第 21 卷 第 1 期 天 文 学 进 展 Vol.21, No.1
2003 年 3 月 PROGRESS IN ASTRONOMY Mar., 2003

中国早期日食记录研究进展

刘 次 沅
(中国科学院国家授时中心 陕西 710600)

摘 要

中国古代系统的日食记录始自春秋。自汉以至清代，整齐而完备。此前的夏、商、西周三代，日食记录零散而模糊。历来研究者众而难得定论。近年来由于天文计算方法和历史年代学的进展，早期日食记录的研究也获得新的成就。

关 键 词 天文学史 — 日食 — 综述 — 古代天象记录 — 中国古代史

分 类 号 P1-092, P182.27

1 引 言

在中国古代各种天象记录中，日食记录占有特殊的位置，记录最为完备。这不仅因为日食 (尤其是日全食) 现象非常壮观，常常引起人们惊恐，而且按照中国传统星占理论，太阳代表皇帝，日食是上天对皇帝的警示。日食发生，皇帝往往要素食，避正殿，斋戒救护，甚至下诏罪己。另一方面，编制和颁布历法，是帝制时代最重要的政事之一，而“历法疏密，验在交食”。因此，系统地观测和记载日食，既是封建迷信的仪式，也是科学研究的需要。

中国现存系统的日食记录，始自春秋时期。《春秋》鲁国历史中记载了 37 次日食。战国和秦代的日食记录散轶严重。自西汉起直至明末，日食记录相当完整，然而这些记录的形式简单化一：某年月日 (干支)，日有食之。其它的信息不多。清代记录不仅完整，往往还有详细的食分和时刻，但据研究这些数据都是预报而非实测结果。

春秋以前的日食记录，零散而含糊，我们称之为早期记录。对于早期日食记录的研究，除了对原文的理解和演绎，确定该记录是否是日食及怎么样的日食外，还有两个共同的问题：年代范围和天文计算方法。

如果古代日食记录有确切的日期，这个日期又可以准确地换算为公历日期，那么该记录的证认是十分简单的。而实际上，这些早期记录往往没有确切的日期：或者只记某王在位，或者有月日却王世不明。更大的困难在于，我国有确切年代记载的历史只能上溯到西周共和元

国家自然科学基金项目 (19973012) 资助课题
2002-08-26 收到 2002-10-10 收到修定稿

年，即公元前 841 年，而大多数早期日食记录都在此之前。即使记载有某王某年，也无法直接换算到公历日期。其实人们研究这些日食记录的主要目的在于通过它们获取年代。当然，历史学家可以根据其它历史学、考古学证据，给出该事件的大致年代范围。日食是周期性的、反复发生的天象，在史学家给出的年代范围内可能有多次日食发生。研究者只能通过发掘记录中的信息，如全食、早晨或傍晚日食，记载的干支日期以及其它信息，尽可能地缩小范围。历史学家赖以得出年代范围的信息往往含糊不清甚至互相矛盾，因此得到的年代范围往往也众说纷纭，差距甚大。这是早期日食研究结果分歧的主要原因。《夏商周断代工程》通过各学科合作 (包括天文方法) ，已提出包括西周各王王年、商代后期部分王年和夏商大致起始年的年代表 [1] ，这对于早期日食的研究无疑具有重要的参考作用。

另一个问题是日食计算。当今天文计算方法对于远古时期日食计算实际上有很大的不确定性。误差主要来源于月亮平黄经潮汐加速项 $\dot{n}$ 和地球自转长期加速项 c ，它们都是时间引数 T 的平方项系数，因此其误差在远距历元时被迅速扩大，从而导致计算得到的日食带位置在东西方向上整体位移。例如当今测定参数 c 的误差大约是 ± 3 ，它导致在公元初年全食带地理经度有 $\pm 5^\circ$ 的位移，而这样的误差在公元前 20 世纪则被放大到 $\pm 20^\circ$ 。由此，是否发生日食以及日食的大小，都会有极大的不确定性。直至近 20 年，这一问题才被部分研究者充分注意和讨论。月亮 $\dot{n}$ 项与地球自转 c 项的影响形式类似，它们有大致关系： $0.92\Delta\dot{n} = \Delta c$ [2] 。在天文界长期使用基于 Brown 理论的“改良月历” (ILE) ，其中取 $\dot{n} = -22.44$ 。同时，取地球自转长期加速项 $c = 29.95$ 。这样的计算方法为日食典 [3] 和日食计算软件普遍采用。近年来，通过各种现代方法对月亮潮汐加速的测定和通过古代天象记录对地球自转长期项的研究均有较大进展。在对古代天象记录的研究中通常采用 $\dot{n} = -26$ 和 $c = 30$ (或 $c = 31$) [2,4~6] 。显然，参数 c 从 28 到 34 是值得讨论的范围。

