

一代学人安清翹

——基于乐律、历算的系统研究

贾争慧 著



科学出版社

一代学人安清翘

——基于乐律、历算的系统研究

贾争慧 著

本书受到国家社会科学基金项目『安清翘科学思想源流与脉络研究』
(项目批准号: 14BZX031) 的资助

科学出版社
北 京

内 容 简 介

本书以唯物史观为指导,在科技史文献考据的基础上,结合现代科技理论和知识,对安清翹在数学、天文学和乐律学等方面取得的学术成就进行发掘、解读和分析。在中外科技史纵向和清代科学界横向的大坐标下,以历史和逻辑相统一的方法,对安清翹的科技思想进行归纳、总结和阐释。

本书可供科技史、科技哲学等相关专业的师生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

一代学人安清翹:基于乐律、历算的系统研究/贾争慧著. —北京:科学出版社, 2018.6

ISBN 978-7-03-057862-4

I. ①—… II. ①贾… III. ①安清翹(1759-1830)-传记 ②安清翹(1759-1830)-科学思想-研究 IV. ① K826.11

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第125972号

责任编辑:任晓刚/责任校对:李 影

责任印制:张克忠/封面设计:楠竹文化

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市荣展印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年6月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2018年6月第一次印刷 印张:16

字数:280 000

定价:82.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

目 录

绪论	1
第一章 安清翹的科学思想	9
第一节 “矩”：一种独特的世界观	12
一、“矩”科学思想的源流	12
二、“矩”：世界的秩序与尺度	20
三、“絜矩”：对自然规律的把握	24
第二节 “数”：自然科学的基础	31
一、数学致用，众用所基	31
二、理数合一，数形统一	37
第三节 实证“惟是”的方法论	39
一、“矩”的实证“惟是”特征	40
二、拒斥空谈，力倡“惟是”	41





第四节	“矩”与机发论的世界观	46
一、	机发论思想溯源	46
二、	“矩”的机发论特征	48
第五节	“西学中源”之批判	52
一、	“西学中源说”之源与流	52
二、	“西法不必传自东土”	57
三、	“数无中西，惟其是尔”	64
第二章	安清翹的数学成就	69
第一节	《学算存略》的特色与成就	70
一、	《笔算衍略》解读与研究	70
二、	《天元算略》解读与研究	82
三、	《句股算略》阐述与评述	94
第二节	《一线表用》的特色与成就	100
一、	《一线表》的内容和用法	101
二、	《句股算略》与句股演算	103
第三节	《矩线原本》的特色与成就	107
一、	《比例篇》：比例、“矩”与乐律学	107
二、	《测量篇》的内容与验证	120
三、	《割圆一线表》：割圆术的创新	136
第三章	安清翹的天文历法成就	146
第一节	安清翹若干天文历法思想研究	147
一、	安清翹对“上元”的认识	148
二、	《西洋》与《回回》二历的关系	149
三、	对史书历志、算书编修的意见	153

第二节 《数学指南》的特色与成就	155
一、《时宪历》推法	155
二、上往考古	161
三、历代帝王年表	166
第三节 安清翹的天文学成就：兼与王贞仪比较	169
一、安清翹与王贞仪：岁差认识的比较	169
二、安清翹与王贞仪：日月五星左旋思想的比较	180
三、安清翹与王贞仪左旋思想高下比较	187
第四章 十二平均律：从朱载堉到安清翹	195
第一节 “十二平均律”：科学人文价值的栖居	197
一、“十二平均律”的精神承载	197
二、“十二平均律”的价值栖居	203
第二节 江永：朱载堉的稀世知音	209
一、江永的生平、著述与影响	210
二、江永对“三分损益法”的批评	211
第三节 从江永和安清翹看朱载堉的思想源流	214
一、从“三分损益”到“十二平均”	214
二、方圆相函图与生律的比例认识	216
三、安清翹的等差变换与朱载堉的开立方	220
第四节 安清翹对“十二平均律”的其他贡献	225
一、对平均律合理性的辩护	225
二、“十二平均律”的现代表述	226
三、黄钟之长非“死数”，而是单位值	227
四、从江永到安清翹的发展	229



