

农业气象学基础

[苏] IO. H. 奇尔科夫著

气象出版社

农业气象学基础

方 至 译

梁建初 校

高等教育出版社

内 容 提 要

本书系根据苏联著名农业气象学家 Ю.И. 奇尔科夫所编著的、苏联中等农业技术学校各专业的教科书译出。全书共分十章, 从理论上详细阐明了气象因素对农业生产的影响, 提出了与不利的气候和恶劣的天气现象作斗争的措施, 评价了农业气候和农业气候区划的各种现代方法, 介绍了包括农作物产量预报、病害发生期预报在内的各种农业气象预报方法。

本书将普通气象学与农业气象学有机地结合在一起, 叙述精辟, 简明扼要, 系统性强, 可作为农林水产院校、气象院校以及农业中学等师生的教学参考书。同时, 对有关专业的科技人员和领导干部以及自学者也有一定的参考价值。

Ю.И. Чирков

ОСНОВЫ АГРОМЕТЕОРОЛОГИИ

Л. Гидрометеобюро 1982

农业气象学基础

[苏] Ю.И. 奇尔科夫

方 至译 梁建初校

责任编辑 张国秀

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京兴华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国各地新华书店经售

开本: 787×1092 1/32 印张: 7.25 字数: 158千字

1987年2月第一版 1987年2月第一次印刷

印数: 1—1500

统一书号: 13194.0376 定价: 1.70元

译者的话

农业气象学是一门边缘科学，它既是大气科学的一个应用性分支，又是农业环境科学的一个重要基础学科。苏联是世界上农业气象学研究工作开展较好的国家之一。因而了解苏联农业气象学的进展，学习他们的有用经验，对促进我国农业气象学的发展，加速我国农业现代化无疑是会有帮助的。这是选译此书的主要目的之一。

本书由苏联著名农业气象学家Ю.И.奇尔科夫编著，是苏联中等农业技术学校各专业的教科书。它将普通气象学与农业气象学有机地揉合在一起，叙述精辟，简明扼要，系统性强，新理论、新技术都一一作了介绍。它从分析各农业气象因子入手，逐个系统地介绍了各因子的物理意义、测试方法，与农牧业的关系以及预报和防治不利天气的方法。本书还就农业气候、农业气候区划、主要作物的产量预报及农作物病害发生期的预报方法等作了详细叙述。

本书最大特点是理论与实际结合，注重实际应用。读完本书既能具备普通气象学、气候学和农业气象学的基本理论知识，同时又能具备实际操作能力。所以它既是一本理想的教学参考书，同时亦可作为农业气象实际工作的指导书。

由于本书具有这些特点，所以可作为农林水产院校、气象院校以及农业中学等师生的教学参考书。同时对气候和地理科技人员，广大农业气象技术干部，农林水产技术干部，农业部门各级领导也有一定的参考价值。

鉴于译者的业务知识和俄文水平有限，译文中谬误之处在所难免，敬希读者不吝赐教。

前 言

大多数农产品都是在许多因素的影响下在自然条件中直接形成的。其中，气象因素最易变化和最为活跃。它们对农作物和农业生产过程的影响至今仍然在很大程度上决定着收获量、产品质量、产品的价值以及劳动生产水平。著名的俄罗斯科学家 В.В.多库恰耶夫 (В.В.Докучаев) 曾经指出：

“土壤和气候是主要和最重要的农业因素，是收成的首要和必要条件。”

为了增加农作物产量，农业专家们必须善于有效地利用气候资源，并同不利的气象现象作斗争。因此，他们必须知道发生在大气中，和发生在大气与地面相互作用层中的各种现象与过程的物理原理，因为它们对农业生产对象和农业生产过程会产生各种影响。高水平的现代化社会主义农业生产技术装备，能够更有效地运用农业技术措施来减少不利的天气影响，和最有成效地利用有利的气象条件，以便获得高而稳定的产量。

