

## “高精度量子操控与探测”重大研究计划研讨会暨启动会召开

**本报讯** 3月30日，“高精度量子操控与探测”重大研究计划研讨会暨启动会在安徽合肥召开。自然科学基金委党组成员、副主任于吉红院士出席会议并讲话。中国科大校长包信和院士出席会议并致辞。会议由自然科学基金委交叉科学部潘庆副主任和中国科大潘建伟院士主持。

包信和致欢迎辞。他首先代表中国科大，向自然科学基金委及各高校、科研院所的参会专家们表示热烈欢迎和衷心感谢。他表示，中国科大扎实的基础研究为交叉科学的蓬勃发展提供了深厚的土壤，学校在量子操控与探测等前沿交叉领域取得了一系列具有国际影响力的

原创性成果。学校将持续聚焦“潜心立德树人、执着创新攻关”的核心任务，组织与整合不同学科领域的优势资源，鼓励和推动科研人员开展交叉研究。学校将全力支持和保障本重大研究计划的实施。

于吉红在致辞中指出，量子科技是新一轮科技革命和产业变革的前沿领域，具有重大的科学意义和战略价值。面向发展量子科技的重大战略需求，基于我国量子科技基础研究和应用技术领域的发展现状，自然科学基金委启动了“高精度量子操控与探测”重大研究计划，聚焦高精度量子操控与探测技术及其在各领域交叉研究中急需关注

和解决的核心基础科学问题，进行系统性和前瞻性布局。她希望与会专家能多提宝贵意见和建议，为量子操控与探测领域的研究提供顶层设计规划和工作方向，不断提升我国在该领域的基础研究能力和国际竞争力。

学术研讨环节，潘建伟介绍了“高精度量子操控与探测”重大研究计划的立项背景、思路举措以及实施目标。他深入阐述了量子操控与探测的重大科学意义以及国内外高精度量子操控与探测领域的研究现状，根据发展现状和趋势凝练出了本重大研究计划的前沿关键科学问题。中国科学院大连化学物理研究所杨学明院士作题为《化学反应的

精密测量与量子操控》的报告。

与会专家代表结合各自研究领域和管理经验针对重大研究计划的科学问题、核心目标、创新思路和实施举措等方面展开热烈讨论，并提出了具体意见和建议。

南京大学祝世宁院士，中国科学院国家天文台、南京天文光学技术研究所崔向群院士，中国科大赵政国院士，浙江大学朱诗尧院士，宁波大学、中国科学院理论物理研究所蔡荣根院士，中国科学院大连化学物理研究所张东辉院士，中国科学院前沿局副局长周军研究员出席会议。自然科学基金委相关部门同志、相关高校和科研院所等单位的70余名专家代表参加会议。

(中国科学院量子信息与量子科技创新研究院)

## 中国科大在紧凑型光电离质谱成像源研发取得新进展

**本报讯** 质谱成像技术是基于质谱发展起来的一种分子影像技术（MSI），通过直接扫描生物样本，可以同时获得多种分子的空间分布特征，具有免荧光标记、不需要复杂样品前处理等优点，已经成为基础医学、药学、微生物学等研究领域关键技术之一。

中国科大国家同步辐射实验室潘洋教授、刘成园副教授课题组与生命科学学院田长麟教授合作，发展了常压透射式激光解吸/后电离（t-AP-LDI/PI）的质谱成像新方法，以实现对生物组织中多种内源性化合物的原位可视化分析。相关研究成果于3月25日以封面文章形式发表在学术期刊《分析化学》上。该研究成果在课题组前期基于解吸电喷雾电离/后电离基础上，进一步提升了成像空间分辨率和灵敏度。

常压质谱成像技术（AMSI）因可在大气压环境下直接对组织中化合物进行解吸和电离而受到关注。在传统质谱成像技术中，待测物一般通过带电液滴和激光从组织表面解吸、电离，继而到达质谱仪被探测。基于液滴解吸电离的AMSI技术的空间分辨率较低（最高可达25 μm），且难以避免相邻像素点的干扰。与带电液滴相比，激光在AMSI实验中可同时用于解吸和电离，同时由于其优异的聚焦性能，目前已开发了多种基于激光的具有高空间分辨率的MSI方法。然而，这些技术存在一些共同的局限性：离子化效率低于1/1000，即绝大部分待测物解吸后仍然是中性分子；生物组织表面高盐的基质环境对待测物产生离子抑制。此外，在

基于激光的高分辨率MSI实验中，还存在灵敏度和空间分辨率之间的权衡。考虑到此类实验中每像素点内可供解吸的化合物含量极低，因此激光烧蚀物质的有效电离对于实现高分辨率MSI至关重要。

t-AP-LDI/PI技术的关键是将透射式激光解吸电离和紧凑型后紫外光电离装置结合，以实现对多种极性和非极性分子的高空间分辨率成像（4 μm），后光解离的引入可将组胺、腺苷、胆碱、腺嘌呤、维生素D3、胆固醇、谷氨酸、苏氨酸、鸟嘌呤、神经酰胺、以及多种脂质如脂肪酸、PE、PA、MAG、DG、HexCer和GalCer等的探测灵敏度提高2-3个量级。