第五节 十二平均律的影响	231
一、十二平均律在西方	231
二、十二平均律在中国	233
结语	236
参考文献	241



绪 论

1582 年，著名的意大利传教士利玛窦（Matteo Ricci，1552~1610 年）来到中国，开启了西学东渐的第一次浪潮，启迪了一批先进的中国人，唤起了徐光启（字子先，号玄扈，教名保禄，1562~1633 年）、李之藻（字振之，号凉庵居士，1565~1630 年）等人“会通中西，以求超胜”的宏大抱负；也成就了康熙（1654~1722 年）、梅文鼎（字定九，号勿庵，1633~1721 年）等人“西学中源说”的中西关系观；当然也出现了以杨光先（字长公，1597~1669 年）为代表的“宁使中夏无好历法，不可使中夏有西洋人”的盲目排外思潮。这是继东汉末年佛教传入中国之后，异质文明对华夏文明的又一次大冲击，其影响之深远，一直到今天还未完结。但自雍正初年（1723 年）禁教之后，直到 1840 年西方列强以坚船利炮打开中国的大门，开启了规模、深度和影响都远超第一次、第二次西学东渐浪潮。两次西学东渐之间，有一个多世纪的空档期，中西方处于相对隔绝之中。此时，中国学者只能闭门消化第一次西学东渐翻译和传入的西方学理和知识，并与中国传统文化的发掘、整理结合起来，形成所谓的乾嘉考据学派。尽管兴起了以“经世致用”为口号的实学启蒙思潮，但从根本上看，还只是一种封闭、内敛犹如蜘蛛吐丝般的实学风气。





恰如清末民初学者刘师培（字申叔，号左盦，1884~1919年）在其《清儒得失论》一书中的评价：

清代之学，迥与明殊。明儒之学用以应事，清儒之学用以保身；明儒直而愚，清儒智而谄；明儒尊而乔，清儒弃而湿。盖士之朴者唯知诵习帖括，以期弋获；才智之士，惮于文网，迫于饥寒，全身畏害之不暇，而用事之念汨于无形。……要而论之，清儒之学，与明儒殊。明儒之学以致用为宗，而武断之风盛；清儒之学以求是为宗，而卑者或沦为稗贩。其言词章、经世、理学者，则往往多污行。惟笃守汉学者，好学慕古，甘以不才自全，而其后或治校勘、金石以事公卿。然慧者则辅以书翰词章，黠者则侈言经世，其进而益上，则躬居理学之名。……要之，纯汉学者，率多高隐；金石、校勘之流，虽已趋奔竞，然立身行己，犹不至荡检逾闲；及工于词章者，则外饰倨傲之行，中怀鄙佞之实，酒食会同，惟利是逐。^①

旨哉斯言。在第一次、第二次西学东渐间隙期的乾嘉道时期，却有一位笃守汉学的山西学者，显得那样特立独行，他就是安清翹。史称安清翹好学慕古，廉洁高隐，以求是为宗。基于第一次西学东渐的成果，安清翹对中国传统思想和学术进行了综合和创新，并在科学思想和科学研究上成绩斐然，卓然有以自见，实践了“通天地人者曰儒”（西汉扬雄语）、“究天人之际，通古今之变，成一家之言”（西汉司马迁语）的儒者人格理想。

一、研究的缘起

安清翹以“惟是”的态度对之前中国科学，如数学、天文学和乐律学等许多方面，进行了综合，并多有创新。譬如，他独立于英国大科学家牛顿（Isaac Newton，1642~1727年）之外钻研出岁差的成因，对中国

^① 刘师培：《清儒得失论》，《民报》1907年6月8日。



古代长达两千年的日月五星左、右旋这一宇宙模式之争进行会通，对明代朱载堉（字伯勤，1536~1611 年）“十二平均律”这一堪称中国古代第五大发明所进行的从等差到等比变换的探源，对史书历志编纂的合理化建议，以及关于五倍角、五分之一角的三角函数的割圆解……同时，安清翘还是科学思想的革新者。他对空谈性理的程朱理学进行批判，主张“惟是”的认识论，提出“矩”（“理数合一”）这一超越中国传统“道”和“理”独特的科学观，并试图以之为自然界（天地万物）和人类社会（性理道德）立法。从天地万物不逾“矩”的信念出发，安清翘认为科学的使命是“挈矩”，这是对先秦大思想家荀况（约前 325~前 238 年）“制天命而用之”思想的继承和发扬，在中外科学思想史上独树一帜。“矩”这一概念具有强烈的实证和数学化特征，统领着和融贯于安清翘对数学、天文和乐律等具体科学研究之中。此外，安清翘对甚嚣于有清一代的“西学中源说”予以了驳正，认为中学和西学各有优缺点，“西学不必出于中源”“数无中西，惟其是尔”，即只有对中西之学取长补短，才能实现当年徐光启、李之藻等人“会通以求超胜”的宏伟抱负。可以说，安清翘的科学成就与科学思想是互为基础、彼此促进的。

