**2020年度云南省科学技术奖拟提名项目公示**

**项目名称：**滇东北及邻区富锗铅锌矿床成矿作用

**提名者：**云南大学

**提名意见：**

云南大学周家喜研究员等和中国科学院地球化学研究所黄智龙研究员等组建的研究团队，围绕滇东北及邻区富锗铅锌矿床缺乏精确定年方法和直接示踪手段难题，通过矿物学、岩石学、矿床学、同位素年代学、流体包裹体、元素和同位素地球化学及构造地质学等多学科综合研究，在富锗铅锌矿床地质特征、成矿时代及动力学背景、成矿作用等方面取得以下创新成果：

1. 率先系统测定了滇东北及邻区富锗铅锌矿床的成矿时代，分别为256~249 Ma和226~182 Ma，创新性地提出富锗铅锌矿床成矿作用是峨眉地幔柱活动和印支—燕山构造运动的响应；

2. 系统查明了滇东北及邻区富锗铅锌矿床成矿物质来源，其中硫主要来自蒸发膏盐岩（层），成矿物质来自于基底浅变质岩、赋矿沉积岩和峨眉山玄武岩；

3. 率先揭示了锗的赋存状态和富集规律，首次发现了会泽超大型富锗铅锌矿床中锗的独立矿物相；

4. 发现了碳酸盐矿物缓冲作用和玄武岩隔挡作用，是形成富锗铅锌矿床的关键因素；构建了滇东北及邻区富锗铅锌矿床“均一化成矿流体贯入成矿”新机制，有效地指导区域找矿，并实现了找矿重大突破；成果推广应用在乌蒙山区产生了重要的经济和社会效益。

研究成果总体达到国际先进水平，部分达到国际领先水平。

**项目简介：**

在国家自然科学基金项目（40372048、40573036、41072054、41102055）、国家重点基础研究发展计划（973计划）项目（2007CB411402）、中国科学院知识创新工程重要方向项目（KZCX2-YW-Q04-05）和云南驰宏锌锗股份有限公司科研项目（1003CHJSBHZ-03）等的资助下，研究团队围绕滇东北及邻区富锗铅锌矿床成矿作用，通过矿物学、岩石学、矿床学、同位素年代学、流体包裹体、元素和同位素地球化学及构造地质学等多学科综合研究，在富锗铅锌矿床地质特征、成矿时代及动力学背景、成矿作用等方面取得以下创新成果：

（一）成矿时代及动力学背景

1、率先系统测定了滇东北及邻区富锗铅锌矿床的精确成矿时代，分别为256~249 Ma和226~182 Ma。

2、创新性地提出滇东北及邻区富锗铅锌矿床成矿作用是峨眉地幔柱活动和印支—燕山构造运动的响应。

（二）成矿过程

1、系统查明了滇东北及邻区富锗铅锌矿床的成矿物质来源，其中成矿流体中的硫主要来自蒸发膏盐岩（层），成矿流体中的金属来自于基底浅变质岩、赋矿沉积岩和峨眉山玄武岩。

2、率先揭示了滇东北及邻区富锗铅锌矿床中锗的赋存状态和富集规律，首次发现了会泽超大型富锗铅锌矿床中两种锗的独立矿物相；

3、创新性地提出了热液碳酸盐岩(矿物)在富锗铅锌矿床金属矿物沉淀过程中起到重要作用：①成矿前，碳酸盐岩与成矿流体之间发生水/岩相互作用，形成大规模热液白云岩(石)化，为富锗铅锌矿床形成准备了岩性、物质和空间等必要条件；②成矿期，热液碳酸盐矿物溶解-重结晶(CO2去气)的循环过程，对金属矿物大量沉淀导致的成矿环境(如pH等)改变起到了缓冲作用(Carbonate Buffer)，促进形成大量雪花状(方解石/白云石斑点)的富锗铅锌矿床特征矿石；③成矿后，热液碳酸盐矿物充填、胶结矿化场所，利于矿石保存，是富锗铅锌矿床关键找矿标志矿物。

4、创新性地指出了峨眉山地幔柱活动(玄武岩)与本区富锗铅锌矿床形成具有密切联系，表现为：①成矿前，峨眉山地幔柱底侵和喷发活动提升了区域热流值(背景)，升高的地温梯度加速促进了富锗铅锌矿床成矿流体活化-萃取基底岩石中的成矿元素；②成矿期，峨眉山大火成岩省形成的玄武岩，可能与成矿流体发生水/岩相互作用，提供部分成矿金属(如Cu、Ni等)，并起到区域性重要隔档层的作用，甚至可能作为玄武岩型铜矿床和部分富锗铅锌矿床的赋矿围岩；③成矿后，巨厚的玄武岩保护形成的富锗铅锌矿床免遭后期剥蚀使其得以保存，起到重要保护层的作用。

