

钞票上的量子物理学家

王 鹏

(西南民族大学计算机科学与工程学院 610225)

量子力学的诞生从19世纪末到20世纪中叶持续了半个多世纪,量子力学的诞生是科学史上一个波澜壮阔的时期,是一个英雄辈出、群星璀璨的时代,在这期间涌现出了大量杰出而富有传奇色彩的科学家。例如科学明星爱因斯坦,哥本哈根学派的旗手玻尔,浪漫而具有哲学气质的薛定谔,这些量子物理学家都成为了民族和国家的骄傲并被选为了钞票的主题。

钞票是一个国家主权的象征,钞票的选题表达了一个国家和民族的价值观和对于科学的态度。科学精神发源于欧洲的古希腊,因此世界上不少国家特别是欧洲国家常常采用科学家作为钞票的主题。人们通常认为金钱是邪恶的,但将科学家印在钞票上却可以传递科学精神之光,使科学精神根植在人们的心中。

同时钞票是一个国家印刷最为精密的印刷品,这给予了钞票强大的表现力,一张印制精美的钞票不但是流通的货币,还是一张值得收藏的艺术品。作者近年来通过努力基本完成了对物理学家钞票的收集,本文主要介绍以量子物理学家为题材的部分钞票。

1. 量子物理的诞生

几乎每一个讲解量子物理发展史的人都会引用开尔文的“两朵乌云”这一典故。开尔文在当时是一位德高望众的科学家,他原名威廉·汤姆森,后被授予开尔文勋爵的称号。1900年他在一场物理学报告会中回顾物理学所取得的伟大成就时说,物理大厦已经落成,所剩的只是一些修饰工作。但作为一名科学家他又是敏感的,他在展望20世纪物理学前景时讲道:“动力学理论断言,热和光都是运动

的形式。但是现在这一理论的优美性和明晰性却被两朵乌云遮蔽而显得黯然失色,第一朵乌云是黑体辐射实验和理论的不一致(这朵乌云导致了量子物理的诞生),第二朵乌云是关于能量均分的麦克斯韦-玻尔兹曼理论(这朵乌云导致了相对论的诞生)。”物理学后来发展的历史表明,正是19世纪初的这两朵小小的乌云,变成了一场暴风骤雨般的科学变革,彻底的改变了物理学的根基,建立了现代物理学的基础。

1991年苏格兰克莱斯戴尔银行发行100英镑钞票(如图1),就采用了开尔文作为主题,这张钞票相当稀少极具收藏价值,开尔文作为量子物理的预言者更使得这张钞票具有了特殊的意义。

1900年12月14日,在德国物理学会上普朗克公布了其推算得来的普朗克黑体公式,普朗克在解释黑体辐射问题时首次引入了量子化的概念,世界的连续性被打破了,因此这一天被视为量子力学诞生的日子。

在随后的1905年爱因斯坦采用光子理论成功的解释了光电效应,并因此获得了诺贝尔奖。爱因斯坦是量子物理史上的偶像科学家,他虽然是量子力学的奠基之一,却不愿意承认量子概率解

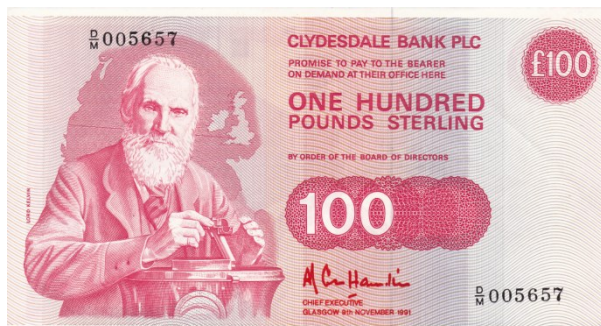


图1 1991年苏格兰克莱斯戴尔银行发行的100英镑

释,他与玻尔关于量子物理的世纪辩论成为量子物理的发展史上的一段传奇。爱因斯坦是犹太人,他是犹太人的骄傲,以色列甚至曾想利用爱因斯坦的影响力邀请他担任以色列总理。目前世界上唯一的一张以爱因斯坦为主题的钞票就是1968年以色列发行的5以色列镑(如图2)。这张钞票的背面为以色列特拉维夫附近的Nahal Sorek原子能反应堆(索雷克核研究中心),我想这可能是为了纪念爱因斯坦所提出的质能方程。



