

专访清华大学医学院高小榕：

从“水晶鞋”到“旅游鞋” 脑机接口应转向技术与需求双轮驱动

从“十五五”规划将脑机接口列为六大未来产业之一，到深圳、上海、北京等地密集出台产业培育方案，脑机接口正以前所未有的速度从实验室走向产业化的深水区。

在清华大学医学院教授高小榕看来，脑机接口也到了技术与需求双轮驱动的关键路口。作为中国神经工程和脑机接口学科主要创建者之一，高小榕在接受中国证券报记者专访时打了个比方，阐释技术驱动与需求驱动的区别，我们不能总拿着“水晶鞋”到处去找合适的脚，而是要先做出更方便的“旅游鞋”。

● 本报记者 杨洁

从科幻走向现实

2026年3月，国家药监局批准了博睿康医疗科技（上海）有限公司植入式脑机接口手部运动功能代偿系统创新产品注册申请，实现脑机接口医疗器械全球首发上市，标志着国际首个侵入式脑机接口医疗器械进入临床应用阶段。

这一天，被高小榕视作脑机接口“从科幻走向现实”的标志性时刻。高小榕还指出，近年来脑机接口技术上的突破主要来自材料、电极、器件等底层技术的迭代，让脑机接口的信号采集能力持续提升。

2026年5月，清华大学科研团队开发出超高导电水凝胶材料，构建出厚度仅有9微米的全有机超柔性脑皮层电极阵列，实现低阻抗、高通量、长期稳定的神经信号记录。8月，中国科学院理化技术研究所联合多家单位研发出一款多功能阳离子交替肽电极界面涂层，修饰后的柔性电极在脑内植入300天，有效工作通道无衰减，为超长期服役的临床级脑机接口提供了参考方案。

脑机接口领域的政策支持体系也在快速成型。“十五五”规划明确，要前瞻布局脑机接口等六大未来产业，推动其成为新的经济增长点。地方上，2026年9月1日，《深圳经济特区促进脑机接口产业创新发展若干规定（征求意见稿）》公开征求意见，其中提到，深圳将打造全生命周期产业培育体系，发挥政

府投资基金引导作用，鼓励金融机构开发专属信贷、保险产品，完善科技风险保障体系，拓宽企业融资渠道等。

中国信息通信研究院数据显示，2025年我国脑机接口市场规模约为30亿元，预计2030年达到120亿元。高小榕认为，脑机接口应用会遵循严肃医学、健康、文化三个层面的路径推进，“短期内我们还是会先解决严重失能等医疗需求，然后才是面向康养、心理等层面推进应用，从未来产业发展为新兴产业、支柱产业，对经济社会的贡献会更大。”

向万导级脑电冲刺

在脑机接口的技术路线中，非侵入式凭借无创、安全、用户易接受等优势占据市场潜力的80%以上，不过，由于颅骨屏蔽效应等因素影响，非侵入式脑电产品的信号采集质量与侵入式产品之间存在难以逾越的鸿沟。

但无创脑电信号弱并非无解。高小榕说，这就好比地面通信和卫星互联网通信，虽然单颗卫星信号不如铁塔基站，但等到天上的卫星互联网密度足够大，信号覆盖的范围会比地面基站大得多。高小榕坦言，当前的无创脑机接口仍在“大哥大时代”，未来会有类似6G和卫星互联网这样的技术加持，“比如我们现在无创脑电可以在头皮上放1000个电极片，要是能放1万个电极片，整体信号表现将优于侵入式产品。”

从电极通道数来看，国内外正同步向万导级目标冲刺。高小榕透露，目前国内已有3000导的实验室样机，距离万导目标并不遥远，“国内外没有代差，大家基本同步。但要实现万导级的全覆盖，背后依赖的是小型化以及信号处理能力等各方面技术的全面提升。”

神工谛听（天津）科技有限公司市场部经理王昕也告诉记者，公司希望从材料、电极形态以及前端放大设备方面攻关难点，让无创脑电信号尽可能对标侵入式脑电信号，“我们研发了一款更先进的信号放大器，能做到非常低的噪声水平，在全球处于领先水平。”

处在关键路口

高小榕说，当前脑机接口领域的产业生态仍是“技术驱动型”，未来应该进一步转向技术与需求双轮驱动。他打了个比方解释其中的区别：“技术驱动就是我先做了一个‘水晶鞋’，到处找谁脚合适；需求驱动则是先做出一款更方便、适应性更强的‘旅游鞋’，到哪儿都能穿。”

在他看来，真正的需求驱动，必须让场景方从“旁观者”变为“出题人”，同时敏锐捕捉需求结构的变化。

中国科学院院士、首都医科大学附属北京天坛医院神经外科学系教授赵继宗及其团队近日发表研究报告，分析了脑机门诊1641名患者的真实临床需求。研究发现，门诊患者中，脑卒中占比

