

3. 6 恒星的起源和演化

天体的起源：宇宙物质从另一种形态转化为这种天体形态的过程

天体的演化：天体在其存在时期内在不断变化着，不断进行机械运动、物理运动和化学运动，天体的质量、大小、光度、温度、磁场、结构、自转等都在变化，某些时期甚至与外界还有物质交换，这些统称为天体的演化

有关恒星起源和演化学说的发展，大体上可分为三个阶段：

第一阶段，1850~1920年

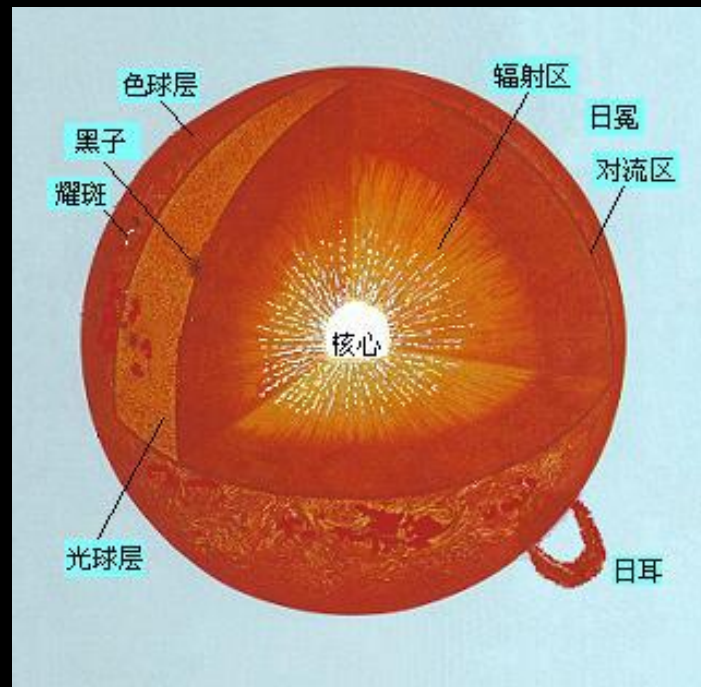
第二阶段，1925~1960年

第三阶段，1960年至今



一 恒星的内部结构

主星序上的恒星，其内部能量来自核心区的热核反应，通过对流、辐射、热传导3种方式传输到恒星表面。



