

中国湖泊演变与 古气候动力学研究

Lake Records from China and the Palaeoclimate Dynamics



于 革
薛 滨 刘 健
陈 星 郑益群
编 著



——气象出版社——

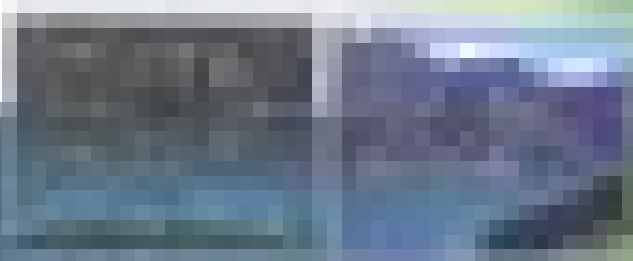
China Meteorological Press

中国湖泊演变与 古气候动力学研究

中国科学院南京地质古生物研究所 南京地质古生物研究所



中国科学院
南京地质古生物研究所
南京地质古生物研究所
南京地质古生物研究所



中国科学院

中国湖泊演变与古气候动力学研究

于 革

薛 滨 刘 健

陈 星 郑益群

编 著

01 气象出版社

1-00000

内 容 简 介

本书从国内外古气候动力学研究的现状和有关基本问题出发,系统地介绍了建立古湖泊数据库的基本原理和方法、中国晚第四纪湖泊数据库的基本内容和最新研究成果、水热平衡模式、古降水量估算以及区域大气环流模式、全球大气环流模式的运行和控制试验。通过对晚第四纪古气候的模拟,运用区域湖泊水量资料,对 21 ka BP 和 6 ka BP 古气候模拟结果进行比较与验证,并依据大气环流格局与水汽输送途径,对不同区域气候特点进行了动力学的阐释。在全球气候模拟过程中强迫输入我国古植被状况,提高了模拟的水平。该书最后介绍了古气候模拟的结果以及与地质资料、国际模式的对比结果,并讨论了目前古气候动力学发展的有关问题。

本书可供气候学、古气候学、第四纪地质学等方面的专业人员、研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国湖泊演变与古气候动力学研究/于革等编著. —
北京:气象出版社,2001.8

ISBN 7-5029-3169-4

I. 中… II. 于… III. ①湖泊-演变-研究-中国 ②
湖泊-古气候学:动力学-研究-中国 IV. P942.078

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 032372 号

中国湖泊演变与古气候动力学研究

于 革 薛 滨 陈 星 编著
刘 健 郑益群

责任编辑:王小甫 终审:周诗健

封面设计:彭小秋 责任技编:刘祥玉 责任校对:李 明

气象出版社出版

(北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮编:100081)

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

* * *

北京市白河印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:13.75 字数:350 千字

2001 年 8 月第一版 2001 年 8 月第一次印刷

印数:1~2000

ISBN 7-5029-3169-4/P·1119

定价:58.00 元

序

全球变化研究方兴未艾。愈来愈多的科学家,甚至各国政府都清醒地认识到研究人类赖以生存的地球环境的过去、现在和未来的重要性,与全球可持续发展关系密切。继深海、极地环境的研究取得重大突破之后,研究的焦点转向大陆,对陆地环境的深入理解是全面认识地球环境、提高全球气候模拟水平的关键。

大陆气候环境的研究涉及到下垫面的陆面过程及其对气候系统的反馈作用,要比大洋和极地复杂得多。中国位于北半球的中低纬地区,具有世界上最瞩目的巨地貌阶梯。位于我国西部的青藏高原是亚洲水系的发源地,供应全球 70% 的人海碎屑物;同时又是亚洲季风环流的主要驱动器,这使得中国形成经向、纬向复杂交错的气候区。在全球大陆气候环境研究中,我国陆地环境的典型性与多样性,无疑成为首选的代表区域。

湖泊是陆地上相对独立的自然综合体,是岩石圈、大气圈、生物圈和陆地水圈相互作用的联结点,是区域环境的镜子。湖泊以其沉积连续、信息丰富、地理覆盖广等特点,在过去全球变化及区域响应差异方面具有不可替代的优势。因此,湖泊已成为大陆环境研究的重要对象。

