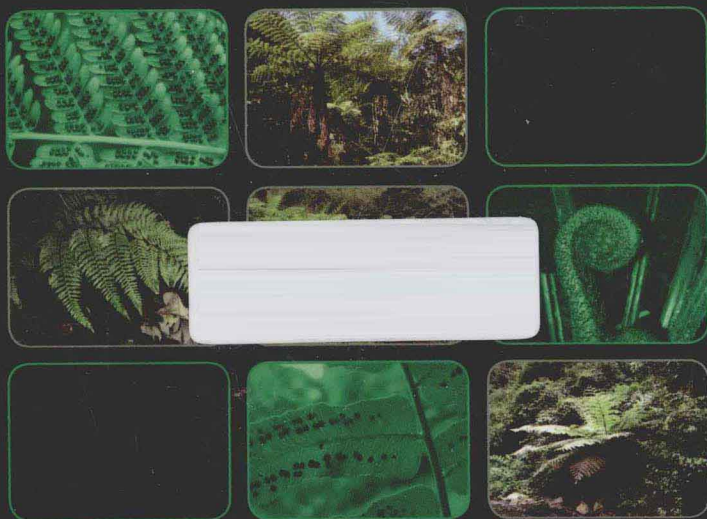


PTERIDOPHYTES IN CHINA
DIVERSITY AND DISTRIBUTION

中国蕨类植物多样性
与地理分布

严岳鸿 张宪春 马克平 编著



科学出版社

“植物标本标准化整理、整合及共享平台建设(2005DKA21401)”资助

中国蕨类植物多样性 与地理分布

Pteridophytes in China: Diversity and Distribution

严岳鸿 张宪春 马克平 编著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

保护生物地理学是指运用生物地理学的原理、理论和分析方法,特别是那些有关物种分布格局的信息,去解决生物多样性保护的相关问题。本书通过构建中国蕨类植物物种及分布数据库,介绍了中国蕨类植物的基本概况,运用 SPSS 及 GIS 软件分析了中国蕨类植物、中国特有蕨类植物的地理分布格局及其与地理、气候因子的相互关系,系统地统计分析了中国蕨类植物在中国及其各省区(市)的区系地理成分,用 IUCN 濒危等级系统评估了中国蕨类植物的濒危现状并提出了相关保护建议。同时,给出了中国蕨类植物详细的分类、分布、生境、海拔和濒危等级信息。

本书可以作为生物、农林、地理、生态和自然保护等相关专业的高等院校、科研院所、自然保护区等相关机构的师生、科研人员的参考书,对其他植物爱好者也有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

中国蕨类植物多样性与地理分布 / 严岳鸿, 张宪春, 马克平编著.

—北京: 科学出版社, 2013

ISBN 978-7-03-038978-7

I. ①中… II. ①严… ②张… ③马… III. ①蕨类植物—研究—中国 IV. ①Q949.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 254276 号

责任编辑: 马 俊 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 耕者设计工作室

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

*

2013 年 11 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013 年 11 月第一次印刷 印张: 19 3/4 插页: 6

字数: 457 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

Pteridophytes in China: Diversity and Distribution

Yue-Hong Yan Xian-Chun Zhang Ke-Ping Ma

Supported by

**Specimen Digitization and Chinese Virtual Herbarium Establishment
(2005DKA21401)**

Conservation biogeography is one of the hotspots in the field of biodiversity science, which applies biogeographical principles, theories, and analyses, in particular to those concerned with large scale distributional pattern of taxa individually and collectively, to deal with problems related to the conservation of biodiversity. The distribution pattern of pteridophytes which were described as living fossil is unknown to us, though so much done for seed plants.

Based on the extensive and systematic literature citation, examination of specimens and essential field survey, an updated database of pteridophytes with distribution, status and other more information in China is established. The database includes 2452 accepted names of fern species and subspecies belonging to 221 genera and 63 families that have been recorded from China and 6914 synonyms used in China. Of them, 1222 ferns are endemic species to China and 3 ferns exotic species. The families Dryopteridaceae, Athyriaceae, Thelypteridaceae and Polypodiaceae account for 51.59% to total ferns and the families Dryopteridaceae, Athyriaceae, Thelypteridaceae, Polypodiaceae, Aspleniaceae, Pteridaceae, Dennstaedtiaceae, Sinopteridaceae, Tectariaceae and Angiopteridaceae contributed 80% to all ferns endemic to China. More species and endemic species clustered in Yunnan, Sichuan, Guizhou, Guangxi, Xizang, Taiwan, Hainan and Hunan, while less and less northward and eastward. Over 10% of the ferns endemic to the province assembled in Yunnan, Xizang, Hainan and Taiwan. Statistics of floristic element shows that distribution type of Sino-Himalaya, Trop. Asia, E. Asia and Sino-Japan consist of the major part, 40.86%, 30.95%, 12.77%, 8.24% respectively. The status of Chinese ferns is evaluated base on IUCN Categories (2001), and 256 ferns are categorized as threatened species. Some suggestions on how and why to protect the ferns are presented.

