

周秦漢唐

文化研究

第七輯

三 西北大學文博學院
秦 出版社
社 主辦

1480310

周秦漢唐



文化研究

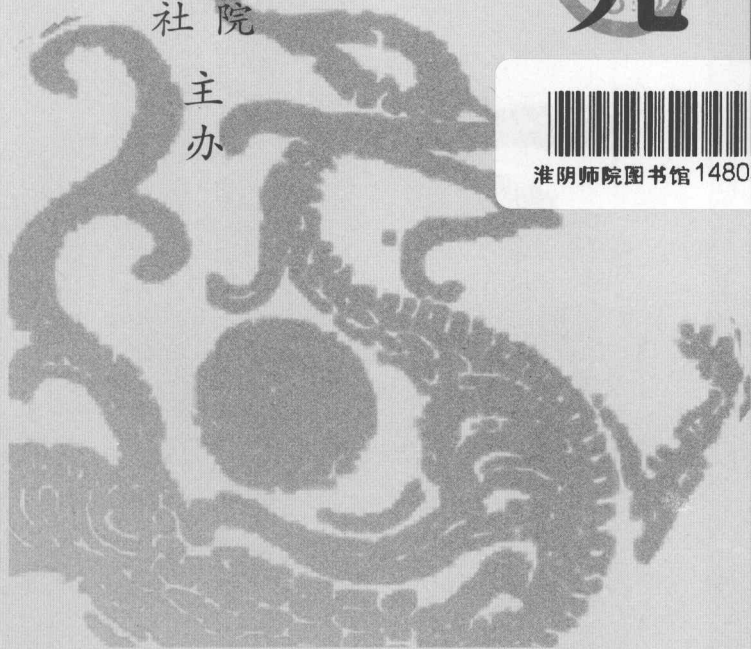
西北大学文
博学院
三秦出版
社

主办



淮阴师院图书馆 1480310

第七辑



图书在版编目(CIP)数据

周秦汉唐文化研究. 第7辑 / 黄留珠, 陈峰主编. —西安: 三秦出版社, 2009. 11
ISBN 978-7-80736-666-9

I. 周… II. ①黄…②陈… III. 文化史—研究—中国—古代 IV. K220.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第160948号

周秦汉唐文化研究(第七辑)

黄留珠、陈峰 主编

出版发行 陕西出版集团 三秦出版社
新华书店经销

社 址 西安市北大街147号

电 话 (029) 87205106

邮政编码 710003

印 刷 西安交通大学印刷厂

开 本 787×1092 1/6

印 张 27

字 数 450千字

版 次 2009年11月第1版

2009年11月第1次印刷

印 数 1-2000

标准书号 ISBN978-7-80736-666-9

定 价 48.00元

网 址 WWW.sqchs.com



<< 陈峰教授在作学术演讲



<< 黄留珠教授在作学术演讲



<< 黄留珠（左）、陈峰教授（右）
与京都大学富谷至教授合影



<< 陈峰教授在京都大学人文科学
研究所留影

PHOTO

本刊与日本京都大学学术交流剪影

学术顾问 (按姓氏笔画排列)

石兴邦 田余庆 李学勤 何兹全
张岂之 林甘泉 傅璇琮

编委会

主任 赵建黎

编委 (按姓氏笔画排列)

王子今 王学理 方光华 曲安京 吕宗力
李郁 李浩 辛德勇 张国安 陈文豪
陈峰 赵世超 赵建黎 (美)罗泰 周伟洲
徐卫民 黄留珠 彭卫 (日)富谷至

编辑部

主编 黄留珠 陈峰
编辑 李郁 贾志刚 陈一梅 张明

目 录

研究编

- 唐 泉 曲安京 中国古代视差理论中的日食时差算法(3)
- 连劭名 金文所见周代史事与思想意识(32)
- 张金光 《周礼》中的官社经济体系(74)
- 尹波涛 先秦夷夏观念略论(87)
- 连劭名 《管子 侈靡》新证(102)
- 黄留珠 《淮南子》是借道家思想设计的治国方案(125)
- 倪小勇 《汉书》版本史研究(132)
- 余 静 北朝隋唐时期河南于氏家族研究(141)
- 童 岭 隋唐时代东亚文明圈五期说刍议(170)
- 江天岳 至德至宝应间唐玄宗政治影响考述(182)
- 吕卓民 唐元和第一地方治臣——韦丹(208)
- 刘恒武 论浙东越窑青瓷的海外输出(213)