《中国湖泊演变与古气候动力学研究》一书的问世,标志着我国湖泊沉积与全球变化研究进入了新的阶段。该书归纳和总结了以往我国湖泊沉积研究成果,并按国际标准逐一标定,剔除那些湖泊流域限制的局部信息和非气候信号,汇集成库,成为国际古湖泊数据库的组成部分,供国际享用;选择了晚第四纪的典型时段,进行古气候模拟,并运用区域湖泊水位资料,对模拟结果进行比较与验证,依据大气环流格局与水汽输送途径,对不同区域气候特点进行了动力学的阐释;在全球气候模拟过程中考虑了陆面过程的影响,强迫输入我国古植被状况,提高了模拟水平,揭示出我国古气候区域变化的特点与规律。在我国古气候模拟研究方面与国际接轨,迈出了坚实的一步。

近年来,人类活动与气候变化驱动的湖泊环境变化逐渐成为国际研究的新热点。为未来气候预测服务的气候模拟,其研究的时间尺度不断向人类历史时期靠拢。这预示着未来高分辨率、高精度的湖泊数据库的建立,在未来全球环境研究中将有璀璨的前景。



(王苏民)

2001 年 4 月

前 言

近两万年以来的气候环境是国际上全球变化研究热点之一。过去的 20 年来在全球开展了一系列的国际合作研究计划,特别是 20 世纪 90 年代中后期以来,国际上多家模型组织,已经对该时段的古气候进行了大量气候模拟试验,采用具有动力机制的大气环流模型进行古气候变化机制的探索。我国第四纪学界对两万年以来的气候环境的研究起步很早,大量成果能与国际先进水平同步。这些地质资料对古气候的重建,提供了古气候环境变化特征和过程,并能揭示发生的规律。但是资料本身却难以揭示气候变化发生的动力机制,对于认识和预测气候变化就更显得乏力。而国内对两万年来全球性古气候模拟研究尚属空白,在气候机制的研究方面,与国际先进水平有一定的距离。在此国际背景下,并得到中国科学院百人计划的支持,进行了中国晚第四纪湖泊数据库和古气候动力学的研究,本书是这一研究成果的总结。

中国晚第四纪湖泊数据库收集了我国不同气候区的古湖泊演化特征和现有成果,从 120 多个湖泊资料点中,筛选出能够反映气候变化、具有三万年以来湖泊记录、能够覆盖我国各个气候区域的湖泊点 42 个。数据库资料时间长度三万年(0~30 ka BP),湖泊水位变化的年限精度约为 500 年。逐个湖泊资料在相同标准下进行定量转化、空间作图和时间序列分析。在综合分析各个湖泊的地质、地貌、生物、考古以及历史记录资料的基础上,建立了湖泊水深和湖面高度变化的数据档案。古气候模拟采用了全球大气环流模型(AGCM+SSiB)和区域气候模型(RegCM2),应用于末次盛冰期(21 ka BP)和中全新世(6 ka BP)气候模拟试验。该项工作进行了大量的模拟试验以及敏感性试验,测试不同的物理参数和地质条件的试验方案达 30 种,包括了不同时期的辐射参数、大气 CO₂ 浓度、海温、海冰、陆冰、海陆面积以及下垫面植被变化。为了适应在许多方面不同于现代气候模拟体系的古气候模拟,对 AGCM+SSiB 为主体的模拟体系,包括模式、初始场、边界强迫条件与输出变量等作了重新设定和修改,形成一个完整的古气候模拟体系,使之对 21 ka BP 和 6 ka BP 时期各种大气环流基本场(包括温度场、降水场、气压场、高度场、流线场、风场以及季风强度指标等),与现代气候场和环流特征及控制试验(0 ka 试验)各项模拟进行比较,从而揭示出 21 ka BP 和 6 ka BP 气候系统以及东亚季风环流的变化机制。区域气候模式首次进行了东亚末次盛冰期气候模拟,并与全球模式进行的类似工作相比。区域气候模式更细致地刻划出区域古气候的特征,模拟出降水、气温等气候要素的小范围变化中心,特别是对东亚气候系统和大气环境的区域响应,更好地揭示出气候变化的内在物理机制。对 0 ka、6 ka 和 21 ka BP 模式积分年限为 10~25 年,计算机运行总时在 8 000 小时以上。

