

# 论小尺度上的引力大小和黑洞的关系

陈军利

西北工业大学电子信息学院, 陕西 西安

收稿日期: 2024年1月11日; 录用日期: 2024年2月11日; 发布日期: 2024年2月19日

## 摘要

传统的观点认为: 在无限小的尺度上都存在引力, 大质量恒星坍缩后, 小于施瓦西半径的天体形成黑洞, 黑洞中引力无限大, 物质密度无限大。本文分析了引力的产生、传播过程, 认为引力是由核子发出引力子, 引力子在空间以引力能量波的形式传播, 当引力能量波遇到其它核子时, 与其发生共振实现能量转移的过程。核力是引力在微观距离上的表现, 核力在小于 $1.5 \times 10^{-15}$  m上表现为斥力, 因此, 在无限小的尺度上不存在引力, 物质密度极限为中子星密度。施瓦西半径、黑洞和奇点只是未考虑引力极限和物质密度极限的数学推理, 目前流行的黑洞概念实际应该指旋转星系的中心。

## 关键词

引力极限, 物质密度极限, 施瓦西半径, 黑洞, 奇点

# On the Relationship between Gravitational Strength on Small Scales and Black Holes

Junli Chen

School of Electronic Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an Shaanxi

Received: Jan. 11<sup>th</sup>, 2024; accepted: Feb. 11<sup>th</sup>, 2024; published: Feb. 19<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

The traditional view is that gravity exists on infinitely small scales. After the collapse of a massive star, a celestial body smaller than the Schwarzschild radius forms a black hole. The gravity in the black hole is infinite and the density of matter is infinite. This article analyzes the generation and propagation process of gravity, and believes that gravity is the process of gravitons emitted by nucleons, which propagate in the form of gravitational energy waves in space. When the gravitational energy waves encounter other nucleons, they resonate with them to achieve energy trans-

fer. Nuclear force is the manifestation of gravity at microscopic distances. Nuclear force appears as repulsive force at distances less than  $1.5 \times 10^{-15}$  m. Therefore, there is no gravity on infinitely small scales, and the limit of material density is the density of neutron stars. Schwarzschild radius, black holes and singularities are just mathematical reasoning that does not consider the limits of gravity and matter density. The currently popular concept of black holes should actually refer to the center of a rotating galaxy.

## Keywords

Gravity Limit, Matter Density Limit, Schwarzschild Radius, Black Hole, Singularity

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

传统的观点认为：在无限小的尺度上都存在引力，大质量恒星坍缩后，小于施瓦西半径的天体形成黑洞，黑洞中引力无限大，物质密度无限大。本文第 2 部分分析了引力的产生、传播过程，认为在无限小的尺度上不存在引力。第 3 部分，分析了恒星坍缩过程和白矮星、中子星、黑洞的形成过程，说明物质密度极限为中子星密度，提出了黑洞概念中存在的问题。第 4 部分专门对施瓦西半径做了讨论。第 5 部回复了这样一个疑问，既然黑洞概念存在问题，那么现在流行的黑洞是什么？

## 2. 引力

目前公认宇宙万物之间存在四种基本相互作用力[1]，它们是：电磁相互作用力，弱相互作用力，强相互作用力，引力相互作用力。

电磁力是作用于带电荷的粒子之间。电荷有两种——正电荷和负电荷，同种电荷之间的力是互相排斥的，而异种电荷之间的力则互相吸引。典型的带电荷的粒子是电子，两个电子之间的电磁力比引力大  $10^{42}$  倍。

弱相互作用力制约着放射性现象，并只作用于自旋为  $1/2$  的物质粒子，而对诸如光子、引力子等自旋为 0、1 或 2 的粒子不起作用。

强相互作用力将夸克束缚在一起。一般认为，传播强作用力的媒介子为胶子。它只能与自身以及与夸克相互作用。

引力是每一粒子都因它的质量而受到的力。引力比其他三种力都弱得多，它会作用到非常大的距离去。

早期认为强力将原子中的质子和中子束缚在一起，更准确的这种力应该称为核力，可以证明，核力是引力在微观距离上的表现[2]。

偏转引力理论[3] [4] [5]认为质量的基本单位为核子(质子、中子的统称)，每个核子单位时间都发出大量引力子(如图 1)，对于星球，星球内部的核子发出的引力子与星球内部其它核子发生作用，形成星球内部的凝聚力，星球外层的核子发出的引力子部分发往球外，在星际空间以引力能量波的形式传播形成引力场。当引力能量波中的引力子遇到其它星球的核子时，与其发生共振(如图 2)，引力子被其它核子吸收，形成引力。每个引力子都携带能量  $h$  (普朗克常数)。

