

· 学科进展与展望 ·

国家自然科学基金重大项目“我国主要陆地生态系统对全球变化的响应和适应性样带研究”总结与展望

刘颖慧^{1,2} 于振良² 杜生明²

(1 北京师范大学, 北京 100875; 2 国家自然科学基金委员会生命科学部, 北京 100085)

[摘要] 国家自然科学基金重大项目“我国主要陆地生态系统对全球变化的响应和适应性样带研究”经历5年的研究,在生态系统水碳氮循环过程对全球变化的响应与适应机制、生物多样性与生态系统功能关系对全球变化的响应与适应、中国陆地样带生态系统植被分布格局变化的环境驱动机制、区域生态系统过程功能和结构对全球变化响应和适应的集成分析等方面取得了原创性的成果,完成了项目预定目标。通过项目实施,积累了大量的原始数据,建立了共享数据库;培养了大量的科技人才,形成了具有国际竞争力的研究队伍,提升了国际影响力。在结题验收会上,项目受到了评审专家组的好评,获得了特优的综合评价。

[关键词] 重大项目,研究成果,展望

生态系统对全球变化的响应与适应性研究是当今全球变化生态学研究的科学前沿。国家自然科学基金重大项目“我国主要陆地生态系统对全球变化的响应和适应性样带研究”以我国样带为平台,综合研究了生态系统对全球变化的响应与适应性,为我国政府制定可持续发展战略,履行国际环境公约提供理论基础。项目历经5年,在一些关键科学问题上取得了突破,圆满完成了预期的研究目标,受到结题专家组好评,顺利结题。

1 项目的立项和实施

国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)在“八五”和“九五”期间启动了两项利用样带方法研究全球变化的重大项目,研究工作集中在中国东北样带(NECT)和中国东部南北样带(NSTEC)上,这两个项目的研究工作部分地揭示了全球变化对中国主要陆地生态系统能量与生产力过程的影响、全球变化对中国主要陆地生态系统物质循环和水分利用效率的影响、土地利用与覆被格局变化及其对农业生态系统的影响等。为了进一步推进IGBP国际样带科学计划在欧亚大陆的发展,使以往样带项目的研究成果得到整合和深化,自然科

学基金委对于重大项目发布了指南。

2004年7月自然科学基金委发布《我国主要陆地生态系统对全球变化的响应与适应性样带研究》重大项目申请指南,共受理联合申请项目3项、独立课题申请4项,经过通讯评审,专家认为每个申请项目和课题在研究内容上和研究队伍的组织上都存在明显不足,2005年经研究决定对原项目指南进行修改后重新发布,使研究方向更加集中。该重大项目申请指南公布后,2005年召开了重大项目立项评审会,经过申请人答辩和评审专家组讨论投票,最终确定由中国科学院地理科学与资源研究所于贵瑞研究员主持该重大项目(30590380),该项目下设4个课题:课题1(30590381)“生态系统水碳氮循环过程对全球变化的响应与适应机制”由中国科学院地理科学与资源研究所于贵瑞研究员负责;课题2(30590382)“生态多样性与生态系统功能关系对全球变化的响应与适应”由中国科学院植物研究所马克平研究员负责;课题3(30590383)“中国陆地样带生态系统植被分布格局变化的环境驱动机制”由中国林业科学研究院刘世荣研究员负责;课题4(30590384)“区域生态系统过程功能和结构对全球变化响应和适应的集成分析”由北京师范大学高琼

本文于2011年10月9日收到。

教授负责。

项目立项后,根据专家评审组和自然科学基金委批准通知的要求,总项目加强了整体设计和课题间的交流与沟通,强调数据与模型的共享,采取了相关具体措施,如成立项目专家组,加强观测实验中内容与要求的协调,建立并提交项目数据库等。2009年,自然科学基金委对该重大项目组织了中期检查,专家组对项目的进展评价为A,认为其全面完成计划,研究工作取得突出进展,并建议进一步完善数据共享平台机制,加强样带尺度上的综合分析 with 整合研究。通过项目组成员5年的努力,全面完成了研究内容和预期目标。

