

恒星

北京天文馆 张长喜

1.恒星的一般性质

- (1)恒星的概念，恒星,与行星不同,它们的位置看来固定不变，因而古人称之为“恒”星，即固定不动的星。一般来说，恒星都是气体球，没有固态表面，通过自身引力聚集而成。它区别于行星的一个重要性质是它自己能够强烈发光。太阳是一颗恒星。

(2)恒星的距离和光度

- 天文学上的距离单位，
- ①天文单位，即日地平均距离，为 $1\text{AU}=149597870\text{千米}$
- ②光年，光在一年中走过的距离， $1\text{y.}=0.946053\times 10^{16}\text{米}$
- ③秒差距，周年视差为 $1''$ 对应的距离， $1\text{pc}=3.08568\times 10^{16}\text{米}$
- ④除太阳外，距离我们最近的恒星叫比邻星，（半人马座 α ）距离为 4.271y.

(2)恒星的距离和光度

恒星的光度、照度和星等

光度：恒星内部产生的能量，不断向表层转移，最终从恒星表面逸出，射向太空。光度为恒星的能量发射率，即整个星面每秒释放的能量。

照度：对于接受天体辐射的人眼或仪器来说，单位时间入射到其单位面积的能量。表示某处感应器感应到的恒星的能量。

亮度：我们看起来恒星的明亮程度。实际上就是照度。

星等：1850年普森（pogson）把星等跟光度计测出的亮度作比较，发现星等相差5等，亮度之比约为100，因此有公式

$$m_1 - m_2 = K \lg(E_2 - E_1)$$

星等系统：目视星等、照相星等、光电星等

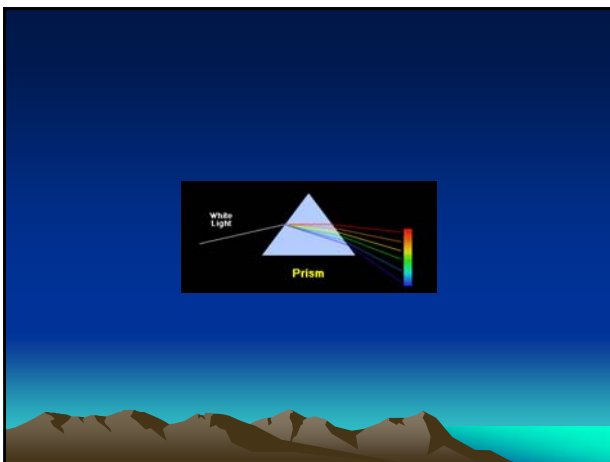
(3)恒星的大小和质量

- ①恒星大小的测量方法：干涉法，月掩星法，对食双星法
- ②观测结果：恒星的直径相差很大，大的有太阳直径的几百倍甚至一两千倍，小的只有不到太阳直径的十分之一。
- ③恒星的质量比较难以测定。恒星的质量大体介于至50个太阳质量。



(4)恒星的光谱

- ①什么是光谱?
- ②什么是恒星光谱?
- ③恒星光谱的分类。O型: 蓝星, 有效温度40000~30000K。
- B型: 蓝白星, 有效温度30000~10000K
- A型: 白星, 有效温度10000~7500K
- F型: 黄白星, 有效温度7500~6000K
- G型: 黄星, 有效温度6000~5000K
- K型: 红橙星, 有效温度5000~3500K
- M型: 红星, 有效温度3500~2500K



