明显。从单个项目环境影响评价结果看，每个项目都是可行合理，但是没有考虑所有布局项目对海洋的累积和综合影响。海洋环境保护与沿海区域发展综合决策缺乏实质性融合。

^① 全国污染源普查全国污染源普查的时间是 2006 年 10 月到 2009 年 6 月（环保部网站）。

^② 《中华人民共和国水污染防治法》第一章总则第三条中指出要防治农业面源污染，第四章水污染防治措施第四节农业和农村水污染防治第四十八条指出“县级以上地方人民政府农业主管部门和其他有关部门，应当采取措施，指导农业生产者科学、合理地施用化肥和农药，控制化肥和农药的过量使用，防止造成水污染”。

^③ <http://www.jssj.gov.cn/UploadFile/File/20090608103654570.doc>. 太湖流域水环境综合治理总体方案.

^④ <http://www.pc.dl.gov.cn/qiye/ShuiWuFile%5C>. 渤海环境保护总体规划.pdf.

第四，缺乏信息共享机制。一方面是我国目前的环境的监督管理工作并不能完全满足环境保护的需求，监管水平仍有待提高，监管力度也有待加强。另一方面，在流域和近海地区有多个监管部门在监测海域环境质量，包括环保、海洋、水利、渔业、建设等部门。各个部门监测标准不一，得出的数据也不一样，甚至互相矛盾，各个部门的数据不能共享，矛盾的数据对正确管理决策的制定提出了挑战。监控机构的重叠和部门的分割导致了资源浪费和决策的正确制定。

3.3 中国海洋可持续发展的重大生态环境问题

中国海洋生态系统具有明显的地区性和封闭性特征，海洋生物特有种类和地方种类较多，高度依赖于沿岸原始生境条件，生态系统和生物多样性脆弱性明显。过去30年，中国沿海区域经济和海洋经济基本上沿袭了以规模扩张为主的外延式增长模式，使得近海海洋生态系统受到严重威胁。尽管中国政府开始高度重视海洋环境与生态的保护工作，采取多种措施积极防治，也取得了一定的成效。但与陆地生态环境保护相比，海洋环境与生态保护工作还比较薄弱。从20世纪70年代末开始，中国近海海洋环境质量开始恶化，生态系统受损，生态承载力持续下降，严重威胁到中国海洋的可持续发展。与此同时，随着国家新一轮沿海地区发展战略的实施，海洋可持续发展面临新的形势和挑战。

3.3.1 中国近海生态环境现状

与20世纪80年代初相比，中国海洋生态与环境问题在类型、规模、结构、性质等方面都发生了深刻的变化，环境、生态、灾害和资源四大生态环境问题共存，并且相互叠加、相互影响，呈现出异于发达国家传统的海洋生态环境问题特征，表现出明显的系统性、区域性和复合性。

(1) 近海环境污染严重

近年来，中国近岸海域总体污染程度依然较高，近海海域污染面积居高不下，2009年不清洁海域面积约为14.7万km²，超过近岸海域面积的50%^{①②}（专栏3-9）。污染严重的海域集中在大型入海河口和海湾，包括辽东湾、渤海湾、莱州湾、胶州湾、象山港、长江口、杭州湾、珠江口等海域（图3-2）。这些区域大多为我国沿海经济发达地区，先污染后治理的发展之路使得这些地区背上了沉重的环境债务。

根据国家海洋局海洋环境质量公报，海水中目前的主要污染物是无机氮、活性磷酸盐和石油类，局部海域受到重金属污染；全海域沉积物质量状况总体良好，近岸局部海域沉积物受到镉、铜、滴滴涕和石油类污染；海洋生物质量堪忧，2009年，部分

① 近岸海域指水深小于10m的海域。

② 资料来源：国家海洋局. 中国海洋环境质量公报（2001—2009）.

监测站位贝类体内的铅、砷、镉、石油烃和滴滴涕残留水平超第一类海洋生物质量标准，部分贝类体内污染物残留水平依然较高（专栏 3-9）。



图 3-2 2009 年近岸海域环境质量图

地图来源：国家海洋局. 2009 中国海洋环境质量公报. 2010 年 3 月.

专栏 3-9 中国海洋环境质量

海洋环境质量可以从海水水质、沉积物质量和海洋生物体内污染物质含量来进行评价。

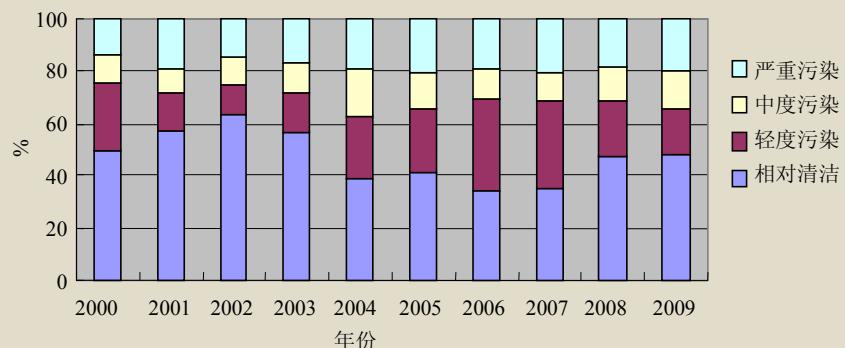


图 3-3 不同污染程度海域面积比重

海水质量

根据国家海洋局公布的2000—2009年历年《海洋环境质量公报》，近年来严重污染海域面积占所评价全海域面积比基本维持在20%上下，污染海域面积所占比重超过50%，海洋环境质量状况不容乐观。

沉积物环境质量

根据国家海洋局海洋环境质量公报，2009全海域沉积物质量状况总体良好。近岸局部海域沉积物受到镉、铜、滴滴涕和石油类污染，上述污染物含量超第一类海洋沉积物质量标准的站位比例分别为10.6%、7.9%、7.6%和7.5%。多年监测与评价结果表明，辽东湾、莱州湾、青岛近岸、苏北近岸和广西近岸海域沉积物中石油类含量呈显著上升趋势；渤海湾和长江口沉积物中镉含量呈显著下降趋势。

海洋生物质量

根据国家海洋局海洋环境质量公报，2009年，部分监测站位贝类体内的铅、砷、镉、石油烃和滴滴涕残留水平超第一类海洋生物质量标准，超标率分别为48.3%、40.3%、39.8%、32.8%、28.7%，其中个别站位贝类体内石油烃和滴滴涕残留水平超第三类海洋生物质量标准。

多年监测与评价结果表明，我国近岸海域贝类体内六六六残留水平无明显变化趋势；部分近岸海域贝类体内铅、滴滴涕、多氯联苯和镉残留水平呈下降趋势，粤东近岸海域贝类体内滴滴涕和多氯联苯残留水平连续3年呈下降趋势；黄海北部近岸海域贝类体内砷和滴滴涕、渤海湾海域贝类体内砷、烟台至威海近岸海域贝类体内总汞残留水平均呈上升趋势。

(2) 海洋生态系统健康受损

污染、大规模围海造地、外来物种入侵，导致滨海湿地大量丧失和生物多样性降低，我国近岸海洋生态系统严重退化。2009年监测结果表明：中国受监控近岸海洋生态系统处于健康、亚健康和不健康的分别占24%、52%和24%。据初步估算，与20世纪50年代相比，中国累计丧失滨海湿地57%，红树林面积丧失73%，珊瑚礁面积减少了80%，2/3以上海岸遭受侵蚀，沙质海岸侵蚀岸线已逾2500 km。外来物种入侵已产生危害，中国海洋生物多样性和珍稀濒危物种日趋减少^①。

(3) 海洋生态环境灾害频发

中国管辖海域的生态环境灾害主要包括赤潮、海岸侵蚀、海水入侵和溢油等。

与20世纪90年代相比，21世纪以来，无论是发生频次，还是涉及海域面积，赤潮灾害都骤增。2001—2009年，每年平均发生赤潮79次，赤潮面积达到16300 km²。赤潮发生次数和累计面积均为20世纪90年代的3.4倍^②（图3-4、图3-5）。从多年的

^① 资料来源：国家海洋局. 中国海洋环境质量公报（2001—2009）.

^② 资料来源：同上。

趋势上看，赤潮发生有从局部海域向全部近岸海域扩展的趋势。绿潮/浒苔 2008 年和 2009 年连续两年发生，累计直接经济损失近 20 亿元。2008 年黄海的绿潮曾对奥运会帆船比赛产生严重干扰，引起全球关注（见专栏 3-10）。

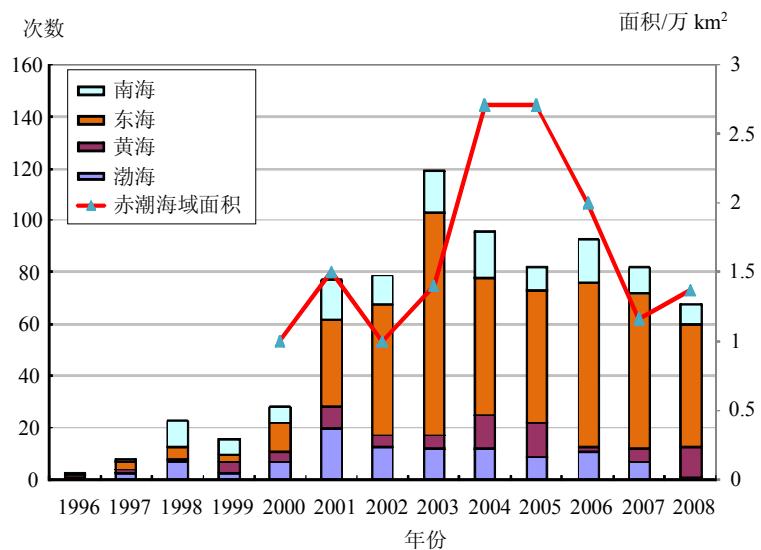


图 3-4 各海域赤潮发生频率

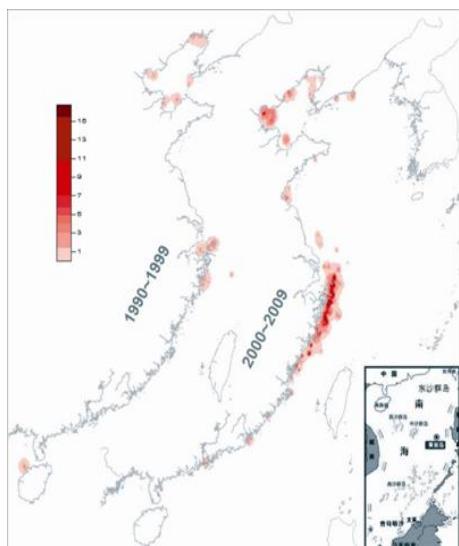


图 3-5 各海域赤潮发生面积

地图来源：国家海洋局. 2009 中国海洋环境质量公报. 2010 年 3 月.

专栏 3-10 海洋生态灾害

自 20 世纪 90 年代末以来，中国近海的赤潮、绿潮、水母旺发等灾害性生态异常和缺氧区现象频频出现（缺氧区见专栏 3-17），为我国近海的生态安全敲响了警钟。

90 年代后期，赤潮发生频率明显上升，规模也在不断扩大，一次赤潮的影响面积可达数千甚至上万平方公里。特别是在东海长江口及其邻近海域，大规模甲藻赤潮频繁爆发。米氏凯伦藻、链状亚历山大藻、棕囊藻等有毒有害赤潮屡见不鲜，赤潮优势种呈现出从硅藻向有毒有害甲藻演变的趋势。赤潮的频繁发生给沿海地区造成了严重的经济损失。

从 2007 年开始，黄海海域连续出现浒苔形成的大规模绿潮，影响海域面积可达数万平方公里，大量浒苔在山东、江苏沿岸堆积，直接威胁到海水养殖业和滨海旅游业。2008 年，因浒苔绿潮造成的直接经济损失达 13 亿元。在海南、广西沿海海域也出现了由浒苔、刚毛藻、孔石莼或水云等形成的有害藻华。

2000 年以来，中国近海无经济价值的大型水母数量开始呈现明显的上升趋势。这些水母能捕食大量浮游动物，将直接导致鱼类饵料缺失，因此，水母旺发有可能对渔业资源产生不利影响。

随着我国从石油出口国转为石油进口国，石油进口数量不断上升。目前，中国海上石油运量仅次于美国和日本，居世界第三位，中国港口石油吞吐量正以每年 1 000 余万 t 的速度增长。随着运输量和船舶密度的增加，我国发生灾难性船舶事故的风险逐渐增大，中国海域可能是未来船舶溢油事故的多发区和重灾区（见专栏 3-11）。同时海上油气开采规模的扩大也增加了溢油生态灾害的风险，2010 年发生的大连输油管道爆炸导致大量石油流入海洋，造成了巨大的生态灾害^①。

（4）近海海洋渔业资源严重衰退

中国近海渔业资源在 20 世纪 60 年代末进入全面开发利用期，之后海洋捕捞机动渔船的数量持续大量增加，由 60 年代末的 1 万余艘迅速增加至 90 年代中期的 20 余万艘（全国水产统计资料，1949—1985；中国渔业年鉴，1998）。随着捕捞船只数和马力数不断增大，加之渔具现代化，对近海渔业资源进行过度捕捞，导致资源衰退。捕捞对象也由 60 年代大型底层和近底层种类转变为目前以鳀鱼、黄鲫、鲐鲹类等小型中上层鱼类为主。传统渔业对象如大黄鱼绝迹，带鱼、小黄鱼等渔获量主要以幼鱼和 1 龄鱼为主，占渔获总量的 60%，经济价值大幅度降低^{②③}。渔业资源已进入严重衰退期（见

① 资料来源：http://www.cnr.cn/china/newszh/yaowen/201007/t20100719_506752529.html.

② Tang, 1993. The effect of long-term physical and biological perturbations of the Yellow Sea ecosystem. In《Large Marine Ecosystem: Stress Mitigation, and sustainability》, 79-93. Ed. by K. Sherman, L. M. Alexander and B. O. Gold. AAAS Press, Washington, DC, USA.

③ 金显仕, 赵宪勇, 孟田湘, 等. 黄渤海生物资源与栖息环境. 北京: 科学出版社, 2005.

专栏 3-12)。

专栏 3-11 中国海洋溢油污染风险加重

中国自 1993 年我国从石油出口国转为石油进口国以来，石油进口数量不断上升。据海关总署的统计数据，2008 年我国石油（包括原油、成品油、液化石油气和其他石油产品）净进口量达 20 067 万 t，比 2007 年同比增长 9.5%。这些石油 90%以上通过船舶运输。目前，中国海上石油运量仅次于美国和日本，居世界第三位，中国港口石油吞吐量正以每年 1 000 余万 t 的速度增长，船舶运输密度增加。中国海事局最新公布的一组数据显示，目前，中国拥有远洋运输船舶逾百万艘，列世界第 9 位。2006 年沿海石油运输量达 4.31 亿 t，航行于沿海水域的船舶达到 464 万艘次，其中各类油轮为 162 949 艘次，平均每天 446 艘次^①。

随着运输量和船舶密度的增加，我国发生灾难性船舶事故的风险逐渐增大，中国海域可能是未来船舶溢油事故的多发区和重灾区。据交通部海事局统计，1973—2006 年我国沿海共发生大小船舶溢油事故 2 635 起，其中 50 t 以上的重大船舶溢油事故共 69 起（平均每年发生 2 起），总溢油量 37 077 t。其中，渤海湾、长江口、台湾海峡和珠江口水域被公认为是中国沿海四个船舶重大溢油污染事故高风险水域^②。随着我国石油进口量的不断增加，船舶特大溢油事故的风险增大。2010 年在墨西哥湾和大连发生的溢油事故给我们敲响了警钟。

另外，随着海上油气开发和船舶数量的迅速增加，海上油气平台及输油管线的跑冒滴漏、船舶的各种泄漏、压舱水排放等造成的小范围石油污染事故更是频繁发生，并且呈逐年递增的趋势。这种小型甚至是微型事故对海洋环境的负面影响虽然不明显，但事故数量众多，其潜在的累积性生态损害也是不容忽视的。例如，2008 年，渤海共发现至少 12 起小型油污染事件，事故发生次数较 2007 年有所上升。油污样品经鉴定已确定其中 6 起为船舶用重质燃料油。

专栏 3-12 中国的水产养殖现状

从 1990 年开始，中国的水产养殖产量一直居世界首位，也是世界上唯一一个养殖产量高于捕捞产量的国家。2009 年，中国的水产养殖总产量为 5 116 万 t，其中鱼类、甲壳类、贝类、藻类和棘皮动物等其他种类的产量分别为 77 万、100 万、1 050 万、150 万和 30 万 t。桑沟湾是中国的一个典型养殖海区，总面积 14 320 hm²。桑沟

① <http://news.sohu.com/20071113/n253213761.shtml>.

② 马书平，李建敏，林红梅. 我国在渤海进行海陆空立体海上溢油应急演习. <http://finance.qq.com/a/20070706/000458.htm>.

海湾带养殖始于 1957 年，随后养殖规模逐渐扩大，养殖品种逐渐增多。目前，在桑沟湾开展的是技术先进的多营养层次的综合水产养殖（Integrated Multi-Trophic Aquaculture, IMTA），其养殖的品种包括海带、裙带菜、栉孔扇贝、牡蛎、鲍鱼和鱼类等，年养殖总产量为 19.3 万 t。

海藻能通过光合作用把可溶性无机碳转化为有机碳。滤食性贝类通过摄食能吸收颗粒有机碳，并且经钙化作用把大量的碳以 CaCO_3 的形式储藏在贝壳中。经过养殖产品的收获，有大量的碳被移出水体。研究表明，中国沿海的贝藻养殖能利用 300 多万 t 碳；经收获，其中 120 万 t 的碳被移出水体。这一结果表明，藻类和贝类养殖能增加浅海吸收大气 CO_2 的能力。

3.3.2 重大海洋生态环境问题

（1）陆源入海污染严重，海洋生态环境持续恶化

陆地上的人类活动产生的污染物质通过直接排放、河流携带和大气沉降等方式输送到海洋，已严重影响着海洋生态环境质量，成为中国海洋环境恶化的关键因素^①（见专栏 3-13）。

专栏 3-13 中国陆源污染

河流排污。根据 2002—2009 年国家海洋局发布的《中国海洋环境质量公报》全国主要河流入海污染物数据，监测的主要河流（长江、珠江、黄河、闽江、钱塘江等河流）入海污染物总量总体呈波动式上升趋势，2007 年比 2002 年增加 121.3%，2009 年全国主要河流的入海污染物总量为 1 367 万 t，其中化学需氧量（ COD_{Cr} ）1 311 万 t（约占总量的 95.9%）、营养盐 47 万 t（约占 3.4%）、油类 5.46 万 t、重金属 3.39 万 t、砷 0.39 万 t。

入海排污口污染物排放。根据国家海洋局《海洋环境质量公报》，从 2005 年至 2008 年，监测的全国入海排污口排放的污染物（化学需氧量、悬浮物、氨氮、磷酸盐、 BOD_5 、油类、重金属等）年排放总量从 1 463 万 t 降至 836 万 t，呈显著下降趋势（表 3-2）。其中化学需氧量和悬浮物两者之和占入海排污口排放总量的 90%以上，是全国入海排污口排放的主要污染物，其次为营养盐类（氨氮、磷酸盐）。除悬浮物外，其他污染物总体上呈现下降趋势。

^① 资料来源：国家海洋局. 中国海洋环境质量公报（2001—2009）.

表 3-2 全国入海排污口污染物排放总量 单位: 万 t

年份	COD _{Cr}	悬浮物	氨氮	磷酸盐	BOD ₅	油类	重金属	其他	总量
2005	954.0	427.0	50.0	3.0	8.0	12.0	2.0	7.1	1 463.0
2006	638.0	598.0	18.0	4.0	17.0	10.0	4.6	8.4	1 298.0
2007	539.0	652.0	16.0	1.7	9.0	0.3	0.6	0.6	1 219.0
2008	410.0	400.0	17.0	1.7	5.0	0.9	0.2	1.2	836.0

资料来源: 海洋环境质量公报, 中国国家海洋局, 2005—2008.

大气沉降。大气沉降是营养物质和重金属向海洋输送的重要途径之一。2009 年, 国家海洋局在大连海域、青岛海域、长江口海域和珠江口海域四个重点海域开展大气污染物沉降入海量监测。评价结果表明, 2002—2009 年, 长江口海域大气中铜、铅和总悬浮颗粒物的沉降通量、珠江口海域大气中铜的沉降通量均呈上升趋势, 其他海域大气中重金属沉降通量无明显变化或呈下降趋势(国家海洋局, 2010)。

近 10 年来, 我国科研人员也逐渐开始对海洋大气中污染物质的沉降进行了一些研究。在黄海的研究发现, 大气沉降是大陆溶解无机氮输入到黄海西部地区的主要途径, 每年通过大气沉降入海的溶解无机氮的量为 1.4×10^{10} 摩尔; 如果只考虑大气湿沉降和河流输入, 其中 58% 的溶解无机氮是通过大气湿沉降输入的(Zhang et al., 1999)。并且在整个黄海海域, NH_4^+ 的大气输入量超过了河流的输入量, 而 NO_3^- 的大气输入则明显小于河流的输入量(Chung et al., 1998)。

近年来, 随着点源污染治理取得成效, 通过河流输入到海洋的陆源污染中, 农业非点源污染所占的比重越来越大。全国第一次污染源普查结果表明, 全国农业污染源 2007 年排放的化学需氧量达 1 324 万 t, 是工业源排放量的 2.3 倍(在重点流域, 农业源更高达工业源的 5 倍)。来源于农业、农村的污染物通过径流输送, 更影响到下游沿海地区水质和海洋环境。因此, 农业污染源已经成为我国陆地和海洋水污染控制的突出问题, 流域农村环境问题的治理已经刻不容缓(见专栏 3-14)。

专栏 3-14 农业面源污染

我国 2010 年发布的《第一次全国污染源普查公报》, 是近年来涉及农业污染源的最权威统计数据。在该公报中, 农业源统计了种植业、畜牧业和水产养殖业的主要水污染物排放(流失)量, 不包括典型地区农村生活源, 以及由于水土流失排放的污染物。在所统计对象中, 种植业、水产养殖业基本为非点源排放, 畜牧业除一部分规模化养殖外, 其他大部分为农户散养型, 也是非点源。因此, 该公报中的农业污染源情况基本可以反映我国农业非点源污染的情况。

工业源、农业源和生活源的化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、石油类、挥发酚和

重金属排放量汇总见表3-3。从表3-3可见，全国总氮排放量主要来自农业源和生活源。农业源和生活源污染已经成为我国水污染控制的突出问题，应引起各方高度重视。

表3-3 2007年全国主要水污染物排放量 单位：万t

		化学需氧量	氨氮	总氮	总磷	石油类	挥发酚	重金属
工业源	全国情况	564.36	20.76	—	—	5.54	0.70	0.09
	重点流域	145.28	2.96	—	—	1.85	1 938.63£	0.01
农业源	全国情况	1 324.09	—	270.46	28.47	—	—	7 314.67\$
	重点流域	718.65	—	118.94	13.26	—	—	3 378.75\$
生活源	全国情况	1 108.05	148.93	202.43	13.80	72.62¥	—	—
	重点流域	328.07	47.00	65.92	3.77	65.92¥	—	—

(1) 资料来源：第一次全国污染源普查公报，2010；重点流域包括海河、淮河、辽河、太湖、巢湖、滇池；工业源为排放后经处理设施削减后实际排入环境水体的排放量；农业源不包括典型地区农村生活源；

(2) £：单位为吨；\$：为畜牧业和水产养殖业铜、锌的总和，单位为吨；¥：含动植物油。

全国入海排污口排放的污染物总量从2005年的1 463万t降至2008年的836万t，呈显著下降趋势，但超过污水综合排放标准的问题仍然严重^①，渤海、黄海、东海、南海四大海区入海排污口的超标率多年居高不下，历年均在75%以上，最高者达92%（2008，东海）；从不同海区分布看，渤海入海排污口排放的污染物总量呈现明显上升趋势，海洋环境保护的压力增大。

大气沉降是营养物质和重金属向海洋输送的重要途径之一。在人类活动影响较大的近岸海区，大量的营养盐（特别是氮）随大气输入海洋，会对浮游植物生长和组成产生重要影响，甚至会引发赤潮。有研究表明，大气沉降是陆地溶解无机氮输入到黄海西部地区的主要途径^②，黄海海域由大气沉降输入海洋的铵氮($\text{NH}_4^+ \text{-N}$)甚至超过了河流的输入量^③。目前，我国的气溶胶和降水的常规性监测主要集中于部分城市和地区，对海洋大气沉降还处于研究阶段，缺乏长时间大范围的常规性监测。因此，我国对大气污染物沉降入海的相关研究和监测工作仍需要深入和持续地开展（见专栏3-13）。

陆源及其他来源污染物进入海洋环境，直接导致海洋水体、沉积物和生物质量下降。海域水质状况与入海污染物总量呈现同步变化趋势。陆源营养盐对我国近岸海域

① 资料来源：国家海洋局. 中国海洋环境质量公报（2001—2009）.

② Zhang J, Chen SZ, Yu ZG, Wang CS, Wu QM. Factors influencing changes in rain water composition from urban versus remote regions of Yellow Sea. Journal of geophysical research, 1999, 104, 1631-1644.

③ Chung CS, Hong GH, Kim SH. Shore based observation on wet deposition of inorganic nutrients in the Korean Yellow Sea Coast. The Yellow Sea, 1998, 4: 30-39.

的贡献占 70%以上^①，是导致我国近岸赤潮、绿潮灾害频发的主要原因之一；海洋污染对海洋渔业、滨海旅游和人群健康等方面造成巨大经济损失，以海洋渔业为例，历年因污染造成的损失平均达其总产值的 2.3%，2007 年损失达到 35 亿元^②；海洋污染还造成重要生境退化、生物多样性减少和生态系统提供服务的功能丧失等更多难以量化的经济损失。

到 2020 年，中国国内生产总值将比 2000 年翻两番，相对于 2003 年，预计工业和生活的废水和水污染物的产生量是 2 倍以上，畜禽养殖业的污染物产生量接近 3 倍。沿海地区废水及水污染物源增长将大大高于全国平均增幅水平（2~3 倍），将给近岸海域环境带来巨大的压力^③。

（2）近海富营养化加剧，引发严重海洋生态灾害

我们所关注的近海富营养化主要是指“在人类活动影响下，大量营养盐输入近海，改变海水中的营养盐浓度和组成，导致近海生态系统正常的结构和功能发生变化，使近海生态系统服务功能和价值受到损害的过程”。随着海岸带人口的聚集和人类生产生活方式的转变，营养盐入海通量正在逐渐增加。大量营养盐输入近海导致的营养盐污染已经成为一个全球性的海洋环境问题。根据美国和欧盟最近进行的近海富营养化评价结果，欧洲和美国分别有 78% 和 65% 的评价海域存在不同程度的富营养化问题（专栏 3-15）^{④⑤}。

我国近海面临着日趋严峻的富营养化问题，突出表现在如下几个方面：（1）营养盐污染海域面积广。自 2000 年以来，我国近海未达到清洁海域水质标准的面积均超过 13 万 km²，约占我国近岸海域（水深 10 m 以浅）面积的一半。无机氮和活性磷酸盐是导致我国近海水水质超标的主要原因。（2）河口和海湾区域营养盐污染问题严重。渤海的辽东湾、渤海湾和莱州湾、长江口、杭州湾、珠江口都是营养盐污染问题突出的海域。（3）近岸海域氮污染问题突出。大多数沿海省份近岸海域海水中的溶解无机氮（DIN）平均浓度均超过国家一类海水水质标准，上海和浙江近岸海域 DIN 平均浓度连年超过Ⅳ类海水水质标准^⑥。

① Nengwang Chen, Huasheng Hong, Luoping Zhang, Wenzhi Cao. Nitrogen sources and exports in an agricultural watershed in Southeast China. *Biogeochemistry*, 2008 (87) : 169-179.

② 农业部，国家环境保护总局. 中国渔业生态环境状况公报. 2000—2008.

③ 曹东等. 经济与环境: 中国 2020. 北京: 中国环境科学出版社, 2005.

④ OSPAR Commission. 2003. OSPAR integrated report 2003 on the eutrophication status. London, U.K.: OSPAR.

⑤ Bricker S., Longstaff B., Dennison W., Jones A., Boicourt K., Wicks C., Woerner J., 2007. Effects of nutrient enrichment in the nation's estuaries: A decade of change. NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series No. 26. Silver Spring, MD: National Centers for Coastal Ocean Science. Online at: <http://ccma.nos.noaa.gov/publications/eutrouptude/>.

⑥ 资料来源: 国家海洋局. 中国海洋环境质量公报 (2001—2009).

专栏 3-15 波罗的海富营养化

波罗的海是一个半封闭的海域，具有独特的生态系统。与波罗的海相连的流域包括 14 个欧洲国家。从 17 世纪 80 年代开始，由于过量的营养盐的排入，波罗的海从一个贫营养的水体变成了一个富营养的海域。波罗的海初级生产者过量的生物量聚集在海底，这些有机物质的分解消耗了水体的溶解氧，导致水体，特别是在那些水体交换受到限制的海域水体溶解氧的耗竭，如在盐跃层以下的深水区，或者受到温跃层影响的浅水区。2009 年出版的富营养化综合评估显示，尽管从 20 世纪 90 年代开始，注入波罗的海的营养盐负荷开始下降，但是评估的 189 个区域，除了 13 个区域外，其他区域的富营养化状况依然非常严重，属于不可接受状态。

签署于 2007 年的《赫尔辛基公约》波罗的海行动计划（HELCOM BSAP）致力于减少波罗的海的污染负荷，并在 2021 年以前遏制波罗的海的退化状况。波罗的海行动计划的目标是使波罗的海不受富营养化的影响。基于富营养化控制目标，利用综合考虑污染负荷、水动力、化学和生物参数的模型，“波罗的海行动计划”确定出每一个子流域最大允许的营养盐负荷量，并以此确定每个国家的氮和磷的削减目标；“波罗的海行动计划”还给出了一系列污染削减的措施，如建立污水处理厂、禁止含磷洗涤剂的使用、控制农业面源污染等。“波罗的海行动计划”研究得到的削减目标，连同波罗的海营养盐削减最优行动和措施框架已经被波罗的海国家和欧盟采纳。

我国近海的营养盐污染问题呈现出不断加剧的演变趋势，具体表现在：（1）营养盐污染海域范围不断扩展。DIN 超第三类海水水质标准的区域除长江口和珠江口邻近海域外，还包括了渤海湾、辽东湾、莱州湾、江苏沿岸和厦门近岸海域。（2）海水中营养盐浓度和组成发生显著变化。海水中 DIN 年平均浓度明显上升，氮磷比（N/P）和氮硅比（N/Si）不断升高^{①②③}。其中，长江口及其邻近海域的营养盐变化趋势最为显著^{④⑤}（见专栏 3-16）。

① Shan Z.X., Zheng Z.H., Xing H.Y., Liu X.J., Liu X.B., Liu Y.H., 2000. Study on eutrophication in Laizhou Bay of Bohai. Transactions of Oceanology and Limnology, 2: 41-46.

② Lin C., Ning X.R., Su J.L., 2005. Environmental changes and the responses of the ecosystems of the Yellow Sea during 1976-2000. Journal of Marine Systems. 55 (3-4) : 223-234.

③ Zhang J., Su J. L., 2004. Nutrient dynamics of the Chinese seas: The Bohai Sea, Yellow Sea, East China Sea and South China Sea. In Robinson A. R. and Brink K. H. (eds), The Sea, 14: 637-671.

④ Wang B. D., 2006. Cultural eutrophication in the Changjiang (Yangtze River) plume: History and perspective. Estuarine Coastal and Shelf Science. 69 (3-4) : 471-477.

⑤ Zhou M. J., Shen Z. L., Yu R. C., 2008. Responses of a coastal phytoplankton community to increased nutrient input from the Changjiang (Yangtze) River. Continental Shelf Research, 28 (12) : 1483-1489.

专栏 3-16 长江口及其邻近海域的营养盐污染

长江是中国最大河流，长 6 300 km，流域面积 180 万 km²。每年约有 9 000 亿 m³ 淡水进入大海，巨量的长江径流也将大量泥沙和营养盐携带入海，使得长江口邻近海域营养盐浓度和比例发生了巨大的变化，导致长江口及其邻近海域成为中国近岸面积最大的严重富营养化海域。

对长江口海域的长期调查和研究结果显示，在过去 40 年里，长江口海域硝酸盐和活性磷酸盐的浓度都有明显上升，硝酸盐浓度由 11 μmol/L 上升到 97 μmol/L，而活性磷酸盐浓度也由 0.4 μmol/L 上升到 0.95 μmol/L。长江口海水中的氮磷比也相应从 30~40 增加到近 150。

在长江口邻近海海域表层冲淡水中，海水中硝酸盐的浓度有明显增加，而磷酸盐浓度变化不大，硅酸盐浓度有明显降低，海水氮磷比升高的趋势更为明显。与 20 世纪 50 年代末相比，海水中溶解无机氮（DIN）浓度增加了近 1 倍，氮磷比也相应提高了近 1 倍。同时，营养盐污染海域的面积也在不断扩大。20 世纪 80 年代，在长江口及其邻近海域，海水硝酸盐浓度超过国家一类海水水质标准的海域面积为 0.59 万 km²。到 21 世纪初，硝酸盐浓度超过国家一类海水水质标准的海域面积达到了 1.3 万 km²。

有害藻华和水体缺氧是近海富营养化所导致的最重要的生态环境问题。研究表明，富营养化是全球范围内有害藻华发生频率日益增加的重要原因之一。同时，伴随着近海富营养化的不断加剧，也会有更多有毒有害藻类形成藻华。与近海富营养化密切相关的另一生态环境问题是水体缺氧。在全球 415 处经受不同程度富营养化影响的海域，有 163 处存在水体缺氧问题^①。严重的缺氧会造成海洋生态系统和渔业资源的崩溃，导致“死亡区（Dead zone）”的出现（见专栏 3-17）。除有害藻华和水体缺氧问题之外，水母旺发、渔业资源衰退等生态环境问题也在一定程度上受到近海富营养化的影响。

营养盐污染使我国近海的生态系统呈现出退化迹象，有害藻华和水体缺氧等灾害性生态现象不断加剧。从 20 世纪 70 年代至今，我国近海的有害藻华发生频率不断提高，有害藻华发生次数以每十年约增加 3 倍的速率上升^②。同时，由亚历山大藻、凯伦藻、裸甲藻、东海原甲藻等有毒、有害甲藻所形成的藻华不断出现。有害藻华的分布区域、规模和危害效应也在不断扩大^③。1999 年，渤海海域发生影响面积达 6 000 km²

^① Selman M., Greenhalgh S., Diaz R., Sugg Z., 2008. Eutrophication and hypoxia in coastal areas: a global assessment of the state of knowledge. WRI Police Note, Water quality: eutrophication and hypoxia, No. 1.

^② Zhou M.J., Zhu M.Y., Zhang J., 2001, Status of harmful algal blooms and related research activities in China. Chinese Bulletin of Life Sciences, 13 (2) : 54-59.

^③ Wang B. D., 2006. Cultural eutrophication in the Changjiang (Yangtze River) plume: History and perspective. Estuarine Coastal and Shelf Science. 69 (3-4) : 471-477.

的大规模赤潮；自2000年至今，东海连年发生面积在1万km²的大规模赤潮（见专栏3-18），2005年浙江沿海的米氏凯伦藻赤潮导致大量网箱养殖鱼类的死亡，造成了数千万元的损失；2008年，特大規模浒苔绿潮在黄海海域出现，影响海域面积近3万km²，总生物量约数百万吨，直接经济损失达13亿元。同时，日渐增多的有毒赤潮所产生的藻毒素加剧了贝类等水产品的污染问题，对人类健康和养殖业的持续发展构成了潜在的威胁。近年来，长江口邻近海域底层水体缺氧问题也出现了加剧的迹象。20世纪90年代后，夏季缺氧区出现的可能性提高到90%，多次观测到大范围的缺氧区^{①②③}。

专栏 3-17 海岸带水体缺氧

海岸带水体缺氧是指海岸带和河口水体的溶解氧浓度低于正常水平的一种状态。当来自于陆源，如农业面源、污水处理厂、大气等的营养盐，特别是氮和磷过量排放到水体，刺激水体微型植物快速增长而大量消耗水体的溶解氧时，海岸带水体缺氧就会发生。在水体混合能力比较差的水体，缺氧状况发生更为迅速。例如，由于当地的风和潮流状况导致水体有不同的盐度和温度层时，底层经常会出现缺氧。一个典型的例子是靠近上海的长江口每年8月形成的大型季节性缺氧区，此时河流淡水带来的大量营养盐和沉积物，以及东海上升流靠近海岸带陆架，共同形成长江口缺氧区。除了不断增加的营养盐，温暖的海洋水体、高频率和高强度的风暴似乎也对海洋溶解氧浓度有重大影响。

海洋和河口生物物种，特别是那些渔业和养殖物种受缺氧影响严重，即使是2mg/L的溶解氧浓度（阈值浓度），也对很多物种的健康和再生产造成影响，降低其繁殖水平，甚至导致其死亡。人类不需要的物种，如容易爆发的赤潮藻类等也与缺氧有关联，这些藻类受到营养盐的刺激时会爆发并耗竭水体溶解氧。水体缺氧的一些影响很迅速，如导致鱼类死亡、藻类爆发等，另外一些影响则比较慢，如减少增长率、减少产卵数量等。

通过建设污水处理厂、减少工业污染、减少畜禽养殖污染、降低农业作物面源污染等措施，可以降低营养盐污染程度，控制水体缺氧。英国泰晤士河和默西河以及黑海西北入海的多瑙河减轻海岸带缺氧的成功经验提供了很好的借鉴。这些地方削减污染、控制海岸带缺氧的结果是健康的生态系统、生物多样性增加、更好的渔业、更清洁的水和更吸引人的生活环境。

① 李道季，张经，黄大吉，吴莹，梁俊. 2002. 长江口外氧的亏损. 中国科学(D辑), 32(8): 686-694.

② Wei, H., He, Y., Li, Q., Liu, Z., Wang, H., 2007. Summer hypoxia adjacent to the Changjiang Estuary. Journal of Marine Systems, 69, 292-303.

③ Wang B. D., 2009. Hydromorphological mechanisms leading to hypoxia off the Changjiang estuary. Marine Environmental Research, 67: 53-58.

专栏 3-18 长江口邻近海域大规模甲藻赤潮与富营养化的关系

自 21 世纪初开始，长江口邻近海域每年春季都爆发大规模甲藻赤潮，赤潮优势种包括东海原甲藻、米氏凯伦藻和亚历山大藻等有毒有害种类，直接威胁近海生态安全。在国家重大基础研究规划项目（973）“中国近海有害赤潮发生的生态学、海洋学机制及预测防治”的支持下，针对东海大规模甲藻赤潮的形成机制、危害机理和预测防治开展了深入的研究，初步揭示了大规模甲藻赤潮爆发与富营养化的关系。

研究发现，长江口及其邻近海域的富营养化是东海大规模甲藻赤潮形成的重要原因。长江口附近海域终年处于富营养化状态，丰富的营养盐输入为赤潮的大规模爆发提供了重要的物质基础。特别是长江径流携带入海的大量溶解无机氮（DIN），使得该海域海水中氮磷比、氮硅比逐渐升高，氮的“过剩”问题非常突出。大量“过剩”的氮能够被甲藻利用，从而导致大规模甲藻赤潮的出现。

在近海富营养化驱动下，我国近海生态系统正处于演变的关键时期。可以预见，在我国当前经济高速发展、城市化水平不断提高和能源消耗不断增长的模式下，近海富营养化问题在未来一段时间内仍会不断加剧，并仍将是一个突出的海洋环境问题。有害藻华和水体缺氧等灾害性生态问题将更加突出，这将对我国近海生态系统健康和资源可持续利用构成更为严重的威胁。

（3）大规模围填海失控，海洋生态服务功能受损

作为向海洋拓展生存和发展空间的重要手段，自新中国成立至今我国沿海已经历了四次围填海浪潮。特别是最近十年来以满足城建、港口、工业建设需要的新一轮填海造地高潮，从 1990—2008 年，我国围填海总面积从 $8\ 241\ km^2$ 增至 $13\ 380\ km^2$ ，平均每年新增围填海面积 $285\ km^2$ ^①。据不完全统计，随着新一轮沿海开放战略的实施，到 2020 年我国沿海地区发展还有超过 $5\ 780\ km^2$ 的围填海需求，必将给沿海生态环境带来更为严峻的影响。

目前我国的围填海呈现出如下特点：（1）围填海的利用方式从过去的围海晒盐、农业围垦、围海养殖转向了目前的港口、临港工业和城镇建设，围填海所发挥的经济效益在逐渐提高；（2）围填海规模持续扩大。1990—2008 年，平均每年新增围填海面积 $285\ km^2$ ，2009—2020 年的围填海需求甚至平均在每年 $500\ km^2$ 以上，明显呈现出规模持续扩大、速度不断加快的特点；（3）围填海集中于沿海大中城市邻近的海湾和河口，对生态环境影响大；（4）项目规划与论证大多不够充分，审批周期短，项目实施快；（5）管理制度不完善，监管困难。2002 年《海域法》实施以前，围填海基本处于“无序、无度、无偿”的局面；2002 年 1 月《海域法》正式实施之后，围填海管理有所

^① 付元宾，曹可，王飞，等. 围填海强度与潜力定量评价方法初探[J]. 海洋开发与管理，2010，27（1）：27-30.

加强，但是由于地方政府强大的填海需求以及管理制度的不完善，监管起来困难重重。

大规模填海造地对我国海洋生态环境造成了巨大损害（见专栏 3-19），主要表现在：

① 滨海湿地减少和湿地生态服务功能下降。滨海湿地具有涵养水源，净化环境，物质生产，提供多种生物栖息地，维持空气质量、稳定岸线等多种功能，以围填海为主的海岸带开发活动使我国滨海湿地面积锐减，生态服务价值大幅度降低；此外，海岸带系统尤其是滨海湿地系统在防潮削波、蓄洪排涝等方面起着至关重要的作用，是内陆地区良好的屏障，大规模的围填海工程可以改变原始岸滩地形地貌，破坏滨海湿地系统，湿地面积减少使湿地调节径流的功能大大下降，削弱了海岸带的防灾减灾能力，使海洋灾害破坏程度加剧。

② 海洋和滨海湿地碳储存功能减弱，影响全球气候变化。海洋和滨海湿地在全球碳循环中起着重大作用。填海造地侵占大面积近海海域，湿地围垦转化为农田、城市或工业等其他用途，都会导致碳储存的损失，使湿地失去碳汇功能，转而变为碳源。

③ 鸟类栖息地和觅食地消失，湿地鸟类受到严重影响。如自 1988 年以来，深圳围填海占用了大批红树林，甚至包括 1.47 km² 福田鸟类保护区红线范围内土地，使得鸟类由 87 种（1992）减至 47 种（1998），减少了 46%^①。又如 1956—1998 年，上海崇明东滩经过了多次围垦，使滩涂面积不断缩小，湿地鸟类的生活空间大部分被围占，食源大量丧失。与 1990 年相比，2001 年东杓鹬，斑赤足鹬和蒙古沙鸻的数量明显减少。在 1986—1989 年冬季，小天鹅每年迁来越冬的数量在 3 000~3 500 只之间，2000/2001 年冬季只在东滩发现 51 只小天鹅^②。

④ 造成底栖生物多样性降低。围填海工程海洋取土、吹填、掩埋等造成海域生存条件剧变，底栖生物数量减少，群落结构改变，生物多样性降低。如 1998 年开建的长江口深水航道治理造成 2002 年 5~6 月底栖生物种类比 1982—1983 年减少 87.6%，平均密度下降 65.9%，生物量下降了 76.5%。2002—2004 年在长江口新建的南北导堤投放了共 15 t 底栖生物进行修复实验，底栖生物的种类、总生物量和总栖息密度虽然得到提高，群落结构却已经发生改变，从以甲壳类为主演变为软体类为主，不复回到从前^③。胶州湾由于围海造地工程的影响，河口附近潮间带生物种类从 20 世纪 60 年代的 154 种减少至 80 年代的 17 种，原有的 14 种优势种仅剩下一种，而胶州湾东岸的贝类已几近灭绝^④。

⑤ 海岸带景观多样性受到破坏。围填海后，人工景观取代自然景观，很多有价值的海岸景观资源和海岛资源在围填海过程中被破坏。目前，对辽宁省、山东莱州湾等

① 徐友根，李崧. 城市建设对深圳福田红树林生态资源的破坏及保护对策[J]. 资源产业, 2002 (3) : 32-35.

