

2017 年国家自然科学奖推荐公示表

一、项目基本情况

学科评审组： 地球科学

序号：

编号：

项目名称	中文名	洋脊俯冲与斑岩铜金成矿
	英文名	Ridge subduction and porphyry Cu (Au) deposits
主要完成人		孙卫东、凌明星、丁兴、梁华英、孙晓明
<p>项目简介：</p> <p>本成果属于元素地球化学领域，是元素地球化学在矿床学研究中的应用。</p> <p>斑岩铜金矿床占全球铜储量的~70-80%，其成因曾长期存在争议。本成果从元素地球化学行为入手，证明俯冲洋壳在高氧逸度下部分熔融是斑岩铜金成矿的关键控制因素，而年轻洋脊俯冲是斑岩铜金矿床成矿的最佳地质过程。主要亮点有：</p> <p>(1) 板块俯冲、高氧逸度、铜金成矿元素的性质与斑岩铜金成矿</p> <p>发现岩浆演化至安山岩阶段，铜金含量突然大幅度降低，证明是磁铁矿结晶引起的，被国际同行称为“磁铁矿危机”。揭示其机理为：磁铁矿结晶使岩浆中二价铁向三价铁转变、硫酸根还原为氢硫酸根；氢硫酸根与铜金络合形成成矿热液（代表性论文 1）。</p> <p>通过对不同成矿阶段流体包裹体、磁铁矿、硫酸盐、硫化物的研究，揭示了斑岩铜金矿床成矿机理：氧逸度$>\Delta\text{FMQ}+2$ 时，岩浆中的硫主要是硫酸根，其在岩浆中的溶解度是硫化物的 10 倍左右。在高氧逸度下，俯冲的年轻洋壳脱水部分熔融时，硫化物转化为硫酸盐，溶解度增加约十倍，释放铜金等元素，形成富铜金、富水埃达克岩浆，有利于斑岩铜金成矿。发现大型斑岩铜金矿床通常有磁铁矿和赤铁矿共存现象，指示其氧逸度已高达$\Delta\text{FMQ}+4$。揭示热液成矿过程中，硫酸根被二价铁还原，使体系的 pH 值降低，从而使热液中硫酸根的氧化还原电位升高。在$\Delta\text{FMQ}+4$ 以上时，体系二价铁耗尽，硫酸根还原停止，成矿结束。因此，$\Delta\text{FMQ}+2$ 到$+4$ 是斑岩铜金矿床成矿的最佳氧逸度区间（代表性论文 2,3）。</p> <p>发现氯在板块俯冲过程中具有很高的活动性；在贫水高压下氯是高度不相容元素；富水低压下氯大量进入流体，有利成矿。发现俯冲板块析出流体内有赤铁矿和硫酸盐等氧化性物质，论证了岛弧高氧逸度的形成机制（代表性论文 4,5），</p> <p>(2) 太平洋转向、洋脊俯冲与成矿</p> <p>发现太平洋板块转向是造成中国东部晚中生代重大构造转折的一个主导因素，论证了昂通爪哇大火成岩省喷发引起太平洋转向，导致中国东部的构造体制由拉张转为挤压，形成胶东金矿（代表性论文 6）。发现全球主要超大型斑岩铜金矿床多与年轻洋脊俯冲有关。揭示年轻洋脊俯冲是形成大型、超大型斑岩铜金矿床的最佳地质过程。论证了长江中下游早白垩世铜多金属成矿与洋脊俯冲密切相关（代表性论文 7,8）。</p> <p>8 篇代表性论文被包括 Nature Geosciences, PNAS 在内的 SCI 他引 699 次。4 篇代表性论文入选 ESI “Top 1%”论文，“长江中下游铜金成矿”、“氧化性岩浆与斑岩矿床形成”等先后成为 ESI“研究前沿”。应邀作国际地质大会主题报告、（国际）地球化学年会主题报告和特邀报告。第一完成人入选（国际）经济地质学家学会 Fellow，曾任该学会亚洲区副主席；曾任（国际）地球化学学会终身成就奖评委。现任 GCA 副主编，Solid Earth Sci 主编，Acta Geoch 常务副主编。显著提升了我国在元素地球化学和矿床学领域的国际影响力。</p>		

