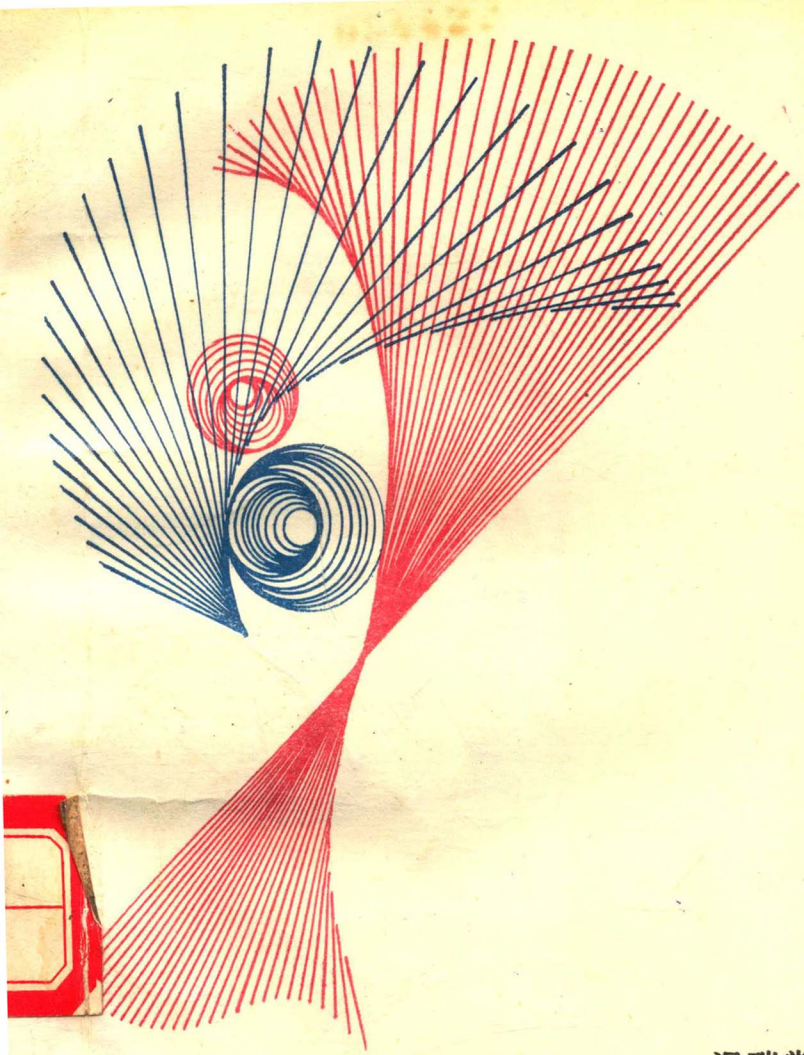


温瑞棠

军事激光技术

解放军出版社

需要全本请访问 www.ertongbook

军事激光技术

温瑞棠

解放军出版社

京新登字117号

军事激光技术

温瑞棠

解放军出版社出版发行

（北京平安里三号）

（邮政编码100035）

新华书店经销

一二〇二工厂印刷

787×1092毫米 32开本 11.25印张 243千字

1991年10月第1版 1991年10月（北京）第1次印刷

印数1—2 000

ISBN 7-5065-1698-3/E·899

定价：5.90元

社编号03-0059

内 容 提 要

本书内容首先介绍了激光测距、激光雷达、激光通信、激光制导、激光引信和引爆、激光模拟、特征识别和模糊图像的处理、指纹的检验和识别、激光陀螺、激光报警器和激光窃听技术等知识。其次则以激光致盲武器为主，讨论了激光战术武器和战略激光武器。通过激光分离同位素和激光受控核聚变的研讨，还介绍了激光在核武器工业上的应用。最后又讨论了激光对抗和反对抗的问题。

本书适合于各军兵种有关科研单位的工程技术人员和广大指战员，对于军事院校军用激光专业师生更有参考价值。由于本书是激光技术的基础知识，所以也可供一般科学技术人员参考。

