



# 以脑启智 融合慧聚

■本报记者 陆琦

在育婴箱里喝奶粉、玩布娃娃、互相打闹……还记得“中中”“华华”吗？这两只2017年底出生的体细胞克隆猴，让拔根毫毛吹口仙气就能变出一群猴子的神话接近了现实。

而对于中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心（以下简称脑智卓越中心）的科学家来说，历经5年不懈努力培育出的两只猕猴宝宝，则是他们攀登科学高峰的一枚结晶、一次见证。

小猕猴们恐怕想不到自己出生的非凡意义——它们将为脑认知功能研究、重大疾病早期诊断与干预、药物研发等作出贡献；将为我国脑科学研究提供国际领先的实验工具，服务科技创新2030—重大项目“脑科学与类脑研究”（以下简称“中国脑计划”）。这是一个以脑健康和智能技术为出口的脑科学计划，在世界上独一无二。

早在2015年，中国科学家就提出了“中国脑计划”的“一体两翼”架构，即以脑认知的神经原理为“主体”，以脑重大疾病诊治新手段和脑机智能新技术为“两翼”。

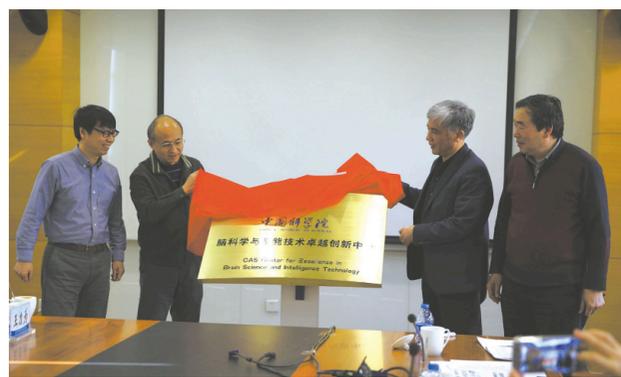
就在这一年，脑智卓越中心应运而生。用脑智卓越中心主任、中科院神经科学研究所（以下简称神经所）所长蒲慕明的话说，这是中科院围绕国家中长期科技发展规划进行的布局。



体细胞克隆猴

中科院脑科学与智能技术卓越创新中心供图

## 脑智携手 抢争先机



中科院脑科学与智能技术卓越创新中心揭牌。

4年前，5月的北京，和煦的清风徐徐拂动杨柳，带来春末夏初的凉爽。蒲慕明一行来到中科院自动化研究所（以下简称自动化所）调研，接待他的是时任自动化所所长王东琳。

当时，人工智能的浪潮席卷全球。以智能技术立所的自动化所积极布局，在前期充分研讨的基础上，向科技部、国家发展改革委、中科院等递交了关于发展智能技术的规划建议书，并得到相关部委和中科院的认可。

类脑智能是自动化所的长远战略发展方向。在王东琳看来，智能技术之魂是类脑，机器只有像人脑一样感知和思考，才能达到真正的智能。

这与蒲慕明的观点不谋而合。“既然人工智能发展的终极目标是达到人类智能水平，那么在设计计算算法和计算器件时，引入人脑神经网络结构和工作原理就非常有用了。”

双方很快达成共识：脑科学与智能技术应该携手共进。

此时的蒲慕明还有另一重身份——中科院脑科学卓越创新中心主任。该中心是脑智卓越中心的前身。

2014年，中科院启动“率先行动”计划，以研究所分类改革提纲挈领，全面推进体制机制改革。同年，以神经所为依托单位，中科院脑科学卓越创新中心正式成立，成为中科院首批成立的4个卓越创新中心之一。

科技前沿领域是科技强国竞争的主战场，谁占据了先机，谁就掌握了主动。从脑科学卓越创新中心的成立到智能技术的加入，都是这一战略思想的准确诠释。

2013年，欧美科技强国纷纷吹响了探索类脑智能的号角。美国“脑计划”致力于利用新的技术手段描绘人脑活动图谱，以探索大脑工作机制；欧盟“脑计划”则希望借助信息与通信技术，构建系统生成、分析、整合、模拟数据的研究平台，从而推动人脑科学研究加速发展。