二、专家推荐意见

姓 名	李曙光	身份证号	
院 士	中国科学院院士	学 部	地学部
最 高 奖	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	年 度	2003
工作单位	中国地质大学（北京）		
职 称	教授	学科专业	地球化学
通讯地址	北京市海淀区学院路 29 号	邮政编码	100083
电子邮箱		联系电话	
责任推荐专家	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否		
<p>推荐意见：</p> <p>与板块俯冲相关的斑岩铜矿石全球铜矿的最主要类型，其成因一直是成矿理论研究的前沿热点问题。孙卫东最早发现磁铁矿结晶改变岩浆氧逸度导致斑岩铜金成矿这一机理的，该发现具原创性并发表在 Nature 上。他指出在岩浆演化至安山岩阶段时，发生磁铁矿结晶。由于磁铁矿结晶，二价铁向三价铁转变，导致硫酸根被还原为氢硫酸根。硫氢酸根与铜金形成易溶于水的络合物，形成成矿热液。这一发现被国际同行命名为“磁铁矿危机”。2013 年孙卫东等进一步发现斑岩铜金矿床通常有磁铁矿和赤铁矿共存现象，指示其氧逸度已高达$\Delta\text{FMQ}+4$，验证和发展这一岩浆氧逸度演化与成矿理论。其主要贡献包括：系统阐述了岛弧高氧逸度的成因；解析了氧化性岩浆与斑岩矿床的内在联系；揭示在水热体系中，硫酸根被二价铁还原的反应释放出氢离子，使体系的 pH 值降低，从而使硫酸根的氧化还原电位升高。给出$\Delta\text{FMQ}+2$ 到$+4$ 是斑岩矿床成矿的最佳氧逸度区间；揭示了俯冲洋壳在高氧逸度下部分熔融是成矿的关键因素，年轻洋脊俯冲与斑岩铜金矿床密切相关，并成功应用于中国东部矿床学研究。8 篇代表性论文被包括 Nature Geo, PNAS 等 SCI 期刊他引 699 次，其中 4 篇论文入选 ESI “TOP 1%高被引用论文”，形成 ESI “研究前沿”。先后在国际地质大会等国际会议上做主题报告、特邀报告。上述工作引领了国际上有关高氧逸度与斑岩铜金矿床研究，提升了我国在该研究领域的国际影响力。</p> <p>本人认真审查了该项目全部资料，确认真实有效，且符合填写要求。</p> <p>推荐该项目为国家自然科学奖<u>二</u>等奖。</p>			
<p>声明：本人遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则，以及《专家推荐国家科学技术奖励试行办法》的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，所提供的推荐材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。本人已征求被推荐者同意；作为推荐者，本人同意在项目公示时向社会公布；本人承诺根据需要参加答辩，接受评审专家质询；如产生争议，保证积极调查处理。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。</p> <p style="text-align: right;">专家签名： 年 月 日</p>			

姓 名	孙枢	身份证号	
院 士	中国科学院院士	学 部	地学部
最 高 奖	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	年 度	1991
工作单位	中国科学院地质与地球物理研究所		
职 称	研究员	学科专业	沉积地质学
通讯地址	北京市朝阳区北土城西路 19 号	邮政编码	100029
电子邮箱		联系电话	
责任推荐专家	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否		
<p>推荐意见：</p> <p>该成果经过10余年的努力，从元素地球化学行为入手，揭示了斑岩铜金矿床成矿的机理，厘定了洋脊俯冲与斑岩铜金矿床的关系，在洋脊俯冲与斑岩铜金矿床研究领域取得了一系列在国际上有重大影响的成果，并将其研究成果应用于中国东部中生代成矿研究中，在Nature、GCA、EPSL、Economic Geology等主流期刊发表20余篇论文，奠定了高氧逸度与斑岩铜金成矿的理论基础，为矿床学研究注入了新的活力，使我国在斑岩铜金矿床成矿研究领域达到了国际领先水平。8篇代表性论文中4篇论文入选ESI“TOP 1%高被引用论文”，形成了1个ESI“研究前沿”。相关研究得到国际同行的广泛认可，先后应邀在国际地质大会、国际地球化学年会(Goldschmidt Conference)等国际会议作Keynote和Invited报告；第一完成人先后担任国际地球化学学会(Geochemical Society)终身成就奖Goldschmidt奖评委、Geochimica et Cosmochimica Acta副主编、国际经济地质学家学会(Society of Economic Geologists)亚洲区副主席，是该学会的Fellow，显著提升了我国在该研究领域的国际影响力。</p> <p>本人认真审查了该项目全部资料，确认真实有效，且符合填写要求。</p> <p>推荐该项目为国家自然科学奖 <u>二</u> 等奖。</p>			
<p>声明：本人遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则，以及《专家推荐国家科学技术奖试行办法》的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，所提供的推荐材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。本人已征求被推荐者同意；作为推荐者，本人同意在项目公示时向社会公布；本人承诺根据需要参加答辩，接受评审专家质询；如产生争议，保证积极调查处理。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。</p> <p style="text-align: right;">专家签名： 年 月 日</p>			