5、构建了滇东北及邻区富锗铅锌矿床“均一化成矿流体贯入成矿”新机制，其成矿机制简述为：峨眉山玄武岩岩浆活动引发区域大规模流体运移，使地层中膏盐层的硫还原成硫代硫酸和氢硫酸、并淋滤各时代地层（包括基底）中的成矿元素，携带成矿元素的流体运移至成矿流体储库发生混合、均一化和浓缩形成高度富集锗铅锌等成矿元素的成矿流体，沿有利构造贯入成矿。

（三）成矿预测

1、根据黔西北找矿预测模型，在黔西北富锗铅锌成矿区划分出4个A类成矿远景区和3个B类成矿远景区，并在天桥、筲箕湾、猫榨厂等矿区实现找矿重要突破。

2、根据滇东北找矿预测模型，在会泽富锗铅锌矿床深部及外围优选出9个重点找矿靶区，包括外围5个、深部4个，其中深部经工程验证实现找矿重大突破，发现1号、8号和10号矿体，新增铅锌金属资源储量超过200万吨，新增锗金属资源储量超过200吨。

**研究成果：**

研究成果出版专著2部，发表学术论文32篇（其中SCI 13篇、EI 2篇、CSCD 13篇），培养了博士后3名、博士生6名，4人晋升正高，6人晋升副高，1人入选省管专家。研究成果被Geology、Earth and Planetary Science Letters、Geochimica et Cosmochimica Acta等国际地学权威期刊广泛引用。13篇SCI论文总被引用419次，13篇CSCD论文总被引用324次。

**代表性论著：**

1、Li XB, Huang ZL, Li WB. Sulfur isotopic compositions of the Huize super-large Pb-Zn deposit, Yunnan Province, China: implications for the source of sulfur in the ore-forming fluids. Journal of Geochemical Exploration, 2006, 89: 227-230.

2、Li WB, Huang ZL, Yin MD. Dating of the giant Huize Zn-Pb ore field of Yunnan province, southwest China: Constraints from the Sm-Nd system in hydrothermal calcite. Resource Geology, 2007, 57(1): 90-97.

3、Huang ZL, Li XB, Zhou MF, Li WB, Jin ZG. REE and C-O Isotopic Geochemistry of Calcites from the World-class Huize Pb-Zn Deposits, Yunnan, China: Implications for the Ore Genesis. Acta Geologica Sinica, 2010, 84(3): 597-613.

4、Ye L, Cook NJ, Ciobanu CL, Liu YP, Zhang Q, Liu TG, Gao W, Yang YL, Danyushevskiy L. Trace and minor elements in sphalerite from base metal deposits in South China: A LA-ICPMS study. Ore Geology Reviews, 2011, 39(4): 188-217.

5、Zhou JX, Huang ZL, Zhou GF, Li XB, Ding W, Bao GP. Trace elements and rare earth elements geochemistry of sulfide minerals of the Tianqiao Pb-Zn ore deposit, Guizhou province, China. Acta Geologica Sinica (English Edition), 2011, 85(1): 189-199.

6、Ye L, Cook NJ, Liu TG, Ciobanu CL, Gao W, Yang YL. The Niujiaotang Cd-rich zinc deposit, Duyun, Guizhou province, southwest China: ore genesis and mechanisms of cadmium concentration. Mineralium Deposita, 2012, 47: 683-700.

7、Xu YK, Huang ZL, Zhu D, Luo TY. Origin of hydrothermal deposits related to the Emeishan magmatism. Ore Geology Reviews, 2014, 63: 1-8.

8、Tan SC, Zhou JX, Li B, Zhao JX. In situ Pb and bulk Sr isotope analysis of the Yinchanggou Pb-Zn deposit in Sichuan Province (SW China): Constraints on the origin and evolution of hydrothermal fluids. Ore Geology Reviews, 2017, 91: 432-443.

**推荐提名：2020年度云南省自然科学奖**

**主要完成人：**

**周家喜（云南大学）、黄智龙（中国科学院地球化学研究所）、谈树成（云南大学）、叶霖（中国科学院地球化学研究所）、罗泰义（中国科学院地球化学研究所）**