



Risk Governance on Climate Change

应对气候变化的 风险治理

薛 澜 等/著



科学出版社

Risk Governance on Climate Change

应对气候变化的 风险治理

—— 薛 澜 等/著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书基于现代风险管理理论构建了治理气候变化风险的分析框架,认为全球气候变化及其应对行动会带来自然领域和政策领域的双重风险,利用自然科学领域的研究成果在风险治理的框架下全面梳理了气候变化自然风险,并创新性地研究了减缓和适应气候变化行动可能造成的政策风险,重点选取我国在节能减排、金融投资、技术创新、区域与城市发展等领域中应对气候变化的重大政策进行风险评估和定量分析,提出了应对气候变化的全面风险治理策略,对我国在全球治理的格局下制定有效应对气候变化的国家政策和行动方案具有重要参考价值。

本书适合从事气候变化工作的政策制定者、实务工作者、科研工作者和关注全球气候变化问题的普通公众阅读。

图书在版编目(CIP)数据

应对气候变化的风险治理/肖澜等编. —北京:科学出版社, 2014. 3

ISBN 978-7-03-040202-3

I. ①肖… II. ①肖… III. ①气候变化-对策-风险管理-研究-中国
IV. ①P468.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 048421 号

责任编辑:张 震 / 责任校对:张凤琴 钟 洋

责任印制:赵德静 / 封面设计:无极书装

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>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 5 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2014 年 5 月第一次印刷 印张:27 1/2

字数:539 000

定价:138.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

主要作者名单

薛 澜	齐 晔	俞 乔	丁 丁
刘志林	戴亦欣	徐亚骏	刘 冰
李惠民	钟开斌	徐建华	范世炜
沈 华	王郅强	马 奔	张宣传
吴 洵	柳海军	董文娟	王博雅

本书得到了以下项目的资助：国家“973”计划项目“推动中国绿色发展的重大战略及技术问题研究”（2010CB955902）和国家自然科学基金重点支持项目“新时期中国特色应急管理体系的顶层设计和模式重构”（91224009）。特此致谢。

序

全球气候变化深刻影响着人类生存和发展，是各个国家共同面临的重大挑战，全球合作应对气候变化已成为广泛的国际共识。作为一个负责任大国，中国“十一五”期间发布了《中国应对气候变化国家方案》，制定了系统的减缓和适应气候变化的政策和行动。“十一五”期间，单位 GDP 能源强度下降 19.1%，相应二氧化碳排放强度下降 21%，节能和减缓二氧化碳排放的成效世界瞩目。但由于 GDP 快速增长，二氧化碳排放总量大、增长快的趋势仍没有根本性转变，当前不仅二氧化碳排放总量已超过美国 40% 以上，而且近年来新增排放量也占世界增量 60% 以上。中国在应对气候变化、减缓二氧化碳排放方面面临严峻形势。

中国当前处于工业化、城镇化快速发展阶段，在联合国开发计划署的人类发展指数排名中，中国排在第 101 位，仍属于中下等发展水平。今后随着经济社会的持续发展，能源消费和相应二氧化碳排放仍需要有合理增长，这也是发达国家在其发展历程中所呈现的共有规律。但另一方面，中国不断增长的能源消费，也使得国内资源和环境制约日趋强化。急剧增加的煤炭生产量已超出科学产能近一倍，造成的采空区土地塌陷、地下水资源污染等生态环境问题日益严重；石油和天然气进口依存度 2012 年已分别达 58% 和 29%，其不断增加的趋势对能源供给安全也带来新的挑战；煤炭燃烧和汽车尾气排放也是东部地区 $PM_{2.5}$ 浓度增加和雾霾天气的首要成因。东部地区当前控制和减少化石能源消费，具有突破国内资源环境制约和应对全球气候变化的协同效应，但也要相应付出一定的经济社会成本。另外，中国生态环境比较脆弱，气候变化容易带来不利影响，在适应气候变化以及降低气候变化引起的灾害和风险方面，也面临艰巨任务。因此，中国应对气候变化公共政策的制定，在大力推进节能减排、促进低碳发展的同时，也必须在减缓、适应和发展中寻找平衡。在应对全球气候变化的决策过程中，如何认识并把握其中存在的大量不确定性和潜在风险，是相关科学和政策共同体所必须面对的复杂挑战。

