一、项目名称

全国生态系统十年变化（2000-2010 年）调查与评估

二、提名单位及提名意见

提名单位：中国科学院

针对新时期国家生态保护管理决策的需要，经国务院批准，环境保护部与中国科学院联合开展了全国生态环境十年变化（2000-2010 年）遥感调查与评估。历经 5 年 139 个单位 3000 多名科技人员的努力，项目取得系统性创新成果：一是突破国产环境卫星大批量数据高效、高精度处理关键技术，创建天地一体化生态系统调查技术体系；二是创建大尺度生态系统综合调查评估框架、指标体系和模型方法，建立全国与区域尺度生态系统评估技术体系；三是首次系统揭示全国生态系统格局、质量、服务、问题的空间特征、变化趋势与驱动力，全面认识生态国情；四是构建全国生态系统调查评估业务平台，提出改革国家生态监管体制、建立国家生态监测体系，以及国家生态保护关键区域、全国生态功能区划修编方案、全国重点生态功能区调整方案及县区的主导生态功能定位等生态保护对策建议，有效支撑国家生态保护管理与决策。

项目成果得到国家领导人批示并印发国务院 30 个相关部门，为国家生态文明体制改革方案制定、生态保护红线划定、生态转移支付范围确定等生态保护重大战略实施提供了有效支撑，推动建立全国生态状况定期调查评估制度和业务体系。项目取得一系列专著、论文和专利等成果，获省部级特等奖 1 项、一等奖 2 项、中国科学院杰出成就奖 1 项，评选为 2016 年中国科研代表性成果与中科院 2016 年度科技成果转化亮点工作，取得显著社会效益和生态效益。

提名该项目为国家科学技术进步奖 一 等奖。

三、项目简介

生态文明已经成为国家发展重大战略核心，迫切需要摸清和掌握全国生态状况及时空变化特征，全面服务于国家生态文明建设战略布局和国家综合发展宏观决策。针对国家生态保护重大战略需求，环保部、中科院联合开展了“全国生态环境十年变化（2000—2010 年）遥感调查与评估”，项目主要创新和成就如下：

突破基于国产卫星的生态状况遥感调查技术体系。攻克国产环境卫星遥感数据批处理、生态系统变化检测和高精度遥感分类关键技术，建立基于国产环境卫星的生态系统全要素遥感分类技术体系，有效提高了尺度分割的合理性和全要素自动分类的可靠性，使全国生态系统全要素分类精度提高至 95%以上。突破了多源异构数据时空尺度匹配关键技术，构建了基于卫星遥感、长期台站观测、野外调查数据协同的生态系统关键参数反演模型，显著提高了生态参数定量反演精度。

构建国家生态状况综合评估方法体系。突破生态系统定量评估、变化驱动力定量解析等关键

技术，基于生态系统分区分类原理提出了相对生物量密度、相对植被覆盖度等概念，形成基于生态系统“格局-质量-功能-问题-驱动”框架的生态状况综合评估技术体系，在生态系统空间分布规律分析、生态质量和功能定量评估、生态系统问题诊断和生态驱动力识别等方面取得创新，弥补了现有土地利用分类体系中生态系统功能与质量等本质特征缺失、难以适用生态环境管理的局限，实现了国家尺度生态系统综合评估。

摸清全国生态系统时空变化特征与演变规律。摸清了全国生态系统格局时空变化特征，发现生态系统类型转换存在的 13 个分区分异规律，得出生态系统变化面积比例达 2.0%、城镇用地增幅达 28.0%、自然岸线比例降低 10.5%、矿产资源开发强度增幅达 47.6%等重要结论。揭示了全国生态系统质量与服务功能时空变化规律，得出了 34.4%陆地国土面积是生态系统服务功能极重要区和国家生态安全底线的重要判断，定量解析了全国生态系统变化的主要驱动因素及其贡献度，首次揭示城镇扩张、农田开垦、生态恢复是生态系统变化的主要驱动、贡献率分别为 36.9%、26.3%和 34.7%。

项目成果上报国务院并印发相关部委和地方各省，并在《国家环境保护“十三五”规划》、《全国主体功能区规划》、《全国生态功能区划》修编等一系列战略性工作中得到成功应用，为国家生态文明体制改革、国家生态环境保护规划、生态保护红线划定、生态功能区划等一系列生态保护重大战略实施提供了重要支撑。项目还推动建立全国生态环境定期调查评估制度和业务体系，带动一批生态监管新业务、新平台发展，全面提升了我国生态环境管理和决策的能力和水平。项目建立技术指南 24 个，出版专著 30 部、大型图集 1 部，获授权发明专利 6 项，获省部级特等奖 1 项、一等奖 2 项、中国科学院杰出成就奖 1 项。由徐冠华等 9 位院士组成的成果鉴定专家委员会认为，项目成果“属国内领先水平，总体达到国际先进水平，在综合评估技术体系与生态系统综合评估等技术方面的成果国际领先”。

四、客观评价

本项目经过 5 年联合攻关，在全国生态状况调查技术体系、评估技术体系和业务运行体系等方面取得系统性创新，填补了国内外多项空白，科技贡献突出、应用成效显著，得到国内外权威专家、机构、各级环境管理与应用部门、国家主流媒体的充分肯定与高度评价，获部级科技进步特等奖 1 项，一等奖 2 项，中国科学院杰出成就奖 1 项。

1. 中国遥感应用协会对成果的鉴定意见

项目科学调查和评估了我国生态环境十年变化的基本状况、时空特征与问题原因，并取得了生态环境遥感调查与评估技术集成创新，填补了我国生态系统状况本底资料、调查评估框架、内容指标体系、技术方法体系等方面的空白……属国内领先水平，总体达到国际先进水平。在综合评估技术体系与生态系统综合评估等技术方面的成果国际领先。

