

在科学的征途上

中外科技史例选

解恩泽 祁训雄 易维达 等 编

科学出版社

在科学的征途上

——中外科技史例选

解恩泽 嵇训焕 易惟让 赵汝翼 刘德生 编
宫照建 陈任昭 曾景春 王荣顺 卢宏

科学出版社

1979

内 容 简 介

本书从中外科技发展史中选取了四十个事例，试图以辩证唯物主义为指导，从科学技术思想发展史这个侧面出发，着重介绍科技史中新成果的产生和发展的艰难曲折性和最终获得胜利的历史必然性。通过这本书，不仅使读者可以进一步了解“科学有险阻”，而且会更加坚信“苦战能过关”，下决心扎扎实实，埋头苦干，战胜困难，为极大地提高整个中华民族的科学文化水平，为早日实现四个现代化而努力奋斗。

在科学的征途上 ——中外科技史例选

解恩泽 嵇训焕 易惟让 赵汝翼 刘德生 编
宫照建 陈任昭 曾景春 王荣顺 卢 宏

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1979年8月第一版 开本：787×1092 1/32
1979年8月第一次印刷 印张：8 1/4
印数：0001—95,350 字数：161,000

统一书号：13031·1055

本社书号：1484·13—18

定价：0.57 元

前 言

在华国锋同志为首的党中央领导下，取得了揭批“四人帮”斗争的伟大胜利，科学技术工作受到了全党和全国人民前所未有的关怀和重视，我国科学的春天来到了。叶剑英同志《攻关》的壮丽诗篇，吹响了大规模向自然开战，向四个现代化进军的号角。广大科学技术工作者和工农兵群众，积极开展科学实验运动，青少年中出现了爱科学、学科学、用科学的新风尚。一个向科学技术现代化进军的热潮正在全国迅猛兴起。全国各族人民正在为实现新时期的总任务而努力奋斗。在这大好形势的鼓舞下，我们遵照列宁关于“应当辩证地研究人类思想、科学和技术的历史”的指示和毛主席关于尊重历史的辩证发展，引导人们向前看的教导，编写了《在科学的征途上——中外科技史例选》一书。

学习和研究科学技术发展的历史遗产，用马克思主义的方法给以批判的总结，去其糟粕，取其精华，这是我们的一项重要任务。本书试图以辩证唯物主义为指导，从科学技术思想发展史这个侧面出发，着重介绍科技史中新成果发展的艰难曲折性和最终获得胜利的历史必然性，以便从中吸取历史的经验教训，做到“古为今用”，“洋为中用”。

毛泽东同志说：“历史上新的正确的东西，在开始的时候

常常得不到多数人承认，只能在斗争中曲折地发展。”根据这一论述，我们从中外科技发展史中选取了四十个事例，汇集成册。我们希望通过这本书，不仅使读者进一步了解“科学有险阻”，而且更加坚信“苦战能过关”，下定决心，扎扎实实，埋头苦干，排除干扰，战胜困难，为极大地提高整个中华民族的科学文化水平，早日实现四个现代化而努力奋斗。

本书事例的编排，考虑了学科特点和历史年代的先后顺序，分为四个部分。

本书在编写过程中，得到了广大工农兵、科技人员、自然辩证法工作者和有关单位的大力支持。事例中的“我国古代的圆周率”、“肖莱马建立的有机化学科学体系”、“康德的星云假说”、“维萨里对人体解剖学的贡献”、“贾思勰对农业科学的巨大贡献”、“李时珍的药物学”、“吴又可关于瘟疫的新理论”，分别由李迪、马岳民、周文恺、郝水、周兴灏、李茹光、邢德刚和罗聪同志供稿。中国科学院自然科学史研究所，给予我们多方面的支援。林万和同志给予了热心指导。在此对他们的辛勤劳动和热情帮助表示衷心的感谢。

由于我们水平所限，掌握的资料和史实很不完全，编写中缺点和错误在所难免，望广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言.....	iii
---------	-----

