

郭明辉 赵西平 著  
李 坚 审



# 木材气候学导论

 科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

# 木材气候学导论

郭明辉 赵西平 著  
李 坚 审

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书基于人工林树木生长机制和木材形成过程,介绍了木材形成、木材的各向异性以及木材气候学的研究进展;阐述了木材气候学的数量化分析方法;重点论述了木材形成对气候变化的响应及气候变化影响木材形成的滞后效应和气候长期变化趋势对木材形成的影响;简要评述了木材气候学的应用。本书系统性强,理论与实践相结合,方法与应用相结合,是我国第一部系统阐述木材形成与气候变化关系的专业图书。

本书适合木材科学与技术、森林经营学、森林培育学、环境科学、自然保护区管理等专业的高等院校师生及科学研究、森林经营和管理人员阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

木材气候学导论/郭明辉,赵西平著. —北京:科学出版社,2009

ISBN 978-7-03-024302-7

I. 木… II. ①郭…②赵… III. 森林-气候学 IV. S716.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第043566号

责任编辑:周巧龙 沈晓晶/责任校对:陈玉凤

责任印制:钱玉芬/封面设计:王浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2009年4月第一版 开本:B5(720×1000)

2009年4月第一次印刷 印张:20

印数:1—2 000 字数:392 000

定价:60.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

## 序

森林是绿色的保障，林业部门是国民经济的重要部门，发达的现代化林业是国家富强、民族繁荣和社会文明的标志之一。加强林业建设，维护生态安全，是 21 世纪人类面临的共同问题，是实现我国经济社会可持续发展的重要基础。

大力发展人工林是世界各国面对天然林和天然次生林日益减少所采取的共同战略，许多工业化国家和发展中国家都把大力发展人工林作为解决 21 世纪木材需求的根本措施，并制定了长期的人工林发展规划，以此来解决环境和木材供需之间的矛盾。

我国自 20 世纪 60 年代以来，营造了大面积的人工林。据第六次全国森林资源清查（1999~2003 年），我国人工林面积已居世界之首。由于当初培育人工林时没有深入考虑木材材性与林木培育的关系，未能有针对性地按照用材部门对木材品质的要求营造人工林，以致影响了蓄量巨大的人工林木材的高效利用。未来优质人工林怎样培育？面对这个问题，许多研究者认为，对现有人工林木材要进行合理和高效利用，对未来人工林的培育要进行定向，走经营培育与加工利用一体化之路。

林业工作的主要任务是培育和管理森林，使林业实现高产、优质、高效、持续发展和永续利用，为社会主义建设不断提供越来越多和越来越好的木材资源，以发挥其巨大的经济效益。为了科学地培育和管理好人工林，必须掌握环境条件对人工林树木作用的规律。环境因子复杂的综合作用决定了森林的存在、树种的组成、林木的生长和发育对木材材质将产生重要的影响。不同的环境因子往往彼此制约，对木材的生长形成综合作用，相互关系复杂。目前涉及地理位置、海拔、立地条件（土壤质地、坡形等）和气候因子的研究比较薄弱，特别是气候因子对材质、材性的影响研究甚少，有待今后进一步加强。

木材气候学是一门新兴的分支学科，发展和传播其完整独立的理论体系，无论对学科发展还是对实际应用都有十分重要的意义。郭明辉教授和赵西平博士是多年从事生物木材学研究的年轻学者，既涉猎理论研究，又专注实践应用，在国内外一些重要杂志上发表了许多相关方面的文章，尤其在人工林培育方面有比较独到的研究。他们出于介绍和传播木材气候学理论与最新进展这样一种目的，在系统总结其长期研究成果的基础上，撰写了体系较为完整的《木材气候学导论》

一书。该书不仅介绍了木材气候学方面的一些基础知识和理论，而且阐述了木材气候学的一些研究方法，并以东北地区常见的人工林针叶树种为例，具体论述了木材气候学理论在实际研究中的应用，做到了理论与实践相结合、方法与应用相结合。相信这一成果将对我国木材气候学研究起到指导性作用，并将有效地促进我国木材气候学研究和应用的发展，同时也将为营林措施的正确设计和科学实施提供依据。

