

# 为细胞装上“GPS”，找到疾病“藏身之处”

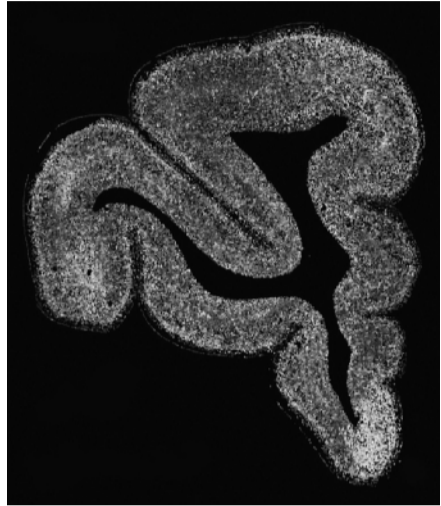
■本报实习生 李蓉 记者 温才妃

有一句网络流行语——“刻进 DNA 里的 × ×”，它并非毫无科学依据。

人为什么爱喝咖啡？为什么身材会呈现“环肥燕瘦”？为什么一些人更容易得抑郁症等复杂疾病？诸多现象背后都有基因的影子。不过，这些基因在人体的哪个角落悄然发力，又如何借助特定位置的细胞影响疾病的发生，一直以来，无人知晓。

西湖大学教授杨剑通过结合全基因组关联研究和空间转录组数据，开发了一种名为 gsMap 的全新分析方法，成功描绘了与人类复杂疾病和性状相关的细胞在组织中的空间分布图。近日，相关研究成果发表于《自然》。

“过去，我们知道某些基因与疾病有关，但不知道这些基因在身体的哪个部位、哪种细胞里起作用。现在，gsMap 能像 GPS（全球定位系统）一样，在组织中锁定这些细胞的‘坐标’。”论文通讯作者杨剑打了个形象的比方。



与抑郁症相关神经细胞在食蟹猴内侧额叶皮层深部的分布。 课题组供图

## 给细胞装上“GPS”

在遗传学研究领域，全基因组关联研究(GWAS)一直是解析复杂疾病遗传基础的关键工具。通过对比数百万甚至上千万人的基因组数据，科学家们已发现大量与肥胖、糖尿病、精神疾病等复杂疾病相关的遗传变异。

杨剑团队在这一领域扎根 10 余年，开发了 GCTA、SMR、OSCA 等计算生物学分析软件，并整合了一系列 GWAS 方法。在这一过程中，团队发现，虽然 GWAS 能够鉴定与复杂疾病(性状)相关的遗传变异，但这些变异如何通过人体组织中特定位置的细胞影响疾病的发生和发展，仍是当前人类遗传学中的未解之谜。

论文第一作者、西湖大学博士研究生宋立阳向《中国科学报》解释：“相同的细胞类型，在不同位置对疾病的影响可能不同。确定与疾病相关的细胞在组织中的具体位

置，可以帮助我们追溯疾病的源头。”

近年来，空间转录组学(ST)的发展为这一研究领域带来了新希望。

“我们一直知道这一研究方向的重要性，但缺乏合适的数据来推进。”杨剑指出，“过去几年间，空间转录组技术取得了快速进展，提供了大量的相关数据。”

研究发现，空间转录组技术能够提供细胞的基因表达谱和在组织样本中的空间位置信息。通过将全基因组关联研究的“基因-疾病”关联与 ST 的“基因-细胞”信息结合，团队开发了一种新的分析方法——gsMap。

“具体而言，gsMap 首先为每个细胞识别一组‘标签基因’，这些基因在特定细胞中高表达，成为细胞的‘身份证’。”论文共同第一作者、西湖大学博士研究生陈文浩表示，以这些基因为桥梁，通过人类遗传学方法，将全基因组关联研究和空间转录组数据相结合，构建疾病、性状与细胞的关联。通过这种方式，

gsMap 能够在单细胞水平上描绘出疾病相关细胞在组织中的空间分布。

就像给细胞装上“GPS”，gsMap 可以绘制出与人类复杂疾病或性状相关的细胞在组织中的具体位置和分布。

## 找到“藏身之处”

“借助 gsMap，我们能够在组织里找到与疾病相关细胞的‘藏身之处’。”杨剑向《中国科学报》解释，“gsMap 并非探究疾病发生后细胞的变化，而是识别哪些细胞可能是疾病发生的源头。这有助于我们更清晰地了解疾病在体内的发生机制，为疾病的早期诊断和干预提供可能。”

gsMap 不仅能锁定与疾病相关的组织区域，还能精确到单个细胞的级别。杨剑打了个比方：“这就好比在一个拥有百万人口的城市中，不仅能找到犯罪率高的区域，还能精确到某栋楼里的某个住户。”