The Clustering Analyses (CA) was carried out, based on the variation of fern diversity and floristic elements in different provinces under SPSS (Version 10.0), respectively. The geographical distribution pattern of Chinese ferns are presented and discussed. Furthermore, the relationships are analyzed for the explanation of these distribution patterns between fern richness in each province and the factors of climate and landform. The correlation between the fern richness and latitude is significantly high, indicating a strong pattern of fern richness

increasing along a latitudinal gradient from north to south. There is a significant monotonic and steeply increasing trend in total fern richness from 0 to 1000m while decreasing from 1600 to 5100m. So does the endemic ferns, increasing from 0 to 700m while decreasing from 2100 to 5100m. PCA analyses indicated that the key climatic factors influencing fern richness are mean Jan. temperature and mean annual temperature. And habitat heterogeneity (ratio of surface area to projected area) is another key factor.

前 言

生物地理学发展由来已久,对生物多样性的保护具有重要的指导作用,但在以前却如同保护生物学中的“灰姑娘”,两者之间少有联系(Whittaker *et al.*, 2005)。近年来,新发展起来的保护生物地理学(conservation biogeography)就是运用生物地理学的原理、理论和分析方法,特别是有关物种分布格局的信息,去解决生物多样性保护的相关问题(Whittaker *et al.*, 2005),而杂志 *Diversity and Distributions* 则成为研究保护生物地理学的专门期刊之一,自 1998 年创刊以来,每年有大量的论文发表,为全球生物多样性保护策略的制订提供了重要依据(Richardson, 2005)。近年来有关全球生物多样性热点地区的分析更是不能离开大量保护生物地理学的研究成果(Myers *et al.*, 2000; Margules & Pressey, 2000; Olson & Dinerstein, 2002; Rodrigues *et al.*, 2004; Brooks *et al.*, 2006; Grenyer *et al.*, 2006)。

保护生物地理学研究方法与宏生态学(Gaston & Blackburn, 2000)类似,往往强调大尺度的时空格局分析(Kier *et al.*, 2005; Kreft & Jetz, 2007; Kier *et al.*, 2009)、大批量的数据分析(Kreft & Jetz, 2007; Kier *et al.*, 2009)、聚类分析、地理信息系统分析(GIS)(Dark, 2004)。保护生物地理学研究对象不仅包括全球或地区内所有物种(Gaston, 2000; Kreft & Jetz, 2007)(或某一类群的所有物种或某一特别分类单元),而且还特别关注特有物种的格局(Crisp *et al.*, 2001; Kier & Barthlott, 2001; Linder, 2001; Werff & Consiglio, 2004; Whittaker & Fernández-Palacios, 2007; Kier *et al.*, 2009)、濒危物种的格局(Lei *et al.*, 2006; 张殷波和马克平, 2008)、外来入侵物种的格局(Colautti & MacIsaac, 2004; Dark, 2004; Richardson, 2005)、自然保护区物种分布格局及其保护有效性(Zhao & Fang, 2006; Zhao *et al.*, 2006; 苑虎等, 2009)等。保护生物地理学研究关注的热点主要是物种的分布区格局及其形成因素(Hunter, 2003)、物种丰富度格局及其驱动因素(Kreft & Jetz, 2007)、物种功能性状的分布格局及其影响因素(Krishnan & Ramesh, 2005; Bowyer & Kie, 2006)和谱系生物地理学方面的研究(Lozano & Schwartz, 2005)。GAP(a geographic approach to protect biological diversity, 保护生物多样性的地理学方法)分析是保护生物地理学中的常用方法,并与保护生物地理学其他方法具有异曲同工之妙。Burley 于 1988 年首次提出 GAP 分析方法,该方法被 Scott 在“夏威夷项目”中首次应用。GAP 分析是快速概观生物多样性几种要素的分布和保护状态的一种方法。它集中在生物有机体更高层,基于生境保护和多物种保护的双重目的,已被证明是保护大尺度生物多样性行之有效的方法之一。

目前,保护生物地理学研究的具体类群已遍及动物、植物各个阶层,其中专门在蕨类植物方面开展的研究较少(Lwanga *et al.*, 1998; Kessler *et al.*, 2001; Lehmann *et al.*, 2002; Zaniwski *et al.*, 2002; Ferrer-Castón & Vetaas, 2005; Kluge *et al.*, 2006; Wild *et al.*, 2006),这些研究对蕨类植物的时空分布格局及其形成因素进行了探讨。