李 坚

2009年3月

## 前 言

木材气候学是木材科学新兴的分支学科之一。虽然早在 20 世纪初就有人对气候变化与木材形成之间的关系进行了揭示,但是长期以来并未受到人们的重视。20 世纪 30 年代,年轮气候学的发展为这一领域提供了新的思路,人工林的广泛培育促进了这一学科的深入发展。随着林业科学工作者们对森林培育的进一步认识,单纯的速生丰产已不能满足人们对木材的需要,如何从木材加工的角度培育出品质较高的树木是 21 世纪新的林业目标。为了科学地培育和管理好人工林,必须掌握环境条件对人工林树木作用的规律,特别是明确气候变化与木材形成之间的关系。气候变化非人力所能控制,就目前的经济条件,尚不能改变气候参数来实验性地研究形成木材材质的气候条件。但实际上,天气的风雨变幻与冷暖交替也并非无迹可寻,天气预报便是一个很好的证明。更重要的是气候因素的这种变化在树木生长中所起到的重要作用以“记忆”的形式被保存下来。这就为气候影响木材形成的研究提供了必要的前提。在以现代科技手段作为坚强后盾的情况下,这一领域的研究将会为林业事业的发展和社会的进步做出不可低估的贡献。

鉴于近年来木材气候学科和一些相关学科所取得的成就,结合作者近年来的研究成果,历时两年完成的《木材气候学导论》一书比较系统地阐述了树木生长与木材形成对气候变化的响应,这在国内尚属首次。本书内容共分 9 章,介绍了木材形成、木材的各向异性以及木材气候学的研究进展;阐述了木材气候学的数量化方法;重点论述了木材形成对气候变化的响应,气候变化影响木材形成的滞后效应和气候长期变化趋势对木材形成的影响;简要评述了木材气候学的应用。本书特点鲜明,学术观点新,系统性强,理论与实践相结合,方法与应用相结合。

在本书所述相关内容的研究过程中,得到了国家自然科学基金委员会生命科学部自然科学基金项目(项目批准号:30471355)的资助及教育部和国家外国专家局“111 计划”项目的支持,在此深表谢忱!

在编写本书的过程中,作者援引和参考了许多生物木材学、气候学、森林气象学、森林经营学以及其他学科方面的成果,在此,向相关作者表示感谢。本书的相关资料整理及全文校对由东北林业大学管雪梅老师和河南科技大学郭平平老

师细心完成，在此表示感谢。

本书承东北林业大学李坚教授审阅，提出了许多宝贵意见，并为本书作序，在此特致以衷心的感谢！

由于作者水平有限，本书难免存在不足和疏漏之处，敬请广大读者和同仁不吝赐教。

作者

2009年4月

# 目 录

## 序

## 前言

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 木材气候学的相关概念 .....	1
1.1.1 气候学 .....	1
1.1.2 物候学 .....	6
1.1.3 森林气象学 .....	7
1.1.4 年轮气候学 .....	10
1.1.5 木材气候学 .....	11
1.2 木材气候学的研究进展.....	12
1.2.1 国外研究进展 .....	12
1.2.2 国内研究进展 .....	16
1.3 木材气候学的内容、任务和研究热点.....	17
1.3.1 木材气候学的研究内容 .....	17
1.3.2 木材气候学的研究任务 .....	17
1.3.3 木材气候学的研究热点 .....	18
参考文献 .....	19
<b>第 2 章 木材各向异性的起因</b> .....	22
2.1 树木的生长与木材的形成.....	22
2.1.1 树木的组成部分 .....	22
2.1.2 树木的生长 .....	24
2.1.3 木材的形成 .....	25
2.2 木材的各向异性.....	26
2.2.1 木材材性株间变异 .....	27
2.2.2 木材材性株内变异 .....	27
2.2.3 木材物理力学性质的株间与株内变异 .....	32
2.3 木材各向异性的内在原因.....	33
2.3.1 木材的心材、边材 .....	33
2.3.2 年轮, 早材和晚材学 .....	35
2.3.3 幼龄材与成熟材 .....	36



