

科学技术部文件

国科发资〔2021〕220号

科技部关于发布国家重点研发计划 “深海和极地关键技术与装备” 重点专项 2021 年度项目 申报指南的通知

各有关单位：

国家重点研发计划深入贯彻落实党的十九届五中全会精神和“十四五”规划，坚持“四个面向”总要求，积极探索“揭榜挂帅”等科技管理改革举措，全面提升科研投入绩效。根据《国家重点研发计划管理暂行办法》和组织管理相关要求，现将“深海和极地关键技术与装备”重点专项 2021 年度项目申报指南予以公布。请根据指南要求组织项目申报工作。现将有关事项通知如下。

一、项目组织申报工作流程

1. 申报单位根据指南方向的研究内容以项目形式组织申报，项目可下设课题。项目应整体申报，须覆盖相应指南方向的全部考核指标。项目设1名负责人，每个课题设1名负责人，项目负责人可担任其中1个课题的负责人。

2. 项目组织实施应整合优势创新团队，聚焦指南任务，强化基础研究、共性关键技术研发和典型应用示范各项任务间的统筹衔接，集中力量，联合攻关。

3. 国家重点研发计划项目申报评审具体工作流程如下。

——填写申报书。项目申报单位根据指南相关申报要求，通过国家科技管理信息系统公共服务平台（<http://service.most.gov.cn>，以下简称“国科管系统”）填写并提交项目申报书。从指南发布日到申报书受理截止日不少于50天。

申报书应包括相关协议和承诺。项目牵头申报单位应与所有参与单位签署联合申报协议，并明确协议签署时间；项目牵头申报单位、课题申报单位、项目负责人及课题负责人须签署诚信承诺书，项目牵头申报单位及所有参与单位要落实《关于进一步加强科研诚信建设的若干意见》《关于进一步弘扬科学家精神加强作风和学风建设的意见》要求，加强对申报材料审核把关，杜绝夸大不实，甚至弄虚作假。

——申报书须经过相关单位推荐。各推荐单位加强对所推荐

的项目申报材料审核把关，按时将推荐项目通过国科管系统统一报送。

——专业机构受理申报书并组织答辩评审。专业机构在受理项目申报后，组织形式审查，并组织答辩评审，申报项目的负责人进行报告答辩。根据专家评议情况择优立项。对于支持1~2项的指南方向，原则上只支持1项，如申报项目的评审结果前两位评价相近，且技术路线明显不同，可同时立项支持，并建立动态调整机制，结合过程管理开展关键节点考核评估，根据评估结果确定后续支持方式。

二、组织申报的推荐单位

由教育部、自然资源部、生态环境部、国资委、市场监管总局、中科院、气象局、军委联合参谋部、军委装备发展部、军委科技委、海军装备部、天津市科技局、河北省科技厅、辽宁省科技厅、上海市科委、江苏省科技厅、浙江省科技厅、福建省科技厅、山东省科技厅、广东省科技厅、广西壮族自治区科技厅、海南省科技厅、大连市科技局、宁波市科技局、厦门市科技局、青岛市科技局、深圳市科创委作为推荐单位组织推荐。

各推荐单位应在本单位职能和业务范围内推荐，并对所推荐项目的真实性等负责。推荐单位名单在国科管系统上公开发布。

三、申报资格要求

1. 项目牵头申报单位和参与单位应为中国大陆境内注册的

科研院所、高等学校和企业等，具有独立法人资格，注册时间为2020年7月31日前，有较强的科技研发能力和条件，运行管理规范。国家机关不得牵头或参与申报。

项目牵头申报单位、参与单位及团队成员诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

申报单位同一个项目只能通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

2. 项目（课题）负责人须具有高级职称或博士学位，1961年1月1日以后出生，每年用于项目的工作时间不得少于6个月。

3. 项目（课题）负责人原则上应为该项目（课题）主体研究思路的提出者和实际主持研究的科技人员。中央和地方各级国家机关的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得申报项目（课题）。

4. 项目（课题）负责人限申报1个项目（课题）；国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新2030—重大项目的在研项目负责人不得牵头或参与申报项目（课题），课题负责人可参与申报项目（课题）。

项目（课题）负责人、项目骨干的申报项目（课题）和国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新2030—重大项目在研项目（课题）总数不得超过2个。国家科技重大专项、国家重

