2019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 | 矿物天然冲击变质效应及其地质意义 |
| 英文名 | Natural shock-metamorphic effects in minerals and their geological implications |
| 主要完成人 | 陈鸣 谢先德 肖万生 谭大勇 |
| **项目简介：**宇宙中星球之间的超高速碰撞会产生强烈的冲击波，受到冲击波作用的靶区岩石获得瞬间的高温高压并导致矿物出现一系列物理和化学的变化，即发生冲击变质作用。地外星球和地球岩石中矿物的冲击变质效应和机制是矿物学和地球与行星科学等领域的研究前沿。本项目通过对我国特殊地质构造和陨石中矿物的天然冲击变质效应等的研究，取得以下重要科学发现： 1. **证实我国第一个陨石坑地质构造**

地球表面的陨石坑是经由小行星和彗星等地外小天体强烈撞击形成的一类环形地质构造。通过对我国特殊地质构造开展了以矿物天然冲击变质效应为核心内容的调查和研究，证实了我国第一个陨石坑，即岫岩陨石坑，实现了我国这种地质构造类型发现的突破。岫岩陨石坑位于我国东北辽东半岛的丘陵地区，直径为1.8km。研究揭示这次小行星撞击事件发生在距今5万年前。岫岩陨石坑受撞击岩石中一系列矿物冲击变质证据的发现，如冲击成因超高压矿物、矿物面状变形页理、矿物击变玻璃等，充分地证实了该坑的星球撞击起源。岫岩陨石坑的资料和数据已被国际学术界权威的地球撞击坑数据库（PASSC Earth Impact Database）收录。岫岩陨石坑得到了国内外科学界的承认。 1. **发现天然超高压新矿物**

在已知的天然矿物中，超高压矿物种类十分稀少。本项研究在陨石和地球陨石坑岩石中发现了4个冲击产生的超高压新矿物，参与发现了另外5个超高压新矿物，这些新矿物均已获得了国际矿物学协会的批准和命名，占全部已知天然超高压矿物种类的三分之一。在发现的新矿物中，以我国科学家名字命名的涂氏磷钙石是第一个天然磷酸盐超高压矿物，一种地球深部潜在的碱性元素和稀土元素载体；谢氏超晶石是第一个经由尖晶石/后尖晶石相转变形成的超高压矿物，揭示了地球深部潜在的一类矿物相转变机制。冲击变质成因超高压新矿物发现为矿物家族增添了重要的新成员，深化了对矿物冲击变质效应和地球深部高温高压条件下矿物组成的认识。1. **揭示天然冲击成因超高压矿物形成的准静态高压过程**

通过对地球陨石坑和陨石中冲击成因超高压矿物、人工冲击回收实验样品和静态高温高压合成实验样品的分析和比较，发现天然冲击成因超高压矿物呈现出与静态高温高压合成实验结果相类似的矿物学特征。冲击成因超高压矿物的结晶和生长显然与天然冲击变质作用过程出现的短暂准静态高压密切相关。研究揭示，自然界中较大规模的撞击事件在靶区岩石中引起相对较长的高压持续时间有利于超高压矿物在准静态高压下结晶；相反，较小规模的撞击事件和人工冲击实验产生的短暂高压脉冲不利于超高压矿物形成。根据对天然冲击成因超高压矿物的形成条件和机制的新认识，提出了天然矿物冲击变质研究是探索地球深部物质组成的有效途径之一。8篇代表性论文总他引204次，SCI他引176次。该项目实现了我国陨石坑地质构造研究的突破，发现了一系列超高压矿物新矿物，揭示了天然冲击成因超高压矿物形成的压力状态并提出了通过天然矿物冲击变质效应研究地球深部物质的学术思想，相关成果在2002年和2016年分别获得广东省科学技术奖一等奖。 |

