

“十二五”国家科技支撑计划项目

重点领域气候变化影响与风险丛书

气候变化影响与风险

气候变化对生物多样性影响 与风险研究

吴建国 等 著



科学出版社

重点领域气候变化影响与风险丛书

气候变化影响与风险

气候变化对生物多样性影响与风险研究

吴建国 等 著

“十二五”国家科技支撑计划项目



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书从野生动植物、遗传种质资源、有害生物多样性方面,综合利用生物地理学、气候学、模糊数学、灰色系统、统计学、计算机模拟和地理信息系统等理论与实践,建立了分析生物多样性与气候要素关系的技术,提出了识别归因过去气候变化对生物多样性影响的技术,以及区分人类活动与气候变化对生物多样性影响贡献的技术,发展了评估未来气候变化对生物多样性影响与风险的综合技术。系统分析了生物多样性与气候要素的关系,识别了近50年来气候变化对生物多样性的影响与贡献,评估了未来30年气候变化对生物多样性的风险,并提出了适应对策。全书共11章,第1章为绪论,第2~6章总结了气候变化对生物多样性影响与风险评估的技术方法,第7~10章分析了生物多样性与气候要素关系,评估了气候变化对野生动植物、种质资源和有害生物的影响与风险。第11章为全书总结。本书中提出的技术,将为开展气候变化对生物多样性影响与风险评估提供重要的技术支撑;书中的评估结果,将为生物多样性保护适应气候变化提供重要的科学依据。

本书可供生物学、生态学、气候学、环境科学、林业、生物多样性保护、自然保护区等相关行业和领域的科技人员、管理人员,以及高等学校的师生等参考。

图书在版编目(CIP)数据

气候变化影响与风险:气候变化对生物多样性影响与风险研究/
吴建国等著. —北京:科学出版社,2017.4

(重点领域气候变化影响与风险丛书)

“十二五”国家科技支撑计划项目

ISBN 978-7-03-051897-2

I. ①气… II. ①吴… III. ①气候变化-影响-生物多样性-研究 IV. ①Q16

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第038377号

责任编辑:万峰 朱海燕 / 责任校对:张小霞

责任印制:肖兴 / 封面设计:北京图阅盛世文化传媒有限公司

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>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年4月第一版 开本:787×1092 1/16

2017年4月第一次印刷 印张:21 1/2

字数:509 000

定价:178.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《重点领域气候变化影响与风险丛书》编委会

主 编 吴绍洪

编 委 (按姓氏汉语拼音排序)

丁文广 凌铁军 刘时银 吕宪国

马 欣 潘 韬 潘根兴 吴建国

吴绍洪 辛晓平 严登华 杨志勇

尹云鹤 张九天

总 序

气候变化是当今人类社会面临的最严重的环境问题之一。自工业革命以来，人类活动不断加剧，大量消耗化石燃料，过度开垦森林、草地和湿地土地资源等，导致全球大气中 CO₂ 等温室气体浓度持续增加，全球正经历着以变暖为主要特征的气候变化。政府间气候变化专门委员会（IPCC）第五次评估报告显示，1880~2012 年，全球海陆表面平均温度呈线性上升趋势，升高了 0.85℃；2003~2012 年平均温度比 1850~1900 年平均温度上升了 0.78℃。全球已有气候变化影响研究显示，气候变化对自然环境和生态系统的影响广泛而又深远，如冰冻圈的退缩及其相伴而生的冰川湖泊的扩张；冰雪补给河流径流增加、许多河湖由于水温增加而影响水系统改变；陆地生态系统中春季植物返青、树木发芽、鸟类迁徙和产卵提前，动植物物种向两极和高海拔地区推移等。研究还表明，如果未来气温升高 1.5~2.5℃，全球目前所评估的 20%~30% 的生物物种灭绝的风险将增大，生态系统结构、功能、物种的地理分布范围等可能出现重大变化。由于海平面上升，海岸带环境会有较大风险，盐沼和红树林等海岸湿地受海平面上升的不利影响，珊瑚受气温上升影响更加脆弱。

