



奇妙的激光刀

刘东华 编著

科学性
预见性

趣味性
启发性

使你爱不释手
帮你驰骋想象

奇妙的激光刀

奇妙的激光刀

刘东华 编著

责任编辑：谭清莲

湖南教育出版社出版发行（长沙市展览馆路8号）

湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷二厂印刷

1987年7月第1版 1987年7月第1次印刷

字数：110,000 印张：8 印数：1—4,100

ISBN 7—5355—0272—5/G · 272

统一书号：7284·965 定价：1.20 元

见 面 的 话

一九八四年秋，我们分赴全国各地作调查，从专家、学者那里，从老师和学生那里，从青年干部和青年职工那里，获取了有关读者需求的大量信息。作为信息的反馈，我们播下了这套《面向现代化》丛书的种子。

经过一年多的努力，随着现代化建设的雄伟步伐，它象一株刚出土的新芽，与广大读者见面了。我们谨以此献给一切立志献身现代化、献身未来的青少年朋友们。倘若他们能从这套书中获取点滴营养，从而提高建设现代化的能力，增强面对未来、开创未来的信心，这就是对我们最大的鼓励，我们将感到无限欣慰。

这套丛书包括现代新理论、新学科、新能源、新材料、新工艺以及有关新创造、新发明、新制作等方面的内容。社会科学和自然科学都在日新月异地向前发展，新理论、新学科在层出不穷地诞生，我们将竭尽全力，捕捉崭新的科技、理论信息，使这套丛书常出常新。

我们认为，具有科学性、预见性、启发性、趣味性，并做到深入浅出、雅俗共赏，应当是这套丛书必须具备的基本特征。为此，作者和编者，殚精竭虑，付出了辛勤的劳动，也取得了令人可喜的成果。我们愿意借此机会，向他们表示热诚的祝贺和衷心的感谢。

既是新芽，就有新芽的特性：一方面，不免显得

娇嫩；但另一方面，它又充满了生机。这套丛书也是如此。我们坚信，有作者的辛勤耕耘，有专家、学者和读者的精心浇灌，它一定会迅速成长起来。

人们见面时总要打个招呼，初次见面，还往往作些自我介绍，在这套丛书出版的时候，我们说了上面这些，作为见面的话。

湖南教育出版社

四川教育出版社

一九八五年十二月

目 录

前言	1
神奇的光——激光	4
亮度最高的光	5
颜色最纯的光	7
射程最远的光	9
聚得最小的光	11
激光发射的奥秘	14
微小的原子与浩瀚的太阳系	14
电子轨道与原子能级	16
自发发射与受激发射	19
激光发射的必要条件	21
新颖的光源——激光器	24
激光器的三大部分	24
激光器的家族	29
激光器的开拓者	35
举世无双的宝刀——激光刀	38
无坚不摧的巨大威力	39
奇妙的宝贵特性	41
神通广大的本领	44
微细灵活的激光针	47
剖析微小的细胞	48
缝合微细的血管	51
针灸新法	53
麻醉妙术	59
奇特的激光唱针	64
声音和图象的寄存处	65

目 录

普通唱片与唱针	67
磁带与磁头	70
激光电视唱片与唱针	72
可擦式光盘	75
灵巧的激光手术刀	79
激光刀的四大法宝	81
眼科治疗的妙法	84
内脏止血的绝招	87
诊治癌症的能手	89
疏通动脉的尖兵	93
心灵手巧的美容师	96
裁剪分子的快速剪刀	100
微妙的分子世界与光子	101
材料王国的新秀	104
高分子家族中的裁剪师	106
农业现代化的宝刀	110
培育良种的新方法	111
催芽助长的好帮手	114
消除杂草的闪光刀	117
捕杀害虫的天罗地网	120
万能的激光加工刀	124
精细的激光雕刻	125
永远清晰的激光标记	128
微小芯片的刻划	130
膜层电阻的微调	132
奇特的激光打孔	134

目 录

锋利的激光切割	140
牢固的激光焊接	147
新型的激光热处理	154
神奇的激光箭	163
从神话到现实	164
激光武器种种	167
星球大战与激光武器	169
全球性空运的曙光	172
新式激光火箭	175
展望明天，前程似锦	179