二 恒星的年龄

球状星团法：

根据球状星团的演化特征来确定恒星的年龄。

放射性同位素

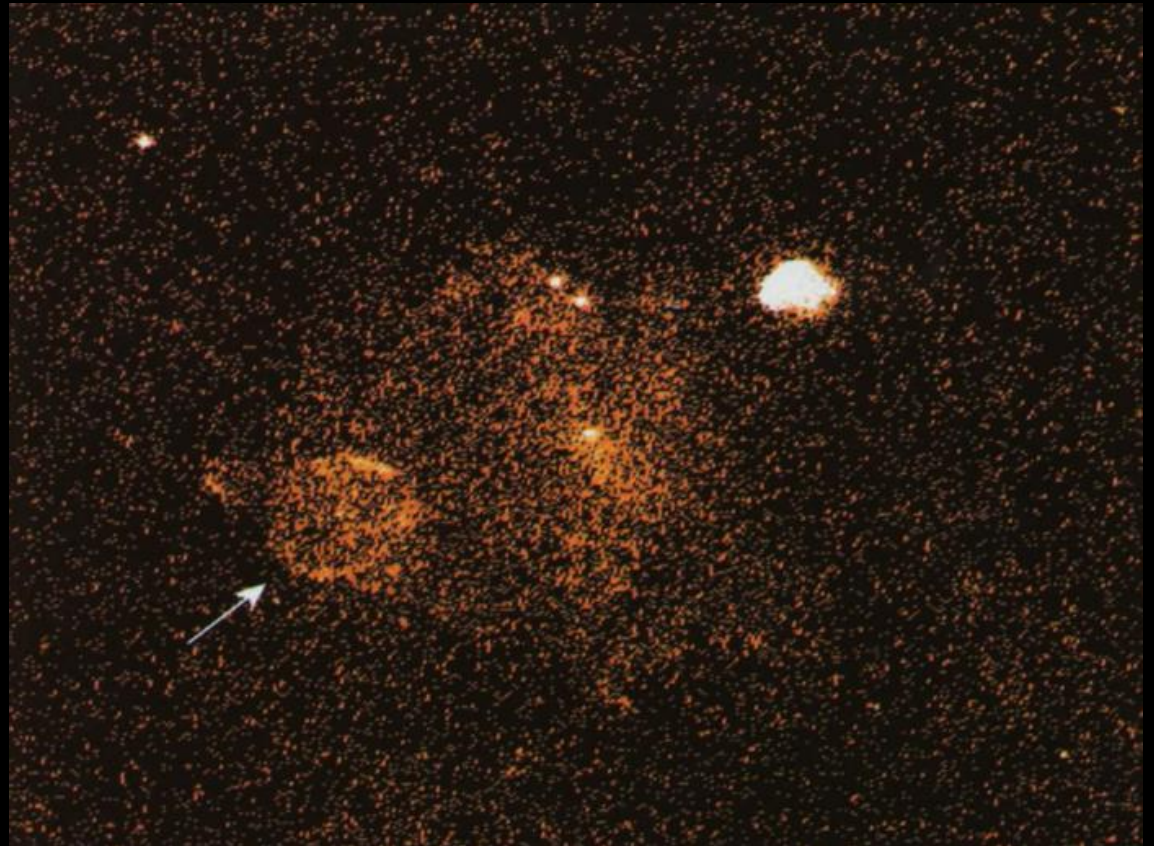
法：根据衰减周期来确定恒星的年龄。



星团

现代恒星起源演化理论把恒星的一生分为 如下几个阶段：

引力收缩阶段、
主星序阶段、
红巨星阶段、
爆发阶段、
临终阶段。



三 引力收缩阶段

快收缩阶段：从星云过渡到恒星的阶段。

慢收缩阶段：当内部压力与引力几乎相等时，原恒星处于准流体静力学平衡状态，便开始慢收缩过程。



超新星

四 主星序阶段

质量越大，光度越大，能量消耗越快，恒星停留于主星序的时间越短。



