

# “脑科学与类脑研究”国家科技重大专项 2026 年度项目申报指南

“脑科学与类脑研究”国家科技重大专项（以下简称“脑重大专项”）紧密围绕科技强国与健康中国战略，面向世界脑科学前沿与国家在脑机接口、智能技术和脑健康等方面的重大战略需求，充分发挥社会主义市场经济条件下实现核心技术攻关的新型举国体制优势，强化源头创新与自主可控，系统性部署并开展集成攻关。专项聚焦三大核心方向：建立脑机接口全链条关键技术自主可控体系并推动其应用；研发新型高能效、强能力类脑智能技术系统；深化脑认知原理解析，促进重大脑疾病的及早诊断与有效治疗。

2026 年，脑重大专项围绕脑机接口、类脑与认知技术、脑认知与脑疾病三个方向，坚持需求导向与问题导向，部署 43 个指南方向。其中，指南方向 1、21、30、31、32 为重点方向：指南方向 1、30、31、32 设立明确考核节点，采取“里程碑”拨款方式予以支持；指南方向 21 采用事前立项事后补助方式支持。坚持发挥

中央财政资金的战略引导和资金牵引作用，项目配套经费须满足指南方向中“有关说明”的要求。

该重大专项中，所有以人体为研究对象、涉及人类遗传资源的科学研究，必须尊重生命伦理准则，遵守《中华人民共和国生物安全法》《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》《生物医学新技术临床研究和临床转化应用管理条例》《涉及人的生物医学研究伦理审查办法》《涉及人的生命科学和医学研究伦理审查办法》等相关法律法规和国家规定，严格遵循技术标准和伦理规范。涉及实验动物和动物实验，要遵守国家实验动物管理的法律、法规、技术标准及有关规定，使用合格实验动物，在合格设施内进行动物实验，保证实验过程合法，实验结果真实、有效，并通过实验动物福利和伦理审查。严把科研诚信关，严格按照《科学技术活动违规行为处理暂行规定》《科研失信行为调查处理规则》等开展工作。

## **一、脑机接口方向**

### **1. 面向临床应用的半侵入式运动脑机接口研究**

研究内容：针对皮层表面或硬脑膜表面脑电信号记录与电刺激的需求，研发高通道数、高密度柔性颅内电极，创新电极生产工艺，完成生物相容性评价和长期植入大动物试验；开展临床试验，验证人体植入安全性，实现长期稳定的高质量颅内脑电信号

采集与有效电刺激。构建轻量化、微型化集成系统，满足全植入式医疗器械的设计要求，实现高效率的无线能量传输，确保有效供能距离；运用短距无线通信技术，实现跨皮肤的高带宽、低延时、高可靠的数据传输；研发高可靠性封装工艺，确保长期植入的安全可靠性。构建适用于多种临床应用场景的神经编解码算法，实现准确、实时、可泛化的脑机接口解码与控制；实现基于运动意图的精准自然脑控，并结合外部控制设备，实现具有临床意义的运动功能辅助与康复；研究神经电刺激提升运动康复效果的方法和技术。基于以上关键技术形成自主可控的系统级解决方案，研发基于颅内脑电信号的百通道以上高性能半侵入式运动脑机接口产品；针对重大脑疾病或神经损伤导致的运动功能障碍，开展半侵入式运动脑机接口产品的医疗器械型式检验、临床前研究以及注册临床试验，达到三类医疗器械安全性和有效性要求，实现多场景临床验证和应用。

考核指标：研发高通道数、高密度、高生物相容性的柔性颅内脑电电极（皮层表面或硬脑膜表面），通道数 $\geq 128$ 个，大动物植入超过6个月，生物相容性评价达到医疗器械标准，颅内脑电信号采集和颅内电刺激有效；采样率 $\geq 1000\text{Hz}$ ，温升 $\leq 2^\circ\text{C}$ ，无线供电有效距离 $\geq 10\text{mm}$ ，电极导通率 $>95\%$ ，体内机漏率 $< 5 \times 10^{-9}\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ （ISO 14708-7:2019标准）；实现精准自然的运动控制，

脑机接口运动控制任务成功率 $\geq 90\%$ ，连续运动解码准确率 $\geq 85\%$ ，系统延时 $\leq 200\text{ms}$ ，可控制外部设备 $\geq 6$ 种；通过临床认可的评估量表，验证促进运动功能康复的效果。研发基于颅内脑电信号的半侵入式运动脑机接口系统不少于2种，获得三类医疗器械型式检验报告；面向重大脑疾病或脑损伤导致的运动功能障碍开展临床验证与应用，针对 $\geq 2$ 种临床适应症开展临床研究和/或临床试验 $\geq 150$ 例，植入后 $\geq 90\%$ 的通道正常工作，在体安全稳定运行 $\geq 6$ 个月。2项半侵入式脑机接口完成三类医疗器械注册临床试验，提交三类医疗器械注册申请且获受理。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于3:1。

特别说明：在申报项目评审结果相近、技术路线明显不同时，可同时支持2项，每项各拨付30%国拨经费，并建立动态调整机制，根据里程碑考核结果择优继续支持。本项目2027年年底设立里程碑节点考核，需达到以下任一项，方可拨付剩余40%国拨经费：（1）获得半侵入脑机接口医疗器械型式检验报告2项，2项分别开展至少1例临床植入，取得1个月以上安全性和有效性数据；（2）半侵入脑机接口医疗器械至少1项完成注册临床试验，提交三类医疗器械注册申请且获受理。

## 2. 高通量、长期稳定柔性记录和刺激电极技术及其临床研究

研究内容：利用微纳加工、高密度封装等手段，研制高通量柔性神经记录电极技术，系统研究电极结构、植入方案等因素对于在体神经活动记录性能（包括工作寿命、神经元动作电位检测产率、信噪比等）的影响，从而构建适配临床应用的高通量柔性神经记录电极。利用微纳加工、界面工程等手段，研制高通量柔性神经刺激电极，评估电极结构和表面涂层等因素对于在体神经刺激性能的影响，提升柔性神经刺激电极在体使用寿命和电荷注入效率，从而构建适配临床应用的高通量柔性神经刺激电极。利用非人灵长类动物，研究柔性神经电极的在体长期植入性能，实现对大量神经元动作电位的高信噪比、长期稳定记录，以及长期刺激的可靠性。面向临床需求，构建基于高通量柔性神经记录与刺激电极的脑机接口系统，在运动控制解码和神经电刺激行为调控中验证电极性能，实现高精度、低延时脑机信息交互。

考核指标：开发高通量柔性神经记录电极，支持神经元动作电位采集，通道数 $\geq 1024$ 个，通过加速老化验证电极使用寿命5年以上（电极导通率 $> 80\%$ ），弯曲强度 $< 10^{-11}$  N/m<sup>2</sup>；开发高通量柔性神经刺激电极，通道数 $\geq 256$ 个，提升刺激电极长期稳定性能，实现在电极初始最大安全电荷密度的90%负荷下，刺激次数 $10^8$ 后，电极的最大安全电荷密度衰减量低于20%，阻抗变化低于

50%；构建不少于 1 套可适配临床应用的柔性神经电极在体植入方案，实现灵长类长时间在体工作 12 个月后，导通率 $\geq 90\%$ ，采集神经元数量/通道数量 $\geq 1$ ；面向临床需求，实现柔性电极技术在不少于 2 套高通量脑机接口系统产品中的应用，验证电极性能，脑机接口系统实时控制速率达到 $\geq 5$  比特/秒，开展不少于 3 例研究者发起的干预性临床试验。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 2:1。

### **3. 高通量柔性电极自动化植入系统**

研究内容：针对高通量柔性电极在大脑皮层中安全、精准、高效植入的问题，研究脑血管三维成像识别、自动化植入路径规划、高精度配准和运动控制等技术，实现高通量柔性电极在大脑皮层的安全快速植入。研究基于多模态影像感知的脑血管三维成像技术。研发高精度自动识别、植入路径规划和运动控制算法，研制微米级精度和厘米级范围的高速自动化植入控制平台。利用猕猴等非人灵长类动物评估验证自动化植入系统的植入效率、植入精度与安全性，植入系统通过医疗器械型式检验，并开展临床试验。

考核指标：研制出 1 套高通量柔性电极自动化植入系统：成像深度 $\geq 2\text{mm}$ ，空间分辨率 $\leq 100\mu\text{m}$ ；植入成功率 $\geq 95\%$ ，空间误差

≤100μm，单根电极植入时间≤1.5s，单次植入电极数量≥64根，电极植入密度≥2根/mm<sup>2</sup>；完成猪和猕猴等大动物实验≥50例，经自动化植入系统完成的电极植入，其1个月以上平均信号得率≥30%；系统适配≥3类柔性电极；系统整体通过医疗器械型式检验，并完成≥2例研究者发起的干预性临床试验。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于1.2:1。

#### 4. 新型干式/半干式高密度头皮脑电电极系统及应用

研究内容：研究面向有发区佩戴的新型稳定粘附高密度脑电电极材料和结构。突破高密度脑电降噪、脑电溯源分析、微弱诱发电位提取识别、时空网络特征联合建模等关键技术，开发高密度脑电精细解码算法。突破低噪声抗干扰脑电采集电路设计，结合高密度脑电电极和精细解码算法，研发低噪声高密度脑电采集硬件设备，实现基于微弱脑电电位以及运动想象节律脑电的脑机接口系统。基于以上高密度头皮脑电电极，研发脑机接口产品，开展早期青光眼客观检测、中风偏瘫康复训练等临床应用验证。

考核指标：高密度半干式脑电电极的导电介质为半固态，粘附电极比按压固定电极在运动状态下信噪比提高≥10%；高密度干式脑电电极无需导电介质或导电介质为固态，电极在20%拉伸情况下阻抗增加量<15%。半干式/干式脑电电极均需满足：电极空间

最高分辨率 $>6$  通道/ $\text{cm}^2$ ，电极-头皮接触阻抗 $\leq 30\text{k}\Omega @ 10\text{Hz}$ ；信号质量与稳定性接近湿电极，在标准诱发电位（SSVEP、P300 等）采集中，与湿电极诱发电位的波形相关系数 $\geq 0.9$ ；有效佩戴时长 $\geq 4$  小时，信噪比下降 $\leq 3\text{dB}$ ；系统准备时长 $\leq 10$  分钟（以 64 通道为例）；完成不少于 100 套干式电极样品，不少于 500 人次试用，提供第三方测试报告验证信号质量和稳定性。微弱脑电特征识别幅度 $< 0.3\mu\text{V}$ ，视觉诱发脑机接口解码准确率 $\geq 80\%$ 。适配半干式/干式电极的脑电采集硬件设备的输入阻抗 $\geq 40\text{G}\Omega @ 10\text{Hz}$ ，等效输入噪声 $\leq 1.5\mu\text{Vpp}$ （0.5-70Hz 频带）；共模抑制比 $\geq 125\text{dB}$ ；电压测量误差 $\leq 5\%$ 。基于以上干式/半干式高密度电极与脑电采集系统，完成面向早期青光眼客观检测、中风偏瘫脑机接口康复训练等医疗应用的多中心临床试验，例数 $\geq 500$  人次，采用干式/半干式电极的脑机接口系统获得二类医疗器械注册证 2 项。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

## 5. 记录 - 解码 - 刺激一体化的医用级全闭环侵入式脑机接口芯片

研究内容：面向闭环脑机接口的感、算、调等片上快速处理需求，研发“记录 - 解码 - 刺激”一体化的医用级全闭环侵入式脑机接口芯片。重点研究高精度信号采集技术，实现高输入阻抗、

宽动态范围、低噪声、低功耗等性能；研究高安全电流刺激技术，集成动态电荷平衡补偿，支持高刺激电压、宽电流范围及高电荷平衡能力，确保长期植入安全性；研究片上智能编解码技术，构建可配置神经计算引擎，实现高能效、低延迟、高准确率的自适应闭环调控。基于自研芯片，构建一套侵入式闭环脑机接口系统，并完成至少 1 例临床应用。

考核指标：完成一款“记录 - 解码 - 刺激”一体化的脑机接口芯片，其中记录通道数 $\geq 64$ 个，记录系统功耗 $\leq 40\mu\text{W}/\text{通道}$ ，输入噪声 $\leq 2\mu\text{V}_{\text{rms}}@0.1\text{Hz}-500\text{Hz}$ ， $\leq 5\mu\text{V}_{\text{rms}}@300\text{Hz}-10\text{kHz}$ ，最高记录带宽 $\geq 10\text{kHz}/\text{通道}$ ，系统动态范围 $\geq 80\text{dB}$ ，共模抑制比 $\geq 85\text{dB}$ ，电源抑制比 $\geq 75\text{dB}$ ；刺激通道数 $\geq 32$ 个，最高刺激电压 $\geq \pm 15\text{V}$ ，最大刺激电流 $\geq 10\text{mA}$ ，长期电极残留极化电压 $\leq 100\text{mV}$ ；实现 FP32 精度下 $\geq 64$ 通道神经信号实时滤波与 FFT 处理，支持 log、exp 等非线性运算，峰值算力 $\geq 60\text{GOPS}$ ，数字能效 $\geq 500\text{GOPS}/\text{W}$ ，神经解码延时 $\leq 20\text{ms}$ ，闭环响应时间 $\leq 80\text{ms}$ ，芯片面积 $\leq 40\text{mm}^2$ 。完成芯片在多通道无线脑机接口采集和刺激系统中集成和应用，完成系统基于颅骨介质的电磁安全性和生物安全性评估，进行 30 例自由运动动物行为学实验并成功能性和安全性验证，完成至少 1 例针对重大神经/精神疾病或运动功能障碍疾病的研究者发起的干

