

“十三五”国家重点出版物出版规划项目
中国工程院重大咨询项目 中国生态文明建设重大战略研究丛书

第二卷

国土生态安全、水土资源 优化配置与空间格局研究

中国工程院“国土生态安全、水土资源优化配置与空间格局研究”课题组
石玉林 于贵瑞 王 浩 刘兴土 主编



科学出版社

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中国工程院重大咨询项目 中国生态文明建设重大战略研究丛书

第 二 卷

国土生态安全、水土资源优化配置 与空间格局研究

中国工程院“国土生态安全、水土资源优化配置与空间格局研究”课题组

石玉林 于贵瑞 王 浩 刘兴土 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是中国工程院重大咨询项目“生态文明建设若干战略问题研究”的第二课题“国土生态安全、水土资源优化配置与空间格局研究”的成果。全书共分为九章,就目前中国生态环境态势、“人与自然”再平衡战略的确立、人与水系统协调形势分析与安全战略、人与土地系统协调发展与土地文明建设途径、水土资源耦合生态系统生产力与承载力、气候资源与大气环境质量分析与安全战略、生态承载力分析与安全战略、自然保护区建设及其发展战略和生态环境安全度评价与分区进行了详细讨论和阐述。

本书可供从事生态文明建设和管理、国土生态安全和水土资源研究和管理的各级政府部门工作者,关心国家生态建设的科研工作者,以及相关专业研究生和本科生参考,也适合大中型图书馆收藏。

图书在版编目(CIP)数据

国土生态安全、水土资源优化配置与空间格局研究/石玉林等主编.

—北京:科学出版社,2017.5

(中国生态文明建设重大战略研究丛书/周济,沈国舫主编)

“十三五”国家重点出版物出版规划项目 中国工程院重大咨询项目

ISBN 978-7-03-052853-7

I. ①国… II. ①石… III. ①国土资源-生态安全-研究-中国②水资源管理-研究-中国③土地资源-资源管理-研究-中国 IV. ①F129.9
②X321.2③TV213.4④F327.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 089632 号

责任编辑:马俊 孙青/责任校对:钟洋

责任印制:肖兴/封面设计:刘新新

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年5月第一版 开本:787×1092 1/16

2017年5月第一次印刷 印张:17 1/4

字数:388 000

定价:160.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



丛书顾问及编写委员会

顾 问

钱正英 徐匡迪 周生贤 解振华

主 编

周 济 沈国舫

副主编

郝吉明 孟 伟

丛书编委会成员

(以姓氏笔画为序)

于贵瑞	万本太	王 浩	王元晶	王基铭
石玉林	石立英	朱高峰	刘 旭	刘世锦
刘兴土	江 亿	苏 竣	杜祥琬	李 强
李世东	吴 斌	吴志强	吴国凯	沈国舫
张守攻	张红旗	张林波	孟 伟	郝吉明
钟志华	钱 易	殷瑞钰	唐华俊	傅志寰
舒俭民	谢冰玉	谢和平	薛 澜	

“国土生态安全、水土资源优化配置与空间格局研究”课题组成员名单

组 长:	石玉林	中国科学院地理科学与资源研究所研究员, 院士
副组长:	王 浩	中国水利水电科学研究院研究员, 院士
	刘兴土	中国科学院东北地理与农业生态研究所研究员, 院士
	于贵瑞	中国科学院地理科学与资源研究所, 研究员
	谢冰玉	中国工程院一局局长
顾 问:	石元春	原北京农业大学校长, 中国科学院院士、中国工程院院士
	任继周	甘肃省草原生态研究所研究员, 院士
	陈志恺	中国水利水电科学研究院研究员, 院士

专题组长及主要成员

1. 国土生态系统安全度评价及构建国土生态安全格局的总体思路专题组

组 长

于贵瑞(兼) 中国科学院地理科学与资源研究所, 研究员
研究骨干

谢高地	中国科学院地理科学与资源研究所, 研究员
于秀波	中国科学院地理科学与资源研究所, 研究员
姜鲁光	中国科学院地理科学与资源研究所, 副研究员
张昌顺	中国科学院地理科学与资源研究所, 副研究员
王秋凤	中国科学院地理科学与资源研究所, 副研究员
田 静	中国科学院地理科学与资源研究所, 助理研究员
刘 宇	中国科学院地理科学与资源研究所, 助理研究员

2. 人—地系统的协调发展与土地文明建设途径专题组

组 长

张红旗 中国科学院地理科学与资源研究所, 研究员
研究骨干

朱会义	中国科学院地理科学与资源研究所, 研究员
许尔琪	中国科学院地理科学与资源研究所, 博士生
刘 芳	中国科学院地理科学与资源研究所, 博士生
康 蕾	中国科学院地理科学与资源研究所, 博士生
尚二萍	中国科学院地理科学与资源研究所, 博士生

