

An Analysis on Characteristics and Solutions of GHG Emission
in Less-developed Regions:

A Case Study on GHG Assessment and Scenario Analysis in Gansu, China

欠发达地区温室气体 排放特征与对策研究

基于甘肃省温室气体排放评估与情景分析的案例研究

曲建升 刘 谨 陈发虎 著



欠发达地区温室气体 排放特征与对策研究

基于甘肃省温室气体排放
评估与情景分析的案例研究

曲建升 刘 谨 陈发虎 著

内容简介

本书在介绍国际温室气体减排的科学、政策与行动背景的基础上,提出了开展温室气体排放规律的分析 and 对策研究,对欠发达地区积极应对来自气候变化、国际减排压力、产业转型与社会发展等多方面潜在的挑战具有积极意义。本书选取甘肃省为案例研究区域,对甘肃省的温室气体排放量进行了评估和纵横向的对比,对欠发达地区的温室气体排放特征进行了分析,设计了 3E 情景分析方法,从经济目标(E1)、能效目标(E2)和环境目标(E3)的角度对欠发达地区未来的高、中、低排放情景进行了预测。在此基础上,提出了欠发达地区在应对温室气体减排潜在挑战的同时加快社会经济发展的对策建议。本书可供气候、能源、环境领域的研究、决策、管理和教学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

欠发达地区温室气体排放特征与对策研究/曲建升等著. —北京:气象出版社,2009.5

ISBN 978-7-5029-4756-9

I. 欠… II. 曲… III. 不发达地区-有害气体-大气扩散-污染防治-研究 IV. X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)071065 号

Qianfada Diqu Wenshi Qiti Paifang Tezheng yu Duice Yanjiu

欠发达地区温室气体排放特征与对策研究

基于甘肃省温室气体排放评估与情景分析的案例研究

曲建升 刘 谨 陈发虎 著

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码:100081

总 编 室:010-68407112

发 行 部:010-68409198

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@263.net

责任编辑:蔺学东 李太宇

终 审:纪乃晋

封面设计:燕 彤

责任技编:吴庭芳

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:700 mm×1000 mm 1/16

印 张:8.5

字 数:120 千字

彩 插:4

版 次:2009 年 5 月第 1 版

印 次:2009 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~1500

定 价:25.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

序

随着世界经济特别是各国工业化快速发展,全球能源、环境、气候变化问题日益突出,成为各国面临的共同挑战。气候变化在全球几乎每个角落都有所表现,全球变暖、海平面上升、极端气候事件发生概率增加等一系列气候变化问题,在增加地球生态系统脆弱性的同时,也为人类社会的方方面面带来了极大冲击。

有关气候变化的科学认识也不断发展。政府间气候变化专门委员会(IPCC)在 1990 年、1995 年、2001 年和 2007 年发布的四次评估报告,大大拓展了人类对气候变化事实、影响和对策的认识。在 2007 年的第四次评估报告中,明确指出“人类活动很可能是自 20 世纪下半叶以来气候变暖的主要原因”,置信度由第三次评估报告的 66%提高到 90%~99%,进一步降低了气候变化人类贡献的不确定性,为国际社会下一步的气候变化应对策略提供了重要支持。

在所有的人类活动中,对气候系统变化驱动作用最直接的是温室气体的排放。工业化革命以来的 200 多年间,由于化石燃料消费、土地利用变化和工业生产等活动导致的温室气体排放,全球大气中温室气体浓度已经显著提升。根据世界气象组织 2008 年底的数据,全球大气二氧化碳浓度已经由工业化革命前的 280 ppm^① 提升到 383.1 ppm,甲烷和氧化亚氮等其他温室气体的浓度也有不同程度的显著升高。如果不采取措施有效降低温室气体的排放,全球大气的

