

中国脑机接口行业发展模式及未来展望

China Brain-computer Interface Industry Development Model and Future Prospects Research Report

概览标签：脑机接口、脑科学、脑机交互、人机交互、元宇宙、前沿科技

报告主要作者：孙榕

2021/12

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。

脑机接口未来能否帮助人类 超越生物学极限？

2021年12月8日，特斯拉创始人马斯克表示，希望明年能在人类身上装备“脑机接口”Neuralink装置，该装置能够将人类所想的场景变成虚拟世界中的场景，连接生物信号与数字信号，推动元宇宙概念的发展。

备受瞩目的“中国脑计划”在筹划了6年多之后于今年9月正式落地，预计投入总规模将比肩美国脑计划。作为前沿科技的脑机接口技术将赋能医疗、军事、娱乐等诸多细分行业，满足较为庞大的用户需求，具有较大战略意义。

世界各国正纷纷布局脑机接口，但因行业糅杂了神经科学、计算机科学、材料学、人体工程学、机械工程学、心理学、康复学等各交叉学科，故在材料端、技术端、产业端拥有较多痛点，未来能否实现大规模商业化值得拭目以待。

1. 在全球脑科学热潮下，中国发展脑机接口行业具有重大战略意义

- 脑机接口主要功能为监测用户状态与通信传输，是一门高技术性的多交叉学科，向外可赋能医疗健康、智能空间、神经营销、教育教学、游戏娱乐、社会安全等应用场景；
- 行业的前沿性以及高价值性促使全球掀起脑科学热，美国、日本、韩国等国家纷纷施行国家级脑科学计划，对中国在脑机接口行业的发展起强引导作用，将提升经济效益、社会价值并塑造产业新生态。

2. 中国脑机接口行业面临较多痛点，但在诸多驱动因素作用下，行业革新速度加快

- 从顶层设计看，脑科学被列为国家级重大科技项目，积极引导了地方政府对所辖区域内相关领域的企业进行扶持；且中国因人口老龄化与高交通事故率等影响催生了较为庞大的患者需求，资本市场看好脑科学领域并持续加码。在诸多驱动因素影响下，中国脑机接口行业革新速度加快，将在材料端、技术端、道德风险端以及产业端有更进一步地研究与发展。

目录

CONTENTS

◆ 名词解释	06
◆ 脑机接口行业综述	07
• 脑机接口定义及分类	08
• 脑机接口原理及特点	09
• 脑机接口行业发展历程	10
• 脑机接口功能及应用场景	11
◆ 中国脑机接口行业发展现状	13
• 中国脑机接口行业现存痛点	14
• 中国脑机接口行业市场未来发展潜力分析	15
• 中国脑机接口行业发展的战略意义	16
◆ 中国脑机接口行业发展环境分析	17
• 不断完善顶层设计助发展	18
• 投融资火热盘活中小企业	19
• 社会各界形成产学研效应	20
• 庞大社会需求促增长	21
• 机器人与人工智能技术发展	22
◆ 国内外脑机接口行业竞争对比分析	23
• 行业国内外对比分析	24
• 全球主要企业案例分析	25
• 中国研究主体——高校类	26
• 中国研究主体——企业类	27
◆ 中国脑机接口行业未来趋势展望	28
◆ 方法论&法律声明	30

头豹

目录
CONTENTS

◆ Terms 06

◆ BCI Industry Overview 07

• Definition and Classification of BCI 08

• Principle and Characteristics of BCI 09

• Industry Development Process of BCI 10

• Functions and Applications of BCI 11

◆ China BCI Industry Present Status 13

• Pain Points of China BCI 14

• Future Development Potential of China BCI 15

• Strategic Significance of China BCI 16

◆ China BCI Industry Development Environment 17

• Constantly Improved Top-level Design 18

• Investment and Financing Market Revitalizing Small and Medium-sized Enterprises 19

• Shaped Industry-Academia-Research Bases 20

• Huge Social Demand 21

• Advanced Technology such as Robot and AI 22

◆ BCI Industry Competitive Analysis 23

• Worldwide Overview 24

• Cases of Global BCI Enterprises 25

• Cases of China BCI Enterprises——Universities and Colleges 26

• Cases of China BCI Enterprises——Commercial Enterprises 27

◆ China BCI Industry Future Trends 28

◆ Methodology & Legal Statement 30

图表目录

List of
Figures
and Tables

图表1:	脑机接口分类, 按接入方式	08
图表2:	脑机接口系统原理分析	09
图表3:	全球脑机接口行业发展历程分析	10
图表4:	脑机接口赋能的各类应用场景	11
图表5:	脑机接口赋能医疗健康行业	12
图表6:	中国脑机接口市场现存痛点分析	14
图表7:	中国脑机接口市场未来发展潜力分析	15
图表8:	全球主要市场在脑机接口的布局及对中国的战略启示	16
图表9:	国家级脑科学领域政策分析	18
图表10:	“十四五”提出的一体两翼与五项研究重点部署	18
图表11:	从全球脑科学投融资情况看中国同业发展	19
图表12:	中国脑科学领域企业分布TOP4分析 头豹	20
图表13:	中国社会对脑机接口发展影响分析	21
图表14:	中国康复机器人与人工智能行业分析	22
图表15:	全球及中国在脑科学领域发表论文数量对比分析	24
图表16:	NeuraLink企业案例分析	25
图表17:	MindMaze企业案例分析	25
图表18:	中国脑科学研究主体案例分析	26
图表19:	BrainCo企业案例分析	27
图表20:	脑陆科技企业案例分析	27
图表21:	中国脑机接口行业未来发展趋势分析	29

名词解释 TERMS

按首字母排列顺序 SORT ALPHABETICALLY

- ◆ **CAGR:** 年均复合增长率，从长期来看某产业/产品的未来增长潜力与价值。
- ◆ **CES:** 国际消费类电子产品展览会，是由美国电子消费品制造商协会主办。
- ◆ **FDA:** 美国食品药品监督管理局。
- ◆ **大数据:** 指无法在一定时间范围内用常规软件工具进行捕捉、管理和处理的数据集合，是需要新处理模式才能具有更强的决策力、洞察发现力和流程优化能力的海量、高增长率和多样化的信息资产。
- ◆ **慢性病患者:** 以下两者情况择其一即认为患者患有慢性病（1）调查前半年内经过医生诊断明确有慢性病（包括慢性感染性疾病如结核等和慢性非感染性疾病如冠心病和高血压等）；（2）半年以前经医生诊断有慢性病，在调查前半年内时有发作，并采取了治疗措施如服药、理疗等。
- ◆ **人工智能:**（Artificial Intelligence），它是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。
- ◆ **生物相容性:** 当材料进入宿主体内后，材料与宿主机体相互作用，材料引发宿主的生物机体反应（如过敏、细胞毒性反应等）和宿主引发材料的理化反应（腐蚀、磨损、降解及其他物理化学性质退化、改变甚至破坏），生物相容性是指双方对此类反应的容忍能力。
- ◆ **“十四五”规划:** 全称为中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要；该规划进一步提升了科技创新在我国现代化建设全局的重要地位，对今后5至15年的国民经济和社会发展做出了系统战略部署，对中国经济中长期发展起到至关重要作用。
- ◆ **手术机器人:** 又称为手术机器人系统，采用机器人技术辅助手术设备和辅助手术系统，是计算机辅助技术和机器人辅助外科手术的主要代表。
- ◆ **云计算:** 基于互联网的相关服务的增加、使用和交互模式，通常涉及通过互联网来提供动态易扩展且经常是虚拟化的资源；云是网络、互联网的一种比喻说法。



Chapter 1

脑机接口行业综述

- 脑机接口定义及分类
- 脑机接口原理
- 脑机接口行业发展历程
- 脑机接口功能及应用场景

头豹

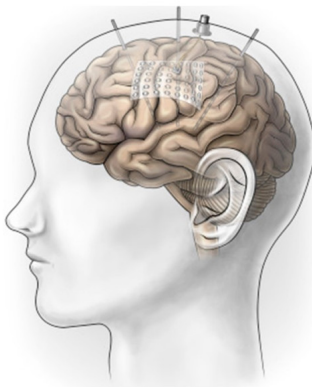


脑机接口 (brain-computer interface) 指的是在生物大脑与计算机等电子设备间建立交流、控制通道。根据硬件接入方式不同，可分为侵入式与非侵入式脑机接口。

