

现代物理学基础的思考之六——引力质量与电磁质量之间的关系新探

李学生 (Li Xuesheng)

山东大学副教授, 理论物理教师, 中国管理科学院学术委员会特约研究员, 北京相对论研究联谊会会员, 中国民主同盟盟员

xiandaiwulixue@21cn.com, 1922538071@qq.com

摘要 (Abstract): 物理学是科学的基本学科。本文章分析探讨了现代物理学的重要问题, 引力质量与电磁质量之间的关系, 供参考。

[李学生 (Li Xuesheng). 现代物理学基础的思考之六——引力质量与电磁质量之间的关系新探. *Academia Arena* 2017;9(14s): 540-554]. (ISSN 1553-992X). <http://www.sciencepub.net/academia>. 15. doi:[10.7537/marsaaj0914s1715](https://doi.org/10.7537/marsaaj0914s1715).

关键词 (Keywords): 质点; 电荷; 引力; 电力; 空间; 方程; 量子力学; 引力质量; 电磁质量

目录

第一章: 电子的电磁质量不是电子静止质量的一部分

- 1、等效原理的适用范围
- 2、希格斯机制的由来
- 3、现代物理学对于希格斯粒子的实验探究
- 4、希格斯机制的局限性
- 5、电子的电量与电荷运动速度之间的关系
- 6、电的本质的思考
- 7、能量均分定理与布朗粒子
- 8、Einstein 科学美学观
- 9、电子的电磁质量不是电子静止质量的一部分
- 10、规范场的新认识

第二章: 电磁质量的能量

- 1、库仑定律的发现
- 2、引力质量与电磁质量的等价关系
- 3、四个基本假设
- 4、电磁质量的能量
- 5、类星体问题初探
- 6、电磁质量与引力质量的能量转化问题
- 7、电磁质量与引力质量的转化实例分析

第三章: 电磁质量的量子分布

- 1、夸克理论的提出过程回顾
- 2、现代物理学探求夸克的实验
- 3、现代物理学对于夸克理论的探究
- 4、夸克禁闭问题的由来
- 5、现代物理学对于量子化的困惑
- 6、电磁质量量子化认识过程简要回顾
- 7、经典电动力学电磁波辐射理论的质疑
- 8、磁单极子的存在性问题
- 9、现代物理学实验对于磁单极子的寻找
- 10、电磁质量的几何空间结构
- 11、广义相对论与量子力学没有统一的原因

第四章: 电磁质量的波粒二象性

- 1、现代物理学中的三类波
- 2、物质波的验证
- 3、电磁质量的波粒二象性
- 4、EPR 悖论的根本性解决

第五章：电磁作用与强相互作用之间的关系

- 1、强相互作用的提出过程回顾
- 2、现代粒子结构的发展
- 3、强相互作用的研究进展
- 4、电磁作用与强相互作用之间的关系
- 5、强相互作用不是短程力
- 6、电子的结构和质子自旋危机的解决
- 7、强相互作用和电磁相互作用关系的实验根据
- 8、惯性概念的发展

第一章 电子的电磁质量不是其静止质量的一部分

第二章 电磁质量的能量

1、库仑定律的发现

现在物理学思想,与传统物理学思想的最大不同是:前者是解释和预测宇宙的现象,后者是揭示宇宙的“本质”。解释和预测宇宙的现象就是:按人类业已形成的数理逻辑体系,解释和预测宇宙。在现代物理学基础理论中,一般所使用的物理学基本原理,不可能在实验中得到验证,只能验证由这些物理学基本原理,产生的物理学理论所带来的实际效应(在经典物理学中叫物理“现象”)。因此,我们可以用这样或那样的基本原理,建立这样或那样的理论。在“众多”的“正确”理论中,我们可能淘汰一部分,只留下少数几种,甚至只保留一种。淘汰的标准就是理论的扩展性,或叫理论的普适性、广泛性,因为我们力求用尽量少的原理,解释尽量多的宇宙现象,这是一个涉及物理学中美学范畴的问题。这种思想看起来带有浓重的人性化色彩(即主观性),带有强烈的“强人择原理”味道。这不仅有人问:宇宙为什么要符合我们建立的数理逻辑?这又变成一个哲学问题了,回答只能是:因为他是我们的宇宙,既然她孕育了我们,就应该让我们以自己的方式来了解她。恩格斯说:“只要自然科学在思维着,它的发展形式就是假设。”【1】

假设电荷是虚数的 $\pm iQ$ 。因为电荷无法直接测量,粒子携带电荷的大小,只能从作用力来推算,所以,不必拒绝虚数单位。

设两个粒子各带电荷 iQ_1, iQ_2 , 两个粒子之间电力满足库仑公式:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{R^2}, \text{ 此时应该把库仑定律微调, 就是电荷带上虚数符号 } i.$$

当 Q_1 与 Q_2 都为正电荷, 则: $iQ_1 \times iQ_2 = -Q_1 Q_2$, 此时电力为负, 相斥。

当 Q_1 与 Q_2 都为负电荷, 则: $i(-Q_1) \times i(-Q_2) = -Q_1 Q_2$, 此时电力为负, 相斥。

当 Q_1 与 Q_2 一正一负, 则: $i(-Q_1) \times iQ_2 = Q_1 Q_2$, 或者: $iQ_1 \times i(-Q_2) = Q_1 Q_2$

此时电力F为总为正, 相吸。

电力总体规律表现为:同性相斥,异性相吸。这个明显的规律性现代物理并没有给出合理的解释,而一旦把电荷看作是虚数物理量,电作用规律再显然不过。

最早提出电力平方反比定律的是 Priestley。Priestley 的好友富兰克林曾观察到放在金属杯中的软木小球完全不受金属杯上电荷的影响,他把这现象告诉了 Priestley, 希望他重做此实验。1766年, Priestley 做了富兰克林提出的实验,他使空腔金属容器带电,发现其内表面没有电荷,而且金属容器对放于其内部的电荷明显地没有作用力。他立刻想到这一现象与万有引力的情况非常相似。因此他猜想电力与万有引力有相同的规律,即两个电荷间的作用力应与他们之间距离的平方成反比。在1767年 Priestley 写了一本《电的历史和现状》。1769年,爱丁堡的 John Robison 首先用直接测量方法确定电力的定律,他得到两个同号电荷的排斥力与其距

离的 2.06 次方成反比。他推断正确的电力定律是平方反比律，他的研究结果是多年之后(1801 年)发表才为人所知。

1772 年英国物理学家 Cavendish 遵循 Priestley 的思想以实验验证了电力平方反比定律。他将一个金属球形容器固定在一绝缘支柱上。用玻璃棒将两个金属半球固定在铰链于同一轴的两个木制框架，使这两个半球构成与球形容器同心的绝缘导体球壳。用一根短导线连接球形容器和两个半球，利用一根系于短导线上的丝线来移动导线。Cavendish 先用短导线使球形容器与两半球相连。用莱顿瓶使两半球带电，莱顿瓶的电位可事先测定，随后通过丝线将短导线抽去。再将两半球移开，并使之放电。然后用当时最准确的木髓球静电计检测球形容器上的带电状态。静电计并未检测到球形容器上有任何带电的迹象。他用实验和计算的方法得出电力与距离成反比的方次与 2 的差值不大于 0.02。Cavendish 的实验得出的定量结果与十三年后(1785 年) Coulomb 用扭秤直接测量所得的结果的准确度相当，但他的研究成果都没有发表。是一百年后 Maxwell 整理 Cavendish 的大量手稿时才将上述结果公诸于世的。

最为著名的是法国物理学家 Coulomb 的研究工作。Coulomb 曾从事毛发和金属丝扭转弹性的研究，这导致他在 1777 年发明了后来被称为 Coulomb 秤的扭转天平或扭秤。1784 年 Coulomb 发表论文，介绍他发现的扭转力与线材直径、长度、扭转角度以及与线材物理特性有关的常数之间的关系，还介绍了用扭秤测量各种弱力的方法。同年，Coulomb 响应法国科学院有赏征集研究船用罗盘，他的科学生涯开始从工程、建筑转向电、磁的研究。1785 年 Coulomb 设计制作了一台精确的扭秤，用扭秤实验证明了同号电荷的斥力遵从平方反比律，用振荡法证明异号电荷的吸引力也遵从平方反比定律。他的实验误差偏离平方为 4×10^{-2} 。Coulomb 的研究工作得到了普遍的承认，而平方反比定律也就以 Coulomb 的名字 (Coulomb's law) 来命名了。

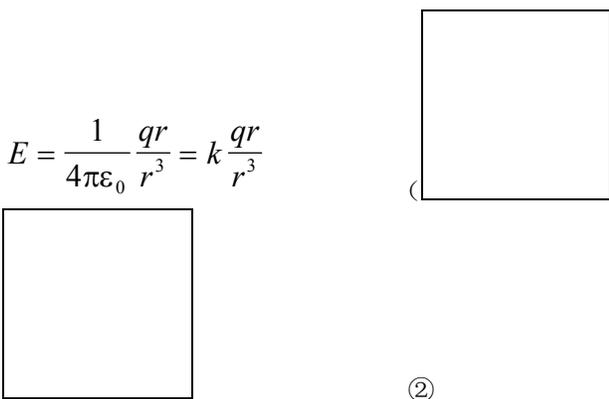
经典的引力公式和电力公式是： $F_{引} = Gm^2/r^2$ (1) $F_{电} = Kq^2/r^2$ (2)，其中，引力常数 $G = 6.673 \times 10^{-8}$ 达因厘米²/克²，电力常数 $K = 8.988 \times 10^{18}$ 达因厘米²/库仑²。G 和 K 都是实验值，它们各自有着复杂的量纲和远离 1 的系数，在两者之间看不出有什么内在的联系。我们期待，如果用最基本的自然常数组合取代经典的引力公式和电力公式中的系数，那么这两个物理公式之间的联系就会自然地浮现在我们面前。

