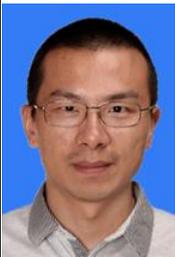


附件 1

## 第 22 届“中国青年五四奖章”人选申报表

姓 名	张宝华	性 别	男	出生年月	1978.9	
民 族	汉族	政治面貌	中共党员	学 历	研究生	
户籍地	陕西省城固县	参加工作时间	2002.7	职 业	研究员	
本人联系电话		18198616521		电子邮箱	zhangbaohua@vip.gyig.ac.cn	
工作单位		中国科学院地球化学研究所			职 务	无
通讯地址		贵州省贵阳市林城西路 99 号			邮 编	550081
学 习 和 工 作 简 历	<p style="text-align: center;">(从小学填起, 包括出国留学、进修等经历)</p> <p><b>学习简历</b></p> <p>1985.9–1989.7 陕西省城固县桃源乡高溪村小学, 小学</p> <p>1989.9–1992.7 陕西省城固县桃源乡中心小学, 小学</p> <p>1992.9–1995.7 陕西省城固县第十二中学, 初中</p> <p>1995.9–1998.7 陕西省城固县第一中学, 高中</p> <p>1998.9–2002.7 西北大学物理系, 大学本科, 学士</p> <p>2004.9–2009.12 中国科学技术大学地空学院, 硕博连读, 博士</p> <p><b>工作简历</b></p> <p>2002.7–2011.3 合肥工业大学, 助教、讲师</p> <p>2011.4–2014.4 日本冈山大学行星材料研究所, 博士后</p> <p>2014.4–至今 中国科学院地球化学研究所, 百人计划, 研究员</p> <p>2015.5–至今 中国科学院地球化学研究所, 青年千人, 研究员</p> <p>2017.9 中国延安干部学院, 2017 年高层次专家国情研修班</p>					

奖励情况曾获表彰	<p>(只填写省部级以上表彰奖励情况)</p> <p>2008.7 中国科学院“朱李月华”优秀奖</p> <p>2014.6 安徽省优秀博士论文奖</p> <p>2015.5 中组部第十一批“千人计划”青年人才</p> <p>2016.5 中国矿物岩石地球化学学会“侯德封矿物岩石地球化学”青年科学家奖</p> <p>2017.10 中国地球物理学会“傅承义”青年科技奖</p> <p>2017.12 贵州省第十四届青年科技奖</p>
担任社会职务	<p>(只填写担任省级及以上党代表、人大代表、政协委员以及群团组织领导职务情况)</p> <p>无</p>

主要事迹	<p>(主要事迹不超过 300 字，另附 2000 字以内详细事迹材料)</p> <p>张宝华研究员主要从事地球内部物质物性的高温高压实验和理论研究工作，注重将所得结果与地球物理观测和地质地球化学相结合，应用于理解地球内部的物质成分与结构、岩石的部分熔融和地球动力学过程等国际前沿科学问题。在上地幔低速高导异常成因、剪切变形与部分熔融、地幔矿物热物理与弹性性质测量、不同元素在地幔矿物中扩散系数的热力学计算与实验测量等领域取得了一些原创性的研究成果与新认识，学术作为获得了国内外同行的广泛关注和认可。在国内外刊物上发表论文 30 余篇（第一作者 SCI 论文 23 篇），成果被 Nature、PNAS 等他引 200 余次。曾获得中科院朱李月华奖、安徽省优秀博士论文奖、中国矿物岩石地球化学学会“侯德封矿物岩石地球化学”青年科学家奖、中国地球物理学会“傅承义”青年科技奖、贵州省青年科技奖等。</p>
------	---

党组织意见 所在单位	(盖章) 年 月 日	市级青联意见	(盖章) 年 月 日	市级团委意见	(盖章) 年 月 日
---------------	---------------	--------	---------------	--------	---------------

说明: 1. “民族”请写全称。如“汉族”“维吾尔族”“哈尼族”。

2. “政治面貌”请填写准确(具体分为:中共党员、中共预备党员、共青团员、民革党员、民盟盟员、民建会员、民进会员、农工党党员、致公党党员、九三学社社员、台盟盟员、无党派人士和群众)。

