

“拉索”又有新发现 首次揭示黑洞在宇宙线起源中的作用

本报讯 记者 11 月 16 日从中国科学院高能物理研究所获悉,位于甘孜州稻城县的高海拔宇宙线观测站“拉索”(LHAASO)首次系统性探测到五个由黑洞和伴星相互作用形成的微类星体的超高能伽马射线信号,产生这些射体的粒子能量处于宇宙线能谱的“膝”区。此次研究由中国科学院高能物理研究所牵头的国际研究团队完成,相关论文成果在国际学术期刊《国家科学评论》(英文版)和《科学通报》(英文版)上发表。

高能伽马射线源,被认为是宇宙线起源线索。“膝”是宇宙线的能谱(宇宙线数量在粒子能量上的分布)在 3 千万亿电子伏附近呈现出的一个转折结构,形状类似人体膝关节。“膝”及以上能量更高的宇宙

线数量急剧减少。这一发现不仅揭示了宇宙线起源的关键机制,也为理解黑洞系统的极端物理过程打开了新窗口。

据介绍,黑洞是宇宙中最具吸引力的神秘天体之一,处于双星系统中的黑洞在吸积伴星物质时可产生相对论性喷流,形成“微类星体”。拉索首次系统性地探测到来自 SS 433、V4641 Sgr、GRS 1915+105、MAXI J1820+070 与 Cygnus X-1 等五个微类星体的超高能伽马射线。其中,SS 433 的超高能辐射与周围巨型原子云重合,强烈暗示来自于被黑洞加速的高能质子与物质的碰撞。分析表明该系统加速的质子能量超过 1 PeV,总功率高达约每秒 1032 焦耳,相当于每秒释放四百万亿颗人造最强炸弹——“沙

星”氢弹的能量。而来自 V4641 Sgr 的伽马射线能量达到 0.8 PeV, 成为又一个“超级 PeV 粒子加速器”, 即产生这些伽马射线的父辈粒子能量超过 10 PeV。这使得微类星体成为银河系内非常重要的一类 PeV 粒子加速器, 解决了困扰科学家多年的一个难题: 银河系内公认的宇宙线源是超新星遗迹, 但观测和理论都发现它们无力将宇宙线加速到宇宙线“膝”及以上的高能量。

“拉索”首席科学家、中国科学院院士曹臻介绍, 近 70 年前科学家发现“膝”以来, 一直未弄清其成因, 只是被猜测为加速源天体加速能力极限所致, 呈现为宇宙线能谱从一个简单的“幂律谱”转换为另一个简单的“幂律谱”。要真正理

解这个问题,必须精确测量宇宙线各成分的能谱及各自的“膝”。首先是最轻的原子核——质子的能谱分布。然而,“膝区”的宇宙线稀少,卫星探测器面积有限,探测如同大海捞针;地面实验受大气层干扰,很难清晰地将质子从大量其他原子核产生的事例中识别出来。长期以来,这一测量是公认不可能完成的任务。拉索巧妙利用其强大的地面观测装置,采用多参数测量技术成功筛选出大统计量的高纯度质子样本,从而精确测量其能谱,精度媲美卫星实验。这一突破性的测量揭示了完全超出预期的能谱结构,清晰展现出一个新的“高能组分”而非简单的幂律转换。拉索的新结果与 AMS-02 测得的低能组分、“悟空

号”测得的中能组分一起,揭示了银河系内存在多种类的加速源,每一类有各自独特的加速能力和能量范围,而“膝”正是产生高能组分的源的加速极限表现。

质子能谱的复杂结构表明,PeV 能段的宇宙线质子主要来自微类星体这类“新源”,它们有明显高于超新星遗迹的加速极限,能够产生超过“膝”的高能宇宙线。两项成果相互印证,构建起一个完整的科学图景。这不仅为解决困扰学界近 70 年的“膝区成因”难题迈出了关键一步,也为理解黑洞在宇宙线起源中的作用提供了重要的观测证据。

拉索的复合型探测器阵列设计,使我们既能够通过超高能伽马射线探测宇宙射线的源天体,也能够对太阳系

近的宇宙线粒子进行精确测量,既从天体源端看到了 PeV 能量的加速能力,又从宇宙线端看到了这类源所贡献的能谱特征。这是第一次在观测上将“膝”结构与具体类型的天体——黑洞喷流系统关联起来。

