

# 为何不能用史瓦西轨道方程解释 GP-B 陀螺进动

汤克云<sup>1,2</sup>

1 中国科学院地质与地球物理研究所

2 清华大学天体物理中心

## 摘要

水星在太阳引力的作用下沿椭圆轨道运动，GP-B 陀螺在地球引力的作用下也沿椭圆轨道运动，属于同类的物理过程；如果史瓦西轨道方程可以正确地解释水星轨道异常，当然也应可正确地解释 GP-B 陀螺进动。但是，相对论物理学家们都未使用熟悉的史瓦西轨道方程去解释 GP-B 陀螺进动，而改用冷僻的 Thomas 进动公式，原因何在？我们发现，由一般史瓦西轨道方程（前提）导出的轨道近日点进动一般表达式（结论）居然不适用于一般的偏心率，存在逻辑矛盾，所以无法自洽地解释 GP-B 陀螺进动。研究发现：矛盾的根子在于前提不合理，即爱因斯坦--史瓦西根据牛顿极限导出的弯曲时空度规系数不合理，对牛顿引力作任何偏离平直时空的修正都将与卡文迪许扭秤实验不符，也与行星轨道观测相差甚远。GP-B 陀螺进动成为否定弯曲时空的又一个实验证据。进一步的研究发现：对牛顿引力作任何偏离绝对时空的修正都与行星轨道观测不符。与史瓦西弯曲度规对牛顿引力的修正不同，推迟引力对牛顿引力的修正是在坚持绝对时空和平直

时空的基础上作了相对运动修正，不仅圆满解释了牛顿引力能够解释的卡文迪许实验、太阳系行星基本轨道等，而且圆满解释了牛顿引力无法解释的水星轨道异常。本文强调，协变与平权，是两个不同的概念，协变只是平权的必要条件，而不是充分必要条件。多普勒效应证明了：相对速度不同的观测者，观测到的信号频率是不同的，是不平权的，狭义相对性原理不成立！光线在引力场中发生偏折证明了：光线在惯性系和非惯性系中的速度不同，光速不变原理不成立；光子在无物质的惯性系中沿直线运动，在有物质的非惯性系中沿曲线运动，是可以分辨的，广义相对性原理也不成立。

关键词：水星轨道异常，GP-B 陀螺进动，牛顿引力，史瓦西轨道方程，推迟引力，多普勒效应

## Why can't explain GP-B gyro precession by Schwarzschild orbit equation

Keyun Tang<sup>1,2</sup>

1 Institute of Geology and Geophysics, CAS

2 Center for Astrophysics, Tsinghua University

Abstract

Due to the Sun's gravity, Mercury revolves along an elliptical orbit

around the Sun; and due to the Earth's gravity, GP-B also revolves along an elliptical orbit around the Earth; the two orbital motions belong to a same kind of physical process. If physicists believe that the orbital anomaly of Mercury can be properly explained by Schwarzschild orbit equation, of course, GP-B gyro's precession can also be properly explained by the same equation. All relativity physicists, however, never use the familiar Schwarzschild orbit equation to explain the GP-B gyro precession, and instead of little-used Thomas precession formula, and why? We have found there are of logical contradiction between Schwarzschild orbit equation (premise) and the expression of perihelion precession (conclusion) derived from the general Schwarzschild orbit equation, which should valid for any eccentricity; The fact is that the expression of perihelion precession is not even valid while the eccentricity vanishes. So it can't be used to explain GP-B gyro precession. Our study has found that the fundamental contradiction lies in that Schwarzschild curved metric coefficient is unreasonable, which were derived by Einstein and Schwarzschild according to Newton's limit. While modifying Newton's gravitational law, any deviation from Newton's flat space and time will make a mismatch with Cavendish torsion balance experiment, is also far from planet orbital observations. GP-B gyro precession becomes yet another negative experimental evidence for curved spacetime. Further study has found that any

deviation from Newton's absolute space and time will also make a mismatch with planet orbital observations. Doppler effect shows us that the signal frequencies, received by different observers with different speed relative to the physical source, are different; the principle of special relativity is not valid. Light bending in gravitational field shows that in the inertial system and in the noninertial system, the speed of photon is different, the movement regularity of photons are different, general principle of relativity is false.

