

文章编号: 1009-3850(2003)02-0023-05

青藏高原 1:25 万区域地质调查地貌年代学研究

柏道远¹, 贺春平², 吴能杰², 罗灵生²

(1. 中国地质大学 资源学院, 湖北 武汉 430074; 2. 湖南省地质调查院, 湖南 湘潭 411100)

摘要: 高原隆升及剥蚀作用的复杂性与区域差异性以及高原恶劣的气候、地理条件, 使得在青藏高原空白区 1:25 万区域地质调查中进行地貌年代学研究具有很大的现实意义。由于地貌是高原隆升、环境演化、新构造运动等的信息载体, 地貌年代有助于重塑这些地质作用的发生时间及发展过程, 因此地貌年代学研究具有重要的技术意义。1:25 万银石山幅的工作表明, 地貌年代学调查对高原隆升及环境演化过程研究具有良好效果。

关键词: 青藏高原; 1:25 万区调; 地貌年代学

中图分类号: P913.2

文献标识码: A

1 前言

青藏高原隆起的时代、幅度和机制以及相应的环境演化等, 是有关青藏高原研究的主要问题之一。几十年来, 许多学者从不同的角度对此进行了大量的研究, 已取得了许多进展^[1~15], 然而认识上仍存在分歧。

地貌是在内力与外力地质作用下形成的地表形态, 是地表环境中一种最客观的物质表现。特定的内力或外力地质作用可以形成相应的地貌特征, 而挽近时期形成的地貌大多能得到不同程度的保存或留下一些痕迹或信息, 因此地貌成为包括隆升在内的高原新构造运动及新生代环境演化研究对象的首选。事实上, 前人在研究高原隆升, 特别是隆升时代及幅度时大多用到地貌学方法。显然, 在解决隆升时代及幅度、环境演化等问题时, 地貌年代学研究便成为地貌学研究的关键。

早期地貌年代研究主要是根据相关的化石来确定^[1, 13, 15], 随着新的理论方法和技术手段的出现与发展, 同位素年龄测定以其简捷、可靠和量化程度

高等优点而逐渐取代传统方法, 成为地貌年代测定的主流^[6, 16~18]。

笔者过去三年在青藏高原北缘 1:25 万银石山幅区域地质调查中, 在全面调查区内地貌组成及演化特征基础之上, 在地貌同位素年代学方面做了一些研究, 并取得了较好的效果。本文主要讨论青藏高原 1:25 万区域地质调查中地貌年代学, 主要是地貌同位素年代学研究的意义及方法。

2 地貌年代学研究的意义

2.1 对调查工作本身的意义

如前所述, 尽管对于青藏高原隆起的时代、幅度和机制以及相应的环境演化等问题的研究工作已取得了许多进展, 但认识上仍存在很多分歧, 如对新世高原面古高程的认识就存在多种观点。李吉均根据古地貌、古生物及古气候等特征, 认为该时期高原面高程为 800m 左右^[14]; 魏明建、万晓樵等根据对古孢粉的研究, 认为上新世晚期藏北地表已达 3000m^[13]; 赵希涛根据在珠穆朗玛峰地区收集的资料, 推断青藏高原上新世已达海拔 2000~3000m 的

收稿日期: 2003-02-13

项目资助: 1:25 万且末县一级电站幅和银石山幅区域地质调查项目(19991300009051)。

第一作者简介: 柏道远, 1967 年生, 高级工程师, 从事区域地质调查工作。

高度^[9];而崔之久等根据古喀斯特遗迹,推断上新世青藏高原的海拔高度约1000m^[6]。在对青藏高原火山岩与主夷平面时代关系的认识上,李炳元等认为可可西里东部地区熔岩方山平坦顶面是夷平作用的产物,即夷平面形成于火山熔岩之后,并结合大量火山熔岩的同位素测年数据,得出藏北主夷平面形成于9.9~6.95Ma的结论^[16];李吉均在藏东南芒康地区海拔4400m的主夷平面上覆的玄武岩测得K-Ar年龄为3.4Ma和3.8Ma^[17];本次1:25万银石山幅区调工作中测得主夷平面上覆的(玄武)安山岩K-Ar年龄为12.81Ma、12.85Ma和14.85Ma,显示主夷平面在13Ma左右前即已基本形成。

