

导,而是由其他因子所介导,NF- κ B 对 GPE 活性的抑制作用则可能是通过与 GPE 激活因子的结合而实现.

总之,由以上的讨论可知,不同化学物对 GST-P 基因表达的作用机理是不同的. 这为化学致癌机理的多样性、复杂性及其综合治疗和预防提供了理论依据.

致谢 本工作为国家教委博士点基金资助项目.

参 考 文 献

- 1 Sakai M, Mesamatsu M, Nishi S, et al. Suppression of Glutathione Transferase P expression by glucocorticoid. *Biochem Biophys Res Commun*, 1992, 187: 976 ~ 983
- 2 刘东远,全 颂,王 娟,等. 大鼠谷胱甘肽 S 转移酶 P1 基因顺式调控元件的搜寻. *中国医学科学院学报*, 1998, 20(5): 322 ~ 325
- 3 Aoki Y, Matsumoto M, Suzuki K T, et al. Expression of Glutathione S-transferase P-form in primary cultured rat liver parenchymal cells by coplanar polychlorinated biphenyl s congeners is suppressed by protein kinase inhibitors and dexamethasone. *FEBS*, 1993, 333: 114 ~ 118
- 4 杨俊保,谢大英,左 瑾,等. 甲基丙烯酸环氧丙酯对金仓鼠胚胎细胞基因表达的影响. *癌变·畸变·突变*, 1994, 6(1): 6 ~ 10
- 5 Angel P, Karin M. Phorbol ester-inducible genes contain a common cis element recognized by a TPA-modulated trans-acting factor. *Cell*, 1987, 49: 729 ~ 739
- 6 Xia C L, Jiangting H U, Brian Ketterer, et al. The organization of the human GST-P1-1 gene promoter and its response to retinoic acid and cellular redox status. *Biochem J*, 1996, 313: 155 ~ 161
- 7 Meyer M, Schreck R, Baeuerle P A, et al. H₂O₂ and antioxidants have opposite effects on activation of NF- κ B and AP-1 in intact cells: AP-1 as secondary antioxidant-responsive factor. *EMBO J*, 1993, 12(5): 2005 ~ 2015

(1999-05-20 收稿,1999-08-02 收修改稿)

青海囊谦盆地新生代火山岩的 K-Ar 年龄

邓万明 孙宏娟 张玉泉

(中国科学院地质与地球物理研究所,北京 100029; 中国科学院广州地球化学研究所,广州 510640)

摘要 报道囊谦盆地新生代火山岩 9 个样品的 K-Ar 同位素稀释法定年的结果. 全岩或单矿物黑云母的表面年龄均在 32.04 ~ 36.50 Ma 的范围之中. 放射成因 Ar 与 K 构成了相关性良好的一条等时线,表明样品中既无过剩 Ar,也没有放射成因 Ar 的丢失,即上述年龄值为真实的成岩年龄. 印度板块与欧亚板块的碰撞发生在 45 ~ 50 Ma 之前. 本区火山活动是处在碰撞后构造环境,受岩石圈剧烈增厚和强烈的陆内剪切-走滑断裂带的控制,有证据表明,高原东、西、北部岩浆活动的时代存在着差异. 脉动式的岩浆侵入和喷发是高原阶段性隆升的示踪剂.

关键词 囊谦盆地 火山岩 K-Ar 年龄 青藏高原 高原隆升

在青藏高原东南部的横断山北段有一系列的第三纪走滑拉分盆地^[1],囊谦盆地是其中最

区在构造上恰好位于高原主体的近东西向构造带与横断山区近南北向构造带的转换部位,是研究深部物质状态非常重要的地段。由于地处高原外侧地势险峻,构造复杂,工作条件相当困难,以往的研究程度不高。最近我们对这些火山岩进行了专题考察。同位素年代学的测试结果对高原新生代以来岩石圈演化、陆内变形特点和隆升作用提供了许多重要的启示。

1 囊谦盆地的区域地质轮廓

工作区位于澜沧江断裂带的北段(图 1),主断裂带的方向为北西-南东向,澜沧江自北西南东流经整个盆地。囊谦盆地南北长 > 50 km,东西宽 8 ~ 15 km,发育早第三纪的红色砂、砾岩、泥岩夹石膏层。其东侧为晚三叠世地层逆掩其上,西侧石炭-二叠系灰岩呈角度不整合伏于其下。红层东厚西薄,为一基底向东倾斜的不对称盆地。

