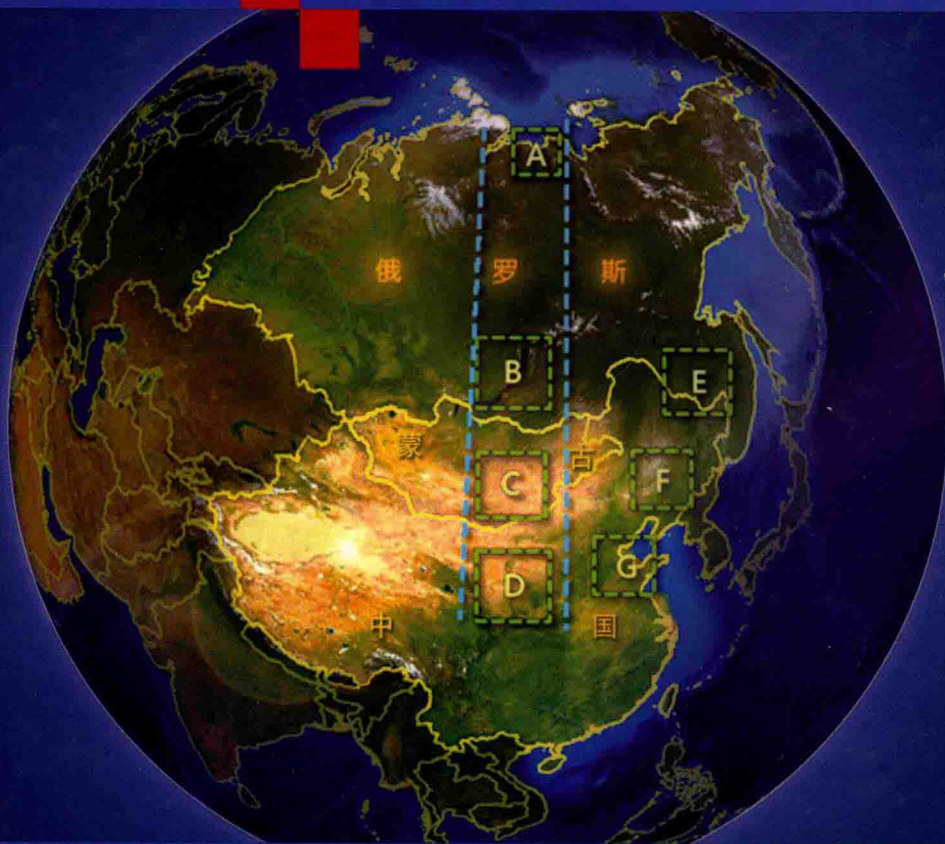


“十三五”国家重点图书出版规划项目

丛书主编/董锁成 孙九林

中国北方及其毗邻地区

综合科学考察



中国北方及其毗邻地区 生物多样性考察报告

欧阳华 陈毅峰 等 著



科学出版社

“十三五”国家重点图书出版规划项目

中国北方及其毗邻地区综合科学考察

董锁成 孙九林 主编

中国北方及其毗邻地区 生物多样性科学考察报告

欧阳华 陈毅峰 等 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以翔实的考察数据探讨了中国北方及其毗邻地区核心考察区的植物多样性、水生生物（主要是鱼类和藻类）多样性以及自然保护区的分布等，分析了森林和草地的分布特点，可为全面认识中国北方及其毗邻地区生物区系的形成、森林和草地及水生生物资源的合理可持续利用提供重要的指导。

本书可为研究东北亚地区地缘政治、地缘经济和地缘生态的学者以及高校师生提供重要的研究背景资料。

图书在版编目(CIP)数据

中国北方及其毗邻地区生物多样性科学考察报告 / 欧阳华, 陈毅峰等著.
—北京: 科学出版社, 2016. 5

(中国北方及其毗邻地区综合科学考察)

“十三五”国家重点图书出版规划项目

ISBN 978-7-03-044935-1

I. ①中… II. ①欧… III. ①生物多样性-科学考察-考察报告-东亚
IV. ①Q16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 128490 号

责任编辑: 李 敏 周 杰 / 责任校对: 张凤琴

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 黄华斌 陈 敬

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

*

2016 年 5 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2016 年 5 月第一次印刷 印张: 12 1/4

