

# 面向人机物融合的智能化软件基础研究重大研究计划

## 2025 年度项目指南

“面向人机物融合的智能化软件基础研究”重大研究计划针对关键软件自主创新的重大战略需求，围绕智能化软件新范型的数理基础、工程构造、运维演化、质量保障等方面的重大科学问题，通过信息、数学、物理、工程、管理等学科的交叉融合研究，为我国实现关键软件领域的科学突破提供基础理论、关键技术和人才支撑。

### 一、科学目标

建立智能化软件新范型及其基础理论，构建智能化软件开发自动化与群智化、泛在操作系统的软件定义及其领域定制生成的方法与技术体系，形成基于新范型的工业软件构造与集成新方法新技术，培育智能化软件创新生态的开源基础，提升我国在关键软件领域的自主创新能力。

### 二、核心科学问题

(一) 人机物三元融合共生智能化软件系统的组成原理。

针对智能化软件的基本形态、结构特征、交互机理和行为规律，建立人机物三元融合共生的系统建模理论，提出泛在异构资源的统一表征与封装方法，构造可自主适应、持续演化、长期生存、群智涌现的软件体系结构模型。

(二) 归纳演绎相融合的智能化软件构造与运行机理。

针对智能化软件的高效构造和运行，揭示归纳演绎相融合的软件构造与运行机理，提出新型软件自动化、群智化构造方法与泛在操作系统的软件定义方法，设计泛在操作系统共性框架和核心构件，形成面向特定行业领域的软件定制化开发与集成技术方案。

### （三）自知自治的智能化软件系统质量保障方法。

针对智能化软件系统结构复杂性和行为非确定性，建立融合逻辑确定性与概率近似性的系统质量框架理论基础，提出以驾驭非确定性为核心的软件可信性理论与技术，实现系统质量的动态自治管理，形成可验证、可持续、全生命周期的软件质量保障方法体系。

## 三、2025 年度资助的研究方向

### （一）培育项目。

以总体科学目标为牵引，基于核心科学问题，拟围绕以下 5 个研究方向，优先资助探索性强、具有原创性思想、提出新技术路径、响应新兴应用场景需求的申请项目。

#### 1. 人机物融合智能化软件的数理基础和行为科学基础。

围绕人机物三元融合共生的系统建模问题，研究人机物融合智能化软件的数理基础和行为表征，包括智能化软件的自主协同行为、人机物交互行为、群智涌现行为、系统社会影响机理等；提出面向程序代码部件和 AI 模型部件动态交互协同的、可驾驭智能化软件系统非确定性的新型形式化理论与方法。

#### 2. 逻辑演绎与数据归纳协同驱动的神-符号融合软件理论。

围绕归纳演绎相融合的智能化软件构造问题,研究神经-符号融合的智能化软件理论与基础算法,构建逻辑推理与机器学习相互增强的软件体系结构模型、神经-符号融合软件的形式化规约自动生成方法、基于神经-符号学习的软件系统高效构造方法、结合自然语言与形式语言的智能化程序设计语言理论。

### 3. 面向智能化软件的泛在操作系统原理和构造方法。

围绕智能化软件的高可信运行支撑问题,研究泛在操作系统的新型内核架构模型、设计原理和构造方法,泛在资源的统一表征、感知和互操作,反馈控制的任务调度方法和自然交互接口设计等;构建泛在操作系统的共性框架与核心构件;面向特定领域,研究软件定义的泛在操作系统关键技术及定制方法。

### 4. 基于智能化软件范型的工业软件建模原理和开发方法。

围绕基于智能化软件范型的工业软件构造问题,研究工业软件多域多源知识统一模型理论,支持软件工程、数学/物理模型、流程工艺、运筹管理等知识的融合表征和精确规约,并探索工业软件设计中非确定问题求解的 AI 补偿方法;研究领域知识与 AI 模型协同驱动的工业软件低代码开发方法,设计面向特定领域的工业软件编程语言(DSL);构建特定领域工业软件核心构件/框架、知识库和模型库等。

