

KEXUEMUJIZHE

# 科学目击者

## 激光技术

北京未来新世纪教育科学研究所 编



新疆青少年出版社  
喀什维吾尔文出版社

# 科学目击者

## 激光技术

北京未来新世纪教育科学研究所 编

新疆青少年出版社  
喀什维吾尔文出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

科学目击者/张兴主编. —喀什:喀什维吾尔文出版社;乌鲁木齐:新疆青少年出版社, 2005. 12

ISBN 7-5373-1406-3

I. 科... II. 张... III. 自然科学—普及读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 160577 号

## 科学目击者

### 激光技术

北京未来新世纪教育科学研究所 编

---

新疆青少年出版社 出版

喀什维吾尔文出版社

(乌鲁木齐市胜利路 100 号 邮编:830001)

北京市朝教印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:600 字数:7200 千

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—3000

---

ISBN 7-5373-1406-3 总定价:1680.00 元(共 200 册)

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

# 前 言

同仁们常议当年读书之难，奔波四处，往往求一书而不得，遂以为今日之憾。忆苦之余，遂萌发组编一套丛书之念，望今日学生不复有我辈之憾。

现今科教发展迅速，自非我年少时所能比。即便是个小地方的书馆，也是书籍林总，琳琅满目，所包甚广，一套小小的丛书置身其中，无异于沧海一粟。所以我等不奢望以此套丛书贪雪中送炭之功，惟愿能成锦上添花之美，此为我们奋力编辑的目的所在。

有鉴于此，我们将《科学目击者》呈献给大家。它事例新颖，文字精彩，内容上囊括了宇宙、自然、地理、人体、科技、动物、植物等科学奥秘知识，涵盖面极广。对于致力于奥秘探索的朋友们来说，这是一个生机勃勃、变幻无穷、具有无限魅力的科学世界。它将以最生动的文字，最缜密的思维，最精彩的图片，与您一起畅游瑰丽多姿的奥秘世界，一起探索种种扑朔迷离的科学疑云。

《科学目击者》所涉知识繁杂,实非少数几人所能完成,所以我们在编稿之时,于众多专家学者的著作多有借鉴,在此深表谢意。由于时间仓促,纰漏在所难免如果给读者您的阅读带来不便,敬请批评指正。

编 者

# 目 录

|   |                    |    |
|---|--------------------|----|
| 一 | 激光和激光器             | 1  |
|   | 1. 激光技术的先驱者——汤斯    | 1  |
|   | 2. 光的本质            | 8  |
|   | 3. 光的产生            | 10 |
|   | 4. 激光的机制           | 13 |
|   | 5. 激光的特点           | 15 |
|   | 6. 略施小技            | 17 |
| 二 | 激光器的种类             | 19 |
|   | 1. 气体激光器           | 19 |
|   | 2. 染料激光器           | 20 |
|   | 3. 固体激光器           | 21 |
|   | 4. “隐身”和“变色”激光器    | 22 |
| 三 | 激光的强大作用            | 26 |
|   | 1. 威力超群的激光武器——“死光” | 26 |
|   | 2. 生命之光            | 31 |
|   | 3. 激光电脑的巨大潜力       | 39 |
|   | 4. 激光与照相——全息照片     | 42 |

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| 5. 激光艺术宫 .....         | 50        |
| 6. 激光加工技术 .....        | 55        |
| 7. 激光与印刷术 .....        | 57        |
| 8. 激光指纹与防盗 .....       | 60        |
| 9. 新型“千里眼”——激光雷达 ..... | 62        |
| 10. 光学“顺风耳” .....      | 66        |
| 11. 从激光电视唱片到光盘 .....   | 72        |
| 12. 工农业的新朋友 .....      | 78        |
| 13. 激光的新用途 .....       | 84        |
| <b>四 初生牛犊不怕虎 .....</b> | <b>89</b> |

