

# Development of Laser Night Vision Instrument

Xudong Wang, Chi Liu, Xipeng An, Bing Wang, Qun Ma, Zhichao Wu

Xi'an Technological University, Xi'an Shaanxi  
Email: 1072618581@qq.com

Received: May 16<sup>th</sup>, 2018; accepted: May 30<sup>th</sup>, 2018; published: Jun. 7<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

Laser infrared night vision technology has attracted more and more attention due to its clear imaging and good background contrast. This article designed a laser night vision system that integrates optics, machinery and circuits, using 3 W output power and the laser with a wavelength of 850 nm as an illumination source, and its diffuse light is received by the CCD when the laser is shaped by a focusable optical system to shine to the target, then, the signal processing circuit imaging on the display. The overall height of the device is about 20 cm, the length is about 24 cm, and the weight is about 0.75 kg. The experiments of laser night vision imaging were performed at different distances and different laser-assisted lighting conditions. The result shows that the clear imaging distance of the laser night vision is about 10 - 65 m. The system is suitable for nighttime reconnaissance, observation, sighting, vehicle driving and other battlefield operations.

## Keywords

Laser Illumination, Night Vision, Photoelectric Conversion

---

# 激光夜视仪的研制

王旭东, 刘池, 安希朋, 王冰, 马群, 武志超

西安工业大学, 陕西 西安  
Email: 1072618581@qq.com

收稿日期: 2018年5月16日; 录用日期: 2018年5月30日; 发布日期: 2018年6月7日

---

## 摘要

激光红外夜视技术以其成像清晰、背景反差好等优点越来越受到人们的关注。本文设计了一款集光学、

机械与电路于一体的激光夜视系统,采用输出功率为3 W、波长为850 nm的激光作为照明光源,激光经可调焦光学系统整形,照射到目标,其漫反射光被CCD接收,经过信号处理电路在显示器上成像。该装置整体高度约为20 cm,长度约为24 cm,重量约为0.75 kg,在不同距离和不同的激光辅助照明条件下进行了激光夜视仪的成像效果实验,结果显示激光夜视仪清晰成像的距离约为10 m~65 m。该系统适于夜间进行侦察、观察、瞄准、车辆驾驶和其它战场作业。

## 关键词

激光照明, 夜视, 光电转换

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

夜视技术是研究在夜间照度低的情况下,采用拓宽人类裸眼有限视力的方案以实现夜间观察景物的一种方法。夜视技术的发展,使得人们在夜间或低照度空间(如山洞、隧道)仍能实现正常视觉[1]。在全黑的天气状况下,传统夜视仪无法工作。此时打开激光光源,使激光作为辅助照明光源[2]就能观察到远方目标。激光夜视仪由半导体激光器作为主动光源照射目标,为夜视成像提供辅助照明,作用距离远,信噪比高,成像效果好,能全天候工作,有效地弥补了传统被动光电成像方式的不足[3]。1995年10月,在Bell412直升机上安装试验的基于激光增强的机载探测观察夜视系统,解决了海上小目标难以发现的难题[4]。2006年上半年,中国市场开始销售装备有热成像夜视系统的宝马汽车,大幅提高夜间行车的安全性。其夜视系统包括一套红外摄像机并利用了导航系统的显示器,可以监控前方300 m之内的道路。但它只对温度明显高于环境温度的物体做出反应,对一些不发出热量的物体就无法清楚显示出来。凯迪拉克和宝马轿车的夜视系统均使用热成像夜视技术,这种热成像夜视仪的缺点是成本高,不利于提高性价比[5] [6] [7]。2012年,中国人民公安大学采用脉冲激光距离选通技术实现微光和恶劣天气环境下对远距目标的探测,设计了脉冲激光距离选通成像系统,并给出电路原理图[8]。目前,激光夜视仪存在价格昂贵等诸多问题,仍然不能满足于不同大众的需求,尚未实现普及。

本文研究了一款带有激光辅助照明的夜视仪,设计了激光照明光源及可调焦的光学系统,研究了CCD接收系统及信号处理电路,实现了激光夜视仪的研制。该激光夜视仪成本低,重量轻,便于携带,适于大众的需要,在有效的夜视距离内,可清晰地观察到目标物体,具有广阔的应用前景。

