



20 世纪发明创造故事丛书

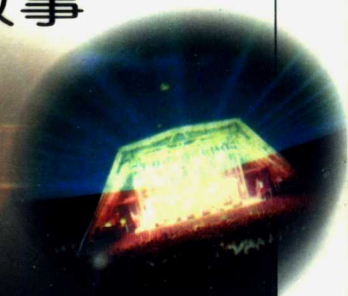
奇特的光源

王其钧 编著

主 编 ★ 陈芳烈
副主编 ★ 乐嘉龙

郭仁松

—— 激光的 故事



★ 中华工商联合出版社



20 世纪发明创造故事丛书

奇特的光源

——激光的故事

王其钧

泰 山 出 版 社
中华工商联合出版社

20 世纪发明创造故事丛书

奇特的光源

——激光的故事

编著/王其钧

出版/泰山出版社 (地址:济南市经十路 127 号 邮编:250001)

中华工商联合出版社(地址:北京东直门外新中街 11 号 邮编:100027)

发行/山东省新华书店

印刷/威海市文化印刷厂

规格/787×1092mm 32K

印张/150

字数/2320 千

版次/1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷

书号/ISBN 7—80634—058—0/Z·14

定价/186.00 元(共 30 册,每册 6.20 元)

泰山版图书,如有印装错误请直接与印刷厂调换

序 言

20 世纪是一个伟大的世纪,在这个世纪里,人类创造了前所未有的物质文明,取得了无数具有划时代意义的重大科学技术成果。在基础科学领域,相对论的建立,超导现象的发现,以及试管婴儿、克隆羊的降生等等,都为人类认识自然、征服自然作出了重大贡献。在技术科学领域,计算机的诞生,电视、录像技术的发明等,都把人类推向一个崭新的信息化时代;人造卫星的升空,宇宙飞船的上天,以及对月球、火星等的成功探测,都是人类离开地球到宇宙空间寻觅知音的伟大壮举;原子弹、氢弹、隐身武器等的问世,大大增强了现代武器的威力,电子战、数字化战争更一扫旧战场硝烟弥漫的陈迹;塑料、合成纤维的发明,智能大厦、高速列车等的崛起,使人类衣食住行的条件大大改善……仰望 20 世纪的“星空”,真是群星闪烁,蔚为壮观。

回顾 20 世纪科学技术的历史,我们不难发现,在许多重大科学发明的背后,都留下了众多科学巨人感人的事迹,以及与这些创造发明有关的动人的故事。我们这套丛书正是试图从这样一个侧面,用故事的形式

来让人们领略 20 世纪的科学辉煌。我们希望，读者在兴趣盎然的阅读中不仅能获得科学技术知识，还能从中得到启迪，受到鼓舞，并进而悟出一些科学的哲理。

20 世纪的创造发明多若繁星，这套小小的丛书是很难把它说尽道绝的。在这里，我们只选择了一些与青少年学习、生活比较贴近而又有趣味的题材，把它写成故事，编纂成册，以飨读者。

现在，我们正处在世纪之交，新世纪的一缕曙光已经展现在我们眼前。许多科学家和未来学家预言，21 世纪人类不仅将完成 20 世纪未竟的事业，解决诸如攻克癌症等一系列科学难题，实现人类梦寐以求的到外星世界去旅行等种种宿愿，而且，还将取得一些今天人们所意想不到的重大突破。无疑，这将把人类社会的文明推向一个新的高度。

我们希望，这套丛书能成为青少年读者的朋友，伴随着你们跨入 21 世纪，激励你们去攀登新的科学技术高峰，去创造世界和中国的美好明天。如果真能这样，我们将感到无比的欣慰。

陈芳烈

1997 年 8 月 3 日

目 录

奇特的光源——激光	(1)
激光的发明	(4)
最亮的光源	(13)
光线射得最远的光	(17)
发光时间最短的光	(20)
相干性最好的光	(24)
颜色最单纯的光	(29)
激光与光计算机	(33)
激光与太阳能利用	(36)
使文物“延寿”	(40)
给文物体检	(44)
通往艺术殿堂	(49)

解开千古之谜	(55)
强大的威力	(58)
典型的激光器	(69)
机械加工的好帮手	(76)
火眼金睛的激光	(85)
激光束直线的妙用	(100)
高明的医术	(113)
令人神往的光波时代	(127)

奇特的光源——激光

不论是白天，还是夜晚，人们都离不开光。金色的太阳光芒万丈，无私地将温暖奉献给人类；皎洁的月色莹柔如水，给人们带来了丰富优美的想象。然而，无比智慧的人类并不满足于大自然恩赐的一切，世代地追求着更加美好的生活，孜孜不倦地创造出各种各样的光源。

