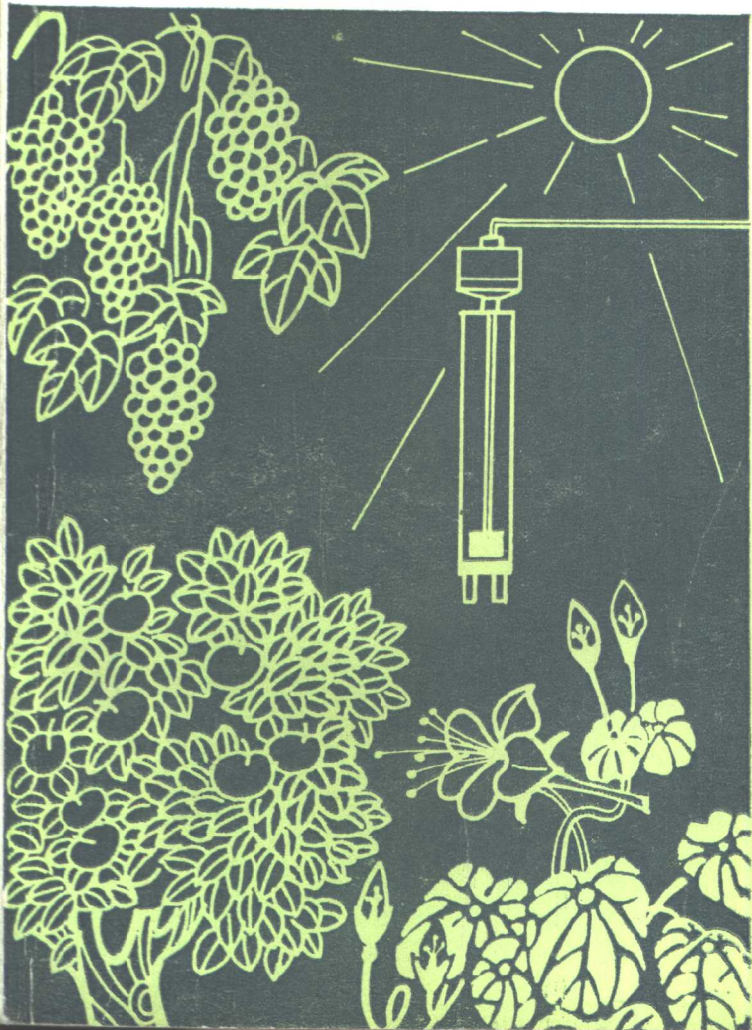


气象知识丛书



# 农业气象

气象出版社

# 农业气象

气象出版社

## 内 容 简 介

“风调雨顺，五谷丰登”形象地说明了气象与农业的密切关系。本书主要介绍了：光、温、水、气等气象因子对农业的影响；各种作物不同生长期的气象条件；农业的气象灾害及其防御；农业气候区划方法和农业气象预报，以及农业气象学科的发展前景。本书内容全面、资料丰富、文笔流畅，是一本较实用的普及读物。

## 农 业 气 象

杨 永 岐

责任编辑 史秀菊

\* \* \*

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京印刷一厂印刷

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：5 字数：106 千字

1986年10月第一版 1986年10月第一次印刷

印数：1——10,000

统一书号：13194·0342 定价：0.95 元

## 出 版 前 言

在浩瀚的大气的海洋里，有着无穷的奥秘，需要人们去认识和探索；蕴藏着丰富的资源，可供我们去开发和利用。

为了帮助广大青年、中小学教师、气象爱好者以及各行各业的科技工作者，更好地认识大气的现象，了解天气变化的性质和规律，我们和中国气象学会决定共同组织出版一套《气象知识丛书》，通俗地、系统地介绍大气、气候、天气和应用气象等方面的基本理论和基础知识。本丛书共十八册，每册约五万字，分别介绍某一方面的内容；同时各册又相互配套，形成一个比较完整的系列。本丛书力求材料新颖、内容丰富，反映出八十年代气象科学的新水平。

