

祖冲之科学精神刍论

甘向阳^①

(岳阳师范学院 数学系, 湖南 岳阳 414000)

摘要:中国古代科学家祖冲之的科学成就背后蕴涵着宝贵的科学精神, 主要包括: 锲而不舍、钻研继承的求知精神; 求真求实、理性批判的怀疑精神; 开拓变革、超越前人的创新精神; 接受评判、维护科学的奋斗精神。但他在科学精神的其它方面也存在着一些局限。

关键词:祖冲之; 科学精神; 求知; 怀疑; 创新

中图分类号: N031

文献标识码: A

文章编号: 1006- 6365(2002)05- 0048- 03

祖冲之(429—500)字文远, 是我国古代著名的数学家、天文历法学家、机械制造家和文学家。祖籍范阳郡道县(今河北涞水县), 南北朝时代南朝宋(420—478)、齐(479—502)人。历经两朝, 担任过南徐州从事史、公府参军、娄县令、谒者仆射、长水校尉等各种大小官职, 也一直孜孜不倦地从事算学、天文历法研究和机械仪器制造。曾在数学中的圆周率计算、球体积公式的推导等方面作出过突出的贡献, 编制了先进的历法《大明历》, 著《缀术》数十篇, 研制过指南车、千里船、水锥磨等, 写作了志怪小说《述异记》若干卷。祖冲之的数学成就在全世界有着广泛的影响, 为了纪念他的光辉成就, 国际天文学界把第1888号小行星命名为“祖冲之星”, 把月球背面的环形山称为“祖冲之山”。

学者们对祖冲之的科学成就进行过深入的研究, 却少有人探讨祖冲之的科学精神。本文对此作一尝试。科学精神是科学本性的主观体现, 是人们在长期实践中积淀而成的最具科学理性的一种意识形态, 是科学工作者取得科学成就的前提和保证。我们可以从祖冲之《上大明历表》及与戴法兴辩论时的《大明历议》(又称“驳议”)及其它著作残篇中发掘出他的科学精神。

1. 锲而不舍、钻研继承的求知精神

祖冲之青少年时代对数学和天文学有着浓厚兴趣, 曾进行过长期的钻研: “少……专攻算术, 搜练古今, 博采沈奥, 唐篇夏典, 莫不揆量, 周正汉朔, 咸加该验。罄策筹之思, 究疏密之辨^[1]。”“博访前坟, 远稽昔典, 五帝躔次, 三王交分, 《春秋》朔气, 《纪年》薄蚀, 谈、迁载述, 彪固、列志, 魏世注历, 晋代《起居》, 探异今古, 观要华戎。书契以降, 二千余年, 日月离会之徵, 星度疏密之验。专功耽思, 咸可得而言也。”^[2]祖冲之青少年时代博览群书, 深入钻研了历代天文算术著作, 对《九章算术》及刘徽注、《重差》等算学经典用心探究, 充分地吸取前辈学者的学术精华和学术营养, 充实自己, 为自己在数学和天文历法方面的创造打下了扎实的

基础。

在求知的过程中, 祖冲之意识到圆周率值的不够精确需要更设法使之更臻精密, 刘徽留下来的“敢不阙疑, 以俟能言者”的开立圆术需要另辟蹊径探求解决之道。

从事科学研究不仅要向书本学习, 向前辈学习, 也要向宇宙自然学习。祖冲之在三十三岁推出《大明历》之前也进行过长期的天文观测推算工作, “考影弥年, 穷察毫微”^[3], “亲量圭尺, 躬察仪漏, 目尽毫厘, 心穷筹策, 考课推移, 又备尽其详”^[4]。在对前代天象记录(气朔、交食、五星运动等)的详尽研究的基础上, 又对实际天象(晷影、漏刻、日月五星位置)进行了认真的观测和精心的计算, 他发现包括《元嘉历》在内的旧历法与天文观测数据的诸多不符, 从而激发其改革旧历法、推出新历法。如果没有长期坚持不懈的努力, 没有掌握大量的数据, 祖冲之不可能冒不顾世俗之险而倡言改历, 诚如阮元所评: “非频年测候深有得于心者不能也”^[5]。

