

## 中国科大实现钙-41单原子灵敏检测

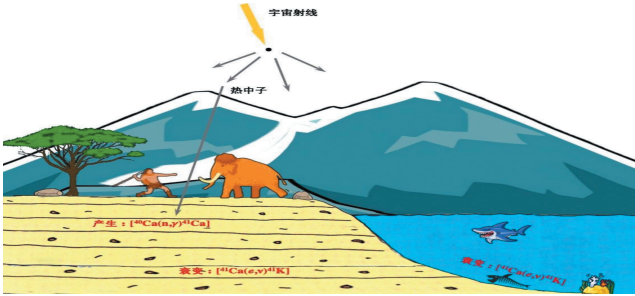
**本报讯** 3月2日，中国科大卢征天教授、夏添博士与同事合作，利用原子阱痕量分析方法实现了对极稀有同位素钙-41的单原子灵敏检测，将该同位素丰度的检测极限压低至 $10^{-17}$ （十亿亿分之一）量级，并演示了对骨头、岩石、海水等典型样品的钙-41同位素分析。此项工作解决了地质、生物样品中钙-41同位素的探测难题，使得钙-41有望作为示踪定年同位素被应用于地球科学和考古学等领域。相关成果发表于《自然·物理》。

自然界岩石和生物骨质普遍含有丰富的钙元素，其同位素组成以稳定同位素钙-40为主，同时包含极其少量的放射性同位素钙-41。钙-41的半衰期为10万年，是碳-14半衰期的17倍，因此钙-41可以覆盖比碳-14更古

**本报讯** 中国科大武晓君教授与中科院物理所、北京凝聚态物理国家研究中心陈岚研究员、吴克辉研究员等合作，在Cu(111)表面可控制备均一尺寸硼团簇、揭示硼团簇的精准结构与有序排列机制以及二维双层硼形成机理方面取得新进展。研究成果以直投形式发表于美国《国家科学院院刊》。

通过理论与实验研究合作，揭示Cu(111)表面单层硼烯的电荷密度调制，并率先利用超高真空分子束外延在Cu(111)表面的单层硼烯上实现了尺寸均一、周期分布的硼团簇可控制备，观察到硼团簇的覆盖度增加时双层硼结构形成的STM图像。基于第一性原理计算和STM图像，明确硼团簇是由5个硼原子组成的平面五元环结构，“立式”吸附在单层硼烯表面，揭示了单层硼烯中的电荷分布促进了B5团簇在表面的形成和排列的机制。

研究进一步表明，硼团簇在单层硼烯紧密堆积吸附之后，将



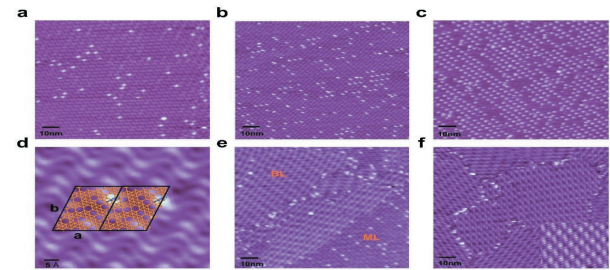
钙-41同位素有望应用于冰川与古生物等自然界样品的定年研究

老的定年范围。地球上的钙-41主要由地表浅层内的钙-40捕获宇宙射线中子而产生，其同位素丰度仅为 $10^{-16}$ – $10^{-15}$ 量级，远远低于常用质谱仪所能达到的探测极限。在过去的半个世纪里，全球十多家单位用加速器质谱方法对钙-41的探测难题进行了持

续攻关，但受限于来自质量相近的钾-41的干扰，只能对自然界中丰度偏高的样品做测量，结果阻碍了其实际应用。

在本项工作中，研究人员首先用化学方法从岩石、骨头、海水样品中提取出约80毫克的金属钙，装入原子炉加热产生原子束

## 中国科大合作研究在低维硼领域取得新成果



单层硼烯表面上硼团簇覆盖度增加及其向双层硼结构演变的STM图像

表现出“多米诺骨牌效应”般的结构转变，B5团簇从“立式”变成“躺式”，相邻B5团簇之间形成化学键，导致其自发转变为双层硼烯，表明具有独特尺寸和规则排列的硼团簇对于二维硼烯和硼化学研究至关重要，填充了

