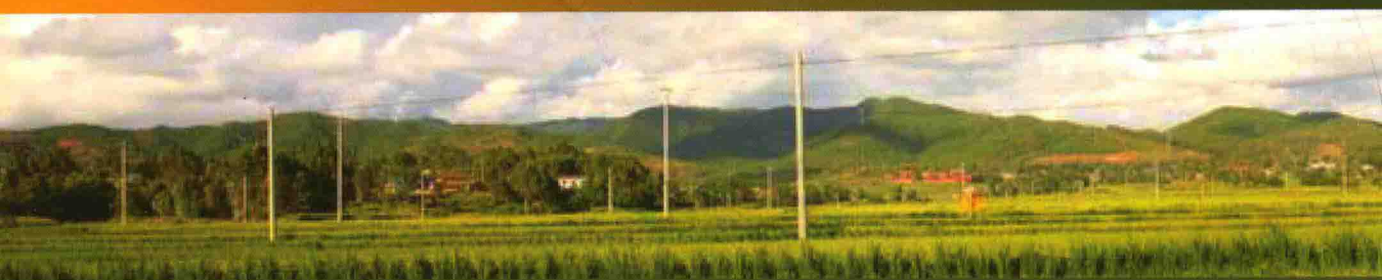


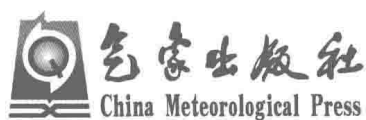
毕宝贵 孙 涵 毛留喜 等 编著

中国精细化农业气候区划： 方法与案例



中国精细化农业气候区划： 方法与案例

毕宝贵 孙 涵 毛留喜 等编著



内 容 简 介

本书主要包括:基于 GIS 的高分辨率农业气候要素模型,建立网格化的气候要素数据库;在系统分析精细化农业气候区划技术方法的基础上,建立现代农业气候区划指标、方法与业务流程;利用所构建的基于现代信息技术的农业气候资源利用与区划制作服务平台,试做精细化农业气候区划案例与比较分析。其中,大宗农作物以河南省优质小麦、玉米、棉花为例,特色农产品以广西荔枝、香蕉、沙田柚为例,北方牧草以内蒙古为例。

本书可供从事农业的科技人员,有关的农业管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国精细化农业气候区划:方法与案例/毕宝贵等编著.

—北京:气象出版社,2014.10

ISBN 978-7-5029-6038-4

I. ①中… II. ①毕… III. ①农业区划-气候区划-中国
IV. ①S162.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 246726 号

Zhongguo Jingxihua Nongye Qihou Quhua: Fangfa yu Anli

中国精细化农业气候区划:方法与案例

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:李太宇

封面设计:易普锐创意

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:410 千字

版 次:2015 年 1 月第 1 版

定 价:70.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:章澄昌

责任技编:吴庭芳

印 张:16

印 次:2015 年 1 月第 1 次印刷

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

《中国精细化农业气候区划:方法与案例》

编著人员

(以姓氏笔划为序)

毛留喜	王文峰	王庆飞	王怀青	王纯枝
王良宇	王建林	仝春艳	叶彩华	白月明
石伟伟	刘洪	刘维	刘荣花	刘晶森
孙涵	庄立伟	延昊	朱小祥	权维俊
毕宝贵	何延波	余卫东	吴建国	张艳红
李政	李森	李三妹	李世奎	李迎春
李祎君	苏永秀	邹春辉	陈印军	陈怀亮
郑昌玲	姜燕	钟仕全	奚学斌	徐玲玲
殷剑敏	郭文利	郭淑敏	钱拴	曹云
黄永璘	程路	韩秀珍	蔡哲	谭方颖

序

党的十八大以来,以习近平同志为总书记的党中央把解决好“三农”问题始终作为全党工作重中之重,努力夯实农业稳定发展的基础、稳住农村持续向好的局势,稳定粮食和主要农产品产量,持续增加农民收入。坚持国家粮食安全战略,确保谷物基本自给、口粮绝对安全的底线。这是党中央立足基本国情和发展阶段作出的重大战略决策。

农业是受天气气候影响最大的行业,粮食生产高度依赖于天气气候条件和自然灾害状况。农业气候资源直接影响农业生产过程,且能为农业生产所利用。在全球气候变暖背景下,粮食生产、重要农产品供给与光温水土等资源环境承载能力的矛盾日益尖锐,如何利用好光、温、水等气候资源、实现趋利避害是保障国家粮食安全的重要课题。公益性行业(气象)科研专项“精细化农业气候区划及其应用系统研究”研究解决农业气候资源的高效利用和气候变化背景下种植结构调整问题,为国家粮食安全提供科技支撑。其研究成果已经在全国 20 多个省(区、市)气象和农业部门推广应用,产生了很好的社会 and 经济效益。