脑机接口分类，按接入方式

侵入式脑机接口通常需要通过神经外科手术，将电极等硬件直接与大脑皮层接触或植入大脑皮层某特定部位，从而采集和监测脑内神经元活动。

- **包含技术：** ECoG（皮层脑电图）、LFP（局部场电位）、MUA（多神经元活动）、SUA（单神经元活动）
- **主要技术：** ECoG（皮层脑电图）是一种可获得较高信号强度与分辨率的浅层植入电极，已广泛应用于精神治疗中



侵入式



精确测量神经元冲动

高信噪比

高分辨率

优势

劣势

易引发免疫反应

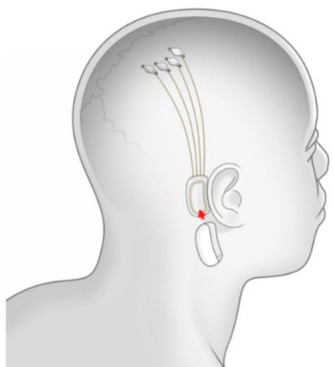
手术创伤

技术难度大

形成瘢痕组织影响信号采集

非侵入式脑机接口通常是将电极等硬件设置在颅骨外，因其不需要通过手术植入芯片的无创特性，是目前实践中优选的方式。

- **包含技术：** EEG（脑电图）、fMRI（功能性核磁共振成像）、fNIRS（功能近红外光谱）、BOLD（血液氧饱和水平检测）、MEG（脑磁图）
- **主要技术：** EEG（脑电图）具有高分辨率、易操作性等优点，可覆盖整个大脑新皮层，便于监测功能区的神经活动



非侵入式

非侵入式

用户接受度高、利于推广

操作简单

安全无创

成本较低

时间分辨率高

优势

劣势

信号弱且量少

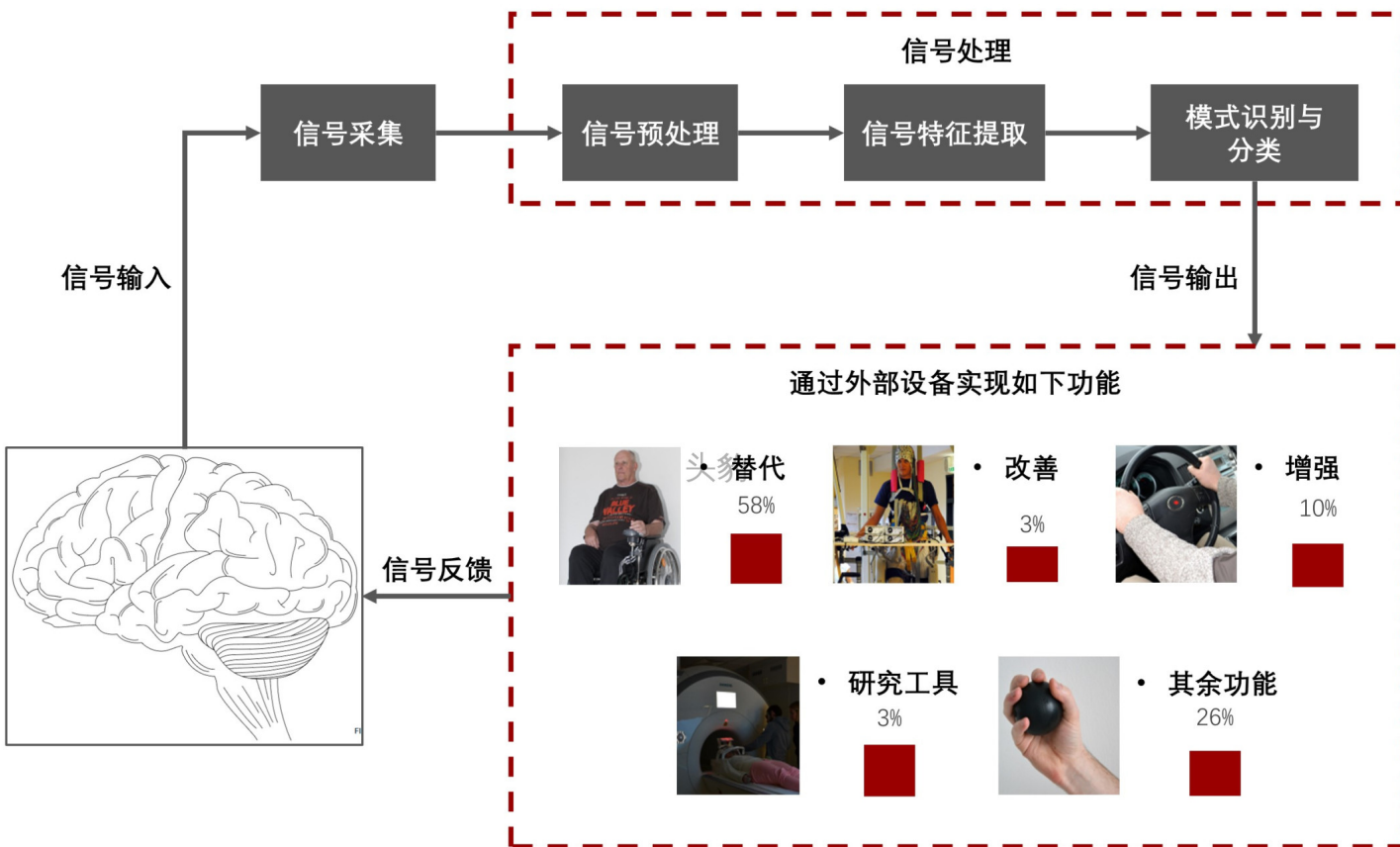
易受环境干扰

清晰度低

信号干扰而精确率低

实现脑机接口需从信号采集开始，再对其进行预处理、特征提取、模式识别与分类等一系列信号处理工作，最后生成执行指令传输至外部设备，向大脑发送反馈信号，形成闭环。

脑机接口系统原理分析



头豹解读

□ 脑机接口系统是一个信号从输入、处理、输出再到反馈的闭环：

- ① **信号采集**：由电极、滤波器等组成，将从大脑中采集的信号转换为计算机使用的数字信号；
- ② **信号处理**：根据时域信号、频域信号的特征参数对各电信号参量进行处理分析并归类，识别动作意图；
- ③ **信号输出**：控制系统接收分类后的特征信号，向外部设备发送执行与控制命令；
- ④ **信号反馈**：人体接收反馈信号，通过视觉、触觉等感知能力及时调整大脑活动状态。

□ 脑机接口将信号传输至外部设备，主要帮助机体实现**替代**因受伤、疾病或其他原因导致的部分缺失的功能，**改善与增强**机体部分功能，或者为科研人员提供**研究**渠道。

脑机接口行业是人类对脑科学研究的延伸，行业起步于上世纪70年代，经历了前期的理论探索期、科学论证期，目前已进入成果落地时期，各国及组织对脑机接口的研究取得了一定成效。

全球脑机接口行业发展历程分析

此阶段主要集中于脑科学研究，还尚未形成对脑机接口的统一认知

- **1874年：**英国教授 Richard Caton 是第一位研究脑电活动的人
- **1924年：**德国医生 Hansberger 首次明确人类脑电活动并将其命名为脑电图（EEG）
- **1968年：**Wyrwicka 和 Sterman 首次进行了控制动物大脑信号的尝试

