

·南·京·大·学·人·文·地·理·丛·书·

中国土地利用的 碳排放效应研究

● 赖 力 黄贤金 等 著



南京大学出版社

南京大学“985”三期建设工程 联合资助
江苏高校优势学科建设工程

南京大学人文地

中国土地利用的 碳排放效应研究

● 赖 力 黄贤金 等 著



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国土地利用的碳排放效应研究 / 赖力等著. — 南京: 南京大学出版社, 2011. 9

(南京大学人文地理丛书 / 黄贤金主编)

ISBN 978-7-305-08817-9

I. ①中… II. ①赖… III. ①土地利用—影响—碳循环—研究—中国 IV. ①F321.1②X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 179857 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
网 址 <http://www.NjupCo.com>
出 版 人 左 健

丛 书 名 南京大学人文地理丛书
书 名 中国土地利用的碳排放效应研究
著 者 赖 力 黄贤金 等
责任编辑 严 婧 编辑热线 025-83592409

照 排 南京紫藤制版印务中心
印 刷 南京玉河印刷厂
开 本 787×960 1/16 印张 14.75 字数 244 千
版 次 2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-08817-9
定 价 33.00 元

发行热线 025-83594756 83686452
电子邮箱 Press@NjupCo.com
Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购图书销售部门联系调换

南京大学人文地理丛书

编 委 会

丛书顾问 曾尊固 崔功豪 彭补拙 杨达源

丛书主编 黄贤金 张捷 张京祥

丛书编委(按姓氏笔画排序)

马俊亚 王红扬 朱喜刚 吴小根 张捷

张京祥 张兆干 李满春 吴缚龙[英]

宗跃光 姜忠尽 胡阿祥 徐建刚 周生路

周寅康 顾朝林 黄贤金 章锦河 甄峰

魏也华[美] 濮励杰

总 序^{〔1〕}

曾尊固 崔功豪 黄贤金 张 捷 张京祥

自 1921 年竺可桢先生创立地学系以来,南京大学地理学业已走过了 90 年发展历程;若追溯到南京高等师范学校 1919 年设立的文史地部,南京大学的地理学科则已有 92 年的历史之久。90 多年的历史见证了南京大学人文地理学科发展的历程与辉煌,彰显了南京大学人文地理学科对中国当代人文地理学发展的突出贡献。

南京大学是近代中国人文地理学科发展的奠基者。从最初设立的文史地部,到后来的地学系,再到 1930 年建立地理系,一直引领着中国近代地理学科建设与发展;介绍“新地学”,讲授欧美的“人地学原理”、“人生地理”以及区域地理、世界地理、政治地理、历史地理、边疆地理和建设地理等,创建了中国近代人文地理学学科体系;南京大学的人文地理一贯重视田野调查,1931 年“九·一八”事变前组织了东北地理考察团,随后又开展了云南、两淮盐垦区考察以及内蒙、青藏高原等地理考察,还有西北五省铁路旅游、京滇公路六省周览等考察,均开近代中国地理考察风气之先;1934 年竺可桢、胡焕庸、张其昀、黄国璋等先生发起成立中国地理学会,创办了《地理学报》,以弘扬地理科学、普及地理知识,南京大学是当时全国地理学术活动的组织核心。人文地理学先驱和奠基人胡焕庸、张其昀、李旭旦、任美锷、吴传钧、宋家泰、张同铸等先生都先后在南京大学人文地理学科学习或教学、研究。早在 1935 年任美锷先生、李旭旦先生就翻译、出版了《人地学原理》一书,介绍了法国人地学派;1940 年设立中央大学研究院地理学部培养硕士研究生,开展城市地理与土地利用研究;1940 年代,任美锷先生在国内首先引介了韦伯工业区位论,并撰写了《建设地理学》,产生了巨大影响;胡焕庸先生提

〔1〕 感谢任美锷、吴传钧、张同铸、宋家泰等先生在《南京大学地理学系建系八十周年纪念》的文章以及胡焕庸、李旭旦先生为南京大学地理系建系 65 周年作的纪念文章,为本序内容提供了宝贵的借鉴和难得的资料。感谢南京大学地理与海洋科学学院院长、长江学者特聘教授高抒教授对于丛书出版的关心与支持。感谢南京大学地理与海洋科学学院党委书记、国家杰出青年基金获得者、长江学者特聘教授鹿化煜教授,为序言内容完善提出了修改意见。

