

研究揭示面部表情识别内在机制 破解“察言观色”背后的科学密码

●吴叶凡

表情是人们传递情绪、沟通交流的重要方式。“察言观色”看似是自然而然的事情，你是否思考过，为什么人们能识别不同的面部表情？这一功能的内在机制是什么？

为探究这一问题，中国科学院心理研究所认知科学与心理健康重点实验室蒋毅团队和中国科学院深圳先进技术研究院脑认知与脑疾病研究所戴颖团队开展合作研究。团队通过人类双生子研究设计，利用行为、功能核磁共振成像(fMRI)等技术，结合猕猴在体电生理记录，跨物种研究了面部情绪感知的遗传性和神经基础。这一研究深化了对情绪识别功能内在机制的认识，并为探究孤独症谱系障碍等社会认知障碍的致病机理提供了线索。

情绪识别的进化之谜

目前，学界认为，面部表情识别包含基本情绪的识别和复合情绪的识别。“6种基本情绪包括快乐、恐惧、悲伤、愤怒、惊讶和厌恶。这些情绪通常可以通过特定的面部表情特征表现出来，比如微笑、瞪眼、皱眉等。”蒋毅介绍，除了基本情绪外，人们还可以识别内疚、羞愧等更复杂的情绪。这些情绪通常由多种基本情绪组合而成，表达方式更加微妙和多样化。比如当一个人羞愧时，可能表现为脸红，也可能表现为眼神飘忽不定。

人们很早就开始了对面部表情识别的探索和研究。达尔文在《人类和动物的表情》一书中指出，人类的表情是在进化中保留下来的，是天生的、固有的，且能被全人类所理解。当代一些学者的研究为这一观点提供了证据。例如，心理学家埃克曼等对不同国家和地区的受试者呈现关于不同情绪面孔的照片，并要求他们进行分辨。结果显示，基本表情的识别具有全球一致性，即使在与世隔绝的文化中也是如此。

有关研究还发现，识别基本情绪的能力早在婴儿期就开始显现。除了人类，猴子也具有识别面部表情的能力。这些证据表明，面部表情识别能力很可能是不断进化而来的。

随着fMRI、脑电图(EEG)等神经科学技术的发展，研究人员开始探索面部情绪识别的大脑机制。“相关研究表明，杏仁核等脑区在情绪识别中起着关键作用。”中国科学院心理研究所研究员王莉介绍，杏仁核是情感脑区，在进化上保守、受遗传调控，并且猴子等非人类物种也有这一脑区。

“我们可以合理假设面部表情识别可能由基因塑造，并在灵长类动物大脑中形成了固有神经回路。”王莉说，然而，要进一步明确面部表情识别能力究竟是由遗传因素决定的，还是主要通过后天社会经验习得的，还需通过实验来回答。

采用双生子研究方法

王莉介绍，实验设计采用了经典的双生子研究方法。在实验中，被试对象分别为同卵双生子、异卵双生子。两者受环境影响大致相同，但不同的是遗传结构——同卵双生子之间基因完全相同，异卵双生子之间则有50%相同。“基于同卵双生子比异卵双生子共享更多的基因而非环境这一特点，我们可以估算出基因和环境对该变量个体差异的贡献。”王莉说。

研究中被试者的任务是，在实验中观看一系列情绪面孔图片，并辨别这些面孔的情绪是快乐还是恐惧。“通过Morph软件，我们将这些情绪面孔沿着一个连续变化的维度进行融合。0%和100%的融合水平分别对应典型的快乐面孔和恐惧面孔，50%的融合水平则对应两种情绪等比例混合的面孔。”王莉介绍。

接着，研究人员再基于这些面孔生成不同空间频率的面孔类别，让被试者识别面孔表达的不同情感。王莉解释，空间频率是情绪面孔加工中非常重要的一个基本视觉属性。低空间频率情绪面孔主要涉及面部情绪的整体特征，用于对情绪的快速而粗略的感知，可以帮助人们在短时间内识别潜在的威胁或积极信号。高空间频率情绪面孔主要包含局部的精细特征，能够帮助人们更精确地理解他人的情感状态。“通过这种方式，研究人员可以探究不同空间频率信息在面部情绪识别中的作用。”王莉说。

