

脑机接口未来已来？

本报记者 齐旭

电影《阿凡达》中，人类可以通过脑机接口控制“替身”(Avatar)的活动；《黑客帝国》中，人类通过脑机接口与母体连接并维系沟通……如今，这些只存在于科幻电影中的情节正一步步走进现实。

最近，由埃隆·马斯克掌门的脑机接口公司Neuralink，让猴子通过屏幕和植入大脑的传感设备来追踪屏幕上的移动光标，拼出了“Can I please have snacks”(我能吃点零食吗?)的英文短句。猴子全程和键盘没有物理接触，马斯克称，它在用意念移动光标。

过去三年，这家脑机接口公司每年都会公布其脑机接口技术的进展，实验对象也从小鼠、猪变成了大脑复杂程度接近人类的猴子。人们也看到，在脑机接口领域，传感设备的体积不断优化、缝合速度不断加快。不仅如此，马斯克还表示首款Neuralink设备有望在未来5-6个月内进入人脑试验。

脑机接口作为人脑与外界(计算机或其他外部装置)实现连接进行直接通信的“黑科技”，已经成为资本追捧和科技巨头争抢的风口。不仅仅是马斯克的Neuralink公司，华为、谷歌、Meta等海内外大型科技公司均在这一领域有所布局。麦肯锡(McKinsey)预测，未来10到20年，全球脑机接口产业将产生多达2000亿美元的经济价值。

面临技术路线之争

在马斯克的设想中，一枚芯片可以在大脑和计算机之间建立一条通路。根据他的描述，脑机接口是通过手术向脑中植入计算机芯片，利用电流让计算机和脑细胞产生“互动”，短期目标可以帮助治疗阿尔茨海默氏症、痴呆症和脊髓损伤等神经系统疾病。而对于健康人来说，脑机接口则能够实时监测健康，通过控制激素水平减轻焦虑，甚至可以存储一个人的记忆。

目前，脑机接口有公认的三类技术路线——侵入式、半侵入式、非侵入式。马斯克的Neuralink是典型的采用侵入式路线的明星公司。

过去三年，Neuralink每年都公布其脑机接口技术进展。2019年，Neuralink宣布，通过线程、机器、芯片、算法四个具体方向，利用手术机器人、N1传感器和柔性电极三大工具，以侵入式方式建立脑-机系统，并成功在小鼠身上进行了实验；2020年，Neuralink为三只小猪植入了“硬币”大小的芯片，一小时内将1024个柔性电极嵌入猪脑；2021年，首次猴子在没有游戏操纵杆的情况下，仅用大脑意念在电脑上打乒乓球。

最近，Neuralink为猴子成功植入了升级设备——N1芯片。据介绍，这枚芯片只有四分之一硬币大小，还改进了芯片的充电系统，将电池寿命延长了一倍。对于下一代Neuralink产品，马斯克透露，除了脑机接口的芯片与电极、手术机器人两大产品外，该团队正在开发有可能恢复瘫痪患者运动能力的脊髓植入物，以及一种恢复视力的眼部植入物——植入两只猴子的视觉皮层，目标是让那些在黑暗中生活了几十年的人重见光明。

马斯克和他的Neuralink的研究成果，在脑机接口行业中并不稀奇。“老实验，新设备。”强脑科技创始人兼CEO韩璧丞这样评价。亦有业内专家表示，Neuralink的这一成果在脑机领域没有丝毫创新，“鼠狗猪”都是必经之路。

与Neuralink略显“激进”的路线有所不同，另一家脑机接口公司Synchron选择了一条折衷的技术路线——半侵入



式脑机接口技术，将装置植入颅骨内部的脑膜外而非灰质内，从而治疗包括肌萎缩侧索硬化症(ALS)在内的瘫痪患者，恢复其某些机体功能。

Synchron表示，他们已经在美国和澳大利亚实施了两项人体临床试验。美国人体临床试验项目的首位患者于今年7月在纽约植入了Synchron脑机接口，已经能让患者利用脑皮层电图(ECoG)反馈与控制平板电脑，凭“意念”移动屏幕上的光标发短信和浏览新闻。值得注意的是，相比Neuralink“头顶开洞”式植入手术，Synchron采用静脉植入式，将传感器推到合适的位置，患者只需48小时就能回家。

