“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

气候变化对湿地影响与风险研究

吕宪国　邹元春　王毅勇　李爱农　薛振山 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

气候变化对湿地影响与风险研究

吕宪国　邹元春　王毅勇　李爱农　薛振山 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

本书是国家“十二五”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”课题“气候变化对湿地生态系统的影响与风险评估技术”的成果。系统分析了过去 50 年气候变化对我国湿地时空格局和初级生产力的影响，模拟了未来 30 年气候变化情景下我国湿地生态系统的时空分布和初级生产力。在此基础上，研发了过去气候非气候影响识别与区分技术和未来气候变化风险评估技术，并以青藏高原、西部内陆干旱区、东北三江平原、长江中下游平原 4 个湿地分布典型区为例，在全国尺度和区域尺度上评估了气候变化对湿地生态系统的影响与风险，提出了湿地生态系统适应气候变化的对策和技术体系。本书可为国家适应气候变化决策和实践以及我国湿地保护和恢复提供相关科学依据。

本书可供湿地科学、地理学、生态学、环境科学等领域的科研和教学人员参考，也可供湿地保护管理部门使用。

图书在版编目（CIP）数据

气候变化影响与风险：气候变化对湿地影响与风险研究/吕宪国等著. —北京：科学出版社, 2018.7

（重点领域气候变化影响与风险丛书）

ISBN 978-7-03-057890-7

Ⅰ.①气… Ⅱ.①吕… Ⅲ. ①气候变化–影响–沼泽化地–生态系–研究 Ⅳ.①P941.78

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 126441 号

责任编辑：万 峰 朱海燕 / 责任校对：赵桂芬

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

北京画中画印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 7 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2018 年 7 月第一次印刷 印张：15 1/2

字数：348 000

定价：149.00 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 CO_2 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第十二个五年规划纲要》中指出，在生产力布局、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

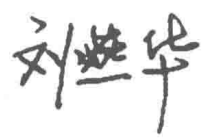
对气候变化的重要性。然而，我国以往研究由于资料、模型方法、时空尺度缺乏可比性，导致目前尚未形成对气候变化对我国重点领域影响与风险的整体认识。《气候变化国家评估报告》、《气候变化国家科学报告》和《气候变化国家信息通报》的评估结果显示，目前我国气候变化影响与风险研究比较分散，对过去影响评估较少，未来风险评估薄弱，气候变化影响、脆弱性和风险的综合评估技术方法落后，更缺乏全国尺度多领域的系统综合评估。

气候变化影响和风险评估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响程度及其区域差异；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

气候变化是全球普遍关心的重大环境问题。IPCC 第五次评估报告确认世界各地都在发生气候变化。自 20 世纪 50 年代以来，许多观测到的变化在几十年乃至上千年时间里都是前所未有的，气候变化的影响日益凸显。

湿地是陆地表层重要的生态系统，是生态功能独特不可替代的自然综合体。天然湿地包括沼泽、泥炭地、湿草甸、湖泊、河流、河口三角洲、滩涂等多种形态。湿地仅占地球表面面积的 6%，却为地球上 20%的生物提供了生境，并为人类提供着很高的生态系统服务和价值，特别是在供给淡水、补充地下水、拦洪蓄水、降解有毒物质、提供动植物产品、保护生物多样性等方面有着重要的功能，因而被称为“地球之肾”、天然水库和天然物种库。

湿地生态系统与气候之间存在着密切的联系。与其他陆地生态系统相比，湿地生态系统对气候变化异常敏感和脆弱。湿地生态系统碳储量约占陆地生态系统土壤碳库的三分之一，相当于大气碳库和植被碳库的一半。保护湿地、恢复湿地是缓解全球气候变暖、应对全球气候变化的重要手段。

