

· 南 京 大 学 人 文 地 理 丛 书 ·

城市系统碳循环 及土地调控研究

Carbon Cycle of Urban System and Its Regulation Through Land Use Control

● 赵荣钦 著



南京大学出版社

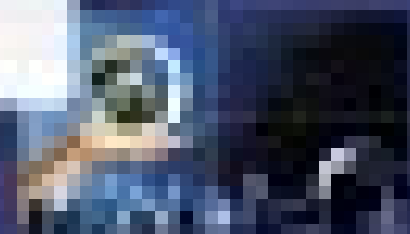
中国城市与区域发展研究

城市系统碳循环 及土地调控研究

Carbon Cycle of Urban
System and Its Regulation
Through Land Use Control

王德林 著

中国城市与区域发展研究



科学出版社

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

南京大学人文地理丛书

城市系统碳循环 及土地调控研究

 赵荣钦 著

图书在版编目(CIP)数据

城市系统碳循环及土地调控研究 / 赵荣钦著. —南京: 南京大学出版社, 2012. 7
(南京大学人文地理丛书/黄贤金, 张捷, 张京祥主编)
ISBN 978-7-305-10229-5

I. ①城… II. ①赵… III. ①城市—碳循环—研究—南京市②城市土地—土地利用—研究—南京市 IV.
①X511②F299.275.31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 152091 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 城市系统碳循环及土地调控研究
著 者 赵荣钦
责任编辑 严 婧 荣卫红 编辑热线 025-83593963

照 排 南京紫藤制版印务中心
印 刷 丹阳市兴华印刷厂
开 本 787×960 1/16 印张 17.25 字数 272 千
版 次 2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-10229-5
定 价 36.00 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 朱喜钢 李满春

吴小根 吴缚龙[英] 张兆干

张京祥 张捷 罗小龙 周生路

周寅康 宗跃光 胡阿祥 姜忠尽

顾朝林 徐建刚 黄贤金 章锦河

甄峰 翟国方 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,南京大学地理学已走过了 91 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,南京大学地理学科的历史则已有 93 年之久。九十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”事变前组织的东北地理考察团,随后又开展的云南、两淮盐垦区考察以及内蒙古、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,使南京大学成为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、任美镠、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

〔1〕 感谢任美镠、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、长江学者特聘教授鹿化煜教授,为完善序言内容提出了修改意见。

学习或教学、研究。早在 1935 年,任美镠先生、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;20 世纪 40 年代,任美镠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”——瑗珲—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的名家辈出。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,与江苏省土地勘测规划院共建国土资源部海岸带国土开发与重建重点实验室,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;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——中国地理学会原副理事长、清华大学建筑学院顾朝林教授;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”(www. hugeo. nju. edu. cn)。

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》,这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。

《南京大学人文地理丛书》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。

城市系统的扩张及运行过程,是一个城市要素之间相互作用的过程。土地要素不仅是城市系统的载体,城市土地利用方式也是城市系统运行的结果。城市是地表受人类活动影响最深刻的区域,不仅土地利用/覆被变化强烈(包括对于周边土地利用/覆被变化的影响强烈),也是能源消费和化石燃料燃烧的集中地。因此,城市化过程也必然会对城市温室效应乃至全球碳循环和气候变化产生深远的影响。目前我国正处于快速城市化和再城市化进程中,开展城市层面碳循环的定量研究,一方面有助于研究制定符合城市系统特征的碳排放清单核算标准,另一方面便于更深入地了解城市碳循环在区域碳过程中的地位和作用,以寻求适应和减缓对策。

