

对万有引力的再考察

(再评广义相对论)

谭天荣

青岛大学物理系青岛 266071, China,
ttr359@126.com

内容提要: 本文指出, 广义相对论有两个论据不成立, 一个是惯性力与引力不可分辨, 另一个是惯性力不能完全抵消引力, 从而证明整个广义相对论是不合逻辑的。另一方面, 本文在惯性场论的基础上, 一方面通过引力与电磁力的对比, 另一方面通过经过改写的等效原理, 建立了一种新的引力场论, 它具有如下特征: 第一, 等效原理是它的逻辑结论; 第二, 通过“引力场张量”的概念, 它与牛顿引力理论紧密衔接; 第三, 它的数学结构简单, 与其他自然力的场论相比并没有特别迥异之处。

[谭天荣. 对万有引力的再考察. Academia Arena 2010;2(11):41-46]. (ISSN 1553-992X).
(<http://www.sciencepub.net>).

关键词: 张量分析; 惯性力; 万有引力; 广义相对论; 等效原理; 自然引力论

1. 引言

在谈到广义相对论时, 爱因斯坦说: “这个理论主要吸引人的地方在于逻辑上的完备性。从它推出的许多结论中, 只要有一个被证明是错误的, 它就必须被抛弃; 要对它进行修改而不摧毁其整个结构, 那似乎是不可能的。”言外之意, 广义相对论在逻辑上无懈可击。可事实远非如此, 我们即将看到, 这个立足于逻辑推理的理论其实是不合逻辑的。

2. 对广义相对论的两点质疑

限于篇幅, 在这里, 我们仅仅对广义相对论的两个主要的论据提出质疑。我们质疑的第一个论据是:

A. 引力与惯性力不可分辨。

引力的规律有两个方面: 一方面是引力作用于物质的规律, 另一方面是物质激发引力的规律。当引力作用于物质时, 其效果与惯性力一样; 但物质激发引力却并不激发惯性力, 在这一点上, 引力与惯性力截然不同。爱因斯坦把他的“观察者”囚禁在一个“密封系统”里, 完全不让他知道他周围的物质激发引力的情况, 另一方面却假定这位观察者能极为敏锐地感知引力或惯性力对物质的作用。诚然, 经过这样精心选择的观察者确实不能分辨引力与惯性力。但是, 我们能因此得出什么结论呢?

物理学家们往往通过“观察者”的感受来表现某一观察对象的行为, 这种用观察者的主观感觉的语言来表现外部世界的客观规律的独特表现方式, 存在着各式各样导致错误的可能性。特别是, 如果刻意选择生理上残缺的人作为观察者或者刻意安排观察者处于不正常的观察条件之下, 人们就可以借助于这种表现方式随心所欲地制造各种荒谬可笑的命题, 这里信手拈来几个例子: 如果颁布禁令, 观察者只允许在夜色中见到猫,

那么观察者们肯定会得出一致结论：“一切猫都是灰色的。”如果把一位观察者终身囚禁在井底，则这位可怜的观察者们很难不得出结论：“天与井口的大小相等。”如果在红绿色盲中挑选观察者，则观察者们将会异口同声地说：“红色与绿色不可分辨”，等等！等等！在这些例子中，观察者确实确实有那样的主观感觉，但所得出的结论却并不是客观规律。同样，由于爱因斯坦的“密封系统”也是一种“不正常的观察条件”，不论处于这种观察条件之下的观察者有怎样的感受，都不能把命题 A 变成一条客观规律。

命题 A 是广义相对论的中心点，但这一命题并不比“一切猫都是灰色的”、“天与井口的大小相等”或者“红色与绿色不可分辨”等命题更高明，它与这三个命题来自同一性质同一水平的错误推理。只是由于爱因斯坦至高无上的权威，才使得这个命题登上了“物理学规律”的大雅之堂，成了广义相对论的一个组成部分。

只要我们解除“不允许在白昼观察猫”的禁令，观察者们就能立刻发现，世界上不仅有灰色的猫，而且还有黑猫、白猫、黄猫以及各式各样的花猫。同样，只要离开爱因斯坦的“密封系统”，观察者就能分辨惯性力与引力。仅凭这一点我们就足以断言：广义相对论是不合逻辑的。