出了划分我国东南半壁和西北半壁地理环境的“胡焕庸线”——瑗瑁—腾冲的人口分布线,至今仍然为各界公认。张其昀、沙学浚先生分别著有《人生地理学》、《中国区域志》及《中国历史地理》、《城市与似城聚落》等著作,推进了台湾人文地理学科研究和教育的发展。竺可桢先生倡导的“求是”学风、胡焕庸先生倡导的“学业并重”学风,一直引领着南京大学人文地理学科的建设与发展。

南京大学积极推进当代中国人文地理教育,于1954年在全国最早设立了经济地理专业;1977年招收城市规划方向,1979年吴友仁发表《关于中国社会主义城市化问题》,引起了学界对于中国城市化问题的关注,也推动了城市规划专业教育事业的发展,1983年兴办了经济地理与城乡区域规划专业(后为城市规划专业),成为综合性高校最早培养理科背景的城市规划人才的单位之一;1982年与国家计划委员会—中国科学院自然资源综合考察委员会合作创办了自然资源专业(后为自然资源管理专业、资源环境与城乡规划管理专业);1991年又设立了旅游规划与管理专业(现为旅游管理专业)。这不仅为培养我国人文地理学人才提供了多元、多领域的支撑,而且也为南京大学城市地理、区域地理、旅游地理、土地利用、区域规划等人文地理学科的建设与发展提供了有力的支撑。

南京大学不仅在人文地理专业教育与人才培养方面起引导作用,而且在人文地理学科建设方面也走在全国前列,当代人文地理学教学与研究中名家辈出。张同铸先生的非洲地理研究、宋家泰先生的城市地理研究、曾尊固先生的农业地理研究、崔功豪先生的区域规划研究、雍万里先生的旅游地理研究、包浩生先生的自然资源与国土整治研究、彭补拙先生的土地利用研究、林炳耀先生的计量地理研究等,都对我国人文地理学科建设与发展产生了深远的影响,在全国人文地理学科发展中占据着重要的地位。同时,南京大学人文地理学科瞄准国际学科发展前沿和国家发展需求,积极探索农户行为地理、社会地理、信息地理、企业地理、文化地理、女性地理、交通地理等新的研究领域,保持着人文地理学学科前沿研究和教学创新的活力。

南京大学当代人文地理学科建设与发展,以经济地理、城市地理、非洲地理、旅游地理、区域土地利用为主流学科,理论人文地理学和应用人文地理学并重发展,人文地理学的学科渗透力和服务社会能力得到持续增强,研究机构建设也得到了积极推进。充分利用南京大学综合性院校多学科的优势,突出人文地理学研究国际化合作,整合学科资源,成立了一系列重要的人文地理研究机构,主要有:南京大学非洲研究所、区域发展研究所、旅游研究所、城市科学院等;同时,还与法国巴黎第十二大学建立了中

法城市·区域·规划科学研究中心。按照服务国家战略、服务区域发展以及协同创新的目标,与江苏省国土资源厅合建了南京大学—江苏省国土资源厅国土资源研究中心。此外,还积极推进人文地理学科实验室以及工程中心建设,业已建立了南京大学—澳大利亚西悉尼大学虚拟城市与区域开发实验室,以及南京大学城市与区域公共安全实验室、旅游景观环境评价实验室、江苏省土地开发整理技术工程中心等。

南京大学当代人文地理教育培养了大量优秀人才,在国内外人文地理教学、研究及区域管理中发挥了中坚作用。如,中国农业区划理论主要奠基人——中国科学院地理与资源研究所邓静中研究员;组建了中国第一个国家级旅游地理研究科学组织、曾任中国区域科学协会副会长、中国科学院地理与资源科学研究所的郭来喜研究员;中国科学院南京分院原院长、中国科学院东南资源环境综合研究中心主任、著名农业地理学家余之祥研究员;中国区域科学协会副会长、中国科学院地理与资源科学研究所、著名区域地理学家毛汉英研究员;中国地理学会原副理事长、清华大学建筑学院顾朝林教授,是我国人文地理学培养的第一位博士和第一位人文地理学国家杰出青年基金获得者;教育部人文社会科学重点研究基地、河南大学黄河文明与可持续发展研究中心主任、黄河学者苗长虹教授;中国城市规划学会副理事长石楠教授级高级城市规划师;中国城市规划设计研究院副院长杨保军教授级高级城市规划师;英国伦敦大学学院城市地理学家吴缚龙教授等,都曾在南京大学学习过。曾任南京大学思源教授的美国马里兰大学沈清教授、南京大学国家杰出青年基金(海外)获得者美国犹他大学魏也华教授也都在人文地理学科工作过,对推进该学科国际合作起到了积极作用。