此外，研究团队还对部分被试者大脑杏仁核进行fMRI扫描，考察面孔情绪识别能力与杏仁核的功能、结构之间的遗传关联。

遗传与环境共同调控

通过一系列实验，研究团队发现，面部情感识别能力既受到遗传因素的调控，也受到环境因素的影响。具体来说，低空间频率情绪面孔的识别能力主要通过进化获得，且受先天和遗传模块的调控，而高空间频率情绪面孔的识别能力则在成长过程中通过学习获得。“这提示我们，人类的情绪识别能力并不是单一由先天或后天决定的，而是两者共同作用的结果。这一发现为长期以来的‘先天与后天’之争提供了新视角，揭示了遗传和环境在情绪识别中的不同作用。”王莉说。

同时，这一发现为理解面部情感识别的个体差异提供了新见解。“这特别有助于解释为什么某些人在面部情感识别能力方面比较差，并为研究孤独症谱系障碍等社会认知障碍的成因提供了重要线索。”王莉告诉记者，孤独症谱系障碍等社会认知障碍疾病患者的面部情感识别能力常常受损，该研究为开发针对这些障碍的诊断和干预措施提供了理论依据。未来还需进一步考察孤独症患者在低空间频率和高空间频率面孔情绪信息加工中的差异，从而为诊断和干预提供更多实验依据。

王莉说，人类情绪识别领域尚有很多未解之谜。例如，生命体的运动也携带着重要的情绪信息，如挥手、跳跃等。尤其当距离较远，面孔情绪信息难以获得时，人们对于他人情感状态的推测通常更多依赖于生物运动这一情绪线索。“我们未来将考察不同情绪线索之间的共同加工机制，进行多模态情感识别研究，这将有助于在复杂的社会情境中更全面地理解个体的情感状态。”王莉说。 据《科技日报》

大米，是人们餐桌上的“主角”，如今却有了意想不到的新作用——造血。

“5公斤稻米提纯出的人血清白蛋白，相当于1升血浆提取的量。”湖北武汉禾元生物科技股份有限公司创始人杨代常介绍。

在血液中，除了水分，最多的是血浆蛋白，其中又以白蛋白为主，它能快速补充人体缺失的液体并维持血管压力的平衡。人在烧伤、大出血或手术时，往往需要注射人血清白蛋白来治疗。

上世纪80年代，就有科学家尝试在细菌、酵母、动物细胞或植物中生产重组人血清白蛋白，但提取工艺复杂、很难量产。杨代常团队将目光投到转基因水稻。

人和水稻天差地别，水稻如何造出“人血”？

“水稻胚乳细胞具有完整的真核细胞蛋白质加工体系，重组蛋白质的翻译、折叠和修饰都与哺乳动物十分相近。”杨代常介绍，此前，科学家利用植物成功合成了数十种药用蛋白。杨代常牵头的植物源重组人血清白蛋白研究曾被原卫生部列为国家科技重大专项。

团队将生产人血清白蛋白的基因进行了重新编码。经过修改的人血清白蛋白基因能够“骗过”水稻，注入水稻后，不仅不会受到排斥，还会通过光合作用生产出大量人血清白蛋白。

为了避免人血清白蛋白被水稻细胞里的蛋白酶破坏，团队通过定向存储技术，将水稻生产的人血清白蛋白输送至细胞内的“安全岛”——蛋白质体中保存起来。如今，5公斤糙米能生产出30克人血清白蛋白。

重组基因的水稻，种植技术和普通水稻类似。杨代常说，每一粒可以“造血”的原代稻种，繁殖3代，生产的人血清白蛋白就有较好的稳定性。经过估算，500粒“造血稻”种子就能“种”出200多吨人血清白蛋白。从水稻中提取可用的人血清白蛋白也只需24个小时。

水稻可以“造血”，却不能直接“输血”，这是因为除了人血清白蛋白，水稻中还有另外4种主要储藏蛋白质。不过它们与人血清白蛋白性质不同，都不溶于水，只需简单纯化工艺就能去除。但“造血”水稻在生长过程中还会产生内毒素，会导致人体发热等问题，去除重组人血清白蛋白中的内毒素和杂质非常关键。