① 1 ppm = 10⁻⁶

温室气体浓度还将继续快速升高,这将使全球温度很快达到危险水平,从而使人类的未来面临更多不确定的风险。

在气候变化共同挑战面前,国际社会经历了从分歧到合作的多次反复,即将在哥本哈根召开的联合国气候变化大会是新一轮气候变化合作的重要节点,被寄予厚望。尽管形势不够乐观,但参会各方期待着在此次会议上各自的主张得到认同,气候变化目标进一步凝聚,气候变化的国际合作机制有进一步的发展,减缓和适应行动得到强有力的推动。

作为一个负责任的大国,我国积极在国际气候变化事务中发挥积极作用,推动国际气候变化事务朝着公平、务实、高效的方向发展。在 2008 年的经济大国能源安全和气候变化领导人会议上,我国明确阐述了气候变化立场,指出气候变化问题从根本上说是发展问题,应该在可持续发展框架内综合解决。我国还主动在国内推动以加强节能减排和生物固碳等工作为核心的气候变化减缓和适应行动,确定了“十一五”期间单位 GDP 能耗降低 20%、主要污染物排放总量减少 10%、森林覆盖率由 2005 年的 18.2% 提高到 20% 的目标,制定了《中国应对气候变化国家方案》,把应对气候变化和实施可持续发展战略,加快建设资源节约型、环境友好型社会和创新国家紧密结合起来,“减缓”和“适应”两手抓,将气候变化的负面影响控制到最小程度。

我国欠发达地区多处于西部,自然环境相对脆弱,社会经济基础较为薄弱,能源和经济结构不尽合理。在全球和区域气候变化的背景下,欠发达地区的人民生存和发展将面对更多的不确定性和潜在威胁。认识欠发达地区的气候变化事实、趋势和影响,了解其在国内、外气候变化行动中的挑战和机遇,加强气候变化适应性研究,提高应对气候变化的防御能力、适应能力和恢复能力,是欠发达地区政府部

门、企业,以及科技工作者所必需重视的紧迫任务。

本书从欠发达地区应对气候变化的特殊性出发,以甘肃省为研究案例区域,评估了欠发达地区温室气体排放的现状、趋势和规律,分析了欠发达地区的气候变化威胁、温室气体排放特征和未来温室气体减排压力,提出了欠发达地区应对气候变化的对策选择,这将为欠发达地区在减缓气候变化、适应气候变化和迫切的发展需求之间寻求全面协调的科学发展模式提供参考。这也是本书作者及其团队在欠发达地区气候变化应对策略方面所做的有益探索。希望他们在这一研究方向上继续发展,为欠发达地区的科学发展和我国气候变化决策不断提供科学支持。

中国科学院地学部主任
中国科学院院士
IPCC 第一工作组联合主席

秦大河
2009.6.8

前 言

温室气体减排是重要的环境与发展问题,对发展中国家而言,最重要的是协调应对气候变化挑战与保持社会经济持续发展之间的巨大矛盾。发展中国家如此,发展中国家中的欠发达地区更是如此。本书在回顾全球变化科学的产生与发展历程、气候变化和温室气体排放科学事实的基础上,评估、分析了以甘肃省为案例的欠发达地区的温室气体排放状况,对未来温室气体的排放情景进行了预测,并提出了欠发达地区在实现温室气体减排的同时加快社会经济发展的对策、建议和措施。

本书首先回顾了气候变化问题在科学、政治和经济等方面的历史渊源和复杂关联,分析介绍了全球温室气体排放状况、温室气体减排义务分配原则及其争议、主要的国际减排行动及其概况,指出以温室气体减排和气候变化适应为重点的减缓与适应综合行动是人类应对气候变化挑战的最重要选择。

本书选取、借鉴政府间气候变化专门委员会(IPCC)、经合组织国际能源署(IEA)及其他研究组织和学者的温室气体排放评估与情景分析方法,对甘肃省及其对比区域的温室气体排放量进行了评估,并发展、确定了3E情景分析框架,从经济目标(E1)、能效目标(E2)和环境目标(E3)的角度分析了欠发达地区未来的高中低排放情景。本书首先将国际温室气体评估和情景分析进行针对甘肃省的降尺度研究,然后再将甘肃省温室气体排放特征、气候变化压力、温室气体排放和经济发展需求进行面向我国欠发达地区的升尺度研究。