此阶段已形成了对脑机接口的初步认知，并拥有了行业的国际性会议，聚集了大批有丰富经验与理论基础的研究者，通过大量试验论证其科学理论

- **1973年：**美国加州大学洛杉矶分校教授 Jacques J. Vidal 在其论文中首次提出脑机接口（BCI）概念
- **1978年：**William Dobelle 博士在盲人的视觉皮层植入了68个电极的阵列，并成功制造了光幻视
- **1998年：**John Donoghue 教授带领团队发明可将人脑与电脑芯片连接的技术
- **1999年：**美国国家卫生研究院（NIH）发起了首届脑机接口国际会议，50位来自多个国家的研究者参加此次会议



在大量科学论证试验后，各类脑机接口技术路线与方法在不断成熟，理论成果逐步向商业化落地；美国、欧盟、中国等也纷纷组织开展相关工作，并已取得一定成效

- **2003年：**BrainGate 展示首次侵入式脑机接口案例并于2006年完成首个大脑运动皮层侵入式接口手术
- **2008年：**匹兹堡大学利用脑机接口技术让猴子能操纵机械臂进行自我投食，标志着生物大脑可直接与外部设备连接
- **2014年：**高位截瘫青年在巴西世界杯中，凭借脑机接口的帮助首开一球
- **2018年：**BrainRobotics 义肢帮助残疾人控制假肢与中国钢琴家朗朗合奏
- **2020年：**浙江大学完成中国首例植入式脑机接口临床研究；同年，马斯克通过三只小猪展示新一代脑机接口芯片 Neuralink



理论探索期
(上世纪70年代以前)

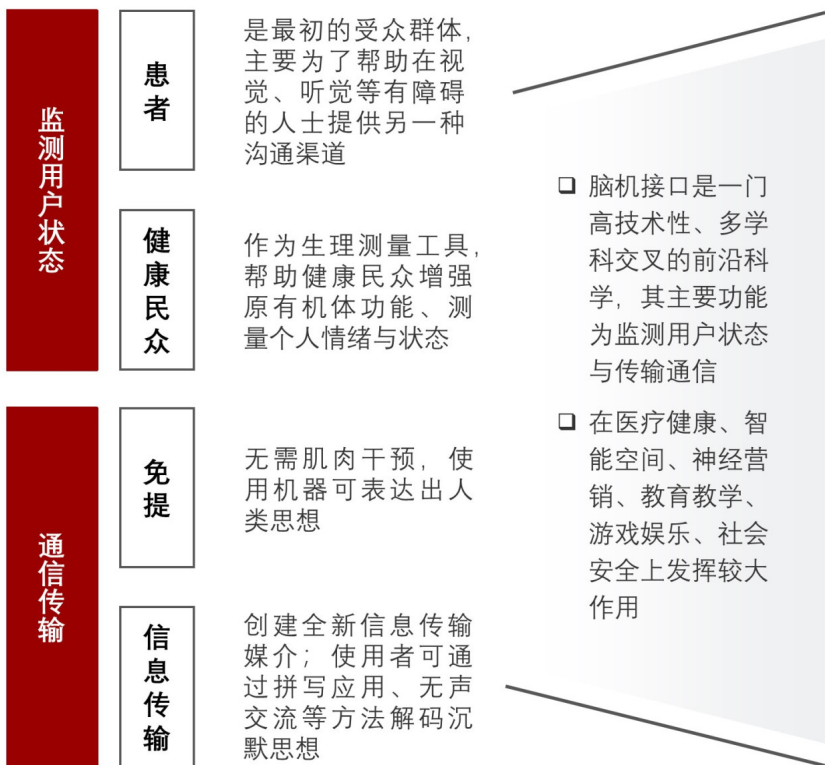
科学论证期
(上世纪70年代-上世纪末)

成果落地时期
(21世纪及以后)

脑机接口在能够监测用户状态与通信传输的两大功能支持下，向外赋能医疗健康、智能空间、神经营销、教育教学等应用场景，为人类生命安全提高保障，提升个人幸福感与满意度。

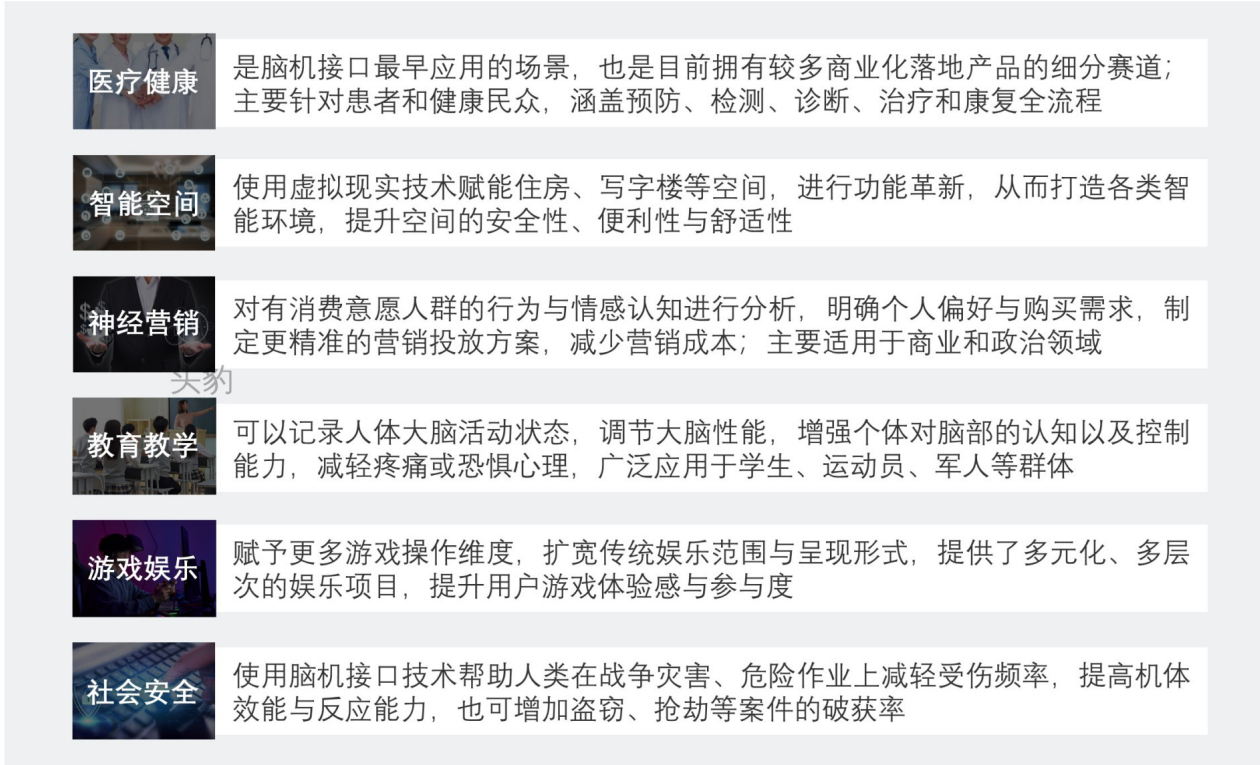
脑机接口赋能的各类应用场景

脑机接口主要作用



来源：头豹研究院

脑机接口主要应用场景



医疗健康领域是脑机接口被最早应用并实现商业化落地的细分场景，可对患者进行实时监测并做出精准且实时的预防措施，还可对人体部分或全部的机能实现替代与康复效果。

脑机接口赋能医疗健康行业

监测

对患者脑电活动状态进行实时监测，针对异常脑电可及时做出应对措施。
例如，各类疾病患者以及健康人群。



替代

主要针对因为损伤或疾病而丧失如说话、运动等功能的患者。
例如，患者使用脑机接口输出文字、代替发生、动作表达脑中所想。



康复

帮助各类疾病患者改善与恢复相应功能。
例如，患有中风、癫痫、孤独症等疾病的患者可在脑机接口帮助下恢复原有功能。



重点案例

浙江大学脑机接口临床转化研究团队研发国内首例 具有自主知识产权的闭环神经刺激系统

该研究帮助难治性癫痫患者，实时监测脑电活动状态以及疾病发病前特征，自动激活脉冲发生器从而抑制异常脑电发生。

浙江大学与浙大二院神经外科合作完成 国内首例植入式脑机接口临床研究

该研究帮助因车祸造成四肢完全瘫痪的患者，可以通过意念控制外部设备进行日常吃喝娱乐活动。

上海念通智能与华山医院康复科针对 手功能康复训练展开临床研究

该研究辅助中风患者进行手功能康复训练，通过长期干预可对患者运动功能带来更为理想的康复效果。

Chapter 2

中国脑机接口行业发展现状

- 中国市场现存痛点
- 中国市场未来发展潜力分析
- 中国市场发展战略意义

头豹



生物大脑的寿命功能有限且发展迟缓的特点催生了脑机接口行业的发展，但现存的中国市场缺乏复合型人才，行业具有个人隐私易受侵犯、技术化产品落地难等痛点。

中国脑机接口市场现存痛点分析

脑科学行业存在着生物大脑发展迟缓与人类快速演进的文明、大脑寿命功能有限与日益增长的平均寿命两大矛盾。这些催生了脑机接口的发展，以期通过生物大脑与计算机等外界设备的融合发展，扩大大脑使用功能。

