

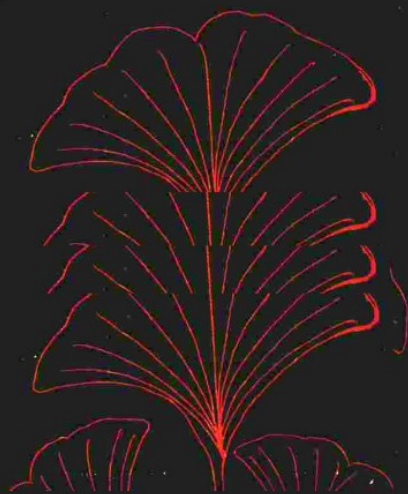
“十一五”国家重点图书出版规划项目

中国种子植物区系地理

FLORISTICS OF SEED PLANTS FROM CHINA

吴征镒 孙 航 周浙昆 李德铎 彭 华 著

Wu Zhengyi Sun Hang Zhou Zhekun Li Dezhu Peng Hua



科学出版社
www.sciencep.com

“十一五”国家重点图书出版规划项目

中国种子植物区系地理

Floristics of Seed Plants from China

吴征镒 孙 航 周浙昆 李德铎 彭 华 著

Wu Zhengyi Sun Hang Zhou Zhekun Li Dezhu Peng Hua

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是一部关于中国植物区系地理的专著。这部著作介绍了植物区系背景和区系分区概况。专著中强调了“属”这个分类单位，以作者独创的研究方法，结合前人的研究结论，着重着墨于属的分布区类型特征、组成和区系分析。作者研究认为中国植物区系分为4个区、7个亚区、24个地区和49个亚地区。作者意在以本书与其他专著融会贯通、衔接呼应，共同形成一套完整的关于中国种子植物区系的理论。专著中还详细绘制了重点类群分布区图。

本书的主要读者为从事植物学各分支学科教学、科研的教师和研究生等；本书亦可作为生物多样性、自然地理等学科理论研究和实践的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

中国种子植物区系地理=Floristics of Seed Plants from China/吴征镒等著. —北京:科学出版社, 2010

ISBN 978-7-03-022390-6

I. 中… II. 吴… III. 种子植物-植物区系-植物地理学-中国
IV. Q949.408

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第094242号

责任编辑:霍春雁 曾建飞/责任校对:陈玉凤

责任印制:钱玉芬/封面设计:北京美光制版有限公司

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>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年1月第一版 开本:787×1092 1/16

2011年1月第一次印刷 印张:30 3/4

印数:1—2 000 字数:719 000

定价:98.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

自序

性本爱丘山，守拙归园田。
结庐在人境，闲室有余闲。
俯仰终宇宙，欲辩已忘言。
纵浪大化中，复得返自然。

——偶集陶渊明句，成一五律戏以之自况

本书是我在 80 岁以后陆续写出的 4 个姊妹篇的最后一篇，也是“中国种子植物区系研究”到 2005 年 5 月为止的最后一个总结，是为了还清这一笔“旧债”，即 1990—1994 年我们主持的“中国种子植物区系”重大课题的一篇正式总结。这个总结，当重大课题作阶段性总结的时候是不可能提出来的，因为那时《中国植物志》第一版尚未全部完成，然而也就在那一次总结性学术会议中奠定了此书物质基础和思想基础。如今，《中国植物志》已于 2004 年末全部出齐，*Flora of China*（《中国植物志》英文修订版）也将若干重要和关键性卷册公之于世（12 个卷册，图版 8 个卷册），而个人也已年过 90 岁，难以期其全部出齐再来作一最后总结，故而不得不先行将截至 2005 年 5 月为止的全部在手的资料系统整理出来，并按自己的独创方法，结合前人的区系分析方法，加以分析，以成此篇。其所据以分析的科属演化系统以及中国种数、世界种数之比各有不同，与《中国植物志》和 *Flora of China* 都不同的地方很多，都在系统排列中一一标明。其所以如此，是因为我所用的各科下的演化系统，乃是中国所能接受的各个最新系统的综合，而各个基本分类单位——属的概念，又重在其分布区的形成（能以复式表现的即可能用复式）。这或者可以说是对传统区系分析的一种革新的尝试，目的是使区系分析更能体现科下诸多属级单位在全科，乃至全目、全纲、全亚纲的系统演化，也为了这 4 个姊妹篇互相衔接和呼应，更加反映其各自的来龙去脉。

世上本来没有路，路是人走出来的，那就让我做一个“始作俑者”！但正误批评，甚至推翻，则都等到后人在应用中改进了，尚祈海内外读者注意到它。

我受眼疾限制，程度日深一日，即此初稿，又在我年过 90 岁才得完成交卷。中国植物区系的环境背景一章，由王荷生执笔；中国植物区系分区由武素功执笔，均于十余年前完成，幸在内容都无大的变动，故一仍其旧；种子植物区系部分虽由我执笔完成，但 2000 年以后材料则均由孙航同志和其他众弟子们为我补充审订，包括 2000 年前后各有关属系统演化研究的各方面材料（含古植物），并绘制全部图件，使此书得以完成，应该说本书终能问世，是得到他们的大力帮助的。杨云珊女士根据我所划定的分布区类型和核定的种数比例列入系统排列表中，颇费周折，她还为做区系分析所依据的“中国种子植物分类系统排列表”下了不少工夫。岳亮亮为本书的勘校花了很多功夫。又本书中的中国兰科植物系统由陈心启先生根据 *Flora of China* 提供，在此一并致谢。

