

研究生教学用书

教育部学位管理与研究生教育司推荐

资源环境监测与评价

*Monitoring and Assessment
of Resource and Environment*

孙玉军 主编



高等教育出版社

研究生教学用书

教育部学位管理与研究生教育司推荐

资源环境监测与评价

Monitoring and Assessment
of Resource and Environment

孙玉军 主编



高等教育出版社

内容提要

全书共分6章,系统介绍了资源环境监测与评价的国内外动向、理论、方法、技术及其在林业上的应用。内容包括网络及多资源;生物数学方法及应用;监测系统与设计;评价系统与组织;森林资源和环境监测与评价系统;林业工程项目管理的监测与评价。全书从资源环境监测评价理论切入,以组织监测评价系统的理论体系,设计专业、专项的系统验证分析模式为线索,建立了监测、评价、控制、实施的监测评价理论及应用层次体系。

本书除作为研究生教材外,也可以供相关专业的高年级本科生作为教材或教学参考书,对从事资源环境或地学领域研究工作的人员也具有较高的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

资源环境监测与评价/孙玉军主编. —北京:高等教育出版社,2007.8

ISBN 978-7-04-018661-1

I. 资… II. 孙… III. ①森林资源-环境监测②森林资源-环境-评价 IV. X322

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 103870 号

策划编辑	陈正雄	责任编辑	徐丽萍	封面设计	李卫青
责任绘图	朱 静	版式设计	史新薇	责任校对	俞声佳
责任印制	宋克学				

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landaco.com
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司		http://www.landaco.com.cn
印 刷	北京大容彩色印刷有限公司	畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×960 1/16	版 次	2007年8月第1版
印 张	21.75	印 次	2007年8月第1次印刷
字 数	360 000	定 价	36.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18661-00

序 一

近年来,伴随着日趋明显的全球环境变化,森林生态系统受到的影响越来越大。如酸沉降、气候变化、环境污染、土壤酸化等直接影响森林生态系统的生物多样性和稳定性。

为了准确把握森林资源对全球变化的响应规律,正确分析评价,从而达到科学决策的目的,欧美等发达国家在森林资源监测内容和手段上不断增加其信息量与科技含量。例如,源于20世纪七八十年代欧洲不少国家出现的森林受害现象的研究,多数有关森林受害原因的假说认为所观测到的不同受害情况是整个生态系统功能失调的表现,而这又与远距离工业对空气的污染所形成的酸沉降有关。在这样的背景下,长距离跨国界空气污染公约执行机构在1985年决定启动空气污染对森林影响的评价和监测国际合作项目(ICP)。1986年出版了《空气污染对森林影响的统一采样、评价、监测和分析的方法与标准手册》。1989和1994年又两次补充和扩展了它的工作内容。这样在传统的森林木材资源监测与评价体系上形成了一个以森林质量和环境为主要目的的监测与评价系统,形成了一个完整的森林资源、森林状态和森林环境的监测与评价体系。这个体系除了定期报告森林资源外,还报告森林健康、森林环境等状况。

近几十年来,国际森林资源与环境监测不仅拓宽了监测内容,在监测仪器和分析手段上也有了长足的进步。例如,设立了许多定位或半定位的样地,采用自动和连续观测的设备,在野外观测和室内分析中使用了冠层图像分析系统(SCANOPY),加大了可视化程度;年轮图像分析系统(DENDRO),实现了年轮自动探测;还有根系图像分析系统(RHIZO),LEDHA-GEO激光测树仪等,大大提高了监测与分析的精准性。

我国经过多年的努力,建成了以固定样地为主的地面森林资源监测体系,相关的技术也在不断提高,如20世纪50年代就应用了航空遥感。近年来,GIS分析评价技术,GPS定位技术也日趋普及。在生态系统的监测中,我国也建立了一些生态定位站,在一定程度上实现了半自动化的观测记录。但整体上说,不论监测内容还是监测的技术手段与发达国家相比,我们还有很大差距。尤其是我国的资源监测系统与生态监测系统没有形成一个统一的体系,在森林资源报告中,一般不包括森林健康和森林环境的内容。

