

# 地面传感器的探测原理

张建祥 肖昱 谷雅慧

(装甲兵工程学院理化室 北京 100072)



地面传感器,是指能对地面目标运动所引起的电磁、磁、声、地面震动和红外辐射等物理量的变化进行探测,并转换成电信号的设备。地面传感器的使用受地形地物限制很小,可用飞机空投、火炮发射,或人工埋设到战场侦察雷达、光学器材、夜视器材的“视线”达不到的山地或丛林地区,以及交通线上或敌人可能入侵的地段,用来执行预警、目标搜索、目标监视等任务。

60年代后期,美军首先在越南战场将传感器用于地面战场侦察。近十多年来,传感器在边防、海防、公安、仓库和特殊设施的防卫报警方面,也为许多国家所采用。目前,不少国家的军队与民防部门都很重视研制与使用地面传感器侦察器材,所以,地面传感器在性能和数量上都有很大发展。美军1982年版《作战纲要》称,各式各样的可立即提供情报的监视传感器、目标搜索传感器和通讯装备的出现,将对未来交战双方的距离和范围发生很大的影响。它不仅给指挥官及时提供敌军的位置和活动情报,而且可为使用各种手段打击、干扰与欺骗敌后续部队提供依据。

地面传感器通常由探测器、信号处理电路、发射机和电源四部分组成,如图1所示。不同

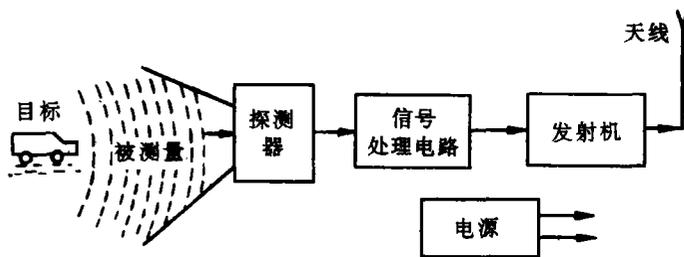


图1 地面传感器组成框图

类型的地面传感器主要是探测器不同其余部分则基本相同或互相通用,因而探测原理也不相同。地面传感器的工作过程是:运动目标所产生的地面振动波、声响、红外辐射、电磁或磁能等被测量,由探测器接收并转换成电信号,再由信号处理电路放大和处理,送入发射机进行调制后发射出去,传给监视站,通过显示、记录和整理分析,判断目标类别和活动规模。

下面,介绍几种常用的地面传感器的探测原理及探测能力。

## 一、震动传感器

震动传感器是使用最普遍的一种地面传感器。它通过震动探头(也叫拾震器)拾取地面震动波来探测目标。

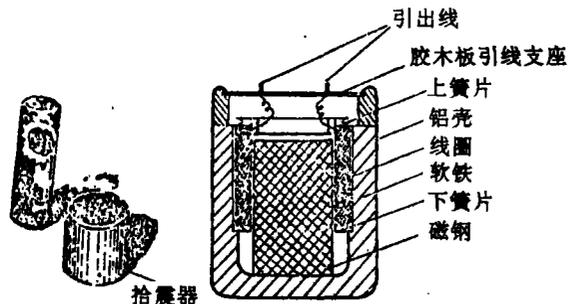


图2 拾震器结构图

图2是拾震器的结构图。使用时,拾震器被埋设在地表层,运动目标所引起的地面震动传至拾震器时,将使其中的电磁线圈上下震动,切割永久磁铁所形成的磁场,根据电磁感应原理,在线圈上就会产生感应电动势,即形成一个电信号。这个电信号经由线圈引出线输出,经信号处理电路放大、处理后送入传感器发射机,再由天线发送出去。这就是震动传感器探测目标的原理。