总之，“书到用时方恨少，事非经过不知难”，此书所用的基本资料实是无数有名或无名英雄的血汗凝成，也是大自然在种子植物演化过程中的成绩，俱可见也，是为序。

吴心启

2008 年 8 月

目 录

自序

第一章 中国植物区系的环境背景	1
一、地貌	1
1. 地势呈三级阶梯	1
2. 山脉众多, 纵横交错	3
3. 多样的地貌类型	4
二、气候	7
1. 温度	10
2. 降水	13
3. 寒潮	15
三、自然景观	16
1. 自然景观区带	16
2. 自然景观带的垂直分布	22
主要参考文献	25
第二章 中国晚白垩纪至第三纪植物化石区系的演变和分区	27
一、中国第三纪植物分区	27
1. 古植物区系划分的种种见解	27
2. 被子植物的兴起及演化特点	29
3. 植物地理分区	32
二、中国第三纪植物区系的发展演变	40
1. 白垩世早中期的植物区系	41
2. 白垩世晚期至早第三纪植物区系	42
3. 晚第三纪植物区系	46
主要参考文献	49
第三章 中国植物区系分区	52
一、导言	52
二、区划的原则和方法	53
三、中国植物区系分区系统	54
四、分区概述	55
主要参考文献	105
第四章 植物属的分布区类型和区系分析	109
一、中国种子植物属的分布区类型及特点	109
1. 属的分布型结构	109
2. 属的区系性质和地区差异	109
3. 属的间断分布和替代分布	116
4. 属的特有性	117
5. 植物区系成分的关系和起源	119

二、中国种子植物属的分布区类型组成及分析	120
1. 世界分布 (或广布型)	120
2. 泛热带分布 (2型)	122
3. 热带亚洲和热带美洲洲际间断分布 (3型)	130
4. 旧世界热带分布 (4型)	135
5. 热带亚洲至热带澳大利亚分布 (5型)	144
6. 热带亚洲至热带非洲分布 (6型)	151
7. 热带亚洲分布 (7型)	155
8. 北温带广布 (8型)	189
9. 东亚—北美间断分布 (9型)	217
10. 欧亚温带分布或旧世界温带分布 (10型)	235
11. 温带亚洲分布 (11型)	245
12. 中亚、西亚至地中海分布 (12型)	248
13. 中亚分布 (13型)	254
14. 东亚分布 (14型)	261
15. 特有分布 (15型)	291
主要参考文献	314
第五章 中国种子植物区系在全球被子植物系统进化中的地位和作用	320
一、科的大小组成特点	320
1. 各科所含种数的大小	320
2. 各科所含属的大小	331
二、种子植物系统中科的分布特点	333
1. 裸子植物系统中科的分布特点	333
2. 被子植物系统中科的分布特点	334
三、属的大小及组成特点	348
主要参考文献	351
第六章 中国植物区系与其他地区区系的联系及其在世界区系中的地位和作用	352
一、中国植物区系与其他地区区系的联系	352
1. 与欧亚大陆内一些地区的联系	352
2. 与大洋洲的联系	362
3. 与热带非洲的联系	364
4. 与热带美洲区系的联系	366
5. 与北美洲的联系	367
二、在世界区系中的地位和作用	369
1. 被子植物的起源中心	369
2. 北温带植物区系起源	371
主要参考文献	372
中名索引	377
拉丁名索引	431

第一章 中国植物区系的环境背景*

中国位于欧亚大陆东部和太平洋西岸，南界南海的曾母暗沙北纬 $4^{\circ}15'$ ，北至黑龙江漠河附近北纬 $53^{\circ}31'$ ，西起新疆西端东经 $73^{\circ}40'$ ，东至乌苏里江入黑龙江处的界碑东经 $135^{\circ}51'$ 。即南北跨纬度近 50° ，从赤道热带至寒温带的低—中纬度广大地区，东西跨经度约 62° ，从海洋深入亚洲内陆的沙漠、高原，距离约5000多千米。全国陆地面积约960万平方千米，约占世界陆地面积的6.5%，亚洲面积的25%；而且多山，沿海约有5000多个岛屿，加以漫长的地质变迁历史，因此具有复杂多样极其独特的自然环境，为植物区系的产生和发展提供了有利条件。在现代自然环境中，地质地貌和气候条件尤其具有重要意义。

一、地 貌

中国地貌地势是在古老的中国古陆基础上发展起来的，后者是北半球劳亚古陆的组成部分。现代的中国地貌格局在中生代燕山运动时已奠定了基础，经过新生代喜马拉雅运动，再经中、晚更新世发展至现代的水平（任纪舜等1980，中国科学院《中国自然地理》编辑委员会1985）。由于内、外营力的作用，形成了中国地貌的以下基本特征，也是植物区系发生发展和分布的基本环境背景，总体上看，表现为下列几个方面。

1. 地势呈三级阶梯

地势是地质构造和地貌相结合的表现，全国地势从西向东降低，形成三级巨大的阶梯（中国科学院《中国自然地理》编辑委员会1980，1985）（图1-1）。

第一级最高阶梯是青藏高原，一般海拔4000—5000m，最高山峰达8000m以上，素称“世界屋脊”，对高空西风气流起着阻挡和分支的作用，并对周围环境产生巨大影响，以致形成东亚季风气候、西北极干旱气候及高寒特殊环境，从而影响植物区系的形成和分布。

越过高原北缘的昆仑—祁连山脉和东缘的岷山—邛崃山—横断山脉，地势迅速下降到海拔1000—2000m，为第二级阶梯，其东缘大致以大兴安岭—太行山—巫山—武夷山、雪峰山至广西西部山地为界，包括高原、盆地及一系列中—高山，是地理环境和植物区系最复杂地区，中—高山脉既是植物传播的障碍，又是南北或东西远距离扩散的渠道。