这项成果率先在中国季风区建立古湖泊数据库,成为进行中国季风区古环境演变机制研究的规范化的基础资料,填补了全球在该地区的空白,积极推动实现全球第四纪湖泊数据库计划。发展了适合于东亚气候系统并应用于古气候模拟的气候模型,采用东亚下垫面边界条件,使古气候模拟更现实,进而探索东亚古气候变化动力机制。基于湖泊空间分异的数据系统,对发展气候—水文—植被相互耦合的物理模型进行对数千年以来的流域的综合环境研究,将为我国湖泊环境变化的预测和流域管理提供科学依据,对我国社会经济发展也具有重要的应用前景。

《中国湖泊演变与古气候动力学研究》一书主要根据 30 多篇文章和专著提炼而成,对中国晚第四纪湖泊数据库的建立和应用、21 ka 和 6 ka 古气候模拟和机制分析等方面做了详尽的介绍。本书的分工执笔如下:前言、第一、九、十章:于革;第二、三章:薛滨;第四、五章:刘健;第六、七章:陈星;第八章:郑益群。于革负责总纲和全书定稿。

如果把气候模型比做一个巨大的物理箱子,观测资料是供给这个箱子的输入,同时又检验箱子输出。从这个角度来看,气候模型的难点是对古气候的模拟,因为模拟的输入和输出都无法直接得到资料供给和验证。由于驱动降水的气候因子远较温度场、气压场复杂得多,降水场是各类气候参数模拟的难中之难。我们的古湖泊和古气候模拟工作仅仅是一个初步的开始,这项研究将随着科学不断的发展和创新,不断得到总结和修正,以取得不断进步。

气候预测是人类面临的世界难题之一,或许需要经过几代人为之奋斗。能够成功地对地球上距人类历史最近的两个最寒冷和最温暖气候期进行模拟,将可能在预测未来气候变化的研究中取得重大突破。我们面临着自然界变化提出的挑战,同时也面临着国际高科技和知识日益创新的竞争。我们希望能够在这个领域里不断探索,并在最终解决人类难题中有所贡献。

目 录

序

前 言

第一章 古湖泊数据库和古气候动力学研究	(1)
1 研究意义及其国际前沿研究现状	(1)
1.1 湖泊气候记录与古湖泊数据库研究	(1)
1.2 古气候模拟研究	(2)
1.3 数据与模拟的对比研究	(4)
2 研究主题回顾	(4)
2.1 末次盛冰期	(5)
2.2 中全新世	(8)
3 古气候研究面临的挑战	(9)
3.1 中国西部 LGM 降水及湿度的估计和模拟	(9)
3.2 中全新世大陆冬季增温	(10)
3.3 古降水场的定量研究	(11)
参考文献	(11)
第二章 中国晚第四纪湖泊数据库研究	(17)
1 研究背景、基础和研究内容	(17)
1.1 有关国际古湖泊数据库的研究	(17)
1.2 与中国晚第四纪湖泊数据库有关的前人工作	(18)
1.3 研究内容	(19)
2 数据来源和研究方法	(19)
2.1 数据库资料来源	(19)
2.2 重建古湖泊水量的证据	(20)
2.3 湖泊水量的量化	(20)
2.4 年代学及其可靠性评价	(21)
2.5 数据库内容和文件结构	(22)
3 三万年来中国古湖泊水量变化记录	(24)
3.1 不同区域典型湖泊古水量变化	(24)
3.2 重建三万年来中国古湖泊水量变化	(74)
3.3 存在问题及今后研究方向	(77)
参考文献	(78)
第三章 晚第四纪古降水场的定量恢复	(84)
1 研究背景	(84)
2 水热平衡模式和古降水量计算	(84)
2.1 水热平衡模式	(84)

