

光电装备的光学窗口激光变换特性研究

王学楷

(西南技术物理研究所, 成都, 610041)

摘要: 本文提出一种方法, 利用激光扫描战场上光电装备光学窗口并研究其对激光的变换特性, 从而建立这些光电装备的变换特性数据库, 它在未来的光电对抗(尤其是战术激光武器)、激光主动侦察和识别以及激光雷达等领域将发挥重要的作用。

关键词: 光学窗口 激光变换特性

Laser transformation characteristic research of optical windows in optical-electrical apparatus

Wang Xuekai

(Southwest Institute of Technical Physics)

Abstract: In this paper, it is suggested that the optical window of the optical-electrical apparatus is scanned with a laser beam to find the laser transformation characteristics of the window for recognition of the optical-electrical apparatus. It is the fact that each optical-electrical apparatus has some inherent laser transformation features. Based on the fact, a data base of the transformation features of the optical-electrical apparatus can be established. It will play an important role in these fields of the optical-electrical countermeasure, laser active recognition and laser radar.

Key words: optical window laser transformation characterization

一、引言

光电对抗在现代战争起着极其重要的作用, 这已被历次现代实战所证实, 也为越来越多的国家和军事家们所认识。但是, 要实施光电对抗, 单有措施和手段还不够, “知己知彼, 方能百

参 考 文 献

- 1 王泽和. 舰船光学, 1992; (2): 22~ 27
- 2 胡江华, 周建勋, 张保民. 红外与激光技术, 1994; (6): 1~ 3
- 3 张承铨主编. 国外军用激光仪器手册, 北京: 兵器工业出版社, 1989: 452
- 4 David J. L., Peter E. Another look at saturable absorbers for laser eye protection. Proc. SPIE, 1207: 193~ 201

* * *

作者简介: 胡江华, 男, 1965年8月出生。博士。现从事光电子技术及其应用、光电对抗技术、多传感器信息融合等方面的研究工作。

收稿日期: 1995-05-15 收到修改稿日期: 1995-12-05

战百胜”，比如，激光压制观瞄、激光干扰和战术激光武器等武器系统中，强激光束或干扰激光束必须导入敌方光电武器装备的光学窗口，才能达到破坏或干扰敌方武器装备的光学传感器或人眼的目的。因此，必须识别敌方武器装备中光学通道的类型，才能确定使用哪种波长的强激光或干扰激光实施最有效的对抗。比如，若敌方光电武器装备为热成像仪，如果使用 $1.06\mu\text{m}$ 的 Nd YAG 强激光或倍频 $0.53\mu\text{m}$ 强激光去对抗就毫无用处，必须使用 $10.6\mu\text{m}$ 波长的 CO_2 激光才能有效。因此，在光电对抗整个系统中，对敌方光电武器装备的侦察和识别是光电对抗的重要组成部分，应该说它与强激光和干扰激光具有同等重要的地位。

国外尤其是西方发达国家在发展光电对抗技术和光电对抗武器装备的过程中，都十分重视对光电装备的侦察，识别技术的研究，美国虽未见报道，但以此为基础的技术成果已在多种武器装备中亮相，俄罗斯在这一方面的研究工作处于领先水平，俄罗斯研制成功的“智能激光定位器”就包含了通过分析目标光学窗口的光学特性（目标光学窗口对激光的振幅、偏振和相位变换特性）去侦察和识别目标的功能，俄于近期研制的激光搜索攻击系统，也同样将侦察和识别目标的功能当作武器系统的重要组成部分，该武器系统的工作程序是先对目标搜索、跟踪和定位，然后侦察和识别目标的类型，最后选择相应波段的强激光攻击该目标。

国际上对目标光学窗口侦察识别技术的发展趋势是采用多种手段（包括激光、红外、电视和热成像）形成的侦察、识别目标的综合系统，进一步提高侦察、识别目标的置信度。

二、基本原理及技术方案设想

当激光照射到目标（光电装备的光学窗口）时，经目标反射的激光就含有目标的多种信息，包括目标对激光振幅、相位和偏振态的变换信息，通过对反射激光信号的分析 and 处理，并将每一种信息作为该目标的一个特征参数，由几个特征参数的组合，就可识别该目标。对于特定的目标，该目标对激光的振幅和相位变换特性存在一定的分布范围，而且不同的目标这一分布范围是不重叠的，即差别较大，这就是识别目标的理论基础。单对激光的振幅变换而言，振幅的变换实际上反映了目标对激光反回率大小的量度，目标的光学反回率定义为^[1]：沿 (θ_r, φ_r) 方向反射的激光辐亮度与沿 (θ_i, φ_i) 方向照射在目标表面上产生的辐照度之比，即：

$$f_r(\theta_r, \varphi_r, \theta_i, \varphi_i) = dB_r(\theta_r, \varphi_r, \theta_i, \varphi_i, E_i) / dE_i \quad (1)$$