高海拔宇宙线观测站由中国科学家自主设计、建设并运行。凭借在伽马天文探测与宇宙线精确测量两方面的高灵敏度,该观测站在高能伽马射线天文和宇宙线物理领域处于领先地位,且持续取得具有全球影响力的突破性成果。这些成就彰显了中国在基础科学研究领域的创新实力,体现了中国智慧对人类文明的贡献,尤其是在对宇宙极端物理过程的认知层面。

(本报记者 马静璠)

科创未来·蜀地先锋——对话 2024 年度四川省科学技术奖获得者

开栏语：今年8月，四川省科学技术奖励大会在成都举行，隆重表彰了为我省科技创新作出突出贡献的科技工作者。这份沉甸甸的荣誉背后，镌刻着四川科技工作者的坚守与突破，见证着巴蜀大地科技创新的蓬勃生机。从基础研究“0”到“1”的突破，到关键核心技术的攻坚克难；从服务四川产业创新发展需求，到让科技创新增进民生福祉，四川科技工作者用智慧与汗水，为我省经济社会高质量发展提供了强大科技支撑。

为弘扬新时代科学家精神，展现四川科技工作者的时代风采与奉献精神，激发全社会对科学技术和科技人才的尊重和热爱，本报特开设“科创未来·蜀地先锋——对话2024年度四川省科学技术奖获得者”栏目，一起探寻四川科技工作者与四川科技创新同频共振的步伐，聆听他们在科研路上坚守与抉择、突破与感动的故事。愿这些“滚烫”的故事，传递奋进力量；愿科学家精神，照亮更多人的前行之路。

以病人需求为导向
不断将临床需求转化为科研思考
——专访 2024 年度四川省杰出青年科学技术创新奖获得者李超

今年8月28日,2024年度四川省科学技术奖获奖名单正式揭晓。我省甲状腺头颈肿瘤领军专家、国家临床重点专科带头人李超荣获2024年度四川省杰出青年科学技术创新奖。

黔中山区到锦江之畔 医者初心始终滚烫

李超的童年，在贵州连绵不绝的大山深处的厂矿度过。那时的山区，医疗条件相对匮乏，“大山里面就医比较困难，如果是一些疑难疾病就得转诊，很多时候在转诊的过程中病情就出现了恶化。”儿时就医难带来的无奈与遗憾给李超留下了深刻印象，也在他心中埋下了长大学医治病救人的种子。

高中毕业后，李超毅然报考了贵阳医学院，迈出践行从医初心的一步。本科阶段的李超学习非常刻苦，以全年级第二的成绩获得免试推荐研究生资格，由儿科转向了耳鼻咽喉科头颈外科。“我不想只待在实验室，还想扑在临床直接接触患者，通过我的诊疗能力以及手术技术，让患者得到康复，这让我感到非常有成就感。”硕士毕业后，李超进入四川省肿瘤医院，正式开始了头颈外科的工作。

为弥补专业短板，进一步提升自己的临床能力和科研能力，李超又先后攻读四川大学华西口腔医学院口腔医学博士以及四川大学大学生物学博士后。这段经历让他逐渐掌握了将临床需求转化为科研思考，再以科研成果反哺临床

诊疗的能力。

读博士期间，李超前往世界一流的癌症诊治和研究中心——休斯顿 MD 安德森癌症中心及纽约世隆凯特林癌症中心访学。这段访学之旅让他收获颇多，大大开阔了国际视野，也刷新了他对肿瘤诊疗理念的认知。

“每一个医生不管你是外科还是内科，都有专业的局限性。这种局限性让我们在面对某些疾病的时候，必须依靠多学科联合诊疗才能突破瓶颈。”李超在访学中深刻体会到，肿瘤治疗绝非单一科室的“单打独斗”，而是一场需要精准布局的“联合作战”。李超介绍，肿瘤治疗过程中，手术、化疗、放疗、免疫及心理等治疗手段，各有其适配场景，需要在治疗全流程中发挥各自优势，动态调整、协同发力。

而多学科联合诊疗（MDT）正是搭建了这样一个“联合指挥部”，为患者量身定制诊疗方案，实现优势资源的精准排兵布阵。回国后，李超将这种联合诊疗理念带回科室，推动了四川省肿瘤医院头颈外科从省级重点专科升格为国家重点专科，而他自己也成长为国家临床重点专科学术技术带头人。