本书主要以第一作者 2007—2009 年在中国科学院植物研究所博士后流动站工作期间与两位合作导师共同完成的工作为基础,以 2009 年前已发表的中国蕨类植物分类和分布数据(部分数据根据当前情况做了调整)为主要数据来源,对中国蕨类植物的概况、地理分布格局、区系地理成分和濒危等级评估进行了研究。研究工作得到了中华人民共和国科学技术部(简称科技部)国家科技基础条件平台项目“植物标本标准化整理、整合及共享平台建设(2005DKA21401)”和“十一五”国家科技支撑计划重大项目“全球环境变化应对技术研究示范”子项目“执行《生物多样性公约》的支撑技术研究:生物多样性保护决策支持分析(2007BAC03A08-8)”等项目的支持。本书的出版得到上海辰山植物园(中国科学院上海辰山植物科学研究中心)领导的支持,并资助了出版经费。此外,研究工作还得到国内众多老师和朋友的支持和帮助,中国科学院华南植物园的邢福武研究员、中国科学院植物研究所的应俊生研究员等对本书的地理分布格局研究提出了宝贵的意见;中国科学院植物研究所的陈彬博士、黄继红博士、孙久琼女士在本书数据录入和处理过程中提供了帮助;湖南科技大学生命科学学院的黄玉滢、胡圆圆、周星等同学和上海辰山植物园(中国科学院上海辰山植物科学研究中心)蕨类植物多样性与保育课题组成员齐新萍、商辉、周喜乐、韦宏金等在数据整理过程中参与了部分工作。在此,致以衷心的感谢。

作 者

2013 年 8 月

目 录

前言

第一章 研究背景、数据来源及其研究方法	1
1.1 中国的自然地理概况	1
1.2 数据来源及其处理方法	2
1.2.1 物种数据收集和整理	2
1.2.2 气候和地理数据收集与处理	2
1.2.3 GIS 地理分布图绘制	2
1.2.4 垂直地理分布图绘制	3
1.2.5 聚类分析与主成分分析	3
1.2.6 中国蕨类植物 IUCN 物种濒危等级评估	3
第二章 中国蕨类植物的基本概况及其影响因子	5
2.1 科属组成	5
2.2 各省区(市)物种分布概况	6
2.3 各省区(市)物种丰富度的水平分布格局	8
2.4 各省区(市)物种丰富度的垂直分布格局	9
2.5 各省区(市)物种丰富度与地理、环境因子之间的关系	9
2.6 各省区(市)物种丰富度与气候因子之间的关系	11
2.7 各省区(市)物种丰富度与环境、地理、气候因子之间的主成分分析	12
2.8 小结	14
第三章 中国特有蕨类植物地理分布格局分析	16
3.1 研究概况	16
3.2 数据来源及分析方法	17
3.3 结果与分析	17
3.3.1 特有蕨类植物的组成	17
3.3.2 特有蕨类植物的分布概况	20
3.3.3 地区特有蕨类植物	21
3.3.4 特有蕨类植物的水平分布格局	22
3.3.5 特有蕨类植物的垂直分布格局	23
3.3.6 特有蕨类植物与地形因子之间的关系	23
3.3.7 特有蕨类植物与气候因子之间的关系	24
3.3.8 聚类分析结果	26
3.4 小结	27

第四章 中国蕨类植物的地理分布格局分析	29
4.1 研究概况	29
4.2 数据来源及分析方法	29
4.2.1 数据来源	29
4.2.2 分析方法	30
4.3 结果与分析	30
聚类分析结果	30
4.4 讨论	31
4.4.1 区系分区及特点	31
4.4.2 区系区划	43
第五章 中国蕨类植物区系地理成分分析	44
5.1 研究概况	44
5.2 数据来源及分析方法	44
5.2.1 数据来源	44
5.2.2 分布区类型的划分	45
5.3 结果与分析	45
5.3.1 分布区类型	45
5.3.2 分布区类型在各省区(市)的分布格局	46
5.3.3 基于各省区(市)地理成分组成的中国蕨类植物地理分区	62
5.4 小结	75
第六章 中国珍稀濒危蕨类植物的现状及保护	76
6.1 研究概况	76
6.2 数据来源及分析方法	77
6.2.1 IUCN(2001)物种受威胁等级系统	77
6.2.2 中国蕨类植物优先保护物种的选择与确定	78
6.2.3 资料来源	78
6.3 结果与分析	78
6.4 讨论与建议	80
6.4.1 中国珍稀濒危蕨类植物的濒危原因	80
6.4.2 国家重点保护野生蕨类植物的濒危等级及保护级别变更的建议	82
6.4.3 建议增列入《国家重点保护野生植物名录(第一批)》的蕨类植物	82
6.4.4 有关保护级别变更的说明	83
6.4.5 有关增加的国家重点保护野生蕨类植物的说明	84
6.4.6 当前中国蕨类植物保护名录中的一些问题	86
参考文献	88
附录 中国蕨类植物地理分布与濒危等级	91
图版	

第一章 研究背景、数据来源及其研究方法

1.1 中国的自然地理概况

中国位于欧亚大陆东部、太平洋西岸，陆地面积约 960 万 km^2 ，约占世界陆地总面积的 6.5%，南北跨越热带、亚热带、暖温带、温带和寒温带。其境内地形多样，地势构造多变，自然历史演变过程复杂，因而其气候类型多种多样，土壤资源十分丰富，土壤类型繁多，植被类型齐全，是全球自然地理环境多样性最丰富的国家之一，也是世界上植被类型最齐全的国家之一。根据中国自然地理环境中最主要的地域差异，全国分为三大自然地理区，即东部季风区、西北干旱区和青藏高寒区。大致以大兴安岭、阴山、贺兰山至青藏高原东部为界，东南半部属于季风气候，主要受太平洋季风的影响，气候比较湿润，雨量较为丰富，季节变化分明，该区西南部还受印度洋季风的影响，夏季西南季风盛行，并沿着横断山脉长驱直入，另外，该区第四纪冰期没有强盛的冰川作用，植物区系所受的自然灾害较小，因而种类繁多，分布混杂，植被类型多样；西北半部则为亚洲内陆干旱的荒漠和草原气候，塔里木盆地是欧亚大陆的干旱中心；高亢的青藏高原为高寒的高原气候，与周围形成明显对比。