本丛书计划于一九八五年底以前陆续出齐。我们把她奉献出来，希望能对迫切需要气象知识的广大读者，有所满足，有所裨益。

气象出版社

# 序 言

人类生活于大气之中，为了自身的生存和发展，一直在和大自然作种种斗争。自古以来，观测和研究大气现象，趋利避害，发展生产，一直是人类的一项重要工作。

十七世纪以前，人们依靠肉眼观察，对天气和气候现象积累了丰富的经验，但那时基本上还是处在定性的认识阶段。

自从温度表、气压表、风向风速仪以及毛发湿度表等测量仪器出现之后，气象的观测和研究开始进入了定量的阶段。近三、四十年来，随着科学技术的迅速发展，尤其是人造卫星和电子计算机引入气象学领域，使这门学科出现了飞跃。

气象科学的应用性很强。随着科学技术的发展，人们对大气现象的认识越来越深刻，对它的利用也越来越广泛，目前几乎已深入到国民经济的各行各业。

现代化农业的发展，除有关农业技术等学科外，离不开长、中、短期天气预报；现代化的农业区划也离不开对气候的研究。

大型工业等产生着大量对人类有害的气体 and 微粒。如何把这些气体排放在无害或危害最小的地方，就得有效地利用气象条件。许多工业、建筑、交通都需要利用气象参数进行设计，例如工厂车间的采暖通风，建筑物的风雪荷载，以及水库、大坝、铁路、公路、桥梁的建筑规模等等。

各种军事活动通常要有一定的气象条件作保障。航海、航空与气象条件的关系更为密切。

综上所述，气象科学对生产、生活十分重要，可以预料，

随着我国四化建设的发展，各行各业将对气象科学提出越来越高的要求。

气象出版社和中国气象学会共同组织编辑出版的《气象知识丛书》，系统地介绍了气象科学各分支的基本理论和基础知识，有助于满足广大读者在四化建设中对气象知识的需求。

当然，这套丛书不可能涉及到气象学的所有分支，还只能着重介绍对我国当前四化建设急需的气象知识。我相信，这套丛书的出版，对具有初中以上文化程度的青年、业余气象爱好者、中小学教师、农村和工厂的干部和技术人员将会有所帮助。我希望，今后能继续出版更多的气象科普书籍，为广大读者，特别是为青年们，提供更为丰富的精神食粮。

叶笃正

一九八三年五月七日

# 目 录

## 序言

- 一、气象与农业生产密切相关····· ( 1 )  
从《南风歌》谈起(1) 利用气象为农业服务(4) 农业气象研究什么(7)
- 二、农业生态的气象因子····· ( 8 )  
太阳光能的作用(8) 温度的作用(21) 水的作用(32) 二氧化碳的作用(42) 风的作用(50)
- 三、作物气象····· ( 53 )  
粮食作物气象(53) 经济作物气象(70) 林带的气象效应( 81 ) 果林气象(85) 药用植物气象(91)
- 四、农业气象灾害····· ( 98 )  
干旱(98) 干热风( 105 ) 低温冷害( 108 ) 霜冻(113) 病虫害(119)
- 五、开发农业气候资源····· (127)  
农业气候资源(127) 立体气候资源(132) 做好农业气候区划(138) 农业气象预报(141)
- 六、当代农业气象的发展····· (145)



## 一 气象与农业生产密切相关

### 从《南风歌》谈起

南风之薰兮，  
可以解吾民之愠兮；  
南风之时兮，  
可以阜吾民之财兮。

这是历史上流传下来我国最古老的一首诗歌——《南风歌》，相传虞舜弹五弦琴唱此歌。这首歌用现代汉语可以解释为：温暖湿润的南风，可以促使万物生长，消灾去病；南风应时到来，可以五谷丰登，丰衣足食。显然，这里说的是南风对农业的影响。我国中原地区处于季风区，季风气候是很明显的，南风应时到来，会给农业带来好收成。说明在约三千年以前，我国古代劳动人民在农业生产实践中，已积累有朴素的农业气象知识。

