产业研究报告

AI 赋能脑机接口：技术突破、产业拐点与价值重估

核心观点

技术层面：AI 重构脑机接口技术范式，但底层约束仍未消除。传统 BCI 受信号噪声、解码能力、个体适配、单向交互四大短板制约；AI 嵌入全链路实现信号降噪、高维意图解码、自适应迁移学习、闭环双向交互四大突破，推动行业从静态识别走向动态预判、多模态融合、通用底座模式。但硬件信噪比、算法可解释性、神经机理认知等底层物理与科学瓶颈尚无法完全根除。

产业层面：行业迎来四重共振拐点，正处于商业化过渡阶段。技术、政策、市场、生态同步出现拐点信号，行业主线由硬件驱动转向算法+数据驱动。医疗康复是当前落地主力；但高质量神经数据集稀缺、产业链配套不足、统一标准缺失、伦理隐私治理滞后，仍是阻碍行业大规模产业化的核心痛点，放量尚需时间。

估值逻辑：传统硬件导向估值失效，需要多维价值重估。单纯看硬件参数、成本加成的评估框架不再适用，应当建立技术、商业、数据、产业、社会多维评估体系。各场景价值分化显著：医疗康复是确定性基本盘；消费、特种场景未来想象空间大；投资研判重点关注 AI 持续迭代能力、临床/场景落地能力、数据闭环构建能力，需要区分短期兑现价值与远期技术潜力，规避纯概念标的。

落地现状：医疗场景已实现临床验证，前沿方向不确定性较高。AI-BCI 在脑卒中康复等医疗场景已有合规产品落地，消费级穿戴产品已完成初步验证；而神经大模型等前沿底座技术仍处于科研阶段，潜力巨大，但泛化稳定性、算力、工程化落地等问题有待攻克。

发展趋势：梯度推进、协同发展，技术、合规、商业化并行。短期重心在医疗场景渗透、行业标准与监管体系完善；中长期依托神经大模型、硬件降本、数据积累，有望形成跨场景通用脑机交互入口。产业推进节奏循序渐进，需要在技术创新、伦理隐私监管、商业化落地之间取得平衡。

风险提示：产品研发失败、市场竞争加剧、政策风险、宏观经济环境变动、地缘政治风险、汇率波动风险。

发展研究·产业研究

证券分析师：林珊珊
0755-81981576
linss@guosen.com.cn
S0980518070001

相关研究报告

《脑机接口产业发展的现状、难点及发展前景》——2026-10-08
《全球医疗器械创新发展现状、竞争格局与全周期资本投融资分析》——2026-08-24

内容目录

1. 引言 4
2. AI 赋能脑机接口的核心技术突破与范式革新 4
2.1 传统脑机接口核心技术瓶颈 4
2.2 AI 赋能的核心技术突破 5
2.3 AI+BCI 全新技术范式演进 6
2.4 技术迭代对比：传统 BCI 与 AI 赋能 BCI 差异分析 7
3. AI 驱动下脑机接口产业拐点研判与发展格局 8
3.1 产业拐点的核心判定依据 8
3.2 当前产业发展现状与格局 9
3.3 产业拐点阶段特征与演进趋势 12
3.4 产业发展现存核心痛点 14
4. AI 赋能下脑机接口行业的全方位价值重估 15
4.1 价值重估的核心逻辑转变 15
4.2 多维价值重估体系构建 16
4.3 细分场景价值重估与潜力分析 17
4.4 价值重估下的投资逻辑与机遇 18
5. 案例分析 19
5.1 医疗脑机康复落地案例 19
5.2 消费级 AI 脑机产品创新案例 19
5.3 前沿技术研发案例 20
6. 结论与展望 20
6.1 结论 20
6.2 未来展望 20
参考文献 22
风险提示 23

图表目录

图1： 脑机接口四大核心技术突破 6
图2： 脑机接口产业链架构 10
图3： AI 赋能推动脑机接口产业发生三重结构性转变 12
图4： 脑机接口相关 A 股的市销率与近一年涨跌幅分布 15
图5： 严肃医疗主要适应症的患者规模（单位：万人） 18

表1： AI 驱动脑机接口范式跃迁三大方向 7
表2： 传统 BCI vs AI 赋能 BCI 对比表 8
表3： 海内外 BCI 代表企业与路线归属 11
表4： 20 只标的脑机接口相关上市企业情况 16
表5： 两家标的企业情况 19

1. 引言

脑机接口作为连接神经活动与外部设备的前沿交叉技术，长期以来被视作下一代人机交互、神经疾病干预的核心方向。在人工智能大规模介入之前，传统脑机接口依赖人工特征工程与经典机器学习方案解析神经信号，受脑电信噪比低、个体差异显著、模型泛化能力弱、交互通路单向等固有约束，大多停留在实验室演示与简单指令控制层面，难以满足临床康复、复杂人机协同等真实场景的落地要求，产业化进程持续受限。

近年来，深度学习、时序大模型、迁移学习等 AI 技术向脑电信号采集、预处理、解码、闭环调控全链条渗透，系统性破解传统方案在信号提纯、意图解码、跨受试者适配、双向交互上的技术卡点，推动脑机接口从静态信号识别范式，向动态预判、多模态融合、可自适应迭代的通用交互范式跃迁。与此同时，产业层面迎来技术、政策、市场、生态多要素共振：顶层产业文件落地、医疗器械注册路径打通、医保配套逐步完善、上下游产业链持续补短板，行业正处在由实验室原型验证向商业化落地过渡的关键拐点，发展主线从过去硬件主导，转向算法、数据、硬件协同驱动。

技术范式与产业逻辑的双重变化，也对行业价值判断框架提出新挑战。过往以硬件规格、物料成本为核心的估值体系，无法充分衡量 AI 迭代能力、合规神经数据资产、场景闭环带来的长期价值，不同落地赛道的收益确定性、成长弹性出现明显分化。本报告通过剖析传统脑机接口的底层技术瓶颈，梳理 AI 赋能下的四大维度技术突破与范式演进路径，对比两代技术体系的优劣边界；继而研判产业拐点的判定逻辑、产业链格局、阶段性特征与现存痛点；在此基础上搭建覆盖技术、商业、数据、产业、社会的多维价值评估框架，拆解医疗、消费、特种场景的差异化价值，并结合落地案例验证 AI-BCI 的当前进展与前沿方向；最后总结行业核心规律，对产业中长期演进路径做出展望，为产业参与方与投资者理解 AI 重塑下的脑机接口赛道提供参考。

2. AI 赋能脑机接口的核心技术突破与范式革新

2.1 传统脑机接口核心技术瓶颈

在 AI 大规模应用之前，传统脑机接口主要依靠信号滤波、时频分析、人工特征工程与经典机器学习等手段解析神经信号，其技术体系建立在人为预设脑电特征的基础之上。受大脑神经生理特性与信号采集硬件的双重约束，这类系统在信号、解码、适配与交互四个层面存在难以克服的短板。

信号层面：神经信号幅值微弱、噪声干扰大、非平稳性强、个体差异显著，有效信号提纯难度极高。无论是侵入式颅内神经信号还是非侵入式头皮脑电信号，原始神经信号幅值极低，极易受到肌电、眼电、工频电磁干扰、电极位移等伪迹污染。同时，大脑本身处于动态变化之中，神经信号具备强非平稳特征，同一受试者在不同时段、不同精神状态下的脑电波形存在明显波动。不同受试者之间大脑解剖结构、神经活动模式差异巨大，相同心理意图对应的脑电信号特征不具备普适性。传统滤波与信号分离手段仅能去除固定类型噪声，难以区分伪迹与真实神经活动，高质量有效信号提取难度大，成为制约后续解码的源头障碍。

解码层面：传统算法解码精度低、实时性差，无法适配复杂意图识别与动态场景交互。传统 BCI 高度依赖科研人员人工筛选、提取时域、频域特征，特征选取质量严重依赖研究者先验知识。这类基于人工特征构建的分类模型，仅能识别少数简单、离散的控制意图，例如简单的左右方向光标移动。对于连续运动想象、语言语义、复杂情绪等精细化、高维神经意图，传统模型难以捕捉信号内部的复杂关联。同时，传统算法计算链路固定，计算延迟较高，无法满足实时人机交互要求，一旦场景动态变化，解码准确率会快速衰减，难以支撑连续、动态的交互任务。