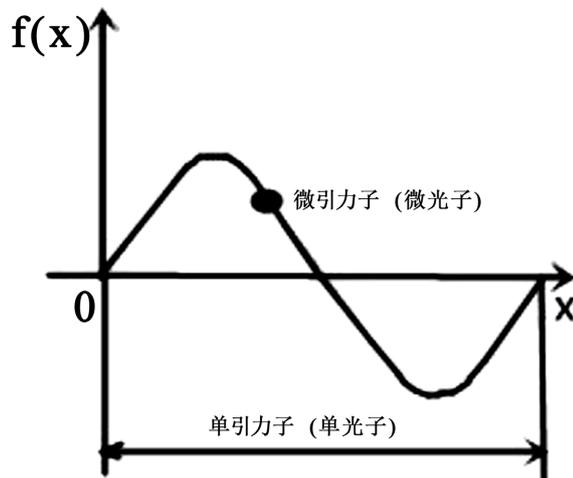


Figure 1. Single graviton (single photon)

图 1. 单引力子(单光子)

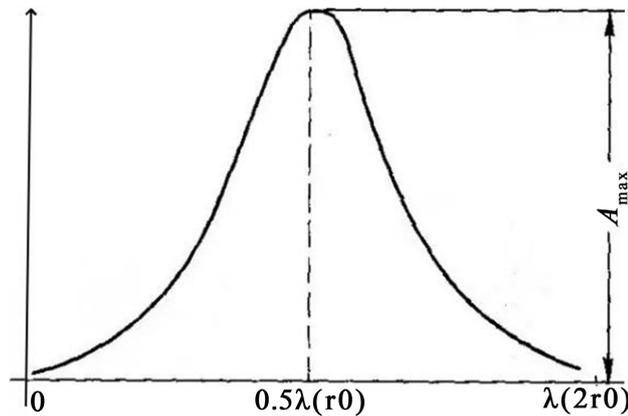


Figure 2. Resonance curve

图 2. 共振曲线

偏转引力理论根据共振原理推断，引力能量波的波长  $\lambda$  等于核子的直径(半径为  $r_0$ )。

$$\lambda = 2r_0 = 1.6 \times 10^{-15} \text{ m} \quad (1)$$

引力能量波在空间的传输速度为光速  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，则引力能量波的频率为：

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-15}} = 1.875 \times 10^{23} \text{ hz} \quad (2)$$

“核力是引力在微观距离上的表现” [2]一文对引力和核力做了详尽的分析：此文认为任何非接触作用都是场的作用。在原子核中，电子可以自由运动，电子带负电荷，电子的跃迁产生光子。和半导体中的空穴一样，失去电子的中子形成质子，质子形式上带正电荷，带正电荷的质子不可移动。质子并不会发出带负电荷的光子形成电磁场，相邻的质子也不会处于对方质子形成的粒子场中，质子不会受对方质子场中传播子作用产生斥力。因此原子核中，质子之间并不存在电荷斥力。另一方面，引力能量波的波长  $\lambda$  为  $1.6 \times 10^{-15} \text{ m}$ ，在原子核内部，核子与核子之间的距离与引力能量波的波长相同，核子之间的距离对引力能量波与核子的共振影响不能忽略。核子之间的距离小于  $1.6 \times 10^{-15} \text{ m}$  时，由共振曲线可以知道，核子之间产生能量交换的概率不大，设想核子为弹性球，此时随着距离的减小，核子之间的斥力会明显增加；当

核子之间的距离等于  $1.6 \times 10^{-15}$  m 时, 核子本身的弹性斥力消失, 引力能量波与核子的共振达到最强, 引力能量波与核子交换能量最大, 表现的引力也最大; 当核子之间的距离大于  $1.6 \times 10^{-15}$  m 时, 核子本身的弹性斥不存在, 由共振曲线可以知道, 核子之间产生能量交换的概率迅速下降, 表现为引力也明显下降; 当核子之间的距离为  $1.5 \times 1.6 \times 10^{-15}$  m 时, 核子之间能量交换接近于 0, 引力也接近于 0; 随后随着第二个周期的到来, 引力子能量交换的概率会逐步增加, 当核子之间的距离为  $2 \times 1.6 \times 10^{-15}$  m 时, 引力达到第二个高峰, 但是此时引力子交换的能量已经下降到第一个高峰的十分之一, 以后随着距离的增加, 引力会迅速下降。理想情况下, 单个核子上一个周期发射引力子回到基态, 下一个周期吸收引力子到激发态, 同时另外一个核子上一个周期吸收引力子到激发态, 下一个周期发射引力子回到基态, 两个相邻核子之间每个周期都会交换引力子, 这样可以计算两个相邻核子之间 1 s 内交换的能量, 在理想情况下可达 33 MeV。 ${}^2_1\text{H}$  由一个质子和一个中子够成, 也就是两个相邻的核子够成,  ${}^2_1\text{H}$  的结合能为 2.224 MeV, 在理想情况下, 相邻核子之间交换引力子传递的能量为 33 MeV, 说明质子和中子之间的引力完全可以覆盖质子和中子间的结合能。由 2 个核子的结合能可以反推核子单位时间 1s 内核子实际发出引力子的数量。

