

2026 年度拟提名陕西省自然科学奖项目公示内容

一、项目名称

东特提斯（青藏高原段）多陆块汇聚与构造成矿带的古地磁研究

二、提名者及提名意见

提名者：朱日祥，中国科学院地质与地球物理研究所研究员，学科专业：地球科学（中国科学院院士，责任专家）

提名意见：

该项目聚焦特提斯构造域（青藏高原段）多陆块汇聚与构造成矿前沿问题，在国家自然科学基金委和中国科学院持续资助下，以古地磁学为核心，融合年代学、构造地质学、沉积学和地球化学等多学科方法，对北羌塘、南羌塘、拉萨等关键地块开展了系统的古生代-中生代古位置重建研究，取得系列原创突破：（1）揭示古特提斯洋多分支结构及差异化闭合过程，打破传统单一洋盆模式；（2）定量厘定基梅里地块二叠纪至三叠纪快速北漂的运动学轨迹，首次精确约束其漂移速率与路径；（3）提出基梅里地块北漂与古特提斯洋闭合、新特提斯洋扩张相互耦合的构造演化新模型；（4）构建东特提斯“多陆块-多洋盆”汇聚及洋陆转换的整体古地理演化框架。成果发表于 *GSA Bulletin*、*GRL*、*Tectonics* 等权威期刊，获国内外广泛引用和正面评价。项目目标明确，数据翔实，科学发现系统原创，将传统定性推断推进至具古纬度、漂移距离和速率定量约束的精确板块运动学重建，实现研究范式重要提升。成果对深化特提斯演化理论、完善全球古板块重建及厘定构造成矿带具重要科学价值，推动相关学科发展，总体达国际先进水平。经审阅，提名材料真实有效，完成人排序无异议。

现推荐提名申报自然科学一等奖。

三、项目简介

东特提斯构造域（青藏高原段）多陆块汇聚过程及其构造成矿效应是国际地球科学前沿的核心科学问题。青藏高原作为全球最年轻、规模最大的高原，其形成与演化完整记录了古生代以来特提斯洋盆从开启、扩张、俯冲消减到最终闭合的全过程，是重建全球板块演化过程、揭示大陆动力学机制的天然实验室和关键窗口。特提斯构造域作为连接古亚洲、冈瓦纳大陆及劳亚大陆的关键纽带，其构造演化不仅奠定了亚洲大陆最终形成的基本格局，也深刻影响了区域地形地貌、古气候变化、生态环境演变以及金属矿产资源的形成与分布。

然而，由于青藏高原经历了长期复杂的多期次构造演化，大量关键地质记录被晚期变形、岩浆活动和新生代印度-亚洲碰撞所叠加和改造，导致对柴达木、北羌塘、南羌塘及拉萨等关键地块的古地理位置、裂离时限、漂移轨迹及洋盆演化历史长期存在争议，严重制约了对特提斯构造域演化模式及全球古板块重建的深入理解。

针对上述科学问题,该项目在国家自然科学基金“特提斯地球动力系统”重大研究计划重点支持项目(91855211)、中国科学院战略性先导科技专项(XDB03010105)、第二次青藏高原综合科学考察研究(2019QZKK0704)以及多项国家自然科学基金项目的持续支持下,以古地磁学为核心研究手段,结合地球化学、沉积学、构造地质学和年代学等多学科方法,对北羌塘、南羌塘、拉萨和柴达木等东特提斯关键陆块开展了长达二十多年的系统研究,积累了数十万个高精度原始数据。通过构建古生代-中生代系列高精度古地磁极,恢复了各陆块关键地质时期的古纬度漂移路径和汇聚过程,并基于不同陆块间古纬度及相对运动关系的系统对比,重建了其从裂离、快速漂移、洋盆扩张与收缩到最终在亚洲南缘拼合的完整历史。

