

河南科学技术出版社

• 高等农林专科学校试用教材 •

农业气象

(农林类各专业用)



高等农林专科学校试用教材

农业气象

(农林类各专业用)

河南科学技术出版社

高等农林专科学校试用教材

农 业 气 象

主 编 齐文虎

副主编 冯新灵 唐永泰

责任编辑 周本庆

河南科学技术出版社出版

河南信阳印刷厂印刷

河南省新华书店发行

850×1168毫米 大32开本 12 印张 300 千字

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

印数1——10,500册

ISBN 7-5349-0202-9/S·203

定价：3.50元

内 容 提 要

该书共分七章：前四章介绍了光、热、水、风等农业气象要素的形成、发展和变化规律，以及农业生物生长发育和农业生产对这些条件的反应；第五章“农业天气”介绍了一般天气形成变化规律和对农业生产有直接影响的几种农业天气；第六章“农业气候”阐述了我国气候的形成、特征、区划和气候带，农业气候资源的分析与利用等；第七章“农业小气候”介绍了农田、水域、护田林、果园、森林和保护地等小气候的特征和影响；该书将实习指导与理论教材合在一起编写，共选编了农业气象观测仪器、观测方法和农业气候资料整理等十个实习。适合二年制和三年制农林专科学校各专业作教材试用。

主 编	河南职业技术师范学院	齐文虎
副 主 编	绵阳农业专科学校	冯新灵
	熊岳农业专科学校	唐永泰
编写人员	湛江农业专科学校	杨樵生
	广西农学院	赵均武
	豫南农业专科学校	陈汇林
	山西临汾农业专科学校	张敬玉
	南京农业专科学校	牛利民
	豫西农业专科学校	毛军需
	张家口农业专科学校	王美云
	西昌农业专科学校	何 珩
	宜春农业专科学校	金大海
	河南职业技术师范学院	周广清

序 言

农业气象学是研究农业（包括种植业、畜牧业和林业等）与气象条件的相互联系、并为农业生产服务的科学。由于气象条件对农业生产有重大影响，光、热、水、气等基本农业气象要素配合适宜与否在很大程度上决定农业生产之丰歉、产品品质之优劣和成本之高低，因此，农业气象学是一门与农业生产紧密联系的应用科学。它的基本任务是：根据农业生产的需要，在充分认识和掌握天气、气候变化规律及其对农业生产影响的基础上，及时准确地发布农业气象预报和情报；因地、因时制宜，充分合理地利用气候资源；避免不利的气象条件，有效地战胜气象灾害；调节、控制和改造小气候条件，使农业获得丰产、丰收。

农业气象学是一门边缘学科，它与农业生物学、植物生理学、土壤学、栽培学、气象学、天气学、气候学等有非常密切的联系。作为一门应用科学，农业气象工作者尤其需要有丰富的农学知识，要深入生产，熟悉农业，善于联系生产中的农业气象问题，做出切实有效的服务，从而不断提高农业气象服务的经济效益、生态效益和社会效益。

齐文虎同志主编的高等农林专科学校使用的教材——《农业气象》，较突出地反映了农业气象学的学科特点，重点讲述了太阳辐射、温度、水分和风等主要气象要素变化规律，天气学基础知识和农业气象灾害的防御，农业气候资源的分析和利用，以及农业小气候的特征和调节、控制措施等。全书内容不仅着重阐述了气象和农业气象学的基本概念和基本理论，而且把实习指导书

与理论结合在一起，加强了学生对所学理论知识的理解和实际操作能力的训练。尤其值得推荐的是，本书密切配合我国当前农、林业的发展需要，注重理论联系实际，较好地反映了专科教育要突出应用性、加强实践性等特点。

此外，本书不少的内容反映了农业气象学近十多年来研究的新观点、新方法、新成果，尽管涉猎面还不够广，但作为专科学校教材能尽力注意做到这一点，是十分难能可贵的，感谢编者的匠心和对工作认真负责的精神。

本书章节比例安排得体，图表配置适当，结构严谨，文笔较为流畅，是一本对广大学生和读者有所裨益的农业气象学基础教材，我作为从事农业气象工作多年的教师，热情地欢迎这本书的出版和发行。

北京农业大学农业气象系系主任 龚绍先

1988年6月于北京

前 言

本教材是以“面向现代化、面向世界、面向未来”为指导，以“为社会主义经济建设服务”为宗旨，结合目前农、林业生产发展的需要，根据专科教育应突出应用性、实践性、针对性、灵活性的特点，紧紧围绕农、林技术推广和应用理论教学为中心编写而成的。

