

稀有金属酸性伟晶岩成因新窥

沈致富*

(中国地质科学院成都地质矿产研究所, 成都)

提 要: 伟晶岩魅力不衰, 因其具有重大的经济价值和值得致力开拓的学术前沿。在伟晶岩研究 200 年史中有代表性成因假说略加评析的基础上, 批判继承前人的经验教训, 根据近年新发现的若干伟晶岩地质-地球化学特征, 借鉴有关成岩、成矿实验新成果, 并将伟晶岩同有关深成相、浅成-超浅成相和地表相酸性岩进行比较学研究, 推出稀有金属酸性伟晶岩成岩、成矿新说。

关键词: 假说评析 比较研究 成因新说 建模 前瞻

在矿床成因大类中, 伟晶岩矿床数量不多, 但对某些矿产的重要性异乎寻常, 加之, 矿化品位高、矿物粒径大、晶莹剔透, 更得青睐。伟晶岩成因研究的各个方面, 都有地质学家不懈追求的突破和有所得益的机遇。因此, 伟晶岩研究领域, 历来是岩石学、矿床学必争之地。遗憾之至, 国际地科联火成岩分类学居然将其排斥在所推荐的火成岩术语之外。

在诸多伟晶岩定义表述中, 金兹堡等人的概念较严谨, 即: 伟晶岩是这样一类特殊岩石, 其形态多呈贯入体和分离体; 具低共熔组分, 并通常与岩浆杂岩晚期分异物或深熔作用的熔出物相近; 因分带性及独特的文象、粗粒和巨晶结构而显不均匀性; 生成于温度范围宽的中-相当深条件下; 与挥发分和活性组分强烈活动的岩浆晚期至热液早期作用相当。依矿物成分、化学组分及其相应的母岩, 伟晶岩可分为花岗质和非花岗质伟晶岩两大类。80 年代, 笔者在南岭发现并论述了一类新的伟晶岩——云英伟晶岩。云英伟晶岩虽不属花岗质伟晶岩范畴, 但它们在时、空和成因上常有某种关联, 可类上归类成酸性伟晶岩, 而且常发育有稀有金属等矿化。本文拟从新的视角管窥其成岩、成矿机理。

1 伟晶岩研究史的启迪

伟晶岩术语问世至今两个世纪。相关研究的著述堪称汗牛充栋, 几乎方方面面的问题, 都有林林总总的论述。回首伟晶岩的研究历程, 启迪发人深省。伟晶岩成因聚讼纷纭, 但可求同存异地归纳成 4 种假说: ① 美国学者首创并经苏俄费尔斯曼及其传人发展了的伟晶岩浆分异结晶-交代学说; ② 苏俄扎瓦里茨基创立的重结晶-交代学说; ③ 芬兰拉姆贝格倡导的伟晶岩混合岩化学说; ④ 富挥发分岩浆结晶学说。

2 主要伟晶岩假说评析

(1) 关于伟晶岩浆分异结晶-交代说: 其要点大致为, 自然界存在专门的伟晶岩浆 (对

* 沈致富, 男, 56 岁, 研究员, 从事矿物、岩石和矿床地球化学研究。邮政编码: 610082

其性质、起源方式及与母岩的关系等歧见纷争)贯入围岩裂隙,在相对封闭环境下,经分异结晶(成生简单伟晶岩)和蚀变阶段(成就复杂伟晶岩)成岩、成矿。

勿庸讳言,伟晶岩浆结晶-交代假说,在全球地质学界得到普遍认同和不断修正。但是,陋见以为,该假说患有致命的先天不足:首先,它设想自然界有专门的伟晶岩浆。其实,大量事实昭示,类似的岩浆在不同封闭环境下,并不一定形成伟晶岩。例如,在地表开放环境下,可生成黄玉流纹岩、翁冈流纹岩、马库萨尼若和布罗克曼岩;在浅成较封闭环境下形成Li-F花岗岩、小龙岩;在超浅成-浅成半开放环境下成生翁冈岩、鹅髓岩等稀有金属矿化的深成岩、次火山岩和火山岩;其次把伟晶岩浆(姑且认可)机械分割为结晶和交代两个阶段;再次,它盲目滥用和过分夸大蚀变作用的广度、深度、强度和与成岩、成矿作用的极端关系,乃至斯米尔诺夫断言“现在所有的研究者都承认,硅酸盐岩石的交代有一定的意义。如果没有这些交代作用,就不可能形成有工业价值的伟晶岩”;更次,它不考虑水在酸性岩浆中的溶解度有限;之五,它得不到花岗岩- H_2O -RX($R=Li、Na、K、Rb、Cs、H^+$ 等, $X=F、B、P$ 和 OH^- 等)体系成岩成矿实验的有力支持;等等。

(2)关于伟晶岩重结晶-交代假说:其要点可表述为,任何近似于花岗质成分的岩石,由于封闭条件下,与围岩处于化学平衡的残余炽热的气水溶液作用,发生重结晶,形成简单伟晶岩,后因体系失去平衡,简单伟晶岩发生交代作用,形成复杂伟晶岩。斯米尔诺夫对该假说作过中肯的评介。

