



2015 | 全球生态环境遥感监测

年度报告 (全球大宗粮油作物生产形势) 中文版



中华人民共和国科学技术部 国家遥感中心

本报告由全球空间遥感信息报送和年度报告工作专项（1061302600001）和863计划地球观测与导航技术领域“星机地综合定量遥感系统与应用示范”项目共同支持

全球生态环境遥感监测

2015年度报告

（全球大宗粮油作物生产形势）

中华人民共和国科学技术部 国家遥感中心

遥感科学国家重点实验室

「2015

全球生态环境遥感监测年度报告
(全球大宗粮油作物生产形势)」

《全球生态环境遥感监测2015年度报告》及其中英文简本的电子版，以及相关数据集产品，可在国家综合地球观测数据共享平台下载
(www.chinageoss.org/geoarc/)

全球生态环境遥感监测2015年度报告

《全球大宗粮油作物生产形势》报告编写组

组 长：吴炳方

成 员：（按贡献大小排列）

张 淼 张 鑫 闫娜娜 曾红伟 李名勇 René Gommès 邢 强

朱伟伟 常 胜 郑 阳 于名召 谭 深 许佳明 Mrinal Singha

专题作者

《中国病虫害发生状况》：黄文江 董莹莹 唐翠翠 聂臣巍 师 越

《中国大宗粮油综合价格预测》：方景新

《中国主要粮食进出口展望》：聂凤英

责任专家：王纪华 王鹏新 千怀遂

全球生态环境遥感监测2015年度报告工作专家组

组 长：郭华东

副组长：刘纪远 李加洪 牛 铮 廖小罕

成 员：（按姓氏拼音排名）

陈 曦	陈克林	高志海	葛岳静	宫 鹏	何贤强	侯西勇	乐蓉蓉
李增元	李智彪	梁顺林	林明森	刘 闯	刘 慧	刘纪平	柳钦火
卢乃锰	唐新明	王纪华	王鹏新	王野乔	吴炳方	徐 文	许利平
张镜铨							

全球生态环境遥感监测2015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：（按姓氏拼音排名）

陈 军	陈拂晓	陈镜明	傅伯杰	葛全胜	谷树忠	顾行发	何昌垂
金亚秋	李纪人	李朋德	刘纪远	孟 伟	潘德炉	彭以祺	秦大河
施建成	唐华俊	唐守正	王 桥	王光谦	吴国雄	杨桂山	姚檀栋
张国成	周成虎						



近代以来，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日益突出。全球气候变暖、水资源匮乏、环境污染、生物多样性锐减、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侵蚀着人类生存的基础。

中国作为最大的发展中国家，一贯重视生态环境的保护和建设，积极落实联合国2030年可持续发展议程。在科学研究、政策制定和行动实施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。作为重要的技术保障，中国逐步建立了气象、资源、环境、海洋和高分等地球观测卫星及其应用系统，其观测能力很大程度上满足了中国在环境、资源和减灾等方面对地球观测数据的需求。同时，作为地球观测组织（GEO）的创始国和联合主席国，通过GEO合作平台，中国向世界开放共享其全球地球观测数据，并努力提供相关的信息产品和服务。

为积极应对全球变化，在中国参加GEO工作部际协调小组的领导和财政部的支持下，科学技术部于2012年启动了“全球生态环境遥感监测年度报告”工作。在科学技术部主管部领导以及高新技术发展及产业化司、国际合作司的指导下，国家遥感中心（GEO中国秘书处）联合遥感科学国家重点实验室，通过共同组建生态环境遥感研究中心，充分利用国家科技计划及相关部门的科研成果，跨部门组织国内顶尖的科研团队参与年报工作，分别成立了顾问组、专家组和编写组，从组织、人力和技术上保障了年报工作的有序、顺利开展。

2013年5月，科学技术部首次向国内外正式公开发布了《全球生态环境遥感监测2012年度报告》，包括陆地植被生长状况和陆表水域面积分布状况两个专题报告及其数据产品，这是该领域第一次出现中国发布的权威报告和数据，产生了广泛和良好的国内外影响，被誉为开创性的工作。从2013年度报告开始，年报正式发布时间定为每年的世界环境日，以进一步提升全社会对环境保护的意识。2013和2014年度报告在保持继承性和强调发展性的原则基础上，陆续发布了陆地植被生长状况、大型陆表水域面积时空分布、全球大宗粮油作物生产形势、全球城乡建设用地分布状况、大型国际重要湿地、非洲土地覆盖以及中国-东盟生态环境状况等专题报告。

2015年度在前三期年报发布的基础上进一步强调继承和创新。创新性体现为响应中国政府关于“丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”倡议，秉承“一带一路”倡议提出的可持续发展和合作共赢理念，针对“一带一路”沿线区域开展生态环境遥感监测工作，相关成果不仅可为“一带一路”倡议的实施规划方案制定提供现势性和基础性的生态环境信息，而且可作为“一带一路”倡议实施过程中的生态环境动态监测评估的基准。数据产品将无偿与相关国家和国际组织共享，共同促进区域可持续发展。继承性体现为年报已连续三年关注全球大宗粮油作物生产形势，它既关系全球粮食安全，又与农业生态环境保护紧密相关，受到全社会持续广泛的重视。

2015年度的两个专题报告注重吸收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以及相关部门的最新科研成果。主要使用了Terra/Aqua、Landsat以及FY、ZY、HJ和GF等国内外卫星的连续观测数据，从数据源上极大地保障了年报工作的顺利开展，形成的相关全球数据产品均同步公开发布，并提供网络在线服务。

全球生态环境遥感监测年度报告工作是一项长期而艰巨的任务。今后，我们将积极落实《国家创新驱动发展战略纲要》，深入参与全球科技创新治理，进一步扩展全球生态环境持续监测的内容，选择合适的专题形成报告向全球发布，为各国政府、研究机构和国际组织开展环境问题研究和制定环境政策提供依据，同时为推动中国GEO工作的深入开展做出新的积极贡献。

一、引言	1
1.1 背景与意义	1
1.2 数据与方法概述	1
1.3 监测期	2
二、全球农业气象条件遥感监测	3
2.1 2015年全年农业气象条件	3
2.2 北半球夏收和南半球秋收作物生育期农业气象条件	7
2.3 北半球秋收和南半球夏收作物生育期农业气象条件	8
2.4 厄尔尼诺现象	10
三、全球大宗粮油作物主产区农情遥感监测	12
3.1 非洲西部主产区	12
3.2 南美洲主产区	15
3.3 北美洲主产区	19
3.4 南亚与东南亚主产区	22
3.5 欧洲西部主产区	24
3.6 欧洲中部与俄罗斯西部主产区	28
3.7 澳大利亚南部主产区	30
3.8 小结	33
四、中国大宗粮油作物主产区农情遥感监测	35
4.1 中国作物长势	36
4.2 东北区	43

目 录

4.3 内蒙古及长城沿线区.....	45
4.4 黄淮海区.....	48
4.5 黄土高原区	50
4.6 长江中下游区	52
4.7 西南区	54
4.8 华南区	56
4.9 小结	59
五、全球大宗粮油作物产量与供应形势分析.....	60
5.1 全球和中国大宗粮油作物产量	60
5.2 中国国内大宗粮油作物价格走势预测	67
5.3 全球大宗粮油作物供应形势	70
5.4 中国主要粮食品种进出口展望	71
六、结论	74
致谢	75
附录	76

一、引言

1.1 背景与意义

粮油作物及其产品是人类生存的物质基础，事关国家的经济、政治和社会安全。在《全球生态环境遥感监测2013年度报告——大宗粮油作物生产形势》与《全球生态环境遥感监测2014年度报告——全球大宗粮油作物生产形势》发布的基础上，2015年度报告继续关注大宗粮油作物长势及生产形势，监测作物包括全球产量最高的玉米、小麦和水稻三种谷物以及中国进口最大到油料作物大豆。

遥感技术是在全球范围实现宏观、动态、快速、实时、准确地生态环境动态监测不可或缺的手段，已广泛应用于大宗粮油作物长势监测与产量估测。中国科学院遥感与数字地球研究所于1998年建立了全球农情遥感速报系统（CropWatch）。该系统以遥感数据为主要数据源，以遥感农情指标监测为技术核心，仅结合有限的地面观测数据，构建了不同时空尺度的农情遥感监测多层次技术体系，利用多种原创方法及监测指标及时客观地评价粮油作物生长环境和大宗粮油作物生产形势，已经成为地球观测组织/全球农业监测计划（GeoGLAM）的主要组成部分。CropWatch以全球验证为精度保障，实现了独立的全球大范围的作物生产形势监测与分析，与欧盟的MARS¹和美国农业部的Crop Explorer系统并称为全球三大农情遥感监测系统，为联合国粮农组织农业市场信息系统（AMIS）提供全球粮油生产信息。

年报利用多源遥感数据，基于CropWatch对2015年度全球农业气象条件、全球农业主产区粮油作物种植与胁迫状况以及全球粮食生产形势进行监测和分析，报告中的数据独立客观地反映了2015年全球不同国家和地区的大宗粮油作物生产状况。年报对增强全球粮油信息透明度，保障全球粮油贸易稳定与全球粮食安全具有重要参考价值。

年报基于2015年《全球农情遥感速报》四期季报撰写完成，季报已通过纸质版和CropWatch网站（<http://www.cropwatch.com.cn/>）发布，网站上还提供了大量详细的数据产品和方法介绍。

1.2 数据与方法概述

全球大宗粮油作物生产形势遥感监测所使用的遥感数据包括中国环境与减灾监测预报小卫星星座（HJ-1A/B）、高分一号（GF-1）、资源一号（ZY-1）02C星、资源三号（ZY-3）、风云二号（FY-2）和风云三号（FY-3）气象卫星数据以及美国对地观测计划系统的陆地星和海洋星的中分辨率成像光谱仪（MODIS）和热带测雨卫星（TRMM）数据。分析过程所使用的参数数据包括归一化植被指数（NDVI）、气温、光合有效辐射

注：¹农业资源监测报告

(PAR)、降水、植被健康指数(VHI)、潜在生物量等,在此基础上采用农业气象指标、复种指数(CI)、耕地种植比例(CALF)、最佳植被状况指数(VCIx)、作物种植结构,通过时间序列聚类空间分布以及生长过程监测等方法进行四种大宗粮油作物(玉米、小麦、水稻和大豆)的生长环境评估、长势监测以及生产与供应形势分析。附录对以上各数据及指标、方法以及年报的监测期进行了定义与介绍,对年报所使用的空间单元的定义、各遥感监测指标的详细介绍和产品示例请参阅CropWatch网站的在线资源部分。

1.3 监测期

除特别说明外,本年报的监测时间范围均为2015年1月~2016年1月。动态监测时将全年分为四个监测期(1~4月、4~7月、7~10月和10~1月),农业气象指标监测期分为2015年全年、2015年4~9月(北半球秋收作物生育期和南半球夏收作物生育期)以及2014年10月~2015年6月(北半球夏收作物生育期以及南半球秋收作物生育期)三个时间段,监测时段的设置与南北半球作物物候期和主要生育期相对应。

遥感获取的农业气象指标(包括降水、气温和PAR)及VHI的历史监测时间范围为2001~2014年,距平对比分析采用的是2015年与2001~2014年的平均值进行比较。

考虑到农业活动对经济社会活动和其他限制指标(如环境胁迫)的动态响应和快速适应,农情遥感指标(包括潜在生物量、NDVI、CALF、VCIx以及CI)的历史监测范围为2010~2014年,距平对比分析是将2015年的指标值与2010~2014年的平均值进行对比。

二、全球农业气象条件遥感监测

农业生态区是本年报全球农情分析的大尺度标准空间单元。基于全球65个农业生态区，对农业环境指标异常的区域进行重点分析。每个环境指标都基于农业生态区的农业种植区域，统计2015年全年（2015年1~12月，图2-1至图2-4）、北半球夏收和南半球秋收作物生育期（2014年10月~2015年6月，图2-5至图2-8）与北半球秋收和南半球夏收作物生育期（2015年4月~2015年9月，图2-9至图2-12）的环境指标，并与2001~2014年的平均值进行对比，计算每种指标在2015年的变化异常值。其中温度、降水和光合有效辐射是用2015年的值与过去14年（2001~2014年）平均值对比的变化异常，潜在累积生物量是用2015年的值与近5年（2010~2014年）平均值对比的变化异常，农业生态区的划分及环境指标的计算方法及结果可访问CropWatch网站。

2015年，厄尔尼诺现象表现较为明显，从2015年3月起逐渐出现，5~10月间是强厄尔尼诺现象发生时段，11月之后强度逐渐减弱。表2-1列出了本报告的农气条件监测时段。

表2-1 全球生态环境遥感监测2015年度报告农气条件监测时段

2014年			2015年											
10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
			全年											
北半球夏收和南半球秋收作物生育期														
						北半球秋收和南半球夏收作物生育期								
							强厄尔尼诺现象发生时段							
10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月

2.1 2015年全年农业气象条件

2015年1~12月全球农业气象条件主要受到降水的影响。

2.1.1 降水充沛区域

部分地区降水充沛，显著高于过去14年平均水平，有利于当地作物的生长，分别为：

（1）北美：在不列颠哥伦比亚至科罗拉多地区，降水偏高35%，北部大平原地区，降水偏高45%，墨西哥南部及北部高原地区，降水偏高41%。这些地区降水充沛，光合有效辐射有所降低。受降水影响，整个美国地区，潜在累积生物量较近5年升高了24%。

(2) 从非洲北部半干旱区至亚洲中、东部：第二个降水显著偏高的地区出现在亚洲，特别是中国长江下游地区、内蒙古地区、亚帕米尔地区和乌拉尔山脉至阿尔帕山脉地区，这些地区降水较过去14年平均水平偏高30%~40%之间。极端偏高的地区出现在中国甘肃、新疆地区和蒙古南部，降水分别较过去14年平均水平偏高145%和235%。一直延伸至俄罗斯秋明、库尔干和托姆斯克州以及乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦、印度东北部的部分地区，受充沛的降水影响，潜在累积生物量较近5年平均水平偏高了33%。在这些地区的西部，包括毛里塔尼亚、塞内加尔和尼日尔，降水分别较近5年平均水平偏高63%、41%和22%，值得关注。

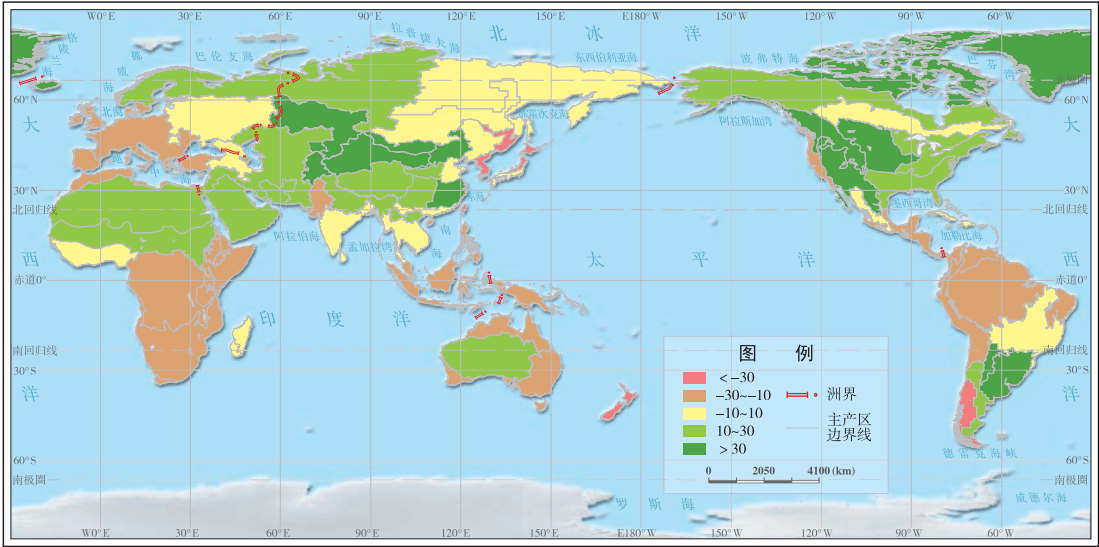


图2-1 2015年1~12月全球平均降水与过去14年（2001~2014年）同期降水距平（%）

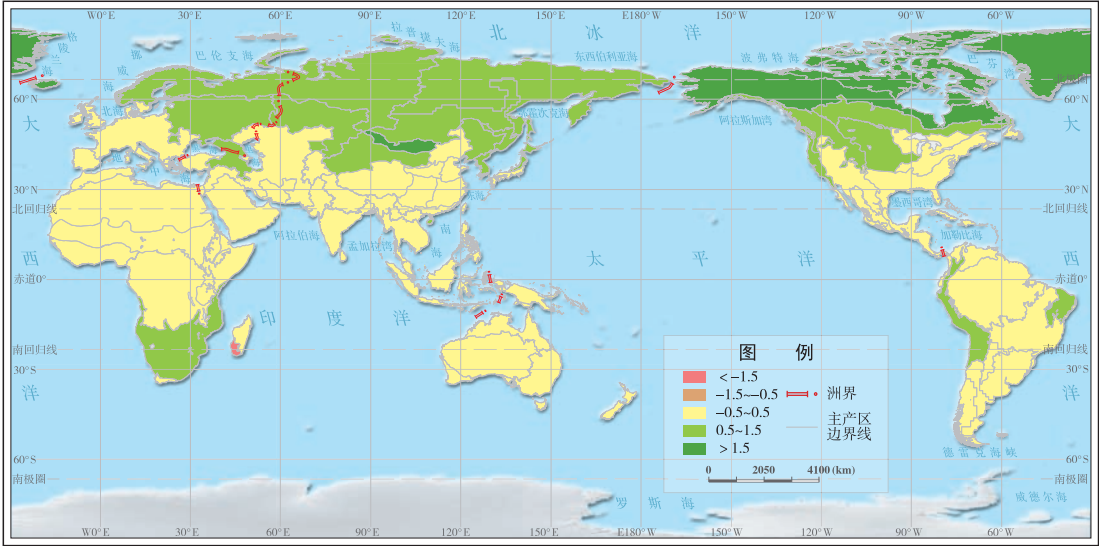


图2-2 2015年1~12月全球平均温度与过去14年（2001~2014年）同期温度距平（℃）

(3) 拉丁美洲南锥体地区：在阿根廷中北部、南美洲大草原，降水分别较近5年平均水平偏高43%和34%。这一地区还包括玻利维亚（偏高48%）、巴拉圭（偏高59%）和巴西的巴拉那、圣卡塔林纳、里奥格兰德州以及阿根廷南部的圣地亚哥—德尔埃斯特罗地区。

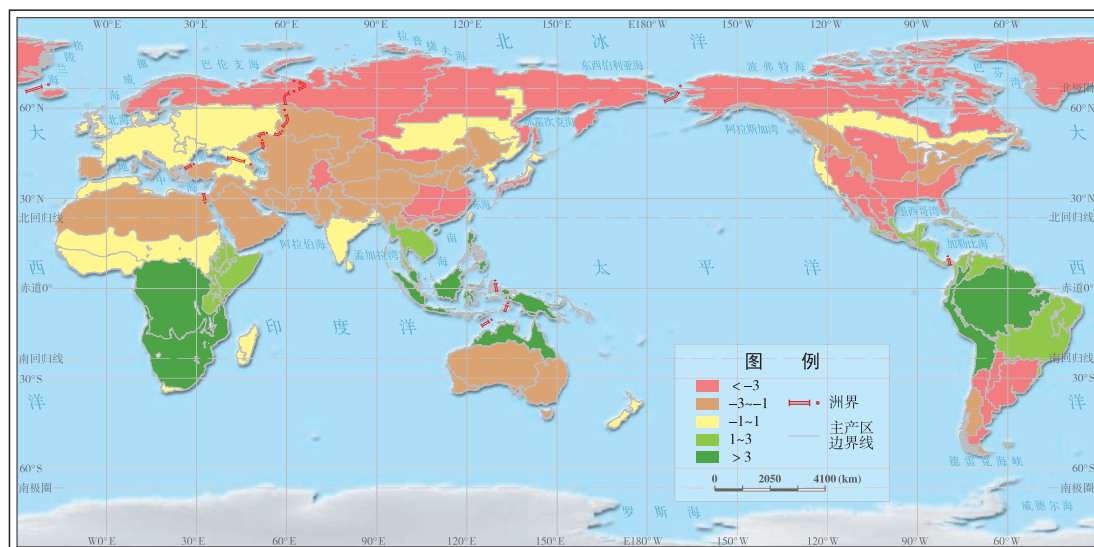


图2-3 2015年1~12月全球平均光合有效辐射与过去14年（2001~2014年）同期光合有效辐射距平（%）

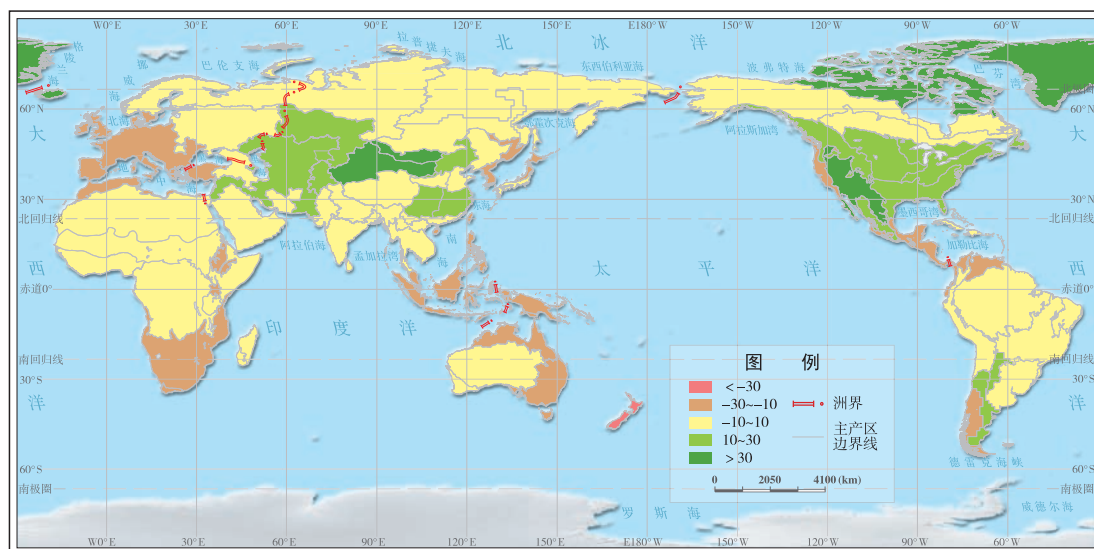


图2-4 2015年1~12月全球平均生物量与近5年（2010~2014年）同期生物量距平（%）

2.1.2 降水偏低但对产量影响较小区域

与过去14年平均降水相比，部分地区降水偏低，但对当地作物生长影响较小，分别为：

(1) 巴塔哥尼亚西部：全年降水较过去14年平均水平偏低达40%，其中2014年10月~2015年6月期间偏低51%，2015年4~9月间偏低34%。降水偏低的地区还包括中国南方、阿根廷门多萨西南部和圣克鲁斯西北部。

(2) 亚洲东部：东亚（-41%）以及其内部的台湾地区（-31%）和日本（北海道至本州东北部）、俄罗斯普里莫尔斯克、犹太自治州和阿穆尔河南部，降水显著低于过去14年平均。在朝鲜半岛，韩国和朝鲜的降水分别偏低45%和49%。

(3) 大洋洲及附近地区：2015年1~12月间降水偏低最多的地方出现在新西兰（偏低61%）。大洋洲和东南亚其他地区也受到影响，包括澳大利亚（维多利亚州和塔斯马尼亚）、东帝汶（降水偏低36%，其累积潜在生物量下降了34%）、巴布亚新几内亚（降水偏低30%）、印尼与菲律宾受到的影响较小，分别偏低23%和14%。

2.1.3 降水偏低但对产量影响较大区域

一些地区降水偏低，当地发生的旱情对当地农业种植造成了一定的影响，分别为：

(1) 美国西海岸：包括加利福尼亚州大部分地区和俄勒冈州，降水偏低，轻微的旱情对当地农业种植造成了一定的影响。

(2) 中美洲和南美洲北部：受降水偏低的影响，以下三个地区出现了旱情，圭亚那（降水偏低40%），北边至墨西哥南部的恰帕斯自治区，南边至巴西东部的贝里奥格兰德州。一些地区降水轻微偏低，而温度显著偏高，如危地马拉（降水偏低18%，温度偏高1.8℃）和伯利兹（降水偏低9%，温度偏高2.7℃）；在委内瑞拉，潜在累积生物量较近5年偏低21%。

(3) 非洲南部：南非的干旱主要出现在2015年年末，这将对2016年当地玉米的收获造成影响。在2015年，纳米比亚（降水偏低44%，潜在累积生物量偏低37%）和博茨瓦纳（降水偏低32%）降水显著偏低。这在一定程度上也影响到了临近的中非地区，尽管有一定的干旱，但是当地降水依然足够充沛，并不会对当地农业产生影响。安哥拉（降水偏低17%，温度偏高1.9℃）、刚果民主共和国（降水偏低8%，光合有效辐射偏高9%）和刚果（布）（降水偏低15%，光合有效辐射偏高8%）也遭受干旱侵袭。据报道，在2015年，索马里和埃塞俄比亚以及南非，有近2000万人受干旱影响无法获得足够的粮食。

(4) 地中海北部和邻近欧洲中部地区：西班牙（降水偏低48%）、法国（降水偏低33%）和葡萄牙（降水偏低72%，潜在累积生物量偏低58%）均遭受干旱影响。在东部地区，受干旱影响的国家包括斯洛文尼亚（降水偏低33%）、克罗地亚（降水偏低35%）、波黑（降水偏低46%，潜在累积生物量偏低35%）、黑山（降水偏低57%）和阿尔巴尼亚（降水偏低44%），旱情一直蔓延至北部和东部，包括波兰（降水偏低15%）、乌克兰（降水偏低20%）、白俄罗斯（降水偏低16%）和俄罗斯从诺夫哥罗德州一直延伸到乔治亚州（降水偏低19%）。在黎巴嫩，温度偏高1.8℃，降水偏低20%。潜在累积生物量偏低最多的地方出现在塞尔维亚（-20%）、黑山（-29%）和克罗地亚（-32%）等国家。

2.2 北半球夏收和南半球秋收作物生育期农业气象条件

2014年10月~2015年6月北半球夏收和南半球秋收作物生育期，因为跨度时间较长，大部分地区气象条件的变化接近于过去14年平均水平，例如美国玉米主产区，降水轻微偏高12%，温度显著偏低1.2℃，光合有效辐射较过去14年平均略微降低2%。受降水和温度影响，潜在累积生物量接近于近5年平均水平。

但在部分地区，降水明显偏高。印度旁遮普至古吉拉特地区是这一监测期间降水变化最显著的地方，降水较过去14年平均水平偏高60%（2015年偏低19%），这非常有利于当地冬季作物的生长，该地区潜在累积生物量较过去14年平均水平偏高76%。在这一监测期间，中亚，特别是吉尔吉斯斯坦和塔吉克斯坦，降水充沛，分别偏高90%和46%，潜在累积生物量也偏高了23%。

