

文章编号: 1000-8349(2011)02-218-10



# 明嘉靖六年《大统历》历书的气朔推步精度

李 勇

(中国科学院 国家天文台, 北京 100012)

**摘要:** 历书是历法的民用本。考察了明嘉靖六年(1527年)《大统历》历书,根据历书所颁朔日和节气时刻,以及先期恢复的《授时历》和《大统历》推步术,并利用现代天文历算结果,可考校得出:(1)历书所载朔日和节气日期、时刻确由《大统历》推得;(2)《大统历》与《授时历》推步结果存在差异,推朔平均差 33.35 min 或 34.93 min,推气平均差 86.40 min,且两者均有差 1 日现象;(3)《大统历》与现代推算合朔时刻的平均误差为 24.50 min 或 44.03 min,与现代推算节气时刻的差平均为 1.25 d,若扣除太阳中心差则节气推步的误差将减少到 86.40 min。

**关键词:** 大统历;授时历;历书;朔;节气

**中图分类号:** P1-092, P194.3, P195 **文献标识码:** A

## 1 引 言

《明史·历志五》的《大统历法推步》称:“《大统》推步,悉本《授时》,惟去消长而已。”《授时历》载于《元史·历志》,由郭守敬等编制,成于 1280 年,行用于 1281—1644 年,它是中国古代历法的集大成者,也是由中国学者独立完成的最后一部名历。《元史》一六四卷有《郭守敬传》。郭守敬在天文观测、仪器制造和历法编制等方面成就卓著,达到了历史和当时世界的顶峰。

历法的核心为推步术,其准确与否直接标志着历法之优劣程度。《授时历》也不例外,它所设计的历法系统更加严密科学,并外传邻邦。《授时历》编成后研究未断,明末有邢云路的《古今律历考》七十二卷<sup>[1]</sup>,详陈历代历法得失;清初有黄宗羲的《授时历故》,惜止于月

收稿日期: 2010-06-18; 修回日期: 2010-10-25

资助项目: 国家自然科学基金(10973022)

离之术<sup>[2]</sup>；清初梅文鼎一生研究历法、数术，有关《授时》、《大统》的论著众多。当代对历法系统研究者有王应伟<sup>[3]</sup>、陈美东<sup>[4]</sup>、张培瑜<sup>[5]</sup>、曲安京<sup>[6,7]</sup>等，外国学者则有山田庆儿<sup>[8]</sup>、席文<sup>[9]</sup>、藪内清和中山茂<sup>[10]</sup>等。这些工作都为研究者提供了较大帮助。

历书是历法的民用本，通常由政府逐年出版发行。历法则包括诸多推步内容，相当于现代的天文年历。有些古历书十分珍贵，它不仅反映出当时天文历学的发展水平，也与民俗、信仰等社会政治和文化生活密切相关。同时，历书所记应为当时行用历法的推步结果，故历书的研究不仅可考究两者的关系，同时它本身也属历法研究的一部分，理应得到重视。

现存的《授时历》历书较为罕见，仅在1983—1984年间，内蒙古黑城考古发掘中出土了《授时历》的残页五种<sup>[11]</sup>。张培瑜先生精确考定了其中四种的年代，区间在元大德十一年(1307年)到至正二十五年(1365年)间<sup>[12]</sup>。2007年北京图书馆出版了《国家图书馆藏明代大统历日汇编》(全六册)。邓文宽先生在前言中称：“《授时历》的实用历本几无传世，在这个意义上说，明代的大统历本也是研究授时历本的重要资料渊藪，理应受到关注与重视。”当然，敦煌古历书的研究亦具参考价值<sup>[13]</sup>。另外，张健利用《授时历》、《大统历》的步五星术和现代天文计算方法，分别计算大明嘉靖十年(1531年)岁次辛卯的七政躔度历书中的五星运动，得出木、火、土、金、水星的最大误差分别为： $0^{\circ}.60$ 、 $-1^{\circ}.69$ 、 $-1^{\circ}.35$ 、 $9^{\circ}.23$ 和 $14^{\circ}.98$ <sup>[14]</sup>。由此可知，历书的研究涉及内容亦颇为丰富。

《授时历》再次明确了古代历法的七个主要部分：步气朔、步发敛、步日躔、步月离、步中星、步交会、步五星。历书的天文内容相当于历法的输出结果，本文着力考察《大统》历书，研究历法与历书间可能存在的差异，进而推测历法在行用期内是否发生参数、推步术等方面的细微变化等。