前　言

激光为人类提供了极强、极细近乎平行和极纯的单色光束，它由于受激辐射原理，所以具有亮度高、方向性强、单色性好、相干性好等特点，因此一经问世就首先引起了军事方面的高度重视。有人曾预言：今后低空、高空、太空战争的主要武器都离不开激光。星球大战的中心内容也是激光战，而核武器的爆炸污染会使敌、我、友，人人受害，目前还很难达到消灭敌人而保护自己的目的。所以说，激光技术主要是受军事目的的刺激而迅速发展起来的。激光测距、激光制导、激光致盲枪等均已应用在战场上。无人驾驶靶机、直升飞机、低空导弹都曾被激光炮击落过，坦克装甲也被激光穿透成碗口大的洞。空间激光反卫星的斗争更是越演越烈。激光军事装备的大量出现有可能改变现代战争的战略、战术，使武器系统发生根本性的改变。

为了适应国防现代化和有关人员的需要，本书在原《兵器激光》杂志上连载的“军用激光技术讲座”和其他已发表过的文章或出版物的基础上，补充和修改了不少内容，以期能对读者有所裨益。

书中第一章介绍的是激光原理、基本概念和重要术语。随后又对激光的特点作了较仔细的讨论。第二章介绍的是军事上常用而又较重要的几种激光器。第三章介绍的

需要全本请访问 www.ertongbook

是某些军事应用和除了激光器还必须借助的有关技术（比如调制、调Q、倍频等）。从第四章开始介绍了激光究竟怎样用于测距、制导、通信等方面的情况。其中有关激光引燃引爆、指纹检验、窃听、报警、特征识别和模糊图象处理等内容更为新颖。第五章对致盲、战术和战略激光武器等都一一作了介绍。第六章介绍的是激光在核武器工业上的同位素分离和受控核聚变方面的应用情况。第七章具体地介绍了在现代战争中，敌人使用激光武器装备时应采取的措施。

书中除了介绍军事激光技术外，有关部分还对原子弹、氢弹、洲际弹道导弹、巡航导弹和中子弹等现代化武器作了简单介绍。同时讨论了它们和激光武器的关系。为了便于读者阅读和理解，书末附有“激光输出特性”表。

在本书编写过程中，北京理工大学工程光学系的陈晃明教授，徐荣甫、邓仁亮副教授和张自襄高级工程师等曾分别对第一稿的有关部分进行了审改，过已吉教授、原叶英副所长等也提了不少宝贵意见，总工程师张松年同志审阅了本书；《光导技术》和原《兵器激光》杂志社给予了大力支持。在此对他们的热情帮助与关怀表示最诚挚的谢意。

由于作者的业务水平和工作条件所限，本书的缺点和欠妥之处，在所难免，恳请读者批评指正。

温瑞棠

1990年10月

目　录

第一章　激光原理和特点……（1）

第一节　军用激光的发展……（1）

一、激光和军事……（1）

二、从“珊瑚岛上的死光”说起……（2）

第二节　激光原理……（4）

一、关于对光的认识和描述……（4）

二、自发辐射和受激辐射……（10）

三、粒子数反转……（15）

四、光学谐振腔及其特性……（23）

第三节　激光的特点……（39）

一、方向性好……（39）

二、单色性好……（41）

三、亮度高……（42）

四、相干性好……（48）

第二章　激光器……（56）

第一节　固体激光器……（56）

一、YAG激光器的结构……（57）

二、YAG激光器的发光机理……（60）

三、YAG激光器的特点……（62）

四、钕玻璃激光器……（62）

第二节　半导体激光器……（65）

一、半导体激光器的优缺点 ……（65）
二、半导体的结构和发光机理 ……（66）
三、半导体激光器的构造 ……（69）
四、半导体激光器的发展 ……（70）
第三节　气体激光器 ……（73）
一、气体激光器的种类 ……（73）
二、氦氖激光器 ……（75）
三、CO_2激光器的特点 ……（81）
四、与CO_2激光有关的能级图 ……（81）
五、普通CO_2激光器 ……（85）
六、横向放电大气压CO_2激光器 ……（89）
七、CO_2气动激光器 ……（92）
第四节　化学激光器 ……（96）
一、化学激光器的优缺点 ……（96）
二、化学激光的有关知识 ……（98）
三、氟化氢（HF）连续波激光器 ……（101）
四、氟化氘（DF）连续波激光器 ……（103）
五、脉冲HF(DF)化学激光器 ……（105）
六、连续DF-CO_2转移化学激光器 ……（107）
七、一氧化碳（CO）化学激光器 ……（110）
八、碘原子（I）激光器 ……（113）
九、化学激光器的发展 ……（114）
第五节　其他新型激光器 ……（115）
一、准分子激光器 ……（115）
二、自由电子激光器 ……（121）
第三章　有关的实用技术 ……（123）
第一节　概述 ……（123）

