

第三次 气候变化国家评估报告

《第三次气候变化国家评估报告》编写委员会 编著



科学出版社

第三次气候变化国家评估报告

《第三次气候变化国家评估报告》编写委员会 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

《第三次气候变化国家评估报告》由科学技术部、中国气象局、中国科学院和中国工程院联合多部门共同组成的编写领导小组组织实施,共有18位领衔专家、96名首席作者、442名贡献作者组成的编写专家组参与了评估报告的编写。这是中国第三次组织编写气候变化国家评估报告。

本书内容包括“气候变化的事实、归因和未来趋势”“气候变化的影响与适应”“减缓气候变化”“气候变化的经济社会影响评估”“政策、行动及国际合作”5个部分,共42章。《第三次气候变化国家评估报告》以满足中国应对气候变化内政外交需求为目标,对中国应对气候变化研究的关键问题进行了系统梳理,全面反映中国科学界在气候变化领域的最新研究进展,展示了中国在应对气候变化方面的成果。

本书可供中央、地方和国家各级决策部门,以及气候、气象、经济、外交、水文、海洋、农林牧、地质和地理等领域的科研与教学人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

第三次气候变化国家评估报告/《第三次气候变化国家评估报告》编写委员会编著. —北京:科学出版社,2015.9

ISBN 978-7-03-045481-2

I. ①第… II. ①第… III. ①气候变化—研究报告—中国 IV. ①P467

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第190441号

责任编辑:朱海燕 张欣 张力群 / 责任校对:赵桂芬 韩杨

责任印制:肖兴 / 封面设计:图阅

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

*

2015年9月第 一 版 开本:889×1194 1/16

2015年9月第 二 版 印张:61

字数:1 670 000

定价:398.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《第三次气候变化国家评估报告》编写委员会

编写领导小组

组 长	张来武	科学技术部
副组长	宇如聪	中国气象局
	丁仲礼	中国科学院
	刘 旭	中国工程院

成 员	高 风	外交部条法司
	李 高	国家发展改革委应对气候变化司
	雷朝滋	教育部科技司
	陈传宏	科学技术部社会发展科技司
	高云虎	工业和信息化部节能司
	高 平	国土资源部科技与国际合作司
	刘鸿志	环境保护部科技标准司
	袁 鹏	交通运输部科技司
	吴 强	水利部规划计划司
	王衍亮	农业部科技教育司
	吴秀丽	国家林业局造林绿化管理司
	苏荣辉	中国科学院重大科技任务局
	王元晶	中国工程院二局
	宋连春	中国气象局国家气候中心
	柴育成	国家自然科学基金委员会地学部
	辛红梅	国家海洋局科学技术司

曾经是《第三次气候变化国家评估报告》编写领导小组成员，并为报告的编写做了大量工作和贡献，后因职务变动不再作为成员的有：王伟中、沈晓农、樊代明、李燕瑞、苏伟、杨铁生、白星碧、洪晓枫、段红东、王凡、安耀辉、邱志高

专家委员会

主 任	徐冠华	科学技术部
委 员	杜祥琬	中国工程院
	孙鸿烈	中国科学院地理科学与资源研究所
	秦大河	中国气象局

刘燕华	国务院参事室/科学技术部
张新时	北京师范大学
吴国雄	中国科学院大气物理研究所
符淙斌	南京大学
方精云	北京大学/中国科学院植物研究所
何建坤	清华大学
周大地	国家发展改革委能源研究所
林而达	中国农科院
吕达仁	中国科学院大气物理研究所
丁一汇	国家气候中心

编写专家组

组 长	刘燕华			
副组长	郭日生	巢清尘		
第一部分	丁一汇	王会军		
第二部分	王 浩	吴绍洪	罗 勇	
第三部分	何建坤	陈文颖		
第四部分	史培军	葛全胜	潘家华	
第五部分	周大地	孙 洪	王 毅	魏一鸣
第六部分	董文杰	彭斯震	周天军	
第七部分	王小康			

编写工作办公室

主 任	陈传宏	科学技术部社会发展科技司
副主任	高 云	中国气象局科技与气候变化司
	邓小明	科学技术部社会发展科技司
	孙成永	科学技术部社会发展科技司
	彭斯震	中国 21 世纪议程管理中心
成 员	孙国顺	外交部条法司
	黄问航	国家发展改革委应对气候变化司
	邹 晖	教育部科技司
	黄圣彪	科学技术部社会发展科技司
	康相武	科学技术部社会发展科技司
	王孝洋	工业和信息化部节能司
	单卫东	国土资源部科技与国际合作司
	冯 波	环境保护部科技标准司
	汪水银	交通运输部科技司
	石海峰	水利部规划计划司
	曹子祎	农业部科技教育司