## 2. 设计方案

激光夜视仪可分为探测装置与信号处理与显示装置两大部分。探测装置包括激光照明装置、消光筒、光学系统、CCD部分,显示装置包括光电转换、图像处理部分和显示屏。总体设计方案如图1所示。

由图1知,激光夜视系统工作时,激光将发出特定波长的红外线,经光学系统进行光束整形后,照射到前方目标。在激光照射范围内的物体将产生漫反射光,这些漫反射激光经消光装置和光学系统被光电探测器接收,成为物体成像的信息来源。由于光电探测器可将目标物体反射回来的信号转化成电信号,而电信号经过处理电路的处理之后,输入到显示器上成像。

激光照明装置光源为功率为3 W、波长为850 nm的半导体激光器,通过其调焦系统可以调节激光光

束的发散角,来控制目标区域的能量与光斑大小。其总长 15 cm,其内装有一节 18,650 充电电池,照明距离约为 100 m。

采用的 500 万像素的 CCD 作为光电接收装置,CCD 带有可调焦光学系统,消光筒长度为 9 cm,通光口径约 4.5 cm,用来消除杂散光,装置总长约为 15 cm。可通过数据传输插口将拍摄的图像数据信息在显示屏上显示观测的图像。显示屏尺寸为 4.3 寸,在其后面装有两节 18,650 充电电池,满电开机可连续工作 4 个小时以上。激光夜视仪探测装置如图 2 所示。

激光夜视仪可通过三脚架固定支撑,利于实验操作,总重量约为 2.5 kg,若去除三脚架,其重量约为 0.75 kg,便于携带。

### 3. 实验结果及分析

采用设计的激光夜视仪在学校的楼道里进行夜视效果实验,楼道全长约 75 m,宽度约为 2 m,光照度大约 0.02 Lux,由于楼道中有安全通道指示灯,因此,有一定的微光,夜视仪在不采用激光光源照明的情况下依然能够成像,如图 3,图 4 所示。实验中的目标为黑板前所悬挂的绳子,绳子直径约 5 mm,编织成网状,以分辨绳子的数量清晰程度评定夜视仪的成像效果。

从图中可以看出:夜视仪未配有消光筒装置,因有有些安全通道指示灯等杂散光影响,导致目标视场较为模糊,造成成像图片不够清晰,图中的黑暗部分是由于安全通道指示灯在该部位分布的散射光较