述评编

- 田旭东 2007 年两周历史文化研究述评(229)
- 徐卫民 2007 年中国大陆秦汉史研究综述(258)
- 贾志刚 刘翠芳 2007 年隋唐史研究综述(274)
- 杨倩如 20 世纪以来的《汉书》研究(306)
- 沈琛琤 陈 峰 2000 年以来宋代军政研究概述(321)
- 黄留珠 农史研究的新收获——读《中国农业通史 战国秦汉卷》(342)
- 韩复智 读《周秦汉唐文化研究》第五辑(345)

目录编

- 陈文豪 2007 年台湾周秦汉唐文化研究论著目录(349)
- [日] 川津康弘 2007 年日本周秦汉唐文化研究论著要目(408)

CONTENTS

1. A core algorithm of solar eclipse in ancient China
..... Tang Quan and Qu Anjing
2. Historic Facts and Ideology of Zhou Dynasty Found in Inscriptions on
Ancient Bronze Objects Lian Shaoming
3. Economic System of Guan She in Zhou Li Zhang Jinguang
4. An Analysis of the Ideas of Yi and Xia in Pre-Qin Period Yin Botao
5. A New Textual Research of She Mi of Guan Zi Lian Shaoming
6. On Huai Nan Zi as a Plan to Manage State Affairs according to Taoist Rules
..... Huang Liuzhu
7. A Study of the History of the Editions of Han Shu Ni Xiaoyong
8. A Study of the Yu' s Family in Henan in the Northern Dynasty, Sui and Tang Dynasties
..... Yu Jing
9. A Trial Analysis of the Five Periods of the East Asian Civilization
Circle in the Tang Dynasties Tong Ling
10. A Study of the Political Influence of Tang Xuan Zong
In the Years from Zhi De to Bao Ying Jiang Tianyue
11. Wei Dan, Number One Able Minister of the Years of Yuan He
in the Tang Dynasties Lū Zhuomin
12. On the Export of Celadon of Yue Kiln in Eastern Zhejiang
..... Liu Hengwu
13. A Summary and Comment of the Studies in 2007 of the History
and Culture of Western and Eastern Zhou Dynasties ... Tian Xudong
14. A Summary of the Studies of the History of Qin
and Han Dynasties in Mainland China in 2007 Xu Weimin
15. A Comment on the Studies in 2007 of History of the Sui and Tang
..... Jia Zhigang Liu Chui fang
16. The researches of the Han Shu since the Beginning of the 20th Century
..... Yang Qanru
17. A Summary of the Studies of the History of Military Administration In the Song after 2000
..... Shen Chenzheng and Chen Feng

18. New Achievement for the Studies of the Agricultural History: Reading The Volume of Qin, Han and Tang Dynasties of A General History of Agriculture in China

..... Huang Liuzhu

19. Reading the First Series of Studies of the Cultures of Zhou, Qin, Han and Tang Dynasties

Han Fuzhi

20. Topics of the Books and Papers of the Studies of Culture of Zhou,

Qin, Han and Tang Dynasties in Taiwan in 2007

Chen Wenhao

21. Topics of the Books and Papers of the Studies of Culture of Zhou, Qin, Han and Tang Dynasties in Japan in 2007

Kawazu Yasuhiro

研究編

研究 突破

中国古代视差理论中的日食时差算法

唐泉 曲安京

1 引言

公元6世纪中叶，北齐天文学家张子信经过数十年的观测和研究，发现月亮视差会影响日食计算的结果，《隋书·天文志》记载了张子信的这一重大发现。^[1]中国古代的天算学家虽然从张子信开始便已经认识到视差会影响日食计算，但是始终没有提出明确的视差概念，对视差的成因也缺乏相应的论述。他们所关心的中心问题是如何设计一套相应的算法来消除视差对日食的影响，从而使日食计算和预报更加准确。中国古代数理天文学中的日食三差算法就是天算学家为了达到这个目的而设计的。所谓日食三差，指的是气差、刻差和时差。气差和刻差合称食差，是因月亮视差而引起的日食视食甚时刻月亮到黄白交点的距离和视月亮到视黄白交点距离之间的差值；时差是因月亮视差而引起的定朔时刻和视食甚时刻之间的时间差。

