

大数假说与物质层次结构

闫正一 王培伟 金士美

1937年, 诺贝尔奖获得者, 英国物理学家狄拉克在《自然》杂志的139卷323页上发表了《大数假说及其后果》的论文, 提出了著名的“大数假说”。

宇宙中存在着两个数量级相等的神秘大数, 一个大数是氢原子中静电力和万有引力之比: $e^2 / G m_p m_e = 2.3 \times 10^{39}$, e 是电子或质子的电量, G 是万有引力常量, m_e 、 m_p 分别是电子和质子的质量。另一个大数是根据大爆炸宇宙模型, 以原子单位来量度的宇宙年龄 $t = 7 \times 10^{25}$ s, 这两个貌似毫不相干的大数, 分别来自一个小世界和一个大世界, 却有着相同的数量级。狄拉克不认为这仅仅是一种巧合, 他说: “这样两个大数如此接近, 在自然界一定有某种基本的原因, 我们目前不知道这个原因, 也不能去猜测它。但当有了关于原子论和宇宙学的更多的资料时, 就会解释它。”他进一步据此提出了“大数假说”——“自然界中出现的没有量纲的非常大的数是彼此相关的。”

我们试分析一下“大数”背后的秘密。依据现在能够证实的科学观测, 宇宙的年龄 $t_u = 100$ 亿年 = $1 \times 10^{10} \times 365 \times 24 \times 3600$ 秒 = 3×10^{17} 秒, 光通过原子核的时间,

$$t_p = \frac{1 \times 10^{-14} \text{米}}{3 \times 10^8 \text{米/秒}} = \frac{1}{3} \times 10^{-22} \text{秒}$$
$$\frac{t_u}{t_p} = \frac{3 \times 10^{17} \text{秒}}{\frac{1}{3} \times 10^{-22} \text{秒}} = 9 \times 10^{39}$$

进一步分析, 即约为13个 10^3 之积。另根据宇宙大爆炸理论, 宇宙大小 $D \approx 200$ 亿光年 = 1×10^{26} 米。

现在, 我们来观察自然界物质层次结构与以上数据之间的关系。按下列方式划分物质层次结构, 并按各层次代表物质(即标志性物质)的直径尺度由大到小排列: 原子核(约 1×10^{-14} m) — 原子分子(小分子)(约 5×10^{-11} m) — 纳米粒子(约 5×10^{-8} m) — 细胞(约 5×10^{-5} m) — 脑垂体(约 3×10^{-3} m) — 人(约 1.7×10^0 m) — 小行星(约 5×10^4 m) — 地球(约 1.3×10^7 m) — 太阳(约 1.4×10^9 m) — 太阳系(约 1.2×10^{13} m) — 星团(约 1×10^{17} m) — 银河系(约 1×10^{21} m) — 星系(约 1×10^{23} m) — 宇宙(约 1×10^{26} m)。

据此, 从原子核的小世界到目前已知的宇宙大世界, 融合无机界与有机生物界于一体, 在此范围内, 自然界应存在13个具有突出标志的主要结构层次, 并且每相邻两个层次物质的直径之比平均约为 10^3 , 这与狄拉克“大数假说”中的大数 $7 \times (10^3)^{13}$ 非常

GPS 载体信息管理系统的组合相当灵活。根据需要, 可大可小。基地指挥中心监控台可以是一个, 也可以是多个组网; 可以是移动的, 也可以是固定的, 甚至还可以由固定和移动的指挥中心监控台组合组网。在通常情况下, 一个基地指挥中心管理系统可以管理几百个运动的GPS接收机载体。其管理范围视通讯设备能力而定, 可达50~500千米。

全球卫星定位系统在公安工作中有着广泛的应用前景, 它对指挥疏导交通, 预防、打击犯罪和维护社会治安具有重大作用。它可以将跟踪定位、报警、监控、指挥调度系统融为一体, 形成现代化、动态化的公安通信指挥系统, 提高公安部门快速反应和协同作战能力, 提高公安队伍的战斗力。

我国个别省市公安部门已采用GPS技术装备了定位追踪报警指挥系统和部分巡逻警车, 建立了

警用移动目标卫星定位指挥系统, 初步显示了GPS技术的先进性和作用。在金融保卫部门, 大都建立了运钞车等运动目标和金库等固定目标的卫星定位跟踪监控系统, 提高了处理突发事件的快速反应能力, 有些车辆经营管理部门也采用GPS技术定位导航、监控、指挥、调度车辆, 有效地提高了防劫防盗能力和运营效率。