引力场依赖于两次微分。但是电磁场在特殊的情形下也满足两次微分的形式。此时， $\nabla \cdot \mathbf{A} = \mu \rho$ ；同时还有许多性质，如旋度为零，散度等于电荷的平均密度。这正是静电场的形式，而所谓的电磁场则是这类特殊形式破缺的结果。引力场也是 conservative force field，引力线也不是闭合线，circulation theorem 依然成立。由于 Gauss' theorem 与 Coulomb's law 的实质都是电力与距离的平方成反比，两者是完全等价的，正如《费曼物理学讲义》卷 2 中指出：“Gauss' theorem 只不过是用一种不同的形式来表述两电荷间的 Coulomb's law。它们是完全等价的，只要我们记住电荷之间的作用力是径向的。”这里“电荷之间的作用力是径向的”是空间旋转对称性的必然结果。

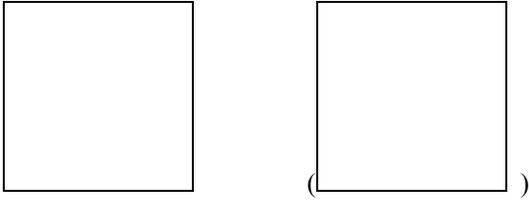
由电磁理论知，静电荷周围存在静电场 E ，当电荷以速度 v ($v \ll c$) 运动时，其周围除存在电场外，还存在与电荷运动有关的磁场 B ，电场场强与磁感应强度的数学表达式为：

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qr}{r^3} = k \frac{qr}{r^3} \quad (1)$$

电场



磁场



库仑定律仅仅适用于真空中两个相对静止的点电荷之间的相互作用。

历史上对库仑定律的检验是用 ϵ 表征的，它的定义是： $F=k\frac{q_1q_2}{r^2+\epsilon}$ ，其中 ϵ 表征了电的相互作用力对反平方定律的偏离程度。到目前为止，检验库仑定律的实验所确立的最好上限是： $\epsilon \leq 6 \times 10^{-16}$ 。

表 1 历史上各次实验的结果

作者	实验年份	ϵ
Robison (罗比逊)	1769	$\leq 6 \times 10^{-2}$
Cavendish (卡文迪许)	1773	$\leq 2 \times 10^{-2}$
Coulomb (库仑)	1785	$\leq 4 \times 10^{-2}$
Maxwell (麦克斯韦)	1873	$\leq 4.9 \times 10^{-5}$
Plimpton (普里斯顿) 和 Lawton (洛顿)	1936	$\leq 2 \times 10^{-9}$
Cochran (珂却任) 和 Franken (弗兰肯)	1967 1968	$\leq 9.2 \times 10^{-12}$
Bartlett (罢脱力) 和 Goldhagen (戈尔德哈呈)	1969 1970	$\leq 1.3 \times 10^{-13}$
Williams、Faller (威利斯)、 福勒) 和 Hill (希尔)	1970 1971	$\leq 6 \times 10^{-16}$

参考文献：

【1】恩格斯 《自然辩证法》 于光远 等编译，第 24 页。

2、引力质量与电磁质量的等价关系

在 Einstein 看来，理论物理学的完整体系是由概念，被认为对这些概念是有效的基本原理(亦称基本假设、基本公设、基本定律等)，以及用逻辑推理得到的结论这三者所构成的。因此，理论物理学家所运用的方法，就在于应用那些作为基础的基本原理，从而导出结论；科学家必须在庞杂的经验事实中间抓住某些可精密公式来表示的普遍特征，由此探求自然界的普遍原理。Einstein 指出，一旦找到了作为逻辑推理前提的基本理，那么通过逻辑演绎，推理就一个接着一个地涌现出来它们往往显示出一些预料不到的关系，远远超出这些原理依据的实在的范围。

现代物理学的进步表现为相对论和量子论的建立，前者提出了光速不变原理，依托的是光速 c ；后者则提出了测不准原理，依托的是普朗克常数 h 。这两个自然常数是描述自然界的两个最重要参数，在许多基本的物理公式中都可以看到它们的身影，所以我们首先考虑应用这两个自然常数。

根据等式两边量纲一致的原则，周建先生认为可以建立以下的方程组： $G = r_0^5 / h \tau_0^3$ (3)， $\{ K = hc^2 / 2\pi A^2 r_0 \tau_0$ (4)，式(4)中的 $A = 1$ 安培。对于式(4)，有两点需要补充说明：第一，由于(2)式中的电力常数 K 的定义，通过 $c^2 = 1/(\epsilon \times \mu)$ ，与导磁率相关，而导磁率是用 A 的平方定义的，所以在 K 中隐含着 A 的平方。于是，在新的电力常数表达式(4)中出现了 A 的平方，这样才能保持等号两边的量纲一致。

第二，在新的电力常数中引入了 2π 。这是因为电力是有方向的矢量，需要用 $h/2\pi$ 取代 h ，这是在量子电动力学中普遍采用的做法。

在上面这个方程组中，除了 c 、 h 之外，还有两个待定参数，它们是 τ_0 和 r_0 。前者的量纲是秒，与时间相关；后者的量纲是厘米，与空间相关。我们希望它们也是自然常数，这样就实现了用自然常数的组合取代作用力系数的想法。在下一节，我们将证实，它们确实是自然常数。于是，我们现在有了 4 个自然常数，并

由它们的不同组合来分别取代了引力系数 G (即式 (3)) 和电力系数 K (即式 (4))。

由式 (3) 和式 (4), 可以解出 τ_0 和 r_0 : $\tau_0 = (h^4 c^{10} / G (2\pi K)^5 A^{10})^{1/8} = 3.621 \times 10^{-12}$ 秒, $\{ r_0 = (G h^4 c^6 / (2\pi K)^3 A^6)^{1/8} = 2.913 \times 10^{-14}$ 厘米。

按照现代物理学的观点, **Newton的万有引力定律是广义相对论的一级近似, Coulomb's law被修正为各种非线性Maxwell's equation的类型, 它们都与广义相对论在形式上不同。在“二级近似”下, 广义相对论实际上具有麦克斯韦理论的特征。笔者认为, 既然它们在经典物理学中类似, 应该有内在的联系。在引力场中也存在高斯定理和环路积分定理, 也可以定义引力势、引力势差等概念, 在静电场中也存在电势能守恒定律。当A、B两 electric charge相互吸引时, 它们的万有引力与Coulomb力只是大小不同, 没有任何区别, 因此根据Einstein的局域等价性原理, 引力质量与电磁质量具有等价性, 等价原理的局域特征对当代物理学的思想具有深远的影响。**万有引力定律与Coulomb's law在现代物理学中被修正, 只能说明上面的数值应该修正, 但数量级不会变化。对于相同的自然现象, 必须尽可能地寻求相同的原因(10)。在物理学方法论方面, Einstein巨大的、真正具有永恒启发意义的功绩在于, 没有根据任何新的实验材料, 而仅仅从对于经典力学的基本概念的方法论分析出发就指出, 那些“放置着”我们感兴趣的一切客体的空间度量本身的变化, 也就是甚至最简单的匀速直线运动的必然结果。对看来是十分“明显的”同时性概念的实质内容所作的非常深刻的操作分析, 至今仍是建立一种全新的从前甚至无法想象的联系, 即最简单的物理过程同建立物理理论时所使用的抽象数学空间的最深刻的度量特征的变分、变化之联系的榜样。引力质量与惯性质量的相等使Einstein坚信, 这是一个精确的自然规律, 它应当在理论物理学中找到它自身的反映, 同样Coulomb's law与万有引力定律的相似也应当在理论物理的原理中找到它自身的反映。

