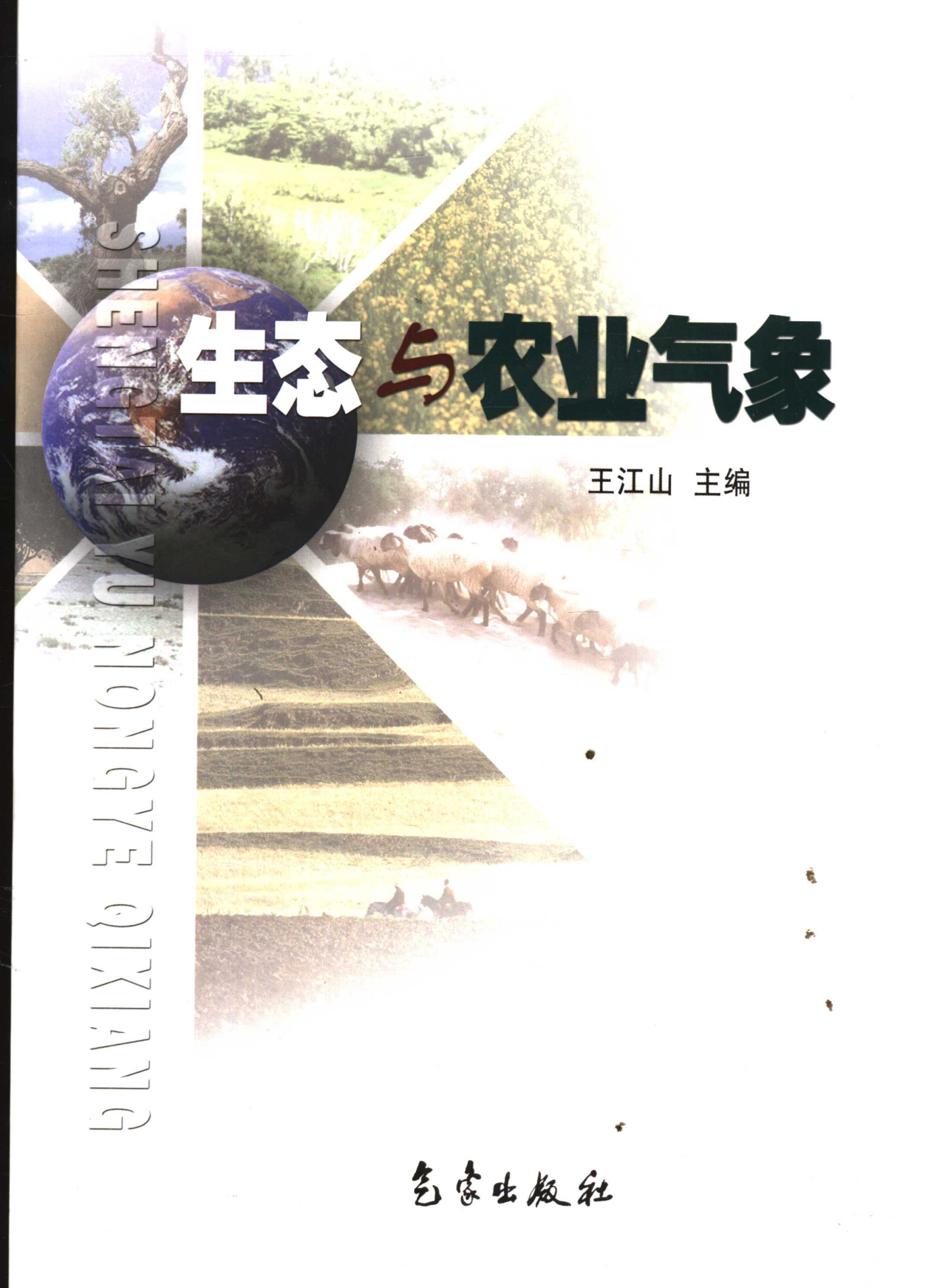




生态与农业气象

王江山 主编

气象出版社

生态与农业气象

王江山 主编

气象出版社

内容简介

本书针对生态与农业气象的有关问题,介绍了从站点布局到最后形成生态与农业气象监测评估报告所做的一系列工作。详细阐述了生物、土壤、水环境、小气候等要素监测的方法及生态与农业气象灾害观测技术,农作物、森林、牧草、湿地与水体、土壤、生态与农业气象灾害、生态环境质量等分析方法,介绍了生态与农业气象分析系统的结构与功能。全书取材广泛,内容翔实、新颖,基本反映了当前国内外生态与农业气象观测和分析方法的最新成果。

本书可供气象、农业、林业、牧业、生态等专业的业务、科研工作者及高等学校有关专业师生参考、学习之用。

图书在版编目(CIP)数据

生态与农业气象/王江山主编. —北京:气象出版社,2005.12

ISBN 7-5029-4072-3

I. 农… II. 王… III. ①农业气象-气象观测 ②生态环境-气象观测 IV. ①S163②P41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 137449 号

生态与农业气象

Shengtai Yu Nongye Qixiang

出版者:气象出版社

地址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮编:100081

网址: <http://cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@263.net

电话:总编室 010-68407112 发行部 010-62175925

责任编辑:刘厚堂 郭彩丽

终审:章澄昌

封面设计:王伟

责任技编:都平

责任校对:时人

印刷者:北京智力达印刷有限公司

发行者:气象出版社

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:13.5

插页:4

字数:345.6 千字

版次:2005 年 12 月第 1 版

印次:2005 年 12 月第 1 次印刷

印数:1~1000

定价:42.00 元

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。

《生态与农业气象》编委会

主 编 王江山

副主编 张玉书 陈鹏狮

编 委 (以姓氏笔画为序)