关于湿地生态系统的气候变化影响研究渐趋丰富，但大多针对个别或区域湿地，侧重单一指标开展评估，还没有形成系统的影响评估技术体系。目前，我国气候变化对湿地生态系统的影响评估存在两个主要问题：一是对过去几十年湿地生态系统已经发生的变化事实缺乏系统综合研究，存在大量的不确定性；二是在研究中对气候变化影响程度的定量研究不够，制约了具体适应政策和措施的制定。这些问题的研究也已成为了国际气候变化研究的前沿。由于发达国家在国际舆论中占主导地位，其观点也更多反映着他们的利益，因此这些问题的解决，将有利于我国制定应对气候变化战略，并服务于气候外交。因此，为保障国家水资源与生态安全，加强气候变化领域的战略政策对话，积极参与国际谈判，推动建立公平合理的应对气候变化国际制度，迫切需要对湿地生态系统过去已经发生的影响进行定量评估。

气候变化影响湿地生态系统的诸多方面，本书重点论述气候变化对湿地景观格局的影响。基于空间遥感技术和数据及全国湿地资源调查资料，系统检测了过去 50 年我国湿地生态系统整体面积和分布格局的变化趋势；利用生态系统的长期观测记录，通过气候条件和湿地类型的比较分析与识别技术，定量分离湿地生态系统变化的气候与非气候影响因素；基于未来气候情景，利用生境分布模型和 NPP 模型评估了未来气候变化对我国不同地区湿地生态系统的影响及潜在风险。上述研究成果可为国家应对气候变化宏观政策制定、保障国家粮食、水资源和生态安全、促进社会经济可持续发展提供科技支撑。

本书是“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”课题五“气候变化对湿地生态系统影响与风险评估技术（2012BAC19B05）”成果总结。课题负责人吕宪国编制了编写提纲，并对全书进行了审定。薛振山对全书图件进行了统一编辑，邹元春、王璐莹、钟叶辉对全书体例进行了统一修订。各章作者名单如下：第 1 章编写者：王毅勇、刘夏；第 2 章编写者：吕宪国、邹元春、薛振山、张仲胜；第 3 章编写者：薛振山、刘波、王琳；第 4 章编写者：王毅勇、孟焕、薛振山、刘夏；第 5 章编写者：李爱农、孔博、易桂花、赵慧；第 6 章编写者：神祥金；第 7 章编写者：薛振山、张仲胜；第 8 章编写者：薛振山；第 9 章编写者：吕宪国、邹元春、贾雪莹。附录 1 编写者：张仲胜；附录 2 编写者：薛振山。

在课题执行过程中，得到了科学技术部的支持，得到了项目负责人吴绍洪研究员和咨询专家的指导，在此表示感谢。

吕宪国

2017 年 10 月

目　录

总序
前言

第 1 章　我国近 50 年气候变化特征……1
1.1　气温变化特征……1
1.2　降水变化特征……1
1.3　陆面蒸发量变化特征……2
1.4　降水蒸发差变化特征……3
1.5　极端事件变化特征……3
1.6　气候变化区域差异（东北三江平原地区、长江中下游平原、青藏高原地区、西北内陆干旱区）……4
1.6.1　温度变化的区域差异……5
1.6.2　降水变化的区域差异……7
1.7　东北地区水热指标变化……9
1.7.1　温暖指数变化……9
1.7.2　寒冷指数变化……9
1.7.3　湿度指数变化……10
1.7.4　物候变化……10
参考文献……13

第 2 章　气候变化对湿地影响与风险评估技术……14
2.1　概述……14
2.2　气候变化对湿地影响评估指标体系……16
2.3　主要模型与方法……16
2.3.1　识别技术……17
2.3.2　评估技术……17
2.3.3　分离技术……18
2.3.4　风险评估技术……18
参考文献……20

第 3 章　过去 50 年气候变化对我国湿地生态系统时空格局的影响……22
3.1　气候变化对湿地生态系统影响的方式……22
3.2　过去 50 年我国湿地生态系统的时空格局……22
3.3　降水变化对我国湿地景观格局的影响……23

3.3.1 湿地水源补给区分布变化……23
3.3.2 波动频率与幅度对湿地景观格局的影响……23
3.4 水热条件对湿地景观格局的影响……24
3.5 过去 50 年我国湿地生态系统净初级生产力变化……26
3.5.1 湿地 NPP 模拟预估……26
3.5.2 基于 Miami 模型的全国湿地 NPP 模拟……27
参考文献……29