基于这个项目研究成果编著的《中国精细化农业气候区划》丛书——《方法与案例》、《产品制作与发布系统》、《农业气候资源图集》,汇集了许多科学家的心血,内容丰富,实用性强,对农业气候资源的快速分析和有效提升农业气候资源的时空精细化水平以及在不同气候情景下调整农业气候资源分布和种植结构都有很重要的参考价值。同时,该书对充分利用农业气候资源,缓解农产品供给与资源环境承载能力的矛盾、提升气象服务国家粮食安全、生态保护和农业可持续发展的科技支撑能力也具有重要的指导作用。

郑国光

(中国气象局局长)

2014 年 12 月

前 言

我国地域辽阔,人口众多,古往今来的历史表明,农业稳定是社会安定的基石,而农业生产又首先受制于各地光、热、水不同组合的气候资源。由于我国拥有南北跨越热带到北温带、东西涵盖海洋性到内陆性、垂直分布负高程到世界屋脊的立体气候,其农业气候资源的丰富性与多样性世界少有。20 世纪 60 年代中期和 80 年初期,在国家有关部门统一部署下,投入了大量人力和物力,自上而下地组织数万人的科技队伍,通过“人海战术”,先后完成了第一次和第二次全国农业气候区划,对合理利用我国的气候资源、优化农业生产结构与布局、保护生态环境等做出了重要贡献。但是,当时的农业气候区划是建立在计划经济基础之上,已不能适应气候条件、市场流通、社会需求、作物品种及其适应性等发生巨大变化的新形势。20 世纪末期,中国气象局在有关部门的大力支持下,组织部分省(区、市)进行了第三次农业气候区划的试点研究,将 3S(遥感技术、地理信息系统、全球定位系统)技术引入到农业气候区划,大大提高了工作效率与区划精度。

针对现代农业及国民经济发展的新需求,在中国气象局 2007 年公益性行业(气象)科研专项支持下,开展了“精细化农业气候区划及其应用系统研究”。该项目由国家气象中心主持,参加单位有中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、国家卫星气象中心、广西壮族自治区气象减灾研究所、中国气象科学研究院、江西省气候中心、北京市气候中心和河南省气象科学研究所等。

该项研究成果现已编成《中国精细化农业气候区划》丛书,分为方法与案例、产品制作与发布系统、农业气候资源图集三个分册,本书为第一分册。书中第 1 章主要介绍农业气候资源的涵义、基本特征、研究历史和现状以及农业气候区划的目的、任务等,简要介绍我国农业气候资源的主要特征以及我国农业气候区划的发展历程与未来展望。第 2 章主要介绍基于 GIS 技术的精细化农业气候要素推算模型、长序列卫星遥感资料的处理及其气候要素的生成方法、卫星遥感地表温度与气温的耦合模型和遥感云覆盖率与日照百分率的耦合模型以及农业气候资源数据库的组成。第 3 章主要介绍农业气候区划指标体系的基本要求与原则、农业气候区划指标的提取方法与注意事项、常用的农业气候区划方法、一般业务流程等。第 4 章介绍大宗农作物、特色农产品和草地类型、产草量、畜牧精细化农业气候区划案例。

各章节主要执笔人如下:1.1节,1.2节,1.3节由毕宝贵、毛留喜执笔,1.4节,1.5节由毕宝贵、孙涵执笔,2.1节由殷剑敏、王怀青、蔡哲执笔,2.2节由韩秀珍执笔,2.3节由李三妹,2.4节由庄立伟执笔,3.1节由陈印军执笔,3.2节由刘晶淼、李世奎、白月明执笔,3.3节由郭文利、权维俊执笔,4.1节由陈怀亮、余卫东、周春晖执笔,4.2节由苏永秀、郭淑敏、李政执笔,4.3节由刘洪执笔。统稿审定由毕宝贵、孙涵、毛留喜完成。

本册主要读者为农业气象科研、业务人员和农业科技、教育工作者以及其他各类涉农读者。由于时间仓促,加之编著人员水平有限,且侧重于介绍本课题主要研究成果,故不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者

