

中国自然资源科普丛书

霍治国
李世奎 编著
王石立

中国气候资源



科学普及出版社

《中国自然资源科普丛书》
编 辑 委 员 会

主 编：李文华

副主编：吴之静 郭绍礼 姜素清

编 委：(按姓氏笔划排列)

丁树玲	王炳勋	王洪道	巴逢辰
过宝兴	李文兰	李世奎	杜国垣
苏 珍	苏大学	陈国新	张天普

出版说明

我国幅员辽阔，自然条件复杂，资源丰富多采。几千年来，我国人民凭借着自己的勤劳和智慧，利用这些自然资源，创造了悠久而灿烂的文明，并在自然资源经营与管理方面创造了独特的技术与经验，为世界人民所称颂。然而，长期以来，我们不仅对这些技术和经验并没有系统地总结，而且对我国自然资源的数量和质量也缺乏准确的调查和了解，存在相当程度的盲目性。建国40多年来，有关部门组织了大规模的科学考察。仅中国科学院，从50年代开始，就组织了几十个大规模的、多学科的综合科学考察。通过考察和研究，初步摸清了我国自然资源的现状、优势及其存在的问题。这方面的知识多分散在各种专著、论文和考察报告中，迄今缺乏系统的总结和整理。随着人口和人类需求的不断增长以及科学技术的进步，对资源的冲击与压力日益加剧，成为当前世界上急待解决的问题。因而自然资源的合理利用与保护的问题，特别需要向广大干部和群众宣传、普及。正是基于这些想法，中国自然资源研究会决定组织有关专家，编辑出版一套《中国自然资源科普丛书》。我们希望领导干部读了，可以提高有关专业知识和才能，减少工作上的失误；广大群众读了，可以增强合理利用和保护自然资源的自觉性。

这套丛书计划由14本组成，分别介绍了湖泊、森林、能源、旅游、土地、水、海岸、草场、冰川、气候、等自然

资源。

该丛书是在中国自然资源研究会的组织下进行撰写的，并得到科普出版社的大力支持与协助。为了保证丛书的质量及其结构的系统性和完整性，特成立编委会，负责全套丛书的协调和评审工作。这套丛书的作者们都是在科研和教学第一线工作的中年科学工作者。尽管他们在长期的科研、生产和教学实践中具有丰富的经验，但是对编写科普读物还缺乏经验，希望有关专家和广大读者提出宝贵的意见，以便再版时进一步提高。我们希望这套丛书能为广大读者所喜爱，能为我国自然资源合理开发利用发挥应有的作用。

前 言

地球是一个生机勃勃的星球，在这个星球上人类是自然的主宰，这是迄今为止人类普遍存在并引以为骄傲的心态。从远古人类的刀耕火种到今天腾飞太空的火箭、飞船，人类社会历史的发展进程在不断地证明着人类在利用自然资源中是多么的聪明。

气候资源是万物生长和人类生存及社会发展最基本的物质能量。正是地球上有了光热水、空气等适宜的生态气候环境，才养育了繁荣昌盛的生物世界和高度发达的人类社会。然而人类不合理的利用自然资源又会带来气候环境的不断恶化，如水体污染、光化学烟雾、尘暴、酸雨、大气温室效应、土地沙化、干旱以及雨涝等正在威胁着人类的生存环境，其结果使人类自身不断遭到自然的报复。

气候资源作为自然环境的一个重要组成部分，几乎影响到人类衣食住行的各个方面。民以食为天，农业主要在自然的露天条件下生产，受气候环境条件的影响甚大，农、林、牧、副、渔产业过程都要求一定的热量、适宜的水分和充足的阳光，这些要素的组合匹配越好，就越有利于其产量和品质的提高；此外，风寒雨雪与人们的生活健康关系很大；人类大都聚居在气候条件较好的地区；陆海交通、物资贮运、旅游业的发展、森林火灾的发生和预防等无不受气候条件的影响；当今航空航天的飞速发展必须有气象条件保证。

