

2012
年 度 报 告

全球生态环境遥感监测

(陆 地 植 被 生 长 状 况) 中 文 版

*Annual Report on Remote Sensing Monitoring of
Global Ecosystem and Environment (Terrestrial Vegetation Growth)*



全球生态环境遥感监测 2012年度报告

(陆地植被生长状况)

中华人民共和国科学技术部国家遥感中心

全球生态环境遥感监测 2012 年度报告工作顾问组

组 长：徐冠华

副组长：童庆禧 郭华东

成 员：（按姓氏笔画排列）

王光谦 田国良 刘纪远 何昌垂 吴国雄 张国成 李纪人 李朋德

陈拂晓 陈镜明 周成虎 孟 伟 武国祥 金亚秋 施建成 唐守正

徐希孺 秦大河 傅伯杰

全球生态环境遥感监测 2012 年度报告工作专家组

组 长：郭华东

副组长：李加洪 牛 铮

成 员：（按姓氏笔画排列）

于秀波 千怀遂 王 桥 卢乃锰 刘 闯 刘纪平 吴志峰 吴炳方

李增元 陈 军 陈良富 林明森 宫 鹏 唐新明 徐 文 高志海

曹春香 梁顺林 戴尔阜

《陆地植被生长状况》报告编写组

组 长：梁顺林

副组长：刘素红 张松梅

成 员：

肖志强 刘 强 高志海 田国良 牛 铮 刘 闯 千怀遂 吴志峰

宫阿都 武国祥 卢 麋 朱 琳 江 波 赵 祥 曹云锋 戴尔阜

于秀波 周 翔 文小航 张 景 刘 爽 苏德国



《全球生态环境遥感监测 2012 年度报告》及其中、英文简本的电子版，
以及相关数据集产品，可在中国空间信息网下载
(<http://www.csi.gov.cn>)

序言

近代以来，经济和科学技术的迅猛发展，为人类创造了巨大的财富，同时，人类对地球资源的消耗和环境的破坏，导致全球性生态环境问题的日益突出，特别是全球气候变暖、水资源匮乏与污染、生物多样性锐减和土地荒漠化等重大生态环境问题，不仅影响全球经济、社会的可持续发展，而且以越来越快的速度腐蚀着人类生存的基础。

中国政府一贯重视生态环境建设，在科学研究、政策制定和行动落实等层面动员和集聚了大量社会资源致力于中国和全球生态环境的研究和保护。作为技术保障措施之一，中国逐步建立了气象、资源、环境和海洋等地球观测卫星及其应用系统，并在相关学科领域规划了一系列科学和技术开发项目，地球观测技术能力有了很大提高，在环境、资源和减灾等方面的数据获取和信息提取以及分析方面取得了阶段性成果。同时，通过地球观测组织（Group on Earth Observations，GEO）合作平台，中国与国际社会共享其全球生态环境遥感监测数据和相关的信息产品。

2012年召开的中国共产党第十八次全国代表大会明确指出，生态文明建设是中国特色社会主义理论体系和中国特色社会主义事业“五位一体”总体布局的重要组成部分。为了保障生态文明和美丽中国的成功建设，满足国际社会共同关注地球家园、积极应对全球变化的需要，科学技术部充分发挥中国参加GEO建立的部际协调机制的作用，依托现有项目资源，协同多个研究团队，自2012年2月启动“全球生态环境遥感监测年报”工作。该工作以服务于生态文明建设为目标，结合需求，发挥遥感技术优势，利用地球观测技术在全球和区域尺度上对生态环境因子进行年度动态监测，编制全球及区域生态环境综合报告和科学技术报告（含数据集），并建立年度报告发布制度，为政府及公众提供稳定的信息服务。

科学技术部国家遥感中心按照“部门协同、内外结合、成果集成、数据共享、国际合作”的基本思路，对生态环境遥感监测工作进行了总体部署，制定了相应的实施计划，每年将选择不同的生态环境因子，开展全球生态环境遥感监测研究，发布年度报告。2012年度首次开

展全球生态环境遥感监测工作，并发布了《全球生态环境遥感监测 2012 年度报告（陆地植被生长状况）》。该报告依托国家高技术研究发展计划（863 计划）地球观测与导航技术领域的相关研究成果，利用 5 km 和 1 km 分辨率的长时间序列遥感影像数据，形成了反映全球 1982~2011 年 30 年植被生长状况的叶面积指数遥感监测数据集。

全球生态环境遥感监测与分析报告是一项长期而艰巨的任务，本次年报仅仅是一个开始。今后将加强对现有数据产品的验证与完善，进一步开展对多个全球生态环境因子遥感监测与更新，致力于为各国政府、研究机构和国际组织的环境问题研究和制定环境政策提供依据，同时也为全世界关注环境问题的团体与个人提供新的全球视角和工具。

目录 CONTENTS

1 引言	01
2 全球陆地植被生长背景状况	03
2.1 全球尺度植被生长背景特征	03
2.2 各洲植被生长背景特征	05
3 全球陆地植被生长现状	15
3.1 全球尺度植被生长现状特征	15
3.2 全球植被生长现状与背景的差异	19
3.3 各大洲植被生长现状及其与背景的差异	20
4 全球陆地植被生长状况及 30 年时空变化	38
4.1 全球植被 30 年时空变化特征	38
4.2 各洲植被 30 年时空变化特征	42
5 中国陆地植被生长状况及 30 年时空变化	55
5.1 中国植被背景与现状	55
5.2 中国植被 30 年时空变化	59
5.3 区域植被 30 年时空变化	62
6 结语	69
致谢	71
附表	72
附图	87
名词解释	93

1 引言

植被是陆地生态系统的主体，具有固碳释氧、调节气候、涵养水源、防风固沙和文化旅游等功能，对于维护全球生态安全、保护地球生态环境具有不可替代的作用。

为满足全球尺度、长时间序列陆地生态环境变化遥感监测的需求，国家高技术研究发展计划（863 计划）在地球观测与导航技术领域组织国内优势科技力量，研发了具有自主知识产权的全球陆表特征参量（GLASS）遥感数据集产品生产系统，形成了国际首个公开发布的 30 年时间序列（1982~2011 年）全球陆地植被叶面积指数遥感数据集产品，数据和相关报告在中国空间信息网（<http://www.csi.gov.cn>）发布。

叶面积指数（LAI）是单位地表面积上植被单面绿叶面积的总和，是陆地植被的一个重要结构参数，可有效反映植物光合叶面积大小、植被冠层结构和健康状况等信息，已经成为揭示陆地植被生态环境状况的重要遥感数据集产品。植被最大叶面积指数（MLAI）和植被平均叶面积指数（ALAI）是表征大尺度植被生长背景状况的两个重要指标。本报告中采用的全球 30 年平均最大叶面积指数是指 1982~2011 年遥感获取的逐年叶面积指数最大值的算术平均值，表征理想水热条件下的植被生长背景状况；全球 30 年平均叶面积指数是指 1982~2011 年遥感获取的逐年平均叶面积指数的算术平均值，表征植被的光合作用能力。

本报告基于美国 NOAA 气象卫星先进甚高分辨率辐射计（AVHRR，1982~1999 年）、美国地球观测系统（EOS）Terra/Aqua 卫星的中分辨率成像光谱仪（MODIS，2000~2011 年）、中国风云三号气象卫星（FY-3）中分辨率光谱成像仪（MERSI，2011 年）等主要遥感数据及地表反射率遥感数据集产品，所得到的 30 年（1982~2011 年）叶面积指数遥感数据集产品覆盖范围为全球陆地，采用每 8 天合成的遥感数据，全年监测共 46 次，空间分辨率为 $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ 或 $5 \text{ km} \times 5 \text{ km}$ ，其中 1982~1999 年的叶面积指数遥感数据集产品基于 AVHRR 数据生产，空间分辨率为 $5 \text{ km} \times 5 \text{ km}^*$ ；2000~2011 年的叶面积指数遥感数据集产品基于 MODIS 数据生产，空间分辨率为 $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ ，经过数据的预处理和相关校正、严格的质量控制和精度验证，数据具有高精度、时间序列上

注：*1994 年 AVHRR 数据部分缺失，该年度数据供参考。

连续和空间上完整等优势。2011 年中国部分地区叶面积指数遥感数据集产品基于 FY-3 MERSI 数据生产，空间分辨率为 $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ 。本报告采用的行政区划数据来自于国家基础地理信息中心。

本报告基于上述叶面积指数遥感数据集产品，对全球陆地植被背景状况（1982~2011 年植被生长的平均状态）、现状（2011 年植被生长状况）及 30 年时空变化进行了分析，揭示了不同尺度陆地植被的分布特征和变化趋势，可为保护生态环境、应对全球气候变化、开展相关科学研究及政府决策提供支撑。



2 全球陆地植被生长背景状况

2.1 全球尺度植被生长背景特征

全球植被可分为草地、灌丛、稀树草原、农作物、常绿阔叶林、落叶阔叶林、常绿针叶林和落叶针叶林等类型。常绿阔叶林主要分布在赤道附近的热带、亚热带地区，包括南美洲北部、非洲中部和亚洲东南部等地区；常绿针叶林主要分布在北美洲的加拿大南部和欧洲北部中高纬度地区；落叶阔叶林主要分布在欧亚大陆和北美的中纬度地区；草地和农作物的分布范围主要在欧洲南部、亚洲东部和北部和北美洲中部等地区；稀树草原主要分布在非洲中部、南美洲东部和澳大利亚北部等地区；灌丛主要分布于北美洲北部和西部、南美洲西南部、非洲东部和西南部、澳大利亚大部分地区和欧亚大陆的北部高纬度地区；非洲北部、亚洲西部和中国西部主要被大面积的沙漠覆盖，植被非常稀少。

全球 30 年 MLAI 和 ALAI 的分布格局与 MODIS 三级分类体系定义的全球主要植被类型的分布基本一致。其中，常绿阔叶林的 30 年 MLAI 和 ALAI 平均值都最大，分别为 4.64 和 4.14；灌丛最小，分别为 0.93 和 0.36（表 1）。

表 1 1982~2011 年全球主要植被类型的叶面积指数统计表

编号	类型	30 年 ALAI			30 年 MLAI		
		平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值
1	草地	0.67	0.60	0.75	1.58	1.42	1.79
2	灌丛	0.36	0.31	0.44	0.93	0.79	1.06
3	作物	1.35	1.18	1.48	2.72	2.45	2.99
4	稀树草原	1.49	1.29	1.61	2.52	2.21	2.67
5	常绿阔叶林	4.14	3.15	4.73	4.64	3.97	5.01
6	落叶阔叶林	2.07	1.78	2.32	4.32	3.81	4.74
7	常绿针叶林	1.51	1.24	1.72	3.18	2.73	3.53
8	落叶针叶林	1.09	0.93	1.28	3.29	2.74	3.81

全球 30 年 MLAI 和 ALAI 均值总体上呈现赤道地区最高、温带地区次之、亚热带和极地地区较低的带状分布特征（图 2-1a, b）。30 年 MLAI 的全球平均值为 1.88，ALAI 的全球平均值为 1.05。MLAI 和 ALAI 的最高值区域均出现于赤道附近的南美洲亚马孙河流域，最低值区主要分布在亚洲和非洲的沙漠以及两极和青藏高原等地的常年冰雪覆盖区域。

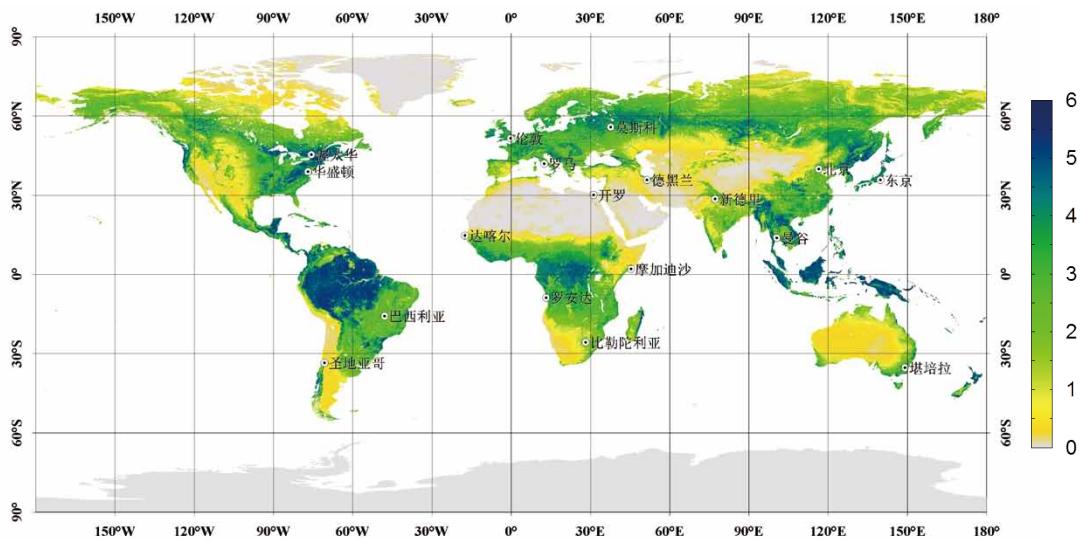


图 2-1a 全球陆表 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

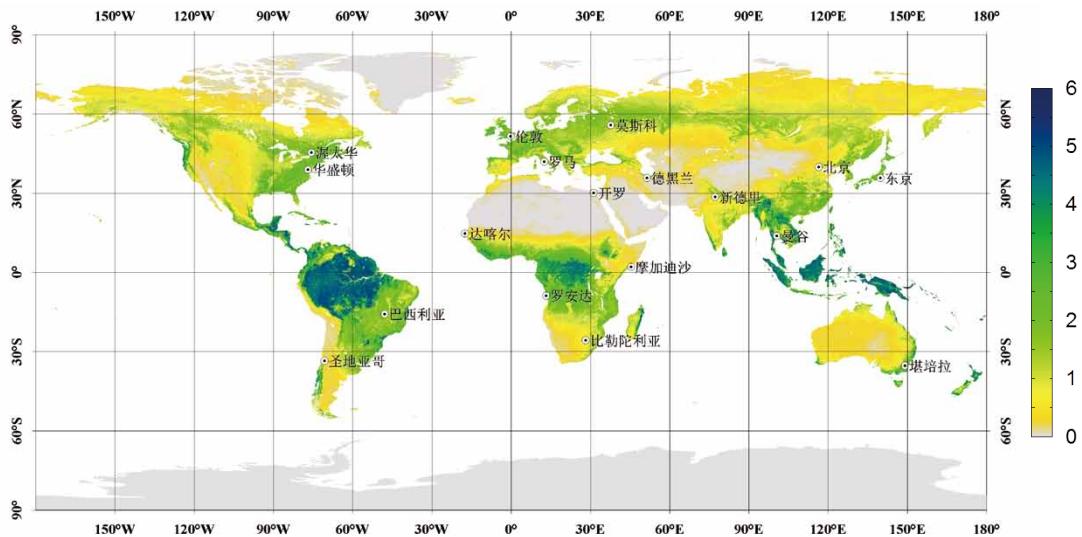


图 2-1b 全球陆表 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

赤道附近的南美洲北部、非洲中部和亚洲东南部的主要植被类型为常绿阔叶林，其 30 年 MLAI 和 ALAI 的平均值最高，分别达 5.0 和 4.5。欧洲和北美洲中高纬度地区的主要植被类型为针叶林和落叶阔叶林，30 年 MLAI 和 ALAI 平均值次之，分别在 3.5~5.0 和 1.5~2.5 之间。南北回归线附近的撒哈拉沙漠、澳大利亚沙漠、美国西部沙漠、中国西部、中亚和西亚地区主要为灌丛植被，其 30 年 MLAI 和 ALAI 平均值小，均在 1.0 以下。

2.2 各洲植被生长背景特征

(1) 亚洲

亚洲 30 年平均 MLAI 和 ALAI 的空间分布呈东部、南部和中北部地区高，西部、中部和北部地区较低的特征（图 2-2a, b）。

亚洲 30 年 MLAI 的平均值为 1.82，30 年 ALAI 的平均值为 0.85。亚洲的 MLAI 和 ALAI 高值区域主要分布在水热条件较好的马来西亚、印度尼西亚、泰国和越南等东南亚国家，其植被类型主要由常绿阔叶林组成，很多地区的 MLAI 和 ALAI 值都达 5.0。中国东部、日本、朝鲜半岛和俄罗斯（亚洲部分）南部四季分明，其植被类型主要由常绿或落叶阔叶林组成，其 MLAI 比较高，在 2.0~5.0 之间，ALAI 值在 2.0~3.0 之间。俄罗斯（亚洲部分）北部高纬地区，MLAI 在 3.0 以下，而 ALAI 一般在 1.0 以下。中国西部以及亚洲中部和西部地区，如沙特阿拉伯、阿联酋、伊朗、伊拉克和哈萨克斯坦等国家，降水少，植被生长状况差，其 MLAI 和 ALAI 值都在 1.0 以下。

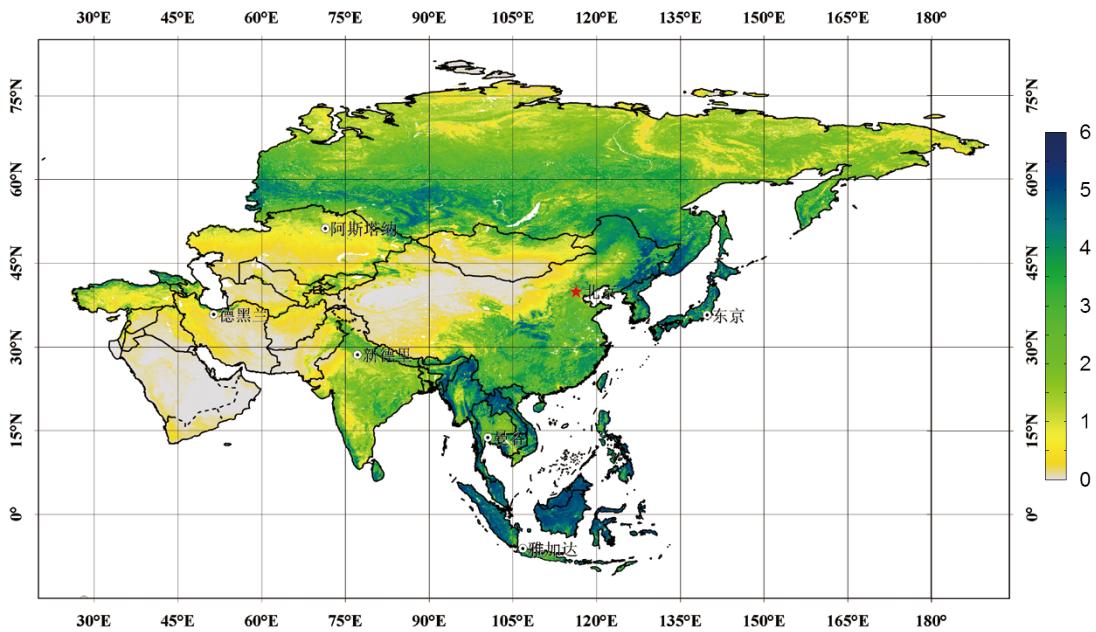


图 2-2a 亚洲 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

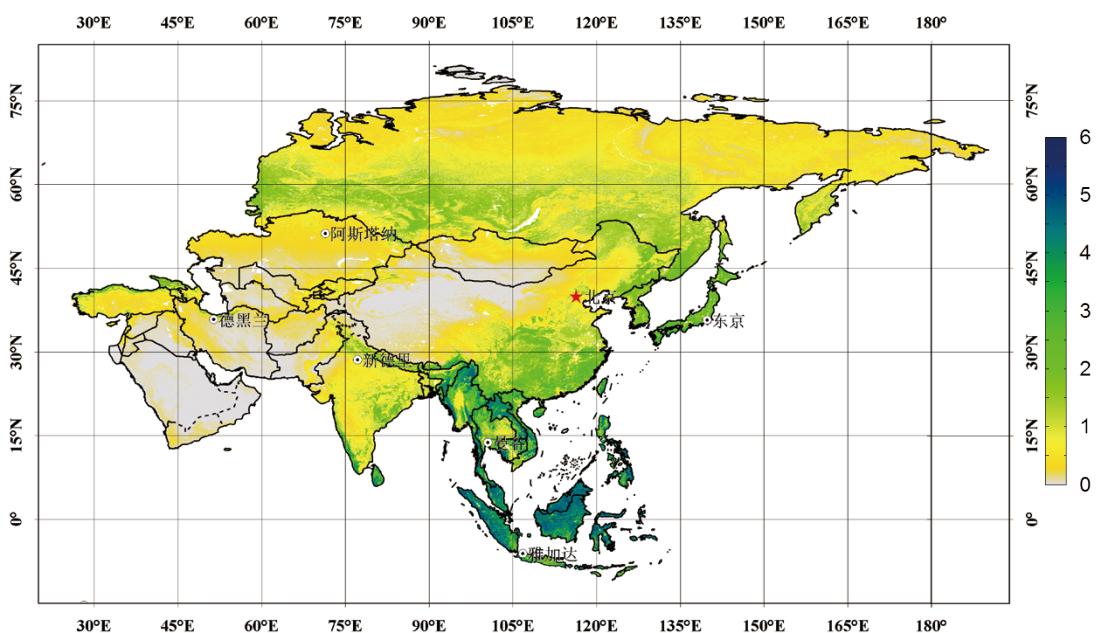


图 2-2b 亚洲 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

(2) 欧洲

欧洲 30 年 MLAI 的平均值为 2.74，ALAI 的平均值为 1.26。欧洲 30 年平均 MLAI 和 ALAI 的空间分布差异也比较大（图 2-3a, b）。除地中海沿岸、亚欧大陆东南部交界区以及冰岛等少数地区的 MLAI 较低之外，其他地区 MLAI 都较高。而 ALAI 的低值

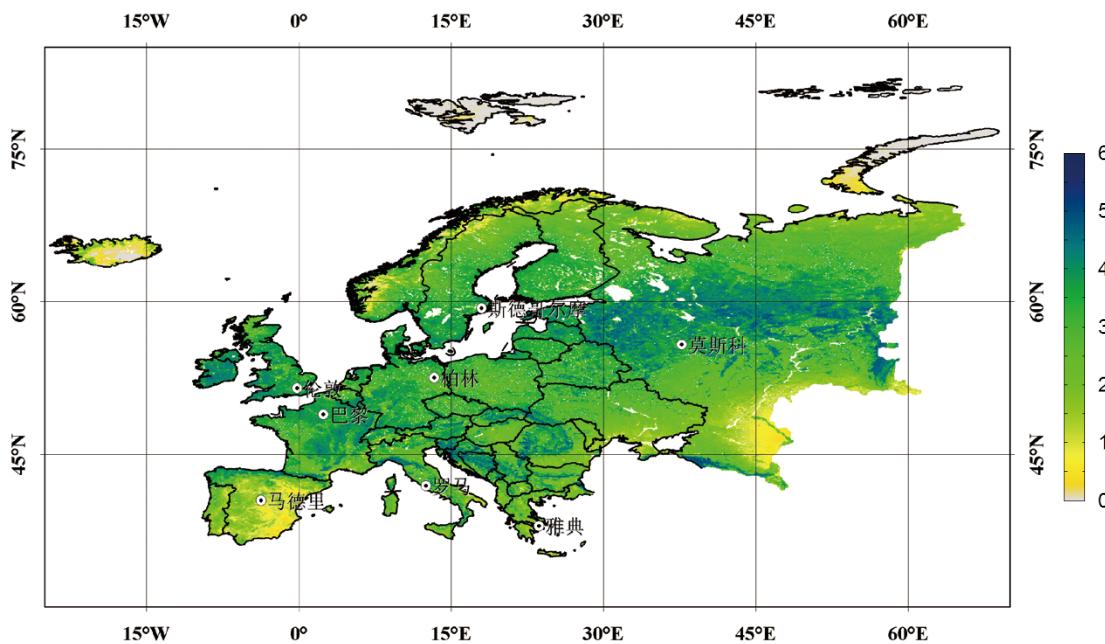


图 2-3a 欧洲 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

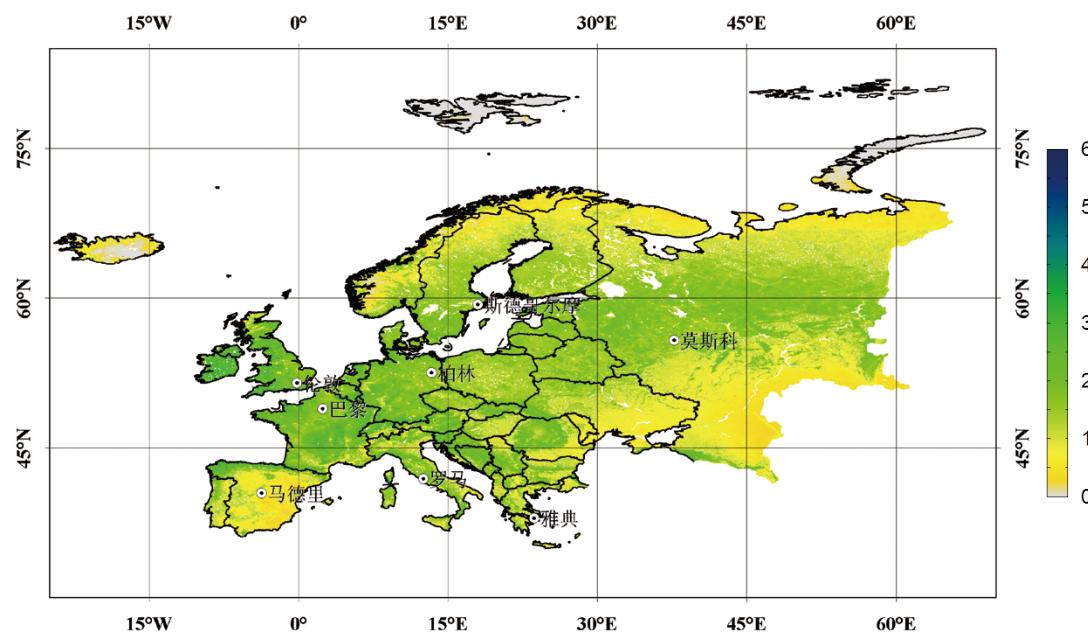


图 2-3b 欧洲 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

区域比 MLAI 的分布区要大，ALAI 的低值区域包括地中海沿岸、冰岛、欧洲东南部和欧洲北部。而在北纬 50°~70° 之间，ALAI 存在一个明显的高值带。

英国、法国、爱尔兰、德国、波兰、捷克、奥地利、匈牙利和俄罗斯（欧洲部分）等西欧和中东欧国家的植被类型主要为温带落叶阔叶林或混交林，30 年 MLAI 和 ALAI 平均值比较高，分别在 3.0~5.0 和 1.5~2.5 之间；西班牙、意大利、罗马尼亚和希腊等南欧国家濒临地中海，但区域差异大，MLAI 在 0~4.0 之间，ALAI 在 0~2.0 之间；北欧国家纬度较高，其植被类型主要为亚寒带针叶林，MLAI 和 ALAI 都呈现南部高，北部沿海低的特点，MLAI 在 3.0 以下，ALAI 一般在 2.0 以下；俄罗斯（欧洲部分）30 年平均 MLAI 和 ALAI 的空间分布差异较大，中部地区有全球最大的落叶阔叶林分布区，MLAI 可达 5.0，ALAI 一般在 2.0 以上，而南部和北部都比较低，MLAI 在 3.0 以下，ALAI 在 1.0 以下。

（3）非洲

非洲 30 年平均 MLAI 和 ALAI 总体分布格局是南北低、中部高（图 2-4a, b）。非洲 30 年 MLAI 的平均值为 1.49，ALAI 平均值为 0.98。非洲 30 年 MLAI 和 ALAI 的高值区域主要分布于中部刚果盆地的刚果（金）、中非和加蓬以及几内亚湾北部沿岸的利比里亚、科特迪瓦、加纳、喀麦隆和尼日利亚等国家，低值区出现在北部沙漠地区的利比亚、阿尔及利亚、毛里塔尼亚和埃及等国家。

位于撒哈拉沙漠南部边缘区的马里和尼日尔等国家的大部分地区 30 年平均 MLAI 和 ALAI 都比较低，一般都低于 0.5，有的地区甚至低于 0.1；位于赤道附近的加蓬、刚果（金）和刚果（布）等国家的 30 年 MLAI 和 ALAI 平均值高，植被类型以常绿阔叶林为主，植被生长状况好，MLAI 和 ALAI 一般都在 4.0 以上，部分地区达 5.0 以上；南部非洲的 MLAI 和 ALAI 平均值西部低、东部高，纳米比亚、博茨瓦纳和南非等国家 30 年平均 MLAI 和 ALAI 都在 1.0 以下；东部的津巴布韦和莫桑比克，MLAI 和 ALAI 平均值在 1.0~2.0 之间。

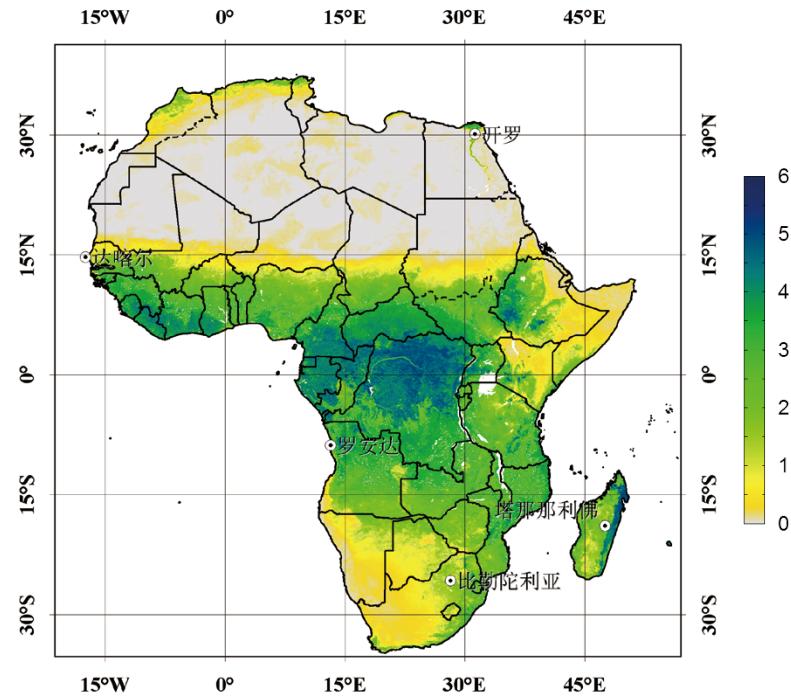


图 2-4a 非洲 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

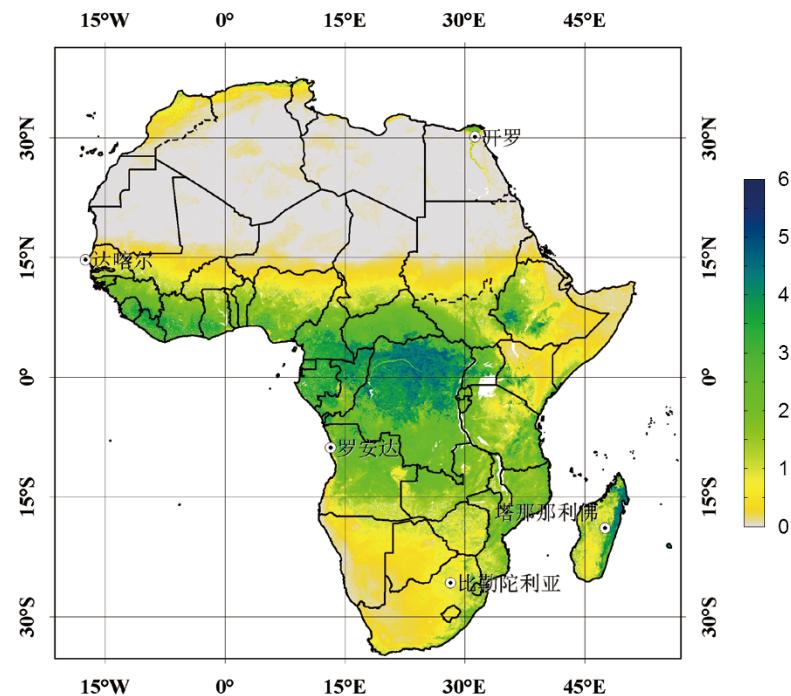


图 2-4b 非洲 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

(4) 北美洲

北美洲 30 年平均 MLAI 和 ALAI 高值区主要分布在北美洲大陆中东部、加勒比诸岛、尤卡坦半岛和加拿大西南部等地区，低值区域主要出现在加拿大北部和格陵兰以及美国中西部干旱地区（图 2-5a, b）。北美洲 30 年 MLAI 的平均值为 1.53，30 年 ALAI 的平均值为 0.72。

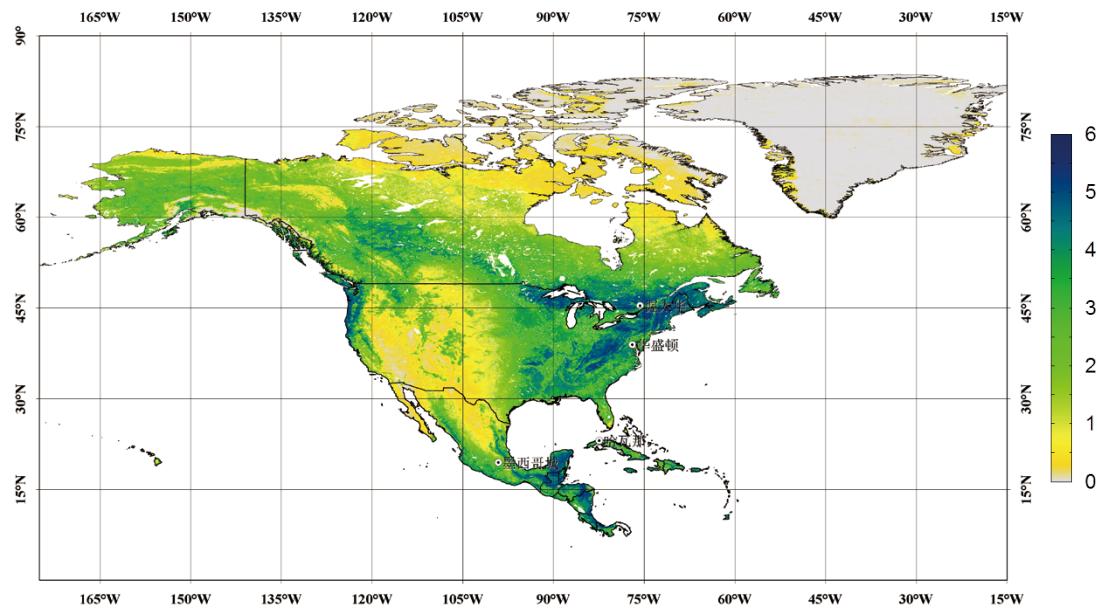


图 2-5a 北美洲 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

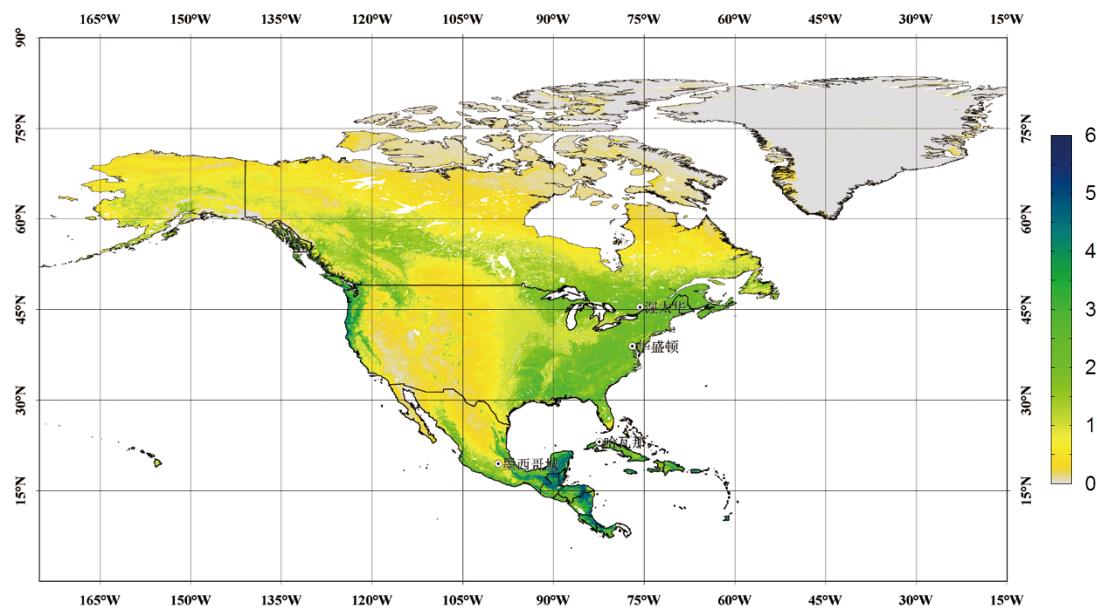


图 2-5b 北美洲 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

美国东部和加拿大南部主要以常绿针叶林和落叶阔叶林为主，30 年平均 ALAI 在 2.0 左右，MLAI 达 4.0 以上；加拿大北部、美国阿拉斯加以及格陵兰岛，由于纬度较高，温度低，平均 MLAI 在 2.0 以下，ALAI 在 1.0 以下，特别是格陵兰岛，大部地区常年冰雪覆盖，MLAI 和 ALAI 平均值都几乎为 0；加勒比海沿岸地区水热条件好，部分地区平均 MLAI 超过 5.0；美国西南部及墨西哥北部地区水分条件较差，平均 MLAI 和 ALAI 均较低，部分地区低于 1.0。

(5) 南美洲

南美洲 30 年平均 MLAI 为 3.15，ALAI 的平均值为 2.58，基本分布格局呈现由北向南逐渐降低的特点。在南美洲北部的安第斯山脉以东地区很高，最大值达 5.0 以上，西侧较低；中部安第斯山脉以西地区是全洲最小值区域，最小值为 0.3，中部安第斯山脉以东地区较高；南部地区安第斯山脉西侧较高，以东地区很低（图 2-6a, b）。

巴西、秘鲁和哥伦比亚等南美洲北部国家位于亚马孙河平原，植被主要为常绿阔叶林，MLAI 和 ALAI 平均值都很高，都在 5.0 以上，亚马孙平原南缘及河流沿岸地区受人类活动影响，植被生长状况较差，平均 MLAI 和 ALAI 明显偏低；东部巴西高原区的主要植被类型为草原，平均 MLAI 和 ALAI 也比较高，大部分地区 MLAI 在 2.0~4.0 之间，ALAI 在 2.0 以下；南部阿根廷和智利 30 年 MLAI 和 ALAI 平均值均较低，很多区域 MLAI 和 ALAI 都小于 1.0。