3. 人一水关系协调发展和水生态系统保护与水资源安全战略专题组
组 长

王 浩^(兼) 中国水利水电科学研究院研究员, 院士

副 组 长

唐克旺 中国水利水电科学研究院, 教授级高工
研究骨干

龚家国 中国水利水电科学研究院, 高级工程师

王 芳 中国水利水电科学研究院, 教授级高工

4. 国家生态安全重要作用的保护区设定和保护目标专题组
组 长

刘兴土^(兼) 中国科学院东北地理与农业生态研究所研究员, 院士
研究骨干

李 忠 国家林业局自然保护区管理处, 高级工程师

刘玉平 环境保护部生态司自然保护区处长, 高级工程师

张明祥 北京林业大学自然保护区学院, 教授

文波龙 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 助理研究员

王 铭 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 博士生

5. 水土资源耦合生态系统生产力及人口承载力专题组

组 长

王立新 中国科学院地理科学与资源研究所, 研究员

副 组 长

汪 林 中国水利水电科学研究院, 教授级高工

研究骨干

辛良杰 中国科学院地理科学与资源研究所, 副研究员

史铁丑 中国科学院地理科学与资源研究所, 博士生

王 学 中国科学院地理科学与资源研究所, 博士生

课题工作组

组 长: 于贵瑞^(兼) 中国科学院地理科学与资源研究所, 研究员

成 员: 张红旗 中国科学院地理科学与资源研究所, 研究员

王 波 中国工程院咨询服务中心, 博士

王秋凤 中国科学院地理科学与资源研究所, 副研究员

田 静 中国科学院地理科学与资源研究所, 助理研究员

许尔琪 中国科学院地理科学与资源研究所, 博士生

丛书总序

为了积极参与对生态文明建设内涵的探索,更好地发挥“国家工程科技思想库”作用,中国工程院、国家开发银行和清华大学于2013年5月共同组织开展了“生态文明建设若干战略问题研究”重大咨询项目。项目以钱正英、徐匡迪、周生贤、解振华为顾问,周济、沈国舫任组长,郝吉明、孟伟任副组长,20余位院士、200余位专家参加了研究。2015年10月,经过两年多的紧张工作,在深入分析和反复研讨的基础上,经过广泛征求意见,综合凝练形成了项目研究报告。研究成果上报国务院,并分报有关部委,供长远决策及制定“十三五”规划纲要参考,得到了有关领导的高度重视。

项目深入分析了我国现阶段开展生态文明建设所面临的形势,并提出:资源环境承载力压力巨大,生态安全形势严峻,气候变化导致生态保护与修复的难度增大,人民期盼与生态环境有效改善之间的落差加大,贫困地区脱贫致富与生态环境保护的矛盾将更加突出,与生态文明相适应的制度体系建设任重道远,生态文明意识扎根仍需长期努力,国际地位提升下的国家环境责任与义务加大八个重大挑战。

此基础上,研究提出了我国生态文明建设的国土生态安全和水土资源优化配置与空间格局、新形势下生态保护和建设、环境保护、生态文明建设的能源可持续发展、新型工业化、新型城镇化、农业现代化、绿色消费与文化教育以及生态文明建设的绿色交通运输重要领域的九大战略,并针对每项战略提出了需要落实的若干重点任务。

研究专门提出了生态文明建设“十三五”时期的目标与重点任务。目标是:到2020年,经济结构调整和产业绿色转型取得成效,高耗能产业得到有效控制,节能环保等战略性新兴产业蓬勃发展;能源资源消耗总量得到有效控制,利用效率大幅提升;生态环境质量有效改善,危害人体健康的突出环境问题得到有效遏制;划定并严守生态保护红线,保障国家生态安全的空间格局基本形成;生态文明制度体系基本形成,生态文明理念在全社会全面树立。

建议将以下指标列入“十三五”国民经济与社会发展规划,作为约束性控制指标,到2020年实现:战略性新兴产业占GDP比例大于等于15%;能源消费总量小于等于48亿t标准煤;非化石能源占一次能源比例大于等于15%;碳排放强度比2005年下降40%~45%;水资源利用总量小于等于6500亿 m^3 ;全国生态资产保持率大于等于100%,森林覆盖率大于等于23%,森林蓄积量大于等于161亿 m^3 ;国家生态保护红线面积比例大于等于30%,自然湿地保护率大于等于55%;全国地级及以上城市 PM_{10} 浓度比2015年下降15%以上;京津冀、长三角 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度分别下降25%、20%左右;七大流域干流及主要支流优于III类的断面比例大于等于75%;节能环保投入在公共财政支出中的占比稳定在3%左右。

