



江晓原 总主编

中外科学文化
交流历史文献 丛刊

研究之邦

徐泽林 著

和算中源

和算算法及其中算源流



今有如图外圆内容春夏秋冬
六图只云春圆径三寸夏圆径
四寸问秋圆径如何
答曰八寸六分有奇



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

江晓原 总主编

中外科学文化交流历史文献丛刊 研究之部

徐泽林 著

和算中源

和算算法及其中算源流



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书从算法的角度,通过历史考证与数理分析,系统阐述日本传统数学(和算)在高次方程数值解法、非线性方程消元算法、函数插值法、高阶等差数列求和算法、同余式组解法、丢番图逼近法、函数加速逼近法,以及微积分算法等方面的成就,并追溯这些算法与中国传统数学(中算)中相应算法之渊源关系。揭示东亚传统数学的算法化精神与成就,由此论证中国传统数学可以向近代数学演进。

图书在版编目(CIP)数据

和算中源: 和算算法及其中算源流 / 江晓原主编;
徐泽林著. —上海: 上海交通大学出版社, 2012(2013 重印)
(中外科学文化交流历史文献丛刊)
ISBN 978-7-313-08295-4

I. ①和… II. ①江…②徐… III. ①算法—数学史—中国
IV. ①0112

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 067966 号

和算中源

——和算算法及其中算源流
徐泽林 著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 韩建民

昆山市亭林印刷有限责任公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787 mm×1092 mm 1/16 印张: 24.25 字数: 368 千字

2012 年 11 月第 1 版 2013 年 1 月第 2 次印刷

ISBN 978-7-313-08295-4/O 定价: 58.00 元

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系
联系电话: 0512-57751097

江晓原 总主编

《中外科学文化交流历史文献丛刊》 研究之部

国家社会科学基金重大项目

“中外科学文化交流历史文献整理与研究”

批准号：10&ZD063

《中外科学文化交流历史 文献丛刊》总序

江晓原

在现今“全球化”日益明显的时代，不同文化之间的交流、碰撞和融合正在加速进行。尽管各方对这一过程的终极价值判断大相径庭，甚至针锋相对，但是无论如何，各方所面临的对异域文化深入理解的任务都是无法回避的。而对于这一任务来说，历史上的中外交流则是其中必不可少的组成部分。

考虑到科学技术在今日社会中所扮演的特殊角色，研究历史上的中外科学技术交流就成为上述任务中一个特别迫切的部分。因为科学技术自身所形成的“进入门槛”，导致对于研究者的特殊要求——只有少数既受过正规科学技术训练，又具备史学素养的研究者，才能够有效从事这方面的研究；所以以往的中外交流史研究中，人文方面的交流已经取得了大量成果，但是对于历史上的中外科学技术交流，无论从史料整理、研究成果、社会影响等方面来看，相比这一领域自身的重要性，都是远远不够的。

就国内的情况而言，历史上的中外科学技术交流，直到上个世纪 80 年代，方才逐渐受到学术界较多的关注，逐渐积累了一定数量的研究成果。

多年来，我在上海交通大学科学史系的诸位同仁，俱以研究中外科学技术及文化交流为同行所瞩目，成果丰硕。本系教师历年来先后负责承担国家级及省部级研究项目约 30 项（包括已结项及在研）。且本系多年来培养了大批博士、硕士研究生，其中亦颇多以中外科技交流方向的课题为学位论文题目者。同仁咸以为，以本系为主要依托，团结各方力量，整合多年研究成果，完成一项中外科技交流历史文献集大成性质的整理研究工程，此其时

矣。于是遂有国家社会科学基金重大项目《中外科学文化交流历史文献整理及研究》之申报,并顺利获得资助立项。

此次项目团队的组建,广泛团结国内外各处科学技术史方面学有专长之研究人员,以上海交通大学科学史系师生为主干,包括了中国科学院自然科学史研究所、清华大学、北京大学、巴黎第七大学、华东师范大学、东华大学、上海师范大学、内蒙古师范大学、上海中医药大学、河南大学、广西民族大学、淮阴师范学院、咸阳师范学院等14个单位的数十位研究人员。