最初，杨代常团队提取了99.9%纯度的重组人血清白蛋白，但其中还有0.1%的杂质。通过改进分离纯化工艺，目前，团队把重组人血清白蛋白的纯度提高到了99.9999%以上。目前，禾元生物植物源重组人血清白蛋白注射液已完成三期临床试验。

杨代常说，团队正努力提高不同类型重组人血清白蛋白的提纯工艺，制造针对不同疾病所需的产品。

据《人民日报》

突破金属“不可能三角” 科学家攻克金属稳定性难题

●邹晓菁 刘勇

金属是重要的基础材料，广泛应用于建筑、能源、交通等领域。但当金属受到非对称的循环外力时，会产生塑性变形，塑性变形逐渐累积就会形成“棘轮损伤”。这种损伤会导致金属突然断裂，严重威胁工程安全。为了攻克这一难题，我国科研人员想出妙招，给金属“织”一张亚微米尺度的三维“防撞墙”。日前，由中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家研究中心卢磊团队领衔的材料领域相关研究获重要进展。他们提出一种全新的结构设计思路，成功让金属材料在保持高强度、高塑性的同时大幅提升抗循环蠕变性能。相关成果论文4月4日在国际学术期刊《科学》上发表。

在金属的世界里，一直存在着一个“不可能三角”：强度、塑性和使用过程中的稳定性。这3种特性往往难以兼得，而金属材料在循环载荷下的疲劳失效更是威胁工程安全的隐形杀手。无论是航空发动机涡轮叶片每秒承受的上万次高温高压冲击，还是跨海大桥主缆需要承受的百万吨级动态荷载，都亟须相关研究突破金属材料的抗循环蠕变瓶颈。

“金属内部就像一堆积木，受力时积木会发生错位。而当外力反复作用，错位逐渐累积，积木就可能在某一次受力后突然崩塌。”卢磊说，“棘轮损伤”就像金属的慢性病，不易被发现，却可能引发灾难性后果。

“研究突破的灵感来自生活中的‘拧麻花’工艺。”卢磊介绍，研究团队通过精密控制金属的往复扭转，在其内部形成空间梯度序列位错结构。这些亚微米尺度的三维结构就像无数个“防撞墙”，当外力来袭时，既能像弹簧一样吸收变形能量，又能触发原子层面的智能响应——自动形成更细密的次级防护网络。实验显示，相比传统材料，这种新型304奥氏体不锈钢的屈服强度提升了2.6倍，抗循环蠕变性能更是提升了4个数量级。“而且整个强化过程均匀发生，不会因局域变形导致破坏。加工后的金属材料，与原材料相比，在外观上几乎没有差别。”卢磊说。

“这相当于给金属材料上了会自我强化的纳米减压器。”卢磊解释，该成果不仅突破了金属材料强度、塑性、稳定性难以兼得的传统困境，更为航空航天、重大基础设施等领域的工程安全提供了全新的解决方案，在多种工程合金材料中都有着广泛应用的潜力。

据《光明日报》

“冷冻”存电？我们能！

●王俊杰

电力生产和输出基本是稳定的，但电力的需求却总是在峰谷间转换。能不能制造这样一个大冰箱，用冷冻的方式存储多余的电能，延长保质期，需要的时候再拿出来使用。

答案是：能！这就是液态空气储能技术。

液态空气储能是一种新型大规模长时储能技术，能够将电网无法直接消纳的无形的电能，转化为有形的具有高密度能量的液态空气存储。

那么，冷冻电能需要几步呢？两步。

第一步，充电。在电力“太满”时，通过消耗电能对空气进行净化、压缩、冷却和液化，随后将-196℃的液态空气存储在储罐中。在此过程中释放的多余热能也不能浪费，储存在专门的储热装置中，以备在释能时使用。第二步，放电。当电力“不足”时，将存储的液态空气释放出来，经过加压和升温使其气化，再用这些气化的空气驱动膨胀机发电，之后并入电网。在此过程中液态空气的冷能也不浪费，储存在专门的储冷装置中，以备在下次充电时用于液化空气。

