

2024 “元宇宙理论与技术基础研究” 专项项目申报指南（第 II 期）

元宇宙是泛在互联网时代先进信息技术集成创新的重要体现，也是国家数字经济战略竞争力的重要标志，它的发展对于提升国家科技创新能力、推动经济增长具有重要作用和意义。目前，元宇宙领域的研究正处于快速发展阶段，亟需在元宇宙基础理论、关键技术突破上布局，推动元宇宙领域的发展和应用。因此，进一步探索元宇宙基础理论并实现关键技术突破，对于推动元宇宙前沿技术及应用落地具有重要意义。国家自然科学基金委员会信息科学部拟设立“元宇宙理论与技术基础研究”专项项目(第 II 期)，旨在探索与发展元宇宙感知、仿真、交互、协作等基础理论与关键技术并进行应用验证，力争在理论上引领前沿，技术上实现创新，提升我国在元宇宙领域的国际竞争力。

一、科学目标

本专项聚焦元宇宙学术前沿方向，探索新型科研范式及其相关创新理论、技术，在数据高效处理、沉浸感知仿真、不确定性量化、三维生成呈现、具身行为交互、工业元宇宙应用等方向取得原创性突破，为元宇宙产业发展提供基础理论和关键技术支撑。

二、资助研究方向

（一）元宇宙中复杂数据处理与高效计算方法。

针对元宇宙中复杂数据处理与编码效率低，数据分发与传输过程中保密性、完整性和可用性不足的问题，研究复杂数据分布式高效处理和视听觉多模态数据高效编码方法，支持海量多模态异构时变数据高效存储加工

与表示，研究基于隐私计算的元宇宙数据分发方法与协作机制，实现元宇宙数据的高效共享与安全可信应用。

（二）面向元宇宙的多源沉浸感知与物理仿真。

针对元宇宙中情境感知和场景重现的迫切需求，研究用于精准采集环境及目标物体的视觉、听觉、触觉、味觉、嗅觉等多源感知技术，基于多源感知信息构建情境理解引擎，研究模拟声、光、电、力学等物理规律的数学模型与算法、计算优化和数据驱动仿真等，构建高真实感的虚拟环境，实现高精度的实时仿真和多物理场耦合。

（三）元宇宙模型的不确定性量化与在线更新。

针对元宇宙模型构建过程不确定性产生方式多源、经济模型缺失、量化策略不精准等问题，研究“机理+数据”仿真的不确定性量化理论方法；研究原创的元宇宙经济模型，完成多元主体参与的激励机制及元宇宙数字资产标准；研究基于不确定性与建模精度的模型在线更新机制，实现模型在不同计算资源下的灵活切换与优化，提升元宇宙模型反映物理世界变化的实时性。

（四）元宇宙虚实融合空间三维生成与呈现技术。

针对元宇宙虚实融合空间构建效率低的问题，研究物理世界高真实感快速三维重建方法，通过融合多模态传感器采集动态三维场景信息，利用三维生成技术提高三维场景采样效率，进行几何与外观的快速重建，为虚实融合提供高真实感的空间信息，研究复杂几何、材质和结构的三维物体和场景的生成式构建及虚实融合呈现方法，有效支撑虚实融合空间的沉浸式信息融合渲染。

（五）元宇宙多尺度世界模型构建与具身行为交互技术。

针对元宇宙中构建世界模型的需求，及具身行为交互中的感知-认知-行为的一致性挑战，研究复杂真实世界的结构化层级化抽象机理，构建从真实环境到虚拟场景的多尺度世界模型，研究元宇宙具身交互多感官融合机制，评估不同类型的感官呈现一致性准则及对用户感知-认知-行为的影响，支撑元宇宙中具身行为的高真实感、高沉浸感人机交互。

（六）元宇宙中多智能体协作机制。

针对元宇宙中多智能体协作方式多样、协作机制固化、协作效率低下问题，研究元宇宙多机协作、多人协作、人机协作等多元智能体协作机制，包括协作任务分解、协作意图理解、协作冲突消解、协作行为抽象、协作决策共商等方法，实现元宇宙中多智能体的高效协作与人机高效互动。

（七）工业元宇宙实现与应用。

针对目前工业元宇宙数据整合复杂、虚实映射难度大、场景难以泛化等问题，研究多元异构工业数据转换与几何-物理-行为-工况建模技术，实现高精度的工业场景建模与虚实映射；研究数字孪生多元数据耦合与全要素仿真技术，提升对工业系统的预测精度与决策支持能力。在装备设计优化、智能车间规划、故障智能预测等不少于一个典型工业场景中开展应用验证。