② Ma ZJ, Jing K, Tang SM, Chen JK. Shorebirds in the Eastern Intertidal Areas of Chongming Island During the 2001 Northward Migration[J]. The Stilt, 2002 (41) : 6-10.

③ 沈新强，陈亚瞿，罗民波，等. 长江口底栖生物修复的初步研究[J]. 农业环境科学学报, 2006 (2) : 373-376.

④ 刘洪滨，孙丽. 胶州湾围垦行为的博弈分析及保护对策研究[J]. 海洋开发与管理, 2008, 25 (6) : 80-87.

地区的研究均观察到滨海湿地总面积萎缩、湿地斑块数量减少、湿地景观多样性和均匀度指数下降，景观破碎化指数增高，人类活动干扰特征强烈。海岸带景观多样性的破坏导致生态环境脆弱性加强^①。

专栏 3-19 填海造地导致生态系统服务价值损失

联合国 2005 年的《千年生态系统评估报告》将生态系统服务功能定义为人类从生态系统中获得的效益。包括供给功能、调节功能、文化功能以及支持功能。美国生态学家 Constanza 等 (1997)^② 最先开展了对全球生物圈生态系统服务价值的估算，全球每年生态系统的服务价值为 33.2 万亿美元，其中海洋生态系统为 20.9 万亿美元，占总价值的 63%。

我国对海洋及海岸带生态系统服务功能价值的评估刚刚起步。据估算，海洋生态系统效益价值为 2.17 万亿元/年（以 1994 年为基准），其中近海海岸带 1.22 万亿元/年，开阔洋面 0.95 万亿元/年^③。围填海使我国滨海湿地面积锐减，侵占了大面积鱼类产卵场和索饵场，造成海洋和海岸带生态服务价值大幅度降低。例如，福建兴化湾规划于 2000—2020 年进行 170 km² 的滩涂围垦，将会使生态服务的年总产值由 2000 年的 44.5 亿元降至 2020 年的 34.8 亿元，损失幅度达到 21.77%^④。根据《青岛港总体规划》，2006—2010 年，前湾规划填海面积为 6.41 km²，约占前湾总面积的 1/4。经初步计算，将造成海洋生态服务功能价值损失达 2 814.71 万元/a，单位生态系统服务功能价值损失为 439 万元。其中食品生产价值损失最大，占总价值损失的 54.5%，其次为废弃物处理价值损失，占 33.01%^⑤。最近对厦门填海造地的初步估算表明，被填海域生态服务功能的损失约为 1 371 万元/(km² · a)，导致泥沙淤积的损失约为 35 万元/(km² · a)，引起环境容量的损失约为 5 万元/(km² · a)^⑥。以此估算，我国围填海所造成的海洋和海岸带生态服务功能损失达到每年 1 888 亿元，约相当于 2009 年国家海洋生产总值的 6%。

⑥ 鱼类生境遭到破坏，渔业资源难以延续。鱼类的产卵场和索饵场一般在近岸的

① 韩振华，李建东，殷红，等. 基于景观格局的辽河三角洲湿地生态安全分析. 生态环境学报，2010，19 (3)：701-705.

② Costanza R, D'Arge R, Groot RD, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill RV, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P, van den Belt M. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital[J]. Nature, 1997(387): 253-260.

③ 陈仲新，张新时. 中国生态系统效益的价值[J]. 科学通报，2000，45 (1)：17-42.

④ 俞炜炜，陈彬，张珞平. 海湾围填海对滩涂湿地生态服务累积影响研究——以福建兴化湾为例[J]. 海洋通报，2008，27 (1)：88-94.

⑤ 张慧，孙英兰. 青岛前湾填海造地海洋生态系统服务功能价值损失的估算[J]. 海洋湖沼通报，2009 (3)：34-38.

⑥ 彭本荣. 厦门市西海域和同安湾填海造地总量控制研究. 厦门大学环境科学研究中心. 厦门（待发表）.

浅水区或河口附近，而我国的围填海也大多聚集于这类区域。大型围填海工程施工时造成的高浓度悬浮颗粒扩散场会对相当大范围内的鱼卵、仔稚鱼造成伤害。鱼类产卵场的破坏使鱼类资源难以补充，对渔业资源的可持续发展极为不利。同时大规模的围填海工程改变了水文特征，影响了鱼类的洄游，破坏了鱼群的栖息环境，造成渔业资源锐减。例如，闽东的三都澳、官井洋，闽南的浯屿、青屿、将军澳等都是大黄鱼的产卵场；闽江、九龙江是香鱼幼鱼和成鱼溯河和降河的通海江河；兴化湾、湄洲湾、官井洋和厦门港是蓝点马鲛的主要产卵场。滩涂筑堤围垦后，这些港湾、滩涂变为陆地，港湾水文和滩涂底质状况改变，导致这些产卵场、渔场和仔稚鱼育肥场被破坏，渔业资源受损^①。

⑦ 水体净化功能降低，导致附近海域环境污染加剧。大规模的围填海工程不仅直接造成大量的工程垃圾加剧海洋污染，而且使海岸线发生变化，海岸水动力系统变化剧烈，大大减弱了海洋的环境承载力，减少了海洋环境容量。如近年来厦门西港海域赤潮的剧增和厦门岛周边大规模围海筑堤有密切的关系。香港维多利亚港海域填海活动造成污染物积累，加重了海洋环境污染。

⑧ 围填海速度过快，加剧沿海生态灾害风险。填海造地加大了新增土地的地面沉降风险，加重海岸侵蚀，削弱海岸防灾减灾能力，海洋灾害损失加剧。

(4) 渔业开发利用过度，资源种群再生能力下降

渔业的发展在保障我国食物安全和促进生态文明建设等方面发挥了重要作用，但是在开发利用过程中，选择性低的底拖网占主导地位，并且捕捞强度超过资源再生能力，这不仅急剧地降低了渔业生物资源量，还极大地破坏了其栖息地，导致部分渔业种类资源枯竭，给渔业生物资源带来毁灭性的灾难。过度捕捞还造成渔业生物高值种类生物量下降，个体变小（如小黄鱼体长由70年代20 cm下降至目前10 cm左右），性成熟提前，营养级下降，并且渔获物中幼鱼和1龄鱼比例显著增加，渔获质量下降^{②③④}。一些传统渔业种类消失，优势种更替加快，生物多样性降低，导致生态系统结构和功能改变，影响到渔业资源的可持续开发利用^{⑤⑥}。另外，海洋捕捞活动中的垃圾、污水对海洋环境造成一定的损害。

海水养殖的发展也对近海的生态环境产生一定影响，鱼虾类等投饵性种类的养殖虽在海水养殖产量仅占10%左右的比例^⑦，但却是海水养殖污染的主要来源，在以小杂

① 周沿海. 基于RS和GIS的福建滩涂围垦研究. 福建师范大学硕士学位论文, 2004.

② Tang, 1993. The effect of long-term physical and biological perturbations of the Yellow Sea ecosystem. In《Large Marine Ecosystem: Stress Mitigation, and sustainability》, 79-93. Ed. by K. Sherman, L. M. Alexander and B. O. Gold. AAAS Press, Washington, DC, USA.

③ 张波, 唐启升. 渤、黄、东海高营养层次重要生物资源种类的营养级研究. 海洋科学进展, 2004, 22(4): 393-404.

④ 金显仕, 赵宪勇, 孟田湘, 等. 黄渤海生物资源与栖息环境. 北京: 科学出版社, 2005.

⑤ 金显仕, 邓景耀. 莱州湾渔业资源群落结构和生物多样性的变化. 生物多样性, 2000, 8(1): 65-72.

⑥ 唐启升. 中国专属经济区海洋生物资源与栖息环境. 北京: 科学出版社, 2006.

⑦ 中国渔业年鉴, 1998, 2009. 中国农业出版社.

鱼或鱼粉为主要饵料的养殖过程中，大量的排泄物和残饵致使水体中氮、磷等营养要素和有机物含量明显增加^①。规模化养殖对沿岸潮间带生态系统构成很大的压力，引起滩涂湿地、海草床或珊瑚礁等生境的改变，直接破坏了渔业生物的产卵场和栖息地，进一步影响渔业资源的再生能力。

（5）流域大型水利工程过热，河口生态环境负面效应凸显

中国大型水利工程数量高居世界第一，世界坝高 15m 以上的大型水库 50%以上在我国，绝大部分分布在长江和黄河流域^②。大型水利工程导致河流入海径流和泥沙锐减，其中 8 条主要大河年均入海泥沙从 1950—1970 年代的约 20 亿 t 减至近 10 年的 3 亿~4 亿 t，对河口及近海生态环境产生显著的负面效应，如曾是世界第一泥沙大河的黄河入海泥沙减少了 87%，辽河、海河和滦河入海泥沙量实际上为零，而径流量下降 90% 以上^{③④⑤}；淮河以南的南方主要河流入海径流总量虽然变化不大，但入海泥沙发生锐减，减，其中长江减少了 67%^{⑥⑦}。

流域入海物质通量变化导致河口三角洲侵蚀后退，土地与滨海湿地资源减少，河口生态环境发生重大改变。如黄河三角洲已由 20 世纪 80 年代前的年均造陆 23 km² 的世界最快造陆地区演变为 20 世纪末以来的年均蚀退 1.5 km²；长江河口水下三角洲与部分潮滩湿地也已出现明显蚀退^{⑧⑨}。发生在河口与近海的一系列生态环境恶化问题，如浮游生物组成及种群结构改变、生物多样性降低及初级生产力下降、有毒赤潮种类增加、鱼虾产卵场和孵化场的衰退或消失等，均不同程度地与大型水利工程的建设与运行密切相关。随着今后流域大型水利工程的持续增加，其对河口生态环境的负面效应将进一步凸显。

但是大型水利工程对河口及近海生态环境的影响如何与其他影响因素，如气候变化及其他人类活动分离并作出评价，是尚未解决的关键问题。

（6）海平面和近海水温持续升高，近海生态环境面临新的威胁

① 崔毅，陈碧鹃，陈聚法，等.黄渤海海水养殖自身污染的评估. 应用生态学报，2005，16（1）：180-185.

② 贾金生，袁玉兰，李铁洁. 2003 年中国及世界大坝情况. 中国水利，2004，14（13）：25-33.

③ 戴仕宝，杨世论，郜昂，等. 近 50 年来中国主要河流入海泥沙变化. 泥沙研究，2007（2）：49-58.

④ 刘成，王兆印，隋觉义. 我国主要入海河流水沙变化分析. 水利学报，2007（12）：1444-1452.

⑤ 杨作升，李国刚，王厚杰，等. 55 年来黄河下游逐日水沙过程变化及其对干流建库的响应. 海洋地质与第四纪地质，2008，12，28（6）：9-17.

⑥ 刘成，王兆印，隋觉义. 我国主要入海河流水沙变化分析. 水利学报，2007（12）：1444-1452.

⑦ 杨作升，李国刚，王厚杰，等. 55 年来黄河下游逐日水沙过程变化及其对干流建库的响应. 海洋地质与第四纪地质，2008，12，28（6）：9-17.

⑧ Yang, S. L., M. Li, S.B. Dai, Z. Liu., J. Zhang and P.X. Ding, 2006. Drastic decrease in sediment supply from the Yangtze River and its challenge to coastal wetland management. Geophysical Research Letters. Vol. 33, L06408, doi: 10.1029/2005GL02550.

⑨ 李鹏，杨世伦，戴仕宝，等. 近 10 年长江口门区水下三角洲的冲淤变化——兼论三峡工程蓄水影响. 地理学报，2007，62（7）：707-716.

全球变化对海洋环境的影响包括诸多方面，其中海平面上升、水温升高以及海洋酸化为已知气候变化对海洋环境发生变化的重要驱动因素^①。预期上述影响将对海洋生态系统的健康和人文社会的可持续发展产生深远的作用。在海岸带与近海地区，由于其特殊的地理环境和与人类活动的重要关联，气候变化产生的后果可能会被放大。过去的数十年以来，气候变化引发的海平面上升、海洋酸化等因素对人类的可持续发展构成威胁；而未来全球的气候很可能继续变暖，由此导致的影响会更加严重。

近30年来，中国沿海地区的海平面总体上呈波动上升的特点，平均上升速率为2.6mm/a，高于全球海平面的平均上升速率^②。根据预测，在未来的30年中，我国沿海地区海平面的平均升高幅度为80~130 mm^③，其中长江三角洲、珠江三角洲、黄河三角洲、京津地区的沿岸等将是受海平面上升影响的主要脆弱区。海平面上升作为一种缓发性海洋灾害，其长期的累积效应将加剧风暴潮、海岸侵蚀、海水倒灌与土壤盐渍化、咸潮入侵等海洋灾害的致灾程度^④，进而对沿海地区人类的生存环境构成了直接威胁。海平面上升对近岸生态系统最直接的影响是滨海盐沼湿地和热带珊瑚礁、红树林等生境的大面积丧失。此外，海平面上升的长期变化趋势将使中国东部的重要经济发达地区逐渐成为沿海的低地，发展空间变小，受来自于海洋和陆地的自然灾害的影响程度增加。

近几十年来的观测结果表明，中国近海的海表温度总体呈上升趋势，表层海水盐度也呈现明显的变化。海表温度的上升对中国近海生态系统产生的影响包括，重要生物资源（例如：鱼类的栖息地）的分布范围改变、红树林人工栽培范围北扩和热带海域珊瑚白化等现象。中国近海鱼类的分布有明显的地理分带性特征，海水的温度升高将导致海洋生物的地理分布和物种组成格局发生改变，也会引起海洋生态系统的功能和提供的服务发生改变，同时又会通过社会与经济关系以及食物链等途径影响到人类社会本身。

随着大气中CO₂浓度的不断升高，其对海洋酸化的影响也越来越明显。海洋酸化会影响到以碳酸盐为骨骼的生物的代谢过程与生活史，导致它们在种间竞争乃至群落演替中失去优势，并通过食物网影响到整个生态系统的结构、功能和服务。随着人口

① IPCC, 2007: 气候变化 2007: 综合报告。

② Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden and P. Zhai, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. pp. 235-336.

③ 国家海洋局 2010. 2009年中国海平面公报. 北京.

④ Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden and P. Zhai, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. pp. 235-336.

增加和经济发展，我国珊瑚礁生态系统已经受到人类活动的强烈影响，因此，海洋酸化对我国热带珊瑚礁的影响可能更为严重。譬如，海洋酸化将致使我国珊瑚的生态景观及经济价值降低，进而严重影响珊瑚礁的资源分布、食物产出和旅游产业。此外，贝类及虾、蟹类这些生物的代谢过程与生活史也易受海洋酸化的影响。

东部沿海是我国人口稠密、经济活动最为活跃的地区。其中，长江三角洲、珠江三角洲、环渤海地区已成为三大都市经济区；沿海地区是中国的基础产业聚集区，沿海重点经济发展区域是我国经济发展的重要引擎。必须指出的是，沿海地区也是受气候变化影响的脆弱区。可以预测，未来由海平面上升、水温升高和海洋酸化等引发的各种海洋灾害的频率及强度将会有不同程度的加剧。

应对气候变化所带来的影响，事关我国经济发展和人民群众的切身利益。目前，我国沿海地区抵御和适应气候变化的能力比较薄弱，尚不足以应对未来气候变化带来的影响和挑战。应该充分认识海洋在应对气候变化中的重要地位和作用，建立综合管理的决策和协调机制；加强海岸带和沿海地区适应气候变化能力建设，进一步强化相关领域的基础研究；建立和完善海洋环境的立体化观测网络，提高针对海洋灾害的预测和防御能力。

3.3.3 渤海——中国海洋生态环境问题的热点区域

渤海是我国的唯一内海，渤海流域包括黄河、海河、滦河、大凌河、辽河、山东半岛水系和辽东半岛水系等七大水系。半封闭内海特征使得渤海水体交换能力很差。环渤海的辽宁省、河北省、山东省和天津市是经济社会快速发展的地区，是我国新的区域经济增长点。2009年，以山东半岛蓝色经济区规划建设正式启动为标志，渤海海洋资源开发进入了一个新的历史阶段，海岸带/海洋开发规模及其产生的环境压力空前强大，这使得环境问题本来已经很严重的渤海面临着更大的挑战，渤海成为中国近年来海洋生态环境问题的热点区域之一^①。如果不采取有效的措施，渤海成为“死海”不再是危言耸听。

渤海环境问题产生于20世纪70年代末，形成于20世纪90年代中期，持续至今，愈演愈烈。跨多个流域、多个经济发展水平不同的行政区域，区域内经济高速发展，环境问题严重而且复杂，这些因素使得剖析和提出渤海环境问题的解决方案具有很好的代表性。渤海环境问题的解决可以为全国甚至国际环境问题的解决提供良好的借鉴。因此，本项目选取渤海进行深入分析，渤海生态环境问题突出表现在以下几方面。

(1) 环境污染仍然是渤海环境问题的重点，而且正呈复合污染态势

渤海环境污染依然严重，近岸海域污染面积不断扩大，目前海水中主要污染物是无机氮、活性磷酸盐、石油类。而且渤海环境污染已经从最初的以石油、重金属为主

^① 中国海洋生态环境问题的热点区域还有长江三角洲及其邻近海域和珠江三角洲及其邻近海域。

的单一工业污染，逐步向工业污染、生活污染、农业面源污染等复合污染转变。

渤海沿岸有黄河、海河、辽河、辽东半岛诸河和山东半岛诸河等水系，入海流域面积达140多km²。河流径流带来大量无机氮和活性磷酸盐，导致渤海海水富营养化日趋严重。海水富营养化会引起浮游植物优势种更替，增加赤潮发生风险，破坏海洋生态系统平衡。

渤海湾近岸局部海域贝类体内有机污染物、石油类和重金属残留量较高；沉积物种滴滴涕、石油类、铅、镉和砷超一类海洋生物质量标准，六六六和多氯联苯超三类海洋生物质量标准；渤海湾南部部分站位镉和砷超一类海洋生物质量标准，铅超二类海洋生物质量标准，渤海湾北部石油类、镉和砷超一类海洋生物质量标准。

（2）渤海生态胁迫压力日趋增大，生态系统服务功能受损严重

海洋生态系统健康受到严重威胁，渔业资源趋于枯竭，支撑海洋经济发展的生态力持续下降。生态监控结果显示，渤海生态监控区的生态系统都处于亚健康或不健康状态。渤海地区经济的快速发展以及人类生产生活对湿地资源依赖程度的提高，直接导致了湿地及其生物多样性的普遍破坏。一些重要的自然湿地因围填海、污染、泥沙淤积及过度开发利用造成的破坏仍在加剧。滨海天然湿地面积缩减，生态功能丧失或减弱，反过来又加剧了近岸海域的污染。围填海和河口大量建闸，破坏了多种海洋生物的洄游通道、产卵场和索饵场，危及多种生物的生存；开放性养殖加大了养殖种类形成生物入侵种的风险。海洋污染、生境破坏、过度捕捞导致近岸海域生态系统结构变化，造成了传统经济渔业种类资源衰退、生物多样性降低、生物群落低级化等问题。目前，渤海的一些传统经济鱼类如带鱼、真鲷、鳓鱼经济鱼类已基本绝迹。

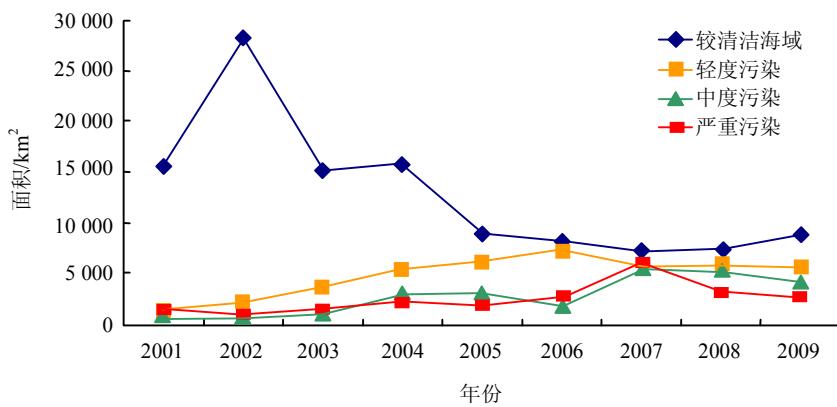


图 3-6 渤海历年水质变化图（夏季）

随着渤海沿岸经济开发步伐加快，围填海规模迅速增大。2009年渤海围填海确权面积达60多km²，实际面积远远超过这个数字。由于围海造地项目、环海公路工程及

盐田和养殖池塘修建等开发利用活动，侵占了大量滨海湿地，导致湿地生态功能、经济和社会效益得不到正常发挥，渤海近岸污染加剧、渔业资源衰退和生物多样性降低等问题。

渤海生态需水量补给逐年减少、水质变差，是造成渤海生态系统功能受损、水环境质量变差的一个全局性影响因素。渤海有 40 余条常年有径流的河流注入，河流为海洋提供了极为重要的生态用水。近 50 年来，由于陆域开发建设力度不断加大，各类用水量急剧增加，再加上降水普遍减少等原因，致使不少河流断流，入海河流水量下降（图 3-7），而且入海水质变差。由于入海径流量减少等原因，整个渤海盐度明显升高（图 3-8），河口区域更为突出。河口区盐度升高已经严重地改变了河口生境，致使多数产卵场退化或消失。由于入海河流水量的逐年减少，海水倒灌现象非常严峻。海水入侵面合计占全国海水入侵面积的 90% 以上，居全国之首。

（3）海洋环境灾害发生潜在风险高，溢油成为必须高度重视的问题

渤海是我国港口密集程度最高区域，也是国家战略石油储备基地。渤海是中国海域迄今为止最大的海洋油田。2009 年，渤海已建成海上油气田 21 个，共有采油井 1 419 口，海上采油平台 178 个。环渤海各港口将继续加大油类和化学品吞吐能力的建设，2020 年各港口油类吞吐量将达到 2.1 亿 t^①。海洋石油开采以及繁忙的海上交通运输，使渤海溢油潜在风险增加，将成为渤海环境保护必须高度关注的问题。

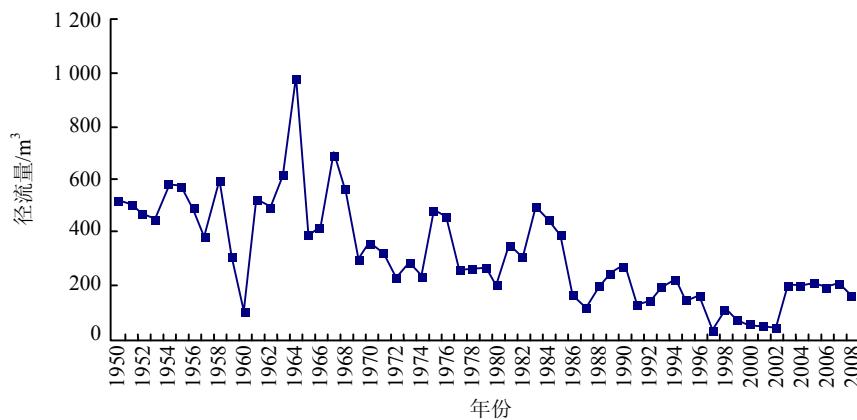
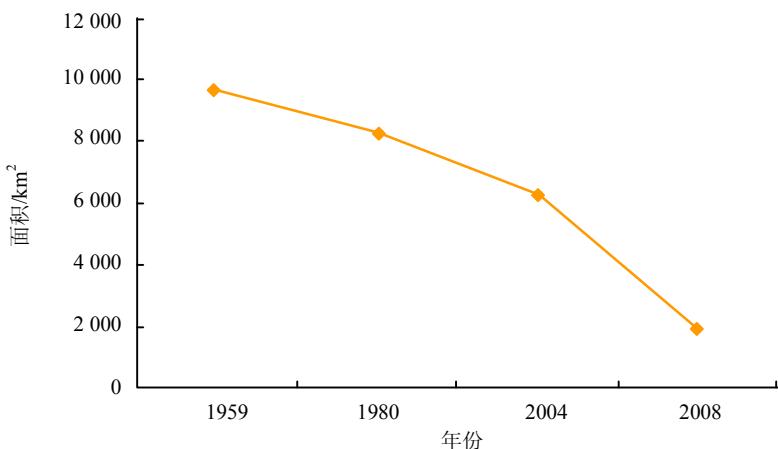


图 3-7 黄河历年径流量变化

① 资料来源：www.pc.dl.gov.cn/qiye/ShuiWuFile%5C渤海环境保护总体规划.pdf.

图 3-8 渤海低盐区 ($S < 27$) 面积变化

渤海环境问题系长期累积形成，渤海问题的解决涉及广泛的利益冲突与利益调整，需要高效、综合方法和手段。第一，影响渤海生态环境问题产生的区域广阔，从黄河上游到河口沿岸地区，众多主体分享海洋的环境效益与经济效益，外部效应极其明显，使海洋成为典型的“公地”。例如，有研究表明，渤海污染 60%以上来自沿岸 13 县市以外的地区，40%以上来自环渤海三省一市以外，海洋污染防治，需要跨越行政边界。第二，渤海地区三省一市都制定了各自的经济发展规划，沿岸地区重化工部局布局趋势明显，从单个项目看都是可行合理的，但没有考虑对渤海的累积和综合影响。第三，海洋资源与环境管理实行单项和部门管理，渤海用海部门如海洋、交通、农业、石油、旅游等职责平行，用海活动存在冲突，不能根据海洋生态系统的整体性进行综合管理，各部门之间的协调成为海洋管理的顽疾。第四，渤海海洋管理与流域管理、地方行政管理不能很好地衔接，相关规划、标准、数据等不能对接，甚至存在冲突，相关基础设施重复建设。

3.4 国际海洋生态环境管理的经验与趋势

3.4.1 实施基于生态系统的海洋管理和海洋空间规划

基于生态系统理念与方法是当前国际海洋综合管理战略思维的新发展。目前，实施以生态系统为基础的海洋综合管理已得到国内外政府管理部门、专家学者的共识。

2010 年 7 月，美国海洋政策特别工作组^①向美国总统提交了“关于加强美国海洋政策的最终建议”，提出其优先领域和目标之一是实施基于生态系统的海洋综合管理。随后，奥巴马总统签署了法令来执行这一建议^②。加拿大、澳大利亚、英国及其他国家都采取类似的措施来实行基于生态系统的管理（Ecosystem-Based Management, EBM）。国际学术界和国际组织还提出了将全球海域划分为若干“大海洋生态系”的概念，综合海洋、海岸带、河口、流域和渔业资源管理，以生态系统为基础调动跨部门力量，鼓励相关国家间的海洋环境保护区域合作，共同保护海洋生物资源（见专栏 3-20）。

专栏 3-20 基于生态系统的区域海洋管理

人类社会关于海洋与海岸带管理的理念和模式是随着人类对海洋与海岸带利用程度以及对海洋与海岸带科学认识程度而逐渐变迁的。在 20 世纪 60 年代以前，由于人类对海洋与海岸带利用的集约性程度不高，海洋与海岸带资源利用冲突和海洋环境问题不是很明显，此时海岸带管理的概念和实践都只涉及一个狭窄的地带，这个地带包括浅滩、近岸和近海，主要强调自然资源管理。70 年代发生的两件事对海洋与海岸带管理的范围和理论产生了深远的影响：一是 1972 年美国海岸带管理条例的出台，二是世界各国对专属经济区主权要求的提出。尽管这一阶段的海岸带管理还是以资源利用管理为主，即实施海岸带管理的目标是以资源利用效益最大化为出发点，但是与 20 世纪 60 年代相比，更多的学科，包括生物、法律和生态学等学科，开始对海岸管理产生兴趣。

20 世纪 80 年代，随着人类对海岸带利用方式的多样化和集约化，以及海岸带环境问题越来越严重，学术界提出了“多用途管理”（multi-use management）和“综合管理”（integrated management）的概念。海岸带管理目标从原来的单一资源管理走向了资源利用和环境保护并重的管理。管理的范围也倾向于将整个国家的海岸带纳入管理的范畴。到 20 世纪 90 年代，随着海岸带资源利用冲突、环境退化等问题越来越严重，传统以部门管理为主的海岸带管理模式已经完全不能解决海岸带地区面临的问题。同时，人类关于海岸带系统以及管理的知识也越来越完备。在这种背景下，综合管理成为海岸带管理的主流模式。海岸带综合管理模式提出了部门间的综合、不同层次机构上的综合（如国家的、省一级的及地方的）、空间上的综合（海陆综合）、科学与管理的综合以及国际间的综合。

尽管海岸带综合管理考虑到了很多方面的综合，但是从实践看，海岸带综合管理大都在一个具体的行政区域范围内实施，这一管理模式无法解决跨行政区域的资源环境问题。影响海洋和海岸带的人类活动可以发生在离海洋很远的内陆地区，例如基于

^① www.whitehouse.gov/administration/eop/ceq/initiatives/oceans.

^② www.whitehouse.gov/the-press-office/executive-order-stewardship-ocean-our-coasts-and-great-lakes.

陆地活动的污染源（如来自农村和城市街道的径流）就是困扰海洋生态系统的一个主要的污染源。大气、陆地、海洋的相互作用使得它们成为一个紧密联系的系统。海岸带管理政策不能只管理一种活动，或者只考虑整个相互联系的系统的一个部分，而不考虑这个部分与所有其他部分的联系。因此，21世纪初海洋学术界和管理界高度重视海洋管理，特别是美国的海洋政策委员会和皮尤（Pew）海洋委员会提出了一个新的海洋管理途径：基于生态系统的区域海洋治理（Ecosystem-Based Regional Ocean Governance）^{①②}。在基于生态系统的区域海洋管理的框架中，“基于生态系统的管理”（EBM）是指在一个更广泛的生物物理环境的范畴内考虑人类的活动、收益以及对整个生态系统的潜在影响。这种途径注重以生态系统定义管理的边界，而不是行政边界内考虑多重的人类活动。如“区域”（region）是指具有共同利益和问题的地方（places）的组合，强调区域合作；“海洋”不是指传统的海洋，而是指包括海洋及其毗邻的流域在内的流域—河口—海洋生态系统；“治理”（governance）的含义不同于“管理”（management），是指决定人们利用资源与环境行为的正式和非正式的制度安排。“管理”是在既定的制度框架下如何利用人力和物力达到既定的目标，而“治理”则强调探究要达到的目标和制度安排的过程，并以此作为规划和决策制定的基础。治理的机制包括政府、市场和市民社会（civil society）^③。

区域海洋管理的基石是基于生态系统的管理，即必须以自然决定的生态系统，而不是以政治和战争决定行政单位作为管理的单元。所以基于生态系统的海洋与海岸带管理为解决跨行政区域、跨部门的资源与环境问题提供了一种机制。学术界和管理界大都认为这一新的海洋管理模式是将来海洋政策的最佳选择^④。基于生态系统的区域海洋管理要求对目前的价值观、管理体制和管理实践进行巨大的变革，是一种模式的转变（paradigm shift）^⑤。

基于生态系统的区域海洋管理的概念提出以后，国际社会、美国、加拿大等发达国家实施了一些基于生态系统的区域海洋管理项目，如GEF资助的跨国大海洋生态系统项目、美国的Chesapeake Bay区域海洋管理项目和缅因州海洋环境管理项目（这两个项目的管理范围都包括了美国的好几个州）、美国与加拿大合作的大湖地区区域

^① Pew Ocean Commission, 2003. American's living ocean: charting a course for sea change [R]. available at http://www.pewtrusts.org/pdf/env_pew_oceans_final_report.pdf.

^② U.S. Commission on Ocean Policy, 2004. An ocean blueprint for the 21 century: final report of the U.S. Commission on Ocean Policy.

^③ Marc J. Hershman and Craig W. Russell. Regional Ocean Governance in the United States: Concept and Reality. Duke Environmental Law and Policy Forum. 2006. 16: 227-265. Available at <http://www.law.duke.edu/journals/delpf>.

^④ Scientific consensus statement on marine ecosystem-based management, 2005. Available at http://compassonline.org/files/inline/EBM%20Consensus%20Statement_FINAL_July%202012_v12.pdf.

^⑤ Cortner, H and Moote. M. Politics of Ecosystem Management. [M]. Washington, D.C.: Island Press, 1999.

管理项目等^①。中国的渤海碧海行动计划也可以算是区域海洋管理方面的一个实践。目前实施的区域海洋管理项目一般是在一个很大的地理范围之内进行。在这样大尺度的地理范围内，由于自然系统内部以及自然系统与人类系统之间相互作用的复杂性，国家与地方政府之间、地方政府之间以及部门之间协调的困难性，使得基于生态系统的区域海洋管理实施起来困难重重^②。目前所需要的是选择适宜的地区进行研究和实践，探讨不同制度和文化背景下基于生态系统途径的区域海洋管理的体制、运行机制、技术以及政策等，以积累经验，增强信心，培养能力，然后逐步进行推广。

近年来，海洋空间规划成为国际海洋综合管理的热点问题。海洋空间规划是以生态系统为基础，是调节、管理和保护与海域多重的、积累的和潜在冲突利用相关的海洋环境的战略规划（专栏 3-21）。目前英国、德国和澳大利亚在全国，欧洲在北海推进海洋空间规划。2009 年 9 月的美国海洋政策中期研究报告认为，海洋空间规划是推进以生态系统为基础的海洋综合政策的有效工具之一^③。

专栏 3-21 海洋空间规划

海洋空间规划是一个相对较新的概念，类似于土地利用规划。它是一个对海岸带和近海海域的利用做出科学决策的过程。海洋空间规划通过识别各海域最合适的人类活动类型，协调各种海域使用方式，减少各种海域使用方式间的冲突，减少海洋开发利用对环境的影响，保护关键生态系统服务，从而依次达到政府提出的经济、环境、安全和社会目标。

尽管国际上海洋空间规划的例子可以追溯到 20 世纪 70 年代，但这些例子大多数是关于海洋保护区管理。直到 21 世纪第一个十年的初期，中国迈出了重要一步：通过他们的海洋空间规划形式（如海洋功能区划）来协调更多种类的海上人类活动。

过去十年，对于人类活动和生态系统服务之间协调的科学理解取得了很大进展。因此，各国进入了实施海洋空间规划新方法阶段，包括作为决策基础要素的基于生态系统的管理。这些新势头在美国、英国、欧盟尤为明显。

引自：www.msp.noaa.gov/ and [www.unesco-ioc-marinesp.be.](http://www.unesco-ioc-marinesp.be/)

^① www.whitehouse.gov/the-press-office/executive-order-stewardship-ocean-our-coasts-and-great-lakes.

^② Lawrence Juda. Obstacles to Ecosystem Based Management. Proceedings of Global conference on Oceans, Coasts and Island. UNESCO, 2003. pp67-72. Available at <http://www.globaloceans.org/globalconferences/2003/pdf/Pre-ConferenceProceedingsVolume.pdf>.

^③ NOAA Report Reviews Ecosystem Management in National Marine Sanctuaries.

3.4.2 实施区域环境管理特别法

为保护和恢复波罗的海的生态环境，早在1974年2月16日，波罗的海沿岸国在赫尔辛基就签署了《保护波罗的海区域海洋环境的公约》（亦称“《赫尔辛基公约》，HELCOM”）。《赫尔辛基公约》是一部典型的特别法，它不是照搬有关国际公约的规定并自动适用有关国家，而是在国际一般法的基础上通过制定并重订完全适用波罗的海公约的方式来达到保护波罗的海环境的目的。其他类似的经验还有日本《濑户内海环境保护特别措施法》、地中海的《巴塞罗那公约》、黑海的《保护黑海免受污染公约》、美国的《海洋与海岸带法》和《1983—2000年切萨皮克湾协议》等，都是区域环境管理特别法。

实践证明上述法规和协议在海洋生态保护和环境污染防治方面成效显著；而建立一个区域委员会能保证区域环境管理法的有效实施。波罗的海的经验证明，强有力的政治意愿和国家最高层的支持是区域环境保护与管理的根本保证。

3.4.3 建立生态补偿和可持续环境保护财政机制

足够的财力、有效的财政机制是海洋与海岸带管理项目实施的关键。由于污染问题管理是跨行政边界的管理，各行政区经济发展水平、财政能力不同，参与环境治理的积极性不一样，并且流域下游是上游环境治理的受益者，因此很多国家和国际社会都在尝试在全流域的尺度建立环境治理的财政机制（见专栏3-22）。

专栏 3-22 可持续海洋环境保护财政机制

海洋环境保护需要大量的、持续的投入，建立可持续的环境保护财政机制成为很多国家和国际社会努力的方向。国际社会在这方面的尝试提供了很多可以借鉴的经验。如莱茵河治理、切萨皮克湾管理项目、波罗的海营养盐控制项目等。

切萨皮克湾（Chesapeake Bay）经验：区域合作，共同行动

切萨皮克湾是美国最大的河口，海湾面积 $11\,400\text{ km}^2$ ，流域面积 $165\,800\text{ km}^2$ 。流域包括纽约、宾西法尼亚、马里兰、特拉华、弗吉尼亚、西弗吉尼亚和哥伦比亚特区。具有丰富的资源（如青蟹、牡蛎、野鸭等），是一个独特的生态系统。由于过度捕捞、环境污染等原因，切萨皮克湾面临着资源衰退、环境恶化、生态系统退化等问题。

1924开始，沿湾各州和联邦政府的代表多次共同讨论海湾环境问题，提出采取联合行动，管理海湾的污染、过度捕捞问题；建立各州代表组成的切萨皮克湾委员会来协调和促进项目管理。但是由于种种原因这些设想没有付诸实践。1965年美国工程部对切萨皮克湾进行了环境资源状况和趋势分析的项目研究，以及1976年美国EPA

牵头，联邦、州、地方政府参与在切萨匹克湾实施的第二轮科学的研究和生态修复项目，为后来实施切萨匹克湾管理提供了科技支撑。

1980 年，弗吉尼亚、马里兰的决策者联合建立了切萨匹克湾委员会，宾西法利亚州于 1985 年加入。1983 年，里兰、弗吉尼亚、宾西法利亚、哥伦比亚特区、EPA、切萨匹克湾委员会主席签署了第一份切萨匹克湾协议（Chesapeake Bay Agreement），建立了跨洲的伙伴关系。随后在 1987 年、2000 年分别签署的两个切萨匹克湾协议对具体目标和问题进行了细化。为保证切萨匹克湾管理项目的设施，项目建立了永久性的切萨匹克湾委员会和项目的执行理事会以及项目的协调机制。

充足的可持续的资金是项目实施的关键。切萨匹克湾项目资金来源包括 4 个部分，联邦政府资助（如到 2002 年 EPA 已经资助了 2.82 亿美元）、州和地方政府投入（如截至 2002 年，马里兰州已经投入 6.3 亿美元）、非政府捐赠、企业投入。与项目所需要的资金（85 亿美元）相比，资金的缺口很大。切萨匹克湾项目必须寻求更多的资金来源^①。

波罗的海污染控制经验：科学研究细化最优削减方案，在流域尺度建立公平污染削减成本分摊方案

由于沿岸国家向波罗的海排放的污染物快速增加，不仅降低水系的质量，而且对人类的健康也构成威胁。1974 年波罗的海国家签署了一项关于控制波罗的海的海洋污染的协议。1988 年波罗的海国家的环境部决定加强和修订上述政策。在 1988 年部长级会议上，环境部长们发表了宣言，决心大幅度减少重金属、有毒的或持久的有机物和营养物质的排放量，到 1995 年达到减排 50% 的目标。但是目标实现的并不理想，特别是向波罗的海排放的氮的总量减少非常缓慢。这一情况使得管理界和学术界思考很多问题：为什么波罗的海国家至今仍未达到这一目标？为了达到这一目标总的资金投入是多少？就波罗的海每一部分的水质及各国付出的代价和收益而言，能否找到一个更好的减排分配战略？

由于波罗的海沿岸国家经济发展水平相差较大，减排成本是各个国家考虑的重要因素。而收益和费用方面的差异与减排技术和向海洋中转移污染物的差异紧密相关，同时也与每一个国家所处位置有关。为了回答以上问题，协议的缔约方，特别是它们的共同组织赫尔辛基委员会开展了如下研究：

首先是要建立必要的基本信息库，包括进入波罗的海的来自河流、大气中营养物质量的数据；营养物质从一个区域流向另一个区域的数量，每一个国家营养盐削减的成本函数，不同国家营养盐削减的水体污染负荷响应模型等；其次是利用以上建立的函数和模型，建立最优的（cost efficient）营养物质削减方案，即在削减成本最小的目

^① Howard R. Ernst. Chesapeake bay blues- science, politics and the struggle to save the bay. Rowman & Littlefield Publishers, INC. Lanham. Boulder. New York. Oxford. 2003.

标下，沿岸每一个国家的减排份额以及减排措施应进行最佳配合，以达到预定环境目标；最后是对每一个国家执行协议的动力的分析，检查一下各国之间费用和收益的分配情况，设计出公平的在各国之间进行削减成本分摊的方案，同时设立一些履行协定的组织，确保每一个国家对协定义务的承诺。

通过这一程序，环境的经济分析就可以将生态和经济信息综合成一个单一的框架，在这一框架内，经济刺激和成本将影响每一个国家向波罗的海排放营养物质的总量，反过来排放量又可以确定波罗的海各国不同海区的水质^{①②③}。

中国流域生态补偿

目前我国的很多小流域都开始实施生态补偿，这对增强经济欠发达地区环境管理能力、增加他们参与流域综合管理起到了积极的作用。但是也存在一些问题，主要是生态补偿数量没有与地方的环境绩效挂钩，而且补偿数量的确定也存在很大随意性。将来应该在考虑效率和公平的基础上，确定各区域的环境责任，建立基于环境责任的流域生态补偿标准和机制。

除了政府协调的环境保护财政机制外，运用经济杠杆调节环境利益相关者的利益格局，建立生态损害补偿和生态建设补偿制度，是世界主要海洋国家特别是美国、欧盟国家的主要政策手段（专栏3-23）。生态补偿政策是环境经济政策的一个重要方面，其核心内容是将生态损害和生态保护的外部成本内部化。国际上生态损害赔偿的模式有两种，一是货币补偿，即评估损害的生态系统服务价值作为求偿的基础；二是生态修复，即生态重建和修复受损的生态系统。生态补偿的一个重要目标是人类活动不造成自然产生净损失（Net Loss）（专栏3-24）。欧洲生境指令规定，必须对围填海造成的自然和环境损失进行补偿，并在项目开始前即需提出自然生态补偿计划。加拿大在20世纪80年代也建立了海洋/渔业生态补偿制度，并一直执行至今。

① Markku O. & Juha H. Towards Efficient Pollution Control in the Baltic Sea: An Anatomy of Current Failure with Suggestions for Change Ambio Vol.30, No.4-5, August 2001.

② Jesper Sølver Schou et al. 2006. Modelling Cost-efficient Reductions of Nutrient Loads to the Baltic Sea: NERI Technical report no 592.

③ Ing-Marie Gren, Katarina Elofsson, aul Jannke. 1997. Cost-Effective Nutrient Reductions to the Baltic Sea: Environmental and Resource Economics 10: 341-362, 1997.

专栏 3-23 国际生态损害赔偿经验

美国溢油生态损害赔偿

随着港口业和航运业的蓬勃发展，美国于 1978 年和 1980 年先后通过了《港口和油轮安全法》和《环境综合反应、赔偿及义务法》，以减少油污对环境的影响，但没有得到充分重视。直至 1989 年，在阿拉斯加威廉王子港，发生了美国历史上最严重的溢油事故，该事件中高额的清污费和各种污染损失费促使了美国政府于当年的 7 月颁布了《1990 年油污染法案》（以下简称 OPA'90），建立了美国船舶油污损害赔偿机制。美国是至今未加入“国际油污损害民事责任公约”（CLC1969）和“国际油污损害基金公约（1971）”（FUND1971）的少数国家之一，但是 OPA'90 使美国成为世界上船东责任限制最高、基金补充最多、对环境补偿最充分的国家。

补偿基金来源：根据 OPA'90，美国建立了国家油污基金中心（NPFC）和溢油责任信托联合基金（OSLTF）。该基金来源包括政府拨款、向接受水上运输石油的货主征收摊款、向造成污染的肇事船舶收取的罚款、基金运作的正当收益等。“强制保险加共同基金”是美国防止溢油污染和完善溢油污染损害赔偿的重要机制。

污染损害赔偿范围：CLC1969 和 FUND1971 不同，美国溢油污染损害赔偿除了支付清污活动费用和财产损失外（CLC1969 认可的补偿），还对间接损失、纯经济损失和自然损害进行赔偿^①。

补偿方式：OPA'90 溢油污染损害赔偿的方式有两种：货币补偿和资源修复。但是 OPA'90 把自然资源修复作为补偿溢油对自然资源损害的第一选择方法，即要求损害者将受损资源修复到原来的状态。这样，即使间接的资源损害不能直接货币化，也可以通过让损害责任方承担修复受损自然资源的成本。修复使得对纯环境损害的补偿成为可能。在资源修复不可能，或者修复成本过高时，进行货币补偿。为使基于资源/生态修复的溢油污染损害赔偿成为可能，NOAA 制定了比较完善的损害评估和修复评估指南^②。

荷兰鹿特丹港口扩建生态补偿

2009 年开始的荷兰鹿特丹港口扩建涉及 2 000 hm² 自然海域的丧失，包括小面积的海洋自然保护区。《欧洲生境指令》要求港口建设单位对当地海洋生态损害进行补偿。港口建设单位采取了生态修复和货币补偿两种方式进行补偿：一是在邻近海域建立了海床保护区；二是在邻近滩涂进行沙滩的修复以补偿填海区域沙丘的破坏；三是以货币方式补偿周边居民的财产和财务损失。

^① CLC 只对损害评估成本、资源/环境修复成本、直接财产等直接损失给予补偿。而对间接损害和临时损害都不予补偿。其主要原因是，间接损害和临时损害的评估，一般都是依靠一定的理论模型来确定，而这种评估方法在有的国家很难被接受。而在美国，其 OPA 和 CERCLA 以及 CLEAN WATER ACT 等法律都明确规定，不仅必须补偿直接损失和间接损失，而且对从损害发生至达到修复效果这个时期的临时损失也必须补偿。

^② http://www.darrp.noaa.gov/library/1_d.html.