王江山 王雪晶 冯 锐 李 刚 纪瑞鹏

余万明 陆韬实 陈鹏狮 张玉书 张淑杰

周朝东 武晋雯 徐凤莉 殷青军

统 稿 王奉安

序

人类步入 21 世纪,社会、经济、科技、信息等领域发生了重大变革,世界各国都面临着不同的机遇和挑战。众所周知,由大气圈、水圈、岩石圈、冰雪圈和生物圈组成的气候系统影响着全球气候。目前,我们正面临着生态与环境危机、世界气候异常、环境灾难频繁等诸多科学问题,为解决这些问题,近年来,全球气候观测系统(GCOS)、全球海洋观测系统(GOOS)、全球陆地观测系统(GTOS)、全球古气候观测系统(GPOS)、国际长期生态学研究网络(ILTER)、国际生物学计划(IBP)、人与生物圈计划(MAB)、国际地圈-生物圈计划(IGBP)、全球能量和水循环试验(GEWEX)等众多的科学计划和试验相继开展实施。与此同时,通过将生态系统下垫面状况的观测引入气候系统模式,进一步认识了下垫面状况对气候系统模式的影响,促进了天气预报、气候预测准确率的提高。

中国是世界上自然灾害最严重的国家之一。在各类自然灾害中,70%以上是天气气候灾害。天气气候灾害种类多、强度大、频率高,给我国社会经济的可持续发展带来了严重影响。据统计,我国每年因各种天气气候灾害使农田受灾面积达 3 400 万公顷,受干旱、暴雨、洪涝和热带风暴等重大灾害影响的人口约达 6 亿人次,平均每年因受天气气候灾害造成的经济损失约占 GDP 的 3%~6%。特别是在以全球变暖为主要特征的气候变化背景下,天气气候灾害明显增多,对经济社会发展的影响日益加剧,同时天气气候灾害还可以引发生态、环境、地质、社会、人文、经济等继发性灾害,经济损失则更为严重,其对国家社会、经济可持续发展造成的严重影响,已引起党中央、国务院的高度关切。

近年来,中国气象局提出了实施科技兴气象、拓展领域、人才强局的“三大战略”,农业与生态气象业务作为拓展领域的一项重要工作,在各级气象部门的积极努力下,已经取得了明显的成绩。特别是为“三农”服务的力度不断加大,服务领域进一步拓宽。同时生态气象监测也取得了较大进展,短短几年里,已经在固城、锦州、南昌、海北、武汉、五营、武威建立了 7 个典型生态系统的生态气象观测站。各级气象部门生态气象监测业务工作也相继展开,逐步实现由过去传统意义上的农业气象业务向农业与生态气象综合型业务的方向发展和转变,带动并促进了全国农业与生态气象工作蓬勃、有序、健康地发展。

辽宁省是开展生态气象监测与评估较早的省份,辽宁省气象局认真总结了他们开展生态气象监测与评估以来的工作经验,组织相关人员完成了《生态与农业

气象》这本专著。该书着眼于气候系统与生态系统的相互作用,详细介绍了农业与生态气象工作的主要内容,阐述了农业与生态气象监测评价体系,分门别类地介绍了“水”、“土”、“气”、“生”等项目监测的目的与技术方法,翔实地列举了农业与生态气象服务产品信息的种类和格式,具有较高的科技含量和实用价值,为全国气象部门开展农业与生态气象工作提供了有益的参考。在此,我向完成这一专著的全体编写人员和工作在第一线的气象工作者表示崇高的敬意和诚挚的感谢!

当前和今后一个时期,加强农业基础设施建设,加快农业科技进步,提高农业综合生产能力,是加强农村工作、提高农业综合生产能力的一项重大而紧迫的战略任务;合理开发和利用生态资源,减少自然灾害对经济建设、社会发展、生态以及环境的影响和破坏,对构建社会主义和谐社会,促进人与自然的可持续发展具有重要意义。对照国家的需求,我们所开展的工作和取得的成绩仅是一个开端,做好农业与生态气象工作任重而道远。希望广大气象工作者在实际工作中不断总结经验,按照“公共气象、资源气象、安全气象”的发展理念,紧密围绕地方经济社会的发展需求,进一步解放思想,开拓创新,为全面落实科学发展观和构建和谐社会做出新的贡献!

