

分类号：
学号：20232212001

密级：公开
单位代码：10759

石河子大学

硕士学位论文



新疆棉花气候年景评估与预测平台 构建与应用

学位申请人	黄凌聪
指导教师	吕新 教授 朱军行 工程师
申请学位类别	农业硕士
专业名称	农业
研究领域	农艺与种业
所在学院	农学院

中国·新疆·石河子
2026年6月

分类号：
学号：20232212001

密级：公开
单位代码：10759

石河子大学

硕士学位论文



新疆棉花气候年景评估与预测平台 构建与应用

学位申请人	黄凌聪
指导教师	吕新 教授 朱军行 工程师
申请学位类别	农业硕士
专业名称	农业
研究领域	农艺与种业
所在学院	农学院

中国·新疆·石河子
2026年6月

**Construction and Application of a Climate Year Assessment and
Prediction Platform for Xinjiang Cotton**

A Dissertation Submitted to

Shihezi University

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Agriculture

By

Huang Lingcong
Agronomy and Seed Industry

Dissertation Supervisor: Prof. Lv Xin

June, 2026

石河子大学学位论文独创性声明及使用授权声明

学位论文独创性声明

本人所提交的学位论文是在我导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示谢意。

研究生签名：黄凌聪


时间：2026年5月20日

使用授权声明

本人完全了解石河子大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文在学校图书馆保存并允许被查阅。有权自行或许可他人将学位论文编入有关数据库提供检索服务。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

研究生签名：黄凌聪

时间：2026年5月20日

导师签名：

时间：2026年5月20日

摘要

【目的】

在全球气候变化日趋严重，极端天气频繁发生的大环境下，对农业生产所处的气候年景进行科学评估和预测，对于保证粮食安全和农业可持续发展来说，有着十分重要的现实意义。新疆是我国乃至世界上最大的棉花生产基地，棉花总产量占全国总产的绝对比例，2025年播种面积及产量所占的比重分别为87%与92.8%（数据来源于新疆维吾尔自治区统计局2025年棉花产业发展报告）。但是该地区棉花生产高度依赖光、热、水等气候资源，受温度波动、降水异常和干旱、高温等极端天气的影响很大，存在较大的气候风险。同时支撑棉花产业数字化、智能化转型的多源数据，即气象观测、作物产量、遥感影像、地理信息等等，具有海量、异构、多尺度的特点，存在异构数据统一存储管理难度大、数据分析处理流程碎片化、气候评估预测模型分散孤立、缺乏标准化共享调用接口等突出问题，限制了气候年景科研成果向高效决策服务的转化。针对上述问题，本文构建了一个面向新疆棉花的气候年景评估与预测集成平台，从而拓宽单一作物精细化气候服务和农业大数据管理融合应用的技术途径。

【方法】

本文按照数据、模型、应用的全链路设计思想，系统地开展平台创建工作。对多源异构数据的管理问题，设计出混合分布式存储结构，使用Hadoop生态系统。该架构使用HDFS、MySQL和MongoDB相结合的方式，把大量的遥感影像、结构化的产量表格、半结构化的模型文件、非结构化的文档存储起来，用Hive和Spark提高数据查询和处理的效率。集成数据清洗、标准化、融合、动态脱敏和加密的流程，以模型整合、高效应用为目标，构建服务化、可扩展的棉花气候年景评估与预测模型库。模型库将棉花气候年景产量评估模型、棉花气候年景品质评估模型、棉花气候年景产量指标预测模型以及棉花气候年景品质指标预测模型集成至同一个系统里，用RESTful API做标准化的服务封装，可以供不同的平台以及第三方系统调用，采用容器化技术将模型的依赖环境进行隔离，保证其独立稳定运行，并且加入了动态加载以及元数据管理的功能，用户可以直接上传和集成自定义的模型，无需重启服务即可实现模型库的拓展。在此基础上，利用Django和Web2py框架开发出集数据管理、模型库调用、决策支持于一体的业务平台。

【结果】

应用验证结果表明，本文所构建的平台有效地解决了多源异构数据整合、高效管理的问题。数据接入可以自动解析CSV、TIF、GeoTIFF、SHP、JSON等主流格式文件，入库成功率大于99%，跨多源数据的复杂聚合查询响应时间小于3秒，在并发用户数达到100的时候，依然可以保持平稳的性能，而且根据角色进行访问控制，数据传输加密，数据脱敏这些安全措施都达到了预期效果，整个数据生命周期的安全得到保证。模型库调用性能良好，模型加载、批量预测等指标都达到了设计的