## 一 激光和激光器

### 1. 激光技术的先驱者——汤斯

激光技术

汤斯,1915 年生于美国北卡罗莱纳州格林威尔。16 岁就进大学攻读物理学和语言学,24 岁那年获得物理学博士学位。汤斯几乎对每样事件都感兴趣,他是一个达·芬奇式的人物——一位多才多艺的科学家。他除了以物理学家和教授闻名外,也是一位潜泳运动员、旅行家、兰花栽培家和语言学硕士,他还是教学唱诗班的歌手,曾当过哥伦比亚大学附近一所教堂的执事。汤斯一踏上社会,就碰上第二次世界大战。那时,整个国家都忙于为战争服务。年轻的汤斯一心想从事理论物理学的研究,却找不到相应的工作。最后他只得进一家电气公司,当一名雷达工程师。雷达工程师的职责范围是研究雷达整体结构和工艺的设计,而不是搞纯理论的研究。但是,汤斯的才能并没有因此而被埋没;战争需要雷达,而制造

先进的雷达需要扎实的微波电子学知识。于是汤斯开始悉心钻研微波电子学。不久他就成了一位精通微波电子学的专家,发明了第一台微波激光器。

成功是从一次失败的实验开始的。第一次世界大战时,飞机速度慢,发动机的声音响。防空部队靠耳朵听飞机响声来判断有无敌机入侵。开始时,请听觉特别灵敏的盲人监听。后来改用装有大喇叭的听音器来侦察敌机的来去。第二次世界大战期间,飞机的飞行速度大大提高了,差不多可以达到声音速度的一半。用听声音的方法来侦察敌机实在太慢,往往听到飞机马达轰鸣声时,敌机就快到头顶上空了。因此,各国都集中科学家加紧研究制造当时刚诞生的电子防空设备——雷达。雷达的核心部分是微波振荡器,它产生频率极高的电磁波,通过雷达天线发射出去,射向目标;目标把射到它表面上的一部分电磁波反射回来,被雷达接收器接收后,在荧光屏上显示出目标的方位和距离。电磁波的传播速度为每秒30万千米,比当时飞机每小时几百千米的速度不知快多少倍,这就满足了尽早发现飞机的要求;另外靠听音确定飞机的方位是很不准确的,只能知道飞机在某方位几十度的一个大概范围。雷达却能以误差只有几度的精确度测定飞机的具体位置。

交战国家都想使自己的雷达性能超过对方的雷达,

以便能更有效地对付入侵的飞机,所以千方百计研制新型雷达。改进的途径之一是把雷达的工作频率不断提高。因为当时已出现了能干扰对方雷达的反雷达设备。比如一群飞机飞来,其中一架飞机离开机群很远,上面装着能向对方雷达站发射强电磁波的设备。这种强电磁波信号在对方雷达屏幕上把机群反射的弱电磁波信号掩盖住了,使雷达变成“盲人”,机群就能悄悄地溜进对方上空,这是一种现代电子障眼法。为了对付这种干扰,就要设法让自己的雷达发出的电磁波频率和对方干扰电磁波频率不一样,而雷达接收器对本身发出的电磁波有很高的灵敏度,这样,对方的干扰就不起作用了。因此,需要研究具有新的频率的电磁波。

那时,新设计的雷达,工作频率都做得很高,达到 1 万兆赫兹,波长 3 厘米。理论证明:波长短,发射出去的波束就越细,发现目标确定它的位置的精度就能提高。再有,工作频率越高,发射天线可以造得越小,战地使用,把它安装在车辆上,机动性和灵活性提高不少。

为了进一步提高雷达的工作频率,美国空军要汤斯研究波长为 1.25 厘米的雷达,开拓雷达技术的新领域,利用这种新雷达制造精确的轰炸瞄准设备。汤斯预测波长这么短的电磁波要被空气中的水汽吸收掉,不能用于雷达。试验的结果证明他的预见是对的。

但是,汤斯并没有就此止步,而是转过来研究水汽吸收电波的问题。在研究中,他发现氨具有吸收电磁波等一系列现象,从而创立了一门全新的物理学科——微波波谱学,这是一把揭开微观世界秘密的钥匙。不久哥伦比亚大学聘请他为物理学教授。

当了教授后,他并没有停止自己的研究,而是把目标集中到如何产生毫米波、亚毫米波的问题上。这是当时科学技术上一大难题,还没有人能解决,强烈的求知欲促使他向这一科学技术新领域进军。

那时,产生频率高、波长短的电磁波,譬如厘米波、都使用相应的金属作为振荡器的谐振腔;产生波长比厘米波更短的毫米波或亚毫米波,须用比火柴梗还要细的金属盒。最难的是盒子的内壁必须打磨得十分光洁,而这却是当时的工艺水平所办不到的。

