

文章编号: 1001-8166(2006)05-0459-06

青藏高原环境变化对全球变化的响应 及其适应对策

姚檀栋¹, 朱立平¹

(¹·中国科学院青藏高原研究所, 北京 100085; ²·中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 青藏高原的环境变化对全球变化具有敏感响应和强烈影响。青藏高原的现代环境与地表过程相互作用, 引起包括冰冻圈和水资源以及生态系统等方面的一系列变化, 对高原本身以及周边地区的人类生存环境和经济社会发展产生重大影响。作为国际研究的热点地区, 青藏高原环境变化研究目前出现三个新的科学动向: 关注关键地区的关键科学问题的系统研究; 关注以现代地表过程为核心的监测研究; 关注全球变化影响下的圈层相互作用研究。本项目的研究对青藏高原环境变化科学的发展、国际科学前沿的贡献以及服务于社会经济发展, 都具有十分重要的意义。通过项目的研究将揭示青藏高原隆升到现代地貌与环境格局过程中所出现的重大构造事件和环境事件; 重建不同区域、不同时间尺度的气候环境变化序列并揭示其时空分布特征; 阐明青藏高原冰冻圈、湖泊和主要生态系统与土地覆被在不同气候条件下的变化特征; 揭示青藏高原环境变化与地表过程对全球变化的响应特点和高原热力与动力过程对不同气候系统变化的影响。本项目将在高原南北典型区域利用地貌学与沉积学手段, 研究青藏高原现代地貌与环境格局的形成过程; 利用湖芯、冰芯、树木年轮等手段, 研究青藏高原过去环境变化的特征事件、区域分异及其与全球变化的联系; 利用冰川、冻土、积雪的时空变化, 结合对高原特殊大气边界层的观测, 研究青藏高原冰冻圈变化与能量水分循环过程; 从冰川、湖泊、大气的监测入手, 结合模式方法, 研究青藏高原环境变化的机制; 利用生态系统碳的源—汇变化, 研究青藏高原生态系统对环境变化的响应; 综合研究全球变化背景下青藏高原环境变化与水资源变化所产生的区域效应和适应对策。

关键词: 青藏高原; 环境变化; 全球变化; 适应对策

中图分类号: X141 文献标识码: A

青藏高原的出现改变了欧亚大陆的气候格局^[1], 其地表过程变化不但会引起亚洲大气环流的重大变化, 还会在北半球甚至全球产生重大影响。在现代时间尺度上, 青藏高原特殊的下垫面和大气过程给青藏高原的社会及经济发展带来特殊问题, 青藏高原脆弱的生态、环境和与之相关的经济社会发展是西部大开发中不可避免的问题, 青藏高原对周边地区人类生存环境的影响则举世关注^[2]。因此, 青藏高原研究既是科学研究发展的需要, 也是国

家经济社会发展的需要。

1 科学意义

在国家以及各部门的不断支持下, 特别是通过已经完成的“973”项目“青藏高原形成演化及其环境资源效应”, 中国的青藏高原研究已经完成从面上考察、定性研究、静态研究和分散研究阶段到定点研究、定量研究、动态研究和集成研究阶段的转移。通过一系列专著和论文的发表, 积累了大量的基础

收稿日期: 2006-04-21, 修回日期: 2006-04-29.

* 基金项目: 国家重点基础研究发展计划项目“青藏高原形成演化对全球变化的响应与适应对策”(编号: 2005CB422000)资助.