数学 物理学 化学

我国古代的圆周率.....	1
数学中的“天元术”.....	6
虚数的确立.....	11
微积分的发明.....	19
非欧几何学的产生.....	28
实验科学的诞生.....	39
捕捉雷电实验.....	45
能量守恒和转化定律.....	52
电子的发现.....	59
能量子.....	70
原子的有核模型.....	75
从无机物人工制成第一种有机物——尿素.....	84
元素周期律.....	88
肖莱马建立的有机化学科学体系.....	99

天文学 地学 生物学

张衡的浑天仪和地动仪.....	104
祖冲之的大明历.....	110
沈括的气历.....	115
哥白尼关于太阳系的学说.....	119

康德的星云假说.....	125
徐霞客对岩溶地貌的考察和贡献.....	133
赖尔的地质渐变论.....	141
我国第四纪冰川遗迹的发现.....	147
李四光的地质力学.....	151
细胞学说.....	157
达尔文的进化论.....	162
关于人类起源的理论.....	171

农学 医学

贾思勰对农业科学的巨大贡献.....	179
扁鹊的新医术.....	185
维萨里对人体解剖学的贡献.....	190
血液循环的发现.....	194
李时珍的药物学.....	199
吴又可关于瘟疫的新理论.....	206
王清任的解剖实践.....	210

工 程 技 术

我国古代四大发明之一——指南针.....	214
我国古代四大发明之一——造纸.....	221
我国古代四大发明之一——印刷术.....	224
我国古代四大发明之一——火药.....	229
黄道婆的纺织新技术.....	236
蒸汽机的发明.....	240
蒸汽机车的诞生.....	246
编后语.....	253

我国古代的圆周率

圆的周长与直径之比叫做圆周率，通常用希腊字母 π 表示，是数学中一个重要常数。 π 是个无理数，就是说它不能用分数或有限小数以及循环小数表示，它的前若干位数字是 3.14159……可以无限地求下去，使用时总是取其前几位，只能是近似的。

“一切真知都是从直接经验发源的。”^① 圆周率也是这样，它是在古代劳动人民认识自然、改造自然的长期艰苦斗争中发现的。早在西汉成书的《周髀算经》中就记载了“圆径一而周三”这样的话，这是圆周率的第一个近似值。用现代数学观点来看， $\pi = 3$ 当然是粗糙的，可是在两千多年前的古代却是一项有价值的结果。同时在当时科学技术上要求不高，还是能够满足社会实践要求的，然而“人类社会的生产活动，是一步又一步地由低级向高级发展。因此，人们的认识，不论对于自然界方面，对于社会方面，也都是一步一步地由低级向高级发展，即由浅入深，由片面到更多的方面”。^② 后来，由于度量

① 《毛泽东选集》合订一卷本，第 264 页。

② 同上。第 260 页。

衡改革、天文历法研究以及其他方面的社会实践的需要， $\pi = 3$ 就不够用了，于是人们先后求得了 π 的一些新近似值：3.1547、 $\sqrt{10}$ 等。表现出对圆周率的认识的进步。但要彻底打破和抛弃 $\pi = 3$ 还不是轻而易举的事情，还需同阻碍科学发展的错误思想进行不调和的斗争。东汉政府曾明文规定《九章算术》是计算方面的标准，书中圆周率就是 3，也是标准之一。东汉末有个叫孟康的，在此种思想束缚下，讲律管时说：“律孔，径三分，参天之数也”，“围九分，终天之数也”。^① 这里“径三分，围九分”就是 $\pi = 3$ ，无疑同样是把这个粗糙的圆周率值看做不变的东西，因而在圆周率发展的道路上设下了思想障碍。

三国时魏人刘徽，为了从思想上和科学上突破“周三径一”的绝对观念，对 π 值进行了长期的研究。刘徽指出：“周三径一”根本就不是“周三”，“乃弓之与弦也”，也就是用弦代替了弓(圆弧)。他画图(原图已失)说明这个问题：“周三径一”恰恰是圆内接正六边形的周长与直径之比，而不是圆周长与直径之比，是非常清楚的。这就从科学上论证了“周三径一”的近似性。刘徽进一步指出：“世传此法，莫肯精核”^②，对这个不精密的圆周率值，人们不去问个究竟，“学者踵古，习其谬失”，跟在古人屁股后亦步亦趋，只要是古人说的事情，不论对错，只能接受，不能反对。刘徽认为这种错误思想要不得，必须冲破。

