



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

气 象 学

南 方 本

包云轩 主编

非气象专业用

中 国 农 业 出 版 社

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

气 象 学

南 方 本

包云轩 主编

非气象专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

气象学：南方本/包云轩主编. —北京：中国农业出版社，2002. 2

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7 - 109 - 07448 - X

I. 气 ... II. 包 ... III. 农业科学：气象学 - 高等学校 - 教材 IV. S16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 000678 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100026)

出版人：沈镇昭
责任编辑 刘 存

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

开本：787mm×960mm 1/16 印张：26.75

字数：468 千字

定价：34.60 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪课程教材”。它涉及的知识面广，内容涵盖了气象科学的各个分支学科，具有科学性、先进性、实用性和趣味性。全书分绪论、上篇、下篇三个部分，上篇 10 章为基础气象部分，从地球大气、十大气象要素、大气环流、天气学基础、气候与气候变化五个板块来系统阐述现代气象学的基本理论。下篇 10 章为农业气象部分，主要针对我国大农业中出现的各种问题，分析光、热、水、气等农业气象要素与农业的关系，总结我国农业气象灾害分布规律及防御措施，论述农业气候、农业小气候的时空格局及变化特征，探讨适应全球气候变化的农业对策；并根据我国国情和现代世界农业发展潮流，详尽剖析粮棉油作物、园林植物、特产植物、林业、畜牧业、水产业、设施农业与气象条件之间的相互关系及宏观农业产业结构调整、不同规模人为环境调控对我国农业气象条件的影响。

本书可作为全国高等农林院校各专业通用教材，也可供从事相关专业研究和工作的科技人员使用。

主 编	包云轩 (南京农业大学)
副主编	穆 彪 (贵州大学)
	黄寿波 (浙江大学)
	陈国惠 (西南农业大学)
	胡 飞 (华南农业大学)
	徐建祥 (扬州大学)
	樊多琦 (南京农业大学)
编 者	王学明 (扬州大学)
	李 有 (河南农业大学)
	李永健 (广西大学)
	陈志全 (湖南农业大学)
	杨建松 (贵州大学)
	金为民 (上海交通大学)
	周 平 (云南农业大学)
	胡继超 (南京农业大学)
审 稿	程极益 (南京农业大学)
	陈家豪 (福建农林大学)

前 言

气象学是研究地球大气中各种现象、状态及其演变规律及如何利用这些规律为人类服务的科学，它与人类社会的生产和生活密切相关。近 30 年来，随着世界经济的发展、现代科学技术的进步，气象领域无论在理论上还是在技术上都取得了巨大的进展。为了适应学科发展需要，在新的基础上系统而全面地阐述气象学理论，总结和分析各种气象应用技术，气象教育工作者必要广征博引、吐故纳新，编辑一些适应世界科技发展潮流的气象学新著来满足新一代大学生的需求。

本书为面向 21 世纪课程教材，是全国高等农林院校植物生产类各专业“十五”教学规划的核心教材，也适用于其他相关专业的基础教育课程。它包括绪论、上篇、下篇三个部分。绪论部分阐述了气象学的研究对象、主要内容、分支学科概况，回顾与分析了气象学的发展历史和研究现状，展望了气象学科的未来发展趋势，论述了农业气象学的主要理论基础、研究方法和研究内容。上篇为基础气象部分，包含十章内容：第二章地球大气，简要分析地球大气的组成、垂直结构和物理性质；第三至七章分别为辐射、温度、大气中的水分、大气中的光电声现象、气压与风，这五章内容涵盖日射、温度、湿度、蒸发、降水、云、能见度、天气现象、气压和风等十大气象要素，比较详尽地阐明了它们的基本概念、物理意义、形成与演变机制、时空分布规律；第八章大气环流，介绍大气环流模式、全球大气活动中心分布、季风与局地环流；第九章天气系统与天气过程，重点分析全球及我国出现的主要天气系统，详细讨论我国的主要天气过程；第十章气候，阐明气候的成因、各种气候带和气候型的特点及世界气候和中国气候的总体特征；第十一章气候变化与人类环境，从不同时空尺度上阐述气候变化的特点和规律及与人类环境之间的相互关系，探讨预测未来气候变化趋势的方法。下篇为