预性临床试验。完成 IC 芯片的科技成果转化，面向公开市场提供样品、测试和评估软硬件方案并销售。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.5:1。

## **6. 面向侵入式脑机接口的低功耗、高带宽、信能一体无线传输芯片**

研究内容：针对无线侵入式脑机接口系统中无线能量和数据传输效率低、集成度不高的问题，研究高能效无线能量传输、高能效无线数据传输、适用于植入式医疗器械的高集成度能量线圈和数据天线等技术，实现低功耗、高带宽、高集成度无线信能传输芯片和系统。研究低功耗高能效无线能量传输电路，研究低功耗短距高速无线数据收发电路技术。研制颅骨共形的能量线圈、数据天线和微型集成系统。建立基于人类颅骨和组织模型的电路系统安全性和有效性评估方法，利用非人灵长类动物验证 IC 芯片和系统的安全性和有效性，实现 IC 芯片的量产和销售。

考核指标：研制出 1 款集成无线能量接收和无线数据传输的 IC 芯片，研制出 1 套适用于侵入式脑机接口系统的无线信能一体传输系统：芯片正常工作下总功耗（输出至负载功率不计） $\leq 10\text{mW}$ ，芯片总面积 $\leq 3\text{mm} \times 3\text{mm}$ ，无线能量传输距离 $\geq 2\text{cm}$ ，无线能量接收最大功率（输出至负载功率） $\geq 50\text{mW}$ ，DC-DC 端对端

效率 $\geq 15\%$ ；无线数据传输有效距离 $\geq 2\text{cm}$ ，上行传输速率 $\geq 200\text{Mbps}$ ，下行传输速率 $\geq 20\text{Mbps}$ ，误码率 $\leq 10^{-6}$ ；完成 IC 芯片、能量线圈以及天线的系统集成，完成集成系统的功能演示，集成系统体积 $\leq 1\text{cm}^3$ 。完成芯片在多通道无线脑机接口采集和刺激系统中集成和应用，完成系统基于颅骨介质的电磁安全性和生物安全性评估，进行 30 例自由运动动物行为学实验并完成功能性和安全性验证，完成 IC 芯片的科技成果转化，面向公开市场提供样品、测试和评估软硬件方案并销售。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.5:1。

## **7. 用于侵入式脑机接口的医用级微型电池技术研究**

研究内容：针对侵入式脑机接口植入后供电时间不足的技术瓶颈，研究高能量密度固态锂电池和长循环寿命快充型钠离子电池，系统开展高能量密度电极材料及固态电解质体系研究，构建异型电极及界面修饰体系，提升单位体积能量密度与比能量密度，实现结构 - 能量 - 界面一体化设计。在模拟  $37^\circ\text{C}$ 、高湿、多酶等体液仿生环境下，评估微电池在复杂生理条件下的界面稳定性与长期抗腐蚀性能。研制新型柔性生物包覆材料，实现微电池系统与组织的高相容整合。构建植入状态下的实时监测与安全保护系统，开发泄漏电流控制机制与热失控预警技术。建立适用于脑机

接口应用场景的材料-功能-安全多维评估体系，围绕高能量密度电池的结构、生物相容性、电气安全等核心性能，制定植入电池的材料规范与安全性技术标准和安全边界，为高安全标准化技术体系提供样本依据。研制锂基与钠基微型电池原型器件，并在非人灵长类模型中完成植入实验并进行系统观察，评估其在在体状态下的供能稳定性、生物安全性及对神经功能影响，完成临床前安全验证。

考核指标：构建高能量密度与稳定性兼备的微型固态锂电池体系，扣除封装材料后能量密度 $\geq 800$  Wh/L，比能量 $\geq 400$  Wh/kg，循环 $\geq 600$ 次；构建长寿命、高安全型钠离子电池体系，能量密度 $\geq 250$  Wh/L，比能量 $\geq 150$  Wh/kg，循环 $\geq 5000$ 次，在额定充电电压与0V深度放电条件下，可稳定循环 $\geq 500$ 次。在典型侵入式脑机接口工作负载条件下，明确电池等效连续植入使用年限指标，满足不少于5年的长期安全供电需求。建立电池仿生环境下长期运行的界面稳定性与生物相容性技术体系，在体环境 $\geq 5$ 年，完成ISO 10993全流程测试。开发微型植入电池实时监测与功率调控闭环系统，泄漏电流 $\leq 500$  nA，电池持续工作12小时，温度上升不超过 $2^{\circ}\text{C}$ 。具备完善的闭环控制与预警机制；实现对温度、内阻、剩余寿命等安全参数的检测；具备异常工况下 $\leq 50\text{ms}$ 的响应能力，并提供可验证的容错设计与失效安全策略；满足IEC 60601等植

入式医疗器械电气安全标准。构建系统化植入电池安全评估标准框架，形成完整标准体系，形成 $\geq 3$ 类可量化失效指标，建立可转化标准样本。完成 $\geq 30$ 例非人灵长类动物体内植入实验，单例观察周期 $\geq 18$ 个月，构建临床前稳定性验证体系。研制至少2代迭代微型电池原型，并完成对比评估。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于1.2:1。

## **8. 面向全植入式脑机接口的医用高密度馈通技术**

研究内容：完成高纯氧化铝陶瓷材料的配方开发，利用高纯超细、高活性的氧化铝原粉，获得致密的高纯氧化铝陶瓷材料。开展能与高纯氧化铝陶瓷共烧且匹配良好的铂基金属化浆料体系开发。融合多元陶瓷烧结与界面金属化工艺，强化陶瓷-金属界面结合强度，实现导体与基体的高气密性封装；制备高密度微细通孔、微细线条，实现高平整度烧结，最终研制出高密度馈通器件。开发馈通与脑机接口部件的集成工艺；开发高密度馈通与采集电路、电极联通工艺；设计冲击结构并通过冲击测试。对馈通开展针对长期植入医疗器械的理化检测，以及针对长期植入医疗器械的生物学评价试验，开展大动物颅内植入试验。

考核指标：研发基于国产陶瓷与贵金属材料的高密度平面馈通，并实现其与脑机接口整机的系统集成。采用国产陶瓷与国产

贵金属，经烧结后其强度 $\geq 600\text{MPa}$ ，氦质谱漏率 $\leq 1 \times 10^{-11}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ ；制备高密度平面馈通，单个生产批不低于 100 个，氦质谱漏率 $\leq 1 \times 10^{-9}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ ，通道密度 $\geq 1000$  通道/ $\text{cm}^2$ ，良品率 $\geq 90\%$ ，电极导通率 $\geq 99\%$ ，能承受 $\geq 2.5\text{J}$  的冲击的测试。测试验证高密度馈通器件通过长期医疗植入涉及的理化性能测试，满足 10 年的长期植入要求，通过化学五项/无菌/环氧乙烷残留检测；加速老化 10 年寿命后，氦质谱漏率 $\leq 1 \times 10^{-9}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ ，电极导通率 $\geq 90\%$ 。高密度馈通器件和系统集成主机通过长期医疗植入涉及的生物学评价试验和大动物试验，通过长期植入医疗器械的生物学评价试验（参照 GB/T 16886 系列），开展大动物颅内植入试验，无严重不良反应，长期植入后，氦质谱漏率 $\leq 1 \times 10^{-9}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ ，电极导通率 $\geq 90\%$ 。实现馈通技术在不少于 3 种高通量脑机接口系统产品中的应用，应用系统整体通过医疗器械型式检验。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 2:1。

### **9. 多脑区联合运动编码机制与长期稳定的运动解码方法研究**

研究内容：利用多脑区的皮质内电极，探究猕猴在运动任务中运动相关脑区的动态分工与信息交互，建立基于大量群体神经活动的跨脑区编码模型。基于多模态信号构建多层次神经计算模型，揭示从高层运动意图到低层肌肉控制的编码规律，提出编码

稳定性关键机制。长期监测神经非平稳性及其对解码表现的影响，识别非平稳性的关键特征和神经表征漂移模式，建立跨模态、可迁移、可泛化的长期稳定的解码算法。在非人灵长类动物上验证多种脑机接口实时控制的长期鲁棒性与稳定性，在临床患者上实现长期稳定的运动脑机交互。

考核指标：开展 $\geq 5$ 只非人灵长类动物的侵入式脑机接口运动解码研究，针对 $\geq 3$ 种运动任务（如伸手、拦截、序列运动等），形成 $\geq 3$ 个脑区的同步高通量神经数据集，每个脑区记录总神经元数 $\geq 10000$ ，单通道信噪比 $\geq 4.5$ ，总记录 $\geq 50000$ 神经元\*小时；基于上述数据，揭示 $\geq 2$ 个多脑区协同编码的神经机制；在 $\geq 5$ 只非人灵长类动物中，采集 $\geq 3$ 种运动任务下的高质量标准神经-肌肉-行为多模态数据，建立 $\geq 2$ 个神经-肌肉多层次编码模型；设计和验证 $\geq 2$ 个神经非平稳性监测方法，神经非平稳性监测方法的监测指标与解码性能相关性 $\geq 0.6$ ，离线验证 $\geq 2$ 种抗信号漂移的稳定解码算法，性能达到30天内运动轨迹解码准确率降幅 $\leq 10\%$ ；搭建侵入式运动脑机接口系统，在线验证解码算法的有效性和稳定性，完成研究者发起的干预性临床试验，实现 $\geq 2$ 例临床患者（如脊髓损伤患者）的长期（ $\geq 3$ 个月）实时在线运动控制，通过不少于2个脑区的多通道神经信号在 $\geq 3$ 种运动任务下实现稳定实时闭环控制，单

日内 $\geq 300$  试次且成功率 $\geq 90\%$ ，基于多脑区的解码模型比典型的单脑区（如 M1）解码模型性能提升 $\geq 5\%$ 。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

### 10. 非侵入式脑机接口解码大模型

研究内容：面向脑机接口的普适应用，研发非侵入式脑机接口解码大模型，构建脑电大模型驱动的完整技术生态，赋能多场景规模化落地。研发端侧轻量化脑机设备，实现脑信号与行为、环境等多模态信息的高效融合，为人与计算机/智能体的自然交互提供硬件基础。构建高性能、强泛化的脑信号解码基座大模型，突破跨硬件、跨任务、跨个体的脑信息精准解析难题，并实现开源共享。面向医疗康复、智慧教育等典型场景，研发场景优化的端侧专用脑机设备与定制算法模型，实现从端侧设备、云端大模型到场景应用的产品级开发和规模化应用，支持“设备-数据-模型-设备”一体化的数据飞轮演化机制，形成可持续的非侵入式脑机接口解码大模型技术生态。

考核指标：研发 $\geq 2$  款端侧轻量化脑机设备，实现脑信号与行为、环境等多模态信息的毫秒级高时间精度同步采集，确保用户日常 24 小时持续长时间佩戴的舒适性，实现在 0.01 ~ 70Hz 脑电频带内输入噪声 $\leq 1\mu\text{Vp-p}$  的高质量脑电采集，核心元器件国产化

率 $\geq 80\%$ ；基于典型主动和被动脑机接口任务范式，构建 $\geq 10$ 万人时的高质量、多模态（包含行为、环境等）非侵入式任务态脑信号规范数据集，其中基于自研设备自主采集的数据比例 $\geq 50\%$ ；构建高性能、强泛化的脑信号解码基座大模型，模型参数量 $\geq 10B$ ，在视听重建、情绪解码、运动意图识别等 $\geq 10$ 种典型下游任务中比当前最好的非大模型算法性能提升 $\geq 20\%$ ，在零样本条件下达到平均解码准确率 $\geq 70\%$ 的可应用基准，同时在用户使用中持续优化，实现达到同等优化性能所需个体化适配校准数据量需求降低 $90\%$ ，以及可通过量化压缩、知识蒸馏等技术可将模型压缩至端侧 $\leq 1B$ 参数以支撑实时解码且精度损失 $\leq 5\%$ ；面向医疗康复、智慧教育等 $\geq 2$ 个典型应用场景，获得二类医疗器械注册证 $2$ 项，实现每个场景 $\geq 10$ 万人次的规模化应用。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 $1.2:1$ 。

### **11. 触觉感知神经编码模态及微电极刺激输入方法研究**

研究内容：针对边缘、方向、运动等触觉感知要素的神经编码模态与微电极刺激模式问题，研究触觉感知的时空神经活动模式，基于单电极刺激研究刺激脉冲串的频率、幅度、脉宽、脉冲串持续时间及模式化时序结构对触觉感知神经活动、可检出阈值、强度分级与感知质量的影响，刻画参数-感知之间的定量编码关

