

文章编号: 1009-6248 (2003) 02-0013-07

埃达克岩研究的几个问题

朱弟成^{1,2}, 潘桂棠¹, 段丽萍¹, 夏林², 廖忠礼^{1,2}, 王立全¹

(1. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082; 2. 中国地质大学, 北京 100083)

摘 要: 在简略分析中国埃达克岩研究情况的基础上, 讨论了新近在有关埃达克岩研究方面取得的主要进展, 探讨了先前埃达克岩研究中很少或者没有注意到的特殊的地球动力学意义。强调 O 型埃达克岩的出现标志着大洋萎缩消减的开始, C 型埃达克岩的出现则暗示地壳在此之前就已经加厚, 同时认为要解决埃达克岩研究中存在的一些问题, 在很大程度上还有赖于青藏高原的埃达克岩研究。

关键词: 埃达克岩; 大洋萎缩消减; 地壳加厚; 地球动力学意义; 青藏高原

中图分类号: P58 **文献标识码:** A

20 世纪 70 年代末, Kay (1978) 在美国阿留申群岛中的 Adak 岛发现了显生宙的板片熔融事件^[1], 但当时并没有引起足够的重视。20 世纪 90 年代初期, Defant Drummond (1990)、Drummond 和 Defant (1990) 认为^[2, 3], 当地壳相对年轻和温度升高时, 俯冲板片发生部分熔融, 产生在地球化学成分上具有特殊标记的一类火成岩岩石组合 (高铝的中酸性火成岩岩石组合), 他们把这些岩石称为埃达克岩。直到埃达克岩的概念提出以后, 其研究才引起了极为广泛的关注, 特别是最近几年来, 人们对埃达克岩的重视程度, 几乎达到了前所未有的高度^[4-19]。

自 Defant *et al.* (1990) 提出埃达克岩的概念以来^[2], 人们已经发现符合这种定义的埃达克岩具有两种成因类型, 一类是由俯冲的年轻大洋板片发生部分熔融形成, 即 O 型埃达克岩; 另一类是由加厚地壳发生拆沉作用而引起部分熔融形成, 即 C 型埃

达克岩。必须强调的是, 异常热源的介入是两种埃达克岩形成的必要条件。

笔者在对近年来中国埃达克岩研究情况进行分析的基础上, 讨论新近有关埃达克岩研究方面取得的主要进展及存在的主要问题, 同时对先前埃达克岩研究中很少或者没有注意到的特殊的地球动力学意义进行讨论。

1 有关中国的埃达克岩研究情况

自国内 2000 年发表第一篇有关埃达克岩的综述论文以来, 最近两年已经引起了学者们的极大关注。初步统计发现, 国内迄今已公开发表 36 篇与埃达克岩有关的科研论文, 3 年来论文数量几乎呈直线上升的趋势, 并且绝大部分集中在地学核心刊物 (图 1), 同时于 2001 年底, 还在国家自然科学基金委资助下发起召开了第一次埃达克岩国际学术研讨会。

收稿日期: 2003-02-20; **修回日期:** 2003-04-15

基金项目: 中国地质调查局青藏高原地质研究综合项目 973 项目“印度与亚洲大陆主碰撞成矿带作用” (编号: 2002CB412600) 下属课题“成矿潜力评估与战略新区预测” (编号: 2002CB412609); “青藏高原地质构造及资源环境效应研究” (编号: 200113900069) 及其下属课题“冈底斯构造- 岩浆带综合研究” (编号: 200113900069-5); “青藏高原南部空白区基础地质调查与研究” 实施项目 (编号: 1212010310102); 联合资助

