

## 德布罗意和物质波的诞生\*

肖明 刘明

(湖北教育学院物理系 武汉 430060)

**摘要** 文章从历史的角度出发,记述德布罗意的学术成长道路,侧重考察和较详细地分析他创立物质波理论的光辉历程.

**关键词** 德布罗意,相波,物质波

### DE BROGLIE AND THE BIRTH OF MATTER WAVES

XIAO Ming LIU Ming

(*Department of Physics, Hubei College of Education, Wuhan 430060, China*)

**Abstract** This paper gives an account of de Broglie's early academic life with a detailed analysis of the road that led to the birth of his matter wave.

**Key words** de Broglie, phase wave, matter wave

#### 1 引言

路易斯·德布罗意(Louis de Broglie,1892—1987)是20世纪伟大的理论物理学家之一,1929年诺贝尔物理奖得主.在20年代初,他独创了不朽的物质波理论,在当时尚无实验支持的情况下,大胆地断言所有物质皆具有波粒二象性,从而完成了波和粒子观念的一次伟大综合,为波动力学的建立奠定了基础.

#### 2 背判家道 弃文从理

路易斯·德布罗意1892年8月15日出生在法国塞纳河畔一座名叫迪埃普(Dieppe)的小城镇里.他的祖先最先居住在意大利同法国接壤的皮德蒙特(Piedmontese)高原,是那里的名门望族.自17世纪起,家族一直在军事、政治、外交上替法国国王效劳.1740年,国王路易十四将公爵的头衔赐封给家族的一位前辈,从此,家族的名声就显赫于整个法国.家族史表明其素有擅长护国、治国的传统,并且为法国哺育出了一代又一代的元帅、大臣和大使.德布罗意的父亲维克多·德布罗意(Victor de Broglie)公爵是家族第一位公爵的第七代子孙,也是一位卓越的政治

家,曾担任过法国首相等要职.维克多共有5个子女,长子是莫里斯·德布罗意(Maurice de Broglie),次子即是路易斯·德布罗意.1906年维克多因病去世,这样,比路易斯年长17岁的莫里斯就担负起父亲的责任,关怀并照料着他的生活与教育.从以后的情况来看,父亲的去世或许是德布罗意未来人生道路的一个潜在的转机,因为哥哥自然就成为了他将来所要仿效的榜样.

在中学时期,德布罗意就以杰出的文学才华而引人注目,他那时最感兴趣的学科是历史,莫里斯也十分尊重他的选择.在莫里斯的眼里,小德布罗意一定会在未来的政治或外交生涯中有无量的前途.1909年,德布罗意考入巴黎大学文学院,学习历史,一年以后,年仅18岁的他就获得了历史学位,并因成绩优异而留在文学院任教.至此,德布罗意似乎承袭了他家祖传的从政、从文的传统,并初步显示出他日后或是成为一名历史学家或是成为一名政治家的锦绣前程.然而,也就是在这个时期,一场弃文从理的转折已在他心中酝酿.经历一番激烈的思想斗争之后,德布罗意毅然背判家道,推脱了指定他去研究法国历史的任务,决定尾随哥哥莫里斯去学习物理.

\* 2001-04-18收到初稿,2001-06-11修回

在1909—1910年期间,当德布罗意还在学习历史的时候,他就拜读了彭加勒的名著《科学的价值》和《科学与假设》,著作中所论述的物理学问题以及物理学的哲学问题开始吸引他,使他对物理学产生了兴趣.这个兴趣不久就浓厚到令其不能自拔的地步.德布罗意曾说,“是哲学、归纳法和彭加勒的著作”把他引到科学的征途上<sup>[1]</sup>.

在同一时期,莫里斯的一举一动开始对德布罗意发生影响,并促使他坚定了学习物理学的决心.早年毕业于马赛大学的莫里斯,1908年从海军中退役下来,此后他一边在法国著名物理学家朗之万(Paul Langevin)的指导下攻读博士学位,一边在自己的私人实验室里从事他酷爱的物理学实验研究.从德布罗意的中学时期到他在大学学习历史的初期,莫里斯并没有试图去影响他的学习,也不曾想把他的志趣强加给弟弟.然而,当弟弟对物理有了兴趣之后,情况就不大相同了.莫里斯不仅以他渊博的物理知识去指导弟弟学习物理理论,而且还凭借他丰富的实验经验去帮助弟弟提高物理实验技能.