适配层面：设备通用性弱、训练成本高，难以实现千人千面的自适应适配。传统脑机接口模型为单用户静态模型，模型参数需要针对每一位受试者进行单独标定。新用户使用系统前，需要完成大量长时训练任务采集样本，耗时可达数十分钟甚至数小时，使用门槛极高。当用户出现认知疲劳、注意力波动、生理状态改变时，预先训练好的模型性能会快速下滑。模型不具备自主调整能力，无法适配不同人群、不同生理状态下的神经信号特征，系统通用性较差，限制了规模化应用。

交互层面：以单向信号传输为主，缺少闭环反馈与动态调控能力。传统 BCI 大多只构成“脑→机”单向信息通路：仅采集大脑信号、解析指令并驱动外部设备，机器难以向大脑传递可控神经反馈信号。系统缺少对解码结果的反向验证与动态校正机制，机器无法感知用户对交互结果的反馈，也不能依据交互效果反向调整刺激策略。单向交互模式割裂了人机协同关系，难以模拟自然生物感知—反馈环路，只能完成简单指令输出，无法构建持续、自然的人机协同交互。

2.2 AI 赋能的核心技术突破

人工智能技术嵌入脑机接口信号采集、预处理、神经解码与反馈调控全链条，针对传统 BCI 的固有痛点形成系统性解决方案，实现信号处理、神经解码、用户适配、交互架构四大维度的技术突破。

信号处理智能化：基于深度学习算法实现脑电信号降噪、特征自动提取、多模态信号融合，大幅提升信号利用率与纯度。以卷积神经网络、自编码器、独立循环神经网络为代表的深度学习模型，无需人工预设信号特征，能够自主学习原始神经信号中的噪声模式与有效神经活动模式，实现自适应伪迹剔除与信号降噪。区别于传统固定参数滤波器，深度学习降噪模型可以动态识别肌电、眼动、电极漂移等混合伪迹，在保留微弱有效神经信号的前提下分离噪声。与此同时，AI 框架支持脑电、颅内神经信号、血氧信号等多模态神经生理数据融合，整合不同采集设备的信息，弥补单一信号源的信息缺陷，显著提升有效信号的提取效率与信号纯度，从源头缓解传统 BCI 信号质量不足的难题。

神经解码精度跃升：AI 大模型实现脑电波数据 Token 化处理，破解复杂意图、语言、情绪解码难题，识别准确率与实时性大幅提升。神经大模型借鉴自然语言大模型的序列建模思路，将连续时序脑电信号切分转化为神经 Token 序列，利用 Transformer 架构捕捉脑电信号长距离时序依赖关系，挖掘高维神经信号背后隐藏的语义与意图信息。该模式摆脱人工特征工程约束，可对连续运动意图、语音相关神经表征、情绪状态、认知负荷等高复杂度神经活动进行解码。依托轻量化模型、模型量化、算子优化等工程手段，AI 模型可在嵌入式端完成低延迟推理，兼顾解码精度与实时性，突破传统算法仅能识别简单离散指令的局限，为失语重建、精细肢体控制等场景提供技术基础。

自适应迭代升级：依托大模型实时学习能力，动态适配用户大脑状态变化，解决个体差异、认知疲劳、场景切换带来的适配难题。AI-BCI 引入迁移学习、小样本

学习、在线增量学习机制，预训练通用神经模型后，仅需要少量用户样本即可快速完成模型微调，大幅缩短用户标定训练时间。在使用过程中，模型能够持续监测脑信号变化，感知用户注意力衰减、疲劳、情绪波动，动态更新模型参数，适配同一用户随时间变化的神经活动特征。跨受试者迁移学习能够将从大量人群数据中学到的通用神经知识迁移至新用户，弱化个体差异带来的模型适配成本，朝着千人千面的自适应脑机系统迈进。

闭环交互范式革新：构建“信号采集-AI 解码-智能调控-反馈优化”闭环系统，实现人机双向动态协同。AI 不仅作为脑信号的解码器，同时承担交互决策与神经调控策略生成功能。系统采集脑信号后，AI 解析用户意图与认知状态，输出控制指令并生成适配的神经反馈刺激；刺激作用于神经系统后，再次采集大脑响应信号，由 AI 评估交互效果，反向调整调控参数与交互策略。由此形成完整双向信息环路，实现“脑到机器、机器到脑”的双向信息交互。闭环架构让机器能够感知交互结果并持续优化策略，更加接近人体自然神经反馈机制，显著提升交互的自然感与稳定性。

图1：脑机接口四大核心技术突破



资料来源：Wind，同花顺 iFinD，国信证券经济研究所整理

2.3 AI+BCI 全新技术范式演进

AI 带来的技术突破，推动脑机接口完成底层技术范式的跃迁，从静态识别工具逐步向主动感知、多源融合、平台化通用交互入口演进，主要体现在三个方向。

从静态解码到动态预判。传统 BCI 属于被动响应式系统，只有在用户产生明确意念之后，系统才能识别对应的控制指令，只能对已经产生的神经信号进行事后解析。引入时序大模型后，AI 能够基于连续脑电时序数据，捕捉神经活动的演变趋势，预判用户注意力转移、情绪变化、动作预备意图，提前主动调整交互策略。系统由被动接收指令升级为主动感知认知状态，降低交互延迟，提升人机协同的流畅性，为假肢控制、神经康复训练等动态场景提供支撑。

从单一模态到多模态融合。传统脑机接口大多仅依靠脑电单一信号源开展解码，信息维度有限，容易受噪声干扰，应用场景受限。AI 多模态学习框架能够把脑神经信号与眼动、心率、肌电、环境视觉信息等多源数据进行联合编码，建立跨模

态关联表征。多模态融合体系弥补单一脑信号空间、时间分辨率短板，区分单纯脑电伪迹和真实认知意图，提升复杂环境下交互稳定性，拓展脑机接口在混合现实、车载人机交互、精神状态监测等复杂环境下的应用潜力。

从专用设备到通用入口。在 AI 赋能之前，脑机接口多为面向单一任务的专用科研设备，一套模型仅适配一项固定任务，模型无法复用，场景迁移成本极高。AI 神经大模型具备底层通用神经表征学习能力，经过预训练的基础模型，通过微调即可适配运动康复、癫痫监测、情绪评估、意念控制等不同任务。这一转变推动脑机接口由专用实验设备，向跨场景的下一代通用人机交互入口演进，打破单一任务、单一场景的边界限制，为规模化产业化奠定范式基础。

表1：AI 驱动脑机接口范式跃迁三大方向

跃迁方向	传统模式	AI 赋能新范式	核心价值与应用场景
从静态解码到动态预判	被动响应式，仅在意念产生后，事后解析已生成的神经信号	依托时序大模型挖掘脑电时序演变规律，预判注意力转移、情绪波动、动作预备意图，主动调整交互策略	降低交互延迟，提升人机协同流畅度；支撑假肢控制、神经康复训练等动态交互场景
从单一模态到多模态融合	仅依赖脑电信号解码，信息维度少、易受噪声干扰，场景受限	AI 多模态框架联合编码脑电、眼动、心率、肌电与环境视觉等数据，构建跨模态表征	弥补单信号时空分辨率不足，区分伪迹与真实意图；提升复杂环境稳定性，适配混合现实、车载交互、精神状态监测
从专用设备到通用入口	单任务专用科研装置，模型不可复用，跨场景迁移成本高	神经大模型学习通用底层神经表征，基础模型经少量微调即可适配多类任务	打破单一场景约束，覆盖运动康复、癫痫监测、情绪评估与意念控制；推动 BCI 走向通用交互入口，支撑产业化落地

资料来源：Wind，同花顺 iFinD，国信证券经济研究所整理

2.4 技术迭代对比：传统 BCI 与 AI 赋能 BCI 差异分析

为直观呈现两代脑机接口体系的差异，我们从精度、实时性、适配性、成本、场景扩展性与迭代能力六个维度，系统对比传统 BCI 与 AI 赋能 BCI 的核心优势与短板。

在解码精度维度，传统 BCI 依托人工特征与简单机器学习，只能识别少量离散意图，复杂任务下准确率偏低，在噪声与个体差异扰动下性能衰减明显；AI 赋能 BCI 依靠深度学习自动挖掘高维时序特征，支持复杂连续意图、语言与情绪解码，整体解码精度显著提升，但在非侵入式低信噪比场景下，极限精度依然受硬件采集能力约束。

在实时性维度，传统 BCI 特征提取流程固定，计算链路较长，延迟较高，难以支持连续动态交互；轻量化 AI 模型可在边缘端完成快速推理，有效降低解码延迟，满足实时交互需求，但超大神经大模型推理算力消耗高，若模型未做工程优化，仍会存在延迟压力。

