

天行见物理之九 推步师表

李轻舟[†]

(《大学科普》编辑部 重庆 401331)

2019-09-06收到

[†] email: shalloplee@sina.com

DOI: 10.7693/wl20190911

自黄初已后，改作历术，皆斟酌《乾象》所减斗分、朔余、
月行阴阳迟疾，以求折衷。洪术为后代推步之师表……

——李淳风《晋书·律历志》

道术分裂

道术将为天下裂。

——《庄子·杂篇·天下》

汉献帝建安二十五年(公元220年)正月，就在搅动曹刘孙三方的襄樊战火熄灭后不久，“奉天子以令不臣”(《三国志·魏书·崔毛徐何邢鲍司马传》)的汉相、魏王曹操病逝于洛阳。三月，许都的汉廷改元延康，持续二十余年的建安政治(以曹

氏霸府为核心)落下帷幕，日薄西山的大汉帝国即将直面它的终局。

汉历世二十有四，践年四百二十有六，四海困穷，三纲不立，五纬错行，灵祥并见。推术数者，虑之古道，咸以为天之历数，运终兹世，凡诸嘉祥民神之意，比昭有汉数终之极，魏家受命之符。……

——《三国志·魏书·文帝纪》裴松之注引《献帝传》载曹丕受禅告文

延康元年冬十月，汉献帝刘协禅位于魏王曹丕，汉魏嬗代，改元黄初。次年(公元221年)四月，“折而不挠，终不为下”(《三国志·蜀书·先主传》)的汉中王刘备依光武中兴故事在成都践祚，建元章武，高扬汉帜，是为“季汉”(史称“蜀汉”)。

汉享国二十有四世，历年四百三十有四，行气数终，禄祚运尽，普天弛绝，率土分崩。……咸以为天意已去於汉，汉氏已绝祀於天，皇帝位虚，郊祀无主。休徵嘉瑞，前后杂沓，历数在躬，不得不受。……

——《三国志·吴书·吴主传》裴松之注引《吴录》载孙权即位告文

当年(曹魏黄初二年、季汉章武元年)秋八月，面对刘备东征的军事压力，偏霸江东的孙权正式向曹魏称藩，受封吴王。转年(公元222年)，曹魏黄初三年、季汉章武二年)，刘备兵败夷陵，魏吴复生嫌隙，孙权叛魏自立，改元黄武，“埋而掘之”(《三国志·吴书·吴主传》)^[1]，至黄武八年(公元229年，曹魏太和三年、季汉建兴七年)四月方挟石亭大捷之威登基于武昌，改元黄龙。至此，汉末群雄逐鹿之风云激荡终于演进到三分鼎足的微妙平衡。

天下三分，道术分裂，象征君主“受命而王”的历法趋于多元。“暂时”寄居巴蜀的季汉以光复旗号构建政权合法性，故“刘氏在蜀，仍汉《四分历》”(《晋书·律历志》)，昭示“汉有天下，历数无疆”(《刘备告皇天上帝后土神祇文》)。自元和改历到季汉覆亡(公元85年到公元263年)，《元和四分历》共施用158年。至于曹魏和孙吴，为了彰显新受天命，亟需一部新历法的护持。

善算无偶

洪善算，当世无偶……

——袁山松《后汉书》



图1 《至圣先贤图册》(故宫南熏殿旧藏，现收藏于台北故宫博物院)中的郑玄画像

早在曹氏霸府初创的建安元年(公元196年),曾于雒阳(洛阳)太学精研《三统历》和《九章算术》的汉末儒宗郑玄获得了一部新历,“以为穷幽极微,又加注释焉”(《晋书·律历志》)——授历者的便是时任山阳太守的“算圣”刘洪(字元卓),这部新历“依《易》立数,通行相号,潜处相求,名为《乾象历》”(同上)。