2 项目取得的重要研究成果

2.1 生态系统水碳氮循环过程对全球变化的响应与适应机制

(1) 中国陆地生态系统碳通量时空格局特征及其碳汇功能研究。根据ChinaFLUX连续5—6年的观测资料,初步量化了中国区域主要陆地生态系统的碳收支格局。总体来看,森林生态系统的“碳汇”功能明显高于草地,东部亚热带天然林与人工林、温带森林生态系统都表现出明显的“碳汇”功能,其中长白山温带针阔混交林的固碳能力明显低于中亚热带的千烟洲人工针叶林和南亚热带的鼎湖山常绿阔叶林,老龄林仍然表现出了明显的碳吸收能力。青藏高原高寒灌丛具有一定的“碳汇”功能,但高寒草甸则存在微弱的碳排放。从各生态系统观测的年际变异性来看,各生态系统的碳收支在年际之间均存在较大的差异,甚至在不同的年份之间还会发生“碳汇”和“碳源”的转变,进一步证明了生态系统的“碳汇”功能受年际气候波动的影响。同一生态系统的总生态系统生产力(GEP)、呼吸(Re)和净生态系统交换量(NEE)峰值出现的时间表现出非同步性。NEE峰值出现时间直接受GEP和Re动态过程的影响。

(2) ChinaFLUX典型陆地生态系统碳通量的环境控制机制研究。中国温带和亚热带森林生态系统NEE对温度的季节变化都表现出非对称性响应特征,即在相同的温度条件下,生态系统在春季和秋季的净碳交换量差异较大。生态系统的NEE与温度之间呈明显的正相关关系,而与降水呈二次函数关系。其中温度与NEE的相关性明显高于降水,说明在大的空间尺度上虽然温度和降水共同决定着生态系统净碳收支,但温度决定作用似乎比降水更强。

中国区域生态系统碳吸收能力随着年平均气温的升高而逐渐增强,这与NEE随纬度的变化趋势一致。生态系统碳吸收随降水的增多也逐渐增强,但当降水超过1500毫米后,碳吸收能力有降低趋势。总生态系统生产力GEP变化主要受温度制约,随着温度的升高逐渐增强,而与降水量的关系不明显。

(3) 生态系统光能利用率(LUE)变化特征及其驱动因子研究。中国典型陆地生态系统的LUE表现出明显的季节和年际变异性,森林生态系统LUE的年均值与农田相当,显著高于草地生态系统LUE年均值。整体上,各类生态系统LUE随光合有效辐射(PAR)的增加而降低,但不同类型生态系统LUE对PAR的响应特征不同,LUE年际变化受到不同环境因子的影响。整体上,对所调查的生态系统而言,温度和降水量都与LUE呈正相关,说明不同生态系统之间LUE的变异受到温度和降水的双重控制。

(4) 生态系统水分利用效率(WUE)的保守性与变异规律研究。不同类型生态系统的水分利用效率(WUE)表现出明显的差异,森林和农田生态系统的WUE要高于草地生态系统,这表明森林和农田生态系统固定单位数量的碳所需要的水分消耗量小于草地生态系统。气候是影响WUE的重要因素,在某一特定气候条件下,WUE具有较强的保守性特征,但是不同类型生态系统的年平均WUE有明显的年际变化趋势,其空间分布格局受温度、降水等因素的影响,随着纬度的增加,生态系统WUE表现出先降低后升高的变化趋势,而随着经度的增加,生态系统WUE表现出逐渐增大的变化趋势。WUE动态变化过程中的主要控制因素是植被叶面积指数(LAI),随着LAI的季节性变化,LAI呈现抛物线的变化趋势,在叶面积较小的区域,WUE随LAI的增加而增加,但当LAI增大到一定程度后,WUE开始降低。