小范围局部性的GPS定位报警系统还难以充分发挥GPS技术的威力和效益。应当建立一个实用有效大范围的集跟踪定位、监控、报警、调度、指挥于一体的网络系统, 才能充分发挥全球卫星定位导航系统的潜在作用, 这样的网络系统是一个技术复杂, 投资巨大涉及面广、又需要统一规划、协调、指挥和管理维护的系统工程。

(湖南岳阳市鹰山中学 414000)

A- B 效应及其物理诠释

王长荣

两个值得思考的问题

经典电磁理论中,描述电磁场和带电粒子运动的麦克斯韦方程和洛伦兹力公式都是用场强来表述的,基本物理量是电场强度 E 和磁感应强度 B 。它们满足规范变换不变性,具有真实的物理意义,是客观实在的直接可观测量。引入矢势 A 和标势 φ 只为数学上的方便,而不具有真实的物理意义,它们只是作为描述场的辅助量,并不具有直接的可观测效应,这是经典理论所决定的。但是在量子力学中,直接进入基本方程的是势,那么 A 和 φ 是否存在具有物理意义的可观测量呢?此外,在量子力学中,根据波函数的统计解释,确定体系的状态只能准确到一个相因子,即当 α 为实数时, $\psi(r, t)$ 与 $e^{i\alpha} \psi(r, t)$ 描述体系的同一状态,那么波函数中的相位是否无关紧要?1959年,阿哈伦诺夫(Y. Aharonov)和博姆(D. Bohm)对这两个令人困惑的问题作出了理论解释,提出了以他们的名字命名的 A- B 效应。

A- B 效应

A- B 效应是一种很奇异的量子效应。它表明,对于由量子力学所描述的微观世界而言,在某些电磁过程中,具有局域性质的电磁场强 E 、 B 所提供的信息不足。它们已经不能有效地描述带电粒子的量子行为,而势 (A 、 φ) 虽然能描述全部微观电磁现象,但由于它们是规范变换可变的,因而它们却又提供了过多的信息,就是说,也包含了一部分没有用处的非物理的信息。所以只有在规范条件约束下的势才能保证既能描述全部电磁现象,又很少(并非完全没有!)提供多余的非物理信息。在对这些条件作出全面的分析后,阿哈伦诺夫和博姆断言:在量子力学中,直接进入基本方程的是势,而不是场强,电磁势有直接可观测量物理效应,是实实在在的物理量;在没有场强而只有电磁势作用的情况下,由于相位的变化仍能导致干涉条纹的移动,微观电磁现象正是不可积相因子的规范不变的表现,这就是 A- B 效

一致。就是说,是 10^3 这个可公度性的物理常数把微观世界的粒子和宏观世界的宇宙紧密地联系在一起,使最小和最大的世界和谐地井然有序地运行。

人们通过细致的计算还可以发现:宇宙总质量与质子质量之比约为 1.2×10^{78} ,恰为 10^{39} 的平方;行星大小正好是宇宙大小与原子大小的几何平均值;人的质量恰巧是行星质量与质子质量的几何平均值;宇宙的大尺度和中子星的尺度之比十分接近宇宙中所包含的粒子总数和恒星内部所包含的中子数之比;标志恒星演化结局的两个重要质量极限,即钱德拉塞卡质量和奥本海默质量竟是由基本粒子的物理常数所确定的。宇宙中光子和重子数之比亦与 10^{39} 有关等。种种数据表明宇宙中各个层次结构之间存在着十分和谐的内在关系。物质具有一定的层次结构,是因为物质的存在及运动需要一定的空间和一个量变到质变的时空区域,需要较之稳定的电磁引力维系它们,也只是一组特殊物理常数的存在,宇宙才有可能演化出生命和智能,才能使宇宙在特定层次和特定时刻“组合”了人类。并时

时刻刻对人类施加影响。

物质各层次间除具有 10^3 数量级的相关性,同时各个层次还应有其自己的运动规律。例如,依据目前已确认的科学事实,原子核与电子通过电磁相互作用而结合成原子,若干原子通过电磁相互作用而结合成分子,这两个层次的规律性由原子物理、量子化学研究;卫星、小行星的物质层次由经典物理学和经典化学来研究;星系、星系团的规律由相对论星系动力学和宇宙学研究;生物大分子所构成的细胞是生命体的形态结构和生命活动的基本单位,其规律性由分子生物学、细胞学研究;个体、生物群落及其生活的无机环境构成生物圈,其规律性主要由个体生物学、生态学和环境科学等研究。

总之,物质层次结构间 10^3 数量级关系,把一个统一、完整、和谐、有序的宇宙展示在我们面前,让我们看到的是美丽、博大、神秘的世界。

(闫正一、王培伟,山东省枣庄市第二中学 277400; 金士美,山东枣庄市泥沟镇教委 277400)