2.2	现代湖泊与古湖泊面积	(85)
2.3	气候和水文参数设置	(85)
2.4	模式敏感性分析	(90)
3	古降水场的定量结果	(91)
4	讨论和结语	(93)
	参考文献	(94)
第四章	大气环流模式和模式运行	(96)
1	引言	(96)
2	AGCM+SSiB 模式	(96)
2.1	AGCM 的基本控制方程	(96)
2.2	AGCM 中的物理过程	(99)
2.3	SSiB 模式	(99)
3	对模式体系的修改	(101)
3.1	模式体系修改的必要性	(101)
3.2	边界强迫场的重新设定	(102)
3.3	输出场与后处理的改进	(104)
3.4	模拟结果的 t-检验	(104)
4	模式运行环境及操作程序	(105)
4.1	模式运行的硬件环境	(105)
4.2	模式运行的操作步骤	(105)
	参考文献	(105)
第五章	0 ka BP 控制试验	(107)
1	引言	(107)
1.1	试验目的	(107)
1.2	国际 AMIP 计划下的现代气候模拟	(107)
1.3	研究内容	(107)
2	试验设计和模拟	(108)
2.1	现代气候(0 ka BP)模拟的共同边界条件	(108)
2.2	0 ka BP 模拟试验的各种方案	(108)
2.3	模式的运行与结果处理	(108)
3	0 ka BP 模拟试验结果概述	(110)
3.1	不同预置海温场对模拟结果的影响	(110)
3.2	不同预置植被类型对模拟结果的影响	(111)
4	0 ka BP 基本试验结果的验证	(113)
5	小结	(114)
	参考文献	(114)
第六章	21 ka BP 古气候模拟	(115)
1	引言	(115)
1.1	国际上 PMIP 21 ka BP 模拟研究动态	(115)
1.2	模拟试验目的	(118)

1.3	研究的主要内容	(119)
2	模拟试验的设计和特点	(120)
2.1	试验的边界强迫条件	(121)
2.2	不同边界强迫条件下的试验设计	(122)
3	21 ka BP 气候模拟结果分析	(124)
3.1	气候模拟结果概述	(124)
3.2	模拟结果的统计检验	(128)
3.3	东亚 21 ka BP 古季风环流分析	(128)
4	讨论	(131)
4.1	21 ka BP 气候形成的动力机制及其强迫因子	(131)
4.2	存在问题及今后改进的方向	(132)
	参考文献	(133)
第七章	6 ka BP 古气候模拟	(135)
1	引言	(135)
1.1	国际上 PMIP 6 ka BP 气候模拟研究动态	(135)
1.2	模拟试验目的	(136)
1.3	研究的主要内容	(136)
2	模拟试验的设计和特点	(137)
2.1	试验的边界强迫条件	(137)
2.2	不同边界强迫条件下的试验设计	(137)
3	6 ka BP 气候模拟结果分析	(138)
3.1	气候模拟结果概述	(138)
3.2	模拟结果的统计检验	(142)
3.3	东亚地区温度变化	(142)
3.4	降水模拟结果的比较	(143)
3.5	东亚基本环流特征及其季风环流演变	(143)
4	讨论	(144)
4.1	东亚地区 6 ka BP 暖湿气候期形成的动力解释	(144)
4.2	存在问题及今后改进的方向	(145)
	参考文献	(147)
第八章	区域大气环流模式在古气候模拟中的初步应用	(148)
1	区域气候模式	(148)
2	RegCM2 模拟性能检验	(151)
2.1	降水季节变化的模拟	(152)
2.2	环流形势的模拟	(153)
2.3	区域气候季节及年际变化的模拟	(154)
3	末次盛冰期东亚区域气候模拟	(158)
3.1	模拟试验方案	(158)
3.2	模拟结果分析	(158)
4	小结	(159)

参考文献	(161)
第九章 古气候模拟的对比研究	(163)
1 21 ka BP 气候模拟的对比研究	(163)
1.1 与古气候证据的定性对比	(163)
1.2 对比古降水场的定量恢复	(164)
1.3 对比 PMIP 的 21 ka BP 模拟	(166)
2 6 ka BP 气候模拟的对比研究	(166)
2.1 与古气候证据的定量对比	(166)
2.2 对比古降水场的定量恢复	(169)
2.3 对比 PMIP 的 6 ka BP 模拟	(170)
参考文献	(170)
第十章 总结	(173)
1 问题讨论	(173)
1.1 LGM 地表湿度和大气环流空间特征	(173)
1.2 植被变化对我国 6 ka BP 气候影响	(174)
2 中国晚第四纪古气候动力学研究的主要结语	(175)
2.1 古湖泊数据库揭示的晚第四纪降水和大气环流特征	(175)
2.2 流域水热平衡模式计算的晚第四纪古降水量	(175)
2.3 全球大气环流模型模拟的末次盛冰期气候	(175)
2.4 区域气候模型模拟的末次盛冰期气候	(176)
2.5 全球大气环流模型模拟的中全新世气候	(176)
2.6 地质记录与古气候模拟的对比	(176)
3 古气候动力学展望	(176)
3.1 古气候动力学的研究方向	(176)
3.2 古气候动力学的发展前景	(177)
参考文献	(178)
谢 辞	
附 录	