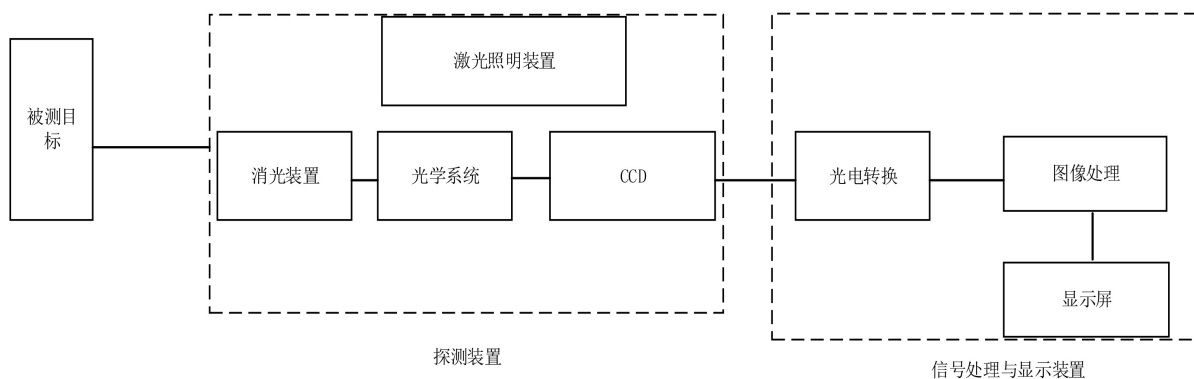


Figure 1. Overall plan design block diagram

图 1. 总体方案设计框图

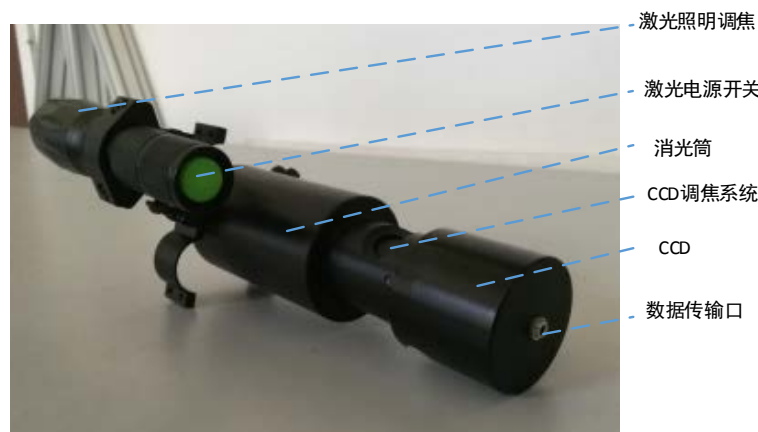


Figure 2. Laser night vision detector

图 2. 激光夜视仪探测装置



**Figure 3.** Picture taken without an extinction tube  
**图 3.** 未加有消光筒所拍摄的图片



**Figure 4.** Picture taken with an extinction tube  
**图 4.** 加有消光筒所拍摄的图片

少所致。而加有消光筒的夜视仪，因其没有了杂散光的影响，使得外部环境对图像的影响较小，成像效果相对好些。激光夜视仪的清晰成像主要由 CCD 的分辨率、激光光束的能量及发散角、拍摄图片的环境等因素所决定。CCD 的分辨率越高同等条件下拍摄的图片越清晰；激光光束的能量及发散角与 CCD 接收目标漫反射光的能量密切相关，CCD 接收到的光能量不能饱和也不能太少，否则拍摄的图片不清晰；拍摄图片时外界环境若有杂散光会影响图片的对比度，因此，激光夜视仪的成像质量是由以上因素综合决定。在激光光束不同发散角、不同距离条件下进行了夜视实验，实验目标为某一榆树墙，拍摄的夜视效果如图 5 所示。

图 5 中，由于距离目标太近时激光辅助照明光强度过大，致使曝光太强而不易分辨出图片细节。因此，在室内分别对不同距离和不同的激光辅助照明条件下对激光夜视仪的成像效果进行了实验，拍摄图片如图 6，图 7 所示。

图 6 中在距离被测目标 25 m 时成像清晰，能清晰分辨出绳子的个数，图 7 中在距离 30 m 时成像不够清晰，已不能分清绳子的个数，距离更远处则模糊不清。我们定义夜视仪拍摄能分清绳子个数的图片时与目标的距离为激光夜视仪清晰成像的最远距离，对不同距离拍摄效果实验结果如表 1 所示。

同理，在 500×和 1000×激光照明条件下，对不同距离的夜视效果进行了实验，对所拍摄的图片进行处理[9]，获得每一行灰度值连续下降间隔像素点数最多的边缘灰度变化率，计算出所有行的灰度变化率后对其求和，找出其最大值及起始位置对应的像素点的灰度值，采用最小二乘法对边缘灰度值进行拟合。



**Figure 5.** Picture with night vision 5 m  
**图 5.** 夜视距离为 5 m 的图片



**Figure 6.** Picture with 25 m night vision  
**图 6.** 夜视距离为 25 m 的图片



**Figure 7.** Picture with night vision 30 m  
**图 7.** 夜视距离为 30 m 的图片

**Table 1.** Night-vision effects at different distances under 250× laser-assisted illumination  
**表 1.** 在 250×激光辅助照明下不同距离的夜视效果

夜视距离(m)	5	10	20	25	30	35
清晰度	不清晰	清晰	清晰	清晰	不清晰	模糊

定义一个初始值为零的变量  $a$ ，记拟合直线斜率为  $K$ ， $K$  对应边缘灰度变化率，每计算一次  $K$ ，变量  $a$  的值加 1，对所有行垂直下降边缘灰度的变化率的绝对值进行求和，得到整幅图像的灰度变化率和  $S_1$ ， $S_1 = \sum |K|$ ，以灰度变化率绝对值和的平均值  $S$  为衡量图像清晰度的指标， $S = S_1/a$ ， $S$  值越大，图像越清晰。归一化结果如图 8 所示。

图 8 可得知在不同放大率的激光照明条件下，激光夜视仪的清晰成像距离也不同，随着放大率的增大而增加，在 1000×激光辅助照明条件下清晰成像距离约为 65 m，拍摄的图片如图 9 所示。

