

The Problems of General Relativity from "Equivalent Principle" to "Local Inertial Frame"

Zheng-Hua Zhang

Abstract: Analysis shows that the situation described in the "equivalence principle" thought experiment where gravity and inertia force are equivalent cannot be observed in the same reference frame, meaning it does not occur in the universe; The "local inertial frame" defined based on the "equivalence principle" does not meet the equivalent conditions set by the "equivalence principle" thought experiment, that is, the "local inertial frame" has no relationship with the "equivalence principle".

Key words: equivalence principle; local inertial frame; false

从“等效原理”到“局域惯性系”，广义相对论存在的问题

张正华

摘要：分析表明，“等效原理”思想实验中描述的引力与惯性力等效的情形无法在同一参照系中观测到，也即在宇宙中不会发生；基于“等效原理”定义的“局域惯性系”，并不具备“等效原理”思想实验所设置的等效条件，也即“局域惯性系”与“等效原理”没有任何关系。

关键词：等效原理；局域惯性系；不成立

1 引言

爱因斯坦提出广义相对论已经 100 余年，其中作为前提的“等效原理”在目前的物理学中有着十分重要的地位。而且，基于“等效原理”定义的“局域惯性系”在广义相对论的理论阐述中也举足轻重，还被认为解决了惯性参照系问题。但是，“等效原理”思想实验所描述的“等效”在宇宙中是否真正能够发生？“局域惯性系”是否真的符合“等效原理”思想实验所设置的条件？以下将详细讨论。

2 “等效原理”思想实验所描述的“等效”在宇宙中不会发生

“等效原理”认为，在一个足够小的时空区域内，引力和一个加速系统的惯性力等效。这个原理是借助于一个思想实验阐述的^{[1][2]}，内容是：一个没有窗户的实验舱静止在引力场内，舱内一组物体以同样的加速度下落，与物体的属性无关。如果实验舱以同样的加速度向相反方向加速运动，舱内物体同样会因惯性力加速下落。舱内实验者无法分辨物体加速下落是因为引力还是惯性力，即引力与惯性力等效。

[作者信息] 张正华。中国，山东，济南 250021，济南铁路公安局济南公安处。zhangzhsec@126.com。
(Zheng-Hua Zhang. Jinan Police Division, Railway Police Bureau of Jinan, Jinan 250021, Shandong, China)

但是，深入地分析，发现可以对“等效原理”提出多个质疑。比如在引力的情形，只要密封舱在引力场中是静止的，舱内物体的确会以引力场的重力加速度一起下落。但是，如果密封舱内的实验者不知道有引力场存在，不知道引力源在何处，如何保证密封舱在引力场中静止呢？更需要关注的是下面这个问题。在这个思想实验中，引力的情形密封舱和舱内的实验者必须是静止的；惯性力的情形密封舱和舱内的实验者必须是加速运动的。任何一个参照系（实验者）都不会同时具备静止和加速运动这两个条件，也就是，任何参照系都不会观测到这种“等效”。也可以表述为，这种等效在宇宙中根本不会发生。

3 “局域惯性系”不具备“等效原理”思想实验所设置的等效条件

“局域惯性系”是广义相对论基于“等效原理”定义的^[2]，认为引力场里自由下落的物体（自由落体）构成一个“局域惯性系”，因为此时引力与惯性力相互抵消了。

即使认为等效原理是合理的，基于“等效原理”定义“局域惯性系”也存在一个致命的问题。因为，在上述思想实验中，在引力的情形下密封舱相对引力源必须是静止的，而在惯性力的情形下，密封舱必须是加速运动的。引力场里的自由落体显然不会同时具备“静止”和“加速运动”这两个条件。也就是，基于“等效原理”定义自由落体为“局域惯性系”时，自由落体作为“局域惯性系”根本不成立，因为这种所谓“局域惯性系”与“等效原理”没有任何关系。

有些文献明确表示，“局域惯性系”解决了惯性参照系问题，也就是找到了惯性参照系。作者研究认为，自由落体在合适条件下的确可以作为牛顿力学定律的参照系使用，但是其所以有效与广义相对论对“等效原理”、“局域惯性系”的阐述无关，而是另有原因。但是此问题与本文无关，故不再讨论。

参考文献：

[1] 爱因斯坦, 狭义与广义相对论浅说, 杨润殷译, 北京大学出版社, 2006, 52-4.

[2] 俞允强, 广义相对论引论, 北京大学出版社, 1997, 41, 42.