电磁场方程组是麦克斯韦尔约一个世纪前用流体力学三个方程, 加一个假设方程而建立的。鉴于量子力学, 电动力学, 以及相对论理论的统治地位, 有人尝试电磁方程反推流体方程, 从规范场论推导NS方程。使用电动力学的推迟势算法加相对论来计算力学问题, 倒是可以算出激波的斜角等简单问题, 但是由于介质力学方程远要比电动力学与量子力学方程推出的方程复杂。对实际介质力学问题基本没有意义。洛仑兹于是给电磁场方程的位移电流里面加上一些项, 以便使电磁方程有物质方程的性质, 却未得到主流学者认可。把问题翻过来做却不一样。1998年美国的Dr. Haralambos Marmanis精彩地从欧拉方程, NS方程及湍流方程推导出Maxwell方程。俄罗斯罗蒙洛索夫大学的Dmitriyev教授也作了类似工作。(甚至还用流体力学推导了非线性薛定谔方程。和我国学者在孤波方面的研究相似)从不可压流体力学推导新的电动力学方程比原来多出许多高阶小项, 这些项到底有什么物理意义? 和试验相容程度如何? 引起多方关心, 也关心把它延拓到可压缩流动里面去。哪怕这种延拓是近似的, 只要它与试验相容即可。理论上矛盾焦点在于电动力学方程是协变不变的, 属于洛仑兹时空, 它满足真空光速不变假设, 而连续介质方程是守恒型的, 属于伽利略时空, 声速度不但可变, 而且可以超越, 如此大的差异, 所以一般的物理学家就认为这两种方程相似是貌似而神离。本质差异, 不能混为一谈。为了解决这个矛盾, 本课题将设法探求洛仑兹变换加上非常微小的高阶修正以后, 可以变成可压缩流方程简化时的某一种小扰动可压缩变换。这种变换在空间上和洛仑兹变换完全相同, 在时间只相差高阶小量。通过分析说明这种差别与现有实验精度测量结果相容。从而把相对论的时空变换与可压缩修正的某种辅助函数近似等同起来。进而研究与电磁场和其他的物质场理论平行的可压缩性介质表达形式。这种理论上的延拓有着他的实验基础。物理所的张元仲教授著书说, 历史上曾经提出过几种和相对论平行的假设, 唯一剩下来还不能够被实验所否定掉就是物质相互流动和运动的假设。物质世界本身是复杂和多样的, 别的力学性质暂时无需多加涉猎, 流体可压缩性的描述可以和不可压缩场的协变不变原理相容就值得分析。如果二者都与现有的实验结果相容, 那么谁更正确, 就有待于进一步的实验。选择更复杂的介质力学性质, 谁更与实验结果相容就会有分晓。从力学的角度来看, 这种描述不仅给对微观物质世界认识提供新的武器。同时也是力学学科一个新的生长点。我国数学物理科学有许多积累可资借鉴。除了冯康, 刘高联等一批力学家的介质方程哈密尔顿描述之外, 在相对论方面, 秦元勋教授指出罗伦兹变换的奇点, 意味着方程越过光速以后从椭圆型转变成双曲型, 此时粒子随速度增高而减小质量和能量。这正是可压缩流动的特点。杨文熊教授得出一个结论, 相对论的质能关系只不过描述了介质方程守恒性和随体导数性质。卢鹤跋院士1996年从连续介质角度出发, 突破真空均匀构造的局限, 提出对于相对论的质疑, 并对迈克尔森-莫雷的经典试验给出新的解释。黄志洵教授进行超光速的研究, 借鉴Sommerfeld提出的理论, 提出利用量子隧道效应来产生光波越过光速时的非线性效应, 并提出利用介质孤波方程代替量子力学方程计算光纤特性的看法。这些都和国际上的研究同步。所以, 进一步把前述的电磁场和流体场方程之间的相同结构的规律延拓到可压缩流体和非牛顿粘性中去。研究电磁场方程加洛仑兹变换着一套数学描述改写成空气动力学方程的描述形式以后误差到底有多大, 尤其是粘性和压缩性在“误差里面”影响有多大, 加上这些强非线性项以后的新数学描述是否能够满足迄今

为止的实验结果。从而建立起介质力学和电动力学（甚至引力场论及量子力学），描述微观世界的数学方法的平等地位。并通过进一步实验来进行新一轮的验证。

现代物理告诉我们，夸克u、d的静止质量都约330MeV/C²。质子由uud组成，可它的静止质量不是990 MeV/C²，而是938.27231 MeV/C²。因为，uud结合时，释放出了结合能。中子由ddu组成，可它的静止质量是939.56563 MeV/C²，比质子重些。这表明，中子释放出的结合能要比质子少些，它实际处于比质子能量稍高的亚稳态，而质子则处于基态。从而，自由质子是稳定的，而自由中子则会通过β衰变（弱相互作用）转变为质子，其平均寿命约887秒。中子、质子释放出的结合能主要是由强相互作用贡献的，其次才是电磁相互作用的贡献，引力相互作用和弱相互作用的贡献则更小。原子核除了氢外，都是由质子和中子结合而成的，这种结合主要是强相互作用，它克服了核内质子间的电磁斥力，故放出的结合能主要是由强相互作用贡献的，它是相当大的。例如，氦核是由一个质子和一个中子结合而成的，它释放出的结合能约：2.2244 MeV；所以，它的核质量较一个质子和一个中子的静止质量之和小了2.2244 MeV/C²。氦核由二个质子和二个中子结合而成的，它释放出的结合能约：26.73 MeV；所以，它的核质量较二个质子和二个中子的静止质量之和小了26.73 MeV/C²。它比二个氦核释放出的结合能大得多，所以，氦是远比氦稳定的元素。原子核与电子结合成原子，那主要靠的是电磁相互作用。所以，它释放出的结合能小得多。例如，氢核是质子，它与一个核外电子结合成原子仅释放出13.59eV的结合能。所以，氢原子的静止质量仅比一个质子与一个电子的静止质量之和小了13.59eV/C²。所以，使氢原子电离（使质子和电子分离）需要的电离能仅需13.59eV/个。但要将氦核分离为一个质子和一个中子就需要2.2244 MeV/个，要困难十万多倍！二个氢原子结合而成一个氢分子，释放出的结合能约：4.5eV。分子中单键的化学能大致也就这么多，这表明靠化学反应获得的化学能要比核能小得多，这是电磁相互作用远小于强相互作用之故。物质从气态凝结成液体，放出凝结能；反之，则要给予气化能，气化能等于凝结能。物质从液态凝结成固体，放出凝固能；反之，则要给予熔化能，熔化能等于凝固能。这些也都是电磁质量与惯性质量的转化，都是有形物质与无形物质的转化问题。

下面是杨新铁先生对于电磁场方程（研究电磁质量）和不可压流体介质方程（研究引力质量）的等价关系的推导：

（一）无粘情况下,不可压流体介质方程和电磁场方程的等价关系推导

$$\text{欧拉方程的动量方程表达如下 } \partial \mathbf{V} / \partial t = - \nabla (P / \rho + \mathbf{V} \cdot \mathbf{V} / 2) \quad <1>$$

F₁ 称作兰姆矢量,如果流动是沿着同心圆的环流,那么兰姆矢量表示的力就是离心力。下面我们就来设法证明兰姆矢量和涡矢量构成四个和电磁场完全对等的方程组。为简单起见,用 F₁ 代表兰姆矢量,用 P 代表压力和速度的势函数 这里 F₁ 和 P 都是 x 和 t 的函数,其中 F₁ = -∇(P/ρ + V·V/2)

于是有: ∂V/∂t = F₁ - ∇P <2>, 对方程 1 求旋度,得到涡强的方程: ∂ω/∂t = ∇ × F₁ <3>, 另一方面,由连续方程得到: ∇ · V = 0 <4>

$$\text{再对连续方程再求旋度,就有: } \nabla \times (\nabla \cdot \mathbf{V}) = 0 \quad <5>$$

$$\text{方程 2 又可以写成: } \mathbf{F}_1 = -\partial \mathbf{V} / \partial t - \nabla P \quad <6>$$

$$\text{对上式两边取散度 } \nabla \cdot \mathbf{F}_1 = -\nabla \cdot \partial \mathbf{V} / \partial t - \nabla \cdot \nabla P$$

$$\text{进一步可以写成: } \nabla \cdot \mathbf{F}_1 = -\nabla^2 P$$

所以,兰姆矢量的散度就表示了伯努里能量方程的一种起伏,如果把 -∇²P 这样的量定义成类似电荷一样的量 n 的话,从 5 和 7 式就得到了兰姆矢量和涡矢量的散度都类似于磁场和电场的散度的等价方程:

$$\nabla \cdot \mathbf{F}_1 = n \quad <7>$$

前面还有从方程 3 得到了涡的时间变化等于兰姆矢量的环量的类似于电场变化等于磁场环量的类似表达式。这样我们就已经有了电磁场和介质场的三个等价表达式,略去繁杂的证明还可以求的最后一个表达式即兰姆矢量对时间的导数的表达式:

定义介质流动矢量 j:

$$\mathbf{j} = \nabla \times \mathbf{V} - \nabla P - \mathbf{V} \cdot \nabla \mathbf{V} \quad \nabla^2 P = \nabla \cdot \mathbf{F}_1 \quad \nabla \times \mathbf{F}_1 = \partial \omega / \partial t \quad <8>$$

这样,可以写出第四个方程:

$$\partial \mathbf{F}_1 / \partial t = \nabla^2 \nabla \times \mathbf{j} \quad <9>$$

于是欧拉方程就和电磁场方程一一就如下所列,完全对应了起来。

微观 Maxwell 方程组

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = 4 \pi \rho$$

$$\partial \mathbf{E} / \partial t = \mathbf{C}^2 \nabla \times \mathbf{B} - 4 \pi \mathbf{j}$$

连续介质力学方程组

$$\nabla \cdot \mathbf{F}_1 = -\nabla^2 P \equiv n$$

$$\partial \mathbf{F}_1 / \partial t = \nabla^2 \nabla \times \mathbf{j}$$

$$\begin{aligned} \partial \mathbf{B} / \partial t &= -\nabla \times \mathbf{E} & 8 \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \partial / \partial t &= -\nabla \times \mathbf{F}_1 \\ \nabla &= 0 \end{aligned}$$

在微观 Maxwell 方程组中, E, B, C, ρ , \mathbf{I} , 分别表示微观电场强度, 磁场强度, 光速, 和位移电流。从上两方程组的数学描述中可以很明显的看出, 电场和涡场等价, 而磁场和拉姆矢量的力场等价。