然而，对于这样一位在清代乃至中国科技史上思想深邃、方法独创并成就斐然的科学家与思想家，迄今几无系统、专门的研究，这就是本书的缘起。

二、前人的成果

安清翘是晋文化的产物，仕则为官清正、造福一方，隐则讲学授徒、闭门钻研，实刘师培“惟笃守汉学者，好学慕古，甘以不才自全”“纯汉学者，率多高隐”之流，是清代山西继傅山（初名鼎臣，字青竹，改字青主，太原府阳曲人，1607~1684 年）之后堪与张敦仁（字仲篙，号古愚，泽州府阳城人，1754~1834 年）并驾齐驱的科学家和思想家。同时，安清翘在中国科技史上也占有重要的位置。然而，除了我国科学史前辈李俨先生将之列为清代的算学家之列外，多年来安清翘的名



字几乎未见于中国科技史的著述之中。可以说，安清翘是一位被中国科技史研究者长期遗忘和忽略的伟大人物。

遍检文献，关于安清翘，国内外仅有李俨、杨小明、李树雪、黄勇、韩琦、魏屹东等极少数学者进行过个案式研究：

李俨在《中算史论丛·明清算家之割圆术》^①中谈及安清翘的“五分取一法”，即 $\sin 5a$ ($\sin 3a$ 同) 的弧矢割圆求法，并将安清翘列入清代算学家之列。杨小明、李树雪在《安清翘关于岁差的认识》（《中国科技史杂志》2005 年第 3 期）中提出，19 世纪初中国学者安清翘对流行于我国明清时期直到鸦片战争之后的古希腊托勒密（Claudius Ptolemaeus，约 90~168 年）岁差理论予以了反驳，并由此独立于近代西方理论之外建立起地心体系下关于岁差原因的正确解释，即黄道轴周日沿自东而西即逆时针的左旋方向自转（正转）一周的同时，也绕北极自东而西圆锥形地公转（斜转）一周，因为这种自转稍迟于其公转，作为相对运动的结果，反而是黄极环绕北极（赤极）的缓慢东移，这就是岁差的成因。就视运动来说，安清翘关于岁差的解释与现代的岁差理论其实是一种相对运动的关系，即北极绕黄极转和黄极绕北极转在效果上是等价的。由此，奠定了安清翘在中国天文学史上足以与虞喜^②、何承天^③、张子信^④、祖冲之^⑤、刘焯^⑥、一

① 李俨：《中算史论丛·明清算家之割圆术》，上海：商务印书馆，1935 年。

② 虞喜（字仲宁，281~356 年），会稽余姚人（今浙江余姚市人），东晋大学者，虞喜在天文学上的主要贡献是通过比照星图，发现了岁差。“通而计之，未盈百载，所差二度”，由此得出“五十年退一度”的结论，使我国历法得以较早区分恒星年与太阳年。132 年后，祖冲之参考虞喜的岁差值，制订出举世闻名的《大明历》。

③ 何承天（370~447 年），东海郗人（今山东兰陵县人），南朝宋天文学家。何承天曾奏改《元嘉历》，订正冬至时刻和冬至时日位置，通行于南朝宋、齐、梁三代，在我国天文学史上占有重要地位。

④ 张子信，生卒年不详，清河（今河北清河县人），历经北魏、北齐两代，以“学艺博通，尤精历数”（《隋书·天文志》）名于世。曾孤悬海岛 30 余年，通过长期精心的观测，发现太阳视运动的不均匀性，为后世历法的编制，如隋刘焯《皇极历》、唐一行《大衍历》、元郭守敬《授时历》，提供了依据。

⑤ 祖冲之（字文远，429~500 年），范阳郡道（今河北涞水）人，南朝宋著名数学家、天文学家，编制《大明历》，首次将岁差引入历法之中。

⑥ 刘焯（字士元，544~610 年），信都昌亭（今河北冀县）人。隋代著名天文学家，编制《皇极历》，首次在历法中考虑太阳视运动的不均匀性，创立二次等间距内插法来计算日月的位置。