从一般意义上讲，风险与人类活动相伴而生，发展与风险密不可分。人类活动在创造文明和进步的同时，也产生了新的风险。就气候变化而言，世界范围内

工业化进程在创造高效生产和高水平消费的工业文明的同时，也因过度消费化石能源所累积的二氧化碳排放引起了全球气候变暖，对经济社会和生态环境的负面影响日益显现并不断加剧，使人类社会面临不可逆转的灾难性风险。而当前国际社会应对气候变化的适应和减缓行动，其效果也有很大不确定性。应对气候变化国际制度的演变及各国间责任和义务的分担将引发国际政治关系、科技和贸易竞争力、国家经济发展和社会稳定等格局的深刻变动，当前世界范围内应对气候变化低碳发展和能源体系变革的趋势和潮流，对中国这样的发展中大国而言，既面临严峻挑战，也存在跨越式发展的机遇，同时也有很大不确定性和诸多潜在的风险。因此，需要以更加广阔的视角和更加深刻的智慧进行综合权衡和全面把握，而对可能发生的重大风险的分析、防范和处理无疑是应该重点关注的问题。

人们之所以特别关注气候变化的风险管理，不仅因为气候变化会对全球自然生态和社会经济系统带来全面、深刻的影响，还因为对局部地区可能造成灾难性和毁灭性的后果。比如气候变暖导致干旱、洪涝等气候灾害增加，可能造成全球粮食减产10%~20%，但这并不是在各个地区平均发生，在局部脆弱地区可能造成较长时期的粮食大幅度减产或绝收，特别是最不发达国家和贫困地区，其生态环境脆弱、生产力低下、抗灾能力差，可能造成大面积饥荒和大量生态难民，进一步加剧贫困和社会动荡。对这种发生概率虽然不大但影响和后果极为严重的风险，必须要有切实的科学评估和应对策略。在减缓技术选择和评价上也有类似情况，核能是当前可以大规模替代煤炭等化石能源发电并减少二氧化碳排放的清洁、高效、低碳能源，在许多国家低碳发展战略中有不可替代的作用，虽然在通常情况下核电站安全是有保障的，其发生放射性大量泄漏的概率也只有十万分之一到百万分之一，但这种事故一旦发生对公众健康、生活和周边环境的影响则更为社会公众所关注。大型水电站的建设对流域生态环境的影响也有较多不确定因素，其他适应和减缓技术及措施也会存在某些当前还认识不到或认识不足的负面作用或风险。因此，在全球和国别应对气候变化战略和制度的设计中，应把风险分析和控制放在重要位置。

本书对气候变化的风险进行了全新的解构，突破了现有研究仅限于对气候变化自然风险进行分析和评估的局限性，将风险研究延伸到应对气候变化的政策和行动中，选取了当前具有全局影响的减缓和适应政策进行风险分析，如减排政策、金融投资、技术创新、区域和城市发展等重点领域的应对行动。相对于自然风险而言，政策风险具有较大的可控性，随着中国应对气候变化的行动逐步走向深入，本书率先探索的政策风险评估的意义将逐步凸显，对气候政策可能产生的效益和风险进行综合权衡将为今后的政策设计提供一个更加系统化的思路。

纵观全球气候变化研究的理论前沿，基于风险的方法在气候变化的科学和经济评价中得到了越来越多的重视，如最具全球影响力的 IPCC 气候变化评估报告已开始采用风险分析的方法对气候变化的自然、经济、社会方面的影响进行综合评估。风险分析成为西方许多国家主导气候政策制定和治理的重要话语体系，风险评估、管理和沟通的方法被广泛运用到气候政策的设计中。中国也逐步开始重视风险评估在政策制定过程中的作用。因此，本书将风险理论与政策分析相结合的尝试是一种学术研究的创新。希望本书的出版能使社会各界对气候变化风险研究给予更多的关心和支持，使其在中国的气候变化政策分析中发挥更大的作用。

清华大学原常务副校长
国家气候变化专家委员会副主任



2014 年 2 月 6 日

目 录

第1部分 气候变化风险分析的基础理论

1 研究气候变化风险的理论框架	3
1.1 基本概念	3
1.1.1 气候变化	3
1.1.2 风险	5
1.1.3 不确定性	8
1.2 气候变化风险	9
1.2.1 气候变化风险的内涵	10
1.2.2 气候变化风险的解构	12
1.2.3 气候变化风险的特征	16
1.2.4 气候变化风险的类型	21
1.3 应对气候变化风险控制的必要性	23
1.3.1 对自然生态系统的破坏	23
1.3.2 对粮食生产的负面影响	24
1.3.3 对社会经济系统的影响	24
1.4 公共政策挑战及本书的内容框架	25
1.4.1 应对气候变化行动：减缓和适应	27
1.4.2 我国应对气候变化的政策体系	30
1.4.3 应对气候变化带来的政策风险及研究思路	32
1.5 小结	35

