

主动成像与距离选通

ACTIVE IMAGING & RANGE GATE

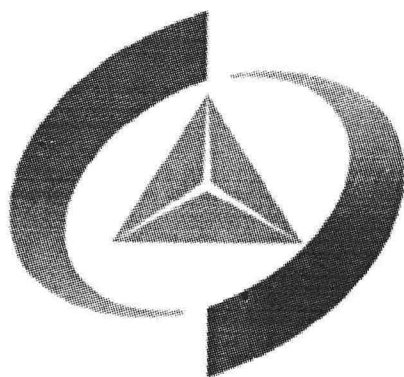


中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

2002 . 9

主动成像与距离选通

ACTIVE IMAGING & RANGE GATE



中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

2002 . 9

主动施照,透过弥雾实现全天候零照度成像

——“主动成像与距离选通”专集序

光学与光电成像技术,以及在此技术上发展起来的监视、搜索、捕获、跟踪、测量等等一大类“基于图像”的应用领域,素来以“被动”为其重要特点。物体反射太阳等自然光或自身辐射,是对物体成像的基础,无须成像系统施照。正因为它们以被动方式工作,具有极好的隐蔽性,故不易被对方查觉、反侦察,更不会受到“反辐射导弹”之类武器的攻击。然而,这种一直引以为荣的优点,在另外一些工作环境中却受到了严重的挑战,比如,在下列领域:微光和夜视;散射介质中成像;水下成像;远程小暗目标探测;深空目标成像。如果仍沿用全被动方式,将会遇到极大的困难,有些问题甚至无法解决。重新考虑人工照明的主动工作方式,再辅之以现代光电技术和信息处理算法支撑下的距离门选通技术等最新成果,为这些难题的解决,提供了诱人的前景。

本专集收录的 18 篇文章,介绍了近年来美国、加拿大、法国等国的学者和工程师们在这一领域的研究成果。

1 微光和夜视

微光条件下的成像,习惯上使用像增强器。虽经多方面努力,几十年来像增强器已经历了三代,当今发展到了第四代,但噪声大、工作需高压的毛病一直困扰着使用者,且“零照度”下不能工作。

红外夜视仪,在热背景相对平静的夜间,对于存在温差的目标,可获得良好的热辐射图像。但昂贵的阵列探测器和致冷器,限制了它的推广使用。对于汽车、飞机的牌照、名称等无温差对像,则本质上无法识别,而这些又往往是搜救、缉私和缉毒行动中最重要的证据。

本专集的前 10 篇文章,集中介绍了美、加、法三国在这一方面的研究、试制和现场实验结果。

美国波尔航空航天技术公司(BATC)早在 70 年代初就开发了完整的主动门控电视(AGTV),并一直持续研发了 30 年。他们研制的远程主动门控电视系统,可以在高湿度、多水汽的夜间以 100% 的正确率识别 11km 处的目标。照明光源用 30W 的脉冲激光二极管阵列,脉宽 $0.25 \sim 20\mu\text{s}$,光学系统口径 280mm,焦距 2.6m。

加拿大防务研究院为在其地广人稀的国土上执行搜救任务,研制了直升机用

的两种有源成像系统。1995 年试验结果表明,第一代系统可在全黑夜间读取 1.5km 处大船上的铭牌。使用激光二极管阵列作照射器,平均功率 13W,重复频率 15.75kHz,脉宽 0.1~2.0 μ s。用三代像增强 CCD 接收,镜头焦距 16~800mm。

加拿大国家光学学院研制了全天候、零照度主动距离选通电视系统,可在 1km 距离清楚读出 30mm $\times$ 70mm 的字符。如果将照射功率从 5W 提高到 20W,则可望将距离增加到 10km。光源为平均功率 5.3W 的激光二极管阵列,用柱面微透镜将光束准直为 0.9 $^{\circ}$ $\times$ 1.4 $^{\circ}$ 。接收器用超二代像增强摄像机,镜头焦距 480~3100mm。

2 散射介质中成像

靠增加主动照明光源强度来增大成像设备作用距离的办法,受到大气后向散射的限制。原本是想照明被测目标,却照明了传输介质。如是到达探测焦面的目标对比度或信杂比,可能会因为照明强度的加大反而更加恶化。这种情况在强散射介质(如烟雾弥漫、潮湿的大气和水等等)中尤为显著,成为影响成像质量的拦路虎。