2.4	木材各向异性的外部环境	38
2.4.1	木材材质与气候因子的关系	38
2.4.2	木材材质与立地条件的关系	40
2.4.3	木材材质与培育措施的关系	42
	参考文献	44
<b>第3章</b>	<b>气候变化</b>	<b>48</b>
3.1	全球气候变化	48
3.1.1	全球气候变化状况	48
3.1.2	全球气候变化研究的最新进展	49
3.1.3	全球未来气候变化预估	51
3.2	中国气候变化	53
3.2.1	气温的变化	53
3.2.2	降水量的变化	53
3.2.3	其他气候因素的变化	54
3.2.4	极端气候事件的变化	54
3.2.5	中国未来气候变化的预估	54
3.3	黑龙江省帽儿山地区近30年气候变化	55
3.3.1	气温的变化	55
3.3.2	降水量的变化	56
3.3.3	相对湿度的变化	58
3.3.4	日照时间的变化	59
3.3.5	地温的变化	59
	参考文献	62
<b>第4章</b>	<b>木材气候学的数量化方法</b>	<b>64</b>
4.1	气候数据的量化采集	64
4.1.1	气温测定	64
4.1.2	降水量测定	66
4.1.3	相对湿度测定	67
4.1.4	日照时间测定	68
4.1.5	地温测定	69
4.1.6	气压测定	71
4.1.7	风的测定	72
4.2	木材材性指标的测定	73
4.2.1	野外取样	73
4.2.2	试材的预处理	77

4.2.3 试样的制备与测定方法 .....	83
4.3 木材气候学研究的分析方法 .....	86
4.3.1 简单的统计分析 .....	86
4.3.2 响应面分析 .....	87
4.3.3 响应函数分析 .....	88
4.3.4 时间序列分析 .....	89
参考文献 .....	94
<b>第5章 气候变化影响木材形成的量化值 .....</b>	<b>95</b>
5.1 年表的建立过程 .....	95
5.1.1 剔除遗传因素的影响 .....	95
5.1.2 剔除培育措施的影响 .....	96
5.1.3 剔除立地条件的影响 .....	97
5.2 年表的合理性验证 .....	98
5.3 气候变化影响木材形成的量化值 .....	99
5.3.1 基本理论 .....	99
5.3.2 具体方法和步骤 .....	99
参考文献 .....	100
<b>第6章 木材形成对气候变化的响应 .....</b>	<b>102</b>
6.1 落叶松木材形成对气候变化的响应 .....	103
6.1.1 落叶松木材材性指标年表的建立 .....	103
6.1.2 落叶松木材物理特征指标对气候变化的响应 .....	106
6.1.3 落叶松木材解剖特征指标对气候变化的响应 .....	122
6.2 红松木材形成对气候变化的响应 .....	141
6.2.1 红松木材材性指标年表的建立 .....	142
6.2.2 红松木材物理特征指标对气候变化的响应 .....	144
6.2.3 红松木材解剖特征指标对气候变化的响应 .....	158
6.3 樟子松木材形成对气候变化的响应 .....	172
6.3.1 樟子松木材材性指标年表的建立 .....	173
6.3.2 樟子松木材物理特征指标对气候变化的响应 .....	176
6.3.3 樟子松木材解剖特征指标对气候变化的响应 .....	185
6.4 本章小结 .....	197
参考文献 .....	197
<b>第7章 气候变化影响木材形成的滞后效应 .....</b>	<b>202</b>
7.1 气候变化影响落叶松木材形成的滞后效应 .....	202
7.1.1 气候变化影响落叶松木材物理特征的滞后效应 .....	204