### 5. 开源软件生态理论、技术及策略。

围绕智能化软件开源生态建设与治理问题,研究开源生态持续激励汇聚机理、开源贡献存证技术与评估度量方法;研究群体高效协作机制、群智协作任务规划与协同技术、开源社区智能化运维技术;面向开源生态的

价值链，研究开源社区权益链演进和治理机制、开源软件供应链建模分析方法、敏感隐私数据分析和开源依赖关系合规性分析验证技术；建立开源生态的创新管理机制、开源平台的服务优化策略、开源社区的治理机制和可持续运营模式；构建开源平台服务支撑工具。

## （二）重点支持项目。

以总体科学目标为牵引，针对核心科学问题，拟围绕以下 6 个研究方向，优先资助前期研究基础较好、交叉性强、响应新兴应用场景需求、对总体科学目标有较大贡献的申请项目。

### 1. 人机物融合智能化软件可成长理论方法与关键技术。

聚焦人机物融合智能化软件的可成长性问题，研究软件的体系结构、运行机理和生命周期基本原理，建立新型智能化可成长软件的范型理论；研究面向人机物融合场景的统一软件建模框架、软件定义方法和智能化编程新范式，支撑人机物融合智能化软件的快速构造与成长演化；研究开放环境约束在线检测与监控、神经-符号融合程序分析、增量验证和软件生态依赖诊断等技术，构建面向可成长智能化软件及其生态的软件工具。

### 2. 知识数据双驱动的组织建模、影响评估与精确调控技术。

聚焦三元融合系统中人类个体与群体的需求感知与行为调控问题，研究人类工效学视角下个体面对人机物融合智能化软件的心理特征与认知规律，支撑人在回路的行为建模及人机协同机制设计；研究基于社会-技术系统理论的群体交互机理、多方博弈机制与行为涌现规律，支撑数据与知识双驱动的人类社群组织建模与趋势预测；研究智能化软件对人类社群组织影响的效能评估方法与精准调控技术，支撑与人类价值对齐的智能化软

件设计方法和实现机制；研究智能化软件大规模应用的价值风险识别与预测技术，支撑智能社会的风险调控与防范。

### 3. 高可信程序代码自动生成与系统自动重构优化关键技术。

聚焦人机物融合软件系统程序代码的自动生成与维护问题，研究融合程序语法和类型理论的新型神经网络数理基础，构建具有递归推演能力的新型代码大模型建模理论与计算模型；研究融合神经计算的高效符号知识推理方法，构建具有处理大规模程序能力的高精度符号化分析工具；研究融合形式语言自动机与神经网络约束解码的代码生成技术、程序代码内在知识的在线学习与记忆存储技术，构建具有持续学习能力的新型代码理解与生成工具；研究针对大规模遗产软件系统的自动优化与重构技术，构建神经符号融合的软件维护智能体系统。

### 4. 面向智能化软件生态成长演化的群智范式支撑技术与平台。

聚焦群智视角下的智能化软件生态成长与演化问题，研究小核心与大外围高效联接协作、自由创作与规范生产持续联接转换的敏捷迭代开发模型，建立群智范式度量指标体系；研究大规模群智激发汇聚机制、多模态软件资源（包括数据、模型、代码、知识及服务）开放共享技术和开源生态价值网络形成机理，提出支持软件持续成长演化的人-机群智协同机制、协同演进技术和评估调控模型；融合上述模型、指标、机制和技术，构建群智协同框架及工具链，研制群智范式支撑平台并开展应用验证。

### 5. 基于领域软件资产的需求驱动软件高可信构造与演化。

聚焦特定领域的智能化软件高可信构造与演化问题，研究基于领域软件资产的“需求规约-软件体系结构-代码实现”追踪依赖关系图谱的表达

方法，构建知识和模型增强的需求驱动智能化软件体系结构设计方法和代码生成技术；研究智能化软件的测试和形式化验证技术并研制工具；研究面向环境变化和任务扩展等演化需求的智能化软件重构技术，支撑智能化软件运行时重构与动态演化；面向安全攸关领域复杂嵌入式软件应用场景开展验证。