(二) 康普顿效应的分析

远在康普顿以前, 观察已经指出, 当伦琴射线尤其是 γ 射线散射时, 波长有改变, 在散射的辐射中除原有波长外, 还出现了较长的波。关于散射时频率的改变, 可以赋予伦琴射线以粒子的本性得到解释。对于散射辐射出现较长波的现象, 在 1922-1923 年康普顿利用伦琴摄谱仪仔细地研究, 认为它不可以归结为附属因素的影响, 而且直接地和散射的机构本身相联系。在实验中, 用的是一组银的 Ka 线 ($\lambda=0.5267\text{\AA}$) 在同一散射角被不同物质散射时, 得出的实验结果是: 1) 新谱线位置的移动与散射物性质无关; 2) 当散射物的原子序数增加时, 不移动的谱线的强度升高, 而移动的谱线的强度降低。发现锂所散射的辐射实际上几乎全部是移动的谱线, 而铜的移动谱线的强度与不移动谱线的强度比较并不大。本来这些完全可以用波动理论的多普勒原理得到简单说明。而相对论的理论家为了用粒子理论说明这一现象, 把辐射看成是一群光子流, 认为每个电子散射一个完全的光子。下面看看在“康普顿效应”中的数学证明。

由于根据相对论的质速关系公式 $m=m_0/\sqrt{1-B^2}$ (此处 $B=V/C$), “光子”的静止质量一定等于零。并又独立的提出一个所谓适用于以速度 C 运动着的粒子的另一个动量公式, 即

$$P = vE / C^2 \quad (1)$$

$$\text{假定此处的 } v=C, \text{ 得到 } P = E/C \quad (1a)$$

$$\text{又用“光子”的能量 } E=h\nu, \text{ 那么, } P = h\nu/C \quad (1b)$$

上面就是所谓“光子”的动量公式。注意: 在上述(1)及(1a)式的关系中, 表示能量的 E 就已蕴涵着具质量函数的 mC^2 。在解释散射辐射波长只与散射角有关的现象, 根据如图所示作用力关系, 解释“光子”对电子传递能量过程。

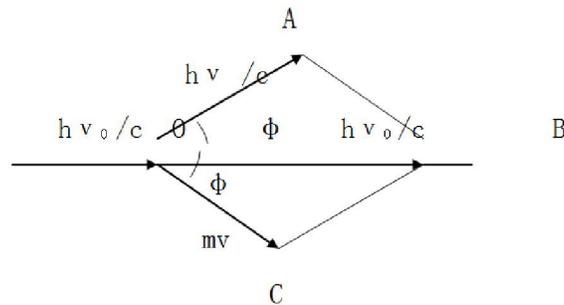


图 3

在“光子”和电子碰撞之前, 电子的动量等于零, “光子”的起始动量等于 $h\nu_0/C$ 。碰撞之后电子获得动量 mv , 此处的 $m=m_0/\sqrt{1-B^2}$, 而“光子”的动量变为 $h\nu/C$ 。

应用能量和动量守恒定律, 列出

$$h\nu_0 + m_0C^2 = h\nu + m_0C^2 / \sqrt{1-B^2} \quad (2)$$

此处 m_0C^2 是电子的“静能”, 以 m 表示电子的“运动质量”, 重写上式为

$$h\nu_0 + m_0C^2 = h\nu + mC^2 \quad (2a)$$

用动量守恒定律给出

$$h\nu_0/C = h\nu/C + mv \quad (3)$$

由上述矢量方程及图示的三角形关系有

$$m^2v^2 = h^2\nu_0^2/C^2 + h^2\nu^2/C^2 - 2h^2(\nu_0\nu/C^2) \cos\phi$$

$$\text{或} \quad m^2v^2 C^2 = h^2\nu_0^2 + h^2\nu^2 - 2h^2\nu_0\nu \cos\phi \quad (3a)$$

$$\text{又将 (2a) 式重写为 } mC^2 = h(\nu_0 - \nu) + m_0C^2 \quad (2b)$$

$$\text{并取其平方: } m^2C^4 = h^2\nu_0^2 + h^2\nu^2 - 2h^2\nu_0\nu + 2hm_0C^2(\nu_0 - \nu) \quad (2c)$$

$$\text{从 (2c) 中减去 (3a), 并经简单变换后, 得到 } C/\nu - C/\nu_0 = (h/m_0C)(1 - \cos\phi) \quad (4)$$

$$\text{因 } C/\nu = \lambda \text{ 及 } C/\nu_0 = \lambda_0, \text{ 得出波长的改变公式为 } \lambda - \lambda_0 = \Delta\lambda = (h/m_0C)(1 - \cos\phi) \quad (4a)$$

上式中, 量纲为长度的数量 h/m_0C 是三个常数的组合, 它并称为康普顿波长, 并用 Λ 标记: $\Lambda = h/m_0C$

$$= 6.624 \times 10^{-27} / (9 \times 10^{-28} \times 2.99 \times 10^{10}) = 0.242 \text{ \AA}$$

上述结论是：当散射角给定时，谱线的位移与任何散射物和任何能量或动量的入射“光子”无关。

上面的推导也说明了电磁质量与引力质量的等价性，这是光子与电子的一种动量交换。

附录 1：以前，科学家只是从理论上推测，在太阳风暴、核反应中，“应该存在”一个非常重要而奇特的“点”——磁零点。而最近，我国天文学家通过卫星观测数据，真实地“捕捉”到了宇宙中的磁零点。最新成果发表在近期出版的《自然·物理学》杂志上。磁零点是什么？它就像地球上的台风眼——别看台风呼啸横扫数百公里，小小的台风眼里却风平浪静。我国天文学家发现，来自太阳的电磁风暴同样也有台风眼——尽管“太阳风暴”袭击地球磁场时，甚至可以引起无线通讯中断，但在台风眼之中，却有个磁场为零的地方。多年来，为寻找磁零点，欧洲宇航局启动了“星簇”计划，连续发射了四颗卫星，中国也实施了“双星”计划。日前，卫星在离地球约 12.6 万公里的太空中，观测到一次“太阳风暴”侵袭下的地球磁场。根据观测数据，国家天文台肖池阶副研究员、大连理工大学王晓钢教授、北京大学濮祖荫教授等为主的研究小组，首次发现了自然界中存在的磁零点。当期杂志配发评论，认为这是磁重联研究领域“极其重要的”进展。在神奇的磁零点上，发生着太空中十分常见的物理过程——磁重联。在太阳风暴的“劲吹”下，“背风”处的地球磁场从原先的圆球形，被“吹”得好像飘扬的长发。长发般的磁力线在太阳风的“逼迫”下，不断逼近磁零点。当两条磁极方向相反的磁力线与磁零点无限接近的那一瞬间，两条磁力线开始“重新联结”：同时从中断开，并连接成两条新的磁力线——一条带着太阳风暴的等离子体飞向浩淼的太空，另一条则如同拉满的橡皮筋，缩向地球，它所携带的高能粒子“撞”进地球南北两极的大气层，形成美丽的极光。据国家天文台汪景琇研究员介绍，以前人们只是在理论上推测磁零点的存在，但这次他们利用该台赵辉博士发展的微分拓扑学方法，通过实际观测数据分析，发现了磁重联的中心区域存在磁零点，并计算出磁零点周围的磁力线存在螺旋结构。由于磁重联存在于太阳耀斑、磁约束核聚变等重要物理过程中，是能量转换和加速带电粒子的基本机制之一，因此，这一发现有助于彻底解决磁重联理论中一些长期悬而未决的难题。

3、四个基本假设

我认为是科学的想象力需要严谨的实验证据支持。提出科学问题很重要，要勇于挑战已有的科学理论，勇敢的提出质疑，但是这种质疑绝不是胡思乱想，绝不是毫无根据的，狂妄的去挑战已有的真理，而是需要严谨的实验作为依据。”“伽利略身上闪耀着渴望认识和驾驭客观世界的科学精神，宇宙的探索是永无止境的科学前沿，需要有志者像伽利略那样，不畏艰险，不断探索、开拓新的科学领域，深化人类对宇宙的认识。

-----路甬祥

恩格斯说：“只要自然科学在思维着，它的发展形式就是假设。”-----恩格斯

方程式之美，远比符合实验结果更重要 -狄拉克

世界著名物理学家费恩曼：“重要的是要认识到，在今天的物理学中，我们不知道能量究竟是什么”（《费恩曼物理学讲义》第 1 卷 P34）。美籍华人著名的物理学家、诺贝尔奖金获得者李政道把“一些物理现象理论上对称，但实验结果不对称”、“暗物质问题、暗能量问题”、“类星体的发能远远超过核能，每个类星体的能量竟然是太阳能量的 10^{15} 倍”、“夸克禁闭”称为是 21 世纪科技界所面临的四大难题。

Einstein 说：“适用于科学幼年时代以归纳为主的方法，正让位于探索性的演绎法。由经验材料作为引导，……提出一种思想体系，它一般是在逻辑上从少数几个所谓公理的基本假定建立起来的。”亚里斯多德学派指出：需要有未加定义的名词-原始概念(如:点,线,面,体)。定义了公理,公设,创立了独立的逻辑学,其中的基本逻辑规律:矛盾律和排中律,成为数学中证明的核心。亚里斯多德的形式逻辑为欧几里德演绎几何体系的形成奠定了方法论基础。

基本假设:1、电磁质量间不存在万有引力，数值在实数集上呈量子分布，具有波粒二象性；引力质量间不存在 Coulom 力，数值在实数集上呈连续分布,单个物体或基本粒子的引力质量可以被任意分割，相互之间存在万有引力和弱相互作用，不具有波粒二象性。

2、电磁质量与引力质量可以互相转化，在转化过程中作用力大小不变。

3、引力质量与电磁质量之间没有相互作用，当电磁质量与引力质量结合在一起时，电磁质量之间具有库仑力和强相互作用。

4. 只具有电磁质量的粒子为波色子，遵循波色——Einstein 统计；同时具有引力质量和电磁质量的粒子为费米子，遵循泡利不相容原理。

由于电磁质量与引力质量之间没有相互作用力，光子（电磁质量----后面分析）与真空（引力质量）没有作用力，在真空中光速不变，否则由于万有引力作用光子的速度会发生改变，电磁以太是不存在的，狭义相对论的观点是正确的。狄拉克光子真空与电子真空的观点是错误的，虚光子也是不存在的。