特别要提到一件事情,它对德布罗意坚定学习物理学的决心起着至关重要的作用.1911年秋,首届索尔维(Solvay)会议在布鲁塞尔召开,莫里斯是这次世界著名科学家盛会的秘书之一.该会的议题是“辐射理论和量子”,普朗克、爱因斯坦等一批世界级的物理学大师在会上作了精彩的报告,并进行了热烈的讨论.会后,莫里斯协助朗之万把这些报告和讨论编辑成册,用法文出版.德布罗意得天独厚地享读了这些报告和讨论记录,特别是普朗克和爱因斯坦分别作的关于黑体辐射、固体比热的研究报告给他留下了难以忘怀的印象.40多年后,德布罗意仍念念不忘地谈及这一点:“我在血气方刚的岁月里,非常热衷于那些曾被讨论的问题,决心尽我毕生精力去解开迷人的量子之谜.这量子之谜早在那10年之前就被普朗克引入到理论物理学中,然而,它的深刻内涵还没有被掌握”<sup>[2]</sup>.

1911年底,德布罗意终于下定决心,转入到巴黎大学科学学院学习物理.在学习过程中,他主要是通过钻研新近的物理学经典著作来提高他的专业水平的.他自学了彭加勒、洛伦兹、朗之万、玻尔兹曼和吉布斯的经典名著,研究了普朗克和爱因斯坦关于量子理论和相对论的论文.这种学习方式使他受益匪浅,不但既利于他掌握近代物理学的精髓,而且便于他看清物理学未来的发展方向.

仅仅用了两年的时间,德布罗意于1913年就取

得了科学学位.当他欲在物理学的王国展翅高飞的时候,令人遗憾的中断发生了.这一年,他遵照法国的法律应征入伍,被分配到无线电部门工作.不久,第一次世界大战爆发了,他不得不长时间地滞留在部队里,直到1919年为止.这样,他的物理学的理想与思考就不以他个人意志为转移地暂时中断了6年.在大战期间,法国的军用无线电事业发展很快,德布罗意兄弟都卷入到促使该事业发展的技术研究中.尽管他们取得了不错的成绩,但德布罗意本人却并不为之欢欣鼓舞,他依然留恋他钟爱的物理.莫里斯对此曾回忆道:“我弟弟懊悔于他思考(关于量子理论和相对论的基本问题)的打断,他后来抱怨他的原动力曾被摧毁,而且花了几年的时候才恢复过来.”(参阅文献[2]第528页).

### 3 倾心于理论物理研究 探求 X射线本质

第一次世界大战结束后,德布罗意从军队中退役下来,并立刻投身于物理学研究之中.在1920—1924年期间,他主要跟随朗之万攻读理论物理学博士学位,此外还抽出部分时间到哥哥的实验室从事X射线实验研究.

就法国当时的学术环境和条件来讲,学习理论物理并非是一个上策.虽法国当时拥有像居里夫人、朗之万、M.布里渊(M.Brillouin)和J.佩兰(J.Perrin)等许多物理学大师,但从事理论物理学研究的却并不多,有深厚造诣的就更可谓是凤毛麟角了.尤其糟糕的是,法国物理界当时对理论物理并不太重视,研究理论的空气不浓厚;对正处于蓬勃发展的量子理论,多数物理学家要么是不太感兴趣,要么就是不加怀疑地接收过来并加以应用,很少有人去深入地研究与发展它.

尽管处在这样的学术环境和条件,德布罗意主攻理论物理学的决心却没有动摇.他对于它既踌躇满志而又有自知之明,自度“具有纯理论家的气质远甚于实验家或工程师的气质……”<sup>[3]</sup>.他还在为他早就迷恋的物理学中的那些问题所牵引.在以后的诺贝尔演讲中,他指出:“当我在1920年重新开始我的研究时,……是物质结构和辐射机理的奥秘把我吸引到理论物理学中来”<sup>[4]</sup>.

尽管存在着一些不利的因素,但德布罗意学习、研究理论物理学的进程也没有受到明显的阻碍.他所走的道路是独特的,既通过阅读国外文献的方式去掌握新近发展起来的玻尔-索末菲原子结构理

论,又立足于本国,从本国的理论研究成果中吸取营养,使自身的理论素养不断地得到丰富与提高.从他的物质波理论形成的渊源来看,本国物理学家朗之万、M. 布里渊、L. 布里渊(L. Brillouin)和莫里斯所起的推动作用是不可忽视的.