第二阶梯以东直到海岸就是第三级阶梯。海拔1000m以下至近海平面，主要是东北平原，华北平原，长江中、下游平原及一些山地丘陵。低—中山一般高1000—2000m，大部分已经开发，只在山地丘陵还保存有比较丰富的自然植物区系和植被。

* 本章由王荷生（中国科学院地理科学与资源研究所）撰写。

大陆东—东南面的海洋有人称为第四阶梯，主要是大陆架上的浅海，一般水深不到200m，台湾海峡最浅处只40m左右（曾文彬 1994）。大陆架上坐落着众多大陆岛屿，其中比较大的是台湾岛和海南岛，面积分别约36 000km²和34 000km²（曾昭璇 1983，雷宗友等 1986）。第四纪冰期和间冰期时，随着冰川消长海平面变化，这些岛屿与大陆时连时断，植物区系彼此发生密切联系。南海具有大洋海盆的特性，平均深度约1210m，最大深度约5560m，而且有许多年轻的珊瑚礁岛和暗沙，是中国和热带海洋、岛屿等植物区系联系的基地或“踏脚石”。

2. 山脉众多，纵横交错

中国是一个多山的国家，海拔500m以上的地面约占全国陆地面积的3/4。其中海拔3000—5000m以上的高山高原约占全国陆地面积的26%，主要分布于中国西部，即喜马拉雅山、冈底斯山、天山等，都高出森林线以上，冻裂作用强烈，尖峰峭壁，冰缘现象显著，残存有古冰川和古准平原的遗迹。海拔5000m以上的极高山发育为现代冰川，山顶终年积雪，岩壁及堆积物上已无高等植物生长。

海拔1000—3000m的中山约占全国陆地面积的32%，普遍分布于东部和西北地区，如大兴安岭、小兴安岭、长白山、阴山、燕山、太行山、秦岭、巴山、巫山、武陵山、雪峰山、武夷山、台湾中央山脉、海南岛五指山、新疆阿尔泰山及准噶尔西部山地等。位于森林线以下，山体受到不同程度的侵蚀切割，深山峡谷，生境多样，山地自然垂直带分异明显，植物种类多样复杂。

海拔200—1000m的低山丘陵地约占32%，主要分布于东部的中山外围及诸大河流冲积平原上，如千山、泰山、伏牛山、大别山、江南丘陵、南岭及东南沿海丘陵等。山势低缓，宽谷低岭，在湿润区径流侵蚀、堆积比较活跃，往往具有不同厚度的风化壳，在干旱区以剥蚀作用为主，常常是光裸的基岩。

海拔200m以下的平原仅约占10%，主要分布于诸大河流冲积平原及东部沿海，除了少数湖沼洼地，基本都是农田和城镇等。

由于受地质构造的控制，中国众多的山脉按一定方向有规则的排列，主要呈东—西、北—南、西北—东南和东北—西南等方向（李四光 1939）（图1-2）。

东—西走向的山脉主要有3列：最北是天山—阴山—燕山，中间是昆仑山—秦岭—大别山，最南—列是南岭。它们都是中国自然地理和植物区系的主要分界线，植物区系散布的通道或障碍。

西北—东南走向的山脉主要分布在西部，为阿尔泰山、祁连山、昆仑山—巴颜喀喇山和喜马拉雅山等，皆高达海拔4000m或以上。喜马拉雅山脉是新生代喜马拉雅造山运动形成的巨大山系，其主脉平均海拔约6000m，多7000—8000m以上高峰，珠穆朗玛峰海拔8844.43m，是世界最高峰。由于喜马拉雅山脉的形成和崛起使中国大陆和印度次大陆的自然环境和植物区系都产生了重大影响。东北—西南走向的山脉主要分布于东部，山势较低，常成丘陵，大致可分为3列。最西列是大兴安岭—太行山—巫山—武陵山和雪峰山，是全国地势第二阶梯的东缘。长江自四川盆地穿过巫山而入江汉平原，形成著名的三峡。三峡及其附近山地丘陵，东亚、华中及中国特有等区系成分比较集中，且多古老残遗植物，是中国植物区系发生、发展的关键地区之一（中国科学院《中