(3)关于伟晶岩混合岩化学说:这里,不打算援引动热变质、变形学说对混合岩化观点合理批判要点,只指出,在理论上,混合岩化也许可以造就伟晶岩,但实际数量、分布及其与矿化的关系等,究竟比重多大?顺便指出,福建南平富钽稀有金属伟晶岩属韧性剪切变质、变形后期侵入的低熔浆液充分缓慢结晶所成,连同围岩均非混合岩化产物。

(4)关于富挥发分岩浆结晶学说:主要借助富挥发分酸性岩浆体系的实验成果,结合地质调查,俄美学者提出伟晶岩的富挥发分岩浆结晶假说。其要点与笔者提出的岩浆云英岩(含云英伟晶岩)观点相当接近。但富挥发分岩浆起源、分带性缘由和岩浆-热液过渡流体的时空展布及其作用等,似待改进。

兹将上面评析归纳成表1。为便比较,拟将推出的伟晶岩新说也附于该表中。从表可见,盛行的伟晶岩假说的唯一共识是注重蚀变对伟晶岩成矿的意义必不可少和小。

3 同若干浅成-超浅成相、地表相酸性火成岩的比较研究

“横看成岭侧成峰,远近高低各不同。不识庐山真面目,只缘身在此山中”。诗的前两句借喻伟晶岩成因研究异彩纷呈,贴切。人们错觉,以为探索伟晶岩的形成机制,只要对伟晶岩做扎实工作,就能把握真谛。其实不然,“身在庐山中”,也会“不识庐山真面目”。由此得到启示,不妨拓宽视野,把伟晶岩作岩浆演化链上的一个环节,放在更广视域中审视、思考,同与之有关的深成岩、浅成岩和火山岩作比较,也许可从中感悟出一方新天地。

关于伟晶岩同深成岩的比较研究,前人工作较多,似乎趋于意识到,稀有金属花岗岩、云英岩和稀有金属伟晶岩之间,差异虽然明显,但其间并无不可逾越的鸿沟。甚至连这样的命题“作为稀有金属花岗岩变种的钠长石-锂辉石伟晶岩”业已提出。然而,人们好像由此

表 1 重要伟晶岩成因假说及其主要流派要点比较表

假说及其 主要流派 主要论点	伟晶岩浆结晶-交代学说			重结晶- 交代学说	混合岩化学说		富挥发分岩浆结晶说		低熔浆液 结晶说①
	残余岩 浆流派	液态分 异流派	气化岩 浆流派		正统流派	混合岩化- 深熔作用 流派	饱和水 流派	富而不饱 和流派	
专门的伟晶 岩浆存在否	存在			否定	否定		事实上否定		否定
形成伟晶岩的 熔浆起源方式	结晶残余	液态分异	射气分异	不经过岩浆阶段		深熔作用	相当于结 晶残余	液态分异	射气分异为主 液态分异次之 结晶残余更次
交代作 用意义	于成岩	次要		决定性	决定性		次要		次要
	于成矿	重要	决定性	决定性	决定性		不强调		也许重要
交代溶液来源	伟晶岩浆固化后的残液或 者伟晶岩外			伟晶岩内外	原地	原地或 异地	自身		伟晶岩内外
体系 封闭程度	封闭或开始 对带出 开放后来 完全开放	相对封闭	相对封闭 或者 有所开放	开始封闭→ 对带出开放 →完全开放	相对开放	相对开放 →相对封闭	相对封闭	相对封闭	先期封闭、 后期有所 开放
挥发分的溶解 度及其意义	注重水 且无限	有限 意义大	很大	无所谓	无所谓	有限	饱和水 意义大	富水、B、 F、P 等但 不饱和，意 义极大	富挥发分 F、B、F 和水，但饱和度 不限，意义极大
分带性肇因	简单者结 晶分异；复杂 者再叠加部 分或完全 蚀变	液态分异 加结晶 和蚀变	结晶分 异自蚀变	蚀变	蚀变	蚀变	水与熔体 相作用	液态分异或 非平衡结晶 、共结平衡 结晶	液态分异加 结晶(有蚀变)
推广态势	风行	影响有限		一定圈内流行	一度流行		影响很有限		草创
代表人物 文献	哈克、费尔 斯 曼， 1909、1960	马 拉 库 舍 耶 夫 等，1983	弗 拉 索 夫、邹天 人 等， 1965、 1983	扎 瓦 里 茨 基 和 尼 基 京，1947、 1955	拉 姆 贝 格，1956	索 科 洛 夫、黄典 豪，1983、 1982	扬 斯、伯 汉 等， 1986	伦敦等、 克 柳 克 等，1986、 1987、 1986	笔者 本文

① 沈敢富，1995，花岗伟晶岩成岩成矿新说，地质科技进展要点，1994(地质矿产部科学技术司编)