法国学者的研究认为,将目标的反射从传输介质的后向散射中区分出的方法有三种,即:角度或空间标注;时间标注;偏振标注。

时间标注法是利用目标回波与介质后向散射之间的时间差来分离目标信号,也就是常说的距离选通技术(光程距离=传输时间 $\times$ 光速)。

距离选通技术,可以显著提高散射介质中成像的信杂比。用于水下成像时,典型作用距离为 6 倍~8 倍衰减长度,常规泛光照明的水下电视则仅为 2 倍~4 倍。

用激光作施照光源,为偏振技术的使用提供了条件。金属,无论是板材还是作成喷漆,其对比度在偏振图像中均得到很大的提高。电磁辐射偏振性的应用,将开拓出强散射介质中成像的另一广阔空间。

3 水下成像

水是一种对光的强散射介质,在 450~550nm 波段以外有很强的吸收和散射。然而,由于光学成像有高的空间分辨率,仍有相当多的用户对水下光学成像感兴趣。由于水下多变的环境,水下成像设备几乎从一开始就是带自身照明源的主动成像器。光源从探照灯、泛光灯到高重复频率脉冲激光器,利用率高的是波长在 450~550nm 之间的绿光或蓝光。

法国人将水下光学主动成像器分两类,即“逐点扫描式”远距成像器和“全局式”近距成像器。照射源用 Q 开关 Nd:YAG 倍频激光器,脉冲能量 24mJ (532nm),脉宽 7~9ns,重频 50Hz,束散角 0.6mrad,接收口径 $\varnothing$ 200mm,光电倍增

管或像增强 CCD 接收,均用了距离选通技术。典型作用距离为 15 倍或 6 倍~8 倍衰减长度。

加拿大防御研究机构的研究者们,研制了两种型号的大视场水下激光成像系统。光源为波长 527nm 的二极管泵浦倍频 Nd:YLF 激光器,平均功率 400mW,重频 2kHz,脉宽 7ns,水中束散角为 60~600mr 连续可调。接收光学系统口径 $\varphi 70\text{mm}$,焦距 11~110mm 连续可变,探测器为致冷到 -20°C 的像增强 CCD 摄像机。阈值灵敏度 $5 \times 10^{-7}\text{lx}$ 。海水中的试验目标为宽 8mm 的棒状目标,极限分辨的距离实测值为 11~12m。

上述两项工作,都是 10 年前的情况。最近,美国 Los Alamos 国家实验室的一批研究者为了探测水雷启动了机载水雷探测与监视项目。光源仍用倍频 Nd:YAG 激光器,脉宽 12ns,单脉冲能量 100mJ,重频 10Hz。对应的距离分辨率为 3.5m(由脉宽所限制)。探测器用带快速电子快门的微道板像增强器,门宽可小到 0.2ns。

显然,很多情况下,距离选通成像技术可在强散射介质内成像,并可获取距离信息,距离分辨率取决于照明激光的脉宽和像增强器电子快门的门宽。0.5~1ns 的宽度是 30cm 分辨率所需要的。

4 远程小暗目标探测

体积小而表面灰暗的目标,因反射光的能量极弱,无法实施被动光学成像。远程小暗目标的光学成像探测就更不可能。无动力导弹、助推段结束、熄火后的导弹、轨道上的各种碎片(空间垃圾)等目标的成像跟踪探测,向被动成像技术提出了尖锐的挑战。用激光照射小暗目标,为其远程跟踪成像提供了可能。

美国空军菲利浦实验室 1997 公布了在白沙靶场用激光主动跟踪“黑雁”导弹($\varphi 440$,长 5m)的现场试验结果。熄火后,弹体在 49km 处的激光照射图像清晰可见。由于采用距离选通,低信噪比状况下仍然可实现精密主动跟踪。接收光学口径为 $\varphi 1.8\text{m}$,激光波长 755nm,束散角 0.66mrad,重频 60Hz,脉宽 100 μs ,单脉冲能量 0.4J。探测器用像增强摄像机,快门宽度 7 μs 。使用美激光武器系统中的“海石光束瞄准器”的两轴常平架。

主动成像技术甚至可用于对毫米级大小的空间碎片(空间垃圾)进行空间在轨探测。美国 F2 联合公司的两位学者,对于用商品级器件实现距离选通激光成像系统以探测小尺寸空间碎片的方案进行了性能预估。选用二极管泵浦 Nd:YAG 激光器作光源,重复频率为 30Hz,单脉冲能量 200mJ,脉宽 20ns。接收器选用 XYBION ICCD 摄像机。他们估计,用 $\varphi 500\text{mm}$ 口径的光学系统,在距离 800m 处,可探测到尺寸为 2mm 以上的碎片。