2 夏 代

夏代的文字尚未发现。现今所知的夏代事迹，大多是东周至西汉时期形成的文字。此前的流传是文字还是口授，尚不得而知。因此夏代日食记录，无论其明确性还是可靠性，都是比较差的。这一时期人们可能对日食现象尚不能准确地描述与归纳，因此当日全食发生时会产生极大的混乱，不能确切地记载为日食。国外早期日食记录也有类似情况。

2.1 三苗日食

《墨子 · 非攻下》在论及古代圣王大禹征伐“有苗”时说：“昔者三苗大乱，天命亟之。日妖宵出，雨血三朝，龙生于庙，犬哭于市，夏水，地坼及泉，五谷变化，民乃大振。高阳乃命玄宫，禹亲把天之瑞令，以征有苗。”《开元占经》记为“日夜出”。《苗巢子》记“三苗大乱，妖日宵出。”事情发生在舜帝执政时期。

Pang [7] 认为，“日妖宵出”或“日夜出”应是一次“天再昏”现象：当黄昏日落前后日全食 (或接近全食) 发生，天色突然变黑；几分钟后全食结束天色转亮；接着是正常的黄昏天黑过程。如果古人把日食引起的第一次天黑当做自然黄昏，那么其后出现的天色转亮就成了反常的“日夜出”了。如果接受这种设想，就有可能通过日食计算探讨舜、禹在位的时间，这也正是中国历史上的重要疑点。根据《竹书纪年》的记载，夏禹统治期在公元前 1914~1907 年

之间[8]，而这一期间内三苗所在地区 (长江以南，鄱阳湖以西，衡山以东) 的确发生了一次能造成“天再昏”的日食，即公元前 1912-09-24 (禹 3 年) 的日环食，食分 0.97~0.99 。这一定点与另外 16 次日月食记录构成了自西周共和上溯至夏初的年代学骨架，同时这些互相印证的古代记录也为地球自转长期变化的研究提供了重要的依据。

刘次沅[9]认为，如果认定“日夜出”是日食，它既可能是“天再昏”，也可能是“天再旦”。搜索更大的年代范围，并更充分地考虑计算参数的不确定性，无疑是必要的。采用下文 (见 4.2 节) 所述研究“天再旦”的类似方法，在公元前 2250~1850 年间，考虑 c 从 28 到 35 的广大范围，得到 6 次“天再昏”和 5 次“天再旦”的可能事件。《夏商周断代工程》已将夏代的始年 (禹即位) 定在公元前 2070 年[1]，那么公元前 2072-04-29 发生日全食的可能性最大。当 c 取 30~33 时，即是一次日落时发生于“三苗”地区的日全食。

应当承认，将“日夜出”指认为日食，根据还相当薄弱。进一步的工作需要更多历史信息对此现象的支持和史学方面对时代范围的压缩。

2.2　仲康日食

仲康是夏朝第四个王。《尚书 · 胤征》记载“乃季秋月朔，辰弗集于房，瞽奏鼓，嗇夫驰，庶人走。羲和尸厥官，罔闻知，昏迷于天象”，仲康王派胤率军前往征讨。现存《胤征》篇出自东晋时期，被疑为伪作。但是更早的《左传》(昭公十七年) 和《史记》(夏本纪) 对此事也有类似的记载。

今本《竹书纪年》则记载“帝仲康元年己丑帝即位居斟浇，五年秋九月庚戌朔日有食之，命胤侯率师征羲和。”内容直白清晰，又有年干支、月份和日期。但它通常也被认为是伪作，尤其是它给出的日期，很可能与下文所述唐代一行的计算有关。文中指出“月朔”、“辰”(古文有日月合朔的含义) 、羲和 (古代天文官) 失职和恐怖天象造成混乱，都使人联想到日全食的情景。《左传》中更是将这段记载直接与日食事件相联系。因此它在历史上一直被认为是一次大食分的日食记录。事件发生的季节，除了上文中的“季秋”以外，《左传》还暗示它发生于“夏四月”。“辰弗集于房”难以解释，它常常被理解为日食发生在房宿 (星座) 。