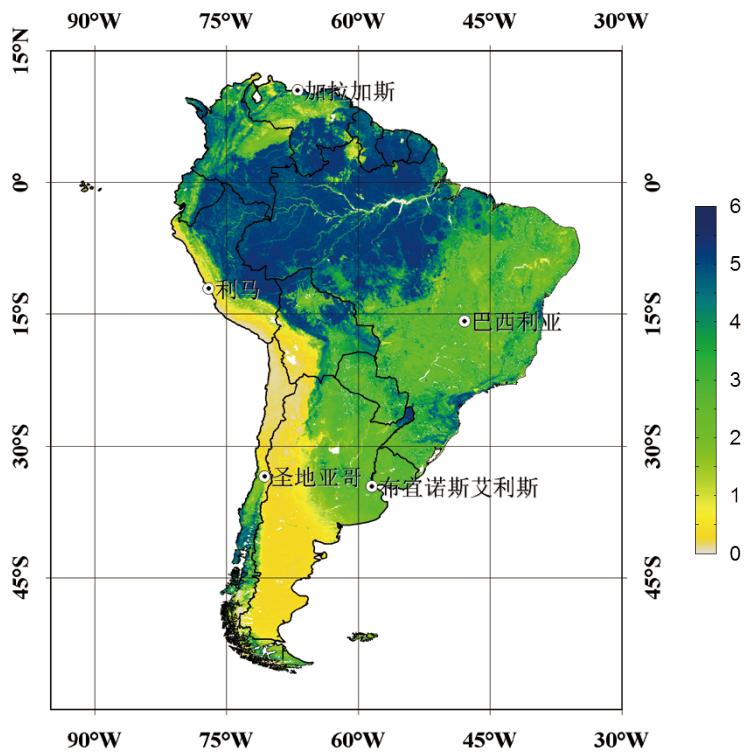


图 2-6a 南美洲 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

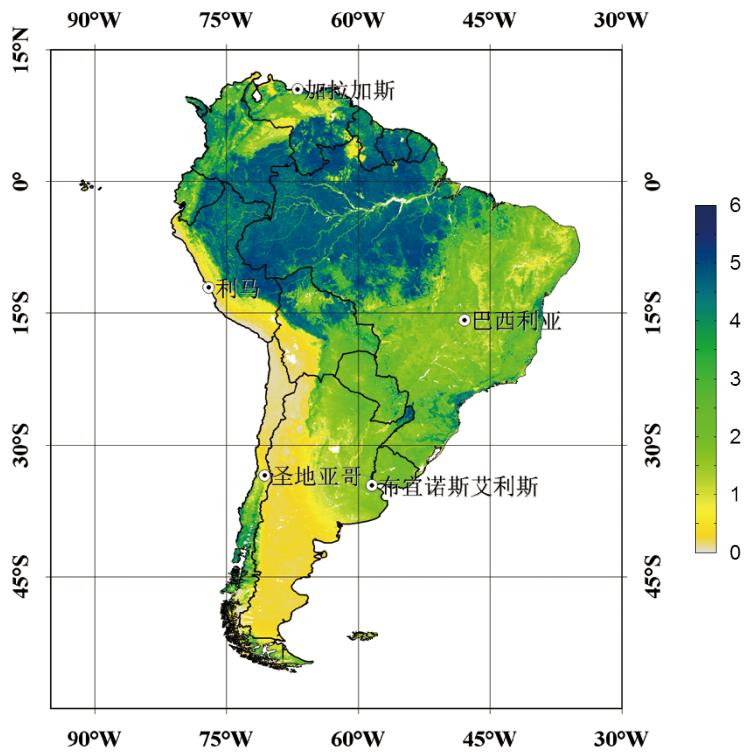


图 2-6b 南美洲 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

(6) 大洋洲

大洋洲 30 年平均 MLAI 和 ALAI 总体呈现岛屿高、大陆除东部沿海外大部分地区较低的分布格局（图 2-7a, b）。大洋洲 30 年 MLAI 的平均值为 1.22, ALAI 的平均值为 0.89。MLAI 和 ALAI 的高值区主要出现在巴布亚新几内亚、新西兰、澳大利亚东海岸及其他南太平洋岛屿，低值区主要出现于澳大利亚内陆、新西兰南岛和部分南太平洋岛屿。

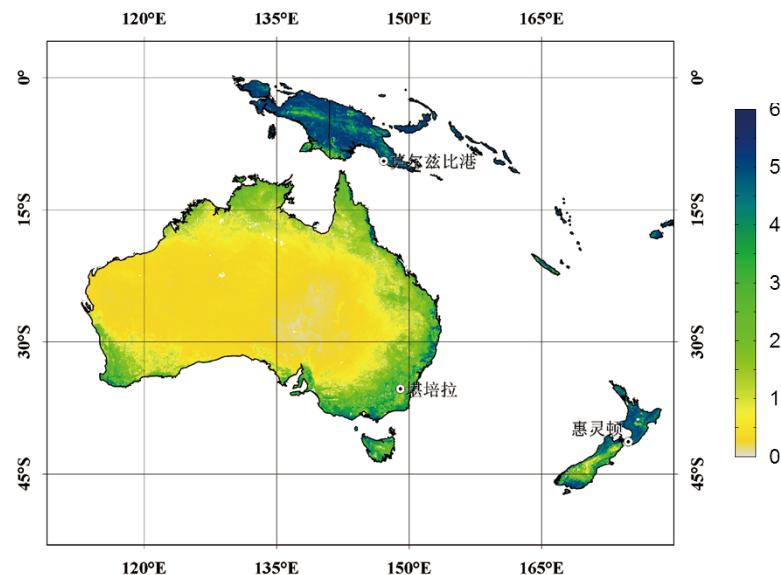


图 2-7a 大洋洲 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

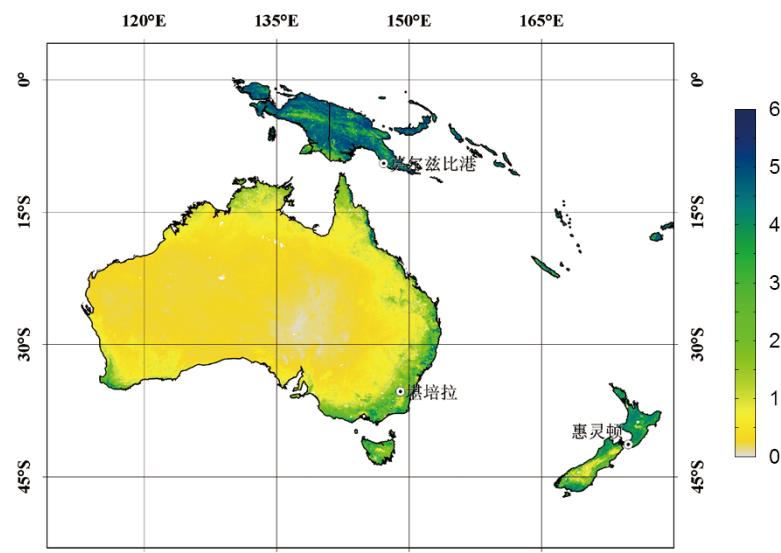


图 2-7b 大洋洲 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

澳大利亚东海岸受到来自太平洋东南风的影响，降水丰沛，主要植被类型包括常绿阔叶林和落叶阔叶林，MLAI 和 ALAI 平均值都在 2.0~4.0 之间；澳大利亚中西部高原炎热干燥，大部分地区植被类型为稀疏草原和荒漠，MLAI 和 ALAI 均在 1.0 以下；新西兰的北岛和南岛周边地区的 MLAI 和 ALAI 高，MLAI 和 ALAI 的最高值都达 5.0，南岛中部低，MLAI 和 ALAI 都在 0~2.0 之间；巴布亚新几内亚位于赤道附近，MLAI 和 ALAI 非常高，均达到 5.0 以上。



3 全球陆地植被生长现状

3.1 全球尺度植被生长现状特征

2011年全球MLAI和ALAI基本反映了全球植被生长的现状，其总体格局与全球陆地植被30年生长背景状况的分布格局基本一致，呈现赤道地区高，亚热带地区低，由温带向南北两侧递减的分布特征（图3-1a, b）。

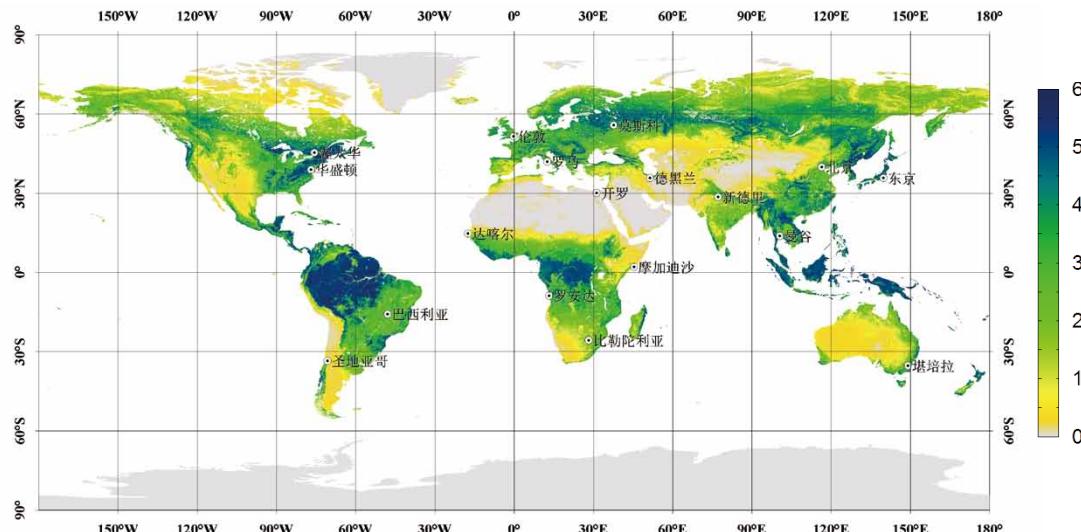


图 3-1a 2011 年全球最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

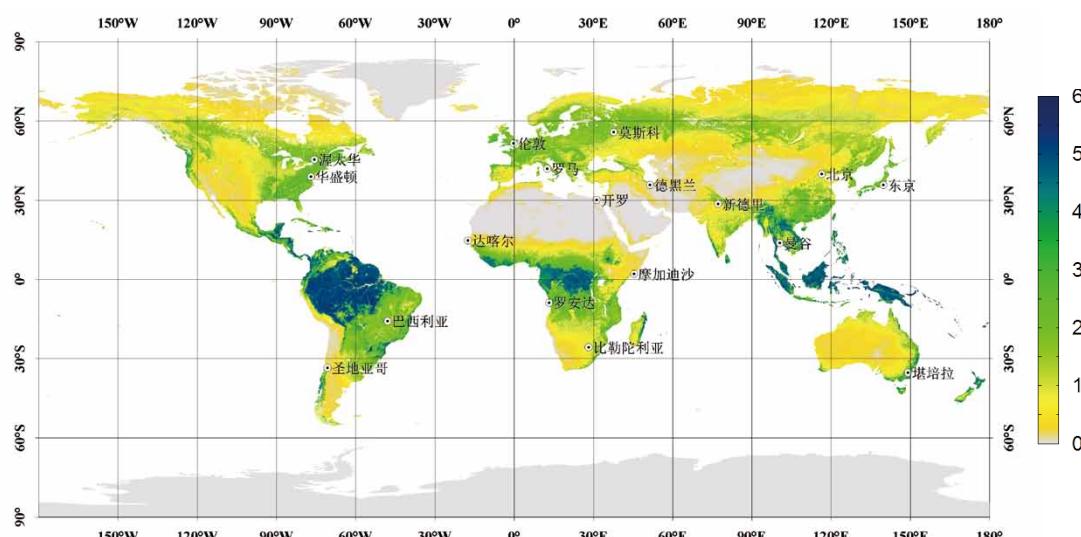


图 3-1b 2011 年全球平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

2011 年全球平均 MLAI 为 1.96，全球平均 ALAI 为 1.12，都略高于 30 年的平均值。MLAI 和 ALAI 高值区主要分布在南美洲亚马孙地区、非洲中部的刚果盆地及东南亚地区。这些区域均属热带雨林区，雨热充沛，全年植被生长旺盛，因此 MLAI 和 ALAI 最高；北美洲东部、欧洲大部、亚洲东部及西伯利亚南部等地区的 MLAI 和 ALAI 也较高；亚洲西部和中部、非洲北部和南部、北美洲西南部和北部、南美洲南部及大洋洲大陆大部，多为荒漠、半荒漠或常年冰川冻土区，MLAI 和 ALAI 都很低，特别是北非撒哈拉沙漠区、亚洲西部阿拉伯半岛和中部塔克拉玛干沙漠区以及北美洲的格陵兰岛永久冰冻区，常年地表裸露，MLAI 和 ALAI 近乎为 0。

为分析全球植被生长状况的季节变化，选择 2011 年的 1、4、7、10 月分别代表北半球的冬、春、夏、秋四个季节和南半球的夏、秋、冬、春四个季节，2011 年全球不同季节 ALAI 分布情况如图 3-2(a, b, c, d) 所示。1 月份北半球处于冬季，植被覆盖低，除赤道外的大部分地区 ALAI 都很低，而南半球正处于夏季，除部分荒漠地区外，大部分地区的 ALAI 都达 2.0 以上。4 月份北半球进入春季，植被恢复生长，ALAI 达 1.0 以上，南半球进入秋季，ALAI 开始变低。7 月份北半球正处于夏季，除荒漠和高纬度冰原外，大部分地区 ALAI 都达到 2.0 左右，南半球已进入冬季，除赤道附近外，大部分地区 ALAI 都降到 1.0 以下。10 月份北半球进入秋季，ALAI 明显降低，大部分地区降到 1.0 以下。

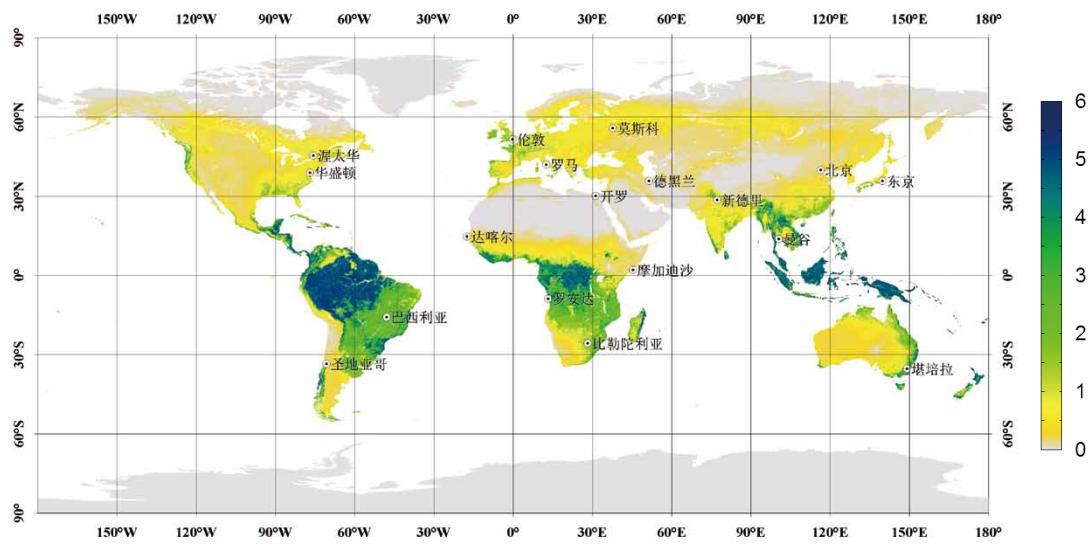


图 3-2a 2011 年 1 月全球月度平均叶面积指数 (ALAI) 空间分布图

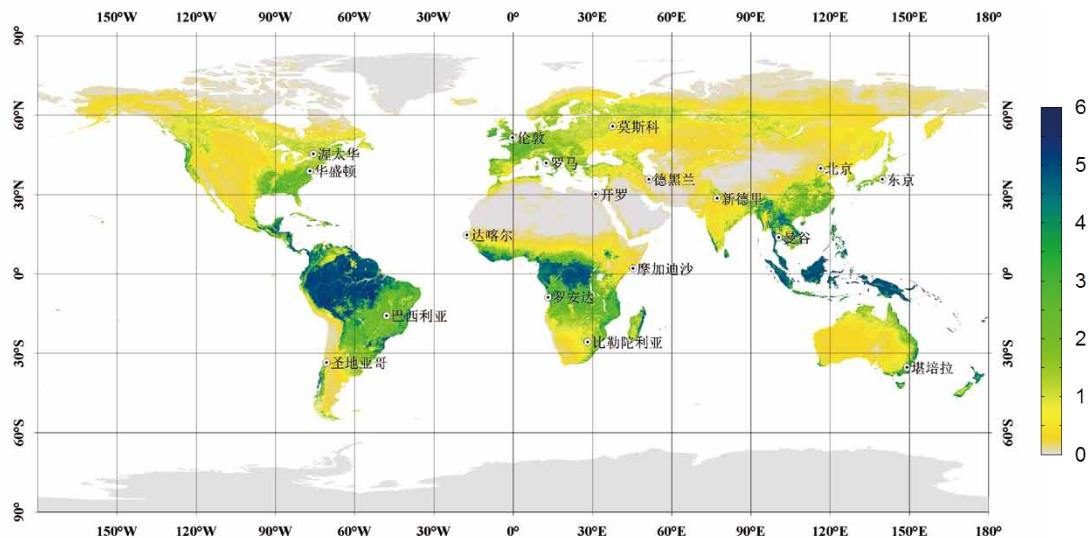


图 3-2b 2011 年 4 月全球月度平均叶面积指数 (ALAI) 空间分布图

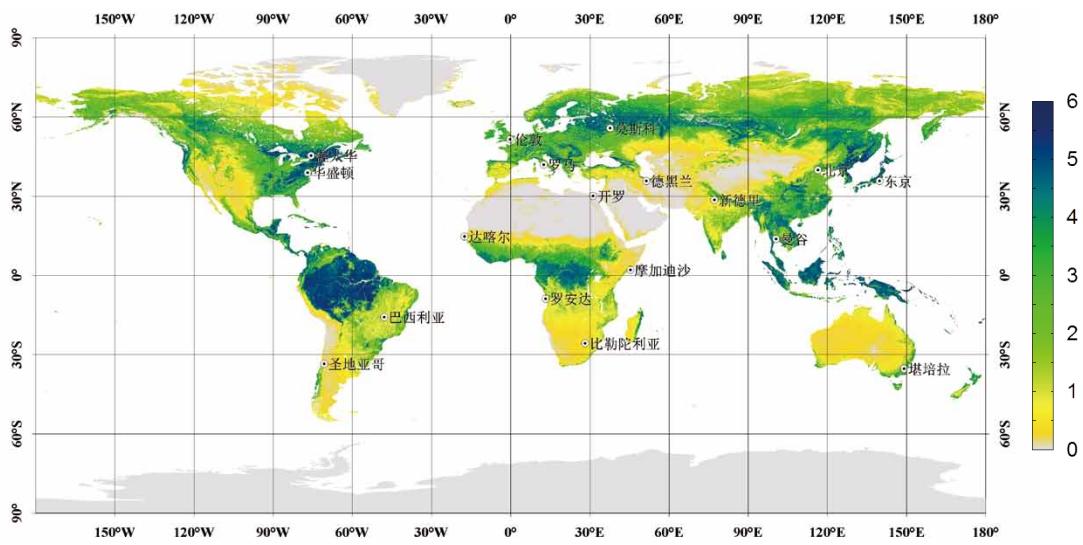


图 3-2c 2011 年 7 月全球月度平均叶面积指数 (ALAI) 空间分布图

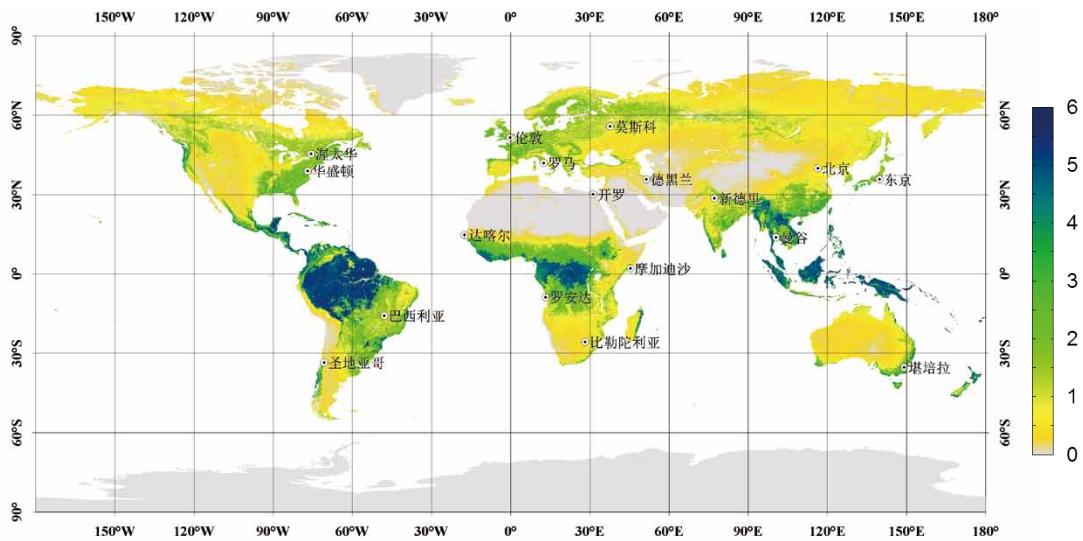


图 3-2d 2011 年 10 月全球月度平均叶面积指数 (ALAI) 空间分布图

3.2 全球植被生长现状与背景的差异

2011 年 MLAI 和 ALAI 与 30 年背景（30 年的平均值）的差异如图 3-3（a，b）。可以看出，两者的分布格局相似。2011 年 MLAI 和 ALAI 明显高于背景值的区域主要分布于欧亚大陆和北美的北纬 50°~70° 区域、中国东部、非洲几内亚湾和刚果盆地、南美洲北部亚马孙地区和澳大利亚的东北部，MLAI 高于背景值 0.5 以上，ALAI 高于背景值 0.25 以上。

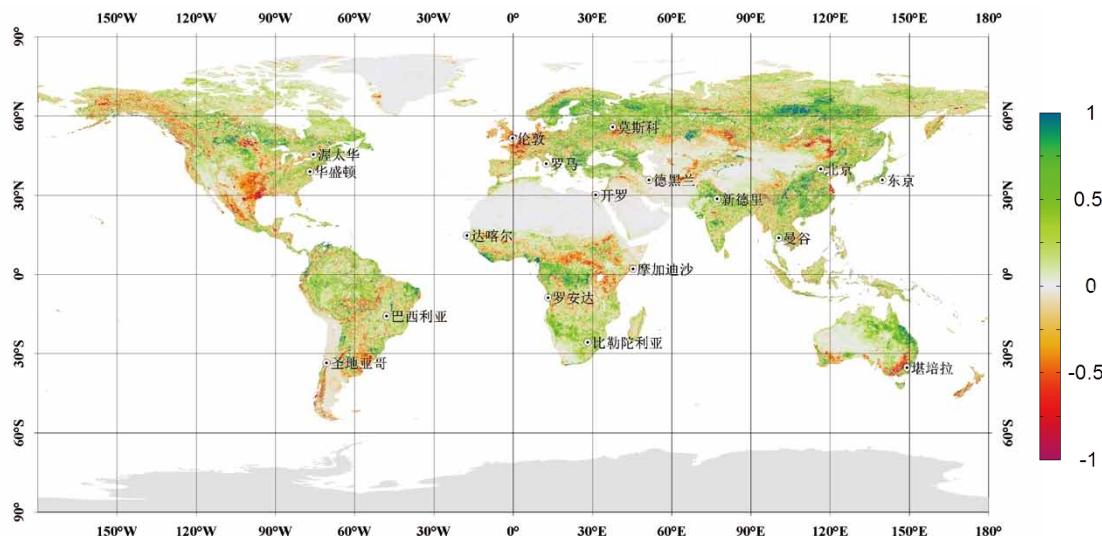


图 3-3a 2011 年全球最大叶面积指数 (MLAI) 与 30 年背景差异分布图

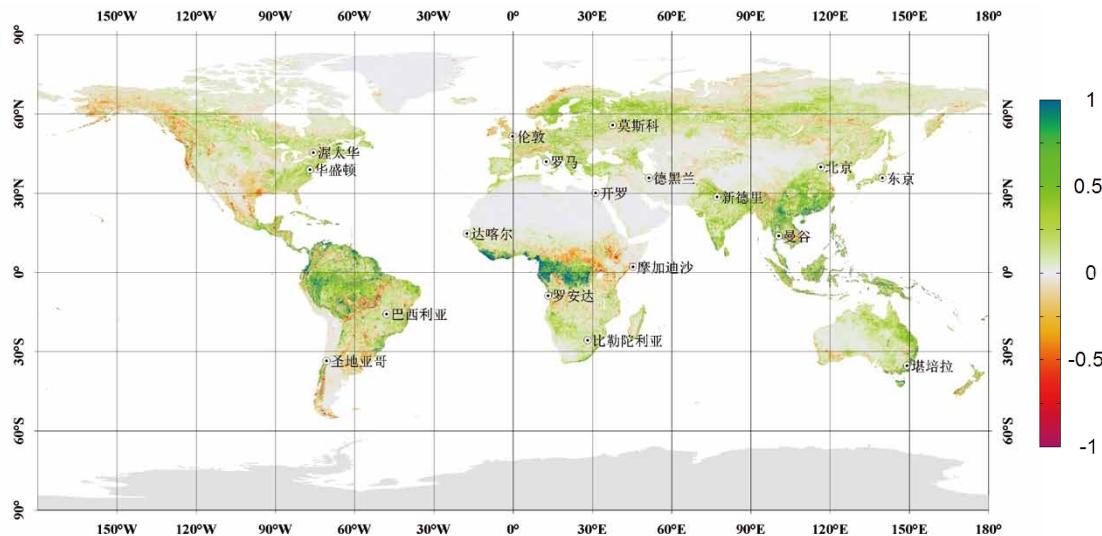


图 3-3b 2011 年全球平均叶面积指数 (ALAI) 与 30 年背景差异分布图

2011 年 MLAI 和 ALAI 明显低于背景值的区域主要分布在亚洲的蒙古高原东北部和中亚东北部、欧洲西部、非洲的刚果盆地周边、北美洲中南部和西北部、南美洲巴西高原西部和亚马孙南部以及澳大利亚东南部地区，MLAI 低于背景值 0.5 以上，ALAI 低于背景值 0.25 以上。欧洲西部和北美洲南部等地 MLAI 和 ALAI 的降低与这些区域 2011 年的严重干旱有关，刚果盆地周边和亚马孙南部的 MLAI 和 ALAI 的降低可能与人类活动加剧有关，而澳大利亚东南部 2011 年 MLAI 的降低主因是高温干旱和山林火灾。

3.3 各大洲植被生长现状及其与背景的差异

(1) 亚洲植被生长现状及其与背景的差异

2011 年亚洲地区 MLAI 和 ALAI 的分布格局有较大差异，MLAI 呈现中部和西部地区低，其他地区都较高的分布特征，而 ALAI 呈现中部、西部和北部地区低，东部、南部地区高的分布特征（图 3-4a, b）。2011 年亚洲 MLAI 的平均值为 1.94，ALAI 的平均值为 0.92，都略高于 30 年的平均值。

2011年MLAI和ALAI平均值较高的国家几乎都在东南亚，包括马来西亚、印度尼西亚、文莱、老挝、菲律宾等国家，其MLAI均在4.0以上，ALAI都在3.8以上。MLAI和ALAI平均值较低的国家主要分布在西亚，包括沙特阿拉伯、阿曼、科威特、约旦和伊拉克等，其MLAI在0.2以下，ALAI在0.1以下。

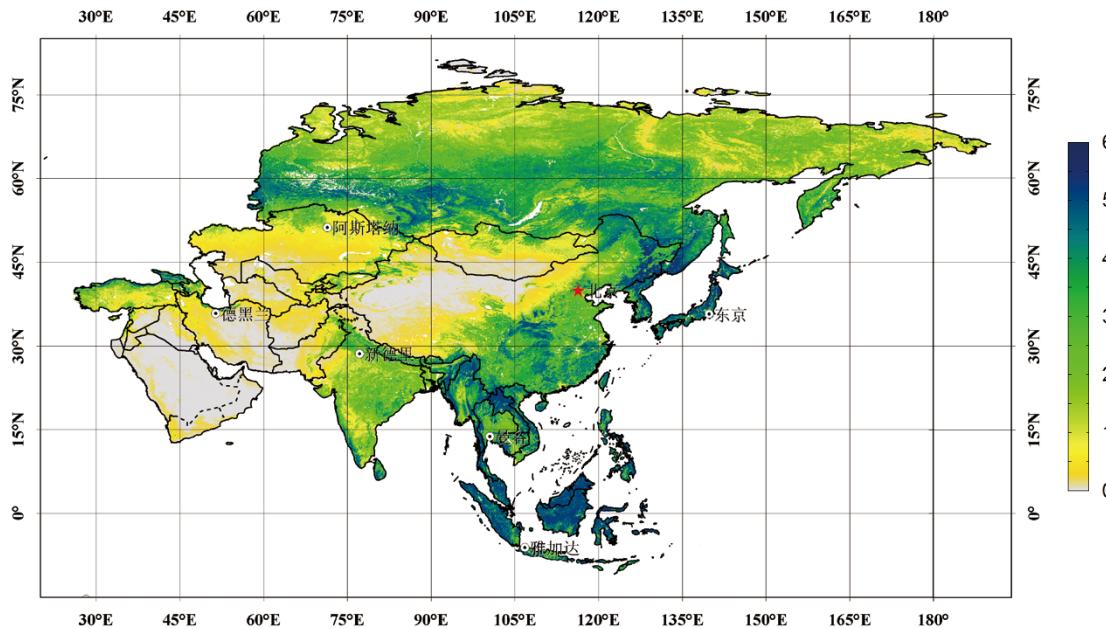


图 3-4a 2011 年亚洲最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

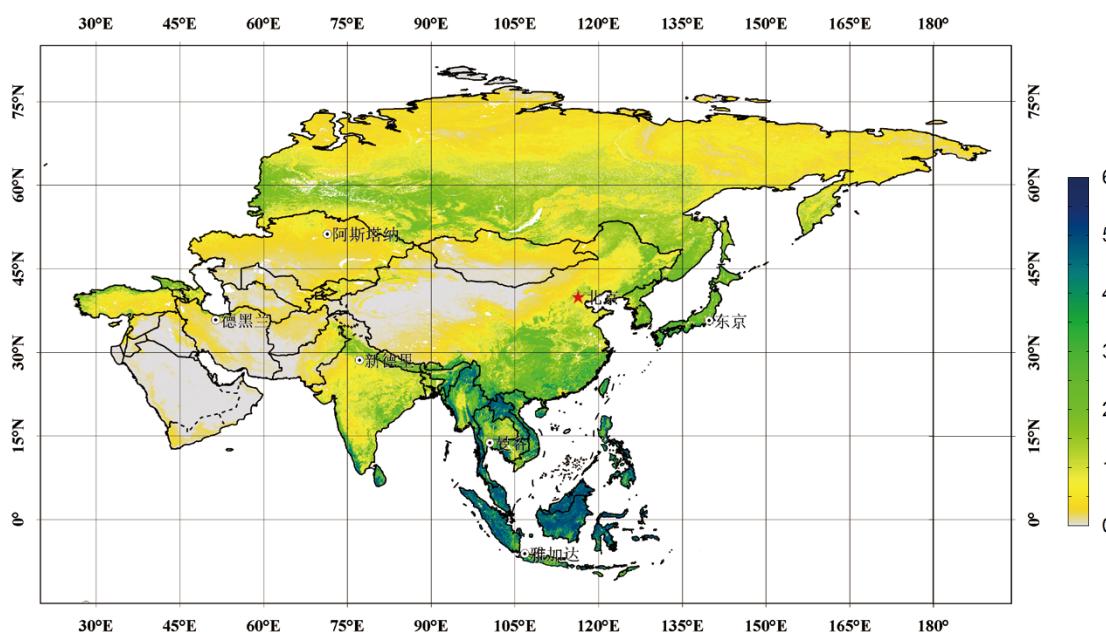


图 3-4b 2011 年亚洲平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

2011年亚洲MLAI和ALAI与30年背景的差异表明(图3-5a, b), 2011年MLAI和ALAI明显高于背景值的国家主要分布在东亚、东南亚和南亚地区, 包括日本、韩国、菲律宾、印度、印度尼西亚、越南和中国等; 明显低于背景值的国家主要分布在西亚和中亚地区, 包括塔吉克、乌兹别克、阿富汗、以色列、伊拉克和叙利亚, 以及蒙古及其相邻地区等。

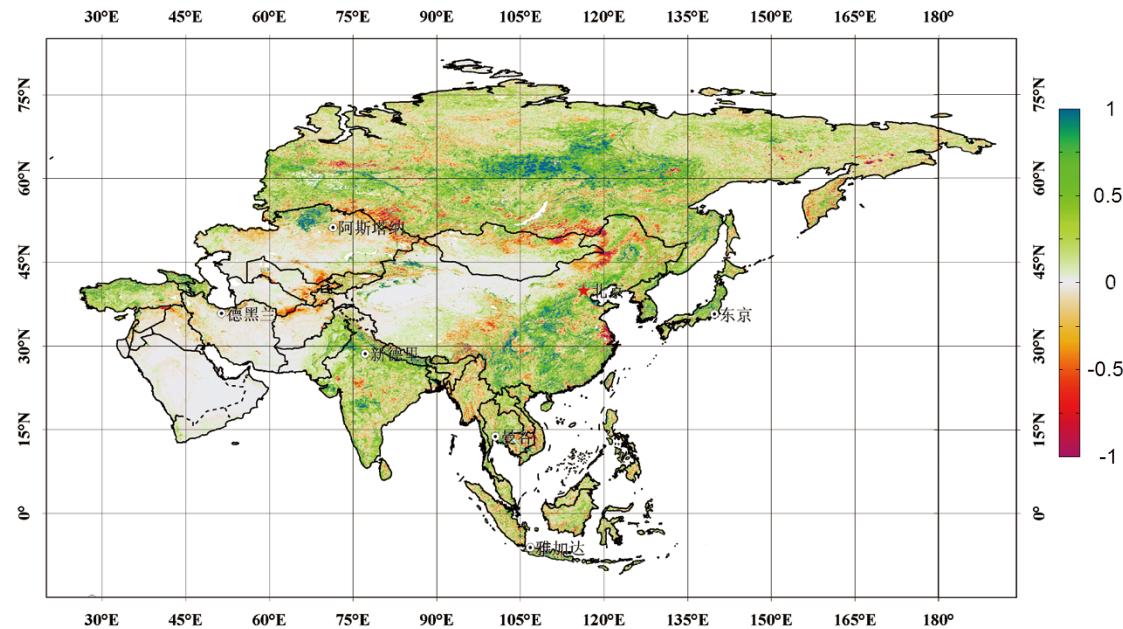


图3-5a 2011年亚洲最大叶面积指数(MLAI)与30年背景差异分布图

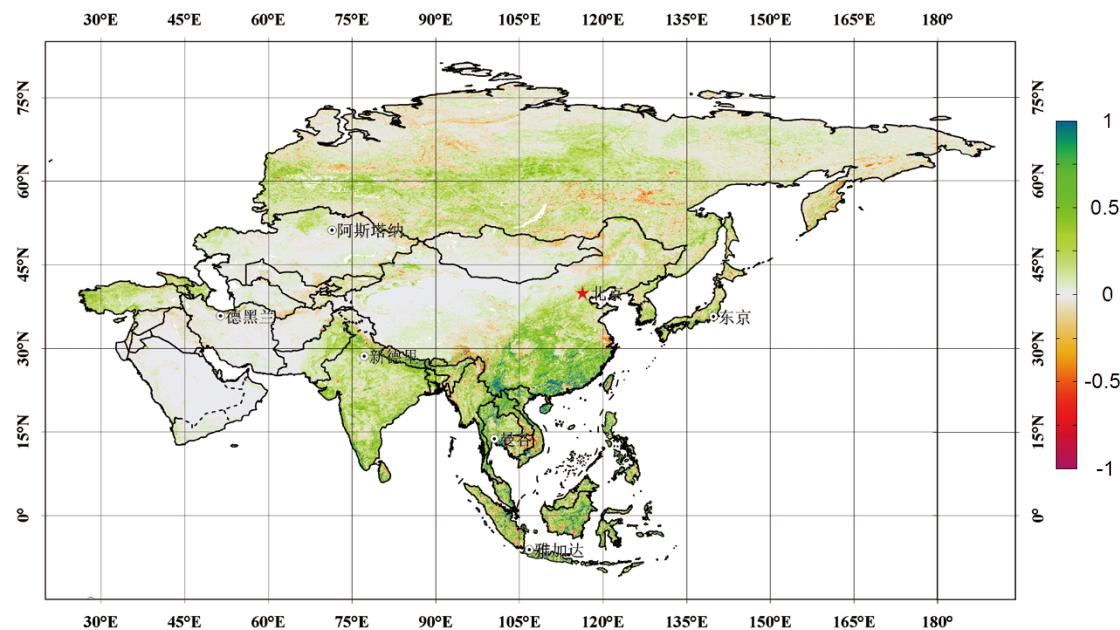


图3-5b 2011年亚洲平均叶面积指数(ALAI)与30年背景差异分布图

(2) 欧洲植被生长现状及其与背景的差异

2011 年欧洲地区 MLAI 和 ALAI 的分布格局差异明显，MLAI 除个别沿海地区外，整个大陆区域都较高，而 ALAI 呈现北部沿海、东南部和西南部较低、其他地区都较高的分布特征（图 3-6a, b）。

2011 年欧洲 MLAI 的平均值为 2.90，ALAI 的平均值为 1.36，都略高于 30 年的平均值。2011 年 MLAI 和 ALAI 平均值较高的国家主要分布在东欧、北欧和西欧，包括斯洛文尼亚、爱沙尼亚、波黑、白俄罗斯、奥地利、芬兰、德国、波兰、瑞典、英国和法国等国家，其 MLAI 均在 3.0 以上，ALAI 都在 1.40 以上。MLAI 和 ALAI 平均值较低的国家包括西班牙、葡萄牙、冰岛和马耳他等，其 MLAI 在 2.0 以下，ALAI 在 1.40 以下。

2011 年欧洲 MLAI 和 ALAI 与 30 年背景的差异表明（图 3-7a, b），MLAI 和 ALAI 明显高于背景值的国家主要分布在东欧、南欧和北欧地区，包括俄罗斯、白俄罗斯、捷克、波兰、保加利亚、阿尔巴尼亚、罗马尼亚、希腊、波黑、爱沙尼亚、芬兰和瑞典等国家；MLAI 和 ALAI 都明显低于背景值的国家主要分布在西欧地区，包括英国、爱尔兰和瑞士等国；法国、丹麦和德国等国家 MLAI 低于背景值，而 ALAI 高于背景值。2011 年西欧等地区的严重干旱是导致该区 MLAI 和 ALAI 较低的主要原因。

