

文章编号: 1672-8785(2012)04-0042-06

夜视成像技术在长江航道视频监视中的应用

李 黎 向小华

(长江航道规划设计研究院, 湖北武汉 430011)

摘 要: 为了保障长江航道的安全畅通, 结合长江航道上已建设的视频监视系统, 对远距离红外夜视技术在航道视频监视中的作用、应用环境、技术需求以及实用效果进行了分析。长江航道夜视监控处于野外工作状态, 受自然环境的影响大。同时, 在航道应用中, 人们对航标标位、灯光、船舶以及航标结构损坏情况都有不同的监控要求。基于监控需求和对已建系统实际使用效果的考量, 提出了航道视频监视系统中的红外夜视设备的配置要求。该系统由激光照明系统、信号采集系统、控制系统和信号传输系统等四部分组成。给出了各个部分的具体参数。随着内河航道的逐步现代化, 夜视系统在航道视频监视中的应用范围必将逐渐扩大, 在航道维护管理中也将发挥重要作用。

关键词: 视频监视; 夜视技术; 长江航道; 应用

中图分类号: TN221 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2012.04.008

Application of Night Vision Imaging Technology in Video Surveillance of Yangtze River Waterway

LI Li, XIANG Xiao-hua

(Changjiang Waterway Institute of Planning, Design and Research, Wuhan 430011, China)

Abstract: To keep the waterway of Yangtze River safe and smooth, the role, application environment, technical requirements and actual effectiveness of the long distance infrared night vision technology in the video surveillance of the waterway of Yangtze River are analyzed according to the video surveillance systems in use. Because the video surveillance systems for Yangtze River waterway are used in the field, they are affected greatly by the natural environment. Meanwhile, in the application of the waterway, people have different surveillance requirements on the navigation mark position, light and ships. In view of the actual surveillance needs and use effectiveness, the configuration requirements of an infrared night vision device for the waterway video surveillance system are proposed. The system is comprised of four subsystems: a laser light, a signal collection system, a control system and a signal transfer system. The detailed parameters of each subsystem are given. With the modernization of the river waterway, the application area of the night vision system in waterway surveillance will be enlarged and the night vision system will play an important role in the maintenance and management of waterways in the future.

Key words: video surveillance; night vision technology; Yangtze River waterway; application

收稿日期: 2012-02-23

作者简介: 李黎 (1981-), 女, 湖北监利人, 硕士, 主要从事航道、航标和电子信息技术的研究与设计工作。

E-mail: starrylily@163.com

0 引言

自从进入新世纪以来, 数字化监控技术得到了飞速发展。由于全天候监控需求的存在, 以数字化安防产品为代表的夜视成像技术的发展尤为迅速。该技术已经成为当前监控技术的一个重要组成部分, 并且渗透到工业、农业、交通运输和国防等各个领域。

作为我国的第一大河流, 长江是我国内河水运最发达、运输规模最大和最为繁忙的通航河流。为了保障长江航道的安全畅通, 目前我国正在建设航标遥测遥控系统和视频监视系统。其中, 针对复杂航段的视频监视将会成为航运安全保障系统的重要组成部分。

远距离激光红外夜视系统由于扩大了常规视频监视系统的监视距离和延长了监视时间, 在长江航道视频监视中有着广阔的应用空间。

1 远距离激光红外夜视系统在长江航道视频监视中的作用

在夜间及雨雾天气下, 由于视线不良、目视观察困难, 普通监视设备难以有效地进行观察, 而利用远距离夜视系统则可以完成以下一些长江航道视频监视任务。

1.1 对航标技术状况的监视

1.1.1 标位

航标是否位于正确位置上, 是否发生倾覆或者漂移。

1.1.2 结构

航标的浮体和标体结构是否完好, 并且有无损毁。

1.1.3 灯光

判断航标灯的工作状态(发光、熄灭及灯光周期), 观察其夜间发光是否正常。

1.2 对航标损毁状况的监视

当航标因自然原因(如风浪、雷电等)或人为原因(如船舶碰撞、人为盗窃等)发生损毁时, 及时发现情况, 判断损毁程度, 记录损毁过程。必要时协助调查损毁原因, 寻找肇事方。

1.3 对船舶航行状况的观察

复杂航段上存在航道弯曲狭窄、水流紊乱和航标密度大等特点。而恶劣的水流与气候条件也会导致船舶操纵性能下降, 碰撞航标或发生触浅搁浅等事故的几率增大, 从而带来安全隐患。因此, 有必要在各种气候及光线条件下实时记录航道及船舶通航现场情况, 及时了解船舶通航状况, 采取调整航道布置与航标配布等措施, 保障通航安全。