第 4 章 未来 30 年气候对湿地生态系统影响的风险……31
4.1 湿地生态风险评价研究进展……31
4.1.1 生态风险评估相关概念……31
4.1.2 生态风险评价方法……32
4.1.3 湿地生态风险评价主要研究内容……33
4.1.4 湿地生态风险评价体系与方法……33
4.1.5 3S 技术在湿地生态风险评价研究中的应用……34
4.1.6 湿地分布风险等级划分……36
4.2 未来气候情景……37
4.2.1 未来 30 年（2010~2040 年）气温变化……38
4.2.2 未来 30 年（2010~2040 年）降水量变化……38
4.3 气候变化对湿地生态系统分布的风险……39
4.4 气候变化对湿地生态系统 NPP 的风险……40
4.4.1 未来 30 年全国湿地 NPP 变化模拟预估……40
4.4.2 未来 30 年全国湿地 NPP 风险评估……41
参考文献……42

第 5 章 青藏高原气候变化对湿地生态系统的影响与风险评估……44
5.1 气候变化对青藏高原湿地生态系统的影响……44
5.1.1 过去 50 年青藏高原气候变化的基本特征……44
5.1.2 青藏高原湿地生态系统景观格局变化分析……50
5.1.3 气候变化对青藏高原湿地生态系统碳源汇功能的影响……73
5.2 气候与非气候因素对湿地生态系统影响区分……81
5.2.1 气候变化对湿地生态系统的影响……81
5.2.2 非气候因素对湿地生态系统的影响……91
5.2.3 色林错流域气候与非气候因素对湿地生态系统影响区分……98
5.3 气候变化对青藏高原湿地生态系统影响风险评估……101
5.3.1 青藏高原湿地生态系统风险评估研究进展……101
5.3.2 色林错流域生态风险现状评估……105
5.3.3 色林错流域 NDVI、NPP 未来趋势……109

5.3.4　气候变化对色林错流域湿地风险模拟研究……117
5.3.5　气候变化对青藏高原生态系统影响风险评估……128
参考文献……130

第 6 章　西北内陆干旱地区气候变化对湿地生态系统的影响与风险评估……136
6.1　气候变化对西北内陆干旱地区湿地生态系统影响……137
6.1.1　西北内陆干旱地区历史气候变化特征……137
6.1.2　西北内陆干旱地区生态系统变化特征……141
6.2　气候与非气候因素对湿地影响区分……150
6.2.1　气候与非气候因素对湿地影响的分离……150
6.2.2　气候与非气候因素对湿地影响的识别……150
6.3　气候变化对西北内陆干旱地区湿地生态系统影响风险评估……151
6.3.1　2011~2040 年西北内陆干旱地区气候变化趋势分析……151
6.3.2　气候变化对西北内陆干旱地区湿地生态系统影响风险评估……156
参考文献……158

第 7 章　东北三江平原气候变化对湿地生态系统的影响与风险评估……161
7.1　气候变化对东北三江平原湿地生态系统影响……162
7.1.1　三江平原历史气候变化特征……162
7.1.2　三江平原湿地生态系统变化特征……165
7.2　气候与非气候因素对湿地生态系统影响区分……166
7.2.1　基于景观分析法区分气候与非气候因素对湿地生态系统影响……166
7.2.2　基于湿地分布和气候相关关系模型区分气候与非气候因素对湿地生态系统影响……167
7.3　气候变化对东北三江平原湿地生态系统影响风险评估……168
7.3.1　2001~2050 年三江平原地区气候变化趋势分析……168
7.3.2　气候变化对东北三江平原湿地生态系统影响风险评估……171
参考文献……181