第2部分 气候变化的自然风险及其应对

2 气候变化的自然风险	39
2.1 全球气候变化自然风险对我国的影响	39
2.1.1 气候灾害的发生频度、广度和深度增大	41

2.1.2	气候灾害对社会的危害和影响面进一步增大	47
2.1.3	气候灾害的跨区域属性日益明显	49
2.1.4	气候灾害的复杂性和多因性加剧	49
2.1.5	气候灾害的不确定性和随机性增强	50
2.2	我国气候变化影响的重点领域	51
2.2.1	水资源	53
2.2.2	粮食生产	57
2.2.3	人居环境	61
2.2.4	生态环境	62
2.2.5	人体健康	64
2.2.6	重大工程	65
2.3	不同类型极端天气的风险表现形式	66
2.3.1	干旱	66
2.3.2	暴雨洪涝	67
2.3.3	台风	69
2.3.4	高温热浪	71
2.4	我国气候变化风险的区域特征	73
2.4.1	华北区：干旱与农业脆弱性叠加的风险	74
2.4.2	西北区：气候暖湿转变及冰川、冻土融化风险	75
2.4.3	东北区：气候变暖与生态脆弱性叠加的风险	76
2.4.4	华南区：台风、高温热浪与城市化叠加的风险	76
2.4.5	西南区：地质灾害与脆弱性叠加的风险	77
2.4.6	华中区：干旱、暴雨洪涝与农业脆弱性叠加风险	77
2.4.7	华东区：梅雨、台风和高温热浪与城市化叠加的风险	78
2.5	小结	79
3	应对气候变化自然风险的应急体制机制研究	80
3.1	国外应对气候变化应急体制的建立和发展	80
3.1.1	美国应对气象灾害的综合协调应急管理体系	80
3.1.2	德国应急管理体系及对气象灾害的应对	83
3.1.3	澳大利亚应对气候变化的风险管理经验	85
3.2	世界各国应急管理领域应对气候变化的主要经验	88
3.2.1	工作框架：实施“整合式”工作理念	89

3.2.2	组织体制：建立专门的综合协调机构	90
3.2.3	法律制度：专门立法和制定战略规划	91
3.2.4	科技支持：强化气候变化的影响评估	93
3.2.5	社会动员：建立广泛参与的工作格局	94
3.3	我国当前应对气候变化的应急体制概况	94
3.3.1	国家层面的组织体系	95
3.3.2	纵向组织体系	96
3.4	完善我国应对气候变化应急机制体制的政策建议	98
3.4.1	工作模式：相关的各个领域有序整合	99
3.4.2	发展策略：科学认识与全球治理结合	101
3.4.3	组织架构：各地区和各部门统筹协调	102
3.4.4	运作方法：减缓性和适应性措施并举	103
3.5	小结	104
4	我国应对气候变化应急能力分析	106
4.1	提升应对气候变化的应急管理能力的必要性	106
4.1.1	极端气候事件等气候灾害明显增加	106
4.1.2	气候灾害对人类的威胁日益加大	110
4.1.3	气候灾害存在高度的不确定性	111
4.1.4	发展中国家更易遭受气候灾害的冲击	111
4.2	我国当前气候变化应急能力方面的主要问题	112
4.2.1	相关领域缺乏协作、相互割裂	113
4.2.2	全社会有序参与的氛围不够浓厚	114
4.2.3	政府统筹协调全局的力度不够	115
4.2.4	监测预报的技术手段比较滞后	116
4.3	应急能力建设的主要方向	116
4.3.1	科技支撑：加强基础研究和关键技术研发	116
4.3.2	人才建设：建立和强化专业应急救援队伍	118
4.3.3	社会参与：提高减灾意识和适应能力	119