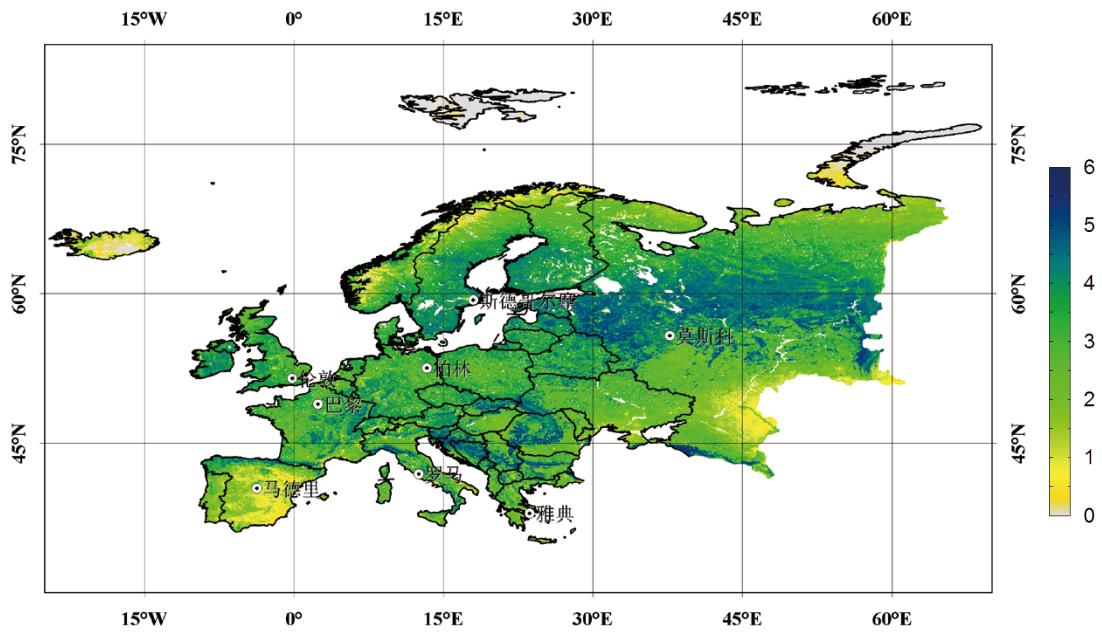


图 3-6a 2011 年欧洲最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

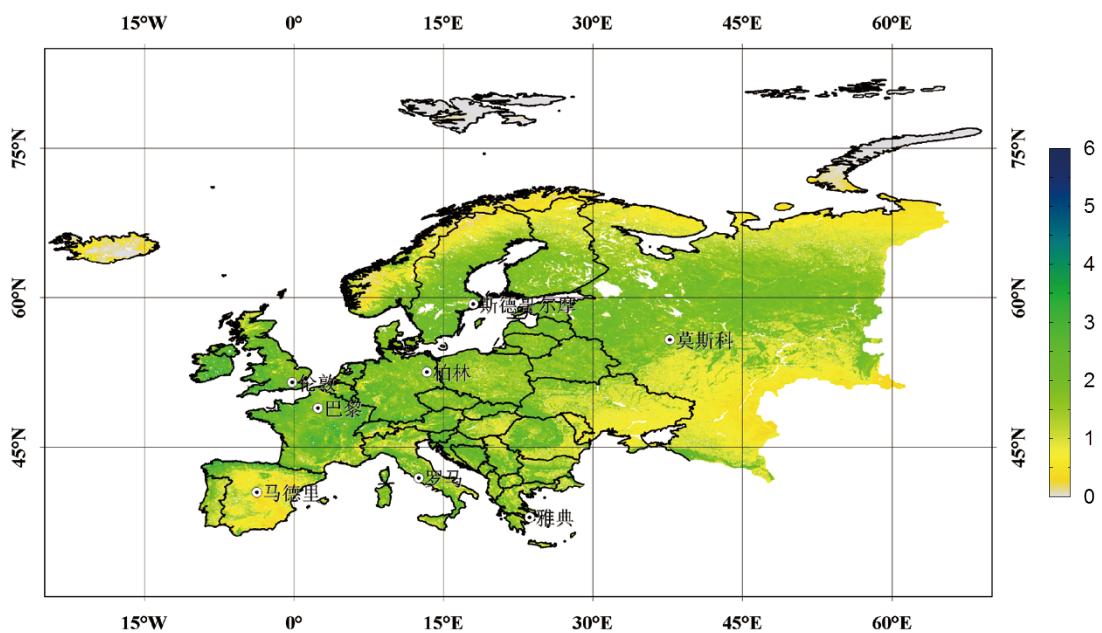


图 3-6b 2011 年欧洲平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

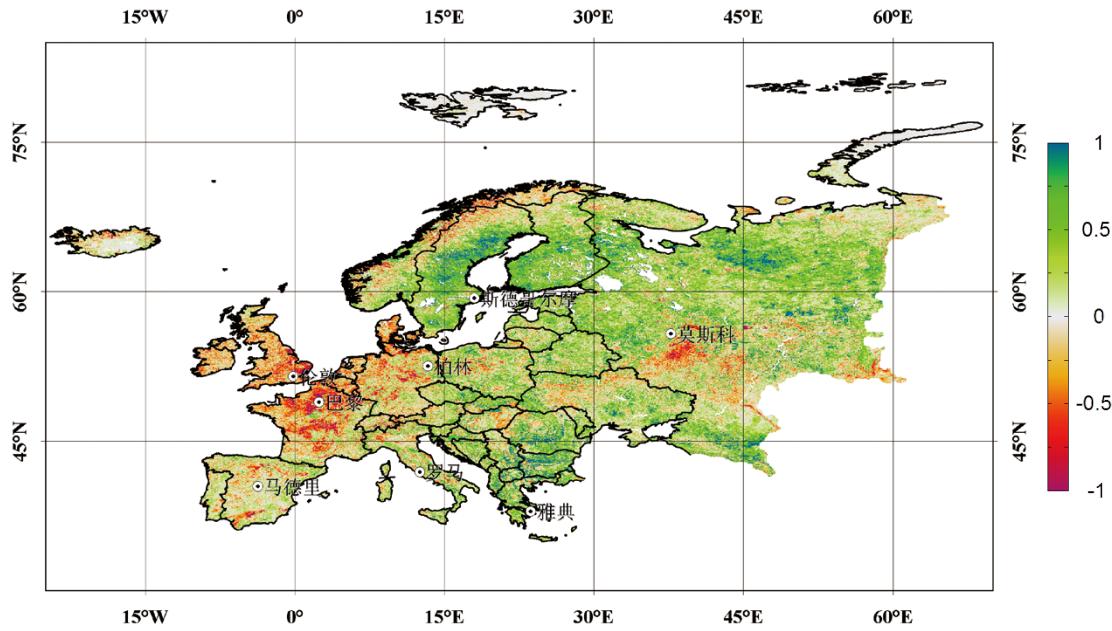


图 3-7a 2011 年欧洲最大叶面积指数 (MLAI) 与 30 年背景差异分布图

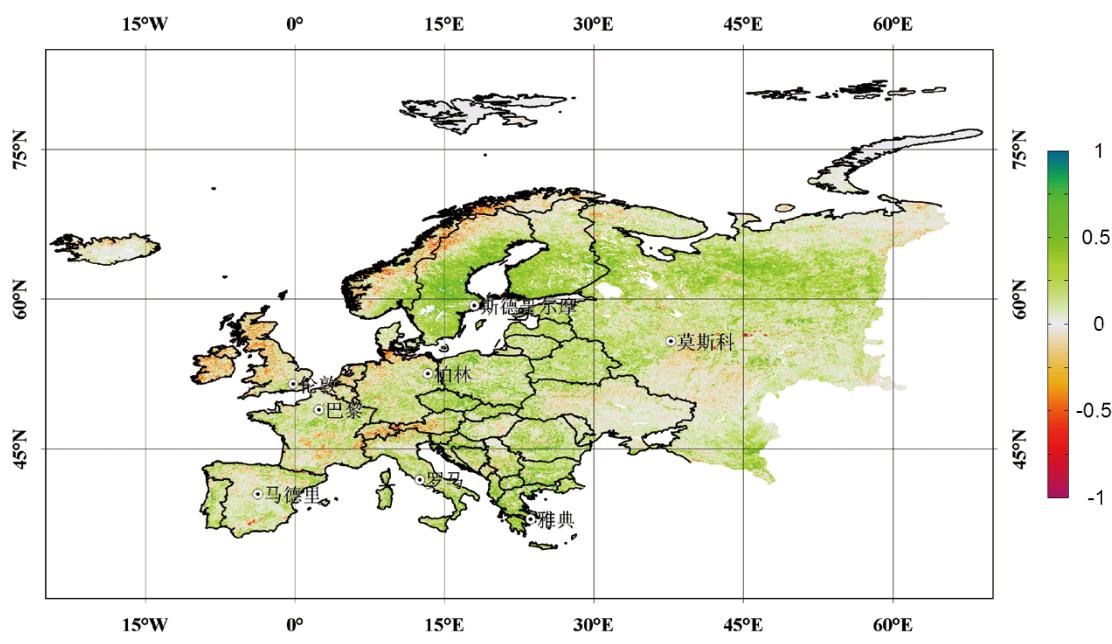


图 3-7b 2011 年欧洲平均叶面积指数 (ALAI) 与 30 年背景差异分布图

(3) 非洲植被生长现状与背景的差异

2011年非洲MLAI和ALAI总体分布格局是南北低，中部高（图3-8a, b），高值区集中分布在刚果盆地。非洲2011年MLAI的平均值为1.53，ALAI的平均值为1.04，都略高于30年平均值。2011年非洲MLAI和ALAI较高的国家主要分布在几内亚湾沿岸和非洲中部的刚果盆地，主要包括几内亚、利比里亚、加纳、刚果（金）、喀麦隆、中非、加蓬和刚果（布）等国家，其MLAI都在3.5以上，ALAI在2.5以上。

2011年非洲MLAI和ALAI的低值区域主要分布在非洲北部撒哈拉地区和南部非洲，撒哈拉沙漠区主要包括埃及、利比亚、阿尔及利亚、摩洛哥、尼日尔和马里等国家，其MLAI和ALAI接近0，南部非洲的南非、纳米比亚和博茨瓦纳等国家的ALAI都在1.0以下，MLAI大都在2.0以下。

2011年非洲MLAI和ALAI与30年背景的差异表明（图3-9a, b），MLAI和ALAI明显高于背景值的区域主要分布在几内亚湾沿岸、刚果盆地和非洲南部，主要国家包括刚果（金）、刚果（布）、塞拉利昂、利比里亚、科特迪瓦、尼日利亚、喀麦隆、赤道几内亚、加蓬、纳米比亚、博茨瓦纳和南非等。MLAI和ALAI都明显低于背景值的区域主要分布在刚果盆地东部和北部边缘地区，主要国家包括乌干达、中非、肯尼亚、索马里和埃塞俄比亚等，主要与特大干旱、人类活动加剧造成的植被退化有关。

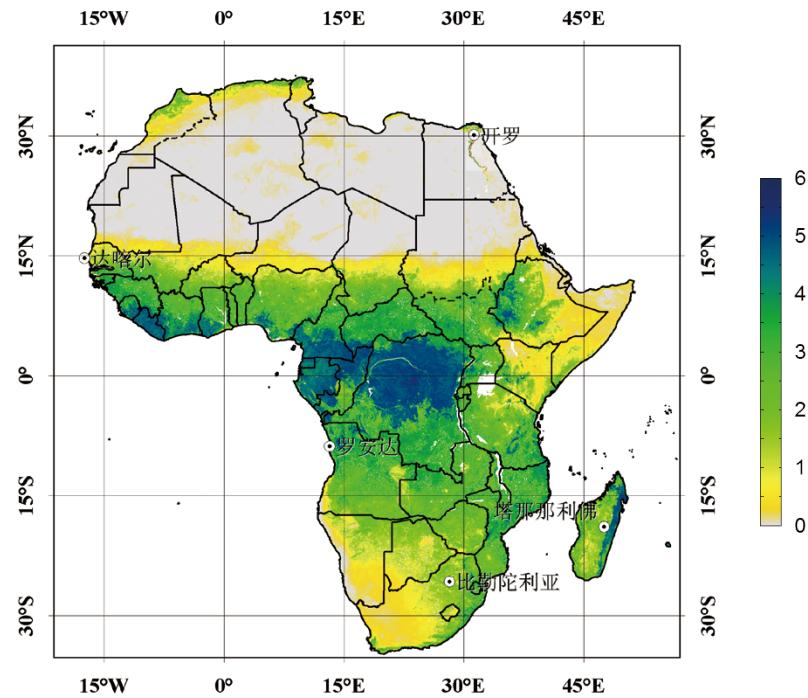


图 3-8a 2011 年非洲最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

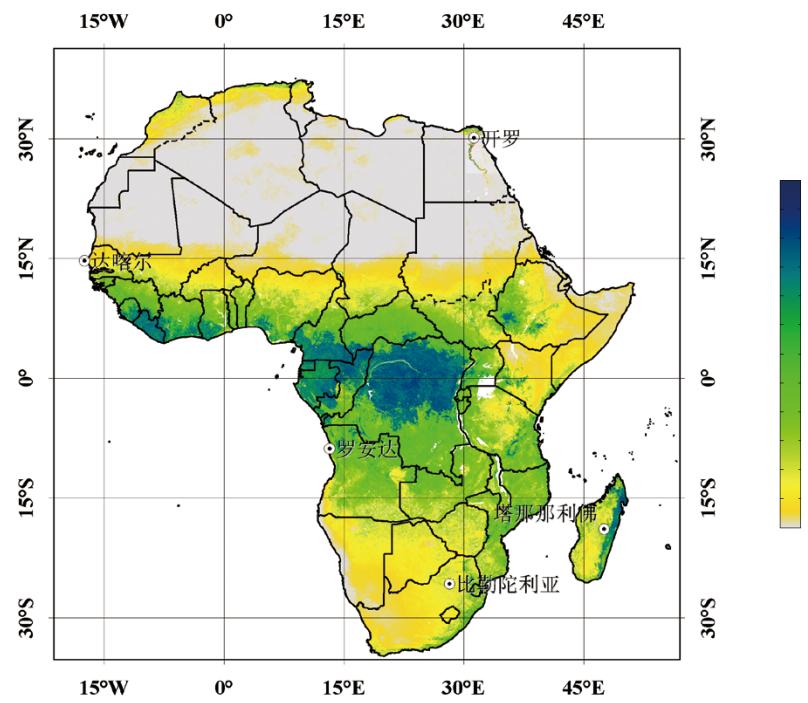


图 3-8b 2011 年非洲平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

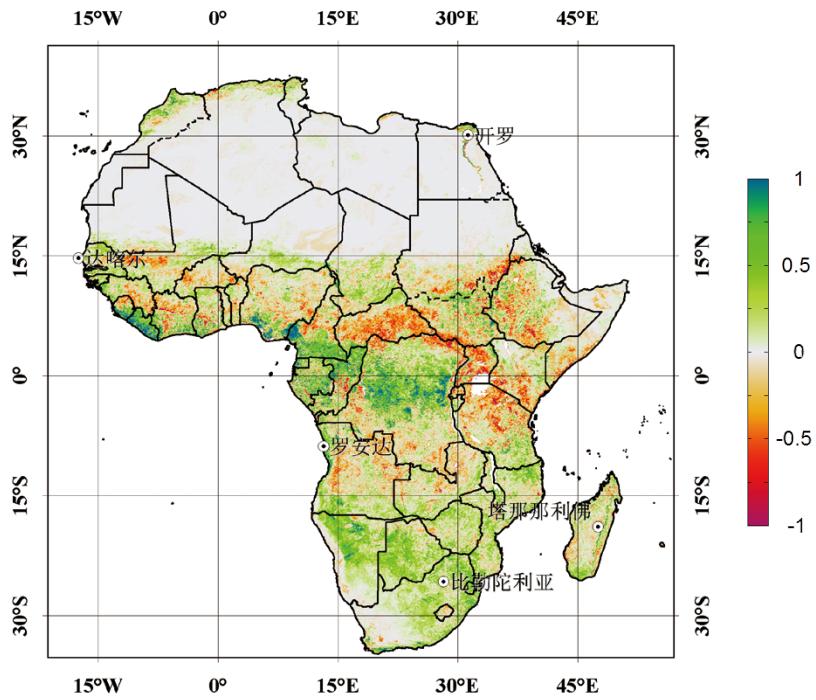


图 3-9a 2011 年非洲最大叶面积指数 (MLAI) 与 30 年背景差异分布图

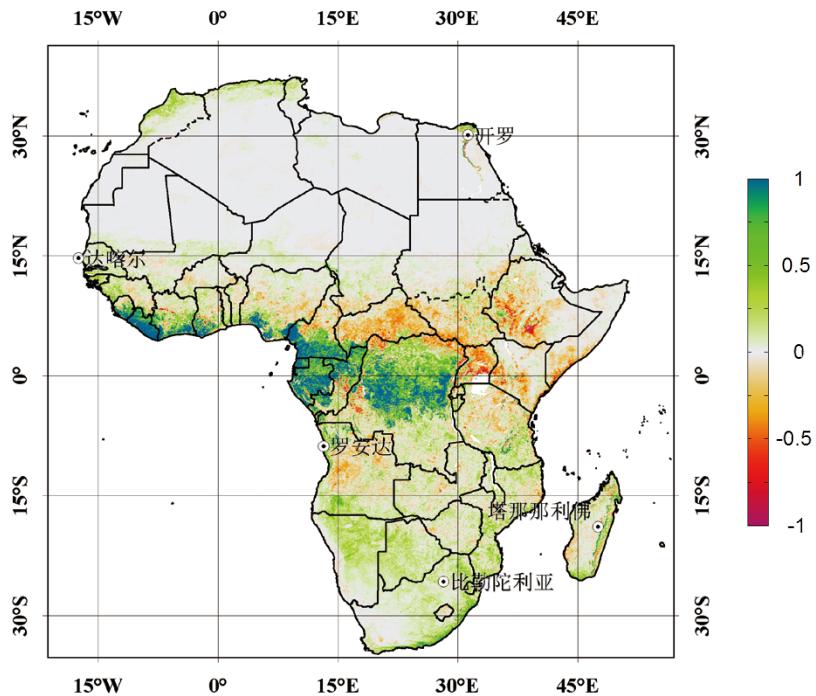


图 3-9b 2011 年非洲平均叶面积指数 (ALAI) 与 30 年背景差异分布图

(4) 北美洲植被生长现状及其与背景的差异

2011年北美洲MLAI平均值为1.56, ALAI的平均值为0.74, 略高于30年的平均值。其空间分布呈现出自中纬地区的高值带向东北、西南两个方向逐渐降低的格局(图3-10a, b)。2011年北美洲ALAI最大值出现在加勒比海沿岸, MLAI高值区出现在北美洲西海岸中部、北美东部地区以及墨西哥湾沿岸地区。

2011年美国东部广大地区的MLAI和ALAI都比较高, MLAI在2.0~5.0之间, ALAI在2.0~3.0之间; 加拿大南部主要以常绿针叶林为主, MLAI达4.5, ALAI达2.0, 北部高纬度地区热量条件较差, MLAI和ALAI都在1.0以下; 美国西南部和墨西哥北部水分条件比较差, MLAI与ALAI都在1.0以下。

2011年北美洲MLAI和ALAI与30年背景的差异表明(图3-11a, b), MLAI和ALAI都明显高于背景值的国家主要分布在南部的中美洲、加勒比海以及北部地区, 主要包括加拿大、古巴、巴哈马、牙买加、波多黎各和哥斯达黎加等。MLAI明显低于背景值的国家主要包括美国、墨西哥、萨尔瓦多、危地马拉、伯利兹和格陵兰等。美国中南部得克萨斯州和墨西哥北部发生的特大干旱是导致两国MLAI降低的重要原因。

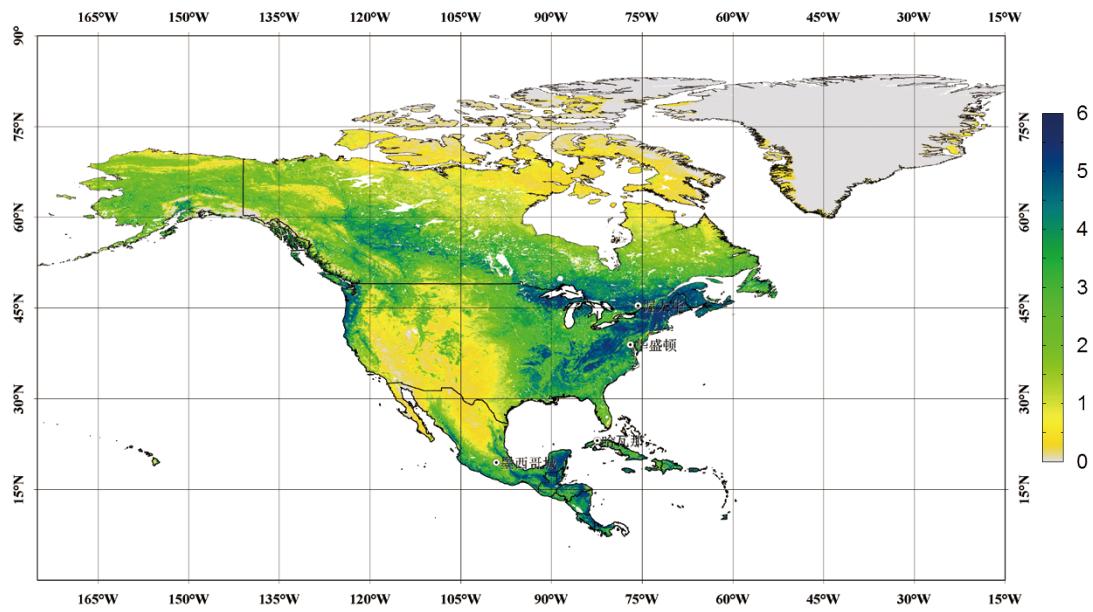


图 3-10a 2011 年北美洲最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

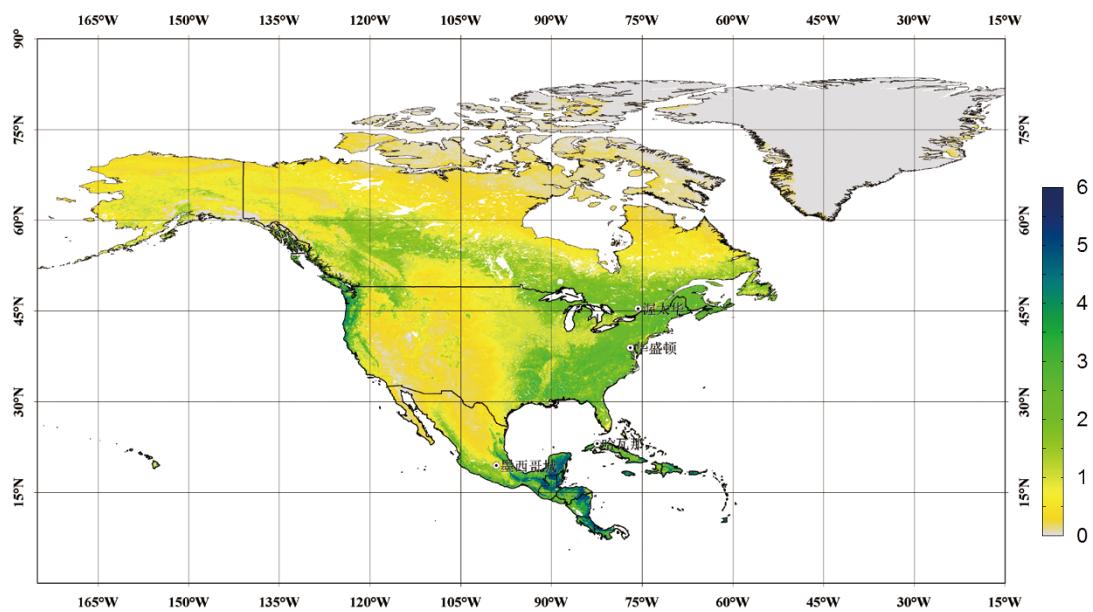


图 3-10b 2011 年北美洲平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

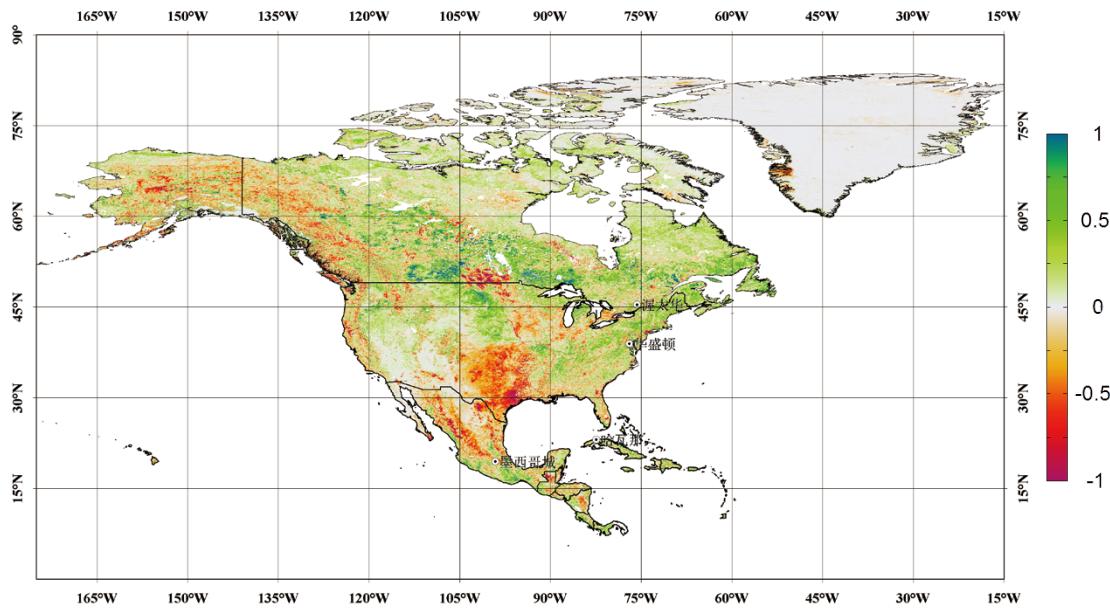


图 3-11a 2011 年北美洲最大叶面积指数 (MLAI) 与 30 年背景差异分布图

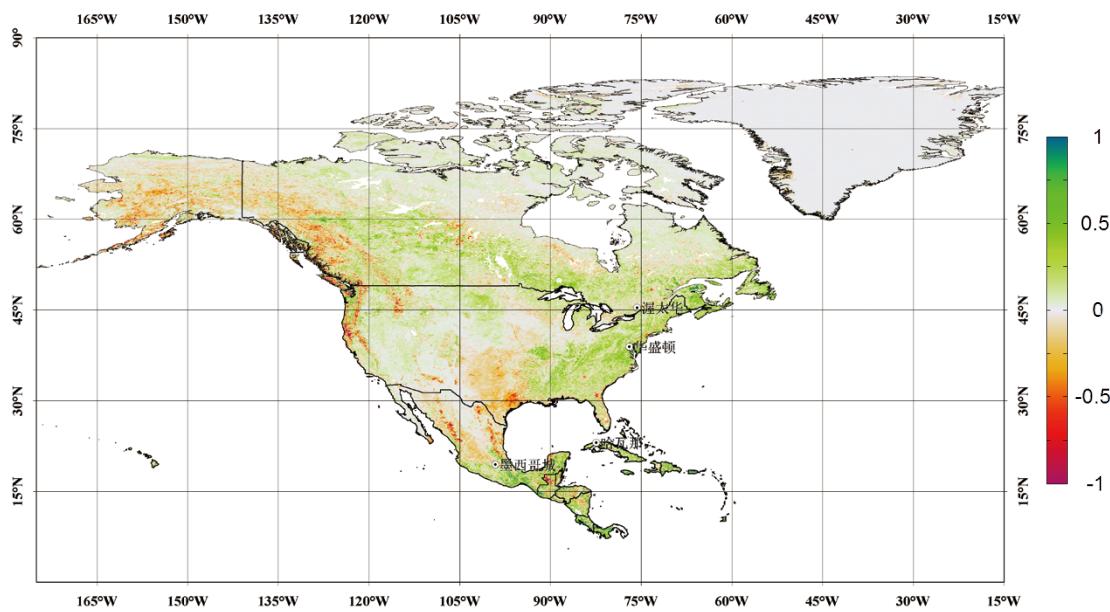


图 3-11b 2011 年北美洲平均叶面积指数 (ALAI) 与 30 年背景差异分布图

(5) 南美洲植被生长现状及其与背景的差异

2011 年南美洲 MLAI 的平均值为 3.22, ALAI 的平均值为 2.73, 略高于 30 年平均值。ALAI 最大值出现在巴西亚马孙河流域, 最小值出现在智利的安第斯山脉西侧。

2011 年南美洲 MLAI 和 ALAI 均高于 3.0 的国家有巴西、秘鲁和哥伦比亚等, 亚马孙河平原 MLAI 和 ALAI 均在 5.0 左右; 巴西高原 MLAI 和 ALAI 也比较高, MLAI 在 3.0 以上, 而 ALAI 也都在 2.0 以上。阿根廷西部、智利北部和秘鲁西海岸地区 MLAI 和 ALAI 比较低, 都在 1.0 以下。

2011 年南美洲 MLAI 和 ALAI 与 30 年背景的差异表明 (图 3-13a, b), MLAI 和 ALAI 明显高于背景值的国家主要包括圭亚那、厄瓜多尔、哥伦比亚、委内瑞拉、秘鲁、巴西、玻利维亚和苏里南等国家; MLAI 和 ALAI 都明显低于背景值的国家包括乌拉圭、智利、阿根廷和巴拉圭等, 主要原因是亚马孙河流域南缘的森林砍伐和草原退化。

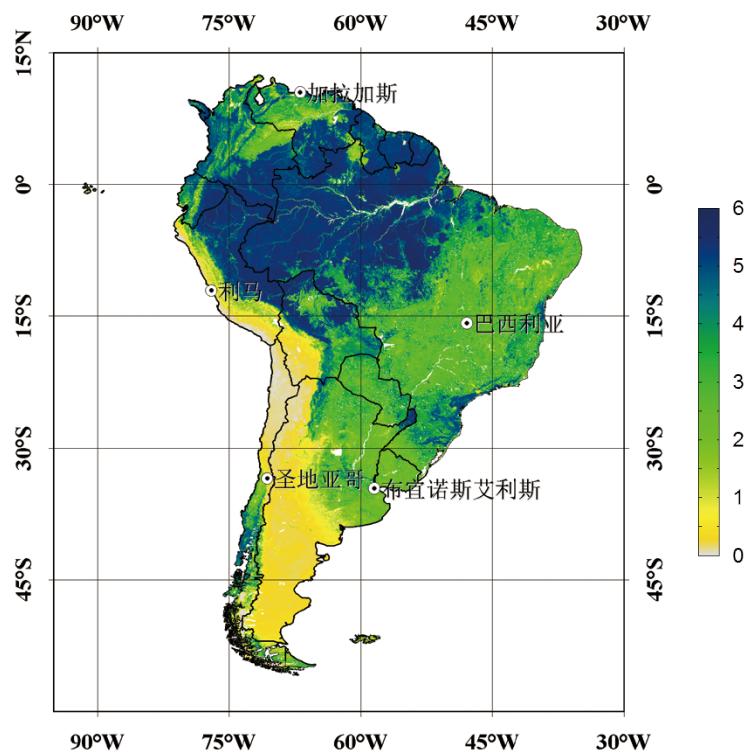


图 3-12a 2011 年南美洲最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

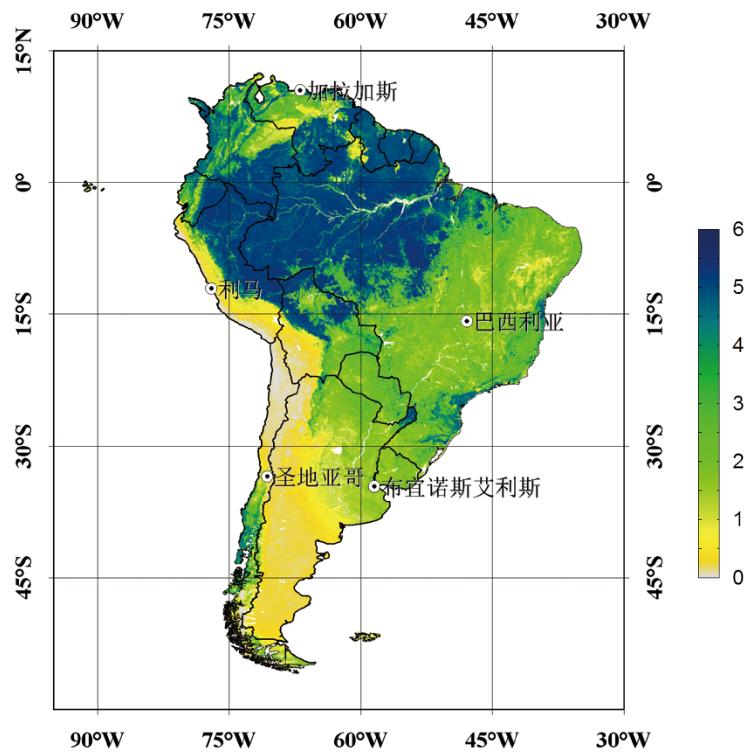


图 3-12b 2011 年南美洲平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

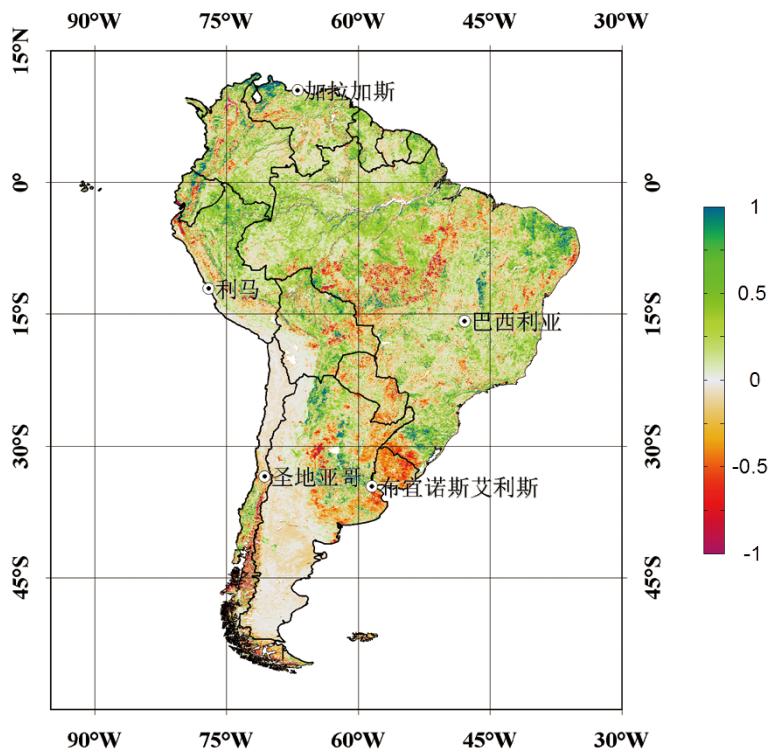


图 3-13a 2011 年南美洲最大叶面积指数 (MLAI) 与 30 年背景差异分布图

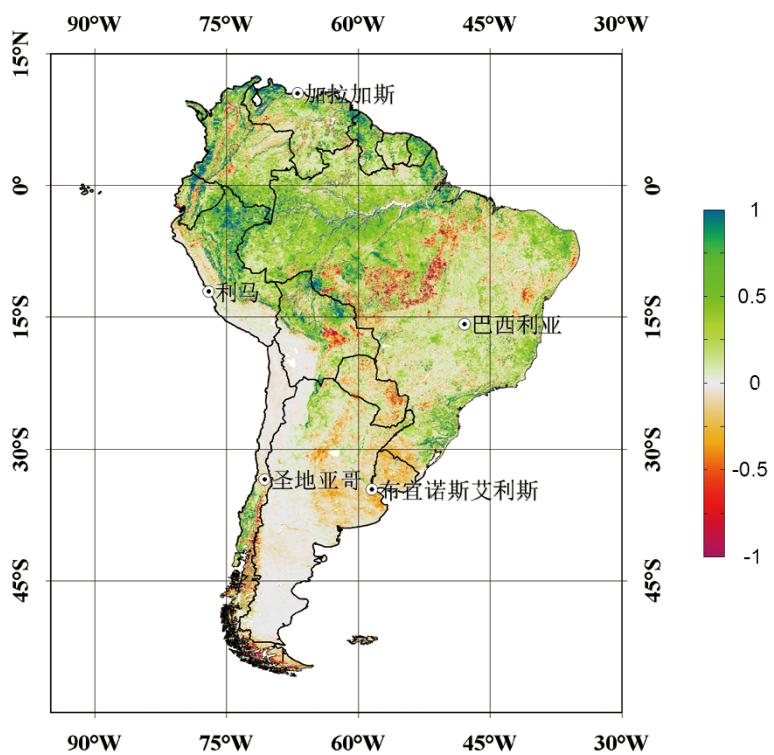


图 3-13b 2011 年南美洲平均叶面积指数 (ALAI) 与 30 年背景差异分布图

(6) 大洋洲植被生长现状及其与背景差异

大洋洲大陆东海岸受太平洋的东南风影响，降水丰沛，主要植被类型为常绿阔叶林和落叶阔叶林，2011年MLAI和ALAI较高；中西部地区炎热干燥，大部分为稀疏草原和荒漠，MLAI和ALAI比较低。2011年大洋洲MLAI的平均值为1.32，MLAI的高值区出现在巴布亚新几内亚、新西兰和澳大利亚东海岸区域，其他地区偏低（图3-14a）。2011年大洋洲ALAI的平均值为1.02，最大值出现在北部的巴布亚新几内亚，其ALAI均达5.0以上，大陆上的草原和荒漠地区的ALAI在1.0以下（图3-14b）。新西兰的MLAI和ALAI呈现北岛高、南岛低的态势，北岛大部分区域MLAI在4.5以上，ALAI在3.5以上，南岛大部分区域MLAI在3.0以下，ALAI在2.0以下。

2011年大洋洲MLAI和ALAI与30年背景的差异如图3-15a和3-15b所示。澳大利亚和巴布亚新几内亚2011年MLAI和ALAI总体上明显高于背景值，但是，澳大利亚东南部2011年MLAI明显低于背景值，其主要原因是干旱以及山林火灾。新西兰2011年的MLAI低于背景值，而ALAI高于背景值。

