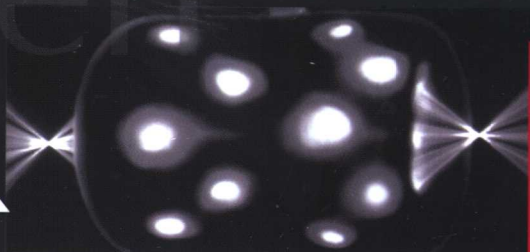


Golden Fleece



激光如何

偶然发现

一名科学家的探险历程

查尔斯·H·汤斯/著 关洪/译

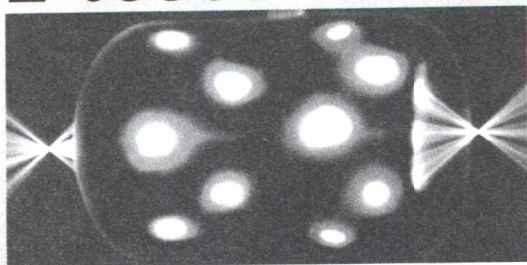


金羊毛书系

G O L D E N F L E E C E S E R I E S

上海科技教育出版社

Golden *Fleece*



偶然发现

一名科学家的探险历程

查尔斯·H·汤斯/著 关洪/译



金羊毛书系

G O L D E N F L E E C E

上海科技教育出版社

**How the Laser Happened:
Adventures of a Scientist**

by

Charles H. Townes

Copyright © 1999 by Oxford University Press, Inc.

Chinese (Simplified Character) Trade Paperback copyright © 2002 by

Shanghai Scientific & Technological Education Publishing House

by arrangement with Oxford University Press, Inc.

ALL RIGHTS RESERVED.

上海科技教育出版社业经 Oxford University Press, Inc.

授予本书中文简体字版版权

责任编辑 匡志强 尹传红 装帧设计 桑吉芳

金羊毛书系

激光如何偶然发现

——一名科学家的探险历程

查尔斯·H·汤斯 著

关洪 译

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路 393 号 邮政编码 200235)

<http://www.sste.com>

各地新华书店经销 商务印书馆上海印刷股份有限公司印刷

ISBN 7 - 5428 - 3024 - 4/N·490

图字 09 - 2002 - 139 号

开本 787 × 1092 1/25 印张 9.2 插页 2 字数 207 000

2002 年 12 月第 1 版 2002 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—6000 定价:18.50 元

发凡

传说在离希腊很远很远的黑海岸边,有个地方叫科尔喀斯,那里有一件稀世之宝——金羊毛。它是国王献给战神阿瑞斯的礼物,战神把它钉在圣林里,并派一条昼夜不眠的火龙看守着,因为神谕告诉他,他的生命跟金羊毛紧紧地联系在一起。很久以来,金羊毛一直被看作稀世珍宝,多少英雄豪杰为了得到它而踏上了艰险的路程,但他们没有一个能成功,很多人甚至连宝物的影子都没看到,就倒在漫长的征途中了。后来,英雄伊阿宋组织了一个远征队,决心去取金羊毛。国王要伊阿宋驯服两头铁角铜蹄、鼻孔喷火的神牛,套上犁具翻垦圣林的土地,并播种一着地就会变成铁甲武士的毒蛇牙齿,然后才能到巨龙看守的地方去取金羊毛。伊阿宋得到国王女儿美狄亚的帮助解决了神牛和武士,又靠着天才歌手俄耳甫斯的七弦琴琴声催眠了巨龙,终于拿到了那挂在高高橡树顶上的金羊毛。

这个故事就是古希腊神话中脍炙人口的“伊阿宋智取金羊毛”,千百年来,它一直为人们所传诵。从此“金羊毛”就成了至高无上的珍贵物品的代名词,象征着历尽艰险才能获得的财富。而那些能够勇往直前、努力实现自己理想的英雄们,就被称为“金羊毛英雄”,受到人们无限的崇敬。

在现代科学的发展史上,最有资格被称为“金羊毛英雄”的,无疑是那些摘取了最高科学荣誉——诺贝尔奖的人。他们以自己的聪明才智,以自己的顽强毅力,献身于科学事业,最终取得了普通人难以企及

