

后摩尔时代：集成电路如何发展

■本报记者 韩扬眉

“忽悠”式的芯片投资可能过热，但我们真正做芯片的人才非常紧缺，‘后摩尔时代’，我们的创新空间和追赶机会很大！”近日，中国工程院院士、浙江大学杭州国际科创中心领域首席科学家吴汉明在中国工程院举办的“先进集成电路技术与产业创新”论坛上为产业发展提振信心。

“摩尔定律”是集成电路行业所遵循的规律，是指价格不变时，集成电路上可容纳的晶体管数目，每隔 18~24 个月便会增加一倍，器件性能亦提升一倍。然而，近年来，诸多数据统计显示，晶体管数目增加逐步放缓，半导体行业更新迭代速度减慢。

在吴汉明看来，随着工艺节点演进，摩尔定律越来越难以持续，集成电路产业已进入“后摩尔时代”，要坚持产业导向，合作共赢。

趋缓的摩尔定律给追赶者机会

过去 60 余年，集成电路以惊人的速度在缩小，现在 1 平方厘米硅片上可以集成超过 50 亿个晶体管。从电子管计算机发展到智能手机，微观器件的加工面积缩小了万亿级。缩小还将持续吗？

事实上，早在 1992 年，中国工程院院士许居衍便成功预测，2014~2017 年，人类将进入硅技术生命曲线上的拐点，即将进入“后摩尔时代”。

这不难理解，芯片不可能无限缩小，集

■ 简讯

上海市科委与施普林格·自然续签合作谅解备忘录

本报讯 近日，上海市科学技术委员会与施普林格·自然集团续签战略合作谅解备忘录，旨在扩展、深化现有合作，继续支持上海建设具有全球影响力的科技创新中心。

双方自 2015 年建立战略合作关系以来，在举办浦江创新论坛等国际学术论坛，开展“理想之城”全球科创中心城市调研、科创中心影响力研究，传播上海科创中心进展举措等领域开展了一系列合作。

（秦志伟）

疫苗可预防疾病 4 + 1 科普讲解大赛广州站举行

本报讯 近日，2021 年“让预防接种声入人心”疫苗可预防疾病 4 + 1 科普讲解大赛广州站在广东科学中心举行。28 名来自广州市疾控、社区一线的医务工作者同台比拼讲解“疫苗预防接种”知识。

本次赛事包括科普讲解比赛和以新冠疫苗为关键词的一分钟脱口秀，既是面向广州医护人员的预防接种科普技能培训，又是面向公众的预防接种科普教育活动。优秀选手的讲解视频将通过多平台进行传播。

据悉，2021 年“让预防接种声入人心”疫苗可预防疾病科普讲解大赛全国总决赛将于今年 11 月在广州举行。

（朱汉斌 吴晶平）

上海纳米生物材料与再生医学工程中心落户东华大学

本报讯 5 月 9 日，上海纳米生物材料与再生医学工程技术研究中心落户东华大学。据悉，该工程技术研究中心主要依托东华大学化学化工与生物工程学院，同时吸纳整合包括该校材料科学与工程学院和纺织科学与工程学院在内的相关研究力量，并联合校外企业共同建设。

工程中心将聚焦纳米生物材料与再生医学，依托学科优势，通过资源整合、校企合作，推进生物、材料、医药工程相关研究成果工程化和产业化，促进上海市生物医药产业高质量发展。

（黄幸）

“施予受”器官捐献志愿登记宣传基地落户合肥

本报讯 近日，“生命接力先锋队”走进“百家高校”“百家医院”系列之中国科学技术大学、中国科学技术大学附属第一医院（安徽省立医院）联学联建暨“施予受”器官捐献主题活动在合肥举行。

现场举行了加入“生命接力先锋队”党建联盟及队旗递交仪式，正式启动施予受志愿服务合作。中国科学技术大学附属第一医院（安徽省立医院）成为全国第 45 家、安徽首家“施予受”器官捐献志愿登记宣传基地单位。

“施予受”器官捐献志愿登记网于 2014 年 3 月正式上线，是中国首个互联网器官捐献志愿登记系统。

（桂运安）

成电路晶体管也不会无限增加，性能、功耗、成本等总有一个要素会逼近极限。

“后摩尔时代”来临，中国集成电路产业面临重大机遇。吴汉明指出，当前，我们面临两大壁垒。其一是政策壁垒，主要来自巴黎统筹委员会、瓦森纳协议的封锁，先进工艺、装备材料 and 设计、EDA（电子设计自动化）软件等产业链的三大环节被“卡脖子”。