从西至东，中国地势西高东低，东西高差悬殊，呈明显的三级阶梯分布。以号称“世界屋脊”的青藏高原(包括川西和滇北)为最高一级阶梯，平均海拔 4000m 以上；越过青藏高原北缘的昆仑山—祁连山和东段的岷山—邛崃山—横断山一线，地势迅速下降到海拔 1000—2000m，此为第二级阶梯，东缘大致以大兴安岭—太行山，经巫山向南至武陵山、雪峰山一线为界；此界线以东直到海岸，为第三级阶梯。这种地势自西向东下降的趋势，不但决定着海、河的基本流向，而且间接影响了植物的分布。

从南到北，中国境内分布着一系列东西走向的山系，形成三大自然地理屏障。在南部北纬 25°附近，以南岭山脉为中心，数十座海拔 2000m 左右的山峰东西横贯数百千米，形成我国南亚热带与中亚热带气候带分界线；在中部北纬 35°附近，以昆仑山—秦岭—大别山一线为中心，由一系列海拔 2000—6000m 甚至以上的山峰，形成中国北亚热带与温带的分界线；在北纬 42°附近，以天山—阴山一线为中心，形成中国暖温带与北温带之间的一道屏障。中国东西走向山脉明显的方向性决定了中国内陆水热南北分异的基本格局，它们不仅是植物天然传播的通道或屏障，也是许多植物的发源地、分化中心或“避难所”。其中一些山脉是中国，东亚，甚至泛北极植物区系发生、分布和迁移等很重要或关键的地区。中国地势的明显差异，在某种程度上造就了中国植物区系比较明显的地区性差异。

1.2 数据来源及其处理方法

1.2.1 物种数据收集和整理

为了研究中国蕨类植物的保护生物地理学, 2006—2010 年, 作者构建了中国蕨类植物物种分布数据库。数据来源主要包括: ①《中国植物志》、已出版及在线版的 *Flora of China*、《中国高等植物》及各地方植物志; ②全国和各省区(市)有关蕨类植物的期刊论文、学术专著和学位论文等。数据来源为 2009 年 12 月以前出版或发表的相关资料。

将上述资料中有关中国蕨类植物的地理分布和相关信息进行提取和整理, 用 Access 建立中国蕨类植物的地理分布数据库, 该数据库成为已发布的中国生物物种名录 2010 版蕨类植物部分的基础。数据库字段主要由以下内容构成: 科拉丁名、物种学名(属名+种名+定名人)(含异名)、属中文名、种中文名(含中文别名)、归属类群、生活型(含根状茎形态、生态类型等)、国内分布、国外分布、发表文献、海拔上限、海拔下限、生境、濒危等级评估及评估依据等, 大部分的数据最后由中国科学院植物研究所张宪春研究员审定。

1.2.2 气候和地理数据收集与处理

为了分析中国蕨类植物多样性分布格局成因, 本书使用了中国科学院植物研究所黄继红博士收集整理的气候、地形和中国行政区数据。其中气候数据来源于中国生态系统研究网络提供的全国 671 个气象站的插值数据, 包括 1971—2000 年 30 年的年均温、年均最高温、年均最低温、极端最高温、极端最低温、1 月均温、年降雨量、月均降雨量、年辐射量、相对湿度等, 共计 83 个数据层; 地形数据, 即中国 DEM 高程数据, 来源于美国地质调查局共享数据库。作者将所有数据层利用 ArcGIS 的区域计算和地统计学运算, 计算出每省区(市)对应气候值、海拔、地形分异和经纬度值。最终筛选出与蕨类植物多样性分布高度相关的因子, 即年均温、1 月均温、年降雨量、年辐射量、相对湿度、表面积与投影面积比值和纬度共 7 个气候和地理因子(表 1-1)。

1.2.3 GIS 地理分布图绘制

利用 ArcGIS 9.0 软件(ESRI 2004)绘制中国蕨类植物的地理分布图。首先以标准的 1:1 000 000 中国行政区划图为底版, 在其属性库中新添加字段, 并重新对各省区(市)赋值, 其中对 4 个直辖市的赋值与所对应的省值一致, 然后执行 ArcGIS 软件空间分析模块下的数据融合(dissolving)操作, 对 4 个直辖市进行归并入省处理, 从而生成新的 1:1 000 000 的中国行政区划图。分别统计各省区(市)蕨类植物物种丰富度(species richness, 由物种数目体现), 各省区(市)均有唯一编码, 且与新生成的 1:1 000 000 中国行政区划图的编码一一对应, 生成带有编码的物种丰富度的地理分布数据库; 然后通过各省区(市)编码字段, 将物种地理分布数据库与新生成的中国行政区划图相关联, 最后采用 Equal Interval 分割方法对物种丰富度进行分级, 从而绘制

