

# 舰用封闭式光电火控系统

蒋鸿旺

(华中光电技术研究所)

**摘要:** 本文主要阐述舰用封闭式光电火控系统, 介绍几种典型产品: 球形、圆柱形、潜望式等光电火控系统性能特点。

## Sealed FCS for the ship

Jiang Hongwang

(Huazhong Institute of Opto-Electronic Technology)

**Abstract:** This paper present sealed FCS used for the ship and some typical products. The shap is spherical, cylindrical and periscopical etc. The performance is advanced.

### 一、概 况

由红外或电视搜索跟踪, 激光测距和计算机控制的光电火控系统不仅具有抗电磁干扰能力强, 成本低, 体积小和重量轻等优点, 而且能对低空、低仰角, 甚至负仰角的低空、掠海飞行的导弹、飞机等目标进行昼夜探测和跟踪, 国外海军已有数十种型号, 中小型水面舰船早已使用, 大型水面舰船也开始使用, 甚至航空母舰也拟装这种光电火控系统。现有的所有舰用光电火控系统一般由两部分组成: 甲板上面, 主要是光电跟踪头, 包括装在跟踪头上面的红外、电视、激光等传感器; 舱内, 主要是计算机柜、显控台、电源等。现有的各种光电火控系统基本上都是由上述几部分组成, 其结构大同小异。主要不同点是跟踪头上光电传感器的设置, 现有舰用光电火控系统往往是以跟踪头上传感器设置的多少、种类、结构形式等来划分。采用两个传感器(激光和红外或激光和电视等)组合形式的光电火控系统, 一般是将两个传感器分置在跟踪头的两侧(俗称一肩挑), 采用两个传感器的光电火控系统多用于中小型水面舰船, 尤其是巡逻艇、快艇等小型舰船。采用激光、红外、电视3个传感器的光电火控系统, 多数也是将传感器置于跟踪头的两侧, 通常一侧装激光测距仪和电视摄像机, 另一侧装红外摄像机。法国电气设备·信号公司(CSEE)研制的著名的“图腾”(Totem)型舰用光电火控系统就是采用这种组合形式(图1)。这类组合系统主要用于中小型舰船, 大型舰船也可使用。无论是采用激光、红外、电视3个传感器中的2个还是全部3个传感器的光电火控系统, 其传感器多数是直接暴露在海洋条件下使用。这就使这些十分精密的光电设备易受海洋条件下盐份、水汽等影响, 降低性能, 减少寿命。为了解决这些问题, 近些年

来, 国外研制了一些封闭式光电火控系统, 即将电视、激光、红外3个传感器封装在一个带有窗口的壳体内, 而显控台、机柜等设备仍和普通的光电火控系统一样设置在舱内。这类封闭式舰用光电火控系统的主要优点是: (1) 减少海洋条件下气候和环境的影响, 如减少风、雨、冰雹等对激光、红外、电视传感器等的影响, 减少盐份、水汽的影响, 抗腐蚀性能好; (2) 可防止射频干扰; (3) 可减少舰船阻力。此外, 由于重量轻、体积小、封闭式光电火控系统在舰上配置灵活性大, 适应性强, 其跟踪头可装在舰船桅杆上、舰桥上或是直接装在火炮炮架上等部位, 而不象目前绝大多数的光电火控系统的跟踪头装在固定在舰船甲板上的跟踪座上。

## 二、封闭式舰用光电火控系统种类

国外研制的封闭式舰用光电火控系统目前还不到10种, 主要有以下几种型式:

(1) 球形光电火控系统。如英国航天航空动力公司布拉克内尔分部研制的“海射手”30型(Sea Archer 30)光电火控系统, 英国费伦蒂公司研制的轻型光电多传感器装置等;

(2) 圆柱形光电火控系统。如美国得克萨斯仪器公司和英国费伦蒂公司联合研制的“海虎”(Sea Tiger)舰用光电火控系统; 意大利奥托梅拉腊公司研制的“林塞”(LINCE)舰用光电火控系统等;

(3) 潜望式光电火控系统。如美国科尔摩根公司研制的975型、985型舰用光电火控系统, 法国电气设备·信号公司研制的“维松”(VISON)舰用光电火控系统等;