作者简介: 姚檀栋(1954-), 男, 甘肃通渭人, 研究员, 主要从事冰川与环境研究. E-mail: tdyao@ipc.as.ac.cn

科学数据和资料,凝练了一批重要的学术成果,在国际上占据了重要地位。

在青藏高原的环境变化研究领域,首先,通过高原内部以及周边的沉积序列研究^[3,4],揭示了青藏高原隆升的历史和现代地貌格局的形成过程,利用气候模式模拟^[5]提出青藏高原对气候变化的敏感性和气候变率的放大作用。第二,通过对环境代用指标和现代气候要素关系的研究^[6],进一步认识了青藏高原环境变化的过程和区域特点,建立了过去 2 万年来^[7]特别是过去 2000 年来气候环境变化的序列,发现过去气候环境中发生的特征变化事件具有一致表现的同时,各自具有时间、空间和发生强度的差异^[8]。第三,通过对青藏高原代表性生态系统定位站和样带的连续动态监测和典型区土地利用/覆被变化的研究,阐述了青藏高原主要生态系统和土地利用/覆被对现代环境的响应过程。文献研究表明,1981—2002 年间所收录的有关青藏高原研究文献及其引用情况统计,无论是发文量还是发文被引频次,在排名前 15 名的国家(地区)中,中国均居世界第三位,显示了我国科技界在国际青藏高原环境变化研究领域中具有越来越强的实力。

随着全球变暖,青藏高原目前正在发生的环境变化逐渐成为全球关注的焦点。作为中低纬度最大的冰川作用区,全球变暖情形下青藏高原冰川发生的全面和加速退缩^[9],不仅造成地表反射率的改变,可能极大地影响区域气候过程和大气环流运动^[10],也会影响到区域水循环和水资源条件。温度上升也使占青藏高原 2/3 面积的多年冻土发生融化,对大型道路和工程建设产生严重影响,对区域生态、环境产生了破坏作用^[11]。由于气候变暖,湖泊的快速退缩造成高原湿地面积急剧减小^[12],直接削弱了对生态环境的调节作用,而由于冰川和冻土融化等原因,一些湖泊又发生快速扩张,对高原的生态、环境和经济发展产生严重影响。受青藏高原的严酷气候影响,经常处于脆弱地表系统平衡条件下的环境因子常常处于临界阈值状态,气候变化的微小波动也会在生态系统产生强烈响应^[13],导致高原生态系统的格局、过程与功能发生改变,表现为林线波动、草场退化、湿地消失等^[14],同时还影响到气候、土壤、植被和生物多样性等。青藏高原在现代时间尺度上发生怎样的环境变化,这些变化又将使青藏高原冰冻圈和水资源以及生态系统等方面产生怎样的响应,这不仅是青藏高原环境变化研究方面所面临的新的科学问题,也是国家经济发展方面的重

大战略需求。

青藏高原的环境变化不仅使区域地表过程具有敏感响应,也在长时间尺度和大空间范围上影响到整个北半球乃至全球气候环境系统^[15],从而对高原本身以及亚洲的人类生存环境产生直接影响。研究发现,青藏高原夏季加热对大气环流的影响进一步加强了欧亚大陆尺度的加热对大气环流的影响,对中亚的干旱和东亚的季风起着放大器的作用^[16],而青藏高原荒漠化的加剧与东北亚地区频繁的沙尘暴事件^[17],青藏高原冬季积雪面积的增加与中国东部第二年夏季梅雨时间的延长^[18]可能存在着某种联系,尽管这些联系仍然存在着不确定性,然而这种不确定性所产生的灾害可能会给社会经济的发展带来重大影响。作为亚洲大江大河的发源地,青藏高原的冰川加剧融化在短时间内会导致冰川融水补给量大的河流流量增加,造成中下游的洪水频繁发生^[19],而冰川的持续退缩也会使冰川融水补给的河流流量逐渐减少,特别是对中国西北内陆河流域的影响最大,直接威胁到干旱区绿洲的可持续发展。这些事实表明,青藏高原环境变化不仅从区域本身响应全球变化,而且通过一系列作用过程在周边地区和全球范围产生影响。这种影响引起的连锁反应对人类生存环境的影响更为严重。