本项目旨在对历史上传入中国之各种域外科学文化,以及中国科学文化向周边汉文化圈输出的相关中文历史文献和典籍,进行全面整理和研究。年代跨度起于汉末,迄于晚清。拟着重收集、整理以下几方面的历史文献:自汉末至宋初随佛教传入中国的包含天文、历法等域外知识的文献,元代随伊斯兰教传入中国的阿拉伯天文学、数学文献和典籍,明清之际随基督教传入中国的欧洲古典天文学、数学、物理学等典籍,晚清传入中国的西方近现代科学典籍,中国科学向周边世界传播的汉文历史文献。

本项目具有科学史、历史学、中外文化交流史等多方面的学术价值,能够为未来的深入研究提供完备的史料集成。

通过建设这一中外科学技术交流的史料集成,以及借助这一史料集成所展开的在这一领域全方位的深入,可望将历史上中外科学技术交流的研究大大提升一个层级和档次,并使中国研究者在国际学术界获得更多的发言权。

从更为广泛的意义上来看,值此中国和平崛起之际,本项目在扩大中国文化影响、增加中国文化软实力方面的现实意义,亦将越来越明显。

本项目下设七个子课题:

1. 汉译佛经与道藏中的天文历法文献整理与比较研究(上海交通大学钮卫星教授负责)

对汉译佛经与道藏中的天文历法作比较研究。在古代各种文明之间存在着各种各样的文化交流,而科学技术、宗教教义和文学艺术等都是文化交流的主要内容。以佛教为载体,向中土传入了不少印度、巴比伦和希腊天文学和历法知识。这一传播从东汉末年一直延续到北宋初年,并在唐朝

达到一个高潮。到中晚唐时期,佛教的输入又转变为以注重祈攘、消灾,讲究仪式、仪轨的密教为主,为达到所谓的消弥灾难的目的,在技术上更加依赖天文学手段,因此该时期的佛经中保存有相当丰富的天文学内容。无论从佛学角度或科学史角度,或从探究宗教与科学之关系的角度,乃至从文献校勘的角度,对这些佛教经典中的天文学内容都有必要进行详细的梳理和考证。在以往的研究基础上,对佛教和道教经典中所包含的天文学内容进行一次整体的和梳理和考察,并对这些天文学内容做出恰当的评述,以期对这些传入中国的域外天文学内容进行全面、系统的研究,并追溯这些天文学的来源,考察这些天文学内容对中国本土天文学文化甚至本土文化所产生的影响。

2. 中西方天文历法交流重要古籍整理与比较研究(东华大学邓可卉教授负责)

侧重对于古代中西天文历法交流文献进行整理和比较研究,并整理研究相关的重要历史文献,时间跨度为秦汉之际至鸦片战争。基于明清之际西方天文学第一次大规模传入中国并且中西方科学文化开始正面交流这个历史事实,通过详细考证此期中西天文学碰撞、交流直至融合的历史背景,梳理并研究明清之际的数理天文学文献,并兼及中国和希腊、中国和阿拉伯天文历法交流和比较研究。这不仅对于传统数理天文学的研究有益,而且对现代科学的可持续发展具有重要的启示作用。

3. 古代中外生化医学外交流文献整理及比较研究(上海交通大学孙毅霖教授负责)

在古代中外生化医学交流方面,这个领域中的许多早期历史文献,曾长期湮没于宗教、方术等史料中,有些甚至被妖魔化或污名化。而这些文献背后的中外交流,也颇多未发之覆。而一些晚期的文献,则有流传海外或仍以手稿形式存世者,皆急需进一步研究整理。中国古代有很多典籍在不同历史时期、通过不同途径流传到海外,其中不少在国内逐渐失传,以至学人需从海外求索。特别是流传到海外的中国科技典籍,迄今尚无人专门搜集及整理出版。其中有不少涉及中国古代重要的科技发明或者科技史上的重要事件,对于研究中国古代科学技术至关重要,但国内或者没有存本,或者仅

