反 常 中 子 星

方励之　　陆　埮
（中国科技大学物理系）　（南京电讯仪器厂）
罗辽复　　曲钦岳　汪珍如
（内蒙古大学物理系）　（南京大学天文系）

1974 年，李政道等提出反常核态理论[1]，他们预言当核子的数密度大于某个临界值 n_c（其值略大于通常原子核内的核子数密度）时，将发生正常核态向反常核态的相变．由中子星结构的计算知道，这种星内的中子数密度恰好在 n_c 附近，已具备了中子态相变的条件．因此对于中子星自然会提出如下一些问题：（1）在某些中子星内是否已经发生了由正常中子态到反常中子态的相变？（2）是否可能存在有一种新型的致密星体——反常中子星？（3）是否可能有亚稳的致密星体，例如，亚稳的正常中子星或亚稳的反常中子星？

在不久前完成的一项工作中（详细内容将另文发表），我们研究了上述诸问题．我们用 Thomas-Fermi 方法处理由介子及中子构成的核物质，以经典 ϕ 场（σ 模型）描写介子，以零温费米气体描写中子，讨论了正常中子态和反常中子态的平衡及稳定性问题．又用均匀星体模型近似，讨论了正常中子星和反常中子星的平衡及稳定性问题．当把两类中子星进行比较时，可以确定两个关于亚稳性的判据：（1）物态判据，以 $\rho_n(n)$ 和 $\rho_a(n)$ 分别表示在相同数密度 n 下，正常中子态的和反常中子态的能量密度，当 $\rho_n(n) < \rho_a(n)$ 时，正常中子态是稳定的，反常中子态是亚稳的；当 $\rho_n(n) > \rho_a(n)$ 时，正好相反．（2）星体判据，以 $M_n(N)$ 和 $M_a(N)$ 分别表示在相同中子总数 N 下，正常中子星和反常中子星的质量（或能量），当 $M_n(N) < M_a(N)$ 时，正常中子星是稳定的，反常中子星是亚稳的；当 $M_n(N) > M_a(N)$ 时，正好相反．按照亚稳性判据，可以将所得之星体分为以下三种类型：I 型星——按物态和星体判据都是稳定的；II 型星——按物态判据为稳定，而按星体判据为亚稳；III 型星——按物态和星体判据都是亚稳的．

由具体的数值计算得到如下的一些主要结果：（1）当星体的质量 $M < 0.8M_\odot$ 时，正常中子星是稳定的，反常中子星是亚稳的；而当 $M > 0.8M_\odot$ 时，正好相反．（2）稳定的正常中子星，亚稳的正常中子星，稳定的反常中子星的极大质量分别为 $\sim 0.8M_\odot$，$\sim 2M_\odot$，$\sim 4M_\odot$．（3）亚稳星体的范围相当大，对于正常中子星，这个范围是 $0.8M_\odot < M < 1.4M_\odot$（中子间的排斥力程 α 取为 $0.60f$）或 $0.8M_\odot < M < 2.3M_\odot$（$\alpha = 0.62f$），对于反常中子星，为 $M < 0.8M_\odot$．由这些结果可以得到以下几点初步的结论：（1）在致密星体的序列中，反常中子星是位于正常中子星之后的一种稳定的新类型或新阶段．致密星体的通常序列似应改为白矮星—正常中子星—反常中子星—坍缩星．在已发现的数百颗脉冲星和双星 X 射线源中，也许有不少就是反常中子星．（2）众所周知，对于致密星体有两个由稳定性所确定的质量界限，一个是白矮星的极大质

[下转 116 页]

文本 1977 年 9 月 18 日收到．