姓 名	翟明国	身份证号	
院 士	中国科学院院士	学 部	地学部
最 高 奖	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	年 度	2007
工作单位	中国科学院地质与地球物理研究所		
职 称	研究员	学科专业	前寒武纪地质学
通讯地址	北京市朝阳区北土城西路 19 号	邮政编码	100029
电子邮箱		联系电话	
责任推荐专家	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否		
<p>推荐意见：</p> <p>斑岩铜金矿床是最重要的铜资源，长期受到广泛重视，但是其成因一直存在争议。孙卫东研究员领导的研究团队从元素的地球化学行为和板块构造理论入手，运用对元素地球化学和矿床学研究方法，揭示在高氧逸度下俯冲洋壳部分熔融是斑岩铜金矿床成矿的关键；进而论证年轻洋脊俯冲是斑岩铜金成矿的最佳地质过程；为寻找大型、超大型斑岩铜金矿床指明了方向。他们通过对太平洋板块漂移历史的研究，结合对中国东部晚中生代重要地质事件的研究，揭示长江中下游斑岩、矽卡岩型铜-多金属矿床与太平洋和伊泽纳吉板块之间的洋脊俯冲有关；胶东金矿与太平洋板块 122-125 Ma 之间发生的重大转向有关。这些研究对于揭示中国东部白垩纪重大地质事件与太平洋板块俯冲的关系奠定了基础。有 4 篇相关研究论文入选 Essential Science Indicator (ESI) “TOP 1%高被引用论文”，在 ESI 独立形成了 1 个“研究前沿”。多次被 Goldschmidt 年会和 34 届国际地质大会邀请做主题报告(Keynote) 或特邀报告(Invited)。孙卫东曾经担任国际经济地质学家学会(Society of Economic Geologists)负责亚洲事务的副主席，地球化学终身成就奖 Goldschmidt 奖的评委。提升了我国在该研究领域的国际影响力。</p> <p>本人认真审查了该项目全部资料，确认真实有效，且符合填写要求。</p> <p>推荐该项目为国家自然科学奖 <u>二</u> 等奖。</p> <p>声明：本人遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则，以及《专家推荐国家科学技术奖试行办法》的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，所提供的推荐材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。本人已征求被推荐者同意；作为推荐者，本人同意在项目公示时向社会公布；本人承诺根据需要参加答辩，接受评审专家质询；如产生争议，保证积极调查处理。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。</p> <p>专家签名：_____</p> <p>年 月 日</p>			

