

2023 年度江苏省科学技术奖申报项目 提名前公示

根据苏科成发〔2024〕18号文件要求，现将我单位申报2023年度江苏省科学技术奖项目：“相对论基本假设的高精度天文学检验”、“极高灵敏度超导探测器物理、器件与天文应用”、“夸父一号太阳空间探测”、“嫦娥二号拓展试验中Toutatis小行星轨道确定及探测数据研究”四个项目进行公示，公示期为2024年2月27日至2024年3月4日。

公示的具体内容详见附件材料。公示期内，任何单位或者个人对上述申报项目持有异议的，应当以书面方式向我单位提出，并提供必要的证明文件。为便于核实、查证，确保实事求是、公正地处理异议，提出异议的单位或者个人应当表明真实身份，并提供有效联系方式。个人提出异议的，应当在书面异议材料上签署真实姓名；以单位名义提出异议的，应当加盖本单位公章。匿名异议、假名异议不予受理。

联系电话：025-83332288、83332000（纪检）

联系人：惠建新

联系地址：江苏省南京市元化路10号2号楼302室

邮政编码：210023

中国科学院紫金山天文台

2024年2月27日



公示项目一：相对论基本假设的高精度天文学检验

申报奖种	江苏省科学技术奖		设奖部门	江苏省人民政府	
项目名称	相对论基本假设的高精度天文学检验		申报年度	2023 年度	
项目简介	<p>爱因斯坦相对论理论是现代物理学的重要支柱，在基础物理学乃至天文学领域中有着非常广泛的应用。一些试图统一物理定律的量子引力理论预言相对论的基本假设（如弱等效原理、洛伦兹不变性）需要被打破。相对论基本假设的破缺将意味着爱因斯坦相对论需要修正，因此发展检验相对论基本假设的新方法且不断提高其检验精度一直是基础物理理论研究中非常重要的前沿领域。本项目巧妙地利用天体爆发现象的大尺度、高能量、短时标等极端物理特征，高精度检验相对论基本假设，取得了系列研究成果：（1）改写基于“光子飞行时间差”方法检验广义相对论和其他引力理论的基石之一“弱等效原理”的国际实验记录，相关工作被十多家具有广泛影响力的国际科学和公众媒体所报道，被国际物理网站 Phys.org 评价为“这是在爱因斯坦等效原理公式化 100 周年对爱因斯坦的重要致敬”，并获评 2015 年度中国“十大天文科技进展”；（2）提出伽玛暴的能谱时延拐折特征可对狭义相对论的洛伦兹不变性假设作出强有力的限制，并同时给出内禀时间延迟相对于光子能量的合理表达式，相关成果被写入由美国内华达大学拉斯维加斯分校 Bing Zhang 教授著作、剑桥大学出版社出版的国际通用教科书《The Physics of Gamma-Ray Bursts》；（3）利用快速射电暴、河外射电脉冲星的色散延迟严格限制光子静止质量上限，将国际同类实验结果提高 3 个数量级，高精度验证了狭义相对论的光速不变（即光子无静止质量）基本假设，相关成果被美国天文学会以“研究亮点”宣传报道。鉴于项目申请人在检验相对论基本假设方面所取得的系列研究成果，他们受邀为国内 SCI 期刊 <i>Frontiers of Physics</i> 撰写英文综述“Testing fundamental physics with astrophysical transients” [Wei & Wu, 2021, FrPhy, 16, 44300]。</p>				
项目来源	国家自然科学基金、江苏省基础研究计划	项目编号	11725314、BK20161096	是否涉密	否
完成人员及排序	魏俊杰（紫台）、吴雪峰（紫台）、高鹤（北师大）、张松波（紫台）、张彬彬（南大）、邵琅（河北师大）、邹远川（华科）、雷卫华（华科）				
完成单位及排序	中国科学院紫金山天文台、北京师范大学、南京大学、河北师范大学、华中科技大学				