**二、提名意见**

（适用于提名机构和部门）

|  |  |
| --- | --- |
| 提 名 者 | 广东省 |
| 通讯地址 | 广州市连新路171号 | 邮政编码 | 510033 |
| 联 系 人 |  | 联系电话 | 020-83163329 |
| 电子邮箱 | gdjlb@gdstc.gov.cn | 传 真 |  |
| 提名意见：矿物天然冲击变质效应及其地质意义”是中国科学院广州地球化学研究所的陈鸣团队十多年来完成的重大基础理论研究成果。项目在深入探索地外星球和地球岩石中矿物的冲击变质效应的基础上，取得了一系列在国内外产生重大影响的科学发现。发现和证实了我国第一个星球撞击起源的地质构造——辽宁岫岩陨石坑，这个宇宙地质构造的发现获得了国内外科学界的承认，实现了中国陨石坑研究零的突破；发现了一系列天然超高压新矿物，为矿物学家族增添了重要的新成员，为冲击变质科学和地幔矿物学研究做出了重要贡献；揭示天然冲击成因超高压矿物形成的压力状态并提出了天然矿物冲击变质研究是探索地球深部物质组成的一个有效途径，为地球深部物质研究提供了一个新思路。上述成果体现了基础性和原创性，属于矿物学以及地球与行星科学领域的开拓性探索，得到国内外专家学者的广泛认同和高度评价。相关研究成果显著提升了我国这些领域研究在国际上的地位。提名该项目为国家自然科学奖二等奖。 |
| **声明：**本单位遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，所提供的提名材料真实有效，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。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。如产生争议，保证积极调查处理。法人代表签名： 单位（盖章）  年 月 日 年 月 日 |

**三、客观评价**

在8篇代表性论文中，2篇发表在Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America（PNAS）上，2篇发表在Earth and Planetary Science Letters（EPSL）, 2篇发表在Geochimica et Cosmochimica Acta（GCA）,另外2篇分别发表在Meteoritics and Planetary Science（MAPS）和Chinese Science Bulletin（CSB）上。PNAS是国际著名综合性学术刊物，EPSL、GCA和MAPS是国际知名地学刊物。部分成果在2002年和2016年分别获得广东省科学技术奖一等奖。8篇代表性论文总他引204次，SCI他引176次。代表性论文2是我国在国际主流学术刊物上发表的第一篇关于中国陨石坑研究的论文。“代表性论文3”在MAPS以封面文章发表。“代表性论文5”在PNAS以封面标题文章发表，并获得该杂志的专题正面评述。

**1.“岫岩陨石坑”的成果得到了国、内外学术界的肯定和高度评价**

加拿大新不伦瑞克大学的行星和空间科学中心（PASSC）是世界陨石坑数据库权威机构。2010年12月，岫岩陨石坑被PASSC地球撞击坑数据库“Earth Impact Databases”收录，主要证据资料包括“代表性论文1-2”。

2011年1月，岫岩陨石坑被国际陨石学会数据库“Meteoritical Bulletin Database”收录。

《MAPS》在2011 年第5期以封面文章形式发表了岫岩陨石坑的研究成果（代表性论文3），杂志编辑部在封面介绍中指出：“岫岩陨石坑是中国第一个被证实的陨石坑”。

地球与行星科学家McCall G.J.H.（2012）在标题为“中国实现了撞击坑零的突破”的文章中指出（引文1）：“…过去中国没有发现陨石坑，…现在终于在中国东北辽东半岛证实了一个撞击构造。”（引用代表性论文3）。

Xu X.M. et al. (2017)在论文中指出（引文2）：“中国陆地面积占全球陆地总面积的6.4%，直至今日，岫岩陨石坑仍然是中国唯一被证实的陨石坑”（引用代表性论文1）。

Jackson J. et al. (2017)在论文（引文3）中将岫岩陨石坑中柯石英的产出特征列举为冲击成因柯石英的典型标志，强调了冲击成因柯石英以多晶集合体或粒状产出在石英击变玻璃或低密度石英玻璃之中（引用代表性论文2）。.