生物大脑发展迟缓

人类文明演进速度快且知识爆炸性扩张，但生物大脑发展速度较慢，难以匹配与实现



人类平均寿命日益增长，但生物大脑的工作寿命较为局限，大脑功能未完全开发

大脑寿命功能有限

❑ 缺乏复合型、技术型人才：

作为前沿科学，包含了神经科学、计算机科学、材料学、人体工程学、机械工程学、心理学、康复学等各类交叉学科，且对信号采集、信息处理、模式识别等技术水平具有高要求

❑ 难以全面了解复杂的脑神经运作机制：

目前人类对生物大脑的诸多运作机制尚未完全掌握，对脑电信号的低采集通量难以覆盖全脑，易出现无法读取信号、难转化成电信号、精准度低等情况

❑ 个人隐私易受侵犯造成伦理道德风险：

机器可读取人脑信息，将人的思维及隐私充分暴露，易造成隐私泄露与伦理道德问题

❑ 个体安全问题：

侵入式脑机接口在手术操作过程中有较大风险且易造成手术创伤，侵入式设备也会随着时间推移形成瘢痕组织或出现移位现象，对个体安全造成一定危害

❑ 技术性产品的商业化应用：

作为前沿技术，能否快速将科研成果转化落地实现商业化是一大挑战

全球脑机接口市场未来仍将进一步扩大，而作为较多人口的中国，拥有庞大慢性病、残疾人基数，形成了对人脑交互的强劲需求，中国脑机接口市场未来有较大增长潜力。

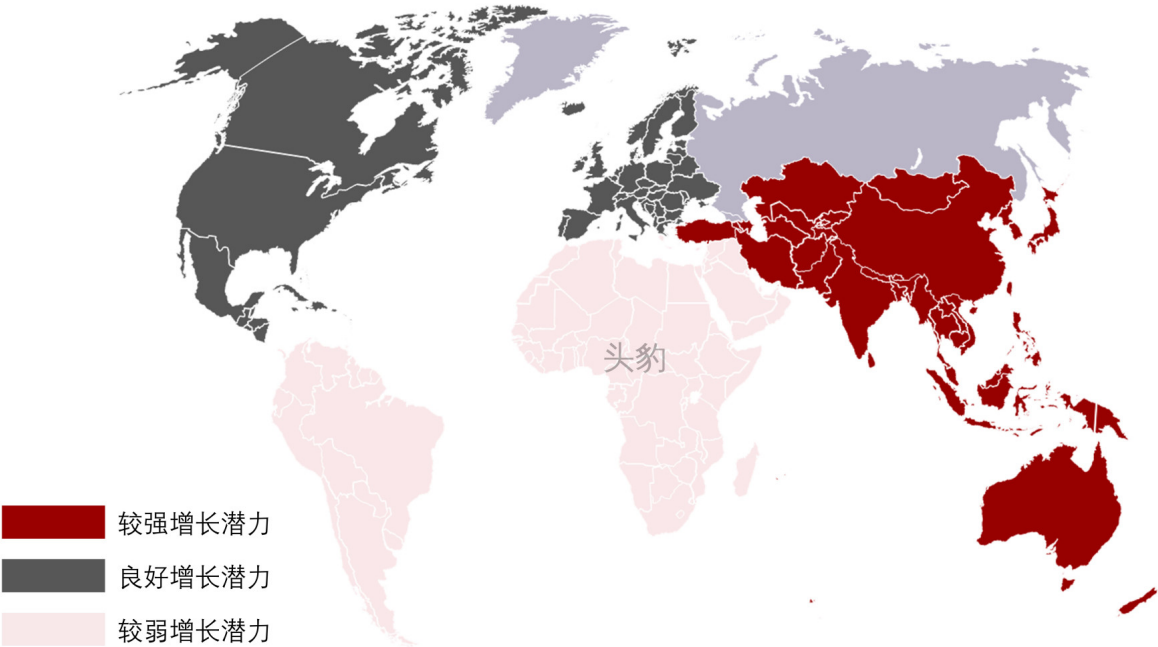
中国脑机接口市场未来发展潜力分析

全球脑机接口市场规模分析，
2020-2026E



点击前往查看

2020年的全球脑机接口市场在材料端、供应链端上受新冠肺炎较深影响，但整体市场仍在进一步扩大。北美仍是脑机接口行业的第一大市场，但亚洲、大洋洲市场规模扩大速度最快，尤其是亚洲市场具有庞大人口基数，且因人口老龄化、高交通事故率等因素影响导致地区内的慢性病患者与残疾人群比例较高，为脑机接口行业带动了强劲市场需求，未来有望成为全球主要市场。



来源：Mordor Intelligence、头豹研究院

全球兴起脑科学计划热，作为全球脑机接口研究领域的先行者和引领者的美国对中国起强引导作用；发展脑科学及脑机接口具有极高的经济效益、社会价值以及新产业生态等战略意义。

全球主要市场在脑机接口的布局及对中国的战略启示



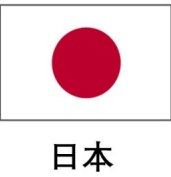
美国

- **1970年：**美国国防部高级研究计划局（DARPA）组建团队开始在脑机接口领域布局多项研究；
- **1989年：**率先提出全国性的脑科学计划；
- **2013年：**奥巴马政府宣布“白宫脑计划”，计划未来12年共投入45亿美元探索人类大脑运作机制，为脑部疾病开发新型治疗方法。



欧盟

- **1991年：**出台“欧洲脑十年计划”；
- **2013年：**宣布启动未来和新兴技术的旗舰项目“人类脑计划”，共有26个国家的135个合作机构参与，涵盖了未来神经科学、未来医学、未来计算领域。



日本

- **1996年：**出台为期20年、总投资达2万亿日元的“脑科学时代计划”；
- **2014年：**宣布脑计划的首席科学家和组织模式，侧重于医学领域，并将通过对狒猴大脑的研究来探寻人类大脑疾病。



