

# 介电泳在生命探测器中的应用

于 洋 张志芹

生命探测仪是用于地震、建筑物倒塌等灾害现场搜索幸存被困人员的一种侦察仪器，在 5·12 汶川地震和青海玉树地震救援中，消防官兵正是使用生命探测仪，及时准确地判定幸存被困人员的具体位置，为成功营救争取了宝贵时间。

生命探测器的探测方法分为无源探测和有源探测。无源探测主要是根据人体辐射能量与背景能量的差异，或者人体发出的声波或震动波等进行被动式探测，如红外生命探测仪、音频生命探测仪、DKL 生命探测仪；有源探测则主动发射电磁波，根据人的呼吸、心跳等生理特点，从反射回来的电磁波中探测是否存在生命，如雷达生命探测仪。

DKL 生命探测器是由美国高科技公司开发的，目前世界上最先进的搜救仪器。此产品以被动接收方式侦测远端微弱心跳介电场，并以该电场产生的介电泳力导致电介质极化而侦测到生命迹象。

## 介电泳基础理论分析

介电泳 (dielectrophoresis, DEP), 也称双向电泳, 是指微粒由于在非均匀电场中被介电极化而受力产生的定向移动, 其本质是由于介电粒子本身被外加电场诱导出电偶极, 该电偶极与外加电场相互作用而产生的现象。介电力大小与物体是否带电无关, 与物体的大小、电学性质、周围介质的电学性质以及外加电场的场强、场强变化率、频率有关。对于均匀的介质球形颗粒, 当其复介电常数为  $\epsilon_p^*$ 、介质的复介电常数为  $\epsilon_m^*$  时, 介电泳力为:

$$F_{DEP} = 2\pi r^3 \epsilon_m \operatorname{Re}\{K(\omega)\} \nabla |E_{rms}|^2。$$

其中:  $F_{DEP}$  为粒子所受的介电泳力;  $\epsilon_m$  为介质的介电常数;  $K(\omega)$  为克劳修斯-莫索提因子,

$$K(\omega) = \frac{\epsilon_p^*(\omega) - \epsilon_m^*(\omega)}{\epsilon_p^*(\omega) + 2\epsilon_m^*(\omega)},$$

$\epsilon_p^*(\omega)$ 、 $\epsilon_m^*(\omega)$  分别代表颗粒和介质的复介电常数, 可表示为  $\epsilon^*(\omega) = \epsilon - j\sigma/\omega$ ,  $\omega$  为电场频率,  $\epsilon$  为介电常数,  $\sigma$  为电导率。

当  $K(\omega) > 0$  时, 所得到的介电泳力与电场强度变化方向相同, 即颗粒将在正介电泳力的作用下向着场强密集的区域运动, 出现正介电泳现象; 当  $K(\omega) < 0$  时, 所得到的介电泳力与电场强度变化方向相反, 即将受到负的介电泳力, 颗粒将向着场强稀疏的区域运动, 出现负介电泳现象。于是, 在正负介电泳力的作用下, 介电质被极化。DKL 生命探测器正是利用这种极化效应导致生命探测器反应, 从而感应生命迹象。

## 介电泳在 DKL 生命探测器中的应用

介电泳基础理论的发展完善, 推动了介电泳应用技术的发展。20 世纪 80 年代, 美海军为确定苏联核潜艇的所在方位, 将介电泳和人体心脏的生理学相结合发明了 DKL 生命探测器。20 世纪 90 年代, 美军在伊拉克的战争中把 DKL 改装用于陆军装备仪器, 用于探测到 2 千米以外的伊军的埋伏地点。随着科技的发展, DKL 生命探测器日趋成熟, 已广泛应用军事、海关、海巡、消防、安全、救援、航天等领域。

DKL 生命探测器基本原理如图 1 所示。

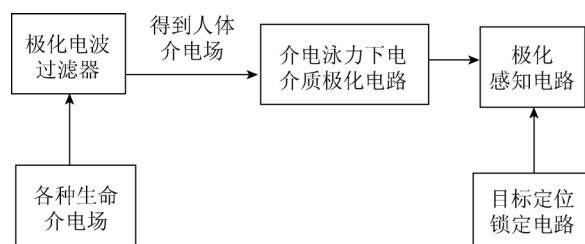


图 1 DKL 生命探测器基本原理

众所周知, 人类心脏振动产生电子信号, 这些信号产生 30Hz 以下超低频非一致性电场, 从人体 360 度扩展。由于通常的障碍物会反射或吸收高频率, 对超低频电磁能量很容易传达且比高频能量损耗少。因此, 人体心脏发出的超低频电场可以穿透钢筋混凝土墙、钢板、木板、水等介质。当把电介质放置于该非一致电场时, 就会出现极化现象。DKL 生命探测器正是借由人体所发出超低频电场并通过介电泳力的作用产生极化感应出活人位置。即当 DKL 生命探测仪穿过人体电场时, 电场对生命探测