## 交叉碰撞 推陈出新

2016年6月，蒲慕明被授予世界神经科学领域有着极高荣誉的“格鲁伯奖”。消息传来时，他正在自动化所“蹲点”。那一刻，他思考的是，如何将脑科学与智能技术交叉融合起来，如何让不同学科因聚合而迸发出巨大的创新活力……

脑智卓越中心是中科院交叉最多、共建单位最多的卓越中心之一。除了以两个领域差距较大的研究所为依托，还有39家共建单位，其中包括18家中科院院属研究机构和21家国内高校、医院和企业，分布在上海、北京、合肥等14座城市。

如此庞大的中心该如何运作？如何把100多个实验室团队联合在一起，组成有效率的队伍，开展重大科技问题联合攻关？

从体制机制上保证学科融合发展，成为脑智卓越中心的“头等大事”。

为促进不同学科间的深度交流，脑智卓越中心建立了“蹲点”制度，即中心成员每年必须在其他共建单位全时工作两个星期以上，包括开课、讲座和实验。

事实证明，不同学科间的碰撞，往往会擦出意想不到的科研灵感和创新火花。

2019年4月，神经所研究员李澄宇和国家纳米科学中心研究员方英合作，在高密度柔性神经流苏及活体

神经信号稳定测量方面取得进展，相关论文发表在《科学进展》上。这一成果就源于方英的一次“蹲点”——他们在讨论中产生了把柔性电极植入鼠脑的想法。

方英团队设计电极，李澄宇团队做生物学实验，然后构建了1024通道高密度柔性神经流苏电极，实现在体小鼠群体神经电活动的稳定记录。该技术在电极尺寸、集成密度和生物相容性方面均处于国际领先水平，在脑机接口和神经修复等领域具有重要的应用前景。

从脑科学、类脑智能技术到脑疾病诊断与治疗，脑智卓越中心涉及的领域非常广，“蹲点”时科研人员有机会接触到平时不太会接触到的领域，思维变得更加开阔，甚至会改变原有的科研轨迹。

中科院计算技术研究所研究员陈云霁、陈天石是脑智卓越中心的年轻骨干。他们与脑智卓越中心研究人员交流中受到启发，借鉴脑科学神经网络的工作机理，研发出寒武纪深度学习类脑芯片，实现了大规模人工神经网络的超高性能、超低功耗处理。

其实，早在脑智卓越中心成立之初，就有院士建议：脑科学和智能技术这两个学科跨度很大，学术语言不相通，要想真正融合，应该坦诚相见、互通有无。

而此前，作为国家战略科技力量的中科院，早已敏锐把握这一重大前沿领域，于2012年启动了战略性先导科技专项（B类）“脑功能图谱及类脑智能研究”。该专项是中科院首批启动的5个B类先导专项之一，早于美国、日本、欧盟等相关“脑计划”的启动时间。

洞悉脑科学和类脑智能技术相互借鉴、相互融合的发展新趋势后，中科院又启动统筹谋划脑科学和类脑研究协同发展。

2015年6月，中科院通过了神经所与自动化所共同谋划的“脑科学与智能技术卓越创新中心”建设方案。

这是国际上首次实现脑科学与智能技术领域的实质性融合，这两个最需要交叉的领域终于“接纳了彼此”，为脑智科学的发展和“中国脑计划”的实施奠定了坚实基础。

“脑科学和智能技术是科学研究的热点，近年来分别取得了很大成就，但是相互借鉴仍较少。”脑智卓越中心副主任、自动化所所长徐波坦承，智能技术发展面临新的瓶颈，急需从神经科学获得启发，发展新的理论与方法，提高机器的智能水平。同时，智能技术的发展，也有助于神经科学取得进一步突破。

可以预见，脑科学和类脑智能的进步必将为人类带来一个日新月异的未来。中科院院长白春礼曾在《中国科学院院刊》撰文指出：脑科学与类脑智能的研究关乎人类的健康和福祉，有望重塑医疗、工业、军事、服务业等行业格局，提升国家核心竞争力。中科院将继续发挥先发优势，汇集顶尖人才，开展高水平研究，通过两个前沿学科的相互借鉴和融合，赋予脑科学与类脑智能研究新的内涵和发展动力，推动中国脑科学和类脑智能研究在世界科研前沿占有一席之地。