字数: 300 000

定价: 108.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

中国北方及其毗邻地区综合科学考察 丛书编委会

项目顾问委员会

主 任

- 孙鸿烈 中国科学院原常务副院长、中国青藏高原研究会名誉理事长、中国科学院院士、研究员
- 陈宜瑜 国家自然科学基金委员会原主任、中国科学院院士、研究员

委 员

- 方 磊 中国生态经济学会原副理事长、原国家计划委员会国土地区司司长、教授
- 李文华 中国生态学学会顾问、中国工程院院士、研究员
- 田裕钊 原中国科学院-国家计委自然资源综合考察委员会副主任、研究员
- 刘兴土 中国科学院东北地理与农业生态研究所，中国工程院院士、研究员
- 周晓沛 外交部原欧亚司司长、中华人民共和国驻哈萨克斯坦共和国大使馆原大使
- 李静杰 中国社会科学院原苏联东欧所所长、学部委员、研究员
- 陈 才 吉林大学东北亚研究院名誉院长、东北师范大学终身荣誉教授
- 刘纪远 中国自然资源学会名誉理事长、资源与环境信息系统国家重点实验室原主任、中国科学院地理科学与资源研究所研究员

中国北方及其毗邻地区综合科学考察 丛书编委会

项目专家组

组 长

刘 恕 中国科学技术协会原副主席、荣誉委员，中国俄罗斯友好协会常务副会长、研究员

副组长

孙九林 中国工程院院士、中国科学院地理科学与资源研究所研究员

专 家

石玉林 中国工程院院士、中国自然资源学会名誉理事长、研究员

尹伟伦 中国工程院院士、北京林业大学原校长、教授

黄鼎成 中国科学院资源环境科学与技术局原副局级学术秘书、研究员

葛全胜 中国科学院地理科学与资源研究所所长、研究员

江 洪 南京大学国际地球系统科学研究所副所长、教授

陈全功 兰州大学草地农业科技学院教授

董锁成 中国科学院地理科学与资源研究所研究员

中国北方及其毗邻地区综合科学考察 丛书编委会

编辑委员会

主 编 董锁成 孙九林

编 委 (中方专家按姓氏笔画排序)

王卷乐 叶舜赞 朱华忠 庄大方 刘曙光
江 洪 孙九林 李 宇 李旭祥 杨雅萍
何德奎 张树文 张 路 陈 才 陈全功
陈毅锋 欧阳华 胡维平 顾兆林 徐兴良
徐新良 董锁成

Tulokhonov Arnold (俄)	Peter Ya. Baklanov (俄)
Mikhail I. Kuzmin (俄)	Boris A. Voronov (俄)
Viktor M. Plyusnin (俄)	Endon Zh. Garmayev (俄)
Desyatkin Roman (俄)	Dechingungaa Dorjgotov (蒙)

编委会办公室 李 宇 王卷乐 李泽红

《中国北方及其毗邻地区 生物多样性科学考察报告》

撰写委员会

主 笔 欧阳华 陈毅峰

副 主 笔 郭 柯 刘国祥 崔永德 江 洪
 葛剑平

执笔人员 赵利清 邵 彬 何德奎 徐兴良
 王天明

序 一

科技部科技基础性工作专项重点项目“中国北方及其毗邻地区综合科学考察”经过中、俄、蒙三国 30 多家科研机构 170 余位科学家 5 年多的辛勤劳动，终于圆满完成既定的科学考察任务，形成系列科学考察报告，共 10 册。

中国北方及其毗邻的俄罗斯西伯利亚、远东地区及蒙古国是东北亚地区的重要组成部分。除了 20 世纪 50 年代对中苏合作的黑龙江流域综合考察外，长期以来，中国很少对该地区进行综合考察，尤其缺乏对俄蒙两国高纬度地区的考察研究。因此，该项考察成果的出版将为填补中国在该地区数据资料的空白做出重要贡献，且将为全球变化研究提供基础数据支持，对东北亚生态安全和可持续发展、“丝绸之路经济带”和“中俄蒙经济走廊”的建设具有重要的战略意义。