---

7.1.2 气候变化影响落叶松木材解剖特征的滞后效应 .....	210
7.2 气候变化影响红松木材形成的滞后效应 .....	222
7.2.1 气候变化影响红松木材物理特征的滞后效应 .....	222
7.2.2 气候变化影响红松木材解剖特征的滞后效应 .....	229
7.3 气候变化影响樟子松木材形成的滞后效应 .....	239
7.3.1 气候变化影响樟子松木材物理特征的滞后效应 .....	240
7.3.2 气候变化影响樟子松木材解剖特征的滞后效应 .....	246
7.4 本章小结 .....	254
参考文献 .....	254
<b>第8章 气候长期变化趋势对木材形成的影响</b> .....	<b>257</b>
8.1 气候长期变化趋势对落叶松木材形成的影响 .....	257
8.1.1 气候长期变化趋势对落叶松木材物理特征的影响 .....	257
8.1.2 气候长期变化趋势对落叶松木材解剖特征的影响 .....	263
8.2 气候长期变化趋势对红松木材形成的影响 .....	275
8.2.1 气候长期变化趋势对红松木材物理特征的影响 .....	275
8.2.2 气候长期变化趋势对红松木材解剖特征的影响 .....	279
8.3 气候长期变化趋势对樟子松木材形成的影响 .....	285
8.3.1 气候长期变化趋势对樟子松木材物理特征的影响 .....	285
8.3.2 气候长期变化趋势对樟子松木材解剖特征的影响 .....	289
8.4 本章小结 .....	295
参考文献 .....	296
<b>第9章 木材气候学应用</b> .....	<b>299</b>
9.1 木材定向培育 .....	299
9.1.1 木材定向培育的基本理论 .....	299
9.1.2 木材品质培育与气候因子 .....	300
9.2 植物生理生态学 .....	301
9.2.1 植物生理生态学的发展历程 .....	301
9.2.2 木材气候学的理论拓宽了植物生理生态学的研究领域 .....	302
9.2.3 木材气候学的研究方法为植物生理生态学研究提供了新思路 .....	303
9.2.4 木材气候学研究中的高新技术促进了植物生理生态学科的发展 .....	304
9.3 树轮年代学 .....	305
参考文献 .....	306
后记 .....	309

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 木材气候学的相关概念

### 1.1.1 气候学

#### 1.1.1.1 气候学的基本理论

气候学是研究气候的特征、形成和演变，以及其与人类活动的相互关系的一门学科。它既是大气科学的分支，又是地理学的组成部分。

“气候”一词早已众所周知，然而正确理解气候的含义却不是很容易。许多人将“气候”与“气象”、“天气”混为一谈。其实三者的含义有着较大的区别，但相互间又有密切的联系。“气象”，用通俗的话来说，是指发生在天空中的风、云、雨、霜、露、虹、晕、闪电、雷等一切大气的物理现象；“天气”，是指影响人类活动瞬间气象特点的综合状况，例如，我们可以说：“今天天气很好，风和日丽，晴空万里；昨天天气很差，风雨交加”等，而不能把这种天气说成是气象；“气候”，是指整个地球或其中某一个地区一年或一段时期的气象状况的多年特点。例如，昆明四季如春；长江流域的大部分地区，春、秋温和，盛夏炎热，冬季寒冷，我们称这里是“四季分明的温带气候”<sup>[1]</sup>。

古典的气候被定义为大气的平均状态，显然它忽视了大气的变化和极端状态也是一地区的气候特征；后来人们把某地区在一个相对长时间内大气的统计特征称为该地区的气候，这里“相对长时间”按世界气象组织规定为 30 年左右，“大气的统计特征”一般仅指气象要素的平均值和变率（标准差）。随着人们对气候成因的深入研究和认识，提出了气候系统的概念。钱永甫认为，气候是气候系统内部各成员间所达到的一种缓变平衡态，这一定义首先强调气候系统各成员间的联系，并指出气候总是在不停地变化，通常所说的一地区的气候是指在相对较长时期中得到的相对平衡（即缓变）的状态，至于到底采用哪些要素来表征气候的这种平衡状态，是一个比较复杂的问题，它还随各种气候类型而异，但无疑表示一地区气候状态的要素应该是多维的，任何单独或有限的变量都不能很好地表示一地区的气候状态<sup>[2]</sup>。例如，尽管两地区的年平均气温相同，但可能一地区是四季如春，另一地区是冬寒夏热，因此，还必须用最冷（热）月平均气温或年较差才能把它们区别开来。李晓东认为气候是可用高阶矩统计量（如方差、协方差、