第 8 章　长江中下游平原气候变化对湿地生态系统的影响与风险评估……182
8.1　气候变化对长江中下游平原湿地生态系统影响……183
8.1.1　长江中下游平原历史气候变化特征……183
8.1.2　长江中下游湿地生态系统变化特征……190
8.2　气候变化对长江中下游平原湿地影响评估……194
8.2.1　气候变化对长江中下游平原湿地影响识别……194
8.2.2　气候变化对长江中下游平原湿地影响分离……194
8.3　气候变化对长江中下游平原湿地生态系统影响风险评估……195
8.3.1　生境分布模型法……195
参考文献……205

第 9 章 湿地生态系统适应气候变化对策和技术体系 ····· 207
9.1 引言 ····· 207
9.1.1 湿地气候变化适应性工作的必要性 ····· 207
9.1.2 湿地气候变化适应性工作思路和流程 ····· 207
9.2 湿地生态系统气候变化适应性对策 ····· 208
9.2.1 一般性对策 ····· 208
9.2.2 城市湿地针对性对策 ····· 210
9.3 湿地生态系统气候变化适应性技术体系构建 ····· 212
9.3.1 适应技术分类 ····· 212
9.3.2 区域适用性 ····· 213
参考文献 ····· 214

附录 1 气候-面积法技术手册 ····· 215
参考文献 ····· 224

附录 2 气候变化对湿地生态系统影响风险评估技术 ····· 226
参考文献 ····· 235

第 1 章　我国近 50 年气候变化特征

利用中国气象局 720 个地面基准气象站 1961~2010 年的气象资料，统计分析了 50 年来中国区域气温、降水、陆面蒸发量及降水蒸发差（年降水量与年蒸发量差值）指标的变化特征。

1.1　气温变化特征

1961~2010 年全国多年平均气温为 6.15℃。2007 年是有观测记录以来年平均气温最高的年份（7.35℃），1967 年为有观测记录以来年平均气温最低的年份（5.27℃）。1961~2010 年全国平均气温整体呈线性上升趋势，50 年间全国气温经历了由低到高的变化过程，平均增温速率为 0.31℃/10a。从 20 世纪 80 年代中期开始，升温显著，偏暖年份的数量明显增多。1987 年以来的 25 年，年平均气温达到 6.62℃，期间仅有 1 年的年平均气温低于 6℃，而此前的年份中仅有 4 年年平均气温高于 6℃。从 1961 年起，10 年平均气温持续上升，近 20 年来平均气温较之前气温增加显著，1961~1970 年平均气温为 5.62℃，1991~2000 年和 2001~2010 年两个 10 年平均气温分别为 6.42℃和 6.89℃（图 1.1）。

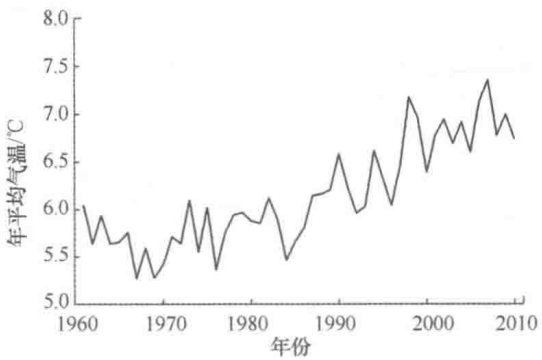


图 1.1　1961~2010 年全国年平均气温变化

1.2　降水变化特征

1961~2010 年全国多年平均降水量为 554.0mm，年际和年代际变率较大。1998 年为 1961 年以来降水量最多的年份，全国年平均降水量达 644.6 mm；1978 年为降水量最少的年份，全国年平均降水量仅 491.9 mm。1961~2010 年全国年平均降水量呈微弱增加趋势，线性增加速率为 11.2 mm/10a。年平均降水量变化以 1980 年为界，1980 年后降水量明显增加。20 世纪 80 年代以来，年平均降水量达 570.7mm，而 1961~1979 年平均降水

量仅为 526.5mm。虽然 1961~2010 年全国年平均降水量增加幅度不大，但年平均降水量波动十分剧烈，降水量最多的 20 年中有 18 年出现在 1980 年之后，年平均降水量最少的 10 年均出现在 1980 年之前（图 1.2）。

