

· 综述、评述 ·

## 英、法、西德的激光军事应用

### 英国的军用激光与电光技术

目前的主要研究项目有激光器、激光应用、纤维光学、红外探测器以及热成象等。

在军用激光与电光技术方面，英国制定了强有力而积极的研究与发展计划。大部分基础研究项目由国防部研究机构，以及由国防部以资助方式与工业界及大学签订合同来承担。特别强调从初始研究到设备运转各环节通过军事收买，将研究机关与工业界紧密联系在一起。目前的主要研究项目有激光器、激光应用、纤维光学、红外探测器以及热成象等。

#### 固体激光器的部署

目前，军事上对激光器感兴趣的项目主要是用于地面战场上的测距与目标指示。在研制目前英国武装部队所采用的红宝石和Nd:YAG系统的工作中，皇家武器研究与发展部(RARDE)处于领先地位。特别成功的项目是费兰蒂公司研制的Nd:YAG激光目标指示器，以及有关的激光测距仪与目标寻的器。这两种系统目前已在英国陆军、皇家空军以及许多其他国家的部队中使用。

也设想对固体激光器作深入研究，包括人眼安全的手提式激光测距仪，英国研制的Ho:YLF激光器可能用于此目的。另外，也考虑短波长激光器用于远距离目标轮廓测绘及目标识别这类探索性的研究。还期望把半导体激光器用于近炸引信。

#### 二氧化碳激光器

第二种主要研制的战场激光系统可望是 $10\mu\text{m}$ 系统。与Nd:YAG和红宝石系统相比， $\text{CO}_2$

激光系统具有许多优点：在战地烟尘中有较好的穿透性以及在于训练目的时对人眼所特有的较高的安全性。CO<sub>2</sub>激光器可与工作波长为8~13μm的热成象系统兼容。英国也成功地演示了好几种热成象-激光测距装置。

英国在CO<sub>2</sub>激光测距系统的研制方面也处于领先地位。七十年代后期，费兰蒂公司与马可尼航空电子技术公司试制成功脉冲与连续CO<sub>2</sub>激光测距仪样机。在此之前，皇家信号与雷达研究中心（RSRE）（该中心在高级元件的研制方面是重要的先驱单位）曾对此作过初步研究。CO<sub>2</sub>激光器件的研究已在最初的封离式TEA激光器与稳频连续波导激光器的基础上向前发展。军用CO<sub>2</sub>脉冲TEA与波导连续激光器件已由马可尼航空电子技术公司与费兰蒂公司研制成功，由RSRE研制成的高性能CO<sub>2</sub>激光器已转交英国工业界生产。RSRE也研制成更先进的TEA激光预电离技术，室温催化及封离式高重复率TEA激光器件，一些主要的工业公司也正对此作深入的研究。

### CO<sub>2</sub> 激光系统的评价

目前正对一些军用CO<sub>2</sub>激光系统作出评价。军用机械器具与工程公司正对一种脉冲式CO<sub>2</sub>激光坦克瞄准样机评价。该样机是由维克尔斯/马可尼航空电子技术公司（Vickers/Marconi）研制的，是装备“酋长”和“挑战者”主战坦克，作为现有Nd:YAG或红宝石系统的一种改进型设备。Barr and Stroud公司也在积极研制CO<sub>2</sub>激光坦克瞄准仪。英国航空（动力学）公司已研制成一种脉冲CO<sub>2</sub>激光测距仪，这种测距仪可装备在该公司的被动式飞机监视系统（PASS）中，从而能提供准确的火力控制数据。准备将来用激光/PASS系统改进“Rapier型地对空导弹”系统。CO<sub>2</sub>激光未来的军事应用也可望包括能与热成象技术兼容的导弹制导中光束的制导，地形跟踪防撞以及CO<sub>2</sub>激光主动成象技术。这些技术可能为战场实地识别与跟踪目标提供多普勒信息。为了进行远距离测距应用，也有可能进一步研制CO<sub>2</sub>激光脉冲外差测距仪。