由于日食时差算法既是为了推算日食视食甚时刻而设计的算法，又是日食食差算法的一个子算法，因此日食时差算法可以说是日食计算中的核心算法之一。该算法自隋代的《大业历》和《皇极历》起即有设计，但一直到唐代徐昂的《宣明历》中，才开始形成较为完整的公式化模式。徐昂所设计的时差算法经过后世历法家不断改进和完善，模型渐趋合理，精度也得到很大程度的提高。

鉴于日食时差算法在日食计算中的重要性，详细探讨该算法的造术原理、历史沿革及其精度演进，对我们正确评价中国古代的日食理论具有重要的参考意义。

20世纪40年代以来，中国古代数理天文学中的视差理论及其算法一直受到国内外学者的关注和重视。1944年，日本学者蕞内清在其博士学位论文《隋唐历法史研究》中，首次从现代天文学的视角，深刻地讨论了《宣明历》中的日食三差算法。^[2]蕞内清之后，有一批国内学者在其各自的著作中对中国古代部分历法中的视差算法给出了详略不

等的论述。^[3-8] 本文作者也曾根据现代天文学理论,对中国古代日食食差与时差算法的沿革历史以及理论模型进行过较为深入的考察。^[9-12]

20世纪研究中国古代时差理论和算法的学者中,蕞内清的工作较早也较为重要。1944年,蕞内清在文献[2]中,用了相当大的篇幅来讨论《宣明历》的日食三差算法。在该文中,蕞内清先生首先从现代天文学理论出发,建立了时差算法的数值模型,然后选择了二分二至的日出、午正和日没等特殊时刻,将理论结果与历法结果进行了比较。蕞内清分析《宣明历》中时差算法的精度时,历法中的时差结果以定朔日的昼长(和太阳黄经相关)和定朔时刻的时角作为自变量,而理论结果却以日食视食甚时刻的太阳黄经和时角作为自变量。由于时角是决定太阳天顶距进而影响月亮视差的一个最为重要的因素^①,因此以定朔时刻太阳的相关数据计算出的《宣明历》中时差结果和以视食甚时刻太阳的相关数据计算出的理论结果之间实际上并不具备可比性。因此,蕞内清所建立的时差算法的理论模型实际上存在着一定的缺陷。

上述这些学者关于日食时差算法的研究工作,仍然存在一些需要改进和补充的地方,例如:(1)鉴于蕞内清所建立的时差算法的理论模型所存在的缺陷,我们有必要重新建立时差算法的理论模型。(2)目前已有的研究文献基本上局限于某一部或几部历法中的时差算法,通过他们的工作,我们无法了解整个中国古代时差算法的历史全貌。中国古代的时差算法从初创到定型,经历了将近700年的漫长历程,我们需要知道在这个历程中,哪些历法做出了较大的贡献。(3)已有的研究成果中除蕞内清等少数学者讨论过时差的精度之外,其他的学者基本上没有涉及精度问题。由于这些学者所建立的时差算法的理论模型存在问题,因此他们在进行精度分析时所得出的结论存在可靠性问题,我们仍然无法根据已有的研究成果从整体上来评价中国古代日食时差算法所达到的精度。

本文中,我们将在蕞内清的工作基础上,进一步从现代天文学的理论出发,重新建立日食时差算法的理论算法模型;基于前人的研究工作,我们将试图勾勒出中国古代日食时差算法的沿革历史,并根据各时期时差算法的特征对时差算法的历史进行分期;我们选择各个时期具有代表性的《宣明历》、《纪元历》和《授时历》等三部历法,来讨论中国古代时差算法的精度,并指出中国古代时差算法的缺陷和不足。本文试图在这些研究工作的基础上,对中国古代的时差算法作一个系统的总结和客观的评价。

2 时差的天文意义与数值模型

2.1 时差的天文意义

对中国古代的天算学家而言,推算日食要比推算月食困难,其原因在于计算日食要考虑月亮视差,而计算月食则不需要考虑。因此对于月食而言,推算食甚时刻要简单一些,因为定望时刻和月食的食甚时刻可以近似认为相等。而日食食甚时刻的推求,则要