秦大河

2005 年 12 月

前 言

《中国气象事业发展战略》中明确指出:“气象部门以国家粮食安全和生态安全气象保障服务为重点,积极拓展农业生态系统监测和信息服务领域,为我国农业防灾减灾,农业高产、高效和优质提供气象保障服务,为农业生态系统保护和建设提供科学支持。初步建立重大农业气象灾害预警业务和特色农产品气象保障业务。”农业与生态气象工作就是通过建立农业与生态气象监测体系,监测气象和与气象密切相关的农业与生态系统的表征因子等,研究气象条件与农业生产及生态系统之间的相互关系,及时为各级政府和社会各界提供信息服务产品,为建设和谐社会提供优质的气象服务。

近年来,辽宁省气象局在不断提升农业气象业务服务的同时,还对重大农业气象灾害、土壤含水量预报、水资源、土地荒漠化、湿地、农业气候资源及区划等进行了研究,并取得了丰富的研究成果。在这些业务和科研的基础上,为了深入实施中国气象局拓展业务服务领域战略,积极参与生态与环境恢复和保护工作,2004年成立了辽宁省生态环境气象监测中心,在全省开展了生态与环境监测评估工作。先后制定了《辽宁省生态与环境监测评估系统实施方案》和《辽宁省生态与环境监测技术方法》,利用已有的气象业务服务工作基础,通过台站任务调整、完善或新增观测项目,并充分发挥气象部门卫星遥感技术优势,围绕影响气候变化的主导因子、不同类型生态系统和主要的生态与环境问题展开监测,对不同类型的农田、森林、湿地、荒漠等生态系统的重要生态过程以及水、土壤、大气、植被等生态系统组成成分中生命支持系统的时空分布进行监测,定期或不定期发布农业与生态气象动态变化状况分析报告以及生态与环境质量评价报告,实现对全省农业与生态的监测、评估、预警,为农业生产、生态恢复和环境保护的科学决策、研究提供基础信息及相关服务。

本书总结了多年来辽宁省农业与生态气象研究成果,同时参考了国内现有的文献,采用农业与生态气象监测方法与分析方法并重的写法,除反映我国当前农业与生态气象研究水平外,还介绍了从站点布局到最后形成农业与生态气象监测评估报告所做的一系列工作。第一章详细概述了气象条件与农业及生态的关系、社会对农业与生态气象工作需求、农业与生态气象历史沿革和现状。第二章对农业与生态监测技术体系及气象、生物、土壤、水环境、小气候等要素监测的方法、农业与生态气象灾害观测技术做了详细阐述,第三章详细阐述了农作物、森林、牧

草、湿地与水体、土壤、农业与生态气象灾害、生态与环境质量等分析方法。第四章介绍了农业与生态气象业务系统结构及流程,数据库、分析评估系统、信息平台等的结构和功能。第五章列举了各种农业气象服务产品。第六章列举了各种生态气象服务产品。

本书的总体设计为王江山。第一章由王江山、陈鹏狮、周朝东、李刚、王雪晶、徐凤莉、陆韬实、张玉书编写;第二章由李刚、王江山、余万明、张玉书、陆韬实、徐凤莉、陈鹏狮编写;第三章由张玉书、陈鹏狮、王江山、殷青军、王雪晶、纪瑞鹏、张淑杰、冯锐编写;第四章由冯锐、张淑杰、纪瑞鹏编写;第五章由陈鹏狮、殷青军、张玉书、纪瑞鹏、武晋雯、张淑杰、冯锐编写;第六章由王江山、张玉书、陈鹏狮、纪瑞鹏、冯锐、张淑杰、武晋雯编写;全书由王江山、张玉书、陈鹏狮谋篇、审稿。

该书的出版得到了中国气象局沈阳大气环境研究所周广胜所长、李辑副所长、王奉安编审以及辽宁省气象局有关内设机构、直属单位和各市气象局的大力支持,在此表示感谢。

由于我们水平有限,经验不足,书中会有不当和谬误之处,敬请读者提出宝贵意见。

编者

2005年9月

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 气象条件与农业和生态	(1)
1.2 农业与生态气象需求、现状、发展趋势及存在问题	(7)
参考文献	(15)
第 2 章 农业与生态气象监测	(16)
2.1 农业与生态气象监测技术体系.....	(16)
2.2 生物要素观测技术.....	(24)
2.3 土壤要素观测技术.....	(36)
2.4 水环境要素观测技术.....	(41)
2.5 小气候要素观测技术.....	(44)
2.6 农业与生态气象灾害观测技术.....	(47)
参考文献	(50)
第 3 章 农业与生态气象分析方法	(51)
3.1 农作物.....	(51)
3.2 森林.....	(70)
3.3 牧草.....	(81)
3.4 湿地与水体.....	(89)
3.5 土壤.....	(93)
3.6 农业与生态气象灾害	(107)
3.7 城市	(124)
3.8 综合	(128)
参考文献.....	(134)
第 4 章 农业与生态气象业务系统	(136)
4.1 农业与生态气象业务系统结构及流程	(136)
4.2 生态气象数据录入编发系统	(139)
4.3 农业与生态气象数据库子系统	(141)
4.4 农业与生态气象监测分析评估子系统	(145)
4.5 农业与生态气象信息服务平台建设	(149)
参考文献.....	(151)
第 5 章 农业气象服务产品	(152)
5.1 作物气象服务产品	(153)
5.2 牧草气象服务产品	(164)

5.3 农业气象灾害服务产品	(168)
参考文献	(171)
第6章 生态气象服务产品	(172)
6.1 森林生态服务产品	(173)
6.2 农田生态服务产品	(174)
6.3 荒漠生态服务产品	(180)
6.4 湿地生态服务产品	(185)
6.5 海洋生态服务产品	(190)
6.6 城市生态服务产品	(191)
6.7 生态与环境综合评价服务产品	(194)
参考文献	(204)

