



帕斯卡及其对物理学发展的贡献

王较过 沈常宇

(陕西师范大学物理学与信息技术学院 西安 710062)

帕斯卡(1623—1662)是17世纪法国著名的数学家及物理学家,在他短暂的一生当中,在多个不同领域取得了显著的科学研究成就,为科学事业的发展做出了贡献。

一、帕斯卡的主要科学活动

帕斯卡1623年6月19日出生于法国的克勒蒙市,其父伊桑·帕斯卡是著名的数学家,其母也受过良好的教育,因此他从小就受到好的家庭环境熏陶。

认识到了该理论的科学价值,便热心投身于量子论的发展上。去勇敢发展她、捍卫她、不观望、不畏缩,表现出了一位天才科学家所具有的一往无前、勇敢献身精神。相比之下,普朗克在此方面则欠缺得多。正像有人所指出的那样,如果他当时具有爱因斯坦那种对新事物的洞察力和勇于创新的魄力,他是能够有更大贡献的。普朗克在此问题上的失误,不但是他本人的损失,同时也是量子理论发展过程中的损失,是值得从事科学工作的人们记取的。

爱因斯坦关于现代量子力学的一些观点同样重要,在此也应一提。尽管他对量子力学的具体见解先后有不少变化,但下面三点是前后一贯的,可以认为是他对量子力学见解的核心思想。即一、爱因斯坦相信一个离开知觉主体独立的外在世界,是一切科学的基础,坚持微观世界和宏观世界一样具有实在性,认为物理体系在实在状态这样的事是存在的,它不依赖于观察或量度而客观存在,并且在原则上可以用物理的表述方法来描述。量子力学现行理论的统计性是由描述的不完备性所决定的。至于事物本身究竟是怎样的,则同它毫不相干;二、提出了量子力学的系统解释。爱因斯坦并不是一概反对现有量子力学的理论。他承认“它是能对微观力学过程的量子特征方面的经验提供一个统一解释的惟一理论”,“这个理论是标志着物理知识中的一个重大的进步,在某种意义上甚至是决定性的进步”。他最终反对的仅是这样一种观点:波函数可以完备地描述

帕斯卡是一位早熟的数学家,从童年起他就表现出了超人的数学才能,12岁时他开始学习欧几里德的几何学并据此创立了自己独特的几何体系。受其父的影响,帕斯卡自幼立志长大成为一名数学家,16岁时他就参加巴黎数学家和物理学家小组(1666年,该小组更名为巴黎科学院)的学术活动并积极开展数学研究工作,写出了关于圆锥曲线的论文。这一成果得到当时许多著名科学家的赞扬。

单独一个体系的物理状态,而必须认为波函数只是一个系统的描述;三、明确指出相对论和现行量子力学理论基础是不相容的,提出未来的理论必须把两者统一起来,用场论来解释原子结构的思想。在爱因斯坦的心目中,现行的统计性的量子理论不是一个对建立完备理论有益的出发点,而合理的广义相对论的场论也许能为完备的量子理论提供一个解决办法。这一观点爱因斯坦早在量子力学建立前就已形成,以后又多次作出阐述。爱因斯坦对量子力学的上述观点,一直未被多数物理学家接受,但支持和赞成者也一直存在。70年代弱电统一理论取得成功,使人们对爱因斯坦统一场论的思想有了新的评价。比较有代表性的是量子力学创始人之一的狄拉克。狄拉克1975年应邀访问澳大利亚,在新南威尔士大学作的《量子力学的发展》讲演中说,“我认为也许结果最终会证明爱因斯坦是正确的,因为,不应认为量子力学的现在形式是最后的形式”。

综上所述可见,爱因斯坦积极参与量子力学理论的建立和发展工作,作出的贡献独特而巨大。许良英指出,“虽然建立量子论的是普朗克,但认真坚持量子论并加以发展的在最初阶段只有爱因斯坦一个人”,当时物理学革命的真正闯将是爱因斯坦;培斯(A. Pais)指出,“爱因斯坦不仅是量子论的三个父辈(另二位指普朗克、玻尔)中的一个,并且是波动力学的惟一教父”,这些评价都是中肯而公允的,爱因斯坦受之无愧。

(插图 刘伟龙)

1642年,帕斯卡从数学上二进制出发,设计了
可以完成基础数学四则运算的计算器,经过不断地
改进之后,最终制造出比较理想的计算器并得到嘉
奖。在制作计算器时他还专门写作小册子阐述计算
器的用途,使用方法,操作原理等。