自旋为半整数 ($1/2, 3/2, \dots$) 的粒子统称为费米子, 服从费米-狄拉克统计。费米子满足泡利不相容原理, 即不能两个以上的费米子出现在相同的量子态中。轻子, 核子和超子的自旋都是 $1/2$, 因而都是费米子。自旋为 $3/2, 5/2, 7/2$ 等的共振粒子也是费米子。费米子(fermion): 费米子是依随费米-狄拉克统计、角动量的自旋量子数为半奇数整数倍的粒子。费米子遵从泡利不相容原理, 得名于意大利物理学家费米。根据标准理论, 费米子均是由一批基本费米子, 而基本费米子则不可能分解为更细小的粒。基本费米子分为 2 类: 夸克和轻子。而这 2 类基本费米子, 又分为合共 24 种味道 (flavour): 12 种夸克: 包括上夸克 (u)、下夸克 (d)、奇夸克 (s)、魅夸克 (c)、底夸克 (b)、顶夸克 (t), 及它们对应的 6 种反粒子。12 种轻子: 包括电子 (e)、渺子 (μ)、陶子 (τ)、中微子 ν_e 、中微子 ν_μ 、中微子 ν_τ , 及对应的 6 种反粒子, 包括 3 种反中微子。中子、质子: 都是由三种夸克组成, 自旋为 $1/2$ 。奇数个核子组成的原子核。(因为中子、质子都是费米子, 故奇数个核子组成的原子核自旋是半整数。) 由全同费米子组成的孤立系统, 处于热平衡时, 分布在能级 ϵ_i 的粒子数为, $N_i = g_i / (e^{(\alpha + \beta \epsilon_i)} + 1)$ 。 α 为拉格朗日乘子、 $\beta = 1 / (kT)$, 有体系温度, 粒子密度和粒子质量决定。 ϵ_i 为能级 i 的能量, g_i 为能级的简并度。根据自旋倍数的不同, 科学家把基本粒子分为玻色子和费米子两大类。费米子是像电子一样的粒子, 有半整数自旋(如 $1/2, 3/2, 5/2$ 等); 而玻色子是像光子一样的粒子, 有整数自旋(如 $0, 1, 2$ 等)。这种自旋差异使费米子和玻色子有完全不同的特性。没有任何两个费米子能有同样的量子态: 它们没有相同的特性, 也不能在同一时间处于同一地点; 而玻色子却能够具有相同的特性。基本粒子中所有的物质粒子都是费米子, 是构成物质的原材料(如轻子中的电子、组成质子和中子的夸克、中微子); 而传递作用力的粒子(光子、介子、胶子、W 和 Z 玻色子)都是玻色子。费米子(fermion): 自旋为半整数的粒子。比如电子、质子、中子等及其反粒子。它们符合泡利不相容原理, 以及费米-狄拉克统计: 由全同费米子组成的孤立系统, 处于热平衡时, 分布在能级 ϵ_i 的粒子数为, $n_i = g_i / (e^{(\alpha + \beta \epsilon_i)} + 1)$ 。 α 为拉格朗日乘子、 $\beta = 1 / (kt)$, 有体系温度, 粒子密度和粒子质量决定。 ϵ_i 为能级 i 的能量, g_i 为能级的简并度。

在一组由全同粒子组成的体系中, 如果在体系的一个量子态(即由一套量子数所确定的微观状态)上只容许容纳一个粒子, 这种粒子称为费米子。费米子所遵循的统计法称为费米统计法。费米统计法的分布函数为式中 $n(\epsilon)$ 为体系在温度 T 达热平衡时处于能态 ϵ 的粒子数; α 为温度和粒子总数的函数。

费米子, 得名于意大利物理学家费米。玻色子是依随玻色-Einstein 统计, 自旋为整数的粒子。玻色子不遵守泡利不相容原理, 在低温时可以发生玻色-Einstein 凝聚。玻色子包括: 。胶子-强相互作用的媒介粒子, 自旋为 1, 有 8 种; 光子-电磁相互作用的媒介粒子, 自旋为 1, 只有 1 种这些基本粒子在宇宙中的“用途”可以这样表述: 构成实物的粒子(轻子和重子)和传递作用力的粒子(光子、介子、胶子、w 和 z 玻色子)。在这样的一个量子世界里, 所有的成员都有标定各自基本特性的四种量子属性: 质量、能量、磁矩和自旋。这四种属性当中, 自旋的属性是最重要的, 它把不同将粒子王国分成截然不同的两类, 就好像这个世界上因为性别将人类分成了男人和女人一样意义重大。粒子的自旋不像地球自转那样是连续的, 而是是一跳一跳地旋转着的。根据自旋倍数的不同, 科学家把基本粒子分为玻色子和费米子两大类。费米子是像电子一样的粒子, 有半整数自旋(如 $1/2, 3/2, 5/2$ 等); 而玻色子是像光子一样的粒子, 有整数自旋(如 $0, 1, 2$ 等)。这种自旋差异使费米子和玻色子有完全不同的特性。没有任何两个费米子能有同样的量子态: 它们没有相同的特性, 也不能在同一时间处于同一地点; 而玻色子却能够具有相同的特性。基本粒子中所有的物质粒子都是费米子, 是构成物质的原材料(如轻子中的电子、组成质子和中子的夸克、中微子); 而传递作用力的粒子(光子、介子、胶子、w 和 z 玻色子)都是玻色子。由于同向电流相互吸引, 因此费米子的自旋方向必须相反。

在 1954 年致玻姆(D.Bohm)的信中, Einstein 陈述了自己对非空时的看法: “用像场这样的基本概念如果不可能作客观描述的话, 那么人们就不得不寻找完全避免连续区(连同空间和时间)的可能性。但是对于哪一类基本概念能够用于这样的理论, 我却一无所知。”在 1949 年对门格尔(K.Menger)的答复中, Einstein 表明: “所以要坚持连续区, 并不是由于偏见, 而是由于我已经不能想出任何有系统的东西来代替它。”把这两段话联系起来, 我们不难看出, 相对于他所宠爱的连续场论, 非空时的实在论思想对 Einstein 来说是可以接受的选择物。由于广义相对论只研究引力场----引力质量, 因此在实数集上是连续的, Einstein 在一定程度上是正确的。

由基本假设可知万有引力定律与 Coulombs law 本质是一样的, 即可以将万有引力定律从引力质量推广至电磁质量, 它们是一个问题的两个方面, 从而解决了围绕物理学界多年的难题——Coulombs law 与万有引力定律相似性的本质。

间隔性原理依赖于实在论的描述(实在的状况或状态)和因果联系, 这必然不容许远隔的实在事物相互有直接的因果影响。如果我们要在空时背景中追求实在论的描述, Einstein 就要求该背景遵循他的间隔性原

理。间隔性是 Einstein 空时理论的必要部分，虽然空时描述和间隔性在实在论纲领内是次要的。由于引力质量与电磁质量之间没有相互作用力，因此 Einstein 对于量子力学的批判具有一定的局限性。笔者认为既然引力质量在实数集上连续分布，那么引力波是不存在的，光电效应就是电磁质量转化为引力质量的一个实例。

4、电磁质量的能量能量实际上构成所有基本粒子、所有原子，从而也是万物的实质。在人类思想发展史中，最确定成果的发展几乎总是发生在两种不同思维方法的交会点上。它们可能起源于人类文化中十分不同的部分，不同的时间，不同的文化环境或不同的宗教传统。因此，如果它们真正地汇总，也就是说，如果它们之间至少关联到这样的程度，以致于发生真正的相互作用，那么我们就可以预期将继之以新颖有趣的发展。

——海森堡

根据场的 space-time 本质的观点，能量是物质与 space-time 的相互作用，如果认为引力质量具有正的能量，那么必须认为引力场具有负能量，自然界不存在负引力质量的物体，物理学家预言宇宙中存在负引力质量，但是没有发现由负引力质量形成的物质原因在于此。引力定律确保了宇宙中所有质量之间的（负的）引力位能，必定永远和每个质量 m 相关联的（正的）能量 mc^2 的总和大小相等、符号相反。因此总的结果准确的等于 0。现代物理学认为物质的引力场的质量是静止质量的 10^{-37} 倍，原因在于它只是计算的其相对时空部分。

引力质量与电磁质量具有等价关系。由于电磁质量与引力质量在转化过程中作用力不变。在万有引力定律中，令两物体引力质量均为 1kg ，转化后的电磁质量 为 Q ， R 不变，得 $G/R^2 = KQ^2/R^2$ ， $\therefore Q = (G/K)^{0.5} \approx 8.61 \times 10^{-11}\text{C}$ 。 $\therefore 1\text{kg} \approx 8.61 \times 10^{-11}\text{C}$ 。 $1\text{C} \approx 1.16 \times 10^{10}\text{kg}$ ， $1\text{A} \approx 1.16 \times 10^{10}\text{kg/s}$ 。 $1\text{V} \approx 8.61 \times 10^{-11}\text{m}^2/\text{s}^2$ ， $1\Omega \approx 7.422 \times 10^{22}\text{m}^2/\text{kg}\cdot\text{s}$ ，把国际基本物理量可以进一步变为 5 个。Maxwell 的微分方程是联系起 electric field 及磁场的空间和时间的微分系数。带电体质量（电磁质量）是 electric field 中散度不为零的地方。光波显现为空间中 electric field 的波动过程。这说明 electric field 与引力场具有等价性的一面。电磁质量与引力质量的等价关系是对称的绝对性的表现形式。electric charge 是物质存在的一种状态，电磁质量本质就是 quantity of electricity。引力场中的质量就是引力质量（惯性质量），因此广义相对论的假设是正确的。1 个电子的电磁质量为 $1.856 \times 10^{-9}\text{kg}$ ，远大于其引力静止质量 $9.10956 \times 10^{-31}\text{kg}$ ，电磁质量间作用力远大于引力质量间作用力， $e/m \approx 2.04 \times 10^{22}$ （注：无单位），因此在化学变化中物质的化学性质主要决定于电磁力。由于牛顿力学只适用于引力质量，因此牛顿力学不适用于微观世界。