第3部分 应对气候变化的政策风险

5	减排政策风险分析：减排过度承诺的风险	123
5.1	国际气候谈判中的碳减排压力	123

5.2	中国未来的碳排放趋势	125
5.2.1	不同研究中的情景设置	125
5.2.2	宏观参数	129
5.2.3	能源消费总量	132
5.2.4	能源结构	135
5.2.5	碳排放总量	138
5.2.6	碳排放强度	142
5.2.7	部门结果	144
5.2.8	主要结论	149
5.3	中国未来的碳排放将受到严格限制	151
5.4	中国不宜过早承诺碳排放峰值的时间和数量	153
6	减排政策风险分析：低碳投资的金融风险	157
6.1	应对气候变化行动中的低碳投资	157
6.2	2011~2020 年新能源投资的碳减排效应	158
6.2.1	关于低碳投资减排效应的前提假设	158
6.2.2	低碳投资减排效果分析	160
6.2.3	中国“40/45”目标实现前景评估	164
6.2.4	人口红利变化对新能源产业的影响	165
6.2.5	国际环境最新变化及其对我国低碳政策的影响	170
6.3	新能源之核能	173
6.3.1	核电的优势	173
6.3.2	世界核电概况及中国核电规划	174
6.3.3	三次核事故及核电的潜在风险	175
6.3.4	核事故产生原因的多样性	176
6.3.5	长周期概率事件与核电的社会风险	176
6.3.6	各国对核能的态度	178
6.3.7	小结	181
6.4	新能源之太阳能（光伏产业）	182
6.4.1	太阳能产业背景	182
6.4.2	光伏发电发展现状	185
6.4.3	光伏产业投资与风险	191
6.5	新能源之风电产业	195

6.5.1	风电产业的发展背景	195
6.5.2	风电产业的发展状况	196
6.5.3	风电产业发展的问题与挑战	199
6.6	电动汽车产业	204
6.6.1	中国电动汽车产业发展状况	204
6.6.2	中国电动汽车产业发展瓶颈	206
6.6.3	能源利用格局对电动汽车产业发展的影响	207
6.6.4	对电动汽车产业进行补贴的隐患	208
6.6.5	电动汽车产业投资推动银行不良资产风险上升	210
6.7	2010~2020 年低碳投资的金融风险	211
6.7.1	低碳投资的银行不良贷款风险	211
6.7.2	与其他不良贷款风险的叠加效应	212
6.8	主要结论和几点建议	214
6.8.1	低碳投资保持适度, 重视真实减排效率	214
6.8.2	对大规模投资太阳能、风能、电动汽车持谨慎态度, 适度压缩投资规模	215
6.8.3	加大对低碳技术创新和技术成熟领域投资	215
6.8.4	对核电投资须特别谨慎, 警惕长周期概率风险	216
6.8.5	应充分利用提前投资与人口高峰红利的正面叠加效应	216
7	应对气候变化的技术发展风险研究	217
7.1	应对气候变化的技术风险的界定	217
7.1.1	应对气候变化的技术类别	218
7.1.2	应对气候变化技术的不确定性	220
7.1.3	应对气候变化的技术风险定义与分类	222
7.2	低碳技术的发展和 innovation	224
7.2.1	欧盟低碳技术路线	225
7.2.2	日本低碳技术路线	229
7.2.3	美国低碳技术路线	233
7.2.4	中国低碳技术分析	236
7.3	各国低碳技术创新能力及优势比较	237
7.3.1	研发投入与产出	237
7.3.2	主要领域的低碳技术创新能力比较	238

7.4	中国在低碳领域所面临的技术风险	248
7.4.1	技术创新风险	248
7.4.2	技术转让风险	249
7.4.3	技术应用风险	250
7.4.4	CCS 技术的应用风险	251
7.5	小结	253
8	应对气候变化的技术管理风险研究	254
8.1	技术管理风险的界定和分类	254
8.2	技术路线选择和风险预测	256
8.2.1	确保我国能源安全的能源技术发展原则	256
8.2.2	风能技术发展中的挑战与风险	258
8.3	颠覆性技术路线的发展风险	268
8.4	应对气候变化技术决策中的公众认知风险分析	269
8.4.1	公民应对气候变化技术认知的形成要素	269
8.4.2	我国公众低碳技术认知形成的调研测试——以可再生能源发电技术为例	275
8.4.3	公众低碳技术认知的理论模型构建与未来的研究方向	280
8.5	应对气候变化技术决策中存在的政府认知风险分析	281
8.5.1	我国地方政府的决策动机的模型与低碳技术选择	281
8.5.2	适用于我国地方政府低碳技术选择的模型构建	282
8.5.3	研究设计、变量定义及测度	288
8.5.4	基本发现与讨论	293
8.5.5	研究可能存在的不足与缺陷	295
8.6	应对气候变化技术转移中存在的风险分析	296
8.6.1	应对气候变化的国际技术转移：起源与现状	296
8.6.2	技术发展与技术转移存在的风险分析	296
8.7	结论与政策建议	299
8.7.1	结论	299
8.7.2	政策建议	300
附件 1	12 类技术详情	301
附件 2	变量描述	302
附件 3	回归结果	303