来源：头豹研究院

Chapter 3

中国脑机接口行业发展环境分析

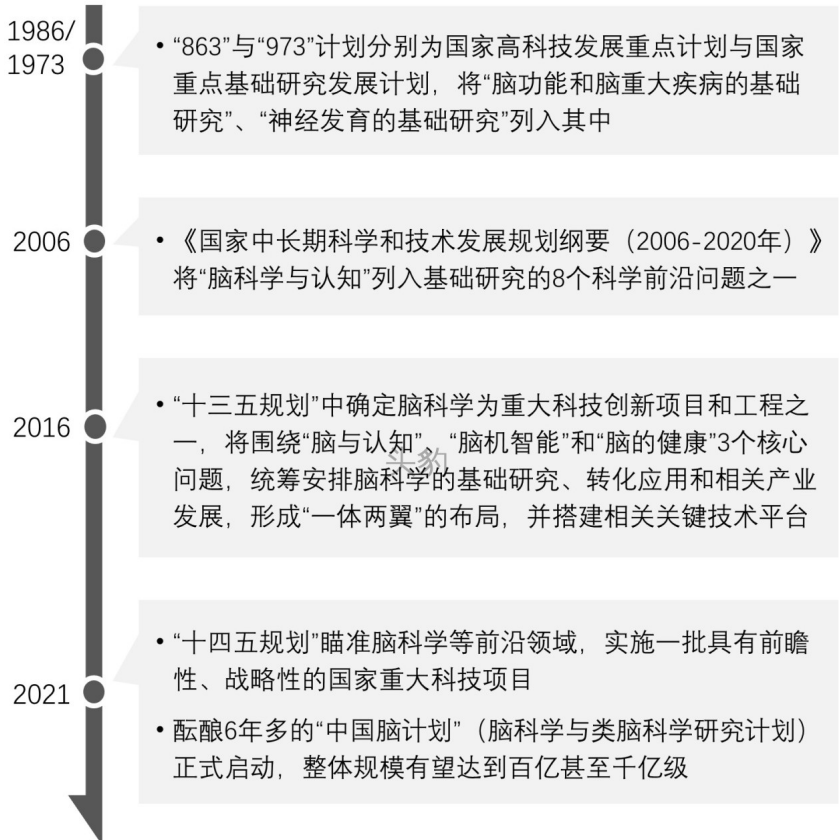
- 不断完善顶层设计助发展
- 投融资火热盘活中小企业
- 社会各界形成产学研效应
- 庞大社会需求促增长
- 机器人与人工智能技术发展

头豹



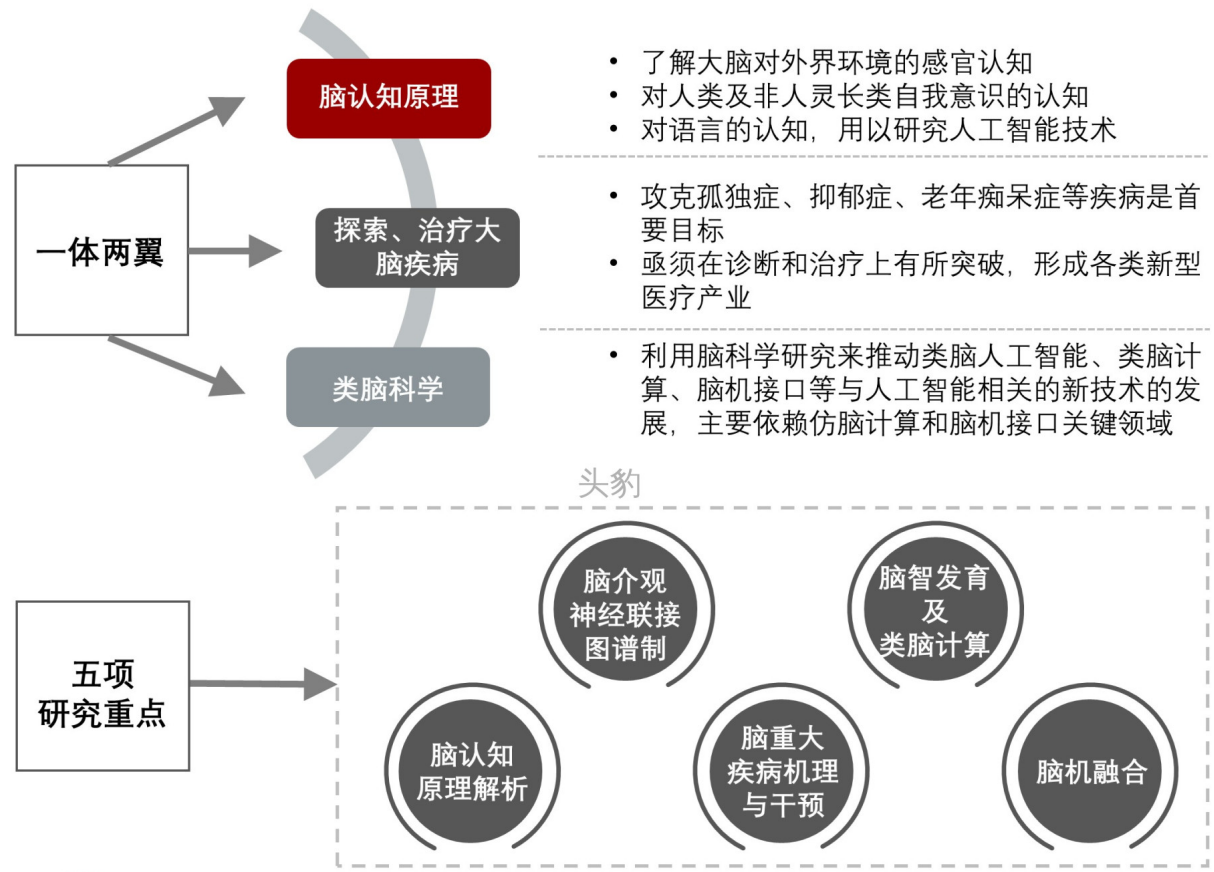
从顶层设计看：“十三五”规划首次将脑科学列入国家重大科技项目，并在“十四五”规划中针对脑科学领域设计了一体两翼与五项研究重点，其中的脑机融合为研究重点之一。

国家级脑科学领域政策分析



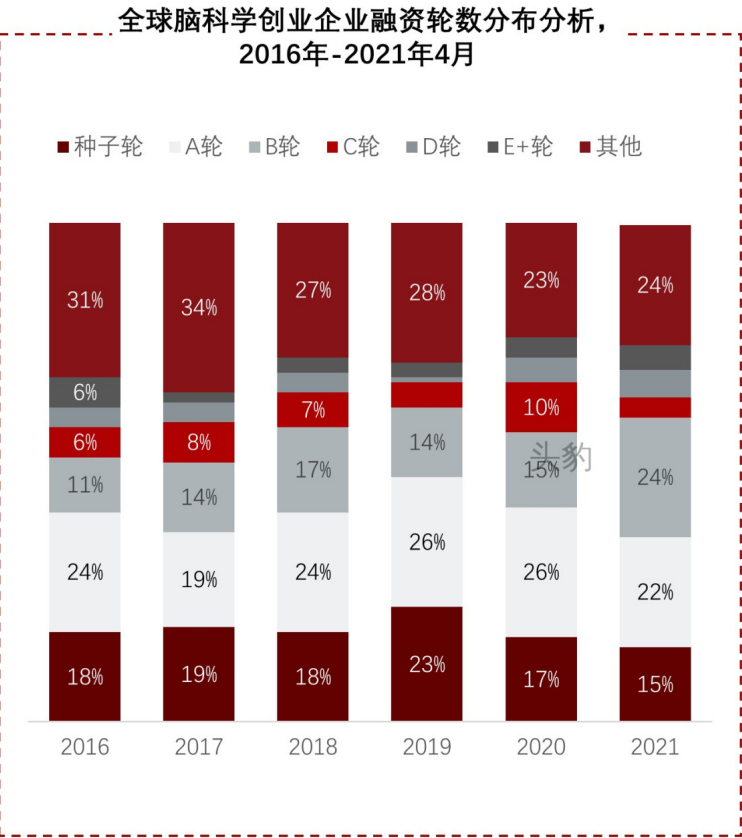
来源：头豹研究院

“十四五”提出的一体两翼与五项研究重点部署

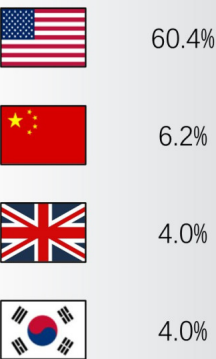


全球脑科学创业企业获融阶段多集中于中早期，中国市场位列全球第二，其中的脑机接口为此赛道最热细分领域，火热的投融资市场将盘活中小企业，利于行业长远发展。

从全球脑科学投融资情况看中国同业发展



全球脑科学创业企业
获融数量占比分析



- **从全球融资端看：**全球脑科学领域的创业公司多获融于中早期，说明创业企业仍在快速发展中，资本的助力让企业未来有更大发展速度；
- **拆分成各国家看：**美国脑科学创业企业获融数量占比高达60.4%，中国脑科学创业企业获融占比位列第二，占据6.2%左右的份额；
- **拆分中国脑科学市场：**医疗级和消费级脑机接口市场占据中国脑科学领域相关企业及融资量的前二，脑机接口领域拥有广阔发展空间，火热的投融资市场盘活中小企业，利于行业长远发展。