根据人类对森林认识的不断深化,需要加强我国对森林资源与环境的监测与评价的理论与技术的关注和研究,因为这是林业建设的基础性工作。我国许多学者已经认识到这项工作的重要性,近期陆续发表或翻译出版了有关资源监测与评价的论文与著作。

孙玉军教授主持编写的这本新书,包括监测系统的类型及其设计、监测方法与数据获取、数据处理方法、评价模型等内容,同时提供了大量国内外有关森林监测与评价的信息,是我国第一本系统介绍资源环境监测与评价的原理及其在林业上应用的硕士研究生教材。研究生教材建设是提高研究生培养质量的一项重要基础性工作。教材内容应具有科学性、系统性和基础性,同时也必须具有前沿性,使读者不仅能获得相关学科比较系统的科学知识,也能被引导进入当代科学技术的前沿。该书作者们正是遵循上述原则,凝练了多年科研与教学经验的基础,补充了近年来国内外研究成果,完成了这部著作。此书除作为我国林学硕士研究生的教材外,对从事资源环境研究工作的人员也具有较高的参考价值。

中国科学院院士 唐守乙

2007年3月于北京

序 二

资源与环境是社会经济可持续发展的基础。资源环境监测与评价一直是国际社会重要的理论研究与技术开发领域。多年来,联合国粮农组织(FAO)对全球或一些地区的资源环境监测与评价进行立项,监测与评价资源环境变化的速度,研究其动力学机制。联合国环境规划署(UNEP)也在详细研讨包括环境在内的各种因子,对全球资源环境监测与评价开展进一步的研究,通过对 SPOT 极高分辨率数据做二次抽样,提高了解译的准确性。荷兰与巴西联合建立空间对地面观测系统,专门用于资源环境监测与评价。他们用一簇带有微波传感器系统的卫星,将这些卫星获取的数据直接发送回地面,生成标准的物理变量,再经过用户数据处理,被广泛用于资源环境领域。

新中国成立后,特别是改革开放以来,为了合理保护与利用自然资源,促进当地产业发展,以及对诸如冰川、泥石流、冻土和滑坡等一些特殊自然现象进行监测与评价,我国先后在全国各重要生态区建立了许多定位研究站。林业部门也布设了大量的地面样地,形成森林自然环境监测系统,监测技术不断提高。不论在解决资源环境所面临的问题方面,还是发展资源环境监测与评价理论体系方面都发挥了重大作用。

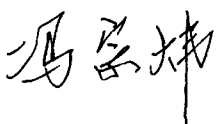
然而,全球资源不合理的开发对于环境负面影响的不断加大,越来越引起人们的广泛关注。尤其是,发展中国家的资源环境实时数据远不能满足可持续发展的要求,为了制定切实可行的资源环境可持续发展战略,建立资源环境基础数据的监测与评价系统是非常必要的。按照 21 世纪议程,资源环境监测与评价是生态建设的基础性工作,发展中国家资源环境监测与评价的能力必须得到增强和发展。

顺应这一形势的需要,近年来,资源环境监测与评价一直是生物学和地学等相关领域的研究热点,孙玉军教授主持编写的这本教材就是其中有代表性的一部著作,对推动我国资源环境监测与评价的研究与实践具有重要意义。

孙玉军教授,作为一位青年学者,林学基础扎实,知识结构较好,一直从事有关资源环境的教学与科研工作。他和其他几位青年学者一起编写的这本教材,吸收了不少国内外优秀科研成果,跟踪世界发展趋向,系统介绍了资源环境监测的原理及其在林业上的应用,反映了该领域的一些

新成就、新方法和新技术。对完善我国林学研究生的教材体系建设做出了成功的尝试。这本书还提供了资源环境监测与评价技术方法在相关行业中实际应用的案例,对从事地学 and 环境保护的科研、教学人员也有参考价值。

中国工程院院士



2007 年 3 月

前 言

森林资源监测与评价是林学学科,特别是森林经理学科研究生的重要专业基础课之一,本教材是在该课程讲稿的基础上完成的。该课程讲稿1997年开始在研究生教学中试用,并经过几年的完善、更新与充实,2000年正式开始组织编写本教材。几年来,本书编写组及有关人员多次召开讨论会,就编写提纲、初稿、修改稿等进行了广泛的讨论。全书以介绍资源环境监测评价理论切入,以组织监测评价系统的理论体系,设计专业、专项的系统验证分析模式为线索,建立了监测、评价、控制、实施的监测评价理论及应用层次体系。因此,定名为《资源环境监测与评价》。