第1章 概 论

1.1 气象条件与农业和生态

1.1.1 气象条件与农业生产

农业生产是以生物体为生产对象,以自然环境为生产场所,通过人为的干预,使生物体更好地适应和利用环境条件,吸收物质与能量,从而得到人类所需的产品。即人类通过劳动的调节和干预,利用光、热、水、土等自然条件和生物生理作用进行能量积累、转化的物质生产活动。农业生产是生物的再生产,既有社会再生产过程,也有自然再生产过程。农业生产的目的是满足人类生活所需的食物和工业生产所需的原料以及创造良好的生态环境,其农业生产过程是自然再生产过程和经济再生产过程的密切联系、彼此交错、相互作用的统一过程,它既受社会经济条件的制约,又受自然条件特别是气象条件的影响。因此,农业生产实质上是人类长期以来利用自然的产物。由于农业生产置身于自然条件控制下,必然要受到气候、土壤、植被等自然条件的影响,其中,尤以气候条件的影响最为突出:凡是风调雨顺的年景,农业生产既可省肥、省工、省成本,又可获得高产;气象灾害多的年景,则费肥、费工,且产量低。所以,人们必须根据天气气候特点和生物的生理要求,制订干预和促进农业生产的各项措施,做到因地制宜和因时制宜,借以达到高产高效和提高农业劳动生产率的目的。

中国是一个古老的农业国,远在几千年前,我们的祖先在从事农业生产与大自然的斗争实践中,不断观察自然气候变化与农业生产的关系,积累了极其丰富的经验。我国最早的史书《尚书》中就谈到尧舜派专人定四时,敬受人时事。所谓“人时”是指耕种收获等农事活动。后魏时《齐民要术》一书说“顺天时,量地利,则用力少而成功多,任情返道,劳而无获”。意思是从事农业生产不考虑天时,就会“劳而无获”,“虽十尧不能冬生一穗”;而考虑天时,就会“五谷不绝而百姓有余食也”,“田虽薄恶,收可亩十石”。其后,很多农书都把天时的论述作为重要内容。我们的祖先从观测自然物候开始到观察天气、气候的变化以及农作物生长发育状况和它们之间的相互关系,逐渐懂得了趋利避害的重要性。认识到有利于农业生产的气候条件出现时,农作物生长良好,农事活动进行顺利,能够获得好收成;反之,不利于农业生产的气候条件出现时,则影响农作物的生长和农事活动的进行,常导致减产,甚至绝收。

从以上叙述中可以看出,农业生产与气象条件有着非常密切的关系,气象因子是动植物生活所必需的因子。气象条件影响农业生产,首先是它为第一性生产和第二性生产直接和间接地提供它们所需要的能量和物质。生物体如不从大气中摄取光、热、二氧化碳和从土壤中获取水分和营养物质,便不可能有生命活动;其次,它们的生命过程既然在外界自然环境中完成,就必然受到有利和不利的气象条件影响,即使今后农业生产技术达到了极高的水平,人们还是要

控制外界气象条件取得最优方案来安排生产;第三,通过气象条件对外界其他因子如土壤、水文、地形地势、地面覆盖物的作用,从而又对气象条件的反馈来影响农业生产;第四,气象条件中光、温、水、气等因子的不同组合对农业生产产生不同的影响:不利的组合将导致农业减产;有利的组合会使农业增产,而其最佳组合,则会使农业获得最好的收成。发展农业生产,必须“因时因地制宜”、“看天看地看庄稼”,所谓“时”、“天”实际都是指气象条件,说明了气象条件对农业生产的重要意义。同时农业生产也会反过来影响气象条件:有机体的不同发育期形成不同的农业小气候条件,长期的农业生产过程改变的植被分布等影响气候变化等。

气象对农业的影响主要有以下几个方面:

(1)光、热、水等气象要素是决定种植制度的基本因素,其中热量更是决定某一地区一年几季的主导因素。一般说来,一年三季要求 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温大于 $6\ 100^{\circ}\text{C}$;一年两季要求 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温大于 $4\ 200^{\circ}\text{C}$;而 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温小于 $4\ 000^{\circ}\text{C}$ 的地区只能一年一季;

(2)光、热、水等提供农作物生长发育所需的能量和物质,它们的不同组合对农业生产的影响不同。我国东南部地区光热同季,水分条件好,有利于农业增产;青藏高原光照丰富,但热量不足,不利于农业增产;西北地区光照丰富,但水分不足,也不利于农业增产;

(3)土地资源自然生产力的地区差异,主要是水热条件的地区差异所致。面积超过全国50%的西部干旱半干旱地区,生物量仅占全国的13%;面积不到全国一半的东部地区,生物量占全国的87%。我国东西部土地资源自然生产力的这种差异,主要是东西部水分条件的差异引起的。东部地区生物量从热带向寒温带递减,南北相差5~6倍。东部地区这种土地资源自然生产力的南北差异,主要是由南北热量条件的差异所造成的;

(4)作物的种类和品质与气候条件密切相关。某一地区适宜生长的作物种类与当地的温度和湿度等气候条件密切相关。如北方适宜种植喜长日照、温凉气候的作物,南方则适宜种植喜短日照、热量充足的作物。

