

川-滇-黔多金属成矿域铅锌成矿的两个关键问题*

温利刚^{1,2)}, 曾普胜^{1,2)}, 王兆全^{1,2)}

1) 国家地质实验测试中心, 北京, 100037; 2) 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京, 100083

关键词: 铅锌矿床; 矿床成因; 成矿时代; 峨眉山玄武岩; 川-滇-黔多金属成矿域

川-滇-黔铅锌多金属成矿域位于扬子地台西南缘, 是我国最大铅锌基地的核心区和最具找矿潜力的成矿区, 区域内铅锌银矿床、矿点、矿化点星罗棋布, 目前在该成矿区已经发现大、中、小型铅锌矿床和矿点 400 多处, 其成矿作用、控矿因素及矿化特征基本相同。多年来, 许多专家学者在该地区开展了一系列的地质科学研究工作(陈士杰, 1984; 张位及, 1984; 廖文, 1984; 陈进等, 1993; 柳贺昌等, 1999; 周朝宪等, 1997; Zhou et al., 2001; 韩润生等, 2016; 黄智龙等, 2011; 李文博等, 2006; 张长青等, 2008; Huang et al., 2010; Han et al., 2015; Zhang et al., 2015a, b; Zhou et al., 2015), 取得了丰硕的成果, 积累了大量的新的资料。但对于该类矿床的成因认识至今众说纷纭, 许多学者从不同的角度和侧重点提出了不同的观点, 目前争论的焦点主要集中在铅锌成矿时代以及峨眉山玄武岩与铅锌成矿之间有无直接成因联系。本文在较全面地收集区内相关资料的基础上, 结合近年来该地区矿床学和地球化学研究中取得的新的资料和成果, 探讨该地区峨眉山玄武岩与铅锌成矿的关系。

1 成矿时代

由于铅锌矿床中一般缺少可以直接用于同位素定年的矿物, 其成矿时代的定年一直是国内外地质学界的难题(Chesley et al., 1991, 1994; Brannon et al., 1992; Nakai et al., 1993, 1996; Christensen et al., 1995; 李文博等, 2004a, b; 黄智龙等, 2004a, b, c)。近年来, 许多学者开展了川-滇-黔铅锌多金属成矿域内铅锌矿床成矿年代的直接测定工作, 包括含钙

热液脉石矿物方解石或萤石 Sm-Nd 法、闪锌矿 Rb-Sr 法、粘土矿物 K-Ar 法以及沥青 Re-Os 等测年(黄智龙等, 2004a, b, c; 李文博等, 2004a, b; 张长青

表 1 川-滇-黔铅锌多金属成矿域主要铅锌矿床成矿时代

位置	测定方法	年 龄/Ma	资料来源
会泽	方解石 Sm-Nd	227 $\pm$ 18 225 $\pm$ 41	黄智龙等, 2004a, b
会泽	方解石 Sm-Nd	226 $\pm$ 15 225 $\pm$ 38	李文博等, 2004a
会泽	闪锌矿 Rb-Sr	225.1 $\pm$ 2.9 225.9 $\pm$ 3.1	李文博等, 2004b
会泽	闪锌矿 Rb-Sr	226 $\pm$ 6.4 223.5 $\pm$ 3.9 226.0 $\pm$ 7.0	李文博等, 2004b
会泽	闪锌矿 Rb-Sr	224.8 $\pm$ 1.2 225.9 $\pm$ 1.1	黄智龙等, 2004c
会泽	粘土矿物 K-Ar	176.5 $\pm$ 2.54	张长青等, 2005a
会泽	方解石 Sm-Nd	225 $\pm$ 9.9 228 $\pm$ 16	Li et al., 2007a
会泽	闪锌矿 Rb-Sr	223.5 $\pm$ 3.9 226 $\pm$ 6.4	Yin et al., 2009
会泽	方解石 Sm-Nd	227.0 $\pm$ 14	王登红等, 2010
跑马	闪锌矿 Rb-Sr	200.1 $\pm$ 4.0	蔺志永等, 2010
跑马	闪锌矿 Rb-Sr	200.0 $\pm$ 14.0	王登红等, 2010
赤普	沥青 Re-Os	292.0 $\pm$ 9.7(围岩) 165.7 $\pm$ 9.9(矿石)	吴越, 2013
大梁子	闪锌矿 Rb-Sr	366.3 $\pm$ 7.7	张长青等, 2008
大梁子	方解石 Sm-Nd	204.4 $\pm$ 1.2	吴越, 2013
金沙厂	萤石 Sm-Nd	201.1 $\pm$ 2.9	吴越, 2013
金沙厂	萤石 Sm-Nd	201.1 $\pm$ 6.2	Zhang et al., 2015
金沙厂	闪锌矿 Rb-Sr	206.8 $\pm$ 3.7	Zhou et al., 2015
茂租	方解石 Sm-Nd	196 $\pm$ 13	Zhou et al., 2013a
天桥	闪锌矿 Rb-Sr	191.9 $\pm$ 6.9	Zhou et al., 2013b
乐红	闪锌矿 Rb-Sr	200.9 $\pm$ 8.3	张云新等, 2014
会泽	黄铁矿 Re-Os	32.6 $\pm$ 3.6	周家喜, 未刊
富乐厂	方铅矿和闪锌矿 Re-Os	20.4 $\pm$ 3.2	Liu et al., 2015

等, 2005a, b; 蔺志永等, 2010; 王登红等, 2010; Zhou et al., 2013a, b, 2015; Zhang et al., 2015; Liu et al., 2015), 获得大量的测年数据(表 1)。