Keywords: Orbital anomaly of Mercury, GP-B gyro precession, Newton's gravity, Schwarzschild orbit equation, retarded gravitation, Doppler effect

## 前言

水星在太阳引力的作用下沿椭圆轨道运动，GP-B 陀螺在地球引力的作用下也沿椭圆轨道运动，属于同类的物理过程，只是后者的偏心率很小，接近于圆；如果史瓦西轨道方程可以正确地解释水星进动，当然也应可正确地解释 GP-B 陀螺进动。但是，相对论物理学家们用史瓦西轨道方程去解释水星轨道异常，都未使用已经十分熟悉的史瓦西轨道方程去解释 GP-B 陀螺进动，而改用冷僻的 Thomas 进动公式，原因何在？

现在，我们改用史瓦西轨道方程去处理 GP-B 陀螺进动，看看有什么问题。

## 1. 史瓦西轨道方程与其解之间的逻辑矛盾

行星的牛顿轨道方程是

$$\frac{d^2u}{d\varphi^2} + u = \frac{GM}{h^2} = \frac{1}{P} \quad (1)$$

其解为开普勒--牛顿椭圆

$$u = \frac{1 + \varepsilon \cos \varphi}{P} \quad (2)$$

或

$$r = \frac{1}{u} = \frac{P}{1 + \varepsilon \cos \varphi} \quad (3)$$

其中， $\varepsilon$  是偏心率， $P = \frac{h^2}{GM}$  为牛顿--开普勒椭圆的半正焦弦， $h$  为行星的轨道角动量，是守恒量。

在 Ohanian, 俞允强教授, 赵峥教授, 吴时敏教授等的教科书中, 史瓦西轨道方程是从史瓦西度规出发, 用微扰方法导出的 (参见吴时敏: 广义相对论教程) :

$$\frac{d^2u}{d\varphi^2} + u = I_1 + \Delta I \quad (4)$$

其中

$$I_1 = \frac{GM}{h^2} = \frac{1}{P}$$

对应于牛顿引力。后面的扰动项为

$$\Delta I = I_2 + I_3 + I_4 \quad (5)$$

分别为

$$I_2 = \frac{3G^3M^3}{h^4} \left(1 + \frac{\varepsilon^2}{2}\right),$$

$$I_3 = \frac{6G^3M^3}{h^4} \varepsilon \cos \varphi,$$

$$I_4 = \frac{3G^3M^3}{2h^4} \varepsilon^2 \cos 2\varphi$$

$I_2$ （红色项）是对牛顿引力方程的线性微扰项； $I_3$ （蓝色项）是对牛顿引力方程的非线性微扰项； $I_4$ （绿色项）是对牛顿引力方程的高阶线性微扰项。方程的三个微扰项的解依次为

$$u_2 = \frac{3G^3M^3}{h^4} \left(1 + \frac{\varepsilon^2}{2}\right) (1 + \varepsilon \cos \varphi) \quad (6)$$

和

$$u_3 = \frac{3G^3M^3}{h^4} (\varepsilon \varphi \sin \varphi) \quad (7)$$

及

$$u_4 = -\frac{G^3M^3}{2h^4} \varepsilon^2 \cos 2\varphi \quad (8)$$

线性微扰项的解  $u_2$  不改变牛顿--开普勒椭圆的形状（偏心率  $\varepsilon$  不变，近日点与远日点方位不变），但使牛顿--开普勒椭圆的半径  $r$  稍稍变小。由角动量守恒，必然导致水星的角速度稍稍变快。这当然是不可忽略的一项非牛顿扰动；高阶线性微扰项的解  $u_4$  对牛顿轨道的扰动更小，仅仅围绕牛顿椭圆作极小的周期性扰动，对轨道的平均半径，对近日点方位都没有影响，可不予专门讨论。对水星椭圆轨道的近日点进动发生直接作用的是非线性微扰项  $I_3$  的解  $u_3$ ，该项产生每百年 43 角秒的进动。

