

- [图片新闻](#)
- [科研动态](#)
- [综合新闻](#)
- [通知公告](#)
- [人才招聘](#)
- [重大任务](#)
- [科研专题](#)
- [学术交流](#)
- [会议承办](#)

含有径向惯性力的动力雷恩-埃穆钝方程和星前分子云核动力演化模型的研究取得重要进展

2018-04-10 11:59:00 | 【大 中 小】 【打印】 【关闭】

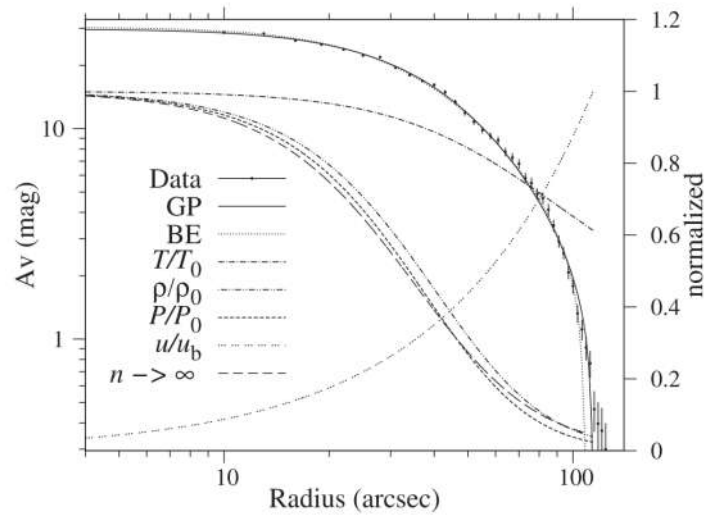
在物质的自引力作用下，分子云核内恒星形成的初始条件和流体动力演化是一个有待深入探讨解决的天体物理前沿问题，也是一个极为活跃的观测和理论互动的研究领域。作为粗略初步的第一近似，由分子云核中尘埃的消光效应观测所获取的一些星前分子云核内的物质质量密度径向分布结构，可以用球对称的等温静止状态的雷恩-埃穆钝方程来大致描述。然而，近些年来愈来愈深入的天文观测和理论研究进展表明，无论是大尺度的分子云还是相对小尺度的分子云核并不是静止的，而是非常可能一直在自引力的作用下处于流体动力演化的状态。视具体情形而定，这一动力演化或快或慢。鉴于此，我们实质性地推广拓展了等温静态的雷恩-埃穆钝方程，使其具有描述径向流体动力演化的重要物理特点，从而建立了广义多方的含有径向惯性力的自相似流体动力演化理论模型，同时证明了该方程的异体同构定理。以此动力模型可以更好地拟合经典的分子云核Barnard 68 (B68)的几方面观测数据。这类物理模型也同样可以用来描述相对孤立的小型分子气体球团(Mini Gas Globules)内动力形成气体行星和褐矮星的引力塌缩过程等。

一般而言，恒星起源于分子云核的引力塌缩。在整体球对称的描述框架中，基于流体自相似变换和广义多方的动力状态方程，我们全面深入分析了在自引力作用下的理想流体动力演化方程，最终得到了含有径向惯性力的动力雷恩-埃穆钝(dynamic Lane-Emden)方程；也在云核中心附近足够小的尺度上系统地确定了级数系数回归关系，并获得了方程的级数展开渐近解以及在球中心发散的奇异解。在满足云核中心物理边界条件下，我们探索获得了该方程的若干解析解和大量数值解；作为天体物理方面的具体应用案例，我们基于此动力学方程模拟研究了星前分子云核B68的物理性质，发现广义多方动力塌缩解所拟合出来的物理参数在较多的几个方面比等温静态模型(Alves, Lada, Lada, 2001, Nature, 459, 159)更符合观测结果，并推测B68的动力演化时标为几十万年。我们的理论模型比较分析表明，仅仅拟合云核中物质密度的径向分布还不一定能全部确定系统的主要物理特征。应当特别强调指出的是Alves等人(2001)的依观测数据拟合出来的等温流体静态理论模型参数对应着众所周知的不稳定平衡，因此实际上不能持久静止而极为可能处于动力演化状态。

完全平行类似的广义多方理论动力模型分析可以同样应用于轴对称且轴向均匀的无限长柱体系框架中，具体分析结果因球与柱的几何不同而异。自引力作用下的长物质束条常出现于不同的时间和空间尺度上，在天体物理和宇宙演化过程中都有类似的现象存在。沿长柱轴向的扰动可诱发引力造成的Jeans不稳定性从而使物质在沿长轴的方向上成块或成段或块嵌在段中分布。以此机制可以解释并预言产生成串或成链天体的物理图像，包括成串的气体行星或褐矮星、恒星、星系、黑洞、星系团等等。

我们的理论动力演化模型分析和几方面自洽拟合B68数据的研究结果已正式发表在国际著名天体物理学学术期刊《英国皇家天文学会月刊》(Li, Lou, Esimbek, MNRAS, 2018, 437, 2441)上。论文作者为新疆天文台李大磊副研究员，加尔肯·叶生别克研究员和清华大学楼宇庆教授。此项研究工作得到国家自然科学基金委、西部之光项目、科技部项目、清华大学自主科研项目、教育部博士点基金等经费支持。

文章链接: <https://doi.org/10.1093/mnras/stx1925>



广义多方动力演化模型和静态等温模型对分子云核B68物质质量密度径向分布结构拟合的结果对比图及其它相关模型结果。间距相对较大的黑点带竖杠 是尘埃消光数据点及误差棒；点曲线代表等温Bonnor-Ebert球静态平衡模型（Alves等人2001），而实曲线则是我们的广义多方动力雷恩-埃穆托方程解（Li, Lou, Esimbek 2018），相关模型拟合参数为 $n=6.65$ 和 $c=0.00867$ ；其它相应曲线为：破折号-点曲线（ T/T_0 ）是归一化的温度轮廓，中心温度 T_0 为10K；破折号-点-点曲线（ ρ/ρ_0 ）是归一化的物质密度轮廓，中心密度 ρ_0 为 1.4×10^{-18} 克每立方厘米；破折号曲线（ P/P_0 ）是归一化的分子气体压力轮廓，中心压力 P_0 为 5.02×10^{-11} 帕；三点曲线（ u/u_b ）是归一化的向内径向速度，外边缘向内径向速度 u_b 为0.11公里每秒。长破折号曲线是归一化的物质密度轮廓，由等温雷恩-埃穆托方程（ n 趋于无穷）得出，即等温Bonnor-Ebert球静态模型的物质密度解。

作者：楼宇庆、李大磊

» 评论



欢迎访问中国科学院新疆天文台 © 2014 新ICP备14002045

地址：新疆乌鲁木齐市新市区科学一街150号 邮编：830011 电话：0991-3689007、3689002 传真：0991-3838628