祖冲之还曾深入地研究过《周易》、《老子》和《庄子》等书, 精通乐理, 是下棋高手, 也是文采斐然的文学家, 可谓多才多艺。

世界的发展、变化是无穷无尽的, 认识的任务也是无穷无尽的, 不断求知是科学精神的基本要求。祖冲之良好的家学渊源, 优越的学术环境(早年在华林学省专攻学术)是他成长的外部原因, 而长期坚持不懈地钻研, 继承前人的成就, 锲而不舍地追求知识和真理才造就一代科学巨匠。

2. 求真求实、理性批判的怀疑精神

祖冲之在长期的学术研究发现, 古算和古历中都有许多未解决的问题甚至谬误。

最有代表性的是历法。祖冲之所在时代使用的是何承天的《元嘉历》, 比古十一法为密, 但祖冲之认为仍不够精密, 他说: “古历疏舛, 颇不精密。群议纠纷, 莫审其要。何承天所奏, 意存改革, 而置法简略, 今已乖远^[6]。”他具体指

^① 收稿日期: 2002- 05- 16

作者简介: 甘向阳(1964) 男 湖南岳阳人 岳阳师范学院数学系副教授 数学史硕士 主要研究方向为自然科学史

出元嘉历推算与实际观测的各项误差,表明改历的必要性:“日月所在,差觉三度,二至晷景,几失一日,五星见伏,至差四句,留逆进退,或移两宿。分至失实,则节闰非正,宿度违天,则伺察无准^[7]。”即是说由他的观测发现,元嘉历所定冬至点位置有三度之差,冬至时刻差不多相差一日,五星见伏的时间相差 40 天,五星发生留或逆行时所在恒星间的位置差至两个宿次。这样一来,必然造成节气不正,闰非其月的混乱,也就不可能准确地预报和观测五星凌犯等现象及其位置。所以,“乖谬既著,辄应改制^[8]”。因而上奏《大明历》。

戴法兴对《大明历》提出质疑,他主要反对岁差和闰周这两项革新。他的理由是:“日有恒度”,冬至日的位置不会变,若有岁差,那经典中所载星象都要改变,而这是不可能的。因此祖冲之引进岁差是“诬天背经”:不合天时,背叛经典。同样,十九年七闰是“古人制章,立为中格”,因此“此不可革”,祖冲之的修改闰周是“削闰坏章”、“日少则先时,闰失则事悖”,而“时以作事,事以厚生,此乃生人之大本,历数之所先”。“恐非冲之浅虑妄可穿凿^[9]”。戴法兴的依据全是经典所载、圣贤所言,以之作为评判历法的标准,语气狂妄,冷嘲热讽。祖冲之以实际观测的数据与据历推算的结果进行比较,认为符合实测的历法才是好历法,不符合实测的历法就必须改革,充分表达出他的实事求是的唯物主义精神。他根据元嘉十三年(公元 436 年)以来的几次月食观测,证明冬至点的位置与古代相比是在变化的,确有明证。他认为不能因为经典中认为不变而否认客观事实,只能以天而验历,不可为合(历)而求天。检验天文历法的标准应该是天象变化的客观事实而非经典所载、圣人所言。如果一切以经典为准,那历代改历有何意义?经典的正确与否也要靠客观事实来检验。祖冲之举出他曾钻研过的典籍中的失误,仅就历法而言,“乾象之弦望定数,景初之交度周日,匪谓测候不精,遂乃乘除翻谬,斯又历家之甚失也。……臣昔以暇日,撰正众谬,理据炳然,易可详密。此臣以俯信偏识,不虛推古人者也^[10]。”

世界是不依人们的主观意志决定的客观实在,要正确认识客观世界的运动,就必须客观唯实,求真求实,不盲从潮流,不迷信权威,要坚持理性批判的怀疑精神。祖冲之提出的“天数渐差,则当式遵以为典;事验昭皙,岂得信古而疑今”的制历原则,表现出中国古代天文历法传统的实验主义倾向,具有朴素的唯物主义思想。

3. 开拓变革、超越前人的创新精神

祖冲之在数学和天文历法方面多有创造。圆周率周三径一其术疏舛,尽管刘歆、张衡、刘徽、王蕃、皮延宗等人各设新率,但仍未达到理想的精度。于是他更开密法,以圆径一亿为一丈,算出圆周率正数在盈朒两数之间,得到了精确到小数第六位的圆周率值,创造性地提出了用范围表示无理数的先进思想,并且获得了当时圆周率的最佳近似分数表示(密率)。只可惜由于《缀术》的失传,我们无法知道他是用何种方法求出这些出色成果的。在圆周率计算史上,祖冲之不断求精的工作是一块里程碑