2014年10月

目 录

序

前言

第 1 章 概述	(1)
1.1 农业气候区划基础与概念	(1)
1.1.1 农业气候区划的基础	(1)
1.1.2 农业气候区划的概念	(3)
1.2 我国农业气候资源的主要特征	(6)
1.2.1 农业气候资源类型多样	(6)
1.2.2 东部地区农业气候资源配置较好	(7)
1.2.3 农业气候资源不稳定	(7)
1.2.4 农业气候资源利用受到气象灾害的限制	(8)
1.3 农业气候区划的发展历程	(8)
1.3.1 第一次气候与农业气候区划	(8)
1.3.2 第二次农业气候区划	(9)
1.3.3 第三次农业气候区划试点	(11)
1.4 农业气候区划的新机遇与新特点	(13)
1.4.1 农业气候区划的新形势	(13)
1.4.2 农业气候区划的新需求	(14)
1.4.3 农业气候区划的新机遇	(15)
1.4.4 本次农业气候区划的新特点	(16)
1.5 精细化农业气候区划的应用展望	(19)
1.5.1 精细化农业气候区划的可能影响	(19)
1.5.2 精细化农业气候区划技术与平台的潜在作用	(20)
第 2 章 高分辨率农业气候要素模型	(21)
2.1 基于 GIS 的细网格气候要素模型	(21)
2.1.1 日照推算模型	(21)
2.1.2 降水推算模型	(25)
2.1.3 温度推算模型	(32)
2.1.4 界限日期推算模型	(40)
2.2 基于长序列卫星遥感的气候要素空间分布模型	(45)
2.2.1 长时间序列卫星资料处理	(45)
2.2.2 卫星遥感产品反演及气候数据集建设	(57)
2.3 基于多源信息耦合技术的农业气候资源时空分布模型	(60)
2.3.1 卫星遥感地表温度与气温耦合模型研究的意义	(60)

2.3.2	卫星遥感地表温度与气温耦合的可行性·····	(60)
2.3.3	卫星遥感地表温度与气温耦合模型的建立·····	(64)
2.3.4	卫星遥感地表温度与气温耦合模型的应用·····	(71)
2.3.5	卫星遥感地表温度与气温耦合模型应用结果精度检验·····	(75)
2.4	精细化农业气候要素数据库·····	(78)
2.4.1	精细化农业气候要素类型·····	(78)
2.4.2	精细化农业气候要素处理方法·····	(80)
2.4.3	基于 Oracle9i 的农业气候数据库·····	(86)
2.4.4	基于 Oracle9i+ArcGIS SDE92 的农业气候空间数据库·····	(91)
第3章	农业气候区划指标、方法与业务流程·····	(98)
3.1	农业气候区划指标体系·····	(98)
3.1.1	农业气候区划指标体系的基本要求与原则·····	(98)
3.1.2	国内前三次农业气候区划指标体系·····	(100)
3.1.3	国外农业气候区划指标体系·····	(114)
3.1.4	我国主要农作物气候区划指标体系·····	(118)
3.2	农业气候区划技术方法·····	(133)
3.2.1	农业气候区划的基本方法·····	(133)
3.2.2	农业气候区划的数学方法·····	(133)
3.2.3	GIS 技术在农业气候区划中的应用·····	(153)
3.3	农业气候区划业务流程·····	(157)
3.3.1	农业气候区划总流程·····	(157)
3.3.2	农业气候区划对象的确定·····	(158)
3.3.3	农业气候区划数据收集与处理·····	(160)
3.3.4	农业气候区划指标确定·····	(162)
3.3.5	农业气候区划方法的选择及其注意问题·····	(164)
3.3.6	农业气候区划产品制作·····	(165)
3.3.7	农业气候区划报告的撰写·····	(168)
3.3.8	农业气候区划产品服务·····	(171)
第4章	精细化农业气候区划案例·····	(173)
4.1	大宗农作物的精细化农业气候区划·····	(173)
4.1.1	河南省优质小麦精细化农业气候区划·····	(173)
4.1.2	河南省玉米精细化农业气候区划·····	(181)
4.1.3	河南省棉花精细化农业气候区划·····	(188)
4.1.4	河南大宗农作物精细化区划结果的可靠性分析·····	(193)
4.2	特色农产品的精细化农业气候区划·····	(196)
4.2.1	广西荔枝种植的精细化农业气候区划·····	(196)
4.2.2	广西香蕉种植的精细化农业气候区划·····	(202)
4.2.3	广西沙田柚精细化农业气候区划·····	(208)
4.2.4	广西特色农产品精细化区划结果的可靠性分析·····	(214)

4.3 北方草地的精细化农业气候区划	(217)
4.3.1 草地与气候条件的关系	(217)
4.3.2 草地区划资料收集与整理	(220)
4.3.3 草地区划指标	(222)
4.3.4 草地区划制作	(230)
4.3.5 草地类型气候区划结果验证	(236)
参考文献	(239)

