



天地共播一粒种 青少年与航天员一起养斑马鱼

2024年度 空间站科学教育活动

指导手册



◇ 任务启航



2024 年 4 月 25 日 20 时 59 分，长征二号 F 遥十八运载火箭搭载神舟十八号载人飞船从酒泉卫星发射中心成功升空。4 月 26 日 3 时 32 分，神舟十八号载人飞船成功对接空间站天和核心舱

径向端口，随后 3 名航天员顺利进驻空间站。此次任务中，随航天员一起进入太空的还有 4 条斑马鱼和 4 克金鱼藻，它们要参与一项特殊的科学研究任务——国内首次在轨水生生态研究项目，科学家以斑马鱼和金鱼藻为研究对象，构建一个自循环空间水生生态系统，实现我国在空间培养脊椎动物的突破，了解空间环境对脊椎动物繁殖与发育的影响，掌握系统内气体平衡及长期稳定运行的控制技术，并研究微生物处理系统在空间的变化规律。

为了给斑马鱼打造太空之家，工程专家专门设计了一个特殊的“太空鱼缸”。这是一套密闭系统，斑马鱼和金鱼藻构成生态自循环系统，这也是一套智能装置，



通过一套专门开发的软件，科学家在地面就可以远程给鱼喂食，观察鱼的生长，取鱼卵，并对水生环境进行监测和调控。

这项实验在轨为期至少一个月，科学家不仅要在空间站里把斑马鱼养活，还要在航天员的帮助下，将斑马鱼产的卵带回地面，继续开展斑马鱼的内耳发育、相关基因表达以及运动行为学等课题的研究，为未来人类长期在轨和深空探测提供重要的基础。

同学们，科技创新，勇于探索！让我们一起跟随科学家的脚步，开启此次“青少年和航天员一起养斑马鱼”的挑战活动之旅吧！



◇ 挑战目标

一、小学组

在容积不超过 1.5 升的水体空间培养 4 条斑马鱼（两雌两雄），进行至少一个月的培养观察。

（一）初级挑战——科学日志

进行至少一个月的科学观察记录，通过持续、细致、具体的观察，了解斑马鱼的生长特点和规律，以及培养要点，以文字、图片等形式，记录斑马鱼的生长发育情况、日常喂养情况以及繁殖孵化情况等，形成科学日志。

（二）拓展挑战——展演展示

围绕斑马鱼培养，在记录观察日志的基础上，设计一个可进入太空的“太空鱼缸”，给出设计图及结构功能说明；或进行艺术创作，如创作科学手绘、编创科普剧、设计海报、进行科普写作等。

（三）高级挑战——科学探究

围绕斑马鱼培养，在观察日志的基础上，进行斑马鱼培养及生长进行科学探究，比如可探究金鱼藻是否是斑马鱼的最佳搭档？探究金鱼藻的微观结构，探究光照强度或光周期等环境因素以及饵料成分或供给方式等因素对斑马鱼的生长发育和繁殖的影响有何影响等，形成科学实验报告。

二、中学组

在容积不超过 1.5 升的水体空间培养 4 条斑马鱼（两雌两雄），进行至少一个月的培养观察。

（一）初级挑战——科学探究

围绕斑马鱼培养，在记录观察日志的基础上，对斑马鱼生态环境进行科学探究。比如可探究水质环境（如温度、溶氧量、二氧化碳含量、pH 值）等因素对斑马鱼的生长发育和繁殖的影响，探究斑马鱼与金鱼藻的最佳配比，探究金鱼藻的微观结构极其对造养能力的影响，探究光照强度及光周期对斑马鱼生活及金鱼藻产氧能力的