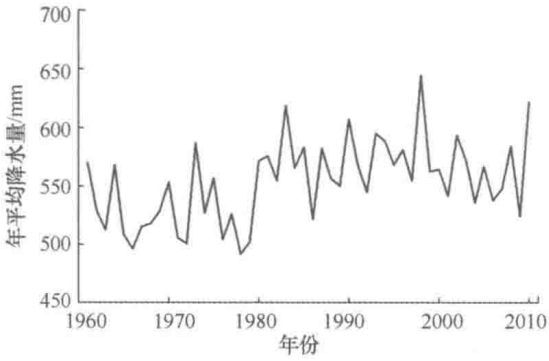


图 1.2 1961~2010 年全国年平均降水量变化

1.3 陆面蒸发量变化特征

气象站点观测的蒸发量是用小型蒸发皿或者 601 型蒸发器测量的水面蒸发量，只代表观测站点陆面的蒸发能力，并不能反映实际陆面的蒸发量。根据平均降水量和月平均气温对陆面蒸发量进行估算是比较常用的方法，如彭曼公式、桑斯威特公式、哈格里韦斯公式及高桥浩一郎公式等。本书采用高桥浩一郎公式计算全国陆面蒸发量（高桥浩一郎，1979）。

1961~2010 年全国多年平均陆面蒸发量为 301.4mm，年际和年代际变化较大，1998 年为 1961 年以来陆面蒸发量最高的年份，达 328.5 mm；1966 年为历史最低值，仅 265.7mm。1961~2010 年全国年平均陆面蒸发量整体变化不大，呈微弱的增加趋势，线性增加 8.9 mm/10a，与降水量变化趋势基本一致。20 世纪 80 年代以后，陆面蒸发量呈现出明显的增加趋势，1980~2010 年年平均陆面蒸发量达 312.3mm，而 1961~1979 年年平均陆面蒸发量仅为 283.6mm。1980 年以后陆面蒸发量仅有两年低于 300mm，而 1980 年前仅有 1 年高于 300mm（图 1.3）。

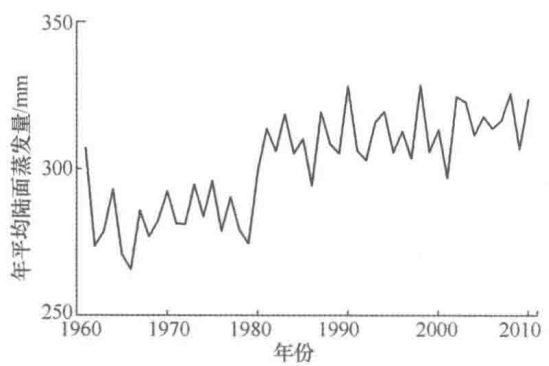


图 1.3 1961~2010 年全国年平均陆面蒸发量变化

1.4　降水蒸发差变化特征

对 1961~2010 年全国降水蒸发差（年降水量与年蒸发量差值）做经验正交函数分解（EOF），结果如图 1.4 所示。

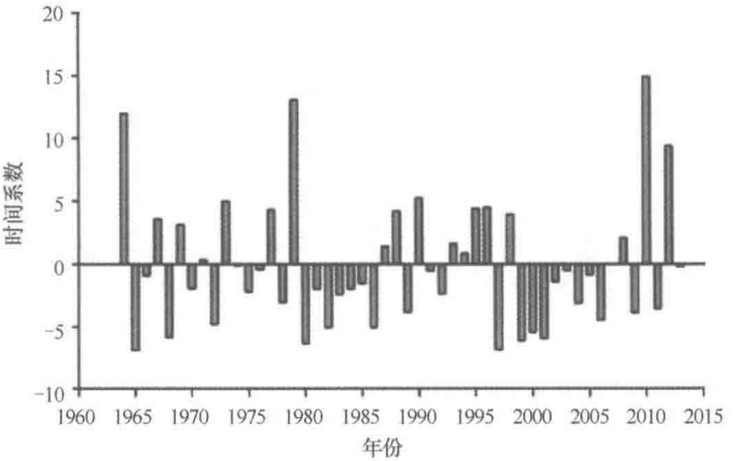


图 1.4　时间系数

经验正交函数分解法的基本原理是将由 m 个空间点 n 次观测构成的变量矩阵 $X_{m\cdot n}$ 看作是 p 个空间特征向量和对应的时间权重系数的线性组合：