有残本。在流落海外的珍稀中国科技典籍中,还有一批由清初在华传教士写成的著作,其中不少是他们用于教授皇帝、皇子和宫廷科学家的讲义,是中西科技交流史上的重要文献。由于种种原因,这些著作没有得到出版,仅以手稿形式存世。凡此种种,都是中国科技史上的重要文献,但又是国内绝大多数研究者所不知道的,甚至国外研究者也难以入手。对它们进行抢救性整理,并进行比较研究,不仅在保护古代科技文化遗产、弘扬中国古代科技文明成就等方面具有重要意义,对世界范围内的科技史研究者来说,都是一件功德。

4. 明末清初耶稣会士数理科学译著的整理与研究(上海交通大学纪志刚教授负责)

近年中外文化交流日益广泛,学者们研究视角拓展到早期中西交流的历史边界,但早期交流的原典仍散落各处,难窥全豹。就明末清初耶稣会士传入的数理科学译著而言,与这一领域已有的较多研究成果相比,相应的历史文献整理显得非常落后,这是一个相当令人惊奇的现象。这一时期浩繁的中外科学技术交流文献(包括中文的与外文的),大量以刊本、稿本、善本、珍本的形式深藏在中外各图书馆中,使一般的研究者无缘得见。故该子课题主要整理此一时期的历算译著,并兼及其他。

5. 中西物理学及工艺技术交流历史文献整理研究(上海交通大学关增建教授负责)

从鸦片战争结束至民国初期,这段时间西方科学的传入,使中国社会开始大规模的接触西方近代科学,中国从此开始了由古代社会向近现代社会转型的新的历史阶段。该子课题从文献着手,对历史上中外科技交流的历史文献进行整理研究。由于在西方科技传入的过程中,物理和工艺(包括兵器技术)历来扮演着重要角色,该子课题主要着眼于这两个学科,梳理这段时间由西方传入的物理工艺著作,理清数目,考订文本,将其整理点校,汇集出版,建立起研究这段中外科技交流史可信的文献资料库,为全国同道提供可资借鉴的第一手研究资料,使得中国近代史的研究在中外科技文化交流领域从此能够建立在坚实的史料基础之上。同时对这些文献本身的内容和历史价值进行研究,丰富中国近代史的内容。

6. 近现代中外生化医学交流文献整理及比较研究(淮阴师范学院蒋功成教授负责)

由明末清初延续到今的近代西方生物科学知识向中国的传播,文献类型多、传播范围广,并通过多样化的渠道进入到普通中国人的生活中,产生的影响非常复杂,有许多未曾发掘和整理的文献资料。而且,要了解这些学科知识对于中国社会与科学发展的影响,不能仅仅靠一些经典文本的传播作为代表,还需要关注到其他非专业文本中的科学知识。通过相关史料的整理,我们可以对于近现代生物学、化学交流文献的基本情况有一个全面的了解,并发掘、抢救和整理一些容易散失的重要科学文献,为以后学者进一步的研究打下基础,并理解不同的历史文化背景对于科学发展的影响特点。

7. 汉字文化圈科学文化交流的历史文献整理与研究(东华大学徐泽林教授负责)

在中外文化交流史上,朝鲜半岛、日本、越南等汉字文化圈国家受中国文化的影响最深。各历史时期中国传统科技典籍不断传入这些国家,对这些国家的传统科学文化产生重要影响,乃至于中、日、韩(朝)、越形成共同的科学文化圈。目前,有大量的中国传统科技典籍保存于这些国家的各类图书馆,还有不少科技典籍在这些国家被翻刻、训解,它们不仅是中国传统科技文化传播的历史遗迹,也是对某些典籍在中国本土失传或中外版本差异的补遗。另一方面,由于传统的东亚科学编史都是立足于本位立场的国别科学史编纂,缺乏对汉字文化圈科学史的整体认识与全面的史料调查,从而汉字文化圈科技文化交流中的历史文献传播与现存情况尚需全面调查,通过详细调查历史上汉字文化圈科技典籍的传播情况,由此而反映中国传统科学文化对周边国家科学文化的影响。该子课题调查和研究中国传统科技典籍在日本、韩国(朝鲜)、越南的流传与影响,并将全面深入到韩国科学、越南科学的内部,研究各种汉籍科技著作及其影响下的外域著作的具体内容、科学方法、思想动机等细节问题,用分析、比较等方法研究日本、朝鲜、越南传统科学的内部机理及其与中国科学文化的联系及其自身发展。