系并明确安全工作区间，在此基础上，研究多电极协同刺激条件下感知场的空间叠加规律及其非线性特性，形成空间映射可控、反馈强度可调的稳定协同编码模型与刺激方法，从而实现多类边缘、方向、运动等人工触觉模态输入。构建触觉与运动整合的脑机接口集成系统，开展闭环交互的临床验证，解析运动神经信号，融合微电极刺激输入方法，实现自然化、多自由度的稳定控制。

考核指标：解析 $\geq 10$ 类触觉感知的编码模态（如压力、振动、边缘、运动方向、温度模拟等），并实现微电极刺激输入，主观感受空间映射误差 $\leq 3\text{mm}$ ，定位错误率 $\leq 6\%$ ，触觉强度分级 $\geq 15$ 档，连续工作寿命 $\geq 12$ 个月；完成基于微刺激的触觉感知与运动整合的闭环脑机接口集成系统，记录通道数 $\geq 128$ 个，刺激通道数 $\geq 128$ 个，支持8个电极同时独立刺激，单神经元级信号记录稳定性 $\geq 18$ 个月，在 $\geq 2$ 名脊髓损伤受试者中开展研究者发起的干预性临床试验，触觉运动整合的脑机接口抓握时物体区停留时间减少 $\geq 30\%$ ，假肢轨迹长度减少 $\geq 30\%$ 。获得三类医疗器械型式检验报告。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于1.2:1。

## **12. 基于颅骨改性的脑电信号增强技术及其临床应用**

研究内容：建立通过微创手段对颅骨物理结构进行改造的新技术，突破颅内神经信号传导通路的优化方法，构建颅内外高密

度脑电同步采集技术平台。探索面向神经信号的超低频计算电磁学仿真方法，构建颅骨改性虚拟电磁仿真模型及仿真软件，研制颅骨改性实物验证超低频电磁测试平台。从免疫应答、生物力学和信号传导等多个维度，研究颅骨改性对脑信号传导质量的影响，评估颅骨改性后脑信号传导稳定性和传递精度的优化效果，并进行大型哺乳类动物在体实验验证。构建基于颅骨改性技术的脑机接口系统，开展视、听、体等感觉实验范式研究，研究基于高密度脑电的高时空分辨率解码算法，实现高解析率脑机接口应用系统，并面向运动障碍患者的辅助通讯、功能康复、状态评估等典型功能开展临床研究。

考核指标：研制的基于颅骨改性的高密度脑电采集系统的通道数 $\geq 1024$ 个，电极密度 $\geq 8$ 通道/ $\text{cm}^2$ ；面向神经信号的超低频计算电磁学仿真方法的功率密度仿真与实测误差 $\leq 10$  dB；颅骨改性对脑信号传导质量的提升达到信噪比提升 $\geq 3$  dB，有效信号频带宽度提升 $\geq 30\%$ ；基于颅骨改性技术的在线脑机接口系统视觉诱发范式可编码指令数 $\geq 100$ 个，指令识别准确率 $\geq 90\%$ ，最高信息传输速率 $\geq 400$  bits/min；基于颅骨改性技术，研制 $\geq 2$ 套面向运动障碍患者的脑机接口康复辅助器具，开展 $\geq 20$ 例的研究者发起的干预性临床试验，形成相关技术的临床指南，获得至少1项二类医疗器械注册证或者1项三类医疗器械型式检验报告。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

### 13. 面向运动功能障碍康复的血管介入脑机接口研究

研究内容：利用微电子技术、材料科学、生物医学工程等交叉学科手段，开发多通道介入式脑电传感器，建立血管内电极设计制造与高精度信号采集技术体系。综合应用多模态影像分析（电子计算机断层扫描 CT、数字减影血管造影 DSA 等）等手段，通过动物试验监测评估，建立增量式神经影像数据库平台及介入式脑机接口安全性评估体系。通过在不同脑区植入传感器采集大量脑电数据，利用深度学习、迁移学习等算法，构建具有高泛化能力的介入式脑电解析大模型与个性化适配技术。面向非人灵长类动物，开展安全有效的长期植入介入式脑机接口实验，建立标准化动物实验流程与个体化脑电信号解析模型验证平台。基于前期动物实验验证成果，制定临床试验方案和监督标准，在特定疾病患者中开展小规模临床试验，建立人体介入式脑机接口安全性和有效性验证体系。

考核指标：介入式血管内电极通道数量 $\geq 16$ 个，电极最大外径 $\leq 0.8\text{mm}$ ，有效信号幅值检测范围 100-900 $\mu\text{V}$ ，采样频率 $\geq 200\text{Hz}$ ，信噪比 $\geq 30\text{dB}$ ，支架弯曲反作用力 $\leq 0.8\text{N}$ ，压缩恢复率 $\geq 92\%$ ，100 万次疲劳测试无断丝、无裂纹、无永久性变形，表面粗糙度

$\leq 0.05\mu\text{m}$ ，氦质谱检漏泄漏率 $\leq 1 \times 10^{-10} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。设计 $\geq 1$ 套多模态影像融合算法，可融合影像种类 $\geq 4$ 种，影像检测准确率 $\geq 85\%$ ，设计 $\geq 3$ 项安全评估指标，建立1套安全评估体系。开发 $\geq 3$ 种面向介入式脑电信号的信号识别解析算法，建立1套介入脑机大模型，信号分析频率范围5-100Hz，信号解码准确率 $\geq 80\%$ ，患者算法适配时间 $\leq 25\text{min}$ 。制定1套灵长类介入手术操作规范，介入脑机传感器植入成功率 $\geq 95\%$ ，灵长类成功案例数量 $\geq 5$ 例，介入脑机传感器体内安全使用时间 $\geq 2$ 年。介入式脑机接口核心部件（血管内电极）获得三类医疗器械型式检验报告 $\geq 1$ 项，缺血性脑卒中等运动功能障碍患者人体临床康复试验有效案例数量 $\geq 5$ 例，Fugl-Meyer 上肢评分（0-66分）提高10分，建立 $\geq 1$ 套完整临床应用规范，建立 $\geq 1$ 套介入脑机临床应用标准体系。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于3:1。

#### 14. 中枢/外周-脑机接口非肢体运动功能神经调控技术

研究内容：通过融合脑-脊髓-外周多层次神经信号与多模态生理信号联合记录和分析，在小鼠模型上实现皮层-脊髓-外周关键下行通路的调控效应验证；在临床受试者上解析皮层-脊髓-外周神经通路失衡对脊髓损伤血压异常、神经源性膀胱、肠及性功能紊乱等非肢体运动功能障碍的关键机制和调控靶点；研

究个性化功能障碍神经信号动态图谱，量化神经电信号生物特征演化规律及中枢 - 外周跨层级耦合特征；研究闭环神经信号解码与反馈优化控制模式的神经调控架构和个性化神经干预方案；研究非肢体运动功能的神经电信号指纹与功能障碍网络的评估模型；研究“皮层 - 脊髓 - 效应器”多靶点协同调控策略，实现从机制解析到临床干预的全链条创新，为脊髓损伤神经调控提供更加全面的个体化精准诊疗新方案。

考核指标：研发 $\geq 1024$ 通道皮层记录与刺激器件， $\geq 64$ 通道脊髓记录与刺激器件，在小鼠模型上实现 $\geq 4$ 条皮层 - 脊髓 - 外周关键下行通路的调控效应验证，平均调控响应成功率 $\geq 85\%$ ；构建皮层活动对脊髓神经输出及非肢体靶器官神经响应映射关系图谱；刺激关键节点后，立位收缩压平均升高 20-30mmHg，舒张压平均升高 10-20mmHg，晕厥发作频率减少至 $< 3$ 次/年，缓泻剂依赖程度下降，排便效率指数（BEI）提升 $\geq 200\%$ ，在膀胱充盈状态下，刺激引起排尿的成功率提升，最大膀胱容量（MCC）增加 $\geq 50\%$ ，漏尿点压力（DLPP） $< 40\text{cmH}_2\text{O}$ ；提升勃起硬度评分（IIEF-5），IIEF-5 $\geq 4$ 分，最终达到 $\geq 18$ 分，在线神经信号解码延迟 $\leq 100$ 毫秒，识别准确率 $\geq 85\%$ ，刺激参数优化耗时 $\leq 1$ 分钟/次；开展 $\geq 10$ 例研究者发起的干预性临床试验。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 2:1。

## 15. 病理意识障碍检测与脑机接口调控促醒技术与系统研发

研究内容：针对不同病理意识状态及意识障碍患者神经机制不清与有效促醒技术缺乏的关键难题，构建集意识状态评估、神经电信号监测与闭环调控于一体的脑机接口促醒技术体系。基于大样本临床真实数据，建立符合我国患者人群特征的意识状态评估及意识障碍诊断分级标准与评估指标体系。通过机制转化研究，研发涵盖宏观、介观及微观层级的多尺度脑意识状态脑功能检测手段，实现意识水平多维度的评估。构建覆盖意识障碍全病程的脑功能信号采集与调控平台，开展多中心前瞻性临床试验，系统验证其在意识恢复中的有效性、安全性与可推广性，为我国意识障碍患者提供全流程智能化干预解决方案。

考核指标：建立病理意识障碍脑机接口评估及促醒方法，包括：1 项集意识状态评估、神经电信号监测与闭环调控于一体的脑机接口促醒技术；1 套具备状态识别—自适应反馈—神经刺激功能的闭环脑机接口系统，意识状态识别准确率 $\geq 85\%$ ，反馈—闭环调控总体延时 $\leq 200\text{ms}$ 。明确 4-6 种与不同意识水平对应的脑网络调控靶点及其促醒响应特征；研发 3-5 种个体化意识状态调节与促醒调控策略；至少在 2 种动物模型和 1 类临床患者中完成可行性验证；建立 1 套意识障碍诊断分级标准与评估指标体系。建

立基于脑机接口调控促醒创新理论技术的促醒平台，依托该平台开展覆盖 $\geq 8$ 个省市的多中心临床研究；对无创及有创 5 种以上不同脑机接口调控促醒手段开展有效性及安全性的随机对照验证，累计入组意识障碍患者 $\geq 50$ 例，不良事件发生率 $\leq 5\%$ 。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.3:1。

## 16. 汉语言脑机接口及临床应用研究

研究内容：针对汉语言的准确、稳定神经解码问题，设计从拼音级、语素级、词汇级等小粒度到句子级、段落级等大粒度的语言任务范式，开展从限定词集到开放词集的多层级编解码实验，采集被试者的大脑神经信号数据（SEEG、ECoG、Spikes 等），构建汉语言加工相关的多模态神经活动数据集。构建汉语言不同颗粒度的神经信息表征几何模型与刻画方法，解析汉语言加工在语言相关脑区的神经编码机制及相关神经元活动特性。研究汉语言解码的新模型与新方法，解决汉语言与语音的神经解码与重构的准确性、稳定性和泛化性的难题。面向特殊需求患者，构建低时延、高解码率、跨个体泛化性好的汉语言脑机接口系统，开展侵入式汉语言脑机接口临床验证，建立面向长期植入的汉语言神经编解码效能评估体系。

考核指标：构建面向科研人员公开的汉语言脑机接口相关的多模态神经活动数据集，涵盖 SEEG、ECoG、Spikes 等侵入式神经信号，完成解码算法训练可用的精准标注，数据集需包括因外伤、卒中或肌萎缩侧索硬化（ALS）等致构音障碍患者被试 $\geq 10$ 人，每人平均 $\geq 50$ 小时的任务态神经信号记录；构建高性能的汉语言解码算法 $\geq 3$ 种，在 500 个句子（涵盖 $\geq 500$ 个不同词语或 $\geq 2000$ 个汉字）的汉语言解码性能达到汉语音素（声母、韵母、声调）准确率 $\geq 90\%$ 、字准确率 $\geq 90\%$ 、句子准确率 $\geq 70\%$ ；建立汉语言实时在线解码方法，开放词集单字正确率 $\geq 85\%$ ，实时解码速度 $\geq 100$ 字/分钟，解码时延（从语言意图产生到解码结果输出） $\leq 100\text{ms}$ 。构建可迁移泛化的解码算法（预训练通用汉语言解码模型），与个人特定解码模型相比，可迁移泛化汉语言解码算法的跨个体迁移（零样本微调）解码准确率损失 $\leq 20\%$ ，在 $\leq 30$ 分钟任务态适配后（小样本微调）解码准确率损失 $\leq 10\%$ ；在 $\geq 5$ 例构音障碍患者上开展长期（1年以上）侵入式汉语言脑机接口研究者发起的干预性临床试验。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.3:1。

## 17. 基于神经肌电信号的高自由度智能灵巧手控制神经接口系统

研究内容：面向截肢患者，开发用于控制智能灵巧手的神经接口系统。利用人工智能技术，结合神经电和肌电信号解析以及动态结构信息分析等方式，研究高自由度灵巧手的控制算法，实现高自由度灵巧手的精准操控。通过优化信号处理流程与模型结构，提高算法的动作识别准确率，降低系统端到端响应延迟。通过算法模型的设计与优化，使系统具备对不同握力等级的识别能力，从而实现更自然与精细的意图操控。在非侵入式条件下，研究肢体运动控制与触觉感知反馈的外周-中枢神经环路机制，阐明手指精细运动与力量控制过程中神经电-肌电的耦合关系。设计多个感知反馈方式，如温度、振动、压力、电刺激等。探索不同反馈方式下不同模式的脑感知机制。完成原型机的设计与制造，招募截肢患者开展装配与功能测试。