这次考察面积近 2000 万 km^2 ，考察内容包括地理环境、土壤、植被、生物多样性、河流湖泊、人居环境、经济社会、气候变化、东北亚南北生态样带、综合科学考察技术规范等，是一项科学价值大、综合性强的跨国科学考察工作。系列科学考察报告是一套资料翔实，内容丰富，图文并茂的重要成果。

我相信，《中国北方及其毗邻地区综合科学考察》丛书的出版是一个良好的开端，这一地区还有待进一步深入全面考察研究。衷心希望项目组再接再厉，为中国的综合科学考察事业做出更大的贡献。



2014 年 12 月

序 二

2001 年,科技部启动科技基础性工作专项,明确了科技基础性工作是指对基本科学数据、资料和相关信息进行系统的考察、采集、鉴定,并进行评价和综合分析,以加强我国基础数据资料薄弱环节,探求基本规律,推动科学基础资料信息流动与利用的工作。近年来,科技基础性工作不断加强,综合科学考察进一步规范。“中国北方及其毗邻地区综合科学考察”正是科技部科技基础性工作专项资助的重点项目。

中国北方及其毗邻的俄罗斯西伯利亚、远东地区和蒙古国在地理环境上是一个整体,是东北亚地区的重要组成部分。随着全球化和多极化趋势的加强,东北亚地区的地缘战略地位不断提升,越来越成为大国竞争的热点和焦点。东北亚地区生态环境格局复杂多样,自然过程和人类活动相互作用,对中国资源、环境与社会经济发展具有深刻的影响。长期以来,中国缺少对该地区的科学研究和数据积累,尤其缺乏对俄蒙两国高纬度地区的考察研究。因此,该项综合科学考察成果的出版将填补我国在该地区长期缺乏数据资料的空白。该项综合科学考察工作必将极大地支持中国在全球变化领域中对该地区的创新研究,支持东北亚国际生态安全、资源安全等重大战略决策的制定,对中国社会经济可持续发展特别是丝绸之路经济带和中俄蒙经济走廊的建设都具有重要的战略意义。

《中国北方及其毗邻地区综合科学考察》丛书是中俄蒙三国 170 余位科学家通过 5 年多艰苦科学考察后,用两年多时间分析样本、整理数据、编撰完成的研究成果。该项科学考察体现了以下特点:

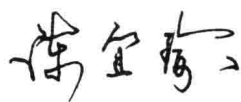
一是国际性。该项工作联合俄罗斯科学院、蒙古国科学院及中国 30 多家科研机构,开展跨国联合科学考察,吸收俄蒙资深科学家和中青年专家参与,使中断数十年的中苏联合科学考察工作在新时期得以延续。项目考察过程中,科考队员深入俄罗斯勒拿河流域、北冰洋沿岸、贝加尔湖流域、远东及太平洋沿岸等地区,采集到大量国外动物、植物、土壤、水样等标本。该项考察工作还探索出利用国外生态观测台站和实验室观测、实验获取第一手数据资料,合作共赢的国际合作模式。如此大规模的跨国科学考察,必将有力地推进中国综合科学考察工作的国际化。

二是综合性。从考察内容看,涉及地理环境、土壤植被、生物多样性、河流湖泊、人居环境、社会经济、气候变化、东北亚南北生态样带以及国际综合科学考察技术规范等内容,是一项内容丰富、综合性强的科学考察工作。

三是创新性。该项考察范围涉及近 2000 万 km^2 。项目组探索出点、线、面结合,遥感监测与实地调查相结合,利用样带开展大面积综合科学考察的创新模式,建立 E-Science 信息化数据交流和共享平台,自主研制便携式野外数据采集仪。上述创新模式和技术保障了各项考察任务的圆满完成。

考察报告资料翔实,数据丰富,观点明确,在科学分析的基础上还提出中俄蒙跨国

合作的建议，有许多创新之处。当然，由于考察区广袤，环境复杂，条件艰苦，对俄罗斯和蒙古全境自然资源、地理环境、生态系统与人类活动等专题性系统深入的综合科学考察还有待下一步全面展开。我相信，《中国北方及其毗邻地区综合科学考察》丛书的面世将对中国国际科学考察事业产生里程碑式的推动作用。衷心希望项目组全体专家再接再厉，为中国的综合科学考察事业做出更大的贡献。