9 控制气候变化风险的城市与区域政策研究	306
9.1 快速城市化背景下应对气候变化的风险管理问题	306
9.1.1 无法逆转的城市化趋势	306
9.1.2 城市化与气候变化的共同挑战	307
9.1.3 研究内容与研究框架	310
9.2 我国气候变化风险的城市与区域空间格局	312
9.2.1 城市群、巨型城市是气候变化高风险区	312
9.2.2 东部沿海地区城市群的气候变化风险	314
9.2.3 中西部城市群应对气候变化风险控制压力不容低估	316
9.3 应对气候变化风险控制的适应性规划政策	318
9.3.1 主要城市群应建立气候风险评估与监测体系	318
9.3.2 在城市规划框架中引入气候变化风险管理模块	319
9.3.3 调整城市基础设施设计标准, 提高应对极端气候事件的能力	320
9.4 控制长期气候风险的减缓性城市规划政策	322
9.4.1 低碳城市、空间规划与气候变化减缓战略	323
9.4.2 社区空间形态与交通出行碳排放: 基于北京市的实证研究	326
9.4.3 我国城市规划指标体系在应对气候变化方面存在的问题	331
9.4.4 快速城市化的中国应注重通过空间规划手段实现碳减排	333
9.5 政策实施风险与应对气候变化政策的体制机制	335
9.5.1 城市与区域应对气候变化的政策实施风险来源	335
9.5.2 基于“十一五”节能目标落实的实证研究	336
9.6 政策建议	342
9.6.1 城市与区域规划政策应引入气候风险管理维度	342
9.6.2 注重运用空间规划手段减缓气候变化, 控制长期气候风险	342
9.6.3 完善国家应对气候变化政策实施机制, 降低政策实施风险	343
9.6.4 对我国气候变化谈判立场与策略的政策建议	344

第4部分 我国应对气候变化的风险管理和控制建议

10 应对气候变化风险控制的流程和方法	349
10.1 风险管理的一般流程	349
10.2 气候变化的风险管理方法	354
10.2.1 气候变化的风险识别方法	354

10.2.2	气候变化的风险评估方法	355
10.2.3	气候变化的风险沟通方法	363
10.2.4	气候变化的风险控制方法	368
10.3	国际气候变化风险管理的现状及挑战	373
10.3.1	国际气候变化风险管理的最新进展	373
10.3.2	气候变化风险管理存在的挑战	375
10.4	基于情景分析的风险管理方案运作建议	377
10.4.1	情景一：目标定位为保持气候变暖在2℃以内	378
10.4.2	情景二：基于气候变暖在3~4℃内的规划	379
10.4.3	情景三：构建气候变暖在5~7℃内的应急预案	380
10.5	小结	381
11	我国应对气候变化风险治理体系建设	383
11.1	风险治理的概念及基本原则	383
11.1.1	风险治理的基本概念	384
11.1.2	以风险防控为核心，风险防控与应急处置相结合的原则	385
11.1.3	整合性、系统性流程设计原则	385
11.1.4	政府主导、社会多元参与原则	386
11.2	网络化的全面风险治理框架	387
11.3	IPCC 提出的气候变化风险管理建议及对我国的启示	392
11.3.1	IPCC 特别报告提出了极端气候事件增加、危害加剧的部分证据	392
11.3.2	IPCC 特别报告提出应对气候变化风险的理论框架	393
11.3.3	IPCC 特别报告提出了管理气象灾害风险的政策选项	395
11.3.4	IPCC 特别报告对我国应对气候变化风险的启示	397
11.4	中国应对气候变化风险的策略选择	399
11.4.1	调整产业结构及能源结构，加强基础能力建设	399
11.4.2	完善应对气候变化风险的相关法规和制度	400
11.4.3	制定和完善经济激励政策	400
11.4.4	积极开展应对气候变化风险的国际合作	401
	参考文献	402

第 1 部分

气候变化风险分析的基础理论