由于《胤征》为《尚书》中的一篇，是中国古代最重要的经典文献，因此历代对它的研究非常多，成为中国古史的著名疑案。注释方面基本上集中于《十三经注疏》，而另一研究目的在于利用日食计算确定仲康王的年代。唐代一行用他的《大衍历》推算日食 (见《新唐书 · 历志三上》大衍历议“其七日度议曰”一节) ，得到这次日食发生在仲康五年癸巳岁九月庚戌朔，日食在房二度 (相当于公元前 2128-10-13) 。元代郭守敬用《授时历》也得到同样的结论 (见《元史 · 历志二》“授时历议下 – 交食”一节) 。利用中国古代推步方法研究仲康日食的，还有明末的李天经和清代的阎若璩等。自明末西学东渐以来，中国古代经典也传到西方，不少西方学者和日本学者也对此展开研究。他们使用的计算方法比之中国传统的历法推步有了较大的改进。陈遵妫[10]对这一段历史有集中的介绍。

近几十年，随着天文计算方法的改进和普及，研究者发现前人的某些工作，仅从日食计算来说，就是不成立的。齐藤国治[11]深入分析和校订了《竹书纪年》等古籍，排列出仲康元年在公元前 1921~1881 年之间，计算得到公元前 1912-09-24 在洛阳地区可见日环食。Pang[4]在全面分析古籍王世、年代记载的基础上，通过一系列的中国古代天象记录建立了年代框架。Nivison 和 Pang[8]通过对今本《竹书纪年》文字的适当改动，使得几种文献中的信息得以一

致。 Pang [12] 计算得到仲康日食发生在公元前 1876-10-16 。他的这一结果，与他利用“三苗日食”得到的历史年代相吻合。同时，汉代纬书《孝经勾命诀》载“禹时五星累累如连珠，炳炳若连璧”，公元前 1953 年 2 月的五星连珠是非常难得的对应。这一时间也和 Pang 所得到的仲康、大禹时代互相印证。

李勇 [13] 对郭守敬《授时历》的计算方法进行了研究和重建，证实用这种方法的确能在一行和郭守敬给出的日期算出日食 (但仅仅是食分极小的日食，当不能满足古籍中所描述的现象) 。现代计算表明，当日确有日偏食，但中国绝无可能看到。

吴守贤 [14] 对前人的工作进行了全面详尽的回顾与分析，总结出 13 种不同的年代结论。他用现代方法作了复算，澄清了一些由于计算误差或计算错误而引起的误会。并在对文献和天文学背景作出全面分析的基础上，用现代天文方法对 3 个世纪中中国可见的日食进行了搜索。在断代工程史学方面提出的相应年代范围内，现有公元前 2043 、 2019 、 1970 、 1961 年 4 种可能的方案 [1] 。吴守贤 [15] 还认为“辰弗集于房”可能是指日食和彗星同时出现，因为“弗”字和“茀” (古代彗星名) 字形相像，可能在流传中混淆了。

3 商 代

仅仅 100 年前，商代的存在也和夏代一样，只是在传说之中。殷墟甲骨卜辞的发现，证实了文献记载的许多史实，其中包括《史记》所记载的商代王世。由于宾组 5 次月食的记载非常明确，商后期有经常性的日食观测记录几乎是肯定的 (尽管目前发现的日食记录远不及月食的清楚) 。

3.1 三焰食日

武丁王宾组卜辞有一版龟腹甲 (《甲骨文合集》 11506) ，董作宾《殷历谱》中释为“三焰食日，大星”，指为日全食。刘朝阳 [16] 在“甲骨文之日珥观测记录”一文中称，此甲刻有：“贞翌乙卯，乙卯不其易日，王占曰有祟，勿雨。乙卯允明雾，三舀食日，大星”，即乙卯天明时，有雾， 3 条火焰吃掉太阳，并见到大星。这显然是日全食的景象。火焰实指日珥，大星是金星或水星。刘朝阳后来进而定论，这次日食发生在公元前 1302-06-05 (丙辰) ，当时出现的大星是水星。徐振韬 [17] 则计算得到该次日食发生在公元前 1250-03-04 (丙辰) ，上午 11 时，地点安阳。此两说之困难皆在于该日是丙辰 (乙卯的次日) 。

Chou 和 Pang [18] 对该卜辞的原文进行了详细的考察和研究。他们得到验辞是“王占曰止杀勿雨乙卯于明雾三焰食日大星”，可译成：“王做了预言说，无灾无雨，从乙卯到次日清晨有雾，三焰食日，大星出现。”其关键的倒数第 5 字上面一小鹿，下面一坑，意为“陷”。按照当时习惯，读音相近而假借作火焰的“焰”。“允明”改为“于明”，日期下推一日，避免了乙卯日找不到合适的日食的困难。 Pang [4] 搜索与计算的结果显示，该日食的确发生于公元前 1302-06-05 ，安阳当地时间 10:45 ，全食延续了 6 min 20 s 。由此可以得出当时的地球自转参数 $\Delta T = (7.3 \pm 0.3)$ h 。