在适配性维度，传统 BCI 属于静态单用户模型，新用户需要长时间标定训练，无法自适应疲劳、生理波动，跨个体泛化能力弱；AI-BCI 借助迁移学习、增量学习，少量样本即可完成用户适配，能够在线动态调整模型参数，应对用户状态变化，跨人群、跨任务适配能力更强，但模型跨受试者泛化的稳定性仍有待持续验证。

在成本维度，传统 BCI 算法层成本较低，成本压力集中于硬件采集设备，但高训练人力成本抬高了使用门槛；AI-BCI 前期需要高质量神经数据集、算力投入完成基础模型预训练，前期研发投入高；但模型完成预训练微调后，能够大幅降低后续用户使用的训练时间与人力成本，长期规模化使用具备降本潜力。

在场景扩展性维度，传统 BCI 为任务专用模型，模型任务耦合度高，切换应用场景需要重新设计特征、重新训练模型，场景迁移难度大；AI-BCI 依托基础神经大模型，通过微调即可切换不同任务，支持医疗康复、状态监测、特种交互等多场景复用，场景扩展性更强；但不同场景对信号质量、安全要求差异巨大，场景落地仍需要配套硬件与监管验证。

在迭代能力维度，传统 BCI 模型固化，性能提升只能依靠人工重新设计特征，迭代周期漫长，升级难度大；AI-BCI 属于数据驱动迭代体系，随着神经数据持续积累，模型可在线持续优化，迭代能力随数据增长不断增强；同时存在模型黑箱、可解释性不足的短板，算法更新带来的安全性验证工作量随之增加。

表2：传统 BCI vs AI 赋能 BCI 对比表

对比维度	传统 BCI	AI 赋能 BCI	现存约束/短板
解码精度	依赖人工特征+简单机器学习，仅支持少量离散意图识别；复杂任务准确率偏低，噪声与个体差异下性能衰减显著	深度学习自动挖掘高维时序特征，支持复杂连续意图、语言与情绪解码，解码精度显著提升	非侵入式低信噪比场景下，上限仍受硬件采集能力制约
实时性	特征提取链路固定、计算流程长，延迟高，难以支撑连续动态交互	轻量化模型支持边缘端快速推理，有效降低解码延迟，适配实时交互	超大神经大模型算力开销高，未做工程优化时依然存在延迟压力
适配性	静态单用户模型，新用户标定耗时久；无法适配疲劳、生理波动，跨个体泛化能力弱	迁移学习、增量学习加持，少量样本即可完成用户适配，可在线动态调参，跨人群、跨任务适配能力强	跨受试者泛化的稳定性仍需要持续验证
成本	算法成本低，成本主要在采集硬件；但标定训练人力成本高，使用门槛高	前期需要高质量神经数据集与算力投入，预训练阶段研发投入高；规模化落地后，大幅降低用户标定人力与时间成本	长期规模化使用才有明显降本潜力
场景扩展性	任务专用模型，模型与任务强耦合；切换场景需要重新设计特征、从头训练，迁移难度大	基于神经基础大模型，微调即可切换任务，一套底座可复用至康复、监测、特种交互等场景	不同场景信号标准、安全要求差异大，落地还需要硬件配套与合规验证
迭代能力	模型固化，性能优化依靠人工重新设计特征，迭代周期长、升级困难	数据驱动模式，随神经数据积累持续在线优化，迭代能力随数据增长变强	存在模型黑箱、可解释性不足问题；每次算法迭代都要增加安全验证工作量

资料来源：Wind，同花顺 iFinD，国信证券经济研究所整理

综合对比可见，AI 并非完全解决脑机接口所有底层物理约束，硬件信噪比、生物相容性、神经编码底层机理等基础限制依然存在；但 AI 重构了信号解析与交互架构，解决传统 BCI 在解码、适配、交互层面的算法瓶颈，推动脑机接口由实验室演示原型走向具备实用价值的人机交互系统。

3. AI 驱动下脑机接口产业拐点研判与发展格局

在 AI 算法持续赋能的背景下，脑机接口产业正走出单纯的实验室原型验证阶段，产业发展逻辑由硬件材料单一驱动转向算法、数据与硬件协同驱动。产业拐点并非单一技术突破瞬间形成，而是技术、政策、市场、生态多要素共振催生的阶段性跃迁。

3.1 产业拐点的核心判定依据

产业拐点的本质，是技术成熟度、制度供给、市场需求与产业配套四大维度同时抵达临界阈值，产业从研发投入主导阶段切换为商业化落地驱动阶段。结合 AI 赋能脑机接口的行业特征，从技术、政策、市场、生态四个层面建立拐点判定依据。

从技术拐点看：AI 算法逐渐成为 BCI 的核心生产力，核心解码技术突破可用性阈值，国产化技术体系基本成型。在 AI 大规模应用之前，脑机接口产业竞争重心集中在电极材料、采集硬件等硬件端；而当前，神经解码、信号降噪、跨个体自适应等核心能力越来越依赖 AI 模型。深度学习与神经大模型将脑机接口的可用边界从简单光标控制拓展至语言解码、精细运动意图识别等临床刚需场景，解码准确率、实时性、泛化能力达到临床试点可用水平。国内科研机构与企业逐步建立起覆盖神经数据预处理、神经表征建模、闭环调控的完整 AI-BCI 技术体系，在非侵入式脑机方向实现算法自主可控，部分侵入式解码算法完成临床验证，国产化技术框架初步成型。技术层面已经跨过“仅能实验室演示”的最低可用性门槛，技术成果具备向产品转化的基础条件。

从政策拐点看：国家专项政策落地，明确产业发展目标、布局规划与标准化体系，行业进入规范化发展阶段。脑机接口作为脑科学与未来产业的核心方向，被纳入国家重大科技专项布局。工信部等七部门联合印发《关于推动脑机接口产业创新发展的实施意见》，系统提出产业发展目标、创新任务、应用推广与安全治理要求，成为国内脑机接口产业顶层政策文件。与此同时，行业标准化建设提速，国家药监局发布脑机接口医疗器械术语等基础行业标准，填补了产品定义、性能测试、术语规范的空白，配套的测试规范、伦理审查、数据安全相关制度持续推进。专项政策与行业标准的落地，标志着行业告别无规则自由探索阶段，进入有明确目标、规范指引的产业化培育周期，为临床试验、产品注册、市场准入提供制度保障，构成产业发展的政策拐点。

从市场拐点看：医疗康复刚性需求落地，消费级场景试点普及，产业规模持续扩容，资本入局加速。医疗康复是脑机接口最早变现的刚需赛道，针对渐冻症、脊髓损伤、脑卒中后运动功能障碍、难治性癫痫等疾病，多款非侵入式脑机康复设备进入临床应用阶段，形成稳定的医疗需求。在医疗基本盘之外，面向睡眠监测、情绪评估、注意力训练的消费级脑机产品逐步开展小规模试点，拓展行业增长空间。市场规模持续保持较高增速，吸引一级市场创投、产业资本持续加注，投融资事件数量与资金规模快速提升。资本的持续入场进一步反哺算法迭代、临床试验与硬件研发，形成“需求拉动、资本助推”的正向循环，标志市场层面迎来拐点信号。

从生态拐点看：上下游产业链逐步完善，专用数据集、核心器件、算法模型、终端应用协同发展，产业生态初步成型。脑机接口属于典型交叉学科产业，单独企业难以完成全链条研发。当前国内产业配套逐步完善，上游电极、传感器、专用采集芯片企业持续突破；中间环节涌现神经数据集平台、AI 算法服务商，为行业提供标准化训练数据与解码模型；下游医疗设备、康复机构、特种应用单位持续开展场景验证。产学研医协同机制逐步建立，科研院所输出底层神经科学与算法成果，企业承担工程化、产品化任务，医疗机构提供临床场景，初步形成上下游联动的产业生态，摆脱过去单点技术孤立研发的局面，生态协同能力达到产业化拐点的基础条件。