1.1.2 气象条件与生态

1.1.2.1 生态的概念

生态是指生物的生理特性和生活习性,通过生物与环境的互动关系来表征。从广义来讲,是一个包括自然生态、社会生态、文化生态、精神生态等4个子系统的巨大系统;从狭义来看,生态是指人与环境的互动状态,主要是指人生活必须依赖的自然环境,即自然生态。目前我们常说的生态大多是指狭义的生态,其主要或完全由自然因素形成,并间接地、潜在地、长远地对人类的生存和发展产生影响。目前,人类正面临着生态危机,如世界气候异常、自然灾害频繁等,生态恶化一直是困扰人类的一大难题。1998年,巴西亚马逊森林大火肆虐数月之久,我国长江、松花江和嫩江流域出现特大洪灾以及欧洲大陆的狂风暴雨和席卷中美洲地区的“米奇”飓风等,给人类带来了沉重的灾难。2002年9月上旬第2届可持续发展世界首脑峰会通过的《约翰内斯堡政治宣言》和《执行计划》再次表明,全球变暖让世界很多地方的夏天热得如同“洗桑拿”,荒漠化使很多地方饱受沙尘暴袭击,物种灭绝使越来越多的生物成为人们久远的记忆。人类在健康、生物多样性、农业生产、水和能源五大领域面临非常严重的挑战,如果不及时采取有力措施,人类可持续发展就会成为泡影。

与全世界的形势一样,中华民族的发展和进步,同样面临着自然灾害频发、资源短缺等生态恶化问题的严重挑战。能否在本世纪的初期顺利解决好这些问题,关系到国家的前途和民族的命运,党中央、国务院、各级政府和各界对此予以广泛关注。保护和建设好生态,实现可持

续发展,是我国现代化建设中必须始终坚持的一项基本方针。党中央每年召开人口、资源、环境工作座谈会,国家颁布了一系列有关生态、环境、资源方面的法律、法规,为强化生态恢复和保护提供了强有力的法律依据和政策保障,全面推动了可持续发展战略的实施。《国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》明确指出,要加强生态恢复,遏制生态恶化,加大环境保护和治理力度。近些年我国政府先后颁布了《全国生态环境建设规划》和《全国生态环境保护纲要》,这既充分表明了我国政府坚决遏制生态恶化、改善生态的信心和决心,体现了国家领导集体高度的历史责任感和为人民负责、为子孙后代负责的强烈使命,也为今后我国的生态恢复与保护指明了方向,勾画了美好的蓝图。在这些重要文献中,都明确提出要建立并完善有关生态的监测和信息服务体系。特别是在国民经济和社会发展第十个五年计划《生态建设和环境保护重点专项规划》中,进一步提出了“建设生态、环境、资源和灾害的综合监测体系”的具体要求。即:要围绕生态建设和环境保护的重点任务,结合国民经济信息化的进程,初步建成生态、环境、资源和灾害的综合监测体系,为中央和各级政府提供及时、可靠的决策依据,为全社会的参与和监督提供丰富翔实的信息。

1.1.2.2 气象条件与生态的关系

气象因子是生态因子中最活跃、影响最直接的因子,气象条件变化是生态演变重要的自然原因。气候变化问题事关生态保护,事关能源、水资源、食物安全与人类健康,事关人类社会的可持续发展,与国民经济和社会发展密切相关,是当今全球共同面临的重大课题。光照、热量、水分、风速等气象要素的量值和时空分布发生变化,对生态产生全方位、多层次的影响。

(1) 气象条件对水资源的影响

某一地区的水资源与气候、土壤、植被、地貌、地质等多种自然因素有关,但气候起着决定性作用。

① 降水是淡水资源的主要来源。可以说,全球的淡水资源都来自大气降水。地表上江、河、湖、水库中的水资源来自大气降水,地下水和土壤含水的补给依赖于大气降水,甚至地表的冰川和永久雪盖也源自千万年前的大气降水。

② 我国降水的不均匀分布导致水资源的不均匀分布。这主要表现在3个方面:一是降水量分布南多北少,导致了水资源南丰北歉;二是降水量季节分配不均匀,大部分地区全年降水集中在夏季,导致大部分河川也是夏季丰水,冬季枯水;三是降水量明显的年际变化,造成了可用水资源也存在着明显的年际变化。

③ 蒸发减少可用水资源。在降水充沛的地区,蒸发量一般低于降水量,故蒸发减少可用水资源的作用不易显出。但在我国西北干旱半干旱地区,降水稀少而蒸发旺盛,蒸发量已接近或等于年降水量。因此,降水已不能给这一地区原本匮乏的水资源以任何补充。

(2) 气象条件对森林的影响

森林生态系统可以很好地调节生物与生物、生物与无机环境之间的关系,使之达到新的平衡状态。在此调节过程中,森林发挥着涵养水源、保持水土、净化空气、减少风沙、调节气候、保护环境的作用。

① 气候状况决定可生长树种的类型。我国森林类型热量指标为:热带雨林 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为 $8\,000^{\circ}\text{C}$ 以上,最冷月气温不低于 16°C ;常绿阔叶林类型积温在 $4\,500\sim 8\,000^{\circ}\text{C}$,最冷月气温在 $0\sim 16^{\circ}\text{C}$;落叶阔叶林类型积温一般在 $3\,200\sim 4\,500^{\circ}\text{C}$,最冷月气温在 -8°C 以上;针阔混交林类型积温在 $1\,600\sim 3\,200^{\circ}\text{C}$,最冷月气温为 $-28\sim -8^{\circ}\text{C}$;针叶林类型积温低于 $1\,600^{\circ}\text{C}$,最冷月气温低于 -28°C 。因此,某一地区广泛分布的树种对该地区的气候具有指示意义。如北

