



# 站在新世纪的门槛上谈物理学

杨建平 易金桥

(湖北民族学院物理系 445000)

物理学是一门研究自然界物质运动变化规律的科学。在过去的 2000 多年里,物理学不仅带动了数学、化学、医学、生物学等自然科学的发展,而对哲学、社会学和经济学也产生了极其深远的影响。物理学的每一次大发展都引起了一场新技术革命,每一次技术革命都产生了一场社会大变革,使人类文明得到一次飞跃性的进步。因此,我们通常将物理学喻为社会前进的原动力。尤其是在过去的几个世纪里,物理学得到了空前的发展,它给我们留下了辉煌的成就,也给我们留下了疑问与思考。那么,在新的世纪里,物理学又将面临怎样的机遇和挑战呢?

## 一、回顾 20 世纪的物理学

### 1. 概论

站在 21 世纪的门槛上,人们不禁发出了这样一句感叹:20 世纪是一个电子信息技术世纪。不错,自从 1947 年第一只晶体管问世以来,电子技术的发展速度呈指数倍数递增,这正是物理科学与物理技术发挥效力的结果。江泽民同志曾说,如果没有量子理论就不会有微电子技术,如果没有相对论就不会有原子弹,不会有核电站。可见,20 世纪在电子技术和核能控制技术上取得的突飞猛进的发展,正是因为有量子理论和相对论两大科学体系的建立。

### 2. 20 世纪物理理论的发展

从 1895 年到 1942 年,物理学家做出了许多常人意想不到的工作,并涌现出了一大批杰出的科学家,他们将毕生的精力和心血都献给了伟大的科学事业。

20 世纪的第一年,伟大的物理学家伦琴因在 1895 年发现了 X 射线而获得了首届诺贝尔物理学奖,X 射线是人类发现的第一种“穿透性射线”,它能穿透普通光线不能穿透的某些材料,这为医学的发展起到了积极推动作用。在 1910 年,亨利·布拉格和劳伦斯·布拉格父子又用 X 射线研究了晶体结构,并推导出著名的布拉格方程  $n\lambda = 2d\sin\alpha$ ;同时,

巴克拉发现了元素的次级 X 射线的标志谱,对建立现代原子结构概念奠定了坚实的基础;随后,劳厄又于 1912 年发现了 X 射线在晶体中的衍射现象。自从 X 射线在晶体中衍射的发现提供了测量 X 射线波长的方法后,对 K 系列和 L 系列进行了进一步研究,得到了有关原子结构的极其重要的结果——是原子的核电荷而不是原子量决定该原子在元素周期表中的位置。显然,这一发现使得人类在微观领域上的研究又迈进了一大步。

如果说是 X 射线的发现敲开了物质微观世界的大门,那么第一个登堂入室的科学家则是马克斯·普朗克。他在 1900 年发现了基本量子,提出了能量的量子化的假设,并解释了黑体辐射的经验定律;第二位继承与发展普朗克量子理论的物理学家是玻尔,他提出了量子化的原子结构模型,这一模型的建立为揭示元素周期表的奥秘铺就了一条光明道路,进一步论证了物理与化学是建立在同一理论基础之上的自然科学。1925 年和 1926 年,海森伯创立的矩阵力学和薛定谔创立的波动力学成了量子力学的“双胞胎”,从而在理论上进一步完善了量子物理学。后来,又有玻恩、汤斯和费恩曼等科学家对量子理论做了进一步的完善。

形象说来,物理学的发展是以直线上的一点为起点,同时向两个方向延伸。人类在 20 世纪的百年中,从物质的分子、原子层,经过原子核和强子层,到达了夸克、轻子、胶子层。可以毫不夸张地说,物理学在微观世界已经达到了一个不可想象的深度,而在宏观领域中,物理学的发展情况又是怎样呢?

首先是天才的物理学家爱因斯坦在 1905 年提出了狭义相对论,指出时间和空间是相对的,在惯性系统中,空间长度、时间快慢和质量大小都随物体运动速度的变化而变化;1915 年,爱因斯坦又提出了他的引力理论——广义相对论。众所周知,现代宇宙学是从经典天文学的基础上发展起来的,它的形成标志是伽莫夫建立的“大爆炸”理论。科学家们已