由于日全食难得，又第一次记载了日珥，第一次记载了日食见星，因此这条记录十分重要。自董作宾、刘朝阳提出此说，国内外从者甚众。在相当范围上，几成定论，并被普遍当作中国的一项世界之最。

然而不同的意见从一开始就存在。杨树达对该记录作了完全不同的释读。他说，大星者大晴也。诸辞文意虽不能尽解，但第一辞初言“易日”，继云“勿雨”，末云“大晴”，三辞文意正相贯也。因此他首先指出此为有关气象的卜辞 (“释星”，《积微居甲文说》，1945) 。严一萍发表“食日解”（《甲骨古文字研究》第二集，艺文出版社，1989)，证“食日”当为时间辞而与日食无关。最近李学勤 [19] 在“三焰食日卜辞辨误”一文中重新对这版卜辞及过去的研究做了全面梳理和新的考释，释读如下：

甲寅卜壳贞，翌乙卯易日。贞，翌乙卯 (乙卯) 不其易日。王占曰：“止勿荐，雨。”乙卯允明阴，乞列，食日大星。其大意是：在甲寅这一天，壳 (卜者) 贞问次日乙卯是否天晴，这是为了祭祀的事。王根据占卜的结果判断说，不要陈放祭品，天要下雨的。到了乙卯日，天亮时果然阴天，停止陈放祭品，上午吃饭的时候，天气大晴。

这样，就完全否定了日食的说法。

3.2　日月又食

历组卜辞有“癸酉贞日月又 (有) 食，惟若；癸酉贞日月又 (有) 食，匪若” [20] 。其中“月”字又可视为“夕”。所述是何种天象，历来众说纷纭。有认为日食或月食发生，由于前不久有一次日月食，故而贞问吉凶；有认为癸酉日夕 (黄昏) 时日食；有认为日食昼晦如夕 (夜) ；有认为癸酉日间月食 (带食出没的月食) 。以上说法，认为癸酉日发生了日食 (或月食)，因而可据以推算。又有以“日月又食”为《汉书天文志》之“日月薄食”；有认为贞问是否会发生日月食。如此之说则日月食并非发生在癸酉日，因而无从推算。

陈遵妫 [10] 按照日月食连续发生的设想作了推算。如果先有日食而后有月食，即癸酉是月食当天或其后的一两天，则可能是公元前 1230-07-18 日食 (以及其后发生的月食) 。如果先有月食而后有日食，即癸酉是日食或其后一两天，则可能是公元前 1230-05-11 月食和公元前 1230-05-26 (癸酉) 日食；或是公元前 1222-08-03 月食和公元前 1222-08-18 (庚午) 日食。陈遵妫并引董作宾推得公元前 1217-05-11 月食和公元前 1217-05-26 (癸酉) 日食。

徐振韬 [17] 将原文读作“日夕有食”，即黄昏时日食。计算得到公元前 1176-08-19 (癸酉) 日全食，安阳当地时间 17 时，食分 0.92 。

李学勤 [19] 在“癸酉日食说”一文中对前人的研究作了全面的讨论，并结合前后文及其他卜辞事例综合分析。他说明“日月”乃一“明”字，解释为天明时日食，得到以下信息可供推算：(1) 发生在蝗灾流播的月份；(2) 干支为癸酉日；(3) 时间系日出时；(4) 在商都安阳明显可见；(5) 年代晚于武丁朝的几次月食，但相距不远，在祖庚之世。

张培瑜 [21] 根据李学勤的条件，在公元前 1500～1000 年之间搜索癸酉日早晨在安阳可见的日食，得到唯一的一例在公元前 1269-08-27 ，早晨 7:00 左右，食分 0.65 。张培瑜还对前文所述的各种解释作了推算。在他本人对宾组五次月食所作证认的基础上，推得如下可能结果：

(1) 以“日月频食”解，有公元前 1171-11-06 月食和公元前 1171-11-21 (癸酉) 日食 (先月食，后日食) ，公元前 1183-01-12 日食和公元前 1183-01-28 (癸酉) 月食 (先日食，后月食，且满足带食而没) 。