3.2 当前产业发展现状与格局

3.2.1 产业链梳理

脑机接口产业链整体可以划分为上游核心元器件与基础资源、中游算法模型与整机设备研发、下游多场景应用三大层级。

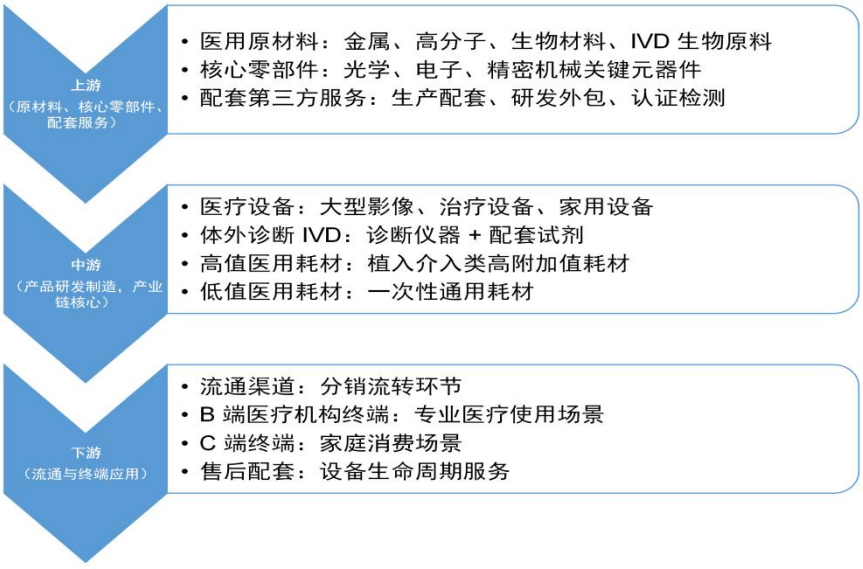
上游是产业基础供给层，包含核心芯片、各类神经传感器（侵入式电极、柔性电极、头皮脑电传感器）、生物封装材料、神经信号采集模组；同时也包含脑电/

颅内神经专用数据集、算力基础设施、基础神经仿真软件等数据与算法底层资源。上游核心器件决定神经信号采集质量，是整个系统性能的源头约束，高端植入电极、低功耗专用采集芯片仍存在国产化短板，高质量标注神经数据集供给不足，成为制约行业发展的薄弱环节。

中游是技术转化与产品集成环节，主要包含 AI 神经解码算法开发、闭环调控模型研发、脑机整机设备研发制造。中游企业负责将上游硬件采集的原始神经信号，依托 AI 模型完成信号降噪、意图解码、反馈调控，集成形成侵入式、半侵入式、非侵入式脑机接口系统，是 AI 赋能价值集中体现的环节。国内中游企业大多聚焦非侵入式设备整机开发，侵入式产品尚处于临床试验阶段。

下游为应用落地场景，其中医疗领域是现阶段核心赛道，涵盖神经康复、癫痫监测、帕金森神经调控、失语重建与意识障碍评估等方向；消费场景以注意力监测、睡眠干预、情绪管理与 VR 脑交互试点为主；除此之外，脑机接口在工业人机协同、特种训练、国防军工等场景开展试验验证。下游场景的需求反向定义硬件指标、算法目标，推动中游产品迭代。配套支撑环节还包含医疗器械注册、临床 CRO、伦理审查与医疗支付体系等专业服务，是产品商业化必不可少的配套体系。

图2：脑机接口产业链架构



资料来源：Wind，同花顺 iFinD，国信证券经济研究所整理

3.2.2 市场规模与竞争格局

国内脑机接口市场保持稳健增长态势，医疗场景是产业的核心基本盘，消费级场景作为长期新增量逐步培育。医疗场景需求刚性强、付费逻辑相对清晰，是当前产业收入的主要来源；消费级产品现阶段仍以试点、科研设备与 B 端教育训练设备为主，C 端大规模商业化尚未到来，但长期增长潜力受到市场重视。

从市场结构来看，目前中国非侵入式脑机设备在现阶段市场规模中占主导。2024 年，中国脑机接口市场中，非侵入式占比约 82%，侵入式占比约 18%；侵入式产品临床周期长、审批门槛高，短期市场体量有限，但长期临床价值与估值弹性更大。整体来看，国内脑机产业处于市场规模快速扩张的早期增长阶段，行业增长驱动力由科研采购逐步转向真实终端客户付费。

中国脑机接口行业头部企业集中在侵入式和非侵入式技术路线，如：阶梯医疗，侵入式脑机接口领军企业，累计完成 42 例长期植入，融资额达 26 亿元；博睿康，国内最早布局脑机接口产业化的企业之一，在脑电采集、解析与反馈技术上积累深厚，2026 年获批首张侵入式医疗器械注册证；脑虎科技，侵入式领域头部企业，2025 年底完成国内首套“全植入、全无线、全功能”系统研发，核心指标对标国际顶尖水平；强脑科技，非侵入式脑机接口独角兽，产品覆盖消费级场景，累计融资 25 亿元。

海外侵入式脑机接口领域的龙头企业主要包括 Neuralink、Blackrock Neurotech 和 Paradromics 等，这些企业凭借技术领先、临床进展与商业化布局占据全球主导地位。如：Neuralink 聚焦高带宽、微创设备开发，汇聚了一批神经科学与 AI 领域的顶尖人才，其技术愿景包括解决神经系统疾病并实现人机融合；Blackrock Neurotech 以犹他阵列（Utah Array）电极为核心，积累了近 20 年人体临床数据，被视为侵入式领域的“黄金标准”，其 Neuro Port 系统结合电极完成多例人体植入，在帕金森病和肌萎缩侧索硬化（ALS）患者中应用广泛；Paradromics 专注于高带宽侵入式技术，使用铂铱合金电极，传输速度达 200+bps，比 Neuralink 快 10-20 倍，具备单神经元级采集精度。半侵入式脑机接口领域的龙头企业主要包括：Synchron、Precision Neuroscience 等。其中 Synchron 专注于开发无需开颅的血管介入式技术，通过颈静脉将 Stentrode 支架电极递送至运动皮层上方，实现安全高效的神经信号采集，其 Stentrode 系统已在美国和澳大利亚完成多例人体植入试验，成为首个推进半侵入式产品上市的企业。

表3：海内外 BCI 代表企业与路线归属

路线（植入部位）	代表企业	龙头判定依据	归类说明
侵入式（刺入皮层）	Neuralink、Paradromics、阶梯医疗、Blackrock Neurotech	Neuralink 已在全球开展约 21 例临床试验，估值 420 亿美元；Paradromics 使用铂铱合金电极，传输速度达 200+bps，比 Neuralink 快 10-20 倍，具备单神经元级采集精度；阶梯医疗 42 例长期植入、国内首款进入创新通道的全侵入产品；Blackrock 的阵列自 2004 年起为行业“黄金标准”	电极进入脑组织，信号质量最高、手术风险最大
半侵入式（硬脑膜外/硬脑膜下/血管内）	博睿康、脑虎科技、Synchron、Precision Neuroscience	博睿康 NEO 为全球首个获批上市的侵入式 BCI 医疗器械；脑虎为国内首款进入注册临床的硬膜下柔性产品；Synchron 启动全球首个介入式脑机接口关键性临床试验（COMMAND 试验）；Precision Neuroscience 获 FDA 510(k）许可，允许传感器单次植入最长 30 天，用于短期临床监测，已完成超 100 例患者手术，覆盖 18 家医疗机构	不破坏脑组织，在信号与安全间取平衡；Precision 需颅骨小切口，按“非穿透”归入本类
非侵入式（头皮/耳内）	强脑科技、傲意科技	强脑科技是国内规模最大的非侵入式脑机接口领域的龙头企业，2026 年 1 月完成约 20 亿元融资，融资后估值突破 120 亿元人民币，成为全球脑机接口领域仅次于 Neuralink 的第二大规模融资企业，消费级产品（如睡眠设备）海外收入占比达 40%，是全球少数实现脑机接口规模化量产的企业；傲意科技是国内唯一一家获得两家专业脑科学主题投资基金布局的脑机接口企业，拥有完全自主知识产权	无创、可消费化，但信号受颅骨衰减，医疗端多用于康复训练与神经调控

资料来源：Wind，同花顺 iFinD，以上公司公告，国信证券经济研究所整理

目前，全球脑机接口产业呈现差异化竞争格局，海外企业在侵入式底层器件、长期植入材料与部分基础神经解码底层技术积累深厚，在高端植入电极、专用芯片领域具备先发优势。国内企业避开海外优势赛道，优先选择非侵入式脑机设备作为突破口，聚焦临床场景落地、产品国产化替代，依托国内庞大的康复医疗市场、完整电子制造供应链快速迭代。国内专精特新企业、高校衍生创业公司加速崛起，