(4)恒星的光谱

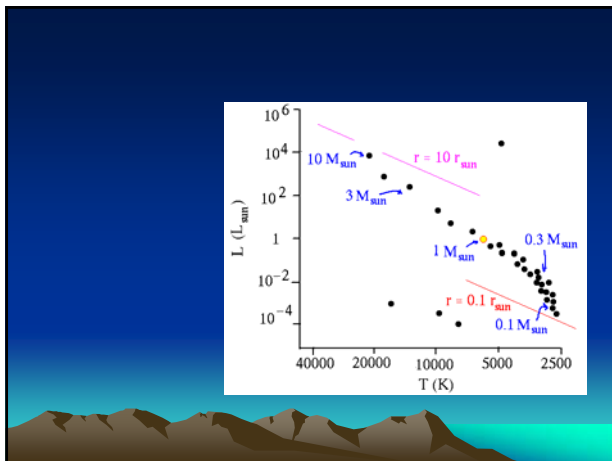
- ④ 恒星连续辐射随波长的分布, 近似于温度等于恒星有效温度的黑体辐射能量的分布, 因而恒星的连续光谱也随光谱型而变化。
- ⑤ 恒星的光谱分析在天体物理学中占有重要地位, 它可以定性或定量的测定恒星的化学成分, 直接或间接的确定恒星的表面温度、光度、直径、质量、磁场。研究恒星的视向运动和自转。

(5)恒星的化学成分

- ① 恒星的化学成分是通过恒星的光谱分析方法得到的。
- ② 太阳的化学成分: 已证认出存在的元素69种, 这些元素的含量相差悬殊。按质量而言, 氢78.4%、氦19.8%、氧0.8%、碳0.3%、氮0.2%、氖0.2%、镍0.2%、硅0.06%、硫0.04%、铁0.04%、镁0.015%、钙0.009%...
- ③ 大多数恒星的化学成分同太阳差不多。少数恒星的化学成分是特殊的。例如: 在碳型星中, 碳元素特别多。在S型星中, 锆和钨元素特别多。

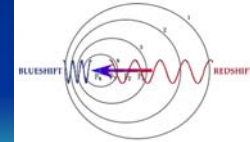
(6)赫罗图和恒星的结构

- ① 什么是赫罗图? 丹麦科学家赫茨普龙(E.Hertzsprung)于1911年, 美国天文学家罗素(H.N.Russell)于1913年, 分别独立的绘制了恒星的光谱—光度图。
- ② 恒星的结构。



(7)恒星的自转

- ① 多普勒原理
- ② 自转是星球的一种普遍现象，地球、月球、太阳和太阳系的各大行星都在自转，恒星也是如此。



2.变星

- ① 变星：凡光学波段亮度有变化的恒星，不管是由于内在的物理原因还是外在的几何原因，都称为变星。
- ② 分类：内因变星和外因变星
- ③ 内因变星：脉动变星，极早期演化阶段的变星，耀星，新星，

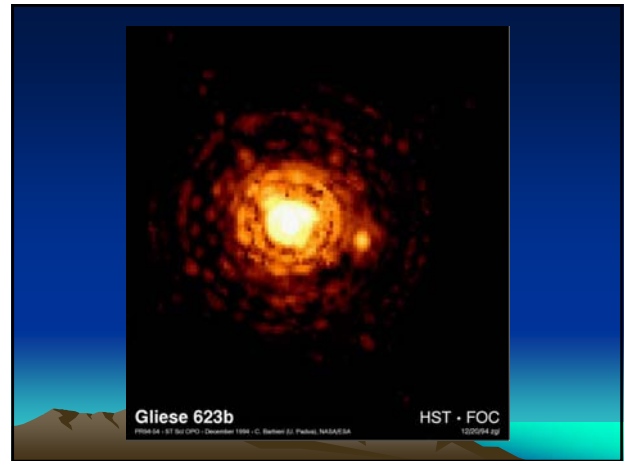
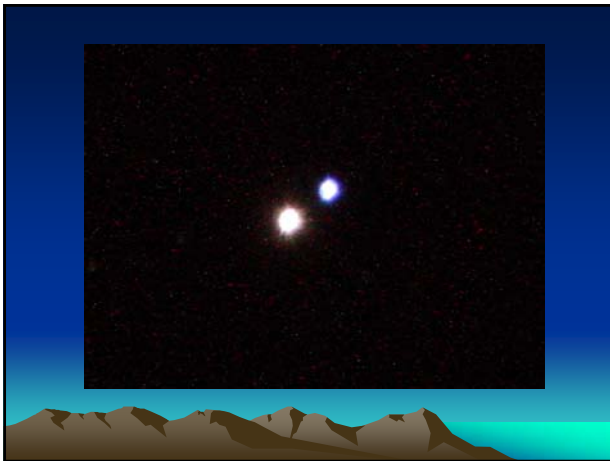
2.变星