影响，探究斑马鱼亲子代发育异同；探究音乐或噪音对斑马鱼生长的影响等等。形成科学实验报告或小论文。

（二）拓展挑战——展演展示

拓展展示类：以小组为单位，在科学探究的基础上，创作与斑马鱼太空科学实验相关的科学 vlog、科普展览、科普剧、科学绘本或科幻故事。

（三）高级挑战——工程制作

像航天工程专家学习，以小组方式设计制作一套不超过 1.5 升的水体空间并包含生命保障系统类密闭装置，可供 4 条斑马鱼（两雌两雄）和一定数量的金鱼藻存活至少一个月。可考虑火箭发射、失重等环境影响，完成工程设计报告，自选材料，类型不限，总制作成本不超过 800 元。

◇ 学习导航

一、斑马鱼和金鱼藻

跟随航天员进入太空的有斑马鱼和金鱼藻这组黄金搭档。让我们先来了解一下这两种生物吧。

（一）模式动物——斑马鱼

斑马鱼（*Danio rerio*）是一种常见的热带鱼，属于脊椎动物，体型纤细，略透明，成体长3-4cm，因全身布满多条深蓝色纵纹，在水族箱内成群游动时犹如奔驰于非洲草原的斑马群，故此得名“斑马鱼”。雄斑马鱼为深蓝色条纹间柠檬色条纹，鱼体修长，鳍大，体色偏黄，臀鳍呈棕黄色，条纹显着；雌鱼为蓝色条纹间银灰色条纹，鱼体较肥大，体色较淡，偏蓝，臀鳍呈淡黄色，各鳍均比雄鱼小，怀卵期鱼腹膨大明显。

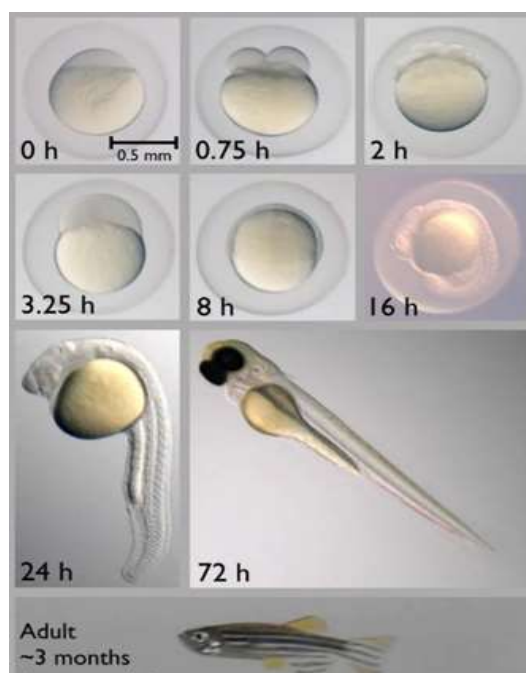


图 1：斑马鱼的生长发育周期

斑马鱼的一生从卵黄囊仔鱼期开始，一个月左右的时间基本完成生长发育，开始具备成熟个体的生理功能。三个月达到成年个体的标准，能够进行正常的繁殖活动。四个月，完成全部生长发育。

除观赏价值外，斑马鱼也是继小鼠和大鼠之后的第三大脊椎类模式生物。斑马鱼几乎具有与人类相同的组织发育和稳态，包括血



液、肌肉、心脏、肝脏、胰腺、脾脏、肠道、肾脏、骨骼、脂肪以及神经元和神经嵴的发育。其优势包括：每条雌鱼每次产卵 200~400 枚，“样本”充足，便于遗传学筛选；体外受精发育，早期胚胎透明，能够完整观察研究其发育过程；成年鱼长约 4 厘米，养殖成本低，适合实验室条件；繁殖周期短，从受精卵发育到能游动的胚胎个体只需 24 小时。

此外，斑马鱼基因与人类基因的相似度高达 87%，其早期胚胎发育过程也与人类高度相似，在生物体再生能力研究领域很受青睐，在免疫学、药理学、毒理病理学及生态环境评价等科研领域应用非常广泛。