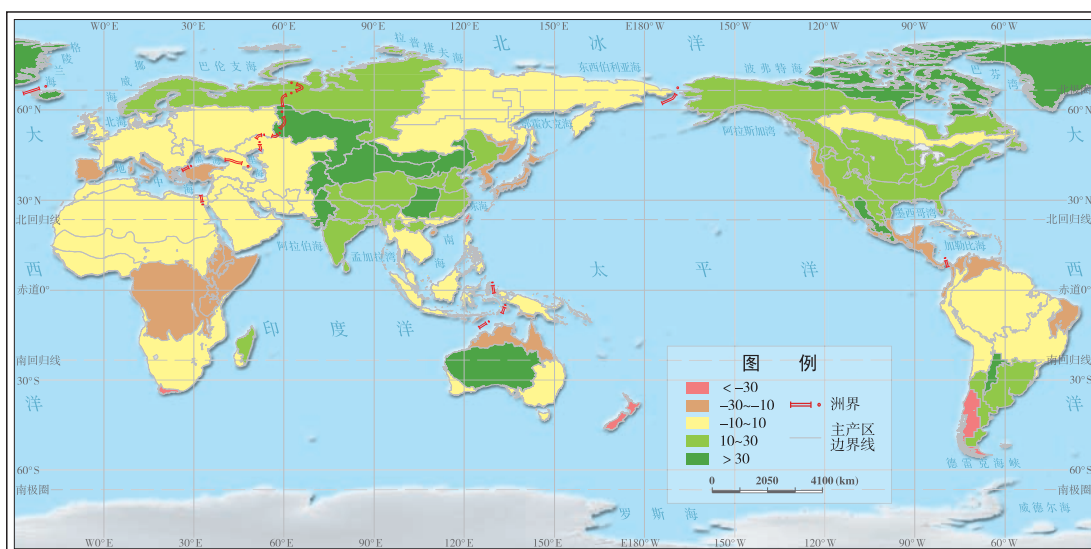


图2-5 2014年10月~2015年6月全球平均降水与过去14年（2001~2014年）同期降水距平图（%）

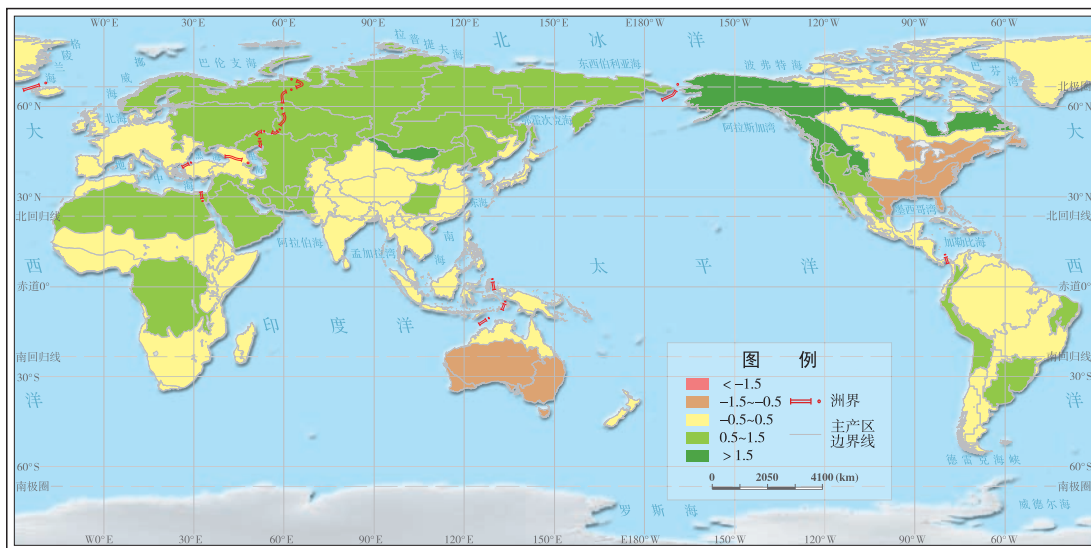


图2-6 2014年10月~2015年6月全球平均温度与过去14年（2001~2014年）同期温度距平（℃）

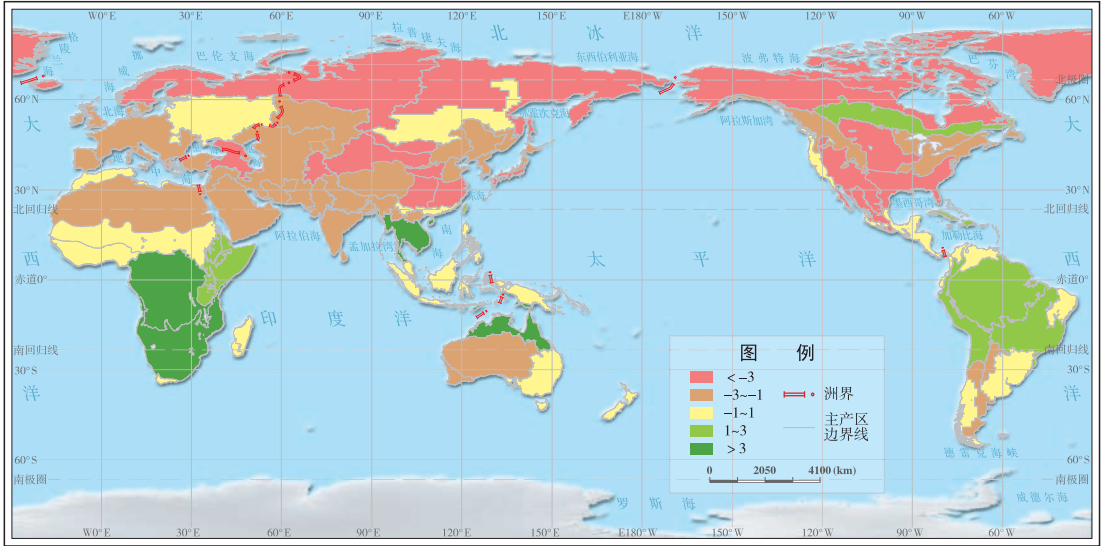


图2-7 2014年10月~2015年6月全球平均光合有效辐射与过去14年（2001~2014年）同期光合有效辐射距平（%）

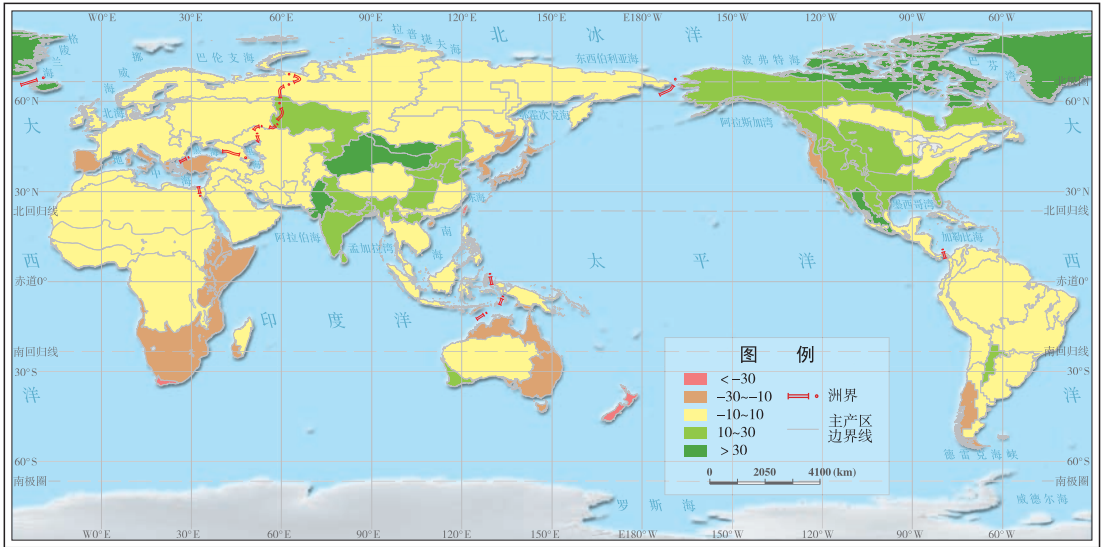


图2-8 2014年10月~2015年6月全球平均生物量与近5年（2010~2014年）同期生物量距平（%）

2.3 北半球秋收和南半球夏收作物生育期农业气象条件

2015年4~9月是北半球秋收作物生育期，包括西非和南亚季风区，也是南半球夏收作物生育期。

在这一监测期间，美洲南部和中部多数国家温度偏高，如阿根廷、乌拉圭、危地马拉

和伯利兹，温度分别偏高1.1℃、1.5℃、1.8℃和2.7℃。还有巴西东北部、安第斯山脉中部和北部以及潘帕斯草原，温度分别偏高1.1℃、1.1℃和1.3℃。

不寻常的降水异常出现在中国甘肃和新疆地区，降水偏高150%，潜在累积生物量偏高80%。同时，降水异常还出现在亚洲的吉尔吉斯斯坦与非洲的赞比亚和津巴布韦。

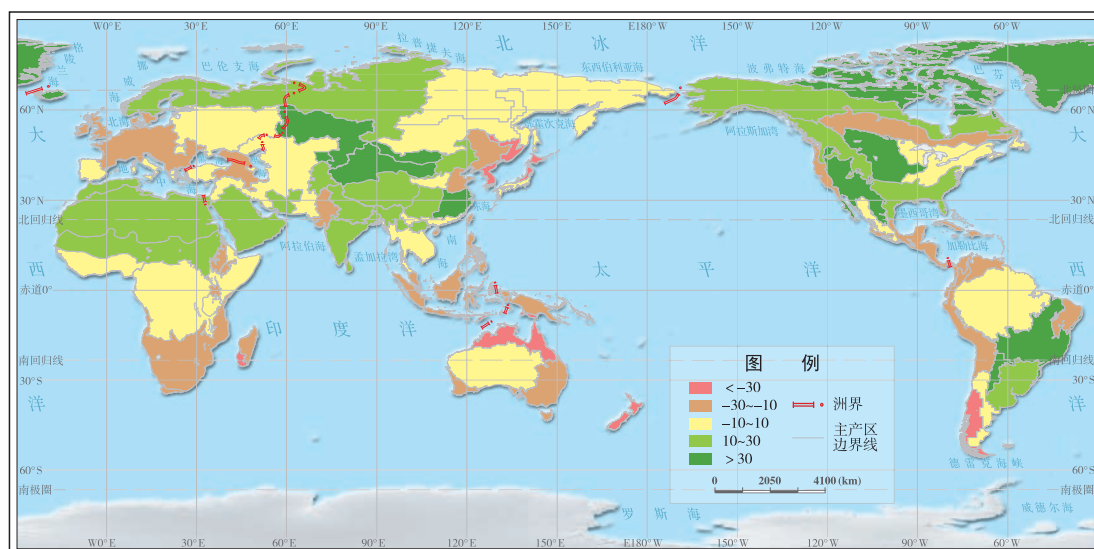


图2-9 2015年4~9月全球平均降水与过去14年（2001~2014年）同期降水距平（%）

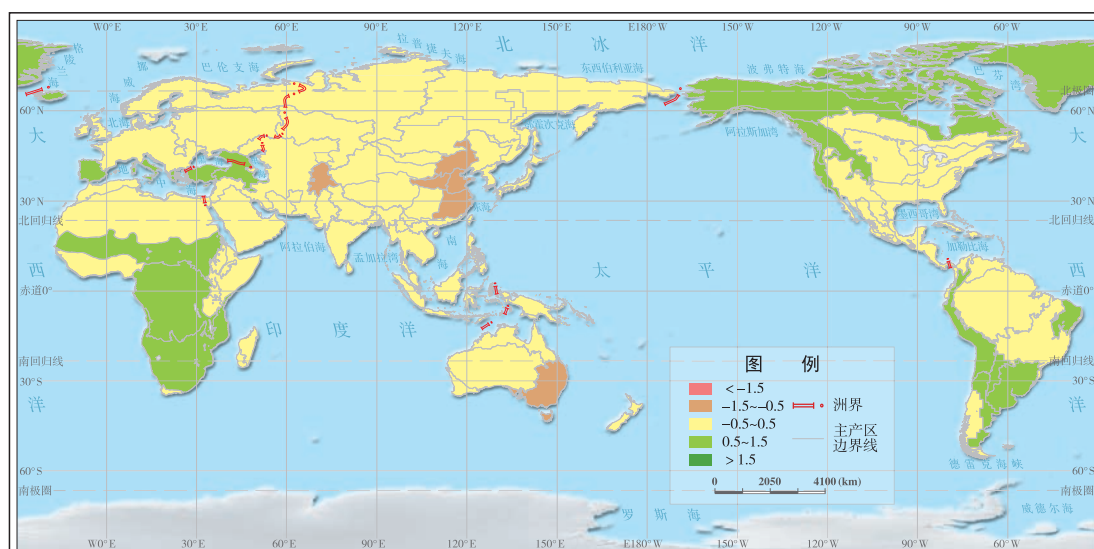


图2-10 2015年4~9月全球平均温度与过去14年（2001~2014年）同期温度距平（℃）

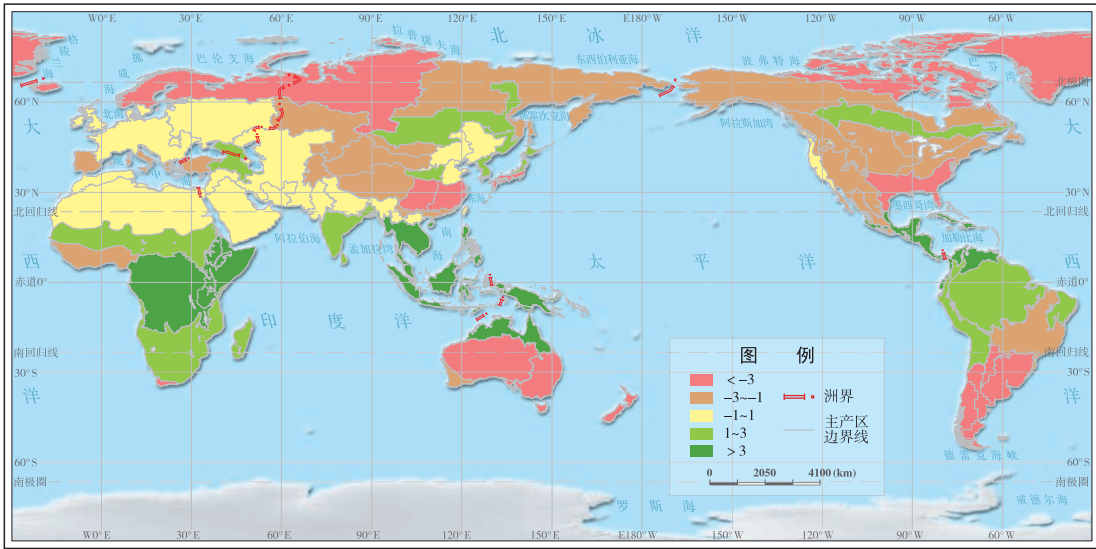


图2-11 2015年4~9月全球平均光合有效辐射与过去14年（2001~2014年）同期光合有效辐射距平（%）

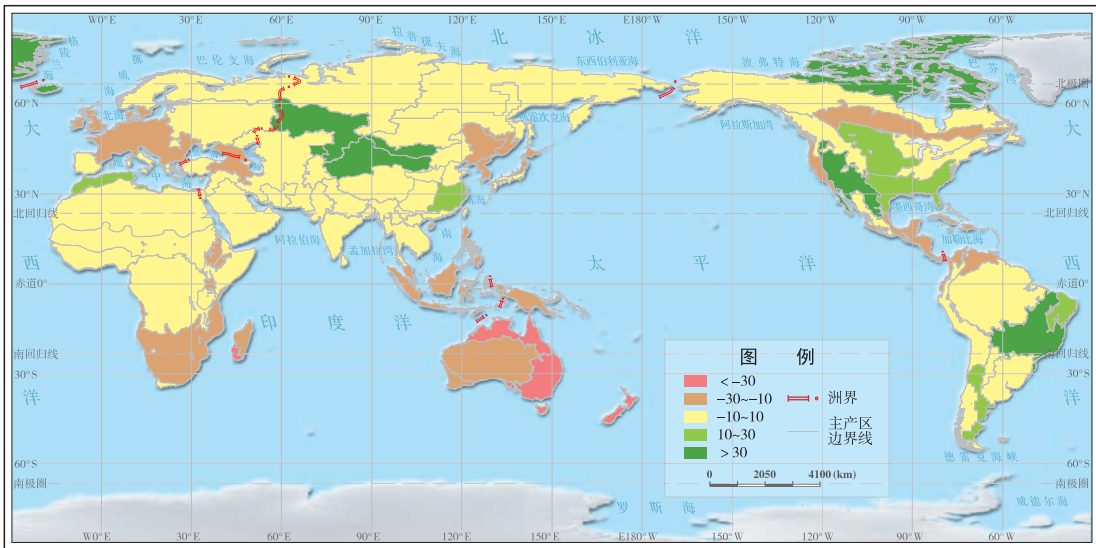


图2-12 2015年4~9月全球平均生物量与近5年（2010~2014年）同期生物量距平（%）

2.4 厄尔尼诺现象

澳大利亚气象局（BOM）的南方涛动指数（SOI）（图2-13）有效地反映了2015年太平洋东西两侧气压增强和减弱的演变情况。SOI为正值时，表明塔希提站比达尔文站气压偏高的程度超过了正常情况，也就是东西太平洋气压差增大；SOI为负值时，则表明东西太平洋气压差减小。当负值极其低时，两地的气压则可能已发生了逆转，也就是达尔文站实际气压超过了塔希提站。SOI如果持续低于-8，意味着厄尔尼诺事件的发生；如果持续高于+8，意味着典型的拉尼娜事件的发生；介于-8到+8之间，意味着未发生异常状况。

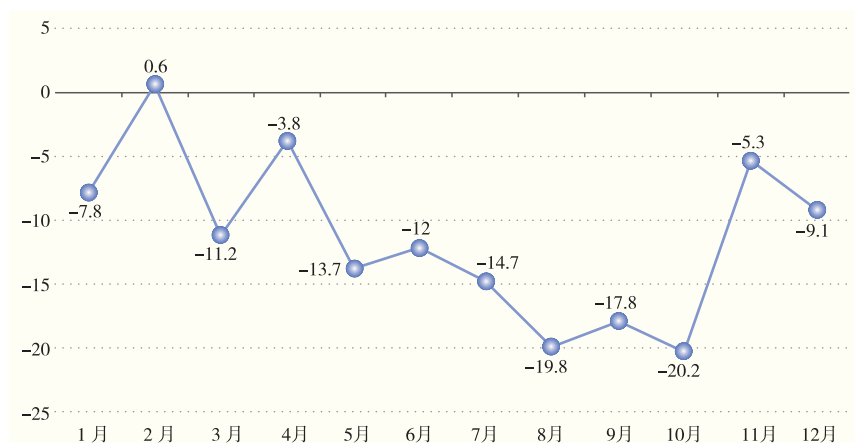


图2-13 2015年月度南方涛动指数 (SOI) 时间序列

注：来源澳大利亚气象局 (<http://www.bom.gov.au/climate/glossary/soi.shtml>)

监测期内，SOI在2015年全年基本为负值，仅2015年2月份达到0.6，之后急剧下降，2015年10月份低至-20.2。2015年5~10月，SOI持续显著低于-7。SOI持续走低以及热带太平洋温度超过厄尔尼诺阈值，意味着强厄尔尼诺事件的发生。

在此期间，CropWatch 监测到如下与厄尔尼诺事件有关的典型气候异常现象：中国东北和亚洲南部地区气温异常偏高，澳大利亚北部和东南亚沿海地区降雨异常偏少，南美洲中部和北部地区干旱，阿根廷和秘鲁降雨异常偏多，最为典型的厄尔尼诺影响发生在非洲南部，造成该地区发生30年一遇的严重干旱。因此，监测厄尔尼诺现象对作物产量的影响至关重要。

三、全球大宗粮油作物主产区农情遥感监测

针对各大洲粮食主产区，综合利用农业气象条件指标和农情指标（最佳植被状况指数、种植耕地比例和复种指数）分析作物种植强度与胁迫因子在作物生育期内的变化特点，阐述与其相关的影响因素。

全球大宗粮油作物主产区分布如图3-1，包括非洲西部主产区、南美洲主产区、北美洲主产区、南亚与东南亚主产区、欧洲西部主产区、欧洲中部与俄罗斯西部主产区、澳大利亚南部主产区等全球七个洲际主产区以及中国大宗粮油作物主产区，覆盖了全球最重要的农业种植区。全球七个洲际农业主产区的筛选是基于全球各国的大宗粮油作物总产量以及玉米、水稻、小麦和大豆四种作物种植面积分布确定的。本章重点介绍全球七个洲际主产区的农情监测结果，中国大宗粮油作物主产区的分析详见报告第四章。

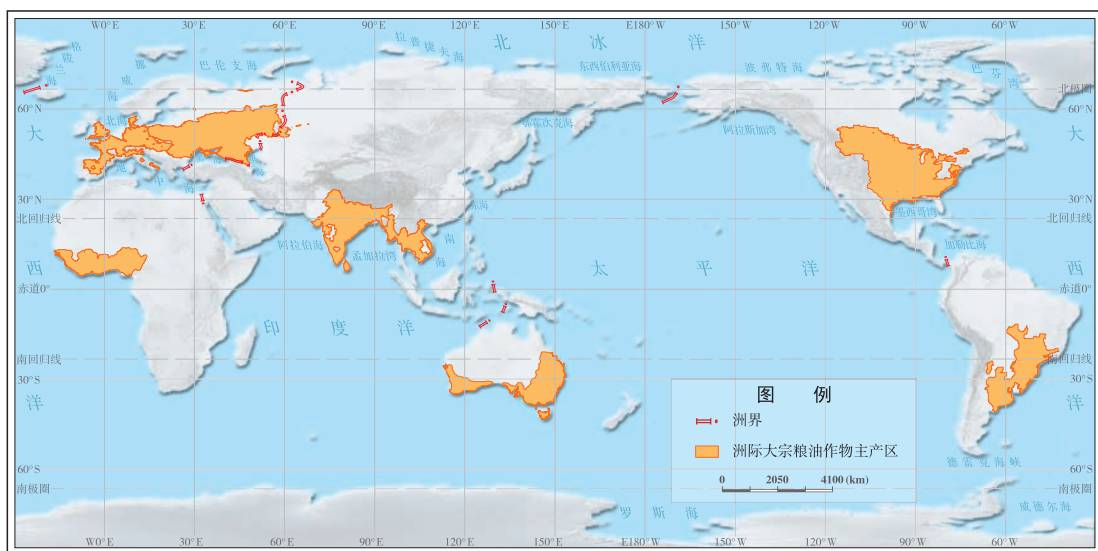


图3-1 全球七个洲际大宗粮油作物主产区及中国大宗粮油作物主产区

3.1 非洲西部主产区

非洲西部主产区全区年降水量总体略高于过去14年平均水平5%，温度低于过去14年平均值0.2℃，而光合有效辐射与过去14年平均水平持平（表3-1）。受农气条件综合影响，主产区潜在生物量低于近5年平均水平3%。

2015年1~4月正值作物收获期，降水低于过去14年平均水平10%，同期温度和光合有效辐射略高于过去14年平均水平。降水低于过去14年平均水平区域发生在主产区最

北部区域（萨赫勒地区），其中加纳北部降水偏低8%，科特迪瓦偏低6%，尼日利亚偏低12%，这些地区降水不足导致作物种植推迟。

4~7月，主产区降水与过去14年平均水平持平，温度（+0.6℃）和光合有效辐射（+2%）略高于过去14年平均水平。南部和西部大部分区域农作物开始种植，西部降水高于过去14年平均水平的国家有几内亚比绍（+25%）、塞拉利昂（+14%）和几内亚（+27%），与平均水平持平的国家有加纳和尼日利亚，而低于平均水平的国家是利比里亚（-18%）、科特迪瓦和多哥（-19%）和贝宁（-13%）（图3-2）。

7~10月降水丰沛，整体高于过去14年平均水平16%，同期温度和光合有效辐射均低于平均水平。西部和东部以及主产区北部边缘地区（萨赫勒南部），经历了强降水天气过程，降水显著高于过去14年的平均水平，其中几内亚比绍降水距平为+45%，几内亚降水距平为+29%，马里东南部和布基纳法索南部降水距平为+35%，加纳北部降水距平为+14%，尼日利亚降水距平为+21%。

1~4月和4~7月受降水不足的影响，潜在生物量分别低于近5年平均水平16%和6%，而7~10月有利的天气条件使主产区潜在生物量整体高于近5年平均水平5%。

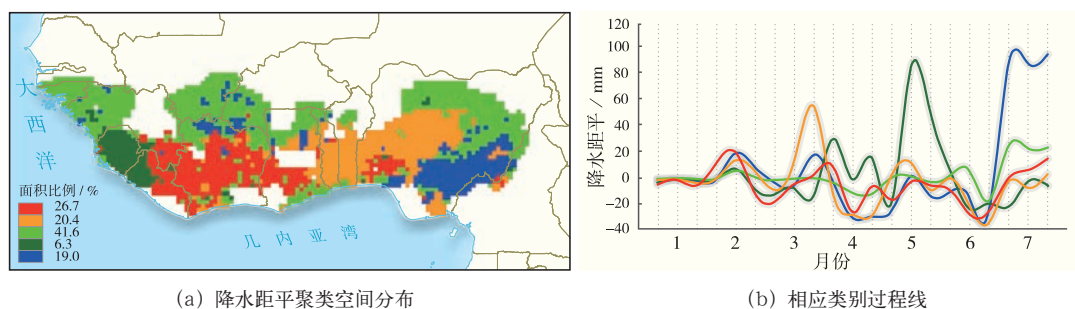


图3-2 2015年1~7月非洲西部主产区降水距平聚类空间分布 (a) 及相应的类别过程线 (b)

注：（1）a中不同颜色覆盖区域的距平变化过程具有不同的变化特征，变化过程分别对应b中相应颜色的变化曲线；（2）a中面积百分比表示各颜色对应类别的面积占主产区耕地总面积比例。下同。

表3-1 2015年非洲西部主产区的农业气象指标

时段	降水		温度		光合有效辐射		潜在生物量	
	当前值 (mm)	距平 (%)	当前值 (°C)	距平 (°C)	当前值 (MJ/m ²)	距平 (%)	当前值 (gDM/m ²)	距平 (%)
4~9月	1135	4	28.1	0.2	1596	0	1762	-1
1~12月	1450	5	27.8	-0.2	3375	0	1167	-3
10~6月	668	-5	28.7	0.1	2655	0	836	-7

注：10~6月表示2014年10月~2015年6月，下同。

全年复种指数较近5年平均水平增加1%（表3-2）。南部区域种植一年两熟制作物（图3-3），块根和块茎类作物是该区域种植的主要粮食作物，部分地区种植双季玉米。主产区北部和西部高纬度的国家则是在5月甚至更晚一些开始种植玉米，而水稻是主产区西部地区的主要种植作物。

表3-2 2015年1月~2016年1月非洲西部主产区的农情指标

时段	耕地种植比例	最佳植被状况指数		复种指数	
	当前值	距平(%)	当前值	当前值(%)	距平(%)
1~4月	0.65	-8	0.61	130	1
4~7月	0.83	-1	0.81		
7~10月	0.83	-2	0.83		
10~1月	0.83	0	0.85		

注：10~1月表示2015年10月~2016年1月；复种指数距平值表示与近5年平均相比的增减比重。下同。

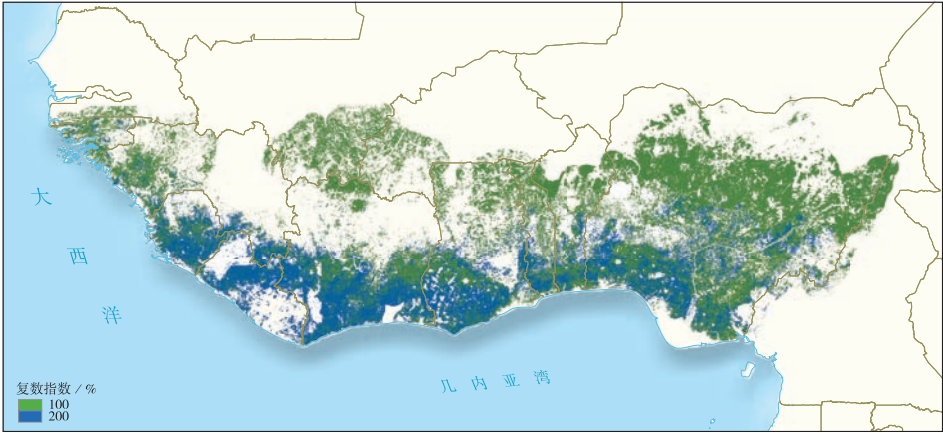


图3-3 2015年非洲西部主产区复种指数（%）

注：图片源于2015年11月份发布的第99期《全球农情遥感速报》

2015年非洲西部主产区耕地种植比例总体低于近5年平均水平，2015年10月~2016年1月期间与近5年平均水平持平。尽管主产区内耕地种植比例总体下降，但较高的最佳植被状况指数监测结果表明该主产区内作物长势总体良好，没有发生显著的异常。西部和北部萨勒赫地区谷类作物长势条件较好，而利比里亚以及从科特迪瓦到尼日利亚之间的国家南部地区，作物长势参差不齐（图3-4）。

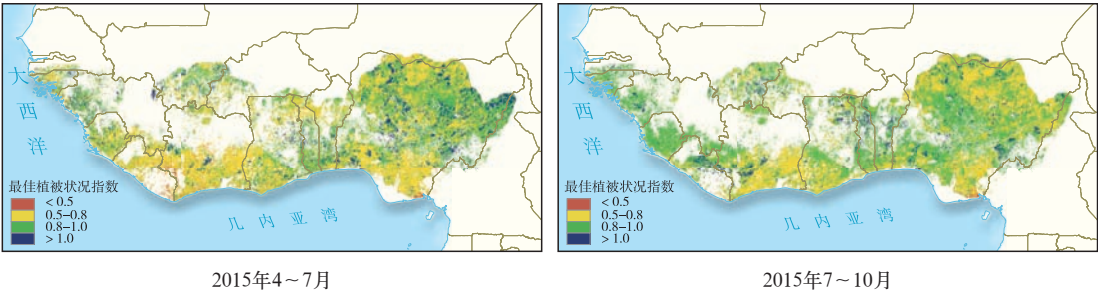


图3-4 非洲西部主产区最佳植被状况指数

3.2 南美洲主产区

2015年南美洲主产区农业气象条件总体上有利于作物发育和产量的形成。全年降水量高出过去14年平均水平25%，为农作物生长提供了充足的水分条件；全年平均气温为22.3℃，较过去14年平均气温偏高0.3℃；光合有效辐射处于正常水平，较过去14年平均水平偏低2%（表3-3）。其中，4~10月期间的降水量显著偏高33%，该时期内秋收作物基本收割，充足的降水为9月之后小麦的生长提供了适宜的土壤墒情。主产区秋收作物生育期内（2014年10月~2015年6月）农业气象条件正常，降水量、平均气温和光合有效辐射量较过去14年平均水平略偏高，良好的农气条件导致潜在生物量较近5年平均水平偏高30%。

表3-3 2015年南美洲主产区的农业气象指标

时段	降水		温度		光合有效辐射		潜在生物量
	当前值 (mm)	距平 (%)	当前值 (℃)	距平 (℃)	当前值 (MJ/m ²)	距平 (%)	距平 (%)
4~9月	605	33	20.2	0.9	1265	-3	37
1~12月	1883	25	22.3	0.3	3106	-2	39
10~6月	1378	5	23.5	0.6	2513	2	30

受2015年1月上旬高温和1月下旬降水稀缺等不利天气的影响，巴拉圭以及阿根廷布宜诺斯艾利斯省中部和东北部部分地区在2015年1~4月的累积生物量较近5年同期平均水平明显偏低（图3-5）。2015年4~7月期间潜在生物量偏低的区域主要集中在邻近巴拉圭的

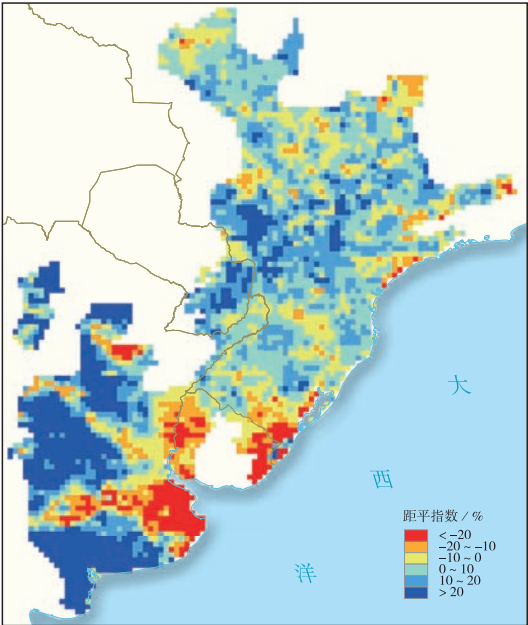


图3-5 2015年1~4月南美洲主产区潜在生物量距平 (%)

部分地区，主要原因是该地区的降水短缺以及高温胁迫。温度距平聚类空间分布及过程线显示（图3-6），全区大部分地区在5月和7月下旬均呈现出异常高温的态势，严重影响了作物生长，将对灌浆期间的玉米和大豆产量形成不利。值得一提的是，4~7月期间，巴西戈亚斯州和马托格罗索州的降水量较平均水平翻倍，南马托格罗索州和巴拉那州的降水量也偏高70%以上，充足的降水在一定程度上削弱了高温对作物生长的不利影响，因此这些地区的最佳植被状况指数相对较高（图3-7）。总体上阿根廷境内的作物长势不及主产区内巴西境内的作物长势。

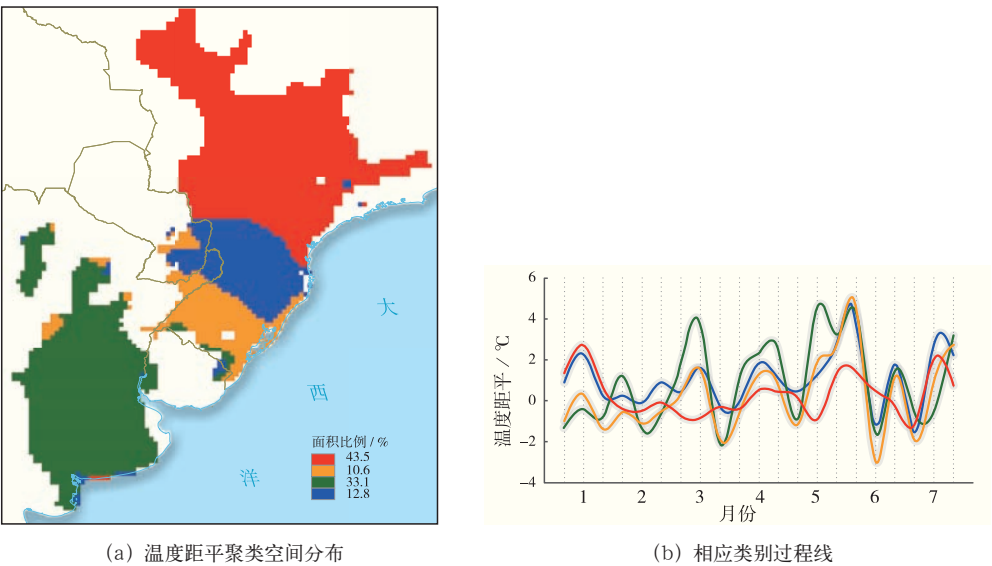


图3-6 2015年1~7月南美洲主产区温度距平聚类空间分布 (a) 及相应的类别过程线 (b)

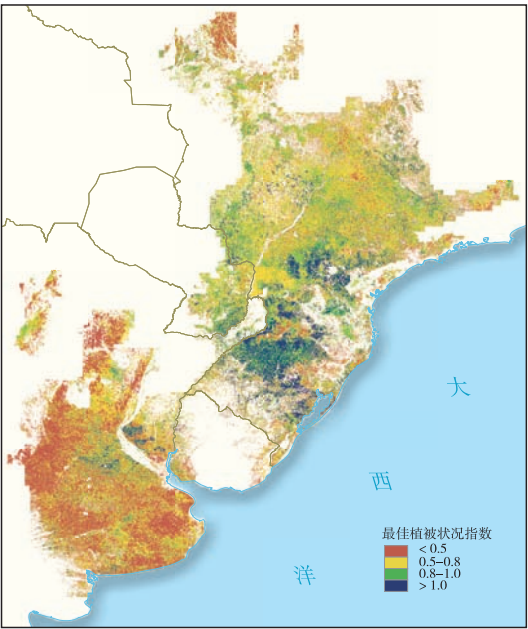


图3-7 2015年4~7月南美洲主产区最佳植被状况指数

7~10月期间,充沛的降水(高出平均水平46%)为冬小麦和油菜等冬季作物提供了适宜的土壤水分条件,监测期内适宜的气温同样利于冬小麦的出苗和生长发育。然而,监测期内的农业气象条件及农情指标在主产区内空间差异显著。其中,阿根廷潘帕斯草原及南里奥格兰德州南部9~10月期间遭遇持续的低温天气,影响了冬季作物的生长发育。南里奥格兰德州、圣卡塔琳娜州和巴拉那州充足的降水促进了作物生长,潜在生物量偏高20%;而主产区内其他地区降水偏少,对作物生长不利,其中阿根廷潘帕斯草原和巴西圣保罗州等地呈现严重水分亏缺状况。

2015年10月~2016年1月期间，尽管主产区的温度和光合有效辐射低于平均水平，但充沛的降水（高出平均水平39%）促进了主产区的大豆和玉米的生长发育，主产区作物长势良好。降水距平聚类空间分布（图3-8）显示，主产区区内阿根廷大部以及主产区北部地区降水略偏高（偏高约20mm），而巴拉圭南部、阿根廷的米西奥内斯省以及巴西南部各州（包括南里奥格兰德州、巴拉那州和圣卡塔琳娜州）在监测期内降水高于平均水平。主产区大部地区气温低于平均水平，仅主产区最北部的马托格罗索州南部、米纳斯戈拉斯州南部和戈亚斯州南部地区温度显著偏高。这些地区降水处于平均水平，高温天气导致潜在生物量低于平均水平，同时最小植被健康指数（图3-9）显示该地区出现水分胁迫状况。

