

世界气象组织

农业气象业务指南

刘树泽 李大山等译

目 录

前 言

第一章 总 论

..... (5)

第二章 农业气象要素及其观测

..... (36)

第三章 农业气象资料及其种类和统计分析

..... (72)

第四章 农用天气预报

.....(108)

第五章 农业气象预报

.....(127)

第六章 气象在农业上的应用

.....(159)

第七章 农业规划中天气风险的评定

.....(194)

第八章 林业气象 (将于近期内出版)

附件I(221)

附件II(233)

附件III(279)

附件IV(287)

译 者 的 话

为了加速我国农业的发展，适应农村经济改革的需要，搞好气象服务，我们在有关方面的热情支持与协助下翻译了《农业气象业务指南》(1981年，第二版)。

《农业气象业务指南》(第一版)曾于一九六三年由世界气象组织发行。后来经世界气象组织农业气象委员会决定再版，并委托该委员会主席W. Baier负责筹备和编写工作，并于一九八一年出版了《农业气象业务指南》(第二版)。本书的主要内容包括：总论；农业气象要素及其观测；农业气象资料及其种类和统计分析；农用天气预报；农业气象预报；气象在农业上的应用；农业规划中天气的风险评定；林业气象等部分。并附有世界各国载有农业气象文献的期刊和出版物600多种，可供气象、农业、林业、畜牧业科技工作者使用，也可供广大农村工作者和实行生产责任制的农民使用。

参加翻译工作的有：刘树泽(前言和第六章)、陆同文(第一章)、袁名宏(第二章)、朱祥康(第三章)、李大山(第四章)、兰洪弟(第五章和第七章)、李丽(附件Ⅲ)。总审校刘树泽；主编李大山，责任编辑胡传第。

国家气象局总工程师程纯枢同志等曾给予热情支持，特此致谢。

本书的第八章——林业气象还未出版，待出版后将尽快翻译并印单行本发给大家，请谅解。

由于编译者的水平有限，不妥和错误之处，请批评指正。

前 言

世界气象组织公约中规定，该组织的目的之一是促进气象观测实现标准化，确保观测和统计结果出版规格化。遵照此目的，世界气象大会通过各种技术规范，其中规定该组织各会员国须遵照执行的各项气象业务及其操作程序。除这些技术规范外，还编写了各种“业务指南”，进一步详述各项具体业务内容、操作程序以及详细说明。所有这些，在各会员国按照这些技术规范组建和规划这些业务时，以及在发展各国家的气象服务工作中必须遵照执行。

筹备编写和出版这部“业务指南”的时间是1971年，即在当年召开的世界气象组织农业气象委员会的第五次届会上做出再版农业气象业务指南的决定。第一版是1963年发行的。会上同意，新的指南所包括的内容应比旧的要广泛，要适应更广大读者的要求，特别要适应可能还不大熟悉气象业务的农业工作者的要求。委员会就指南的格式和内容提出了编写方案，并将组织“新指南”再编的任务委托给委员会的谘询工作小组。该组成员有：W.Baier（主席），M.Abu Gharbieh, G.L. Barger, P.Brochet, J.J.Burgos, J.Lomas, M.H.Omar和E.S.Ulanova。本书就是由这个小组起草的。为了帮助完成这项任务，另增补两名成员：R.E.Felch和T.L.Noffsinger。此外，世界气象组织顾问W.H.Hogg也给予了巨大帮助。

1974年10月召开的农业气象委员会第六次届会对谘询工作小组在再版这部农业气象业务指南中所做的工作给予了正确评

价和感谢，并决定增加一章“林业气象学”，把编写这一章的任务委托给农业气象委员会林业气象应用工作小组，该小组由 W.E.Reifsnyder（主席），A.Baumgartner, C.A.Igeleke, L.B.MacHattie, K.L.Perttu, A.Polycarpou 和 S.Tamaddoni—Jahromi 组成，并已开始编写的准备工作。

同时，委员会还决定，指南应包括“空气污染及其对作物危害”一节。这一节由农业气象委员会空气污染及其对作物危害的报告员 E.I. Mukammal 编写，列为本指南的附件之一。应农业气象委员会的请求，聘请二位顾问 C.M.Taylor 和 E.J.Truhlar，以保证写法、体例和表达法的一致。全书的审编工作由 W.Baier（农业气象委员会主席）和世界气象组织农业气象处负责。