5 深空目标成像

用地基主动成像系统,获取 36,000km 高空上地球同步轨道卫星的高分辨率图像,是美国空军空间危急监测任务中的雄心勃勃的技术目标。空军研究实验室定向能管理局资助成立了地球同步轨道激光成像国家试验基地(GLINT),而其起因则是美国空军空间司令部对将傅里叶望远镜用作深空目标监测的兴趣。

位于大气层内的传统地基成像装置,由于大气抖动(典型值 $1''$)的影响,在同步轨道高度处的成像分辨率,无法优于 175m,除非采用复杂而昂贵的自适应光学系统。GLINT 2000 年发表的文章表明,用 $1.054\mu\text{m}$ 波长的红外激光器可获得 37,000km 高度处具有 550mm 分辨率的卫星图像。

傅里叶望远镜,是指一套收发分开的多波长干涉成像系统。发射器由多台三种以上波长的脉冲激光器和光束指向器构成。各台发射器之间的间隔(基线)越大,空间分辨率越高,而不是靠每台发射器真实光学口径的加大来提高分辨率(通称光学合成孔径)。接收器由大口径太阳能反射镜加光电倍增管构成,探测不同波长激光照射同一目标后产生的拍频回波信号。最后由逆傅里叶变换重构出目标图像。这种“变换”成像深空探测方案是主动成像技术的一种极具创新意识的应用,也是将雷达合成孔径成像原理“外推”至光波频率,实现合成孔径光学成像的一种可行方案。

文集中还收入了一篇 MIT 林肯实验室的研究者们撰写的用“主动超光谱成像”探测隐蔽目标的文章。他们为探测地雷(金属或塑料的),全面分析了来自目标的光谱反射、荧光、偏振和距离信息。其奥巧之处除了必备的成像光谱仪外,还有一种适用于距离选通的宽带、高亮度、短脉冲的激光激励的“白光”光源。

通过以上对本专题文集的简略引见,已经能看到,由人工光源、门控摄像、距离选通和近代数字信号处理技术综合构成的主动成像系统,能克服被动成像的本质缺陷,是从原理上实现远程、全天候、“零照度”成像探测的一条诱人的途径。工程上要实现这样的系统,目前已经具备了基本条件,但以下几个环节非常重要:

- 光源(单波长、多波长或宽带脉冲激光)
- 门控摄像机(具有可外触发的电子快门)
- 发射和接收光学系统及其相互匹配与对准
- 选通脉冲及精密延时发生器
- 数字信号处理器(FFT,数字相位闭合等)
- 其他重要附件(窄带滤光片、色散元件、起偏检偏器等)

本文集由总师办和《光机电信息》编辑部共同策划,航测部赞助并承担了大部分编译工作。愿这本集子,能为有志研发主动成像设备的同仁们提供一点素材和启发,并以此纪念长春光学精密机械与物理研究所建所 50 周年。

于前洋 2002.9

目 录

专集序	(1)
第一篇 美国空军实验室激光应用组主动成像的研究进展	(1)
1 引言	(1)
2 技术细节	(1)
2.1 隐蔽式可调激光照明器(CALI)	(1)
2.1.1 任务	(1)
2.1.2 硬件	(2)
2.1.3 测试与现状	(2)
2.2 美国海岸警卫搜索与营救激光器系统(CG-30)	(2)
2.2.1 任务	(2)
2.2.2 硬件	(2)
2.2.3 测试结果	(3)
2.3 带有共轴双定位激光照明器的自动跟踪摄像系统(CATS)	(3)
2.4 1.5 μ m 隐蔽式照明摄像机	(4)
3 原理	(5)
3.1 光通量、光照度及其他	(5)
3.2 其他问题	(7)
4 结论	(7)
参考文献	(8)
第二篇 实时主动成像门控电视 1970 年至今的发展	(9)
第三篇 监视用主动电视(ATV)系统的模型	(14)
1 引言	(14)
2 INO LDA-1 ATV 主动电视样机	(15)
3 模型	(15)
3.1 光学镜头	(16)
3.2 像增强器	(17)
3.3 CCD 摄像机	(17)
3.4 监视器显示	(18)
3.5 LDA-1 模拟	(18)
3.6 信噪比	(19)
4 实验结果	(20)