汤斯遇到难题了。然而,难题的挑战更激起他的兴趣;科学研究从来没有康庄大道,关键是要找到一把克服困难、解决难题的钥匙。

他首先从电磁波的波长必然还要向更短的方向发展这个角度考虑:即使能将产生毫米波的金属盒子奇迹般地加工出来,那么以后要产生微米波用的更细更小的盒子又怎么办呢?因此必须从根本上找到一种产生高频电磁波的新方法。

一个另辟蹊径的念头在汤斯的头脑里闪过：利用微小的原子结构所固有的频率来产生毫米波。这真是创造性的大胆设想。接下去要做的不仅是要从理论上推导这种设想的可行性，还要用实验来证明技术上也完全是能够办得到的。

没有任何现成的实验设备，汤斯便利用原来做微波实验的设备，从研究分子运动产生厘米波着手，鉴定自己所依据的原理和实验方法是否对头，为进一步产生毫米波做准备。

1950年初，美国海军研究署建立了一个由科学家和工程师组成的委员会，研究产生毫米波和亚毫米波的方法。

1951年春，汤斯到华盛顿参加委员会召集的第二次会议。他人虽然坐在会议桌旁，脑子里却不断映现出他思考着的各种计算公式和实验方案。一天清晨，曙光熹微，大地还蒙在一层薄纱之中。他醒来就想起了隔天推导的计算公式还不够完善，正好利用清晨头脑清楚的好时光，重新研究修改。他轻手轻脚地穿好衣服，走出了旅馆，来到附近的富兰克林公园。春天的公园是迷人的，树梢嫩叶初长，花圃盛开着一丛丛火红的杜鹃花，一阵阵鸟鸣声使人觉得早晨格外宁静。汤斯在一只长椅上坐下来，眼睛望着艳丽的花朵出神，脑子却不断想着产生波长

极短的电磁波的计算公式。一串串数字、一组组方程在汤斯的头脑中像泉水一样涌现出来。突然,他想到一种新的计算方法,连忙从口袋里摸出笔来,只是没有纸,翻遍口袋,只找到一只用过的信封,就把信封撕开,在信封的背面列出几道算式算了起来。

他奋笔疾书,只几分钟,就算出了需要激发多少分子才能得到分子振荡,以及振荡器的允许损耗值。当时,汤斯是把氨作为计算对象。他不仅从理论上推断氨分子被激发后可以产生波长为 1.25 厘米的电磁波,还设想了能产生这种振荡的具体方法。汤斯没有立即宣布自己的新发现,而是回到实验室,根据自己的新想法,开始着手试制微波激射器。他和同事们,还有研究生,整整工作了两年;这两年中,他们一起设计、制造、试验、拆毁、再造,翻来覆去,但一直都没有成功。有两个朋友劝他放弃这种劳而无功、浪费钱财的试验,但他毫不动摇,继续试验。

1953 年年底,汤斯应邀到一个波谱讲习班去作短期讲学。一天,他的学生飞也似地跑来报告他一个激动人心的消息:微波激射器成功了!

师生一起来到一家地下餐厅举杯庆贺来之不易的成功。席间,他们想到应该为这一新发明起一个简明、响亮的拉丁或希腊名字。然而胜利的激情使他们无法平静下来,他们争了一夜也没有找到一个合适的名字。直到第

二天晚上，他们才满意地创造了一个缩写词“Maser”——“曼塞”——作为那个新发明的装置的命名。它的意思就是“微波激射器”。以后在 Maser 的基础上又发明了激光器，人们也照汤斯的样子创造了“Laser”这一缩写来为它命名。两者只有一字之差。其中“aser”是受激辐射一词的英文缩写，而 M 和 L 分别代表微波和光。这也表示它们产生的原理是相同的，只是振荡频率或者说波长不一样。