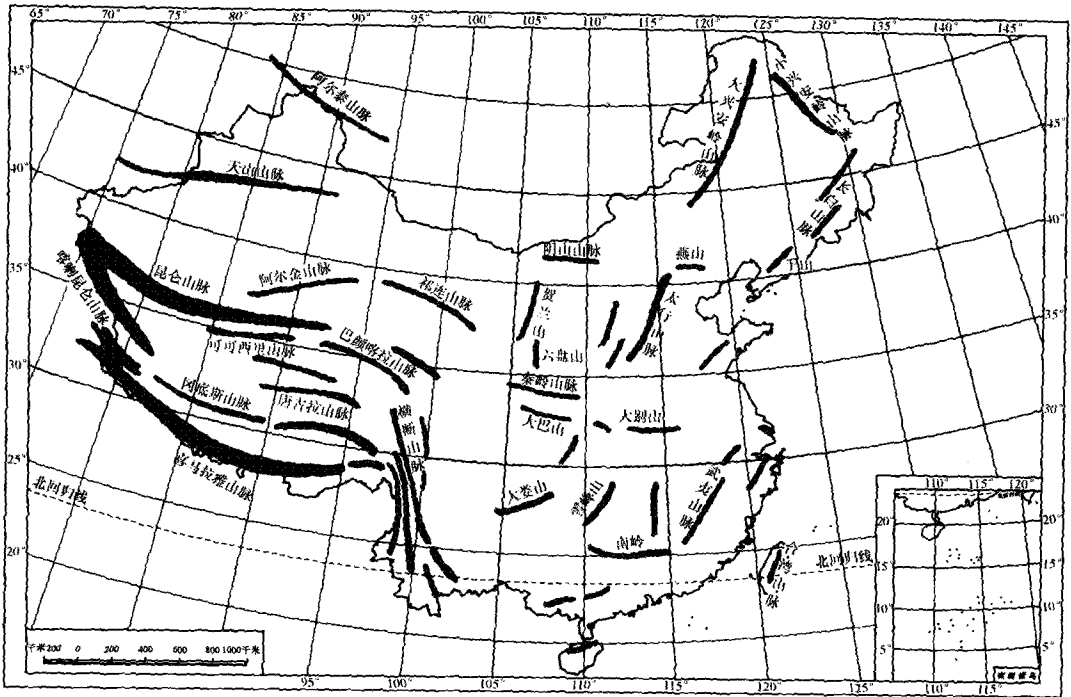


图 1-2 中国主要山系示意图 (引自任美镔等 1979)

国自然地理》编辑委员会 1982, 1988)。

南—北走向的山脉有贺兰山、六盘山和横断山脉等。横断山脉是青藏高原或全国第一阶梯的边缘，是横断山褶皱带和康滇古陆经过燕山运动，特别是新生代喜马拉雅造山运动形成的，其地貌的显著特点是由澜沧江、金沙江、怒江等几条大河与其间的山脉近南—北方向密集的平行排列，于是高山峡谷相间，难以通过，所以称之为横断山脉 (李炳元 1987a)。山岭海拔 4500—7000m，与峡谷高差一般 1500—3000m，有的地段高差达 4000—6000m，致使山地自然垂直分异现象非常明显，生境变化更是多样，是全国植物区系最丰富多样的关键地区。

3. 多样的地貌类型

中国地貌无论从形态上或成因上其类型都是多样的，主要可以分为平原、丘陵、盆地、高原和山地五大类 (中国科学院《中国自然地理》编辑委员会 1980)。

(1) 平原 大平原主要分布于东部湿润地区，是诸大河流堆积的冲积平原，主要是东北的松辽平原，华北的黄、淮、海平原及长江中、下游平原。一般海拔 200m 以下，平原周围山麓是冲积洪积倾斜平原，河流下游地势低洼，河网密集，湖泊星布，往往形成大面积沼泽。此外，沿海为一系列滨海平原。广大平原除了低地沼泽和沙丘等特殊生境外，基本是原有区系被彻底破坏后的人工栽培植被和植物区系，原有植被残留较多的除去山地丘陵外，沼泽、水生植物也有一些。东部边缘的海岸线在第四纪冰川时期因海平面变化时进时退，为植物区系的南北迁移和与邻近岛屿植物区系交流创造了条件。

(2) 丘陵 丘陵普遍分布于山地外围,是山地与平原之间的过渡,以低岭、宽谷为特征,相对高度 50—500m。在中国分布范围广的丘陵是江南红色丘陵和东南沿海丘陵。前者位于长江中、下游平原以南至南岭间,主要为第三纪红层经过河流切割形成的,丘陵顶面一般海拔 400—500m,相对高度 100—200m,丘陵间有众多的红层盆地,一般宽 20—50km,延伸可达数百公里。还有一系列东北—西南向山岭,一般海拔 1000m 以下,个别地段可达 1500—2000m。如湘西的武陵山、雪峰山,湘赣交界的幕阜山、武功山等,皖南的黄山,浙西的天目山以及南岭等。这里是中亚热带混交中生林和常绿阔叶林植被和华东、华中植物区系的典型地区。

东南沿海丘陵包括从广西东南的十万大山和大容山,向东北经九连山、武夷山到浙江的仙霞岭和会稽山以东的沿海地区及海南岛,大部分是由侏罗系、白垩系花岗岩和酸性、中性火山岩构成的低山丘陵,山岭一般高 300—1000—1500m 不等,地势西北高东南低,海岸线曲折,多港湾岛屿,平原狭小,较大的有珠江三角洲、韩江三角洲及北部湾等。北部湾和海南岛北部一带,在早、中更新世时火山活动强烈而频繁,发生琼州断陷海峡,使雷州半岛与海南岛隔开。以后由于冰期和间冰期的海面升降,二者有时相连。

(3) 盆地 准噶尔、塔里木、柴达木和四川盆地是中国著名四大盆地。前三者是西北干旱区的内陆盆地,它们的共同特征是从山麓洪积倾斜平原,盆地内部的巨大沙漠或戈壁,到盆地最低处的内陆湖泊,呈不对称的同心圆结构。

准噶尔盆地位于阿尔泰山、天山及准噶尔西部山地之间,呈三角形,面积约 30 万 km²,地势东南高西北低。东南隅的干燥剥蚀高原海拔 2000m 上下,西北部的湖积、淤积平原降到 200m 左右,最低处的艾比湖仅 190m。北部为干燥剥蚀平原,呈现大片砾漠或泥漠,发源于阿尔泰山的额尔齐斯河沿山前平原流向哈萨克斯坦。盆地南侧,沿天山北麓为由一系列冲积、洪积扇组成的山前倾斜平原,上部为砾质荒漠,下部为土质荒漠。盆地中部是古尔班通古特沙漠,面积约 50 000km²,主要是固定、半固定沙丘,起伏数十米。这里是温带荒漠的典型地区,中亚西部和中亚东部荒漠区系的过渡地区。