我们质疑的另一个论据是：

B. 对于一个真实的引力场，不存在一个加速系，它的惯性力能在整个时空中完全抵消该引力场。

一个处于静电场中的带电粒子，其行为不仅与当地的电场强度有关，而且还与它自身的“荷质比”有关，但一个处于引力场中的质点，其对应的“荷质比”就是它的引力质量与惯性质量之比，而这个比值却是一个常量。从这一事实出发，爱因斯坦提出如下理想实验：如果一个升降机自由下落，则升降机作为一个加速系，其惯性力与重力相互抵消，从而升降机内的观察者处于失重状态，并由此得出了著名的“等效原理”。如果没有论据 B，等效原理就将表成：

C. 任意给定引力场，存在一个特殊的加速系（我们称它为该引力场的“特征参照系”），其惯性力场与该引力场相互抵消。

但爱因斯坦却坚持论据 B，从而坚持惯性力场与引力场只能在一个局部的时空区域相互抵消，并且通过如下例子来证明这一结论：地球的重力场在无穷远点为零，而任何加速系的惯性力在无穷远点却只能是有限的，或者趋向无穷大。因此，没有一个参照系的惯性力场能抵消地球的重力场。

这种推理使我想起一句趣话：“例子并不骗人，但骗人的人常举例子。”

当人们提出“任何加速系的惯性力在无穷远点是有限的甚至趋向无穷大”的论据时，他们所考虑的加速系总是作加速运动的“刚性标架”，但对于相对论，每一个（平直的）四维时空的曲线坐标系表示一个“参照系”，除了惯性系以外，每一个参照系都给出一个惯性力。有谁证明过这种一般意义下的惯性力在无穷远点总是有限的或者趋向无穷大吗？要知道，四维时空的曲线坐标系可以任意给定，我们想要什么样的惯性力就能有什么样的惯性力。

我们看到，命题 B 起源于把“参照系”等同于“刚性标架”，这是牛顿力学对“参照系”的狭隘理解，爱因斯坦坚持的这一论据原来是博物馆里的珍品。

3. 致命的飞跃

如果你问一位精通广义相对论的学者，为什么要用黎曼几何来描述万有引力，在绝大多数情况下，你得到的答复将是：“这是广义相对论的基本假设，不要问为什么！”或者是：“你问爱因斯坦去！”

在惯性场论（见《惯性力与加速系的物理学》）中，我们已经看到：惯性力由（平直的）四维时空曲线坐标给出。虽然黎曼几何的某些公式与惯性场论的公式在形式方面颇为相似，但两者的现实意义迥然不同，不能彼此过渡。根据等效原理，引力与惯性力等效，因此，即使仅从等效原理的角度来探讨引力理论，其数学工具也应该是惯性场论的公式而不是黎曼几何。既然如此，对广义相对论应用黎曼几何来描写引力，问一个“为什么”在所难免，不该用“你问爱因斯坦去”之类的遁词来搪塞。

事实上，对于刚才的问题，广义相对论的学者们也并不全都只会说“不要问为什么”，他们中的佼佼者会给出如下回答：

爱因斯坦已经证明：

第一，惯性力与引力不可分辨，因此，只有当惯性力场与引力场完全抵消时，才能在时空中引进“洛伦兹坐标系”；

第二，对于一个真实的引力场，不可能找到一个加速系，其惯性力场在整个时空中完全抵消引力场。从这两个前提得出结论：“在引力场所在的时空不能引进‘洛伦兹坐标系’”。

另一方面，根据黎曼几何，“在弯曲时空中不能引进‘洛伦兹坐标系’”。

由此可见，引力场所在的时空具有弯曲时空的特性。这一论据给我们启示，黎曼几何适用于描述引力场。这或许是我们所能期待的最满意的回答。不幸的是，这一回答应用了命题 A 和命题 B，而我们已经看到这是两个极为古怪而幼稚的论据。令人困惑的是，爱因斯坦为什么会犯如此低级的错误呢？从思想方法的角度来看，爱因斯坦从来就不大重视逻辑推理，他更心爱的是惊世骇俗、匪夷所思的“新颖观念”。在建立狭义相对论的时期，这种思想方法显示过巨大的创造性。然而对于爱因斯坦来说，成也“新颖观念”、败也“新颖观念”。到了考虑加速系的物理学方程特别是考虑万有引力的问题时，爱因斯坦已经江郎才尽，他那以捕获“新颖观念”为中心的思想方法再也不能创造奇迹了。