农业气象学的研究对象

农业气象学是一门研究气象、气候和水文条件与农业生产对象和农业生产过程相互关系的科学。

农业气象学是由揭示农业对象与天气、气候关系的规律、理论、方法和概念所组成的特殊知识的科学体系。

农业气象学是研究地球大气及发生在地球大气中的各种物理过程的气象学的一个应用部门。它形成于十九世纪末。气象学研究空气的成分、密度、温度和湿度、辐射能、云与

降水的发生、气团的运动和变性、飓风、霜冻、干旱，以及在地球大气与全球海洋和陆地表面相互作用下产生的其它现象的原因。这些发生在大气中的现象叫做气象现象。

不断变化的大气状态叫天气。天气，表示一定地点某个时刻各种气象要素的总和。而各种气象要素是空气状态与某些大气过程的不同描述。基本气象要素有：气压、气温、空气湿度、云量、大气降水、风等。此外，辐射能特征（太阳辐射、地球与大气辐射、日照时数）也可以算作气象要素。气象要素值表示观测期间的气象条件（天气情况）。

由地理位置所决定的某个地点的多年天气状况叫气候。

鉴定农业生产对象的状态与产量的气象和水文要素叫做农业气象因子。观测期间的各种农业气象因子的综合便构成农业气象条件。各种农业对象就存在于这些条件中。某个地点多年的农业气象条件特征就是农业气候条件。

因此，农业气象学是研究适合于农业实际工作及理论工作的天气与气候条件的科学。

农业气象学与其他气象学分支，如研究大气过程一般物理规律的大气物理学；通过研究大气过程来制订天气预报方法的天气学；研究气候形成、气候资源和不同环境的气候改良问题的气候学等等有着紧密的联系。

因为农业气象学要研究大气和土壤中的各种物理过程（用地球物理学观点来研究），对作为农业生产对象的动植物所产生的影响的性质和结果，所以，农业气象学与物理学、地理学、土壤学和农业科学的许多部门也都有联系。

研究方法

农业气象学的研究方法要以辩证唯物论、农作学、生物学、物理学的基本规律为依据。其研究方法有如下几种。

1. 平行法或联合法 是在大田中对能够判明天气条件与作物的生长、发育和产量之间的关系的天气现象和作物进行观测。这是农业气象学研究的基本方法，是由 П. И. 布罗乌诺夫 (П. И. Броунов) 提出的。该方法使用时，既要在大田农作物的生长、发育进行观测，同时又要对天气要素及土壤湿度进行观测。用联合观测法可以确定作物生长发育与农业气象条件的数量关系；估计作物对光、热、水的需要数量；弄清多年生作物和冬季作物冻死的临界温度等等。

2. 分期播种法 将作物按不同时期播在田中，并对其发育和该地的天气状况进行联合（平行）观测。使用此法时，在春季和夏季的一段时期中，将被研究的品种每隔 5—10 天播种一次。因此，不同播种期的作物将在不同的天气条件下发育。甚至一年时间的试验，便可得到各种不同综合的天气要素对该地被研究作物的影响的资料。用这种方法大大加快了关于作物对不利的天气现象的抵抗力的研究速度。

3. 地理播种法 这种方法是在不同地点（天气条件不同）将所要研究的作物品种（杂交品种）进行播种。因为作物品种是播在有不同湿润条件、温度条件、昼长及其它条件的各气候带中，所以，这种方法可以解决与分期播种法相同的任务。

4. 田间试验法 这种方法是在田间条件下，根据试验计划对土壤温度、湿度和积雪深度等进行调节。

5. 用直升飞机、飞机、卫星进行远距离观测法 此方法可以测定大面积作物田的湿润条件、作物状况及其它特征。

6. 人工气候室法 此方法可以在人工气候室中研究各种作物对光、热和水的不同综合的反应。

7. 数学统计法 这种方法利用了较长年代所形成的作物

生长发育及成熟状况同天气条件之间的关系。

8. 数学模拟法 该方法由数学模式结构组成。这种模式可以对农业气象条件给作物的生长发育与成熟，和整个庄稼产量的影响过程进行近似描述。

上述几种方法中最重要的是平行观测法。该方法是苏联国家水文气象与自然环境监督委员会所属的2500个气象站进行农业气象观测时的基本方法。台站观测资料整理用数学统计法进行。上述其它方法多用在研究工作中。其中，人工气候室法、数学模拟法及远距离观测法在近十年中获得了特别广泛的发展。