现在，我们分别将线性微扰项和非线性微扰项及由它们引起的每

周近日点进动  $\Delta\theta$  的表达式写到一起，对线性微扰项  $I_2$  及  $u_2$ ，

$$\begin{cases} I_2 = \frac{3G^3M^3}{h^4} \left(1 + \frac{\varepsilon^2}{2}\right), \\ u_2 = \frac{3G^3M^3}{h^4} \left(1 + \frac{\varepsilon^2}{2}\right) (1 + \varepsilon \cos \varphi) \\ \Delta\theta_2 = \frac{12\pi GM}{a(1-\varepsilon^2)c^2} \left(1 + \frac{\varepsilon^2}{2}\right) \end{cases} \quad (9)$$

对非线性微扰项  $I_3$  及  $u_3$ ，

$$\begin{cases} I_3 = \frac{6G^3M^3}{h^4} e \cos \varphi, \\ u_3 = \frac{3G^3M^3}{h^4} (e\varphi \sin \varphi), \\ \Delta\theta_3 = \frac{6\pi GM}{a(1-\varepsilon^2)c^2} \end{cases} \quad (10)$$

容易看出，对于任意的偏心率 ( $\varepsilon < 1$ )，由  $I_3$  一定可导出  $u_3$ ，并一定能从  $u_3$  导出

$$\Delta\theta_3 = \frac{6\pi GM}{a(1-\varepsilon^2)c^2}$$

对于圆轨道，偏心率  $\varepsilon = 0$ ，带入 (10)，得：

$$\begin{cases} \text{if } \varepsilon = 0, \text{ then} \\ I_3 = \frac{6G^3M^3}{h^4} e \cos \varphi = 0, \\ u_3 = \frac{3G^3M^3}{h^4} (e\varphi \sin \varphi) = 0 \end{cases} \quad (11)$$

然而，近日点进动表达式变为

$$\Delta\theta_3 = \frac{6\pi GM}{a(1-\varepsilon^2)c^2} = \frac{6\pi GM}{ac^2} \neq 0 \quad (12)$$

在 (11) 和 (12) 之间出现了显然的逻辑矛盾：如果偏心率  $\varepsilon = 0$ ，即对于圆轨道，非线性扰动项  $I_3$  不存在，其解  $u_3$  也不存在，则由  $I_3$  及  $u_3$  引起的近日点进动  $\Delta\theta_3$  也不应出现；但是，根据 (12)，即使是圆轨道，

偏心率  $\varepsilon=0$ ，仍应有近日点进动！

GP-B 陀螺的轨道偏心率极小，接近于圆，正是上述逻辑矛盾令相对论物理学家们不能再使用史瓦西轨道方程去求解 GP-B 陀螺的轨道进动！GP-B 陀螺的轨道进动成为否定史瓦西轨道方程的又一个例子。

## 2. 史瓦西度规隐含的逻辑漏洞

上述逻辑矛盾的根子在哪里？必须深究。

我们已经证明：第一，史瓦西度规系数是根据牛顿极限确定的，即认为在无穷远处，史瓦西弯曲度规退化为牛顿引力定律。但是，牛顿引力定律只在有限距离经受了实验和观测的检验，在无穷远处，牛顿引力定律是否仍然成立，并不知道。所以，根据未经检验的假定去确定的史瓦西度规系数是否正确，须打一个问号。