的科学成就,并因而赢得了崇高的荣誉。他们的精神令人敬佩,他们的成就令人叹服,而他们在奋斗过程中所展现出来的科学精神、科学思想、科学方法,无疑更是后人应该认真学习和借鉴的。可以说,这些才是真正堪称无价之宝的“金羊毛”。

“金羊毛书系”正是为了这个目的而策划的一套科普丛书。它荟萃了近半个世纪以来许多诺贝尔奖得主的科普著作,其中既有这些科学大师对自身亲历的重大科学事件的回顾,也有他们对所在领域的最新科学进展的通俗介绍,还有对科学与社会、文化之间的关系的深刻思考。它们充分体现了这些诺贝尔奖得主的独特见地和睿智,是这些科学巨匠们留给我们的宝贵财富,值得我们好好挖掘。

中华民族正在走向伟大复兴之路,“科教兴国”早已成为全社会上下的共识。希望“金羊毛书系”的读者们,能够在接触这些科学大师的同时,领略其中的科学智慧,感悟其中的科学真谛,从而进一步攀登新的科学高峰,去收获属于自己的“金羊毛”。

名家评说

—— 一个引人入胜的个人故事，交织着对 20 世纪最重要的一些发明和发现的第一手材料的叙述。对于任何对科学、科学家，或者他们在我们这个快速变化着的世界上所起的作用感兴趣的读者，本书都是一本好读物。

阿尔诺·彭齐亚斯 (Arno Penzias)
诺贝尔物理学奖获得者，
贝尔实验室前首席科学家

在这本激动人心的书里，查尔斯·汤斯历数了微波激射和激光是怎样首次出现在他的生活里，以及它们怎样在他的科学生涯里一直陪伴着他。本书揭示了一位锲而不舍地进行研究工作的杰出科学家的生活，并且表明了他的科学生涯是怎样通过与同行们的碰撞、讨论和相互影响，以及怎样通过独自思考和投入独立工作而成形的。本书也是基础科学重要性的一个极好的说明：当激光发明的时候，没有人想得到它会有如此奇妙的许多应用。

克劳德·科昂-坦努日 (Claude Cohen-Tannoudji)
1997 年诺贝尔物理学奖获得者，
巴黎法兰西学院原子和分子物理学教授

在这本书里，20 世纪最伟大的科学家之一讲述了他的生活，以及

包括微波激射和激光在内的发现和发明的故事。查尔斯·汤斯在微波波谱学上的先驱性研究,产生了有关分子的大量新知识,甚至还有对原子质量和原子核结构的了解。这些研究也使得有可能发现和理解在宇宙空间中以及在像恒星那样的天体附近的分子的波谱。它们提供在我们的银河系中央有一个巨大黑洞的一些有力证据。汤斯还讲述了他卷入向政府提供顾问意见的事务,以及试图在政治的氛围里给出不偏不倚的科学意见等问题。总之,这是关于科学和发现科学的人们的一个引人入胜的故事。这本书令人爱不释手。

阿瑟·肖洛(Arthur L. Schawlow)

诺贝尔物理学奖获得者,
斯坦福大学荣誉教授

内容提要

激光的发明是 20 世纪的一项划时代的成就,对人类社会文明产生了极其深远的影响。本书由激光的发明者之一、诺贝尔奖得主汤斯亲笔撰写,生动刻画了汤斯如何从对微波波谱学的开创性研究出发,研制出世界上第一台微波激射器,进而发明了激光器,书中还对其中的专利纷争给出了高度个人化的描述,使读者对这一重大科学事件的方方面面有更为全面的了解。

本书不仅是一部激光发展史,还是一名杰出科学家对其成长历程和科学生活的回顾。它描述了科学家是怎样对新的观念做出反应,怎样锲而不舍地进行研究工作,以及如何卷入科学社会学的。它是一个关于科学和科学发现者的引人入胜的故事,将会给任何对科学感兴趣的人,提供包含许多第一手材料和历史趣闻的参考文献。

作者简介

查 尔斯·H·汤斯,著名物理学家。1915年7月28日生于美国,1939年获加州理工学院物理学博士学位,曾先后在贝尔实验室、哥伦比亚大学、麻省理工学院工作,1967年起在加州大学伯克利分校任大学教授。因“导致按微波激射和激光原理制成振荡器和放大器的量子电子学基础性工作”而荣获1964年诺贝尔物理学奖。