作为一本教材,体现学科前瞻,综合学科精华,显示团队力量,展现学科储备是我们的编写原则。编写过程中,我们注意吸收更多的国内外优秀成果,把握国际研究方向,反映新知识、新成就,及其有益和有效的新经验、新方法、新技术,同时,突出科技含量与逻辑含量,包括生物数学方法的林学应用等,既体现林业特色,又超越林业自身。本书尝试的主要贡献点在于,资源环境监测与评价系统设计的通用方法;科技含量、逻辑含量的进一步提升;作为理论型书籍,其前瞻性的理论(多信息源综合的理论支持)与实际应用的复杂性的协调方案等。对于林学以外的交叉学科,从我们的角度把思路提出来,同样也是一种尝试。

全书共分6章,系统地介绍了资源环境监测与评价的国内外动态、理论、方法、技术及在林业上的应用。第1章、第2章第1~4节由孙玉军编写;第2章第5~7节、第3章由张晓丽编写;第4章由彭道黎编写;第5章由叶荣华编写;第6章由郑小贤编写;王新杰负责卫星监测资料。根据专家的建议引进了森林生态系统健康及生态补偿的部分内容。各章初稿完成后,由孙玉军、王新杰统稿。

本书从提纲到定稿,我国老一辈森林经理学家、北京林业大学关毓秀教授和董乃钧教授都提出了很好的建议和意见。特别是,中国科学院唐守正院士、中国工程院冯宗炜院士提出了很好的修改意见,并欣然为之作序,给予很高评价。各位通讯评审专家及国务院学科评议组专家们对初稿也提出了很好的修改意见。教育部学位与研究生教育发展中心郑晓梅老师给予很多帮助。北京林业大学00、01、02及03级有关专业的部分研究生提供了资料方面的帮助,王雪军、张志涛、王亚明等作了大量的文字

处理工作。本书引用了许多学者的研究成果。在此一并表示敬意和感谢。

本书部分成果得到国家自然科学基金项目“基于森林资源清查的碳循环规律研究(编号 30571492)”；高等学校博士学科点专项科研基金“基于树木生长的森林碳储量模型(编号 20060022009)”的资助。

编写这样一本教材,对我们来说是一个从无到有、基本没有多少成熟资料可供借鉴的创造性工作。一本成熟的教材体系的建立,需要经长时间的推敲,在短时间内很难做到。因此,尽管我们为之倾注了许多心血,由于水平与经历有限,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 3 月

目 录

第 1 章 网络及多资源监测	1
§ 1.1 全球性及国外网络	1
一、全球性自然资源监测网络	1
二、区域或国家网络	5
§ 1.2 我国网络建设	6
一、中国生态系统研究网络	6
二、我国环境监测的现状与能力建设	10
§ 1.3 森林环境监测及影响评价	13
一、环境影响评价因子及筛选	13
二、森林环境因子监测及方法	15
三、水土保持监测	19
四、森林生态系统健康及监测	22
§ 1.4 多资源监测	30
一、森林游憩资源监测与评价	30
二、水利渔业湿地资源估测	34
三、放牧和野生动物资源与生境估测	43
四、树木年代学与历史文化遗产地评估	51
五、生态补偿	54
六、森林生态系统碳估测	57
参考文献	65
第 2 章 生物数学方法及应用	71
§ 2.1 福斯特曼模型及应用	71
一、利息、贴现率和净现值	71
二、Faustmann 公式的导出	72
三、Faustmann 公式的解释和应用	73
四、Faustmann 模型的深化	74
§ 2.2 变分法技术及应用	75
一、变分法的基本预备定理	75
二、林学中的变分法问题	77
三、变分法模型的林学应用	82
§ 2.3 系统仿真模型及应用	84