（二）净化水质的产氧能手——金鱼藻

金鱼藻（学名：Ceratophyllum demersum L.）别名细草、软草、鱼草，属被子植物门金鱼藻科金鱼藻属，为多年生草本沉水植物。它的茎细长且有分枝，叶片多轮生，一至二回叉状分歧，裂片丝状或丝状条形，先端带白色软骨质，边缘一侧具细齿。金鱼藻无根，茎漂浮在水面上。茎和叶内具有发达的通气组织，有利于增加植株的浮力，捕获更多的阳光。薄壁细胞内含有大量淀粉粒，可用于观察植物组织。作为沉水植物还可用于不同生境下植物叶片结构的比较观察。

金鱼藻的花单性，雌雄同株，花梗极短，条形，淡绿色，宿存，花柱钻状；坚果宽椭圆形，黑色，平滑，无翅，顶刺为宿存花柱。金鱼藻不仅可以作为鱼类和猪的饲料，也有药用价值，能主治血热吐血、咳血和热淋涩痛等症。

金鱼藻还具有重要的生态功能，它不仅能有效地净化水体中的氮、磷等污染物，还能抑制某些有害藻类的生长，同时对重金属具有一定的耐受性。因此，金鱼藻可以作为水体生态修复工程中的重要组成部分。然而，需要注意的是，金鱼藻的生长和净化效果会受到水体营养盐浓度、重金属浓度以及栽植密度等因素的影响。因此，在实际应用中，应综合考虑这些因素，以达到最佳的水体净化效果。

金鱼藻喜欢光照，但在光线较少的情况下仍能生长，属于喜氮植物，具有较强的吸氮能力。它生命力较强，适温性较广，能够在池塘、河沟等多种水域环境中生长。



图 2：金鱼藻生长过程图

二、斑马鱼飞天记

要把斑马鱼送到太空可不是件容易的事情，首先要确保斑马鱼顺利进入太空，还要能够保障斑马鱼在太空生存。斑马鱼进入太空前也要像航天员一样进行各种演练；就像为航天员研制飞船一样，工程专家也要为斑马鱼打造特殊的“太空鱼缸”；进入太空后，地面的科学家和工程专家每天都要远程为斑马鱼的安全成长保驾护航。

（一）太空挑战多多

进入太空后，斑马鱼要面临各种挑战，为了保障系统稳定运行，既要做好喂食、供氧、为藻类提供营养液、照明等基础工作，还要满足斑马鱼和金鱼藻对水体 pH 值、盐离子浓度、溶氧、温度、电导率等指标要求，并实时进行参数调节、鱼卵收集、废物处理等操作，从而确保系统内部物质和能量的自主平衡及稳定运行。另外，水生生态实验模块具有特殊性，属于密闭的有氧环境，这也给有害微生物提供了生存条件。如果不加防范，这些微生物有可能逐渐侵蚀电缆、材料和电子器件，影响实验进程，甚至危害航天员的健康。因此，国内首次在轨水生生态研究对航天员和实验舱生命生态科学实验系统都是不小的挑战。

（二）工程专家这样打造“太空鱼缸”

如何打造“太空鱼缸”呢？根据研究目标，工程专家构造了一套以金鱼藻-斑马鱼-微生物为基本单元的多元受控水生生态系统，

以金鱼藻为初级生产者提供给斑马鱼生存所需的氧气，同时吸收鱼代谢产生的二氧化碳，在系统中实现气体的平衡。几种生物在培养单元内形成了小型密闭生命生态系统，能够实现系统内部物质和能量的自主动态调节平衡。这套系统中有测控单元，负责对实验环境温度、照度等条件进行实时测量与控制；还有生命支持单元，当密闭单元内部的平衡不能保持时，通过生命支持单元可以对小型密闭生命生态模块内部的物质和能量进行调节、循环或控制。