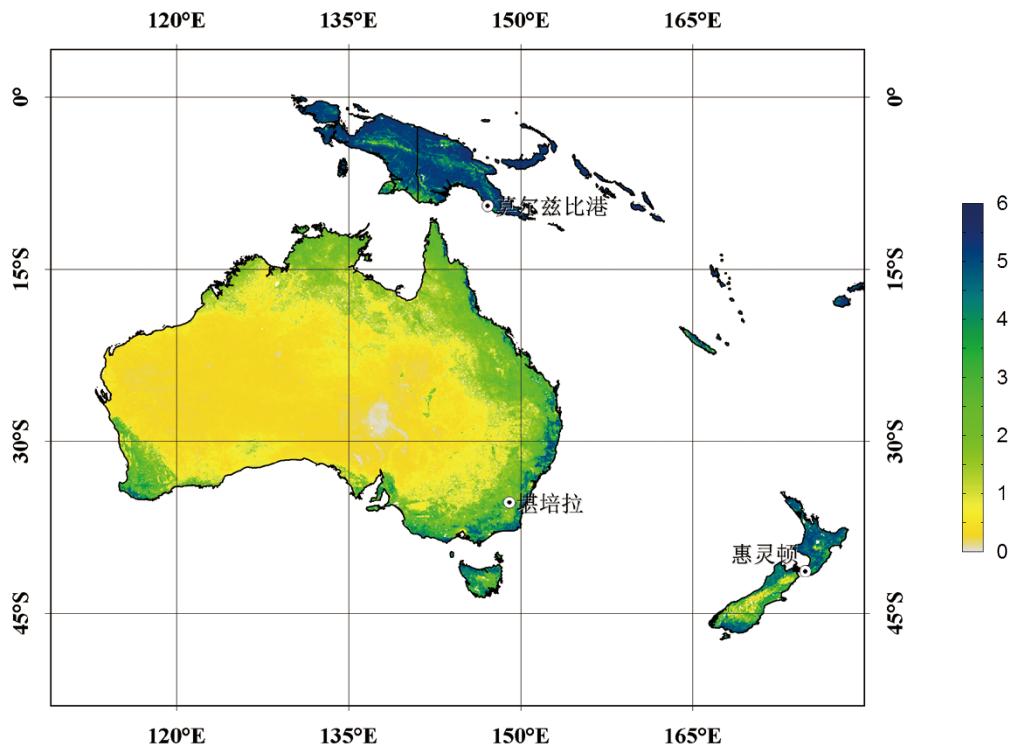


图 3-14a 2011 年大洋洲最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

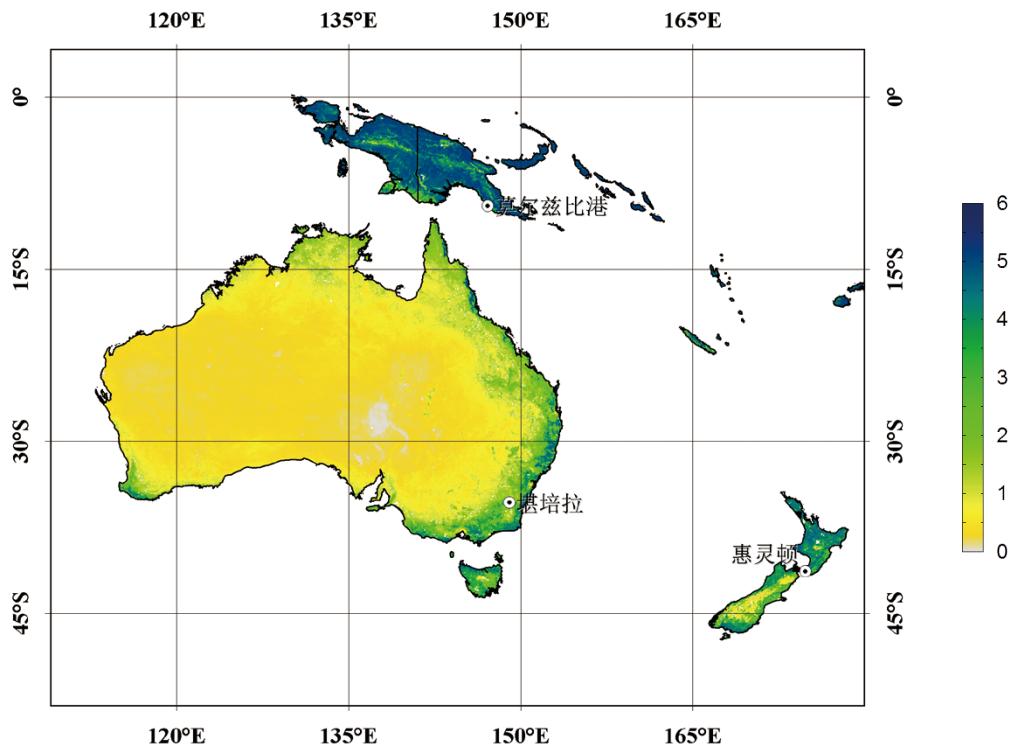


图 3-14b 2011 年大洋洲平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

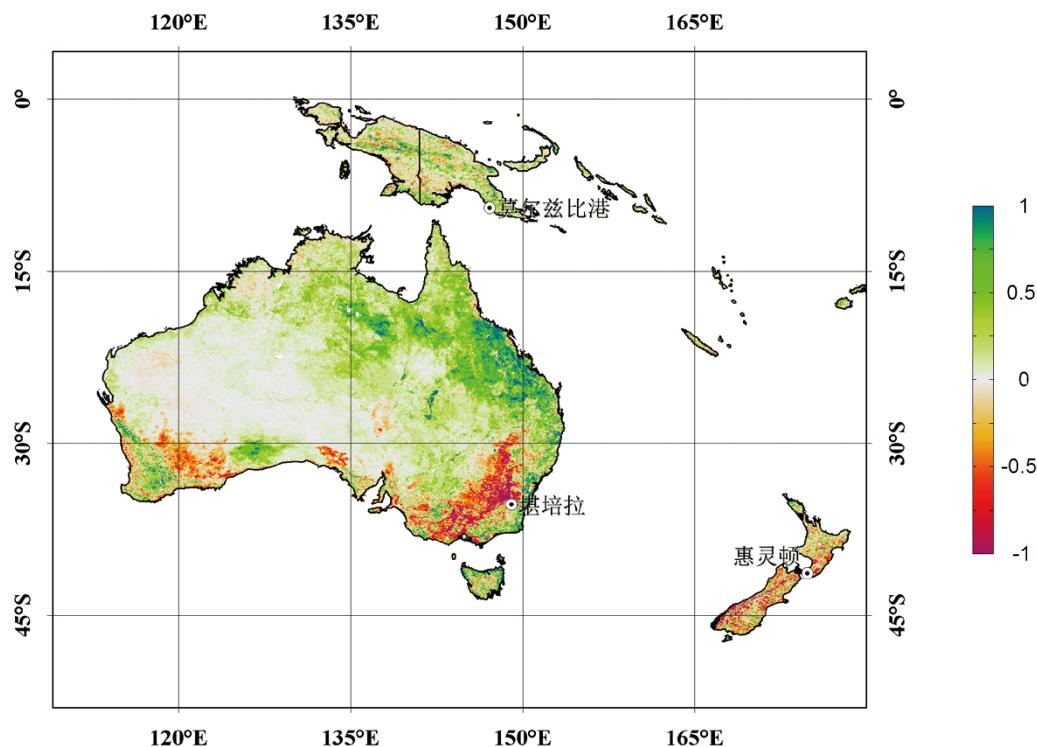


图 3-15a 2011 年大洋洲最大叶面积指数 (MLAI) 与 30 年背景差异分布图

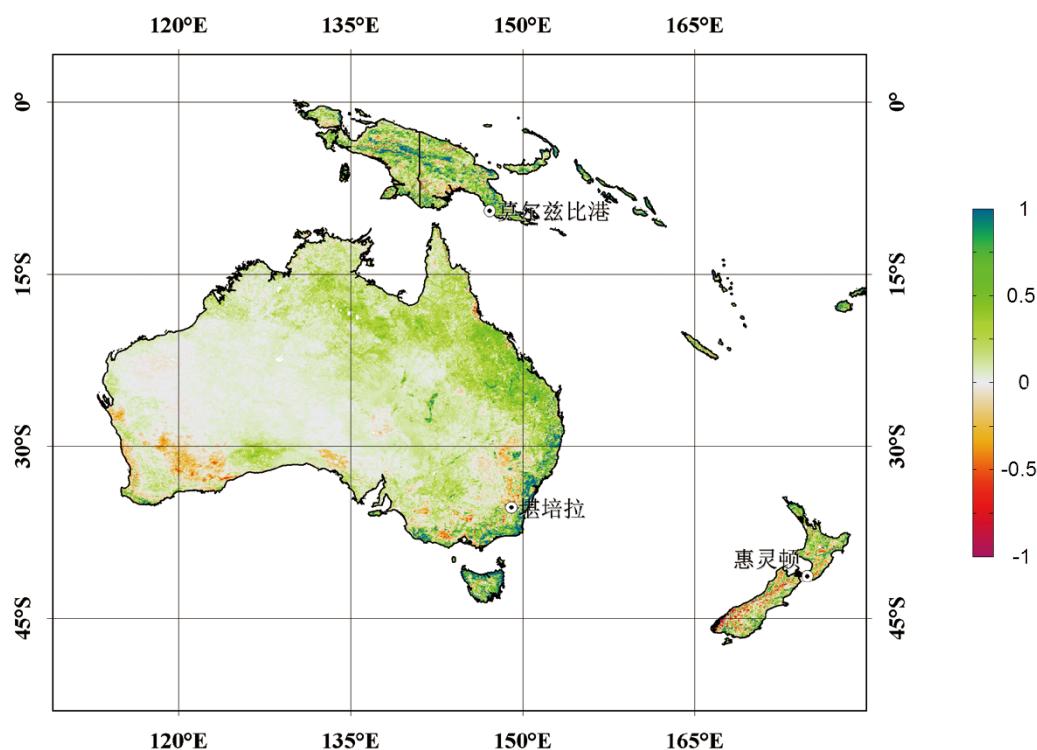


图 3-15b 2011 年大洋洲平均叶面积指数 (ALAI) 与 30 年背景差异分布图

4

全球陆地植被生长状况及 30 年时空变化

4.1 全球植被 30 年时空变化特征

全球植被 30 年时空变化包括 1982~2011 年全球 MLAI 和 ALAI 时空变化两个方面，可反映全球植被生长状况的总体时空变化趋势。通过对每个像元 30 年的逐年 MLAI 和 ALAI 分别进行线性拟合，拟合斜率表示逐年变化趋势（数字表示每年变化量），其正值可以反映植被增加或减少的总体变化趋势（图 4-1a, b）。

1982~2011 年全球逐年 MLAI 时空变化趋势（图 4-1a）表明，欧洲大西洋沿岸、北美洲阿拉斯加、亚洲蒙古高原东北部和非洲热带雨林北缘等地区降幅明显；西伯利亚中部、非洲几内亚湾沿岸及刚果盆地增幅明显。全球 ALAI 时空变化趋势（图 4-1b）表明，非洲几内亚湾沿岸利比里亚、科特迪瓦、加纳、喀麦隆、赤道几内亚、加蓬、刚果（金）以及刚果（布）等国家的 ALAI 呈明显增加的态势，植被生长状况变好。亚洲蒙古国北部和中国内蒙古东部、非洲刚果盆地北部的中非共和国、尼日利亚中部、喀麦隆北部、南苏丹南部、乌干达北部、埃塞俄比亚南部、北美洲阿拉斯加、加拿大西部地区、南美洲巴拉圭东南部和西部、智利北部、阿根廷北部、亚马孙平原东南缘、大洋洲澳大利亚中南部和西南部，均呈现较明显下降的态势，表明这些区域的植被覆盖有所降低。

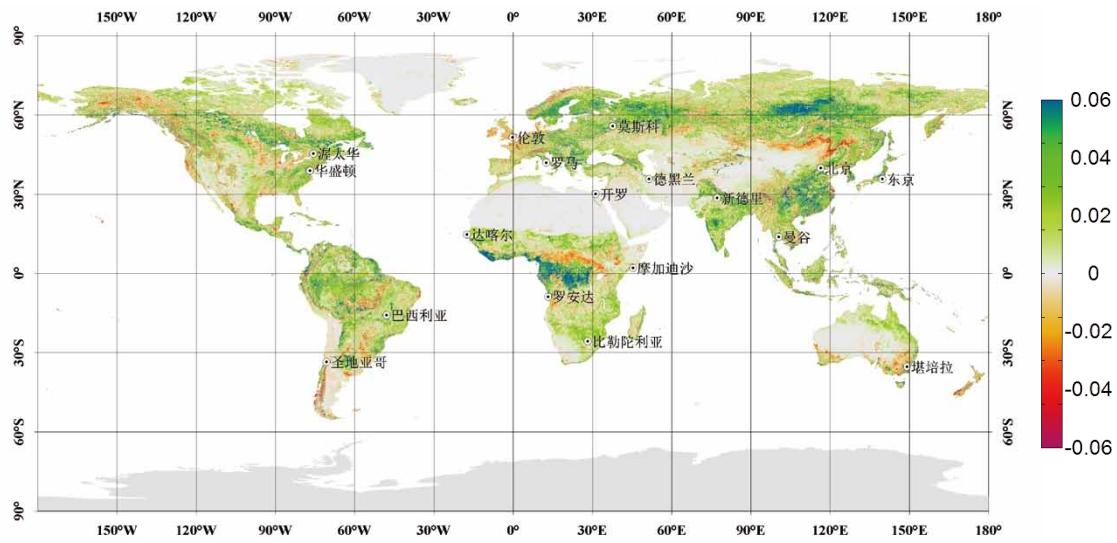


图 4-1a 全球最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化趋势分布图

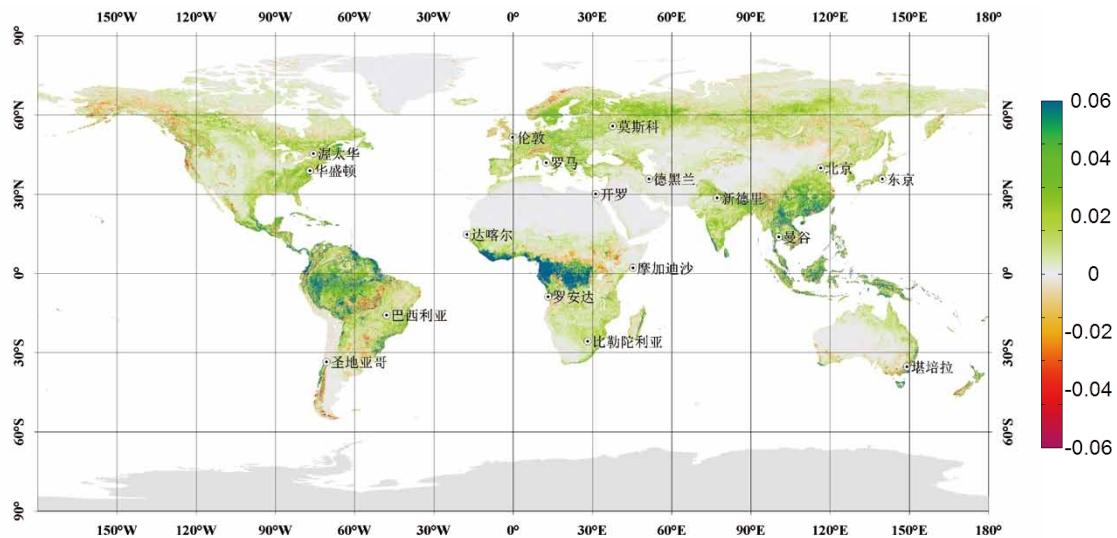


图 4-1b 全球年均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化趋势分布图

对北半球中高纬度地区 ($50^{\circ}\sim70^{\circ}$) ALAI 变化进行分析,结果显示,在欧亚大陆和北美地区存在着一个东西走向的增值带,主要植被类型为落叶阔叶林、常绿针叶林和落叶针叶林(图 4-2a),该区域植被生长状况改善的趋势明显,相关研究显示,在同一区域 30 年来的温度呈现上升趋势(图 4-2b),说明这一地区的 ALAI 不断上升的趋势可能与该区域温度上升相关,这可能是植被对全球气候变化响应的重要证据之一。

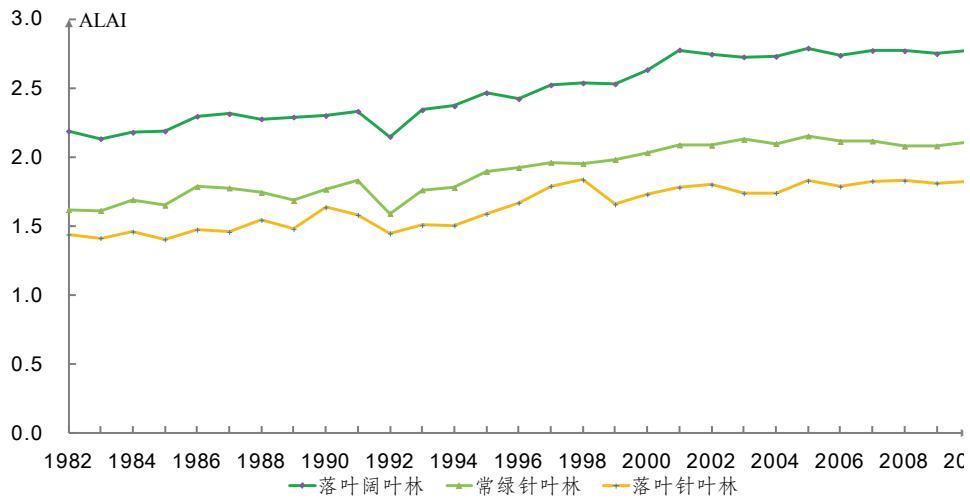


图 4-2a 北纬 $50^{\circ}\sim70^{\circ}$ 地带的平均叶面积指数 (ALAI) 变化曲线图

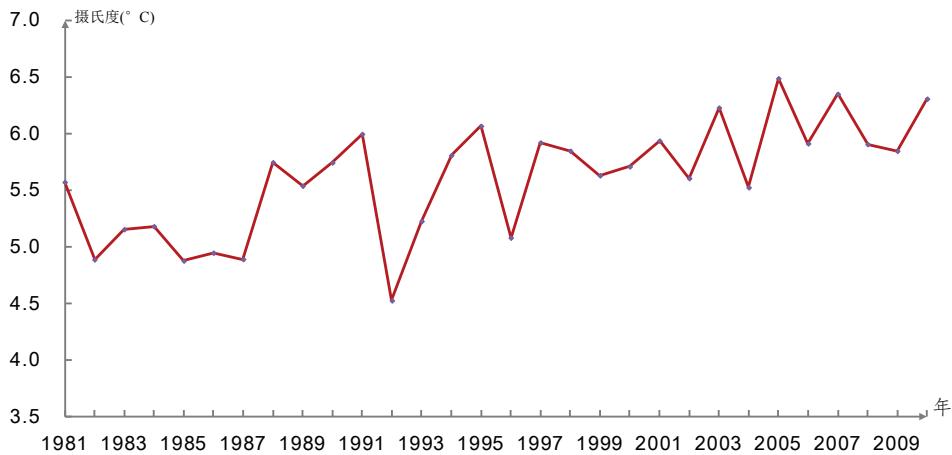


图 4-2b 北半球中高纬度地区 4~10 月的平均温度 (℃) 变化曲线图

由图 4-3 可以看出，30 年来全球 MLAI 和 ALAI 的变化总体上都平稳上升，且两指标的变化趋势基本一致。1992 年前有两次轻微波动，1982~1988 年，MLAI 和 ALAI 缓慢上升然后下降，形成一次波动；1988~1992 年，MLAI 和 ALAI 都出现一次小的波动，可能与 1988~1989 年的拉尼娜现象以及 1991~1993 年的厄尔尼诺现象有关；1992 年以后，全球 MLAI 和 ALAI 虽然有微小波动，但稳中有升。

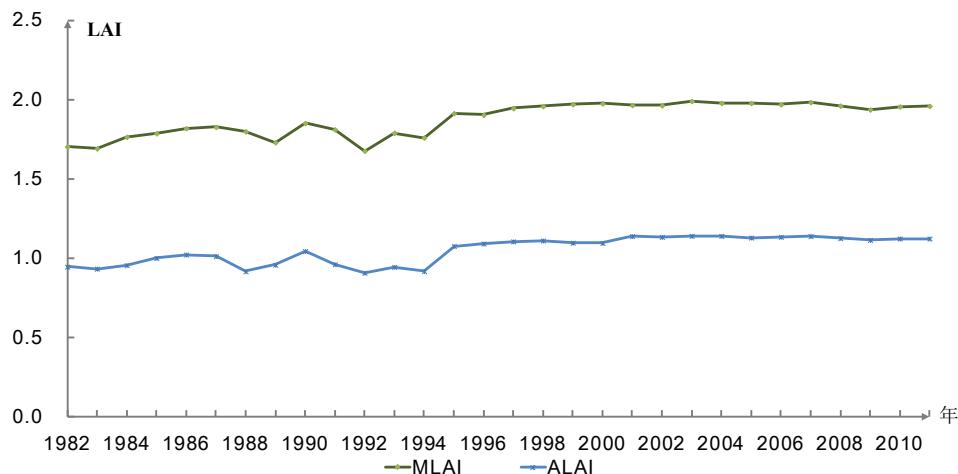


图 4-3 全球最大叶面积指数 (MLAI) 和平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化曲线图

4.2 各洲植被 30 年时空变化特征

虽然各大洲的植被生长背景状况差异较大，叶面积指数的区域分布很不均衡，但近 30 年来各大洲陆地植被变化的差异并不太明显。以 ALAI 为例，南美洲大部分地区处于赤道和南回归线附近，水热条件非常好，ALAI 显著高于其他各大洲，其 30 年变化总体呈增长趋势，但自 2001 年开始略有下降。其他各大洲的 ALAI 都在 0~1.0 之间，其 30 年变化趋势基本一致，总体也呈缓慢的波动增长趋势，但 2000 年后，大洋洲略有下降(图 4-4)。

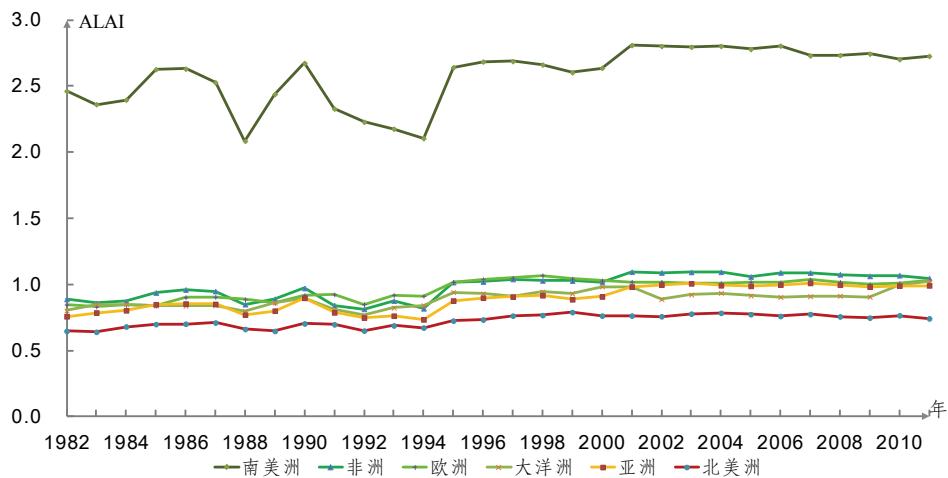


图 4-4 各大洲平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化曲线图

(1) 亚洲

30 年来亚洲 MLAI 和 ALAI 年际变化趋势的分布表明 (图 4-5a, b)，MLAI 和 ALAI 增长趋势比较明显的区域是喜马拉雅山南麓、中国东部、日本、韩国和东南亚地区，MLAI 增长速度都达到 0.02~0.05/ 年，ALAI 的增长速度达到 0.01~0.02/ 年，俄罗斯 (亚洲部分) 中部地区 MLAI 的增长趋势明显，但 ALAI 的增长不太明显，主要原因是该区纬度高，植被生长季短；其次是中国的中部、印度次大陆、朝鲜和西亚北部的部分国家，大部分地区 MLAI 的增长速度为 0.01~0.02/ 年。降低比较明显的地区是蒙古北部和中国内蒙古东部地区，ALAI 的下降速度为 0.02~0.01/ 年，MLAI 下降速度可以达到 0.05/ 年。

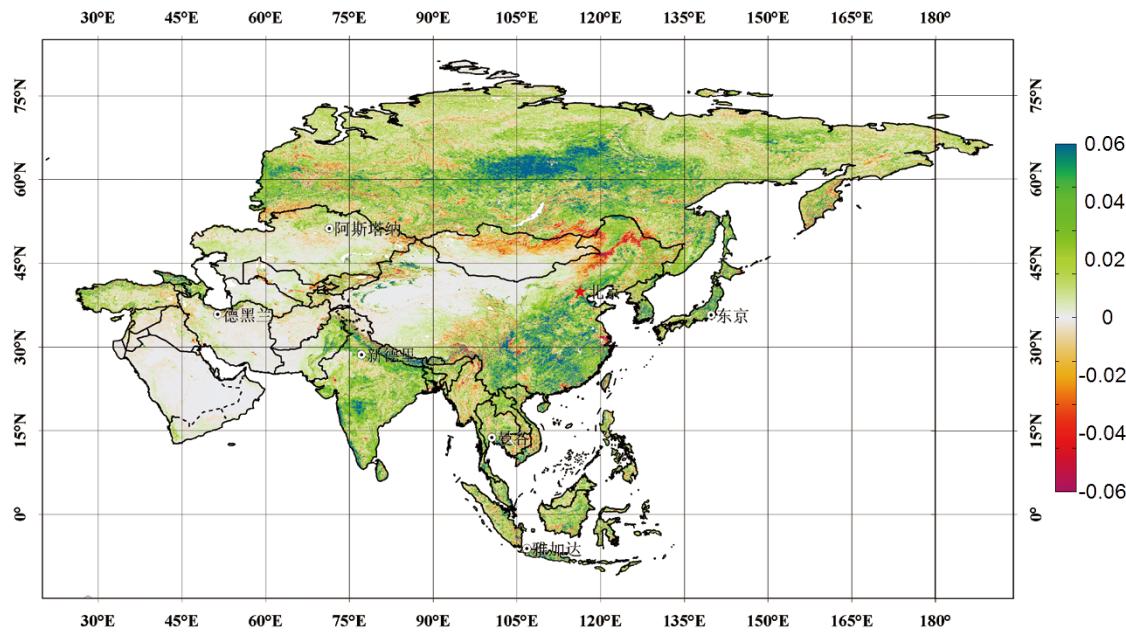


图 4-5a 亚洲最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化趋势分布图

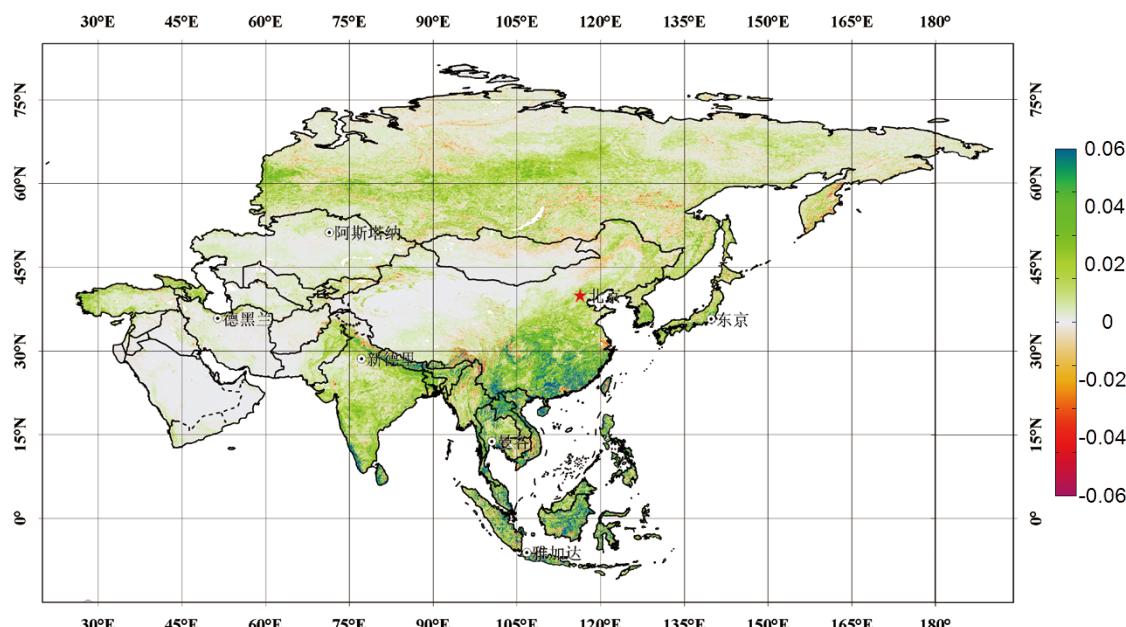


图 4-5b 亚洲平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化趋势分布图

亚洲典型国家 30 年 MLAI 和 ALAI 随时间变化曲线表明（图 4-6a, b），东亚、南亚和东南亚的日本、中国、印度、越南、印度尼西亚和菲律宾 30 年来的 MLAI 和 ALAI 都呈现增长趋势，其中 ALAI 的增长趋势更为明显，可能与全球温度上升有利于植被生长有关，但 2000 年以后的增长趋势趋缓，甚至印度尼西亚和越南的 MLAI 出现下降趋势。地处中亚和西亚荒漠带的蒙古、伊朗和哈萨克斯坦三国，MLAI 和 ALAI 总体水平低，其 30 年变化相对平稳，增长或下降的趋势都不太明显，但 1998 年后，蒙古和哈萨克斯坦的 MLAI 呈明显降低的趋势，可能与脆弱生态环境下人类活动的增加有关。

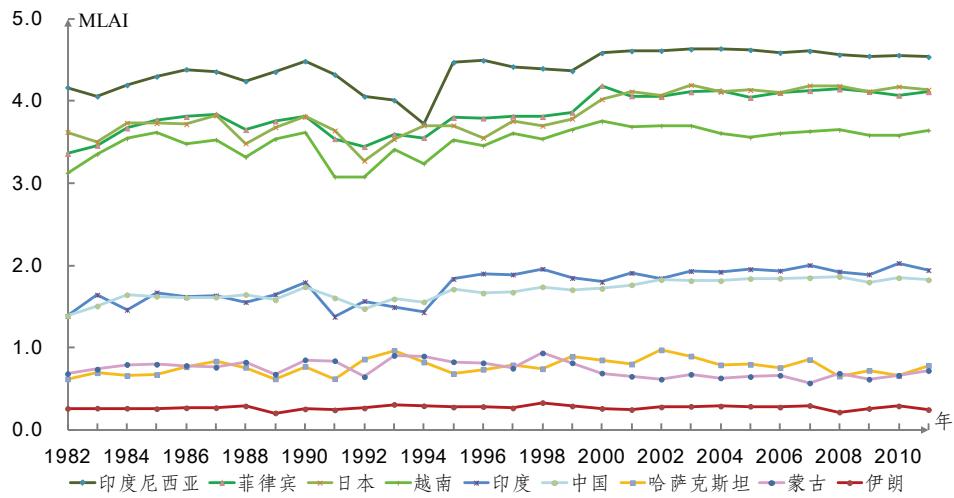


图 4-6a 亚洲典型国家最大叶面积指数 (MLAI) 年际变化图

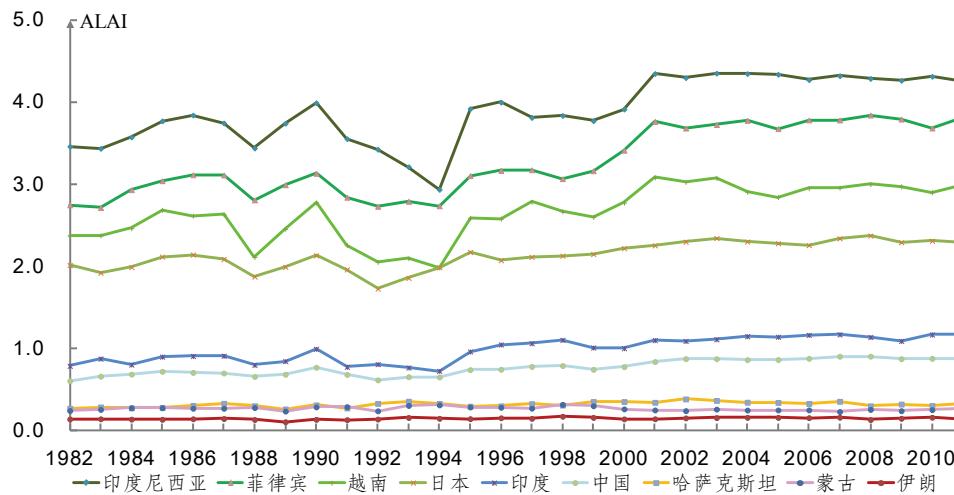


图 4-6b 亚洲典型国家平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化曲线图

(2) 欧洲

30年来，欧洲MLAI和ALAI的年际变化趋势分布表明（图4-7a, b），欧洲大部分区域30年来MLAI和ALAI呈增长趋势，特别是中南欧的罗马尼亚、保加利亚、希腊、

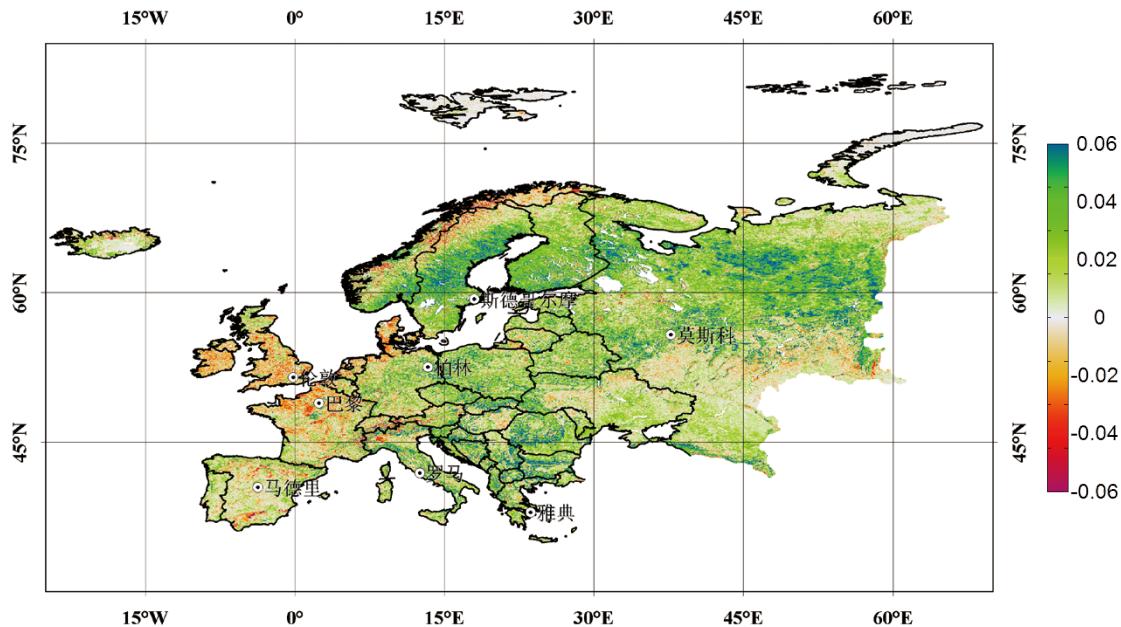


图4-7a 欧洲最大叶面积指数（MLAI）30年变化趋势分布图

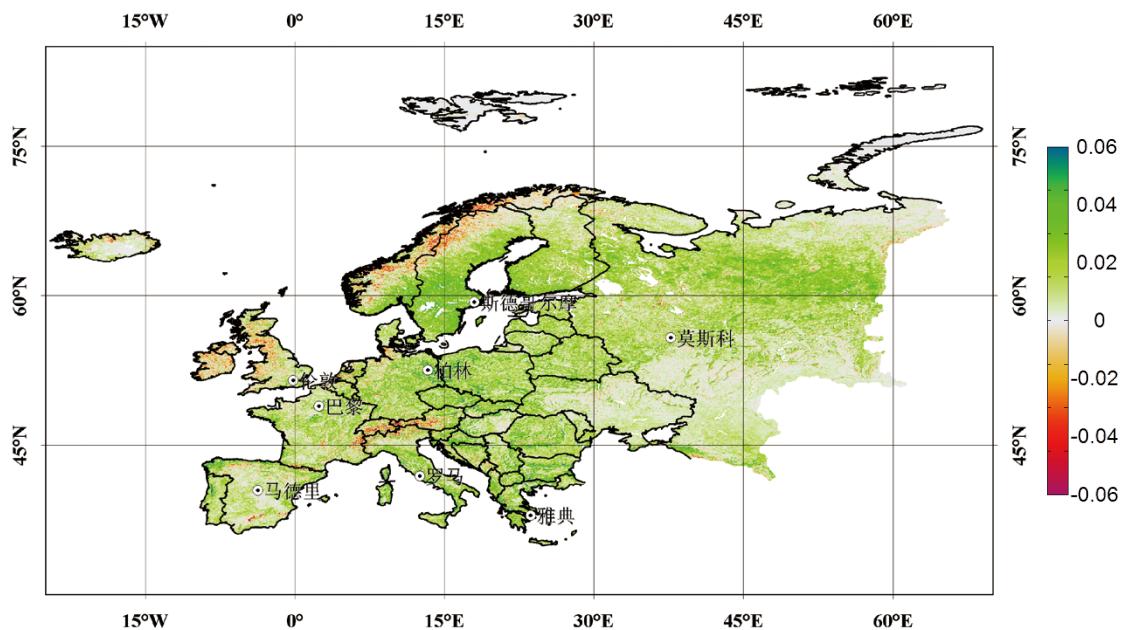


图4-7b 欧洲平均叶面积指数（ALAI）30年变化趋势分布图

波黑和匈牙利，北欧的瑞典、芬兰以及俄罗斯（欧洲部分）的中北部地区，增长的趋势更加明显。西欧和南欧的英国、法国、爱尔兰和西班牙等国家以及北欧挪威的西海岸地区MLAI和ALAI则呈明显的下降趋势，MLAI下降的趋势更为明显，意大利北部和俄罗斯中南部地区也出现一个明显的东西向降低带。

欧洲9个典型国家30年来MLAI和ALAI随时间变化曲线表明（图4-8a, b），在1988年至1999年，虽然MLAI和ALAI的年际波动较大，但所有国家的MLAI和ALAI均呈现增长态势；1999年之后，瑞典、芬兰和意大利3个国家的MLAI和ALAI继续保持增长，德国、法国、英国和西班牙4个国家的MLAI和ALAI则有不同程度的下降，特别是英国，两个指标的下降最为明显，而挪威和俄罗斯两国MLAI的变化较平稳，但ALAI下降的幅度较大。

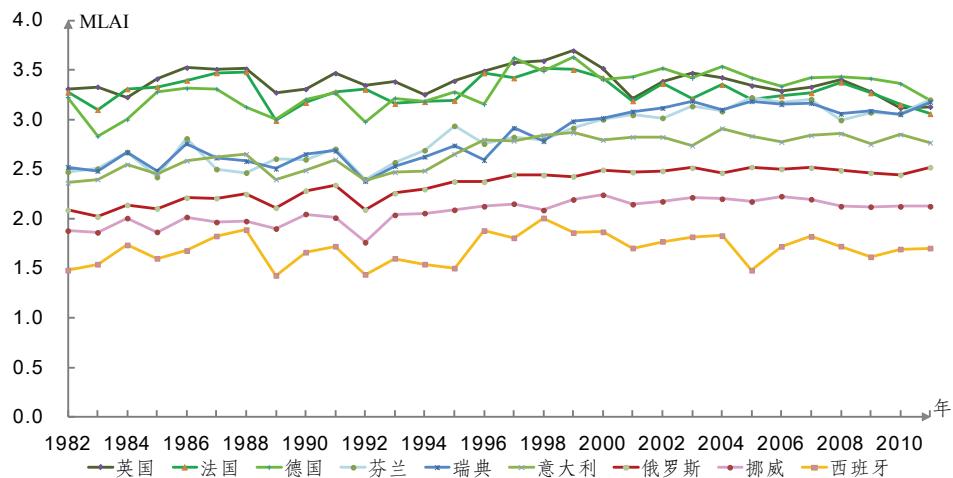


图 4-8a 欧洲典型国家最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化曲线图

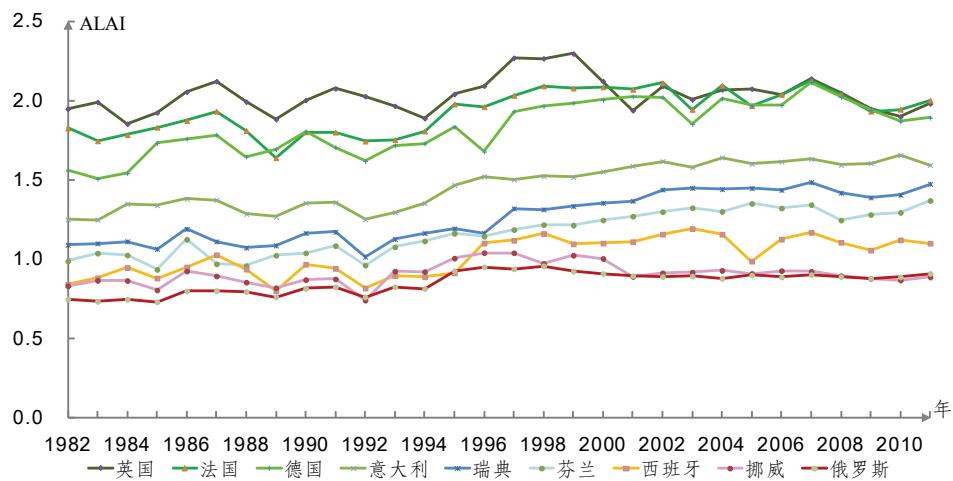


图 4-8b 欧洲典型国家平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化曲线图

(3) 非洲

非洲 30 年 MLAI 和 ALAI 变化趋势分布表明（图 4-9a, b），非洲北部撒哈拉沙漠地区和大陆南端属干旱和半干旱气候，植被稀疏，MLAI 和 ALAI 普遍较低，但比较稳定，

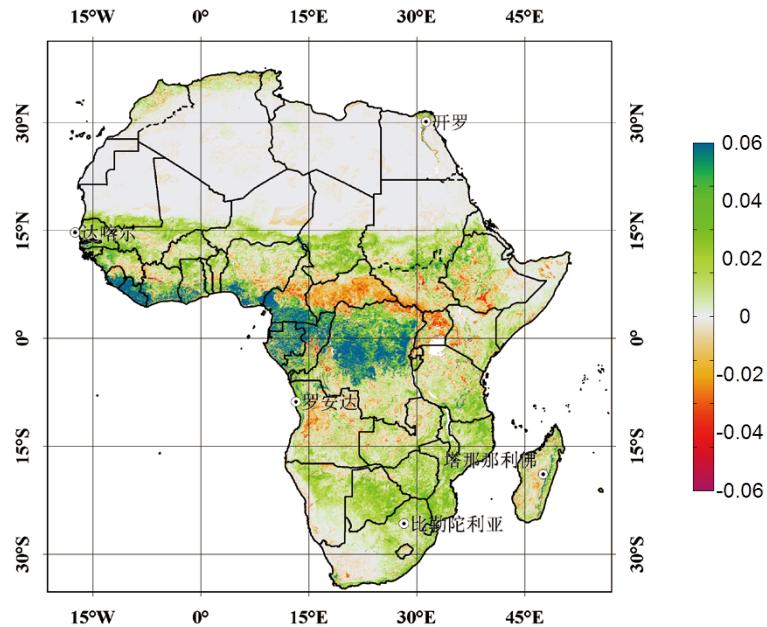


图 4-9a 非洲最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化趋势分布图

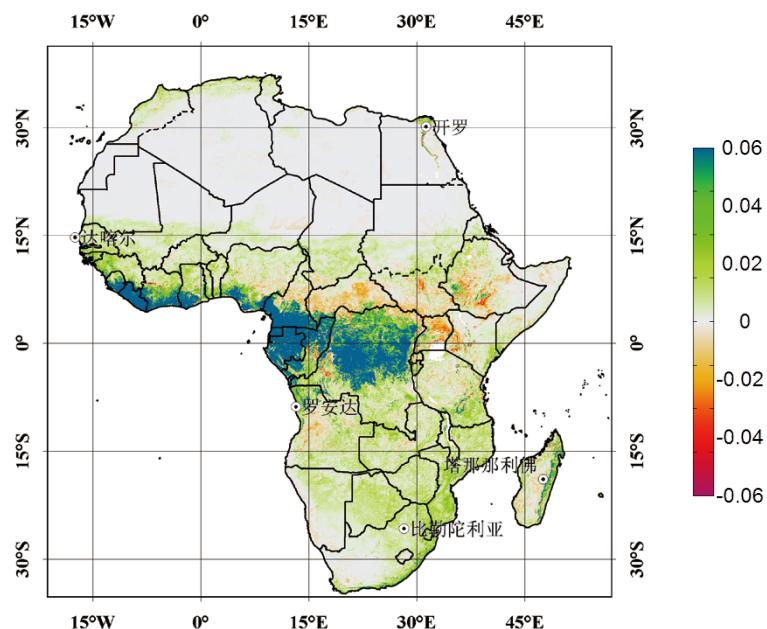


图 4-9b 非洲平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化趋势分布图

30 年的变化很小。撒哈拉以南的大部分地区以增加为主，刚果盆地和几内亚湾沿岸增加趋势最为突出。刚果盆地周边 MLAI 和 ALAI 变化以下降为主，其中北部地区尤为明显，可能与人类活动加剧有关。