中国是受气候变化影响最严重的国家之一，生态环境与社会经济的各个方面，特别是农业生产、生态系统、生物多样性、水资源、冰川、海岸带、沙漠化等领域受到的影响显著，对国家粮食安全、水资源安全、生态安全保障构成重大威胁。因此，我国《国民经济和社会发展的第十二个五年规划纲要》中指出，在生产布局、基础设施、重大项目规划设计和建设中，需要充分考虑气候变化因素。自然环境和生态系统是整个国民经济持续、快速、健康发展的基础，在国家经济建设和可持续发展中具有不可替代的地位。伴随着气候变化对自然环境和生态系统重点领域产生的直接或间接不利影响，我国社会经济可持续发展面临着越来越紧迫的挑战。中国正处于经济快速发展的关键阶段，气候变化和极端气候事件增加，与气候变化相关的生态环境问题越来越突出，自然灾害发生频率和强度加剧，给中国社会经济发展带来诸多挑战，对人民生活质量乃至民族的生存构成严重威胁。

应对气候变化行动，需要对气候变化影响、风险及其时空格局有全面、系统、综合的认识。2014 年 3 月政府间气候变化专门委员会正式发布的第五次评估第二工作组报告《气候变化 2014：影响、适应和脆弱性》基于大量的最新科学研究成果，以气候风险管理为切入点，系统评估了气候变化对全球和区域水资源、生态系统、粮食生产和人类健康等自然系统和人类社会的影响，分析了未来气候变化的可能影响和风险，进而从风险管理的角度出发，强调了通过适应和减缓气候变化，推动建立具有恢复力的可持续发展社会的重要性。需要特别指出的是，在此之前，由 IPCC 第一工作组和第二工作组联合发布的《管理极端事件和灾害风险推进气候变化适应》特别报告也重点强调了风险管理

对气候变化的重要性。然而，我国以往研究由于资料、模型方法、时空尺度缺乏可比性，导致目前尚未形成对气候变化对我国重点领域影响与风险的整体认识。《气候变化国家评估报告》、《气候变化国家科学报告》和《气候变化国家信息通报》的评估结果显示，目前我国气候变化影响与风险研究比较分散，对过去影响评估较少，未来风险评估薄弱，气候变化影响、脆弱性和风险的综合评估技术方法落后，更缺乏全国尺度多领域的系统综合评估。

气候变化影响和风险评定的另外一个重要难点是如何定量分离气候与非气候因素的影响，这个问题也是制约适应行动有效开展的重要瓶颈。由于气候变化影响的复杂性，同时受认识水平和分析工具的限制，目前的研究结果并未有效分离出气候变化的影响，导致我国对气候变化影响的评价存在较大的不确定性，难以形成对气候变化影响的统一认识，给适应气候变化技术研发与政策措施制定带来巨大的障碍，严重制约着应对气候变化行动的实施与效果，迫切需要开展气候与非气候影响因素的分离研究，客观认识气候变化的影响与风险。

鉴于此，科技部接受国内相关科研和高校单位的专家建议，酝酿确立了“十二五”应对气候变化主题的国家科技支撑计划项目。中国科学院作为全国气候变化研究的重要力量，组织了由地理科学与资源研究所作为牵头单位，中国环境科学研究院、中国林业科学研究院、中国农业科学院、国家海洋环境预报中心、兰州大学等 16 家全国高校、研究所参加的一支长期活跃在气候变化领域的专业科研队伍。经过严格的项目征集、建议、可行性论证、部长会议等环节，“十二五”国家科技支撑计划项目“重点领域气候变化影响与风险评估技术研发与应用”于 2012 年 1 月正式启动实施。

项目实施过程中，这支队伍兢兢业业、协同攻关，在重点领域气候变化影响评估与风险预估关键技术研发与集成方面开展了大量工作，从全国尺度，比较系统、定量地评估了过去 50 年气候变化对我国重点领域影响的程度和范围，包括农业生产、森林、草地与湿地生态系统、生物多样性、水资源、冰川、海岸带、沙漠化等对气候变化敏感，并关系到国家社会经济可持续发展的重点领域，初步定量分离了气候和非气候因素的影响，基本揭示了过去 50 年气候变化对各重点领域的影晌程度及其区域差异；初步发展了中国气候变化风险评估关键技术，预估了未来 30 年多模式多情景气候变化下，不同升温程度对中国重点领域的可能影响和风险。

