

光中之光

——从激光器的发明看创新思想的闪光

张 溪 项 科 于永爱 唐晓亮

(东华大学 上海 200051)

物理是一门涵盖极广的学科,它的发展过程不仅给人类带来无数进步,更折射出许多可贵的思想。这些思想不仅在物理学,更在人类社会进步的天空中闪耀着不灭的光辉。如今就让我们从物理学史中截取一朵小小的浪花,从中或可触及到那光辉的印迹。

激光(LASER——Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)是20世纪60年代发现的新型光源。与普通光相比,它有许多优异的特性。首先激光具有高单色性。这种高单色性不仅在彩色电视的制作技术中大有用武之地,还能极其精确的测量物体的长度和运动的速度。其次,激光具有高方向性,可用于远距离测量、遥控、导航、以及实现激光宇宙通信、制造激光雷达。此外,激光还有相干性好,能量密集等许多优点。

那么,神通广大的激光是怎么产生的呢?众所周知,电子只能在原子核外若干条不连续的轨道上

绕原子核运动。电子从一条轨道上跑到另一条轨道上运动,称作跃迁。如果电子从低能态跃迁到高能态,则称作原子受激发。但是,电子处于低能态时最稳定,当他们处于高能态时,总是力图跃迁到低能态,并在跃迁过程中将多余的能量以光的形式释放出来,电子从高能态向低能态跃迁时所发出的光有两种:一种是自发辐射所产生的光,如太阳光,电灯所发出的光;另一种就是受激辐射所产生的光,这种光经过放大之后,便形成了激光。

然而激光的诞生经历了漫长的历程。激光的原理是由爱因斯坦提出来的。他在1916年发表了《辐射的量子理论》一文,提出受激辐射的假说。他认为一个处于高能态的粒子在一个频率适当的辐射量子的作用下,会跃迁到低能态,同时放出一个频率和运动方向同入射量子全同的辐射量子。几十年后,受激辐射成了打开激光宝库的一把钥匙,为激光器的

存储器(RAM)、程序存储器(ROM)、数据存储器(EPROM或EEPROM)及串行通信单元五部分组成。这五个模块必须集成在一块集成电路中,否则其安全性会受影响,因为芯片间的连线可能成为非法存取和盗用SIM卡的重要线索。在SIM卡中存有用户身份认证所需的信息,并能执行一些重要的与安全保密有关的信息,以防止非法用户进入网络系统。SIM卡还存储与网络和用户有关的管理数据,只有插入SIM卡后,移动设备才能进网。

四、操作与支持系统(OSS)

操作与支持系统包括操作维护中心和网络管理中心。它负责全网的通信质量及运行的检验和管理,记录和收集全网运行中的各种数据的情况。它对全网内各设备之间都有连接线,并对各设备执行监视和控制的职能。

总之,当有线用户呼叫移动用户时,PSTN可以使用移动台的ISDN号码(MSISDN)将呼叫送至最近的门路MSC(GMSC)。然后GMSC用MSISDN询问移

动台的HLR,以延伸呼叫到达移动台时的访问MSC所需路由信息。移动台的HLR按照移动台漫游号码(MSRN)确定访问MSC的身份,MSRN是VLR临时分配的号码,并将其送至HLR作为位置更新及启动呼叫用。MSRN应与所在的VLR范围内的MSISDN号码的结构相同。VLR然后开始寻呼程序。当不知道移动台所在的确切基站时,MSC向范围内所有的BSS用寻呼广播寻呼移动台。在寻呼有回应后,就能确定现在BSS的位置。这样就建立起资源管理(RR)与移动管理(MM)的连接,从而用户身份验证及保密模式的置定均已完成。然后VLR将建立呼叫所需参数送至MSC,MSC则送出接通消息至移动台。移动台收到接通消息后,进行核查并发回呼叫确认消息至网络,BSS就可以在此点上分配一个业务信道(TCH)给此次呼叫。如果用户回答这一呼叫,移动台发回一个连接消息,使网络方面完成业务信道的分配和交换。连接信息一直传到呼叫用户,同时网络发出应答至MS,最后进入通话状态。