方针叶林区是寒冷气候(高海拔)的象征,温带森林分布在冬季冷而夏季炎热潮湿的地区,热带雨林地区则终年高温、雨量丰沛。

② 森林生态系统是各种植被系统中的最大贮碳库(碳汇)。陆地上的各类生态系统中,固定二氧化碳的速率差异很大。热带雨林区每平方米每年固定碳 $1\sim 2\text{ kg}$,温带森林为 $0.2\sim 0.4\text{ kg}$,北极冰原和干燥沙漠只能固定热带雨林区的 1% 。全球森林植被(不包括地下部分)的碳存储量近 $4\ 000\text{ 亿 t}$ 。

(3) 气象条件对草原的影响

草原地区的气候直接影响和制约着牧草的生长发育、产量形成和营养物质动态,决定着牧草和牧业的地理分布和生产力水平。

气象条件直接影响着牧草的生长发育。光、热、水等基本气候因子相互制约,共同对牧草的生长发育产生直接影响。光照是牧草进行光合作用的重要能源,牧草生物学产量的 $90\%\sim 95\%$ 通过光合作用生成;温度直接影响牧草的生长,平均温度低于 0°C 时牧草一般停止生长,达到 5°C 左右时牧草开始返青,高于 10°C 时牧草进入生长旺期;牧草进入积极生长期后,降雨是否及时和雨量是否充足直接影响牧草生长速度和产量。风和湿度主要通过影响土壤水分蒸发和牧草叶面蒸腾而对牧草的生长产生影响。

水、热状况的地区差异和季节分布决定着草原带的分布和生产力。我国北方从东向西气候逐渐变得干燥,草原也由温带草甸草原逐渐演变为温带典型草原、温带荒漠草原和暖温带草原,草原的草群高度、盖度和产量也随之逐渐下降。在我国北部和西部草原,草甸草原 $0.7\sim 0.8\text{ hm}^2$ 可养一只羊;而干草原需 $1.3\sim 1.7\text{ hm}^2$ 、高寒草原需 $1.7\sim 2.3\text{ hm}^2$ 、荒漠草原需 $2.7\sim 3.0\text{ hm}^2$ 、荒漠化草原和荒漠需 $3.3\sim 6.3\text{ hm}^2$ 养一只羊。

水、热状况的季节分布对载畜量季节变化的影响也很明显。以内蒙古草原为例,草甸草原暖季需 0.3 hm^2 草场养一只羊,冷季需 0.5 hm^2 ;干草原暖季需 0.5 hm^2 草场养一只羊,冷季需 1.0 hm^2 ;荒漠草原暖季需 1.0 hm^2 草场养一只羊,冷季需 2.0 hm^2 。

牲畜的适应范围和产品品质与气候条件相关。一个地区适宜饲养的牲畜种类在很大程度上决定于当地的气候条件。我国的草原家畜分三大系,它们生活在不同的气候条件下,具有不同的生理机能。高海拔寒冷地区的藏系家畜,耐寒,耐低氧;高海拔平原地区的蒙古系家畜,能忍受夏季的高温、高湿以及冬季的低温;而高山草甸草场的哈萨克系家畜,夏季需要在气候凉爽的牧场度过,冬季则需在背风向阳的山上过冬。

1.1.3 农业与生态气象内涵

1.1.3.1 农业气象

农业气象学是研究气象条件与农业生产相互关系及其规律的一门科学。农业气象学的研究对象包括农业生产对气象条件的要求反应及农业生产对象群体对气象条件的反馈影响,是农业科学和气象科学相结合、相互渗透的一门边缘科学,是应用气象学的一个重要分支。当前,农业气象研究领域已经涉及资源、生态、可持续发展等一系列世界性问题,农业气象工作在解决农业生产中的气象问题,科学合理地利用自然资源,保护生态,防止和减轻农业自然灾害影响,实现农业和国民经济的可持续发展等方面起着举足轻重的作用。

农业气象的主要业务内容是:进行农业气象观测,开展农业气象情报预报业务服务、农业气象灾害监测评估预报和防御服务、农林病虫害气象预报预警服务以及农业气象适用技术开发推广、农业气候资源的开发利用服务等。

农业气象的服务产品主要是:对作物生长的气象条件进行监测、预测及评价。

1.1.3.2 生态气象

生态气象学是研究气象与其他生态因子之间相互关系的学科。生态因子是指一切对生物生长、发育、生殖、行为和分布有直接或间接影响的因子,一般包括气候因子、土壤因子、水分因子、生物因子和人为因子。生态气象学是应用气象学、生态学的原理和方法研究天气气候条件与生态系统诸因子间相互作用关系及其规律的一门科学,是气象学、生态学、环境科学等学科交叉形成的一门边缘科学,也是一门新兴的专业气象科学。生态气象工作是通过有关因子监测,研究气象条件与生态之间的相互关系和作用机理,开展气象、气候变化对生态影响的分析评估以及生态变化对气候系统影响的分析评估,为我国开展环境外交、气候系统模式研发、气候变化影响评估等提供基础性资料,为生态恢复和保护提供技术支撑。