前 言

20世纪中期以来,人类进入了迅速发展的新时代。科学在不断地向新的高峰进军,技术在深入地向各个领域渗透。新兴技术犹如雨后春笋,层出不穷,第3次技术革命的浪潮,正在席卷全球,震撼宇宙。

激光技术是继无线电技术、原子能技术、半导体技术、以及电子计算机技术之后出现的一门新兴的尖端技术。激光的出现是本世纪60年代最重要的科学技术成就之一,标志着人类对光的掌握和利用进入了一个新的阶段。它宛如新技术革命舞台上的一颗“超新星”而闪闪发光、绚丽多彩。由于它具有亮度最高、方向性最强、颜色最纯、相干性最好等宝贵特点,因而自从一九六〇年第一台激光器问世以来,激光技术就得到了日新月异的发展和日益广泛的应用,并在科学技术的许多重大领域开辟了新的生长点,引起了革命性的变化。

在现代科学技术的百花园中,激光技术占据了最活跃最艳丽的一席园地。在这块万紫千红、朝气蓬勃的园地里,人才荟萃、硕果累累、捷报频传。仅从1964

年到1981年的短短17年中，就先后有4次共7人荣获诺贝尔奖金，摘取了现代物理学的桂冠，创造了举世瞩目的奇迹。

激光技术的出现，使得传统的古老光学返老还童、重放异彩；使得崭新的现代光学快马加鞭、如虎添翼。许多用传统的古老光学技术不能办到的事情，现在能办到了；一些过去能办到的事情，如今采用现代激光技术后，事情做得更快、更好。一个又一个禁区被冲破，一个又一个新的激光应用领域在开辟。

就拿我们日常生活中使用的电灯来说吧，它是一种普通的光源。通常是用来照明，手电筒只能照射到100米左右的地方，而大型的探照灯也不过只能照射到大约10里路远的地方。可是，一束微细的激光却可以穿过浩瀚的太空，照射到离地球约38万公里的月球上去，并能返回到地面上来，用这种方法测量地球与月球之间的距离，其精度可达到几厘米。再看看宇宙间最大的光源太阳吧：如果我们拿一块透镜将太阳光会聚成一个小的光点后，可以将纸片、木屑或烟头点燃，然而，如果将激光会聚后，它的威力却要强大得多，一股微细的激光束，如同一把奇妙的宝刀，它可以象切豆腐那样切割厚的钢板，即使是象世界上最硬的材料如金刚石之类，在激光刀的作用下，也会立即穿透，顿时化为一缕“青烟”。

这种奇妙的激光刀，既可以穿刺微小的细胞，又可以进行各种外科手术；既可以杀虫、除草，又可以进行打孔、焊接和切割；既可以击毁飞机、坦克、舰

船，又可以攻击导弹、卫星，真是神通广大。

为了面向现代化、面向世界、面向未来，迅速推广和普及新兴的激光技术。本书从激光技术百花盛开的花丛中，采集了一小束鲜花，奉献给广大的读者。书中介绍了激光的奇异特性、激光发射的奥秘、激光器的基本组成及发展概况，奇妙的激光刀的形成，以及激光刀在生物、医学、信息、工业、农业、国防和宇航等领域的应用情况，并展望了激光刀的应用前景。

由于现代激光技术一日千里、突飞猛进，因而，很难跟上这种高速发展的步伐，只能从收集的这些画面中粗略地反映激光技术在这个领域发展的概貌，其中遗漏和不妥之处是难免的，欢迎读者批评指正。

作 者

1986年7月

神奇的光——激光

光是大家最熟悉的一种自然现象。我们生活在一个充满着各种各样的光的世界里。白天，红日升起，金色的阳光沐浴着大地，使五洲四海绚丽多彩，给亿万神州带来光明和温暖；夜晚，星星和月亮点缀着寂静的夜空，无数盏灯光齐明，使大好江山美景如画，给千家万户增添喜悦和幸福。人们在灯光下，继续学习、工作、劳动和娱乐；列车在灯光的指引下飞奔；巨轮在灯塔的照耀下破浪；飞机在灯光的指引下腾飞；历史的车轮，在光的照耀下滚滚向前。