农业气象部分,紧密围绕我国农业生产中出现的各种气象学问题,与基础理论相呼应,分四个板块、十章内容:第一板块为第十二至十六章,其中第十二章大气成分与农业环境,第十三章辐射、光照与农业生产,第十四章热量条件与农业,第十五章水分条件与农业,第十六章风与农业,这五章内容详细论述农业气象要素(光、热、水、气)对我国农业生产影响的特征和规律;第二板块为第十七章农业气象灾害及其防御,主要分析我国十大农业气象灾害的特点、时空分布规律,并提出相应的防御对策和措施;第三板块为第十八章农业气候与农业小气候、第十九章气候变化与农业,从不同层次、不同时空格局及不同演变过程上阐述农业气候、农业小气候的特征和分布规律,分析气候变化与世界农业、中国农业之间的相互关系,探讨适应全球气候变化的农业对策;第四板块为第二十章农业生物与气象、第二十一章设施农业与气象,这两章根据我国国情和现代世界农业发展潮流,详尽论述粮棉油作物、园艺植物、特产植物、林业、畜牧业、水产业、设施农业与气象条件之间的相互关系,简要评述宏观农业产业结构调整、不同规模人为环境调控对农业气象条件的影响。与本书配套的《气象学实习指导》也将同时出版,实习指导包括十个实习:实习一太阳射观测,实习二温度观测,实习三大气中的水分观测,实习四气压和风的观测,实习五云、能见度和天气现象的观测,实习六农业小气候观测,实习七天气分析,实习八等值线区域气候图的绘制与分析,实习九农业气候资料的分析与应用,实习十气象资料的获取、分析和应用。为了配合课堂教学,适应现代化教学需要,我们研制了该教材的配套CAI课件,共二十四集,将于2002年底前后正式出版。

参与本教材编写工作的有包云轩(绪论、第十九章、实习指导、CAI课件)、穆彪(第三、十三章)、黄寿波(第十一、二十章)、陈国惠(第七、十六章)、胡飞(第八、十八章)、王学明(第五章)、徐建祥(第十五章)、樊多琦(第九章、实习指导)、李永健(第二、十二章)、陈志全(第四、十四章)、金为民(第六章、CAI课件)、李有(第十九章、实习指导)、周平(第十七章、实习指导)、胡继超(第十章、CAI课件)、杨建松(第二十一章、实习指导)。

程极益教授、陈家豪教授在百忙之中抽出大量时间为本书作了详尽的审稿工作，在此表示万分感激！

中国农业出版社及南京农业大学周耿娣、吴耀清等老师积极推动本教材的编写、出版工作，在此深表感谢！

参与本书编写的人员较多，分布区域较广，难免给统稿工作带来较大的困难，加之编者水平有限，错误在所难免，望使用本教材的教师、学生和科研工作者多多提出宝贵意见。

编 者

2001. 12

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 气象与气象学	1
一、气象与气象学的定义	1
二、气象学的研究对象、气象与社会经济发展的关系	1
三、气象学的主要分支学科	2
第二节 气象学的历史、现状及发展趋势	3
一、气象学的发展历史与现状	3
二、气象科学的发展趋势	5
第三节 农业气象学及其发展概况	6
一、农业生产与气象条件	6
二、农业气象学的定义及研究对象	6
三、农业气象学的研究方法与研究内容	7
四、农业气象学的发展概况	8
思考题	9
推荐阅读文献	9

上 篇 基础气象学

第二章 地球大气	12
第一节 大气的组成	12
一、干洁大气	12
二、水汽	14
三、大气中的杂质	15
第二节 大气的铅直结构	16
一、大气的铅直结构	16
二、大气上界	19
第三节 大气的物理性质	20
一、大气的质量	20
二、大气的气体状态方程	20
三、气象要素	22

思考题	22
推荐阅读文献	23
第三章 辐射	24
第一节 辐射的基本知识	24
一、辐射及其特性	24
二、辐射的基本定律	26
第二节 太阳辐射	28
一、太阳辐射强度和太阳常数	28
二、太阳高度角、太阳方位角和昼长	29
三、大气对太阳辐射的减弱	32
四、到达地面的太阳辐射强度	35
五、太阳辐射光谱	37
第三节 地面辐射差额	39
一、地面辐射	40
二、大气辐射	40
三、地面有效辐射	40
四、大气温室效应和阳伞效应	41
五、地面辐射差额	41
思考题	42
推荐阅读文献	42
第四章 温度	43
第一节 热量收支	43
一、物质的热属性	43
二、热量收支(交换)方式	46
三、热量收支(平衡)	47
第二节 地面和土壤的温度	49
一、地面温度和热量收支的关系	49
二、土壤温度的变化	50
第三节 水体的温度	52
一、水体热量传播的特点	52
二、水体温度的变化	53
第四节 空气的温度	54
一、大气中的热量交换方式	54
二、空气温度的时间变化	55
三、气温的空间分布	57
四、空气绝热变化	59