相关等)构成的一组平均量来定义的,具有特定时间尺度的气候系统的结构和行为<sup>[3]</sup>。由于近十多年来气候研究发展迅速,气候理论日趋成熟,现在人们已经不满足于仅仅用静态的平均、孤立的大气、描述性的手段去描述、理解和研究气候。现在气候学家已经习惯了在物理学而不是地学的框架体系下,从全球气候系统的角度,通过对气候系统的各种合理统计,运用动力学的方法系统地研究气候,并力图对各种时间尺度的未来气候进行预测。由以上内容可见,人们对“气候”的理解是随着气候学科的发展而不断深入和提高了。随着生产规模的日益扩大,气候和人类社会的关系越来越密切。为了合理地开发和利用气候资源,减轻气候灾害的影响,避免人类活动对大气环境造成的不良后果,无论是大规模的开垦、重大工程的设计和管理,还是制定各种发展规划和研究工农业的布局,都需要了解所在地区的气候特征及其演变规律。气候学的研究成果及其应用正日益受到各方面的重视。

#### 1.1.1.2 气候灾害的影响

气候变化从20世纪下半叶开始,突然焕发光彩,成为社会关心的焦点之一,其中既同社会与科学的发展有关,也同这个世纪的特殊的气候变化有关。

20世纪发生了许多重大气候事件,特别是一些气候灾害事件。从60年代后期开始,非洲撒哈拉以南地区的连年大旱,多次厄尔尼诺引起的严重旱涝灾害,都造成了严重损失,引起了世人的关注。1931年、1954年和1998年我国长江流域发生过三次世纪级的特大洪涝<sup>[4]</sup>,而北方则从1965年起几乎连年干旱。全球增温成为最突出的气候变化问题。1979年和1990年两次世界气候大会就是以这个问题为主题而召开的。政府间气候变化专门委员会就是为研究全球增温而建立的国际科学研究协作组织。全球增温引起的气候异常不只是平均温度增加,而且极端气象事件也增多了。其中,酷热天气显著增加,而冷害则相应减轻。加拿大的大气环境局指出,该国过去龙卷风发生在夏季,近年来,春夏龙卷风的频率也随之增加,极端降水现象也频频在各地出现。从60年代末开始,非洲撒哈拉以南的连续干旱震惊世界。1982~1983年和1997~1998年的两次强大的厄尔尼诺就引起南美洲的西岸沿太平洋各国出现强暴雨,而在东南亚与澳大利亚则出现少见的干旱。20世纪末的1999年,世界许多地方接连出现少见的暴风雨,该年12月,委内瑞拉与法国等欧洲各国的暴风雨造成几十年未遇的严重人员伤亡与经济损失。我国是一个灾害严重的国家,百年来发生的大灾害多达15次,接近世界大灾害总数的1/3,已远超我国陆地面积与人口占世界陆地面积与人口的百分比。在这15次大灾害中,前50年为11次,后50年为4次,呈现下降趋势,正好与世界的趋势相反。这说明了我国自新中国成立后做了大量减灾工作,如兴修水利、抗旱抢收等,发挥了显著的作用<sup>[5]</sup>。

全球增温是人类大量使用化石能源,向大气超量排放 CO<sub>2</sub> 等温室气体,引起大气温室效应的增加所致。全球增温使气候带向高纬度方向移动<sup>[6]</sup>,原来各地的农作物或其他产品<sup>[7]</sup>因温度上升而难以适应变化后的气候。一些热性灾害(如酷暑、暴雨、干旱等)尤其容易出现,并且更加严重;相反,一些冷性灾害则有所减少。

此外,厄尔尼诺与拉尼娜也被认为是灾害的原因<sup>[8]</sup>,但厄尔尼诺与拉尼娜是周期性发生的现象,不代表气候变化的趋势。在 20 世纪 90 年代,厄尔尼诺确有增多,其原因有人认为是由全球增温引起。此外,对气候变化与所引起的灾害增加的原因的研究实际上还处于百家争鸣的阶段,还有人提出全球气候将要变冷的观点<sup>[9]</sup>。这些观点也都各有各的理由,不能完全否定。因此,减少灾害的最好策略就是加强减少灾害基本条件的建设,特别是生态条件的建设和市镇的合理布局与建筑质量,将会在任何情况下都能起到减灾的作用。