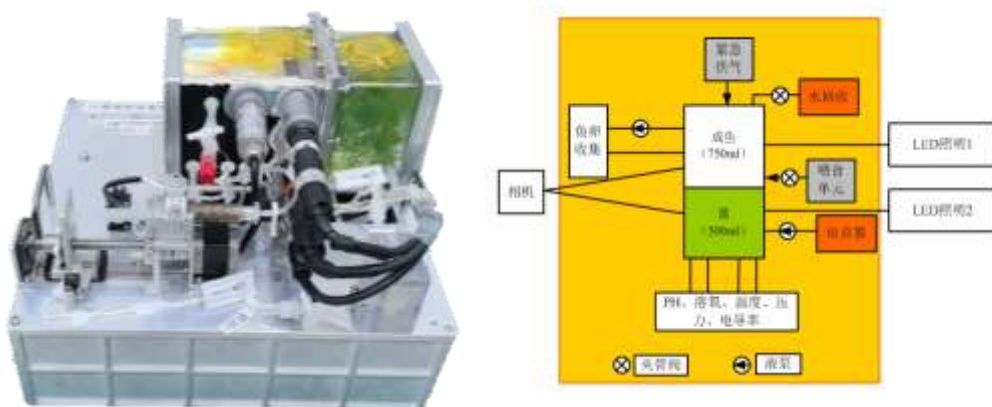


图 3：小型受控实验单元及原理图

“太空鱼缸”的专业术语是小型受控实验单元，如图 3 所示。包括培养盒、检测传感器、泵阀组件、自动喂食装置、电连接器、鱼卵回收盒等组成。其中培养盒由斑马鱼培养室（750mL）金鱼藻培养室（500mL）组成 1 套独立的受控生态系统，依靠循环泵推动水流在两室之间运行。鱼室和藻室利用有孔隔板隔开，如图 4 所示。这种隔板可以遮光，能够实现光照对两部分尽可能互不影响。

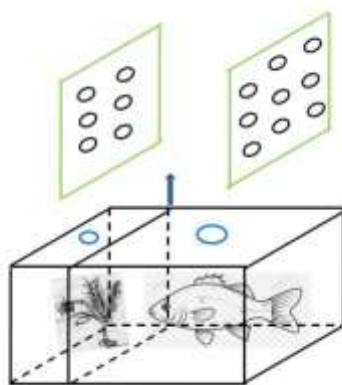


图 4：鱼室和藻室隔板示意图



这套装置到了太空后，被部署在问天实验舱里的生命生态实验柜中的小型受控生命生态实验模块内，开展在轨实验。小型受控生命生态实验模块为单元提供温控、照明、成像等功能。

（三）科学家这样在太空养鱼

通过一套特别软件，工程专家和科学家每天监测“太空鱼缸”的情况等，包括温度、溶氧量、二氧化碳含量、pH值等。科学家还为斑马鱼特别研发了一种牙膏状“太空鱼食”，利用一种像注射器样装置，每天定时给斑马鱼喂食。当斑马鱼产卵后，要及时发出指令，利用自动装置取出斑马鱼的卵，让航天员协助回收，放在低温存储柜中，随航天员返回地面后，交给科学家开展进一步的研究。

下一个阶段，科学家希望能在太空利用斑马鱼鱼卵培养小鱼，然后从小鱼再到成鱼，然后成鱼再产卵，真正实现水生生物在太空的全生命周期培养。

如果你对斑马鱼飞天的故事想有更详细的了解，请扫描下方二维码查看视频：



斑马鱼飞天记——上



斑马鱼飞天记——下

三、挑战项目要点说明

为了更好的帮助青少年完成任务挑战，对相关挑战类型进行要点说明。

1. 科学日志

科学日志是对定期科学观察记录的汇总，记录要点可包括但不限于一下方面：



1. 定期记录斑马鱼生长环境、条件及养护措施；
2. 定期观察与记录斑马鱼本身生长状况；
3. 可以绘制斑马鱼或金鱼藻的生命周期表，并以图文记录植物生长变化中重要节点的时间、状态等。
4. 记录实验中发现的问题，分析问题出现的原因，提出解决问题的方法，以及实施后的改进效果。