非洲 30 年 9 个典型国家 MLAI 和 ALAI 随时间变化情况表明（图 4-10a, b），虽然上世纪 80 年代晚期至 90 年代中期大部分国家的 MLAI 和 ALAI 波动都较大，但 2000 年之前除埃及外的所有国家 MLAI 和 ALAI 都呈增长趋势。埃及位于撒哈拉沙漠区，大部分国土植被稀少，MLAI 和 ALAI 都很低，年际变化也很小。在 2000 年后，大部分国家的 MLAI 和 ALAI 都呈下降的趋势，纳米比亚和南非近几年有所上升。

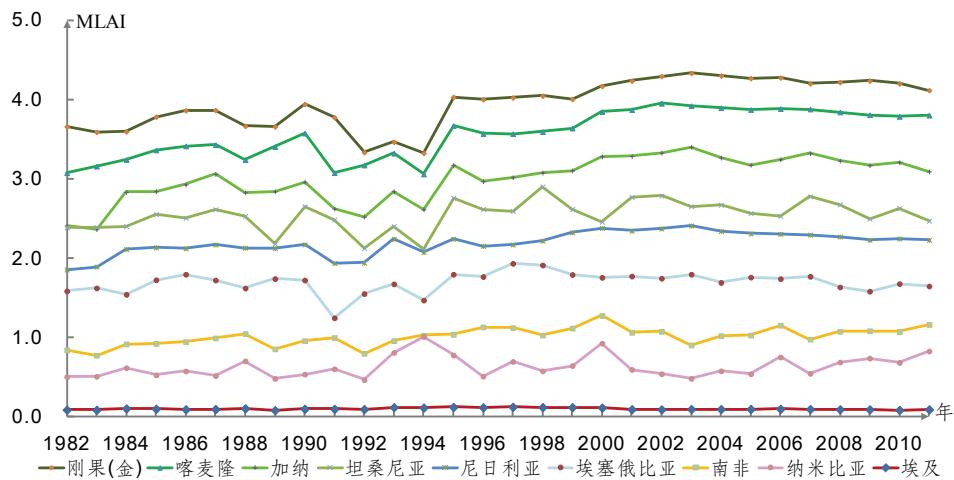


图 4-10a 非洲典型国家最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化曲线图

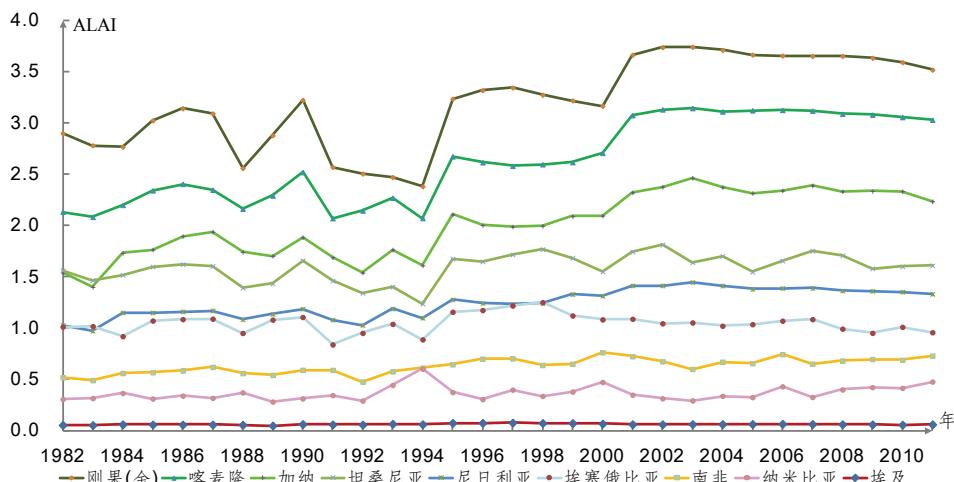


图 4-10b 非洲典型国家平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化曲线图

(4) 北美洲

北美洲 30 年 MLAI 和 ALAI 的年际变化趋势分布表明（图 4-11a, b），加拿大中部至东南部的带状地区、美国东部、墨西哥南部以及其他加勒比海沿岸国家和岛国，MLAI 和 ALAI 在过去 30 年都呈增长趋势，特别是在加拿大中部至东南部的带状区，

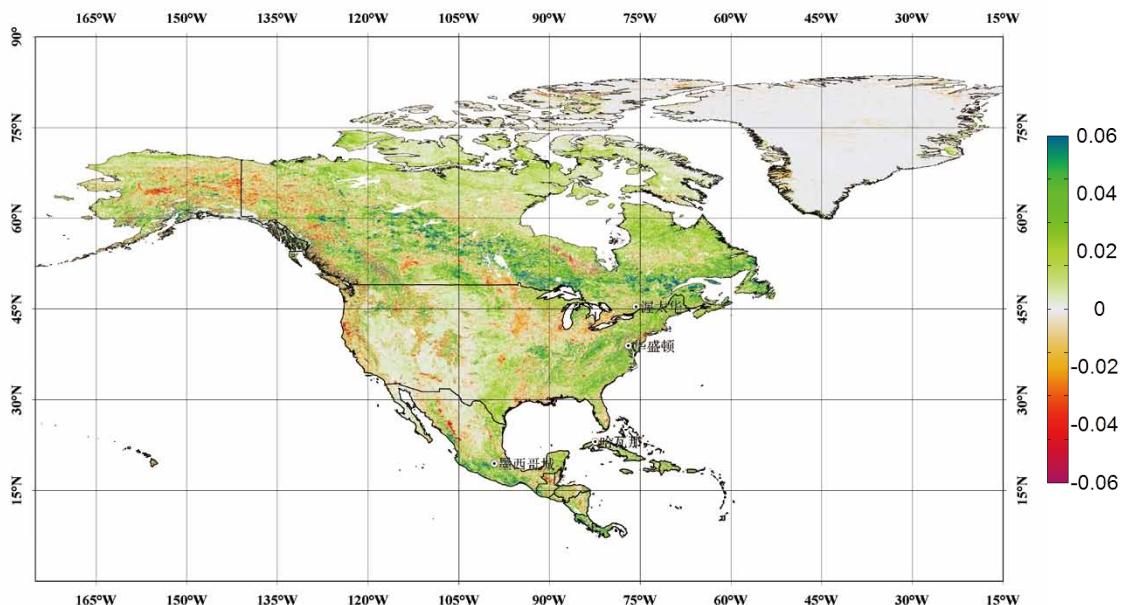


图 4-11a 北美洲最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化趋势分布图

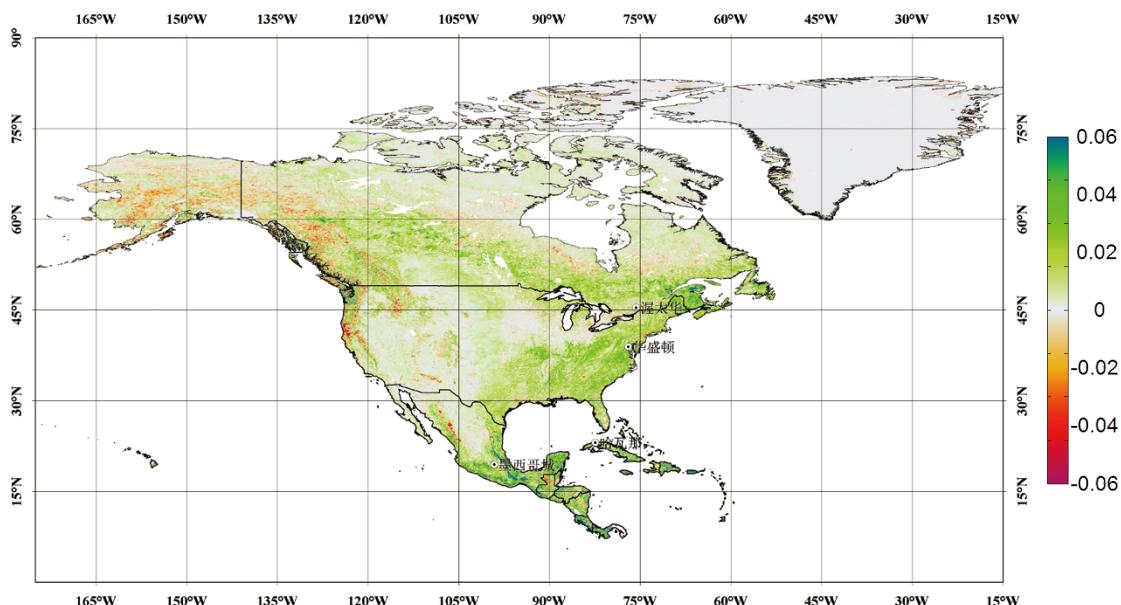


图 4-11b 北美洲平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化趋势分布图

MLAI 的增长最为明显。美国中西部及墨西哥北部为干旱、半干旱区，加拿大北部和格陵兰地区大部为常年冰冻区，MLAI 和 ALAI 数值小，其 30 年变化趋势不明显。加拿大育空地区和美国的阿拉斯加地区的 MLAI 和 ALAI 都呈下降趋势。

北美洲 7 个典型国家 30 年 MLAI 和 ALAI 随时间变化情况表明（图 4-12a, b），加拿大、美国和墨西哥 3 个主要大陆国家 MLAI、ALAI 的 30 年变化平稳，都呈缓慢的增长趋势。中美洲和加勒比海地区的多米尼加、洪都拉斯、哥斯达黎加和古巴 4 个国家 MLAI 和 ALAI 的 30 年变化幅度较大，增长趋势明显，但从 1995 年以后，ALAI 增长明显变缓，洪都拉斯的 ALAI 甚至出现下降的趋势。

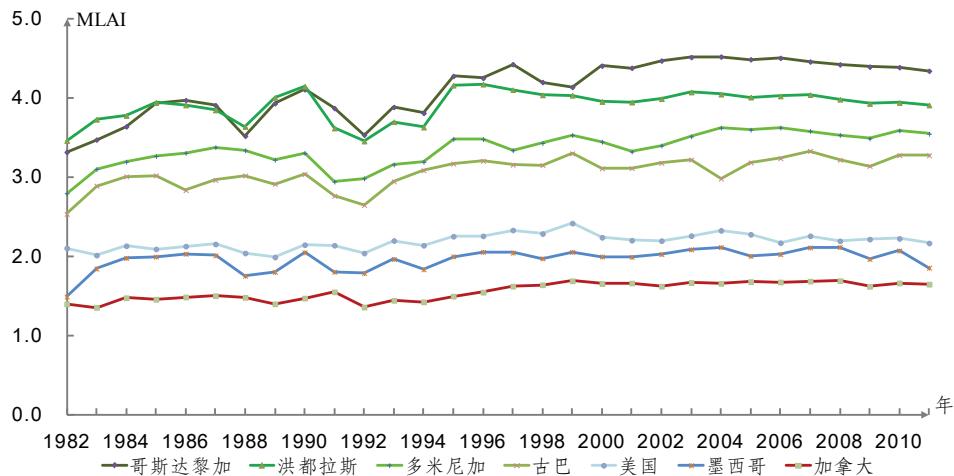


图 4-12a 北美洲典型国家最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化曲线图

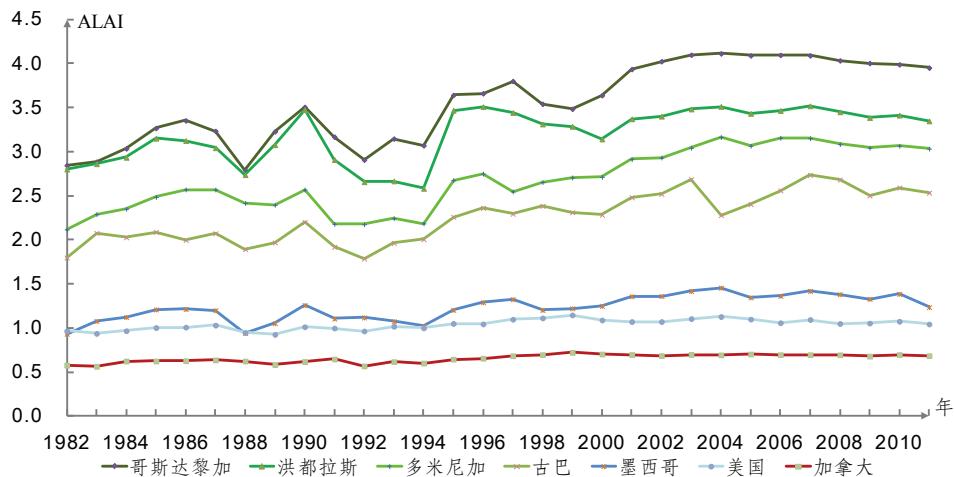


图 4-12b 北美洲典型国家平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化曲线图

(5) 南美洲

南美洲 30 年 MLAI 和 ALAI 变化趋势相似，整体呈增长趋势（图 4-13a, b）。其中赤道附近地区叶面积指数增长最为明显，南部地区变化不大，亚马孙平原和巴西高原

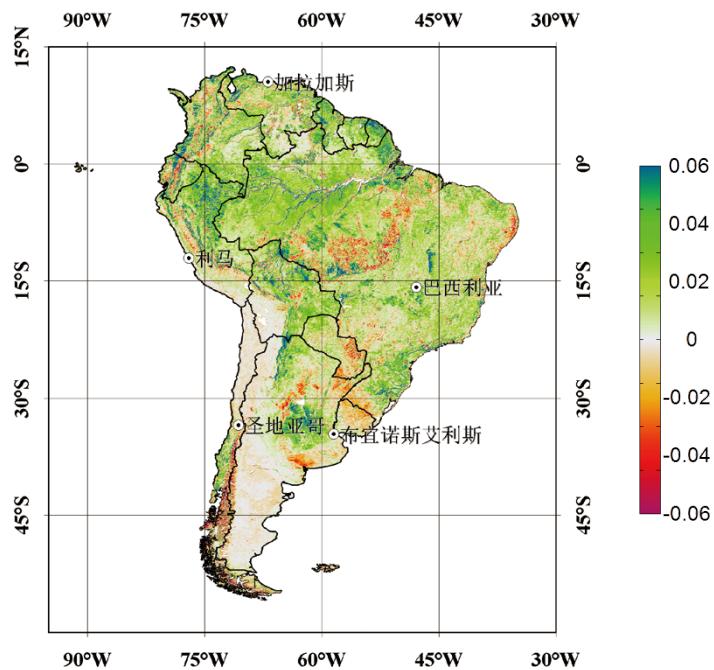


图 4-13a 南美洲最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化趋势分布图

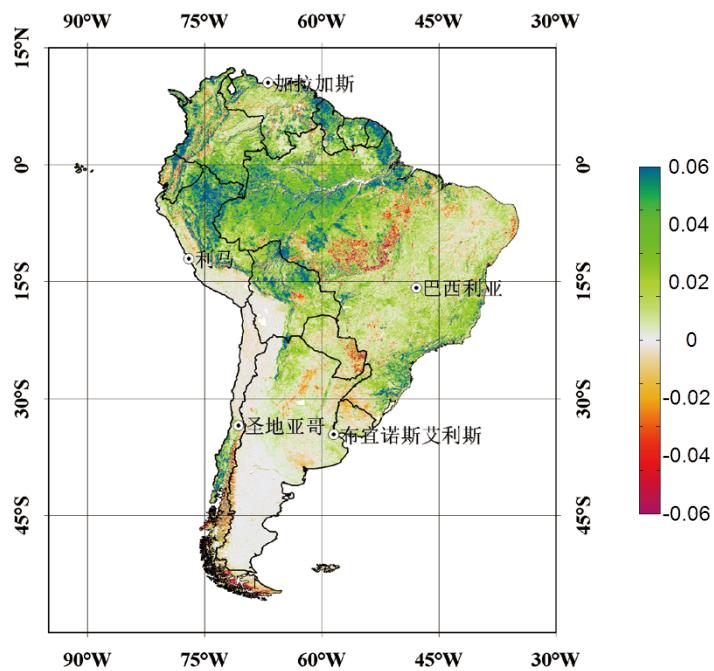


图 4-13b 南美洲平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化趋势分布图

之间的过渡地带显著下降，巴西和巴拉圭交界地区、亚马孙河入海口附近地区也有明显下降。

南美洲 9 个国家 30 年 MLAI 和 ALAI 随时间变化情况表明（图 4-14a, b），阿根廷、智利和巴拉圭 3 个国家的 MLAI 和 ALAI 在 30 年呈缓慢的下降趋势，特别是 2001 年以后下降的趋势更为显著。巴西和委内瑞拉等 6 个国家过去 30 年 MLAI 和 ALAI 都呈较快的增长趋势，但 2001 年之后增长的趋势变得不明显，玻利维亚的 ALAI 开始呈下降趋势。

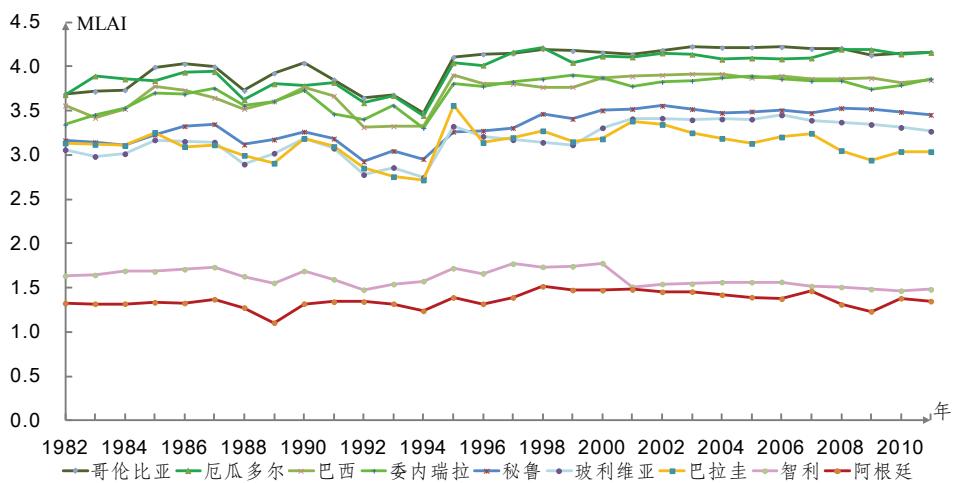


图 4-14a 南美洲典型国家最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化曲线图

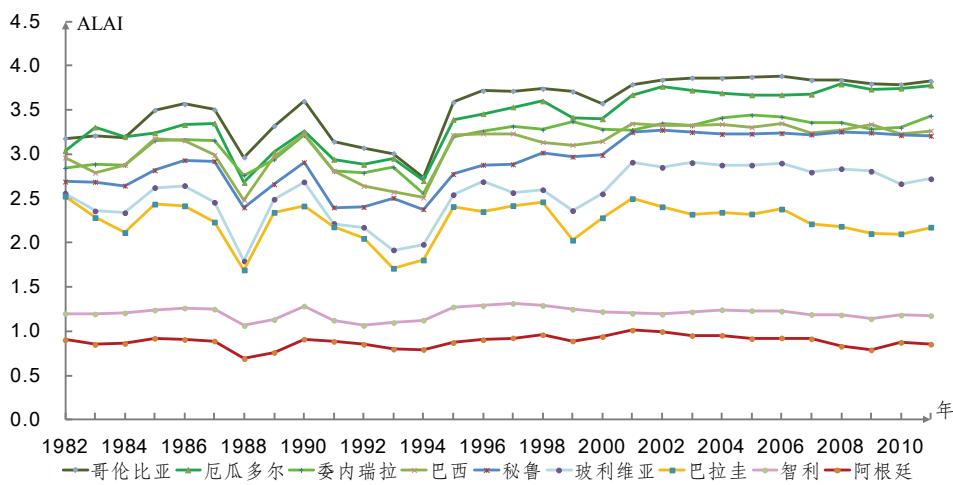


图 4-14b 南美洲典型国家平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化曲线图

(6) 大洋洲

从大洋洲 30 年 MLAI 和 ALAI 变化趋势分布情况看（图 4-15a, b），由于大洋洲大部分地区属于干旱和半干旱气候，植被稀疏，因此叶面积指数普遍较低，变化不显著。

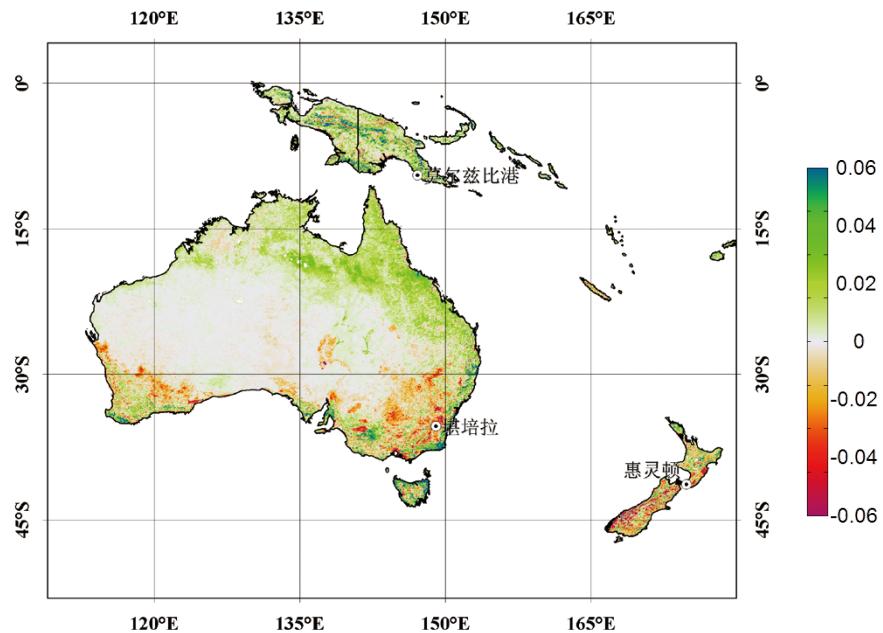


图 4-15a 大洋洲最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化趋势分布图

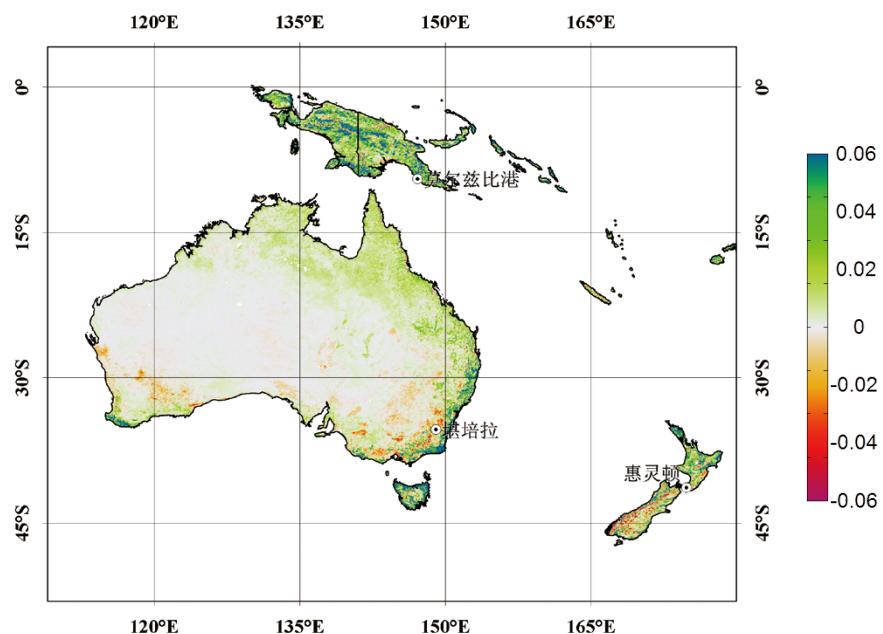


图 4-15b 大洋洲平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化趋势分布图

澳大利亚中西部地区多为荒漠，ALAI 变化不大，东部沿海和新西兰北岛 ALAI 呈增加趋势，但澳大利亚东南局部地区和新西兰南岛有所降低，MLAI 降低幅度更为明显。

大洋洲 30 年 MLAI 时间变化曲线和 ALAI 时间变化曲线表明（图 4-16a, b），澳大利亚的变化曲线比较平稳，2009 年以后有上升趋势。新西兰 MLAI 和 ALAI 在 2000 年前波动较大，2000 年后植被生长状况较稳定，近 10 年呈略下降的趋势。巴布亚新几内亚的 MLAI 和 ALAI 在 2001 年前有较大的波动，总体呈上升趋势，但近 10 年变化平缓，略有降低。

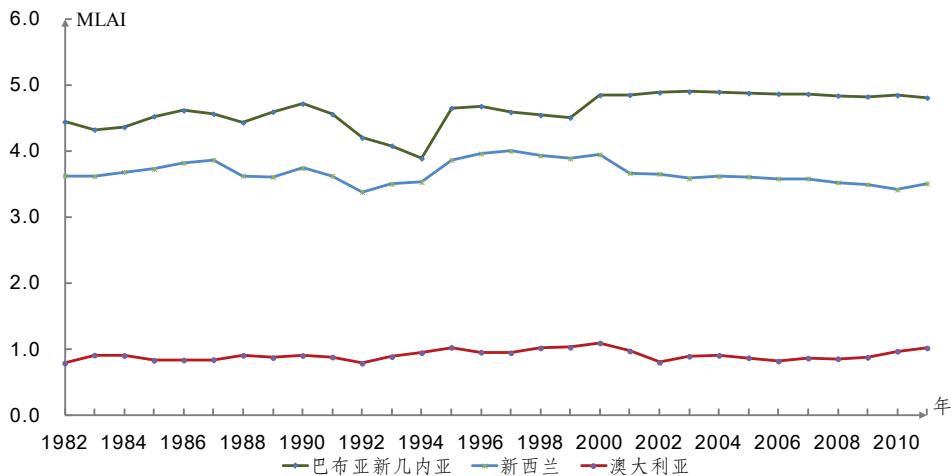


图 4-16a 大洋洲典型国家最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化曲线图

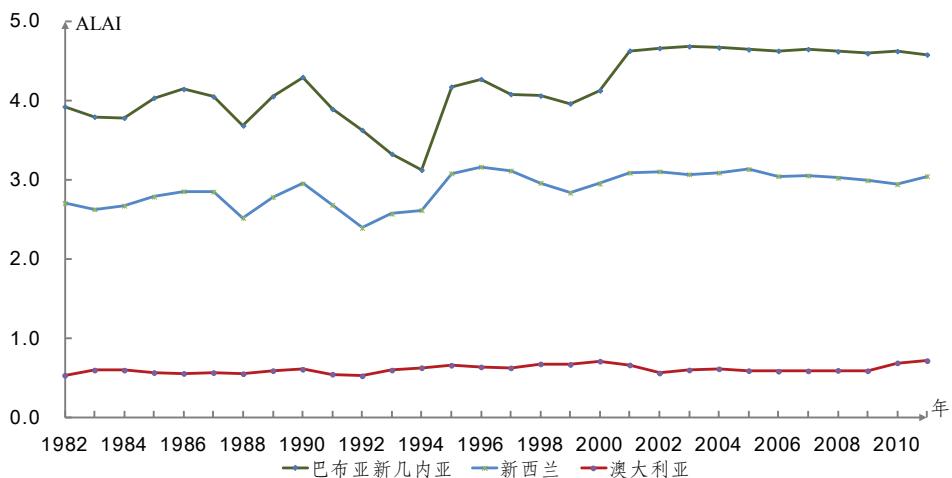


图 4-16b 大洋洲典型国家平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化曲线图

5 中国陆地植被生长状况及 30 年时空变化

5.1 中国植被背景与现状

(1) 中国植被生长背景状况

中国 MLAI 和 ALAI 总体分布特征为东部高、西部低，从东南向西北递减。30 年 MLAI 的全国平均值为 1.70，最大值为 5.35，出现于中高纬度的长白山区，高值区还有大小兴安岭、秦巴山区、藏东南、东南沿海、海南和台湾东部等地区（图 5-1a）；30 年 ALAI 的全国平均值为 0.77，最大值为 4.72，出现于低纬度的海南五指山区，高值区还分布于藏东南、滇南、海南和台湾东部等地区（图 5-1b）。

黑龙江、福建和台湾三省 30 年平均 MLAI 值较高，均在 3.5 以上；甘肃、青海、西藏、宁夏和新疆等省（区）30 年平均 MLAI 值较低，均在 1.0 以下。台湾、海南、福建和广西等省（区）30 年 ALAI 值较高，均在 2.0 以上；新疆、西藏、宁夏、青海、甘肃和内蒙古等省（区）30 年 ALAI 值较低，均在 0.5 以下。

(2) 中国植被生长现状

2011 年中国 MLAI 和 ALAI 的分布格局与 30 年背景特征基本一致（图 5-2a, b）。2011 年中国的 MLAI 平均值为 1.83，最大值为 5.83。MLAI 高值区主要出现于小兴安岭、长白山和秦巴山区等林区。2011 年中国 ALAI 的平均值为 0.88，最大值为 5.02，ALAI 高值区主要分布于海南岛、滇南、藏东南和台湾中东部。

黑龙江、吉林、辽宁、安徽、湖北、浙江、重庆、江西、湖南、云南、贵州、福建、广东、广西、海南和台湾等省（区、市）的 MLAI 平均值在 3.0 以上，而新疆、宁夏、青海、甘肃和西藏等省（区）在 1.0 以下。浙江、重庆、江西、湖南、云南、福建、广西、广东和海南等省（区）的 ALAI 的平均值在 2.0 以上，内蒙古、新疆、宁夏、青海、甘肃和西藏等省（区）在 0.5 以下。

2011 年中国 MLAI 和 ALAI 与 30 年背景的差异分析结果表明（图 5-3a, b），2011 年我国大部地区的 MLAI 和 ALAI 都比背景值高，其中东部地区更为明显，植被生长状况总体较好。

2011 年与 30 年背景值相比，松嫩平原、黄土高原、秦巴山区、四川盆地周边和湘

南粤北地区，MLAI值较高，植被生长状况比背景状况好。内蒙古东部、江苏沿海、长江三角洲、珠江三角洲、四川盆地、三江源、天山南麓和西藏东南部的MLAI值较低，植被生长状况较背景值差。松辽平原和黄淮海平原农业区部分地带的MLAI低于背景值。

2011年，云南南部、广西南部和东部、粤西地区和海南岛 ALAI 值较背景值高，太湖平原、藏东南、内蒙东部和天山南麓等地区低于背景值。

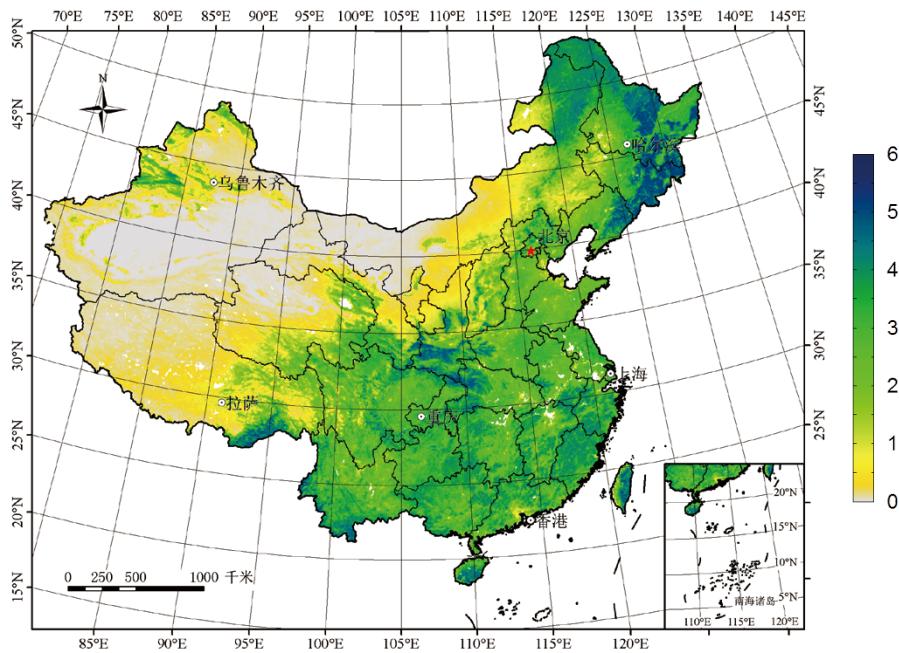


图 5-1a 中国 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

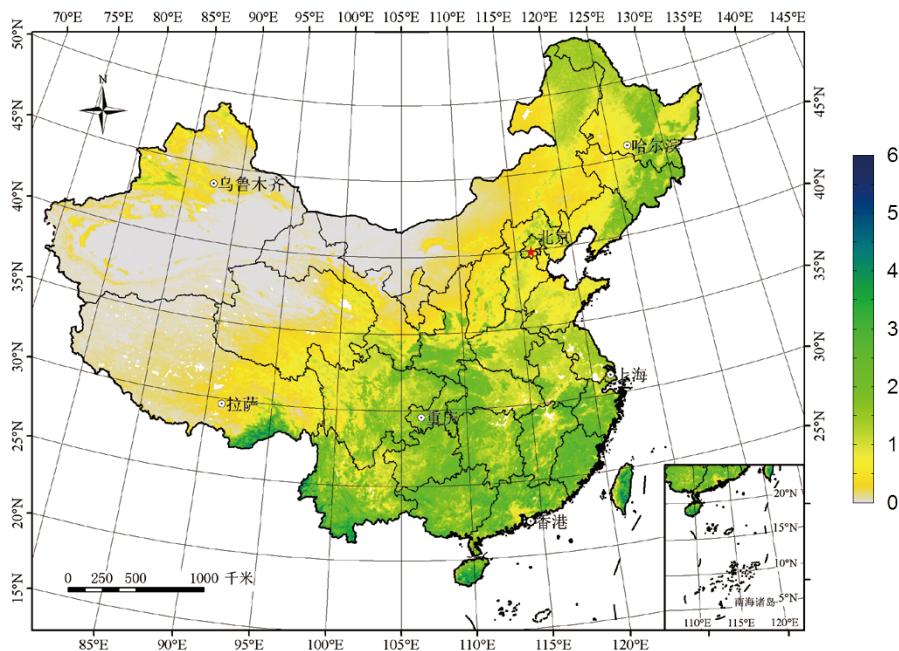


图 5-1b 中国 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

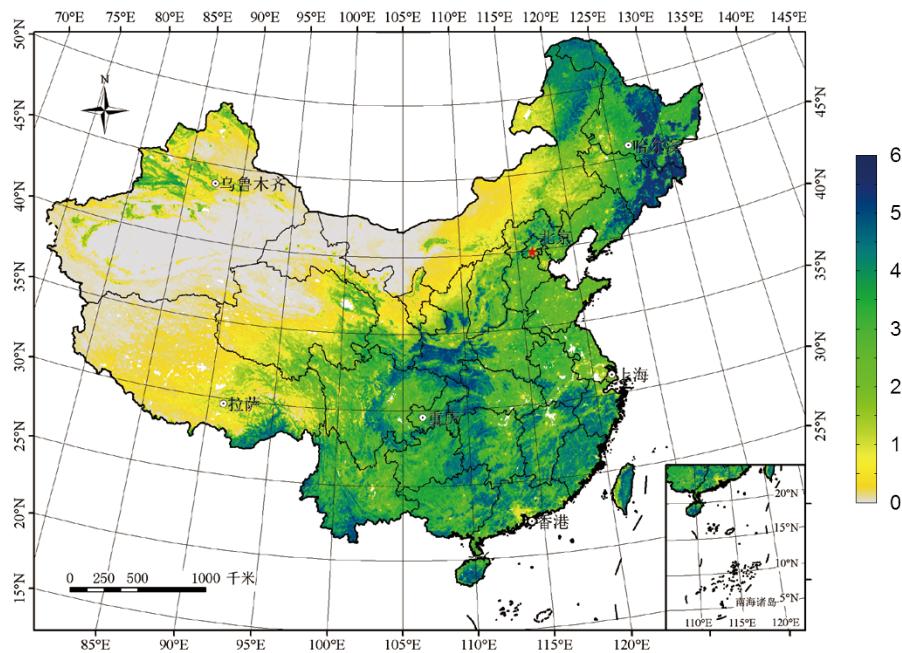


图 5-2a 2011 年中国最大叶面积指数 (MLAI) 分布图

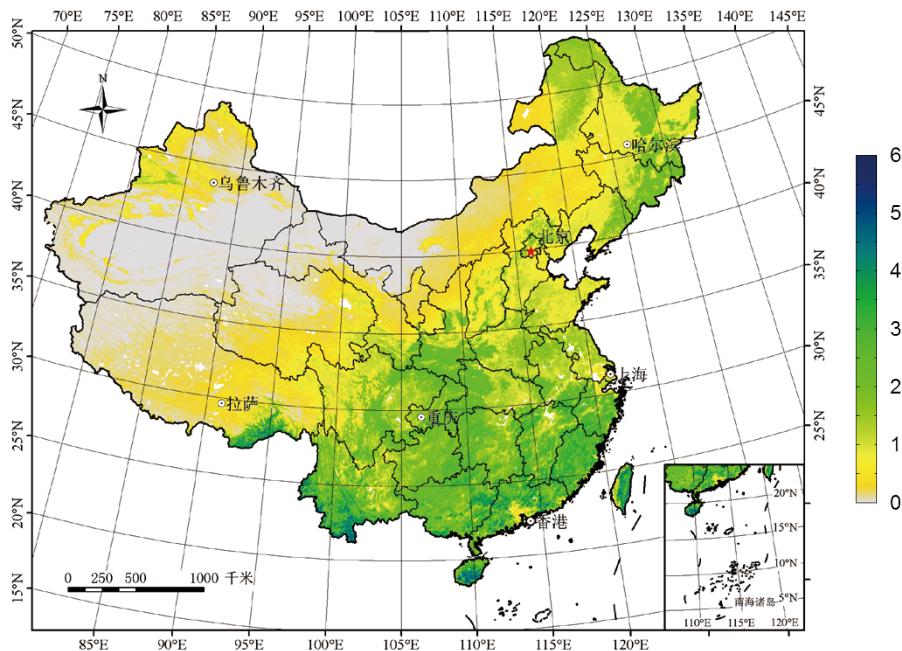


图 5-2b 2011 年中国年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

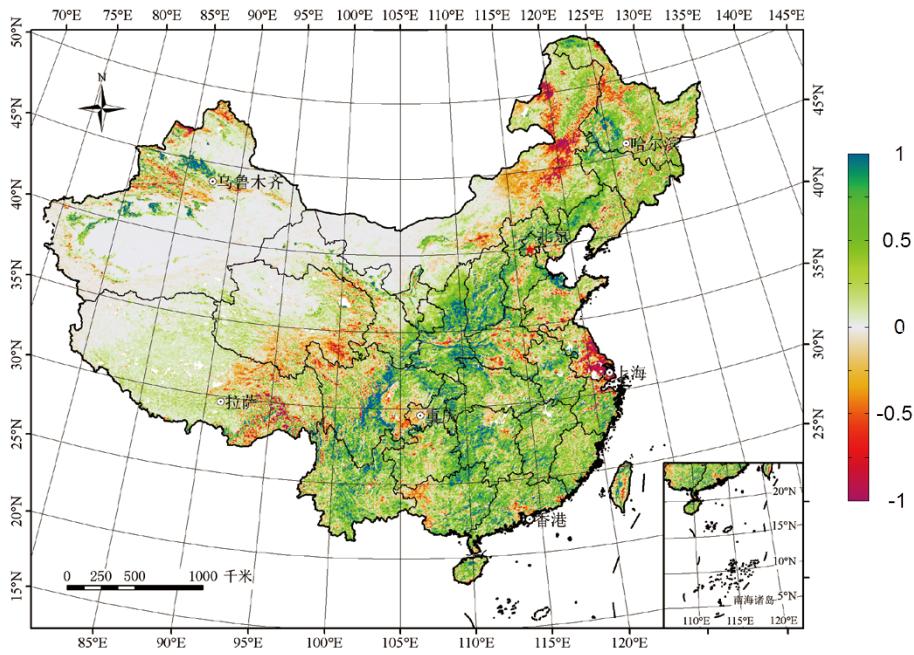


图 5-3a 2011 年中国最大叶面积指数 (MLAI) 与 30 年背景差异分布图

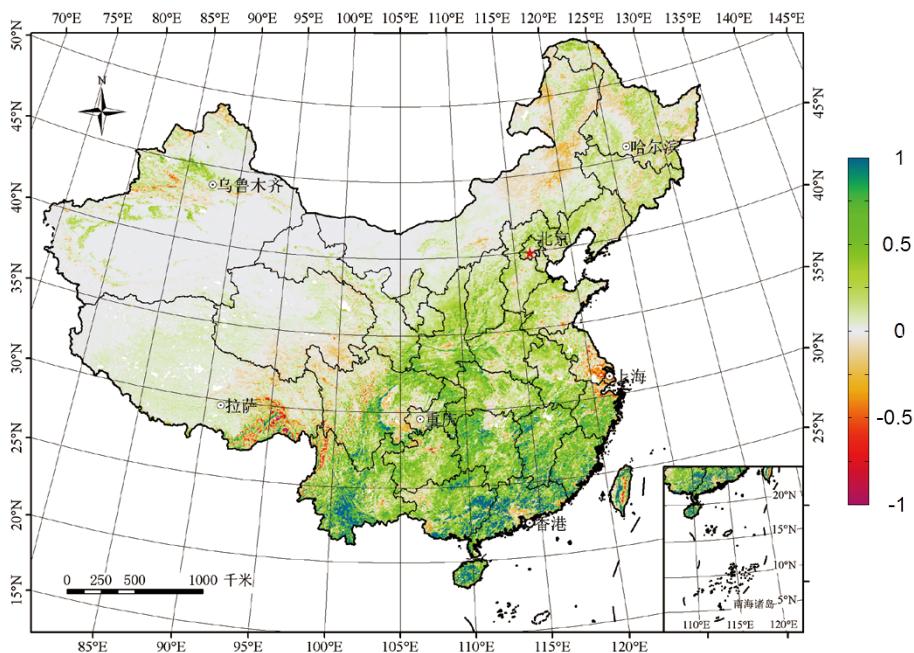


图 5-3b 2011 年中国平均叶面积指数 (ALAI) 与 30 年背景差异分布图

5.2 中国植被 30 年时空变化

对中国 MLAI 和 ALAI 的 30 年变化趋势分析表明（图 5-4a，b），中国大部分地区的植被增长趋势明显，这可能与全球适度变暖更适合于很多植物的生长发育有关。海南、云南、湖南、广东、江西、福建、浙江和江苏等省的大部分地区，MLAI 和 ALAI