(2) 以“日食昼晦”解，有公元前 1176-08-19 (癸酉) 在安阳发生的日全食。

另外，历组还有一片残片，刻有“贞日又食”，显然是日食。因为没有干支，无从推算。

3.3　日又戠

历组 (在宾组之后，大约武丁末期到祖甲初年) 卜辞有日又 (有) 戠记载，似指严重天象：

“乙巳贞……日又戠，夕告于上甲，九牛。” (《甲骨文合集》 33696)；

“乙丑贞，日又戠，允惟戠。” (《甲骨文合集》 33700)；

“庚辰贞，日又戠，其告于父丁，用牛九……。” (《甲骨文合集》 33698)；

“辛巳贞，日又戠，其告于父丁。” (《甲骨文合集》 33710)。

辛巳是庚辰的次日，这两条可能是同一件事。此外还有几例日又戠记录失去干支日期。

郭沫若[22] 首先指出“戠”与“食”音近，同音通假，可能是日食。而陈梦家认为可能是指太阳黑子 (《殷墟卜辞综述》中华书局，1988)。也有人认为可能指日色变红。由于后来又发现了“月又戠”卜辞，太阳黑子一说已不能成立。

李学勤[19] 在“日月又戠”一文中讨论了这些记录的前后文，对比相关卜辞的词义，引用古文字学家近年来的相关研究成果，确认“日又戠”为日食。他还认为日色变红之说不能成立，同时认为“乙丑日又戠”一条，是当时卜者不能确定日食是否发生[19]。

张培瑜[21] 证认出宾组五次月食在公元前 1201~1181 年之间。与之年代相符的历组日食也找到了唯一的一组：公元前 1198-10-21 庚辰；公元前 1172-06-07 辛巳；公元前 1161-10-31 乙巳。乙丑日食则找不到合适的对应 (李学勤作了解释)。

4 西 周

由于商代后期已经发现有系列的月食和零散的日食记录，西周对日月食也应该有系列的观测和记载，不过目前尚没有发现。倒是有两次奇异的天象，可能由大食分的日食引起。由于阴天或地形的遮挡，当时的史官未能意识到那是日食。自东周开始，朔的概念清晰建立；自汉代以后，开始预测日食，类似的“异象”就很容易被悟为日食，类似下文的“天再旦”、“天大暞”就不再被记载。《诗经》中的日食措辞清楚，但是否特指某次事件，尚不得而知。再往后便是《春秋》中的记载，从而开始了我国系列、连续记载日食的历史。

4.1 天大暞

古本《竹书纪年》有“昭王十九年，天大暞，雉兔皆震，丧六师于汉”。此事发生在周昭王南征荆楚的过程中，《初学记》 (卷 7 地部下)、《开元占经》 (卷 101)、《太平御览》 (卷 907 兽部) 都有引用，南征事也在铜器铭文中屡见。辞海引《诗》经传、《晏子春秋》等释“暞”字作阴暗意。《尔雅》曰阴而风为暞，《说文》曰暞天地阴沉也。当日食发生，接近食既时，天空迅速转暗，野鸡、野兔因之惊惶逃窜，甚至由于地面冷热不均而阴风乍起。类似的情况古今中外常见记载。因此“天大暞”很可能是一次食分很大的日食。至于为什么不记日食而记“天大暞”，可以解释为阴天。当时尚不能预报日食，甚至尚不能定朔，因而未能联想到天色转暗是由日食引起的。这一点与下文中“懿王元年天再旦”颇相似。罗琨从古文字和文献的角度证实这一假设是可能的 (《夏商周断代工程》内部交流论文：“昭王十九年天大暞”的文献考察)。何幼琦[23]、平势隆郎[24] 和张闻玉[25] 均指出“天大暞”是日食，只是没有作进一步探讨。

昭王是西周第四个王，其年代在历史文献中没有明确的记载。史学家的研究各不相同，至少有 30 多种说法。天大暞发生在昭王末年，按照大多数史学家的结论，应在公元前 1000 至

950 年之间[26]。

刘次沅[27]计算了公元前 1000 至 950 年之间的日食。在此期间能对中国中部造成大食分的日食有 4 次：公元前 980 年 (日环食)、978 年 (日全食)、976 年 (日全食)、969 年 (日环食)。由于地球自转长期变化和月亮平黄经长期项的不确定性，计算采用了两套参数，并考虑了它们之间的连续变化过程，相当于 $\dot{n}=-26$，$28<c<33.5$。天象发生的地点主要考虑两处：荆楚 (今湖北荆州) 和宗周 (今西安)。分析指出，公元前 980、976、969 年 3 次日食都有可能在荆楚、汉水下游一带造成相当大的日食 (荆州食分分别达到 0.87、0.94、0.93)，公元前 969 年日食同时还可以在宗周造成大日食 (食分 0.90)，以至于“天大暗，雉兔皆震”。再与周昭王丧师陨命相联系，得以流传。至于公元前 978 年日食，食分不可能达到很大，食甚时太阳接近地平，甚至很可能已落入地下，不可能产生天空异常转暗的现象。