出中国蕨类植物物种丰富度及中国特有蕨类植物的省级水平分布图。

表 1-1 相关的气候和地理因子 (中国科学院植物研究所黄继红博士提供)

省区代码	地区	纬度/°N	经度/°E	年均温/°C	1 月均温/°C	7 月均温/°C	年降雨量 /mm	年辐射量 / (MJ/m ²)	相对湿度/%	平均海拔/m	海拔标准差/m	表面积与投影面积之比
1	黑龙江 (Heilongjiang)	48.48	128.14	1.28	-21.21	20.54	543.09	4 663.63	67.93	309.98	210.21	3 478.49
2	吉林 (Jilin)	43.06	126.47	4.34	-16.39	21.84	641.48	4 938.95	65.84	403.35	289.54	4 307.09
3	辽宁 (Liaoning)	41.11	122.31	7.67	-10.94	23.47	708.43	5 200.89	62.53	231.28	205.97	4 566.76
4	内蒙古 (Inner Mongolia)	45.37	111.62	3.47	-16.46	21.09	320.92	5 623.03	54.26	1 012.06	388.35	3 299.46
5	河北 (Hebei)	39.33	116.65	9.27	-7.54	23.81	542.86	5 494.67	59.32	499.36	543.63	5 417.96
6	山西 (Shanxi)	37.66	112.39	7.74	-7.78	21.34	520.34	5 426.14	58.88	1 156.71	374.56	8 332.62
7	山东 (Shandong)	36.40	118.75	12.73	-2.04	25.80	706.44	5 400.71	66.84	93.60	112.17	1 995.70
8	河南 (Henan)	33.88	113.50	14.00	0.40	26.32	817.66	5 002.07	70.14	243.17	308.56	3 657.85
9	陕西 (Shaanxi)	35.65	108.37	10.10	-3.50	22.39	693.61	4 960.22	64.60	1 126.94	408.53	11 030.73
10	宁夏 (Ningxia)	37.31	105.97	7.65	-7.90	21.16	298.49	5 759.60	54.91	1 565.66	343.08	6 102.06
11	甘肃 (Gansu)	37.69	100.74	5.17	-9.39	18.06	323.88	5 760.39	53.15	2 088.28	862.13	9 504.61
12	青海 (Qinghai)	35.44	96.24	-2.13	-14.93	9.35	330.00	6 126.72	49.62	4 035.41	802.56	9 913.24
13	新疆 (Xinjiang)	41.76	84.94	4.92	-12.32	19.53	120.28	5 831.65	48.19	1 933.67	1 459.95	8 286.67
14	安徽 (Anhui)	32.03	117.26	15.17	2.14	27.28	1 269.30	4 867.00	75.70	117.63	191.55	3 844.04
15	江苏 (Jiangsu)	32.90	119.13	14.84	1.79	27.23	1 047.26	5 013.60	75.95	14.79	21.12	553.23
16	浙江 (Zhejiang)	29.12	120.49	15.76	4.60	26.57	1 602.91	4 663.66	79.31	307.50	298.15	10 860.82
17	江西 (Jiangxi)	27.28	116.03	17.24	5.73	27.85	1 693.36	4 563.23	79.39	243.18	228.15	6 890.60
18	湖南 (Hunan)	27.38	111.52	16.17	4.60	26.92	1 487.31	4 169.01	80.28	357.36	296.60	7 566.89
19	湖北 (Hubei)	31.16	112.25	14.77	2.56	26.11	1 275.50	4 500.04	76.52	428.17	485.64	7 776.28
20	四川 (Sichuan)	30.18	103.77	8.97	-1.00	17.95	1 015.56	4 562.11	69.81	2 317.85	1 628.12	18 695.45
21	贵州 (Guizhou)	26.92	106.59	14.81	4.70	23.48	1 228.00	3 902.51	79.89	1 106.61	425.96	9 687.90
22	福建 (Fujian)	25.94	118.28	17.51	8.36	25.88	1 626.11	4 728.92	81.75	485.20	296.65	12 475.91
23	台湾 (Taiwan)	23.85	121.95	14.03	12.27	16.15	1 496.78	5 520.18	84.64	797.59	833.99	17 037.20
24	广东 (Guangdong)	22.87	113.48	20.80	12.20	27.57	1 787.30	4 898.02	79.51	219.95	229.29	7 654.10
25	广西 (Guangxi)	23.64	108.27	19.84	10.55	26.93	1 630.25	4 476.17	78.93	395.32	318.64	8 183.33
26	云南 (Yunnan)	25.20	101.86	14.81	7.85	20.20	1 178.91	5 312.52	73.63	1 879.56	738.12	18 171.32
27	西藏 (Xizang)	31.67	88.75	-0.80	-11.96	9.62	410.91	6 292.80	48.58	4726.48	847.00	14 392.43
28	海南 (Hainan)	20.18	109.82	23.74	18.13	27.62	1 793.29	5 721.55	82.54	196.09	226.88	5 908.45