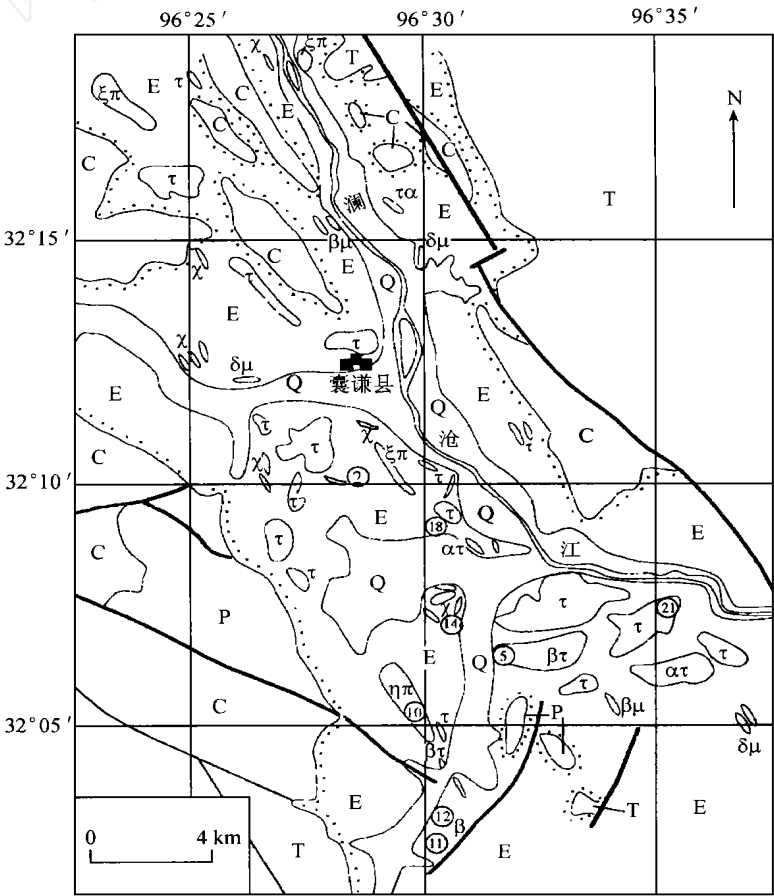


图 1 青海囊谦新生代盆地火山岩分布概略地质图

据文献[1]和囊谦县幅地质图¹⁾修改和简化。——次粗面玄武岩, ——次粗面岩, ——钾长斑岩, ——正长斑岩, ——次粗面安山岩, ——煌斑岩, ——次安山粗面岩, μ——辉绿玢岩, μ——闪长玢岩, ——玄武岩, C——石炭系生物灰岩, P——二叠系灰岩+砂岩, T——三叠系砂岩+页岩+泥灰岩+煤层, E——始新世紫红色粉砂岩+泥岩+石膏+底砾岩, Q——第四系。圆圈中的数字为观测、采样点号

2 火山岩的产状及岩石特征

囊谦盆地内火山岩或次火山岩体(包括浅成侵入斑岩)均为规模较小的岩株、岩墙、岩瘤和岩脉等产状,出露面积一般仅数百米×千余米,其形态多为不规则的浑圆形或长条状,成群广布于盆地之中。多数岩体与红层呈侵入接触关系,少数顺层产出,构成十分醒目的正地貌形态。在些棍沟可见残存的破火山口和火山颈。

火山岩的岩石组合相当复杂且岩性在空间上变化很大,除少量的火山碎屑岩(粗面质角砾熔岩、集块岩等)大部分为熔岩类。经初步鉴定有橄榄玄武岩、粗面玄武岩、粗面安山岩、粗面岩(及次粗面岩)以及浅成侵入的钾长斑岩、二长斑岩和云煌岩类。岩石大都比较新鲜仅局部有些碳酸盐化,具典型的斑状结构和块状构造,常见数厘米大小的同源捕虏体。岩石中普遍含有透辉石(部分为镁质透辉石,少数为次透辉石)、普通角闪石、黑云母、碱性长石和中酸性斜长石的斑晶,在基性熔岩中还出现贵橄榄石和顽火辉石粗斑,辉石和长石大都发育环带构造和双晶。基质为粗面结构、煌斑结构和玻晶交织结构,副矿物最常见的是磷灰石和磁铁矿。

