

红外线在夜视技术中的应用

周 平 陈永丽

(陆军航空兵学院基础教研室 北京 101114)

一、红外线及其物理特性

红外线是一种电磁波,在电磁波谱中的位置是处于红外端,波长范围大致是 0.76 微米—1000 微米。红外线与可见光、紫外线、X 射线、射线及无线电波一起,构成了无限连续的电磁波。红外线除具有电磁波的一般性质外,还具有独特的性质。

(1) 红外辐射现象

一切物体都会辐射红外线,物体的红外辐射与其本身的温度有着密切关系,物体的温度愈高,辐射电磁波的能量愈大。

(2) 红外线的热效应

物体在辐射红外线的同时,还会吸收外界红外辐射的能量,当外界红外线辐射到物体上时,物体的温度就升高。

(3) 反射特性

物体在不同波长红外线的照射下反射率各不相同。

(4) 红外线的传输与大气有关

不同波长的红外线在传输过程中能量衰减程度有很大的差别,能透过大气的红外线主要有 3 个波段,即 1—2.7 微米、3—5 微米、8—14 微米,这 3 个波段称为“大气窗口”,红外仪器都工作在这 3 个波段内。

(5) 光电效应

红外线照射某些金属时能产生微弱电流,说明红外线能产生光电效应。

二、红外线在夜视技术中的应用

人眼只能感觉到可见光,且照度足够大才能看清周围物体。当夜幕降临以后,可见光越来越弱,人眼的视觉功能就随之降低,但黑暗的环境中景物依然有红外辐射,设法将景物的不可见红外图像转换为能引起视觉的可见图像,就产生了红外夜视技术。在夜视技术中应用红外线,研制成了主动红外夜视仪和红外热像仪。

(1) 主动红外夜视仪

是一种靠仪器本身携带红外光源照射目标,仪

器再接收来自目标反射的红外线而成像的一种夜视器材。它包括红外探照灯、红外光学系统、红外变像管、电源等。其原理为:红外探照灯通常用的是氙灯,氙灯发出的红外线照射物体,物体反射的红外线通过物镜照射到变像管的光电阴极上,光电阴极各部分发射出光电子,在变像管内加速运动的同时还能聚焦,最终射击到变像管的荧光屏上,荧光屏上发出可见的荧光,这样就把不可见的红外线图像转换成可见的图像。由于携带红外光源主动照射目标,使目标的亮度高,场境反差大,成像清晰,适合陆地观察,成本低,技术成熟。

(2) 红外热像仪

是一种利用红外探测器探测目标与背景以及目标各部分之间热辐射的差异,来获得目标图像的一种被动式夜视器材。红外热像仪已研制生产两代产品了,第三代产品正在研制中。

红外热像仪包括红外光学系统、红外探测器、信号处理系统、图像显示系统等。

红外探测器是红外热像仪的核心,探测器一般由 60、120 或 180 个探测元件组成,这些探测元件排成一行,呈线性结构,故称线阵探测器。通常用的红外探测元件有:硒化铅、碲化铋、碲镉汞、碲锡铅,这些探测元件需要在低温下工作。

该热像仪的原理为:第一代产品为光机扫描型热像仪,它把接收的来自目标的红外线,通过光学系统和光机扫描器,照射在红外探测器上,红外探测器在温度为 77K 的杜瓦瓶中,将接收到的红外辐射转换成电信号,经过线路放大后,送到显示器,使其发出可见光,观察者通过扫描器和目镜便可以观察到目标的热图像。第二代热像仪分为扫描型和凝视型,后者无需光机扫描系统,且红外探测器采用面阵结构,并将探测元件置于光学系统的焦平面上,与读出集成电路相连,信号在离开之前,便已转变成电信号,电信号经处理和放大,输入显示器的发光二极管,再转变成光信号,由目镜聚焦成像,就可观察到夜间目标的图像了。该热像仪的特点是体积较小,

关于“气泡核聚变”的讨论

艾小白

(中科院上海原子核研究所 上海 201800)