作者简介: 朱弟成 (1972-), 男, 中国地质大学 (北京) 在读博士, 构造地质学与地球动力学专业。

Em ail: cdzdc@cgs.gov.cn dchengzhu@163.com。

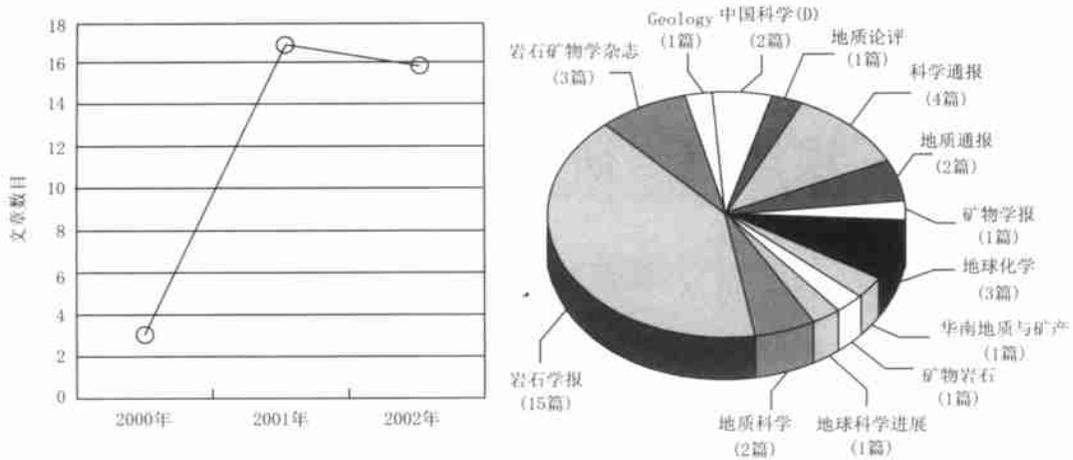


图1 中国埃达克岩研究情况

Fig. 1 The state in the research of adakite in China

最近两年来,在中国东部安徽沙溪、大别山、江苏宁镇、西天山阿吾拉勒等地陆续见有埃达克岩方面的报道^[7~11]。目前,人们对埃达克岩的关注重点已从我国东部转移到青藏高原及周边地区,但迄今还没有进行过较为系统的研究,仅在个别地区发现部分岩石具有埃达克岩的迹象^[12]。

通过近几年来国内外学者的不断探索,目前对埃达克岩形成的构造环境、形成方式、地球动力学意义及其与矿产资源的关系等方面,都取得了一些新的、系统的认识,下面对有关问题进行简略叙述。

2 有关埃达克岩形成的构造环境

具有埃达克岩特征的板片熔融事件最初发现于美国阿留申群岛中的Adak岛,其原始定义仅限于与俯冲板片有关。实验模拟表明,与地幔正常的脱水熔融作用相比,来源于俯冲板片熔融作用的埃达克岩岩浆一般会发生在更浅的部位。模拟计算表明,只有在俯冲作用初期,即大洋板片的俯冲量不超过200 km时,才能发生板片的部分熔融,而当大洋板片的俯冲量超过200 km时,不可能发生板片熔融^[13]。并且这种熔融事件发生在火山弧下接近75~85 km深度(相当于角闪岩-榴辉岩过渡带),而正常的岛弧火山岩岩浆则形成于120~150 km^[14]。因此,俯冲环境火山弧下75~85 km处俯冲板片发生部分熔融形成了O型埃达克岩岩浆。这种类型最典型的例子是St. Helens山的埃达克岩^[15]。

除此之外,弧-弧碰撞带之下被加热的年轻地壳或板片发生部分熔融也可以产生O型埃达克岩,如弧-弧碰撞环境下巴布亚新几内亚的Arid Hills和北部海岸以及菲律宾Mindanao中部的埃达克岩可能就是这种类型^[16]。

对于C型埃达克岩形成的构造环境,目前认为在活动陆缘的地壳加厚区、板块碰撞导致地壳加厚区、高原底部均可以发现^[17],但必须注意的是,地壳加厚是形成这类埃达克岩的必要条件,如果地壳没有加厚或厚度很小,其部分熔融形成的是I型花岗岩而非埃达克岩^[17],这种类型的埃达克岩在中国东部研究较多^[7]。

3 有关埃达克岩的成因模型

对于O型埃达克岩形成于大洋板片俯冲初期的成因模型(图2),目前没有什么异议。而对于C型埃达克岩的成因模型,却存在不同的认识。

目前,主要有两种C型埃达克岩的成因模型假说,一为玄武质岩浆底侵下地壳时发生部分熔融形成埃达克岩岩浆,但由于这种模式在解释:今天在埃达克岩中发现的高MgO含量;与埃达克岩有关的富Nb岛弧玄武岩(NEAB)中出现大量幔捕虏体;今天大多数埃达克岩都发现于俯冲环境(西藏也许不是)等现象时遇到了困难,所以Defant M J *et al.* (2002) 认为可以排除这种模式^[18]。