考核指标：研发神经-肌肉电信号与结构信息融合的柔性一体化传感和高通量采集方法，构建柔性可拉伸电极阵列，空间分辨率达到 2mm，拉伸率 $\geq 100\%$ ；基于神经电-肌电解析，实现对灵巧手的高自由度操控，控制自由度 $\geq 18$ 个；实现至少 4 类动态动作（如抓握、展拳、屈腕、伸腕等）的自动识别，识别准确率 $\geq 95\%$ ；系统端到端响应延迟 $\leq 200\text{ms}$ ；揭示 $\geq 2$ 种手指运动模式及

不同握力水平下的神经电-肌电耦合关系；揭示 $\geq 2$ 种触觉反馈方式（温度/电刺激/压力/震动等）及每种反馈方式下 $\geq 2$ 种触觉反馈模式（温度/频率/脉宽等）对应的脑感知机制；在具备感知反馈的条件下，系统操作的平均准确率或成功率相比无反馈条件提升 $\geq 20\%$ ；取得权威机构的康复辅具认定，并完成 $\geq 30$ 例截肢患者的系统装配与测试。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.5:1。

### **18. 基于脑磁的脑机接口技术及装置**

研究内容：聚焦高灵敏、高时空分辨率、高生态效度的新型无液氦脑磁检测装置与脑磁信号和多模态信号的实时解码算法，研制轻量化、高密度、可穿戴、无需低温冷却的脑磁检测装置，实现毫秒级脑磁信号感知与全脑多脑区信息整合。在此基础上，构建基于脑磁特征的神经状态识别模型及脑磁与脑电、核磁等信号的关联模型，融合多源神经信号，实现行为意图的实时解码，建立“感知-解码-反馈”的实时闭环控制系统，提升脑机交互效率与自然度。完成无液氦脑磁脑机接口原型系统关键模块测试、系统集成与功能验证，开展从健康人群到神经系统疾病患者（如运动障碍、癫痫等）的临床验证，实现运动功能辅助与神经康复的可行性验证。

考核指标：研制高灵敏、高时空分辨率、高密度、可穿戴的无液氦非低温脑磁检测装置，脑磁探测器支持双轴或三轴矢量探测，灵敏度优于  $10 \text{ fT}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，横截面积不大于  $1.5\text{cm}^2$ ，体积不大于  $4\text{cm}^3$ ，带宽不低于  $200\text{Hz}$ ，全带宽内准确度优于  $\pm 2\%$ ；研制轻量化信号采集与控制单元，单个脑磁探测器控制单元尺寸不大于  $20\times 30\text{mm}^2$ ，具备无线传输功能模块；单个脑磁检测装置可排布最高探头数  $\geq 160$  个，空间分辨率优于  $2\text{mm}$ ，实现单人卧式检测及不少于 2 人可穿戴可运动的自然交互同步采集，多人采集时间同步误差不大于  $1\text{ms}$ ；卧室检测装置磁场屏蔽系统剩磁不大于  $1\text{nT}$ 、可穿戴可运动检测装置磁场屏蔽系统可活动范围不低于  $1\times 1\times 1\text{m}^3$ ；可实现脑磁信号与脑电、功能超声等多模态信号同步采集。形成  $\geq 3$  项关键核心部件的国产化工艺路线并完成工程验收。构建多源、多模态脑磁特征驱动的神经状态精细解码与闭环反馈模型，识别  $\geq 3$  种精细动作神经活动，分类准确率  $\geq 85\%$ ，通过脑磁脑机接口驱动功能性电/磁刺激实现精细动作康复训练，响应延迟  $< 200\text{ms}$ 。实现脑磁脑机接口的功能验证，实现  $> 50$  例健康受试者， $> 20$  例患者的可行性研究，覆盖至少 2 家三甲医院；获批二类医疗器械注册证  $\geq 3$  项。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 2:1。

## 19. 面向截瘫康复的多模态闭环调控无创脑机接口关键技术研究

研究内容：整合脑电图（EEG）、功能性近红外光谱（fNIRS）与肌电图（EMG）等多源生理信号，同步采集康复设备动力学数据，构建多模态信息融合框架，研究多模态神经信号的融合与解码方法，攻克信号干扰抑制与校正的关键技术，开发面向截瘫患者的连续运动意图实时解码算法。研制用于截瘫患者下肢运动功能恢复的外骨骼系统，包括单侧 5 自由度、双侧 10 自由度的自平衡下肢外骨骼和集成式腰部支撑外骨骼，围绕外骨骼刚-柔-软人机相容仿生结构与个性化适配、力传递优化及人-机-环境协同机制开展研究，构建“大脑-脊髓-肢体”全通路一体化的“感知-决策-刺激-执行”闭环调控系统平台。针对不同截瘫等级、不同康复阶段患者的下肢功能差异，研究基于闭环 BCI 系统的多自由度外骨骼实时调控指令算法，实现连续实时助力、被动、阻力三模式自适应交互控制，构建反映神经可塑性水平的量化表征方法。结合 EEG/fNIRS 与 EMG 信号，研究外骨骼闭环干预过程中中枢神经活动变化对下肢肌肉活动的影响机制，构建“神经状态-助力参数-运动功能”之间的映射关系。设计基于闭环脑机接口系统的智能康复训练方案，开展面向截瘫患者下肢

运动功能恢复的临床试验，构建实验室和临床环境的人机协同效能评估体系。

考核指标：多模态通道数 $\geq 256$ 个，运动意图识别分类 $\geq 5$ 类，下肢运动意图离线识别准确率 $\geq 95\%$ ，下肢运动意图在线解码准确率 $\geq 92\%$ 。构建 BCI - EMG - 动力学多模态融合模型，与单模态 EEG 解码相比，抗干扰能力提升 $\geq 30\%$ ，实时融合计算延迟 $\leq 30\text{ms}$ 。开发 2 款以上外骨骼，膝关节助力力矩 $\geq 80\text{Nm}$ ，髋关节助力力矩 $\geq 100\text{Nm}$ ，腰部侧向助力力矩 $\geq 25\text{Nm}$ ，屈伸助力力矩 $\geq 40\text{Nm}$ ，髋关节矢状面 $-30^\circ$ 至 $+100^\circ$  ( $\pm 3^\circ$ )，横断面 $-20^\circ$ 至 $+20^\circ$  ( $\pm 3^\circ$ )，膝关节矢状面 $0^\circ$ 至 $105^\circ$  ( $\pm 3^\circ$ )。外骨骼系统延迟 $\leq 50\text{ms}$ ，路况识别精度 $\geq 95\%$ ，人机交互力感知误差 $\leq 0.5\text{N}$ ，支持主动发力检测和梯度辅助，辅助力占受试者输出力的比例 $\geq 50\%$ 。EEG-EMG-外骨骼传感对齐误差 $\leq 10\text{ms}$ ，fNIRS 与其余模态对齐误差 $\leq 200\text{ms}$ ，神经可塑性指标 $\geq 3$ 类，且神经可塑性指标训练前后至少 2 项有显著变化，步态对称性改善 $\geq 10\%$ ，步速/步态能力 $\geq 10\%$ ，能耗/代谢成本降低 $\geq 15\%$ 。完成 $\geq 3$ 套个性化闭环康复训练方案（早/中/后期），关键步态指标改善 $\geq 20\%$ ，获得型式检验报告 $\geq 1$ 份，获得医疗器械二类注册证 $\geq 1$ 项，人体试验验证成功案例 $\geq 20$ 例，建立康复干预临床应用规范。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 3:1。

## 20. 高封闭作业环境条件下的脑状态识别与认知调控系统研究

研究内容：针对海洋、地下等高封闭作业场景，突破可穿戴式及非接触式生理信号的稳定采集与抗干扰处理技术，构建分布式认知与情绪监测网络，实现作业人员异常状态的提前预警。围绕多模态生理心理信息采集、沉浸式认知心理诱发范式、多模异构数据融合及个体自适应建模等关键技术，实现认知与情绪异常状态的精确评估方法。突破大语言模型的认知行为干预、虚拟现实沉浸式干预、调控策略个性化匹配等关键技术，开发“认知重塑-情绪脱敏-行为训练”一体化干预方案。研发多模态物理因子神经调控技术，开展国产化增强现实视觉刺激器的设计与优化，开发“脑-生理-行为”多模态数据融合算法及个体化调控方案，完成诊疗系统软硬件集成。模拟远洋船舶、海洋平台、地下等典型封闭作业环境，构建系统集成验证平台，开展系统实测验证。要求申报团队至少具备远洋、地下或水下等密闭环境的模拟实验舱。

考核指标：可穿戴式及非接触式采集种类 $\geq 3$ 种，非接触式传感器测量点位 $\geq 10$ 个，支持工作周期 $\geq 7$ 天以上的监测任务，可支持分布式监测对象 $\geq 100$ 人，二分类认知与情绪异常状态预警精度

≥80%。生理心理信息采集模态≥5种，可识别心理状态≥4类，心理状态筛查平均识别准确率≥90%，跨受试者平均准确率≥80%，输出结果与专家诊断结果的一致性≥0.7。认知行为干预方案≥3种，融合虚拟现实/混合现实沉浸式干预场景≥20条，轻度心理问题受试者（症状自评量表总分<160分且社会功能未受明显影响）干预有效率≥70%，结合抑郁自评量表、焦虑自评量表得分差值≥3分，采集例数≥100。物理神经调控模态≥4种，个性化调控方案≥3种，认知与情绪异常状态调控有效率≥80%，靶向调控后匹兹堡睡眠质量指数量表评分减低超50%达标率≥70%。典型应用场景≥2个，试验模拟任务环境特征要素≥3个，单次试验验证周期≥15天，试验人数≥12人，系统在模拟作业环境下操控任务完成率≥90%，生理信号采集系统通过医疗器械电磁兼容性检测和安规检测，获得型式检验报告≥1份，获得医疗器械二类注册证≥1项。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于3:1。

## 二、类脑与认知技术方向

### 21. 面向类脑通用智能的高性能超节点集群系统

研究内容：现有类脑计算架构未能充分体现生物大脑的结构特征，在规模扩展与通用计算能力方面存在瓶颈。借鉴大脑认知机理和结构特征，研究类脑系统集成新架构，构建多元算力高效

协同的类脑计算体系。研究可编程、算力可扩展的三维集成通用类脑智能芯片（Brain-inspired Processing Unit, BPU）技术，通过架构创新降低对先进制程的依赖，基于成熟工艺实现或超越先进制程 GPU 芯片的处理能力，使芯片上单位面积电子突触规模较当前国际最优类脑计算芯片水平大幅提升。构建以 BPU 为核心、CPU/GPU 为辅助的多元算力协同的通用“类脑超节点”集群，重点突破万亿参数级模型处理的低时延多元算力组网、异构算力协同调度和高速信息存储交换等技术，系统可高效处理人类大脑皮层量级的脑模拟；研制支撑万亿参数级脑仿真和大模型任务部署的高性能编译调度软件栈，支持任意神经网络模型在多元类脑算力体系上的训练和推理计算。研究万亿参数级模型在类脑超节点系统的应用示范，实现人类大脑皮层量级的脑模拟仿真计算、万亿参数级通用大模型和类脑图谱大模型等不同类脑超级计算应用的部署验证。

考核指标：构建以 BPU 为核心、CPU/GPU 为辅助的多元算力协同的通用“类脑超节点”集群，BPU 具备替代 GPU 的通用计算能力，实现 BPU 算力占集群算力比例超过 85%，支撑人类大脑皮层神经元与突触规模（ $\geq 200$  亿 LIF（Leaky Integrate and Fire）神经元和 10 万亿神经突触）的高保真（FP32 位浮点精度）脑仿真任务处理，系统处理能耗相比 GPU 系统降低 10 倍以上，脉冲

神经元处理能效优于 1.9 亿 LIF 神经元/KW。BPU 基于成熟芯片制程工艺（14nm 及以上）研制，能力达到或超越先进制程（7nm 及以下）GPU 的处理能力，其 FP32 精度下片上仿生单元密度达到 1 万 LIF 神经元/mm<sup>2</sup> 和 750 万神经突触/mm<sup>2</sup> 以上，实现单位面积电子突触规模相对当前国际最优水平类脑计算芯片提升≥100 倍；基于 BPU 构建的系统脑仿真速度达到≥400 万亿 LIF 神经元/秒，系统通用峰值计算性能达到≥150P 操作/秒（FP8 精度），支持任意神经网络训练和推理，且万亿参数以上通用大语言模型推理速度达到 8000tokens/秒以上。通用“类脑超节点”集群需提供多元算力协同的统一编译调度工具，支持 BPU/CPU/GPU 的跨节点、跨算力任务调度和计算编排。完成≥3 项万亿参数级应用示范，涵盖脑仿真、类脑图谱大模型、类脑通用大模型等方向，并通过统一编译调度工具，实现对≥3 种多元算力资源的协同执行。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.5:1。本指南方向采用事前立项事后补助方式支持。

## 22. 类脑智能光计算通用学习芯片研究

研究内容：现有光计算依赖固定物理映射实现专用任务的计算加速，受制于规模重构的固有瓶颈，难以扩展至面向大规模通用学习的计算场景。为解决这一挑战，研究类脑智能光计算通用