# 浅析激光治疗眼部疾病

——纪念激光器发明 50 年

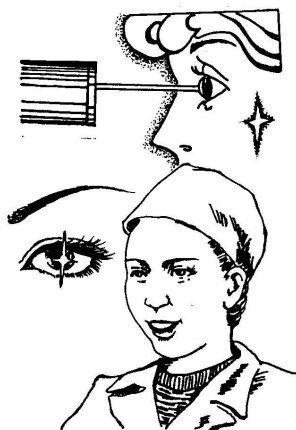
石荣彦

第一台激光器在 1960 年问世,经过 50 年的发展,已经从实验探索中走出了象牙之塔。作为 20 世纪重大发明之一的激光技术,近年来发展迅速,而在制造业,如汽车、电子、航空航天、生物医学等领域已基本完成了传统工艺的更新换代。目前的激光技术已与多个学科相结合,形成多个应用技术领域,比如光电技术,激光医疗与光子生物学,激光检测与计量技术,激光全息技术,激光化学,激光制导,激光可控核聚变等。特别在医学方面给人们带来的福音连续不断,比如激光治疗眼部疾病,其效果似乎超过人们的想象。

在眼科上用得最多的气体激光器是氩离子激光器。它可以发出鲜艳的蓝绿色光,可连续工作,输出功率达 100W 以上。这种激光器是在可见光区域内输出功率最高的一种激光器。由于它发出的激光是蓝绿色的,所以在眼科上用得最多。因为人眼对蓝绿色的反应很灵敏,眼底视网膜上的血红素、叶黄素能吸收绿光。因此,用氩离子激光器进行眼科手术时,能迅速形成局部加热,将视网膜上蛋白质变成凝胶状态,它是焊接视网膜的理想光源。另外

仪中的特殊电介质材料进行极化,正负极电子改变分离和聚合作用造成天线反斥。生命探测器会指向人类非一致性的人类电场,也就是被探测到的人所在的位置。

DKL 生命探测器为了只感应人体电场,配备了极化电波过滤器,使得能做到区别各种不同的电场,可将其他异于人类的动物,诸如狗、猫、牛、马、猪等不同于人类的频率加以过滤去除,使 DKL 生命探测器只会感应到 30 赫兹或 30 赫兹以下的电波,即人类所发出的频率产生之电场,允许只有人体非均匀电场才能对生命探测器中的特殊电介质材料进行极化。这使得 DKL 生命探测器在搜救过程中,能



在治疗白内障和青光眼方面,常使用掺钕钇铝石榴石(Nd:YAG)固体激光器和液体激光器中的染料激光器。前者的工作物质是氧化铝和氧化钇合成的晶体,并掺有氧化钕,激光是由晶体中的钕离子放出,是人眼看不见的红外光,可以连续工作,也可以脉冲方式工作。后者的工作物质是有机染料,其能级由单重态(S)和三重态(T)组成。S 和 T 又分裂成许多振动-转动能量态,在溶液中这些能态还要明显加宽,因此能发出很宽的荧光,染料

激光的调谐范围为 0.3~1.2 微米,是应用最多的一种可调谐激光器。随着激光技术的高度发展及相关技术的不断完善,激光在眼科的临床应用日益广泛。目前激光手术已成为眼科常用和必不可少的治疗手段,并以其独特的优点弥补了常规手术的不足。

人们常把眼睛称为“心灵之窗”,然而近视、远视、散光和老视等视力问题,让其蒙上了尘埃。目前全球至少有 1200 多万人接受了激光视力矫正手术(LASIK),他们告别了模糊的视力,轻松自由地感受着世界的五彩缤纷,看到一个明亮清澈的世界。实际上,尽管激光手术有诸多优点,但也不是万能

目的明确地发现仍具有生命力的人,不受任何其他动物活动的干扰。

为了实现目标定位,DKL 生命探测器设有激光电路,提供可见指针,指示生命探测器方向。该激光对眼睛是安全的,并经美国食品及药品管理局核定 3A (少于 5 千瓦分之一)。

当侦测到人体心脏所发出超低频电波产生之电场后,将侦测信号进行放大、滤波并利用锁相环等电路使侦测杆自动锁定此电场,人体移动时,侦杆也会跟着移动,以实现目标锁定。

(河北廊坊中国人民武装警察部队学院基础部 065000)