(5) 森林生态系统植物叶片碳氮磷化学计量平衡关系研究。NSTEC典型森林植物叶片C,N,P含量平均值分别为 $480.05 \pm 53.18 \text{ mg g}^{-1}$, $18.28 \pm 5.03 \text{ mg g}^{-1}$ 和 $2.04 \pm 1.15 \text{ mg g}^{-1}$,叶片C/N,C/P,N/P均值为 29.10 ± 9.54 , 313.89 ± 151.53 和 11.45 ± 5.05 。该测定结果略低于全球和全国的平均水平。按植物生活型划分,草本植物叶片C含量显著低于乔木,而乔、灌、草叶片N,P含量以及C/N,C/P和N/P差异不显著。随着纬度的增加,叶片C,N含量显著增加,而叶片C/N则显著降低。

叶片 P 含量随着纬度的增加呈线性增加的趋势,但是当纬度高于 48° 后,叶片 P 含量反而降低。叶片 C/P 随纬度的升高呈抛物线降低,而叶片 N/P 随纬度的增加呈极显著的线性降低。作为中国东部南北样带的驱动因子,温度和降水是影响植物生长的重要因素。

2.2 生物多样性与生态系统功能关系对全球变化的响应与适应

(1) 增温与施氮对我国草原生态系统植物群落、物候、微生物影响研究。经过 5 年(2006—2010)的连续野外控制实验研究发现,在典型草原群落的植物群落总盖度未因增温与施氮而显著改变,但施氮处理与时间之间存在显著的交互作用,说明在不同年份施氮对植物群落总盖度的影响不一致。在典型草原,施氮没有影响植物开花与结果的时间,增温则同时显著提前了植物的平均开花与结果时间,但对植物个体水平的繁殖期长度都没有产生影响。在荒漠草原,增温和施氮对主要物种的物候期都有影响,不同物种的生殖物候对气候变化呈现出多样化的反应,每一物种的开花时间对不同处理都表现出不同的变化,不同物种对同一处理也表现出不同的响应。典型草原和荒漠草原土壤微生物群落各年份对增温和施氮的响应均不显著,草甸草原对处理的响应相对明显。这些结果说明土壤微生物群落变异主要源于草甸草原的变化,就土壤微生物群落变化而言,草甸草原是我国北方 3 个草原类型中响应全球变化最为敏感的草原生态系统类型。

(2) 增温、施氮对典型草原生态系统 C 循环各过程与 C 库的影响。草甸草原的土壤呼吸随着大气温度的季节变化而变化,在夏季土壤呼吸高而在春秋两季低,而且土壤呼吸速率表现出显著的年际变异。增温使土壤呼吸速率增加了 19.31%,施氮使土壤呼吸增加了 12.29%,增温施氮共同作用使土壤呼吸增加了 16.25%。这可能是由于增温刺激了土壤动物活动和土壤微生物的活性所导致的土壤呼吸速率增加。施加氮素可以刺激根的生长,增加土壤呼吸速率。对于典型草原生态系统而言,施氮显著增加了土壤碳库的输入过程,使生态系统总初级生产力(GPP)和地下部分净初级生产力(BNPP)分别增加了 10.70%和 18.38%。但是与碳输入的过程不同,碳的释放不同途径之间对施氮的响应有所差异。在 5 年的观测期间,草甸草原生态系统碳吸收(GPP)大于碳释放(Re),表现出净碳汇(NEE 大于 0),增温使 GPP 降低幅度大于 Re,导致了 NEE

