



# 现代激光应用技术

## ——激光点火

项仕标

(北京理工大学机电工程系 北京 100081)

激光点火是指用激光的能量引燃或引爆炸药。激光点火技术的研究始于60年代中期,随着激光器件的不断更新和激光技术的日益发展,激光点火技术的研究越来越受到人们的青睐,应用的领域也越来越广泛。

与传统的点火方式相比,激光点火的显著优点是安全可靠。传统的点火方式即电桥丝点火,是将桥丝置于炸药中,使电流通过桥丝引起桥丝发热进而使炸药温度升高最终达到点火温度,实现引燃或引爆。这类点火装置的最大缺点是不够安全,因为静电、射频及杂散电流等外界偶发因素会导致桥丝中产生电流而引起炸药意外起爆。激光点火是靠激光的能量来引燃或引爆炸药,它不需要在炸药中放置电桥丝。目前比较流行的做法是用光导纤维将激光传输给炸药,光导纤维材料属电介质,受外界电磁干扰的影响小,从而排除了电桥丝情况下由于偶然的电信号诱发炸药爆炸的可能性;另一方面,激光点火装置的保险和解除保险系统非常简单而且有效,因为沿光路放置任何不透明物体都可以有效地防止激光触发炸药。

早期的激光点火装置使用的激光器主要是气体激光器(如二氧化碳激光器)和固体激光器(如Nd:YAG激光器),这类激光器可以有较大的功率输出,但装置一般比较庞大和笨重。随着半导体激光器(激光二极管)的问世和光纤耦合技术的发展,人们把目光投向了激光二极管点火,因为激光二极管具有体积小、重量轻、响应快的独特优势。国外从80年代中期开始研究激光二极管点火技术,使用半导体激光器作能源,通过耦合光纤将激光传输到炸药,实现点火。至今该技术已被应用到航空、航天及军事等领域。

确保使用者的安全是激光点火技术中至关重要的问题,为此,必须尽可能地使用“钝感”炸药,以增大意外偶然触发的难度,也就是说只有当作用于炸药的足够能量才能实现点火,这意味着用作点火源的激光二极管的输出功率和脉宽必须足够大。采用异质结、量子阱及二极管阵列等技术工艺,新一代激光二极管不仅具有良好的工作特性而且连续输出功率可达到百瓦量级。另一方面,在激光二极管输出功率一定的情况下,使用聚焦系统及选择小孔径的光导纤维传输激光,可以获得较大的功率密度,有利于点火,因为研究表明,炸药能否被引燃或引爆,与其接收的激光的功率密度密切相关;而通过选择合适的药剂密度、粒度、组分以及装药结构,或在药剂中加入一定比例的碳、铅等物质以增大药剂对激光的吸收等方法,可以有效地提高药剂的激光感度。这些无疑对激光二极管的功率、光纤及光纤耦合技术、药剂的制备和装填工艺等都提出了更高的要求。这种需求对于激光二极管点火技术和相关理论的发展,显然也是一种牵引和推动。

在发展激光点火技术的同时,人们也不断进行着关于激光点火机理的研究。激光的强度、波长、波形、脉宽和激光的功率密度等因素对点火的影响及造成这些影响的原因;激光点火的微观机制和内在规律,是人们一直关注的问题。Laray C. Liou将激光点火的微观机制归纳为三种形式:

1. 光化学作用机理,即照射药剂的激光光子的能量恰好处在药剂的吸收带而形成共振吸收,导致药剂迅速分解,最终引起燃烧和爆炸;
2. 热作用机理,即药剂吸收的激光能量用来增加其分子的转动能、振动能和平动能,从而

# 从雷达到激光雷达

杨洋 赵远 乔立杰 刘世刚 南京达

(哈尔滨工业大学物理系 哈尔滨 150001)

雷达技术是正在迅速发展的一项高新技术,属高科技领域,它的应用十分广泛,涉及科学研究、军事工程和国民经济许多部分. 本文就有关雷达技术特别是激光雷达技术的发展情况、性能特点及应用领域进行必要的论述.

## 一、雷达、激光雷达

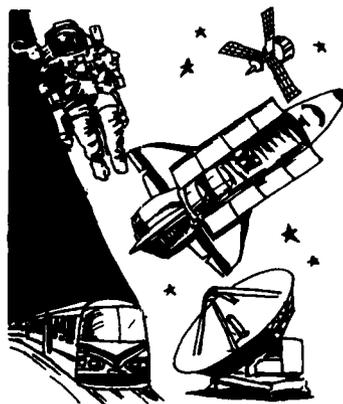
雷达是英文 Radar 的音译,它是 Radio Detection and Ranging 的缩写,原意是“无线电检测和测距”,亦即用无线电方法发现目标并测定它们的空间位置. 因此雷达也称“无线电定位”. 1935年,德国陆军首次应用电光通信系统,它标志着“雷达”业已问世. 雷达技术的发展大致分为三个阶段:第一阶段是第二次世界大战开始前后的早期雷达;第二阶段是第二次世界大战末期到50年代前以微波雷达为主要特征的时期;第三阶段自50年代开始到目前雷达技术蓬勃发展时期. 如图1所示是雷达的简化示意图.

它由一个发射天线(用来发射电磁波)、一个接收天线和一个能量检测装置(接收机)所组成. 发射的电磁波中一部分能量被雷达目标所接收,并且在各个方向上产生二次反射. 雷达接收天线收集反射回来的能量并送至接收机对回波信号进行处理,从而发现目标的存在,并

使药剂的温度升高,最终达到其发火温度;

3. 激光感应火花作用机理,即药剂被激光照射后,在其内部感应产生等离子体核或火花,此火花辐射的光能、热能和冲击波将炸药引爆.

随着技术水平的不断提高和实验手段的进一步完善,人们对激光点火机理的研究将更全



提取目标位置和速度等信息. 当然实际雷达工作时发射和接收经常共用一个天线.

下面我们以雷达测距的基本原理来对上述描述作一具体说明.

雷达工作时,发射机向外发射一串重复周期一定的高频脉冲,如果在电磁波传播的途径上有目标存在,那么雷达就可以接收到由目标反射回来的回波.

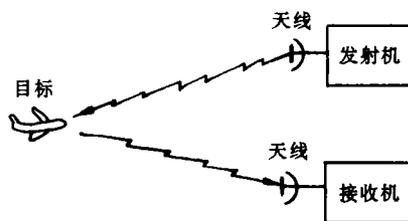


图1 雷达基本方框图

由于回波信号往返于雷达与目标之间,它将滞后于发射脉冲一个时间间隔 $\Delta t$ ,如图2所示.

我们知道电磁波的能量以光速传播的,设目标的距离为 $R$ ,则传播的距离等于光速乘以时间间隔,即:

$$2R = C\Delta t.$$

由于电磁波传播的速度很快,雷达技术中常用的时间,单位为微秒( $\mu s$ ),假如脉冲滞后于发射脉冲为 $10\mu s$ 时,可测得对应的目标距离 $R$ 为:

面,更深刻.

目前,激光点火技术的广泛应用尚存在一些问题,如激光器成本较高;激光二极管的输出功率偏小;光纤的载荷能力不够强;结合部联接技术不够成熟等. 然而,作为激光应用的一项新技术,激光点火已经显示了它的生命力,必将得到更快的发展和更多的应用.