第二节　调制技术 …… (125)
一、激光调制的特点和分类 …… (125)
二、电光调制 …… (127)
三、光强度调制 …… (133)
四、脉冲编码调制 …… (133)
第三节　调Q技术 …… (136)
一、调Q及其方法 …… (136)
二、电光晶体调Q …… (138)
第四节　锁模技术 …… (140)
一、锁模原理 …… (140)
二、锁模方法 …… (142)
第五节　激光放大技术 …… (145)
一、激光放大器的结构 …… (145)
二、激光放大器的特殊问题 …… (147)
第六节　选模技术 …… (149)
一、横模选择 …… (149)
二、纵模选择 …… (151)
第七节　稳频技术 …… (154)
一、激光频率的稳定性 …… (154)
二、影响激光频率稳定的因素和稳频方法 … (155)
三、饱和吸收稳频 …… (158)
四、利用塞曼效应的双频稳频 …… (160)
第八节　变频技术 …… (162)
一、非线性光学效应 …… (162)
二、倍频技术 …… (163)
三、混频技术和频率上转换 …… (165)
第九节　激光全息照相 …… (166)

一、全息照相 …… (166)
二、全息照相的记录和再现 …… (166)
三、奇异的特性与剖析 …… (168)
第十节 激光的发射、传输和接收 …… (170)
一、高能激光的发射 …… (170)
二、激光的传输 …… (173)
三、激光信号的接收 …… (186)
第四章 激光在军事上的一般应用 …… (195)
第一节 激光测距 …… (195)
一、激光测距的特点 …… (195)
二、脉冲激光测距原理 …… (196)
三、地炮激光测距仪 …… (198)
四、最大可测距离和测距精度 …… (202)
五、连续波激光测距 …… (203)
第二节 激光雷达 …… (206)
一、激光雷达的特点 …… (206)
二、激光雷达的工作原理 …… (208)
三、激光自动跟踪雷达 …… (209)
四、激光雷达的研制 …… (214)
五、激光雷达发展趋势 …… (215)
第三节 激光通信 …… (216)
一、通信技术的重大革新 …… (216)
二、激光通信在军事上的意义 …… (217)
三、用激光怎样通信 …… (219)
四、激光大气通信和光纤通信 …… (221)
五、卫星激光通信 …… (223)
第四节 激光制导 …… (225)

一、制导及其分类 …… (225)
二、激光制导的特点 …… (226)
三、激光制导原理和控制方式 …… (228)
四、激光制导的几个主要技术问题 …… (232)
五、激光制导的发展 …… (234)
第五节 激光引信和引爆 …… (235)
一、激光引信 …… (235)
二、激光遥控引燃引爆 …… (239)
三、激光直接起爆 …… (241)
第六节 激光模拟 …… (244)
一、最逼真的模拟方法 …… (244)
二、激光模拟射击的方法 …… (245)
第七节 特征识别和模糊图象的处理 …… (246)
一、光学信息处理 …… (246)
二、相干光学处理系统 …… (247)
三、空间滤波器及其制备 …… (251)
四、特征识别 …… (253)
五、模糊图象的处理 …… (254)
第八节 指纹的检验和识别 …… (255)
一、激光反间谍活动 …… (255)
二、激光荧光显示原理 …… (257)
三、激光检验指纹装置及操作 …… (259)
第九节 激光陀螺 …… (260)
一、陀螺和飞行器 …… (260)
二、激光陀螺是怎样工作的 …… (261)
三、激光陀螺的特点 …… (264)
第十节 激光封锁报警器 …… (266)