三、客观评价

1) 对“科学发现点 1——发现磁铁矿危机，揭示了俯冲带铜金热液成矿的关键过程”的评价

代表性论文 1 揭示了磁铁矿结晶是导致岩浆氧逸度波动和铜金成矿的关键机理，该发现颠覆了传统的有关铜金成矿的矿床学理论，开辟了全新的研究思路，被国际同行称为“磁铁矿危机”。该文 SCI 他引 99 次，其中，国际 SCI 他引 77 次，被 Nature Geoscience, PNAS, EPSL, Geology, GCA 等顶级期刊他引 30 余次；被 Economic Geology, OGR 等主流矿床学期刊他引 20 余次。Chiaradia 在 Nature Geoscience (2013) 中引用“磁铁矿结晶引发硫化物饱和，使得铜进入流体”的结论，并在此基础上建立了他的成矿模型；Mungall 等在 PNAS (2006) 结论中引用“磁铁矿结晶导致硫酸盐还原成硫化物，形成富集硫化物的熔体”；Evans 等在 EPSL (2011) 开篇将本文与另外两篇著名矿床学家的论文作为核心论文引用，评价本论文“在理解板块俯冲、岛弧及岩浆过程和成矿的关系方面作出了很大的成就”。Kurosawa 等 GCA (2016) 引用代表性论文 1,2 有关高氧逸度岩浆与斑岩成矿的结论。Reeves 等在 GCA (2011) 中引用“岩浆流体是铜金成矿的重要源区之一”。Li 在 CG (2014) 中 9 处引用“铜金含量突然下降由岩浆流体的饱和及逃逸造成”，以及铜金相容性和含量数据；Wilkinson 在 Nature Geoscience (2013) 中引用“磁铁矿结晶导致岩浆中铜金含量突然降低”（附件 7-1）。2005 年、2006 年分别作 Goldschmidt 特邀报告和主题报告（附件 7-2）。

2) 对“科学发现点 2——揭示了高氧逸度下俯冲洋壳部分熔融是斑岩铜金矿床成矿的关键”的评价

相关代表性论文 2 和 3 揭示了斑岩铜金矿床成矿机理，SCI 他引 82 次。代表性论文 2 引用次数在 2013 年 GCA 发表的论文中排名第 2，入选 ESI 1% 高引用率论文（附件 7-3）；代表性论文 3 在 2009 年 Economic Geology 发表的论文中排名第 5。2012 年作 34 届国际地质大会主题报告（附件 7-2）。应邀为 Ore Geology Reviews (2015) 撰写了相关综述论文：“氧化岩浆与斑岩铜矿”（该文也入选 ESI 1% 高引用率论文），并与代表性论文 2 一起形成 ESI 研究前沿（附件 7-4）。部分成果入选《基金委优秀成果选编（五）》（附件 7-5）。上述研究成果得到国际同行的肯定。如 Evans 等在 EPSL (2011) 中指出（我们）“对与斑岩铜金矿床有关侵入体中氧化性矿物的观察是提出成矿模式的基础”。Matjuschkin 等在其 CMP (2016) 论文中引用“高氧逸度可以提升硅酸盐熔体中 S 和 Cu 含量，形成斑岩铜矿”。Asthana 等在 OGR (2016) 文章中 6 处大篇幅引用“洋壳部分熔融具容易形成斑岩铜矿”、“磁铁矿和赤铁矿共生是斑岩铜矿的有力指示”。Jowitt 等在 OGR (2014) 中引用“磁铁矿形成给热液体系提供还原态的 S，促进硫化物沉淀”；Zarasvandi 等在 JAES (2015) 引用“磁铁矿结晶是两个有效的还原机制之一”，并引用我们提出的化学反应方程（附件 7-1）。

3) 对“科学发现点 3——厘定俯冲带氯等挥发分的地球化学行为，揭示岛弧高氧逸度的成因”的评价

本成果提出的“氯与钾或铯具有相似的不相容性”的结论已被广泛接受。代表性论文 4 的 SCI 他引 33 次，其中 23 次来自 Nature Geoscience, GCA, EPSL, Geology, Economic Geology。Kendrick 在其 Nature Geoscience (2011), GCA (2012), EPSL (2014) 等文章中先后 5 次引用关于俯冲带氯的行为研究结果；国际知名实验岩石

学家 Patino Douce (2011)支持我们的结论；而 Cl/K 或 Cl/Nb 比值则被推广作为 MORB 存在蚀变洋壳或沉积物混染的识别标志(Geology, 2009, 37(5): 439-442; Chemical Geology, 2015, 405: 63-81; GCA, 2016, 172: 306-321)。Park 在其 J Petrology (2013)文章中 7 处引用该文。Reeves 等在 GCA (2011)中引用“岩浆去气过程使得 Pual Ridge 的岩浆具有富氯的特征”。Kurosawa 等 GCA (2016)两处引用氯分配系数等结果。Evans, EPSL, 201 在引言中引用代表性论文 5 发现的“超高压地体石英脉中磷灰石含有大量的磁铁矿、赤铁矿和硫酸盐”，该发现已被作为俯冲带氧化性流体存在的重要矿物学标志 (e.g. J Petrology, 2009, 50(11): 2043-2062; 2014, 55(6): 1019-1050) (附件 7-1)。