造成上述分歧存在的原因,一方面与各种研究方法本身的局限性有关,另一方面无疑也与高原隆升及剥蚀作用的复杂性与区域差异性有关。因此,要真正对有关高原问题有更全面深入、客观真实的认识,详细的、覆盖性高的野外观测工作便显得尤为重要。但青藏高原自然地理与气候条件非常恶劣,交通和工作极其不便,如靠为数很少的专家学者和极为有限的经费来完成详细的面性观测工作几乎是不可能的,也是不现实的。近年来,青藏高原空白区1:25万区域地质调查全面铺开,从而为完成上述工作提供了绝佳时机和充分条件。如果在区调中忽略了包括地貌年代在内的有关野外调查和数据采集工作,将会给青藏高原的研究工作带来难以弥补的损失和遗憾。由于传统区调侧重于地质调查,地貌及其年代学调查是区调工作者的“弱项”,因此强调和有意识加强这方面的调查工作便更显紧要。

2.2 对认识有关高原问题的技术意义

地貌是高原隆升、环境演化、新构造运动等的信息载体,包括堆积地貌与侵蚀地貌在内的各种地貌的年代便可用于重塑这些地质作用的发生时间及发展过程。

(1) 古夷平面形成、发育时期可以认为是构造相对平稳时期,而夷平面的解体时期可以认为是一轮隆升过程的开始^[16],所以确定古夷平面的形成年代与解体年代便成为了解高原隆升过程的关键。

(2) 堆积地貌及其各种沉积物的特征通常可以反映出其形成时的气候、地理、构造环境等。如紫色沉积指示湿热气候,冰碛物指示寒冷气候,冰楔中的填充物指示冰缘气候,河流堆积阶地和基座阶地指示地壳间歇性的抬升,山前活动性很强的洪积物

大多反映同期较强的抬升作用等;沉积物中所含孢粉组合更是学者们用以判别环境的常用工具^[13]。可见确定沉积物年代是恢复特定历史时期古气候、古环境的前提条件。此外,气候与环境特征可间接指示高原的海拔高度^[6,13,19],因此沉积物的年龄又可用于帮助确定特定时期的高原面高程。

(3) 新构造运动常常造成地貌的错位,如阶地的垂向错位、山岭的水平错位等。因此确定了相关地貌的年代,可用于确定差异隆升或水平位移的速率。此外,新构造变动造成的地貌形迹的年代可以帮助确定特定时期的构造体制。如银石山幅西南部与北东向平移断裂相关的各种走滑湖泊的发育特征指示断裂的左旋性质,结合湖泊主要形成于中更新世以后,得出了该地区第四纪以来高原北缘地壳表层总体处于挤压构造体制之中的结论。

以上仅是地貌年代在解决高原隆升、环境演化及新构造运动等问题时常规应用的一部分,实际应用要广泛得多。事实上,在很多情况下要解决此类问题都离不开地貌年代的确定。

3 地貌年代学研究的方法

在区域地质调查野外观测过程中,要做到切实有效地收集有关地貌年代资料,首先需要学习和了解地貌学的一些基本概念与知识,如地貌级次、类型、组合关系等;还要熟悉有关地貌与新构造运动的关系,如阶地的发育、地貌的位错、不同类型的湖泊、地震鼓包、断陷塘等的特征与构造或构造变动的关系等。只有掌握了这些知识,才能正确认识和分析各种类型的地貌及其相互关系以及地貌的构造意义等,并在野外资料收集做到有的放矢,既不漏掉该采集的年龄样品,又避免盲目取样和重复取样。

