



探秘最微小的粒子,解码最宏大的宇宙

——对话中国科学院院士、山东大学讲席教授梁作堂

(上接第一版)

记者:您的理论物理研究方向是如何确定的?

梁作堂:大四分专业时,我因为数理基础好,又对理论物理感兴趣,就选择了这个方向。本科毕业后,我获得了留校攻读硕士学位的资格。受任课老师谢去病教授的影响,选择了粒子物理理论方向,并在毕业时留校任教。

1984年,参加学校组织的学术活动时,接触到来校学术访问的德国柏林自由大学德籍华人教授孟大中先生。正是机缘巧合的相遇,促成了我1991年到柏林自由大学深造,并师从孟大中教授。1994年2月,获理论物理专业博士学位,并留在该校担任助教。在德国学习期间,我更深入地接触到国际前沿的研究方法和学术氛围。

1997年1月,我回到山东大学任教,在物理学院工作,后来还参与筹建了威海校区的空间科学与物理学院、青岛校区的前沿交叉科学青岛研究院。2016年山东大学青岛校区启用,2018年后我就一直在青岛校区从事教学、科研和管理等工作。

破解“宇宙原始汤”之谜,为早期宇宙起源研究提供重要依据

记者:您和合作者提出了“夸克胶子等离子体(QGP)整体极化效应”的理论,能否通俗解释一下这一理论?

梁作堂:人类总是有一种好奇心,就是想弄明白物质到底是由什么组分组成的,它们间的相互作用规律是怎样的。这种好奇心驱使着人们不断探索,拓展认识世界的边界。粒子物理是自然科学中最基础、最前沿的科学,研究的是物质最深层次的结构,其基础理论是融合了相对论与量子力学的量子场论。

目前接受度最高的宇宙起源假说是“宇宙大爆炸”。该理论认为,宇宙起源于一个体积无限小、密度和温度都无限高的“奇点”。这个奇点在138亿年前膨胀爆炸,经过漫长的演化,形成了今天的宇宙。

物质由原子构成,原子是基本单位。原子内部结构包括原子核和核外电子,原子核则由质子和中子组成。质子、中子的内部是动态的“夸克-胶子汤”。

宇宙大爆炸初始瞬间,质子、中子瞬间“破碎”,组成质子、中子的夸克、胶子脱离束缚,获得暂时的自由,形成新的物质状态,也就是“夸克胶子等离子体(QGP)”,它们也被称为“宇宙原始汤”。

实验室内,科学家利用高能重离子碰撞,模拟出大爆炸初始的物质状态,被称为“小爆炸”。过去,科学家们普遍认为高能重离子碰撞模拟出的原始汤处于一种完全混沌的无序状态。我们的研究认为,它们并非简单的无序体系,而是在整体上处于旋转状态,进而产生极化,存在“整体极化效应”。这一发现为认识强相互作用物质的新形态提供了重要实验依据,也为理解早期宇宙演化和强相互作用阶段的物理性质提供了新的研究视角。

记者:有人说理论物理“见人说人话,见鬼说鬼话”。您怎么看待这个问题?

梁作堂:实际上,这是一种误解(笑)。在研究宏观世界时,用的是牛顿力学,其精度没有那么高,像量子运动这种极其细微的变化会被平均掉、忽略掉。研究微观世界时,要求精度提高,这些被忽略掉的细节就变得重要、被清晰地看到,微观世界能够被看得更细、更深,就发现量子效应在起作用。

