

·前沿科技·

探访中科大钴源装置

■ 本报通讯员 桂延安 白柠语 林思纯

“我一生只做了两件事，一是为原子弹炼出了所需要的铀，还有就是在科大办了一个专业。”我国著名放射化学家、教育家，中国科大放射化学和辐射化学系首任系主任杨承宗曾说。1970 年，中国科大南迁合肥后，由于客观条件所限，放射化学专业停办，但辐射化学专业得以保留，至今仍招收硕士、博士生。“南迁合肥后，杨承宗先生推动建立钴源装置，对于辐射化学人才培养和科学研究发挥了至关重要的作用。”中国科大化学与材料科学学院教授葛学武表示。

二次创业的“标志牌”

“学校南迁合肥时，师资和仪器损失严重。钴源装置的建立，可以说是学校南迁合肥二次创业的一个‘标志牌’。”中国科大副教授、全程参与钴源装置设计、安装、运转的陈文明坦言。

钴-60 是国际通用的放射源之一。当使用钴源辐照物质时，其发射的 γ 射线与物质发生相互作用产生辐射化学反应或生物效应，这使得钴源成为开展辐射化学基础与应用研究必不可少的装置之一。中国科大南迁合肥后，辐射化学专业一度缺乏大型放射性钴源而难以开展教学与研究工作。时任副校长的杨承宗着眼于国家原子能科学的长远发展，向学校提出从国外购买大钴源的申请，很快得到批准。

“早在 1974 年，杨承宗先生就积极推动钴源辐照装置与化学楼按照‘一个工程、分开设计’的原则同步建设。”陈文明回忆说，杨先生对钴源室建设提出很多要求，到了几乎苛刻的地步，他总是说“这是人命关天的重大事，一定要保证绝对安全”。

钴源辐照室的建设主要分为钴源装置的设计与建造、放射性钴源的采购、运输与投放，以及辐射防护三部分。由于钴源发射的 γ 射线能量高且穿透能力强，需要对其进行严格屏蔽，学校最终采用湿法工艺保存钴源。所谓湿法工艺，是指将钴源存储在深水井中，用水作为屏蔽物，使用时将其移出水井。采用湿法工艺的辐照室，须配以足够厚的高密度混凝土墙作为屏蔽层，具有通风设施除去辐照中产生的臭氧和氮氧化物。在土建设计中，时任辐射化学教研室主任何坚力争提高装置防护性，使得钴源室最高可承受 20 万居里的放射性活度。

钴源装置的实际建造中，由于客观条件所限，辐射化学教研室很多老师亲自来上阵。水下机械装置如立柱、滑轮等所需的不锈钢材料，均由校机械厂负责加工。在装置建造之外，“水”的选择也相当考究。由于采用湿法工艺，对填充于深水井中的水质透明度有较高要求。在杨承宗先生的把关下，最终选用 18 吨去离子水作为深水井填充物。“因为我的眼神好，总共 6 根钴源棒，我就安装了其中的 5 根。”中国科大教授张志成笑言。

1984 年 4 月 10 日下午，从加拿大进口的钴-60 运输铅罐经由上海运达合肥。

两辆警车一路护送，重达 5 吨多的钴-60 运输铅罐安全到达中国科大，当天晚上就顺利完成投源工作，仅历时 6 小时 13 分钟。陈文明透露，投源前，钴源升降装置曾模拟运行 1680 次。投源后，钴源升降装置顺利运行百余次，机械传动装置及电气系统运行均正常。当年 5 月，时任副校长杨承宗、包忠谋领导的验收小组对钴源辐照装置进行全面验收，批准该装置正式投入使用。

科研育人的“助推器”

“辐射化学离不开‘辐射源’，没有钴源装置辐射化学专业就办不下去，人才培养就无从说起。”中国科大教授李希明表示，辐射化学是应“两弹一星”任务而专门设置的专业化方向，钴源装置是辐射化学专业科研育人的“助推器”，没有钴源会严重制约学科发展。

葛学武是中国科大 1978 级辐射化学专业毕业生。“我们上学的时候，钴源正在建设，做毕业论文时没有用上。但后面的师弟师妹们很幸运，做实验、写毕业论文都用上了钴源。”葛学武回忆说，科大钴源装置建成后，为辐射化学本科生、硕博研究生提供了科研工具和教学平台，依托钴源辐照装置开设的本科生实验课程就有电离辐射防护与剂量学、辐射化学、高分子辐射化学、辐射加工工艺等。

“钴源装置为原子能和平利用作出了重要贡献。”张志成深情地说。依托钴源装置，辐射化学教研室开展了辐射化学及其应用基础研究、核能相关材料的基础研究，在高分子材料合成及改性、辐射治理三废、辐射加工工农产品、纳米材料、生物医用材料等基础理论和应用研究方面取得多项成果，获得多个省部级奖项，推出的 KG 型印染助剂、反乳型合成增稠剂、高性能环保乳胶漆、自限温电伴热带、卫生用吸水材料等一批新产品，不仅填补了国内空白，还大大推动了我国辐射加工产业发展，同时也为学校创造了相当可观的经济效益。