学习理论，借鉴大脑神经可塑性、注意力等机制，探索面向复杂任务需求的类脑学习模型与通用物理学习范式。研究基于光子平台的类突触物理演化策略与动态更新机制，构建具备高效可重构性与误差抑制能力的光计算通用物理学习架构，突破传统训练在速度与精度上的瓶颈，支撑智能系统在动态环境中的在线适应与持续进化。基于类脑光计算通用物理学习理论与架构，设计脑启发的神经形态片上光计算基本单元，形成面向通用物理学习的片上光学基础算子体系，借鉴多脑区连接与协同机制，构建大规模可重构的片上集成计算架构，研制面向多模态、多任务的类脑智能光计算通用物理学习芯片。借鉴脑区功能分化与分层组织等特性，研究高吞吐、低延迟的通用物理学习芯片集群系统架构，支撑复杂环境下光神经网络的高效学习与更新。面向真实应用场景，搭建基于类脑智能光计算通用物理学习芯片的应用验证平台，实现复杂智能任务在芯片上的敏捷开发与灵活部署，支持多种模型的高效推理与精准训练。围绕端侧智能、大模型等典型应用场景，开展多模态、多任务应用验证，评估芯片在复杂环境下的泛化能力与系统稳定性。

考核指标：建立具备严格数学定义类脑智能光计算通用学习理论框架，系统揭示其物理计算能力边界，并在类脑视觉感知、时序处理、类脑决策强化学习等 $\geq 3$ 类典型智能任务中进行验证；

研制类脑智能光计算通用物理学习芯片系统，支持等效光神经网络的物理突触权重参数量 $\geq 1$  亿，实现 INT8 精度下芯片算力 $\geq 10000$  TOPS，芯片系统级能效 $\geq 200$  TOPS/W；实现 1 亿参数量物理计算模型的训练时，算力、速度、能效相较国际上领先的 GPU（如 NVIDIA A100 等）提升 10 倍；完成 $\geq 2$  个典型应用场景的部署与验证：在端侧智能场景中，于无人系统上部署类脑智能光计算芯片，开展端到端类脑视觉智能理解任务，实现端侧物理神经网络计算时延不高于 0.5 毫秒；在基础大模型应用场景中，基于类脑智能光计算芯片完成不少于 1 亿参数规模的 GPT-2 模型的应用部署，实现推理吞吐率不低于 10 万 tokens/s。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.3:1。

### **23. 面向大语言模型推理的类脑计算芯片研究**

研究内容：面向大语言模型发展对硬件算力、能效与可扩展性的迫切需求，聚焦基于非易失存储器的脑启发式多核存算一体架构，研制高性能大语言模型推理类脑芯片。针对多核协同计算需求，探索高效、低延迟的核间互联与通信机制，研究模型参数映射与动态可塑的计算数据流调节方法，构建高扩展性类脑计算芯片架构。针对大语言模型推理中涉及的大规模线性特征提取、自注意力、状态空间模型等核心算子，设计兼顾算子特征与数据

流模式差异的异构存算一体计算核，实现对大语言模型关键推理算子的支撑。依托多核存算一体芯片架构，基于自主可控 CMOS 产线，研制新型类脑存算一体器件与阵列，实现非易失与易失存算介质的单片集成。构建面向大规模类脑存算一体架构的编译工具链，通过 RISC-V 指令集实现对存算一体芯片各类操作的动态调控，完成专用加速场景下大语言模型推理任务在类脑存算一体芯片中的高效部署与计算。

考核指标：研制面向大语言模型推理的存算一体类脑芯片，计算核数量不少于 16 个，基于非易失存储器的存算系统容量达到 Gb 量级，突破现有新型非易失存储器 Mb 级存储规模；在 8bit 精度下，实现峰值算力 $\geq 100$ TOPS，支持 7B 参数模型 $\geq 100$ tokens/s 的推理性能。构建至少两种存储介质的异构存算一体计算核，集成至少两种存储介质以适配大语言模型推理中不同类型算子，实现 $\geq 800$ GB/s 的突触处理带宽，突破传统 DDR 存储体系百 GB/s 以下的存储墙瓶颈；支持事件驱动的 4bit/8bit 混合精度调节，以及 $\geq 3$ 种大语言模型推理算子，在典型算子上相比同制程非存算一体架构实现能效提升 $\geq 15$ 倍，显著降低高性能芯片功耗。基于 28 纳米或更高制程的自主可控 CMOS 工艺，研制新型非易失存算一体器件与高密度突触阵列，阵列读取延迟 $\leq 40$ ns，阵列存储密度 $\geq 18$ Mb/mm<sup>2</sup>。构建面向存算一体架构的仿真与编译与工具链，通

过仿真工具实现存算计算核的计算延迟仿真，误差 $\leq 15\%$ ；基于 RISC-V 指令集支持不少于 2 类参数规模 $\geq 7B$  主流开源大模型的推理部署。面向大模型驱动的语义人机交互场景，完成 $\geq 2$  类典型应用示范：基于环境感知数据与交互历史，对包含任务意图精确解析、最优执行策略搜索与制定以及生成策略安全风险评估等复合任务，在不超 3 轮对话、上下文长度 $\geq 300$  词，实现方案生成准确率 $\geq 90\%$ ，平均首字输出延迟 $\leq 1$  秒。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.5:1。

#### **24. 超高速超高清超高动态类脑视觉芯片与算法研究**

研究内容：围绕类脑智能系统在复杂动态环境中对高速、高清晰、高动态视觉感知的迫切需求，重点突破类脑视觉感知芯片在成像速度、精度与动态范围难以兼顾的关键瓶颈。借鉴灵长类视网膜编码机理和视觉通路同时实现快速反应和高清感知的协同机制，研制超高速、超高清和超高动态类脑视觉芯片；研究构建具备类脑视觉特性的大规模视觉神经网络算法和计算范式，提升复杂动态场景下目标感知、理解与快速响应能力，实现复杂动态场景下亚毫秒级响应和高速目标实时检测、识别与跟踪；基于类脑视觉芯片，开展系统级集成与验证，在智能驾驶、无人系统、

高铁运营等不少于三个重大战略领域应用场景中，验证类脑视觉技术在高速运动、高动态光照等极端条件下的先进性与适用性。

考核指标：采用国内流片工艺研制高性能类脑视觉芯片，同时实现超高速（等效帧率 $\geq 10000\text{fps}$ ）、超高清（空间分辨率 $\geq 4\text{K}$ ）和超高动态范围（动态范围 $\geq 140\text{dB}$ ），并具备完整时空信息和多模式信息的实时输出能力，包括但不限于超高动态图像、超高清视频、超高速事件、感兴趣目标群、脉冲活动数据等；提出视觉通路对动态信息分离和编码理论，构建借鉴生物视觉双通路机理的神经网络模型和高效类脑视觉计算框架及算法体系。基于所研制芯片和主流车载计算平台，开发高性能类脑视觉系统，支持不少于 1000 层神经网络的有效训练和部署，实现端到端视觉感知延迟 $\leq 1\text{ms}$ ，在高速运动和高动态场景下目标检测准确率 $\geq 95\%$ ，目标分类种类 $\geq 30$ 类；在不少于 3 种重大战略应用场景完成系统先进性验证，包括但不限于以下典型场景：高速驾驶闪现目标亚毫秒预警（在时速 100 公里条件下，实现对突发目标的即时检测）、高速无人机视觉避障（在相对时速 150 公里条件下，实现对不少于 50 个空中目标组成的动态群组的连续穿越）、运营高铁安全监测（在时速 430 公里工况下完成安全视觉检测，在出入隧道光强突变情况下实现超高动态清晰成像）。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.3:1。

## 25. 面向具身智能的存算控一体类脑芯片研究

研究内容：围绕具身智能在未知动态复杂环境中对感知-决策-执行闭环实时性、能效与自主性的核心需求，研究面向具身智能的存算控一体类脑芯片研究；借鉴生物脑信息处理机制，构建生物不同脑区功能与芯粒异构集成的仿生映射模型，形成支撑多模态感知、记忆与决策协同的存算控一体化架构；研究具身智能算法在存算控一体类脑芯片上的高效编译策略，重点突破多模态信息融合处理方法和端到端视觉-语言-动作算法在类脑芯片上的部署策略，支持位置感知、地图构建、行为决策、运动控制等核心功能高效运行；完成具身智能存算控一体类脑芯片的设计、流片、芯粒集成与测试验证，实现感知-决策-执行闭环在芯片上的高能效、低延时运行；研发存算控一体类脑芯片软件，支持算法向芯片的高效部署、在线运行与调试能力，在有限资源约束下提升多任务处理实时性。基于该芯片构建具身智能计算系统，使其在未知动态复杂环境中具备自主性、适应性与可靠性，在陪护、巡检、灵巧手操纵等典型具身智能任务场景完成示范验证。

考核指标：研发面向具身智能的存算控一体类脑芯片，具备异步并行处理及片上学习能力，实现通用计算核、存储单元与存算一体芯粒的异构集成；芯片集成亿级电子突触和百万级神经元，

支持亿级参数规模类脑具身智能算法部署；类脑芯片在典型工作负载下，实测算力在 INT8 精度下不低于 128TOPS，能效达到 10TOP/W，芯片支持视觉等不少于 3 种多模态融合计算任务；位置感知和地图构建的定位平移误差 $\leq 1\%$ ，定位帧率 $\geq 60\text{FPS}$ （帧每秒），功耗 $\leq 100\text{mW}$ ；行为决策与运动控制的指令生成频率 $\geq 100\text{Hz}$ ；感知-决策-动作闭环的整体响应延迟 $\leq 100\text{ms}$ ，功耗延迟积相较 4nm GPU 提升一个数量级；开发存算控一体化类脑芯片工具链，支持多任务算法开发，提供软件仿真器、芯片编译器以及硬件模型部署与调试等功能；在轮式、四足、人形机器人、协作机械臂等不少于 4 种形态的具身机器人平台上实现集成样机并进行应用部署，在智能抓取、自主巡检、自动装配等不少于 3 类对感知-决策-执行闭环具备高实时性约束的具身智能场景完成示范验证。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.5:1。

## 26. 微小型类脑机器人研究

研究内容：面向空间狭小、地形复杂的受限场景应用，针对机器人体积微型化与决策智能化之间相互制约问题，借鉴大脑感知、认知与控制等神经机制，突破高能效感知、实时自主决策及环境自适应等关键技术，研制多模态、无缆微小型类脑机器人及

集群，实现端侧资源受限条件下的类脑导航、运动控制、协同通信以及原位检测能力。开展变构型多模态类脑机器人设计，研制微小型、低功耗类脑感知计算模块，构建自适应类脑运动控制、高鲁棒性类脑导航模型以及轻量化微小目标类脑检测模型；探索借鉴类脑机制的集群自组织机理，研制低通信、低计算开销的类脑机器人集群，构建高效、鲁棒的集群协同机制；搭建典型受限空间环境应用验证平台，评估微小型类脑机器人及其集群的综合性能，并在实际作业环境中开展应用验证。

考核指标：研制多模态、无缆微小型类脑机器人，集成类脑感知计算芯片等核心部件，单体体积 $\leq 2 \times 10^{-3} \text{m}^3$ ；研制类脑感知计算模块，支持类脑控制、导航、检测等不少于3种任务的并行处理，相比当前类脑感算模块计算功耗降低50%以上（ $\leq 8\text{W}$ ）、模型计算速度提升 $\geq 10$ 倍、端到端延时 $\leq 50\text{ms}$ ；构建类脑运动控制模型，实现攀爬、吸附、越障等 $\geq 3$ 种运动模态的自适应控制；构建类脑导航模型，在特征稀疏、低照度等复杂受限空间，实现跨场景、无碰撞自主导航，成功率 $\geq 80\%$ ；构建类脑检测模型，实现对裂纹、孔洞、异物等 $\geq 3$ 类典型缺陷的毫米级精度检测，准确率 $\geq 90\%$ ；构建 $\geq 20$ 台微小型类脑机器人集群，在网络丢包率 $\geq 50\%$ 的弱通信环境下，实现集群环境覆盖率 $\geq 90\%$ ；构建应用验证平台及评估体系，覆盖但不限于复杂工业管道、燃气轮机关键部位等不

少于 3 类空间受限场景，并在实际作业环境中开展微小型类脑机器人集群协作应用验证。核心元器件鼓励采用国产化和自主研制方案。关键指标达到结题阶段的最优水平。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

## **27. 神经拟态类脑计算机操作系统研究**

研究内容：构建面向超大规模神经拟态类脑计算机的操作系统，设计基于脉冲事件驱动、支持超大规模神经元并行计算的弹性操作系统架构及内核。针对神经拟态类脑计算机硬件结构复杂、神经拟态资源规模巨大的特点，研究神经拟态类脑计算硬件的统一建模与抽象方法，探索软硬件解耦及资源虚拟化机制，形成规范化、可扩展的运行接口体系；针对神经拟态资源管理和任务动态运行需求，研究神经拟态计算机中神经元计算核心、突触存储、脉冲通信等关键资源的任务动态分配与调度管理机制，研究类脑操作系统在高并发环境下的神经拟态任务负载分配与均衡策略，建立任务生命周期管理与资源回收机制；研究神经拟态计算机中层次化的低延迟通信技术，面向超大规模神经拟态系统的通信需求，研究基于神经拟态计算机特性的可靠路由方法与信息传递机制，构建操作系统内核脉冲通信架构；研究基于神经拟态硬件的类脑算子模型与架构设计，建立类脑计算范式下的神经拟态