2014 年 12 月

序 三

进入 21 世纪以来,我国启动实施科技基础性工作专项,支持通过科学考察、调查等过程,对基础科学数据资料进行系统收集和综合分析,以探求基本的科学规律。科技基础性工作长期采集和积累的科学与数据资料,为我国科技创新、政府决策、经济社会发展和保障国家安全发挥了巨大的支撑作用。这是我国科技发展的重要基础,是科技进步与创新的必要条件,也是整体科技水平提高和经济社会可持续发展的基石。

2008 年,科技部正式启动科技基础性工作专项重点项目“中国北方及其毗邻地区综合科学考察”,标志着我国跨国综合科学考察工作迈出了坚实的一步。这是我国首次开展对俄罗斯和蒙古国中高纬度地区的大型综合科学考察,在我国科技基础性工作史上具有划时代的意义。在该项目的推动下,以董锁成研究员为首席科学家的项目全体成员,联合国内外 170 余位科学家,利用 5 年多的时间连续对俄罗斯远东地区、西伯利亚地区、蒙古国,中国北方地区展开综合科学考察,该项目接续了中断数十年的中苏科学考察。科考队员足迹遍布俄罗斯北冰洋沿岸、东亚太平洋沿岸、贝加尔湖沿岸、勒拿河沿岸、阿穆尔河沿岸、西伯利亚铁路沿线、蒙古沙漠戈壁、中国北方等人迹罕至之处,历尽千辛万苦,成功获取考察区范围内成系列的原始森林、土壤、水、鱼类、藻类等珍贵样品和标本 3000 多个(号),地图和数据文献资料 400 多套(册),填补了我国近几十年在该地区的资料空白。同时,项目专家组在国际上首次尝试构建东北亚南北生态样带,揭示了东北亚生态、环境和经济社会样带的梯度变化规律;在国内首次制定 16 项综合科学考察标准规范,并自主研制了野外考察信息采集系统和分析软件;与俄蒙科研机构签署 12 项合作协议,创建了中俄蒙长期野外定位观测平台和 E-Science 数据共享与交流网络平台。项目取得的重大成果为我国今后系统研究俄蒙地区资源开发利用和区域可持续发展奠定了坚实的基础。我相信,在此项工作基础上完成的《中国北方及其毗邻地区综合科学考察》丛书,将是极富科学价值的。

中国北方及其毗邻地区在地理环境上是一个整体,它占据了全球最大的大陆——欧亚大陆东部及其腹地,其自然景观和生态格局复杂多样,自然环境和经济社会相互影响,在全球格局中,该地区具有十分重要的地缘政治、地缘经济和地缘生态环境战略地位。中俄蒙三国之间有着悠久的历史渊源、紧密联系的自然环境与社会经济活动,区内生态建设、环境保护与经济发展具有强烈的互补性和潜在的合作需求。在全球变化的背景下,该地区在自然环境和经济社会等诸多方面正发生重大变化,有许多重大科学问题亟待各国科学家共同探索,共同寻求该区域可持续发展路径。当务之急是摸清现状。例如,在当前应对气候变化的国际谈判、履约和节能减排重大决策中,迫切需要长期采集和积累的基础性、权威性全球气候环境变化基础数据资料作为支撑。在能源资源越来越短缺的今天,我国要获取和利用国内外的能源资源,首先必须有相关国家的资源环境基础资料。俄蒙等周边国家在我国全球资源战略中占有极其重要的地位。

中国科学家十分重视与俄、蒙等国科学家的学术联系，并与国外相关科研院所保持着长期良好的合作关系。1998年、2004年，全国人大常委会副委员长、中国科学院院长路甬祥两次访问俄罗斯，并代表中国科学院与俄罗斯科学院签署两院院际合作协议。2005年、2006年，中国科学院地理科学与资源研究所等单位与俄罗斯科学院、蒙古科学院中亚等国科学院相关研究所成功组织了一系列综合科学考察与合作研究。近年来，各国科学家合作交流更加频繁，合作领域更加广泛，合作研究更加深入。《中国北方及其毗邻地区综合科学考察》丛书正是基于多年跨国综合科学考察与合作研究的成果结晶。该项成果包括：《中国北方及其毗邻地区科学考察综合报告》、《中国北方及其毗邻地区土地利用/土地覆被科学考察报告》、《中国北方及其毗邻地区地理环境背景科学考察报告》、《中国北方及其毗邻地区生物多样性科学考察报告》、《中国北方及其毗邻地区大河流域及典型湖泊科学考察报告》、《中国北方及其毗邻地区经济社会科学考察报告》、《中国北方及其毗邻地区人居环境科学考察报告》、《东北亚南北综合样带的构建与梯度分析》、《中国北方及其毗邻地区综合科学考察数据集》、*Proceedings of the International Forum on Regional Sustainable Development of Northeast and Central Asia*。