在辐射化学领域，中国科大培养了大批研究型和应用型人才，在全国享有极高声誉，这与杨承宗先生的倡导和推进密不可分。曾入选“全球顶尖一百材料科学家榜单”的美国加州大学河滨分校终身教授殷亚东，就是中国科大辐射化学专业 1992 级毕业生。“辐射化学方面的学生，哪怕具有一定天赋，

也需要花费很长时间去入门，钴源装置是他们成才道路上必不可少的硬性条件。”张志成坦言。

中国科大辐射化学专业从建校时起，就源源不断地为原核工业部、中国原子能科学研究院，中科院长春应用化学研究所、上海应用物理研究所、兰州近代物理所、福建物质结构研究所，以及各省原子能相关院所、辐照中心、农科院所等培养输送了大批人才，对推动原子能和平利用和核工业、辐射加工行业发展作出很大贡献。

交叉研究的“新平台”

“实际上，钴源装置是一个前沿交叉研究‘新平台’，是一种公共实验装置，不仅仅是辐射化学专业需要，化学与材料科学学院、核科学技术学院、火灾科学国家重点实验室、生命科学与医学部、物理学院等多个学院在教学科研中都要用到钴源。”葛学武说。

钱逸泰院士团队、俞书宏院士团队、俞汉青教授团队、安琪教授团队、林铭章教授团队……如今，38 岁的钴源辐照装置每天依然忙碌着，张开臂膀迎接着一批批前来做实验的师生。“每年约有 400 人预约来钴源室做各种各样的实验，其中既有化学与材料科学学院的师生，也有其他学院和科学岛的师生。”钴源室负责人王尚飞透露。

“去年，我们利用钴源装置研发了一种新型吸附

材料，首次从海水中提纯 100 克铀，这对于实现碳达峰、碳中和目标具有重要意义。”国家同步辐射实验室党委书记李良彬说。他透露，目前全国 80% 的铀靠进口，他们团队与合作者在承担的中科院建制化平台“海水提铀”课题中，利用穿透力极强的钴源 γ 射线，把一种特殊功能基接枝到聚乙烯多孔膜上，研发出一种高吸附容量、长使用寿命的吸附材料。真实海水百克量级提铀的成功实现，是海水提铀工业化过程中的一个重大突破。“作为一种广谱性材料改性手段，钴源辐照可以同时诱发多种化学反应，是寻找和探索新功能性材料的重要装置。”李良彬坦言。

合肥微尺度物质科学国家研究中心教授张国庆最近利用钴源装置，发明了一种新型亚克力树脂薄膜材料，可用来检测 γ 射线的辐射吸收剂量。该材料可以廉价吨级量产，在检测 γ 射线的吸收剂量时，不需要其他电子元器件辅助，具有广阔应用前景。在极端情况下，比如遭遇核泄漏时，在泄漏的辐射源附近用无人机空投这种一次性薄膜，通过机载激光进行远程检测，便可得知辐射源附近的核辐射分布。

“对于国家需求来说，辐射化学是重要方向。钴源装置对于应用研究和产业发展来说，不可或缺。”李良彬坦言，任何技术都需要不断进步，钴源辐照技术也是如此，需要年轻一代来传承并创新发展。李希明表示，希望钴源装置今后能进一步支撑学校交叉学科融合发展。



▲ 工作人员在控制室管理辐照程序。

◀ 学生在辐照台上摆放实验样品。

本栏图片:本报记者 徐旻昊 摄

扫码阅读更多内容

我科学家破译声音镇痛之谜

本报讯(记者 陈婉婉)记者 7 月 10 日从中国科学技术大学获悉，该校生命科学与医学部张智教授团队、美国国立卫生研究院刘元渊教授团队以及安徽医科大学陶文娟副教授团队合作，日前在《科学》上发表论文，揭示了声音镇痛的关键因素及神经机制。

早在 1960 年，《科学》杂志就发表过一篇论文，发现在牙科手术过程中，音乐能够调控病人情绪，甚至是噪音也能够产生镇痛效果。然而，半个多世纪以来，声音可以减轻疼痛的关键因素，以及声音如何影响我们的大脑从而减轻疼痛的神经机制，尚不清楚。

此次研究中，研究人员首先给爪子发炎的小鼠播放 3 种不同类型的声音，分别是舒缓的音乐、不协调的音符，以及白噪音。结果发现，这 3 种声音在低强度(大约是耳语的水平)播放时，都能够有效缓解小鼠的疼痛，而在高强度播放时则无明显的镇痛效果。

有研究假说认为声音的镇痛效果可能与治疗环境密切相关。因此，研究人员又将小鼠放置在不同强度背景声音的环境中，发现高出环境噪音约 5 分贝的声音能够有效缓解小鼠的疼痛。至此，研究人员建立了声音镇痛的小鼠模型。