1.4 对其它影响航道的情况的观察

例如, 在夜间或不良气候光线条件下, 对非法采砂、非法施工、占用航道、新增碍航物的局部水域以及航道整治工程中的建筑物保护区域等进行观察与监视等。

2 长江航道夜视监视的应用环境与技术性能需求

2.1 应用环境需求

长江流域横跨我国地形上的三级巨大阶梯, 属于亚热带季风气候。因此, 夜视监视系统在长江航道上的应用必须考虑自然气象条件的影响。

2.1.1 气温

长江干流的年平均气温由于受纬度与地形的影响, 存在较大差异。其上、中、下游的年平均气温分别为 18℃、17℃和 16℃左右, 极端最高气温可达 40℃以上, 极端最低气温则分别为 -7℃、-13℃和 -12℃。

2.1.2 湿度

长江流域的年平均降雨量约为 1100 mm, 湿度较大。其上、中、下游的年平均相对湿度分别为 80%、70% 和 75%。

2.1.3 风况

长江上游的风速一般在 2 m/s 以下, 春夏和夏秋之交时冰雹较多, 常伴有阵性大风; 长江中游的年平均风速为 2.6 m/s 左右, 最大风速可达 30 m/s; 长江下游的年平均风速为 3.7 m/s 左右, 夏秋季有台风影响。

2.1.4 雷暴和雾

长江流域多年的平均年雷暴日数的分布特点是南方比北方多, 山区比平原多。长江流域属于我国多雾地区, 尤其是三峡地区为全国云雾

最多的地区之一。长江下游地区的浓雾也经常会使航行受阻。

2.2 技术性能需求

夜视监视系统应该在可视距离和画面标准方面满足长江航道视频监视的需求。

2.2.1 可视距离

可视距离是夜视系统能够有效观察的最大距离,它应根据所需观测的航道范围来确定。

在一般航道上,可视距离应该根据观测航标数量和航标间距来确定。上游的航标配布间距一般约为 800 m,中游的航标配布间距一般约为 1500 m,下游武汉至南京段的航标配布间距一般为 2000 m,南京以下约为 3000 m。如需观测上游航道同一侧的 4 座航标,则所需可视距离约为 3200 m。

桥区航道监视所需的可视距离应该根据桥区航道的范围来确定。一般而言,长江干线上的大多数跨江大桥的桥区航道范围为大桥上游 800 ~ 1000 m,下游 300 ~ 500 m。

其他观测区域(如重点浅水道、通行控制河段和航道整治建筑物保护区域等)的观测距离须由实际需要确定。

2.2.2 画面标准

一般认为,夜视画面存在四档评测标准。他们对画面质量的要求依次升高。

第一等级是“发现”,即大致知道目标形态,从画面上仅能判断目标是否存在。

第二等级是“识别”,即能够发现和辨识目标,比如是人还是车,是大炮还是飞机。

第三等级是“确认”,即能较为详细地区分目标,并能从同一类目标中指出其所属类型,比如是船队还是单船,是车辆或卡车还是公共汽车,是房子或住宅还是工厂。

第四等级是“描述”,即能更为细致地知道目标的具体形状,并能识别目标的特征和细节,比如能指出飞机与汽车的型号和舰船上的装备,并能明确区分主要物体与附属物等。

根据长江航道视频监视的需求,对于航标标位和灯光的评测标准应为“发现”或“识别”,

对于船舶的评测标准应为“确认”,对于航标结构损坏的评测标准应为“描述”。

3 长江航道夜视监视系统的应用现状

3.1 配置情况

目前,长江航道视频监视系统主要应用在桥区航道上。据初步了解,在已安装视频监视系统的 17 座长江大桥中,有两座安装了夜视监视系统,它们分别为黄石长江大桥和南京长江大桥。这些夜视系统均属于主动式红外夜视系统。下面介绍其设备配置与技术指标。

3.1.1 黄石长江大桥

激光光源:激光照射距离为 2000 m;照射角度为 $0.2^\circ \sim 20^\circ$;波长为 800 ~ 1000 nm;工作温度为 $-30^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$ 。防护级别:IP66,防震;外壳防高温、防腐蚀、防雨淋;分光镜可随摄像镜头自动同步变焦;可根据需求优先控制分光镜变焦,实现对特殊物体的精确照明。