2. 国际学术界的评价

美国 Science Daily 专文报道中国生态系统评估的工作，美国斯坦福大学教授、美国科

学院院士 Gretchen Daily 在报道中对项目成果予以高度评价：研究团队评估了中国五种支撑生命系统的关键服务功能，即水源涵养、土壤保持、洪水调蓄、防风固沙和生物多样性保护功能，并且明确了其关键区域，对于指导土地利用规划、基础设施选址、城市规划、水源地保护投资等决策提供切实可行的途径。

澳大利亚塔斯马尼亚教授、澳大利亚科学界最高奖尤里卡奖获得者 Christopher 在国际顶级期刊 Science 撰文，引用生态功能区划与重点生态功能区的修编成果，认为生态功能区划的结果可以用来建设限制发展的保护区域，其他区域可以进行不同程度的开发，以此作为全国土地利用与基础设施发展的基础。

3. 地方政府评价

本项目提出的生态系统调查评估技术体系，以及生态遥感数据集在全国 31 个省份得到广泛应用并得到高度评价，如：

安徽省环境保护厅认为：项目建立的生态环境调查技术规范与生态评估方法模型，……，在全省生态保护红线划定、环境监督执法、环境影响评价、突发环境事件应急灯生态环境管理中发挥了很好的作用。

海南省环境科学研究院认为："天地一体化"生态系统调查技术体系，评估框架，以及生态遥感数据集，……，对提升我省生态保护综合管理工作水平、保障国际旅游岛发展和生态安全具有重要意义。

吉林省环境科学研究院认为：全国生态环境十年变化生态系统调查技术体系、评估框架，……，在吉林西部生态经济功能区划、生态红线划定、图们江区域合作等省重点工作中发挥了很好的作用。通过你单位的技术支持和数据产品服务，提高了我院生态环境遥感调查评估技术能力与应用水平，为全省生态环境管理提供了重要支撑作用。

4. 中国科学文献情报中心《科技查新报告》意见

2015 年 1 月，中国科学文献情报中心提供的"全国生态环境十年变化（2000-2010 年）遥感调查与评估"项目《科技查新报告》结论意见认为：

（1）首次从国家尺度-区域尺度-省域尺度，提出多尺度结合、多观测结合、多方法结合、多专题结合的方式，利用多分辨率卫星遥感技术与地面生态系统观测网络相结合，与地面核查与调查相结合的方法，对全国生态系统现状及其变化进行全面评估，区域尺度包括国家重点功能区、国家自然保护区、生物多样性保护优先去、国家生态安全屏障区、典型国家重点开发区、矿产资源开发区、重点城市化区域、重点流域、海岸带、重大生态保护与建设工程区等 10 类区域，在国内外公开文献中未见相同报道。

（2）构建"天-地一体化"生态系统调查评估技术体系，自上而下和自下而上相结合，结合生态系统管理和遥感技术可分性，提出生态系统分类体系，基于面向对象和人机交互的方式开展全国生态系统分类信息提取，建立天地协同的主要地表参数定量反演的技术方法体系，"格局-质量-功能-问题-驱动-胁迫"的国家生态系统评估框架，在国内外公开文献未

见相同报道。

（3）建成全国生态环境调查与评估“一张图”基础平台，实现数据集成与共享、成果服务和发布，实现分析应用、地面观测数据、遥感影像和空间数据库的集成，实现地面核查/调查数据的实时上传与有效管理，实现多源、多尺度、多主题生态环境调查综合分析和评价，建立成全国生态环境调查与评估“一张图”基础平台。系统平台主要集成了多源卫星遥感、生态系统类型、生态系统参数、调查评估成果等数据。系统平台主要实现了多维度统计分析、空间查询、空间专题制图、空间统计，生态系统格局等结果一键式生成等功能。在国内外公开文献中未见相同报道。

五、应用情况

服务国家生态环境保护宏观政策和生态文明战略决策。项目成果经环保部和中科院联合上报国务院后，得到李克强总理、张高丽副总理等国家领导人的重要批示和充分肯定，要求相关部门给予高度关注，按照中共中央、国务院总体部署加快推进生态文明建设，建设美丽中国。成果还印发至 30 个国务院相关部门，直接服务于宏观战略决策。依据项目成果，已办理和落实中央、国务院、全国人大、政协等相关文件 100 多份。

支撑重大改革任务和战略规划制订。基于全国生态系统格局、质量和服务功能等方面的项目成果，我国新近在全国范围开展了生态保护红线划定与监管工作，项目成果为贯彻落实《中共中央、国务院关于加快推进生态文明建设的意见》和新修订实施的《环境保护法》要求的“在国家在重点生态功能区、生态环境敏感区和脆弱区等区域划定生态保护红线，实行严格保护”提供了必要的基础资料和科学支撑。项目成果在《国家环境保护“十三五”规划》、《水污染防治行动计划》、《长江经济带生态环境保护规划》、《京津冀一体化发展生态保护规划》、《七大重点流域水污染防治规划》编制，并成为优化国土开发空间、保障国家生态安全战略布局的基本依据和重要基础。

推动新型生态环境遥感业务工作发展。项目所建立的多尺度大规模生态环境遥感调查技术体系等成果直接推动了国家级和省级自然保护区人类活动监管、生物多样性保护优先区监管、全国生态资产核算、全国良好湖库生态环境保护绩效评估、全国饮用水源地生态风险评估、矿产资源开发监管、海岸带变化遥感监测、全国面源污染负荷定量估算等 10 余项新型遥感监测业务的发展，显著提升了我国生态环境保护管理决策的能力和水平。

形成国家生态环境遥感信息服务能力。依据项目所建立的基于多模式交互与动态配置的全国生态环境十年变化遥感调查评估数据库与信息服务平台，快速形成了我国多源、多尺度、多时相、多要素生态环境遥感监测评估产品实时生产与动态服务能力，目前已按照项目研发的业务模式，生产并上报国务院及环保部各类生态环境遥感监测报告 200 多期，为我国生态环境保护与生态文明建设提供了及时、高效的遥感信息服务。