现代物理知识

在该理论上建立了一套完整的“宇宙运动说”和“宇宙起源说”，但由于技术和材料等方面的局限，一直未能从实验室中直接观察到相应的物理现象。但从1967年开始，马丁·赖尔和安东尼·休伊什开始用射电天文望远镜对宇宙进行有的放矢的实验研究，使天体物理学经过了20多年的沉默之后，由理论研究转入了实验研究，开创了宏观物理学研究的新局面。与此同时，彭齐亚斯和威尔逊发现了宇宙微波背景辐射；钱得拉塞卡研究了恒星结构和演化过程，并准确地预言了白矮星的结构和变化；美国的物理学家赫耳塞和泰勒发现了脉冲双星，从而为有关引力的研究提供了新的实验机会。到了20世纪90年代，大型哈勃空间望远镜(HST)被送到离地600千米的轨道，于1995年4月1日拍摄了离地球7000光年的巨鹰星云，又于1998年5月拍摄了距地球1000万光年的半人马座A射电源中央的一个巨大黑洞，这些资料都是现代宇宙理论的有力依据。

自从道尔顿创立原子论以来，在19世纪后半期得到了很大的发展。20世纪初，爱因斯坦发现了相对论，并利用动量守恒定理，推出了著名的质能方程： $E = mc^2$ 。这个方程告诉我们核反应中的质量亏损与获得的核能之间的定量关系。1942年，这一理论由费米领导组建的第一个核反应堆实现了链式反应的实验给出了充分的证明，核反应技术后来被广泛应用于核能发电中，为解决人类的能源问题提供了一条新途径。

由此可见，20世纪的物理学在微观和宏观领域中都迈进了一大步。同时，物理学的发展也促进了化学、医学、生物学的发展。所以说，20世纪的物理理论所取得的辉煌成就不仅是物理学飞速发展的标志，也是一切自然科学不断前进的象征。

### 3. 20世纪物理技术的发展

科学与技术像一对孪生姐妹，她们相互依存，互相促进，共同发展。虽然从1895年到1942年的半个世纪几乎都是科学发展的阶段，但技术也并没有裹足不前。例如，1901年，马可尼和布劳恩发明了无线电报，使人类走进了无线电通讯的新时代；1927年，威尔逊发明了威尔逊云室，为研究带电粒子的径迹提供了实验基础；1939年，劳伦斯发明了回旋加速器，实现了人类用实验研究物质微观结构的梦想；1942年，费米领导组建了第一个核反应堆，实现了人工控制核能的伟大构想。

20世纪后半期，物理学在技术上的应用主要表

现在两个方面，第一是激光，第二是微电子。激光是20世纪50年代才发展起来的一门技术，它的理论基础是1860年麦克斯韦创建的电磁理论和1900年普朗克提出的量子假说。这一技术成熟的标志是1960年美国研制成功的第一台激光器——红宝石激光器。随着激光技术的更新和完善，激光在天文、航天、医疗、国防、工业、通讯等领域中得到了广泛应用。例如，激光制导、激光雷达、激光准直、激光测距、激光切割、激光诊疗、激光手术、激光通讯、激光扫描、激光冷却等。并且激光产品也随着激光技术的成熟逐渐走进了千家万户，大到现代家庭的激光唱机，小到孩子们的激光玩具。可见激光已在我们的生产生活中占据了相当重要的位置，进一步完善激光技术将有助于提高人们的生活质量和生产效率。

另外一种功不可没的技术就是电子信息技术。曾有人开玩笑说，科学家们在创建量子理论时怎么也不会想到会有一个名字叫做计算机的东西来“统治”20世纪的后半期。自从第一支电子管问世以来，科学家就开始探索用机器来完成复杂数学计算的方法。1946年，人类第一台计算机诞生了，它由18000多个真空管构成，重达30多吨。这一伟大发明使人类用机器完成复杂数学计算的愿望不再是一个梦想。第二年，人类制造出了第一支晶体管，于是产生了第二代计算机；60年代初，集成电路问世，出现了第三代计算机——集成电路计算机，70年代初，出现了大规模集成电路，产生了第四代计算机……随着科学的发展，计算机芯片上的集成度每10年要增加1000倍，即芯片单位面积上的晶体管数目呈指数倍数上升。到上世纪末为止，晶体管的大小达到了0.1微米(即100纳米)的数量级。特别是网络通讯技术的发展，使得计算机的应用更为广泛。从此，计算机不仅将我们带进了一个美妙的高速空间，更是将我们载入了一个全新的信息时代。

在技术领域里除了上述两种主要技术外，还有新兴的纳米技术、人工智能技术、全自动控制技术、卫星通讯技术、遥感技术、超导技术、空间探测技术、导航技术、航天技术、冶金技术……这些技术的成果都将直接服务于我们的工业、农业、国防和科学等领域。