## 2 明嘉靖六年历书

明嘉靖六年《大统历》历书，除封面封底外合36页。封面(图1左侧)仅有两处文字，即左边书“大明嘉靖六年大统历”名；右框内刊警示语“钦天监奏准，印造大统历日，颁行天下，伪造者依律处斩，有能告捕者官给赏银五十两。如无本监历日印信即同私历”。可见当时课法之严厉。历书正文第1—2页为月朔节气，3—4页年神方位，5—28页是12个月的日历(其中22页的9月有缺损)，29—32页为纪年，从嘉靖六年丁亥(1527年)上推至成化四年(1468年)戊子合60年。

历法通常含七大部分，历书则与历法不同，主要部分仅相当于历法的步气朔，附以逐月日谱，及相关历注。按张培瑜先生的归纳：明清历书，月首部分下部当有月九宫(月紫白)图。历日记载每天一行，也分三段，注记内容为：(1)三伏(两社、弦望、盈虚)；(2)日序、干支、纳音五行、建除、二十八宿直日；(3)节气、土王、日出入时刻、昼夜漏刻及诸多用事宜忌事项<sup>[15]</sup>。

本文所考察的只是嘉靖六年(1527年)《大统历》历书第1—2页的月朔和节气部分(图1右半部)。图1的最右侧第1列书：大明嘉靖六年岁次丁亥大统历。随后12列为该年各月，含月之大小、初一(朔日)干支、该月所含节气(包括节气日期、干支、辰刻，以及所属的某月中气或某月节气)。最后一列写“凡三百五十五日”，指全年含355天，即12个阴历月所含的

日数和。据图 1 可知全年计 23 气, 不含正月节立春, 且该部内容仅为全年月朔和节气概要, 而无涉名目繁杂的历注等内容。

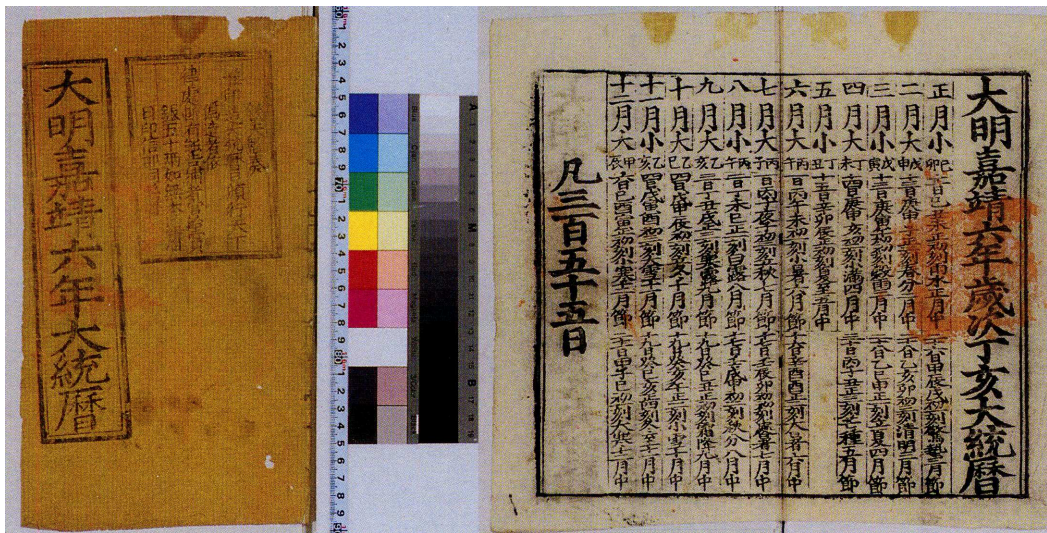


图 1 明嘉靖六年 (1527 年) 《大统历》历书封面及各月朔日和节气

《授时历》和《大统历》彻底抛弃了沿用数千年的“积年法”推步术, 而由实测确定推步常数, 建立推步方法。这些数值分别是气应、闰应、转应、交应、周应、合应和历应, 合称为“七应”, “七应”其实就是 7 组对应于推步起点 (1280 年冬至) 的观测数据。其中的闰应、转应和交应在至元三十一年还进行过修改。本文所涉气朔推步, 通常只用到气应和闰应数值。显然, 《大统历》采用的应是“七应”的后期值。