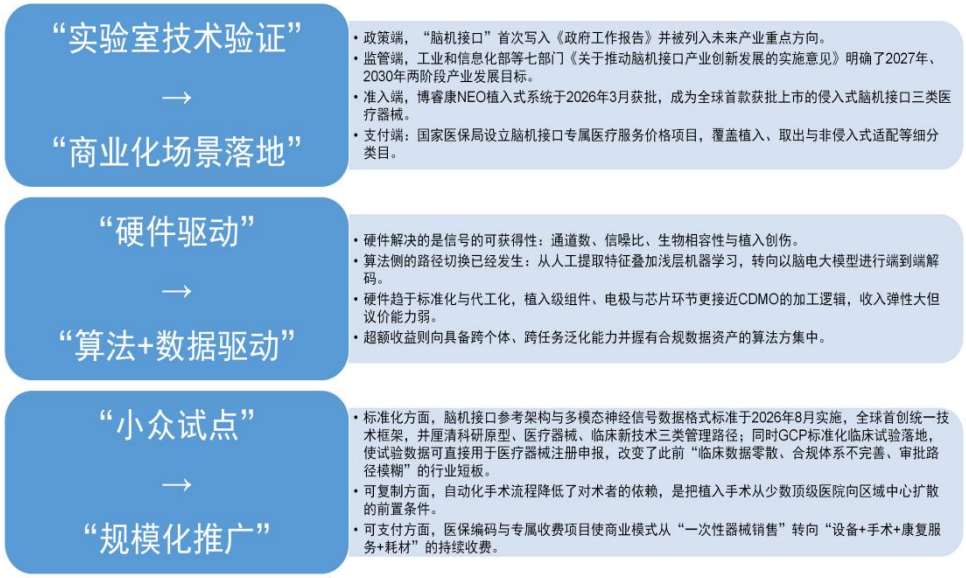
在脑电解码算法、非侵入式整机集成、临床康复场景落地方面形成差异化竞争力。整体来看，国内外企业更多是路线错位发展，而非全面直接竞争；国内产业的短板集中在上游高端元器件，优势集中在场景落地、工程化集成与临床资源供给。

3.3 产业拐点阶段特征与演进趋势

3.3.1 阶段特征

AI 赋能推动脑机接口产业发生三重结构性转变：从“实验室技术验证”转向“商业化场景落地”，从“硬件驱动”转向“算法+数据驱动”，从“小众试点”转向“规模化推广”。

图3：AI 赋能推动脑机接口产业发生三重结构性转变



资料来源：同花顺 iFinD，国信证券经济研究所整理

从“实验室技术验证”转向“商业化场景落地”：审批、支付与产能三处瓶颈同时松动。这一转变的实质是产业约束条件发生了替换：过去受限于“能不能做出来”，现在受限于“做出来之后能不能卖出去、能不能收费”。2026 年这一链条上三个关键节点先后打通：政策端，“脑机接口”首次写入《政府工作报告》并被列入未来产业重点方向；监管端，工业和信息化部等七部门《关于推动脑机接口产业创新发展的实施意见》明确了 2027 年、2030 年两阶段产业发展目标；准入端，博睿康 NEO 植入式系统于 2026 年 3 月获批，成为全球首款获批上市的侵入式脑机接口三类医疗器械，意味着我国率先跑通了从“实验室研发”到“临床试验”再到“注册上市”的全流程，为后续产品确立了监管范式。更具决定意义的是支付端：国家医保局设立脑机接口专属医疗服务价格项目，覆盖植入、取出与非侵入式适配等细分类目；并已于 2026 年 3 月为博睿康 NEO 完成独立医保收费编码赋码。器械只有进入收费与结算体系，医院才有采购动机，患者才有支付路径；因此，相比批证，这一步更接近商业模式成立的临界点。

供给侧的产能约束也在同步放松：Neuralink 宣布 2026 年启动脑机接口设备“大规模生产”，并转向高度自动化的外科手术流程，其产品叙事已从“恢复缺失功能”升级为“提升人机交互带宽”。根据中商产业研究院预计 2026 年全球市场增至 33 亿美元、国内达 46 亿元。但“落地”与“放量”需要分开看，这一重转变

目前兑现的是“合规与路径”，尚未兑现为“收入与利润”。

从“硬件驱动”转向“算法+数据驱动”：瓶颈从“采得到”迁移到“读得懂”。硬件解决的是信号的可获得性：通道数、信噪比、生物相容性与植入创伤。当这些指标进入可用区间后，边际改善已难以单独带来体验跃升，产业的核心卡点转向语义层。

算法侧的路径切换已经发生：从人工提取特征叠加浅层机器学习，转向以脑电大模型进行端到端解码。海外方面，苹果 Face ID 与 Vision Pro 联合发明人参与创立的 Hemispheric 推出大规模 AI 脑电模型 Descartes，并获 5200 万美元早期融资。数据侧则从“学术资产”升级为“合规门槛”：iBRAIN 数据集支撑了中文声母韵母体系的解码突破；2026 年 7 月，国内团队首次实现跨地域上千人同步脑电采集，通过专属授时校准算法实现毫秒级时间对齐，使多源信号可统一建模；2026 年 9 月，国家药监局发布《脑机接口医疗器械用于人工智能算法的脑电数据集质量要求与评价方法》，为全球首个针对 AI 算法用脑电数据集的医疗器械行业标准，2027 年 9 月起实施。这等于给“数据燃料”划定了统一质量标准，把数据质量从研究问题变成产品上市的硬性条件。

这一转变对产业格局的含义：价值分配重心正从“器件—整机”向“模型—数据”迁移。硬件趋于标准化与代工化，植入级组件、电极与芯片环节更接近 CDMO 的加工逻辑，收入弹性大但议价能力弱；超额收益则向具备跨个体、跨任务泛化能力并握有合规数据资产的算法方集中。相应地，沿用“卖器械、看装机量”的传统框架评估脑机接口公司，会系统性错配估值锚。约束同样明确：跨个体与跨任务泛化仍不稳定，数据孤岛与标注规则不统一并未根本解决，实验室条件下的高准确率能否在家庭与基层场景长期维持，尚缺乏长周期验证。

从“小众试点”转向“规模化推广”：标准化、可复制与可支付三者缺一不可。规模化的前提不是需求足够大，而是供给可复制、成本可摊薄、支付有出口。三条支撑在 2026 年同时出现：标准化方面，脑机接口参考架构与多模态神经信号数据格式标准于 2026 年 8 月实施，全球首创统一技术框架，并厘清科研原型、医疗器械、临床新技术三类管理路径；同时，GCP 标准化临床试验落地，使试验数据可直接用于医疗器械注册申报，改变了此前“临床数据零散、合规体系不完善、审批路径模糊”的行业短板。可复制方面，自动化手术流程降低了对术者的依赖，是把植入手术从少数顶级医院向区域中心扩散的前置条件。可支付方面，医保编码与专属收费项目使商业模式从“一次性器械销售”转向“设备+手术+康复服务+耗材”的持续收费。

资本与产业配套也在同步放大：根据 Wind 数据显示，2026 年上半年，国内脑机接口领域融资事件超 60 起，总额突破 70 亿元，达到 2025 年全年融资额（约 14.5 亿元）的 3 倍以上；阶梯医疗获 5 亿元战略融资，阿里、腾讯联合领投；国家创业投资引导基金将脑机接口列为七大重点投资领域之一，北京中关村科学城科技成长四期基金总规模 80 亿元，其中 10 亿元产业直投明确锚定脑机接口等未来产业。需求端则形成“医疗刚需+消费放量”的双层结构：国内数千万神经功能障碍患者构成基本盘，消费级场景（睡眠干预、专注力训练、情绪调节、娱乐交互）以低成本非侵入路线承担起量角色。

但规模化不等于普惠。手术成本、术者培养周期、长期安全性数据积累以及区域支付能力差异，决定了推广将呈现“先头部医院、后基层渗透”的梯度节奏，而不是全市场同时起量。因此，这一重转变的观测指标应是植入量与开机率、耗材与服务收入占比，以及医保实际结算金额，而不是覆盖医院数量。

3.3.2 演进趋势

短期阶段，产业重心将集中于医疗场景深度渗透。非侵入式脑机康复设备在脑卒中康复、认知障碍评估领域的临床应用中持续扩大，部分侵入式管线持续推进临床试验。行业术语、安全测试、伦理审查等基础标准逐步完善，产品注册路径更加清晰。依托京津冀、长三角、珠三角在科研、医疗与电子制造优势，形成若干脑机接口产业集聚区，上下游企业就近协同，缩短产品工程化周期。资本投资更趋理性，资金向具备真实临床数据、管线进展明确的企业集中，单纯概念型项目融资难度上升。