(4) 其它封闭型舰用光电火控系统: 如法国通用机械电气公司研制的“火山”(VOLCAN)型舰用光电火控系统。

封闭式舰用光电火控系统现已装在驱逐舰、护卫舰等水面舰船上使用, 由于这类系统不仅具有先前研制的舰用光电火控系统的优点, 而且别有特色, 所以近些年来这类系统在增多, 可望用于更多种类的舰船上。

## 三、典型封闭式舰用光电火控系统

### 1. “海射手”30舰用光电火控系统<sup>[1][2]</sup>

英国航天航空公司研制的出口型产品“海射手”舰用光电火控系统是一种系列产品, 主要有“海射手”1型、2型、1A型和30型四种型号, “海射手”30是“海射手”系统中的最新产品(国内型号为GSA8/GPEOP), 这是一种典型的球形舰用光电火控系统。“海射手”30舰用光电火控系统性能先进, 可靠性好, 尤其是别具一格的轻合金材料制成的球形结构更是引人注目。球形结构可防射频干扰, 减少风的阻力和气候影响。“海射手”30把激光测距仪、红外摄象机和电视摄象机封装在开有3个窗口的球形壳体内。上部窗口是热象仪通

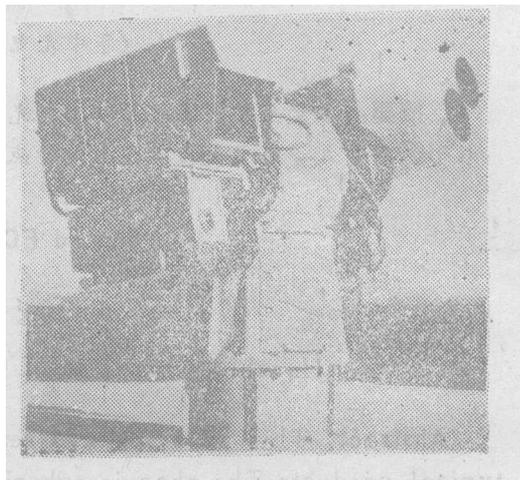


图1 法国研制的“海虎”型舰用光电火控系统

红外摄象机(右)、激光测距仪、电视摄象机(左)直接暴露在海洋条件下使用

道,中下部窗口是激光测距仪通道,右面小窗口为电视摄像机通道,整个球体(包括3个传感器)总重小于200kg,由于重量轻,球形光电跟踪头可装在舰船桅杆或舰桥等较高部位,从而可提高作用距离。传感器平台装在1个459型小功率跟踪座上,采用数字传感器、感应同步器和大力矩直流驱动的钎钻马达可消除齿轮系产生的滞后误差,这样就可大大减少舰体的振动影响(绝缘度高于60dB),在恶劣的舰载条件下,稳定性仍可优于1mrad。

激光测距仪是由瑞典L.M.埃雷克森公司研制的,工作物质为Nd:YAG,重复频率10pps,为防止激光损害人眼,只有在捕捉到目标后才发射激光,平时采用一块可移动的滤光片进行保护。

红外热象仪由英国巴尔·斯特劳德公司研制,采用英国Ⅱ类热成像通用组件,物镜240mm,变焦系统放大倍率为3.5~20,对应视场17°~30°。热象仪探测器采用菲利浦公司的闭环Stirling发动机冷却。

小型昼光电视摄像机采用紧凑的CCD电视摄像机,变焦比与热象仪相匹配,白天、晴天良好天气下采用电视跟踪、激光测距,雨天、夜间可选用红外跟踪;激光测距。自动跟踪方式可选用对比跟踪、矩心跟踪和边缘跟踪。操作手也可把电视和红外跟踪图象两者进行比较,提高识别目标能力。

“海射手”30光电火控系统除装在桅杆上的光电跟踪头外,还有设置在舱内的设备,主要有:(1)以Zilog Z8000型微处理机为基础的视频处理电子设备和自动跟踪设备;(2)显控台,由一人操作,控制整个“海射手”30型光电火控系统,并指挥火炮射击;(3)辅助装置,如应急火力控制台、电源等。“海射手”30系统还可以与其它指挥系统或是雷达指挥仪等对接。“海射手”30型光电火控系统可作为巡逻艇的主炮火控系统或是驱逐舰之类大型舰艇上的辅助火控系统。系统在舰船上可昼夜观察、识别、跟踪目标,即使在电磁寂默条件下仍具有上述功能。系统可与30mm和40mm双管炮,57mm和76mm舰炮等联用,可对两个或多个海上或陆上目标实施攻击,并可自动排列射击顺序,在一次交战中,还可轮番攻击两个目标。

