

隐身技术的物理原理及其应用

段改丽 李爱玲 李 军

(西安陆军学院 陕西 710108)

隐身技术又称隐形技术,是物理学中流体力学、材料科学、电子学、光学、声学等学科技术的交叉应用技术,是传统伪装技术走向高技术化的发展和延伸。利用隐身技术可以大大降低武器等目标的信号特征,使其难以被发现、识别、跟踪和攻击。在现代军事侦察中,往往是多种技术侦察手段并用,因此在反侦察的隐身技术中也要针锋相对地同时采用多种隐身方法。

一、隐身技术的分类

隐身技术按其物理学基础可分为无源隐身技术和有源隐身技术两类。

所谓无源隐身技术,从物理学的观点来看,就是根据波的反射和吸收规律,在目标上采用吸波材料和透波材料,以吸收或减弱对方侦察系统的回波能量;根据波的反射规律,改变武器装备的外形与结构,使目标的反射波偏离对方探测系统的作用范围,从而使对方的各种探测系统不能发现或发现概率降低。

有源隐身技术就是设置新的波源,发射各种波束(如电磁波、声波等)来迷惑、干扰或抵消对方探测系统的工作波束,以达到隐蔽己方的目标。例如施放光弹或电子干扰波使对方的光电探测系统迷盲,施放电子诱饵使对方的探测系统跟踪假目标等。这类技术靠加强而不是减弱目标的可探测信息特征来达到目标隐身的目标。

二、隐身技术的物理原理

由于波的共同特点,有时采用一种技术措施,可对几种侦察波同时起到隐身效果。然而,由于各种波有其自身的物理特性,因此也要根据具体情况相应采取一些不同的隐身技术措施。常用的隐身技术主要有以下几种:

(一) 雷达波隐身技术的物理原理

“雷达”这个术语大家都很熟悉,它是由“无线电探测和测距”这一短语派生出来的。雷达波实际上是天线发射的波长在微波波段的电磁波。发动机将雷达波束朝某个方向定向发射,目标就会把雷达波反射到雷达接收器上。由于目标的性质不同,所以

会产生强弱不同的反射信号,雷达就是靠接收被目标反射的电磁波信号发现目标的。波的反射定律指出,反射角等于入射角,若入射角等于零,则反射角也等于零。因此,只有当雷达电磁波的方向垂直于目标表面时,被反射的电磁波才能按原方向返回,这时雷达才能接收到较强的回波;而以其他角度射向目标表面的雷达电磁波都会被反射到别处,即发生散射效应。如果目标的表面能使雷达发射来的电磁波被散射或被吸收,就可大大减小被对方雷达发现的概率,从而达到“隐身”的目的。雷达隐身技术就是依照这而发展起来的。一般飞机的整体布局为圆形机身、平面机翼和垂直机翼,三者之间有明显的分界。根据电磁波所遵循的传播规律,当电磁波入射到物体的直角表面处,容易形成多次反射,而产生角反射器效应,反射雷达波很强。而隐身飞机在总体外形上采用多面、多锥体和飞翼式布置及燕尾形尾翼的设计,把机身与机翼融为一体,从而达到了隐身的目的。例如,美国的F-117A隐身战斗机外表光滑且无外挂装置,武器都装在弹舱内。

(二) 可见光隐身技术的物理原理

根据物理学原理可知,在可见光范围内,探测系统的探测效果决定于目标与背景之间的亮度、色度、运动这三个视觉信息参数的对比特征,其中目标与背景之间的亮度比是最重要的。如果目标的结构体和表面的反射光,发动机喷口的喷焰和烟迹,灯光及照明光等,与背景亮度的对比度较大,容易被发现。因此,可见光隐身技术就是通过改变目标与背景之间的亮度、色度等的对比特征,来降低对方可见光探测系统的探测概率,从而达到隐身的目的。比如将飞机曲面外形的座舱罩改变为平板或近似平板外形的座舱罩,以减小太阳光反射的角度范围和光学探测器瞄准、跟踪的时间;在目标表面涂敷与周围色彩类同的颜色或加伪装网,以使目标与背景的亮度和色度相当。比如战士的“迷彩装”,炮车外面的“伪装网”等,都是可见光隐身技术中的一种。