专栏 3-24 零损失

大多数国家都通过一些政策来保护渔业生态环境，部分原因是这些渔业种群的栖息地是国家的财富。

“零损失政策”的模型已经成为环境影响总体评价程序中一个最重要的决策点，因而大型海洋工程都需要通过这一评价，才能最终通过审批。以下实例概括了加拿大政府是依据什么来进行分级抉择，以实现栖息地生产力的零损失：

(1) 保持而非扰动有关栖息地的自然生产力，避免在计划开展活动的区域造成损失。

(2) 如果上述选择不能实现，就需要采取强制性措施。首先，需要评估相似补偿 (like-for-like compensation) 的可能性，即在最近区域重建自然栖息地。如果这样做不可行，就退而求其次，在另外一个区域建立补偿栖息地。

(3) 补偿措施不能用来处理化学污染问题。

(4) 在极少数情况下，对栖息地的潜在损害可能在技术上无法避免，或者为了补偿栖息地本身，政府可以考虑非自然的补救措施——通过人工生产以弥补自然资源。

(5) 采取措施减少和补偿对栖息地或自然资源的潜在损害，包括在将来运行和保养有关设施，其一切费用应由开发商（或建议行动方）承担。

引自：www.dfo-mpo.gc.ca/habitat

3.4.4 海洋环境保护与流域管理的综合协调

从 20 世纪 90 年代末起，国际社会为防止陆地活动对海洋环境日益严重的影响，提出“从山顶到海洋”的海洋污染防治策略，强调将海洋综合管理与流域管理的衔接和统筹，推行海岸带及海洋空间规划，对跨区域、跨界界海洋污染问题建立区域间协调机制。与此同时，国际社会更加重视一些新型海洋污染问题，例如海漂垃圾治理、近岸水体贫氧区整治、海洋噪声对海洋哺乳动物习性的影响、近岸海域病原体防治、预防海水养殖带来的各种环境问题等（专栏 3-25）。

专栏 3-25 从山顶到海洋：流域管理与海洋管理的结合

陆地上的人类活动是威胁海洋生态系统健康、生产力、沿海生物多样性，海洋环境的主要因素。溪水、河水、水库水、地下水作为运输载体将病原体、营养盐、沉积物、重金属、持久性有机污染物和垃圾从山顶输送到海洋。尽管工业污染、农业污染和逐年增多的沉积物威胁健康和海岸与海洋资源的生产力，然而从全球角度看，生活污水仍然是污染物的最大来源。这些反过来威胁到依靠海岸带与海洋资源生存的居民

生活和收入。

为了应对这个挑战，政府应采取综合的、持续的、适应性的反映流域和海洋环境之间关联性的行动规划，如从山顶到海洋的途径。耗资 2 200 万美元的“加勒比海小岛发展中国家（SIDS）的综合流域和海岸带管理项目（IWCAM）”采用了这种途径。例如，牙买加 Driver 河流域的示范项目表明社区参与并得益于改善的流域管理实践。在全球环境基金的小额资助下开展了 12 个社区设计，并实施了一系列项目，包括新的学校卫生系统、更好的固废处理、增强公众意识、农民培训日、社区循环项目、红树林重建和加强流域环境监测。该项目有效地降低了 Driver 河流域水体污染水平。

3.5 结论

海洋是中国经济社会可持续发展的宝贵财富和重要基础。中国海洋可持续发展面临多种生态环境问题的挑战：一是近海环境呈复合污染态势，危害加重，防控难度加大；二是近海生态系统大面积退化，且正处在剧烈演变阶段，是保护和建设的关键时期；三是海洋生态环境灾害频发，海洋开发潜在环境风险高；四是沿海一级经济区环境债务沉重，次级沿海新兴经济区发展可能面临新的危机和挑战。

海洋生态环境问题实质上是经济社会发展的问题。中国过去 60 年对草原、森林资源的过度开发给我们带来了许多的教训和警示。实现中国海洋可持续发展，必须采取综合政策和措施。其基本思路是，围绕国家经济社会发展战略需求，统筹海洋开发与生态环境保护之间的关系，实现海洋经济社会和环境资源的协调发展；借鉴国际先进理念和经验，坚持以生态系统为基础，陆海统筹、河海一体的基本原则；统筹沿海区域经济社会发展和流域经济社会发展，支持有助于改善海洋/河口生态系统健康的保护和可持续土地利用方式；鼓励和支持可持续的、安全的、健康的海洋开发活动，推动海洋经济发展方式的根本转变；创新管理体制机制，建立跨越各部门之间的利益高层决策机构，形成中央与地方、地方与地方、部门之间的网络状对接与合力，激励各利益相关方的共同参与。

3.6 政策建议

基于上述结论，课题组提出以下政策建议：

3.6.1 建议 1：制定国家海洋和海岸带可持续发展战略

未来 10~20 年是中国全面建设小康社会、人口达到高峰、工业化和城市化的加速时期，沿海地区发展战略布局将遍地开花。由于缺乏国家层面的统筹规划和总体战略，

海洋生态环境保护和可持续发展将面临更大压力与挑战。建议由国家发改委会同有关涉海部门，在对《中国海洋21世纪议程》综合评估的基础上，研究制定新的“中国海洋和海岸带可持续发展战略”，提出未来20年中国海洋和海岸带可持续发展的基本原则、指导方针和战略目标，提出沿海区域经济发展、海洋经济发展、海洋生态环境保护和资源养护的重点任务，为中国海洋生态环境保护和可持续发展提供宏观指导。可以参考英国政府及其地区政府目前正在执行的《海洋政策宣言》的办法，以及美国政府近期颁布的有关执行美国《国家海洋政策》的法令。

“中国海洋和海岸带可持续发展战略”应优先考虑围填海、富营养化和渔业等紧迫问题。

3.6.2 建议2：设立国家海洋委员会

海洋可持续发展需要实施海洋综合管理，但没有一个单一的部门可以解决海洋可持续发展中出现的综合性和复合性问题。短期内，中国这样的海洋大国实行高度集中统一的海洋管理体制的可能性不大，多部门共同承担海洋管理事务的体制将长期存在^①。因此，应该通过建立陆海统筹和国家部门间的协调机制，巩固和稳定这种齐抓共管的体制，形成政策合力，以保障目前海洋涉海的政策和法律有效执行。

建议成立国家海洋委员会，由国务院副总理担任“国家海洋委员会”主任一职，委员会主要成员由国务院相关涉海部门的主要领导担任。

鉴于中国海洋生态环境问题的紧迫性，国家海洋委员会的首要任务是：

- (1) 制订国家海洋发展战略；
- (2) 强化各涉海管理部门之间的沟通；
- (3) 协调和指导海洋发展中跨部门、跨行业、跨区域的重大事项。

国家海洋委员会在成立伊始，应高度关注最具特殊性和紧迫性的渤海生态环境问题。主要工作内容是：

- (1) 协调渤海重大沿岸开发活动；
- (2) 管理和监督渤海各项规划的实施；
- (3) 制订和实施《渤海区域法》；
- (4) 统筹协调影响渤海生态系统的开发活动。

3.6.3 建议3：建立健全海洋管理法律法规体系

解决中国海洋可持续发展的生态环境问题，需要充分发挥法律、行政、经济政策和手段的综合作用。过去采用了较多的行政手段，未来应该以法律为基础，强化执法

^① 在2008年国务院的机构设置中，涉海部门包括国土资源部、农业部、交通运输部、环境保护部、能源部门、旅游总局、水利部、公安部、海关总署、国防和气象等十多个部门，并设立国家海洋局作为专职海洋行政管理部门，具有海洋综合协调的职能。

能力建设，逐步加强经济手段的应用。

建议全国人大和国务院着手研究和起草“中华人民共和国海洋基本法”，作为实施海洋开发与管理，大力发展海洋经济、保护海洋生态环境，提升可持续发展能力的根本大法。在海洋基本法中，要体现以生态系统为基础管理的基本原则。为了进一步完善涉海法律法规体系，切实推进海洋生态环境保护工作，建议有关部门抓紧起草和制定“中华人民共和国海岸带管理法”和“中华人民共和国渤海区域环境管理法”。

3.6.4 建议 4：实施基于生态系统的海洋综合管理

基于生态系统的海洋与海岸带综合管理强调以自然生态系统为管理单元，被国内外学术界和管理界认为是解决跨行政区域、跨部门的环境与生态问题的有效途径。建议政府近期采取以下基于生态系统的海洋管理行动：

(1) 修编海洋功能区划应以生态系统为基础

中国在海洋功能区划的制定与实施方面走在世界的前列，但过去的海洋功能区划方案考虑经济发展的需要较多，而考虑生态系统的需求较少。同时，随着国家沿海发展战略的实施，可能引发新的海洋空间资源利用冲突和生态环境破坏。因此必须从生态系统的角度客观地评价海洋空间资源的供给能力，对已有的海洋功能区划进行修编和调整。建议在新一轮海洋功能区划修编中，充分借鉴国际海洋空间规划的理论与方法，以生态系统管理为基本原则，制定国家和省级二级海洋功能区划修编指导意见和技术规程。基于海洋生态系统服务及其价值，对海洋空间内的经济活动进行优化布局，合理规划和管理围填海活动，实现海洋资源可持续利用。

(2) 建立围填海红线制度

在以基于生态系统为原则修编的全国海洋功能区划框架下，充分考虑海洋空间资源的多重用途和生态价值，以及围填海对海洋生态系统的影响，建立围填海红线制度。建议在对近岸海域环境容量、生态安全、生态系统服务及其价值等科学评估的基础上，划定近岸海域围填海潜力等级，确定海岸带/海洋生态敏感区、脆弱区和生态安全节点，提出优先保护区域，作为围填海红线，禁止围垦。近期着重对海湾、河口、海岛和浅滩等进行红线制度控制。

(3) 建立海洋生态补偿制度

运用综合性的环境经济手段规范人类利用海洋的各种活动，在各种海洋开发活动中需考虑环境成本。课题组建议国家建立海洋生态补偿/赔偿机制。特别是针对重大海洋工程（包括围填海工程）、海上溢油、海洋保护区、流域活动对河口—海域影响等重点问题，开展生态损害补偿/赔偿、生态建设补偿的示范。近期重点开展大型围填海工程生态损害评估与补偿示范，在论证用海的同时，提交生态补偿方案，做到“先补偿、后填海”，以生态修复、经济补偿等多种形式对生态系统服务的损失做出补偿。

(4) 建立海洋保护区网络

我国目前已建立了30个国家级海洋自然保护区和60个地方级海洋自然保护区，它们涵盖了中国海洋主要的典型生态类型，挽救了许多珍稀濒危海洋生物物种，为保护海洋生物多样性和生态环境发挥了重要作用。但是近年来由于海洋开发强度加大，各地海洋自然保护区不断受到侵占，其存在受到严重威胁。同时我国海洋保护区没有形成网络，影响了海洋保护区的功能。课题组建议进一步加强海洋保护区建设工作；到2020年，各类海洋保护区建成面积达到管辖海域的5%。在现有保护区基础上，对典型、有代表性的生态系统、珍稀和濒危物种建立海洋自然保护区、海洋特别保护区及海洋公园，形成海洋保护区网络，以便最大限度地发挥海洋保护区的功效。

(5) 加强受损海洋生态系统的修复与恢复工作

鉴于过去几十年间中国许多海洋生境、生态系统和海洋自然资源受到严重破坏，课题组建议在典型海洋生态系统集中分布区、外来物种入侵区、海岛、气候变化影响的敏感区等海区实施典型生态修复工程，建立海洋生态建设示范区，恢复海洋生物多样性维护能力，提高抵御海洋灾害和应对气候变化能力。

(6) 加强海洋生物资源养护与增殖

过去几十年的过度开发导致我国海洋生物资源，特别是渔业资源严重衰退。而我国目前单一物种的管理模式已经不能满足海洋生物资源保育的需要。课题组建议在基于生态系统的海洋管理框架下，建立海洋生物资源养护与增殖体系。发展资源养护型的海洋捕捞业，促进有效的资源养护和渔业可持续发展；进一步加大力度压缩近海捕捞强度，建立种质资源保护区；保护、恢复和养护关键渔业栖息地与生物多样性，优化人工鱼礁和海洋牧场，合理规划增殖放流，提高资源增殖质量。

(7) 发展碳汇渔业新模式

我国是世界第一海水养殖大国，海水养殖业发展对改善国民生活、增加就业、促进海洋经济的发展都起到了积极的作用。但是传统的养殖模式已经对海洋环境产生很多负面影响。课题组建议国家大力发展环境友好型海水养殖业；推动多营养层次综合养殖生产模式的发展，倡导以贝藻养殖为主体的碳汇渔业。

3.6.5 建议5：制定防控流域对海洋负面影响的最优方案

陆源污染和大型水利工程对河口和近海环境与生态系统造成了严重的负面影响。为减少这些影响，课题组建议采取如下行动：

(1) 制定最优方案控制流域—河口污染

污染削减涉及庞大的成本。不同的子流域对河口—海洋水体污染负荷的影响不一样，其污染削减的成本也不相同。有鉴于此，课题组建议国家海洋委员会协调各流域制定其污染削减的最优方案，制定各子流域污染削减措施和规模的最优组合。在此基础上，考虑流域各行政区的财政能力和污染削减的收益，制定其污染削减成本分摊的最优方案。

针对我国近岸海域日益突出的富营养化问题，近期应重点关注主要河流水系的氮、磷营养盐污染控制。建议将总氮纳入我国污染物总量控制体系，采取“以海定陆”的原则，实施以海洋环境容量为基础的氮排放总量控制措施，合理分配流域内总氮排放配额，加强对总氮排放的监控和水体、大气质量的监测，以降低近岸海域营养盐污染水平。

（2）加强流域水利工程对河口水沙调控的综合管理

建议在国家海洋委员会协调下，国家水利部门、流域管理委员会和海域管理部门，在充分考虑维持河口三角洲冲淤平衡所需入河口临界泥沙量、河口三角洲大城市供水安全最低需水量及河口/近海生态最低需水量等的基础上，拟定流域水利工程调控水沙的方案。

3.6.6 建议 6：加强长期、科学、陆海一体化的生态环境监测和预测

长期、连续的海洋环境监测数据和深入的海洋科学研究是科学决策、有效解决海洋生态环境问题的基础。鉴于我国目前环境监测网络分割、监测参数和指标不尽相同的矛盾，课题组建议：

（1）在国家海洋委员会的协调和指导下，相关涉海部门协力做好流域—河口—海域一体化的监测和对接，统一监测指标和技术标准，构建大气、流域、海洋/海岸带一体化环境监测体系，促进数据共享，建立信息共享平台。

（2）为防控近海环境富营养化，建议近期国家环保部门和海洋行政主管部门协商协作，加强利用 NO_x作为大气监测和控制指标；增加营养盐（总氮和总磷）作为流域水环境监测和控制指标；为调控入海河流的水量、水质，保障河口生态用水，建议近期国家环保部门、水利部门和国家海洋行政主管部门等多部门协作，做好流域—河口—海域一体化的监测和对接。

（3）近期重点开展流域—海域生态系统相关科学问题综合研究，深化对海洋生态系统机理和服务的认知，为实施以生态系统的管理奠定科学基础；开展重大围填海活动对海洋生态系统影响的研究，开展气候变化对海洋生态影响等研究。重点关注沿海人口与经济活动密集区，建立以环境监测网络、野外台站观察和区域生态修复示范为一体的海洋生态环境研究和监测体系。

3.6.7 建议 7：健全海洋重大污染事件风险预警及应急响应制度

鉴于我国重化工产业向滨海集聚、海洋石油运输和海上油气开采规模不断扩大，海洋开发潜在风险越来越高；墨西哥湾溢油、大连输油管道爆炸等事故为我们敲响了警钟。必须按照国际海洋生态保护的预防预警原则，建立健全海洋重大污染事件风险预警及应急响应制度。在国家海洋委员会下设海洋重大污染事件应急响应与处置领导小组，领导和协调部门的应急行动，健全海洋污染事件应急响应制度。建立海洋重大

污染事件通报和区域潜在环境风险评估、预警及信息共享机制，完善区域突发海洋环境事件应急处置体系，加强对潜在环境风险责任主体的监督管理，推动各项应急措施的落实。

3.6.8 建议 8：加强海洋意识宣传与建立公众参与制度

利用各种媒介，大力宣传和教育，营造全社会在沿海大开发背景下重视海洋生态环境保护的氛围，充分认识海洋的价值，积极参与海洋环境保护。在重大海洋开发活动决策过程中，建立畅通公众参与平台，让更多的利益相关者参与决策。

第4章 中国生态足迹报告2010

4.1 人类生态足迹：全球与亚太背景

4.1.1 全球背景

2007年，人类生态足迹达到180亿全球公顷，人均2.7全球公顷。而地球的生物承载力是119亿全球公顷，人均生物承载力是1.8全球公顷。这意味着生态系统已超载50%，人类需要一个半地球以满足需求，或者说，地球需要一年半的时间才能产生出人类2007年一年中消费的可再生资源和吸纳掉该年人类排放的二氧化碳。

不同国家的人口对地球生态服务的需求具有明显的差异。2007年，中国人均生态足迹2.2全球公顷，较全球平均水平低0.5全球公顷，在核算的153个国家中居第74位。

4.1.2 亚洲背景

亚洲的生物承载力合计为28.7亿全球公顷，占全球生物承载力的24%。亚洲人均生物承载力仅0.72全球公顷，不足世界平均水平的一半，是人均生物承载力最低的地区。2007年，亚洲人均消费生态足迹是1.8全球公顷，与全球人均生物承载力相当，显著低于全球人均2.7全球公顷的消费生态足迹水平。但由于人口规模庞大（约占全球总人口的60%），亚洲的生态足迹总量相当庞大，占到全球生态足迹总量的40%，相当于全球生物承载力的60%。

目前，亚洲的生态足迹总量是其生物承载力的2.5倍。主要通过进口资源、利用其他地区的生物承载力与占用全球CO₂吸收空间来补偿生态赤字。在亚洲区域水平上，生态超载与资源过度开发、生态系统服务损失具有紧密的联系。整体而言，亚洲是生物承载力净进口地区，从其他地区进口的生物承载力占其总消费足迹的12%（数据来源：Global Footprint Network）。

在全球各大洲中，亚洲是生态足迹增长规模最大的区域。1961—2007年，亚洲生态足迹总量增长了近3.5倍，约40亿全球公顷，人均生态足迹增长了约46%，同期，亚洲人口总量增长了138%。可见，虽然人口增长是亚洲总消费足迹增长的主要原因，但人均生态足迹增长所起的作用更为明显。

与全球大多数地区一样，碳足迹也是亚洲生态足迹中增长最快的组分。2007年，亚洲的碳足迹占区域生态足迹的份额与全球水平接近，为53%，而1961年时亚洲的碳足迹份额尚不足5%。亚洲人均生态足迹低于全球平均水平，亚洲的人均碳足迹也低于全球人均碳足迹。

亚洲人均消费生态足迹的国别变化幅度高于其他地区。反映了亚洲各国富裕程度和消费类型的巨大区域差异。阿联酋人均生态足迹居全球首位，为10.3全球公顷，而巴基斯坦的人均生态足迹仅0.75全球公顷。由于人口规模大，中国与印度成为全球生态足迹总量最大的两个国家。

大多数亚洲国家的总生态足迹大于其生物承载力，说明它们可能通过超额排放CO₂（相对于本地生态系统的CO₂吸收能力）或通过进口将压力转移给外部生物承载力，也可能发生了本地生态资本退化，或者同时面临上述两种情况。新加坡是亚洲生态超载最严重的区域，生态足迹较其生物承载力高70倍；科威特居次，生态足迹是其生物承载力的12.3倍。

4.2 中国的生态足迹和生物承载力

中国近半个世纪的发展轨迹是经济与社会全面发展的轨迹，也是生态系统的承载能力不断提高与面临更大的生态需求压力的轨迹。目前，中国的生态足迹总量仅低于美国，居全球第二位。同时，中国也拥有总量丰富的生物承载力，生物承载力居全球第三位，仅次于巴西与美国。碳足迹是中国增长最快的生态足迹组分，其占生态足迹的份额在2007年达到了54%。

在中国，区域社会经济系统和生态系统在省份（包括省、直辖市、自治区）之间均具有明显的差异。分析各省份生态足迹与生物承载力的时间序列变化，有助于更详细地认识中国的生态压力及其变化。本报告采用2005年这一固定年份的全球生产力水平，来核算1985—2008年中国各省的生态足迹与生物承载力，并假定23%的碳排放依靠海洋吸收，其他77%碳排放由森林中和。火电碳排放由全国平均发电能耗法确定，热力碳排放根据各地区供热实际能耗核算。在此计算模式下，消费足迹、生产足迹与生物承载力的时间序列核算结果反映的是消费格局与生产格局的变化。

中国生态足迹的空间分布非常不均衡。2008年，中国总生态足迹较大的区域（该省份占全国总生态足迹4%以上）有广东、山东、江苏、河南、四川、浙江、河北、湖南、湖北，合计占全国生态足迹的53%；总生态足迹居中的区域（该省份占全国总生态足迹的2%~4%）有安徽、辽宁、广西、福建、上海、江西、黑龙江、北京、云南、陕西、重庆、贵州、吉林、内蒙古和山西，合计占全国生态足迹的41.1%；总生态足迹较小的区域（该省份占全国总生态足迹的2%以下）有新疆、甘肃、天津、海南、宁夏、青海和西藏，这7个总生态足迹较小的地区生态足迹合计仅占全国的5.9%，但分

布着全国 12.3% 的生物承载力。

与生态足迹相比，中国的区域生物承载力在省份水平上的分布更不均衡。2008 年，总生物承载力较大的区域（该省份占全国总生物承载力的 4% 以上）有山东、河南、四川、河北、黑龙江、云南、内蒙古和新疆，合计占全国生物承载力总量的 48%；总生物承载力居中的区域（该省份占全国总生物承载力的 2%~4%）有广东、江苏、浙江、湖南、湖北、安徽、辽宁、广西、福建、江西、陕西、吉林和西藏，合计占全国生物承载力总量的 42%；总生物承载力较小的区域（该省份占全国总生物承载力的 2% 以下）有上海、北京、重庆、贵州、山西、甘肃、天津、海南、宁夏和青海，合计占全国生物承载力总量的 10%。

碳足迹已经是中国各省份最大的生态足迹组分。2008 年，31 个省份中，有 29 个省份的碳足迹占其区域生态足迹的比重超过 50%（图 4-1）。其中，上海、北京、天津与山东 4 省的碳足迹比重超过 65%。1985—2008 年，中国各省份的人均碳足迹增长幅度为 0.4~2.0 全球公顷，而生物质足迹（生物质足迹是碳足迹以外的各类足迹组分的总称）的变化幅度不超过 0.25 全球公顷（西藏计算起点为 1990 年）。由此可见，在未来的一定时期内，中国及其各省份生态足迹的增长仍将主要取决于碳足迹的增长幅度。

各省的人均生态足迹差异也非常显著（图 4-1）。2008 年，北京人均生态足迹最大，云南人均生态足迹最小，前者是后者的 2.7 倍。1985—2008 年，虽然中国各省份的生态足迹及其变化幅度不一，但它们对生态服务的总需求都是增长的。31 个省份中，有 11 个省份的人均生态足迹倍增或倍增有余，有 10 个省份的人均生态足迹增长了 85%~95%，另外的 10 个省份的人均生态足迹增长了 40%~84%。同期，人均生态足迹增幅居前 5 位的省份是上海、北京、天津、广东与重庆。

一个可喜的趋势是，与 2000—2005 年相比，2005—2008 年中国大多数省份人均生态足迹的增长速度逐年下降，代表省份如北京。北京人均生态足迹增幅的下降主要是城市化水平相对稳定以及节能措施成效显现的结果，也与经济活动向服务业而非物质生产行业转型具有密切的联系。但一些省份（如山东），由于正处于城市化进程当中，人均生态足迹年均增长幅度依然呈上升趋势。

各省份产生的净生态压力取决于其生态足迹与生物承载力的对比关系。1985—2008 年，中国只有西藏、内蒙古、新疆与青海 4 个省份一直是生态盈余的，即其生物承载力大于生态足迹；福建、海南、黑龙江在某些年度是生态盈余的，其他 25 个省份长期是生态赤字的。这 25 个省份中，仅新疆的人均生态赤字有所缩小，其他 24 省份的人均生态赤字总体上不断扩大。从生态赤字的组分构成看，中国 70% 的生态赤字省份是 CO₂ 吸收用地赤字，而生物质是承载力盈余的，另外 30% 的生态赤字省份在 CO₂ 吸收用地和生物质承载力用地两方面都是赤字。

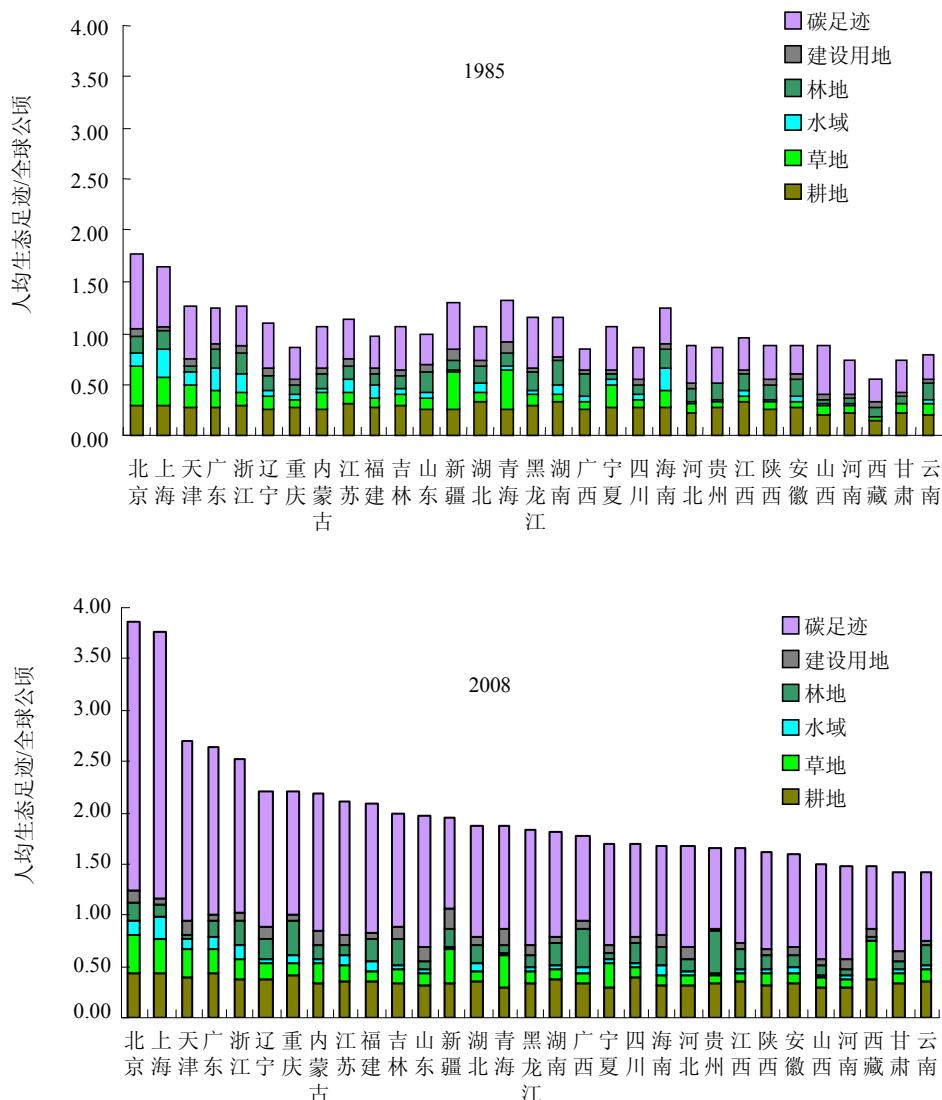


图 4-1 各省份的人均消费生态足迹（1985/2008 年）

注：在 1985 年，海南与重庆不是独立省份，二者的生态足迹分别取值其隶属省份广东省与四川省的平均水平。

4.3 城市化与生态足迹的挑战

城市不仅是世界经济发展的中心，也是未来更多人口的居住地。1900 年至今，全球城市人口规模增长为初期的 20 倍，而同期乡村人口规模增长仅为初期的 2.5 倍，使

得城市人口占总人口的比重由最初的 10% 提高至 50% 左右。城市已经成为对自然资源产品与服务需求比例最大的地域空间单元。

全球范围内城市面临高生态压力与高生态赤字这一现实预示着，中国在城镇化发展过程中，会产生或面临同样的生态压力和生态风险。不过，城市在降低生态压力方面也可能会有一定的贡献。东京、首尔、巴黎、伦敦等大城市的设计在降低碳排放方面均值得称赞。而加拿大城市温哥华通过发起生态密度计划增加市中心人口居住密度，改善公共交通系统效率，也成功地降低了人均生态足迹。

在生态足迹方面，中国的城市目前情况尚好。但是，中国城市在发挥集聚效应、提高社会生产力的同时，也产生了交通拥挤、环境污染、生态赤字等一系列问题。一些城镇的生态环境出现了缓慢衰退的征兆。

相对于农村，城镇是中国高收入人口的集聚区，是物质消耗与碳排放发生的主要地区。尽管中国各地区的气候和饮食偏好存在差异，区域人均生态足迹对城镇化水平具有明显的依赖特征。一般而言，某一省份的城镇化水平越高，其人均生态足迹也越高，反之，若省份的城镇化水平低，其人均生态足迹也相对较低。

中国城乡之间的人均生态足迹差异非常显著，并具有快速拉大的特征。目前，各省份城乡人均生态足迹之差为 0.9~1.8 全球公顷，城镇居民人均生态足迹约为乡村居民的 1.4~2.5 倍，并具有快速拉大的特征，其中碳足迹的贡献率平均为 74%，这主要是城乡居民收入差距、消费差距和能源利用结构差异共同作用的结果。伴随城镇化发生的居住模式与生活方式的改变，中国面临生态足迹快速增长的挑战与风险可能会增大。

中国正处于城镇扩散能力和辐射能力最强的快速发展阶段。自 1996 年以来，中国的城镇化水平每年以 1%~1.5% 的速度增长。城镇化水平的提高将是未来中国生态足迹特别是碳足迹增长的重要驱动力之一。挑战也是机会，坚持低碳化与生态化的城镇化发展方向，塑造协调的城乡关系、设计合理的城镇模式与推行自然友好的消费行为，也可以使生态足迹增长的速度低于城镇化发展的速度。伦敦的经验已昭示，待一个城镇发展成熟以后，经济生态化的发展还可以进一步降低生态足迹和碳足迹。

4.4 中国生态足迹的国内影响

在市场机制与贸易的作用下，人类对生态资源与服务的消费不再局限于行政边界，包含在商品与服务之中的生态服务，因贸易而出现产销空间分离和跨区域流转。中国省域空间经济开发度的不断提高，促进生物承载力的跨区域流转在规模上不断扩大，在距离上不断延伸。整体上，中国生物质足迹组分的满足主要依赖国内生态系统，碳足迹的满足途径与全球很多国家一样，需要依靠全球公地。

由于省域之间贸易数据的限制，尚难以准确估量中国跨省份流动的生态足迹规模。

假设不考虑区域商品（包括服务）生产与消费间的品种差异，区域生产生态足迹与消费生态足迹的差值可以保守估算出该区域生态足迹流动的最小规模。

2008年，据保守估计，中国发生跨省份流转的生态足迹最低为6.78亿全球公顷，占全国消费生态足迹的27%，其中，电力及商品与服务跨省份使用所包含的生态足迹分别占60%与40%。城镇化水平高、人口分布密集、工业化生产密集、能源资源相对匮乏的省份，是中国生物承载力跨区调入使用的主要成员，典型省份如广东、浙江、上海、北京，在人口规模大、人均生态足迹高的共同作用下，这4个省份大规模跨区净调用了界外生物承载力，其中浙江省大规模跨区净调用界外生物承载力，还与该省高密度的工业化大量占用生态用地，导致区域生物承载力下降具有重要的关联。

相对于全国消费生态足迹的总规模，中国发生跨省份流转的生态足迹规模并不算高。这与中国靠近终端产品消费地安排产品制造、靠近煤炭与土地资源丰富的省份分别安排电力与农业生产的经济决策具有密切的联系。某种程度上，中国资源富裕区承担着过重的生物承载力供给功能，使得这些区域普遍存在生态退化问题以及人均收入、人均公共设施与社会保障相对较低的发展问题，非常有必要创建生态服务市场，对生态服务供给区实施生态补偿，促进区域间生态贸易与经济贸易的公平发展。

4.5 发展与生态足迹

可持续发展意味着人人都有机会，在生态系统承载力范围内高质量地生活。国家的可持续发展进程可以用人类发展指数（HDI）与生态足迹两个指标对比，来评价生活质量/发展水平和人类消费对生态系统需求的关系（图4-4）。由图4-4可见，在一些区域和国家，生态足迹随着当地的快速发展而变得不可持续；而一些国家虽然已经达到了较高的发展水平，但其生态足迹依然接近人均可得生物承载力的临界值。

1975—2004年中国的HDI显著提升（图4-4），同期，中国的人均生态足迹一直低于全球人均生物承载力。2007年，中国的HDI已经提高到了0.772，尚未达到高度人类发展水平的阈值（0.80），但是人均生态足迹为2.2全球公顷，已经突破了可持续发展的生态标准界限值。

人均消费增长与人口增长是驱动全球生态足迹增长的两大因子。在中国，人口增长趋于平稳，而人均生态足迹增长在近年变得相对更快，已经取代人口因素，成为驱动中国生态足迹增长的首要因素（图4-2）。

根据对2008年各省GDP与生态足迹的初步分析，一旦人们的基本需求得以满足，人均GDP可能成为人均生态足迹增长的主要驱动因子（图4-3）。2008年，在那些人均GDP低于30 000元的省份，人均生态足迹在1.8全球公顷左右，省份之间生态足迹的差异主要是地理、气候及膳食偏好造成的。而在那些人均GDP超过30 000元的省份，人均生态足迹与人均GDP呈现非常明显的正相关，显示人均生态足迹依赖富裕水平，

而地理、气候与区域膳食选择偏好对人均生态足迹的影响不再明显。

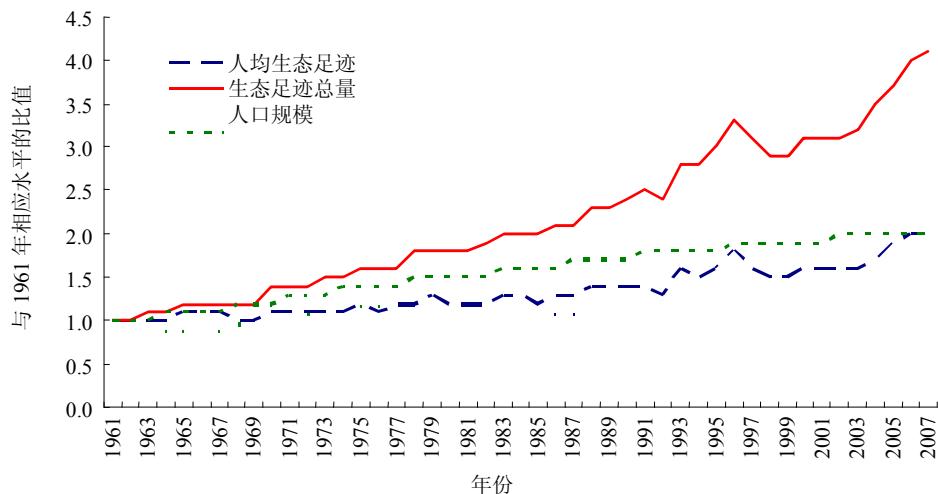


图 4-2 中国人口规模、人均生态足迹与总生态足迹的变化 (1961—2006)

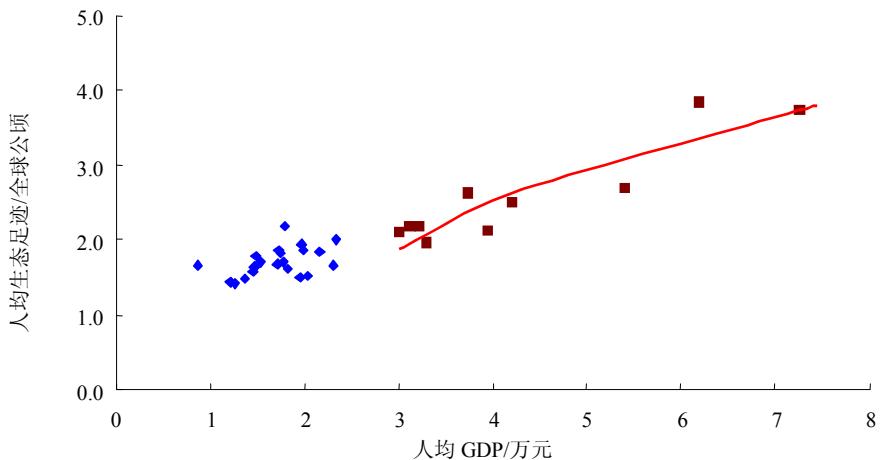


图 4-3 各省份的生态足迹与发展水平的关系 (2008)

注：人均 GDP 是代表区域人均收入水平的可靠指标。图 4-4 意味着一旦区域发展到一定程度，人均生态足迹主要依赖富裕水平。

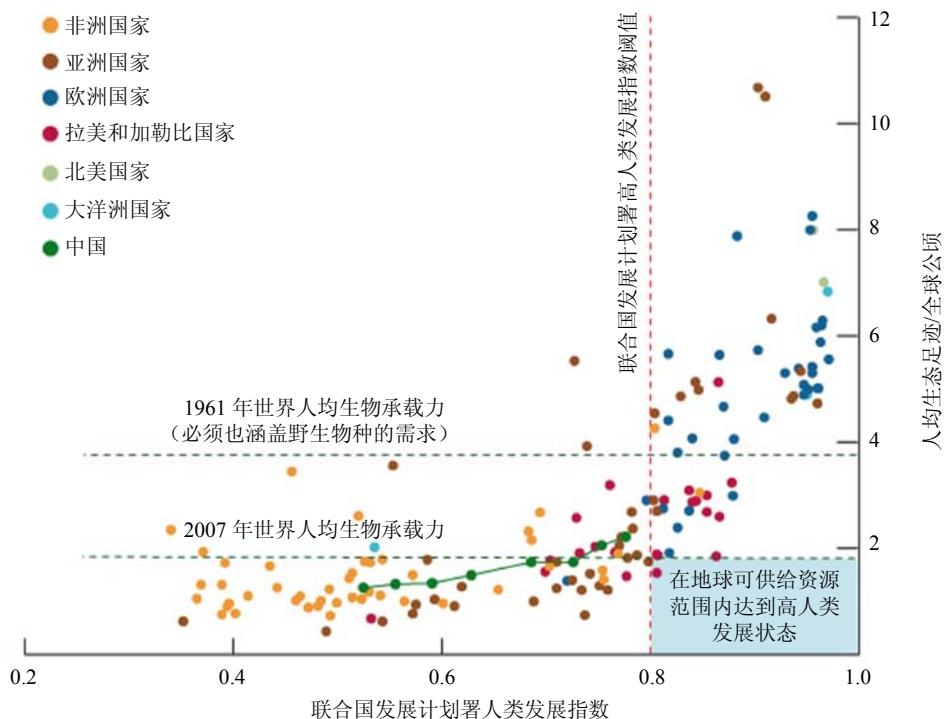


图 4-4 人类发展与生态足迹以及中国自 1971 年至 2007 年变化轨迹

注：人类发展指数高于 0.8 被认为是高人类发展水平，而人均生态足迹水平低于全球人均生物承载力（2007 年为 1.8 全球公顷）被认为是可持续的生活方式。概括而言，这两个指标共同构成了一个“可持续发展工具箱”，用来指明全球、区域社会实现可持续发展的程度。使用该工具箱时应注意，全球人均生物承载力不是固定的，当世界人口增加时，人均生物承载力会减少。

4.6 中国生态足迹的全球影响

作为以工业制成品出口为主的净出口国家，中国是碳足迹净出口国。不过对于中国碳足迹的净出口规模，目前尚未达成共识。在本研究中，我们估算，每年中国净出口包含的碳足迹不低于 0.8 亿全球公顷，折合人均 0.06 全球公顷，约是净进口生物质生物承载力的 2 倍，约占中国当年人均生态足迹的 3%。

关于生物质生物承载力，与 2008 年出版的《中国生态足迹报告》中使用的 2003 年的数据相比，本次报告细化了贸易产品项目，将参与核算的产品类型由原来的 43 项增加到 132 项。2008 年，中国在贸易中输入的生物质生物承载力为 1.60 亿全球公顷，输出的生物质生物承载力为 1.16 亿全球公顷。可见，在生物质产品贸易方面，中国是

生物承载力净输入国，2008 年净进口生物质生物承载力 0.44 亿全球公顷，折合人均 0.03 全球公顷，约占中国当年人均生态足迹的 1.5%。

林地是中国跨国流动最活跃的生物质生物承载力组分，也是决定中国生物质生物承载力净进口幅度的最主要组分。2008 年，中国进出口贸易包含的林地承载力分别为 0.66 亿全球公顷与 0.34 亿全球公顷，分别占中国进出口贸易生物质生物承载力总量的 41.3% 与 29.1%；净进口规模为 0.32 亿全球公顷。这主要是中国林业资源相对匮乏，大量进口原木和纸浆，同时又大规模出口纸张与印刷品综合作用的结果。

耕地是中国跨国流动第二活跃的生物质承载力组分，也是影响中国生物质生物承载力净进口规模的第二大组分。2008 年，中国进出口包含的耕地承载力依次为 0.64 亿全球公顷与 0.37 亿全球公顷，分别占中国相应总量的 40.2% 与 37.0%，净进口规模为 0.27 亿全球公顷。耕地承载力进口主要是由于中国油料供需矛盾导致大量进口油料，而出口主要伴随水果、蔬菜与棉纺制品贸易而发生。

畜牧生产能力的提升推动中国成为全球草地承载力的净输出国。2008 年，中国在国际贸易中净输出草地承载力 0.03 亿全球公顷，主要系毛纺织品贸易的结果。

中国也是水域生物质生物承载力的净输出国。2008 年，净输出水域承载力 0.13 亿全球公顷，缩减了中国净进口生物质生物承载力的规模。

进口集中程度高于出口，是中国生物质生物承载力国际流动的一大显著特征。国际贸易再分配是中国生物质生物承载力国际流动的另一大显著特征。输入到中国的生物质生物承载力或直接流向国内终端用户，或流向产业部门作为中间投入，然后其成果产品服务于中国境内消费与国际贸易，形成直接消费、国内贸易再分配与国际贸易再分配三大生物质生物承载力流转路径，其中国际贸易再分配在三大生物质生物承载力流转路径中居主导地位，中国进口包含的生物质生物承载力中约 20% 用于直接消费，35% 用于国内贸易再分配，45% 用于国际贸易再分配。参与国际贸易再分配的生物质生物承载力主要通过林木产品、水产品、棉毛产品的加工制成品的国际贸易而发生。

综上所述，如果将生物质产品和工业制成品进出口进行完全生态足迹核算的话，中国不仅是商品贸易净出口国，也是生物承载力净出口国。上述分析表明，在全球生物承载力流动中，中国应当制定与实施一定的贸易管制政策，约束高耗能、高碳足迹产品的进出口贸易，避免从生态退化区进口生物质资源，以促进全球贸易的生态公平，维护中国及全球的生态安全。

