

中央财经大学基本科研业务费专项资金资助
Supported by Central University of Finance and Economics Scientific Fund

Building Greenhouse Gas
Emission Reduction
-Accounting, Barrier, Strategy, Policy

汪
涛
著

建筑温室气体减排

——核算、障碍、对策、政策



本书阐述建筑温室气体减排的基本概念，界定建筑相关温室气体减排工作的范围，提出核算建筑在整个生命周期中温室气体排放量的合理方法，分析温室气体减排的主要障碍与对策，建立合理的政策分析方法，并结合中国实际情况，进行定性定量相结合的研究，提出政策建议。



经济科学出版社
Economic Science Press

中央财经大学基本科研业务费专项资金资助

Supported by Central University of Finance and Economics Scientific Fund

中国工程院咨询项目（批准号：2010-XZ-10）

国家自然科学基金青年项目（批准号：71401191）

中财121人才工程青年博士发展基金项目（批准号：QBJ1411）



汪
涛
著

建筑温室气体减排

——核算、障碍、对策、政策



Building Greenhouse Gas

Emission Reduction

-Accounting, Barrier, Strategy, Policy



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑温室气体减排: 核算、障碍、对策、政策/汪涛著.
—北京: 经济科学出版社, 2014. 12
ISBN 978-7-5141-5265-4

I. ①建… II. ①汪… III. ①建筑业-有害气体-
大气扩散-污染防治-中国 IV. ①X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 289301 号

责任编辑: 王 娟 张 力

责任校对: 王肖楠

责任印制: 李 鹏

建筑温室气体减排

——核算、障碍、对策、政策

汪 涛 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010-88191217 发行部电话: 010-88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http://jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

北京季蜂印刷有限公司印装

710×1000 16 开 12.75 印张 210000 字

2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5141-5265-4 定价: 30.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010-88191502)

(版权所有 侵权必究 举报电话: 010-88191586)

电子邮箱: [dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

前 言

温室气体过量排放造成全球气候变暖是当今世界最受关注的问题之一。2009 年年底，中国向世界作出了减排承诺，并将发展低碳经济、实施温室气体减排纳入政府的长期规划。在各行各业领域中，建筑相关的温室气体排放是最主要的温室气体排放来源之一，大约 33% 由能源消耗引起的温室气体排放来自于商业和民用住宅的能源消耗。中国目前仍处于建筑的高速建设发展时期，很多城市随处可见拔地而起的崭新建筑和热火朝天的在建工地。同时，随着人们生活水平、居住舒适度需求的提高，以及城市的重新定位、规划与发展，对既有建筑进行翻新改建、扩建、重建的工程量也不容小觑。在这一背景下，大力开展建筑相关的温室气体减排工作，在我国显得尤为重要。

研究表明，相比较其他行业，建筑相关行业实施温室气体减排措施的社会成本低、减排潜力大，是最值得关注的领域之一。然而，温室气体排放具有负外部性，难以通过市场机制的自我调节，实现建筑减排，需要政府通过制定政策工具，或提出硬性要求，或调节各相关方的利益关系，督促减排行为的实施。尤其在中国特色社会主义市场经济背景下，政府的引导起着更为重要的作用。国内外正在实施或正在被广泛讨论的建筑减排政策有很多，如何选择适合中国国情的建筑减排政策，有针对性地排除现存的或潜在的减排障碍，是亟须解决的问题。

针对这一问题，由清华大学陈肇元院士、江亿院士及已故卢谦教授和方东平教授提议，于 2010 年在中国工程院立项开展了《全寿命期低碳低成本绿色建筑及其政策法规研究》咨询课题的



研究，笔者作为方东平教授的博士研究生有幸成为该课题的主要研究者之一，并依据该课题的部分研究内容，完成了笔者的博士论文。博士毕业之后，笔者继续该方向的研究，越来越觉得这一研究内容的重要性，并期望能将研究成果能够更广泛的传播，供致力于建筑节能减排领域的工作者参考。于是基于笔者博士论文的主要内容，进行了补充和修订，形成书稿。