代表性论著目录

序号	论著名称和发表期刊	影响因子	发表时间 年 月 日	第一作者	通讯作者	主体是否在国内完成	备注 (他引次数)
1	Jun-Jie Wei, He Gao, Xue-Feng Wu, and Peter Meszaros. "Testing Einstein's Equivalence Principle With Fast Radio Bursts". <i>Physical Review Letters</i> , 2015, 115, 261101	8.6	2015年12月23日	魏俊杰	吴雪峰	是	83
2	Xue-Feng Wu, Song-Bo Zhang, He Gao, Jun-Jie Wei, Yuan-Chuan Zou, Wei-Hua Lei, Bing Zhang, Zi-Gao Dai, and Peter Meszaros. "Constraints on The Photon Mass with Fast Radio Bursts". <i>The Astrophysical Journal Letters</i> , 2016, 822, L15	7.9	2016年4月28日	吴雪峰	吴雪峰	是	39
3	Jun-Jie Wei, Bin-Bin Zhang, Lang Shao, Xue-Feng Wu, and Peter Meszaros. "A New Test of Lorentz Invariance Violation: The Spectral Lag Transition of GRB 160625B". <i>The Astrophysical Journal Letters</i> , 2017, 834, L13	7.9	2017年1月12日	魏俊杰	吴雪峰	是	31
4	He Gao, Xue-Feng Wu, and Peter Meszaros. "Cosmic Transients Test Einstein's Equivalence Principle out to GeV Energies". <i>The Astrophysical Journal</i> , 2015, 810, 121	4.9	2015年9月4日	高鹤	吴雪峰	是	39
5	Jun-Jie Wei and Xue-Feng Wu. "Testing fundamental physics with astrophysical transients". <i>Frontiers of Physics</i> , 2021, 16, 44300	7.5	2021年3月9日	魏俊杰	魏俊杰、吴雪峰	是	20

公示项目：极高灵敏度超导探测器物理、器件与天文应用

申报奖种	江苏省科学技术奖	设奖部门	江苏省人民政府
		申报年度	2023 年度
项目名称	极高灵敏度超导探测器物理、器件与天文应用	学科领域	天文学
项目简介	<p>请简要描述报奖项目的研究内容、重要发现或技术创新点、研究意义和价值等情况。</p> <p>太赫兹波段是一个有待全面研究与开发应用的“新”电磁波段，在当代宇宙学及天体物理前沿研究领域发挥着重要作用，如：黑洞成像、宇宙生命环境和早期冷暗宇宙探测。为推动我国太赫兹技术与天文等应用，2003 年国家基金委启动了我国第一个太赫兹重大项目“太赫兹电磁波段的物理、器件及应用研究”，2011 年江苏省科技厅部署了重点基金项目“面向空间应用的高灵敏度太赫兹超导探测器及系统关键技术研究”，2012 年第一批重大仪器设备研制专项部署了“太赫兹超导阵列成像系统”项目。太赫兹天文学的兴起主要得益于四种国际主流的极高灵敏度超导探测器技术，即：超导隧道结（SIS）混频器、超导热电子（HEB）混频器、超导动态电感探测器（KID）和超导相变边缘探测器（TES）。本项目在上述四种超导探测器的物理机理、器件/芯片制备与天文应用方面做出了系统的创新性工作，实现了我国太赫兹天文探测器芯片的自主研制，支撑并推动了我国太赫兹天文学的发展。具体成果如下：</p> <p>1) <u>最高能隙氮化铌（NbN）超导隧道结混频器灵敏度突破与国际首次天文应用</u>。揭示了最高能隙 NbN 超导隧道结散粒噪声的温变特性，自主设计/制备了 NbN 超导隧道结混频器芯片，提出了一种新型无调谐宽带波导混频腔及芯片封装方法，率先采用小型低功耗无液氮 4K 制冷、无隔离器前端集成、无超导磁体抑制约束瑟夫森效应等技术，成功研制了 0.5THz 频段 NbN 超导 SIS 混频器及接收机系统，灵敏度率先突破 5 倍量子极限，并实现 NbN 超导 SIS 混频器的国际首次天文观测。该项成果也已应用于中国空间站巡天望远镜，将实现我国首次空间太赫兹天文科学观测。</p> <p>2) <u>超导热电子混频器物理机理突破与国际最高性能实现</u>。首次提出超导热电子（HEB）混频器频率相关热点模型，首次揭示了超导 HEB 量子噪声贡献，率先实现无液氮 4K 制冷环境下超导 HEB 混频实验，成功研制了从 1.4THz 到国际最高频率 28THz 的超导 HEB 混频器，灵敏度率先突破 5 倍量子极限；在上述研究基础上，还率先实现了太赫兹量子级联激光器（QCL）辐射波束的高精度整形与输出频率/功率稳定，研制了国际最高集成度的太赫兹超导 HEB 与 QCL 外差混频接收机。该项成果为南极太赫兹天文望远镜与中国空间站巡天望远镜下一代太赫兹科学终端奠定关键技术基础。</p> <p>3) <u>太赫兹波段大规模阵列超导 KID 相机芯片技术及性能突破与天文应用</u>。突破了大规模阵列超导 KID 相机芯片设计、制备及低噪声读出技术，自主研制了我国首例超千像素的太赫兹超导 KID 相机芯片及首套太赫兹超导阵列成像系统，探测灵敏度达光子噪声及内禀产生-复合噪声极限。该项成果为南极太赫兹天文望远镜和在建的青藏高原 15 米亚毫米波望远镜奠定关键技术基础，并将应用于格陵兰太赫兹望远镜 GLT。</p> <p>4) <u>太赫兹至光学红外波段超导 TES 探测器芯片技术及性能突破与应用拓展</u>。提出了一种基于单层钛膜的新型超导 TES 探测器拓扑电路，发明了钛膜临界转变温度的精确调控方法，自主制备了我国首例太赫兹和光学红外波段的超导 TES 探测器芯片，在太赫兹波段探测灵敏度达光子噪声极限，在 1.55 微米波段量子效率高达 96%，可分辨光子数超 20。该项成果已应</p>		