这种方法不受物种限制，能够将人类的 GWAS 数据映射到动物的 ST 数据上。在小鼠胚胎的空间转录组数据里，杨剑团队通过 gsMap 重现了多种已知的细胞与性状关联模式。研究显示，与智商关系密切的细胞大多分布在大脑，与血红蛋白浓度相关的细胞主要集中在肝脏，而与身高相关的细胞则分布在软骨……

“我们可以在动物中找到与人类疾病相关的细胞，为建立更准确的疾病模型提供可能。”宋立阳表示。

## 仅仅是一个开始

找到基因变异的细胞定位后，gsMap 如何帮助治疗或预防疾病呢？

杨剑告诉《中国科学报》：“gsMap 可以帮助研究人员确定疾病发生的关键细胞类型以及它们在组织中的具体位置，使针对性的治疗成为可能。”

在研究精神分裂症、抑郁症等复杂脑

疾病及智商等性状时，团队借助 gsMap 探索了不同脑区与精神疾病及认知功能相关的细胞。他们发现，谷氨酸能神经元在多种脑区和性状中关联显著。结合药物数据库，他们发现内侧前额叶深部的高表达基因在精神药物靶点基因中的富集程度是其他大脑皮层区域的 16 倍，凸显了该脑区对抑郁症干预和靶向治疗的关键作用。

在药物研发方面，杨剑指出，gsMap 能确定与疾病相关的细胞靶点，为开发更有效的药物提供可能的方向。

如果将来这一研究成果可以应用，复杂疾病的治疗将无须全身给药，而是定向递送到特定细胞类型和位置，从而减少副作用并提高治疗效果。杨剑形象地比喻道：“这就像导弹精准打击某个具体目标，而非无差别地轰炸整个城市。”

20 余年来，杨剑一直专注于复杂性状的遗传基础领域。他认为，确定基因如何影响复杂疾病，不仅是科学问题，更具有重要的社会意义。

杨剑指出，在科学层面，理解人与人之间的基因差异，以及这些差异如何影响疾病的发生和发展，直接关系到对疾病的理解与治疗效果；在社会层面，在全球老龄化进程加速的背景下，慢性疾病的负担越发沉重，如果这些复杂疾病的病因难以探究和根除，就会给社会经济和人民健康带来巨大压力。

因此，确定哪些基因对疾病有重要影响，这些基因在哪些细胞中起作用，以及在身体的哪个部位分布，是当前亟需回答的关键问题。

杨剑表示：“我们的研究仅仅是一个开始。随着研究的不断深入，我们期待更多的科研人员、医疗机构和相关行业参与进来，开辟新的研究方向和应用途径，为复杂疾病的预防和治疗提供新策略，为提高全球公共健康水平作出贡献。”

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08757-x>

## 集装箱

### 1 型糖尿病专病大模型打造智慧化生态

本报讯(记者王敏)“在中国数十万 1 型糖尿病患者中，大多数患者每天要扎 7 次手指测血糖、注射 4 次胰岛素，有 65% 的患者经历过夜间严重低血糖的生死时刻，但只有不到 20% 的患者能达到血糖控制目标。”3 月 29 日，1 型糖尿病专病大模型在安徽合肥发布，安徽医科大学校长、中国科学技术大学讲席教授翁建平罗列了上述数据。

据了解，此次发布的 1 型糖尿病专病大模型是国家科技创新 2030“癌症、心脑血管、呼吸和代谢性疾病防治研究”重大专项的核心成果，由安徽省卫生健康委委员会主导推动，瞄准 1 型糖尿病诊疗痛点，翁建平担任首席科学家，联合高校科研团队和相关企业协同攻关。

1 型糖尿病专病大模型以

“权威知识中枢”“动态感知网络”“决策支持引擎”三大技术支柱为核心，实现了多项突破。一是集成 65 个专科场景临床路径、135 部诊疗指南以及 2000 万份真实病例数据，构建起全球最大 1 型糖尿病知识图谱；二是依托人工智能物联网技术实时监测 14 维代谢参数，使异常血糖捕捉灵敏度达 99.2%，较传统方式提高 40%；三是可生成膳食、运动、胰岛素调整等八大维度个性化方案，推动诊疗迈入“千人千策”精准时代。

“1 型糖尿病专病大模型通过多学科交叉融合，将重构 1 型糖尿病‘筛-诊-治-管’全周期管理闭环，为患者打造贯穿预防、干预、康复的全周期智慧化服务生态。”翁建平表示。