无论是效仿哥哥也好,还是自己抉择也好,德布罗意选择师从朗之万的决策可谓是很明智的.朗之万是法国物理学界中对理论物理发展最关心的人,也是首屈一指的权威.早在那时的10年之前,他就曾对相对论和量子理论的发展作出过重大的贡献,自那以后,他虽在那些领域很少发表研究论文,但他却仍在思考那些问题,并常以演讲或授课的方式阐述他的思考结晶.在法国他不愧为是一位杰出的物理学新思想的普及者和评论者,后来的事实表明,他的影响终于在以德布罗意为代表的后起之秀身上开花结果.

在法兰西学院,德布罗意选修了朗之万讲授的原子论、相对论、电子论高级理论课程.特别是在相对论课程中,朗之万对时间概念的分析给他留下了深刻的印象.实际上,德布罗意之所以能创立物质波理论,其关键在于他把相对论和量子论结合起来.正如他在1960年出版的一本书中写道:“时钟频率的相对变化与波频率的差异是基本的,它强烈地吸引着我的注意力,且对这个差异的思考决定了我研究的整个方向”<sup>[5]</sup>.

M. 布里渊是老一辈的物理学家之一,他曾是朗之万和J. 佩兰的老师.曾在1919—1922年期间,为了进一步探讨玻尔的原子理论,他在法国科学刊物上发表了3篇论文.他认为:必须替玻尔原子理论中的定态概念以及定态中引进的一系列整数找到一个使人可以接受的物理解释.为此,他假设在原子中存在一种“以太”层,在其中运动的电子将激起一系列的振动波,而这些波因相互干涉就导致环形驻波的产生.于是,这些驻波就对应着玻尔的定态;驻波中的整数就对应于玻尔定态中的整数.M. 布里渊的这个理论因借助于当时已被物理学界摒弃的“以太”介质,故使得绝大多数的物理学家们难以接受.然而,他首次将定态与驻波联系起来,将粒子和粒子所产生的波放在一起研究,这些物理思想是宝贵的,并给德布罗意以有益的启迪.德布罗意收到了M. 布里渊寄给他的这些论文,且毫无疑问地熟悉其内容.在1927年召开的第五届索尔维会议上,他称M. 布里渊是“波动力学的真正先驱”,这里除了表示对他尊敬之外,还饱含有对他宝贵的物理思想的首肯.

L. 布里渊是M. 布里渊的儿子,也是朗之万的学生之一,只不过比德布罗意早4年获得博士学位.他的研究课题一直是量子理论,并且在此领域有较深的造诣.德布罗意常去向他求教.1922年,L. 布里渊出版了一本综述量子理论发展状况的著作,在其中他特别强调了以下两点:(1)电磁波的相速和群速不相同;(2)给原子理论中的玻尔公设提供一个解释的必要性.他所强调的这两点对德布罗意的未来的研究起着重要的作用<sup>[6]</sup>.

曾在第一次世界大战期间,德布罗意就同哥哥莫里斯一道参与了军用无线电的技术研究工作,掌握较强的物理实验技能.也是在这一时期,莫里斯受W. H. 布拉格(W. H. Bragg)的影响,将其私人实验室的主攻方向定在X射线的实验研究上.在战争末期,莫里斯因关于X射线的卓越实验研究业绩而蜚声物理学界.大战结束后,德布罗意经常抽出部分时间到哥哥的实验室从事X射线的研究.在X射线的实验研究方面德布罗意发表了一系列研究报告,为他在法国物理界赢得了一点名声.但更有意义的东西却在于,他和哥哥通过实验得出的不可避免的结论:X射线既是波又是粒子,即X射线具有波粒双重本质.