的下降。增温对 NEE 的影响主要是由于增温导致了土壤含水量下降,叶片气孔导度和光合速率降低。

(3) 模拟降水变化和氮沉降增加对地带性森林幼苗形态特征及生物量影响研究。选取南北样带上典型地带性森林植被的建群种或常见优势树种,在野外自然条件下开展播种实验。结果表明对于温带森林而言,不同降水格局和种间竞争显著影响了研究区蒙古栎和红松幼苗基径和树高等形态指标。经过 3 个生长季节的实验处理后,降水和施氮处理对各个树种的苗高和基径有不同程度的影响,但降水和施氮对各物种均无交互作用。同样,降水和施氮处理都对南亚热带森林各树种树高和基径产生很重要的影响,且各物种之间差异比较明显。在温带森林中,与对照处理相比,减水处理显著提高了蒙古栎幼苗的茎质比。与单种处理相比,混种处理显著降低红松幼苗的根、茎、叶及总干质量;与对照处理相比,减水处理显著降低其叶和总干质量以及叶质比,并显著提高其茎质比;而种间竞争和降水格局的交互作用显著影响其根冠比、根质比和叶质比。

(4) 生物多样性变化格局及其驱动机制研究。本研究主要在植物区系水平上系统地生物多样性沿水热梯度的变化及分布格局进行研究。在南北样带上,气候异质性是种子植物异质分布的主要原因,人类活动对其分布的影响较小。年平均降水量、平均温度、平均最高温度、平均最低温度、平均相对湿度及平均日照时数能够解释种子植物区系多样性 78%的变异,而人口密度、城乡人口比例及粮食产量解释了多样性 18%的变异。物种分布 75%的变异是由年平均最低温、日照时数及降水量的变化引起的。人类活动对物种分布格局有较小的影响,但由于本研究是在气候(水热)驱动的样带上进行的,人类活动的影响极有可能被气候变化所掩盖,同时人类活动表征参数还有很多,土地利用方式越来越被重视。

2.3 中国陆地样带生态系统植被分布格局变化的环境驱动机制

(1) 植被长期演变的环境驱动机制研究。东北样带表土花粉与气候变化和人类活动的影响研究表明,内蒙古科尔沁沙地、浑善达克沙地和毛乌苏沙地 3000 aBP 以来的地层孢粉组合的分析结果表明,3000 aBP 以来这些地区的森林覆盖率不断降低,在大暖期曾占优势的落叶阔叶乔木树种(栎属、桦属、椴属、榆属)的花粉在孢粉组合中逐渐减少,而被喜温干的油松及中旱生草本植物(蒿属、藜科、禾本科)

的增加所代替。研究工作利用 136 个地层采样点的孢粉数据,在千年尺度上重建了全新世以来中国北部和西部地区的大生物群区动态格局。结果表明,在全新世早期,冷温带森林普遍向南推进侵入到现在的温带森林区域,而温带森林匮乏,草原/灌丛在各个时段的表现不一致,主要体现在内蒙古东南部和华北地区北部。可是,由于荒漠生物群区在任何时段都很少,尚无法判断出这一生物群区在全新世的变化过程。苔原虽然在各个时段的分布有差异,但青藏高原一直是主要的分布区域。这些研究工作为根据生物群区在各个时段的分布变化推测出全新世的气候变化提供了依据。

(2) 植物性状和气候的关系研究。植物的生长季温度(GDD₀)和干旱度指数(Alpha)是分析中国北方地区植物分布的两个关键气候因子。通过逐步回归分析和控制图分析(CCA),确定了中国北方地区的决定植物功能型的关键植物性状,主要包括生活型、光合途径、叶型、物候等,而且这些性状的丰富度指数均沿 GDD₀和 Alpha 呈现出梯度性变化。中国北方地区植物性状间的相关性及其在群落形成机制研究表明,叶片大小是决定植物群落形成的最为关键性状。在群落水平上,叶片大小与叶柄长度、叶缘分裂程度、叶片绒毛呈显著正相关,而与单叶、肉质性和 C4 光合途径则呈显著负相关,由此得出植物适应环境的两套性状组合(植物营养性状和繁殖性状)。在跨越生活型(乔木、灌木、多年生杂草、一年生杂草)水平和各生活型内部,这种相关趋势有所变异,说明不同生活型可以采用不同的策略适应环境,并有效地利用资源,以寻求最大化的生长。在中国东部南北样带(NSTEC)上,栎属和栲属各功能性状之间,以及比叶重与叶片干物质含量和单位面积最大净光合速率均呈现出极显著正相关关系,而与叶片单位面积氮、磷、钾含量呈极显著负相关关系,与叶片单位重量钾含量间呈极显著负相关关系。