复杂得多，这是由于月亮视差的影响，定朔时刻并非日食的视食甚时刻，二者之间的时间差最大可以达到 2 小时左右。

为了更好地推算和预报日食，历法家必须设计一定的算法来消除视差对日食的影响，中国古代历法中在计算日食时所用到的日食三差算法就是历法家为了达到这个目的而设计的。日食三差中的“三差”包括气差、刻差和时差，其中气差、刻差的代数和称为食差，主要用于日食食分和食延时刻的推求，而时差算法则是为了由定朔时刻推求日食视食甚时刻而设计的。

现代天文学中，合朔时刻指的是日月黄经相同的时刻，也就是中国古代历法中所谓的定朔时刻。而食甚时刻指的是日食时太阳和月亮的中心距离最近的时刻。关于合朔时刻和食甚时刻的细微差别，我们可以借助图 1 进行说明。

在图 1 中，我们假定 S 和 S' 代表太阳中心， M 和 M' 代表月亮中心。当太阳运行到 S ，同时月亮运行到 M 的时候，此时太阳和月亮的黄经相同，这个时刻即称为定朔时刻。但是此时还不是太阳中心和月亮中心距离最近的时候，也就是说，此时还不是食甚时刻。只有当月亮运行到 M' 时，同时太阳运行到 S' 的时候，二者的距离才最近，此时才是真正的食甚时刻。月亮从 M 运行到 M' 的时间或者太阳从 S 运行到 S' 的时间，就是合朔时刻和食甚时刻的时间差。若设太阳和月亮的平均速度为 v_m 和 v_s ，则合朔时刻和食甚时刻的时间差 ΔT 可由如下算式求出：

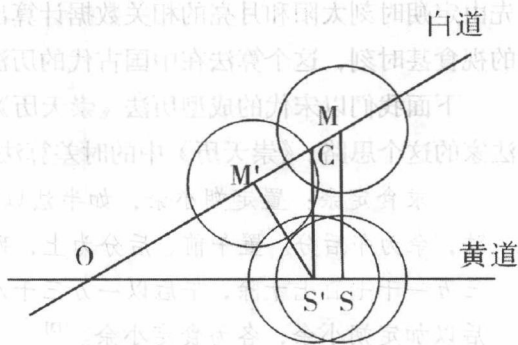


图 1 定朔和食甚的区别

作 $S'C // SM$ ，由于黄白夹角只有 5 度左右，因此总有 $MC \approx S'S$ 成立。又由于太阳的运动速度非常小，且 ΔT 非常小，因此在实际的计算中，甚至可以忽略太阳的运动距离，于是上式可以化简为：

$$\Delta T = \frac{MM'}{v_m} = \frac{SS'}{v_s} = \frac{MM' - SS'}{v_m - v_s} \quad (1)$$

式中 I 为黄白交角， MS 为合朔时刻月亮的黄纬。如果将太阳和月亮的平均速度代入，可求得 ΔT 的最大值为 5 分钟左右，而一般都在 2 分钟左右徘徊。因此在精度要求不是特别高的情形下，我们一般不去刻意区分定朔时刻和食甚时刻的差别。

上面我们讨论的只是理想情况，即我们假设观测者正好位于地心，也就是说日食没有受到月亮视差的影响。在这种情形下，定朔时刻和食甚时刻可以近似认为相等。对于月食来说，由于不受视差影响，月食的食甚时刻总是近似等于定望时刻。当然，由于地

影半径要比太阳半径大，因此，月食的食甚时刻和定望时刻的时间差会比定朔时刻和日食的食甚时刻之间的时间差 ΔT 更大一些。

但是对于日食来说，真实的情形要比我们前面所讨论的复杂得多。由于月亮视差的影响，月亮的视位置总比其真位置要低一些，因此当真太阳和真月亮同黄经时，对于地面上的观测者来说，太阳和视月亮的视黄经并不相同，这使得对于合朔而言，便有真合朔和视合朔的区别。同理，对于食甚而言也有真食甚和视食甚的区别，真食甚指的是真月亮和真太阳距离最近，而视食甚指的是视太阳和视月亮距离最近。由于日食观测总以地面观测为准，因此我们通常所说的食甚指的是视食甚。日食的视食甚时刻，或者早于定朔时刻，或者迟于定朔时刻，二者之间总存在着一个时间差，这个时间差在中国古代的历法中即被命名为时差。^②中国古代天算学家计算日食视食甚时刻的基本思路，就是先由定朔时刻太阳和月亮的相关数据计算出时差，然后用时差修正定朔时刻而得到日食的视食甚时刻，这个算法在中国古代的历法中就被称为日食的时差算法。