塔里木盆地位于天山、昆仑山和阿尔金山之间,面积达 53 万 km²,是中国最大的内陆盆地,盆地底部海拔 1000m 以上,地势向东缓倾,东端罗布泊一带海拔 780m。盆地周围山前倾斜平原是宽阔的砾质和土质戈壁,塔里木河冲积平原位于盆地北侧。盆地内部塔克拉玛干沙漠是世界著名的大沙漠,面积近 33 万 km²,沙丘高大,形态复杂,几乎都是光裸的流动沙漠。这里是中国暖温带干旱—极干旱地区。

柴达木盆地位于祁连山、阿尔金山和昆仑山之间,常作为青藏高原的组成部分,面积约 22 万 km²。盆地西高东低,由海拔 3000m 左右降低到 2600m 左右,西部因受强烈风蚀为大面积劣地和沙丘,东部咸水湖很多,以盐沼和盐土平原著称,盐层很厚,形成盐桥,南侧山麓带主要是砂砾质荒漠。盆地中区系和植被成分都很贫乏,属于荒漠、盐土类型。

四川盆地在东部湿润亚热带地区,是一个东北—西南向的菱形盆地,四周为海拔 2000—3000m 的高山和高原环抱,盆地本身丘陵多在海拔 400—800m,地势西北高而东南低,所以长江主流沿盆地东南侧流过,岷江、沱江、涪江和嘉陵江等从

西北和北面注入。盆地主要由侏罗纪、白垩纪的红色、紫红色的砂岩和页岩组成，故有“红色盆地”或“紫色盆地”之称。盆地内的构造地貌复杂，主要特点是西部为成都平原，中部为方山丘陵，东中为褶皱山地，以华蓥山为分界，它海拔约1600m，相对高度超过1000m，是盆地中的最高山峰。长江主、支流穿过川东山地，形成许多深峡，著名的长江三峡即位于此。这里可能是东亚植物区系最典型和富集的地区。

(4) 高原 中国自北向西南有内蒙古高原、黄土高原、云贵高原和青藏高原四大高原，构成全国地势最高和第二阶梯的主体。内蒙古高原是亚洲蒙古高原的组成部分，位于大兴安岭以西，阴山以北，贺兰山以西，祁连山以北的阿拉善高原也常作为内蒙古高原的一部分。高原地势起伏和缓，海拔一般1000—1500m，在干燥气候条件下堆积许多沙丘和剥蚀低山，丘间洼地分布着草甸或盐沼。在阿拉善高原与祁连山之间是河西走廊，主要是由祁连山山前洪积、冲积扇构成的倾斜平原，平原上部为砾质戈壁，下部水土条件较好，多为城镇和灌溉绿洲。植物区系和植被基本上属草原和荒漠草原。

黄土高原位于中国大陆中北部，东起太行山与华北平原相邻，西到乌鞘岭、日月山同青藏高原连接，南以秦岭和伏牛山为界，北到长城一线与鄂尔多斯高原腾格里沙漠相连，东北一隅以外长城为界，并包括邻近的几个内蒙古县镇，总面积48.4万km²。位于中国地势第二阶梯，总的地势是西部和北部高，东南部较低，高原一般海拔1500m以上，少数石质山岭海拔2500m以上，河谷平原多在海拔500m上下。然而，在山西吕梁山以西，经过陕北至甘肃陇中和宁夏东南部是典型的黄土高原，黄土堆积的核心地区，第四纪黄土堆积较完整，面积广而且连续分布，黄土层厚度一般100—200m，最厚可达300m左右，由于长期侵蚀，发育着塬、梁、峁、土柱和陷穴等典型的黄土地貌，形成特殊景观（罗枢运等1988）。这里以华北落叶阔叶林或喜旱针叶林向蒙古草原过渡的区系为主。

云贵高原位于滇中、滇东和黔中，包括黔中高原和云南高原。前者在遵义以南和苗岭之间，主要由低山、宽谷和浅盆地组成，山丘一般海拔1000—1400m，盆地宽谷多在800—1000m间，岩溶地貌发育。遵义—凯里以北即是大娄山和武陵山。苗岭横亘于黔南，是长江流域和珠江流域的分水岭，南面是巨大斜坡，渐入广西盆地，红水河等许多河流沿坡下切，形成平行的岭谷，谷间发育相当平齐的岩溶峰丛。向东即与南岭相连。云南高原西以哀牢山、点苍山和横断山为界，北邻川西高原，东缘在贵州水城—普安一带。云南高原是一个抬升的准平原，这个准平原是于白垩纪末燕山运动以后至上新世早期形成的，到上新世晚期准平原开始急剧上升为高原。大致在四川昭觉—昆明线以西普遍分布中生代红色地层，故又称红色高原，该线以东广布碳酸盐类岩层，岩溶地貌发育。高原总的地势是由北向南倾斜，由海拔约4000m下降到2000m左右，在断裂带密集地区出现许多数百米的梯级落差，同时拥有许多断陷盆地形成高原上的“坝子”和湖泊。大致于屏边—西畴—富宁以南是高原边缘的斜坡，切割为低山、丘陵及河谷，海拔1000—1500m。由于成陆期古老和纬度偏低，起源和发育了相当古老、特殊的亚热带为主体的常绿阔叶、中生混交和针叶林区系及植被，与发育于第三阶梯平原、丘陵的华中、华东古老区系互相呼应。