#### 6. 车路云一体化端到端自动驾驶功能软件开发方法。

聚焦车路云一体化场景下智能化软件开发需求，研究具有低通滤波功能的多模态神经网络模型设计方法；研究路端数据支持的驾驶场景虚拟重构方法，建立知识驱动的正常交通参与者行为模型，支持面向动态交通场景的数据自动生成；开发分层解耦的自动驾驶功能软件原子构件，建立车端与路端数据联合驱动的端到端模型强化学习训练平台；开发自动驾驶功能软件系统，实现自动驾驶模型的远程更新，开展车路云一体化实车测试验证。

### **四、遴选项目的基本原则**

（一）对实现总体科学目标的贡献度。

（二）解决智能化软件领域关键科学与技术难题，具有原创性、基础性、交叉性和应用前景。

（三）具有产出高水平论文/专利和高质量软件制品的潜力。

### **五、2025 年度资助计划**

拟资助培育项目约 20 项，直接费用资助强度约为 80 万/项，资助期限为 3 年，申请书中研究期限应填写“2026 年 1 月 1 日 - 2028 年 12 月 31 日”；拟资助重点支持项目约 8 项，直接费用资助强度约为 300 万/项，

资助期限为4年，申请书中研究期限应填写“2026年1月1日-2029年12月31日”。

## 六、申请要求及注意事项

### （一）申请条件。

本重大研究计划项目申请人应当具备以下条件：

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。

执行《2025年度国家自然科学基金项目指南》“申请规定”中限项申请规定的相关要求。

### （三）申请注意事项。

申请人和依托单位应当认真阅读并执行本项目指南、《2025年度国家自然科学基金项目指南》和《关于2025年度国家自然科学基金项目申请与结题等有关事项的通告》中相关要求。

1. 本重大研究计划项目实行无纸化申请。申请书提交时间为2025年9月15日至2025年9月22日16时。

2. 项目申请书采用在线方式撰写。对申请人具体要求如下：

（1）申请人应当按照科学基金网络信息系统（以下简称“信息系统”）中重大研究计划项目的填报说明与撰写提纲要求在线填写和提交电子申请书及附件材料。

(2) 本重大研究计划旨在紧密围绕核心科学问题，对多学科相关研究进行战略性的方向引导和优势整合，成为一个项目集群。申请人应根据本重大研究计划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、技术路线和相应的研究经费等。

(3) 项目申请人在信息系统中选择“在线申请”——“新增项目申请”——“申请交叉科学部项目”进行项目申报。

申请书中的资助类别选择“重大研究计划”，亚类说明选择“培育项目”或“重点支持项目”，附注说明选择“面向人机物融合的智能化软件基础研究”，受理代码选择 T04，并根据申请项目的具体研究内容选择不超过 5 个申请代码。

**培育项目和重点支持项目的合作研究单位均不得超过 2 个。**鼓励申请人与企业研究人员联合申请。

(4) 申请人在申请书起始部分应明确说明申请符合本项目指南中的资助研究方向（写明指南中的研究方向序号和相应内容），以及对解决本重大研究计划核心科学问题、实现总体科学目标的贡献。

如果申请人已经承担与本重大研究计划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。

3. 依托单位应当按照要求完成依托单位承诺、组织申请以及审核申请材料等工作。在 2025 年 9 月 22 日 16 时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。

4. 其他注意事项。

(1) 为实现重大研究计划总体科学目标和多学科集成, 获得资助的项目负责人应当承诺遵守相关数据和资料管理与共享的规定, **项目成果应在本重大研究计划框架内开源**, 项目执行过程中应关注与本重大研究计划其他项目之间的相互支撑关系。

(2) 为加强项目的学术交流, 促进项目群的形成和多学科交叉与集成, 本重大研究计划将每年举办 1 次资助项目的年度学术交流会, 并将不定期地组织相关领域的学术研讨会。获资助项目负责人有义务参加本重大研究计划指导专家组和管理工作组所组织的上述学术交流活动, 并认真开展学术交流。

(四) 咨询方式。

国家自然科学基金委员会交叉科学部交叉科学四处

联系电话: 010-62328922