青藏高原的环境变化研究不仅是解决区域地表过程响应方式和对周边地区产生什么影响的问题,也是国际青藏高原研究新的前沿和热点问题。越来越多的事实证明,北大西洋热盐环流的变化并不能解释亚洲地区出现的许多环境事件,因此强调太平洋洋流^[20]和横亘在中低纬地区之间的青藏高原的作用^[21]则成为研究的热点。随着全球变化的深入开展,目前更加关注从 3 个方面开展研究:

(1) 在关键地区进行关键问题研究,以揭示全球环境变化的耦合过程与机制^[22,23]。南极、北极、青藏高原、北大西洋成为这些关键地区的所在。

(2) 加强以系统观测为基础的地表过程研究,以获得综合、长期、互补的地球系统实地监测数据。其代表性科学计划之一是简称“CEOP”的“国际协调强化观测计划”(Coordinated Enhanced Observation Period)。这一计划在全球建立的 37 个监测研究点

孙成权·国际青藏高原研究文献计量分析报告(1981—2002)·青藏高原综合科学考察研究学术讨论会会议报告,北京,2003.
西藏水利网. <http://www.xzwater.gov.cn/NewsDetail.aspx?NewsNo=200408150001>, 2004.

中,有2个就在青藏高原。

(3) 地表过程变化与构造和气候之间的相互作用。目前其代表性成果主要来自在喜马拉雅山南坡实施的“金字塔计划(Pyramid Program)”,说明了在青藏高原地区进行这一研究的重要性。

正是在这样的背景下,在青藏高原研究老一辈科学家的指导下,从事青藏高原全球变化、环境变化、生态变化及可持续发展的科学研究工作者,向国家科技部申请了“青藏高原环境变化对全球变化的响应及其适应对策”⁹⁷³项目。2005年,获得科技部支持。

2 关键科学问题和总体科学目标

2.1 关键科学问题

在“青藏高原环境变化对全球变化的响应及其适应对策”项目中,我们提出了3个迫切需要解决的关键科学问题:

(1) 青藏高原隆升到现代地貌格局以后,其环境变化如何响应和反馈全球变化。相关的科学问题有:青藏高原隆升到现代地貌格局过程中的关键事件及其环境耦合过程,青藏高原环境变化对全球变化响应的敏感性与空间分异,青藏高原环境突变发生过程及其与其他地区的异同。

(2) 青藏高原现代环境与地表过程如何相互作用。相关的科学问题有:青藏高原特殊地表过程对现代全球变化的反馈特征,青藏高原现代地表过程变化在不同区域的表现形式与基本特征,青藏高原现代地表过程变化对环境变化的响应方式与机制。

(3) 如何应对青藏高原环境变化所引起的连锁反应。相关的科学问题有:青藏高原冰冻圈与水资源变化及适应对策,青藏高原生态系统变化及适应对策,青藏高原地表过程变化对周边地区的影响,青藏高原作为周边地区环境变化预警区的可行性研究。

2.2 总体科学目标

通过对上述关键科学问题的回答,实现本项目的总体科学目标:通过研究青藏高原现代地貌环境格局演变过程、关键地区过去环境变化和现代环境与地表过程变化特征以及生态系统对全球变化的响应过程与机制,评估青藏高原环境对全球变化的响应并提出适应对策。

3 主要研究内容和课题设置

为回答上述关键科学问题和实现研究目标,项

目开展以下6个方面的研究,并根据这些领域的研究设置与之对应的课题。6方面的研究内容是:

(1) 青藏高原现代地貌与环境格局的形成过程。主要研究:高原南部(喜马拉雅山地区)和北部(祁连山东段地区)地表侵蚀对全球变化重大事件的响应模式,青藏高原南部(伦坡拉盆地)和北部(柴达木盆地与渭河上游地区)沉积记录的全球变化重大事件,高原环境从行星风系格局向现代季风环流格局的转换过程,高原典型地区古冰川遗迹、水系发育等反映的古环境演化。