### 第七届中国规模猪场智造论坛举行

本报讯(记者李思辉 实习生郝丽)近日，第七届中国规模猪场智造论坛在武汉召开。本届论坛以“智慧、智库、智造”为主题，聚焦智能化养殖技术与产业升级路径，共设置 10 场学术报告及 3 场圆桌讨论，分别围绕“现代种业创新”“智慧养殖落地”“产业链协同”展开讨论。论坛由华中农业大学主办、农业农村部智慧养殖技术重点实验室等多家单位联合承办。

统计数据显示，我国是全球最大的生猪生产与消费国，2024 年全国生猪养殖规模化率超过 70%，但行业仍面临疫

病防控压力大、智能化水平不足、环保治理难等挑战。当前，生猪产业正加速向绿色化、数字化方向转型，亟需通过科技创新构建高效、低碳、可持续的新型养殖体系。

中国工程院院士陈焕春在开幕式致辞中提出，科技创新是生猪产业破局关键，人工智能(AI)技术应与遗传育种、环境控制等六大领域深度融合，推动智慧农业生态建设。中国科学院院士赵春江提出，AI 技术需从“计算智能”向“认知智能”跃升，通过智能环境测控、生猪表型解析等技术构建全流程智慧养殖体系。

### “食品营养与安全关键技术研发”重点专项启动

本报讯(记者朱汉斌)日前，“十四五”国家重点研发计划“食品营养与安全关键技术研发”重点专项“典型慢病人群精准营养健康食品研制与产业化示范”项目启动会在广州召开。

据介绍，该项目主要针对高血糖、高血脂、高血压、高尿酸、神经退行性疾病等典型慢病人群需求，研发功效精准的营养健康食品，并实现千吨级产业化示范。该项目由华南理工大学食品科学与工程学院教授赵树明担任项目首席技术专家，无限极(中国)有限公司联

合国内其他 18 家院校、企业和科研机构共同申报，获 2000 万元人民币经费支持。

项目指导专家组就项目实施、课题交叉融合、参建单位协同攻关、项目成果验证应用等方面进行点评。他们肯定了项目紧扣国家需求和科技前沿，聚焦精准营养健康食品，研发功效精准的营养健康食品，并建议通过多学科交叉和产学研合作，突破健康食品精准化、标准化瓶颈，为全球慢病营养干预提供“中国方案”。

### 《北京 6G 创新发展白皮书(2025)》发布

本报讯(见习记者赵宇彤)3 月 29 日，在 2025 中关村论坛年会平行论坛——6G 技术与产业创新发展论坛上，北京市科委、中关村管委会发布了《北京 6G 创新发展白皮书(2025)》(以下简称《白皮书》)。

《白皮书》全面总结了北京市 6G 资源优势及创新成果。据悉，北京的 16 所“双一流”高校设立通信学科；超 200 位顶尖学者与 1.4 万名通信领域科研人员集聚，形成全球领先的 6G 人才高地；北京已构建南北协同的 6G 产业布局，具备覆盖网络运营、设备制造、终端研发、芯片设计、测试仪表的完整产业链条，形成“链主引领+全链协同”的协同优势。

为进一步支持 6G 创新，北京采取多项举措。在政策方面，北京发布了《北京 6G 科技创新与产业培育行动方案

(2024—2030 年)》，明确未来几年北京市在 6G 关键技术突破、产业关键环节攻关、构建试验创新体系、打造 6G+X 应用标杆等方面的具体目标与路径；在资源统筹方面，北京与中国移动签订战略合作协议，共建创新型研发机构——中关村泛联院，并支持中关村泛联院、北京邮电大学联合产学研力量建设 6G 领域北京市重点实验室，引领科技创新与成果转化；在夯实基础方面，北京支持建设 6G 端到端开放试验平台以及 6G 试验验证环境，为产学研单位开展前沿性和基础性研究、孵化原创技术提供重要的试验验证平台，服务北京市 6G 科技创新全过程；在生态构建方面，北京推动组建 6G 通感算智融合创新开放实验室，推动 6G 通感算智从技术到产业的全面深度融合。