点研发计划、科技创新 2030—重大项目的在研项目（课题）负责人和项目骨干不得因申报新项目而退出在研项目；退出项目研发团队后，在原项目执行期内原则上不得牵头或参与申报新的国家重点研发计划项目。

项目任务书执行期（包括延期后的执行期）到 2021 年 12 月 31 日之前的在研项目（含任务或课题）不在限项范围内。

5. 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能申报该重点专项项目（课题）。

6. 受聘于内地单位的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为项目（课题）负责人，全职受聘人员须由内地聘用单位提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供聘用的有效材料，并作为项目申报材料一并提交。

7. 申报项目受理后，原则上不能更改申报单位和负责人。

8. 项目具体申报要求详见各申报指南，有特殊规定的，从其规定。

各申报单位在正式提交项目申报书前可利用国科管系统查询相关科研人员承担国家科技重大专项、国家重点研发计划重点专项、科技创新 2030—重大项目在研项目（含任务或课题）情况，避免重复申报。

四、项目管理改革举措

关于技术就绪度（TRL）管理。针对技术体系清晰、定量考

核指标明确的相关任务方向，“十四五”期间，国家重点研发计划探索实行技术就绪度管理。相关申报指南中将明确技术就绪度要求，并在后续的评审立项、考核评估中纳入技术就绪度指标，科学设定里程碑考核节点，严格把控项目实施进展和风险，确保成果高质量产出。鼓励其他技术开发类项目积极开展探索。

五、具体申报方式

1. 网上填报。请各申报单位按要求通过国科管系统进行网上填报。专业机构将以网上填报的申报书作为后续形式审查、项目评审的依据。申报材料中所需的附件材料，全部以电子扫描件上传。确因疫情影响暂时无法提供的，请上传依托单位出具的说明材料扫描件，专业机构可根据情况通知补交。

项目申报单位网上填报申报书的受理时间为 2021 年 9 月 10 日 8:00 至 10 月 9 日 16:00。

2. 组织推荐。请各推荐单位于 2021 年 10 月 15 日 16:00 前通过国科管系统逐项确认推荐项目，并将加盖推荐单位公章的推荐信以电子扫描件上传。

3. 技术咨询电话及邮箱：

010-58882999（中继线），program@istic.ac.cn

4. 业务咨询电话：

“深海和极地关键技术与装备”重点专项咨询电话：
010-58884872

附件：“深海和极地关键技术与装备”重点专项 2021 年度项目
申报指南



(此件不公开)

附件

“深海和极地关键技术与装备”重点专项 2021 年度项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“深海和极地关键技术与装备”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本专项着眼国家发展与安全的长远利益，紧扣深海、极地领域关键技术和装备，坚持自立自强，坚持重点突破，坚持实际能力的巩固与提升：一是着力突破深海科学考察、探测作业、深海资源开发的系列关键技术与装备，支撑促进深海装备产业发展；二是建成世界上最为完备的深潜装备集群，形成世界领先的深海进入能力；三是着力攻克极地空天地海立体探测、极地保障与资源开发利用及其环境保护技术、装备和体系，显著提升极地监测预报能力。

本专项执行期为 2021 年至 2025 年。2021 年拟针对上述方面首批部署 11 项指南任务共 23 个项目。拟安排国拨经费总概算约 6.3 亿元，其中用于典型应用示范类项目的中央财政资金不得超过该专项中央财政资金总额的 30%。本专项指南要求以项目为单元整体组织申报，须覆盖所申报指南二级标题（例如 1.1）下的所有

研究内容和考核指标，项目执行期 3~5 年。

对典型应用示范类项目，要充分发挥地方和用户作用，加强军民协同，强化产学研用紧密结合。对于企业牵头的应用示范类项目，其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 2:1。指南各方向拟支持项目原则为 1 项，若在同一研究方向下出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。除特殊要求外，每个项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 个。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

1. 深海进入、探测与作业技术装备

1.1 国际深海海底无人智能科学实验站研制

研究内容：（1）研制国际深海海底无人科学实验站专属性无人潜水器。开展基于实验站系统的专属性无人潜水器技术研究，突破自主休眠静默、探测、导航和对接技术，完成不少于两套可携带探测设备的无人潜水器的研制，随实验站完成海试及应用。

（2）研制国际深海海底无人科学实验站能源与通信系统。开展高密度锂电池、新型能源和无线充电技术研究，为深海海底无人科学实验站提供不少于 2000kWh 能源供应；研发海底-水面穿梭垂直定域航行器，实现实验站与水面之间的信息传递；开展水下水面及无线信息融合交互技术研究，实现实验站与北斗或其他