- ④ 超新星，超新星的爆发规模比新星还要大，它发亮时亮度的增幅为新星的数百至数千倍，抛出的气壳速度可超过 10000km/s。是所有变星中最壮观的一类，是恒星的灾变性爆发。辐射能估计为 $10^{42} \sim 10^{43} \text{J}$ ，抛出的物质质量达 $1 \sim 10 m_{\odot}$ ，动能达 $10^{43} \sim 10^{44} \text{J}$ 。



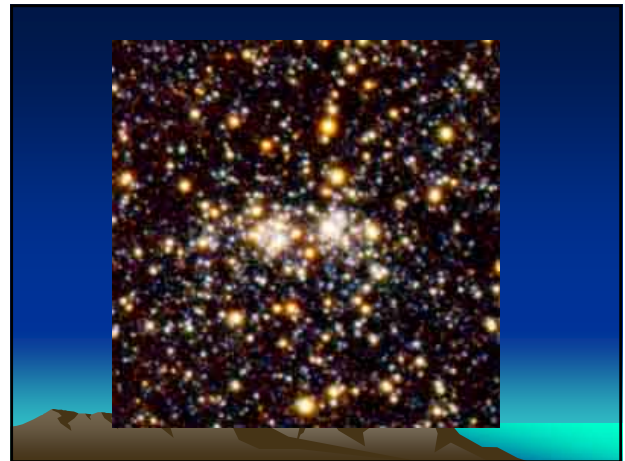
3.不同的恒星系统

- ① 双星，为包含两颗恒星的系统，在相互引力的影响下，两颗恒星绕着它们共同的引力中心描绘出闭合的轨道。较亮的子星为主星，较暗的子星为伴星。
- ② 聚星，三颗到六、七颗恒星在相互引力作用下聚集在一起而组成的系统称为聚星。三颗星组成的系统较三合星，四颗星在一起的叫四合星，以此类推。
- ③ 在银河系中，双星和聚星是很多的。



3.恒星的不同系统

- ④ 星团，是恒星的集团，其成员星的密度显著的高于周围空间星的密度，并且通过彼此之间的引力作用而聚集在一起。
- ⑤ 疏散星团，它的形态不规则，包含十几至二三千颗恒星，成员星分布得较松散。
- ⑥ 球状星团，呈球形或扁球形，与疏散星团相比，它们是紧密的恒星集团。