图表目录

表

表 2.1	牛津湖泊数据库收录的中国湖泊点	(19)
表 2.2	中国晚第四纪湖泊数据库第一版(CLSDB.1)收录的湖泊	(22)
表 2.3	中国晚第四纪湖泊数据库待收录的湖泊	(23)
表 2.4	西藏扎布耶湖阶地信息一览表	(28)
表 2.5	新疆巴里坤湖阶地信息一览表	(44)
表 2.6	内蒙古白碱湖阶地信息一览表	(60)
表 3.1	中国晚第四纪湖泊数据库的不同特征时期古湖泊水位面积记录	(86)
表 3.2	不同湖泊点的气候水文参数预置	(88)
表 3.3	根据水热平衡模型复原的不同湖泊流域 6 ka BP、18 ka BP、30 ka BP 古降水量值	(91)
表 4.1	SSiB 模式中采用的植被类型	(101)
表 5.1	0 ka BP 试验方案	(109)
表 6.1	PMIP 计划中 18 个气候模式的有关信息	(116)
表 6.2	模拟试验所用的地球轨道参数	(121)
表 6.3	21 ka BP 模拟试验边界条件一览表	(123)
表 6.4	模拟 21 ka BP 东亚季风强度变化的气压指标	(130)
表 7.1	6 ka BP 模拟试验边界条件一览表	(138)
表 7.2	模拟的 6 ka BP 降水与温度差异的显著性区域一览表	(142)
表 8.1	RegCM2 模式垂直分层情况	(149)

图

图 2.1	建立中国古湖泊数据库的例子	(21)
图 2.2	中国晚第四纪湖泊数据库收录的湖泊及记录长度示意图	(24)
图 2.3	三万年来每三千年中国古湖泊水量空间变化过程	(181)
图 2.4	中国不同时期区域湖泊水位变化图	(77)
图 3.1	根据水热平衡模型复原的不同湖泊流域 30 ka BP、18 ka BP、6 ka BP 古降水	(92)
图 4.1	模式的结构分层示意图	(98)
图 4.2	SSiB 模式垂直结构示意图	(101)
图 4.3	四种时期植被变化	(104)
图 5.1	模拟研究流程图	(109)
图 5.2	采用 10 年年际变化海温场的模拟结果	(111)
图 5.3	采用 10 年平均海温场的模拟结果	(112)
图 5.4	采用现代植被作为强迫条件的模拟结果	(183)

图 5.5	采用工业革命前植被作为强迫条件的模拟结果	(185)
图 5.6	由 NCEP/NCAR 资料得出的年降水量和年平均温度分布	(186)
图 6.1	21 ka BP 冰流分布	(187)
图 6.2	21 ka BP 地形高度与现代地形高度差	(187)
图 6.3	21 ka BP 海陆分布及其与 0 ka BP 的差异	(187)
图 6.4	两种现代植被的比较	(188)
图 6.5	21 ka BP 和 0 ka BP 植被变化比较	(189)
图 6.6	有冰原高度与无冰原高度的降水、温度和海平面气压分布	(192)
图 6.7	21 ka BP 与 0 ka BP 试验的温度差值	(193)
图 6.8	21 ka BP 与 0 ka BP 试验的有效降水差值	(194)
图 6.9	21 ka BP 与 0 ka BP 试验的降水差值	(195)
图 6.10	模拟的全球 21 ka BP 年平均温度	(126)
图 6.11	模拟的东亚地区(70°~140°E, 10°~55°N)降水和 P-E 的纬度变化	(127)
图 6.12	模拟的东亚大陆海平面气压场 21 ka BP 与 0 ka BP 的差值分布	(129)
图 6.13	模拟的 0 ka BP 和 21 ka BP 夏季和冬季流线图	(129)
图 6.14	模拟的 21 ka BP 1 000hPa 夏季和冬季风场矢量	(131)
图 7.1	试验 1 模拟的(6 ka BP—0 ka BP)年平均温度及夏、冬季温度差值	(140)
图 7.2	6 ka BP 植被变化对温度场模拟的效应	(141)
图 7.3	全球 18 个模型得出的 6 ka BP 北非地区年降水及其与现代差值的纬度 平均值	(196)
图 7.4	AGCM+SSiB 模拟的 6 ka BP 北非地区年降水及其与现代差值的纬度 平均值	(196)
图 7.5	模拟的 6 ka BP 和 0 ka BP 夏季和冬季海平面气压场	(145)
图 7.6	模拟的 6 ka BP 和 0 ka BP 夏季流线图	(146)
图 8.1	模式的网格结构	(149)
图 8.2	NCEP 资料及 RegCM2 模拟的 1998 年夏季月平均降水	(152)
图 8.3	NCEP 资料及 RegCM2 模拟的 500hPa 夏季位势高度及风矢量	(154)
图 8.4	NCEP 资料及 RegCM2 模拟的 1998 年夏季 500hPa 温度场	(155)
图 8.5	模拟的降水季节及年际变化情况	(156)
图 8.6	模拟的 1991 与 1994 年夏季 850hPa 风环流、比湿差及 500hPa 位势高度	(157)
图 8.7	模拟的 21 ka-0 ka BP 的气温、降水、有效降水、850hPa 比湿及 700hPa 差值风环流	(160)
图 9.1	根据湖泊水位恢复的地表湿度分布图	(165)
图 9.2	根据孢粉重建的植被分布图	(165)
图 9.3	中全新世有关温度场地质资料数据点和参考文献	(167)
图 9.4	中全新世温度分布图	(168)
图 9.5	根据湖泊记录恢复的中全新世地表湿度分布图	(169)

