

## 沈括：中国古代一位通才科学家

陈关荣 香港城市大学

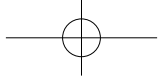
依稀记得，初中读课外数学书开始接触等差级数求和问题时，看到“沈括”这个名字和他的“隙积术”，一度振奋莫名：原来在九百多年前的中国北宋，已经有人懂得如何解算高阶等差级数求和！后来还知道，南宋的杨辉和元朝的朱世杰对它作了完善和推广。除了隙积术，沈括在数学方面的贡献还有“会圆术”，利用圆的半径、弦长和扇形高度来近似计算圆上扇形弧长。

多年之后，才知道这位古代数学家沈括（1031—1095年）其实还是一位通才科学家和知识渊博的学者，也是一位有能力的政治家。

沈括是杭州人，于仁宗嘉祐八年（1063年）考取进士、神宗时期参与王安石变法（1069—1085年期间）、熙宁五年（1072年）任职司天监、熙宁八年（1075年）出使辽国并于次年任翰林学士和三司使、元丰二年（1079年）牵涉殃及苏轼的乌台诗案（此事之真伪在历史上颇有争议）、元丰五年（1082年）因宋军败于西夏而遭连累被贬，晚年则以平生见闻隐居纂著，直至辞世。

沈括的科学成就是多方面的。

首先是数学。上面提到沈括的“隙积术”和“会圆术”，在世界数学史上是遥遥领先的首创，比西方学者发现类似的公式早六百多年。他还提出过计算围棋对弈总局数的估算方法。围棋是中国人发明的一种高级智力游戏，始于春秋战国时代。棋盘上有361个可以投子的格点，而每个格点又有黑子、白子和空位三种可能，因而共有3的361次方那么多种的棋局变化。这在当年是一个天文数字，但沈括估算出来的结果却非常精确。日本数学家三上义夫（1875—1950年）曾给予沈括极高的评价。三上义夫博士的名著《中日数学的发展》，包含中国数学史部分21章。他在“中国算学的特色”中写道：“日本的数学家没有一个比得上沈括。像中根元圭精于医学、音乐和历史，但没有沈括的经世之才。本多利明精于航海术，有经世之才，但不像沈括多才多艺。……沈括这样的人物，在全世界数学史上找不到，只有中国出了这么一个。我把沈括称作中国数学家的模范人物或理想人物，是很恰当的。”



沈括精通天文学。他提倡过自称为“十二气历”的新历法，与今天的公历相似。他改进了张衡（78年—139年）观测天象的“浑天仪”并制造了计时的“浮漏仪”和测日影的“景表”。当年他已经知道“冬至日行速，夏至日行迟”，并且在计时精度方面领先西方六百多年。他亲自观测北极星，绘图两百多张，得出北极星位置与地球北极方向相距三度的结论，还解释了太阳运动不均匀而引起的时差现象。他在历史上第一次阐明了月亮盈亏和日食月食的原因。此外，他实地考察过海潮的涨落规律，得出“每至月正临子、午，则潮生”的正确结论。

在物理学方面，沈括深谙力学、光学、声学，特别是磁学。他记录了指南针原理及制作方法，并发现了地磁偏角的存在，指出“以磁石磨针针锋则能指南，然常微偏东，不全南也”，比哥伦布1442年的地磁偏角报告早四百多年。他还清晰地说明了墨子观察到的针孔成像和凹凸镜面成像等光学现象的原理，并解释了彩虹的形成。沈括对声音的共振现象有细致的研究，用纸人来放大琴弦上的共振，比1677年英国人诺布尔（William Noble）和皮戈特（Thomas Pigott）用纸游码演示弦线共振早五百多年。沈括还描述了“虚能纳声”的空穴效应，以此来解释为什么士兵们用皮革箭袋作枕头可以听到数里之外人喧马叫。此外，沈括还记录并分析了鸣钟的声学原理。

在地质和地理学方面，沈括正确地解释了化石的形成，比达·芬奇关于化石的类似论述早四百多年。沈括一生游历全国南北各地，对华北冲积平原的形成和雁荡山流水侵蚀等现象深有研究。他的“流水侵蚀作用”观点，比1785年英国赫顿（Jame Hutton）在《地球理论》一书中同样的论述早近七百年。沈括在勘察宋代著名人工运

河“汴渠”时，精确地测量了四百二十多公里的河段，得出的全程地段落差与今天的测量结果相比只差几厘米。在水利工程方面，他主持过洺水和芜湖的治理工程，开垦旱涝保收的良田，还写了《圩田五说》《万春圩图书》等关于筑堤防水护田技术的著作。他采用的“分层筑堰法”在世界水利史上是一项创举。元祐二年（1087年），沈括完成了他花费二十年心血编修的大型地图集“天下郡县图”，即《守令图》。气象和地理学家竺可桢在1926年写的《北宋沈括对地学之贡献与纪述》中，高度评价了沈括对地理学的贡献。