发现“曼塞”以后，汤斯谦虚地说这是他学生的胜利和光荣；因为他的学生是冒着当不成博士的风险来从事这项研究工作的。

不久，汤斯发现“曼塞”有一个怪脾气，它产生的频率很高的电磁波，始终固定在一个频率上振荡，用什么办法都无法改变它。当时，汤斯也说不出这样一种激射器有什么实用价值。

后来才明白，“曼塞”产生的微波能精确地稳定在一个频率上振荡，正是“曼塞”的优点而不是缺点：既然它每秒钟振荡的次数始终不变，那么，只要测量出振荡的次数，就可以知道准确的时间间隔。于是有人把这种激射器作为时钟的计时标准，造出了当时世界上最准确的钟，“走”1 万年误差只有 1 秒。

微波激射器只能产生厘米波。汤斯需要的是毫米波

和亚毫米波。然而,产生毫米波的激射器却迟迟造不出来,也没有发现能辐射毫米波、亚毫米波的物质。

汤斯当机立断,决定绕道前进,直接研究用激射器产生可见光振荡的可能性。

1958年,汤斯和他的合作者肖洛,经过了长期的思考、研究、计算以后,首次提出光振荡条件的理论计算和光激射器的设计原理,并且还对这种新型激射器的用途作了一番预测。这篇文章立意新颖、论证翔实、假设大胆、计算精确,再加上技术措施切实可行,因此,立刻博得了电子物理学界的广泛注意。欧美很多有条件的实验室,按照论文的提示,纷纷试验制造。

## 2. 光的本质

叙述过激光的身世以后,接下去就要谈谈激光的“性格”和“特征”了。由于激光也是光,只不过是一种比较特殊的光,所以我们还要从光说起。

人们对光和光学现象的观察和研究有几千年历史了,在我国春秋战国时的思想家墨子的科学著作《经说》中,就有关于光现象的描述。光和人类生活有密切的关系,人们天天都生活在光的世界里。但是直到20世纪初,人们才对它的本质有了较深入的了解。

距今 300 多年前,赫赫有名的英国物理学家兼数学家牛顿创立了光学这门学科。当时,牛顿认为光是由一种弹性小球组成的。这就是所谓的光的微粒说。光的微粒说可以解释光的反射和光的折射现象。对于光的反射现象,可以设想打弹子球的情形。当弹子球在行进过程中撞到边框上就会被弹回。光的反弹也是这样,光的粒子投射到像镜子那样光滑的表面就可以单向反射。

对于光的折射现象,牛顿也提出了解释。按照万有引力定律,当光从光疏物质(如空气)进入光密物质(如水或玻璃)时,由于是两种不同的光媒质,它们对光的吸引作用就有差别。一般来说,光密物质密度较大,它对光的吸引作用强些;光疏物质密度较小,它对光的吸引作用弱些。这样,光束由空气进入水或玻璃中时,就会折向密度较大的水或玻璃的一侧。

光的微粒说在解释一些光的色散问题时遇到了困难。跟牛顿同时代的荷兰物理学家惠更斯,提出了完全不同的另一种学说——光的波动说。他认为光与声音一样,都是一种空气振动过程,这种振动像水波那样是一波接一波传递的。这就是光的波动说。两位科学家各持己见,互不相让。当时牛顿在科学界的威望要比惠更斯高,所以大多数人附和牛顿的看法,于是微粒说占了上风。

1864 年,英国物理学家麦克斯韦在仔细研究了光波

后指出:光波是与无线电波、X射线以及 $\gamma$ 射线一样的电磁波,它们之间的区别仅仅是波长不同。无线电波一般以米为单位,光波则比无线电波要短得多。

这样,麦克斯韦使光的波动说被大家承认。这种光的波动理论,虽能比较满意地解释光在传播过程中产生的反射、折射和干涉现象,但却解释不了光电效应。

德国大名鼎鼎的物理学巨匠爱因斯坦于1905年提出了光子说。光子说认为,光能是聚集成一份一份的,以不连接的形式在空中传播。

每一份光叫做一个光量子。光量子既是一种微粒,又是一种电波。光子说把几百年来争论不休的两种观点,即光的微粒说和波动说统一了起来。

今后对光的本质很可能还会有新的认识。但到目前为止,光子说是最完美的解释。

### 3. 光的产生

向平静的湖里扔一块石子,水面上会产生一圈圈的波纹,这是最直观的波——水波。拨动一根琴弦,会在空气中产生听得见的声音,人们称之为声波。广播电台、电视台的天线发射出我们看不见、听不见的一种波,它们就是电和磁交替变化的电磁波。光是我们能感觉到的,然