以下给出基本的斑马鱼培养日志样例作为参考，请同学们讨论并设计一个你们自己的专属科学日志。

斑马鱼培养日志样例

基本信息								
姓名（团队）					学校			
斑马鱼类型					观察周期			
观察记录过程（观察内容可调整）								
日期	实验样品编号	温度	湿度	发育	活跃度	产卵量	卵孵化情况	每日心得 (可从多角度记录每日心得，配以图片)
	1号							
	2号							
	1号							
	2号							
	1号							
	2号							
	1号							
	2号							
收获与思考								
收获了什么？ 还有什么问题？								

2. 科学实验报告

科学实验报告可以是科学报告或实验报告，除了学校、姓名、年级等基本要素，科学报告应包含研究主题、研究背景、研究材料与方法、研究结果、分析与讨论、反思与收获以及参考文献等要素；



实验报告应包含实验名称、实验目的、实验器具、实验步骤、结果与分析、实验结论以及反思与收获等要素。格式不限。

3. 工程设计报告

工程设计报告要求体现工程制作全过程，要有详细的思考、设计、制作及测试改进全过程。格式参考如下：

基本信息			
姓名（团队）		学校	
斑马鱼类型		观察周期	
指导教师			
设计任务	相关说明及过程记录		
需求分析			
关键问题分析			
关键技术分析			
设计思路			
设计草图及功能组件说明	（结构设计草图为总装图，请用文字说明智能控制线路图，结构设计草图可绘制在另附的 A4 纸上。）		
材料购置及经费支出			
装置制作过程			
测试及优化改进	（进行测试，记录过程，发现问题，提出改进办法及改进依据，改进依据。附件：测试记录，测试优化与环境条件的探究结合，数据记录单等）		
创新点或技术难点			
最终成果	（图片及各部分组件说明）		



✧ 扬帆远航

近年来，随着人类航天技术的发展，重返月球，登陆火星，建立月球或火星基地成为人类太空探索的重要目标。根据计划，我国将在 2030 年前实现中国人首次登陆月球，开展月球科学考察及相关技术试验等。未来，我们不仅要在太空培育支持人类在太空长期生活所必需的粮食，还可能要培育水生产品作为重要的食物补充。太空是极端环境，微重力、高辐射和高真空等环境因素复杂。因此，未来的太空作物生产必须要在完全封闭的舱内人造环境中进行。这就要求空间水生生物也必须适应空间高度密闭集成化的培育方式。在太空环境下，水生生物能否正常完成生命繁殖？如果未来建设月球基地和火星基地，在月球及火星开展水生生物培育又将面临什么样的挑战呢？请同学们结合自己参与此次活动的成果和学到的知识，以小组方式分享交流想法、思考及问题。



附件 1：活动作品提交要求

一、参加活动人员要求

1. 全国各地小学、中学学生，均可以个人或团队方式报名参加本次活动。
2. 每项提交作品需有 1 至 2 名指导老师，除工程制作类，每项作品主创人员为 1-3 人。工程制作类可增加至 4-6 人。

二、作品类别及格式要求

以激发鱼类培育与空间科学兴趣为原则，以弘扬科学精神、探究科学问题为目的，以培育并观察斑马鱼生长过程为选题，按照挑战任务分为以下几个类别：

● 科学日志类

分为小学组和初中组。

可以是图文形式，插图照片要求真实、清晰，未经修饰，最终形成一个 pdf 格式文件提交。

● 表演展示类

小学组包括太空鱼缸设计、科学海报、科学手绘、科普剧、科普作文等；

中学组包括科学微视频、科普展览、科普剧、科学绘本及科幻故事等。

图文类成果均以 pdf 格式文件提交，手绘类也要扫描成 pdf 文件，要求插图清晰。科学微视频手机或相机拍摄，MP4 格式。画面比例 4:3，分辨率不低于 720×576（像素）；或画面比例 16:9，分辨率不低于 1280×1080（像素），视频时长 3 分钟以内，配以普通话讲解。每项作品提交封面图 1 张（jpg 格式，横版 4:3，分辨率为 640×480 像素，大小 1M 以内）。