《农业气象》是农、林、果蔬类专业的一门必修专业基础课，同时也是一门重要的技术基础课。该书共分七章，重点介绍了农业气象要素、农业天气、农业气候和农业小气候形成的物理过程 and 变化规律，以及农业生物生长发育、农业生产活动对这些气象条件的反应。

本教材注重应用理论的教学和实践性教学环节相结合，为农林生产服务的目的比较明确，并结合全国各地气候特点和不同专业的要求，选材较宽，适用面广，且语言通俗流畅，符合农林专科学校各专业对该课程的要求。所以，该书适合二年制和三年制农林专科学校及职业技术师范院校有关专业作教材使用，也可作为广大农林科技工作者和职业农业中学教师的参考书。

本教材虽是根据各高等农、林专科学校农、林类各专业的需要而编写的，但由于各地农业气象条件及农、林业生产情况不同，各专业对农业气象课所要求的内容和深广度不同，再加上该课程的教学时数有限，因此，各校在使用本教材时，应根据本地区和本专业的需要有所选择和侧重。“各省（区）的气候特点”，本教材没有编写，教师可根据各省（区）的实际情况进行适当的补充。

该书是由河南职业技术师范学院、广西农学院以及全国十所农业专科学校共同编写。在编写过程中，首先根据该课程的要求，拟定了编写纪要；初稿完成后，经集体充分酝酿讨论，进行了审稿定稿；最后受到了北京农业大学农业气象系龚绍先、张理、陈端生先生，南京大学大气物理系盛承禹先生，西南农业大学农业气象教研室汪毓才先生，河南农业大学气象教研室董中强先生等的审阅，对此书均作出了一定的评价，并提出了许多极其宝贵的意见，北京农业大学农业气象系系主任龚绍先先生还代作了序言，在此一并致谢。

由于编者水平有限，时间仓促，错漏和不足之处，敬请广大读者批评指正，以便今后进一步完善。

编 者

1988年3月

目 录

绪 论	(1)
一、气象学的研究对象及任务	(1)
二、农业气象学的研究对象及任务	(2)
三、农业气象学的研究方法	(4)
四、本课程的主要内容和学习方法	(5)
第一章 太阳辐射与农业	(6)
§1-1 太阳辐射时间长短	(6)
§1-2 太阳辐射光谱	(23)
§1-3 太阳辐射在大气中的减弱	(26)
§1-4 到达地面的太阳辐射	(33)
§1-5 地面辐射差额	(40)
§1-6 太阳辐射能利用率及其提高途径	(44)
第二章 温度与农业	(49)
§2-1 物质的热特性和地面的热量差额	(49)
§2-2 土壤温度	(52)
§2-3 空气温度	(59)
§2-4 水层温度	(65)
§2-5 温度与农业生产的关系	(66)
第三章 大气中的水分与农业	(74)
§3-1 空气湿度的表示方法	(74)
§3-2 空气湿度的变化	(78)
§3-3 蒸发与蒸散	(80)

§3-4	水汽凝结与降水	(87)
§3-5	大气中的水分与农业	(97)
第四章	风与农业	(104)
§4-1	气压与风	(104)
§4-2	大气环流与地方性风	(114)
§4-3	风与农林生产	(122)
第五章	农业天气	(125)
§5-1	天气学基本知识	(125)
§5-2	农业天气和农业气象灾害	(142)
第六章	气候与农业气候	(169)
§6-1	我国气候形成的主要因素	(170)
§6-2	我国气候的特征	(180)
§6-3	我国气候区划与气候带	(189)
§6-4	山地气候	(196)
§6-5	农业气候资源的分析	(202)
§6-6	农业气候资源的利用	(213)
§6-7	农业气候区划	(217)
第七章	农业小气候	(221)
§7-1	小气候概念及其形成的物理基础	(221)
§7-2	农田小气候	(230)
§7-3	地形小气候和水域小气候	(248)
§7-4	护田林带小气候	(254)
§7-5	果园小气候	(257)
§7-6	森林小气候	(265)
§7-7	保护地小气候	(272)
实习指导		(285)
实习一	太阳可照时间的计算和实照时间的观测。	
	附太阳辐射度、光照度的观测	(285)