由以上引力的产生和传播过程可以看出, 核子间距离小于  $1.6 \times 10^{-15}$  m, 核子间表现为斥力, 因此在无限小距离上不存在引力。

### 3 黑洞和黑洞概念中的问题

恒星[6]起源于星际物质。星际物质相对集中的地方形成星云。一定量的星际物质受到引力扰动后, 星际物质之间的引力就会起主导作用, 使它们坍缩成密度更大的星云。密度大到一定程度时, 星云就会分裂成若干团块。团块的密度更大。此后各个团块继续坍缩、分裂, 直到几个更小的团块质量为 0.08~150 太阳质量时, 引力的压迫点燃了团块内的热核反应。热核反应提高了恒星内部压强, 进而阻止坍缩。等到热核反应能维持恒星自身动态的热平衡时, 这颗恒星就完全诞生了。

恒星一生的主要时间在主序星阶段, 演化的特点是恒星内部进行着以氢作为燃料的核聚变。主序阶段是恒星的青壮年期, 恒星在这一阶段停留的时间占整个寿命的 90%以上。这是一个相对稳定的阶段, 向外膨胀和向内收缩的两种力大致平衡, 恒星基本上不收缩也不膨胀。恒星停留在主序阶段的时间随着质量的不同而相差很多。质量越大, 光度越大, 能量消耗也越快, 停留在主序阶段的时间就越短。质量等于太阳质量的 15 倍、5 倍、1 倍、0.2 倍的恒星, 处于主序阶段的时间分别为一千万年、七千万年、一亿年和一万亿年。

当恒星中热核反应的燃料氢逐渐转化为氦时, 氢聚变就不能维持下去了, 恒星的结构就会发生显著变化。此时一颗恒星就度过了漫长的主序, 来到了它的老年阶段。

当一颗恒星质量小于 2.3 倍太阳质量的恒星演化到主序晚期, 体积膨胀形成红巨星。这一状态维持不了多久。在恒星彻底丧失活力之后, 引力作用导致核心密度越来越高。当密度达  $6 \times 10^7$  克/每立方厘米时, 由于存在电子简并压力, 使得物质不再被压缩, 此时核心就形成了一颗白矮星。与此同时, 恒星壳层脱离了束缚, 扩展到很大的范围, 形成了行星状星云。约 5 万年后, 行星状星云就会被吹散。

如果一颗恒星质量在 2.3 到 8.5 倍太阳质量, 核心的氢燃烧完毕后, 核心少许收缩, 但是由于其质量很大, 核心可以平稳地进入氦燃烧阶段。中心的氦燃烧完毕后, 核心再次收缩。由于质量大, 形成碳闪, 它也许会导致恒星的不稳定状态, 甚至导致爆炸, 毁灭这颗恒星。如果幸免于此, 那么恒星也终会变成一颗白矮星。

大质量恒星晚期出现洋葱结构。形成红超巨星。对于一个 25 倍太阳质量的恒星, 氢可以持续燃烧 700 万年, 氦可以燃烧 50 万年, 碳燃烧 600 年, 氧燃烧 1 个月, 而硅只能燃烧 1 天。离开主序之后的不稳定燃烧可能使恒星多次进入脉动变星状态。大质量恒星将会在超新星爆炸中结束自己的一生。

恒星主要靠核聚变产生的辐射压力对抗自身的引力，以维持自己的形态。一旦核聚变停止，恒星将不可避免地坍缩。恒星的自身引力与电子简并压力相平衡时形成白矮星。白矮星存在质量上限(钱德拉塞卡极限)为 1.44 倍太阳质量。白矮星通常由碳和氧组成。它的内部不再有核聚变反应，不再产生能量。