X射线所表现出的双重本质深深地地震动了德布罗意兄弟俩.为此他们进行了长期热烈的讨论.作为实验物理学家的莫里斯认为:X射线应当是波和粒子的一种“组合”(combination).但具有理论家气质的德布罗意认为哥哥的观点并不准确也不具体.他在回忆他们的讨论时说:“我哥哥认为X射线是波和粒子的一种组合,但是,作为一个非理论家,他对它没有特别清楚的认识.”(参阅文献[5]第240页)“同我哥哥进行的这些长期讨论……对我非常有益,这些讨论使我深入考虑将波的观点和粒子的观点必须综合在一起的必要性.”(参阅文献[2]第583—584页).1921年4月,第三届索尔维会议在布鲁塞尔召开,莫里斯应邀到会报告了他刚完成的X射线在重核上的漫射实验研究,这个实验再次证实了辐射是按量子一份份地被吸收的.德布罗意也希望参加这次会议,但他未被邀请.这一次拒绝对他刺激较大,他发誓一定要用自己的发现去争取参加以后会议的请帖.果然,在1927年召开的第五届索尔维会议上,他如愿以偿<sup>[7]</sup>.

#### 4 物质波理论的诞生

为寻找一个综合波粒两方面的“辐射的综合理

论”,德布罗意仔细研究了爱因斯坦的有关经典论文,并于1922年11月发表了一篇题为《黑体辐射与光量子》的论文<sup>[8]</sup>,这是相波理论诞生的先声。

在文中,借助于热力学、气体分子运动论和量子理论而非电动力学,德布罗意推导出辐射理论中的一些已知结果,其中包括斯忒藩-玻尔兹曼定律和维恩定律。他采用了光量子假设,而且在处理中把一定温度下的黑体辐射看作是由一种能量  $W = h\nu$  的光原子(light-atoms)组成的气体。这一处理实际上是玻色-爱因斯坦量子统计的先驱。

当德布罗意把这篇文章交给朗之万审阅时,朗之万说了这样一句话:“你的想法很有趣,但你的气体与真实的光丝毫不相干。”(参阅文献[5]第243页)。从朗之万的不太明朗的评价来看,德布罗意的论文或者没有什么价值,或者则相反,以后的事实证明了点。

德布罗意在文中虽采用了爱因斯坦的光量子假设,但与之不同的是,他把光视为由静止质量为  $m_0$ 、速度  $v = c\beta$  ( $\beta = v/c$ ) 的光原子构成的气体,其中  $\beta$  非常接近于1,质量  $m_0$  极小(他在1923年估计  $m_0 \leq 10^{-50} \text{g}$ ) 但不为零。鉴于这个观点,他把一个有静止质量的光原子同能量  $h\nu$  联系起来,即

$$W = h\nu = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (1)$$

不仅如此,他还在文中推导出以下方程:

$$P = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{h}{\lambda} \quad (2)$$

1964年,在给F.库比(F. Kubli)的一封信中,德布罗意透露出了当时写出(1)和(2)式时的想法:“在1922—1923年期间,当我开始产生波动力学的基本思想时,我的目标是把波粒共存性扩充到所有粒子上,爱因斯坦曾发现光具有这种共存性。因而,我开始从爱因斯坦为光量子所确定的公式  $W = h\nu$  和  $P = h/\lambda$  出发,应用这些公式于粒子而不是光子上,它当然被导致我为它们写下公式  $W = m_0 c^2 / \sqrt{1 - \beta^2}$  和  $P = m_0 v / \sqrt{1 - \beta^2} = h/\lambda$ 。然而,在我看来,除非人们赋予光子以一个质量  $\mu_0$ ,否则与爱因斯坦理论相对称的理论将不能被完成。因而,人们可以将爱因斯坦的方程写为  $W = \mu_0 c^2 / \sqrt{1 - \beta^2} = h\nu$  和  $P = \mu_0 v / \sqrt{1 - \beta^2} = h/\lambda$ 。”(参阅文献[2]第586—587页)。

德布罗意方程(1)和(2)式的含意是深刻而伟大的,它暗示着德布罗意的光原子具有波粒二象性,于

是,它就为他铺设了通向光和物质都具有波粒二象性的道路。在以后不到一年的时间里,他终于将原来仅为光所具有波粒二象性首先推广到电子上,接着又推广到一般物质上。

由于德布罗意赋予他的光原子以极小的静止质量,这个违背“常规”的假设使得他的论文在问世之初很少有人去认真地对待它,这时也许只有他本人能意识到它所隐含的意义。他在1963年曾向科学史学家T.S.库恩(T.S. Kuhn)等指出:“我开始有了那种想法,不过尚未明显表露出它,我可能不敢讲出来,但我心中已经开始孕育着它”<sup>[9]</sup>。