基于上述研究成果，本项目形成了一系列科技专著。值此“十二五”收关、“十三五”即将开局之际，本系列专著的发表为进一步实施适应气候变化行动奠定了坚实的基础，可为国家应对气候变化宏观政策制定、环境外交与气候谈判、保障国家粮食、水资源及生态安全，以及促进社会经济可持续发展提供重要的科技支撑。



2016 年 5 月

前 言

生物多样性是地球生命经过几十亿年进化的结果，给人类提供了丰富的食物和药物资源，是人类赖以生存的物质基础；在保持水土、调节气候、维持自然平衡等方面起着不可替代的作用，是人类社会可持续发展的生存支持系统。加强生物多样性保护，是提高资源环境承载力、实现可持续发展的有力保障；是维持生态平衡、改善环境质量维护国家生态安全、推进生态文明建设的迫切要求。

气候变化已经对生物多样性产生了深刻的影响。特别是近几十年来，全球极端天气气候事件的不断增加，自然栖息地的侵占和破坏等，给生物多样性带来严重威胁。根据 IPCC 第 5 次评估报告，未来气候变化影响下，将有 1%~50% 的评估过的物种濒临灭绝的风险将增加，有害生物范围将扩大，危害将加剧，这无疑将对生物多样性保护带来巨大的挑战。因此，系统深入研究气候变化对生物多样性影响与风险，将对生物多样性保护适应气候变化有重要的理论和现实意义。

在国际上，气候变化对生物多样性的影响与风险研究被高度关注，开展了大量相关的评估研究，出版了许多相关著作和报告。我国是生物多样性的国家。近年来虽然开展了一些气候变化对生物多样性影响与风险评估的相关研究，但都还集中在一些对个别物种分析方面，缺少比较系统的气候变化对生物多样性影响与风险评估的技术方法，以及气候变化对生物多样性影响与风险的全面评估，致使我国生物多样性保护适应气候变化的对策的科学依据还不充分。为了全面认识气候变化对我国生物多样性影响与风险，为生物多样性保护适应气候变化提供有力的科学依据和技术支撑，国家“十二五”科技支撑项目——“重点领域气候变化影响与风险评估技术研发与应用”（2012BAC19B00）的第六课题“气候变化对生物多样性影响与风险评估技术”（2012BAC19B06），从野生动植物、遗传种质资源和有害生物多样性方面，综合利用生物地理学、气候学、模糊数学、灰色系统、统计学、计算机模拟和地理信息系统等理论与实践，建立了生物多样性与气候要素关系分析技术，提出了过去气候变化对生物多样性影响识别归因及区分人类活动与气候变化影响贡献的技术，发展了对未来气候变化对生物多样性影响与风险评估的综合技术；系统分析了我国生物多样性与气候要素的关系，识别归因了近 50 年来气候变化对野生动植物、种质资源和有害生物多样性的影响，明确了气候变化的贡献，评估了未来 30 年气候变化对野生动植物、种质资源和有害生物多样性的风险，并提出了适应对策。这些综合技术将为开展气候变化对生物多样性影响与风险评估提供重要的技术支撑；这些综合评估结果，将为我国生物多样性保护适应气候变化提供重要的科学依据。

本书共分 11 章，第 1 章为绪论，第 2~6 章总结了气候变化对生物多样性影响与风险评估的技术方法；第 7~10 章应用这些技术详细分析了生物多样性与气候要素的关系，识别归因了近 50 年气候变化对野生动植物、种质资源和有害生物的影响及贡献，评估了未来 30 年气候变化对野生动植物、种质资源和有害生物的影响与风险；第 11 章为全书总结。

本书是课题组研究人员集体智慧的结晶，各章主要作者：第 1 章和第 2 章，吴建国等；第 3 章，吴建国、张钊等；第 4~8 章，吴建国等；第 9 章，吴建国、周巧富等；第 10 章，沈渭寿、刘冬、欧阳琰等；第 11 章，吴建国等。全书由吴建国统稿。