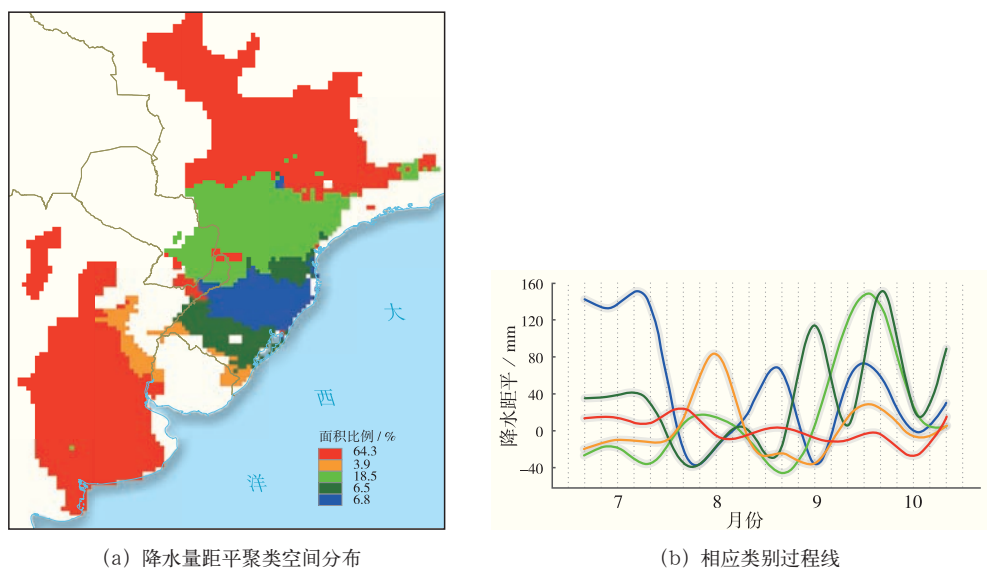


图3-8 2015年7~10月南美洲主产区降水量距平聚类空间分布（a）及相应的类别过程线（b）

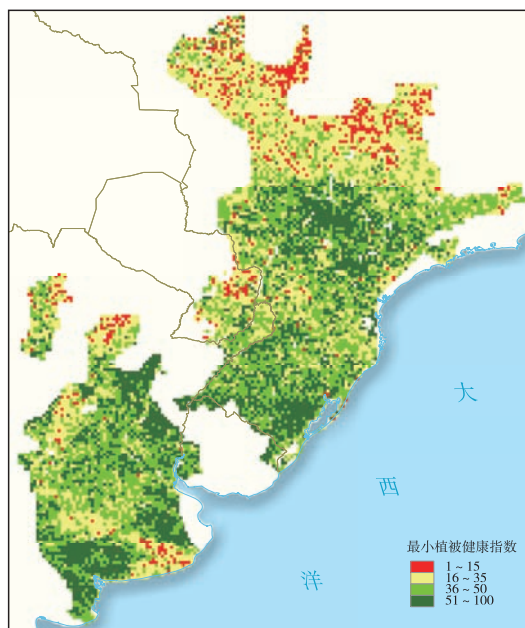


图3-9 2015年10月~2016年1月南美洲主产区最小植被健康指数

2015年1~4月，受益于主产区良好的农业气象条件，作物长势总体良好，最佳植被状况指数高达0.86（表3-4）。而4~7月期间，主产区出现异常高温天气，严重影响了作物生长，主产区最佳植被状况指数平均值为0.67。7月之后，气温恢复至正常水平，作物长势也逐渐恢复，全区最佳植被状况指数恢复至0.77，该时段内阿根廷潘帕斯草原和巴西圣保罗州等地出现旱情，部分地区最佳植被状况指数低于0.5。2015年10月~2016年1月，主产区大部分地区最佳植被状况指数处于较高水平，全区平均值高达0.87。

表3-4 2015年1月~2016年1月南美洲主产区的农情指标

时段	耕地种植比例		最佳植被状况指数		复种指数	
	当前值	距平(%)	当前值	当前值(%)	距平(%)	
1~4月	0.89	0	0.86			
4~7月	0.88	1	0.67	168	1	
7~10月	0.95	8	0.77			
10~1月	0.98	9	0.87			

阿根廷基于NDVI均值的作物生长过程线（图3-10）显示，作物长势好于平均水平，物候期也有一定程度的提前。NDVI过程线的峰值超过2014年和近5年平均水平的峰值，大豆、玉米等作物单产较2014年有所增加。

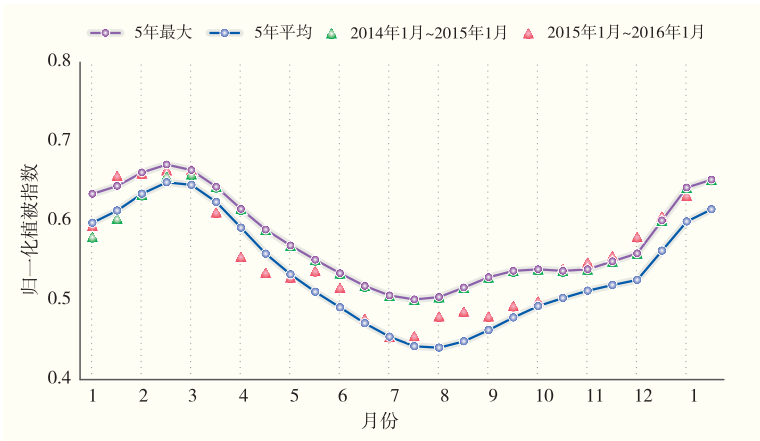


图3-10 阿根廷作物生长过程线

受良好的农业气象条件影响，7~10月及2015年10月~2016年1月期间耕地种植比例最高，均超过全区耕地面积的95%，且显著高于近5年平均水平（分别为8%和9%），大部分未种植耕地零散分布在阿根廷布兰卡港和圣罗莎之间的区域。主产区平均复种指数为168%（较近5年平均水平偏高1%），表明全区至少68%的耕地种植双季作物。大部分单季作物种植区分布在潘帕斯草原中部及圣保罗州中部。与2014年相比，阿根廷布宜诺斯艾利斯省中部地区的双季作物种植区明显向东偏移，2014年双季作物种植区主要出现在布宜诺

斯艾利斯省中部，而2015年则主要分布在东部和南部。这一现象间接证明了布宜诺斯艾利斯省的种植模式为两年三季（单季大豆—冬小麦—大豆轮作）。

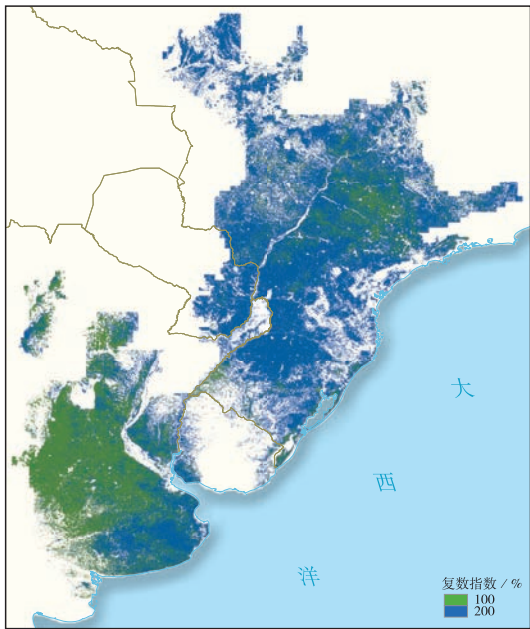


图3-11 南美洲主产区复种指数（%）

3.3 北美洲主产区

2015年，北美洲主产区的农业气象条件与14年平均水平相比，呈现暖湿化特征，降水偏多35%，温度偏高0.3℃，光合有效辐射偏低4%（表3-5）。但就年内变化而言，北美粮食主产区的农业气象条件空间差异较大，2015年5月美国大平原南部地区与2015年12月密西西比河流域相继发生洪涝，而2015年5～8月，加拿大大草原地区发生严重干旱。

表3-5 2015年北美洲主产区的农业气象指标

时段	降水		温度		光合有效辐射		潜在生物量
	当前值(mm)	距平(%)	当前值(℃)	距平(℃)	当前值(MJ/m ²)	距平(%)	距平(%)
1～12月	1358	35	12.7	0.3	2733	-4	23
4～9月	725	25	20.4	0.1	1833	-2	13
10～6月	853	18	8.5	-0.3	1836	-5	12

北美洲夏收作物生育期内（2014年10月～2015年6月），降水量为853mm，比过去14年平均水平偏高18%；温度8.5℃，比过去14年平均水平，偏低0.3℃；光合有效辐射1836MJ/m²，比过去14年平均水平，显著偏低5%。降水距平聚类分析结果表明，2015年3月中旬～5月中旬大平原南部的德克萨斯州与俄克拉荷马州等冬小麦主产区降水显著偏高

(图3-12)，与过去14年同期平均水平相比，德克萨斯州降水量偏高50%。俄克拉荷马州偏高50%，德克萨斯州与俄克拉荷马州发生历史罕见的洪水，德克萨斯州北部的达拉斯-沃斯堡地区是受灾最严重的地区。2015年5月下旬~6月下旬，北美玉米带降水充沛（图3-12），与过去14年同期平均水平相比，艾奥瓦州、伊利诺伊州、印第安纳州与密苏里州的降水量分别偏高23%、33%、17%与37%，充足的降水为玉米与大豆的播种与生长提供了有利的水分补给。在此监测期内，加拿大南部的萨斯喀彻温省、艾伯塔省与曼尼托巴省的降水分别偏低27%、12%与22%，导致土壤含水量降低，不利于该地区秋粮作物的播种与生长。

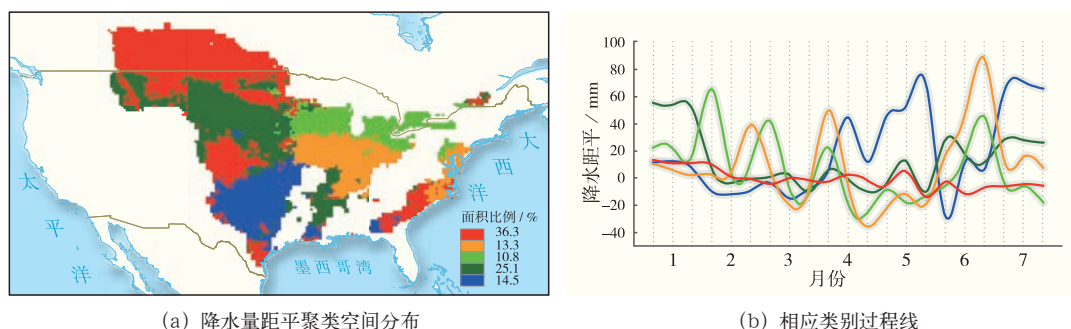


图3-12 2015年1~7月北美主产区降水量距平聚类空间分布 (a) 及相应的类别过程线 (b)

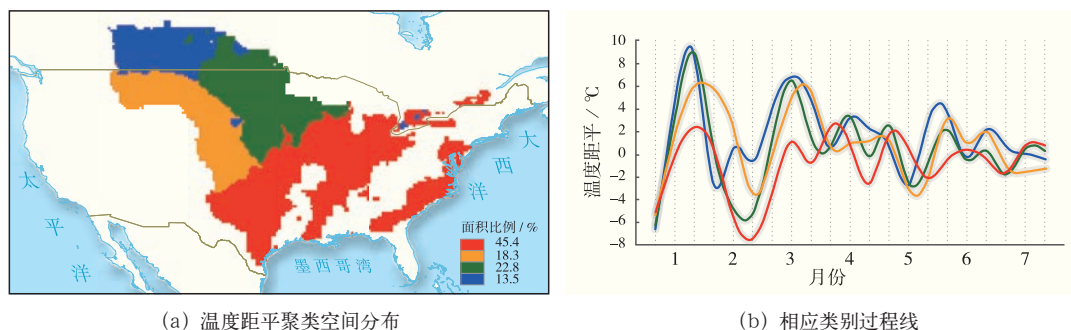


图3-13 2015年1~7月北美主产区温度距平聚类空间分布 (a) 及相应的类别过程线 (b)

北美洲秋收作物生育期内（2015年4~10月），降水量为725mm，比过去14年同期平均水平偏高25%。在此监测期内，北美粮食主产区降水两极分化现象显著。美国秋粮主产区降水显著偏高，充足的降水为秋粮，特别是大豆与玉米的生长提供了充足的水分供给。与过去14年同期平均水平相比，艾奥瓦州、伊利诺伊州、印第安纳州、密苏里州、内布拉斯加州的降水量分别偏高36%、47%、18%、74%与69%；在水稻产量占全美总产近一半的阿肯色州，与春小麦主产州—南达科他州，降水量较过去14年同期平均水平偏高33%与69%。加拿大粮食主产区的降水量明显偏低，与过去14年同期平均降水量相比，加拿大大草原地区的萨斯喀彻温省、艾伯塔省与曼尼托巴省的降水分别偏低27%、28%与10%，温

度偏高0.5℃、0.8℃与0.7℃，在玉米主产省—安大略省，降水偏低7%，温度偏高0.5℃。在作物播种与生长最为旺盛的4~7月，艾伯塔省与萨斯喀彻温省的降水量偏低49%，而温度偏高1.3℃和1.0℃。持续的暖干气候导致土壤失墒严重，艾伯塔省与萨斯喀彻温省相继发生严重的旱情。艾伯塔省是加拿大最大的小麦产区，其次为萨斯喀彻温省与曼尼托巴省。严重的干旱对2015年加拿大小麦的生长十分不利。

2015年美国主产区作物生长形势与近5年平均水平基本持平。美国作物长势过程线（图3-14）表明，3~7月作物长势略好于近5年同期平均水平，但是进入8月之后，作物长势不如近5年同期平均水平。如前所述，尽管2015年5月小麦主产区之一的德克萨斯州北部地区与俄克拉荷马州发生了严重的洪涝灾害，但与此同时，也为冬小麦的生长提供了充足的水分供给，因此对作物整体的长势的影响十分有限。2015年美国秋粮主产区的降水十分充足，为秋粮作物的生长提供了丰富的水分补给，但与此同时，监测期内光合有效辐射显著偏低，如2015年4~7月水稻主产区阿肯色州、玉米与大豆主产区的印第安纳州、伊利诺伊州、艾奥瓦州、密苏里州与内布拉斯加州的光合有效辐射显著偏低6%、8%、7%、6%、9%与9%；2015年7~8月，除阿肯色州光合有效辐射偏高1%之外，上述各州的光合有效辐射分别偏低3%、2%、3%、2%与2%。光合有效辐射的显著减少，不利于作物光合作用，间接削弱了降水对作物生长的促进作用，2015年7~10月作物长势过程线的变化趋势亦证实了光合有效辐射显著降低对作物生长的不利影响。

就全年而言，2015年美国主产区耕地种植比例较近5年同期平均水平偏高1%，作物复种指数偏低3%。CropWatch产量监测表明，与2014年相比，2015年美国小麦产量同比增加2.6%，水稻产量减少1.7%，玉米产量增加0.2%，大豆产量减少0.1%。

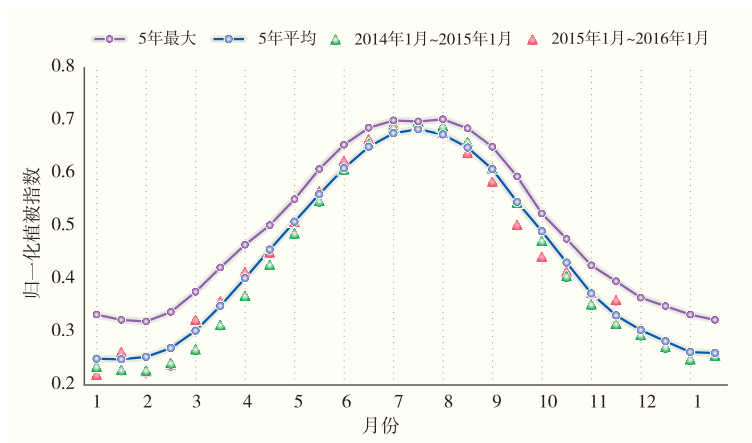


图3-14 美国作物长势过程线

2015年加拿大作物长势（图3-15）明显不如2014与2010~2014年同期平均水平。自2015年3月开始，加拿大粮食主产区的降水量逐步减少，因作物水分胁迫的加剧，加拿大

的作物长势自2015年6月中旬开始逐步变差，较差的作物长势一直持续至9月中旬。严重的干旱导致萨斯喀彻温省、艾伯塔省的部分作物绝收，耕地种植比例下降。CropWatch监测表明，与近5年同期平均水平相比，2015年4~7月，加拿大的耕地种植比例显著偏低6%，潜在累积生物量偏低23%；2015年7~10月，耕地种植比例显著偏低4%。尽管2015年加拿大复种指数较2010~2014年同期平均水平偏高1%，但仍然无助于延缓该国小麦产量下滑的趋势。CropWatch监测表明2015年加拿大小麦产量同比下降8%。

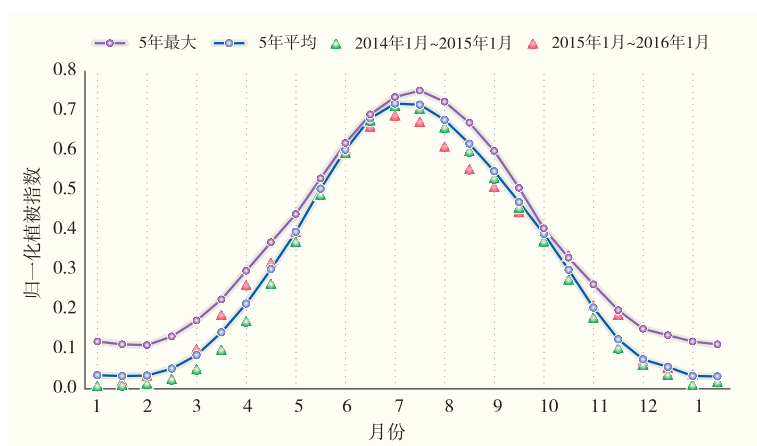


图3-15 加拿大作物长势过程线

进入10月，北美主产区密西西比河降水量比过去14年同期平均水平显著偏高，CropWatch监测表明，2015年10月~2016年1月中旬，艾奥瓦州、伊利诺伊州、密苏里州、内布拉斯加州、田纳西州与阿肯色州降水量分别偏高62%、27%、86%、75%、78%与88%，导致密苏里河、密西西比河交汇的圣路易斯以及下游地区发生洪涝灾害。而同期加拿大的降水量并没有明显恢复，艾伯塔省、萨斯喀彻温的降水量变化率分别为-9%、14%与1%，如果后期降水条件没有明显改善，将不利于2016年作物的播种与生长。

3.4 南亚与东南亚主产区

南亚与东南亚主产区（不包括东南亚诸岛）的作物种植以一年一熟制和两熟制为主，三熟制主要分布在印度西孟加拉邦、红河三角洲和越南的湄公河三角洲地区（图3-16）。水稻是该区的主要作物，而小麦和玉米主要种植在印度和缅甸。总体上，缅甸、孟加拉国、泰国和越南作物长势较差，而印度与柬埔寨作物长势接近平均水平。2015年主产区平均复种指数为168%，较近五年平均水平偏高1%（表3-6）。1~4月，耕地种植比例较近五年平均水平偏高3.0%，增幅超过全球其他农业主产区（表3-6）。耕地种植区主要分布在印度、孟加拉、缅甸的伊洛瓦底三角洲、越南的红河三角洲和湄公河三角洲、柬埔寨洞里萨湖地区以及泰国中部和东北地区。未种植的耕地大多分布在缅甸的中部和印度的拉贾斯坦、安得拉邦、旁遮普邦、卡纳塔克邦和古吉拉特邦。

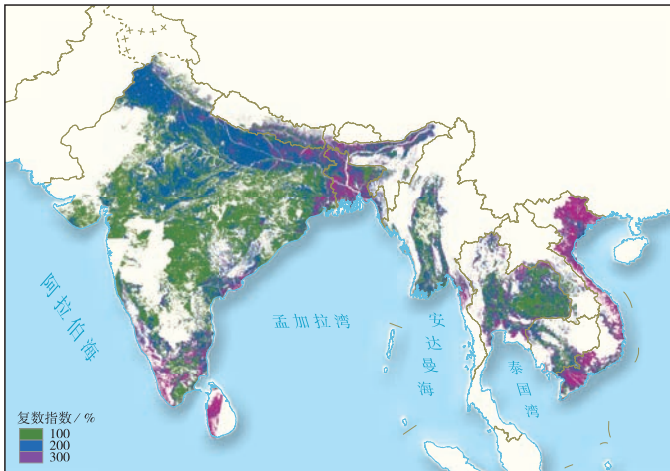


图3-16 2015年南亚与东南亚主产区复种指数 (%)

表3-6 2015年1月~2016年1月南亚与东南亚主产区的农情指标

时段	耕地种植比例		最佳植被状况指数		复种指数	
	当前值	距平(%)	当前值	当前值(%)	距平(%)	
1~4月	0.83	3.0	0.81			
4~7月	0.81	-4.0	0.85	168	1	
7~10月	0.84	0.0	0.86			
10~1月	0.85	-0.2	0.79			

2014年10月~2015年6月，主产区最佳植被状况指数高值区域集中在缅甸的北部与南部，印度西北部、东北部以及中东部地区，低值区域主要分布在缅甸中部与泰国北部、印度西部和南部部分区域。2014年10月~2015年4月印度东南部、缅甸中南部、柬埔寨中东部地区冬季作物的生长期，植被健康指数呈现先增后减的态势。在缅甸中部与泰国北部，以及柬埔寨与越南部分地区，受1~4月降水偏低的影响，该地区的最佳植被状况指数低于平均水平，作物长势低于平均水平。

表3-7 2015年南亚与东南亚主产区的农业气象指标

时段	降水		温度		光合有效辐射		潜在生物量
	当前值(mm)	距平(%)	当前值(°C)	距平(°C)	当前值(MJ/m ²)	距平(%)	距平(%)
4~9月	1424	8	28.9	-0.1	1640	2	-4
1~12月	1701	8	26.0	0.0	3169	0	-1
10~6月	752	12	25.4	0.0	2466	0	17

2015年全年降水量较过去14年平均水平偏高8%，温度和光合有效辐射与过去14年平均水平持平（表3-7），主产区大部分地区作物长势高于平均水平。4~9月为主产区的雨

季，同过去14年平均水平相比，降水偏高8%，温度偏低0.1℃，光合有效辐射偏高2%；虽然印度东北部与西北部受到严重的洪涝，以及印度中南部等地区受到干旱天气的影响，但受益于良好的农气条件，整个主产区作物生长状况总体上与近5年平均水平持平。可能受到厄尔尼诺现象的影响，缅甸的中南部、泰国的北部、印度西部和南部部分地区，在4~6月期间受气温与降水偏低的影响，作物生长状况较差，最佳植被状况指数较低（小于0.5）。

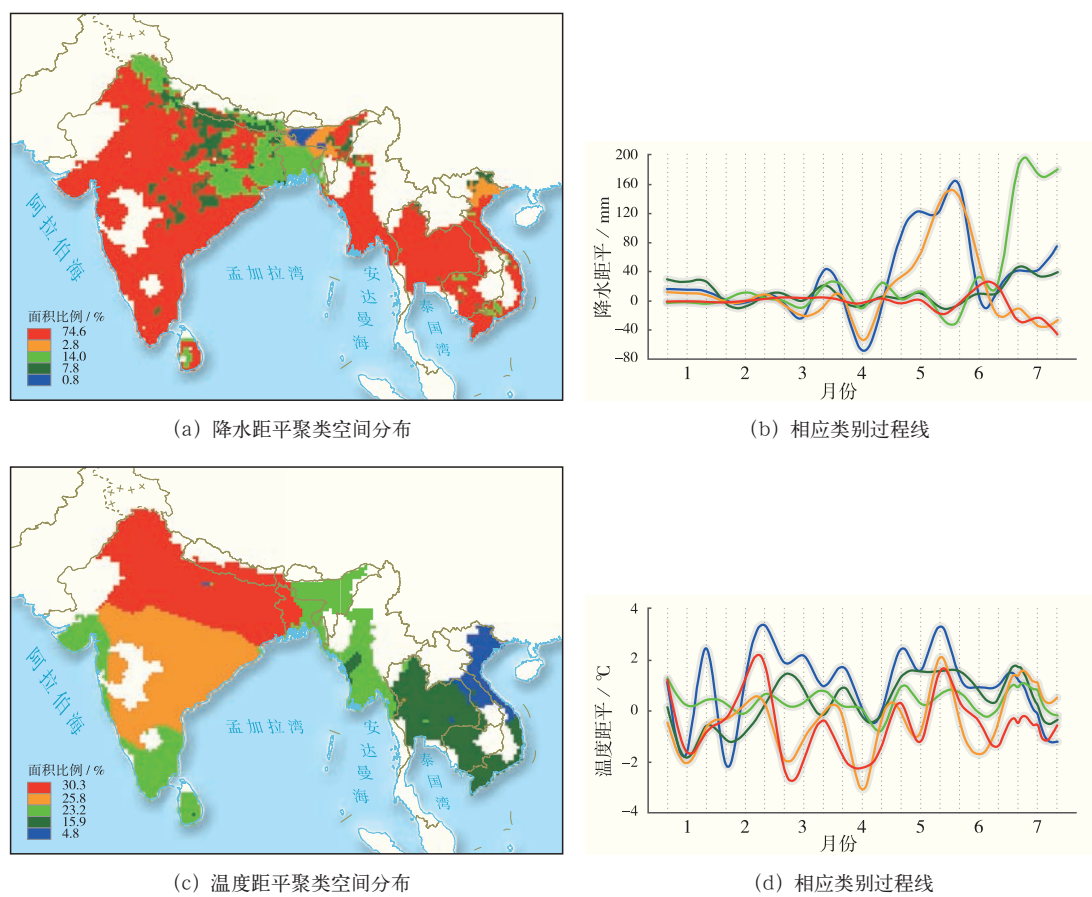


图3-17 2015年1~7月南亚与东南亚主产区降水与温度距平聚类空间分布 (a)、(c) 及相应的类别过程线 (b)、(d)

3.5 欧洲西部主产区

就2015年整体而言，欧洲西部主产区农业气象条件总体低于过去14年平均水平。全年降水量为637mm，较过去14年平均降水量偏低20%；平均气温为11.3℃，较过去14年平均气温偏高0.3℃；光合有效辐射处于正常水平。夏收作物生长季内（2014年10月~2015年6月），虽然温度适宜，但受降水量偏低14%的影响，潜在生物量偏低10%。秋收作物生长季内（4~9月），虽然农气指标-平均气温处于正常水平，光合有效辐射偏高1%，但受降水量偏低15%的影响，潜在生物量偏低14%（表3-8）。

表3-8 2015年欧洲西部主产区的农业气象指标

时段	降水		温度		光合有效辐射		潜在生物量
	当前值(mm)	距平(%)	当前值(℃)	距平(℃)	当前值(MJ/m ²)	距平(%)	距平(%)
4～9月	347	－15	15.6	0	1662	1	－14
1～12月	637	－20	11.3	0.3	2237	0	－15
10～6月	501	－14	9.3	0.6	1440	－2	－10

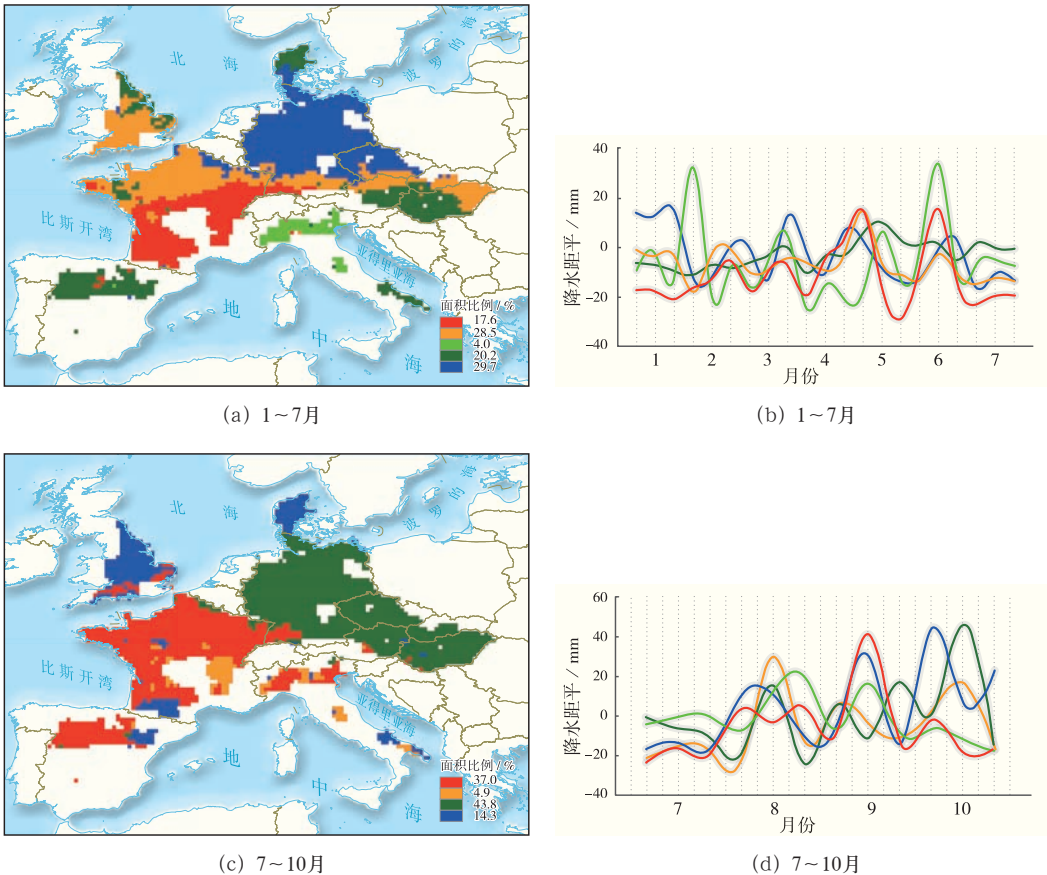
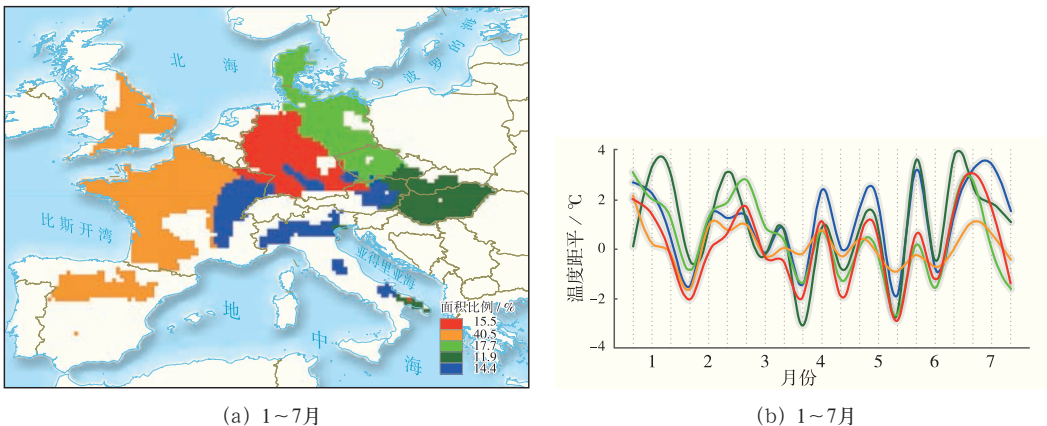


图3-18 2015年欧洲西部主产区降水量距平聚类空间分布（a）、（c）及相应的类别过程线（b）、（d）



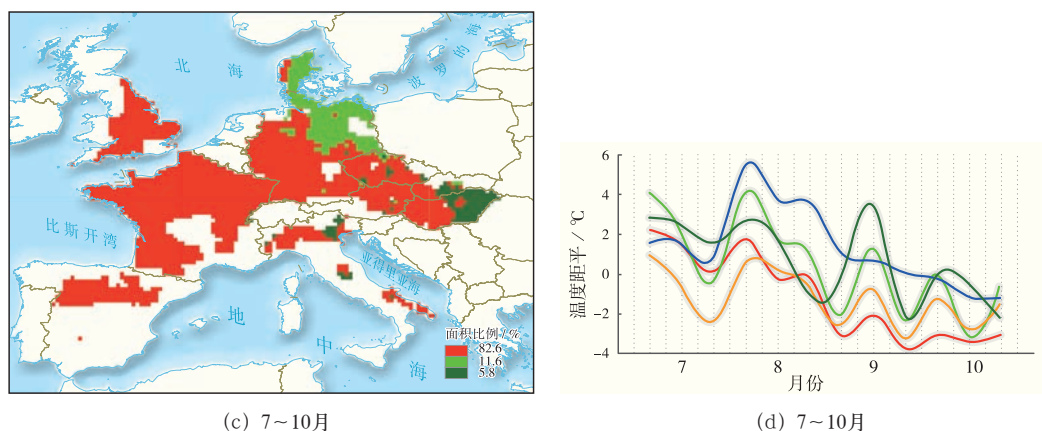


图3-19 2015年欧洲西部主产区温度距平聚类空间分布 (a)、(c) 及相应的类别过程线 (b)、(d)

与过去14年平均水平相比, 欧洲西部主产区年内降水量、平均气温聚类及过程线均反映出主产区内的农气条件时空分布差异较大(图3-18、图3-19)。其中, 1~4月, 除了意大利北部地区1月上旬~2月上旬与德国的大部地区1月上旬至3月降水高于过去14年平均水平外, 欧洲西部主产区降水量总体比过去14年平均水平偏低27%; 温度偏高1.0℃, 光合有效辐射与过去14年平均水平持平。一定程度的水分胁迫影响到作物的生长, 法国与英国2015年的作物生长过程线(图3-20)也反映了该期间作物生长状况略低于平均水平。4~7