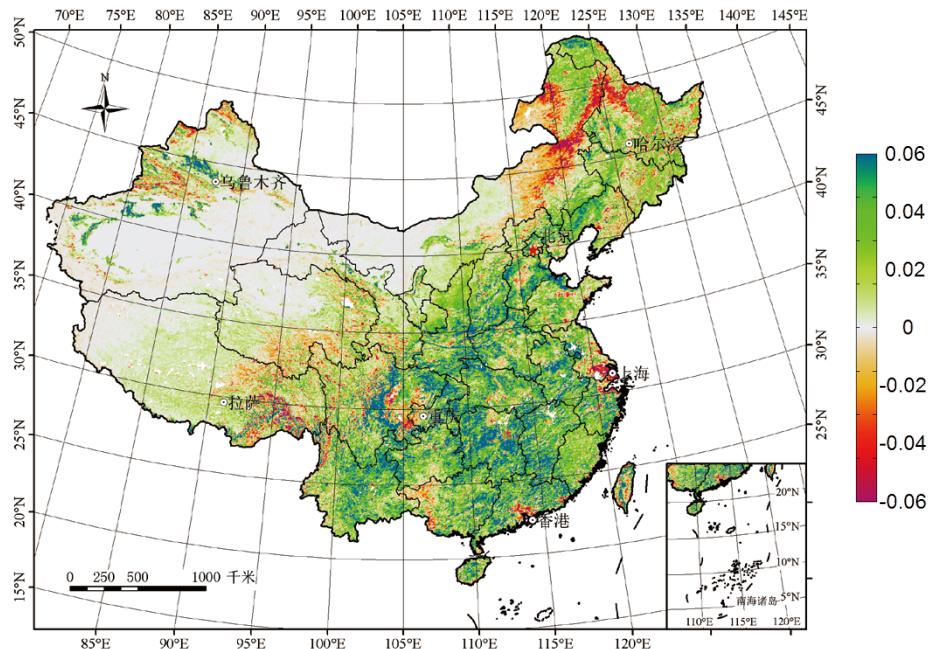


图 5-4a 中国最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化趋势分布图

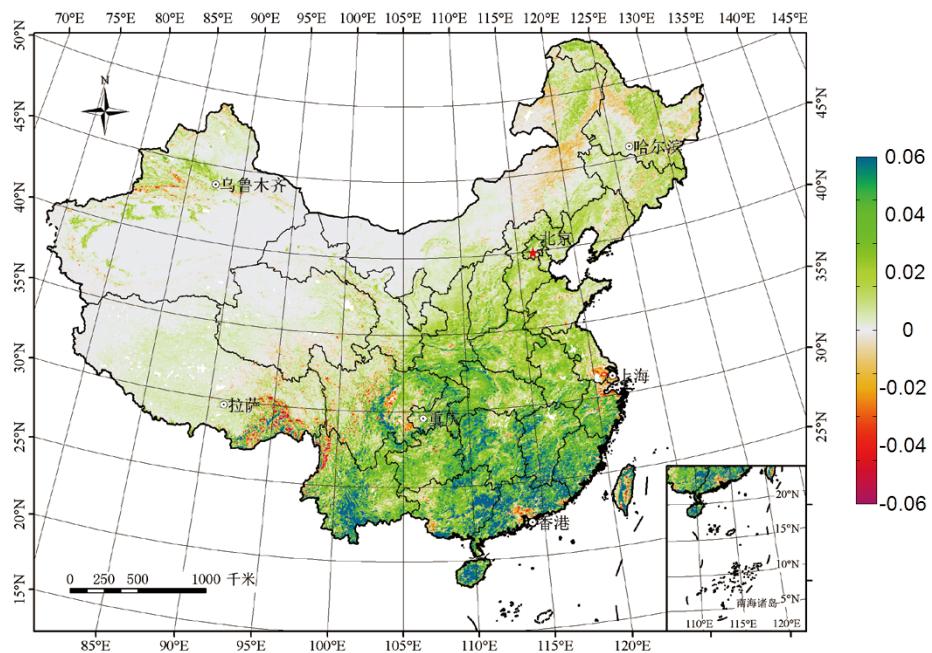


图 5-4b 中国平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化趋势分布图

增长幅度较大。陕西、山西、河北、河南、山东、黑龙江、吉林和辽宁等省的 MLAI 和 ALAI 增长幅度较小。

内蒙古东部、西藏东部、青海东南部、西川东南部和西北部、广西西北部、长江三角洲、珠江三角洲以及东北、华北和长江中下游平原等的局部地区，MLAI 和 ALAI 的下降幅度较大。中国东部及四川东南部 MLAI 和 ALAI 下降区的分布与近 30 年的主要城市扩张区域基本吻合，而中国西部的天山、阿尔泰山、青藏高原东部、广西西北部以及内蒙古东部等生态脆弱地区的 MLAI 和 ALAI 也在下降，可能与这些地区在气候变化和人为影响下的植被退化有关。

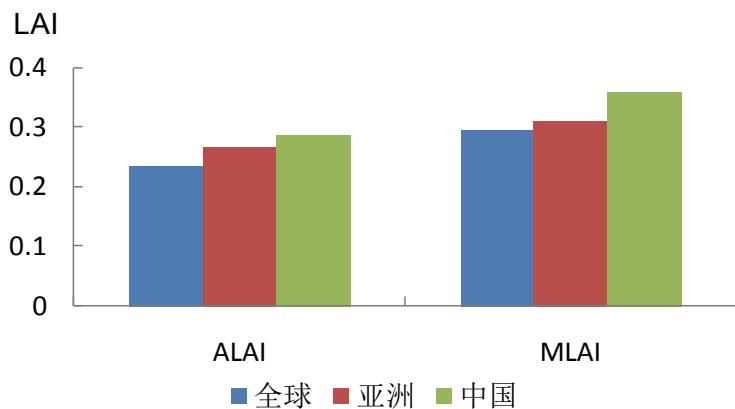


图 5-5 中国 30 年 ALAI 和 MLAI 增长量与世界和亚洲的比较

中国区域 ALAI 和 MLAI 30 年的增长量分别为 0.288 和 0.360，明显高于世界和亚洲 30 年 ALAI 和 MLAI 的增长量（图 5-5），这表明，近 30 年来中国在改善植被方面的努力成效显著。

1978 年启动实施的“三北”（东北、华北和西北）防护林建设工程，从东向西跨越 13 个省（市、自治区）。工程区生长季年度 MLAI 变化统计结果表明，1982~2011 年“三北”防护林工程区除内蒙古东部地区外，MLAI 都呈较为显著的增长趋势，尤其是华北地区在 2000 年以后 MLAI 开始显著增长（图 5-6a, b）。“三北”防护林、退耕还林（草）和京津风沙源治理等工程的实施极大地改善了“三北”地区的生态状况，也使该区域成为过去 30 年中国植被变化最为显著的区域之一。

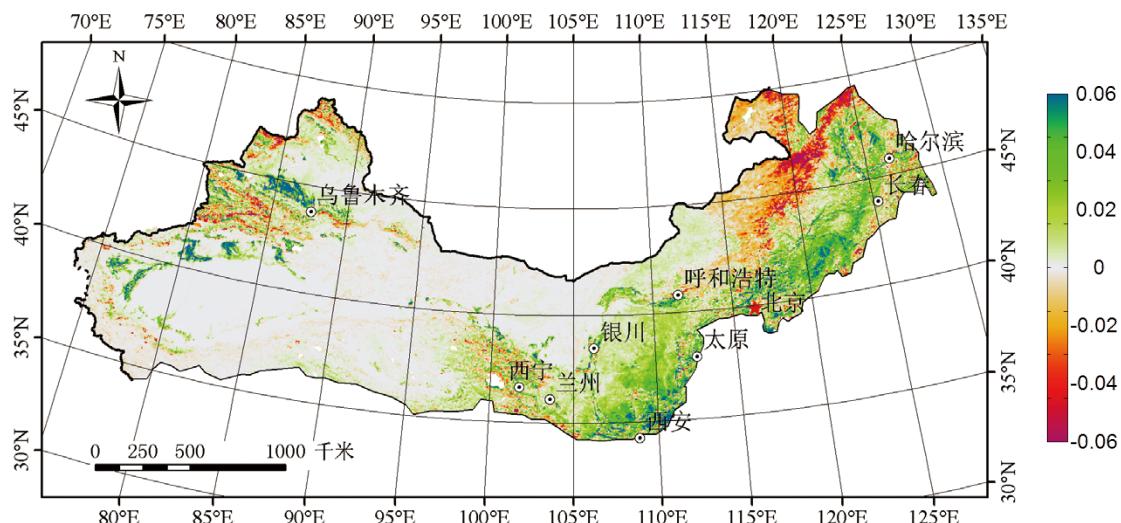


图 5-6a “三北”防护林区最大叶面积指数（MLAI）30 年变化趋势分布图

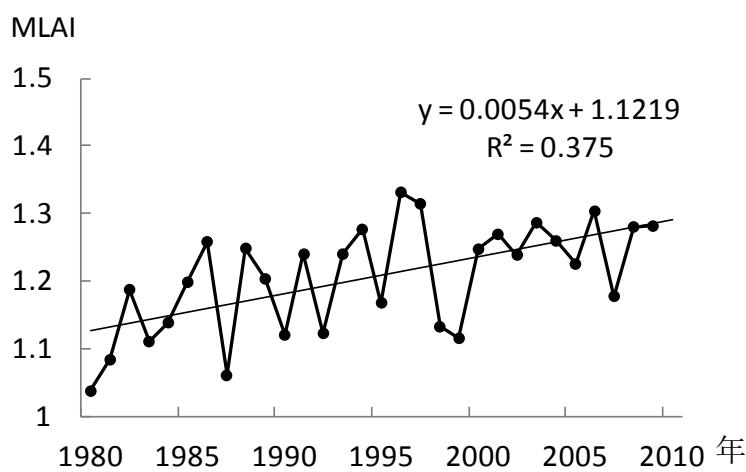


图 5-6b “三北”防护林区最大叶面积指数（MLAI）30 年变化曲线图

5.3 区域植被 30 年时空变化

中国的经纬度跨度大，植被的南北分异明显。以下对东北、华北、中南、华东、西北、西南和港澳台等七个地区分别分析区域植被的 30 年时空变化。

(1) 东北区

东北区包括黑龙江、吉林和辽宁三省。从各省平均 MLAI 和 ALAI 的 30 年变化（图 5-7a, b）可以看出，1982~2011 年的 30 年来，东北三省的 MLAI 和 ALAI 都呈稳中有升的趋势。1994 年 MLAI 和 ALAI 在三省的下降波动都较大，这可能由该年度部分地区的数据缺失引起（华北区等其他六个区域也存在同样问题）。2003 年黑龙江省大旱，MLAI 和 ALAI 值都明显降低；2009 年东北三省大范围干旱和持续高温，其 MLAI 和 ALAI 也都有所下降。

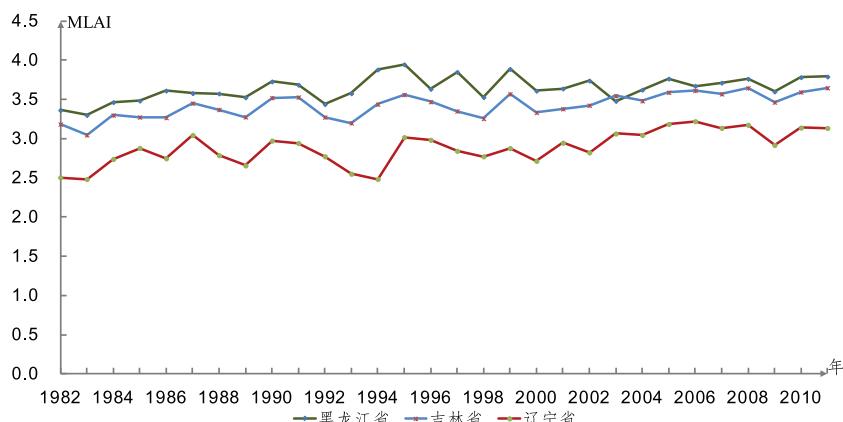


图 5-7a 东北各省最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化曲线图

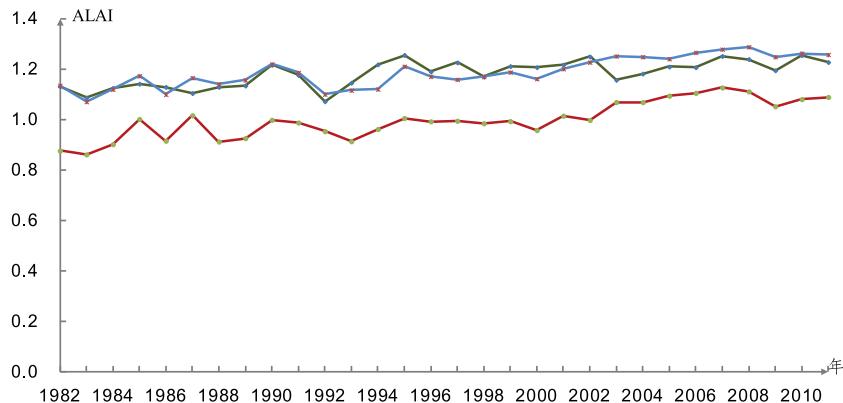


图 5-7b 东北各省平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化曲线图

(2) 华北区

华北区包括北京、天津、河北、山西和内蒙古五省（区、市），从各省（区、市）平均MLAI和ALAI的30年变化（图5-8a, b）可以看出，内蒙古的MLAI和ALAI变化略有下降趋势，这可能与内蒙古东部地区近10年的干旱日益加剧和人类活动的影响有关，其他四省（市）30年来MLAI和ALAI都呈上升趋势，其中山西省近10年的上升趋势最为明显。1999年华北地区大旱，除内蒙古外，各省（市）的MLAI和ALAI都有较大幅度的下降；2008年由于雨水充沛，除天津市外的四省（区、市）的MLAI和ALAI值有小幅度上升。

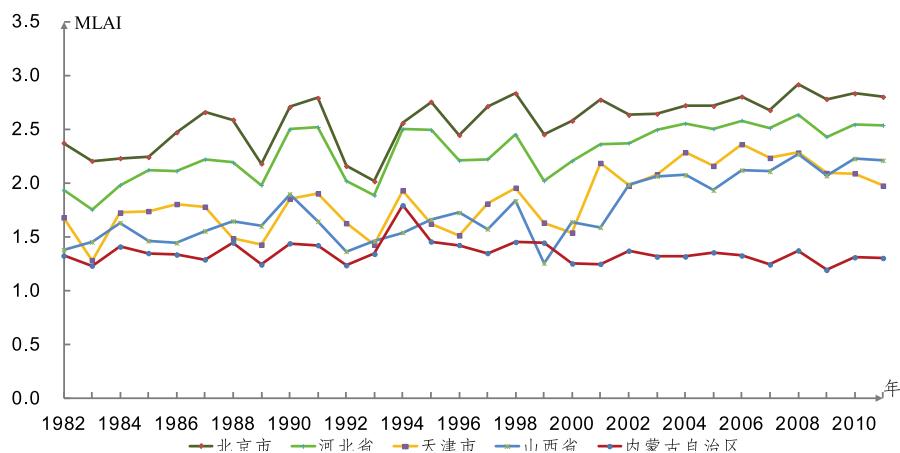


图 5-8a 华北各省(区、市)最大叶面积指数(MLAI)30 年变化曲线图

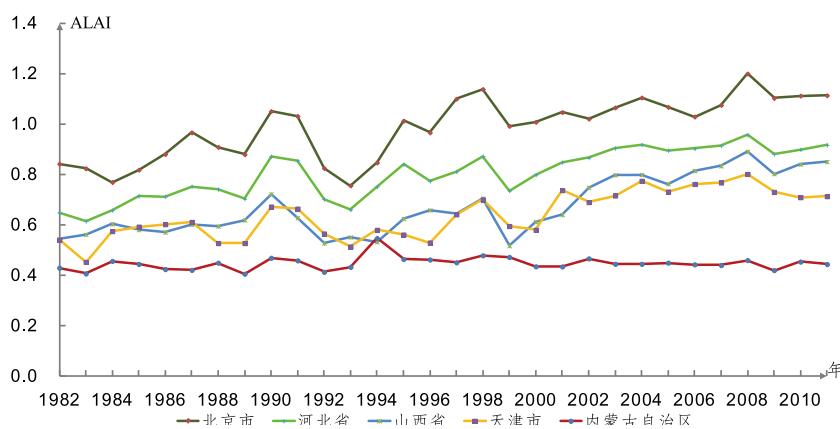


图 5-8b 华北各省(区、市)平均叶面积指数(ALAI)30 年变化曲线图

(3) 华东区

华东区包括上海、山东、江苏、浙江、安徽、江西和福建七省（市）。各省（市）平均MLAI和ALAI的30年变化表明（图5-9a, b），在30年中，由于上海的城市化发展，MLAI和ALAI都持续降低，ALAI从1.2下降到0.9左右，MLAI从最高3.0左右下降到目前的1.5左右。其他各省的MLAI和ALAI都呈逐渐上升的趋势，其中福建、浙江、江西和安徽四省的上升趋势更为明显。值得注意的是，2008年以后华东各省（市）的MLAI和ALAI都有所下降，这一方面与近几年该区冰冻、干旱和洪涝等灾害频发有关，另一方面也受城市化快速发展的影响。

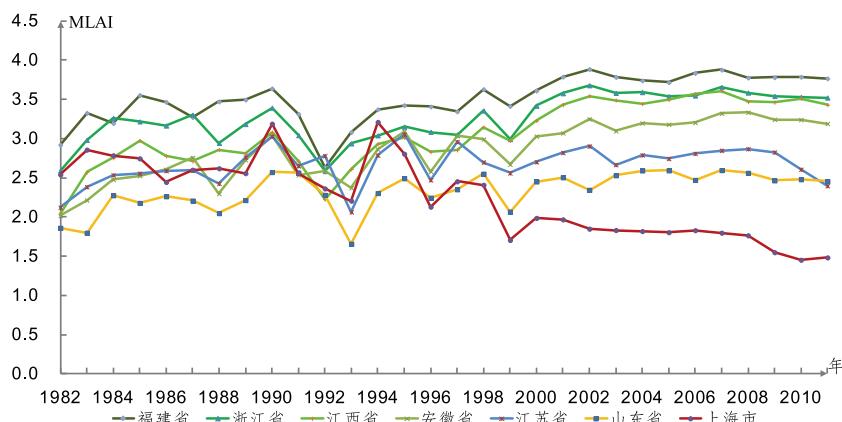


图 5-9a 华东各省（市）最大叶面积指数（MLAI）30 年变化曲线图

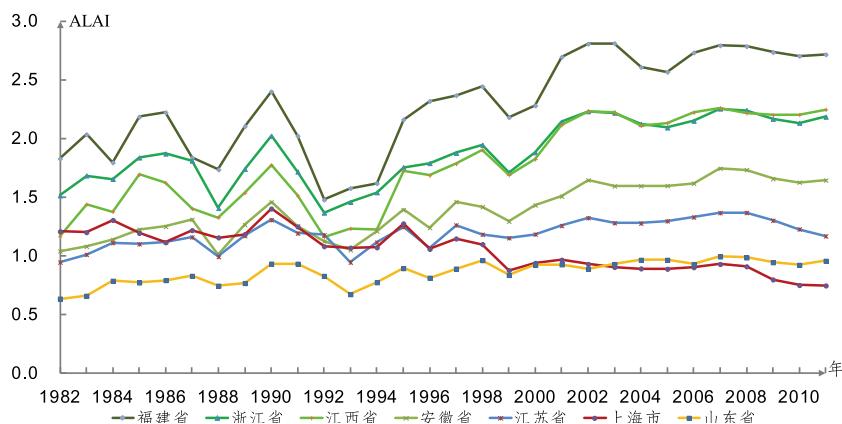


图 5-9b 华东各省（市）平均叶面积指数（ALAI）30 年变化曲线图

(4) 中南区

中南区包括河南、湖北、湖南、广东、广西和海南六省（区）。各省（区）平均MLAI 和 ALAI 的 30 年变化显示（图 5-10a, b），近 30 年的 MLAI 和 ALAI 都呈稳步增长的态势，但波动特征比较明显。1988 年各省（区）的 ALAI 值都有所下降，这与该年度 7~8 月间中南地区的大范围干旱有直接关系。1999 年中南各省（区）的 MLAI 和 ALAI 都明显降低。

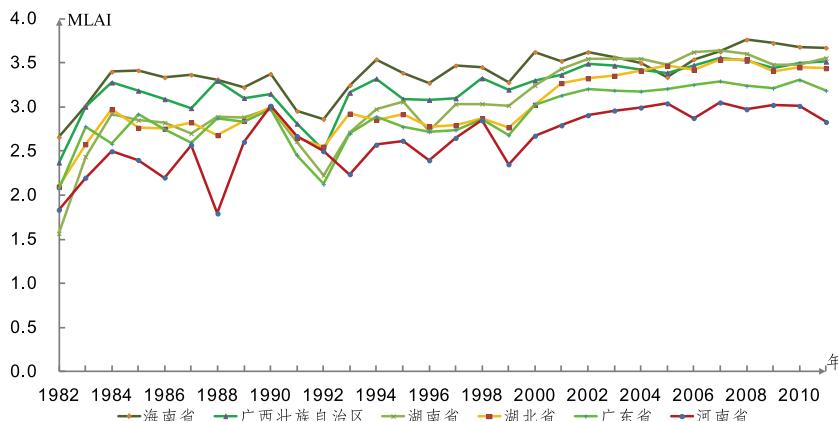


图 5-10a 中南各省（区）最大叶面积指数（MLAI）30 年变化曲线图

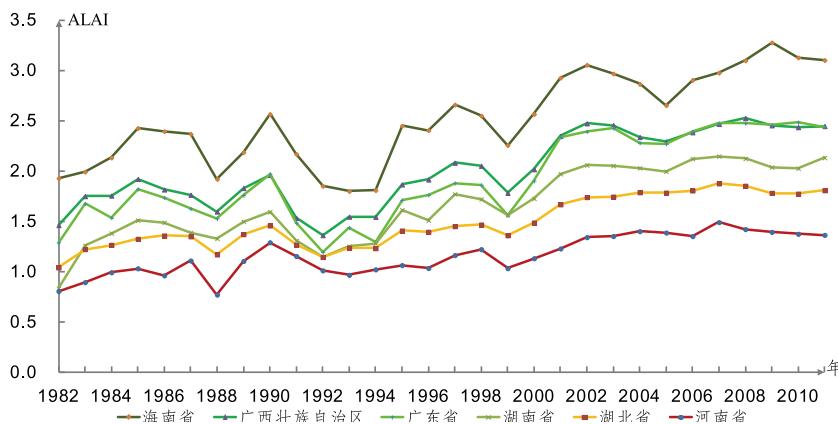


图 5-10b 中南各省（区）平均叶面积指数（ALAI）30 年变化曲线图

(5) 西南区

西南区包括重庆、四川、贵州、云南和西藏五省(区、市)。各省(区、市)山地较多，生态环境脆弱，平均MLAI和ALAI的30年变化显示(图5-11a, b)，由于西藏自治区地处气候高寒的青藏高原区，大部分地区植被稀疏，因此年MLAI和ALAI的水平较低，但由于人为干扰较小，30年来MLAI和ALAI的值较平稳，变化较小。1992年以前，除西藏自治区外的其他各省(市)平均MLAI和ALAI呈现波动特征，1992年以后呈现明显的增长态势。2008年以后除西藏外的西南各省(市)的ALAI都呈下降趋势，云南和贵州二省的MLAI也呈下降趋势，这可能与2008年的大范围冰冻灾害和2009年以来的特大干旱有关。

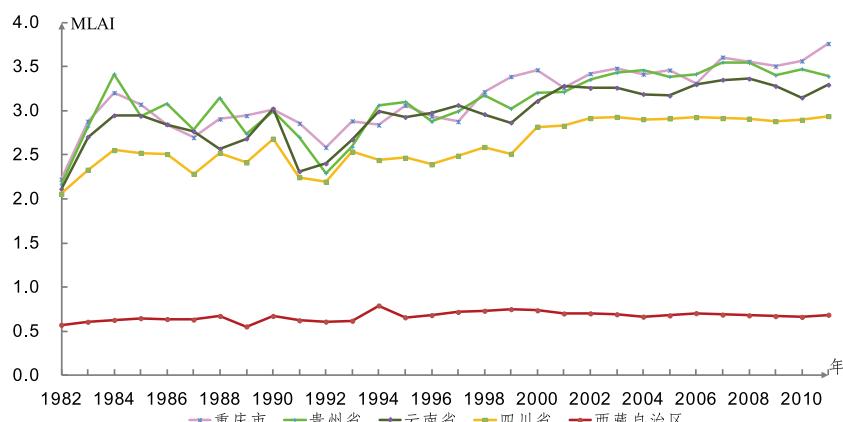


图 5-11a 西南各省(区、市)最大叶面积指数(MLAI)30年变化曲线图

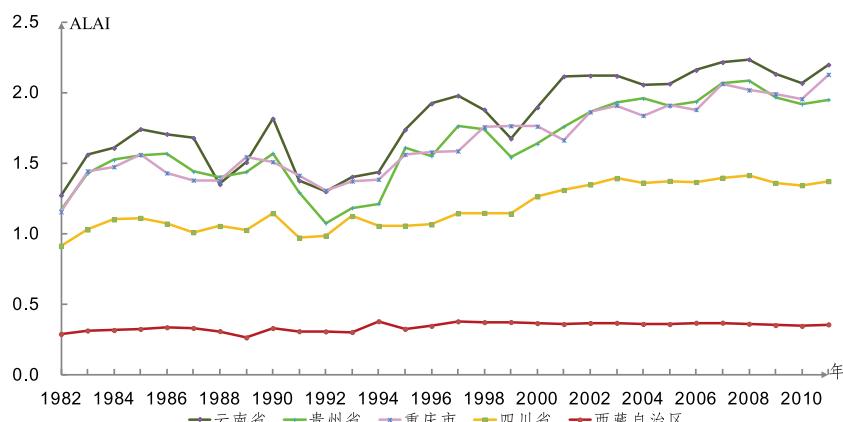


图 5-11b 西南各省(区、市)平均叶面积指数(ALAI)30年变化曲线图

(6) 西北区

西北区包括陕西、甘肃、宁夏、青海和新疆五省（区）。各省（区）平均MLAI和ALAI的30年变化表明（图5-12a, b），西北地区气候干旱、植被稀疏，MLAI和ALAI都保持较低水平；甘肃、青海和新疆三省（区）的MLAI和ALAI变化保持平缓态势，上升或下降的趋势都不明显；陕西和宁夏的MLAI和ALAI呈上升趋势，特别是2000年以后陕西省上升趋势更为明显，平均ALAI从0.9增加到1.4左右，这说明退耕还林（草）等工程的实施已对当地植被恢复发挥了重要作用。

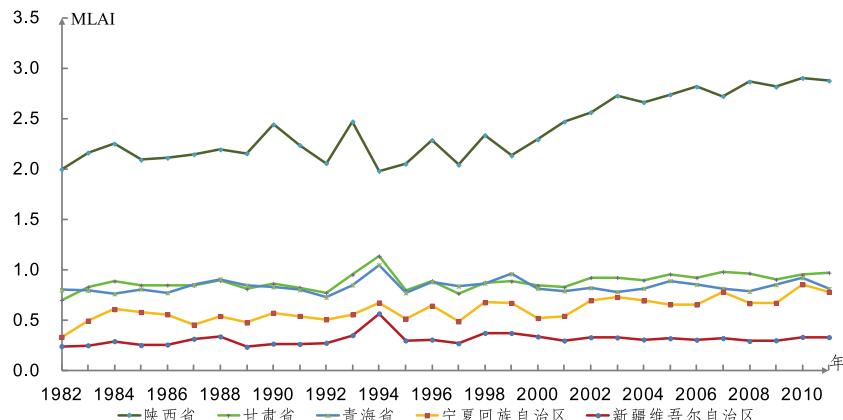


图 5-12a 西北各省（区）最大叶面积指数（MLAI）30 年变化曲线图

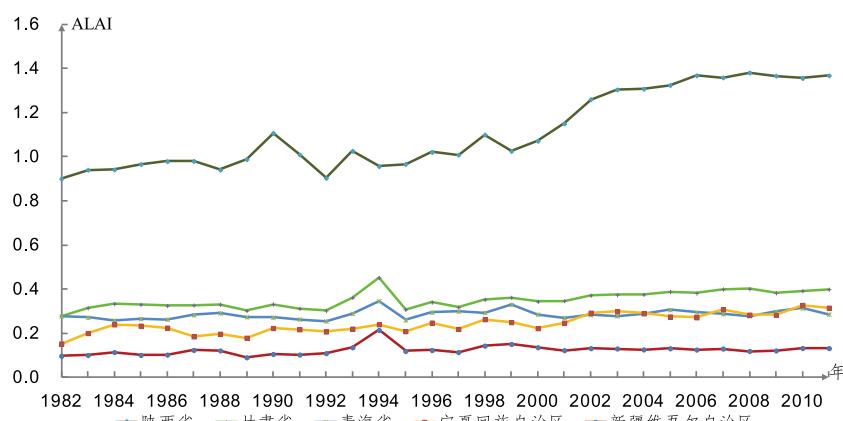


图 5-12b 西北各省（区）平均叶面积指数（ALAI）30 年变化曲线图

(7) 港澳台地区

港澳台地区包括香港、澳门两个特别行政区和台湾省，因澳门面积很小，在此未做统计。从 30 年来香港和台湾的平均 MLAI 和 ALAI 变化（图 5-13a, b）可以发现，两个地区的 MLAI 和 ALAI 都呈波动上升趋势，20 世纪 90 年代中末期的波动，可能与该时期“拉尼娜”现象引起的该区气候剧烈波动有关。

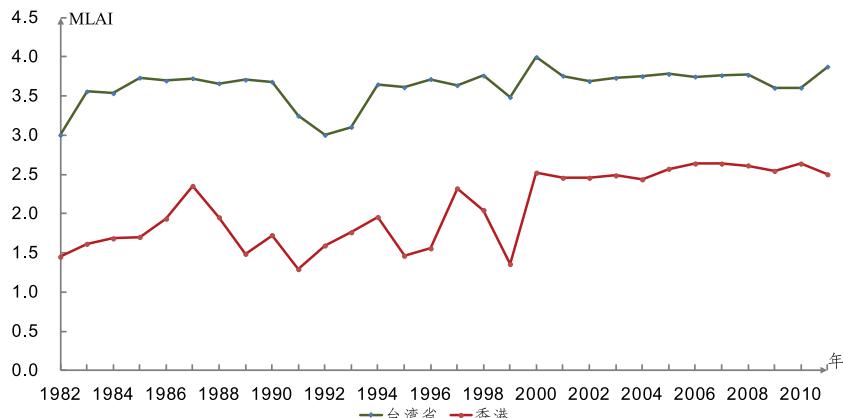


图 5-13a 港澳台区最大叶面积指数 (MLAI) 30 年变化曲线图

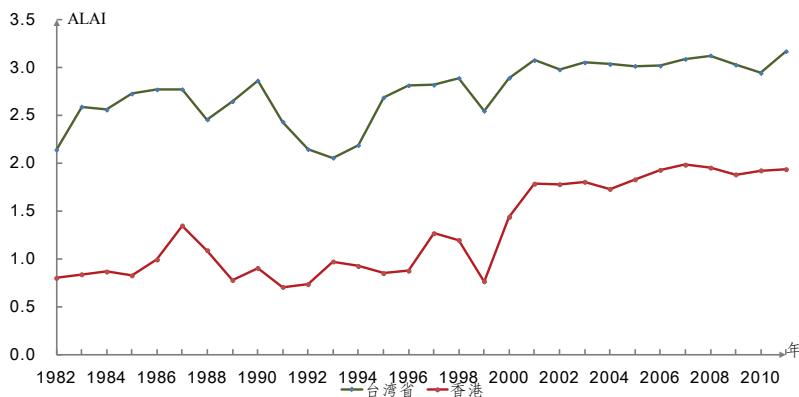


图 5-13b 港澳台区平均叶面积指数 (ALAI) 30 年变化曲线图

6 结语

在国家高技术研究发展计划（863 计划）的支持下，我们利用卫星遥感数据生产了全球 30 年叶面积指数遥感数据集产品（包括年最大值产品和年平均值产品），为全球生态环境健康的研究和诊断提供了基础性的遥感监测数据。鉴于植被在生态系统中的重要作用，本报告基于叶面积指数数据集产品，初步分析了全球及其各大洲以及中国及其各省（区、市）的 30 年植被生长状况，其中包括 30 年植被生长背景状况、2011 年植被生长现状和陆地植被生长 30 年时空变化等。

分析结果表明，叶面积指数能够反映植被的生长状况，全球 30 年平均叶面积指数分布格局和植被类型分布相一致。分布在赤道附近的常绿阔叶林，叶面积指数最大，30 年平均叶面积指数高达 4.5 以上；分布于欧洲和北美洲中高纬度地区的针叶林和落叶阔叶林，30 年平均叶面积指数为 1.5~2.5，其中美洲东海岸和欧洲西海岸地区达 3.0 左右；分布于南北回归线附近的荒漠区叶面积指数都在 1.0 以下。30 年来全球叶面积指数的总平均值为 1.05。各大洲平均叶面积指数的大小依次为：南美洲（2.58）、欧洲（1.26）、非洲（0.98）、大洋洲（0.89）、亚洲（0.85）和北美洲（0.72）。

全球叶面积指数在近 30 年内呈缓慢上升趋势，尽管在 20 世纪 80 年代中期到 90 年代中期波动较明显，但整体变化较平稳，这表明全球地表植被生长状况转好，变化趋势比较稳定。在各大洲中，南美洲叶面积指数的波动较明显，其他各个大洲的变化均较平稳。在蒙古和俄罗斯南部地区以及位于非洲中部的刚果平原北部地区，植被生长状况变差或植被覆盖在减少。

中国叶面积指数总体分布特征为东部高、西部低。从东南向西北递减，30 年最大叶面积指数的平均值为 1.70，高值区分布在长白山区、大小兴安岭、秦岭、大巴山、藏东南、东南沿海、海南和台湾东部等地；平均叶面积指数的平均值为 0.77，高值区分布于低纬度的海南、藏东南、滇南和台湾东部等地。

在过去 30 年，中国大部分地区的植被增长趋势明显。海南、云南、湖南、广东、江西、福建、浙江和江苏等省的大部分地区，叶面积指数增长幅度较大。陕西、山西、河北、河南、

山东、黑龙江、吉林和辽宁等地区的叶面积指数增长幅度较小。

这是中国第一次面向全球发布此类报告，该报告凝聚了中国优势研究单位的成果，致力于向各国政府、研究机构、国际组织在研究和考虑全球、区域和本地生态环境的科学问题和制定环境政策时提供宝贵的科学决策依据，同时也为全世界关注环境问题的团体与个人提供新的全球视角和工具。

遥感监测植被生长状况除叶面积指数外，还有植被覆盖度和净初级生产力等参数。基于此，本报告所开展的工作仅是一项初步工作，只限于从叶面积指数的单一视角对全球植被生长状况进行分析，所得到的最终分析结果和结论还存在一定的不足。我们将积极开展后续研究工作，在总结经验的基础上陆续发布全球植被覆盖和初级生产力等遥感数据集产品，同时在开展单指标分析的基础上，还将进一步开展综合性集成分析。

本报告尽管对叶面积指数遥感数据集产品生产方法上有改进，在部分地区进行了检验，但仍需在全球范围内广泛开展系统分析和验证工作，需要开展国际合作。本报告只是初步分析结果，希望各国共享这些数据，进一步从不同的视角出发，分析全球生态环境状况及其变化，推进全球生态环境健康遥感诊断工作。

致 谢

本报告在国家高技术研究发展计划（863 计划）地球观测与导航技术领域的“全球陆表特征参量产品生成系统”的支持下，由国家遥感中心牵头组织实施，北京师范大学和国家卫星气象中心共同参与编写。国家卫星气象中心提供相关风云三号卫星数据，报告中的基础地理底图数据由国家基础地理信息中心提供。

从 2012 年 5 月启动编制工作以来，先后有多个部门的专家参与报告的编写，凝练出目前的版本。在本报告的编写过程中，还得到了以下人员的支持和帮助：万华伟、王国宏、王昌佐、王绍强、王智勇、刘宝元、吕宪国、吴波、张里阳、张科利、李梦先、陆诗雷、周伟奇、武建军、赵广才、香宝、唐海萍、唐新明、魏延昌、魏铼。

