

极端星系之谜

许梅

(中国科学院国家天文台 北京 100080)

位于武仙星座(见图1)“英雄赫刺克斯两肩之间”的蓝色星系“小耗子”马卡良 501^①在 1997 年的一夜之间被发现成为一个“巨人”。

先是在 1992 年,康普顿 γ 射线天文台捕获到来自马卡良 421 星系的高能 γ 射线。天体物理学家认为此射线来源于星系射出的喷流中的超高速粒子:当电子和质子围绕着喷流的强磁场做旋转运动时,既能发射出同步加速辐射,也能与普通的光子碰撞,使光子获得超高能量成为高能 γ 射线。这种其喷流径直射至地球的活动星系被称为耀变体(Blazar)。

1997 年 3 月,在非洲西北角大西洋中的帕尔玛岛上进行 HEGRA^② 实验的德国马普原子核物理研究所所长福克(Heinz Völk)等人探测到了来自马卡良 501 的风暴:指向耀变体马卡良 501 的 HEGRA 的六面大镜子显示出令人惊异的蓝色闪光。福克等人认为这是来自该耀变体的高能 γ 射线撞击到地球的上层大气时产生了由超高速亚原子粒子组成的广延大气簇射,这些簇射向下传播时在大气层内形成了快于光速的契仑科夫蓝色闪光。马卡良 501 风暴延续了几个月,科学家们测出在风暴的颠峰期,所发射出的 γ 射线强度竟达到 22 垓电子伏特($1 \text{ 垓} = 10^{12}$),是可见光光子能量(1~3 电子伏特)的 10 万亿倍,超过我们银河系内最强的稳定 γ 源——蟹状星云发出的 γ 射线强度 10 倍以上,而马卡良 501 与我们的距离是蟹状星云相应距离的 5 万倍。

按常理,高能 γ 光子与一红外光子相撞时就会转变成一正、负电子对,因此,来自遥远星系的高能 γ 射线就会逐步地被从恒星和温热尘埃所发出的充斥于宇宙空间内的远红外光子“海洋”所淹没掉。1998 年以来,几个科研小组对宇宙背景探测卫星(COBE)和红外空间观测卫星(ISO)拍摄的照片进行技术处理,



图1 武仙星座是希腊神话中的英雄——赫刺克斯在天上的形象,虚线所连接的黑点是肉眼可见亮星,马卡良 501 星系是肉眼看不到的

消除了我们太阳系和银河系内红外线的影 响后,其结果显示宇宙空间的远红外背景仍强到足以阻止来自遥远的马卡良 501 的大于 10 垓电子伏特的 γ 射线到达地球。但我们确实探测到了这些高能 γ 射线,又应如何解释呢?

一种解释是德国马普射电研究所的天体物理学家比尔曼(Peter Biermann)等人提出的玻色-爱因斯坦凝聚(BEC)说。天文学家早已发现在许多活动星系内,X 射线使含有水蒸气的气云发射微波激射,简称脉泽(Maser)。宇宙内分布着数以十亿计的这种脉泽。但自然界是否可能存在效率

极高、超高能(迄今为止地球上的科技人员还造不出来的)激光呢?比尔曼认为:当一耀变体喷流中的一群处于激发态的原子相互激励同时发射出光时便会产生这种高强度激光。来自马卡良 501 的一些 γ 射线会合并成为 BEC:一些处于同一位置紧密压挤在一起的能量较低的光子。

假设耀变体发射出 20 个雷同的 γ 射线的 BEC,每个的能量为 1 垓电子伏特。虽然这些 γ 光子所具能量相对地低,但是它们将不受远红外背景的阻碍,能将全部能量倾倒在地球大气层的一点,其效果将和一个具有 20 垓电子伏特的 γ 光子将其全部能量倾泻于地球大气的一点相同。在两者具有同等总能量的前提下,如何区别是由一个高能光子所触发的大气簇射还是由冲劲较小的玻色-爱因斯坦凝聚所造成的大气簇射呢?比尔曼认为:一个孤立的高能光子将产生一较狭窄但较支离破碎的大气簇射,他打个比喻说,“一部重型卡车在高速公路上行驶时,如发生车祸会被撞得四分五裂,而 20 部一起行驶的小卡车则几乎不会有太多的散开。”