3 火山岩 K-Ar 年龄的测量结果

表 1 列出了本区代表性岩石类型全岩或单矿物黑云母的 K-Ar 同位素稀释法定年的结果。

表 1 囊谦新生代盆地火山岩的 K-Ar 年龄^{a)}

| 序号 | 样品号 | 样品名称 | K/ % | ⁴⁰ Ar _{rad} ×10 ⁻¹⁰ / mol g ⁻¹ | ⁴⁰ Ar _{rad} / % | 表面年龄/ Ma (±1) | 采样点 ^{b)} |
|----|--------|--------|------|--|-------------------------------------|-----------------|-------------------|
| 1 | NQ2-1 | 云煌岩 | 4.96 | 2.901 | 83.66 | 33.42 ±0.59 | |
| 2 | NQ5-1 | 黑云母 | 7.21 | 4.558 | 85.45 | 36.09 ±0.58 | |
| 3 | NQ10-1 | 钾长斑岩 | 4.22 | 2.366 | 90.28 | 32.04 ±0.39 | |
| 4 | NQ11-4 | 玄武岩 | 3.63 | 2.166 | 93.23 | 34.09 ±0.36 | ⑪ |
| 5 | NQ12-1 | 粗面玄武岩 | 3.28 | 1.903 | 86.06 | 33.15 ±0.51 | ⑫ |
| 6 | NQ14-1 | 次粗面岩 | 4.72 | 3.018 | 86.17 | 36.50 ±0.56 | ⑭ |
| 7 | NQ18-1 | 次粗面安山岩 | 3.79 | 2.151 | 70.03 | 32.43 ±0.64 | ⑯ |
| 8 | NQ21-3 | 辉绿玢岩 | 4.91 | 3.128 | 89.11 | 36.37 ±0.47 | ⑰ |
| 9 | NQ21-4 | 黑云母 | 7.49 | 4.557 | 79.16 | 34.75 ±0.49 | ⑱ |

a) 方法: K-Ar 同位素稀释法; 采用常数: $\lambda = 5.543 \times 10^{-10}/a$, $e = 0.581 \times 10^{-10}/a$, $\lambda = 4.962 \times 10^{-10}/a$, $^{40}K/K = 1.167 \times 10^{-4} \text{ mol/mol}$ 。 b) 见图 1

全岩样品和单矿物黑云母的分析结果基本上是一致的。在图 2 中, K(%) - ⁴⁰Ar_{rad} 构成了一条良好的通过原点的等时线,说明该组岩石具有大致相同的成因条件和成岩时代,而且两类样品中既无过剩氩,也没有放射成因氩的丢失,表面年龄与等时线年龄一致,代表了真实的成岩年龄。由 9 组数据得到本区火山岩的平均年龄为 (34.32 ±0.51) Ma, 即渐新世早期。关于本区火山岩的时代前人报道了 (38.7 ±4.9) [2] 和 73.9 Ma [3] 两个数据。本文的结果与前者比较接近,而后者 K-Ar 年龄偏高,可能是样品中存在过剩氩的影响。