这里应指出，滇、黔、桂是中国岩溶地貌最发育和典型的地区，这是在第三纪古热

带岩溶基础上继续发育的，形成奇特的景观和独特的生态环境，对于植物区系的发生和习性有重要影响，以致形成特殊的石灰岩区系。

青藏高原是上新世以来强烈隆起的巨大高原，它在地质构造上主要属于中生代褶皱带、特第斯海（古地中海）的一部分，中生代以后处于上升和剥蚀环境，即在老第三纪时缓慢上升，形成近似准平原地形，地面起伏缓和，接近亚热带环境。然而在上新世晚期至早更新世的喜马拉雅第二幕运动中强烈上升，晚更新世以后抬升到接近现代高度（中国科学院青藏高原综合考察队 1981）。今日高原面上升到 4500—5000m 左右的高度，形成特殊的高寒环境，引起植被和植物区系的变化和向特化（寒化、旱化）方向发展，并对周围环境产生巨大影响。

关于青藏高原的范围各家意见不一，李炳元（1987b）总结比较了各家的意见，根据高原的巨构造地貌特征，提出海拔 4000m 以上为高原面及以此海拔确定青藏高原范围的依据，结果是青藏高原的北界位于西昆仑山—阿尔金山—祁连山高山带北侧，南界在喜马拉雅山脉高山带南侧，西界绕帕米尔山脉西缘，东界沿横断山脉东缘。并认为青藏高原和边缘山地都是整体上升的，柴达木盆地不过是高原隆起过程中相对沉降的部分，远离于祁连山以北的河西走廊，所以将柴达木盆地及高原周围的边缘山地也都归属于青藏高原。于是现代青藏高原的地貌可以包括以下几部分：北侧的昆仑山和柴达木盆地，昆仑山以南至冈底斯山—念青唐古拉山之间的藏北高原，以雅鲁藏布江主干及支流为主的藏南谷地，南侧的喜马拉雅山脉，以及东—东南侧的横断山脉。其中藏北高原是青藏高原主体，海拔 4500—5000m，地势起伏一般 500m 上下，唐古拉山横亘中部，高差可过 1000m。由于气候寒冷，广大地面出现各种冰缘现象，高山具有现代冰川，地下保存多年冻土，在唐古拉山和昆仑山之间的波状高原上，冻土层厚达 100—150m。藏北高原上的山岭间有许多内陆咸水湖，如念青唐古拉山北侧的纳木湖，湖面海拔 4650m，面积 1900km²，是西藏第一大湖，也是世界上最高的大咸水湖。藏北高原东部，山脉与河谷的走向逐渐转向东南，唐古拉山南北两侧分别为怒江和澜沧江的上游谷地，即与横断山区相连。

（5）山地 山地地貌已如前述，这里提到冰川地貌。中国西部巨大的高山和高原提供了现代和古代冰川发育的有利条件，冰川及其塑造的地貌相当广泛。现代雪线以上的最高山带发育现代冰川，据粗略估计其总面积约 44 000km²。雪线高原随降水、温度和山势等条件而异，大体自北向南，由边缘山地向青藏高原内部升高（图 1-3）。第四纪冰期古雪线较现代雪线要低数百米以至千余米，那时冰川规模要比现代大许多倍（图 1-4）。自更新世至现代，西部高山经历了多次冰川作用，不少古冰川伸展到中山带，还通过冰川融水的冲刷、搬运和堆积作用，影响到远离冰川以外的平原和盆地。

中国东部地区没有现代冰川，至于有没有第四纪冰川作用尚多争论。对于纬度较高地区的大兴安岭和长白山等，纬度较低而地势较高的山地，如秦岭、太白山、苍山、台湾中央山地等争论较少或无争论；对于长江中下游地区的一些山地，如黄山、庐山、天目山等则多争论。但是不论怎样，第四纪冰期气候的影响和雪线下降是普遍存在的。