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	生态环境部（含原环境保护部）	生态环境调查评估成果	支撑国家十三五规划的编制、全国生态保护红线划定、全国生态功能区划修编等	2015 年至今	张文国/010-66556309
2	中国环境科学院	生态环境调查评估成果	支撑《水污染防治行动计划》等工作	2011 年至今	张远/010-84926073
3	环境保护部环境规划院	生态环境调查评估成果	支撑《国家环境保护“十三五”规划》等重要规划的编制	2011 年至今	饶胜/13683346804
4	环境保护部南京环境科学研究所	生态环境调查评估成果	生态保护红线划定	2015 年至今	邹长新/13951983869
5	安徽省环境监测中心站	调查评估技术方法与模型	全省生态保护红线划定、主体功能区规划等工作	2011 年至今	徐升/15855125279
6	福建省环境保护厅	调查评估技术方法与模型	生态保护红线划定、环境督查执法等工作	2011 年至今	林燊/13905929660
7	上海市环境科学研究院	调查评估技术方法与模型	全市环境督查执法、环境影响评价等工作	2011 年至今	吴健/13917059254
8	青海省生态环境遥感监测中心	调查评估技术方法与模型	全省环境督查执法、突发环境事件应急等工作	2011 年至今	田俊量/13997182717
9	内蒙古自治区环境监测中心站	调查评估技术方法与模型	全自治区环境督查执法、突发环境事件应急等工作	2011 年至今	高学磊/15647115986
10	江西省环境保护科学研究院	调查评估技术方法与模型	全省自然保护区管理、 流域健康评价等环境保护管理工作	2011 年至今	廖兵/13755655030
11	海南省环境科学研究院	调查评估技术方法与模型	全省生态保护综合管理	2011 年至今	史健康/15008048505
12	江苏省环境监测中心	调查评估技术方法与模型	全省环境督查执法、突发环境事件应急等工作	2011 年至今	牛志春/13813974545
13	甘肃省环境科学设计研究院	调查评估技术方法与模型	全省生态环境管理	2011 年至今	赵晓囧/13919219491

六、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
论文	Improvements in ecosystem services from investments in natural capital. *Science*, 2016, 352 (6292): 1455-1459.	美国				中国科学院生态环境研究中心	欧阳志云等	

图集	全国生态环境十年变化遥感调查与评估图集	中国				环境保护部、中国科学院	王桥、欧阳志云等	
著作	中国生态环境演变与评估丛书	中国				中国科学院生态环境研究中心等	欧阳志云、王桥，等	
著作	全国生态环境十年变化（2000-2010年）遥感调查与评估	中国				环境保护部、中国科学院	王桥、欧阳志云等	
著作	区域生态保护的遥感监管方法与应用	中国				环境保护部卫星环境应用中心	王桥等	
著作	2000-2010 年全国生态环境十年变化遥感调查与评估工作手册	中国				环境保护部卫星环境应用中心	王桥等	
发明专利	基于阈值和正则化最小二乘的云检测方法和系统	中国	ZL201410748005.2	2018.5.25	2938202	环境保护部卫星环境应用中心，中国科学院遥感与数字地球研究所	王桥、朱利、李家国、殷亚秋、吴传庆、王雪蕾、姚延娟、吴迪	有效
发明专利	一种高分辨率影像与GIS数据配准方法及装置	中国	ZL201710378424.5	2018.11.2	3130995	环境保护部卫星环境应用中心	王桥、杜世宏、郭舟、赵少华、刘思含、吴艳婷、毛学军	有效
发明专利	基于同一卫星平台的多相机图像镶嵌方法及装置	中国	ZL201510152813.7	2017.12.5	2725425	环境保护部卫星环境应用中心	熊文成、王桥、聂忆黄、孙中平	有效
软件著作权	生态环境调查与评估系统平台数据应用系统V1.0	中国	2015SR066107	2014.3.1	00676884	环境保护部卫星环境应用中心	初东，申文明，游代安，万华伟，刘晓曼，张雪，曹飞，孙中平，史园莉，熊文成，付卓，姜俊，肖如林	有效