12月15日，Synchron宣布公司完成7500万美元C轮融资，主要投资方包括亚马逊创始人贝索斯和微软创始人比尔·盖茨。这笔新的融资，将使Synchron的融资总额达到1.45亿美元(人民币约合10.11亿元)。尽管融资总额低于Neuralink公司，但鉴于Synchron已经抢先于Neuralink获得美国食品药品监督管理局(FDA)批准进行人体临床试验，Synchron有望超越Neuralink，成为世界上首个实现脑机接口商业化的公司。

“脑机接口的愿景，是让绝大多数的人，主要是健康人群实现大脑和电脑的直接互动。”盛大集团创始人、天桥脑科学研究院(TCCI)创始人陈天桥表示。在这一点上，他并不认可马斯克的观点，“我们不能炸开健康人大脑的城墙强行连接和传输”。

如今，Neuralink已经出现了一些挑战性问题。早前有消息称，Neuralink涉嫌杀死大约1500只猴子和猪等动物用于Neuralink实验。或因为如此，Synchron这种不开颅脑、且精准性高于非侵入式的脑机接口技术，近年来受到资本追捧。

万亿元级市场正在形成

中国电子技术标准化研究院公布的《脑机接口标准化白皮书2021》显示，2019年全球脑机接口市场规模约12亿美元，预计2027年将达37亿美元，复合年均增长率15.5%，目前下游医疗保健领域占比62%，其次为疾病治疗。麦肯锡则做出了更为大胆预测：未来10年-20年，全球脑机接口产业将产生最多2000亿美元(约合人民币1.42万亿元)经济价值。

万亿元级的产业价值令资本市场趋之若鹜，并加速对脑机行业的投资布

局。据研究公司Pitchbook的数据统计，2022年至今，风投机构已经支持了37家脑机接口初创公司，总额为2.63亿美元。据不完全统计，2022年我国脑机接口相关融资事件创近年来最高，截至2022年11月已经超过20起。

最初业内普遍认为，脑机接口技术未来将主要应用于医疗康复行业。但近年来，其下游应用场景不断扩容，赋予了脑机接口更广泛的商业价值。

记者注意到，就在Neuralink让猴子实现“意念打字”的前几天，华为和天津大学公开了脑机接口专利“人机交互方法、人机交互装置及存储介质”。资料显示，该专利能够使用户无须直视视觉刺激且快速下发不同的操作命令。有业内专家分析认为，华为的这项技术专利有望率先应用于华为智能驾驶领域。

此外，脑机接口在商业及生活服务方面的适用领域也十分广泛，例如测谎、游戏娱乐、身份识别、虚拟世界导航等。这类脑机技术多采用非植入式，更加安全、更加便捷、更易被大众接受。

国内脑机接口企业BrainCo于今年11月推出首款脑机接口消费级产品——深海豚(Easleep)脑机智能安睡仪。据韩璧丞介绍，该产品是脑机接口产品首次大规模进军C端市场，为未来脑机技术普及提供了可能。

“电子游戏交互设备已经从电脑升级成手机，现在正在演变成VR眼镜，如果脑机接口实现突破，将给人机交互的效率 and 速度带来巨大提升。”中科院上海微系统所副所长、脑虎科技创始人兼首席科学家陶虎表示。

CIC灼识咨询总监张辰恺也认为，脑机接口是元宇宙的核心技术和重要接入方式之一。脑机技术可以通过连接人脑和机器在元宇宙中实现信息的输入和输出。未来元宇宙中脑机接口可能会替代目前依托人脸识别、语音识别的表情生产，通过脑活动传递情感元素。同时，脑机接口未来可能通过影响大脑，为人类提供视、听、触等多方面的体验，让用户能真正做到身临其境，最终实现客观现实世界与算法数字构成的虚拟世界的自由切换。