前言与致谢

斯隆基金会(Alfred P. Sloan Foundation)提出了这本书的创意,要求我来写一部激光发展的历史。这部历史现在便呈现于此,其中还有许多是我自己作为一名科学家的个人经历。撰写后面这部分内容的原因是,科学和技术的现代发展密切依赖于人、他们的相互接触,以及他们的相互激励——这些东西就属于科学社会学的范畴了。像激光发展那样的成就,不是来自一个孤立的想法,而是来自一种科学上的氛围,来自好奇心、奋斗和迷茫,同时也来自许多不同个人的努力。

同政府和军事政策,以及同国际事务的相互影响,也是激光和科学的故事中的一部分;在 20 世纪里,科学家们已经越来越深地卷入到这些领域里去了。

我在科学研究上的倾力投入,以及不时公众服务,包括工作职务和地点的多次变动,都得到了我妻子弗朗西丝(Frances)大度而周到的支持,我本人和这里所提到的成就,都深深地受益于她。本书同样应该归功于科学作家查尔斯·珀蒂(Charles Petit),从组织素材、起草大纲,到给予恰到好处的编辑建议,他都给了我很大的帮助。没有他的话,这本书是完不成的。我还要感谢我能干的秘书玛尔尼·麦克尔希尼(Marnie McElhiney),她在这本书的准备工作上给了我许多帮助。

我的希望是,对于思想和科学真正是怎么来的,对于目前这个时代

的科学历程,本书的描述将会给出一个真实而有趣的说明。

查尔斯·H·汤斯
伯克利,加利福尼亚

目 录

前言与致谢	xi
1. 直线照射的光	1
2. 物理学、富尔曼大学、分子和我	16
3. 贝尔实验室和雷达:幸运的弯路	34
4. 从哥伦比亚到富兰克林公园及其他	50
5. 激动及反思	75
6. 从微波激射到激光	95
7. 专利游戏	120
8. 月球尘埃及其他科学顾问活动	142
9. 猎户座的雨水	189
10. 回顾与前瞻	211
译后记	214

1. 直线照射的光

1969年7月21日,宇航员尼尔·阿姆斯特朗(Neil Armstrong)和埃德温·奥尔德林(Edwin Aldrin)在月球上安置了一个由一些小型反射器组成的阵列,并且把它们朝向地球。与此同时,远在240 000英里(约386 000千米)之外的地球上的两组天文物理学家——其中一组在加利福尼亚大学利克天文台,另一组在得克萨斯大学麦克唐纳天文台,正在两架大型望远镜上装备着一些小型的仪器。他们小心地注视着人类在月球上首次登陆的地点。大约十天之后,利克小组把望远镜对准了那个确切的位置,并把一个小功率的脉冲送进他们已经装到望远镜上的微小机件之中。过了几天,在得克萨斯州西部的天空变晴朗以后,麦克唐纳小组也执行了同样的一些操作。在每一台望远镜的心脏部位,都从一根人造红宝石晶体发出极为纯净的一窄束红光,直刺长天,而后进入几乎是真空的空间。当光束旅行了240 000英里(约386 000千米)照射到宇航员们设置的反射器时,它仍然只有约莫1000码(约910米)那么宽。光束在打上那些反射器之后,过了一秒多一点的时间,在加利福尼亚和得克萨斯的两组人都各自检测到了其微弱的反射。从发射光脉冲到它返回地面,这一段时间间隔使人们能够在1英寸(约2.54厘米)的精度以内,计算出地球到月球之间的距离,这一测量达到了前所未有的精度。

红宝石是在每一个光源里的一台激光器的心脏,这种类型的器件在1960年,即仅仅9年之前才首次进行了演示。甚至在人类登上月球以前,在1968年1月,已经有一艘无人驾驶的宇宙飞船在月球上登陆,上面带着一架电视摄像机,用于检测加州理工学院喷气推进实验室从洛杉矶附近发射出的一支激光束。那束光仅有大约一瓦的功率。但从月球上看,在洛杉矶盆地里的所有其他光亮(功率达到成千兆瓦),其亮度也仍然不足以被看见。那些光传播并扩散成实际上不可检测的了,而功率只相当于一支小手电筒的那支激光束,却把一个闪烁的信号送上了月球表面。