悟出了什么，却不曾把握住什么，其成岩、成矿机理仍未摆脱单一蚀变说的羁绊。

把稀有金属酸性伟晶岩和次火山岩、火山岩进行比较研究，前人工作甚少，虽然美国学者提出过“喷发的伟晶岩浆”命题。如果把酸性伟晶岩同新近发现的稀有金属矿化次火山岩、火山岩进行比较学研究，其差异虽显著，但不乏相似，更有似是而非的异同。相似点表现为：① 造岩元素含量相似；② 都富挥发分 F、P、B 和水等；③ 造岩矿物成分相当，如翁冈岩、翁冈流纹岩可和 Na-Li 型伟晶岩比拟，而云英斑岩、布罗克曼岩则同云英伟晶岩雷同；④ 过去仅见之于伟晶岩的某些矿物，在这些次火山岩、火山岩中也有产出，如黄玉、铌钽铁矿等；⑤ 地球化学演化轨迹相似；从稀有元素看，大体为 Zr、REE (Nb、Ta) → Nb、Be (REE、Ta、Li) → Ta (Be、Nb、Sn、Li、Rb、Cs) → (Be、Nb、Li) → Sn (Mo、Bi、W、Ta、Cs)，从碱(土)性元素看，大致是 (Ca)、Na → K → Na → Na、Li → Na → K → Li → Rb、Cs；⑥ 都经历岩浆结晶和岩浆期后蚀阶段；等等。其差异点尤以结构、构造凸显。其似是而非的异同表现为：① 稀有金属伟晶岩以脉状为主，稀有金属次火山岩与之相似。稀有金属火山岩多呈层状，不过伟晶岩也有层状产出者，如湘南的云英伟晶岩；② 湘南香花岭发现酸性伟晶岩、黄英斑岩和稀有金属花岗岩在较小范围不但共生，而且形成深度相差不大；③ 稀有金属次火山岩、火山岩中，也可见及伟晶结构(如美国克来梅克斯斑岩钼

矿);④ 稀有金属次火山岩、火山岩不发育共生结构带,但常有类似的分带性;⑤ 某些火山岩内,发育有数十立方米的洞穴状气孔构造。无独有偶,新疆阿斯喀尔特云英伟晶岩内就产出有宝石级绿柱石晶族的大晶洞(空间约 70 m^3)。把稀有金属酸性伟晶岩同某些次火山岩、火山岩进行相似性、差异性和似是而非的异同对比,旨在比较特征、选择特征,进而探索其间有无内在联系。前述比较研究表明,它们之间不乏过渡变种,具有非此非彼、亦此亦彼的种种特征。而且,它们之间的相似属内因引起,差异则由外因所致。究其原委,它们都是富挥发分(F、B、P 和水等),碱性组分(Li、Na、K、Rb、Cs 等)酸性岩浆的衍生物,只不过产出时封闭性(在颇大程度上,也可看作深度)不同而已。

4 稀有金属酸性伟晶岩成因新说

基于有代表性伟晶岩假说要点的评述,根据与有关火成岩的比较学研究,借鉴有关成岩、成矿实验资料,推出我们的酸性伟晶岩假说:一类低熔铝硅酸盐浆液,侵位在先期封闭良好,后期有所开放的稳定环境中,主要通过缓慢而充分结晶,便形成稀有金属酸性伟晶岩。

对此,有几点需加以说明:① 所谓低熔铝硅酸盐浆液,指富挥发分(F、B、P 和水等)、富碱性组分(Li、Na、K、Rb 和 Cs 等),介于熔浆和溶液的过渡流体,其总性质靠近粘度低、密度低、熔点低的岩浆。这类低熔的特殊浆液(其生成方式以射气分异为主,熔离作用次之,结晶残余更次),膨胀系数大,对成矿元素亲合性极大;② 所谓先期封闭良好,后期有所开放的稳定环境,指低熔浆液侵入圈闭在外压 $\gg$ 内压稳定环境中,充分缓慢结晶,便造就了伟晶岩主体。伴随结晶固化,其总体积应有所减小,相对出现有所开放的环境,“超临界流体”明显增多,随之物理-化学平衡失衡,必然发育种种蚀变,以达到新的动态平衡;③ 我们不认同自然界有专门的伟晶岩浆。此系我们同占统治地位的伟晶岩浆结晶-交代说的重大分歧,也是同重结晶-交代说的原则分歧之所在;④ 我们的假说不刻意强调交代蚀变是伟晶岩成岩成矿的主要条件,但不否认蚀变会对伟晶岩的成岩、成矿施加影响,甚至重大影响。这既是我们同伟晶岩重结晶-交代说、伟晶岩混合岩化说的分野,也是与伟晶岩浆结晶-交代说主流派的本质差别。总之,我们的假说和盛行的伟晶岩假说在若干重要方面有根本分歧。

5 建模与前瞻

综上所述,我们的伟晶岩成因假说,植根于成岩、成矿作用多源、多成因和多期次、多阶段理论沃土,拥有坚实的宏观、微观证据,得到有关成岩、成矿实验新进展的有力佐证。此外,该假说还具有逻辑上的简单性。甚至,还可以预言某些未知地质客体。

应该强调,推出的伟晶岩成因新说,不以一概排斥其它假说为前提。在伟晶岩成因机理的探索中,各种理论之间的互补性,远较它们之间的排它性,来得明晰而强烈。

(参考文献略)