C型埃达克岩的另一种成因模型为下地壳的拆

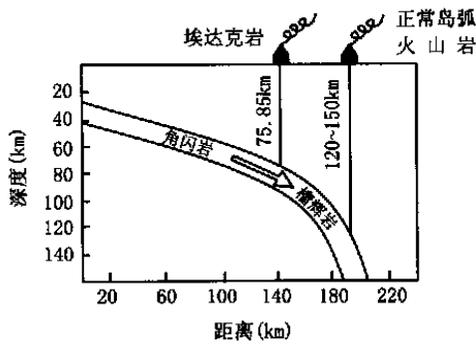


图 2 O 型埃达克岩的俯冲作用模型示意图 (据 [2])
 Fig. 2 Sketch map of subduction for O-type adakite
 (After Defant *et al.*, 1990)

沉作用模型 (图 3)。拆沉作用是指由于重力的不稳定性导致岩石圈地幔、大陆下部地壳或大洋地壳沉入下伏软流圈或地幔的过程。重力不稳定性是拆沉作用的驱动力, 其直接结果是造成岩石圈地幔和下地壳沉入软流圈, 热的软流圈物质相应上涌至地壳下部置换冷的上地幔。拆沉作用模型认为岩石圈加厚是大陆岩石圈和下地壳拆沉的前奏曲^[20]。其作用包括两方面: 促使基性下地壳转变为榴辉岩; 迫使冷的、密度较大的岩石圈地幔、下部地壳沉入热的、浮力更大的软流圈。因此, C 型埃达克岩的拆沉作用模型为: 在大陆地壳很厚的区域 (厚度 > 40 km), 下地壳可能变成榴辉岩, 从而拆离并下沉到地

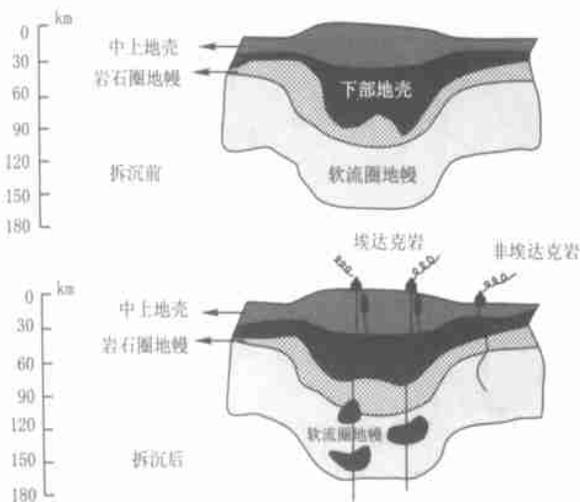


图 3 C 型埃达克岩的拆沉作用示意图 (据 [7] 有修改)
 Fig. 3 Sketch map of delamination for C-type adakite
 (After Zhang *et al.*, 2001; revised by this paper)

幔中, 发生拆沉作用, 结果将导致下地壳下部或拆沉的下地壳的上部与相对热的地幔接触, 引起下地壳熔融, 从而形成 C 型埃达克岩岩浆。另外, 对埃达克岩与拆沉作用的关系, 还有另外一种理解: 加厚的下地壳可能是中基性成分的, 由于有来自地幔的热供给, 使下地壳部分熔融形成埃达克质岩, 留下的残余物转变为基性程度更高的榴辉岩, 使其密度加大, 处于地壳之下的岩石圈地幔比软流圈地幔冷, 密度大, 也处于非稳定状态。在这种情况下, 岩石圈地幔将与下地壳一道沉入软流圈地幔。因此, 埃达克质岩从下地壳的熔出是拆沉作用的前提, 这个过程只有在加厚地壳的条件下才能出现。

4 有关埃达克岩的形成方式

Defant M J *et al.* (2001) 总结了埃达克岩的形成方式^[16], 按这些方式形成的埃达克岩主要属于严格符合其原始定义的 O 型埃达克岩。