① 《汉书》卷二十一(上)第 964 页。

② 刘徽《九章算术·方田章》注。

批判是进步的开始。刘徽在批判的基础上创立了“割圆术”，把圆周率的研究向前推进了一大步。他看到“周三径一”既然是圆内接正六边形的周长与直径之比，那么如果使圆内接正多边形的边数越增加其面积就越接近圆面积。刘徽为什么用面积呢？他考虑得非常科学，取半径为单位（他取为一尺），而圆面积的公式用现代形式表示是 πr^2 （ r 为圆半径），因 $r = 1$ ，所以 r^2 也等于 1。这样单位圆的面积与圆周率值等，可通过求单位圆的内接正多边形（不正边也可以，但要凸多边形）的面积来求圆周率。刘徽就这样，从圆内接正六边形起算，逐步倍增边数，经过艰苦而繁重的推算一直计算到正 192 边形，得到一个新的圆周率值 3.1410。在实际应用时，刘徽以 3.14 入算。他又将这个数化为分数形式 157/50。但是，刘徽并不认为这是问题的结束，而是可以无限制地求下去，他说：“割之弥细，所失弥少，割之又割，以至于不可割，则与圆周合体，而无所失矣。”就是说，求到无穷次，正多边形就变成了圆，正多边形的面积也就变成了圆面积。这已经包括了极限思想的萌芽。

刘徽求出的圆周率值虽然只正确到小数三位，使用时才仅二位，可是他的方法是科学的，只要需要可以求到任意位数，为圆周率的进一步发展开辟了道路。

到南北朝的时候，祖冲之发展了刘徽的方法，继续推算圆周率值。他付出的劳动更加巨大。他从圆内接正六边形算起，一直算到圆内接正二万四千五百七十六边形。每求一值，要把同一运算程序反复进行十二次，而每一次运算程序中，又包括对九位数字的大数目进行加、减、乘、除以及开方等十一

个步骤。最后他求出了 π 在 3.1415926 和 3.1415927 之间,又求得 $\pi \approx \frac{355}{113}$ 称为“密率”, $\pi \approx \frac{22}{7}$ 称为“约率”^①。他把圆周率值准确求到小数七八位,创造了当时世界上最高的水平。祖冲之的圆周率值保持了将近一千年的最好记录,到 1427 年中亚数学家阿尔·卡西才第一次把这个记录打破。至于密率,外国则更晚,直到 1573 年德人渥脱才又重新提出。因此,祖冲之的成就有世界意义。直到现在,国际上也都称赞祖冲之在圆周率方面的伟大成就。



^① 《隋书》卷 16。

祖冲之还有一部非常优秀的数学著作《缀术》，其中包括圆周率的研究和成果，以及其他丰富的内容。可是在隋唐时代国立学校明算科的官员们大都看不懂这部书，“学官莫能究其深奥，是故废而不理”。后来，到北宋时，《缀术》也就失传了，十分可惜！

祖冲之以后，圆周率在我国的发展是曲折的，在唐朝有人把密率和约率张冠李戴，称 $22/7$ 为密率，谬种长期流传，没有改正。许多人并没有认识到刘徽、祖冲之工作的意义，很少有人使用密率，而是用一些不精确的数值。

祖冲之以后，过了八百多年，元代卓越科学家赵友钦对古代的圆周率值，如徽率 $157/50$ ，密率 $355/113$ 等进行了研究，他用割圆术（与刘徽的略有不同）去验证哪一个最精密，结果密率最好^①，这就从理论上有力地支持了祖冲之的工作。

但是，赵友钦以后仍然有不少人另取不精密的圆周率值，例如直到17世纪初陈荇谟还使用了3.1525这样粗糙的结果，而不用赵友钦重新论证为精密的 $355/113$ 。