一、基本理论	85
二、案例研究	87
三、展望与问题	87
§ 2.4 林分生长预估模型	90
一、综述	90
二、理论生长方程	90
三、案例研究	91
四、发展方向	92
§ 2.5 灰色系统分析方法	93
一、灰色关联分析	94
二、灰色建模	95
§ 2.6 统计分析方法	97
一、分布型分析	98
二、相关分析	102
三、回归分析	103
四、聚类分析	104
五、主成分分析	106
六、判别分析	108
七、马尔科夫预测	109
八、时间序列分析	111
§ 2.7 模糊数学分析方法	116
一、基本概念	116
二、模糊聚类分析	118
三、模糊综合评判	120
参考文献	122
第3章 监测系统及其设计	123
§ 3.1 监测的概念与分类	123
一、基本概念	123
二、监测的类型	127
§ 3.2 监测体系的结构设计	132
一、确定监测内容和监测层次	132
二、监测总体和监测单元	133
三、监测期的确定	134
四、广义监测系统的体系结构	135
五、变量指标体系的确定	138

§ 3.3 监测方法和技术	140
一、信息获取途径和方法	140
二、信息处理和分析方法	159
三、信息传输技术	168
四、监测体系的产出	170
五、监测中的数据质量和监测精度问题	170
§ 3.4 监测技术系统的设计	173
一、监测技术系统设计的原则	175
二、需求分析	175
三、可行性分析	176
四、技术系统设计	176
五、技术方案的比较和修正	177
§ 3.5 监测信息系统设计	178
一、建立监测信息系统的意义	178
二、概念设计	179
三、实际设计	183
参考文献	186
第 4 章 评价系统及其组织	187
§ 4.1 评价理论	187
一、评价的概念	187
二、评价系统及模型	187
三、指标值的量化及其标准化	188
四、指标权重的综合集成	189
五、指标综合的方法	192
§ 4.2 评价指标体系的概念、结构及其建立方法	194
一、指标体系的概念	194
二、指标体系的结构	194
三、指标体系的建立方法	196
§ 4.3 评价模型和方法	199
一、多层次、多指标评价模型	199
二、DEA 模型	202
三、土地资源评价	205
§ 4.4 货币评价	211
一、计算基础	211
二、林地评价	213

三、林木评价	218
四、森林环境评价	224
五、供给氧气和净化大气效能	233
参考文献	235
第 5 章 森林资源和环境监测评价系统	236
§ 5.1 全球及区域森林资源和环境监测评价系统	236
一、世界资源研究所的世界资源评价	241
二、UNEP 的全球环境展望	247
三、FAO 的世界森林资源评价	253
四、全球与区域资源环境评价系统设计的一般规律	260
§ 5.2 世界部分国家的森林资源清查体系	268
一、美国森林资源清查体系的设计	268
二、加拿大的森林资源清查设计	276
三、瑞士的森林资源清查	279
§ 5.3 我国森林资源与环境监测评价体系	282
一、森林资源监测体系	282
二、荒漠化监测体系	285
三、野生动植物监测体系	286
四、湿地监测系统	287
五、林火监测系统	287
六、森林资源与环境综合监测评价系统的一个设计	288
参考文献	292
第 6 章 林业工程项目管理监测与评价	296
§ 6.1 林业六大工程及监理	296
一、林业六大工程简介	296
二、工程监理	301
§ 6.2 林业工程项目管理与环境影响评价	310
一、项目管理	310
二、林业工程项目特点	315
三、环境影响评价	317
§ 6.3 林业工程监测与评价	324
一、目的与意义	324
二、基本原则	325
三、指标体系	325
参考文献	334

第 1 章 网络及多资源监测

§ 1.1 全球性及国外网络

人对自然界的态度应该是保护自然,即保护人类生活其中的自然资源和自然环境,使之免遭破坏。自然环境是指环绕着人类的空间中可以直接或间接影响到人类生活生产的一切自然形成的因素和物质、能量的总体;而在一定的技术经济条件下,自然界中对人类有用的一切物质和能量都称之为自然资源,如:土壤、水、草地、森林、野生动植物、矿物、阳光、空气等。自然资源是自然环境的组成部分,因此,从某种意义上讲,保证自然资源的合理开发利用,不使其遭到掠夺式的经营和破坏,也就是保护了自然环境。自然保护的目的是为了给当代和后代建立最舒适的生活、工作和生产条件,以保证社会的持续发展和经济的繁荣进步。但必须指出,保护自然并不意味着保持自然的原始状态,不许人们去触动它;保护资源是为了最有效、最充分地利用自然资源,使可更新资源达到永续利用。而自然资源监测工作是保护自然的基础和关键环节。