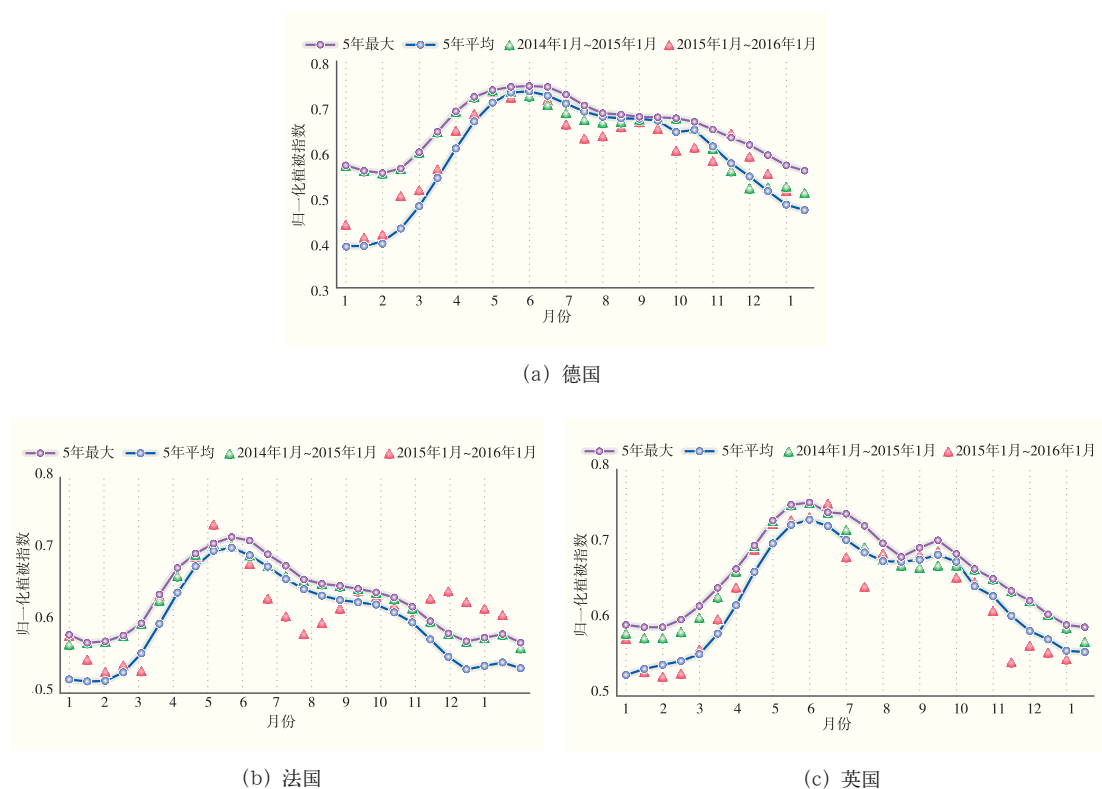


图3-20 欧洲西部主产区部分国家作物生长过程线

月期间，大部分区域降水持续低于过去14年平均水平，降水量总体比过去14年平均水平偏低 26%，温度呈现波动变化，虽然主产区温度总体偏高 0.1℃，光合有效辐射总量偏高 2%，但是受主产区内持续的水分胁迫的影响，尤其是6月之后，作物总体长势出现了明显的下降趋势，最佳植被状况指数为 0.74（图3-21）。7~10月期间，主产区降水量总体持续偏低，相比过去14年平均水平偏低 15%，同时平均温度偏低0.3℃，降水短缺与气温偏低不利于秋粮作物生长后期的发育与成熟。

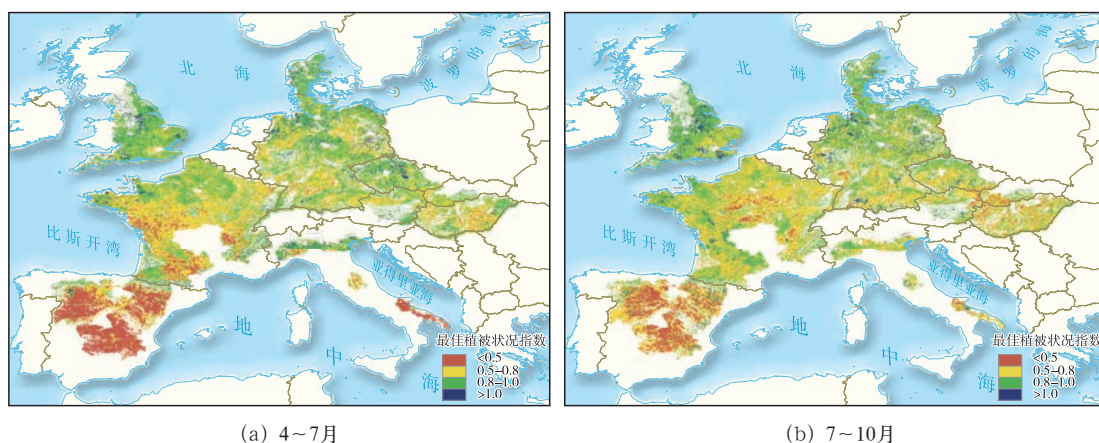


图3-21 2015年欧洲西部主产区最佳植被状况指数

主产区主要种植冬小麦、冬大麦、夏玉米、甜菜等作物。受夏收作物与秋收作物播种期（10月与6月）水分胁迫的影响，2015年耕地种植比例总体低于近5年平均水平。全年不同时段的数据显示，仅1~4月期间的主产区耕地种植比例较近5年平均水平偏高1%（表3-9），而2015年7~10月与2015年10月~2016年1月期间未种植耕地面积最大，达到主产区耕地面积的9%，未种植耕地零散分布在西班牙中部地区，该地区主要种植的是夏收作物（大麦、小麦），5月底收获后直至10月底一直是休闲阶段。

表3-9 2015年1月~2016年1月欧洲西部主产区的农情指标

时段	耕地种植比例		最佳植被状况指数		复种指数	
	当前值	距平(%)	当前值	当前值(%)	距平(%)	
1~4月	0.92	1.0	0.86	125	-2	
4~7月	0.95	0.0	0.74			
7~10月	0.91	-1.0	0.76			
10~1月	0.91	-1.0	0.89			

主产区平均复种指数为125%，较近5年平均水平偏低2%（表3-9），其中，法国的西部与东部、德国西北部以及东南部部分地区主要种植一年两熟作物，其余地区多种植一年一熟作物（图3-22）。

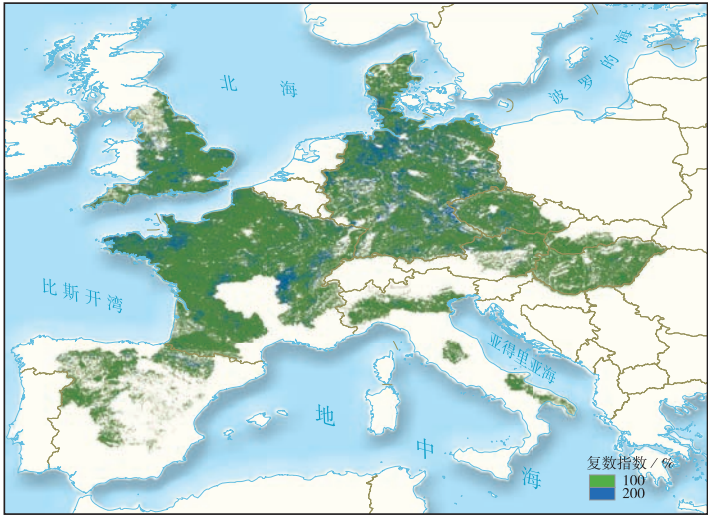


图3-22 2015年欧洲西部主产区复种指数 (%)

3.6 欧洲中部与俄罗斯西部主产区

2015年，欧洲中部与俄罗斯西部主产区作物长势总体较差。2015年全年主产区的降水量偏低9%（表3-10），2014年10月～2015年6月以及2015年4～9月的两个主要作物生长期潜在生物量分别偏低4%和9%，反映了较差的作物生长状况；全年平均温度为8.4℃，较过去14年平均气温偏高0.8℃；光合有效辐射偏高1%，2015年整个主产区的干热少雨的气候对作物生长整体上不利。

根据2015年主产区降雨量和平均气温聚类空间分布及过程线（图3-23），主产区内的温度和降水条件在时空分布上存在一定差异。主产区的大部分地区在2月出现了降水短缺的情况，尤其在俄罗斯的克拉斯诺达尔和斯塔夫罗波尔边疆区、罗斯托夫，降水量相比过去14年平均水平偏低20%。从3月开始，大部分地区的降水恢复至平均水平以上，这对处于关键生长期的夏收作物有利。俄罗斯西南部和乌克兰东部从5月起降水量增加，6月中旬俄罗斯西南部部分地区降水达到高峰，6月底至7月，除了主产区东部位于俄罗斯境内的地区，大部分地区的降水量低于平均水平。9月以后，监测区大部分的秋粮作物已经收割，主产区西部降雨量明显减少，对冬季作物的播种产生一定影响。

表3-10 2015年欧洲中部与俄罗斯西部主产区的农业气象指标

时段	降水		温度		光合有效辐射		潜在生物量	
	当前值(mm)	距平(%)	当前值(℃)	距平(℃)	当前值(MJ/m ²)	距平(%)	当前值(gDM/m ²)	距平(%)
4～9月	303	－15	16.4	0	1612	2	865	－9
1～12月	581	－9	8.4	0.8	2086	1	834	－4
10～6月	434	－3	4.4	0.6	1330	0	800	－4

表3-11 2015年1月~2016年1月欧洲中部和俄罗斯西部主产区的农情指标

时段	耕地种植比例		最佳植被状况指数		复种指数	
	当前值	距平(%)	当前值	当前值(%)	距平(%)	
10~1月	0.83	-1.0	0.69			
1~4月	0.65	-5.0	0.64	103	0	
4~7月	0.93	0	0.87			
7~10月	0.92	0	0.78			

2015年1~4月，主产区内地种植比例仅为65%（表3-11），大部分未种植耕地集中在主产区最东部的俄罗斯境内（图3-24），相比于近5年同期平均水平降低了5%，也表明该地区2015年冬小麦的种植面积有减少的趋势。5~11月，大部分可耕种地均已经种植，耕地种植比例迅速增加至93%左右，未种植耕地主要集中分布在俄罗斯靠近哈萨克斯坦的边境地区。

植被健康指数对主产区的土壤墒情与作物生长条件有很好的指示意义。2015年7~10月植被健康指数距平聚类空间分布（图3-25）显示，受长期干旱条件影响，相比于近5年同期平均水平，俄罗斯西部和罗马尼亚东部土壤墒情较差，对农作物生长不利，这与同时期的最佳植被状况指数分布结果一致。

主产区以单季种植的模式为主，平均复种指数为103%，与近5年平均水平持平。

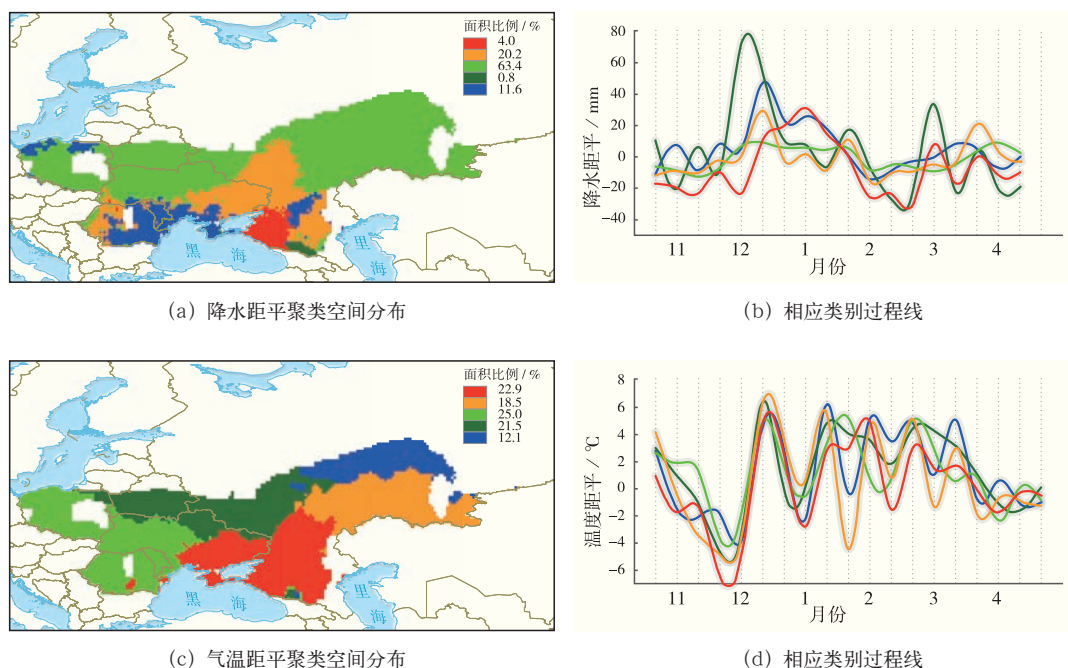


图3-23 2014年11月~2015年4月欧洲中部与俄罗斯西部主产区降水与温度距平聚类空间分布（a）、（c）及相应的类别过程线（b）、（d）

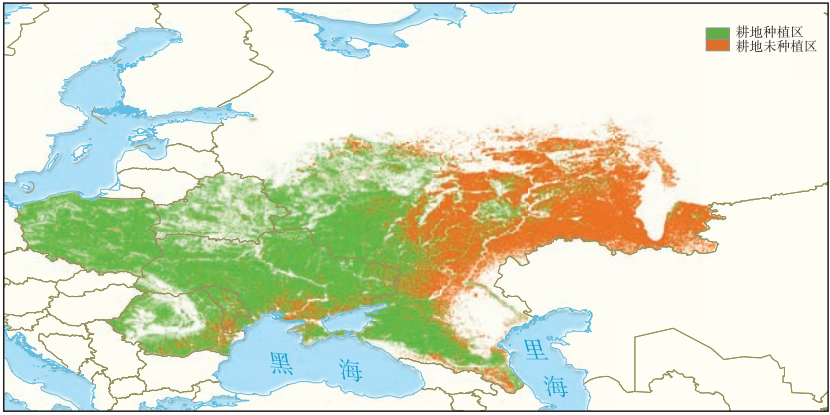


图3-24 2015年1~4月欧洲中部与俄罗斯西部主产区休耕地与耕作农田分布

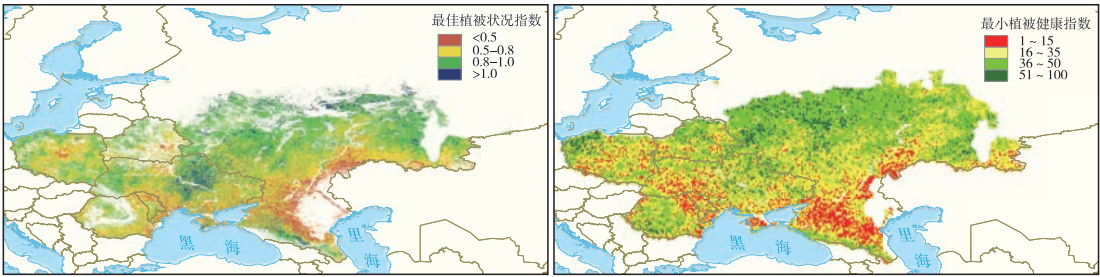


图3-25 2015年7~10月最佳植被状况指数和最小植被健康指数

3.7 澳大利亚南部主产区

2015年全年，澳大利亚南部的农业气象条件总体处于过去14年平均水平以下，尽管气温和光合有效辐射维持稳定，但降水偏少17.3%，导致潜在生物量偏少18%。其中，2015年4~9月，澳大利亚南部降水偏少30%，潜在生物量偏少28%；2014年10月~2015年6月，气温偏低1.2℃（表3-12）。

表3-12 2015年澳大利亚南部主产区的农业气象指标

时段	降水		温度		光合有效辐射		潜在生物量	
	当前值(mm)	距平(%)	当前值(℃)	距平(℃)	当前值(MJ/m ²)	距平(%)	当前值(gDM/m ²)	距平(%)
4~9月	183	-30	12.4	-0.6	1114	-3	489	-28
1~12月	492	-18	17.3	0	3240	-1	618	-18
10~6月	454	-4	17.9	-1.2	2646	0	719	-8

2015年1~4月，澳大利亚南部主产区作物长势呈现低于近5年平均水平的态势，监测期是澳大利亚南部主产区主要作物小麦和大麦的非种植季，最佳植被状况指数总体仅为0.54。与近5年平均水平相比，耕地种植比例偏低16%（表3-13）。

表3-13 2015年1月~2016年1月澳大利亚南部主产区的农情指标

时段	耕地种植比例		最佳植被状况指数		复种指数	
	当前值	距平(%)	当前值	当前值(%)	距平(%)	
10~1月	0.71	4	0.68			
1~4月	0.37	-16	0.54	123	-4	
4~7月	0.68	-1	0.82			
7~10月	0.77	8	0.80			

2015年4~7月，基于NDVI的作物生长过程线（图3-26）显示，与近5年平均水平相比，澳大利亚南部主产区作物长势总体处于平均水平，然而，4月作物长势低于平均水平。最佳植被状况指数总体达到0.82，作物种植比例减少1%，维持稳定（表3-13）。NDVI距平聚类及过程线清晰显示，维多利亚州北部和西部低于平均水平的NDVI值，这些区域约占种植耕地面积的41.6%。澳大利亚西南部、东南部和维多利亚州南部的作物长势均处于整体平均水平（图3-27）。总体而言，澳大利亚南部主产区作物长势良好，但越冬后降水状况若无改善，后期小麦生长可能会受到影响。

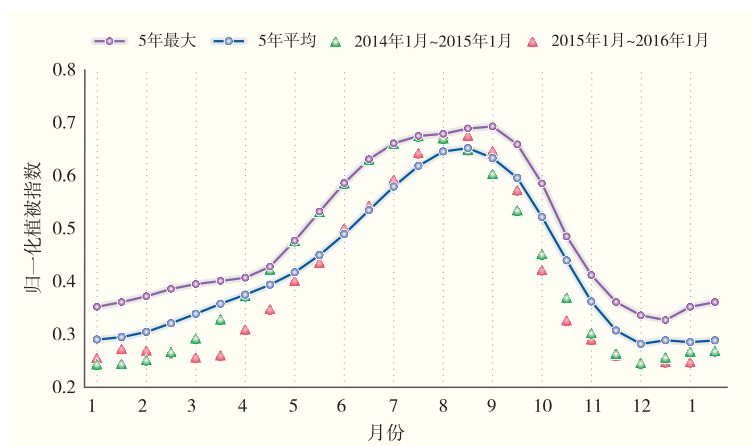


图3-26 澳大利亚南部主产区作物生长过程线

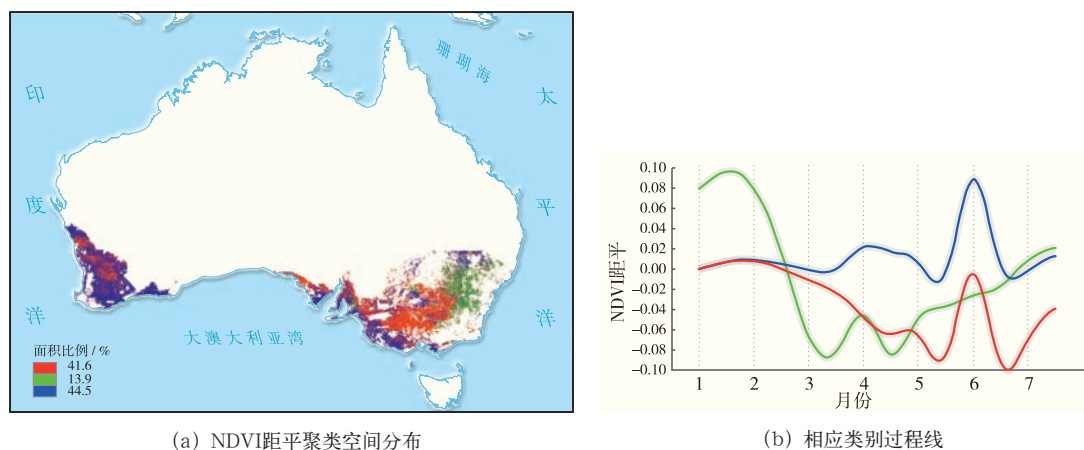


图3-27 2015年1~7月澳大利亚南部主产区NDVI距平聚类空间分布（a）及相应类别过程线（b）

2015年7~10月，与近5年平均水平相比，澳大利亚南部主产区作物长势整体处于平均水平，此时段为冬小麦和大麦的主要生长季节。NDVI距平聚类空间分布及过程线显示，新南威尔士东南部、南澳大利亚州南部和西澳大利亚州南部、西南部的部分地区（约占耕地面积的32.7%），7月中旬~10月的作物长势均高于平均水平，而在维多利亚州北部和西澳大利亚州南部、西南部的部分地区（约占耕地面积的25.9%），作物长势始终处于平均水平以下。南澳大利亚州南部、东南部，维多利亚州西南部，新南威尔士州和维多利亚州交界的东部、西澳大利亚州南部、西南部的部分地区（约占耕地面积的41.4%），作物长势处于平均水平（图3-28）。上述分析结果与基于NDVI的作物生长过程线反映的情况一致；全国作物长势在生长初期良好，8~9月作物生长关键时期维持在近5年平均水平，然而在10月成熟前作物长势低于平均水平，很可能是由于厄尔尼诺所带来的降水减少45%的负面影响所致。耕地种植比例与近5年平均水平相比，增加了8%。

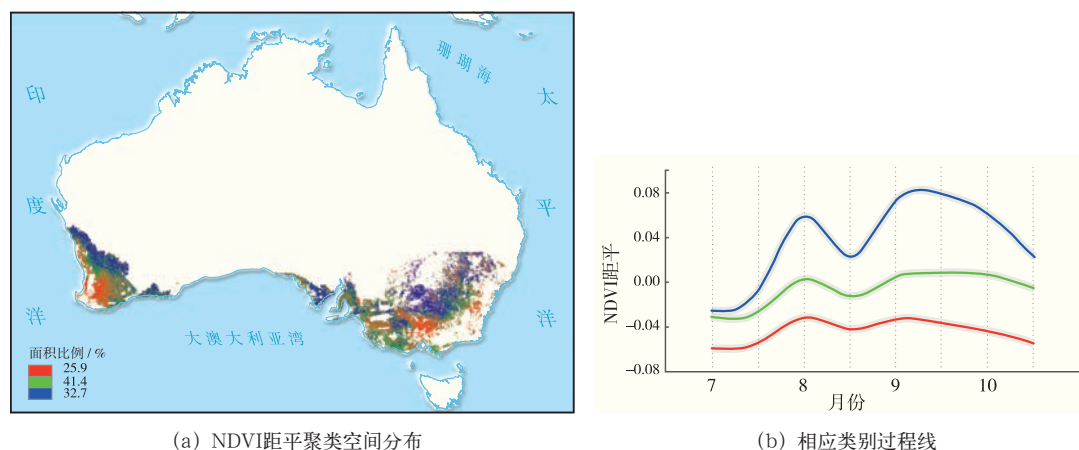


图3-28 2015年7~10月澳大利亚南部主产区NDVI距平聚类空间分布 (a) 及相应类别过程线 (b)

澳大利亚南部主产区在2015年10月~2016年1月期间，作物长势低于平均水平，10~1月是澳大利亚南部主产区冬季作物（小麦和大麦）的收获季节。不佳的作物长势源于降水偏少（南澳大利亚州南部降水偏少29%；维多利亚州降水偏少45%；西澳大利亚州南部降水偏少12%）和气温偏高所带来的作物生长需水量偏高（南澳大利亚州南部气温偏高1.8℃；维多利亚州气温偏高2.1℃；西澳大利亚州南部气温偏高1.1℃）。澳大利亚南部主产区耕地的平均最佳植被状况指数仅为0.68（图3-29），耕地种植比例增加了4%，全年复种指数偏少4%（表3-13）。

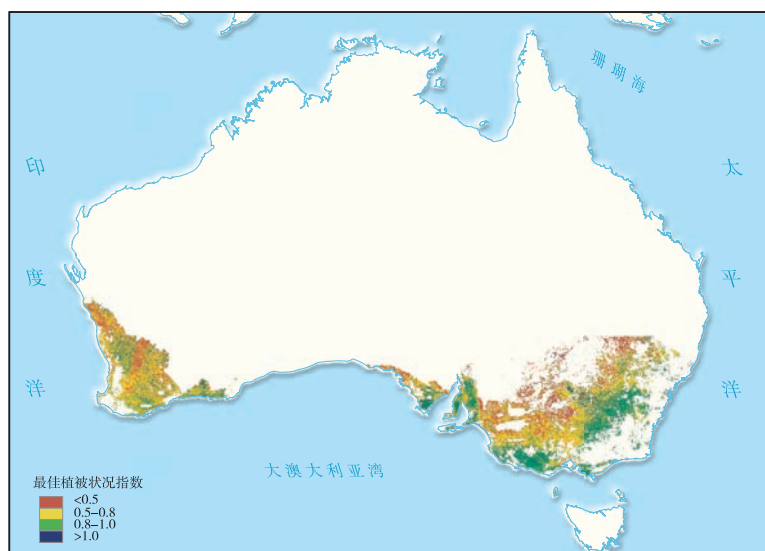


图3-29 2015年10月~2016年1月澳大利亚南部主产区作物最佳植被状况指数

3.8 小结

非洲西部主产区：2015年该主产区全年农业气象条件正常，耕地利用强度总体低于近5年平均水平，1~10月耕地种植比例低于近5年平均水平，而全年复种指数（130%）较近5年平均水平增加1%。该主产区总体上作物长势较好，但受监测期内农气条件时空变化差异的影响，作物长势空间变异显著：西部和北部萨勒赫地区谷类作物长势条件较好，而利比里亚以及从科特迪瓦到尼日利亚之间的南部地区，作物长势参差不齐。

南美洲主产区：2015年该主产区农业气象条件总体利于作物生长和产量形成，不同时间段的农气条件导致潜在生物量高于平均水平30%以上。整体上充沛的降水促进了主产区的冬小麦、油菜、大豆和玉米的生长发育，而部分地区由于降水不足或高温影响，如阿根廷潘帕斯草原和巴西圣保罗州等地，呈现严重水分亏缺状况。主产区内耕地利用强度总体高于近5年平均水平，2015年7~10月及2015年10月~2016年1月期间耕地种植比例分别高于近5年平均水平8%和9%。全年复种指数达到168%，较近5年平均水平增加1%。

北美洲主产区：2015年该主产区暖湿的气象条件整体有利于作物的生长。全年农业气象条件变化剧烈，两极分化现象显著。美国秋粮种植区生育期内降水充沛，丰沛的降水为大豆与玉米的生长提供了充足的水分供给，耕地种植比例较近5年同期平均水平偏高1%；2015年4~7月，由于受光合有效辐射显著偏低的不利影响，降水对作物生长的促进作用受到削弱，作物生长状况差于近5年平均水平。加拿大作物因水分胁迫的加剧，作物长势自2015年6月中旬开始逐步恶化，一直持续至9月中旬，耕地种植比例下降，小麦产量同比下降8%。

南亚与东南亚主产区：2015年该主产区农业气象条件利于作物的生长，作物生长状况总体上与近5年平均水平持平，主产区平均复种指数为168%，较近5年平均水平偏高1%。印度东北部与西北部受到严重的洪涝，尽管对作物有一定影响，但为后期作物生长提供了充足的水分；4~6月期间，受厄尔尼诺的影响，缅甸中南部、泰国北部、印度西部和南部部分地区气温与降水偏低，导致作物生长状况较差。

欧洲西部主产区：2015年该主产区农业气象条件整体不利于作物生长，全年降水量较过去14年平均降水量偏低20%，夏收和秋收期间受到降水严重短缺的影响，作物长势总体较差，且受播种期水分胁迫的影响，耕地种植比例总体低于近5年平均水平。主产区平均复种指数为125%，较近5年平均水平偏低2%，其中法国的西部与东部、德国西北部以及东南部部分地区主要为一年两熟制，其余地区多为一年一熟制。

欧洲中部与俄罗斯西部主产区：2015年该主产区干热少雨的农业气象条件整体上对作物生长不利。受降水不足的影响，1~4月耕地利用强度显著低于近5年平均水平，冬小麦种植面积缩减。7~10月受长期干旱条件影响，俄罗斯西部和罗马尼亚东部土壤墒情较差，对处于生长阶段的农作物生长不利，且对冬季作物的播种也会产生一定影响。主产区基本采用单季种植的模式，平均复种指数为103%，与近5年平均水平持平。

澳大利亚南部主产区：2015年该主产区的农业气象条件整体低于近5年平均水平，耕地种植比例在1~4月明显偏低，全年降水明显偏少，尤其是维多利亚州北部和西部，西澳大利亚南部、西南部，南澳大利亚南部等地区，很可能是由强厄尔尼诺现象所致。该主产区作物长势在生长初期良好，在8~9月份作物生长关键时期维持在平均水平，然而在10月份成熟前作物长势低于平均水平。

四、中国大宗粮油作物主产区农情遥感监测

针对中国粮食主产区，综合利用农业气象条件指标和农情指标（最佳植被状况指数、耕地种植比例和复种指数）分析作物种植强度与胁迫因子在作物生育期内的变化特点，阐述与其相关的影响因素。

中国大宗粮油作物主产区的确定参考了孙颌主编的《中国农业区划方案》以及国家测绘局编制的《中华人民共和国地图（农业区划版）》，选用其中覆盖中国主要粮油作物产区的七个农业分区作为分析单元（图4-1），包括东北区、内蒙古及长城沿线区、黄淮海区、黄土高原区、长江中下游区、西南区和华南区，上述区域大宗粮油作物产量占全国同类作物产量的80%以上。



图4-1 中国大宗粮油作物主产区监测范围

本章主要针对作物长势开展详细分析，通过使用归一化植被指数距平聚类空间分布、作物生长过程线、最佳植被状况指数、耕地种植比例和潜在生物量距平等指标及图对中国大宗粮油作物主产区的作物长势进行逐一分析。

4.1 中国作物长势

4.1.1 中国夏粮作物长势

2015年越冬期内,适宜的农气条件使得夏粮作物顺利越冬。越冬期后,湖北省由于遭受持续阴雨天气,作物成熟和产量的形成受到影响,长势不及2014年和近5年平均水平。江苏北部和安徽北部,降雨之后的大风天气导致部分小麦倒伏,长势偏差。其余夏粮主产区作物长势总体处于或好于平均水平。至2015年5月上旬,大部分冬小麦处于抽穗至灌浆的关键期,农业气象条件总体良好,2015年夏粮作物长势好于2014年。

农业旱情遥感监测结果(图4-2)显示,安徽南部、湖南东北部和陕西中部受轻度水分胁迫的影响,其余地区水分条件良好,总体有利于作物播种和生长,山东西部和河南大部分地区作物健康状况明显好于其他区域。

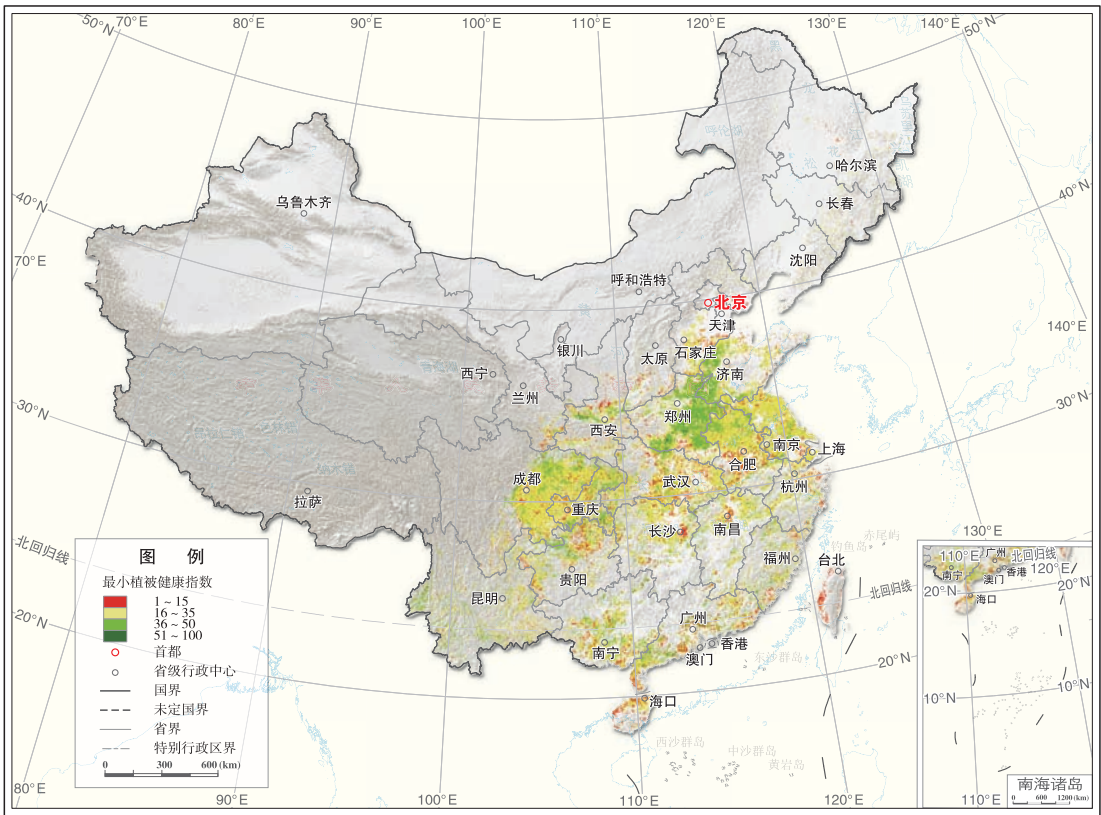


图4-2 2015年夏粮生育期内最小植被健康指数

4.1.2 中国秋粮作物长势

4.1.2.1 病虫害发生状况 (2015年8~9月)

通常一年中,8月是大部分秋粮作物处于生长高峰期,9月晚稻处于生长高峰期,开展这两个时段的病虫害监测有较强的指示意义。2015年间秋粮作物病虫害发生情况较重,本报告重点对2015年8月和9月水稻病虫害进行了监测。

(1) 2015年8月

2015年8月中国水稻主产区病虫害总体呈偏重发生态势，其中在华南、江南和长江中下游稻区，单、双季稻混栽，栽插期、生育期参差不齐，有利于稻飞虱的繁殖和传播，稻飞虱在该区呈重发态势；在西南东部、江南和长江流域稻区，7~8月降水偏多，温度适宜，为稻飞虱的发生繁衍及纹枯病等流行病害的扩散蔓延提供了有利的环境条件。

图4-3（左）和表4-1是2015年8月中国水稻主产区稻飞虱的空间发生情况及面积。分析可知，稻飞虱在全国累计发生面积约3.0亿亩¹，其中华南北部和长江中下游稻区大发生，西南东部、华南南部和江淮稻区偏重发生。在四川东部、贵州大部、湖北中部、湖南大部、江苏南部、安徽中部以及广东北部等地，稻飞虱呈严重发生态势，累计受虫害面积达1.5亿亩。