中国国家自然科学基金委员会在2009年第10期《简报》专版刊登了标题为“我国科学家研究证实中国存在陨石撞击坑”的专题报道，文章中指出：“这项研究成果填补了我国该类型地质构造形迹的空白并在国际陨石冲击变质领域占有一席之地”。

岫岩陨石坑研究成果入选2009年中国科学院基础研究重要进展之一（其他附件5）。

**2.“超高压新矿物发现”的成果得到了国、内外学术界的认可和高度评价**

国际矿物学协会新矿物、命名与分类委员会（IMA-CNMNC）2008年2月4日签发了对新矿物谢氏超晶石的批文。

国际矿物学协会新矿物、命名与分类委员会（IMA-CNMNC）2002年12月3日签发了对新矿物涂氏磷钙石的批文。

PNAS第101卷发表了国际著名地质学家Green H.W.（2004）撰写的标题为 “陨石冲击成因矿物为矿物物理提供探索手段”的文章（引文4），对“代表性论文5”进行了专题评述，他指出：“两种铬铁矿高压多形的形成压力相当于距离地表400-680 km的深度，它们的发现不但为研究火山作用快速带离地球深部的物质来源地提供了一个功能强大的窗口，而且为当前受到广泛关注的大陆碰撞带构造地质学提供了一个同等功能强大的窗口”。

Kaminsky F.V. et al. (2015) 在论文中指出（引文5）：“在随州陨石中发现了谢氏超晶石，这是一种具有CF相结构的FeCr2O4高压多形。CF相和CT相可容纳Ca、Ti、Fe、Na、Si和别的一些二价和三价过渡元素和稀土元素，因此将极大地影响到地球深部元素的地球化学分异”。（引用代表性论文4-5）

在2008年，“天然后尖晶石超高压矿物的发现”研究成果入选中国地质学会年度十大地质科技成果之一。

Zhai S.M. et al.（2013）在论文中指出（引文6）：“在随州L6球粒陨石中发现了天然g-Ca3(PO4)2相，这是白磷钙石的高压多形，被命名为涂氏磷钙石，与林伍德石、镁铁榴石和玲根石等高压相共生。涂氏磷钙石的形成压力和温度为23 GPa和2000oC。由于g-Ca3(PO4)2相具有的晶体结构特点，它被认为是上地幔压力和温度条件下稀土和大半径亲石元素Sr和Ba等的潜在重要载体”。（引用代表性论文6）

**3.“揭示天然冲击成因超高压矿物形成的准静态高压过程”的成果得到了国际同行的认同**

这项成果揭示了天然冲击变质过程准静态高压出现是导致超高压矿物结晶的关键因素之一，因此可应用于对地球深部物质的类比研究。Fritz J. et al. (2017)在论文（引文7）中引用了“代表性论文7”关于星球撞击规模与超高压矿物产状关系的解释：“在L群球粒陨石中发现的超高压矿物要远远多于H群球粒陨石，这是因为这些L群球粒陨石母体比H群球粒陨石母体经受了更大规模的撞击事件”。Greshake A. et al.（2013）在论文（引文8）中引用了“代表性论文8”关于冲击成因高压矿物形成机制的解释：“寺巷口球粒陨石冲击脉体橄榄石中的林伍德石片晶铁含量要稍高于橄榄石，这与扩散控制的转变机制有关。…片晶状林伍德石在高温和高压下的结晶时间长达数秒”。