南京大学当代人文地理学科建设与发展之所以有如此成就,是遵循了任美镔先生提出的“大人文地理学”学科发展思想的结果,现今业已形成了以地理学、城乡规划学为基础学科,以建筑学、经济学、历史学、社会学、公共管理等学科为交融的新“大人文地理科学”学科体系。南京大学正以此为基础,在弘扬人文地理学科传统优势的同时,通过“融入前沿、综合交叉、服务应用”的大人文地理学科发展理念,积极建设和发展“南京大学人文地理研究中心”。

新人文地理学科体系建设,更加体现了时代背景,更加体现了学科融合的特点,更加体现了人文地理学方法的探索性,更加体现了新兴学科发展以及国家战略实施的要求。为此,南京大学人文地理学科组织出版了《南京大学人文地理丛书》,不仅是南京大学人文地理学科发展脉络的延续,更体现了学科前沿、交叉、融合、方法创新等。同时,也是对我国人文地理学科建设与发展新要求、新趋势的体现。

人文地理丛书将秉承南京大学人文地理学科建设与发展的“求是”学风,“学业并重”,积极探索人文地理学科新兴领域,不断深化发展人文地理学理论,努力发展应用人文地理学研究,从而为我国人文地理学科建设添砖加瓦,为国内外人文地理学科人才培养提供支持。

我们衷心希望《南京大学人文地理丛书》能更加体现地理学科的包容性理念,不仅反映南京大学在职教师、研究生的研究成果,还反映南京大学校友的优秀研究成果,形成体现南大精神、反映南大文化、传承南大事业的新人文地理学科体系。衷心希望《南京大学人文地理丛书》的出版,不仅展现南京大学人文地理学的最新研究成果,而且能够成为南京大学人文地理学科发展新的里程碑。

Carbon Emission Effect of Land Use in China

Since the 1990s, carbon cycle has become the core of bio-geochemical research. Carbon is playing a crucial role in the circulation of materials among the atmosphere, geo-sphere, hydrosphere and biosphere, directly or indirectly impacting the stability of all creatures' living environment. As the increasing concentration on atmospheric carbon dioxide continuously aggravated greenhouse effect, great dangers were brought to global agriculture, ecosystems, water resources, coastal zone, etc., giving rise to much social and economic concern. Since Industrial Revolution, land use change has contributed to about one third of anthropogenic carbon fluxes to the atmosphere, which not only increased the atmospheric CO₂ concentration, but also aggravated the greenhouse effect. Compared with emission from fossil fuel combustion, the mechanism of carbon emission caused by land use change was more complex and uncertain, receiving intensive scholarly attention in global change research. However, few researches have integrated carbon storage change of terrestrial ecosystem and anthropogenic carbon emission. As a synthesis of natural eco-region and economic resource, land not only plays a positive role in carbon sink in global carbon cycle, but also provides a surface for carrying anthropogenic emission. Nowadays, a number of scholars have investigated the terrestrial carbon source/sink of land use change, but the anthropogenic emission effects of land use are underdocumented. Nevertheless, evaluating the integrated carbon flux of land use helps to constrain integrated emission; and

help the Chinese government to balance the requirement of economic growth and the commitment to carbon reduction.

In this book, the authors reported relative researches on magnitude, distribution, standard and reducing potential of China's integrated carbon emission of land use from the 1980s to 2009. Consequently, 1km-grid GIS analytic model was constructed to calculate carbon storage effect of land use change in terrestrial ecosystem in the past two decades. Furthermore, the authors also analyzed the integrated (both natural and anthropogenic) emission effect of territory space and industrial space. In addition, this study assessed and optimized the carbon emission effect according to the latest national plan for land use, and estimated the carbon reducing potential in the land administration policy. Furthermore, there was an initiative in building a relational system for carbon reduction and carbon sink increase. The main contents in this study are as follows:

1. Theoretically, the authors summarized progresses of both national and international researches on mechanism, effect, model, methodology and accounting-result of carbon emission of land use and land cover change. Knowledge gaps in existing studies on land use were also highlighted. However, land not only plays a role of carbon sink in ecosystem services, but also provides a surface for carrying anthropogenic emissions. It's necessary to integrate land use emission with other anthropogenic emission for decision-making. Therefore, the authors respectively brought forward the concept of integrated carbon emission effects of land use and carbon footprint of industrial space.