本书的研究是在科技部社发司的资助及中国 21 世纪议程管理中心的精心管理下进行的，在此表示感谢！课题的研究是在中国科学院有力的组织下开展的，并得到相关部门与领导的大力支持，在此表示感谢！作为项目执行单位的中国科学院地理科学与资源研究所，对课题开展进行了大量保障服务，在此表示感谢！也感谢环保部科技司对本课题开展的关心！

作为本项目执行的首席科学家，中国科学院地理科学与资源研究所吴绍洪研究员，一直兢兢业业、勤勤恳恳指导着本研究的开展，在此表示最诚挚的谢意！感谢在项目研究中对课题进行把关指导的专家组专家，正是他们的悉心指导，使本研究能够少走弯路，有所进步！潘韬和高江波副研究员等，开展了大量协调服务工作，潘婕副研究员整理提供了最为关键和重要的基础气候数据，在此表示感谢！也特别感谢马欣副研究员的无私帮助！感谢任阵海院士等多年对课题进展的关心！

感谢指导我博士学位论文并把我带入气候变化研究之门的已故的导师——徐德应研究员！感谢指导我开始走向科研道路的硕士研究生导师萧江华研究员！感谢指导和帮助过我的王彦辉研究员！感谢林而达所长、许吟隆研究员等，让我对气候变化影响评估研究逐渐深入！也感谢潘学标教授、张国斌高级工程师、居辉研究员、谢力勇教授、马世铭研究员、杨修研究员等的帮助！感谢项目组其他课题承担单位的指导和帮助！

感谢甘肃祁连山国家级自然保护区、甘肃安西极旱荒漠国家级自然保护区、西藏类乌齐国家级自然保护区、青海三江源国家级自然保护区、青海湖国家级自然保护区、陕西太白山国家级自然保护区等，以及前青海高原生物标本馆等提供的无私帮助！

在此也感谢茆伟、吕佳佳、艾丽、武美香、李艳、白慧卿等研究生对课题基础数据的搜集与整理，以及研究生白慧卿对物种拉丁文名进行的整理！感谢我家人对我科研工作的大力支持，特别是我爱人刘敏女士牺牲了许多休息的时间来帮助我录入物种分布的数据！

直接和间接参加本课题的研究人员，以及对本课题完成提供服务保障的人员，指导本课题研究的人员很多，不便一一列出。在此一并表示衷心感谢！

需要说明的是，课题一些研究结果已经发表，在本书只进行概括；一些物种分析结果图表和一些物种综合分析结果、一些细节性分析过程在本书有限篇幅中无法一一

详细介绍，这些都将在后期论文发表中再详细介绍。另外，为避免与整个项目综合成果（包括图集和著作）的重复，一些图放在项目成果中！

由于时间仓促，水平有限，不妥之处请批评指正！

吴建国

2016年1月

目 录

总序
前言

第 1 章 绪论	1
1.1 气候变化特征与趋势	1
1.1.1 全球气候变化	1
1.1.2 中国的气候变化	3
1.2 气候变化给生物多样性保护带来挑战	5
1.2.1 生物多样性概念与重要性	5
1.2.2 生物多样性状况	6
1.2.3 气候变化对生物多样性的影响	9
1.2.4 气候变化对生物多样性的风险	13
1.2.5 气候变化给生物多样性保护带来的挑战	14
1.2.6 研究的目的是和意义	14
1.3 气候变化对生物多样性影响与风险研究的进展	15
1.3.1 历史回顾	15
1.3.2 研究现状	16
1.3.3 问题与展望	22
1.4 本书研究的内容与目标	24
1.4.1 研究对象与范围	24
1.4.2 研究内容	25
1.4.3 研究目标	25
参考文献	26

技 术 篇

第 2 章 气候变化对生物多样性影响与风险评估技术研究导论	35
2.1 概述	35
2.1.1 生物多样性测定指标	35
2.1.2 物种分布模型	36
2.1.3 控制试验与观测技术	36
2.1.4 生物多样性预测技术	36
2.2 生物多样性与气候关系分析技术	37
2.2.1 生物与气候平衡关系	37