**四、代表性论文专著目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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） | 国内作者 | SCI他引次数 | 他引总次数 | 论文署名单位是否包含国外单位 |
| 1 | Xiuyan crater, China: Impact origin confirmed/Chinese Science Bulletin/Chen M, Xiao WS, Xie XD, Tan DY, Cao YB | 2010年55卷1777-1781页 | 2010年6月15日 | Chen M | Chen M | 陈鸣，肖万生，谢先德，谭大勇，曹裕波 | 8 | 9 | 否 |
| 2 | Coesite and quartz characteristic of crystallization from shock-produced silica melt in the Xiuyan crater/Earth and Planetary Science Letters/Chen M, Xiao WS, Xie XD | 2010年297卷306-314页 | 2010年8月15日 | Chen M | Chen M | 陈鸣，肖万生，谢先德，  | 10 | 13 | 否 |
| 3 | Planar deformation features in quartz from impact-produced polymict breccia of the Xiuyan crater, China/Meteoritics and Planetary Science/Chen M, Koeberl C, Xiao WS, Xie XD, Tan DY | 2011年46卷729-736页 | 2011年5月15日 | Chen M | Chen M | 陈鸣，肖万生，谢先德，谭大勇  | 7 | 10 | 是 |
| 4 | Natural CaTi2O4-structured FeCr2O4 polymorph in the Suizhou meteorite and its significance in mantle mineralogy/Geochimica et Cosmochimica Acta/Chen M, Shu JF, Xie XD, Mao HK | 2003年67卷3937-3942页 | 2003年10月15日 | Chen M | Chen M | 陈鸣，谢先德  | 28 | 36 | 是 |
| 5 | Natural occurrence and synthesis of two new post-spinel polymorphs of chromite/ Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America/Chen M, Shu JF, Mao HK, Xie XD, Hemley RJ | 2003年100卷14651-14654页 | 2003年12月9日 | Chen M | Chen M | 陈鸣，谢先德  | 48 | 51 | 是 |
| 6 | Natural high-pressure polymorph of merrillite in the shock melt veins of the Suizhou L6 chondrite/Geochimica et Cosmochimica Acta/Xie XD, Minitti M, Chen M, Mao HK, Wang DQ, Shu JF, Fei YW | 2002年66卷2439-2444页 | 2002年7月1日 | Chen M | Xie XD | 谢先德,陈鸣 | 38 | 42 | 是 |
| 7 | A comparative study of naturally and experimentally shocked chondrites/ Earth and Planetary Science Letters/Xie XD, Chen M, Dai CD, El Goresy A, Gillet P | 2001年187卷345-356页 | 2001年5月15日 | Xie XD | Xie XD | 谢先德,陈鸣 | 13 | 13 | 是 |
| 8 | Ringwoodite lamellae in olivine: Clues to olivine-ringwoodite phase transition mechanisms in shocked meteorites and in subducting slabs/Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America/Chen M, El Goresy A, Gillet P | 2004年101卷15033-15037页 | 2004年10月15日 | Chen M | Chen M | 陈鸣 | 24 | 30 | 是 |
| 合 计 | 176 | 204 |  |

**五、主要完成人情况表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 陈鸣 | 性别 | 男 | 排 名 | 第一 | 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 |
| 二级单位 | 同位素地球化学国家重点实验室，中国科学院矿物学与成矿学重点实验室 | 技术职称 | 研究员 |
| 完成单位 | 中国科学院广州地球化学研究所 | 所 在 地 | 广州 |
| 单位性质 | 公益型研究单位 |
| 对本项目主要学术贡献：是项目的设计、组织和主要实施者。对科学发现1、2和3做出了创造性贡献：系统研究了岫岩陨石撞击坑的矿物冲击变质效应、地质构造和撞击事件年龄、以及一系列陨石的矿物冲击变质效应；发现和证实了岫岩陨石坑的撞击起源，是谢氏超晶石等高压新矿物的发现者，揭示了天然矿物冲击变质物质是探索地球深部物质组成的有效途径。代表性论文1-5和8的第一作者，代表性论文6和7的合作者。 |
|  |
| 姓 名 | 谢先德 | 性别 | 男 | 排 名 | 第二 | 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 |
| 二级单位 | 中国科学院矿物学与成矿学重点实验室，广东省矿物物理与材料研究开发重点实验室 | 技术职称 | 研究员 |
| 完成单位 | 中国科学院广州地球化学研究所 | 所 在 地 | 广州 |
| 单位性质 | 公益型研究单位 |
| 对本项目主要学术贡献：项目的主要参与者之一。对科学发现1、2和3做出了重要贡献：参与了一系列陨石和岫岩陨石撞击坑的矿物冲击变质效应研究，是涂氏磷钙石等一系列高压新矿物的发现者。代表性论文6和7的第一作者，代表性论文1-5的合作者。 |
|  |
| 姓 名 | 肖万生 | 性别 | 男 | 排 名 | 第三 | 国 籍 | 中国 |
| 工作单位 | 广州市天河区科华街511号 | 行政职务 | 无 |
| 二级单位 | 中国科学院矿物学与成矿学重点实验室，广东省矿物物理与材料研究开发重点实验室 | 技术职称 | 研究员 |
| 完成单位 | 中国科学院广州地球化学研究所 | 所 在 地 | 广州 |
| 单位性质 | 公益型研究单位 |
| 对本项目主要学术贡献：对科学发现1有重要贡献，参与了岫岩陨石撞击坑的矿物冲击变质效应、地质构造和撞击事件年代研究。代表性论文1-3的合作者。 |
|  |
| 姓 名 | 谭大勇 | 性别 | 男 | 排 名 | 第四 | 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 |
| 二级单位 | 中国科学院矿物学与成矿学重点实验室，广东省矿物物理与材料研究开发重点实验室 | 技术职称 | 高级工程师 |
| 完成单位 | 中国科学院广州地球化学研究所 | 所 在 地 | 广州 |
| 单位性质 | 公益型研究单位 |
| 对本项目主要学术贡献：对科学发现1有重要贡献，参与了岫岩陨石撞击坑的矿物冲击变质效应、地质构造和撞击事件年代研究。代表性论文1和3的合作者。 |