### 3 历书记录数据

嘉靖六年历书所列天文学数据有月朔干支、节气日期和时刻等, 月朔内容列于表 1。

嘉靖六年 (1527 年) 历书所记 23 气, 缺正月立春节。历书中的节气时间采用辰刻制给出。该法规定: 1 天 (d)=100 刻 (k)=12 辰 (c)。1 辰又分初 (a)、正 (b) 二部分, 各 1 h。故 1 辰 =8.333 3 刻 =2 h, 1 刻 =14.4 min。如果用  $C$  (从 1 至 12) 表示辰的序号, 则辰初、辰正的起始时间: 辰初  $ca = (2 \times c - 3) \text{ h}$ , 辰正  $cb = (2 \times c - 2) \text{ h}$ 。刻的计量取“落地算法”, 即: 0-1 刻间称初刻, 1-2 刻间称 1 刻, 余依此推。该历书的节气内容列表 2。

### 4 历书推步的方法及精度

历法是制历规则, 而真正民用的则是历书。历书所载数据是否完全由历法推得, 其间是否存在变化, 这也值得学人关注和研究。

有关《授时历》的节气和朔望推步, 我们曾有详论<sup>[16]</sup>。本文仅作如下简述, 即: 根据《授时

历》和《大统历》的步气朔法可知定朔(干支)=平朔+加减差,其中,平朔(干支)= $\text{mod}((N \times A + \text{气应} - \text{mod}(N \times A + \text{闰应}, B) + n \times B), 60)$ ,公式中取甲子的干支=0,  $A$ =年长,  $B$ =月长,  $N$ 为距算=所求年-1281,  $n$ 为自然数,指各朔的次序,  $n=0$ 为所求年年前天正平朔干支。加减差= $0.0820 \times (\text{太阳盈缩差} + \text{月亮迟疾差}) / \text{迟疾限行度}$ 。定朔的单位为日。

表 1 明嘉靖六年(1527年)《大统历》历书所载朔日及误差

序 号	干支	序号	朔日记录		《大统历》		《授时历》		误差		
			公历日期	月长/d	D1/d	D2/d	S/d	I/min	II/min	III/min	
1	己卯	16	1527-02-01	29	15.412 0	15.404 6	15.419 1	10.224	-2.06	8.59	
2	戊申	45	1527-03-02	30	44.861 1	44.847 1	44.873 3	17.568	1.43	21.59	
3	戊寅	15	1527-04-01	29	14.335 7	14.316 6	14.355 6	28.656	-3.97	23.53	
4	丁未	44	1527-04-30	30	43.843 0	43.821 1	43.869 3	37.872	8.56	40.10	
5	丁丑	14	1527-05-30	29	13.394 7	13.373 8	13.428 3	48.384	41.62	71.71	
6	丙午	43	1527-06-28	30	42.988 0	42.972 2	43.027 1	56.304	85.95	108.70	
7	丙子	13	1527-07-28	30	12.647 9	12.643 8	12.687 5	57.024	67.44	73.34	
8	丙午	43	1527-08-27	29	42.314 0	42.321 8	42.348 2	49.248	33.06	21.82	
9	乙亥	12	1527-09-25	30	11.954 0	11.970 7	11.980 8	38.592	4.66	-19.39	
10	乙巳	42	1527-10-25	30	41.551 4	41.572 8	41.571 5	28.944	-4.77	-35.58	
11	乙亥	12	1527-11-24	29	11.111 6	11.134 5	11.123 7	17.424	-12.90	-45.88	
12	甲辰	41	1527-12-23	30	40.629 5	40.650 7	40.636 4	9.936	-27.53	-58.06	
							均值	33.348	15.96	17.54	
							绝对值平均	33.348	24.50	44.03	

注:表中  $D1$ 、 $D2$  和  $S$  分别是由《大统历》和《授时历》计算所得的朔日结果,单位为 d,其整数部分为干支序号,若取甲子=1,则其干支序号须加 1。计算  $D1$  时加减差仍取迟疾限行度为算,计算  $D2$  时其加减差则取定限度。《大统历》和《授时历》计算的都为元大都(北京)的地方视太阳时。误差  $I = S - D1$ , 设  $M = \text{现代计算值}$ , 则误差  $II = M - D1$ , 误差  $III = M - D2$ , 三者的单位为 min。

由于中国传统历法多以平气注历,《授时历》与《大统历》也不例外,故其必与定气的误差较大。两历所推各月平气干支= $\text{mod}(N \times A + \text{气应} + g \times A/24, 60)$ ,其中  $g$  亦为自然数,  $g=0$  为冬至干支,随后  $g=1$ 、 $2$  分别为小寒、大寒,后类推。