### 激光风速测定法

英国在用激光测定长距离或短距离风速应用方面均取得较大的进展。最初由RSRE研究的，利用光子相关技术的激光多普勒测速法（LDV）已广泛用于军事或民用环境中流体动力学测定。采用激光多普勒测速法进行测量，使喷气发动机、涡轮增压器与内燃机得到改进。由于过去无法获得流体数据，气体动力学与流体动力学军用研究越来越依赖于激光多普勒测速法。光子相关激光多普勒测速技术现已被推广到新型、高速、光谱分析电子技术中，并用以研制采用光纤传输装置的、苛刻而空间有限的环境中适用的、多用途激光系统。

在远距离激光风速测定法中也采用CO<sub>2</sub>激光光源。RSRE与皇家飞机公司已研制成采用连续波CO<sub>2</sub>激光器的机载激光真空速系统。在三年的飞行试验中，在科罗拉多进行了综合机场天候研究项目，证实该系统具有极高的可靠性与良好的性能。

### 纤维光学的发展

由于纤维光学装置具有保密性好，减少了电磁兼容性/电磁波传播等难题，且重量轻、价格低廉，因此人们已认识到它在军事应用中的引人注目的作用，虽然在采用光纤的军用通

信,包括局部地区通信网络及快速战场部署等方面进行了研究,但主要工作一直放在用于近距离数据传输的光纤及组件研制上。在这类应用中 $0.85\mu\text{m}$ 左右运转的波长具有不少优点,已研制成一系列光源与接受组件,光缆、连接器、接头及耦合器,这些元件都达到军用标准,并对核辐射效应应具有极高的屏蔽性能。

目前英国对军用纤维光学装置的要求是敷设反坦克制导武器系统侧向光缆,及航空电子学数据传输网络。已研制成水下应用的光纤潜艇密封装置,它很可能大大简化常用潜艇船体穿透器的设计。英国军用光纤和组件的鉴定大部分由工业界完成,主要合同商是STL/STC和Plessey公司等。

目前在继续研制用于水下数据传输网络及反坦克制导武器的高强度光缆,以及专门用于传感器的光纤。航空电子学方面的进一步应用包括导弹制导用的光纤陀螺,以及机内数据传输所用的波分复用技术等。在各种领域中都强调采用防辐射的组件。

### 热成象研究计划

英国的热成象通用组件研究计划已由RSRE的研究成果转给工业部门生产。已生产了两种类型的通用组件,它们得到英国武装部队广泛采用。第一类直接观察系统,是士兵便携式系统,第二类间接观察系统适用于车辆或飞机。这两种类型的组件目前都已投入生产,并由现役军用装备采用。当前研究的主要目的是要增大第二种热成象器的目标识别距离。用于热成象通用组件的温差电器件(扫积型)[TED (SPITE)]探测器是一种效率很高的焦平面阵列,其设计可使较多探测器元件组合,从而提高了性能。

由于新一代二维密集探测器阵列的研制成功,证明全起动红外系统是有可能制成的。现在正使运转波长为 $3\sim 5\mu\text{m}$ 及 $8\sim 14\mu\text{m}$ 的 $64\times 64$ 元HgCdTe探测器尺寸增大,以获得较大的监视视场。一种二维 $16\times 16$ 元的热电探测器已在室温下成功地演示红外成象,它可能用于将来的军用被动寻的头,以及多种民用场合。

### 对其它激光与电光学研究兴趣逐渐增长

本文仅简述英国在激光与电光技术方面开展的部分研究。除上述各项外,对可见、近紫外和近红外波段的军用激光研究兴趣也在逐渐增长。用于遥感的可调谐激光器研制正受到人们的关注,已制定了研究计划,研究惯性导航所需的新型激光陀螺仪,以及位相阵列天线应用中对微波的光控制等。原子武器研究中心热衷于高功率激光器研究,目前已有一台 $2\times 10^{12}$  W钕玻璃激光系统投入运转。长远研究项目包括逻辑应用所需的非线性光学及相位共轭技术。

