1.

（1）由维里定理（参见黄润乾7.6）可得

其中，是理想气体常数，是单位物质的量的物质的质量，而，其中是平均引力势能。第一项是中心核内气体压强，第二项是自引力产生的压强。

（2）由极值产生条件可得，解得

和

这就是最大压力。

（3）设外壳底部压力为，恒星表面压力为，由流体静力学平衡可得

和理想气体状态方程联立就有

所以。

（4）核心要稳定，必须有，也就是

经过钱德拉塞卡计算，得到的值是。所以，如果，核心就会被压缩，产生等温收缩。

2. Hayashi线是原恒星阶段发生的过程。此阶段恒星主要以对流形式输运能量，通过对流条件以及恒星状态方程、结构方程推导可以得到一系列几乎与主序带垂直的直线，就是Hayashi线。推导过程如下

根据对流条件，即温度梯度约等于绝热温度梯度

与物态方程联立可得压力与密度的关系

其中。这是一个多方关系。

将恒星光球认作是多层球边界，且密度足够小，通过多方球模型可以解得

又，根据灰大气模型和恒星结构方程，并假定不透明度，对结构方程积分并应用到处就可得到

联立两个压力的方程即可得到

对于小质量、低温恒星，例如的情况，不透明度可以由金属电离吸收估计，得到，所以

可以发现，恒星质量变化时，温度将显著变化，但是温度几乎不依赖光度，所以表现为一系列垂直于主序带的直线。

3.

低于0.2个太阳质量的恒心核心密度较低，电子不处于简并态，无法形成简并等温氦核，此时压力与温度有关，氦核可以膨胀而使得壳层氢燃烧速率下降。所以不能成为红巨星。

由于简并电子气的压力和温度无关，所以即使He点火时产生大量能量也不能导致核膨胀。这样温度就急剧上升，聚变更加快速，短时间内释放大量能量，就是He闪耀。

不总是会发生氦闪耀。例如，质量大于2时，核心温度太高，电子气不是简并的，无法氦闪。

4.恒心内部的核反应主要核反应和发生条件

|  |  |
| --- | --- |
| p-p链 | 温度达到，也就是恒星质量达到 |
| CNO循环 | 温度达到，也就是恒星质量达到 |
| 3alpha反映 | 温度达到，也就是恒星质量达到 |
| C燃烧 | 温度达到，也就是恒星质量达到 |
| Ne、氧燃烧 | 温度达到，也就是恒星质量达到 |
| 硅燃烧 | 温度达到，也就是恒星质量达到 |

此外还有很多副反应、反应通道以及更重元素的核反应。