

滇西古特提斯带澜沧裂谷大规模热液白云岩对隐伏斑岩型成矿系统的指示： 以澜沧老厂多金属矿床为例

罗泰义¹，甘甜^{1,2}，张迎迎^{1,2}

(1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室，贵州 贵阳 550081)

(2. 中国科学院大学，北京 怀柔 101407)

斑岩型矿床是具有重大战略意义的矿床类型，提供了世界上约 75%的铜、50%的钼、20%的金及绝大部分的铷；根据全球已发现的 500 多个显生宙斑岩型矿床进行的模拟计算表明，显生宙以来共形成约 125895 个斑岩型矿床，其中大部分已经被抬升剥蚀，现在地壳中还保存有约 47789 个斑岩型矿床，浅表已发现的斑岩型矿床仅占其中的 1.2%左右。因此，大力开展隐伏斑岩型矿床的找矿勘探研究，具有广阔的前景和重要的经济意义。

2008 年以来，澜沧老厂银铅锌矿床在深部发现了厚大的斑岩型钼矿体，为滇西具有相似构造背景的古特提斯昌宁-孟连缝合带内寻找隐伏斑岩型矿床打开了全新的思路。昌宁-孟连缝合带内喜山期斑岩出露非常稀少，因此开展相关斑岩成矿系统远端（浅表）热液产物的地球化学研究，对于昌宁-孟连缝合带内隐伏斑岩型矿床的寻找具有重要意义。澜沧老厂矿区地表二叠纪灰岩中广泛分布具有穿层、似侵入接触特征的角砾岩化白云岩，前期工作表明，这些富铁锰白云岩与意大利撒丁岛的富锌热液白云岩及西班牙 Cantabrian 带的热液白云岩的产出特征及部分地球化学性质都非常相似，正是石油工作者定义的具有区域大面积分布特征的热液白云岩（Hydrothermal dolomite，缩写为 HTD）。进一步开展了澜沧老厂矿区及外围 HTD 的初步填图工作，结果验证了矿区 HTD 的展布与已知深部矿体的地表投影及矿山的部分物化探综合预测远景区比较吻合；初步的元素地球化学研究表明，这些白云岩具有较明显的 Mn-Ag-Cu-Zn 异常，可能代表了隐伏斑岩成矿系统的远端热液产物，因此成为一种亟待开展深入研究的新型深地地球化学勘探研究对象。

1 热液白云岩：定义、特征及主要研究进展

热液白云岩是石油行业中广泛接受和使用的术语，相关的白云岩化可大致划分为构造热液白云岩化、火山热液白云岩化和变质热液白云岩化。区域上大规模（隐伏）分布的构造热液白云岩是极其重要的油气储层，也是北美及我国典型 MVT 型铅锌成矿带的主要赋矿围岩，因而成为相关研究的重点。

HTD 研究的一个热点是 HTD 储层、MVT 型和 SEDEX 型铅锌矿床之间的空间关联性，Davies and Smith (2006) 认为三者属于区域性低温热液活动系统的不同期次产物。在北美地区，以近北西向的 Laramide 冲断褶皱带为界限，东边的西加拿大沉积盆地中产出大量的油气田，其中大部分是 HTD 储层；褶皱带西边的古生界陆架边缘带中大量的 MVT 型铅锌矿产出，再往西，大量元古代-古生代的 SEDEX 型铅锌矿产出。我国川滇黔铅锌矿集区处于四川盆地与云贵高原的转折带，东边为四川油气盆地，西边矿集区中产出大量的 MVT 型铅锌矿和少量 SEDEX 型铅锌矿，MVT 型矿化与油气成藏具有空间相邻、成因关联的特征。

大规模基性岩浆活动与大面积分布 HTD 的耦合关系是近年来我国 HTD 研究取得的重要进展，我国重要的油气盆地中 HTD 的发育都与大规模基性岩浆活动有关联。可以比较的是，中酸性岩浆活动导致区域性大规模 HTD 发育的情况比较罕见，目前仅在意大利的撒丁岛和美国科罗拉多的 Kokomo 矿区发现，相应的中酸性岩浆控制型 HTD 与 Ag-Pb-Zn 矿化的关系比较密切。

澜沧裂谷内 HTD 主要受深部花岗岩斑岩热液系统控制，也具有区域性的 Ag-Pb-Zn 矿化特征。因此澜沧裂谷是继欧洲的撒丁岛和北美的 Kokomo 地区之后，第三块较大面积产出中酸性岩浆控制型 HTD 的区域；