图4-3（右）和表4-2是2015年8月中国水稻主产区纹枯病的空间发生情况及面积。分析可知，纹枯病在全国累计发生面积约2.3亿亩，其中长江中下游稻区大发生，华南大部、西南东部稻区偏重流行。在安徽中部、江苏南部、江西大部和四川东部等地，纹枯病呈严重发病态势，累计受病害面积达1.0亿亩。

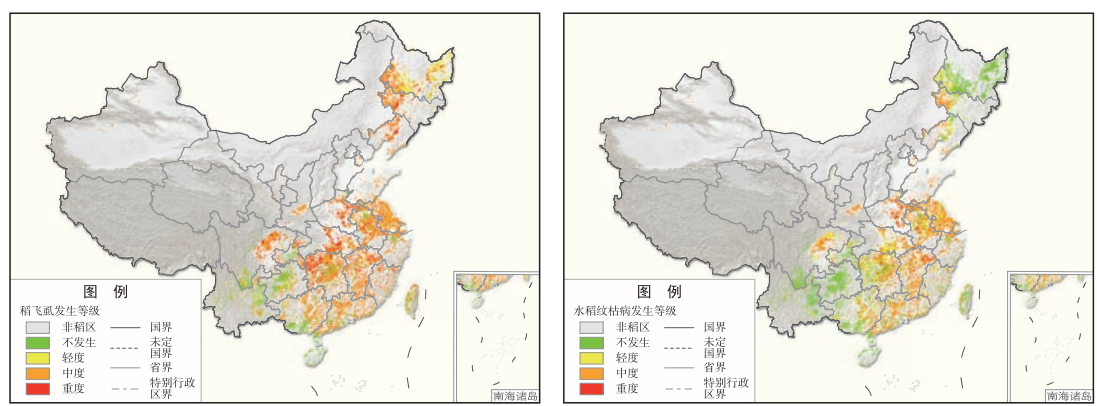


图4-3 2015年8月中国水稻主产区稻飞虱（左）发生状况分布和纹枯病（右）发生状况分布

表4-1 2015年8月中国水稻主产区稻飞虱发生情况统计

水稻主产区	面积/万亩				总种植面积	虫害面积比例/%
	不发生	轻度	中度	重度		
黄淮海区	348	3	1599	475	2425	85.6
内蒙古及长城沿线区	7	4	370	55	436	98.4
黄土高原区	5	10	190	9	214	97.7
长江中下游区	1319	118	10224	2552	14213	90.7
东北区	45	2858	2165	1320	6388	99.3
华南区	1110	58	2147	68	3383	67.2
西南区	2056	1106	2635	1431	7228	71.6

注：¹1亩=666.6m²

表4-2 2015年8月中国水稻主产区纹枯病发生情况统计

水稻主产区	面积/万亩					病害面积比例/%
	不发生	轻度	中度	重度	总种植面积	
黄淮海区	356	193	1441	435	2425	85.3
内蒙古及长城沿线区	14	52	343	27	436	96.8
黄土高原区	4	14	188	8	214	98.1
长江中下游区	1682	3816	7399	1316	14213	88.2
东北区	4056	1748	531	53	6388	36.5
华南区	1245	661	1442	35	3383	63.2
西南区	3758	2246	905	319	7228	48.0

2015年8月中国玉米主产区病虫害总体发生态势偏轻，其中大斑病仅在东北和西南部分地区发生；粘虫则在华北中北部及东北部分地区发生，该区适宜的温度和降水为粘虫的发生繁衍提供了环境条件。

图4-4（左）是2015年8月中国玉米主产区大斑病的空间发生情况。大斑病仅发生在东北地区的黑龙江、吉林、辽宁部分区域及西南地区的云南、四川、贵州部分区域，其累计发病面积达847万亩，其他玉米产区则大都未发生大斑病。

图4-4（右）和表4-3是2015年8月中国玉米主产区粘虫的空间发生情况及面积。玉米粘虫在全国累计发生面积约2200万亩，主要发生在东北、华北部分地区，其他地区零星发生。在内蒙古东部、黑龙江南部、吉林、辽宁、河北北部、北京、天津、河南及山东部分地区有连片发生，累计受虫害面积达1953万亩。

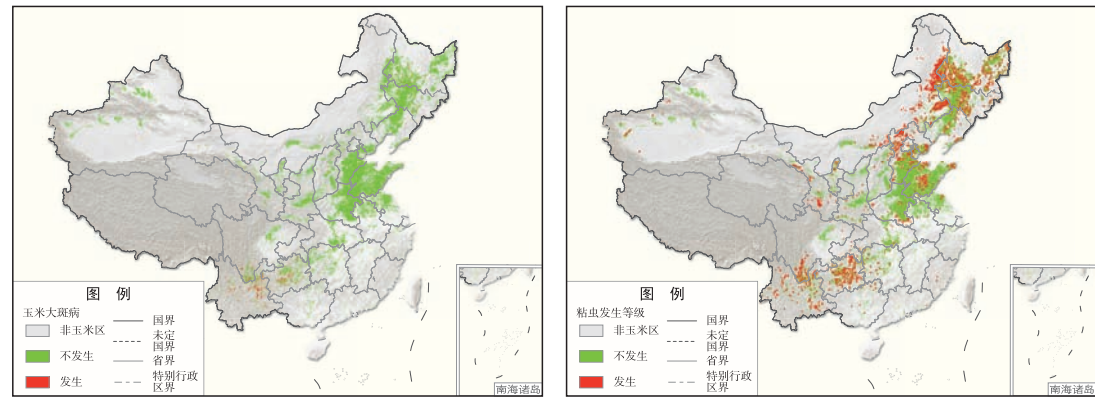


图4-4 2015年8月中国玉米主产区大斑病（左）发生状况分布和粘虫（右）发生状况分布

表4-3 2015年8月中国玉米主产区粘虫发生情况统计

玉米主产区	玉米种植面积/万亩	粘虫发生面积/万亩	虫害面积比例/%
黄淮海区	24577	463	1.9
内蒙古及长城沿线区	4024	522	13.0
黄土高原区	3724	11	0.3
长江中下游区	3433	29	0.8
东北区	15478	947	6.1
华南区	218	6	2.8
西南区	3902	188	4.8

(2) 2015年9月

2015年9月中国水稻主产区病虫害总体呈中等发生态势，其中在华南和长江中下游稻区，晚稻大都处于抽穗至灌浆期和乳熟期，迁飞性害虫和流行性病害对后期产量形成存在较大威胁。

图4-5和表4-4是2015年9月中国水稻主产区稻飞虱的空间发生情况及面积。稻飞虱在全国累计发生面积约9000万亩，其中黄淮海、华南和长江中下游稻区大发生，在湖北中部、湖南中南部、江西中南部和河南东部等地偏重发生。

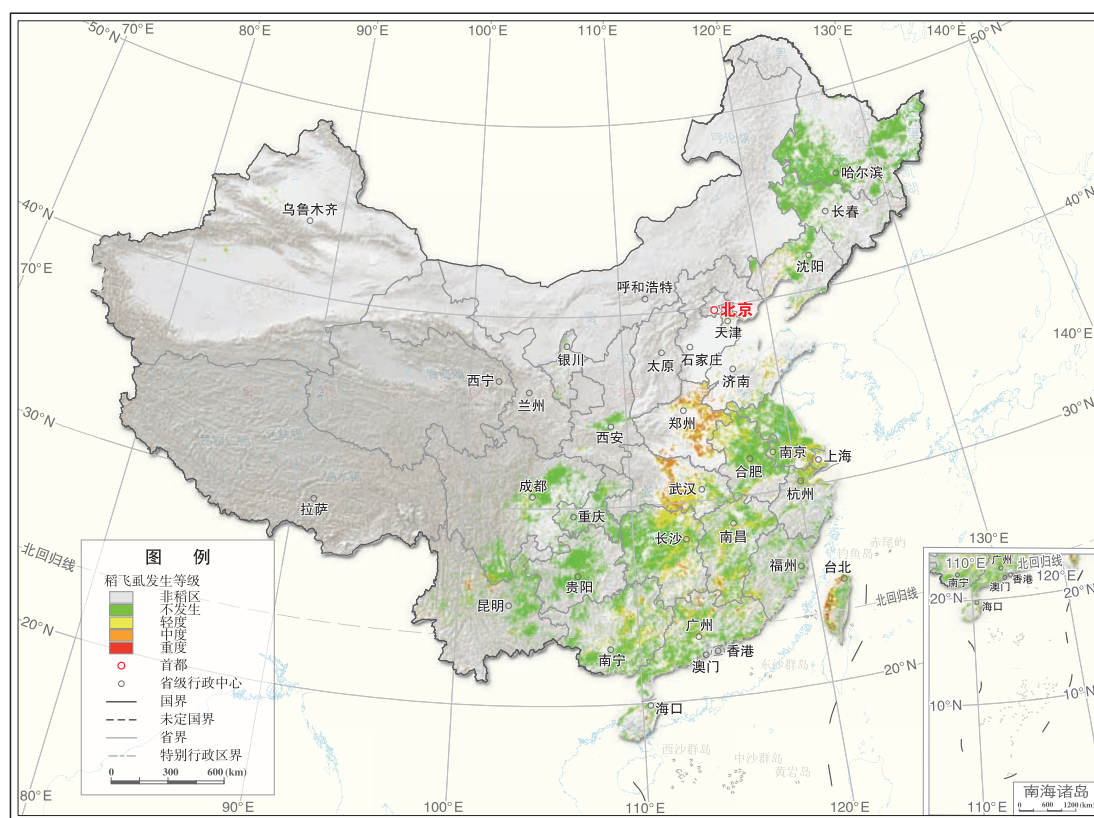


图4-5 2015年9月中国水稻主产区稻飞虱发生状况分布

表4-4 2015年9月中国水稻主产区稻飞虱发生情况统计

水稻主产区	面积/万亩				总种植面积	虫害面积比例/%
	不发生	轻度	中度	重度		
黄淮海区	890	1034	496	7	2427	63.3
内蒙古及长城沿线区	410	29	2	0	441	7.0
黄土高原区	197	15	3	0	215	8.4
长江中下游区	8114	5093	954	43	14204	42.9
东北区	6276	101	6	0	6383	1.7
华南区	2774	578	21	9	3382	18.0
西南区	6806	329	86	16	7237	6.0

图4-6和表4-5是2015年9月中国水稻主产区纹枯病的空间发生情况及面积。纹枯病在全国累计发生面积约12900万亩，其中黄淮海、华南和长江中下游稻区大发生，在湖北中东部、湖南中南部、江西中南部、广西中东部、广东中北部和河南东部等地偏重发生。

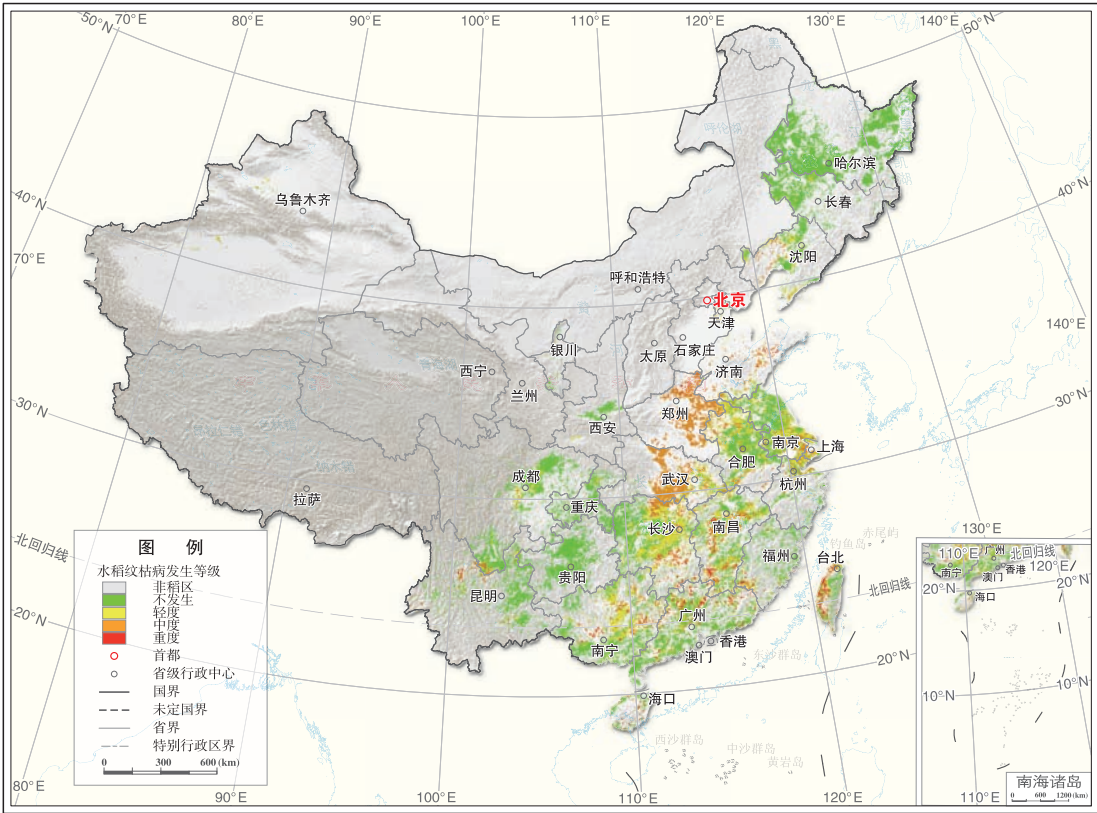


图4-6 2015年9月中国水稻主产区纹枯病发生状况分布

表4-5 2015年9月中国水稻主产区纹枯病发生情况统计

水稻主产区	面积 / 万亩				总种植面积	病害面积比例/%
	不发生	轻度	中度	重度		
黄淮海区	537	736	1100	54	2427	77.9
内蒙古及长城沿线区	358	73	10	0	441	18.8
黄土高原区	193	9	11	2	215	10.2
长江中下游区	5159	5382	3154	509	14204	63.7
东北区	6154	189	40	0	6383	3.6
华南区	2410	689	141	142	3382	28.7
西南区	6416	560	216	45	7237	11.3

图4-7和表4-6是2015年9月中国水稻主产区稻纵卷叶螟的空间发生情况及面积。稻纵卷叶螟在全国累计发生面积约7500万亩，其中黄淮海和长江中下游稻区大发生，在湖南中部、江西大部、广西中部等地呈严重发病态势。

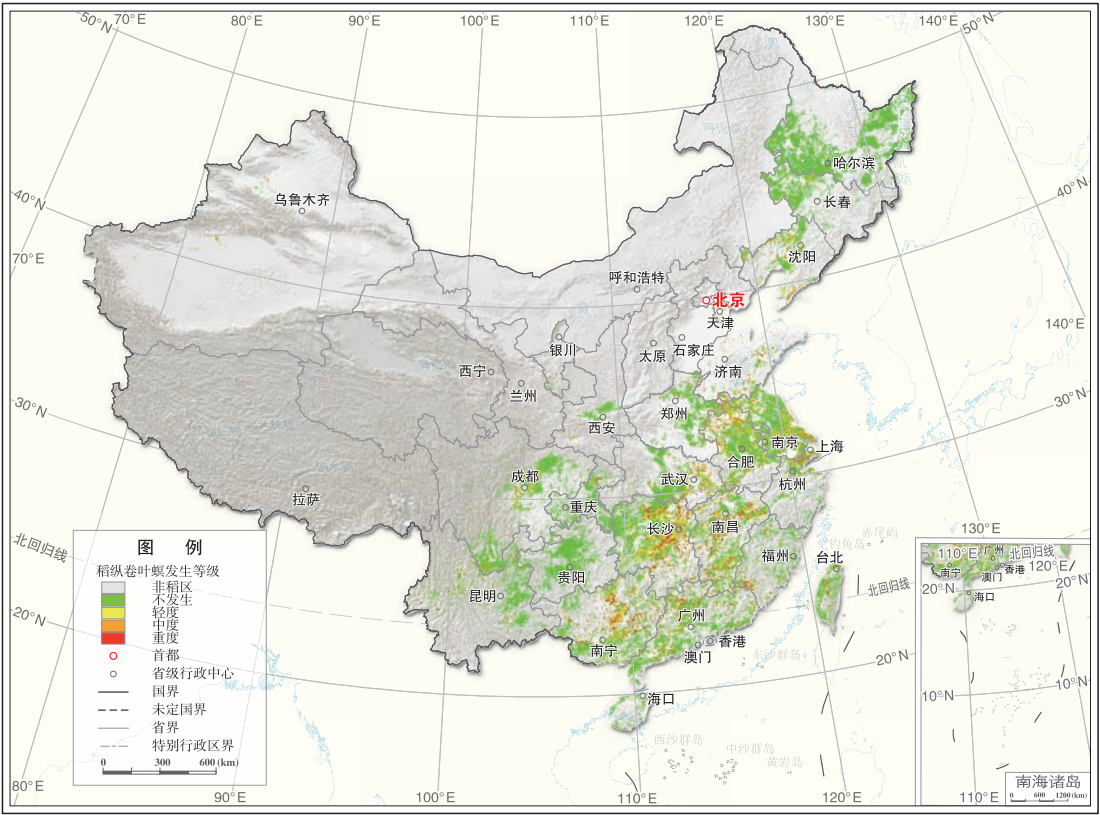


图4-7 2015年9月中国水稻主产区稻纵卷叶螟发生状况分布

表4-6 2015年9月中国水稻主产区稻纵卷叶螟发生情况统计

水稻主产区	面积/万亩				总种植面积	虫害面积比例/%
	不发生	轻度	中度	重度		
黄淮海区	1688	353	362	24	2427	30.4
内蒙古及长城沿线区	368	52	21	0	441	16.6
黄土高原区	206	4	3	2	215	4.2
长江中下游区	8805	2955	1460	984	14204	38.0
东北区	6194	122	67	0	6383	3.0
华南区	2691	363	147	181	3382	20.4
西南区	6676	390	134	37	7237	7.8

4.1.2.2 中国秋粮作物长势

综合利用最佳植被状况指数和全国作物长势实时监测方法开展全国秋粮作物长势遥感监测。最佳植被状况指数图（图4-8）显示，中国南方和东北地区的最佳植被状况指数高于其他地区，最佳植被状况指数低值区主要分布于华中和华北地区。宁夏中部和陕西北部地区最佳植被状况指数最低，表明该地区秋粮作物长势较差。东北地区虽然农业气象指数处于平均水平，但作物长势处于平均水平之上，秋粮作物单产较2014年有所增加。

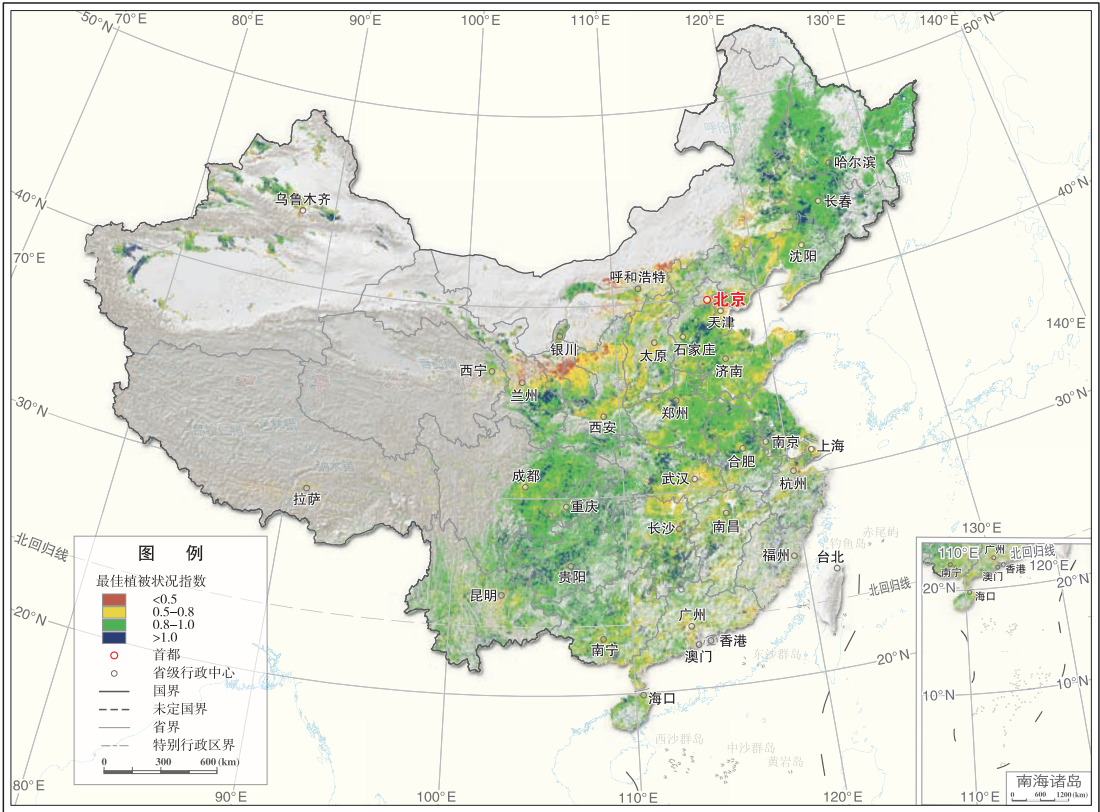


图4-8 2015年7~10月中国最佳植被状况指数分布

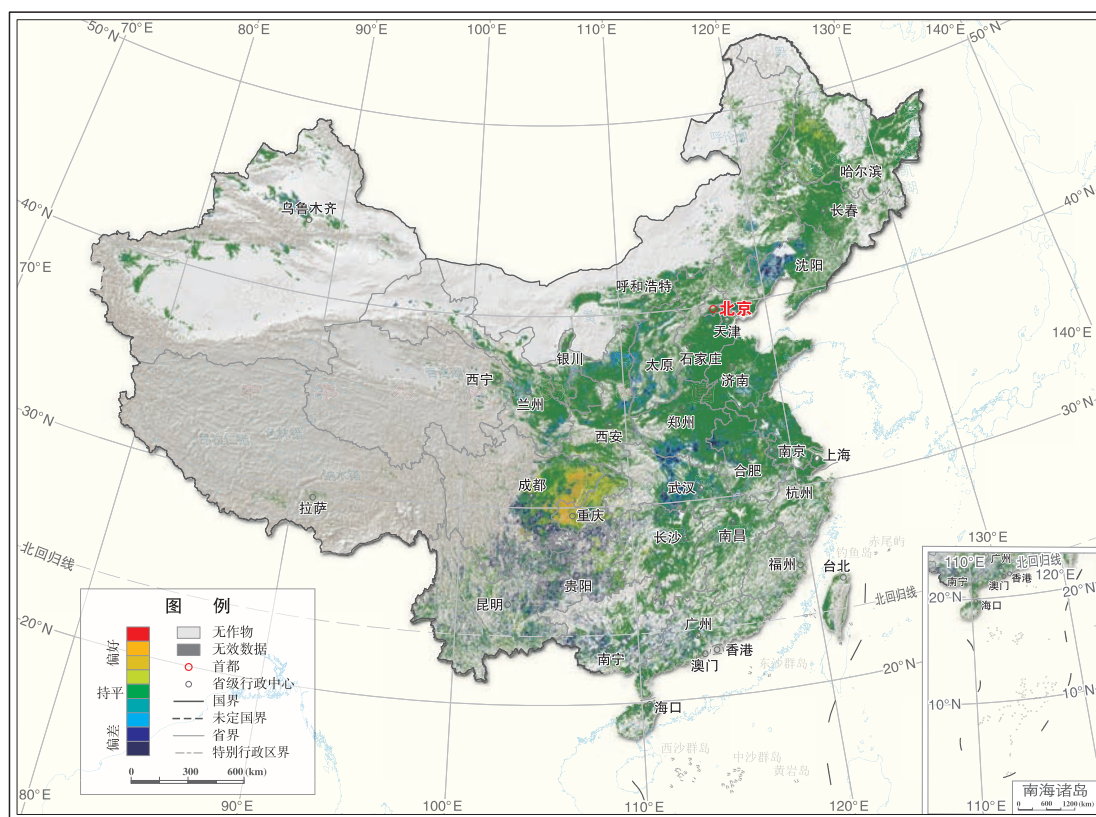


图4-9 2015年9月中旬全国作物长势

利用2015年9月中旬的遥感数据对全国秋粮作物长势开展监测（图4-9），监测结果显示，9月中旬，水稻主产区大部分地区作物长势与近5年平均水平持平，局部地区作物长势好于或不及近5年平均水平。四川与重庆交界地区长势明显好于平均水平；河南南部地区、湖北西部地区及广东与广西南部地区长势低于平均水平。玉米主产区作物长势总体上与近5年平均水平相当。局部地区玉米长势较差，辽宁西部受旱情影响，长势明显不及平均水平；陕西中部及山西南部地区长势低于平均水平。黑龙江大部及吉林西北部地区大豆长势略好于近5年平均水平；内蒙古东北部大豆长势略低于平均水平。

总体上，虽然2015年秋粮作物生育期内病虫害发生状况偏重，但并未对作物长势产生严重影响，2015年秋粮作物长势总体处于平均水平之上。

4.2 东北区

2015年全年，中国东北地区光合有效辐射、温度、耕地种植比例与过去14年平均水平持平，而作物生长季（4~10月）降水量明显偏低，导致作物生长季潜在生物量偏低（表4-7）。

表4-7 2015年东北地区农业气象指标

时段	降水距平(%)	温度距平(°C)	光合有效辐射距平(%)	潜在生物量距平(%)	耕地种植比例距平(%)	最佳植被状况指数
1~4月	-2	1.6	-1	21	/	0.64
4~7月	-25	-0.1	2	-17	-1	0.91
7~10月	-24	-0.1	1	-22	-1	0.83
10~1月	59	0.8	-3	9	2	0.76

2015年4月中旬之前，东北区没有作物生长。1~4月，该区降水处于正常水平，降水量与过去14年平均水平基本持平。由于2014年10月~2015年1月的冬季降水补充，并未影响到春播作物的播种。而4~7月，该区降水量比过去14年平均水平偏低25%，7~10月降水量偏低24%，严重异常的降水导致作物生长季受严重干旱影响，潜在生物量显著低于平均水平（-22%）。该区总体作物长势在作物生长期（4~10月）略差于近5年平均水平。

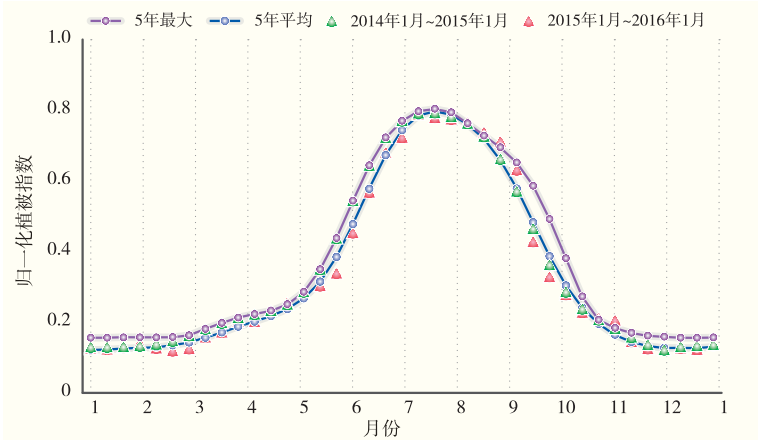


图4-10 东北区作物生长过程线

值得注意的是，受严重干旱的影响，辽宁中部和吉林西部地区（图4-10、图4-11）4月之后作物长势低于近5年平均水平，NDVI明显偏低，表明该地区春播作物受旱情影响，长势较差。而8月的监测结果显示，受益于6、7月充沛的降水，春季受旱地区作物长势恢复正常水平。NDVI距平聚类空间分布及相应的类别过程线（图4-12）显示，受旱严重的地区如辽宁中部、吉林西部地区在作物生长成熟期由于降水量逐渐增加，旱情得到缓解，并且基本达到近5年平均水平。

2015年作物收割后的冬季充沛的降水，保证了土壤墒情，为2016年春播作物的生长提供了良好的水分条件。

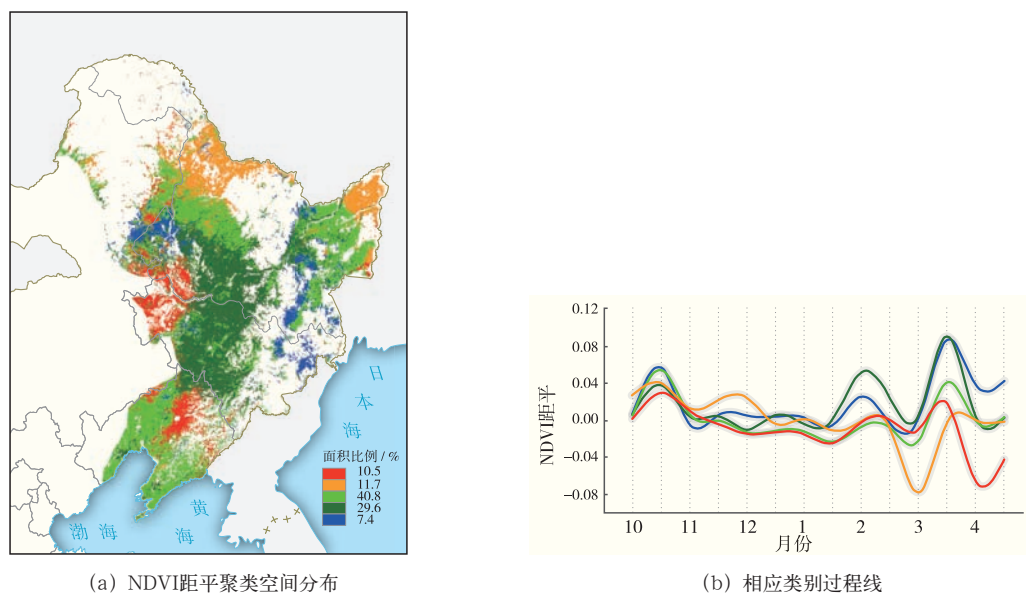


图4-11 2014年10月~2015年4月东北区NDVI距平聚类空间分布 (a) 及相应的类别过程线 (b)

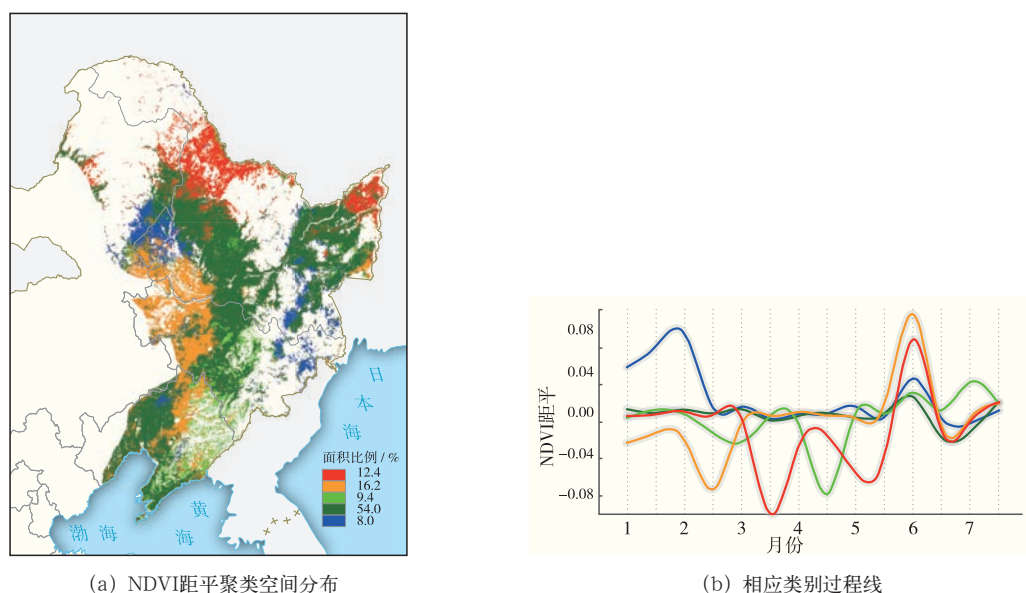


图4-12 2015年1~7月东北区NDVI距平聚类空间分布 (a) 及相应的类别过程线 (b)

4.3 内蒙古及长城沿线区

2015年, 内蒙古及长城沿线区农业气象条件总体较好。与过去14年平均水平相比, 2015年降水量偏多32%, 温度偏高0.5℃, 光合有效辐射略微偏低, 潜在生物量偏高16%, 为农作物的生长提供了良好条件(表4-8)。但区域内的降水空间分布不均, 导致辽宁西部、内蒙古中南部和东南部、河北西北部、山西、陕西和宁夏北部等地区农作物生长受到水分胁迫, 发生旱情。

表4-8 2015年中国内蒙古及长城沿线区农业气象指标

时段	降水		温度		光合有效辐射		潜在生物量
	当前值 (mm)	距平 (%)	当前值 (°C)	距平 (°C)	当前值 (MJ/m ²)	距平 (%)	距平 (%)
4~9月	468	20	16.3	-0.5	1825	0	8
1~12月	594	32	5.9	0.5	2809	-1	16
10~6月	302	47	1.6	0.9	1947	-1	26