恒星的自身引力与中子简并压力相平衡时形成中子星。中子星直径只有十多公里，但是每立方厘米的物质可重达 10 亿吨，因此自转速度极快，周期可能达到七百分之一秒，形成脉冲星。还有的中子星磁场很强，形成磁星。(中子星密度  $7.809E-17 \text{ kg/m}^3$  近似于每立方厘米的物质可重达 10 亿吨)。稳定中子星的质量上限为奥本海默极限。奥本海默极限密度  $1.95\sim 2.05 \times 10^{18}$  千克/立方米，而中子星密度  $7.809E-17 \text{ kg/m}^3$ ，奥本海默极限密度稍大于中子星密度。

传统的观点认为：稳定中子星的质量上限超过奥本海默极限时，中子简并压力无法阻挡引力的作用，导致星体变为黑洞。黑洞本身就是一个体积为零，密度无穷大的奇点，这使得它引力非常大，以至于存在视界，在视界半径之内的任何东西都不能以任何方式被观察。

本文认为：引力是核子发出引力子，引力子与其它核子共振交换能量的过程，核力是引力在微观距离上的表现，大家知道，核力在距离小于  $1.5 \times 10^{-15} \text{ m}$  时表现为斥力，核力就是引力，因此引力在小于  $1.5 \times 10^{-15} \text{ m}$  时也表现为斥力，不存在“引力无穷大，密度无穷大，体积为 0 的奇点”。奥本海默极限只是说明稳定中子星的质量上限，并没有肯定质量大于奥本海默极限的恒星一定变成黑洞。

#### 4. 施瓦西半径[7]

1916 年，德国天文学家卡尔·史瓦西通过计算得到了爱因斯坦场方程的一个真空解，这个解表明，如果一个静态球对称星体实际半径小于一个定值，其周围会产生奇异的现象，即存在一个界面——“视界”，一旦进入这个界面，即使光也无法逃脱。这个定值称作史瓦西半径，这种“不可思议的天体”被美国物理学家约翰·阿奇博尔德·惠勒命名为“黑洞”。

根据牛顿引力公式推导的施瓦西半径为：

$$R_s = \frac{2GM}{c^2} \quad (3)$$

一个物体的史瓦西半径与其质量成正比。太阳的史瓦西半径约为 3 km，地球的史瓦西半径只有约 9 mm。

传统观点认为：星球坍塌时，认为无限小的寸参上都存在引力。本文认为：引力的极限是核子尺寸，比核子尺寸小的物质之间不存在引力，天体最后终结最多是中子星，没有比中子星密度再高的天体。

设核子的质量为  $m_0$ ，半径为  $r_0$ ，密度为  $\rho_0$ ，则中子星密度：

$$\rho_0 = \frac{m_0}{\frac{4}{3}\pi r_0^3} = \frac{3m_0}{4\pi r_0^3} \quad (4)$$

太阳的质量： $1.9891 \times 10^{30} \text{ kg}$ ，太阳变成中子星的半径  $r_s$  符合

$$\frac{4}{3}\pi r_s^3 \rho_s = m_s \quad (5)$$

$$r_s = r_0 \left( \frac{m_s}{m_0} \right)^{1/3} \quad (6)$$

太阳变成中子星的半径为： $8.472E-3 \text{ m}$ ，太阳的施瓦西半径 3 km，太阳的施瓦西半径小于中子星半径，显然施瓦西半径对于太阳失去意义。

地球变成中子星的半径为：1.222E-2 m，地球的施瓦西半径 9 mm，同样的地球的施瓦西半径小于中子星半径，显然施瓦西半径对于地球失去意义。

根据偏转引力理论，星球之间的引力与星球表面积成正比，由此可以推导施瓦西半径。

由修正引力公式：

$$F = G_s \frac{4\pi r_1^2 m_2}{R^2} \quad (7)$$

这里星球 2 很小，我们仅把星球 1 质量换成星球的表面积，在星球表面， $r_1 = R$ ，星球 2 继续用质量表示，这样：

$$F = 4\pi G_s m_2 \quad (8)$$

由牛顿第二定律：

$$F = m_2 a = m_2 g \quad (9)$$

在这里，天体表面的加速度  $a$  等于天体表面的重力加速度  $g$ 。

由(8)~(9)联解：

$$g = 4\pi G_s \quad (10)$$

在地球表面， $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ，所以  $G_s = 0.78 \text{ m/s}^2$ 。