(2) 青藏高原过去环境变化的时空特征及其与全球变化的联系。主要研究:环境变化代用指标与气候环境要素的定量关系研究,高原内部(纳木错地区)末次间冰期以来不同时间尺度和分辨率的环境变化连续序列,典型区域(纳木那尼冰川、各拉丹冬冰川、高原东北部和西南部树木年轮)的高分辨率气候变化记录,气候环境变化中的特征事件与区域分异。

(3) 青藏高原冰冻圈变化与能量水分循环过程。主要研究:青藏高原主体部分小冰期以来冰川规模的时空变化特征和高原不同地域冰川的气候敏感性,青藏公路沿线不同地区多年冻土过程与主要气候因子的关系,近几十年来高原积雪的空间分布、季节变化和年际波动以及产生的可能气候效应,高原南北地表能量、水分交换过程与时空分布差异,高原特殊大气边界层结构与时空变化,发展推算高原地表热通量和蒸发(散)量分布、年(季)变化的卫星遥感方法。

(4) 青藏高原环境变化的机制。主要研究:极端环境下大气化学成分的界面过程以及相关大气环境变化,冰川—湖泊相互作用过程及其环境效应,特征时段环境变化综合集成研究,地形、陆面过程和热源效应对我国及南亚主要气候系统的影响,过去气候环境变化所反映的季风环流变化。

(5) 青藏高原生态系统对环境变化的响应。主要研究:分析生态系统碳的源—汇变化机理和对水分胁迫的适应机制,研究主要生态系统格局和植被第一性生产力变化对气候变化的响应特征,研究与模拟气候变化对高原典型生态系统分布格局以及有机碳累积过程的影响。

(6) 青藏高原环境变化影响的适应对策。主要研究:典型区主要土地利用/覆被变化过程与气候变化的关系研究,气候变化对高原水资源的影响分析;草地生态系统与土地退化发生的原因及对策分析;

全球变化背景下青藏高原环境变化与水资源变化所产生的区域效应和适应对策。

与之对应的 6 个课题是:第一课题,青藏高原现代地貌与环境格局的形成过程;第二课题,青藏高原过去环境变化的时空特征;第三课题,青藏高原冰冻圈变化与能量水分循环过程;第四课题,青藏高原环境变化的机制;第五课题,青藏高原生态系统对环境变化的响应;第六课题,青藏高原环境变化影响的适应对策研究。

4 项目实施方案与特色

4.1 学术思路

本项目以青藏高原环境对全球变化的响应这一重大科学问题为依据,以青藏高原隆升到现今地貌和环境格局过程中的关键事件的研究作为基本背景,以过去环境变化和现代过程变化研究为核心,加强以观测台、站、点为核心的高原地表过程研究,特别是加强对冰冻圈、湖泊、主要生态系统及土地覆被变化的研究,进而提出全球变化背景下适合青藏高原可持续发展的宏观科学对策。

4.2 技术路线

考虑到青藏高原环境变化研究的科学积累、青藏高原环境变化研究近期内可能实现的突破点和长期发展趋势,本项目提出以下技术路线:

(1) 在高原南—北不同气候区进行环境变化、地表过程变化及其对全球变化响应的研究。主要是以青藏高原南北³个盆地及周边沉积地层序列(天然剖面与钻孔)为基础,获取连续的新生代环境变化记录,进行青藏高原南北两个构造抬升地区的地貌—气候相互作用关系的研究,在青藏高原南北不同区域的若干关键地点,利用湖芯、冰芯和树轮重建不同区域、不同时间尺度的环境变化序列,研究关键时段环境变化特征,通过野外观测和卫星遥感数据,研究青藏高原现代地表过程、主要生态系统与土地覆被变化在不同环境变化条件下的表现方式和变化特征。