英国在激光与电光学技术研究方面的实力在于,她制定了使物理学、器件技术及分系统集成技术相结合的综合性研究计划,其中包括采用计算机进行设计与制造,从而可以很快设计出可作广泛应用的激光器件。

## 法国的军用激光研究与生产

CO<sub>2</sub>激光器与YAG激光器相比较，在实战条件下具有明显的优越性，它已作为1990年的下一代激光系统而崭露头角。

法国的军用激光研究，可按技术上的发展阶段来讨论。本文将主要讨论短期研究（包括现在进行生产的Nd:YAG系统，其需求极为明确），以及中期和远期研究。对后两种，CO<sub>2</sub>激光系统是很有希望的，本文将不讨论激光对抗和新激光器的基础研究。

### Nd:YAG 激光器

法国计划的重点是机载的ATLIS系统，它能使单座位战斗机在进行远距离空对地袭击时，系统中的激光照明器射束保持照射在目标上。这种ATLIS系统是由汤姆逊-CSF公司生产的，将用在法国空军的“美洲豹”战斗机上，而且不久，该系统还将安装在“海市蜃楼”F<sub>1</sub>和2000飞机上。现在生产的仅是作用距离为15km的白天使用的型号，改进后才能成为夜晚使用的型号。后者正在研制中，还没决定生产。ATLIS系统也将安装在一些出口的F<sub>16</sub>战斗机上。它也将是装备美国空军F<sub>16</sub>战斗机的一个很好的候选系统。

与ATLIS计划有关，也在为法国部队生产激光制导武器。这些计划是：用于SNIAS导弹AS30型的ARIEL寻的器和用于MATRA 400kg和1000kg炸弹的EBLIS寻的器。

另外，CILAS-Acatel公司，CGE的激光子公司，已经生产了很多激光测距机和照明器，主要用于防空火控系统及激光制导武器系统。

CILAS-Alcatel公司正在大批生产微型测距机，该机内有一台染料Q开关、输入能量为3 mJ的YAG激光器。这些测距机或是用于反坦克导弹火控，或是用于士兵用的轻型双筒望远镜中（轻于800g）。

1.06μm的技术已用于或将用于法国武装部队，然而，CO<sub>2</sub>激光器作为1990年的下一代激光系统已崭露头角，它与YAG激光器相比，在实战条件下有明显的优越性。

### CO<sub>2</sub> 激光器

在法国虽然现在还没有一种CO<sub>2</sub>激光系统已投入生产，但是，1970年初开始的这项工作已经出现多种有意义的研制工作，在这些研制中，最有希望的是测距、回避障碍物和激光风速计系统。

法国的三个公司已研制了不同方案的地对地测距机。CILAS-Alcatel公司研制的是直接探测测距机，CILAS-Alcatel公司与汤姆逊-CSF公司研制的样机采用外差探测和脉冲压缩技术；CILAS-Alcatel公司与SAT公司研制的样机采用的是脉冲外差探测技术。所有这些样机的指标都超过了要求的标称5 km的测距距离，有时甚至是在很差的能见度条件下测

得的。现在还没有决定生产哪种方案的测距机。与这些样机组成的前视红外综合系统正在研制中。

SAT公司已完成了一个回避障碍物和对地跟踪系统，并成功地进行了飞行实验。这个被称为“剪枝刀”的系统，能使直升机在低空和差的能见度条件下进行战术飞行。它超过了所要求的700m测距距离指标，甚至能以极低的虚警率回避细的金属丝（直径5mm）。从技术观点看，光学外差探测对直升机的振动是不敏感的，例如CO<sub>2</sub>激光器（SAT公司生产的C7和OL250型）。现在研究的目的是减少重量和体积，现有的重量和体积分别是70kg和110L。