综上实验，不同夜视距离下，图片的清晰程度可通过夜视仪光学系统与激光照明的调焦结构实现，该激光夜视装置较清晰成像的夜视距离范围约为 10 m~65 m。

#### 4. 结论

本文设计了一款小型便携式激光夜视仪，采用功率为 3 w 的红外半导体激光器作为辅助照明光源，

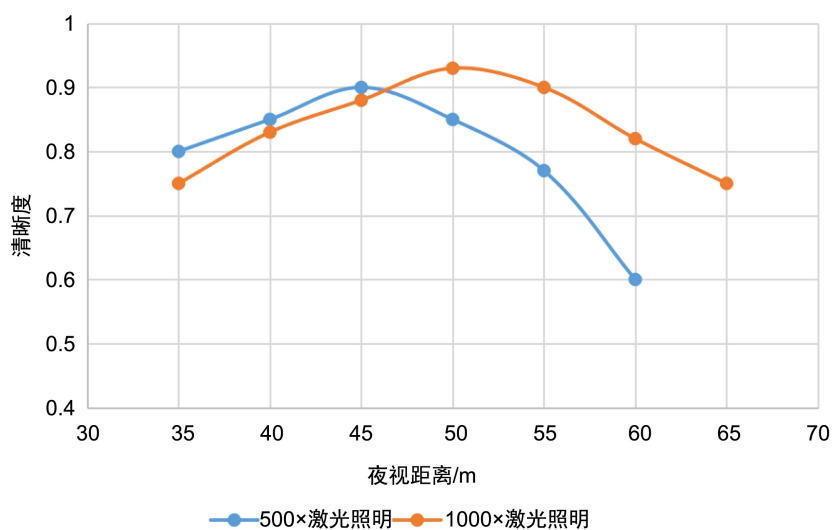


Figure 8. Night vision effect with different distances and laser illumination  
图 8. 不同距离与激光照明时的夜视效果



Figure 9. Picture at 1000× laser illumination (65 m)  
图 9. 1000×激光照明时的图片(65 m)

采用 500 万像素的 CCD 作为接收装置, 配合消光筒及相应可调焦光学系统, 实现了激光夜视仪的制作, 装置整体高度约为 20 cm, 长度约为 24 cm, 重量约为 0.75 kg。对激光夜视仪的拍摄效果进行了实验, 探究了杂散光对实验结果的影响, 在室内研究了不同距离和不同激光辅助照明条件下激光夜视仪的成像效果。实验结果显示激光夜视仪清晰成像的距离约为 10 m~65 m。该系统适于夜间进行侦察、观察、瞄准、车辆驾驶和其它军用等领域。

## 致 谢

感谢大学生创新创业训练计划项目(201710702003)、陕西省教育厅专项科研项目(14JK1335)的资金支持。

## 参考文献

- [1] 王永仲. 现代军用光学技术[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 59-66.
- [2] 玉人. 半导体激光辅助照明关键技术研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 长春理工大学, 2011.
- [3] 李大社, 刘淑娥. 带激光辅助照明的微光夜视仪[J]. 光电技术应用, 2004, 19(6): 17-20.
- [4] Jenkins, A., *et al.* (1994) ALBEDOS: An Arborne Laser Based Enhanced Detection and Observation System for Coast Guard and Maritime Patrol Application. *SPIE*, **2269**, 201-207. <https://doi.org/10.1117/12.188637>
- [5] 林淑芬. 车载主动式红外激光夜视成像系统的研究[D]: [硕士学位论文]. 厦门: 厦门大学, 2008.
- [6] 宝马 760Li 装备全新夜视系统[EB/OL]. [http://luxury.qq.com/a/20060809/000009\\_4.htm](http://luxury.qq.com/a/20060809/000009_4.htm), 2006-08-09.
- [7] 储祥志. BMW7 系装备创新的夜视系统[J]. 轻型汽车技术, 2007(4): 36-37.
- [8] 金华, 李丽华. 基于脉冲激光的微光夜视技术研究[J]. 安防科技, 2012(2): 3-5.
- [9] 徐贵力, 刘小霞, 田裕鹏, 程月华, 李鹏. 一种图像清晰度评价方法[J]. 红外与激光工程, 2009, 38(1): 180-184.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5450, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [oe@hanspub.org](mailto:oe@hanspub.org)