3. “学历”请填写所取得的最高学历(小学、初中、高中、大学专科、大学本科、研究生)。

4. “职务”请填写本人所在工作单位现担任的最高职务,包括专业技术职务。担任双重职务的请同时填写,如“总经理、党组书记”、“董事长、总经理、党组副书记”等。

# 第 22 届“中国青年五四奖章”人选申报材料

## ( 详细事迹材料 )

(附 2000 字以内详细事迹材料)

张宝华研究员主要从事地球内部物质物理化学性质的高温高压实验和理论研究，注重将所得结果与地球物理观测和地质地球化学相结合，应用于理解地球内部的壳幔物质成分、低速高导异常起因、岩石的部分熔融和动力学过程等科学问题。在地球内部物质（地幔矿物和岩石）的电导率、剪切变形与部分熔融、地幔矿物热物理与弹性性质测量、不同元素在地幔矿物中扩散系数的热力学计算与实验测量等领域取得了一些原创性的研究成果与新认识，学术作为获得了国内外同行的广泛关注和认可。在国内外核心刊物上共发表学术论文 30 余篇。最近 5 年来，以第一作者或通讯作者在 Earth and Planetary Science Letters、Journal of Geophysical Research、Surveys in Geophysics、Geochemistry Geophysics Geosystems、Contributions to Mineralogy and Petrology 等国际著名 SCI 期刊上发表论文 19 篇，成果被 Nature、PNAS 等引用 200 余次。在亚洲大洋洲地球物理学会（AOGS）年会、Goldschmidt 地球化学年会、第 26 届国际高压科学技术大会、中国地球科学联合学术年会（CGU）、中国高压科学学术年会等国内外学术会议作邀请报告多次。作为项目负责人承担国家自然科学基金项目 2 项、中科院先导专项、中组部千人计划项目、贵州省科学技术基金等。曾获得中科院朱李月华奖（2008 年）、安徽省优秀博士论文奖（2014 年）、中国矿物岩石地球化学学会第 16 届侯德封矿物岩石地球化学青年科学家奖（2016 年）、中国地球物理学会傅承义青年科技奖（2017 年）、贵州省第 14 届青年科技奖（2017 年）。被推荐人的科学技术成就和贡献主要体现在以下几个方面：

## (一) 上地幔低速高导层起因的实验研究

软流圈低速高导层的成因是地球科学中的热点问题。大多数地球物理学观测都表明，在软流圈顶部 50-120 公里深度存在一个地震波低速区，并且在这个区域也表现出高电导率异常。长期以来，软流圈顶部低速高导层的起因一直困惑不解，同时对于高导异常的解释还存在很大争议。目前已经提出的模型主要有三个：地幔名义上无水矿物含水，颗粒边界碳膜和部分熔融。被推荐人对这三个模型开展了一系列的高温高压实验验证：

### 1) 水对斜方辉石电导率的影响

电导率实验研究表明，含水橄榄石的电导率不可能解释上地幔高导异常，特别是电导率各向异性。另外高压实验发现  $\text{Al}_2\text{O}_3$  对水在斜方辉石中的溶解度影响很大 ( $D_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{Opx/Ol}} \sim 12-25$ )，上地幔的水可能主要进入含 Al 斜方辉石而不是橄榄石，因此有必要对矿物含水说作进一步检验。被推荐人系统研究了水含量对斜方辉石电导率的影响，发现水在斜方辉石中的溶解度随着 Al 含量升高而增加，但随温度升高而降低；水对斜方辉石的电导率有非常明显的提升效果。综合考虑水的分配、橄榄石电导率的贡献、水溶解度随温压变化等因素，发现含水斜方辉石的电导率对上地幔的体电导率贡献有限，因而进一步证实了地幔名义上无水矿物含水不能解释上地幔高导异常。此项工作的 2 篇第一作者论文分别发表在 2012 年 SCI 刊物《Earth and Planetary Science Letters》和 2013 年《Chinese Science Bulletin》上。