遵照世界气象大会的决议，这一出版物决不是一本农业气象教科书，有关农业气象教科书和世界气象组织出版的有关农业气象出版物，参见附件 1。本指南后面还附有刊登农业气象论文的期刊杂志目录以及与农业气象工作有关的各国际组织名单。本指南的主要宗旨在于以对所有有关人员实用的形式提供有关农业气象业务内容和操作程序，所述的业务工作内容对于农业气象学来说都是十分重要的。

在结束前言时，秘书长代表世界气象组织向编写本指南有贡献的各气象局、各技术委员会和各工作小组以及个人表示感谢。在这里不可能对上述所有单位和个人的名字一一例举，但应特别向农业气象委员会主席 W.Baier 博士在筹编本指南中所做的不倦努力和农业气象委员会谘询工作小组对本指南所做的宝贵的贡献表示感谢！

世界气象组织秘书长
A.C.WIIN—NIELSEN 签字

1980年 日内瓦

第 一 章

总 论

目 录

1.1	农业气象学的范围·····	(7)
1.2	农业气象的重要性·····	(8)
1.3	农业气象委员会 (CAgM) 的作用·····	(10)
1.3.1	概述·····	(10)
1.3.2	农业气象委员会的职权范围·····	(10)
1.4	农业气象的组成·····	(11)
1.4.1	农业气象监测·····	(11)
1.4.2	植物环境和作物生产·····	(12)
1.4.3	植物灾害和作物损失·····	(13)
1.4.4	牲畜健康和生产·····	(14)
1.4.5	动物的病害和寄生虫·····	(14)
1.4.6	气候资源·····	(15)
1.4.7	土壤资源·····	(16)
1.4.8	水资源·····	(16)
1.4.9	经营管理·····	(17)
1.4.10	气象和水文条件的人工影响·····	(18)
1.4.11	林业气象学·····	(19)

1.4.12	农业气象情报和建议的经济价值·····	(19)
1.5	农业气象培训·····	(20)
1.5.1	要求·····	(20)
1.5.2	气象人员分类·····	(20)
1.5.3	农业气象专业培训·····	(21)
1.5.4	教学大纲·····	(22)
1.6	气象和农业的合作·····	(22)
1.6.1	气象工作者和农业工作者间的合作·····	(22)
1.6.1.1	气象人员向农业人员提供服务·····	(22)
1.6.1.2	农业人员向气象人员提供服务·····	(23)
1.6.1.3	气象人员与农业人员联合服务·····	(23)
1.6.1.4	农业气象研究成果的出版·····	(24)
1.6.2	国内协作·····	(24)
1.6.3	国际合作·····	(25)
1.7	农业气象的一项紧迫任务·····	(26)
附录 1 A	农业气象委员会的职权范围·····	(26)
附录 1 B	小麦气候界限值·····	(28)
附录 1 C	紫花苜蓿气候界限值·····	(30)
附录 1 D	由各种来源补充的农业气象专业人员(第 Ⅱ类)所必须的训练或知识·····	(32)
附录 1 E	农业气象学教学——简要大纲·····	(33)
附录 1 F	农业气象机构的职责·····	(34)

第 一 章

总 论

1.1 农业气象学的范围

农业气象学是研究气象、水文因子与包括园艺、畜牧及林业在内的大农业之间相互作用的一门学科。其目的是发现并定义这些相互作用，并进而将关于大气科学的知识用于农业生产实际。其研究的领域，从作物及树木根系的深土层，通过作物及树木生长、动物生活的近地空气层，一直延伸到与高空生物学有关的较高的大气层次。后者尤其影响种子、孢子、花粉及昆虫的有效传播。

除自然气候条件及其局地变化外，农业气象学还涉及以下各方面。诸如：人工对环境的影响（例如，设置风障和防护林带，灌溉和防霜）；无论在室内还是田野上农产品储存期间的气候条件；动物防护设施、农用建筑内以及运输农产品的运输工具内部的环境条件等。