衷心感谢以上单位和参与数据处理分析及报告编写的所有人员对全球生态环境遥感监测 2012 年度报告的大力支持！

附表 1 全球陆表叶面积指数最大值统计

编号	部分国家和地区	1982~2011年 MLAI 平均值	1982~2011年 MLAI 最大值	1982~2011年 MLAI 最小值	2011年 MLAI	2011年 MLAI- 30年平均 MLAI	2011年 MLAI- 2010年 MLAI
亚 洲							
1	中国	1.70	1.87	1.39	1.83	0.13	-0.02
2	哈萨克斯坦	0.77	0.98	0.62	0.79	0.01	0.12
3	印度	1.76	2.03	1.38	1.94	0.18	-0.09
4	蒙古	0.74	0.94	0.57	0.72	-0.02	0.06
5	沙特阿拉伯	0.03	0.05	0.02	0.02	-0.01	0.00
6	伊朗	0.27	0.33	0.21	0.25	-0.02	-0.04
7	印度尼西亚	4.39	4.64	3.72	4.54	0.14	-0.02
8	巴基斯坦	0.46	0.60	0.33	0.59	0.13	0.01
9	土耳其	1.37	1.60	1.06	1.60	0.23	0.14
10	阿富汗	0.27	0.35	0.18	0.21	-0.06	-0.06
11	缅甸	3.73	3.92	3.34	3.73	0.00	0.02
12	土库曼斯坦	0.23	0.30	0.17	0.19	-0.05	-0.07
13	乌兹别克斯坦	0.43	0.51	0.34	0.35	-0.08	-0.08
14	泰国	3.06	3.27	2.53	3.23	0.17	0.04
15	伊拉克	0.24	0.38	0.13	0.17	-0.07	-0.03
16	日本	3.84	4.19	3.27	4.14	0.29	-0.04
17	也门	0.12	0.16	0.10	0.13	0.01	-0.01
18	越南	3.51	3.75	3.08	3.64	0.13	0.07
19	马来西亚	4.64	4.84	4.09	4.74	0.10	0.02
20	阿曼	0.03	0.05	0.02	0.03	0.00	0.00
21	菲律宾	3.85	4.19	3.36	4.11	0.26	0.04
22	吉尔吉斯斯坦	1.13	1.46	0.90	1.15	0.01	-0.07
23	老挝	4.39	4.70	3.69	4.49	0.10	0.03
24	叙利亚	0.41	0.56	0.25	0.34	-0.07	-0.07
25	柬埔寨	3.31	3.54	2.96	3.20	-0.11	-0.01
26	塔吉克斯坦	0.56	0.67	0.42	0.47	-0.09	-0.10
27	尼泊尔	2.10	2.62	1.54	2.45	0.35	0.06
28	朝鲜	3.83	4.15	3.27	4.04	0.20	-0.03
29	孟加拉国	1.97	2.23	1.53	2.09	0.12	0.03
30	韩国	3.53	4.02	2.95	3.86	0.33	-0.16
31	阿塞拜疆	1.63	1.99	1.16	1.91	0.28	-0.05
32	约旦	0.13	0.20	0.09	0.10	-0.04	-0.02
33	格鲁吉亚	3.23	3.59	2.65	3.59	0.36	0.12
34	阿联酋	0.02	0.05	0.01	0.01	-0.01	0.00
35	斯里兰卡	3.48	3.84	2.70	3.55	0.07	-0.17
36	不丹	2.97	3.48	2.35	3.12	0.14	0.09
37	亚美尼亚	2.20	2.58	1.65	2.58	0.38	0.12

编号	部分国家和地区	1982~2011年MLAI平均值	1982~2011年MLAI最大值	1982~2011年MLAI最小值	2011年MLAI	2011年MLAI-30年平均MLAI	2011年MLAI-2010年MLAI
38	以色列	0.64	0.80	0.48	0.56	-0.08	-0.02
39	科威特	0.05	0.44	0.01	0.01	-0.04	0.00
40	东帝汶	3.31	3.75	2.42	3.66	0.35	0.03
41	卡塔尔	0.03	0.12	0.01	0.02	-0.01	0.00
42	黎巴嫩	1.02	1.40	0.74	0.92	-0.11	-0.03
43	塞浦路斯	1.17	1.57	0.76	1.32	0.15	0.02
44	文莱	4.56	4.97	3.77	4.76	0.20	0.05
45	巴林	0.07	0.17	0.03	0.06	-0.01	0.00
46	新加坡	1.69	2.22	1.16	1.73	0.04	0.13
欧洲							
47	俄罗斯联邦	2.34	2.52	2.02	2.52	0.18	0.08
48	瑞典	2.83	3.19	2.38	3.18	0.35	0.13
49	乌克兰	2.50	2.84	2.03	2.69	0.18	0.04
50	法国	3.29	3.52	2.99	3.06	-0.23	-0.09
51	芬兰	2.83	3.22	2.40	3.20	0.37	0.14
52	挪威	2.07	2.24	1.76	2.12	0.06	0.00
53	西班牙	1.70	2.01	1.43	1.70	0.01	0.01
54	德国	3.30	3.63	2.83	3.19	-0.11	-0.17
55	波兰	3.00	3.36	2.37	3.18	0.18	0.01
56	英国	3.38	3.69	3.12	3.13	-0.25	0.01
57	意大利	2.67	2.91	2.36	2.77	0.10	-0.08
58	白俄罗斯	3.34	3.62	2.78	3.62	0.28	0.05
59	罗马尼亚	2.96	3.35	2.49	3.30	0.34	-0.05
60	冰岛	0.86	1.03	0.66	0.84	-0.02	-0.10
61	希腊	2.04	2.36	1.68	2.36	0.32	0.09
62	保加利亚	2.74	3.27	2.27	3.27	0.53	0.03
63	匈牙利	2.64	3.03	2.23	2.74	0.10	-0.06
64	奥地利	3.31	3.58	2.84	3.39	0.07	0.04
65	塞尔维亚	3.12	3.50	2.59	3.39	0.27	-0.08
66	捷克	3.15	3.55	2.52	3.39	0.24	-0.05
67	葡萄牙	1.86	2.16	1.37	1.91	0.05	-0.12
68	拉脱维亚	3.69	3.98	3.10	3.98	0.30	0.03
69	爱尔兰	3.77	4.09	3.48	3.57	-0.20	0.09
70	立陶宛	3.35	3.61	2.73	3.52	0.17	-0.03
71	爱沙尼亚	3.74	4.12	3.18	4.12	0.38	0.07
72	克罗地亚	3.33	3.74	2.77	3.54	0.21	-0.10
73	丹麦	3.31	3.76	2.72	3.12	-0.19	-0.08
74	斯洛伐克	3.50	3.97	2.86	3.78	0.28	0.07
75	波黑	3.77	4.18	3.27	4.08	0.31	0.05

编号	部分国家和地区	1982~2011年MLAI平均值	1982~2011年MLAI最大值	1982~2011年MLAI最小值	2011年MLAI	2011年MLAI-30年平均MLAI	2011年MLAI-2010年MLAI
76	瑞士	3.07	3.38	2.81	2.99	-0.08	0.06
77	荷兰	3.10	3.44	2.72	2.91	-0.19	0.06
78	摩尔多瓦	2.09	2.53	1.52	2.29	0.19	-0.08
79	比利时	3.25	3.54	2.95	2.95	-0.30	-0.07
80	阿尔巴尼亚	2.25	2.69	1.72	2.66	0.40	-0.04
81	前南马其顿	2.66	3.20	2.11	3.09	0.43	-0.11
82	斯洛文尼亚	3.91	4.40	3.39	4.15	0.23	-0.11
83	黑山共和国	3.37	3.81	2.92	3.62	0.25	-0.06
84	卢森堡	3.73	4.04	3.31	3.31	-0.42	-0.29
85	安道尔	2.07	2.39	1.54	2.39	0.33	0.12
86	马耳他	0.94	1.43	0.65	0.91	-0.03	-0.03
87	列支敦士登	3.24	3.91	2.74	3.32	0.08	-0.05
88	圣马力诺	2.10	2.62	1.47	2.54	0.44	-0.07
非 洲							
89	阿尔及利亚	0.10	0.13	0.07	0.10	0.00	0.00
90	苏丹 *	1.04	1.25	0.78	1.02	-0.02	-0.04
91	刚果(金)	3.95	4.33	3.33	4.12	0.17	-0.08
92	利比亚	0.03	0.06	0.02	0.02	-0.01	0.00
93	南非	1.02	1.28	0.78	1.17	0.15	0.09
94	乍得	0.74	0.88	0.54	0.77	0.03	-0.04
95	马里	0.58	0.67	0.43	0.58	0.00	-0.07
96	安哥拉	2.64	2.83	2.31	2.67	0.03	0.02
97	尼日尔	0.15	0.20	0.11	0.17	0.01	-0.02
98	埃塞俄比亚	1.70	1.94	1.25	1.65	-0.05	-0.03
99	毛里塔尼亚	0.08	0.13	0.04	0.08	0.00	-0.05
100	埃及	0.10	0.13	0.09	0.10	-0.01	0.01
101	坦桑尼亚	2.55	2.90	2.12	2.47	-0.07	-0.16
102	尼日利亚	2.19	2.41	1.86	2.23	0.04	-0.02
103	纳米比亚	0.64	1.01	0.47	0.83	0.20	0.14
104	莫桑比克	2.81	3.11	2.19	2.94	0.14	-0.01
105	赞比亚	2.61	2.81	2.16	2.62	0.01	-0.08
106	索马里	0.54	0.83	0.39	0.47	-0.06	0.01
107	马达加斯加	2.37	2.61	2.01	2.42	0.05	0.13
108	中非	3.69	4.00	2.83	3.49	-0.20	-0.05
109	博茨瓦纳	1.02	1.46	0.69	1.26	0.24	0.01
110	肯尼亚	1.22	1.99	0.95	1.14	-0.08	-0.05
111	摩洛哥	0.51	0.71	0.36	0.56	0.05	-0.03
112	喀麦隆	3.57	3.95	3.06	3.80	0.24	0.02
113	津巴布韦	1.86	2.18	1.30	2.01	0.15	-0.08

编号	部分国家和地区	1982~2011年MLAI平均值	1982~2011年MLAI最大值	1982~2011年MLAI最小值	2011年MLAI	2011年MLAI-30年平均MLAI	2011年MLAI-2010年MLAI
114	刚果(布)	3.74	4.21	3.21	4.02	0.27	-0.07
115	科特迪瓦	3.39	3.72	2.79	3.41	0.02	-0.15
116	西撒哈拉	0.02	0.05	0.01	0.01	-0.01	0.00
117	布基纳法索	1.61	1.83	1.27	1.56	-0.05	-0.16
118	加蓬	3.98	4.59	3.29	4.29	0.31	-0.15
119	几内亚	3.23	3.47	2.60	3.25	0.02	-0.07
120	乌干达	3.12	3.48	2.64	2.88	-0.24	-0.11
121	加纳	3.00	3.40	2.37	3.09	0.09	-0.12
122	塞内加尔	1.64	1.98	1.12	1.75	0.12	-0.23
123	突尼斯	0.38	0.48	0.25	0.42	0.03	0.08
124	厄立特里亚	0.35	0.58	0.16	0.31	-0.04	-0.09
125	马拉维	2.61	2.93	2.08	2.72	0.11	0.00
126	贝宁	2.62	2.84	2.15	2.63	0.01	-0.07
127	利比里亚	3.93	4.86	2.64	4.62	0.69	-0.07
128	塞拉利昂	3.65	4.16	2.82	3.89	0.23	-0.07
129	多哥	2.65	2.90	2.09	2.68	0.02	-0.11
130	莱索托	1.11	1.38	0.90	1.07	-0.04	0.08
131	几内亚比绍	2.88	3.24	2.14	3.10	0.21	0.09
132	赤道几内亚	3.94	4.74	3.15	4.39	0.45	-0.02
133	布隆迪	2.65	2.98	2.13	2.75	0.10	-0.14
134	卢旺达	2.70	3.22	2.31	2.57	-0.13	-0.13
135	吉布提	0.12	0.15	0.11	0.11	-0.01	0.00
136	斯威士兰	2.49	2.90	1.97	2.90	0.41	0.16
137	冈比亚	1.94	2.39	1.43	2.01	0.07	-0.20
138	加那利群岛	0.82	1.07	0.57	0.83	0.01	0.05
139	佛得角	0.45	0.82	0.18	0.63	0.18	-0.19
140	留尼汪	3.60	3.87	3.24	3.54	-0.06	-0.10
141	毛里求斯	3.30	3.66	3.04	3.15	-0.15	-0.16
142	科摩罗	2.87	4.09	1.71	3.87	1.00	-0.11
143	圣多美和普林西比	2.49	4.23	0.70	3.93	1.45	0.02
144	马德拉岛	3.32	3.89	2.93	3.29	-0.02	0.05
145	塞舌尔	1.73	3.18	0.37	3.06	1.33	-0.04
146	圣赫勒拿	0.80	1.96	0.10	1.96	1.15	0.00
北 美 洲							
147	加拿大	1.56	1.69	1.36	1.65	0.09	-0.02
148	美国	2.19	2.42	1.99	2.17	-0.02	-0.06
149	格陵兰	0.04	0.06	0.02	0.02	-0.02	0.00
150	墨西哥	1.96	2.12	1.49	1.86	-0.11	-0.22
151	尼加拉瓜	4.09	4.33	3.64	4.08	0.00	0.02

编号	部分国家和地区	1982~2011年MLAI平均值	1982~2011年MLAI最大值	1982~2011年MLAI最小值	2011年MLAI	2011年MLAI-30年平均MLAI	2011年MLAI-2010年MLAI
152	古巴	3.06	3.33	2.54	3.27	0.21	0.00
153	洪都拉斯	3.90	4.17	3.45	3.91	0.00	-0.03
154	危地马拉	4.07	4.32	3.68	4.02	-0.05	0.05
155	巴拿马	3.98	4.46	3.29	4.33	0.35	0.07
156	哥斯达黎加	4.11	4.52	3.32	4.34	0.22	-0.05
157	多米尼加	3.36	3.62	2.80	3.55	0.19	-0.04
158	海地	2.65	2.90	2.15	2.80	0.15	-0.10
159	伯利兹	4.50	4.63	4.23	4.38	-0.11	-0.06
160	萨尔瓦多	3.48	3.76	2.66	3.43	-0.05	-0.02
161	巴哈马	1.25	1.79	0.69	1.65	0.40	-0.05
162	牙买加	4.01	4.40	3.47	4.36	0.35	-0.03
163	波多黎各	3.68	4.07	3.05	3.98	0.31	-0.09
164	特立尼达和多巴哥	3.79	4.29	3.27	4.07	0.28	0.01
165	瓜德罗普	3.16	3.83	2.44	3.77	0.61	0.06
166	马提尼克	3.45	4.14	2.54	3.74	0.29	-0.03
167	荷属安的列斯	0.88	1.45	0.44	1.45	0.58	0.09
168	多米尼克	3.97	4.82	2.87	4.69	0.71	-0.12
169	圣卢西亚	3.60	4.58	2.49	4.42	0.82	-0.01
170	特克斯和凯科斯群岛	1.05	1.78	0.19	1.63	0.58	0.04
171	安提瓜和巴布达	2.13	3.02	1.19	2.87	0.73	-0.14
172	巴巴多斯	1.89	2.45	1.20	2.22	0.33	-0.06
173	圣文森特和格林纳丁斯	2.20	4.20	0.18	4.20	2.01	0.32
174	格林纳达	2.66	4.08	1.20	3.65	0.98	-0.11
175	圣皮埃尔和密克隆	1.88	2.49	1.08	2.02	0.15	-0.35
176	圣基茨和尼维斯	1.94	3.84	0.26	3.71	1.77	-0.02
177	阿鲁巴	0.54	1.31	0.23	1.31	0.77	0.13
南 美 洲							
178	巴西	3.72	3.92	3.31	3.84	0.12	0.03
179	阿根廷	1.36	1.51	1.10	1.35	-0.01	-0.03
180	秘鲁	3.32	3.55	2.92	3.45	0.13	-0.03
181	哥伦比亚	4.01	4.22	3.47	4.16	0.15	0.02
182	玻利维亚	3.18	3.45	2.74	3.27	0.08	-0.04
183	智利	1.61	1.78	1.46	1.48	-0.13	0.02
184	委内瑞拉	3.71	3.90	3.30	3.85	0.15	0.07
185	巴拉圭	3.12	3.56	2.72	3.04	-0.08	0.00
186	厄瓜多尔	3.96	4.21	3.44	4.16	0.19	0.02
187	乌拉圭	2.54	2.77	2.21	2.21	-0.33	-0.33
188	圭亚那	4.55	4.88	4.11	4.75	0.20	-0.02

编号	部分国家和地区	1982~2011年MLAI平均值	1982~2011年MLAI最大值	1982~2011年MLAI最小值	2011年MLAI	2011年MLAI-30年平均MLAI	2011年MLAI-2010年MLAI
189	苏里南	4.95	5.26	4.24	5.03	0.08	-0.02
190	法属圭亚那	4.81	5.31	4.13	5.07	0.26	0.00
大洋洲							
191	澳大利亚	0.91	1.10	0.79	1.02	0.11	0.05
192	巴布亚新几内亚	4.62	4.90	3.89	4.81	0.19	-0.04
193	新西兰	3.67	4.00	3.38	3.51	-0.17	0.09
194	所罗门群岛	4.33	5.00	3.71	4.96	0.62	-0.02
195	新喀里多尼亚	3.71	4.05	3.15	3.82	0.12	0.16
196	斐济	4.26	4.66	3.63	4.66	0.40	0.15
197	瓦努阿图	4.08	4.90	3.20	4.78	0.70	-0.03
198	南乔治亚岛和南桑德韦奇岛	0.43	0.65	0.06	0.09	-0.34	0.02
199	法属玻利尼西亚	1.84	4.33	0.18	4.08	2.24	-0.06
200	萨摩亚	2.47	4.97	0.25	4.92	2.45	0.05
201	基里巴斯	0.20	0.37	0.10	0.32	0.12	-0.02
202	北马里亚纳	1.85	3.09	0.83	3.09	1.23	0.25
203	汤加	1.35	3.24	0.10	3.15	1.80	0.13
204	密克罗尼西亚联邦	2.72	5.12	0.56	4.59	1.87	-0.38
205	帕劳	3.10	4.65	1.05	4.35	1.25	-0.03
206	瑙鲁	0.12	0.89	0.00	0.89	0.77	0.89

注：*以苏丹 2011 年前的国界为准

附表 2 全球陆表叶面积指数平均值统计

编号	部分国家和地区	1982~2011年 ALAI 平均值	1982~2011年 ALAI 最大值	1982~2011年 ALAI 最小值	2011年 ALAI	2011年 ALAI-30 年 ALAI	2011年 ALAI-2010 年 ALAI
亚 洲							
1	中国	0.77	0.91	0.61	0.88	0.11	0.00
2	哈萨克斯坦	0.32	0.39	0.26	0.33	0.01	0.03
3	印度	0.99	1.17	0.73	1.17	0.18	0.00
4	蒙古	0.27	0.32	0.23	0.27	0.00	0.01
5	沙特阿拉伯	0.02	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
6	伊朗	0.15	0.17	0.11	0.14	0.00	-0.02
7	印度尼西亚	3.89	4.35	2.94	4.25	0.36	-0.06
8	巴基斯坦	0.24	0.33	0.16	0.33	0.09	0.02
9	土耳其	0.70	0.83	0.54	0.83	0.14	0.01
10	阿富汗	0.14	0.18	0.10	0.12	-0.02	-0.02
11	缅甸	2.84	3.15	2.24	3.02	0.19	0.17
12	土库曼斯坦	0.12	0.17	0.08	0.12	0.00	-0.02
13	乌兹别克斯坦	0.20	0.25	0.15	0.19	-0.01	-0.03
14	泰国	2.23	2.65	1.70	2.58	0.34	0.14
15	伊拉克	0.11	0.16	0.08	0.09	-0.02	-0.01
16	日本	2.13	2.37	1.73	2.29	0.16	-0.02
17	也门	0.08	0.10	0.06	0.09	0.01	0.00
18	越南	2.65	3.08	1.99	2.99	0.34	0.09
19	马来西亚	4.19	4.58	3.32	4.51	0.31	0.02
20	阿曼	0.02	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00
21	菲律宾	3.27	3.84	2.72	3.81	0.54	0.13
22	吉尔吉斯斯坦	0.45	0.56	0.36	0.46	0.01	-0.03
23	老挝	3.62	4.25	2.65	3.96	0.35	0.03
24	叙利亚	0.19	0.24	0.12	0.18	-0.01	-0.02
25	柬埔寨	2.60	2.84	2.13	2.54	-0.06	0.00
26	塔吉克斯坦	0.24	0.29	0.19	0.22	-0.02	-0.04
27	尼泊尔	1.18	1.62	0.74	1.45	0.27	0.01
28	朝鲜	1.50	1.63	1.34	1.56	0.06	-0.01
29	孟加拉国	1.25	1.56	0.86	1.47	0.23	0.01
30	韩国	1.68	2.01	1.35	1.86	0.18	-0.01
31	阿塞拜疆	0.81	1.04	0.59	0.96	0.15	-0.08
32	约旦	0.08	0.11	0.06	0.07	-0.02	0.00
33	格鲁吉亚	1.59	1.74	1.32	1.69	0.10	-0.04
34	阿联酋	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
35	斯里兰卡	3.00	3.54	2.09	3.25	0.25	-0.12
36	不丹	1.97	2.37	1.45	2.17	0.20	-0.02
37	亚美尼亚	0.90	1.04	0.72	1.02	0.12	-0.02

编号	部分国家和地区	1982~2011年 ALAI 平均值	1982~2011年 ALAI 最大值	1982~2011年 ALAI 最小值	2011年 ALAI	2011年 ALAI-30 年 ALAI	2011年 ALAI-2010 年 ALAI
38	以色列	0.34	0.40	0.26	0.33	-0.01	0.01
39	科威特	0.02	0.12	0.00	0.01	-0.01	0.00
40	东帝汶	2.42	3.05	1.55	2.83	0.40	-0.22
41	卡塔尔	0.01	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00
42	黎巴嫩	0.59	0.76	0.40	0.63	0.04	0.01
43	塞浦路斯	0.59	0.79	0.40	0.71	0.12	0.02
44	文莱	4.17	4.78	2.97	4.55	0.38	0.04
45	巴林	0.03	0.06	0.01	0.04	0.00	0.00
46	新加坡	1.25	1.59	0.69	1.49	0.24	0.13
欧洲							
47	俄罗斯联邦	0.85	0.96	0.73	0.91	0.06	0.02
48	瑞典	1.26	1.49	1.02	1.48	0.21	0.07
49	乌克兰	1.09	1.25	0.86	1.13	0.04	0.00
50	法国	1.93	2.12	1.64	2.00	0.07	0.06
51	芬兰	1.16	1.37	0.94	1.37	0.21	0.08
52	挪威	0.91	1.04	0.74	0.89	-0.02	0.02
53	西班牙	1.02	1.19	0.80	1.10	0.08	-0.02
54	德国	1.83	2.12	1.51	1.89	0.06	0.02
55	波兰	1.44	1.74	1.14	1.63	0.19	0.02
56	英国	2.03	2.30	1.85	1.98	-0.05	0.08
57	意大利	1.46	1.66	1.25	1.59	0.13	-0.06
58	白俄罗斯	1.53	1.74	1.16	1.72	0.19	0.03
59	罗马尼亚	1.46	1.69	1.21	1.61	0.16	-0.08
60	冰岛	0.34	0.42	0.26	0.34	0.00	-0.03
61	希腊	1.19	1.49	0.91	1.48	0.29	-0.01
62	保加利亚	1.37	1.72	1.10	1.61	0.24	-0.11
63	匈牙利	1.27	1.53	1.05	1.36	0.09	-0.08
64	奥地利	1.81	2.06	1.59	1.84	0.02	0.04
65	塞尔维亚	1.54	1.78	1.30	1.65	0.10	-0.08
66	捷克	1.54	1.84	1.19	1.80	0.26	0.03
67	葡萄牙	1.20	1.44	0.85	1.35	0.15	-0.09
68	拉脱维亚	1.68	1.89	1.42	1.89	0.21	0.01
69	爱尔兰	2.59	2.85	2.36	2.44	-0.15	0.08
70	立陶宛	1.53	1.77	1.31	1.68	0.14	-0.01
71	爱沙尼亚	1.64	1.87	1.39	1.87	0.23	0.03
72	克罗地亚	1.73	1.99	1.45	1.91	0.18	-0.06
73	丹麦	1.52	1.76	1.28	1.60	0.08	0.07
74	斯洛伐克	1.71	1.99	1.41	1.91	0.20	0.02
75	波黑	1.93	2.14	1.63	2.09	0.15	0.01

编号	部分国家和地区	1982~2011年 ALAI 平均值	1982~2011年 ALAI 最大值	1982~2011年 ALAI 最小值	2011年 ALAI	2011年 ALAI-30 年 ALAI	2011年 ALAI-2010 年 ALAI
76	瑞士	1.80	2.06	1.66	1.73	-0.07	0.06
77	荷兰	1.91	2.16	1.63	1.91	0.00	0.03
78	摩尔多瓦	0.90	1.10	0.65	0.94	0.04	-0.06
79	比利时	1.97	2.26	1.67	1.96	0.00	0.03
80	阿尔巴尼亚	1.22	1.51	0.87	1.45	0.23	-0.05
81	前南马其顿	1.35	1.66	1.07	1.58	0.23	-0.08
82	斯洛文尼亚	2.16	2.41	1.82	2.33	0.18	0.00
83	黑山共和国	1.76	1.93	1.48	1.78	0.01	-0.03
84	卢森堡	2.22	2.50	1.85	2.23	0.01	-0.07
85	安道尔	0.91	1.16	0.60	1.06	0.15	0.04
86	马耳他	0.47	0.66	0.28	0.52	0.05	0.02
87	列支敦士登	1.89	2.39	1.51	1.84	-0.05	0.05
88	圣马力诺	1.16	1.60	0.77	1.48	0.33	-0.12
非 洲							
89	阿尔及利亚	0.06	0.07	0.04	0.06	0.01	0.00
90	苏丹 *	0.52	0.64	0.45	0.50	-0.02	-0.01
91	刚果(金)	3.20	3.74	2.38	3.52	0.32	-0.07
92	利比亚	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
93	南非	0.63	0.76	0.48	0.73	0.10	0.04
94	乍得	0.33	0.39	0.26	0.33	0.00	-0.01
95	马里	0.24	0.29	0.18	0.25	0.01	-0.02
96	安哥拉	1.75	1.89	1.49	1.78	0.03	-0.04
97	尼日尔	0.07	0.08	0.05	0.07	0.01	0.00
98	埃塞俄比亚	1.05	1.25	0.84	0.96	-0.09	-0.05
99	毛里塔尼亚	0.03	0.05	0.02	0.04	0.00	-0.01
100	埃及	0.06	0.08	0.05	0.06	0.00	0.00
101	坦桑尼亚	1.59	1.81	1.24	1.61	0.02	0.01
102	尼日利亚	1.24	1.45	0.97	1.33	0.09	-0.02
103	纳米比亚	0.36	0.60	0.28	0.48	0.11	0.06
104	莫桑比克	1.70	1.96	1.26	1.78	0.08	-0.05
105	赞比亚	1.60	1.74	1.30	1.62	0.03	-0.02
106	索马里	0.36	0.54	0.27	0.30	-0.06	-0.01
107	马达加斯加	1.67	1.84	1.32	1.73	0.06	0.05
108	中非	2.46	2.76	1.89	2.33	-0.13	-0.06
109	博茨瓦纳	0.55	0.79	0.39	0.67	0.11	-0.04
110	肯尼亚	0.85	1.26	0.65	0.77	-0.08	-0.08
111	摩洛哥	0.28	0.36	0.20	0.34	0.06	0.00
112	喀麦隆	2.63	3.14	2.07	3.03	0.40	-0.03
113	津巴布韦	1.04	1.28	0.75	1.08	0.04	-0.10

编号	部分国家和地区	1982~2011年 ALAI 平均值	1982~2011年 ALAI 最大值	1982~2011年 ALAI 最小值	2011年 ALAI	2011年 ALAI-30 年 ALAI	2011年 ALAI-2010 年 ALAI
114	刚果(布)	3.10	3.83	2.41	3.56	0.46	-0.08
115	科特迪瓦	2.44	2.90	1.77	2.73	0.29	-0.11
116	西撒哈拉	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
117	布基纳法索	0.70	0.79	0.56	0.70	0.00	-0.07
118	加蓬	3.13	4.26	2.19	3.90	0.76	-0.10
119	几内亚	1.97	2.21	1.61	2.06	0.08	-0.07
120	乌干达	2.39	2.76	1.77	2.19	-0.20	-0.15
121	加纳	2.01	2.46	1.40	2.23	0.23	-0.10
122	塞内加尔	0.66	0.81	0.48	0.73	0.07	-0.07
123	突尼斯	0.20	0.24	0.13	0.23	0.04	0.03
124	厄立特里亚	0.17	0.24	0.10	0.16	0.00	-0.02
125	马拉维	1.50	1.71	1.17	1.57	0.07	-0.01
126	贝宁	1.48	1.66	1.23	1.52	0.04	-0.06
127	利比里亚	3.22	4.48	1.83	4.28	1.06	-0.07
128	塞拉利昂	2.78	3.47	2.06	3.21	0.43	-0.09
129	多哥	1.63	1.88	1.20	1.73	0.10	-0.07
130	莱索托	0.65	0.79	0.51	0.62	-0.03	0.01
131	几内亚比绍	1.58	1.89	1.19	1.80	0.22	-0.02
132	赤道几内亚	3.04	4.34	1.93	4.03	0.99	-0.05
133	布隆迪	1.93	2.37	1.46	2.09	0.17	0.01
134	卢旺达	2.08	2.60	1.63	2.17	0.09	0.02
135	吉布提	0.10	0.11	0.09	0.09	-0.01	0.00
136	斯威士兰	1.50	1.84	1.07	1.72	0.22	-0.04
137	冈比亚	0.84	1.05	0.64	0.90	0.06	-0.10
138	加那利群岛	0.49	0.59	0.31	0.56	0.07	0.00
139	佛得角	0.23	0.43	0.10	0.38	0.15	-0.04
140	留尼汪	2.91	3.34	2.42	3.20	0.29	-0.07
141	毛里求斯	2.54	2.82	2.20	2.64	0.10	-0.06
142	科摩罗	2.24	3.73	1.10	3.54	1.30	-0.08
143	圣多美和普林西比	1.97	3.90	0.49	3.60	1.63	-0.01
144	马德拉岛	2.29	2.66	1.72	2.48	0.18	-0.03
145	塞舌尔	1.38	2.99	0.18	2.86	1.47	-0.05
146	圣赫勒拿	0.63	1.67	0.06	1.63	1.00	-0.04
北 美 洲							
147	加拿大	0.65	0.72	0.56	0.68	0.03	-0.01
148	美国	1.04	1.15	0.93	1.04	0.00	-0.03
149	格陵兰	0.02	0.03	0.01	0.01	-0.01	0.00
150	墨西哥	1.23	1.46	0.93	1.23	0.01	-0.15
151	尼加拉瓜	3.38	3.71	2.80	3.56	0.18	0.03

编号	部分国家和地区	1982~2011年 ALAI平均值	1982~2011年 ALAI最大值	1982~2011年 ALAI最小值	2011年 ALAI	2011年 ALAI-30 年 ALAI	2011年 ALAI-2010 年 ALAI
152	古巴	2.25	2.73	1.79	2.53	0.28	-0.06
153	洪都拉斯	3.20	3.52	2.58	3.35	0.15	-0.07
154	危地马拉	3.37	3.68	2.77	3.48	0.11	0.00
155	巴拿马	3.42	4.08	2.51	4.01	0.59	0.07
156	哥斯达黎加	3.55	4.11	2.79	3.95	0.40	-0.04
157	多米尼加	2.67	3.16	2.12	3.03	0.36	-0.03
158	海地	1.95	2.34	1.45	2.22	0.27	-0.11
159	伯利兹	4.04	4.27	3.70	4.11	0.07	-0.06
160	萨尔瓦多	2.42	2.75	1.63	2.56	0.14	-0.09
161	巴哈马	0.81	1.38	0.37	1.22	0.42	-0.04
162	牙买加	3.41	4.12	2.70	4.03	0.61	0.03
163	波多黎各	3.04	3.76	2.29	3.68	0.65	-0.08
164	特立尼达和多巴哥	3.12	3.98	2.33	3.84	0.71	0.09
165	瓜德罗普	2.44	3.59	1.47	3.50	1.06	0.14
166	马提尼克	2.77	3.81	1.80	3.49	0.73	-0.02
167	荷属安的列斯	0.55	1.25	0.26	1.25	0.70	0.39
168	多米尼克	3.20	4.63	1.84	4.48	1.28	-0.13
169	圣卢西亚	2.88	4.34	1.67	4.17	1.29	0.04
170	特克斯和凯科斯群岛	0.72	1.50	0.12	1.34	0.62	0.06
171	安提瓜和巴布达	1.48	2.69	0.56	2.51	1.04	-0.05
172	巴巴多斯	1.29	2.01	0.69	1.94	0.65	0.21
173	圣文森特和格林纳丁斯	1.83	3.95	0.12	3.95	2.12	0.25
174	格林纳达	2.12	3.79	0.67	3.41	1.29	-0.01
175	圣皮埃尔和密克隆	0.97	1.30	0.51	1.04	0.06	-0.17
176	圣基茨和尼维斯	1.56	3.57	0.15	3.46	1.90	0.03
177	阿鲁巴	0.36	1.03	0.15	1.03	0.67	0.39
南 美 洲							
178	巴西	3.08	3.35	2.48	3.26	0.18	0.03
179	阿根廷	0.88	1.01	0.69	0.85	-0.03	-0.02
180	秘鲁	2.91	3.27	2.38	3.21	0.29	-0.01
181	哥伦比亚	3.54	3.88	2.74	3.82	0.28	0.04
182	玻利维亚	2.56	2.91	1.79	2.72	0.17	0.06
183	智利	1.20	1.31	1.06	1.17	-0.03	0.00
184	委内瑞拉	3.15	3.44	2.55	3.43	0.28	0.13
185	巴拉圭	2.24	2.52	1.69	2.17	-0.06	0.07
186	厄瓜多尔	3.39	3.79	2.68	3.78	0.39	0.03
187	乌拉圭	1.89	2.32	1.52	1.74	-0.15	-0.07
188	圭亚那	4.05	4.59	3.34	4.48	0.43	0.03

编号	部分国家和地区	1982~2011年 ALAI 平均值	1982~2011年 ALAI 最大值	1982~2011年 ALAI 最小值	2011年 ALAI	2011年 ALAI-30 年 ALAI	2011年 ALAI-2010 年 ALAI
189	苏里南	4.54	4.94	3.53	4.77	0.23	0.00
190	法属圭亚那	4.29	4.91	3.34	4.76	0.48	0.04
大 洋 洲							
191	澳大利亚	0.61	0.72	0.53	0.72	0.11	0.03
192	巴布亚新几内亚	4.18	4.68	3.12	4.58	0.40	-0.04
193	新西兰	2.89	3.16	2.39	3.04	0.15	0.10
194	所罗门群岛	3.74	4.78	2.84	4.77	1.03	-0.01
195	新喀里多尼亞	3.16	3.50	2.42	3.50	0.34	0.22
196	斐济	3.72	4.44	2.89	4.44	0.72	0.19
197	瓦努阿图	3.42	4.56	2.48	4.46	1.05	-0.03
198	南乔治亚岛和 南桑德韦奇岛	0.27	0.41	0.03	0.05	-0.22	0.01
199	法属玻利尼西亚	1.62	4.10	0.10	3.86	2.23	-0.03
200	萨摩亚	2.07	4.60	0.14	4.49	2.42	0.04
201	基里巴斯	0.14	0.28	0.05	0.26	0.12	0.00
202	北马里亚纳	1.46	2.82	0.52	2.82	1.36	0.19
203	汤加	1.16	2.98	0.07	2.95	1.79	0.17
204	密克罗尼西亚联邦	2.26	4.82	0.24	4.12	1.86	-0.57
205	帕劳	2.51	4.34	0.62	4.17	1.66	0.00
206	瑙鲁	0.08	0.74	0.00	0.74	0.66	0.74

注: * 以苏丹 2011 年前的国界为准

附表 3 中国陆表叶面积指数最大值统计

编号	省份名	1982~2011年MLAI平均值	1982~2011年MLAI最大值	1982~2011年MLAI最小值	2011年MLAI	2011年MLAI-30年平均值	2011年MLAI-2010年MLAI
1	黑龙江省	3.63	3.95	3.30	3.79	0.16	0.01
2	吉林省	3.40	3.65	2.82	3.65	0.25	0.05
3	内蒙古自治区	1.34	1.46	1.19	1.30	-0.03	-0.01
4	北京市	2.56	2.92	2.02	2.80	0.24	-0.03
5	山西省	1.74	2.27	1.23	2.21	0.47	-0.02
6	辽宁省	2.87	3.22	2.12	3.13	0.26	-0.01
7	新疆维吾尔自治区	0.30	0.37	0.24	0.33	0.03	0.00
8	天津市	1.83	2.36	1.22	1.98	0.15	-0.11
9	河北省	2.27	2.63	1.75	2.54	0.27	-0.01
10	宁夏回族自治区	0.60	0.86	0.33	0.78	0.18	-0.07
11	山东省	2.32	2.60	1.66	2.45	0.14	-0.03
12	青海省	0.83	0.96	0.73	0.81	-0.01	-0.11
13	甘肃省	0.87	0.98	0.70	0.97	0.10	0.02
14	河南省	2.62	3.05	1.79	2.83	0.21	-0.18
15	陕西省	2.39	2.90	1.98	2.88	0.49	-0.03
16	江苏省	2.65	3.05	2.06	2.40	-0.26	-0.21
17	安徽省	2.85	3.33	2.02	3.19	0.34	-0.05
18	上海市	2.21	3.19	1.45	1.48	-0.73	0.03
19	湖北省	3.00	3.54	2.10	3.44	0.44	-0.01
20	浙江省	3.27	3.68	2.58	3.52	0.25	-0.01
21	重庆市	3.14	3.76	2.22	3.76	0.62	0.20
22	江西省	3.05	3.61	2.04	3.43	0.38	-0.08
23	西藏自治区	0.66	0.75	0.55	0.69	0.02	0.02
24	四川省	2.62	2.94	2.06	2.94	0.32	0.04
25	湖南省	3.05	3.64	1.57	3.55	0.50	0.07
26	云南省	2.95	3.36	2.11	3.29	0.34	0.15
27	贵州省	3.08	3.55	2.16	3.39	0.31	-0.08
28	福建省	3.50	3.88	2.63	3.77	0.26	-0.02
29	广西壮族自治区	3.20	3.56	2.37	3.51	0.31	0.02
30	广东省	2.89	3.30	2.07	3.18	0.30	-0.12
31	海南省	3.38	3.76	2.66	3.67	0.29	-0.01
32	香港特别行政区	2.04	2.64	1.29	2.50	0.46	-0.14
33	澳门特别行政区*	-	-	-	-	-	-
34	台湾	3.60	3.99	3.00	3.87	0.27	0.27