就相关的历史文献整理而言,上个世纪90年代由河南教育出版社(即现在的大象出版社)陆续出版《中国科学技术典籍通汇》,对中国古代科学技术

文献作了初步的收集和整理,是一个值得重视的成果,筚路蓝缕,功不可没。但《中国科学技术典籍通汇》并不着眼于中外交流,而且对文献采用影印之法,并无点校整理。此外也有一些零星的相关成果问世或即将问世。但就总体而言,在历史上的中外科学文化交流方面,如此规模的历史文献整理,在国内是前所未有的。

就学术研究而言,则本项目所团结的研究团队,数十位成员的研究成果,几乎覆盖了古代中外科技交流的整个领域。依托这样的团队进行相关的历史文献整理和研究,方能建立在学术研究的基础之上,超越通常的古籍整理层次。

本项目的最终成果,将以两种形态汇集出版:

其一是一系列历史文献的点校本,定名为《中外科学文化交流历史文献丛刊》“文献之部”。这一部分将成为一套具有多方面学术意义的历史文献集,可望为各相关领域的研究提供方便。

其二是一系列研究著作——既有独立的学术专著,也有研究论文集,它们构成《中外科学文化交流历史文献丛刊》的“研究之部”。

中间阶段当然还将发表一系列研究性质的高质量学术论文。最后将提交本重大项目的总体研究报告。该总体研究报告将作为“总论”卷,收入《中外科学文化交流历史文献丛刊》“研究之部”。

江晓原

2012年5月30日

于上海交通大学

科学史与科学文化研究院

(前身为科学史与科学哲学系)

序

17 世纪,日本传统数学发生了质的飞跃。以关孝和、建部贤弘等为代表的和算(Wasan)家们在中国古代割圆术与招差法的基础上开创了可以看作是微积分先驱的“圆理”研究;通过对天元术的接受与改造发展了他们自己的多项式方程消元理论并导致了行列式的发明,等等。可以说:和算家们站在中国宋元数学家的肩膀上接近了近代数学的大门。

和算无疑是中国古代数学在丝绸之路东线绽放的一朵奇葩。关孝和、建部贤弘等和算家们的著述渗透着中国古代数学的营养,同时也闪耀着和算家们在中国传统数学基础上创新的火花。另一方面,和算终究没有跨越近代数学的门槛,明治维新之后被东渐的西方数学所替代,在数学史上留下了一个深刻的悬念和值得破解的谜题。因此,研究和算的兴衰及其与中国古典数学的关联,了解 17 世纪和算家们的创造性贡献、揭示中国古典数学的成就和势能、反思中国传统数学与和算各自由盛转衰的命运,是一个既有历史文化价值、又有现实借鉴意义的重要而引人的课题。

《和算中源——和算算法及其中算源流》正是一部探讨和算的发展及其中算渊源的力作。作者徐泽林教授是国内为数不多的和算史专家。他的博士论文《和算的中算基础及其与清代数学的比较》,即是一部和算史专著,其后长期致力于中国古代算法与和算算法的研究,在国内外科学史和数学史学术刊物上发表了一系列论文,本书是他多年丰硕成果的结晶,不仅使以往的研究系统化,同时汇集了作者在和算史领域的诸多发现和创见。作者对中国传统历算中的极值概念萌芽及其对和算“极数术”(极值算法)的影响之揭示,改变了日本数学史界的传统观点;关于建部贤弘的“累遍增约术”与 Romberg 算法(逐次半分数值加速逼近算法)的等价性之论证,发前人所未发,对现代数值计算亦有启发意义,显示了作者的现代数学修养和科学史洞