农业气象学的主要任务

社会主义农业要求加强机械化手段，实现化学化、改良土壤、培育高产作物品种等。农业气象学的任务就是由这些要求所决定的。

以下几项就是农业气象学的主要任务。

(1) 研究某地某个时候农业生产的气象和气候条件的形成规律；

(2) 研究制订定量评定气象因子影响作物、果树、牧草、牲畜的生长发育状况和产量以及影响农作物病虫害传播的方法；

(3) 研究制订农业气象预报方法；

(4) 为进一步提高农业产量，给农作物新品种和杂交品种提供合理布局的依据，和给最完善的利用气候资源的各种措施提供依据；

(5) 研究制订与不利的天气和气候现象作斗争的方法；研究农田小气候的土壤改良途径；

(6) 根据已出现的和被预报的天气条件，为农业机械

化和化学化分别提供使用农业技术的依据；

(7) 研究保证农业生产高效率的措施。

为了完成上述任务，农业气象学要在先进科学技术成就的基础上，通过不断完善研究方法和手段，研究农业对象所需要的气象条件，并确定这些条件与农作物的生长、发育和成熟之间的定量关系。这样，便有可能根据农业气象与农业气候资料确定天气与气候对于产量形成的有利程度，和判断为获得规定的产量有否必要进行土壤改良和采用农业技术措施。

农业气象学发展史的几个主要阶段

气象学与农业气象学在自己的发展中是密切地联系着的。所以，它们的历史具有许多共同点。

气象学的发展历史是从最伟大的学者亚里斯多德（公元前384—322年）写作第一本气象学书籍开始。这本书总结了古希腊人对天气现象的观测并首次试图对这些现象作出解释。亚里斯多德首次提出了天气变化同风向变化的关系。

在中世纪，各种资料，主要是危险天气现象资料都被记载于史册上。古代俄国史册上也有许多这方面的资料。

气象学发展的新阶段——仪器观测阶段始于十六世纪。那时，伽利略发明了温度表，然后，托里拆利发明了气压表（1643年）。这些仪器的发明为定量估计重要的天气特征（气压与气温）提供了可能性，并可以将不同地点的观测值进行比较。

在俄国，正规气象观测是根据1722年彼得一世发布的命令，在彼得堡开始进行的。

伟大的俄罗斯科学家М.В.罗蒙诺索夫（М.В.Ломоносов）为发展气象学做了许多工作。他研制了许多气象仪器，组织了俄国各个地点的气象观测，提出了用于航海的全球性

天气服务的设想，并指出了气象条件的统计和预报对农业的重要性。1758年，罗蒙诺索夫在科学院发言时指出：“天气预报对于农业是多么必要和有用，农民都十分清楚，播种和收割时的晴天、生长培育时的雨天和晴暖天气对于他们是需要的”。

罗蒙诺索夫的想法大大超出了他所处的时代。只是在十八世纪末到十九世纪初，他这些想法才被其他先进的学者〔博洛托夫（А.Т.Болотов）、科莫夫（И.М.Комов）〕变成了现实。他们对天气和作物状况进行了系统的观测。1854年，Д.列乌托维奇（Д.Реутович）在《农业气象学》一书中，首次对农业气象观测资料进行了总结。

气象学在俄国的进一步发展与1894年在彼得堡组建的物理现象总台的工作活动有关。它是世界上第一个领导气象观测的国家科学机构。物理现象总台领导了气象台站网的工作，并加工整理和公布观测资料。1872年，物理现象总台发布了俄国第一个天气预报。

在十九世纪末，卓越的科学家А.И.沃耶伊科夫（А.И.Воейков）和П.И.布罗乌洛夫奠定了农业气象学的基础。沃耶伊科夫指出了农业利用气候学的重要性，他在1885年组建了农业气象台站网。布罗乌洛夫提出了农业气象观测方法的基础、作物发育临界期的规律以及农业气象平行观测法。1897年，他组建了第一个农业气象科学研究机构——农业部气象局。到1900年，已在农业试验站建立了五十多个农业气象站和大约一百个农业气象哨。

从1901年起，气象局出版了由布罗乌洛夫任总编辑的《农业气象学》丛刊。

在其他国家中，农业气象学方面的研究是在十九世纪后

半期开始的。当时，法国的伽斯帕尔写出了关于农业与气候的关系的很有价值的著作。二十世纪初，意大利的德·阿齐、美国的伯·李威格斯托已开始从事农业气象学方面的工作，1913年，国际气象组织在罗马成立了农业气象委员会。

气象学与农业气象学发展的新纪元是在伟大的十月社会主义革命后开始的。根据1921年4月列宁签署的劳动与国防委员会的命令，成立了农业气象局——俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国农业人民委员部气象局。1921年6月，列宁又签发了“关于俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国气象服务机构”的命令。该命令规定了气象学为国民经济服务的任务。

