

【研究通讯】

由公元1361年一次日全食的 记载得到的高精度 T 值

韩延本 乔琪源

(中国科学院北京天文台, 中国科学院国家天文观测中心, 北京 100012)

摘要: 本文在历书时系统下计算了发生在公元1361年5月5日的日全食的参数, 分析了中国古代两地, 即浙江的松江和天台对这次日全食观测到近中心日食食相的详细记载, 并依计算结果和对记载的分析, 采用移动中心食带的方法确定, 得到表示地球自转变化的高精度 T 值为 $480\text{s} \pm 60\text{s}$.

关键词: 日食, 地球自转

中图分类号: P125.11

文献标识码: A

文章编号: 1004-2903(2000)0108-3

利用古代日月食的观测记载研究地球自转速率的变化, 是目前认识近2、3千年间地球自转速率长期变化特征的最为有效的方法. 研究中要求所分析的资料一般应是中心日食(全、环食)和近中心日食(又称大食分日食)的观测记载, 并要求对观测地点、日期和日食现象(对中心日食)或发生时间(对中心日食、非中心日食和月食)有确切的记载或通过考证给以确认. 古代日月食的观测记载虽然次数较多, 但符合地球自转速率变化研究要求的资料却较少.

古代日月食的观测记载可用于研究地球自转速率的变化, 是基于在地球表面可观测到日月食的时间及地点与世界时有关. 地球自转已被证明是非均匀的加速运动, 以该运动为基础的世界时 UT 实际是非均匀的时间系统. UT 相对均匀的时间系统, 如历书时 ET、力学时 DT 或原子时 AT, 经一定时间在时刻上出现差别, 累积差别记为 T (又称世界时改正数). 当采用均匀的历书时 ET 为时间引数计算发生于古代的日月食的有关参数, 进而研究地球自转变化时, 对于有时刻记载的日月食资料, 在观测地点确定后, 记载中的地方真太阳时时刻刻可化为世界时时刻刻, 利用均匀时间系统下的计算结果, T 即可得到.

$$T = \quad / 1.002738/15,$$

收稿日期: 1999年10月12日

基金来源: 国家自然科学基金资助项目, No. 19573011

式中 T 已转化为以小时为单位。

对于无观测时刻的中心日食记载, T 可由理论计算的日食中心线上某点的历书经度与实际中心线上同纬度处的地理经度的差值 转换得到, 即

一般来说, 由发生年代较久远的日月食记载得到的描述地球自转变化的 T 值的相对误差较小。而对 17 世纪初前的几个世纪, T 的实际值较小, 对利用无观测时刻记载的中心日食资料, 多数日食的中心食带的宽度形成的误差相对于较小 T 来说显得较大, 尤其中心食带与地理纬圈的夹角较小时。对利用有观测时刻记载的日月食资料, 因该时期的计时精度还不高, 所得结果的相对误差同样较大。发生在公元 1361 年 5 月 5 日从中国经过的日全食, 其观测结果被记录在中国古书中。但因此次日食的中心线与纬圈的夹角较小, 从而用以往的中心食方法得到的表示地球自转变化的 T 值的相对误差较大 (甚至已大于 T 的真值), 不利于正确地描述地球自转速率的实际变化。作者采用一种新的方法, 即按照计算结果和记载内容通过逐渐移动中心食带确定适当的 值, 对此次日食进行了详细的分析, 得到了较高精度的 T 值。

经初步计算, 该日全食的全食带由西北至东南贯穿中国大陆, 在中国浙江省钱塘江入海处附近结束全食过程。《元史·顺帝九》及《元史·天文一》两书辑录了关于此次日食的简短记载, 记为“日有食之”。表明观测者没有观察到日全食或近中心日食现象。

作者注意到地方志中对此次日食的过程作了较详细的记录, 其中上海《松江府志》第 47 卷记为: “日将没, 忽无光, 作蕉叶样, 天黑如夜, 星斗灿然, 食顷, 天再明, 又少时乃没”。在另一古籍《辍耕录》第 19 卷中, 该日食的过程被记为: “日末后三、四竿许, 忽然无光, 渐渐作蕉叶样, 天且昏黑如夜, 星斗灿然, 饭顷方复旧, 天再明, 星斗亦隐, 又少时乃没”(观测地点为浙江天台)。在古代日食的记载中, “天黑如夜, 星斗灿然”一般是用来描述中心日食或食分较大的近中心日食现象的。两处记载都提到太阳“作蕉叶样”, 表明在这两地看到的情景是日面没有被月面完全遮挡, 即所见均为食分很大的近中心日食, 因而被形象地描述为如弯曲的芭蕉叶的样子。而记载中的“天再明”, 表明在这两个地方出现食甚的食相时, 太阳还没有落山。

经深入计算分析, 作者注意到松江与天台两观测地点近似处在南北方向上, 两地间的距离与中心食带在该处南北方向上的距离较接近。而两地看到的均为很大食分的近中心日食, 那么地理位置靠北的松江可能位于此次日食的中心食带的北侧, 而天台则可能位于其南侧, 两地分别与中心食带的北界和南界较为接近, 只有如此, 才会出现这两地均看到大食分日食的现象。作者采用逐渐改变 值 (相当于改变 T 值), 即在东西方向上平移理论计算得到的该日全食的中心食带的方法, 使该中心食带位于松江和天台两地的中间地带, 得到 约为 2° 。首先作者注意到, 按照地球自转变化的状况这是一个合理的 值, 其次由此确定的实际中心日食带能够出现符合两地记录的现象。

同时, 依两地所见均为大食分日食的记载, 实际的中心食带的可能位置将比较确切, 很小的不确定性形成的 的误差范围仅约为 $0^\circ 5'$, 即 $= 2^\circ 0' \pm 0^\circ 25'$, 相应的 $T = 480s \pm 60s$ 。研究认为该 T 值具有很高的精度, 它比采用传统的方法处理同时期日食的 时刻观测资料和无时刻观测的中心日食资料得到的 T 值的精度均高, 这是两地均看到

大食分日食，且两地与中心食带的南北界甚为接近的特殊情况形成的。这个 T 值可作为讨论 14 世纪中期前后地球自转变化的一个重要的参考值。由本文的结果还可看出，地方志中某些古代天象观测的确切记载对研究古代地球自转的变化可能是很有价值的。

参考文献 (从略)

A T WITH HIGH PRECISION DERIVED FROM RECORDS OF A TOTAL SOLAR ECLIPSE OCCURRED IN AD 1361

Han Yanben Qiao Qiyuan

(Beijing Astronomical Observatory, National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012)

Abstract

In this paper, the parameters of a total solar eclipse occurred in A. D. 1361.5.5 are calculated according to ET system. The authors analyzed the records of Chinese ancient books, which are from two observational places, on the solar eclipse. The near central solar eclipse with large magnitude was observed and recorded in detail at two places, Songjiang and Tiantai in Zhejiang province. It is obtained a T , 480s \pm 60s, that describes the variation of the Earth's rotation with high precision using the special records and a new method, that determines T by moving the central path of solar eclipse according to calculation and records.

Key words: Solar eclipse, Earth's rotation