土地要素及其空间规划,不仅决定着城市发展的规模、形态及结构,也同样影响着城市的碳循环过程。虽然有学者认为,“土地利用结构的框架,即林地、草地、耕地及耕地中的种植结构等,大幅度改变是不可能的”,并认为“不可能因为微不足道的碳收支作用而调整土地利用结构,无论是宏观尺度还是中观、微观尺度都基本如此”,但我们对《全国土地利用总体规划纲要》(2006—2020年)的碳减排效应研究表明,若实现我国政府2009年承诺的“2020年单位GDP碳排放强度比2005年下降40%—45%”的目标,节能减排、产业结构调整等的减排量可达2005年基数的27.6%,而《全国土地利用总体规划纲要》所提出的土地利用结构优化方案则可实现相当于2005年基数9.6%的减排量。因此,低碳经济政策和土地利用结构优化对中国碳排放的影响均较显著。另据预测,如果仅采用常规的节能减排措施,则2020年单位GDP碳排放将减少38.8%;如果两类政策能否配套实施,则2020年单位GDP碳排放将减少42.5%。可见,土地利用调控措施的引入,对

中国履行并顺利达成自愿性减排承诺十分必要^{〔1〕}。因此,探讨土地利用/覆被变化对碳循环的影响,并开展低碳土地利用规划与调控,对于国家战略目标的实现也具有重要意义。

该著作以南京市为案例,分析了城市系统碳循环及其土地调控的研究机理,初步提出了城市系统碳收支核算及评估方法、城市土地利用碳效应评估方法以及城市碳循环的土地调控研究方法等方法体系,开展了南京市城市系统碳循环、碳平衡、碳流通的核算和评估的实证研究,探讨了南京市土地利用碳排放强度和碳足迹状况,以及土地利用变化的碳排放效应,最后提出了基于土地利用结构优化的南京市低碳城市管理策略。本书主要的创新表现在:

一是探索性地提出了城市系统碳循环和碳流通研究的理论框架与测算方法,并以南京市为研究案例,对城市系统的碳储量、碳通量、碳平衡、城市内部碳流通过程、城乡之间的隐含碳、城市碳补偿和碳循环压力等进行了实证分析。该研究对于丰富碳循环的研究,特别是对于构建城市“自然—社会二元碳循环”的理论框架方面具有积极的理论意义。

二是从城市土地利用的角度开展碳效应的评估,并尝试建立了基于土地利用层面的城市碳循环的研究方法。通过城市碳储量、碳通量与土地利用类型的对应关系和土地利用碳源/碳汇分析框架,对不同土地利用方式的碳排放强度、碳足迹和碳排放效应进行了分析,并开展了城市碳循环的土地调控的初步研究。

三是探索性地建立了基于低碳目标的城市土地利用结构优化的方法,并提出了相应的碳减排潜力和低碳城市土地利用管理策略。因此,本研究一方面为制定城市土地利用层面碳收支及温室气体清单核算提供技术参考,另一方面既可为国土规划部门开展基于碳减排的土地结构优化调整提供方法支撑,也可为经济和发展规划部门、国土规划部门等制定城市低碳经济发展战略提供实践指导。

城市是一个复杂的系统,碳循环过程受到多种系统要素的耦合作用和社会经济结构、生产方式、城市发展模式等的影响,构建起完整、精确的城市碳循环模拟模型并不是一件容易的工作。本书作者在此领域所开展的探索性研究,只是“抛砖引玉”,我们也期待有更多的科学家关注这一领域,并推进这一研究领域的深

〔1〕 赖力、黄贤金等著. 中国土地利用的碳排放效应研究[M]. 南京大学出版社,2011:161.

化。该研究对于社会领域碳循环的机理及其调控研究具有较强的理论和实践价值。相信本书的出版能够推动城市碳循环领域的深入研究,也能够为城市碳减排的土地利用调控提供可操作性的方法和策略。

黄贤金

2012 年 3 月

前 言

自然领域碳循环研究由来已久。从 20 世纪 90 年代开始,国内外专家学者已经建立了针对不同自然生态系统类型的碳循环模拟模型。城市是地球表面特殊的生态系统类型,其特殊性主要表现在它是一种完全人工化的生态系统,受人类社会经济活动的影响,具有较强的复杂性和空间异质性。然而,随着城市化的飞速发展,作为人类生产生活的核心,城市在地表覆被变化和地球环境变化方面起着越来越显著的影响作用。从人类活动影响全球气候变化的角度来看,城市系统无疑是全球碳循环的重要环节之一,其碳流通过程、碳循环机制和效率等直接关系到人类活动影响气候变化的深度和广度。