不言而喻，20世纪物理学的发展使人类由电气时代进入了信息时代。由此可见，社会的发展必须以人类文明的进步为标准，而人类文明则是人类对

大自然百折不挠的探索和对真理永不停止的追求。

## 二、展望 21 世纪物理学的发展前景

### 1. 物理学留给 21 世纪的思考

在 1967 年,萨拉姆和温伯格创立了电磁相互作用和弱相互作用的统一理论,这一理论使人们想到了能否将自然界仅有的 4 种力(因为对是否存在第五种力还有争议)统一的问题。并且这 4 种力中已有两种力得到了统一,只剩下万有引力和强相互作用力与另外两种力的关系还不清楚。在没有充分的理由否定“统一场论”的可行性之前,科学家不会放弃研究这一让人深信不疑的课题。关于宇宙的起源,是人类最为关心、也是研究时间最长的课题之一。在 20 世纪 40 年代,伽莫夫建立了“大爆炸”的宇宙起源说,现在的研究结果表明,“大爆炸”理论对解释宇宙的起源和运动完全“合情合理”,但是,宇宙起源的真相果真就是这样吗,宇宙的未来又是怎样呢。1956 年,李政道和杨振宁提出:宇称对称性在弱相互作用下是破缺的,打破了人们一贯认为的运动中对称性是守恒的基本规律,1964 年又发现宇称和电荷共轭联合对称性也是破缺的,那么,对称性破缺的实质到底是什么呢?科学家们已成功地建立起了夸克模型理论,但是在实验室里还没有找到自由的夸克粒子,人们普遍认为夸克囚禁是由量子色动力学的物理真空性质造成的,要科学地解释真空的本质,还必须先解释夸克“囚禁”之谜。1930 年,英国物理学家狄拉克创立了狄拉克方程,并且预言了正电子的存在。安德森在宇宙射线中发现了正电子,这是人类发现的第一个反粒子;1955 年,塞格雷张伯伦发现了反质子;科学家们又分别于 1956 年和 1959 年发现了反中子和反西格马负超子;并且,欧洲核子研究中心于 1998 年成功地合成了反氢原子。“反物质”的存在已成了一个不容置疑的事实,为了探测宇宙中可能存在的“反物质”,由丁肇中领导的国际科研小组于 1998 将“阿尔法磁谱仪”(AMS)送入太空。由此看来,虽然人类在寻找“反物质”的工作中硕果累累,但探索的道路还遥远而漫长。

在技术领域中,首先是计算机芯片上的元件尺度已达到了 100 纳米的量级。按照摩尔定律,计算机芯片上的晶体管的集成度呈指数函数上升,到了 2010 年,晶体管的尺寸就只有半个分子那么大,原有的技术再也不能满足科学发展的需求了,那时是否会有有一种新的物理效应来解决这一技术上的难

题,我们拭目以待。在航空航天技术上,要实现全人类都遨游太空的梦想,科学家还要克服很多方面的困难。在超导技术上,人类正在为寻找一种能在常温下存在的特殊材料而苦苦搜索。被人们喻为有史以来最困难的物理实验——受控热核聚变实验将在 2008 年点火,要保证这一实验的顺利完成,科学家还要做大量的开创性工作……

可见,20 世纪的物理学不仅给我们留下了辉煌的成就,而且给我们留下了一大堆的棘手问题。19 世纪末,开尔文曾漫不经心地说,“物理学已经可以认为是完成了,下一代物理学家可以做的事情看来不多了,但是,在物理学的晴朗天空的远处,还有两朵令人不安的小小乌云。”然而,正是这两朵叫人“不安”的乌云导致了相对论和量子理论的诞生。我们在迎来 21 世纪的第一线曙光的同时,物理学家也迎来了一长串问号,解决这些科学与技术上的难题而丝毫不改变物理学的原有体系似乎是一件不可能的事情。但历史的经验告诉我们,科学上的疑点并不可怕,可怕的是研究方法上的因循守旧和科学思想上的停滞不前。所以说,21 世纪的物理学家首先要做的事情并不是破解当今存在的科学之谜,而是更新思想、改进方法,打破传统经验的束缚,走一条开创性的科学研究之路。

### 2. 21 世纪物理学家应该做的事情

科学的使命总的来说就是发现生命的奥秘,拯救生命。面对生命的发展和延续问题,物理学家是否也该做点什么呢?

第一,从能源的角度来看,自然界的矿物资源最大限度地满足人类的需求也只能维持 200 年,能否解决两个世纪后的能源供给问题是关系到人类能否继续生存与发展的关键性的问题。并且,为了让科学家的研究成果能服务于人类,首先要解决的也是能源短缺的问题。所以说解决能源供给的矛盾是物理学家不可推卸的责任。

第二是生态平衡的问题。工业的高速发展,导致了水流污染、酸雨连连、土壤沙化、湿地剧减、水土流失等一系列的环境破坏现象,并且洪水、地震、火山等自然灾害也一直困扰着人们。要解决人为或自然的破坏,保持生态平衡,实现人类的永恒发展,物理学家责无旁贷。