评估结果显示,甘肃省 2005 年的温室气体排放总量为 79897.96 kt CO₂,其中,来自石油的排放是 11401.22 kt CO₂,煤炭的排放是 66657.03 kt CO₂,天然气的排放是 1839.72 kt CO₂。通过对甘肃省温室气体排放进行纵横向的比较分析,发现甘肃省温室气体排放具有以下特点:①煤炭消费对甘肃省温室气体排放贡献巨大,煤炭产生的排放量占甘肃省排放总量的 83.43%;②单位 GDP 排放量较高,2005 年甘肃省单位 GDP 温室气体排放量为 4.13 t/万元人民币,分别是上海的 2.51 倍和全国的 1.66 倍;③人均排放量较低,2005 年甘肃省人均排放量为 3.08 t CO₂/人,分别是全国的 88.52%、上海的 36.28%和世界的 72.99%;④温室气体排放总体在向好的方向发展,2003—2005 年间温室气体排放增长率仅为 5.96%,低于 GDP 增长水平,单位 GDP 的排放量不断降低,年均降幅高达 13.00%。

通过对甘肃省的 3E(经济、能效和环境)情景分析,构建了甘肃省 2050 年前的温室气体排放情景:①基于经济发展目标的 E1 排放情景中,甘肃省温室气体排放速度与快速的经济增长情景保持密切联系,温室气体排放量持续快速增长,在 2020 年和 2050 年甘肃省温室气体排放量将达到 2005 年的 2.83 和 6.74 倍,甘肃省也将因此面临巨大的生态、环境、资源和政治风险。②基于提高能效目标的 E2 排放情景通过持续降低单位 GDP 排放,逐步实现高能效、低能耗、低排放的发展模式,到 2020 年和 2050 年温室气体排放量将分别是 2005 年的 1.58 倍和 3.14 倍。③基于环境目标的 E3 排放情景,以保证大气 CO₂ 浓度稳定在 550 ppm^① 以下为目标,逐步降低温室气体排放总量,在 2020 年温室气体排放量达到峰值,比 2005 年排放量增长 7.71%,在 2050 年温室气体排放总量降至 2005 年的 75%。综合三

① 1 ppm=10⁻⁶

个情景,甘肃省在 2020 年排放量在 86057.87~226069.50 kt CO₂,在 2050 年温室气体排放量在 59923.47~538448.35 kt CO₂。

基于对甘肃省的评估和分析,本书提出欠发达地区参与温室气体减排工作的对策措施,包括:①将减排工作与产业转型相结合,稳步提升经济发展的竞争力,利用温室气体排放环境相对宽松的时期,逐步实现经济转型,提高应对未来低排放发展模式的应对能力。②将减排工作与生态重建相结合,恢复良好的自然和人居环境,通过生态重建等工作实现生物固碳,并将其纳入减排框架,使欠发达地区在一定时期内既保持经济发展的活力,又改善当地的自然和人居环境,提高欠发达地区的区域可持续发展能力。③将减排工作与扶持政策相结合,实现社会、经济环境快速改善,欠发达地区应争取、利用国家的政策扶持和资金投入,在实施节能减排的同时,实现重大的技术升级、产业转型、社会保障等方面的社会经济目标。④将减排工作与清洁能源开发相结合,催生新的经济增长点,要在兼顾环境保护的前提下,开发欠发达地区风能、太阳能、水能等可再生资源。同时在一些适宜的欠发达地区探索发展生物质能、氢能和核能的可能性。输出清洁能源也可能是一些欠发达地区重要的转型举措。⑤将减排工作与综合措施相结合,完善社会保障体系和发展模式,加强知识普及,增强对气候变化的预防、适应和恢复能力,构建可以积极防御气候变化的社会保障体系和低排放的、基于和谐发展理念的发展模式。