要求，单个样本的预测耗时很低，在并发请求数达到50的时候响应时间仍然在合理的范围内。平台主要功能模块经过测试验证，性能较好，AI智能问答模块的平均响应时间为1.90秒，系统稳定度提高到99%，回答质量在准确度、相关性、专业性等各方面都达到了基线要求，技术措施领域专业性为90%，生产管理领域准确度为88%。平台具有服务棉花生产全过程科学决策的功能，在种植前可以依据气候年景评估来确定品种选择和播期，生长期可以根据气候年景预测来前瞻性调整灌溉、施肥等田间管理措施来防控气候风险，在收获期可以为确定最佳采收时间提供数据驱动的决策支持，满足政府管理部门、科研机构和生产者不同的需求。

【结论】

本研究围绕新疆棉花气候年景评估与预测的实际需求，构建了集多源异构数据治理、专业模型集成、决策支持于一体的集成化平台，在理论与实践层面均取得突破。理论上，本文构建了以棉花为核心的作物气候年景全链路服务平台架构，丰富了农业大数据管理与气候年景评估与预测的研究理论体系和实践模式，为小麦、玉米等其他大宗作物开展同类气候年景评估与预测研究，提供了可复用的技术方案与架构参考。实践上，平台构建了数据汇聚、模型集成、业务应用的完整技术链条，提升了新疆棉花产业多源数据资源的利用效率，推动了棉花气候年景评估与预测从分散化模型应用向系统化平台服务的转变，提高了棉花生产决策的科学化、精细化水平。本文构建的平台为新疆棉花产业应对气候变化风险、实现数字化转型与可持续高质量发展提供了有力的技术支撑，同时也为农业大数据与作物气候服务的深度融合应用探索了新的技术路径。

关键词：新疆棉花；气候年景；农业大数据；评估；预测

Abstract

【Objective】

In the context of increasingly severe global climate change and frequent extreme weather events, conducting scientific assessment and prediction of the climate year in which agricultural production is located is of great practical significance for ensuring food security and the sustainable development of agriculture. Xinjiang is the largest cotton production base in China and even the world. The absolute proportion of its total cotton output in the national total output, as well as the proportions of sown area and output in 2025, will be 87% and 92.8% respectively (data sourced from the 2025 Cotton Industry Development Report of the Xinjiang Uygur Autonomous Region Bureau of Statistics). However, cotton production in this region is highly dependent on climate resources such as light, heat and water. It is greatly affected by temperature fluctuations, abnormal precipitation and extreme weather conditions such as drought and high temperature, and there is a considerable climate risk. The multi-source data that simultaneously support the digital and intelligent transformation of the cotton industry, including meteorological observations, crop yields, remote sensing images, geographic information, etc., have the characteristics of being massive, heterogeneous, and multi-scale. There are prominent problems such as the difficulty in unified storage and management of heterogeneous data, fragmented data analysis and processing procedures, scattered and isolated climate assessment and prediction models, and the lack of standardized sharing and invocation interfaces. It has restricted the transformation of scientific research achievements on climate years into efficient decision-making services. In response to the above issues, this thesis constructs an integrated platform for climate year assessment and prediction of Xinjiang cotton, thereby broadening the technical approaches for the integrated application of refined climate services for single crops and agricultural big data management.

【Method】

Following a full-chain design concept of data, model, and application, the platform was systematically developed. To manage multi-source heterogeneous data, a hybrid distributed storage architecture based on the Hadoop ecosystem was designed. This architecture combines HDFS, MySQL, and MongoDB to store massive remote sensing images, structured yield tables, semi-structured model files, and unstructured documents, while Hive and Spark are used to improve the efficiency of data query and processing. A preprocessing pipeline integrating data cleaning, standardization, fusion, dynamic desensitization, and encryption was implemented. Aiming at model integration and efficient application, a service-oriented and extensible model library for cotton climate year assessment and prediction was constructed. The model library integrates the cotton climate year yield assessment model, cotton climate year quality assessment

model, cotton climate year yield index prediction model, and cotton climate year quality index prediction model into the same system. It adopts RESTful APIs for standardized service encapsulation, which can be invoked by different platforms and third-party systems. Containerization technology is used to isolate the dependency environments of the models to ensure their independent and stable operation. In addition, dynamic loading and metadata management functions are added, allowing users to directly upload and integrate custom models, and the expansion of the model library can be realized without restarting the service. On this basis, a business platform integrating data management, model library invocation, and decision support is developed using the Django and Web2py frameworks.