光明意味着温暖、幸福和希望，光明意味着智慧、财富和力量。世界上的光源有千千万万！在我们这个星球上，有来自自然界的天然光，如太阳光、雷电光、萤火虫的闪光等，它们都是从天然光源中发射出来的。还有一种光是人类自己创造出来的，如常见的蜡烛、油灯、白炽灯、日光灯、高压水银灯、霓虹灯等，这许多的照明灯具，都是属于人造光源。

人们对光的需求是各种各样的，有的要求光的亮度很高，如广场、运动场、马路、礼堂的照明灯，通

常采用各种功率大亮度高的高压水银灯；有的要求光的射程很远，如探照灯、航标灯、指引灯等，均需采用特殊的反射聚光镜；有的要求光的颜色单纯，如舞台上的灯光艺术布景，需采用特制的滤色装置；有的要求光会聚后的光点很小，如各种太阳炉、太阳灶，利用会聚后的太阳光能烧水、煮饭、发电等。人们往往根据这些不同的需求，作为选择和评价各种不同的光源的依据。

激光也是一种人造光，然而，它是一种神奇的光，非凡的光，它具有非常奇异的宝贵的特性，在光的亮度、光的射程、光的颜色、以及光的会聚性能等四大方面，它都独占鳌头，成为光中之冠、光中之王。激光是一种亮度最高、颜色最纯、射程最远、聚得最小的光。正是由于这些独特的优点，使得激光成为现代光学中的佼佼者，使得激光技术成为现代科学技术中最活跃的领域之一，成为第三次技术革命中的一支生力军。

亮度最高的光

光和亮是不可分割的，光源的明亮程度是评价光源的一个重要指标，光的亮度就是指光的密集程度。人的眼睛对光的亮度的感觉是很灵敏的。在电灯上装上一个反光罩，我们就会感到光线集中一些、亮一些。在强烈的日光照射下，人们会将眼缝眯起来，以减轻强光对眼睛的刺激。

那么，世界上什么光的亮度最高呢？

有人会说：太阳光最亮！

的确，太阳是宇宙间最大的自然光源，太阳的威力无穷，它可以从一亿五千万公里以外，将光线照射到地球上，它的总发光功率高达 4×10^{26} 瓦，显然，太阳如此强大的功率是任何其他光源所无法比拟的。

然而，光的亮度是指单位面积的光源表面上，向某一方向的单位立体空间内所发射出去的光的功率的大小。太阳的总发光功率虽然很大，可是，它的总发光面积也大，约为 2.5×10^{23} 厘米²，而且，太阳是个大球体，它的光向四面八方发散，所以，太阳表面光的亮度也只有130瓦/厘米²·立体角。

在普通的人造光源中，高压脉冲氙灯的亮度最高，被誉为“人造小太阳”，它的亮度比太阳表面的亮度还要高100倍。

然而，一只功率仅10毫瓦的小型氦氖激光器，它的外形只有一支15瓦小型日光灯那么大，由于它发射出来的激光可以集中在非常微小的范围内传播，所以，它的亮度竟高达 10^8 瓦/厘米²·立体角，比太阳的亮度还要高7000多倍。

激光，不但可以在空间范围内高度集中，而且，在发光时间上可以尽量缩短，使激光器中的光能在很短的时间内发射出来，因而，激光器的脉冲光功率大大提高。这种激光发射的时间可以缩短到几个纳秒(10^{-9} 秒)乃至几个皮秒(10^{-12} 秒)，它的亮度非常高，一台红宝石固体激光器的亮度要比高压脉冲氙灯的亮

度高37亿倍，比太阳的亮度高3700亿倍。

显然，激光是当今世界上亮度最高的光，激光器是现代最亮的光源。它的亮度是迄今为止的其他各种光源所望尘莫及的，只有巨型氢弹爆炸瞬间发出的强烈闪光，才能与它相比拟。然而，氢弹爆炸只是短时间内瞬息发光，而激光器则可以长时间发光、连续发光。