为实现上述目标，建议实施“民众为本，保护优先；红线约束，均衡发展；改革突破，从严追责；科技创新，绿色拉动”的指导方针，切实完成好以下九大重点任务：

①实施绿色拉动战略驱动产业转型升级；②提高资源能源效率建设节约型社会；③以重大工程带动生态系统量质双升；④着力解决危害公众健康突出的环境问题；⑤划定并严守生态保护红线体系；⑥推进新型城镇化战略统筹城乡发展；⑦开展国家生态资产家底清查核算与监控评估平台建设，实施国家生态监测评估预警体系建设工程，建设生态环境监测监控的大数据整合技术平台；⑧全面开展全民生态文明新文化运动，引导和培育社会绿色生活消费模式；⑨实施生态文明工程科技支撑重大专项。

同时，为进一步推进生态文明建设，研究还提出了构建促进生态文明发展的法律体系，全面完善资源环境管理的行政体制，形成资源环境配置的市场作用机制，建立完善促进生态文明发展的制度体系，健全生态文明公众参与机制五个方面的保障条件与政策建议。

本套丛书汇集了“生态文明建设若干战略问题研究”的项目综合卷和8个课题分卷，分项目综合报告、课题报告和专题报告三个层次，提供相关领域的研究背景、涵盖内容和主要论点。综合卷包括综合报告和相关专题论述，每个课题分卷则包括课题综合报告及其专题报告。项目综合报告主要凝聚和总结了各课题和专题中达成共识的一些主要观点和结论，各课题形成的一些独特观点则主要在课题分卷中体现。本套丛书是项目研究成果的综合集成，凝聚了参研院士和专家们的睿智与心血。希望此书的出版，对于我国生态文明建设所涉及的相关工程科技领域重大问题的破题，有所帮助。

生态文明建设是新时期我国实现中华民族伟大复兴中国梦的重要内容，更是一项巨大的惠及民生的综合性建设，本项研究只是该系列研究的开始，由于各种原因，难免还有疏漏和不够妥当之处，请读者批评指正。

中国工程院“生态文明建设若干战略问题研究”

项目研究组

2016年9月

前 言

当前我国生态环境恶化,引起了社会各界严重的关切。

本课题是中国工程院重大咨询项目“生态文明建设若干战略问题研究”的第二课题。目的在于以“人与自然”协调发展思想,审视我国水土资源开发历史,根据当前经济社会发展与人口、资源、环境现状,从全国国土总体开发布局与生态系统服务功能互相协调角度,开展以国土生态环境安全为中心,水土资源生态系统保护为重点,国土开发空间格局为落脚点的研究,研究“国土生态安全、水土资源及优化配置与空间格局研究”,努力回答当前存在的一些重要问题,提出战略设想与对策,为中央、国务院建设中国生态文明提供咨询。

本研究课题设5个专题,组织包括中国科学院与中国水利水电科学研究院在内的40多位专家学者,其中有6位中国工程院院士参加研究。在2013年5月至2014年10月的一年零五个月时间内,各专题系统地收集有关科学资料,参加了项目组组织的福建省与浙江省湖州市的综合考察,各专题组还分别对生态环境恶化的京津冀、黄土高原、新疆与南方岩溶地区以及青藏地区进行调查研究,在此期间课题组内部组织了多次交流会、研讨会。在此基础上课题组综合了各专题组研究的成果,经3次修改,完成此综合报告的征求意见稿,还编制了“中国1:600万生态环境安全分区”图(草图)。

综合报告在系统分析了我国生态环境的态势和成因的基础上,指出我国当前正处于生态环境危机与反危机斗争的关键时期,提出“人与自然”再平衡的战略设想,以及相应的10项战略措施与8项重要工程建设;对“三生用水”与“三生用地”进行了分类、匡算,提出生态用水与生态用地的数量与地区分布;对水土系统耦合生产力与人口承载力做了系统分析,提出耕地、播种面积、用水量、灌溉用水量等农业生产关键资源的红线指标;课题组第一次对编制《中国生态环境安全分区》作了尝试,划分出55块生态环境区,并作了简述,在此基础上分析了中国东、中、西三大区域的生态环境特征、问题与对策,并从地缘经济角度归纳、划分为东南、西南、东北、西北、长江与华北六大区域,提出了六大区域的特征、功能与发展方向措施。

综合报告分三部分九章。第一部分为第一、第二两章,分别阐述生态环境态势与战略选择;第二部分,包括人水系统、人地系统、水土耦合系统、大气环境、生态承载力和自然保护区6章;第三部分为第九章,介绍了生态环境安全度分区的评价指标、方法与分区方案,评述了11个大区生态环境状况并提出相应对策。

生态环境安全问题的研究是一项新的课题,在课题研究的过程中,遇到很多问题,包括资料不足、时间不足、人力不足、资金不足,加上我们初次研究,水平有限,提出一些观点,必定存在着许多不足,必然存在着不同的观点,我们本着“百家争鸣”的方针,衷心欢迎广大读者和业内人士提出不同看法和批评指正,有机会进行交流、讨论。