从我国山顶洞人钻木取火开始，到如今人类制造成千上万种的光源，已经有了18000年的历史，然而，人类的创造活动仍在突飞猛进地发展着。1960

年，世界上诞生了一种奇妙新颖的光源——激光。它像一颗灿烂的巨星，使古老的光学焕发了青春。

从诺贝尔奖说起

激光是一种崭新的光源，它的颜色非常单纯，只向着一个方向发光，亮度极高。激光是 20 世纪中继原子能、计算机、半导体后，人类的又一重大发现。目前，激光已在工业、农业、国防、科学各个领域中得到许多卓有成效的应用。

在详细介绍激光的性质和功能以前，不防让我们先从诺贝尔奖说起。诺贝尔奖是世界上公认的最高科学荣誉奖赏，表彰在科学上对人类做出重大贡献的科学家。它不但是对某个科学家本人的表彰，而且象征着该科学家所从事的工作对人类社会的发展具有重要的意义。

从第一个激光器的出现到现在不过短短的 20 几年，从事激光研究的科学家已四次获得了诺贝尔物理学奖。1964 年，为表彰美国的汤斯和苏联的巴索夫·普洛霍洛夫对激光基本原理的研究功绩，他们获得了诺贝尔物理学奖，1981 年，美国的布隆贝根和肖洛由于对激光光谱学的研究功绩，也获得了

诺贝尔物理奖。在一个科学研究领域中，有那么多科学家多次获得诺贝尔奖是罕见的。可见激光技术在科学发展中占有多么重要的地位！随着激光技术的发展，激光已进入各个领域，激光使人类进入了光波的时代。它将对人类生活产生越来越大的影响。

激光作为一种令人羡慕的特殊光源，具有高单色性、高方向性、高亮度等优点。

激光的发明

1960年7月10日，美国《纽约时报》首先宣布世界上第一台红宝石激光器问世。现在所说的“激光”，按照英文的涵义是：“由辐射的受激发射所产生的光放大”。“辐射”的意思是发光，“受激发射”是发光的一种过程，通俗一点叫作“受激发光”。这种受激发光的过程，可以产生光的放大，而最终成为激光。

当时，人们并不叫它为“激光”。有的按英文发音，译为“莱塞”；有的意译为“光受激发射”等等。

到了1964年10月15日，我国著名科学家钱学森教授建议，叫它为“激光”，得到了一致的公认。

“激光”一词的涵义，已经道破了激光产生的原理。其核心是受激光发光过程和光的放大。而要了解这些问题，就必须知道原子结构的奥秘以及原子为什么会发光。

原子结构的秘密

从1909年意大利科学家伽利略发明了望远镜，人们对浩瀚的宇宙不停地进行观察和分析计算，知道了月亮绕地球旋转。地球绕太阳旋转，太阳带着太阳系的八大行星又以每秒250千米的速度绕银河系中心转动，整个银河系也在运动着，以每秒210千米的速度向麒麟星座飞去。现在被人们发现的宇宙直径已达49亿光年。整个宇宙是一个无限美妙、无限广阔的世界。

另一方面，从古希腊和罗马时代，人们已经开始探索微观世界的奥秘。18世纪初期，人们认识了千变万化的物质都是由分子组成的，分子是由原子组成的。原子很小，它的直径约为一百亿分之一米(10^{-10} 米)，用普通的显微镜观察，也看不见它。不

同的物质由不同的原子组成。如水分子是由两个氢原子和一个氧原子组成的；食盐的分子是由一个氯原子和一个钠原子组成的等等。

到了 20 世纪初，人们终于在实验的基础上揭开了原子结构的奥秘。原来，原子的结构好像是一个小小的太阳系。原子是由原子核和若干电子组成的，电子围绕着原子核不停地旋转。就像地球绕太阳旋转一般。宏观宇宙浩瀚无垠，微观原子微乎其微，但是，它们却如此地相似！原子核带有正电核，电子带有负电荷，正、负电荷的数量正好相等，因此，整个原子看起来并不带电。氢原子的结构最简单，核外只有 1 个电子。氦原子中有 2 个电子，氧原子中有 16 个电子，铀原子中有 92 个电子，真是一个“大家族”。

电子可以在许多特定的轨道上绕原子核旋转。这些轨道犹如登山的台阶，一级一级由低向高延伸，但是台阶通常是一级一级等间隔的，电子的轨道越低，间隔越小；轨道越高，间隔就越大。爬山上楼要费力气，电子从低轨道跳跃到高轨道同样需要能量，这个能量可以通过吸收外界的电、光、热等能来取得。所以，如果没有外界能量的提供，电子总是处在最低的轨道上。一般说来，电子处于低