气候资源是一种周而复始，不断循环，用之不竭的资

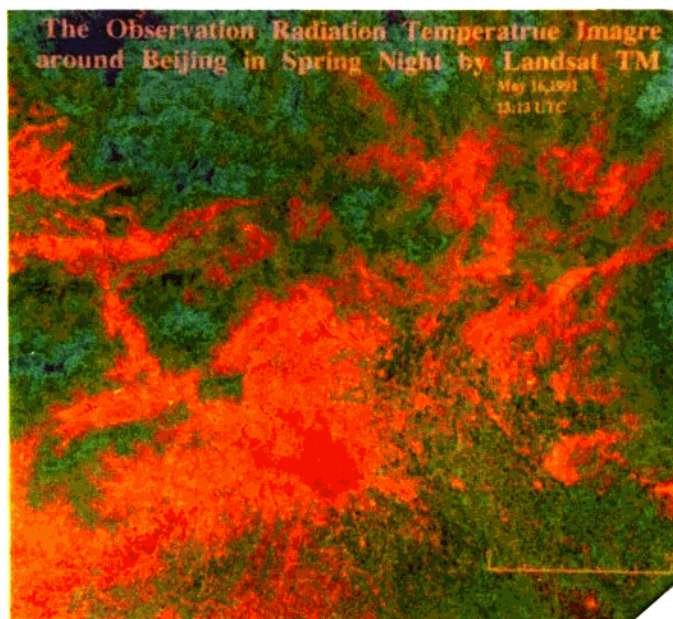
源。如不加以利用，会白白流失；利用不当，同样也会造成不良的后果。奉献给读者的《中国气候资源》这本书，从一种新的角度，探讨光热水，风能等资源的分布规律及其开发利用途径；展望气候资源生产潜力；概述气候变化，大气污染、气象灾害对工农业生产的影响及其防御对策；讨论气候资源分布与农作物、森林、名特优农产品、畜牧、水产养殖生产和布局；指出养生、疗养、旅游与气候资源的关系；提出气候资源开发利用保护的途径等等，目的在于提高人们气候资源的意识。最后就目前人们关注的气候变化对生态环境和农业生产的影响的研究结果也作了介绍。

本书在编写中尽可能引用了一些较新的资料，供读者参考。由于我们水平有限，书中难免有错误不当之处，恳请读者批评指正。



中国农业气候区划

卫星遥感拍摄的北京地区及其周围的温度图





神农架的一个气象观测哨

榕城的榕树



世界闻名的巴丹吉林沙漠



目 录

天气、气候和气候资源	1
天气和天气现象	1
什么是气候	8
气候指标	6
气候资源的涵义	5
气候资源的主要特征	3
我国气候资源的基本特征	2
光资源——取之不尽的能源	13
光资源的来源与太阳常数	13
年总辐射量	15
净辐射	17
太阳辐射的光谱、能量及植物效应	18
光合有效辐射	20
生长期间的太阳总辐射	22
太阳能资源利用	23
热量资源	27
我国的热量资源	27
作物生长期与无霜期	30
积温的分布	32
最热月平均气温的分布	33
冬季温度条件	35
干旱沙区(沙漠)的热量资源	37

青藏高原的热量资源	39
山地热量资源	42
热量带的划分	45
中国农业气候区划	48
降水与水分盈亏	51
降水量的时空分配	51
降水变率	57
干湿状况的评价——干燥度	60
农田的水分盈亏	61
生命的“保护伞”——大气	66
大气的组成成分	67
CO ₂ 含量与农业生产	69
大气污染及其影响	72
清洁能源——风能资源	76
风能资源的优缺点	76
风能的估算与分区	78
利用现状和前景	81
生态气候资源	84
农作物气候资源	84
林业气候资源	89
名优特农产品生产与气候资源	99
种植制度与气候适应性	112
畜牧业气候资源	115
养殖业气候资源	122
寒暑交替与养生之道	134
穿衣、取暖与四季变化	139
气候风景资源	143

气候资源的生产潜力	149
植物是如何利用光能的	149
为什么要研究气候生产潜力	151
光能生产潜力	152
光温生产潜力	154
气候(光温水)生产潜力	155
几种估算气候资源生产潜力的模式	157
本世纪末及2025年我国粮食产量趋势估测	162
1990年全国粮食作物平均光能利用率	167
我国主要作物的高产纪录	172
山区作物气候生产潜力	173
天然森林植被的生产力	177
天然草场的牧草生产力	179
气候变化和气象灾害	181
气候变化与生产	181
干旱和雨涝	183
低温与霜冻	190
台风	197
冰雹	202
气候资源的开发利用和保护	204
海南岛热带气候资源开发利用和保护	204
亚热带丘陵山地气候资源开发利用和保护	206
黄淮海平原气候资源开发利用和保护	211
黄土高原气候资源开发利用和保护	216
西北干旱区气候资源开发利用和保护	219
东北三江平原气候资源开发利用和保护	223
青藏高原气候资源开发利用和保护	224