震动传感器可以探测小至下雨,大如地震等所引起的地面震动波。对战场侦察和监视来说,主要是探测运动的人员和车辆。

震动传感器的探测距离远,灵敏度较高。通常可探测到30米以内运动的人员和300米以内的车辆。但其探测距离因地面土质和地形变化而异。坚硬土质吸收震动波较小,探测距离较远;松软土质对震动波吸收较大,探测距离较近。空气和对震动波吸收更大的洼地、沟壕、水溪几乎可以阻止震动波的传播。此外,震动传感器还具有一定的目标分类能力,可区分人为震动与自然扰动,并能区分人员或车辆。但要更准确地鉴别目标,比如是徒手人员还是武装人员,是履带式车辆还是轮式车辆,目前还做不到。

经过近30年的发展,震动传感器的性能得到了很大提高。美国陆军目前使用一种轻型的巡逻队用震动入侵探测装置,适合远程侦察巡逻队使用。这种装置可对灵敏度进行调整,能有效探测距离约130米的人员活动引起的震动,且能在5分钟内设置完毕。侦察巡逻队可在距离1800米远的位置上监控震动传感器,经过训练后,可以收到相当好的探测效果。

## 二、声响传感器

声响传感器使用也很普遍,它的探测器是一个传声器,俗称话筒或麦克风,是一种声电转换器。传声器的种类很多,声电转换原理也不完全相同。现以电容传声器为例来说明声电转换原理。电容传声器的结构如图3所示。

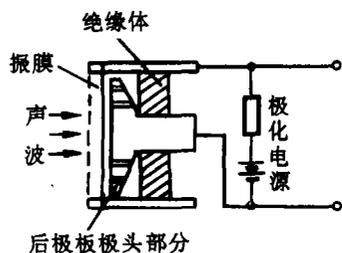


图3 电容传声器结构图

来自目标的声波使传声器的膜片发生振动,从而改变了由膜片与后极板组成的电容器的电容量。由于电容量的变化状况与声波强

度、频率、强度相应的电信号,经放大、处理后发送出去,从而实现了运动目标的探测。

声响传感器的最大优点是分辨能力强,能鉴别目标性质。它发出的目标信号为一个电模拟信号,被接收处理后能重现目标运动时所发出的声响特征。如运动目标是人员,则不仅可以直接听到其响动,若有讲话声,还能判断其国籍。当运动目标是车辆时,还可以判定车辆的种类等。同时它还能清楚地区别出是人为的还是自然的声响,从而排除自然干扰。声响传感器的探测范围也较大,一般来说,其探测范围对人的正常对话可达40米,对运动车辆可达数百米。但其耗电量大,为延长其使用寿命,通常以人工指令控制其工作,或与震动传感器连用,即先由震动传感器探测到目标后再启动声响传感器进行探测,制成震动——声响传感器,既兼有两者的优点,又弥补了两者的不足。

经过近30年的发展,声响传感器已在地面传感器侦察监视系统中得以广泛应用,性能也得到了较大提高。例如,美军现装备的一种声响传感器就是在小型震动传感器连续发送三个震动讯号后,再启动声响传感器开始工作,其探测距离可达300—400米,接近人的听觉范围。

## 三、磁性传感器

磁性传感器的探测器为一个磁性探头。磁性探头工作时在其周围建立一个静磁场,当铁磁金属进入这个静磁场时,就会扰动原来的静磁场。由于目标在运动,所产生的干扰磁场也在变化,引起磁强计指针的偏转及摆动,产生电信号,从而实现目标的探测。

磁性传感器鉴别目标性质的能力较强。因为磁性传感器是探测引起干扰磁场的运动铁磁或携带铁磁金属的目标,故能鉴别徒手人员与武装人员及车辆,判断目标的危险程度。同时它对目标探测的响应速度也较快,一般为2.5秒,比前述几种传感器都快得多,能探测快速运动目标。但由于受能源和体积限制,磁性传感器所建立的静磁场不可能很大,故其探测范围较小。通常对携带武器的运动人员的探测距离为3—4米,对运动车辆为20—25米。美国陆

军装备的 AN / TR-2型排用早期预警系统配备有磁性传感器,可供远程侦察巡逻队使用,运输和操作都很方便.可用于加强警戒,以及在伏击行动中用于向设伏人员发出早期预警信号,发射距离可达 1500 米.