2013年9月，习近平主席访问哈萨克斯坦时提出“共建丝绸之路经济带”的战略构想，得到各国领导人的响应。中国与俄蒙正在建立全面战略协作伙伴关系，俄罗斯科技界和政府部门正在着手建设欧亚北部跨大陆板块的交通经济带。2014年9月，习近平主席提出建设中俄蒙经济走廊的战略构想，从我国北方经西伯利亚大铁路往西到欧洲，有望成为丝绸之路经济带建设的一条重要通道。在上海合作组织的框架下，巩固中俄蒙以及中国与中亚各国之间的战略合作伙伴关系是丝绸之路经济带建设的基石。资源、环境及科技合作是中俄蒙合作的优先领域和重要切入点，迫切需要通过科技基础工作加强对俄蒙的重点考察、调查与研究。在这个重大的历史时刻，中国北方及其毗邻地区综合科学考察丛书的出版，对广大科技工作者、政府决策部门和国际同行都是一项非常及时的、极富学术价值的重大成果。



2014年12月

前言

东北亚地区在地理区域上是一个整体,主要包括俄罗斯西伯利亚和远东地区,中国东北、西北和华北地区,蒙古全部,朝鲜北部地区及日本北部地区。东北亚地区有着十分重要的地缘政治、地缘经济和地缘生态战略意义。其中,俄罗斯和蒙古是中国重要的邻国。俄罗斯西伯利亚和远东地区探明的各种矿物资源占全俄罗斯的80%以上,潜在价值约25万亿美元,石油、天然气、煤炭的储量巨大,分别占世界总储量的38%、4%、16%,黑色及有色金属、贵金属、稀有金属、非金属矿储量非常丰富。该区江河湖泊众多,拥有世界最大的淡水湖——贝加尔湖,水电资源占全俄罗斯的50%;森林覆盖面积2.75亿 hm^2 ,占全俄罗斯的41.96%,木材蓄积量占全俄罗斯的48.8%,占世界的12%;生物资源占有重要地位,水产品的捕获量占全俄罗斯的50%以上。此外,俄罗斯和蒙古还拥有广阔的土地资源。

以中国东北和华北、俄罗斯西伯利亚和远东、蒙古为主的东北亚地区位于欧亚大陆的东端和太平洋的西岸,地理位置独特,季风活动影响强盛,地貌复杂(山地、丘陵、平原、沙地),自然地理条件区域分异规律明显,气候由东向西由湿变干,由南向北由暖变冷,相应的生态系统类型多种多样,包含苔原(冻原)、北方针叶林、落叶阔叶林、温带草原、灌丛、沼泽甚至荒漠等中、高纬度主要陆地生态系统类型,是从地理单元研究和认识生物多样性形成与生态系统演化非常理想的场所。其中,大面积的森林和草地资源及丰富的河流和湖泊孕育了该地区独特的生物多样性,在全球生物多样性组成中占有重要的位置,具有重要的研究价值。根据有关的资料和区域对比,估计整个东北亚地区仅高等植物种类就有10 000种左右(仅内蒙古地区有高等植物约2500余种)。然而,由于随着人类对自然生态系统干预能力的不断增加,近代部分生物灭绝的速率大大超过原来固有的规律,生物多样性受到前所未有的严重威胁。生物多样性丧失所产生的巨大损失已经引起全世界科学家的高度重视,生物多样性研究已经是科学研究的最重要内容之一,是开展生态系统研究的基础和不可或缺的组成部分。研究东北亚地区,有助于我们从地理单元整体认识该地区的生物区系组成与维护机制,对多国联合保护该区关键生物物种具有重要的指导意义。为此,在科技基础性工作专项重点项目“中国北方及其毗邻地区综合科学考察”的资助下,我们对该地区的植物多样性、水生生物(主要是鱼类)多样性以及自然保护区进行初步的探讨,试图为该地区生物多样性保护提供基础数据。考虑到植物区系的整体性,本书将蒙古高原作为一个整体进行论述。