美国橡树岭国立实验室 Taleyarkhan 等人 2002 年 3 月 8 日在美国《科学》上发表的论文中报道了他们利用中子发生器产生的 14MeV 高能中子在氘代丙酮中产生了直径约 10—100 纳米的气泡,接着用声致发光技术在负压周期下使气泡膨胀到直径约 1 毫米,在正压周期下再将气泡压缩成高温、高密度的“液体”泡,并在超声波场中内爆,作者们测到了中子和氦。因此作者们认为他们用声致发光技术引发了核聚变。这一试验震惊了物理界,并引起了科学家们激烈的争论。在中科院上海原子核研究所的组织与支持下,上海原子核研究所,上海光机所,同济大学声学研究所,交通大学与上海激光等离子体研究所的 30 多位科学家于 3 月 25 日举办了为期一天的关于“气泡核聚变”的研讨会。会议在学术平等的气氛中围绕“研究《科学》杂志报道的实验技术能否产生核聚变?其前景如何?”展开了自由而热烈的讨论。研讨会取得如下共识:

1. 借助声空化和声致发光能产生局部高温高压已是人所共知的物理事实。但 Taleyarkhan 等人用高能中子成核空化,并企图用声致发光技术引发核聚变,是个创新的想法。该实验研究方向值得继续下去。

2. Taleyarkhan 等人的论文中缺少声致发光设备的输出功率数据,而且实验中未对连续光谱和能量转换效率进行直接测量,“液体”泡的高温、高密度

的状态无从准确地认识。实验中有一“激波用了 27 微秒的时间从实验器中心轴线到达 32 毫米外的容器壁”的数据尚无争议,由此能计算出所用的氘代丙酮中的平均声速(认为不是激波的速度更为合理),进而可估算出实验中所谓的高温、高密度的“液体”泡可能达到的温度上限只不过为数万度(K)。因此,Taleyarkhan 等人的实验中测到了中子,但不能肯定是气泡达到热核平衡态时产生的“热核中子”。

3. 依据 $(d+d)$ 反应的反应率公式估算,即使 Taleyarkhan 等人所研究的气泡达不到热核平衡态,而气泡内的平衡温度仅为数万度时,气态氘代丙酮分子的麦克斯韦速度分布率的高能尾巴部分加上量子力学中的隧道效应就可以产生他们实验中所测到的中子数。若人们在今后的实验中能测到 10^8 /秒以上的中子数,才能得到比较乐观的结论。

4. 实验中的不确定因素太多,如气泡数、气泡位置、发生闪光时的气泡大小、每秒内爆数、每次内爆产生的中子数等等都是估计值。作者用 HYDRO 程序模拟计算所作的预言建立在太多的不确定因素上,缺乏可信度。在今后的研究中应尽量依据实验中能给出的参数进行计算。

5. Taleyarkhan 等人的实验技术究竟能否产生核聚变?这不是一个只靠思考能解决的问题。“气泡核聚变”的结论是否可信还有待物理界同行能否作出重复性实验来确定。

重量较轻,隐蔽性好,作用距离远,分辨率高。

三、红外夜视技术的应用

红外夜视技术被广泛用于军事。主动红外夜视仪有 80 多个品种用于装备部队,如红外瞄准镜、红外观察仪、红外驾驶仪等。红外驾驶仪用 10 瓦氙灯作探照灯,作用距离为 50—200 米,装有这种夜视仪的坦克和反坦克火炮可在黑夜高速行驶;红外瞄准镜使用 30 瓦强氙灯,作用距离为 100—300 米,装有红外瞄准镜的步枪能在夜间瞄准而使敌方处于被动挨打的局面;红外观察仪使用大于 200 瓦的红外光

源,作用距离为 400—1200 米。红外热像仪则被用于飞机的空中侦察,装甲战车火控系统的瞄准,反坦克导弹的瞄准。红外夜视技术也有其不足之处,如主动红外夜视仪,虽然人眼看不见红外光源发出的红外光,但可以被仪器探测到,用于军事上时,隐蔽性差,容易暴露;红外热像仪在遇到大的云层或下雨时,目标与背景的温差小,就难以成像,且红外热像仪造价高。随着科学技术的不断发展,红外夜视技术必将日渐成熟,它的用途将更加广泛。