为着手综合光的波动性和粒子性这两个方面,德布罗意意识到综合中最基本的要素是他的光原子的静止质量。对于这种粒子,存在着一个静止参考系,在其中,(1)式应演变为  $m_0 c^2 = h\nu$ 。这个方程联系着爱因斯坦于1905年所写的两个最根本的公式( $E = h\nu$ 和 $E = m_0 c^2$ ),它暗示着光原子存在着一种频率为  $\nu_0$  的内在的周期现象。这个暗示可以延伸到任何其他粒子之上,因为它们与光原子的差异仅仅是质量  $m_0$  的数量级而已。这样就存在着改善物质与光之间的类比的希望。

从1922年底到1923年夏,德布罗意一直在深思这个问题:到底可否将他的光原子所暗示的波粒二象性推广到一般物质,特别是电子之上?这是一个重大而又独创的问题,也是一个从来未被任何实验所揭示的问题,它将关系到一般物质是否都具有波粒二象性这一史无前例的答案。1923年夏末,德布罗意终于跨越了革命性的一步。用他自己的话来讲:“我不能记起它产生的确切日期,但它的确是产生于1923年夏天——那时,我突然有一个想法,即把波粒二象性扩展到物质粒子,特别是电子上去。”(参阅文献[2]第587页)。

1923年9—10月,德布罗意连续在法国科学院会议通报上发表了3篇重要的论文,公布了他的相波理论的基本内容。相波理论,也就是现在通称的物质波理论终于诞生了。

第一篇论文“波与量子”的递交日期是9月10日<sup>[10]</sup>。在文中,德布罗意考虑了一个静止质量为  $m_0$ 、速度  $v = c\beta$  的粒子的运动,他认为该粒子应存在着一个内在周期性现象。在随粒子一起运动的参照系中,粒子的内在频率  $\nu_0 = m_0 c^2 / h$ 。但从静止的观察者看来,粒子应有两种不同的周期频率:一方面,因粒子的能量为  $m_0 c^2 / \sqrt{1 - \beta^2}$ ,则其频率  $\nu =$

$\nu/\sqrt{1-\beta^2}$ ;另一方面,根据相对论效应,观察者所测得的频率却是  $\nu' = \nu\sqrt{1-\beta^2}$ .显然频率  $\nu$ 和  $\nu'$ 存在着差异,且  $\nu' = \nu(1-\beta^2)$ .为了摆脱这个困境,他将内在周期性现象的频率定义为  $\nu'$ ,另外,他引入一个“与运动粒子相缔合的虚设波(fictive wave)”,并规定它以相速度  $c/\beta$ 和频率  $\nu'$ 传播.由此,他证明了,只要粒子的内在周期性现象与虚设波在某一时刻同相位的话,那么由于  $\nu$ 和  $\nu'$ 之间的关系,它们将总是同相位的;另一方面,使虚设波与内在周期性现象同相位的必要条件是:虚设波必定要以相速度  $c/\beta$ 传播.这样,他通过引入一个虚设波恢复了粒子的内在周期性现象与粒子运动之间的联系.

接着,德布罗意将虚设波假设应用到原子中的电子.只有假设电子的虚设波同其内在周期性现象同相位,那么就可以证明电子的运动是稳定的.而这一稳定条件与玻尔-索末菲的量子条件是吻合的.这也就是说,借助于虚设波,德布罗意为玻尔-索末菲的量子条件提供了合理的一种物理解释.

应当指出的是,对于玻尔-索末菲的量子条件,德布罗意的解释完全不同于 M. 布里渊的解释,他的解释是得力于他的虚设波,而 M. 布里渊的解释则借助于“以太”.对于原子中电子的稳定法则,他的解释较玻尔-索末菲的量子条件更易为人们理解.

第二篇论文“光量子、衍射与干涉”于9月24日递交<sup>[11]</sup>,在文中,德布罗意将“虚设波”改称为“相波”(the phase wave),因为虚设波的相速度  $c/\beta$ 高于  $c$ ,这显然会阻它携带任何能量.接着,他证明了粒子的运动速度严格地等于相波的群速度,这样,他把相波同运动的粒子紧密地联系在一起.对于光的干涉和衍射现象,他认为是由于光原子在通过狭缝时它们各自的相波相互干涉所致.对于通过狭缝的电子束,他预言将会出现电子衍射现象.他指出:“通过足够狭窄的小孔的一束电子应该也存在衍射现象.”“正是在这个方向上,人们很有可能找到我们思想的实验验证”.