行^①、郭守敬^②相提并论。

杨小明、黄勇在《日月五星左、右旋之争：安清翘的左旋会通》^③认为，在1723~1840年这一中国与西方科技交流几近隔绝的时期，在扬弃揭暄（字子宣，号韦纶，1613~1695年）、游艺（字子六，号岱峰，1614~1684年）槽丸、盆水试验设譬，特别是梅文鼎左旋说的基础上，安清翘对中国历史上的日月五星左、右旋之争进行了左旋会通。安清翘抛弃了“天有重数”及日月五星附丽于天或各有定轨之说，坚持“大气即天”“天为一体”甚至天无重数及恒星即天与惯性自动，从而重述了左旋说本初的精义，并对“西学中源说”进行了系统的批评；安清翘坚持天只一极一动，由此提出了一种独特的天旋模式：黄极绕北极斜转的同时还带动本身正转。既为带动，则正转自然微迟于带之而动的斜转。这不仅解释了岁差的成因（主张恒星与天一体，反对西方岁差为恒星东移之说），而且说明了日月星辰每天东升西没的时候还有沿黄道东移的现象；安清翘认为日月五星在大气之天中，就像物之在水中，水自一体，固不分层，但物有高下、大小与轻重之异，故其随水而流也当快慢不同，此日月五星随黄道浑天左旋迟速之象。安清翘的左旋会通，在前提的简单性、逻辑的一致性，特别是力学机制上，都要胜过之前，包括梅文鼎的左旋说，而其在论理、设譬与实测上的某些缺陷，则是地心体系下无法逾越的障碍，而非安清翘个人之所能为。

韩琦在《明清之际“礼失求野”论之源与流》^④中提到，即使到了18~19世纪之交，像安清翘这样的历算研究者，也对徐光启采用西法略有微词：“明季当数学废弛之际，西洋乘其虚而入，尔时守古法者拘于

① 一行（683~727年），本名张遂，邢州巨鹿（今河北巨鹿）人。唐代著名天文学家，主持编制《大衍历》，在大规模天文测量的基础上，又将太阳视运动的不均匀性引入历法之中，并创立二次不等间距内插法来计算日月的位置。

② 郭守敬（字若思，1231~1316年），顺德府邢台县（今河北邢台）人，元代著名天文学家、数学家。郭守敬制造精密仪器，进行天文观测，创弧矢割圆术和招差法（即三次内插法，是刘焯二次等间距内插法和一行二次不等间距内插法的继承和发扬），所创《授时历》是中国古代最好、行用时间最久的历法。

③ 杨小明，黄勇：《日月五星左、右旋之争：安清翘的左旋会通》，《华侨大学学报》（哲学社会科学版）2006年第1期。

④ 韩琦：《明清之际“礼失求野”论之源与流》，《自然科学史研究》2007年第3期。



成见，不能变通以兼收西法之长，而讲西法者又为西人所惑，每执新说以诋謫古人，水火交争，聚讼不休，良可叹也！其时知数者首属徐文定，然文定亦几为西人所惑矣。所谓‘镕西方之巧算，入大统之型模’者，亦徒有其说耳。”韩琦指出，安清翘是清代后期少数敢于反对“西学中源”说的代表之一。安清翘有感于“西法始入中土，中土人多疑之。及其法盛行，则又悉从其说。梅勿庵兼综中西，遂有西法传自中土之论。”于是提出“西法不必传自中土”，对梅文鼎《历学疑问补》论证中学西传的四个证据逐条加以批驳。最后，安清翘主张：“天无中西之异，言天者不必存中西之见。遵西法而轻诋古人者，妄也；守中法而不知兼收西法之长者，拘也；守中法而并攘西法为己有，其亦可以不必矣！”安清翘能够对当时流行的看法提出批评，有违正统之论，就当时的政治环境而言，实属大胆之举，可惜这类看法在当时非常少见。

需要指出，关于安清翘对“西学中源说”的批评，杨小明、黄勇在韩琦之前就已提出，安清翘的左旋会通，较之梅文鼎的左旋说，更富有浓郁的中国传统思想色彩。对天有重数及日月五星附丽于天或各有定轨的抛弃，对右旋说的“天左旋，日月五星右旋”乃“不知天无逆宗动而右旋之理”的辨析，更兼对梅文鼎所推崇的西方岁差乃恒星东移之说的拒斥，以及对中国传统元气说的大量援引，无不映射出安清翘向中国传统的某种回归。杨小明、黄勇分析后发现，正是在此基础上，安清翘提出了对“西学中源说”的批评^①。

黄勇在《论安清翘与朱载堉律学计算法的实质》^②中认为，安清翘在音律计算方面有重要的成就，他明确了等比数列的通项公式，建立了正确的公比概念。而明代律学家朱载堉的十二平均律算法，实质上是中国传统的勾股算术方法，并没有清晰的公比概念，也没有建立等比数列的通项公式。因此，安清翘与朱载堉的音律算法有本质区别。对此，本书作者认为，黄勇的见解颇值商榷。实际上，朱载堉已应用了正确的