从月球反射的激光束使我们得以测量到月球的距离,这只是激光引人瞩目的品质的一个例证。对于激光,还有许许多多的其他应用,以及在日常生活中的无数用途。但在发明出激光之后的几年内,同事们常常为此而揶揄我说,“那是一个伟大的想法,但它是在根据答案找问题。”而真实的情况是,在研制第一批激光器的我们这些人当中,没有谁想过它最终会有多么广泛的应用。这表明了一个怎么强调也不会过分的富于生命力的观点。今天的许多实用技术,乃是几年到几十年前的基础研究所结出的果实。当时投身到这种基础研究的人们,主要是受到好奇心的驱使,往往并没有怎么想到他们的研究会引出什么样的应用。对于从事物本性的基础探索之中会得到什么样的实际报偿(或者类似地,看出有哪一条今天的研究途径会走入技术上的死胡同),我们的预见能力是很差的。这是由于一个简单的真理:在研究过程中发现的新想法确实是新颖的。

一旦有了微波激射器和激光器,我就认为它们把两个非常重要而且应用广泛的科学和技术领域——光学和电子学——结合起来了。尽管我们还不能够确切地预言这些器件会把我们带到哪些不同的地方去,但我们已经能够预期,它们会有广泛的应用,而所发生的事情正是这样。

激光一旦发明出来,就派上了无数的用场。远距离地照到月球上的装置是一台中等大小的激光器,而到取得这个成绩的时候,测量者已经将激光用于平常的、但也许更有一些任务,如划定土地边界或者

平夷道路。穿越旧金山港湾下面的湾区快速通道(Bay Area Rapid Transit, 简称 BART)的列车,就行驶在一条用激光导向铺设的海底管道里。我精确地知道我在新罕布什尔州的农场边界所在的位置以及它们的精确长度,因为测量师使用了一台激光测量仪。

最小的激光器如此之小,人们不用显微镜就看不见它们——可以把成千个这样的激光器组装到半导体芯片上,比如那些构成计算机心脏部分的芯片(不久以后,某些计算机可能实际上就会使用激光器所发射的光束,就像现在的计算机使用电脉冲一样)。最大的激光器所消耗的电力,跟一个小城镇一样多。离我在加州大学伯克利分校的办公室大约 45 英里(约 72 千米)处,是劳伦斯·利弗莫尔国家实验室,那里拥有一些现今世界上最强大的激光器。组装了一套总称为 NOVA 的激光器,以便把十支单独的激光束会聚在一块针尖大小的斑点。这些激光器本身就是一些很大的设备,有一连串强有力的电磁线圈、光学镜片和直径为 20 英寸(约 0.5 米)的淡紫色厚玻璃管道(激光脉冲就产生于其中),所有这些伸展开来超过了 400 英尺(约 120 米)。当这些激光器会聚在一起的时候,它们聚好焦的光束差不多在瞬时内(准确地说,是在十亿分之几秒钟的时间内)就创造了几百万度的高温。如此强烈地集中起来的能量,乃是能够向物理学家们显示如何创造核聚变条件的实验所必需的,正是这种核聚变过程使太阳发光。利弗莫尔小组希望能以此找到一种有效地产生电力,而污染或放射性废物又很少的办法。该小组还正在向自制一台更强大的激光器——称为国家点火设备(National Ignition Facility, 简称 NIF)的方向前进,而借助目前的激光器,他们刚刚把功率的世界记录提高了 10 倍,达到 10^{15} 瓦,这也是把各支激光聚焦到一个小斑点上获得的。这一脉冲持续了不到一万亿之一秒的时间,但在它保持的时间里,它的功率远远大于我们整个地球在那一刻所消耗的功率。

尽管利弗莫尔的激光聚变计划也许只是激光能够改变物质的方式中的一个异乎寻常的例子,然而还有数以百计的更为平常的材料加工应用。例如,你的汽车上的轴承表面,也许就用来回照射到这些表面的激光束处理过——激光束会非常快地加热钢材的表面从而使其硬化,

同时却几乎不会使材料的内部变热(这种情况会使轴承变脆)。激光可以迅速加热材料使其蒸发掉,快到邻近的任何材料都完全不会受到加热的影响。激光聚焦的强度可以轻而易举地穿透钻石,那是我们最坚硬的材料了。激光还可以在红宝石上精确地钻出微细的孔洞,用来做精密的瑞士手表里的轴承,以及加工计算机微芯片上错综复杂的电子线路。激光那离奇的短脉冲能够极快地切下小块材料并使其蒸发,而其余的材料却不受扰动。