4) 对“科学发现点 4——阐明了太平洋板块转向与中国东部重要地质事件的关联性”的评价

代表性论文 6 引用次数在当年 EPSL 论文中排名第 2, 其中 SCI 他引 198 次, 入选 ISI 1% 高引用率论文 (附件 7-3), 其中包括 Nature Communications, GCA, EPSL, Earth-Science Review 等重要期刊。主要研究成果被美国地球物理学会会士 Mueller 教授团队作为全球板块构造重建的重要地质学依据 (EPSL, 2012, 355-356: 283-298), 其团队成员 Seton 等在其文章中(Earth-Science Reviews, 2012, 113: 212-270)大段引用本文。Pirajno 等在 Economic Geology (2015)中引用“白垩纪太平洋俯冲与 Ontong Java 地幔柱的关系”。李曙光院士课题组在(Liu SA, 2010GCA)中引用“中国东部在侏罗纪到白垩纪期间是活动大陆边缘, 与太平洋板块俯冲密切相关” (附件 7-1)。

5) 对“科学发现点 5——揭示了年轻洋脊俯冲是形成大型、超大型斑岩铜金矿床的最佳地质过程”的评价

代表性论文 7 引用次数在 2010 年《中国科学·地球科学》英文版发表论文中排名第 1, 其中 SCI 他引 81 次。入选 ISI 1% 高引用率论文 (附件 7-3)。Pirajno 等在 Economic Geology (2015)中引用“中国东部埃达克岩形成于俯冲洋壳部分熔融”、“白垩纪太平洋俯冲与 Ontong Java 地幔柱的关系”。李曙光院士课题组在(Liu SA, 2010GCA)中引用“在构造学等证据的基础上, 提出中国东部埃达克岩形成于俯冲洋壳部分熔融”。汪品先院士在 Chinese Science Bulletin (2012)中引用“Luzon 斑岩铜金矿床受控于黄岩岛洋脊俯冲”。张岳桥教授课题组在 Earth-Science Reviews (2014)关于“华南白垩纪构造演化”的综述论文中 5 处引用该研究成果“洋脊俯冲可以用来解释斑岩铜金矿床成因”“俯冲板片部分熔融可以解释埃达克岩及铜金矿床成因”。毛景文等在 JAES (2014)中引用“对中国东部中生代多金属矿床的成矿及构造属性作了系统综述”。Asthana 等在 OGR (2016)文章中 5 处引用“埃达克岩、A 型花岗岩等岩浆岩组合与洋脊俯冲和板片窗有关”、“超大型斑岩铜矿与洋脊俯冲有关” (附件 7-1)。

6) 对“科学发现点 6——论证了长江中下游早白垩世铜-多金属成矿是洋脊俯冲的产物”的评价

代表性论文 8 引用次数在 2009 年 Economic Geology 发表论文中排名第 1, 其中 SCI 他引 127 次。入选 ISI 1% 高引用率论文 (附件 7-3)。被国际著名矿床学家 Goldfarb 在其 Economic Geology (2012)论文中作为“中生代矿床研究”的代表性文献引用。洋脊俯冲模型得到李曙光院士课题组成果(Liu SA, 2010GCA)的支持。张岳桥教授课题组在其 Earth-Science Reviews (2014)关于“华南白垩纪构造演化”的综述论文中 8 处引用该研究成果。该成果还得到了地球物理研究的支持 (Ouyang, 2014 EPSL, 全文引用 6 处) (附件 7-1)。