项目取得了一系列原创性科学发现:(1)定量揭示了古特提斯洋的多分支洋盆结构,精确限定了其在中-晚三叠世逐步闭合的时空过程;(2)精确约束了基梅里地块(南羌塘地块为其东延部分)在二叠纪-三叠纪期间快速北向漂移的运动学轨迹与速率;(3)提出了新特提斯洋北支早期开启与持续扩张的新模型;(4)系统构建了特提斯构造域多陆块从冈瓦纳大陆裂解、北向漂移到最终汇聚的完整构造演化框架,探讨了多陆块拼合对特提斯构造成矿带形成与分布的控制作用。

上述发现为理解冈瓦纳北缘裂解、基梅里陆块北向漂移、古特提斯洋消亡、新特提斯洋形成演化以及亚洲大陆南缘增生提供了关键定量约束,并为全球特提斯板块重建提供了来自东段关键陆块的独立古地磁证据。同时,重建的古地理框架也为青藏高原前新生代构造演化、盆地发育及区域成矿背景研究提供了重要基础资料。

项目代表性成果发表于《GSA Bulletin》《Geophysical Research Letters》《Tectonics》《Geoscience Frontiers》《Journal of Asian Earth Sciences》《中国科学:地球科学》和《地球物理学报》等国内外地学权威期刊,并被《Science》《Geology》《Earth-Science Reviews》《Earth and Planetary Science Letters》《Geophysical Research Letters》《Journal of Geophysical Research: Solid Earth》《Tectonics》《Gondwana Research》等期刊论文广泛引用和正面评价,显著推动了特提斯构造域演化历史的研究,对全球古板块重建、大陆动力学及特提斯构造成矿带研究具有重要科学价值。

四、客观评价

本项目围绕东特提斯关键陆块古地理位置、基梅里地块运动过程以及古-新特提斯洋演化开展了长期系统研究,建立了北羌塘、南羌塘和拉萨等关键陆块晚古生代-中生代古纬度和运动学约束体系。5篇代表性成果发表于GSA Bulletin、Geophysical Research Letters、Tectonics、Geoscience Frontiers和Journal of Asian Earth Sciences等国际地球科学期刊。根据目前检索结果,5篇代表性论文合计他引141篇次,其中单篇最高他引68篇次。相关成果被Earth-Science Reviews、Earth and Planetary Science Letters、Geology、Geophysical Research Letters、Journal of Geophysical Research: Solid Earth、Tectonics、GSA Bulletin、Gondwana Research

和 *Communications Earth & Environment* 等国际重要期刊论文引用，并被用于特提斯洋演化、青藏高原古地理重建及亚洲大陆拼合过程研究。

（1）国际同行对东特提斯古地理重建成果的引用和应用

本项目关于羌塘、拉萨等关键陆块古纬度恢复和运动轨迹重建的成果，被国际古地磁与全球古地理研究用于特提斯域板块重建。国际著名古地磁学家 Trond H. Torsvik (2021) 和 Cocks 等 (2017) 在显生宙古地理重建相关专著中引用青藏高原北部古地磁研究成果，用于讨论东特提斯陆块位置和特提斯洋演化过程。Torsvik 等在 *Ancient Supercontinents and the Paleogeography of Earth* (2021) 中采用相关古地磁约束，讨论古大陆重建和特提斯古地理演化，表明羌塘、拉萨等东部特提斯陆块古地磁资料已成为全球古地理重建的重要区域约束。此外，Fan 等 (2024) 发表于 *Earth-Science Reviews* 的综述“The Meso-Tethys Ocean: The nature, extension and spatial-temporal evolution”引用相关古地磁成果，对中特提斯洋盆性质、空间范围及演化过程进行了综合讨论。国际同行对相关成果的持续引用表明，本项目获得的古纬度和陆块运动约束已纳入国际特提斯构造演化研究体系。