摄像机及镜头:1/2 in CCD;夜间最低照度为 0.003 Lux, F 值为 1.2;白天最低照度为 0.02 Lux, F 值为 1.2;彩色模式分辨率为 540TVL,黑白模式分辨率为 600TVL;支持远程切换滤光片;透雾镜头,可电动变焦,带预置位功能与自动聚焦功能。

高精度云台:顶载 35 kg;水平 360° 旋转,垂直 $+90^\circ \sim -90^\circ$;水平速度为 $3^\circ/\text{s}$,垂直速度为 $1.5^\circ/\text{s}$;自动巡航;自动加热 $-35^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$;255 个预置位,精度为 $\pm 0.1^\circ$ 。防护级别:IP66;内置解码器;蜗轮蜗杆传动;有防雷功能;抗风防震能力强。

一体式防护罩:室外全天候一体化双视窗护罩;温度控制;遮阳板;工作温度为 $-30^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$;工作电压为 AC 24 V/AC 220 V;视窗为 $\phi 95 + \phi 50$ 。

3.1.2 南京长江大桥

激光光源:激光照射距离为 3000 m;波长为 800 ~ 1000 nm;工作温度为 $-30^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$ 。防护级别:IP66,防震;外壳防高温、防腐蚀、防雨淋;分光镜可随摄像机镜头自动同步变焦。

摄像机及镜头: 1/2 in CCD; 根据环境光线感应自动切换彩色/黑白模式; 夜间最低照度为 0.003 Lux, F 值为 1.2; 白天最低照度为 0.02 Lux, F 值为 1.2; 采用透雾镜头, 可自动聚焦, 具备透雾功能、自动黑白电平调整和轮廓校正功能; 水平高解析度, 彩色模式分辨率为 540TVL, 黑白模式分辨率为 600TVL; 可远程切换滤光片; 焦距为 10 ~ 320 mm。

高精度定位云台: 顶载 18 kg; 水平 360° 旋转, 垂直 +75° ~ -75°; 旋转速度动态可调, 水平 0.01°/s ~ 4°/s, 垂直 0.01°/s ~ 9°/s; 自动巡航; 工作温度为 -40 °C ~ +70 °C; 255 个预置位, 精度为 +/ -0.1°。防护级别: IP66; 内置解码器; 蜗轮蜗杆传动; 有防雷功能; 抗风防震能力强。

一体式防护罩: 室外全天候一体化双视窗防护罩; 温度控制; 遮阳板; 工作温度为 -30 °C ~ +70 °C; 工作电压为 AC 24 V/AC 220 V。

3.2 使用效果

根据使用单位反馈, 下面介绍两处视频监视系统的夜间与雾天观测效果。

3.2.1 黄石长江大桥

夜间观测效果: 在 2000 m 范围内, 航标灯光清晰可见; 在 500 ~ 1200 m 范围内, 浮标标志船形状模糊成型; 在手动调整视距后, 可对 1500 m 范围内的标志进行成型观测; 超过 1500 m 时, 灯光模糊, 不能显示标志船形状。

雾天观测效果: 开启透雾功能后, 视频图像效果有所改善, 但并不明显。当江面能见度低于 1000 m 时, 可以观测到 1000 m 范围内的航标, 但只能模糊显示航标轮廓。当能见度低于 500 m 时, 基本不能实施摄像监视。经手动调整视距后, 勉强能够观察到距离 300 m 处的航标。当能见度低于 200 m 时将会失去监视功能, 而当处在夜间且能见度低于 500 m 时, 则只能观察到距离 300 m 处的航标灯光。

3.2.2 南京长江大桥

夜间观测效果: 在 3000 m 范围内, 航标灯光清晰可见; 在 1500 m 范围内, 能够分辨航标形状。

雾天观测效果: 当能见度为 500 ~ 1000 m 时, 能够观测到 3000 m 内的航标灯光, 并能观测到 1500 m 范围内的航标形状。

3.3 应用效果评价

- (1) 总体上有一定效果, 也发挥了一定作用;
- (2) 系统的实际观测效果与设备的标称技术指标有一定差距;
- (3) 离航道视频监视技术的夜视技术需求尚有一定差距。

航道视频监视及夜视技术的应用尚处于起步阶段。由于受经费及应用经验的限制, 目前其应用效果并不十分理想。但我们相信随着应用工作的不断推进, 应用效果也会得到逐步改善。

4 长江航道视频监视系统中红外夜视设备的系统构成、技术要点以及一般配置

被动红外夜视技术是借助于目标自身的红外辐射来实现观察, 并根据目标与背景或目标各部分之间的温差或热辐射差来发现目标的; 主动红外夜视技术则是通过用红外光源主动照射目标, 然后利用目标反射的红外线来实施观察的。