【Result】

Application verification results show that the platform effectively solves the problems of multi-source heterogeneous data integration and efficient management. The data ingestion module can automatically parse mainstream formats such as CSV, TIF, GeoTIFF, SHP, and JSON with a success rate of over 99%. The response time for complex aggregation queries across multi-source data is less than 3 seconds, and stable performance is maintained even with 100 concurrent users. Role-based access control, data transmission encryption, and data desensitization measures have achieved the expected results, ensuring data security throughout the entire lifecycle. The model library invocation performance is good: model loading and batch prediction meet the design requirements, the prediction time per single sample is very short, and the response time remains within a reasonable range even at 50 concurrent requests. The main functional modules of the platform have been tested and verified. The AI-powered intelligent question-answering module has an average response time of 1.90 seconds, system stability has reached 99%, and the answer quality meets baseline requirements in terms of accuracy, relevance, and professionalism. Specifically, professionalism in the technical measures domain is 90%, and accuracy in the production management domain is 88%. The platform provides scientific decision-making services throughout the cotton production process: before planting, it can assist in variety selection and sowing date determination based on climate year assessment; during the growing season, it can proactively adjust field management measures such as irrigation and fertilization based on climate year predictions to mitigate climate risks; and at harvest, it can provide data-driven decision support for determining the optimal harvest time. The platform meets the diverse needs of government administrative departments, research institutions, and producers.

【Conclusion】

This study, addressing the practical needs of climate year assessment and prediction for Xinjiang cotton, has constructed an integrated platform that combines multi-source heterogeneous data governance, specialized model integration, and decision support, achieving breakthroughs in both theory and practice. Theoretically, a full-chain service platform architecture centered on cotton climate year has been

established, enriching the research framework and practical paradigm of agricultural big data management and climate year assessment and prediction. It provides reusable technical solutions and architectural references for similar research on other major crops such as wheat and maize. Practically, the platform establishes a complete technical chain covering data aggregation, model integration, and business application, improving the utilization efficiency of multi-source data resources in the Xinjiang cotton industry. It has promoted the transformation of cotton climate year assessment and prediction from decentralized model applications to systematic platform services, and enhanced the scientific and refined level of cotton production decision-making. The platform provides strong technical support for the Xinjiang cotton industry to cope with climate change risks and achieve digital transformation and sustainable high-quality development. It also explores a new technical pathway for the deep integration of agricultural big data and crop climate services.

Key words: Xinjiang cotton; Climate year; Agricultural big data; Assessment; Prediction

目录

摘要	I
Abstract	III
第1章 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.2 研究进展	3
1.2.1 作物气候年景评估与预测研究进展	3
1.2.2 多源异构数据分类存储研究进展	6
1.2.3 农业大数据管理平台研究进展	7
1.3 研究目标及内容	9
1.3.1 研究目标	9
1.3.2 研究内容	9
1.3.3 拟解决的关键问题	11
1.4 技术路线	11
第2章 棉花多源异构数据获取、处理与存储	13
2.1 多源异构数据来源与特征分析	13
2.1.1 气象数据获取与特征分析	13
2.1.2 棉花产量数据特征分析	13
2.1.3 遥感与地理数据特征分析	14
2.2 数据预处理	16
2.2.1 数据清洗与异常值处理	16
2.2.2 数据安全处理	19
2.2.3 数据标准化与融合	22
2.3 基于Hadoop的分布式存储	24
2.3.1 分布式存储架构设计	24
2.3.2 多类型数据分类存储策略	26
2.3.3 数据访问与管理机制	28
2.4 本章小结	29
第3章 棉花气候年景评估与预测模型库构建	30
3.1 模型库设计	30
3.1.1 模型库构建技术框架	30