4年之后,德布罗意伟大的预言分别被戴维逊(C. J. Davisson)和 G. P. 汤姆孙(G. P. Thomson)的电子衍射实验所证实.正因为发现了电子的波动性,德布罗意1929年荣登诺贝尔物理学奖的领奖台.

第三篇论文“量子、气体分子运动论和费马原理”于10月8日递交<sup>[12]</sup>.在文中,德布罗意首先用他的相波理论讨论了气体的统计性质,接着,他以更加准确的方式重新阐述了他的相波理论:他认为相波

与任何粒子相联,且在任何空间点上与粒子内部周期性现象同相;相波的频率和速度由粒子的能量和速度所决定.在文章的末尾,他从方法论的高度探讨了费马原理与建立波动力学的关系.他认为粒子的运动轨道可以由相波的射线(the rays of the phase wave)来决定,而相波的射线必能被费马原理所描述.即  $\int n ds = 0$ .由于  $n = \lambda_0/\lambda$ ,  $\lambda_0$ 为光在真空中的波长,  $\lambda$ 为光在介质中的波长,所以有  $\int (ds/\lambda) = \int \frac{m_0 \beta}{c^2/\nu} = \int \frac{m_0 \beta}{h\sqrt{1-\beta^2}} = 0$ .另一方面,对力场中的变速运动,粒子的轨道由莫泊丢(P. L. M. Maupertuis)变分原理  $\int m v ds = 0$  决定,即  $\int \frac{m_0 \beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = 0$ .这即是说费马(P. de Fermat)原理与莫泊丢原理在形式上是一致的,因而他自豪地总结说:“几何光学与波动力学的两大原理之间的基本联系因此得以明朗化.”

从这篇论文的内容来看,德布罗意不仅完善了他的物质波理论,而且通过费马原理与莫泊丢原理之间的类比暗示了:未来的波动力学与经典力学的关系类似于波动光学与几何光学的关系.这种类比性思想方法与后来薛定谔在创立波动力学时的思想方法不谋而合.这正是他对波动力学的建立所作的主要贡献.

1924年11月,德布罗意向巴黎大学科学学院提交了博士论文《量子理论研究》<sup>[13]</sup>.在这篇长达100余面的不朽论文里,他系统整理并完善了物质波理论.年底,当爱因斯坦读完朗之万寄来的德布罗意的博士论文后,他高兴地赞赏道:“序幕的一角被德布罗意揭开了”<sup>[14]</sup>!

物质波理论的诞生标志着波和粒子概念的一次伟大综合的胜利.不仅如此,它还启发了玻色、爱因斯坦去完成玻色-爱因斯坦量子统计,照亮了薛定谔创立波动力学的道路,激励了狄拉克和约当(P. Jordan)等人去构筑量子场论.

#### 4 结束语

最后值得一提的是,在1926年薛定谔创立波动力学之后,德布罗意对波动力学的解释进行了有意义的尝试,提出了“导波理论”,丰富了双重解理论.

1927年5月,德布罗意发表了题为“以双重解

理论形式表现的波和粒子共存的模式”的论文<sup>[15]</sup>,提出了双重解理论退化形式的“导波理论”.他一方面把粒子想象为一个经典模样的极其微小的点物体,另一方面承认存在着与之相联系的连续波,从而从物理光学过渡到波动力学.他假设处于波上的粒子在任何时刻都遵从与之一致的假设流体分量的运动,并由此导出干涉原理.在这个假说中,波是以某种方式“引导”着粒子,因此被称为“导波理论”.在同年10月召开的第五届索尔维会议上,德布罗意的导波理论遭到泡利等人的“严厉批评”,他们指出,导波理论不能处理两粒子的相互作用.因此,德布罗意不得不放弃导波理论,并开始接受玻尔的互补诠释.

1952年,博姆(D. Bohm)等人的工作,使德布罗意进一步认识到导波理论的错误,并重新回到双重解理论的立场上来,对其发展作出了重要贡献.关于这方面的历史研究,请读者参阅《自然杂志》1992年第8期上的沈惠川先生的论文.