王福祥	国家林业局造林绿化管理司
任小波	中国科学院重大科技任务局
王小文	中国工程院二局
袁佳双	中国气象局科技与气候变化司
张朝林	国家自然科学基金委员会地学部
冯 磊	国家海洋局科学技术司

曾经是《第三次气候变化国家评估报告》编写工作办公室成员，并为报告编写做了大量工作及贡献，后因职务变动不再作为成员的有：马燕合、马爱民、王文远、於俊杰、官生晨、王勇、蒋三乃、刘静、王金星、辛红梅

序

气候变化问题不仅是 21 世纪人类生存和发展面临的严峻挑战，也是当前国际政治、经济、外交博弈中的重大全球性问题。积极应对气候变化，加快推进低碳发展，已成为国际社会的普遍共识和不可逆转的时代潮流。发展低碳经济和低碳技术日益成为各国抢占经济、科技竞争制高点的战略选择。气候变化事关我国经济社会发展全局，事关我国经济安全、能源安全、生态安全和粮食安全，在经济社会发展转型关键期，积极应对气候变化是我国当前发展的内在需求。

科技进步与创新是应对气候变化的重要支撑，科学、客观的气候变化评估是应对气候变化的决策基础。我国政府高度重视应对气候变化工作，积极履行与发展程度相适应的国际责任和义务，展现了负责任大国的良好形象，重视发挥科技对应对气候变化的支撑作用，特别是对决策的重要支撑作用，出台了一系列重大政策、行动和措施。2006 年和 2011 年，科技部、中国气象局和中国科学院联合发布第一次和第二次《气候变化国家评估报告》，这两次气候变化国家评估报告的编制与发布，对中国社会凝聚应对气候变化共识，支撑中国政府出台各种措施，起到了重要的积极推动作用，并产生了积极的国际影响。在此基础上，科技部联合十六个部门发布《“十二五”国家应对气候变化科技发展专项规划》，据统计，“十二五”前三年（2011~2013 年），我国政府在应对气候变化方面的科技投入超过 130 亿元，这些研究为我国的经济结构转型、产业升级以及应对气候变化国际合作打下了坚实的科学与技术基础。

为更好满足新形势下我国应对气候变化的需要，继续为我国应对气候变化相关政策的制定提供坚实的科学依据和切实支撑，2012 年，科技部、中国气象局、中国科学院、中国工程院会同国家发展和改革委员会、外交部、教育部、工业和信息化部、国土资源部、环境保护部、交通运输部、水利部、农业部、中国林业局、国家海洋局、国家自然科学基金委员会等十六个部门共同组织专家启动了《第三次气候变化国家评估报告》，力求全面、系统总结、评估我国应对气候变化有关科学、技术、经济和社会研究成果，准确、客观反映我国气候变化领域研究的最新进展。经过三年多扎实、艰苦、细致的工作，形成了《第三次气候变化国家评估报告》。

这次评估报告的编制是充分动员我国气候变化科学界对 2010 年以来应对气候变化科技最新研究成果的一次系统总结评估，凝聚了气候变化领域众多专家的智慧 and 心血，报告对我国各部门、行业、地方制定低碳发展、应对气候变化战略与政策以及经济社会发展规划有重要的参考价值。在此也感谢各部门的积极支持和各位专家的辛勤工作。

2015 年 6 月 30 日，中国向联合国气候变化框架公约（UNFCCC）秘书处提交了应对气候变化国家自主贡献文件《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》，确定了中国 2030 年的自主行动目标：二氧化碳排放 2030 年左右达到峰值并争取尽早达峰；单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 60%~65%，非化石能源占一次能源消费比重达到 20% 左右，森林蓄积量比 2005 年增加 45 亿 m^3 左右。中国还将继续主动适应气候变化，在农业、林业、水资源等重点领域和城市、沿海、生态脆弱地区形成有效抵御气候变化风险的机

制和能力，逐步完善预测预警和防灾减灾体系。

完成我国自主行动目标的任务是艰巨的，我国需要依靠科技创新开创应对气候变化和生态文明建设新局面。在当前的形势下，我们要将国家创新驱动发展战略与应对气候变化的需求紧密结合，加强研发的顶层设计，加强部署，推动科技创新，同时创造先进技术广泛应用的政策环境，以充分发挥科学技术在应对气候变化方面的基础作用，支撑引领经济社会走上绿色发展、生态文明之路。

我们相信，在党中央、国务院的正确领导下，通过社会各界的共同努力，我国应对气候变化的目标一定能有效实现，一定能为全球应对气候变化做出应有的贡献。

A stylized, bold signature in black ink, reading '万钢' (Wan Gang).