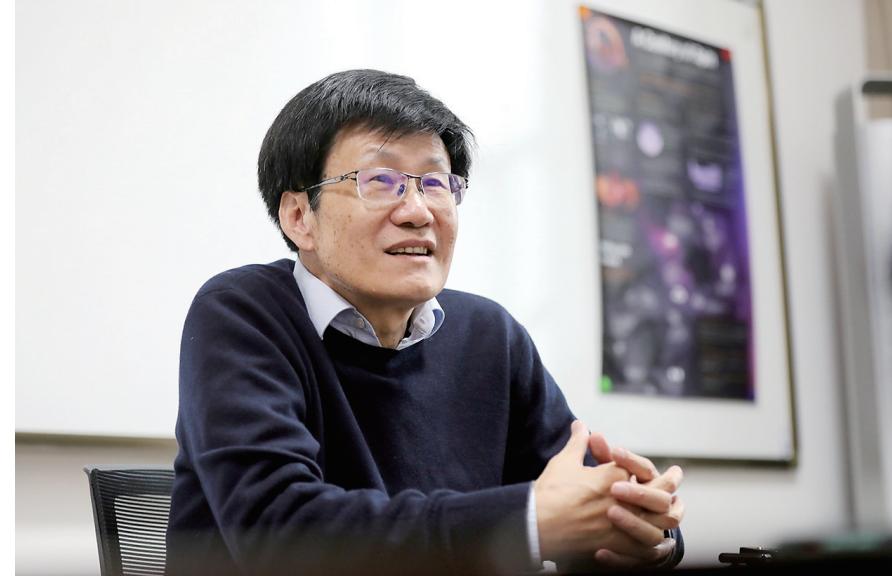
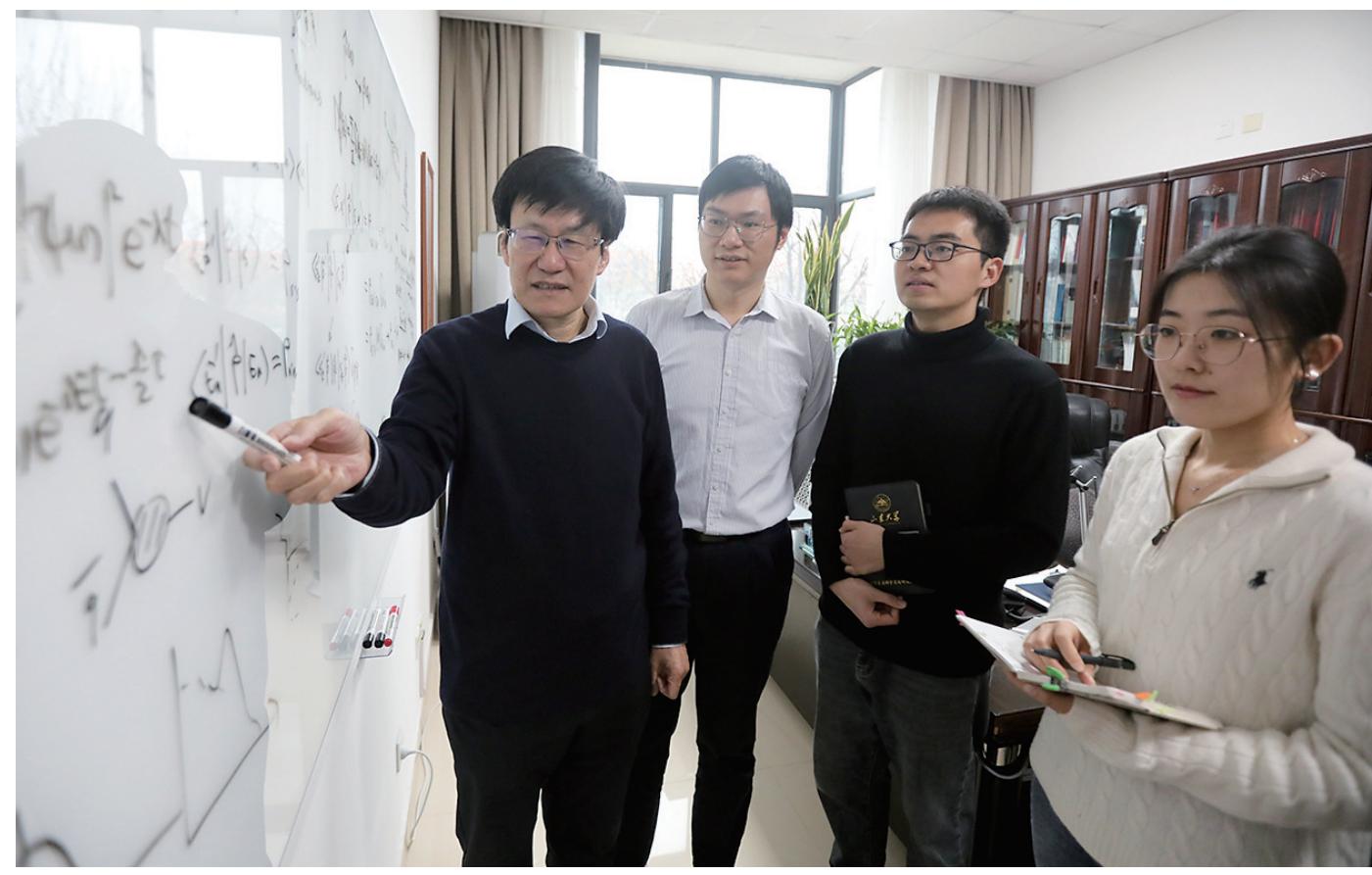
比如我有一台相机,它的像素非常差。用它拍摄一个人时,照片上是一个比较模糊的点。当把相机像素提高,照片上人的五官、形体等就可以看得清清楚楚。牛顿力学和量子力学之间也是类似的道理。牛顿力学可以理解为是量子力学在“低分辨率”条件下的“近似值”,因此牛顿力学与量子力学并非相互矛盾,而是统一理论体系在不同观测尺度下的表现形式。