相对于其他大规模长时储能技术，液态空气储能技术具有不受地理条件限制和常压存储的突出优势，是易于实现多能互补、应用前景广泛多元的前沿储能技术之一。

总的说来，液态空气储能技术有五大优势：一是高储能密度——占地面积小，满足长时、大规模储能需求；二是低碳环保——运行工质为空气，运行过程无二氧化碳及污染物排放，生命周期碳排放低；三是高可靠性——设备寿命长，运行稳定可靠，运行维护成本低；四是部署灵活——不受地理条件限制，可结合风电、光伏、液化天然气等多种能源形式，并具备多能联储能力等；五是高安全性——常压存储，避免高压气体储能带来的安全问题。

如今，液态空气储能技术正展现出重要的战略意义和广阔的应用前景。

在电源侧，液态空气储能系统能有力破解当前制约我国可再生能源发展的弃风弃光问题，并能实现火电的灵活存储和释放，大幅提高火电的深度调峰能力。在电网侧，可实现电网系统的能量管理优化，具备削峰填谷、热备用、电能质量治理等功能，能在一定程度上缓解限电状况，提高系统效率和输电设备的利用率。在负荷侧，液态空气储能系统可灵活耦合不同形式余热/冷资源，同时稳定输出冷、热、电及工业用气等多种能源，提升能源综合利用效率。

近年来，英国、美国等发达国家的研究团队在这一领域取得了许多突破。在我国，中国科学院理化技术研究所、中国科学院工程热物理研究所和石家庄铁道大学等单位的研究也取得了许多成绩。例如，笔者所在的团队经过十多年的努力，突破了诸多基础研究和关键技术瓶颈，形成了从基础理论突破到关键核心技术研发，再到工程应用示范的完整创新链条。就在2023年，该研究团队与中国绿发投资集团合作，在青海格尔木市建设液态空气储能领域发电功率世界第一、储能规模世界最大的60MW/600MWh示范项目。

未来，我们能不能建成更多“大冰箱”？拭目以待！

据《光明日报》

科学家分离出最苦物质

●张佳欣

德国科学家团队从一种暗褐网褶菌中分离出3种新型苦味化合物，其中寡孢菌素D展现出惊人的苦味强度，或成为目前已知的最苦物质。这项成果发表于最新一期《农业与食品化学杂志》。

现有的苦味物质数据库收录了2400余种苦味分子，其中约800种已明确关联特定受体，但其中90%源自开花植物或合成物质，动物、微生物来源的数据严重缺失。

暗褐网褶菌无毒，但味道极苦。团队此次分离出3种此前未知的化合物，并揭示了它们的结构。随后，团队利用细胞测试系统发现，这些化合物至少激活了大约25种人类苦味受体类型中的一种。

特别值得注意的是新发现的苦味化合物寡孢菌素D，它即使在最低浓度(约63微克/毫升)下，仍能激活苦味受体TAS2R46。该浓度相当于将1克寡孢菌素D溶解在约106个浴缸的水量中，其中1克大约相当于一撮小苏打的重。

团队认为，苦味受体是为了“警示”人们避免摄入潜在有害物质进化而成的，但也存在毒鹅膏菌毒素等反例，表明苦味与毒性并非绝对相关，其具体机制仍需进一步探索。

此前研究还表明，苦味受体并非口腔独有，其在胃、肠、心脏、肺甚至血细胞上也广泛分布，暗示其可能参与更复杂的生理调节过程。

此次发现填补了真菌苦味化合物的研究空白，有助于扩展科学家对天然苦味化合物分子多样性和作用机制的认识。

据《科技日报》

稻米合成人血清白蛋白技术
五公斤稻米相当于「一升血浆」

●吴君

5

兵
国
日
报

2025年4月30日
星期三

联系电话：
0991-5509362

新知·前沿

投稿邮箱 bhrdzkb@163.com

责任编辑 王婷 视觉 任延雪

兵
国
科
技
局
协
办



团炬客户端