研究发现，声音与环境噪音之间微弱的声强差，对声音的镇痛作用至关重要，而不是声音的旋律。低强度的声音通过抑制听皮层到躯体感觉丘脑的神经投射，进而起到缓解疼痛的作用，这就是声音镇痛的皮质丘脑回路。此外，除声音强度外，声音的旋律对人类感知疼痛的作用也还需要进一步研究。

类风湿关节炎治疗有新方法

本报讯(记者 陈婉婉)记者 7 月 8 日从中国科学技术大学获悉，该校核科学技术学院研究员吴征威团队，首次揭示了冷空气等离子体对类风湿关节炎的治疗效果，并通过自主研发设计的装置将冷空气等离子体引入关节内，为类风湿关节炎治疗提供一种新方法。相关成果日前发表于《生物工程与转化医学》杂志。

类风湿关节炎是一种以关节内滑膜增生和炎性细胞浸润为特征的自身免疫性疾病。其中，成纤维滑膜样细胞是增生性滑膜的核心效应细胞，它们可以摆脱生长限制、侵袭周围组织、促进血管增生，导致滑膜不受控制地生长，所以又被称为“不死癌症”。据中科大核科学技术学院工程博士研究生丁呈彪介绍，目前，该项疾病主要是通过口服药物来改善患者病情和控制症状。但这种全身系统用药，往往很难直接作用到局部病变的滑膜。类风湿关节炎有效的局域精准治疗，仍是临床医生面临的一个巨大挑战。

中科大团队利用自主研发的等离子体设备，将冷空气等离子体引入活体大鼠的关节内。结果显示，经过治疗一周后，在大鼠的关节内没有观察到滑膜增生、炎症浸润和血管生成等症状。同时，团队开展体外实验，证实冷空气等离子体的作用下，成纤维滑膜样细胞作为类风湿关节炎的主导因子失去了抗凋亡、侵袭和迁移能力。“体外和体内的研究结果均表明，将冷空气等离子体引入关节并作用于滑膜，是抑制类风湿关节炎发展的有效方法。”丁呈彪表示，此次研究结果也为冷空气等离子体治疗数量“类肿瘤”疾病提供了新思路。

冷空气等离子体是在大气压条件下产生的一类宏观温度接近于室温(30℃)的等离子体。中科大研究人员通过设备将冷空气等离子体精准地作用于发生病变的滑膜组织周围，紧接着，由冷空气等离子体产生的活性氧等粒子，促成组织和细胞发生多重生物学效应，从而有效杀灭成纤维滑膜样细胞。不同于传统等离子体消融术，冷空气等离子体技术避免了对患者正常组织的伤害，并且不涉及药物及放射性，作用时间可控，尽可能地降低了对健康组织的损伤。

据悉，该团队针对此类疾病开发的相关技术与设备已申报多项专利，并获 2022 年度日内瓦国际发明博览会金奖。目前，团队正积极推进动物实验，争取早日实现临床应用。

基础研究百亿资助项目启动

本报讯(记者 陈婉婉)7 月 1 日起至 9 月 30 日，“新基石研究员项目”首次开放申报。这是一项聚焦原始创新，鼓励自由探索、公益属性的新型基础研究资助项目。在中国科学技术协会的指导下，“新基石研究员项目”由科学家主导、腾讯公司出资、独立运营。腾讯公司将在 10 年内投入 100 亿元人民币，长期稳定地支持一批杰出科学家潜心基础研究、实现“从 0 到 1”的原始创新。

据介绍，“新基石研究员项目”设置数学与物质科学、生物与医学科学两个领域，并鼓励学科交叉研究。资助类别分为两类：实验类不超过 500 万元每人每年，理论类不超过 300 万元每人每年，并连续资助 5 年。2022 年度“新基石研究员项目”计划资助 60 人。该项目最鲜明的特色是“选人不选项目”，意味着不对获资助的“新基石研究员”设置明确的研究任务，考核论文数量，也不限定必须拿出成果的期限。“新基石研究员项目”向研究员提供长期、稳定、灵活的资助，为他们静下心来“十年磨一剑”创造安稳的科研环境。

中国科学院院士、中国科学技术大学常务副校长、“新基石研究员项目”科学委员会委员潘建伟表示，原始创新是基础研究中最难的工作，自由探索难以预测、难以规划，风险极高，耗时漫长，往往不容易得到稳定资助。“科学界一直期待，有强度足够的稳定资助项目，支持科学家长时间专注自己的兴趣，遵循科学研究的规律，探索有风险、有希望的方向。”潘建伟说。

在启动申报的同时，“新基石研究员项目”也公布了申报方式、申报条件等内容。“新基石研究员项目”包括机构提名和自由申报，两种申报方式的申报人都需要符合以下条件：申报时未满 55 周岁；担任博士生导师 5 年以上；在中国内地或港澳地区全职工作(国籍不限)；每年投入科研工作时间不少于 9 个月；具有承担基础研究课题的经历并仍处于研究一线。

申报人可通过“新基石研究员项目”官网了解如细分领域、申报指南、常见问题解答等信息，并通过项目官网完成申报。本年度“新基石研究员项目”资助名单将于 2023 年第一季度公布。