需要全本请访问 www.ertongbook

一、激光封锁报警原理 …… (266)
二、激光封锁报警的实施方案 …… (268)
第十一节 激光窃听技术 …… (271)
第五章 激光武器 …… (274)
第一节 激光致盲武器 …… (274)
一、激光致盲 …… (274)
二、人眼构造与功能 …… (275)
三、激光致伤眼睛的机理探讨 …… (277)
四、眼睛的光学特性 …… (277)
五、激光致盲的症状 …… (279)
六、影响损伤的因素 …… (280)
七、战地防护与医救 …… (281)
八、致盲用激光器的选择和考虑 …… (283)
第二节 战术激光武器 …… (285)
一、激光武器在现代战争中的作用 …… (285)
二、战术激光炮是怎样摧毁目标的 …… (287)
三、激光武器的工作程序 …… (289)
四、战术激光武器所用的激光器 …… (290)
五、激光武器实用的主要障碍 …… (292)
第三节 战略激光武器 …… (295)
一、激光反导 …… (295)
二、激光反卫 …… (301)
三、战略激光武器所用的激光器 …… (303)
四、激光武器和中子弹 …… (304)
第六章 激光和核武器 …… (308)
第一节 激光分离同位素 …… (308)
一、同位素及其分离 …… (308)

二、激光分离同位素的原理和方法 …… (310)
三、激光分离同位素的优点和要求 …… (312)
第二节 激光受控核聚变 …… (314)
一、受控核聚变 …… (314)
二、磁约束和激光受控核聚变 …… (316)
三、激光受控核聚变的现实意义 …… (318)
四、激光核聚变的发展 …… (320)
第七章 激光对抗和反对抗 …… (322)
第一节 侦探和对抗 …… (322)
第二节 来犯激光的侦察和探测 …… (322)
一、侦察目的 …… (322)
二、对激光侦探装置的要求 …… (324)
三、激光侦探装置的类型和基本结构 …… (325)
第三节 相干型激光侦探装置 …… (326)
一、光的干涉和干涉仪 …… (326)
二、来犯光束波长的测定 …… (327)
三、来犯光束方位等性能参数的确定 …… (329)
第四节 激光对抗 …… (331)
一、激光对抗的工作程序 …… (331)
二、被动式保护性对抗 …… (333)
三、积极主动式对抗 …… (334)
四、“将计就计”式对抗 …… (336)
五、干扰发射机 …… (336)
第五节 激光反对抗 …… (337)
附录 …… (339)
一、物理光学相干理论有关公式的推导 …… (339)
二、激光输出特性 …… (343)

第一章　激光原理和特点

第一节　军用激光的发展

一、激光和军事

随着无线电技术的蓬勃发展，电波波段越来越拥挤，新波段就急待开发。为了获得高质量的电波定向波束，而工程上要求发射电波的天线尺寸又不能过大（因为波长越长，一般来说需要的天线尺寸越大），只有向短波长方向发展。微波波长是无线电波中最短的，所以发展较快。1954年，美国学者汤恩斯等人为了获得所谓的相干辐射，研制成功了第一台波长为1.25厘米的氨分子气体微波量子放大器Maser，它的译音为“脉泽”。1957年固体微波量子放大器相继问世。由于这类器件具有极低噪声和高灵敏度的优点，在远程微波雷达、人造卫星、射电天文学、通信、遥测和遥控等现代科学技术中应用潜力很大，因此在理论和技术上发展非常迅速，很快就从实验室步入实用阶段。由于激光器实质上就是一台光波段的量子放大器，所以微波量子放大器的发明和发展，为激光的问世奠定了基础。

为了满足电讯技术日益增长的对大信息容量的要求，人们又从微波向波长更短的5毫米波乃至红外线等光波波段发展，因为波长乘频率等于光速（真空中为常数），波

长越短，频率越高，而频率越高，可以载送的信息量越多。

1958年，汤恩斯和苏联学者巴索夫等人，提出了把微波量子放大技术扩展到光波波段的理论。时隔两年，1960年7月美国学者梅曼在实验室试验成功第一台固体红宝石光量子放大器，即全世界第一台激光器。它射出一束性能奇特的红光，称为“Laser”(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)，意为辐射的受激发射的光放大，其缩写译音为“莱赛”，台湾学术界译音为“雷射”，在日、俄等文种中采用的名词亦是与之相同或相近的发音。“激光”是“莱赛”在我国的一种通俗叫法，意思是它基于受激辐射原理。