**六、完成人合作关系说明**

项目“矿物天然冲击变质效应及其地质意义”由中国科学院广州地球化学研究所陈鸣、谢先德、肖万生和谭大勇共同完成。陈鸣是项目的主要设计、组织和实施者。

项目第二完成人谢先德参与了本项目的全部研究工作。在本项目所列全部8篇代表性论文中，谢先德与项目第一完成人陈鸣均为共同作者。合作研究成果在2002年（陈鸣、谢先德等）和2016年（陈鸣、谢先德、肖万生、谭大勇等）分别获得广东省科学技术一等奖。

项目第三完成人肖万生参与了本项目的部分研究工作。在代表性论文1-3中，肖万生与项目第一完成人陈鸣是共同作者。合作研究成果在2016年获得广东省科学技术一等奖（陈鸣、谢先德、肖万生、谭大勇等）。

项目第四完成人谭大勇参与了本项目的部分研究工作。在代表性论文1和3中，谭大勇与项目第一完成人陈鸣是共同作者。合作研究成果在2016年获得广东省科学技术一等奖（陈鸣、谢先德、肖万生、谭大勇等）。

**完成人合作关系情况汇总表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 合作方式 | 合作者 | 合作时间 | 合作成果 | 证明材料 | 备注 |
| 1 | 论文合著 | 陈鸣、肖万生、谢先德、谭大勇 | 2010 | Xiuyan crater, China: Impact origin confirmed | 代表性论文1 |  |
| 2 | 论文合著 | 陈鸣、肖万生、谢先德、 | 2010 | Coesite and quartz characteristic of crystallization from shock-produced silica melt in the Xiuyan crater | 代表性论文2 |  |
| 3 | 论文合著 | 陈鸣、肖万生、谢先德、谭大勇 | 2011 | Planar deformation features in quartz from impact-produced polymict breccia of the Xiuyan crater, China | 代表性论文3 |  |
| 4 | 论文合著 | 陈鸣、谢先德 | 2003 | CaTi2O4-structured FeCr2O4 polymorph in the Suizhou meteorite and its significance in mantle mineralogy | 代表性论文4 |  |
| 5 | 论文合著 | 陈鸣、谢先德 | 2003 | Natural occurrence and synthesis of two new post-spinel polymorphs of chromite | 代表性论文5 |  |
| 6 | 论文合著 | 谢先德、陈鸣 | 2002 | Natural high-pressure polymorph of merrillite in the shock melt veins of the Suizhou L6 chondrite | 代表性论文6 |  |
| 7 | 论文合著 | 谢先德、陈鸣 | 2001 | A comparative study of naturally and experimentally shocked chondrites | 代表性论文8 |  |
| 8 | 共同获奖 | 陈鸣、谢先德、肖万生、谭大勇 | 2016 | 超高压下矿物的变化特征 | 广东省科学技术一等奖 | 其他附件9 |