通过缜密的逻辑分析来追溯爱因斯坦建立广义相对论的思路是一件吃力不讨好的差事，爱因斯坦的想法其实很简单：“弯曲时空”这一新颖观念实在太可爱了，用它来描述引力场是再惬意不过的。认识到这一点，当我们面对爱因斯坦的古怪而幼稚的失误时，就会省去很多烦恼。

然而，爱因斯坦应用黎曼几何来描述引力场已经是一个历史事实，虽然我们大可不必为追溯爱因斯坦的思路而苦恼，但这件事的后果却不仅是令人苦恼而已，我们不能不认真对待。

由于应用黎曼几何来描述引力场，爱因斯坦得出了“广义协变性”这一“划时代的成果”，然而这一成果对于相对论却是灾难性的。

“洛伦兹协变性”是相对性原理表达式，而相对性原理则是相对论的灵魂。不幸的是，在“广义协变性”中连一个“洛伦兹协变性”的原子也没有。我们被迫得出结论：所谓“广义相对论”只剩下相对论的名称，却不再有相对论的灵魂，不论黎曼几何的数学公式多么美丽，不论“弯曲时空”的观念多么神奇，它们都与相对论毫不相干。

因此，从“洛伦兹协变性”过渡到“广义协变性”实在是一次致命的飞跃，这一飞跃不仅“伤筋动骨”，而且还“触及灵魂”。经过这一飞跃，本来意义下的“相对性原理”不是被“推广”而是被埋葬了。对于相对论，这种“推广”只不过是一次豪华的葬礼而已。

4. 引力场论与电磁场论的比较

在广义相对论发表之前，洛伦兹等人曾经从比较引力场与电磁场的角度探讨引力场论，可惜刚刚开了个头，就被爱因斯坦的工作所打断。在这里，我们继续这一方面的工作。

库仑定律（真空中的）一方面给出高斯方程

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}, \quad (1)$$

另一方面给出静电力方程

$$\mathbf{f} = \rho \mathbf{E}. \quad (2)$$

由于静电场是无旋的，可以引进静电势 ϕ ，使得

$$\mathbf{E} = -\nabla\phi. \quad (3)$$

借助于相同的数学步骤，从牛顿的引力定律也可以得出一组形式上完全相同的场方程。但引力场论与电磁场论的相似性只能到此为止。

在电动力学中，上面三个方程各自被推广成一组“时变方程”，每一组时变方程都可以表成一个四维时空的张量方程。

(1)式被推广为

$$\nabla_{\mu} F^{\lambda\mu} = \mu_0 J^{\lambda}, \quad (4)$$

其中 ∇_{μ} 是偏导符号 $\frac{\partial}{\partial x^{\mu}}$ 的略写， $F^{\lambda\mu}$ 是电磁场的强度，它是一个二阶张量； J^{λ} 是电荷密度与电流密度组成一个四维时空的一阶张量（矢量）。

(2)式被推广为

$$f^{\lambda} = F^{\lambda\mu} J_{\mu}, \quad (5)$$

其中 f^{λ} 是电磁力（洛伦兹力）密度与电功率的密度组成的矢量。

(3)式被推广为

$$F_{\mu\nu} = \nabla_{\mu} A_{\nu} - \nabla_{\nu} A_{\mu}, \quad (6)$$

其中 A_{λ} 是电磁势矢量。

到了这一发展阶段，电磁场论的公式不能再移植到引力场论中去。

因为电磁场的场源 J_μ 是一个一阶张量，而引力场的场源 $T^{\mu\nu}$ 即能量动量密度则是一个二阶张量，引力场的场源比电磁场的场源是高一阶的张量。根据张量分析，引力场张量也应该比电磁场张量高一阶。对比电荷电流激发电磁场的规律(4)式，我们得到：