下面我们以宋代的成型历法《崇天历》中的日食时差算法为例，来说明中国古代历法家的这个思路。《崇天历》中的时差算法比较具有代表性，其术文称：

求食定余：置定朔小余，如半法以下覆减半法，余为午前分；已上，减去半法，余为午后分。置午前、后分为上，列半法于下，以上减下，以下乘上，午前以三万一千七百七十除，午后以一万三千八百八十五除之，各为时差。午前以减、午后以加定朔小余，各为食定小余。^[13]

术文中“食定余”相当于日食的视食甚时刻，而“定朔小余”相当于定朔时刻。这段术文叙述的就是如何根据定朔时刻推求视食甚时刻的方法，这个算法就称为时差算法。实际上，自从张子信发现视差现象以后，历法家在求日食的视食甚时，几乎都要设计这样一个类似的算法，当然这个算法在《宣明历》之前还很不完善，但从《宣明历》开始，这个算法便逐渐趋于合理。本文中，我们沿袭中国古代历法中的称呼，将日食的视食甚时刻和定朔时刻之间的时间差命名为时差。

2.2 时差的数值模型

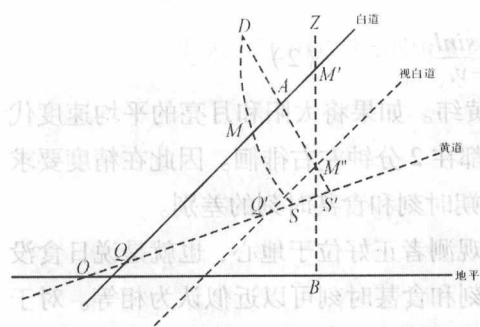


图2 时差的天文意义

现在我们来建立日食时差算法的数值模型。由于中国古代历法中的日食时差算法以定朔时刻太阳的黄经和时角作为自变量，因此为了便于比较，我们建立的时差算法的数值模型也必须以定朔时刻太阳的黄经和时角作为自变量。

月亮视差对日食视食甚时刻的影响可以借助图2进行说明。^③图2中， D 表示黄极， Z 表示天顶， Q 和 Q' 分别表示黄道与白道和视白道

的交点。假定在定朔时刻 T 太阳运行至 S ，月亮运行至 M 。由于月亮视差的影响，此时月亮的视位置比其真位置要低一些，因此对地面上的观测者而言，此时并不是视食甚时刻。只有当经过一段时间之后，太阳运行至 S' ，月亮运行至 M' ，并且此时视月亮 M'' 和真太阳 S' 同黄经，此时才是视食甚时刻 T' ，而定朔时刻 T 与视食甚时刻 T' 之间的时间差 Δt ，亦即月亮从 M 运行至 M' 或者太阳从 S 运行至 S' 的时间，就是中国古代历法中所谓的时差。

分别作过 M 和 M'' 的黄经圈 DMS 和 $DM''S'$ ，其中 $DM''S'$ 和白道相交于 A ，作过 M' 和 M'' 的地平经圈 $ZM'M''B$ ，和地平交于 B 。由于黄白道夹角大约只有 5° 左右，因此 $MA=SS'$ 近似成立。若令 v_s 、 v_m 分别表示太阳与月亮的平均视运动速度，则 Δt 可由下式求出：

$$\Delta t = \frac{MM'}{v_m} = \frac{SS'}{v_s} = \frac{MM' - SS'}{v_m - v_s} \approx \frac{M'A}{v_m - v_s} \quad (3)$$