全国政协副主席、科学技术部部长

2015年8月

前言

为系统总结我国气候变化科研工作的最新成果和进展，支撑我国应对气候变化工作，科技部、中国气象局、中国科学院和中国工程院联合多部门共同组织编制了《第三次气候变化国家评估报告》。编制工作于2012年8月正式启动，由18位领衔专家、96名首席作者、442名贡献作者组成的编写专家组，经过三年多的努力，完成了《第三次气候变化国家评估报告》的编制工作。在各位专家的辛勤工作和相关部门的鼎力支持下，报告较为全面、准确、客观、平衡地反映了我国在气候变化领域的工作，体现了尊重科学、为国家负责的精神。

报告对“气候变化的事实、归因和未来趋势”“气候变化的影响与适应”“减缓气候变化”“气候变化的经济社会影响评估”“政策、行动及国际合作”等五个方面的最新进展和评估结论进行了提炼和总结。同时形成了《中国二氧化碳利用技术评估报告》、《气候变化对我国重大工程的影响与对策研究》、《气候变化国家评估报告科普版》、方法数据集、企业案例集等一系列研究产出。总的来看，《第三次气候变化国家评估报告》的编制工作具有如下特点：

一是政府支持与专家驱动。政府通过编写工作领导小组和编写工作办公室支持评估报告的编制工作，气候变化领域专家发挥主动作用，不仅梳理了我国科学界在气候变化领域最新、最重要的研究成果，还积极展示了我国在应对气候变化方面的工作、行动和成效，为我国在国际上争取更多话语权提供了强有力的支撑。

二是涵盖内容丰富，展现形式多样，形成了体系化的成果。评估报告不仅增加了气候变化对中国经济社会影响评估、方法和数据评估，还增加了企业应对气候变化的案例，同时，对于一些重点问题开展深入评估，形成特别评估报告，如评估气候变化对中国重大工程的影响，评估二氧化碳利用技术在中国的现状、发展与未来等。形成了主报告、特别报告、数据库和实践案例等多层次的体系化成果。

三是注重人才培养与队伍建设。共有500多位专家参与报告编制工作，其中领衔专家和执笔专家共150位，报告编制工作极大地带动了我国应对气候变化方面的人才和队伍建设，一些年轻的综合型领军人才脱颖而出，开始承担重要的应对气候变化方面的研究任务。

本次评估报告得出了一系列重要的评估结论，对于我国应对气候变化决策和“十三五”及中长期发展规划的制定具有重要的参考意义。一方面，对我们认识我国气候变化的现状、趋势和影响等提供了重要的事实依据。如近百年（1909~2011年）来我国陆地区域平均增温 $0.9\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ ，尚处在近百年来气温最高阶段，全国平均年降水量呈现明显的区域分布差异，沿海海平面上升速率高于全球平均值，冰川和冻土面积退缩。未来，中国区域气温、全国平均年降水量和海平面有可能继续上升，极端事件发生的频次和强度有可能增加。气候变化对我国影响利弊共存，总体上弊大于利，气候变化不利影响呈现向经济社会系统深入的显著趋势，水安全、生态安全、粮食安全、能源安全在气候变化影响下进一步交织和复杂化。另一方面，对我国应对气候变化政策行动的成效的评估，为我国未来应对气候变化努力方向和措施的制定提供参考。我国控制温室气体排放已取得一定成效，各行业部门均具有较大减

排潜力，经过进一步努力，2020 年可实现二氧化碳排放强度下降 40%~45% 的上线目标。目前，技术升级、产品价值提升、第二产业内部的行业结构和产品结构调整与优化对我国节能减碳效益贡献较大，未来需要继续依靠科技进步推进工作。

我们必须认识到，进一步提高科技水平是我国应对气候变化各项工作的基础，未来应进一步加强气候变化研究，提高原始性创新能力，推进低碳技术研发与应用，支撑国家应对气候变化目标的实现。当前我国气候变化研究虽然取得了长足的进展，但无论是在研究方法体系，还是研究的深度和广度等方面，与发达国家都还有较大的差距。目前，我国在海洋等重点领域的评估能力仍然不足，运用“大数据”等方法与时俱进地开展工作尚需探索。同时，更需要下大力气开展绿色低碳技术的研发与示范，充分发挥科技的支撑和引领作用，为温室气体减排和适应气候变化目标的实现提供强有力的技术支撑和储备。希望“十三五”应对气候变化科技工作进一步瞄准国家的迫切需求，对全面深入布局应对气候变化科技工作，甚至要进行超前部署。

最后，感谢刘燕华同志和他领衔的编写组辛勤劳动，富有创新和卓有成效的工作，感谢专家委员会各位委员集体智慧。这些成果的取得是大家集体智慧的结晶，依靠各部门通力合作，来之不易，要积极开展报告的宣传工作，提升国内认知、扩大国际影响，努力使报告成果不仅能够有效支撑领域专家学者开展研究工作，而且有助于提高气候变化相关知识在公众中的普及程度，并服务于联合国气候变化国际合作进程。