中国脑科学融资事件量VS.应用领域相关企业数量



来源：CB Insights、动脉网、头豹研究院

社会各界对脑科学尤其是脑机接口行业中的各产业、学校、研究所给予了充分的发展支持，促进了区域发展，在北京、上海、浙江和广东形成了集聚效应。

中国脑科学领域企业分布TOP4分析

全国从事脑科学领域的企业主要分布在北京、上海、浙江以及广东。较高群聚效应的原因在于各省市为社会上的产业、学校、研究所提供了地方性的政策与经济支持，给予了更多的发展支持，促进区域内关联企业地蓬勃发展。



北京



- **2018年**，北京市科委征集2018年六大技术领域储备课题，其中包括认知与类脑技术；同年，成立了北京脑科学与类脑研究中心，是北京重点推进建设的新型研发机构之一；
- **2019年**，北京市经济和信息化局指出要积极布局脑机接口等关键技术，推动康复机器人及智能护理机器人的研发生产；
- **2020年**，北京脑科学与类脑研究中心举办首届北京脑科学国际学术大会。

上海



- 是全国最早提出以计算神经科学为桥梁而开展脑与类脑交叉研究的城市；
- **2015年**，上海将脑科学与人工智能列为重大基础工程之首；同年，在国际上率先建立脑科学与智能技术交叉融合研究机构；
- **2018年**，G60脑智科创基地揭牌，积极探索脑科学前沿领域；同年，建立了上海脑科学与类脑研究中心；
- **预计到2025年**，提升关键核心技术竞争力，布局脑机接口等数项战略前沿技术。

浙江



- **2018年**，教育部对6所顶尖名校的6个前沿科学中心立项，浙江大学脑与脑机融合前沿科学中心位列其中；同年，浙大启动了“双脑计划”，积极推进脑科学与人工智能研究地汇聚融合；
- **2019年**，浙江大学成立全国首个脑科学和脑医学系新兴学科；
- **2021年**，杭州市西湖区率先布局脑机智能产业，全力打造脑机智能产业链；同年，杭州首推脑科学的体验馆，展示脑科学最新研究成果。

广东



- **2015年**，深圳市神经科学研究院开始运作，是科技创新领域重点布局与优先发展单位；
- **2017年**，中科院与深圳市研商合作推进脑科学重大基础设施建设；
- **2018年后**，相继成立粤港澳大湾区脑科学与类脑研究中心、深港脑科学创新研究院及暨南大学粤港澳中枢神经再生研究院等；
- **2021年**，新添脑科学中心，未来将同大湾区各城市协同发展脑科学，成立大湾区脑科学联盟。

中国人口基数庞大且老龄化日趋严重，高交通事故率导致慢性病患者率与残疾人群连年增长，庞大的患者群体基数扩大了对脑机接口的需求，未来将进一步推动行业发展。

中国社会对脑机接口发展影响分析

人口老龄化严重

65+人口数量 (2020)

1.9亿



人口寿命增长

预期人类寿命

80-90岁



高交通事故率

交通事故量 (2020)

244,674
例

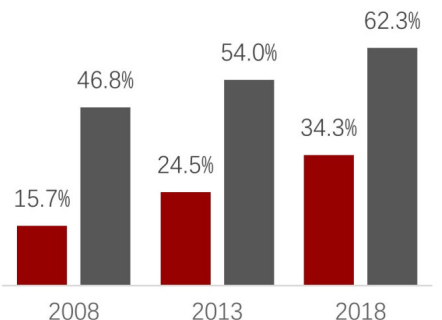


慢性病

- 主要类别：肿瘤类、精神疾病、神经系病、循环系统疾病、呼吸系统疾病、消化系统疾病、消化系统疾病等等
- 患病率：342.9‰，按2018年
- 慢性病管理市场规模：63,700亿人民币，预计2021年

中国慢性病总患病率及65岁以上患病率分析 (%)

- 慢性病患者率
- 65岁以上慢性病患者率



- 中国人口老龄化严重且因预期人类寿命的不断增长而增长了潜在慢性病患者基数;
- 慢性病患者率与年龄增长成正比,故老龄人口慢性病患者基数更大。

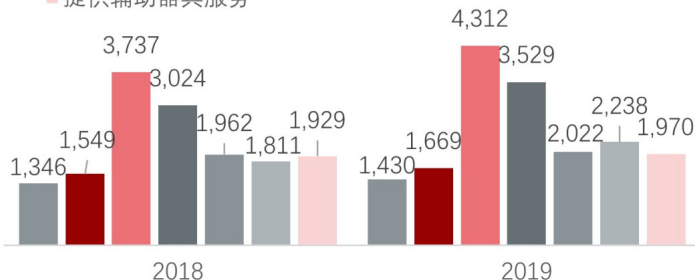


残疾

- 主要类别：视力残疾、听力言语残疾、肢体残疾、智力残疾、精神残疾等等
- 获得基本康复服务的残疾儿童及持证残疾人数量：1,077.7万人，按2020年
- 每百万人拥有康复医院注册护士数：18.6人，按2020年

中国各类残疾康复机构数量变化分析 (个)

- 提供视力残疾康复服务
- 提供听力言语残疾康复服务
- 提供肢体残疾康复服务
- 提供智力残疾康复服务
- 提供精神残疾康复服务
- 提供孤独症儿童康复服务
- 提供辅助器具服务



中国康复机器人行业的发展将推动脑机接口技术在下游应用端不断纵向加深，人工智能市场的高速扩张将提升识别脑信号的精确度与处理脑信号的速度。

中国康复机器人与人工智能行业分析

我国医疗机器人渗透率较低，但受老龄化、居民医疗消费支出、国家政策等因素影响，我国医疗机器人行业在快速扩张。其中，康复机器人占据近半数的医疗机器人市场，具有较大增长潜力。

中国医疗机器人市场规模分析（人民币亿元）



来源：中国电子学会、头豹研究院



点击前往查看

人工智能技术帮助人造机器具备人类智能，模拟人类的感知能力。中国人工智能市场得益于利好政策、成熟技术等驱动因素下，年复合增长率高于全球同期增长水平，未来应用场景将不断拓展。

中国及全球人工智能市场规模分析（人民币亿元）



Chapter 4

国内外脑机接口行业竞争对比分析

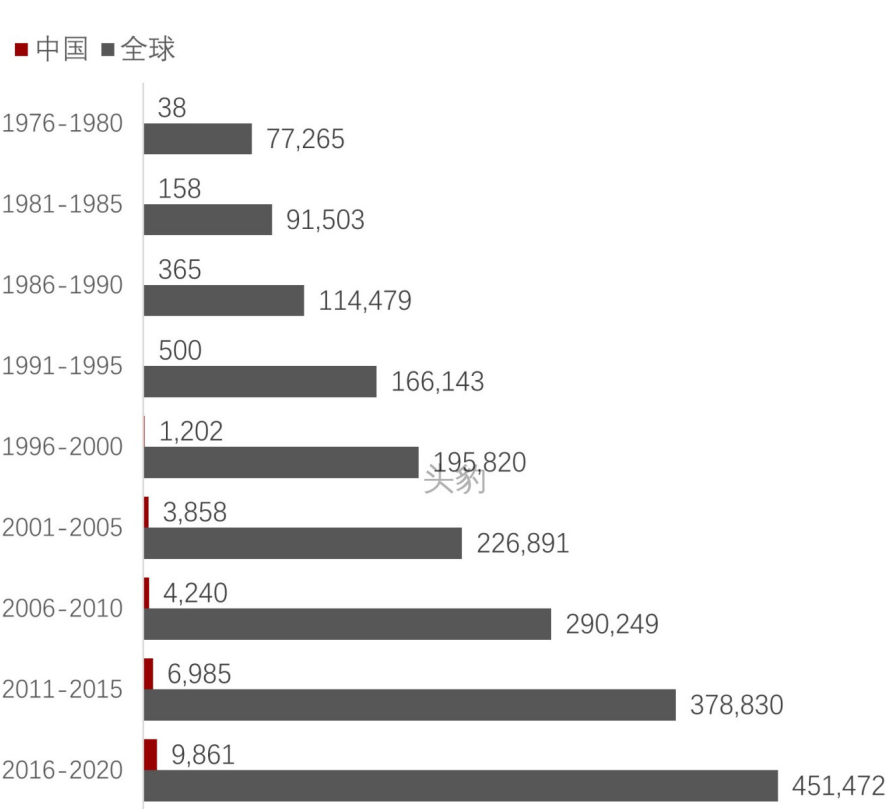
- 行业国内外对比分析
- 全球主要企业案例分析
- 中国脑机接口研究主体——高校类
- 中国脑机接口研究主体——企业类