● 科学探究类

小学组包括科学实验报告；中学组包括科学实验报告和科学小论文。

报告或论文均以 pdf 文件格式提交。论文中的图片需另外提供原图，图片统一为 jpg 格式，原图大小不低于 1.0MB。

● 工程制作类

只面向中学生。

工程设计报告及相关附件合并在一个 pdf 文件中。报告中的图片需另外提供原图，图片统一为 jpg 格式，原图大小不低于 1.0MB，不超过 10M。如果有其它视频类文件，要求时长不得超过 1 分钟，配以普通话讲解，画面比例 4:3，分辨率不低于 720×576（像素）；或画面比例 16:9，分辨率不低于 1280×1080（像素）。

四、作品总体要求

1. 科学性：围绕本次活动主题，数据真实可靠。
2. 原创性：自主设计创作，严禁抄袭或剽窃。
3. 实践性：突出青少年参与、动手实践及思考过程。

五、时间要求



1. 7月15日前，提交科学日志类及展览展示类作品；
2. 9月15日前，提交科学探究类及工程设计类作品。

五、提交方式

1. 不含视频类作品，在规定时间内按照本文第二条“作品类别及要求”中的格式要求，将作品及附件 2：活动作品申报及著作权声明表（注：无学校盖章视为无效作品）发送至邮箱：kepu@csu.ac.cn

2. 如含有视频文件，请在规定时间内按照本文第二条“作品类别及要求”中的格式要求，将所有成果文件打包上传至百度网盘，在附件 2：活动作品申报及著作权声明表的作品信息一栏填上百度网盘链接地址并将附件 2 发送至邮箱：kepu@csu.ac.cn