1~4月, 该区域处于冬季, 天气寒冷, 几乎没有作物生长, 但充足的降水有利于随后春季作物的播种和生长。从作物长势过程线(图4-14)可知, 春季作物播种期和生长初期, 作物长势较好。然而6月的干旱天气状况影响农作物生长, 长势偏差, 随后逐渐恢复; 至7月下旬, NDVI总体处于近5年平均水平之下。由最佳植被状况指数(图4-15)可知, 辽宁西部、内蒙古中南部和东南部、山西、陕西和宁夏北部作物长势较差。而作物种植区内偏低的潜在生物量也证实了该地区作物长势较差。7~10月, 基于NDVI的作物生长过程线显示, 该监测期内作物长势总体略低于平均水平。东部和南部地区发生了干旱, 严重影响了该地区作物生长, 约6%的耕地上作物长势自7月以来始终低于平均水平。由最佳植被状况指数分布图(图4-15)可知, 辽宁西部、河北西北部、内蒙古南部和东南部、山西、陕西和宁夏北部等区域作物长势较差, 对应区域潜在生物量显著低于平均水平(图4-16)。总体来说, 7~10月该区域作物长势偏差。10月后, 该区秋收作物已收割, 12月以来多次降水为2016年春播作物提供了充足的水分条件。然而, 由于大部分地区温度高于平均水平, 可能会过早地消耗土壤储备的水分, 从而对下一季春播作物的生长产生不利影响。结合最新的遥感数据, CropWatch模型估算结果显示, 与去年相比, 秋粮作物(玉米和大豆)单产在该区域不同地区均有不同程度的下降。

表4-9 2015年中国内蒙古及长城沿线区农情指标

时段	耕地种植比例	最佳植被状况指数	复种指数
	距平(%)	当前值	距平(%)
1~4月	/	/	
4~7月	-5	0.74	-2
7~10月	0	0.80	
10~1月	1	0.60	

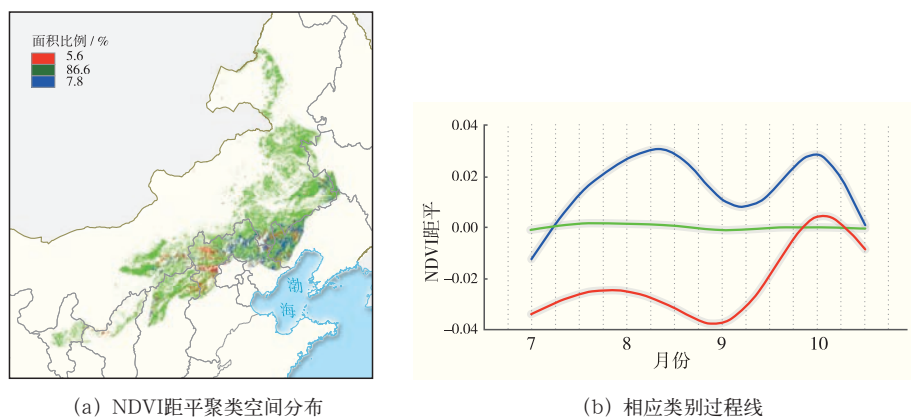


图4-13 2015年7~10月内蒙古及长城沿线区NDVI距平聚类空间分布 (a) 及相应的类别过程线 (b)

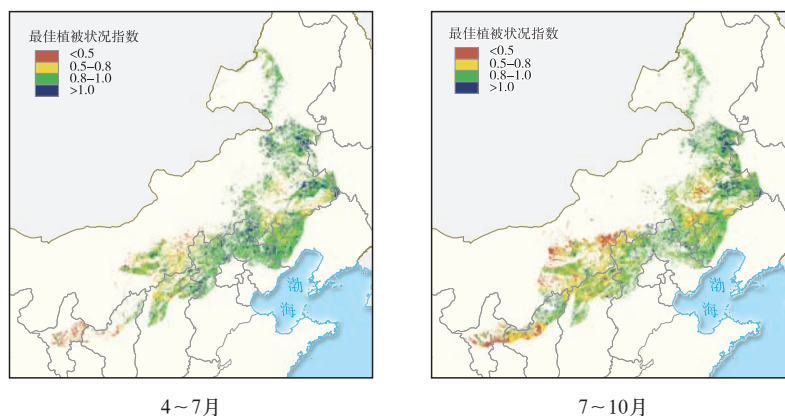
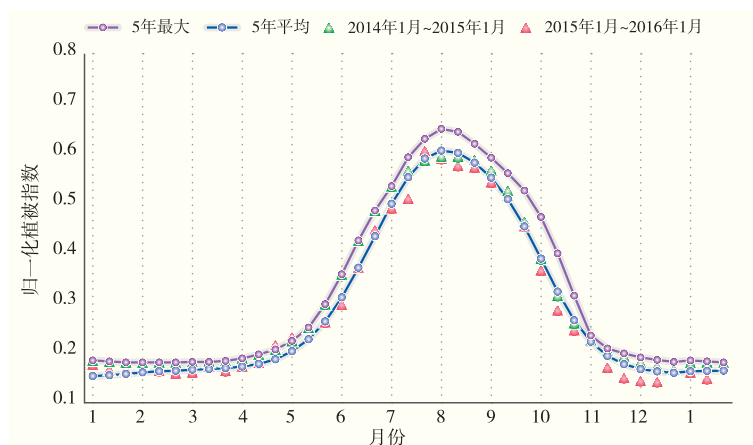


图4-15 2015年内蒙古及长城沿线区最佳植被状况指数

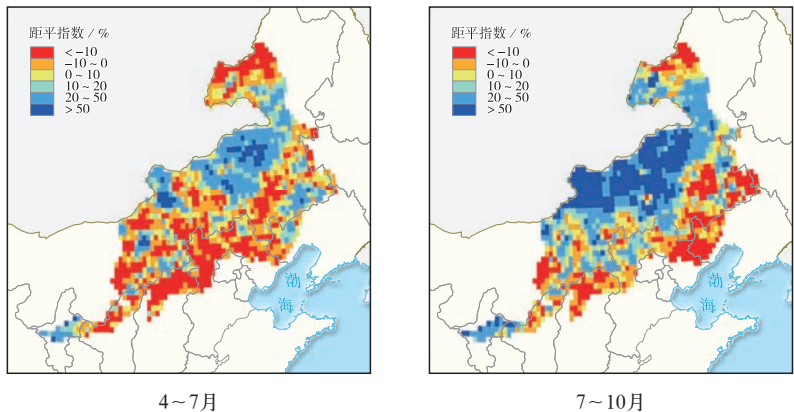


图4-16 2015年内蒙古及长城沿线区潜在生物量距平 (%)

4.4 黄淮海区

2015年，黄淮海区农业气象条件总体低于平均水平，不利于作物生长和产量形成。与过去14年平均水平相比，全区2015年全年降水量偏低8%，气温与平均水平持平，光合有效辐射偏低1%（表4-10），不利的气候条件直接导致该区部分省市作物单产下降。其中冬小麦返青后至玉米收获期间（4~9月），降水量低于平均水平18%，气温偏低约0.5℃，导致该区作物生长受到水分胁迫。2015年冬小麦生育期内（2014年10月~2015年6月），气象条件持续良好，降水量较平均水平偏高22%，气温偏高0.5℃。其中冬小麦越冬后返青期内（2015年1~4月）降水量较平均水平偏高21%，气温偏高0.9℃。充足的降水以及温暖的气候有利于冬季以及越冬期后冬小麦的生长，作物长势不断趋好并高于近5年平均水平。

表4-10 2015年黄淮海区农业气象指标

时段	降水		温度		光合有效辐射		潜在生物量
	当前值(mm)	距平(%)	当前值(℃)	距平(℃)	当前值(MJ/m²)	距平(%)	距平(%)
4~9月	515	-18	22.6	-0.5	1784	1	-9
1~12月	686	-8	14.5	0	2824	-1	0
10~6月	379	22	11.2	0.5	2014	-2	24

表4-11 2015年黄淮海区农情指标

时段	耕地种植比例	最佳植被状况指数	复种指数
	距平(%)	当前值	距平(%)
1~4月	0	0.89	0
4~7月	1	0.89	
7~10月	-1	0.85	
10~1月	0	0.78	

2015年4~10月期间，黄淮海区降水偏少，温度偏低，不利于该区作物生长，由此导致潜在累积生物量减少，作物单产下降。其中4~7月，降水偏低36%，河北南部、山东大

部分区域受旱情影响严重，潜在累积生物量显著偏低。7~10月，降水偏低30%，受旱情持续影响，该区除河北中部、河南中部及江苏北部等部分区域外，潜在累积生物量明显偏低（图4-17）。10月之后降水增加，旱情逐渐缓解，但是受前两个季度的旱情影响，作物长势持续较差。

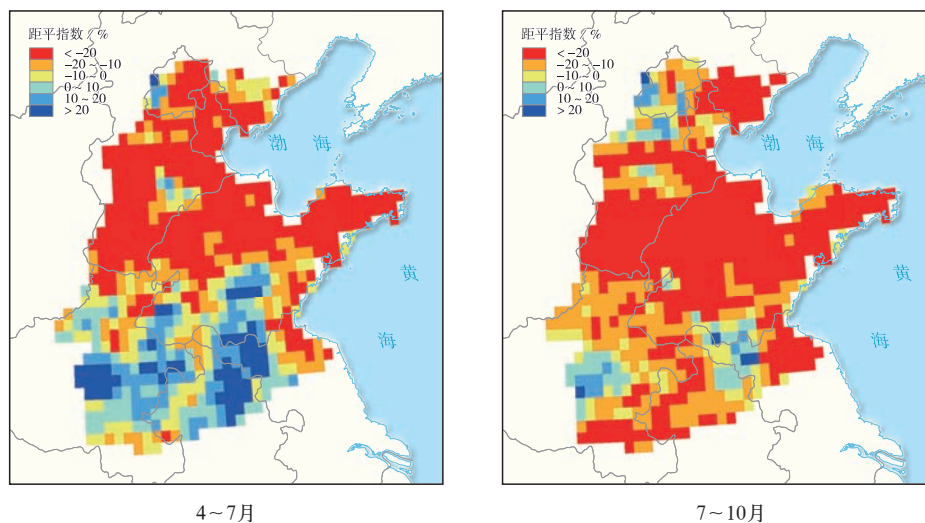


图4-17 2015年黄淮海区潜在生物量距平 (%)

植被指数距平聚类分析结果（图4-18）显示，受旱情影响，黄淮海区作物长势总体较差。4~7月份降水偏低导致夏粮作物长势较差，河北南部、山东西部及河南、江苏地区作物长势均未达到近5年平均水平。秋收作物播种后，除河北中南部和山东西部外，大部分地区作物长势正常，但10月份之后，受旱情影响，作物长势明显偏差，全区大部分地区作物长势低于平均水平。全区作物生长过程线（图4-19）同样显示出作物长势偏差的态势。其中，夏收时期（5~7月）和冬季作物生长季（10~12月）作物长势明显低于平均水平，反映干旱导致冬小麦和玉米、大豆等作物单产下降的形势。

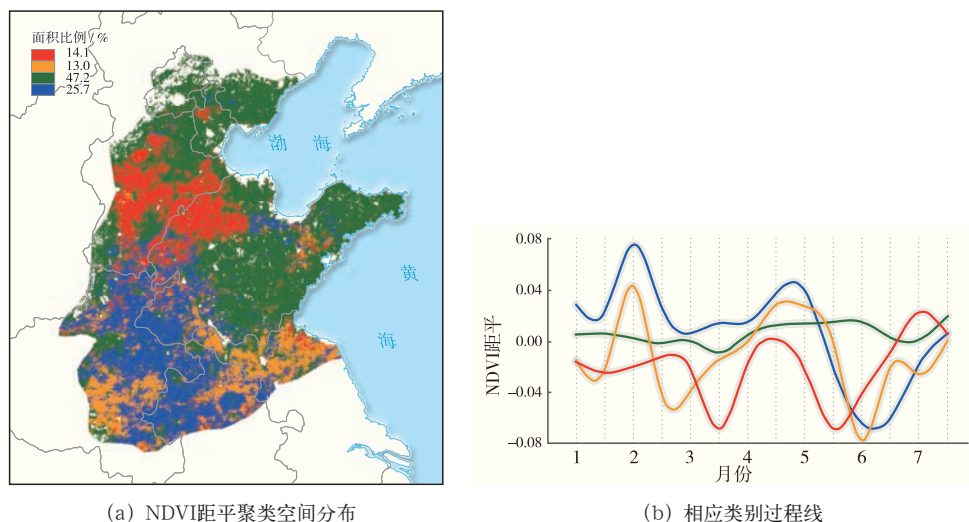


图4-18 2015年1~7月黄淮海区NDVI距平聚类空间分布 (a) 及相应的类别过程线 (b)

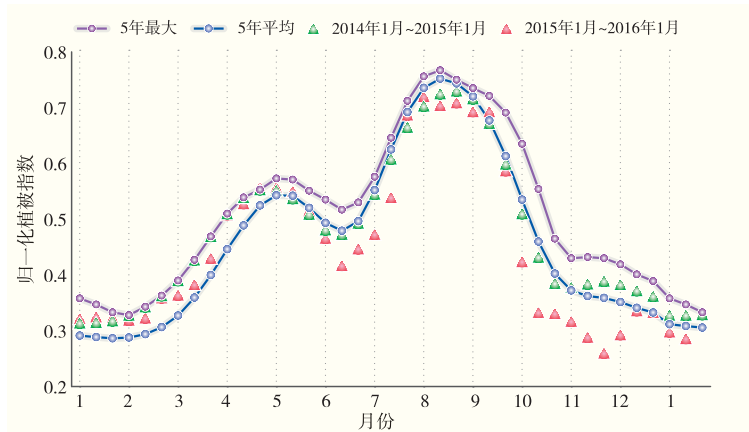


图4-19 黄淮海区作物长势过程线

黄淮海区耕地种植比例总体与近5年平均水平持平。其中，1~4月和10~1月的耕地种植比例处于近5年平均水平，4~7月和7~10月的耕地种植比例较平均水平分别偏高1%和偏低1%（表4-11）。因此，在耕地利用强度保持不变的情况下，受旱情影响，该区作物产量下降明显。从空间分布看，未种植耕地主要集中在河北中部和渤海湾地区以及山东中东部部分地区，该地区主要种植棉花、春玉米等单季作物，通常于5月初开始播种。这些区域城市发展较快，导致耕地利用率相对其他地区较低。

4.5 黄土高原区

黄土高原区主要包括甘肃、宁夏、陕西、山西和河南西北部，该区的主要作物包括春小麦、冬小麦、玉米、大豆和蔬菜。2015年全年区域内的降水和温度均高于过去14年平均水平（降水偏多13%，温度偏高0.2℃），导致全年潜在生物量偏高10%。2014年10月~2015年6月（冬小麦全生育期）降水偏多30%，温度偏高0.2℃；2015年4~9月（覆盖春季、秋季作物主要生育期）降水稍低于过去14年平均水平，温度偏低0.5℃。光合有效辐射与降水变化趋势相反，1~12月和10~6月偏低，4~9月偏高（表4-12）。作物主要生长季内（2014年10月~2015年10月），该区的最佳植被状况指数均大于0.80，表明作物长势总体良好。特别需要指出的是，2015年1~4月期间，宁夏西南部、河南西北部和陕西北部部分地区最佳植被状况指数极高（大于1），表明该区作物长势达到近5年最佳水平。全区复种指数比近5年平均水平偏高2%，表明2015年该区农田利用率较高（表4-13）。同时，由于耕地种植比例在1~4月及7~10月间相比近5年平均均有所升高（偏高2%），表明2015年黄土高原区的冬季和夏季作物种植面积增加。

表4-12 2015年黄土高原区农业气象指标

时段	降水		温度		光合有效辐射		潜在生物量
	当前值(mm)	距平(%)	当前值(℃)	距平(℃)	当前值(MJ/m ²)	距平(%)	距平(%)
4~9月	471	-1	18.2	-0.5	1820	2	29
1~12月	641	13	10.3	0.2	2894	-1	10
10~6月	315	30	7	0.2	2026	-4	-4

表4-13 2015年黄土高原区农情指标

时段	耕地种植比例	最佳植被状况指数	复种指数
	距平(%)	当前值	距平(%)
1~4月	2	0.89	2
4~7月	-3	0.87	
7~10月	2	0.80	

总体来说，黄土高原地区作物长势在冬季作物生长期內优于上年及近5年同期平均水平，而在夏季作物生长季內则低于上年同期水平（图4-20）。NDVI 距平聚类空间分布及相应的类别过程线表明，2015年1~4月，作物长势波动剧烈（图4-21），但至4月末，全区作物长势均好于近5年平均水平，河南西北部和汾渭平原作物长势明显偏好，该区内约63%的耕地上作物长势处于平均水平（最佳植被状况指数也予以印证）（图4-22）；而在1~7月，由于低温和少雨天气，导致宁夏南部、陕西北部 and 山西北部作物长势始终低于近5年平均水平，表明该区作物长势较差，同时耕地种植比例偏低3%（图4-23）。9月份，陕西东部和山西西南部降水增多，光照条件适宜，作物长势逐渐好转并达到近5年最佳水平；相反，陕西和山西中部的旱情导致该地区作物长势明显偏差（潜在生物量同步偏低）。该区部分地区9月下旬的作物长势明显低于平均水平，该现象可能是秋季作物收获期提前而非作物长势较差导致的（图4-24）。

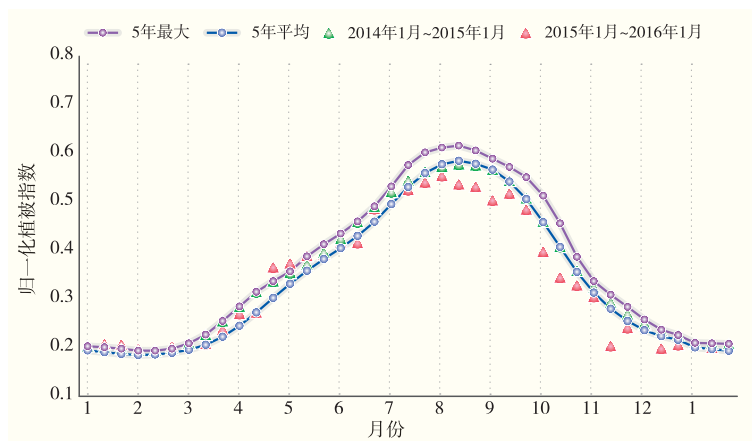


图4-20 2015年1月~2016年1月黄土高原区作物生长过程线

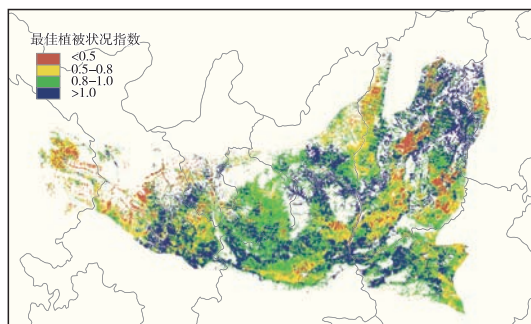


图4-21 2015年1~4月黄土高原区最佳植被状况指数

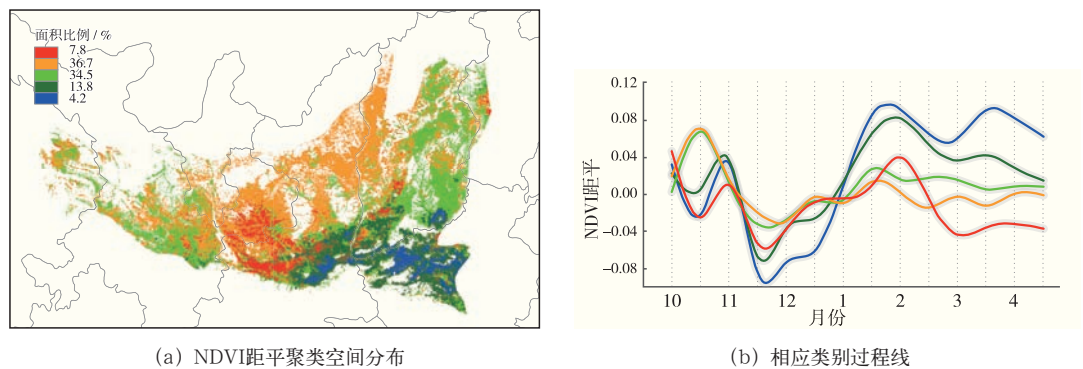


图4-22 2015年1~4月黄土高原区NDVI距平聚类空间分布 (a) 及相应的类别过程线 (b)

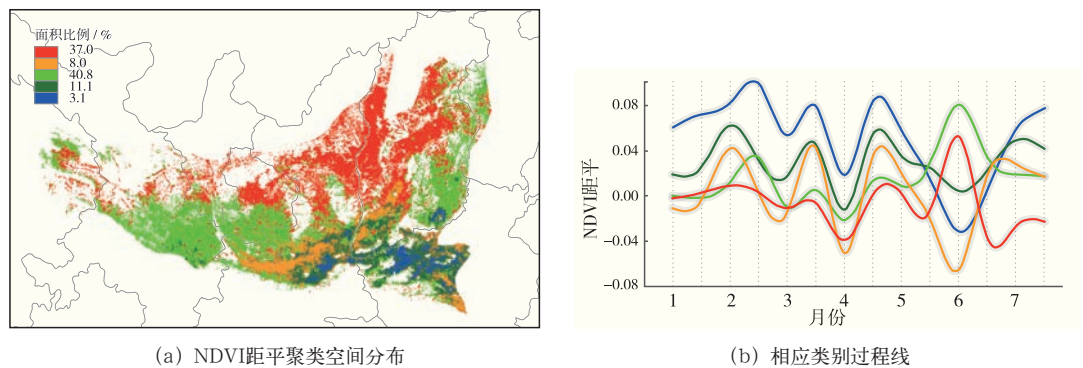


图4-23 2015年1~7月黄土高原区NDVI距平聚类空间分布 (a) 及相应的类别过程线 (b)

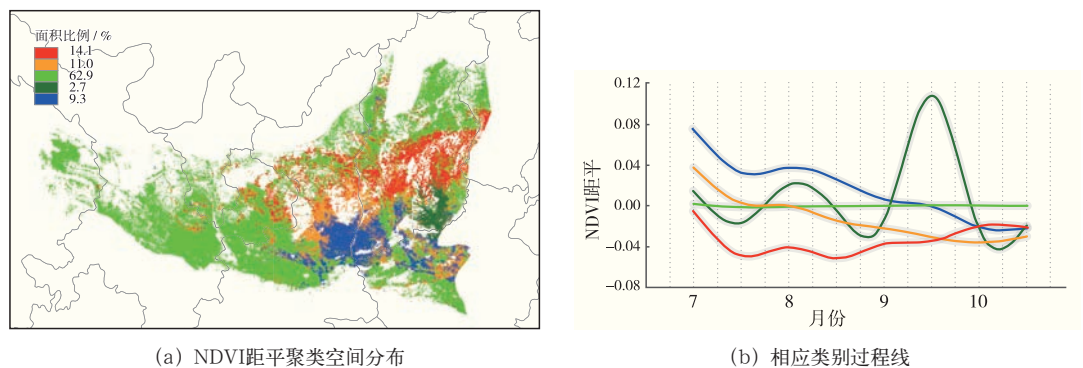


图4-24 2015年7~10月黄土高原区NDVI距平聚类空间分布 (a) 及相应的类别过程线 (b)

4.6 长江中下游区

长江中下游区涉及11个省市(湖北、湖南、江西、福建、上海、浙江、江苏、安徽、河南、广东与广西)。位于该区北部的河南、安徽与江苏,其冬小麦在10月播种,5月末至6月初收获。在该区南部,早稻在3月末至4月中旬播种,7月中下旬收获;晚稻在7月中下旬种植,10月末至11月中旬收获。2015年全年(1~12月)长江中下游区的降水较过去14年平均水平偏高31%,而温度偏低0.2℃;光合有效辐射偏低10%;潜在生物量偏高12%(表4-14)。该区2015~2016年4个时段(1~4月、4~7月、7~10月、10~1月)的最佳植被状况指数介于0.84至0.9之间,表明该区作物长势良好;除1~4月偏高1%外,其

他3个时段的耕地种植比例均处于平均水平（表4-15）。2015年长江中下游区的复种指数较近5年平均水平偏低2%，说明该区的种植强度有所下降。

表4-14 2015年长江中下游区农业气象指标

时段	降水		温度		光合有效辐射		潜在生物量
	当前值(mm)	距平(%)	当前值(℃)	距平(℃)	当前值(MJ/m ²)	距平(%)	距平(%)
4~9月	1418	32	23.8	-0.9	1483	-7	11
1~12月	1999	31	17.7	-0.2	2417	-10	12
10~6月	1265	16	15.2	0.4	1781	-4	-2

表4-15 2015年长江中下游区的农情指标

时段	耕地种植比例	最佳植被状况指数	复种指数
	距平(%)	当前值	距平(%)
1~4月	1	0.84	-2
4~7月	0	0.90	
7~10月	0	0.89	
10~1月	0	0.87	

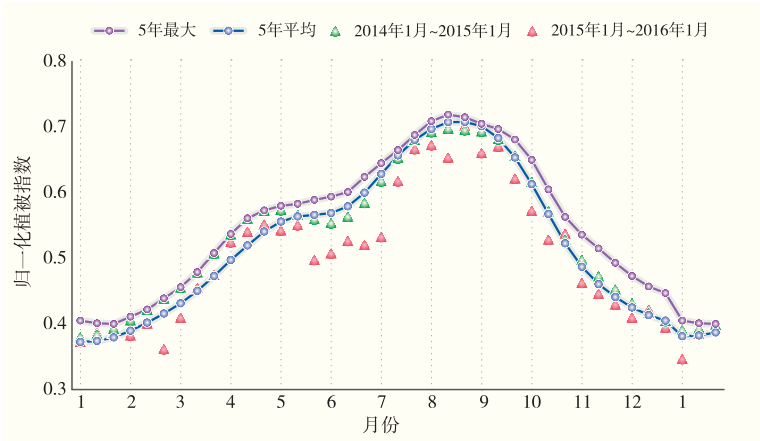


图4-25 长江中下游区作物生长过程线

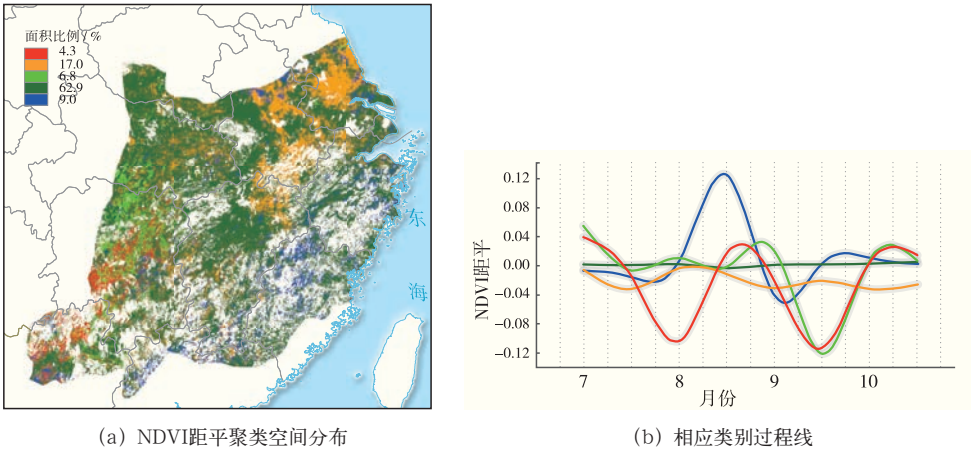


图4-26 2015年7~10月长江中下游区NDVI距平聚类空间分布 (a) 及相应的类别过程线 (b)

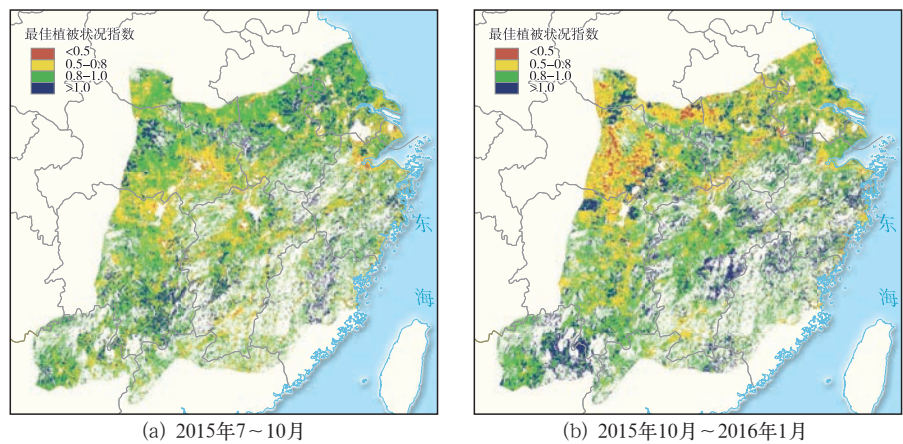


图4-27 2015年长江中下游区最佳植被状况指数

基于NDVI的作物生长过程线显示（图4-25），长江中下游区2015年1~4月作物总体长势不及2014年同期，但好于近5年同期平均水平；5~7月长势低于近5年平均水平（值得一提的是，在5~6月作物生长旺季，该区大部分地区受过量降水导致的严重洪灾影响，作物总体长势由前一时段的好于平均水平下降为低于平均水平，但到7月中旬后有所恢复）；8~10月长势略低于平均水平；11月至2016年1月长势低于平均水平。

NDVI 距平聚类空间分布及相应的类别过程线显示（图4-26），在2015年7~10月，该区大约63%的作物长势始终处于平均水平，集中分布于西北部与中部，表明该区大部分地区的作物长势良好。2015年7~10月与2015年10月~2016年1月两个时段的最佳植被指数状况图（图4-27）显示，长江中下游区大部分地区的最佳植被指数状况值介于0.8至1之间，同样反映出该区良好的作物长势。基于以上分析，CropWatch估计2015年长江中下游区的粮食产量处于近5年平均水平。

4.7 西南区

西南区主要种植玉米、一季稻、冬小麦、油菜以及薯类作物。其中玉米在全区均有种植，通常2~6月种植，7~9月收获；一季稻主要种植在四川东部、云南中部和西北部以及贵州中部，通常4~5月种植，8~9月收获；冬小麦和油菜主要种植在四川东部、陕西南部，通常9~10月种植，次年5~6月收获。

与过去14年平均水平相比，2015年全年西南区降水偏高27%，温度偏高0.3℃，光合有效辐射偏低6%。与近5年平均水平相比，潜在生物量偏高16%。2014年10月~2015年6月，降水偏高37%，潜在生物量偏高26%，2015年4~9月潜在生物量偏高5%（表4-16）。

表4-16 2015年中国西南区的农业气象指标

时段	降水		温度		光合有效辐射		潜在生物量
	当前值(mm)	距平(%)	当前值(℃)	距平(℃)	当前值(MJ/m ²)	距平(%)	距平(%)
4~9月	980	12	20.8	-0.3	1433	-5	5
1~12月	1362	27	15.5	0.3	2346	-6	16
10~6月	825	37	13.3	0.6	1687	-4	26

2015年1~4月,中国西南地区的作物生长条件总体略高于平均水平。作物长势在1~3月处于平均水平,3月之后好于平均水平。农业气象条件显示,与平均水平相比,降水偏多59%,气温偏高1.3℃,光合有效辐射偏少5%。与近5年平均水平相比,潜在累积生物量偏高63%。整个地区降水空间差异显著,四川东部、重庆、贵州大部、广西西北部局部等地区在3月下旬低于平均水平。

2015年4~7月,中国西南区作物长势总体正常。与平均水平相比,降水偏多9%,气温偏高0.1℃,光合有效辐射偏少2%,使得潜在累积生物量整体稳定。耕地几乎全部种植了作物,耕地种植比例与平均水平相比仅偏低2%,最佳植被状况指数高达0.93。NDVI长势过程线(图4-28)显示,西南区作物长势4月份达到5年最佳水平,5月份为平均水平。在6月和7月,重庆南部、湖南西南部、广西中部和北部、四川东南部和贵州西部作物长势低于平均水平,这些区域的作物约占种植耕地的22.8%。

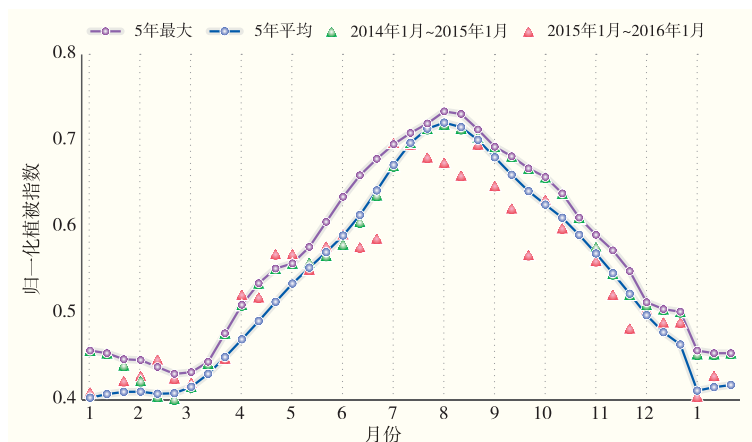
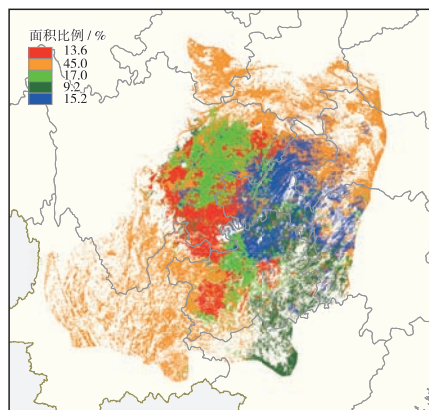
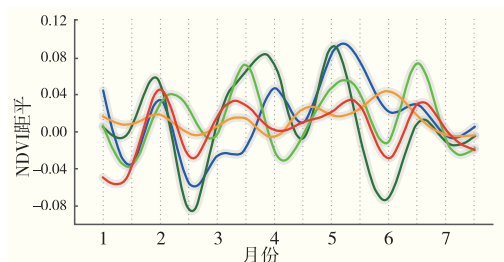