目 录

丛书总序

前言

第一章 中国生态环境态势分析	1
一、生态环境态势	1
二、生态环境恶化原因分析	8
三、反生态环境危机斗争的兴起	10
参考文献	11
第二章 确立“人与自然”再平衡的战略	13
一、人与自然再平衡的科学内涵	13
二、人与自然再平衡的战略任务	16
三、人与自然再平衡的技术途径及其制度创新	18
四、人与自然再平衡的战略措施	21
五、若干重要的生态工程建设任务	27
六、统筹区域发展,优化国土空间布局	32
参考文献	35
第三章 人与水系统协调形势分析与安全战略	37
一、人-水关系的突出问题	37
二、水资源与水生态系统的安全评估	38
三、经济社会发展对水资源、水生态环境的胁迫及危机分析	45
四、生活、生产、生态用水(“三生用水”)优化配置与水资源开发底线	67
五、水资源利用量、可利用量的潜力与空间格局	70
六、保障水资源安全的战略措施与途径	78
七、重要工程措施与政策建议	80
参考文献	81
第四章 人与土地系统协调发展及土地文明建设途径	83
一、土地资源利用状况及其面临的严峻态势	83
二、人地系统协调性评价	86
三、土地文明建设的战略思路	101
四、区域土地文明建设的战略措施与途径	103
参考文献	124

第五章 水土资源耦合生态系统生产力与承载量	126
一、我国人口及发展趋势分析	127
二、主要农产品消费分析与预测	134
三、耕地面积预测与种植结构调整	140
四、有效灌溉面积与农业用水	146
五、粮食产量预测	149
六、承载状况分析	155
七、未来面源污染的潜在威胁：化肥、农药使用情况	161
八、基本结论和主要对策	166
参考文献	168
第六章 气候资源与大气环境质量分析与安全战略	171
一、气候资源与大气环境质量安全概况	171
二、气候资源与大气环境质量格局评价指标与方法	172
三、气候资源与大气环境质量时空格局分析	179
四、气候变化与大气环境质量安全问题、成因及趋势分析	195
五、气候变化与大气环境质量安全对策及管理对策及建议	196
参考文献	200
第七章 生态承载力分析与安全战略	202
一、评价指标与方法	202
二、生物质资源安全格局分析	205
三、生态承载力格局与变化	208
四、生态超载驱动力分析	212
五、政策建议	217
参考文献	221
第八章 自然保护区建设及其发展战略	223
一、我国自然保护区建设的基本情况	223
二、自然保护区建设尚存在的问题	225
三、加强自然保护区建设的主要措施	227
参考文献	229
第九章 生态环境安全度评价与分区	230
一、生态环境安全度评价系统	230
二、生态环境安全度分区评述	235
参考文献	259

第一章 中国生态环境态势分析

一、生态环境态势

我国生态系统类型多样但较脆弱,区域差异大,三大地势阶梯与三大气候区构成了中国自然环境的基本构架。地势上西高东低,并呈阶梯状分布;气候特征是季风气候、大陆性气候显著。西部分布大面积的干旱荒漠区域、高寒生态区和水土流失区,生态环境脆弱。虽然全国的自然资源绝对数量大,但人均占有量少,地域分布不均,资源消耗量大、利用率低且浪费严重。目前我国以占世界 9% 的耕地、6% 的水资源、4% 的森林、1.8% 的石油、0.7% 的天然气、不足 9% 的铁矿石、不足 5% 的铜矿,养活着占世界 22% 的人口。

我国现正处于高速工业化阶段,生态环境系统面临着多重压力,在资源、生态、环境的多个方面已处于危机状态,其问题错综复杂,新旧叠加复合,积重难返,严重地威胁着中华民族的生存与发展。主要表现在资源短缺、环境污染严重、自然灾害频发、土壤侵蚀严重、生态系统退化和生物多样性破坏等方面。当前生态环境的基本形势是处在危机与反危机斗争的关键时期。

(一) 资源短缺

1. 水资源短缺、供需矛盾突出

我国是一个水资源贫乏的国家,随着经济社会的发展和人口的增长,水资源日益成为许多城市和区域发展的瓶颈。

1) 全国的水资源总量严重不足,人均和单位土地面积的水资源偏少,时空分布不均

我国多年平均可更新的水资源量为 28 412 亿 m^3 ,列世界第 6 位,但单位国土面积水资源量仅为世界平均量的 83%。在 2012 年降水偏多的情况下,全国人均占有水资源总量也仅为 2180.8 m^3 (《中国统计年鉴 2012》《2012 年中国水资源公报》),按国际标准属于重度缺水国家。就 2011 年的主要流域人均占有水资源量来看,海河流域(293 m^3)、淮河流域(455 m^3)、太湖流域(453 m^3)均属极度缺水地区;辽河流域(909 m^3)、黄河流域(659 m^3)为重度缺水地区。

