

文章编号:1002-2082(2008)SO-0005-03

侦察车辆对目标识别和定位的检验方法研究

陈立学

(西安应用光学研究所, 陕西 西安 710065)

摘要: 针对现代战场侦察车辆大都配备有可见光 CCD 成像、红外成像、激光测距、惯性导航和卫星定位等先进侦察设备,系统地阐述了侦察车辆对目标识别和定位的试验检验方法,包括试验场地要求、目标的探测识别距离、激光测距、定向和定位的检验过程和数据处理方法。据此方法可对侦察车辆的综合性能进行评价和验收。

关键词: 侦察车;光电侦察系统;目标识别;目标定位

中图分类号: TN29

文献标志码: A

Test method of target identification and location for reconnaissance vehicles

CHEN Li-xue

(Xi'an Institute of Applied Optics, Xi'an 710065, China)

Abstract: The test methods of the target identification and location for reconnaissance vehicles are elaborated systematically aiming at the trend that most of the modern reconnaissance vehicles are equipped with the advanced reconnaissance systems, such as visible CCD imaging system, infrared imaging system, laser rangefinder, inertial navigation system and satellite location system. The methods refer to the test methods of testing field, recognition range, laser rangefinding, orientation/location and the method of data processing. The synthetic performance of reconnaissance vehicles can be assessed and the vehicles can be accepted according to the test methods.

Key words: reconnaissance vehicle; optoelectronic reconnaissance system; target identification; target location

引言

由于现代高技术的迅猛发展及精确制导武器的大量使用,使武器的射程、命中精度和杀伤能力几乎都达到了最大极限。为了充分发挥武器的最大作战效能和潜力,实时、准确地获取敌方的目标信息显得越来越重要。为了全面获取侦察目标的信息,新一代侦察车辆大都配备了可见光 CCD 成像、红外成像、激光测距、惯性导航和卫星定位等各种先进的侦察设备。这些侦察设备的集成和优化组

合,使侦察车辆的综合性能得到了很大提高,同时也给侦察车辆的性能检验提出了新的课题。本文针对侦察车辆系统对目标识别和定位的试验检验方法进行研究和探讨。

1 试验场地和环境条件

众所周知,侦察的目的就是对感兴趣的敌方目标进行探测、识别和定位,因此侦察车辆的主要技术指标就是侦察系统的探测距离、识别距离、激光

收稿日期:2008-01-16; 修回日期:2008-02-20

作者简介:陈立学(1959—),男,吉林人,西安应用光学研究所高级工程师,主要从事光电系统技术工作。

E-mail:chenlixuem@Tom.com

测距作用距离、对目标的定位精度和定向精度。为了客观准确地检测侦察车辆的各项性能指标,必须有一个合适的试验场地和环境条件。大体上讲应考虑: 1) 场地应保证侦察车辆与被侦察目标之间通视(无视线遮蔽),并保证目标在要求的距离上有一定的机动范围; 2) 场地中应有满足精度的坐标点和满足要求的校车和行车路线。校车路线应为不小于 2 km 的直线路段,两端各有一个坐标点; 行车为环形路线,期间均布 3~4 个坐标点; 3) 试验应在无降水情况进行。气温、风速和相对湿度等气象条件应符合侦察车辆的使用要求; 对摄像机、红外、激光的作用距离试验,要求大气能见度应不低于作用距离的 1.3 倍。

2 探测识别距离检验方法

观察距离是指可见光 CCD 摄像机或热像仪等光电成像设备对目标的发现和识别距离。尽管它们的工作波段不同,因而反映的是目标的不同辐射特性,但其目的都是依据其轮廓和运动特征,把目标从背景中提取出来,因此其检验方法基本一致。

试验所采用的模拟目标与背景在规定波段的辐射特性应有规定的差异,如检验可见光 CCD 成像侦察设备时,目标与背景需要有亮度对比度^[1]的差异; 检验红外热成像侦察设备时,目标与背景需要有辐射温差^[2]等。按照国际通行标准,坦克类装甲目标的大小为正面等效面积 2.3 m×2.3 m,目标背景辐射温差为(3~6)K。目标背景对比度针对日间视觉,在(12.73~636.3)cd/m²的亮度范围内,人眼的最小可探测对比度约为 1.75%^[3]。因此,实际情况的目标-背景对比度主要取决于 CCD 摄像机到显示器的传递函数,一般不作具体规定。试验时调整观察设备,使之对准测试目标,并使图像处于最容易探测识别状态。

检验探测目标距离时,让目标由远及近运动,当观察者中有 3/4 的人认为背景中有目标出现时,此时目标与观察设备的距离即为探测距离。

检验识别目标距离时,选取一个与目标体积大体相当的伪目标与目标对比观察,比如观察目标为坦克,可以选取一辆大小与坦克差不多的军用车辆,让坦克和军用车辆一起由远及近运动,当有 3/4 的观察者认为从背景中能够区分出坦克的图像轮廓和运动特征时,此时目标与观察设备的距离即为

识别距离。

随着气象条件的不同和目标特性的差异,检验结果会有很大差别。这是由于不同的气象条件导致不同的大气透过率,不同的目标特性导致其与背景的对比如不同,这将直接影响观察距离。往往用户会在设计要求的检测气象条件,但这些检测条件在自然环境中是无法复现的,可根据以往的试验结果进行对比折算。

3 激光测距检验方法

激光测距需要检验的指标有最小测程、最大测程和测距精度。

检验最小测程时,让目标在小于最小测程设计距离上由近及远运动,测距机瞄准目标,每隔 5 m 测距一次。当有距离值显示时,即令目标停止运动,对目标连续测距 30 次,如果测试结果与实际距离误差在±5 m 之内,即可确认该距离为最小测程。