主要在水文气象局系统时期（从1978年起改为苏联国家水文气象与自然环境监督委员会），气象学与农业气象学在苏联得到了进一步的发展。

在三十年代，建立了具有预报条件数量特征的农业气象物候预报理论。制订了用各种形式的农业气象情报为农业现代化服务的原则。为了给柑桔、茶叶等喜温作物的布局提供依据，完成了高加索的黑海沿岸地区的气候区划工作，Г.Т.谢利亚尼诺夫（Г.Т.Селянинов）绘出了第一张农业气候分区图。

在四十年代，水文气象局对苏联全国土壤水分贮存情况进行了研究，并对物候学预报方法进行了较大的改进。

在五十年代，对农业气象条件鉴定方法及农业气象预报方法作了较大改进。编纂了各省、边区和全国农业气候手册，并完成了许多大地区（比如生荒地和熟荒地开垦区）和全苏气候资源及小气候的鉴定。在这段时期内，还扩大并巩固了为农业服务的台站网。

在六十及七十年代，深入研究并进一步改进了各种农作

物产量和冬季作物、多年生牧草越冬情况、牧场作物生长情况以及土壤水分状况等等的农业气象预报方法。对小气候、霜冻、干旱、干热风及其它危害农业的天气现象进行了研究考察。开展了以科学技术成就为基础的改进农业气象观测方法的研究工作，和论证各种农业技术措施与各种天气条件（已出现的和预报的天气）之间的关系的工作。

现在，有近2500个台站和几乎16000个各部门的农业气象站在进行农业气象观测。而有关农业气象学的研究工作，则主要集中在国家水文气象委员会各研究所中进行。其中，全苏农业气象情报科学研究所、全苏作物栽培研究所、全苏列宁农业科学院的某些其它研究所以及许多高等院校〔莫斯科K.A.季米里亚捷夫（K.A.Тимирязев）农业大学，列宁格勒、鄂木斯克、伏尔加格勒、敖德萨及其它农业院校〕和大学是主持单位。全苏列宁农业科学院中设有统一领导全国所有部门的农业气象学家的农业气象部。

在苏维埃政权下的这些年代里，建立了以科技进步成就为基础的农业气象科学基地。现代的农业气象科学研究靠采用最新设备、遥测仪器、人工气候室、飞机及人造地球卫星来进行工作。观测和研究资料都用电子计算机加工整理。

苏联国家水文气象及自然环境监督委员会还要进行农业的农业气象保证工作。这也是它的主要任务之一。农业气象保证包括了对农业生产所有环节的保证，它具有随机应变的能力，是以科学理论来进行工作的，它有助于提高苏联的农业产量。

苏联是世界气象组织成员。国家水文气象委员会代表苏联在世界气象组织里积极参加世界天气服务及农业气象委员会的各种活动，并给予发展中国家以积极的帮助。

目 录

译者的话

前言 I

第一章 大气 1

1.1 地球大气及其对农业的作用 1

1.2 大气压力及其测量单位 4

1.3 测定气压的主要仪器 6

1.4 气压随高度的变化 气压阶 7

1.5 气压的水平变化 等压线 9

1.6 大气的结构 9

1.7 研究大气的方法 12

第二章 太阳辐射与辐射平衡 15

2.1 太阳和太阳辐射通量形式 15

2.2 太阳辐射对大气过程与生物层的影响 16

2.3 太阳辐射光谱成分 大气对太阳光线的吸收和散射随太阳高度的变化 17

2.4 太阳辐射光谱主要部分的生物学意义 光合作用的有效辐射 21

2.5 辐射平衡及其各组成项 23

2.6 测定太阳辐射及辐射平衡各组成项的方法 28

2.7 昼长与辐射平衡的地理分布 31

2.8 方位和坡度对太阳辐射收入值的影响 34

2.9 植株对太阳辐射的吸收和太阳辐射在植株中的分布 35

2.10 太阳辐射在农业上较完善的利用途径 37

实习	38
----------	----

第三章 土壤与空气的温度状况39

3.1 环境温度对农作物与动物生命活动的意义	39
3.2 土壤热特性	41
3.3 测定土温的方法	42
3.4 地温的日变化和年变化 傅立叶定律	46
3.5 土壤与水体的结冰和解冻	49
3.6 永久性(长年)冻结	51
3.7 地形、植被和雪被对地温的影响	51
3.8 农业上影响土壤温度状况的方法	54
3.9 近地面层大气的增温和冷却过程	56
3.10 测定气温的方法	57
3.11 气温随高度的变化 逆温	59
3.12 气温的日变化与年变化	60
3.13 某地温度状况的评定	61
3.14 植被中的温度状况	64
3.15 地球活动层热量平衡	65
3.16 农业生产中计算土温与气温的意义	66
实习	66