本工作进一步测试了t-AP-LDI/PI-MSI方法在复杂临床样本分析中的适用性。肿瘤代谢重编程被认为是各种类型癌症恶性的新标志。在这部分中将黑色素瘤组织详细的病理学检测和分区与内源性化合物空间分布相关联，借助代谢通路分析等方法，揭示了黑色素瘤微环境的代谢异质性，显示出肿瘤细胞异常增殖和侵袭的趋势，对于深入了解肿瘤发生的复杂分子机制具有很大的参考价值。

中国科大博士后戚可可是论文第一作者，



## 我校在噬藻体与蓝藻互作机制研究上取得新进展

**本报讯** 中国科大生命科学与医学部周丛照教授课题组，利用冷冻电镜单颗粒技术解析侵染模式蓝藻—鱼腥藻PCC 7120的肌尾噬藻体A-1(L)尾部机器的完整三维结构，结合一系列生化实验鉴定多个识别和水解宿主的关键功能模块，并基于结构信息重注释其基因组，揭示A-1(L)与其特异性宿主蓝藻相互作用的结构基础和分子机制，相关研究成果于3月26日在线发表在学术期刊《自然·通讯》上。

蓝藻利用光能将二氧化碳转化为生物质，参与调控生物圈的碳氮循环。频繁的人类活动引起水生生态系统中氮磷的输入量急剧增加，导致严重的水体富营养化，蓝藻大量繁殖而形成水华。噬藻体作为特异性侵染蓝藻的噬菌体，与宿主相互作用可引发宿主细胞裂解或代谢重编程，参与水生生态系统的能量分流和物质循环、蓝藻种群密度和丰度的调节等。然而，噬藻体通常具有极强的宿主特异性，且目前噬藻体的研究主要集中在海洋噬藻体，对淡水噬藻体与宿主之间相互作用的深入研究仍然较少。这极大限制了噬藻体的工程化改造，以

及将其作为一种环境友好的制剂应用于调控蓝藻水华。

鱼腥藻PCC 7120是一种丝状固氮蓝藻，具有成熟的遗传操作系统，已成为研究蓝藻的理想模式生物。A-1(L)是一株于20世纪70年代分离的肌尾噬藻体，能够特异性侵染鱼腥藻PCC 7120，在与宿主长期进化过程中相生相杀。因此，噬藻体A-1(L)与鱼腥藻PCC 7120可作为研究噬藻体和蓝藻相互作用的理想模型。

在前期报道A-1(L)正二十面体衣壳结构的基础上（Journal of Virology, 2021），研究人员进一步解析其三组分尾部机器的结构，包括颈部、尾部和附着的纤维。颈部由十二聚体门户蛋白、十五聚体接头蛋白和六聚体连接蛋白组成，外侧锚定着五根独立组装的串珠状颈部纤维。可收缩的尾部由24个尾管蛋白六元环和24个尾鞘蛋白六元环围绕着中央的卷尺蛋白组成。尾部末端椎卯结构的基板包含五个组分：尾尖蛋白—中心蛋白组成的中央三聚体核心，两种构象的六个栓塞蛋白亚基连接内部的三聚体核心和外部六重对称的楔形蛋白异源三聚体。六根长尾纤和六根短尾纤成对折叠，其中一端固定在基板上，另一端折回贴近衣壳。通过结构分析结合生化实验进一步鉴定基板中心蛋白的双重水解活性和两种尾纤的受体结合活性。此外，A-1(L)的完整结构帮助我们重注释了其基因组，将注释基因的比例提高至60%。该研究有助于我们深入理解噬藻体与宿主蓝藻相互作用的分子机制，为将来开发环境友好型底盘噬藻体奠定理论基础。

中国科大博士生余荣成为论文第一作者，周丛照教授和李琼副教授为论文共同通讯作者。

(生命科学与医学部)

## 中国科大科考队员眼中的“大美南极”

学生记者 林伊

日前，中国第40次南极考察队即将完成考察任务并全部返回国内，“雪龙2”号、“雪龙”号分别停靠香港、青岛并向公众开放。年初，中国科学技术大学环境科学与工程系、极地环境与全球变化安徽省重点实验室的博士生吴旭东、刘鸿伟，分别完成中国第40次南极长城站考察与第七次中国—智利南极联合考察任务，他们在校园分享了科考队员眼中的“大美南极”。

### 数不清的“科学宝藏”

在世界尽头，冰川、雪山、鲸鱼、企鹅……那些之前从实验室师兄师姐们口中得知的南极风光近乎眼前，一帧一帧印刻在科考队员吴旭东和刘鸿伟脑海中。对于吴旭东、刘鸿伟而言，极地世界奇妙壮观与引人入胜的背后，实际上蕴含着数不清的“科学宝藏”。

在这次南极科考中，中国科大两名队员兵分两路，分头执行导师谢周清教授主持的国家自然科学基金重点项目“全新世南极企鹅盛衰与栖息地变化及其对大气海洋变化的响应”的考察工作。吴旭东作为中国第40次南极长城站科考队员，以长城站为据点完成大气、海水、生物粪土沉积柱采集工作。