目前, 主动式红外夜视仪的红外光源材料主要有红外发光二极管和激光二极管两类。采用激光二极管作为红外光源的激光红外夜视仪具有使用方便、空间分辨率高、探测距离远以及可以昼夜通用等优点, 能够很好地满足系统视场宽、无障碍、监控面大以及尽量少设监控点的要求。

4.1 系统构成

远距离激光夜视监控系统主要由激光照明系统、信号采集系统、控制系统和信号传输系统等四部分组成。

4.1.1 激光照明系统

激光照明系统由大功率半导体激光器通过大电流驱动与控制发射红外线, 然后用光学扩束准直镜头将红外光束扩束, 以照射需要观测的范围。此外, 激光照明系统还需要配合良好的供电与散热系统使用。

4.1.2 信号采集系统

信号采集系统由摄像机及镜头、防护罩和云台等组成。

目标反射的红外光经过允许红外线通过的夜视镜头进入低照度且能感应相应波长红外线的摄像机而形成图像。

防护罩用于保证摄像机与镜头的工作不受外界环境的影响,主要有防晒、防雨、防尘、防冻和防结露等功能。

用控制中心的计算机对云台进行控制,并根据不同区域的情况调节方向与角度,灵活地调整监控范围。

4.1.3 控制系统

控制系统由监视器、视频服务器和设备控制软件等组成。其主要功能为显示、存储和检索视频监控信息,并根据实际需求对信号采集系统发出控制指令。

4.1.4 信号传输系统

信号采集系统获得的图像信号和控制中心发出的控制信号可以通过网络互相进行传输。根据传输距离及现场条件的不同,可以灵活地选取有线或无线传输等方式。

4.2 系统配置及技术要点

夜视系统的夜视性能是一个综合指标。影响夜视性能的最重要的因素是激光照明系统与信号采集系统各部分的协调性,即激光照明系统与摄像机、镜头、防护罩和云台等设备的匹配程度。在设计系统时,应将各部分设备作为一个整体来选配与安装,以达到最优的效果。

4.2.1 激光照明系统

(1) 波长与功率的选择。激光红外光源通常选用 810 nm 波长的半导体激光器。810 nm 波长处于近红外区域,与可见光中的红光波长相接近。各个正规摄像机厂家生产的感应设备对于 810 nm 的光谱均具有很强的感应效果。

(2) 激光光束的扩束与整形。激光照明系统应该具备光束扩束与整形功能。

(3) 激光发射与镜头变焦、云台调整的联动。激光照明系统应该具备激光光束、镜头和云台三者之间的预制和联动功能。

(4) 施工安装。合理配备红外激光光源与摄像机的数量及位置,实现成本最佳和效果最优,并且体现工程技术的先进性。

4.2.2 摄像机

(1) 类型。由于普通彩色 CCD 摄像机无法用于夜视系统,应选用普通低照度黑白 CCD 摄像机、彩色转黑白摄像机或低照度红外彩色摄像机。高级或特种监视系统则可配备微光摄像机。如果需要达到白天彩色、晚上黑白的效果,那么系统可以采用双光路摄像机设计,即由单个镜头同时接彩色和黑白两台摄像机。

(2) CCD 尺寸。适用于超远距离的夜视摄像机大多选用 1/2 in 的 CCD。

(3) 最低照度。选用 0.001 Lux 或更低照度的摄像机。

4.2.3 镜头

(1) 红外特性。在设计和制造普通镜头时,为了保证拍摄图像的清晰度,人们有意识地减弱了红外光的透过量。若使用普通镜头进行夜视摄像,即使有足够的红外光,也不能得到清晰的图像。此外,由于红外光的波长比可见光的长,以可见光为设计标准的普通镜头也不会在红外波段将光线有效聚焦到 CCD 靶面上。系统在白天工作时可使用普通镜头,而进入夜视状态后,则应切换到专用的红外镜头。

(2) 通光口径(光圈 F 值)。夜视镜头的 F 值一般是在 1.5 以下,如 F=1.0 或 F=1.2 等等。

(3) 镜头的成像尺寸应与摄像机 CCD 靶面尺寸一致。

4.2.4 防护罩

在选择防护罩时,应该综合考虑其防护性能与红外光的穿透性。

4.2.5 云台

选用自动化云台,并且可以根据需求灵活地调整监控范围。

4.2.6 监视器

监视器的选择标准有两条:第一,黑白与彩色要与摄像机相配;第二,选用的监视器的清晰度要高于所用摄像机的清晰度指标(最好高一档)。

总之,激光红外夜视系统的综合性能是由激光照明系统的性能、摄像机的红外敏感程度、镜头的匹配情况、现场的红外反射情况以及现场的施工安装水平等众多因素决定的。其中,任何一个环节工作效率的降低都会影响整个系统的效率。在实际应用中,只有合理地选配器材和施工安装,才能达到最佳效果。