城市系统碳循环研究是近年来随着低碳经济的提出才逐渐发展起来的研究领域。全球碳计划(Global Carbon Project, GCP)于 2005 年发起了城市与区域碳管理(Urban and Regional Carbon Management, URCM)研究计划,致力于研究城市层面碳管理和碳减排策略,并在日本等国组织召开了多次学术会议,对于城市碳循环及碳减排研究起到了重要的推动作用。开展城市碳循环研究,不仅弥补了过去已有研究仅关注自然生态系统碳循环的不足,而且为研究人为因素对碳循环的影响提供了重要的研究方法和思路,实现了在城市层面自然和人为碳过程研究的综合,还为国家应对气候变化的低碳城市策略的制定提供了科学的决策参考。

国内外关于城市碳循环模拟的研究起步较晚,美国学者 Churkina 于 2008 年在 *Ecological Modeling* 发表了“城市系统碳循环模拟”的综述文章,阐述了从自然与人为两个角度构建城市碳储量和碳通量模拟的思路,这给了我重要启发。之后,Churkina、Svirejeva-Hopkins、Christen 和 Lebel 等国外学者分别从国家、土地利用、社区等不同层面开展了对城市碳循环和碳收支研究的探索。近年来,关于城市温室气体和碳排放核算的研究更是方兴未艾,在国内外涌现了大量的研究

成果。

本研究始于 2008 年末参与导师黄贤金教授承担的国土资源部公益性项目“全国土地利用规划的碳减排效应及调控研究”(项目编号:200811033),这为我在攻读博士期间涉猎碳排放领域研究提供了重要的平台。此后又得到国家社科基金重大项目“建设以低碳排放为特征的土地调控体系研究”(项目编号:10ZD&030)、江苏省高校哲学社会科学重大项目“江苏低碳经济发展战略、思路、模式、途径与政策研究”(项目编号:2010ZDAXM008)、中国清洁发展机制基金赠款子项目“国家可持续发展实验区应对气候变化能力建设研究与示范”、中国博士后科学基金面上项目“城市系统碳循环机理研究——以南京市为例”(项目编号:2012M511243)以及华北水利水电学院高层次人才科研启动项目(项目编号:201164)等的资助。

在国内外研究的基础上,结合项目研究的深入,在黄贤金教授的悉心指导和诸位师长的点拨下,我不断思索城市系统碳循环的特征和研究框架:城市系统碳循环的范畴究竟应该包括哪些方面?城市内部的碳流通机理是什么?要发展低碳经济、促进城市碳减排,城市碳排放研究固然重要,但这还远远不够,只有构建完整的城市系统碳循环模型,才能建立详尽的城市碳收支清单,更深入地探讨城市碳循环运行的效率,以便更全面地评估城市系统在区域碳循环中的地位,以及城市系统对缓解全球变暖的贡献。

基于以上思考,本书着力突出两个特点:一是在研究框架中,不仅包括了传统碳排放清单的核算,也突出城市生态系统的碳汇功能的定量核算和碳足迹评估,同时也包含了城市自然和人为碳储量的测算分析,并构建了城市与外部系统以及城市内部子系统之间的碳流通图。通过城市系统碳循环和碳流通的机理研究,力求在城市层面构建较为完整的碳循环核算的方法体系,并为开展城市层面的碳平衡研究提供理论基础。二是从实践角度出发,考虑到土地利用是人类各种社会经济活动和政府政策的直接体现,城市碳循环过程的强度、方向和速率受制于土地利用方式、结构、规模和强度。因此,如何将土地调控作为提高城市碳循环效率、缓解城市碳循环压力的重要手段是值得深思的问题。鉴于此,本书对城市土地利用的碳收支核算、碳排放强度和碳效应评估、城市碳循环的土地调控等也进行了初步的探索和研究,以构建基于土地利用调控的城市低碳发展策略。