可以看出, 该区不同铅锌矿的主成矿时代基本

*注: 本文由国土资源大调查项目(编号: 12120113002500)、国家自然科学基金项目(编号: 41072073)和国土资源部公益性行业科研专项(编号: 201211078)资助的成果。

收稿日期: 2017-02-15; 改回日期: 2017-03-24; 责任编辑: 刘恋。Doi: 10.16509/j.georeview.2017.s1.072

作者简介: 温利刚, 男, 1992 年生。硕士研究生。主要从事岩浆作用与资源环境方面研究。Email: yunwenligang@163.com。

一致,主要集中在 220Ma 左右(晚三叠世),与峨眉山玄武岩主喷发期(257~259Ma)相近(成矿时代相对低于峨眉山玄武岩成岩年龄),并且研究表明,岩浆活动与成矿作用存在一定的时差,该时差最大值可超过 60Ma (Halliday, et al., 1980, 1990; Snee et al., 1988; Chesjey et al., 1991; Leach et al., 2001; 胡瑞忠等, 2005),并且铅锌矿化作用必然需要一定的持续时间。另外,张嘉玮等(2013)获得云南个旧组玄武岩 $248.2 \pm 6.1\text{Ma}$ 的 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄,指出在云南个旧-开远地区,峨眉山幔柱主岩浆活动结束后还存在一次小规模裂谷岩浆活动。因此,所获得的成矿时代为峨眉山玄武岩岩浆活动与铅锌成矿作用之间存在密切联系提供了年代学证据。其中, $366.3 \pm 7.7\text{Ma}$ 可能暗示了早海西期构造运动对铅锌矿成矿有一定的贡献; $176.0 \pm 2.5\text{Ma}$ 虽然不一定代表成矿时代,但指示了滇东北地区一期后期流体-热事件改造作用的年龄时限,显示了早燕山期构造运动对铅锌后期成矿或后期改造有一定影响。此外,会泽超大型铅锌矿床还获得的 $32.6 \pm 3.6\text{Ma}$ 的成矿期黄铁矿 Re-Os 等时线年龄(周家喜,未刊,转引自鲍淼等, 2011)和罗平富乐厂获得的 $20.4 \pm 3.2\text{Ma}$ 的方铅矿和闪锌矿 Re-Os 等时线年龄(Liu et al., 2015),表明本区还可能存在喜马拉雅期成矿作用的叠加。

2 峨眉山玄武岩与铅锌成矿关系

峨眉山玄武岩分布于滇、黔、川三省交界地区,面积达 30 万 km^2 ,假整合于下二叠统栖霞茅口组灰岩之上,上覆二叠系宣威组或龙潭组,是我国唯一被国际学术界认可的大火成岩省,其形成与地幔柱活动有关。关于区内广泛分布的峨眉山玄武岩与铅锌成矿关系,长期以来一直存在较大争议,并形成两种截然不同的观点。其中,主张区内铅锌矿床为 MVT 型矿床者认为峨眉山玄武岩与铅锌成矿无成因上的关系;然而,更多的证据表明峨眉山玄武岩与铅锌成矿存在直接成因联系:① 铅锌矿水平分布与峨眉山玄武岩的分布范围基本一致,均受小江断裂等区域深大断裂控制,并且区内绝大多数的铅锌矿床、矿点、矿化点都被限定在二叠系峨眉山玄武岩组($P_2\beta$)之下的不同地质时代的白云岩或白云

质灰岩碳酸盐岩层中;② 该区不同铅锌矿的主成矿时代基本一致,并与峨眉山玄武岩主喷发期相近,为峨眉山玄武岩岩浆活动与铅锌成矿作用之间存在密切联系提供了年代学证据;③ 地层与玄武岩中主要成矿元素、稀土元素以及铅、硫、碳、氢、氧同位素等地球化学数据资料分析表明,峨眉山玄武岩在铅锌成矿过程中可以提供部分成矿物质,伴随峨眉山玄武岩岩浆活动过程中的去气作用(地幔去气作用和岩浆去气作用)形成的流体可以参与铅锌矿床的成矿作用;④ 流体包裹体平均均一温度在 $150 \sim 250^\circ\text{C}$ 之间,部分大于 300°C ,对应铅锌成矿深度为 $2.2 \sim 2.45\text{km}$,地热增温作用难以使地层水达到该温度(以最大地温梯度 $1^\circ\text{C}/30\text{m}$ 计算),因此成矿过程中必然有其他热动力,峨眉山玄武岩岩浆活动是成矿热动力最理想的提供者。此外,巨量金属堆积需要一个庞大的岩浆-流体成矿系统来供给和支持,而峨眉地幔柱活动正是引发大规模流体运移的重要因素(薛步高, 2006; 黄智龙等, 2011)。

3 结论

川-滇-黔铅锌多金属成矿域不同铅锌矿的成矿时代基本一致,主要集中在 220Ma 左右(晚三叠世),与峨眉山玄武岩主喷发期相近,并且受到多期次的后期运动叠加、改造,已有的测年数据至少可以限定早燕山期和喜马拉雅期两个期次的叠加、改造作用。

峨眉山玄武岩与铅锌成矿存在成因联系,峨眉山玄武岩可以为铅锌成矿提供部分成矿物质,其岩浆热液可以参与成矿,岩浆活动可以为铅锌成矿作用提供成矿热动力。

**WEN Ligang, ZENG Pusheng, WANG Zhaoquan:
A Discussion on Key Issues in Genesis of Pb-Zn
Deposits in the Sichuan-Yunnan-Guizhou Pb-Zn-
polymetallic Metallogenic Province, SW China**

**Keywords: Lead-zinc deposit; Ore genesis; Ore-
forming age; The Emeishan basalts; Sichuan-
Yunnan-Guizhou Pb-Zn-polymetallic metallogenic
province**