东北亚地区南部的草地分布非常广阔,这里拥有地球上最丰富的草地资源。据《世界资源报告》和《中国草地资源统计》记载,1985年世界各类草地面积总计 $6.72 \times 10^9 \text{hm}^2$ 。其中,永久草地面积为 $3.17 \times 10^9 \text{hm}^2$ 。亚洲永久草地面积为 $6.45 \times 10^8 \text{hm}^2$,位于蒙古的永久草地面积为 $1.39 \times 10^8 \text{hm}^2$,位于中国境内的内蒙古、新疆、甘肃、青海和宁夏等省(自治区)的天然草地面积为 $1.93 \times 10^8 \text{hm}^2$ 。两部分(北亚主要地区)合计的永久草地

面积占亚洲永久草地面积的 51.5%，是欧亚草原的主体。北亚草原主要分布在中国松辽平原、内蒙古高原、黄土高原等地，并通过内蒙古草原区与蒙古草原区连接在一起 (Bredenkamp et al., 2002)。沿 110°E 线自北向南跨越三个全球集水盆地 (北部、大西洋区、亚洲中部封闭盆地)，因此，该区域具有显著水分区异特征的生态环境条件，草地生态系统类型有沼泽草甸、草甸、草甸草原、干草原、荒漠草原。作为亚洲北部的高纬度地区，北亚具有独特的自然环境和社会经济条件，是全球环境变化的敏感区之一。同时，北亚的东南部也是世界人口密度最大的区域之一。该区域气候和人为干扰的不同导致广泛分布的草地生态系统呈现不同的退化格局，中亚荒漠地区草地退化面积占东北亚地区总面积的 27%，中国草地退化面积约占 1/3，主要集中在北方草地区 (内蒙古、宁夏、甘肃、新疆)。该地区集中体现了人类活动和气候变化对草地生态系统的不同影响，可为研究人类活动和气候变化对草地退化的贡献、探究草地退化进程和成因、揭示草地生态系统退化的内在机制提供理想的实验场地。生物多样性科学考察对认知该地区荒漠化进程、贝加尔湖的保护、草地资源的合理可持续利用，充分发挥草地的经济和社会效益具有重要的指导价值。

东北亚地区分布大面积森林，主要由寒温带北方森林 (泰加林)、温带针阔叶混交林和暖温带落叶阔叶林及一些以偃松 (*Pinus pumila*) 和岳桦 (*Betula ermanii*) 为优势树种的山地矮曲林组成。其中，北方针叶林占绝大部分，东西向横跨整个东北亚，其树种主要为西伯利亚落叶松 (*Larix sibirica*) 和兴安落叶松 (*Larix gmelinii*)，另有部分云冷杉林，主要分布于西西伯利亚地区，主要树种是西伯利亚云杉 (*Picea obovata*)、西伯利亚冷杉 (*Abies sibirica*) 和优势树种为欧洲赤松 (*Pinus sylvestris*) 的松林。东北亚地区森林总面积约为 599.7 万 km²，约占世界森林总面积 (3879.8 万 km²) 的 15.5%，森林覆盖率约为 36.6%。其中，中国北方地区森林总面积仅为 45.7 万 km²，森林覆盖率仅为 12.7%，不及世界森林覆盖率 (26%) 的一半；俄罗斯西伯利亚和远东地区森林总面积约为 554 万 km²，森林覆盖率达 43.4%，远高于世界森林覆盖率。东北亚地区森林蓄积总量约为 636.5 亿 m³，是世界森林蓄积总量 (3100 亿 m³) 的 20.5%。其中，94.4% 在俄罗斯境内。东北亚森林资源的主要特点是森林面积大，森林覆盖率高，森林资源丰富，是世界最大森林地区之一。但森林资源分布极不平衡，中部多，南部少 (因人类过度开发利用)，且多分布于人迹罕至和人口密度极小 (2 人/km²) 的边远地区，极少受到人类活动的干扰，对该地区森林生态系统的考察可以深入揭示气候变化对森林生态系统的深远影响。