对于《授时历》和《大统历》分别代入相应的历数和所求年份即可算得结果。

于是将两历推步定朔的结果分别列于表 1 的《大统历》和《授时历》栏内,推步节气的结果则列于表 2 的《大统历》栏和《授时历》栏。

本文所涉及的现代计算基于美国喷气推进实验室(Jet Propulsion Laboratory) Standish 编算的行星和月亮历表进行,现这套软件的光盘(The JPL Planetary and Lunar Ephemerides on CD-ROM)已出版发售(<http://www.willbell.com/software/jpl.htm>),它包括 DE200、DE405 和 DE406 三种历表。其中,DE200 历表的使用年代为 1599 年 12 月 9 日至 2169 年 5 月 31 日,该历表考虑了章动的影响但未考虑天平动的影响。DE405 的适用范围为 1599 年 12 月 9

日到 2201 年 2 月 20 日, 该历表均考虑了章动和天平动的影响。而 DE406 历表被称为新的长周期历表, 适用于公元前 3001 年 2 月 23 日到公元 3000 年 5 月 6 日, 但其未考虑章动和天平动的影响。除数值历表外, 软件由标准 Fortran 语言写成, 精确的天体位置由数值历表内插而得, 这样经过计算可获取日、月及八大行星的直角坐标位置。有关具体天文历算理论及方法, Willmann-Bell 还列出了重要参考文献 (<http://www.willbell.com/math/index.htm>)。本文朔望和节气的现代计算值均用该历表算得。

表 2 明嘉靖六年 (1527 年) 《大统历》历书所载节气及误差

节气记录					《大统历》	《授时历》	误 差			
序号	节气名称	日	干支	辰刻	$D/d$	$S/d$	$I/d$	$II/d$	$III/d$	
1	雨水	11	26	8b:0	25.588 7	25.528 2	0	-0.06	-1.67	
2	惊蛰	26	41	11a:1	40.807 2	40.746 6	0	-0.06	-1.90	
3	春分	13	57	1b:2	56.025 6	55.965 0	0	-0.06	-2.02	
4	清明	28	12	4a:3	11.244 1	11.183 5	0	-0.06	-2.00	
5	谷雨	13	27	7a:0	26.462 5	26.401 9	0	-0.06	-1.85	
6	立夏	28	42	9b:1	41.680 9	41.620 3	0	-0.06	-1.57	
7	小满	14	57	12a:2	56.899 4	56.838 8	0	-0.06	-1.19	
8	芒种	30	13	2b:3	12.117 8	12.057 2	0	-0.06	-0.73	
9	夏至	15	28	5b:0	27.336 2	27.275 6	0	-0.06	-0.23	
10	小暑	1	43	8a:1	42.554 7	42.494 0	0	-0.06	0.29	
11	大暑	16	58	10b:2	57.773 1	57.712 5	0	-0.06	0.78	
12	立秋	1	13	1a:3	12.991 6	12.930 9	0	-0.06	1.22	
13	处暑	17	29	4a:0	28.210 0	28.149 3	0	-0.06	1.56	
14	白露	2	44	6b:1	43.428 4	43.367 7	0	-0.06	1.79	
15	秋分	17	59	9a:2	58.646 9	58.586 2	0	-0.06	1.90	
16	寒露	3	14	11b:3	13.865 3	13.804 6	0	-0.06	1.87	
17	霜降	19	30	2b:0	29.083 7	29.023 0	0	-0.06	1.71	
18	立冬	4	45	5a:1	44.302 2	44.241 5	0	-0.06	1.42	
19	小雪	19	60	7b:2	59.520 6	59.459 9	0	-0.06	1.05	
20	大雪	4	15	10a:3	14.739 1	14.678 1	0	-0.06	0.59	
21	冬至	19	30	12b:4	29.957 5	29.896 5	0	-0.06	0.10	
22	小寒	6	46	3b:0	45.175 9	45.114 9	0	-0.06	-0.41	
23	大寒	21	1	6a:1	0.394 4	0.333 3	0	-0.06	-0.89	
							均值	0	-0.06	-0.01
							绝对值平均	0	0.06	1.25