主攻强相互作用,探索未来技术的源头活水

记者:能否通俗解释一下,什么是强相互作用?

梁作堂:目前,公认自然界存在四种基本相互作用,分别是万有引力相互作用、电磁相互作用、强相互作用、弱相互作用。

电磁相互作用是指带电粒子之间通过电磁场传递的力,包括静电作用(同性电荷相斥,异性电荷相吸)和磁相互作用(磁体间的吸引或排斥)。比如一个电子和一个质子之间的相互作用就是电磁相互作用,一个电子



▲梁作堂(左)
与学生交流。
韩星 摄

◀梁作堂在给
学生授课。
韩星 摄

●人类总是有一种好奇心,就是想弄明白物质到底是由什么组分组成的,它们间的相互作用规律是怎样的。这种好奇心驱使着人们不断探索,拓展认识世界的边界。粒子物理是自然科学中最基础、最前沿的科学,研究的是物质最深层次的结构,其基础理论是融合了相对论与量子力学的量子场论

●我们所做的是面向世界科学前沿的探索。没有这样的基础研究,技术应用终究会成为无源之水、无本之木。基础科学看似离我们的生活很远,但研究手段、理论的突破往往能催生颠覆性技术

●大学里的人才不是在课堂上教出来的,而是在学术大师营造的学术氛围中熏陶出来的。你要自己去做,在这个氛围中,年轻人就会跟你有样学样。学着学着,某一天,他逐渐就能跟你一起做研究了。再过一段时间,他可能会发现老师也就那么回事,“一不小心我就超过他了”。这样的话,我们的社会也就进步了

●我们国家的基础科学研究以前是跟跑,现在大部分领域是并跑,部分领域是领跑

●当选院士后,收到了很多鼓励和支持的祝福,确实有些不适应。不过冷静下来思考,肩上的责任更大了一些。院士称号是一份肯定,但更是一份责任。科学探索永无止境,我要做的事情还很多。现在要站得更高、看得更远一些,要从更高的层面考虑人才培养、学科建设等问题。同时,我也希望继续深耕强相互作用领域,做有组织科研,推动理论成果走向应用

和一个质子构成一个原子,两个原子之间的相互作用是电磁相互作用的剩余作用。现实世界中,我们看到的很多现象则是电磁相互作用剩余作用的“无限剩余”。电磁相互作用在生活中的应用最为广泛,比如电动机、电磁波通信,等等。

强相互作用(又称强力)是将夸克束缚成质子、中子以及其他强子的基本相互作用,是自然界四种基本相互作用之一。它是一种短程力,在原子核尺度范围内,强相互作用力约为电磁相互作用力的100倍,弱相互作用力的100万倍,万有引力的10的38次方倍。

强相互作用的任务是让夸克和胶子“捆绑”在一起形成质子。质子和质子、质子和中子间的相互作用就是强相互作用的剩余作用。我们知道,这种剩余作用的威力已经非常巨大——原子弹、氢弹的爆炸能量正来源于此。

记者:强相互作用未来可能会有哪些应用?