在古代，气象灾害对农业威胁最大的是干旱。特大干旱，可促使阶级矛盾激化，引起战乱，甚至导致一个王朝的覆灭。《史记》中记载：“幽王二年（公元前 779 年）西周三川皆震。”

当时周朝的史官伯阳父论断：“周将亡矣！夫天地之气，不失其序，若过其序，民乱之也……夫水土之演民足也。土无所演，民乏财用，不亡何待。昔者洛竭而夏亡，河竭而商亡，今周德若二代之季矣……若国亡不过十年，数之纪也。”这段话虽是由地震而引起的，但讲的却是天地之气和水土问题。从中可以知道，夏朝和商朝末年，都发生过地震和大旱灾，旱情严重到连中原的三条大河——伊水、洛水、黄河都断了流，因而导致这两个朝代的灭亡。幽王二年，天地之气过了“序”，即出现了异常的干旱气候，同样是这三条大河都枯竭了，故伯阳父断定周朝十年将灭亡。周朝在十年后虽然没有亡国，然而却是平王东迁，开始了东周列国的战乱局面。

公元前十二世纪，古希腊迈锡尼政权的突然衰落和彻底瓦解，就是由于持续的特大旱灾造成的。从考古资料发现，迈锡尼城位于雅典西南100公里的平原上，宽大的城门两侧有两只巨大的石狮守卫着，城廓的主墙长达880米，最厚的地方达10米，这表明它有过鼎盛的时期和富丽多姿的文化。这里曾是伟大的文化中心，几个世纪中，它控制着爱琴海和地中海大部分地区的贸易。但在公元前1230年，迈锡尼地区突然发生特大旱灾，并且持续了许多年，给古老的农业以毁灭性的打击。无数饥民忍无可忍，发生了一次暴动。饥民强占并焚毁了迈锡尼城的主要宫殿和谷仓，而后，进行了一次大规模的迁徙，造成了盛极几个世纪的优秀的迈锡尼文化的突然衰落和崩溃。

水涝的范围虽不及干旱广泛，但在旧社会里，给农业生产和人民生活也带来无穷的灾难。其例子不胜枚举。如明朝嘉靖三十六年（公元1557年）大涝，据《辽阳州志》记载：

“夏阴雨连月，没禾稼，大水以后，一望成湖，籽粒未收，远近居民，家家缺食，卖妻弃子，流离载道。始则掘食土面，继而逐至相食……积殍狼籍。”

到了近代，农业生产越发展，与气象的关系越密切，不利气象条件对农业的危害也越加严重。试看农业上的掠夺性开发，是怎样引起气候条件的改变，并以气象灾害去危及农业的。美国开国初期，由于大片森林被盲目开发，造成地面裸露，水土流失加剧，气候条件变劣。结果1934年一场强烈黑风暴<sup>1)</sup>竟刮走三亿多吨土壤，农业生产遭受巨大破坏，全国冬小麦一年就减产100多亿斤。苏联从五十年代起，一直在一些地区盲目垦荒，滥伐森林，使生态平衡遭到严重破坏。每年春季开始，尘土飞扬，天昏地暗，引起多次黑风暴的袭击。仅1960年3、4月份的黑风暴灾害，就使垦荒地区的受灾面积达4万公顷以上。进入七十年代，由于干旱威胁，农业生产一直不景气，仅1972年就从美国购买1800万吨谷物，1975年又买了1200万吨。这不仅影响了美国的价格和家庭收支平衡，而且在国际市场上也引起了粮食的涨价风潮。

气候振动对农业也产生巨大影响。在现代的农业生产技术条件下，许多农作物可能较大限度地利用现有的气候条件，这时，气候条件对正常值的任何偏离都将会导致农业的减产。在一般情况下，偏离越多，减产幅度越大。据研究，东北区农作物生长季大于或等于 $10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温比正常值减少 $100^{\circ}\text{C}$ ，粮食减产约为10%。美国的威斯康星大学经过研究也得出了这方面的结果：北部平原夏季升温 $1^{\circ}\text{C}$ ，将导致小麦减产，使农业收入损失一亿三千一百万美元；降水量减少20%，将