图2 1968年以色列发行的5以色列镑

2. 钞票上神秘的符号

钞票的印制非常精密,设计者往往会在钞票中隐藏与主题相关的丰富信息,一些信息甚至蕴含着极其深刻的物理思想,这也是收藏和研究科学家钞票的乐趣之一。

1983年奥地利发行1000先令上的人物主题为波动力学的提出者薛定谔(如图3),任何学过量子物理的人都肯定记得以他的名字命名的方程,薛定谔方程在量子物理中的地位可以与经典力学中牛顿定律相媲美。

这张钞票是科学家主题钞票中艺术价值最高



图3 1983年奥地利发行的1000先令

的一张,他的作者为雕刻大师尼菲,蓝紫色的色调不禁让人想起了蓝色多瑙河那流淌着的优美曲调,衬托了薛定谔这位浪漫伟大的科学家的精神品格。这张钞票的背面是薛定谔供职过的维也纳大学,雕刻也是异常精美。

在这张钞票的正面有一个神秘的图形符号(如图4),这个符号看上去很像海神波赛东所使用的三叉,学过量子物理的人看到这个符号都能一眼认出是薛定谔方程中表示波函数的符号 ψ ,正是这个符号揭示了我们物质世界的概率特性。有趣的是薛定谔方程提出后薛定谔自己对于方程中 ψ 的物理含义都非常困惑,直到1927年波恩给出了波函数的概率解释,人们才认识到 ψ 代表概率波而不是实体波。设计者将这一符号巧妙的隐藏到钞票上面,以此向薛定谔的最伟大科学贡献致敬。

3. 量子力学的旗手

量子物理发展史上的另一位旗手级的人物是丹麦物理学家玻尔,玻尔创立了量子物理史上著名的哥本哈根学派,直到现在量子物理的哥本哈根解释也还是被大多数物理学家所接受的正统解释。1997年丹麦发行的500克朗钞票就是以玻尔为主题(如图5)。

丹麦的钞票设计风格看似简洁,但却在细节处显出匠心,这张钞票的正面和背面都大面积采用阴阳太极图为纹饰(如图6),太极图出自中国文化,在西方国家的货币中出现太极图是很罕见的,但这恰恰显示出了这张钞票设计者的良苦用心。太极图在中国文化中代表阴阳的和合,它代表了一个事物



图4 波函数符号



图5 1997年丹麦发行的500 克朗

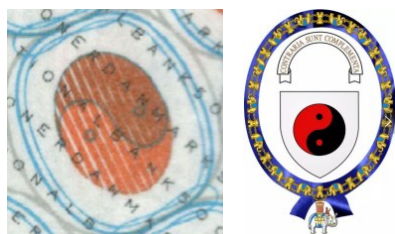


图6 500 克朗上的太极图与玻尔的族徽

正反两面之间的哲学关系。玻尔痴迷于中国的文化,玻尔曾在1937年访问过中国,与中国的物理学家进行了广泛的接触。玻尔应该是在那时接触到了中国道家的太极图,太极图的阴阳哲学与玻尔的互补原理含义相似。互补原理是玻尔于1927年提出的一个基本原理,认为微观粒子具有波粒二象性,波动性和粒子性是其性质两个方面。玻尔的互补原理,波恩的波函数概率解释和海森堡的测不准关系构成了量子物理的哥本哈根解释的基础。1947年丹麦国王封他为“骑象勋爵”,按惯例同时要授予他以镌刻家族族徽的徽章,玻尔采用太极图案亲自设计了这枚徽章,并用拉丁文写下“*Contraria Sunt Complementa*”(对立即互补)表明自己的科学观点。无独有偶在中国科学院高能物理研究所内有一座由李政道先生创意的名为“物之道”的雕塑也采用了太极图案。

玻尔对于量子力学最便要的贡献在于提出了量子化的原子结构模型。对于原子的认识最早始于古希腊的德谟克里特,他被认为是现代原子论的鼻祖。德谟克里特认为世界是由一种不能被分割的原子构成,原子之外是完全的虚空,原子在不断运动中,原子相互组合成为了各种物质。

1955年希腊发行的20德拉克马(如图7)和1967



图7 1955年希腊发行的20德拉克马

年希腊发行的100德拉克马(如图8)都是以古希腊哲学家、原子论的提出者德谟克里特为主题。其中现代原子行星模型还出现在了1967年希腊发行的100德拉克马正面的右边。