高达66.24%，是最大需求来源，而此前植入式脑机接口试验受试者中，脑卒中所占比例大约只有14%—17%。

高小榕表示，如果能研发出针对性的脑机接口设备，帮助失能人群降低一级护理等级，就能够实实在在减轻家庭与社会的沉重负担。

此外，这项研究还强调，患者关心疗效、费用和周期，对应的是价值医疗中的效果、资源消耗和可持续交付。对于企业而言，脑机产品从研发早期就应适应证、形态、临床终点、部署流程和支付逻辑相互对应，而不是等到实验室验证完成后再去寻找场景。

脑电基础模型被视为推动脑机接口规模化应用的关键基础设施。高小榕认为，训练脑电基础模型需要大量的脑电数据，由于植入式设备难以大规模采集数据，第一步只能通过无创脑电来实现。

高小榕表示，脑电基础模型这样的基础工作非常重要，就像人工智能大语言模型发展路径一样，需要有数据、有算法、有算力，先把基础打好，才能有更多百花齐放的应用，尤其是脑机的原生应用，核心挑战在于构建通用的工具链，大家都还在摸索。

神经数据的隐私保护已成为全球共识。高小榕提出要发展神经工程管理学，“这个学科将来必然非常重要，相制衡的技术手段未来也一定会出现。”如何让脑机接口技术既能“读懂大脑”，又能“守护大脑”，将是决定这场产业革命能走多远的关键命题。

保障重点项目投资有序推进的同时，整体有息负债规模略有下降，通过陆续收购t6、t7、t9等优质产线少数股权，半导体显示业务归属上市公司股东的利润不断提升。

TCL科技高级副总裁、TCL华星CEO赵军介绍了TCL华星在印刷OLED、玻璃基先进封装等市场高度关注业务的进展。他介绍，TCL华星印刷OLED在产品规格表现、量产可行性、市场认可等方面已取得实质性突破，技术升级路径也已清晰明确。同时，TCL华星正在探索从显示赛道迈进更广阔的非显示前瞻领域，将围绕光通信、玻璃基先进封装和钙钛矿等领域进行分阶段技术验证和产业化推进，依托同源能力培育AI基础设施的产业机会。

关于未来增长从哪里来的问题，赵军表示，TCL华星不做脱离自身能力的盲目多元化和散点式布局，而是以成熟显示业务为基础，按照技术同源、市场牵引和回报约束的原则，构建层次清晰的业务组合。

TCL科技CEO王成表示，面向未来，TCL科技将继续聚焦核心主业，通过产品升级、技术迭代和市场拓展持续驱动增长，进一步巩固和增强公司的市场竞争优势。公司在高科技、重资产、长周期领域积淀的泛半导体产业能力，将支撑公司把握人工智能发展机遇，推动新型显示、非显示类前瞻业务及半导体材料业务向更高价值领域拓展。面向全球能源革命，TCL科技亦将稳步推进BC及钙钛矿叠层电池等技术路线，前瞻布局下一代能源技术，构建面向未来的新赛道成长路线，以梯次增长迈向全球领先。

—诺威总经理李健：

依托北交所平台聚力创新 打造全球聚氨酯新材料领军者

● 本报记者 张鹏飞

走进一诺威位于山东淄博的生产研发基地，智能制造车间设备有序运转，下游应用实验室内各类新材料样品整齐陈列。深耕聚氨酯赛道二十余载，这家北交所上市的国家级制造业单项冠军企业，正沿着技术创新、全产业链协同的路径稳步前行。

近日，一诺威总经理李健接受中国证券报记者专访时，深度复盘了登陆北交所三年多来企业的蜕变，剖析行业内卷之下的突围逻辑，解码企业中长期的发展蓝图。

上市平台助推公司发展

2023年4月3日，一诺威正式登陆北交所，此次敲钟不只是一次仪式，也是企业从优秀民营企业迈向规范化公众公司的关键转折点。李健认为，北交所平台给企业带来的改变，渗透在融资、品牌、治理、人才、产业合作各个维度。

直接融资为企业研发攻关与项目建设筑牢资金底座，上市募集资金专款专用投向重点产业项目，有效缓解企业资产负债压力，让公司敢于持续将营收固定比例投入技术攻坚，迭代研发设备、招揽高端人才。“全国制造业单项冠军叠加上市公司的双重身份，是一份沉甸甸的信用背书。”李健表示，过去客户选供应商更多看重规模与价格，如今上下游更加看重企业经营规范性与长期稳定性，上市公司身份大幅降低商业合作的信任成本，助力企业顺利切入头部客户供应链，海内外业务拓展获得更强支撑。

上市倒逼公司治理体系迭代升级。公司组织董监高、中层干部常态化合规培训，将监管要求内化成为日常运营准则。通过董事会换届优化董事结构，落实高管亲属回避机制，重大投资、关联交易全部履行完整审议流程，内控体系、决策透明度持续提升。投资者关系管理持续加码，通过业绩说明会、机构调研、线上反向路演等多种方式，主动传递企业长期价值。

在李健看来，平衡资本市场预期与实业经营节奏，核心在于坚守主业定力。“资本市场看重的是长期价值，而非短期股价波动。”一诺威坚持稳定持续的现金分红，在北交所企业中分红水平位居前列，把经营成果回馈股东；同时清醒认识到，回报投资者的根本是做强主业，夯实盈利能力，依靠稳定分红、透明沟通，帮助投资者建立合理预期，理解新材料实业的经营节奏。