算子适配方法与协同机制；研究新型类脑操作系统交互界面与开发支持环境，开展脑模拟、脉冲类脑大模型等典型应用在神经拟态类脑计算机操作系统上的运行与优化。

考核指标：研制神经拟态类脑操作系统，支持不少于两种不同架构的神经拟态计算硬件，并在至少一种由千颗级专用神经拟态芯片构建、规模 $\geq$ 百亿级神经拟态神经元的类脑计算机硬件平台上完成运行验证；类脑操作系统支持 5 种以上神经拟态任务的动态部署方法，支持 $\geq 1000$  个任务并发运行，任务运行优先级计算的平均时间 $\leq 1$  毫秒；在亿级神经元规模的神经拟态硬件条件下，类脑操作系统从冷启动到可部署就绪状态的启动时延，其 95 分位值（P95） $\leq 10$  秒；类脑操作系统内核脉冲 I/O 子系统的有效事件处理带宽 $\geq 50M$  脉冲/秒；当神经拟态任务规模扩展时，类脑操作系统实现的资源映射算法，其时间复杂度上界（以参与映射的物理计算核心数量  $n$  为规模变量） $\leq O(n \log n)$ ；形成神经拟态类脑算子群，支持 70B 脉冲类脑大模型在神经拟态计算机硬件上运行；支持 $\geq 5$  种典型类脑应用的运行，至少在一个国家主要应用系统中进行应用验证；形成神经拟态类脑操作系统相关的国家或国际标准规范文件 $\geq 2$  项。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

## 28. 元认知神经机制及类脑模型研究

研究内容：建立新型动态高维行为范式，阐明主观置信度、认知不确定性、二阶判断、元记忆与元学习等元认知功能在感知、学习、记忆、规划、决策中的监测调控机理；结合猕猴与人类，儿童、成人与老年人比较研究，利用高通量神经记录技术，揭示前额叶、后顶叶等关键脑区生成与动态更新元认知信号的神经机制以及自我模型构建的计算原理，并构建融合元认知的大脑认知理论模型。在此基础上，通过侵入式与非侵入性闭环神经调控技术，实现对元认知过程的因果解析与行为层面的精准干预；进而，通过整合元认知脑机制，构建融合高阶逻辑与贝叶斯推断的神经-符号计算框架；最终建立具备感知-推理双向闭环的类脑智能体，通过元认知实现知识自主演进与修正，提升类脑模型在开放环境下的鲁棒性、可控性与可解释性。

考核指标：建立针对 3-5 种元认知功能的新行为范式，阐明元认知监控的核心功能特性；系统比较猕猴、成人、儿童及老年群体的元认知能力，定量揭示元认知进化与发展规律；针对全脑 3-5 个重要脑区节点、同时记录 1000 个以上神经元的活动并进行因果操纵，揭示元认知监测与控制的核心神经编码机制。构建元认知计算模型，相比当前公开的最优基准模型，其对行为、神经活动等实验数据的拟合与预测能力提升 20% 以上。开发不少于

2 种针对元认知的行为训练技术或神经调控技术，进行临床验证，使元认知准确性（如信心校准度）较对照组/基线提升 10%以上。建立基于概率图模型或神经符号系统的元认知计算范式，在动态开放环境下，相比当前公开的最优基准模型，提高多任务学习效率 20%以上；结合元认知机制的类脑 AI 模型输出的预期校准误差（ECE）降低 15%以上。实现结合元认知机制的类脑 AI 智能体，相比当前公开的最优基准模型，在形式化逻辑验证集（如 Foil 等）上的准确率提升 10%以上，在长程任务上实现平均推理链条长度  $\geq 20$  步、知识约束违反率  $\leq 5\%$ 。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

## **29. 基于脑科学启发的机器意识测量评估研究**

研究内容：建立适用于非人灵长类、人类及人工智能体的意识研究行为范式，考察意识在注意、工作记忆、情景记忆、心智模型、元认知等关键认知过程中的表现形式和基本作用，系统揭示意识的核心功能；结合多模态神经记录，在单细胞、神经群体、神经动力学、多脑区协同等多个层次，解析意识核心功能发生作用的脑时空神经机制；建立基于生物神经动力学原理的数学模型，阐明意识核心功能的神经网络实现机制；建立人工智能的符号加工计算模型，揭示意识核心功能的计算原理；在此基础上，构建

与人脑意识功能对齐的、具有高可解释性的人工智能系统意识功能多维评估指标体系。

考核指标：发展 3-5 种适用于非人灵长类、人类及人工智能体的意识功能检测行为范式，覆盖注意、工作记忆、情景记忆、心智模型、元认知中至少 3 个关键认知过程，范式重测信度不低于 0.6；通过脑成像实验（包括 fMRI、MEG、EEG，不少于 800 人次）和人脑颅内 SEEG 技术，记录和意识功能相关的多个（ $\geq 5$ ）大脑皮层和皮层下脑区神经活动，采用多通道电极同时记录猕猴  $\geq 3$  个脑区的单细胞、多细胞动作电位和局部场电位，在单细胞、神经群体、神经动力学、多脑区协同等多个层次，揭示不少于 3 项的意识核心功能及其神经机制；构建 3-5 个基于神经动力学的网络数学模型，阐明意识在注意、工作记忆、情景记忆、心智模型、元认知中至少三项认知过程的作用机制，相比于当前公开的最优基准模型，其对行为和神经等实验数据的拟合与预测能力提高 10%；构建 1 个融合神经-符号系统的多模态计算模型，实现不少于 3 项意识核心功能的计算表征，相较于当前公开的最优基准模型，其与人类行为和神经机制的对齐提高 15%；构建整合不少于 3 个范式和不少于 3 项意识核心功能的意识功能指数(CFI)，建立意识核心功能及其表征和计算层面的人机对齐量化框架；在此基础上，建立一套对标人脑意识、高可解释的多维评测指标体系，

对 $\geq 3$ 个意识的核心功能进行检测，在不少于 20 个不同类型智能体（包括大语言模型、具身机器人、多智能体系统等）上完成测试验证，测试稳定率不低于 85%；形成一份可推广的《人工智能意识功能评估指南》，具备发展为行业或团体标准的基础。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

### 三、脑认知与脑疾病方向

#### 30. 孤独症精准分型与靶向干预研究

研究内容：基于大规模孤独症（ASD）临床队列，整合遗传、脑影像、代谢、免疫、临床症状及环境暴露等多维数据，系统解析 ASD 患者的病症构成及疾病亚型特征。利用人工智能驱动的多模态融合机器学习算法挖掘用于社区早期筛查、早期诊断和干预效果预测的生物标志物，建立以病症学为核心的 ASD 精准分型体系。综合运用类器官技术，建立 ASD 类器官模型库（包含正常生理状态及疾病模型），覆盖关键脑区（如皮层、丘脑、海马），并构建跨脑区、跨器官（如脑-心、脑-肠等）复合 ASD 类器官模型，结合 ASD 高风险基因动物模型，系统解析遗传、外周代谢、免疫功能紊乱等导致的不同 ASD 亚型的致病机制与分子靶标。基于流行病学、环境暴露和健康大数据等人群研究成果，结合环境高风险因素分析和 ASD 高频风险基因动物模型，深入揭示环境-

基因交互作用驱动 ASD 病变的细胞与分子信号通路。在此基础上，研发 ASD 亚型精准干预策略，设计和实施分型驱动的多中心随机对照靶向干预临床研究（如靶向神经调控、靶向免疫和代谢干预等），评估精准干预策略的安全性及有效性，并推动申请国内三类创新医疗器械注册，或推动新药临床试验申请（IND）。

考核指标：建立 1 套发育期 ASD 遗传、脑影像、代谢、免疫、临床症状和环境暴露等多维度数据库（24-72 月龄儿童， $\geq 1000$  例）；建立 2-3 种基于免疫、代谢和脑影像等的 ASD 多维度诊断和精准分型体系，建立 1-2 种人工智能驱动的适用于社区推广的快速筛查和诊断系统（预警诊断年龄 $\leq 24$  月龄，准确率 $\geq 80\%$ ）；开发 2-3 种在人群和动物模型中均验证有效的新型靶点及相应干预策略；阐明 5-8 种环境暴露与基因突变导致 ASD 发生的关键神经机制；完成 2-3 项具备自主知识产权的 ASD 药物、营养或神经调控的研究者发起的干预性临床研究（IIT），或获批 $\geq 1$  项具备自主知识产权的新药临床试验申请（IND）；获得 1 项三类医疗器械型式检验报告，完成 1 项三类医疗器械注册临床试验，并提交三类医疗器械注册申请且获受理。

准入条件：临床干预研究负责人须具有牵头多项临床研究的经历：在既往五年内，以临床试验负责人身份（若为多中心试验，则须担任总负责人），在 ASD 相关领域至少已完成 3 项在官方网

站（如 ClinicalTrials.gov 或 medicalresearch.org.cn）注册登记的随机对照临床试验，并实现患者入组。其中 $\geq 1$ 项试验需达到Ⅱ期临床规模，采用多中心设计，且已完成全部患者入组。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 2:1。

特别说明：本项目采用里程碑式资助方式，项目正式启动拨付 30%国拨经费；项目启动后 24 个月通过项目节点评估，并获得三类医疗器械型式检验报告，且已启动三类医疗器械注册临床试验，拨付 30%国拨经费，节点考核不通过的项目终止资助；项目启动后 36 个月通过项目中期评估，并完成三类医疗器械注册临床试验全部患者入组，拨付剩余 40%国拨经费。

### **31. 靶向谷氨酸系统的抗抑郁机制研究及药物研发**

研究内容：针对目前临床实践中抑郁症药物治疗的核心难题，即常规抗抑郁药物起效慢、疗效有限，而现有唯一的快速抗抑郁药物副作用大等问题。以大规模临床试验数据为基础，解析谷氨酸神经传导系统异常在抑郁症发生发展中的重要作用；综合运用遗传学、电生理、影像学、化学生物学和多组学等研究手段，结合系统神经生物学研究方法，阐明 NMDA 型谷氨酸受体关键亚型及其相关信号通路在抑郁症及其伴随症状（如焦虑、神经性疼痛等）中的分子、细胞和神经环路机制。进一步，通过细胞生物学、

结构生物学、超高分辨率光学与电镜成像以及计算模拟等技术，探索配体与内源性谷氨酸受体结合调控的结构生物学基础；基于化学生物学和遗传学等前沿技术，系统揭示现有快速抗抑郁药物副作用的分子、细胞和环路机制，明确其作用靶点；基于药物作用机制与靶点结构信息，依托人工智能药物设计和行为学分析技术，针对关键 NMDA 受体亚型或其他谷氨酸受体，开发兼具快速、高效和低副作用特征的抗抑郁候选药物，并验证其缓解抑郁症伴随症状的作用；推进抗抑郁候选药物完成 I 期和 II 期临床试验。

考核指标：阐明 2-4 种靶向 NMDA 受体药物抗抑郁及缓解伴随症状的分子环路机制。揭示 2-3 种配体与内源 NMDA 受体的结合位点和作用机制；发现 1-2 种抗抑郁药物在内源性 NMDA 受体上的结合位点和作用机制。鉴定 2-4 个介导现有快速抗抑郁药物副作用的关键蛋白及其机制。开发 50-100 种靶向 NMDA 受体或其他谷氨酸受体的抗抑郁新型小分子先导化合物；在动物模型中验证 20-30 种新型先导化合物的抗抑郁药效、副作用和安全性。获得 3-5 种针对难治性抑郁症、靶向 NMDA 受体或其他谷氨酸受体的快速抗抑郁候选药物，其中 1 种具备自主知识产权的候选药物完成针对抑郁症的 I 期和 II 期临床试验。

准入条件：申请团队（须骨干成员）须至少拥有一项具备自主知识产权的抗抑郁症的候选药物，并已获得国家药品监督管理局药物临床试验批准通知书。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.8:1。

特别说明：本项目采用里程碑式资助方式，项目正式启动拨付 30%国拨经费；项目启动后 24 个月通过项目节点评估，并已启动 II 期临床试验，拨付 30%国拨经费，节点考核不通过的项目终止资助；项目启动后 36 个月通过项目中期评估，并完成 II 期临床试验全部患者入组，拨付剩余 40%国拨经费。

### **32. 细胞及衍生物等先进（新型）治疗技术对神经退行性疾病的精准干预策略研究及临床应用**

研究内容：以帕金森病（PD）、肌萎缩侧索硬化（ALS）和多系统萎缩（MSA）等重大神经退行性疾病的患者及动物模型为研究对象，围绕细胞治疗（如基于诱导性多能干细胞诱导的特定类型神经细胞的体内移植，功能异常免疫细胞的清除、替换或状态调控等）、细胞衍生物（如外泌体、神经元分泌因子、功能性蛋白聚合物等）及类器官等组织工程技术，系统研发新型干预策略。通过构建多层次体内外疾病模型，深入评估候选治疗产品在神经保护、疾病延缓、神经功能修复或免疫调节等方面的安全性