一般来讲,野外调查中应首先大致确定各种地貌间的时代关系,再在此基础上根据实际情况采集必要而合理的分析样品。

3.1 确定不同地貌间的时代关系

各种地貌间的空间关系为认识地貌间的时代关系提供了极为丰富的信息。通过仔细分析地貌间的空间关系,能对各种地貌的先后次序形成一个粗略的框架性的认识,从而有助于有效控制地貌演化时间柱的分析样品的采集。

地貌时代次序分析的基本原理是分析地貌间的切割、覆盖与叠加改造关系,如当两种地貌存在切割

关系时,被切割者相对较早;存在覆盖关系时,被覆盖者相对较早;存在叠加改造关系时,被叠加、改造者相对较早。此与构造变形序次分析原理相似。

常见具切割关系的地貌有:相邻的堆积阶地或基座阶地、相邻的侵蚀阶地、高位洪积扇与低位阶地、古夷平面与后期沟谷及低位阶地、高位夷平面与低位剥夷面、斜坡与相邻低位阶地、残积地貌与其相邻的低位阶地、各种早期沉积物所组成的台状或梁状地貌与低位阶地、冰川套谷等等。

常见具覆盖关系的地貌有:火山地貌与下伏夷平面、火山地貌与下伏阶地或冲洪积台地、上叠阶地、各种成因的掩埋阶地、冰碛地貌与其下伏的冲洪积扇等等。

常见具叠加改造关系的地貌主要为各种阶地或台地与其上发育的冰楔、冰冻丘等冰缘地貌。

以上分析方法是对其具相邻或接触关系的地貌而言,是地貌时代关系分析的基础和基本方法。事实上,野外我们需要判断先后次序的地貌在空间上往往并不相邻,在此情况下便需借助于位于其间的其它地貌,如沟谷和斜坡地貌等。总之,野外地貌时代序次调查时要特别注意灵活与综合分析的原则。

3.2 地貌形成年龄的研究方法

根据成因不同,地貌总体可分为堆积地貌与侵蚀地貌两种。堆积地貌的年代主要通过直接测定其组成沉积物的年龄得到,侵蚀地貌的年代一般通过测定相关堆积地貌的年龄得到其形成年代的上、下限。就地貌年龄的测定方法而言,目前应用最广的有电子自旋共振(ESR)、热释光(TL)、光释光(OSL)、碳十四(^{14}C)以及 K-Ar 法等,其适用对象、分析原理、测年范围及采样要求等可参考有关文献资料及国家地震局地质研究所新年代学研究室的《送样要求及送样单》等,此不赘述。鉴于野外调查中地貌年代学研究的关键是如何对不同的地貌使用相应的测年方法,所以本文简单介绍部分常见地貌所适用的年龄测定方法及采样对象等。

(1) 夷平面。对夷平面上的冲积物可取 ESR(或 OSL、TL) 样品,对夷平面上发育的岩溶堆积取 ESR 样品,其分析结果指示夷平面形成年代。对覆于夷平面上的火山熔岩可取全岩 K-Ar 同位素年龄分析样,其年龄值为夷平面形成年代的上限。如火山熔岩被夷平,即熔岩之上发育夷平面,则火山岩的同位素年龄值为夷平面形成年代的下限。如火山岩