察力;特别是,本书从汉字文化圈的整体文化观,考察东亚地区无穷小算法的源流与走势,分析其成就与局限,为全面正确地理解近代数学的文化来源和思考“李约瑟难题”开阔了视野,提供了有新意的见解。

对原始文献的掌握是数学史研究的基本功。本书作者曾承担了吴文俊数学与天文丝路基金项目“中国传统数学传播日本的史迹调研”,深入日本多地大学和寺院的图书馆对和算史料进行了挖掘和整理,并编译了作为“丝绸之路数学名著译丛”之一的《和算选粹》。第一手史料无疑构成了作者研究成果的坚实基础。对原始文献的驾驭,加上作者的现代数学修养和敏锐的比较目光,两者的结合是能够在前人工作的基础上有所突破的关键。

数学史是一个题材广阔的领域,但要获得系统的、有深度的成果,则需要艰苦的探索和长期的积累,需要敬业乐道的境界。本书可以看作是中外数学交流与比较史研究的一个范例,当其付印之际,谨序致贺,更希望本书的出版能进一步推动国内中外数学交流与比较史的研究,涌现更多达到一定高度、具有一定纵深的学术专著。

中国科学院数学与系统科学研究院 李文林

2011年10月12日于北京中关村

前言

世界文明中有很多文化类型,最主要者当属“欧洲基督教文化圈”、“东亚儒家文化圈”、“印度次大陆佛教文化圈”和“阿拉伯伊斯兰文化圈”。东亚儒家文化圈又称作汉字文化圈,指汉字的诞生地中国以及周边的越南、朝鲜、琉球、日本。这些地域主要是农耕民族,历史上的政治制度主要是册封体制,外交关系主要是宗藩关系与朝贡关系,历史上乃至今日完全使用或与本国文字混合使用汉字(日本称汉字为真名,本国文字为假名;韩国称汉文为真文,本国语言为谚文;越南称汉字为儒字,本国文字为喃字),古代官方及知识界多使用汉语文言文作为书面语言,即使在现代,韩国语、越南语和日语的词汇中约5成至7成都是由古汉语派生出来的汉字词组成。汉字作为语言和文化的载体,使中国的儒家思想与传统学术传播和影响于这些地区。

中国传统数学自成体系,从先秦时期就开始了数学知识的不断积累,汉代以来,农耕社会与儒家文化环境决定了中国传统数学的价值核心在于“通神明,顺性命”与“经事务,类万物”两个层面,因此,中国传统数学强调具体性、实践性与实用性,从而形成了今天称之为“应用数学”的数学文化传统。它因重视实用,加之东方人习惯于归纳思维,所以通常把数学问题分为若干类(如方程、盈不足、勾股、大衍、垛积等),各类问题给出普遍算法——术,由“术”通过有限的机械性步骤,必能获得问题的解答,其“术”就是算法^{〔1〕}。所以,汉字文化圈传统数学常常被称作“算术”,即“计算技术”的意思。

自汉唐时代起,中国数学文化就传播移植于周边地区,汉字文化圈的日

〔1〕 所谓算法(algorithm),就是模型分析中的一组可行的、确定的、有限的规则。它可理解为由基本的运算以及规定的运算顺序所构成的完整的解题步骤,或者看成是按照要求设计好的有限步骤的、确定性的计算程序,并且这样的步骤和程序可以解决一类问题。

本、朝鲜、越南的数学文化在与西方文化接触乃至西化以前,其民族自主性与独立性还是很有限的。从16世纪中叶开始,西方文化渐渐进入东亚,汉字文化圈内各国科学文化的民族性也日益明显,在17~19世纪,东亚各国的数学文化在保持汉文化的根本性质的同时,也形成了自己的特色,尤其是远离大陆的日本数学文化,直至19世纪末20世纪初,随着东亚社会的变革与转型,东亚传统数学文化渐渐被西方数学文化所取代。