图4-28 西南区作物生长过程线



(a) NDVI距平聚类空间分布



(b) 相应类别过程线

图4-29 2015年1~7月西南区NDVI距平聚类空间分布 (a) 及相应的类别过程线 (b)

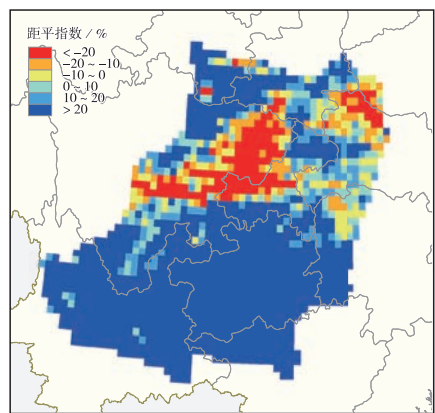


图4-30 2015年10月~2016年1月中国西南区生物量距平 (%)

西南区2015年7~10月的作物长势总体略低于近5年平均水平，10月恰逢该地区玉米和一季稻丰收以及冬小麦的种植季节。NDVI过程线在7月低于平均水平，8月初期作物长势逐渐恢复，之后受降水偏少影响，9月份作物长势再次下降到平均水平以下；10月秋粮作物接近成熟收获期，作物长势恢复至近5年平均水平。湖北西南部、湖南西北部和重庆东南部地区的潜在生物量显著偏低。

2015年10月~2016年1月，西南区作物长势与近5年平均水平相比，整体处于正常水平。CropWatch农气因子监测结果显示，该区降水偏少13%，同时伴随着气温偏高1.2℃。NDVI在10月总体上处于平均水平，11月降低到平均水平以下，之后气象条件好转，作物长势恢复到平均水平之上（图4-29）。四川东部地区11月作物长势低于平均水平，主要原因是该地区降水偏少。该区域潜在生物量偏低同样证实了该区域较差的农气状况（图4-30）。耕地种植比例与近5年平均水平持平（表4-17）。

表4-17 2015年西南区的农情指标

时段	耕地种植比例	最佳植被状况指数	复种指数
	距平(%)	当前值	距平(%)
1~4月	-2	0.88	1
4~7月	-2	0.93	
7~10月	0	0.9	
10~1月	0	0.91	

4.8 华南区

华南区主要作物为双季稻，主要种植在广西南部、广东南部和福建南部，通常早稻是3~4月播种，6~7月收获；晚稻是6~7月播种，10~11月收获。全年来看，华南区早稻长势低于近5年平均水平、晚稻长势趋于平均水平。与过去14年平均水平相比，该区2015年全年降水偏高7%，温度偏高0.2℃，光合有效辐射偏低4%，其中4~9月降水偏低5%，温度偏

高0.1℃。2014年10月~2015年6月，降水偏多2%，温度偏高0.5℃（表4-18）。与近5年平均水平相比，耕地种植比例没有明显变化，复种指数偏低3%（表4-19）。

表4-18 2015年华南区的农业气象指标

时段	降水		温度		光合有效辐射		潜在生物量
	当前值(mm)	距平(%)	当前值(℃)	距平(℃)	当前值(MJ/m ²)	距平(%)	距平(%)
4~9月	1226	-5	24.6	0.1	1500	-1	-3
1~12月	1652	7	20.5	0.2	2627	-4	7
10~6月	889	2	19	0.5	1983	0	-3

表4-19 2015年华南区的农情指标

时段	耕地种植比例	最佳植被状况指数	复种指数
	距平(%)	当前值	距平(%)
1~4月	-1	0.85	-3
4~7月	-1	0.89	
7~10月	0	0.88	
10~1月	0	0.90	

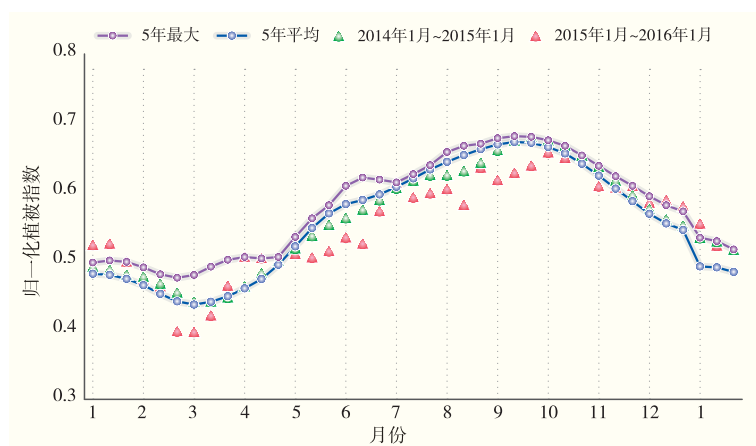


图4-31 华南区作物生长过程线

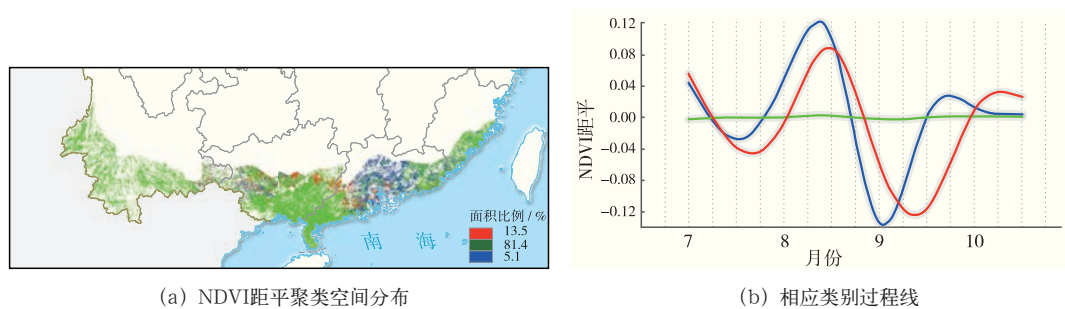


图4-32 2015年7~10月华南区NDVI距平聚类空间分布（a）及相应的类别过程线（b）

2015年1~4月, 华南区作物长势总体处于平均水平(图4-31)。与近5年平均水平相比, 中国华南地区88.9%的作物长势从3月中旬到4月份恢复到平均水平, 包括云南南部、广西南部、广东南部和福建南部, 在监测期末期均处于平均水平。农业气象指标(降水偏多9%, 气温偏高1℃, 光合有效辐射偏多3%)达到或优于平均水平, 使得潜在累积生物量与近5年平均水平相比, 偏高22%。最佳植被状况指数为0.85, 耕地种植比例偏低1%, 基本稳定。

2015年4~7月, 华南区作物长势在一定程度上呈现低于平均水平的态势。与近5年平均水平相比, 降水偏少9%, 气温偏高0.4℃, 光合有效辐射偏高2%, 潜在累积生物量总体偏少9%。几乎所有耕地都种植了作物, 作物种植比例仅偏少1%。NDVI长势过程线显示, 4月该地区的作物长势达到5年最佳水平, 然而, 从5月到6月初急剧下滑, 6月以后有所好转, 到6月末重回平均水平, 之后又下滑到平均水平以下。NDVI空间聚类及过程线同样显示, 广西南部、广东西南部5月和7月的作物长势总体低于平均水平。

2015年7~10月华南区作物长势略低于平均水平, 监测时段早期(7月底至8月初)为早稻收获的结束期, 10月底晚稻进入收获期。7月初, 全区作物长势总体处于平均水平, 之后受多轮强降水影响, 7~9月初, 作物长势总体低于平均水平, 直到10月份才逐渐恢复至平均水平。NDVI距平聚类空间分布及相应的类别过程线显示, 福建东南部、广西西南部、广东南部和云南南部等地区, NDVI始终处于近5年平均水平, 表明上述地区作物单产有望保持在平均水平。该区耕地种植比例保持稳定, 复种指数小幅下降3%, 反映出该区域早晚稻双季种植模式向一季稻的缓慢转变。9月初, 广东中南部的双季晚稻地区NDVI低于平均水平, 但9月下旬开始, 作物进入灌浆成熟期, 长势恢复到平均水平(图4-32)。

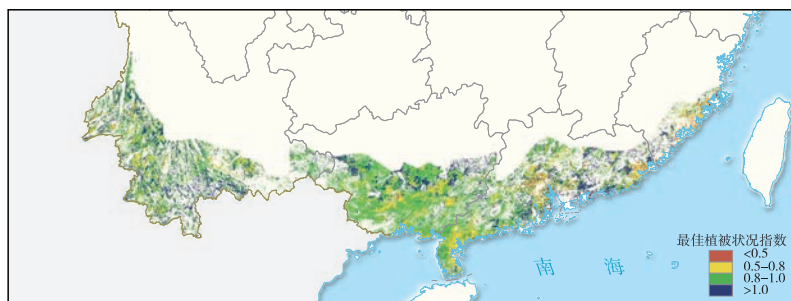


图4-33 2015年10月~2016年1月华南区最佳植被状况指数

2015年10月~2016年1月, 华南区作物长势整体高于近5年平均水平。全区NDVI在10月份处于平均水平, 至11月初略低于平均水平, 之后逐渐恢复并达到近5年最佳水平。华南区平均降水量总体偏少24%(但仍高达725mm), 全区最佳植被状况指数平均值达到0.9(图4-33), 耕地种植比例与近5年平均水平持平。NDVI距平聚类分析结果显示, 广东中部的作物长势在整个监测期内均低于平均水平, 需要密切关注; 究其原因, 很可能是由于广东降水严重偏多(偏多155%), 伴随着光合有效辐射严重不足(偏低19%)所致。

4.9 小结

与过去14年相比，2015年冬小麦生育期内的农业气象条件总体正常，部分地区降水量虽偏少，但作物关键需水期并未出现旱情，为夏粮单产增加奠定了基础。受冬季温度偏高影响，冬小麦越冬存活率高于往年，耕地种植比例有所提高，夏粮增产。

受到夏粮种植面积和单产下降的双重影响，安徽和湖北两省的夏粮减产较大，而甘肃省由于种植面积下降导致夏粮小幅减产，其余各夏粮主产省夏粮均实现增产。安徽和江苏省的水稻产量由于洪灾和强风出现下降，其余省份的水稻产量均有所上升。其中，广东由于强降水，山西、陕西和宁夏受干旱影响，秋粮降幅均超过2%。受适宜的光温水条件影响，河北、江苏、山东、河南、广西、重庆和甘肃七省的秋粮产量较2014年均有所增加，其余省份秋粮产量小幅增加，全国秋粮总体增产。

2015年，全国复种指数与近5年平均水平持平。西南区和黄土高原区受适宜的气象条件影响，复种指数高于近5年平均水平（分别偏高1%和2%）。受强降水和其他异常气候影响，华南区复种指数下降约3%，内蒙古及长城沿线区和长江中下游区复种指数均下降约2%。全国耕地种植比例总体持平，其中黄土高原区和长江中下游区在夏粮生长季内耕地种植比例小幅上升，而内蒙古及长城沿线区、长江中下游区和华南区秋粮生长季耕地种植比例小幅下降。

五、全球大宗粮油作物产量与供应形势分析

5.1 全球和中国大宗粮油作物产量

全球和中国大宗粮油作物产量预测结果已在2015年四期《全球农情遥感速报》季报中公开发布，发布时间分别为2015年2月、5月、8月和11月。本年度报告以全球和中国大宗粮油作物产量预测结果为基础，结合最新的遥感数据和地面观测数据，对31个大宗粮油作物主产国以及部分国家的省州尺度的2015年农业气象条件、作物胁迫状况、耕地利用强度等进行综合分析与汇总，并利用模型对31个大宗粮油作物主产国以及部分国家的省州尺度的产量预测结果进行复核，形成了2015年全球和中国大宗粮油作物产量估算结果。

5.1.1 全球大宗粮油作物产量

尽管受到强厄尔尼诺导致的全球范围内气象要素（降水、温度）状况异常的影响，2015年全球大宗粮油作物总产量仍达到历史最高水平，玉米、水稻、小麦和大豆四种大宗粮油作物产量累积达到27.65亿吨，与2014年产量（27.64亿吨）基本持平。其中，全球小麦与大豆总产分别为72432万吨与30879万吨，同比分别增加0.3%与1.0%；玉米总产与2014年持平；水稻总产为74200万吨，同比减少0.1%。2015年，CropWatch 监测的31个粮油作物主产国的玉米与水稻产量同比均减少0.3%，而小麦与大豆产量同比分别增加0.1%与0.5%。全球及各粮油作物主产国的产量详情见表5-1。

表5-1 2015年全球玉米、水稻、小麦和大豆产量

国家	玉米		水稻		小麦		大豆	
	产量(万吨)	变幅(%)	产量(万吨)	变幅(%)	产量(万吨)	变幅(%)	产量(万吨)	变幅(%)
亚洲								
中国	19373	0.9	20233	0.6	12161	1.6	1301	-0.5
印度	1888	-6.4	15480	-1.4	9140	-4.5	1215	4.5
巴基斯坦	487	3.4	946	-0.3	2477	1.5	0	
泰国	505	-0.6	3935	0.5	0		19	-5.8
越南	518	1.8	4507	2.4	0		0	
缅甸	172	0.0	2763	-2.9	19	0.7	18	-6.6
孟加拉国	225	1.4	5070	-0.3	132	1.8	6	0.8
柬埔寨	93	-9.8	953	0.6	0		10	-5.8
菲律宾	756	0.7	1952	0.8	0		0	
印度尼西亚	1800	-2.0	6759	-2.4	0		69	-10.9

续表

国家	玉米		水稻		小麦		大豆	
	产量(万吨)	变幅(%)	产量(万吨)	变幅(%)	产量(万吨)	变幅(%)	产量(万吨)	变幅(%)
伊朗	248	-1.0	253	-0.5	1393	4.4	0	
土耳其	592	1.1	99	6.0	2280	9.9	23	15.7
哈萨克斯坦	60	4.4	37	1.6	1599	15.5	25	12.4
乌兹别克斯坦	42	9.3	40	11.5	674	7.4	0	
欧洲								
英国	0		0		1476	1.0	0	
罗马尼亚	1076	-3.5	4	-8.8	717	-3.6	16	5.3
法国	1478	-1.8	8	-6.9	3897	-2.0	11	-2.2
波兰	368	3.9	0		1040	-2.0	0	
德国	458	-1.5	0		2741	-1.0	0	4.5
俄罗斯	1196	1.7	102	4.9	5437	2.1	204	34.8
乌克兰	2815	-6.1	16	0.7	2331	0.9	371	-3.7
非洲								
埃塞俄比亚	652	-3.2	19	6.8	424	-3.3	9	20.2
埃及	594	-0.3	653	0.4	995	4.7	2	-4.9
尼日利亚	1040	-2.1	455	-2.7	10	-13.9	76	9.0
南非	1321	-11.8	0		170	-2.2	89	32.8
北美洲								
美国	36174	0.2	992	-1.7	5660	2.6	10675	-0.1
加拿大	1185	-0.5	0		3067	-7.9	541	-0.1
墨西哥	2385	-0.4	12	-33.2	363	-0.9	32	10.8
南美洲								
巴西	7966	1.3	1183	-0.1	695	3.5	9023	1.3
阿根廷	2533	1.0	169	-2.6	1163	-3.5	5179	-1.3
大洋洲								
澳大利亚	105	1.7	178	19.6	2581	0.9	9	6.4
小计	88107	-0.3	66816	-0.3	62640	0.1	28925	0.5
其他国家	10925	2.5	7384	1.5	9792	1.7	1954	7.9
全球	99032	0.0	74200	-0.1	72432	0.3	30879	1.0

注：无数据的表格表示无数据或者数据远小于0.1万吨。

作为最大的玉米生产国，美国2015的玉米产量较2014年略增0.2%。得益于较多年平均水平偏高的降水与温度，乌兹别克斯坦2015年的玉米产量同比增幅高达9.3%。玉米产量

增幅较大的国家还包括哈萨克斯坦（+4.4%）、波兰（+3.9%）与巴基斯坦（+3.4%）。受降水严重亏缺的影响，南非玉米产量减幅高达11.8%。玉米减产较大的国家还包括柬埔寨（-9.8%）、印度（-6.4%）与乌克兰（-6.1%），同比减幅均在6%以上。

在水稻产量超过1000万吨的国家中，中国、越南、泰国与菲律宾2015年的水稻产量较2014年有不同程度的增加，其中越南增幅较大，达2.4%。受生长季严重干旱的影响，印度尼西亚与缅甸的水稻产量同比分别减少2.4%与2.9%。此外，印度、孟加拉国与巴西的水稻产量也有不同程度的下降。

在位于亚洲的监测国中，除印度小麦产量同比减少4.5%外，其余13个监测国的小麦产量同比均增加，其中哈萨克斯坦、土耳其与乌兹别克斯坦同比增产较大，增幅均在7.0%以上；在位于欧洲的7个监测国中，英国、俄罗斯与乌克兰3个国家的小麦产量同比均有不同程度的增加，其余4个监测国的小麦产量同比均减少，其中罗马尼亚减幅较大，达3.6%；在位于非洲的4个监测国中，除埃及的小麦产量同比增加4.7%外，其余3个监测国的产量同比均减少；北美洲的美国小麦产量同比增加2.6%，而加拿大与墨西哥小麦产量同比分别减少7.9%与0.9%；南美洲的巴西小麦产量同比增加3.5%，而阿根廷同比减少3.5%；澳大利亚的小麦产量同比增加0.9%。

在3个最重要的大豆生产国中，美国2015年的大豆产量与2014年基本持平（-0.1%）；巴西大豆产量同比增加1.3%，而阿根廷同比减少1.3%。在其他大豆生产国中，有10个国家的大豆产量变幅较大，其中俄罗斯、南非、埃塞俄比亚、土耳其、哈萨克斯坦与墨西哥的产量同比增幅均在10%以上，而印度尼西亚、缅甸、泰国与柬埔寨的减产幅度均超过5%。

受到厄尔尼诺现象的影响，一些国家的四种作物产量显著下降，印度尼西亚水稻产量同比减少2.4%，南非玉米产量减少11.8%，埃塞俄比亚玉米、小麦产量分别减少3.2%和3.3%，尼日利亚玉米、水稻、小麦均减产，其中小麦减产13.9%。

5.1.2 中国大宗粮油作物产量

2015年四种大宗粮油作物总产量为56377万吨，较2014年大宗粮油作物总产量增加432万吨，增幅为0.8%。其中，小麦总产量为12161.4万吨，同比增加1.3%；水稻总产量为20232.5万吨，同比增加0.6%；大豆总产量为1301.4万吨，同比减少0.5%；玉米总产量为19373.4万吨，同比增加0.9%（表5-2）。受小麦种植面积扩大和单产增长的双重影响，全国小麦产量同比增长。受益于2015年全国中稻产量的显著增加（与2014年相比增加1.0%），全国水稻产量同比增加。2015年秋粮生长季内，包括河南、山东、河北等省份气候适宜，玉米单产大幅提高，使得2015年全国玉米产量同比升高。由于全国大豆种植面积进一步缩减，2015年全国大豆产量继续减少。

表5-2 2015年中国各省份小麦、水稻、玉米以及大豆产量

	玉米		水稻		小麦		大豆	
	产量 (万吨)	变幅 (%)	产量 (万吨)	变幅 (%)	产量 (万吨)	变幅 (%)	产量 (万吨)	变幅 (%)
安徽	359.8	-0.9	1736.9	1.3	1124.5	-1.1	110.9	1.0
重庆	216.2	3.0	488.7	2.1	111.8	-0.1		
福建			288.1	2.5				
甘肃	481.5	4.6			263.2	-1.5		
广东			1103.7	-0.3				
广西			1126.8	2.6				
贵州	495.2	-1.0	521.9	1.4				
河北	1725.1	6.2			1073.0	1.1	18.0	4.8
黑龙江	2592.0	-1.5	2030.4	0.4			458.1	-0.1
河南	1677.5	4.8	394.0	1.1	2599.2	0.9	77.4	5.0
湖北			1600.1	0.6	432.8	-2.7		
湖南			2535.3	-0.2				
内蒙古	1426.3	-0.7					82.7	-1.1
江苏	224.9	1.0	1697.0	2.4	960.6	1.1	79.2	1.4
江西			1741.5	0.3				
吉林	2429.5	1.1	506.9	0.9			66.9	1.4
辽宁	1275.5	-1.0	483.1	2.6			51.6	0.9
宁夏	172.6	-4.0	54.2	-0.6				
陕西	364.0	-5.9	105.3	1.2	399.7	1.1		
山东	1882.4	2.6			2288.1	4.5	67.7	2.7
山西	877.1	-8.6			210.9	0.7	17.3	-7.6
四川	717.8	1.1	1488.6	1.4	467.3	1.7		
云南	581.6	3.6	531.6	-0.3				
浙江			645.5	-0.2				
小计	18162.5	0.8	19079.5	0.9	10239.0	1.2	1029.8	0.7
其他	1210.9	2.6	1153.1	-4.4	1887.4	1.6	271.5	-4.8
中国总计*	19373.4	0.9	20232.5	0.6	12161.4	1.3	1301.4	-0.5

注：*中国总产量中不包含台湾省、香港和澳门特别行政区的作物产量。

2015年中国单一作物分省产量占该作物全国总产比例最高的是黑龙江省的大豆，产量占全国大豆总产的35%。安徽、河南、内蒙古、江苏、吉林和山东也是中国的大豆主产省区，大豆产量占全国大豆总产的比例也都高于5%。黑龙江、吉林和山东三省是中国的玉米主产省区，玉米产量占全国总产的比例分别为13.4%、12.5%和9.7%。河南和山东作为全国小麦的主产省区，小麦产量占全国小麦总产的比例高达21%和19%，同属于全国小麦主产省区的安徽、河北和江苏，各自小麦产量占全国小麦总产的比例也都大于7%。作为中国的水稻主产省区的湖南、黑龙江、安徽、江西、江苏、湖北和四川，水稻产量合计占全国水稻总产的比例高达63%。

在监测的24个省份中，辽宁和广西的水稻产量受单产大幅提升的影响，产量增幅均达2.6%。山西、陕西和宁夏的玉米产量降幅最大，同比分别减少8.6%、5.9%和4.0%，这主要是由于单产和种植面积均有所下降。河北和河南玉米单产大幅增长，总产量同比增加6.2%和4.8%；山东省小麦种植面积和单产增加，使得小麦产量增加4.5%。与全国其余大豆主产省产量均呈现下降趋势不同，河北和河南大豆产量受种植面积和单产增加的影响，大豆产量分别增加4.8%和5.0%，山西受种植面积和单产降低的影响，大豆产量大幅下滑7.6%。

对于不同生长季的水稻，中稻主产省产量增加，同比增产1.0%，晚稻略增0.2%，而早稻主产省产量较2014年下降约0.7%（表5-3），主要原因是中稻生育期内，农业气象条件总体正常，单产得到保证，而早稻主产区受台风、暴雨（如广东、广西）等不利天气的影响，单产有所降低。

表5-3 2014年中国各省份早、中、晚稻产量

	早稻		中稻		晚稻	
	产量(万吨)	变幅(%)	产量(万吨)	变幅(%)	产量(万吨)	变幅(%)
安徽	184.0	-3.7	1374.3	2.2	178.7	-0.3
重庆			488.7	2.1		
福建	173.3	3.2			114.8	1.4
广东	530.5	1.9			573.3	-2.3
广西	559.1	3.0			567.6	2.2
贵州			521.9	1.4		
河南						
湖北			2030.4	0.4		

续表

	早稻		中稻		晚稻	
	产量(万吨)	变幅(%)	产量(万吨)	变幅(%)	产量(万吨)	变幅(%)
湖南			394.0	1.1		
江苏	232.0	-3.3	1088.0	1.8	280.1	-0.9
江西	820.7	-0.9	853.2	2.3	861.4	-1.9
吉林			1697.0	2.4		
辽宁	736.7	1	287.3	-0.1	717.5	-0.2
宁夏			506.9	0.9		
陕西			483.1	2.6		
四川			54.2	-0.6		
云南			105.3	1.2		
浙江			1488.6	1.4		
小计	3318.4	0.4	12379.0	1.5	3382.1	-0.7
其余省份	194.0	-17.1	771.6	-5.5	187.4	20.6
中国总计*	3512.3	-0.7	13150.7	1.0	3569.5	0.2

注：*中国总产量中不包含台湾省、香港和澳门特别行政区的作物产量。

受秋粮生育期内适宜的光温条件影响，2015年秋粮总产量为40726万吨，增产约242万吨；夏粮总产量为12354万吨，增产约216万吨；全年粮食总产量为56808万吨，同比增产431万吨，增幅为0.8%。

5.1.3 2016年生产形势展望

2016年中国生产形势展望：

2016年夏粮面积和单产同步下降，预计夏粮总产量为12177万吨，较2015年下降2.9%。其中冬小麦总产量预计为11121万吨，较2015年减产2.0%，主要原因是冬小麦单产同比下降1.9%。利用最新的中国高分辨率卫星影像（GF-1）对中国11个主要冬季作物种植省份的耕地种植状况及作物种植面积进行复核，2016年中国冬小麦面积较2015年略减0.1%，夏粮总面积同比缩减1.8%，主要原因是受油菜最低收购价政策的调整，2016年中国油菜种植面积显著缩减。

2016年南半球生产形势展望：

本报告对南半球2015年冬小麦产量进行复核，同时对正遭受严重干旱影响的南非主要秋粮作物（玉米）的产量进行定量预测。南非及其周边区域出现的重度干旱已经严重威胁该地区若干国家的粮食安全。

阿根廷小麦产量复核结果显示，2015~2016年度冬小麦产量为1067.5万吨，较2014~2015年度减产11%，减产的主要原因是冬小麦收获面积和单产均有所下降。其中布宜诺斯艾利斯省和恩特里雷奥斯州小麦增产（分别增加11%和24%），而圣大非省和科尔多瓦省小麦产量分别下降14%和34%，其余各州小麦产量也大幅下降。与阿根廷邻近的巴西小麦产量同比增加4.5%，为701.3万吨，但巴西各州小麦产量增减不一。其中，圣卡塔琳娜州小麦产量增幅最大，增产约20%，南里约格兰德州小麦同比增加13%，而巴拉纳州的小麦减产12%。

CropWatch 利用覆盖小麦完整生育期的遥感数据，复核澳大利亚小麦产量为2527.8万吨，同比减产1%。细分到各小麦主产州而言，南威尔士州和维多利亚州小麦分别增产5%和7%，而南澳大利亚州和西澳大利亚州则分别减产7%和3%。

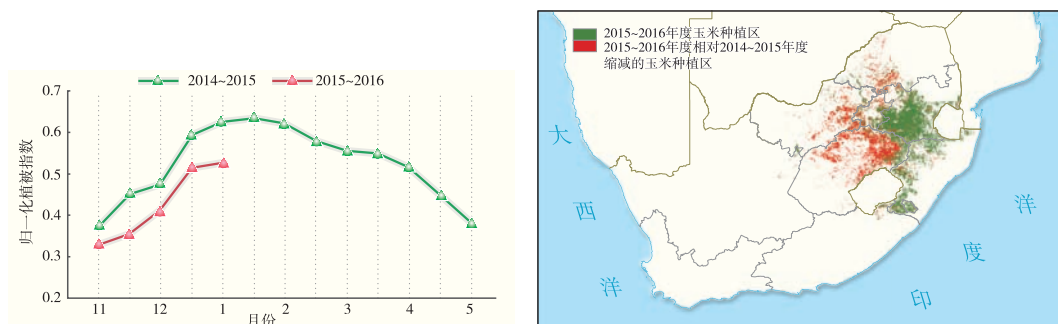


图5-1 2014~2015年与2015~2016年南非玉米种植区作物生长过程线对比与相对分布
(红色和绿色区域为2015年1月份南非玉米种植范围，绿色区域为2016年1月份在严重干旱中存活下来的玉米种植范围)

图5-1（左）是南非玉米种植面积与生长过程曲线的详细状况。2015年与去年同期玉米种植区NDVI过程线显示，2015年NDVI绝对值较去年同期偏低0.1以上。图5-1右图显示，南非的自由州省、西北省和林波波省等三个主要玉米生产省份2016年1月份存活的玉米种植范围较2015年1月大幅缩减。定量监测结果显示，南非玉米平均单产同比下降16%，玉米种植面积同比下降34%，全国玉米总产量预计将从2015年的1320.7万吨大幅下降到732.1万吨，降幅高达45%。

5.2 中国国内大宗粮油作物价格走势预测

粮食价格的早期预警关系国家利益，同时也关系到企业、农场、农业承包户的经济利益。中国粮食加工企业规模不断壮大，每年从国际市场进口大量粮食，本报告基于“价格螺旋”预测模型¹对大宗粮油作物生产、消费的各个环节的价格进行跟踪并预测价格拐点，有助于解决“追涨杀跌”的生产和消费者行为，引导粮食贸易相关人员和企业建立符合现实规律的、稳健的生产和消费策略。

根据国家发改委价格信息中心提供的2004年1月~2015年12月全国粮食价格收购数据（月报），应用“全国粮食价格预测模型”进行了价格趋势预测与预警。基于国际大豆消费率（消费总量占生产总量的比例）与“价格螺旋”预测模型，报告确定了2004年1月~2015年12月大豆国内收购价格的变化趋势、价格上边界、价格下边界（两条红色实线）和价格通道内上边界、价格通道内下边界（两条红色虚线）。图5-2价格通道中两条虚线构成的范围为均衡区间，虚线外与价格上下边界的区间为非均衡区间，又分为超景气区间和价格非景气区间，价格上升期价格趋势拐点出现在价格通道上边界附近的可能性高，而价格下降期价格趋势拐点出现在价格通道下边界附近的可能性较高，均超过80%。

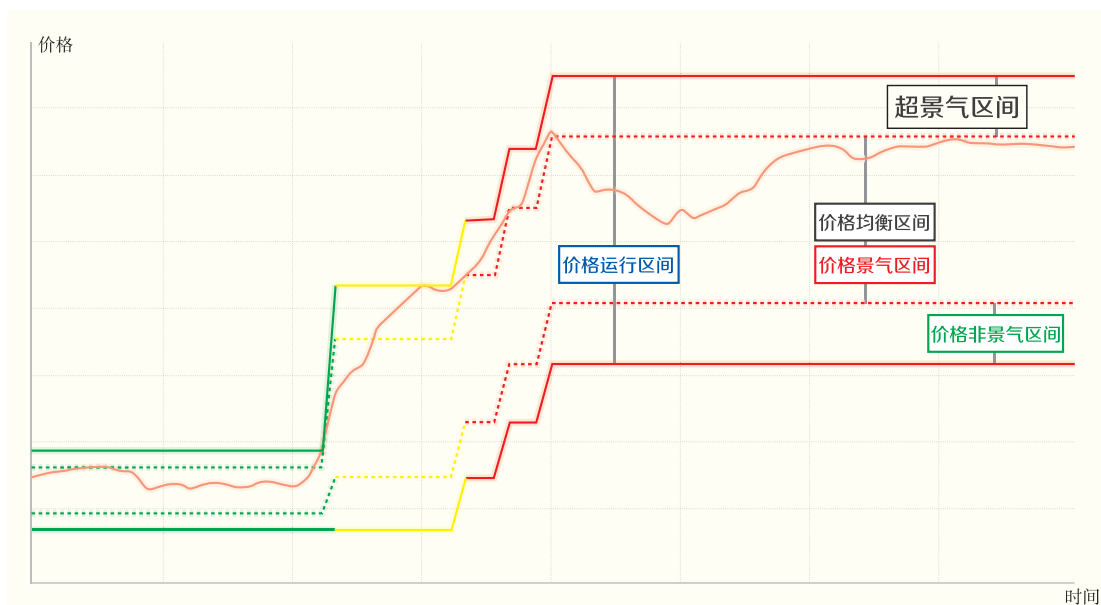


图5-2 作物价格上下边界与价格区间示意图

基于上述理论，《全球农情遥感速报》（2016年2月4日）对中国的大豆、玉米、小麦和水稻价格趋势进行预测，结果显示中国大豆价格处于均衡区间，但总体处于下行趋势中，预计2016年2月之后中国大豆价格将保持在均衡区间内波动下行（图5-3）。

引自：方景新．价格规律的新发现——价格的螺旋变化规律．《中国物价》，2011（9）：17-18．

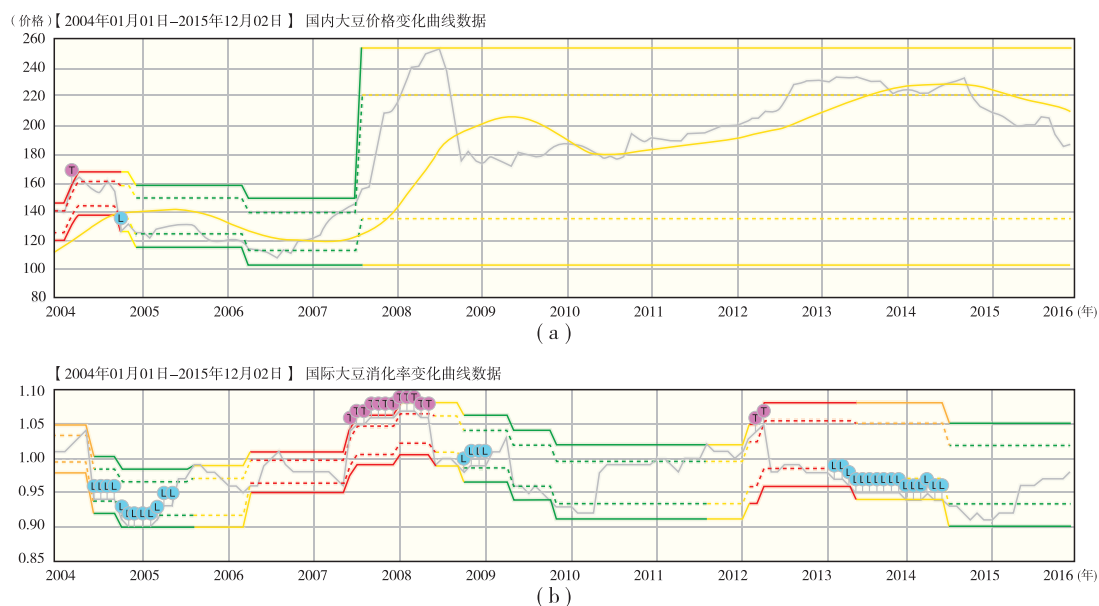


图5-3 国内大豆价格变化曲线 (a) 以及国际大豆消费率变化曲线 (b)