头豹



美国为脑科学领域研究的超级大国，拥有远超于中国的研究机构以及发表论文数量；但因行业的前瞻性与高技术性，全行业的技术研究多以高校为主、企业为辅。

全球及中国在脑科学领域发表论文数量分析



数据截止至2021年2月

来源：Web of Science、头豹研究院



科研力量

1

从科研力量看：美国是脑科学领域的超级大国，研究机构及实验室数量庞大；全球前11大脑科学领域论文发表机构中，有7家属于美国。



科研成果

2

从科研成果看：2016-2020年，全球脑科学领域发表论文数量超过45万篇；同期，中国发表相关论文数量近1万篇，两者具有明显差距。



竞争格局特质

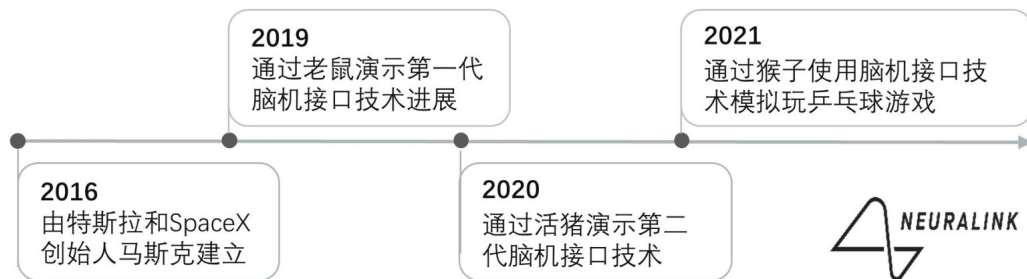
3

从竞争格局看：因行业起步较晚，且具有高技术性，全球脑科学领域主要专利申请人以高校与企业为主。



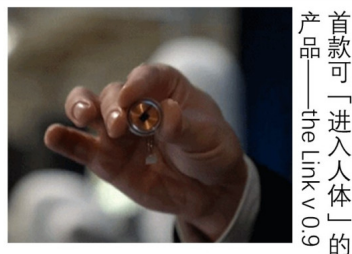
全球脑机接口行业起步较早，已涌现一批商业化落地的系列产品，并影响到医疗、军事、娱乐游戏等领域；部分企业具有独特商业模式，在芯片、VR等技术上深挖亮点，做精做专。

NeuraLink

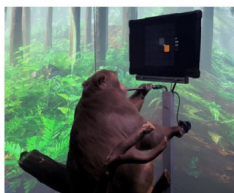
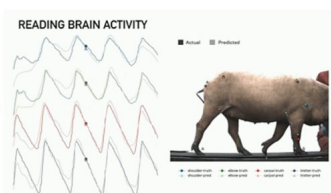


核心亮点

- 公司主要研究侵入式脑机接口技术；
- 核心亮点在于对新型芯片的技术突破，开发出小尺寸、可移植、强储存能力、高精度度等功能的芯片；
- 已开发出了系列三代脑机接口设备，试验对象逐步向灵长类动物转变，未来有望在人体实验。



首款可「进入人体」的产品——NeuraLink v0.9



MindMaze



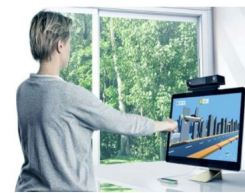
核心亮点

- 公司主要研究非侵入式脑机接口技术；
- 核心亮点在于使用VR等数字手段与脑科学相结合，通过游戏化手段帮助患者恢复部分或全部运动功能；
- 已开发出了系列AR/VR治疗平台，已在亚洲、欧洲、美国等市场投入运用。

MindMotion PRO

工作原理

- 通过游戏化平台帮助患者减轻幻肢疼痛并进行恢复训练；
- 是FDA批准的首个治疗脑神经受损病人的VR医疗设备。



在中国脑科学研究机构中，北京与上海的脑科学与类脑研究中心负责了国内一北一南的脑科学研究工作，是“中国脑计划”的重要组成部分，近年来向行业贡献了大量高价值性科研成果。

中国脑机科学研究主体案例分析

中国脑计划

北京脑科学与类脑研究中心



- 于2018年3月成立，由北京市科学技术委员会发起
- 由北京市政府、中国科学院、北京大学、清华大学、北京师范大学等单位联合共建

上海脑科学与类脑研究中心



上海脑科学与类脑研究中心
Shanghai Center for Brain Science and Brain-Inspired Technology

- 于2018年5月成立，由上海市政府发起
- 由复旦大学、上海交通大学、浙江大学、同济大学、中国科学技术大学、东南大学、华东师范大学、上海科技大学等单位联合共建

清华大学脑与智能实验室

- 2017年成立，清华大学新型校级实体跨学科交叉科学研究所，从事脑科学与人工智能领域的交叉研究；
- 在2006年，实现控制机器狗踢足球；在2017年，实现意念打字。

案例分析——意念打字

- 原理：将注意力集中于屏幕中的模拟键盘，脑机接口系统即可将脑电信号转化成对应文字
- 优点：无创伤、精度高、适用范围广，未来可应用于医疗、游戏、导航等场景



图片来源：挑战不可能

复旦大学脑科学前沿科学中心

- 在2018年4月成为国家“珠峰计划”首个前沿科学中心；
- 研究成果获国家自然科学基金二等奖2项、国家科学技术进步二等奖4项、国家发明二等奖1项，二项成果入选年度中国十大科学进展。

案例分析——首款自研芯片

- 脑机接口设备中芯片的研发技术是制约各国发展脑机接口的重要因素
- 复旦大学在今年推出中国首款无线脑机接口芯片有“低功耗、长续航”的优点



图片来源：上观

受利好政策推动，中国脑机接口行业内涌现出一批拥有过硬技术水平、代表性商业化产品的企业，在教育、医疗、运动等应用场景中贡献了一份力量。

BrainCo 强脑科技



BrainUp 脑陆科技



重点产品分析

	产品介绍	产品主要功能	
智能仿生手	第一款由脑机接口技术和人工智能算法相结合的仿生手	可以识别人体运动意图，让肢残用户可以像控制曾经的手一样控制这款智能仿生手，可以极大提高残疾人士的生活便利度	
Focus专注力提升设备	全球首款可监测并能够提升注意力的头环，拥有自主专利的算法技术	可以采集脑电波信号，转化成注意力指数，主要用于学生专注力、运动员认知训练、治疗自闭症等应用场景	

重点产品分析

	产品介绍	产品主要功能	
SleepUp助眠	公司第三代助眠产品，采用高精度EEG采集技术	采用医院使用的多导睡眠仪技术，通过分析脑电、心率、血氧等指标，提供精准的睡眠监测管理方案	
Focus专注力提升设备	新型智能终端设备，可对人体的精神与生理状况进行监测、预警	对人体精神状态如注意力、疲劳感以及生理状态如脑血氧、血压等指标进行监测，及时预警并进行应急管控	