梁作堂:我们所做的是面向世界科学前沿的探索。没有这样的基础研究,技术应用终究会成为无源之水、无本之木。基础科学看似离我们的生活很远,但研究手段、理论的突破往往能催生颠覆性技术。

比如粒子对撞机是做粒子物理实验室必须要用到的大型实验装置。它要在极短的时间内,利用加速器把质子、电子等粒子加速到接近光速运动的状态,并产生对撞。对撞的极短时间内,会产生数以千上万的次级粒子,要用探测器把这些新产生粒子捕捉到,并将它们的运动轨迹等记录下来。为实现对这些粒子的高精度探测,粒子加速器、探测器常常采用或催生诸多高端前沿技术,而这些突破性的技术在生活中也会有广阔的应用场景,推动社会科技革命与进步。

量子力学的产生催生了集成电路,麦克斯韦方程组催生电磁波理论。如果当初没有这些看似无用的探索,很难想象我们现在的生活在会变成什么样子。

当然,强相互作用的本质尚未完全揭示,还需持续研究。只有认清物质构成与作用规律的本质,才能为改造物质性质指明方向,缩短从科学发现到技术应用的周期。希望未来我们能像熟悉电磁力一样熟悉强力。那时,强相互作用或许将为核能应用带来革命,实现更高效、可控的能源利用。

营造学术氛围,在“学术熏陶”中培养未来人才

记者:在人才培养方面,您有什么具体的做法?

梁作堂:山东大学粒子物理与原子核物理学历史较长。1930年山东大学物理系建立时的第一位老师王普先生就是一位核物理学家,他是本学科的奠基人。

1958年在青岛举办的“全国粒子物理与原子核物理理论讲习班”,被界被誉为“量子场论在我国的第一次普及”,标志着中国粒子物理理论研究的开始。山东大学高能物理1981年获批首批博士点,是当时全国高校唯一的高能物理学博士点,1984年培养出全国第一位高能物理学博士。

这些都说明山东大学在理论物理方面有着良好的传统,我也是受益者之一。我们在日常教学中也想把这些传统传承和发扬好。

我特别认同一句话,大学里的人才不是在课堂上教出来的,而是在学术大师营造的学术氛围中熏陶出来的。你要自己去做,在这个氛围中,年轻人就会跟你有样学样。学着学着,某一天,他逐渐就能跟你一起做研究了。再过一段时间,他可能会发现老师也就那么回事,“一不小心我就超过他了”。这样的话,我们的社会也就进步了。

学生来到学校,我们一般先了解学生自己有没有想法,如果有,就跟他探讨实现想法的路径和困难在哪里;如果没有,就先给他出个题目,给他创造一些机会,引导他往前走。

我们依托青岛校区的区位优势,设立了“大家讲坛”“高端论坛”“青年论坛”等系列学术论坛。这其中,有的专业性很强,有的偏向科普;有的是院士作报告,有的是年轻人作分享。参与学术活动的过程本身就是一种成长,在这个过程中,有的人受到启发,有的人学会发现问题、提出问题,有时报告没完全听懂,但旁人的一个问题却让人茅塞顿开。

记者:站在新的起点上,您未来有哪些打算?

梁作堂:我们国家的基础科学研究以前是跟跑,现在大部分领域是并跑,部分领域是领跑。

前段时间我去了趟惠州。那里正在建设我国“十四五”规划布局的重大科技基础设施——强流重离子加速器装置,我们团队也参与了规划和建设研讨。与国际前沿的欧洲核子研究中心以发现新粒子为目标的对撞机不同,这个装置是专注于利用稳定离子束进行前沿研究的“多学科研究平台”,是目前国际上规模最大、指标领先的全离子加速器。未来该项目投入使用后,我们会有更深度的参与。

当选院士后,收到了很多鼓励和支持的祝福,确实有些不适应。不过冷静下来思考,肩上的责任更大了一些。院士称号是一份肯定,但更是一份责任。科学探索永无止境,我要做的事情还很多。现在要站得更高、看得更远一些,要从更高的层面考虑人才培养、学科建设等问题。同时,我也希望继续深耕强相互作用领域,做有组织科研,推动理论成果走向应用。