#### 四、应变电缆传感器

应变电缆传感器的探测器为一根极细的应变金属丝,由镍铬合金、铁铬合金或康铜等金属材料拉制而成,封装入应变电缆内.当运动目标通过浅埋在地里的应变电缆时,电缆因受挤压,使其中的应变金属丝变形(伸长或缩短),引起电阻值发生变化,从而产生一个电信号.

应变电缆传感器只有在运动目标直接碾压应变电缆时才能探测,故其探测距离也很小,通常为 30 米左右,也就是应变电缆的长度.而且只能人工埋设,野战使用上受埋设地区限制较大.但在边防、海防及公安、特殊设施的预警工作中使用却很方便,效果也很好.其最大优点是响应速度快,约为 2.5 秒,可靠性高,能鉴别人员和车辆.

应变电缆传感器的布设如图 4 所示.

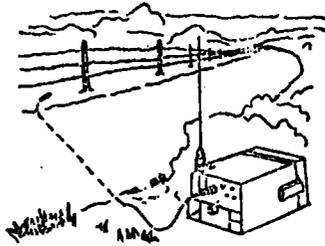


图4 应变电缆传感器的布设示意图

#### 五、红外传感器

红外传感器使用的是由钽酸锂 ( $\text{LiTaO}_3$ ) 材料制成的热释电探测器,利用热电效应进行探测.工作时,这种传感器通常隐蔽地布设在监视地区(道路)附近,可在常温下工作,不需要制冷设备.当目标经过时,红外探测头即吸收目标发出的红外辐射,因为钽酸锂是“铁电体”电介质,被电极化后,当吸收了目标辐射的红外线时,其表面温度就升高,引起表面电荷减少,释放出一部分电荷,被放大器变成信号电压输出,从而实现目标的探测.其工作原理如图 5 所示.

红外传感器的主要优点是:体积小,无源探

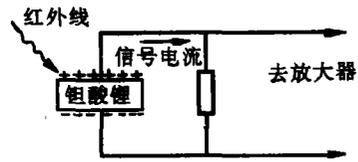


图5 热释电探测器工作原理图

测,隐蔽性好,反应速度快,能探测快速运动目标,并能测定目标方位.不足之处是:必须人工布设,使用范围受到一定限制,探测张角范围有限(只限于正对探测器的扇形地区),无辨别目标性质的能力.图 6 为美军现装备的红外传感

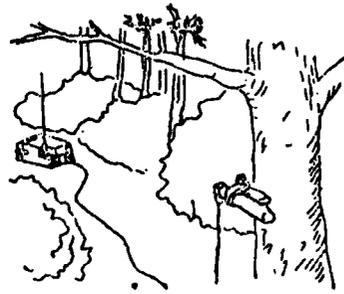


图6 红外传感器的布设示意图

器的布设示意图,其探测范围为:在视角扇面内,对人员为 20 米,对车辆为 50 米.

#### 六、扰动传感器

扰动传感器的工作原理是,当传感器被移动或受到干扰时,传感器将会发出警报.有一种叫做“无声微型炸弹”的军用扰动传感器,外观像石头或树枝,当这种传感器被移动 0.95 毫米时,便发出强大的无线电信号,向监控站发出警报.还有一种被称为“守夜者”的扰动传感器,其体积很小,可供远程侦察巡逻队使用.其工作原理是,设置一根极细的金属线,当金属线被挣断时,便会使监控器报警.