三、资助计划

拟资助项目 10 项左右，资助强度为 50 万元/项。资助期限为 1 年，申请书中研究期限应填写“2025 年 1 月 1 日 - 2025 年 12 月 31 日”。

四、申请要求及注意事项

(一) 申请资格。

1. 具有承担基础研究课题的经历；
2. 具有高级专业技术职务（职称）。

在站博士后研究人员、正在攻读研究生学位以及无工作单位或者所在单位不是依托单位的人员不得作为申请人进行申请。

(二) 限项申请规定。

1. 本专项不计入申请和承担项目总数 2 项的范围。
2. 申请人和主要参与者同年只能申请或参与申请 1 项本专项项目。
3. 申请人同年只能申请 1 项专项项目中的研究项目。

(三) 申请注意事项。

1. 专项项目实行无纸化申请。申请书提交时间为 2024 年 11 月 11 日 - 11 月 25 日 16 时。

2. 申请人注意事项

(1) 申请人在填报申请书前，应当认真阅读本专项指南和《2024 年度国家自然科学基金项目指南》的相关内容，不符合项目指南和相关要求的申请项目不予受理。

(2) 本专项旨在紧密围绕核心科学问题，集中国内优势研究团队进行研究，成为一个专项项目群。申请人应根据本专项拟解决的具体科学问题和项目指南公布的拟资助研究方向，自行拟定项目名称、科学目标、研究内容、关键科学问题、技术路线和相应的研究经费。

(3) 申请人登录科学基金网络信息系统 <http://grants.nsf.gov.cn/> (没有系统账号的申请人请向依托单位基金管理联系人申请开户) , 按照撰写提纲及相关要求撰写申请书。

(4) 申请书中的资助类别选择“专项项目”, 亚类说明选择“研究项目”, 附注说明选择“科学部综合研究项目”, **(申请代码 1 应当按照拟资助研究方向要求选择信息科学部 F02、F06 下属申请代码。以上选择不准确或未选择的项目申请将不予受理)**。

(5) 请按照“专项项目-研究项目申请书撰写提纲”撰写申请书, **请在申请书正文开头注明“元宇宙理论与技术基础研究: XXX (填写拟资助的 7 个研究方向之一)”**。

申请书应突出有限目标和重点突破, 明确对实现本专项总体科学目标和解决核心科学问题的贡献。

如果申请人已经承担与本专项相关的其他科技计划项目, 应当在申请书正文的“研究基础与工作条件”部分论述申请项目与其他相关项目的区别与联系。

(6) 申请人应当严格按照《国家自然科学基金资助项目资金管理办法》等相关规定和《国家自然科学基金项目资金预算表编制说明》的具体要求, 按照“目标相关性、政策相符性、经济合理性”的基本原则, 认真编制《国家自然科学基金项目预算表》。

3. 依托单位注意事项

(1) 依托单位应对本单位申请人所提交申请材料的真实性、完整性和合规性进行审核；对申请人编制预算的目标相关性、政策相符性和经济合理性进行审核。

(2) 应在规定的项目申请截止日期前通过信息系统逐项确认提交本单位电子申请书及附件材料，无需报送纸质申请书。项目获批准后，将申请书的纸质签字盖章页装订在《资助项目计划书》最后，一并提交。签字盖章的信息应与电子申请书严格保持一致。

(3) 如依托单位在 2024 年度未上传过《2024 年度国家自然科学基金项目申请承诺书》（以下简称《承诺书》），应从信息系统中下载《承诺书》，由法定代表人亲笔签名并加盖依托单位公章后，将电子扫描件上传至信息系统（本年度只需上传一次）。依托单位完成上述承诺程序后方可提交申请。

(4) 依托单位在项目申请截止时间后 24 小时内，通过信息系统在线提交本单位项目申请清单。清单提交后，自然科学基金委方可接收项目申请材料。

4. 本专项咨询方式

国家自然科学基金委员会信息科学部二处

联系人：吴国政 王志衡 谢国

联系电话：010-62327929 010-62327807 010-62327090

(四) 其他注意事项。

1. 为实现专项总体科学目标，获得资助的项目负责人应当在项目执行过程中关注与本专项其他项目之间的相互支撑关系。

2. 为加强项目之间的学术交流，本专项将设专项项目管理协调组，并将组织相关领域的学术研讨会。获资助项目负责人必须参加上述学术交流活动，并认真开展学术交流。