我国水资源地区分布极不均,总体上水资源分布南方多、北方少,东部多、西部少,山区多、平原少,整个北方地区皆为重度缺水(905 m^3 /人),而南方地区也处于轻度缺水状态。南方地区国土面积占全国的 36%,而水资源总量占全国的 81%;北方地区国土面积占全国的 64%,但水资源总量仅占全国的 19%。其中,黄河、淮河、海河 3 个水资源一级区的国土面积占全国的 15%,水资源总量仅占全国的 7%,人均水资源占有量仅 460 m^3 ,是我国水资源供需矛盾最为尖锐的地区。

我国降雨主要集中在夏季,尤其是北方地区,夏季降水量占全年降水量的绝大部分,降水年际变化大。降水相对集中于夏季使得我国的自然降水转化为有效水资源的比例相对较低,加上降水年际变化大,导致水资源短缺年度频发。

2)全国的生产和生活需水量快速增加,水资源供需矛盾不断凸显,区域间和行业间的水资源竞争加剧

全国的水资源供需矛盾不断凸显,全国年平均缺水量 500 多亿 m^3 , 2/3 的城市缺水,农村有近 3 亿人口饮水不安全。《2012 年中国水资源公报》显示:2012 年全国总用水量 6131.2 亿 m^3 ;其中生活用水占总用水量的 12.1%,工业用水占总用水量的 22.5%,农业用水占总用水量的 63.6%,生态环境补水占总用水量的 1.8%。与 2011 年比较,全国总用水量增加 24 亿 m^3 ,其中生活用水减少 48.02 亿 m^3 ,工业用水减少 82.28 亿 m^3 ,农业用水增加 155.9 亿 m^3 ,生态环境补水减少 1.5 亿 m^3 。

另外,《农业部关于推进节水农业发展的意见》指出,全国农田灌溉面积 9.05 亿亩^①,灌溉用水缺口为 300 多亿 m^3 ,农业用水资源紧缺矛盾越来越突出;根据国家水资源发展规划,未来 15 年的农业可用水量将维持零增长,农业缺水形势日益严峻,干旱对农业生产的威胁越来越大。

3)不同区域间水资源开发利用差别较大,部分地区已超过或接近极限

《2012 年中国水资源公报》显示,全国水资源平均开发利用率约 20.7%,区域间差别很大。北方地区普遍存在水资源开发利用过度和不合理利用的现象,部分地区的水资源开发利用已超过或接近开发利用的极限。松花江、西南地区水资源开发利用程度较低。海河、黄河、淮河、西北诸河区和辽河流域用水量已相当于其水资源总量的 85.1%、50.4%、86.8%、49.0%和 28.7%,已超过或接近水资源开发利用的极限。即使是开发利用程度较低的松花江流域其开发利用率也达到了 32.7%。

北方平原区域浅层地下水储量开发利用过度,水储量呈现持续下降趋势。水开采区在 2003~2011 年的浅层地下水储量与 1980 年比较,河北、北京、吉林、陕西和山东的平原区浅层地下水储存变量分别累积减少了 721 亿 m^3 、91 亿 m^3 、38 亿 m^3 、33 亿 m^3 和 29 亿 m^3 (《2011 年中国水资源公报》)。虽然在北方的 17 个省级行政区 73 万 km^2 的地下水开采区内,2012 年的年末地下水储存量有所增加,但淮河、西北诸河和黄河区的地下水储量还是分别减少了 29.4 亿 m^3 、3.8 亿 m^3 和 1.7 亿 m^3 (《2012 年中国水资源公报》)。

在全国范围内水污染引起的水质型缺水进一步加剧,清洁水资源更加短缺。近年来,极端气候频繁发生,导致水旱灾害更加频发和加重。

2. 人均耕地下降,用地效率较低

我国是一个人多地少的大国,长期存在着土地资源短缺和食物供给安全问题。加之近年来的快速城镇化和工业化建设对耕地的刚性需求,耕地数量减少已经成为不可逆转的态势,再叠加土地资源浪费、耕地退化和污染,必然会危及到国家的食物安全。

1)耕地数量持续减少,人均耕地面积急速减少,粮食境外进口依存度快速上升

2013 年中国国土资源公报中指出,截至 2012 年底,全国共有农用地 96.97 亿亩,

^① 1 亩 $\approx$ 667 m^2 ,下同。

其中耕地 20.27 亿亩,林地 38.01 亿亩,牧草地 32.93 亿亩;人均耕地 1.52 亩,较 1996 年第一次调查时的人均耕地 1.59 亩有所下降,不到世界人均水平的一半。2009~2012 年,全国耕地面积年均维持在 20 亿亩左右,没有很大变化。但是我国人多地少的国情没有变化,耕地保护形式仍然十分严峻,因此必须严守 18 亿亩的耕地红线。