农牧过渡带气候资源开发利用和保护	228
海岸带和海涂气候资源的开发利用	229
我国山区逆温资源的开发利用	231

天气、气候和气候资源

天气和天气现象

大气是人类社会存在和发展的重要环境之一。在浩瀚的大气空间里，晴、阴、闪电、雷鸣、刮风、凝云致雨、下雪以及霜、雾等常见的大气变化现象，往往是以一定地点、短时间发生的，这些现象称为天气现象。它包括云雾现象、降水现象、地面凝结现象、大气烟尘现象、大气光学现象和雷电现象等。气象要素是指大气状况的基本特征量和某些重要大气现象的统称，如气压、温度、空气湿度、风、辐射、日照、蒸发、能见度等。气象要素及其变化被广泛地应用于天气预报、气候分析及农业气象研究等方面。

以气象要素值和天气现象表示的瞬时或一定时段内的大气状况，便称之为天气。上述大气状况的空间分布组成各种天气系统，各种天气系统组成不同的天气形势，它们随时间不同的变化构成天气过程。对我国天气有重大影响的大型天气过程有寒潮、台风、梅雨等。对农业造成灾害的天气过程有暴雨、连阴雨、冰雹、霜冻、干热风等。

过去，人们只能用肉眼看到自己周围发生的天气现象。如今，气象卫星上天后，特别是有了我国自己的气象卫星，坐在电视机旁的观众可从屏幕上看到全球的风云变化。

什么是气候

是指一地区或一地点多年的大气状态，包括平均状态和极端状态。它具体地通过各种气象要素（气温、气压、空气湿度、降水量、风以及各种天气现象等）的各种统计量来表达当地冷暖、干湿、风、日照等所有现象在内的一种综合概念。也可以说，气候是每年反复变化的天气现象的总括，大致划分其出现顺序的是季节。为此，人们制定了历书，根据历书便可了解季节的转换。其实人类早在远古时期就有了气候的概念。我国古代以五日为候，三候为气，气候一词大致上是来源于“二十四节气七十二候”。在《礼记月令注》中记有“昔周公作时刻，定二十四气，分七十二候，则气候之起”。从其内容来源看，与现在的季节很近似，各有气象、物候特征、合称为气候，是反映一年之中自然景观的变化与地球公转所产生的以一年为周期的太阳位置变化相联系的。古希腊人用倾斜一词来表示气候，意指由于太阳光线的倾斜（即太阳高度角不同）使得各地获得的太阳辐射能不同而形成气候差异。

直到近代，世界各地采用气象仪器观测，开始积累气象资料并加以研究，促进了气候科学的发展，才对气候及其形成原因有进一步理解，认为气候由下列因子决定：① 太阳辐射因子，指到达地球表面的太阳辐射的分布状况，可造成地球气候沿纬度线的带状分布和季节交替。太阳活动的变化，则可影响地球气候的长期变化。② 地理因子，主要指影响气候的地表面特征和地表覆盖特征，是造成地表净辐射差异的原因。其次，海陆之间热力和水分条件的差异，通过

大气环流对气候产生影响。③ 大气环流因子，主要指地球上影响气候的大范围空气流动特征，是形成气候的活动性因子，它使各地热力差异趋于缓和，又造成各地天气条件变化。④ 人类活动因子，指人类生活和生产活动对气候的影响。人类改变下垫面条件，可改变地面反射率和水热平衡过程，工厂排放大量 CO_2 等温室气体，可使气候变暖。上述诸因子的综合作用，构成了包括大气、海洋、大陆、冰雪和生物在内的气候系统，在太阳辐射作用下，形成了各地的气候。

气候指标

气候指标是用来表示一定气候条件的单项气候要素或多种气候要素综合特征量。主要是用于说明某地的气候特征，也是进行气候资源、灾害和经济活动、气候分析及气候区划的重要尺度。根据其特征量可以评价某地区气候条件、利弊程度或气候资源的丰贫状况。