刘歆以来,未有洪比。

——《晋书·律历志》

据东晋袁山松的《后汉书》记载,创制《乾象历》的刘洪与创制《三统历》的刘歆类似,本是汉室宗亲,系出刘秀侄鲁王(北海靖王)刘兴一脉。但与刘歆“反覆莽世”(《颜氏家训·文章》)不同,刘洪并未卷入东汉末年的朝野动乱,而是“笃信好学,观乎六艺群书意,以为天文数术,探赜索隐,钩深致远,遂专心锐思”(《续汉书·律历志》刘昭注引《博物记》)。自汉桓帝延熹年间(公元158年到公元167年)“以校尉应太史征,拜郎中”(袁山松《后汉书》)后,刘洪在天文历算上开始展露头角,积极参与了二十四节气晷影长、昼夜刻漏等的测算工作。后来,刘洪外迁常山国长史,于汉灵帝熹平三年(公元174年)先后献上“七曜术”和“八元术”以预报月食,不久以父忧去官。其后,刘洪被召为上计掾,再拜郎中,曾在东观与蔡邕共同续补《汉书·律历志》。汉灵帝光和二年到光和三年(公元179年到公元180年),刘洪迁谒者、谷城门候,两度参与关于交食周期的论辩。

到刘洪外任会稽东部都尉、山阳太守时期,早年间主要在京师雒

阳积累的研究经验终于造就了“具有划时代意义”^[2]的《乾象历》。这部新历自汉灵帝光和、中平之际初创,历经十余年“考验日月”(袁山松《后汉书》),于汉献帝建安十一年(公元206年)修定完成,堪为东汉天文历算集大成之作。

理实粹密

理实粹密,信可长行。

——《晋书·律历志》

刘洪创制《乾象历》的思想纲领可归结为两个层面:其形而上者,“依《易》立数”,与先汉刘歆制《三统》、扬雄作《太玄》一脉相承;其形而下者,“追天作历”(《续汉书·律历志》),与后汉贾逵、蔡邕论历所持之论别无二致。

两汉四百余年来,经“古六历”(“四分历”)、《太初历》(《三统历》)到《元和四分历》,长期施用造成历面后天之现象一直徘徊不去。刘洪“考史官自古迄今历注,原其进退之行,察其出入之验,视其往来,度其终始,始悟《四分》于天疏阔,皆斗分太多故也”(《晋书·律历志》),所谓“始悟《四分》于天疏阔,皆斗分太多故也”,即刘洪找到了历法偏差的原因正是回归年这个基本参数取值偏大。他

首开纪录,有目的地减小取值,“更以五百八十九为纪法,百四十五为斗分,作《乾象法》”(同上),即以 $365\frac{145}{589}$ 日为回归年,按十九年七闰法可得朔望月



图2 临沂的刘洪塑像

为 $29\frac{773}{1457}$ 日。这不仅在量上提高了历法参数的精度(见表1),也在质上打开了通向更精密宇宙模型的大门。

东汉的天文历算成就集中在贾逵、李梵、苏统等人对月行不均(月行有迟疾、月球轨道近地点进动等)的把握,刘洪将前代学者成果汇集并在此基础上进一步探索了近点月(anomalistic month,月球连续两次行经轨道近地点所需之时间)长度的算法,所谓“会数从天地凡数,乘余率自乘,如会数而一,为过周分。以从周天,月周除之,历日数也”(同上),即:

$$\begin{aligned} \text{过周分} &= \frac{(\text{会数} + \text{天地凡数}) \times \text{余率}^2}{\text{会数}} \\ &= \frac{(47 + 55) \times 29^2}{47} = 1825\frac{7}{47} \text{分}, \end{aligned}$$

表1 《太初历》《四分历》与《乾象历》中基本参数取值与现代值的偏差

历法	回归年(日)	朔望月(日)	与现代值的偏差(秒)
《太初历》 (《三统历》)	$365\frac{385}{1539}$	$29\frac{43}{81}$	年: 687.777
			月: 23.328
《四分历》 (“古六历”、 《元和四分历》)	$365\frac{1}{4}$	$29\frac{499}{940}$	年: 673.920
			月: 22.464
《乾象历》	$365\frac{145}{589}$	$29\frac{773}{1457}$	年: 343.869
			月: -4.129

表2 《乾象历》中的月离表(有修正)