徐冠华

中国科学院院士、《第三次气候变化
国家评估报告》专家委员会主任

2015 年 8 月 19 日

引言

应对气候变化对中国可持续发展的战略意义 ——为《第三次气候变化国家评估报告》而作

杜祥琬

国家气候变化专家委员会主任

继 2007 年发布的《气候变化国家评估报告》和 2011 年发布的《第二次气候变化国家评估报告》之后，我国气候变化和应对气候变化领域的专家们又集体编写了这部《第三次气候变化国家评估报告》，这部报告比以前两次评估报告更为全面、详尽和深入，对我国乃至全球的公众、科学界和决策者科学认识并有效应对气候变化有重要参考价值和指导意义。作为一名读者，现将个人的读后心得和认识整理如下，侧重从宏观战略角度评估应对气候变化对国家可持续发展的重大意义。

一、应对气候变化的实质是引导人类可持续发展

现代气候变化科学经历了一百多年的发现和发展过程，逐渐形成了一个基于科学观测与分析的学科体系。在注意到气候系统的复杂性和不确定性的同时，现代气候变化科学着重指出，人类活动排放的温室气体对气候的暖化作用及其对人类社会发展和生存环境带来的风险，警示人类及时采取减缓和适应措施，以实现全球的可持续发展。1992 年《联合国气候变化框架公约》所确定的目标是：将大气中的温室气体浓度控制在使气候系统免受危险的水平，使生态系统能自然适应气候变化，确保粮食生产免受威胁，并使经济可持续发展。

控制和减少以二氧化碳为主的温室气体排放，被简称为“低碳”，由此提出了“低碳经济”“低碳发展”的概念^①。而温室气体的主要排放源是煤炭、石油等化石能源的使用，后者恰恰也是大气污染物的主要来源，减少污染、改善空气质量，被简称为“绿色”。显然，“绿色”和“低碳”有高度的一致性。气候变化科学所引导的正是绿色、低碳的发展方向。同时，在认识和评估气候变化风险的基础上，“适应科学”倡导主动、自觉的有序适应行动^②，制定适应策略，建设气候适应型社会，也是气候变化科学引导的一个重要方向。人类在享受了二百多年工业文明带来的巨大进步的同时，也日益强烈地感受到基于化石能源的工业化造成的黑色困惑和发展的不可持续性。“可持续发展”观念的提出，是人类的新的觉醒。气候变化和大气污染相伴成了全球性的重大环境和发展问题，应对气候变化的实质，正是以能源革命、低碳发展和有序适应为路径，推动国家乃至人类发展方式的转变，逐步从工业文明迈向生态文明，实现可持续发展。

① DTL. Energy White Paper: Creating a Low Carbon Economy. 2003.

② 符淙斌：在香山科学会议第 497 次学术讨论会上的报告，2014 年 5 月。

二、中国过往的发展带有明显的高碳特征，不可持续

三十多年来，中国经济快速增长，成就卓著。同时，粗放的发展方式积累了“不平衡、不协调、不可持续”的问题。发展方式的粗放性，首先表现在发展的驱动力主要依靠五个初级生产力要素：消耗过多资源、牺牲环境、投资拉动、引进技术、廉价劳力。科技驱动不足、内需拉动不力，靠这五个要素的发展显然是不可持续的。

其次是产业结构问题。第二产业长期占比过高，特别是第二产业中的高耗能产业比例过高，如中国 2012 年生产的钢铁已占到世界总量的 45.7%，水泥已占到 57.8%，靠低端产业的扩张推高 GDP 的增长。结果是造就了一个高耗能、高碳的产业体系（其中包括过剩的落后产能）。以 2012 年数据为例，中国的 GDP 占全球的 11.6%，却消耗了全球 21.9% 的能源^①，即单位 GDP 的能耗比全球平均水平高一倍，其中的煤炭消耗占到了全球总量的 50.2%。

这样的发展方式造成了复合型、压缩型的环境污染问题。中国东部严重的雾霾成了世界之最。2011 年 WHO 公布的全球 1082 个城市的空气质量排名中，北京居第 1035 位，2012 年世界银行公布的全球 112 个最污染的城市中，中国占 25 个。关于我国水污染、土壤污染、农村污染和生态退化的数据这里不再列举。污染物排放超出环境自净化能力的情况具有普遍性。

