**贵州省科学技术奖推荐公示**

**一、项目名称：**南岭地区中生代大规模钨锡关键金属成矿作用：富集过程与形成机制

**二、推荐单位：**中国科学院地球化学研究所

**三、推荐等级：**自然科学奖二等奖

**四、项目简介：**

钨锡是生产军工装备、航天航空设备和现代电子信息设备必不可少的原材料，与经济发展和国防安全息息相关。纵观全球，钨锡资源分布极不均匀，欧盟和美国等西方发达国家先后将钨锡确定为关键金属或者战略矿产，国内外对其成矿作用研究和找矿勘察高度关注。然而，钨锡都是十分稀有的元素，在地壳中含量非常低 (W: 0.69 ppm; Sn: 1.7 ppm)，在地幔中的含量更低，如何使这些元素在壳内高度富集并形成钨锡矿床一直是未解决的科学问题。

华南南岭地区（赣南、湘南、粤北和桂东）发育南北长250余公里、东西宽500余公里的大花岗岩省并伴随大规模钨锡成矿作用，其中探明的钨和锡储量分别占全球50%和20%以上，是我国乃至全球最主要的钨锡金属成矿省，如此大面积的花岗岩省和相应的钨锡大规模成矿全球罕见，成为国际瞩目的钨锡成矿作用研究场所。本项目以这一区域钨锡成矿系统为研究对象，针对钨锡富集过程与形成机制这一核心问题，开展了成矿时代与重大地质事件关联、花岗岩与钨锡成矿具体成因联系和钨锡沉淀过程等方面的深入研究。取得以下创新成果。

**1、揭示了钨锡成矿时代格架和成矿背景**

利用在国际上率先建立起来的锡石U-Pb同位素定年方法，直接对矿石矿物开展定年，结合高精度的锆石U-Pb、辉钼矿Re-Os和云母Ar-Ar同位素定年方法，确定南岭地区中生代钨锡成矿作用与花岗岩具有准同时性，集中爆发在230-200Ma（印支期）和160-150Ma（燕山期），分别与印支期多陆块拼接造山作用和燕山早期华南陆块岩石圈伸展作用有关。

**2、获得了岩浆演化过程富钨岩浆流体出溶的关键证据**

长期以来，人们一致认为花岗岩与钨锡成矿作用具有成因联系，但主要通过脉石矿物同位素特征间接推断成矿流体源自岩浆分异，由于岩浆演化过程流体分异的地球化学指纹很容易被后期热事件擦除，缺乏岩浆演化过程流体出溶的关键证据。本项目通过对稳定的副矿物（石榴石、萤石和独居石等）开展了精细研究，研究发现副矿物记录了岩浆演化晚期发生了岩浆流体出溶，获得了岩浆演化过程富钨岩浆流体出溶的关键证据，架起了岩浆演化与钨锡成矿过程的桥梁，初步建立了小尺度矿物学示踪大范围岩浆过程的方法。

**3、直接揭示了钨锡成矿流体性质及查明了钨锡沉淀的关键控制因素**

直接对不透明的矿石矿物黑钨矿中流体包裹体开展研究，发现黑钨矿中流体包裹体均一温度和盐度均高于与其共生的石英中流体包裹体均一温度和盐度，说明传统研究石英中流体包裹体并不能代表真实的成矿流体性质。通过直接对矿石矿物中流体包裹体研究，弥补了传统通过石英中流体包裹体间接推断成矿流体性质带来的不足。同时，较早的将稀有气体同位素应用到钨锡成矿作用研究中来，发现成矿流体中含有较多的地幔稀有气体组分，结合矿石矿物H-O同位素特征，确定流体混合作用是导致钨锡沉淀的关键。

**4、开发了地球化学研究新方法，完善和发展了钨锡成矿理论体系**

在国际上首次建立了矿石矿物锡石U-Pb同位素定年技术，直接限定钨锡成矿时代；获取了不透明矿物黑钨矿中流体包裹体的研究方法，通过对矿石矿物中流体包裹体研究直接揭示成矿流体性质；对稳定的副矿物开展精细研究，避免了后期热事件对示踪岩浆演化过程所带来的干扰，揭示了岩浆流体出溶过程，架起了岩浆演化与钨锡成矿之间的桥梁；同时，较早的将稀有气体同位素运用到钨锡成矿作用研究中来，发现地幔组分对钨锡成矿过程发挥了重要作用。这些新方法的开发和利用为地球科学研究作出了重要贡献，完善和发展了钨锡成矿理论体系。

5篇代表性论著被他引401次，其中SCI他引321次。研究成果得到国内外学者高度评价，被国际地球化学和矿床学领域权威期刊Geology，Geochimica et Cosmochimica Acta, Economic Geology, Chemical Geology等多次引用。

**五、代表性论文专著目录**（不超过5篇）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文专著  名称/刊名  /作者 | 年卷页码  （xx年xx卷  xx页） | 发表时间（年月 日） | 通讯作者（含共同） | 第一作者（含共同） | 他引总次数 | 检索数据库 | 论文署名单位是否包含国外单位 |
| 1 | Garnet geochemistry of tungsten-mineralized Xihuashan granites in South China/Lithos/ Yang J.H., Peng J.T., Hu R.Z., Bi X.W., Zhao J.H., Fu Y.Z., Shen N.P. | 2013年177卷79 - 90页 | 2013年9月1日 | 彭建堂 | 阳杰华 | 18 | SCI+CSCD | 否 |
| 2 | He, Pb and S isotopic constraints on the relationship between the A-type Qitianling granite and the Furong tin deposit, Hunan Province, China/Lithos/Li Z.L., Hu R.Z., Yang J.S., Peng J.T., Li X.M., Bi X.W. | 2007年97卷161 – 173页 | 2006年12月15日 | 胡瑞忠 | 李兆丽 | 59 | SCI+CSCD | 否 |
| 3 | Infrared microthermometric and stable isotopic study of fluid inclusions in wolframite at the Xihuashan tungsten deposit, Jiangxi province, China/ Mineralium Deposita/ Wei W.F., Hu R.Z., Bi X.W., Peng J.T., Su W.C., Song S.Q., Shi S.H. | 2012年47卷589 – 605页 | 2011年7月30日 | 胡瑞忠 | 魏文凤 | 41 | SCI+CSCD | 否 |
| 4 | A precise U–Pb age on cassiterite from the Xianghualing tin-polymetallic deposit (Hunan, South China)/ Mineralium Deposita/ Yuan S.D., Peng J.T., Hu R.Z., Li H.M., Shen N.P., Zhang D.L. | 2008年43卷375 – 382页 | 2007年10月5日 | 彭建堂 | 袁顺达 | 127 | SCI+CSCD | 否 |
| 5 | Precise molybdenite Re-Os and mica Ar-Ar dating of the Mesozoic Yaogangxian tungsten deposit, central Nanling district, South China/Mineralium Deposit/Peng J.T., Zhou M.F., Hu R.Z., Shen N.P., Yuan S.D., Bi X.W., Du A.D., Qu W.J. | 2006年41卷661 - 669页 | 2006年8月25日 | 彭建堂 | 彭建堂 | 165 | SCI+CSCD | 否 |
|  | 合计 | | | | | 401 |  |  |

补充说明（视情况填写）：\*附论文1的作者贡献说明（参见其它附件1）。

**六、主要完成人：**阳杰华、袁顺达、彭建堂、李兆丽、魏文凤

**七、主要完成单位：**中国科学院地球化学研究所