20 世纪 60 年代以后,人类逐渐意识到由环境危机带来的生存危机,人类看清楚生态环境问题的严重性和紧迫性之后,就要寻找问题的出路,来协调人与生物圈的关系,遵循自然规律,维持生态平衡,保护自然资源的永续利用。在这样的时代背景下,国际自然保护组织对自然保护事业起了重大的推动作用。

一、全球性自然资源监测网络

目前,几个较突出的全球性自然资源监测网络有:国际自然保护监测中心(CMC),人与生物圈计划(MAB),全球环境监测系统(GEMS)等。CMC 和 GEMS 分别隶属国际自然和自然资源保护同盟(IUCN),联合国环境规划署(UNEP)。IUCN 是由联合国教科文组织和法国政府于 1948 年在法国的劳坦诺布连创立,其性质是为有效保护自然和自然资源而建立的国际性领导机构;它的最高权力机构是理事会,理事会下设生态、环境教育、规划、政法、国家公园与自然保护区、物种保存等 6 个委员会和自然保护监测、环境法律、自然保护开发等 3 个中心。UNEP 建立于 1973

年1月,总部设在肯尼亚首都内罗毕,UNEP的环境监测系统提供来自全球各个监测网络的资料,并促进建立新的监测站和监测网络以填补空白,从而为环境管理提供了坚实的科学基础。由于MAB的特殊位置,下面对其特征进行主要介绍。

世界上所出现的众多问题概括起来是人口、农业(粮食)、资源、能源和环境这五大问题,这五个问题归根结底就是人与生物圈的生态平衡问题。于是,1971年联合国教科文组织在全世界范围内开展了一项大型国际科学合作项目——人与生物圈计划(Man and the Biosphere Program,简称MAB)。MAB是人类历史上第一次将自然科学与社会科学结合起来的国际合作的科研项目,它第一次把作为社会单位的人与自然及其资源作为一个整体来研究。中国于1973年开始参与MAB活动,1978年成立了“中国人与生物圈国家委员会”,秘书处设在中国科学院。中国科学家多次当选MAB计划政府间理事会成员,积极参与该计划各项活动,为MAB计划的全球发展作出了积极贡献。

(一) MAB 研究项目

人与生物圈计划自建立以来在下面14个领域中开展了大量的研究工作:①日益增长的人类活动对热带和亚热带森林生态系统的影响;②不同土地利用措施对温带和地中海森林景观的影响;③人类活动和土地利用措施对放牧地、热带稀树草原和草场(从温带到干旱地区)的影响;④人类活动对干旱和半干旱地区生态系统的动态变化的影响,特别强调灌溉的作用;⑤人类活动对湖泊沼泽河流三角洲河口及沿海地区的价值和资源的生态学的作用;⑥人类活动对山地和冻原生态系统的的影响;⑦岛屿与生态系统的生态学与合理利用;⑧自然区域及其遗传物质的保护;⑨在陆地和水生生态系统中化肥的使用和病虫害防治的生态学估计;⑩大型工程对人类及其环境的影响;⑪城市系统的生态学;⑫环境的改造及其人口适应数量和遗传结构的相互关系;⑬对环境质量的认识;⑭环境污染研究及其对生物圈的作用。

各国根据自己的情况在上述14个方面又确定具体的研究内容和范围,同时在研究期限的长短、可利用资源的丰富程度、参加研究的学科和机构等方面,各国都有自己的特色。

(二) MAB 的研究方法

在人与生物圈计划的实施过程中可区分为三种形式:国际确认的试点项目、国际对比研究、各国自己开展的研究项目。试点项目是MAB的重点,能列入该项目的应该是在不同层次上进行土地利用问题的研究,参加研究的人员包括不同学科的专家及计划工作者和当地的群众。这种多

学科、多部门的综合试点项目是 MAB 对自然资源和环境科学研究的一个很重要的贡献。它把科学研究与不同范围地区的社会经济发展的需要结合起来并形成了所谓的 MAB 的工作方法。目前人与生物圈计划在全世界确定的试点项目共有 70~90 个,取得突出成果的有以刚果西南山区开发为主要内容的马由贝项目等等。