注: 表中  $D$  和  $S$  分别为《大统历》和《授时历》计算节气的结果, 单位为  $d$ , 其整数部分为干支序号, 若取甲子 = 1, 则干支序号须加 1。节气误差中,  $I = D - \text{嘉靖六年历书值}$ ,  $II = S - D$ ,  $III = \text{现代计算值} M - D$ , 单位均为  $d$ 。

据表 1, 由于历书仅记朔日干支, 与《大统历》(D1 列或 D2 列) 推出的干支完全一致, 《授时历》推步的朔仅 1 处与历书有异, 即六月朔《授时历》推为丁未(44), 历书记丙午(43), 两者差 1 日。究其缘由, 因实朔发生在日界附近, 《大统历》所推在丙午日(1527-06-28)的 23:43(取 D1 列值)或 23:20(取 D2 列值), 而《授时历》的结果却为次日 0:39, 可见两历所算实朔之差实际不足 80 min, 但反映在历书中却差 1 日。就全年看, 《授时历》与《大统历》定朔推步(取 D1 列值)之差的绝对值平均为 33.35 min 或 34.93 min(取 D2 列值)(图 2(a))。现代计算结果与《大统历》的推步之差分别为 24.50 min(取 D1 列值)和 44.03 min(取 D2 列值), 而现代计算结果与《授时历》之差则为 24.07 min(图 2(b))。可见两历的推步精度有一定差异, 《大统历》误差的起伏却较大。

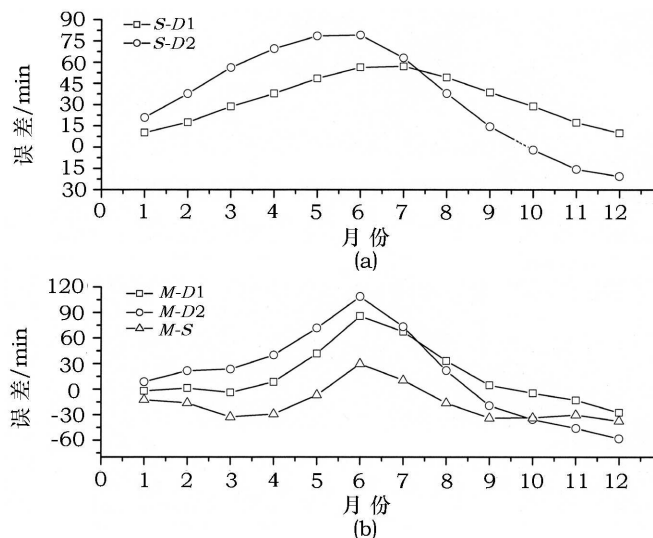


图 2 明嘉靖六年(1527年)《大统历》历书所载月朔的误差

由《授时历》和《大统历》的推步术, 加之利用现代天文历算方法, 就可精确获取古历的推步精度。图 2(b) 显示《大统历》在推步 1527 年朔日时, 六月朔的误差达到峰值 86 min(取 D1 列值)或 109 min(取 D2 列值)。造成《授时历》与《大统历》推朔差异的主要原因在于闰应值和年长的变化, 包括加减差公式的变化, 从而导致加减差的改变。但《大统历》在当时推朔的精度平均为 24.5 min(取 II 列值)或 44.0 min(取 III 列值)。

在节气时刻的计算上, 两历还存在 6 刻, 相当于  $0.06 \text{ d} = 86.40 \text{ min}$  的系统差, 即《大统历》推步的节气时刻比《授时历》晚 6 刻(图 3(a))。这是由于两历采用的年长值不一致造成。因《大统历》弃《授时历》之岁实消长算法, 如此到 1527 年, 距算  $N = 1527 - 1281 = 246 \text{ a}$ , 《授时历》的年长  $= 365.2425 - N/1000000 = 365.24225 \text{ d}$ , 而《大统》仍取  $365.2425 \text{ d}$ , 故两历年长之差  $\Delta A = 0.00025 \text{ d}$ , 进而  $N \times \Delta A = 0.0605 \text{ d}$ 。同时, 我们还发现《授时历》推步的春分己未(56)与历书所记庚申(57)干支差 1 d, 而《大统历》的推算结果则与历书相同。据表 2 中的数据可知这同样是因为该节气发生在日界附近, 《授时历》仅比《大统历》晚 6 刻, 约 86 min。