的确，科研合作必须建立在双方能够进行专业交流的基础之上。神经所党委副书记王佐仁感慨：“困难重重，唯有在改革中一步步消化破解。”

“蹲点”交流是促进脑科学与智能技术深度交叉融合的方式之一。除此之外，脑智卓越中心在两个依托单位建立互授讲座，各项目团队每年至少召开一次会议，每年11月召开中心大会及年度评估会。

通过上述交流方式不断产生新思想和新的突破方向，越来越多的科研人员尝到了交叉融合带来的“甜头”。

上海交通大学医学院—中国科学院神经科学研究所“脑疾病临床研究中心”主任熊志奇，通过团队合作，鉴定出原发性家族性脑钙化症第一个致病基因MYORG，发现隐性原发性家族性脑钙化症的分子和细胞机制，为开发治疗脑钙化症的新方法提供了重要基础。

“如果没有临床医生，我可能都不知道什么是钙化。”熊志奇耸了耸肩说，“新的方向需要合作者给你提示，很多时候自己是想不到的。”

交叉学科中的协同合作似乎最为有效。短短几年时间，脑智卓越中心的体制机制创新促成了很多新的研究方向，为跨学科交叉融合提供了成功范例。

## 融合育人 志在未来

年轻一代的培养是可持续发展的基石。然而，目前兼通脑科学与类脑智能技术研究的复合型人才非常短缺，制约了两个领域的融合发展。

为此，脑智卓越中心自成立开始，就把复合人才培养作为核心任务与目标之一，确立了“为推动交叉研究充分交流，为培养交叉人才大胆融合”的科教融合工作思路。“这一代的研究人员是交叉，新一代脑智领域的研究生应该达到融合的目标。”蒲慕明说。



蒲慕明等在脑智卓越中心其他共建机构“蹲点”。

脑智卓越中心于2016年启动了双导师研究生制度，即两个不同领域的导师共同带一个研究生，研究生每年必须在两个研究组分别学习工作3-9个月。

神经所2018级博士生黄晨伟很庆幸自己能享受“双导师待遇”，除了熊志奇，上海交通大学医学院B超专家郑义也是他的导师。两位导师给他出了一个交叉方向的课题——用聚焦超声技术做神经调控。

对于生物学背景的他来说，这是一个不小的挑战。他既要在神经所学习脑科学方面的知识，也要去上海交大医学院学习B超技术。“‘跨界’确实不容易，但我非常感兴趣。”黄晨伟希望自己能在新技术上有所突破。

双导师制的前提是，两个导师必须有深度合作，形成新的融合方向，否则很难

给学生提出好的课题。神经所所长助理何杰表示，培养过程中的考核也是独立进行的，始终关注双导师培养的性质是否改变。

从学术“摇篮”开始就接受了双方的哺育，导师们明显感觉到，这些学生的思维比自己当初上学时要“交叉”得多，相信在他们中间会涌现出成功融合新成果的人才。

“英雄不问出处。”脑智卓越中心“筑巢引凤”，不拘一格聚集人才。

克隆猴团队核心成员、神经所博士刘真虽然没有海外留学背景，但鉴于其科研能力及对举世瞩目的重大成果作出的不可替代的贡献，于2018年7月被正式聘任为研究员。这为本土优秀青年科研人员的培养进行了有效尝试。

成立至今，脑智卓越中心在人才引进和培养方面成效显著。自2014年起共进行了7次骨干遴选，目前共有137人，形成了由优秀科学家领衔、以优秀青年科学家为主体的攻关团队，是我国脑科学与智能技术研究的主力军与核心力量。