检验最大测程时,让目标在大于最大测程设计距离上由远及近运动,测距机瞄准目标,每隔 5 m 测距一次。当有距离值显示时,即令目标停止运动,对目标连续测距 30 次,如果测试结果与实际距离误差在±5 m 之内,即可确认该距离为最大测程。

检验测距精度时,在最小、最大测程之间随机抽取 1 个距离 D_0 ,测距机对目标测距 n 次, n 值的大小由测得数据的稳定性决定,一般不少于 30 次。记录测试结果 D_i ,按下式处理,即可得到距离的标准偏差:

$$\sigma_{\text{dir}} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (D_i - D_0)^2} \quad (1)$$

4 定向精度检验方法

定向精度是指侦察设备对侦察目标方位指示的准确性。测试场地必须有 2 个已知的坐标点,侦察车辆停放于坐标 1 点,目标置于坐标 2 点,其间距离和位置精度满足测试要求。所谓精度满足要求是指,如果精度要求为 $\Delta\theta$,坐标点间距为 D ,坐标点位置精度 Δd ,则应该满足关系:

$$\frac{\Delta d}{D} \leq \tan \frac{\Delta\theta}{10} \quad (2)$$

由 2 个已知的坐标点计算出由 1 点指向 2 点的射线与正北向的夹角 θ_0 。用输入 1 点坐标值对定位系统进行标定,转动光电侦察设备对准位于坐标 2

点的目标,在侦察设备上读取目标点与正北向的夹角 θ_i ;每隔5 min 重复测试一次,共测 n 次, n 值的大小由测得数据的稳定性决定,一般不少于20次。测试结果处理如下:

$$\sigma_{\text{dir}} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\theta_i - \theta_0)^2} \quad (2)$$

该测试结果往往会随着侦察车辆及其侦察设备的状态改变发生变化,如有必要还可以测试定向保持精度,即测试过程中改变载车及侦察设备的状态(如跑车一圈回到原位),每改变一次状态测试一组数据。

5 定位精度检验方法

侦察车辆的自身定位一般有卫星定位和惯导定位两类,定位精度检验是比较定位设备显示的位置与实际坐标位置的差异。因此不管是哪种定位方式,检验方法基本相同。试验场地中应有路程不小于4倍 D_1 的环形行车路程,在此路线上均布设4个已知坐标点0,1,2,3。1~3点到0点的路程分别为 D_1, D_2, D_3 。卫星定位与路程无关,坐标点的位置精度 Δr 比要求精度小一个数量级即可。对于惯导定位而言,精度与路程 D 有关,定义为路程的百分比($e\%D$)。坐标点的位置精度 Δr 与最短路程 D_1 只有满足(4)式才能保证测试精度:

$$10\Delta r \leq e\%D_1 \text{ 即 } \frac{\Delta r}{D_1} \leq \frac{e\%}{10} \quad (4)$$

将车辆准确停放在起始坐标0,按操作步骤开启导航定位设备使其正常工作。输入起始点0坐标值,对定位系统进行标定,使其进入导航状态,车辆按0-1-2-3-0路程行驶一周。车辆每经过一个坐标点时停下,读取定位坐标 (X_i, Y_i) 和行驶里程 D_j 。完成一组测试后清零,重新输入起始点坐标值,重复上述步骤 n 次。 n 值的大小由测得数据的稳定性决定,一般不少于6次。卫星定位按(5)式处理数据:

$$\sigma_{\text{pos-gps}} = \sqrt{\frac{1}{4n} \sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^n [(X_{ji} - X_{j0})^2 + (Y_{ji} - Y_{j0})^2]} \quad (5)$$

惯导定位按(6)式处理数据:

$$\sigma_{\text{pos-ine}} = \sqrt{\frac{1}{4n} \sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^n \frac{(X_{ji} - X_{j0})^2 + (Y_{ji} - Y_{j0})^2}{D_j^2}} \times 100\%D \quad (6)$$

式中: D_j 为第 j 个坐标点相对起始坐标点的行驶路程; X_{ji} 为第 i 次经过第 j 个坐标点读取的 X 坐标测量值; Y_{ji} 为第 i 次经过第 j 个坐标点读取的 Y 坐标测量值; X_{j0} 为第 j 个坐标点 X 坐标的标定值; Y_{j0} 为第 j 个坐标点 Y 坐标的标定值; n 为对每个坐标点采集数据的次数。注意 $j=4$ 时,即坐标点4(与坐标点0重合)。

6 结束语

侦察车辆对目标的定位过程一般是:侦察车辆停于已知坐标点上,输入该点坐标值,对定位系统进行标定,使其进入导航状态;车辆行驶进入侦察地点,对车辆自身进行定位;通过对目标测距和定向,实现目标定位。本文基于这一过程,探讨了侦察车辆的目标识别和定位等关键技术参数的检验方法,试验数据既可以反映出构成侦察系统之各个主要部分的性能指标,也可以经过分析计算得到侦察车辆的综合性能,完成侦察车辆系统性能的评价和验收。

参考文献:

- [1] 周秀骥,陶善昌,姚克亚. 高等大气物理学[M]. 北京:气象出版社,1993.
- [2] 陈立学. 辐射温差的传递模型[J]. 红外与毫米波学报,1998,17(6):473-476.
- [3] 吴宗凡,柳美琳,张绍举,等. 红外与微光技术[M]. 北京:国防工业出版社,1998.