

国家重点基础研究发展规划项目

青藏高原形成演化及其
环境、资源效应^{*}

关键词 青藏高原, 大陆碰撞, 隆升过程, 环境变化, 表生过程, 资源效应

1 项目顾问

孙鸿烈 中国科学院院士, 第三世界科学院院士, 中国科学院地理科学与资源研究所研究员。中国青藏高原研究会理事长, 国际山地综合发展中心(ICIMOD)理事。1954年毕业于北京农业大学土壤农化系, 1960年中国科学院沈阳林业土壤研究所研究生毕业, 1980—1982年美国科罗拉多大学访问学者。曾任中国科学院自然资源综合考察委员会主任、中国科学院副院长、国际科学联合会(ICSU)副主席。

长期从事农业自然资源及区域综合开发方面的考察研究, 在土壤地理和自然资源综合研究领域成绩显著。20世纪70—90年代主持中国科学院青藏高原综合科学研究工作, “八五”期间担任国家攀登计划项目“青藏高原形成演化、环境变迁及生态系统综合研究”首席科学家。90年代倡导并领导建立了中国生态系统试验观测研究网络, 把资源环境的研究推向更深入阶段。代表性论著有:《青藏高原的形成演化》、《青藏高原形成演化与发展》等。

2 首席科学家

郑 度 中国科学院院士, 中国科学院地理科学与资源研究所研究员, 学术委员会主任。中国地理学会常务理事, 中国青藏高原研究会副理事长,

Journal of Geographical Sciences (《地理学报》英文版) 主编。1958年毕业于中山大学地理系, 1981—1983年联邦德国波恩大学访问学者。曾任中国科学院地理研究所所长。

主要研究领域为自然地理的综合工作, 长期从事山地与高原自然地理的综合研究。曾主持或负责国家和部级科研项目多项, 任“八五”国家攀登计划项目专家委员会副主任。发表论著 160 余篇(件), 代表性论著有:《自然地域系统研究》、《喀喇昆仑山——昆仑山地区自然地理》、*Mountain Geology and Sustainable Development of the Tibetan Plateau*、《青藏高原自然地域系统研究》等。

3 科学内涵和意义

青藏高原是全球海拔最高的一个独特地域单元, 是全球惟一仍在活动中的大陆碰撞区。它在近几百万年以来的整体快速抬升, 成为地球演化史上最重大的事件之一。青藏高原是研究岩石圈形成演化、探讨地壳运动机制的理想区域; 晚新生代以来, 高原的隆起对其自身及毗邻地区自然环境的演化和分异影响深刻; 高原是亚洲季风区气候变化的敏感区, 和全球环境变化研究息息相关; 高原自然环境和生态系统在全球占有特殊席位。它异常活跃的构造运动, 强烈地影响着其本身及周边地区的自然环境、资源配置及地质灾害的发生。因此, 青

* 收稿日期: 2001 年 10 月 23 日

藏高原是我国地学、生物学、资源与环境科学有特色的优势领域和难得的天然实验室,对解决岩石圈地球动力学和全球环境变化有重要意义,对高原区域可持续发展也有广阔的应用前景。

该项目选择青藏高原的典型地区为重点,特别注意从高原与毗邻地区的联系,以至从全球尺度探讨高原的各种过程,目标集中在大陆碰撞过程和高原隆升过程,以过程为主线贯通碰撞机制、环境变化和资源分布规律的研究;时间上着重新生代以来,在不同时间尺度上定量地描述碰撞和隆升的动态过程及环境变化。运用地球科学、生命科学、环境科学及各学科之间有机交叉、综合研究的方法,开展大陆碰撞动力学、环境变化、现代生过程及各圈层相互作用等重大理论问题的研究,为青藏高原地区的资源开发和环境调控提供科学依据。按照统观全局、突出重点的原则,该项目主要研究内容包括大陆岩石圈碰撞过程及其成矿效应、高原隆升过程与东亚气候环境变化、高原现代表生过程及相互作用机理、青藏高原区域系统相互作用的综合研究四个方面。

五年的阶段目标是:提出陆陆碰撞与青藏高原隆升过程几个关键阶段的时间坐标和空间分异,尤其是快速整体抬升的时间坐标;探讨高原隆升过程及深部作用的制约、新生代以来东亚大地构造演化与高原隆升的关系;阐明青藏高原隆起与亚洲季风形成和环境演化的相互关系;揭示高原现代表生过程的动态特征及生态环境的变化趋势,为青藏高原及其周边地区的资源、能源前景预测和环境调控提供决策依据。

4 主要研究进展

该项目于 1998 年启动,实施期限 5 年。项目进行了多次实地考察,全面完成了野外地质、地理、生态领域的考察和采样工作,进行定位、半定位的系统观测试验,室内样品分析测试和整理工作,主要研究进展如下:

4.1 大陆岩石圈碰撞过程及其成矿效应

(1) 阿尔金断裂活动时代的新认识。阿尔金断裂带至少在印支期发生了强烈的走滑运动,自印支

期以来在 140Ma—160Ma、100Ma—120Ma、80Ma 左右以及上新世和全新世时期间断性地发生了强烈的走滑运动,阿尔金断裂最大走滑位移量为 400km。

(2) 高原中部新生代南北向裂谷。初步揭示裂谷初始活动的年龄为 22Ma,到 13Ma 开始了快速伸展阶段,其后冈底斯地壳不再有构造逆冲增厚。高原南北向裂谷的形成与印度板块的挤压、俯冲岩石圈的拆沉、断离等深部过程有关。

(3) 高原北缘边界发生大陆岩石圈的深俯冲。首次获得了塔里木岩石圈与青藏高原岩石圈碰撞的深地震反射证据,表明大陆的俯冲可以达到岩石圈/软流圈边界深度。塔里木岩石圈向南俯冲插入西昆仑山下的距离不会超过 100km,西昆仑山北坡之下一些北倾界面阻挡了塔里木岩石圈继续向南和向下插入。