生态气象的主要业务内容包括:生态气象观测、生态气象监测预测评估、生态气象灾害监测评价预警、生态质量评价等工作。

生态气象的服务产品主要包括:水、土壤、生物因子及其与气象因子关系的监测评价报告。

1.1.4 农业与生态气象历史沿革

自1954年以来,气象部门持续开展了农业与生态气象特别是农业气象业务服务工作,广大气象工作者深入研究了中国的气候与农业的关系和气象灾害的规律及其对农业的影响,并针对农业发展战略决策、防御农业气象灾害等需求,通过及时提供农业气象信息情报服务、灾害性天气预报服务及农业气象适用技术等多种手段,开展了各种形式的气象保障工作,特别是“六五”以来,气象部门在农业气候资源与区划、丘陵山区农业气候资源开发利用、农业气象情报服务和农作物产量气象预报、作物长势卫星遥感监测和优化灌溉节水农业等方面取得了长足的进展。

20世纪50年代,侧重于粮、棉、油作物增产的农业气候问题研究,分析了春、秋季低温气候规律,详细计算了各种农业气象指标的初终日期和持续日数,提出了适时的播种、收获期;研究了中国棉区发展与气候的关系;研究了二十四节气和古代物候问题;1956年在一些基层台站开展农业气象旬报服务的基础上,由上海市、湖南省开展省级农业气象旬报试点,取得经验后并全面展开。1957年推广到14个省、市、自治区开展省级农业气象旬报服务。1958年6月中央气象局农业气象处开始编发《全国农业气象旬报》,初步形成了国家级、省级、县级全国农业气象情报服务的格局。

20世纪60年代,全国各地普遍开展农业气象调查,在总结群众经验的基础上,结合气候资源,计算了不同作物的农业气候指标;深入分析华北地区冬小麦、棉花霜冻气候特征及其规律;分析研究了广大平原地区光、热、水农业气候资源;1964年竺可桢发表了《论我国气候的几个特点及其粮食作物生产的关系》一文,提出了中国粮食增产的光、热、水农业气候资源特征;配合全国农业科学技术发展规划,在全国有组织地开展了农业气候区划工作,部分省、自治区编制了粗线条的简明农业气候区划,并总结出区划工作的8个步骤:搞调查、找问题、抓资料、选指标、做分析、划界线、加评述、提建议。

20世纪70年代,针对耕作技术的变革,对不同尺度农业气候资源合理利用问题进行较全面的分析,通过计算各地区光合生产潜力及主要作物气候生产力,提出黄淮海地区水浇地一年两熟比一年一熟可增产88%,增加施肥和加强管理的旱地两熟比一熟增产70%,长江流域三熟比两熟增产20%~40%等,大大提高了农业气候资源利用率;开展双季稻、玉米、冬小麦、春

小麦高产稳产等专题农业气候分析;引用“农业气候相似”概念,对比分析农作物原产地和引种地区的农业气候相似条件,大大缩短了引种、扩种优良品种以及耕作制度改革的时间;开展不同区域农业布局、作物配置的农业气候资源分析和利用方面的研究;研究了历史时期气候变迁与中国稻作区演变的关系,对不同区域的农业气候资源数量、质量、潜力等问题进行了研究;全国、省、地、县(市)气象部门积极开展丘陵山区农业气候资源调查考察,部分省、市(县)选择典型山区在不同坡向、高度、山谷、盆地设点进行气象和物候观测,特别是河南省气象局在豫西山区开展了农业气候资源考察,在海拔 1 000~1 800 m 的伏牛山区进行气象梯度测点,开展了不同高度双季稻种植试验等等。

20 世纪 80 年代,系统开展了农业气候资源区划工作,有 29 个省、市、自治区完成了省级综合农业气候区划(西藏完成的是区域性区划),还针对本省、自治区气候资源、气候灾害和主要作物进行了专题农业气候区划,有 1 605 个县完成了县级农业气候区划,有 35 个地区完成了地区农业气候区划;1983 年原国家经委要求国家气象局组建全国农情、灾害信息网,以便迅速、全面了解全国农业生产情况,掌握农业生产的动态变化,作出准确的判断和决策指挥生产,协调抗灾、救灾,着手组建《全国农业气象旬(月)报》,经试刊改进,1984 年由国家经委主持召开有关部委参加的验收会,正式为国务院及有关部委服务;1985 年开始自行开发国家级农业气象信息接收、处理自动化软件,1989 年完成了国家级农业气象情报业务流程自动化系统建设,基本满足了业务运行的需要,后又经过 3 年使用的检验和改进,达到了信息接收处理快速、准确、可靠、客观的要求,性能稳定,使用效果良好,使国家级农业气象情报业务和服务工作进入现代化的行列;在借鉴国外作物模拟成果的基础上,结合中国的实际,开展了大量作物生长模拟田间试验,对主要作物的生长模拟进行了探索和尝试,取得了明显的进展,先后研制适合中国种植制度的水稻、小麦、玉米和棉花等主要作物的生长模拟模式;农业气象产量预报研究取得重大成果并广泛推广与应用,全国和各省、市、自治区以及部分地区和县级气象部门逐步开展相应的农业气象产量预报业务。