由于引力质量与电磁质量之间可以互相转化，引力质量与能量之间满足质能方程： $E = m_{\text{惯性}} c^2$ ，因此电磁质量与能量之间应满足电能方程： $E = kQc^2$ ，令 $Q = 1\text{C}$ ，则 $E = kc^2(\text{J})$ ， $k \approx 1.16 \times 10^{10}\text{kg/C}$ 。这样可将 Einstein 质能方程从引力质量推广至电磁质量。由引力质量产生的能量为引力能，机械能是引力能的一部分。由电磁质量产生的能量为 电磁能量，二者可以相互转化，在转化过程中能量守恒。1C quantity of electricity 具有能量 $1.044 \times 10^{27}\text{J}$ ，1 个电子的电磁能量为 $1.673 \times 10^8\text{J}$ 。我们可以发现电磁能是相当大的。1900 年，彭加勒也明确提出电磁场具有质量（笔者注：此时应当为电磁质量），电磁场的质量等于其能量除以光速的平方 $m = E/c^2$

经典电磁理论只在处理标量偏微分方程组时才呈现出严格性，但 Maxwell 方程组是矢量偏微分方程组，人们一直缺少解决方法。当由矢量波方程在单色波条件下转为矢量 Helmholtz 方程，就会发现在一般曲线坐标系时只能得到分量的耦合方程，不能进行分离变数。1935—1937 年，W.W. Hansen 在一组研究天线辐射问题的文章中提出了直接求解矢量波方程的建议；他针对矢量波方程构造出独立矢量函数解 M 、 N ，因而矢量波函数又被称为 Hansen 函数；他实际上是用标量 Helmholtz 方程的本征函数作原基，进一步构造成新的正交基，使之直接满足矢量 Helmholtz 方程和相应的边界条件；这样的泛函 $M \setminus N$ 直接满足矢量波方程，使直接求解的工作有了开端。1941 年，J.A. Stratton 介绍了 Hansen 的思路，给出解法，讨论了解的形式，补充引入了矢量函数解 I ；当时及以后，人们不认为 L 函数与 M 、 N 在性质上有重要的区别。1971 年，C. 丁，Tai（戴振铎），指出可以用并矢 Green 函数直接求解 Maxwell 方程组的边值问题，给出了形式完美对称的表达式；但随即有人指出其公式两边不恒等，解是不完备的；具体讲，Tai 所得到的并矢 Green 函数虽满足坐标对称，但不包含乙函数。1973 年 Tai 自己作了修改，给出的新表达式多加了一个包含工函数的奇异项（代表源区场），这引起了争论。

1991 年宋文淼在其专著《并矢 Green 函数和电磁场的算子理论》中给出的推导是没有奇异项的。由于上述工作数学上艰深复杂，又无法用实验来证明何者正确，学术界难以取得共识。这就是争论中的“电磁场完备性问题”。1998 年，任晓雨在其博士论文中指出，有关矩形腔电并矢 Green 函数的争论源于对乙函数的不同理解——人们一直未认识到乙和 M 、 N 是物理意义不同的波函数（ L 满足的方程不是无源时电磁场的解，而另两个是）；他认为 L 函数只是一种数学工具。同年，任晓雨、宋文淼等在《微波学报》上发表论文，提

出不计入 L 函数也许是正确的——虽然没有 L 函数的电磁场本征函数系似不完备,但这可能正是电磁场本身的特性,即电磁波场在 Euclid 空间中本来就不完备?!从物理意义上看,一种观点认为非奇异项 (Tai 解答的主体部分)就是所需的物理场,奇异项则代表非物理场或“伪模”。宋文淼则认为电磁场实际上包含了电磁波场(光子量子场)和描述带电粒子间相互作用的场(虚光子场),即不再忽略粒子性——这与笔者近年来的学术观点和研究工作相接近…… 总之,人们从不同角度对现有理论表明了看法。1964 年, P.A. M.Dirac 在纽约的一次演讲中曾指出,关于 Maxwell 方程组不精确成立的可能性是存在的。当人们进入到离电荷(它们产生了场)非常近的区域时,经典场论恐怕就要修改,因为在这里需要一种非线性电动力学。实际上 Born—Infeld 的电动力学正是基于一个不同的作用量积分对 Maxwell 理论作了修正——该积分在弱场时与 Maxwell 作用量一致,在强场情况下就不相同。Born—Infeld 的理论属于量子场论(或叫量子电动力学),而在 1964 年时 Dirac 认为量子场论的成功还“非常有限、不断陷入困难”,人们必定要考虑电磁场波的量子化问题。在经典理论中,电磁场矢量的运动方程是 Maxwell 方程;在量子理论中,场矢量是作为算子来对待并受 Maxwell 方程支配。物理系统的状况由状态矢量代表。量子化系统描述中, Heisenberg 图象是把本征矢量看作描述不随时间变化的状态矢量时形成的基底矢量。Schroedinger 图象视状态矢量为时间函数,其运动方程则由 Schroedinger 方程规定。…虽然电磁波的量子化已不是新问题,量子电动力学也早已确立。但完全的量子化处理在理论上太复杂,故常用半经典法。电子学家们发现,现在常把 Schroedinger 方程介入到宏观电磁问题(金属壁波导、介质波导、光纤等)中来。工程技术人员对这个不太熟悉。但是就是它是经典(maxwell 方程为基础)电磁理论矛盾缓解和解决电子学家工程技术问题理论工具而言。maxwell 方程时代已经过去。人们依靠 schoedinge,Klein-Gordon,dirac 相对论性波方程处理复杂电磁系统。微波回旋器件是 maxwell 方程+valasov 方程组成动力学理论。

四维时空描述的是物质结构及所对应的能量,即第一变化率的积分形式。它只描述物质结构,因此是精确解,即物质结构状态。即物质的粒子性,正是物质粒子具有稳定的结构才使费米子具有 1/2 自旋,不可叠加性,不可入性。而第二变化率才描述场,是物质结构的变化形成场,因此场才具有叠加性,才是玻色子,具有波动性。从第二变化率的推论的量纲推导看引力场与电磁场的惯性度量是质量和电荷度量是互换的,也就是在讨论电磁场时是不考虑质量的,这也符合电磁力远大于引力可以忽略不计。

5、类星体问题初探

类星体是宇宙中最明亮的天体,非比寻常的亮,比正常星系亮 1000 倍。在可见光及无线电波段都有此特征。类星体的绝对星等 M_v 在 -25 等到 -33 等之间,用哈勃定律可由红移值推算出距离,再由距离推算出光度。这样算出的类星体光度,在太阳光度的 1012 倍到 1014 倍之间,约 10^{38} 瓦到 10^{40} 瓦。能量释放的功率是星系的千倍以上。

伽玛射线是电磁波中能量最强的部分,它通常伴随着极剧烈的物理过程产生。每星期科学家们都可以检测到几次伽玛爆。这种爆发在天空中具有各向同性,但在同一位置上从不重复发生。伽玛爆会放出巨大的能量,我们至今不清楚它的产生原因。一些天文学家认为伽玛爆可能来自于银晕中的中子星,更多的人则认为伽玛爆是由距离我们极遥远的剧烈过程(中子星或黑洞之间的碰撞)产生的。黄克谅:“因此,十几年前,类星体的发现构成了对近代物理学和现代天文学的挑战;今天,这个挑战仍然在继续。可以肯定,战胜这种挑战,更深刻地认识类星体的本质,将意味着人类对自然规律认识的一次巨大飞跃。”《天文学的新进展》1983。李宗伟,肖兴华:“总之,类星体发现以来 30 年中,红移的原因一直争论不休的问题,解决之日也是颁奖之时,盼望这一天早日到来。”《普通天体物理学》p569, 高等教育出版社 1992。卞毓麟:“所以,类星体的本质,迄今仍是个未解之谜。”《宇宙之谜》p50。周又元:“类星体是 60 年代四大天文发现之一,因其争论不休的奇特性质,而被号之为谜。”《天体物理、电路分析、脉冲分析》

李政道认为:“关于类星体,类星体的能量是太阳的 10^{15} 倍,超新星的能量是太阳的 10^{10} 倍。可是超新星仅有约一年的寿命。而类星体一直还在发光,它如此巨大的能量来自何处,我们不知道。”李政道(T.D. Lee)把这个问题列为 21 世纪科技所面临的四大问题之一。《自然杂志》19 卷 4 期的“探索物理学难题的科学意义”的 97 个悬而未决的难题:67。类星体的能源是什么?笔者认为伽玛射线爆与类星体的能量其实就是电磁能。在物理学的体系中有各种各样的守恒量,如质量、电荷、自旋、动量和能量等等。在封闭系统中所有的物理量中只有能量是无条件守恒的,无论物体发生怎样的运动、变化和相互作用,它总是保持守恒。与能量的无条件守恒不同,质量、电荷、自旋等等的守恒是有条件的。比如在正反粒子的相互作用后所谓的质量、电荷、自旋等特性都会消失。