本书的研究工作得到了中共中央组织部/中国科学院“西部之光”人才培养计划项目“甘肃省利用清洁发展机制的对策与实现途径研究”(2005)、甘肃省重大科技专项课题“甘肃省清洁发展机制(CDM)项目开发与温室气体减排工作的潜力、风险与综合效益研究”(2GS063-A74-014-01)和国家科技支撑计划项目“全球环境变化应对技术与示范”专题“人口和消费变化与生存碳排放需求的检测与

分析技术”(编号:2007BAC03A11-05)等项目的资助。中国科学院地学部主任、IPCC 第一工作组联合主席秦大河院士在百忙之中为本书作序并对我们的工作进行了前瞻指导。中国科学院国家科学图书馆、中国科学院地理科学与资源研究所、中国科学院大气物理研究所、中国科学院兰州分院、兰州大学教育部西部环境与重点实验室、甘肃省科学技术厅、美国国家大气研究中心等国内外机构的领导、专家和同仁对本书的完成提供了巨大的指导和帮助。气象出版社李太宇、蔺学东等为本书的出版作了大量的编辑和设计工作。在此一并表示诚挚的感谢。”

由于温室气体的评估分析是国际上新兴和快速发展的领域,且作者学识所限,错误、疏漏之处在所难免,敬请读者提出宝贵意见。

作者
2009 年 5 月

目 录

前言

第 1 章 引言	(1)
1.1 全球变化科学的产生与发展	(1)
1.2 气候变化的科学事实	(13)
1.3 温室气体、温室效应与全球变暖	(16)
1.4 全球温室气体排放与减排进展	(20)
第 2 章 我国欠发达地区的温室气体排放形势	(31)
2.1 我国的温室气体排放及减排压力	(31)
2.2 欠发达地区温室气体排放评估工作的意义	(40)
第 3 章 甘肃省温室气体排放评估方案	(51)
3.1 国际温室气体排放评估方法	(51)
3.2 计算思路与参数选择	(64)
3.3 数据来源	(66)
第 4 章 甘肃省温室气体排放评估与特征分析	(68)
4.1 甘肃省温室气体排放量评估	(68)
4.2 甘肃省温室气体排放特征的比较分析	(74)

第 5 章 甘肃省温室气体排放情景分析与比较 (85)

5.1 国际温室气体排放情景 (85)

5.2 甘肃省未来温室气体排放情景预测 (88)

5.3 甘肃省温室气体排放情景的比较分析 (99)

第 6 章 欠发达地区温室气体减排的对策分析 (103)

6.1 我国温室气体排放的区域差异 (103)

6.2 欠发达地区积极应对气候变化挑战的必要性 (104)

6.3 欠发达地区温室气体减排的对策选择 (106)

第 7 章 结论与讨论 (111)

7.1 主要研究结论 (111)

7.2 未解决问题的讨论 (115)

参考文献 (117)

第 1 章 引 言

1.1 全球变化科学的产生与发展

1.1.1 全球变化的科学内涵

全球变化(global change)一词最早于 20 世纪 70 年代为人类学家所使用,当时的国际社会科学团体使用“全球变化”一词表述人类社会、经济和政治系统愈来愈不稳定,特别是国际安全和生活质量逐渐降低这一特定现象。至 20 世纪 80 年代,自然科学家借用并拓展了“全球变化”的内涵,将其概念延伸至全球环境,即将地球的大气圈、水圈、生物圈和岩石圈的变化纳入“全球变化”范畴,用以强调地球系统的变化。

由于全球变化是一新兴的跨学科概念,所包括内容广泛,因此长期以来对其科学内涵即存在较多互有差别理解。随着研究范围的不断扩大和研究的不断深入,全球变化概念在很多时候变得更加广泛和松散。

曾有学者对全球变化的概念进行梳理后(Price, 1989),提出“全球变化”是指环境中由人所引起的变化。在这一限制性定义中,全球变化包含了一系列的相互关联的全球环境问题,如气候变化、平流层臭氧损耗、大气沉降(包括酸雨等)、水体富营养化、土地退化和荒漠