第二，卡文迪许扭秤实验在地球上实施，与平直时空中的牛顿引力符合得极好，系统误差为零；改用史瓦西弯曲度规去解释卡文迪许扭秤实验，反而会出现系统误差。这证明，至少在地球上，史瓦西度规与自然世界的符合程度不如牛顿引力理论。

第三，行星轨道方程，开普勒行星三定律，6 个轨道根数都是根据牛顿引力理论在平直时空计算的，误差极小。以水星为例，相对误差为  $10^{-7}$  量级。这已是极高的精确度。须知，用现代技术去测量引力常数为  $G = 6.6739 \times 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$ ，相对误差为  $10^{-5}$  量级，太阳质量为  $(1.988,55 \pm 0.000,25) \times 10^{30} kg$ ，相对误差为  $1 \times 10^{-4}$  量级。如改用弯曲的史



瓦西度规去测量和计算水星轨道，则 Newton--Kepler 第三定律

$$\frac{T_{NT}^2}{a_{NT}^3} = \frac{4\pi^2}{G(M+m)} \quad (13)$$

变为爱因斯坦--史瓦西第三定律

$$\frac{T_{SWX}^2}{a_{SWX}^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

其中

$$T_{SWX} = T_{NT} \sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}},$$

$$a_{SWX} = \frac{a_{NT}}{\sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}}}$$

则爱因斯坦--史瓦西第三定律

$$\frac{T_{SWX}^2}{a_{SWX}^3} = \frac{T_{NT}^2 \left(1 - \frac{2GM}{rc^2}\right)^{\frac{5}{2}}}{a_{NT}^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \quad (14)$$

与牛顿—开普勒第三定律（13）将有相当差别，可能超过每百年 43 角秒。

第四，史瓦西弯曲时空度规与牛顿引力的巨大区别在于前者将引力化为几何，不再有力的概念，无法再处理行星对水星的摄动，无法计算日、月引力对地球自转轴作用引起的岁差。

### 3. 关于协变与平权

本文强调，协变与平权，是两个不同的概念，不可混淆！所谓协变，是指对不同的参考系（观测者），物理公式的形式相同；而平权，则要求对不同的参考系（观测者），不仅公式的形式相同，而且物理

规律相同，测量结果相同，不可分辨。总之，协变只是平权的必要条件，而不是充分必要条件。

大量的物理经验告诉人们：某种物理规律与若干物理因素有关，一方面，该物理规律与这些因素之间的关系可以写成普适的一般形式，这就是协变的形式；另一方面，当这些物理因素中的部分或全部取不同值，测量到的物理结果一般不同，这就是不平权。

例如，室内有两个人，甲讲话（物理源），乙用声强仪（观测者）对甲的声音作测量，组成一个完整的物理体系。声强仪测量到甲声音的强弱  $F$  与下列因素有关：甲讲话所用的力量  $P$ ，甲乙之间的距离  $D$ ，甲乙之间的相对运动速度  $V$ 。我们总可以将  $F$  与  $P$ ， $D$ ， $V$  间的关系写成一般的函数关系

$$F = f(P, D, V)$$

稍微具体一点，例如：乙听到甲声音的强弱  $F$  与甲讲话所用的力量  $P$  成正比，与甲乙之间的距离  $D$  之平方成反比，与甲乙之间的相对运动速度  $V$  有某种函数关系  $g(V)$ 。我们可写成

$$F = \frac{P}{D^2} g(V)$$

其中，函数  $g(V)$  与声强仪的性能及环境结构有关；无论具体的  $P, D, V$  如何不同，这个一般规律的形式总是不变的，即协变的；但是，对于不同的具体的  $P$ ， $D$ ， $V$ ，即当甲用不同的力量  $P$  讲话，或甲乙之间的距离  $D$  变化，或甲乙之间用不同速度  $V$  作相对运动，声强仪记录到的声音强弱一般是不同的，这就是说，一般是不平权的。