发明奠定了理论基础。1921年,物理学家赫尔发明了能产生微波振荡的磁控管。第二次世界大战前后,克里通等人把光谱学和微电子学这两门毫无关联的学科结合起来,创立了微波波谱学。1928年,登伯格和科夫曼首次从实验上证实了受激辐射的存在。1940年法布里坎特提出氟吸收传声光放大的可能性,并由此引起光强度和方向性增强的问题。1946年美国物理学家布洛赫首次观测到粒子数反转的实验现象。1947年美国物理学家兰姆等人指出在粒子数反转的境况下会出现负吸收。1951年物理学家珀塞尔等人用实验获得50千赫的受激辐射。同一年,美国哥伦比亚大学的汤斯经过长期的冥思苦想,在一天早晨突然闪现出利用二能级分子制造激光器。他立即拟出设计方案,并在1954年7月研制出世界上第一台利用受激辐射原理工作的新型微波振荡器——氨分子微波激光器。1958年肖洛和汤斯首先发表了激光器的理论分析和设计方案。1960年梅曼用红宝石研制出历史上第一台激光器,激光从此诞生了。

在激光的研制过程中人们遇到了两大难题。一是由于原子能级分布服从于玻尔兹曼统计分布规律,总是低能级原子数多,光通过介质时被吸收的多于被辐射的,所以光被减弱。如何使处于高能级的原子数大于处在低能级的原子数,即达到布居数反转呢?另一个是,微波振荡器是从定频无线电波发展而来,利用缩小电子谐振腔而产生高频电磁波有其技术极限。这种谐振腔的尺寸一定要和波长相差无几,举例说,要产生1.25厘米波长所需的空腔大体是几厘米长,如此说,如果要产生光频波长就要做出几微米甚至零点几微米大小的空腔来,这几乎是不可行也是无意义的。

这个时候,是科学家们那些可贵的精神和思想拨开迷雾,点亮了物理学的天空。

第一是创新的精神。即不被任何传统观念所束缚,放开手脚,另辟蹊径,用新思想解决新问题。在激光的发展史中,一种新思想几乎同时在两个研究小组产生:一个是美国汤斯领导的小组,另一个是前苏联的巴索夫和布洛霍洛夫领导的小组。这个思想是利用原子和电磁波或光的相互作用的受激辐射来放大电磁波。放弃以往用自由电子和电磁场相互作用来产生电磁波的方法,改用原子中的束缚电子产生光波。另一个创新是哈佛大学教授提出的三能级光泵方法。这是用一个很强的光源照射,使大量低

能级的原子跃迁到高能级上,强光就相当于一个光的“水泵”。这个思想与量子电子学结合后,解决了激光发明的第一个难题:布居数反转。

第二是虚心求教、海纳百川的精神。把别人的学术思想用到自己的领域来启发自己,提出自己的新思想。继承前人的成果是纵向的,借鉴其他领域是横向的,而在这纵横的框架上,才能建起自己的科学大厦。汤斯在有了布居数反转的方法后找不到合适的谐振腔(当时谁都做不出微米级的谐振腔),于是他向自己的学生求教。汤斯自己是教授,为什么找自己的学生一个博士后求教呢?因为对方年轻,更有创新精神。他果然没有找错人。他的学生肖洛提出用开放腔代替封闭腔,用两面的反射镜产生的干涉现象就可以不受尺寸限制。这样就又解决了第二个难题。

当然从这一个难题的解决还能看到许多东西。一方面是创新精神的再次大显身手,这才利用简单的器械完成了只有极高精度仪器才能做到的一切。另一方面是注意利用熟悉的东西。当时,肖洛的博士论文就是说两面平行反射镜产生的干涉。他很快意识到只有其与激光联系起来才能有突破。同样巧的是汤斯为寻找合适的工作物质而请教戈尔登博士,而戈尔登也推荐了自己正在研究的钷原子。与不熟悉的东西相比总是对熟悉的东西了解得更多一些,思想也更成熟一些。如果肖洛、戈尔登不能把握身边的东西就不会有后来的成就。

第三是敢于怀疑的精神,不“人云亦云”。真正第一个做出激光器的人是美国人梅曼,材料正是他自己正在研究的红宝石(Al_2O_3 中掺了铬离子)。在梅曼开始制造他的红宝石激光器之前,有人断言红宝石决不是制造激光的好材料,很多人也因此终止了用红宝石制造激光的尝试,但梅曼却怀疑这个说法,为此,他花了一年的时间研究和测量红宝石的性质,终于发现上述论断是错误的,红宝石确实是制造激光的好材料。红宝石有三个能级,当他用脉冲氙灯代替灯泡照射红宝石时,基态上的电子纷纷跃迁上去,然后自发地掉到中间态上,这样红宝石中的中间态原子数大于基态。在闪光灯的照射下,沿着棒传播的光在两面反射镜间每反射一次就增强一次,而所有不沿红宝石棒的光很快散射出去。最后,达到一定强度的单一频率的红光从一端射出,就产生了激光。梅曼终于获得了成功。不久,世界其他的科学家也成功地重复了这个实验。就这样,经过近



神奇的纳米技术与军事革命

叶宁英 林浩山

(桂林陆军学院 广西 541000)