3.1.2 模型接口规范	31
3.1.3 模型存储与管理	34
3.2 模型来源介绍	36
3.2.1 棉花气候年景产量评估模型	36
3.2.2 棉花气候年景产量指标预测模型	36
3.2.3 棉花气候年景品质评估模型	37
3.2.4 棉花气候年景品质指标预测模型	37
3.3 模型库验证与优化	38
3.3.1 模型库整体性能评估指标	38
3.3.2 模型库功能验证方法	40
3.3.3 模型库技术优化策略	42
3.4 本章小结	43
第4章 新疆棉花气候年景评估与预测平台构建与应用	45
4.1 平台总体架构设计	45
4.1.1 数据层：多源异构数据管理	46
4.1.2 模型层：服务化调用接口	48
4.1.3 应用层：决策支持功能	50
4.2 核心功能模块开发	52
4.2.1 平台访问与权限控制模块	52
4.2.2 数据管理模块	52
4.2.3 模型库调用模块	55
4.2.4 棉花种植AI智能问答模块	57
4.3 平台功能应用测试验证	59
4.3.1 数据管理模块测试	60
4.3.2 模型库模块测试	61
4.3.3 棉花种植AI智能问答模块测试	63
4.4 本章小结	64
第5章 总结与展望	65
5.1 主要研究成果与结论	65
5.2 创新点	66
5.3 不足与展望	66
参考文献	68
致谢	75
作者简介	76

第1章 绪论

1.1 研究背景及意义

新疆生产建设兵团（简称“兵团”）多年来走在我国农业现代化的前沿，在集约化程度、规模化水平、农机装备水平及现代农业技术应用等方面均处于全国先进水平，已初步构建起现代植棉业的发展体系^[1]。新疆棉花产业对农业经济以及全球棉花供应格局来说发展意义重大，具有重要的战略价值。作为全国最大的棉花生产基地，其产量对国内供给和产业链安全起决定性作用。但是该地区棉花生产对光、热、水等气候资源有很强的依赖性，全生育过程受温度波动、降水时空分布不均和干旱、高温、低温冷害等极端气候事件的影响较大。在全球气候变化不断加剧的情况下，政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第六次评估报告 (AR6) 认为，2011年至2020年全球平均气温比1850年至1900年高 1.09°C ^[2]。与此同步，我国气候也呈显著增暖趋势，1901—2022年中国地表年平均气温升温速率达 $0.16^{\circ}\text{C}/10\text{年}$ ，其中1971—2022年间的增温速率更达到 $0.34^{\circ}\text{C}/10\text{年}$ ^[3]。以变暖为主导的气候变化正在改变农业气候资源的空间和时间分布，气候因子的年际变化、极端天气事件频繁出现已经成为制约新疆棉花产业稳定高产的主要自然风险。因此，如何科学、准确地评估历史气候年景对棉花产量和品质的影响，以及如何预测未来气候状况并为生产决策提供前瞻性指导，是保障该地区棉花产业可持续高质量发展的重要且迫切的现实问题。

目前，促使棉花产业实现数字化、智能化发展已经成为应对气候变化、提高生产韧性的一种必然选择。这个转变过程很大程度上依靠的是对各种各样的数据进行深度整合，并且利用智能化的方法来加以处理。新疆棉花生产与管理实践过程中产生的大量数据有长时间序列气象观测数据、县域和田块尺度产量统计与实测数据、多分辨率遥感影像数据、土壤、地形等地理空间数据。数据有明显的“多源异构”特点，来源多种多样，结构各异（既有结构化的表格，也有半结构化的文档和非结构化的影像），格式繁杂，时空跨度大，量大面广。传统的数据管理方式对于海量、异构的数据来说，存在着存储管理效率低、数据整合和清洗过程繁琐、分析挖掘困难等一系列的技术瓶颈。更为关键的是支撑气候年景科学评估和预测的各种专业模型（基于统计的评估模型、基于机器学习的预测模型等）大多分散在不同的研究团队或者系统里，没有形成统一的集成、管理和服务化的调用机制。数据孤岛^[4]和模型孤岛的存在，导致数据价值挖掘不够深入、模型难以复用、分析流程割裂，严重阻碍了先进气候年景科研成果向基层生产决策者、农业技术推广部门和政府管理机构的转化与应用，形成了数据到决策服务链条上的关键堵点。