近年来，建筑节能减排领域的研究与实践更多聚焦于方法论，建筑节能减排的技术手段、管理方法在中国工业快速发展的背景下得以普及，如太阳能、地热能等清洁能源的利用，节能空调、电灯等设备的应用，以 LEED 为代表的绿色建筑评估体系的引进，以及本土绿色建筑评估体系的建立。然而，关于建筑节能减排的本体论、认识论，却研究不足、争议颇多。例如，什么是绿色建筑？什么是节能建筑？什么又是低碳建筑？这些概念之间的区别如何？如何认识、评价建筑的可持续性？我们到底应该鼓励哪类建筑的发展？这些基本问题理解不清，在其结果指导下应用的方法即使再先进，也可能是误入歧途。在建筑温室气体减排的研究与实践领域，同样存在着一些概念不清、方法不明的问题。本书旨在阐述建筑温室气体减排的基本概念，界定建筑相关温室气体减排工作的范围，提出核算建筑在整个生命周期中温室气体排放量的合理方法，分析温室气体减排的主要障碍与对策，建立合理的政策分析方法，并结合中国实际情况，进行定性与定量相结合的研究，提出政策建议。期望读者能够通过阅读本书，较为深入地认识建筑温室气体减排的基本概念、合理途径、存在障碍和解决思路，作为研究与实践工作的参考。

本书第 1 章绪论对研究的背景意义、基本概念以及国内外研究现状进行了介绍，提出了研究思路与研究方法。第 2 章对建筑的生命周期及温室气体排放的核算范围进行了界定，建立了建筑生命周期中温室气体排放的核算体系及计算公式。通过识别建筑生命周期中的主要利益相关方，根据利益相关方对建筑温室气体排放量的影响、决定能力，构建了建筑生命周期温室气体排放责



任模型。第3、第4章应用建筑生命周期温室气体排放核算体系与责任模型,采用文献综述、专家研讨、专题访谈、问卷调查等定性研究方法以及对中国、澳大利亚两个绿色建筑案例的定量研究,识别、分析建筑温室气体的减排措施、减排障碍。应用建筑温室气体减排政策功能及关联体系,提出建筑温室气体减排的对策和政策实施途径。第5章通过文献综述对国内外建筑温室气体减排政策工具的具体形式和功能进行归纳和总结,建立了建筑温室气体减排政策功能及关联体系。基于温室气体排放责任模型,采用成本收益法分析减排障碍中各相关方的利益关系及障碍的产生原因。根据建筑温室气体减排政策功能及关联体系,归纳得出建筑温室气体减排最重要的政策工具。同时,应用层次分析法建立建筑温室气体减排政策的评价指标及权重,为减排政策的选择和决策提供依据。第6章应用本书提出的政策评价指标体系,对中国建筑温室气体减排政策进行归纳、评价,分析中国现有政策的不足之处,并提出未来中国制定、实施建筑温室气体减排政策的建议。第7章进行总结,并对后续的研究方向进行了展望。

汪涛

2014年12月

术 语

层次分析法	Analytic Hierarchy Process (AHP), 将决策中有关的因素分解成目标、准则、方案等层次, 在此基础上进行定性和定量分析的决策方法。
碳税	Carbon Tax, 针对温室气体 (以二氧化碳为主) 排放征收的税种。
清洁发展机制	Clean Development Mechanism (CDM), 允许发达国家和发展中国家进行项目级的减排量抵销额的转让与获得的交易机制。
物化温室气体	Embodied Greenhouse Gas, 从原材料开采、加工、生产、运输至形成产品过程中排放的温室气体量。
排放因子	Emission Factor, 单位计量某活动过程中排放的某物质量。
排放交易体系	Emissions Trading Scheme (ETS), 以温室气体排放配额为核心的交易体系。
绿色建筑	Green Building, 在建筑的全寿命周期内, 最大限度地节约资源 (节能、节地、节水、节材)、保护环境和减少污染, 为人们提供健康、适用和高效的使用空间, 与自然和谐共生的建筑。
温室气体	Greenhouse Gas (GHG), 指任何会吸收和释放红外线辐射并存在大气中的气体。
减排措施	Emission Reduction Measure, 本书中指实现建筑生命周期各阶段中温室气体减排的技术或管理手段。
减排障碍	Emission Reduction Barrier, 本书中指阻碍建筑温室气体减排措施实现的技术、管理、体制等条件的现状。
全寿命期	Life Cycle (LC), 也称为生命周期, 产品的规划、设计、生产、运行、使用、维修保养、直到回收再用处置的全寿命周期过程。
可再生能源	Renewable Energy, 风能、太阳能、水能、生物质能、地热能 and 海洋能等非化石能源的统称。
政策工具	Policy Instrument, 实现政策目标的手段或方式。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 建筑温室气体减排的背景与意义	1
1.1.1 温室气体减排的意义	1
1.1.2 建筑与温室气体减排	4
1.1.3 政策与温室气体减排	5
1.2 建筑温室气体减排的基本概念介绍	6
1.2.1 建筑生命周期温室气体排放核算	6
1.2.2 建筑温室气体减排政策	15
1.3 本书的主旨、思路与方法	25
1.3.1 本书的主旨	25
1.3.2 研究思路	26
1.3.3 研究方法	28
1.4 本书章节结构	29
第 2 章 建筑生命周期温室气体核算体系及排放 责任模型	30
2.1 建筑生命周期定义与核算范围界定	30
2.1.1 温室气体的类型	31
2.1.2 温室气体的核算原则	31
2.1.3 温室气体的核算范围	33
2.2 建筑生命周期温室气体排放核算体系	38
2.2.1 温室气体排放清单的核算方法	38
2.2.2 建筑生命周期各阶段温室气体排放核算公式	39