仍存在诸多未知问题

多位业内专家对记者表示，目前脑机接口技术依然处于发展早期，仍存在数据采集技术、安全、伦理等诸多未知问题。

国际电气电子工程师协会院士、得克萨斯大学奥斯汀分校电气和计算机工程教授何塞·米兰表示，不同的脑机接口技术，具有不同的优缺点。侵入式脑机接口可以通过将电极植入人脑靠近神经回路的位置，以高保真度和信噪比记录大脑信号。这引领了许多重要的神经科学发现，但代价是有创伤，因此对大多数人的应用也会相当有限；而非侵入式脑机接口可以很容易地应用于人类，不会造成伦理或安全问题，但其限制在于信号质量低，很难实现脑电信号的持续、稳定、精准地捕捉。

“现在的机器学习算法对于大脑信号解析是远远不够的。”在中国科学院院士、中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心学术主任蒲慕明看来，大脑是人体最复杂的器官，脑电波的解读过程通常非常繁琐，需要事先在脑信号与思维任务之间建立映射模型，而处理这样大量的信息需要有计算大量信息的能力，计算不是简单的靠计算机的算力就够了，要理解大脑神经复杂活动的意义究竟是什么，需要概念性的框架，在框架下解析大数据，在解码过程中还需要大量的学习，已知的大脑的活动对应的行为是什么，需要更好的机器学习算法，才能够更有效地解码。

除了广泛用于相关疾病的康复行业，为健康人群创建可用的脑机接口程序在未来是一个很大的市场。“健康人群的诉求并不是通过脑机接口去做本就能够完成的事情，而是希望它能够帮助我们做不能做到的事或预测我们即将做的事，比如自动驾驶。”何塞·米兰指出，目前的人工智能并没有考虑到主体的认知状态，如果我们能将主体的认知系统纳入人工智能，就能通过脑机接口来创造额外的价值。而在使用脑机接口的同时，你的大脑也会经历不断学习的过程，而这又是另一种挑战。

此外，不少专家还认为脑机接口存在一定的伦理风险。张辰恺认为，对于治疗性脑机接口来说，会产生自我定义的伦理问题，即由机器控制所产生的情绪代替人类自发产生的情绪是否符合伦理。对于服务型脑机接口来说，最大的伦理问题即脑隐私保护。脑机接口很可能会侵犯用户的行为性格隐私和健康隐私，从而导致操控、歧视与偏见。同时，在人机决策权分配上也存在伦理问题，比如如何分别分辨行为的产生是主体自身原因还是受机器的控制。

产业观察

工业4.0是企业常青的“抗皱霜”

潘峰

好的产业理念实际上就是对新技术、新模式、新业态的集成化运用引领。比如，工业4.0就是这样的理念，它通过对信息通信技术在产业中的创新性应用倡导，正在影响着一代制造方式。

工业4.0风靡世界十年了，这期间企业数字化转型之路很值得总结。当回望这一段经历的时候，莫名地就想到臧克家的诗句——“有的人活着，他已经死了；有的人死了，他还活着”。诗句讲得太狠了，我们不妨把程度减轻一点，再转移一下概念，把“人”变成“企业”，改成“有的企业年轻着，它已经老了；有的企业老了，它还年轻着”。

企业的“老”与“年轻”，真是这样辩证吗？今天，当我们从数字化转型角度来看，还真是这样。数字化仿佛就是一盒特效的“抗皱霜”，坚持科学涂抹的企业，越来越光彩照人。而没有涂抹的企业，“皱纹”何其多也，何其深也！

十年前，“工业4.0之父”孔翰宇之所以提出工业4.0，想必正是不忍目睹德国诸多企业之老。当然，很多企业家对此想必是不服气的。因为，上述这些企业有的是机械化强者，有的是电气化精英，有的是自动化王者，都是厉害的“角儿”，怎么就说老了呢？