参考文献*：

世界天气监视网计划报告，第22。

* 对农业气象有参考作用的世界气象组织出版物的一个完整目录，见附件 I——《农业气象文献目录》。

1.2 农业气象的重要性

尽管近几十年来农业生产有了惊人的进步，但它仍然依赖于天气和气候。因此掌握有用的环境资源及地表以下通过空气—土壤交界面直到低层大气的未来条件，这可为农业部门长期计划的战略决策提供指导。典型的例子是，灌溉计划、土地利用及耕作类型的选择，作物品种、牲畜畜种以及农业机械的确定等。对气象要素以及由其推导出来的指标进行详细的实时估算，对于农业生产短期计划的战术决策是十分重要的。它包括“平均成本”型决策，决定栽培措施的时间，如播种、中耕和收获的时期；“高成本”型决策，如使用昂贵的化学制品或采用费钱的作物防护手段等。不管采用哪类决策，要使气象和气候情报在农业上得到有效的应用，都必须透彻了解天气和气候对土壤、植物和生产的影响。

这类知识的实际应用，与天气预报或天气型预报的实用性及准确性有关，并取决于预报的时间尺度。农业生产所需要的预报时间尺度范围，从某一关键期详细而精确的短期预报（1—3天）到天气型的季节预报。即便是根据资料或其它证据，特别在一定概率统计情况下，发现气候可能出现背离平均情况的变化征兆，也十分有用，可确保发展计划不致因显著的天气变化而变得毫无意义。

虽然长期天气预报还达不到日常应用的水平，但对农业生产的主要服务，可由各种农业气象预报来提供，诸如发育期预报、作物产量和品质的预报以及牲畜及作物病害预报等。这些预报是根据生育前期的天气效应与后期某一时段将出现某种预期的最终结果这种确定的关系来编制的。有了“不靠天气预报的作

物预报”的办法,就可以估计作物的生长状况,以便尽早辨明并定量计算可能出现的生产异常。有时某些区域的一些农产品可能会出现暂时过剩的情况,但这些储备在连续几年农业歉收中会很快减少;即使没有歉收,由于人口增长特别是发展中国家人口增长的需要,这种过剩也会被消耗掉。因此,在作全球粮食生产的长期计划时,必须考虑天气型年际间变动以及气候可能的变化对作物产量的影响。

无论有利或不利的天气条件在全球如何分布,从长远来看,按现有的农业增长率,粮食供应是难以满足养活世界人口之需要的,除非:(1)农业技术得到极大的改进;(2)自然资源得到更有效的利用;(3)国家和国际粮食供应规划和管理机构能提供关于作物状况和可能出现的作物减产的最及时的情报,这些情报是采取粮食决策的依据。因此,当前全球尺度农业气象学的主要任务是,如何确保获得足够的农业气象资料、研究手段和知识,可供研究工作者、计划工作者以及决策人员用来解决各式各样的农业生产问题。

必须注意到发展中国家在其评价气候资源和开展农业服务中的特殊需要。在许多发达国家,预报及咨询服务已提供农场主使用,并已达到一定高效水平。而在许多发展中国家,类似的服务仅处于开始阶段,或根本未开展。这种不足可以通过对各种水平人员的轮训来克服。此外,各发展中国家的农业气象学家应更加积极地参加世界气象组织农业气象委员会的各种活动。

参考文献(见附件 I):

世界气象组织技术报告, 42.119;

世界气象组织公报, 23卷第3期。

1.3 农业气象委员会的作用

1.3.1 概述

农业气象委员会是联合国下设专门机构——世界气象组织的八个技术委员会之一。详细情况可从世界气象组织的基本文件和世界气象组织的年报中了解。

参考文献（见附件 I）：

世界气象组织出版物， 卷.15。

1.3.2 农业气象委员会的职权范围

农业气象委员会的职权范围在世界气象组织大会的出版物上有明确的规定（附录 I A）。按照这些职权，委员会要在科学和实用两方面促进农业气象学的发展；将其研究成果用于科学团体和其它有关部门；把气象学各分支的知识应用于农业并提出相应的建议；还包括一个气象人员的专门训练系统，以便使农业气象学现有的专门技术能够在农业中产生实际效果。

最近，委员会的活动，尤其是在世界粮食生产中的作用，已经有了重大的变化。由于委员会在农业气象学的研究和训练中已取得良好的成绩，所以现在重点应放在应用研究和对农业的日常服务上。这种新的发展实际上从1971年于日内瓦召开的农业气象委员会第5次会议上就开始了。那时，就组建了好几个工作小组并确定了专题报告员，负责提供该委员会至今尚未研究的许多新领域的试验数据和报告。灾害性天气所造成的紧急事件，如撒哈拉干旱及世界范围的粮食短缺，迫使委员会积