2.2.3	温室气体排放核算数据获得的方法	43
2.3	建筑生命周期温室气体排放责任模型	44
2.3.1	建筑生命周期主要利益相关方	44
2.3.2	温室气体排放来源	45
2.3.3	利益相关方温室气体排放责任分析	47
2.3.4	利益相关方温室气体排放责任模型	53
2.4	本章小结	55
第3章	建筑温室气体核算体系及排放责任模型的定性应用	56
3.1	基于责任模型的温室气体减排措施识别	56
3.2	温室气体减排障碍的识别	61
3.3	温室气体减排障碍的评价	67
3.3.1	不同温室气体减排措施减排效果的评价	67
3.3.2	减排障碍对不同减排措施影响的评价	71
3.3.3	减排障碍影响的评价	73
3.4	基于责任模型的主要减排障碍分析	76
3.5	本章小结	81
第4章	建筑温室气体排放核算体系的定量应用	82
4.1	典型建筑的温室气体排放核算	82
4.1.1	南海意库3#和“像素”(Pixel)大楼	82
4.1.2	材料与各类资源温室气体排放清单	83
4.1.3	温室气体核算边界	86
4.1.4	物化温室气体排放	88
4.1.5	生命周期温室气体排放	94
4.2	减排途径的定量分析	96
4.2.1	低碳技术减排效果	96
4.2.2	排放核算体系参数敏感性分析	99
4.3	本章小结	103



第5章 建筑温室气体减排政策功能关联体系及应用	104
5.1 建筑温室气体减排政策工具	104
5.1.1 强制性制度	106
5.1.2 激励性工具	106
5.1.3 基于温室气体定价的减排政策	108
5.2 建筑温室气体减排政策功能及关联	109
5.3 排除建筑温室气体减排障碍的机理	112
5.3.1 利益相关方成本收益	112
5.3.2 障碍分析与排除手段	115
5.3.3 建筑温室气体减排最重要的政策	121
5.4 建筑温室气体减排政策评价	124
5.4.1 建筑温室气体减排政策评价指标识别	125
5.4.2 建筑温室气体减排政策评价指标权重	129
5.5 本章小结	131
第6章 中国建筑温室气体减排政策分析	132
6.1 低碳技术应用的障碍	132
6.1.1 低碳技术增量成本及单位减排成本	132
6.1.2 低碳技术推广应用的障碍	134
6.1.3 利用政策排除低碳技术应用的障碍	137
6.2 案例数据收集的障碍	141
6.2.1 主要数据的来源	142
6.2.2 利用政策排除数据收集的障碍	143
6.3 减排政策建议	145
6.3.1 中国现有建筑温室气体减排政策归纳	145
6.3.2 中国现有建筑温室气体减排政策分析	147
6.3.3 中国现有建筑温室气体减排政策评价	148
6.3.4 中国建筑温室气体减排政策建议	149
6.4 本章小结	155



第 7 章 建筑温室气体减排政策研究展望	156
参考文献	159
附录 中国现有建筑温室气体减排政策（截至 2013 年 12 月）	175
致谢	191

1.1 建筑温室气体减排的背景与意义

1.1.1 温室气体减排的意义

全球气候系统的变暖已经成为不争的事实。根据大量实测资料,近百年(1906~2005年)来,全球平均地表温度升高了 0.74°C ,并且升温速率不断加快,同时全球平均海平面也在不断上升^[1]。气候变化导致厄尔尼诺、干旱、洪涝、风暴、高温天气和沙尘暴等各种自然灾害发生,给人类带来了巨大损失。根据瑞士再保险公司(Swiss Re SIGMA)的灾害数据库,近几十年来因为天气灾害造成的损失额度呈现高速上升的趋势。全球范围里,1970年以来最大的40个保险赔偿事件中有37个是天气相关的自然灾害造成的^[2]。