1.2.4 垂直地理分布图绘制

根据物种分布的海拔上、下限研究中国蕨类植物的垂直分布规律。首先通过统计所有蕨类植物的分布海拔最上限和最下限,得到所有种的海拔分布范围,将海拔 0—5000m 按 100m 的间隔进行划分,大于 5000m 的海拔则设置为一个区间,共得到 50 个海拔区间,最后用 Access 软件统计每个海拔区段物种数,从而绘制出中国蕨类植物的垂直分布图。

1.2.5 聚类分析与主成分分析

为探讨中国各省区(市)蕨类植物多样性格局及其成因,对中国各省区(市)的蕨类植物物种丰富度和地理成分进行聚类分析,得到了一系列树形图以探讨中国各省区(市)蕨类植物分布的相关性及地理分区区划,同时运用主成分分析(principal component analysis, PCA)方法进行气候、地理相关因子的贡献研究。以上相关统计运算和分析均在 SPSS 10.0 中运行。

在地理分布格局及影响因子分析中,由于香港、澳门、北京、天津、上海和重庆各特区及直辖市的面积因素和数据因素,对其进行了相应处理,香港、澳门并入广东,上海并入浙江,北京、天津并入河北,重庆并入四川。

1.2.6 中国蕨类植物 IUCN 物种濒危等级评估

中国蕨类植物的濒危等级评估体系及其标准采用 IUCN 物种红色名录濒危等级和标准(3.1 版)及其 IUCN 物种红色名录标准在地区水平的应用指南(3.0 版)进行(图 1-1, 图 1-2)。评估的程序包括:①收集物种分类、分布及丰富度资料;②根据该物种的分类学研究判断其是否适合评估,剔除分类学原因造成的数据缺乏物种(DD);③根据作者掌握的中国蕨类植物分布及其现状的资料,首先列出部分安全等级的物种(LC);④将剩下的物种按照 IUCN 物种评估的程序逐一进行评估。

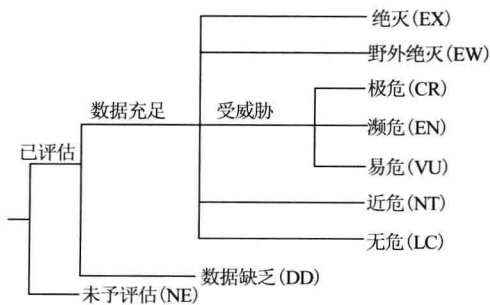


图 1-1 IUCN 物种红色名录濒危等级

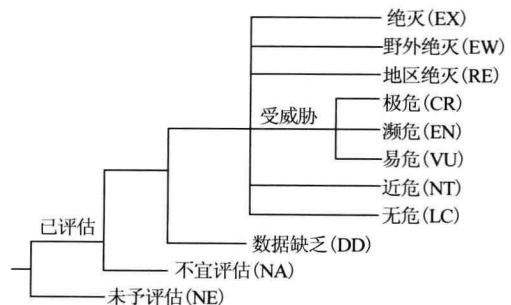


图 1-2 IUCN 物种红色名录地区水平的濒危等级

第二章 中国蕨类植物的基本概况及其影响因子

据中国蕨类植物物种分布数据库的统计, 中国现有蕨类植物 63 科, 221 属, 2452 种, 其中有 1222 种属于中国特有, 细叶满江红 *Azolla filiculoides*、勺叶槐叶蘋 *Salvinia cuculata*、小翠云 *Selaginella kraussiana* 等 3 种蕨类植物为外来种。

2.1 科属组成

在中国蕨类植物区系中, 含 200 种以上的科有 4 个, 最大的科为鳞毛蕨科 *Dryopteridaceae* (13 属 453 种), 其次为蹄盖蕨科 *Athyriaceae* (18 属 321 种)、金星蕨科 *Thelypteridaceae* (18 属 247 种) 和水龙骨科 *Polypodiaceae* (26 属 244 种), 这 4 个科所包含的种类占全国蕨类总种数的 51.59%。含 100 种以上的科有 6 个, 它们所包含的种类占全国蕨类总种数的 61.83%。含 40 种以上的科有 14 个, 它们所包含的种类占全国蕨类总种数的 82.46% (表 2-1)。

表 2-1 中国蕨类植物含 40 种以上的科

科名	属数	种数	百分比/%
鳞毛蕨科 <i>Dryopteridaceae</i>	13	453	18.47
蹄盖蕨科 <i>Athyriaceae</i>	18	321	13.09
金星蕨科 <i>Thelypteridaceae</i>	18	247	10.07
水龙骨科 <i>Polypodiaceae</i>	26	244	9.95
铁角蕨科 <i>Aspleniaceae</i>	8	148	6.04
凤尾蕨科 <i>Pteridaceae</i>	2	103	4.20
叉蕨科 <i>Tectariaceae</i>	10	82	3.34
卷柏科 <i>Selaginellaceae</i>	1	78	3.18
中国蕨科 <i>Sinopteridaceae</i>	9	72	2.94
碗蕨科 <i>Dennstaedtiaceae</i>	2	71	2.90
膜蕨科 <i>Hymenophyllaceae</i>	15	68	2.77
石杉科 <i>Huperziaceae</i>	2	50	2.04
莲座蕨科 <i>Angiopteridaceae</i>	2	43	1.75
铁线蕨科 <i>Adiantaceae</i>	1	42	1.71
合计	127	2022	82.46