注：图中灰色曲线是价格和消费率，黄色曲线是价格采集20周移动平均线。上下边界（实线和虚线）是“价格螺旋”模型数据。

中国水稻消费率处于非均衡区间（非景气区间），价格有筑底迹象，中国粳稻国内价格处于均衡区间，呈下行趋势，2016年2月之后，中国粳稻价格仍将保持在均衡区间内波动，下行趋势将减缓（图5-4）。

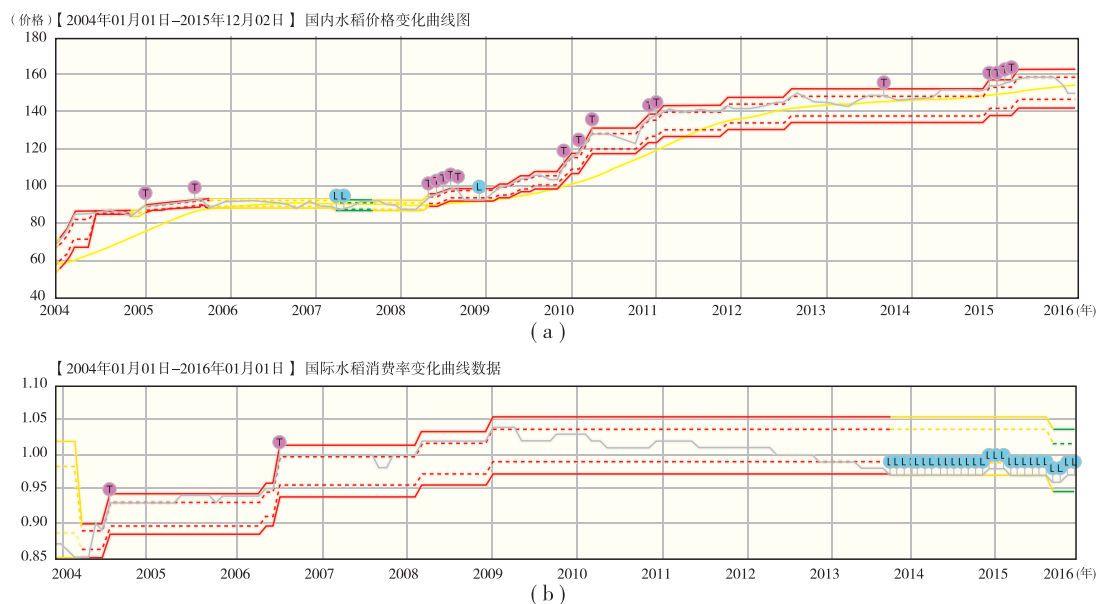
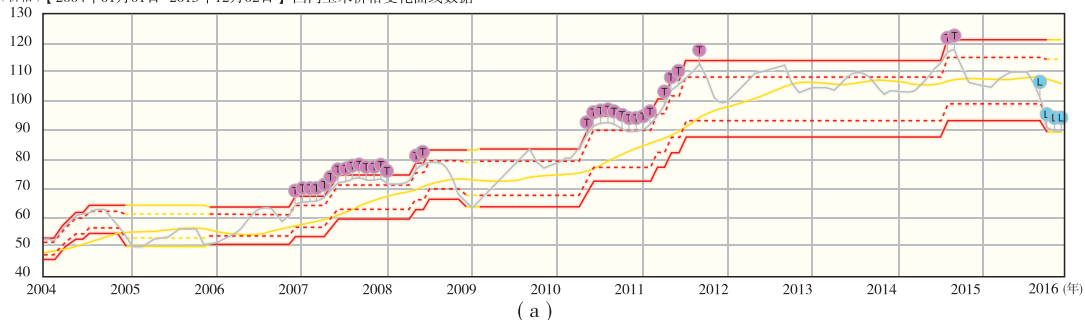


图5-4 国内水稻价格变化曲线 (a) 以及国际水稻消费率变化曲线 (b)

2016年2月4日，中国玉米消费率和玉米国内价格均处于非均衡区间，接近下边界，有筑底迹象，中国玉米价格已经进入底部转折期，2016年2月之后玉米价格有望反弹（图5-5）。加之2016年农业部玉米种植面积调减，有助于增加玉米价格的反弹空间。

(价格)【2004年01月01日-2015年12月02日】国内玉米价格变化曲线数据



【2004年01月01日-2016年01月01日】国际玉米消费率变化曲线数据

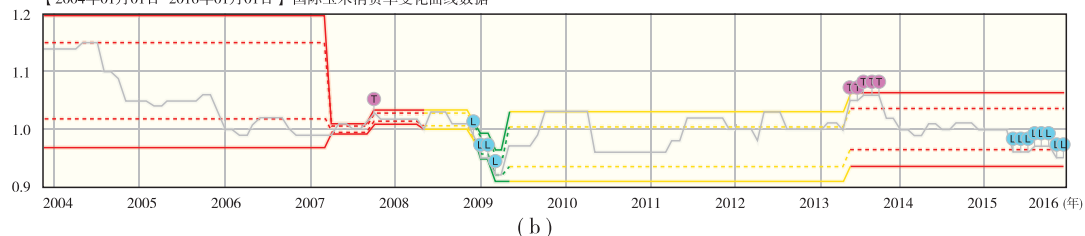
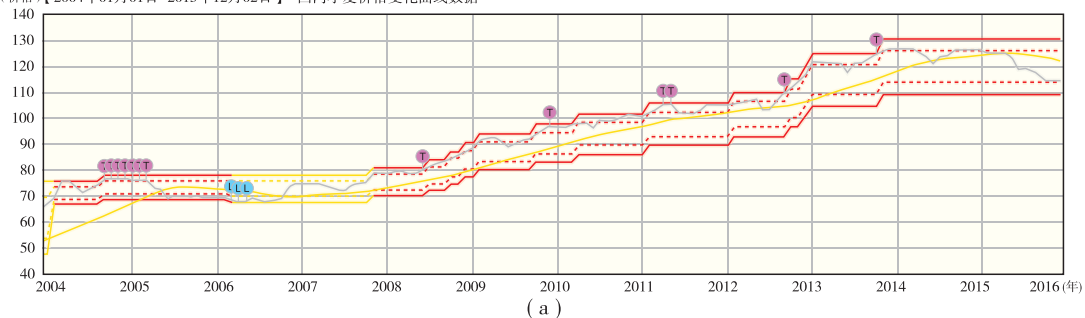


图5-5 国内玉米价格变化曲线 (a) 以及国际玉米消费率变化曲线 (b)

2016年2月小麦消费率处于非均衡区间，而小麦国内价格处于均衡区间，趋势向下，预计2016年2月之后中国小麦价格的下降趋势将逐渐趋缓（图5-6）。

(价格)【2004年01月01日-2015年12月02日】国内小麦价格变化曲线数据



【2004年01月01日-2015年12月01日】国际小麦消费率变化曲线数据

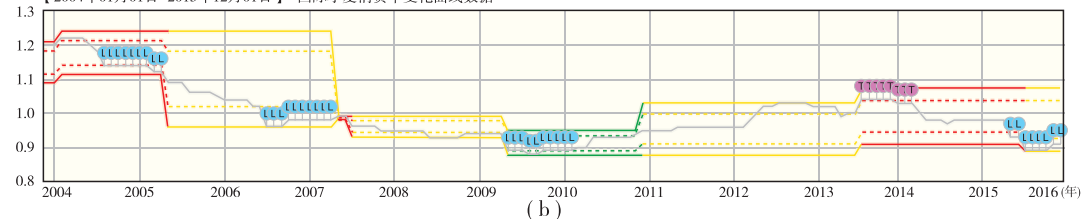


图5-6 国内小麦价格变化曲线 (a) 以及国际小麦消费率变化曲线 (b)

将模型预测的价格趋势与国内大连和郑州期货市场的现货月结算价格变动情况进行跟踪对照，本报告中预测预警的价格趋势与价格实际走势相吻合（图5-7）。其中，2月份预测了中国玉米价格处于底部转折期，大连商品交易所玉米现货月结算价数据显示，玉米价格从2015年11月的1755元/吨回升到了2016年3月份的2000元/吨左右。



图5-7 大连商品交易所玉米现货月结算价（2015～2016年）

5.3 全球大宗粮油作物供应形势

5.3.1 玉米

美国、阿根廷、巴西、法国、乌克兰、印度、南非和罗马尼亚等国是全球最重要的玉米出口国，这些国家的玉米生产形势直接关系到全球玉米市场的供应形势。受降水异常影响，雨养条件下玉米产量波动剧烈，导致全球玉米主要出口国玉米总产量年度波动明显，部分年份的年际供应数量变化幅度高达5%，不同年份全球玉米供应数量相差近万吨，其中2007年玉米供应数量最低，仅为59776万吨，而2015年供应数量达到历史最高，为69104万吨，主要得益于近3年来保持稳定的全球玉米主要出口国总产量（图5-8）。

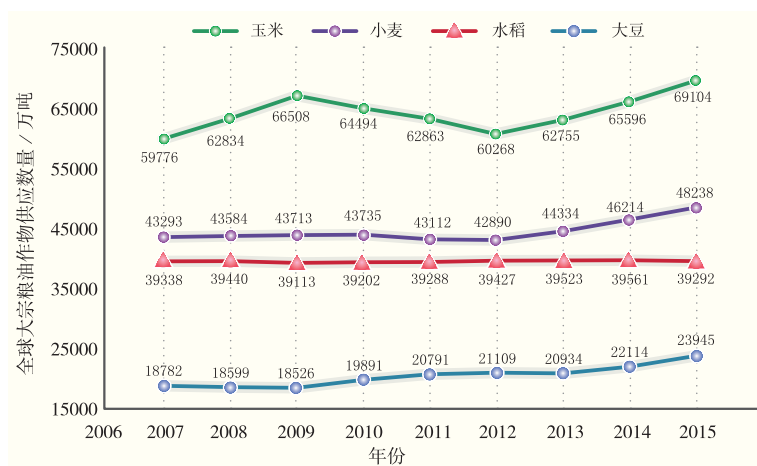


图5-8 全球大宗粮油作物供应形势变化趋势

5.3.2 水稻

水稻主要出口国多分布在亚洲，包括泰国、越南、巴基斯坦、印度、柬埔寨等国在内的东南亚诸国贡献了全球水稻出口总量的75%以上。全球水稻主要出口国水稻总产量变幅较小，年际供应数量变幅小于1%。2007年以来，全球水稻供应数量稳定在39000万吨至39600万吨之间，其中2009年水稻供应数量最低，之后受粮价上涨的影响，东南亚各国加强了水稻生产的力度，全球水稻产量保持稳定，水稻供应数量稳步增加。2015年受强厄尔尼诺现象影响，南亚与东南亚水稻生产受到干旱威胁，其中印度及印度尼西亚水稻产量均减产200万吨以上，导致全球水稻供应数量小幅下降。

5.3.3 小麦

美国、法国、加拿大、澳大利亚、俄罗斯、哈萨克斯坦和德国等国是全球主要的小麦出口国。2012年之前，小麦主要出口国供应数量总体稳定，年际波动较小，2007~2010年间供应数量小幅增加，但2011年和2012年的供应数量逐渐降低；2013~2015年全球小麦产量连续三年保持快速增长，小麦供应数量呈线性增长趋势，年度供应数量增加约200万吨，2015年全球小麦供应数量达到48238万吨，显著高于2013年以前的供应数量。

5.3.4 大豆

美国、巴西和阿根廷是全球最主要的大豆出口国，三个国家出口的大豆数量常年占全球大豆出口总量的85%以上。2009年之后全球主产国大豆供应数量逐渐增加，2010年和2015年全球大豆供应数量增加幅度较大。2011~2013年间，全球大豆供应数量连续三年保持稳定。2014年全球大豆出口国产量大幅增长，2015年维持在2014年的高产水平，2015年全球大豆供应数量显著增加，达到23945万吨，为2007年以来最高水平，较2009年的最多供应数量增加近30%。近10年来，全球大豆供应数量增加趋势显著。

5.4 中国主要粮食品种进出口展望

利用2013~2015年全球主要国家大宗粮油作物产量遥感监测数据，根据农业重大冲击和政策模拟模型（基于GTAP标准模型构建），在评估2015年中国粮食进出口状况下，预计2016年大宗粮油作物品种进口有增加趋势（图5-9）。具体如下：

水稻：

2015年中国水稻进口337.7万吨，主要进口来源国为越南、泰国和巴基斯坦，分别占进口总量的53.2%、28.3%和13.1%，进口额为15.0亿美元。水稻出口28.7万吨，主要出口到韩国和日本，分别占出口总量的56.7%和12.7%，出口额为2.7亿美元。CropWatch监测结果显示，2015年越南水稻产量为4507万吨，同比增长2%；泰国水稻产量为3935万吨，同比增长1%；巴基斯坦水稻产量为946万吨，与2014年基本持平。综上，2015年中国水稻主要来源国水稻产量稳中有升，有利于中国水稻进口。

根据模型预测结果，2016年水稻进口增长3.0%，出口减少0.7%。短期内受库存高企以及国内外价格差拉大影响，预计2016年水稻进口保持略增势头，但仍保持在配额范围以内。

小麦：

2015年中国小麦进口300.0万吨，主要进口来源国为澳大利亚、加拿大和美国，分别占进口总量的41.9%、33.0%和20.0%，进口额为9.0亿美元。小麦出口12.2万吨，主要出口到中国香港和朝鲜，出口量分别为9.2万吨和1.4万吨，分占出口总量的75.2%和11.9%，出口额为7300万美元。2015年澳大利亚小麦产量为2581万吨，同比增长1%；加拿大小麦产量为3067万吨，同比减少8%，减产的主要原因是加拿大小麦主产区中的艾伯塔省、曼尼托巴省遭遇严重旱情；美国小麦产量为5660万吨，同比增长3%，美国小麦主产州中的堪萨斯州、俄克拉荷马州与德克萨斯州受益于充足的降水，小麦增产。

根据模型预测结果，2016年中国小麦进口增长1.5%，出口减少6.2%。小麦比较效益在三大谷物中一直处于最低水平，农民种植小麦的积极性不高，预计2016年小麦进口量稳中略增。

玉米：

2015年中国进口玉米473.0万吨，主要进口来源国为乌克兰和美国，分别占进口总量的81.1%和9.8%，进口额为11.1亿美元。玉米出口1.1万吨，主要出口到朝鲜，占89.0%，出口额为489.9万美元。2015年乌克兰产量为2815万吨，同比减产6%，但乌克兰近3年玉米产量为该国历史最高产的三年，2014~2015年玉米出口量达到创纪录的水平，预计2016年玉米出口量较2015年下降，但仍将保持在较高水平；2013~2015年间，美国玉米产量同样处于历史最高水平，玉米供应数量充足。

根据模型预测结果，2016年中国玉米进口增长3.6%，出口减少9.5%。但是考虑到中国种植业结构调整，农业部预期2016年玉米种植面积调减2000万亩以上。综合分析，预计2016年玉米进口将较2015年显著增加，玉米替代品也将大量进口。

大豆：

2015年中国进口大豆8169.4万吨，主要进口来源国为巴西、美国 and 阿根廷，分别占进口总量的49.1%、34.8%和11.6%，进口额为348.3亿美元。大豆出口13.4万吨，主要出口到美国、日本和韩国，分别占出口总量的31.7%、24.7%和20.3%，出口额为1.3亿美元。2015年中国大豆进口来源国（巴西、美国和阿根廷）大豆总产量为24877万吨，与2014年基本持平，预计2016年大豆供应形势宽松。

根据模型预测结果，2016年中国大豆进口增长6.4%，出口减少17.5%。但是考虑到中国种植业结构调整，农业部预期2016年中国大豆种植面积调增600万亩以上。因此大豆播种面积较2015年有所增加，进口大豆增长空间收窄。预计2016年大豆进口总量仍将增长，但增幅下降。

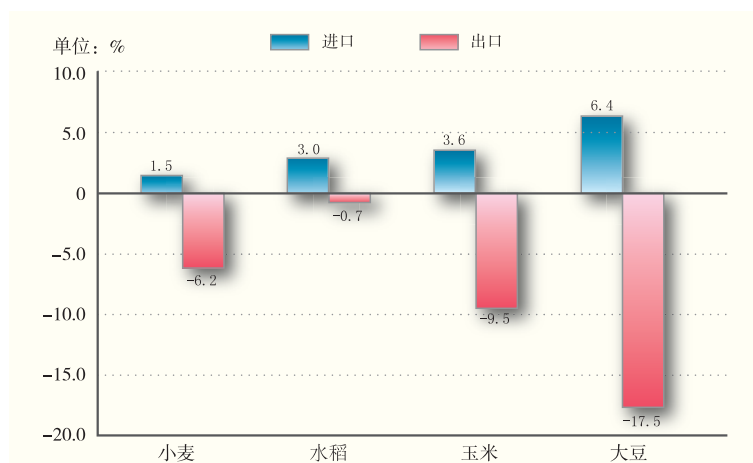


图5-9 2016年中国四大粮食作物预期进出口量变化幅度（未考虑国家政策调整）

六、结 论

报告主要基于多源遥感与气象数据,对2015年度全球65个农业生态区的气象条件、全球7个农业主产区及中国7个农业分区粮油作物种植与胁迫状况、全球粮食产量与供应形势进行了遥感监测和分析,并对2016年全球粮油生产形势进行了展望。报告独立客观地反映了全球不同国家和地区的大宗粮油作物生产状况,对增强全球粮油信息透明度、保障全球粮油贸易稳定和全球粮食安全具有重要意义。

(1) 2015年全球大宗粮油作物产量达27.65亿吨,增产476万吨,同比增长0.2%。其中,全球小麦产量为72432万吨,同比增产249万吨,增幅为0.3%;全球玉米总产量为99032万吨,与2014年基本持平;全球水稻总产量为74200万吨,较2014年减产111万吨,减幅为0.1%;全球大豆产量为30879万吨,同比增产296万吨,增幅为1.0%。受强厄尔尼诺的影响,印度尼西亚水稻、南非玉米、埃塞俄比亚玉米和小麦产量显著下降,但全球大宗作物产量仍与2014年持平。

(2) 2015年中国粮食总产量为56808万吨,较2014年增产431万吨,增幅为0.8%。其中,夏粮总产量为12570万吨,较2014年增产216万吨,增幅为1.7%;秋粮总产量为40726万吨,同比增产242万吨,增幅为0.6%。强厄尔尼诺以及病虫害未对中国大宗粮油作物产量造成显著影响。

(3) 2016年,澳大利亚、巴西和阿根廷三个南半球小麦主产国预计小麦总产量为4296.6万吨,相比2015年度将减少137.8万吨;受严重旱情影响,南非玉米平均单产同比下降16%,玉米种植面积同比大幅下降34%,预计2016年南非玉米总产量将下降到732.1万吨,同比减产588.6万吨,降幅高达44.6%;中国夏粮产量受单产下降和种植结构调整双重影响,预计将下降至12177万吨,降幅为2.9%,其中冬小麦总产量预计为11121万吨,较上一年度减产2.0%。

致 谢

本年报由中国科学院遥感与数字地球研究所数字农业研究室的全球农情遥感速报（CropWatch）团队撰写，其中中国病虫害发生状况由中国科学院遥感与数字地球研究所黄文江研究员团队提供，中国大宗粮油综合价格预测由盛三界公司方景新提供，中国主要粮食进出口展望由中国农业科学院聂凤英研究员团队提供。

年报得到了中华人民共和国科学技术部、国家粮食局以及中国科学院的项目和经费支持，包括：国家高技术研究发展计划（863）（No.2012AA12A307）、国家国际科技合作专项项目（No.2011DFG72280）、国家粮食局公益专项（201313009-02；201413003-7）、中国科学院科技服务网络计划（KFJ-EW-STS-017）、中国科学院外国专家特聘研究员计划（2013T1Z0016）和中国科学院遥感与数字地球研究所“全球环境与资源空间信息系统”项目。

感谢中国资源卫星应用中心、国家卫星气象中心、中国气象科学数据共享服务网等对年报工作提供的支持。感谢欧盟联合研究中心粮食安全部门（FOODSEC/JRC）的 François Kayitakire和Ferdinando Urbano提供的作物掩膜数据；感谢比利时法兰德斯研究院（VITO）的Herman Eerens, Dominique Haesen以及 Antoine Royer提供的SPIRITS 软件、SPOT-VGT 遥感影像、生长季掩膜和慷慨的建议；感谢Patrizia Monteduro 和Pasquale Steduto提供的GeoNetwork产品的技术细节；感谢国际应用系统分析研究所和Steffen Fritz提供的全球土地利用地图。

附 录

1 数据

在年报中，全球农业环境评估及环境指标计算所使用的基础数据包括全球的气温、降水、光合有效辐射（PAR）产品；全球大宗粮油作物生产形势分析所使用的基础分析数据包括潜在生物量、归一化植被指数（NDVI）和植被健康指数（VHI）等。

1.1 归一化植被指数

年报所用的归一化植被指数（NDVI）主要是美国国家航空航天局（NASA）提供的2001年1月~2016年1月的MODIS NDVI数据。利用全球耕地分布数据对NDVI数据进行掩膜处理，剔除非耕地，确保NDVI数据集适于粮油作物长势监测及估产等研究。此外，年报还使用了比利时法兰德斯研究院（VITO）提供的法国SPOT卫星VEGETATION传感器的长时间序列（1999~2012年）的NDVI平均数据，分辨率为 0.185° 。

1.2 气温

年报生产的气温产品为覆盖全球（ $0.25^{\circ}\times 0.25^{\circ}$ ）的旬产品，产品时间范围为2001年1月~2016年1月。该产品数据源为美国国家气候中心（NCDC）生产的全球地表日数据集（GSOD），包含全球9000多个站点的气温、露点温度、海平面气压、风速、降水、雪深等观测参量。

1.3 光合有效辐射

光合有效辐射（PAR）是影响作物生长的一个重要参数，是指波长范围在400~700nm的太阳短波辐射。年报所用的2001~2013年旬累积PAR数据来自NASA小时尺度的全球产品，统一重采样为 $0.25^{\circ}\times 0.25^{\circ}$ ；2014年1月以后的PAR数据由欧盟联合研究中心（EC/JRC）提供。

1.4 降水

年报生产了2001年1月~2016年1月的旬降水产品，空间分辨率为 $0.25^{\circ}\times 0.25^{\circ}$ ，覆盖范围为 $90^{\circ}\text{N}\sim 50^{\circ}\text{S}$ 之间的陆地。该产品有两个数据源：1）第7版的热带测雨卫星（TRMM）遥感降水数据集，空间分辨率为 $0.25^{\circ}\times 0.25^{\circ}$ ，覆盖范围为 $50^{\circ}\text{N}\sim 50^{\circ}\text{S}$ ；2）气象存档与反演系统产品，空间分辨率为 $0.25^{\circ}\times 0.25^{\circ}$ ，覆盖范围为 $50^{\circ}\text{N}\sim 90^{\circ}\text{N}$ 。

1.5 植被健康指数

植被健康指数（VHI）可以有效地指示作物生长状况。年报采用温度状态指数

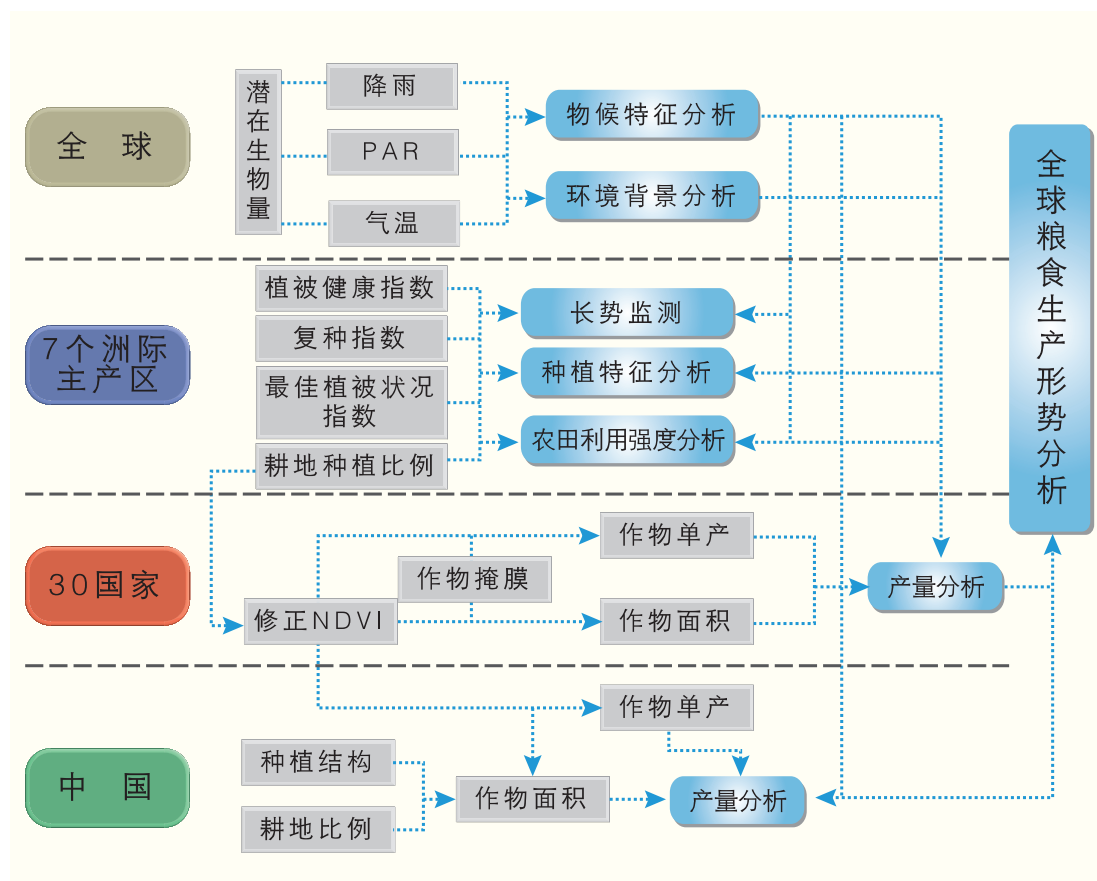
(TCI) 和植被状况指数 (VCI) 加权的方法计算植被健康指数。温度状态指数和植被状况指数数据均可以通过美国国家海洋和大气管理局(NOAA)国家气候数据中心的卫星数据应用和研究数据库下载。

1.6 潜在生物量

潜在生物量指一个地区可能达到的最大生物量。本年报基于Lieth“迈阿密”模型计算了净初级生产力，并以此作为潜在生物量。迈阿密模型中考虑了温度和降水两个环境要素，单位为克干物质每平方米 (gDM/m²)。

2 方法

在全球尺度上，利用三个农业环境指标（降水、PAR和气温）以及潜在生物量对全球农业环境进行评估；在七个洲际主产区的监测上，增加了植被健康指数、复种指数、最佳植被状况指数和耕地种植比例四个农情遥感指标，对各洲际主产区的作物长势及农田利用强度进行了分析；对全球总产80%以上的30个主产国（不含中国）进行了玉米、小麦、水稻和大豆四种大宗粮油作物的产量分析，对中国通过加入种植结构和耕地比例指标进行了省级尺度的产量分析。图a-1显示了年报的整体技术方法路线。



图a-1 全球大宗粮油作物遥感监测技术方法路线

2.1 农业环境指标获取

农业环境指标包括环境三要素（降水、温度、PAR）和潜在生物量，为粮油作物生产形势等农情分析提供大范围的全球环境背景信息。农业环境指标的计算基于25km空间分辨率的光、温、水数据，利用近5年平均潜在生物量作为权重（像元的潜在生产力越高，权重值越大），结合耕地掩膜计算降水、气温和PAR在不同区域以及用户定义时段内的累积值。其中，降水、气温、PAR等因子并不是实际的环境变量，而是在各个农业生态区的耕地上经农业生产潜力加权平均后的指标。例如，具有较高农业生产潜力地区的降水指标是对该区耕地面积上的平均降水赋予较高权重值，进行加权平均计算得出的一个表征指标；温度、PAR指标的计算与此类似。

2.2 复种指数（CI）提取

复种指数（CI）是考虑同一田地上一年内接连种植两季或两季以上作物的种植方式，描述耕地在生长季中利用程度的指标，通常以全年总收获面积与耕地面积比值计算，也可以用来描述某一区域的粮食生产能力。年报采用经过平滑后的MODIS时间序列NDVI曲线，提取曲线峰值个数、峰值宽度和峰值等指标，计算耕地复种指数。

2.3 耕地种植比例（CALF）计算

年报中，引入耕地种植比例是为了在用户关心时期内，监测特定区域内的耕地播种面积变化情况。基于像元NDVI峰值、多年NDVI峰值均值（NDVIm）以及标准差（NDVStd），利用阈值法和决策树算法区分耕种与未耕种耕地。

2.4 植被状况分析

年报基于Kogan提出的植被状况指数（VCI），采用最佳植被状况指数（VCIx）来描述监测期内当前最佳植被状况与历史同期的差异。最佳植被状况指数的值越高，代表研究期内作物生长状态越好，最佳植被状况指数大于1时，说明监测时段的作物长势超过历史最佳水平。因此，最佳植被状况指数更适宜描述生育期内的作物状况。

2.5 时间序列聚类分析

时间序列聚类方法是自动或半自动地比较各像元的时间序列曲线，把具有相似特征曲线的像元归为同一类别，最终输出不同分类结果的过程。这种方法的优势在于能够综合分析时间序列数据，捕捉其典型空间分布特征。本报告应用比利时法兰德斯研究院（VITO）为欧盟联合研究中心农业资源监测中心（JRC/MARS）开发的SPIRITS软件，对NDVI时间序列影像（当前作物生长季与近5年平均的差值）以及降水量和温度（当前作物生长季与过去14年平均的差值）进行了时序聚类分析。

2.6 基于NDVI的作物生长过程监测

基于NDVI数据，绘制研究区耕地面积上的平均NDVI值时间变化曲线，并与该区上一年度、近5年平均、近5年最大NDVI的过程曲线进行对比分析，以此反映研究区作物长势的动态变化情况。

2.7 作物种植结构采集

作物种植结构是指在某一行政单元或区域内，每种作物的播种面积占总播种面积的比例，该指标仅用于中国的作物种植面积估算。作物种植结构数据通过利用种植成数地面采样仪器(GVG)在特定区域内开展地面观测，来估算该区域各种作物的种植比例。

2.8 作物种植面积估算

中国、美国、加拿大、澳大利亚和埃及的作物种植面积和其他国家的作物种植面积估算方法有所不同。对于中国、美国、加拿大、澳大利亚和埃及，报告利用作物种植比例和作物种植结构对播种面积进行估算。其中，中国的耕地种植比例基于高分辨率的环境星(HJ-1 CCD)数据和高分一号(GF-1)数据通过非监督分类获取，美国和加拿大等国家的耕地种植比例基于MODIS数据估算；中国的作物种植结构通过GVG系统由田间采样获取，美国和加拿大等国家的作物种植结构由主产区线采样抽样统计获取。通过农田面积乘以作物种植比例和作物种植结构估算不同作物的播种面积。

对于其他无条件开展地面观测的主产国种植面积估算，报告引入耕地种植比例的概念进行计算，公式如下：

$$\text{面积}_i = a + b \times \text{CALF}_i$$

式中， a 和 b 为利用2002~2013年时间序列耕地种植比例和2002~2013年FAOSTAT或各国发布的面积统计数据线性回归得到的两个系数，各个国家的耕地种植比例通过CropWatch系统计算得出。通过当年和上一年的种植面积值计算面积变幅。

2.9 作物总产量估算

CropWatch基于上一年度的作物产量，通过对当年作物单产和面积相比于上一年变幅的计算，估算当年的作物产量。计算公式如下：

$$\text{总产}_i = \text{总产}_{i-1} \times (1 + \Delta \text{单产}_i) \times (1 + \Delta \text{面积}_i)$$

式中， i 代表关注年份， $\Delta \text{单产}_i$ 和 $\Delta \text{面积}_i$ 分别为当年单产和面积相比于上一年的变化比例。

对于中国，各种作物的总产通过单产与面积的乘积进行估算，公式如下：

$$\text{总产} = \text{单产} \times \text{面积}$$

对于31个粮食主产国，单产的变幅是通过建立当年的NDVI与上一年的NDVI时间序列函数关系获得。计算公式如下：

$$\Delta \text{单产}_i = f(\text{NDVI}_i, \text{NDVI}_{i-1})$$

式中, $NDVI_t$ 和 $NDVI_{(t-1)}$ 是当年和上一年经过作物掩膜后的NDVI序列空间均值。综合考虑各个国家不同作物的物候, 可以根据NDVI时间序列曲线的峰值或均值计算单产的变幅。

2.10 全球验证

以上各遥感农情指标及产量的验证是基于全球28个研究区的地面观测工作而进行的。其中国内的观测站点包括山东禹城、黑龙江红星农场、广东台山、河北衡水、浙江德清等试验站; 国外观测验证区包括俄罗斯、阿根廷、美国大豆与玉米主产区等地的地面观测点。



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