4.1 系统分辨率	(20)
4.2 工作距离	(22)
5 结论	(24)
参考文献	(24)

第四篇 加拿大两代主动成像系统(ALBEDOS)和(ELVISS) (26)

1 引言	(26)
2 ALBEDOS 主动成像仪	(28)
√③ 主动成像器件的性能模型	(31)
4 ELVISS 多传感器系统	(33)
4.1 热像仪	(33)
4.2 增强型 ALBEDOS	(34)
4.2.1 新型激光二极管照射器	(34)
4.2.2 新的变焦距镜头	(35)
4.2.3 视频跟踪器/增强型控制器	(35)
4.2.4 激光测距仪	(35)
4.2.5 地面参考系统	(35)
4.2.6 人机接口	(35)
5 讨论及结论	(35)
参考文献	(36)

第五篇 1.5 μ m 主动电视系统的设计和试验 (38)

1 引言	(38)
2 1.5 μ m 主动电视系统	(38)
2.1 背景	(38)
2.2 方法	(39)
2.3 试验结果	(41)
3 结论	(41)
参考文献	(42)

第六篇 助推段弹道导弹主动跟踪的外场试验 (43)

1 引言	(43)
2 试验装置	(44)
3 照射试验	(45)
4 主动跟踪试验	(46)
5 结论	(49)

参考文献	(49)
第七篇 主动距离选通近红外全天候电视监测系统	(50)
1 引言	(50)
2 系统概述	(51)
2.1 激光照明器	(51)
2.1.1 光学部分	(51)
2.1.2 机械部分	(52)
2.1.3 电气部分	(52)
2.2 门控像增强型 CCD 摄像机	(52)
2.3 镜头	(53)
2.4 控制电子系统	(53)
3 系统性能和应用	(53)
3.1 ATV 性能模型	(53)
3.2 实际系统性能	(57)
3.3 应用	(57)
4 结论	(58)
参考文献	(58)
第八篇 常平架光纤耦合激光照射器和主动电视系统的性能	(59)
1 引言	(59)
2 方法	(61)
3 结果	(62)
4 结论	(64)
参考文献	(65)
第九篇 用于搜救和监视的距离选通主动成像系统	(66)
1 引言	(66)
2 系统描述	(67)
3 试验结果	(69)
4 结语	(70)
参考文献	(70)
第十篇 光纤耦合的常平架激光照明器	(71)
1 方法	(71)
2 关键技术	(72)

2.1	二极管激光器阵列	(72)
2.2	光纤光速的传输系统	(73)
2.3	高分辨率低照度电视	(73)
3	系统的应用	(74)
3.1	通用的夜视	(74)
3.2	观察和记录标记	(74)
3.3	改进现有的夜视设备	(75)
3.4	隐蔽标记目标	(76)
3.5	改进恶劣天气下的操作	(76)
3.6	提供公开的非致命的警告	(76)
3.7	供搜索和营救操作	(76)
4	人眼安全的研究	(77)
5	结论	(78)
	参考文献	(78)

第十一篇 在轨探测小空间碎片的距离选通激光器和 ICCD 摄像机系统		(79)
1	背景	(79)
2	系统原理及方案优化	(80)
2.1	距离选通激光成像系统	(80)
2.2	激光器	(81)
2.3	摄像机	(82)
2.4	光学系统	(82)
2.5	系统的综合权衡	(82)
3	操作原理	(83)
4	其他问题	(84)
5	数据的使用	(85)

第十二篇 地球同步轨道卫星主动成像系统的波长相关辐射测量模型化研究		(86)
1	引言	(86)
2	傅里叶望远镜原理	(88)
3	与波长有关的效应	(90)
4	模拟方法	(92)
5	仿真结果	(93)
6	结论	(97)