大约在1645年至1653年期间,帕斯卡对大气
压和流体静力学进行了比较详细的研究,他发现了
真空,大气压随高度变化的现象以及液体压强传递
的规律,这些都极大地促进了物理学的发展。

帕斯卡研究物理学的同时,一刻也没有停止对
数学的研究。1654年,帕斯卡与著名数学家费马一
起研究概率论的问题。同年,他发表《算术三角形专
论》的著作,提出了概率论和组合论的基本思想,给
出了二项式系数的三角形排列方法,即著名的帕斯
卡三角形。1658年至1659年初,帕斯卡将其主要精
力用于完善“除不尽理论”的研究。他把这个理论用
于计算微元问题,解决了计算不规则图形的面积,求
解不规则形状的体积,确定物体的重心,计算曲线的
长度等一系列问题。这些研究成果都包含着丰富的
微积分思想和微积分计算方法,对微积分的形成和
发展起到一定的促进作用。由此不难看出,帕斯卡
也是发明微积分的先驱者之一。

帕斯卡不仅取得了丰富的科学研究成果,而且
在哲学上也有一些独特见解。他确认科学的进步是
人类生存的目的,明确地认识到实验在科学中的重
要作用。在帕斯卡看来,实验的目的不只是观察和
试验,而是科学推论的重要一环。对实验作用的这
种理解在帕斯卡的时代的确是极其罕见和难能可贵
的。

令人遗憾的有两个方面:其一是帕斯卡的体质
极差,30岁以后健康就日益恶化。其二是帕斯卡的
观点在唯理论和怀疑主义之间不断摇摆,最终彻底
转向对神学哲学的研究。这导致在他生命的最后几
年,不但在科学上建树很少,而且年仅39岁就在巴
黎离开了人世。

二、帕斯卡对物理学的贡献

1. 帕斯卡对真空和大气压的研究

16世纪末期之前,亚里士多德否定真空存在的
观点占支配地位,人们以“自然界害怕真空”为理由
论证真空的不存在。进入17世纪后,随着原子论的
复活,承认真空的观点也在不断发展,人们同时做一
些有关大气压和真空实验。大约在1644年,托里拆
利做了著名的“托里拆利实验”,在玻璃管上方得到

了一段真空。为了证实玻璃管上方确实是空的,托
里拆利给水银槽上面加满了水,当把管子慢慢上提
使其下端刚刚处于有水部分时,管内水银全部流出,
水涌上管内充满管子。这一现象明明白白地说明了
真空的存在,可是当时许多人却不承认这一点,他们
认为水银柱上部的空处充满了由液体中升上去的看
不见的“气”占据了上部空间。为了克服人们的错误
观点,帕斯卡1646—1647年冬天拿大约长14米、一
端封闭的玻璃管分别用水和葡萄酒进行托里拆利实
验。实验结果显示葡萄酒管子中的液柱较高,这一
现象用管子上部空处存在着“气”的理论无法解释。
因为葡萄酒和水相比更易挥发,他上部的空处会有
更多的“气”,按照上述理论,葡萄酒管中的液柱高
度应较低。帕斯卡由此实验推得结论:真空确实是
存在的,实验显示出的管内空处并不包含任何物质。

帕斯卡用实验证实了真空的确存在。既然玻璃
管上方出现了真空,那么什么力量支撑着玻璃管中
的液柱呢,这是帕斯卡要继续探讨的课题。其实,托
里拆利实验之后,他就用管外空气的重量支撑水银
柱解释了他的实验现象。不过他当时对此保守秘密
而未公开。1647年9月,帕斯卡与笛卡儿讨论托里
拆利实验时互相交换了意见,当时笛卡儿同意“支
持管内水银柱的是大气压”的观点,以后帕斯卡决
心用实验予以证明。1648年,帕斯卡做了著名的真
空中的真空实验。该实验的方法是:把一根细玻璃
管放入粗玻璃管内并将封闭的下端固定,细管充满
水银后用活栓将其塞住。给粗管装满水银后将整
个装置倒立在水银槽中时,粗管中水银面就会下
降到76厘米左右的高度,此时将细管中的活栓打
开,虽然细管口在粗管的水银中,其内的水银面仍
下降至与粗管的同一高度。这充分说明真空对管
内水银柱不起作用。

同年,帕斯卡还让其内兄在大约1000米高的
多姆山进行实验,确定了山脚和山顶上的水银柱高
度相差约8.5厘米。这一事实不仅直接证明了水银
柱停留在管内是由大气压决定的,同时也发现了水
银柱高度随海拔而变化的现象,这些为以后根据水
银柱高度测定海拔高度奠定了基础。帕斯卡在全
面考察了他以前实验的基础上得出结论:以前归结
为害怕真空的实验事实,都是由空气的重量和压力
引起的。这样,人们对真空和大气压有了更加明确
的认识。