硼团簇结构和表面二维双层硼烯结构之间演变过程的空白，首次阐明了前期合作工作中所发现的双层硼烯结构的形成机理。

该工作是武晓君和陈岚、吴克辉课题组近年来在低维硼烯相关研究的拓展和延续，武晓君课

题组2012年基于全局搜索方法理论预测了34种二维单层硼烯的稳定结构；2016年，陈岚与吴克辉首次在Ag(111)表面获得两种稳定的单层硼烯材料，结构与理论预测模型吻合；随后，实验与理论课题组合作，首次在Cu(111)表面制备了双层硼烯材料，并解析了其复杂的双层结构和稳定机制。

这项工作不仅首次实现了非气相条件下硼团簇周期构筑，并对硼团簇的分布、生长、化学性质以及双层硼烯的形成有了更加全面的认识。这一系列研究为未来低维硼结构的合成和探索提供了新思路。

（合肥微尺度物质科学国家研究中心博士生夏彤岩和物理学院博士生孙伟伟为论文共同第一作者，夏添和卢征天为共同通讯作者。）（物理学院 中科院量子信息与量子科技创新研究院）

结合异染色质至关重要，而且参与了秀丽线虫的寿命调控。有意思的是，课题组在2022年对一系列可能的组蛋白甲基转移酶(SET)突变体线虫进行了寿命分析，并发现了一类与H3K9甲基化修饰相关的set基因，其缺失可以显著延长daf-2突变体线虫的寿命，并增强其抗压力应激能力。H3K9me1/2阅读器CEC-5的发现为未来Chromo结构域蛋白的研究奠定了基础，也为进一步探索异染色质与寿命的关系提供了新的思路。

本文第一作者为博士研究生侯新豪、徐明静和副研究员朱成明。冯雪竹研究员、光寿红教授和周颖教授为本文的共同通讯作者。（生命科学与医学部）

（合肥微尺度物质科学国家研究中心 化学与材料科学学院）

## 中国科大发现新的调控寿命的H3K9me1/2阅读器CEC-5

**本报讯** 近日，中国科大生命科学与医学部和第一附属医院的冯雪竹研究员、光寿红教授课题组和周颖教授团队合作在《自然·通讯》上发表论文。该研究以模式生物秀丽隐杆线虫为模型，对Chromo结构域蛋白进行了系统性的功能组学研究，并发现了一个新的调控寿命的H3K9me1/2阅读器CEC-5。

Chromo结构域蛋白是一类在真核生物中高度保守的组蛋白

甲基化阅读器。以往的研究表明，Chromo结构域蛋白能通过特异性识别和结合组蛋白修饰，来调控基因组稳定性、基因表达沉默和染色质空间结构等生物学过程，在基因表达、遗传、发育、疾病和衰老中发挥了重要的作用。然而，大多数Chromo结构域蛋白的功能与调控机制仍不清楚。

研究人员应用CRISPR/Cas-9基因编辑、染色质免疫共

沉淀测序、荧光成像等研究手段，系统性注释了秀丽线虫Chromo结构域蛋白的表达谱和染色质结合谱。

随后，研究人员使用Chromo结构域蛋白的亚细胞定位作为报告体系，通过遗传筛选和体外实验鉴定了一个H3K9me1/2阅读器CEC-5，并发现了CEC-5中一个在人类与秀丽线虫间保守的氨基酸位点，该氨基酸位点不但对CEC-5识别、

## 中国科大利用铅同位素方法揭示汉代青铜资源产地对国家政治经济策略的响应机制

**本报讯** 近期，中国科大科技史与科技考古系、科技考古实验室对平度即墨故城、界山汉墓、江都大云山汉墓、闽越王城、邾国故城等遗址出土的西汉早期至新莽时期铜器展开了合金成分和铅同位素分析，器物种类包括铜容器、车马器、兵器、铜镜、钱范、钱币和度量衡器等，综合以往发表的中国和日本出土汉代青铜器铅同位素数据，全面探讨了西汉不同时期青铜器所用铅料的产地问题。相关成

果发表于《考古学与人类学科学》。在铸铜手工业专门化的汉代，不同地区、不同种类青铜器是否共享金属资源，亦或是具有不同的青铜矿料供应体系尚未可知。

最新研究结果显示，西汉时期青铜器所用铅料均为普通铅，铅料的区域性差异不明显，但西汉早期到中晚期铅料产生了明显的集中化趋势。早期青铜器使用的矿料较为复杂，而西汉中晚期的青铜器则较为统一，与长安地区汉镜和日