日期	日转度分	月行分	损益率	列衰	盈缩积
一日	14度10分	276	+22	-1	盈初
二日	14度9分	275	+21	-2	+22
三日	14度7分	273	+19	-3	+43
四日	14度4分	270	+16	-4	+62
五日	14度	266	+12	-4	+78
六日	13度15分	262	+8	-4	+90
七日	13度11分	258	+4	-4	+98
八日	13度7分	254	0	-4	+102
九日	13度3分	250	-4	-4	+102
十日	12度18分	246	-8	-3	+98
十一日	12度15分	243	-11	-4	+90
十二日	12度11分	239	-15	-3	+79
十三日	12度8分	236	-18	-2	+64
十四日	12度6分	234	-20	-1	+46
十五日	12度5分	233	-21	+1	+26
十六日	12度6分	234	-20	+2	+5
十七日	12度8分	236	-18	+3	-15
十八日	12度11分	239	-15	+4	-33
十九日	12度15分	243	-11	+3	-48
二十日	12度18分	246	-8	+4	-59
二十一日	13度3分	250	-4	+4	-67
二十二日	13度7分	254	0	+4	-71
二十三日	13度11分	258	+4	+4	-71
二十四日	13度15分	262	+8	+4	-67
二十五日	14度	266	+12	+4	-59
二十六日	14度4分	270	+16	+3	-47
二十七日	14度7分	273	+19	+2	-31
周日	14度9分	275	+21	少进加	-12

$$\text{历日数} = \frac{\text{过周分} + \text{周天}}{\text{月周}}$$

$$= \frac{1825 \frac{7}{47} \text{分} + 215130 \text{分}}{7874 \text{分/日}} = 27 \frac{3303}{5969} \text{日}。$$

其中，“过周分”即月轨近地点经一近点月的进动值(约3.1度，此处1度合589分)，“历日数”即近点月长度，“月周”为月球平均一日运行值。显然，相较于推算过周分的第

一个式子，推算历日数的第二个公式具有更清晰的运动学图像或者说物理学意义。至于第一式，应当是刘洪从“理论”上凑实测进动值，其中引入“天地凡数”，正是“依《易》立数”之体现。一、三、五、七、九为天数，二、四、六、八、十为地数，所谓“天数五，地数五，五位相得而各有合；天数二十有五，地数三十，凡天地之数五十有五，此所以成变化而行鬼神也”(《易传·系辞》)，故“天地凡数”取五十五。这种推算模式的“合理性”只能在充斥神秘话语的两汉形上学体系中得到保障。

刘洪还给出了“月行迟疾”的精细描述，包括一个近点月内(自月在近地点之日始)月球每日

实际运行值“日转度分”或“月行分”(这是同一物理量分别用“度分”和“分”两套单位表示，此处1度合19分)及其与平均运行值(即近点月公式中的“月周”，此处取254分)之差“损益率”、前后两日实际运行值之差“列衰”、实际运行值与平均运行值之差的逐日累积“盈缩积”，由此构成所谓的“月离表”

(见表2)^[1]，为后世学者创立“招差术”(内插法)和“定朔法”奠定了基础。

中国传统历法至《乾象历》已基本完备，尤以对“月行不均”的探究为最，涵盖近点月、月离表、黄白交点退行(涉及交点月)、黄白交角、月去极度、交食限、交食食分、交食亏起方位、交食周期等，成为后世制历之模范。

流传魏吴

及造《乾象术》，十余年，考验日月，与象相应，皆传于世。

——袁山松《后汉书》

著有《数术记遗》东莱人徐岳曾师从刘洪，他是推动《乾象历》在曹魏和孙吴两国流传的关键角色。

汉灵帝之末，《四分历》与天违错。时会稽东部都尉太山刘洪善于推候，乃考术史官自古至今历法，原其进退之行，察其出入之验，视其往来，度其终始，课斗下分不能四分之一，减以为五百八十九分之一百四十五，更造《乾象历》，以追日月五星之行。比于诸家，最为精密。今史官所用，则其历也。故所作浑象，诸分度节次，及昏明中星，皆更以《乾象》法作之。

——王蕃《浑天象说》

在孙吴方面，“究览群籍，兼通历数”(《三国志·吴书·张严程阚薛传》)的大儒阚泽自徐岳处受《乾象历》，“著《乾象历注》以正时日”(同上)，其后王蕃更是“以洪术精妙，用推浑天之理，以制仪象及论”(《晋书·律历志》)。黄武二年(公元223年，曹魏黄初四年、季汉