与此同步，以二氧化碳为主的温室气体排放迅速增加^②。1990 年，中国的温室气体排放只占全球的 11%，2012 年已增加到 26%，从 1990 年到 2012 年，全球的碳排放增量中，中国占了 66%。在中国的温室气体排放中，来源于化石能源燃烧的贡献约占 80%。中国的人均二氧化碳年排放（6t/人·年）已逼近欧、日等发达国家的水平。中国东部一些主要城市的人均年二氧化碳排放已达 10t/人·年以上，超过了欧、日等国历史上人均年排放的峰值，而且还在增长中。如果中、西部都追随东部的发展模式，中国温室气体排放必将进一步走高。中国发展的高碳特征十分明显。“十六大”以来，中央多次强调“走新型工业化道路”，而事实上，我们并未走出“新型道路”，而是重复着“先污染后治理”的老路，甚至更为高碳。

三、高碳发展不是走向现代化的必由之路

处在现代化初级阶段的发展中国家，产业结构适当偏重，单位 GDP 能耗适度偏高，有一定的正当性。但是如果随着国家进入“中等收入”水平，还继续以 GDP 论英雄，依旧粗放发展，以为要走向现代化就得走“先高碳、先污染”这条路，甚至把我们的人均能耗、人均排放搞得比一些发达国家历史上的峰值水平还高，那就会落入不可持续的困境。

实际上，国际主要发达国家实现现代化走的并非同一条路，而是差异明显。由于生产方式和消费方式的不同，主要发达国家几十年来形成的人均能耗和相应的碳排放呈现出差异甚大的两种类型^③：美国、加拿大等国的人均年能源消耗仍然超过 10t 标煤，人均年二氧化碳排放高达 18t 左右，显然这是一种无法推广、不该效法的模式；而另一类发达国家（包括欧盟主要国家和日本）的人均年能耗则稳定在 5~6t 标煤，人均二氧化碳排放约 6~9t，仅为

① BP 和 World Bank 的数据。

② 中国工程院研究组：《应对气候变化的科学技术问题》咨询项目研究报告，2014。

③ 杜祥琬等：中国能源发展空间的国际比较研究，《中国工程科学》，2013 年 15 卷 6 期，P4。

美、加的一半或三分之一。而欧洲和日本的人均 GDP 水平与美国相当，社会福利、教育卫生等公共服务方面甚至优于美国。由于发展方式和政策导向不同，欧、日等国已走出了一条较为低碳的发展路径，证明了走较为低碳道路的可行性，而且欧洲还在力求进一步降低人均碳排放。各国的环境-经济库兹涅兹曲线的模样虽然有一定的普遍性，但那个“倒 U 形”曲线的顶部高度却可相差不止一倍！这对我国选择发展路径是极有启示意义的。我国在实现现代化的过程中，应该认真借鉴欧、日等国的有益实践，避免盲目跟随美、加模式，走“先高碳后迫降”的冤枉路。而应立足国情并利用后发优势，实现我国自己提出的“走新型工业化道路”，建设“资源节约、环境友好型”社会，走一条更节能、更低碳的发展之路，这是我国可持续发展的内在需求，也是历史性的机遇。

四、认清国情，中国尤其需要低碳发展，才可持续

国情一：人口众多，人均资源短缺。

人均淡水量为世界平均水平的 30%，人均耕地为 43%；中国石油的已探明可供储量只占世界的 1.1%，中国天然气的已探明可供储量仅占世界的 1.9%^①。我国煤炭的年开采量，已明显超出了“科学产能能力”。同时，石油、天然气、煤炭的对外依存度延续呈现攀升的态势，其中石油的对外依存度已经逼近 60%，天然气的对外依存度也已上升至 31.6%。这个基本国情告诉我们：中国的现代化是需要精心设计的，我们没有粗放发展的资本，也没有粗放发展的理由。

国情二：环境容量有限。

环境的制约比资源的制约更甚。中国 80% 的人口居住在爱辉—腾冲线以东的国土上，东部的土地面积约为全球陆地总面积的不到 1/30，我们在这块土地上每年消耗全球煤炭的 40%，即在东部的单位国土面积上消耗的煤炭（可称“耗煤空间密度”）是全球平均值的 12 倍。数据还表明：这块土地上的“耗油空间密度”已是全球平均值的 3 倍。我国东部“碳排放空间密度”是全球平均值的 6 倍多。我国目前每千人汽车拥有数，虽不到美国的 1/8，但中国东部的“汽车空间密度”已相当于美国。单独分析京津冀地区的数据可见，这一地区的“耗煤空间密度”是全球平均值的 30 倍之多！由此，我国东部的霾污染成为世界之最，不是很容易理解的吗？如果我们想呼吸质量说得过去的空气，能去跟美国攀比人均车数、人均能耗吗？显然不能，也不应该！我国东部的人口密度是全球平均值的五倍，再计及上述的能耗和能源结构状况，我国东部的环境负荷已比世界平均值高出五倍以上！水污染和土壤污染的形势也很严峻。这些简单的分析，给出了我国的一个基本的国情：我们的环境容量显著小于世界平均值，相应的气候容量也显著小于世界均值。中国迫切需要改变粗放的发展方式，推动能源革命；迫切需要开创一条新型的发展之路，才能拥有可持续的未来。