（2）基梅里地块漂移和古特提斯演化认识得到后续研究采用

本项目关于北羌塘、南羌塘晚古生代-三叠纪运动过程的研究，为恢复基梅里地块由冈瓦纳大陆北缘裂离后的漂移过程提供了定量古地磁约束。代表性论文 4 关于北羌塘三叠纪快速北向漂移的研究获得 27 篇他引，其建立的古纬度变化和漂移轨迹被后续研究用于比较北羌塘、南羌塘以及其他基梅里来源微陆块的运动历史。相关成果被 *Gondwana Research* 关于东亚大陆拼合的研究引用，用于区域大陆汇聚过程分析；南羌塘代表性论文 2 和 3 提供的中二叠世-晚三叠世古纬度约束，则进一步被用于讨论龙木错-双湖洋闭合和古特提斯洋演化过程。Ma 等 (2025) 发表于 *Tectonics* 的龙木错-双湖古特提斯洋闭合研究综合采用本项目多篇代表性成果，对洋盆闭合过程和区域构造关系进行了进一步约束。相关研究表明，本项目建立的基梅里地块运动轨迹已由区域古地理研究拓展到特提斯板块运动和亚洲大陆拼合研究。

（3）拉萨地块古地理结果成为研究拉萨-羌塘关系的重要基础资料

本项目代表性论文 5 关于拉萨地块三叠纪古地理位置的研究，目前获得 70 篇他引，是 5 篇代表性成果中引用次数最高的论文。Li、Ding、Lippert、Song 和 van Hinsbergen 等发表于 *Geology* 的研究直接采用该项目获得的拉萨古纬度约束，讨论拉萨地块由冈瓦纳向欧亚大陆迁移过程。随后，*Journal of Geophysical Research: Solid Earth*、*Tectonics* 和 *Geophysical Research Letters* 等期刊关于拉萨-羌塘关系和碰撞过程的研究继续采用相关古纬度结果，用于恢复拉萨-羌塘古地理距离、地块迁移过程以及班公-怒江特提斯洋演化。上述引用表明，本项目获得的拉萨三叠纪古地磁数据已经成为恢复东特提斯关键陆块相对运动的重要基础资料。

（4）国内同行认可及学术影响

项目成果受到国内青藏高原和古地磁研究领域同行关注，并被用于相关区域古地理和构造演化研究。沈树忠院士团队在《中国科学：地球科学》等综述和研究论文中引用相关成果，用于讨论特提斯域古地理演化；丁林院士团队在 *Earth and Planetary Science Letters*、*Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 等论文中采用相关古地磁结果，作为青藏高原陆块位置恢复和碰撞演化的重要约束；北京大学黄宝春教授团队在 *Earth-Science Reviews*、*Geophysical Research Letters*、*Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 等研究中引用相关数据，用于全球古地理比较和板块运动分析。项目成果多次在中国地球科学联合学术年会（CGU）、全国古地磁学会议、青藏高原地球科学学术研讨会等国内重要学术会议进行交流。项目负责人及团队成员承担相关学术服务工作，包括担任《地质通报》青年编委等。

（5）对国家重大科技任务和学科发展的支撑

本项目成果支撑了国家自然科学基金“特提斯地球动力系统”重大研究计划相关科学目标，为特提斯域陆块演化、洋盆开合过程以及亚洲大陆增生机制研究提供了关键定量古地磁数据。同时，相关成果服务于第二次青藏高原综合科学考察研究任务，为青藏高原形成演化过程中的古地理恢复和构造演化研究提供基础资料。项目系统建立了青藏高原特提斯域关键陆块古地磁资料体系，推动了古地磁学与构造地质学、年代学等多学科结合，为复杂造山带古地理重建提供了重要研究基础。

