基于量子不确定原理的万有斥力对宇宙奇点无穷大困难的消解研究

袁贺滔
东莞市石龙中学，广东 东莞 523320
DOI:10.61369/RSTD.2026030013

摘　　要： 按爱恩斯坦广义相对论推导出的奇点理论，一个几何点拥有无穷多的质点及无穷大的质量和能量，任何人都觉得不可能是物理实在，但在现代宇宙学奇点大爆炸创生出宇宙理论面前谁也不敢去推倒爱恩斯坦的奇点理论，只能无奈地感到困惑。作者认为，既然对宇宙空间事态的观测证明广义相对论是对的说明权威物理学家爱恩斯坦的存在奇点的数理过程是不能怀疑的。但奇点的存在又不可能是物理实在，这种矛盾总要解决的。作者认为爱恩斯坦在研究广义相对论时忽略了后来才发展成熟的主宰微观空间的量子力学规律，忽略了这种物理实在，才出现爱恩斯坦的奇点不是物理实在的矛盾，本文就是针对这种问题展开讨论。
关 键 词： 广义相对论；爱因斯坦；量子力学；数理推导

Research on the Elimination of the Infinite Difficulty of Cosmic Singularity Based on Quantum Uncertainty Principle with Universal Repulsion

Yuan Hetao
Dongguan Shilong Middle School, Dongguan, Guangdong 523320

Abstract: The singularity theory derived from Einstein's General Relativity holds that a geometric point contains infinitely many mass points, alongside infinite mass and energy — a scenario that is universally deemed physically implausible. Nevertheless, confronted with the cosmological theory that the universe originated from the Big Bang singularity, scholars have hesitated to overthrow Einstein's singularity theory, left with unresolved confusion. The author argues that astronomical observations of cosmic phenomena have validated General Relativity, meaning the mathematical derivation by the authoritative physicist Einstein that predicts singularities cannot be dismissed. Yet the physical impossibility of a true singularity creates an irreconcilable contradiction that demands resolution. This paper posits that Einstein overlooked the well-established laws of quantum mechanics, which govern microscopic spacetime, during his formulation of General Relativity; this omission gave rise to the paradox that Einstein's singularity cannot correspond to physical reality. The present paper elaborates on this contradiction and its underlying mechanisms.
Keywords: general relativity; Albert Einstein; quantum mechanics; mathematical derivation

引言

现代宇宙学的主流理论体系以广义相对论为核心支撑，爱因斯坦通过严谨的数理推导，证明宇宙空间存在奇点的概率性，成为宇宙大爆炸理论的核心理论依据。当前学界普遍认可，138亿年前的宇宙奇点爆发催生了现有宇宙体系，奇点作为宇宙初始态，被定义为体积无限小、质量与能量无限大的几何质点。但该理论框架始终存在无法规避的物理悖论：有限的宇宙空间无法承载无穷大的物理量，几何点状奇点蕴含的无穷质点、无穷能量与质量特征，违背现实物理实在的基本规律，这一问题被学界定义为奇点“无穷大困难”。

长期以来，无穷大困难始终困扰理论物理学界。尽管奇点的物理合理性饱受质疑，但由于广义相对论在宏观宇宙尺度的精准验证，以及缺乏完善的替代理论，学界始终默认奇点理论的合理性，未从底层物理机制层面质疑其缺陷。爱因斯坦创立广义相对论时期，量子力学尚未发展成熟，且爱因斯坦本人对量子力学概率诠释持否定态度，导致广义相对论构建过程完全忽略量子微观效应，形成经典宏观引力理论与量子微观规律的割裂状态，这也是奇点无穷大困难长期无法破解的核心根源。

现有针对奇点悖论的解决方案均存在明显短板：一是摒弃几何点质点模型、采用有大小的实体质点模型，与经典力学、量子力学、量子场论等成熟物理体系冲突，无法落地应用；二是人为限定万有引力公式的作用尺度，禁止其应用于 R 趋近于0的微观场景，属于被动规避问题，未解释微观尺度的真实物理规律。基于此，本文突破经典物理研究框架，引入量子力学不确定原理，揭示微观尺度天然存在的量子排斥效应，定义量子万有斥力，从物理本质上破解奇点无穷大难题，修正传统宇宙初始态模型，实现经典引力理论与量子力学的有机融合。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

一、宇宙奇点无穷大困难的成因剖析

（一）奇点理论的数理基础与物理悖论

广义相对论的数理体系严格自洽，通过时空曲率与物质能量的关联推导，必然得出宇宙演化过程中存在奇点的数学结论，从概率层面证明奇点具备存在可能性，这也是现代宇宙学坚守奇点大爆炸理论的核心依据。从数学层面而言，奇点是广义相对论方程的合理解，但从物理层面而言，奇点的核心特征与物理实在完全相悖。物理世界的所有客观存在均为有限物理量，质量、能量、密度、体积等物理参数均存在明确的取值范围，而奇点作为一个无体积、无维度的几何点，却承载着无穷大的质量与能量，聚集无穷多的物质质点，这种无限与有限的矛盾，构成了奇点无法调和的物理悖论。