国情三：后发优势。

我国现代化的进程显著晚于世界上的先发达国家，因而我们有可能借鉴他们的经验和实践，吸取他们的教训；而且，不同类型的发达国家发展路径的差异也为我们提供了重要的参考和启发；再者，21 世纪的今天，比先发达国家的当年，有了先进得多的信息技术、节能技术、环保技术、低碳技术、新能源技术等。我国理应充分利用这些后发优势，实现更高效能和质量的发展，走出更为绿色、低碳的发展道路。

国情四：中华文化精华的传承和弘扬。

^① 王安建：国土资源部报告会上的数据，2015。

中国自古有“天人合一”的观念，有“历览前贤国与家，成由勤俭败由奢”的节约观念。本世纪以来，我国又提出了“走新型工业化道路”、建设“资源节约型、环境友好型社会”、“科学发展观”、特别是“生态文明”的文化理念和治国的指导思想。这些思想和应对气候变化引导的绿色、低碳和可持续发展高度契合。这些充满哲理的思想既有理论性又有实践性，我国需要认真把这些古人和今人的优秀理念真正变成全国上下的实际指导思想，落实到各地的发展实践中。

五、中国需要创新通向现代化的路径，低碳发展是科学发展的特征

应对气候变化引领的低碳发展，对快速发展的中国是一个重要的提醒，也提供了思路和机遇。深入分析中国的资源和环境状况就会明白，中国通向现代化的路径必然是有中国特色的、新型的、低碳的，这条路要靠中国人民自己创造。

转向低碳发展并不容易。三十多年高碳发展的惯性很强，尽管后遗症已很明显，“GDP比赛”仍有市场。但同时，三十多年经济的发展，也为转型提供了物质基础，“科学发展观”“生态文明”“美丽中国”等理念的日益深入人心，也为转型提供了一定的思想基础。通过非凡努力，转向低碳发展是可能的，这正是应对气候变化对推动中国新型发展的重要现实意义。为此^①：

——需要明确强调，当前的战略机遇期，首先要理解为转变发展方式的机遇期，2020年前是转方式的关键期；

——要切实落实中央提出的“完善经济社会发展考核评价体系，把资源消耗、环境损害、生态效益等体现生态文明状况的指标纳入评价体系，使之成为推进生态文明建设的重要导向和约束”。以多维的“科学发展指数”考核评价各级的政绩；

——在经历了三十年的高速发展之后，应把环境保护与生态文明建设前置到国家发展目标的前位；

——新型城镇化：切忌攀比“城镇化率”和“速度”，要把低碳作为约束性考核指标；

——需要明确“西部大开发的实质是科学开发”，不应沿袭东部的高碳路径，应强调“在环境容量内的发展”；

——加大产业结构调整的力度。高耗能产业已经饱和，要继续淘汰落后产能，大力发展既能吸纳就业又低碳的服务业。努力推动战略性新兴产业，把垃圾分类资源化利用发展成一个战略性新兴产业，这方面国内外都已有成功的案例和可推广的技术；

——大力推动能源革命。节能和提效优先，限制煤炭和石油的消耗总量，并使之低碳化。增加天然气的比重，尽可能大力发展非化石能源，包括可再生能源和核能。发展储能技术、智能电网和分布式用能。

——把尽早实现温室气体排放峰值作为中国的中期战略和低碳发展的具体抓手；发挥治理霾污染和减少碳排放的协同效应；

——实施自然生态系统增汇减排战略：包括农业、林业、海洋、草地、湿地、土地利用等领域；

——以行政的、经济政策的、金融市场的、文化舆论的、科学技术的措施，形成制度化的低碳转型组合拳。

中国走向现代化的时、空环境不同于美、欧等国当年的时候，不可能依靠掠夺全球资

^① 中国工程院研究组：《应对气候变化的科学技术问题》咨询项目研究报告，2014。

源、先高碳后治理。我们主要靠本国资源把他们二百年的发展压缩到几十年中，自然会带来严峻的资源状况和压缩型的环境污染，因而我们也不得不把强化的绿色、低碳压缩到快速发展的阶段，才能避免社会机体的灾变，保持健康科学发展的可能性。