五、大气静力稳定度	60
六、大气中的逆温	62
思考题	64
推荐阅读文献	64
第五章 大气中的水分	65
第一节 空气湿度	65
一、空气湿度参量	65
二、空气湿度的时间变化	68
第二节 蒸发和蒸散	70
一、水面蒸发	70
二、土壤蒸发	71
三、农田蒸散	71
第三节 凝结和凝结物	74
一、凝结条件	74
二、凝结物	75
第四节 降水	77
一、暖云降水	77
二、冷云降水	78
三、降水特征量及其分析	78
四、干燥度	79
五、人工降水	80
思考题	81
推荐阅读文献	81
第六章 大气中的光、电、声现象	82
第一节 大气中的光学现象	82
一、大气中光的散射现象	82
二、大气中光的折射现象	84
三、大气中光的衍射现象	87
四、其他光学现象	88
第二节 大气中的电学现象	89
一、大气电场	89
二、天电	90
三、全球大气电平衡	91
四、避电知识	91
第三节 大气中的声学现象	92
一、大气中的声波	92

二、大气中的次声波	94
三、起源于天气现象中的声音	95
思考题	96
推荐阅读文献	96
第七章 气压与风	97
第一节 气压	97
一、气压的概念和单位	97
二、气压随高度和时间的变化	98
三、气压的水平分布	101
第二节 作用于空气的力	102
一、水平气压梯度力	103
二、水平地转偏向力	104
三、惯性离心力	106
四、摩擦力	106
第三节 风	107
一、自由大气中的风	107
二、摩擦层中的风	109
思考题	110
推荐阅读文献	110
第八章 大气环流	111
第一节 大气环流模式	111
一、单圈环流	111
二、三圈环流	112
第二节 大气活动中心	113
一、大气活动中心	113
二、东风带和西风带	116
三、急流	117
第三节 季风和地方性风	118
一、季风	118
二、地方性风	123
思考题	124
推荐阅读文献	125
第九章 天气系统和天气过程	126
第一节 天气系统	126
一、气团	127
二、锋	129

三、气旋	132
四、反气旋	140
五、高空天气系统	143
第二节 天气过程	145
一、寒潮天气过程	145
二、大型降水天气过程	148
三、对流性天气过程	152
第三节 气象业务与气象服务	155
一、气象业务	155
二、气象服务	157
思考题	158
推荐阅读文献	158
第十章 气候	159
第一节 气候和气候系统	159
一、气候的概念	159
二、气候系统	160
三、气候系统的组成	160
四、气候系统的属性	162
第二节 气候形成的因素	163
一、气候形成的辐射因素	163
二、气候形成的环流因素	165
三、气候形成的下垫面因素	165
四、人类活动对气候的影响	169
第三节 世界气候及其分类	170
一、气候带	170
二、气候型	172
三、气候分类	174
第四节 中国气候	176
一、中国气候特征	176
二、中国气候的辐射、温度和降水分布特征	179
三、四季的划分与二十四节气	187
四、中国气候区划	189
思考题	190
推荐阅读文献	191
第十一章 气候变化与人类环境	192
第一节 气候变迁与气候变化	192

一、全球气候变化趋势	192
二、气候变化的可能原因	196
第二节 气候异常及其应变对策	197
一、气候异常及其表现	197
二、气候异常的应变对策	199
第三节 气候变化与人类环境	201
一、人类活动对气候的影响	201
二、气候变化对人类环境及事务的影响	203
第四节 未来气候变化趋势的预测	204
一、冷暖趋势的预测	204
二、旱涝趋势的预测	205
三、未来 50 年中国气候变化趋势	206
思考题	207
推荐阅读文献	207
 下 篇 农业气象学	
第十二章 大气成分与农业环境	210
第一节 农田生态系统中的大气成分	210
一、氮 (N_2)	210
二、氧 (O_2)	210
三、二氧化碳 (CO_2)	210
四、水汽	212
五、甲烷 (CH_4)	212
六、氮的氧化物 (N_xO)	212
第二节 碳、氮、氧的循环及其对植物的影响	213
一、碳循环及其对植物的影响	213
二、氮循环及其对植物的影响	215
三、氧循环及其对植物的影响	216
第三节 农业环境中的大气污染及其治理	217
一、农业环境中的大气污染	217
二、农业环境中的大气污染治理	220
思考题	221
推荐阅读文献	221
第十三章 辐射、光照与农业	222
第一节 辐射波谱与农业生产	222