	用于光子精密测量，也将应用与原初引力波探测。				
项目来源	国家基金委、江苏省科技厅、 国家基金委	项目编号	10390163/BK2011034/11127903	是否涉密	否
完成人员及排序	李婧、张文、缪巍、任远、王争、史生才、林镇辉、姚骑均、刘冬、周康敏				
完成单位及排序	中国科学院紫金山天文台				


代表性论著目录

序号	论著名称和发表期刊	影 响 因 子	发表时 间 年 月 日	第 一 作 者	通 讯 作 者	主 体 是 否 在 国 内 完 成	备 注 (他 引 次 数)
1	超高灵敏度太赫兹超导探测器，华东理工大学出版社		2021年9月	史生才		是	
2	Terahertz and far-infrared windows opened at Dome A in Antarctica, <i>Nature Astronomy</i>	15.647	2016年12月12日	史生才	史生才	是	
3	High-resolution heterodyne spectroscopy using a tunable quantum cascade laser around 3.5 THz, <i>Appl. Phys. Lett.</i>	3.971	2011年6月9日	任远	任远	是	
4	Noise temperature and beam pattern of an NbN hot electron bolometer mixer at 5.25 THz, <i>J. Appl. Phys.</i>	3.2	2010年11月1日	张文	张文	是	
5	Low-Noise 0.5 THz Al1-NbN Superconductor-Insulator-Superconductor Mixer for Submillimeter Wave Astronomy, <i>Appl. Phys. Letts.</i>	3.971	2008年6月4日	李婧	史生才	是	

公示项目：夸父一号太阳空间探测


申报奖种	江苏省科学技术奖		设奖部门	江苏省人民政府	
项目名称	夸父一号太阳空间探测		申报年度	2023 年度	
项目简介	<p>夸父一号是我国首颗综合性太阳探测卫星，由紫金山天文台提出并联合其他单位研制的先进的空间太阳探测卫星项目，主要创新点是：国际上首次以“一磁两暴”作为卫星的科学目标并且配置相应的载荷组合。从 2011 年卫星提出，并且经过了紫金山天文台科学团队的不懈努力，2017 年底获批卫星工程立项，并于 2022 年 10 月 9 日成功发射。经过 1 年多的在轨运行，卫星完成了在轨测试已经交付紫台开展常规观测。</p> <p>夸父一号卫星从 2011 年项目正式提出到 2022 年卫星成功发射，先后经历了预先研究、背景型号研究、综合论证阶段、中国科学院批复立项后开启了方案阶段、初样和正样多个阶段的研制。卫星的成功发射离不开科学团队的严谨筹备和仪器团队在研制上的攻坚克难。</p> <p>硬 X 射线成像是夸父一号卫星主要科学载荷之一，由紫台牵头承担研制，采用了独特的傅里叶空间调制成像技术，来实现太阳硬 X 射线角秒级高分辨成像观测，卫星发射入轨后，在轨性能表现优异，达到国际一流水平，实现了我国首次太阳硬 X 射线成像，也是目前地球视角唯一的太阳硬 X 射线成像设备。</p> <p>夸父一号科学团队建设了卫星科学应用系统，负责制定观测计划、开展数据生产软件和分析，是链接科学家、数据软件、卫星载荷和科学用户的桥梁，是实现卫星科学目标的重要保障。2022 年 12 月 13 日，“夸父一号”在轨运行两个月后，首批科学图像公布；2023 年 4 月 12 日对国内外用户开放了科学数据。</p>				
项目来源	中国科学院、基金委	项目编号			是否涉密
完成人员及排序	甘为群、张哲、陈灯意、胡一鸣、苏杨、张岩、张永强、封莉、郭建华、黄宇、黎辉				
完成单位及排序	中国科学院紫金山天文台				