四、代表性论文专著目录

序号	论文专著 名称/刊名 /作者	影响 因子	发表 时间 年月 日	通 讯 作 者	第 一 作 者	SCI 他 引 次 数	他 引 总 次 数	知识 产权 是否 归国 内所有
1	Release of gold-bearing fluids in convergent margin magmas prompted by magnetite crystallization/Nature/Sun, W.D., Arculus, R.J., Kamenetsky, V.S. and Binns, R.A.	38.13 8	2004/ 10/21	Arcu lus, R.J.	孙卫 东	107	152	是
2	The link between reduced porphyry copper deposits and oxidized magmas/Geochimica et Cosmochimica Acta/Sun, W.-D., Liang, H.-Y., Ling, M.-X., Zhan, M.-Z., Ding, X., Zhang, H., Yang, X.-Y., Li, Y.-L., Ireland, T.R., Wei, Q.-R. and Fan, W.-M.	4.315	2012/ 11/14	孙卫 东	孙卫 东	51	65	是
3	Porphyry Copper-Gold Mineralization at Yulong, China, Promoted by Decreasing Redox Potential during Magnetite Alteration/Economic Geology/Liang, H.Y., Sun, W.D., Su, W.C. and Zartman, R.E.	2.487	2009/ 5/27	梁华 英、 孙卫 东	梁华 英	46	72	是
4	Chlorine in submarine volcanic glasses from the eastern Manus basin/ Geochimica Et Cosmochimica Acta/ 4. Sun, W. D., Binns, R. A., Fan, A. C., Kamenetsky, V. S., Wysoczanski, R., Wei, G. J., Hu, Y. H., Arculus, R. J.	4.315	2006/ 12/6	孙卫 东	孙卫 东	41	41	是
5	Monazite, iron oxide and barite exsolutions in apatite aggregates from CCSD drillhole eclogites and their geological implications/Geochimica et Cosmochimica Acta/Sun, X.M., Tang, Q., Sun, W.D., Xu, L., Zhai, W., Liang, J.L., Liang, Y.H., Shen, K., Zhang, Z.M., Zhou, B. and Wang, F.Y.	4.315	2007/ 4/12	孙晓 明	孙晓 明	29	41	是
6	The golden transformation of the Cretaceous plate subduction in the west Pacific/Earth and Planetary Science Letters/Sun, W.D., Ding, X., Hu, Y.H. and Li, X.H.	4.326	2007/ 8/27	孙卫 东	孙卫 东	203	304	是
7	Ridge subduction and porphyry copper-gold mineralization: An overview/Science China-Earth Sciences/ Sun, W.D., Ling, M.X., Yang, X.Y., Fan, W.M., Ding, X. and Liang, H.Y.	1.655	2010/ 3/3	孙卫 东	孙卫 东	90	129	是
8	Cretaceous ridge subduction along the Lower Yangtze river belt, eastern China/Economic Geology/Ling, M.X., Wang, F.Y., Ding, X., Hu, Y.H., Zhou, J.B., Zartman, R.E., Yang, X.Y. and Sun, W.D.,	2.487	2009/ 1/29	孙卫 东	凌明 星	132	179	是

五、主要完成人情况表

姓 名	孙卫东	性别	男	排 名	1	国 籍	中国
工作单位	中国科学院海洋研究所					行政职务	无
完成单位	中国科学院广州地球化学研究所						
参加本项目的起止时间		2004 年 1 月 至 2012 年 11 月					
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>作为成果的第一完成人，揭示“磁铁矿危机”，揭示斑岩铜金成矿规律、论证洋脊俯冲是斑岩铜金成矿的最佳地质过程；发现了中生代时期西太平洋板块漂移方向变化与中国东部构造、岩浆和金成矿之间的耦合关系，提出了长江中下游晚中生代岩石、矿产成因的“洋脊俯冲”模型。是代表性论文 1, 2, 4, 6, 7 的第一作者、3, 8 的通讯作者、5 的主要合作者。</p>							

姓 名	凌明星	性别	男	排 名	2	国 籍	中国
工作单位	中国科学院广州地球化学研究所					行政职务	无
完成单位	中国科学院广州地球化学研究所						
参加本项目的起止时间		2007 年 9 月 至 2012 年 11 月					
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>作为主要完成人，提出洋脊俯冲对长江中下游早白垩世岩浆活动和成矿作用的贡献。代表性论文 8 的第一作者、代表性成果 2, 7 的合作者。</p>							

姓 名	丁兴	性别	男	排 名	3	国 籍	中国
工作单位	中国科学院广州地球化学研究所					行政职务	无
完成单位	中国科学院广州地球化学研究所						
参加本项目的起止时间		2005 年 9 月 至 2012 年 11 月					
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>作为成果的主要完成人，参与发现了中生代时期西太平洋板块漂移方向变化与中国东部构造、岩浆和金成矿之间的耦合关系，提出了长江中下游晚中生代岩石、矿产成因的“洋脊俯冲”模型；揭示了洋壳俯冲、氧逸度和斑岩铜金矿床之间的关联性，提出高氧逸度是斑岩铜金成矿的关键因素之一。是代表性论文 2, 6, 7, 8 的合作者。</p>							

