

---

# 万有引力起源假说

郑耀明

北京交通大学软件学院，北京(100044)

E-mail: [08122442@bjtu.edu.cn](mailto:08122442@bjtu.edu.cn)

**摘要:** 万有引力的发现是经典物理的一座里程碑。其后许多科学家继续对万有引力做出了许多探索，其中最著名的是爱因斯坦在广义相对论中对万有引力理论的全新解释。然而遗憾的是人们始终未能找出万有引力产生的原因，本文提出了一种假说来解释万有引力起源，并设计了一个扭称实验用来验证此假说，最后应用此假说解释一些物理现象。

**关键词:** 理论物理学，万有引力起源假说，扭称实验，库仑常数

**中图分类号:** P131

## 1. 引言

万有引力定律是牛顿在 1687 年于《自然哲学的数学原理》上发表的，尽管牛顿对引力的描述对于众多实践应用来说十分的精确，但它也有几个问题被证明是不完全正确的<sup>[1]</sup>：

- 没有任何征兆表明引力的传送媒介可以被识别出，牛顿自己也对这种无法说明的超距作用感到不满意。

- 牛顿的理论需要定义引力可以瞬时传播，因此给出了经典自然时空观的假设，但是这与爱因斯坦的狭义相对论有直接的冲突，因为狭义相对论定义了速度的极限——真空中的光速。

当牛顿非凡的工作使万有引力定律能够为数学公式所表示后，他仍然不满于公式中所隐含的“超距作用”观点。他从来没有在他的文字中“赋予产生这种能力的原因”。牛顿自己说：

I have not yet been able to discover the cause of these properties of gravity from phenomena and I feign no hypotheses... It is enough that gravity does really exist and acts according to the laws I have explained, and that it abundantly serves to account for all the motions of celestial bodies. That one body may act upon another at a distance through a vacuum without the mediation of anything else, by and through which their action and force may be conveyed from one another, is to me so great an absurdity that, I believe, no man who has in philosophic matters a competent faculty of thinking could ever fall into it.

如果科学最终能够发现万有引力产生原因的话，牛顿的希望也将最终被实现。本文给出了一种假说以解释万有引力产生的原因，以期能解决牛顿理论存在的问题。

## 2. 万有引力起源假说

### 2.1 万有引力定律与库仑定律

万有引力定律与库仑定律的公式分别如下：

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (2-1)$$

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (2-2)$$

万有引力定律表述如下：任意两个质点通过连线方向上的力相互吸引。该引力的的大小与它们的质量乘积成正比，与它们距离的平方成反比，与两物体的化学本质或物理状态以及中介物质无关。

库仑定律描述的是两个带电粒子彼此相互作用的静电力的大小，库仑定律阐明，在真空中两个静止点电荷之间的相互作用力与距离平方成反比，与电量乘积成正比，作用力的方向沿连线，同号电荷相斥，异号电荷相吸。

人们惊奇的发现，尽管两个定律描述的是两种完全不同的事物，可它们的公式却惊人的一致，人们一直在努力寻找它们之间的联系。作者的研究即从此出发，最后提出一种假说将两者统一起来。

## 2.2 等量异性电荷引力大于同性电荷斥力假说（“k 不等”假说）

为简单起见，本文所有的讨论都假定在真空环境下，下文不特别说明。

“k 不等”假说描述如下：

等量异性电荷引力大于同性电荷斥力。也就是说异性电荷间的库仑常数  $k_d$  大于同性电荷间的库仑常数  $k_s$ ，即：

$$k_d > k_s \quad (2-3)$$

当然  $k_d$  与  $k_s$  的差别是非常微小的，后文将给出  $k_d - k_s$  的估算值。下面先对此假说提出的依据作出解释：

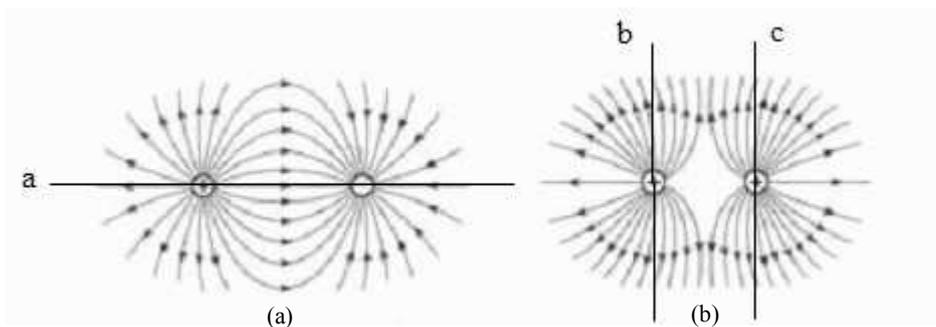


图 1<sup>[2]</sup> 异号点电荷与同号点电荷电场线 (a)异号电荷电场线 (b)同号电荷电场线

对电场线的分布状况的分析可以找到等量异性电荷引力大于同性电荷斥力的原因：

- 异号点电荷的电场线除了水平线 a 上的两条之外，其他的电场线都互相起作用。
- 同号点电荷的电场线起作用的只有竖直线 b, c 之间的电场线，因为其他的电场线没有相互挤压的趋势，互不影响。