《九章》中误差很大的“开立圆”术,张衡曾加以研究,但未有收效;刘徽提出新见却未得到结果,祖冲之及祖日恒在刘徽二百多年后彻底解决了这一问题。概括出来的“刘祖原理”(“缘幂势既同,则积不容异”)在西方数学文献中称为“卡瓦列利原理”,是 1635 年意大利数学家卡瓦列利(B. Cavalieri)提出的,对微积分的建立有重要影响。

祖冲之“又设开差幂、开差立,兼以正圆参之。指要精密,算氏之最也。所著之书名为《缀述》,学官莫能究其深奥,是故废而不理^[12]。”据推测,该书中含有与圆、球有关的问题和开带从平方、开立方问题^[13]。

祖冲之在《大明历》中也有不少创见。他继北凉赵匪欠之后提出新的闰周值,即在对回归年长度值作出全新的测算后将传统的 19 年 7 闰的旧闰周改为 391 年 144 闰的新闰周。理由是旧闰周闰数为多,经二百年则差一日(准确地说是二百五十一年差一日)。赵匪欠的《玄始历》开始打破 19 年 7 闰的旧章法,改为 600 年 221 闰。何承天也想改变旧章法,他说“十九年 7 闰,数微多差。复改法易章,则用算滋繁(宋书卷十二历志)。”因为怕繁而仍用旧章,势必继续造成计算失时。研究表明,祖冲之的新闰周是历代最佳的闰周值^[14]。这是祖冲之的得意之作,因此列为他对旧的《元嘉历》两个“改易之意”之首。

祖冲之“改易之意”第二是把岁差现象正式引入历法计算之中。他根据历朝天象观测记录,肯定了东晋虞喜发现的冬至太阳位置有变化的意见。谓“旧法并令冬至日有定处,天数既差,则七曜宿度,渐与舛讹。……今令冬至所在岁岁微差,却检汉注,并皆审密。……^[15]”他定出的岁差值是 45.92 年差一度,尽管不很准确,甚至不如虞喜的岁差值,但他能把岁差引入历法,从而使依据太阳所在位置推算日月五星位置的精度大大提高,这是祖冲之的真知灼见,是他对历法的一大创举。

此外,祖冲之还发明了用圭表测量冬至前后若干天的正午太阳影长以定冬至时刻的崭新的算法,为后世长期采用。他测得元嘉十九年(442)冬至时刻的误差为 20 刻,精确度远超前代绝大多数历法^[16],这也为岁差的提出奠定了基础。

回归年的长度测算,祖冲之的方法和结果都是非常成功的。他利用了前人的观测成果,并对之作合理的处理,其所取回归年长度值是中国历代的最佳值之一,与理论值仅误差 45.4 秒,在当时世界上处于遥遥领先的地位。

《大明历》还给出了交点月长度值 27.21223 日,与理论值之差为 1.3 秒^[17],这也是中国古代历法中最先明确无误加以表述的交点月长度值。对五星会合周期,《大明历》给出火、金、水三星分别是 780.0308 日,583.9309 日,115.8797 日,比前代精度都有大幅度提高^[18]。祖冲之开拓变革,超越前人,他在数学和天文学方面多所创新。惜其书失传,我们有理由相信,他在数学上的创造还有不少。另外,他在机械欹器制造方面也是独具匠心,妙绝一时。

4. 接受评判、维护科学的奋斗精神

祖冲之进呈《大明历》后,恳请朝廷将其公之于众,接受

评判。他说：“窃想赞有然否，每崇远而随近；论有是非，或贵耳而遗目。所以竭其管穴，俯洗同异之嫌；披心日月，仰希葵藿之照。若臣所上，万一可采，伏愿颁宣群司，赐垂详究，庶陈锱铢，少增盛典。”当朝廷下令内外博议时，因当时懂历者少，初“竟无异同之辩”，只有戴法兴提出非难，而又因其为皇帝所宠，“天下畏其权”，“既立异议，论者皆附之”。最后只有中书舍人巢尚之赞同祖冲之的意见，“执据宜用”。戴法兴提出的也不是算理的探讨和观测数据的校验，不是客观的批评和指疑，而是粗暴武断的指摘和冷嘲热讽。在少有同道的孤立中，祖冲之自信而坦然地为《大明历》辩护，为他的科学成果辩护。他通篇以客观观测数据为基础，摆事实，讲道理，不唯书(经典)，不唯上(先哲)，坚信天文数据“非出神怪。有形可检，有数可推。”真理越辩越明。充分表现出他坚持真理的科学精神。