章武三年)春正月,“改《四分》,用《乾象历》”(《三国志·吴书·吴主传》),至西晋平吴(公元280年),共施用58年。

在曹魏方面,过程稍显曲折。曹丕于黄初元年(公元220年)受禅御极之时,曾制诏三公,下令“议改正朔,易服色,殊徽号,同律度量,承土行”(《三国志·魏书·文帝纪》裴松之注引《献帝传》)。太史丞韩翊以为刘洪的《乾象历》“减斗分太过,后当先天”(《晋书·律历志》),遂制《黄初历》,将回归年定为 $365\frac{1205}{4883}$ 日,据十九年七闰法可得朔望月为 $29\frac{121771}{229501}$ 日(约29.53059日,极其精准)。其后,重臣尚书令陈群上奏,指出“历数难明,前代通儒多共纷争。黄初之元以《四分历》久远疏阔,大魏受命,宜改历明时,韩翊首建,犹巩不审,故以《乾象》互相参校。其所校日月行度,弦望朔晦,历三年,更相是非,无时而决。案三公议皆综尽典理,殊涂同归,欲使效之璿玑,各尽其法,一年之间,得失足定”(同上),得到曹丕允准。在汉魏嬗代的舆论造势中发挥过重要作用的太史令许芝、给事中博士董巴等官员亦陈说意见,而争论则主要在徐岳、杨伟和韩翊同门三人间展开。

徐岳极力推崇刘洪之《乾象历》,指出“今韩翊所造,皆用洪法,小益斗下分,所错无几。翊所增减,致亦留思,然十术新立,犹未就悉,至于日蚀,有不尽效”(同上),非难韩翊之《黄初历》。韩翊不服,徐岳于是分别用《乾象历》和《黄初历》推算黄初二年至黄初三年间木、土、金、水四星十四次

见伏时间并与实测值比较,结果“《乾象》七近二中,《黄初》五近一中”,“翊术自疏”(同上)。杨伟更是指责韩翊,明言“今韩翊据刘洪术者,知贵其术,珍其法。而弃其论,背其术,废其言,违其事,是非必使洪奇妙之式不传来世。若知而违之,是挟故而背师也;若不知而据之,是为挟不知而罔知也”(同上)。

臣之所建《景初历》,法数则约要,施用则近密,治之则省功,学之则易知。虽复使研桑心算,隶首运筹,重黎司晷,羲和察景,以考天路,步验日月,究极精微,尽术数之极者,皆未能并臣如此之妙也。是以累代历数,皆疏而不密,自黄帝以来,常改革不已。

——杨伟《上〈景初历〉表》

黄初年间(公元220年到公元226年)的改历之议直到魏文帝曹丕驾崩也未有定论,结果是“文皇帝即位,以受禅于汉,因循汉正朔弗改”(《三国志·魏书·明帝纪》裴松之注引王沈《魏书》)。魏明帝曹睿嗣位后,常以改历为念。太和年间(公元227年到公元233年),有太史上《太和历》,曹睿令精于天文的高堂隆与时任尚书郎的杨伟、太史待诏骆禄“参共推校”(《三国志·魏书·辛毗杨阜高堂隆传》裴松之注引鱼豢《魏略》),杨伟和骆禄支持《太和历》,高堂隆“故据旧历更相



图3 莱州的徐岳塑像

劾奏,纷纭数岁”,最终“诏从太史”(同上)。到魏明帝景初元年(公元237年,季汉建兴十五年、孙吴嘉禾六年),杨伟在《乾象历》基础上造《景初历》,以 $365\frac{455}{1843}$ 日为回归年,以 $29\frac{2419}{4559}$ 日为朔望月,并明确给出了交食的食分和亏起方位的推算方法。当年三月,曹魏“改《太和历》曰《景初历》”(《三国志·魏书·明帝纪》),行殷正,以建丑月为岁首。两年后,曹睿晏驾,复行夏正。

至此,刘元卓之《乾象历》连同续出之《景初历》,三分天下有其二矣。

参考文献

- [1] 曹丕讥讽孙权反复无常之语,典出“狐埋之而狐搢之,是以无成功”(《国语·吴语》),参见:(春秋)左丘明·国语(下册).上海:上海古籍出版社,1978.591-595
- [2] (日)数内清著,杜石然译.中国的天文历法.北京:北京大学出版社,2017.57
- [3] 陈美东,张培瑜.月离表初探.自然科学史研究,1987,6(2):135-146