结合金文历谱排算和其它各方面信息，《夏商周断代工程》将昭王元年排定在公元前 995 年[1]。这样，昭王十九年是公元前 977 年，但这一年中国境内并无大食分日食发生，而断代工程定公元前 976 年为穆王元年。这一矛盾其实可以通过对年代表的适当调整来解决。取康王增加一年，昭王各年分别后退一年，昭王十九年与穆王元年成为同一年。由于昭王世没有定年铜器，因此这一调整与整个金文历谱没有冲突，同时与断代工程排定历谱的所有根据都不矛盾。穆王在即位当年 (昭十九年) 改元，也为当时习惯所容许[28]。实际上断代工程年表所给出的共王和共和，也是当年改元。这样，结合天文计算结果和夏商周断代工程的年代结果，公元前 976-05-31 日全食是“天大暗”记录的最佳解释：当参数 c 取 28 至 30 之间时，计算得到荆楚地区发生食分大达 0.94 的日食。

4.2　天再旦

《竹书纪年》记载“(西周) 懿王元年天再旦于郑”。从字面上看，是天亮后又亮了一次；“郑”是当时地名，在今西安市附近。

《竹书纪年》西晋时出土于战国魏襄王墓，是早期重要史籍，可惜早已轶失。天再旦的纪录见于唐代《开元占经》和北宋《太平御览》的引用。此后的一些类书也有引用。今本《竹书纪年》则称“懿王元年春正月王即位天再旦于郑”。天再旦的纪录在史籍中仅此一例，通常归入“天变”、“天开裂”之类，并无具体的讨论。刘朝阳[29]在“殷末周初日月食初考”一文中率先指出，这是一次日全食造成的天光变化。通过日食计算有可能得到尚待确定的懿王年代，因而此说引起历史学界的高度重视。刘朝阳由此得到懿王元年在公元前 926 年。董作宾进一步指出，日食应发生在日出前后，这样才能造成再旦的效果。他得到公元前 966 年的结论。方善柱得到懿王元年在公元前 899 年，葛真采用公元前 925 年，张培瑜得到公元前 919、903 年以及公元前 925、899 年，倪德卫、平势隆郎则采用公元前 903 年。史学家的研究方法，多是以其他年代学资料判断懿王元年的年代，然后在日食典上就近摘取一例，在天文计算方面则不很讲究。由于日食发生的频率较高，因此导致不同结果。

Pang[30]对日出时日食的情景作了进一步的说明，使用最新的天文计算方法，引入地球自转变化对日食计算的修正，认定公元前 899 年一说。Stephenson[31]对“天再旦”的日食说持反对意见。其主要理由是：(1) Pang 采用地球自转参数 $c=29.5$，计算得到公元前 899 年日食适合“天再旦”的条件 —— “郑”地食甚发生在日出时。Stephenson 则认为应当采用 $c=44.3$，这样计算出的公元前 899 年日食在“郑”地食甚发生于日出前一个多小时，根本看

不到天光变化 (该参数已被该作者以后的工作放弃[2]) 。 (2) 公元前 899 年日食是一次环食，尽管食分与全食相差不多，但人眼的感受绝然不同。环食不会产生强烈的天光变暗现象。

刘次沅[32] 对文献和前人的工作以及 “郑” 的地望进行讨论后指出，缺乏对该现象全面的理论表达和实际验证是过去研究的重大不足。

通过对天光视亮度的表达方法和正常日出的天光变化的研究，结合日食光变的天文学理论，刘次沅[33] 建立起理论计算日出时日食 (即天再旦) 天光视亮度的方法。某一地点的天再旦现象的强烈程度主要与该地最大食分、当时太阳高度和天气有关。适当定义天再旦的强度，即可计算出历史上任何一次日食造成天再旦现象在地图上的等强度线图。 1997 年 3 月 9 日在新疆北部布网组织的多地点群众性日食观测中， 60 余人从 18 个不同地点送交了 35 份报告。这些报告涵盖了不同的食分、太阳高度和天气状况，证实了理论计算的正确性。在此基础上搜索公元前 1000~840 年之间的日食，发现发生在 “郑” 地唯一的一次天再旦现象是公元前 899-04-21 日食。经过对历史背景、自然状况的分析，确认懿王元年天再旦的记录出自该次日食[34] 。分析表明，天再旦现象对于地面某点平均千年一遇[35] ；而历史学界给出的懿王元年的可能范围只有大约 40 yr 。也就是说，随机发生的几率只有 4% 。这样一个小概率事件的恰巧出现，对于天再旦的日食说也是一个有力支持。