科学精神是一种奋斗精神，奉献精神，牺牲精神。在获得对科学的新认识后，要使之为社会所承认，还要付出很大的心血、代价甚至牺牲。祖冲之的科学道路不是一帆风顺的，《大明历》命运多舛，没有动摇他的信心。他一直在完善、宣传、推介自己的科学思想和科学成就。在他上呈大明历后的三十多年内，他一方面担任各层次官员，为朝廷出谋划策(曾造《安边论》欲开屯田，广农殖)，一方面继续天文算学研究和机械欹器制造，《缀术》数十篇中有些应是他后期的作品。在他和祖日恒的努力下，《大明历》终于在他逝世十年后颁行，并行用了八十年。他的数学成就之大成《缀术》也曾列为唐代算学教科书，其所以失传，是因为不仅超越了前人，而且远远地超越了他的时代。

5. 祖冲之科学精神的局限

在祖冲之遗留下来的资料中，也有一些经不起推敲的思想，也有一些非科学的论断，从而凸现出一个立体的祖冲之，一个历史上的祖冲之。如祖冲之在变化革新的思想后面，也附带有一劳永逸的终极思想。他认为自己对历法的改造达到了极限，为万世不易之论。如闰周由 719 改为 144/391，则“将来永用，无复差动”；又如冬至日位置依他所

改后当“将来久用，无烦屡改”。这一方面表现出他对自己历法成就的偏爱，另一方面也体现出他对科学永无止境，历法改革永无止境的意识尚不明确。正因为这样，有些现象因在当时未曾发现历法推算与实测的明显误差而不被注意，如戴法兴提出的“日有缓急”的说法，祖冲之认为“未见其证”而简单地加以否定，使这一本来正确的思想延缓了一个多世纪才被证实。他关于上元积年的理想化的追求，至今仍为后人所争议^{[19][20]}。

一代名家祖冲之的科学成就是领先于世界的，他的科学精神也是中华民族的宝贵精神财富。

参考文献：

- [1][3][6][10][11] 沈约. 宋书·律历志下[M]. 北京: 中华书局, 1982. 2. 289- 290. 304- 317.
- [2][4][7][8][9][15] 萧子显. 南齐书·祖冲之传[M]. 北京: 中华书局, 1982. 2. 903- 906.
- [5] 阮元. 畴人传[M]. 中国科学技术典籍通汇(综合卷七). 郑州: 河南教育出版社, 1993. 218.
- [12] 魏征. 隋书·律历志(上)[M]. 北京: 中华书局, 1982. 2. 388.
- [13] 李迪. 中国数学通史(上古到五代卷)[M]. 南京: 江苏教育出版社, 1997. 252.
- [14][17] 陈美东. 各种年、月长度的测定[A]. 古历新探[C]. 沈阳: 辽宁教育出版社, 1995. 216. 255.
- [16] 陈美东. 论我国古代冬至时刻的测定及郭守敬等人的贡献[J]. 自然科学史研究, 1983. (1).
- [18] 李东生. 论我国古代五星会合周期和恒星周期的测定[J]. 自然科学史研究, 1987. (3). 228.
- [19] 曲安京. 中国古代历法中的上元积年计算[A]. 数学史研究文集(一)[C]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1990. 34.
- [20] 陈美东. 祖冲之父子的天文历法工作[Z]. 纪念祖冲之逝世1500周年学术讨论会论文. 河北涿水, 2000. 10.

[责任编辑、校对 李克安]

STUDY ON ZU CHONGZHI' SCIENTIFIC SPIRIT

GAN Xiang- yang

(Department of Mathematics, Yueyang Normal University, Hunan Yueyang 414000)

Abstract There are invaluable scientific spirit behind Zu Chongzhi' scientific achievement, a famous scientist in ancient China. It include : the learn spirit, the sceptis spunk , the innovation pneuma, and the strive energy, but there are some localizations in his mind.

Key words Zu Chongzhi; scientific spirit; learn; suspicion; innovation1