4.7 水足迹

水是生态系统与人类经济社会系统发展不可缺少的资源要素，是决定生物承载力的重要因子。对于人类发展而言，水资源与土地资源具有同等的重要性与必要性。特定区域的人类生产与生活活动对水资源的需求如何，可通过水足迹评价来定量分析与

认识。

水足迹能够显示出人类生活与生产所消费物品和服务所消耗的水资源总量。它的三个组分中，蓝水足迹和绿水足迹主要衡量水资源的利用和消耗情况，而灰水足迹是从水质角度评估我们对水环境污染的情况。水足迹综合考虑了水资源利用的三类途径——利用、消耗与净化水污染，与传统水资源评价体系相比，外延和内涵更为丰富，因此在功能上能更好地反映人类对水资源的需求和占有状况。

4.7.1 生产水足迹

生产水足迹是指支持一个国家（地区）在其本地产品生产与服务供给过程中所需要的淡水资源量，无论产品与服务在哪里被消费。

生产水足迹可用于衡量国家或地区生产系统对水资源系统产生的压力大小。水资源压力是指一个国家或地区生活、生产需要消耗的地表或地下水水资源量（等于区域总生产水足迹高于绿水足迹的差值）占该地区可更新水资源总量的比重。总体来说，中国水资源利用现状不容乐观。2007年在中国31个省份中，有5个省份的水资源压力程度因其巨大人口数量、农业在当地经济中的重要地位和特殊气候条件而处于重度压力($>100\%$)，它们是北京、天津、河北、宁夏、上海；有4个省份处于高度压力($>40\%$)，7个省份处于中度压力(20%~40%)，12个省份处于轻度压力(5%~20%)，只有云南、青海和西藏3个省份基本不存在水资源压力($<5\%$)。可见，中国处于高度及重度水资源压力的地区主要集中在华北、华中等黄河和长江下游地区。

绿水相对于蓝水来说一般机会成本相对较低，对环境的负面影响很小，在水资源安全和粮食安全中具有重要的作用。然而在传统水资源评价体系中，绿水资源多被忽视。对31个省份的研究表明，2007年中国有26个省份的绿水足迹占总生产水足迹的份额超过30%，其中11个省份的绿水足迹份额大于50%（图4-5）。绿水足迹在生产水足迹中占如此大的分量，这意味着绿水管理可能是今后解决水资源问题的一个重要途径。

灰水足迹衡量的是居民生产、生活活动排放水污染物对水环境造成的影响，灰水足迹越大，意味着对水环境的污染越重。2007年，中国约2/3省份的灰水足迹占区域总生产水足迹的份额超过25%。种植业施用化肥和农药产生的灰水足迹占有很大的分量，例如，华北地区小麦、玉米生产水足迹中灰水足迹分别占22.5%与26.1%。如何提高肥料和农药的施用效率，不仅在农业经济方面具有重要意义，在水环境保护方面也具有重要意义。

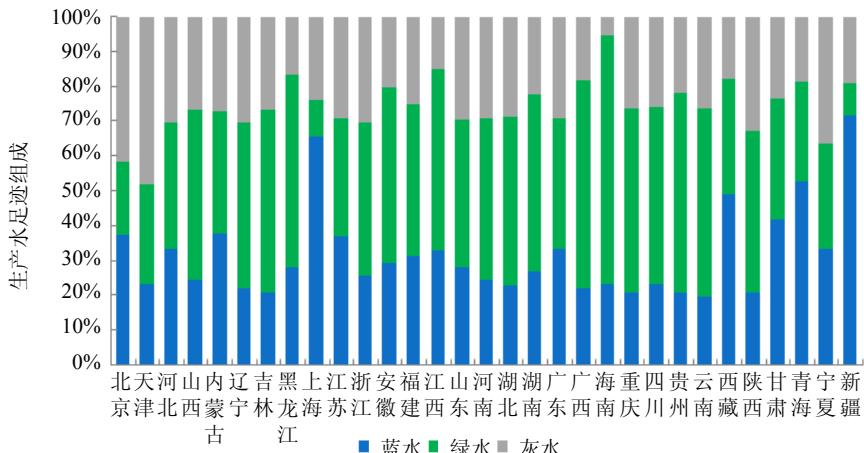


图 4-5 不同省份的生产水足迹 (2007)

4.7.2 消费水足迹

一个国家或地区的消费水足迹指生产本区域居民消费的物品和服务所需的水资源总量，无论产品与服务是在哪里生产的。根据来源，消费水足迹包括内部水足迹与外部水足迹两部分，其中内部水足迹是指本国/本地消费的物品和服务在本国/本地区生产所需要的水资源量，外部水足迹则指本国/本地进口的用于消费的产品与服务在其他国家/地区生产所需要的水资源量。

2007 年中国 31 个省份的人均消费水足迹是 $679 \text{ m}^3/(\text{人} \cdot \text{年})$ ，仅为 2004 年全球平均水平 [$1564 \text{ m}^3/(\text{人} \cdot \text{年})$] 的 43%。人均消费水足迹的空间分布非常不均衡（图 4-6）。新疆人均消费水足迹较高，接近全球平均水平；上海、广东、江西、福建与北京等的人均消费水足迹虽低于全球平均水平，但明显高于中国的平均水平。经济发展水平、生活习惯和农产品生产的水资源利用方式，是影响中国区域消费水足迹的主要因素。

中国及其大部分省份的消费水足迹主要是内部水足迹，水资源自给率处于较高水平。2007 年，中国约 2/3 省份的水资源自给率大于 90%（图 4-7），但需要指出的是，一些省份的消费水足迹对外依赖性很高，例如，北京约 50% 的消费水足迹属于外部水足迹，广东、上海、天津、江西 18%~26% 的消费水足迹属于外部水足迹。由于中国水资源的空间分布极不均匀，水足迹的外部化对于水资源匮乏的地区来说，可能是机会也有可能是风险。



图 4-6 各省人均水足迹 (2007)

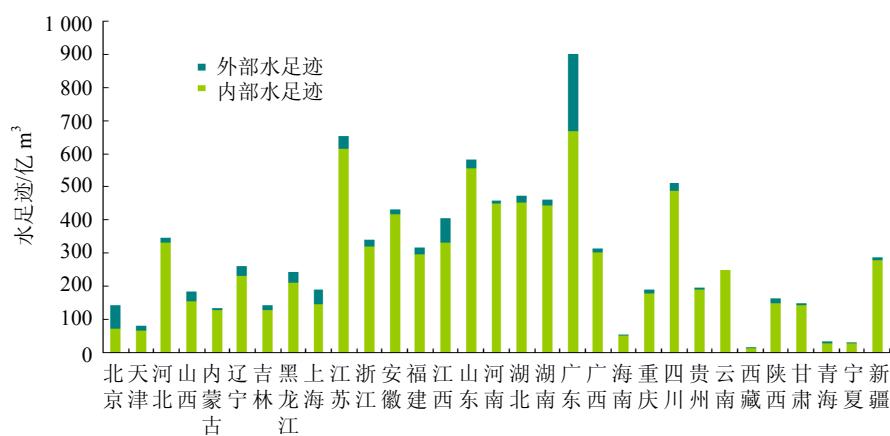


图 4-7 各省消费水足迹及内部、外部水足迹组成比例 (2007)

4.8 中国：向可持续发展转型

在资源总量及其可再生能力有限的世界里，要实现可持续发展与人类福祉的提高，就要求我们在地球的生态环境可承受的范围内生活与发展。本报告对生态足迹和生物承载力的分析清楚地表明，在全球尺度上，生态足迹呈现持续增长的态势，到2007年达到了2.7全球公顷，目前人类对资源的需求需要一个半地球才能满足，或者说地球生态系统需要一年半的时间才能够生产人类在一年内所消费的可再生资源和吸收其产生的二氧化碳；在中国，2007年的人均生态足迹达到了2.2全球公顷，虽然

还低于同期全球平均水平，但生态足迹总体上已是生物承载力的 2 倍，生态赤字还在逐年扩大。

地球是全人类的共同家园，地球的命运关系到全人类的共同命运，不断降低生态赤字是全人类实现可持续发展的共同责任。综观影响生态赤字的 5 大因素（图 4-8），未来中国的生态足迹更多地取决于消费水平和消费的生态足迹强度，生物承载力则取决于生态用地的规模与产出能力。

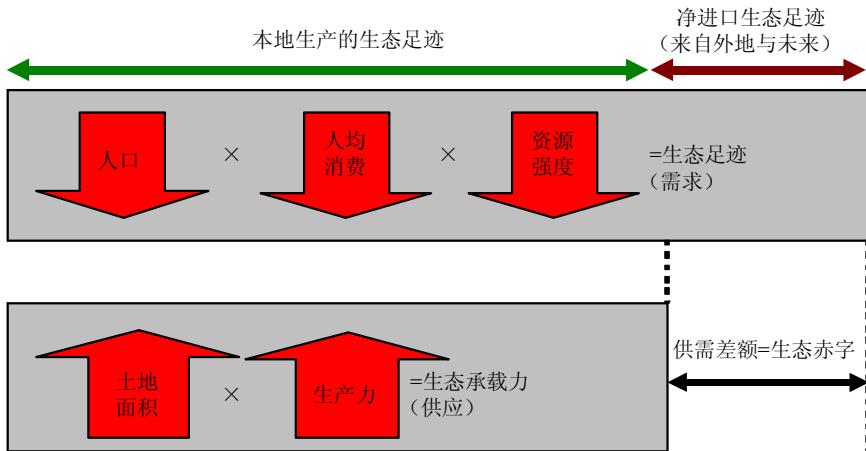


图 4-8 决定生态赤字幅度的 5 大因素

本报告分析表明，中国在过去近半个世纪中，实现了人类发展指数（HDI）的快速提高，到 2007 年接近高度发展的水平，人均收入提高了 50 多倍，而在同样时间段中人均生态足迹仅增加了大约 4 倍，中国刚刚突破可持续发展的全球人均生态承载力界限值（1.8 gha），比全球总体上突破这一界限的时间晚了 30 年。种种迹象预示：中国正处于可持续发展的转折点，从趋势来看，亦喜亦忧，令人欣慰的是 2005—2008 年与之前 5 年相比，中国 2/3 省份的人均生态足迹增长速度开始下降；依然令人担忧的是，中国人均生态足迹对城镇化水平、人均富裕水平呈现出明显依赖性，生态盈余省份与很多资源富裕省份还存在以生态退化为代价消耗生态资源的状况。当前，中国正在大力倡导和推进生态文明建设，面临的主要挑战是如何同时提高生物承载力，降低生态足迹，使发展与生态足迹增加脱钩。为此，基于本报告的分析内容，提出如下建议：

4.8.1 将生态足迹与生物承载力的对比关系作为衡量生态文明的指标之一

继农耕文明、工业文明之后，生态文明作为一个全新的文明形态，已成为中国未来发展的战略选择。减少生态足迹和提高生物承载力都是实现生态文明的重要途径。通过生态足迹需求与自然生态系统的承载力进行比较，即生态盈余或赤字，可以定量

反映一个国家或地区的人类活动与自然禀赋的和谐状况。建议将生态足迹与生物承载力的对比关系作为衡量生态文明的指标之一，并在此基础上，进一步建立生态足迹和生物承载力全国核算、监督体系，形成系统的核算账户，实时跟踪当地生态资源发展变化和利用情况，为制定产业政策和发展规划提供科学依据。

4.8.2 加强生态系统管理，提高生物承载力

中国的自然生态资源数量有限，培育与增强可依赖的生态基础，是中国增进国家生态安全与降低生态赤字的重要战略。总体做法是以生态用地为核心，保证生态用地的数量并多途径地提高土地、水域的生产力，促进生物承载力不断扩大与提高。因此，中国应继续强化生态系统管理，全面提高生物承载力，大力推升生态系统服务水平。

(1) 维持林地、草地等生态用地和生物承载力水平。要充分认识到中国是世界上人均生态资源最为稀缺的国家之一，现有自然生态系统的继续存在关系到未来千秋万代的生存与发展，建议政府继续实施积极而严格的土地利用政策，因地制宜实施生态建设与恢复、保育工程，增加生态用地规模，优化生态用地结构；对重要的生态服务孕育区、生物承载力净输出区进行适当的生态补偿；对存在不同程度生态退化的生态盈余区与一些生物承载力输出区，应采用自然恢复的方法来恢复已退化的生态系统，提高生态支持系统的资源供给与污染调节等服务能力。

(2) 多途径提高土地生产力，促进区域生物承载力提升。与其他国家不同，中国的生物承载力一直在提高，如近30年来，中国森林覆盖率有了较大提高，农牧产品与水产品产出规模不断增加，目前全球1/5谷物、1/2蔬菜与1/3肉产品产自中国。建议政府继续保持对农业、林业、畜牧业与渔业的投入与扶持，合理布局农业生产，发展精准、高效农业，促进立体化种植与养殖，在控制污染及富营养化的前提下，提高农业生产集约化与机械化生产水平，实施科学休耕与轮耕，促进农业剩余物如秸秆的再资源化利用，不断提高区域土地利用的生产力与健康质量。

4.8.3 将减少碳足迹作为减少生态赤字、实现生态文明的重要手段

鉴于生态足迹的增长主要由碳足迹快速增长所致，在中国现阶段经济快速增长过程中，减少社会经济发展的碳足迹是减少生态足迹的重中之重。

(1) 建立和推广低碳经济发展模式：按照生物承载力调整与优化区域产业结构，在生态盈余区加快生态经济化进程，在生态赤字区推动经济生态化进程；通过鼓励、限制与禁止的产业选择导向政策，引导生产者采用低碳节能、生态友好、资源节约、环境高效的生产模式；提高化石能源生命周期各个环节的利用与转化效率，提高新能源、生物质能源在能源结构中的比重，遏制碳足迹增长。对于那些人均生态足迹尚低、人均GDP30 000元以下、具有强烈发展需求的省份，重点引导投资、产业、消费模式转变，防止生态足迹过快增长。

(2) 坚持低碳化和生态化的城镇化发展方向：中国城镇化进程应坚持低碳化和生态化方向，合理规划、布局与管制城乡居住空间和交通模式，确立城乡发展的适度空间规模，遏制城镇盲目扩展，遏制居住空间求大、求阔的态势，同时适当促进农村集中居住与就地城镇化，提高城乡居所用地的生态效率，努力降低居住和交通的碳足迹。

(3) 引导和推广低碳消费方式：提倡和推行低碳与资源节约型消费方式，鼓励适度消费，并尽可能选择环境友好物品与服务，刺激生态产品市场的形成与发展；政府部门践行绿色采购、节能办公，为社会树立典范；提高基础设施的布局合理性与功能长效性，尽可能降低因重复建设、低质量建设等浪费行为产生的生态压力；针对区域发展与生态消费水平的差异，区别确立消费鼓励与调控的重点，对于那些人均生态足迹与人均GDP呈现明显正关联的省份，要重点引导消费模式转变，努力促进生态足迹减速增长甚至零增长。

4.8.4 更好地运用资源配置手段平衡生态赤字

正如我们在该报告中可随处看到的，生物承载力与水资源的分布无论在全球范围还是中国国内都不均衡，有时与人们的消费需求存在明显的空间错位。因气候、地理、资源禀赋等自然因素限制与经济社会因素影响，单靠本地资源通常无法完全满足本地所有消费需求。贸易作为辅助性手段在促进经济发展的同时也实现了生态资源流动，互通有无，促进生活水平提高。但无序的、单纯以经济利益为驱动的贸易流动可能造成生态资源因过度开发而削弱当地赖以生产的自然资本。所以，应特别关注隐含在产品国内贸易与国际贸易之中的生物承载力、虚拟水以及其他资源。

(1) 尝试制定促进生物承载力合理流动的国内贸易政策。中国有必要采取多样化的经济与行政调控手段，促进生态资源区域配置的经济效率与生态效率的不断提高，合理输出与跨区调用生物承载力与水资源。例如，加快税收体制改革，促进税收向能源资源税、二氧化碳等污染税转变，刺激企业节能减排与技术革新；制定促进生物承载力合理流动的贸易政策，避免从生态退化区输出生物质资源，严格管制与惩戒不计资源环境成本、单纯追求经济收益的贸易活动；有效实施生态补偿政策，对重要的生态服务孕育区、生物承载力净输出区进行适当的经济和发展机会补偿。

(2) 加强国际合作，推动生物承载力和生态足迹通过国际贸易合理流动。生态问题实际上是一个全球问题，全球贸易在很大程度上也反映了全球不同区域之间密切的生态依赖关系。重视国际贸易中不合理的生态输入和输出问题，减轻贸易对中国和其他国家的生态环境影响。通过国际合作，在对生态资源进行有效保护和提高生物承载力的前提下，促进生态资源的有效利用。

第5章 提高水生态系统服务功能的政策框架

5.1 中国水资源特点

中国水资源主要赋存于河流、湖泊、水库、沼泽等地表水生态系统与地下水生态系统中。中国河流生态系统主要有松花江、辽河、海河、黄河、淮河、长江、珠江等。中国淡水湖泊生态系统主要有太湖、鄱阳湖、洞庭湖、洪泽湖、巢湖、洪湖、南四湖、白洋淀、呼伦湖、长白山天池、镜泊湖、滇池、博斯腾湖等。

由于气候、地形等自然条件与人口众多等社会经济条件的影响，中国水资源呈现如下特点：

5.1.1 水资源总量较丰富，但人均、耕地亩均占有量少

中国多年平均降水总量为 60 854 亿 m^3 ，折合降水深 643 mm。多年平均水资源总量为 27 741 亿 m^3 ，居世界第 6 位，其中地表水资源量 26 691 亿 m^3 ，折合径流深 282 mm，地下水资源量 8 087 亿 m^3 。中国幅员辽阔，人口众多，人均水资源量 2 200 m^3 ，仅为世界平均水平的 1/4；耕地亩均水资源量 1 440 m^3 ，为世界平均水平的 60%。

5.1.2 水资源空间分布不均，与生产力布局不匹配

北方水资源贫乏，南方水资源丰富，且相差悬殊。北方 6 个水资源区（松花江区、辽河区、海河区、淮河区、黄河区、西北内陆河区）面积占全国水资源总面积的 63.5%，人口占全国总人口的 46.1%，GDP 占全国总 GDP 的 44.5%，耕地面积占全国耕地总面积的 60.5%，而水资源总量却只占全国水资源总量的 19.1%。南方 4 个水资源区（长江区、珠江区、东南诸区、西南诸区）面积占全国水资源总面积的 36.5%，人口占全国总人口的 53.9%，GDP 占全国总 GDP 的 55.5%，耕地面积占全国耕地总面积的 39.5%，而水资源总量却占全国水资源总量的 80.9%。中国水资源一级分区水资源总量见图 5-1。

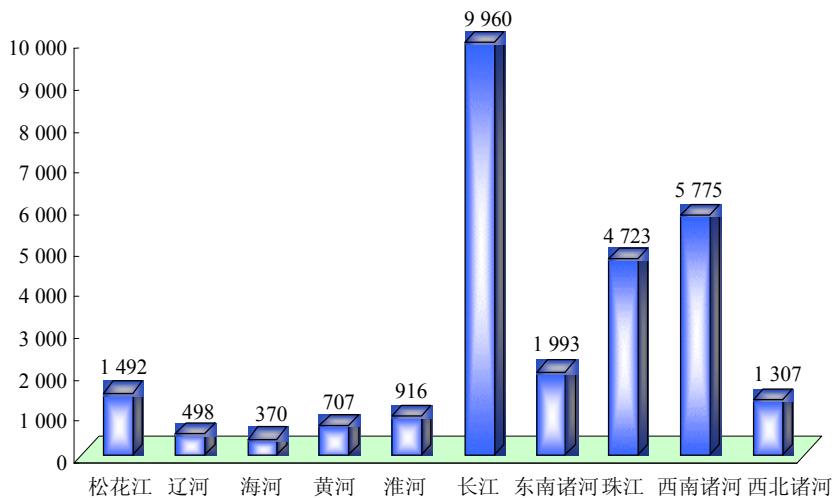


图 5-1 中国水资源一级分区水资源总量

5.1.3 水资源年内、年际分配不均，造成旱涝灾害频繁

受东南季风气候影响，中国降水量年内分配极为不均，大部分地区年内连续4个月降水量约占全年的70%，南方水资源区一般出现在4~7月，北方水资源区一般出现在6~9月。中国水资源年际变化大，七大江河普遍具有连续丰水或枯水年的周期性变化，丰水年与枯水年水资源量的比值南方水资源区为3.0~5.0，北方水资源区最大可达10.0。

水资源时间分配上的不均，造成北方水资源区干旱灾害和南方水资源区洪涝灾害频繁发生，也使南方水资源区常出现季节性干旱缺水。

5.1.4 河流泥沙含量高

中国的黄河是世界上泥沙含量最高的河流，多年平均泥沙含量达 35 kg/m^3 。此外，辽河的一级支流柳河等河流的泥沙含量也很高，这大大增加了河流生态系统服务功能提高的复杂性与水土流失治理的迫切性。

人多水少、水资源时空分布不均与生产力布局不相匹配，既是现阶段中国的突出水情，也是中国将要长期面临的基本国情。

中国以占世界9%的耕地、6%的水资源量养育了世界21%的人口，并保障了中国这个世界上最大的发展中国家经济社会的可持续发展。

5.2 中国提高水生态系统服务功能行动

20世纪90年代初以来，在可持续发展、人与自然和谐相处、科学发展观和生态文明等思想的指导下，针对水生态系统不合理开发和保护不力所造成的河流断流、水体污染、水土流失、湿地萎缩、地面沉降、海水入侵、植被退化、生物多样性降低等一系列水生态问题，中国开展了科学研究、水资源综合规划编制、工程实施和制度实施等多项提高水生态系统服务功能的行动。

5.2.1 科学研究行动

从20世纪90年代初到2005年，科技部、水利部和中国工程院等单位组织有关专家开展了多项有关河流、湖泊、植被和水土保持生态需水的课题研究，其中有代表性的研究为：“九五”国家重点科技攻关项目——“西北地区水资源合理开发利用与生态环境保持研究”之课题“西北地区水资源合理配置和承载能力研究”；“十五”国家重点科技攻关项目——“水安全保障技术研究”之课题“中国分区域生态用水标准研究”；中国工程院重大咨询项目——“中国可持续发展水资源战略研究”之课题“生态环境建设与水资源保护利用研究”；中国工程院重大咨询项目——“西北地区资源配置、生态环境建设和可持续发展战略研究”之课题“西北地区生态环境建设区域配置及生态环境需水量研究”等。这些研究在国外生态需水研究方法的基础上，提出了适合中国国情的较为完善的各类生态需水的计算方法，为科学编制水资源综合规划和实施提高水生态系统服务功能的工程提供了坚实的理论支撑。

5.2.2 水资源综合规划编制行动

2002年4月—2009年5月，由国家发展和改革委员会、水利部牵头，会同国土资源部、环境保护部、住房和城乡建设部、农业部、国家林业局、中国气象局等有关部门，在全国范围内组织开展了水资源综合规划编制工作。在全国、七大流域、省（直辖市、自治区）级行政区域三个层面分别提出了各自范围内的水资源综合规划成果。其中，全国层面的水资源综合规划制定了松花江、辽河、海河、黄河、淮河、长江、珠江等河流主要断面生态环境用水量的控制性指标，为今后一个时期提高我国河流生态系统服务功能提供了重要依据。

5.2.3 工程实施行动

1998年大水后，在洞庭湖、鄱阳湖区开展了大规模的“平垸行洪、退田还湖和移民建镇”，恢复长江流域水面2900km²，增加蓄洪容积130亿m³，实现了千百年来从围湖造田、与湖争地到大规模退田还湖的历史性转变；从1999年开始，通过黄河水资

源统一调度，使黄河连续 10 年不断流。从 2001—2009 年，通过小浪底水库的合理调度运用，黄河共进行了 9 次调水调沙，使下游的主河槽得到了全线冲刷，将 5.75 亿 t 泥沙送入大海，其中冲刷掉下游主河槽的总沙量达 3.56 亿 t，显著提高了河槽过流能力；对黑河、塔里木河等生态脆弱河流进行综合治理并加强水资源的统一管理和调度，使黑河下游东居延海连续 5 年不干涸和塔里木河下游生态逐年恢复；实施扎龙湿地、南四湖、向海湿地、白洋淀等重要缺水湿地的生态应急补水工程，使湿地生态环境得到显著改善；连续 8 年实施“引江济太”，将 147 亿 m³ 长江水调入太湖，改善水体水质，减轻水污染损失；自 2005 年以来，开展了广西桂林市、湖北武汉市、江苏无锡市、山东莱州市和浙江丽水市、河北邢台市、陕西西安市等 14 个城市水生态系统保护与修复试点，并取得明显成效；为有效保护受三峡工程影响的白暨豚、白鲟、中华鲟、长江鲟、江豚、胭脂鱼等 6 种珍稀水生动物，自 1992 年以来，在宜昌、长江口等地区陆续建设了 5 个珍稀水生动物自然保护区；为了保护中华鲟，中国开展了中华鲟人工繁殖放流行动，从 1984—2009 年，累计向长江、珠江放流中华鲟鱼苗 500 多万尾；先后启动实施了黄河中游、长江上游、黄土高原淤地坝、京津风沙源、东北黑土区和岩溶地区石漠化治理等一批国家水土流失重点防治工程，累计治理水土流失面积 101.6 万 km²，年均减少土壤侵蚀量达 15 亿 t 以上，增加蓄水能力 250 多亿 m³，全国水土流失面积呈下降趋势；完成了全国地下水功能区划和超采区划定，以南水北调水源区、饮用水水源地、地下水严重超采区为重点区域的水资源保护不断加强，通过关井、限采、回补等措施，遏制了部分地区地下水位持续下降的趋势^①。这些工程行动为逐渐提高全国水生态系统服务功能起到了重要的示范辐射作用。

5.2.4 制度实施行动

依照《环境保护法》、《水法》和《水土保持法》的要求，中国全面实施了建设项目环境影响评价制度、水资源论证制度和水土保持方案编制制度，从源头上使城市建设和工业布局充分考虑水资源条件和承载能力，充分考虑建设项目对生态环境的影响；实施生态用水和河道基流保障制度；实行最严格的水资源管理制度，划定水资源管理“三条红线”，即明确水资源开发利用“红线”，严格实行用水总量控制。明确水功能区限制纳污“红线”，严格控制入河排污总量。明确用水效率控制“红线”，坚决遏制用水浪费。这些制度实施行动为逐渐提高全国水生态系统服务功能提供了保障。

中国通过实施上述一系列提高水生态系统服务功能的行动，使局部地区水生态系统得到保护、改善和修复，但全国水生态系统失衡的总体态势尚未根本扭转。

^① 陈雷. 在水利部庆祝新中国成立 60 周年大会上的讲话. 中国水利, 2009 (18) : 21-30.

5.3 水生态系统服务功能分析

水生态系统服务功能是指水生态系统及其生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的生态环境条件与效用，包括社会经济服务功能与自然生态服务功能两个方面^{①②}。

5.3.1 社会经济服务功能

水生态系统社会经济服务功能主要包括供水、水产品生产、水力发电、内陆航运、休闲娱乐和文化美学等6项。

(1) 供水

河流、湖泊和地下水生态系统是淡水贮存和保持的最主要场所，供水是其最基本的服务功能。人类生存所需要的淡水资源主要来自河流、湖泊和地下水生态系统。根据水体的不同水质状况，被用于生活饮用、工业用水、农业灌溉和城市生态环境用水等方面。

(2) 水产品生产

水生态系统最显著的特征之一是具有水生生物生产力。水生态系统中，自养生物（高等植物和藻类等）通过光合作用，将CO₂、水和无机盐等合成为有机物质，并把太阳能转化为化学能，贮存在有机物质中；异养生物对初级生产的物质进行取食加工和再生产，进而形成次级生产。水生态系统通过这些初级生产和次级生产，生产丰富的水生植物和水生动物产品，为人类的生产、生活提供原材料和食品，为动物提供饲料。

(3) 水力发电

河流因地形地貌的落差产生并储蓄了丰富的势能。水能是目前世界公认的最具备规模发展的清洁可再生能源，而水力发电是该能源的有效转换形式。目前水电提供了全世界20%的电力，有24个国家依靠水电为其提供90%以上的能源，有55个国家依靠水电为其提供40%以上的能源。中国已建水电装机容量达到1172亿kW，居世界第一位，年发电量将近6000亿kW·h，占全国总发电装机的20%、总发电量的15%左右。

(4) 内陆航运

河流生态系统承担着重要的运输功能。与铁路、公路、航空等其他运输方式相比，内陆航运具有成本低效益高、能耗低污染轻、运输量大等优点。因此，人类在主要利用自然河流发展内陆航运的同时，还修建人工运河，如中国的京杭大运河。河流生态系统内陆航运功能的开发利用对节约土地资源，减少环境污染，促进区域经济社会可

① 李文华，张彪，谢高地. 中国生态系统服务研究的回顾与展望. 自然资源学报, 2009, 24 (1) : 1-10.

② 欧阳志云，孟庆义，马冬春. 北京水生态服务功能与水管理. 北京水务, 2010 (1) : 9-11.

持续发展具有重要意义。

截至 2008 年底，全国内河航道通航里程 12.3 万 km，主要分布在长江、珠江、淮河和黑龙江 4 大水系，涉及 23 个省、自治区、直辖市，其中长江干线航道的年运输量超过 11 亿 t，相当于 16 条京广铁路的运量。内河等级航道里程 6.1 万 km，约占总通航里程的 50%。其中，可通航 1 000 吨级船舶以上航道 8 800 km，占总通航里程的 7%；全国通航 300 吨级船舶以上的航道 2.46 万 km，占总通航里程的 20%。但我国航道等级仍然偏低，四级以上的高等级航道仅占总里程的 11.3%，航道的通过能力还需要提高。

(5) 休闲娱乐

在同一个流域内，河流、湖泊、沼泽等既相互独立，又相互联系。河流纵向上游森林、草地景观和下游湖泊、滩地、沼泽景观相结合，使其景观多样性明显；横向高地—河岸—河面—水体镶嵌格局使其景观特异性显著，且流水与河岸、鱼鸟与林草的动与静对照呼应，构成河流景观的和谐与统一。水生态系统的这些独特景观为人类休闲娱乐，感受大自然提供了重要的活动场所。2001 年至今，水利部已批准设立水库型、湿地型、自然河湖型、城市河湖型、灌区型、水土保持型等各类国家级水利风景名胜区 370 处。

(6) 文化美学

文化美学功能是指水生态系统对人类精神生活的作用，带给人类的文化、美学、教育和科研价值等。不同的水生态系统，尤其是不同的河流生态系统孕育了不同的地域文化和宗教艺术，同时水生态系统还孕育了多种多样的民风民俗和性格特征，由此也直接影响着科学教育的发展和文明水平等。如尼罗河孕育了埃及文明，幼发拉底河和底格里斯河孕育了古巴比伦文明，黄河和长江孕育了中华文明等。

5.3.2 自然生态服务功能

水生态系统自然生态服务功能主要包括调蓄洪水、生物多样性维护、净化环境、物质输移和气候调节等 5 项。

(1) 调蓄洪水

湖泊、沼泽等湿地具有蓄洪能力，对河川径流起到重要的调节作用，可以削减洪峰、滞后洪水过程，从而均化洪水，减少洪水造成的经济损失。

(2) 生物多样性维护

水是生命之源。河流、湖泊、沼泽、洪泛区等多种多样的环境，不仅为各类生物物种提供繁衍生息的场所，还为生物进化及生物多样性的产生与形成提供了条件，同时也为天然优良物种的种质保护及其经济性状的改良提供了基因库。一些水生态系统是野生动物栖息、繁衍、迁徙和越冬的基地，另一些水生态系统是珍稀濒危水禽的中转停歇站，还有一些水生态系统养育了许多珍稀的两栖类和鱼类特有物种。

(3) 净化环境

水提供或维持了良好的污染物质物理化学代谢环境，提高了区域环境的净化能力；水体中生物从周围环境吸收的化学物质，形成了污染物的迁移、转化、分散、富集过程，污染物的形态、化学组成和性质随之发生一系列变化，最终达到净化作用；另外，进入水体生态系统的许多污染物质吸附在沉积物的表面，而沼泽和洪泛平原缓慢的水流速度有助于悬浮物的沉积，污染物（如重金属）黏结在悬浮颗粒上并沉积下来，实现污染物的固定和缓慢转化。

水体通过水面蒸发和植物蒸腾作用可以增加区域空气湿度，有利于空气中污染物质的去除，从而使空气得到净化。例如，湿度增加能够大大缩短 SO₂ 在空气中的存留时间，能够加速空气中颗粒物的沉降过程，促进空气中多种污染物的分解转化，等等。

(4) 物质输移

河流具有输沙、输送营养物质、淤积造陆等一系列的生态服务功能。河水流动中，能冲刷河床上的泥沙，达到疏通河道的作用，河流水量减少将导致泥沙沉积、河床抬高、湖泊变浅，使调蓄洪水和行洪能力大大降低；河流携带并输送大量营养物质如碳、氮、磷等，是全球生物地球化学循环的重要环节，也是海洋生态系统营养物质的主要来源，对维系近海生态系统高的生产力起着关键的作用；河流携带的泥沙在入海口处沉降淤积，不断形成新的陆地，一方面增加了土地面积，另一方面也可以保护海岸带免受风浪侵蚀。相关研究表明，中国主要入海河流年总输沙量约为 3.35×10⁸ t（见表 5-1）。

表 5-1 中国主要入海河流输沙量

单位：亿 t

海洋	渤海				黄海	东海				南海	
	河流	辽河	滦河	海河	黄河	淮河	长江	钱塘江	瓯江	闽江	珠江
输沙量	0.123	0.190	0.001 3	0.771	0.093	1.30	0.02	0.025	0.060 1	0.753	0.017 9

(5) 气候调节

水体的绿色植物和藻类通过光合作用固定大气中的 CO₂，将生成的有机物质贮存在自身组织中；同时，泥炭沼泽累积并贮存大量的碳作为土壤有机质，在一定程度上起到了固定并持有碳的作用，因此水生态系统对全球 CO₂ 浓度升高具有巨大的缓冲作用。此外，水生态系统对稳定区域气候、调节局部气候有显著作用，它能够提高湿度、诱发降雨，对温度、降水和气流产生影响，可以缓冲极端气候对人类的不利影响。

水的生态服务功能依赖于水支持的生态系统本身的结构和生态特征，最根本是受水体自然属性特征要素的影响，这些要素包括水量、水质、水深、流速和水温等因素。水质和水量是最受关注的直观影响因子，也是人类对水生态系统干扰最为显著的指标体现。通常可采用水量和水质作为评价淡水的生态服务功能的主要影响因子（见表 5-2）。

表 5-2 流量、水质变化的生态响应

水文要素	变化	生态响应
流量规模和频率	流量变化频繁，变化幅度大	敏感物种丧失；藻类增加，有机物质被冲走；生命周期被打乱；能量流被改变
	流量稳定	输送到河漫滩植物的水分变小，种子不能有效扩散
季节性洪峰后	由洪峰流量开始逐渐变小	鱼类受到干扰，如产卵、孵卵、迁徙；水生植物网结构改变；植被生长缓慢
低流量	低流量时间延长	地貌形态发生改变；水生有机物聚集；水生多样性降低；河岸植被覆盖率减少、物种变化
	淹没时间延长	植被类型变化、水生植物生长的浅滩丧失
水质	变坏	水体富营养化，鱼类大面积死亡
	良好	水体清澈，光照好，生态系统生物多样性高

河流、湖泊、湿地和地下水系统的生态服务功能（见表 5-3）。

表 5-3 水生态系统生态服务功能及其价值评价指标体系

服务功能 类型	调蓄洪水	河流输沙	净化环境	碳固定	生物多样性维持
河流	√	√	√	—	√
湖泊	√	—	√	—	√
沼泽	√	—	√	√	√
地下水	√	—	—	—	√

注：“√”表示具备该类生态功能；“—”表示不具备该类生态功能。

5.4 中国主要水生态系统现状与演变

我国地形覆盖世界最雄峻的高山和高原，濒临世界最渊深和广大的海洋，其间孕育的水生态系统复杂多样，包括悠长的河流、星罗棋布的湖泊湿地以及广大依赖水源而存在的各类陆域生态系统。历史上，我国的水生态系统功能完善，调节缓冲弹性极大，在多次全球性灾难和群体性生物灭绝中，庇护了大批发源于远古时代的珍稀物种，包括大熊猫、水杉等。20世纪 70 年代以来，在气候变化和人类活动的双重影响下，我国自然水生态系统完整性遭到深度破坏，出现规模萎缩，结构单一，质量下降，整体功能下降的深度异化，生物多样性在一些人类活动密集区几近消失。

5.4.1 河流

我国河流众多，面积超过 100 km^2 的河流有5万多条。据对全国主要江河近600个代表性河流控制水文站资料分析，有76%测站的径流过程不同程度地受到人类取用水等活动的影响，实测径流量与天然径流量相比明显减小，河流水文情势变化显著，其中以北方地区更为突出，北方大部分河流测站20世纪80年代以后的比例明显低于80年代以前的比例。黄河、淮河、海河和辽河区1980—2000年系列多年平均实测径流量占天然径流量的比例一般为50%~80%，部分河流（段）为20%~60%，个别河流（段）仅为10%，有的河段甚至常年干涸。如将多年平均天然年径流量的10%作为维持河流最基本生态功能的标准，当河道内实际径流量小于该标准时，河流生态系统主要功能将受到严重影响，河槽萎缩，河滩裸露，河流明显出现“干化”现象。根据20世纪60年代至90年代实测月径流量资料，黄河、淮河和海河区的主要河流“干化”月数总体呈明显增加趋势（见表5-4）。

表5-4 黄淮海水资源一级区典型河流不同年代“干化”情况

水资源一级区	河名	控制站	“干化”月数			
			1961—1970年	1971—1980年	1981—1990年	1991—2000年
海河区	滦河	滦县	0	1	24	34
	滹沱河	黄壁庄	15	40	68	64
	唐河	西大洋	19	33	35	43
黄河区	黄河	利津	4	13	19	56
	汾河	河津	1	26	27	58
淮河区	沂河	临沂	26	29	63	38
	颍河	阜阳	13	35	16	54

根据1956—2000年资料分析，全国入海总水量年际变化不大，但南北方差异显著。黄河、淮河、海河、辽河4个水资源一级区，随着水资源开发利用程度的提高，20世纪50年代以来入海水量呈减少趋势（见图5-2），其中黄河区和海河区入海水量减小趋势尤为明显，各年代入海水量占本区地表水资源量的比例从20世纪50年代的70%下降到90年代的不足30%，海河流域入海水量年际变化见图5-3。

5.4.2 湖泊

我国湖泊众多，2000年全国有面积 1 km^2 以上的天然湖泊2941个，总面积8.5万 km^2 ，主要分布在青藏高原、东部平原和蒙新高原等湖区，西北诸河区和长江区湖泊面积分别占湖泊总面积的60%和20%。全国面积 500 km^2 以上的大型湖泊和特大型湖泊

27个，面积约占3.6万km²。全国湖泊分级情况见表5-5。

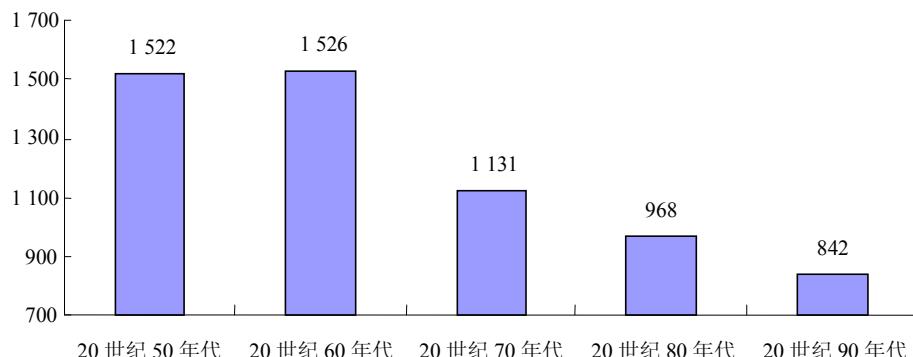


图 5-2 北方地区入海水量变化

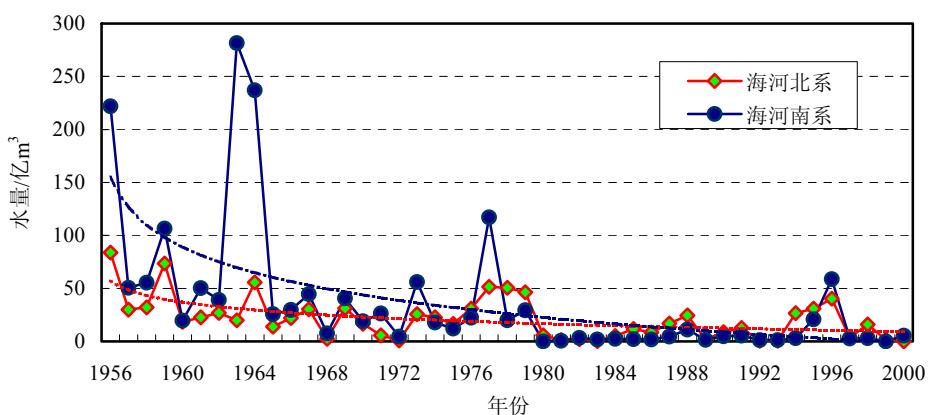


图 5-3 海河流域入海水量年际变化

表 5-5 全国湖泊分级情况

分级面积/km ²	个数	面积/万 km ²	储水量/亿 m ³	备注
$F^{\textcircled{1}} \geq 500$	27	3.90	3 620	储水量为与湖泊多年平均水位 相应的湖泊储水量； 储水量总计数为面积在 10 km ² 以上湖泊的储水量总和
$100 \leq F < 500$	106	2.22	2 534	
$10 \leq F < 100$	504	1.65	1 268	
$1 \leq F < 10$	2 304	0.69	—	
总计	2 941	8.46	7 422	

注：①F表示湖泊面积。

20世纪50年代以来，我国湖泊萎缩趋势比较明显。与50年代相比，2000年湖泊面积减少了14 767 km²，约占50年代湖泊面积的14%。全国面积大于10 km²的湖泊中有229个湖泊发生萎缩，面积减少13 776 km²，其中干涸湖泊89个，干涸面积4 289 km²，其中淡水湖泊萎缩面积占萎缩总面积的82%，咸水湖和盐湖萎缩面积分别占12%和6%。全国面积大于10 km²的湖泊萎缩情况见表5-6。

表5-6 全国面积大于10 km²的湖泊萎缩情况

水资源 一级区	湖泊萎缩个数		湖泊减少面积			湖泊储水减少量 ^①	
	萎缩个数/个		占全国 比例/ %	减少面积/km ²		占全国 比例/ %	储水减少量/ 亿 m ³
	总个数	其中 干涸湖泊		总面积	其中 干涸面积		
松花江区	16	7	7.0	184	123	1.3	1.6
辽河区	3	3	1.3	69	69	0.5	—
海河区	5	—	2.2	1 013	—	7.4	10.2
黄河区	11	—	4.8	602	—	4.4	18.1
淮河区	10	3	4.4	816	113	5.9	11.1
长江区	139	60	60.7	7 387	1 466	53.6	283.9
珠江区	4	—	1.7	35	—	0.3	1.9
西北诸河区	41	16	17.9	3 670	2 518	26.6	189.8
全国	229	89	100	13 776	4 289	100	516.6
							100

注：湖泊储水减少量中不包括干涸湖泊部分的水量。

5.4.3 沼泽湿地

1995—2000年我国首次进行的湿地调查结果表明，全国现有沼泽湿地2 895个，面积1 370.03万hm²。沼泽湿地在全国各省（自治区、直辖市）均有分布，但是在寒温带、温带湿润地区，沼泽湿地分布比较集中。大小兴安岭、长白山地、三江平原、辽河三角洲、青藏高原的南部和其东部的若尔盖高原、长江与黄河的河源区，河湖泛洪区，入海河流三角洲及沙质或淤泥质海岸地带沼泽湿地十分发育。

三江平原是我国平原区沼泽湿地集中分布区，20世纪50年代初期有沼泽湿地534.5万hm²，占三江平原地区平原总面积的80.2%。但由于长期农业过度开垦，沼泽湿地面积已由20世纪50年代初期的534.5万hm²下降到2000年的134.9万hm²，减少了74.76%，到2008年下降为100万hm²，减少了81.29%。

随着沼泽湿地面积的减小，其生态服务功能明显下降，生物多样性降低，生态系统遭到破坏。

5.4.4 地下水系统

从1980—2008年，全国浅层地下水开采量从557亿m³增加到1 081亿m³，其中北方地区增加量占总增加量的90%。许多地区的开采量超过了地下水可开采量，导致地下水水位持续下降，形成区域性的地下水超采区并引发一系列环境地质问题。地下水超采区主要分布在北方平原地区。2000年海河平原地下水超采区面积约10万km²，占海河区平原面积的91%，占全国超采区总面积的55%。水资源一级区地下水超采情况见表5-7。