(1) 年轻的、热的板片发生俯冲, 在其俯冲初期形成埃达克岩岩浆。现在看来, 所谓年轻的板片, 并不是指其绝对年龄, 而是指这种板片在洋中脊处形成到在海沟处倾没所经历的相对时间较短。典型的例子如 St. Helens 山的埃达克岩。

(2) 早期残余板片: 早期俯冲板片的残余物下沉到地幔中, 由于其周围异常热的地幔的影响, 导致其温度升高, 发生部分熔融, 进而产生埃达克岩。如希腊的 Evia、加利福尼亚海湾的 Isla San Esteban 等地的埃达克岩。

(3) 倾斜的或快速的俯冲 (8~ 10 cm/a): 在一些构造环境中, 当老的大洋岩石圈倾斜俯冲或以较高的速率进行俯冲时, 剪切压力增大, 这种剪切压力导致俯冲板上部的温度升高, 使其发生部分熔融而产生埃达克岩。如 Aleutian 群岛和 Komondorsky 岛的埃达克岩以及菲律宾 Mindanao 东部的埃达克岩。

(4) 弧-弧碰撞带: 由弧-弧碰撞带之下被加热的年轻地壳或板片发生部分熔融也可以产生埃达克岩。如巴布亚新几内亚的北部海岸和 And Hills 之间的弧-弧碰撞带及菲律宾 Mindanao 中部的埃达克岩。

(5) 俯冲初期: 当冷的板片首次进入热的地幔时, 俯冲板片温度的增高能够引起部分熔融。如菲

律宾 Mindanao 东部和南部的埃达克岩可能就是由这种方式产生的。

(6) 板片裂缝 (tears): 板片俯冲进入软流圈地幔时, 地幔浮力上拱导致俯冲板片产生撕裂缝, 沿着这些撕裂边缘, 地幔热异常物质上侵使板片边缘的温度升高, 导致板片发生部分熔融产生埃达克岩。如俄罗斯堪察加的 Shiveluch 火山之下的埃达克岩以及格林纳达 Lesser Antilles 的埃达克岩。

(7) 平板俯冲: 板片俯冲过程中, 虽然以低角度方式前进, 但板片在这个近于水平运动中也能得到足够的热量产生熔融。如厄瓜多尔、秘鲁等地的埃达克岩。

从理论上讲, 每一种形成埃达克岩的方式都有其独特的地球化学特征与之对应, 详细研究某研究区的埃达克岩特征, 对了解研究区的动力学背景和壳幔相互作用的信息, 都是很有帮助的, 只是这一点还需要加大研究的广度和深度。

5 有关埃达克岩的地球动力学意义

不同类型埃达克岩的成因不同, 其形成方式和构造环境也不一样, 因而具有不同的地球动力学意义。这些在早先的研究论文中已经进行过报道^[4-6], 笔者着重强调埃达克岩在研究大洋演化和地壳加厚方面的地球动力学意义, 以供讨论。

5.1 O 型埃达克岩

对于 O 型埃达克岩, 由于其作用对象为年轻的大洋板片, 并且形成于俯冲初期的构造环境, 因而具有特殊的地球动力学意义, 体现在: 可以证明大洋板片俯冲消减的存在和指示大洋板片俯冲的方向。O 型埃达克岩形成于俯冲作用初期, 因而与正常的岛弧火山岩相比, 更靠近海沟位置 (图 4), 因此, 从埃达克岩到正常岛弧火山岩的方向, 代表了大洋板片的俯冲方向; 俯冲大洋板片熔融形成的埃达克质岩浆在上升过程中会与地幔楔、地壳发生反应 (图 4)。