2. 帕斯卡原理的发现

帕斯卡对待科学研究的观点有两个显著特点,

现代物理知识

第一,他认为实验的目的不仅是观察和试验,而更重要的方面在于实验是科学推论的组成环节。第二,帕斯卡常常选择一些关键性的实例,根据实例的讨论得到一般的原则,然后由此原则演绎出个别的具体情况验证。这样,他就把实验和推论过程有机地融为一体了。帕斯卡进行流体静力学的研究时,就表现出他的这一特点,他运用了各种各样的实验或思想实验,把一系列实验联系在一起展开了巧妙的推论。

帕斯卡处理真空和大气压问题时就运用了一般流体平衡的观点,这可从他的论文题目:《关于自然界中最轻的流体空气和最重的流体水银之间的平衡》清楚地看到。帕斯卡关于流体静力学的论文《论流体平衡及空气重量》发表于1653年,在这篇文章中他明确叙述了流体的平衡,浸在流体中的物体所受的压力等重要内容。

帕斯卡研究流体静力学时充分运用了思想实验,他设计出了一个水压机模型并将它作为推论的基础。在帕斯卡时代,人们已经使用这样一个原理:“无论什么物体,只要它的重心不下降,单靠本身的重量不会运动”。以这个原理为出发点,帕斯卡分析容器中流体的情况后得出结论:在流体内部加在某一部分的力,由于流体的连续性和流动性而传到容器的所有部位,这就是著名的帕斯卡原理。该原理的发现具有十分重要的意义,帕斯卡将其运用于分析水压机的工作就得出了水压机的工作原理:在水压机中,如果两个活塞上分别加上与其面积成正比的重物,那么两活塞下的水面受到相等的压力,容器中的水处于平衡状态而静止,整个装置也就处于平衡状态,这一原理为人类制造液压机械奠定了理论基础,正是在这一原理的指导下,人类才有可能制出品种繁多的各式各样的液压机。

(上接第28页)

超过了数千小时。1977年,贝尔实验室研制成功室温下寿命为100万小时砷化镓半导体激光器。后来研制开发出了波长为 $1.31\mu\text{m}$ 的镓砷磷半导体激光器。这也是目前用得最多的一种光源。随着 $1.55\mu\text{m}$ 波长区的开发,镓砷磷半导体激光器的发光波长也移到了 $1.55\mu\text{m}$ 区。现在高速光纤通信系统用的光源要求是单频激光器,如动态单纵模激光器,多量子阱激光器等,它们从性能到寿命都较好地满足了系统的需要。

光电器件除了光源外,还有光电检测器,它们也是由相应的半导体材料制成的,通过不断改进技术和工艺,这些器件能将微弱的光信号变为电信号,灵敏度高,噪声低,光电转换效率高,响应速度快。

3. 传输速率越来越高

80年代初期实用的光纤通信系统速率为 44.7Mb/s ,80年代中期即达到 400Mb/s 。80年代后期建设的长途干线和海底光缆系统大部分是四次群和五次群光纤通信系统,速率为 140Mb/s 和 565Mb/s 。90年代以后,有些干线扩容到 1Gb/s 以上。1994年 2.5Gb/s 同步数字系列达到实用化水平,现在开始在干线上应用。1995年, 10Gb/s 系统现场试验成功。今后建设的长途干线和海底光缆系统将采用 10Gb/s 系统。这就是说,仅用一对光就可以使12万人同时通话。现在实验室试验的最高速率是一根光纤传130个信道、每个信道传输 20Gb/s 信号,总共速率达 2.6Tb/s 的容量,前景相当看好。

科苑快讯

20世纪最具影响力的工程技术成就评出

美国工程院致函中国工程院院长宋健作详细介绍

据《科学时报》报道 在2000年国际工程科技大会召开前夕,美国工程院秘书长致函中国工程院院长宋健,详细介绍了由美国工程院联合30多家美国职业工程协会、历时半年评出的20世纪对人类社会

生活影响最大的20项工程技术成就。这20项工程技术成就依次为:电力系统、汽车、飞机、自来水、电子技术、无线电和电视、农业机械化、计算机、电话、空调制冷技术、高速公路、航天技术、因特网、成像技术、家用电器、保健设施、石油化工、激光和光纤、核技术以及高性能材料。

20世纪工程技术的进步,极大地提高了劳动效率,从根本上改变了人们的生活质量,提高了平均寿命。

(卞吉 秦宝 编)