同激光束已经达到的功率和强度相对比,科学家们还发现,一种用显微镜聚焦的弱激光束能够用来轻柔地把微小的颗粒搬来搬去,甚至包括那些活细胞内部的各种细胞器。这种“光学镊子”可以成为生物学研究里的有力工具。激光也被用来减缓原子的高速运动,并且把它们控制在一些阱里,产生出小范围内的气体,其温度只有绝对零度以上十亿分之几度——这是研究人员业已获得的最低温度了。

通过比较不同颜色的激光束被吸收的方式,监测空气污染的工作人员能够立刻在现场知道在一个城市那么大的盆地上的空气污染程度。他们能够检测烟囱上方的空气,以确定它们所排出的污染物。他们甚至能够指望直接测量出平流层里的某些化学物质。

激光为通信提供了一种卓越非凡的载体。原则上,一支激光束可以携带此时此刻全世界所有人和计算机之间来回传送的信息。从所有电话线、所有电视台、所有无线电台、所有谈话和音乐以及数字化信息中传来的信号——所有这些统统都能够塞进仅仅一支激光束里。这种可能性还没有实现,但我们正在稳步地朝这个方向努力,并且已经用激光束达到了相当高的通信传输率。此外,一支激光束可以沿着一根比铅笔芯还细的柔软的光学玻璃纤维管路传送。除了有巨大的传送能力之外,光纤缆线的细小尺寸也是纽约市的街道下面铺设的新电话线路依靠光纤的一个原因。城市公用事业的地下管道已经密如蛛网,充斥着拥挤的下水道、电力线、电话线、电视电缆,以及体现着现代社会活力的其他各种管线,很难再塞入一些新的铜制传输线路,即使我们想那样做。此外,激光通信还提供了比常规的无线电和电话传输更高的保密性。激光束是沿一条直线传送的,不像无线电射束传播得那样宽,而且

容易截获。一支在光纤缆线里面的激光束是不可能被截获的,除非有人在光纤上安装了一个探测器。

上千万的美国人在其家中拥有激光器,许多人在他们的汽车上也有——这指的是放音乐的激光器。激光唱片(CD)上的信息是由一支激光束录上去的,而激光唱机里面的激光束则从唱片上读出经过数字化编码的声音信号,这就使得CD成为一种可靠的音乐载体。激光的艺术技巧也推广到了彩色的光束表演,用一些激光束交叉穿过天空并绘出图像。可以把物体的三维形象记录在照相底片上,使激光束从底片上反射出来,产生出一种全息的同时又是三维的——图像,这样显出来的物体图像是可以重新组装的,当有另外一些激光束从记录了物体形象的底片上反射出来的时候,看到的图像就会在空间中拧转。激光器的某些应用是平常的,但也显示出了它在技术上的多种用途。例如,不久以前,俄亥俄州哥伦布市的巴特尔纪念馆宣称能够把激光器做成很好的土豆削皮机。

自从问世以来,激光就诱使人们设想它们会被军方变成“死光”,而且确实已经花费了巨额的金钱,试图用激光来摧毁入侵的导弹。还不清楚这样一种系统在多大程度上是可行的,但如果它能成功的话,此后我们就不必惧怕导弹的袭击了,那将会是一件幸事。闪亮的死光这个想法有一种动人心魄的神秘感;因此我们就有了天神朱庇特发射闪电的神话,以及关于死光的科学幻想作品,后者至少始于1926年阿·托尔斯泰(Alexei Tolstoy)的小说《加林死光》(*The Garin Death Ray*):

加林把那机器转向门口。从仪器发出的光线切断了它所经途径上的电灯线,而灯具则从天花板处被抛了出来。那光芒耀眼、直线行进的射线,细得就像一根针那样,在门上挥舞,而切下来的碎木块则纷纷坠落。光线慢慢地移了下去。传来了一声短促的嚎叫,好像碰到了一只猫。什么人在黑暗中绊倒了。他的身体软软地倒了下来。光线从地板上舞动到他的双脚上。有一种烤肉的气味。——加林咳了起来,以一种嘶哑的声音说道:“这里一切都结束了。”

关于威力强大、即刻可达的射束的这样一种描绘,显然吸引了人们的注意,不管那是真的还是假的。虽然现代的激光束看来同那些幻想的神