D. 引力场的强度由一个三阶张量 $L^\lambda_{\mu\nu}$ 表示，存在普适常量 β ，使得物质激发引力场的规律表成

$$\nabla_\lambda L^\lambda_{\mu\nu} = \beta T_{\mu\nu} \quad (7)$$

这是(1)式在引力场论中的推广。

另一方面，对比电磁学中的(5)式，我们得出如下引力作用于物质的规律：

E. 引力密度 f^λ 与能量动量张量 $T^{\mu\nu}$ 满足如下关系

$$f^\lambda = L^\lambda_{\mu\nu} T^{\mu\nu} \quad (8)$$

这是(2)式在引力场论中的推广。

现在，还得找出一个表示引力场与引力势之间的关系的公式，它是(3)式的推广，对应于电磁场论的(6)式。为此，我们转向另一思路。

5. 等效原理与引力场论

放弃了把参照系等同于“刚性标架”的狭隘观点，就可以把等效原理表述为命题C。下面，我们给出能导出命题C的基本假设。

首先，把命题E应用于单个质点可得出结论：对于洛伦兹坐标系（惯性系；笛卡尔坐标），一个质点在引力场 $L^\lambda_{\mu\nu}$ 中的运动方程为

$$\frac{d^2 x^\lambda}{d\tau^2} = L^\lambda_{\mu\nu} \frac{dx^\mu}{d\tau} \frac{dx^\nu}{d\tau} \quad (9)$$

其次，根据惯性场论，可得出两个结论：

结论一：对于一个惯性力场为 $\Gamma^\lambda_{\mu\nu}$ 的加速系，(9)式作为张量方程仍然成立，但有两点改变，其一是增加了一项惯性力，从而方程变为：

$$\frac{d^2 x^\lambda}{d\tau^2} = (L^\lambda_{\mu\nu} - \Gamma^\lambda_{\mu\nu}) \frac{dx^\mu}{d\tau} \frac{dx^\nu}{d\tau}; \quad (10)$$

其二是方程的协变性改变了：(9)式具有“洛伦兹协变性”，而(10)式则具有“准洛伦兹协变性”。

结论二：对于任意加速系，惯性力场张量与加速系的“度规张量”满足关系：

$$\Gamma^\lambda_{\mu\nu} = \frac{1}{2} g^{\lambda\rho} (\nabla_\mu g_{\nu\rho} + \nabla_\nu g_{\rho\mu} - \nabla_\rho g_{\mu\nu}) \quad (11)$$

从这一结论可以看出，“度规”是惯性力场的“势”。

再次，对比惯性力场的“势”，我们可以把命题C追溯到如下两个前提：

前提一，引力势是一个二阶张量，引力场与引力势的关系是

F. 如果一个引力场 $L^\lambda_{\mu\nu}$ 的引力势是 $\Phi_{\mu\nu}$ ，则有

$$L^\lambda_{\mu\nu} = \nabla_\mu \Phi_{\nu\lambda} + \nabla_\nu \Phi_{\lambda\mu} - \nabla_\lambda \Phi_{\mu\nu} \quad (12)$$

前提二，对于引力场的“特征参照系”，其引力势 $\Phi_{\mu\nu}$ 与度规张量 $g_{\mu\nu}$ 有如下关系：

$$\Phi_{\mu\nu} = \frac{1}{2} g_{\mu\nu} \quad (13)$$

最后，命题C可推导如下：

根据(12)式，引力势为 $\Phi_{\mu\nu}$ 的引力场张量可表成

$$L^\lambda_{\mu\nu} = g^{\lambda\rho} L_{\rho\mu\nu} = g^{\lambda\rho} (\nabla_\mu \Phi_{\nu\rho} + \nabla_\nu \Phi_{\rho\mu} - \nabla_\rho \Phi_{\mu\nu})$$

这一方程对任意参照系成立。对于特征参照系，根据(13)式，它给出

$$L^\lambda_{\mu\nu} = \frac{1}{2} g^{\lambda\rho} (\nabla_\mu g_{\nu\rho} + \nabla_\nu g_{\rho\mu} - \nabla_\rho g_{\mu\nu}) \quad (14)$$

(11)式与(14)式给出结论：对于引力场 $L^\lambda_{\mu\nu}$ 的特征参照系，有

$$\Gamma^\lambda_{\mu\nu} = L^\lambda_{\nu\mu}$$

根据这一等式与(10)式，命题C成立。

我们看到，除了惯性场论和关于引力势的基本假设以外，导出命题C还需要(8)式。因此，沿着等效原理的思路，也能追溯到命题E。

6. 自然引力论

上面，我们借助于“从特殊到一般”的逻辑推理，一方面从与电磁学的比较得到命题 D 和 E，另一方面从等效原理得到命题 E 和 F。有了命题 D、E 和 F，就可以展开一个新的引力场论，我们称它为“自然引力论”。