20世纪50年代以来,双重解理论导致了两个重要观念的形成:(1)在量子力学中引入孤立子;(2)物理上的量子测量理论.其中孤立子理论德布罗意于1956年就已提到,而当时国际上大规模研究孤立子的态势尚未形成,这说明德布罗意总是走在时代前列的.

## 参 考 文 献

- [ 1 ] Weber R L. Pioneers of Sciences :Nobel Prize Winners in Physics . Bristol and London :The Institute of Physics ,1980 .92
- [ 2 ] Mehra J ,Rechenberg H . The Historical Development of Quantum Theory . New York : Springer Verlag ,1982 ,1(2) :582
- [ 3 ] Encyclopedia Britannica .1980 ,3 :323
- [ 4 ] 宋玉升等译.诺贝尔奖获得者演讲集:物理学·第二卷.北京:科学出版社,1984.211[ Song Y S *et al* trans . Nobel Lectures :Physics II . Beijing :Science Press ,1984 ,211 ( in Chinese ) ]
- [ 5 ] Jammer M. The Conceptual Development of Quantum Mechanics . New York : McGraw Hill Book Company ,1966 .240
- [ 6 ] Mehra J , H. Rechenberg . The Historical Development of Quantum Theory . New York :Springer Verlag ,1987 ,5(2) :272
- [ 7 ] E. 赛格雷.从 X射线到夸克.上海:上海科学技术出版社,1984.167[ Emilio Segrè . From X ray to Quarks . Shanghai :Shanghai Sciences and Technology Publisher ,1984 .167 ( in Chinese ) ]
- [ 8 ] de Broglie L . Journal de Physique ,1922 ,Series 4(3) :422
- [ 9 ] Medicus H A . Physics Today .1974 ,27(2) :38
- [ 10 ] de Broglie L . Comptes rendus( Paris) .1923 ,177 :507
- [ 11 ] de Broglie L . Comptes rendus( Paris) .1923 ,177 :548
- [ 12 ] de Broglie L . Comptes rendus( Paris) .1923 ,177 :630
- [ 13 ] de Broglie L . Annales de physique .1925 ,3 :22
- [ 14 ] de Broglie L . New Perspectives in physics . Edingburgh : Oliver and Boyd ,1962 .139
- [ 15 ] de Broglie L . Journal de physique .1927 ,5(8) :225

• 物理新闻 •

## 新的神经网络来自于仿生学 (Insect Senses Suggest Noval Neural Networks)

动物对其周围环境方面的信息的收集是通过它的感觉神经元对外界的化学、光、声以及其他各种刺激因素产生的瞬态电信号的响应所完成的.研究动物与昆虫的神经网络除了能让我们对神经世界有进一步的认识外,它还可帮助我们对人工网络和计算机应用等方面提供新的启示.

美国加州大学圣地亚哥分校非线性中心的 M. Rabinovich 教授在研究了鱼类和昆虫的嗅觉系统的基础上,提出了一种新的神经网络模型.其基本核心是神经元间可以相互联结形成一个系统而使它们能识别比传统的网络更多的信号. M. Rabinovich 教授在研究中发现神经元之间的接触会造成一个神经元将延缓另一个神经元的接收,这样外界的刺激最终将变成一个特殊的神经脉冲时间序列.通过一种称为无线竞争编码的方法(WLC)将相互联结的神经元和时间参数共同构成新的感觉系统空间.

利用蝗虫触角的突出部较易接收气味的特点(如分辨樱桃与薄荷的差别),科学家们发现他们用 N 个相互联结着的神经网络模型可以粗略地识别(N-1)! 个对象.这意味着由 10 个神经元组成的 WLC 网络可以识别成百上千个不同的对象,这要比传统的网络效率高得多.另外,这种 WLC 网络将随着神经元数的增加而显著地增加它的识别能力. WLC 模型让我们懂得为什么动物、昆虫和人类的感觉系统能如此精确并稳定地分辨各种外部刺激.例如月季花不论它叫什么名字,我们都能闻到它的香味,而决不会将它与洋葱混淆.

总之, WLC 模型可以提供给我们一种具有高容量和高效运算能力的网络系统,因此它给予我们的不是一台普通的台式计算机,而是一个更像昆虫的触角或人类的鼻子那样的感官系统.

(云中客摘自 Phys. Rev. Lett. ,6 Aug. ,2001)