五 红巨星阶段

恒星离开主星序阶段，开始向红巨星演化，质量特别大的恒星则向红超巨星演化。大部分脉动变星都是处于红巨星演化后期的恒星。



六 爆发阶段

有行星状星云的核心爆发，新星爆发和超新星爆发。

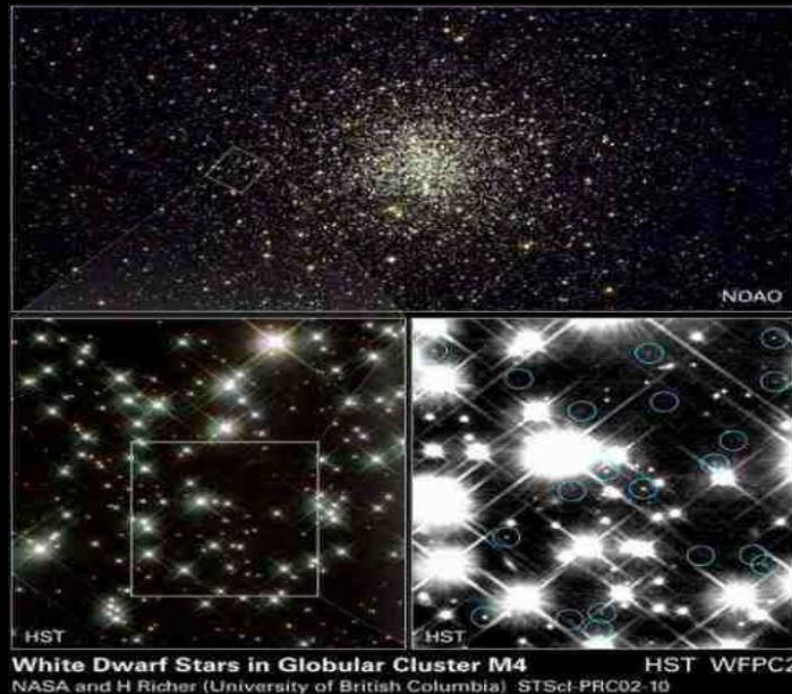


七 临终阶段

$0.88M_{\odot} \leq M < 1.44M_{\odot} \rightarrow$ 白矮星

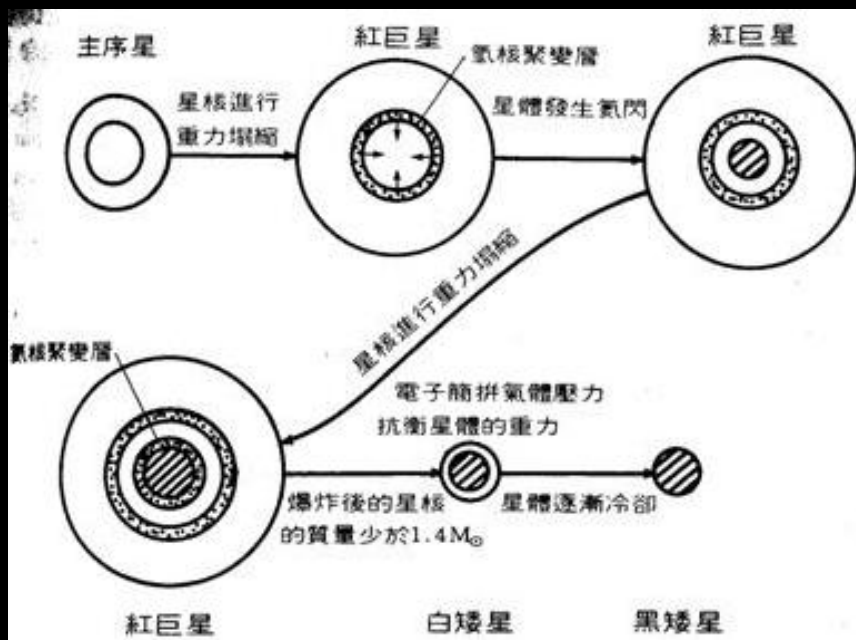
$1.44M_{\odot} \leq M < 3M_{\odot} \rightarrow$ 中子星