若令 P_0 表示月亮的地平视差， Z 表示视食甚时刻真月亮 M' 的天顶距，则根据视差的定义，有如下关系成立：

$$M'M'' = P_0 \sin z \quad (4)$$

由于球面三角形 $AM'M''$ 非常小，故可以近似地将其看作平面直角三角形。这样造成的误差非常小，不会影响我们所讨论的问题的精度。令 α 表示过 M' 的地平经圈与黄道的交角，则 $\alpha = \angle AM'M'' + I \approx \angle MM'M''$ ，此时(3)式可变为：

$$\Delta t = \frac{P_0 \sin z \times \cos \alpha}{v_m - v_s} \quad (5)$$

由(5)式可见， Δt 是以视食甚时刻真月亮 M' 的天顶距 z 和过 M' 的地平经圈与黄道的交角 α 为自变量的函数。因此，为了推算 Δt ，需要确定月亮的天顶距 z 和 α 。由于日食时，太阳与月亮同时运动在黄白交点附近，且月亮的黄纬通常不会超过 0.5° ，因此可以近似认为太阳和月亮的天顶距相等。由于天顶距 z 和 α 不是独立的自变量，为了讨论问题方便，我们必须试图将 Δt 表示为含有太阳的黄经 λ 和时角 h 这两个独立自变量的函数。

我们设定朔时刻太阳的黄经为 λ ，时角为 h ，日食视食甚时刻太阳的黄经是 λ^* ，时角为 h^* ，定朔时刻和日食视食甚时刻之间的时间差是 Δt 。则显然有：

$$\lambda^* = \lambda, \quad h^* = h \pm h(\Delta t)$$

其中 $h(\Delta t)$ 表示时差 Δt 所对应的时角。^④从式(5)可以看出，如果天顶距 z 和 α 已知，则时差即可求出。

由现代天文学知识，日食视食甚时刻月亮的天顶距 z 可以由下式求出：

$$\begin{cases} \sin \delta = \sin \lambda \sin \varepsilon \\ \cos z = \sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos(h \pm h(\Delta t)) \end{cases} \quad (6)$$

式(6)中， λ 、 δ 分别表示太阳的黄经和赤纬， ε 表示黄赤大距， ϕ 表示观测地点的地理纬度。 h 和 $h \pm h(\Delta t)$ 分别表示定朔时刻和视食甚时刻太阳或者月亮的时角。

下面我们仍以日食视食甚时刻发生在下午为例，来讨论日食视食甚时刻经过真月亮和视月亮的地平经圈和黄道的夹角 α 。如图3所示， p 为赤极， z 为天顶， $rABDF$ 为黄道，

$rA'BDF$ 为赤道, r 为春分点。 C' 为星位角, C 为赤经圈和黄道的夹角, α 为地平经圈和黄道的夹角。

根据现代天文学知识, C, C', α 可由下列方程组决定:^⑤

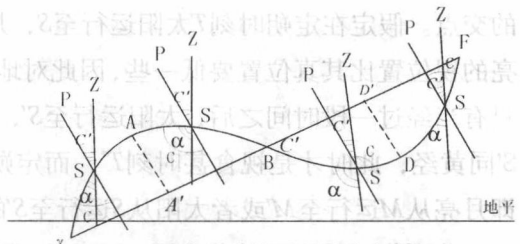


图3 黄道和地平经圈的夹角

$$\begin{cases} \tan C = (\tan \epsilon \cos \lambda)^{-1}, 0^\circ \leq C \leq 180^\circ \\ \sin C' = \frac{\sin(h \pm h(\Delta t)) \cos \phi}{\sin Z}, -90^\circ \leq C' \leq 90^\circ \\ \alpha = C - C' \end{cases} \quad (7)$$

由于日食时刻, 太阳与月亮同时运动在黄白交点附近, 所以, 太阳和月亮的天顶距可以认为近似相等, 从而可以通过太阳的相关数据来推算 Δt 。又由方程组 (6) 和 (7) 可以看出, 变量 z 与 α 都是以太阳的黄经 λ , 时角 h 和时差 Δt 为自变量的函数, 亦即, $z = z(\lambda, h, \Delta t), \alpha = \alpha(\lambda, h, \Delta t)$ 。因此, 时差 Δt 的理论公式, 也应该是以太阳 (或月亮) 的黄经 λ 和时角 h 以及时差 Δt 为自变量的三元函数。亦即, $\Delta t = \Delta t(\lambda, h, \Delta t)$, 更进一步, 时差算法可以表示成如下的形式:

$$\Delta t = \frac{p_0 \times \sin z^* \times \cos \alpha}{v_m - v_s} \quad (8)$$