出土青铜器 “师虎簋” 被考古界定在懿王时期，其铭文记载为 “王元年六月既望甲戌”。计算得到公元前 899 年中历六月甲戌日的月相恰好是 “既望”，这也是上述结论的有力旁证[1] 。因此，懿王元年公元前 899 年这一结论为 “夏商周断代工程” 阶段性成果采用，成为建立西周王年体系的 7 个支点之一。

4.3 诗经日食

《诗经 · 小雅》的《十月》篇有 “十月之交，朔月辛卯，日有食之，亦孔之丑。彼月而微，此日而微，今此下民，亦孔之哀。” 这是一首批评君王的诗，《毛诗》题为 “十月之交，大夫刺幽王也。” 原文明白地指出，十月朔日辛卯发生了日食，前不久还发生了月食。历代学者对经文的背景作了大量的研究和注释 (见《十三经注疏》) 。对于日食发生的时代，有厉王、幽王、平王等不同看法；月份的建正，也难以定论。历代天文学家试图用他们的计算方法来推算这次日食。《新唐书 · 历志三下》大衍历议 “其十一日食议曰” 记载南朝虞邝用历法推得 “十月之交” 日食在周幽王六年 (公元前 776 年) ，一行的《大衍历》也是同样结果。《元史 · 历志二》 “授时历下 - 交食” 一节中，郭守敬也得到幽王六年十月辛卯朔日食的结果 (公元前 776-09-06) 。这样的结果相当于历法 “周正”，与其它诗采用 “夏正” 不符，因此有所疑惑。近代日食计算发现，幽王六年的那次日食，中原地区看不到。因此又有幽王元年 (公元前 781-06-04) 和平王三十六年 (公元前 735-11-30) 两说。

陈遵妫[10] 详细评述了前人的工作。通过对文献和历史背景的分析，认为幽王元年说月份不符，平王三十六年说更与历史背景不合。他认为，虽然根据 Oppolzer (奥伯尔子) 食典，幽王六年日食只有中国北部能看到微小的偏食，但据近代理论和实践证明，该食典的中心线常嫌偏北。如果对它稍加修正，则西安地区即可看到偏食。同时，这次日食之前有两次月食 (公元前 776-02-26 和公元前 776-08-21) ，西安地区都可以看到。因此，幽王六年的天象，与 “十月之交” 诗中描述的情景符合得非常好。

张培瑜[36] 分析了厉、宣、幽、平、桓、庄六王时期 200 年间 (公元前 880~680 年) 发生的

全部日食。当时历法十月前后辛卯日发生的日食共有 4 次：公元前 833-09-05 、 797-10-26 、 776-09-06 和 735-11-30 。计算表明，前两次是日偏食，中国全境都不可能看到。公元前 776 年 (幽王六年) 日食少许偏北，周都不可能看到 (其日食南界在北纬 37° 左右；北纬 40° 才能看到 1 分日食) 。公元前 735 年 (平王三十六年) 日食周都可见日食达 8 分以上，历法建正在卯，基本上符合夏历 (建寅) ，很可能是诗经辛卯日食之所指。

刘金沂 [37] 发现，在 Oppolzer 食典的基础上，将地球自转参数 ΔT 改变 3.5 h ，则西安地方就可进入幽王六年日食的见食区。但现代研究证明 ΔT 不可能有那么大的改正。

刘次沅等人 [38] 回顾了史学方面和天文学方面对诗经日食的研究以及尚存的困难，鉴于天文计算在过去几十年间已有较大的进展，对相关的天文因素进行了全面的梳理。列出公元前 8~6 世纪全部的辛卯日食、厉王到幽王全部的十月日食，讨论了每次日食的见食情况及由于日食计算不确定性所引起的可能的变化范围、伴生的月食等天文环境因素，希望能对史学家对于诗经文献的含义与背景的研究有所帮助。

5　后　　记

早期文献简略古奥，历代辗转相传，留存至今，大多已经相当模糊，加之古人对天象的认识和表述能力有限，所谓日食记录，其实往往有很大的不确定性。上述的这些古代记录，除诗经日食以外，其它的都没有确切的日食术语和现象的表述。例如有的记录是现象类似日食，而有的只是略有风影的一家之言。我们通称之为日食记录，是因为有人把它们当作日食来研究而已。本文的目的，也就是介绍这些研究的进展。