中长期看，随着神经大模型持续迭代、硬件材料成本下降与临床数据持续积累，通用型脑机交互入口有望成型。脑机接口不再局限于单一疾病康复工具，可依托基础神经模型，通过微调适配多种认知、运动交互任务，实现跨场景复用。产业链配套基本成熟，上游核心元器件国产化短板得到明显补齐，形成完整自主产业生态。国内企业在部分赛道进入全球第一梯队，产品从国内市场走向海外临床与商业化，产业整体由单点产品突破迈向体系化竞争。

3.4 产业发展现存核心痛点

尽管产业迎来拐点前置信号，多重结构性短板仍然制约产业全面商业化落地，集中体现在技术、产业、应用三个层面。

第一，底层核心算法与高端传感器仍有短板，多模态优质神经数据集稀缺。在算法端，虽然 AI 解码在实验室数据集表现良好，但跨受试者、跨时间、真实临床噪声环境下模型泛化能力、可解释性不足，长时脑信号漂移问题尚未完全解决。硬件层面，侵入式柔性电极、长期植入生物材料、高信噪比专用采集芯片仍存在国产化瓶颈，高端传感器性能、寿命与海外先进产品存在差距。数据短板尤为突出：高质量、标注完备、多人群覆盖的神经数据集供给稀缺，不同机构数据标准不统一、数据孤岛现象明显，高质量神经数据获取成本高昂，限制 AI 基础模型训练效果，成为制约 AI-BCI 持续迭代的关键瓶颈。

第二，产业链协同不足与标准化体系不完善，规模化生产成本偏高。脑机接口横跨材料、微电子、神经医学、人工智能多领域，产业链各环节主体分属不同行业，技术语言、产品标准差异较大，上下游协同联动难度高，存在“硬件企业不懂神经信号，算法企业不懂硬件约束”的脱节问题。行业标准体系尚处于建设阶段，产品测试、性能评价、数据集规范仍在完善过程中，不同厂商设备之间数据接口、评估指标不统一，不利于产品对比与临床推广。同时，无论是侵入式植入器件还是高精度非侵入脑电采集设备，小批量生产模式推高单位制造成本，设备价格偏高，限制医疗机构大范围采购与普及，规模化降本路径尚未完全打通。

第三，消费级场景体验待优化，伦理规范、隐私安全体系尚不健全。消费级脑机产品当前普遍存在信号质量不足、交互体验不稳定、效果难以量化等问题，用户价值感知较弱，商业模式仍在探索，距离大众普及尚有较大差距。更深层次的约束来自伦理与数据治理：脑电信号属于高度敏感的个人神经数据，能够反映人的认知、情绪、记忆状态，一旦泄露将造成严重隐私风险。现阶段，针对脑数据采集、存储、使用、流转的专门法律规范尚不完整，脑机技术滥用、数字鸿沟、认知干预等伦理风险的治理框架仍在构建。伦理与安全体系的缺位，不仅带来社会争议，也会影响监管审批、用户接受度，成为产业长期发展的制度性约束。

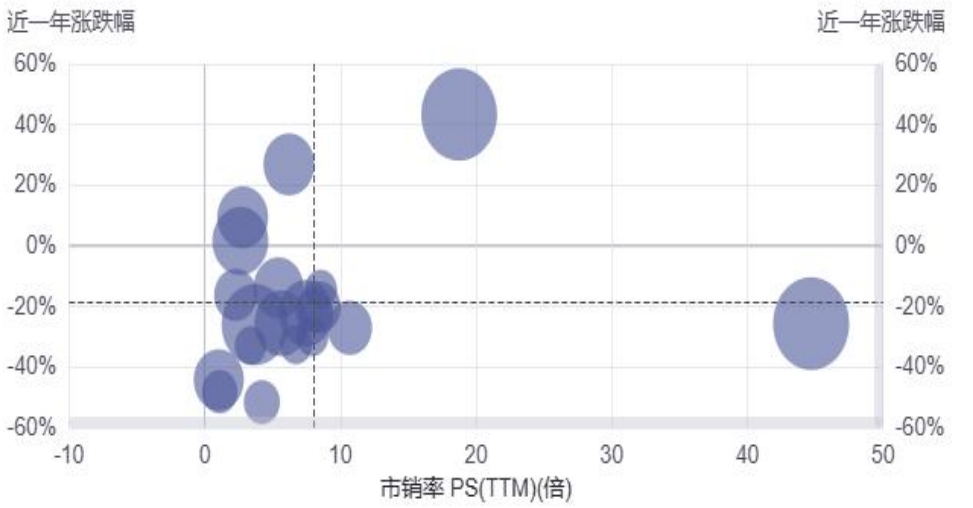
4. AI 赋能下脑机接口行业的全方位价值重估

传统脑机接口的价值评估多以硬件设备成本与元器件规格为核心，难以反映 AI、神经数据与场景落地带来的长期增长潜力。AI 深度介入全链条之后，行业估值逻辑发生根本性转变。

4.1 价值重估的核心逻辑转变

原有估值体系将脑机接口视作硬件医疗器械，价值锚点集中在电极、采集模组等实体硬件，低估算法迭代与神经数据积累带来的持续增值（一级市场已经完成范式切换，二级市场尚未切换）。在 AI 赋能下，行业估值范式由单一硬件价值转向技术+数据+场景+生态的复合型价值体系，AI 成为驱动价值持续增长的核心变量。AI 模型赋予脑机系统持续学习、自适应迭代的能力；神经数据在持续使用过程中不断沉淀，形成可复用的数据资产；多场景落地将技术能力转化为稳定现金流；上下游协同生态进一步放大技术壁垒与市场空间。硬件成本与终端定价已经脱钩，“成本加成”无法解释价格，因此，价值评估需要跳出硬件成本思维，综合考量技术壁垒、数据资产、商业化落地能力与生态长期潜力。

图4：脑机接口相关 A 股的市销率与近一年涨跌幅分布



资料来源：同花顺 iFinD，国信证券经济研究所整理

二级市场尚未切换范式：高 PS 没有换来超额收益。若市场按复合价值重估，应看到市销率与阶段收益正相关。根据同花顺 iFinD 数据，我们从 83 只脑机接口成分股中选取 20 只标的 A 股，其中核心自研 10 只、关键上游 4 只、临床与场景 3 只、股权与生态 3 只。20 只标的 PS(TTM）中位约 6.48 倍、PE(TTM）中位 39.54 倍（剔除 5 只 TTM 亏损样本），近一年涨跌幅均值-18.50%，中位数为-23.84%，仅 4 只上涨；同期，脑机接口概念指数为-13.50%、中证全指医疗器械为-15.79%、医药生物指数为-7.34%；样本均值分别跑输三者 5.0、2.7、11.2 个百分点，既是主题退潮，也是主题内部的结构分化。PS 与区间涨跌幅的相关系数仅 0.16（20 个样本，计算值），估值高低几乎不解释收益差异，但若剔除 PS44.7 倍的岩山科技，相关系数升至 0.52，方向反转为“越贵越涨”。因此，二级市场没有为“算法＋数据”支付溢价，甚至在主题退潮中给出了比医疗器械板块更差的收益。

表4：20 只标的脑机接口相关上市企业情况

证券简称	总市值（亿元）	市盈率（PE, TTM，倍）	市销率（PS, TTM，倍）	区间涨跌幅（%）
昭衍新药	317.70	29.44	21.82	43.37
英集芯	110.60	36.66	8.04	26.88
可孚医疗	110.20	28.65	3.10	9.43
盈趣科技	143.80	24.02	3.52	1.64
三博脑科	104.80	150.07	5.38	-13.83
亚华电子	25.50	-192.34	10.42	-14.34
新里程	66.30	96.50	2.53	-16.16
翔宇医疗	65.10	81.11	8.58	-20.20
伟思医疗	37.00	22.94	8.45	-21.58
美好医疗	134.20	44.48	7.58	-22.16
汉威科技	129.70	72.05	4.28	-25.52
岩山科技	320.70	-297.14	49.45	-25.62
乐普医疗	228.60	33.75	3.40	-25.93
创新医疗	74.50	-62.87	10.62	-27.02
爱朋医疗	25.50	-88.78	7.85	-29.86
麦澜德	25.80	39.54	7.70	-32.50
狄耐克	23.70	91.08	4.32	-32.85
道氏技术	105.70	25.71	1.43	-44.17
麒盛科技	36.40	-107.82	1.40	-48.06
雷迪克	37.80	45.08	3.74	-51.50

资料来源：以上公司公告，同花顺 iFinD，国信证券经济研究所整理（截至 2026 年 11 月 9 日）

4.2 多维价值重估体系构建

技术价值体现为 AI 算法构建的技术壁垒、持续迭代能力以及国产化替代价值。AI 神经解码模型与自适应闭环调控算法构成软件层面核心壁垒；依托增量学习与迁移学习，系统性能能够随使用数据持续优化，形成自我迭代能力。国内 AI-BCI 技术体系逐步自主可控，能够降低高端神经采集设备、解码算法对外依赖，具备显著的国产替代战略价值。