将以上各式联立成如下方程组,

$$\begin{cases} \sin \delta = \sin \lambda \sin \epsilon \\ \cos z^* = \sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos(h \pm h(\Delta t)) \\ \tan C = (\tan \epsilon \cos \lambda)^{-1}, 0^\circ \leq C \leq 180^\circ \\ \sin C' = \frac{\sin(h \pm h(\Delta t)) \cos \phi}{\sin z^*}, -90^\circ \leq C' \leq 90^\circ \\ \alpha = C - C' \\ \Delta t = \frac{p_0 \times \sin z^* \times \cos \alpha}{v_m - v_s} \end{cases} \quad (9)$$

解方程组 (9) 即可得出任意黄经和时角处的时差, 方程组 (9) 中 λ 和 h 分别表示定朔时刻太阳的黄经和时角。数内清在《隋唐历法史研究》中讨论《宣明历》中的时差算法时, 给出的时差算法的理论算法如下:

$$\begin{cases} \sin \delta = \sin \lambda \sin \epsilon \\ \cos z = \sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos h \\ \tan C = (\tan \epsilon \cos \lambda)^{-1}, 0^\circ \leq C \leq 180^\circ \\ \sin C' = \frac{\sin h \cos \phi}{\sin z}, -90^\circ \leq C' \leq 90^\circ \\ \alpha = C - C' \\ \Delta t = \frac{p_0 \times \sin z \times \cos \alpha}{v_m - v_s} \end{cases} \quad (10)$$

容易发现,我们所给计算时差的方程组(9)是在蕞内清所给计算时差的方程组(10)的基础上,作了细微的但同时也是异常关键的改动而成的。二者之间的本质区别,就是在方程组中,究竟是以定朔时刻的时角入算还是以视食甚时刻的时角入算。

由于中国古代的日食时差算法是以定朔时刻的相关数据作为自变量的,因此时差算法的理论算法也应该以定朔时刻的相关数据作为自变量。另一方面,时差算法讨论的是视食甚时刻的情形,因此时差算法的理论算法同时也应该以视食甚时刻的相关数据入算。这中间特别关键的一点,就是在整个计算过程中,如何将定朔时刻的时角和视食甚时刻的时角统一起来。

如果单纯以定朔时刻的时角入算,由于定朔时刻和视食甚时刻的时角差有时候会相差很大,从而导致这样计算所产生的误差非常之大;如果单纯以视食甚时刻的时角入算,则又从道理上难以讲通,因为中国古代的历法家所设计的日食时差算法就是由定朔时刻来推算视食甚时刻的,他们事先无法知道视食甚时刻的时角。由于蕞内清的算法无法同时兼顾二者,因此无论他的算法中的时角指的是定朔时刻的时角还是视食甚时刻的时角,都存在着较大的缺陷。

为了同时兼顾二者,即时差算法一方面以定朔时刻的时角入算,同时又要反映视食甚时刻的情形,则必须给定朔时刻的时角附加一个修正量,这个修正量就是时差所对应的时角。我们所给出的时差算法,正是在定朔时刻的时角之外,考虑了时差对定朔时刻的时角的影响,因此我们在本文中所建立的日食时差的理论算法应该还是比较可靠的。^⑥

3 中国古代日食时差算法的历史沿革及分期

南北朝时期的天算学家张子信是中国古代历史上一位重要人物,他的三个重大发现对后世历法家产生了深远的影响。在张子信的三大发现中,其中有一条与月亮视差有关,“合朔在日道里则日食,若在日道外,虽交不亏。月望值交则亏,不问表里。”^{(11) 561}这是中国古代的天文典籍和史料中,我们所能见到的最早的关于视差认识的文字。这段术文的意思是说,合朔时如果月亮运行在黄道上方,且在食限内,则一定发生日食;如果合朔时月亮运行在黄道下方,有时候即使在食限内也有可能不发生日食。同时张子信还指出,月食与日食不同,只要望时月亮在食限内,无论它位于黄道南还是黄道北,都会发生月食。

我们知道,当合朔时月亮运行在黄道北的时候,由于视差的影响,视月亮距离视黄白交点的距离要比真月亮距离真黄白交点的距离要短,而当月亮运行在黄道南的时候,情形则刚好相反。这就是为什么当月亮位于黄道北,并且在食限内,比较容易发生日食,而月亮位于黄道南时,有时候已在食限内却没有发生日食的主要原因。