---

1) 狂风掠过黑土地带，裹挟着大量黑色土壤滚滚而去，这样的狂风称为黑风暴。

损失一亿三千七百万美元。

## 利用气象为农业服务

我们中华民族在几千年农业生产实践中，逐步加深了对气候规律的认识，从被动的适应气象条件到主动的利用气象条件为人类服务，积累了丰富的经验。著名的廿四节气就是古代农业气象知识的结晶。廿四节气中的二分二至（春分、秋分、夏至、冬至）最早见于《尧典》；到了春秋初期（公元前六五五年前后），又增加了四立（立春、立夏、立秋、立冬）这四个节气；至秦汉之际，二十四节气便齐备了，把一年的气候分成二十四段加以描述。

《周逸书》还定出了五日为一候，三候为一个节气，一年有七十二候。对每一候的气象情况和自然物候均做了较为细致的叙述，这对指导农业生产活动是很有参考价值的。如：“立春之日，东风解冻；又五日，蛰虫始振；又五日，鱼上冰。雨水之日，獭祭鱼；又五日，鸿雁来；又五日，草木萌动。”不过，这些节气的内容是针对当时中原地区（黄河流域）的气候情况而言的。

劳动群众在把二十四节气用于黄河流域以外的地区时，根据对各地气候规律的认识，进行了因地制宜的再创造，形成了流行各地丰富多采的节气农谚。如“立春”这一节气，在河南等地意味着春天的开始，春播将要进行，冬小麦要浇返青水了；而在东北地区，农谚只说：“立春阳气转”，春耕要到清明这个节气才能开始。西方古代没有这样较为细致的农业气候分析工作，难怪在1928年，英国著名气象学家肖纳伯曾在国际气象台台长会议上，提倡欧美国家采用中国的二十四节气。

在我国古代的书籍中，对利用气象为农业服务的记载是十分丰富的：《吕氏春秋》论述了“凡农之道，候之为宝”；西汉的《汜胜之书》则强调了“凡耕之本，在于趣时”；元朝政府编辑的《农桑辑要》、王祯的《农书》，明朝徐光启的《农政全书》、郭橐驼的《种树书》、王象晋的《群芳谱》等，都详细而具体地介绍了这方面的知识。

尤其是北魏时代著名科学家贾思勰的《齐民要术》，系统地总结了六朝以前的我国农业知识，内容极为丰富。在利用气象条件为农业服务方面它指出：“顺天时，量地力，则用力少而成功多，任情返道，劳而无获。”精辟地阐述了因地制宜、因气象条件制宜发展农业的重要意义，并具有现代农业系统工程的朴素思想。书中所介绍霜冻预报经验：“天雨新晴，北风寒彻，是夜必霜。”对产生霜冻的气象条件做了科学的说明。这在今天看来，仍不失其预报意义。更可贵的是，书中还提出了薰烟防霜的科学方法，指出：“凡五果开花盛时遭霜，则无子。常预于园中往往贮恶草生粪……此时放火作煨，少得烟气，则免于霜矣。”

随着科学的进步，现代气象为农业服务所产生的经济效益和社会效果也越来越显著，有时甚至是无法估量的。气象条件对农作物的生长发育和产量、质量的形成，无时无刻不在产生巨大的影响；气象条件还制约着作物布局、农业结构；它还关系到经济计划、商业、交通运输以及水利工程的设计、施工、蓄水、拦洪等等。可以说，气象条件影响着人类农业活动的所有领域。

根据气候条件，调整农业布局，其经济效益是相当可观的，如在橡胶气候条件分析的基础上，我国海南岛的崖县、保亭、乐东、儋县、东方、白沙等县以及云南的西双版纳地

区，应发展成为国家重点的橡胶生产基地。据调查，在这些适宜植胶的地方，有计划的退农还胶，每亩地就可多收入120—180元，它不仅为国家节省了大量外汇，而且对解决军工民需对橡胶原料的要求，起到了极大的缓解作用。又如，若在我国四川盆地丘陵和浅山地区，大力发展柑桔生产，与单纯发展粮食生产相比，每亩可增加经济收入200—400元，同时，还可以大大改进我国人民的食品构成，提高人民对维生素C的食用水平。