(3) NSTEC 植被功能特征、空间格局及其环境驱动机制研究。温度和降水对植被物候的影响研究表明,温度对返青起始期的影响较大,不论是温带植被还是亚热带植被,返青起始期与温度几乎都呈负相关。对于样带上的大部分植被类型而言,返青起始期受降水影响较小。随着温度的升高,返青起始期提前,休眠起始期延迟,生长季延长。在整个研究区域内,植被 NDVI(归一化植被指数)与降水及温度相关性很高,与日照时数相关性相对较低。22 年以来,中国东部南北样带蒸散与 NDVI 相关性分布

不均匀,东北和华南区域森林的年 NDVI 与蒸散呈负相关,而华南区域则呈正相关关系。

对东北样带和南北样带进行了植被考察,分析了水分和温度梯度上 101 个植物形态和经济性状的分布范围、气候阈值以及不同性状间的替代关系。研究表明,干旱度指数 α 、冬季最冷月温度(MTCO)和降雨季节性是决定植被分布的 3 个重要气候因素。各生活型内,各种功能性状沿气候变化表现出明显的空间替代变化规律。这些性状在不同生活型内沿气候变化的程度(即相关斜率)有所不同,且在不同气候区间内不同生活型的性状值也有差异,说明不同生活型占据不同的气候地带。在物种水平上,功能性状的变化是生活型间相互替代、相互叠加的效果。

2.4 区域生态系统过程功能和结构对全球变化响应和适应的集成分析

(1) 建立并验证了具有羧化酶适应机制和根深适应机制的生态系统模型。具有适应特征的生态系统模型 TESim III 具有光合生理的适应性和形态适应的特点。具体表现是光合羧化酶随环境因素的改变而做出适应性改变,根系深度随环境改变。对模型进行众多参数的敏感性分析,确定了大部分参数的变化范围。模型对温度水分和氮胁迫的敏感性分析结果说明,氮供应量下降 20%使得叶片羧化酶氮浓度下降 5%,降水量下降 20%使得羧化酶氮浓度下降 17%。而温度上升 2℃使羧化酶氮浓度下降 13%。其中温度上升使得羧化酶下降的结论在各功能型的光合作用羧化率参数中得到了间接印证。具有生理和形态适应的模型初步在暖温带落叶阔叶林和南亚热带常绿阔叶林进行了应用。具有适应机制的模型模拟得到的 NPP 平均值比相应的不具有适应机制的模型模拟结果高 14%,生态系统净碳平衡平均升高 17%。在应对未来气候变化时,具有适应机制的生态系统模型具有较强的阻抗能力。具有适应机制的灌木生态系统模型成功地模拟了深、浅性根系植物功能性的行为。

(2) NPP 增长驱动下的中国森林生态系统的碳汇潜力。关于森林生态系统碳周转时间的空间分布模拟研究表明,森林生态系统(植被+凋落物+土壤)的平均碳周转时间存在很大的空间异质性,其值大多在 20—100 年之间变化,而绝大多数值介于 20—70 年之间。受森林类型、温度影响因子(T_i)、湿度影响因子(W_i)等因素的空间差异影响,随着纬度的升高,森林生态系统的碳周转时间总体上具有

增大的趋势。从空间分布看,由于森林生态系统整体上水分条件较好,所以,温度对中国森林生态系统碳周转时间的影响更为明显。建立了中国森林生态系统碳周转模型,并模拟了1982—1999年森林生态系统的碳汇量及其年际变化。中国森林生态系统碳汇模拟结果表明,NPP增长及趋势与森林碳汇的关系密切。遥感监测到的NPP具有明显的增长趋势,使得进入到生态系统中NPP的累积量显著增加,从而直接导致了森林生态系统碳汇量的年际变化及累积量上的变化。

