



谢治成

1885年10月7日在丹麦哥本哈根一个姓玻尔的知识分子家庭中诞生了一个男孩，双亲给他取名为尼尔斯。尼尔斯的父亲是哥本哈根的生理学教授，母亲也极有教养。由于家庭为孩子的学业创造了很好的条件，尼尔斯和他的弟弟哈拉尔德分别成长为著名的物理学家和数学家。1922年尼尔斯·玻尔因提出著名的“玻尔原子模型”获得诺贝尔奖金，相隔53年，他的儿子艾吉·玻尔因提出原子核集体模型而获1975年的诺贝尔奖金，父子两人先后在同一领域获得诺贝尔奖，一时传为美谈。从二十世纪二十年代至七十年代，人类对物质结构的认识从分子深入到原子，继而到原子核内部，在此过程中，玻尔家族的两代人相继作出了开创性的贡献。

一、原子物理的先驱者——尼尔斯·玻尔

十九世纪和二十世纪之交是物理学史上一个激动人心的时代，新的发现不断冲击着曾被认为是牢不可破的陈旧概念，革命性的创见出自一批名不见经传的年轻学者，震撼着人们的心弦。最先打开通向微观世界大门的是汤姆逊，他证实了阴极射线就是电子，并尝试探讨原子结构问题。卢瑟福的 α 粒子“大炮”轰开了氮原子，揭示了原子结构的行星式图象：原子的中心是很小很重的核心，电子围绕核心转。那末，电子在绕原子核转动时，会不会以辐射方式逐渐丢失能量，而越来越缩小轨道半径，最后落到原子核上呢？事实上客观物质是稳定的，是什么规律保持了电子在原子中的轨道不变呢？1912年开始，当时正在卢瑟福实验室工作的尼尔斯·玻尔就致力于对原子结构的研究。

1900年，普朗克提出了关于在辐射过程中能量转换的量子化概念，1905年爱因斯坦把这个概念发展为光的量子说，这对玻尔建立自己的原子模型有很大的影响。1913年，他把作用量子的思想引入原子结构中而取得了决定性成功，发表了题为“论原子和分子的结构”的论文，文中不仅解释了原子的稳定性，还直接得出了与氢原子光谱的巴尔末公式相一致的规律。此项成果使他获1922年诺贝尔物理学奖。

在1913年以后的十几年中许多物理学家共同努力，以至在1924到1927年间使量子力学发展到了辉煌的顶点，在整个这一时间“玻尔那种充满高度创造性、敏锐和带有批判性的精神，始终指引着、管束着事业的前进，使之深入直到最后完成”。（奥本海默语）。特别是玻尔1916年提出了“对应原理”，使对量子概念的了解更为全面，对量子力学的早期发展作出了重要贡献。因此，人们称玻尔是本世纪中与爱因

斯坦齐名的理论物理泰斗。

二、创立哥本哈根学术中心

尼尔斯·玻尔热爱祖国，热爱科学。1916年他回到哥本哈根，建立了哥本哈根理论物理研究所。在他的领导下，该研究所成为当时世界上最吸引人的物理学中心之一，一批富有创造精神的物理学家从世界各地会聚到玻尔的身边，在互相尊重和友谊的气氛中与他进行无拘无束的科学讨论，在良好的学术空气熏陶下，人人都敢想敢做，勇于提出独立见解，逐渐形成了著名的“哥本哈根学派”。

当时德国的哥廷根也曾是一个活跃的科研中心，玻尔常去那里访问。但在希特勒登台以后，纳粹主义的恐怖遍及德国，使一批正直的科学家无立足之地。这时，玻尔向生活在法西斯专政下的同事伸出了热情的手。有一天，一个尚未离开德国的原子物理学家突然收到玻尔的一封信，信中写道：“请来吧，并暂时留在我们这里，在您自己没有作出决定之前，请冷静地、周密地考虑一下，究竟到哪儿去对您更好些”。而他事先并没有问玻尔提出过申请。

同行们一到哥本哈根理论研究所，就深深感受到那种相互紧密合作的浓厚气氛。当年，这种独特的学术风格被国际物理学界赞誉“为哥本哈根精神”，而在几十年后的今天，仍使世界各国的学者们仰慕之至。

三、尼尔斯·玻尔的原子核液滴模型

1932年中子的发现揭开了原子核物理时代的序幕，其后，约里奥-居里夫妇用 α 粒子轰击铝，产生了人工放射性。紧接着，费米用中子为新的“炮弹”去轰击一系列元素，证实了中子产生放射性元素的现象，并发现当中子轰击第92号元素，即重金属铀时，也产生了放射性元素，当时曾认为是第93号元素。直到1938年，德国的哈恩和斯特拉斯曼证实了在慢中子的轰击下铀不是变为所谓“超铀元素”，而是产生了大约是铀原子重量一半的钡原子。这表明中子使铀原子核分裂为差不多相等的两大块，后来称此现象为铀原子核的