事实就是这样明显的摆在人们面前，农业生产与气象条件息息相关。科学地利用气象条件，可以为人类创造巨大的物质财富。反之，如果不是科学地利用气象条件，就会造成悲剧性结局。岂不知，有些灾难正是人类盲目的自身活动所引起的。如前所述，对森林资源的掠夺性开发，破坏了生态平衡，造成大量水土流失，导致气候条件变劣，土壤的理化性质发生质的改变。于是，农业环境就会越变越坏，洪水、干旱就会接踵而来，恶性循环就会越演越烈。

另外，气象条件是农业环境中的重要条件，是形成农业产品的重要物质原料，而且是不可替代的物质原料这一点，还没有为更多的人所认识。因而，为农业生产创造良好的气象条件，还缺乏主动性和自觉性。人们往往把眼睛只盯在种子和化肥上。却很少想到什么样的气象条件才是农作物生长的理想环境？采取什么样的措施才会创造这样的理想环境？这是当今农业发展必须注意的问题。

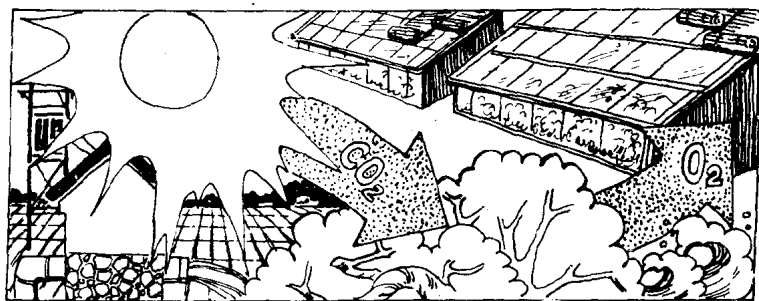
无论如何，在农业研究中，忽视对气象条件的定量研究，不会科学地利用气象条件为农业服务，这样的农业很难说是科学的农业、现代化的农业。现代科学已经证明，无论人类的主观意识如何，他们在农业生产实践中，均在自觉或不自

觉地利用气象条件为农业服务，气象条件对农业生产起着举足轻重的作用。

## 农业气象研究什么

农业气象这个题目所涉及的知识范围非常广泛，它要求有较广泛的基础和专业知识，也需要有丰富的农学和农业气象学的基础知识。它几乎包括了农业气象学各个方面的研究内容。从古今中外的无数事实中，不难看到农业气象学对现代化的农业、对现代人类是越来越重要的科学了。

农业气象围绕着农业生产与气象条件这个问题，从主要气象因子与农业的关系、作物气象条件、农业气象灾害、农业气候资源及其利用，以及农业气象的发展趋势等方面进行研究，并努力将气象学的最新研究成果，应用到农业生产的实际中去。



## 二 农业生态的气象因子

我国古代将“金、木、水、火、土”称为“五行”，认为它们是宇宙万物的起源。这种认识是朴素的唯物主义思想。现代科学研究得知，在一定的温度和风的条件下，绿色植物通过太阳光将大气中的二氧化碳和水合成糖和淀粉等碳水化合物，变太阳能为化学能贮存于植物体中，使植物得以生存。因此，光、温、水、气、风是农作物生长发育和产量形成的极为重要的物质基础，是农业环境中不可替代的气象生态因子，可以借喻为地球上所有农业生物的“五行”要素。

### 太阳光能的作用

“阳光普照，五谷丰登”。生动形象地反映了农业生产与太阳的依存关系。绿色植物利用阳光进行光合作用，合成了携带能量的多种有机物质。这些种类繁多的有机物质被人类、动物和其它生物所消耗，同时将热量放散出去，在这个过程中，又源源补充了原来在光合作用中所消耗的二氧化碳。如此往复循环，构成了一幅生物世界的康乐图（见图1）。由此可见，光合产物所蓄积的化学能，不仅对绿色植物本身，而

