

80年代后期,高科技的发展引发了材料科学的蓬勃生机,金属或半导体超晶格研究,引起了广泛的兴趣。我们结合原来在声表面波和光声学研究的良好基础,以简单的设备对多种金属和半导体超晶格的光学、热学和弹性性质进行了研究,首次观察到新的声子软化效应,并同时发现它们存在异常光声谱、异常热扩散现象,这不但对超晶格的微结构研究提供了新的简便可靠的研究方法,而且发现了一些与微观结构(如晶格膨胀)相关的宏观特征之间的相互关联现象。

以上工作发表论文 90 余篇。

我认为 90 年代光声科学的新动向将是发展激光超声,或称脉冲激光超声,这是利用峰值功率很高的脉冲激光(或超短脉冲激光)在固体或液体中激发超声波,同时利用灵敏的激光探针来检测声波或表面振动位移。这种方法不仅可激发或接收脉冲超声(或超短脉冲超声),以适应超薄型薄膜或微结构研究的需要,而且可实现非接触式遥测,特别适用于极端环境(如高温、有害气体或放射性)条件下的生产过程监测与控制,因此无论在材料科学、钢铁工业、航天技术、海洋及水下声场等研究中均有广泛应用,我们正准备在这一新的研究领域中做出更多的贡献。

## 为我国核试验的物理诊断贡献力量

吕 敏

(国防科工委系统工程研究所)



当我国决心自力更生研制核武器时,我放弃了原来从事的基本粒子基础物理实验工作,自愿投身于尖端武器的研究,从此在我国核试验的物理诊断和有关的领域工作了近 30 年,其中 20 多年是在边疆的戈壁滩上渡过的。

核武器的研制工作是一个极其复杂的系统工程,核试验中的物理诊断是其中必不可少的重要部分。核爆炸发生在微秒瞬间,而其中却包含了点火、高能炸药内爆、核裂变链式反应、轻核聚变反应的点火、燃烧、能量传播等十几个物理过程。为了改进核武器设计,必须准确掌握这些过程的发生、发展与互相衔接,因此要通过核试验,实际测量出这

些过程的各种特征参数。

核爆炸过程发出中子、 $\gamma$ 、X 射线,我们正是通过测量各种射线的参量来对核爆炸进行诊断的。诊断内容粗略可分为时间参量、温度参量和空间参量等几种类型。

1. 核反应随时间变化历史的诊断。核裂变链式反应呈指数增长,聚变燃烧发展过程更为迅速。为了解核反应的全过程,要连续测量强度跨十几个量级的射线随时间变化的曲线,因此要设计灵敏度跨十几个量级的各种探测器,其时间响应要达到纳秒甚至亚纳秒。公里级远距离快模拟信号的传输,要保持几百兆频率响应而不发生波形畸变。记录示波器要达到每秒万公里以上的写录速度。上百个信号要有准确的时间关联。所有这些复杂的探测、传输和记录

系统都应能在无人操作条件下正确无误地工作,才能完整地提供出核爆炸各种过程的发展变化情况。

2. 核爆聚变反应区等离子体温度诊断。核爆轻核聚变热核反应发生在几千万度以上,不可能用通常方法测定其温度。核试验中我们利用氘氚离子热运动速度多普勒效应所引起的聚变 14MeV 中子能谱展宽来判断其温度。中子能谱则通过飞行时间法来测量。能谱展宽与温度关系为

$$\Delta E(\text{MeV}, \text{FWHM}) = 0.177 \sqrt{KT(\text{KeV})}。$$

3. 核爆炸核反应活性区空间参数诊断。核爆炸时核材料都是在压缩状态下发生反应的,压缩后的几何形状与尺寸显然都是非常重要的参数。核材料处于装置内部,不可能用通常方法照相,只能通过反应区本身产生的强中子与  $\gamma$  射线来诊断。中子、 $\gamma$  不能聚焦,因此借用古老的针孔成像原理来拍摄核反应区图像。这种空间图像诊断工作美国人也是经过许多次核试验,在 80 年代利用光电子技术的最新成就才发展成熟起来的。为了得到较好的空间分辨,我们设计了直径为亚毫米的厚针孔。反应区发出的射线经过针孔在闪烁体上转换成光学图像,然后用微通道板像增强器将图像亮度增大,再用高帧频摄像系统(每秒几百帧)将图像传至记录站。也曾用多路光纤传输不同部位光强信号以获取空间参数。所用光电子器件都是国内光电子技术的最新成就。

核试验的周期长,代价大,我们不能像美国,前苏联那样进行很多次试验,因此通过每次地下核试验都必须获得尽可能多的配套的实验数据,为此要安排许多诊断项目,要设置许多准直通视管道,从不同方向瞄准核装置的不同部位,在管道顶端布置各种类型的探测器。核爆炸瞬息即逝,不能重现,测量工作必须一次成功。核爆炸产生强射线和电磁脉冲本底,测量系统必须有高抗干扰措施,各项目间必须妥善协调防止互相干扰。总之,核试验的物理诊断是一种特殊的、技术要求特别高、可靠性要求特别高、环境特别恶劣的核物理实验。

核武器有关技术是最敏感的技术,有关核试验诊断技术也一样,能看到的资料有限,不可能请外国专家指导,也不可能派人去国外对口实习,必须自力更生地运用自己的智慧和勤奋去攻克难题。这种任务只许成功、不许失败,责任重大,要冒风险而又不能在外界扬名,因此它要求有一支有高度爱国心的科技队伍。

经过一大批科技人员长期顽强地埋头苦干,已经建立起一套比较完整的核爆诊断体系,诊断技术已达到相当高水平,能够为各种类型的核装置试验提供丰富、配套的实验数据,得到有关部门高度重视和赞赏。我国进行的核试验次数非常有限,不到美国、前苏联的十分之一,而我国战略武器核装置设计能达到相当高水平,核试验物理诊断工作也做出了重要的贡献,曾多次获得了各种国家级的奖励。

我自己曾长期负责这方面工作,在诊断测量项目的拟定、基本物理方案的设计、核试验诊断测量总体布局等方面做了一些工作,也参加了部分具体技术工作,我为能够在这样重要的科学技术领域中做出一点贡献而感到欣慰。