六、低碳发展将带来社会形态的创新和转变，对实现中华民族伟大复兴的长远战略目标意义深远

低碳发展必须设计和实施低碳的生产模式，强化科技创新的支撑。由于持续的高投资，中国形成了大量闲置的过剩产能、空置建筑物，造成了高额的资源与环境债务及生产与消费的失衡，生产体系大而不强，每年净出口的隐含能源、隐含碳排放已占到国内消耗量的20%以上。以扩大各种高耗能产品产量、依靠低附加值产业扩张和重复建设，这种高投入、高消耗、高污染的传统生产方式，维持经济高增长的模式，不可持续，必须改变。节能降耗不仅推动生产方式的变革，并将带来广泛的观念创新、技术创新和基础科学研究的进步，例如CCUS正在孕育着一系列的新概念和新技术。

低碳发展还必须设计和实施低碳的消费模式。把低碳城市建设与智慧城市建设结合起来，社会进步的一个标志是高效和节约。中国社会需倡导“健康的物质消费、丰富的精神追求”的生活方式，煞住攀比奢华之风，遏制各种不合理消费。

低碳发展的深入，将造就一个低碳社会。它的细胞是低碳社区、低碳企业、低碳村镇、乃至低碳家庭……这不仅直接有利于美丽城市和美丽乡村的建设，而且会极大地提高公民的素质和文明水平，而这一点对于中华民族自强于世界民族之林，具有基础性的意义。

放眼未来，低碳发展更是中国实现长期战略目标的重大机遇。如果从现在起着手形成并推进一个保证中国在国际低碳竞争中立于不败之地的长远战略，经过三四十年的不懈努力，在建国百年之际，将会使我国成为世界上具有较强创新能力和竞争力的国家。反之，在可持续发展的国际竞赛中会失去后发优势，造成长期缺乏核心竞争力的被动局面，这是我们应该极力避免的。

七、适应气候变化的举措对保障国家安全意义重大

气候变化对自然生态系统和人类社会发展会带来影响和风险。对中国和全球，气候灾害已有了诸多证据。中国幅原辽阔，生态类型多，自然禀赋比较脆弱^①：我国干旱半干旱地区占国土面积52%，水土流失严重的黄土高原面积64万km²，高寒缺氧的青藏高原达200万km²，石漠化的岩溶地区面积90万km²……极易受到气候变化的不利影响。适应是以降低脆弱性和改善发展条件为目标的，采取必要的、因地制宜的适应行动可以减缓气候风险。减缓和适应是统一相伴、相辅相成的。主动有序的适应举措主要在于推动国家基础设施建设的完善和适应能力建设，减轻气候变化给国家带来的危害，保障国家安全，增强发展的可持续性。

1. 水安全

气候变化可能对中国的水安全提出新的挑战：我国是人均淡水资源显著低于世界平均水平的国家。北方缺水、南方多水的大格局短期内仍会保持，但反常气候带来的降水反常可能更为频繁。降水变化和冰雪消融正在改变水文系统，并影响到水资源量和水质，许多河流的径流量的趋势性变化以径流量减少为主。降雨模式的改变会导致城市饮用水的可获得性发生

^① 傅伯杰：在2013年中国科协年会上的报告。

改变。需要在气候变化背景下，深入研究水资源的可供性、允许的水消耗和供需平衡的可持续性。由此提出加强水安全基础设施建设的策略群：节水工程，确立以科学供应满足合理需求的供需模式和相应的政策，包括各级的水需求管理，以避免最恶劣气候条件下出现水荒和水灾的不利后果；留水工程，让天然降水更多留存下来，减灾增供，潜力很大。加强城市排水排污、排涝系统的规划和建设，建设源头控制、强化下渗、蓄滞结合的内涝防治体系，大力推进雨污分流。水利工程，包括科学论证引水工程、农田水利工程、海水淡化工程；水资源保护和水污染治理更具重要性，以便为国家和子孙后代的持续发展提供水安全的保障。解决好与水有关的防灾、减灾、水安全和水环境问题，必须城乡统筹，加强农村的基础设施建设，城乡共建是解决好水安全问题的长远大计。

2. 粮食安全和土地安全

气候变化对未来几十年全球粮食生产会有复杂的正面和负面影响，但负面影响为主是高信度的研究结论，全球几十份新的高水平的模拟结果表明，气候变化导致的小麦和玉米的减产平均约为每10年1.9%和1.2%^①，影响还会使很多地区作物单产的年变率变大，考虑到较大不利影响将发生在对粮食的需求大增时期（2030~2050年），未来全球粮食安全不容乐观。中国粮食供应对全球粮食生产的依存度不可避免的还要增加，主要产区适应气候变化的土壤和水分条件并不优越，黑龙江省黑土地遭风蚀水蚀、农作物受极端天气不利影响也逐步加重，不太可能出现气候变化单独对中国粮食生产有利的局面。联合国气候变化专门委员会最近公布的报告认为，全球农业平均起来通过适应可改善单产相当于当前产量的15%~18%，能够保证粮食安全。中国要继续狠抓以土地安全、趋利避害为主的农业适应气候变化能力建设。要重视适应气候变化与提高农业生产率的关系，制定地方适应计划，开发作物新品种、科学施肥方法及防治虫害等适应技术，改变一些地方不顾成本抓粮食的做法，建立适应气候变化下资源环境承载能力的粮食安全生产目标和对策。