参考文献	(99)
第十三篇 用门控像增强器的距离选通成像试验	(100)
1 背景	(100)
2 机载水雷探测和监视系统(AMDAS)	(100)
3 Eglin 空军基地的试验	(102)
4 红石兵工厂的实验	(103)
5 结论	(103)
参考文献	(104)
第十四篇 大视场水下激光成像系统	(105)
1 引言	(105)
2 系统描述	(105)
3 海上试验	(107)
4 性能评价	(109)
5 结论	(111)
参考文献	(111)
第十五篇 距离选通水下激光成像系统	(112)
1 引言	(112)
2 光学与电子学系统概述	(112)
3 操作步骤	(114)
4 结果与讨论	(115)
5 结论	(119)
参考文献	(119)
第十六篇 通过散射介质成像:距离选通成像设备的性能和技术 ...	(120)
1 引言	(120)
2 水下光学成像的背景	(120)
3 光波的水下传播	(121)
4 几种成像方法	(122)
4.1 原理	(122)
4.2 性能估计	(122)
5 水下逐点扫描激光成像系统以及一些初步结果	(123)
6 全程激光电视成像仪	(125)
6.1 距离选通电视	(125)

6.2 偏振	(126)
6.3 现状	(126)
7 实际系统的工程要点	(126)
8 结论	(127)
参考文献	(127)
第十七篇 探测隐蔽目标的小型主动式超光谱成像系统	(128)
1 引言	(128)
2 主动超光谱成像系统基本组成部分	(129)
2.1 照明装置	(129)
2.2 成像光谱仪	(130)
2.3 焦平面阵列	(130)
2.4 数据获取和处理	(131)
3 基本系统的测量实例	(132)
3.1 目标景物	(132)
3.2 荧光成像	(133)
3.3 偏振光成像	(133)
3.4 反射成像	(134)
3.5 使用荧光、偏振和白光反射的联合目标探测技术	(136)
4 未来的系统发展	(137)
5 结论	(138)
参考文献	(139)
第十八篇 偏振主动成像	(140)
1 引言	(140)
2 理论分析	(140)
2.1 穆勒矩阵的前提	(141)
3 两种测量技术	(142)
4 偏振主动成像仪	(143)
5 实验结果	(144)
5.1 金属探测	(144)
5.2 黑带子的探测	(144)
5.3 照明相关性	(144)
6 实验结果的解释	(146)
7 结论	(146)
参考文献	(147)

美国空军实验室激光应用组主动成像的研究进展

摘要:美国空军研究实验室激光应用小组,通常被称为“Scorp Works”,8年来一直致力于研究用户专用主动照明系统。本文概要介绍的部分内容包括:隐蔽式可调激光照明器(CALI)、海岸警卫队搜索与营救激光器系统(CG—30)、自动跟踪摄像系统(CATS)和 $1.5\mu\text{m}$ 隐蔽式照明摄像机。

关键词:激光照明器;搜索与营救;主动照明;二极管激光器应用

1 引言

在空军研究实验室内,被称为“Scorp Works”的激光应用小组是一个独一无二的组织。同70年代著名的“Skunk Works”组一样,“Scorp Works”专致力于制造适应特殊用户需要的装置。其宗旨是制造和演示模型装置以满足近期工作需要。本文介绍最近几年由“Scorp Works”研制的某些成像系统。

2 技术细节

2.1 隐蔽式可调激光照明器(CALI)

设计该装置是用于提供一种近红外照明能力,使之能与机载平台常平架上的前视红外组合,或者成为一个整机。该装置已在空军实验室昆特兰空军基地的SCORP工作组和俄勒冈州波兰特的前视红外系统公司(FSI)的合作研究与开展协议下进行了设计、制造,并通过了测试。本协议已考虑到人力支持和对政府与工业具有共同利益的设备贷款。因此,FSI公司想开发一种对法律机构执行侦察有帮助的产品,以在此机构的能力范围内执行侦察。空中平台的主动照明在执行空军的搜索营救任务(SAR)、隐蔽侦察、增强近红外成像以及法律机构侦察和监视等方面的应用一直受到关注。

2.1.1 任务

执法官员经常需要重要的录像证据呈交给法庭。用对 $8\sim 12\mu\text{m}$ 波段敏感的前视红外系统的一个极大的不足是没有能力看清船舶的登记牌或航海标记板。这是由于在长波段缺少着色色调的对比度,即来自着色表面的发射和反射看起来是一样的。例如,当船内毒贩被空中前视红外系统摄录,这条船的注册牌号缺损可能导致没有重要的证据发布搜查令,而在有些情况下,则正是需要这些证据才能将犯罪团伙绳之以法。