七、主要完成人情况表

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td>王桥</td><td>性别</td><td>男</td><td>排　　名</td><td>1</td><td>国　　籍</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>技术职称</td><td colspan="3">研究员</td><td>最高学历</td><td>研究生</td><td>最高学位</td><td>博士</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="5">环境保护部卫星环境应用中心</td><td>行政职务</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">完成单位</td><td colspan="5" rowspan="2">环境保护部卫星环境应用中心</td><td>所 在 地</td><td>北京</td></tr>
<tr><td>单位性质</td><td>事业单位</td></tr>
<tr><td colspan="2">参加本项目的起止时间</td><td colspan="6">2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="8">对本项目技术创造性贡献：
对创新点 1、2、3、4 作出了创造性贡献。具体包括：作为项目首席科学家，共同主持完成全国生态环境十年变化遥感调查与评估项目，负责总体方案、调查评估框架和技术体系设计，实施组织管理与技术协调、项目成果集成和综合分析。负责天-地一体化全国生态系统调查技术体系研发，系统平台总体设计和建设方案设计，31 个省份生态系统评估管理与技术协调，负责项目成果总报告和图集编写。主持编写专著 3 部，图集 1 部，取得发明专利 3 项。</td></tr>
<tr><td colspan="8">曾获国家科技奖励情况：
1、2002 年“中国西部地区生态环境现状遥感调查”获国家科技进步二等奖（排名第 1）；
2、2011年“环境一号卫星环境应用系统工程”获国家科技进步二等奖（排名第1）。
3、2016年“国家环境质量遥感监测体系研究与业务化应用” 获国家科技进步二等奖（排名第1）。</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td>欧阳志云</td><td>性别</td><td>男</td><td>排　　名</td><td>2</td><td>国　　籍</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>技术职称</td><td colspan="3">研究员</td><td>最高学历</td><td>研究生</td><td>最高学位</td><td>博士</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="5">中国科学院生态环境研究中心</td><td>行政职务</td><td>中心主任</td></tr>
<tr><td rowspan="2">完成单位</td><td colspan="5" rowspan="2">中国科学院生态环境研究中心</td><td>所 在 地</td><td>北京</td></tr>
<tr><td>单位性质</td><td>事业单位</td></tr>
<tr><td colspan="2">参加本项目的起止时间</td><td colspan="6">2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="8">对本项目技术创造性贡献：
对创新点 1、2、3、4 作出了创造性贡献。具体包括：作为项目首席科学家，共同主持完成全国生态环境十年变化遥感调查与评估项目，负责总体方案、调查评估框架和技术体系设计。负责制定全国生态系统综合评估技术体系，提出了基于遥感技术的生态系统分类体系，创建了“格局-质量-服务-问题-驱动”为主线的全国生态系统评估框架，负责组织全国生态系统格局、质量与生态系统服务功能定量模拟与评估，负责项目成果总报告编写，并将研究应用于全国重点生态功能区调整及各县区主导生态功能定位、生态转移支付范围的确定、国家公园总体空间布局等。主持与共同主持出版专著 4 部，图集 1 部，以第一作者在 Science 发表论文 1 篇。</td></tr>
<tr><td colspan="8">曾获国家科技奖励情况：
1. 2012 年“全国生态功能区划”获国家科技进步二等奖（排名第 1）。
2. 2009 年“中国分区域生态需水”获国家科技进步二等奖（排名第 4）。
3. 2007 年“复合生态系统理论与可持续发展模式示范研究”获国家科技进步二等奖（排名第 2）</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td>侯鹏</td><td>性别</td><td>男</td><td>排　　名</td><td>3</td><td>国　　籍</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>技术职称</td><td colspan="2">正高级工程师</td><td colspan="2">最高学历</td><td>研究生</td><td>最高学位</td><td>博士</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="5">环境保护部卫星环境应用中心</td><td>行政职务</td><td>生态遥感部副主任</td></tr>
<tr><td rowspan="2">完成单位</td><td colspan="5" rowspan="2">环境保护部卫星环境应用中心</td><td>所 在 地</td><td>北京</td></tr>
<tr><td>单位性质</td><td>事业单位</td></tr>
<tr><td colspan="2">参加本项目的起止时间</td><td colspan="6">2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="8">对本项目技术创造性贡献：
对创新点 1、3、4 有重要贡献。具体包括：作为核心人员参加了全国生态环境遥感调查与评估总体设计、实施方案编制、调查评估指标体系编制、调查评估技术指南编制、调查评估数据质量控制和核查、项目实施组织管理与技术协调、项目成果集成和综合分析；以及数据深挖掘和成果应用。与项目组成员合作，出版专著 2 部，图集 1 部。投入的工作量占本人工作总量的 80%。</td></tr>
<tr><td colspan="8">曾获国家科技奖励情况：
无。</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td>郑华</td><td>性别</td><td>男</td><td>排　　名</td><td>4</td><td>国　　籍</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>技术职称</td><td colspan="2">研究员</td><td colspan="2">最高学历</td><td>研究生</td><td>最高学位</td><td>博士</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="5">中国科学院生态环境研究中心</td><td>行政职务</td><td>实验室副主任</td></tr>
<tr><td rowspan="2">完成单位</td><td colspan="5" rowspan="2">中国科学院生态环境研究中心</td><td>所 在 地</td><td>北京</td></tr>
<tr><td>单位性质</td><td>事业单位</td></tr>
<tr><td colspan="2">参加本项目的起止时间</td><td colspan="6">2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="8">对本项目技术创造性贡献：
对创新点 2、3 有重要贡献。具体包括：作为核心成员参与总体方案、调查评估框架和技术体系设计，以及全国生态系统综合评估技术体系制定。负责构建了典型流域生态系统变化评估指标体系与评估方法，组织开展了长江等七大流域生态环境十年变化（2000-2010 年）评估；系统评估了海河流域 2000-2010 年间流域生态系统类型、格局及其变化，生态系统服务及其变化，水资源、水环境、水灾害及其变化，探讨了流域生态系统变化与水的关系，揭示了海河流域地下水演变特征和农田生态系统氮平衡时空变化特征，提出了海河流域生态系统管理策略。主持出版专著 1 部。</td></tr>