2300多年后出生于新西兰的物理学卢瑟福通过 α 粒子散射实验,无可辩驳的论证了原子的行星模型,从而一举把原子结构的研究引上了正确的轨道,于是他被誉为原子核物理学之父。卢瑟福的原子模型为玻尔提出量子化的原子模型奠定了基础。卢瑟福的形象出现在了1992年新西兰发行的100元钞票上(如图9),这是新西兰最大面额的钞票,足见其在新西兰人心中的地位。

卢瑟福的原子行星模型虽然可以成功的解释 α 粒子的散射现象,但围绕原子核高速运动的电子由于具有加速度,按电磁理论电子会向外辐射能量并



图8 1967年希腊发行的100德拉克马



图9 1992年新西兰发行的100元

快速向原子核坠落,这说明原子行星模型与电磁理论是不相融的。这一矛盾直到玻尔提出量子化的氢原子模型才得以解决,从此对于原子的研究才正式进入量子时代。

在丹麦1997年发行的500克朗钞票的正面还有一处惊喜,就是玻尔提出的氢原子结构模型示意图(如图10)也被钞票设计师融入进了设计元素。玻尔的原子理论第一次将量子观念引入原子领域,提出了定态和跃迁的概念,人类对于原子的认识正式进入了量子时代。

玻尔的原子结构理论认为电子只能在一些特定的轨道上绕原子核作圆周运动,电子在这些可能的轨道上运动时不发射也不吸收能量,只有当电子从一个轨道跃迁到另一个轨道时原子才发射或吸收能量。



图10 丹麦500克朗上的玻尔氢原子模型

4. 量子物理史上的最强音

如果把量子物理的发展过程比作一首时代乐曲,那这首乐曲的高潮就出现在1927年布鲁塞尔召开的第五届索尔维会议。这次会议聚集了当时最为著名的物理学家,这次会议的合影一直以来被大家津津乐道,被称为当时世界最强大脑的集合。同时这张照片也创造了世界货币史上的记录,在这张照片中爱因斯坦、薛定谔、玻尔和居里夫人都出现在了不同国家的钞票上(如图11),从而使第五届索尔维会议的合影成为了世界上出现在钞票中人数最多的合影照片。其中居里夫人的形象还同时出现在了法国和波兰两个国家的钞票上,2011年波兰还专门发行了一张纪念居里夫人获得诺贝尔奖100周年纪念钞。

世界上可以与第五届索尔维会议合影相提并论的“合影”只有文艺复兴三杰之一拉菲尔为梵蒂冈所画的《雅典学院》,但这是一张虚构的“合

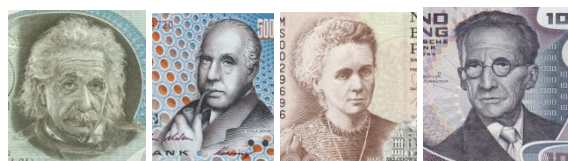


图11 第五届索尔维会议上的物理学家

影”,中心是柏拉图和亚里士多德师生,同时毕达哥拉斯、阿基米德、托勒密、伊壁鸠鲁、赫拉克利特等57位不同时期学者通过拉菲尔丰富的想像力同时被刻画在了这幅画上,或沉思、或聆听,整个画面充满了浓厚的学术氛围和自由的气氛。

意大利1997年发行的最大面额500000里拉钞票就是《雅典学院》主题(如图12)。这张钞票是意大利钞票印刷水平的巅峰之作,其雕刻作者为意大利著名的钞票雕刻大师乔尼尼。《雅典学院》描绘了古希腊黄金时代群贤毕至,贤者盛宴的情景,通过拱门和台阶烘托那些大哲的高大,好似万仞宫墙只可仰观。



图12 意大利1997年发行的500000里拉

5. 结语

科学精神发源于欧洲的古希腊,工业革命也起源于欧洲的英国,这使欧洲在近代成为了世界科学的中心,因此欧洲国家经常采用科学家作为钞票的主题。但随着欧洲货币的统一,欧洲各国大都采用风格沉闷、单调的欧元作为流通货币,从前风格多样、设计精美、各具特色的欧洲货币大多已退出流通,成为了历史。因此针对物理学家钞票的收藏和研究成为了一个非常有趣的活动,对于培养青少年的科学素养、传递科学精神、提高学习物理知识的兴趣都具有良好的作用。