因此, 埃达克岩是研究俯冲初期壳幔相互作用的重要岩石“探针”。大洋板片在 75~85 km 发生部分熔融形成埃达克质岩浆以后的向上运移过程中,

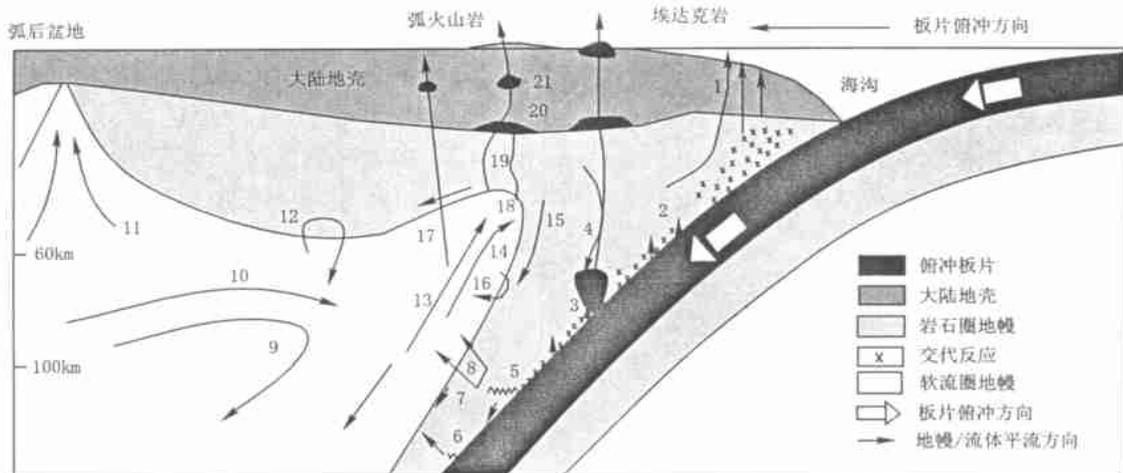


图 4 埃达克岩揭示的壳幔演化信息示意图 (据 [21], 有修改)

Fig. 4 Sketch map of evolutionary information between crust and mantle revealed by adakite

(After Pearce *et al.*, 1995; revised by this paper)

1. 增生柱和曲折海山的流体迁移作用; 2. 沉积物和俯冲洋壳的脱水和部分熔融作用; 3. 向下牵引的岩石圈地幔与消减带成分的混合作用; 4. 板片运动使被混染地幔发生向下的牵引作用; 5. 约 100 km 处由于角闪石分解所引起的含水流体的释放和侧向迁移作用; 6. 更深部其他含水流体相分解引起含水流体的释放作用; 7. 1 000 左右开始发生的地幔脱水熔融作用; 8. 由地幔补给到熔融柱底部而引起少量含水熔体的迁移作用; 9. 板片驱动地幔进入地幔楔; 10. 由地幔平流引起的熔融体被给作用; 11. 弧后区由少量熔体丢失引起幔源亏损; 12. 陆下岩石圈拆沉引起幔源富集; 13. 浮力驱动引起地幔对流; 14. 约 60 km 处开始的地幔减压熔融作用; 15. 向下牵引板片导致地幔体系中加入熔融体使残余地幔发生分离作用; 16. 由不完全分离或残余地幔的重新混合带来的亏损柱; 17. 熔融体的选择性流出; 18. 岩石圈底部发生的熔体分离作用; 19. 与岩石圈地幔之间的相互作用及其结晶作用; 20. 地壳底部的岩浆-同化-储集-均一化作用; 21. 更浅部地壳的同化-分离结晶作用

将受到各种地质作用的改造, 并将与围岩物质发生不同程度的同化和混染作用, 这些作用无一例外地都会记录在埃达克岩上, 从而使埃达克岩成为了解俯冲初期壳幔相互作用的岩石学“探针”; 埃达克岩的出现标志着大洋萎缩消减的开始。一个大洋从发生 发展 萎缩 消亡的威尔逊旋回史, 是一个漫长的地质历史过程。在这个过程中中的每一个阶段都具有各自特定的岩石学记录。埃达克岩的出现完善了这一记录, 代表了大洋板片俯冲消减的开始(图 5)。

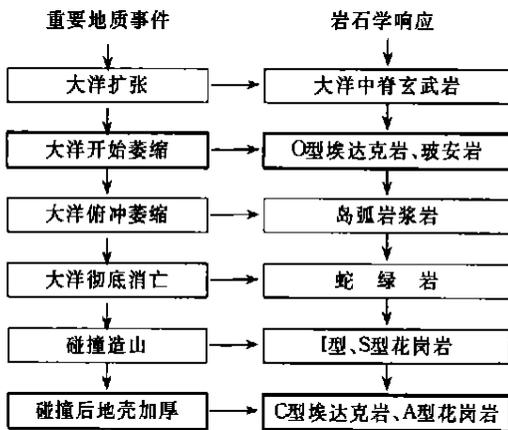


图 5 大洋演化过程中主要地质事件与岩石学响应之间的关系

Fig. 5 Relationship between major geological events and petrological responses in the process of oceanic evolution