可控卫星通信。

(3) 研制国际深海海底无人科学实验站传感探测系统。研发针对深海流体化学组分与同位素原位分析、深海生物基因原位测序的先进传感探测设备,包括深海色谱-质谱联用分析仪、深海激光同位素分析仪和深海基因扩增与测序仪等;构建通用深海原位实验室平台,完成海底原位化学、生物实验室的系统集成。

(4) 研究国际深海海底无人科学实验站探测用计量标准方法与校准。针对深海流体化学组分与同位素原位分析,开展重要化学组分与同位素准确测定方法研究,研制相关标准物质,建立原位标定方法,实现对深海原位科学实验站探测系统的原位在线校准。

(5) 开展国际深海海底无人科学实验站关键技术与系统集成。突破深海环境下的长期驻留、近海底多位点自主移动、智能控制与管理、自主探测及作业等系列关键技术,开展模块化结构设计和材料选型,实现无人潜水器、能源、通讯、探测等分系统模块在实验站上的集成,研制深海海底无人科学实验站及便于载人潜器在海底接插连接的外延式分支节点。完成深海4000~6000米深度海试,在国际公海4000~6000米深度海底开展科学应用。

考核指标:(1) 研制完成智能型专属性无人潜水器2套,最大作业水深6000米;单次续航能力 $\geq 200\text{km}$;自主回坞准确率 $\geq 80\%$;具备海底地形、水文精细探测能力;应用于深海无人智能

实验站。

(2) 能源系统储能 $\geq 2000\text{kWh}$ ，固态锂电池能量密度 $\geq 300\text{Wh/kg}$ ，循环 ≥ 1000 次或其他性能更为优异的能源；无线充电功率 $\geq 10\text{kW}$ ，无线充电效率 80%~90%；垂直定域航行器定域位置偏差不超过 500m，可与实验站间实现有缆、无缆两种通信模式；卫星通信最大速率不低于 300kbps。

(3) 采用 MEMS 或其他小型化技术研制深海小型色谱仪、深海小型质谱仪、深海激光气体同位素分析仪、深海悬浮物显微拉曼光谱分析仪和深海基因测序仪，构建 6000 米级深海原位化学生物实验室 1 套，应用于深海无人智能实验站，实现深海溶解气体组分及同位素、悬浮物、生物基因的长期原位监测。

(4) 研发适用于深海海底无人智能科学实验站传感探测系统仪器校准的系列标准物质各 1 套，建立相应的校准方法，应用于深海原位实验室构建。

(5) 实验站最大工作深度 6000 米；设计海底连续工作时间 ≥ 1 年；水下分支节点 ≥ 3 个（含一个国际开放节点）；可移动位点数 ≥ 8 个，最大航行距离 $\geq 10\text{km}$ ；具有海底-水面-天空-陆基实时通信连接的能力；完成不少于 15 项深海先进能源、探测、运载、对接和信息交互等关键技术研发，并应用于实验站的构建。完成深海 4000~6000 米深度海试，在国际公海 4000~6000 米深度海底开展科学应用。

有关说明：参考“奋斗者”号载人深潜试验项目群管理办法，

设立系统集成与海试应用总体项目 1 项，要求申报单位具有海上重型布放回收及海底载人潜器作业能力，并配套经费 3000 万元。分别针对国际深海海底无人科学实验站专属性无人潜水器研制、国际深海海底无人科学实验站能源与通信系统研制、国际深海海底无人科学实验站传感探测系统研制、国际深海海底无人科学实验站探测用计量标准方法与校准 4 个研究内容各设立 1 个分项目。由总体项目配合专业管理机构，统筹管理项目群内其他分项目。通过海试验收，实现在国际公海海底 6~12 月的连续科学应用。

1.2 全通透耐压结构设计、材料与建造技术

研究内容：针对完善载人深潜装备谱系和产业化应用的需求，完成全国产千米级通透轻型载人潜水器设计，突破千米级全通透型载人舱设计、制造、测试和评估技术，研究基础材料性能，开展规范设计，研究制造成型工艺，开展实球制造及测试，形成球壳性能评估方法。