算法上限已经可量化。国内已出现 256 通道无线高通量侵入式系统（阶梯医疗 WRS02）与 128 通道的“北脑一号”；后者在渐冻症语言解码中，62 个常用单词正确率达 76%。解码范式已从人工特征叠加浅层机器学习转向脑电大模型。

商业价值聚焦不同场景下的变现潜力与盈利模式。医疗康复赛道以医疗器械销售、康复服务与设备租赁为主，如 2026 年 3 月博睿康 NEO 成为全球首款获批的侵入式脑机接口医疗器械，截至 2026 年 6 月完成 36 例植入，68.8%的患者在脱离手套的情况下徒手运动功能获得临床显著改善；“北脑一号”已完成 40 余例人体植入、最长植入超 18 个月；非侵入路线上，韶脑科技取得上海首张非侵入式脑机接口医疗器械注册证，带“运动想象”的疗法较传统康复效率提升 34%；消费级场景依托智能穿戴、认知训练与睡眠干预服务，具备订阅制空间；产品形态亦已成熟，强脑科技拥有智能仿生手（全球首款量产脑控仿生手）、智能仿生腿与专注欣医疗版等产品线，并由蓝思科技独家承接核心硬件模组量产；元宇宙交互与工业人机协同等场景以 B 端项目交付与行业解决方案为主要模式。不同赛道付费主体、定价逻辑与市场规模存在明显差异，共同构成行业多元化商业价值。

脑电神经数据属于高敏感、高稀缺性的生物信息资产，价值体现在数据采集、模型训练、场景应用的闭环。高质量标注神经数据集是训练神经基础大模型的基础，数据集规模、人群多样性、标注质量直接决定 AI 解码模型的上限。随着设备推广持续积累用户脑信号样本，形成“采集－训练－优化－再采集”的数据闭环，专属神经数据集将形成难以短期复制的稀缺资产。同时，脑数据的隐私敏感性也决

定其使用必须在严格合规与伦理约束下开展。

脑机接口具备强产业带动效应，能够拉动专用采集芯片、柔性传感器、嵌入式 AI、精密制造等上下游产业协同升级，带动传感器、生物材料、人工智能等多个高技术产业共同发展，催生神经健康、人机融合交互等数字经济新业态，完善我国前沿科技产业布局。如：脑虎科技“超级工厂”2026 年 1 月在赣江新区动工，承担全植入、全无线、全功能系统的量产任务；上海《脑机接口未来产业培育行动方案（2025—2030）》提出，2027 年推动 5 款以上侵入式、半侵入式产品完成临床试验；蓝思科技承接强脑科技核心硬件模组量产、韦尔股份以战略投资方身份进入。全国脑机接口企业已超 200 家，分布于 25 个省级行政区，其中七成集中于北京、广东、浙江、上海与江苏。

社会价值体现在民生改善与基础科研赋能层面。脑机技术为残障群体提供运动、语言功能重建方案，改善患者生存质量；革新人机交互模式，降低人机沟通门槛；同时为脑科学基础研究提供全新观测工具，助力解析大脑认知机制，推动基础科学进步。

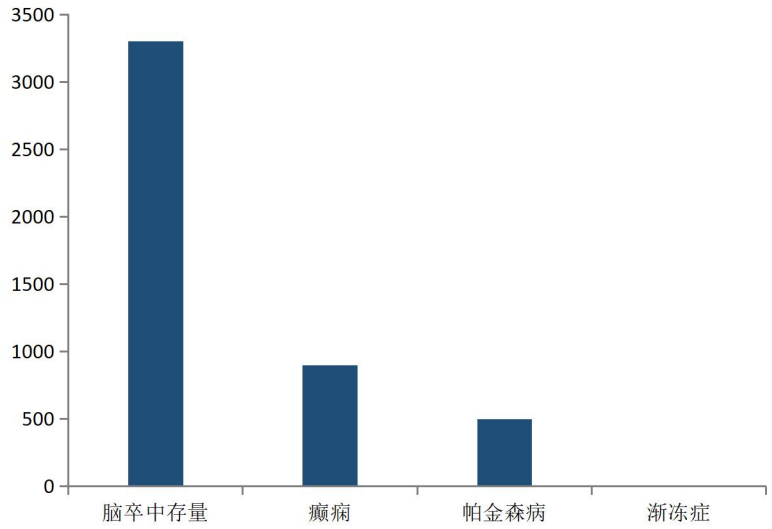
4.3 细分场景价值重估与潜力分析

严肃医疗场景：以脑卒中康复、难治性神经疾病诊疗、神经功能重建为代表，属于刚需性、高壁垒、高价值赛道。医疗场景具备明确临床终点、稳定付费需求，产品通过医疗器械注册后，商业化确定性最强，是现阶段行业价值基本盘。侵入式脑机接口面向重度瘫痪、失语等重症人群，技术壁垒与单位价值更高；非侵入式脑机康复设备适配脑卒中后偏瘫、认知障碍等大规模患者群体，市场体量更大。该赛道的价值核心锚点是临床有效性、注册资质与医疗机构渠道。

根据《脑卒中康复脑机设备产业分析（2026 年）》报告显示，2025 年脑卒中存量测算约 3300 万人，其中 55%—75%遗留不同程度的肢体运动障碍。在脑卒中的 3300 万存量里，绝大多数患者只适用低成本的非侵入康复设备（非侵入适配费 960－966 元/次）；侵入式设备真正对应的是“外周表达通道严重受限”的重症群体，即四肢瘫、视觉重建等高带宽功能恢复的刚需场景

根据中国抗癫痫协会公开数据与《中国帕金森病报告 2025》显示，2024 年癫痫患者约 900 万，每年新增约 40 万，其中约 30%经规范用药仍无法有效控制，即难治性患者约 270 万（计算值）；渐冻症年新增约 2.3 万例、存量约 6－10 万人；帕金森病现存患者超 500 万。

图5：严肃医疗主要适应症的患者规模（单位：万人）



资料来源：中研网，中国抗癫痫协会，北京大学第三医院，《中国帕金森病报告 2025》，同花顺 iFinD，国信证券经济研究所整理

消费级场景：覆盖脑电智能穿戴、情绪调节、注意力训练、元宇宙沉浸式脑交互等方向，长期具备规模化爆发潜力。消费级产品依托轻量化非侵入式电极，面向普通人群的睡眠、压力与专注力管理需求，商业模式偏向硬件销售加会员订阅。但当前产品信号质量与效果量化能力仍存在短板，短期价值有限，更多体现长期期权价值；随着 AI 自适应算法持续优化，未来有望打开大众消费市场空间。

根据中国睡眠研究会《2025 年中国睡眠健康调查报告》显示，我国 18 岁以上人群睡眠困扰率约 48.5%，受睡眠障碍影响者超 3 亿人；其中约 1.5 亿人需积极干预，阻塞性睡眠呼吸暂停成人患者约 1.76 亿、中重度逾 6000 万，而整体诊断率仅约 1%。

工业与特种场景：包括工业人机协同辅助、特种作业意念交互等方向，属于专业化、高附加值赛道。在高危、高强度作业场景，脑机接口可以实时监测操作员认知负荷、疲劳状态，实现脑控设备操作，提升作业安全性。该场景客户集中、项目单价高，市场总量有限，但毛利水平高，对实时解码、高可靠 AI 算法要求严苛，具备较高的专业化价值。

4.4 价值重估下的投资逻辑与机遇

核心赛道机遇

行业投资机会集中于五大方向：AI 神经解码算法、高端神经传感器与电极材料、高质量标注神经数据集、医疗级脑机整机设备与消费级脑电终端应用。上游核心元器件与数据集属于底层基础资产；医疗设备是短期兑现收益的核心赛道；消费级终端与 AI 解码算法代表长期成长弹性。

投资逻辑

投资思路需要从单纯硬件采购思维，转向算法+数据+场景+生态的全链条评估框架。项目评估不再仅关注硬件参数，优先考察 AI 模型迭代能力、临床落地进展、数据资产积累、场景商业化验证水平。优先选择管线明确、已形成小规模临床验