更进一步，将声强计换成可同时显示声强和频率的声波频谱仪，

当甲乙之间作不同速度的相对运动时，不仅记录到的声音强度会有所不同，而且记录到的声音频率也会有所不同（多普勒效应）。

总之，对同一物理源，对不同的观测者（参考系），可以用形式相同的物理方程去描述，即协变的；但观测到的物理结果一般是不相同的，即不平权的。

#### 4. 关于绝对与相对时空

在狭义和广义相对论中，认为时空是相对的，时间、长度和质量及电荷量都是相对的，随运动变化；又认为物理规律（方程）绝对相同，与相对运动无关，即对一切观测者，物理规律平权。在推迟物理体系中，我们认为四大时空基本量--时间、长度和质量及电荷量是绝对不变的，与相对运动无关；但物理规律（方程）是相对的，一般而言，物理测量结果是源观相对运动的函数，并不平权。用运动电荷的电磁场测量和多普勒效应去检验和比较这两种理论体系，容易证明：在随动参考系和非随动参考系中，测得的电磁场不同，声波的频率也不同，皆不平权，相对性原理不成立。

假如在计算水星轨道是考虑狭义相对论的运动长度收缩、时间膨胀效应，则水星轨道的径向半径基本不变，但角向角度和长度发生变化，时间也发生变化，在牛顿绝对时空中成立的 **Kepler** 三定律将发生变化，偏离行星观测。

## 5. 关于多普勒效应

普遍存在的多普勒效应告诉我们：当信号源与观测者之间作相对运动时，观测者接收到的信号频率发生变化，说明物理规律变了，测量的物理量变了，可以分辨，这证明了：狭义相对性原理不成立。

## 6. 关于光速不变

狭义相对论认为：对一切惯性参考系（或惯性观测者），光子的速度相同。我们指出，此论并不成立！所谓一切惯性参考系（或惯性观测者），应指可选择任何物体为参照物；而且，在任何时刻，测得的光速都应相同。现在，我们举两个反例：第一例，取激光器为参考系，在激光发射的那一瞬间，光子相对于激光器的速度为零，并不等于光速！第二例，取一面反射镜为参考系，将一束光线垂直射向反射镜，光线被反射镜反射。当光线射向镜面但尚未到达镜面前和已被镜面反射的过程中，光子相对于镜面的速度的确都等于光速，但是，在光线被反射的那一瞬间，光子相对于镜面的速度为零，并不等于光速！

其实，可将多普勒效应与迈克尔逊干涉仪结合起来，去验证光速可变。在迈克尔逊干涉仪中，令一个反射镜 A 固定，另一个反射镜 B 可沿光线被 B 反射的方向（向前或向后）运动；根据多普勒效应，被运动镜面 B 反射的激光束的频率会稍稍不同于被固定镜面 A 反射来的激光束之频率，两束激光干涉，形成拍频波，可由此拍频波测出激光速度。改变反射镜 B 的运动速度，应可测出不同的光速！从而证明光速可变，遵循伽利略变换。

广义相对论认为：对一切惯性参考系或非惯性参考系，光子的速度相同。实际上，在无引力场的参考系中，光线沿直线运动，在有引力场的参考系中，光线会发生偏折。偏折意味着光子的速度发生了变化，不仅方向变化，快慢也变了！有专家辩护说：偏折只是速度方向变了，速度大小未变！

这是不可能的！假如光子的速度方向变了，速度大小未变，必须是圆轨道，偏心率为零！但是，在有限引力场作用下，光线稍稍偏折，从直线轨道（偏心率为无穷大）稍稍偏离，成为双曲线轨道（偏心率仍然极大），而不可能一下子变成圆轨道（偏心率要从无穷大一下子变为零）！

光子在引力场中偏折的事实不仅证明了光速可变，还告诉我们，光子在一无所有的真空中（惯性系）和在引力场中（非惯性系）的受力情况，运动规律皆不相同，可以分辨，广义相对性原理不能成立！