### 2) 含碳假说

石墨具有良好的导电性（比海水或硅酸盐熔体高  $10^3 \sim 10^5$  倍），即使含有微量碳，也能够极大增强岩石电导率，所以含碳假说也一直受到地球科学家的青睐。上地幔中是否有足够量的碳并能够形成相互连通和长期稳定存在的碳膜，若有其阈值是多少？目前尚无定论。被推荐人在上地幔温压条件下系统研究了碳膜在橄榄石颗粒边界的稳定性。研究结果表明碳膜不可能在地质学时间尺度内在橄榄石颗粒边界长期稳定存在，其连通性很容易被打破；我们还对可能导致上地幔高导异常的碳含量做出了可靠制约。此项工作发表在 2017 年 SCI 刊物《Geochemistry Geophysics Geosystems》上。

### 3) 部分熔融假说

如上所述，已有的研究表明名义上无水矿物含水和含碳假说不能解释软流圈顶部

观测到的电导率各向异性。因此，部分熔融假说成为了上地幔低速高导层起因最理想的解释。被推荐人率先在国际上同时在剪切变形和高温高压下测量了部分熔融橄榄岩的电导率，发现剪切应力诱发了橄榄岩中熔体的重新分布并形成相互连通的各向异性网络，这种熔体的各向异性分布导致明显的电导率各向异性并且其量级与软流圈顶部 MT 观测到的高导异常结果完全一致；此外，在剪切平面内还观测到了富集熔体的水平层，水平层状熔体可能正好为岩石圈板块的平稳移动充当润滑剂作用，这为刚性的岩石圈板块能够在粘性的地幔软流层上作大规模的水平移动提供了新的合理解释。此项工作以第一作者发表在 2013 年《地球物理学进展》和 2014 年 SCI 刊物《Earth and Planetary Science Letters》上。

上述工作的创新点和科学意义：(1) 从高温高压电导率实验角度证实了地幔名义上无水矿物含水和含碳假说不能解释上地幔低速高导异常起因；(2) 在国际上率先建立了剪切变形下部分熔融岩石电导率测量的新方法，为部分熔融假说提供了最直接的实验证据；(3) 提出了剪切变形下部分熔融形成连通的各向异性网络分布是上地幔低速高导层的形成机制的新认识，实验结果还具有极其重要的地球动力学意义，为板块水平运动提供了新的合理解释。评审人 Shun Karato (Yale University):“关于地幔岩石圈和软流圈高导异常的起源是地球科学中的一个热点问题，这个争论已经持续了很多年。这篇文章中报道的实验结果对解决这个争议问题无疑是一个重要的贡献...”(The physical processes responsible for high electrical conductivity anomalies and anisotropy in the mantle lithosphere and asthenosphere are at the center of a very active debate since many years. The experimental results presented in this article are undoubtedly an important contribution to answering this question...)

## **(二) 地幔矿物电导率的高温高压实验研究**

### **1) 上地幔矿物电导率的实验研究**

橄榄石和斜方辉石是上地幔最主要的两种矿物，因此长期以来在高温高压和控制热力学条件下研究橄榄石和斜方辉石的电学性质一直都是固体地球科学的热点问题。被推荐人在接近于 410 公里间断面的温压条件下系统研究了压力、温度、成分等因素对单晶镁橄榄石和斜方辉石的电导率，结果表明在上地幔随深度增加橄榄石的传导机制逐渐由小极化子转变为离子导电，发现压力和铁含量对斜方辉石电导率的影响比较大，但是随着深度增加 (>3GPa) 斜方辉石对整个上地幔体电导率的贡献基本可忽略不计，主要由橄榄石主导。此项工作 3 篇论文分别发表在 2017 年 SCI 刊物《Journal of

Geophysical Research》、2016 年 SCI 刊物《Contributions to Mineralogy and Petrology》和 2010 年 SCI 刊物《Chinese Journal of Geophysics》上。

## 2) 下地幔矿物电导率的实验研究

钛铁矿和方镁石是下地幔的重要矿物相，但是其电导率还鲜有报道。被推荐人在下地幔条件下测量了  $\text{FeTiO}_3$  钛铁矿和方镁石的电导率，提出了硅酸盐钛铁矿的导电机制为小极化子导电，发现方镁钛铁矿的电导率存在明显的导电机制转变。此项工作 2 篇论文发表在 2006 年 SCI 刊物《Physical Review B》和 2010 年刊物《Physica B》上，被 SCI 他引 20 多次。