2.2.2	生物多样性与气候关系假说	37
2.2.3	排序与分类	38
2.2.4	生物分布与气候关系预测	38
2.2.5	物种丰富度与气候关系统计分析技术	38
2.3	气候变化对生物多样性影响识别技术	38
2.3.1	监测识别	38
2.3.2	遥感监测	39
2.3.3	模型方法	39
2.3.4	Meta-Analysis	39
2.4	气候与非气候因素对生物多样性影响分离技术	40
2.4.1	历史记录推断	40
2.4.2	控制试验	40
2.4.3	综合模型	40
2.5	气候变化对生物多样性影响评估技术	41
2.5.1	影响与脆弱性评价	41
2.5.2	控制试验	41
2.5.3	生态模型模拟	41
2.6	气候变化对生物多样性风险评估技术	42
2.6.1	物种灭绝估计	42
2.6.2	IUCN 物种评估标准	43
2.6.3	概率风险分析	43
2.6.4	岛屿生物学理论和种-面积关系	43
2.6.5	种群生存力分析	44
2.6.6	物种迁移速率估计	44
2.7	讨论与结论	44
2.7.1	问题	44
2.7.2	展望	45
2.8	本书研究的技术路线	46
	参考文献	47
第3章	生物多样性与气候要素关系分析技术	52
3.1	技术原理与要点	52
3.1.1	技术原理	52
3.1.2	技术要点	53
3.2	技术流程	54
3.2.1	选择气候指标、收集气候数据	54
3.2.2	收集生物多样性数据、确定物种分布点	55

3.2.3	匹配生物多样性数据与气候数据	55
3.2.4	分析物种与气候要素关系	55
3.3	实施步骤	55
3.3.1	选择气候指标、计算气候数据	55
3.3.2	计算生物多样性数据	56
3.3.3	匹配生物多样性数据与气候数据	56
3.3.4	计算物种适应的气候特征	56
3.3.5	分析物种丰富度与气候关系	56
3.4	物种分布与气候关系分析系统 V1.0	57
3.4.1	系统简介	57
3.4.2	功能介绍	58
3.5	技术应用	71
3.5.1	应用条件	71
3.5.2	应用范围	71
	参考文献	72
第 4 章	气候变化对生物多样性影响识别归因与评估技术	73
4.1	气候变化对生物多样性影响识别技术	73
4.1.1	技术原理与要点	73
4.1.2	技术流程	74
4.1.3	实施步骤	75
4.1.4	技术应用	81
4.2	气候与非气候因素对生物多样性影响分离技术	82
4.2.1	技术原理与要点	82
4.2.2	技术流程	82
4.2.3	实施步骤	83
4.2.4	技术应用	91
4.3	气候变化对生物多样性影响评估技术	91
4.3.1	技术原理	91
4.3.2	技术要点	92
4.3.3	技术流程	93
4.3.4	实施步骤	94
4.3.5	技术应用	94
	参考文献	95
第 5 章	未来气候变化对生物多样性风险评估的技术	97
5.1	技术原理与要点	97
5.1.1	原理	97

5.1.2	要点	98
5.2	技术流程	99
5.3	实施步骤	100
5.4	技术应用	115
5.4.1	应用条件	116
5.4.2	应用范围	116
	参考文献	116
第 6 章	气候变化对生物多样性影响与风险评估技术研究综合结论及建议	117
6.1	技术体系研究综合结论	117
6.1.1	生物多样性与气候要素关系的分析技术	117
6.1.2	过去气候变化对生物多样性影响识别的归因技术	117
6.1.3	气候变化对生物多样性影响评估技术	118
6.1.4	气候与非气候因素对生物多样性影响分离技术	118
6.1.5	气候变化对生物多样性风险评估技术	118
6.1.6	各技术间联系	118
6.2	技术体系研究的进步与不足之处	119
6.2.1	进步之处	119
6.2.2	不足之处	120
6.3	未来技术研究建议	121
6.3.1	生物多样性与气候关系分析技术	122
6.3.2	过去气候变化对生物多样性影响识别技术	122
6.3.3	气候变化对生物多样性影响评估技术	122
6.3.4	气候与非气候因素对生物多样性影响分离技术	122
6.3.5	气候变化对生物多样性风险评估技术	122
6.3.6	气候变化对生物多样性影响与风险评估综合技术	122
6.3.7	观测试验技术	123
	参考文献	123