关于本书,这里需要特别说明的有两点:

一、由于城市系统碳循环过程十分复杂,一些碳收支项目难以实现精确核算和模拟,难免会存在这样那样的不足之处。比如:受数据资料所限,部分碳收支项目(如:植被、家具、图书、建筑木材等的碳储量、植被的光和总量等)的核算是基于国内相关研究结果或全国平均参数进行的,研究精度会受到一定的影响。所以,本书的部分参数仅作为参考值,并不作为其他城市碳收支核算直接引用的依据。要对城市碳收支进行精确核算,应进一步从本地化因子和城市生产实际入手,开展对本地自然和经济社会过程的深入调研、统计,确定符合当地城市生产实际的碳排放因子标准,这样会进一步提高研究精度。

二、低碳排放并非土地调控的唯一目标。本书只是基于土地利用和碳循环之间的内在关系,在理论上寻求有助于碳减排的土地利用调控措施。但这并不意味着低碳是城市发展的全部。在实践中,应该将土地利用的低碳目标与经济效益和社会发展目标结合起来进行统筹考虑和评估,以寻求经济发展和社会福利提高前提下的“低碳”途径,为未来经济社会发展提供可供操作的参考模式。

因个人能力有限,本书难免有不足之处,敬请各位专家及读者批评指正!

Carbon cycle of urban system and its regulation through land use control

Presently, under the pressure of climate change and international carbon emission reduction, how to coordinate the relationship between economic development and environmental protection, promoting carbon emission reduction and developing low-carbon economy have been the most important problems confronting China's development. Therefore, Chinese government definitely proposed the carbon emission reduction's aim as "carbon emission intensity per GDP in 2020 decreases by 40 to 45 percents than that of 2005." Cities are areas where human economic activities concentrated in, and where land use and land cover changes drastically. Currently, China is in the process of quickly urbanization. With energy consume and fossil fuels combust intensively, the process of urbanization will inevitably has a profound impact on global carbon cycle and climate change. Quantitatively modeling the urban carbon cycle processes not only help to establishing urban carbon emission inventory standard, but also help to understanding the role of urban carbon cycle in the process of regional carbon cycle process. Research on urban carbon cycle not only is the important basis for establishing low-carbon urban strategies, but also is the theoretical reference for establishing low-carbon city pattern in China. Meanwhile, studying the regulation of urban carbon cycle through land use control is help to

guiding the low-carbon city development through territorial development, industrial adjustment, land use planning, cities and towns' arrangement, and urban development pattern, which is the inevitably requirement of low-carbon development on the city level. In this context, carbon cycle of urban system and its regulation through land use control become an urgent research field.

Based on the summarization of research situation of urban carbon cycle in China and abroad, this book established the theoretical framework of carbon cycle of urban system and its regulation through land use control. Then put forward the estimation methods for carbon budget of urban system, carbon circulation of urban system, land use carbon budget and carbon effect, and land use regulation method for urban carbon cycle. Then, take Nanjing city as the case, this book studied the carbon cycle processes of urban system, analyzed the carbon emission, carbon flux and carbon footprint of different land use types, and also analyzed the carbon emission effect of land use change. Finally, several low-carbon urban management strategies based on land use structure optimization of Nanjing city was put forward. The main conclusions are as follows:

(1) The estimation method of carbon budget for urban system was established, the carbon storage, carbon flux and carbon circulation processes of urban system of Nanjing city was systematically analyzed. The total carbon storage of Nanjing city was $6937 \times 10^4 \text{t}$ in 2009, in which the natural carbon storage account for 88%, the human carbon storage account for 12%. The main carbon flux processes of Nanjing city are lateral carbon input and vertical carbon output, which are brought by human activities. As for inner carbon circulation of Nanjing urban system, the main parts are industrial processing system, urban living