证、具备持续数据闭环能力的企业；审慎评估纯概念型项目，区分短期可兑现价值与远期期权价值，理性识别估值泡沫

5. 案例分析

5.1 医疗脑机康复落地案例

国内脑机康复企业将 AI 解码算法与脑卒中康复设备结合，构建“意念感知－外骨骼驱动－神经反馈”的闭环康复系统。典型代表如博灵脑机、安杰莱科技等企业的非侵入式脑机康复设备。根据安杰莱科技公开信息，公司累计 200 余项自主知识产权，下肢、上肢、足踝、床旁康复机器人等多款核心产品均已取得二类医疗器械注册证，其中 5 款入选国家创新医疗器械绿色通道；其郑州子公司另有 6 款产品获批上市、170 余项知识产权，技术清单中明确包含无创脑机接口。

传统康复训练以被动肢体带动为主，患者大脑主动参与度低，神经重塑效果有限。该类设备依托 AI 自适应神经解码算法，实时识别患者运动想象意图，动态滤除肌电、眼电噪声，将大脑意念转化为外骨骼动作指令，引导患者主动参与康复训练。AI 模型支持小样本快速适配不同患者，持续跟踪康复进程并动态调整训练方案，提升康复精准度；同时降低设备标定时间，减少专业人员操作成本，具备向多家医疗机构规模化推广的条件。

5.2 消费级 AI 脑机产品创新案例

以 LumiMind 睡眠脑电头带、脑韵科技脑电耳机等消费级脑电穿戴产品为例，产品搭载轻量化 AI 自适应算法，面向普通用户的睡眠监测、压力调节与专注力训练需求。设备采用干性非侵入电极采集脑电信号，由端侧 AI 实时解析脑波状态，识别用户注意力、放松度与睡眠分期。系统形成“脑电采集－认知状态解码-个性化声学反馈”闭环，当识别用户焦虑、注意力衰减或睡眠状态变化时，动态调整干预方案，而非采用固定预设模式。AI 算法持续学习用户个人脑电特征，随使用时间提升识别准确率，改善消费产品信噪比不足、个体适配差的问题。

表5：两家标的企业情况

主体	归属	产品形态	当前状态	核心技术
LumiMind	岩山科技（002195.SZ）子公司岩思类脑旗下脑健康品牌	LumiSleepD1 实时调控脑电睡眠仪（头带）	2026 年 1 月 CES 发布，公司明确“尚未对外销售，待完成生产验证测试”；2026 年 9 月 29 日登陆 Kickstarter 众筹	主流睡眠产品依赖体动、心率等间接指标推断状态，或播放固定音频；该产品直接依据实时脑电生成与脑波耦合的声学干预并动态调整，定位为“毫秒级实时闭环调控”
脑韵科技	上海脑韵科技（2024 年 4 月成立）	全球首款入耳式脑电耳机	2025 年 9 月完成千万级天使轮融资；当时仅完成小批样机试制，处于测试验证与整改优化，计划年末推出数百台改进版样机用于核心用户内测	把电极做进耳道，解决头环佩戴的社交尴尬与稳定性问题，并已实现脑电控制轮椅、脑电“自定义遥控器”等演示；其规划的应用包括冥想状态打分、AI 情绪调控与 B 端测试（音乐发行筛选、游戏测试）

资料来源：以上公司公告，同花顺 iFinD，国信证券经济研究所整理

当前消费级脑机产品仍处于市场培育阶段，产品以 B 端试点和小批量 C 端销售为主，瓶颈已从“做不出来”转为“证明有用”，商业模式仍在打磨，但其验证了轻量化 AI-BCI 在大众健康场景的落地路径。

5.3 前沿技术研发案例

国内高校与科研院所围绕神经大模型开展前沿研究，如：复旦大学、上海交大等团队的脑电基础大模型相关工作。科研团队以大规模多人群脑电数据集预训练神经基础大模型，将时序脑电信号转化为神经 Token，利用 Transformer 架构挖掘脑信号内在表征。该类大模型仅需少量用户样本即可完成微调，实现跨个体、跨任务的神经意图解码，支持想象语音、视觉图像重建等高阶神经信号解析。相关研究突破了传统脑机模型任务绑定的局限，推动通用脑机交互理论成型。但当前神经大模型仍存在参数量大、推理延迟高、可解释性不足等问题，距离工程化量产尚有距离；其价值主要体现在底层技术储备，为未来下一代脑机产品提供技术底座，长期将重塑整个行业的技术壁垒与价值空间。

6. 结论与展望

6.1 结论

一、AI 正在从头改造脑机接口的整套信号处理和交互方式。传统脑机接口一直有几个难题：脑电信号难以提纯、识别解码精度不足、跨个体迁移后效果衰减、交互通路单向。借助 AI，脑机交互不再只是被动识别大脑信号，而是可以提前预判、融合多种信号协同工作。不过硬件本身的物理限制、AI 算法难以解释等基础问题仍未彻底解决。

二、当前脑机接口在技术、政策、市场与配套生态四个方面均已出现拐点迹象，行业正由实验室研究逐步走向商用，竞争重心也从硬件转向算法与数据。但产业链配套尚不完善、可用脑信号数据稀缺、行业标准缺失，加之隐私与伦理规则跟进不足，仍在拖累行业大规模商业化。

三、以硬件参数为核心的估值方法已不适用，需要一套新的评估框架，综合考量技术实力、商业化进展、数据积累、产业配套以及社会层面影响。不同场景的价值差异明显：医疗康复是现阶段最稳的基本盘，消费和特种应用未来想象空间大，但兑现周期长。投资判断应重点关注 AI 能否持续迭代、产品能否真正落地使用、能否形成持续的数据闭环。

四、从现有案例来看，AI+脑机接口已经在脑卒中康复这类医疗场景投入临床使用，面向普通消费者的产品也完成了初步验证。但神经大模型这类前沿技术仍停留在科研阶段，长期潜力较大，风险和不确定性也更高。

6.2 未来展望

随着 AI 与脑机接口持续深度融合，未来脑机交互有望突破现有硬件与算法瓶颈，信号解码能力、跨个体适配性将持续提升，逐步实现更自然、双向流畅的脑机交互。伴随产业链配套逐步补齐、神经数据集不断丰富以及行业标准、伦理监管体系持续完善，行业商业化节奏有望加快。

短期来看，医疗康复场景会持续放量，成为技术迭代与数据积累的核心阵地；中长期，随着成本下行与产品成熟，脑机接口有望逐步向消费、特种等场景延伸，打开更大的成长空间。神经大模型等前沿方向如果取得突破，还将进一步重塑脑信号理解与交互模式。

整体而言，AI 驱动下的脑机接口产业前景广阔，但发展过程仍将是循序渐进的，技术突破、合规治理、商业化落地三者需要协同推进，在风险可控的前提下释放

神经科技的长期价值。

参考文献

[1]《关于推动脑机接口产业创新发展的实施意见》，工业和信息化部等七部门，2026 年

[2]《脑机接口医疗器械用于人工智能算法的脑电数据集质量要求与评价方法》，国家药品监督管理局，2026 年

[3]《中国帕金森病报告 2025》，上海交通大学医学院附属仁济医院，2025 年

[4]《2025 年中国睡眠健康调查报告》，中国睡眠研究会，2026 年

[5]《全球及中国脑机接口行业市场研究报告》，中商产业研究院，2026 年

[6]《脑机接口未来产业培育行动方案（2025—2030）》，上海市发改委等，2025 年

[7]《中国脑机接口商业化前瞻报告》，北京科技智库、中关村天成创新研究中心，2026 年

[8]《脑机接口技术与应用研究报告（2025 年）》，中国信息通信研究院，2025 年

风险提示

产品研发失败、市场竞争加剧、政策风险、宏观经济环境变动、地缘政治风险、汇率波动风险。

免责声明

分析师声明

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

国信证券投资评级

投资评级标准	类别	级别	说明
报告中投资建议所涉及的评级（如有）分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的 6 到 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A 股市场以沪深 300 指数（000300.SH）作为基准；新三板市场以三板成指（899001.CSI）为基准；香港市场以恒生指数（HSI.HI）作为基准；美国市场以标普 500 指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）为基准。	股票投资评级	优于大市	股价表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	股价表现介于市场代表性指数±10%之间
		弱于大市	股价表现弱于市场代表性指数 10%以上
		无评级	股价与市场代表性指数相比无明确观点
	行业投资评级	优于大市	行业指数表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	行业指数表现介于市场代表性指数±10%之间
		弱于大市	行业指数表现弱于市场代表性指数 10%以上

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司

关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

国信证券经济研究所

深圳
深圳市福田区福华一路 125 号国信金融大厦 36 层
邮编：518046　总机：0755-82130833

上海
上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 层
邮编：200135

北京
北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层
邮编：100032