$3M_{\odot} \leq M < 70M_{\odot} \rightarrow$ 黑洞

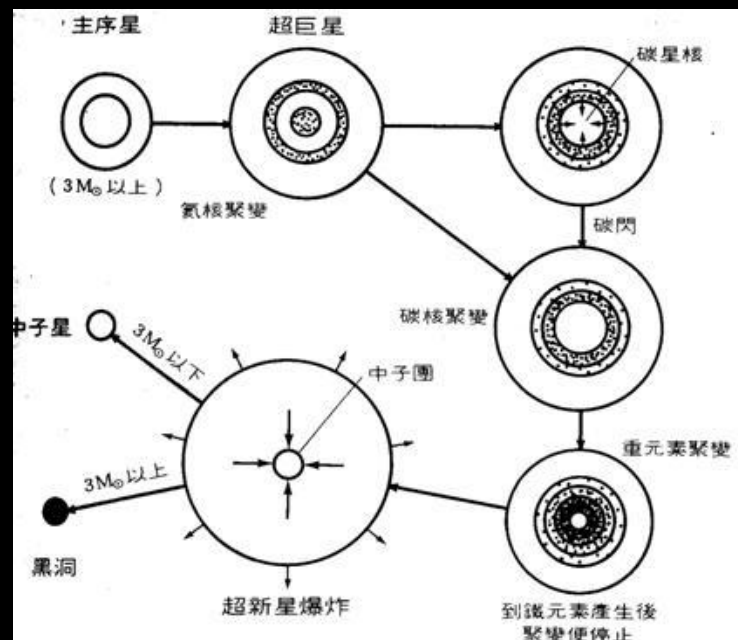


白矮星

八 小结



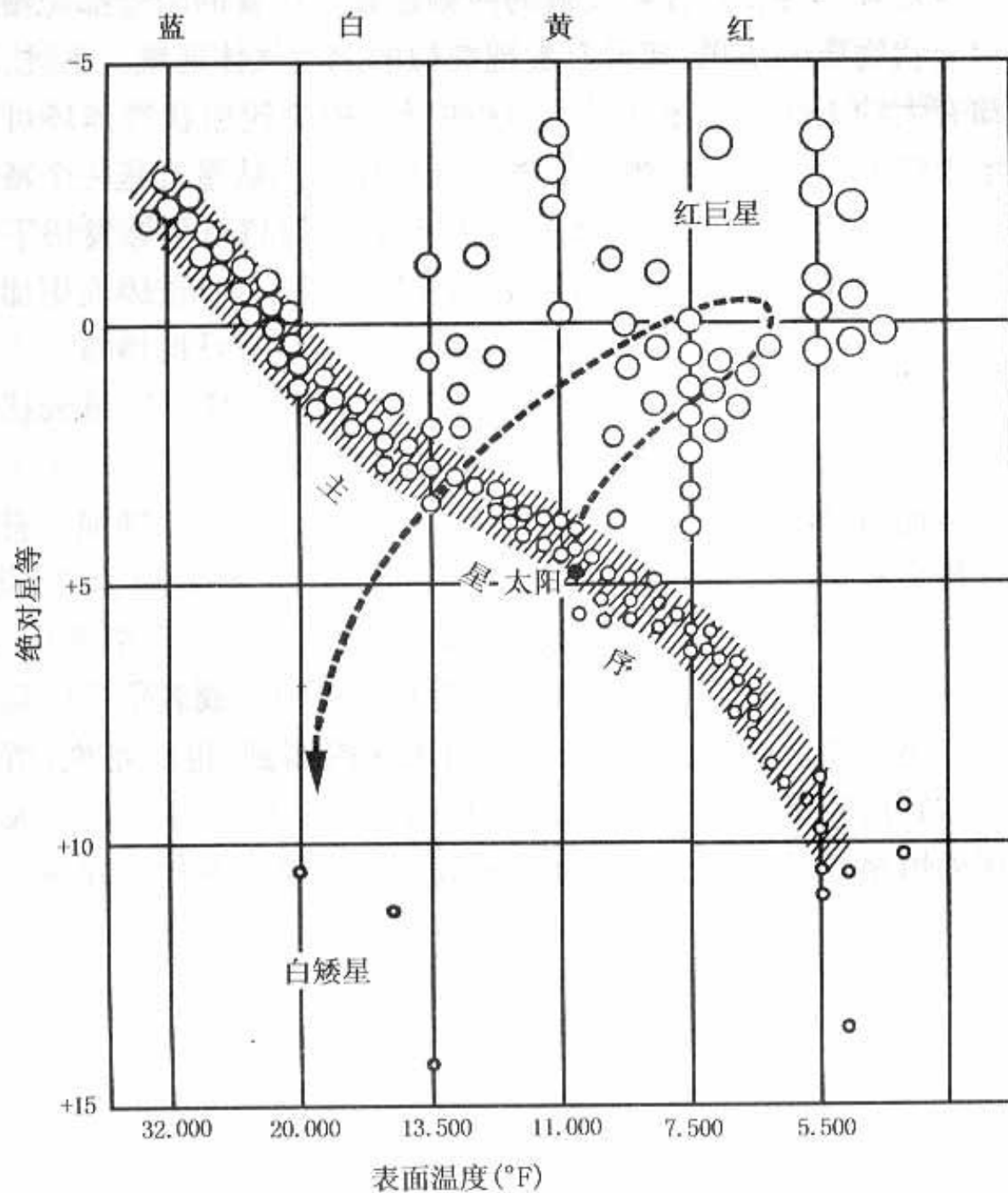
$0.88 M_{\odot}$ 至 $1.4 M_{\odot}$ 的恒星的演化