兼顾形态和功能
创新头颈肿瘤诊疗体系

头颈部肿瘤不同于其他肿瘤,头颈部集中五官、甲状腺等重要器官,直接影响患者的容貌和功能。很多患者即便



李超（左二）在手术中。



>>> 人物名片

李超,教授、博士生导师、门诊首席专家,成都市第一人民医院院长、四川省肿瘤医院副院长、电子科技大学医学院副院长。国家临床重点专科学科带头人(普外科—甲状腺),入选国家首届医学高层次人才、成都市重大人才计划。

闯过了手术治愈的“生死关”，却还是会面临颈部疤痕、吞咽困难、声音嘶哑等问题。在临床中李超就发现，部分甲状腺癌患者对颈部疤痕尤为敏感，“有些经过治疗后的甲状腺腺瘤患者，却要花费治疗费用的3—5倍来消除疤痕。”这份患者对“正常生活”的迫切渴求，成为他技术创新的核心驱动力。

李超带领团队坚持以患者需求为导向，围绕“以形态和功能为导向的头颈肿瘤根治性外科”核心理念，开创了多项国际、国内原创新技术。一方面，他们开展胸前、腋窝、口腔前庭等远程入路手术，将医工技术与人工智能贯穿手术全流程，构建了腔镜（机器人）辅助免充气非自然腔道头颈肿瘤切除、腋窝入路颈胸肿瘤切除创新治疗体系，解决了头颈部非自然腔道人工建管及颈前无头微创头颈肿瘤切除等多个行业难题；另一方面，团队通过显微外科技术辅以3D打印技术，为患者再造舌头、下颌骨

等切除的组织器官，革新了头颈部肿瘤术后缺损的一期精准个体化修复与重建技术和体系构建，完善了目前缺乏成体系的组织修复行业短板，有效解决头颈部肿瘤在兼顾肿瘤外科根治同时，最大程度保存和修复容貌外观及改善生活质量的患者困境。凭借这些突破性的技术创新与临床应用成果，李超荣获2024年度四川省杰出青年科学技术创新奖。

在李超看来，优秀的临床技术绝不该止步于“少数人掌握的绝活”。他始终坚信，再精湛的个案治疗技巧，若仅局限于个别医生的经验积累，终究难以突破地域、人才的限制，无法覆盖和服务更广泛的患者群体。只有将成熟的技术、有效的方案提炼为可复制、可推广的标准化规范，让绝大多数基层医生也能熟练掌握、规范运用，才能真正实现技术价值最大化，解决基层难以获得优质医疗资源的难题。

大医精诚
让仁心仁术薪火相传

“选择医学不仅要抵御长期学习的压力，更要适应行业快速更新的节奏。该奔跑的年龄绝对不能躺平，否则，以后会更加辛苦。”这份执着与坚持，源于他对医学事业的敬畏，也是对学生未来职业生涯的负责。工作中，李超以身作则，始终保持高强度的学习与科研状态，几乎牺牲每个周末参与各种学术交流和研读最新医学指南，定期“组会”对学生进行指导。

除了专业能力，李超十分注重引导学生的职业道德教育。“当医生要有很好的爱心，要理解病人的疾苦。当优秀的医生，光技术好是不行的，沟通能力更要强，要花时间和病人交流，了解病人的需求是什么。”李超认为，医生医治的每一步都要从患者的角度出发，解决“个体”问题，这是医生的责任与担当。

科普赋能
共筑头颈健康防线

在李超看来,疾病的预防比治疗更重要。“通过医生的科普,把专业知识用通俗易懂的话表达给老百姓,及早进行



李超在巴中进行义诊和科普宣传。

直播等,用多元方式将专业的头颈外科知识,精准传递给了不同年龄段人群。不仅创建了“医防融合、防治兼备”的头颈部肿瘤新质科普体系,还荣获了省医学科学一等奖等多个科普奖项。

从大山里的少年,到四川省学术和技术带头人;从手术刀下的精准施治,到行业规范的制定推广,李超用20余年光阴,诠释了“用妙手治愈疾病,用仁心温暖生命”的医者担当,用科技创新提高患者生活质量,守护着更多患者的生命尊严。

(程鑫 李博伦)

(图片由四川省肿瘤医院提供)