第1章 概述

本章首先给出了农业气候资源的含义和基本特征、农业气候资源研究历史和现状,以及农业气候区划定义、目的、任务、分类、原则、内容,简要介绍了我国农业气候资源的主要特征,简要回顾了我国农业气候区划的发展历程,包括第一次气候与农业气候区划、第二次农业气候区划和第三次农业气候区划试点。从现代农业发展的特点入手,结合遥感、地理信息系统技术的发展,简述了农业气候区划的新形势、新需求、新机遇、新特点,并展望了未来精细化农业气候区划的应用前景、可能影响及潜在作用。

1.1 农业气候区划基础与概念

1.1.1 农业气候区划的基础

(1) 农业气候资源的含义和基本特征

农业气候资源是直接影响农业生产过程,且能为农业生产所利用的物质或能量的农业气候要素总和。一般而言,农业生产所能利用的农业气候资源包括太阳辐射、热量、水分、风等资源要素。农业气候区划是以农业气候资源调查、研究工作为基础,包括农业气候资源分析、农业气候区划指标体系、区划产品制作与服务等主要环节。

太阳辐射是重要的农业气候资源,常用光量、光时、光质来评价。太阳年总辐射量、年日照时数,以及作物生长期内的太阳总辐射量、生长期内的日照时数等表示光量和光时。光合有效辐射量更具有农业气候意义。另外,光质也是光资源的另一个重要特征。

热量资源要素通常用稳定通过一定界限温度的累积温度、最热月平均温度、无霜期长度等指标反映数量的多寡。另外,最冷月平均温度、年极端最低温度及其平均等指标可以衡量南方冬季热量资源的可利用程度,也可以了解冬季低温对热量资源的限制程度。

地区水分资源包括大气降水、地表水、土壤水和地下水四部分。大气降水是农业水资源的主要组成部分,是其他三项的主要来源。评价农业水分资源除了考虑降水量,还要考虑作物对水分的需要和水分消耗情况,通常用农田可能蒸散、农田水分盈亏等表示。另外,还应当对不同作物、不同生育期以及不同气候季节分别进行评估。

农业气候资源作为气候资源的一种,具有如下基本特征:空间差异性,要素的空间分布随纬度、经度和海拔高度变化而变化;时间波动性,随时间变化而有周期性和随机性波动;可循环再生性,水、 CO_2 等资源是典型的循环资源;整体性,农业气候资源是一个完整的整体,缺其中的任何一个组成因素都不能进行农事活动,且各因素之间相互制约,不可取代;多宜性,一种气候资源组合可以适应多种类似作物生长的气候要求,具有多宜性、共享性和有限性特征;活跃性与可测度性,气候资源要素与生产资料不同,多数流动性强、密度较低,不能收藏储存,但可

以定量测量、计算与利用;生产力潜在性,可根据物质、能量转换原理估算气候生产潜力;可调控性,在一定的时空范围和条件下,施加有利影响(或不良影响)可改善(或恶化)气候资源和环境。

(2) 农业气候资源研究历史和现状

人类对农业气候资源的关注和农业气候知识的积累已有很长历史,但是对农业气候资源的科学研究从 20 世纪才真正开始。相对于其他农业资源而言,农业气候资源由于其无穷尽性和有价值性,使其长期以来没有得到人们足够的重视,随着社会发展对粮食及其他农产品需要量的增加,全球对农业气候的关注日益增加。联合国世界气象组织(WMO)、世界粮农组织(FAO)以及联合国教科文组织(UNESCO)从 20 世纪 60 年代起就联合开展气候调查、经验交流、设立机构以及出版专著,极大地推进了农业气候资源的研究。

我国从 1950 年代起就开始了以农业气候区划为主要内容的农业气候资源利用研究。总体而言,对农业气候资源的研究主要体现在对农业气候资源的时空分布规律研究,农业气候与主要农作物布局、种植制度关系研究,农业气候(自然)生产潜力数值模拟与资源量化评价和农业气候资源信息的有效管理与分析等 4 个方面。世界大多数国家都完成了大量的大尺度农业气候资源的调查工作,并建立了多种不同形式的农业气候资源评价模型和方法。农业气候资源的研究为农业生产布局和规划提供了重要科学依据。

随着农业生产的不断现代化,特别是管理模式的定量化,对农业气候资源的定量化和区划指标体系精细化要求将越来越高。随着气候变化预测技术的进步,农业气候变化趋势研究将成为农业布局调整所关注的重要自然要素,农业气候资源与生态功能的相互关系研究将受到高度重视。