实习二	气温和土温的观测	(296)
实习三	积温的求算	(305)
实习四	空气湿度的测定	(313)
实习五	蒸发和降水的观测	(322)
实习六	云的观测	(328)
实习七	风与气压的观测	(332)
实习八	地面气象记录月报表的整理	(340)
实习九	农业气候资料的整理	(346)
实习十	农业小气候观测	(353)
主要参考文献		(366)
附 录		(368)
附录一	时差表	(368)
附录二	有关计量单位符号表	(369)

绪 论

一、气象学的研究对象及任务

包围着地球表面的一层空气称为地球大气，简称大气。大气中时刻进行着各种不同的物理过程（如冷、暖、旱、涝等），出现各种各样的物理现象（如风、云、雨、雪、冰雹等），这些大气物理过程和现象即称为气象。气象学就是研究大气中所发生的物理过程和物理现象的本质及其变化规律的科学。大气中所发生的各种物理现象和物理过程，常用各种定量的和定性的因子来描述，这些因子叫做气象要素。主要的气象要素有太阳辐射、土壤温度、空气温度、大气压力、空气湿度、风、云、降水等等。各个气象要素之间相互联系、相互影响，在不同时间和不同地点有不同的结合。

气象学研究的范围很广泛，不同问题的研究方法也有一定的差异，所以在气象学发展的过程中，形成了许多相对独立的分支学科，如天气学、气候学、应用气象学等。

某一瞬间大气的状态和大气现象的综合称为天气。研究地理条件不同的区域内所发生的大气过程的规律，寻求预测天气变化的方法的学科便是天气学。也就是说，天气学是研究大气物理过程发展的规律及其在天气预报上应用的科学。

气候与天气不同，气候是指在太阳辐射、下垫面和大气环流等因素的作用下，某一地区多年的和综合的天气状况。天气是气候的基础，气候则是天气的总和；天气是短时间内的大气过程，

而气候是长时期的天气状况，且气候与天气相比具有一定的稳定性。

气候学是研究气候的形成因素、气候要素的分布规律、气候的地区类型以及气候的振动和变迁规律的科学。

人类的各项活动均与气象有密切的联系，因而逐渐形成并发展了应用气象学，如农业气象学、林业气象学、航空气象学、海洋气象学、医疗气象学、军事气象学等，它们的任务是直接面对国民经济、国防等部门，为各自专业服务的。

二、农业气象学的研究对象及任务

农业气象学是气象学、农业生物学、农学等学科的边缘学科，是研究农业生产中所有气象问题及其解决途径的科学。

农业气象学一方面要研究农业生产与气象条件的相互关系、相互作用及其变化的一般规律；另一方面又要研究各种不利气候条件对农业生产的影响及其防御措施；其最终目的是借助气象学理论和技术解决当地农业生产中存在的有关气象问题，保障农业丰产、稳产和优质低耗。

根据我国农业现代化的要求及当前国内外农业气象工作的开展情况，农业气象学的基本任务可归纳为以下几个方面：

第一，从植物生态学方面，研究作物生长发育、产量形成与气象条件的关系及作物产量预测的方法。作物生长、发育与周围环境之间不断地进行着物质和能量的交换，这个过程能否顺利进行，是作物生长发育和产量形成的关键之一。因此，农业气象的任务之一，就是阐明不同作物、不同品种的生长发育与周围环境进行物质及能量交换的关系；研究作物生长发育及产量和气象条件之间的关系；研究建立农业气象学的数学模拟模式，从建立多因子的天气——作物产量的统计学模式深化到天气——土壤——作物产量模式；开展作物生育期预报、产量预报和年景预报。

第二，进行农业气候资源的分析及其合理利用的研究。这是一项战略性的任务，能为农业的区域化和专业化，农、林、牧、副、渔的全面发展，最有效地改革种植制度，荒地开发利用，引进优良品种，制订农业生产规划及重大农业技术改革等，提供可靠的气候依据。

我国的山区约占全国领土面积的68%，合理利用和开发山区是我国发展国民经济的重要组成部分，因此开展山地气候研究，开展山地农业气候资源开发、利用的研究，就更为重要了。

第三，进行农业气象灾害规律及其防御方法的研究和应用。根据我国天气、气候特点，各种农业气象灾害时有发生，往往导致减产。因此防御气象灾害是保证农业稳产的重要措施。从观测受害症状及受害时期，研究受害机制，确定受害指标，分析气候规律，发布灾害预报，直到采取措施战胜灾害，都是研究农业气象灾害的具体任务。