• 异号点电荷的电场线从正电荷出发到负电荷终止相重合为一条。假设一个点电荷发出的电场线条数为  $n$ ，那么两个异号点电荷的总电场线条数为  $n + 1$ ，而起作用的电场线条数为（两条水平方向上的电场线不起作用）：

$$n - 1 \quad (2-4)$$

• 同性电荷的电场线不相重合也不交叉。仍然假设一个点电荷发出的电场线条数为  $n$ ，那么两个同性点电荷的总电场线条数为  $2n$ ，而起作用的条数为：

$$\frac{n}{2} \times 2 - 2 = n - 2 \quad (2-5)$$

乘 2 是因为有两个点电荷，减 2 是因为竖直线上的 4 条电场线不起作用。

比较式 2-4 与式 2-5 就可以发现两异号点电荷相互作用的电场线条数比两同号点电荷的电场线条数多一条，这就是  $k_d > k_s$  的原因。因为只有一条电场线的差别，与  $n$  比起来可以

忽略不计，这可能是经典理论认为只有一个  $k$ ，或者说  $k_d = k_s$  的原因。但是当电荷数量足够多时，这样的差别将相当可观。

### 2.3 万有引力产生的原因假说

现在假定有两个小球 A, B, 其分别带电  $\Delta q_A$  与  $\Delta q_B$ 。

- 由库仑定律, A, B 间的作用力为:

$$F = k \frac{\Delta q_A \Delta q_B}{r^2} \quad (2-6)$$

不管小球所带的是何种电荷, 该式都是成立的,  $k$  值也是相同的 (“ $k$  不变”)。

现在换一个角度来看, 把两小球间的库仑力视为小球所带外部电荷与小球原子内部电荷 (质子与电子所带电荷) 共同作用的结果。为了验证这种做法的正确性, 现假设 A, B 原子中正电荷的电量分别为  $q_A$  与  $q_B$ , 将  $\Delta q_A$  与  $\Delta q_B$  加上后有:

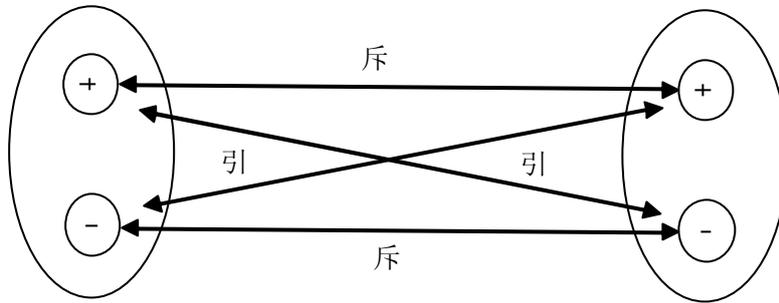


图2 原子内电荷相互作用示意图

$$\begin{aligned} F &= \frac{k}{r^2} [(q_A + \Delta q_A)(q_B + \Delta q_B) + q_A q_B - (q_A + \Delta q_A)q_B - (q_B + \Delta q_B)q_A] \\ &= \frac{k}{r^2} [q_A q_B + q_A \Delta q_B + \Delta q_A q_B + \Delta q_A \Delta q_B + q_A q_B - q_A q_B - \Delta q_A q_B - q_B q_A - \Delta q_B q_A] \\ &= \frac{k}{r^2} \Delta q_A \Delta q_B \end{aligned} \quad (2-7)$$

此结果即为式 2-6, 容易验证不论小球所带的是何种电荷, 此结果都是成立的。如此说明把小球原子中的电荷分开看的方法是正确的, 后面的讨论将采用这种思想。

经典物理观点认为两个不带电的物体间的静电力为 0 N。使用上述方法分析, 同性电荷斥力与异性电荷引力大小相等、方向相反互相抵消, 所以对外表现的合力为 0 N。这个结果是由 “ $k$  不变” 得出的。