应用篇

第 7 章	生物多样性与气候要素的关系	127
7.1	概述	127
7.1.1	野生动植物多样性	127
7.1.2	种质资源多样性	130
7.1.3	有害生物多样性	131
7.1.4	讨论	132
7.2	野生动植物多样性与气候要素的关系	132
7.2.1	植物多样性与气候要素的关系	132

7.2.2	动物多样性与气候要素的关系	140
7.2.3	讨论与小结	146
7.3	种质资源物种多样性与气候要素的关系	146
7.3.1	种质资源物种适应的气候特征	146
7.3.2	种质资源物种丰富度与气候要素的关系	147
7.3.3	讨论与小结	153
7.4	有害生物多样性与气候要素的关系	153
7.4.1	有害生物适应的气候特征	153
7.4.2	有害生物丰富度与气候要素的关系	156
7.4.3	讨论	157
7.5	结论	158
	参考文献	159
第 8 章	气候变化对野生动植物多样性的影响与风险	161
8.1	近 50 年来野生动植物多样性的演变	161
8.1.1	野生植物多样性的演变	161
8.1.2	野生动物多样性演变	166
8.1.3	野生动植物多样性演变总体特征	170
8.1.4	讨论与小结	170
8.2	近 50 年来气候变化对野生动植物多样性影响识别与归因	171
8.2.1	动植物多样性变化与气候变化和人类活动的关系	171
8.2.2	近 50 年来气候变化驱动下动植物多样性的变化	192
8.2.3	观测与预测气候变化驱动动植物多样性变化的一致性	196
8.2.4	气候变化对动植物多样性影响的归因	204
8.2.5	近 50 年气候变化对野生动植物多样性影响的贡献	211
8.2.6	讨论与小结	212
8.3	未来气候变化对野生动植物多样性的影响与风险	213
8.3.1	未来气候变化对野生植物多样性的影响与风险	213
8.3.2	未来气候变化对野生动物多样性的影响与风险	222
8.3.3	讨论与小结	231
8.4	结论	232
	参考文献	233
第 9 章	气候变化对种质资源多样性影响与风险	235
9.1	近 50 年来种质资源多样性的演变	235
9.1.1	栽培植物	235
9.1.2	家养动物	237
9.1.3	种质资源多样性演变总体趋势	239

9.1.4	讨论与小结	239
9.2	近 50 年来气候变化对种质资源多样性的影响识别与归因	240
9.2.1	种质资源多样性演变与气候要素和人类活动的关系	240
9.2.2	近 50 年来气候变化驱动对种质资源多样性的影响	243
9.2.3	观测分布变化与气候变化驱动影响变化的一致性	245
9.2.4	气候变化对种质资源多样性影响的归因	246
9.2.5	气候变化对种质资源多样性影响与贡献	248
9.2.6	讨论与小结	248
9.3	未来气候变化对种质资源多样性影响与风险	248
9.3.1	未来气候变化对栽培植物种质资源影响与风险	248
9.3.2	未来气候变化对家养动物种质资源影响与风险	250
9.3.3	讨论与小结	258
9.4	结论	258
	参考文献	259
第 10 章	气候变化对有害生物的影响与风险	260
10.1	近 50 年来有害生物多样性的演变	260
10.1.1	有害生物多样性的演变特征	260
10.1.2	有害生物多样性的演变与气候和人类活动因素的关系	264
10.1.3	讨论与小结	267
10.2	近 50 年来气候变化对有害生物影响归因与评估	268
10.2.1	近 50 年来气候变化驱动影响	268
10.2.2	观测变化与气候驱动变化的一致性	271
10.2.3	近 50 年来气候变化影响的归因	271
10.2.4	近 50 年来气候变化影响与贡献	273
10.2.5	讨论与小结	275
10.3	未来气候变化对有害生物的影响与风险	277
10.3.1	未来气候变化对有害生物的影响	277
10.3.2	未来气候变化对有害生物的风险	278
10.3.3	讨论	280
10.4	结论	281
	参考文献	282
第 11 章	气候变化对生物多样性影响与风险分析综合结论及适应对策	285
11.1	气候变化对生物多样性影响与风险分析综合结论	285
11.1.1	生物多样性与气候要素的关系	285
11.1.2	近 50 年来生物多样性的演变	286
11.1.3	近 50 年气候变化对生物多样性的影响	288

