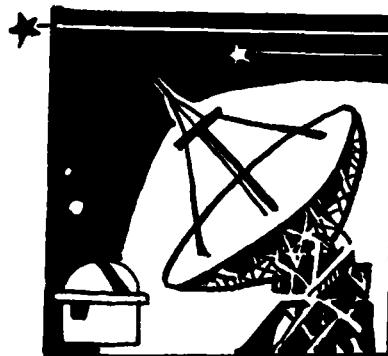


多普勒效应与光谱双星

肖胜利 郑好望 朱峰

(西安通信学院数理室 西安 710106)



$$\nu' = \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}} \nu$$

此种情况称为横向多普勒效应。

二、双星系统的运动分析

双星是恒星世界的普遍现象,是规模最小的恒星集团。双星系统是指在空间中视位置比较靠近的两颗星。由于彼此引力作用而沿着轨道相互环绕运动的双星称为物理双星。远看彼此靠近而实际在空间相距很远且不相互环绕运动的两颗星称为光学双星。

若通过摄谱仪拍摄到空间中某颗可见恒星的光谱吸收线在两个极端位置之间来回振荡,结合物理学知识,我们可知道它是由多普勒效应所引起的(因为引力只能引起谱线红移,不可能引起谱线有规律地来回振荡)。用图形分析如下:

所谓多普勒效应就是指波源与观察者(接收器)相对于介质有相对运动时,观察者接收到的频率与波源的波动频率有所不同的现象。该效应在科学技术上的应用极其广泛。如:利用电磁波可以以地面为参考系追踪确定人造地球卫星;利用声波可以报警和监测车速,测定流体的流动和潜艇的运动速度及振动体的振动;利用超声波可以对心脏的跳动及血液的流动情况进行医学诊断等等。本文主要讨论多普勒效应如何确定双星系统的运动及不可见伴星的存在。

一、观察者静止时的多普勒效应

为清楚直观用图形表示如下:

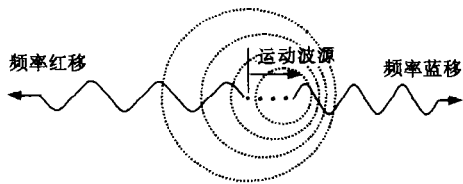


图 1

设运动波源为电磁波源。若电磁波源和观察者以速度 u 沿二者连线相互趋近,则所测得的频率 ν' 与电磁波源的频率 ν 的关系为:

$$\nu' = \sqrt{\frac{c+u}{c-u}} \nu$$

其中 c 为光速(恒为正值),相互背离时 u 为负。

可见:当电磁波源和观察者以速度 u 沿二者连线相互趋近时,观察者测得的频率 $\nu' > \nu$,即频率增大,波长减小,此现象称为频率蓝移;当电磁波源和观察者以速度 u 沿二者连线相互背离时,观察者测得的频率 $\nu' < \nu$,即频率减小,波长增大,此现象称为频率红移;若电磁波源和观察者的相对速度 u 垂直于二者连线运动,则所测得的频率 ν' 与电磁波源的频率 ν 的关系为:

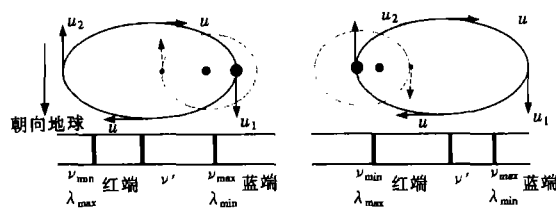


图 2

其中 $\nu_{\max} = \sqrt{\frac{c+u_1}{c-u_1}} \nu$, $\nu_{\min} = \sqrt{\frac{c-u_2}{c+u_2}} \nu$, $\nu' = \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}} \nu$, 图中大黑点表示可见子星,中黑点表示双星系统的质心,小黑点表示不可见子星(即伴星)。

若 $u_2 < u < u_1$, 则 $(\nu_{\max} - \nu') - (\nu' - \nu_{\min}) > 0$, 即红端与蓝端不以 ν' 为对称且 ν' 靠近红端。说明可见子星做以右焦点为引力源的椭圆运动,摄谱仪拍摄到的吸收线来回振荡的情况为:吸收线由红端向蓝端移动时先慢后快,由蓝端向红端移动时先快后慢。此时伴星做以引力源为左焦点的椭圆运动,相位关系如图 2 左图,引力源为双星系统的质心。