2. For methodology, the authors established a 1km-grid GIS model for assessing how land use and land cover change influence carbon storage of the terrestrial ecosystem. The authors had calculated the national carbon emission of land use change in China from 1985 to 2009, and pointed out a

visible carbon accumulation trend of the terrestrial ecosystem. In this book, effects on territory space and industrial space of integrated carbon emission were also reported, which help to constrain integrated emission and help China to balance the requirement of economic growth and commitment to carbon reduction. Moreover, the book assessed carbon emission effect of the overall national plan of land utilization. To achieve the objective of the largest carbon accumulation or the smallest anthropogenic carbon emission, a lineal programming model was established to optimize land use structure. The conclusion reveals that optimization of land use structure was inevitable for accomplishing the goal of 40%–45% emission reduction per GDP output by the year of 2020.

3. Practically, the authors estimated the potential of carbon reduction in land administration policies, and discussed the guaranteed system of reducing carbon emission and increasing carbon sink from the perspective of land administration. Besides, the authors had developed a decision support system (DSS) for reducing carbon emission of land use. Finally, the authors attempted to establish a local standard for ‘Carbon Emission Accounting of Land Use’ in the case study of Jiangsu province. Generally, both DSS and standard designed had conveyed the information that policy-makers should be aware of the significance of land-control policies in carbon reduction and take measures for carbon reduction.

目 录

第一章 绪论	1
第一节 土地利用、全球变化和碳循环	1
第二节 土地利用碳排放的概念、内涵与特征	9
第三节 土地利用碳排放的研究目的和意义	11
第四节 土地利用碳排放的研究对象和方法	13
第二章 国内外研究进展	17
第一节 土地利用碳排放的机理进展	17
第二节 土地利用碳排放的效应进展	31
第三节 土地利用碳排放的核算方法进展	34
第四节 土地利用碳排放的标准进展	40
第五节 国内土地利用碳排放研究进展	41
第六节 土地利用碳排放的研究展望	47
第三章 近 20 年中国土地利用变化格局及碳排放响应分析	51
第一节 20 世纪 80 年代以来中国土地利用变化格局	51
第二节 中国植被生物量碳库和土壤有机碳库估算	55
第三节 陆地生态系统碳蓄积对土地利用的响应特征分析	62
第四节 主要结论和建议	65
第四章 近 20 年中国土地利用变化的碳排放模型及评价	66
第一节 土地利用变化碳排放模型的构建	66
第二节 保持的土地利用类型植被碳排放	68
第三节 转变的土地利用类型植被碳排放	71
第四节 保持的土地利用类型土壤碳排放	74

第五节 转变的土地利用类型土壤碳排放·····	80
第六节 土地利用对内陆水域碳循环的影响·····	83
第七节 土地利用对陆地生态系统碳循环的综合影响·····	87
第八节 小结·····	89
第五章 中国人为源碳排放清单概算 ·····	94
第一节 研究方法·····	94
第二节 分部门的中国碳排放核算 ·····	104
第三节 全部门碳排放综合分析 ·····	110
第四节 小结 ·····	112
第六章 国土空间的碳排放效应研究 ·····	115
第一节 国土空间的碳排放强度分析 ·····	115
第二节 国土利用方式的碳排放清单 ·····	120
第三节 国土空间碳排放的空间特征 ·····	123
第四节 国土开发强度的碳排放效应 ·····	126
第五节 小结 ·····	128
第七章 产业空间的碳排放强度与碳足迹分析 ·····	130
第一节 产业碳排放与碳足迹研究概述 ·····	130
第二节 产业空间碳排放与碳足迹的研究方法 ·····	137
第三节 中国不同产业空间碳排放与碳足迹分析 ·····	141
第四节 主要结论与政策建议 ·····	147
第八章 全国土地利用总体规划纲要的碳排放效应及调控 ·····	149
第一节 全国土地利用总体规划纲要的碳减排效应评估 ·····	149
第二节 低碳导向的土地利用规划的优化控制 ·····	151
第三节 全国土地利用总体规划纲要的碳排放情景预测 ·····	156
第四节 小结 ·····	162
第九章 土地利用的碳减排潜力和对策研究 ·····	164
第一节 土地利用政策的碳减排(增汇)潜力分析 ·····	164
第二节 低碳导向土地利用政策配套体系研究 ·····	169
第三节 小结 ·····	175