近些年,农业气候资源和其他气候资源研究的进一步深化,产生了以农业资源分析利用为核心的“气候资源学”。气候资源学是研究气候资源系统的形成,气候资源要素的物质、能量及组合状况在自然系统中的变化规律及其与人类生存、生产和社会发展相互关系的学科(资源科学技术名词审定委员会,2008)。主要研究内容包括:气候资源系统的形成、结构、演化、功能及其物质能量转化、传递的原理;气候资源调查、信息获取、分类、区划、评价的原理和方法;气候资源开发利用、优化配置的科学保护、管理的原理和方法以及气候资源调控技术措施等等。气候资源学的最终目的是促进气候资源永续利用,不断提高气候资源利用率,最大限度地取得气候资源的经济、生态和社会效益(刘晶森等,2011)。

(3) 农业气候区划与遥感及地理信息系统

随着农业气候区划的空间尺度研究由数十千米(县级)向千米(乡村级)乃至数十米(地块级)发展、要素形式由简单型向复合型发展及区划成果由静态型向动态型发展的需要,农业气候资源调查与区划所面对的问题亦趋于复杂化和综合化,并且随着研究对象的时空尺度趋于长期化、全球化、精细化,其研究方法亦趋于定量化,其目的亦由简单目标决策转向生产系统管理,其传统的统计方法已无法胜任当前和未来需要,迫切需要新的支撑技术,其中最受人关注的是遥感和地理信息系统。

遥感技术可以同步进行大范围观测,迅速获得广大区域各类监测信息,其时效性强的特点,可以在短周期内对同一地区进行重复观测,这对农业气候资源的动态调查与农业气候动态区划具有重要意义。与传统的地面调查和考察相比,遥感技术的应用不仅可以大大地节省人力、物力和时间,而且还可以较大程度地排除调查数据的人为因素。

地理信息系统(GIS)是一个能够综合处理和分析空间数据的计算机技术系统,它除了具有数据采集、数据操作、数据集成和显示等基本功能外,核心的功能是空间分析。精细化农业气候区划涉及大量数据,对这些数据进行有效的管理和分析是一项十分重要的工作。利用GIS技术,首先将遥感反演数据直接输入系统,同时,对评价中所收集到的社会经济等方面的图形、文字等资料数字化。在GIS中,对气候监测站网络中各站点观测到的气候数据可以方便地进行空间插值,形成栅格化精细化量化的面状数据,此外,在GIS中也很容易实现农业气候区划要素与产品的多尺度转化。

GIS已开始在农业气候资源研究方面发挥作用。首先,应用GIS可定量采集、管理、分析具有空间特性的气候资源,例如数字高程模型建立、GIS农业气候资源数据建立、空间分析模型建立、农业气候资源分析计算、气候分区与定量分析等。其次,利用GIS技术可以快速方便地进行农业气候资源小网格推算模式研究。农业气候资源小网格推算模式研究是将原始实测数据进行推广的一项基础性工作,在收集区域气候研究成果的基础上,辅助以气象站、水文站雨量资料后,通过GIS平台可快速计算和获取测点地理参数(高程、经纬度、坡向、坡度)。采用统计分析方法,根据要素的统计特征值和地理特征分别建立区域各气候要素的推算统计模式,通过验证和残差订正,应用到气候资源小网格推算中,这样可以大大提高数据的精度。最后,在GIS基础平台上研制开发农业气候资源地理信息系统,对农业气候资源进行有效的数据管理、信息查询、统计分析、信息的表现与可视化和信息的共享与输出等。随着科学技术的发展和现实的需要,GIS技术在深入研究农业气候资源中将具有非常广阔的前景。

1.1.2 农业气候区划的概念

(1)农业气候区划的定义

对农业气候区划,不同的学者有不同的描述。如丘宝剑、卢其尧等(1987年)定义农业气候区划是:根据农业(或某种作物、某类作物、某种农业技术措施等)对气候的要求,遵循气候分布的地带性和非地带性规律,把气候大致相同的地方归并在一起,把气候不同的地方区别开,这样得出若干等级的带和区之类的区划单位,对农业或农业的某一方面有大致相同的意义。

也有学者认为农业气候区划是:在对农业气候资源和农业气象灾害分析的基础上,以对农业地理有决定意义的农业气候指标为依据,遵循农业气候相似理论,参考地貌和自然景观,将某一地区划分为若干个农业气候条件有明显差异的区域。以便合理地、有效地利用农业气候资源,为农业合理布局和规划提供科学依据。

从上面可以看出,农业气候区划虽然有不尽一致的定义,但并没有本质区别,基本是大同小异。归纳起来可以认为农业气候区划是:从农业生产的需要出发,根据农业气候条件的区域异同性对某一特定地区进行的区域或类型划分。它是在农业气候分析的基础上,以对农业地理分布有决定意义的农业气候指标为依据,遵循农业气候相似原理和地域分异规律,将一个地区划分为若干个农业气候区域或气候类型。各区或各类型都有其自身的农业气候特点、农业发展方向和利用改造途径。