化以及化学污染扩散等。

美国 1990 年通过的《全球变化研究法案》(GCRIO, 1990), 将全球变化定义为“可能改变地球承载生命能力的全球环境变化(包括气候、土地生产力、海洋和其他水资源、大气化学以及生态系统的改变)”。

我国科学家也对全球变化的定义和研究内容进行了广泛探讨。如叶笃正(2002; 2004)认为全球变化是 20 世纪 80 年代开始的关注 10~100 年尺度上全球范围变化的一个新兴科学领域, 其科学目标是描述和理解人类赖以生存的地球环境系统的运转机制、变化规律以及人类活动对地球环境的影响, 从而提高对未来环境变化及其对人类社会影响发展的预测和评估能力。周广胜等(2004)提出全球变化是指由于自然和人为的因素而造成的全球性的环境变化, 主要包括大气组成变化、气候变化以及由于人口、经济、技术和社会的压力而引起的土地利用的变化三个方面。周光召(1996)提出, 全球变化是指环境被破坏后对全球带来的影响。张兰生等(2000)认为全球变化是全球环境(包括气候、土地生产力、海洋和其他水资源、大气化学及生态系统等)中的、能改变地球承载生命的能力的变化。巢清尘(1999)认为全球变化研究是一门跨地球科学、环境科学、生物学、天体科学、遥感技术以及有关社会科学的综合性、交叉性和系统性的科学体系, 其研究对象是地球系统的各圈层及其相互作用, 也即地球系统中的物理、化学、生物和人类等子系统过程及其相互作用。

一些学者(Clark *et al.*, 1985; Di Castri, 1989; Price, 1989)为了更好地定义全球变化, 将全球变化分为相互联系的两部分: 一是局地变化, 如酸雨、森林采伐、荒漠化以及其他的与土地品质、生物多样性和人类健康有关的变化; 另一种变化是整个全球系统所发生的变化, 如气候变化、海平面上升、臭氧损耗等。Turner 等(1990)将第一种类型



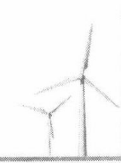
称作“累积(cumulative)”变化,后一种称作“系统(systemic)”变化,为了解累积变化和系统变化之间的相互关系是全球变化研究的挑战之一。

就目前的发展阶段而言,全球变化仍然是一个非常年轻的学科,其学科内涵仍处于不断丰富和发展的过程。本书在综合相关文献、当前研究共识等因素的基础上,提出全球变化的科学内涵:全球变化是指对人类现在和未来生存与发展有重要的直接或潜在影响的,由自然因素或人类因素驱动的,在全球范围内所发生的地球环境的变化,或与全球环境有重要关联的区域环境的变化(曲建升等,2008a)。从研究范畴的角度,全球变化包含了全球环境变化和全球(区域)气候变化等研究内容。

全球变化的科学目标是描述和理解人类赖以生存的地球环境系统的运转机制以及它的变化规律和人类活动对地球系统的影响,从而提高对未来环境变化及对人类社会影响预测和评估能力。其研究对象包括了地球大气圈、水圈、生物圈和岩石圈之间的物理、化学、生物作用过程,以及任何环境之间的相互作用过程,如:全球变化的过程和驱动力、全球在变化时间和空间上的表现、全球变化对人类社会的影响以及全球变化信息获取和分析等方面(曲建升等,2008a)。

1.1.2 全球变化科学内涵溯源

人类与环境之间具有密切的联系,研究者很早以前就认识到这一点(Friedman, 1985; Noewine, 1977)。最早在1864年,Marsh (1884)首先提出了人类对环境影响的指标。在19世纪早期,地球生物圈(Biosphere)的概念在法国生物学家Jean-Baptiste de Lamarck的生物学研究中首次出现,1875年奥地利地质学家Edward Suess将生



