

· 研究简报 ·

日环食期间引力异常现象的观测*

——1987年9月23日

唐孟希

(中山大学物理学系)

王永庆

(新疆大学物理学系)

摘 要

用周期为916秒的扭秤和48.3秒的扭摆分别在乌鲁木齐和广州对1987年9月23日的日环食进行引力效应的观测,在 4.1×10^{-5} 和 1.5×10^{-6} 的精度范围内没有发现Saxl, E.所观测到的扭摆周期突变现象。

关键词 日食, 异常现象, 扭摆, 扭秤

自从1920年G. Majorana提出引力屏蔽假说并给出引力吸收系数的实验值 $h = 6.73 \times 10^{-13}$ ^[1]以来,人们利用日月食的机会,对假说进行了多次的实验验证,得到了一些用经典的引力理论和吸收假说均不能解释的结果。其中E. Saxl在1960年3月13日月食和1970年3月7日日食中观测到扭摆的周期突变^[2,3]。但与此相反,在不少条件类似,且仪器精度较高的条件下进行的观测中,却没有能够重复此种结果^[4-7]。为了提供进一步的实验观测资料,我们分别在乌鲁木齐和广州对1987年9月23日的日环食,用扭秤和扭摆对引力异常现象进行观测。

1 实验装置

扭秤安装于乌鲁木齐红山地震台的地洞中。扭秤的秤杆为长300mm的玻璃钢,试验质量为两个各重20.0g的黄铜圆柱体。悬丝是横截面为 $0.155 \times 0.011 \text{mm}^2$ 的铍青铜丝,扭转系数为 $0.35 \text{dyne} \cdot \text{cm}/\text{rad}$ 。在秤杆中央固定一反射镜,装置置于用黄铜制成的真空钟罩内。用氦氖激光管和对称硅光电池作光电检测,用ZD065微机作软件计时。光斑从左到右扫过硅光电池,并且对于光电池中线两边具有相等的面积时,接收电路给出一个中断信号,连续两个中断信号的时间间隔为扭秤的整周期。

扭摆安装在广州中山大学引力物理研究室内。用天然大理石和酚醛树脂夹布胶木装

本文1988年4月11日收到

●参加工作的还有中山大学管同仁、胡恩科、彭玘、周志青和新疆大学王政

配而成的摆盘总质量为50.46kg,用镍铬钛恒弹性钢丝制成的吊丝长约1830mm,直径为1.78mm.装置置于有机玻璃制成的真空罩内.氦氖激光管发出的光束经固定在摆盘上的反射镜反射,经光阑和透镜系统,用 $1 \times 1 \text{ mm}^2$ 的光电管接收,由E323频率计记录扭摆的整周期.

2 实验过程

扭秤安装处位于北纬 43.81° ,东经 87.60° .初亏为北京时间8时13分,食甚为9时25分,复圆为10时41分.环食时间为2.5分钟,食甚食分0.96.扭摆安装处位于北纬 23.07° ,东经 113.18° .初亏8时24分,食甚10时2分,复圆11时22分,位于偏食带中,食甚食分0.64.

从9月23日至10月8日分3段进行观测.考虑月相,观测分别在9月23日至26日,9月30日至10月1日和10月6日至8日进行,对应月相分别为朔、上弦和望.

扭秤工作真空度为 10^{-1} 至 10^{-2} 托之间,扭摆为 10^0 至 10^{-1} 托之间.

扭秤总工作时间约为72小时,对应280个周期;扭摆总工作时间约为121小时,对应9030个周期.经过实测,扭秤平均周期为916秒,扭摆为48.32秒.

3 数据处理

由于扭秤和扭摆在每次起动时都不可避免地引入单摆运动,因而影响测量精度,所以起动后经过一段稳定时间待单摆运动基本消失后才开始记录.由于扭摆周期较短,我们把每10个周期的平均值作为一个测量点.

吊丝扭转力矩与扭转角并非严格成正比,因此在阻尼存在的情况下,即使没有外力矩,扭摆和扭秤的周期会随着阻尼存在引起振幅衰减而变化.为了扣除这种影响,我们把每次运转中周期和时间的关系用最小二乘法作线性回归,得到回归线方程

$$T_{\text{reg}}(n) = kn + b \quad (1)$$

其中 $T_{\text{reg}}(n)$ 是从回归线方程求得的周期, n 为周期编号; k 和 b 为参数.从实测周期 T_{exp} 与回归周期 T_{reg} 间的偏差求出每次运转的标准差

$$\Delta_i = \sqrt{\frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} (T_{\text{exp}} - T_{\text{reg}})^2} \quad (2)$$

其中 n_i 为第 i 次运转的总周期数.若在某段时间间隔内起动过 m 次,则平均标准差定义为 m 次运转的加权平均值.