另外，法国南部Valence的Crouzet公司已研制了一种激光速度计，它可以从飞机上测出真实的气流速度和地面速度，或者为火力控制测出风速。一台采用外差探测方法的样机已在直升机上成功地进行了飞行实验，并演示了全天候能力，对气流速度和地面速度测量的精度好于1KT。为检验其作为风速计的功能，在距离从10m变到100m的情况下，测量了气流速度。在测量地面速度的工作方式下，该系统计算了速度的三个分量。下一步的研制工作是解决将来装备直升机时能进行三维气流速度测量及坦克射击时对风的切变探测和侧向风测量。

从技术观点看，这些研制工作证明了CO<sub>2</sub>激光器的成熟和可靠性。SAT公司和Quantel公司最近利用军用研制的有利条件，已经把CO<sub>2</sub>激光器商品化。SAT公司的手提式RFT3波导激光器就是军用转变为民用的一个例子，该激光器是在以前航标研究的基础上研制成功的，其商品市场很有潜力，法国医生正在用它作龋齿治疗实验。另一个例子是CILAS-Alcatel公司的CI1000（1kW）激光器，它是在早期的高能激光器研究基础上发展起来的，作为工业应用现已出售。

总之，法国的激光研制趋势是：在短期内，CO<sub>2</sub>激光器将出现在民用市场。中期内，可望研制出激光制导系统。近期目标是研制多功能系统。

这篇概述主要讨论军用激光计划，然而，应该看到法国在研究新型激光器方面的重要成果，例如色心激光器、准分子激光器、自由电子激光器以及在非线性光学方面的工作。

## 西德防御系统中的电光技术

在西德军用系统中，当前已采用或准备采用的最重要的电光技术是热成像技术。

在西德与防御有关的系统中，电光技术主要用于夜视，测距及导弹制导。

### 夜 视

1976年，西德夜视系统研究出现了重要进展，当时政府决定为6000多辆军用车辆提供热成像系统。两年之内，卡尔·蔡司仪器公司与得克萨斯仪器公司根据美国的通用组件（Common Modnles）研制成一种热成像系统。1981年起开始订购这种系统，直到1990年

初为止。

但是，热成象系统在其它领域中的应用情况如何呢？目前，西德的机载系统还没有装备热成象设备（线扫描器例外，这是一种已投入使用的热成象处理器）。不过，有关人士期望，通过利用热成象技术，与法国共同研制的反装甲车直升机会具有所需的夜视功能。

由于热成象技术能使第二代与第三代反坦克制导导弹具有夜战能力，它在防御系统中将会得到进一步应用。为第三代反坦克制导导弹研制这类系统将成为西德、法国和英国三方协定计划的一部分。目前两种竞争性的三方公司的研究人员正对这种系统的技术规范作出最后的决定。

对西德军用系统来说，无论在目前或不远的将来，热成象技术都是已采用或准备采用的最重要的电光技术。

但是，如不经过图象增强，则将不能进行夜视。象护目镜和手携式望远镜这样的轻型系统都只能通过图象增强而在有限距离内具有夜视能力，且性能也有限。资助第三代图象增强器研制工作的计划目前正由通用电气-德律风根公司完成。

### 激 光 测 距

激光测距的原理是测出激光短脉冲到达与从目标返回的时间，自1979年以来，这项技术已在西德军用系统得到应用。目前使用的是Nd:YAG激光测距仪。这些测距仪工作性能极好，但对人眼有损伤，因而产生了安全问题。为解决这个问题，正在研究CO<sub>2</sub>激光技术。

CO<sub>2</sub>激光器在不久将来的主要应用是人眼安全的测距，此后将可能用于导弹制导（中等距离驾束式）。从长远应用来看，CO<sub>2</sub>激光器还可能有其它的军事用途，例如远距离测定目标速度及目标的特征（振动）。