考核指标：最大工作深度不低于 1500 米，载人舱直径不小于 1.5 米，乘员不少于 2 人，电子舱直径不小于 300mm；建立用于全通透耐压结构材料的制备方法，形成技术标准；建立全通透耐压结构设计计算方法，建造工艺，制定建造工艺标准。确定业主，由业主启动依托工程，完成一台全国产千米级通透轻型载人潜水器设计及制造，并制定运行规范，通过验证。

1.3 船载重型深海作业装备的研制

研究内容：（1）极区重载吊机总体技术研究。根据极区、母

船布置、载人潜器等大型深海装备布放回收要求，开展系统技术指标体系、功能特性、适装接口等研究。（2）船载重载深海装备作业安全控制研究。开展极区深海装备作业动力学特性分析、不同作业阶段控制策略耦合分析，以及高海况下多机构控制特性技术、复杂海况下主被动升沉补偿技术、极区作业智能化操作技术等研究。（3）重载折臂吊机及导接载具集成设计研究。开展复杂环境载荷条件下的热-结构耦合分析、可换装多功能导接载具集成结构设计等研究，满足多吊放对象极区作业需求。（4）样机试验技术研究。开展样机试验技术研究，对关键技术指标进行验证，完成陆上、海上试验考核。

考核指标：海工级重载折臂吊机 1 套，适用于海上载人潜器等大型深海装备的布放回收，并适用极区环境作业；取得船检证书；安全工作负载不小于 50t，工作半径不小于 15m，起升速度不小于 30m/min；具备止荡和被动升沉补偿功能，波浪升沉补偿精度 $\geq 85\%$ ；4 级海况安全精准作业，作业精度 $\leq 25\text{cm}$ ，5 级海况应急作业；重载吊机设计报告 1 篇，专利 3 项；完成海试验证。

有关说明：需配套投入 2000 万元，用于吊机安装及相应的船舶改造施工费用，支持年限 3 年。

2. 深海油气及天然气水合物资源勘探开发利用

2.1 深海无隔水管泥浆回收循环钻井技术装备研发

研究内容：针对超深水钻井工程采用开路钻井存在泥浆无法循环等关键技术问题，攻克深水井口泥浆的液位识别、控制系统、

举升系统、上返管柱及动力与通讯传输系统等核心技术，自主研发系统关键装备和监测仪器。结合天然气水合物钻采船（大洋钻探船），通过船舶适配性分析，完成系统集成和海上试验，形成国际领先的天然气水合物钻采和大洋科学钻探核心技术装备。

考核指标：研制深水井口泥浆的液位识别系统、控制系统、举升系统、上返管柱系统、动力及通讯传输系统各 1 套，在泥浆比重 ≥ 1.2 和流量 $0\sim 2000\text{L}/\text{min}$ 工况下，适用水深 $\geq 2000\text{m}$ ；国产化率 $> 95\%$ ，示范应用不少于 2 次，稳定运转时间 ≥ 200 小时。

有关说明：由自然资源部结合天然气水合物钻采船（大洋钻探船）建造需求，组织申报实施。

2.2 海洋天然气水合物、浅层气、深部气目标评价及合采技术

研究内容：攻克南海北部天然气水合物、浅层气及深部气藏目标储层精细评价与钻探技术，提出多气或两气合采试采靶区。针对目标区天然气水合物、浅层气、深部气多气源区域共生的储层特征、层间温压体系，开展微观-介观-宏观多尺度两气、多气合采过程产气与储层变形模拟分析、降压和固态流化多方法联合开发工艺、层间热-流-力耦合作用机制研究，突破多气合采机理，建立以水平井为基本特征的复杂结构井安全高效钻完井工艺，多气或两气合采层间产能预测方法、分配机制与储层安全评价，完成多气合采高效试采技术方案。

考核指标：揭示南海北部目标区海洋水合物、浅层气、深部油气多气合采机理，初步形成两气或多气合采理论方法；建立南海北

部目标区水合物、浅层气、深部气共存共生机制和储层评价方法，提出不少于2个两气或多气合采上钻目标和储层保真评价分析；建立自主的水合物、浅层气两气合采技术、工艺和装备配套，研究1套水合物试采双井口吸力桩工程样机，包括多分枝水平井钻完井工艺、降压和固态流化联合开发技术、防控砂工艺、流动保障及连续排采机具和装备配套，复杂结构井具备三气合采功能。