$3 M_{\odot}$ 以上的恒星的演化



各阶段的恒星



3.7 恒星起源与演化中的哲学思想

- 一、新陈代谢是恒星演化的基本规律
- 二、吸引与排斥的对立统一是恒星演化的动力
- 三、质量互变是恒星演化的主要规律

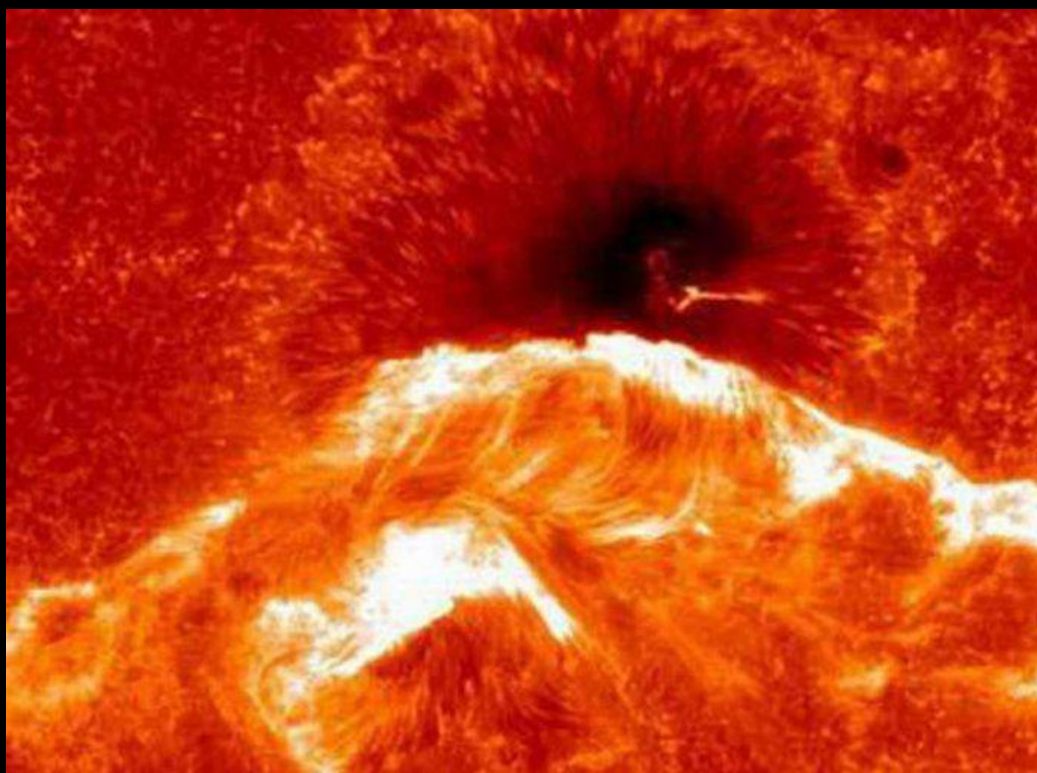


一 新陈代谢是恒星演化的基本规律

首先，恒星的演化是有生有灭的。生是指宇宙中的物质从一种形态转化为另一种物质形态。灭是指恒星从这种物质形态再转化成其他物质形态的过程。

其次，恒星的演化又是有灭有生的。就是指物质从新的弥漫物质或恒星的残骸这种物质形态，再转化成为另一种物质形态，既新一代恒星的过程。

再次，恒星的演化又是无限循环的。需要指出的是，这种循环不是简单的重复，因为新一代恒星与上一代恒星在化学组成上是有区别的。在重复上一代恒星的某些因素时又加进了许多新内容，是一个否定之否定的过程。