属的统计表明, 中国现有蕨类植物 221 属, 其中鳞毛蕨科、蹄盖蕨科、金星蕨科、水龙骨科等大科分别有 13 属、18 属、18 属、26 属。中国蕨类植物含 100 种以上的属有耳蕨属 *Polystichum*、鳞毛蕨属 *Dryopteris*、铁角蕨属 *Asplenium*、毛蕨属 *Cyclosorus*、凤尾蕨属 *Pteris* 和蹄盖蕨属 *Athyrium* 6 个, 含 769 个种, 占全国蕨类总种数的 31.36%。含 30 种以上的属有 19 个, 它们所包含的种类占了全国蕨类总种数的 57.06% (表 2-2)。

表 2-2 中国蕨类植物含 30 种以上的属

属名	种数	百分比/%	属名	种数	百分比/%
耳蕨属 <i>Polystichum</i>	183	7.46	假瘤蕨属 <i>Phymatopteris</i>	48	1.96
鳞毛蕨属 <i>Dryopteris</i>	142	5.79	瓦韦属 <i>Lepisorus</i>	45	1.84
铁角蕨属 <i>Asplenium</i>	127	5.18	铁线蕨属 <i>Adiantum</i>	42	1.71
毛蕨属 <i>Cyclosorus</i>	115	4.69	贯众属 <i>Cyrtomium</i>	41	1.67
凤尾蕨属 <i>Pteris</i>	102	4.16	石韦属 <i>Pyrrosia</i>	39	1.59
蹄盖蕨属 <i>Athyrium</i>	100	4.08	观音座莲属 <i>Angiopteris</i>	38	1.55
短肠蕨属 <i>Allantodia</i>	82	3.34	峨眉蕨属 <i>Lunathyrium</i>	34	1.39
卷柏属 <i>Selaginella</i>	78	3.18	粉背蕨属 <i>Aleuritopteris</i>	32	1.30
鳞盖蕨属 <i>Microlepia</i>	61	2.48	叉蕨属 <i>Tectaria</i>	31	1.26
复叶耳蕨属 <i>Arachniodes</i>	59	2.41	合计	1399	57.06

2.2 各省区(市)物种分布概况

中国蕨类植物种类丰富,但其地理分布极不均匀。在各省区(市)分布数量存在很大差异,从最少 29 种(天津)到最多 1326 种(云南)不等(表 2-3),分布上物种数量较多的 10 个省区(市)依次是:云南、四川、贵州、广西、台湾、湖南、西藏、重庆、广东、浙江。中国西南地区是亚洲蕨类植物区系的地理分布中心,也是世界蕨类植物区系的多样性中心之一。云南有蕨类植物 1326 种,占全国蕨类总种数的 54%,西南 5 省区(市)有蕨类植物 2000 余种,约占全国蕨类总种数的 82%。以该地区为中心,向东、向西、向南和向北的种类均减少(图 2-1)。

表 2-3 中国及各省区(市)与其他国家或地区蕨类植物的物种丰富度及物种密度

地区	物种数目*	面积/km ²	物种密度 /(种/100km ²)	数据来源
中国(China)	2 452	9 600 000	0.026	本文
黑龙江(Heilongjiang)	80	453 900	0.018	本文
吉林(Jilin)	98	187 400	0.052	本文
辽宁(Liaoning)	103	145 900	0.071	本文
内蒙古(Inner Mongolia)	66	1 183 000	0.006	本文
河北(Hebei)	103	187 700	0.055	本文
山西(Shanxi)	94	156 200	0.060	本文
山东(Shandong)	92	156 700	0.059	本文
河南(Henan)	221	167 000	0.132	本文
陕西(Shaanxi)	227	205 600	0.110	本文
宁夏(Ningxia)	30	66 400	0.045	本文