根据国土资源部土地利用变更数据,1996~2008 年,我国耕地面积净减少了 1.24 亿亩。耕地锐减的两大主因是生态退耕和非农建设占地。由于我国工业化和城市化整体上还处于快速发展的中期阶段,未来数十年建设用地需求量依然较大,耕地减少的趋势仍将持续。2012 年,全国因建设占用、灾毁、生态退耕等原因减少耕地面积 40.20 万 hm^2 ,通过土地整治、农业结构调整等增加耕地面积 32.18 万 hm^2 ,年内净减少耕地面积 8.02 万 hm^2 (《2013 中国国土资源公报》)。

2) 优质耕地比例下降

国土资源部调查发现,我国耕地后备资源十分有限,通过后备土地资源开发来补充现有耕地数量减少的潜力空间极小。国土资源部农用地(耕地)分等统计结果表明,全国耕地的中等和低等级地的比例已经占到了 66%,总体质量显著降低。全国耕地中,有灌溉设施的耕地 91 614 万亩,比例为 45.1%,无灌溉设施的耕地 111 463 万亩,比例为 54.9%。全国耕地按坡度划分,2°以下的耕地 116 034 万亩,占 57.1%;2°~6°耕地 32 418 万亩,占 15.9%;6°~15°耕地 30 397 万亩,占 15.0%;15°~25°耕地 15 984 万亩,占 7.9%;25°以上的耕地(含陡坡耕地和梯田)8244 万亩,占 4.1%。

中国无序的城市发展导致了优质耕地数量逐渐减少。近十多年来,中国减少的耕地多是位于东部传统农耕区的优质耕地,而增加的耕地多位于西部、北部农牧交错带地区,那里水热条件不足,生态环境脆弱,粮食单产有限。因此,中国耕地的质量问题,与数量问题同样值得高度关注。

从耕地总量和区位分布来看,全国有 14 945 万亩耕地位于东北、西北地区的林区、草原,以及河流湖泊最高洪水水位控制线范围内及 25°以上陡坡。其中,相当部分应该属于生态用地,需要根据国家规划实施退耕还林、还草、还湿和耕地休养生息,也有相当数量的耕地受到中度、重度污染,大多不宜耕种,还有一定数量的耕地因开矿塌陷造成地土表层破坏,因地下水超采,已影响正常耕种,如果大规模的改造和利用这些耕地,势必会形成生态用地安全的潜在危机。

3) 城乡建设用地利用效率较低

在工业化和城镇化进程中,约有 2.5 亿农民工进城,造成农村劳动力短缺,复种指数降低,两熟变一熟,普遍存在耕地弃耕、林地低效、草地利用粗放等问题,南方的冬闲田有 1 亿亩左右。在快速工业化和城镇化进程中,大量优质耕地被快速地转换为城乡建设用地,可是这些新增建设用地的利用效率却普遍低下,如“宽马路、大广场、超大城市景观”等政绩和形象工程占用了大量土地,而且各地普遍存在占而不用现象。

3. 能源和矿产资源短缺,供需矛盾突出

我国长期存在着能源和矿产资源供给能力严重短缺,供需结构不匹配等因素制约。中国的初级工业化过程主要采用的是依赖于资源消耗的经济发展模式,至今这种发展模式依然没有得到有效调整,并且对资源的需求依然表现为强势增长,短时间内可能难以

有大的改观。我国能源矿产资源利用技术落后，利用效率和效益低下，造成严重的资源浪费和环境污染，这势必会危及国家的经济安全。

1) 能源供给能力严重不足，对外的依赖程度不断增大

2011年，我国煤炭进口2.22亿t，原油生产总量为2.02亿t，但进口达到2.54亿t，天然气生产量为1026.90亿m³，进口达到312亿m³（《中国统计年鉴2012》）。石油对外依存度已近60%，天然气对外依存度也已达到30%。2009年我国成为煤炭净进口国，2011年进口量跃居世界第一位，2012年进口量增加29.8%（《中国国土资源公报2012》）。

2) 能源结构以煤炭为主，造成严重的碳排放和环境污染

2011年，我国能源生产总量为31.79亿t标准煤，其中原煤占77.8%，原油占9.1%，天然气占4.3%，水电、核电、风电合计占8.8%。2011年全国发电量为4.71万亿kW·h，其中火力发电占81.3%，水电占14.8%（《中国统计年鉴2012》）。由此可见，煤炭仍然是我国主要的能源，清洁能源和再生能源的比例偏低。在2012年的我国能源消费中，石油占17.7%，天然气占4.7%，煤炭占68.5%，核能、水电、再生能源合计占9.1%，煤炭比例下降，但仍占近七成，而煤炭却是造成大气污染的最大来源。