西方基督教文化进入东亚稍前,是东亚传统天文算学没落的时期,传统数学在大陆的发展衰微,明代普及以珠算为主的日用算术,宋元时期发达的数学成果在大陆几乎被遗忘。第一次西学东渐过程中,西方传教士把在远东的传教中心转移到儒文化中心——中国,在基督教文化冲击下,明末清初的中国数学受到西方科学文化的强烈冲击,中国数学家在“西学中源”思想支配下,致力于将所传西算融汇于中算,努力证明一切之西法皆出自中国,其数学工作大体上是在消化西方数学,对数学新知识的创造工作并不多见。乾嘉时期经学考据学风下对传统数学的注解性研究,或可说是经学的附属,与其说数学研究,还不如说是数学历史文献研究,从数学知识进化的观点来看,值得称赞的成果甚少。至19世纪末,西方数学渐成清代数学的主流。

日本江户时代(1603~1867)的和算家们幸运地获得了在中国本土几乎业已隐灭的宋元数学知识,《算学启蒙》(朱世杰,1299)、《杨辉算法》(杨辉,1274~1275)、《授时历》(王恂、郭守敬,1280)等著作,给江户时代和算的发展予以深刻影响,和算在很少受到西方数学影响下,沿袭东亚固有的文化传统继续发展。江户时代的町人文化环境孕育了艺道化的日本传统数学文化,导致和算出现形式化、技术化的倾向。和算是对宋元数学传统的发展,宋元数学的成果被和算家推向新的高度,其某些成果足可与牛顿(Isaac Newton, 1642~1727)时代的欧洲近代数学相媲美。

宋元代数学内容包括天元术、四元术、演段法、开方释锁、垛积招差、大衍术等。关孝和(Seki Takakazu, 1642? ~1708)将天元术改良成“旁书法”,后来由其弟子们发展成演段术或点窜术,使和算研究进入具有东方特色的代数分析时代,和算在中算基础上获得大量优秀成果正是由于使用了这种代数分析法。

与近代欧洲人关心代数方程的公式解法相异趣,东方人出于实际应用

的需要而关心代数方程的数值解法,这一传统由《九章算术》的“开方术”发展而来,至宋代发展成贾宪(11世纪)的“增乘开方术”与秦九韶(1202~1261)的“正负开方术”,构造了解高次方程数值解的机械化算法(即 Horner 法)。关孝和推广了《杨辉算法》中的开方法,对代数方程求解进行一般化、形式化的处理,独立地获得了“秦九韶算法程序”,同时也检讨了方程根的判别式、正负根存在条件、方程根与系数的关系以及方程变换等代数问题,并以逐次近似法求方程实数根。关孝和之后,开方术成为和算中最基本的数学内容和数学方法。宋元数学由于使用天元术而引起数学问题的形式化与复杂化,从而出现了求解多元高次方程组的消元演算(和算称作“解伏题”),和算家发展了以天元术为基础的消元理论,建立了解高次多元方程组的机械化方法,促进了和算沿几何代数化道路继续发展,作为消元算法的副产品,和算家在世界数学史上首次导入行列式展开法。

实数的有理逼近为中国古代历算中最重要的课题,汉代《三统历》中就使用了所谓的“通其率”算法,以计算五星的会合周期,南北朝时期何承天(370~447)又创立了“调日法”,用最佳渐近分数表示朔望月长度。为求历元(上元积年),中国历学家建立了解同余式组的算法,即“孙子定理”或“中国剩余定理”,南宋秦九韶将这一算法系统化,概括为“大衍术”与“演纪术”。在没有实数理论背景下,约分、零约术、大衍求一术等实数有理逼近算法,与一次不定分析算法互为一体。这些丢番图逼近算法在和算中都有所发展,和算家丰富了东亚传统数学中的丢番图逼近算法。

因推算日月五星非均匀运动的需要,中国历学家发明了多项式函数内插法,另一方面,由于垛积求和的需要,建立了多项式函数的有限差分算法。和算家推广了《授时历》的等间距三次内插法,创立了“累裁招差法”、“混沌招差法”、“方程招差法”等多种招差法,使之成为具有一般性的多项式待定系数法,不仅应用于高阶等差数列求和的研究,获得一系列垛积公式,而且将“混沌招差法”应用于弧长计算,引导和算在弧长计算中开拓了无穷幂级数展开的研究。