基金项目：国家自然科学基金项目（批准号：41530210；41072054）

作者简介：罗泰义，男，1968 年生，博士，矿物学专业。E-mail: luotaiyi@vip.gyg.ac.cn

不同于上述两个地区的是,澜沧裂谷内斑岩只有零星出露(芒登矿化区),相应以正地形出露地表的 HTD 正好成为探索深部岩浆活动和热液成矿作用的探针和窗口。

2 澜沧裂谷内 HTD 的空间产出特征及初步研究

从我国的龙木措-双湖和昌宁-孟连到东南亚的 Chiang Mai-Inthanon 和 Bentong-Raub 等蛇绿混杂岩带构成了亚洲古特提斯缝合带的主干,澜沧裂谷是昌宁-孟连缝合带的南段,近南北向展布,我国境内部分长约 90 km,宽约 30 km。澜沧裂谷自泥盆纪开始拉张沉陷,至早石炭世,大规模中基性岩浆喷发,形成下石炭统依柳组火山岩(老厂玄武岩: 323.6 ± 2.8 Ma; 312 ± 4 Ma; 320.8 ± 2.7 Ma); 中晚石炭世至早二叠世,裂谷处于稳定沉降时期,沉积了一套巨厚的碳酸盐岩建造;晚二叠世开始,裂谷受海西-印支运动的挤压而逐渐封闭。喜山期青藏高原碰撞造山作用导致中酸性岩浆侵入,在澜沧老厂矿区深部形成隐伏花岗岩斑岩(44.16 ± 1.1 Ma, 44.4 ± 0.4 Ma)。

澜沧裂谷内的 HTD 具有大规模区域展布和多种产出样式的特征。从老厂矿区北部向南经大黑山矿化区,断层转折后经拉巴矿化区到孟连县,延伸超过 60 km; 横向上老厂矿区 HTD 展布宽度约 6~7 km(北象山到竹塘乡),大黑山一带收缩到 2 km 左右,拉巴乡到孟连一带 2~3 km; 粗略估计澜沧裂谷内 HTD 的分布面积在 200 km² 左右。裂谷外围二叠纪灰岩中的 HTD 表现为不规则似“岩墙”接触,规模较小,横向宽度一般小于 10 m; 在大黑山和小拉巴矿化区,HTD 表现为石炭纪凝灰质碎屑岩之上的线状正地形,以大黑山为例,黑山梁子近南北向延伸约 2 km,宽度 50~200 m; 澜沧老厂矿区主要表现为圆形、椭圆形的环斑状正地形,最典型的是雄狮山和莲花山,二叠纪灰岩大部分热液白云岩化,仅在中心部位残留部分灰岩。

普遍的正地形特征可能代表了 HTD 与灰岩围岩之间具有强烈的风化差异,但从南北象山灰岩中保留平整的线状 HTD 和雄狮山 HTD 中残留的灰岩形态分析,二者之间风化差异不大。灰岩淋溶带是北美与 HTD 共生的重要油气储层类型,代表了 HTD 形成过程中热液对灰岩围岩的强烈淋溶。我们倾向于澜沧 HTD 也伴生了广泛的导致孔隙度增大的灰岩淋溶带,后期的风化过程中孔隙度增大的灰岩淋溶带优先风化形成了 HTD 的正地形特征。

澜沧裂谷内的 HTD 代表了深部花岗岩驱动的大规模热液活动的结果,热液从深部斑岩到浅表在不同岩性地层单元中具有不同的表现形式。大黑山矿化区地表二叠纪灰岩中表现为具有 Mn-Ag-Cu-Zn 异常的角砾化热液白云岩, C₂₊₃ 原生白云岩底部界面表现为粗晶铁锰方解石化(具有铅锌矿化及突出的 Eu 正异常, δEu 最高达 5.7), 该过程可能为上部的热液白云岩化提供了 Mg, C_{1n} 南段组中则发育含铁白云石的石英网脉(具有老厂斑岩的矿化元素特征)。老厂南北象山地表二叠纪灰岩中以线状角砾化中粗晶热液白云岩为特征, 1875 坑道的灰岩中则表现为粗晶白云岩,发育鞍状白云石(镜下特征:波状消光), 1725 坑道 C₂₊₃ 原生白云岩中则发育粗晶铁锰方解石化。老厂雄狮山(海拔 2100 m 左右)为环斑状 HTD, 1480 坑道表现为粗晶角砾化 HTD+局部玄武岩矽卡岩化; 根据周围钻探结果,预计在 1100 m 高程存在花岗岩斑岩,地表 HTD 反映了近 1000 m 之下的岩浆热液活动。初步的元素地球化学研究表明,铁锰方解石化过程中突出的 Eu 正异常指示了深部斑岩成因的高温热液,二叠纪灰岩热液白云岩化所需的主要元素镁可能主要来自下部 C₂₊₃ 白云岩方解石化的置换,深部玄武岩蚀变过程也能释放一定的镁。

粗晶铁锰方解石化代表了热液对早期白云石的溶解然后沉淀方解石的过程,随后在浅表灰岩中的灰岩淋溶和 HTD 化代表了热液对周围灰岩的溶解并沉淀白云石的过程。鉴于方解石和白云石的溶解差异并不大,可以认为热液在上升过程中 pH 的精细变化控制了上述的两种蚀变过程,特别是对早期白云石的溶解反应,可以释放等当量的 Mg, 可能是控制大规模 HTD 发生的关键步骤。