注：*因澳门面积较小，在此未做统计

附表 4 中国陆表叶面积指数平均值统计

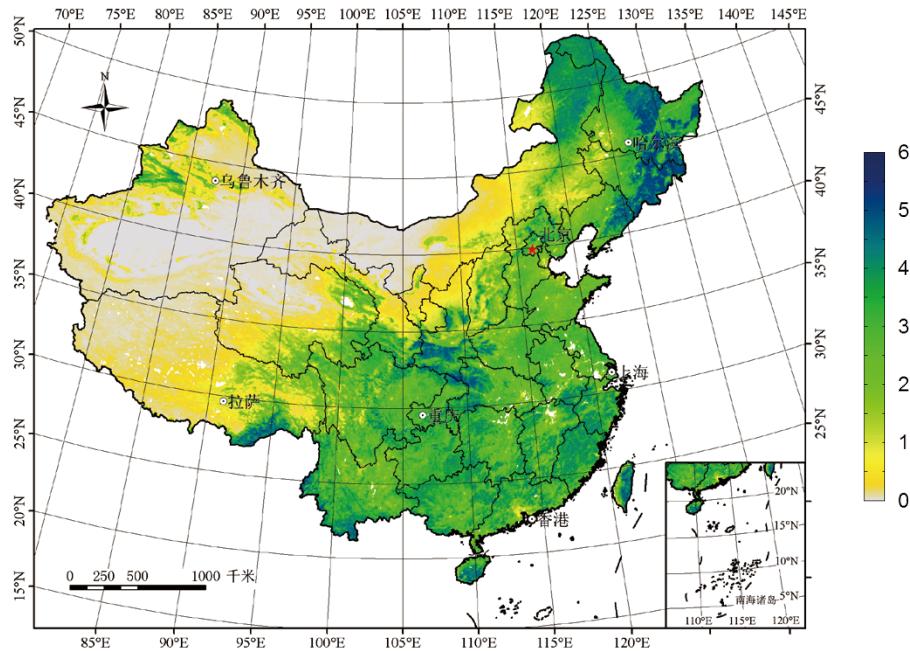
编号	省份名称	1982~2011 年 ALAI	1982~2011 年 ALAI 最大值	1982~2011 年 ALAI 最小值	2011 年 ALAI	2011 年 ALAI-30 年 ALAI	2011 年 ALAI-2010 年 ALAI
1	黑龙江省	1.18	1.26	1.07	1.23	0.05	-0.03
2	吉林省	1.18	1.29	1.00	1.26	0.07	-0.01
3	内蒙古自治区	0.44	0.48	0.41	0.44	0.00	-0.01
4	北京市	0.98	1.20	0.76	1.11	0.13	0.00
5	山西省	0.67	0.89	0.48	0.85	0.18	0.01
6	辽宁省	0.99	1.13	0.79	1.09	0.10	0.01
7	新疆维吾尔自治区	0.12	0.15	0.09	0.13	0.01	0.00
8	天津市	0.64	0.80	0.45	0.71	0.08	0.00
9	河北省	0.80	0.96	0.62	0.92	0.12	0.02
10	宁夏回族自治区	0.24	0.33	0.15	0.32	0.07	-0.01
11	山东省	0.86	0.99	0.64	0.96	0.10	0.03
12	青海省	0.28	0.33	0.25	0.29	0.00	-0.03
13	甘肃省	0.35	0.40	0.28	0.40	0.05	0.01
14	河南省	1.16	1.49	0.77	1.37	0.21	-0.01
15	陕西省	1.11	1.38	0.87	1.37	0.26	0.01
16	江苏省	1.19	1.37	0.95	1.17	-0.02	-0.06
17	安徽省	1.39	1.74	1.01	1.64	0.26	0.02
18	上海市	1.05	1.40	0.75	0.75	-0.30	0.00
19	湖北省	1.49	1.88	1.04	1.81	0.32	0.03
20	浙江省	1.89	2.25	1.37	2.18	0.30	0.05
21	重庆市	1.65	2.13	1.15	2.13	0.48	0.17
22	江西省	1.78	2.26	1.16	2.25	0.47	0.04
23	西藏自治区	0.34	0.38	0.27	0.36	0.02	0.01
24	四川省	1.19	1.41	0.91	1.37	0.19	0.03
25	湖南省	1.67	2.15	0.84	2.13	0.47	0.11
26	云南省	1.81	2.23	1.27	2.20	0.39	0.13
27	贵州省	1.64	2.08	1.07	1.95	0.31	0.03
28	福建省	2.28	2.81	1.48	2.72	0.43	0.01
29	广西壮族自治区	2.00	2.53	1.36	2.45	0.44	0.01
30	广东省	1.92	2.48	1.20	2.44	0.52	-0.05
31	海南省	2.51	3.28	1.80	3.10	0.59	-0.03
32	香港特别行政区	1.29	1.98	0.71	1.94	0.65	0.01
33	澳门特别行政区	-	-	-	-	-	-
34	台湾	2.74	3.17	2.03	3.17	0.42	0.23

注：* 因澳门面积较小，在此未做统计

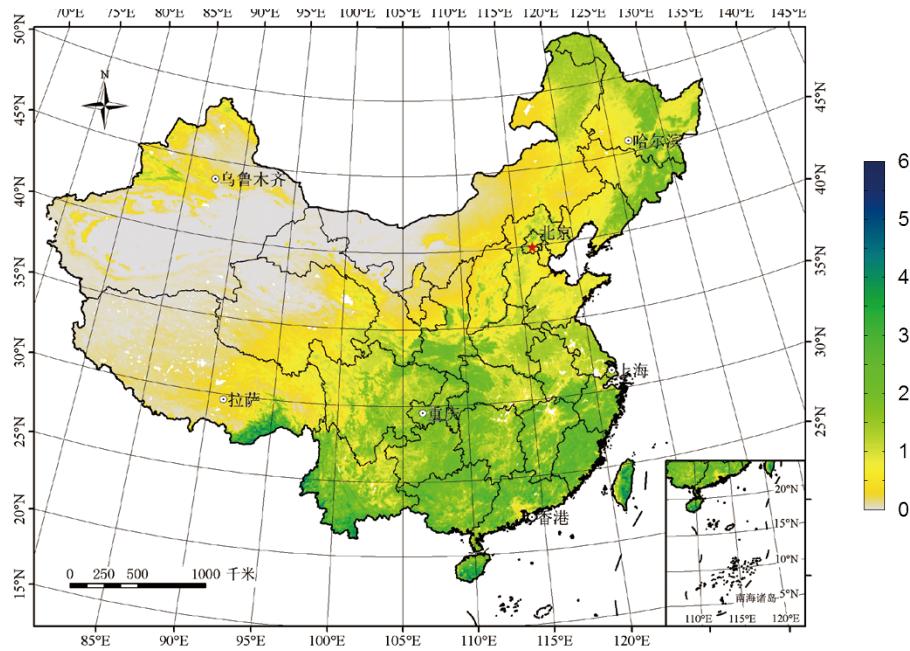
附表 5 全球 30 年叶面积指数的平均值、最小值和最大值

年份	平均值	最小值	最大值
1982	0.95	0.48	1.70
1983	0.93	0.45	1.69
1984	0.96	0.45	1.76
1985	1.00	0.50	1.79
1986	1.02	0.52	1.82
1987	1.01	0.49	1.83
1988	0.92	0.38	1.80
1989	0.96	0.43	1.73
1990	1.04	0.55	1.85
1991	0.96	0.45	1.81
1992	0.91	0.42	1.68
1993	0.95	0.40	1.79
1994	0.92	0.40	1.76
1995	1.08	0.53	1.91
1996	1.09	0.56	1.90
1997	1.11	0.56	1.95
1998	1.11	0.55	1.96
1999	1.10	0.53	1.97
2000	1.10	0.53	1.98
2001	1.14	0.64	1.96
2002	1.13	0.64	1.96
2003	1.14	0.64	1.99
2004	1.14	0.64	1.98
2005	1.13	0.63	1.98
2006	1.13	0.63	1.97
2007	1.14	0.63	1.98
2008	1.13	0.63	1.96
2009	1.12	0.63	1.94
2010	1.12	0.62	1.96
2011	1.12	0.63	1.96
平均	1.05	0.54	1.88

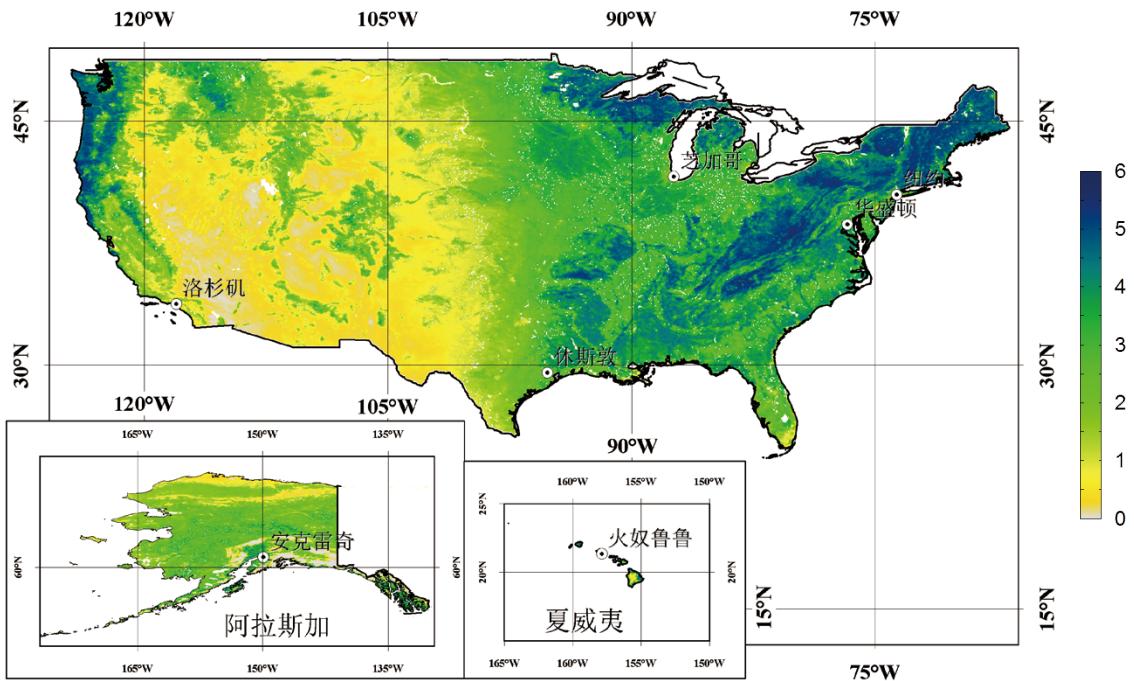
附图



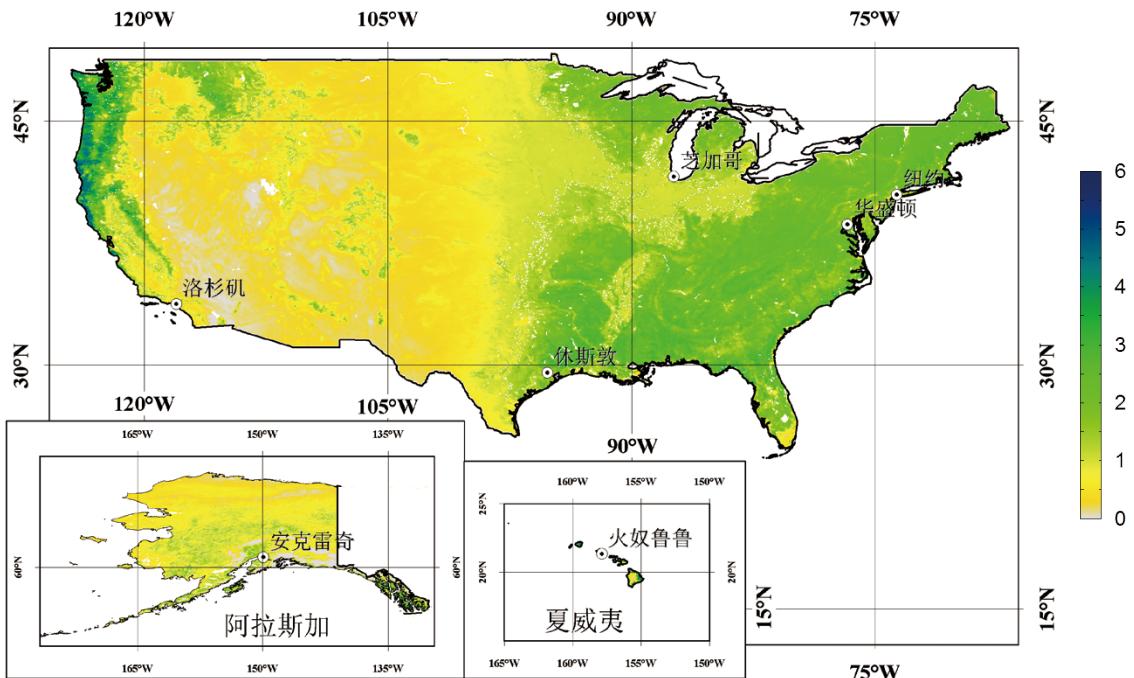
附图 -1a 中国 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图



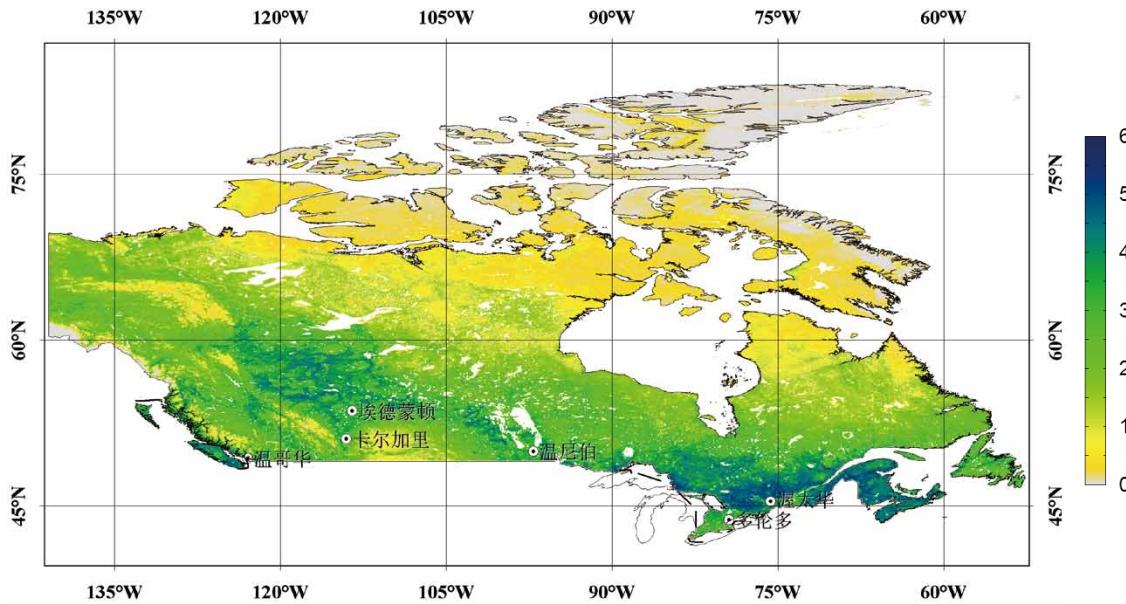
附图 -1b 中国 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图



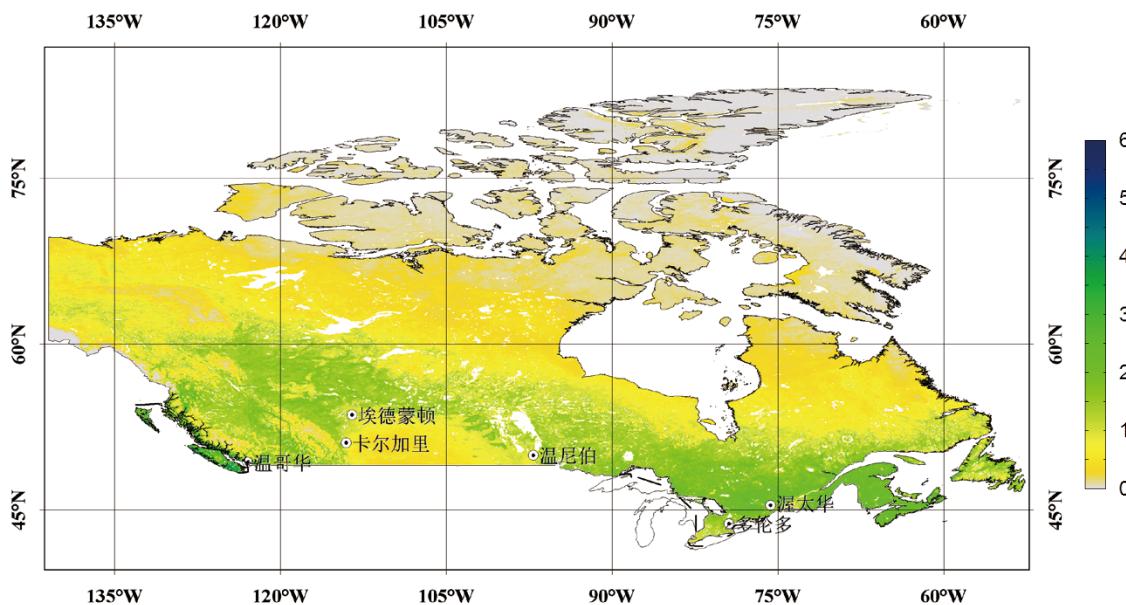
附图 -2a 美国 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图



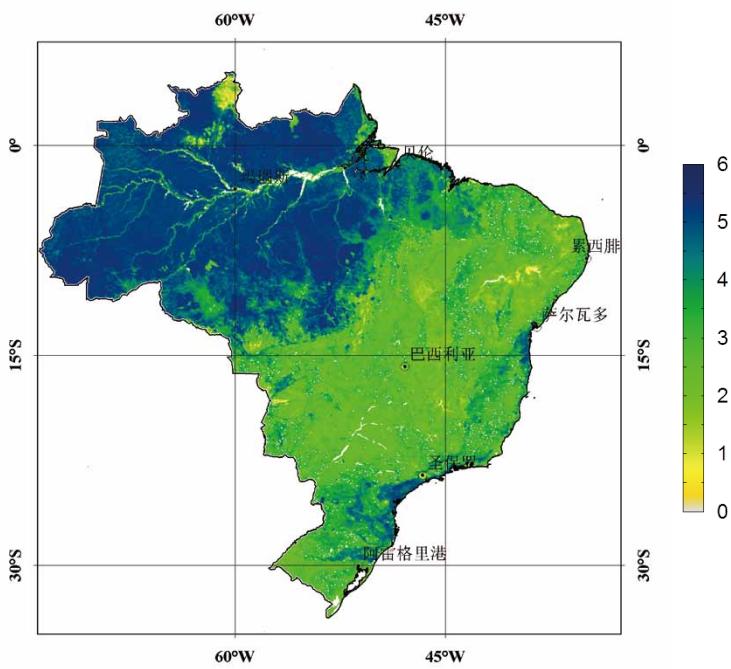
附图 -2b 美国 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图



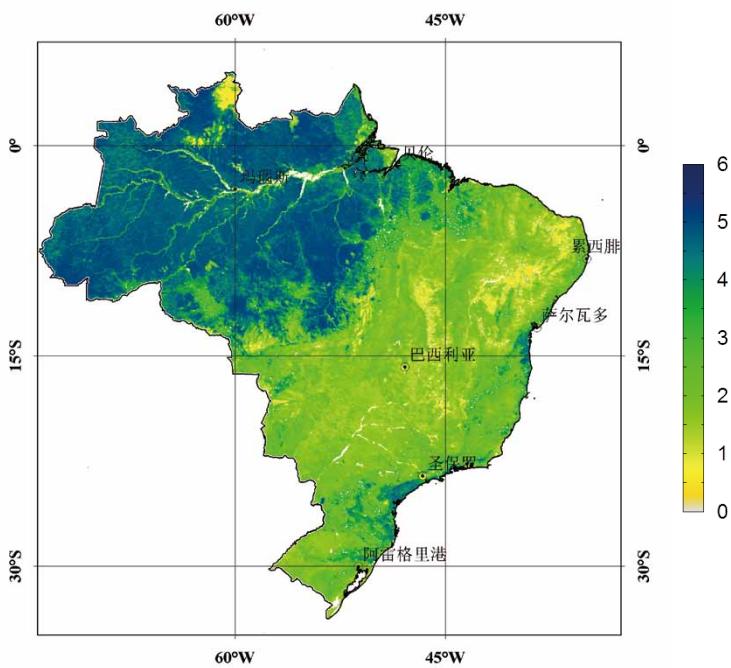
附图 -3a 加拿大 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图



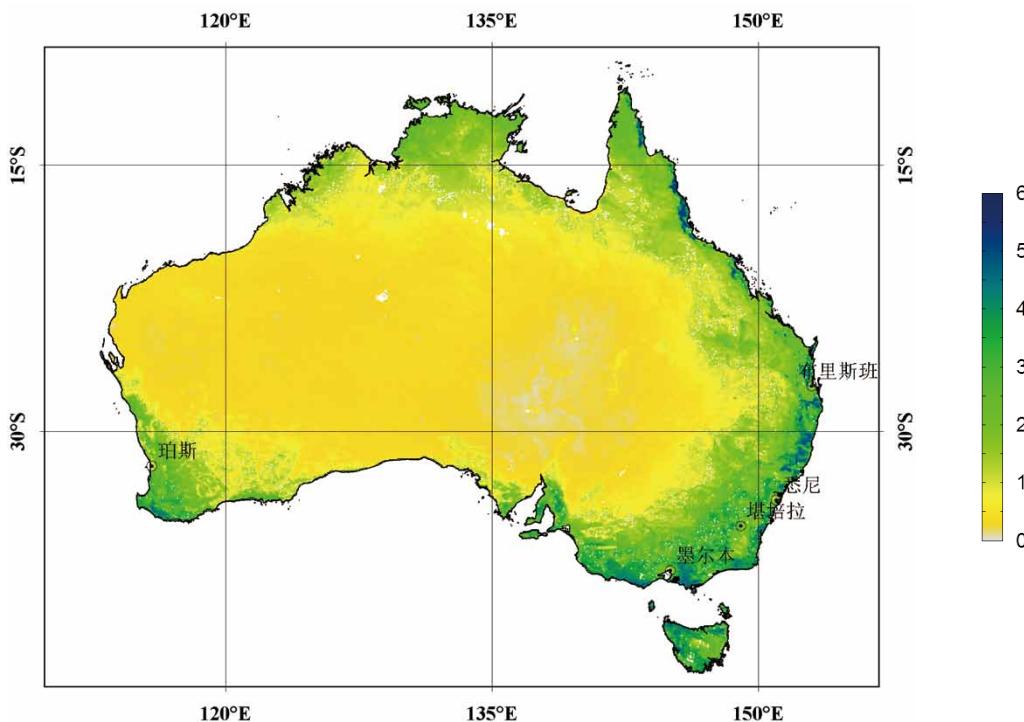
附图 -3b 加拿大 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图



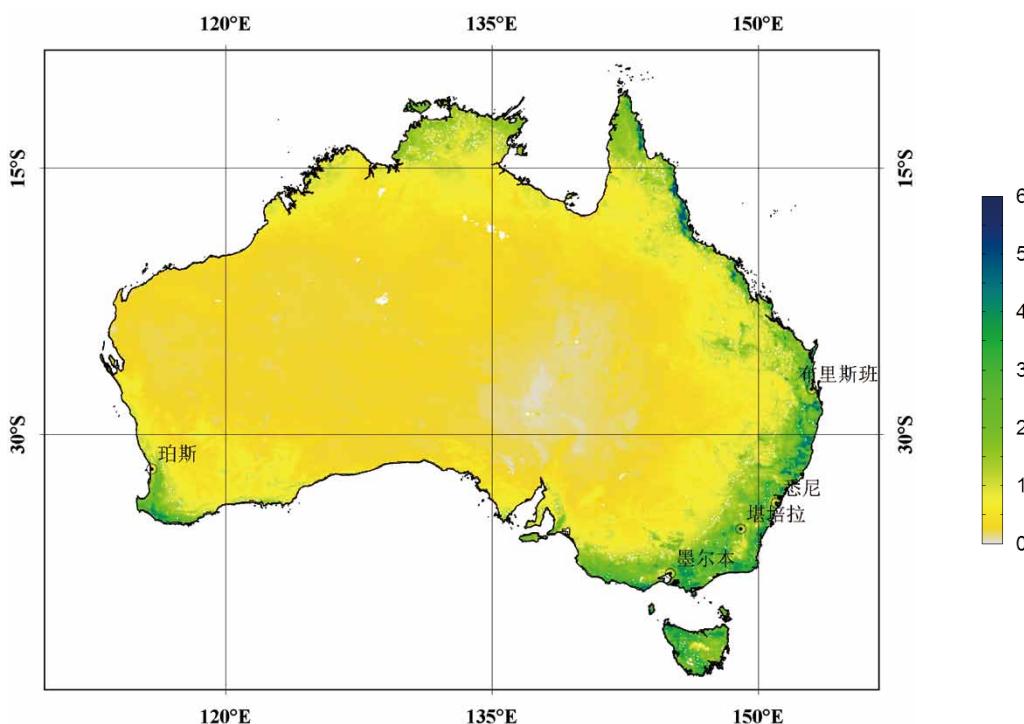
附图 -4a 巴西 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图



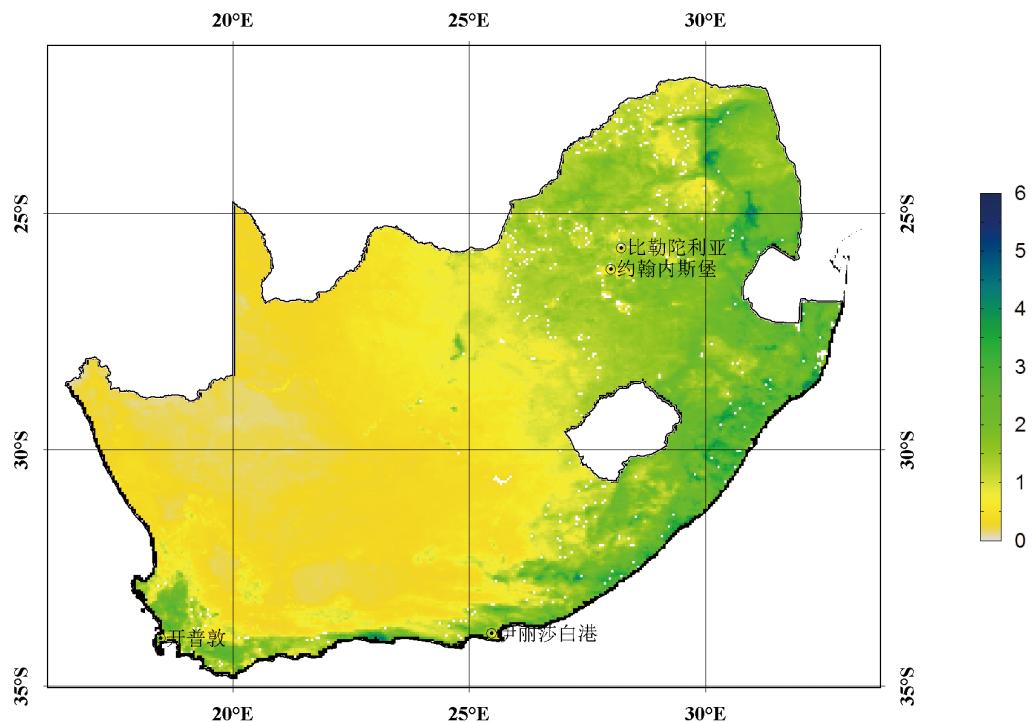
附图 -4b 巴西 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图



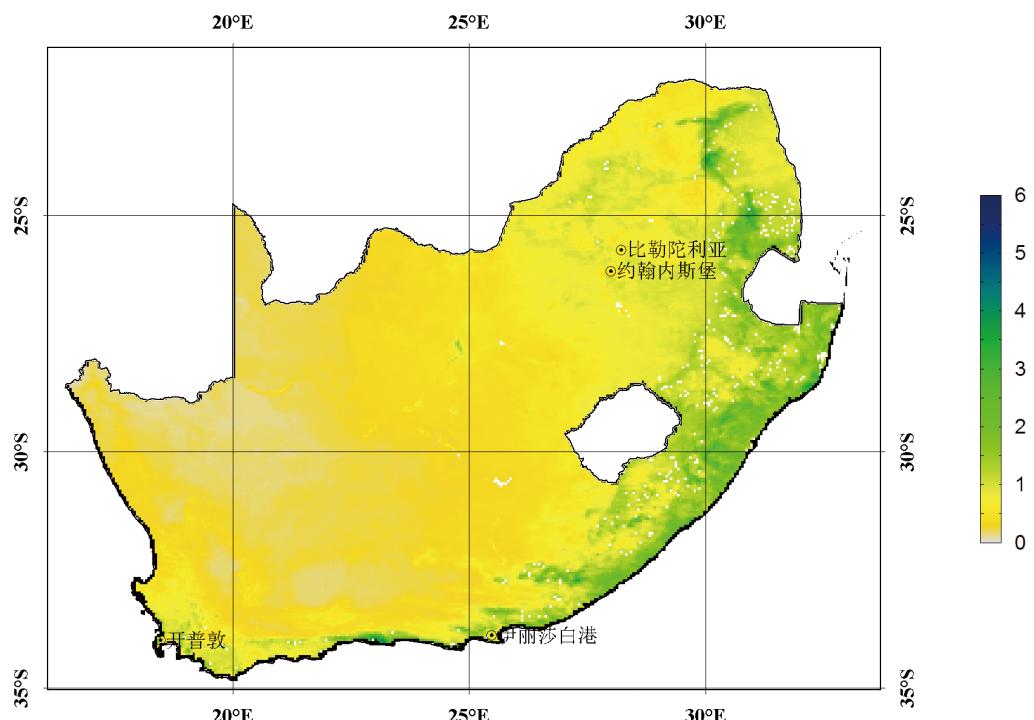
附图 -5a 澳大利亚 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图



附图 -5b 澳大利亚 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图



附图 -6a 南非 30 年平均最大叶面积指数 (MLAI) 分布图



附图 -6b 南非 30 年平均叶面积指数 (ALAI) 分布图

名词解释

国家高技术研究发展计划（863计划）

863计划即国家高技术研究发展计划，是中华人民共和国政府组织实施的一项对国家长远发展具有重要战略意义的国家高技术研究发展计划。863计划从世界高技术发展的趋势和中国的需要与实际可能出发，坚持“有限目标，突出重点”的方针，到“十二五”期间，已发展成为包含信息技术、生物和医药技术、新材料技术、先进制造技术、先进能源技术、资源环境技术、海洋技术、现代农业技术、现代交通技术和地球观测与导航技术等领域的国家高技术发展与研究计划。

全球陆表特征参量（GLASS）遥感数据集产品

全球陆表特征参量（Global LAnd Surface Satellite，GLASS）遥感数据集产品是基于国家863计划“十一五”重点项目“全球陆表特征参量产品生成与应用研究”的研究成果，利用国内外卫星遥感数据源，发展全球长时间序列陆表特征参数产品生成的关键技术，研发得到全球长时间序列的高精度（空间分辨率优于5 km，时间分辨率8天，时间跨度1982～2011年）叶面积指数、地表反照率、发射率、下行短波辐射和下行有效光合辐射等陆表特征参量遥感数据集产品。

叶面积指数（LAI）

叶面积指数（Leaf Area Index）又称叶面积系数，是指单位土地面积上植物所有叶片单面面积之和。即：叶面积指数 = 叶片总面积 / 土地面积。

植被最大叶面积指数（MLAI）

即叶面积指数最大值（Max Leaf Area Index），指某一段时间内叶面积指数达到的最大值。本报告特指在每个年度的生长季中植被叶面积指数的最大值。

植被平均叶面积指数 (ALAI)

即叶面积指数平均值 (Average Leaf Area Index) , 指某一段时间内各次观测的叶面积指数的算术平均值。

NOAA 气象卫星

美国国家海洋大气局 NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) 实用气象观测卫星。第一代称为 “ 泰罗斯 ” (TIROS) 系列 (1960~1965 年) , 第二代称为 “ 艾托斯 ” (ITOS) /NOAA 系列 (1970~1976 年) , 其后运行的第三代称为 TIROS-N/NOAA 系列，第四代为 NOAA9-NOAA14，第五代为 NOAA15-NOAA19。从 1978 年 10 月发射了第一颗 TIROS-N, 到 2009 年底已发射了 19 颗。 NOAA 卫星的轨道是接近正圆的太阳同步轨道，轨道高度在 800 km 左右，轨道倾角约为 99° , 周期约为 $100'$ 。 NOAA 卫星的应用目的是日常的气象业务，平时有两颗卫星在运行。由于每颗卫星每天至少可以对地面同一地区进行 2 次观测，所以两颗卫星就可以对同一地区进行 4 次以上的观测。

先进甚高分辨率辐射计 (AVHRR)

Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) 是 NOAA 卫星上携带的探测器之一。它是一种五光谱通道的扫描辐射仪，星上探测器扫描角约为 $\pm 55^{\circ}$, 相当于探测地面约 2800 km 宽的带状区域，两条轨道即可覆盖我国大部分国土，三条轨道可完全覆盖我国全部国土。 AVHRR 的星下点分辨率为 1.1km, 由于扫描角大，图像边缘部分变形较大。 AVHRR 数据还可以用于非气象的遥感，其主要特点是宏观、快速、廉价。在农业、海洋、地质、环境和灾害等方面都有独特的应用价值。

地球观测系统 (EOS) Terra/Aqua 卫星

美国地球观测系统 EOS (Earth Observation System) 计划发射一系列卫星。第一颗 EOS 的上午轨道卫星 TERRA (拉丁语 “ 地球 ” 的意思) 于 1999 年 12 月发射升空，它的主要目的是：实现从单系列极轨空间平台上对太阳辐射、大气、海洋和陆地进行综合观测，获取有关海洋、陆地、冰雪圈和太阳动力系统等信息，进行土地利用和土地覆盖研究、气候的季节和年际变化研究、自然灾害监测和分析研究、长期气候变率和变化以

及大气臭氧变化研究等，进而实现对大气和地球环境变化的长期观测和研究的总体（战略）目标。重点观测和研究领域包括：水与能量循环，海洋，大气化学，陆地表面，水和生态系统过程，冰川和极地冰盖以及固体地球。

作为这一系列对地观测卫星中有三颗卫星成为系列，它们是：Terra、Aqua 和 Aura。它们分别于 1999 年 12 月 18 日、2002 年 5 月 4 日和 2004 年 7 月 15 日发射成功，目前均处于正常运转中。

中分辨率成像光谱仪 (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer , MODIS)

搭载在 Terra 和 Aqua 两颗卫星上的中分辨率成像光谱仪 (MODIS) 是美国地球观测系统 (EOS) 计划中用于观测全球生物和物理过程的重要仪器，地面分辨率分别为 250 m、500 m 和 1000 m。它具有 36 个中等分辨率水平 ($0.4 \mu\text{m} \sim 14 \mu\text{m}$) 的光谱波段，每 1~2 天对地球表面观测一次。MODIS 的多波段数据可以同时提供反映陆地表面状况、云边界、云特性、海洋水色、浮游植物、生物地理、化学、大气水汽、气溶胶、地表温度、云顶温度、大气温度、臭氧和云顶高度等特征的信息。可用于对陆表、生物圈、固态地球、大气和海洋进行长期全球观测。

风云三号气象卫星 (FY-3)

风云三号（简称 FY-3）是中国第 2 代极地轨道气象卫星系列。FY-3A 于 2008 年 5 月 27 日发射升空。主要是实现全球、全天候、三维、定量、多光谱遥感，以满足现代气象业务，特别是数值天气预报业务的发展，同时监测大范围气象及其衍生的自然灾害和生态环境变化，为研究全球气候变化规律，进行气候诊断和预测提供地球物理参数，为农、林、交通、海洋和水文等多领域提供服务。风云三号卫星扫描宽度为 2900 km，每天至少可以对全球同一地区扫描 2 次。由于风云三号上携带着多达 11 种有效载荷和 90 多种探测通道，可以在全球范围进行全天时探测。其中的中分辨率光谱成像仪 (MERSI) 其光谱范围为 $0.40 \sim 12.5 \mu\text{m}$ ，有 20 个波段，地面分辨率 $250 \text{ m} \sim 1 \text{ km}$ 。

中分辨率光谱成像仪 (MERSI)

中分辨率光谱成像仪 (Medium Resolution Spectral Imager) 为风云三号携带的最

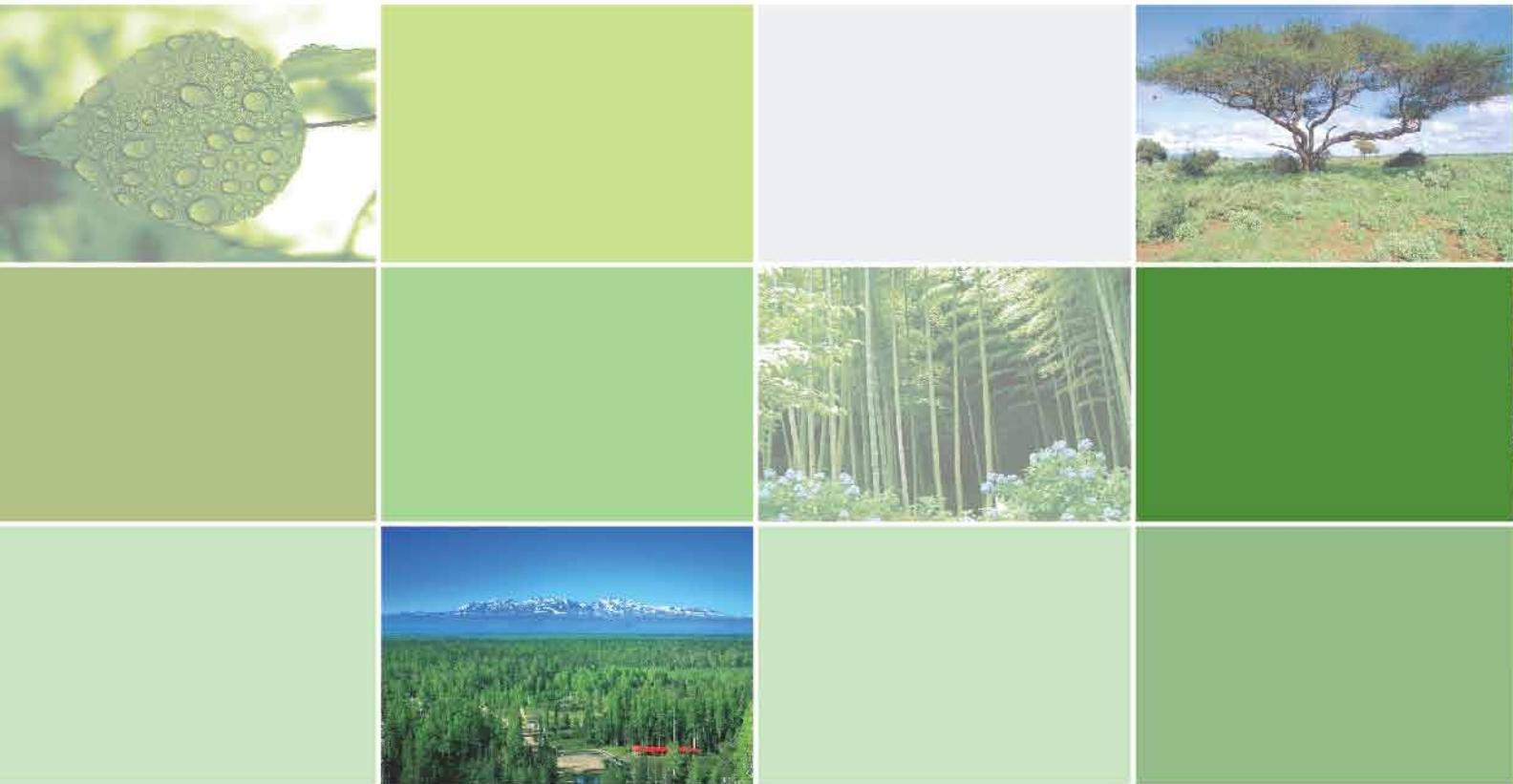
重要的传感器之一，可以探测来自地球大气系统的电磁辐射，得到 20 个通道的多光谱信息。通过成像可以实现植被、生态、地表覆盖分类以及积雪覆盖等陆表特性全球遥感监测。仪器第 8~16 短波通道为高信噪比窄波段通道，能够实现水体中的叶绿素、悬浮泥沙和可溶黄色物质浓度的定量反演；仪器的 2.13 微米通道对气溶胶相对透明，结合可见光通道，可实现陆地气溶胶的定量遥感；0.94 微米近红外水汽吸收带的 3 个通道，可增强对大气水汽特别是低层水汽的探测能力；250 m 分辨率的可见光三通道真彩色图像，可实现多种自然灾害和环境影响的图像监测，监测中小尺度强对流云团和地表精细特征。中分辨率光谱成像仪能高精度定量遥感云特性、气溶胶、陆地表面特性、海洋水色和低层水汽等地球物理要素，实现对大气、陆地、海洋的多光谱连续综合观测。

“三北”（东北、华北和西北）防护林建设工程

三北防护林工程是指在中国风沙危害和水土流失严重的三北地区（西北、华北和东北）建设的大型人工林业生态工程。中国政府为改善生态环境，于 1978 年决定把这项工程列为国家经济建设的重要项目，工程规划期限为 73 年，分八期工程进行。规划范围包括新疆、青海、宁夏、内蒙古、甘肃中北部、陕西、晋北坝上地区和东北三省的西部共 324 个县（旗），农村人口 4400 万人，总面积 39 亿亩。

“拉尼娜”现象

“拉尼娜”(La Niña) 的字面意思是“女孩”。 “拉尼娜”现象是指赤道附近的太平洋东部和中部洋流水温反常下降，也被称为“反厄尔尼诺”现象。拉尼娜与厄尔尼诺现象已都成为预报全球气候异常的最强信号。



中华人民共和国科学技术部国家遥感中心

地址：北京市海淀区柳林馆南里甲8号楼西侧

电话：(010)58881180

传真：(010)58881179

邮箱：webmaster@nrsc.gov.cn

网址：www.nrsc.gov.cn