为了突破以上瓶颈，采用智慧农业的核心技术理念，构建一个包含多源数据高效治理、专业模型集成服务以及智慧决策支持等各方面内容的综合性智慧农业大数据技术平台。智慧农业是现代农业发展的主要途径，是用物联网等现代信息技术提高农业生产管理水平、促进传统农业转型升级的重要措施。物联网的发展及人工智能的出现让农业有了新的发展可能，智慧农业大数据平台就是结合我国农业信息化现状，运用云计算、云渠道、AI智能、大数据等技术，以数据监测为基础，远程控制为核心的软件平台。它可以通过和硬件产品搭配，实现对农业生产区域内的虫情、孢子、气象、墒情、灌溉、苗情、灾情、视频监控、生产、溯源等环境进行全方位管理及细节把控，这是实现软硬件一体的农业发展模式、一站式农业生产模式的重要环节。这要求研究不仅需要解决单一的技术点，更需遵循清晰的逻辑链条，进行系统性的平台构建。其主要的研究逻辑应该是递进的层次，即从设计和实现可以容纳、管理大量多源异构数据的底层技术架构开始，然后在此基础上创建一个标准化、服务化、可扩展的棉花气候年景评估和预测模型库，把分散的模型能力整合成可以调用的服务，最后是以数据和模型为双支撑，开发出满足棉花生产全周期管理需求的应用功能，形成从数据汇集、模型分析到决策建议输出的完整应用模式。递进逻辑的本质就是把复杂的科学问题分解成可操作、可集成的技术模块，然后用平台化的形式为科研成果的落地应用提供技术支持。

本文研究的意义在于通过构建集成化平台，系统性地应对新疆棉花产业面临的数据与模型应用瓶颈，其价值体现在理论与实践两个维度。

从理论上讲，本文的研究意义就是加深、拓宽智慧农业技术体系的框架。第一，提出的数据、模型、应用三者相接的技术架构可以有效地解决数据孤岛和模型孤岛的问题。第二，以单一作物（棉花）为依托构建融合气候年景模型和生产决策逻辑的专业平台，加强了作物模型同具体业务场景深入耦合的应用研究，克服了已有研究大多侧重于通用模型或者单一技术环节的缺点。第三点是所实践的以分布式存储、微服务架构为基础的平台搭建方法论，给其他大宗作物构建类似的气候智慧决策系统提供可以重复使用的技术途径和理论参照。

本文从实践中给新疆棉花产业转型升级、提升生产管理水平提供支持。平台搭建起高效的、安全的多源异构数据管理系统之后，可以有效地解决棉花产业数据分散、管理效率低下等问题，从而提高气象、遥感、产量等关键数据资产的管理水平和利用价值，给科学决策提供良好的数据支撑。利用服务化、集成化的模型库把复杂的气候年景评估与预测模型转化成易于使用的分析工具，降低先进模型技术的应用门槛，使气候评估和预测能力可以方便地应用到品种选择、播期确定、水肥精准调节等实际生产当中。最后，平台所给出的全生命周期决策支持功能，可以把数据分析和模型预测的结果直接变成可以被理解、执行的农事建议，同时依托棉花种植AI智能问答模块的自然语言交互与智能解析能力，构建一个由数据到模型再到决策的闭环支持系统。进而提升生产对气候风险

的预判能力以及管理措施的准确性,促使产业摆脱单纯的看天管理,为节本增效提供了数据支撑。

1.2 研究进展

1.2.1 作物气候年景评估与预测研究进展

气候年景是一年气候状况的综合表征。气候年景评估是中国国家、省、地、县四级气象部门传统气候业务的重要服务产品——气候年公报的主要内容,也是开展气候及气候变化趋势分析及其对敏感行业影响评估的基础。在缺少定量化评价指标的情况下,业务中多以气象灾害损失为主要依据进行气候年景定性判断。这种年景评估结果不仅年际间可比性差,而且对气候主要异常特征及灾害性天气、气候强事件表征能力有限。气候年景评估作为气象服务的重要内容,通过量化气候条件对农业生产的利弊影响,为优化种植布局、制定防灾减灾策略提供科学依据。作物气候年景是农作物生长发育和产量形成期间影响最终粮食产量的各种气候条件,包括各种灾害、霜冻、冷热害等。年景优劣既影响棉花产量高低,也决定其品质好坏^[5]。对于怎么对作物气候年景进行评估与预测这方面,国内外研究者们都进行了大量研究。