第三,人类还没有完全掀开大自然的神秘面纱。经过亿万年的发展与衍变之后,大自然留给人类的疑问并没有完全解决。例如,鸟群为什么能一起飞

现代物理知识

翔,动物身体上的斑图是怎样形成的,植物的花序遵循什么规律,河流为什么会迂回曲折……自然界并不是像我们想象的那样完美,它赋予人类以智慧,同时又要求科学家们发挥他们的聪明才智破解自然之谜。因此在人类为自然的神奇而感叹的时候,我们的物理学家也不得不为自然科学的发展而努力奋斗。

### 3. 21世纪物理学发展的自身要求

事物的变化往往是由低级到高级,由单一到综合,由简单到复杂,由独立到统一。物理学的研究与发展过程也不例外,物理学从研究一个简单的物体(如石头、苹果等)到研究整个宇宙体系和微小的粒子之间的相互关系,完成了对遥远空间的探测和对原子的人工排列,将今天的物理学带入了一个崭新的思想空间。从科学发展的广度上看,物理学已不再是一门单纯的自然科学了。21世纪的自然科学应该是数学、物理、化学、生物、医学等学科互相渗透、共同发展的复合型科学。例如,20世纪中叶曾轰动物理学界的“大爆炸”理论的创始人伽莫夫也是第一个提出脱氧核糖核酸三联体遗传密码的科学家。因此,我们很难区别伽莫夫是一个物理学家还是一个生物学家,但他毫无疑问是一个自然科学家。又如,曾因发现了脱氧核糖核酸双螺旋结构而获得诺贝尔生物学奖的科学家克里克就毕业于物理系,他正是以一个物理学家特殊的思维方式和研究方法发现了基因遗传的奥秘。获得1998年度诺贝尔化学奖的科学家科翰提出了电子密度泛函理论,波珀尔创立了量子化学计算方法,他们的成就不仅对化学的发展起到了积极的推动作用,而且对物理学的发展也产生了极其深远的影响。在颁奖大会上,他们发表公报称:化学不再是纯实验的科学了。而这一理论基础就是玻尔的原子结构理论。众所周知,X射线、核磁共振(NMR)、超声波等研究成果已在医学领域中得到了广泛应用,对推动医学的发展起到了积极作用。可见,自然科学的综合发展在20世纪已初具规模,21世纪的自然科学将沿着这条发展道路继续前进。

科学技术前进的步伐越来越快,要发展物理学单靠其自身的力量已显得有些力不从心。因此,这就需要各门科学互相结合、综合发展。一位物理学家曾说,“今天,很难再从研究的对象来区分什么是物理学,不管什么问题,当物理学家用物理方法来研究它们时,就把它变成了物理问题。”其实,我们在某

种情况下并不需要严格区分一个科学家是哪一学科的科学家,只要他们从事的是科学研究,并用他们的研究成果服务于社会,促进人类的和平与发展,我们就称他们为科学家。或许,这正是未来科学发展的自身要求。

21世纪以前,物理学作为自然科学的领头雁一直走在其他学科之前,对自然科学的发展起到了积极的带头作用。我们相信,21世纪的物理学仍然是自然科学的龙头,它将带领化学、生物、医学等科学共同发展和进步。这就要求我们的物理学家不仅要潜心研究物理理论,还要更新思想,适应多种自然科学大融合的发展趋势。同时,这种新的科学思想体系也对我们高等学校的物理教学提出了新的要求,高校的物理教学应在重基础、广渗透的前提下进行深挖掘,努力培养既有相当综合基础知识,又有一定专业知识深度的新型科研人才,将物理学的思想方法、技术成果广泛服务于人类。

## 小幽默

### 巴姆教授

巴姆教授是个近视眼,总是神不守舍的样子。他总是埋头想着什么或是看点什么,很少注意身外的事。

有一天,风和日丽,他在乡间的一条小路上漫步。像往常一样,一边走一边看书,没走几步,就被书迷住了。这次,他没走多远,就撞在一头结实的母牛身上。他摔倒在地,眼镜也摔丢了。他猜想,准是撞在一位胖妇人身上了。于是,他不敢怠慢,在来不及找到他的眼镜之前,就彬彬有礼地及时致歉:

“请您原谅我的鲁莽,太太。”

可是没有回答。当他找到眼镜戴上后,才看出面前是头牛。

过了一会儿,他又再次忘情地边走边看书,一点也不注意周围的事情。走了不到5分钟,他又再次撞了个跟头,眼镜和书都摔丢了。这次他发怒了,用自己手里的阳伞柄怒气冲冲地拷打着身边的“母牛”。等到他找到眼镜戴上后,才惊讶地发现他第二次又犯了个大错误:此刻,一个胖大的女人正慌不择路地从他身边逃开。

(卞吉 编译)