4.星云和星际物质

- ①星云一般位于银河系内，由气体和尘埃组成。按照形状、大小和物理性质，银河系内星云分为行星状星云、发射星云、反射星云和暗星云。

NGC7293



4.星云和星际物质

- ⑥星际物质，又称星际介质，星际空间中存在的各种物质，包括星际原子、星际分子、星际尘埃和宇宙线。

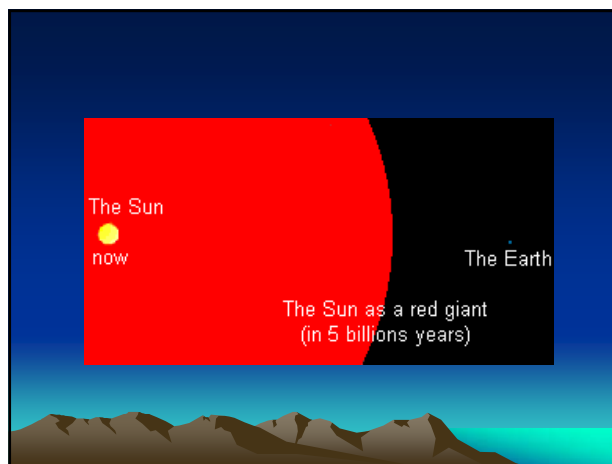
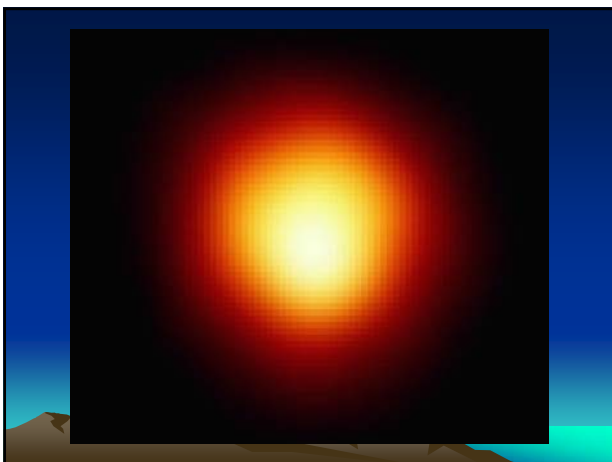
5.恒星的形成和演化

- ① 恒星的形成，超过一定质量的星云，在受到外部的某种扰动，会产生不稳定性，从而引起收缩。收缩过程的星云可能会分裂成一些碎块。
- 原恒星。
- 主序星。



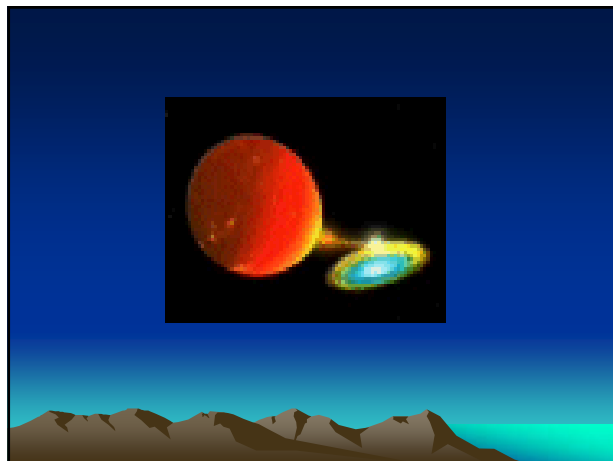
5.恒星的形成和演化

- 当恒星走到主序星阶段的尾声时，此时恒星呈红色，为红巨星。
- 恒星在红巨星阶段演化以后。
- 白矮星、中子星或者黑洞。



6.恒星的归宿-----白矮星、中子星和黑洞

- ①白矮星白矮星的体积只有地球这么大，不过它的质量却和太阳差不多，因此它的密度大的惊人，质量和太阳类似的恒星，在进入红巨星阶段后，内核会逐渐收缩，成为白矮星，而外壳在强烈的辐射作用下会继续向外膨胀，成为行星状星云。
- ②光度低，表面温度较高，呈白色。质量 $0.2\sim1.1m_{\odot}$ ，质量极限 $1.44m_{\odot}$ ，温度 $5500\sim40000K$ 。



6.恒星的归宿-----白矮星、中子星和黑洞

- ②中子星，中子星的体积比白矮星还要小的多，直径只有几十公里，而质量却比两个太阳还大。。
- 质量极限 $2\sim 3m_{\odot}$ ，半径 $10\sim 20\text{km}$ 。表面密度 10^9kg/m^3 ，中心 10^{18}kg/m^3 。

6.恒星的归宿-----白矮星、中子星和黑洞

- 脉冲星的发现。



6.恒星的归宿-----白矮星、中子星和黑洞

- ③黑洞，质量再大一点的恒星，在经过超新星爆发后，核心区域则可能会形成一个黑洞。
- 黑洞（black hole）这个词是1967年才由著名物理学家惠勒（John Wheeler）提出来的。质量，角动量和电荷。黑洞无毛定律。