5.2 C 型埃达克岩

对于 C 型埃达克岩, 由于其形成于特殊的地壳加厚的动力学背景, 其特殊的动力学涵义体现在: 揭示壳幔相互作用的信息, 由于其成因特殊, 可用于指示拆沉作用的存在, 而拆沉作用是可以指示壳幔相互作用的信息; 追踪地质历史时期上的地壳增厚及其相关事件, 按照拆沉作用模型, C 型埃达克岩可能是增厚地壳开始减薄的一种标志。因此, 该类埃达克岩的出现, 暗示地壳在形成该类埃达克质岩浆之前就已经增厚。这一点, 对于研究地壳加厚的时间是非常关键的, 众所周知, 青藏高原具有双倍地壳的厚度, 但对地壳加厚的时间, 一直是未解决的课题。如果能够在青藏高原发现非常典型的、最老的 C 型埃达克岩, 确定其时间, 就不难得出结论, 青藏高原的地壳厚度在此之前就已经加厚了, 从这点看, 在青藏高原发现埃达克岩的重要性是不言而喻的。

6 有关埃达克岩与矿产之间的关系

Defant M J *et al.* (2001) 提出, 埃达克岩可以用来作为勘探铜矿和金矿的标志, 这正如金伯利岩可用于发现金刚石一样^[16]。

Thieblemont 等(1997)统计了全球 43 个 Au、Ag、Cu 和 Mo 低温热液和斑岩矿床, 发现其中 38 个与埃达克岩有关^[22]; 在全球规模上(美国西部、智利、巴布亚新几内亚), 多数埃达克岩省也是重要的成矿省; 在地区规模上, 多数矿床的主岩为埃达克岩; 在矿区规模上, 当埃达克岩与非埃达克岩共存时, 成矿主要与埃达克岩有关。

埃达克岩与斑岩铜矿的关系极为密切, 并且相关的矿床规模达大型和超大型, 其含矿岩石主要为闪长岩、斜长花岗岩、花岗闪长岩、二长花岗岩和石英斑岩等。研究表明, 世界级的斑岩铜矿大多与 O 型埃达克岩有关, 如智利的 Ckuquikamata, 铜金属储量 6 935 万 t, La Escondida, 铜金属储量 2 880 万 t^[23], El Abra 铜金属储量 1 450 万 t^[24]。我国学者张旗等(2002)也对中国的斑岩铜矿进行了初步研究^[25], 认为它们大多与埃达克岩有关, 如: 江西德兴、安徽沙溪、四川西范坪、黑龙江多宝山、内蒙乌奴格吐山、新疆土屋、乌伦布拉克、西藏玉龙和云南马场箐等。

7 有关问题及展望

自提出埃达克岩的概念以来, 埃达克岩研究得到了蓬勃发展, 取得了大量成果, 但不可否认的是, 埃达克岩研究还存在一些问题和争论。结合 2001 年北京埃达克岩学术研讨会会议交流情况, 这些问题和争论主要体现在:

(1) 有关埃达克岩的定义: 目前对是否应遵循埃达克岩来源于俯冲板片熔融的原始定义还有争议。美国学者认为: 埃达克岩定义范围较宽, 是地球化学意义上的岩石分类, 没有特征的岩石学和(或)矿物学标志, 不能根据构造背景来定义埃达克岩。而部分国内学者认为, 埃达克岩既然是一种岩石, 就应该有岩石学和矿物学标志, 在野外也应该易于识别, 同时还应遵循埃达克岩来源于俯冲板片熔融的定义, 不应该无限扩大。

(2) 有关两类埃达克岩的判别: 两类埃达克岩的

成因不同,它们所指示的地球动力学意义也不一样。因此,正确判别两类埃达克岩,对讨论地球动力学过程、壳幔之间的相互作用都具有重要意义。然而遗憾的是,目前除了本文作者作过这方面的初步尝试以外^[19],尚未见有这方面的报道。