在全球气候变暖的背景下,中国的气候和环境也发生了显著变化,近些年来,极端天气和自然灾害发生越发频繁。根据中国民政部发布的各年自然灾害应对工作评估分析报告^{[3]、[4]},2008年及2010年是近20年来最严重和次严重的重灾年份,中国地震、台风、洪涝、旱灾、风雹、雨雪冰冻、滑坡和泥石流等各类灾害频发。与2000年以来均值相比,2008年因灾死亡(含失踪)人口、直接经济损失、倒塌房屋和紧急转移安置人口分别高出33.8倍、4.8倍、4.8倍和2.1倍,受灾人次高出14.8%,灾害损失主要指标远超常年水平^[3]。频繁发生的灾害,造成了数以百万计的人员



伤亡和巨大的经济财产损失，给人类社会带来极大的创伤。

政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）的综合评估结果表明^[1]，自 1750 年以来，人类活动是气候变暖的主要原因之一；而近 50 年来的全球变暖，非常可能（90% 以上）是人类活动的结果，特别是源于化石燃料的使用导致温室气体（Greenhouse Gas, GHG）排放。预计到 21 世纪末，全球气候系统还将继续变暖，其升温幅度将取决于人类现在所采取的行动。

为减轻气候变化给人类造成的影响，1992 年 5 月 22 日，联合国政府间谈判委员会就气候变化问题达成《联合国气候变化框架公约》（The United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）。这是世界上第一个为全面控制二氧化碳等温室气体的排放，以应对全球气候变暖给人类经济和社会带来不利影响的国际公约，也是国际社会在对付全球气候变化问题上进行合作的一个基本框架。1994 年 3 月 21 日公约正式生效。《联合国气候变化框架公约》生效后，缔约方大会每年召开一次，世界各国努力寻求应对气候变化的新战略。1997 年 12 月，149 个国家和地区的代表在日本京都召开《联合国气候变化框架公约》缔约方第三次会议。经过紧张而艰难的谈判，会议通过了旨在限制发达国家温室气体排放量以抑制全球变暖的《京都议定书》，该议定书于 2005 年 2 月 16 日正式生效。

公约生效以来，各发达国家基于自身利益考虑，虽然在气候行动的责任分配上仍存在巨大分歧，但发展低碳经济、掌握政治话语权、占领技术高地已经成为各国应对气候变化问题、谋求自身发展的共识。低碳经济是指以低能耗、低污染、低排放最终实现减少温室气体排放为基础的经济发展模式。英国最早提出了“低碳经济”，以保证自身的长期的能源安全，并在低碳领域的技术发展走在了世界前列。随着世界能源的紧缺，欧盟、日本、美国等世界主要发达国家和经济体基于各自的社会经济背景和全球战略，不断加深合作并逐步取得共识，通过各种模式并且在不同程度上向低碳社会经济发展道路高速迈进^[5]。以欧盟国家为主的发达国家率先采取了减排行动，其他一些发达国家和发展中国家也陆续做出减排承诺^[6]，如表 1.1 所示。



表 1.1 各国减排承诺

国家	到 2020 年的减排承诺（基于不同的基准年）
澳大利亚	比 2000 年的排放水平降低 5% ~ 25%，如果全球达成减排协议，将多减排 5%
中国	单位国内生产总值（GDP）排放比 2005 年下降 40% ~ 45%，比 2005 年提高非化石燃料使用比例至 15%，增加森林覆盖面积 4000 万公顷，增加森林蓄积量 13 亿立方米
德国	比 1990 年的排放水平降低 20% ~ 30%，如果 2012 年之后全球达成减排协议将多减排 20%
印度	单位国内生产总值（GDP）排放比 2005 年下降 20% ~ 25%
日本	比 1990 年的排放水平降低 25%，条件是所有主要经济体加入一个公平、有效、并具有高远减排目标的国际框架中
新西兰	比 1990 年的排放水平降低 10% ~ 20%，条件是全球达成一个减排协议
韩国	比 1990 年的排放水平降低 30%
英国	比 1990 年的排放水平降低 20% ~ 30%，如果 2012 年之后全球达成减排协议将多减排 20%
美国	比 2005 年的排放水平降低 17% 以内