二、气 候

气候条件，尤其水热条件是影响植物生活、生长发育和分布的主要因素。中国位于

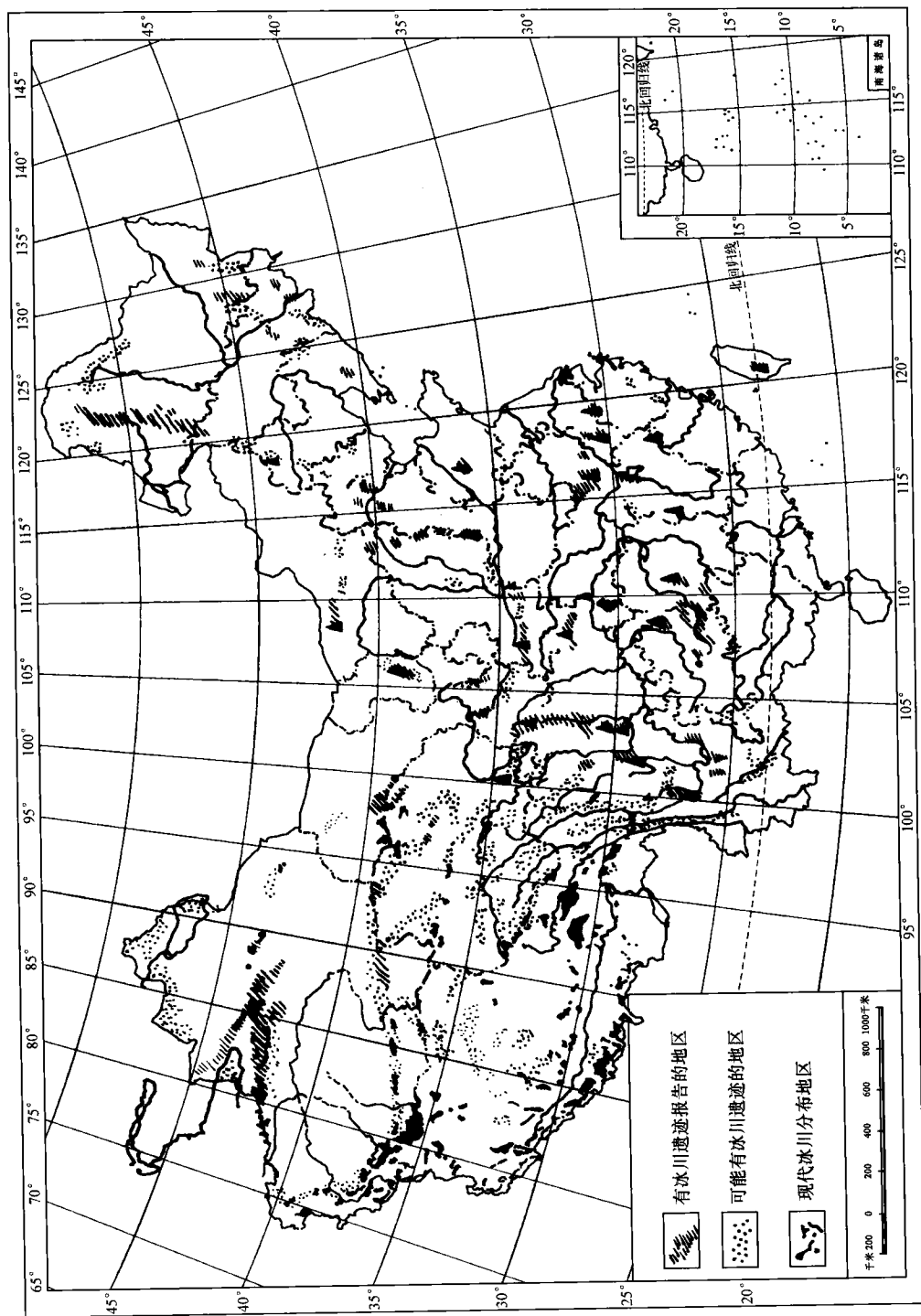


图1-3 中国现代冰川及雪线分布略图 (引自中国科学院《中国自然地理》编辑委员会 1980)

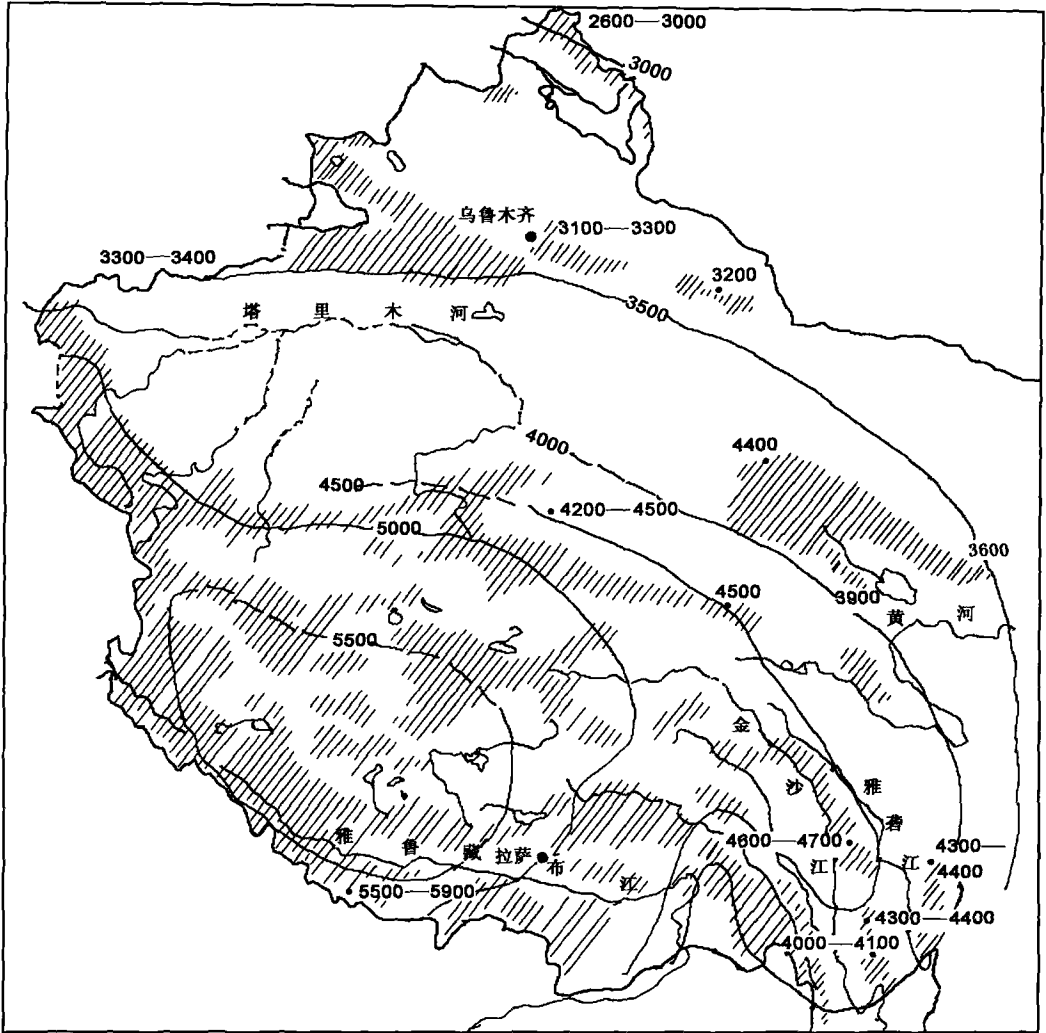


图 1-4 中国西部第四纪冰川作用范围及最后一次冰期雪线路图 (引自中国科学院《中国自然地理》编辑委员会 1980)