式中， dB_r 为单位方向上单位立体角反射的激光辐亮度； dE_i 为照射在目标表面单位面积上的辐照度， f_r 是精确描述目标反射特性的一个物理量。它本身是一个无穷小量的比值，是一个不能直接测量的瞬时值的导数，真实的测量都是对一定间隔的参量进行的。因此，只能在这些间隔的参量中测得 f_r 的平均值。实际测量中，探测器面积总有一定大小，它所接收的将是这个面积对应锥角里的辐射通量。因此，能够进行的测量实际上是锥角反射率的测量。它的定义应是单位立体角入射至目标单位面积上的通量与该面积在某一方向上单位立体角内的反射通量之比，即

$$\rho(\omega_i, \omega_r) = d\Phi_r / d\Phi_i \quad (2)$$

它与表征目标反射特性的 f_r 有下列关系

$$\rho(\omega_i, \omega_r) = \int_{\omega_r} \int_{\omega_i} f_r(\theta_i, \varphi_i, \theta_r, \varphi_r) d\Omega_i d\Omega_r / \Omega_i \quad (3)$$

式中， Ω 是投影立体角， $\Omega = \int \cos\theta \cdot d\Omega$ ，变换后变为

$$f_r(\theta_r, \varphi_r, \theta_i, \varphi_i) = d\rho(\theta_i, \varphi_i, \theta_r, \varphi_r) / d\Omega_r \quad (4)$$

f_r 量纲为 M^2/Sr , 其物理意义为反射方向单位立体角内的反射率。式中, ω_i, ω_r 分别为入射和接收立体角, φ_i, φ_r 分别为入射和接收方位角。

同样, 可将光电装备中光学窗口或光学系统看作多种偏振器的组合体, 当一束偏振激光照射到该目标时, 反射信号激光的偏振分量比就会有所改变, 不同的光电装备对激光偏振分量比的变化差别很大。若探测激光偏振分量比为 $P_K = A_S/A_P$, 则通过分析反回信号激光的偏振分量比 $P_{K'} = A_{S'}/A_{P'}$, 并在各种气象条件下对 $P_{K'}$ 作平均等运算处理, 得出反回激光信号的偏振比分布密度。这样, 就可将目标对激光的偏振比变换性能作为一个特征参数。

提取目标上述两种特征参数的原理框图如附图所示。由激光器发出的激光经起偏器 P_0 分解为一定偏振比的光通过分光棱镜 S_0 后(分光棱镜中心直径为激光光斑大部分按一定分光比镀膜)分成两束激光, 其中大部分通过 S_0 后经二维扫描器射向目标, 分光棱镜反射的一小部分激光作为比较监测光路分别送往光学通道 1 和光学通道 2 并聚焦于探测器 d_1 和 d_2 , 而经目标反射的激光回波信号经扫描反射镜收集分别被送往光学通道 3 和 4 并聚焦于探测器 3 和 4。四路光信号都经同样的放大, 峰值保持/采样和模/数转换后进入计算机完成振幅比和偏振比运算, 结果由 CRT 显示并存储于数据库之中以备。

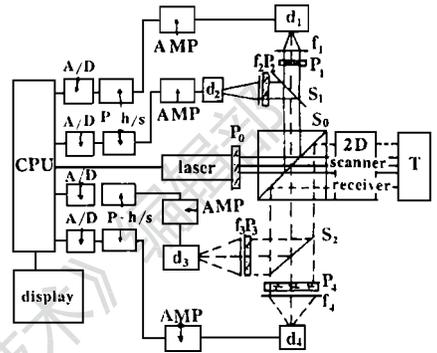


Fig. System block diagram

四路光信号都经同样的放大, 峰值保持/采样和模/数转换后进入计算机完成振幅比和偏振比运算, 结果由 CRT 显示并存储于数据库之中以备。

三、讨 论

正如引言中所述, 光电装备光学窗口激光变换特性的研究有着极其重要的意义。这一工作在光电对抗中的地位是不言而喻的。本文所提出的方案对于满足光电对抗所要求的识别光学通道和精密对目标定位、定向来讲, 不失为一种可行的方案之一。随着固体可调谐激光技术的迅速发展, 将进一步推动这一领域的研究工作, 因波长的扩展, 可提取的特征参数增加, 必将进一步提高识别目标的置信度。

参 考 文 献

1 张承铨主编. 国外军用激光仪器手册. 北京: 兵器工业出版社, 1989

作者简介: 王学楷, 男, 1941 年出生。高级工程师。现从事光电对抗方面的研究工作。

收稿日期: 1996-01-29