以上这些事实说明，圆周率在其发展过程中是经过了种种艰难和曲折的，科学上一帆风顺的事情从来少有。

① 赵友钦《革象新书》。

数学中的“天元术”

我们知道,在代数学中,用求解方程的方法来解决实际问题,一般说来要分两个步骤。首先设未知数 x ,再按照问题所给的条件列出一个包含所设未知数 x 的方程来,这是第一步。第二步才是解方程,求出这个未知数 x ,从而得到问题的解答。所谓“天元术”,就是代数学中根据实际问题中给出的已知条件列出方程的一种方法。“天元”(常略作“元”),就是问题中的未知数符号 x ，“立天元为某某”就是“设 x 为某某”。这种只以一个文字“元”来表示方程中未知数,从而列出简明的数学方程的方法,是我国古代劳动人民和数学工作者的一个创造。它被十三世纪金元时期的李冶(1192—1279)所著的《测圆海镜》和《益古演段》所完整记述。它同现代代数学相比较,其基本思想和方法是大体相同的。

“天元术”的出现,是代数学中列方程方法的一个重大改革。在没有天元术之前,列方程并不是一件简易的事情。在我国古代,很早就有人把实际问题抽象为一个方程。到了唐代,《辑古算经》还把一个计算建筑物体积的实际问题抽象为一元三次方程。但是,当时对未知数和列方程的思维过程以及方程等,均用语言文字来叙述,既繁琐又难懂,往往要花很大心血。而有天元术后,使未知数和方程的表示大为简化,列

方程的思维过程的叙述也大大精炼。不仅在应用上大为方便，更主要的是为当代数学的进一步发展打下了良好基础。天元术以及由此基础上在十三世纪末发展起来的“四元术”，构成了我国古代独特代数学的重要组成部分。它在世界数学史上占有重要地位。如果与当时较为先进的阿拉伯代数学比较，则阿拉伯代数是一种文字代数。至于欧洲，只是到了十六世纪下半叶才由韦达引用字母符号代表方程中的未知数，比我国“天元术”中用一个字“元”表示未知数至少晚三百年。

天元术的出现，是与我国当时社会生产发展水平相适应的。到了宋金时期，我国的农业、手工业、商业有了很大发展。冶炼、纺织、瓷器、造纸、印刷等手工业都有了相当规模，出现了工商业城市。航海和对外贸易也有所发展。生产的发展推动了科学技术的进步。生产实践和科学实验向数学提出了大量的方程问题。天元术就是在这样的历史条件下产生的。

但是，天元术这一数学中的新成果，它的成长并不是一帆风顺的。尽管当时的社会生产和科学技术对数学提出了新的要求，但当时的封建统治阶级则极力阻碍数学的发展。他们轻视数学研究。把数学诬蔑为“九九贱技”，把研究数学说成是“玩物丧志”。特别是宋代反动理学家散布数学唯心主义，妄图把数学研究引入歧途。朱熹在《易经·本义》中明目张胆地宣扬数学来自神秘的“河图”、“洛书”。理学的另一个代表人物邵雍则建立一套所谓“先天象数学”，宣扬数学是先验的东西。这些唯心主义谬论在数学中的流毒是很深的。不批判这种数学唯心主义，就不能使数学研究走上比较正确的道路，

就不能使数学有较大的发展。天元术正是在同数学唯心主义作斗争中发展起来的。当时在数学问题上表现出朴素唯物主义思想的李冶,对朱熹、邵雍的数学唯心主义作了针锋相对的斗争。他指出,数学反映的乃“自然之理也”,数学来源客观世界,并不是来自天神;人们“能推自然之理,明自然之数”,即能认识客观世界的规律,也能明了其中的数量,数学是可以认识的,并不是神秘莫测。李冶还进一步指出,“谓数为难穷,斯可;谓数为不可穷,斯不可。”^①即:说数难于认识是可以的,但说数不可以认识则是不对的。李冶还严厉批判了认数学为“九九贱技”以及“玩物丧志”那种轻视数学研究的谬论,他说:“术数虽居六艺之末,而施人之事,则最为切务。”^②指出了数学在人们生活中的重要作用。