表5-7 水资源一级区地下水超采情况

水资源一级区	2000年超采区面积/km ²		2000年超采量/亿m ³	多年累计超采量/亿m ³	备注
	总面积	其中严重超采区			
松花江区	6 374	2 377	1.6	29.3	海河流域合计中 扣除了浅层地下水与深层承压水 超采区重叠面积 14 890 km ² ，严重 区重叠面积 11 000 km ²
辽河区	3 790	1 304	2.3	68.1	
海河区	102 353	41 528	61.6	975.3	
黄河区	10 140	4 213	11.3	170.4	
淮河区	26 719	10 610	8.4	126.3	
长江区	17 940	7 380	3.2	58.1	
东南诸河区	1 584	444	0.3	1.2	
珠江区	2 134	635	0.3	10.6	
西北诸河区	14 424	4 835	10.6	92.1	
全国	185 457	73 325	99.6	1 531.3	

数据来源：《全国水资源综合规划》。

5.5 中国水生态系统服务功能变化分析

伴随着水生态系统的演变，其生态服务功能也发生变化。总体来看，中国水生态系统的社会经济服务功能大大增强，而自然生态服务功能退化明显，主要表现为：

5.5.1 调蓄洪水能力下降

中国主要湖泊的容积减小，湿地萎缩，导致水系统的自然调蓄能力下降，如洞庭湖在近50年时间里由于围垦失去45%，面积减小，调蓄能力随之减小，出湖流量增加，导致长江中下游地区近几十年来洪水位不断抬升；三江平原湿地由于农田开垦也大量消失，水生态系统调蓄洪水和涵养水源的功能急剧下降。

5.5.2 物质输移能力降低

库坝的建设和河道外取水量的增加，水量和动力条件发生变化，致使河流输移能力减弱，不仅导致营养盐和泥沙在河道内累积，库湾出现富营养化，同时对维系近海生态系统高的生产力造成了一定的影响。如海河流域内 12 个主要入海河口都存在淤积问题，河口淤积总量达 9 500 万 m³，泄洪能力大为降低。同时各河口相继建闸拒咸蓄淡，鱼类洄游线路被切断，使流域生态系统由开放型逐渐向封闭式和内陆式方向转化，河口生态遭到根本性破坏，河流生物物种转向低级化。

5.5.3 水质净化功能逐渐减弱

河道外大量引水和水利水电工程的建设，使得河道内水体自净能力下降，加上入河排污量的增加，导致我国水体污染状况突出。根据 2009 年《中国环境状况公报》，中国七大水系有机污染普遍，各流域干流只有 57% 的断面满足三类水质的要求，黄河、辽河、海河为中度至重度污染。此外，中国主要湖泊富营养化问题突出。26 个国控重点湖泊（水库）中，V 类和劣 V 类的 14 个，占 53.8%，主要污染指标为总氮和总磷。

5.5.4 提供栖息地的服务功能下降

河流、湖泊、湿地为许多生物提供着栖息地，河湖和湿地的萎缩导致提供栖息地功能下降。如湿地复杂多样的植物群落，为野生动物尤其是一些珍稀或濒危野生动物提供了良好的栖息地，是鸟类、两栖类动物的繁殖、栖息、迁徙、越冬的场所。最新研究成果表明，近 20 年间我国湿地总面积减少了 11.46%，由 1990 年的 36.6 万 km² 减少到 2008 年的 32.4 万 km²，且当前的湿地面积中，只有 21 万余 km² 是相对恒定的，其余多为冰川积雪和冻土融化等形成的临时湿地，许多原生和迁徙生物栖息地遭到破坏。

5.5.5 生物多样性降低

水生态系统的退化和水环境的污染使许多生物的生境丧失、片断化和退化，从而使生物多样性降低。有关研究表明，我国各类生物物种受威胁的比例普遍在 20%~40%，特别是植物的受威胁物种比例远远超出了过去的估计，高等植物中有 4 000~5 000 种受到威胁，占总种数的 15%~20%，其中水生态系统退化是其中重要的影响因素。

5.6 中国水生态系统服务功能退化的主要原因

中国水系统及其自然生态服务功能退化的原因除了自然水文波动、全球气候变化

以外，主要的原因包括以下五方面：

5.6.1 经济社会取耗水量快速增长，挤占生态和环境用水

中国解放初期全国供水量约为1 000亿m³，到1980年增长至4 000亿m³，期间主要是农业用水增长；到2008年全国的供水量已经超过5 900亿m³，期间主要是城市生活和工业用水增长（见图5-4）。河道外取用水量的快速增长导致河道内生态环境用水量减少，特别是北方地区，甚至最基本的生态用水也得不到保障，从而造成水生态系统退化。

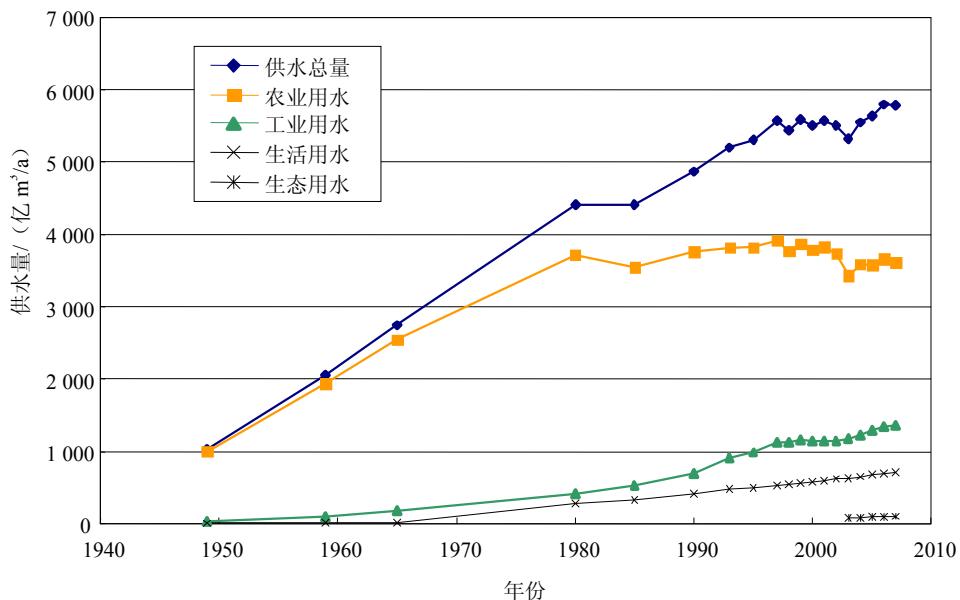


图 5-4 新中国成立以来我国供水系统供水量变化过程

5.6.2 土地利用变化导致自然水生态系统空间萎缩

随着新中国成立初期的农业化以及80年代后期城镇化和工业化进程的推进，经济社会用地需求大规模攀升，一些地区围垦造田，围湖造地，一些天然湖泊、湿地和沼泽被农田、建设用地取代，造成水生态系统空间压缩或是形态破碎化，造成水系统及其生态服务功能退化。据调查，中国所发生萎缩的湖泊中，由于泥沙淤积和围湖造田等原因减少的湖泊面积约占萎缩总面积的2/3。

5.6.3 水域资源的不合理开发，影响了自然水生态系统功能的实现

河流、湖泊等水生态系统资源丰富，一些地区在经济利益的驱使下，对水域的其

他资源进行不合理开发，造成水生态系统服务功能退化，最突出的是河道采砂和湖泊养殖。如无序的河道采砂导致河床过度下切，直接破坏河流生态系统的生境，改变河道形态，降低河道涵养水源的能力，对河流生态系统造成严重破坏。

5.6.4 入河排污量超出了水环境容量

2008 年中国工业和城镇生活废污水排放量达到 758 亿 t，许多地区入河排污量严重超过其水体自净能力，造成水体环境污染，水生态环境服务功能退化。比如太湖流域多年平均产水量 177 亿 m³，而 2005 年取用水量却高达 355 亿 m³，居民生活和第二、第三产业废污水排放量超过 60 亿 m³，污染物排放量超出了水环境承载能力，导致水质在循环过程中不断劣变。

5.6.5 水利水电工程建设带来不利的生态环境影响

目前我国建有水库 8.6 万多座，总库容近 7 000 亿 m³，建成各类水闸 4.4 万座，水电装机容量超过 1.7 亿 kW。各类水利水电工程在发挥防洪、灌溉、供水、发电的同时，必然会对自然生态环境造成不利的影响，如河流拦截、水力学特征和生境改变等。

5.7 中国库坝建设对河流生态系统服务功能的影响

5.7.1 对河流生态系统社会经济服务功能的影响

到 2008 年底，中国建成各类水库 8.6 万座，其中坝高大于 30 m 的大坝有 4 860 余座，这些水库和大坝在帮助中国人民摆脱贫困和促进水生态系统社会经济服务功能中发挥了巨大的、不可替代的作用。进入 21 世纪，库坝在我国经济社会可持续发展进程中仍然具有极其重要的战略地位^①。

(1) 提高供水能力，保障供水安全

中国气候和地形的特点决定了仅仅依靠河流生态系统的自然调蓄不能有效解决国家的供水问题。在河流上筑坝后，提高了河流生态系统的供水能力，扩大了灌溉面积，弥补了水资源区域分布不均衡（调水）和河流流量季节性变化的缺点，保持了河流生态系统供水的稳定性。

目前，全国建成了各类水库 8.6 万多座，水库总库容达到 6 924 亿 m³，配合引水工程、提水工程、调水工程、地下水工程等，使得全国总供水量达到 5 910 亿 m³，基本满足了中国经济社会发展的需求。中国是一个 13 亿人口大国，粮食安全基本依靠

^① 矫勇. 大坝水库与和谐发展——中国的探索与实践. 中国水利, 2009 (12) : 1-3.

灌溉农业，每年能够灌溉的耕地面积为 5 847 万 hm^2 ，占耕地总面积的 48.0%，每年还有 6 334 万 hm^2 耕地得不到灌溉，其中每年约有 2 000 万 hm^2 耕地受旱。中国目前正在加速其城市化和工业化进程，全国有 400 多座城市缺水，预计到 2030 年我国人口达到 15 亿高峰时，水资源供需矛盾将进一步加剧。因此，建设大坝，增加河流供水能力，是保障饮水安全、粮食安全、满足城乡经济社会发展的重要保证。

（2）减少天然水产品提供，增加人工水产品提供

水库富营养化将滋生一些劣质藻类等水生植物，影响饲料提供；河床、河道、河口等的变化，河流中下游湿地、沼泽、洪泛区等的萎缩，再加上大坝的分隔作用，影响了鱼类、两栖动物、软体动物、昆虫、水禽以及其他滨河生命形式的栖息、产卵、繁殖、生长，从而减少了天然水产品的提供；但是，修筑大坝形成水库，扩大了水域面积，为发展水产养殖业提供了广阔的空间，同时也促进了水鸟等野生物种的生存和发展，这增加了人工水产品的提供。

（3）水力发电，保障能源安全

水电是世界上能够进行大规模商业开发的第一大清洁能源。随着世界能源消费需求的持续增长和全球气候变化影响的日益加剧，世界各国都把开发水电作为能源发展的优先领域，作为应对气候变化、实现可持续发展的共同选择。目前，水力发电满足了全世界约 20% 的电力需求，有 55 个国家一半以上的电力由水电提供，其中 24 个国家这一比重超过 90%。

我国石油紧缺，能源以煤炭为主，但是过度地依赖煤炭必将引发 CO_2 过量排放等问题。因此，中国需要大力发展战略性新兴产业，包括水能、风能、太阳能和生物质能等。我国的水能资源总量居世界首位，理论蕴藏量 6.89 亿 kW ，技术可开发量 5.42 亿 kW ，是仅次于煤炭的常规能源。目前我国已经开发的水能资源为 1.72 亿 kW ，居世界第一位，但水能资源开发程度仅为 31%，而发达国家水能资源的平均开发程度已达 65% 以上，其中美国 82%，日本 84%，加拿大 65%，德国 73%，法国、挪威、瑞士也均在 80% 以上。与发达国家相比，我国的水能资源具有很大的发展潜力。

当前和今后一个时期，是我国全面建设小康社会、加快推进现代化的关键时期，经济社会发展对电力的需求保持稳定增长的态势。水电作为优质清洁的可再生能源，将在国家能源安全战略中占据更加重要的地位。建设库坝，开发水能资源符合国际能源发展的大趋势，对促进低碳经济发展具有不可替代的重要作用。

（4）抬高水位，增强内陆航运能力

修建水坝，抬高了河流水位，扩宽了河流面积，增强了河流的航运能力。如长江三峡大坝可使万吨船队从重庆直达武汉和上海，使武汉至重庆的单向下水通过能力达 1 亿 t ，使长江航道运输成本比目前降低 35% 以上，使长江干流和主要支流的航运事业进一步发展。

(5) 对休闲娱乐和文化美学有正负两方面影响

在河流上修建水坝、形成库区，将对河流生态系统的生态环境产生破坏，影响了休闲娱乐和文化美学；但是，大坝的雄伟气魄，再加上广阔的水域面积，又给人们带来了新的休闲娱乐方式和新的美感，同时也将逐渐形成新的文化。目前，中国已建立水库型国家级水利风景区 60 余处。

5.7.2 对河流生态系统自然生态服务功能的影响

大坝与水库建设对河流生态系统自然生态服务功能的影响表现为有利和不利两个方面。其中，有利影响主要有提高调蓄洪水能力、减少温室气体排放与改善区域小气候，不利影响主要为破坏水生生物生境、降低生物多样性、阻隔洄游性鱼类通道和改变河道泥沙冲淤平衡等^{①②}。

(1) 提高调蓄洪水能力，保障防洪安全

中国河流众多，受东南亚洲季风气候的影响，中国历来是一个洪涝灾害频发的国家。20世纪初以来，全国共发生较大洪水灾害 60 余次，平均不到 2 年发生 1 次。我国的洪水主要是过度集中的降雨造成的，加上河流中下游两岸人口密集、城镇化水平高、工农业发达，一旦洪水形成灾害，损失往往是巨大的。新中国成立以来，大规模的防洪工程建设，包括库坝建设，使洪水造成的人员死亡大幅度减少，但是经济损失随着经济总量的增长而增加。根据统计分析，1990 年以来，全国平均每年的洪涝灾害损失在 1 100 亿元左右。由于许多河道本身安全泄洪能力有限，减轻洪水灾害，保护人民的生命财产，必须依靠水库、堤防、分滞洪区等组成的防洪体系来抗御洪水，特别是具有较大调蓄能力的防洪水库。例如长江三峡工程的防洪库容达 221.5 亿 m³，可使江汉平原的防洪标准从 10 年一遇提高到 100 年一遇。到 2008 年底，全国已建成各类水库 8.6 万多座，水库总库容达到 6 924 亿 m³，配合堤防等防洪工程，使得中国大江大河主要河段基本具备了防御新中国成立以来发生最大洪水的能力，中小河流具备了防御一般洪水的能力。但是，与发达国家相比，中国水库和大坝对径流的控制程度仍是较低的，中国为 21.6%，而美国、俄罗斯分别为 33.7% 和 27.0%。

(2) 替代燃煤发电，减少温室气体排放

建设大坝，开发利用水能资源，可替代燃煤发电，减少 CO₂、SO₂ 等温室气体排放，减少空气污染，降低温室效应。目前，我国水电装机容量 1.72 亿 kW，根据国家可再生能源中长期发展规划，到 2020 年全国水电装机容量将达到 3 亿 kW，年发电量将达到 9 825 亿 kW·h，水力发电相当于每年减少标准煤用量 3.26 亿 t，可减少 CO₂ 排放 8.2 亿 t，减少 SO₂ 排放 570 万 t，减少 NO₂ 排放 252 万 t，减少烟尘排放 227 万 t，对减少温室效应，保障环境安全将起到重要作用。

^① 彭辉, 刘德富. 大坝对河流服务功能影响的价值评估方法. 华中科技大学学报(自然科学版), 2010, 38(1): 125-128.

^② 肖建红, 施国庆, 毛春梅, 等. 河流生态系统服务功能及水坝对其影响. 生态学, 2006, 25(8): 969-973.

就三峡工程而言，三峡工程总装机容量 1 820 万 kW，年发电量 847 亿 kW·h，位居世界第一。相当于每年减少燃烧原煤 5 000 万 t，每年可减少 CO₂ 排放 1 000 万 t，减少 SO₂ 排放 200 万 t，减少 CO 排放 1 万 t，减少氮氧化物排放 37 万 t。

(3) 增加库区水体面积，改善区域小气候

水库蓄水大大增加了水体的水面面积，使得水体蒸发量显著增加。水体蒸发量的增加可以改变空气的湿润状况，使得流域内的降水略有增加，蒸发消耗大量的太阳辐射热量使当地不致过分增温，起到调节气温的作用，空气中的水汽维持在有利于形成降水的湿度条件。总体上，库坝建设使库区及邻近区域小气候向有利方向变化，无霜期延长、昼夜温差缩小、极端最高气温下降、极端最低气温升高。一般而言，水库周围的气温在炎热季节降低 4~5℃，相对湿度提高 10%~15%，在一定程度上降低了生态环境因子对生物的胁迫，有利于生物生长和发育。

(4) 破坏水生生物生境，降低生物多样性

大坝与水库建设极大地改变了原有河流的水流流态、水温、水质、底质和地形等水文、水动力条件，破坏了水生生物生长、产卵、繁殖所必需的生境，降低了水生生物多样性。

① 改变水流流态。大坝建成后，库区水位上升，水面面积增大，库内水流流速降低，流态趋于稳定，使原有河道失去急流、浅滩和较大的弯曲度，特别是进行河流梯级开发时，使急流生境丧失殆尽。水生生物栖息环境的这种变化适合于喜缓流性或静水性生活的鱼类生存，而不适宜急流性生活的鱼类生存。因而水库中急流性鱼类种群会有所减少，而静水性鱼类种群会相应增加。

大坝运行时泄水会改变坝下游河道的自然季节流量模式。汛期水库蓄水，大坝下泄流量一般比天然情况小；枯期一般又比天然情况增加下泄流量。汛期洪水历时和洪峰量的减少，会引起鱼类产卵区的面积缩小，不能及时形成产卵的有利条件，鱼卵和种鱼在产卵区死亡。在枯水期，水库的径流调节对鱼类的生长发育尤为不利。此外，水电站为了满足水力发电高峰需要而从水库泄水，有时会使河流水位变动数米，这对鱼类的生境造成了极大破坏。

② 改变水温。库区水深增加，库区水温度出现明显垂直分层现象，水温分层将使水库下层的水体水温常年维持在较稳定的低温状态。河段水温的改变，将对水生生物等产生一些不利的影响。对于大坝下游的鱼类，由于水库经常下泄底层的低温水，造成大坝下游河道水体温度比自然状态温度低，影响大坝下游一定距离内鱼类的产卵，也可能推迟产卵期，并对灌溉农作物和水生生物产生不利影响。另外，引水式和混合式水电开发方式，如没有安排坝下泄生态环境流量，还将造成季节性或全年一定长度河段脱水或减水。

③ 改变水质。筑坝建库后，由于水深增加，流速减小，水体自净能力下降，水库蓄水初期由于泥沙和营养物的沉积量不大，对库区及大坝下游水质影响不大，但随着

时间的推移，上游污染物在库区中不断累积，可能导致库区及大坝下游水质恶化。对局部流速小、水较浅的库湾，支流库尾可能出现不同程度富营养化，导致鱼类因缺氧而死亡。

对大坝下游的鱼类而言，大型水坝高水位下泄时，在高速水流表面形成掺氧，将空气卷吸入下泄水体中，使水体发生剧烈曝气，水体中溶解气体处于过饱和状态，会导致鱼体内血液中产生气泡，鱼类因气泡病而死亡。

④ 改变河床底质。由于泥沙在库区的淤积，下泄水流的含沙量比建坝前少，对大坝下游河床的冲刷加强，河床泥沙被带走，河床底质中沙、石的组成比例发生改变。鱼类的产卵习性可分为产卵于水层、水草、水底和石块上等。因此，当河床底质发生变化时，一些鱼类将无法产卵或卵无法成活。淤泥减少会使大坝下游低级微生物得不到营养大量死亡，从而导致鱼类急剧减少。

⑤ 改变河道地形。复杂多变的河道地形造就复杂的生境，生境越复杂生物多样性越高。水库蓄水后淹没河道江心洲，河道断面由复式变成单一断面，同时降低了回水区江段的水头差和河道的弯曲度。河道地形的单一会造成生境的单一化，相应鱼类的种类也有向单一化发展的趋势。

(5) 阻隔洄游通道，毁灭洄游性鱼类

我国过河口咸淡水洄游鱼类多分布在各江河水系下游河口水域，也有上溯到江河中上游水域的，多数是名贵珍稀鱼类，有溯河产卵洄游鱼类和降河产卵洄游鱼类两大类，也有海洋与内陆河流之间的近陆洄游和远陆洄游。大坝与水库建设对洄游性鱼类最直接的影响是阻隔了其洄游通道，而这种影响是毁灭性的、不可逆的。例如千百万条中华鲟溯河产卵曾经撞死在葛洲坝大坝上，青海湖入湖河流上一座拦河坝使成千上万条溯河产卵的湟鱼憋死在坝下。筑坝还阻断了大坝上下鱼类基因的交流，不利于多种鱼类繁殖。

(6) 改变河道泥沙冲淤平衡

含有泥沙的河水进入库区后，由于流速减小和大坝拦截，泥沙逐渐在库区沉积下来，降低了水库容量。泥沙沉积严重影响水库的功能，甚至会使整个水电站报废。大坝截留泥沙在库区就必然会减少下游正常的泥沙量，大坝下泄的清水将更剧烈的冲刷下游河床和河岸以弥补不足的泥沙量来达到新的平衡。下游的河床通常会在建坝开始的10年内被冲刷数米，使得大坝下游河道变深变窄，从而使原有宽广、有诸多礁石和沙滩、复合型的弯曲河道变得相对平直简单。大坝下泄水流对下游河床和河岸的强烈冲刷对下游堤防和岸边建筑物产生不利影响。

5.8 提高中国水生态服务功能的政策建议

针对当前中国存在的水生态系统问题及其成因分析，提出中国提高水生态系统服

务功能的政策建议如下：

5.8.1 建立健全水法律法规，制定《长江法》和《黄河法》

伴随着依法治国基本方略的深入实施，中国已制定和出台了一系列水法律法规，形成了以《水法》为核心，《防洪法》、《水污染防治法》、《水土保持法》、《环境影响评价法》等组成的较为完备的水法律法规体系，这为保护与修复水生态系统、提高水生态系统服务功能提供了根本保障。长江、黄河、海河、淮河、松花江、辽河、珠江等七大江河是中国最重要的水生态系统，尤其是长江、黄河是中华民族的母亲河，在中国经济社会可持续发展中具有不可替代的重要作用。目前，中国还没有专门的流域性水资源保护法规，现行涉水法规缺乏可操作性、针对性和系统性，难以实现对长江、黄河的严格管理和有效保护。迫切需要借鉴美国、澳大利亚、新西兰等国家河流立法管理经验和针对长江、黄河的实际，制定《长江法》、《黄河法》，实施对长江、黄河的严格管理和有效保护，促进人与河流的和谐发展。

5.8.2 加大现有水资源管理制度执行力度，严格水资源管理

目前，中国正在全面实行建设项目环境影响评价制度、水资源论证制度、水土保持方案编制制度、水资源有偿使用制度、饮用水水源区保护制度、规划环境影响评价制度等；普遍实行地下水保护制度、水资源优化配置制度、水功能区管理制度、排污口管理制度、入河排污总量控制制度、水量水质联合调度制度、排污权交易制度、水体污染问责制度等；初步实行生态需水和河道基流保障制度、生态调度制度等；积极推行最严格的水资源管理制度，划定取水总量、入河排污总量和用水效率三条红线，即明确水资源开发利用“红线”，严格实行用水总量控制。明确水功能区限制纳污“红线”，严格控制入河排污总量。明确用水效率控制“红线”，坚决遏制用水浪费；黄河、黑河实行全流域的水量分配和水量调度制度等。有些制度在实践中并没有按照规定严格执行，如环境影响评价制度中的“三同时”制度、水土保持方案编制制度中的“三同时制度、入河排污总量控制制度、规划环境影响评价制度”等，应加大执行力度，严格执行已有的涉水法规，依法查处违法行为。

5.8.3 创新水资源管理理念，提高水生态系统自然生态服务功能

改变传统水资源管理中只关注水生态系统的供水、水产品提供、水力发电等社会经济服务功能，忽视水生态系统的调蓄洪水、生物多样性维护、净化环境、物质输移、气候调节等自然生态服务功能，使水资源管理陷入水资源过度开发——水生态系统自然生态服务功能退化的恶性循环的弊端。从实现水生态系统生态服务功能最大化出发，尤其在保障水生态系统的调蓄洪水、生物多样性维护、物质输移等自然生态服务功能

不受损害的前提下，优化水资源管理^①。

5.8.4 加强理论研究，尽快建立水生态系统保护的生态补偿机制

水生态系统保护生态补偿机制的建立，在经济理论上就是实行水资源和水生态服务功能保护经济外部性的内部化，让水生态系统保护者能享受到其成果带来的经济利益，并让水生态服务的受益者支付相应的费用，从而通过制度设计实现水生态功能这一特殊“公共产品”生产者与使用、消费者之间的公平性，保障水生态保护的投资者得到合理回报，激励“水生态服务功能”产品的可持续生产。

目前，仅安徽省黄山市和河南省洛阳市等个别地区初步建立了水生态系统保护的生态补偿机制。在国家层面上，水利部已经发出部门指导意见，开展这方面的理论研究。生态系统保护的生态补偿机制理论研究，应进一步研究确定水生态服务功能补偿范围、补偿主体、受偿主体、补偿标准、补偿方式、受偿区提供的生态服务价值、补偿资金的筹集与使用等。根据水生态系统服务机制、水生态系统保护成本，运用政府和市场手段，调节水生态系统保护利益相关者之间利益关系。

5.8.5 流域水电开发规划、设计、运行、管理要向“绿色”方向发展，建设生态友好型水电工程

流域综合规划是规范各种流域开发行为的基本依据，制定流域水电开发规划必须以流域综合规划为指导，协调好水电开发与流域水资源综合利用（防洪、航运、供水、灌溉等）、生态环境保护、区域经济社会发展的关系，在生态环境保护优先的原则下适度有序地开发水能资源。流域水电开发规划须按《环境影响评价法》要求，严格生态准入，提高生态门槛，即严格开展流域规划的环境影响战略评价，充分论证水电梯级开发对整条河流生态环境的负面影响，并采取必要的生态保护措施和实行绿色运行管理方式，建设生态友好型水电工程，将不利影响降到最低限度。根据流域的整体生态环境特征和生物多样性的分布，明确划出禁止建坝的受保护河流或者河段，以遏制目前有些地区水电开发的无序局面；对采用引水式开发的水电梯级，须保证下游河段必要的生态基流；对珍稀濒危动植物，要根据其生境和分布状况迁地建立保护区；对阻隔国家一级保护洄游性珍稀濒危和特有水生动物通道的大坝，须禁止建设。对阻隔国家二、三级保护洄游性水生动物通道的大坝，须修建洄游通道或进行人工繁殖放流、迁地建立保护区等；对大坝引起水库泥沙淤积和对下游河床冲刷问题，须在枢纽工程设置排沙孔（洞），采取“蓄清排浑”（汛期洪水流量和沙量较大时，利用泄洪孔洞及

^① 欧阳志云，孟庆义，马冬春. 北京水生态服务功能与水管理. 北京水务，2010（1）：9-11.

排沙孔洞泄洪排沙，在汛末把清水拦蓄在水库内）运行方式，减少水库泥沙淤积量。

水电工程建设要建立绿色水电认证制度，这是解决大坝建设生态环境制约的有效途径，可鼓励水电站的业主采取有效生态保护措施来最大限度地降低大坝建设与管理对生态环境的负面影响，从而实现经济发展与生态环境保护的双赢^①。

5.8.6 加大投入，全面开展水生态系统保护与修复工作

借鉴美国、日本、英国、德国、丹麦、奥地利等国的水生态系统保护与修复经验，中国已在广西桂林市、湖北省武汉市、江苏省无锡市、山东省莱州市、浙江省丽水市、吉林省松原市、河北省邢台市、陕西省西安市等 14 个城市，开展了水生态系统保护与修复试点工作。试点工作为全国全面开展水生态系统保护与修复工作在技术上、管理上、制度上、体制上和资金渠道上提供了可靠支撑。国家应加大投入，全面开展水生态系统保护与修复工作，改变水生态系统失衡的总体态势。

^① 禹雪中，廖文根，骆辉煌. 我国建立绿色水电认证制度的探讨. 水力发电，2007，33（7）：1-4.

第6章 中国土壤环境保护政策

6.1 中国土壤环境保护现状、趋势和问题

6.1.1 中国土壤环境保护现状

(1) 中国土壤环境保护发展情况

自新中国成立以来，中国土壤环境保护工作大致可以分为以下三个阶段（见图 6-1）：

① 第一阶段（1949—1978 年）

新中国成立后，人口的增长对粮食生产提出了严峻挑战，提高土壤肥力、增加粮食产量是该阶段中国土壤环境的关注重点。自 20 世纪 60 年代开始，中国开始大量生产使用有机氯农药^①，随着化肥和农药的使用，20 世纪 70 年代初，中国的土壤环境问题开始受到关注。1973 年中国召开了全国第一次环境保护会议，以世界公害为警示，提出了中国存在的环境问题。随后，中国逐步开展了全国重点区域污染源调查、环境质量评价及污染防治等研究工作，并形成了初步的环境管理制度。但该阶段涉及的环境问题主要为大气和水体污染，土壤污染问题并未受到应有的重视。

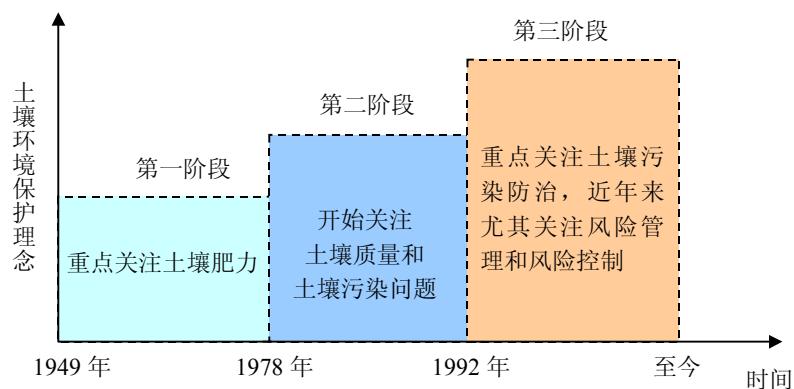


图 6-1 中国土壤环境保护发展阶段示意图

^① 中国环境宏观战略研究环境要素保护战略课题. 土壤保护战略专题研究报告. 2008.

② 第二阶段（1979—1992 年）

改革开放以来，随着经济、社会的迅速发展，中国的土壤环境保护事业也进入了一个改革创新的新时期。土壤污染问题受到越来越多的关注，同时，中国的环境保护政策和法律法规体系也初步形成。中国最早在立法中涉及保护土壤、防治土壤污染的法律是 1979 年颁布的《中华人民共和国环境保护法（试行）》。1982 年《中华人民共和国宪法》、1986 年《中华人民共和国土地管理法》均涉及合理利用土地的相关规定。1989 年发布的《中华人民共和国环境保护法》中明确提出了防治土壤污染的相关规定。中国的土壤污染问题开始受到关注。

③ 第三阶段（1993 年至今）

该阶段土壤环境关注的重点是土壤污染防治，近年来尤其关注土壤环境的风险管理和风险控制。1992 年联合国环境与发展大会召开后，实施可持续发展战略已成为全世界的共识。1996 年，中国国务院发布了《国务院关于环境保护若干问题的决定》，为可持续发展时代的中国土壤环境保护工作指明了方向。2005 年，国务院发布了《国务院关于落实科学发展观 加强环境保护的决定》，明确要求“以防治土壤污染为重点，加强农村环境保护”。2006 年，原环境保护总局会同国土资源部开展了全国土壤现状调查及污染防治专项工作，通过大量工作，已掌握全国范围的土壤污染现状、污染范围、主要污染物和污染程度，目前调查结果尚在统计和分析中，该项目完成后将为中国土壤环境的监管奠定基础。2008 年，环境保护部发布《关于加强土壤污染防治工作的意见》，提出了强化土壤污染防治工作的措施。

为了解中国土壤环境质量状况，有效防治土壤污染，中国先后组织开展了全国土壤环境背景值调查、“菜篮子”^①种植基地土壤环境质量、主要灌区污染状况调查、全国土壤污染状况调查等一系列基础调查工作；制定并发布了《土壤环境质量标准》、《土壤环境监测技术规范》等一系列标准和技术规范；不断强化污染源监管，严格控制点源污染；在区域土壤环境质量评价、土壤污染风险管理等方面进行了积极探索；组织污染土壤修复与综合治理试点示范，并积极开展了国际交流与合作。

（2）中国主要的土壤环境问题

中国土壤的成土母质大致可分为基岩风化物和松散沉积物两大系列。其中，基岩风化物包括浅色结晶岩风化物、暗色结晶岩风化物、碎屑沉积岩及相应的变质岩风化物和石灰质沉积岩及相应的变质岩风化物等 4 个类型；松散沉积物包括洪积物、红色黏土、冲积物、湖积物、滨海沉积物、珊瑚礁堆积物、黄土、风沙、冰碛物 9 个类型。中国土壤类型众多，世界上的主要土类在中国几乎均有分布。根据土壤发生分类方法，中国土壤类型共有 12 个土纲，61 个土类，235 个亚类。

中国主要的土壤环境问题是土壤退化，土壤退化指由于人类不合理开发利用造成

^① 中国农业部 1988 年提出建设“菜篮子工程”，以缓解副食品供应偏紧的矛盾，http://www.gov.cn/jrzq/2010-03/28/content_1566658.htm

的土地生产力衰减。近几十年来，随着人口的大量增长和经济的迅速发展，中国土壤退化状况愈趋严重，主要土壤退化类型包括土壤侵蚀（水土流失）、土地沙漠化、土壤盐碱化、土壤贫瘠化及土壤污染等。

① 土壤侵蚀（水土流失）

中国是世界上水土流失较为严重的国家之一，水土流失严重的区域主要包括黄土高原、长江中上游、北方石山区（如太行山区）、华南红壤丘陵山区、东北黑土区和川滇藏接壤的横断山区等。据2009年中国环境状况公报，中国现有水土流失面积356.92万km²，占国土总面积的37.2%。其中水力侵蚀面积161.22万km²，占国土总面积的16.8%；风力侵蚀195.70万km²，占国土总面积的20.4%^①。土壤侵蚀会造成土壤肥力的下降和生态环境的恶化。中国水土流失的成因包括地质、水文等自然因素，以及毁林开荒、森林过伐、草场过牧、开矿、修路等大型基本建设等人为因素。

② 土地荒漠化

土地荒漠化是自然与人为因素相互作用的结果。中国是世界上荒漠及荒漠化土地分布较广的国家，目前，全国荒漠化土地面积高达263.62万km²^②，中国土地荒漠化严重的地区主要分布在北部和西北部，特别是农牧交错地带。这些地区一般存在过度开垦、过度放牧或砍伐等现象，导致生态平衡的破坏。严重的荒漠化可使土地生产力全部丧失，导致生态环境趋于恶化，并对中国的农业生产造成严重影响。人类生产活动是导致荒漠化的主要成因之一，目前，中国部分地区的土地荒漠化已得到有效遏制或改善，“破坏大于治理”的状况转变为“治理与破坏相持”，重点治理区生态状况明显改善，绝大部分省区治理面积大于破坏面积，全国沙化土地由20世纪末每年扩展3436km²转变为每年减少1283km²^③。

③ 土壤盐碱化

土壤盐碱化是指盐分在土壤表层积聚的过程，土壤盐碱化主要发生在干旱、半干旱、半湿润气候区及受海水侵灌的海滨低地区域。中国盐碱化土壤面积约3690万hm²，其中受盐碱化影响的耕地主要分布在黄淮海平原、东北平原西部、黄河河套地区、西北内陆地区及东部沿海等地区，总面积达624万hm²，约占全国土地总面积的7%^④。中国的盐碱耕地中，多数属轻度盐碱化，对农业生产影响不大；少数为中强度盐碱化，对农业生产影响较大。

④ 土壤贫瘠化

土壤贫瘠化是侵蚀土壤退化最基本的特点之一，由于养分元素含量在土壤剖面中有自上而下递减的特征，随着土壤退化程度加大，土壤中有机质、全氮、全磷含量均

① <http://jcs.mep.gov.cn/hjz1/zkbg>.

② http://www.moa.gov.cn/fw11m/jrsn/200906/t20090616_1292117.htm.

③ <http://www.cctv.com/news/china/20050614/100231.shtml>.

④ 张学雷，龚子同. 人为诱导下中国的土壤退化问题. 生态环境, 2003 (3).

相应减少，特别是发育在花岗岩母质的红壤，有机质和养分含量下降更加明显。在过去几十年中，中国为增强土壤肥力做出了巨大努力，粮食产量的增加伴随着土壤中营养物消耗量的加大，这些营养元素会随粮食收获带出土壤。中国耕地的有机质含量一般较低，由于过度垦殖，土壤因有机质匮乏而导致养分状况失衡，土壤养分长期的低投入、高支出造成全国范围土壤肥力的下降。土壤贫瘠化现象在全国各地都有报道。据 2000—2007 年中国环境状况公报，中国约 50% 以上的耕地微量元素缺乏，耕地缺磷面积达 51%，缺钾面积达 60%，中国耕地有机质平均含量为 1.8%，棕壤、褐土等土壤类型比欧洲同类土壤有机质含量低 2 倍以上^①。

⑤ 土壤污染

目前，中国土壤污染的总体形势不容乐观，部分地区土壤污染严重，在重污染企业或工业密集区、工矿开采区及周边地区、城市和城郊地区出现了土壤重污染区和高风险区；土壤污染类型多样，呈现出新老污染物并存、无机有机复合污染的局面；土壤污染途径多，原因复杂，控制难度大；土壤环境监督管理体系不健全，土壤污染防治投入严重不足，全社会土壤污染防治的意识不强；由土壤污染引发的农产品质量安全问题和群体性事件逐年增多，成为影响群众身体健康和社会稳定的重要因素^②。

目前中国农村生活污染治理基础薄弱，面源污染日益加重，农村工矿污染凸显，城市污染向农村转移有加速趋势。据 1997 年中国环境状况公报，中国耕地污染较重，有 1 000 万 hm² 耕地受到不同程度的污染。据 2000 年中国环境状况公报，2000 年对 30 万 hm² 基本农田保护区土壤有害重金属抽样监测，结果发现，其中 3.6 万 hm² 土壤重金属超标，超标率达 12.1%^③。中国工业场地污染较重，危险废物的不合理处置将造成场地土壤和地下水污染。在中国重污染企业或工业密集区、工矿开采区及周边地区、城市和城郊地区出现了土壤重污染区和高风险区^④。此外，因生产、交通事故和自然灾害等突发事件导致危险品泄漏而造成的场地污染也不容忽视。本专题政策研究将重点针对土壤污染问题。

6.1.2 中国土壤污染特点及成因

在各类环境要素中，土壤是污染物的最终受体，大量水、气污染陆续转化为土壤污染，损害经济社会可持续发展的基础。然而，由于土壤污染具有隐蔽性、滞后性等特征，其对人类的危害将是灾难性的，对社会经济可持续发展、人体健康和国家生态安全构成严重威胁。土壤污染的危害主要表现在：加剧土地资源短缺；导致农作物减产和农产品污染，威胁食品安全，直接或间接危害人体健康；导致其他环境问题。

^① <http://jcs.mep.gov.cn/hjz1/zkbg>。

^② 环境保护部《关于加强土壤污染防治工作的意见》，环发[2008]48 号。

^③ <http://jcs.mep.gov.cn/hjz1/zkbg>。

^④ 环境保护部《关于加强土壤污染防治工作的意见》，环发[2008]48 号。

(1) 土壤环境问题日益突出

党中央、国务院高度重视农村环境保护工作，经过多年的努力，农村环境污染防治和生态保护取得了积极进展。但是，目前中国农村环境形势十分严峻，点源污染与面源污染共存，生活污染和工业污染叠加，各种新旧污染相互交织，工业及城市污染向农村转移，危害群众健康，制约经济发展，影响社会稳定，已成为中国农村经济社会可持续发展的制约因素^①。大部分垃圾未经处理，直接堆放在田头、路旁，甚至抛掷到沟渠、水塘；绝大部分生活污水未经处理直接渗入地下或直排沟渠、水塘；乡镇工业布局不当，工业污染突出；化肥、农药使用不合理造成的局部地区面源污染突出；综合利用措施滞后，畜禽养殖污染日益凸显^②。

近年来，随着中国经济社会的发展、城镇化进程的快速发展和国家产业布局的调整及“退二进三”政策的实施，大量位于城市中心区和城郊地区的工业企业搬迁或遗弃遗留的工业、企业污染场地被再开发为人居环境。自20世纪90年代以来，中国大中城市出现了大规模工业企业搬迁的现象。这些工业企业搬迁、停产、倒闭所遗弃的污染场地大多位于城市的中心，由于原企业设备陈旧、工业“三废”排放以及生产过程中“跑、冒、滴、漏”等原因，大量的有毒有害物质进入了土壤和地下水，企业原址土壤和地下水成为高污染区和高风险区。企业搬迁后，由于遗留污染物或土壤污染造成一些环境污染事故^③。

(2) 土壤污染成因复杂

近30年来，随着中国工业化、城市化和农业集约化快速发展，中国土壤环境面临巨大压力。主要污染源包括：工业“三废”（废水、废气、废渣）；城镇居民生活废弃物（生活污水、城镇垃圾）；农用化学物质（农药、兽药、化肥、生长素、调节剂、添加剂）；畜禽养殖废弃物。土壤污染类型多样，呈现出新老污染物并存、无机有机复合污染的局面。土壤污染途径多，成因复杂，控制难度大。在工业化发展较早的经济发达地区，不同程度地出现了局部或区域性土壤环境质量下降的现象。在重污染企业、工业密集区、工矿开采区及周边地区、城市和城郊地区出现了土壤重污染区和高风险区^④。

在中国，造成场地污染的主要活动包括重化工业、石油开采、采矿和金属冶炼、化学品生产与使用、工业废物堆存和处理处置等。工业企业及周边环境土壤污染的来源与途径主要体现在以下几个方面：生产原料和中间产品贮存、使用不当；生产过程中环境污染物质的流失；大气污染物的排放随颗粒物沉降于地表；地下管道的泄漏；工业固体废物的不合理堆存。企业的搬迁虽然结束了对环境的继续污染，但对土壤和

^① 国家环境保护总局《关于加强农村环境保护工作的意见》，环发[2007]77号。

^② <http://jcs.mep.gov.cn/hjz1/zkbg>.

^③ 国家环境保护总局《关于切实做好企业搬迁过程中污染防治工作的通知》，环办[2004]47号。

^④ 环境保护部《关于加强土壤污染防治工作的意见》，环发[2008]48号。

地下水造成的污染会长期存在。总体上，工业“三废”排放是导致区域土壤污染的直接原因。大量污染物排放最终直接或间接地进入土壤，通过不同途径的扩散造成土壤污染的发生。

（3）土壤污染危害巨大

土壤受到污染后，其原有特性将遭到破坏，农作物的质量也会随之下降，并且表层受污染土易在风力和水力的作用下进入大气和水体中，导致大气污染、地表水污染和地下水污染等生态环境问题。

农产品质量安全是食品安全的首要条件和重要基础。近年来，中国“菜篮子”产品的质量卫生安全问题比较突出，由于种植和养殖过程中农业投入品的不合理使用，产地环境污染致使一些“菜篮子”产品的药物残留及有害物质超标^①。当前，中国由土壤污染引发的农产品安全和人体健康事件时有发生，成为影响农业生产、群众健康和社会稳定的重要因素^②。据估算，全国每年因重金属污染的粮食达1200万t，造成的直接经济损失超过200亿元^③。

城市与工业场地污染土壤将对人体健康和生态环境构成严重威胁，如石油化工工业场地土壤中的石油烃类污染物对农作物的产量和品质均有很大影响；土壤石油污染还会引起其他环境要素的改变，石油烃还可以通过呼吸、皮肤接触、饮食摄入等方式进入人或动物体内，引起致癌、致突变和致畸作用。固体废弃物露天堆存时，经长期雨水冲淋后污染物可能随雨水溶渗、流失、渗入地表，从而污染地下水，也污染了江河、湖泊，进而危害农田、水产和人体健康。

工业企业搬迁、停产、倒闭所遗留的污染场地大多位于城市的中心，搬迁后留下的工业用地，多被用于商用或民用房地产开发。虽然企业已搬迁或关停，但这些企业对原址的环境污染并未完全消除，企业原址土壤和地下水中积淀的污染物质在短期内难以自然降解，如不及时对企业原址进行治理修复，污染物将会通过地下水、空气等途径进入人体，势必威胁人体健康，危及环境安全，影响社会稳定。场地或周边地区的居民有权利了解他们的健康是否会受到以往或现在工业活动的影响。

土壤污染是威胁居民健康、危害生态环境和地下水安全、危及食品安全的重要因素，并将严重影响中国社会经济可持续发展和全面小康社会目标的实现。如何保持安全健康的农产品生产环境，不仅是保护农业生产资源、生产安全的农产品、增强农产品竞争力、实现农业可持续发展的需要，更是保障人民群众身体健康、构建和谐社会、促进民生的必然要求。

① 国务院关于加强新阶段“菜篮子”工作的通知，国发[2002]15号。

② http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/qt/200910/t20091023_180126.htm.