其二则是产业新壁垒。国际集成电路行业的龙头企业提早布局，在发展中掌握了专利核心技术，使得中国相关企业很难“闯”过去。而产业上的难点主要体现在技术上，中国半导体行业必须尽快做强核心专利，甚至要有一些“进攻性”的专利与其抗衡。

集成电路行业涉及诸多环节，在吴汉明看来，最薄弱的环节是装备制造，全球几乎看不到中国装备的“影子”。

“趋缓的摩尔定律给追赶者机会，应树立产业技术为导向的科技文化。”吴汉明说，产业需求是引导科研创新的原始动力，因为商业成功是检验技术创新的唯一标准。

并不一定从“0”到“1”

“注重原始创新、产品定位”确保了欧美集成电路产业在全球的持续领先地位。专家们一致认为，未来，创新依旧是技术发展的关键。

专家们认为，国际供应链有管控，拿来主义的红利不会再有了，必须依赖于技术创

新。“后摩尔时代”可做的事情更多，在封装测试、设计系统创新等方面要做得更好。

14 纳米、10 纳米、7 纳米，先进的半导体制程愈发浓缩，已无限接近硅材料的物理极限，创新突破越发困难。不过创新并非一蹴而就，需要积累和试错，投入更多，花费更长的时间。

基于当前现实，集成电路领域的技术创新并不一定从“0”到“1”，吴汉明展示了一组数据：目前，10 纳米节点以下先进产能占 17%，83% 市场在 10 纳米以上节点。“我们的创新空间巨大，在先进制程研发不占优势的情况下，我国可以运用成熟的工艺，提升芯片的性能。本土可控的 55 纳米芯片制造，比完全进口的 7 纳米更有意义。”

在这方面，国内一些相关企业已有成果。例如，芯盟科技研发出超高性能异构 AI 芯片，打破了传统同构芯片内存储与计算间的数据墙，实现了数据存储、计算的三维集成。

吴汉明建议，要加速举国体制下的公共技术研发平台建设，发挥“集中力量办大事”的优势，进一步搭建有利于我国在该领域可持续发展的全球化创新途径。

人才是创新的第一动力，集成电路产业人才需求缺口已达 30 万。教育部将“集成电路科学与工程”作为一级学科，清华大学成立芯片学院，浙江大学杭州国际科创中心集中力量引进培养一流人才……我国在努力打通前沿科学研究、颠覆性技术研发

专家警告小心剧毒鹅膏菌



拟灰花紋鵝膏



李挺摄

本报讯 记者从广东省科学院微生物研究所获悉，该所研究员李泰辉近日带领团队在该省中山市进行大型真菌采集调查，在五桂山一林地上发现一大群剧毒蘑菇——拟灰花紋鵝膏。

拟灰花紋鵝膏中毒类型属于肝脏损害型，误食后约 6~12 小时才发病，初期出现胃肠炎症状，随后可能会有“假愈期”（患者误认为身体好转），此后很快就出现肝功能衰竭，严重者会因多器官衰竭而死亡。

经不完全统计，近年来广州、中山、韶关等地已发生误食拟灰花紋鵝膏中毒事件 4 起，导致 14 人中毒 5 人死亡。李泰辉提醒，华南地区毒蘑菇种类丰富，不要随意采食野生蘑菇。

（朱汉斌 李诚斌）

彭桓武高能基础理论研究中心(西安)成立

本报讯 5 月 10 日，由国家自然科学基金委员会数理科学部、国家自然科学基金“理论物理专款”学术领导小组、中科院理论物理研究所主办的第十七届“彭桓武理论物理论坛”在西北大学举行。论坛上，“彭桓武高能基础理论研究中心（西安）”揭牌。据悉，该中心是国内高校首家彭桓武理论物理中心。

彭桓武是我国物理学家、中科院院士，长期从事理论物理的基础与应用研究，为中国原子能科学事业做了许多开创性的工作。

此次论坛旨在发扬彭桓武先生的科学精神，吸引更多青年人和学生加入物理研究，推动理论物理及相关学科交叉融合。

国家自然科学基金“理论物理专款”学术领导小组组长、中科院院士孙昌璞向出席论坛的师生介绍了彭桓武的个人求学和工作经历。他分享了一系列生动的历史故事，“理论物理专款”创建的历史过程，以及自己与彭桓武在科学研究和生活中交往的点点滴滴。

论坛中，中科院院士郭光灿、中科院

物理研究所研究员胡江平、西北大学教授杨文力分别作了题为“量子信息的物理基础和量子计算”“铁基超导体：从超导到拓扑”和“量子可积系统的精确解”的学术前沿报告，并与现场师生就相关问题进行了讨论。