上市公司平台同样成为人才与产业合作的“磁吸石”，依托博士后科研工作站、省级工程技术研究中心，企业集聚大批高层次人才、管理人才，现有员工规模超过1400人；与万华化学、海尔、科思创、巴斯夫等行业龙头搭建绿色供应链，联动高校科研院所开展联合研发，国内外产业合作不断走向纵深。

构筑多维竞争壁垒

聚氨酯行业当下正处在结构性矛盾突出的阶段，低端产能过剩，高端特种材料供给不足，行业低价内卷现象普遍。面对行业困局，一诺威没有卷入价格厮杀，而是走出一条“产品高端化、技术引领、应用多元”的差异化发展道路，依靠技术深耕和全链条协同，完成从行业跟跑到全球领跑的蜕变。

李健介绍，公司深耕聚氨酯赛道二十余载，搭建起聚氨酯弹性体、铺装材料、聚酯多元醇等九大系列产品矩阵，手握三大冠军产品：聚氨酯弹性体市场份额稳居全球第一，材料耐磨性相较传统橡胶提升3至5倍；组合聚醚多元醇获评山东省制造业单项冠

军；特种活活聚醚拿下上海市制造业单项冠军，服务国内高端制造领域。技术、全产业链协同、规模成本三重壁垒，构成企业抵御行业周期的护城河。数据显示，目前一诺威手握国内发明专利540余项、国际专利20余项，参与起草二十余项国家及行业标准。

“我们不拼低端产品价格，把资源集中投向高附加值、高技术门槛赛道。”李健介绍，公司高铁专用弹性体历经18个月攻关、300余次配方调整，成功打入欧洲高铁市场；体育铺装材料服务于清华、北大等国内顶尖高校，树立高端市场标杆。公司每年持续加大研发投入，超低VOC（挥发性有机化合物）环保跑道材料、迭代升级聚氨酯弹性体陆续落地，生物基聚氨酯研发取得阶段性进展。同时产品覆盖矿山、新能源、医疗器械、交通等十余个赛道，多元下游场景有效对冲单一行业景气波动，强化企业盈利韧性。

淄博总部、齐鲁化工园区、上海碳谷绿湾产业园三大生产基地协同布局，多个扩建项目陆续建设投产，公司坚持“先有市场、再建产能”的审慎扩产逻辑，杜绝冒进式杠杆扩张。

“山东化工产业集群也为企业赋能，本地原料、设备、物流配套完善，靠近国内核心消费市场与港口，化工产业工人和科研人才供给充足，叠加地方营商环境加持，为企业产业落地提供得天独厚的区位优势。”李健坦言。

瞄准全球龙头愿景

化工行业始终要直面上游原材料价格震荡、宏观需求周期扰动的考验。一诺威以“纵向延伸、横向优化、精益管控”的组合策略对冲周期风险。向上游布局环氧丙烷、环氧乙烷下游项目，提高关键原料自给率，筑牢抵御原料涨价的压舱石；依靠九大产品矩阵分散下游行业风险；在采购端采用长单锁量搭配现货补充模式，生产端精益降本，销售端建立价格联动机制传导成本压力。

谈及企业现实挑战，李健并不回避。他认为，从外部看，大宗商品扰动带来原料价格波动，低端产能引发同质化竞争、宏观环境带来下游需求不确定性；内部层面，多项目并行考验资金统筹能力，地处淄博，企业与一线城市争夺高端人才存在现实压力。对此，公司一方面持续推进产业链一体化，坚持高端差异化路线，拓宽应用赛道；另一方面把控项目建设节奏保障财务稳健，充分发挥上市公司、博士后工作站平台优势，完善人才激励机制广纳贤才。

绿色低碳已经成为化工新材料企业高质量发展的必答题。一诺威从工艺、产品、智能制造、绿色能源多维度推进转型。实施余热回收、中水回用改造推进清洁生产。目前，公司已完成发泡剂替代技术迭代，布局生物基聚醚、低VOC产品；此外，搭建了全流程自动化、智能巡检、能耗安全预警系统，提升本质安全水平，推进厂区光伏储能项目，扩大绿电使用规模。在关键技术攻关上，企业瞄准高性能弹性体、生物基环保聚氨酯、特种功能材料、新型发泡技术持续攻坚，向航空航天、深海装备、机器人等高壁垒领域拓展。

面向未来三至五年，一诺威清晰勾勒发展蓝图：以技术创新为核心、绿色低碳为方向，致力成为全球领先的聚氨酯材料解决方案提供商，向着多个细分赛道全球第一的目标稳步迈进。“实业发展没有捷径，新材料企业要耐得住寂寞。”李健表示，公司将继续恪守专注主业的初心，用好北交所资本市场工具，坚持长期主义，以技术创新锻造硬核实力，在聚氨酯新材料赛道持续深耕，以高质量发展回馈客户与广大投资者。