李冶正是在同数学唯心主义的谬论和轻视数学的倾向作斗争中,坚持朴素的唯物论的认识论,十分重视集中劳动人民的智慧,认真深入地研究前人有关“天元术”的工作成果,把“天元术”加以系统整理和进一步发展,以及把它通俗化,反映在他的《测圆海镜》和《益古演段》这两本珍贵的数学专著中。《测圆海镜》一共有一百七十个关于用代数方程解决测圆问题的算题,在书的前面将全书的内容归结为五百余条要领,称为“识别杂记”,作为解题的依据,把天元术提到了一定的理论高度。而《益古演段》则是普及“天元术”的一本通俗易懂的读物。李冶的上述两本书,成了我国和世界至今保留下来的有

① 《测圆海镜·序》。

② 《益古演段·自序》。

关天元术研究的最早、最完整而详细的著作,成了数学史研究中的极为珍贵的资料。

李冶对天元术的总结、研究和发展,是在战胜极其困难的生活条件,不顾轻视数学的讥讽的情况下进行的。据《元史》记载,1226年,皇帝元世祖以高官厚禄诱请他去朝廷为之效劳,李冶坚决拒绝。1265年又召之去当“翰林学士”,李冶也在就职数月后辞去。他在山西元氏县封龙山下,在“人所不能堪”的极其贫困的环境下,仍“处之裕如也”^①即仍然象生活得很富裕一样的乐观,继续“精思志力”于天元术的研究和普及工作。当时,有数以千百计的人怜悯或讥笑李冶搞天元术的研究,但李冶仍然苦心研究天元术。这正如他在《测圆海镜》的序中所说的那样,他说:“览吾之编,察吾苦心,其悯我者当百数,其笑我者当千数,乃若吾之所得则自得焉,耳宁复为人悯笑哉!”^②这段序言反映了李冶不怕讥笑,顶住歪风,持之以恒,为我国天元术的发展费尽了苦心,只要在研究工作上有所得,他就十分快慰,早把别人的讥笑置之度外。这种刻苦钻研坚持斗争的精神是难能可贵的。

李冶对自己的研究成果十分珍惜,深信天元术的重要性。他在临终时还谆谆嘱咐他的儿子克修说:“吾平生著述,死后尽可燔去,独《测圆海镜》一书,虽九九小技,吾常精思致力焉,后世必有知者。”^③李冶是个博学多能的人,著有政治、历史、

① 《元史》卷一百六十列传第四十七“李冶”条目。

② 《测圆海镜·序》。

③ 《测圆海镜·后序》。

文学、数学等书,他对他儿子说的上面一番话的意思是:这些著作都可以烧掉,唯独《测圆海镜》不要烧掉,因为它是李冶费尽心血、精心全力于天元术的研究成果,以后必然有人要继承发展。历史证明了李冶的预见。到了十三世纪末,元代著名的数学家朱世杰等,在精知天元术的基础上,又把它发展为“四元术”,推广到多元高次方程和方程组的情形。天元术还被元代天文学家郭守敬制订著名的《授时历》时用来解决许多天文计算问题。

但是,到了元代后期至清代初期,由于封建社会的腐朽没落,我国科学文化落后了,致使天元术遭到冷遇,甚至不为人们所知。明代所谓有名的数学学者唐顺之,认为“天元术”是什么“莫名其妙”的东西。明代另一名数学学者顾应祥,认为《测圆海镜》中的“立天元”“似乎可以不必立”^①,致使“其术几亡矣”^②。清代康熙时,数学家梅穀(音 jué,决)成读《测圆海镜》时开始也对天元术不能明了。后来他学习西方传入的代数学时,读到其中列方程部分时,才恍然大悟,想起其中的方法与我国古代的天元术竟是名称虽异而实际相同。这样,沉默了五百多年的天元术,通过包括李冶这样的不少数学工作者费尽心血的艰苦劳动,才又重显于世,引起人们的高度重视和广泛传播。

① 顾应祥:《测圆海镜分类释术》。

② 阮元:《畴人传·李冶》。