③ http://news.xinhuanet.com/environment/2006-07/19/content_4852888.htm.

6.1.3 土壤环境保护和污染控制领域的发展趋势

未来的5~10年，是实现2020年全面小康社会建设目标的关键时期。目前中国的土壤环境已面临严峻形势，预计未来5~10年，中国人口将继续增多，工业化、城市化和农业集约化仍将快速发展，社会经济发展与土壤保护之间的矛盾仍将突出。未来5~10年中国土壤环境保护面临的形势不容乐观。

随着农业发展进入新阶段，人民生活水平不断提高，对外开放不断扩大，“菜篮子”工作面临新情况和新任务，要求突出抓好农产品质量安全，确保人民群众身体健康。如何保持安全健康的农产品生产环境，增强农产品竞争力，实现农业可持续发展，保障人民群众身体健康也是构建和谐社会、促进民生的必然要求。

随着产业结构调整的逐步推进，将有大批石化、冶金、电镀印染、农药制药等企业进行搬迁、关闭或停产，这些企业搬迁或关闭后遗留的场地将成为城市土地再开发的重要来源。随着城镇化发展和建设，大量搬迁或遗弃遗留的工业、企业污染场地可能被再开发为住宅用地，如何保障城乡居民安全的生存环境是亟须解决的问题。此外，中国历史遗留的工业废渣和生活垃圾数量巨大。部分工业废渣或生活垃圾位于流域上游，水源补给区域等环境敏感区，对场地土壤、水体及人体健康具有潜在的风险。应加强对现有污染企业的调查以及相关法律法规的完善，以防止土壤退化。

6.1.4 土壤环境保护与污染控制工作中存在的问题

中国土壤环境保护与污染控制工作始于20世纪60年代后期，经过近40年的研究与发展，取得了显著的成效。然而，与大气污染和水环境污染控制工作相比，中国在土壤（场地）环境保护与污染控制工作中还存在一些问题。

（1）缺乏土壤环境保护与污染控制的专项法律法规

中国土壤环境保护与污染控制在立法形式存在分散立法、附属立法、立法层级较低等缺陷，在立法内容上存在重复立法较多、立法冲突、原则立法过多、可操作性差、基本法律制度没有建立等缺陷。现有的土壤环境保护与污染控制相关法律规定分散且不系统，缺乏针对性，可操作性不强，存在明显的滞后性，不能满足中国土壤环境保护工作的实际需要。

（2）土壤环境监管能力薄弱，缺乏完善的风险管理体系

目前中国土壤环境监管措施不完善，对土壤污染的历史和污染现状不明，土壤污染物（特别是有机污染物）的种类不清，对污染物的环境行为和危害的科学认识不够；土壤污染监测体系不完善，缺乏污染场地信息管理系统；土壤环境管理中缺少完整的风险评价和风险管理体系。目前全国只有9个省（区、市）开展了污染场地的监管工作，其他省（区、市）尚未开展相关工作。

(3) 土壤环境标准体系不健全

现行《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)适用于农用地土壤环境保护管理，但规定的污染物项目数量较少，尤其缺少关键性有机污染物项目，不能满足区域及特定场地各类土壤污染识别的需要；只规定了全国统一值，未能完全体现区域性土壤背景与性质差异。

中国现行土壤环境标准体系中缺乏污染场地部分，缺乏系统、完善的有关污染场地调查评估标准、场地治理修复标准及技术规范等。现有标准远不能满足场地土壤环境评价与管理的需要，尤其是不能满足当前急需的工业用地转换为居住、商业用地时开展场地调查、风险评估和污染修复工作的需要。

现行的土壤监测分析方法标准仅包括8种重金属和典型农药的监测方法；就标准样品而言，仅有重金属污染物标准样品，缺少各类有机污染物标准样品。目前的土壤环境监测分析方法标准和标准样品难以满足全面开展土壤环境监测工作的要求，更难以做到“测得出、测得准，说得清”。

(4) 污染土壤修复技术支撑能力不强

中国的土壤污染治理技术尚不成熟，现有的土壤污染治理措施代价较高，净化周期长，而且效果不甚理想。当前污染土壤修复技术尚不成熟，大部分技术仍停留在实验室模拟研究阶段，缺乏具体的工程实践经验。现有的各种修复技术存在许多难以解决的问题，缺乏针对不同类型污染土壤的经济技术可行的成熟修复技术。目前中国还未建立修复技术的筛选体系，现有的技术支撑条件难以满足污染场地修复工作的需求。

(5) 污染土壤修复治理资金缺乏有效保障

污染土壤的修复治理需要全面考虑受污染土壤及地下水的治理，资金需求巨大。当前中国污染土壤调查评估与治理修复工作的资金一般来自政府相关部门和土地开发商，资金来源有限且没有保障，修复治理工作难以开展，资金问题成为很多污染地块再开发的主要障碍。

6.2 土壤环境保护与污染控制的国际经验和启示

6.2.1 土壤环境保护的政策制定

(1) 重视土壤环境保护措施

在20世纪70年代之前，欧美等发达国家很少关注土壤污染问题。随着各种污染事件的发生，土壤污染问题开始受到关注。20世纪典型的土壤污染事件见专栏6-1^①。

^① <http://www.people.com.cn/GB/huanbao/259/6899.>

污染土壤修复治理资金需求巨大,如荷兰2000—2009年土壤污染修复成本为3.35亿欧元/年,其中政府投入为1.6亿欧元/年。根据欧美等发达国家经验,土壤保护成本:土地可持续管理成本:场地修复成本以1:10:100的关系增长,重视土壤保护政策是成本最低的土壤保护措施。因此,发达国家在土壤环境保护及污染控制中建立了较完善的法律法规与标准体系,以加强土壤污染预防,针对土壤环境的管理从预防起步,也包括对已污染场地的监管和修复。

专栏 6-1 20世纪典型的土壤环境污染事件

日本富山骨痛病事件:从20世纪初期开始,日本富山地区的水稻普遍生长不良。1931年当地居民又出现了一种怪病,患者病症表现为腰、手、脚等关节疼痛,到了患病后期,患者骨骼软化、萎缩,四肢弯曲,脊柱变形,骨质松脆,就连咳嗽都能引起骨折,这种病被称为“骨痛病”。1946—1960年,日本医学界从事综合临床、病理、流行病学、动物实验和分析化学的人员经过长期研究后发现,“骨痛病”是由于神通川上游的神冈矿山废水引起的镉(Cd)中毒。

美国腊夫运河事件:美国加利福尼亚州腊夫运河在20世纪40年代已干涸而被废弃。1942年,美国一家电化学公司购买了这条废弃运河当作垃圾仓库,在11年内向河道倾倒的各种废弃物达800万t。此后,在这片土地上盖起了大量的住宅和一所学校。自1977年开始,这里的居民不断发生各种怪病,孕妇流产、儿童夭折、婴儿畸形、癫痫、直肠出血等病症频频发生。1987年,这里的地面开始渗出一种黑色液体,经检验,其中含有氯仿、三氯酚、二溴甲烷等多种有毒物质,对人体健康会产生极大的危害。

(2) 跨部门合作对于制定有效的土壤保护政策至关重要

无论在制度上还是法律上,土壤政策的制定都是很复杂的问题,它与许多法规(如建筑施工、农业、空间规划、水和废弃物管理)以及许多不同的部门相关。利益相关方支持(最相关部门的参与)是制定有效的土壤环境政策的重要因素。设立跨部门的“工作组”以确定土壤保护目标并制定法律和规定,是发达国家土壤环境保护与污染防治的一个有效措施(专栏6-2)。

专栏 6-2 跨部门合作对于制定有效的土壤环境管理政策至关重要

土壤环境管理涉及众多部门、行业、领域，需要加强部门合作与协调机制，针对土壤环境监管各方面工作构建明晰的体制结构，对于加强政策的可操作性至关重要。设立跨部门的“工作组”以制定土壤保护法律和规定是一个有效的措施，相关部门包括环保部门、土地管理部门、建设主管部门、农业部门、水行政主管部门和质量监督部门等。

20世纪80年代，荷兰在制定土壤保护政策时未能集合足够的部门支持，导致了空间规划、建筑项目开发和基础设施施工等方面的停滞。在意识到这一情况后，荷兰集合了以下三个部门重新制定了土壤政策：住房、空间规划与环境部（领导地位），交通、公共工程（基础设施）和水管理部，农业、自然和食品安全部。

（3）信息公开是土壤保护政策制定的一个重要组成部分

许多发达国家建立了污染土壤的信息数据库可供公众查询，如美国的超级基金信息系统收录的场地数量有10 000多个，公众可以通过场地名称、场地编号、场地所在的街道地址、城市、县、州、地区、邮政区等多种检索方式在线获取场地的基本信息。加拿大秘书处财产委员会建立的联邦污染场地名录从2002年7月开始对公众开放，至今收录的污染场地数量约6 700个，公众可以通过输入场地名称、场地所在的省份或地区、人口普查大都市区、联邦选举区、场地污染物、联邦污染场地行动计划日程安排、场地管理计划等多种检索方式来获取场地信息，包括场地的位置、污染程度、污染介质、污染物性质、当前在识别和阐明污染问题上取得的进展、已处理的液体和固体介质的数量等，这些信息可以以表格和图片两种方式输出。

6.2.2 土壤环境监管

（1）采用基于风险土壤环境监管模式

目前发达国家在对土壤进行监管时，一般都采用基于环境风险评估和风险管理的模式（专栏6-3）。按照基于风险的方法进行土壤质量监管，将人类健康和土壤生态以及地下水（如可能）作为保护目标。

（2）注重利益相关方的参与

利益相关方支持（最相关部门的参与）是进行土壤环境监管的重要因素，美国污染场地管理流程的一个主要原则就是社区的全程参与。污染土壤的“谁污染，谁治理”原则有时很难实施，污染土壤的利益相关者共同参与是一个有效的解决措施。以污染土地的监管为例，各直接利益相关者（当地政府、社区居民、企业和开发商）的关系见图6-2。

专栏 6-3 采用基于风险的土壤环境监管模式

根据发达国家经验，污染土壤的修复治理资金需求巨大。如加拿大共有 30 000 多处污染场地，美国有 294 000~400 000 处，美国超级基金法与加拿大联邦污染场地行动计划均规定，要优先解决最高风险的污染场地。发达国家一般根据土壤污染对人体健康和环境风险大小，采取基于风险的管理模式，首先降低人体健康风险，其次降低生态风险以及地下水污染风险，以降低成本，清理尽可能多的污染场地，并促进当地的经济和社会发展。

基于风险管理的方法可制定不同的土壤管理对策，如对轻微污染区可实施可持续管理政策，针对污染场地可实施修复政策。根据当前及今后土地利用情况（如住宅用地、商业用地、工业用地、农业用地或娱乐设施用地）进行风险评估，并制定相应对策，将风险控制在可接受的范围之内，同时将土壤及地下水污染程度维持在较低水平。

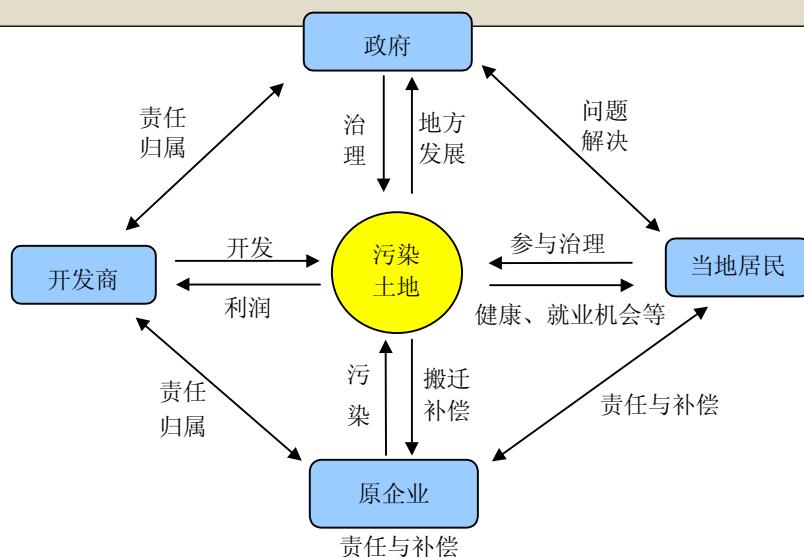


图 6-2 污染土地开发各直接利益相关方的关系图

(3) 注重地方政府对土壤的监管

加拿大的经验表明，在地方一级管理土壤是最有效的方法，可实现资金的最有效利用。同时，能考虑土壤的多样性和区域条件的多样性，使土壤环境管理成本更加优化。

(4) 制定有效的土壤环境监管财政激励措施

财政激励是促进土壤环境保护与污染控制的一个决定性因素，也是各级政府实施土壤保护战略的关键要素。多渠道的资金筹措方式是促进土壤治理和再开发利用的一个决定性因素，有效的财政手段包括环境税收、清理补贴、专项拨款、贷款、担保和

市场许可等。发达国家经验表明，除非有可用资金，且责任人对他们的行为负责，否则无法充分解决土壤污染带来的挑战。美国超级基金的资金机制见专栏 6-4。

专栏 6-4 超级基金的资金机制

超级基金的资金来源主要有：自 1980 年起对石油和 42 种化工原料征收的原料税；自 1986 年起对公司收入征收的环境税；一般的财政拨款；对与危险废物处置相关的环境损害负有责任的公司及个人追回的费用；其他如基金利息以及对不愿承担相关环境责任的公司及个人的罚款。

在 1980 年设立之初，超级基金的资金主要来源于向石油和化工原料征收的专门税，还有一部分是联邦财政拨款。1986 年《超级基金修正及再授权法》中除了将上述石油化工行业的专门税率调高，还创立了一项新的对年收入在 200 万美元以上公司所征收的环境税，还有一部分是联邦财政拨款。1990 年《综合预算协调法案》将超级基金税收和财政拨款的期限延长至 1995 年，其税收幅度和从一般财政中拨款的数额均不变。1995 年以后，由于没有新的授权，超级基金中新的资金来源基本上仅有向潜在责任方追回的费用、基金利息及罚款所得。

6.2.3 土壤环境保护标准体系

(1) 完善的土壤环保标准体系是政策实施的保障

土壤质量标准是制定土壤政策的核心，发达国家在制定了专门的土壤环境保护法律法规后，一般根据本国土壤环境问题配套实施细则和标准，形成了完整的土壤环境保护法律法规和标准体系。在法规框架下，发达国家大都针对土壤风险管理要求，根据土地用途及受体保护目标构建成了完整的土壤环保标准体系，包括土壤污染物的筛选值，或目标值，或修复值等标准；同时，体系中通常包括规定标准值推导，土壤调查、监测、污染筛选评估方法等的技术规范性文件，共同为场地污染土壤/地下水的识别、管理及整治提供技术支持。

(2) 基于风险的方法制定土壤环境质量标准

欧美发达国家自 20 世纪 80 年代开始，针对工业化时期遗留的工业场地土壤和地下水污染问题，根据优先风险（如人体健康、农产品的食品安全、生态系统和资源保护），考虑住宅、工业、农业和自然等不同土地用途制定了土壤环境质量标准（专栏 6-5）。根据目前国际上土壤质量指导值的制定情况，基于暴露风险评估方法，划分不同土地利用方式，结合土壤生态毒理学效应和人体健康暴露风险，制定保护生态和人体健康的土壤质量指导值，已是国际发展趋势。

专栏 6-5 制定合适的土壤环境质量标准
20世纪80年代，荷兰未基于土地再利用制定了（过于）严格的一般性土壤质量标准，从而犯了错误。这导致了大量土壤不能进行再利用，且受污染场地的数量巨大。应制定适用的土壤质量标准，并将资金用于治理污染最严重的土壤，使土壤环境保护与经济社会协调、可持续发展。
土地使用是一项复杂且敏感的问题，在制定土壤环境质量标准时，应评估土壤质量标准制定对社会经济的影响。如荷兰构建了全国污染土壤数据库，利用数据库来分析土壤质量标准制定的社会经济效果。
过于严格的土壤质量标准将阻碍社会经济进程，过于宽松的土壤质量标准将达不到土壤环境保护（和改善）的目的。加拿大和美国政府在过去30年里花费了大量时间和资源来制定土壤质量标准，政府和开发商利用该标准来确定场地是否受到污染，在该场地上可以开展何种活动，是否应该对场地进行治理以及在治理中应采取何种标准。

（3）制定国家和地方土壤质量指导标准

完善的土壤环保标准体系是政策实施的保障，地方政府可制定严于国家标准的地方标准。自20世纪90年代起，多数欧美国家由制定全国统一标准发展为针对区域或场地，考虑不同利用功能、不同保护目标对土壤环境质量的不同要求，及对土壤污染整治管理目标的不同，制定一系列以土壤筛选值、整治目标值为核心的土壤污染评估和修复指导性标准。土壤环保标准制订和修订重点由全国统一执行的“通用限值”模式转变为“一套规则、因地制宜、多重指导值”模式。加拿大同美国一样，在联邦/国家层面制定了土壤质量指导标准，下级政府（如省或州）可以按照自己的意愿采用更为严格的标准。

综上所述，发达国家与中国土壤环境监管措施对比见表6-1。

表6-1 发达国家与中国土壤环境监管措施对比

	发达国家	中国
立法	有专门土壤环境保护与污染控制法律法规，如美国《超级基金法》和《棕色地块法》、荷兰《土壤保护方案》、日本《土壤污染对策法》	没有专门的土壤污染防治法律
监管	采用基于风险的管理模式	未贯彻基于风险的管理模式
标准体系	具有完善的土壤环保标准体系；加拿大和美国均制定了国家和地方土壤质量指导标准	土壤环保标准体系不完善；全国采用统一的《土壤环境质量标准》
资金保障	多渠道的资金筹措方式	资金来源有限且没有保障

6.3 土壤环境保护政策建议

6.3.1 开展土壤环境保护和污染控制立法工作，完善中国土壤环境保护法律 法规体系，为土壤环境监管提供法律依据

以国内现行土壤污染防治法律规范为基础，借鉴国际社会及中国台湾地区有关土壤环境保护和污染控制的立法经验，制定一部中国专门的土壤环境保护与污染防治法。这部法律应当是对中国多年来在土壤污染防治中所采取的政策、措施、办法和其他管理经验或教训的集中总结。其中，被实践证明成功的政策、措施、办法及有效的管理经验，将通过制定本法而上升为法律规范，用法律的形式将其固定下来，成为人们在土壤污染防治活动领域的行为准则。在制定中国土壤环境保护与污染控制专项法律时，应注意与中国现有法律的衔接、交叉，避免与之相矛盾或冲突。

（1）成立跨部门的工作组，明确相关部门在土壤环境监管中的责任和义务

建立跨部级特别工作组，协调制定中国土壤环境保护和污染控制的法律法规及相关制度，该工作组将协调处理中国土壤环境保护问题。明确土壤环境保护和污染控制的监督管理体制，其中，最主要的是机构的设置及其职权的划分，特别是环保与农业、国土资源、水利、财政、国防及铁道等部门之间的职责分工。同时，应明确土壤环境监管中各主体的基本权利和义务，规定土壤环境保护的基本法律原则和法律制度，规定预防土壤污染及对受污染土壤进行修复或整治的基本要求和措施。另外，还应当明确规定土壤污染防治纠纷的处理及违反土壤污染防治立法所应承担的不良法律后果。

（2）兼顾土壤污染的预防和治理

解决土壤污染问题的根本方法是控制污染物的排放，实行全程清洁生产、物质循环利用和控制污染物的排放。综合考虑中国土壤环境保护与污染防治的现状和实际需要，中国现阶段的土壤环境保护与污染控制立法，还是从土壤污染的预防和治理两个方面加以规定为宜。

6.3.2 从环境监管对象上来说，应在关注农业污染土壤的同时，高度重视工 业活动引起的土地污染问题

中国土壤环境治理与修复的中长期管理政策，需要继续坚持以改善土壤环境质量、保障农产品质量安全和建设良好人居环境为总体目标，以农用土壤环境保护和污染防

地土壤环境保护监管为重点，按照“保障食品安全、保障人居环境安全、保障生态安全”的总体要求，对典型污染土壤进行综合治理、生态恢复和工程示范，对全面展开土壤污染防治项目发挥引导和示范作用。

（1）加强对基本农田、重要农产品产地土壤环境质量监管

筛选基础条件好、生态环境符合标准、适宜生产绿色食品和有机食品的区域，成立一批有机食品、绿色食品基地，加强土壤环境的监督管理，从源头上保证产品安全。环保部门应会同有关部门制定重要农产品产地土壤环境监管办法，制定产品生产土壤环境安全标准及相关技术规范。加强对影响产品质量的污染源的监管，严格控制各类污染物的排放。城市污泥、底泥未经处理，不得直接在农田施用，保障农产品安全和生态安全。环保部门要定期或不定期对绿色食品和有机食品基地土壤环境质量进行监督检查。

结合全国土壤污染调查成果，建立重点城市农产品产地土壤环境质量监测网络。实行分类分区监管，重点加强基本农田、重要农产品产地特别是“菜篮子”基地土壤环境质量管理。开展“菜篮子”产地环境污染问题专项调查，摸清“菜篮子”产地环境污染状况。农业部门要严格监管农药、肥料等的使用，加强对“菜篮子”产品的检验检疫。环保部门应通过加强监督性监测，对影响产品质量的土壤环境及污染源进行监督管理。各级政府应将土壤环境监测能力建设资金和土壤环境监测所需经费列入政府财政预算，加大监测资金投入。

（2）重视高风险工业污染土壤的监管工作

鉴于工业污染土壤在人群健康方面所暴露的突出问题，应高度重视高风险的工业污染土壤的管理与治理，集中力量干预和整治下列类型的工业污染土地：工业企业搬迁所导致的遗留、遗弃污染场地；有毒有害废弃物堆放和处理处置导致的污染场地；加油站或地下储罐污染场地等。针对不同类型的工业污染场地，应尽快制定土壤污染的监测和评价技术规范，明确场地污染控制与修复的相关规定；结合重点区域土壤污染状况调查，对污染场地土壤进行系统调查、监测，建立污染场地土壤环境监测网络和数据库；研发高效、快速的污染土壤修复技术，发展物理、化学和生物联合修复技术；选择重点地区，开展工业污染场地修复与治理技术示范。此外，还须重视放射性污染土壤的防治，制定放射性污染土壤修复标准或基准，并研究可用于治理放射性污染土壤的修复技术。

6.3.3 在管理理念上，应借鉴和强化国际上较普遍采用的基于风险的土壤环境管理模式

(1) 以人体健康、土壤生态及地下水作为保护目标，基于风险管理的方法制定不同的管理对策

基于风险的污染土壤环境管理是目前国际上普遍采用的监管模式，这种管理手段具有成本效益合理等众多优点，在很大程度上适合于中国作为发展中国家的实际情况。未来5~10年，应在基于风险的管理框架下，制定场地风险评价和风险管理的技术导则或指南文件；提出用于污染场地风险评价的土壤基准和标准；研究风险评价模型、评价准则和风险管理技术；研究中国典型城镇及农村区域污染物质污染水平、生态效应、健康危害和环境控制指标体系等；根据风险评价的结果，按照风险管理的技术导则或指南文件，提出有效的控制技术以降低或消除该风险，保护人群健康和生态系统的安全。应将最具风险和亟待开发的污染场地作为优先修复污染场地，对于低暴露、低风险的污染场地应采用制度控制等手段进行管理，从而实现低成本、高效率的污染场地管理目标。

(2) 重视利益相关方的参与

土壤环境监管工作中应充分咨询各利益相关方的意见，建立相关部门之间的合作、各级政府之间的合作、公共部门和私营部门之间的合作以及受影响公民和其他人之间的合作。

6.3.4 改革与创新土壤环境监管体制，推动土壤标准体系建设

从环境监管的手段和措施来说，应改革与创新土壤环境监管体制，强化土壤环境的监管与治理手段；在未来5~10年应推动土壤环境标准体系建设，鼓励以省市为单位，制定区域性土壤环境质量标准和污染土壤修复标准。

(1) 探索建立适合中国国情的土壤环境监管制度

国家和地方要按照环境保护部统一部署，将土壤环境监督管理列入环境保护重要内容，鼓励地方因地制宜，积极探索制定切实可行的土壤污染防治地方性法规和政策措施。在借鉴国外先进经验的基础上，构建中国土壤环境监管制度体系，包括土壤环境质量监测和评价制度、土壤污染责任追究制度、土壤污染防治基金制度、污染土壤管制制度、土壤污染治理和修复制度、土壤污染事故应急制度等。

国家和地方要将土壤环境质量监测纳入常规环境监测体系，制定土壤环境监测方案并组织落实。逐步建立和完善国家、省、县三级土壤环境监测网络，探索建立土壤环境质量状况定期公布制度。加强土壤环境保护队伍建设，制定土壤污染事故应急处

理处置预案。针对土壤环境监测管理尚未纳入现有环境监测常规监测任务中，其监测机构、能力、制度均未形成及规范化的现状，应依托现有省、市、县各级环境监测站点，进一步增加、设置与土壤环境监测相适应的专门机构，开拓土壤环境监测领域，配备相应的监测能力，形成土壤环境监测网络体系。

以土壤环境风险评价、安全评价和环境监测信息为依据，应建立起应对各种污染（包括累积性污染、突发性事故或其他原因造成的污染）的预警与应对机制及措施。同时，研究建立与预警、应急要求相适应的技术支撑体系，为预警、应急的有效实施提供保障。土壤环境安全预警系统主要包括：重点污染源排污状况实时监控信息系统、突发事件预警系统、重点区域土壤环境监测与安全评价预警系统，应建立各类预警的指标体系。

加强土壤环境保护宣传教育队伍、机构装备和条件建设；制订土壤环境宣传教育的规划、条例和各项规章制度；组织出版土壤环境保护的宣传与教育读本；建立土壤环境宣传资料档案库和信息网络共享平台；培育土壤环境保护科研、监测及管理服务专业人才队伍。

（2）建立污染场地产权交易的登记制度

建立污染场地产权交易的登记制度，该制度适用于土地交易及土地利用类型的变更。土地卖方需确认当前土地所有者的权限、可能造成污染的活动、污染现状、土地所有者对污染现状或无污染的声明，以及对土地污染应承担责任和义务的声明。买方需确认土地污染状况以及因土地污染可能转移至买方的责任和义务，并发布产权交易之前的免责声明。

（3）完善中国土壤环境标准体系

中国土壤环保标准体系应包括农用地土壤环保标准、场地土壤环保标准、土壤环境分析方法标准、土壤环境标准样品和土壤环境基础标准五部分。

农用地土壤环保标准主要包括土壤环境质量标准、土壤环境质量评价技术规范、土壤环境监测技术规范、农用地土壤污染防治技术规范等。场地土壤环保标准主要包括场地环境调查、评估、修复、监测等相关的技术规范或导则，主要是对场地环境保护工作中各环节的技术规定。土壤环境分析方法标准主要包括土壤中重金属污染物、挥发性污染物、半挥发性污染物、持久性有机污染物等各类污染物的分析方法标准，以及有关土壤污染物样品前处理方法技术规范等。土壤环境标准样品主要包括土壤中重金属污染物、挥发性污染物、半挥发性污染物、持久性有机污染物等各类污染物的标准样品。土壤环境基础标准部分主要包括土壤环保工作中的术语、定义、符号、计量单位等标准。

（4）制定国家和地方土壤环境质量指导标准

现行《土壤环境质量标准》过分强调统一，未来5~10年应对该标准进行修订，应根据不同的土壤性质和土地利用方式，采用风险评估的方法制定不同区域的土壤环

境质量标准。调整现行《土壤环境质量标准》中规定的污染物项目，增加污染物的种类（包括重金属和有毒有害有机污染物等）。国家要建立土壤环境保护标准体系，加快修订国家土壤环境质量标准，配套制订与完善土壤环境监测分析方法，研究制订土壤污染控制标准。鼓励地方因地制宜探索制定地方性或区域性土壤环境标准。

建立土壤标准的建议：

① 建立中国土壤污染生态和健康风险评估方法，尽快制定有关法律法规、技术规范和技术导则。

② 系统开展污染物环境行为、生物有效性与生态毒理学试验、污染物剂量—反应关系等研究，为确定土壤标准值提供理论依据。

③ 考虑到中国土壤类型的多样性，在国家层面出台标准制定的方法和技术，各省、自治区和直辖市依据该方法技术制订区域标准。修订和健全适用于不同土地利用方式的国家土壤质量标准体系，开展各省、自治区和直辖市的土壤质量标准制订工作。

6.3.5 加强土壤污染的控制与治理工作

从土壤污染的控制和治理方面来说，国家环境保护部门应通过指导工程示范的实施，开展污染土壤（场地）修复技术的可适用性评价，研究解决污染土壤修复治理的资金机制。

（1）土壤污染控制和治理的重点地区包括重要农产品产地、高污染和高风险的遗弃工业场地、热点地区和生态敏感区，支持建设一批重点治理与修复示范工程

优先支持农村地区危害群众健康、人居环境安全、农产品安全等相关的突出土壤环境问题的流域和区域，存在群众反映强烈和社会各界高度关注的、经过治理在短期内能够取得成效的土壤治理项目。农村地区要以重要粮食生产基地、“菜篮子”基地和出口农产品生产基地为重点，针对影响农产品质量安全或食品安全的土壤环境问题，开展污染土壤修复与生态调控。城市地区要以高污染、高风险企业搬迁或关停遗留工业场地（如农药厂、化工厂、焦化厂、危险废物填埋堆放场地等）为重点，针对影响人居环境安全和社会稳定的土壤环境问题，开展污染场地综合治理与土壤修复。以癌症高发区、地方病流行区、环境污染纠纷频发区等热点地区为重点，重点针对危害当地居民人体健康、影响社会稳定土壤环境问题，开展污染土壤综合治理与生态调控。未来5~10年，应以重金属、石油、农药、持久性与挥发性有毒有机物等为目标污染物，制定不同修复技术的筛选指标体系。推动建成一批土壤污染防治国家和地方重点实验室或土壤修复工程技术中心。

（2）地方政府是土壤污染防治项目实施的责任主体，土壤污染防治项目投入以地方为主，中央财政资金重在引导，鼓励社会资金参与

目前，从各地污染土壤（场地）修复的实践来看，修复资金的筹措是一个重要的“瓶颈”问题。未来5~10年，应通过修复工程试点，再综合考虑中国土地资源国有的

特点和“谁污染、谁治理”的基本原则，探索合理的修复资金分配机制。资金来源可包括对污染企业征收的污染税、受污染地块的开发商出资、政府拨款、向责任人追回的治理费用、对逃避承担相关环境责任的公司及个人的罚款、当地社区和居民的集资、公益捐助、基金利息等。

土壤污染防治项目投入以地方为主，中央财政资金重在引导，鼓励社会资金参与。中央财政应安排一定比例专项资金用于土壤污染防治，保证资金逐年增加；地方政府也应在本级预算中安排一定资金用于土壤污染防治。中央财政部门应视情况对地方土壤污染防治给予资金补助。

6.3.6 在土壤环境监管上应加强科技支撑，突破影响中国土壤环境监管工作

有效推进的科学和技术障碍

（1）建立不同地区和不同农产品产区优先控制污染物清单

针对中国目前农产品产地环境污染源和污染物种类繁多的情况，环境保护部门要联合农业和卫生部门，筛选和建立中国不同地区和不同农产品生产区中优先控制和管理的污染物清单。农产品产地环境质量评价指标应根据污染源状况、农业生产特点、产地环境及农产品污染现状等进行选择确定，并建立相应标准和评价方法，为农产品产地环境监管提供科学依据。

（2）建立污染场地土壤档案和信息管理系统

结合重点区域土壤污染状况调查，对污染场地特别是城市工业遗留、遗弃污染场地土壤进行系统调查，掌握原厂址及其周边土壤和地下水污染物种类、污染范围和污染程度，建立污染场地土壤档案和信息管理系统。

（3）建立污染土壤修复技术筛选体系，开发污染土壤修复技术与装备

研究开发污染场地土壤修复技术，编制污染场地土壤修复技术指南，制定土壤污染防治技术政策和土壤污染防治最佳可行技术导则，筛选污染场地土壤修复实用技术；推动建成一批土壤污染防治国家重点实验室和土壤修复工程技术中心；研制一批国家土壤分析测试方法和标准样品，开发污染场地土壤修复装备。

未来5~10年，污染土壤修复与治理工作的重点是实施示范工程项目。对于亟待开发的污染场地土壤，重点研发快速的物理、化学联合修复技术，提高修复的效率，降低修复成本。针对农田（含灌区）土壤环境治理与修复，需要着力发展能大面积应用、安全、低成本、环境友好的生物修复技术和物化稳定技术，实现边修复边生产，保障农产品安全和生态安全。

（4）建立中国土壤环境数据的共享机制

借鉴发达国家科学数据共享管理机制，研究中国土壤环境数据共享机制，包括政策法规体系、保密管理机制、公益共享机制、数据共享的组织保障等。中国土壤环境数据库应包括在投资交易过程中获取的相关环境数据。

第7章 国合会2010年年会给中国政府的政策建议

中国环境与发展国际合作委员会（以下简称“国合会”）第四届第四次年会于2010年11月10~12日在北京召开，会议的主题是“生态系统管理与绿色发展——探索中国环境保护新道路”。

国合会委员欣喜地看到，刚刚闭幕的中国共产党第十七届五中全会为中国“十二五”乃至未来一段时期的发展构建了一个“绿色转型”、“以民为本”的路线图。这就是以科学发展为主题，以加快转变经济发展方式为主线。为此，中国政府提出了调整经济结构、促进科技进步与创新等战略性措施，强调将保障和改善民生作为转变经济发展方式的根本出发点和落脚点，把坚持改革开放作为推动经济发展方式转变的动力。委员们赞赏最近强调提出的包容性增长的新理念，并特别注意到，中国政府提出将建设资源节约型、环境友好型社会作为加快转变经济发展方式的重要着力点。目前，中国政府正在积极探索一条以代价小、效益好、排放低、可持续为特征的环境保护新道路。这种认识和方法上的创新，令人欣慰和期待。

委员们高度肯定过去一年来中国政府在应对后金融危机中保持经济增长和促进绿色发展，以及建设生态文明等方面所做出的努力与取得的重大进展。“十一五”二氧化硫、化学需氧量减排目标提前完成，节能目标有望如期实现；发布了《全国主体功能区规划》，将资源环境承载力作为确定区域发展方向的关键因素，构筑绿色发展新格局；应对气候变化取得新进展，低碳经济发展理念正在被全社会广泛接受，一批低碳经济试点正在探索中实践，上海世博会的圆满成功成为探索低碳城市和绿色发展的新亮点；提出了培育和加快发展以清洁、低碳、绿色为核心的七大战略性新兴产业的政策导向。

绿色经济、绿色发展等概念为国际社会所广泛接受，并在探索实践中逐渐深化。然而，委员们注意到，在国际社会推动绿色发展的众多角度和措施中，有一个方面还没有引起足够重视，这就是保护和提高生态系统的功能和服务问题。持续的经济高速增长、国内消费升级对生态系统带来的压力已非常紧迫，需要我们高度重视。生态系统是人类生存发展的载体和基础，具有各种功能，在健康的生态系统及其健全的生态服务支撑下的发展是人与自然相协调的发展，体现着绿色发展的核心内涵；对某些生态服务的经营和管理，本身就是绿色经济产业；破坏生物多样性和超越生态系统承载

能力的发展就是不可持续的发展。因此，国合会在联合国生物多样性保护年、在绿色发展成为世界潮流、中国发展方式进入绿色转型的关键时刻，高度关注这一主题就显得非常必要和意义重大。

经过多年的巨大努力，中国的生态保护与建设取得了较大进展，为社会经济发展和确保生态安全奠定了较为坚实的基础。但是，委员们也注意到，中国绿色发展面临的一个基本挑战是有限的自然资源和生态系统服务能力与不断增长的经济社会需求之间的矛盾，突出表现在生态系统面临着持续退化的压力，严重的环境污染直接影响到许多生态系统的服务功能，削弱了实现绿色发展的基础。委员们特别关切到，今年全国范围内频繁发生的旱灾、洪涝、泥石流、台风、地震等重大自然灾害给中国的警示，凸显了生态系统的脆弱性和提高生态系统服务水平的迫切性。而气候变化也将会对已不堪重负的生态系统产生更大的压力。

理论和实践表明，有效地保护生物多样性和提高生态服务水平的方法是采用生态系统管理的方式。国合会今年围绕陆地生态系统（森林、草地、湿地）和海洋生态系统开展了课题组研究，围绕水、土壤等重要生态系统要素，以及生物多样性保护、生态足迹等共性问题开展了专题研究。基于国合会年会期间的讨论，并综合有关研究成果，2010年国合会给中国政府提出如下政策建议。

7.1 转变观念和方法，重构生态环境保护与修复的国家战略与体制机制

中国的生态保护与建设实践还存在很多问题，在认识上，明显存在着重生态系统的资源供给服务，轻调节、支持和文化服务的倾向，就生态系统服务受气候变化的影响问题认识也需要提高；在管理方式上，基本上是按照生态系统要素划分部门管理职能、按行政区划实施管理措施，没有很好地遵循生态系统整体性、地域性规律对管理的内在要求；在机制上，主要是政府主导的“自上而下”的方式，公众和社区的自主参与严重不足。生态系统管理的部门职能交叉重叠，责权利不清，重建设轻保护，效率不高和效果不好等现象不同程度地普遍存在。

为此，建议：必须转变观念和方法，以形成健康的生态系统及其健全的生态服务功能为目标，以实施生态系统管理方式为核心，重构生态环境保护与建设的国家战略。

7.1.1 转变观念，科学认识生态系统的整体性规律和多种生态服务功能的重要性

通过加强科学的研究和宣传教育，提高决策者和公众对生物多样性、生态系统及其多种服务功能的科学认识，树立生态系统管理与经济发展、脱贫、增加就业可以协同

促进的观念，统筹扩大生态系统规模与提高生态系统生产力和服务质量，将保护、改善和发挥生态系统的调节、文化和支持功能与供给功能放在同等重要的地位，将形成健康和有弹性的生态系统和健全的生态服务作为生态保护与建设的目标，将生物多样性保护纳入生态保护与建设的主流，将生态系统管理方式作为保护与建设的基本方法，确立从“山顶到海洋”的大系统战略思路。

7.1.2 制定国家中长期生态环境保护与修复战略纲要，建立统一、协调的行动

框架

国家的发展，科技是动力，教育是基础，人才是关键，自然资本是根基。参照国家中长期科技发展规划、教育发展规划和人才发展规划的模式，以《全国生态环境建设规划（1998—2050）》、《全国生态环境保护纲要（2000—2030）》和最近完成的国家环境保护宏观战略研究成果为基础，中国应制定《国家中长期生态环境保护与修复战略纲要》。通过国家战略纲要，统筹增强生态系统的多种功能，采取生态系统管理方式，解决目前按生态系统要素和行政区域管理带来的弊端。按照国家主体生态功能区划，国家战略纲要将森林、草原、湿地、海洋、土壤、水等生态系统的保护与修复，生物多样性保护、生态保护和污染防治纳入一个统一、协调的行动框架下，确定中长期国家生态环境保护与修复的目标与任务。根据国家战略纲要，进一步制定和实施不同重要生态系统的保护与修复的规划和措施。

7.1.3 建立跨部门、跨地区的综合协调机制，形成高效顺畅的生态环境管 理体制机制

要立足长远，逐步推进生态环境保护的大部门体制建设，现阶段要重点建立有效的部门和地区协调机制。在中央层面，针对重要生态系统管理和涉及跨省（市、区）的大流域生态系统管理领域，要建立跨部门、跨地区的综合协调机制，界定和理顺中央与地方之间、部门之间、大流域上下游不同行政区之间的职责关系。在生态建设规模大、任务重的中西部省（市、区）建立省级和省际生态系统管理和协调机构，使其成为生态建设、规划和管理的决策主体，促进部门间协调与合作。将生物多样性保护和生态系统管理纳入工业、农业和其他产业部门的工作之中，而不仅是作为林业、环保、国土、水利等自然保护部门的职责，实现生物多样性保护和生态系统管理在经济管理部门的主流化；同时，明确省级人民政府对生态系统管理的责任。

7.1.4 利用市场机制和生态服务共享与补偿机制，激励企业、公众、社区和非政府组织保护生态系统

要充分发挥市场机制作用，建立生态产品认证制度，激励私营部门、企业和经营某些生态系统服务，培育相关新型产业，强化企业社会责任，降低企业生态足迹。加强社区能力建设，增强公众对生态系统保持健康状态重要性的认知，探索并建立可持续的社区协议保护机制，加大信息公开的范围和程度。要扩展和深化环境教育体系，将生态系统服务与管理纳入科普宣传与学校教育的范畴。鼓励和支持非政府组织，形成“自上而下”与“自下而上”相结合的治理方式和全社会保护生态系统的强大合力。

7.2 强化管理，让重要陆地生态系统休养生息

中国在大约 34.9% 的陆地国土上承载着 96% 的人口，持续而快速增长的经济社会活动对森林、草地、湿地、水体等陆地生态系统提供的多重服务需求巨大，生态系统不堪重负，陆地生态系统保护与恢复面临严峻挑战。特别是土壤退化状况愈趋严重，包括土壤侵蚀（水土流失）、土地沙漠化、土壤盐碱化、土壤贫瘠化及土壤污染等，部分地区土壤污染严重，成为危害生态环境、危及食品安全的重要因素，严重威胁公众健康。强化陆地生态系统管理，提高陆地生态系统服务能力，为经济持续稳定发展和改善民生提供有效的自然资本支撑，是中国政府亟待解决的重大现实问题。

为此，建议：从陆地生态系统的整体性出发，用系统和协同的方法，从法律、规划、政策、管理制度、投入等方面，大力加强生态保护与修复，让重要陆地生态系统及相关水生态系统休养生息。

7.2.1 调整和制定重要陆地生态系统保护与修复规划

在建议制定的国家中长期生态环境保护与修复战略纲要的统领下，针对重要陆地生态系统及其水生态系统，按照自然地理区域和流域的生态分布规律和特征，建立彼此相互联系、支持和协调的各专项生态保护与修复规划。同时，对生态环境可能造成重大破坏的经济社会活动，例如矿山开发、重大基础设施建设工程，制定专项规划和措施，建立从预防、修复到监管的生态环境保护与修复管理体系。

7.2.2 加强生态系统管理的法治建设

要完善生态系统管理的法律法规体系：(1)修改已经实施 20 多年的《环境保护法》，统筹生态保护和环境污染防治，更新立法理念、原则和制度；(2)在相关资源环境立

法中要注意贯彻生态系统完整性原则；（3）在经济立法中遵循自然生态规律的要求，使经济立法生态化；（4）在对现有相关生物多样性保护的法规进行全面评价的基础上，促进生物多样性国际法向国内法的转变，制定关于生物多样性保护的框架法律；落实《中国生物多样性保护战略与行动计划（2011—2030年）》，推动生物多样性国际履约，切实履行中国关于加强生物多样性保护的承诺；（5）严格执行现有生态环境法律，依法追究污染、破坏生态环境者的法律责任。

7.2.3 增强生态系统和社会抵御自然灾害的能力

坚持保护优先，从经济和社会发展的源头减轻对生态系统造成压力；坚持自然恢复为主，减少过度的人为干预，主要依靠生态系统的自我恢复，辅以必要的人工措施，恢复生态系统功能，增强生态系统本身抵御自然灾害的能力。加强水利基础设施建设，推进大江大河支流、湖泊和中小河流治理，增强城乡防洪能力；加快建立地质灾害易发区调查评价体系、监测预警体系、防治体系、应急体系；加大重点区域地质灾害治理力度。