### 1.1.1.3 中国气候区划

各个地区的气候状况是不相同的。按气候学研究的空间尺度划分,有全球气候、北半球气候、大区域气候和地方气候等不同尺度的气候。著名气象学家竺可桢先生在 20 世纪 30 年代初提出了我国最早的综合(非单项性、非专业性)气候区划,以后涂长望、么枕生、陶诗言等先后提出了更为细致和完善的气候区划。新中国成立后,中国科学院和中国气象局又在前人的基础上结合新的资料进行了较大规模的全国气候区划,他们以热量指标(日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 稳定期积温)作为一级区划指标,把全国分为 9 个气候带和 1 个高原气候区,再以年干燥度  $K = E/r$  (这里  $E$  为年最大可能蒸发量,  $r$  为年降水量)为二级指标,将各气候带再区分为湿润、半湿润、半干旱、干旱几种类型的气候大区,最后用季干燥度作为三级区划指标将各大区分为若干小区。根据上述分类系统,把全国划分为 9 个气候带、1 个高原气候区。9 个气候带又划分为 18 个气候大区、36 个气候区,高原气候区划分为 4 个气候大区、9 个气候区。国家标准局则是进行二级区划:第一级是气候带,将多年 5 天滑动平均气温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数作为划分气候带的主要指标,在边缘热带、中热带和赤道热带用 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温作为进一步划分的指标,见表 1-1;第二级是气候大区,将多年平均年干燥度作为划分气候大区的干湿指标,见表 1-2。中国气候带和气候大区名称代码见表 1-3。

表 1-1 气候带指标<sup>[10]</sup>

代码	气候带名称	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 天数 ( $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温/ $^{\circ}\text{C}$ )
11	寒温带	<100
12	中温带	100~170
13	暖温带	171~217
21	北亚热带	218~238

续表

代码	气候带名称	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 天数 ( $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温/ $^{\circ}\text{C}$ )
22	中亚热带	239~284
23	南亚热带	285~364
31	边缘热带	365 (7500~9000)
32	中热带	365 (9000~10 000)
33	赤道热带	365 ( $>10 000$ )
41	高原寒带	0
42	高原亚寒带	1~50
43	高原亚温带	51~140
44	高原温带	$>140$

表 1-2 气候大区年干燥度指标<sup>[10]</sup>

代码	气候大区干湿程度	年干燥度
A	湿润	1.0
B	亚湿润	$1.0 \leq \text{干燥度} < 1.6$
C	亚干旱	$1.6 \leq \text{干燥度} < 3.5$
D	干旱	$3.5 \leq \text{干燥度} < 16.0$
E	极干旱	干燥度 $\geq 16.0$

表 1-3 中国气候带和气候大区名称代码表<sup>[10]</sup>

代码	气候带	气候大区名称
11	寒温带	
11A		寒温带湿润型气候大区
12	中温带	
12A		中温带湿润型气候大区
12B		中温带亚湿润型气候大区
12C		中温带亚干旱型气候大区
12D		中温带干旱型气候大区
12E		中温带极干旱型气候大区
13	暖温带	
13A		暖温带湿润型气候大区
13B		暖温带亚湿润型气候大区
13D		暖温带干旱型气候大区
13E		暖温带极干旱型气候大区
21	北亚热带	
21A		北亚热带湿润型气候大区

续表

代码	气候带	气候大区名称
22	中亚热带	
	22A	中亚热带湿润型气候大区
23	南亚热带	
	23A	南亚热带湿润型气候大区
	23B	南亚热带亚湿润型气候大区
29	其他亚热带	
	29A	亚热带湿润型气候大区（指达旺-察隅地区）
31	边缘热带	
	31A	边缘热带湿润型气候大区
	31B	边缘热带亚湿润型气候大区
32	中热带	
	32A	中热带湿润型气候大区
33	赤道热带	
	33A	赤道热带湿润型气候大区
41	高原寒带	
	41D	高原寒带干旱型气候大区
42	高原亚寒带	
	42A	高原亚寒带湿润型气候大区
	42B	高原亚寒带亚湿润型气候大区
	42C	高原亚寒带亚干旱型气候大区
43	高原亚温带	
	43A	高原亚温带湿润型气候大区
	43B	高原亚温带亚湿润型气候大区
	43C	高原亚温带亚干旱型气候大区
44	高原温带	
	44B	高原温带亚湿润型气候大区
	44C	高原温带亚干旱型气候大区