^① 杨小明，黄勇：《日月五星左、右旋之争：安清翘的左旋会通》，《华侨大学学报》（哲学社会科学版）2006年第1期。

^② 黄勇：《论安清翘与朱载堉律学计算法的实质》，《太原科技大学学报》（社会科学版）2009年第1期。



公比概念，中国传统的勾股算术方法也可以得到公比的概念，这在江永（字慎修，1681~1762年）《律吕阐微》及其图示中将朱载堉伟大发明的实质阐述的极为明确。而且，安清翘所明确的等比数列的通项公式，其来源也非黄勇所说。所以，要理解安清翘的贡献与朱载堉的关系，江永具有极其重要的作用。

黄勇、魏屹东在《安清翘〈乐律心得〉的律学方法与思想》^①指出，安清翘在中国律学史上第一次明确使用等比数列的通项公式，对音律进行了生律计算，这在本质上有别于朱载堉的生律方法，反映了中国古代律学近代化的趋势。同时，安清翘对上生下生、隔八相生、黄钟之长等传统问题阐发了独到见解。该文发掘了安清翘对“十二平均律”的贡献，但其可值商榷之处与上文大致雷同。

温泽先、郭贵春主编的《山西科技史》^②上部，第一次对安清翘的生平事迹和科学贡献进行了一般性的评介。

以上研究，对于安清翘科学成就的来龙去脉未有交代，对其科学思想也未有发掘，遑论其科学思想与其科学成就之间的内在关系。可见，对安清翘科学思想与科学成就的系统研究才刚刚开始。

三、本书的创新

在前人、前期研究的基础上，本书拟就以下六个方面有所突破：

- （1）对安清翘整个的科学成就做一系统具体的梳理和研究。
- （2）对安清翘科学思想的内容和特征首次予以厘清和探讨。
- （3）对安清翘科学成就与其科学思想之间的关系进行分析。
- （4）明确安清翘在清代乃至中国科技史、思想史上的地位。
- （5）力图对清代科技史进行补充，厘清若干具体疑难问题。
- （6）提供某一地域文化与科技发展有启发意义的典型案例。

由此，本书以唯物史观为指导，以科技史学的文献考据（包括地方

^① 黄勇，魏屹东：《安清翘〈乐律心得〉的律学方法与思想》，《山西大学学报》（哲学社会科学版）2009年第2期。

^② 温泽先，郭贵春主编：《山西科技史》上部，太原：山西科学技术出版社，2002年。



史志资料)为基础,结合现代科技理论和知识,遵循科学思想及其在科学研究中的融贯→数学成就→天文学成就→乐律学成就→思想和成就的历史定位,对安清翹的科学成就——主要是数学、天文学和乐律学等进行发掘、解读和分析,对安清翹的科学思想予以归纳、总结和阐释,并将之置于中外科技史的纵向和清代科学界的横向的大坐标下,以历史和逻辑相统一的方法,将之提炼、贯穿和整合,史论结合,言之有据,持之有故。



第一章 安清翹的科学思想

安清翹（1751~1829 年，图 1-1），字翼圣，号宽夫，山西垣曲麻姑山（今华峰乡马村）人（图 1-2）。父安受祺系乾隆年间进士，官浙江金华知县。兄安清翰亦乾隆年间进士，官安徽潜山知县。安清翹四岁丧父，由长兄安清翰授读，并常向仲兄安清翔请教天文、数学、地理等知识，学问日进，“嗜谈天家言，旁及诸子百家，而折衷于宋五子书”，连中秀才和举人，并于乾隆五十五年（1790 年）考中进士。由此，安家有“一门三进士”之誉。次年官陕西三水（今旬邑）知县。为官清廉，治以简括，禁吏扰民，兴修水利，其《治河议》是清代治河实践的一篇重要文献，“欲黄河无害，宜顺水之性，使河随江入海”，论证了引河入江的可行性，并指出引河入江的具体路线。在三水为官 20 载，不恋官场，清廉守正。辞官返籍，父老洒泪，夹道相送，哭拜于地，实践了儒家“为官一任，造福一方”的人生理想。今人王建华以此为题，作国画《清官离任图》，悬挂于人民大会堂。嘉庆十五年（1810 年），安清翹辞官返籍，途经长安（今西安市），被钦慕他已久的陕西巡抚董教增（字益甫，1750~1822 年）特意留下纂修《长安志》，历时 3 年，《长安志》成，安清翹才得以返归故里。在家乡，安清翹闭门授徒，潜心纂述 15 年，直到终老。





图 1-1 安清翹画像



图 1-2 安清翹故里马村，远处的背景即麻姑山（杨小明摄，2015 年 8 月）