<tr><td colspan="8">曾获国家科技奖励情况：
2012 年“全国生态功能区划”获国家科技进步二等奖（排名第 5，证书编号：2012-J-231-2-03-R05）</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td>张峰</td><td>性别</td><td>男</td><td>排　　名</td><td>5</td><td>国　　籍</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>技术职称</td><td colspan="2">正高级工程师</td><td colspan="2">最高学历</td><td>研究生</td><td>最高学位</td><td>博士</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="5">环境保护部卫星环境应用中心</td><td>行政职务</td><td>室主任</td></tr>
<tr><td rowspan="2">完成单位</td><td colspan="5" rowspan="2">环境保护部卫星环境应用中心</td><td>所 在 地</td><td>北京</td></tr>
<tr><td>单位性质</td><td>事业单位</td></tr>
<tr><td colspan="2">参加本项目的起止时间</td><td colspan="6">2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="8">对本项目技术创造性贡献：
对创新点 1、4 有重要贡献。具体包括：主要负责生态系统自动分类、生态参数时间序列重构、生态遥感评价；负责构建生态遥感调查业务模式，实现了我国生态系统状况及动态变化的定期遥感监测与评估；负责完成生态参数时间序列重构、重要生态功能区评估等遥感监测与评估算法、模型、技术流程和方法体系等研究工作。与项目组成员合作，出版专著 2 部，图集 1 部。</td></tr>
<tr><td colspan="8">曾获国家科技奖励情况：
1. 2011 年“环境一号卫星环境应用系统工程”获国家科技进步二等奖（排名第 6）。
2. 2016 年“国家环境质量遥感监测体系研究与业务化应用” 获国家科技进步二等奖（排名第 9）。</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td>徐卫华</td><td>性别</td><td>男</td><td>排　　名</td><td>6</td><td>国　　籍</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>技术职称</td><td colspan="2">副研究员</td><td colspan="2">最高学历</td><td>研究生</td><td>最高学位</td><td>博士</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="5">中国科学院生态环境研究中心</td><td>行政职务</td><td>无</td></tr>
<tr><td rowspan="2">完成单位</td><td colspan="5" rowspan="2">中国科学院生态环境研究中心</td><td>所 在 地</td><td>北京</td></tr>
<tr><td>单位性质</td><td>事业单位</td></tr>
<tr><td colspan="2">参加本项目的起止时间</td><td colspan="6">2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="8">对本项目技术创造性贡献：
对创新点 2、3、4 有重要贡献。具体包括：作为核心人员参与了全国生态环境十年变化评估方法的制定，制定了生态环境问题与生态胁迫的评估框架与模型，具体完成了全国生态环境问题、生态胁迫十年变化的研究，参与了全国生态系统格局、质量、服务功能等工作，以及研究总报告的编写工作，协助将应用于全国生态保护红线总体框架确定及国家公园总体空间布局。共同主持出版专著 1 部。</td></tr>
<tr><td colspan="8">曾获国家科技奖励情况：
2012 年“全国生态功能区划”获国家科技进步二等奖（排名第 10，证书编号：2012-J-231-2-03-R10）</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td>申文明</td><td>性别</td><td>男</td><td>排　　名</td><td>7</td><td>国　　籍</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>技术职称</td><td colspan="2">正高级工程师</td><td colspan="2">最高学历</td><td>研究生</td><td>最高学位</td><td>博士</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="5">环境保护部卫星环境应用中心</td><td>行政职务</td><td>副总工</td></tr>
<tr><td rowspan="2">完成单位</td><td colspan="5" rowspan="2">环境保护部卫星环境应用中心</td><td>所 在 地</td><td>北京</td></tr>
<tr><td>单位性质</td><td>事业单位</td></tr>
<tr><td colspan="2">参加本项目的起止时间</td><td colspan="6">2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="8">对本项目技术创造性贡献：
对创新点 1、4 有重要贡献。具体包括：设计项目技术路线，负责项目具体组织实施；提出项目系统建设思路和运行方案；组织构建生态环境变化调查评估系统平台并部署实施；参与生态系统调查评估信息提取、参数反演、评价模型等关键技术方法研发工作；与项目成员合作，出版专著 3 部，图集 1 部，软件著作权 1 项。</td></tr>
<tr><td colspan="8">曾获国家科技奖励情况：
2002 年“中国西部地区生态环境现状遥感调查”获国家科技进步二等奖（排名第 10）；
2011 年“环境一号卫星环境应用系统工程”获国家科技进步二等奖（排名第 10）。
2016 年“国家环境质量遥感监测体系研究与业务化应用” 获国家科技进步二等奖（排名第 3）。</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td>周伟奇</td><td>性别</td><td>男</td><td>排　　名</td><td>8</td><td>国　　籍</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>技术职称</td><td colspan="2">研究员</td><td colspan="2">最高学历</td><td>研究生</td><td>最高学位</td><td>博士</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="5">中国科学院生态环境研究中心</td><td>行政职务</td><td>实验室副主任</td></tr>
<tr><td rowspan="2">完成单位</td><td colspan="5" rowspan="2">中国科学院生态环境研究中心</td><td>所 在 地</td><td>北京</td></tr>
<tr><td>单位性质</td><td>事业单位</td></tr>
<tr><td colspan="2">参加本项目的起止时间</td><td colspan="6">2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="8">对本项目技术创造性贡献：
对创新点 2、3 有重要贡献。具体包括：构建了我国重点城市化区域生态环境变化遥感调查与评估方法，组织开展了京津冀等六大典型城市群的生态环境三十年变化评估；从城市群区域与重点城市两个尺度，系统评估了我国典型城市群地区三十年间土地、人口与经济城市化特点，以及生态系统质量与格局、环境质量等特征，揭示了典型城市群区域与城市尺度主要的生态环境问题，探讨了综合城市化特征与生态环境变化的相互影响与机制，提出了相关环境保护管理策略。主持出版专著 2 部，投入的工作量占本人工作总量的 80%。</td></tr>
<tr><td colspan="8">曾获国家科技奖励情况：</td></tr>
</table>