这种CO<sub>2</sub>激光技术，在德国目前正由为数不多的几家公司研究，它们是电气公司、西门子公司及卡尔·蔡司公司。

### 导 弹 导 引 头

电光学在西德防御系统中的第三项主要应用领域是用于导弹、火箭与不同种类军械的导引或寻的头。空对空导弹导引头已使用多年。近期内将要解决的一个较困难的问题是，设计一种用于地面环境中识别目标的导引头。这种导引头需要一种更复杂的电光传感器与较先进的信号处理技术。地对地应用所需的上述研究将包括在前面已提到过的三方协定计划之中，目的是最终研制成第三代反坦克制导导弹。

除了正在研制的用于未来导弹的电光导引头之外，还进行其它研究，目的是利用末端电光制导技术提高各种不同武器的命中率。在这些技术中，只有利用激光束与激光导引头的组合进行目标指示的研究，在德国处于很次要的地位，这是由于存在着一些与此方法有关的实际问题。

最后值得一提的是红外与激光报警器，因为在探测不同类型的威胁时，它们是必不可少的。不过，目前有一点还不太清楚，即从经济的角度来看，所设计的这类高级而复杂的设备能否推广到更多的应用中去。

总之，电光学在防御系统中的近期应用主要是夜视与军械制导，

（下转第11页）

## 从日本专利看全息光学元件的动向

**译者注：**日本特许厅第二审查部工作人员吉野公夫，对1972年1月至1984年3月，日本特别公开公报及实用新案公开公报报道的259件全息光学元件方面的专利（属于G02B5/32、G02B27/17、G03H三类）进行了分析，从全息光学元件应用角度探讨了全息光学元件的动向。现将这篇综述文章的精彩部份摘译如下，以飨读者。

\* \* \*

下面简单介绍全息光学元件的典型用例。

### 一、光扫描装置

采用全息图的光扫描装置，即所谓的全息扫描器，是利用全息图的衍射-成象作用，通过它的移动使激光在读出-记录介质上扫描。与此有关的专利申请，同其它应用领域相比，占压倒多数。光扫描装置除采用全息图以外，还采用旋转多面镜、电流计反射镜等，但全息扫描器的优点是，扫描器部分结构简单、重量轻、能以比较低的成本制造，而且全息图本身可以用计算机合成。然而，也存在衍射效率因使用的波长和偏振面而变化、轴外象差大等缺点。全息扫描器的具体应用，可以举出以条形码阅读器为中心的传真、激光束打印机、激光束显示器等。下面简单介绍这个领域的专利申请。

通常，若旋转具有衍射成象作用的全息图，来使激光扫描，那么扫描光束焦点的轨迹是圆弧，不会成为平面扫描。为解决这样的问题，提出了各种专利申请。例如特开昭58-181014号（图1、图2），就是在照明全息扫描器10的光束200中，设置使该光束波面变化的可变形反射镜100，来控制光束的焦点位置和象差。防止全息图盘表面偏差造成扫描线间距不均匀的专利申请也很多。特开昭58-72120号（图3、图4、图5），就是其中一例。如图3所示，在全息图盘1上同心圆状地设置等间距的直线状全息图，用截面形状为椭圆形（在盘上圆周方向上长，半径方向上短）的再现光4照射在其上。同时配置了凹面反射镜3和柱面透镜5做为成象系统，使来自全息图盘的衍射光束成象。柱面透镜的母线在扫描方向上。在扫描方向的平面上，使焦点F和成象点P与凹面镜3共轭。而且，在副扫描方向上，利用凹面反射镜

---

（上接第6页）但其它一些象纤维光学等新技术则可能在民用与军事系统中得到应用。

译自Laser Focus/Electro-optics, 1984(Oct), No.10, P.210~217.

林云 译 凌云天 校