王胜等人^[6]通过选取安徽省淮北平原37个气象站1960-2016年逐日气象资料,构建气温、降水、日照及气候适宜度模型,分析气候变暖背景下冬小麦气候适宜度时空演变特征,揭示冬小麦生育期气候风险,评判农业气候年景。李勇等人^[7]提出了年景预评价和最终的定量年景评价的方法,并强调了对因子贡献显著性的观察和分析的重要性。刘少军等人^[8]建立了橡胶产量气象影响指数和橡胶树气候适宜性指数序列,通过统计分析和利用ArcGIS空间分析功能,研发了基于年综合气候适宜度指数的橡胶树产胶年景评估模型,实现了橡胶树种植区产胶潜力精细化评估,克服了传统意义上依靠单站数据预测橡胶产胶年景的缺陷。曹永强等人^[9]以辽宁省为例选取1969年-2018年18个气象站点的逐日实测气象数据,利用模糊数学法建立春玉米气候适宜度评估模型。娄秀荣等人^[10]通过对晚稻产量和气象资料的处理,划分出全国晚稻主产区的丰歉年型及其主要气象要素的特征等级。在不同区域气候年景特征等级分析的基础上,建立了晚稻气候年景综合评价模型,并在2001年农业气象业务服务中的丰歉年型评价中取得了较好的效果。符琳^[11]通过1980-2008年东北三省4-9月逐旬的光、温、水气候资料,利用SVD和EOF方法构建各省的综合气候因子,并与各省粮食单产和经济资料相结合建立了东北三省的经济-气候评估模型。韩晶等人^[12]根据庆阳市多年灾情数据,分析农业气象灾害的时空分布特征,采用受灾率及其标准化值,开展农业气象灾害分级及年景评估。左晋等人^[13]根据贵州省84个气象观测站的资料,分析2018-2019年夏收粮油作物生长季内的气温、降水、日照3个气

象要素的变化特点,结合作物生物学特性对气象的要求,并与历史同期气候条件进行对比,评估2018-2019年夏收粮油作物生长季内气候条件对农业生产的影响。钱拴等人^[14]在研究影响棉花产量丰歉的主要气象因子的基础上,建立棉花产量丰歉气象影响指标,它较好地反映了气象条件对棉花生长发育的利弊影响。并且建立的棉花产量丰歉评价模型,考虑了全生育期气象要素对棉花产量的综合影响,评价检验效果较好。王柯宇等人^[15]研究选取22个GCMs(全球气候模型)模式驱动动物模型,评价气候变化给河北棉花生产及耗水带来的影响。王雨菡等人^[16]以新疆1990年至今的气候观测数据以及棉花产量数据为基础,采用Mann-Kendall趋势检验法、Sen's slope方法分析产量时空变化特征,并用copula函数评价棉花产量对极端温度的影响。周琦翔等人^[17]以新疆14个农业气象观测站、65个气象观测点1990-2020年逐日气象资料及棉花生长观测数据为基础,对DSSAT作物模型进行调参与验证,并通过模型分析新疆棉花物候期和潜在产量的空间变化特征,最后采用Mann-Kendall检验和去趋势分析的方法来解析出主要的气候因子的贡献率。苑俐等人^[18]研究针对赤峰市极端天气增多现状,构建农业气候年景评估标准与指数方法,经1991—2020年数据验证,发现灾害年景趋差、年景指数显著上升,评估结果与产量吻合度达86.67%,可为当地农业气象服务提供定量依据。

在国外许多学者对作物气候年景评估进行了深入研究。Hanna Karlsson Potter等人^[19]评估了北欧(瑞典)种植亚麻芥作为生产植物油和生物燃料的中间作物对气候的影响。使用生命周期评估(LCA)分析了气候影响,同时讨论了对生物多样性和富营养化的影响。Stuart J. Smyth等人^[20]对作物生物技术对减缓和适应气候变化的贡献的同行评议证据进行了分析和评价,通过这项评估利用了马里兰科学方法量表和引文分析,得出结论认为转基因作物提供了有助于减缓气候变化的效益。Elnaz Ebrahimi等人^[21]为了评估奥地利东部重要生产区这些变化的方向和数量,对农业生产系统模拟器进行了参数化、评估,随后用于预测当前和未来条件下的产量和谷物蛋白质含量。Rafael Battisti等人^[22]评估在巴西南部未来气候下,灌溉、播种日期、品种成熟度和种植密度如何有助于提高大豆(*Glycine max* (L.) Merr)的抗逆性。选择了五个地点来代表巴西典型的大豆种植生产系统的范围。从作物模型合奏(CROPGRO, APSIM和MONICA)获得产量。对以下三种气候情景进行了评估:基线(1961-2014年),以及21世纪中期(2041-70年)的两种未来气候情景,分别为低(+2.2°C, A1BLs)和高(+3.2°C, A1BHs)三角洲空气温度,大气[CO₂]为600 ppm。Xiaoyu Kang等人^[23]在这项研究中,使用具有三种不同温室气体(GHG)排放的全球气候模型,使用增强的土壤和水评估工具(SWAT)模型来估计2020-2099年期间气候变化条件下流域尺度的作物产量来自代表性浓度途径(即RCP2.6、4.5和8.5)的情景。Xuan Yang等人^[24]通过将农业生产系统模拟器(APSIM)与代表性浓度路径8.5和20全球气候模型相结合,评估气候变化对玉米生产力和风险的影响。Ganeshkumar B.等人^[25]通过应用地理空间技术,对泰米尔纳德邦Dindigul区Dindigul和Attur Taluks椰子作物的气候变化影响进行了空间评估。Arash Ranjbar等人^[26]通过评估AquaCrop模型在半干旱环境中在不同氮