1961年氦氖气体激光器问世；1962年出现了半导体激光器；1963年出现了液体激光器；1964年出现了锁模激光器；1965年出现了激光参量振荡器；1966年出现了染料激光器；1967年超短脉冲激光器问世；接着，高气压气体激光器、气动激光器、化学激光器、准分子激光器、自由电子激光器等像雨后春笋一样纷纷出世。

由于激光具有许多奇特优异的性能，问世后首先引起了军方的高度重视，各国无不投入大量的人力、物力竞相发展。本世纪中，虽然科学技术上有不少发明创造，但是，像激光这样发展之快、影响之深、波及之广，尚屈指可数。这和军事目的的强烈刺激和巨额投资分不开。激光促进了武器装备的改革，军用激光装备的发展又反过来对激光及其技术的提高提出了越来越高的要求。

二、从珊瑚岛上的“死光”说起

（一）从幻想到现实

“光武器”，有人又叫“死光武器”，这种提法在我国并不感到新鲜。西汉刘安所著“淮南子”中，曾说过：“阳燧见日而然为火。”阳燧是指取火的镜子，“然”是“燃”字的古写。这种用凹面反光镜向太阳取火的原理实际同光武器的原理差不多。古希腊曾有个传说：著名科学家阿基米德制造了一具大型凹面反光镜，在罗马舰队侵犯阿基米德家乡的紧要关头，阿基米德用镜子把阳光聚焦射向罗马舰队，舰队中的木质舰只立即着火，越烧越旺，罗马舰队因此而溃败。这个传说虽然不一定是事实，因为要集中那么强的阳光并把它输送到远处去，所需的凹面镜不仅极其巨大，而且反光表面要研磨得极其光滑，当时古希腊的科学技术及工艺水平还难以实现。但它却萌发出光武器的设想。后来，尽管出现过多种光武器的构思，但由于人类没有找到超强辐射的光源，光武器一直只是一种幻想，甚至被某些人所嘲笑。1960年激光的问世，使古老的光学学科尤如铁树开花，枯枝发芽，古人幻想的光刀光剑，一道青光能杀敌人的幻想，终于变成了现实。

（二）珊瑚岛上的死光①

看过国产科学幻想故事影片《珊瑚岛上的死光》的人一定对光武器的神速和威力倍感震惊！可能也会提出许多这样、那样的问题。比如，激光为什么会射得那样远，为什么能有那么大的威力？激光和普通灯光、阳光到底有什么不同？产生激光的装置到底是什么样子？除了直接杀伤，激光在军事上还有哪些用处等等？这些问题本书以后将要一一解答。

---

① 此文为童恩正所著，发表在《人民文学》1978年第八期，第41页。

有人曾问：这部电影银幕上的一切都是真的吗？不！它是作者幻想的，因为在原作品中，关于能否产生超强激光辐射的塑料工作物质和激发它的高能原子电池都还是一种设想。银幕上多次出现的红色激光，真实的光武器也并非那样，因为光武器的光束为保密，大多是不可见的。而非银幕上的真实光武器，现在已经实现。

据透露，美军曾在战场上使用过激光致盲武器。用激光炮击落过无人驾驶靶机，击毁正在飞行的导弹，100多毫米厚的坦克钢甲被穿出碗口大的洞。1977年从苏联占据的地区发射的激光束曾击中过美国一颗卫星。而美国在本土西南部相距750公里的两地各设置一台激光反卫装置，对同一卫星进行交叉射击试验。

除了直接杀伤的光武器外，1972年在越南战争即将结束时，美军将激光制导的航空炸弹运往越南战场试验，其惊人的命中率曾轰动一时。在中东坦克战中，激光测距的高精度，使火炮威力倍增。激光通信、激光雷达、激光引信、激光陀螺、激光模拟、激光警戒、特征识别和模糊图象处理等，虽然属于间接杀伤光武器，但从广义讲，它们都归属于军事激光技术的范畴。

第二节　激光原理

一、关于对光的认识和描述

（一）微粒说和波动说

“雨后复斜阳，彩虹架长空”，这是自然界中一种色

需要全本请访问 www.ertongbook