对日食当天的数据进行分析,扭秤的平均标准差为 $3.8 \times 10^{-2} \text{ s}$,相对精度 4.1×10^{-5} ;扭摆的平均标准差为 $7.4 \times 10^{-5} \text{ s}$,相对精度 1.5×10^{-6} .均没有出现按照Chauvenet舍弃法则^[3]所定义的大偏差事件.

9月23日两地的测量结果见图1和图2.

在实验的全过程中,广州的扭摆出现了13个大偏差事件,除9月26日有1个出现在运行中以外,其余12个均发生在起动的初期,即残余单摆振动较大的期间.乌鲁木齐的扭秤出现了4个大偏差事件,分别出现在9月24日(3次)和10月8日(1次).两地出现的大偏差事件在时间上与日食没有关联,彼此之间也没有关联.

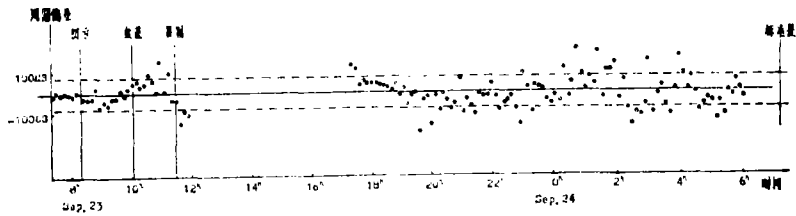


图1 广州扭摆观测曲线

Fig.1 Observational curve, given by the torsional pendulum at Guangzhou

若这种大偏差事件是由于日月地等天体的相对位置不同而引起的引力效应的结果,那么这些事件不应该是突变的,而应该持续一段时间。而我们记录到的大偏差事件不具备这个特性,因此我们认为这些大偏差事件来源于偶然的干扰。

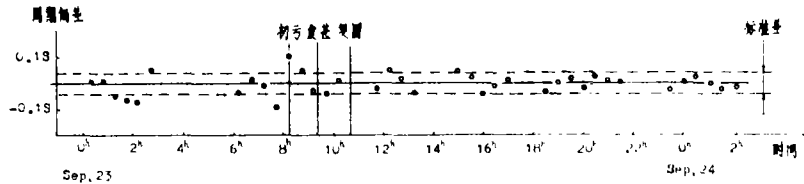


图2 乌鲁木齐扭秤观测曲线

Fig.2 Observational curve, given by the torsional balance at Urumqi

4 结论及讨论

1) 由两地观测结果来看,在仪器精度范围内没有观察到象 E. Saxl 所提及的扭摆周期的突变现象。由大偏差事件的不相关性可以认为它们来源于偶然的干扰。

2) 因扭转力矩很小的吊丝制成的长周期摆动仪器,如扭秤等,在用于力矩测量时可以获得较高的精度。但对于日月食这种在固定时间间隔中发生的现象,由于获得信息量太少,一方面不可能反映变化较快的物理过程,另一方面也会导致精度的降低。应该通过采用短周期仪器或在一个周期中记录几个部分间隔的方法加以解决。

本实验工作得到新疆地震局红山地震台的大力支持。

参 考 文 献

- [1] G. Majorana, *Phil. Mag.*, 39(1920)233, 488
- [2] E. Saxl, *Nature*, 203(1964), 4941
- [3] E. Saxl et al., *Phys. Rev.*, D3(1971), 823
- [4] Guan Tongren et al., *Kexue Tongbao*, 30(1985), 1036
- [5] 王国宗等, 1980年2月16日云南日全食观测科学论文集, 科学出版社, 北京, 1983
- [6] Chen Jiayan et al., *Proceedings of the Third Marcel Grossmann Meeting on*

General Relativity, Science Press and North-Holland, Publishing company, 1983, 1509

〔7〕 胡恩科等, 自然杂志, 6(1983), 12

〔8〕 冯师颜编, 误差理论与实验数据处理, 科学出版社, 北京, 1964, 37

The Observation of Abnormal Gravitational Phenomena During the Annular Solar Eclipse Occurrence

on Sep. 23, 1987

*Tang Mengxi** *Wang Yongqing*

Abstract

We observed gravitational effect during the annular solar eclipse occurrence on Sep. 23, 1987 by means of a torsional balance, laid on Urumqi, and a torsional pendulum, laid on Guangzhou. Their periods are 916s and 48.3s, their precisions are 4.1×10^{-5} and 1.5×10^{-6} respectively. The abnormal phenomena of abrupt change of period of torsional pendulum, which had been seen by Saxl E., was not observed.

Keywords solar eclipse, abnormal phenomena, torsional pendulum, torsional balance

• Department of Physics