(N) 应用下模拟玉米籽粒产量和生物量生产、冠层覆盖和根区土壤含水量的能力。Shakeel Ahmad等人^[27]采用分层随机抽样技术, 利用165个农场的现场调查数据对两种作物模型进行了评估。开发了代表性农业途径 (RAP) 以表征未来的棉花生产。Muhammad Mubeen等人^[28]在Vehari (旁遮普省南部) 进行了为期两年的田间试验 (包括棉花-小麦种植), 以在1×CO₂浓度 (浓) (当前) 的气候条件下校准和验证DSSAT模型。Panagiota Koukouli等人^[29]研究描述了在希腊北部使用作物系统模拟模型CropSyst对模拟的棉花产量进行的评估。Xiaoping Chen等人^[30]使用根区水质模型 (RZWQM2) 模拟了气候变化对棉花产量和水需求的影响, 该模型在之前的研究中用实验数据 (2007-2014年) 进行了校准。Kokou Adambounou Amouzou等人^[31]使用2014年和2015年在西非贝宁北部的干燥大草原进行的三个实地实验中收集的棉花数据集对CROPGRO-Cotton模型进行了参数化和评估。Mustafa Ozbulbu等人^[32]研究评估了气候变化对土耳其基尔汗棉花和玉米产量的潜在影响。为了估计近 (2020-2060) 和远未来 (2060-2100) 的温度和降水变化, 使用了降级全球气候模型 (GCM) 输出。Yuanshuai Dai等人^[33]实施了分类-回归-重分类策略来评估年气候状况 (ACS) 和预测短期气候适宜性。

在我国许多学者对作物气候年景预测进行了深入研究。徐敏等人^[5]构建了年景综合指数及其预测模型, 基于大气环流特征量和太平洋海温等大尺度预报因子, 采用最优相关和逐步回归等方法, 建立了水稻年景综合指数的预测模型, 经过历史拟合和试报检验后效果理想, 可投入业务应用, 该方法的预测结果将为水稻产量分析预测提供科学依据。朱秀红等人^[34]采用SPSS统计软件建立趋势产量和气象产量回归模型, 最终建立产量回归模型, 并对历年产量进行检验, 预测精度最高为100%, 最低为82%, 平均精度为90%, 预测模型具有较高的信度和实用性, 可作为小麦产量定量预报的有效工具之一。季生太等人^[35]基于黑龙江省2024年气候趋势预测结果, 结合土壤旱涝预测模型、“十四五”国家重点研发计划项目建立的低温对主要作物生长影响评价模型、黑龙江省气候中心气象灾害风险预估模型, 对2024年农业气象年景、作物生长季天气气候趋势进行综合分析, 对可能出现的农业气象灾害进行初步预测, 并提出相应建议。张利华等人^[36]利用棉花生育期间的气象资料, 研究了徐州地区棉花产量与气象因子之间的关系, 建立了棉花产量的预测模型, 预测准确率能满足业务要求。李博等人^[37]研究基于内蒙古东部农区28个气象站1981—2020年生长季气温、降水资料, 采用国标气候年景法分析发现区域气温突变升温、降水阶段性减少, 气候年景指数与粮食产量呈极显著负相关, 产量预测平均正确率70%, 证实利用气候年景评估产量丰歉具有科学性。卢杰等人^[38]研究以保障四川水稻生产安全为目标, 基于1975—2014年水稻产量与气象、环流因子数据, 通过相关筛选及逐步回归、主分量分析构建气候年景预测模型, 证实环流因子模型预报准确率更高 (三级80%、六级84%), 简便易用且可业务化应用。