姓　　名	王业耀	性别	男	排　　名	9	国　　籍	中国
技术职称	研究员			最高学历	研究生	最高学位	博士
工作单位	中国环境监测总站					行政职务	副站长
完成单位	中国环境监测总站					所 在 地	北京
						单位性质	事业单位
参加本项目的起止时间	2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日						

对本项目技术创造性贡献：

对创新点 2、3 有重要贡献。具体包括：作为项目专题三的负责人，主要负责专题整体设计，研究建立专题技术要求，协调专题内部、项目内部等相关工作，研究报告结构设计与编写。主要创新内容是建立了统一的数据处理流程，使专题数据分析可控、规范、可重复，集成并研发了多空间单元的相关指标自动统计软件等多项软件，构建了生态系统格局分级体系、生态系统变化区划体系等。出版专著 1 部，投入的工作量占本人工作总量的 80%。

曾获国家科技奖励情况：

姓　　名	刘高焕	性别	男	排　　名	10	国　　籍	中国
技术职称	研究员			最高学历	研究生	最高学位	硕士
工作单位	中国科学院地理科学与资源研究所					行政职务	无
完成单位	中国科学院地理科学与资源研究所					所 在 地	北京
						单位性质	事业单位
参加本项目的起止时间	2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日						

对本项目技术创造性贡献：

对创新点 2、3 有重要贡献。具体包括：作为‘海岸带生态环境十年变化调查与评估’专题负责人，建立了海岸带生态系统分类体系，满足了海岸带信息提取、分析与评估的需求；发展了高分影像海岸带识别与信息提取技术，提高了海岸带关键要素的识别精度；构建了海岸带生态系统分布格局、海岸带生物多样性、海岸带生态质量等评估模型，对 2000-2010 年中国海岸带生态系统进行系统性评估，提出了海岸带开发与保护的政策建议。与项目成员合作，出版专著 1 部，投入的工作量占本人工作总量的 80%。

曾获国家科技奖励情况：

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td>王昌佐</td><td>性别</td><td>男</td><td>排　　名</td><td>11</td><td>国　　籍</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>技术职称</td><td colspan="3">正高级工程师</td><td>最高学历</td><td>研究生</td><td>最高学位</td><td>博士</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="5">环境保护部卫星环境应用中心</td><td>行政职务</td><td>室主任</td></tr>
<tr><td rowspan="2">完成单位</td><td colspan="5" rowspan="2">北京市海淀区永丰产业基地丰德东路 4 号</td><td>所 在 地</td><td>北京</td></tr>
<tr><td>单位性质</td><td>事业单位</td></tr>
<tr><td colspan="2">参加本项目的起止时间</td><td colspan="6">2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="8">对本项目技术创造性贡献：
对创新点 1 有重要贡献。具体包括：作为生态部负责人，参与并组织了生态十年项目建议书的起草、专家论证，项目实施方案的编制和项目立项等相关前期工作和总体技术架构的建立等，参与了数据质量的对接等工作。作为项目第十专题负责人，组织构建了矿产资源开发生态环境十年变化调查与评估的技术体系、评价方法等关键技术。与项目成员合作，出版专著 1 部，图集 1 部，投入的工作量占本人工作总量的 70%。</td></tr>
<tr><td colspan="8">曾获国家科技奖励情况：
2011 年“环境一号卫星环境应用系统工程”获国家科学技术进步奖二等奖（排名第 4）</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td>陈利顶</td><td>性别</td><td>男</td><td>排　　名</td><td>12</td><td>国　　籍</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>技术职称</td><td colspan="3">研究员</td><td>最高学历</td><td>研究生</td><td>最高学位</td><td>博士</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="5">中国科学院生态环境研究中心</td><td>行政职务</td><td>实验室主任</td></tr>
<tr><td rowspan="2">完成单位</td><td colspan="5" rowspan="2">中国科学院生态环境研究中心</td><td>所 在 地</td><td>北京</td></tr>
<tr><td>单位性质</td><td>事业单位</td></tr>
<tr><td colspan="2">参加本项目的起止时间</td><td colspan="6">2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="8">对本项目技术创造性贡献：
对创新点 2、3 有重要贡献。具体包括：以专题负责人身份组织实施了全国五大重点开发区生态环境十年变化评估任务。构建了重点开发区域生态环境变化遥感调查与评估指标体系和定量刻画方法，系统评估了北部湾经济区沿海、环渤海沿海地区、海峡西岸经济开发区、黄河上中游地区、成渝经济区等五大开发区的生态系统格局、资源开发强度、生态承载力、生态环境质量、生态环境胁迫的变化；基于不同开发区的各自特点和区位优势，提出了生态保护的相关建议、对策及其实现途径。出版专著 1 部，投入的工作量占本人工作总量的 70%。</td></tr>
<tr><td colspan="8">曾获国家科技奖励情况：
2005 年“黄土丘陵区土地利用与土壤侵蚀”获国家自然科学奖二等奖（排名第 3，证书号：2005-Z-104-2-06-R03）</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td>张林波</td><td>性别</td><td>男</td><td>排　　名</td><td>13</td><td>国　　籍</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>技术职称</td><td colspan="3">研究员</td><td>最高学历</td><td>研究生</td><td>最高学位</td><td>博士</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="5">中国环境科学研究院</td><td>行政职务</td><td>无</td></tr>
<tr><td rowspan="2">完成单位</td><td colspan="5" rowspan="2">中国环境科学研究院</td><td>所 在 地</td><td>北京</td></tr>
<tr><td>单位性质</td><td>事业单位</td></tr>
<tr><td>参加本项目的起止时间</td><td colspan="7">2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="8">对本项目技术创造性贡献：
对创新点 2、3 有重要贡献。具体包括：基于本项目提出了国家重点生态功能区评估指标体系，该体系集成了经济、格局、质量、生态服务功能等内容的 29 项指标，采用极差法和熵权法对指标进行归一化，分县域评估了重点生态功能区综合保护成效。出版专著 1 部，投入的工作量占本人工作总量的 60%。</td></tr>
<tr><td colspan="8">曾获国家科技奖励情况：
1、2008 年“生态环境质量评估技术与典型地区研究”获国家科技进步二等奖（排名第 3）
2、2002 年“中国西部地区生态环境现状遥感调查”获国家科技进步二等奖（排名第 5）</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td>冯晓明</td><td>性别</td><td>女</td><td>排　　名</td><td>14</td><td>国　　籍</td><td>中国</td></tr>
<tr><td>技术职称</td><td colspan="3">研究员</td><td>最高学历</td><td>研究生</td><td>最高学位</td><td>博士</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="5">中科院生态环境研究中心</td><td>行政职务</td><td>无</td></tr>
<tr><td rowspan="2">完成单位</td><td colspan="5" rowspan="2">中科院生态环境研究中心</td><td>所 在 地</td><td>北京</td></tr>
<tr><td>单位性质</td><td>事业单位</td></tr>
<tr><td>参加本项目的起止时间</td><td colspan="7">2010 年 3 月 30 日　至　2014 年 11 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="8">对本项目技术创造性贡献：
对创新点 2、3 有重要贡献。具体包括：构建了国家生态屏障区生态环境变化遥感调查与评估方法，组织开展了国家生态屏障区生态环境十年（2000-2010）变化评估；明确了国家生态屏障区胁迫影响因素和变化驱动力特征以及国家生态屏障区对区域水环境、大气环境和生物多样性保护的屏障作用，提出了国家生态屏障区生态系统管理和边界调整的建议。共同主编出版专著 1 部，投入的工作量占本人工作总量的 60%。</td></tr>
<tr><td colspan="8">曾获国家科技奖励情况：</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td>徐网谷</td><td>性别</td><td>男</td><td>排　　名</td><td>15</td><td>国　　籍</td><td>中国</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>技术职称</td><td>副研究员</td><td>最高学历</td><td>研究生</td><td>最高学位</td><td>硕士</td></tr>
<tr><td>工作单位</td><td colspan="3">环境保护部南京环境科学研究所</td><td>行政职务</td><td>无</td></tr>
<tr><td rowspan="2">完成单位</td><td colspan="3" rowspan="2">环境保护部南京环境科学研究所</td><td>所 在 地</td><td>北京</td></tr>
<tr><td>单位性质</td><td>事业单位</td></tr>
<tr><td>参加本项目的起止时间</td><td colspan="5">2010 年 3 月 30 日 至 2014 年 11 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="6">对本项目技术创造性贡献：
对创新点 2、3 有重要贡献。具体包括：通过对国家级自然保护区生态环境十年变化开展调查与评估，获取了国家级自然保护区的生态系统格局和质量、人类活动变化和影响、典型保护区关键物种栖息地变迁等评价保护区保护效果的重要指标，并以此为基础客观分析和评价了国家级自然保护区十年来的保护效果，基本摸清了目前保护区建设管理中存在的主要问题和威胁，明确其驱动机制和威胁因素，提出相应的对策建议。出版专著 1 部，投入的工作量占本人工作总量的 80%。</td></tr>
<tr><td colspan="6">曾获国家科技奖励情况：</td></tr>
</table>