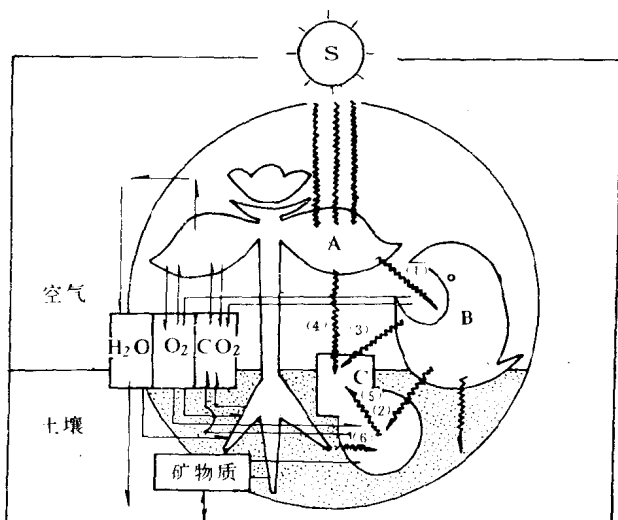


图 1 光能产物及其循环系统

S 太阳辐射, A 生产者 (光能产物), B 消费者,  
C 分解者: (1) 对植物的消耗, (2) 动物的排泄,  
(3) 动物尸体碎屑, (4) 植物的碎屑, (5) 碎屑  
的分解, (6) 植物的排泄

且对不具光合能力的其他生物的生活, 也是不可缺少的能源。

**太阳辐射** 太阳以电磁波<sup>1)</sup>的形式、以 3 亿米/秒的速度、向宇宙空间四面八方放射能量, 称为太阳辐射。太阳辐射所放出的能量, 称为太阳辐射能, 简称太阳能。地球获得

1) 太阳辐射中除了电磁波以外, 还包括粒子辐射, 由于其总能量只相当电磁波辐射能量千分之一左右, 而且大部分还不能进入地球大气层内, 所以常略而不计。

的部分仅占太阳能的二十亿分之一左右。根据观测结果，到达地球大气外层的辐射能量，约为 $1.94 \text{卡}^1 / \text{厘米}^2 \cdot \text{分}$ ，这个数值相对稳定，称为太阳常数。但是最近的卫星观测和理论研究都发现太阳常数还是有变化的。太阳辐射在通过大气层时，一部分被大气吸收和散射，一部分被云吸收和反射，一部分被地表反射，到达地面的约50%。实际上地球表面得到的太阳辐射总量，每日是不同的，随纬度、季节而变化，也随天气情况而不同。

从太阳直接射到地球表面的光线，称为直接辐射；被空气分子和大气中浮游灰尘所散射而到达地球表面的辐射，称为散射辐射。这两部分辐射之和称为太阳总辐射。其强度因

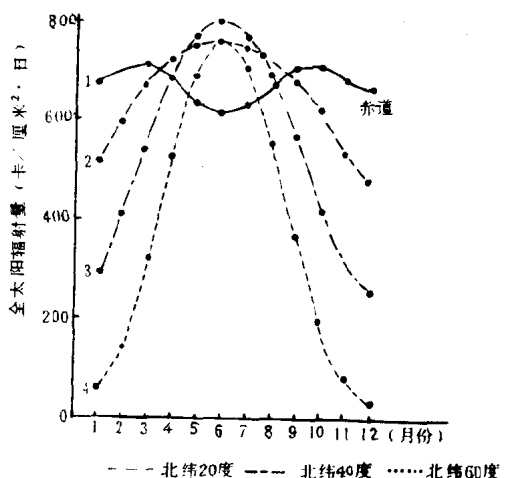


图 2 太阳总辐射与纬度、季节的关系

图中 1 为赤道，2 为北纬 20 度，  
3 为北纬 40 度，4 为北纬 60 度

1) 国际标准计量单位为焦耳，1 卡 = 4.1855 焦耳。