3) 主要大宗矿产资源短缺，将会限制经济的发展

我国大宗矿产品的消费持续增加，国内供给不足，进口量持续扩大。2012年，我国矿产品进出口总额为9919亿美元，占全国商品进出口总额的25.7%。铁矿石、铜矿、镍矿等矿产品进口量以较大幅度增长。2012年，重要矿产品中，铁、铝、铜、锰、镍矿砂进口分别达到74355万t、3961万t、783万t、1237万t、6245万t（《中国国土资源公报2012》）。

（二）环境污染严重

改革开放以来，通过大规模的农业、工业和城市建设技术和投资的输入，中国快速地提高了生产能力，取得了举世瞩目的经济发展成就。可是对与此相配套的工业和农业生产以及城市发展的环境保护工作却没有给予足够的重视，在“重经济轻环保”的政策影响下，以及以牺牲环境换取经济发展的利益驱动下，环境保护技术严重落后于生产技术的发展，加之环境监管不力，致使环境污染日益严重，已经开始呈现为由单个城市向城市群，由个别区域性向全国蔓延的发展趋势，已经发展到了制约社会经济发展、危害国民健康和生态安全的危急状态。

1. 大气污染严重，污染区域不断扩大，成为当前最棘手的环境危机

环境保护部空气质量的监测结果表明，2013年1月和12月，中国中东部地区发生了2次较大范围的区域性灰霾污染。两次灰霾污染过程均呈现出污染范围广、持续时间长、污染程度严重、污染物浓度累积迅速等特点，这两次污染的首要污染物均以PM_{2.5}为主，在已监测的74个城市中，仅有4个城市为安全，60%的城市属于危机状态（《2013中国环境状况公报》）。另社会科学院最新发布的《城市蓝皮书：中国城市发展报告》指出：我国74个城市的PM_{2.5}年平均浓度均值为70.16μg/m³，最高的20个城市中百万以上人口的特大城市占15个；287个地级市中处于健康状态的不到十分之一，包括北京、天津等在内的九成城市处于亚健康状态。

1990~2000 年东半部地区的无机氮湿沉降普遍超过 $10\text{kg N}/\text{hm}^2$, 而从四川盆地-云南省东部以西的整个南方区域和华北平原、辽宁中部, 已超过 $30\text{kg N}/\text{hm}^2$, 占全国总面积的 16%。2000~2010 年, 中国氮沉降量呈现明显的增加趋势, 氮沉降的全国均值已由 $11.11\text{kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$, 上升到 $13.87\text{kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$, 增加了近 25%, 氮沉降量达到 $30\text{kg N}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 的地区约占全国总面积的 24%。尤其值得注意的是华北地区正逐渐成为一个较强的氮沉降区(Jia et al., 2014)。

我国是世界三大酸雨区之一。酸雨覆盖着南方各省面积达 120 万 km^2 , 在 456 个城市中有 135 个属酸雨城市, 其中浙江、江西、福建、湖南、贵州等省较严重(环境保护部, 2013)。

温室气体排放量急剧攀升, 减排压力巨大。2010 年, 我国人为 CO_2 排放量达到 22.6 亿 t 碳(Boden et al., 2013), 占世界总排放量(87.4 亿 t 碳)的 1/4, 其排放总量居世界之首, 较上一年增加了 1.6 亿 t 碳, 增长速度(7.7%)也居全球之首。但陆地生态系统的碳汇及其增加速率难以抵消同期的工业碳排放增加速率, 2000~2010 年全国陆地生态系统净碳固定速率(NEP)与区域工业碳排放的比例指数达到 0.85, 东部的比例指数达到 1.37, 最大的上海市已经达到 16.25, 北京市也达到 5.18, 远远超过全国平均值, 即使是中部地区, 其比例指数也达到 0.94, 不容乐观。

2. 水源和水体污染严重, 对国民的饮水和清洁水资源构成威胁

《2013 中国环境状况公报》显示, 全国的地表水总体为轻度污染, 部分城市河段污染严重。长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河、浙闽片河流、西北诸河和西南诸河十大流域国控断面中, I~III类、IV~V类和劣V类水质断面比例分别为 71.7%、19.3%和 9.0%(《2013 中国环境状况公报》)。在 31 个重要湖泊中, 有 17 个为轻度至重度污染, 达到重度污染的湖泊有 6 个。松花江流域、淮河流域、辽河流域、黄河流域为轻度污染, 海河流域为中度污染。经济发达的东部省(自治区)水体污染最为严重, 并随着产业的区域转移向中西部区域扩展, 中西部地区面临水污染加剧的问题。