是啊，为何就老了呢？反问即明，若说你们都不老，那么，为什么工业4.0提出之前的连续数年，德国的工业总量就不怎么增长了？从历史的眼光来看，企业的“老”与“年轻”，在于生产工具之新、生产模式之别。工具之新影响生产力的力，模式之新关乎生产关系的利。要追求新的效率，关键在于“用什么去生产”“怎样生产”的问题上，回答这个“新”字的由来。

工业4.0理念正是为着这一“新”字而来。工业4.0实际上就是在倡导新概念的企业数字化转型。这样一种“新概念”不同于之前的企业自动化与信息化，它突破了工厂围墙，以互联网紧紧拥抱了用户，其间，带上了大量“机理+连接”的智能技术，并将OT(操作技术)、IT(信息技术)与CT(通信技术)融入一家。

可喜的是，工业4.0得到世界产业界的一致认同与呼应。许多发达国家都提出了相似概念的本国行动方案。在这样的积极氛围中，一批公司借助新一代信息技术与产业技术的充分融合，借助工业互联网、工业大

数据、工业人工智能、云计算等信息使能手段，迎来了企业的新春。世界经济论坛还会同麦肯锡等著名咨询公司联手打造“世界灯塔工厂”的品牌活动，在世界范围内搞案例推广。当然，中国企业成为了其中的大赢家，在全球114家灯塔工厂中取得42个席位，赢得了中国制造美誉的同时，也充分共享了数字化转型的经验。

然而，也有遗憾。工业4.0在许多中小企业中应用不到位。一项调查显示，在工业4.0的故乡德国，只有21%的中小企业在生产过程中使用了先进的数字技术，远不及预期。近年来，德国制造业从数据看仍然是萎靡不振的态势，这与工业4.0的初衷大相径庭。是不是工业4.0在中小企业中就不灵了呢？

不是的。无论是大企业还是中小企业的转型升级，工业4.0对我国制造业都在产生积极的影响。借助于数字化的改造升级，不仅是一批智能工厂应运而生，还有一大批“专精特新”企业、“小巨人”企业、单项冠军企业如雨后春笋般勃然发芽。这要归功于几个方面：一是政府引新推新的开明。我们不仅及时引入了工业4.0的新理念，而且还将其充分融入我们的两化融合建设中，融入打造新的建设强国之中。以“他山之石，可以攻玉”的开放理念，推动我国的数字产业化与产业数字化的新新事业。二是企业学用新的执着。广大企业积极参加此起彼伏的各种数字化培训、工业互联网论坛，参加两化融合管理体系达标等数字素养提升行动，在破旧革新的产业变革中，思想观念不保守，转型升级不停步。三是社会各界拥新助新的热情。高校科研院所积极为企业新的智力支撑，通信运营部门努力建设基站总量占到世界70%的4G、5G网络。整个社会都在营造助力数字化转型的浓厚新氛围。

十年弹指一挥间，工业4.0依然路远。随着数字化技术的不断成熟，企业转型升级的客观条件变得更加优越。然而，这种优越只是外部环境，能否转换为数字转型升级的新速率，还有待于企业的自身努力。这其中，怎样在数字化大潮中不断追求理念的领先，追求技术的领先，追求模式的领先，追求管理的领先，追求素养的领先等，都是关键。唯愿更多的企业都能在工业4.0的路上走向青春，因为拥有数字化“抗皱霜”，而了无“皱纹”。

(作者系安徽省经济和信息化厅总工程师)

徐川：思政育人 让党的二十大精神在基层开花结果

(上接第1版)继续推进实践基础上的理论创新，首先要把握好新时代中国特色社会主义思想的世界观和方法论，坚持好、运用好贯穿其中的立场观点方法。这段时间，“课代表”徐川还拍摄了党的二十大精神解读微视频《学习100·党的二十大精神青年说》，在微视频中带领大家学习了党的二十大精神中的部分“金句”。该节目在江苏省委组织部、南京航空航天大学官方微信平台播出后，受到了广泛关注。