通过上面的分析可知:电磁能与引力能在一定条件下可以相互转化,electric charge 与 electric field 在一定条件下可以相互转化,这也符合唯物辩证法的观点:矛盾着的双方依据一定的条件,各向其相反的方向

转化，自然界中的物质都是互相联系着的。质量守恒定律与 electric charge 守恒定律可统称为广义质量守恒定律，通过质能方程与电能方程可将广义质量守恒定律与能量守恒定律联系在一起。Maxwell's equation 与 electric charge 守恒有密切的关系。

附录：哈勃拍到超新星爆炸残留下的惊人光带

哈勃望远镜最近拍到了银河系中一颗已经在 1006 年 5 月 1 日爆炸了的超新星残余的特写镜头。此爆炸是历史记载中最明亮的爆炸之一。

据英国《新科学家》杂志报道，尽管中世纪的观天人在 1000 多年前看到了一颗恒星爆炸的景象，但直到现代天文学爱好者才全面获得了其爆炸残余的惊人画面。因为哈勃望远镜最近已经拍到了银河系中一颗已经在 1006 年 5 月 1 日爆炸了的超新星残余的特写镜头——是一条非常壮观的光带。此爆炸是历史记载中最明亮的爆炸之一，肉眼就能看见。

科学家表示，此精巧模样的残余其实是来自此恒星爆炸的部分冲击波。而且，此暴动的残余还在爆炸之中，每小时大约移动 1 千万公里。此哈勃图像主要是由此残余的氢原子发射出的可见光、蓝光、黄绿光和近红外线光共同生成的合成图像。此扭曲光带的明亮部分是来自此爆炸的冲击波位于我们视线的边缘。

此超新星爆炸的残余在可见光下较昏暗，但天文学家用 X 射线光谱制成了极好的图像。

注释：该超新星距离地球 1002 光年远，我们现在看到的对方就是公元 1006 年的情景。

6、电磁质量与引力质量的能量转化问题

根据对称的相对性与绝对性原理，反中子是电中性的，但是它与普通的中子又不完全相同。一个反中子经过 β 衰变后就变成一个反质子，而不是一个带正电的质子。粒子和反粒子相遇时不但要发生湮没，而且还会释放出巨大的能量。反质子带负 electric charge，它的质量与质子相同。一个质子和一个中子发生热核聚变反应形成氦核时大约释放出 2Mev 的能量，而一个质子和一个反质子湮没时释放出的能量大约是 1800Mev。由此可见，湮没释放出的能量大约是核能的一千倍。

现代物理学的实验也证明了电磁质量的能量的转化问题，下面列出了有关实验结果：在 2008 年 8 月 14 日于美国圣路易斯市布什会议中心召开的新闻发布会上，一个由中国物理学家和中国留美学者组成的研究小组宣布他们在 7 月 12 日完成了一项革命性的实验，实验结果表明在电磁相互作用中能量是不守恒的，能量可以在电磁相互作用中获得增值。这项发现彻底推翻了物理学理论中一贯默认的能量守恒定律，并为未来能源生产开辟了全新的道路，人类将从能源危机中获得解放。

参加此项研究的物理学家是来自中国原子能科学研究所的梁祺昌教授和美国华盛顿大学博士后研究员刘晓东。他们发现在环型螺线管和平板电容之间的能量传输是不平衡的，平板电容可以从环型螺线管的感应电场中获取能量，而环型螺线管的输入能量却为零，"这显然违反能量守恒定律"，刘晓东博士解释说，"如果能量是守恒的，那么一方电磁能的增加必然要求从另一方输入能量，但是实验结果却截然不是这样。"

此项研究成果可以追溯到 140 多年前英国的物理学家麦克斯韦。麦克斯韦是电磁学理论的鼻祖，他的电磁学理论今天被称作麦克斯韦方程组，这个方程组描述了电磁波是如何产生并传播的。在 1861 年，麦克斯韦根据他的理论预言电磁波可以在真空中以光速传播，这个预言在 26 年以后，即 1887 年，被德国物理学家赫兹用实验证实，为了纪念赫兹，他的名字被记作频率的单位。今天我们所用的电视，广播，雷达，无线通讯都离不开麦克斯韦和赫兹的贡献。

在麦克斯韦的理论中，最神秘和最吸引人的部分就是位移电流，位移电流是空间电场的瞬间变化率，麦克斯韦发现变化的空间电场可以产生磁场，而变化的磁场又可以感生新的电场，由此电磁波可以在空间传播。如果我们考察位移电流与导体中自由电子的相互作用，就会发现，位移电流产生的感生电场可以推动自由电子运动，使电子获得能量，但是反过来，运动的电子产生的感生电场却不能对位移电流有任何影响，原因是位移电流里只有电场而没有电子。在这个相互作用过程中，位移电流既不损失能量，也不获取能量，只有导体中的自由电子获得了能量，这样一来，能量就不守恒了。原理如此简单，可是麦克斯韦本人也没有想到他提出的位移电流理论直接导致能量不守恒。这个秘密不幸被隐藏了 140 多年。

从牛顿时代开始，能量守恒一直被当作物理学的基本理论，欧美的科学家在 19 世纪的时候做了大量研究，希望找到能量不守恒的途径，但是都没有成功，在这种情况下科学家们不得不承认能量守恒定律是“正确”的。有意思的是，吃不到葡萄的狐狸也会提出酸葡萄定律，两个定律听起来很相似。“只要吃到一个甜葡萄，酸葡萄定律就被打破了。”梁祺昌教授介绍说，“19 世纪的研究工作集中在机械能和热能的转化上，这条路被证明是走不通的，但是电磁能守恒的问题从未被仔细地研究过。在 1901 年的时候，有个叫亨利。颇因恺的法国物理学家曾经怀疑过位移电流导致能量不守恒的问题，但是他没能提出可靠的实验证据，结果他的工作就被后人遗忘了。”

刘晓东博士介绍说：“我们的工作没有超越麦克斯韦的理论，我们只是在他的理论中找到了一个隐含的推论。我们在实验中观测到的效应非常显著，甚至超过我们的预料。我们已经与多位中国的及美国的著名物理学家交换意见，请他们检查我们的实验原理和实验结果，均没有发现任何问题。我们准备将论文投给美国著名的学术期刊《科学》。这项研究历时五年，开始的时候我们走了很多弯路，这是一个漫长的历程，我们得到了亲友的资助。现在我们终于知道如何在电磁相互作用中使能量增值，在这个过程中，不需要从外界输入额外的能量，虽然现在的能量增益还很小，但是我们正在设计功率更强大的装置，我相信在这项技术得到应用以后，人类将不再需要石油和煤炭。”

1992年，芬兰一位物理学家制造了一个直径为145厘米、厚度为6厘米的超导盘。他将超导盘温度降到零下233℃，然后将其置于一个交变电流产生的旋转磁场中，超导体产生感应电流，感应电流受到电磁力的作用，从而使得超导盘跟着磁场旋转。一切原本都挺正常，但是，当超导盘的转速达到5000转/分钟时，一个奇怪的现象出现了：置于超导盘上的物体丧失了1%的重量，而且旋转速度越快，物体的重量丧失得越多。经研究，这位物理学家认为，这是由于“重力屏蔽”作用减少了地球对物体的引力，从而使得物体重力丧失了。1923年，一位科学家发现，大量充电的电容器，当电容器极板间的电压达到7万至30万伏时，整个电容器就会沿着正极方向移动，电容器的移动速度甚至可达每小时几百千米。这是怎么回事呢？经过一系列研究，科学家才明白，原来高压带电的电容器自身形成了一个人造重力场，这个重力场在抗衡地球重力，从而使电容器在没有动力的情况下移动。1958年，这位科学家利用这个原理，在一个直径为38厘米的碟形模型上，成功地使其带动重物快速移动。这个碟形模型既没有推进器，也没有喷射装置，更没有任何移动装置，只是利用电场在自身周围产生了一个“人造反重力场”。碟内的重物在碟做快速运动时不会有任何被移动的感觉，因为它们处于相同的变了形的局部重力场中。这个试验首次使人们感到了“反重力”的妙用。

众所周知，我们目前正面临着越来越严重的能源危机，按目前的消费速度，地球上的石油只能使用50年左右，煤炭也只能使用80年到100年，原子能大概能使用60年到70年，也就是说，在最迟100年以后，我们的子孙后代将没有能源。而且，在能源消耗的过程中，能源价格将越来越高，争夺能源的战争将越来越频繁。可能有其他的替代能源吗？有，但是不够用，比如美国目前正在大力发展生物能源，可是即使把全美国的玉米都酿成酒精，也只能满足美国12%的能源消耗。太阳能成本高，效率低，风能不稳定，那么原子能呢？曾经有人设想月球采集氦3回来做核聚变的燃料。“利用氦3实现核聚变的技术问题本身还没有解决，载人登月的难度也很大”，从50年代即参加中国核物理研究工作的梁祺昌教授对核聚变技术非常了解，“至于在月球开采矿藏，困难更是不可预料。如果不能从根本上解决能源问题，中国的现代化建设将受制于人，甚至会停滞”。另外，由于大量燃烧石油和煤炭，排放二氧化碳，全球气候变暖也成为一个大问题，干旱，沙漠化，冰川融化，海水上升，陆地淹没，热带风暴频发，等等。这些问题使我们不得不担忧我们的未来。现在物理学家为我们提供了全新的原理和技术，人类将从灾难中得到解放。毕业于北京大学物理系的余美祥博士评价此项发现是“一个将得到诺贝尔奖的工作”。