“彭桓武理论物理论坛”结束后还召开了第二届“彭桓武理论物理青年科学家论坛”。两个论坛邀请了来自全国 50 余所高校和研究所的 400 余名学者参会。

（张行勇）

工业大麻红麻新品种技术转让费超 4000 万元

本报讯（记者李晨）近日，《中国科学报》从中国农业科学院麻类研究所了解到，该所选育的工业大麻品系 C4 和 C8 中，有益成份大麻二酚（CBD）含量达到 5%，且四氢大麻酚（THC）低于 0.3%（安全标准），填补了我国保健用工业大麻专用品种的空白，为促进工业大麻产业快速发展提供了有力的技术支撑。该所完成的“高 CBD 工业大麻、红麻转让与应用”成果先后与企业签订技术转让合同，合同总金额超 4000 万元。

工业大麻是指 THC 含量低于 0.3%（干物质重量百分比）的大麻，其特有的 CBD 具有重要医学价值，在食品添加、保健品、化妆品、药品应用方面潜力巨大。

然而，与国外相比，目前我国主要药用工业大麻品系 CBD 含量低、药用工业大麻育种技术体系不成熟。低 CBD 含量品种直接导致我国工业大麻产业附加值低、国际竞争力不足，影响了我国工业大麻产业长

期稳定发展。

中国农业科学院麻类研究所完成的“高 CBD 工业大麻、红麻转让与应用”成果以培育适合工业大麻产业化发展的高 CBD 含量的工业大麻新品种（系）为突破口，采用优选种质资源、“穿梭育种”和多性状复合选择等多种育种技术手段，选育了 CBD 含量高、花叶产量高、低毒安全、适应性广的两个工业大麻新品种（系）C4 和 C8。

据介绍，C4 和 C8 品系有益成份 CBD 含量达到 5%，是国内 CBD 用工业大麻主推品种的 5 倍。高 CBD 工业大麻新品系 C4 和 C8 的推广应用，按亩产 100 公斤花叶、5% 含量、70% 提取率，推广 10 万亩计算，能产出约 350 吨 CBD，按 CBD 目前平均价格 0.6 万元 / 公斤，将产生 20.75 亿元的经济效益。

在“高 CBD 工业大麻、红麻转让与应用”成果中，红麻叶的蛋白含量达到 15%，

富含多酚、黄酮类，具有良好的饲用蛋白、抗生素双替代效果。通过聚合育种、多地选择等手段，该所科研人员选育出高蛋白、多酚物质（天然抗生素）、生长快、产量高的饲用专用红麻新品种中饲红 1 号、中饲红 2 号，并配套相关红麻饲料化技术。纤维麻方面利用雨露天然脱胶对红麻脱胶，替代有污染的化学脱胶，提高出麻率，降低下游纺织、造纸产业的成本。

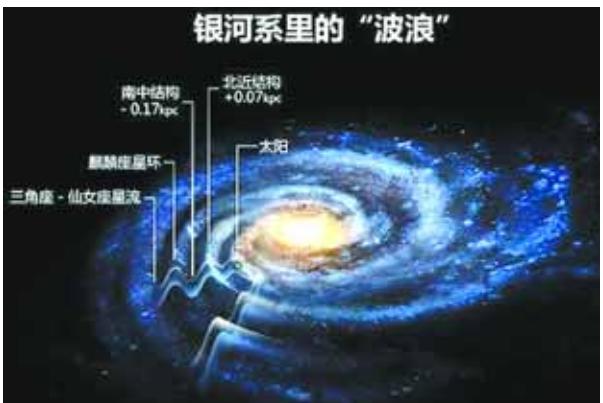
此外，饲用红麻全秆利用，每次每亩收割鲜饲产量高的可达 3 吨，每亩成本投入不足 500 元；可替代 50% 的精饲料，适合猪、牛、羊的饲喂，每天可节约饲料成本 2~3 元 / 头。

近年来，国家实施了一系列“禁塑令”“碳达峰”“碳中和”“饲料端禁抗”等政策，而红麻纤维产量高，二氧化碳固定能力是针叶林木的 2~3 倍。大麻、红麻在医用、饲料、造纸、碳汇交易等方面大有可为。

发现·进展

西华师范大学、中科院国家天文台

探寻“荡漾”银河“恒星子结构”起源



银河系盘具有“波浪”一样的起伏特点。 研究团队供图

本报讯（记者甘晓）近日，西华师范大学物理与空间科学学院副研究员李静与中科院国家天文台研究员薛香香等合作，利用郭守敬望远镜（LAMOST）和欧洲航天局盖亚空间望远镜（Gaia）的数据，对位于反银心的麒麟座星环、三角座—仙女座星流和 A13 等“恒星子结构”的起源开展研究，证实它们起源于银盘，是银河系外盘的一部分。这一结论结束了天文界长期以来关于反银心子结构起源的争议。相关研究成果发表于《天体物理学报》。