(3)有关埃达克岩的岩浆源区:认为它既可以是俯冲的板片,也可以是基性的下地壳,基性源岩的石榴石残留是形成埃达克岩地球化学特点的首要前提。因此,只要有合适的物理化学条件(如异常热源的介入),板片和下地壳熔融都可以形成埃达克岩,但国内部分学者认为壳幔混合或地壳混染也可形成埃达克岩。

(4)有关埃达克岩形成的构造背景:一般认为主要来源于板片的俯冲,但实验结果发现,板块汇聚地区加厚下地壳和拆沉作用(俯冲侵蚀作用)时,地壳底部岩石的部分熔融也可以产生埃达克岩,从这一点看,还需要对形成埃达克岩的构造背景进行详细研究和归纳。

展望未来的埃达克岩研究,我们应该给予青藏高原以更大的关注和热情。由于青藏高原在全球固体地球科学研究中所处的特殊地位,以及在青藏高原研究和寻找埃达克岩所具有的得天独厚的优势和条件,我们认为上述问题的回答和完善,在很大程度上还依赖于青藏高原埃达克岩研究工作所取得的突破。但同时也应该注意到,在青藏高原寻找埃达克岩,是一项长期而艰巨的工作,不应该只通过少数样品、个别图解得出研究对象为埃达克岩的结论,它需要在原始资料不断积累的基础上,进行脚踏实地的深入研究和系统总结。埃达克岩这个新鲜事物的出现,给我们解决和研究青藏高原的相关地质问题提供了新的思路,尤其是我们在青藏高原进行矿产资源的勘察、评价和预测时,更应该从埃达克岩的新视角,拓宽我们的思路,提升成矿理论和成矿模式方面的研究水平。当前,我们应该紧紧抓住国土资源大调查这个难得的机遇,以青藏高原为实验基地,加强和加大青藏高原地区埃达克岩研究方面的力度和深度,为埃达克岩研究、为青藏高原的地质和矿产事业注入新的活力。

8 结语

近年来,我国学者投入了极大的热情研究埃达克岩,关注的重点也从我国东部转移到青藏高原及周边

地区。埃达克岩有多种形成方式,每一种方式形成的埃达克岩都有其独特的地球化学特征,这些特征了解埃达克岩的动力学背景和壳幔相互作用的信息都是很有帮助的。在埃达克岩的地球动力学意义上,笔者强调O型埃达克岩的出现标志着大洋萎缩消减的开始,C型埃达克岩的出现则暗示地壳在此之前就已经加厚,同时认为要解决埃达克岩研究中存在的一些问题,在很大程度上还有赖于青藏高原的埃达克岩研究。

致谢:张旗教授审阅本文初稿并提出了宝贵的修改意见,同时还提供了完整的有关中国埃达克岩研究文献目录,在此表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] Kay R W. A leucian magnesian andesites: melts from subducted Pacific Ocean crust[J]. *Volcanol Geotherm Res.* 1978, 4: 117-132.
- [2] Defant M J, Drummond M S. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere[J]. *Nature*, 1990, 347: 662-665.
- [3] Drummond M S, Defant M J. A model for trondhjemite-tonalite-dacite genesis and crustal growth via slab melting: Archaean to modern comparisons [J]. *Geophys Res*, 1990, 95: 21503-21521.
- [4] 钱青. adakite 的地球化学特征及成因[J]. *岩石矿物学杂志*, 2001, 20(3): 297-306.
- [5] 王强, 许继峰, 赵振华. 一种新的火成岩——埃达克岩的研究综述[J]. *地球科学进展*, 2001, 16(2): 201-208.
- [6] 罗照华, 柯珊, 谌宏伟. 埃达克岩的特征、成因及构造意义[J]. *地质通报*, 2002, 21(7): 436-440.
- [7] 张旗, 钱青, 王二七, 等. 燕山中晚期的中国东部高原: 埃达克岩的启示[J]. *地质科学*, 2001, 36(2): 248-255.
- [8] 王强, 赵振华, 熊小林, 等. 底侵玄武质下地壳的熔融: 来自安徽沙溪 adakite 质富钠石英闪长玢岩的证据[J]. *地球化学*, 2001, 30(4): 353-361.
- [9] 王强, 许继峰, 王建新, 等. 北大别山 adakite 型灰色片麻岩的确定及其与超高压变质作用的关系[J]. *科学通报*, 2000, 45(10): 1017-1024.
- [10] 许继峰, 王强, 徐义刚, 等. 宁镇地区中生代安基山中酸性侵入岩的地球化学: 亏损重稀土和钇的岩浆产生的限制[J]. *岩石学报*, 2001, 17(4): 576-584.
- [11] 熊小林, 赵振华, 白正华, 等. 西天山阿吾拉勒 adakite 型钠质中酸性岩及地壳垂向增生[J]. *科学通报*, 2001, 46