改革开放以来，中国的经济快速发展的成就令世人瞩目，但所带来的温室气体排放问题也越来越受到广泛关注。荷兰环境评估机构（Netherlands Environmental Assessment Agency）于 2007 年 6 月底发布的评估报告指出，2006 年中国二氧化碳排放就已经超过了美国。美国加州大学研究人员于 2008 年 5 月在《环境经济与管理杂志》上发表报告，认为 2006 ~ 2007 年中国温室气体排放已超过美国。并且认为中国到 2010 年增加的排放量将数倍于根据《京都议定书》所减少的排放量。根据美国世界观察研究所（World Watch Institute, WWI）的报告，2007 年，中国在能源领域的 CO₂ 排放量为 59 亿吨，已经十分接近美国的 61 亿吨^[7]。而近年来，中国事实上已经超过美国，成为世界第一的温室气体排放大国。对中国而言，不履行《京都议定书》的减排规定只是暂时的，排放豁免权到期后，在排放总量的硬约束下，中国的减排压力将会是巨大的。中国作为世界上主要的经济体之一，也必将越来越多地承担减排的责任和义务。

目前中国的经济发展依然处于“高碳”经济阶段。2007 年，中国单位 GDP 能耗为 811 吨标准煤/百万美元，远远高于美国、日本和欧盟等发达国家的单位 GDP 能耗数值，也远高于世界的平均水平 292 吨标准煤/百万美元^[5]。中国处于“高碳”经济发展的状况，受到所处发展阶段的制约，想要实现经济发展的低碳转型，需要解决快速经济增长、国际贸易分工的低端



定位、以煤为主的能源结构、技术水平相对落后以及体制机制等一系列的障碍，并不是一朝一夕可以实现的，需要立足于中国的基本国情，在国家层面、全行业层面做出努力。坚持协调发展、全面发展、可持续发展的科学发展观是胡锦涛同志早在 2003 年的一次工作会议中提出的。同年 10 月中旬，中共十六届三中全会明确提出了“坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的科学发展观，促进经济社会和人的全面发展”。中国《“十一五”规划纲要》提出，2006~2010 年期间要求中国单位 GDP 能耗降低 20% 左右、主要污染物排放总量减少 10%，且这是具有法律约束力的两个约束性指标^[8]。根据 2009 年 11 月 25 日国务院召开的常务会议决定，到 2020 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%，并作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划^[6]。中国的“十二五”规划纲要继续将节能减排作为重点目标之一：非化石能源占一次能源消费比重达到 11.4%。单位国内生产总值能源消耗降低 16%，单位国内生产总值二氧化碳排放降低 17%。主要污染物排放总量显著减少，化学需氧量、二氧化硫排放分别减少 8%，氨氮、氮氧化物排放分别减少 10%^[9]。加大节能减排力度，发展清洁能源、可再生能源，降低经济的能耗强度和碳排放强度，推进资源节约型、环境友好型社会建设是中国未来发展的主要目标之一。

1.1.2 建筑与温室气体减排

城市是由建筑构成的，在建筑的生命周期中，消耗了能源、水、地等资源，产生了大量的废水、废气等污染物，同时，建筑也是温室气体排放最主要的来源之一，大约 33% 的由能源引起的温室气体排放来自于商业和民用住宅所消耗的能源^{[10]~[12]}，如果还考虑由于建造和运输建筑材料所产生的碳排放（如内含在产品 and 建筑中的碳），这个份额还会增加。随着包括中国在内的亚洲、中东、拉丁美洲等地区正在进入一个建筑业“繁荣期”，预计全球建筑相关温室气体的排放量在未来 40 年中还将急剧增加。IPCC 曾统计和估算，2004 年全球建筑业产生了 86 亿吨温室气体；如不采取有力措施，到 2030 年建筑业温室气体排放量将达到 156 亿吨。因此，称建筑业为低碳经济的一大阻碍并不为过，建筑业要对人类发展作出应有的贡献，就必须适应低碳经济的需求。建筑的低碳化已成为全球建筑相关行业乃至全球经济可持续发展的必然趋势。