续表

地区	物种数目*	面积/km ²	物种密度 (/种/100km ²)	数据来源
甘肃(Gansu)	243	390 000	0.062	本文
青海(Qinghai)	47	721 000	0.007	本文
新疆(Xinjiang)	57	1 660 000	0.003	本文
安徽(Anhui)	189	139 000	0.136	本文
江苏(Jiangsu)	140	102 600	0.136	本文
浙江(Zhejiang)	459	101 800	0.451	本文
江西(Jiangxi)	440	166 900	0.264	本文
湖南(Hunan)	640	211 800	0.302	本文
湖北(Hubei)	369	185 900	0.198	本文
四川(Sichuan)	872	490 000	0.178	本文
贵州(Guizhou)	827	176 000	0.470	本文
福建(Fujian)	397	123 800	0.321	本文
台湾(Taiwan)	732	36 000	2.033	本文
广东(Guangdong)	553	178 000	0.311	本文
广西(Guangxi)	772	236 600	0.326	本文
云南(Yunnan)	1 326	394 000	0.337	本文
西藏(Xizang)	579	1 210 000	0.048	本文
海南(Hainan)	450	33 900	1.327	本文
北京(Beijing)	70	16 800	0.417	本文
天津(Tianjin)	29	11 300	0.257	本文
上海(Shanghai)	55	6 300	0.873	本文
重庆(Chongqing)	578	82 000	0.705	本文
香港(Hong Kong)	225	1 092	20.604	本文
澳门(Macao)	74	235	31.489	本文
北美(North America: USA and Canada)	406	19 449 000	0.002	Lellinger, 1985
欧洲(Europe)	152	10 000 000	0.002	Tutin, 1964
澳大利亚(Australia)	456	7 704 159	0.006	McCarthy & Orchard, 1998
中南半岛(Indo-China: Vietnam, Laos, Cambodia)	686	747 000	0.092	Tardieu-Blot & Christensen, 1939—1951
泰国(Thailand)	620	514 000	0.121	Tagawa & Iwatsuki, 1979, 1985, 1988, 1989
日本(Japan)	630	378 000	0.167	Iwatsuki, 1992
新西兰(New Zealand)	162	269 000	0.060	Allan, 1961
菲律宾(Philippines)	943	300 000	0.314	Copeland, 1958—1960
尼泊尔(Nepal)	384	140 797	0.273	Iwatsuki, 1988
牙买加(Jamaica)	579	11 470	5.048	Proctor, 1985
小笠原群岛(Bonin Islands)	77	106	72.642	Ohba, 1971

*物种丰富度由物种数目体现。

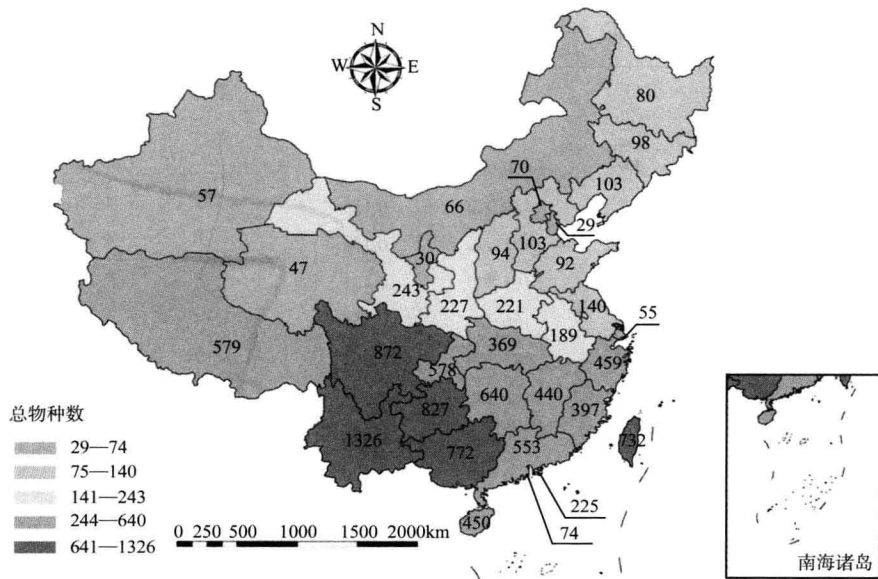


图 2-1 中国各省区(市)蕨类植物分布图(见文后图版彩图)

与世界其他国家和地区相比(表 2-3), 中国的蕨类植物物种丰富度及物种密度均处于相对较高的水平。例如, 位于温带地区的北美(包括美国和加拿大), 面积达 19 449 000km², 蕨类植物物种数目仅为 406 种, 而我国同样位于北纬 30°以北的四川蕨类植物种数为 872 种; 位于热带亚洲的中南半岛、泰国等地区, 蕨类植物物种数目分别为 686 种和 620 种, 而在我国面积远小于两地区且与两地区毗邻的广西, 蕨类植物物种数目达到 772 种。

2.3 各省区(市)物种丰富度的水平分布格局

物种的水平分布格局主要是指物种丰富度(物种丰富度由物种数目体现)随着经纬度的梯度变化。各省区(市)经纬度与物种丰富度的线性回归分析表明, 中国各省区(市)蕨类植物物种丰富度与纬度变化具有高度的线性负相关 [$\beta_1^{①} = -32.78$, $R^{2②} = 0.545$, $\text{sig}(F)^{③} = 0.000\ 007\ 3$], 中国各省区(市)蕨类植物物种密度与纬度变化具有显著的线性负相关 [$\beta_1 = -3.6197$, $R^2 = 0.375$, $\text{sig}(F) = 0.000\ 54$]。中国各省区(市)蕨类植物物种丰富度、物种密度与经度变化线性相关不显著[物种丰富度与经度变化, $\beta_1 = -6.210\ 25$, $R^2 = 0.039$, $\text{sig}(F) = 0.31$; 物种密度与经度变化, $\beta_1 = -0.8096$, $R^2 = 0.037$, $\text{sig}(F) = 0.33$]。中国各省区(市)蕨类植物多样性在经度、纬度上的变化趋势与种子植物的变化趋势基本一致。具体变化如图 2-2 所示。

① β_1 为斜率。

② R^2 为判定系数。

③ $\text{sig}(F)$ 为统计显著性水平。