- (4): 281-287.
- [12]曲晓明, 侯增谦, 黄卫. 冈底斯斑岩铜矿(化)带: 西藏第二条“玉龙”铜矿带[J]. 矿床地质, 2001, 20: 355-366.
- [13]Peacock S M, Rushmer T, Thompson A B. Partial melting of subducting oceanic crust [J]. Earth and Planet Science Letter, 1994, 121: 227-244.
- [14]Crosson R S, Owens T J. Slab geometry of the Cascadia subduction zone beneath Washington from earthquake hypocenters and teleseismic converted waves [J]. Geophysical Research Letters, 1987, 14: 824-827.
- [15]Defant M J, Drummond M S. Mount St. Helens: potential example of the partial melting of the subducted lithosphere in a volcanic arc [J]. Geology, 1993, 21: 547-550.
- [16]Defant M J, Kepezhinskias P. Evidence suggests slab melting in arc magmas [J]. EOS, 2001, 82: 67-69.
- [17]张旗, 王焰, 刘伟, 等. 埃达克岩的特征及其意义[J]. 地质通报, 2002, 21 (7): 431-435.
- [18]Defant M J, 许继峰, Kepezhinskias P, 等. 埃达克岩: 关于其成因的一些不同观点 [J]. 岩石学报, 2002, 18 (2): 129-142.
- [19]朱弟成, 段丽萍, 廖忠礼, 潘桂棠. 两类埃达克岩 (Adakite) 的判别 [J]. 矿物岩石, 2002, 22 (3): 5-9.
- [20]高山, 金振民. 拆沉作用 (delamination) 及其壳幔演化动力学意义 [J]. 地质科技情报, 1997, 16 (1): 1-9.
- [21]Pearce J A, Peate D W. Tectonic implications of the composition of volcanic arc magma [J]. Annual Review Earth and Planet Science, 1995, 23: 251-285.
- [22]Thieblemont D, Stein G, Lescuyer J L. Gisements epithermaux et porphyriques: la connexion adakite [J]. Earth and Planetary Sciences, 1997, 325: 103-109.
- [23]戴自希. 全球超巨型金属矿床(区) [A]. 见: 中国地质矿产信息研究院(编著). 走向 21 世纪的地学与矿产资源 [C]. 北京: 地质出版社, 1996. 35-42, 205.
- [24]Bellon H, Yumul Jt G P. Miocene to Quaternary adakites and related rocks in western Philippine arc sequences [J]. Earth and Planetary Sciences, 2001, 333: 343-350.
- [25]张旗, 王元龙, 张福勤, 等. 埃达克岩与斑岩铜矿 [J]. 华南地质与矿产, 2002, 85-90.

Some problems in the research of adakite

ZHU Di-cheng^{1, 2}, PAN Gui-tang¹, DUAN Li-ping¹, XIA Lin²
LIAO Zhong-li^{1, 2}, WANG Li-quan¹

(1. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, China;

2. China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on the analysis for the state in the research of adakite in China, this paper discusses the major advances in the research of adakite, and probes into the particular geodynamic significances that are less or out of noticed before. This paper emphasizes that O-type adakite may be as an indicator to reveal the start of oceanic shrink and subduction, whereas the C-type adakite maybe indicate that the crust has thickened before the forming of this kind of magma. And then, the authors point out that many problems of adakite may be resolved by studying the adakite in Tibetan Plateau.

Key words: adakite; oceanic shrink and subduction; crust thickened; geodynamic significances; Tibetan Plateau