3. 极地探测、保护与可持续利用

3.1 北极航道通信导航保障关键技术与系统研发

研究内容：针对北极主要航道东北航道、中央航道和西北航道开发利用需求，综合研究北极航道国际公约和相关国家海事规则要求，进行北极航道船舶航行通信传输、导航定位和信息服务需求研究，构建北极航道商船、科考船等船舶航行通信导航保障体系；研究高纬度地区多频多模、高可靠通信技术；研究基于北斗的极地航行船舶导航优化技术；研究北极航道航行保障数据要素体系与可信构建技术；构建面向多种船舶的北极冰区航行风险评估方案，融合多源数据分析北极航道通航能力历史变化规律；研究北极航道标准化航行信息服务集，研发北极航道船舶航行信息服务平台，并开展示范应用。

考核指标：研制的船载综合无线电通信系统支持（北斗、AIS、中频、高频、甚高频、卫星通信）等至少6种类型通信传输方式；研制的船岸短波通信系统覆盖范围不低于2000海里，岸基多点联合成功接收率不低于80%；研发的船载导航系统可以实现多源

(至少兼容三种全球导航定位系统)可靠定位,支持通过北斗短报文接收冰区导航信息服务(IMO-MSP13/INS),支持极地电子航行图、航行保障信息集成与互操作;提出北极航道航行保障数据要素体系,研制符合S-100数据格式的北极航道航行保障数据资源池,覆盖北极东北航道80以上航段;融合国内外多源数据资料,构建面向WMO 12种船舶类型的近40年逐日冰区航行风险评估数据集,并分析北极航道通航能力的变化规律;完成通过地图出版审查的北极西北航道海图30幅,其中1:30万20幅,1:75万7幅,1:150万3幅;研制北极航道船舶航行信息服务平台,在北极航行船舶上进行示范应用。

有关说明:由企业牵头申报。

3.2 北极无人深潜与声学组网关键技术研发与验证

研究内容:(1)研究非接触式吸附技术和多推进器协同推进技术,完成可敏捷巡游和爬行的冰下无人潜水器研制。采用模块化设计理念,可根据任务需求实现不同传感载荷的灵活替换。(2)围绕北极冰区环境观测及通信、定位的需求,突破水声节点通信/定位/传感一体化设计、跨冰层通信、高可靠低功耗组网协议、冰海基节点布放回收等国际前沿理论与技术。(3)针对极地载人深潜系统集成需求,利用极地深潜观测无人潜水器作为平台,验证部件在极区的环境适应性。集成一套小规模网络系统,开展冰区试验应用,形成我国极区水下和冰层环境监测网络能力,并为载人深潜提供保障。

考核指标：（1）双运动模式冰下无人潜水器原理样机 1 套：工作深度 ≥ 200 m；空气中质量 ≤ 150 kg；水中巡游速度 ≥ 1 m/s；冰底爬行速度 ≥ 0.5 m/s；冰下工作 ≥ 7 天，具备不少于 3 种冰下探测能力。（2）水声网络：节点数不少于 15，其中移动节点数不少于 3；节点间最大通信距离不少于 3km，定位精度优于最大斜距的 6‰；测量环境参量不少于 5 种，具备千米级范围冰层特性、水流断面测量能力。（3）深潜观测无人潜水器一套：最大工作深度 6000m 级，配备近底航行功能，最大航速不小于 3kn，重量不大于 1500kg，主要用来验证部件抗寒、密封、供电、液压、定位、通信等性能，具备温盐深剖面观测、极地水下通信和导航验证、水声节点搭载布放功能。

有关说明：以项目群形式联合组织实施。针对冰下无人潜水器、水声网络和深潜无人潜水器各支持 1 项，共计 3 项；深潜无人潜水器项目支持年限为 2.5 年，其他项目为 4.5 年。

3.3 极地大深度冰盖快速钻探技术与装备

研究内容：针对大深度冰盖钻进科技问题，突破快速钻进、钻孔保持、井下钻具强度和控制、地表装备极地适应性等关键技术，研发快速钻进成孔工艺与技术、长时间钻孔井壁稳定工艺与技术、大深度高强钻具系统、耐低温地表设备系统等，形成大深度冰盖快速钻进技术与装备。

针对大埋深冰下湖科学钻探选址需求和探测科技问题，突破人工地震设备耐低温和高分辨率冰雪成像、大深度冰雷达发射功

率增强、GNSS 监测站耐低温等关键技术，研制大埋深冰下湖探测用人工地震技术与设备、深部穿透车载冰雷达系统和 GNSS 监测仪器，形成大埋深冰下湖探测与钻探选址技术与装备。