Lake Records from China and the Palaeoclimate Dynamics

YU Ge, XUE Bin, LIU Jian, CHEN Xing, ZHENG Yiqun

Contents

Preface

Foreword

Chapter 1	Introduction to studies on palaeo-lake data bases and palaeoclimate dynamics	(1)
1	Significances of the subject and international status of the studies	(1)
1.1	Studies on climatic records in lakes and palaeo-lake data bases	(1)
1.2	Studies on palaeoclimate simulations	(2)
1.3	Studies on data and model comparisons	(4)
2	Reviews of the subject	(4)
2.1	Last Glacial Maximum	(5)
2.2	Mid-Holocene	(8)
3	A few topics in challenges of the palaeoclimatology	(9)
3.1	Estimate and simulation of LGM precipitation and humidity for the western China	(9)
3.2	Continental winter temperature increases in the mid-Holocene	(10)
3.3	Quantitative estimates of palaeo-precipitation field	(11)
	References	(11)
Chapter 2	Late-Quaternary lake status data base of China	(17)
1	Introduction	(17)
1.1	International studies on palaeo-lake data bases	(17)
1.2	Previous studies on Chinese palaeo-lake data base	(18)
1.3	Contents of the data base	(19)
2	Data sources and methods	(19)
2.1	Sources of the data base	(19)
2.2	Evidences for changes in lake status	(20)
2.3	Lake status coding	(20)
2.4	Chronology and dating control	(21)
2.5	Content and structure of the data base	(22)
3	Lake records for climate changes from China during the last 30 000 years ...	(24)
3.1	Selected documentations of lake status changes from various regions of China	(24)

3.2	Reconstructions of lake status since 30 000 a BP	(74)
3.3	Work to do in the future	(77)
	References	(78)
Chapter 3	Quantitative estimates of palaeo-precipitation of late Quaternary	(84)
1	Introduction	(84)
2	Hydrological-energy balance model and palaeo-precipitation calculations	(84)
2.1	The hydrological-energy balance model	(84)
2.2	Lake areas for the present and the past	(85)
2.3	Prescriptions of climatic and hydrological parameters	(85)
2.4	Modelling sensitivity analysis	(90)
3	Results of the palaeo-precipitation estimates	(91)
4	Discussion and conclusions	(93)
	References	(94)
Chapter 4	Atmospherical general circulation model and the modelling	(96)
1	Introduction	(96)
2	The AGCM+SSiB model	(96)
2.1	Basical equations in the AGCM	(96)
2.2	Physical processes in the AGCM model	(99)
2.3	The SSiB model	(99)
3	Improvements on the model system	(101)
3.1	Purposes of the revisions	(101)
3.2	Re-assign of the boundary fields	(102)
3.3	Modelling outputs and the post-processes	(104)
3.4	Statistical t-test	(104)
4	Modelling environments and the operations	(105)
4.1	Supported hardware	(105)
4.2	Modelling operations	(105)
	References	(105)
Chapter 5	0 ka control experiments	(107)
1	Introduction	(107)
1.1	Goals of the experiments	(107)
1.2	Modern climate simulations from the international AMIP project	(107)
1.3	Contents of the study	(107)
2	Designing and simulating	(108)
2.1	Boundary conditions of the present climate (0 ka)	(108)
2.2	Experiment proposals for 0 ka simulations	(108)
2.3	Modelling operation and post-treatments	(108)
3	Results of the 0 ka simulations	(110)
3.1	Assessments of simulations for different prescription of SST fields ...	(110)
3.2	Assessments of simulations for different prescriptions of vegetation ...	(111)