2.1.2 硬件

该装置通过一个标准的可商业化的黑白硅 CCD 阵列照相机在近红外区成像,相机允许在可见波段到 $1\mu\text{m}$ 波长成像。由于造价高、难度大和分辨率低,所以不能选用倍增管。相反,弱光环境可以通过近红外激光主动照明系统克服上述问题。激光和照相机视场的匹配是通过安装在照相机上的可调焦镜头和激光器聚焦透镜的电子控制来实现的。激光器分装在远离平台的金属盒内,其中还含有驱动电路、热电致冷器、10W 光纤耦合的激光二极管和控制面板。输入电源是飞机上的 28V 直流电源。直径 $600\mu\text{m}$ 的输出光纤可以传送 808nm 波长的二极管激光器发出的激光。光纤的长度和柔软性可以避免对平台的运动产生新的约束。根据协议,激光器单元、激光器和光纤由空军实验室提供。

该装置的硬件必须组装成独立的模块且可商业化的硬件,以便于用户可以不改动操作系统就能升级其前视红外系统单元。CCD 相机和激光准直镜组装到前视红外常平架的工作由 FSI 公司完成。

2.1.3 测试与现状

该装置曾经过 3 次野外试验:第一次于 1997 年 4 月在新墨西哥州昆特兰空军基地;第二次于 1997 年 5 月在 Eglin 空军基地;第三次于 1998 年 8 月用新型号在俄勒冈州的波兰特地区。Eglin 试验包括一个带有前视红外系统和 CALI 样机在海边进行视频摄像记录的海岸警卫装置。设置在不同距离的目标板用来测试对不同图形的分辨能力。

1997 年 9 月和 1998 年 1 月,在新墨西哥州由美国海关服务机构和警察署协助进行了该装置的飞行测试。

2.2 美国海岸警卫搜索与营救激光器系统(CG-30)

成功进行搜索和营救的基础是提供有经验的,并能用先进照明器和探测设备武装的搜索营救人员。使用白炽灯提供全光谱(可见和近红外)照明,这使探测成为可能,但前景散射减小了搜索的距离。而红外激光被认为是一个优质的照明光源,它不受通常限制距离的近场区散射的影响。1996 年 12 月,海岸巡逻开发研究中心要求“Scorp Works”制造一台半导体激光器系统的样机,该系统用光纤耦合到搜索与营救直升机外部的光学平台上。研究人员特别关注验证机载激光照明是否对装夜视仪的直升机能发现的细小目标具有远程搜寻的能力,尽管红外激光照明源仍存在大气散射效应。试验表明,增强了探测能力并减少了搜索时间。

2.2.1 任务

搜索与营救人员要成功发现并找到空难或海难的失事者主要是受到时间的限制。水下人员搜索在两方面是至关重要的:一是在海洋大气、水流和温度等条件下的存活性;二是搜索小目标难度不断增大,仅靠像增强的夜视仪要依靠月光以提供水上背景与目标的反射对比度。在无月的夜晚,激光照明提供了某些优势。测试组的观察表明,使用激光定向照明降低了观察的疲劳程度。激光输出光

学系统设计成宽视场角以满足有效的搜索营救任务之需要。最后,激光对大气条件的变化远不如宽带光源那样敏感。执行这项任务时,人员因素是至关重要的。飞行员和搜救人员是最基本的探测主体,他们要最终负责探测目标。附加的装备必须提高其现有能力并考虑人的局限性。

2.2.2 硬件

为美国海岸警卫队制造的激光装置类似隐蔽式可调激光照明器的系统。电源使用 28V 直升机上的直流电源和两个商用致冷的 15W 二极管激光器。因为该装置总的有用光功率是 30W,所以将它命名为“CG-30”。

激光被耦合到一束 $600\mu\text{m}$ 光缆中,光缆用来均匀光束和传输光到外部光学平台上。这个平台用柱面镜头来扩束并提供 240° 的覆盖。耦合到单个光纤和平台上的光损耗导致 15W 的光源大约减少了 50%,从而导致从光学平台上发出光的总功率为 14W。按美国国家标准计算,该系统的额定目视事故距离(NOHD)为 3ft。

2.2.3 测试结果

1997 年 6 月,该系统在新泽西州的开普梅进行了一次飞行测试,随后又在同年的 9 月在佛罗里达州的波尔斯保进行了一次测试。前者主要是对系统集成和定性的评估,后者进行测试的目的则是为了获得更多关于系统效能方面的定量数据。这两次测试的结果表明,由水蒸汽、雾和飞行器旁的小颗粒等产生的悬浮微粒的散射将降低系统的效能。然而该系统的总体性能超过了当前同类的其他系统。带有后向反射带的靶标(救生背心的一种最新需要)能够在一海里(1.6km)远处被发现。由于从水面反射回的激光信号很弱,用具有自动增益夜视仪系统进行夜间搜索时增大了增益。该增大信号从飞行测试的定性反馈表明,提高了地面探测效能。