轨道的原子总是多于电子处于高轨道的原子。

原子为何会发光

如果，原子中的电子得到了外界的能量，比如热能（对物质加热）、光能（用光照射）、电能（加上电压，让气体放电）等，电子就能从较低的轨道跳跃到较高的轨道上去。这种过程叫作激发。相反，电子从较高的轨道跳回较低的轨道，它就会把从外界得到的那份能量又“吐”了出来。这份能量可以转变为光能。这种过程就是发光。

电子在不同轨道之间跃迁，发光的波长也不相同，就是说，光的颜色不同。

电子从较高轨道往下跳有两种不同的形式：一种是自动的，另一种是受影响的。

水总是从高处往低处流，成熟的果子总是要纷纷下落，这是因为地球对物体有吸引力。原子中的电子也是这样，因为受到原子核的吸引力，处于较高轨道的电子是不稳定的，总是力图跳回到较低的轨道上来。这种自动跳迁的发光形式，通常叫作自发发光。

另一种发光形式叫做受激发光，意思是说电子

从较高的轨道往下跳，是受到外界光子的“刺激”才产生的。这种现象并不奇怪，在大自然中也常有这样的事。比如，夏天的树枝上，常常传来蝉的“知了，知了”声。秋天的草丛中，蟋蟀发出的叫声。春天的稻田里，可以听到青蛙的“呱呱”声。这类动物，只要有一只先叫起来，其余的受到“刺激”，也以同样的声音跟着叫。

发光的形式不同，发光的性质也不同。自发发光时，光线射向四面八方，光子的状态（指光的传播方向、光的波长等性质）都是各不相同的。受激发光时，光线向同一方向，光子具有完全相同的状态，根本无法区别哪一个光刺激电子跃迁的，哪一个光电子跃迁时新产生的。

光能放大吗

通过一次受激发光过程，原来的光子和新产生的光子一模一样，一个光子就变成了两个相同的光子。而这两个光子又去激发其他原子，又产生了新的更多的完全相同的光子……这个过程不断地进行着，这就意味着光被加强了，或者说，光被放大了。光越放越大，就能成为激光。可见，受激发光过程

是产生激光的最基本的过程。激光本来的含义，正是由于受激发光所产生的光放大。

受激发光过程，早在 1917 年，由物理学家爱因斯坦首先提出。但是，过了 40 多年，才在实验技术上实现了光的放大。原因在哪里呢？

世界是复杂的，事物总是处于对立的矛盾之中。光子和原子的相互作用也是这样。一种物质总是由大量相同的原子组成。有些原子中的电子处于较高的轨道，我们把它们称为高能级的原子。原子中的电子处于较低的轨道，我们把它们称为低能级的原子。当一个光子和这些原子相互作用时，一方面，这个光子可以去“刺激”高能级的原子，使它产生受激发光，使光得到放大；另一方面，这个光子也可以被低能级的原子所吸收（“吃掉”），光子的能量转变为电子的能量，使电子从低的轨道跃迁到高的轨道，使光减弱。这两种过程是同时存在的，它们相互竞争着。对于光子来说，它对待高能级的电子和低能级的原子，是“一视同仁”的！它们和光子相互作用的机会是一样的。这好似有奖储蓄，每一份对奖券中奖的机会是相同的。如果在大量相同的原子中，处于高能级原子的数目比较多，处于低能级的原子数目比较少，那么，高能级的原子和光子

作用的机会就多，也就是受激发光的机会就多。而低能级的原子和光子作用的机会就少，即光被吸收的机会就少。这样一来，受激发光过程将超过光的吸收过程而占据主导地位，新产生的光子数目超过光子被原子吸收的数目，总的来说，光就被放大了。

由此可见，光通过介质和原子相互作用时，究竟是放大，还是衰减，取决于高能级的原子数目多，还是低能级的原子数目多。哪一个能级的原子数目大，它们和光子作用的次数就多。这好比集体有奖储蓄，哪一个单位认购的份数多，哪一个单位中奖的机会就多。

要获得光的放大，必须造成这样一种局面：介质中高能级电子的数目大于低能级原子的数目。遗憾的是，电子总是喜欢处在较低的轨道上，也就是低能级的原子数目比较大，这就是产生光放大的困难所在。然而，有志者，事竟成！人们通过种种努力，采取对介质加热、光照、气体放电等方法，强迫电子处在某些较高的轨道上，造成高能级的原子数目大于低能级的原子数目。这时，光通过这样的介质，就能放大了。我们叫这种介质为放大介质。