代表性论著目录



序号	论著名称和发表 期刊	影响 因子	发表时间 年 月 日	第一 作者	通讯 作者	主体是 否在国 内完成	备注 (他引 次数)
1	Advanced Space-based Solar Observatory (ASO-S): an overview Research in Astronomy and Astrophysics	1.8	2019.11.01	Gan, Wei-qu n	Gan, Wei-qu n	是	
2	Hard X-Ray Imager (HXI) Onboard the ASO-S Mission Research in Astronomy and Astrophysics	1.8	2019.11.01	Zhang, Zhe	Zhang, Zhe	是	
3	Simulations and software development for the Hard X-ray Imager onboard ASO-S Research in Astronomy and Astrophysics	1.8	2019.11.01	Su, Yang	Su, Yang	是	
4	The Science Operations and Data Center (SODC) of the ASO-S mission	1.8	2019.11.01	Huang, Yu	Huang, Yu	是	
5	Design and verification of the HXI collimator on the ASO-S mission Research in Astronomy and Astrophysics	1.8	2021.01.15	Chen, Dengyi	Zhang, Zhe	是	

项目四：嫦娥二号拓展试验中 Toutatis 小行星轨道确定及探测数据研究

申报奖种 	江苏省科学技术奖		设奖部门	江苏省人民政府	
项目名称	嫦娥二号拓展试验中 Toutatis 小行星轨道确定及探测数据研究		申报年度	2023 年度	
项目简介	<p>近地小行星是一类轨道近日距小于 1.3 个天文单位的太阳系小天体，是天体力学和行星科学中重要的研究对象。对近地小行星的研究在科学上有助于为理解太阳系的起源和演化提供重要线索，也能够为揭示地球上水和生命的起源带来帮助。此外，由于近地小行星轨道有可能与地球轨道交叉，存在撞击地球的可能，因此对它们的研究对于制定有效的防御策略以保护地球安全非常重要。目前近地小行星已成为国内外深空探测的热点，中国的嫦娥二号卫星在完成探月先导技术验证既定任务和飞赴日地 L2 点试验任务之后，已于 2012 年 12 月 13 日以 3.2 千米的距离（距表面 770 米）成功近距离飞越了近地小行星 (4179) Toutatis。为支持该国家重大任务，以及为后续我国的小行星深空探测与防御任务提供科学支撑。本项目在以下三个方面取得了创新性成果：</p> <p>(1) 突破了多站协同观测、多类型观测资料处理方法与近地小行星精细动力学模型的多源融合技术，首次自主确定了 Toutatis 小行星的轨道，解决了复杂引力场下精密定轨难题，为嫦娥二号成功实现对其千米级的飞越探测作出重要贡献。</p> <p>(2) 创新性融合了嫦娥二号拓展试验的自主探测数据与仿真模型，发现了 Toutatis 小行星的表面结构、形态等科学特征，揭示了其内部结构与形成机理，为深入理解近地小行星的起源与演化提供了新的思路。</p> <p>(3) 系统性地发展了基于多波段光变观测的小行星特性反演方法，构建了 Toutatis 等小行星的自转、形状与热物理特性模型，揭示了近地小行星非引力效应作用新机制。</p>				
项目来源	江苏省自然科学基金 国家自然科学基金	项目编号	BK20141509, 11473073, 11503091, 11661161013, 11633009	是否涉密	否
完成人员及排序	季江徽、胡寿村、蒋云、赵海斌、王素、李彬、陆昊				
完成单位及排序	中国科学院紫金山天文台				

代表性论著目录

序号	论著名称和发表期刊	影响因子	发表时间 年月日	第一作者	通讯作者	主体是否在国内完成	备注 (他引次数)
1	The problem of the near-earth asteroids encountering the earth. Science in China (Series A)	0.6321	2000.10.01	季江徽	季江徽	是	1
2	嫦娥二号飞越小行星试验中图塔蒂斯轨道确定与精度分析. 中国科学: 技术科学	1.21	2013.05.01	胡寿村	季江徽	是	9
3	The Ginger-shaped Asteroid 4179 Toutatis: New Observations from a Successful Flyby of Chang' e-2. Scientific Reports	4.6	2013.12.12	黄江川 季江徽	季江徽	是	110
4	Boulders on asteroid Toutatis as observed by Chang' e-2. Scientific Reports	4.6	2015.11.02	蒋云	季江徽	是	26
5	The formation mechanism of 4179 Toutatis' elongated bilobed structure in a close Earth encounter scenario. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	5.235	2018.04.27	胡寿村	季江徽	是	6