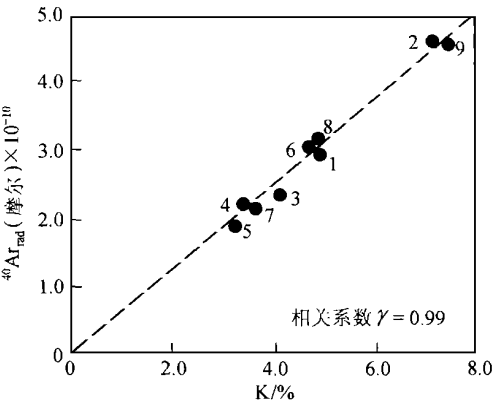


图 2 火山岩 K-⁴⁰Ar 等时线
数字为表 1 中的序号

1) 青海省地质矿产局第二区域地质调查队。中华人民共和国区域地质调查报告囊谦县幅(1:200 000 万)。1983

4 讨论

4.1 火山岩的 K-Ar 年龄为红层时代的确定提供了另一依据

对本区这一套陆相沉积建造过去曾将其确定为中侏罗世的雁石坪群或下三叠统。囊谦县幅(1/20万)地质报告根据孢粉分析的资料,将红层时代定为始新世,并划分为下部砾岩组(E_2^1)、中部紫红色碎屑岩夹火山岩组(E_2^2)和上部浅红色砾岩夹灰岩组(E_2^3)。在盆地东部拗陷最深处其厚度>2 000 m,西部仅大约1 000 m。如上所述,火山岩与红层普遍呈侵入接触关系,少数顺层产出。说明上述火山岩的 K-Ar 年龄测定结果符合地质观察,对于红层时代的确定又增加了年代学的依据。

4.2 火山活动是岩石圈深部地质作用的体现

火山爆发无疑是深部物质熔融事件的直接反映。在等压下的增温、快速降压以及挥发分的储集都可能跨越固-液平衡边界而使其固态物质发生部分熔融。印度板块与欧亚板块的碰撞大约在 50 Ma 之前的始新世中期。显然,在碰撞之后不久,青藏高原即已开始了剧烈的陆内变形,在这一过程中岩石圈发生了剧烈缩短和加厚,深部构造应力逐渐积累,一旦应力作用达到极限,势必转化为深部的增温效应,将导致壳、幔物质发生部分熔融。横断山北段剪切-走滑断裂的活动,使一系列拉分盆地逐渐形成。随基底断裂不断下切,以至达到岩石圈地幔,从而为熔体的形成、喷发提供了通道。火山活动就是能量释放的具体形式。深部的能量积累则由不平衡重新达到平衡。根据重力均衡调整的观点,很容易理解,区域性的岩浆活动必然导致岩石圈的垂向增厚以及高原面的均衡抬升。在青藏高原和一些年轻的造山带这样的耦合关系尤其明显。因此根据火山活动的时代,有理由认为,在始新世~渐新世期间曾发生了一次由于岩石圈缩短和陆内汇聚导致的走滑-剪切及裂陷事件。深部熔融体的喷发或上侵正是这一事件的结果和表现。

4.3 高原东、西部第三纪岩浆活动时代的差异

据研究,在藏东、滇西等地新生代盆地中的火山岩或富碱侵入斑岩的同位素年龄也大都集中在 30~40 Ma 的范围内^[4~6]。不仅如此,这些岩石在地球化学和同位素组成上有一定的相似性。现已查明,在青藏高原的西部存在 20~30 Ma 的钾质火山活动^[7~10]。据 Chung 等人^[6],高原东部的隆升开始于 40 Ma 之前,西部的隆升则发生在 20 Ma 之后。高原的隆升、两板块碰撞产生的东西向伸展构造以及深部的物质熔融都归因于加厚了的古亚洲岩石圈底部的对流减薄和拆沉作用(convective removal or delamination)。我们认为,高原东、西部新生代岩浆活动的时间的确有早晚之分,但东部横断山地区的喷发或侵入活动可能与陆内变形体制下的走滑-剪切和裂陷构造的关系更为密切,否则难以解释第三纪的岩浆活动为什么总是出现在相对狭窄的拉分盆地之中。

4.4 新生代以来脉动式的岩浆活动是高原隆升阶段性的示踪剂

大量的研究表明,青藏高原的隆升有阶段性。约 50 Ma 前在新特提斯封闭后冈底斯地区首先隆起,可以称为第 1 期。施雅风等人^[11]将发生在藏南的 25~17 Ma 的隆升称为第 2 期。其实藏东和滇西 40~30 Ma 的构造隆升才是真正的第 2 期。高原西部在 20 Ma 左右和北羌塘和昆仑(甚至包括喜马拉雅)在 10 Ma 和 <10 Ma 的岩浆活动可能分别是第 3 期和第 4 期隆升的体现。因此,所谓“整体隆升”的观念最好摒弃。间歇性的火山活动是岩石圈物质能量积累-释放,再积累-再释放递进演化的结果,也是高原隆升的阶段性反映。从这种意义考虑,新生代

以来脉动式的岩浆喷发-侵入活动是高原阶段性隆起过程的示踪剂.