姓 名	梁华英	性别	男	排 名	4	国 籍	中国
工作单位	中国科学院广州地球化学研究所					行政职务	无
完成单位	中国科学院广州地球化学研究所						
参加本项目的起止时间		2006 年 1 月 至 2012 年 11 月					
对本项目主要学术贡献： 作为主要完成人，提出高氧化斑岩成矿系统在成矿早期通过磁铁矿化，使岩浆系统中氧化硫还原成为还原硫，为斑岩铜金钼矿床硫化物大量析出提供硫源，在斑岩矿床形成中起着关键作用。在此基础上提出可通过磁化率变化寻找斑岩矿床及圈定富矿体。是代表性论文 3 的第一作者、2, 5, 7 的合作者。							

姓 名	孙晓明	性别	男	排 名	5	国 籍	中国
工作单位	中山大学					行政职务	副院长
完成单位	中山大学						
参加本项目的起止时间		2006 年 1 月 至 2012 年 11 月					
对本项目主要学术贡献： 作为主要完成人，在大陆科学钻探岩心中发现石英脉里磷灰石含有赤铁矿、硫酸盐等高氧逸度的矿物，为解决俯冲带高氧逸度的成因提供了关键的证据。是代表性论文 5 的第一作者。							

六、完成人合作关系说明

本项目“洋脊俯冲与斑岩铜金成矿”由中国科学院广州地球化学研究所孙卫东、凌明星、丁兴、梁华英和中山大学孙晓明共同完成。其中，孙卫东、凌明星和丁兴三位完成人均为中国科学院广州地球化学研究所元素地球化学学科组成员；孙卫东和梁华英两位完成人为中国科学院矿物学与成矿学重点实验室成员；孙卫东和孙晓明两位完成人为博士后联合培养合作导师。所有参与完成人与第一完成人均有长期密切合作关系。

第二完成人凌明星自 2006 年起即与第一完成人孙卫东合作进行了鄂尔多斯盆地铀矿的研究，2007 年凌明星考入中国科学院广州地球化学研究所，成为第一完成人孙卫东的博士研究生，从事洋脊俯冲与成矿的研究。他参加了孙卫东主持的中科院方向性重大项目、基金委杰出青年基金、重大项目、基金委创新群体、科技部重点研发专项、973 课题等项目。双方合作完成论文 42 篇，其中 SCI 论文 36 篇。本成果的 8 篇代表性论文中有 3 篇为双方合作完成，均为 ESI top 1% 论文。目前双方合作指导研究生 3 名。

第三完成人丁兴 2005 年报考中国科学院广州地球化学研究所博士研究生，成为第一完成人孙卫东的第一名博士生，自此开始了两人在元素性质与成矿方面的合作。丁兴参加了孙卫东主持的中科院百人计划、中科院方向性重大项目、基金委杰出青年基金、重大项目、基金委创新群体、科技部重点研发专项、973 课题等项目。双方合作完成论文 45 篇，其中 SCI 论文 40 篇。本成果的 8 篇代表性论文中有 4 篇为双方合作完成，均为 ESI top 1% 论文。目前双方合作指导研究生 3 名。

第四完成人梁华英于 2002 年访问澳大利亚国立大学，与正在攻读博士学位的第一完成人孙卫东开始合作。双方合作完成的第一篇论文是 2006 年 *Mineralium Deposita* 上发表的。梁华英先后参加了孙卫东主持的中科院方向性重大项目、基金委创新群体、科技部重点研发专项等项目。双方合作完成论文 21 篇，其中 SCI 论文 17 篇。本成果的 8 篇代表性论文中有 4 篇为双方合作完成。目前双方合作指导研究生 1 名，博士后一名。