“海射手”30型光电火控系统由于其独特优点赢得用户。英国航天航空动力公司预测世界市场上约需500套这样的系统装在新舰或用于舰艇改装。英国皇家海军正在建造的4艘22型驱逐舰和计划1989年服役的8艘23型驱逐舰都拟装“海射手”30型光电火控系统。

“海射手”30型舰用光电火控系统的操作控制主要由舱内的显控台进行。英国费伦蒂公司最近研制了一种轻型光电多传感器装置(一种舰用光电火控系统),其组成、结构等与“海射手”30系统基本相同,也是将激光、红外、电视3个传感器封装在一个球体内,所不同的是,除用显控台操作外,舰船甲板上人员还可用头盔式瞄具操作,这在战时应急情况下十分有用。

## 2. 美国“海虎”舰用光电火控系统<sup>[3][4]</sup>

“海虎”系统是一种典型的圆柱形舰用光电火控系统(图2),它是基于“海上射击”舰用光电火控系统研制而成。“海虎”系统主要由甲板上面和下面两部分设备组成。甲板上面主要是光电跟踪头,激光测距仪/目标指示器、昼光电视摄像机、红外热象仪封装在一个设有3个窗口的圆柱形外壳内。光电跟踪装置采用3轴稳定,有两个常平架提供方位和俯仰瞄准信息,通过数据和视频两条线路将信息传输给甲板下面操作室内显控台。甲板下面除显控台外,还有AN/UYK-20型或AN/UYK-40型火控计算机、自动视频跟踪器、接口设备、电源等。

“海虎”系统中距离和目标指示数据由英国905型激光测距仪/目标指示器提供（也可选用910型激光测距仪/目标指示器）。905型作用距离300~20000m，测距精度2.5m，尺寸386×188×173（cm），重量10.18kg。激光工作物质采用Nd:YAG，输出能量大到300mJ，重复频率20pps，光束发散角0.25mrad。电源直流为28V,30A，交流为400Hz，3相，3A。

“海虎”系统在舰上可以昼夜监视目标，控制武器，对激光制导武器进行目标指示，探测跟踪反舰导弹、飞机和水面舰船等。“海虎”系统还可用于港口导航和海上救援等。南朝鲜海军已用“海虎”系统进行过多次试验，南朝鲜海军需要20套“海虎”系统。

### 3. 美国975型光电火控系统<sup>[5]</sup>

975型系统是一种潜望式光电火控系统（图3），主要分两部分，甲板上面是光电跟踪头，甲板下面是显控台、电气设备等。光电跟踪头采用封闭式结构，里面主要有微光电视摄像机、热象仪、激光测距仪、瞄准线稳定组件、瞄准线自动检查和校正组件、视场变换组件等。光电跟踪头结构紧凑，外形尺寸60.96×60.96cm（24×24in），光电跟踪头装在一个稳定的支座上，方位可回转，俯仰通过一块俯仰反射镜的旋转实现。整个跟踪头角复盖范围，俯仰为-25°~+70°，方位 $n \times 360^\circ$ ；扫描速度80°/s，加速度120°/s<sup>2</sup>；跟踪速度80°/s，加速度80°/s<sup>2</sup>；跟踪精度±20mrad。光电跟踪头由于结构紧凑、重量轻，可以装在舰船桅杆高处，舰桥顶上等各种位置上。

光电跟踪头内激光测距仪采用Nd:YAG激光器，工作波长1.06μm，输出功率4MW，脉冲能量60mJ，重复频率10pps（也可连续），作用距离在良好能见度条件下为12km。该测距仪以连续方式工作时，既可以对快速运动的空中目标进行测距，也可以对慢速运动的水面目标进行测距。测距仪能自动向操作手和火控系统提供目标距离数据。