五、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	通讯作者	第一作者	国内作者	他引总次数	检索数据库	知识产权是否归国内所有
1	Evolution of the North Qiangtang Block in the late Paleozoic: Paleomagnetism and its tectonic implications	GSA Bulletin	Xin Cheng; Bitian Wei; Nan Jiang; Yanan Zhou; Vadim A. Kravchinsky; Qinglong Chen; Longyun Xing; Dongmeng Zhang; Teng Li; Shuqi Lan; Xiaohong Deng; Feifan Liu; Hanning Wu	2024 年 136 卷 707-724 页	2024 年 04 月 24 日	Xin Cheng; Hanning Wu	Xin Cheng	程鑫, 卫弼天, 姜南, 周亚楠, 陈庆龙, 幸龙云, 张冬孟, 李腾, 兰书琪, 邓晓红, 刘非凡, 吴汉宁	11	Web of Science 核心合集	是
2	Paleomagnetism of late Triassic volcanic rocks from the south Qiangtang block, Tibet: Constraints on Longmuco-Shuanghu Ocean closure in the Paleotethys Realm	Geophysical Research Letters	Bitian Wei; Xin Cheng; Mathew Domeier; Yanan Zhou; Qinglong Chen; Nan Jiang; Longyun Xing; Dongmeng Zhang; Teng Li; Feifan Liu; Jiahui Zhang; Hanning Wu	2023 年 50 卷 1-14 页	2023 年 10 月 16 日	Xin Cheng; Hanning Wu	Bitian Wei	卫弼天, 程鑫, 周亚楠, 陈庆龙, 姜南, 幸龙云, 张冬孟, 李腾, 刘非凡, 张嘉辉, 吴汉宁	14	Web of Science 核心合集	是
3	Placing another piece of the Tethyan puzzle: The first Paleozoic paleomagnetic data from the South Qiangtang block and its paleogeographic implications	Tectonics	Wei B T; Cheng X; Domeier M; Jiang N; Wu Y Y; Zhang W J; Wang B F; Xu P X; Xing L Y; Zhang D M; Li T; Liu F F; Zhou Y N; Wu H N	2022 年 41 卷 1-17 页	2022 年 10 月 28 日	Xin Cheng; Hanning Wu	Bitian Wei	卫弼天, 程鑫, 姜南, 吴逸影, 张伟杰, 王博峰, 许平祥, 幸龙云, 张冬孟, 李腾, 刘非凡, 周亚楠, 吴汉宁	23	Web of Science 核心合集	是
4	The northern Qiangtang block rapid drift during the Triassic period: Paleomagnetic evidence	Geoscience Frontiers	Zhou Yanan; Cheng Xin; Wu Yiying; Vadim Kravchinsky; Shao Ruiqi; Zhang Weijie; Wei Bitian; Zhang	2019 年第 10 卷第 6 期	2019 年 05 月 21 日	Hanning Wu	Zhou Yanan	周亚楠, 程鑫, 吴逸影, 邵瑞琦, 张伟杰, 卫弼天,	25	Web of Science 核心合集	是

			Ruiyao; Lu Fanrong; Wu Hanning					张瑞尧, 路繁荣, 吴汉宁			
5	Paleomagnetic study on the Triassic rocks from the Lhasa Terrane, Tibet, and its paleogeographic implications	Journal of Asian Earth Sciences	Zhou, Y.; Cheng, X.; Yu, L.; Yang, X.; Su, H.; Peng, X.; Xue, Y.; Li, Y.; Ye, Y.; Zhang, J.; Li, Y.; Wu, H.	2016 年 121 卷 108-119 页	2016 年 02 月 16 日	Xin Cheng	Zhou Yanan	周亚楠, 程鑫, 鱼磊, 杨兴峰, 苏海, 彭喜明, 薛永康, 李阳, 叶亚楠, 张锦, 李玉玉, 吴汉宁	68	Web of Science 核心合集	是
6											
7											
8											
合计									141		

六、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
程鑫	1	无	教授	西北大学	西北大学	项目主要完成人，本项目研究的主要组织者和实施者，对重要科学发现 1、2、3、4 均有学术贡献。代表性论文 1 第一作者、共同通讯作者，代表性论文 2、3、5 共同通讯作者，代表性论文 4 共同作者。主要负责北羌塘晚古生代古地磁研究，厘定其古地理位置和中二叠世以来的快速北漂过程；综合南、北羌塘及拉萨古地磁资料，提出东特提斯多陆块、多洋盆演化认识。
周亚楠	2	无	副教授	西北大学	西北大学	项目主要完成人，对重要科学发现 2、3、4 有主要学术贡献，重要科学发现 1 的合作者。代表性论文 4、5 第一作者，代表性论文 1、2、3 共同作者。主要负责北羌塘和拉萨地块三叠纪古地磁研究，定量恢复北羌塘三叠纪快速北漂过程；获得拉萨地块三叠纪关键古纬度，恢复拉萨-羌塘相对运动，提出班公-怒江中特提斯洋早期形成并持续扩张的演化认识。
卫弼天	3	无	无	中国科学院地质与地球物理研究所	西北大学	项目主要完成人，对重要科学发现 1、2、3、4 均有学术贡献，代表性论文 2、3 第一作者，代表性论文 1、4 共同作者。主要负责南羌塘晚古生代-三叠纪古地磁研究，首次获得南羌塘古生代定量古纬度，限定中二叠世古特提斯及其南侧新生特提斯洋盆的空间规模；进一步获得南羌塘晚三叠世古纬度，建立其中二叠世-晚三叠世快速北漂轨迹，并限定龙木错-双湖洋的主要闭合时期。