由于计算制度与计算技术的发达,在无穷小分析领域,中国数学传统比诸希腊数学传统或更为优越,刘徽(3世纪)、祖冲之(429~500)父子在计算圆、弓形面积和球体积以及对阳马术的证明时,使用了极限法,这些被和算

家称之为“圆理”的数学方法孕育着微积分思想方法的萌芽。关孝和、建部贤弘(Takebe Katahiro, 1664~1739)、久留岛义太(Kurushima Yoshihiro, ?~1757)、松永良弼(Matsunaga Yoshisuke, ?~1744)、安岛直圆(Ajima Naonobu, 1733~1800)、和田宁(Wata Yasushi, 1787~1840)等和算家承刘徽、祖冲之父子之绪,在圆理领域继续开拓,使圆理走向积分法。清代数学由于接受了西方的几何学和三角法,所以在曲线、曲面体度量的无穷小计算中,没有沿袭中国传统的计算方式,更没有利用招差法。对于杜德美(Pierre Jartoux, 1668~1720)三术的证明,明安图(?~1764)等清代数学家选择了几何学和三角法的解决途径,“割圆连比例”方法的级数展开,背离了刘徽极限方法的数值计算精神,实可谓“无穷小几何学”。李善兰(1811~1882)以其发明的“尖锥术”进行无穷级数展开,也是欧氏几何学影响的产物。和算的圆理方法未受西方数学影响,是汉字文化圈传统数学中无穷小分析算法的新发展,中算之割圆术、零约术、开方术、招差术、垛积术等传统算法在和算圆理研究中发挥了重要作用。

日本民族擅长钻研技术的特性,加上江户时代游艺文化的影响,使中算的算法精神在和算中表现得十分突出。如累裁招差法、零约术、逐次近似法、累遍增约术、累约术等算法程序都十分精致,是东亚传统数学中算法的典范。吴文俊院士曾经将中国传统数学概括为机械化数学,并将之与希腊传统的公理化数学进行了比较,从而认为近代欧洲的代数学与微积分的产生是东方算法化数学的产物^{〔1〕}。李文林教授也认为,综观世界数学史,数学发展的主流并非西方学者所描述的那样只有演绎倾向,事实上是演绎倾向与算法倾向交替成为数学发展的主流^{〔2〕}。在宋元数学传统的基础上发展起来的和算成果表明,东亚传统数学在代数学、微积分学的形成上,并不逊色于西方数学,希腊传统的演绎数学对于近代数学的形成未必处于绝对优势。近代数学之所以在文艺复兴后的欧洲诞生,还主要是特定社会因素的作用。

笔者一直以汉字文化圈区域文化的视角研究中算与和算的算法,研究

〔1〕 顾今用. 中国古代数学对世界文化的伟大贡献[J]. 数学学报, 1975(1): 20-25.

〔2〕 李文林. 算法、演绎倾向与数学史的分期[J]. 自然辩证法通讯, 1986(2): 48-52.

成果发表于中国和日本的科学史与数学史专业杂志上,现以这些研究成果为主体,撰著成一部系统性的专著,通过对中日传统数学文本的现代解读和历史文献的考证,论述和算的主要算法成就及其与中国传统算法的关系,并以今日计算数学的语言分析其科学性与科学价值,以揭示东亚数学的算法化特征。

2010年笔者接受了上海交通大学科学史系江晓原教授的邀请,参加了他主持的国家社科基金重大招标项目“中外科学文化交流历史文献整理与研究”的课题研究,负责其中的子课题“汉字文化圈科学文化交流的历史文献整理与研究”的研究工作。汉字文化圈内的科学文化交流,无论是深度还是广度都远比中国与其他地区的科学文化交流的内容要丰富,文献更浩繁。本课题既需要调查和整理作为科学文化交流载体的历史上的科学著作,也需要调查和研究中国科学著作及其承载的科学知识与科学思想在域外的传播和影响情况。这本著作乃此课题研究成果之一。