利用激光亮度最高的这种宝贵特性，可以做成各种各样的激光针、激光刀、激光枪、激光炮、激光箭，成为人类征服自然、征服宇宙的重要工具和强大武器。

颜色最纯的光

秀丽的湖光倩影，神秘的峡谷洞天，绿水青山、猴趣鸟情，红、橙、黄、绿、青、蓝、紫，各色光交织辉映，使得锦绣山河，更加绚丽多彩！

光为什么会有各种各样不同的颜色呢？

原来，光是一种电磁波，和无线电波一样，各种光都有对应的频率和波长，每一种颜色的光分别对应着一个固有的频率，具有单一频率的光称为单色光。光的颜色愈纯，光的单色性愈好。

太阳光中包含红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等七种颜色，它对应着所有可见光的频率和波长，所以，太阳光是这七种颜色混合的结果呈白色，显然，太阳光的颜色是很不纯的。

白炽灯、日光灯、高压水银灯等发出来的光的颜

色也是不纯的，其中包含了多种颜色。其单色性不好。

所谓光的单色性是指光的频率宽度与光的频率之比。光的频率宽度是光的频率偏差的范围。例如，某种红色光的频率是 3×10^{11} 赫兹，如果它的频率宽度为 3×10^6 赫兹，那末，这种光的单色性为 10^{-5} 。

在普通光源中，氪灯的单色性最好，可以达到 10^{-6} 左右，曾被当作单色光的标准光源。然而，普通氦氖激光器的单色性却可以达到 10^{-12} ，其单色性要比氪灯好一百万倍！

利用激光的高单色性，可以进行各种精密测量。过去，通常是采用米尺、游标卡尺、千分尺等普通量具来测量长度，其测量精度都不太高，难以满足各种精密测量的要求。譬如，测量 1 米以上的长度，如果要求误差不超过 1 微米，这是普通的测量方法所不能办到的。然而，如今利用单色性最好的激光束做成的一种“光尺”，用它的波长作为测量长度的单位(图1)，用它来测量 1 米以上的长度时，其误差可以小于 0.1 微米。

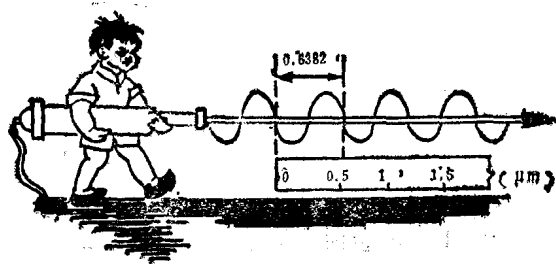


图1 激光测长

由于激光的单色性最好,因而,激光的颜色最纯。用它做成激光彩色电视机,其色彩格外鲜艳,图象非常逼真。激光彩色电视已成为电视技术发展的一个努力方向。

近年来,这种颜色最纯的激光,已纷纷登上了艺术舞台、运动场所、娱乐园地,成为当代最鲜艳的艺术之光。一束束绚丽多彩、纯正鲜艳的激光束,交相辉映,织出了一幅幅变化无穷、景色万千的美妙图案,给人们以美的享受。

射程最远的光

从各种光源中发出来的光能够照射多远的距离呢?这个问题涉及到光的方向性。光束传播的方向性,通常用光束的发散角来衡量。

在普通的光源中,诸如太阳、白炽灯、日光灯、高压水银灯等,几乎所有的普通光源都是向周围的四面八方同时发射,它们的方向性很差。为了改善这些光源的方向性,往往需要加上聚光的灯罩。

大家知道,探照灯为什么能射向远处,照亮星空,搜寻到夜晚飞行的飞机呢?这是因为在灯头部分装上了特殊的定向聚光反射镜的缘故(图2)。它的光束直径为1米左右,可以照射到约5千米的高空。

然而,由于这种探照灯的光束发散角较大、约为10毫弧度,因而,它的光束每传输1公里,光束的直径就要增加10倍左右,所以,1米直径的发射光束,