## 团队攻关 追求卓越

美国国立卫生研究院曾提出脑功能定量检测的想法，但最终没能实施，原因是无法把相关专业的科研人员聚集在一起协同攻关。

值得自豪的是，这一点脑智卓越中心做到了。

“脑科学与智能技术领域的很多创新工作，都不是一个实验室就能够完成的。”在蒲慕明心中，卓越创新中心的特别之处，就在于组织团队联合攻关重大科学问题。

脑智卓越中心将团队联合攻关作为解决脑科学和智能技术重大问题的核心途径，积极探索建立兼顾个人兴趣与集体目标、自由探索和探索性攻关工作，如非人灵长类动物模型构建、脑认知功能检测工具集研发等。

“脑认知功能检测工具集研发”团队攻关典型案例，汇集了6家单位13个研究组。参与研发的神经所所长助理顾勇深有体会：“不以发文章为目标，大家都知道这项工作需要自己额外付出，能够学以致用做些有意义的事情，我们很愿意花精力去做。”

正如神经所党委书记王燕所说，“体制机制改革要让科研人员接纳，就必须让他们从思想上发生转变，将个人发展和国家需求融合在一起”。

“脑功能图谱及类脑智能研

究”先导专项于2017年结题验收，2018年中科院实施“脑认知与类脑前沿研究”升级版B类先导专项。该专项更加聚焦、凝练两个重大突破方向，基于克隆猴技术，研发脑图谱绘制工具和脑疾病模型猴；基于脑智融合，研发高等认知计算模型和神经形态芯片。

与此同时，上海市市级科技重大专项“全脑神经联接图谱与克隆猴模型计划”启动实施。专项以国家战略需求和重大任务为导向，依据“全脑介观神经联接图谱”国际大科学计划的规划，绘制模式动物的全脑介观神经联接图谱并验证其在大脑认知功能上的意义；构建重大脑疾病克隆猴模型，探索脑疾病机理，研发诊断和治疗手段，并推动疾病模型猴产业化、服务医疗健康产业。

“团队攻关要真正做实，还必须要有严格的评审制度。”蒲慕明认为，在顶层设计和评价导向的双重驱动下，才能开展深入的实质性合作。

每年11月底，是脑智卓越中心的“大聚会”，在学术交流的同时进行当年的绩效评审。评审结果作为科研人员年度科研经费申请和绩效津贴调整的依据，并直接影响他们受资助的力度和晋升的机会。

王燕记得，开始执行的时候冲击力很大。有科研人员想不明白：自己发了那么多高影响因子的论文，为什么考评只得了C？

因为评审标准不一样了，从2015

年底就开始打破“唯论文”评价体系，重点考核对脑智卓越中心团队攻关项目的贡献，不计与团队项目无关的成果；在脑智卓越中心相关领域有重大创新性成果；对交叉学科交流的投入，包括多单位“蹲点”教学与研究、指导双导师研究生等。

绩效评审结果分为A、B、C三档，连续两年评为C的成员将被要求整改，整改期间停止年度绩效津贴的发放；连续3年评为C的成员将被要求退出；连续两年评为A的成员将获得晋升考核时的优先权。

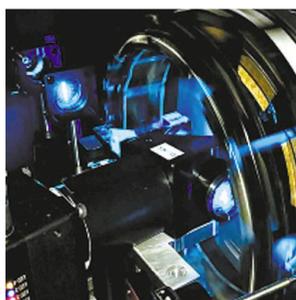
此外，脑智卓越中心每5年进行国际学术评估，标准与年度评审相同，评审结果将决定骨干的续聘与水平。

国际评估的重点在于进展的水平“国际化”，即评审标准是国际同领域的最高标准。

正是由于这些有利于交叉融合、团队攻关制度的实施，脑智卓越中心才会产生具有国际影响力的创新成果。

当前，脑科学与智能技术研究正面临前所未有的发展机遇。蒲慕明表示，脑智卓越中心将抢抓战略机遇，继续推进相关改革，积极承担国家重大科技任务，根据“一体两翼”的总体部署，以现有团队为基础，联合相关单位进行顶层规划，为承接“中国脑计划”做好准备。

他希望在未来15年内，中国能够在脑科学基础研究、脑疾病早期诊断与干预、类脑智能器件等3个前沿领域取得国际领先的成果。



脑智科学研究的瞬间