11.1.4	未来 30 年气候变化对生物多样性的影响.....	291
11.1.5	未来 30 年气候变化对生物多样性的风险.....	293
11.2	生物多样性保护适应气候变化的对策.....	295
11.2.1	完善生物多样性保护适应气候变化的相关政策和制度.....	295
11.2.2	加强生物多样性适应气候变化的科技支撑.....	298
11.2.3	分气候带和区域采取不同适应气候变化措施.....	300
11.2.4	多种途径实施适应对策.....	304
11.3	本书进步与不足之处.....	305
11.3.1	进步之处	305
11.3.2	不足之处	305
11.4	未来研究建议.....	306
11.4.1	技术方面	306
11.4.2	应用方面	306
	参考文献	306
	附录	308

第 1 章 绪 论

百年来全球的气候已经对生物多样性产生了一定的影响，未来将产生更大的风险，这对生物多样性保护将是巨大的挑战。本章对气候变化特征与趋势进行了概述，对气候变化对生物多样性影响与风险、生物多样性保护应对气候变化面临的问题，以及本书的任务与目标进行了介绍。另外，对气候变化对生物多样性影响与风险研究的进展、存在的问题进行总结，对未来的研究提出了一些展望。

1.1 气候变化特征与趋势

气候变化是指气候平均状态统计学意义上改变或持续较长一段时间的气候要素的变动，包括气候要素平均值和变率的改变，体现在自然气候变化和人类活动引起的气候变化方面 (IPCC, 2013)。政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 强调了气候变化包括自然和人为活动引起的变化两方面，《联合国气候变化框架公约》UNFCCC 中则强调了人为活动引起的气候变化。

1.1.1 全球气候变化

1880~2012 年，全球气温升高了 0.85 [0.65~1.06]°C；1850~1900 年和 2003~2012 年，平均气温总升温幅度为 0.78 [0.72~0.85]°C。1901 年以来，北半球中纬度陆地区平均降水量增加，而其他纬度区域平均降水量增加或减少长期趋势信度较低。自 1950 年以来，已观测到极端天气和气候事件发生变化，全球冷昼和冷夜天数减少，暖昼和暖夜天数增加；在欧洲、亚洲和澳大利亚大部分地区，热浪频率增加。与降水量减少的区域相比，更多陆地区域强降水事件数量增加；在北美洲和欧洲，强降水事件频率或强度可能已增加；在其他各洲，强降水事件变化信度为中等 (IPCC, 2013)。

1971~2009 年，全世界冰川冰量每年平均损失量 (不包括冰盖外围冰川) 可能是 226[91~361]Gt，在 1993~2009 年，每年可能有 275[140~410]Gt；格陵兰冰盖冰量损失平均速率从 1992~2001 年每年 34[-6~74]Gt 增至 2002~2011 年每年 215[157~274]Gt。南极冰盖的冰量损失平均速率从 1992~2001 年的每年 30[-37~97]Gt 增至 2002~2011 年每年 147[72~221]Gt。具有很高信度的是，这些冰量损失主要发生在南极半岛北部和南极西部阿蒙森海区，自 20 世纪中叶以来北半球积雪范围缩小 (IPCC, 2013)。

1967~2012 年，北半球 3 月和 4 月的平均积雪范围每 10 年缩小 1.6% [0.8%~2.4%]，6 月每 10 年缩小 11.7% [8.8%~14.6%]。具有高信度的是，自 20 世纪 80 年代初以来，大多数地区多年冻土温度升高；在阿拉斯加北部一些地区，观测到的升温幅度达到 3°C (20