致谢 中国地震局地质研究所李大明、李齐完成样品的 K-Ar 年龄测定,谨致谢意. 本工作为国家重点基础研究专项经费和中国科学院青藏高原研究项目(KZ951-A1-204、KZ95T06)资助项目.

参 考 文 献

- 1 潘桂堂,王培生,徐耀荣,等. 青藏高原新生代构造演化. 北京:地质出版社,1990. 14~31
- 2 杨大雄,王培生. 横断山北段囊谦盆地新生代钙碱性次粗面岩的 ^{40}Ar - ^{39}Ar 法坪年龄测定结果. 见:青藏高原地质文集(19). 北京:地质出版社,1988. 39~44
- 3 樊 华,吕惠庆. 玉树囊谦地区喜山期火山岩及火山活动初析. 见:青藏高原地质文集(13). 北京:地质出版社,1983. 129~140
- 4 张玉泉,谢应雯,涂光炽,等. 横断山区花岗岩类地球化学. 北京:科学出版社,1995. 30~47
- 5 邓万明,黄 萱,钟大赉. 滇西金沙江带北段的富碱斑岩及其与板内变形的关系. 中国科学, D 辑, 1998, 28(2): 111~117
- 6 Chung S L, Lo C H, Lee T Y, et al. Diachronous uplift of the Tibetan Plateau starting 40 Myr ago. Nature, 1998, 394: 769~773
- 7 邓万明. 青藏高原北部新生代板内火山岩. 北京:地质出版社,1998. 23~26
- 8 Arnaud N O, Vidal Ph, Tapponnier P, et al. The high K_2O volcanism of northwestern Tibet: geochemistry and tectonic implications. Earth Planet Sci Lett, 1992, 111: 351~367
- 9 Turner S, Hawksworth C J, Liu J Q, et al. Timing of Tibetan uplift constrained by analysis volcanic rocks. Nature, 1993, 364: 50~53
- 10 Turner S, Arnaud N, Liu J Q, et al. Post-collision, shoshonitic volcanism on the Tibetan Plateau: implications for convective thinning of the lithosphere and the source of Ocean Island Basalts. J Petrol, 1996, 37: 45~71
- 11 施雅风,汤懋苍,马玉贞. 青藏高原二期隆升与亚洲季风孕育关系探讨. 中国科学, D 辑, 1998, 28(3): 263~271

(1999-04-21 收稿,1999-07-19 收修改稿)

南、北极和青藏高原现代降水中 Pb, Cd 反映的全球大气污染

效存德 秦大河 姚檀栋 任贾文 李月芳

(中国科学院兰州冰川冻土研究所冰芯与寒区环境开放研究实验室,兰州 730000)

摘要 1989~1995 年间,先后在横贯南极冰盖沿线,青藏高原冰川以及北极中心地带和加拿大北极地区大量采集了雪坑样品,对样品测试了主要阴阳离子及 Pb 和 Cd 的含量. 综合分析基本圈定了造成北极中心地带工业 Pb 污染的源区范围. 分析指出,70 年代起美欧国家禁用含铅汽油后虽使格陵兰冰盖内 Pb 含量大幅度下降,但由于源区的差异,北极中心地带降水中 Pb 含量依然居高. 给出了南、北极和青藏高原降水中自然来源气溶胶组分的本底水平,对比分析了 90 年代初降水中 Pb, Cd 的含量,并估算了 3 个地区典型地点实测 Pb 中自然源 Pb 和污染源 Pb 组分,其中自然源 Pb 在 3 个地区相当(均 $< 3 \times 10^{-12} \text{ g g}^{-1}$),污染源 Pb 在 3 个地区均占实测值 50% 以上,可见工业重金属污染可能波及到地球最偏远地区和整个大气对流层.

关键词 南极 北极 青藏高原 重金属 全球污染

冰川冰内重金属元素的检测是揭示全球工业污染、评价环境质量的有效途径. 60 年代末以来,主要从格陵兰冰盖和南极冰盖开展了对 Pb(个别对 Cd, Cu, Hg 和 Zn 等)的测试. 其中