## 按图索技

### 我国首枚虹鳟育种芯片问世

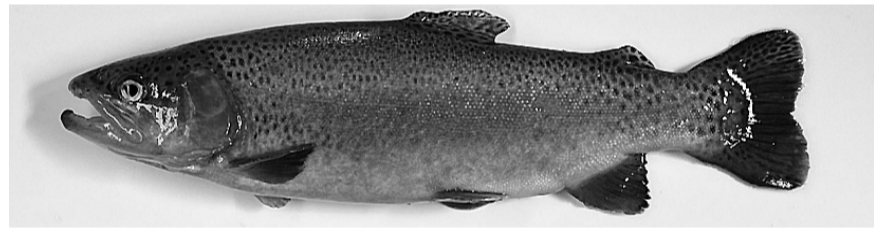
本报讯 近日，中国海洋大学水产学院教授高勤峰团队联合山东海洋集团与华智生物技术公司，成功研发出国内首款具有自主知识产权的虹鳟单核苷酸多态性(SNP)育种芯片“虹芯 1 号”。这标志着我国虹鳟育种技术实现重大突破，为水产种业装上“中国芯”。

据了解，虹鳟作为全球重要经济鱼类，自 1959 年引入中国后，已在我国 12 个省份形成规模化养殖，年产量达 4 万吨。但其长期依赖进口“全雌三倍体”苗种的现状，始终制约着产业自主发展。由于虹鳟鱼类基因组规模庞大，传统育种方法成本高、周期长，而国外现有的两款育种芯片或因位点冗余，或因群体适配

性差，难以满足国内需求。

“针对这些痛点，我们创新采用 cG-PS 靶向测序分型技术，构建起覆盖国内外多群体的 51508 个高质量 SNP 点数据库。”高勤峰介绍，其中 67% 的位点源自山东、辽宁、甘肃等国内主产区，并整合欧美多国遗传资源，既保证芯片对本土群体的适配性，又具备国际视野。相较于 2014 年美国农业部开发的 5.7 万位点芯片(含 2 万余冗余位点)和 2021 年法国发布的 66.7 万位点芯片“虹芯 1 号”通过精准筛选，实现了位点密度与检测效率的平衡。

该芯片可广泛应用于种质鉴定、遗传图谱构建及全基因组选择育种等领



虹鳟。 中国海洋大学供图

域。研究人员通过对比发现，其分型准确率较传统方法提升 40%，检测成本降低 60%，显著缩短了育种周期。在山东潍坊等地的应用显示，芯片已助力培育出抗病性更强、生长速度提升 15% 的虹鳟新品系。

“这是基因组选择育种技术在我国水产领域的里程碑式突破。”中国科学院专家表示，该成果不仅破解了

虹鳟种源依赖进口的难题，更为大黄鱼、对虾等其他重要经济物种的芯片研发提供了技术范本。随着深远海养殖装备技术的突破，国产育种芯片与智能养殖体系的深度融合，有望推动我国虹鳟产业向百亿级规模迈进。

目前，“虹芯 1 号”已进入产业化应用阶段，首批 10 万尾自主培育苗种将于今年秋季投放市场。

(廖洋 左伟)

# 全球首个通用智能人“通通”长大了

■本报记者 赵广立

在 3 月 29 日召开的 2025 中关村论坛年会通用人工智能论坛上，北京通用人工智能研究院发布了全球首个通用智能人“通通”的 2.0 版本，“通通”从去年“三四岁的小女孩”变成了“五六岁的小女孩”。

据北京通用人工智能研究院先进技术中心执行主任陈浩介绍，“通通”2.0 在语言、认知、动作、学习、情绪、交互方面实现了多种核心能力的升级。

## 一个有价值观、世界观的小女孩

“通通”2.0 版本塑造了一个有自身价值观、世界观的小女孩虚拟形象，在理解对话目标意图的基础上，遵循自身价值和人格，如好奇、勤快、爱干净等，利用对话策略引导对话的走向。陈浩介绍，“通通”2.0 在价值调控对话生成、消除模型幻觉、保持对话前后连贯性以及“言行一致”等方面取得了突破。

例如，当妈妈要求“通通”睡觉，或者吃她不喜欢食物时，“通通”可以向妈妈耍赖，找理由磨蹭，并试图要求妈妈给予奖励，在多轮协商达成一致后才会实施对应任务。

除了在“价值与心智驱动的多轮对话”方面的进步之外，“通通”2.0 还在“基于交互反馈的推理和学习”方面有新的突破。

作为“生活”在高度仿真的复杂、动态三维虚拟场景中的智能体，“通通”1.0 会因周围环境时刻变化导致无法顺利完成规划任务，而“通通”2.0 可以实时响应外界场景的变化，进行反思和重新规划，对已有任务进行挂起、恢复、修改或取消等处理，同时动态生成新的任务规划，从而以更灵活、智能、多变的方式完成指令。