这只是初步测试的结果,研究人员还在等待从美国海岸巡逻队那里传来的正式反馈信息和报告。

2.3 带有共轴双定位激光照明器的自动跟踪摄像系统(CATS)

用激光器照明的摄像系统成像时,可用来解决某些难题。这其中最难的问题是照明器和摄像系统从近场至远场的对准。从照明器和摄像机两者分别来进行调整几乎是不可能的,只能通过摄像机的同一光路上嵌入激光器来解决。

为达到上述目的需有一个中继透镜系统来对光进行准直。通过在透镜系统的准直光路内插进一个可调反射镜,这样只产生微小的衰减。反射镜仅阻挡了总回波 20% 的能量。因为激光束在准直光路中,所以激光的发散角将完全与摄像机的视场相匹配。另外,还有一个带通滤光片置于准直光路中,它将滤掉诸如太阳光等外部光,以增强光学放大能力。

一个通过光纤与准直仪相连的探测器将探测激光的强度,用于进行变焦时提供激光强度的反馈。这个系统还有一个对焦和变倍的“查找表”,以保证变倍时系

统始终处于最优聚焦状态。一套带编码器的随动拍摄系统可追踪和锁定目标。

一个 2~3W 的 808nm 波长光纤耦合激光器将用于解决透镜系统中的光学衰减,使它有 1~2W 的输出光功率。这是照明至 200m 外的视场所必不可少的能量。所有的计算机指令和实时视频信号都通过光纤来传输。主计算机将用于控制、获取、搜索和处理视频信号数据。所有的操作指令将只通过一个简单的操纵杆来进行控制。

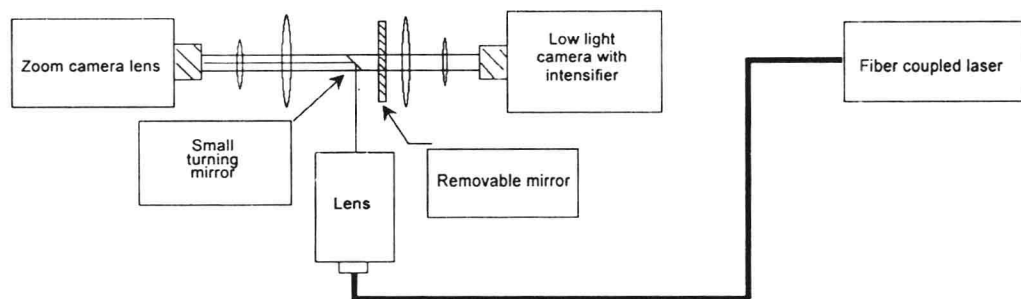


图 1 CATS 单元结构框图

2.4 1.5 μ m 隐蔽式照明摄像机

“Scorp Works”正寻求用一个 1.5 μ m 波长的激光光源和 InGaAs 相机来完成隐蔽性的监视任务。这个系统有 3 个明显优于近红外照明系统的优点。第一, 1.5 μ m 的波长是在当前夜视技术可敏感范围之外,这就使得使用者提高了隐蔽性而降低了被探测的可能性。第二,基于视网膜的吸收能力,根据美国标准化协会的标准,人眼对这一波长的安全极限是近红外(800~900nm)波长的 100 倍左右。据美国标准,808nm 连续激光器在 10s 闪烁时间内的容许最大辐照量是 1.66mW/cm²,而对 1.5 μ m 激光器是 100 mW/cm²。因此,在保证眼睛安全的情况下,更高的光能量将提高监视系统的距离和效能。最后,在这个波段存在更高的大气传输窗口,以在极度衰减前提高有效的探测距离并潜在地降低了系统对于天气状况的依赖性。

InGaAs 相机也具有将目标从背景中清晰分辨的能力。该相机对不同材料的反射率差别更敏感,而且这也使它可以在面对预先被伪装的材料或目标时能提供更易被区别的监视信息。

最近“Scorp Works”对有源电视系统在 1.5 μ m 和 808nm 波段的照明进行了反射现象方面的比较。这样做的目的是推进 1.5 μ m 激光光源和照相系统的发展,并在激光照明这一有效的光谱区向有源电视系统平稳推进。