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
姜南	4	无	讲师	延安大学	西北大学	项目主要完成人，是重要科学发现 1、2、4 的合作者，参与重要科学发现 3 相关研究，代表性论文 1、2、3 共同作者。参与南、北羌塘晚古生代-三叠纪古地磁研究和区域古地理重建，参与南羌塘中二叠世、晚三叠世古纬度结果分析及快速北漂过程研究，并参与北羌塘晚古生代古地理位置、陆块相对关系和古特提斯洋盆空间格局的综合分析，为东特提斯多陆块、多洋盆古地理恢复提供了重要支撑。
幸龙云	5	无	无	中国科学院地质与地球物理研究所	西北大学	项目主要完成人，是重要科学发现 1、2、3、4 的合作者，代表性论文 1、2、3 共同作者。参与南、北羌塘晚古生代-三叠纪古地磁研究和古地理资料综合分析，参与建立南羌塘中二叠世及晚三叠世古纬度约束、北羌塘晚古生代运动过程和区域陆块位置对比，为恢复羌塘地块迁移、古特提斯洋盆变化及东特提斯多陆块演化过程提供了基础数据支撑。
吴汉宁	6	无	研究员	西北大学	西北大学	项目主要完成人，对重要科学发现 1、2、3、4 均有学术贡献，是代表性论文 1、2、3 的通讯作者，代表性论文 4、5 共同作者。长期负责项目古地磁研究的技术指导和科学问题把关，指导北羌塘、南羌塘和拉萨关键地块古地磁研究，参与古地磁结果可靠性评价及区域构造解释，并参与形成古特提斯多分支闭合、羌塘快速北漂、班公-怒江中特提斯洋扩张及东特提斯整体演化认识。

七、主要完成单位情况

完成单位	排名	对本项目主要贡献
西北大学	1	在项目实施过程中，西北大学创造了学科平台优势，营造了良好的科研环境，配备了优秀的科研人才，提供了必要的实验场地和科研条件，并且对项目经费的使用进行监督和管理，为项目的顺利开展和按期完成实施提供了有力保证。
	2	
	3	

八、完成人合作关系说明

本人程鑫作为项目研究的主要组织者和实施者，与周亚楠、吴汉宁自 2012 年起依托西北大学开展合作。吴汉宁长期负责古地磁研究技术指导和科学问题把关，并作为代表性论文 1、2、3 的通讯作者参与成果凝练；周亚楠主要承担北羌塘和拉萨地块三叠纪古地磁研究，是代表性论文 4、5 第一作者。三人共同推进关键陆块古纬度恢复、结果可靠性评价和区域构造解释。

姜南、卫弼天和幸龙云分别自 2014 年、2017 年和 2020 年起参加项目，围绕南、北羌塘晚古生代-三叠纪古地磁研究、样品与数据分析、古地理重建及陆块运动对比开展合作。卫弼天为代表性论文 2、3 第一作者，姜南和幸龙云共同参与代表性论文 1、2、3。项目组通过共同野外工作、实验测试、数据分析和论文研究，逐步形成古特提斯多分支闭合、羌塘快速北漂、班公-怒江中特提斯洋扩张以及东特提斯多陆块-多洋盆演化的整体认识。