第四，开展农业气象预报、情报服务，并逐步建立农业气象服务自动化体系。从农业生产全过程出发，抓住农业生产关键时期对气象条件的要求，进行农业气象情报、预报服务，以便趋利避害，充分利用有利气象条件，战胜不利条件。

第五，在大范围内人工控制天气和改造气候工作尚未实现以前，利用、调节、改造农田小气候的应用研究，是一项十分重要的工作。因为通过对农田小气候各种规律的认识，便能寻找出农作物生产过程中的最优农田小气候环境，从而为利用、调节和改造农田小气候提供依据，最终达到高产、稳产。这是农业气象学发展的方向，也是农业气象学的目的和任务。

第六，从大农业的观点出发，从逐步改变我国人民食物构成的需要出发，还要因地制宜地开展畜牧气象、渔业气象、果蔬气象、林业气象、病虫气象等的研究和服务工作。

三、农业气象学的研究方法

农业气象研究的主要特点是采用平行观测。所谓平行观测，就是一方面要进行气象及农业气象要素的状况和变化的观测，另一方面还必须在同一地点、同一时间内，进行田间农作物生育状况、农业气象灾害情况的观测，同时，还须进行田间管理工作的记载。这是农业气象研究方法区别于农学和气象学方法的根本所在。

农作物生育周期长，若按常规种植进行研究，要取得不同年型的代表资料与验证试验结果，往往需要好几年，为了缩短研究年限，在较短时间内取得研究成果，农业气象研究一般采用以下四种方法：

第一，分期播种法：分期播种法是农业气象研究最常用的方法之一。将试验作物按不同时间播种在同一田块上的方法就是分期播种法。分期播种使试验作物的各相同发育期处于不相同的气象条件，也可使一种气象条件同时与多个发育期相遇，它比单一播种期创造了较多的对比条件，从而获得丰富的试验资料、数据，并缩短了研究年限。

第二，地理播种法：地理播种法是在不同气候条件的地点，按统一设计方案进行试验的方法。它利用不同纬度和不同高度的播种点，具有不同气象条件的特点，使同一作物品种在同一生育期遇到不同的气象条件。它比在单一地区进行试验增加了对比条件，丰富了研究资料，缩短了试验年限。

第三，自然与人工控制条件下的对比试验法：农业气象研究除了进行综合观测试验外，还进行单项对比试验。如进行浇水试验（浇水与不浇水，浇水期、浇水量和方式等的对比），覆盖小气候效应试验，不同行向、密度、行距、间套作等对比试验。

除自然条件下的对比试验外，有时需采用人工控制气象条件

的试验方法。当前主要采用人工气候室和气候箱。

第四，农业气候分析法：采用统计学中常用的图解法、分析法求得作物产量与天气、气候之间关系的方法，就是农业气候分析法。其中有农作物产量与逐年天气、气候条件对比分析法，有栽培作物分布区和分布界限的气候分析法等。

四、本课程的主要内容和学习方法

本教材共分七章：前四章介绍了光、热、水、风等农业气象要素的形成、变化规律，以及农业生物生长发育和各种农业生产活动对这些条件的反应；第五章介绍农业天气，在介绍一般天气形成和变化规律的基础上，具体介绍了对农业生物和农业生产活动有重要影响的几种农业天气知识；第六章介绍农业气候，首先阐述了中国气候形成的主要因素，中国气候的特征、区划和气候带，然后介绍农业气候资源的分析与利用，山地农业气候，以及农业气候区划的任务、内容及方法；第七章介绍农业小气候，主要介绍了农田小气候、护田林小气候和保护地小气候。

农业气象观测仪器和观测方法及农业气候资料整理，是农业气象的重要内容。又是本学科的基本技能，为突出专科特色，加强实践性环节，本教材将实习指导与理论部分合在一起，共开设了十个实习。

在学习本课程过程中，应随时注意天气的变化和各种大气现象的特点，逐渐养成关心天气的习惯，注意天气变化对作物生长发育的影响。对教材中的概念和理论应当深入理解其物理意义，并尽可能联系农业生物及农业生产的实际。同时还要十分注重农业气象仪器的使用方法及农业气候资料的整理等实际技能的学习和训练，这样才能加深对所学知识的理解，增强分析和解决实际问题的能力。