5 长江航道夜视监视系统的应用前景

随着长江航运的不断发展,人们对长江航道维护水平和服务能力的要求也不断提高。全天候监视的必要性和紧迫性日益凸显,因此夜视监视系统将会成为航道维护管理的重要技术手段和长江航道技术发展的重要方向之一。

夜视监视系统在长江航道上的主要应用领域包括重点河段(如桥区、港区和浅水道等)航标技术状况的夜间观测、航道整治建筑物保护范围的监视、重点航道水域(如禁止采砂和禁止施工作业等水域)的监视以及复杂航段船舶航行状况的监视。

虽然这种系统蕴含着广阔的应用前景,但是居高不下的价格一直是夜视技术全面推广的障碍。目前,不仅是主动式红外激光夜视仪,而且新一代的适合民用夜视的微光夜视仪和红外热像仪也都在不断的研发与制造中。我们相信,随着夜视性能的逐步提高和新产品的不断出现,夜视设备的价格有望降低。同时,基于长江航道

现代化发展的需求,国家对长江航道建设的投入将会进一步增加,夜视系统在长江航道视频监视中的应用范围也必将会逐渐扩大,从而在长江航道维护与管理中发挥重要作用。

6 小结

夜视技术经过数十年的发展已经成为一项比较成熟的技术,并且仍然处在不断发展中。它是监视技术发展的重要方向,也是实现全天候监控的必然选择。我们建议在长江航道的建设和发展中充分重视夜视监视技术的应用潜力。通过将夜视监控系统纳入航标建设规划和具体工程项目当中,可以提高长江航道航标技术水平,从而跟上国内外相关技术发展的步伐。

参考文献

- [1] 单肖楠. 半导体激光器主动红外夜视监控系统设计[J]. 光机电信息, 2011, 28(12): 5-9.
- [2] 杨玉兰, 孙金霞, 付国柱. 长距离红外激光照明主动成像系统研究[J]. 长春理工大学学报(自然科学版), 2009, 32(1): 18-21.
- [3] 陈新发, 廖颖, 杨柳彬. 新型汽车主动式红外夜视系统的研究与开发[J]. 红外, 2009, 30(2): 24-27.
- [4] 孙露, 王建立, 王鸣浩. 激光主动照明成像实验研究[J]. 电光与控制, 2009, 16(9): 77-79.
- [5] 董明礼, 张晶, 李银柱, 等. 激光辅助照明主动红外成像研究[J]. 红外技术, 2006, 28(2): 91-94.
- [6] 王智, 杨简, 金光. 激光主动照明成像技术[J]. 长春理工大学学报, 2004, 27(2): 31-34.

新闻动态 News

美国军方拟将石墨烯用于 红外成像技术

据 <http://investingraphene.com> 网站报道, 为保证能在低成本红外成像器件设计方面成为美国军方的一个合作伙伴, 美国西北大学电子材料研究所最近与美国军方签订了一份为期三年的合同。

该合同将使得该大学的研究团队能把精力集中在产品设计的创新方面并将官方授意的研究内容用于安全领域。以 Srinivas Sridhar 教授为首的美国西北大学研究团队一直在致力于研究纳米材料的新颖合成方法, 并希望能设计出用来探测由目标或人产生的热量的石墨烯基测

辐射热计。Sridhar 教授说, 军方可以将测辐射热计用于夜视护目镜或者用于人体热成像, 并最终将该技术用于智能手机。

在考虑比较长远的目标时, 该研究团队的负责人指出, 批准该技术用于低成本红外相机并进行大批量生产的可能性是许多可能性之一。

美国国防部高级研究计划局微系统技术办公室的有关人员说, 为每个士兵配备一架热相机需要有人们买得起的和尺寸小、重量轻和功耗低(low-SWaP)的相机。对于这两个属性, 美国国防部高级研究计划局有一个计划, 即在保持这两个属性的同时, 通过创新来提高测辐射热计的灵敏度。象石墨烯之类的纳米结构材料可能会成为低成本和 low-SWaP 相机的可选方案。

□ 高国龙