从宇宙演化视角来看，奇点属于极低概率事件，但概率不为零，138亿年前的奇点爆发成为宇宙诞生的初始契机。极低概率的自然事件并不违背宇宙演化规律，但概率性存在无法掩盖其物理机制的缺陷，无穷大物理量的几何点始终无法被认定为真实物理存在，这也是学界对奇点理论普遍存疑却无法推翻的核心矛盾点。

（二）无穷大困难的两大底层诱因

奇点无穷大悖论的产生并非理论推导失误，而是经典物理模型与公式适用边界的固有缺陷导致，核心源于两大基础物理设定。

第一，全域适用的几何点质点模型。经典物理学至现代量子力学、量子场论的核心研究模型均为质点模型，即将所有研究对象，无论是宏观天体、微观基本粒子，均简化为拥有质量、无体积、无空间维度的几何质点。该模型极大简化了物理运算过程，且在绝大多数物理场景中具备极高的精准性，是现代物理学体系不可替代的基础模型，学界多次尝试替换为有体积的实体质点模型，均因与成熟物理体系冲突、无法适配各类物理规律而失败。但几何点质点模型忽略了微观尺度的空间限制，为无穷大物理量的产生提供了模型基础。

第二，万有引力公式的无尺度限制。经典万有引力公式：

$$F=Gm1m2/R2 \quad (1)$$

公式中引力作用距离 R 的取值范围被定义为无穷大至0，无任何微观尺度限制。根据公式规律，两个独立质点在万有引力作用下会持续相互靠近，随着间距 R 不断减小，引力 F 持续增大。在无其他制约因素的经典模型中，两质点最终会完全重合，形成质量叠加的新质点；新质点可继续与其他质点产生引力作用，持续叠加质量，无限迭代后必然形成质量、能量无穷大的几何质点，即为广义相对论预言的宇宙奇点。由此可见，经典物理体系的模型缺陷与公式无界性，共同催生了奇点无穷大困难。

二、量子万有斥力的物理机制与消解作用

（一）不确定原理的微观约束逻辑

海森堡不确定原理是量子力学的核心基础原理，揭示了微观粒子位置与动量的共轭不确定关系，其标准数理表达是，质点位置不确定量△ x 和动量不确定量△ p 的关系式

$$\triangle x \triangle p \geqslant \hbar/2 \text{ 其中 } \hbar=h/2\pi \quad (2)$$

ħ 为约化普朗克常数，是量子尺度的核心常量。该公式的核心物理内涵为：微观粒子的位置精度与动量精度无法同时无限提升，粒子活动空间范围的压缩必然导致动量不确定度的增大，二者呈反向约束关系。

从极端物理场景分析，若经典引力机制试图将质点完全禁锢于几何点，即位置不确定量当△ x=0，则△ p= ∞，无穷大的动量不确定量意味着粒子具备获取极大动量的概率，这种量子效应会形成天然的空间抵抗机制，彻底杜绝粒子被禁锢于单一几何点的可能性，从微观底层否定了几何奇点的物理存在性。

（二）量子万有斥力的定义与核心特征

万有引力的核心作用是压缩质点活动空间、拉近质点间距，而量子不确定原理催生的量子效应，可针对性对抗引力的压缩作用，形成一种天然的排斥效应。这种排斥效应会在质点间距不断缩小、活动空间持续被压缩时持续增强，有效阻止质点无限靠近与重合，彻底规避经典引力模型中质量无限叠加的问题，从根源上杜绝无穷大物理量的产生。

参考万有引力的命名规则，本文将这种源于量子力学基本规律、全域作用于所有微观质点的排斥效应定义为量子万有斥力。其具备两大核心特征：一是全域普适性，量子万有斥力仅与普朗克常数相关，与质点的质量、电荷、自旋等物理属性无关，所有微观粒子、质点均受该规律约束；二是天然制衡性，专门作用于微观极限尺度，精准对冲万有引力的无限压缩趋势，是大自然为规避物理无穷大悖论设置的底层制衡机制。

（三）量子万有斥力对无穷大困难的消解机制

经典物理体系中，万有引力的无尺度作用特性是奇点形成的动力来源，而量子万有斥力的存在，为引力作用设置了天然的微观尺度下限。当两质点在引力作用下相互靠近、间距缩小至量子微观尺度时，质点活动空间△ x 急剧减小，根据不确定原理，动量不确定量△ p 大幅提升，量子万有斥力效应显著增强，形成强大的空间排斥作用，抵消引力的吸引效果，阻止质点进一步靠近，使得 R=0 的极端物理状态无法实现。

相较于人为限定引力公式适用范围的被动解决方案，量子万有斥力是基于量子力学基本规律的天然物理效应，无需人为修正公式、无需推翻经典质点模型，在保留经典物理学、量子力学成熟理论体系的基础上，完美填补了经典引力理论的微观尺度空白。该机制彻底杜绝了质点无限重合、质量能量无限叠加的可能性，从物理本质上彻底消解了困扰学界已久的奇点无穷大困难，实现了物理实在的有限性自洽。