两历平气与现代节气(定气)计算的结果之差可由图 3(b) 所示, 两历的误差情形几乎

相同,大小也相近,其与现代计算结果平均约有 1.25 d 的误差,详见表 2 或图 3(b)。出现如此大的差异并不奇怪,这主要是概念上的差异造成,即古历由平气注历所致,这只到清代的《时宪历》以定气注历才得以改变。故这一结果实际上并不准确代表古历节气推步的精度。

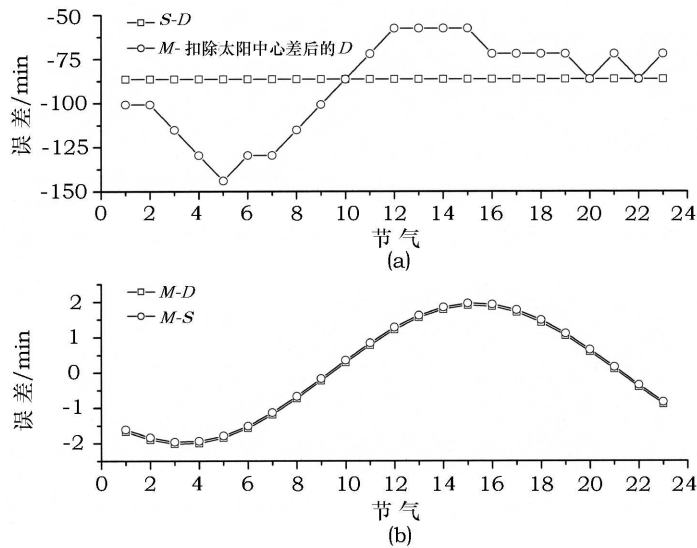


图 3 明嘉靖六年 (1527 年)《大统历》历书所载节气的误差

当然亦可与现代计算所得的平气进行比较。例如,根据现代算法,若取 1526 年冬至 (1526-12-12) 为起点,根据上文的定义,可算得冬至干支为 24.810 1,再 24 分年长 (可取 365.242 2 d) 得步长为 15.218 425 d,于是累加之于冬至干支可得各气干支。最后与表 2 中的《大统历》 $D$  值及《授时历》 $S$  值相较,即可得出平气的精度。这样得出《大统历》平气与现代差 137 min,《授时历》则偏差 224 min,两历偏差的起伏均在 1 min 之内。可见古历与今历的平气推步之差主要由起点差造成,而推步步长 (与年长有关) 的影响较小。

若以定气为基准,对节气推步作进一步考察可知,《大统历》所推的节气时刻平均有 1.25 d 的误差,它主要来源于太阳中心差。根据先期对 Newcomb 太阳表的研究,得太阳中心差可近似表示为:  $\Delta = 6892''.8 \sin g$ , 单位为角秒<sup>[17]</sup>。其中:  $g = 0^\circ.985\ 60\ t + 356^\circ.7$ , 表示地球的平近点角,  $t$  为自 2000 年 1 月 1 日北京时间 0 点起量的积日数,此时的儒略日 (带小数)  $jd = 2\ 451\ 545 - 20/24 = 2\ 451\ 544.1667$ , 其中 2 451 545 为 2000 年 1 月 1 日的儒略日。

化简得:  $\Delta = 6\ 892''.8 \sin(0^\circ.985\ 60\ t + 356^\circ.7) = 6892''.8 \sin(0^\circ.985\ 60\ (jd - 2\ 451\ 544.1667) + 356^\circ.7)$ , 其中  $jd$  为各节气的儒略日,因雨水在 1527 年 2 月 11 日,该日  $jd = 2\ 278\ 836$ 。因儒略日的起点在北京时的 20 h=0.8 333 日。故雨水时的儒略日 (带小数)  $jd_0 = 2\ 278\ 836 + (0.588\ 7 - 0.833\ 3) = 2\ 278\ 835.755\ 4$ , 于是对其他气则:  $jd = jd_0 + k \times A/24 = jd_0 + k \times 365.242\ 5/24$ ,  $k$  为自然数,  $k = 0$  为雨水,  $k = 1$  为惊蛰,余类推。于是代入  $\Delta$  式可得各节气的中心差,再将其化为时间单位。最后,将《大统历》的计算结果扣除太阳中心差后,其推步误差大幅减小,图 3(a) 中的圆形表示处理后的误差情况,其平均误差为 0.06 d=86.4 min。

## 5 讨 论

对中国古代历法的研究虽起步于释文考据，但亦须利用现代研究手段和方法，与时俱进，不断发掘潜力，在复原推步术的基础上，考校方法、比验数据。加强定量研究与系统研究，实现程序化、自动化和可视化，以适应现代科技发展的需要。