$$X_{m\cdot n}=V_{m\cdot p}T_{p\cdot n} \tag{1.1}$$

式中，V 为空间特征向量；T 为时间系数。通过 EOF 分解，将变量场的主要信息集中由几个典型特征向量表现出来，用计算特征量误差范围来进行经验正交函数的显著性检验。

全国绝大部分地区为正值，仅在青藏高原的西北部、云贵高原和东北地区的个别地方出现负值，但负值最小不小于–0.04，说明这些地区降水蒸发差变化较弱。降水蒸发差变化最为剧烈的区域在西北地区，其次是华北北部和东北南部的区域。3 个正值最大的中心均分布在西北地区，分别在内蒙古西部、柴达木盆地、西藏-新疆交界处，极值达到 0.19。西北地区的塔里木盆地是负值中心，与西北部其他区域的降水蒸发差变化趋势相反，说明该地区降水蒸发差变化十分剧烈，而且不同区域内差异较大。

从时间序列来看，20 世纪 60~70 年代末，时间系数正负相间，说明全国平均降水蒸发差无明显变化；80 年代时间系数以负值为主，说明全国平均降水蒸发差呈减小趋势；90 年代大部分年份时间系数为正值，说明全国平均降水蒸发差呈增加趋势，2000 年后时间系数又变为负值，说明全国平均降水蒸发差又呈减小趋势。

1.5　极端事件变化特征

1961~2010 年全国大雨日数（日降水量≥25mm 日数）的统计表明，全国大雨日数多年平均为 5.48 天，并未有明显的变化趋势。年平均大雨日数最多的年份为 1998 年，

达到 6.9 天，而最少的天数为 4.84 天，出现在 1963 年。从全国范围来看，大雨日数除年际间变化较大外，1961~2010 年年平均大雨日数整体变化趋势并不显著（图 1.5）。

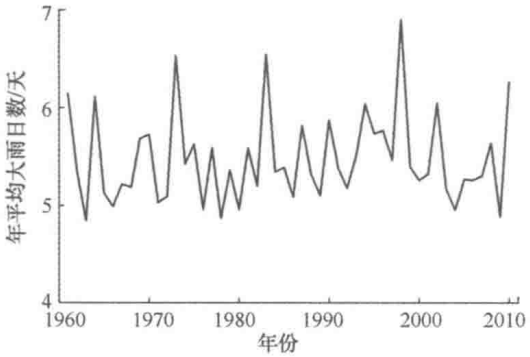


图 1.5 1961~2010 年全国年平均大雨日数变化

1961~2010 年全国多年平均连续干旱日数（最长连续无降水日数）为 65.6 天，连续干旱日数最多的年份为 1962 年，达到 86 天，而最少的天数为 50.4 天，出现在 1987 年。从全国范围来看，连续干旱日数年际间变化较大，呈现出明显的下降趋势，线性减少速率为 6d/10a，在 1980 年前后出现明显的分界，1980 年前连续干旱日数高于 1980 年后，1961~1979 年多年平均连续干旱日数为 78.4 天，而 1980~2010 年仅为 57.6 天。但 1980 年后，连续干旱日数并未表现出持续的下降趋势，而是趋于平稳（图 1.6）。