第四章 大气和土壤中的水分67

4.1 空气湿度	68
4.2 蒸发	74
4.3 水汽凝结	77
4.4 降水	82
4.5 地面积雪	88
4.6 土壤水分	93
实习	102

第五章 风 天气及天气预报	102
5.1 风的成因	102
5.2 测定风向与风速的方法	103
5.3 风速的日、年变化 风向图	106
5.4 风在农业上的意义 地方性风	108
5.5 有关天气的概念	109
5.6 大气环流	110
5.7 气团 气团分类	111
5.8 锋 气旋与反气旋	112
5.9 天气图 天气预报	115
5.10 天气服务	117
实习	118
第六章 农业灾害性天气现象和与其作斗争的措施	118
6.1 霜冻	118
6.2 干旱与干热风	128
6.3 尘暴	136
6.4 冰雹	140
6.5 阵雨 土壤水蚀及防治措施	141
6.6 冬季使农作物遭受破坏的各种气象现象	142
6.7 不利于农畜的天气现象	145
实习	147
第七章 气候及其在农业上的意义	147
7.1 气候的形成因素	147
7.2 地球气候分类和苏联气候分类	148
7.3 气候的变化和气候改造	151
7.4 农业气候鉴定	152

7.5 农业气候相似.....	159
7.6 农业气候区划.....	160
7.7 苏联的农业气候资源.....	163
7.8 小气候、植物气候及其改善方法.....	164
7.9 气候对农作物病虫害的影响.....	167
7.10 气候与农业气候资料在农业生产和试验工作中的 运用	168
实习	169

第八章 农业气象观测170

8.1 农业气象观测的形式与方法.....	170
8.2 集体农庄与国营农场农业气象哨的工作.....	175
8.3 未来的农业气象观测方法.....	179
8.4 农业气象观测资料收集、加工整理及保存的现代化 方法	182
实习	182

第九章 农业气象预报183

9.1 用于农业气象预报的情报资料.....	183
9.2 农业气象预报种类与预报方法.....	184
实习	203

第十章 农业气象在农业生产中所起的保证作用204

10.1 国家水文气象委员会所属各农业保证机构	204
10.2 农业生产保证的主要种类和形式	206
10.3 在编制农业生产计划和说明农业技术措施使用理由时 对农业气象情报的利用	208
10.4 农业生产各部门对农业气象保证的特殊要求	212
10.5 农业气象保证的几个有效实例	214

推荐书目	210
------------	-----

第一章 大 气

1.1 地球大气及其对农业的作用

围绕地球表面的一层气体叫大气。它是地球上所有生物的生存环境（嫌气性细菌除外），因而近地面大气层是农业生产的环境。

组成大气的气体混合物叫空气。在几百万年的漫长岁月中，大气与地球生物层之间形成了动态平衡。因此，人与农业生产对象都适应了一定的空气成分，这是它们生存的必要条件。

在整个地球大气低层中，干洁空气都有固定的组成。单位体积的空气中含有78.08%的氮气(N_2)、20.95%的氧气(O_2)、0.93%的氩气(Ar)、0.03%的二氧化碳(CO_2)，剩下的0.01%为氢、氦、氖、氢、氫、臭氧及其它气体。低层大气中空气的主要气体成分(N_2 , O_2 , Ar)的恒定性是由于垂直方向与水平方向上的气流在不停地将空气进行混合所致。

在自然条件下的空气中，除了所述气体之外，还含有水汽、各种气体混合物（杂质）以及极小的固体和液体质点。这些质点有些是天然生成的，还有些是由于人类的经济活动而进入大气中的。空气中这些悬浮状态的质点叫气溶胶。

在大气所有气体中，对于地球生物层（其中包括农业）作用最大的有氮气、氧气、二氧化碳气体及水汽。