实际上若仔细考察《授时历》与《大统历》的推步差异，并非通常所说的“惟去消长”而已，我们曾指出两者的交食推步上存 11 处差异，其中直接影响到气朔推步的是岁长和加减差，文中根据对两历交食推步方法的检验，指出其时历官在用《大统》进行实际推算时，仍采用《授时》“加减差”算法，并认为《大统》术文可能刊误<sup>[18]</sup>。

另外，考察邢云路《古今律历考》，其卷四十九给出了用《大统历》方法推步万历二十四年(1596年)丙申岁闰八月朔日的日食历，他在计算定朔加减差时仍以“迟疾限行度”为算，而并未采用术文中的“定限度”；另在卷五十给出了用《授时历》推步万历三十三年(1605年)乙巳岁二月望日的月食历，结果仍以“迟疾限行度”为算。

曲安京认为《大统历》在进行定朔的加减差计算时，用定限度 = 迟疾限行度 - 日行分(即率法 = 0.0820)取代《授时历》的迟疾限行度，正体现了《大统历》对于“传统定朔算法实质性的改进”，并与其得出的理论公式相符<sup>[19]</sup>。基于此，本文在表 1 列出了两种结果， $D_1$  为据《授时历》旧法，即依“迟疾限行度”计算，而  $D_2$  则据《大统历》术文的“定限度”计算。结果表明《大统历》的这一改变并未提高定朔推步的精度，反使误差增加到 44 min，比《授时历》的 24.5 min 增大近 1 倍。或许邢云路已经发现了这一问题，在计算加减差时仍循《授时历》旧法。考虑到《大统历》与《授时历》的因袭关系，其推朔精度不应大幅降低，故我们以为其时的历家在做气朔推步时可能仍采用“迟疾限行度”计算。

此外，我们先期曾得出 44 部古代历法在其行用初年天正经朔的推步误差，它实际也体现了历法的实测水准。综合其结果，可得两汉期间的均差和绝对值均差分别为 -315 min 和 315 min(取公元前 104 年至 200 年间数据)；三国至隋朝则分别为 -152 min 和 183 min(取公元 200—600 年间数据)；唐代至元代是 8 min 和 24 min(取公元 600—1281 年)，《授时历》的均差则为 11.65 min<sup>[20]</sup>。

就历法的实朔推步精度，东汉时期，根据张培瑜等人对《东汉四分历》的研究可得其平均失天 546.24 min，合 9.10 h<sup>[21]</sup>。到唐代据张培瑜等对《大衍历》和《宣明历》的研究可得其推朔的均差和绝对值均差分别为 4.8 min 和 50.1 min<sup>[22]</sup>。宋代，综合滕艳辉等对《纪元历》等 8 部宋历的推朔精度的研究，可得出 8 历的平均误差为 -21.37 min，其绝对值的平均为 31.80 min<sup>[23]</sup>。而元明时期经《授时历》的研究可得其平均误差为 0.9 min，绝对值平均为 21.0 min<sup>[22]</sup>。就历史时期推朔误差的绝对值平均而论，精度是逐步提高。

明嘉靖六年(1527年)《大统历》历书严格按《大统历》术文推步气朔，历书所载结果与我们据复原的《大统历》算法所得结果完全一致。值得注意的是，嘉靖六年《大统历》历书全年含 23 气而非 24 气，原因在于据“无中置闰”法，正月的立春节处于阴历的上年 12 月，而决定正月月名的却是中气雨水。

中国明代成化以后的历书基本完整地流传了下来。21 世纪以来，敦煌、居延、吐鲁番



等地相续发现了一些汉代历简及北魏唐五代宋历书,但却未见到元历。近年内蒙古黑城考古发掘中出土了元《授时历》历书残页五种,补上了这个缺环,使我们得见元代历书的内容和形式<sup>[24]</sup>。明嘉靖六年《大统历》历书并不罕见,本文的考察表明其历谱确与《大统历》所定之推步规则相合。

总之,《大统历》推朔误差若取表 1 中 II 列值则为 24.50 min,取 III 列值则为 44.03 min,笔者以为取前者更妥,原因在于这一精度基本代表了历史时期推朔的最高水准,而后者精度尚不及宋代的平均水准。与此相关联的一个推测就是,《大统历》在实际推朔时,加减差的分子仍取“迟疾限行度”,与《授时历》同,而非经文中的“定限度”。《授时历》的推朔误差则为 24.07 min。两历推节气的平均误差均为 1.25 d,这主要是古历以平气注历造成,它反映了古历平气与现代定气的差。实际上《大统历》平气推步偏差约 137 min,而《授时历》的偏差则为 224 min。