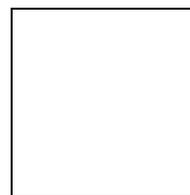
笔者认为，此时只是电磁质量的能量转化为引力质量的能量问题，能量并没有增加，能量守恒定律依然成立。当电磁质量与引力质量结合在一起时，电磁质量才可以转化为引力质量，例如正负电子由于电磁力互相吸引，运动速度增加，质量增加。

在历史上，每一次物理学的重大突破都会改变我们的生活，中国古代四大发明之一的指南针即是人类在电磁学领域的第一个重大发现，这个发现对人类文明的进程产生了重大影响。近代物理学的发展更是为我们提供了日新月异的技术革命，从牛顿、法拉第、麦克斯韦，到特斯拉、Einstein、费米，物理学家前进的脚步从未停止过。

7、电磁质量与引力质量的转化实例分析

(一) 英国发现银河系外“神秘天体”不同于已知天体

(来源：大洋网-广州日报)



这片极具魅力的星云距太阳有2.2万光年，并以惊人的速度孕育新恒星。

据新华社电英国天文学家14日报告说，他们在以产生新天体而著名的星系“M82”中发现了一个“神秘天体”，它不同于银河系中所知的任何天体，也许会被划入“微类星体”之列。

英国皇家天文学会发布公告说，曼彻斯特大学研究人员当天在天文学年会上报告了这一发现。这个天体属于距离地球约 1000 光年的“M82”星系，该星系以频繁产生新的恒星而闻名，而这些新恒星通常又会很快死亡，使得该星系中每二三十年就会出现一次在其他星系罕见的超新星爆发现象。

据介绍，研究人员去年 5 月利用射电天文望远镜观测到这一神秘天体，开始他们认为这是一次超新星爆发，但通常超新星爆发的亮度持续几周后就会减弱，而这一天体的亮度在随后几个月中都没有减弱的迹象。

研究人员初步认为，它也许可以被归为“微类星体”，可能与一个大规模黑洞有关。“类星体”因其光谱性质不同于恒星等天体而得名，而“微类星体”则是更少见的小型类星体。不过，这一新天体的亮度和持久度等特征都超过银河系中已知的微类星体，是没有在银河系中见过的类型。（来源：广州日报）

（二）德科学家在纳米层次上实现光能和机械能转换（2002 年 05 月 15 日 09:47 摘自新华网）

新华网柏林 5 月 14 日电（记者潘治）德国科学家日前发现一种单分子聚合物，在光照条件下可引起其纳米尺度的链式结构长度发生变化，即在纳米层次上实现将光能转化为机械能。科学家认为，这一发现使未来纳米机器找到简便可控的动力成为可能。德国慕尼黑大学与马克斯-普朗克学会的科学家说，他们发现的这种新型纳米机械是单个的感光聚合分子，呈链式结构，由物质偶氮苯构成。偶氮苯由两个苯环连接构成，具有顺、反两种异构体形式，两者物理性质差异较大。这种物质已在许多实验中表现出感光性，可以起到如同“光学开关”般的作用。

科学家发现，当他们利用紫光对这种单分子聚合物进行多次照射后，其链式结构长度变长，而用波长相对较短的紫外线照射后，其长度也随之变短。实验中，这种聚合物的长度变化可重复实现多次，直到其链式结构断裂为止。科学家解释说，他们的这一发现具有实际应用价值。如他们在实验中还将一个质量微小的“重物”垂直悬挂在纳米结构末端，组成一个如同弹簧吊起重物的机械，结果成功实现了利用光照将“重物”吊起放下的过程。他们在发表于新一期《科学》杂志的论文中表示，这是人类首次在纳米层次上将光能转化成动能，这一成果给未来各种纳米机械找到了新的潜在能源。

（三）通古斯之谜

1908 年 6 月 30 日 7 时 15 分俄罗斯西伯利亚现今克拉斯诺亚尔斯克边疆区的通古斯卡河地区伴随着雷鸣声飞来一个巨大的火球，紧接着，爆炸使叶尼塞河、勒拿河与贝加尔湖之间方圆百万平方公里内都感觉到了震动，蘑菇云升起，欧洲许多国家在夜空中看到了白昼般的闪光，甚至远在在洋彼岸的美国，人们也感觉到大地在抖动。陨石坠落地区，总面积约为 2200 平方公里的森林 6 千万棵树呈扇面形从中间向四周倒伏，爆炸能量相当于 1500-2000 万吨 TNT 炸药。这个爆炸被横跨欧亚大陆的地震站所记录，其所造成的气压不稳定甚至被当时英国刚发明的气压自动记录仪所侦测。接下来几个星期，欧洲和俄国西部的夜空有如白昼，亮到晚上不必开灯读书。在美国，史密松天文物理台(Smithsonian Astrophysical Observatory)和威尔逊山天文台(Mount Wilson Observatory)观察到大气透明度有降低的现象至少数月。一些科学家认为通古斯陨石的质量不小于百万吨，速度达 30-40 公里每秒，但在现场却找不到陨石，这就是所谓通古斯之谜。

附录：【科学家新发现年轻脉冲星 宛若“上帝之手”】2013 年 5 月 22 日讯，这颗年轻的脉冲星被命名为“PSR B1509”，脉冲星是一种高速旋转的中子星，它向太空喷射大量能量形成复杂和壮观的结构，它有时像一个巨大的“上帝之手”。

作者 (Author):

李学生 (Li Xuesheng), 男, 山东大学副教授, 理论物理教师, 中国管理科学院学术委员会特约研究员、北京相对论研究联谊会会员, 中国民主同盟盟员, 中国科学院高能物理所研究员。2002 年撰写的论文《数学归纳法的拓广》在《济南教育学院学报》上发表, 2004 年 8 月撰写的理论物理学论文《引力质量与电磁质量之间的关系新探》在北京相对论研究联谊会第三届年会上发表, 得到了与会专家的初步认可; 2005 年 12 月至今我撰写的论文《现代理论物理学的九个问题》、《真空不空》、《以太的发展史》在《香港新科技杂志》上发表。2007 年在《格物》上发表论文《暗物质、暗能量和宇宙常数问题》; 2007 年 12 月在《新科技》(香港)杂志上发表论文《以太的发展史》; 2002 年在《山东师范大学学报(自然科学版)》教学科研上发表《在物理教学中注意培养科学美的观念》; 多篇有关文章在学术争鸣杂志 (Academia Arena, <http://www.sciencepub.net/academia>)上发表。 xiandaiwulixue@21cn.com, 1922538071@qq.com。

主要深入理解阅读的部分文献:

1. [日] 浅野四郎 浅野诚一 著 师华译。《狭义相对论的新图示法——space-time 圆图法——》高等教育出版社 1992 年版。

2. 《介质浮力存在的普遍性》 段灿光著 本文集。
3. 《没有太阳辐射, 大气将静止吗?》 段灿光著 本文集。
4. 《以太浮力论》 段灿光著 本文集。
5. 《再论以太浮力 —— 关于万有引力变化的讨论》 段灿光著 本文集。
6. Baidu. <http://www.baidu.com>. 2016.
7. Google. <http://www.google.com>. 2016.
8. H.C. 瓦尼安, R. 鲁菲尼, 引力与时空, 科学出版社, 北京, 2006, pp150-153.
9. Ma H, Cheng S. Nature of Life. Life Science Journal 2005;2(1):7 - 15.
10. Ma H. The Nature of Time and Space. Nature and science 2003;1(1):1-11. Nature and science 2007;5(1):81-96.
11. National Center for Biotechnology Information, [U.S. National Library of Medicine. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed). 2015.
12. Wikipedia. The free encyclopedia. <http://en.wikipedia.org>. 2015.
13. 狄拉克. 《现代物理学参考资料》第3集[C]. 科学出版社, 1978. 38.
14. 王存臻、严春友 著. 《宇宙全息统一论》山东人民出版社 1995 年版。
15. 《彗星漫谈》 徐登里编著 32K、P107 1975 年 7 月科学出版社。
16. 《数学在天文学中的运用》 刘步林编著 32K、P316 1979 年 9 月科学出版社。
17. 《中国大百科全书·天文学》 主编: 张钰哲 1980 年 12 月中国大百科全书出版社。
18. 《哈雷彗星今昔》 张钰哲著 32K、P97 1982 年 3 月知识出版社。
19. 《天体力学浅谈》 [苏]尤·阿·里五波夫著, 李五行、陈晓中译 32K、P201 1984 年 11 月科学普及出版社。
20. 《地学基本数据手册》 主编: 张家诚, 副主编: 李文范 16K、P1377 1986 年 3 月海洋出版社。
21. 《彗星十讲》 胡中为、徐登里编著 32K、P158 1986 年 4 月科学出版社。
22. 《中国百科年鉴·1986》 1986 年 10 月中国大百科全书出版社。
23. 《简明天文学词典》 叶叔华主编 32K、P880 1986 年 12 月上海辞书出版社。
24. 《中国百科年鉴·1987》 1987 年 12 月中国大百科全书出版社。
25. 《哈雷彗星及彗星-地球关系》 天地生综合研究论文集 胡中为、阎林山 16K、P471. 1989 年 11 月中国科学技术出版社。
26. 1995 年 6 月 21 日 《中国青年报》。
27. 1997 年 12 月 19 日 《中国科学报》。
28. Einstein 著, 方在庆、韩文博、何维国 译. 《Einstein 晚年文集》 海南出版社 2000 年 3 月第 1 版。

5/4/2017