极开展有利于粮食生产，尤其是发展中国家粮食生产的气候资源的鉴定工作，以及开展用实时天气资料估算作物产量，尤其是估算主要粮食生产国的产量。

参考文献（见附件 I）：

世界气象组织出版物， 第.292,293,416,428。

1.4 农业气象的组成

为了制订农业气象研究工作和培训计划，了解农业生产中所碰到的与天气和气候有关的十分广泛的问题，是很重要的。农业气象的组成成分以下十二个题目来讨论。

1.4.1 农业气象监测（技术、资料收集、站网、试验）

生物圈中气象条件的监测，包括从对流层顶向下至土壤表面及以下数米的各自然参数的测量。除了传统的定点观测技术外，现在还有新的遥感技术可以利用，它可以提供地球上大范围区域远距离的探测资料。

从全球范围看，农业气象观测是不够的。在重要的粮食生产区域，需要有一项全面的农业气象观测、站网和试验计划。这些观测应是连续的，记录完好的，并能为研究人员和服务人员所利用的。

参考文献（见附件 I）：

世界气象组织出版物， 第.8,100,168；

世界气象组织技术报告， 第.21,76,83,111,126。

1.4.2 植物环境和作物生产 (气象要素对植物生长发育及其产量、品质的影响, 作物对气候的要求, 日常作物条件评价)

植物的每个生长阶段都受环境条件的影响, 天气的影响从播种之前一直延伸到收获之后。播种的质量不仅取决于生长当年的气象条件, 甚至还受前几年气象条件的影响。收获之后的工作, 如粮食和其它农产品的干燥, 就受季节天气的影响, 水果、蔬菜及其它农产品贮存的好坏也受其影响。气象情报的有效利用需要掌握两方面的专门知识: (1) 在生物机体的整个生理过程中气候要素对其生长发育的具体影响; (2) 用统计量表示的某一给定农业区的气候特征。这些成果特别为发展中国家引进新的粮食和经济作物或品种, 提供了基本资料, 可能成为这些发展中国家发展经济的重要因素, 甚至可增进其人民的福利。

作为作物与农业气候条件关系的一个例子, 附录 I B 中给出了小麦气候界限值, 紫花苜蓿的气候界限值列于附录 I C。有关作物—天气关系的文献, 关于各种分析方法论, 关于各方面的应用, 可参阅各种参考书籍 (附件 I (A))、世界气象组织的各种出版物 (附件 I (B)) 以及各种科学期刊杂志等 (附件 II)。

农业气象委员会总是积极参与编写大量的技术报告、训练手册及世界气象组织的其它科学技术出版物。鉴于世界粮食形势日益紧张, 委员会将其活动范围扩展到从全球范围获取和分析作物/天气的试验资料, 开始通过农业气象委员会的国际试验工作小组获得小麦/天气和苜蓿/天气的资料。

参考文献（见附件 I）：

世界气象组织出版物， 卷.396；
世界气象组织技术报告， 卷.17,53,101,136,144；
世界气象组织公报，第23卷，第3期。

1.4.3 植物灾害和作物损失（病虫害，污染，灾害天气 对作物的影响，严寒，霜冻灾害）

在这些方面，气象条件的影响是三重的。天气影响植物受空气污染（见附件Ⅲ细部）、虫害和病害侵袭的敏感性。它也涉及昆虫及病体本身的生物学，因此影响到虫害的特性、数量和活动以及病害的程度和毒性。最后，天气还影响到防治措施的时间和效率，并进而影响到收获作物上残余的药量和毒性。

有关防治病虫害气象方面问题的研究已取得显著进展：农业气象工作者已不局限于试验方面，而已进入到实用阶段。应当同时考虑到生物和天气条件，只有这样才有可能采取最有效、最有益及最少空气污染的防治方法。天气因素在森林及草原火灾发生和预防方面起着重要的作用（见第八章）。专项资料的频率分析，如干旱、霜冻或冰雹出现的机率，尤其是这类事件连续出现日数的序列，比通常的统计平均值要有用得多（见1.4.9节）。