六、评审与展示

9月15日后，主办单位将组织专家对手绘作品及提交的最终作品进行评审，按照小学和中学分组评选各类优秀作品，并于10月底11月初左右公布获奖名单。

七、其它说明

敬请关注中国科学院空间应用工程与技术中心官方网站及官方微信，获取有关活动的最新信息。

了解更多关于天宫空间站作为国家太空实验室的强大功能，敬请关注“国家太空实验室”微博、“我们的空间站”B站号及视频号。





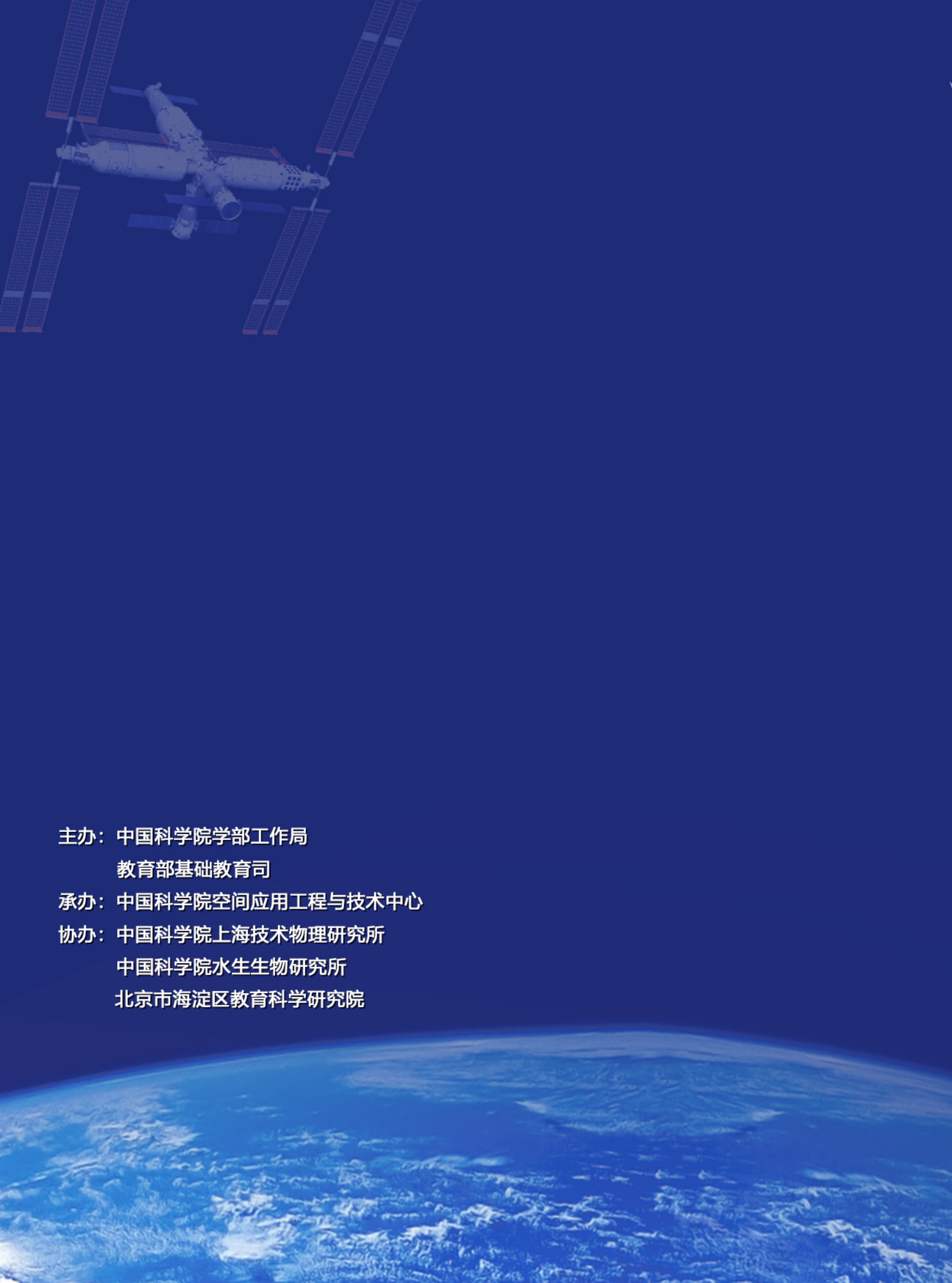
附件 2：活动作品申报及著作权声明表

所在省（区、市）：

作者信息	姓名		性别		身份证号	
	所在学校				组别	☐ 小学组 ☐ 中学组
	团队其它成员信息	(姓名、性别、年级及身份证号，个人作品不填)				
团队分工 (个人作品不填)		(如：资料采集、数据分析、设计、制作等)				
指导老师	姓名	工作单位		职务/职称	地址及联系电话	
作品信息	作品名称				作品类别	☐ 科学日志类 ☐ 展演展示类 ☐ 科学探究类 ☐ 工程制作类
	作品简介（不超过 500 字）： (主要介绍作品特点和内容) 如有视频类作品请附上百度网盘链接信息：					
著作权声明	本作品是本人和其他主创人员自主选题，亲自创作，共同努力完成，且无著作权争议，是此作品的著作权人，作品无任何侵犯他人著作权和版权行为，如有著作权或版权追究，以及其他虚假行为和事实的，自愿承担一切法律后果，并承担一切法律责任，与主办单位无关。 我和其他主创人员了解活动组委会关于作品著作权和版权的相关要求，允许主办单位共享作品著作权和版权，允许主办单位拥有出版作品集、开展展映展示、宣传推介等作品在公益科普中的使用权。 特此声明。					



	声明人（所有作者）签名：
学校 意见	同意报送 学校负责人签字： 学校盖章： 日期：



主办：中国科学院学部工作局
教育部基础教育司

承办：中国科学院空间应用工程与技术中心

协办：中国科学院上海技术物理研究所
中国科学院水生生物研究所
北京市海淀区教育科学研究院