共融机器人基础理论与关键技术研究

重大研究计划 2021 年度项目指南

共融机器人是指能够与作业环境、人和其他机器人自然交互、自主适应复杂动态环境并协同作业的机器人。共融机器人在结构、感知和控制方面的基本特征是：柔顺灵巧的结构；多模态感知的功能；分布自主、协同作业的能力。本重大研究计划面向智能制造、医疗康复等领域对共融机器人的需求，重点开展共融机器人结构、感知与控制的基础理论与关键技术研究，为我国机器人技术和产业取得源头创新成果提供科学支撑。

一、科学目标

本重大研究计划瞄准国际机器人研究前沿，围绕人-机-环境共融的机器人基础理论和设计方法，通过机械、信息、力学和医学等多学科交叉，在刚—柔—软耦合柔顺结构与动力学，多模态环境感知与人机交互适应协作，群体智能与分布式机器人操作系统等方面取得创新性研究成果。培育一批具有国际影响力的中青年学术骨干和带头人，提升我国机器人研究的整体创新能力和国际地位。

二、核心科学问题

（一）刚—柔—软机构的行为顺应与可控性。

刚—柔—软体机器人构型设计及力学行为解析；机器人—人—环境交互动力学与刚度调控机制。

（二）人—机—环境多模态感知与自然交互。

非结构环境中的多模态感知与情景理解；基于生理信号的行为意图理解与人机自然交互。

（三）机器人群体智能与操作系统架构。

机器人个体自主与机器人群体智能涌现机理；群体机器人操作系统的多态分布架构。

三、2021 年度重点资助的研究方向

根据总体布局，本重大研究计划在实施过程中将更加面向国家需求，更加聚焦科学问题，更加突出学科交叉，更加发挥特色优势，重点突破信息、机械和医学等领域“融”的问题，本年度以“集成项目”和“重点支持项目”的形式予以资助。

（一）集成项目。

在本重大研究计划支持下已经取得的重要进展基础上，面向国家重大需求和未来生产、生活方式变革需求，进行集成升华，形成重大突破。具体资助方向如

下：

1. 针对重点行业智能制造需求，通过机械、力学和信息等学科交叉，攻克加工机器人新机构设计、加工精度自持、全尺度三维原位测量、多感知精密加工、多机器人协同控制等关键问题，建立加工机器人设计方法和机器人高性能加工新原理，在重点行业产品的智能制造中得到验证（申请代码 1 选择 E05 的下属代码）。

2. 针对人口老龄化对养老服务的迫切需求，通过医学、信息、机械等学科交叉，突破刚柔耦合仿生运动机构设计、肢体运动功能补偿、意图识别、人机协作与脑机协调控制等机器人关键技术，建立机器人护理的新原理和新方法，并在典型助老护理作业中开展验证（申请代码 1 选择 H20 的下属代码）。

3. 针对非结构化环境机器人适应性的应用需求，通过信息、力学、机械等学科交叉，攻克足式机器人新构型设计、开放动态环境信息感知、群体协作与控制、机器人集群构建等关键问题，建立足式机器人结构设计和群体协作新方法与新机制，在开放的地面物理环境中实现群体智能协作应用验证（申请代码 1 选择 F 的下属代码）。

（二）重点支持项目。

研究智能制造、医疗康复等领域具有科学前沿性和重大应用前景的共融机器人结构、感知与控制新概念、新原理。具体资助方向如下：

1. 机器人新概念、新原理，突出原创性、前沿性。
2. 医疗手术机器人，突出人机融合、医工交叉和临床应用。

四、遴选项目的基本原则

为确保实现总体目标，本重大研究计划要求研究内容必须符合本项目指南要求，并按照以下原则遴选项目：

（一）鼓励开展前沿领域探索性研究，优先支持原创性研究。

（二）优先支持学科交叉和充分体现信息、机械、医学等领域“共融”特征的研究。

（三）优先支持前期已取得创新性成果并有望取得重大突破的青年学者牵头申报的项目。

（四）集成项目需体现与前期资助项目研究成果的继承与跃升，要有引领性研究目标和指标。研究队伍原则上应由多学科背景的人员组成，共同开展联合攻关与协作研究，形成交叉融合的创新研究模式和机制。

（五）对不符合本重大研究计划科学目标，未反映共融机器人核心特征的申请不予受理。

五、2021 年度资助计划

2021 年度拟资助集成项目 3 项左右，直接费用平均资助强度约为 700 万元/项，研究期限 4 年，申请书中研究期限应填写“2022 年 1 月 1 日—2025 年 12 月 31 日”；拟资助重点支持项目约 6 项，直接费用平均资助强度约为 250 万元/项，研究期限 4 年，申请书中研究期限应填写“2022 年 1 月 1 日—2025 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《2021 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、《2021 年度国家自然科学基金项目指南》和《关于 2021 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。

（1）申请人应当按照科学基金网络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，将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）申请书中的资助类别选择“重大研究计划”，亚类说明选择“集成项目”和“重点支持项目”，附注说明选择“共融机器人基础理论与关键技术研究”，根据申请的具体研究内容选择相应的申请代码。

集成项目的合作研究单位不得超过 4 个，重点支持项目的合作研究单位不得超过 2 个。

（4）申请人在申请书“立项依据与研究内容”部分，应当首先说明申请符合本项目指南中的重点资助研究方向，以及对解决本重大研究计划核心科学问题、实现本重大研究计划科学目标的贡献。

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。

2. 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。