4	Validations of 0 ka simulations	(113)
5	Summary	(114)
	References	(114)
Chapter 6	Palaeoclimate simulations for 21 ka BP	(115)
1	Introduction	(115)
1.1	21ka climate simulations from the PMIP project	(115)
1.2	Goals of the experiments	(118)
1.3	Contents of the study	(119)
2	Designing and simulating	(120)
2.1	Boundary conditions	(121)
2.2	Experiment proposals for 21 ka BP simulations	(122)
3	Results and analysis	(124)
3.1	Simulating results	(124)
3.2	Statistical t-test	(128)
3.3	Diagnostic palaeo-circulations for the East Asia regions	(128)
4	Discussion	(131)
4.1	Dynamics and forcing for 21 ka BP climate	(131)
4.2	Improvements and development	(132)
	References	(133)
Chapter 7	Palaeoclimate simulations for 6 ka BP	(135)
1	Introduction	(135)
1.1	Research status for 6 ka climate simulations	(135)
1.2	Goals of the experiments	(136)
1.3	Contents of the study	(136)
2	Designing experiments and the features	(137)
2.1	Boundary conditions	(137)
2.2	Experiment proposals in various boundary conditions	(137)
3	Results and analysis of 6 ka BP simulations	(138)
3.1	Results	(138)
3.2	Statistical T-test	(142)
3.3	Simulated 6 ka BP temperature from the East Asia	(142)
3.4	Simulated 6 ka BP precipitation	(143)
3.5	Palaeo-circulation features and the monsoon system at 6 ka BP	(143)
4	Discussion	(144)
4.1	Interpretation of East Asian warm and humid climate at 6 ka BP	(144)
4.2	Improvements and development	(145)
	References	(147)
Chapter 8	Applications of regional climate model in palaeoclimate simulations of East Asia	(148)
1	Regional Climate Model (RegCM2)	(148)

2	Validating ability of climate predictions of the RegCM2	(151)
2.1	Simulations of seasonal variations of precipitation	(152)
2.2	Simulations of circulations	(153)
2.3	Simulations of seasonal and annually variations for East Asian climate	(154)
3	LGM climate simulations for East Asia	(158)
3.1	Experiment proposals	(158)
3.2	Discussion of the simulating results	(158)
4	Summary	(159)
	References	(161)
Chapter 9	Comparisons of palaeo-data and palaeoclimate modelling	(163)
1	Comparisons of 21 ka climate simulations	(163)
1.1	Qualitative comparisons with palaeoclimate evidences	(163)
1.2	Quantitative comparisons with palaeo-precipitation estimates	(164)
1.3	Comparisons with PMIP 21 ka BP climate simulations	(166)
2	Comparisons of 6 ka BP climate simulations	(166)
2.1	Qualitative comparisons with palaeoclimate evidences	(166)
2.2	Quantitative comparisons with palaeo-precipitation estimates	(169)
2.3	Comparisons with PMIP 6 ka BP climate simulations	(170)
	References	(170)
Chapter 10	Summary	(173)
1	Discussion for special issues	(173)
1.1	P-E fields and characteristic circulations during the LGM	(173)
1.2	Vegetation changes and the effects on the palaeoclimate for China	(174)
2	Conclusions	(175)
2.1	Reconstructions of palaeo-precipitation and circulations of late Quaternary from lake records in the CLSDB	(175)
2.2	Palaeo-precipitation estimates based on the hydrological-energy balance model	(175)
2.3	The LGM climate simulated by the atmospherical general circulation model	(175)
2.4	The LGM climate simulated by the regional climate model	(176)
2.5	The mid-Holocene climate simulated by the global atmospherical circulation model	(176)
2.6	Comparisons of geological records and palaeoclimate modelling	(176)
3	Developing the palaeoclimate dynamics	(176)
3.1	Improvements in the future	(176)
3.2	Outlooks for the palaeoclimate dynamics	(177)
	References	(178)
Acknowledgements		