

---

# 上海光机所提出宇宙学新模型

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/8757.html>

**本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！**

近期，中国科学院上海光学精密机械研究所量子光学重点实验室提出了一种新的宇宙学模型，该模型把驱动宇宙现今加速膨胀的物理机制和宇宙早期暴胀的物理机制统一描述为同一个标量场，并用空间曲率为正的封闭空间解释了普朗克卫星2018报道的天文观测结果。相关成果撰写长文发表在[Physical Review D, 101, 044020 (2020)]。

早在上世纪80年代末，诺贝尔奖得主Weinberger就指出宇宙学常数问题是物理学面临的最大危机。这是因为，一方面是量子场论表明的所谓真空，即量子场的能量最低态的能量密度因零点能的存在而非常之大甚至趋于无穷大；另一方面天文观测表明，基于广义相对论的宇宙模型无物质的真空的能量密度(在广义相对论中叫宇宙学常数)非常之小或许就是零。到了上世纪90年代末，宇宙学常数问题发生了更加令人困惑的戏剧性变化。自1998年超新星观测起，天文学和物理学业已确认，宇宙的膨胀已经从过去的减速膨胀进入当今的加速膨胀阶段。科学家把这个同万有引力相反的驱动力归结于一个非常小的真空能量密度，也就是一个非零的宇宙学常数，并冠之于暗能量。但暗能量到底是什么，一直得不到物理解释。因此，暗能量的物理解释成为宇宙学和粒子物理学面临的巨大挑战。换句话说，宇宙学常数造成的几何引力论和量子场论的概念冲突，已经成为基础物理学中的最大问题。

包括诺奖得主Peebles在内，许多科学家利用具有负压特性的一个或多个慢滚的标量场来解释暗能量，该标量场常常被称为所谓“精质(quintessence)”以区别于普通物质和电磁场。但是，同物质无耦合的精质模型无法规避Weinberger的no-go定理(Weinberger's no-go theorem)。之后，人们又提出了耦合于物质的所谓变色龙暗能量模型。非常遗憾，在提出变色龙机制数年后，其提出者又证明了变色龙no-go定理(Chameleon No-Go Theorems)，并推论说变色龙模型不能解决宇宙的加速膨胀问题，即不能解决宇宙学常数问题。

研究人员提出了标量场和物质的作用势的对称性破缺模型，该模型指出了变色龙no-go定理的推论的错误，同时也规避了Weinberger的no-go定理。变色龙no-go定理的提出者，以及后续的实验物理学家错误地认为，要解释宇宙的加速膨胀需要长程力。该项研究指出，是标量场的负压而非其梯度力驱动宇宙的加速膨胀，所以依靠长程作用力驱动宇宙加速膨胀的观念是不正确的，并证明无论是现今的宇宙加速膨胀和宇宙暴胀都可用一个标量场描述。由于标量场受到对称性破缺的相互作用势钉扎，所以标量场的自作用势在有效势的极小值点的取值就扮演了宇宙学常数的角色。此外，应用普朗克2018数据中关于宇宙暴胀势的凹形特征得出我们的宇宙是封闭的结论。在满足宇宙学参数的约束下，得到了物质诱导标量场所产生的第五种力。第五种力的大小和作用范围都是与环境的物质密度密切相关的。以当下的宇宙物质密度为例，这个作用强度比万有引力大30多个量级，而作用力程在微米量级。由于力程甚短，所以很难在现有的天文观测和实验方案中观测到，从而收敛到太阳系的观测和广义相对论一致的结果。但由于其强度远远大于万有引力，

---

只要巧妙的设计实验就有可能探测第五种力。

[论文链接](#)

研究团队单位：上海光学精密机械研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](#)转发