农业气候区划和气候区划有共同之处,也有明显差异。其共同之处是二者都以气候因子为指标,根据气候的相似性,将大区域划分为若干个差异明显的小区域。其不同之处是气候区划往往考虑气候因子较多,并结合气候形成来划分;而农业气候区划侧重考虑对当地农业生产或某一农业生产领域有重要意义的农业气候因子,其指标的选择是以农业生产和农作物的生

长发育等对气候条件的定量要求确定,因此,它是农业生产与气候关系的专业性气候区划的组成部分,其针对性较强。

(2) 农业气候区划的目的和任务

农业气候区划的目的在于阐明地区农业气候资源、灾害的分布变化规律,划出具有不同农业意义的农业气候区域。其作用:①为实现农业区域化、专业化、现代化而制定的农业区划和规划,以及研究不同区域生产潜力及人口承载量提供农业气候依据;②为生产科学调整农业结构、作物或畜牧业等合理布局,采用合理农业技术措施提供气候依据;③为国家农业的长远规划和国土整治提供科学依据。因此,农业气候区划对农业生产管理者、投资经营者及组织领导者指导农业生产和农业规划具有重要的参考作用。

农业气候区划的任务在于揭示农业气候的区域差异,分区阐述光、热、水等农业气候资源和农业气象灾害。本着发挥农业气候资源优势,避免和克服不利农业气候条件、因地制宜。适当集中的原则,着重针对合理调整农业结构,建立各类农业生产基地,确立适宜种植制度,调整作物布局,以及农业技术措施和农业发展方向等问题,从农业气候角度提出建议和论证。

农业气候区划因地区的气候特点、农业生产任务和存在的问题,以及农业对区划的要求不同,而各有不同的具体任务。例如:①为培育早熟高产品种、作物布局、品种搭配及建立合理的耕作栽培制度等方面鉴定各地气候条件的满足程度,从而为农业合理布局提供气候依据。②为主要粮食作物提高单位面积产量所采取的耕作栽培措施提供气候依据。③为新垦和未垦地区发展农业提供依据。④围绕熟制调整和发展热带作物等农业气候问题进行的区划与评述,为因时因地制宜制定和调整农业生产规划,以及为农业充分利用自然资源增收,特别是山区贫困农民的脱贫致富提供气候依据。

农业气候区划因区划的具体任务不同,工作的侧重点也不相同。同时,由于农业生产水平不断进步,农业气候区划的具体任务和内容也需相应调整。因此,农业气候区划也要随着农业生产水平的提高,进行相应修改、充实,以满足农业生产和经济不断发展的需要。

(3) 农业气候区划分类

根据区划对象的不同,农业气候区划可分为综合区划和部门(专业、单项)区划;根据区划范围的大小,农业气候区划可分为大区域划分和小区域划分;根据区域的空间特点,农业气候区划可分为类型区划和区域区划。

①综合农业气候区划。综合区划的主要任务在于:一方面,要系统分析地区的农业气候资源和气象灾害,以及它们在空间上和时间上的变化,也就是要对气候作农业评价;另一方面,要认真研究主要农业对象对气候的要求,也就是要对农业进行气候评价,从而做出区划,说明哪些地区最适宜发展什么农业,产量和质量如何,为合理配置农业提供气候上的科学依据。

②部门(专业、单项)农业气候区划。部门(专业、单项)区划按农业对象分,有专对某一种作物的区划,如小麦气候区划;有专对某一类作物的区划,如热带作物区划。按气候要素分,有专对某一种农业气候资源所作的区划,如降水区划,热量区划;有专对多种或某一种不利气候条件所作的区划,如农业气象灾害风险区划、干旱区划、洪涝区划等。另外还有畜牧气候区划、种植制度气候区划等等。

③类型区划与区域区划。类型区划和区域区划是国内农业气候区划中都有采用的两种不同分区划片的方法,它与构建的农业气候区划指标体系有关。类型区划是基于不同农业气候指标在地域分布上的差异逐级划分单元,其同类型的农业气候区可以在不同地区重复出现,在

地域上不一定连成一片,同一级类型区内反映的农业气候因子较单一,但能突出主导因子的作用,较容易确定农业气候相似性的地区,在地形复杂的山区可划分较多的类型区。

区域区划则是基于对农业地域分布具有决定意义的多种农业气候因子及其组合特征差别,将一个地区划分为若干农业气候区,每个区在地域上总是连成一片,具有空间地域上的独特性和不重复性,能突出多种因子对农业的综合作用。由于我国季风气候特点和地形复杂,多数学者认为全国或较大区域的农业气候区划采用区域区划与类型区划相结合比较符合客观实际。有一些区域区划是以一定的类型为根据的,因为一个区域内可能有几种类型,且往往以某一种类型占优势,可以根据优势类型的分布范围来划区。