与有效性；结合单细胞多组学、空间组学等技术，系统解析干预过程中细胞命运转变、功能状态演变、脑微环境改善和免疫调控变化的机制，为疗效评估与治疗方案优化提供依据。同步发展满足临床转化标准的细胞及衍生物制备治疗产品质控与规模化生产流程，推动先进治疗技术的临床转化与应用。

考核指标：研发 $\geq 2$ 种针对 PD、ALS、MSA 等神经退行性疾病的细胞或衍生物、小核酸药物等新策略；阐明 $\geq 4$ 个关键调控通路或分子标志物； $\geq 3$ 项具备自主知识产权的针对 PD、ALS 或 MSA 的新药临床试验申请（IND）获批，并进入 I 期临床试验；建立 $\geq 3$ 套符合 GMP 标准的细胞及衍生物制备体系，形成规范化工艺流程，并实现 $\geq 2$ 项原创细胞/衍生物治疗技术进入 II 期临床试验，1 项进入 III 期临床试验。

准入条件：申请团队（须骨干成员）须至少具备 2 项自主知识产权的先进治疗药物或技术，并已获得国家药品监督管理局药物临床试验批准通知书。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.8:1。

特别说明：本项目采用里程碑式资助方式，项目正式启动拨付 30% 国拨经费；项目启动后 24 个月通过项目节点评估，并已启动 II 期临床试验，拨付 30% 国拨经费，节点考核不通过的项目终

止资助；项目启动后 36 个月通过项目中期评估，并完成 II 期临床试验全部患者入组，拨付剩余 40% 国拨经费。

### **33. 中枢淋巴系统-外周免疫网络互作机制在老年神经系统疾病发生发展中的作用及临床转化研究**

研究内容：利用脊椎动物全脑活体成像、多组学和动态力学重构技术，系统描绘中枢淋巴系统（含颅骨骨髓-硬脑膜淋巴通道、硬脑膜淋巴管、脑内类淋巴通道及淋巴及代谢物流出通道）的结构和功能特征及动态改变；从分子、生化、细胞及神经环路等多维度和微观、介观、宏观多尺度，分别解析神经元、胶质细胞、免疫网络与中枢淋巴系统间的互作机制；揭示硬脑膜淋巴管或脑类淋巴的功能障碍、脑脊液外排淋巴通道异常，与免疫失衡间的关联机制，探讨其协同作用在老年神经系统疾病（如阿尔茨海默病、卒中）发生发展中的重要角色；以改善中枢淋巴引流清除效率、脑血管屏障完整性、中枢-外周免疫交互为切入点，为老年神经系统疾病的治疗开发药物递送、神经调控等新技术与新方法。

考核指标：构建 3-5 套用于研究脑血管-脑膜淋巴免疫系统的动物模型，鉴定 2-4 条调控脑血管-脑膜淋巴系统建立、维持的关键干预靶点，阐明 2-4 条靶点介导脑脉管系统建立的分子信号通路；获取 3-5 套脑脉管系统单细胞转录组数据；获取 2-3 套老年非人灵长类动物或人中枢淋巴系统的空间转录组或空间蛋白组数据，

据此鉴定 2-4 个中枢淋巴系统衰老相关的免疫调控机制；鉴定 3-5 条老年神经系统疾病发生发展过程中，神经/胶质/脑血管与中枢淋巴系统间互作的分子通路；阐明 2-3 条神经/胶质细胞调控脑血管—脑膜淋巴系统形成、维持的信号通路；构建 1 套脑组织微循环数值模型，模拟 5 种以上中枢淋巴系统功能障碍类型，提出 2-3 个关联临床疾病状态的关键力学功能参数，实现中枢淋巴系统系统效应的量化评估；开发 2-3 项中枢淋巴系统基因递送、药物递送技术或神经调控技术，完成 $\geq 2$ 项具备自主知识产权的研究者发起的干预性临床研究（IIT），IIT 试验中评估基因疗法安全性（ $N \geq 4$ ）； $\geq 1$ 项具备自主知识产权的新药临床试验申请（IND）获批，并进入 I 期临床试验；多中心 RCT 验证联合疗法，ADAS-Cog 评分改善 $\geq 2$ 分，影像学标志物（PET- $A\beta$ ）负荷降低 $\geq 20\%$ 。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

#### **34. 神经退行性疾病伴感觉系统异常的机制与早期诊断研究**

研究内容：神经退行性疾病常伴随感觉系统异常（如视觉、嗅觉、听觉等），且相关功能障碍往往发生于运动或认知症状之前，具有重要的早期预警价值。针对阿尔茨海默病、帕金森病、青光眼等神经退行性疾病，系统研究其导致感觉系统异常的生化、分子、细胞、环路等多层次机理，解析遗传、环境、代谢与免疫

等多种调控因素在神经退行性病变过程中的作用机制。研究神经退行性疾病伴感觉系统异常的病变时序关系。利用感觉系统易触及、易定量检测的优势，采用感知觉生理功能定量评价、多组学、自适应光学等先进影像学和人工智能等技术，研发针对阿尔茨海默病、帕金森病、青光眼等神经退行性疾病的早期诊断技术和生物标志物，构建这些早期诊断标志物和神经退行性疾病进展的定量关系和关联模型，提升疾病风险预测的准确性和效率，为早期智能化筛查提供创新工具。通过多中心临床试验验证研究成果的实际应用性和可重复性，推动研究成果临床转化运用。

考核指标：阐明 2-3 个神经退行性疾病（阿尔茨海默病、帕金森病、青光眼等）伴随感觉系统异常的生物学机制；阐明 2-3 个神经退行性疾病（阿尔茨海默病、帕金森病、青光眼等）的感觉系统异常病理机制；鉴定 2-3 个特异性早期诊断技术或生物标志物，开发具有自主知识产权的神经退行性疾病早期筛查诊断试剂盒；建立 1-2 种人工智能驱动的辅助诊断系统（准确率>80%），开发 1-2 种先进诊断用自适应光学影像设备，获得 1 项三类医疗器械型式检验报告，完成 1 项三类医疗器械注册临床试验，并提交三类医疗器械注册申请且获受理。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

### 35. 孤独症认知神经异常加工机制及 AI 辅助诊疗和心理行为干预技术研究

研究内容：通过结构和功能磁共振成像（MRI）、通过高密度脑电图（HD-EEG）、功能近红外光谱（fNIRS）及神经内分泌检测，探究默认模式网络、认知控制和情绪突显网络在社交互动、情绪理解与意图推理中的协同机制；借助立体颅内脑电（SEEG）、在体单细胞记录与心理生理同步技术，解析关键节点的神经响应模式与生理指标变化的内在关联。研发基于实时 EEG/fNIRS 反馈的闭环神经调控系统，并整合虚拟现实（VR）/现实增强（AR）场景化干预、经颅光/电刺激、眼动追踪与情感计算技术，构建脑-体互作个性化情绪调节系统，实现动态优化干预参数和模式以提升干预效果。通过融合多模态脑功能、生理心理、神经内分泌与认知行为数据，构建多传感器智能评估与情感对话系统，用于评估孤独症（ASD）患者社交注意、言语及刻板行为变化，并监测相关脑网络的神经可塑性改变。建立“行为特征-神经活动-算法模型”关联分析框架，形成“测评-反馈-训练”闭环智能支持系统。在此基础上验证相关技术在不同性别和不同年龄人群中的适用性和稳定性，推动机制导向的临床转化和标准化。

考核指标：完成 $\geq 300$ 例典型发育期儿童和 300 例 ASD 患者的多模态脑功能评估，建立 1 套 ASD 患者脑认知、情绪社会技能

发育常模，筛选 3-5 种基于认知神经机制与神经内分泌的诊断标志物；阐明 2-3 个调控社交互动的神经网络关键节点神经活动新模式和新机制；识别 5-8 个具有诊断价值的神经标志物与生理心理指标（在独立验证队列中相关模型的  $AUC > 0.85$ ），明确 3-5 个精准高效的神经调控靶点；开发 3 种基于 VR 的情绪调节与社交认知评估工具，建立具有自主知识产权的多模态 ASD 智能诊断系统，研发 1 套面向 ASD 的对话式情绪社会技能干预系统和基于真实感场景的虚拟诊疗平台，开发 2-3 种针对不同年龄段个性化生理反馈与闭环神经调控方案，闭环神经调控系统响应时间  $< 100\text{msec}$ ，靶向准确率  $> 90\%$ ，并完成 100 例临床试验（SRS 评分改善  $> 40\%$ ）；研发 2-3 种具备自主知识产权、适用于家庭和学校环境的家校协同社交训练工具，申请 5-8 项发明专利，培训  $\geq 100$  名专业人员，并完成  $\geq 50$  个试点应用验证；获得  $\geq 2$  项二类医疗器械注册证，获得 1 项三类医疗器械型式检验报告，完成 1 项三类医疗器械注册临床试验，并提交三类医疗器械注册申请且获受理。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

### 36. 染色体异常与脑沟回发育异常疾病的致病机制与临床诊疗研究

研究内容：聚焦人类大脑皮层扩增与沟回折叠这一关键发育过程，系统解析其分子调控、细胞行为及组织形态动态变化规律；聚焦唐氏综合征等染色体异常、多种基因缺陷导致的脑结构发育障碍，利用模式动物、类器官和人脑组织样本等，揭示小头畸形、平滑脑、多小脑回畸形等脑体积扩增或脑沟回发育异常相关疾病的致病机制；在此基础上，系统解析异常沟回发育对局部和长程神经连接和神经活动的影响，多维度阐明脑结构发育异常导致脑功能障碍的致病机制；通过进一步鉴定潜在干预靶点，开发多层级的干预策略，如基因表达调控、碱基编辑、神经调控、康复训练等，建立安全性和有效性评价体系，推动脑发育障碍疾病向早期诊断和精准治疗转化。

考核指标：绘制 $\geq 3$ 套染色体异常与大脑皮层沟回发育异常的脑细胞、分子图谱；建立 $\geq 2$ 种大脑沟回发育异常疾病的类器官和动物模型；鉴定 $\geq 4$ 个调控大脑体积扩增、沟回形成的关键因子；阐明 $\geq 2$ 个大脑沟回发育异常导致的脑功能缺陷机制；鉴定 $\geq 3$ 个具有临床诊疗价值的新靶点。形成1套整合基因表达调控、碱基编辑、神经调控等组合的干预策略，并建立其临床前安全性与有效性评价体系；完成2-3项具备自主知识产权的针对染色体异常与

脑沟回发育异常疾病的研究者发起的干预性临床研究（IIT）或 1 项具备自主知识产权的新药临床试验申请（IND）获批。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

### **37. 儿童期恶性脑肿瘤致病机制及临床创新诊疗策略研究**

研究内容：通过 CRISPR/Cas9 等基因编辑技术构建脑肿瘤（主要涵盖髓母细胞瘤、儿童高级别胶质瘤和颅内生殖细胞瘤等儿童期常见恶性脑肿瘤类型）相关基因突变的人类诱导性多能干细胞（iPSC）细胞系，结合动物模型或类脑器官模型，研究脑发育过程中神经前体细胞发生异常分化并参与肿瘤起始和演进的关键过程。利用空间转录组和单细胞多组学技术，系统绘制肿瘤发生与演进不同阶段中的细胞空间分布特征和转录调控变化图谱。综合采用多尺度成像、病理和转录组等多源图像数据，构建多模态图谱，用于动态追踪肿瘤演进过程，深入研究脑肿瘤与周边血管系统、类淋巴循环及神经元或免疫细胞等多种细胞之间的相互作用机制；揭示肿瘤内和浸润区的血管等结构变化规律，阐明相关细胞在肿瘤微环境中的作用机制，筛选有效干预新靶点并配套研发创新给药策略；依托全国多中心、高质量儿童脑肿瘤临床队列和试验体系开展系统性转化验证。

考核指标：建立覆盖儿童期主要脑肿瘤亚型的 5-6 种细胞培养体系、类器官和动物模型；基于空间转录组和单细胞多组学等数据，结合影像学和病理学信息，形成 1 套高精度、跨尺度的儿童期脑肿瘤多模态演进图谱；识别并验证影响不同儿童期脑肿瘤发生发展的 8-10 个关键因子；发掘并阐明脑肿瘤与神经元或免疫细胞等微环境相互作用的 7-8 个关键调控基因；基于多种干预手段和创新给药策略，验证在肿瘤恶性转化及演进中发挥重要作用的 2-3 个药物靶点及其作用机制；完成 2 项具备自主知识产权的申请者发起的干预性临床研究（IIT）或 2 项具备自主知识产权的新药临床试验申请（IND）获批。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

### **38. 感知觉信息调控抑郁焦虑情感障碍及其共病的机制研究及干预策略**

研究内容：构建感知觉信息（光、声音、躯体感觉等）影响情绪（焦虑、抑郁）的夜/昼行性动物模型，阐明不同波长、频率、时程、强度的光声刺激与不同类型的躯体感觉信息输入，对情绪的双向调控作用；解析大脑感知和整合光、声、躯体感觉等多模态感知觉信息并调控情绪的关键分子、细胞和神经环路机制；聚焦前额叶皮层、杏仁核、海马、腹侧膝状体、外侧缰核等脑区，