在论坛上，工作人员现场演示了当“通

通”想打开空调时，研究人员利用虚拟现实(VR)手多次改变遥控器位置“刁难”她，“通通”进行了一系列尝试，靠脱鞋上沙发、利用沙发上的靠垫增加高度最终拿到放在墙架上的遥控器。

与此同时，研究人员还为“通通”打造了幼儿园、六口之家等多智能体场景，并在场景中设置了各自独立，具备自身价值、能力、人设、状态的多个智能体，使“通通”拥有了自己的家人和朋友。陈浩介绍说，在多智能体场景中，“通通”不仅需要了解周围环境，还需要了解环境中其他智能体，并在此基础上进行自身的任务规划，包括发起和响应对话，实施帮助、捣乱等复杂行为交互等。

## 挖掘“水面以下”的人工智能创新

在主题为《时代之变：中国通用人工智能战略前瞻》的大会报告中，北京通用人工智能研究院院长、北京大学人工智能研究院院长朱松纯谈到，人工智能领域的科技创新如冰山结构般分为五个层次，其中“水面以上部分”包括执行层、算法层和模型层，这些是容易理解与实践的部分，相对而言也比较容易通过算法创新来改变和发展，比如 DeepSeek 和 OpenAI；而“水面以下部分”包括理论层和哲学层，是智能内在的、难以测量的部分。

他介绍，北京通用人工智能研究院的研究主要围绕模型、梳理框架(理论层)和哲学层面展开。

“‘水面以下部分’不太容易通过表层的影响而得到改变，却对智能的发展起着关键性作用。”朱松纯表示，理论层是人工智能的数理框架，哲学层则关乎智能的本质。“通通”正是一个由价值、因果驱动的通

用人工智能系统原型，其突破性就在于“实现了由底层哲学层与理论层到顶层的全栈式创新架构”。

据介绍，随着“通通”的持续迭代，她的能力也在稳步提升。目前研究人员正利用认知心理学定义的 5 至 6 岁儿童应掌握的经典任务对她进行测试。“通通”也已经通过了多项综合性强、复杂度高的任务考核。

## 从“小女孩”到“大社会”

“通通”现在还缺少一些社会认知和交互。不过，研究人员表示，“通通”下一步就会与社会知识和规则“接轨”，通过多智能交互，产生一些社会关系和契约，进化成为“社会智能体”。

北京通用人工智能研究院多智能体实验室负责人陈烁表示：“未来它将成为通用底座支撑各类垂直应用场景，进一步学习行业特定的知识和技能，形成千万个‘通用智能人’赋能千行百业。”

陈烁认为，人工智能技术正加速从单体智能向群体智能和社会级智能演进。在这一趋势下，社会级智能体的研究正成为人工智能领域的前沿方向。

“社会级智能体基于对社会结构和社会运行规律的深度理解，建模政府、企事业单位等各层级主体，实现对复杂关系网络的精准分析与协同处理，能够广泛应用于城市管理、公共资源调配、应急响应等社会治理场景。”陈烁表示，“通过社会级智能体的赋能，我们有望构建更加高效、有序与可持续发展的智慧社会。”

论坛现场发布的“大型社会模拟器”，



“通通”2.0 在家庭场景中“妈妈”交互。 北京通用人工智能研究院供图

就是一个社会级智能体学习和实践的仿真模拟平台。该模拟器由北京大学武汉人工智能研究院(以下简称北武院)和北京通用人工智能研究院共同研发。其借助分布式计算、高并发调度技术，在高度拟真的 3D 仿真环境中模拟个体智能体与社会级智能体的交互和演化过程。

据了解，大型社会模拟器目前已在武汉东湖高新区国家智能社会治理实验综合基地推出 V1.0 版本。为提供高度拟真的城市仿真环境，北武院研发团队已完成 518 平方公里的 L1 至 L5 级数据建模，并支持全景实时天气与光照的动态仿真。

陈烁介绍说，为了精准对个体智能体和社会级智能体进行建模，团队采集了大量脱敏的社会运行数据，汇聚人口、企业、经济发展、交通运行和基础服务设施等五大主题，囊括企业特征、人口结构、消费行为、社会经济状况等 10 余个核心领域以及 170 余项指标。

“基于这些数据，大型社会模拟器 V 1.0 全面建模了个体、组织、市场、政府、交通、公共支撑这六大社会要素及其交互演化。”陈烁说，未来，希望通过“通用智能体+行业智能体+社会智能体”矩阵建设，以“原创技术+产业赋能+社会智能”三级联动模式，推动人工智能从单一智能向社会智能转变。