上述工作的创新点和科学意义：(1) 澄清了橄榄石和斜方辉石对上地幔电导率贡献大小的讨论，针对压力对橄榄石电导率影响—活化体积“正负争论”给出了合理解释；(2) 对地幔深部可能存在的导电机制提出了新的观点和认识，为大地电磁建立精细的电导率-深度剖面和推断上地幔和下地幔的物质组成提供了有效约束。方镁石的电导率数据还被 Pommier (2011) 推荐为计算地球内部物质电性的基本参数。评审人（包括 F Gaillard 等）认为“有助于重新认识下地幔的导电机制问题”。

## (三) 地幔矿物中扩散系数的理论和实验研究

扩散系数是地球物理和地球化学研究当中非常重要的一个参数，对我们研究造山过程中地壳压力-温度-时间 (P-T-t) 演化、同位素化学平衡、地幔对流以及核幔边界化学变化以及深刻认识地球内部不同的各种动力学过程和地球演化具有极其重要的意义。但是要精确获得矿物岩石中的扩散系数却非常困难，被推荐人在该领域主要作了两项贡献。

### 1) 扩散系数的理论计算

被推荐人在国际上首次将凝聚态物理学中的一个热力学理论模型 (cBΩ model) 成功应用到地学领域，利用矿物岩石已有的弹性数据和状态方程系统研究了地球上众多主量元素 (Si、O、Mg、Fe、H 等) 和一些微量元素 (Pb、REE 等) 在地幔矿物岩石中的扩散系数，极大地弥补了实验研究的不足，为进一步的地球化学应用提供了重要支撑。自 2010 年以来，在扩散领域以第一作者在《Geochemistry Geophysics Geosystems》、《Physics and Chemistry of Minerals》、《Applied Physics Letters》等 SCI 刊物共发表 12 篇论文，被 PNAS 等 SCI 刊物正面他引 90 多次。最近，我们的计算方法和部分结果被 Diffusion in Ceramics (Springer, 2016) 一书以单独小章节正

面引用和介绍。来自希腊雅典大学(Athens Univ.)的国际著名物理学家 PA Varotsos 教授评论到:“目前的研究不仅第一次将 cB $\Omega$  模型应用到地球化学和地球物理问题当中,而且也今后预测矿物中不同的扩散系数开辟了一个新的方向...”(The present study not only constitutes the first attempt of the application of the cB $\Omega$  model to a geochemical and geophysical problem, but also it points a way forward to predicting a wide range of diffusion coefficients in minerals...)

## 2) 扩散系数的高温高压实验研究

水对扩散性质的影响是目前地学研究的热点,由于高温高压扩散实验极其难做,国内还从未有过类似的报道。被推荐人首次在高温高压下系统研究了不同水含量对石榴石、林伍德石中铁镁互扩散系数的影响,发现水能够极大地加快扩散过程。实验结果对定量理解同位素化学平衡、压力-温度-时间(P-T-t)演化和各种地球动力学过程具有举足轻重的作用。该项研究结果发表在著名 SCI 刊物《Earth and Planetary Science Letters》。

上述工作的创新点和科学意义:开创了计算元素扩散系数的新方法;填补实验测量和理论研究方面的空白,极大地丰富了元素的扩散数据,为地球物理和地球化学的进一步应用研究提供重要的支撑;同时还在国际上率先报道了水对扩散系数的高温高压实验数据,对约束地幔过渡带水含量具有重要意义。

## (四) 含水橄榄石地震波速的高温高压实验研究

上地幔软流圈顶部 50-120 公里深度存在一个明显的地震波低速区,长期以来部分熔融、橄榄石含水等假设被用来解释这一地球物理学观测。但是到目前为止,含水橄榄石的波速能否解释这一现象还从未被证实。被推荐人在上地幔温压条件下系统研究了压力、温度、水含量等因素对多晶橄榄石波速的影响,结果表明在水能够极大地降低橄榄石的波速,但是考虑到上地幔水在橄榄石中的实际溶解度随深度变化,含水橄榄石波速不能解释上地幔软流圈顶部 50-120 公里深度的地震波低速区。此项工作即将发表在 2018 年 SCI 刊物《Geology》上。

上述工作的创新点和科学意义:证实了含水橄榄石波速不能解释上地幔低速层的假说,对上地幔水的含量和分布提出了新的观点和认识,为地震学建立精细的地震波速-深度剖面 and 推断地球内部的物质组成提供了有效约束。