(三) 世界生物圈保护区网

在上述 14 个方面的项目中,第 8 个研究计划的中心任务是建立生物圈自然保护区网。其根本宗旨是对自然资源进行保护,即保护空气、水、土壤肥力和生物资源的自然更新能力。但是,仅保护还不够,还要对这些资源及其状况进行监测和调查研究,也就是知道人类自身和环境之中正在发生的事情,并且决定如何着手和采取什么方法来达到保护的目。所谓生物圈保护区是指那些在自然保护和提供科学知识、维护持续开发等方面有价值,并为联合国教科文组织所承认的陆地和海岸保护地域。生物圈保护区联合成一个世界范围的网路,具有自然保护、科学研究、监测、教育与培训、国际合作、信息交流等方面的功能。

在选择和建立自然保护区时,最重要的标准包括保护区的代表性、多样性、自然性以及作为一个自然保护单位的有效性。另外还有一些次要的标准,包括该地区研究的历史、过去积累的信息、记载的情况、生态系统的调查情况、动植物区系调查和完成的研究项目等。

到 2005 年底,全球共建立了 440 个世界生物圈保护区,分布在 97 个国家,中国共有 26 个自然保护区被纳入世界生物圈保护区网络(表 1-1)。

表 1-1 中国被划入 MAB 生物圈保护区情况统计表

序号	名 称	加入年份
1	Changbaishan 长白山(吉林)	1979
2	Dinghushan 鼎湖山(广东肇庆)	1979
3	Wolong 卧龙(四川)	1979
4	Fanjingshan 梵净山(贵州)	1986
5	Xilin Gol 锡林郭勒(内蒙古)	1987
6	Wuyishan 武夷山(福建)	1987
7	Bogeda 博格达(新疆天山山脉东段博格达峰)	1990
8	Shennongjia 神农架(湖北)	1990
9	Yancheng 盐城(江苏)	1992
10	Xishuangbanna 西双版纳(云南)	1993

续表

序号	名 称	加入年份
11	Maolan 茂兰(贵州荔波县)	1996
12	Tianmushan 天目山(浙江)	1996
13	Fenglin 丰林(黑龙江伊春)	1997
14	Jiuzhaigou Valley 九寨沟(四川)	1997
15	Nanji Islands 南麂列岛(浙江平阳县)	1998
16	Shankou Mangrove 山口红树林(广西北海合浦县)	2000
17	Baishuijiang 白水江(甘肃)	2000
18	Gaoligong Mountain 高黎贡山(云南)	2000
19	Huanglong 黄龙(四川)	2000
20	Baotianman 宝天曼(河南内乡县)	2001
21	Saihan Wula 赛罕乌拉(内蒙古赤峰市巴林右旗)	2001
22	Dalai Lake 达赉湖(内蒙古呼伦贝尔盟)	2002
23	Wudalianchi 五大连池(黑龙江)	2003
24	Yading 亚丁(四川)	2003
25	Foping 佛坪(陕西汉中)	2004
26	Qomolangma 珠穆朗玛(西藏)	2004

(四) MAB 今后发展方向

人与生物圈原定的 14 个题目偏重于生态学地带或自然地理单元, 研究项目对温带、海岸地区、山地和岛屿注意较少。由于近来理论和方法的进步, 许多国际计划成功地完成, 过去只有人与生物圈计划承担的任务, 教科文组织的财政要求它尽可能地将有限的资金应用到最需要的地方去; 还有, 在环境资源领域中出现了一些新的领域, 人与生物圈计划应该在这些方面起主导作用。专家小组建议重新考虑构建其研究结构, 新增加的重点研究问题包括: 不同程度人类活动影响下生态系统的功能; 人类干预下资源的管理与重建; 人类的投资与资源的利用; 人类对环境压力的反应。

在 MAB 计划第十六届国际协调理事会议上, 与会人员对 MAB 今后的发展方向提出了如下看法: 应继续促进自然科学与社会科学的结合, 在政府、科学界和各个利益相关者之间发挥桥梁作用; 生态系统和生物区域