第十章 土地利用的碳排放测算系统研发 176

 第一节 系统总体设计 176

 第二节 系统功能模块设计和实现 189

第十一章 土地利用的碳排放核算标准研究 198

 第一节 标准编制说明 198

 第二节 核算规程正文 200

术语索引 215

后 记 217

第一章 绪 论

人类活动所引起的土地利用/覆被变化是大气碳含量增加的重要来源。土地不仅是陆地生态系统碳排放的自然载体,更是人为源经济社会碳排放的空间载体;土地利用所引致的人类生产生活方式的改变,也会带来难以估量的间接碳排放。在国际社会越来越关注全球变暖问题,寻求温室气体减排合作的大环境下,结合《中国应对气候变化国家方案》体系架构,研究如何通过调整土地利用方式来实现碳减排目标,对于中国发展低碳经济、寻求经济社会可持续发展的可持续发展具有重要的战略指导意义。

第一节 土地利用、全球变化和碳循环

一、全球碳排放动态

碳素是地球上生命有机体的关键组成成分。碳的良性循环是生物圈健康发展的重要标志,直接影响着人类的生存和各种生物生存环境的稳定性^[1]。因此,碳素循环(含碳化合物在大气圈—地圈—水圈—生物圈的循环过程)是生物地球化学循环研究的核心内容之一。

目前全球最为关注的三大温室气体当中,作为含碳化合物的二氧化碳和甲烷增温效应最大,分别占 70%和 23%^[2]。自工业革命以来,人类由于使用煤炭、石油和天然气等化石燃料,以及加速毁林和破坏草原,向大气排放的二氧化碳的平均浓度从过去

[1] Norby R. Carbon cycle: inside the black box[J]. Nature, 1997, 388: 522 - 523.

[2] Houghton J T, Jenkins G J, Ephraums J J. Climate change: The IPCC scientific assessment[M]. New York: Cambridge University Press, 1990: 283 - 310.

42 万年中的 $180 \sim 300 \mu\text{L/L}^{[1]}$ 上升到目前的 $370 \mu\text{L/L}^{[2]}$ 。近 100 多年来,全球平均气温已经上升了 $0.3^{\circ}\text{C} \sim 0.6^{\circ}\text{C}$,最近 10 年也成为自 1860 年以来最暖的时期^[3]。由于大气二氧化碳浓度增加导致了明显的温室效应,并反过来对全球农牧业、生态系统、水资源、海岸带、经济社会等造成巨大影响,因此相关研究已经引起世界各国关注,其中政府间气候变化专门委员会(IPCC)的四次评估报告影响力最为广泛。2007 年 IPCC 第四次评估综合报告^[4]发布并指出,气候系统变暖的客观事实不容置疑,所有大陆和多数海洋的观测证据表明,许多自然系统正在受到区域气候变化,特别是温度升高的影响,过去 30 年的人为变暖可能已在全球尺度上对许多自然和生物系统产生了影响。可以认为,全球气候变暖的驱动因素很多,但人类自身活动影响是最重要的原因之一。

自工业革命以来,由于人类活动使大气中的 CO_2 含量大约增加了 $25\% \sim 30\%$ ^[5],甲烷含量增加了 100% ^[6]。未来由于人类经济活动造成的大气中温室气体的增加所引起的气候变暖将继续长期地显露出来^[7]。因此,从 20 世纪 70 年代后期开始,全球碳循环研究受到人类的普遍关注,特别是几十年到几百年尺度上的人类活动,如化石燃料(煤、石油和天然气等)的燃烧和非持续土地利用(砍伐森林、开垦草地、改造沼泽等)对碳排放的影响。归纳来看,导致气候变暖的人为因素有两方面:一方面是化石燃料燃烧和水泥生产等能源与工业过程直接向大气排放的温室气体,另一方面是土地利

[1] Petit J R, Jouzel J, Raynaud D, et al. Climate and atmospheric history of the past 420000 years from the Vostok ice core, Antarctic[J]. Nature, 1999, 399: 429 - 436.