仰望星空，银河星波荡漾。这是由于银盘南北两侧存在一些交替出现的“恒星子结构”。截至目前，天文学家在反银心方向上已发现的子结构包括北近结构、南中结构、麒麟座星环、A13 和三角座—仙女座星流，由内向外从 3.9 万光年到 9.8 万光年依次延展排列。这些反银心子结构到底起源于哪里一直存在争议。

研究人员介绍，他们利用 LAMOST 在银河系反银心观测到的大样本数据优势，结合 Gaia 相关的高精度数据，搜寻到 589 颗来自麒麟座星环、三角座—仙女座星流和 A13 结构的成员星，这是目前最大的反银心子结构成员星样本。

银河系盘结构与其它旋涡星系一样被认为具有“薄盘”和“厚盘”两个组成部分。首先，研究者对这些已确认的反银心子结构成员星的化学元素含量、运动特征以及能量角动量分布与银盘进行“亲子鉴定”，发现这些成员星与银盘拥有相似的近圆形运动轨道，金属厚度则与厚盘星相似。他们据此认为，这些子结构成员星来自于银盘厚盘。

研究人员还发现，这些子结构成员星的元素丰度明显低于厚盘，这是由于目前外盘依然存在很多冷气体，相对于内盘，分子云密度低，历史上平均的恒星形成效率低，化学元素的金属丰度增加不充分，因此元素丰度比薄盘星要低。

综上，研究人员推测，这些子结构成员星应该属于低丰度贫金属外盘星，也就意味着这些反银心子结构起源于银盘。

研究人员解释，这些子结构分布于距离银河系中心 3.9 万光年到 9.78 万光年的范围，这也论证了离银心 9.78 万光年处仍然存在外盘成分。

据悉，这一结论佐证了银盘的半径至少有 9.78 万光年，是最早人们认识的经典盘尺度的两倍，这与 2018 年基于 LAMOST 数据的研究成果——银河系从“二环”扩建到“五环”的结论相吻合。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/abd9bf>

安徽医科大学等

发现受精卵卵裂障碍致病基因

本报讯 安徽医科大学教授曹霞团队近期与清华大学医学院副教授那洁团队、首都医科大学李琳博士合作，发现了受精卵第一次卵裂障碍的致病基因 *CHEK1* 突变及其引起女性不孕的机制，并寻找到了潜在的治疗方法，为此类特殊病人的不育症治疗提供了新思路。该成果日前发表于《蛋白质与细胞》。

不孕不育影响着全球 12% 至 15% 的育龄期夫妇，即使体外受精技术快速发展，仍有相当比例的不孕夫妇无法实现成功孕育子代的愿望。

今年，联合研究团队在临床上发现一个表现为受精卵卵裂失败的女性不孕家系，并通过全外显子测序分析找到潜在的致病突变 *CHEK1* R442Q。该家系中女性不孕症患者均携带 *CHEK1* 的杂合突变，呈常染色体显性遗传。突变携带者除表现为不孕外，无其他疾病史，其他体细胞及身体功能均未受影响。

联合团队进一步研究发现，作为 DNA 损伤检查点激酶，当细胞中发生 DNA 损伤时，*CHEK1* 激酶活化，阻止细胞周期向下进行并启动修复程序，直到 DNA 错误修复或细胞凋亡。研究人员克隆了对应的小鼠 *Chk1* 突变 mRNA，并通过显微注射的手段将其引入小鼠受精卵，突变的 *Chk1* 蛋白造成半数以上小鼠受精卵第一次有丝分裂的阻滞。升高 *CHEK1* 激酶活性使得第一个有丝分裂检查点阈值过高，在不存在 DNA 损伤或错误的情况下，细胞周期依然无法向下进行。

为了寻找此突变造成的不孕症的治疗方案，他们进一步利用 *CHEK1* 的抑制剂处理引入突变 *Chk1* 蛋白的小鼠受精卵，经处理的受精卵进一步发育的比例大大提升，并可以在移植后生出健康的子代。研究表明，低剂量的 *CHEK1* 抑制剂处理没有造成更多 DNA 损伤，也并未造成显著的转录组改变。

这一成果表明人类早期胚胎第一次有丝分裂对 DNA 损伤检查点调控极其敏感，并提供了因 *CHEK1* 蛋白活性失调造成不孕症的潜在治疗方案。

（桂运安）

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1007/s13238-021-00844-9>