八、主要完成单位情况表

单位名称	中国科学院生态环境研究中心
排　　名	1
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：	
中国科学院生态环境研究中心在长期研究积累的基础上，针对我国生态环境本底不清、趋势不明的突出问题，开展了全国生态环境十年变化（2000-2010 年）遥感调查与评估，创立了生态系统综合评估体系，揭示全国生态系统格局、质量、服务、问题、驱动的时空演变特征和趋势，提出了全国生态保护关键区域，系统提出国家生态环境保护对策建议。具体贡献包括： （1）创建了“格局-质量-功能-问题-驱动”的国家与区域生态系统调查与评估的方法与技术体系； （2）建立了以遥感数据为基础、面向生态环境评估与管理的生态系统分类体系； （3）完成了全国生态系统格局、质量、服务、生态问题及驱动力评估，明确了全国生态保护关键区域； （4）完成了生态安全屏障、重点城市群、典型流域、重点开发区等重点区域的生态环境十年变化评估； （5）完成全国生态系统十年变化（2000-2010 年）评估报告； （6）提出国家生态环境保护对策建议； （7）将研究成果应用于全国重点生态功能区调整及各县区主导生态功能定位、生态转移支付范围、国家公园总体空间布局规划。	

单位名称	环境保护部卫星环境应用中心
排　　名	2

对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：

环境保护部卫星环境应用中心全面负责项目具体实施工作，包括：

（1）预算申请和分配、专题承担单位的选择与任务分配、专题实施与技术方案编制审查报批与实施、项目技术工作总牵头和协调、自身承担部分的专题实施、专题内各项分工任务实施的检查和考核等；

（2）联合负责对环境保护部相关院（所）、中国科学院各专题承担单位实施统一管理、技术把关、质量控制、成果汇总和集成、进度监督等；

（3）具体负责指导、检查、监督项目各分工任务的实施，督导数据资料的归档和保密工作，协调各专题经费使用监督和财务审计，对项目实施中的审计和廉政负总责，并通过签署责任书等方式将工作任务、廉政与审计等责任层层分解到各任务承担单位和个人。

（4）组成省级技术指导组，负责协调、指导和帮助省级生态环境十年变化遥感调查与评估工作。负责完成了矿产资源区生态环境十年变化评估、调查评估系统平台研发、成果集成与综合分析、技术要求制定与质量控制等内容。

（5）完成了成果报告和图集编制与推广工作，研发了全国生态环境变化“一张图”系统平台，成果已在国家“十三五”发展规划、水污染防治等多项国家生态保护政策制定、生态保护重点工作和日常管理业务中发挥了支撑作用。

单位名称	中国科学院地理科学与资源研究所
排　　名	3

对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：

中国科学院地理科学与资源研究所作为三个专题的主持单位，充分发挥多学科优势，开展了以下三个方面工作：

（1）全面掌握十年来我国海岸带生态系统格局与生态服务功能等变化特点和演变规律，提出新时期我国海岸带生态环境保护的对策。

（2）基于中国生态系统研究网络和中国陆地生态系统通量观测研究网络的长期监测数据和公开发表的氮沉降数据源，整编形成了一套规范化的全国典型生态系统长期监测数据集。

（3）调查分析了 7 个国家重大生态工程区生态系统类型、质量与服务功能的宏观格局与变化，探讨了气候因素以及人类干扰等的影响，评估了生态工程的效果及存在问题，提出了相关建议。

单位名称	中国科学院计算机网络信息中心

排　　名	4
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：	
中国科学院计算机网络信息中心主要承担全国生态环境综合评价系统的相关工作，具体包括： （1）对各类遥感及解译数据进行标准化和集成化加工处理，形成数据库系统。 （2）开发项目的数据管理共享服务系统，实现评估数据的项目及课题内部的汇交、管理、共享和服务。 （3）依托海量遥感数据存储和计算环境，实现对全国尺度、省级尺度和区域尺度的评估分析模型的网络快速计算。	