(2) 融入重大国际研究计划,在国际科学前沿开展研究。主要是:与国际 CEOP、CIC 计划结合,并利用其前期项目已有的资料,全面地了解青藏高原关键地区能量水分循环特征与过程,以中德青藏高原环境变化合作研究计划为基础,通过共建青藏高原环境观测研究平台,开展过去环境变化序列和现代过程的监测研究;与全球对地观测系统(GEOSS)结合,开展青藏高原环境、生态和大气过

程的综合研究,揭示印度季风和青藏高原环境变化关系。

(3) 充分利用已有的野外监测研究网络并拓展新的站点,开展综合、长期、连续的现代环境变化过程研究。主要体现在:利用位于南—北大剖面上的地表综合观测实验站、生态系统实验站、地—气系统观测点、冻土水热变化观测点获得的连续观测数据和各类短期开展的环境指标变化监测结果,进行系统综合分析,利用新台站拓宽相应的观测研究内容。青藏高原研究所的纳木错、珠峰、林芝综合观测研究站和部分观测点集中在沿青藏铁路的南北剖面上,将为本项目起支撑作用,建立系统、连续、规范的青藏高原环境变化监测数据库。对项目执行中各个台、站、点监测研究获取的系统、连续、规范数据和各种环境记录及面上考察数据进行综合集成,形成指导青藏高原经济社会发展和提升青藏高原研究国际水平的环境数据库。

(4) 加强对青藏高原环境变化过程的综合研究,揭示环境变化时空分异对全球变化的响应过程与机制,开展具有针对性的适应对策研究。特别强调以下三方面:青藏高原环境变化多种记录与现代环境变化记录的综合研究,利用模式揭示青藏高原环境变化与全球变化的相互关系,提出全球变化背景下,青藏高原生态、环境变化对社会发展及其周边地区人类生存环境的可能影响以及适应对策。

4.3 项目特色

本项目是首次将青藏高原研究聚焦到其现代地貌格局形成之后,青藏高原已经发生和正在发生的环境变化过程及其对全球变化的响应,着重从时空分布的角度把环境的过去变化和现代过程相结合,研究青藏高原环境变化对全球变化的响应以及由此引起的冰冻圈与水资源变化、生态系统变化及其对周边地区的可能影响,并提出适应对策。项目有以下特色:

(1) 将以前在整个青藏高原全面铺开的研究方式集中到由不同气候区控制的南—北大剖面上。过去的研究在大范围考察方面取得了系列成果,但要在青藏高原环境变化研究方面有所突破,核心问题就是要加强关键区域和关键时间尺度的研究,特别是现代过程的研究。本项目在强调不放弃必要的面上短期考察的同时,将研究重心放在从青藏高原东北到西南的剖面上,有利于发现控制青藏高原不同地域环境变化发展的关键因素,深入探讨青藏高原环境变化对全球变化响应的机制,为以后东—西大

剖面或其他关键区域的研究开拓新路。

(2) 在定位、半定位的台、站、点组成的网络平台上进行连续、系统的研究。过去在青藏高原研究中主要在青藏高原周围建立了一些观测研究台、站、点,新近成立的青藏高原研究所,在高原面上系统建立一批综合观测研究台站。本项目通过对所有这些台、站、点观测研究结果的系统整合,同时利用尼泊尔和巴基斯坦境内的部分观测数据与研究成果,为国际一流水平成果的产出奠定良好的基础。

(3) 在综合集成研究的基础上提出青藏高原地区发展的适应对策。本研究强调多种信息载体反映的过去环境变化记录和现代地表过程动态变化,特别是强化了冰冻圈与水资源的监测研究、生态系统与土地覆被的变化研究,这是提出科学的适应对策的有力保证。