在实战使用上,要发挥传感器的优越性,通常根据侦察任务的不同,需要选择适当的传感器巧妙组合,灵活运用,组成传感器串或传感器区.传感器串由三个或三个以上的传感器组成,布设在敌人可能行进或活动的地域.传感器区由两个或两个以上的传感器串组成.例如,震动传感器和磁性传感器一起使用就是一

# 激光技术在癌症治疗中的应用

罗乐 何于江

(合肥工业大学应用物理系 安徽 230009)



1960年,梅曼成功地研制出世界上第一台激光器——红宝石激光器。此后不久,红宝石激光器就首先在眼科疾病的治疗中得到了应用,开创了激光技术在医学领域应用的新篇章。癌症,这一危害人类健康的恶魔,多年来人们一直在寻找战胜它的“法宝”。随着激光技术在医学领域中应用的深入开展,人们开始利用激光技术来治疗癌症。

## 一、光动力学疗法

光动力学疗法是一种“里应外合”治疗肿瘤的激光光化学疗法,它是利用激光和光敏药物(一般为卟啉衍生物,作用产生的光致敏化效应来治疗癌症的。研究发现:光敏药物HPD在受到比红光波长更短的激光照射时会发出红色荧光。在受到波长为630nm的红色激光照射时,光敏药物吸收激光的能量将其分子从基态激发到单重态,如果分子不发生辐射或内部转换而损失能量,将跃迁到较低的重三重态,该三重态吸收更多的能量生成反应基团或将能量传递给处于基态的三重态氧,并将其激发到单激发态。无论是反应基团还是单激发态的氧对生物分子都有很强的破坏作用。此外,由于肿瘤组织对光敏药物的亲和能力比正常组织大2—10倍,所以光敏药物从肿瘤组织中排出的时间要比正常组织晚(约晚72小时以上),这为肿瘤病灶的确定和

临床诊治提供了条件。

采用口服、皮下注射或静脉注射的方法,使光敏药物进入人体血液之中,通过血液的循环作用将光敏药物输送到人体的各个器官和组织(包括正常组织和肿瘤组织),经过一段时间(约48小时)以后,正常组织中的光敏药物已经过肝、肾排出体外,而肿瘤组织中的光敏药物仍然存在。这时间波长比红光更短的激光,如氢离子激光、氮离子激光或氮分子激光等去照射,如果发现红色荧光则说明肿瘤存在,荧光所指示的位置即为肿瘤的病灶。在确定了肿瘤的病灶之后,用波长为630nm的红色激光去照射已亲和了光敏药物的肿瘤组织,肿瘤组织中的光敏药物在激光的作用下产生大量的反应基团或单激发态的氧,这些反应基团或单激发态的氧将把肿瘤细胞消灭掉。

由于生物组织可为某些波长的激光提供所谓的治疗“窗口”,也就是当激光波长介于血红蛋白吸收和水吸收之间的区域时,激光在生物组织中的穿透距离可以更长,从而能够更有效地消灭组织深处的癌细胞,所以光动力学疗法常用的激光器为染料激光器。

目前,光动力学疗法已被用于膀胱癌、早期的支气管内肺癌、食道癌、皮肤癌、与艾滋病有

种较好的混合使用方法。在这种情况下,震动传感器探测到地表面的震动后,再由磁性传感器探测到该区域内铁磁金属物体的运动,可起到进一步证明目标的作用。由于声响传感器能探测并发送可识别的声响信号,故能很快地鉴别外界的风、雨等声音。一种好的混合式传感器能探测和确定入侵的车辆或人员,并能确实车辆或人员的大致数量、纵队的长径、行进方向

和运动速度等。当要进行远距离战场侦察与监视时,还需要在中间加设地面或空中中继器(如:飞机、船只、空投的转发器等),负责转发、放大信号与指令,最后再传给监视站,通过显示、记录和整理分析,判断目标类别和活动规模,实现监控人员只需呆在己方的坑道或指挥所内,就可以对敌纵深地区进行侦察与监视,及时获取情报。