考核指标：大深度冰盖快速钻进井下钻具 2 套、地表装备 1 套，钻进能力不小于 3000m，耐低温能力不小于-50℃，钻进速度不小于 20m/h，钻孔直径不小于 216mm；大埋深冰下湖探测人工地震设备 1 套，车载冰雷达系统 1 套，耐低温能力不小于-50℃，探测能力不小于 4000m；GNSS 监测站 5 套，耐低温能力不小于-50℃。

4. 前沿和颠覆性技术

4.1 深海多金属结核新型采矿模式及其原理样机研究

研究内容：针对深海多金属结核资源绿色、高效与智能开发需求，研究新型采矿模式与工艺，突破海底多金属结核高效绿色采集、转运与提升等关键技术，突破海底多装备智慧协同作业技术，研制相应关键技术的原理样机及其作业控制仿真平台，开展海上试验验证。

考核指标：形成深海多金属结核新型采矿工艺方案 1 套，总回采率不小于 80%，基本满足全天候结核采集、转运与提升安全生产要求，或满足极端恶劣海况下快速撤离的要求，符合 ISA 海底矿物开采环境规范；研制与新型采矿模式相适应的采集、转运、提升原理样机 1 套，采集与提升产能不低于 10t/h，提升体积浓度不低于 10%；原理样机完成 100 米以上水深海上试验。

有关说明：平行支持 3 个项目，每个项目支持经费不超过 1000

万元，3个项目集中开展海试。

4.2 深海装备用高性能钛合金

研究内容：以全海深滑翔机、深海实验站用高强钛合金部件为典型应用目标，开展高强钛合金材料目标成分优化及控制技术研究；以3D打印等轴晶为目标的新型钛合金成分优化设计；高强钛合金热处理强韧化匹配技术研究。突破基于“材料成分-热成型工艺-多层次结构-热处理”综合调控的超高强钛合金增韧技术、抑制3D打印液固相变过程中柱状晶生长的新型钛合金成分设计及制造技术关键核心技术。研发深海装备用先进高强钛合金，实现高强钛合金部件的深海示范应用。

考核指标：（1）全海深滑翔机用高强钛合金半球等4套，深海实验站用高强钛合金螺旋桨2套、高强钛合金机械手部件2套。

（2）超高强钛合金半球部件室温力学性能：屈服强度 $R_{p0.2} \geq 1250\text{MPa}$ ，抗拉强度 $R_m \geq 1300\text{MPa}$ ，延伸率 $A \geq 9\%$ ，V型缺口冲击功 $KV_2 \geq 24\text{J}$ ，平面应变断裂韧性 $K_{IC} \geq 60\text{MPa}/\text{m}$ ，在3.5%NaCl溶液、 $10^{-6}/\text{s}$ 应变速率下拉伸延伸率 $A \geq 6\%$ 。利用超高强钛合金研制直径不小于300mm的高强钛合金半球4套，在我国全海深滑翔机等新型水下装备上获得示范性应用。

（3）激光送粉3D打印钛合金螺旋桨、机械手部件晶粒尺寸及织构强度：平行于3D打印生长方向上范围不小于10mm*10mm，样品内原始 β 晶粒平均尺寸小于150 μm ，原始 β 晶粒长/宽比平均值小于3，检测范围内 β 相{100}织构强度不高于3（偏离 β {100}晶面

法线 5°范围内搜集的晶粒取向体积权重与随机取向的比值); 3D 打印高强钛合金部件室温拉伸性能: $R_{p0.2} \geq 1050\text{MPa}$, $R_m \geq 1100\text{MPa}$, $A \geq 9\%$, 同时与部件打印生长方向呈 0°、45°、90°方向上的拉伸强度波动不超过 50MPa; 激光选区熔化 3D 打印高强钛合金部件晶粒尺寸、织构强度、力学性能不低于上述激光送粉 3D 打印部件指标。

(4)在我国全海深滑翔机、深海试验站等装备上获得示范性应用。

有关说明:项目申报须涵盖上述全部内容,平行支持2个项目。

4.3 先进检测技术

研究内容:

(1)利用冷阴极电子源易集成和高亮度的优势,完成新型 X 射线“适形”、高分辨、数字化 X 射线检测技术开发。

(2)研究大厚度透明材料内部应力变化的光学测量方法,发展能够对潜水器观察窗内部应力分布进行原位、在线、非接触、无损测量的装置。

(3)研究具有自主健康管理功能的智能光纤浮力材料,开展光纤传感器与固体浮力材料的耦合与一体化成型和高精度光纤信号解调技术研究,完成浮力材料服役过程中性能原位反馈系统的研制。

(4)研究基于仿真分析和深潜试验数据的结构应力场人工智能模型构建技术,开展结构安全实时评估、警示及预报技术研究,开发载人舱球壳数字孪生系统,实现载人舱承载压力与应力

场即时可视化展示。

考核指标：

(1) 钛合金焊缝纳米 X 光技术：实现对焊缝缺陷的尺寸、位置、形变和老化等信息的准确检测；建立缺陷信息与质量安全的数字化判读方法。研制样机 1 台，“适形”直径不小于 3m，最高电压 200kV，最大电流 100 μ A，分辨率在 x-y 方向优于 10 μ m、z 方向优于 100 μ m。

(2) 观察窗玻璃偏正光技术：提供光学参数表征潜水器观察窗内部应力变化，可显示应力分层分布、弹性-塑性转变、应力聚集或释放等过程。原位测量装置适用于全海深，包括可用于潜水器下潜或上浮阶段观察窗应力变化的检测；可测量最大厚度 30 厘米的观察窗。

(3) 浮力材料实时监测技术：传感器工作压力 ≥ 116 Mpa；应变监测分辨率优于 0.05%，空间分辨率优于 10cm；温度监测分辨率优于 0.1 $^{\circ}$ C；温度监测范围：-40~160 $^{\circ}$ C；初步形成浮力材料维护、维修、更换智能判定方法。

(4) 载人舱球壳数字孪生技术：全球壳应力场的实时映射和显示，响应时间小于 1s，与实验室和实际深潜应力传感器测试数据误差小于 5%，对敏感点位置诊断误差不超过 5cm。

有关说明：项目申报自选上述任一技术方向，每个方向各支持 1 个项目。

“深海和极地关键技术与装备”重点 专项 2021 年度项目申报指南 形式审查条件要求

申报项目须符合以下形式审查条件要求。

1. 推荐程序和填写要求

(1) 由指南规定的推荐单位在规定时间内出具推荐函。

(2) 申报单位同一项目须通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

(3) 项目申报书内容与申报的指南方向基本相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报人应具备的资格条件

(1) 项目及下设课题负责人应为 1961 年 1 月 1 日以后出生，具有高级职称或博士学位。

(2) 受聘于内地单位或有关港澳高校的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为重点专项的项目（课题）负责人，全职受聘人员须提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供聘用的有效材料，并作为项目申报材料一并提交。

(3) 项目（课题）负责人限申报 1 个项目（课题）；国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新 2030—重大项目的在

研项目负责人不得牵头或参与申报项目（课题），课题负责人可参与申报项目（课题）。

（4）参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能申报该重点专项项目（课题）。

（5）诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

（6）中央、地方各级国家机关及港澳特区的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得申报项目（课题）。

3. 申报单位应具备的资格条件

（1）在中国大陆境内登记注册的科研院所、高等学校和企业等法人单位。国家机关不得作为申报单位进行申报。

（2）内地单位注册时间在 2020 年 7 月 31 日前。

（3）诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

项目执行期一般 3~5 年。除特殊要求外，每个项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 个。

本专项形式审查责任人：揭晓蒙，电话：010-58884872

**“深海和极地关键技术与装备”重点专项
2021年度项目申报指南编制专家组**

序号	姓名	工作单位	职称/职务
1	丁 抗	中科院深海科学与工程研究所	研究员
2	李家彪	自然资源部第二海洋研究所	研究员
3	杨惠根	中国极地研究中心	研究员
4	周守为	中海油集团公司	教授级高工
5	任 平	上海交通大学	教 授
6	韩端锋	哈尔滨工程大学	教 授
7	程 晓	中山大学	教 授
8	叶 聪	中船集团第 702 研究所	研究员
9	焦炳华	海军军医大学	教 授
10	徐 文	浙江大学	教 授
11	孙友宏	中国地质大学（北京）	教 授
12	李茂林	长沙矿冶研究院	研究员
13	高惠君	交通运输部水运科学研究院	研究员
14	许振强	广州海洋地质调查局	研究员

抄送：中国 21 世纪议程管理中心。

科学技术部办公厅

2021 年 8 月 2 日印发