如果根据 “ $k$  不等” 假说, 那么两个不带电的中性物体间静电力的合力将不为 0 N, 而且一定是引力。作者认为, 此引力即为万有引力:

万有引力产生的原因是等量异性电荷引力大于同性电荷斥力。也就是说万有引力产生的原因是 “ $k$  不等”, 万有引力的本质是库仑力。 (“万有引力假说”)

下面估算  $k_d - k_s$  的值:

假设不带电的两物体 A, B (因为要讨论万有引力, 所以不带电以排除静电力干扰), 其质量分别为  $m_A, m_B$ , A, B 中原子所带的正电荷电量分别为  $q_A, q_B$  (中子也需看成质子与电子之和, 所以  $q_A, q_B$  中也包括中子中正电荷的电量)。当然取负电荷也可, 为了讨论方便, 以

下都根据正电荷讨论。根据万有引力假说有：

$$G \frac{m_A m_B}{r^2} = \frac{1}{r^2} (2k_d q_A q_B - 2k_s q_A q_B)$$

$$G \frac{m_A m_B}{r^2} = \frac{2q_A q_B}{r^2} (k_d - k_s) \quad (2-8)$$

其中，乘以 2 是因为正负电荷分别作用，其大小相等。可参考图 2 与式 2-7。  
物体的电荷量（包括原子中的电荷）可由下式得到：

$$q = \frac{m_{\text{物体}}}{m_{\text{质子}} + m_{\text{电子}}} q_0 \quad (2-9)$$

其中  $q_0$  为点电荷电量。用物体的质量除以质子与电子的质量和得到物体中正负电荷对数，此即正电荷数（因为物体不带电，质子与电子都是成对出现的，中子也可看成质子与电子之和）。将得到的电荷对数乘以点电荷电量即物体中所有正电荷的电量（也是负电荷的电量）。因为  $G, q_0$  等都是已知的，所以将 2-9 式代入 2-8 式即可算出  $k_d - k_s$  的值：

$$k_d - k_s = \frac{G(m_{\text{质子}} + m_{\text{电子}})^2}{2q_0^2}$$

$$\approx 3.64469312 \times 10^{-27} N \cdot m^2 / C^2 \quad (2-10)$$

其中， $G = (6.6699 \pm 0.0007) \times 10^{-11} N m^2 kg^{-2}$  [3]，此值是理论上的估算，可能会有误差，后文将设计一个扭称实验用于精确测定该值。

由此可以做出一些推论：

从 2-4, 2-5 式可知，此差别是一条电场线的差别，所以此值即为一条电场线对  $k$  的贡献。所以 1C 电荷发出的电场线条数是：

$$N = \frac{k}{k_d - k_s} = \frac{9.0 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2}{3.64469312 \times 10^{-27} N \cdot m^2 / C^2} \approx 2.4693437 \times 10^{36} \quad (2-11)$$

一个点电荷的电量是  $1.60217733 \times 10^{-19} C$ ，所以一个点电荷发出的电场线条数是：

$$n = N \times q_0 = 2.4693437 \times 10^{36} \times 1.60217733 \times 10^{-19} \approx 3.9563265 \times 10^{17} \quad (2-12)$$

这些推论的结果与经典理论有很大差别，由经典理论得出的一个点电荷发出的电场线条数的结果是：

$$n = ES = 4\pi k q \approx 1.81202 \times 10^{-8} \quad (2-13)$$

作者在此保留意见，留待以后更进一步的研究。

### 3. 万有引力假说验证实验

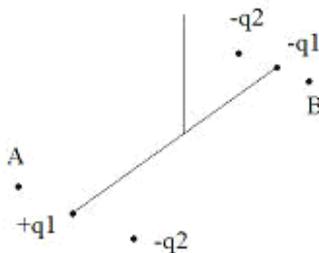


图3 扭称实验示意图

上图是一个扭称实验示意图，横杆选用绝缘材料制作，各小球摆放位置如图所示，小球均对称放置。根据经典理论，在万有引力的作用下，此扭称将保持不动。在库仑力的作用下此扭称也将保持不动。所以两种力共同作用的结果是扭称保持不动，这是采用经典理论分析的结果。

若根据本文的“k 不等”假说，则此扭称将逆时针转动（因为小球 A 与 B 的引入使万有引力保持平衡，所以扭称的转动完全是由“k 不等”引起的）。实验中若扭称转动了则说明“k 不等”的假说是正确的。同时由此实验还可测量出  $k_d - k_s$  的精确值，如此可与上文的估算做比较。