(4) 农业气候区划的原则

中国地理学会于1963年11月讨论确定的农业气候区划的原则,成为20世纪60年代第一次全国农业气候区划的指导原则,具体内容包括:

①气候特殊性原则:各地气候的特殊性决定了作物分布、作物的气候生态型与农业生产类型。根据气候的上述特殊性,农业气候区划中的热量与水分划区指标,必须采取主要指标与限制性指标并用的原则。热量的主要指标为暖季温度,限制性指标为冬季温度;水分的主要指标为全年水分平衡,限制性指标为水分的季节分配。

②主导因素原则:对作物生长、发育、产量关系最密切的气候要素是光、热、水,尤以热、水两项更为直接与重要,其他一些要素往往与主要要素之间有密切的依变关系。因此,农业气候区划应该采取主导因素的原则,不可能也没有必要考虑所有的要素。

③气候相似与分异原则:区划的作用与目的在于归纳相似、区分差异,贵于反映实际,因此应该以类型区划为主,区域区划的原则只能有条件地适当地加以运用。区划在于反映实际的气候差别,确有差别当然应该划分,没有差异也不需要为了照顾区划单位的面积的平衡(即每一个块块大小差不多)而找无价值指标硬性划分,实际情况也是不一定划得愈细愈小愈好,只要划分至一个区划单位中的差异不致影响主要作物生长发育即可。宏观的农业气候区划,是以气象台站资料为基础的大农业气候区划(并非小气候区划),它的区划级数也有一定的限制。

上述原则基础在20世纪70年代末全国开展的大规模的农业气候资源调查和农业气候区划及后来的农业气候区划工作中发挥了重要作用。具体体现在以下方面:

适应农业生产发展规划的需要,配合农业自然资源开发计划。着眼于大农业和商品性生产,以粮、牧、林和名优特经济农产品生产为主要考虑对象。

区划指标须具有明确的重要的农业意义。主导指标与辅助指标相结合,有的采用几种指标综合考虑。有利于充分、合理地利用气候资源,发挥地区农业气候资源的优势,有利于生态平衡和取得良好的经济效益。

遵循农业气候相似性和差异性,按照指标系统,逐级分区。

分区与过渡带。根据气候特点,逐年间气候差异造成一定的气候条件变动,因此划出的区界只能看作是一个相对稳定的过渡带。区界指标着重考虑农业生产的稳定性,例如采用一定的保证率表示安全布局的北界等。实际区划中有时还需考虑能反映气候差异的植被、地形、地貌等自然条件。

本次区划将在总结各地历次农业气候区划原则的基础上进一步体现精细化的特点,制定相应的区划原则。

(5) 农业气候区划的内容

①农业气候分析

农业气候分析是指根据农业生产的具体要求对当地气候条件进行分析。首先,将农作物与气候因子间的关系用指标定量地表示出来,然后利用这些指标的时空分布规律来说明某地区的农业气候特征,并评价它对某种作物(品种)生育、产量形成或农业生产过程的利弊程度,最后提出趋利避害抗灾的措施途径,为农业合理布局、改革耕作制度,革新农业技术以及制定农业区划提供参考。

②确定农业气候各级分区指标

用作划分农业气候区域界限,反映地区农业气候特点和表示农业气候区域内的相似和区域间的明显差异,以及农业气候问题。在农业气候区划工作中,确定区划指标值是区划的关键。在选择、确定农业气候区划指标时,应考虑区划指标必须有明确的农业意义,能反映出地区农业生产的差异。由于气候波动对农业生产的影响,通常需要考虑气候保证率,在运用农业气候指标时,必须根据指标对农业意义的重要性,分出主导指标和辅助指标,并要求两者相结合。可采用综合指标法反映多种气象要素的综合作用。在进行小范围(县、乡、农场)区划时考虑选用土壤、地形、物候等自然景观的差异作为补充指标。区划中常用的热量指标有:农业界限积温(大于0、5、10、15、20℃积温),作物生长期,最冷月(1月)和最热月(7月)平均温度、平均极端最低(高)温度等;水分指标有:降水量、降水变率、蒸散量、降水蒸发比(干燥度或湿润度)、降水蒸发差等。另外还有光照、农业气象灾害和综合指标。

③农业气候区划图及分区命名

农业气候区划图可以分为工作底图及成果图两种。工作底图一般比例尺应大些,具体视区划的区域范围而定。底图上附有地形、水系等作为区界走向的重要参考因素。分区命名一般采用反映本区主要农业气候特征和地区位置相结合的办法。