光电跟踪头内微光电视是一种象增强靶电视，有两个视场30°和7.5°，角分辨率1mrad，扫描速率525/60（也可选用其它速率），视频输出1V p-p，75Ω终端负载。热象仪工作波长8~12μm，也有两个视场：120°（宽）、4°（窄），探测器为Sprite MCT，这是目前十分先进的探测器，冷却装置为Split Sterling闭环冷却。热象仪可24h工作。975型光电火控系统通过电视或热象仪进行搜索、观察，电视或热象仪可任意选择宽视场或是窄视场，操作手用电学方法产生的十字线进行武器瞄准，并且控制各种传感器的瞄准线。

975型光电火控系统显控台设在指挥舱内，控制台正中有电视和热象仪监视器，两侧和下方为控制按钮和操作手柄。显控台下侧为电子设备箱，箱内有伺服电子组件、控制电子组件、舰长控制组件、电源组件和自动跟踪组件等。显控台只需一人操作，操作手可通过监视器连续监视目标。975型系统显控台可完成所有操作，可有3种工作方式，手控跟踪、自动跟踪和受控跟踪。无论采用何种工作方式，975型都能捕获、跟踪空中和水面目标，有效地控

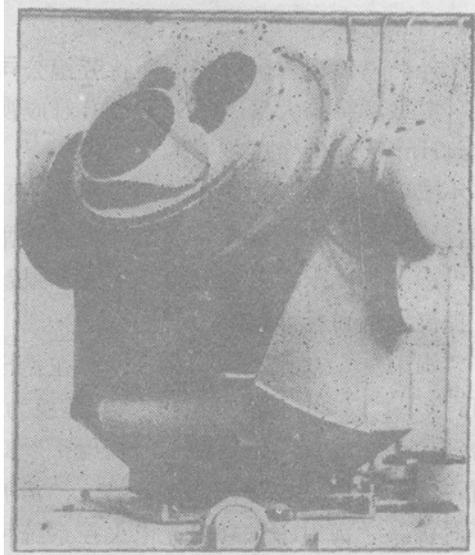


图2 “海虎”光电火控系统跟踪头，上窗口内905型激光测距仪/目标指示器，上左窗口内昼光电视摄像机，下部窗口内是热象仪

控制舰炮或导弹攻击目标。975型系统还可以与科尔摩根公司研制的“海蛇”(Sea Serpent)火控系统连用。

#### 4. “火山”型光电火控系统<sup>[6][7]</sup>

“火山”型光电火控系统(图4)是80年代初研制的产品,有3种型号,即“火山”I型、“火山”II型和“火山”III型。3种型号中“火山”III型性能最先进。“火山”III型光电火控系统主要由电视摄象机、红外摄象机和激光测距仪组成。电视摄象机采用光导摄象管,有3°和12°两个视场,有两个焦距,窄视场为300mm,宽视场为75mm,分辨率达0.1mrad。激光测距仪工作物质采用Nd:YAG,工作波长1.06μm,发散角2mrad,重复频率20pps,接收孔径70mm。红外摄象机采用的是法国电信股份有限公司(SAT)研制的CT11型,探测器为96元HgCdTe,工作波长8~12μm,焦距180mm,视场3.2°×6°。

“火山”型光电火控系统采用的激光测距仪、电视摄象机和红外摄象机3个传感器密封在同一个类似“凸”字形的壳体内,3者共轴,一般以激光束为基准,通过调节两只反射镜使电视和红外瞄准线与激光束共轴。

“火山”型光电火控系统可以和30mm、40mm、57mm、76mm、100mm、127mm等火炮中一种或多种口径火炮配用,可同时控制两门或多门火炮进行射击。“火山”系统和火炮配用有两种方式,一种是组合式,即把“火山”型光电火控系统直接组装在炮架上,另一种是分离式,即把“火山”型光电火控系统单独装在一个捷联式平台上,组成一个独立的光电火控系统。