来源：各公司官网、头豹研究院

Chapter 5

中国脑机接口行业未来趋势展望

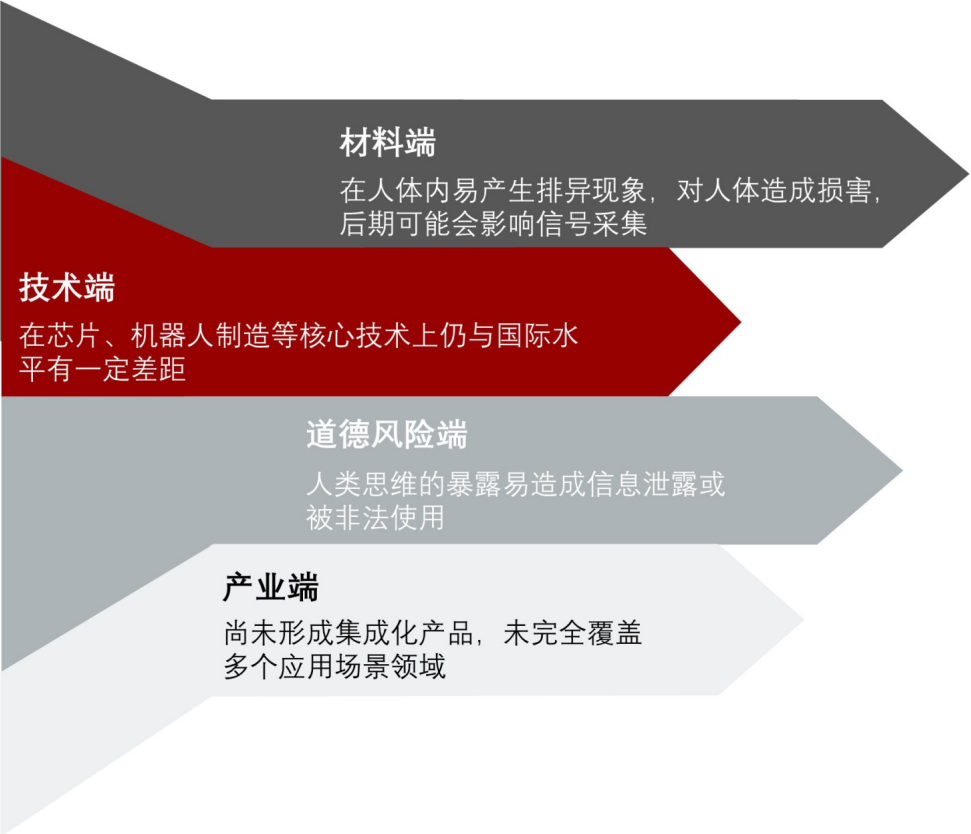
□ 行业未来趋势展望

头豹



目前中国脑机接口行业尚有诸多痛点，但在利好政策支持等因素影响下，行业未来将在材料端、技术端、道德风险端以及产业端会有更进一步地研究与发展。

中国脑机接口行业未来发展趋势分析



材料的改进与更迭

侵入式脑机接口的材料易同人体发生排异，后期可能会形成瘢痕组织影响信号采集，且坚硬的材料会在后期移动中对大脑造成损失。未来会更注意材料的安全性、生物相容性、材料柔软度。



增强脑机接口在信号采集及处理技术

- 为保证高采集通量以及采集的信号的高信噪比和分辨率，需要对脑电采集技术不断升级；
- 在信号处理过程中，需要增强数据分析能力并增加脑电信号转化为计算机语言的成功率和精准度。

头豹



建立道德风险体系与伦理标准

加强政府、使用终端与各类企业间的联系，根据行业道德风险形成约束体系、制定一套伦理标准，保障脑机接口技术在研发、生产、流通以及使用过程中的合规性。



加强核心产业发展，适应多应用场景

中国市场起步较晚，且在芯片研发等核心技术环节与国际水平尚有落差，受近年利好政策推动等多重因素影响，行业将迎来高成长爆发期；未来核心技术的落地将形成系列产品以适用于多应用场景。

来源：头豹研究院

方法论

- ◆ 头豹研究院布局中国市场，深入研究10大行业，54个垂直行业的市场变化，已经积累了近50万行业研究样本，完成近10,000多个独立的研究咨询项目。
- ◆ 研究院依托中国活跃的经济环境，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- ◆ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ◆ 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。

法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何证券或基金投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告或证券研究报告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告或文章。头豹均不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。

头豹研究院简介

- ◆ 头豹是中国领先的原创行企研究内容平台和新型企业服务提供商。围绕“协助企业加速资本价值的挖掘、提升、传播”这一核心目标，头豹打造了一系列产品及解决方案，包括：**报告/数据库服务、行企研报服务、微估值及微尽调自动化产品、财务顾问服务、PR及IR服务**，以及其他企业为基础，利用大数据、区块链和人工智能等技术，围绕产业焦点、热点问题，基于丰富案例和海量数据，通过开放合作的增长咨询服务等
- ◆ 头豹致力于以优质商业资源共享研究平台，汇集各界智慧，推动产业健康、有序、可持续发展



四大核心服务

研究咨询服务

为企业提供定制化报告服务、管理咨询、战略调整等服务

企业价值增长服务

为处于不同发展阶段的企业，提供与之推广需求相对应的“内容+渠道投放”一站式服务

行业排名、展会宣传

行业峰会策划、奖项评选、行业白皮书等服务

园区规划、产业规划

地方产业规划，园区企业孵化服务



研报阅读渠道

◆ 头豹官网：登录 www.leadleo.com 阅读更多研报

◆ 头豹小程序：微信小程序搜索“头豹”、手机扫上方二维码阅读研报

◆ 行业精英交流分享群：邀请制，请添加右下侧头豹研究院分析师微信



扫一扫
进入头豹微信小程序阅读报告



扫一扫
实名认证行业专家身份

详情咨询



客服电话

400-072-5588



上海

王先生： 13611634866

李女士： 13061967127



深圳

李先生： 18916233114

李女士： 18049912451



南京

杨先生： 13120628075

唐先生： 18014813521



头豹领航者计划介绍

头豹共建报告



每个季度，头豹将于网站、公众号、各自媒体公开发布**季度招募令**，每季公开**125个**招募名额

2021年度 特别策划



头豹诚邀各行业**创造者、颠覆者、领航者**，知识共享、内容共建

Project Navigator 领航者计划



头豹诚邀**政府及园区、金融及投资机构、顶流财经媒体及大V**推荐共建企业

沙利文担任计划首席增长咨询官、江苏中科院智能院担任计划首席科创辅导官、财联社担任计划首席媒体助力官、无锋科技担任计划首席新媒体造势官、iDeals担任计划首席VDR技术支持官、友品荟担任计划首席生态合作官……

共建报告流程

1

企业申请共建

2

头豹审核资质

3

确定合作细项

4

信息共享、内容共建

5

报告发布投放

备注：活动解释权均归头豹所有，活动细则将根据实际情况作出调整。



www.leadleo.com 400-072-5588

©2021 LeadLeo

头豹领航者计划与商业服务

研报服务

共建深度研报
撬动精准流量



传播服务

塑造行业标杆
传递品牌价值



FA服务

提升企业估值
协助企业融资



头豹以**研报服务**为切入点，
根据企业不同发展阶段的资本价值需求，依托**传播服务**、**FA服务**、**资源对接**、**IPO服务**、**市值管理**等，提供精准的商业管家服务解决方案

资源对接

助力业务发展
加速企业成长



IPO服务

建立融资平台
登陆资本市场



市值管理

提升市场关注
管理企业市值



扫描二维码
联系客服报名加入



读完报告有问题？ 快，问头豹！你的智能随身专家



扫描二维码即刻联系你的
智能随身专家



STEP03 解答方案生成

大数据×定制调研
迅速生成解答方案



头豹



STEP01 智能拆解提问

人工智能NLP技术
精准拆解用户提问



STEP02 云研究院后援

云研究院7×24待命
随时评估解答方案



STEP04 专业高效解答

书面反馈、分析师专访、
专家专访等多元反馈方式



千元预算的
高效率轻咨询服务