本研究项目已于2006年初启动。我们期待看项目执行过程中实现科学研究的新突破和为国家经济社会贡献的新贡献。

致谢:本项目的研究骨干支撑和促进本项目各个相关方向的发展。我们特别感谢方小敏、王宁练、欧阳华、张镜铨、潘宝田、邵雪梅、刘时银、康世昌等人的杰出工作。本研究是在长期致力于青藏高原研究的科学家的指导和支持下开展的。我们衷心感谢孙鸿烈、郑度、吴国雄、李文华、蒋有绪、孙枢、秦大河、丁仲礼、李廷栋、肖序常、钟大赉、滕吉文、姚振兴等各位先生的指导和帮助。

参考文献(References):

- [1] Kutzbach J E, Prell W L, Ruddiman W F. Sensitivity of Eurasian Climate to surface uplift of the Tibetan Plateau [J]. *Journal of Geology*, 1993, 101: 177-190.
- [2] 孙鸿烈, 郑度. 青藏高原综合科学考察研究的回顾与展望 [C]. 郑度等主编. 青藏高原形成环境与发展. 石家庄: 河北科学技术出版社, 2003.
- [3] Guo Z T, Ruddiman W, Hao Q Z, et al. Onset of Asian desertification by 22 Myr ago inferred from loess deposits in China [J]. *Nature*, 2002, 416: 159-163.
- [4] Fang X M, Carnalis G, Rob V, et al. Flexural subsidence by 29 Ma on the NE edge of Tibet from the magnetostratigraphy of Linxia Basin, China [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2003, 210: 545-560.
- [5] Liu X D, Yin Z Y. Sensitivity of East Asian monsoon climate to the uplift of the Tibetan Plateau. *Palaeogeography [J]. Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2002, 183: 223-245.
- [6] 姚檀栋, 徐柏青, 段克勤, 等. 青藏高原达索普冰芯 2 ka 来温度和甲烷浓度变化记录 [J]. *中国科学: D 辑*, 2002, 32(4): 346-352.
- [7] Zhu Liping, Wang Junbo, Chen Ling et al. 20,000-year environmental change reflected by Multidisciplinary Lake sediments in Chen Co, Southern Tibet [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(4): 514-524. [朱立平, 王君波, 陈玲, 等. 藏南沉湖沉积物多指标揭示的二万年以来环境变化 [J]. *地理学报*, 2004, 59(4): 514-524.]
- [8] Thompson L G, Moseley-Thompson E, Davis M E, et al. Tropical glacier and ice core evidence of climate change on annual to millennial time scales [J]. *Climatic Change*, 2002, 59: 137-155.
- [9] 施雅风, 刘时银. 中国冰川对 21 世纪全球变暖响应的预估 [J]. *科学通报*, 2000, 45(4): 434-438.
- [10] Meier M F, Dyurgerov M B. How Alaska affects the world [J]. *Science*, 2002, 297: 350-351.
- [11] Wang SL, Niu F J, Zhao L, et al. The thermal stability of roadbed in permafrost regions along Qinghai-Tibet Highway [J]. *Cold Regions Science and Technology*, 2003, 37: 25-34.
- [12] Chen Guichen, Huang Zhiwei, Lu Xuefeng et al. Characteristics of wetland and its conservation in the Qinghai Plateau [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2002, 24(3): 254-259. [陈桂琛, 黄志伟, 卢学峰, 等. 青海高原湿地特征及其保护 [J]. *冰川冻土*, 2002, 24(3): 254-259.]
- [13] Klein J A, Harte J, Zhao X Q. Experimental warming causes large and rapid species loss, dampened by simulated grazing, on the Tibetan Plateau [J]. *Ecology Letters*, 2004, 7(12): 1170-1179.
- [14] 郑度, 姚檀栋, 等. 青藏高原隆升与环境效应 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [15] Boliasina M, Benedict S. The role of the Himalayas and the Tibetan Plateau within the Asian monsoon system [J]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2004, 85(7): 1001.
- [16] Wu Guoxiong, Liu Yimin, Liu Xin, et al. How the heating over the Tibetan Plateau affects the Asian climate in summer [J]. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, 2005, 29(1): 47-56. [吴国雄, 刘屹岷, 刘新, 等. 青藏高原加热如何影响亚洲夏季的气候格局 [J]. *大气科学*, 2005, 29(1): 47-56.]
- [17] 方小敏, 韩永翔, 马金辉, 等. 青藏高原沙尘特征与高原黄土堆积: 以 2003-03-04 拉萨沙尘天气过程为例 [J]. *科学通报*, 2004, 49(11): 1084-1090.
- [18] Wu TW, Qian ZG. The relation between the Tibetan winter snow and the Asian summer monsoon and rainfall: An observational investigation [J]. *Journal of Climate*, 2003, 16: 2038-2051.
- [19] 苏珍, 施雅风. 小冰期以来中国季风温冰川对全球变暖的响应 [J]. *冰川冻土*, 2000, 22(3): 223-229.
- [20] Rea D K, Snoeckx H, Joseph L H. Late Cenozoic edian deposition in the northern Pacific: Asian drying, Tibet uplift, and cooling of the northern hemisphere [J]. *Palaeoceanography*, 1998, 13: 215-224.
- [21] Raymond M E, Ruddiman W F, Froelich P N. Influence of late Cenozoic mountain building on ocean geochemical cycles [J]. *Geology*, 1988, 16: 649-653.
- [22] Moore III B. Meeting tomorrow's challenges [J]. *IGBP News Letter*

