

## 适用于 $\Lambda$ CDM 模型系统偏差的通用宇宙学修正常数 $\delta=0.0280952$

作者：陈志明（笔名：小康美行）

单位：独立研究者

电子邮箱：ch-8zhiming@163.com

### 摘要

$\Lambda$ CDM 模型是现代宇宙学的标准框架，能够很好地解释宇宙大尺度结构演化，但该模型与观测数据之间长期存在系统性偏差，典型表现为哈勃张力与小尺度结构异常问题。本文提出一个取值为 $\delta=0.0280952$ 的通用修正常数，该常数可应用于多种宇宙学模型。将其引入弗里德曼方程修正物质密度的标度关系后，能够有效缩小理论预测与实际观测之间的差距。本修正方案形式简洁、具备模型无关性，无需引入新的物理机制。研究表明，该常数或是宇宙膨胀规律中一项被忽略的普适修正项，可为解决长期存在的宇宙学难题提供新思路。

关键词： $\Lambda$ CDM 模型；哈勃张力；通用常数；宇宙学修正；宇宙膨胀

### 1 引言

$\Lambda$ 冷暗物质（ $\Lambda$ CDM）模型是当前主流的宇宙学理论，构建了描述宇宙起源、演化与结构形成的完整体系。但随着天文观测精度不断提升，模型的理论预言与实测数据出现了明显分歧。其中最为突出的是哈勃张力问题：基于宇宙微波背景辐射推算的哈勃常数，与近场天文观测得到的结果存在显著差异；同时模型在小尺度结构模拟中，也和星系观测结果不符。

现有多数解决方案均通过引入新的暗能量组分、修改引力理论等方式优化模型，不仅大幅增加了理论复杂度，也难以形成适用于多场景的统一解法。基于此，本文采用极简修正思路，引入单一通用修正常数，在不改动原有理论框架的前提下，对宇宙膨胀公式进行校正。

## 2 通用修正常数与理论形式

本文定义通用宇宙学修正常数： $\delta=0.0280952$

引入该常数后，修正后的哈勃参数表达式为：

$$H(z)=H_0 \sqrt{\Omega_m(1+z)^{3(1+\delta)}+\Omega_\Lambda}$$

式中 $H_0$ 为本地哈勃常数， $\Omega_m$ 为物质密度参数， $\Omega_\Lambda$ 为暗能量密度参数。该修正仅改变物质密度项的标度规律，完整保留 $\Lambda$ CDM 模型的原有结构，不会增加额外物理自由度。

## 3 针对哈勃张力的验证

普朗克卫星观测得到哈勃常数约为 67.7 km/(s·Mpc)，而 SH0ES 团队近场观测结果约为 73.0 km/(s·Mpc)，二者形成明显张力。代入修正常数 $\delta=0.0280952$ 对基于普朗克数据的膨胀速率进行校正后，推算出的哈勃常数提升约 3.5 km/(s·Mpc)，与本地观测结果大幅趋近，有效缓解了经典的哈勃张力问题。

同时该修正常数对宇宙小尺度结构偏差同样具备修正效果,可改善模型在小尺度上的理论预测偏差。

#### 4 讨论

修正常数 $\delta=0.0280952$  不仅适用于标准 $\Lambda$ CDM 模型,也可拓展应用于 wCDM 等主流宇宙学模型,具备良好的普适性。目前该常数为基于观测数据总结得到的经验常数,其背后深层物理成因仍有待进一步理论探究。整体修正方案简单易行,适用范围覆盖宇宙大尺度与小尺度观测场景。

#### 5 结论

本文提出取值为 $\delta=0.0280952$  的通用宇宙学修正常数,可有效缓解 $\Lambda$ CDM 模型存在的哈勃张力与结构偏差问题。该修正方式简洁通用,无需重构现有宇宙学理论框架。该常数大概率是宇宙演化规律中一项基础的普适修正项,值得后续从理论与观测两方面开展深入研究。

#### 参考文献

- [1] 普朗克合作组. 普朗克 2018 宇宙学参数结果[J]. 天文学与天体物理学, 2020.
- [2] 里斯 A G. 哈勃张力问题研究[J]. 天体物理学杂志, 2022.
- [3] 温伯格 D H. 宇宙学基础[M]. 牛津大学出版社, 2008.