(3) 中国陆地生态系统1981—2000年净生态系统生产力的时空变化及预测研究。应用高分辨率的气候数据库和生态系统过程模型估计了1981—2000年期间中国陆地净生态系统生产力的时空变化,分析了中国陆地碳汇的地域分布及其对气候变化的响应。结果表明,中国区域的净生态系统生产力(NEP)20年平均值呈现北方高南方低、中部和西南地区高、东南地区低的格局;NEP正值(碳吸收)区域主要分布在西南地区的西部、藏东南、三江平原、大兴安岭以及华北中西部,NEP负值(碳释放)区主要分布在华中、西南南部、新疆北部、内蒙西北部、华北平原。20世纪80—90年代,东北平原中部和黄土高原的NEP有明显的下降趋势,而在华中大部分地区有增加趋势,80年代我国森林生态系统是一个碳源,但90年代转为一个碳汇。

利用大气-植被相互作用模型(AVIM2)模拟研究了中国陆地生态系统净初级生产力(NPP)、植被和土壤碳贮量、土壤呼吸和净生态系统生产力(NEP)对B2气候变化情景和大气CO₂浓度变化情景的响应。研究表明,在未来100年大气CO₂浓度不变而只考虑气候变化情景下,中国陆地生态系统NPP总量随时间变化逐渐下降;与此同时,植被和土壤碳总量以及NEP总量也下降。至2020年,中国陆地生态系统可能由21世纪初的碳汇变成碳源。当同时考虑未来气候变化和大气CO₂浓度增加的情景时,未来100年中国陆地生态系统NPP总量持续增长,由20世纪末的2.94 Gt C/a增加到21世纪末的3.99 Gt C/a,同时土壤和植被碳贮量也持续增加,到21世纪末总量增大到110.3 Gt C。

2.5 科研论文产出及获奖

重大项目申请时设定的量化成果目标为“拟发表论文70—95篇,其中SCI论文30—40篇,高水平SCI论文1—2篇”。该重大项目结题时,由重大项目资助发表(含已接收)论文226篇,其中SCI论文

95篇,CSCD核心期刊131篇,其产出远远超过预定目标。值得指出的是,该项目产出的论文全部标注重大项目资助,其中第一标注115篇,其他标注111篇,其中一些论文发表在国际高影响力期刊上,包括*Ecology*, *New Phytologist*, *GEB*, *GCB*, *AFM*, *Biogeosciences*, *JGR*, *SBB*等。同时,该项目还资助出版了3本学术专著,建立了样带基础数据信息共享网站和样带项目数据信息共享系统。

在该重大项目与中国科学院重要方向性项目、“973”计划项目等国家重大项目的共同资助下,由于贵瑞、周广胜、黄耀等人主持完成的“中国陆地碳收支评估的生态系统碳通量联网观测与模型模拟系统”获得2010国家科技进步奖二等奖(证书编号:2010-J-232-2-01-D01)。

3 项目的国际合作及人才培养

2006—2010年项目执行期间,共举办了5次国际学术会议,主要包括2006年12月中国科学院植物研究所主持召开的“全球变化与我国北方草地生态系统控制实验”专题学术研讨会,2007年8月中国科学院地理科学与资源研究所主持召开的国际长期生态研究(ILTER)年会,2008年在内蒙古呼和浩特召开的“世界草地与草原大会”,2009年7月在青海西宁举办的国家自然科学基金委员会中日韩A3项目(CarbonEastAsia)学术讨论会,2010年12月在广州举办的Asiaflux 2010年会。此外,项目和课题组成员还积极参加了一些重大国际学术交流会,项目组也多次邀请国外科学家来华合作交流。通过各种学术会议的召开及项目组成员的国际交流,及时地掌握了科研前沿和动态,对于项目的实施起到很好的推动作用。

重大项目实施过程中,共培养博士后13名,博士研究生64名,硕士72名。同时,至少有10名青年学者到美国橡树岭国家重点实验室、耶鲁大学、田纳西大学、俄克拉荷马大学等机构做访问学者。