参考文献（见附件 I）：

世界气象组织技术报告， 卷.10,41,54,55,69,96,99，
106,114,121,139,147。

1.4.4 牲畜健康和生产（畜舍、健康及生产的环境问题）

除了直接的影响外，天气还通过对牲畜饲料及牲畜所在地间接影响农场的牲畜，影响其喂养及肥壮，它们的地理分布，畜产品的产量和质量，以及这些产品的贮藏和运输能力。一般认为牲畜的遗传类型与环境之间存在着相互作用。肉用牛的生产力与环境的关系，可能需要进行世界范围的深入研究。在温带，牲畜或许不如植物对气候那么敏感，然而，某些生产过程，如牛奶的生产，就与温度和湿度因子有相当密切的关系。

参考文献（见附件 I）：

世界气象组织技术报告， 10.107,122。

1.4.5 动物的病害和寄生虫（天气因素的直接影响，造成各种类型的动物的病害、损伤和死亡；经济损失；畜病发病率及严重程度的预报）

气象因素可以通过以下各种方式影响牲畜病害：

（1）寄主对细菌／病原体的抗性；

（2）在细菌／病原体生命周期，尤其是在牲畜寄主之外的生命周期，牲畜的抗性及演变；

（3）采取防治措施的条件。

掌握了牲畜、天气和某种病害之间的相互关系，就能提供牲畜病害的预报，在某些国家已能利用这类预报，尚需将这类服务推广到其它牲畜病害和更多的国家。

参考文献（见附件 I）：

世界气象组织技术报告， 10.113。

1.4.6 气候资源（气候调查，生态系统评价，土地利用型，气候相似，气候变化，气候统计及资料处理，农业气候资源分析）

过去，按平均值及距平这种经典气候统计方法，对气候资源作过分析。然而，对于气候在农业上的实际应用来说，导致植物受害或作物歉收的灾害性天气发生频率及振幅的分析则更有意义。

天气和气候的变动显著影响能源利用，水的利用和全球粮食生产。因为这些资源分布不均，近期已发生了危机。因此，人们越来越认识到必须对全球范围的气候资源进行评价。按农业气象学原理评价某个区域的气候资源，已提出以下方法：

- （1）确定各种作物品种的生物气象条件；
- （2）按作物品种划分生物气候型；
- （3）根据作物生长、发育和产量特征，鉴定其生物气候指标；
- （4）将每个区域的生物气候指标与气候资料进行对比，以确定农业气候型；
- （5）按综合生物气候指标与农业气候型，进行农业气候区划。

农业气象学的基本目标，应该切实朝着将农业生态系统与气候资源纳入一个统一的研究和发展规划的方向前进，使农业获得高产、稳产。

参考文献（见附件 I）：

世界气象组织技术报告， 40, 56, 79, 81, 84, 86, 100, 125
133, 143, 144;

世界气象组织出版物, 10.117, 340;

世界气象组织公报, 第23卷第3期。

1.4.7 土壤资源 (土壤分类, 土壤恶化和侵蚀, 由于城市和沙漠化而失去农田)

风化是决定土壤特性的重要因素之一。气候和天气影响着土壤的化学、物理和机械特性, 其有机物的含量, 以及土壤保持和释放热量和水分的能力。降水, 一方面增加了土壤的化学成分, 另一方面又冲刷走土壤的养分。由耕作、防治虫害及收获而改变的土壤状态, 在很大程度上受天气条件的影响。世界范围的土壤侵蚀问题, 其存在和扩大, 在很大程度上取决于天气因素。

需要建立与特殊的风统计量有关的土壤侵蚀和恶化的资料, 如风向特性, 中速风和大风, 以及与下雨同时出现的风。还需要融雪周期、暴雨 (强度特别大) 以及露水出现的资料等, 露水是干旱地区岩石分解的重要因素。城市和区域发展将导致最好的农业带中有价值的农田丧失。

田间试验和固沙研究业已表明, 不仅有可能固定移动的沙丘, 甚至可以进行农业开发, 例如, 有的沙丘已种上经济林木并获得木材产品。另一项紧迫的任务是在这些区域建立改造中心, 这些改造中心有很高的经济价值, 并可从旅游业得到收益。

参考文献 (见附件 I):

世界气象组织技术报告, 10.20。

1.4.8 水资源 (农业的需水量, 作物用水效率, 灌溉需水量及剩余水的排泄, 农业干旱)