声全息技术

孙光东

贾辉

(华北航天工业学院 河北廊坊 065000) (北华大学工学院 132021)

声全息是利用声波干涉获得被观察物体声场全部信息的声成像技术。20世纪60年代中期,为了检测和显示对于可见光和X射线来说是不透明物质的结构特性,人们提出用声波代替光波的声全息技术的研究,并且迅速地得到发展和应用。

声全息在原理上与光全息完全相同。光全息摄影是记录及重现被摄物体反射(或透射)光波中全部信息(振幅、相位)的新型摄影技术。它是匈牙利物理学家伽博(D. Gabor)于1948年发明的,他因此获得1971年诺贝尔奖。

声全息成像技术一般包括获得物体的声全息图和由声全息图重建物体可见像两个步骤。为了获得物体的全息图,必须同时具备两束相干声波,一束照射到物体上透过物体后称为物波,另一束声波称为参考波,物波和参考波在一定位置相遇发生干涉,干涉图样就是物体声场的含有声波的振幅信息和位相信息的声全息图。

由超声波发生器产生的频率为兆赫级的两束相干声波,一束照射到被测物体上,透过物体后,含有物体信息的物波与参考波在液面上相互干涉而形成声全息图,然后用光学方法通过声像转换仪器将声全息图重建为物体的可见像由电视显示出来(见图1)。

声成像技术有以下4个特点:

1. 声波能在所有媒质中传播,声成像能够显示出不透光物体的内部结构特征。

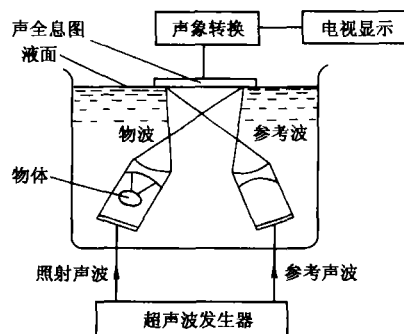


图 1

2. 声波对人体无损害,可作动态成像观测,方便、直观、及时,这是X射线成像所不能比拟的。

3. 声成像在显微技术中采用了波长极短的超声波,从而达到与光成像可以比拟的分辨率。

4. 声成像和光成像可以互相补充,从而提供对物体结构更全面的认识。

声全息成像技术记录了物体声场的全部信息,因而较之一般的声成像技术更能全面地反映物体的各种特性。声全息能够显示对可见光或X射线不透明的物质内部结构特性,可以弥补光学全息和X射线成像的不足,声全息技术目前已经得到了广泛应用。在地质科学中用于资源勘探和地震观测,在工业上用于无损检测和水下探测,在临床医学中广泛用于人体内部疾病的医疗诊断等。

若 $u_1 < u < u_2$, 则 $(\nu_{\max} - \nu') - (\nu' - \nu_{\min}) < 0$, 即红端与蓝端不以 ν' 为对称且 ν' 靠近蓝端。说明可见子星做以左焦点为引力源的椭圆运动,摄谱仪拍摄到的吸收线来回振荡的情况为:吸收线由红端向蓝端移动时先快后慢,由蓝端向红端移动时先慢后快。此时伴星做以引力源为右焦点的椭圆运动,相位关系如图2右图,引力源为双星系统的质心。

其他情况只不过是 ν' 有两个,摄谱仪拍摄到的吸收线来回振荡时吸收线在两个极端位置之间的移动较为复杂。

三、双星系统中伴星的情况分析

上述现象天文学中称为光谱双星现象,利用光

谱双星现象发现可见子星行迹并判断伴星存在的方法天文学中称为天体测量法,而物理学中称为多普勒效应法。该方法通常适用于伴星不可见的情况,它对于解释恒星的双星性特别有用。如:只要肯定一颗恒星属于双星系统,天文学家将会试图去寻求那颗看不见的伴星的本质。

一颗看不见的伴星可能是许多质量小、亮度弱的看不见的恒星之一,之所以暗弱,也许是离观察者太远,也许是被可见星的光所掩盖,也许是颗质量不太大的但已经发生引力坍缩的恒星(其残骸可能是白矮星、中子星、黑洞三者之一)。若要进一步得到其具体情况可借助X射线天文学。