ter, 1999, 38, 2.
[23] Chen Yiyu, Chen Panqin, Ge Quansheng, et al. Global change
research: Progress and prospect[J]. Earth Science Frontiers,

2002, 9(1): 11-18. [陈宜瑜, 陈泮勤, 葛全胜, 等. 全球变化研
究进展与展望[J]. 地学前缘, 2002, 9(1): 11-18.]

The Response of Environmental Changes on Tibetan Plateau to Global Changes and Adaptation Strategy

YAO Tan-dong¹, ZHU Li-ping¹

(1. Institute of Tibetan Plateau, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China, 2. Institute of Geographic
Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: The environmental changes of Tibetan Plateau possess sensitive response and strong effect to global changes. The interaction between modern environment and land surface processes on the plateau induces a series of variations in the cryosphere, water resources and ecological system, which produce important influence on the human living circumstance and economic-society development on the plateau itself and periphery regions. As a region focused by international scientific research, the plateau experienced three developing stages. The first is focusing the systemic studies of the key problems in the key areas, the second is focusing the monitoring studies centered with surface processes, and the third is focusing the interactions among different spheres influenced by global changes. This project possesses very important significance to the study of environmental changes on Tibetan Plateau and the contribution for international scientific frontier as well as local economic-society development. In this project, a series of objectives are planned to be achieved: discovering key tectonic and environmental events from the plateau's formation to its present landform structures; reconstructing climatic and environmental sequences with different time scales in different areas and clarifying their space-time features; elucidating the variation characteristics of cryosphere, lakes, dominant ecosystems and land covers under different climatic conditions on the plateau; revealing the responses of the environmental changes and land surface processes of the plateau to global changes, and the effects of the plateau's thermo and dynamical processes to different climatic systems. Some methods and contents are performed in this project: By using geomorphologic and sedimentary methods, we study the formation processes of present landform and environment frames. By collecting lake cores, ice cores and tree rings, we study key events during the past environment changes and their linkages to global changes. By analyzing the space-time variations of glaciers, permafrost and snow accumulations together with observation of boundary layers, we study the variations of cryosphere and cycling processes of energy and water. By monitoring the glaciers, lakes and atmosphere together with using climatic models, we study the potential mechanism of environmental changes. By detecting the variations of carbon sources and sinks in the dominant ecosystems, we study the response of the main ecosystem to environmental changes. By a series of integrated analyses, we study the effects of the environmental changes and water sources changes on the Tibetan Plateau and adaptation strategies under global changes.

Key words: Tibetan plateau; Environmental changes; Global changes; Adaptation strategy.