“此次考察，我主要研究历史时期的气候变化对企鹅种群生态的影响。”他介绍，“如果我们想了解企鹅栖息地的种群数量变化，光靠近几十年的观测资料是不够的，我们需要了解过去几千年来其数量动态是怎样的，以及历史时期企鹅或者海豹对气候变化的响应。从过去了解现在，从过去预测未来。”吴旭东说，金图企鹅是目前阿德雷岛上数量最多的企鹅，大致有5000对。其他种的企鹅如阿德利企鹅数量非常少，约300对。但在20年前，阿德雷岛上的阿德利企鹅数量最多，这是由于最近南极半岛快速升温导致阿德利企鹅向南极半岛更南端迁移，而相比之下更能适应温暖气候的金图企鹅就能在这里快速繁殖。可见随着气候的变化，企鹅种群更替和数量变化十分明显。

“我和师兄在南极的考察和采样互为补充。”刘鸿伟透露，作为第7次中国—智利联合南极科考队队员，他此行乘坐智利的贝坦索斯科考船，在南极半岛附近区域开展采样工作。“在船上，我们会采集沿途的大气颗粒物样品和海水样品。然后，乘坐橡皮艇登陆约19个考察点完成沉积柱样品采集。”刘



图为吴旭东抵达中国南极长城站

鸿伟介绍到。

此次南极之行是中国科大在新冠肺炎疫情爆发后，时隔3年重启南极科考，也是学校第19次参与南极科考。自从1998年极地环境研究室主任孙立广教授和谢周清博士首次登上南极以来，中国科大开展了持续而系统的南极科考活动，在《自然》等著名学术期刊发表多篇有影响力的论文，在生态地学领域成绩斐然。

### 充满不确定性的探索

南极，素有“世界风极”之称。

“南极大部分时候都是雾蒙蒙的阴天，没有预想中的冷，但风实在太大了。”吴旭东和刘鸿伟深有体会。每天外出采样时，他们必须穿上特制的保暖服，佩戴护目镜。

在狂风之下，海况也随之恶劣，这给采样工作增添了很多不确定性。进行随船作业的刘鸿伟说：“遇到海况不好时，之前规划的考察点就不得不放弃。”他现在都记得由于风力过大，采样时耳边传来队长担心的催促声——“快点！快点！”“工作时间最短的话，可能在一个岛上只有两个小时。”刘鸿伟说。而在这两个小时内，他需要一登岛就马上寻找合适的采样点，使用PVC管完成



图为刘鸿伟在野外进行采样工作

沉积柱采集。

采样的不确定性还来自环境的陌生。

“长城站以南一带我们之前没有去过，这次最南到了南纬65度附近。”刘鸿伟介绍，

“有时候一天需要去五六个考察点，时间很紧张，在一个考察点可以待的时间很短。有些考察点之前没有相关文献和材料可以提前预判情况，到了现场之后才发现没有企鹅等。这些都给采样工作带来了挑战。”

除了极端天气，南极的危险有时就像冰山一样隐藏在海面之下。“我们采样的区域还是比较安全的，但在严禁进入的冰盖区，表面上似有皑皑白雪，但实际上一脚踩空便会掉入冰裂缝中。”吴旭东说，“考察站对安全方面要求非常严格，出野外前一天要向站长提交书面申请，获得批准后才可以出野外。出去必须要携带对讲机，超过三个人必须携带卫星电话，而且绝对不允许一个人出野外。”

### 野外是一个全新大学

回味南极科考，吴旭东的眼里闪烁着光芒。“野外是一个全新大学。”他兴奋地表示，南极野外的每一面，都蕴含着丰富的科学知识。

在南极，经常会听见远处像轰隆打雷般的声音传来。再加上雾蒙蒙的灰暗天空，以及海面倒映出的层层蓝色冰川，许多人会把这样的所见所感描述为“梦核感”与“建模感”。但在科考队员眼里，轰隆的“打雷”



金图企鹅 刘鸿伟/摄

声”实际上是“冰盖崩塌”发出的声音，是南极浮冰形成的自然过程。层层冰川并不粗糙，相反，“它们具有鲜活的生命力”。吴旭东介绍，“乘着橡皮艇出野外时，我可以近距离地观察到冰川的细节与纹理，包括冰盖上的许多小企鹅。实际上，冰盖漂浮的过程中会随着融化过程释放许多淡水，同时带来许多营养物质吸引磷虾聚集，随之吸引企鹅捕食磷虾。这是冰川带来的生命力。”

离开南极的那天，霞光璀璨。“那是南极在我临走前的特别馈赠。”吴旭东说，

“南极对我来说，是有着非常好看风景的地方，也是让我筋疲力尽也要坚持的地方。它有着单纯可爱的小动物，有着数不清的科学宝藏；有着最真诚的朋友，也有着万籁无声的空旷。”

当谈及如果有机会再去南极时，吴旭东和刘鸿伟坦言，“如果可以再去南极，我们希望能带更多便携式仪器以及一些大型仪器，从而帮助我们获取更多更丰富、更宝贵的数据。”



纳尔逊冰盖 吴旭东/摄