(三) 红外隐身技术的物理原理

随着红外侦察、探测、制导和热成像处理技术的

热波成像技术及应用

王保成 张欣卉 方延平 唐卫红

(空军后勤学院二系物理教研室 徐州 221000)

热波成像技术是人们根据热波形成的机理,并与现代扫描电镜实验技术相结合而进行的一种显微成像技术。该技术对物质表面和亚表面缺陷进行非破坏性无损检测具有独特的优越性。

一、热波成像技术的物理过程

热波成像技术按其检测信号方式的不同,可分为两类:第一类为气体传声器光声检测系统,第二类为压电光(电子)声检测系统。

气体传声器光声检测系统使用得最早,也最为普遍。在这里,用于热波成像的光源是经过聚焦的激光束,当强度受到调制、且经过聚焦的一束激光通过透明窗口照射在密闭空腔内的试样上时,试样吸收光能,并把光能转变为热能,热能以热波的形式出现,从样品内部传播到样品的表面上,这部分热使得样品表面上一薄层气体被加热,时而膨胀,时而收缩,其频率与调制频率相同。由于试样表面薄层气体的热胀冷缩,因而在样品室内产生一个微小的压力变化,这一微小的压力变化推动着邻近的气体在腔内传播,直到被传声器接收。当试样表面或亚表面微区热结构有差异时,这些差别就会在光声信号的幅度和相位上反映出来,即产生反差。当激光束沿样品表面作 X-Y 扫描时,就会形成一幅光声像。

这种热波成像技术检测深度较深,并且探测器不需与样品接触,使用较方便。

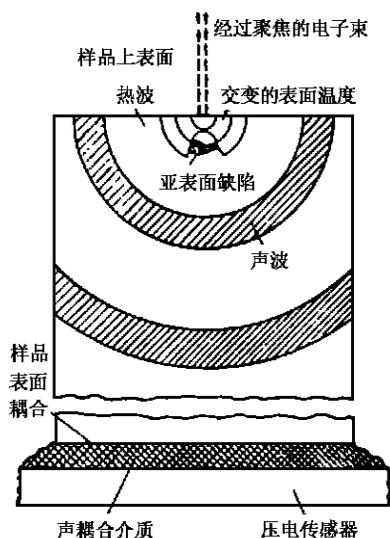


图1 热波成像的物理过程

第二类热波成像技术是压电光(电子)声检测系统。当强度受到调制,且聚焦的激光束或电子束照射在试样上时,试样局部则产生周期性的表面热,这种表面热是热波源,热波从受照区域开始传播,并与物质产生相互作用。热波的传播将在试样内形成快

发展,反红外探测隐身技术显得越来越重要。物理学研究表明,任何温度高于绝对零度的物体都发射红外线,不同温度的物体发射的红外线波长和强度不同。军事目标的发动机排出的热气波,使用着的武器装备、运动兵器与周围介质的摩擦等,都能引起目标温度与周围环境温度的差异,从而可以被对方的红外探测系统所探测到。反红外探测隐身技术除采用红外干扰有源隐身技术措施外,抑制武器装备等目标的红外辐射也是很重要的一个方面。美国的 F-19 隐身侦察/战斗机采取一系列红外隐身技术措施后,使其红外辐射减少了 90%。

(四) 声波隐身技术的物理原理

许多目标(如飞机、坦克和舰艇等)都会向周围介质(如空气、大地和水等)辐射高能级噪声声波,例

如发动机等机械构件工作时的振动,目标本身及其螺旋桨等部件的运动,所排气体对周围介质的振动等,都会发出噪声声波,这些声波极易被对方噪声传感器、声纳等专用波探测系统探测到。反声波探测隐身技术,就是控制目标声波辐射特征,降低对方声波探测系统探测概率的技术。美国的 F-117A 型隐身飞机采用全新设计的 F404 型发动机,有良好的隔音效果,据报道,在跑道上距离其 3m 处,它所发出的声音不高于蜜蜂发出的嗡嗡声。

目前,由于各种新型探测系统和精确制导武器的相继问世,隐身兵器的重要性与日俱增,隐身技术正向着综合运用、权衡隐身性能和其他性能、扩展频率范围和应用范围、降低成本等方向发展。科学家们正在不断探索新的隐身概念和新的隐身技术。