20 世纪 90 年代以来,高新技术广泛引入。1998 起在中国气象局的统一组织和指导下,各省利用“3S”高新技术开展了第三次农业气候区划,部分省区划到村,并研制了气候区划信息查询系统,为当地农业结构调整、生态与环境保护提供科学依据;进一步深化了农业气象情报预报系统建设,建成全国系统结构统一、功能完善的新一代农业气象情报预报系统,并依托农业气象情报预报业务服务系统,利用实时上传的天气、农气信息和卫星遥感、地理信息系统技术,定期制作农业气象情报预报产品(农业气象情报、产量预报等),克服了单点观测、以点带面的缺陷,实现了细网格化的服务;运用现代电子计算技术,利用常规观测资料和非常规观测资料,根据地理位置、大地形、海拔高度及小地形的影响,推算预测站地区主要气象要素;采用不同步长的细网格法估算光、温、水资源值;建立了不同功能的农业气候资源数据库及应用软件;聚类分析、线性规划、决策论、模糊数学等方法广泛应用;利用现有极轨气象卫星资料接收系统,接收 NOAA 系列、FY-1C 卫星资料,开展生态与环境监测,主要监测项目包括干旱、洪涝、植被长势、森林和草原火灾、土壤墒情、冬小麦产量等,利用气象卫星资料对海冰、雪被、大雾、沙尘暴的发生区域、强度、移动路径、沿海滩涂资源、地表温度、海面温度、水体变化、城市热岛效应、城市污染、水资源、森林病虫害、土地利用等进行监测尝试;以 TM 遥感图像作为主要资料,加上 1:10 万地形图、1:5 万数字高程模型等辅助资料开展生态与环境本底调查,弄清当地土地利用、植被盖度、耕地分布、生物物种分布的实际情况,为政府有关管理部门提供可供科学决策使用的实用性调查数据,同时为今后动态监测后的变更分析获取基础数据;利用陆地资源

卫星 TM 资料以及地理信息系统和全球卫星定位系统技术,进行了水资源遥感调查和洪涝灾害遥感综合调查等工作,摸清了水资源现状及河流水系、水利工程的分布情况,计算了地表水资源、浅层地下水资源量,并对水资源开发利用现状进行综合评价,提出了合理开发利用与保护水资源的对策和建议;部分省建立了水资源和洪涝灾害地理信息服务系统,利用水利工程、地表水等基础信息数据库和生物资源数据库,掌握全省农田、森林、草地等的面积和分布等,实现水资源信息的快速显示和查询,选择抗洪救灾的最佳救援路线;引入农业与生态气象概念,将农业气象服务领域向农业生产、生态恢复和环境保护方面拓展,部分省份在这方面进行了有效尝试。

在业务中也积极开展农业气象灾害调查、考察、观测和试验研究,对低温冷害、霜冻、冻害、干旱、洪涝、干热风、冰雹、大风、森林火灾等主要农业气象灾害的指标和天气气候特征规律,作物受害机理以及有效防御措施等方面进行了深入分析研究。主要开展了农业干旱危害作物机理、指标、干旱时空分布、监测、预测、评估和防御技术研究;开展了干热风天气环流特征、天气类型、危害小麦的机理、危害指标、时空分布及区划和防御措施的研究;开展了东北地区低温冷害类型、时空分布规律、不同作物冷害机制和防御低温冷害的长远战略措施以及应急实用技术的研究;开展了南方水稻低温冷害研究、华南地区冷害和病虫害研究等。

农业气象工作 50 多年来的发展历程,从无到有、从小到大,取得了长足的进展,生态气象工作也进入起步阶段。目前,遥感、地理信息系统及计算机通信、多媒体技术等高新技术正积极、广泛地应用于农业与生态气象业务服务工作之中,使此项工作更加现代化、科学化。

1.2 农业与生态气象需求、现状、发展趋势及存在问题

1.2.1 农业气象的服务需求、现状、发展趋势及存在问题

1.2.1.1 农业气象的服务需求

(1) 加强为“三农”服务的需求

农业气象作为气象部门为农业服务的重要手段之一,肩负着为我国农业和农村经济发展、农民致富以及国家粮食安全保驾护航的重要使命。近年来,随着农业结构调整和农村经济的发展,农民和农业生产都对农业气象服务提出了新的需求。中发[2005]1 号文件中要求“加强农业灾害的监测、预报、防治和处置,农业资源、农业生态与环境和农业投入品使用监测,水资源管理和防汛抗旱等职能。”《中国气象事业发展战略研究》中也提出“气象部门以国家粮食安全和生态安全气象保障服务为重点,积极拓展农业生态系统监测和信息服务领域,为我国农业防灾减灾,农业高产、高效和优质提供气象保障服务,为农业生态系统保护和建设提供科学支持。”因此,迫切需提高农业气象服务的能力和水平。服务领域要由以粮食作物为主的种植业,逐步向包括农业、林业、牧业、渔业、水果、蔬菜等在内的大农业拓展,向农业生态的建设与保护方面适当拓展;农业气象的服务时段也需要全面扩展到农业的产前、产中、产后;农业气象的服务对象要由为政府的决策服务转变为决策服务为主,兼顾对广大农民和集约化的农业生产实体的服务。

(2) 保障国家粮食安全的需求

根据我国农业发展的需求,《中国气象事业发展战略研究》提出“气象部门以国家粮食安全和生态安全气象保障服务为重点,……建立气象条件与作物生长发育的生理模型,延长农业气