第五完成人孙晓明自 2006 年起开始与第一完成人孙卫东进行地球化学方面的合作研究。迄今为止，双方合作发表/待刊 SCI 论文 8 篇，代表性论文 5 为双方合作论文。联合指导博士后一名。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者 (项目排名)	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	论文合著	孙卫东, 梁华英, 凌明星, 丁兴/论文作者排名第一、第二、第三、第五(通讯作者)	2008.1.1~ 2013.12.31	代表性论文 2	8 篇代表性论文	
2	论文合著	梁华英, 孙卫东/论文作者排名第一、第二(通讯作者)	2006.1.1~ 2009.12.31	代表性论文 3	8 篇代表性论文	
3	论文合著	孙晓明, 孙卫东/论文作者排名第一、第三(通讯作者)	2005.7.1~ 2007.12.31	代表性论文 5	8 篇代表性论文	
4	论文合著	孙卫东, 丁兴/论文作者排名第一、第二(通讯作者)	2005.7.1~ 2007.12.31	代表性论文 6	8 篇代表性论文	
5	论文合著	孙卫东, 凌明星, 丁兴, 梁华英/论文作者排名第一、第二、第五、第六(通讯作者)	2005.7.1~ 2010.12.31	代表性论文 7	8 篇代表性论文	
6	论文合著	凌明星, 丁兴, 孙卫东/论文作者排名第一、第三、第八(通讯作者)	2007.7.1~ 2009.12.31	代表性论文 8	8 篇代表性论文	
7	共同立项	孙卫东、梁华英、丁兴、凌明星/排名第一、第五、第十二、第十三	2012.1.1~ 2017.12.31	基金委创新群体项目		
8	共同立项	孙卫东、丁兴、凌明星/排名项目第一、课题第二、课题第二	2011.1.1~ 2015.12.31	基金委重大项目		
9	共同立项	孙卫东、凌明星、丁兴/排名第一、第三、第四	2014.1.1~ 2017.12.31	基金委重点项目		

七、知情同意证明

见附件。



Max-Planck-Institut für Chemie
Postfach 3060 · 55020 Mainz · Germany

Award Evaluation Committee
Peoples Republic of China

Hahn-Meitner-Weg 1
55128 Mainz
Tel.: +49-6131-305-6005
E-mail: Albrecht.hofmann@mpic.de

Prof. Albrecht W. Hofmann
Director Emeritus

Dear Sir/Madam,

At the time the paper by Sun and others (Release of gold-bearing fluids in convergent margin magmas prompted by magnetite crystallization, Nature, 2004, 431, 975-978) was written, Dr. Weidong Sun was an Alexander von Humboldt Research Fellow at the Max-Planck Institute für Chemie in Mainz, Germany, and I was the director there.

The samples studied for the paper were brought to Mainz by Dr. Sun. He formulated the objectives of the research project, planned the research, and carried out all the analyses. He took responsibility for the interpretation of the data and the writing of the manuscript. The paper was an outgrowth of Dr Sun's work at Max Planck, and it is his intellectual property.

I agree that Dr. Weidong Sun can include this paper in his award application.

Yours sincerely,

Professor Albrecht W. Hofmann

Emeritus Director of Geochemistry
Max-Planck Institute for Chemie
Hahn-Meitnerweg 1
55128 Mainz
Germany

10th December, 2016

Award Evaluation Committee
Peoples Republic of China

Emeritus Professor
Richard J. Arculus
Research School of Earth Sciences
Australian National University
61 2 6125 3778

richard.arculus@anu.edu.au

Dear Sir/Madam,

At the time the paper by Sun and others (Release of gold-bearing fluids in convergent margin magmas prompted by magnetite crystallization, *Nature*, 2004, 431, 975-978) was written, Dr Weidong Sun was an Alexander van Humboldt Research Fellow at Max-Planck Institute for Chemie in Mainz, Germany. I provided the samples, visited Dr Sun in Germany, and co-authored with Dr. Sun on this paper.

Dr. Sun formulated the objectives of the research project, planned the research and carried out all the analyses. He took responsibility for the interpretation of the data and the writing of the first draft of the manuscript. Subsequent drafts, leading to the version of the manuscript submitted for publication, were revised by me and all other co-authors in collaboration.

Following review of the manuscript, Dr Sun took responsibility for preparing the initial response to the reviewers' comments. The final response was prepared jointly by Dr Sun and myself.

The paper was an outgrowth of Dr Sun's work at Max Planck, and it is his intellectual property.

I agree that Dr Weidong Sun can include this paper in his award application.

Yours sincerely,

Richard J. Arculus

Professor Richard Arculus

Former Head of the Department of Earth & Marine Sciences, and Dean of Science