引力势能：

$$E_g = m_2 g h \quad (11)$$

将(10)带入，在天体表面  $h = R$ ：

$$E_g = m_2 h \cdot 4\pi G_s = 4\pi G_s m_2 R \quad (12)$$

物体的动能：

$$E_k = \frac{1}{2} m_2 v^2 \quad (13)$$

要使物体逃脱天体的引力飞向星际空间，动能应该大于势能，取该值的临界值，也就是物体恰好不能逃脱天体引力而飞到星际空间的瞬间值。

$$\frac{1}{2} m_2 v^2 = 4\pi G_s m_2 R \quad (14)$$

这里光速  $c$  为临界值。

$$R = \frac{c^2}{8\pi G_s} = \frac{(3 \times 10^8)^2}{8 \times 3.14 \times 0.78} = 4.592 \times 10^{15} \text{ m} \quad (15)$$

上式中， $c$  为光速，带入具体数值可得到  $R = 4.592 \times 10^{15} \text{ m}$ ，太阳的半径为  $6.96 \times 10^8 \text{ m}$ ，可见施瓦西半径对一般恒星失去意义。

## 5. 传统的黑洞概念存在问题，那么黑洞是什么？

图 3 是旋转星系示意图。黑洞通常是因为它们聚拢周围的气体产生辐射而被发现的。科学家认为：银河系的恒星都围绕银心部位可能存在的一个超大质量黑洞公转，所有大型星系中心都存在超大质量黑洞。由此可以看出，黑洞就是大型旋转星系的中心。把旋转星系看成宇宙中的涡旋，黑洞就是涡旋的涡核。



Figure 3. Rotating galaxy  
图 3. 旋转星系

2014年初, 霍金曾通过论文指出在经典理论中黑洞是不存在的, 并提出了新的“灰洞”理论[8]。该理论认为, 物质和能量在被黑洞困住一段时间以后, 又会被重新释放到宇宙中。同年, 美国北卡罗来纳大学教堂山分校理论物理学教授劳拉·梅尔西尼-霍顿[9]提出, 垂死的恒星在发生最后一次膨胀后, 就会爆炸, 然后消亡, 奇点永远不会形成, 黑洞视界也不会出现。根本就不会存在像黑洞这样的东西。

## 6. 结论

本文分析了引力的产生、传播过程, 认为在无限小的尺度上不存在引力, 物质密度极限为中子星密度。施瓦西半径、黑洞和奇点只是未考虑引力极限和物质密度极限的数学推理。

## 参考文献

- [1] 基本力\_百度百科[EB/OL]. <https://baike.baidu.com/item/%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E5%8A%9B/8840690>, 2023-12-28.
- [2] 陈军利. 论核力是引力在微观距离上的表现[J]. 现代物理, 2023, 13(5): 113-124. <https://doi.org/10.12677/MP.2023.135012>
- [3] 陈军利, 康耀辉. 引力、引力场和引力子——关于引力能量波频率的推断[J]. 天文与天体物理, 2022, 10(1): 1-10. <https://doi.org/10.12677/AAS.2022.101001>
- [4] 陈军利. 引力是如何产生的?——引力线在偏转物体的运动方向[J]. 天文与天体物理, 2022, 10(2): 11-24. <https://doi.org/10.12677/AAS.2022.102002>
- [5] 陈军利. 引力线在偏转物体运动方向分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)自然科学, 2023(8): 52-57. <http://www.cqvip.com/QK/72191X/202308/epub1000003854924.html>
- [6] 恒星\_百度百科[EB/OL]. [https://baike.baidu.com/item/%E6%81%92%E6%98%9F/493?fr=ge\\_ala](https://baike.baidu.com/item/%E6%81%92%E6%98%9F/493?fr=ge_ala), 2023-12-28.
- [7] 施瓦西半径\_百度百科[EB/OL]. [https://baike.baidu.com/item/%E5%8F%B2%E7%93%A6%E8%A5%BF%E5%8D%8A%E5%BE%84/520165?fr=ge\\_ala](https://baike.baidu.com/item/%E5%8F%B2%E7%93%A6%E8%A5%BF%E5%8D%8A%E5%BE%84/520165?fr=ge_ala), 2023-12-28.
- [8] 灰洞\_百度百科[EB/OL]. [https://baike.baidu.com/item/%E7%81%B0%E6%B4%9E/5832319?fr=ge\\_ala](https://baike.baidu.com/item/%E7%81%B0%E6%B4%9E/5832319?fr=ge_ala), 2023-12-28.
- [9] 中科清研. 美一项新研究称黑洞根本就不存在[EB/OL]. <http://cnian.org.cn/h-nd-2407.html>, 2023-12-28.