或许，还可以通过其他途径得到这三个命题，从而得出自然引力论。但对于我们来说，只有通过与电磁学的比较才能得到命题 D，只有通过等效原理才能得到命题 F，因此上面的两条途径缺一不可。

除了应用了命题 A 和命题 B 这两个错误的前提以外，广义相对论的另一不足之处就是单纯从等效原理一个方面探索引力场论，忽视了从张量分析的角度对比引力场与电磁学的途径，因此在建立广义相对论的过程中，爱因斯坦为寻觅物质激发引力场的规律而绞尽脑汁，他用了十年的时间才终于找到的“爱因斯坦方程”。这一过程不是从特殊的一般的逻辑推理，而是纯粹靠玄思冥想创造的奇迹。在我们看来，这是一种误入歧途的科学探索方式。

$$(1) \text{ 式和 } (3) \text{ 式给出静电学的泊松方程} \quad \Delta\phi = -\frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (15)$$

在电磁学中，(15)式被推广为

$$\square A^\lambda = -\mu_0 J^\lambda, \quad (16)$$

其中

$$\square \equiv g^{\mu\nu} \nabla_\mu \nabla_\nu = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2}.$$

从(7)式和(11)式可以导出引力势满足的如下“广义波动方程”：

$$\nabla^\lambda (\nabla_\mu \Phi_{\nu\lambda} + \nabla_\nu \Phi_{\lambda\mu} - \nabla_\lambda \Phi_{\mu\nu}) = \beta T_{\mu\nu}. \quad (17)$$

这一方程是(15)式在引力场论中的推广，对应于电磁学的(16)式。爱因斯坦方程相当于(17)式，但(17)式是一个惯性场论的公式，而爱因斯坦方程则是一个黎曼几何的公式，两者迥然不同。

上面诸式可以分为两类，(7)式、(8)式、(9)式、(11)式和(17)式对惯性系成立，从而对洛伦兹变换保持协变。而(10)式和(12)式等涉及等效原理和特征参照系等概念的公式，只不过是建立新的引力大厦而支起的手足架，没有必要保留在已经建成的大厦之中。

从逻辑的角度来看，自然引力论与广义相对论相比，具有如下优势：

第一，广义相对论与等效原理的关系复杂而暧昧，而从自然引力论可以导出等效原理。

第二，广义相对论作为一个引力场论，却没有一个“引力场张量”的概念，这无异于一个电磁场论没有“电磁场张量”的概念，怎么说都是难以令人满意的；而自然引力论则自始至终以引力场张量为中心，在这一点上，它与牛顿引力理论紧密衔接。

第三，尽管许多物理学家对广义相对论赞不绝口，但也有人略有微词，例如，波恩就说过：“广义相对论的形式复杂得可怕。”这很难说是它的优点。无论如何，广义相对论的古怪结构与物理学的其他分支格格不入是不争的事实。而自然引力论的数学结构简单，与自然界的其他场论相比并没有特别迥异之处。

7. 结束语

物理学是一门实验的科学，“自然引力论”与广义相对论孰优孰劣，终究取决于实验。但是，广义相对论明显地违背逻辑。我们相信，实验的结果与逻辑的结果终究会是一致的。

An Examination on Gravitation

TAN Tianrong

(Department of Physics, Qingdao University, Shandong 266071, P. R. China.)

ttr359@126.com

Abstract: It is pointed out that there are two arguments in general relativity do not hold true, one is that the inertia force and the gravitation are indistinguishable; the other is that the inertia force and the gravitation cannot cancel out each other. Also, on the basis of inertia field theory, through the comparison between the electromagnet force and gravitation as well as through the equivalent principle that has been reformulated, a new gravitation field theory with the following characters is developed. Firstly, equivalent principle is its logical outcome; secondly, by means of the concept of “gravitation field tensor”, it is connected closely with Newton’s law of gravitation; thirdly, its theory structure is simple and nature, without especially different mathematical instruments in comparison with the other physical forces.

[谭天荣 . 对万有引力的再考察 . Academia Arena 2010;2(11):41-46]. (ISSN 1553-992X). (<http://www.sciencepub.net>).

Keywords: tensor analysis; inertia force; inertia force; gravitation; general relativity; equivalent principle; natural gravitation theory