④分区评述和措施建议

分区评述包括地理位置、主要农业气候特点、农业生产条件、作物适应特性及生产潜力等,并为作物的适宜种植、品种合理搭配,充分合理地开发农业气候资源、避抗不利因素等提出措施建议和气候依据。

1.2 我国农业气候资源的主要特征

我国幅员辽阔,地形复杂,气候迥异,农业气候资源类型多样。农业气候资源在数量、质量及组合特征上有很大的地域差异;在时间上又有明显的季节和年际变化。同时,各地的农业布局、种植制度、农业生产潜力和农作物产量等都与农业气候资源状况密切相关。因此,掌握、了解各地农业气候资源的空间分布特征和历史演变规律,因地制宜、趋利避害、充分合理地利用农业气候资源,通过开展农业气候区划,制定各地合理开发利用农业气候资源的途径,为各级政府和农业生产提供农业发展规划和布局、指挥农业生产和防灾减灾等方面的科学依据,对于发展可持续农业,提高农业生产力水平具有显著的现实作用和长远的历史意义。

1.2.1 农业气候资源类型多样

我国南北跨越纬度 49° ,东西相隔经度 60° ,境内平原、丘陵、山区、高原交错。由于太阳辐射、下垫面和大气环流不同,各地光照、温度、降水分布千差万别,形成了冷热、干湿、阴晴、风差

等不同气候类型的复杂组合。在气候及土壤、生物等多种因素作用下,形成了我国农业气候资源类型多样,差异迥然的显著特征。

根据地理、植被、土壤、气候等自然条件的差异,全国总体上可分为东部季风区、西北干旱区和青藏高寒区三大区域,其光热水资源状况和气候生产潜力高低差异十分突出。

东部季风区气候资源分布以纬向为主。其中南岭以南为亚热带和热带气候带,具有全国最优越的水热资源,四季常青。南岭以北至秦岭、淮河以南属中亚热带和北亚热带,雨量充沛,气候温暖。秦岭、淮河以北的华北平原和黄土高原东部属南温带,四季分明,光热资源较丰富,但降水年际变化大,旱涝频繁。东北大部分地区为中温带,冬季漫长寒冷,夏季温和湿润,热量资源不很充分。东部季风区是我国主要农业区,以粮食生产为主,农、林、牧、渔业综合发展。

西北干旱区气候资源经向分布显著。太阳辐射能资源丰富,冬季严寒漫长,夏季热量条件好,降水稀少,气候干燥。有干旱南温带和干旱中温带两种气候。以牧为主,东部有少量旱作农业,内陆有灌溉绿洲农业。

青藏高寒地区太阳辐射能资源丰富,但温度过低,热量资源不足,水分资源由藏东南向藏西北减少。境内热带、亚热带、温带、寒带各类气候均可见。以牧为主,沟谷及低海拔高原地区有部分农业。

除了上述地带性的差异外,由于山脉走向、海拔高低、地势起伏、地理位置、地形环境以及离海远近等各种因素造成的光、热、水等气象要素的特殊分配和重新组合,使得气候类型和农业气候资源变得更加复杂多样,为大力发展我国的特色农业提供了极为丰富的气候资源。

1.2.2 东部地区农业气候资源配置较好

辐射(光照)、温度、水分是植物生长、发育不可缺少的基本生存因子。其中光是农作物进行光合作用形成生产力的能源,温度是农作物能否正常生长、发育和成熟的先决条件,水分则是生长发育和产量形成的保证。在一定的光照条件下,若热量、水分二者适时配合,便会相得益彰,为农业生产创造优越的气候条件。

我国东部大部分地区在一年中降水量随温度的升高而逐渐增多,至最热季节时降水量达到高峰期。入秋后温度下降,降水随之减少。这种光、温、水资源配置较好,雨热大体同步升降的特点,有利于农作物的茂盛生长,是我国农业气候资源的一大明显优势。

东部地区各地雨热同季的程度有所差异。东北、华北地区雨热同季明显。江淮及以南地区不如北方显著,但温暖湿润,雨热同季时间长,因此复种指数高,农业生产潜力大。但在一些地区、一定时段中仍存在低温阴雨、伏旱高温等不协调现象。

与东部季风气候区相反,西北干旱和青藏高寒区或降水稀少,或热量不足,致使农业气候资源匹配失调。

另外,我国夏季温度比北半球同纬度地区都要高。除青藏高原、滇中高原及高海拔山区外,各地最热月平均气温都在 20°C 以上。东部地区夏季温热和充沛降水相结合,西北干旱地区夏季温热与日较差大、光照充足的优势相结合,形成了独特的气候资源优势。

1.2.3 农业气候资源不稳定

冬、夏季风进退迟早、强弱、影响范围的不同,造成各地温度、降水的年际变化很大,致使农