单位名称	中国环境监测总站
排　　名	5
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：	
中国环境监测总站负责生态系统格局变化分析的相关内容，具体包括： （1）在全国、区域、省域三个尺度上进行了系统的景观格局分析，分析了格局变化与类型转化过程中出现的主要生态问题。 （2）建立了统一的数据处理流程，使专题数据分析可控、规范、可重复，集成并研发了多空间单元的相关指标自动统计软件、多分类体系自动统计软件、多空间单元分类统计自动汇总软件，构建了生态系统格局分级体系、生态系统变化区划体系等，同时在全国环境监测系统推广了景观格局评价技术。	

单位名称	中国环境科学研究院
排　　名	6
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：	
中国环境科学研究院主要负责国家重点生态功能区的相关评估内容，具体包括： （1）提出了国家重点生态功能区评估指标体系，该体系集成了经济、格局、质量、生态服务功能等内容的 29 项指标 （2）采用极差法和熵权法对指标进行归一化，分县域评估了重点生态功能区综合保护成效。 （3）开展三江源、福建、秦巴等地区生态资产核算和生态补偿研究。	

单位名称	环境保护部南京环境科学研究所
排　　名	7
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：	
环境保护部南京环境科学研究所在该项目中主要承担国家级自然保护区和生物多样性保护优先区的调查与研究工作，具体贡献如下： （1）完成国家级自然保护区生态环境十年变化调查与评估，明确了自然保护区面临的主要问题，并提出相应对策建议，并将研究成果应用于“全国自然保护区发展规划（2015-2025 年）”和《中国自然保护区发展国家报告》中。 （2）完成生物多样性保护优先区生态环境调查与评估，为国家采取有针对性的政策和措施保护优先区生物多样性和生态环境奠定了坚实基础。	

单位名称	中国科学院动物研究所
排　　名	8
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：	
中国科学院动物研究所负责中国生物灾害评估的内容，具体包括： （1）明确了生物灾害致灾因素的类型及重要致灾因子的分布范围、发生面积、发生程度，和十年变化趋势； （2）确定了生物灾害对生态系统的影响，综合评价了生物灾害对生态环境的胁迫作用。 （3）调查评价结果为全国减少生物灾害影响的宏观战略措施的制定提供支撑。	

单位名称	环境保护部华南环境科学研究所
排　　名	9
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：	
环境保护部华南环境科学研究所组织实施了华南区域生态环境变化调查与评估工作，具体包括： （1）系统地调查分析了华南区域生态系统类型格局及变化，开展了生态系统质量及其变化、生态系统服务功能及变化、区域生态胁迫及其变化分析、生态环境质量综合评估等研究，明确了华南区域生态环境及其变化的时空特征。 （2）完成了珠江流域、长株潭城市群及北部湾经济区沿海生态环境十年变化调查与评估等任务。研究成果为国家管理部门制定华南区域生态环境政策制定提供详实、准确的数据和技术支持，有效地支撑区域生态环境保护管理工作。	

单位名称	环境保护部环境规划院
排　　名	10
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：	
环境保护部环境规划院主要承担生态环境保护与建设的对策研究专题，具体包括： （1）梳理了我国生态环境保护面临的问题及其原因，提出了生态环境保护的对策建议，并提出了结构-功能-质量改善的生态保护对策思路。 （2）研究结果应用于《国家“十三五”生态环境保护规划》、长江经济带生态环境保护规划、京津冀生态环境保护规划等国家重大规划中。	

九、完成人合作关系说明

1. 成果完成人王桥、侯鹏、张峰、申文明、王昌佐均为环境保护部卫星环境应用中心科研人员，侯鹏、张峰、申文明、王昌佐与王桥合作时间为2009年至今。项目组成员合作方式为共同承担科研项目课题，作为共同发明人获得本成果中的3项专利，共同编写本成果中图集1部、专著1部。
2. 成果完成人欧阳志云、郑华、徐卫华、周伟奇、陈利顶、冯晓明为中国科学院生态环境研究中心科研人员，2010年开始与王桥合作承担全国生态环境十年变化（2000-2010年）遥感调查与评估工作，共同编写本成果中的图集1部，著作1部。
3. 成果完成人王业耀为中国环境监测总站科研人员，2010年开始与王桥、欧阳志云合作，承担全国生态环境十年变化（2000-2010年）遥感调查与评估中生态系统格局变化的相关工作，共同编写本成果中的专著1部、图集1部。
4. 成果完成人刘高焕为中国科学院地理科学与资源研究所科研人员，2010年开始与王桥、欧阳志云合作承担全国生态环境十年变化（2000-2010年）遥感调查与评估中海岸带生态系统评估的相关工作，共同编写本成果中的专著1部、图集1部。
5. 成果完成人张林波为中国环境科学研究院科研人员，2010年开始与王桥、欧阳志云合作承担全国生态环境十年变化（2000-2010年）遥感调查与评估中重点生态功能区的相关评估工作，共同编写本成果中的专著1部、图集1部。
6. 成果完成人徐网谷为环境保护部南京环境科学研究所科研人员，2010年开始与王桥、欧阳志云合作承担全国生态环境十年变化（2000-2010年）遥感调查与评估中国家级自然保护区的相关评估工作，共同编写本成果中的专著1部、图集1部。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	专著合作	王桥、欧阳志云、侯鹏、郑华、张峰、徐卫华、申文明、周伟奇、王业耀、刘高焕、王昌佐、陈利顶、张林波、冯晓明、徐网谷等	2014	全国生态环境十年变化（2000-2010年）遥感调查与评估	附件1	
2	专著合作	欧阳志云，王桥，等	2017	中国生态环境演变与评估丛书	附件1	