参 考 文 献

1　夏商周断代工程专家组. 夏商周断代工程 1996~2000 阶段成果报告 (简稿), 北京：世界图书出版公司， 2000

2　Stephenson F R, Morrison L V. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A, 1995, 315: 165

3　Mucke H, Meeus J. Canon of Solar Eclipses –2003 to +2526, Vienna: Astronomical Office, 1983

4　Pang K D, Yau K K, Chou H H. In: Ansari S M R eds. History of Oriental Astronomy, Holland: Kluwer, 2002

5　刘次沅. 陕西天文台台刊， 1994, 17: 77

6　张培瑜，韩延本. 天文学报， 1995, 36: 314

7　Pang K D, Yau K K. IAU Sym. 172, 1996: 113

8　Nivison D S, Pang K D. Early China, 1990, 15: 87

9　刘次沅. 陕西天文台台刊， 2001, 24: 9

10　陈遵妫. 中国天文学史 (第三册), 上海：上海人民出版社， 1984

11　齐藤国治，小泽贤二. 中国古代天文记录检证，东京：雄山阁， 1992

12　Pang K D. Journal of Hydrology, 1987, 96: 139

13　李勇，吴守贤. 自然科学史研究， 1999, 18(3): 234

14　吴守贤. 自然科学史研究， 2000, 19(2): 114

15　吴守贤. 自然科学史研究， 1998, 17(3): 250

16　刘朝阳. 宇宙， 1945, 15: 15

17　徐振韬. 见：洛阳市第二文物工作队编. 夏商文明研究，郑州：中州古籍出版社， 1995: 66

18　Chou H H, Pang K D. In: Chou H H eds. International Symposium on Xia Culture, Los Angeles: University of California, 1990

19 李学勤. 夏商周年代学札记, 沈阳: 辽宁大学出版社, 1999
20 商承祚. 殷契轶存, 金陵大学中国文化研究所影印本, 1933
21 张培瑜. 中国社会科学, 1999, 119: 172
22 郭沫若. 殷契萃编, 北京: 科学出版社, 1965
23 何幼琦. 西周年代学论丛, 武汉: 湖北人民出版社, 1989: 119
24 平势隆郎. 见: 北京师范大学国学研究所编. 武王克商之年研究, 北京: 北京师大出版社, 1997: 675
25 张闻玉. 见: 朱凤瀚, 张荣明编. 西周诸王年代研究, 贵阳: 贵州人民出版社, 1998: 370
26 朱凤瀚, 张荣明. 见: 朱凤瀚, 张荣明编. 西周诸王年代研究, 贵阳: 贵州人民出版社, 1998: 432
27 Liu Ciyuan. Chinese Journal of Astronomy and Astrophysics, 2002, 2(5): 391
28 陈美东. 自然科学史研究, 2000, 19(2): 124
29 刘朝阳. 中国文化研究汇刊, 1944, 4(2): 39
30 Pang K D, Yau K K, Chou H H. Vistas in Astronomy, 1988, 31: 833
31 Stephenson F R. Q. J. R. Astron. Soc., 1992, 33: 91
32 刘次沅, 周晓陆. 自然科学史研究, 1999, 18(1): 48
33 刘次沅, 周晓陆. 天文学报, 1998, 39(3): 278
34 刘次沅, 李建科, 周晓陆. 中国科学A, 1999, 29(12): 1141
35 刘次沅. 陕西天文台台刊, 2002, 25(1): 70
36 张培瑜. 见: 中国天文学史文集编辑组编. 中国天文学史文集 (第三集), 北京: 科学出版社, 1984: 1
37 刘金沂. 见: 杜石然编. 第三届国际中国科学史讨论会论文集, 北京: 北京科学出版社, 1985: 57
38 刘次沅, 周晓陆. 陕西天文台台刊, 2002, 25(1): 74

Progress in Studies of Solar Eclipses Recorded in Early China

Liu Ciyuan

(*National Time Service Center, Chinese Academy of Sciences, Shaanxi 710600*)

Abstract

Systematic records of solar eclipses started from Chunqiu period. Such records are complete and regular from the Han to the Qing Dynasties. Before then, in the Xia, Shang and West Zhou Dynasties, records of solar eclipses were vague and scattered. Many people investigated them, but it is difficult to get final conclusions. With recent progress in astronomical computation and historic chronology, new achievements have been reached in studies of early solar eclipses. These records include "Sanmiao" and "Zhongkang" eclipses in the legends of the Xia Dynasty; "Three flames ate the Sun", "The sun and the moon were eclipsed" and "The sun was Zhi" on the oracle bones of the Shang Dynasty; "Tianda yi", "Double dawn" and "Poem eclipse" in the literature of West Zhou Dynasty.

Key words history of astronomy—solar eclipse—review—ancient astronomical records—early China