对中国 287 个地级以上市进行的统计表明，这些城市的能耗占中国总



能耗的 55.48%，二氧化碳排放量占中国总排放量的 58.84%。据估计，在建筑的整个生命周期过程中，大约消耗了 50% 的能源、48% 的水资源，排放了 50% 的温室气体以及 40% 以上的固体废料。从建材的生产到建筑物的建造和使用，这一过程动用了最大份额的地球能源并产生了相应的废气、废料^[13]。2002 年，中国各工业部门中建筑业的隐含碳排放量是最大的，达到了 111960 万吨，占有部门隐含碳排放的 26.47%。其中由能源消耗导致的隐含碳排放为 95160 万吨，由水泥消耗导致的间接的工业生产过程二氧化碳排放为 16800 万吨，后者占建筑业完全隐含碳排放的 15%^[14]。根据住房与城乡建设部的统计，中国目前有 440 亿平方米的既有建筑，预计到 2020 年，还将新增建筑面积约 300 亿平方米^[15]。中国每建成 1 平方米房屋约释放出 0.8 吨二氧化碳^[16]，加上建筑产品在使用阶段（包括房屋使用维护所需耗能、耗电的生产排放的温室气体）排放的大量温室气体，可以说建筑相关温室气体的排放是中国最主要排放温室气体的源头之一。

与其他行业相比，建筑相关行业降低温室气体排放从成本来讲是最高效的^{[17]、[18]}。澳大利亚气候工作组（Climate Works）的研究报告显示^[18]，在各行业的减排措施中，对建筑相关行业实施减排措施的社会成本是负值。即进行建筑相关的减排，不仅不会有成本支出，还会获得收益。据估计澳大利亚的建设部门在不影响建筑总数预期增长的前提下，到 2050 年实现温室气体排放量减少 30% ~ 35%^[19]。对于政府来讲，进行建筑相关的减排是最值得关注并予以实施的温室气体减排措施。

建筑相关的温室气体减排对全球应对气候变化至关重要，一些主要发达国家已经采取了相应的政策工具实施建筑温室气体减排，致力于在建筑减排技术发展上占领先机。中国在“十二五”规划中提出了应对气候变化的目标，然而针对温室气体减排的相关政策工具却还未得到应用，建筑领域温室气体减排的相关政策则更不明确。如何借鉴国际建筑领域温室气体减排的政策经验，最有效地应用于中国，是一项亟待解决的问题。

1.1.3 政策与温室气体减排

温室气体排放是人们生产、生活过程中具有负外部性的行为之一。个人或企业排放温室气体时，造成的温室气体效应是导致气候变化的重要原因之一，而气候变化对他人造成了种种不良影响，如全球平均气温升高、自然灾害频发会给他人带来额外支出或损失。在没有政策约束的条件下，



向大气中排放温室气体不受限制, 过多排放温室气体的个人或企业并不会因此支付额外的成本, 大量排放产生的负外部性造成的成本由全社会承担, 市场自我调节机制失灵。

在市场经济中, 每一个经济主体进行决策的标准都是追求自身利润的最大化, 自身利润的评价是基于经济主体对行为的成本与收益的比较^[20]。当温室气体排放所造成的社会成本不计入各经济主体的私人成本中时, 私人温室气体排放的边际成本将小于社会的边际成本, 则私人(如企业或个人)的决策与社会的最优决策将有所偏差。温室气体排放的负外部性属性造成了资源配置的扭曲, 导致私人温室气体的过量排放。同理, 将世界每个国家视为单独的经济主体时, 由于各国并不承担温室气体排放造成全球其他国家, 尤其是遭受气候变化影响较大国家应对气候变化的成本, 当各国以自身利润最大化作为决策依据时, 就产生了全球性过量排放温室气体的问题。可以说, 负外部性是市场机制无法自我调节实现温室气体减排的根本原因。

解决负外部性问题的方式通常有两种^[21]: 一种是通过政府的直接干预, 通过征税、惩罚等形式将提高私人实施负外部性行为的成本; 另一种是通过产权协商、排放权买卖等市场手段, 将公共资源的产权进行明确界定, 从而将私人的外部成本内部化。无论是哪种方式, 都需要政府采用一定的政策工具进行规范、引导, 使私人实施具有负外部性行为时的最优决策向社会的最优决策尽量逼近。所以, 为了达到建筑相关的温室气体减排目的, 政府需要采取相应的政策工具, 调整各利益相关方的成本、收益及其之间的关系, 促使各利益相关方实施建筑相关的温室气体减排。明晰各类可实行政策工具的作用原理和效果, 是政府达成建筑相关温室气体减排目标的关键, 具有重要的研究意义。

1.2 建筑温室气体减排的基本概念介绍

1.2.1 建筑生命周期温室气体排放核算

1.2.1.1 建筑生命周期评价方法

生命周期评价(Life Cycle Assessment, LCA)最早是由美国20世纪60年代提出的系统方法, 用于量化评估产品对于环境的影响, 并识别减