1996~2000 年调查资料显示, 大多数城市地下水水质遭受污染, 其中重污染城市多达 64%, 轻污染城市达 33%, 主要是: 矿化度、总硬度酸根、亚硝酸根、硫酸盐、铁、锰、COD 和氨、氮等无机物, 还有有机污染物, 局部地区出现有毒污染等(郝华, 2004)。2013 年, 4778 个地下水环境质量检测点中, 水质较差和极差的监测点占 59.6%(《2013 中国环境状况公报》)。

2013 年的全国近岸海域一类、二类海水点位比例为 66.4%, 比上年下降 3.0 个百分点; 三类、四类海水点位比例为 15.0%, 比上年上升 3.0 个百分点, 紧邻长三角等经济发达区域的东海近岸海域水质极差, 三类、四类海水点位比例为 20.0%, 比上年上升 4.2 个百分点; 劣四类海水点位比例为 49.5%, 比上年上升 3.2 个百分点(《2013 中国环境状况公报》)。

3. 耕地土壤污染严重, 食品安全事件频繁发生

不合理施用化肥、农药, 工业和生活废水无序排放等原因, 导致我国耕地土壤污染在局地十分严重, 还呈现出由东部向西部蔓延的发展态势。2014 年 4 月 17 日环境保护

部和国土资源部公布了《全国土壤污染状况调查公报》，数据显示全国土壤污染总超标率达 16.1%；耕地点位超标率高达 19.4%，其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为 13.7%、2.8%、1.8%和 1.1%；调查显示主要污染物为镉、镍、铜、砷、汞、铅、滴滴涕和多环芳烃，其中土壤镉超标率 7.0%。此外，镉、汞、砷和铅 4 种重金属含量呈现从西北到东南，从东北到西南方向逐渐升高的趋势；调查结果还显示，南方污染重于北方，长三角、珠三角和东北老基地等部分区域土壤污染问题较为突出，西南和中南地区土壤重金属超标范围较大。全国约有 330 万 hm^2 的土地已无法耕种。

土壤污染已经对粮食产量、食品安全和人们的健康造成了严重威胁。日益严重的土壤污染导致食品安全事件频发。此外，全国耕地面积约 20 亿亩，按污染超标率 16.1% 计算，则意味着超过 3 亿亩土地已经受到了污染，威胁着 18 亿亩耕地红线。

（三）生态治理任务繁重

1. 自然灾害种类多样，极端气候事件引发的灾害有增加的趋势

据记载，我国的主要自然灾害有水灾、旱灾、风灾、雹灾、疫病灾害、地震、虫灾、雪冻等。1949 年以来，中国平均每年因自然灾害造成的直接经济损失在 1000 亿元人民币以上，农作物受害面积年均超过 4000 万 hm^2 ，受灾人口年均超过 2 亿。我国的自然灾害发生具有时空聚集性强，相对致灾强度分布不均匀的区域特性。近年来的气候变化引起的极端气候事件在持续增加，由此导致的洪水、干旱、高温和冷害等气象灾害有增加的趋势。据报道，2011 年 4~6 月，中国长江中下游地区遭遇旱涝急转的困境，进入 4 月，长江中下游降水持续偏少，为近 50 年同期最少，而到了 6 月，这些地区突然出现强降水，转眼洪水肆虐。另据报道我国近十年来温度呈现上升的趋势，年平均气温在 $9.4\sim 10.1^{\circ}\text{C}$ ，2010 年中国年平均气温 9.5°C ，是 1961 年以来第十个最暖年，伴随着天气变暖，中国区域性干旱加剧，华北地区最近 20 多年中 8 年发生干旱，给生产造成严重损失。

2. 土壤侵蚀，土地沙化和石漠化仍很严重

根据水利部最新调查资料，我国土壤侵蚀面积 294.91 万 km^2 ，占全国总面积的 30%，其中水力侵蚀 129.22 万 km^2 ，风力侵蚀 165.59 万 km^2 。根据国家林业局第四次全国荒漠化和沙化监测报告，截至 2009 年年底，我国荒漠化土地面积为 262.37 万 km^2 ，沙化土地面积为 173.11 万 km^2 。又根据 2002 年中国工程院“西北水资源”研究，在沙漠中，由人为干扰造成土地沙化的面积为 60 万 km^2 左右。南方岩溶地区的石质化面积大约 12 万 km^2 ，其中严重石漠化约 2.5 万 km^2 。另外，我国的地质灾害普遍，包括地震、滑坡、泥石流频繁，重点分布在西南地区。据调查，当前我国水土流失面积 356.92 万 km^2 ，亟待治理的面积近 200 万 km^2 ，占国土面积的 20.8%。

3. 自然生态系统保护仍需加强，生物多样性受威胁

2014 年 2 月公布的第八次全国森林清查结果显示，全国森林面积 2.08 亿 hm^2 ，森林覆盖率 21.63%，森林蓄积 151.37 亿 m^3 ；人工林面积 0.69 亿 hm^2 ，蓄积 24.83 亿 m^3 。