中国北方及其毗邻的蒙古和俄罗斯西伯利亚地区拥有丰富的淡水资源，分布有多个世界性大江大湖，如贝加尔湖、库苏古尔湖、乌布苏湖、勒拿河、叶尼塞河、鄂毕河、黄河、黑龙江 (阿穆尔河) 等。其中，贝加尔湖是世界最深、体积最大的淡水湖，占全球流动淡水河流、湖泊总水量的 1/5，而勒拿河三角洲是全球第二大三角洲。考察区水生生物资源十分丰富，仅淡水鱼类就有 153 属 350 种，特有程度高。该地区是水鸟极为重要的繁殖地，在全球生物多样性保护中占有极为重要的地位。总体看，该地区动物区系属于古北界。除贝加尔湖外，动物区系组成差异并不明显，特别是西伯利亚地区，不同水系间物种组成极为相似。中国北方水体在鱼类区系组成方面与蒙古、俄罗斯西伯利亚地区存在广泛的联系。

水生生物专题对蒙古境内色楞格河、库苏古尔湖，俄罗斯贝加尔湖、勒拿河、阿穆尔河、阿尔泰地区，中国北方黑龙江（阿穆尔河）、绥芬河、黄河水生生物先后进行 10 次考察（5 次国外考察），获得大量的标本和样品。在实地野外调查的基础上，对色楞格河-贝加尔湖藻类、大型底栖动物、鱼类，勒拿河藻类、鱼类，黄河大型底栖动物、鱼类以及黑龙江（阿穆尔河）和绥芬河鱼类进行了较全面的论述，并整理了相关文献资料，分析了俄罗斯西伯利亚、蒙古和中国北方 22 个地理单元鱼类区系的历史关联。

作 者

2014 年 11 月

目 录

第1章 中国北方及其毗邻地区植物区系	1
1.1 中国北方及其毗邻地区植物多样性发育的自然地理背景	1
1.2 中国北方及其毗邻地区植物多样性组成的基本特征	3
1.3 中国北方及其毗邻地区植物区系分区特征	7
1.4 中国北方及其毗邻地区植物多样性研究中的新发现	17
第2章 贝加尔湖地区森林	21
2.1 主要森林植被类型与分布	21
2.2 主要森林类型的积蓄量	26
第3章 中国北方及其毗邻地区草地	28
3.1 草地 NPP 总体空间格局分析	28
3.2 草地 NPP 时间变化特征分析	30
3.3 草地 NPP 变化	32
3.4 中国内蒙古和蒙古草地利用状况——草地变化差异对比及驱动力分析	34
第4章 考察区水生生物多样性	39
4.1 考察区自然地理概况	39
4.2 野外实地考察与样本采集	48
4.3 考察区要素时空格局、地域特点及地域分异规律	69
4.4 典型区域比较分析	86
第5章 贝加尔湖地区自然保护区	111
5.1 贝加尔湖地区自然保护区	112
5.2 伊尔库茨克 (Irkutsk) 地区自然保护区	115
5.3 雅库茨克地区自然保护区	115
参考文献	118
附图	121
附图1 俄罗斯勒拿河鱼类	121
附图2 贝加尔湖-色楞格河藻类	124
附图3 俄罗斯勒拿河藻类	129

附表	133
附表 1 2008 年俄罗斯蒙古联合样点水环境数据	133
附表 2 2008 年中国-俄罗斯-蒙古科学考察藻类标本记录	135
附表 3 俄蒙考察鱼类采样详细情况	139
附表 4 2009 年勒拿河考察藻类采集记录	143
附表 5 额尔古纳河鱼类调查名录	145
附表 6 绥芬河鱼类名录及分布	147
附表 7 黑龙江流域的鱼类	150
附表 8 黑龙江（阿穆尔河）流域的特有鱼类及其分布	154
附表 9 黄河干流上游、中游、下游及河口鱼类名录、分布和生态习性	155
附表 10 考察区鱼类分布	158