按时间尺度划分，有年际气候变化、几十年以上的气候变化和万年以上变化周期的气候变迁等。要研究年际气候变化和较短时期的气候变化，至少需要有连续 30 年的观测资料。而要研究几十年周期的变化，就需要有至少十倍于该周期时间长度的资料。所以，除现代气象资料外，还需要利用历史记载和树木年轮等进行分析，以延长资料年限。对于万年以上的变化，常利用地质岩心、冰心、化石等资料进行分析推测。

气候学是应用性很强的学科。从工农业生产、交通、通信、能源、军事以至人类的一切活动，都和气候有密切的关系。由于气候涉及人类生活和生产的各个方面，自 1972 年以来，在国际上关于环境、粮食、水资源、沙漠化等一系列重



要会议上，气候问题都占有显著地位。1979年世界气候大会提出了世界气候计划，使气候问题成为国际协作的重大课题，气候学成了日益活跃的学科，气候学的含义也正在不断发展，包括大气圈、水圈、冰雪圈、岩石圈和生物圈在内的气候系统的概念也正在形成（图 1-1）。

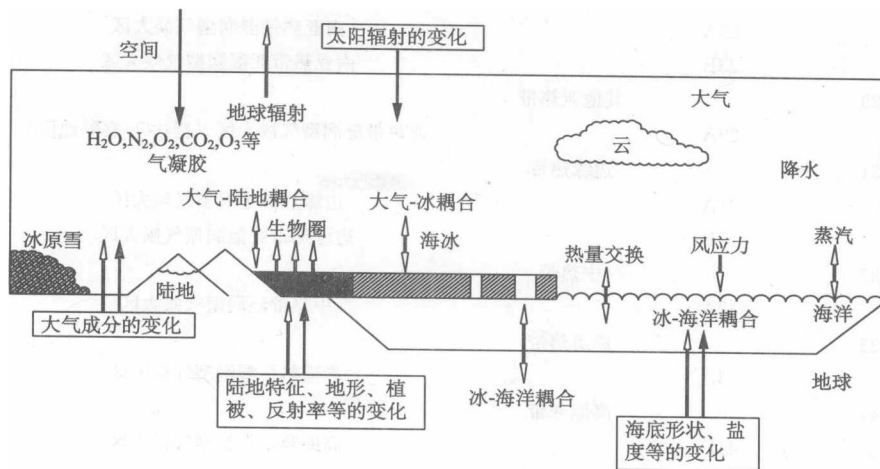


图 1-1 大气-海洋-冰雪-陆地-生物圈耦合气候系统示意图<sup>[11]</sup>

虽然，当前气候学仍以大气为主要研究对象，但其内容正在不断地丰富和充实，从大气科学的一个分支向着综合性的气候系统的学科发展，大量的边缘学科，如城市气候、建筑气候、军事气候、农业气候、森林气候、海洋气候以及旅游气候等逐渐形成。

### 1.1.2 物候学

物候学主要是研究自然界的植物（包括农作物）、动物和环境条件（气候、水文、土壤）的周期条件变化之间相互关系的科学。它的目的是认识自然季节的变化规律，以服务于农业生产和科学研究<sup>[12]</sup>。

物候学和气候学相似，都是观测各个地方、各个区域、春夏秋冬四季变化的科学，是带有地方性的科学。物候学和气候学可以说是姊妹行，所不同的是，气候学是观测和记录一个地方的冷暖晴雨、风云变化，而推求其原因和趋向；物候学则是记录一年中植物的生长荣枯、动物的来往生育，从而了解气候变化和它对动、植物的影响。观测气候是记录当时当地的天气，如某地某天刮风、某时下雨、早晨多冷、下午多热等。而物候记录，如杨柳绿、桃花开、燕始来等，不仅反映当时的天气，而且反映了过去一个时间期内天气的积累。如 1962 年初春，北京天气比往年冷一点，山桃等都延迟开花。从物候的记录可以得知季节的早