裂变。

今天甚至连中学生都知道核裂变现象是打开核能宝库的基础，但在当时的物理概念中还不能立即对此现象作出说明，第一个做到这一点的是尼尔斯·玻尔。

1936年，玻尔在对核反应现象研究中提出了原子核的液滴模型，把原子核描述成带电液滴，液滴的形状以球形为平衡位置作振动。1939年，他在与惠勒合写的文章中提出，从液滴模型的观点看，裂变现象就是原子核强烈地变形最后象水珠一样分为两瓣，他们推测并证实了裂变过程中会释放出大量的核能。同年，玻尔又提出，原子量为235的铀原子核比原子量为238的铀原子核发生核裂变容易得多，这一重要发现成为发生链式核反应的前奏。玻尔在发展核物理学中的领先地位，使当时的科学家们望尘莫及。

四、艾吉·玻尔与原子核的集体模型

科学的发展是无止境的，1949年迈耶夫人和詹森教授关于原子核的壳结构模型问世，它成功地预言了幻数与原子核稳定性的关系，并给出了基态核自旋、核磁矩的正确量级等，因而被证明是描述原子核结构的有效理论。

壳模型把原子核中每一个核子看作在其它核子的平均作用下独立地围绕原子核中心旋转，这与四十年代中被证明对核反应有一定成就的液滴模型和核共振模型的概念发生了巨大的冲突。尼尔斯·玻尔一方面力求深刻理解壳模型的概念，一方面尝试把这两种看起来互相对立的图象统一起来去描述核结构和核反应机制，他就此写了一篇评述，这评述启发了他的儿子艾吉·玻尔由解释核子的磁矩出发而提出新的物理思想。

艾吉·玻尔生于1922年6月19日，1942年大学毕业后到伦敦大学工作。1943年，尼尔斯·玻尔因为母亲是犹太人而不得不携家逃亡迁居于瑞典，不久他只身去伦敦与艾吉会合后去美国，在洛斯阿拉莫斯参加了制造第一颗原子弹的工作，艾吉在这段时间中始终伴随其父身旁。

1945年艾吉·玻尔回到哥本哈根理论物理所，并获得了博士学位。1949年，正当他开始自己的研究生涯时，迈耶和詹森的理论出现了，而几乎同时，哥伦比亚大学的雷恩沃特从实验结果的分析中发现某些核并不是理想的球形，并提出，变形的原子核更可能被束缚牢固。在此基础上，艾吉·玻尔很快就想到，由于空间各向同性，变形的球必然转动，因此他找到了改进对核四极矩数值的预言的途径。随后，他与莫特森合作，研究在壳模型的基础上考虑原子核的集体运动。他们综合了各种实验资料，通过对这些资料的出色的全面分析，发现确实有许多原子核在基态是变形的，有些核的基态是球形的，但可激发为非球形的态，这正可以说

明原子核能谱中的转动带。1952年他们提出了核结构集体模型，指出，原子核中的核子运动可分解为快速的独立的粒子运动和相对来说较慢的总体的运动，其中包括转动和振动。以后他们一直致力于对原子核作全面一致描述的研究。1975年“因为发现了原子核的集体运动和粒子运动之间的联系，并发展了基于这种联系的原子核结构理论”，艾吉·玻尔与雷恩沃特和莫特森共享当年的诺贝尔物理学奖。

五、父与子对和平和国际学术交流的贡献

1943年由于对希特勒法西斯可能抢先使用核武器的担忧，尼尔斯·玻尔违心地同意帮助美国研制原子弹，他历尽艰险，辗转到达洛斯阿拉莫斯，一面工作一面为欧洲的命运苦恼。他很快就意识到这种威力巨大的武器会给人类带来多大的灾难，认为应趁原子弹未制造之前，就使美、英、苏等大国间就原子能的利用问题达成一种制约性的协议，为此他曾亲见邱吉尔和罗斯福，陈述自己的主张。这自然是徒劳的，第一颗原子弹在广岛的爆炸使许多参加制造的原子物理学家心情十分沉重。

二次大战后的大部分时间，玻尔是用来在科学家中作旨在充分控制核武器使用的工作的。1955年他组织了日内瓦的第一届和平利用原子能大会。

1962年尼尔斯·玻尔逝世后，哥本哈根理论物理所以他的名字命名，艾吉·玻尔被公推荣任该所所长，直至1970年。尼尔斯·玻尔研究所始终保持了其创始人所倡导的精神，1950年至今的几十年中，它为世界各国从事核物理工作的同行提供了最好的国际合作交流的机会，成为一个核物理学术中心。