利用神经电生理、光遗传学和多组学等技术，揭示感觉信息驱动情感障碍发生的神经可塑性变化规律；阐明神经环路异常、胶质细胞-神经元互作及神经免疫失衡在其中的动态调控机制。发展基于光、声、躯体刺激的抗抑郁/焦虑情感障碍的干预新策略，开发可穿戴式光、声、躯体感觉干预设备，研发靶向关键环路的物理干预调控技术，制定个性化物理干预治疗方案，开展干预性临床研究。

考核指标：建立 $\geq 5$ 种涵盖夜行及昼行动物的感知觉信息异常致情感障碍动物模型；阐明4-6种感知觉刺激调控情绪行为的神经环路调控机制；揭示3-4种不同物理参数（光、声、躯体感觉）刺激调控情绪的分子神经机制；建立2-3个临床队列，对4-5种感知觉信息异常导致情绪障碍开展人群验证；完成2-3项具备自主知识产权、基于感知觉干预情感障碍的研究者发起的干预性临床研究（IIT）或RCT临床研究。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于1.2:1。

### **39. 双相障碍的发病机制、干预靶点及治疗策略**

研究内容：构建跨物种的双相障碍动物模型（含非人灵长类）与类器官模型体系，结合人源组织样本，从分子表观遗传修饰、突触可塑性重塑、系统免疫代谢、神经振荡及跨脑区网络交互等

维度，系统性揭示双相障碍情绪波动的核心致病机制；系统解析经典心境稳定剂（如锂盐、丙戊酸盐等）和神经调控技术改善双相障碍的作用机制；明确可用于临床早期识别和精准诊断的跨尺度生物标记物体系（涵盖遗传、表观遗传、影像学、电生理、生化及免疫代谢等），开发融合多模态数据的人工智能（AI）诊断模型；鉴定新药研发和新型干预手段应用的创新靶点，并解析其在双相障碍发病中的作用及其机制；开发临床前候选药物（小分子化合物、抗体、基因、细胞疗法等）及靶向特定脑区/环路的神经调控技术以及数字医疗技术等新型干预手段；实现无创深部脑刺激与数字医疗技术的临床转化应用；构建融合行为表型与生物大数据的 AI 分型模型，指导情绪双向调节的精准治疗。

考核指标：构建 3-5 种可用于双相障碍机制研究和药物研发的一类器官模型和动物模型，阐明 3-5 种双相障碍发生、发展的关键机制；揭示 2-3 种心境稳定剂或复合制剂的作用机制；发现并验证 $\geq 5$  种对双相障碍早期诊断具有预测价值的生物标记物，完成 1-2 项具备自主知识产权的诊断试剂盒/诊断模型的研究者发起的干预性临床研究（IIT），构建双相障碍的 AI 诊断模型和 AI 分型模型；鉴定 3-5 个可用于创新药物研发和/或神经调控干预的新型靶点，开发 1-2 套无创神经调控技术和/或数字医疗技术，获得 $\geq 1$  项三类医疗器械型式检验报告，完成 $\geq 1$  项三类医疗器械注册临床

试验；≥2 项具备自主知识产权的创新药物或细胞疗法的新药临床试验申请（IND）获批，其中≥1 项进入 II 期临床试验。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

#### **40. 生物节律及睡眠相关精神类疾病的机制研究及干预策略**

研究内容：建立多种节律紊乱或睡眠障碍诱发的抑郁、焦虑等精神疾病动物模型；综合利用分子与细胞生物学、神经电生理、光遗传及化学遗传学等技术，多维度系统性解析睡眠调控网络在精神类疾病中的作用，重点研究神经网络异常对情绪调控规律的影响，阐明关键脑区功能紊乱的分子机制并绘制其特征图谱；以睡眠障碍患者为研究对象，采集并整合神经影像数据及遗传多态性信息，建立多模态睡眠节律数据库；筛选涵盖神经影像学、神经电生理、血生化及代谢等多维度的早期预警生物标志物，用于睡眠障碍相关精神类疾病的早期识别；研发基于睡眠障碍改善的精神类疾病干预新策略，包括经颅电刺激、经颅磁刺激、经皮耳迷走神经刺激以及药物干预策略等，推动相关刺激设备以及对应干预策略的临床转化与应用；开发旨在通过改善睡眠障碍来缓解抑郁等精神类疾病的新型药物，评估候选药物的安全性及有效性，并推动临床转化。

考核指标：构建 $\geq 5$ 种节律紊乱和睡眠障碍动物模型，鉴定6-10个节律紊乱及睡眠障碍疾病中的关键神经环路；阐明3-5个关键脑区在睡眠紊乱导致抑郁及相关精神类疾病的作用机制；揭示4-6个神经递质或神经免疫因子在睡眠与精神障碍相互作用中的机制；确定 $\geq 6$ 种生物节律及睡眠相关精神类疾病的生物标记物；研发2款用于改善失眠的耳迷走神经电刺激设备，其中 $\geq 1$ 款设备获批二类医疗器械注册证；研发2款用于改善失眠的经颅电或经颅磁刺激设备，其中 $\geq 1$ 款设备获批三类医疗器械注册证；开发3种旨在通过改善睡眠障碍来缓解抑郁等精神类疾病的新型候选药物， $\geq 1$ 项具备自主知识产权的新药临床试验申请（IND）获批并完成I期临床试验。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于1.2:1。

#### **41. 重大遗传性致盲致聋疾病致病机制和基因细胞治疗研究**

研究内容：针对重大遗传性致盲致聋疾病，发现致病关键靶点，构建遗传性耳聋和眼盲的动物疾病模型（包括啮齿类、大型哺乳动物）和病理性人源类器官，从分子遗传、生化代谢、细胞互作及神经环路等多维度，系统解析疾病发生发展的分子、细胞和神经环路机制，为开发治疗方法提供靶点支撑。针对重大遗传性致盲致聋疾病，筛选并构建高效、安全的基因治疗载体，开发

尺寸适配、特异性强、活性稳定的顺式调控元件（包括细胞特异性启动子、增强子等）；开发增强性的基因治疗工具，发展新型精准基因编辑工具，实现致病突变的精准修复；研发新型细胞治疗技术，重点突破干细胞定向分化效率低、纯度不足、功能不成熟等瓶颈，建立干细胞定向分化与标准化制备技术体系；探索基因与细胞疗法的临床前候选策略，并在动物模型中系统验证其安全性和有效性。开展新型基因与细胞疗法的临床试验，推动重大遗传性致盲致聋疾病的精准化、个性化治疗。

考核指标：发现 2-5 个遗传性重大致盲致聋疾病的干预新靶点，建立 2-5 种小鼠、猪或非人灵长类疾病模型；开发 2-3 种针对遗传性致盲致聋疾病的基因治疗、基因编辑工具；开发 2-3 种针对遗传性致盲致聋疾病的细胞治疗技术；在动物模型上验证基因和细胞治疗的安全性和有效性；完成 2-3 项具备自主知识产权的针对遗传性致盲致聋疾病的研究者发起的干预性临床研究（IIT），≥2 项具备自主知识产权的新药临床试验申请（IND）（如创新基因或细胞疗法）完成 II 期临床试验。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

## 42. 靶向胶质细胞的抗抑郁机制及新药物研究

研究内容：运用高分辨率单细胞测序与空间转录组测序技术，系统绘制抑郁症发生发展过程中星形胶质细胞、小胶质细胞等胶质细胞的高分辨率动态图谱，从多维度解析胶质细胞在抑郁症病理进程中的功能作用。整合抑郁症动物模型和临床患者样本数据，揭示抑郁状态下胶质细胞的关键异常亚型和分子特征；通过靶向特定细胞亚型、脑区或环路的神经营养技术，系统探究胶质细胞-神经元互作及其对抑郁相关神经环路的调控机制。基于上述机制发现，开展多维度抗抑郁靶点挖掘与验证，通过高通量筛选与 AI 辅助药物设计，针对关键信号通路或细胞靶点进行小分子化合物筛选与优化，开发新型抗抑郁药物。推动研究者发起的干预性临床研究（IIT），通过多中心随机双盲试验，系统评估候选药物的安全性及初步疗效，并推动临床前药效学与安全性评价，开展新药临床试验。

考核指标：阐明 2-3 个胶质细胞介导抑郁发生的新机制；构建 2-3 个抑郁相关脑区的胶质细胞动态图谱；发现 2-3 个针对胶质细胞的抗抑郁新靶点；筛选获得 2-3 个靶向胶质细胞的抗抑郁小分子化合物；完成 2-3 项具备自主知识产权的研究者发起的干预性临床研究（IIT）；实现 1-2 项具备自主知识产权的新药临床试验申请（IND）获批，并进入 I 期临床试验。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

### 43. 痛和痒的感知机制与干预研究

研究内容：构建病理性疼痛动物模型（如癌症痛、神经病理性痛、炎性痛、内脏痛等），模拟临床慢性痛症状，通过多维度行为分析对疼痛相关行为进行精准解析；构建慢性瘙痒动物模型（如皮炎、胆汁淤积、慢性肾病等），表征瘙痒行为与神经敏化特征；在脊髓、脊髓上行通路或者脑内信息处理/调控环路层面，解析慢性痛/痒诱导的神经环路重塑机制，揭示不同类型慢性痛/痒发生发展过程中神经元或者胶质细胞的动态变化规律，并探究相关分子信号通路等的作用和调控机制；探索外周（内脏、皮肤、免疫系统等）-脑轴在慢性痛/痒中的作用，解析外周-脑轴参与慢性痛/痒调控的机制；发现面向慢性痛/痒治疗的药物和神经调控的新靶点,并解析其在慢性痛/痒中的作用及其机制；开发候选药物（包括小分子化合物、抗体、基因或者细胞疗法等）；开发靶向特定脑区/神经环路的神经调控技术等新型干预手段。开展新型镇痛或抗瘙痒药物或神经调控的临床研究。

考核指标：构建 $\geq 3$ 种不同病理学机制的慢性痛动物模型；构建 $\geq 2$ 种慢性痒动物模型；发现 3-4 种慢性痛痒相关神经环路可塑性机制；发现 3-4 种调控慢性痛痒发展的关键分子机制，发现并

验证 1-2 个可用于创新药物研发的新型靶点；开发 1-2 种新型镇痛、止痒候选药物，并完成动物实验和安全性评估；发现并验证 1-2 个可用于神经调控干预的新靶点，开发 1-2 种可用于临床镇痛或抗瘙痒的神经调控新技术；针对镇痛或抗瘙痒完成 1-2 项具备自主知识产权的新型神经调控技术的研究者发起的干预性临床研究（IIT），≥1 项具备自主知识产权的新型镇痛或抗瘙痒候选药物的新药临床试验申请（IND）获批，并进入 I 期临床试验。

立项方式：公开竞争

有关说明：配套经费与中央财政经费比例不低于 1.2:1。

# “脑科学与类脑研究”国家科技重大专项 2026 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相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

## 2. 申报单位应具备的资格条件

(1) 申报本次重大专项的项目（课题）牵头单位和参与单位应为中国大陆境内注册的科研院所、高等院校和企业等单位（以下简称内地单位），或由内地与香港、内地与澳门协商确定的港澳特别行政区单位（以下简称港澳单位）。内地单位应具有独立法人资格，注册时间为 2025 年 3 月 1 日前。

(2) 项目（课题）牵头单位和参与单位应具有较强科研能力和条件，科研诚信状况良好。

(3) 中央和地方各级国家机关不得作为项目（课题）牵头单位或参与单位。

(4) 项目（课题）牵头单位和参与单位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。

### **3. 项目（课题）负责人和参与人员应具备的资格条件**

(1) 项目（课题）负责人应具有高级职称或博士学位，每年用于项目的工作时间不得少于 6 个月。

(2) 项目（课题）负责人原则上不超过 60 周岁（1966 年 1 月 1 日以后出生）。

(3) 项目（课题）负责人应为该项目（课题）主体研究思路的提出者和实际主持研究的科研人员。

(4) 港澳单位的项目（课题）负责人和参与人员应遵守《中华人民共和国香港特别行政区基本法》、《中华人民共和国澳门特别行政区基本法》的相关规定，爱国爱港、爱国爱澳。

(5) 项目（课题）负责人和参与人员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) 中央和地方各级国家机关的公务人员及港澳特别行政区的公务人员，行使科技计划管理职能的其他人员，以及参与脑重大专项实施方案或当年度项目指南编制的专家，不得作为项目（课题）负责人或参与人员进行申报。

#### **4. 本重大专项指南规定的其他形式审查条件要求**

项目执行期结束时间不晚于 2030 年 12 月。每个项目下设课题数不超过 5 个，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。对于指南方向 1、21、30、31、32，项目（课题）牵头单位和参与单位总数不超过 10 家，项目（课题）负责人和项目骨干总数不多于 15 人；对于其他指南方向，项目（课题）牵头单位和参与单位总数不超过 8 家，项目（课题）负责人和项目骨干总数不多于 10 人。对于有准入条件要求的指南方向，需提供相关证明材料，否则形式审查不通过。

**本专项形式审查机构：高技术中心（联系电话：010-68353995）**