由于气候形成过程复杂，气候特点表现各异，人类生活及经济活动对气候条件的要求又多种多样，因此要综合反映气候，需要提出各种特征量。指标有单因子和综合因子的表达形式，如早期的气候分类采用温度和降水量指标，后来发展成多要素综合指标，如干燥度等。针对各项生产活动制订的气候指标，称为应用气候指标。农业气候研究中普遍使用多种农业气候指标。如用日数表示的有：无霜冻期、生长期、发育期日数、界限温度持续日数、湿润期、干旱期等等；用日期表示的有：界限温度始终日、物候出现始终日、气候灾害（霜冻等）出现始终日等等。大量的指标是以热、水、

光、风等方面的气候要素值来表示。下面分别介绍：

表示热量特征的主要指标有：平均气温（年、月、旬、候、日）、极端温度（最高、最低）、气温较差值（年、月、日）、各种界限温度及其积温或负积温等，它们可反映热量特征及其与人类活动各方面的数值关系。例如，农业界限温度是农业上应用较广泛的气候指标，是指农作物生长发育及农事活动开始和终止的日平均温度，一般有 0°C 、 5°C 、 10°C 、 15°C 、 20°C 等几种，它们是热量资源鉴定，农业气候区划以及确定种植制度等常采用的热量指标。指标的具体农业意义是，日平均气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的始日和终日，表示土壤解冻和冻结、冬小麦开始返青和停止生长的指标，同时，其始日也是北方多年生果木开始萌动、早春作物开始播种的指标。 0°C 以上的持续时期称为农耕期或可能生长期，其积温（指日平均气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 期间，逐日气温的累积值）称为总热量或可利用积温。日平均气温 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的初终日期，与冬作物和大多数牧草、多数木本植物开始萌芽与停止生长期相当，因此， 5°C 以上的持续时期称为生长期， $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温则为生长期可利用的热量。日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 是一般喜温作物（玉米、谷子、水稻等）生长的开始温度，也是喜凉作物（小麦、马铃薯、油菜等）迅速生长，多年生作物开始快速累积干物质的温度，所以 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 以上的时期和积温是喜温作物生长期（或活跃生长期）可利用的热量。日平均气温 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 是喜温作物积极生长的温度，也是热带作物组织分化的临界温度，其初日是早稻开始移栽和茶叶开始采摘期，其终日为热带作物停止生长、北方冬小麦适宜播种的末期，玉米、水稻基本停止灌浆和茶叶采摘结束期。所以 15°C 以上的时期与积温，是喜温作物活跃生长期的热量指标。日平均气温 $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 为水稻

开花期、安全齐穗期的温度指标。

表示水分条件的主要指标有年、季、月、旬和作物生育时段的降水量；降水变率；蒸散量或蒸发量；条件性水分平衡（蒸发量与降水量之比为干燥度，反之为湿润度），如干

$$\text{干燥度 } K = \frac{0.16 \sum t \geq 10^{\circ}\text{C}}{r} \quad (r \text{ 为 } \geq 10^{\circ}\text{C} \text{ 期间降水量,}$$

$\sum t \geq 10^{\circ}\text{C}$ 为 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温)；农田水分平衡（从降水量减去蒸散量、径流量和渗漏量）；空气相对湿度、土壤湿度等。

表示光能条件的主要指标有太阳辐射强度（总辐射、净辐射、光合有效辐射）、日照时数、日照百分率、光照强度及透光率等。

表示风状况的主要指标有：风力或风速、风向频率、风能密度、风力机起动风速（ ≥ 3 米/秒）出现日数、大风出现日数等。

气候资源的涵义

人类栖息的地球，是一个生机勃勃有着适合于生命生存繁衍的基本资源条件，诸如和煦充足的阳光、温暖的环境、丰沛的水分、新鲜充足的空气等。人类、从自然界物质与能的运动变化中选择对自己有用的部分，作为资源加以利用，也可以说是资源的涵义。气候是环境的一部分，主要气候要素（太阳辐射、温度、降水、风等）的数量、运动变化既是环境条件又是自然资源中的重要物质与能量。人类社会的存在与发展，依赖于开发利用太阳能资源和地球上的其它自然资源。因此可以说，气候资源是指能提供人类生活和生