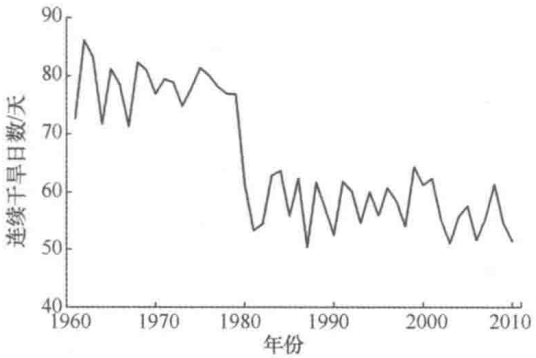


图 1.6 1961~2010 年全国连续干旱日数变化

1.6 气候变化区域差异（东北三江平原地区、长江中下游平原、青藏高原地区、西北内陆干旱区）

我国地域广阔，东西南北气候差异巨大，为了更精确地描述全国各主要湿地分布区过去 50 年的气候变化情况，选择长江中下游的鄱阳湖地区、洞庭湖地区，东北的三江平原地区，西北内陆干旱区和青藏高原地区为典型区，分别进行分析。

1.6.1　温度变化的区域差异

1951~2010 年中国年均气温整体增温速率为 0.22℃/10a（《气候变化国家评估报告》编写委员会，2007）。5 个典型区年平均气温及变化特征具有明显差异性（图 1.7）。

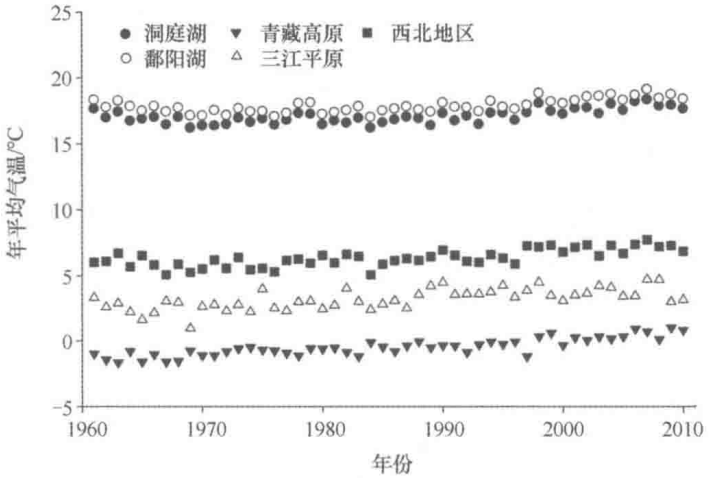


图 1.7　1961~2010 年典型区年平均气温变化

1. 鄱阳湖地区

1961~2010 年鄱阳湖地区多年平均气温为 17.9℃，标准气候期选取 1981~2010 年，标准气候期多年平均气温为 18.1℃，该地区气温的年际变化较大，2007 年是有观测记录以来年平均气温最高的年份（19.1℃），1984 年为有观测记录以来年平均气温最低的年份（17.0℃）。1961~2010 年鄱阳湖地区气温整体呈线性升温趋势，增温速率为 0.22℃/10a，与中国大陆年平均气温的升高趋势基本相当。鄱阳湖地区年平均气温经历了先下降、后升温的过程，1961~1977 年，气温呈下降趋势，降温速率达到 0.53℃/10a（R^2=0.52），从 20 世纪 80 年代开始气温逐步升高，自 1980 年后，气温升高趋势十分明显，增温速率为 0.50℃/10a。从 5 年滑动平均值来看，自 1961 年开始，5 年滑动平均气温先是下降，进入 20 世纪 80 年代后持续升高。从偏暖年份来看，1994 年以后偏暖年份的数量明显增多，1994 年以后仅 3 年的平均气温低于基准期平均值，而 1994 年之前仅 5 年的平均气温高于基准期平均值。

2. 洞庭湖地区

1961~2010 年洞庭湖地区多年平均气温为 17.1℃，标准气候期选取 1981~2010 年，标准气候期多年平均气温为 17.3℃，2007 年是有观测记录以来年平均气温最高的年份（18.4℃），1969 年为有观测记录以来年平均气温最低的年份（16.2℃）。1961~2010 年洞庭湖地区气温整体呈线性升温趋势，增温速率为 0.23℃/10a，略高于中国大陆年平均气