由于作者暂时没有条件做此实验，所以无法给出实验结果。

## 4. 应用

### 4.1 “万”有引力

由“万有引力假说”可以知道，只要存在正负电荷就一定存在万有引力，只要物体是由原子组成的，那么物体间必存在万有引力，这是与经典理论相符的。现代科学不断的发现新粒子，如果能找到不带电的粒子那么它们之间将不存在万有引力，以此也可来验证此假说的正确性。然而从另一方面说电荷间的库仑力是如何产生的，这仍是一个问题，可能就是由某些不带电的特殊粒子产生的。这已经超出了本文论述的范围，只是顺带提及。

### 4.2 万有引力无法屏蔽

根据此假说，读者很可能会想到：“既然万有引力是由库仑力产生的，那么只要将电场屏蔽就能屏蔽万有引力，这与事实不相符。”实际上这是因为读者还没有完全体会此假说，此假说认为万有引力的产生是由于  $k_d > k_s$ ，而不是由于物体带电。用静电屏蔽的方法能屏蔽掉由于物体带电而产生的电场，但是  $k_d > k_s$  是库仑力本身的性质，是不能被屏蔽的。所以用此假说分析的结果仍然是与经典理论相同的。作者认为如果能找到构成元素不带电的物质，那么它将不受万有引力的作用。

### 4.3 解决牛顿理论存在的问题

库仑力在空间中是以场的形式传播的，电场的传播速度是光速，场在空间中的传播不需要介质。本文的观点认为万有引力的本质是库仑力，所以万有引力也是以场的形式传播的，不需要介质，速度为光速。即：

万有引力在空间中以场的形式传播，其速度为光速，传播过程中不需要介质。

更进一步的可以说引力场的本质是电场（当然还是存在一些细微的区别，但是其共同点更多，所以暂时用这种说法，以揭示万有引力的本质），这就很好的解决了牛顿对万有引力的超距作用与速度极限的困惑。（具体问题见引言）

## 5. 结论

浩瀚无垠的宇宙让人类充满了各种美好的幻想，千百年来人类一直在努力探寻宇宙的秘密。牛顿万有引力的发现给了人类一扇窥探宇宙的窗口，从此人类开始踏上征服宇宙的旅程。然而关于万有引力的起源，人们一直找不到答案。

人们早已发现了万有引力定律与库仑定律的惊人相似，可惜一直找不到两者之间的联

---

系。本文即从此出发，提出“k 不等”假说，进而得到“万有引力假说”，以将二者统一起来。文中作者设计了一个扭称实验用以验证“k 不等”假说。最后使用此假说解释了一些物理现象以及牛顿理论存在的问题。

探寻万有引力起源是一项富有挑战性的工作，本文提出一种假说，以期能找到万有引力产生的原因。由于条件限制，作者无法进行文中设计的扭称实验，此假说的正确性尚未得到验证。当然此假说还有许多不完善的地方，有待进一步的工作。

### 参考文献

- [1] 维基百科. 牛顿万有引力定律 [EB/OL]. <http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E7%89%9B%E9%A1%BF%E4%B8%87%E6%9C%89%E5%BC%95%E5%8A%9B%E5%AE%9A%E5%BE%8B&variant=zh-cn>, 2009.
- [2] 人民教育出版社物理室. 全日制普通高级中学教科书（必修）物理 第二册 [M]. 北京：人民教育出版社，2003.
- [3] 胡忠坤. 万有引力常数 G 的精确测量与扭秤特性研究 [D]. 武汉：华中科技大学，2001.
- [4] (美) 爱因斯坦 著，杨润殷 译. 狭义与广义相对论浅说 [M]. 北京：北京大学出版社，2006.
- [5] MIT OpenCourseWare. <http://www.core.org.cn/OcwWeb/Physics/8-02TSpring-2005/Visualizations/detail/electrostatics.htm>, 2005.
- [6] 维基百科. 广义相对论 [EB/OL]. <http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E5%B9%BF%E4%B9%89%E7%9B%B8%E5%AF%B9%E8%AE%BA&variant=zh-cn>, 2009.

## Gravitation Origin Hypothesis

Zheng Yaoming

School of Software Engineering,  
Beijing Jiaotong University, Beijing, PRC, (100044)

### Abstract

The discovery of gravitation is a landmark of Classical physics. After that many scientists made a lot of exploration on it, and the most famous one is Einstein's gravitation theory in general relativity. But still people can't find out the origin of gravitation. In this paper the author propose a hypothesis to try to explain the gravitation's origin. In order to verify the hypothesis, the author design a torsion pendulum experiment. At the end, there're some applications of the hypothesis.

**Keywords:** Theoretical physics, Gravitation origin hypothesis, Torsion pendulum, Coulomb constant