本西汉镜的矿料基本一致。青铜器矿料的变化很可能是对西汉中期汉朝经济政策转变的响应。西汉中期，为了稳定经济和打击匈奴，汉武帝实施盐铁官营政策，地方采矿铸铜的权力被禁，重要金属矿产资源的开采权收归国有，青铜器生产也由中央政府统一管理，国家对金属手工业的管控模式决定了该时期的金属资源流通模式。

西汉中晚期，为了解决国家财政问题，进一步加强中央集权，削

弱地方诸侯国的实力，汉武帝实行国家垄断的经济政策，国家统一管理手工业生产，生产原料由国家经营，铜器的生产经营方式发生变化，地方诸侯和富商基本退出铜器的生产领域，铜器的制造由政府专控。盐铁官营政策下，原料由政府专控，但专控并不意味着只有都城长安生产青铜容器，各地的工官仍然在政府控制下开展生产。据《史记·平准书》，汉武帝于元狩五年（公元

**本报讯** 中国科大苏州高等研究院杨亮研究员课题组开发了一套金属氧化物半导体激光微纳制造新方法，实现了亚微米精度的ZnO半导体结构的激光打印，并且将其与金属激光打印相结合，首次验证了二极管、三极管、忆阻器及加密电路等微电子元器件和电路的一体化激光直写，从而将激光微纳加工的应用场景推广到微电子领域，在柔性电子、先进传感器、智能机电系统等领域具有重要的应用前景。该研究成果发表于《自然·通讯》。

印刷电子是利用打印的方法制造电子产品的新兴技术，满足了新一代电子产品柔性个性化的特征需求，将为微电子行业带来新的技术革命。在过去的20年里，喷墨打印、激光诱导转移(LIFT)或其他打印技术取得了长足发展，能够在不需要洁净室的环境下制造功能性有机物和无机微电子设备。然而，以上打印方式典型特征尺寸通常在几十微米量级，而且常常需要高温后处理工艺，或者依赖多种工艺结合以实现功能器件的加工。激光微纳加工技术利用激光脉冲与材料的非线性作用，可以<100纳米精度实现传统方法难以实现的复杂功能结构和器件的增材制造。但是，目前大部分激光微纳加工结构是单一的聚合物材料或金属材料。半导体材料激光直写方法的缺失也导致目前激光微纳加工技术的应用难以拓展至微电子元器件领域。

在这篇论文中，杨亮研究员与德国及澳大利亚的研究人员合作，创新性地开发了激光打印作为一种功能性电子元器件打印技术，在单一激光加工系统中实现了半导体(ZnO)和导体(Pt和Ag)等多种材料的复合激光打印，并且完全不需要任何高温后处理工艺步骤，最小特征尺寸<1微米。这一突破使得可以根据微电子器件的功能对导体和半导体，甚至是绝缘材料的布局进行定制化设计和打印，极大地提高了微电子器件打印的精度、灵活性、可控性。在此基础上研究团队成功实现了二极管、忆阻器和物理不可复制加密电路的一体化激光直写。该技术与传统的喷墨打印等技术兼容，并且有望推广至多种P型、N型半导体金属氧化物材料的打印，为复杂、大尺寸、三维功能微电子器件的加工提供了系统的新方法。

基于激光打印技术成功实现了忆阻器及物理不可复制加密电路等功能微电子元器件的一体化打印。

杨亮研究员为论文的第一作者和共同通讯作者，合作者包括德国卡尔斯鲁尔大学、德国海德堡大学以及澳大利亚昆士兰大学的研究人员。（苏州高等研究院）

前118年）实行“盐铁官营”政策，由铁官管辖各地作坊，冶铜业也收归政府管理，设立铜官，禁止民间私自采铸。各地工官和诸侯国内专设府库所需原料不能自己开采或者从民间购买，只能从官方途径获取。“盐铁官营”政策下，中央政府统一管理手工业生产及资源的分配，这使得东方沿海的诸侯国与长安生产的铜器的铅同位素特征相同。经与各地铅矿铅同位素核密度图对比，西汉中晚期铅料可能产自豫西小秦岭地区。该地处于长安与洛阳之间，便于国家控制和分配矿料资源。

因此，西汉时期青铜器铅同位素比值的变化反映了西汉王朝的经济政策由自由经营向国家垄断的转变。（科技考古实验室）

中国科大在激光微纳制造领域取得重要进展