## 致 谢

感谢审稿人提出的修改建议,本文充实了《大统历》和《授时历》的推步差异内容,并对相应的算法加以说明。

## 参考文献:

- [1] 邢云路. 古今律历考. 丛书集成. 北京: 商务印书馆, 1936: 第 1317 册
- [2] 黄宗羲. 授时历故. 嘉业堂丛书, 子部: 1
- [3] 王应伟. 中国古历通解. 沈阳: 辽宁教育出版社, 1998: 1
- [4] 陈美东. 古历新探. 沈阳: 辽宁教育出版社, 1995: 1
- [5] 张培瑜, 陈美东, 薄树人, 胡铁珠. 中国古代历法. 北京: 中国科学技术出版社, 2008: 613
- [6] 曲安京. 中国数理天文学. 北京: 科学出版社, 2008: 1
- [7] 曲安京. 中国历法与数学. 北京: 科学出版社, 2005: 1
- [8] 山田庆儿. 《授时历》之路. 东京: 米苏祖书房, 1980: 1
- [9] Sivin N. Granting the Seasons. Springer, 2008: 1
- [10] 藪内清, 中山茂. 《授时历》译注与研究. 川崎: I. K. Cooperation, 2006: 1
- [11] 李逸友. 黑城出土文书(汉文文书卷). 北京: 科学出版社, 1991: 1
- [12] 张培瑜, 卢 央. 南京大学学报(哲学社会科学版), 1994, 30(2): 170
- [13] 邓文宽. 敦煌吐鲁番天文历法研究. 兰州: 甘肃人民出版社, 2002: 1
- [14] 张 健. 天文学报, 2008, 49 (2): 208
- [15] 张培瑜, 卢 央. 南京大学学报(哲学社会科学版), 1994, 30 (2): 170
- [16] 李 勇, 张培瑜. 天文学进展, 1996, 14 (1): 66
- [17] 李 勇, 许邦信. 南京大学学报(自然科学), 1995, 31 (3): 369
- [18] 李 勇, 张培瑜. 南京大学学报(自然科学), 1996, 32 (3): 387
- [19] 曲安京. 中国数理天文学. 北京: 科学出版社, 2008: 325
- [20] 李 勇. 天文学报, 2005, 46 (4): 474
- [21] 张培瑜, 陈美东, 薄树人, 胡铁珠. 中国古代历法. 北京: 中国科学技术出版社, 2008: 316
- [22] 李 勇. 中国元明历法中朔望和交食的推算研究. 博士论文, 南京: 南京大学, 1997
- [23] 滕艳辉, 王鹏云. 中国科技史杂志, 2009, 30 (1): 55
- [24] 张培瑜. 授时历定朔日躔及历书推步. 中国天文学史文集(第六集). 北京: 科学出版社, 1994: 30

## Accuracy of Calculation for the Solar Terms and the Syzygys in the calendar of *Datong Lishu* 1527

LI Yong

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

**Abstract:** Usually in ancient time the *Lishu*, published and consisted of the counting results according to the calendar of *Li* added other traditional culture items, was used for average people. For example *Datong Lishu* was calculated from the calendar of *Datong Li*. In this paper, we investigate the *Datong Lishu* published in the sixth year in *Jiajing* period (1527), *Ming* dynasty (1368-1644). According to the recorded new moon dates and the times of solar terms in this year, both data with Chinese styles, and by use of our previous works for recovering the method of *Datong Li* (also including *Shoushi Li*), together with modern astronomical ephemeris calculation, the records about the new moon dates and solar-term dates and the times of solar-term were all obtained by *Datong Li* method. There exists difference between both calendars, and the average error for syzygy is 33.35 min (or 34.93 min), as for solar terms is 86.40 min, and sometimes the same phenomena appear in different days due to the calculations of both calendars. When compared with modern astronomical ephemeris, the mean error is 24.50 min (or 44.03 min) for *Datong Li* counting the new moon date and 1.25 days for solar-term calculation, but it will be reduced to 86.40 min when deducting the solar equation of the center.

**Key words:** the calendar of *Datong Li*; the calendar of *Shoushi Li*; *Lishu*; syzygy; solar terms