20 世纪 80 年代末, 一门新颖、独特、颇具神奇色彩的科学技术——纳米技术悄然兴起, 并立即引起世界各国的广泛关注和重视。短短十几年中, 纳米技术在世界范围内的研究和应用得到了卓有成效的发展, 并已成为 21 世纪的前沿战略科技。

一、神奇的纳米技术

$1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ 。所谓纳米技术, 是在 $0.1 \sim 100\text{nm}$ 的尺度空间内研究电子、原子和分子的运动规律及特性, 通过微观环境下操作单个原子、分子或原子团、分子团, 以制造具有特定功能的材料或器件为最终目的的一门崭新技术。它包括纳米电子技术、纳米材料技术、纳米机械制造技术、纳米显微技术及纳米物理学和纳米生物学等不同的学科和领域。

发展纳米技术有着巨大的潜在效益, 将对社会的发展进步产生巨大的推动作用。例如: 传感器是纳米技术应用的一个重要领域。随着纳米技术的进步, 造价更低、功能更强的微型传感器将广泛应用在社会生活的各个方面。比如, 将微型传感器装在包装箱内, 可通过全球定位系统, 对贵重物品的运输过程实施跟踪监督; 将微型传感器装在汽车轮胎中, 可制造出智能轮胎, 这种轮胎会告诉司机轮胎何时需要更换或充气; 有些可承受恶劣环境的微型传感器可放在发动机汽缸内, 对发动机的工作性能进行监视。在食品工业领域, 这种微型传感器可用来监测食物是否变质, 比如把它安装在酒瓶盖上就可判断酒的状况等; 在医药技术领域, 如用纳米技术制造的微型机器人, 可让它安全地进入人体内对健康状况进行检测, 必要时还可用它直接进行治疗; 用纳米技术制造的“芯片实验室”可对血液和病毒进行检测, 几分钟即可获得检测结果; 科学家还可以用纳米材

料开发出一种新型药物输送系统, 这种输送系统是由一种含药物的纳米球组成的, 这种纳米球外面有一种保护性涂层, 可在血液中循环而不会受到人体免疫系统的攻击, 如果使其具备识别癌细胞的能力, 它就可直接将药物送到癌变部位, 而不会对健康组织造成损害。除此之外, 纳米技术在军事、工业制造、信息技术、生物技术与农业、能源环境、航空、空间探测、……等领域也有广泛的应用, 下面我们只介绍纳米技术在军事中的应用。

二、纳米技术的军事应用

目前, 在军事领域中应用最为活跃的纳米技术是纳米材料和纳米机械加工技术。采用纳米技术制造的武器装备登上战争舞台将使纳米战争悄然来临, 这必将在世界范围引发一场新的军事革命。

1. 纳米材料的军事应用

(1) 改进武器装备的材料性能。纳米陶瓷具有高活性、高韧性和耐冲击的性能, 能有效地提高主战坦克复合装甲的抗弹能力, 增强速射武器陶瓷的抗烧蚀性、抗冲击性。用纳米材料制成的钨合金弹芯, 穿甲能力大大提高。美国桑迪亚实验室用自组装方法研制出一种表面巨大、具有完全规则纳米结构的超薄涂层, 孔隙被设计成允许一定尺寸的分子通过。这种涂层可以用作化学传感器, 检测分子的灵敏度比普通材料高 500 倍。用纳米管“编织”的微细纤维, 弹性极好, 不怕弯曲、穿刺、挤压, 可用来做超轻防弹衣; 纳米材料可以将互不相容的金属合成为新型合金, 作为舰艇、飞机上燃气涡轮发动机叶片的耐高温材料, 可提高发动机效率、工作寿命数百倍。

(2) 改善武器装备的隐身效果。纳米的材料尺寸远小于红外和雷达波波长, 并具有磁损耗大的特点, 在较宽的频谱范围内具有良好的吸波性, 有利

半个世纪的理论发展, 激光终于变成了现实。

激光从 1960 年问世到今天, 已经发展成为一门应用极为广泛的学科, 它在各个领域里都发挥着自己独特的作用。步入 21 世纪, 激光有着更为广阔的前景, 它将全面的改变我们的生活。然而激光带给我们的不仅仅是社会的进步, 更重要的是他的诞生

历程向我们揭示了科学发展的一般规律——创新精神和怀疑精神是一切进步的动力源泉。回顾激光的发展历史我们会感受到科学家们那些闪光的思想, 而这些精神和思想正是今天的我们所需要的, 有了这些可贵的进取精神, 我们才能昂首面对 21 世纪的挑战, 才能实现中华民族的伟大复兴。