4 项目展望

通过本项目的实施,带动了我国陆地生态系统碳氮水通量观测研究网络、生态过程机理的野外控制实验平台的建设和发展,初步建立了陆地生态系统样带研究模拟系统和科学数据库,推动了陆地生态系统对气候变化响应和适应机制分析,时空格局模拟分析等方面的科学研究工作,一定程度上揭示了我国典型陆地生态系统碳氮水循环关键过程的耦

合机制,明确了生物因子与非生物因子在不同尺度上对生态系统的群落结构与生态系统功能的影响机制。

然而,陆地生态系统碳氮水循环过程、生物多样性变化对气候变化的响应和适应问题十分复杂,不仅具有复杂的区域特征,同时又是一个长期生态学科学问题。这就十分必要基于陆地样带的自然环境梯度样带平台,组织和吸收更多的野外观测和实验研究台站,开展更为长期的联网观测和控制试验研究,更为深入地理解生态系统碳-氮-水耦合循环的关键环节、生物系统的控制机制及其对气候变化的长期响应和适应机制。

全球变化影响下的碳-氮-磷-水循环研究具有长期性和系统性的特征,以往的研究工作由于研究条件的限制只能假设碳、氮、磷、水循环是各自独立的。根据生态化学计量学的基本原理,生态系统多种生源要素之间存在着一定的化学计量平衡关系。可是迄今我们还无法认知这种计量平衡关系会如何影响生态系统的结构和功能,更不知道生态系统碳-氮-水耦合循环的生物控制机制及其对全球变化的响应和适应规律。因此,对主要生源要素耦合循环的生物控制机制及其环境影响的观测和实验研究是

陆地生态系统生态学的前沿性科学问题,同时也是我国应对气候变化和区域生态系统管理的重大科技需求。

5 小结

该重大项目的研究工作极大地推动了我国全球变化陆地样带研究,提高了生态系统对全球变化区域响应的研究水平,为我国的生态环境建设、参与全球变化研究的国际合作、履行相关国际环境公约提供服务,为国家的生态系统管理与生态环境建设规划服务,推动了宏观生物学和地学领域的科技创新能力建设,并培养了一批从事全球变化研究的青年科学家群体。

2011年度在广州举行的重大项目结题验收会上,专家认为该重大项目基本实现了预定目标,完成了既定研究内容,研究成果也超过了原计划,人才培养和国际合作情况良好。鉴于有关研究已经取得的重要进展,专家组一致同意该重大项目结题,并给予该重大项目结题评价为特优。专家组还建议国家自然科学基金委员会对于该重大项目进行后续资助,开展相关领域的系统性、前瞻性科学探索。

SUMMARY AND OUTLOOK OF THE MAJOR PROJECT “TRANSECT STUDY ON THE RESPONSE AND ACCLIMATION OF CHINESE TYPICAL TERRESTRIAL ECOSYSTEMS TO GLOBAL CHANGE”

Liu Yinghui^{1,2} Yu Zhenliang² Du Shengming²

(1 Beijing Normal University, Beijing 100875; 2 Department of Life Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085)

Abstract The major project includes four research areas as follows. (1) Mechanism of response and acclimation of ecosystem carbon, water and nitrogen cycles to global change; (2) Response and adaptation of biodiversity-ecosystem functioning relationships to global change; (3) Environmental mechanisms of driving the changes of ecosystems/vegetation distribution along the terrestrial transects of China; (4) Integrated analysis on responses and adaptation of process, function and structure in regional ecosystems to global change. After five-year research, this major project has gotten a series of original results in the above four areas and successfully completed the project targets. Also, this project has accumulated a large amount of raw data and built a shared database. Meanwhile, this project has trained a large number of scientific and technological personnel and organized several internationally competitive research teams, which enhances the international influence in the field of global change. At the acceptance meeting, members of expert group give a good evaluation of this project and recommend a follow-up fund for this project.

Key words major project, significant results, outlook