三、基于量子斥力的宇宙奇点模型修正

（一）经典奇点理论的核心缺陷溯源

广义相对论作为经典宏观引力理论，其理论体系构建于经典物理框架之上，诞生于量子力学成熟之前，存在天然的理论局限

 | Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

性。爱因斯坦在构建广义相对论时，未考量微观量子效应，且自身抵触量子力学概率诠释，导致理论完全忽略了微观尺度的量子排斥效应。在宏观宇宙尺度下，量子万有斥力效应极其微弱，可完全忽略，广义相对论的理论计算结果与宇宙观测高度契合；但在宇宙初始的极致微观尺度、强引力场景下，量子斥力效应占据主导作用，经典广义相对论的理论局限性彻底暴露，其预言的几何奇点仅为纯数学解，无法对应真实物理实在。

（二）奇点区域大爆炸理论的构建

本文理论并不否定广义相对论的数学合理性，仅修正其物理适配边界。广义相对论推导得出的几何奇点是有效的数学极限解，但受量子万有斥力的物理约束，该数学极限状态无法真实存在。在宇宙诞生初期，量子万有斥力阻止了物质无限坍缩为几何点，最终形成以数学奇点为中心、具备有限空间尺度、有限质量能量密度的微观区域，本文将其定义为奇点区域。

基于此，传统的“宇宙奇点大爆炸理论”可修正为宇宙奇点区域大爆炸理论。宇宙的初始状态并非无穷大物理量的几何点，而是符合量子物理规律、物理参数有限的微观奇点区域，该区域的膨胀爆发形成了现有宇宙体系。修正后的理论完美兼顾了广义相对论的宏观数学规律与量子力学的微观物理机制，彻底解决了无穷大悖论，实现了宇宙初始态物理规律的自洽统一。

四、结论与展望

1. 宇宙奇点的无穷大困难本质是经典宏观引力理论与微观量子物理规律的适配性缺陷导致，几何点状奇点是广义相对论的纯数学解，并非真实物理存在，有限的物理世界无法承载无穷大的物理量，奇点理论的物理不合理性客观存在。

2. 经典体系下替换质点模型、人为限定引力公式尺度的解决方案均存在明显短板，无法从本质破解奇点悖论。海森堡不确定原理衍生的量子万有斥力是自然界的底层制衡机制，可在微观尺度精准对冲万有引力的压缩效应，阻止质点无限趋近重合，彻底消解无穷大困难。

3. 量子万有斥力具备全域普适性，独立于质点的自身物理属性，仅由量子基本常量决定，是管控微观极限尺度的核心物理规律。引入量子万有斥力后，经典奇点模型可修正为有限尺度的奇点区域模型，传统宇宙奇点大爆炸理论更新为奇点区域大爆炸理论。

4. 本文研究打通了广义相对论与量子力学的微观适配壁垒，实现了宏观宇宙学与微观量子规律的统一，为宇宙初始态演化、黑洞奇点破解、量子引力理论构建提供了全新的理论思路。后续可通过数值模拟与天文观测数据，进一步验证奇点区域的尺度特征与演化规律，完善量子万有斥力的量化模型，推动量子引力统一理论的发展。

5. 参考牛顿的万有引力公式，库仑公式都是假设性质的公式的这一本质，为了开启量子万有斥力的量化模型的研究，本文在此先提出一个假设性质的公式，起抛砖引玉的作用。由于量子万有斥力 Fq 的普适性，与粒子（质点）的物理属性无关，只与约化普朗克常数 ħ 有关，只在深度微观空间发挥作用，以及要照顾公式量纲符合力的量纲，特提出如下的公式：

$$Fq=r0\,(\hbar c)/R3 \tag{3}$$

其中，Fq 是两个质点之间的万有斥力，每一个质点的斥力荷 =（ħc）1/2，R 是两质点之间的距离，r0是“特征尺寸”，是量子万有斥力开始起作用的尺寸，作者提出的参考尺寸是

$$r0=10^{-16}米$$

在微观空间里质点的位置是概率性地存在的，公式（3）中的 R 是一个确定的数，因此公式（3）必须象库仑力那样，放进概率波动方程，比如薛定格方程使用。

参考文献

[1] 爱因斯坦 . 广义相对论基础 [M]. 北京：商务印书馆，2019.

[2] 周世勋 . 量子力学教程 [M]. 北京：高等教育出版社，2018.

[3] 赵凯华 . 新概念物理教程・力学 [M]. 北京：高等教育出版社，2020.

[4] 李淼 . 宇宙学通识 [M]. 北京：人民邮电出版社，2022.

[5] 黄海 . 无重整化消除奇点与黑洞阴影验证 [J]. 天文学报，2025.

[6] Castillo I A. A Quantum-Cosmological Equation for the Regularization of Singularities[J]. Zenodo, 2024.

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.