覆于夷平面解体后剥蚀形成的低地之上,则火山岩年龄为夷平面解体年代的上限。

(2) 河流阶地与冲洪积台地。于上部砂层的中、下部或下部砾石层中取 ESR(或 OSL、TL) 样品,年龄值为地貌形成年代。

(3) 湖岸阶地。于砂砾层中取 ESR(或 OSL、TL) 样品,或于碳泥质层中取 ^{14}C 样,分析年龄值为地貌形成年代。

(4) 斜坡。取样点最好布置在坡积裾的上部,样品取坡积层下部或底部碎屑物,分析方法为 ESR、OSL 或 TL,所得年龄值基本代表斜坡成型年代。

(5) 残积区。于残积层中、下部取 ESR(或 OSL、TL) 样品,所得年龄值大致为残积地貌形成年代。

(6) 风成沙丘。于沙丘底部与上部分别取 ESR(或 OSL、TL) 样品,所得年龄值分别为沙丘开始形成和基本成型的年代。

(7) 冰楔。对中、下部的充填物取 ESR(或 OSL、TL) 样品,所得年龄值为冰楔形成年代。

(8) 冰川地貌。对相关冰川堆积取 ESR(或 OSL、TL) 样品,所得年龄值为地貌形成年代。

(9) 喀斯特地貌。对岩溶堆积取 ESR 样品,所得年龄值为地貌形成年代。

需指出,在对松散堆积地貌取样时,一般不要取表层的砂、土堆积,因其可能为后期风成堆积。此外,用于山脉隆升及剥露作用研究的磷灰石裂变径迹(FT) 年龄对确定地貌年代亦具参考价值,其可作为采样点相关地貌的年龄下限。

4 以银石山地区为实例

笔者在对 1:25 万银石山幅内的地貌进行合理分类、划分及地貌相关构造研究基础上,根据实际情况,运用上述地貌年代学研究方法,结合磷灰石裂变径迹年龄,基本查明主要地貌的时代及地貌发展、演化过程,有关主要内容综合为图 1 所示。现将研究结果及地貌演化过程简述如下。

(1) 中新世早期地表经长期剥蚀夷平,形成新近纪夷平面,中新世中晚期—上新世中期为主夷平面发育时期(夷平面上覆火山熔岩年龄为 13Ma 左右)。上新世晚期约 3.7Ma 左右青藏运动开始,主夷平面大幅度抬升并开始解体,在外营力的风化剥蚀及切割作用下沟岭地貌开始形成和发展;同时区

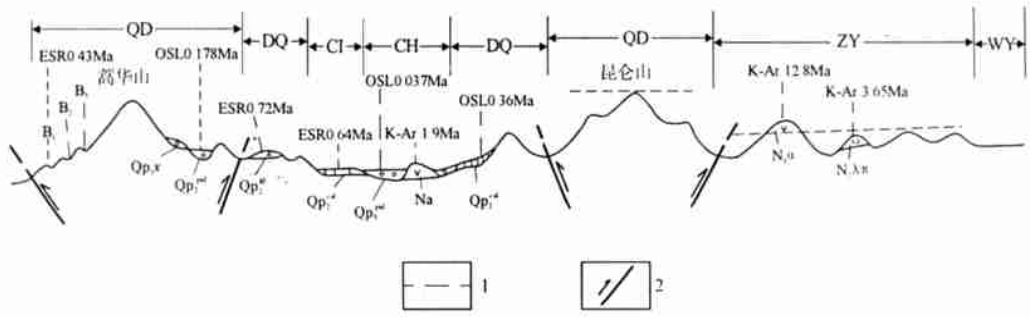


图1 银石山地区地貌单元及年代综合示意图

一级地貌类型: QD. 强抬升断块; DQ. 低丘区; ZY. 早期夷平面残留区; WY. 晚期准夷平面分布区; CH. 冲洪积平原; CJ. 残积缓丘区。Qp₃^{pl}. 晚更新世冲洪积; Qp₂^{pl}. 中更新世冲洪积; Qp₂^{el}. 中更新世残坡积; Qp₂^{gl}. 中更新世冰碛; Qp_{1x}. 下更新统西域组; Qα. 第四纪安山岩; Nα. 新近纪安山岩; Nλπ. 新近纪石英斑岩或流纹斑岩。B₁、B₂、B₃. 分别为一级、二级、三级古冰斗。OSL. 光释光测年; ESR. 电子自旋共振测年; K-Ar. 钾-氩法测年。1. 早期夷平面; 2. 新构造逆断裂

Fig. 1 Generalized diagram of the morphological units and ages of the Yinshishan region