一、光合有效辐射	222
二、不同波谱段的生物学意义	222
三、人工调节光质的尝试	224
第二节 光照与农业生产	224
一、日照时间与植物生长发育	224
二、光照度与植物生长发育	226
第三节 光能利用与农业生产	227
一、太阳能利用率的定义及其计算	227
二、提高太阳能利用率的途径	228
思考题	228
推荐阅读文献	229
第十四章 热量条件与农业	230
第一节 温度的生物学意义	230
一、农作物生命活动的基本温度范围	230
二、三基点温度	230
三、土壤温度的生物学意义	232
四、水体温度的生物学意义	233
五、生物体体温的生物学意义	234
六、农业界限温度	235
第二节 温度变化与农业生产	235
一、农业生物的感温性和温周期现象	235
二、温度变化与作物生长发育的关系	236
三、温度和光照对作物发育的综合影响	237
第三节 积温及其应用	239
一、积温的种类与求算方法	239
二、积温的稳定性与改进措施	240
三、积温在农业生产中的应用	242
思考题	244
推荐阅读文献	244
第十五章 水分条件与农业	245
第一节 水分的农业意义	245
一、水分的生理作用	245
二、作物的水分需求	246
第二节 土壤—植被—大气复合系统的水分循环	250
一、土壤—植被—大气复合系统水分循环的机制	250
二、土壤—植被—大气复合系统的水分循环规律	251

三、影响土壤—植被—大气复合系统水分循环的因素	252
第三节 作物的水分利用效率	253
一、水分利用效率及其变化规律	253
二、影响水分利用率的因素	254
第四节 水分条件的调控	256
一、农田基本建设	256
二、改良和培肥土壤	257
三、节水灌溉	258
四、农田防护林	259
五、物理化学方法	259
思考题	261
推荐阅读文献	261
第十六章 风与农业	262
第一节 风对农业生态环境的影响	262
一、风对农田生态系统的影响	262
二、风对农业动物的影响	267
第二节 风的人为调节措施	268
一、人为调节风的栽培措施	268
二、人为调节风的永久性保护措施——建造农田防护林带	270
思考题	271
推荐阅读文献	272
第十七章 农业气象灾害及其防御	273
第一节 低温害与热害	273
一、低温害	273
二、热害	279
第二节 干旱	280
一、干旱类型和干旱指标	280
二、旱灾的时空分布	281
三、干旱的危害	282
四、旱灾的防御措施	282
第三节 洪涝灾害与湿害	283
一、洪涝灾害、湿害的分类和指标	283
二、洪涝和湿害的时空分布	285
三、洪涝灾和湿害的危害	285
四、洪涝和湿害的防御措施	287
第四节 风害	287

一、风害的类型及时空分布	287
二、冬春季风害的特点及防御措施	288
三、台风	289
四、龙卷风	289
第五节 其他灾害	290
一、雹灾	290
二、黑白灾	291
第六节 农业气象灾害评估	292
一、农业气象灾害评估及其意义	292
二、农业气象灾害评估的项目和指标体系	293
三、灾害风险分析方法	294
四、农业气象灾害评估的方法	295
五、中国气象减灾防灾的现状与未来	297
思考题	298
推荐阅读文献	298
第十八章 农业气候与农业小气候	300
第一节 农业气候与农业气候资源	300
一、农业气候	300
二、农业气候资源	301
三、农业气候资源的特点	301
第二节 世界气候与农业	303
一、热带雨林带与农业	303
二、热带稀树草原气候带与农业	304
三、热带、亚热带的半荒漠、荒漠气候带与农业	305
四、热带草原带、温带草原带与农业	305
五、亚热带森林气候带与农业	305
六、温带阔叶林气候带与农业	306
七、亚寒带针叶林气候带的农业	307
第三节 中国农业气候资源与农业气候区划	307
一、中国农业气候资源的特点	307
二、中国主要农业气候资源的分布	311
三、农业气候区划	318
第四节 小气候与农田小气候	319
一、小气候的概念及特点	319
二、小气候形成的基本原理	320
三、农田小气候	322