晚上，徐川结束了一天的宣讲和课程。回到办公室后，徐川又开启了“网上课堂”，在拥有30万粉丝的个人

微信公众号“南航徐川”上，与党员、团员青年等网络上的青年群体进行沟通交流。在公众号的推文中，徐川用大家听得懂、能领会、可实践的话语，分享着学习党的二十大精神的心得体会。

“党的二十大报告里特别提到青年，青年也要特别关注党的二十大精神。”党的二十大精神胜利闭幕后，徐川在10月28日的推文中发出了“年轻，真好”的感慨，“要抓好后继有人这个根本大计。舞台广阔，前景光明，青年根本则国强。梦想属于所有人，未来属于年轻人。”

翻阅这篇推文的评论，可以看到无数网友学习党的二十大精神的真切感悟。其中，一位来自山东的网友诚恳而

坚定地说：“生在红旗下，长在春风里，作为新一代青年人的我们应该跟从党的号召，努力担当，挑起时代的脊梁！”

从党的二十大精神中汲取奋进力量，更加自觉深刻学习领会党的二十大精神。作为一名思政教育工作者和青年工作者，徐川将深入学习领会跟“青年”和“教学”相关的内容，学先一步、学深一层，为准确宣讲党的二十大精神储备和积蓄新的力量。

“我认为我有三重角色。其一是一名基层党务工作者；其二是一名思政教育工作者；其三是一名青年工作者。”徐川曾通过这“三重身份”来明确自己的定位、找准自己的坐标，不断加强党务工作、思政教育工作和青年工作的学习、研究、思考和梳理，努力做这些领域的行家里手。

(上接第1版)

四是坚持双链融合，持续提升产业创新能力。围绕产业链部署创新链，构建“海河实验室+产业链”的创新联合体机制，“揭榜挂帅”开展关键卡点技术攻关，加大制造业创新中心建设力度，加速培育企业技术中心，强化企业创新主体地位，构建多层次产业创新体系。围绕创新链布局产业链，推进产业链与创新链深度融合，依托海河实验室、国家重点实验室和创新中心等重大创新平台，在信创、先进材料、生物、细胞、脑机交互等领域，转化科研成果，加速产业化。

五是坚持科技融合，深入推动制造业数字化转型。大力实施智能制造赋能工程，深化落实《天津市促进智能制造发展条例》，发挥制造业立市政策支持作用，推进智能化生产、

个性化定制、网络化协同，开展智能制造试点示范，加快数字化、网络化、智能化改造升级，创建一批智能工厂和数字化车间。深入实施千兆5G和千兆光网“双千兆”工程，加快5G网络规模部署，推进5G全域示范应用，建成全国一流5G城市。

六是坚持扶优育新，构建优质企业梯度培育格局。着力培育优质企业，构建以世界一流企业为引领、领航企业为重点、单项冠军企业为骨干、“专精特新”中小企业跟进跃升的梯度培育格局，推动大中小企业融通发展，切实增强产业发展质量和能级。培育壮大10大先进制造业集群，打造上下游企业聚集的产业集群，创新集群治理机制，推动产业链式聚集、群化发展。加大产业特色主题园区培育力度，新培育建设10个

市级产业主题园区，推动特色产业向园区集约集聚，拓展园区承载功能，创新园区治理模式，打造优质主体成长壮大的沃土。

2023年是实现“十四五”规划目标的关键之年，是天津推进制造业立市战略的深化之年。天津工业将以习近平新时代中国特色社会主义思想为指引，深入学习贯彻党的二十大精神，全面落实市十二次党代会部署要求，坚持稳中求进工作总基调，完整、准确、全面贯彻新发展理念，积极融入新发展格局，以推动高质量发展为主题，以产业链为抓手，加快构建现代化产业体系，推进制造业立市取得新突破，推动党的二十大精神在天津工业和信息化战线落地生根，为建设制造强国和网络强国贡献天津力量！