“火山”系统工作时,一接收到目标粗略指示后就自动进行电视(或红外)跟踪,激光测距,计算机解算各种参数,指挥火炮、导弹射击,并能实时监视和修正弹着。“火山”系

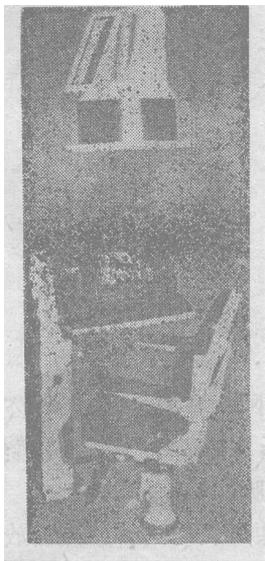


图3 美国科尔摩根公司研制的975型舰用光电火控系统,上部为光电跟踪头,下部为显控台

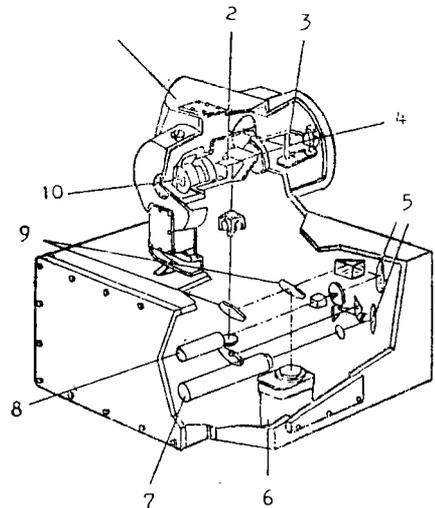


图4 “火山”型光电火控系统

1—旋转头(轴I) 2—(轴I) 3—(轴3) 4—陀螺稳定的反射镜 5—以激光束为基准,用于调电视、红外线共轴的反射镜  
6—激光器 7—红外摄象机 8—电视摄象机 9—分光镜 10—(轴II)

统可以全天候工作,本身不易暴露,尤其是不易受干扰,如雷达干扰、海面杂波干扰等影响,系统反应时间极短(仅3s),跟踪、测量精度高。“火山”型光电火控系统可作为小型舰船的主要火控系统,较大舰船的辅助火控系统。

#### 四、结 束 语

从上面球形、圆柱形、潜望式等典型封闭式舰用光电火控系统可以看出,封闭式舰用光电火控系统是基于舰用光电火控系统研制而成,它要求电视、红外、激光等传感器体积、重量要小,性能更稳定可靠,因而,它比目前已使用的舰用光电火控系统更具有吸引力。可以预测,封闭式舰用光电火控系统不仅海军水面舰船可望扩大使用范围,而且可扩大到海岛、海岸炮兵甚至陆上炮兵使用,这是一种有广阔使用前景的光电火控系统。

#### 参 考 文 献

- [ 1 ] Military Optronics, 1987, P.274~275.
- [ 2 ] 《世界舰船电子设备手册》,海洋出版社,1987年,第980~1002页。
- [ 3 ] Navy International, 1987, No.3, P.88~89, 145.
- [ 4 ] 《舰船光学》,1988年,第2期,第15~17页。
- [ 5 ] Military Optronics, 1987, P.64~67.
- [ 6 ] Sagem Anti Missile Optronic System(法国Sagem公司产品样本),1988, P.1~63.
- [ 7 ] Volcan Optronic Director for FCS(法国Sagem公司产品样本),1988, P.1~6.

作者简介,蒋鸿旺:男,1945年12月出生。翻译。现从事海军激光等情报研究工作。

收稿日期:1988年9月16日。

· 简 讯 ·

### 联合研究超高功率超短脉冲

美加州圣克拉拉的Quantel International公司和帕洛阿尔托的Coherent公司激光产品部宣布共同研制了一种再生式脉冲放大系统。该系统由Nd:YAG和染料激光器组成,产生亚皮秒的可调脉冲,能量超过1mJ,相当GW级峰值功率,脉冲重复率50Hz。

在该系统中,Quantel RGA60系列YAG放大器和脉冲可调的染料放大器放大由Coherent700型超短染料激光器和它的YAG泵浦激光器(锁模相干公司Antares型)来的信号。这种系统可提供比脉冲可调染料放大器的100ps脉冲更短的脉冲,从而得到更高的转换效率以及比ns脉冲泵浦系统中更低的放大自发发射。

译自LF/E-O.,1988, Vol.24, No.1, P.8.

卢中尧 译 刘松明 校