物圈概念应用于地质学领域,1926年苏联地质学家 V. I. Vernadsky 在其著名的“生物圈”讲演中,进一步阐述了大“生物圈”的概念。在1927年,Le Roy 和 Teilhard de Chardin 首次提出人类圈(Noösphere)的概念,用于表述由于人类影响而重新组织的地球系统,Vernadsky(1945)随后将这一概念进一步地发展和推广。Vernadsky 将地球生命和生命支撑系统以及大气圈统一纳入到生物圈概念中,认为生物圈是地壳的一部分,是由生命控制的一个完整的动态系统,大气圈中保证生物呼吸的氧气和稳定的 CO_2 含量,以及保护地表生命的臭氧层,都是生物长期作用的结果。在这一阶段,人类被看做只不过是地球众多生命的一部分。到了20世纪早期,人类开始被看做是地球变化中的主要因素(Rotmans *et al.*, 1997)。

这些有关环境的全球概念,在20世界后半叶之前并没有得到广泛的认识,在1955年举行的名为“Man's Role in Changing the Face of the Earth(人类在改变地球面貌中的作用)”的研讨会上,对这些概念首次进行了国际范围的、跨学科的回顾(Thomas, 1956)。1972年罗马俱乐部出版的《Limits to Growth(增长的极限)》(Meadows *et al.*, 1972)在发行之初,受到了科学界、社会公众、官员和商业精英的强烈批判,但这本著作可以看做是全球思维和推理的重要里程碑(Rotmans *et al.*, 1997)。1974年,Molina 和 Rowland(Molina *et al.*, 1974)提出了有关平流层臭氧损耗的理论,认为人类活动可以在全球尺度上产生严重的和不可逆转的影响,这是有关人类活动影响的重大认识突破。

进入20世纪80年代,全球变化作为一个明确的术语开始在科学文献中频繁地出现,有关全球气候变化的出版物在这一时期迅速增长,全球变化的概念和认识也不断发展成熟。其中关键的贡献包括:美国国家宇航局(NASA)在 Woods Hole 举行的全球问题多学科研



究需求的研讨会及其报告《Global Change: Impacts on Habitability, a Scientific Basis for Assessment》(Jet Propulsion Laboratory, 1982)、ICSU(国际科学理事会)在加拿大渥太华召开的以全球变化为主题的大会及其论文集《Global Change》(Malone *et al.*, 1984)、国际应用系统分析研究所(IIASA)有关《Sustainable Development of the Biosphere(生物圈的可持续发展)》的研究(Clark *et al.*, 1986)、WMO(世界气象组织)在奥地利 Villach 和意大利 Bellagio 召开的研讨会的报告(Jaeger, 1988)、IPCC 在 1990 年发布的第一次评估报告(IPCC, 1990),以及世界气象组织有关臭氧损耗的科学评估(WMO, 1992)等。

随着对全球变化研究需求的日益重视,一些跨学科国际研究计划逐步设立(Price, 1990)。国际科学联合会理事会在 1969 年成立了环境问题科学委员会(SCOPE),从而开创了自然科学家和社会科学家合作开展全球变化问题研究的新时期。

1982 年 7 月由 NASA 发起,在 Woods Hole 举行的“全球问题多学科研究需求”的研讨会上,提出了全球变化的概念(Fleagle, 1994),并倡导成立全球变化研究计划(GCRP),对可能影响地球可居住性的未来的全球变化进行认识或预测,研讨会报告(Jet Propulsion Laboratory, 1982)中指出全球变化的主要贡献者是人类,新的研究应吸收大气、海洋、土地、冰冻圈和生物圈的研究者参与。

1984 年 7 月,ICSU 在加拿大渥太华组织召开了以全球变化为主题的大会,为成立国际地圈与生物圈研究计划(IGBP)进行了准备,会前 ICSU 出版了题为“全球变化”的论文集(Malone *et al.*, 1984)。该报告认为全球变化的研究需要自然科学和社会科学的共同参与。报告还对已经取得的研究成果、研究方法以及研究组织模式等进行了清晰地阐述,可以发现,全球变化此时已经成为一门系统的学科。