低—中纬度，欧亚大陆东岸，所受湿润西风气流的影响甚微，另一方面，因地转偏向力作用，东部沿海气候冬季受台湾暖流（黑潮）的调节作用并不明显。加以幅员辽阔，地形复杂，形成中国气候的明显特征。一是由于巨大的地区差异可能分为 3 大气候区：即东部季风湿润气候区、西北干旱气候区和青藏高原高寒气候区（中国科学院《中国自然地理》编辑委员会 1984）。这种气候格局与东亚植物区系、古地中海植物区系和高原高山的高寒植物区系的分布基本一致。二是季风气候明显，中国是世界季风气候国家之一，冬、夏季盛行风向明显不同，随着季风的进退和强弱，降水量也有明显的季节和年际差异。雨热同季，对植物生长有利。但与其他季风气候国家或地区也有差异。三是大陆性强，主要表现在温差较同纬度地区大，冬季寒潮强劲，伸入到南方亚热带，甚至热带的边缘。四是气候类型多种多样。

1. 温度

气温的分布明显受纬度、海陆分布和地势起伏的影响，年平均气温表示一地总的冷暖程度。中国年平均气温的分布状况，在东半部从北向南随纬度减低而递增，在黑龙江北部为 -5°C 以下，至海南岛为 25°C 以上，即南北相差 30°C 以上。大致在大、小兴安岭低于 0°C ，东北及内蒙古 10°C 以下，黄河流域 $12-14^{\circ}\text{C}$ ，长江流域 16°C 左右，南岭以南 20°C 以上。西半部由于地势升高，年平均温度较低，新疆境内除天山、阿尔泰山区以外，都在 0°C 以上，塔里木和吐鲁番盆地在 10°C 以上。青藏高原大部分地区在 0°C 以下，藏北地区最低达 -8°C 以下。

冬季温度和低温是许多植物生长和分布的限制因子，1月是全年最冷的月份，中国1月等温线基本是东西方向，南北温差从黑龙江到海南岛，平均每一纬度相差约 1.5°C 。东北最北部1月均温 -30°C 以下，漠河 -30.9°C ，是全国1月最冷处。大、小兴安岭，三江平原和松嫩平原北部大致都在 -20°C 以下， -10°C 等温线伸延于辽东半岛及长城南北大致 40°N 左右。秦岭—淮河一线 0°C 左右，是许多喜温植物分布的北限。此线以南在 0°C 以上，一般年份没有季节性冻土，越冬作物和常绿植物可能继续生长。 10°C 等温线绵延于闽南和南岭地区，即 25°N 附近，线南很少霜雪，热带植物可以生长。海南岛南部 20°C ，西沙群岛 22.9°C ，南沙群岛最南部达 $25-26^{\circ}\text{C}$ ，是全国冬季气温最高的地方。西部地区，除了塔里木盆地—河西走廊高于 -10°C ，其余广大地区大多低于 -15°C 或 -20°C ，唯有西藏东南至云贵高原在 0°C 或至 10°C 以上，属于亚热带—热带气候（图1-5）。

全国各地低温的特点是：①东北和西北地区低温期长和低温极值大，黑龙江、内蒙古和新疆北部9月上旬就开始出现负温，最低气温在 0°C 以下的时期长达8—9个月，漠河、根河、富蕴等地的极端最低气温都在 -50°C 以下，漠河的 -52.3°C （1969年2月13日）是全国最低温度记录。②青藏高原的极端最低温度较东北、新疆等地稍高，一般在 -30°C 以上，但低温时期更长，在青海、西藏海拔3000—4000m地区，全年各月都可能出现 0°C 以下低温。③华北地区1月平均最低温度 $-5-1^{\circ}\text{C}$ ，北京极端最低温度为 -27.4°C （1966年2月22日）。④长江以南至南岭以北地区，每年出现 0°C 以下低温的时期大约3—4个月（11月中、下旬至3月上、下旬），但实际 0°C 以下的天数并不多，极端最低温度一般 $-5-10^{\circ}\text{C}$ 。⑤南岭以南地区在寒潮侵袭时会引起较大降温，但最低温度一般都在 0°C 以上，只个别年份可达 0°C 左右，以致严重危害当地热带作物。如广州和儋州的1月最低平均温度分别为 9.3°C 和 13.1°C ，极端最低温度分别为 -0.3°C （1934年12月8日）和 0.4°C （1955年1月11日）。

盛夏7月是全国最热月份，南北温差最小，平均每一纬度只差 0.2°C 左右。7月平均温度在最北的漠河上升到 18.4°C ，东北地区除了大、小兴安岭和长白山区都在 20°C 以上，沈阳—北京—西安以南，除了山区都在 25°C 以上，淮河以南及四川盆地东部多在 $28-30^{\circ}\text{C}$ 。西部地区因受高度影响温度较低，一般 $20-24^{\circ}\text{C}$ ，青藏高原大部分地区在 $8-12^{\circ}\text{C}$ 以下。但干旱的塔里木盆地和准噶尔盆地上升达 26°C 以上，海拔2800—3000m的柴达木盆地也达 16°C 以上。吐鲁番盆地高达 28°C 以上，达 32.7°C ，极端最高温度达 49.6°C ，是全国最热中心。川东盆地和云南元江谷地也是较小的热中心（图1-6）。