7.2.4 增强对陆地生态系统保护和管理的长期投入

国家应建立和完善多元化的投融资机制，拓宽投融资渠道，形成稳定的政策环境，增强国家对生态系统保护和管理的长期投入。继续实施重大生态建设工程，稳定资金渠道和总量，巩固已有的生态建设成果。在中西部生态脆弱区，规划和实施新的生态保护与恢复工程，将江河源头区、严重水土流失区、重要饮用水水源地、自然保护区和重要生态功能保护区等纳入国家生态保护和建设工程的范围，统一规划，分省区实施，并通过中央财政转移支付、专项建设资金和生态补偿等资金机制，为中西部生态保护与修复提供稳定的资金支持。培育生态建设产业和市场。建立并加强对生态保护与管理项目资金筹集、分配与使用的评估和审计体系，提高资金效率和效果。

7.3 高度重视海洋生态系统管理，促进海洋可持续发展

中国是海洋大国，海洋是中国经济社会发展的重要推动力和可持续发展的基础。然而，中国目前的海洋生态环境形势不容乐观，承担着很多陆地不可持续行为的污染后果，如废弃物填埋、来自农业、工业的污染，过度围填滨海湿地为农业、工业或城市用地等，造成近海环境污染严重，海洋生态系统破坏严重，海洋生态环境灾害频发，海洋资源严重衰减。过度捕捞急剧降低了渔业生物资源量，同时围填海又破坏了鱼类的产卵场或仔幼鱼的栖息地，导致部分渔业种类资源枯竭。当前的形势已经非常严峻，而随着未来沿海地区经济的持续增长，未来的挑战将更加严峻。目前中国的海洋生态环境管理严重滞后，例如，缺少统一的国家海洋基本法；缺乏能够统筹陆地流域和海

洋的综合战略规划；海洋环境管理存在结构性缺陷，条块分割的管理模式将统一的海洋与海岸带生态系统人为分解为不同领域，由不同部门监管，使得不同海洋自然资源或生态要素及其功能被分而治之，不能根据海洋生态系统的整体性进行综合管理。因此，中国政府必须高度重视中国海洋面临的越来越严重的问题，包括内陆、河流、海洋不可持续利用带来的严重影响，将海洋环境管理尽快纳入国家生态环境保护的重要议事日程。

为此，建议：中国应充分考虑陆地、流域、沿海地区发展对海洋生态系统的影响，以生态系统为基础，坚持陆海一体、河海一体的基本原则，统筹海洋开发与生态环境保护之间的关系，统筹沿海区域和流域的经济社会发展，加强海洋和海岸带生态环境保护与修复，提高海洋和海岸带的生态系统服务能力，加强全球和区域层次上的海洋生态环境保护国际合作与交流，确保海洋资源的可持续利用。近期应高度关注渤海流域，制定中国海洋绿色发展战略，实现海洋经济社会和环境资源的协调发展。

7.3.1 建立健全海洋管理法律法规体系

尽快启动《中华人民共和国海洋基本法》的立法程序，作为实施海洋开发与管理，发展海洋经济、保护海洋生态环境的根本法；制定《中华人民共和国海岸带管理条例》和《中华人民共和国渤海区域环境管理条例》；尽快完善《海洋环境保护法》配套条例、办法、规定、标准的制定。在海洋管理立法中，要以生态系统管理方式为基本原则，以全面保护和修复海洋生态系统的多种服务功能为目标。

7.3.2 尽快制定国家海洋生态环境保护战略与规划

在综合评估《中国海洋 21 世纪议程》的基础上，研究制定新的《中国海洋和海岸带可持续发展战略》，提出未来 20 年中国海洋和海岸带可持续发展的基本原则、指导方针和战略目标，提出沿海区域经济发展、海洋经济发展、海洋环境保护和资源养护的重点任务，为中国海洋环境保护和可持续发展提供宏观指导。规划应优先考虑围填海、富营养化、过度捕捞等带来的赤潮、绿潮和渔业等紧迫问题。

7.3.3 建立陆海统筹的海洋生态环境管理协调机制

近期内中国实行高度集中统一的海洋管理体制的困难较大，难以改变多部门共同承担海洋管理事务的体制。所以，有必要设立国家海洋委员会，协调陆海统筹和不同部门间的海洋环境管理事务，形成齐抓共管的机制，增强管理合力。鉴于中国海洋生态环境问题的紧迫性，国家海洋委员会的首要任务是：制订国家海洋发展战略；强化各涉海管理部门之间的沟通；协调和指导海洋开发中跨部门、跨行业、跨区域的重大事项；其中，将解决渤海生态环境问题作为最优先的工作任务。

7.3.4 采取基于生态系统管理方式的海洋综合管理对策

以自然生态系统为管理单元，采取海洋综合管理对策：（1）以生态系统为基础修编海洋功能区划；（2）在评估近岸海域生态容量、生态安全、环境承载力的基础上，建立围填海红线制度，确定海岸带/海洋生态敏感区、脆弱区和生态安全节点，确定优先保护区域；（3）在现有保护区基础上，对典型的生态系统、珍稀和濒危物种建立海洋自然保护区、海洋特别保护区及海洋公园，形成海洋保护区网络；（4）在典型海洋生态系统集中分布区、外来物种入侵区、海岛、气候变化影响的敏感区等实施典型生态修复工程，建立海洋生态修复示范区，恢复海洋生物多样性维护能力，提高抵御海洋灾害和应对气候变化能力；（5）在以生态系统为基础的海洋管理框架下，建立海洋生物资源养护与增殖体系；（6）大力发展环境友好型海水养殖业，发展碳汇渔业新模式，改善水域生态环境；（7）采取“以海定陆”的原则，兼顾技术经济可行性，以削减农业、工业污染负荷为优先目标，制订流域—河口污染控制方案；（8）加强流域水利工程对河口水沙调控的综合管理，将入河口泥沙锐减导致的三角洲海岸侵蚀造成的负面影响降到最低。

7.3.5 健全海洋重大污染事件风险预警及应急响应制度

按照国际海洋生态保护的预防预警原则，建立健全海洋重大污染事件风险预警及应急响应制度。在建议设立的国家海洋委员会下设海洋重大污染事件应急响应与处置领导小组，领导和协调部门的应急行动，健全海洋污染事件应急响应制度。建立海洋重大污染事件通报和区域潜在环境风险评估、预警及信息共享机制，完善区域突发海洋环境事件应急处置体系，加强对潜在环境风险责任主体的监督管理，推动各项应急措施的落实。

7.3.6 建立陆海一体化的生态环境监测和预测体系

整合流域—河口—海域的监测工作，统一监测指标和技术标准，构建大气、流域、海洋/海岸带一体化环境监测体系，建立信息共享平台，促进数据共享。近期，增加氮氧化物作为大气监测和控制指标，增加营养盐（总氮和总磷）作为流域水环境监测和控制指标。开展流域—海域生态系统相关科学问题综合研究，深化对海洋生态系统机理和服务的认知，为实施海洋生态系统管理方式奠定科学基础。在沿海人口与经济活动密集区建立从环境监测网络、实验研究、野外台站观察和区域生态修复示范为一体的海洋生态环境研究和监测体系。

7.4 强化科技创新与支撑，切实加强生态系统管理能力建设

当前，中国生态系统管理的科技支撑和能力显著不足。第一，对主要生态系统及

其变化的监测不到位，生态系统管理相关的决策缺乏实时、可靠的基础数据支持；第二，生态系统监测与研究的网络体系部门化现象明显，相关部门的监测和研究获取的有效数据和成果的共享和转化机制尚未形成；第三，生态系统服务与管理方面的基础研究、应用研究和技术开发尚显薄弱；第四，生态系统服务与管理的科学研究缺乏向政策、决策和实践转化的有效渠道。因此，针对国家生态保护与恢复的主要问题和关键需求，加强监测、研究与示范工作，开发具有良好适宜性的生态系统优化管理模式，为生态系统监测、评估、示范和决策等提供科技支撑。

为此，建议：建立和完善全国和重点区域生态系统状况的可测量、可核查、可报告的国家生态系统监测与评估体系，大力加强生态系统管理的科技支撑与能力建设。

7.4.1 建立完善国家生态系统观测研究网络

在国家层面完善区域生态系统和生物多样性野外科学观测研究网络布局，提供长期稳定的经费支持，统一技术规范、数据标准和共享机制，建立包括生物多样性在内的生态系统基础数据库和国家数字化信息库，为生态系统管理提供关键科学数据、优化管理示范模式和关键技术。

7.4.2 定期开展国家生态系统状况评估，建立适应重点区域管理的生态系统

监测评估体系

在森林、草地、湿地、海洋、土壤、水、生物多样性等资源普查和本底调查的基础上，运用国家生态系统观测研究网络、遥感分析和模型模拟技术等，分析脆弱生态系统问题演变态势，客观评价生态系统服务的变化过程，开展五年一次的综合评估，为国家“五年规划”提供全国生态评估报告和相关决策支持依据。建设重点区域生态系统“空—地”一体化监测体系，实现重点区域生态系统的连续系统监测，全面把握生态系统变化态势和生态修复工程所取得的生态成效与存在问题，提出具有针对性的应对方案，为生态环境保护与修复提供科技支撑。

7.4.3 开展生态系统服务与管理的基础理论研究、关键技术开发和成果应用

研究主要退化生态系统的特点和区域分布，揭示不同区域典型生态系统的退化机理和演变规律，研究和开发生态恢复的关键技术和优化模式应用示范，不断积累和完善不同类型和区域生态保护与恢复的技术储备。开展生态系统服务价值和绿色核算研究，并纳入国民经济核算体系和政绩考核体系中。加强气候变化对生态系统影响、生态系统适应和减缓气候变化的科学与技术研究。研究新能源开发和新技术应用对生态系统的影响。研究和总结中国不同地区不同生态系统的优化管理模式，建立适合当地

生态区特点的技术规范和模式。

7.5 抓住薄弱环节，强化关键领域，推进中国“十二五”经济发展方式的绿色转型

“十二五”期间是中国全面建设小康社会的关键时期，是转变经济发展方式的攻坚时期，也是实现绿色转型、走绿色发展道路的重要机遇期。既要对未来五年中国绿色转型充满信心，又要清醒地认识到面临的可预见和不可预见的困难和挑战。中国面临的资源环境矛盾将更加突出，人民对良好生态环境的要求更加迫切，应对气候变化等国际环境问题的形势更加严峻，节能减排的边际效益递减更增加了实现环境与发展目标的难度。

为此，建议：“十二五”期间，中国在环境与发展领域的中心任务和目标应该是统筹好保护环境与转变发展方式的关系，在改善环境质量和推动绿色发展上获得双赢，探索出一条环境保护新道路。要完成这一任务和目标，不仅要强化那些已被重视的环保领域和实践证明明确有成效的政策措施，继续加强节能减排，而且还要紧紧抓住和大力加强目前尚处薄弱的领域和亟待强化的政策措施，全面加强生态系统管理、农村环境保护和土壤污染防治，并将提高气候变化适应能力和减缓目标融入生态系统管理之中，提升生态环境保护对促进经济发展方式绿色转型的作用。

7.5.1 强化关键领域及其政策措施，助推经济发展方式的绿色转型

研究和提出促进生态环境质量明显改善的具体约束性指标，在全国各地推动落实；严格环境影响评价，从源头调整产业结构和空间布局；提高环境标准，严格环境执法，从上游和末端倒逼产业结构调整；推动环境产品认证，引导绿色消费；制定环境经济政策，引导传统企业的绿色转型，培育新兴和环保产业；提高环境信息公开程度，引导公众参与绿色发展；加强环境科技和政策创新与应用，为绿色发展提供技术和智力支持。

7.5.2 全面加强农村生态环境保护，缩小城乡生态文明建设差距

目前，中国的农村生态环境问题十分突出，已成为中国生态环境保护的薄弱环节和短板，直接影响到中国大部分人口的生活质量和对中国发展成果的公平分享。在“十二五”期间，中国政府应全面加强农村生态环境保护，并力争取得突破性进展。(1)研究制定农村生态环境保护规划，将解决农村生态环境问题纳入国家生态环境保护的重要议事日程；(2)建立和完善农村环境保护法律法规和制度，加快畜禽养殖污染防治、面源污染防治、土壤污染防治、农业废弃物资源化利用等方面的相关立法；(3)加强农村生态环境基础设施建设，加大对农村生态保护和污染防治的指导和技术

推广力度；（4）扩大“以奖促治”的覆盖范围，加大资金力度，研究建立“以奖促防”机制；（5）建立健全国家和基层的农村环境监管机构，全面提升监管能力；（6）加强宣传教育，提高对农村生态环境问题的认识和意识。

7.5.3 全面推进土壤环境保护，保障公众健康和生态环境安全

土壤污染严重威胁食品安全、公众健康和生态系统安全，中国政府应高度重视，在“十二五”期间全面推进土壤污染防治工作。坚持预防为主、保护优先原则，建立从预防、修复到监管的土壤环境保护管理体系。（1）尽快制定土壤环境保护规划；（2）制定专门的土壤环境保护与污染防治法，完善土壤环境标准体系，制定国家和地方土壤环境质量指导标准；（3）抓紧探索建立适合中国国情的土壤环境监管体制，明确责任，建立土壤污染防治问责制；（4）切实解决污染土壤预防和修复治理的资金机制；（5）加强对土壤环境防治的科技支撑，研究开发和建立污染土壤修复技术与装备体系；（6）建立不同地区和不同农产品产区优先控制污染物清单，建立绿色供应链，建立食品安全评价和监控体系；（7）重视土壤吸收碳、涵养水源等生态功能，增强土壤对气候变化的适应与减缓能力。

7.5.4 突出重点，将全面改善多种生态服务功能和实施生态系统管理方式纳

入国家“十二五”生态保护与建设工作之中

统筹多种生态服务功能，实施生态系统管理方式尚属新生事物，面临观念、体制、机制和法律法规等诸多困难和挑战，要实施成功的生态系统管理，需要一个较长的推进过程。在“十二五”期间，中国应首先解决好决策者和相关利益者对生态系统服务功能和生态系统管理方式的科学认知，制订并发布国家中长期生态环境保护战略纲要和重要生态系统的专项规划；其次，在土壤、海洋等重要和薄弱的生态环境保护领域，率先启动和实施生态系统管理方式的行动，选择诸如渤海和一些重要陆地生态系统开展生态系统管理试点示范；再次，以相关科学研究、技术研发和管理模式示范、监测体系建设等为核心，提升生态系统管理的科技支撑作用和基础能力。

7.5.5 加快生态补偿的立法进程，健全相关政策和机制

中国的生态补偿机制已有多年研究和试点的基础，也进入了立法程序。应尽快出台《国务院生态补偿条例》，推动生态补偿机制的全面建立。根据生态系统管理的需要，要重点解决好几个方面的生态补偿问题：（1）建立和完善森林、草地与湿地的公益性补偿基金；（2）在国家生态补偿框架下，中央政府应为国家级自然保护区设置充足合理的预算；（3）逐步将退耕还林（草）等林地纳入国家生态补偿范围；（4）建立海洋生态补

偿/赔偿机制。特别是针对重大海洋工程（包括围填海工程）、海上溢油、海洋保护区、流域活动对河口—海域影响等重点问题，开展生态损害补偿/赔偿、生态修复补偿的示范；（5）建立矿产资源开发的生态补偿机制；（6）建立水生态系统保护的生态补偿机制。

7.5.6 以资源环境承载力为约束，实施绿色区域发展战略，建立区域生态环境保护合作机制

中国需要高度重视处理好区域振兴与绿色转型的关系问题。首先，区域发展规划和战略要符合国家发布的主体功能区划的要求，要以资源环境承载力为约束性条件来确定区域发展方向，切实避免随着产业的梯度转移造成污染转移和生态破坏；其次，在经济基础较好的东部地区以生态环境优先为原则，实施区域优化发展战略。在西部生态环境脆弱区，实施以生态创新为核心的绿色区域发展战略，高度关注生物多样性保护的需要，确保区域发展符合建设资源节约型和环境友好型社会的根本要求；再次，加强各地方政府间的协调和合作，全面建立区域生态保护的合作机制和污染防治的联防联控联治机制。

附 件

附件 1

中国环境与发展重要政策进展（2009—2010） 和国合会政策建议影响

前 言

中国环境与发展国际合作委员会作为中国政府批准成立的高层政策咨询机构，主要任务是就环境与发展领域的重要问题提出政策建议，供决策者参考和采纳。每年召开的国合会年会上，中外委员在国合会政策研究工作基础上，就有关政策问题进行讨论，形成国合会年会的政策建议，提交中国国务院及中央政府有关部门。为进一步完善这一工作机制，加强国合会委员对中国政策进展的整体了解和把握，协助委员更好地建言献策，自2008年开始，国合会中外首席顾问专家支持组受国合会秘书处委托，根据过去一年中中国环境与发展领域的重大政策进展和国合会重要政策建议的实施情况，撰写“中国环境与发展重要政策进展和国合会政策建议影响”报告。

本报告试图在两个方面作出贡献。一是回顾中国过去一年中出台的重大环境与发展政策，向国合会中外委员提供一幅展示中国在环境与发展领域最新进程的全面图景，以便于加强国合会委员对中国政策进展的认识和理解；二是将国合会近几年特别是过去一年中重点关注的问题和主要的政策建议与中国的环境与发展政策进程进行对照，梳理出国合会年度政策建议的采纳情况和关注问题的最新进展，帮助委员们理解哪些政策建议已经被参考或采纳。基于这样的理解，国合会委员可以更进一步讨论相关政策建议的未来走向并做相应调整，从而更具针对性地提出下一年的政策建议。

鉴于政策制定过程的复杂性，很难认定中国政府在过去一年中出台的某项政策是基于国合会政策建议出台的，因此，本报告并无意也无法来断定国合会影响了中国某

项环境与发展政策的出台，其中所做的一些简要分析，仅做政策实施与政策建议的对照。至于国合会对于中国环境与发展政策的影响，就交由读者来判断。

本报告是继 2008 年之后首席顾问专家支持组提供的第三份报告。报告分为两部分，第一部分是对 2009 年 11 月国合会年会之后一年中，中国环境与发展领域与国合会 2009 年政策建议相关的政策进展情况简要分析。第二部分列出了国合会 2009 年政策建议要点。

第一部分 中国环境与发展重要政策进展

一、环境与发展总体情况

2009 年是 21 世纪以来中国经济发展最为困难的一年。在世界经济仍然处于衰退的情况下，中国在世界率先实现经济回升向好，全年国内生产总值达到 33.5 万亿元，比 2008 年增长 8.7%。2010 年前两个季度，中国加快推进经济发展方式转变和结构调整，国民经济总体态势良好，国内生产总值同比增长 11.1%。

(1) 节能减排取得重大进展。2009 年，全国单位 GDP 能耗为 1.077 t 标准煤/万元，比 2008 年降低了 3.61%。“十一五”前四年累计单位国内生产总值能耗下降 14.38%。2010 年是“十一五”的最后一年，也是完成节能减排指标的决战之年，节能目标任务艰巨，“十一五”前四年累计减排 14.38%，而 2010 年上半年仅下降 1.25%。

2009 年，全国新增城市污水日处理能力 1 330 万 t，超额完成年初确定的 1 000 万 t 的任务。年末城市污水处理厂日处理能力达 8 664 万 m³，城市污水处理率达到 72.3%，提高 2.1 个百分点。全年新增燃煤脱硫机组装机容量 1.02 亿 kW，超额完成年初确定的 5 000 万 kW 的任务。

2009 年，化学需氧量排放总量 1 277.5 万 t，二氧化硫排放总量 2 214.4 万 t，与 2005 年相比，化学需氧量和二氧化硫排放总量分别下降 9.66% 和 13.14%。2010 年上半年，二氧化硫排放量比去年同期增长 0.22%，其中第二季度增幅比第一季度回落近 1 个百分点；化学需氧量同比下降 2.39%。二氧化硫减排进度已超过“十一五”减排目标要求。到目前为止，化学需氧量减排目标也已经实现。

(2) 清洁能源大幅增长。2010 年 8 月，联合国环境规划署发布的《2010 全球可持续能源投资趋势》和可再生能源全球政策网络发布的《2010 可再生能源全球状况报告》指出：2009 年，中国超过美国，成为投资清洁能源最多的国家。2009 年，中国公私营部门对核心清洁能源的投资增长 53%，可再生能源发电功率容量增加 370 亿 W，新增量

高于世界其他任何国家。其中，中国已经成为第一大风电装机市场，装机容量新增 1 375 万 kW，占全球新增风电装机容量的 1/3 强。

(3) 淘汰落后产能力度提升。2009 年，通过“上大压小”等结构减排政策，中国共关停小火电装机容量 2 617 万 kW，分别淘汰炼铁、炼钢、焦炭和水泥等落后产能 2 113 万 t、1 691 万 t、1 809 万 t 和 7 416 万 t，关闭造纸、化工、酒精、味精和酿造等企业 1 200 多家。2010 年全年关停 1 060 万 kW 小火电机组。“十一五”期间，中国累计关停小火电机组将超过 7 000 万 kW。按同等电量由大机组代发计算，每年可节约原煤 8 100 万 t，减少二氧化硫排放 140 万 t，减少二氧化碳排放 1.64 亿 t。

(4) 生物多样性保护成就斐然。2010 年是联合国确定的国际生物多样性年。据环保部公布的数据，目前中国 85% 的陆地自然生态系统类型、47% 的天然湿地、20% 的天然林、绝大多数自然遗迹、65% 的高等植物群落类型和绝大部分国家重点保护珍稀濒危野生动植物物种得到了有效保护。

(5) 总体环境质量有所提升。2010 年上半年，全国地表水总体水质明显改善。国控断面 I~III 类水质比例占 49.3%，同比提高 1.3 个百分点；高锰酸盐指数平均浓度为 5.1 mg/L，同比下降 0.2 mg/L。与 2005 年同期相比，全国地表水国控断面 I~III 类水质断面比例提高了 17.2 个百分点，劣 V 类比例下降了 11.2 个百分点，高锰酸盐指数平均浓度由 8.0 mg/L 降至 5.1 mg/L。七大水系水质持续改善。I~III 类水质比例为 56.8%，同比提高 1.0 个百分点，劣 V 类水质比例为 19.2%，同比降低 2.9 个百分点。其中，长江干流、黄河干流、珠江支流及三峡水库水质为优，珠江干流、长江支流、南水北调东线输水干线水体水质良好。

113 个环保重点城市空气质量总体良好。优良天数平均比例为 91.0%，105 个城市优良天数比例高于 80%。

2009 年，受国际金融危机和世界经济衰退的影响，中国经济增速陡然下滑，因此政府的经济政策以“保增长”为主。进入 2010 年，金融危机的影响逐渐削弱，世界经济逐渐复苏，中国政府适时地将经济政策从 2009 年的“保增长”调整为 2010 年的“促转型”，大力促进产业结构的调整和升级，发展绿色产业。在此背景下，节能减排和生态环境保护的力度进一步加大。

在 2010 年 3 月的《政府工作报告》中，温家宝总理提出 2010 年要大力推动经济进入创新驱动、内生增长的发展轨道，促进经济发展方式的转变。培育包括新能源、节能环保在内的战略性新兴产业，以迎接新的科技革命和产业革命，抢占经济科技制高点，并对 2010 年的节能减排工作做出了部署，打好“十一五”节能减排攻坚战和持久战。提出，一要以工业、交通、建筑为重点，大力推进节能，提高能源效率。二要加强环境保护，积极推进重点流域区域环境治理及城镇污水垃圾处理、农业面源污染治理、重金属污染综合整治等工作，所有燃煤机组都要加快建设并运行烟气脱硫设施。三要积极发展循环经济和节能环保产业。四要积极应对气候变化。加强适应和减缓气

候变化能力建设。大力开发低碳技术，推广高效节能技术，积极发展新能源和可再生能源，加强智能电网建设。加快国土绿化进程，增加森林碳汇。要努力建设以低碳排放为特征的产业体系和消费模式，积极参与应对气候变化国际合作，推动全球应对气候变化取得新进展。

二、一年来与政策建议相关的重要环境与发展政策进展

(一) 发展绿色经济，促进经济发展方式的绿色转型

2009年国合会年会，绿色经济作为国合会给中国政府的政策建议中提出的核心概念，逐渐为中国领导人所接受，他们在各种场合强调了发展绿色经济的必要性，并有意识地在这个概念下推动中国经济发展方式的转型。2009年底，在接受新华社专访时，温家宝总理表示，每次经济危机都在酝酿着一次科学革命，而应对经济危机的关键还是人的智慧和科技的力量。为应对这次经济危机，中国政府已经开始着手培育新的经济增长带，迎接新一轮的科技革命。本轮科技革命中最重要的一项就是促进环境保护技术的创新，发展绿色经济和低碳经济。在今年3月召开的全国人大十一届三次会议和政协十一届三次会议上，“低碳经济”、“绿色经济”成为最热门的关键词，两会委员提出了大量相关的议案。全国人大常委会委员长吴邦国在作报告时，提出“将加强应对气候变化相关的绿色经济、低碳经济立法工作”；全国政协主席贾庆林作常委会工作报告时也提到，未来要“推进节能减排，发展循环经济、低碳经济，应对气候变化”。

今年5月，李克强副总理在绿色经济与应对气候变化国际合作会议上重申了2008年和2009年国合会政策建议中关于发展“绿色经济”、实施“绿色新政”的建议，并对中国发展绿色经济的思路进行了系统阐述。他认为，当今世界，发展绿色经济已经成为一个重要趋势。在经济发展与资源环境矛盾日益突出的情况下，发展绿色经济不仅可以节能减排，而且能够充分利用资源、扩大市场需求、提供新的就业，是保护环境与发展经济的重要结合点。推动绿色发展是中国这样一个有13亿人口的大国破解能源资源“瓶颈”制约难题，实现和平发展和现代化的客观要求和必然选择。

李克强副总理提出了发展绿色经济和应对气候变化的三点建议：一是中国将加快转变经济发展方式，积极推动绿色发展。更加注重培育新能源、节能环保产业等新的增长点，更加注重推动生产、流通、分配、消费和建设等各个领域的节能增效，更加注重保护生态环境。通过深化改革，建立健全有利于绿色发展的体制机制，构筑绿色产业体系，形成绿色发展模式。二是牢固树立生态文明理念，大力倡导绿色消费。注重人与自然和谐相处，把节约文化、环境道德纳入社会运行的公序良俗，把资源承载能力、生态环境容量作为经济活动的重要条件。引导公众自觉选择节约环保、低碳排放的消费模式，着力建设资源节约型、环境友好型社会。三是完善经济全球化机制，

形成有利于绿色经济发展的环境。国际社会应当制定并实施鼓励绿色发展的贸易政策，反对各种形式的贸易保护主义。发达国家应当帮助发展中国家培育绿色经济，支持新兴经济体可持续发展。

很显然，国合会关于“发展绿色经济促进经济发展方式转变”、“发展节能与环保绿色产业”、“使绿色产业成为中国经济新的增长点和战略性新兴产业的重要组成部分”、“倡导可持续消费”、“加强国际合作，共同推动绿色经济发展”“反对贸易保护主义，扩大和促进资源能源节约和环境与气候友好技术转让”等政策建议，已经开始进入决策层的思考范围，并开始影响着政策制定的方向。

2010年以来，中国政府出台了一系列政策来促进经济发展方式的转型，这些措施为推动中国发展绿色经济奠定了基础。《关于2009年国民经济和社会发展计划执行情况与2010年国民经济和社会发展计划草案的报告》指出，要下更大的工夫推动经济发展方式转变和经济结构调整，提高经济发展质量和效益，增强发展的可持续性，实现又好又快发展。要依法淘汰落后产能，强化节能减排和环境保护。2010年5月，为进一步落实国家调整经济结构、转变发展方式的总体安排，国务院批转了发改委《关于2010年深化经济体制改革重点工作的意见》，确定了2010年经济体制改革的重点，对于促进经济发展方式转变做出了一系列的制度安排和部门分工，其中就深化资源性产品价格和环保收费改革提出了要求。

各部委也从本部门的职能出发，相继出台了一系列新的措施来促进产业结构绿色转型。例如，2010年3月，国家工商行政管理总局发布了《关于深入贯彻落实科学发展观 积极促进经济发展方式加快转变的若干意见》。该意见提出了促进经济发展方式转变，发展绿色经济的一些举措，包括：通过鼓励具有自主知识产权的技术作价出资，积极引导各类社会资本利用股权出资等方式进入战略性新兴产业；积极引导消费者自觉抵制过度包装、高能耗、高污染的商品，倡导以低碳排放为特征的绿色生活和消费模式。为促进居民消费模式的转变，2010年10月《关于居民生活用电实行阶梯电价的指导意见(征求意见稿)》公布了阶梯电价的初步方案，电价分为每月超过110度($kW\cdot h$)与140度($kW\cdot h$)将涨价两种方案。电价实行三档递增，其中最高档超额电量每度上涨不低于0.2元。环境保护部启动了研究制定生态文明建设评价指标体系和政策的工作，通过严格环境准入促进发展方式转变和经济结构调整。

2009年1月1日，《循环经济促进法》正式施行，标志着发展循环经济正式纳入法制化轨道。国合会2009年政策建议中，发展循环经济是促进绿色经济发展的核心内容之一。2010年5月，国家发改委发布了《关于发挥试点示范作用为实现“十一五”节能减排目标作贡献的通知》，要求把发展循环经济作为推进节能减排的重要举措。就发展循环经济相关的制度，中国政府先后做出了一系列安排，并在地方启动了开展循环经济规划和示范区建设。2010年5月，商务部发布了《关于进一步推进再生资源回收行业发展的指导意见》，提出以“政府推动、市场运作、社会参与”为原则，构建再

生资源回收体系、提高回收利用率，力争通过五年左右的努力，建成完善的覆盖城乡、多品种的再生资源回收网络体系，规范建设 50 个左右区域性集散市场，使再生资源主要品种回收率达到 80%以上，实现再生资源回收的产业化发展。为进一步推动资源综合利用，提高资源利用效率，发展循环经济，2010 年 7 月中国发布了《中国资源综合利用技术政策大纲》，列出了三类资源综合利用技术，即一是在矿产资源开采过程中对共生、伴生矿进行综合开发与合理利用的技术；二是对生产过程中产生的废渣、废水（废液）、废气、余热、余压等进行回收和合理利用的技术；三是对社会生产和消费过程中产生的各种废弃物进行回收和再生利用的技术。规定对这些技术给予增值税和企业所得税方面的优惠。2009 年 12 月 24 日，国务院正式批复了《甘肃省循环经济总体规划》，提出努力把甘肃省建成国家循环经济示范区。这是我国第一个由国家批复的区域循环经济发展规划，实现了循环经济由理论到实践的重大突破，是循环经济上升为国家发展战略的又一个标志性事件。在此前后，国家发改委先后批复了山西省、河南省、天津市等循环经济发展总体规划和试点实施方案。

通过发展生态、低碳农业和生态系统服务管理来促进农村地区发展绿色经济是国合会发展绿色经济建议的一项重要内容。《中共中央、国务院关于加大统筹城乡发展力度进一步夯实农业农村发展基础的若干意见》（中发[2010]1 号）明确提出“构筑牢固的生态安全屏障”，“编制林地保护利用规划，启动森林经营工程，增强森林生态服务功能，提高林地综合产出能力，大力增加森林碳汇”，“加强农业面源污染治理，发展循环农业和生态农业。”过去一年中，国家林业与农业部门积极行动，国家林业局发出《关于开展碳汇造林试点工作的通知》，正式启动了“碳汇造林”试点工作。开展“碳汇造林”试点，主要目的是探索与国际接轨并具中国特色的森林碳汇计量监测方法，为测算不同区域、不同模式、不同树种的营造林碳汇提供技术支撑和科学依据，为全国森林碳汇可测量、可报告、可核查奠定基础。同时，引导企业自愿捐资造林增汇，参与应对气候变化行动，体现企业社会责任，并探索社会资金参与公益造林的林业投融资机制改革。“碳汇造林”试点阶段将采取社会捐资与林业重点工程国家补助相结合的投入方式。

农业部门也在积极推动高效生态能源和低碳农业的研究与示范工作。农业部与山东省联合在黄河三角洲建设高效生态农业示范区，重点就资源科学集约利用、产业循环高效发展、环境保护与生态文明建设三大任务，推进高效生态种植业、高效生态畜牧业、高效生态渔业、外向型农业发展和科技支撑能力建设。2010 年，低碳农业这一概念日益进入决策部门的议程。农业部积极探索保障粮食安全与应对气候变化的有效措施，先后编写了《低碳农业——应对气候变化农业行动》，并组织了一系列全国层面的研讨会，探讨全球气候变化对我国农业生产造成的影响，寻求为“十二五”规划提供科技支撑。

在倡导可持续消费和低碳生活方面，中国继续实施环境标志产品政府采购，目前

已经公布六期采购清单。上海世博会继承和发扬北京绿色奥运的遗产，打造绿色世博和低碳世博。上海要在“低碳、和谐、可持续发展城市”这三大主题下，勾勒创新型新一代城市雏形。上海市发布了《中国 2010 年世博会环境报告》，从改善环境质量、世博会绿色实践以及社会公众参与等三个层次阐述了建设环境友好型城市、实践绿色世博的历程。为促进公共参与，上海世博还发布了低碳交通卡，鼓励公众乘坐公共交通，通过购买碳指标抵消参观世博的碳排放。

(二) 积极应对气候变化，大力发展战略性新兴产业

中国继续以积极的姿态参与国际气候变化的谈判。2010 年 10 月，中国成功承办天津气候变化谈判会议，这也是中国首次承办联合国框架下的气候谈判会议。在 2009 年 12 月哥本哈根会议前，中国的碳减排目标——到 2020 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%，将作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划，并制定相应的国内统计、监测、考核办法。这是中国政府在充分考虑中国国情的基础上做出的坚定承诺，表现了中国应对气候变化的诚意和推动国际气候变化谈判的积极态度。2009 年 12 月 18 日，温家宝总理在哥本哈根气候变化领导人会议上再次重申了中国政府降低碳排放的承诺。应该承认，国合会在这方面作出了巨大贡献。在 2009 年政策建议中，国合会建议中国政府“按照到 2020 年单位国民生产总值的碳排放强度比 2005 年有明显下降的总体要求，建立明确的低碳经济发展量化目标，力争单位国内生产总值碳排放年均降低 4%~5%，并按照地区和行业特征对目标进行分解”。这一建议与中国政府最终的承诺基本一致。

低碳经济、低碳城市的试点示范工作如火如荼地开展起来。除早些时间一些地方与国外的一些机构或者政府合作开展试点外，中国政府已经开始在全国层面上统一部署低碳城市、低碳经济的试点与示范工作，力图通过试点总结经验，为在“十二五”建立全国范围的温室气候排放统计和管理体系奠定基础。2009 年 12 月，环境保护部发布《关于在国家生态工业示范园区中加强发展低碳经济的通知》，自 2010 年起，在国家生态工业示范园区建设和发展中，将发展低碳经济作为重点纳入园区建设内容。要求国家生态工业示范园区建设单位在申报、建设、验收等各阶段，应贯彻循环经济、低碳经济理念和生态工业学原理，以低能耗、低排放、低污染为基础，通过产业优化、技术创新、管理升级等措施，不断提高能源利用效率和改善能源结构；根据各园区特点从低碳产业、低碳生产、低碳产品、低碳生活等方面着手，通过国家生态工业示范园区试点工作，积极探索园区和工业集聚区减少碳排放的有效途径。2010 年 8 月，国家发改委发布了《关于开展低碳省区和低碳城市试点工作的通知》，宣布在广东、辽宁、湖北、陕西、云南五省和天津、重庆、深圳、厦门、杭州、南昌、贵阳、保定八市开展试点工作。试点的内容包括：编制低碳试点的发展规划，制定支持低碳绿色发展的配套政策，加快建立以低碳排放为特征的产业体系及温室气体排放数据统计和管理体

系，积极倡导低碳绿色生活方式和消费模式。

节能和提高能效是中国发展低碳经济的一个重要渠道，也是中国对减缓全球气候化的一个重大贡献。国合会政策建议充分肯定了节能与提高能源对于发展低碳经济的重要性，建议“从推进节能和提高能效入手，不断优化能源结构和发展低碳能源，大幅提高碳生产力”。“十一五”中国确立了单位国民生产总值能耗强度下降 20%的约束性指标，如果到年底，这一目标能实现的话，相当于过去 5 年间，全国节约了 6 亿 t 标准煤，减排 15 亿 t 二氧化碳。为了推动节能、提高能效，实现“十一五”能耗目标，中国政府在过去一年里出台一系列措施，其中有一些措施十分强硬。

优化产业结构、实现节能减排目标的一项重要工作是加速淘汰落后产能。2010 年，国务院先后下发数个文件推动落实淘汰落后产能，包括 2 月下发的《关于进一步加强淘汰落后产能工作的通知》和 5 月下发的《关于进一步加大工作力度确保实现“十一五”节能减排目标的通知》。国务院要求，2010 年关停小火电机组 1 000 万 kW，淘汰落后炼铁产能 2 500 万 t、炼钢 600 万 t、水泥 5 000 万 t、电解铝 33 万 t、平板玻璃 600 万重箱、造纸 53 万 t。各省级政府将任务分解到市、县和有关企业，公布淘汰落后产能企业名单。为了实现这一目标，国家还加强对淘汰落后产能核查，对未按期完成淘汰落后产能任务的地区，严格控制国家安排的投资项目，实行项目“区域限批”，暂停对该地区项目的环评、供地、核准和审批。对未按规定期限淘汰落后产能的企业，依法吊销排污许可证、生产许可证、安全生产许可证，投资管理部门不予审批和核准新的投资项目，国土资源管理部门不予批准新增用地，有关部门依法停止落后产能生产的供电供水。针对具体行业，2010 年 6 月，国务院发布了《关于进一步加大节能减排力度加快钢铁工业结构调整的若干意见》，指出钢铁工业是节能减排潜力最大的行业，在节能减排工作中占有举足轻重的地位，除国家已批准开展前期工作的项目外，2011 年底前不再核准、备案任何扩大产能的钢铁项目。

此外，为了进一步加强各行各业的节能减排工作，各部委也在各自职能范围内出台了一系列规定。国资委发布了《中央企业节能减排监督管理暂行办法》，督促中央企业落实节能减排社会责任；工信部发布了《关于进一步加强中小企业节能减排工作的指导意见》，要求推动中小企业加快淘汰落后工艺设备步伐，工信部还发布了《关于开展单位产品能耗限额标准执行情况和高耗能落后机电设备（产品）淘汰情况专项督查的通知》，由工信部会同国家标准化管理委员会、相关行业协会及地方节能监察人员等组成 9 个督查组，对各省、自治区、直辖市单位产品能耗限额标准执行情况和高耗能落后机电设备（产品）淘汰情况进行督查；2010 年 5 月，国家电力监管委员会办公厅发布了《关于进一步加强电力行业节能减排监管工作的通知》，要求积极采取措施，努力解决当前电力行业节能减排工作中存在的突出问题；农业部办公厅发布了《关于进一步做好农机化节能减排工作的通知》，要求加强农机化节能减排工作，为完成国家“十一五”节能减排目标作出积极贡献。

为了促进节能技术和产品的推广与应用，推动行业的发展，中国政府通过财政补贴、管理创新、鼓励和引导民间投资等一系列经济、技术与管理措施。2010年5月，国务院发布了《关于鼓励和引导民间投资健康发展的若干意见》，鼓励和引导民营企业发展循环经济、绿色经济，投资建设节能减排、节水降耗、新能源、环境保护、资源综合利用等具有发展潜力的新兴产业，为此，要求清理和修改不利于民间投资发展的法规政策规定，切实保护民间投资的合法权益，培育和维护平等竞争的投资环境；创新和灵活运用多种金融工具，加大对民间投资的融资支持。2010年4月，国务院办公厅转发了国家发改委等部门《关于加快推行合同能源管理促进节能服务产业发展意见的通知》，提出了完善促进节能服务产业发展的政策措施。

“探索和建立自愿性的碳排放交易体系，促进碳融资和技术引进，利用市场机制推动低碳经济发展”是国合会向中国政府提出的关于制定和实施可操作的发展低碳经济政策和机制的建议之一。据国家发改委官员在联合国气候变化天津会议期间透露的消息，中国将很快出台《中国温室气体自愿减排交易活动管理办法（暂行）》，鼓励和支持有条件的地区和行业探索碳排放交易，规范自愿减排的碳交易市场，为中国将来实施强制性减排市场提供可操作性的市场经验。这将有力地促进中国开展国内碳排放交易的开展，也将为中国实现2020年碳排放强度减排目标提供有力支持。

为发展低碳经济，优化能源结构，目前中国政府正在制定《新兴能源产业发展规划》，最终稿将有望在2010年底出台。据报道，为实现2020年非化石能源占一次能源消费的比重达到15%的目标，《新兴能源产业发展规划》计划在规划期（2011—2020年）内国家累计直接增加投资预计将达5万亿元。据悉，5万亿元既包括国家投资，也包括将拉动的商业化社会性投资。而根据具体细分，除核电和水电外，可再生能源投资将达到2万亿至3万亿元，其中风电约占1.5万亿元，太阳能投资则达到2000亿至3000亿元。《国家核电中长期发展规划》也正在调整过程中，中长期目标将达8000万千瓦。在发展核电的同时，中国也日益强化核安全监管，2010年4月，在核安全峰会上，国家主席胡锦涛指出，核安全问题事关核能和经济可持续发展，事关社会稳定和公众安全，事关国际和平与安宁。加强核安全符合各国共同利益，需要我们携手努力。中国已建立较为完善的核安全法规和监管体系，采取有效措施确保核材料和核设施安全，保持着良好核安全记录。

为加强对能源工作的领导和确保节能减排目标的实现，国家还加强了机构能力建设，加大了考评和问责力度。2010年1月22日，国务院决定成立国家能源委员会，温家宝总理任主任。国家能源委员会负责研究拟订国家能源发展战略，审议能源安全和能源发展中的重大问题，统筹协调国内能源开发和能源国际合作的重大事项。其成立将有效地提升我国开发利用新能源、减少碳排放的能力。为了实现节能减排的目标，中央政府加大了考核力度和问责制，公布了对省和部分企业的考核结果。2010年6月21日，国家发改委公布了各省、自治区、直辖市2009年节能目标责任评价考核结果，

贵州省和新疆维吾尔族自治区未完成年度考核任务。2010年6月25日，国家发改委公布了901家企业节能目标责任评价考核结果，其中有28家未完成年度节能目标。对于评价考核结果为未完成等级的企业，一是要求在考核结果公告后一个月内提出整改措施，并报所在地省级节能主管部门，限期整改；二是一律不得参加“年度评奖、授予荣誉称号，不给予国家免检”等扶优措施；三是对其年内新建高耗能投资项目和新增工业用地暂停核准和审批。

(三) 改革和完善经济政策，提高能源效率和环境管理水平

中国政府领导人在多种场合强调，要通过法律、行政、经济等综合手段来促进环境保护。随着法治理念和市场经济的完善，经济手段受到了越来越多的重视。2009年国合会提出了“改革和完善经济政策，提高能源效率和环境管理水平”的政策建议，并分别就能源资源价格改革、实施环境税收、强化绿色信贷政策和健全环境污染责任保险提出了相关建议。2010年，中国的综合经济管理部门、金融政策和监管部门相继密集出台了一系列政策，积极推动实施绿色经济政策，政策建议中的一些措施不同程度地得以实现。这其中有些措施依然停留在指导性政策层面，但也有不少政策措施已经开始落实和实施，比如阶梯水、电价制度和绿色信贷支持节能减排项目和限制“三高一资”以及产能过剩项目都已经开始实施，环境税正在考虑实施试点，环境责任保险制试点顺利推进。

《关于2010年深化经济体制改革重点工作意见》提出要深化电价、水价、成品油等资源性产品价格，改革环保收费制度。具体包括：调整销售电价分类结构，简化电价分类结构，推行居民用电阶梯价格制度，健全可再生能源发电定价和费用分摊机制。逐步理顺天然气与可替代能源的比价关系。继续完善成品油价格形成机制。稳步推进水价改革，在有条件的地方实行居民用水阶梯价格制度，推进农业节水与农业水价综合改革。全面推行城市污水、垃圾及医疗废物等处理收费制度，研究建立危险废物处理保证金制度，制订出台推进排污权交易试点的指导意见并扩大试点范围，完善排污费征收使用管理制度。

《关于2010年深化经济体制改革重点工作意见》还就环境与资源税改革提出了要求，提出出台资源税改革方案，逐步推进房产税改革，完善消费税制度，研究开征环境税的方案。目前，在环保部、财政部和国家税务总局共同努力下环境税的征收方案已经完成，湖北、湖南、江西、甘肃4省已经向国务院申请作为开征环境税试点。资源税改革也迈出关键性的一步，从6月1日起，国家在启动新疆资源税改革试点，涉及原油和天然气两大资源，二者资源税实行从价计征，税率均为5%。