二 吸引与排斥的对立统一是恒星演化的动力



吸引是指恒星各部分之间万有引力的作用，使恒星收缩。

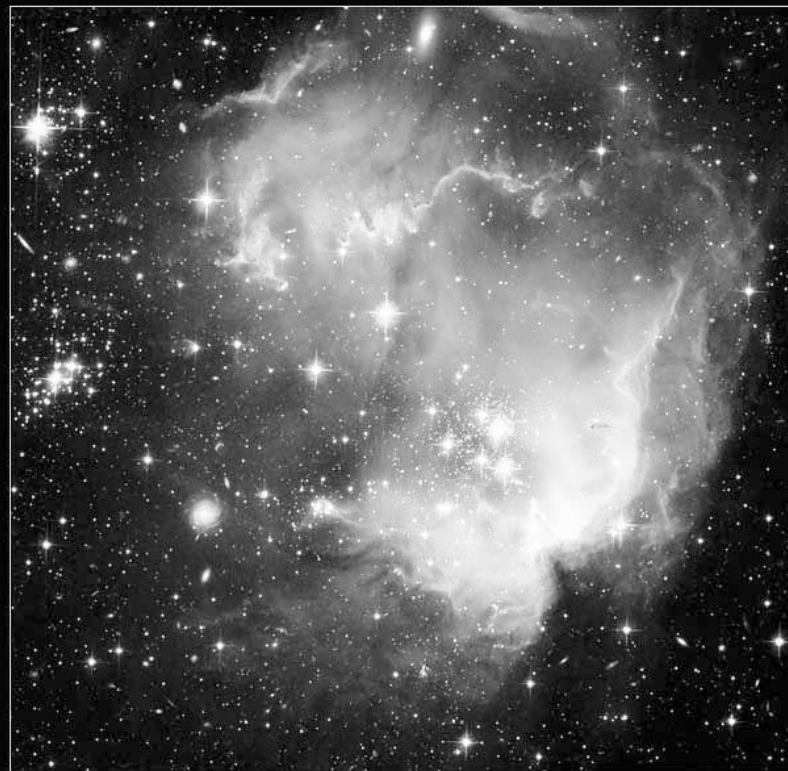
排斥是指微观离子的热运动所产生的气体压力和恒星内部的电磁辐射所产生的辐射压力，使恒星膨胀。

恒星的幼年期：引力收缩阶段，分快收缩和慢收缩两个阶段。

恒星的主星序阶段：引力和斥力势均力敌。

恒星的主星序以后阶段：引力占据主导地位，经过一系列反复的膨胀，收缩过程，恒星最终走向死亡。

NGC 602 in the Small Magellanic Cloud



Hubble
Heritage

NASA, ESA, and The Hubble Heritage (STScI/AURA)-ESA/Hubble Collaboration • HST/ACS • STScI-PRC07-04

三 质量互变是恒星演化的主要规律

1. 星云的质量小于金斯质量，星云不能转化为原恒星，不能引起质变。
2. 星体的质量小于 $0.88M_{\odot}$ ，其内部的温度和密度将不足以开动氢氦聚变反应，星体只能靠引力收缩而发光。这种星体不经过主星序阶段，直接从红矮星转化为黑矮星并引起质变。

3. 恒星爆发后剩下的质量M决定着它的最终去向：

$0.88M_{\odot} \leq M < 1.44M_{\odot} \rightarrow$ 白矮星

$1.44M_{\odot} \leq M < 3M_{\odot} \rightarrow$ 中子星

$3M_{\odot} \leq M < 70M_{\odot} \rightarrow$ 黑洞

Hickson Compact Group 87



Hubble
Heritage