另一种解释是罗马大学的物理学家阿梅利诺-卡姆利亚(Giovanni Amelino-Camelia)提出的基于量

激光超声无损检测技术

尹向宝 赵玉华

(黑龙江科技学院 哈尔滨 150027)

传统的无损检测方法具有一定的局限性,例如:在高温高压、高湿、有毒等某些恶劣检测环境中,或被测工件具有放射性或腐蚀性,以及被测工件具有较快的运动速度时,已不能完全满足要求。因此,人们一直都在努力寻找适合于上述情况的无损检测方法。这里介绍一种激光超声检测技术,它是利用激光脉冲激发超声从而实现无损检测的一种方法,已逐渐成为材料无损检测的一种重要手段。本文详细介绍了激光超声的检测原理及应用,并指出目前尚存在的问题及解决措施。

激光超声的激发原理

激光超声是指用脉冲激光在介质中所产生的超声波或利用激光来产生超声这一物理过程。激光可以在固体中产生超声,也可以在气体和液体中产生超声。笔者只讨论激光超声在固体中的产生机理及应用研究。

激光在固体中激发超声波主要是利用光波列与材料物质的相互作用。产生机理主要是热弹性膨胀机理和电子机理。照射到试样表面的激光能量不足以使表面熔化时,试样内超声脉冲主要是由于试样吸收光能发生热弹性膨胀而产生。照射到不透明试样表面的激光脉冲,其能量一部分被浅表层吸收一

部分被反射。

金属表层吸收热能其温度会突然上升,体积必然产生热膨胀。若金属吸收能量前的体积为 V ,吸收能量膨胀后的体积为 $V + \Delta V$,会得

$$\Delta V = 3\alpha(1 - R)E_0/CP$$

由此可见,材料吸收激光能量产生的热膨胀形变与入射光能量成正比。入射的光波是脉冲波,因此浅表部分的形变也是周期性的,周期性的形变在周围介质中便激发了超声波。为了提高光激超声的效率,可以在固体表面涂各种涂层,增加表面的光吸收。采用脉冲宽度极窄的高能量密度光束照射介质可以获得较高的声波能量。

激光超声作为介质中新型超声波源的应用,只是把脉冲激光能量作为瞬态的热源。在某些固体如半导体中,激光的作用不仅直接作为热源产生热膨胀,还会产生一些微观变化,特别是激光作用时间很短时,如果激光的量子能量足够大,使共价晶体中原子的价电子能够脱离原子,那么,在极短时间内,这些自由电子还没有回复到平衡状态之前,部分被吸收的光能便转化为电子和离子之间的相互作用,形成一种电子应变源。电子应变源同样可以激励超声,这种机理称为电子机理或“微形变”机理。

子引力的时-空说。目前,许多尚不够成熟的量子引力学说都预见到在接近于 10^{-35} 米非常小的尺度时,人们关于平滑的空间与时间的图景消失了,取而代之的是一幅被称做量子引力起伏的沸腾的时-空泡沫(Space time foam)。果真如此的话,就将出现如下怪事:当光子获得较高能量时,光速将稍有下降,这是因为很短波长的光子将“感觉”到时-空的颠簸程度。阿梅利诺-卡姆利亚说,“一个粗粗的类比是:如果你在有许多小的凹凸不平的桌面上滚动足球,足球大概能以与在平整的桌面上相同的速度前进;但若滚动一个小球,则其路径将被桌面的所有

“沟沟坎坎”严重地改变。

在空间中感受到的颠簸不仅使极高能量的光子慢下来,还有助于它们避开红外光子。一项计算表明:若量子引力学说确实适用于 10^{-35} 米尺度,则 20 垓电子伏特的高能 γ 光子正好与远红外背景“擦肩”而过,使它们得以从 3 亿光年之遥的马卡良 501 星系到达地球。

一些天文学家对马卡良 501 与我们的距离 3 亿光年是否可靠抱怀疑态度,此谜之解开也还有待于今后问世的更灵敏的测量设备,如灵敏度为 10 倍于 HEGRA 的 HESS^③的观测结果。

① 20 世纪 60 年代,苏联比拉干天体物理台的天文学家马卡良(Бениамин Маргарян)编制的具有反常紫外连续谱的特殊星系表中第 501 号星系。

② HEGRA 是“高能 γ 射线天文”英文名称 High Energy Gamma Ray Astronomy 的缩写。

③ HESS 是“高能立体系统”英文名称 High Energy Stereoscopic System 的缩写。