针对高能耗企业取消电价和税收优惠政策。2010年5月，国家发改委、国家电网公司、国家能源局联合发布了《关于清理对高耗能企业优惠电价等问题的通知》，决定取消对高耗能企业的优惠电价措施。据此，全国对高耗能企业实行优惠电价的22个省区

市，已全部取消了地方实施的优惠电价措施，所有高耗能企业开始执行新的差别电价政策。据统计，此次取消优惠电价共涉及金额 150 多亿元。针对部分高污染、高耗能产品，财政部、国家税务总局发布了《关于取消部分商品出口退税的通知》，规定自 2010 年 7 月 15 日起，中国将取消部分钢材、有色金属加工等 406 个税号商品的出口退税。

绿色信贷政策进一步加强，金融机构在节能环保中的作用进一步凸显。绿色信贷通过限制资金向高污染高能耗产业和产能过剩产业的流入，加大对新兴产业和重点行业的资金支持力度，来引导投资者和企业行为。2009 年 12 月 22 日，中国人民银行、银监会、证监会、保监会发布了《关于进一步做好金融服务支持重点产业调整振兴和抑制部分行业产能过剩的指导意见》，要求金融监管机构应加强沟通、协调和联动，加强辖区内信贷结构和信贷风险预警监测，对不符合重点产业调整和振兴规划以及相关产业政策要求，未按规定程序审批或核准的项目，银行业金融机构不提供任何形式的信贷支持。同时，对这些企业和项目严格发债、资本市场融资审核程序。指导意见还明确提出，要实施“绿色信贷”，积极支持企业技术改造和淘汰落后产能，进一步加大对节能减排和生态环保项目的金融支持，支持发展低碳经济。鼓励银行业金融机构开发多种形式的低碳金融创新产品，对符合国家节能减排和环保要求的企业和项目加大支持力度。探索建立和完善客户环保分类识别系统，支持发展循环经济，从严限制对高耗能、高污染和资源消耗型企业和项目的融资支持。2010 年 4 月和 5 月，有关部门又发布了《关于支持循环经济发展的投融资政策措施意见的通知》和《关于进一步做好支持节能减排和淘汰落后产能金融服务工作的意见》，分别要求各个金融机构加大对发展循环经济的投融资政策支持力度，促进循环经济形成较大规模，进一步加强和改进信贷管理，从严把好支持节能减排和淘汰落后产能信贷关。

环境责任保险继续稳步推进。环境保护部与中国保险监督管理委员会以举办环境污染责任保险培训班的形式，加强实施环境责任保险能力建设。2010 年 6 月 5 日，苏州 66 家化工、印染等高危风险型企业与太平洋财险、人保财险、三星财险和大地财险签订环境污染责任保险合同，保障金额 1.32 亿元，成为目前国内最大的环境污染责任保险项目。

(四) 解决城市发展中突出的能源环境问题

对城市化发展中的能源与环境问题，国合会从探索新型城市化道路、城市生活与消费模式、城市建筑节能、交通发展规划等角度提出了诸多建议。过去一年中，中国城市化进程中的一些问题日益凸显，房价过快上涨、城市汽车保有量大幅上升以及由此带来的拥堵和能耗上升等问题困扰着许多大城市，中央和地方政府为此先后采取一系列应对措施。这些措施与国合会的政策建议在很大程度上也是一致的。

全国妇联、中央文明办、国家发改委于 2010 年 2 月联合发起了“深化节能减排家庭社区行动开展‘低碳家庭——时尚生活’主题活动”，在广大妇女和家庭中开展系列

低碳活动，宣传和普及低碳知识，倡导广大家庭实行低能量、低消耗、低开支、低代价的低碳生活方式，形成节约能源资源和保护生态环境的生活理念、消费模式。

在建筑领域，住房和城乡建设部积极推动公共建筑的节能降耗，制定了2010年公共机构能源消耗指标在2009年基础上降低5%的目标，要求全国城镇新建建筑执行节能强制性标准的比例达到95%以上；2010年完成北方采暖地区既有居住建筑供热计量及节能改造5000万m²，“十一五”期间完成1.5亿m²改造任务。为了促进节能，住房和城乡建设部还要求，要积极推行利用合同能源管理方式实施节能运行与改造，重庆、内蒙古、江苏要做好省级动态能耗监测平台建设试点工作，在有条件地区要研究制定公共建筑能耗限额标准。2010年2月《关于进一步推进供热计量改革工作的意见》提出要加强城市供热管理，完善新建建筑供热计量的监管机制，进一步加大供热系统节能管理，支持供热管网、热源节能改造，降低能耗，实行供热系统计量管理。2010年8月《居民采暖用锅炉效率标准（征求意见稿）》发布，对燃煤锅炉和燃气或燃油锅炉做出了不同的效率要求。

面对不断上涨的房价，中央政府和地方政策都采取了一系列措施，但仍不能遏制上涨态势。为此，2010年9月，国家出台了房地产调控以来最为严厉的一系列政策，以遏制非理性住房需求和投机行为，这包括：限定居民家庭购房套数；严格实行问责制，对政策落实不到位、工作不得力的，要进行约谈，直至追究责任；完善差别化的住房信贷政策，各商业银行暂停发放居民家庭购买第三套及以上住房贷款；调整住房交易环节的契税和个人所得税优惠政策，加强对土地增值税征管情况的监督和检查，重点对定价明显超过周边房价水平的房地产开发项目进行土地增值税的清算和稽查；加快推进房产税改革试点工作，并逐步扩大到全国；增加住房有效供给，特别是中小套型普通商品住房和保障性住房的建设；依法查处炒买炒卖、哄抬房价行为。这些房地产政策在国合会的政策建议看来与城市建设与资源环境密切相关，与在国合会“设定城市人均建筑拥有面积限值”、“尽快实施物业税，通过市场机制减少市场对建筑的非理性需求”等政策建议是高度吻合的。

在交通领域，为了促进节能和新能源汽车的推广，相关政府部门也出台了一系列政策。2010年5月，财政部、国家发改委、工信部印发了《“节能产品惠民工程”节能汽车（1.6L及以下乘用车）推广实施细则》，对消费者购买节能汽车给予一次性定额补助，补助标准为3000元/辆，由生产企业在销售时兑付给购买者。2010年5月31日，财政部、科学技术部、工业和信息化部、国家发改委发布了《关于开展私人购买新能源汽车补贴试点的通知》，对满足支持条件的新能源汽车，按3000元/辆给予补助，插电式混合动力乘用车最高补助5万元/辆，纯电动乘用车最高补助6万元/辆。此外，国家进一步扩大公共服务领域节能与新能源汽车示范推广工作，在现有13个试点城市的基础上，增加天津、海口、郑州、厦门、苏州、唐山、广州7个试点城市。根据10月科技部发布的《中国2010发展中的清洁能源科技》，2010年底中国将在公共交通领

域推广应用 2 万辆新能源汽车。2015 年，中国新能源汽车保有量将发展到 100 万辆以上，2020 年，新能源汽车市场规模将达到千万辆级。

(五) 编制绿色“十二五”规划

目前中国正在紧锣密鼓地制定“十二五”发展规划，并将于 2011 年 3 月正式批准和实施。处在这个时间点上，2009 年国合会政策建议中就前瞻性地指出：“‘十二五’规划的制定要突出增强中国可持续发展能力，将包括低碳经济在内的绿色经济作为规划的重要组成部分。大力推动经济的绿色转型与繁荣，把环境保护、提高能源效率放在更加突出的战略位置，为中国加速转变发展方式、走新型工业化和城市化道路、在农村地区适应气候变化和保护生态系统，适应以绿色经济为特征的全球新一轮经济结构调整打下坚实基础。”

“十一五”环保规划执行情况中期评估基本完成。结果表明，“十一五”环保规划实施首次达到进度要求，部分指标超额完成，主要规划目标有望如期实现，是我国历史上执行得最好的一个五年环保规划。中国将在全面总结“十一五”经验基础上制定“十二五”规划。根据报道，在“十一五”减排的经验基础上，“十二五”有可能增加实施总量控制的污染因子，将主要污染物由两项扩大到四项，即化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物。在减排的任务分解上，减排的目标还将继续分解到各地政府和各个企业，并将继续执行更加严格的目标考核。而且未来不仅考核数字完成没有，更要考核环境质量有没有改善。

虽然“十二五”规划尚未正式出炉，但据参加过该规划草案编制的清华大学公共管理学院教授、清华大学国情研究中心主任胡鞍钢透露：“即将于明年 3 月开始正式实行的中国‘十二五’规划，绿色规划指标占该规划 47 个重要指标的 51%，该规划将成为中国第一个绿色发展规划，成为中国绿色现代化的历史起点，中国将由世界最大的‘黑猫’变成世界最大的‘绿猫’。”

(六) 加强农村能源环境管理，推动农村环境保护

2010 年中央一号文件《中共中央国务院关于加大统筹城乡发展力度进一步夯实农业农村发展基础的若干意见》再次聚集农村、农业问题，体现了中央对这一问题的关注。文件对于农村能源和环境保护提出了一些新的要求和工作方向，包括“支持农村开发利用新能源，推进农林废弃物资源化、清洁化利用”，“建设安全节能环保型住房”，“实行以奖促治政策，稳步推进农村环境综合整治”，“开展农村排水、河道疏浚等试点，搞好垃圾、污水处理，改善农村人居环境”，等等。据此，环境保护部门和农业部门制定了相应的农村环境保护和能源政策。

环保部要求，2010 年进一步深化“以奖促治”政策措施，加大农村环境保护投入。在环境问题集中区域，实施连片综合治理，建设集中治污设施；对居住分散、经济条

件差、边远地区的村庄，推广分散型、低成本、易管理的污水处理模式；鼓励城市污水和垃圾处理设施服务覆盖范围向周边村镇延伸，实现城乡环境基础设施共享共用。开展农村集镇生活污水和规模化畜禽养殖污染减排试点工作。建立完善农村环境综合整治目标责任制。

农业部提出“切实加强农村生态环境保护，促进农业可持续发展”，这包括：

一是加快发展农村清洁能源。加大农村沼气项目建设力度，加快推进养殖小区、规模化养殖场沼气工程建设。加大沼气服务体系体系建设力度，加强沼气技术创新、维护管理和配套服务，组织沼气培训，提高沼气管护服务水平和沼气使用率。加快推进秸秆综合利用，加快推进秸秆肥料化、饲料化、新型能源化。适度发展非粮能源作物，走中国特色农业生物质能产业发展道路。加大农村太阳能等可再生能源开发利用力度。

二是促进农业农村节能减排。以节肥、节药、节水、节能为突破口，加快推进农业农村节能减排技术，提高资源利用效率。大力推广科学施肥和科学用药等节本增效技术，提高投入品利用率，降低农业生产成本。大力发展节油、节电、节煤等农业机械和渔业机械技术及设备，更新淘汰高能耗农业机械和渔船，加快乡镇企业节能减排技术改造。继续实施农村清洁工程和村庄环境整治。在“三河三湖”、三峡库区和南水北调沿线等重点区域开展农业面源污染综合防治技术示范。开展农产品产地环境监测，强化农产品产地安全管理。

可见，在过去一年中，中国政府出台的一些农村、农业环境保护和能源发展以及低碳农业（参见“发展绿色经济，促进经济发展方式的绿色转型”部分）等方面政策呼应了国合会在政策建议中提出的关于发展农村可再生能源、加强农村环境保护的政策建议。国合会在政策建议中特别提出，“应对气候变化注意加强生物多样性保护，保存国内和国际基因库的生物多样性信息”，而今年是联合国生物多样性年，中国政府为此发布了《中国生物多样性保护战略与行动计划（2011—2030 年）》，其中将农业生物多样性和提高应对气候变化能力与生物多样性保护列为优先领域，并提出了相关的行动计划。比如“制定生物多样性保护应对气候变化的行动计划”、“评估生物燃料生产对生物多样性的影响”，“通过推广户用沼气、生态农业、生态旅游、草场轮牧、人工草场建设、舍饲、圈养等实用技术，改变当地生产生活方式，来实施西北生态脆弱地区替代生计示范工程”。

国合会提出“国家自愿性碳交易机制和为贫困户削减污染物和温室气体排放提供补贴是促进低碳农业的有效方法，同时也将有助于消除贫困目标的实现”。尽管目前在国家层面上尚未出台相关政策措施，但是在新疆、四川等一些地方政府与国际组织合作已经开展了相关的试点工作，取得了显著的成果。

（七）中国环境与发展之立法、司法与公众参与进程

国合会历来重视中国环境治理结构的改善，在历年的政策建议中都有关于加强立

法、司法与改善公众参与水平的政策建议。治理结构的改善对于形成科学的环境与发展政策，及时应对新出现的环境与发展问题具有重要意义，同时，也是确保政策得到全面贯彻和实施的基础。在过去的一年里，无论是立法、司法还是公众参与都有了长足的进步，中国环境与发展的治理结构和能力得到了进一步的改善和提升。

（1）资源、能源与环境立法

2009 年 11 月至 2010 年 9 月，仅环保部门就完成了 61 项国家环境标准的制定、修改工作，现行国家环保标准达到 1 200 项。中国的环境资源法律体系进一步完善。

2009 年 11 月至今，全国人大常委会制定了《海岛保护法》、《石油天然气管道保护法》、《侵权行为法》（专章规定了“环境侵权责任”），修订了《可再生能源法》。根据《全国人大常委会 2010 年立法工作计划》，目前正在审议的环境法律包括《水土保持法》（修改）、《自然保护区法》、《森林法》（修改）以及《土地管理法》（修改），预备审议《大气污染防治法》（修改）和《能源法》。

国务院制定了《放射性物品运输安全管理条例》、《消耗臭氧层物质管理条例》及《古生物化石保护条例》。

环境保护部等部门制定、修改了《新化学物质环境管理办法》、《环境行政处罚办法》、《进出口环保用微生物菌剂环境安全管理办法》、《地方环境质量标准和污染物排放标准备案管理办法》、《放射性物品运输安全许可管理办法》及《突发环境事件应急预案管理暂行办法》。

国家发改委制定了《固定资产投资项目节能评估和审查暂行办法》，建立了类似“环境影响评价”的“节能评估”制度；国资委制定了《中央企业节能减排监督管理暂行办法》。

为了加强能源管理，规范传统能源的开发与利用和适应新能源的发展，能源部门启动了一系列的立法修改和新的立法工作程序，这包括修改《煤炭法》，制定《核电管理条例》和《水电开发管理条例》。

（2）司法促进环境保护

2009 年 12 月 9 日，最高人民法院发布了《关于认真贯彻中央经济工作会议精神为实现明年经济发展目标提供有力司法保障的通知》提出，要妥善审判执行好在加强宏观调控、调整经济结构等方面发生的节能减排、企业破产、重组改制等方面的案件，为夺取应对国际金融危机冲击全面胜利、保持经济平稳较快发展提供良好的司法服务。2010 年初，最高人民法院《关于贯彻宽严相济刑事政策的若干意见》指出：当前和今后一段时期，对于重大环境污染、非法采矿、盗伐林木等各种严重破坏环境资源的犯罪，要依法从严惩处，维护国家的经济秩序，保护广大人民群众的生命健康安全。

2010 年 6 月 29 日，最高人民法院印发了《关于为加快经济发展方式转变提供司法保障和服务的若干意见》。其中指出，“要依法受理环境保护行政部门代表国家提起的环境污染损害赔偿纠纷案件，严厉打击一切破坏环境的行为”，这意味着为环境公益

诉讼打开了一扇门。此外，最高人民法院还表示：在环境保护纠纷案件数量较多的法院可以设立环保法庭，实行环境保护案件专业化审判，提高环境保护司法水平。

（3）信息公开和公众参与

在各方的积极努力下，2010 年以来，中国在环境信息公开和公众参与方面有了一些新的进展。

中国政府信息公开的力度加大。2010 年 1 月 20 日，国务院办公厅发布了《关于做好政府信息依申请公开工作的意见》。在受理依申请公开政府信息过程中，对于需要或者可以让社会广泛知晓的政府信息，行政机关应在答复申请人的同时，通过政府网站等渠道主动公开，尽量避免将公共性政府信息只向个别申请人公开，以减少对同一政府信息的一再申请，节约行政成本，提高工作效率。

除了政府作为信息公开主体要及时发布相关信息外，2010 年出台了相关规定，对作为排污者的企业公布环境信息也提出了新的要求。2010 年 7 月，发生上市公司紫金矿业污染福建汀江事件，导致重大经济损失。福建上杭县政府在污染事件发生之后 9 天才向社会公开了事故情况，引发舆论强烈批评。为了保障公众的知情权，2010 年 9 月 14 日，环保部发布了《上市公司环境信息披露指南（征求意见稿）》，要求火电、钢铁、水泥、电解铝等 16 类重污染行业上市公司应当发布年度环境报告，定期披露污染物排放情况、环境守法、环境管理等方面的环境信息。发生突发环境事件的上市公司，应当在事件发生 1 日内发布临时环境报告，披露环境事件的发生时间、地点、主要污染物质和数量、事件对环境影响情况和人员伤害情况（如有），及已采取的应急处理措施等。此外，环保部发布《关于进一步规范环保不达标生产企业名单定期公布制度的通知》，推动企业违法信息的公开，要求各级环保部门在对辖区内排污企业进行日常监督检查过程中，发现超标、超总量排污环境违法行为的，应主动公开环保不达标生产企业名单。各级环保部门也可根据工作需要，通过报刊、广播、电视、新闻发布会等便于公众知晓的方式公布有关信息。

在公益诉讼领域，地方立法有了新的突破。2010 年 1 月 8 日通过的《贵阳市促进生态文明建设条例》规定：检察机关、环境资源管理机构、环保公益组织、生态环境和规划建设监督员，为了环境公共利益，可以依照法律对污染环境、破坏资源的行为提起民事诉讼，要求有关责任主体承担停止侵害、排除妨碍、消除危险、恢复原状、消除影响等责任。可以依照法律对涉及环境资源的具体行政行为和行政不作为提起行政诉讼，要求有关行政机关履行有利于保护环境防止污染的行政管理职责。该条例标志着环境公益诉讼至少在贵阳市已经有法可循。该条例是中国第一个规定环境公益诉讼条款的地方性法规。

依照政府信息公开的相关制度，向公众公开环境领域一些重要信息，对于保护公民的环保信息知情权，扩大公众参与的深度具有重要意义。2010 年，政府部门公布的重要或有利于公众参与环境监督的信息主要有：

- 《第一次全国污染源普查公报》。第一次清晰地呈现了工业源、农业源、生活源和集中式污染治理设施的污染状况，为我国环境保护“十二五”规划的制定提供了科学依据。
- 2010年5月14日，环境保护部办公厅发布了《关于限期完成上市环保核查整改承诺的通知》，公布了未按期完成整改和出现新环保问题的上市公司名单。
- 为进一步明确环境重点监管对象，切实做好国家重点监控企业在线监控等环境监管工作，环境保护部办公厅发布了《2010年国家重点监控企业名单》。
- 2010年3月，环保部发布了《关于2009年重点流域和环境保护重点城市环境质量状况的公告》，详细公布了2009年重点流域水环境质量状况和2009年环境保护重点城市环境空气质量状况。

三、结语

2009年是中国经济发展最困难的一年。2010年发展环境虽然好于去年，但是面临的形势依然极为复杂。从国际看，虽然世界经济有复苏的迹象，但基础仍然脆弱，金融领域风险没有完全消除。从国内看，经济回升向好的基础进一步巩固，市场信心增强，但是经济社会发展中仍然存在一些突出矛盾和问题。经济增长内生动力不足，自主创新能力不强，部分行业产能过剩矛盾突出，结构调整难度加大。这既给中国的经济发展带来很多困难，也给中国的节能减排和环境保护带来了很大压力。

2010年上半年单位GDP能耗同比上升0.09%，给今年的节能减排工作敲响了警钟。确如中央所判断的那样，节能减排是一场攻坚战、持久战，任何时刻都不能掉以轻心。此外，2009年以来发生的一系列突发环境污染事件和累积性污染事件，也让中国政府和中国人民意识到：中国已经进入环境污染事故高发期，迫切需要政府采取更严厉、更有效的手段来应对。中国政府正在采取铁腕手段，来实现节能减排和可持续发展的目标。尽管困难重重，然而，从改革开放以来的经验看，只要中国政府下定决心要实现一个目标，基本上都能够实现，因此，全面甚至超额完成“十一五”规划的节能减排目标，以及实现产业结构绿色转型走向可持续发展的道路是不可期的。

回望过去一年中国政府的环境与发展政策，我们需要特别重视一些重要的政策发展迹象：

(1) 通过环境保护促进产业转型将成为长期的政策选择。“十一五”以来，我们可以明显看出，在中国中央政府统一部署下，有越来越多的部门开始运用各自的权限，在其职能范围内淘汰落后产能、引导绿色经济的发展。“绿色转型”已不再只是环保部门等个别部门的行动，而是成为所有政府部门的共识和共同行动。无论是立法机关、行政机关还是司法机关，它们的决策和政策都正在或者已经“绿化”。中国政府已经向

全世界庄严承诺了 2020 年的减排目标。可以预计，至少在未来的 10 年内，中国政府仍将坚持目前的政策选择，通过环境保护的指标倒逼产业结构的绿色转型。而 10 年后，中国也许已经完成产业结构的绿色转型，进入经济发展和环境保护良性循环的历史新时期。

(2) 环保部门的话语权和环境管理能力继续提升。一方面，在目前的环境形势和国际压力下，政府和公众都非常重视环境保护工作，环保部门的工作得到了政府和公众的大力支持；另一方面，从中央到地方各级环保部门充分发挥主观能动性，利用有利的外部条件努力提升执法能力，进行制度创新，为自身进一步赢得广泛的赞誉和支持。可以预见，由于规划环评等制度的完善，环境保护在宏观调控中的重要作用以及环境执法力度的加强，环保部门的话语权和环境管理能力在未来将会继续提升。

(3) 市场手段在环境管理中的地位不断提高。政府已经意识到，通过市场手段来促进环境管理不但可能比直接的行政手段更加节约成本，而且可能更加有效。在过去的一年中，绿色信贷和环境污染责任保险进一步展开，通过税收、价格等手段淘汰落后产能、引导绿色经济正在实施，环境税也即将开始试点。金融、税收等经济政策直接关系到企业的生产经营，运用得当，可以起到最大的调控效果。随着市场经济的逐渐完善，经济政策在环境管理中的地位也将不断提高。

(4) 信息公开程度及公众参与的意识和能力在不断提高。从长远来看，信息公开和公众参与才是提升环境管理绩效的根本动力。随着经济生活水平的逐渐改善和法治理念的强化，公众参与环境事务的热情不断高涨，一些明显的环境决策失误很容易引发公众的强烈反对，这种情形将会促使决策部门尽早启动公众参与程序，从而促进决策的民主性和科学性。信息公开，对于保障公众的知情权、加强对政府部门和排污企业的监督以及提高公众参与的有效性，都具有极其重要的作用。在过去的几年中，环境领域的信息公开和公众参与已经明显走在了中国信息公开和公众参与实践的前列。环保部门制定了一系列的规章来保障信息公开和公众参与。未来，信息公开和公众参与将成为推进中国环境保护事业的不竭动力。

(5) 中国开始越来越多地履行作为一个大国的环境义务。正如温家宝总理在哥本哈根会议上指出的那样：中国政府确定减缓温室气体排放的目标是中国根据国情采取的自主行动，是对中国人民和全人类负责的，不附加任何条件，不与任何国家的减排目标挂钩。我们言必信、行必果。作为全球最大的能源消费国和碳排放国家之一，中国对全球环境的影响举足轻重。作为一个负责任的大国，自愿承担减排义务，既是履行国际义务，也是自身走可持续发展的必经之途。

在过去的一年，中国环境与发展国际合作委员会的很多政策建议都已经体现在中国政府实际执行的政策之中。可以看出，国合会对于中国环境与发展政策具有越来越深刻的洞察与把握。国合会不仅着眼于中国环境与发展的长远走向，而且结合了国内最新政策进展和政府面临的新问题，从环境保护与发展的角度，以国际和国内两个视

角审视对中国环境与发展蕴涵的意义，提出的见解和主张引起了中央领导和各政府部门的重视。

第二部分 附 录

2009 年向中国政府提交的政策建议（摘要）

2009 年 11 月中国环境与发展国际合作委员会（以下简称国合会）第四届第三次年会在北京召开，会议围绕“能源、环境与发展”这一主题展开了广泛和深入的讨论。基于年会的讨论和相关课题的研究成果，国合会向中国政府提交了 2009 年度政策建议。

2009 年政策建议中，国合会表示，支持中国政府持之以恒，努力促进国家环境与发展的战略转型，实现中国未来的绿色繁荣；告诫中国政府“十二五”是中国能否持续全面推动严格的节能减排工作的考验期，也是将包括低碳经济在内的绿色经济纳入国家发展规划的重要时机，否则，中国会面临丧失“十一五”期间努力成果的风险，错失新的发展机遇。国合会还提醒中国政府关注经济、能源、环境和气候变化以及其他可能出现的多重危机。具体政策建议共七大项，分别是：

一、大力发展战略性新兴产业，加快经济发展方式的绿色转型

中国政府应从落实科学发展观和建设生态文明的高度，从增强国家长期的全球竞争力的战略考虑，把发展绿色经济作为推动经济发展方式转变的重要途径，并尽快制定发展绿色经济的国家战略。在发展低碳经济的同时，中国应从以下六个方面推动绿色经济的发展。

（1）加大推动循环经济发展的力度，提高经济发展的资源环境效率。循环经济是从改善资源利用方式和效率的角度来发展绿色经济的一种模式，强调“减量化、再利用、资源化”的“3R”原则。中国应全面贯彻今年实施的《循环经济促进法》，建立健全有关政策和制度，全面推进循环经济发展。

（2）加大国家对绿色技术的研发投入和绿色投资，发展绿色产业，培育新的经济增长点。中国应在可再生能源、清洁能源、能源节约、环保产业、城市公共交通、建筑节能、生态系统保护与修复、环境基础设施、废弃物循环利用等领域，大幅度提高技术研发投入和产业投资力度，使绿色增长成为中国新的经济增长点和战略性新型产业的重要部分。

（3）加大产业结构调整力度，对传统产业进行生态化改造。抓住刺激经济复苏的历史机遇，通过严格的环境准入标准、运营许可、污染物排放标准和强化管理等措施，

促进企业对传统生产工艺进行生态化改造，促进结构调整，缩短传统产业向绿色转型的历史进程。在刺激经济的若干产业调整振兴规划中，进一步提高对环境保护、资源能源效率、加强对落后产能淘汰的要求，加大产业结构绿色转型的调整力度。

(4) 以生态农业、有机农业、低碳农业和生态系统服务管理为核心发展农村地区的绿色经济。中国农村的绿色经济发展应在扩大具有优良传统和丰富经验的生态农业、有机农业实践规模的基础上，纳入低碳的要求，并加强土地利用管理和生态系统服务功能的管理，在减少农业污染和温室气体排放的同时，促进农村经济发展和就业。

(5) 倡导可持续消费模式，推动低碳生活方式，充分发挥公众和非政府组织在绿色经济发展中的作用。必须不断提高个人、家庭、企业在节约资源、保护环境和低碳生活的意识，倡导个人和家庭的适度消费，鼓励使用高效低碳、可持续认证以及环境友好型的商品和服务。大力推动各级政府的绿色采购，强化政府和公共部门绿色采购的法律基础，公开绿色采购信息。充分发挥非政府组织在建立绿色消费模式和发展绿色经济中的宣传推动和技术服务作用。继续发扬光大 2008 年北京绿色奥运的经验，将 2010 年上海世界博览会办成绿色世博会，使之成为宣传低碳生活方式和建设低碳城市的重要机遇。

(6) 加强国际合作，共同推动绿色经济发展。发展绿色经济，需要建立公平、公正、有序和自由的国际贸易体系，反对贸易保护主义，促进资源能源节约和环境与气候友好的技术转让。随着综合国力的不断增强和可持续发展实践经验的不断积累，中国可以在世界绿色发展和应对环境挑战方面不断发挥更多更大的作用。

二、统筹国际国内两个大局，发展低碳经济

中国应从统筹好国际和国内两个大局的战略高度出发，抓紧研究制定包括战略目标、任务和具体措施的国家低碳经济发展规划，以重点工业行业、部分城市和农村地区为先导，启动低碳经济发展的试点示范工作，推动低碳生活模式。

(1) 明确发展低碳经济的战略目标。中国低碳经济发展要从推进节能和提高能效入手，不断优化能源结构和发展低碳能源，大幅提高碳生产力。按照到 2020 年单位国民生产总值的碳排放强度比 2005 年有明显下降的总体要求，建立明确的低碳经济发展的量化目标，力争单位国民生产总值碳排放年均降低 4%~5%，并按照地区和行业特征对目标进行分解。

(2) 制定和实施可操作的政策和机制。重点改革完善以下政策和机制：① 改革能源价格形成机制。② 建立绿色税收体系，加大对低碳经济的财政投入。择机实施碳税，并深入分析碳关税对贸易的影响情况。③ 逐步探索和建立自愿性的碳排放交易体系，促进碳融资和技术引进，利用市场机制推动低碳经济发展。④ 大力促进低碳技术的创新和推广应用，注重相关专业人才培养。⑤ 将低碳发展纳入城乡规划和主要交通系统

(包括公路、铁路、航空、海运)的规划中。⑥ 开展低碳经济示范。⑦ 改进能源统计体系，将碳排放统计数据纳入统计体系。

(3) 优化能源结构，大力发展并安全利用低碳能源。应抓紧研究确定集约、清洁、高效地利用煤炭的战略目标，力争使煤炭占能源消费的比例由目前的 70% 左右降低到 2020 年、2030 年和 2050 年的 55% 左右、50% 以下和 1/3 左右。大力发展战略性新兴产业，争取到 2020 年实现主要低碳能源的规模化、产业化和商业化发展。中国政府应切实加强核安全监管能力建设，保证核电安全、稳定和健康地发展。

(4) 建立以低碳排放为特征的工业体系。加速优化产业结构，推动产业升级；提高资源综合利用水平，降低消耗和排放；推广应用先进成熟技术，积极开发先进低碳技术，提高能效水平；构建低碳技术创新支撑体系，完善政策激励环境。

三、实施安全、高效和清洁的国家煤炭开发与利用战略

从保证国家能源安全和环境安全的战略高度出发，研究和实施安全、高效和清洁的国家煤炭开采与利用新战略，为中国绿色经济又好又快的发展提供长期稳定的能源基础。

(1) 进一步明确煤炭在国家中长期能源战略中的基础地位，加快研究制定面向煤炭可持续利用的国家煤炭新战略。

(2) 改善煤炭产业链的管理。为加强煤炭产业统一管理与协调，强化政府的协调管理机构，明确其责任和职能，以促进煤炭工业的可持续发展。

(3) 大力促进煤炭的绿色开采。① 开采和复垦同步，尤其是在煤炭—粮食复合生产区，缓解煤粮争地矛盾；② 减少矿区地面沉陷，加强沉陷地治理；③ 节约水资源和地下水保护；④ 废物利用和处置；⑤ 提高风险管理，改善生态系统保护；⑥ 安全的矿山关闭和场地恢复。全面推行煤炭采矿权有偿使用制度；加快改革煤炭资源税政策；建立煤炭开采生态补偿制度，实施环境损害恢复保证金制度。对煤矿项目严格执行环境保护“一票否决制”。应加强在所有煤矿地区，实施规划环评。

(4) 制定燃煤发电战略，促进煤炭集约、清洁、高效地利用。大力发展先进燃煤发电技术，降低发电煤耗，提高煤炭转化效率，使其达到国际最高标准。大力推进热电、热电冷联供等多联产技术，提高煤炭资源的综合利用效率。持续优化装机容量结构，减少运行效率损失。研究建设适合中国国情的国家智能电网。推进电煤价格联动，从国家层面对未来电力和煤炭供需进行主动引导和调节。大力提高煤炭的洗选率。煤气化、煤化工、煤油转化等高碳产品的低碳利用要充分考虑成本以及其他限制因素。

(5) 改善和实施煤炭开发与利用的有关环境法规与标准。

(6) 在环境污染突出地区，试行基于污染总量控制要求调控煤炭消费总量，强化燃煤电厂污染监管。

(7) 加强科技创新，促进煤炭可持续利用的技术开发、应用与推广。积极推进煤炭绿色开采利用技术开发与应用，加大煤炭清洁利用技术的研发与推广，研究发展适合中国国情的二氧化碳捕获、储存与利用技术。加强国际合作，开发适合中国国情的示范技术。

四、创新思路，解决城市发展中突出的能源环境问题

应当全面评估过去 30 年城市化政策，建立基于低能源增长和低碳排放、高环境质量和高生活水准的新型城市化道路的总体战略。抓好城市建筑、交通、生活用能、城市消费生活方式等能源消费快速增长的重点领域，强化政策制定，使中国逐步走向可持续的城市发展之路。

(1) 把消费领域、特别是日常生活中的节能作为城市节能的重点。修订目前的能源统计系统，建立专门的城市消费领域能源消费统计体系。

(2) 控制城市建设规模和城市建设速度，提高城市建设质量。中国未来城市人均建筑拥有量（包括住宅、公建、商业建筑）不宜超过 $40\text{ m}^2/\text{人}$ 。要实现这一目标，各级政府要对新建项目严格审批，控制开工总量；同时，尽快实施物业税，通过市场机制减少市场对建筑的非理性需求。科学制定建筑拆除标准和管理办法。

(3) 积极探索新型城市化道路，建设低碳城市。倡导紧凑型城市发展道路。适度提高城市密度，增强城市的可持续发展能力。明确以发展大城市为重点的城市化战略；开展以降低城市交通和建筑能耗为基础的低碳、低污染试点示范。

(4) 根据建筑能耗评估建筑节能技术与措施的效果，推广建筑节能技术与措施，建设节能、低碳建筑。建立各地区不同功能建筑的能耗标准；对既有高耗能建筑开展节能改造；利用财税政策鼓励开发商和消费者投资，鼓励购买节能低碳建筑；开展节能低碳建筑示范；加强城市能耗监管和审计，开展节能产品认证；大力改进城市供热供暖效率。

(5) 深化中国北方地区城镇的供热体制改革，大幅度降低采暖能耗。

(6) 将公共交通和非机动车交通系统作为国家优先战略领域之一。一是大力发展城市公共交通，提高公共交通的分担率，控制私人汽车无节制增长；二是加快发展城市轨道交通和城际高速铁路；三是通过不断提高强制性的汽车燃油效率标准，促进汽车改善燃油效率，并大力发展混合燃料汽车、电动汽车等低碳排放的交通工具；四是规划、建设和改善非机动车专用道；五是改善融资机制，建立城市公共交通发展专项资金，确保公共交通成为优先发展领域。

五、强化农村能源环境管理，重视气候变化适应措施

将解决农村能源环境问题纳入新农村建设的战略任务之中，采取综合措施，强化管理，加大农村清洁和可再生能源开发的力度，建立健全农村可再生能源技术服务体系，发展低碳高效农业，并重视农村适应气候变化的政策措施。

(1) 提升农村能源发展在国家能源与应对气候变化战略中的地位。加快对农村电网的改造并提高电网效率；加强对适宜不同农村地区应用的节能技术和新能源技术和产品的研发；研究建立国家农村能源建设资金投入机制，推动农村可持续能源建设。完善农村可再生能源发展规划及配套法律法规体系；因地制宜地大力开展农村生物质能；把农村生物质能利用设施，特别是大中型沼气工程，纳入国家农业基础设施计划。加大对农村环境的整治。

(2) 采取综合措施，加大农村清洁和可再生能源开发的力度。

(3) 优化土地利用，增加碳汇潜力，引入新的农村碳汇补偿机制，支持发展低碳高效农业。国家自愿性碳交易机制和为贫困农户削减污染物和温室气体排放提供补贴是促进低碳农业的有效方法，同时也将有助于消除贫困目标的实现。

(4) 提高农民和农村地区适应气候变化的能力。评估潜在的自然灾害的频率和规模，建立区域气候变化监测和早期预警系统；各级政府机构在制定发展战略时都应考虑气候变化的适应活动，加强社区灾害预防的培训。

(5) 加强农村能源使用的统计分析工作。加强以用户和生产者为统计口径的农村能源终端使用的统计分析。

六、改革和完善经济政策，提高能源效率和环境管理水平

将提高能源效率作为优先战略任务。将大幅提高长期能源生产力作为国家目标，加速改革和完善价格、能源环境相关税收和绿色信贷等政策，建立环境损害和污染责任保险制度。

(1) 中国应把提高能源价格作为提高能源生产力的长期激励策略。能源价格策略需要统筹考虑环境税制体系的改革，以实现能源与环境效益的最大化，例如碳税制度。

(2) 实施以建立和完善环境税收为核心的环境税制改革。将废水、废气、固体废弃物和二氧化碳先行纳入环境税征收范围。

(3) 完善和强化绿色信贷政策，充分发挥金融机构在节能环保中的重要作用。中国应进一步强化绿色信贷手段来调节投资者和企业行为。设立国家级的节能减排信贷担保资金机制，对重点节能减排项目提供利息补贴；通过绿色信贷政策，引导和规范中国企业的对外投资；制定扶持中小企业采取环境友好型商业行为和实践的绿色信贷

政策；面向社会，建立绿色信贷实施的监督和信息公开机制。

（4）建立健全环境污染责任保险的法律法规和政策体系。

七、制定绿色“十二五”国民经济和社会发展规划

“十二五”规划的制定要突出增强中国可持续发展的能力，将包括低碳经济在内的绿色经济作为规划的重要组成部分，把环境保护、提高能源效率放在更加突出的战略位置。

（1）继续制定环境保护和能源效率的约束性指标。扩大诸如氮氧化物和重金属等对严重影响环境和人体健康的污染物减排要求，进一步提高机动车能效标准。制定单位国内生产总值碳排放强度约束性指标，控制温室气体排放。

（2）将绿色经济作为转变经济发展方式的新途径贯穿于“十二五”规划中。

（3）加强与完善能源、环境技术创新和支撑体系，大幅度增加国家对节能与环保的研发投入，切实加强核电安全监管工作。建立一个对大学、商业和其他研究机构开放的国家新能源、节能环保研究机构，使其成为能源技术、节能和环保的公共平台。

（4）结合财政与经济改革总体部署，启动重大能源、环境与绿色经济政策的制定与应用。在完善环境税等重要税种的整体设计方案的同时，开展试点或试行。启动农村碳汇补偿机制的研究和试点，为改善农村森林、草场和农田碳汇开辟资金渠道。在开展试点的基础上，“十二五”期间应尽快全面实施物业税，调节城市建筑规模过快增长，鼓励城市可持续的消费模式。

（5）改善能源和环境绩效的信息统计工作。开展在工业行业、社区、家庭和个人层面计算碳足迹的基础工作。

（6）改进对“十二五”规划编制的管理机制，开展规划环境影响评价工作。对环境可能造成重大影响的“十二五”国家发展规划、部门发展规划、区域及地方发展规划开展环境影响评价，确保绿色发展。

附件 2

第四届中国环境与发展国际合作委员会 组成人员

(截至 2010 年 11 月)

李克强	国务院副总理	主席
周生贤	环境保护部部长	执行副主席
比格斯 (女)	加拿大国际发展署署长	执行副主席
解振华	国家发展和改革委员会副主任	副主席
特普费尔	联合国环境规划署原执行主任	副主席
布兰德	挪威红十字会秘书长，挪威环境部原部长	副主席
祝光耀	原国家环保总局副局长	秘书长
汪纪戎 (女)	全国人大环境与资源委员会副主任	
江泽慧 (女)	全国政协人口资源与环境委员会副主任，国际木材科学院院士	
吴海龙	外交部部长助理	
张少春	财政部副部长	
李干杰	环境保护部副部长	
易小准	商务部副部长	
宁吉喆	国务院研究室副主任	
丁仲礼	中国科学院副院长、院士	
沈国舫	教授，中国工程院院士、原副院长，国合会中方首席顾问	
刘世锦	国务院发展研究中心副主任	
冯之浚	教授，国务院参事	
李兴山	教授，中共中央党校原教育长	
周大地	研究员，国家发改委能源研究所原所长	
卢耀如	研究员，中国地质科学院，中国工程院院士	

邹德慈	中国城市规划设计研究院学术顾问，中国工程院院士
周伟	教授，交通部公路科学研究院院长
王浩	研究员，中国水利水电科学院水资源所所长，中国工程院院士
任天志	研究员，中国农业科学院农业资源与农业区划研究所副所长
王文兴	教授，中国环境科学研究院学术顾问，中国工程院院士
牛文元	研究员，国务院参事，中国科学院科技政策与管理研究所
马骧聪	研究员，中国社会科学院法学研究所
丁一江	教授，中国气象局气候变化特别顾问，中国工程院院士
郝吉明	教授，清华大学环境科学与工程研究院院长，中国工程院院士
廖秀冬（女）	香港大学校长可持续发展资深顾问， 香港特区政府环境运输及工务局原局长
比尔	澳大利亚艾伦咨询公司高级副总裁，澳大利亚环境与遗产部原副部长
克里尼	意大利环境、领土与海洋部司长
康韦	英国帝国理工大学环境政策中心教授
杜丹德	美国环保协会首席经济学家
福格齐	艾卡特环境与投资集团主席（美国），巴西人
汉森	加拿大可持续发展研究院特邀高级顾问，国合会外方首席顾问
汉兹	洛克菲勒兄弟基金会总裁
里普	世界自然基金会总干事
莱芙尔（女）	世界自然保护联盟总干事
里杰兰德	瑞典战略环境研究基金会执行董事
林浩光	壳牌中国集团主席
马克拉	欧盟环境总司国际事务部主任
梅森纳	德国可持续发展研究院院长
司徒慕德	英国赫尔梅斯资产管理公司主席
穆萨	南非环境事务与旅游部原部长
帕乔理	印度能源与资源研究院院长，联合国政府间气候变化专门委员会主席
施泰纳	联合国环境规划署执行主任
史蒂格森	世界可持续发展工商理事会主席
谢孝旌	加拿大国际发展署高级副署长
图比娅娜（女）	法国可持续发展与国际关系研究院院长
弗利斯特	荷兰环境部秘书长
云盖拉	联合国工业发展组织总干事

致 谢

中国环境与发展国际合作委员会（以下简称“国合会”）在 2010 年开展了关于生态系统管理与绿色发展的系列政策研究，得到了国合会中外委员、专家学者和各合作伙伴的大力支持。国合会 2010 年度政策报告是以提交国合会 2010 年年会的各项政策研究成果为基础编辑而成。在此，特别对以下为国合会各项研究工作作出杰出贡献的中外委员、专家学者以及相关工作人员表示感谢：

第 1 章 Arthur Hanson 沈国舫 任 勇 周国梅 张建宇 俞 海 陈 刚
秦 虎

第 2 章 陈宜瑜 Beate Jessel 傅伯杰 雷光春 高吉喜 马超德 于秀波
Leon Braat Peter Kareiva Nordin Hasan John Soussan Lailai Li
Jamie Pittock 赵士洞 姜鲁光 王国勤

第 3 章 苏纪兰 Peter Harrison 唐启升 张 经 洪华生 周名江 于志刚
孟 伟 Meryl Williams Chua Thia Eng Carl Gustaf Lundin Ellik Adler
Per Wilhelm Schive 丁平兴 于仁诚 方建光 王菊英 刘 岩
李永祺 杨作升 金显仕 周秋麟 彭本荣 刘 慧 Sam Baird

第 4 章 李 琳 谢高地 曹淑艳 罗志海 Sarah Humphrey 成升魁 盖力强
李海英 Brad Ewing

第 5 章 王 浩 杨爱民 王建华 王 琳 赵 勇 秦大庸 马 静
王明娜 陈求稳 李利峰 罗伯特·史彼得 John MacKinnon

第 6 章 李发生 Ton Honders Anton Roeloffzen Wit A. Siemieniuk 林玉锁
王树义 万洪富 白利平 Michiel Gadella 杨俊诚 王 静

第 7 章 Jeffrey A. McNeely John MacKinnon

我们还要特别感谢国合会的合作伙伴，包括加拿大、挪威、瑞典、德国、英国、日本、荷兰、意大利、澳大利亚、法国、丹麦、欧盟、联合国环境规划署、联合国开发计划署、联合国工业发展组织、世界自然基金会、美国环保协会、洛克菲勒兄弟基金会、壳牌公司等国家政府、国际机构和组织、非政府机构以及跨国公司，他们提供的资金及其他方式的支持是政策研究工作顺利开展的坚实基础。

此外，我们还要感谢以下为本报告的编辑和出版付出辛勤劳动的人员，包括朱云、周雨宝、丁杨阳、朱文俊、李力、黄颖等。