

## 第二次恒星物理编程作业

2、某主序星的质量为  $M$ ，半径为  $R$ ，处于流体静力学平衡。恒星内部的气体质量密度从中心到表面逐渐减小，是距中心径向距离  $r$  的函数，具体形式为

$$\rho(r) = \rho_c \left[ 1 - \left( \frac{r}{R} \right)^2 \right],$$

其中  $\rho_c$  为恒星中心的密度，是一个常量。由维里定律，恒星中心的压强估算取为其上限

$$P_c \approx (4\pi)^{1/3} 0.347 GM^{2/3} \rho_c^{4/3}.$$

此时恒星内部的流体静力学平衡方程可以改写为

$$\frac{dP}{dr} = -\rho(r)g(r),$$

其中  $g(r) = Gm(r)/r^2$  为距离中心  $r$  处的本地重力加速度。请将恒星内部从中心到表面，沿径向大致划分为 200 个均匀网格点，然后做以下计算：

(1) 计算各个网格点的本地重力加速度  $g(r_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, 200$ ，并画图表示。横坐标为  $r_i/R$ ，纵坐标为  $g(r_i)/(GM/R^2)$ 。为了避免在恒星中心处计算发散，第一个网格点可以设置为距离中心微小距离  $\Delta r$  处，然后开始计算；

(2) 请计算各个网格点上的压强  $P(r_i)$ ，并画图表示。横坐标为  $r_i/R$ ，纵坐标为  $P(r_i)/P_c$ 。

对计算数据可视化时，如果感觉线性刻度不太合适，也可以采用半对数坐标轴或者双对数坐标轴画图。

**说明：**请在问题发布开始的两个星期内，在线给助教提交编程作业的电子版。包括源程序（需要中文或英文的注释）、可执行文件、中文报告文档（说明编程思路）、画图的图像文件，以及其它你认为必要的文档。