(4) 藏东地区深部结构呈条块分布。藏东南冈底斯地体壳内高导层向北倾;羌塘地体和北部巴颜喀喇地体壳内高导层基本呈水平状。金沙江断裂带岩性是高阻、高密度、高磁性,而怒江带则是由低阻、低密度和低磁性岩石组成;澜沧江带岩石物性与金沙江带相同,但呈直立状态。

(5) 高原岩石圈结构类型。初步厘定了青藏高原新生代岩浆活动时空分布特征,揭示了青藏高原岩石圈的不均一性,已识别出三种岩石圈结构类型,分别代表造山带岩石圈发育的三个阶段:帕米尔型代表岩石圈成根(增厚)阶段;冈底斯型代表岩石圈去根(减薄)阶段;羌塘型代表薄岩石圈再加厚阶段(由于软流圈的冷却)。

(6) 羌塘盆地古油藏带。发现了扎辖罗马、昂达而错等一系列新的古油藏点,古油藏点呈带状展布,延长大于 100km,构成一规模巨大的古油藏带;在加塞扫莎的油页岩地层中首次发现了下侏罗统菊石化石群,解决了该油页岩长期悬而未决的时代问题。

4.2 高原隆升过程与气候环境变化

(1) 高原隆升过程及其时代。初步确认青藏高原存在两级夷平面,K-Ar 年龄和相关沉积的古地磁年代表明,主夷平面抬升开始于大约 7Ma 前,解体主要在 3.6Ma 前。祁连山北麓晚新生代沉积和河

流阶地、横断山的层状地貌和西昆仑山火山岩研究揭示高原北部从约 7Ma 开始隆升,但急剧大规模的隆升仍发生在约 3.6Ma。

(2) 重大环境事件及其与高原隆升的关系。酒泉盆地老君庙剖面揭示了发生于过去 7Ma 以来的 4 次隆升事件。环境指标的研究发现,高原的旱化也正是从距今 7Ma 或最晚在距今 6Ma 时开始。3.6Ma 时强烈隆升,导致现代形式的季风出现。在约 1.10Ma—0.8Ma 间,青藏高原进入冰冻圈并干旱化,成为新的粉尘源地,这一环境事件波及整个中国及周边地区。

(3) 冰芯记录揭示人类活动的深刻影响。冰芯研究发现,青藏高原南北地区的降水中均已受到人类活动所造成的重金属污染。达索普冰芯中的重金属 Pb 记录、古里雅冰芯中 Cd 的测定均反映了人类活动对于环境的污染程度在增加。与两极冰芯记录对比,发现达索普冰芯记录中的 CH_4 浓度要高出极区 15%—20%,并具有很大的波动性。

(4) 距今 40ka—25ka 时的特别暖湿事件。发现青藏高原最新的一次大湖期时代在 40ka—25ka,其面积比现代大几倍至十多倍。据古里雅冰芯氧同位素记录和高原古植被变化研究,推测 40ka—30ka 期间高原温度比现代高 2°C — 4°C ,降水比现在增加 4 成至 1 倍以上,代表着一次特强的夏季风事件。

(5) 重大气候突变事件。古里雅冰芯研究发现,距今 18—35ka 时气候变化表现出 200a 左右的周期,温度变化在 3°C 以内的升、降温事件多达 100 多次,其中温度超过 7°C 的升温事件 22 次,超过 7°C 的降温事件 20 次。对比表明,古里雅冰芯中气候由暖变冷的速率及气候变化幅度要大于格陵兰

冰芯记录。

4.3 高原现代表生过程及相互作用机理

(1) 主要生态系统类型的碳循环。不同海拔地带亚高山森林类型均为 C 汇,每年每公顷固定 C 量为 6—7t,而森林砍伐后土壤排放 CO_2 变强,地面成为 C 源(每年每公顷净排放 C 量约 19.3t)。高寒矮嵩草草甸生态系统每年每公顷净吸收 C 量约 0.61t,过度放牧导致该系统转变成为碳源,每年每公顷净排放 C 量约 0.87t。高原农田生态系统(冬小麦)全年 C 净吸收量为 2—2.5t(即碳汇)。

(2) 增强 UV-B 辐射及增温对植物物种特性的影响。高原植物对 UV-B 辐射有很强的适应性;增强 UV-B 辐射会加速大多数植物的衰老死亡过程,并影响某些物种的开花期和开花数。增温 1°C — 1.5°C 可使植物种群生长期延长 4.95 天,并导致组成植物群落主要种群的显著变化。

(3) 土地利用/土地覆被变化研究。1951—1999 年拉萨市城区扩大 10.31 倍,拉鲁湿地被侵占现象突出,近 30 年来生态与环境受到较严重的干扰,呈现快速退化趋势。大渡河上游林区森林退化面积已占该区林地面积的 65.5%,退化最为严重的地段发生于高峡区上段阳坡和高原(丘)区海拔 3 000—3 400m 以上。对系列迹地地表微环境(土壤、微气候、植被)动态的定位观测表明,采伐改变了林地环境状况,微环境“干旱化”及土壤环境的退化明显,大量阳性喜光草本植物的侵入和发展,引起迹地地表植被向草甸自然演替。

(相关图片请见彩插一)

国家重点基础研究发展规划项目

青藏高原形成演化及其环境、资源效应



首席科学家郑度院士在阿尼玛卿山考察



青藏高原野外考察



藏南普莫雍错（湖面海拔高度5 000米）湖芯采样



青藏高原普若岗日冰芯样品分析



高原生态环境观测

（详细内容请见本期441页）