The first-order geomorphological units: QD=intensely uplifted fault block; DQ=low hills; ZY=early planation surface; WY=late planation surface; CH=alluvial-pluvial plain; CJ=residual gentle hills. QP₃^{pl}=late Pleistocene alluvial-pluvial sediments; QP₂^{pl}=middle Pleistocene alluvial-pluvial sediments; QP₂^{el}=middle Pleistocene eluvial-deluvial sediments; QP₂^{gl}=middle Pleistocene tills; QP_{1x}=lower Pleistocene Xiyu Formation; Qα=Quaternary andesite; Nα=Neogene andesite; Nλπ=Neogene quartz porphyry or rhyolitic porphyry. B₁, B₂ and B₃=first-, second- and third-order schrunds. OSL=optical dating; ESR=electron spin resonance dating; K-Ar=K-Ar dating. 1=early planation surface; 2=neotectonic thrust

内东西向逆冲断裂发育, 开始形成北面强(弱)抬升断块与低丘山地相间、南面主夷平面呈零星残片保存的基本地貌格局。

(2) 早更新世早期 1.93Ma 前后于低丘山地区中形成了相当规模的夷平低地或堆积台面, 成为部分现代冲洪积平原肇始的基础。早更新世中期青藏运动 C 幕发动, 发生更为强烈的整体抬升和差异升降, 抬升断块与低丘区相间的地表形貌特征进一步强化。

(3) 中更新世初伴随隆升作用高原气候变凉, 加之进入全球性的倒三冰期, 0.72Ma 左右于局部形成冰川堆积。其后构造趋于稳定, 气候转暖进入间冰期, 温凉气候下的持续风化作用形成了落雁湖残积缓丘区(0.64Ma)。中更新世中期可能由于高原的进一步隆升而气温降低和(或)空气湿度变大导致积雪增加的原因, 于嵩华山北面形成了一级冰斗, 并于冰斗外的冰川槽谷中形成冰川堆积(0.43Ma)。中更新世中后期气候再次转暖, 嵩华山强抬升断块北坡的冰川后退, 先后形成了二级和三级冰斗; 低丘区主要斜坡地貌基本成型(0.365Ma)。

中更新世末期强抬升断块区中的主要沟谷地貌

已基本成型且接近现代面貌, 主干河流趋达平衡, 于河流两侧发育堆积阶地(0.178Ma)。

(4) 中晚更新世交界时期共和运动发动, 晚更新世总体表现为较强烈的阶段式的构造抬升, 河流下蚀作用与堆积作用交替, 中更新世末期的冲洪积物成为堆积阶地或基座阶地; 金水河河口形成二级堆积阶地(21ka)。37ka前后在构造相对稳定时期于低凹平坦区形成冲洪积物, 构成冲洪积平原。

(5) 全新世地表继续阶段隆升, 冲洪积平原被河流切割成为台地或阶地。

5 结 论

(1) 在青藏高原空白区 1:25 万区域地质调查中进行地貌年代学研究, 无论对青藏高原调查研究工作本身, 还是对更加全面和深入认识高原隆升与环境演化过程等地质问题, 均有极重要意义。

(2) 区调工作者进行地貌年代学调查, 首先应熟悉和掌握地貌学的基本概念, 野外调查中先根据不同地貌间的空间关系确定其时代关系, 在此基础上有目的地采集测年样品。不同地貌对象的测年样品应注意其合适的取样部位、对象及分析方法。

(3) 1:25 万银石山幅的工作表明,地貌年代学调查对高原隆升及环境演化过程研究具有良好效果。

参考文献:

- [1] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题[M]. 北京: 科学出版社, 1981.
- [2] SHACKLETON R M, 常承发. 青藏高原新生代的隆起和变形——地貌证据[A]. 青藏高原地质演化[C]. 北京: 地质出版社, 1990. 372—382.
- [3] COLEMAN M. Evidence for Tibetan uplift before 14 Myr ago from a new minimum age for east-west extension [J]. Nature, 1995, 374: 49—52.
- [4] HARRISON T M, COPELAND P, KIDD W S F et al. Raising Tibet [J]. Science, 1992, 155: 1663—1670.
- [5] 李吉均, 方小敏. 青藏高原隆起与环境变化研究[J]. 科学通报, 1998, 43(15): 1569—1574.
- [6] 崔之久, 郑本兴. 珠穆朗玛峰地区的喀斯特[A]. 珠穆朗玛地区科学考察报告(1966—1968)·第四纪地质[C]. 北京: 科学出版社, 1975.
- [7] 李炳元, 潘保田. 青藏高原古地理环境研究[J]. 地理研究, 2002, 21(1): 61—70.
- [8] 江万, 等. 矿物裂变径迹年龄与青藏高原隆升速率研究[J]. 地质力学学报, 1998, 4(1): 13—17.
- [9] 于学政, 邓晋福. 青藏高原隆升与东昆仑地区金矿遥感地质研究[M]. 北京: 地质出版社, 1999.
- [10] 常承法, 郑锡澜. 中国西藏南部珠穆朗玛地区地质构造特征以及青藏高原东西向诸山系形成的探讨[J]. 中国科学(D 辑), 1973(2): 190—201.
- [11] 吴锡浩, 安芷生. 黄土高原黄土-古土壤序列与青藏高原隆升[J]. 中国科学(D 辑), 1996, 26(2): 103—110.
- [12] 施雅风, 李吉均, 李炳元, 等. 青藏高原晚新生代隆升与环境变化[M]. 广州: 广东科技出版社, 1998. 1—463.
- [13] 魏明建, 王成善, 万晓樵, 等. 第三纪青藏高原面高程与古植被变迁[J]. 现代地质, 1998, 12(3): 318—325.
- [14] 李吉均. 青藏高原的地貌演化与亚洲季风[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1999, 19(1): 1—9.
- [15] 李吉均, 文世宣, 张青松. 青藏高原隆升的时代、幅度和形式的探讨[J]. 中国科学(B 辑), 1979, (6): 608—616.
- [16] 李炳元, 潘保田, 高红山. 可可西里东部地区的夷平面与火山年代[J]. 第四纪研究, 2002, 22(5): 397—405.
- [17] 李吉均, 方小敏, 潘保田, 等. 新生代晚期青藏高原强烈隆起及其对周边环境的影响[J]. 第四纪研究, 2001, 21(5): 381—390.
- [18] 李长安, 等. 东昆仑晚新生代沉积、地貌与环境演化初步研究[J]. 地球科学, 1997, 22(4): 347—350.
- [19] 肖序常, 李廷栋, 李光岑, 等. 喜马拉雅岩石圈构造演化总论[M]. 北京: 地质出版社, 1988. 1—236.

The implications and method for the geomorphochronological approaches to the Qinghai-Xizang Plateau in the 1:250 000 geological survey

BAI Dao-yuan¹, HE Chun-ping², WU Neng-jie², LUO Ling-sheng²

(1. Faculty of Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China; 2. Hunan Institute of Geological Survey, Xiangtan 411100, Hunan, China)

Abstract: The geomorphochronological approaches are believed to have important implications for the 1:250 000 regional geological survey of the Qinghai-Xizang Plateau because of complicated features of the Plateau uplift and denudation, and foul weather and geographic conditions. The geomorphological features are technologically significant in that they may provide plenty of important informations about the Plateau uplift, environmental evolution and neotectonism, and assist in the reconstruction of the timing and evolution of geological processes. The present paper focuses the significance and method of the geomorphochronological approaches of the Qinghai-Xizang Plateau in the 1:250 000 regional geological survey. The spatial relations among distinctive geomorphological features should be ascertained in the field geological survey, and the samples should be sampled from the localities suitable for the geomorphochronological approaches. The results of research in the study show that the geomorphochronological approaches are effective for the examination of the Plateau uplift and environmental evolution.

Key words: Qinghai-Xizang Plateau; 1:250 000 regional geological survey; morphochronology