[2] NOAA/CMDL, 2002. Climate monitoring and diagnostics laboratory summary report No. 26 (2000 - 2001) [R]. Available at <http://www.cmdl.noaa.gov/publications/annrpt26/index.html>. Norby R. Carbon cycle: inside the black box. Nature, 1997, 388: 522 - 523.

[3] 李克让. 全球气候变化及其影响研究进展和未来展望[J]. 地理学报, 1996, 51(增刊): 1 - 14.

[4] IPCC 气候变化综合报告. 政府间气候变化专门委员会第四次评估报告第一、第二和第三工作组的报告[M]. IPCC, 瑞士, 日内瓦, 2007.

[5] Vitousek P M, Mooney H A, Jane Lubchenco, Mellillo J M. Human domination of earth's ecosystems[J]. Science, 1997, 277 (25): 494 - 499.

[6] Crutzen P J. Geology of mankind[J]. Nature, 2002, 415 (3): 23.

[7] Mahlman J D. Uncertainties in projections of human caused climate warming [J]. Science, 1997, 278 (21): 1416 - 1417.

用变化影响温室气体汇和源的分布和大小^[1]。土地利用变化对全球大气 CO₂ 含量增加起着重要的作用,其作用仅次于化石燃料的燃烧^[2]。据初步估算,1850~1998 年间的上述两种排放中,土地利用变化及其引起的碳排放是人类活动影响总排放量的 1/3^[3]。相应地,土地利用变化的温室气体排放机理更加复杂,不确定因素更多,是全球变化研究热点和难点之一。

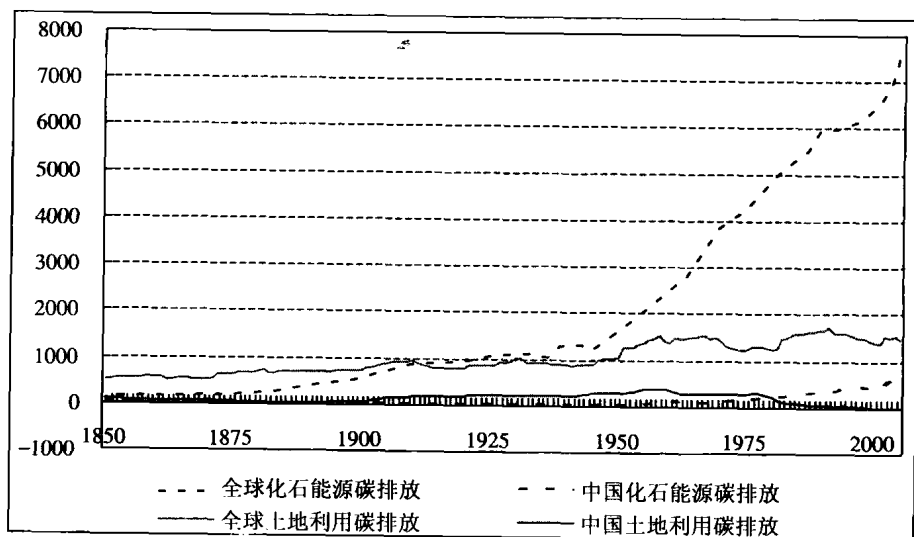


图 1-1 1850 年以来全球和中国的土地利用碳排放和化石能源碳排放 单位:TgC

二、国际社会对碳减排的共识和努力

1992 年,联合国环境与发展大会通过了《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC),这是世界上第一个关于控制温室气体排放、遏制全球变暖的国际公约,也是国际社会在应对全球气候变化问题上进行国际合作的一个基本框架,具有非常重要的意义。会议所设立的“共同但有区别的责任”至今仍然是气候变化国际公约的黄金定律,它既认同了历史责任造成的区别,又把大多数国家团结到 UNFCCC 的旗下,共同应对气候变

[1] Houghton R A. Temporal patterns of land—use change and carbon storage in China and tropical Asia[J]. Science in China (Life Sciences), 2002, 45.

[2] Stuiver M. Atmospheric carbon dioxide and carbon reservoir change [J]. Science, 1978, 199 (4326): 253-258.

[3] IPCC. Climate change 2000, land use, land use change and forestry, A special report of the IPCC [M]. Cambridge University press, 2000.