在化学方面，沈括讲述过金属置换，如“胆水炼铜”，即用硫酸铜溶液可以把铁变成铜。他还观察到化学冷光和生物化学冷光两种自然现象。在石油化学方面，沈括首先命名了“石油”，还考察过石油的矿藏分布，创造了用石油炭黑代替松木炭黑来制造烟墨的工艺。他说石油“生于地中无穷”，并预见道“此物后必大行于世”。

生物医学方面，他对生物的相生相克现象有过观察和分析，记录了不少有效的医药良方，留下著作《沈存中良方》。该书在北宋熙宁八年（1075年）与苏轼所撰的《苏学士方》合编成十五卷的《苏沈良方》。

在经济学方面，沈括提出了“钱利于流”的货币理论，认为钱如果藏之不用便是死钱，要想增值必须把它投放到流通领域。他指出，加速货币流通不但可以让货币增值，还能达到稳定币值的目的。这一思想比西方经济学家的相同理论要早得多。沈括还注意到贸易来往中的顺差和逆差问题，主张根据地区的实际情况来调节贸易额，以便稳定货币和市场。

沈括在熙宁七年（1074年）担任河北西路察访使和军器监长官。期间他攻读兵书，研究城



防、阵法、战车、兵器、战略和战术等军事问题，编写了《修城法式条约》和《边州阵法》。他对弓弩刀枪武器的制造有过深入考究并提出改进建议，还研究了铁和钢的冷锻和热锻，制造出“柔薄而韧”、“强弩射之不能入”的铁甲。他在熙宁八年（1075年）为争回失地而出使辽国，旋归时写了《使契丹图钞》一书。

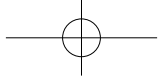
在音乐美术方面，据《宋史·艺文志》记载，沈括撰写过《乐论》《乐器图》《三乐谱》《乐律》等著作。他是乐律专家，研究过古代音乐的音阶理论和演奏技艺，还考证过一些乐器的制作和演变。

沈括在书画收藏与鉴赏方面也是行家，有名作《图画歌》，以诗歌形式品评两晋、五代十国至北宋的五十多位名画家的作品及风格，得到米芾等书画名家的高度赞赏。

哲学观点方面，沈括具有原始朴素的唯物主义思想和发展变化的观点。他认为“天地之变，寒暑风雨，水旱螟蝗，率皆有法”，并指出“阳顺阴逆之理，皆有所从来，得之自然，非意之所

配也。”他又说劳动者是创造历史的动力：“至于技巧器械，大小尺寸，黑黄苍赤，岂能尽出于圣人！百工、群有司、市井田野之人，莫不预焉。”沈括还认识到，人已获得的知识总是有限的，但认知能力是无限的。

沈括留给后人的最大贡献，是他晚年在江苏镇江的梦溪园撰写的笔记《梦溪笔谈》。这是中国科学技术史上最重要的一部百科全书式的著作，记录了上面提及的数学、天文学、物理学、化学、地质学、地理学、农学、医学和文史等许多方面的科学成就。《梦溪笔谈》有26卷，分故事、辩证、乐律、象数、人事、官政、权智、艺文、书画、技艺、器用、神奇、异事、谬误、讥谑、杂志、药议等17个门类共近600条，其中自然科学方面约200条。后来沈括还写了《续笔谈》三卷和《补笔谈》一卷。《梦溪笔谈》的科学理论及科学史价值极高，包含许多科学思想和珍贵史料，例如其中关于毕昇发明活字印刷的详细记录和描述，是现存记载毕昇活字印刷术的唯一可靠文献。现有的最古版本《梦溪笔谈》是元大德九



年（1305年）东山书院的刻本，中国政府于1965年从香港民间购得，收藏于北京国家图书馆中。2011年，浙江大学出版社出版了杨渭生教授辑佚点校的《沈括全集》。全书85卷并带附录一卷，共一百一十万字，是迄今沈括作品汇集最全的巨著。

《宋史·沈括传》称沈括“博学善文，于天文、方志、律历、音乐、医药、卜算无所不通，皆有所论著”。英国汉学家和科学史学家李约瑟说沈括是“中国科学史上最卓越的人物”，《梦溪笔谈》是“中国科学史上的一个里程碑”。1979年7月1日，中国科学院紫金山天文台将该台在1964年发现的一颗编号为2027的小行星命名为“沈括星”。

科学家沈括对文学、语言学、史学都颇有造诣，这些从《梦溪笔谈》中均可考证。沈括诗词在南宋时被编成《长兴集》，共41卷，今天可查的有19卷。下面抄录他的七绝《石油》一首，以飨读者：

二郎山下雪纷纷，旋卓穹庐学塞人。  
化尽素衣冬不老，石油多似洛阳尘。

诗中“旋卓”意为“随即”，“穹庐”指圆顶帐篷，其余用词则十分平白，口语化了。



【作者简介】陈关荣，1981年获中山大学计算数学硕士学位，1987年获美国 Texas A&M 大学应用数学博士学位，目前是香港城市大学电机工程学讲座教授，致力于复杂网络和非线性系统动力学分析与控制方面的研究。



镇江市沈括故居



杭州余杭区良渚镇沈括墓