3. 人体健康和生命安全

高温热浪和奇寒等反常气候威胁年老体弱者的生命和健康。可吸入细颗粒物（PM_{2.5}）、二氧化硫、氮氧化物和臭氧等大气污染物造成的东部地区严峻的环境和健康问题。气候变化改变一些地方的大气结构，如风通量的变化，加重了大气污染。中央已部署了京津冀协同发展的战略，这些地区要率先做出榜样。而大气污染物及碳排放的产生根源主要来自于大量化石能源消费，即使现在全国每年40亿t煤炭的消费不再增加，国务院发布的《大气污染防治行动计划》（国十条）目标实现起来也相当困难。因此，需要引进生态补偿和碳（硫、氮）交易机制，扩大联防联控的力度和范围，加强健康监测等减缓和适应措施，及增强健康适应能力的多赢策略。

4. 生态环境安全

气候变化可能导致陆地、淡水物种及海洋生物减少甚至灭绝，直接影响人类的生存环境。同时可能进一步加重脆弱地区的灾害风险。国家重点生态功能区绝大部分都处于中西部和东北地区，特别是支持森林和草原生态保护的实施区域都在贫困地区，是气候变化影响的最脆弱地区，特别是一些山区，由于基础设施建设欠账多，适应能力弱，经常遭受泥石流等

^① IPCC第二工作组：第五次评估报告，2014。

地质灾害。要通过建立和完善重点生态功能区、森林、草原、泥炭湿地、水土保持等生态补偿机制，加大国家对中西部以及贫困地区的投入力度，引导这些地区转型发展、提高适应气候变化的能力，形成适应气候变化下资源环境承载能力的产业结构。

5. 沿海城市及海岸带安全

过去几十年我国沿海海平面平均上升 3mm/a ，这几乎是不可逆的变化。最直接的影响是高水位时沿海地区淹没范围扩大、危害加重。2013 年浙江余姚台风登陆大水几天不退，再次发出了海平面升高危害的信号。我国 1800km 大陆海岸带有 $2/3$ 建有防潮堤防潮带，但大都标准不高，高水位时淹没的风险很大。天津、广州和上海等位于大河三角洲的特大城市风险更大。要提高防范海平面升高淹没区扩大的风险概率，优先完善沿海城乡防护网和建设规划，通过海堤加固提高标准、沿海造林和移民避让等措施适应未来的海平面上升。

6. 重大工程的安全

我国的南水北调工程、西气东输工程、三峡工程、青藏公路工程、青藏铁路工程及电网工程等，对保障国家经济与社会的正常运行和安全意义重大。在气候变化的背景下，这些工程本身的安全性都会受到不同程度的挑战。例如，建立在冻土带上的青藏铁路，在气候变暖导致冻土融化情况下，如何采取措施保障其安全，需要认真研究，适时采取工程措施。再如，电网是国家的重要基础设施，建设一个安全可靠、经济高效、对新能源友好的智能电网十分重要。考虑到气候变化以及风能和太阳能的比重会逐步提高，我国智能电网除提高对电源侧和用户侧的实时监测、智能调节、风险防控和应急处置能力外，也宜考虑把气象、气候监测网与电网联动起来，发挥它对天气的“侦察”功能和对太阳能、风能的预测、预报功能，以及对灾害天气的预测、预报功能，形成完整的防灾减灾体系链。更进一步，可使电网、天然气网、供热（冷）网、水网和气象网协同起来，形成一个高效、互动的广义智能能源网，成为一个现代化的国家基础设施。

八、如卡尔·马克思所说：“问题就是时代的声音”。气候变化这个全球性的问题，正以愈来愈强的分贝，发出自己的声音。我们需要敏锐地感受这个时代的脉动，思考、领悟它的涵义，认真谋划相应的战略和行动。

气候变化既是人类必须直面的风险，又是人类自觉转型发展的机遇，是推动低碳、绿色、可持续发展的动力。对中国来说，应对气候变化会限制落后产能，推动科技进步；限制粗放发展，促进科学发展；限制环境污染，推动生态文明。同时，加强国家基础设施建设，提高适应气候变化的能力和减灾防灾的能力，又是把我们这个大国变成强国不可或缺的百年大计。毫无疑问，应对气候变化为发展和进步提供了新的视角和战略要素。应对气候变化战略的坚定实施，不但有益于当代人生存环境的改善，也将惠及子孙后代的根本利益，对实现中华民族伟大复兴的战略目标具有深远的意义。