

陶行知

儿童科学教育思想

梁晓燕 著



内蒙古大学出版社
INNER MONGOLIA UNIVERSITY PRESS

陶行知儿童科学教育思想

梁晓燕 著

内蒙古大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

陶行知儿童科学教育思想/梁晓燕著. —呼和浩特:
内蒙古大学出版社, 2014. 12

ISBN 978 - 7 - 5665 - 0691 - 7

I. ①陶… II. ①梁… III. ①陶行知(1891 ~ 1946)
—幼儿教育学—研究 IV. ①G40 - 092. 6 ②G610

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 273713 号

陶行知儿童科学教育思想

-
- | | |
|------|---|
| 著 者 | 梁晓燕 |
| 责任编辑 | 范妙荣 |
| 封面设计 | 张燕红 |
| 出版发行 | 内蒙古大学出版社 |
| 社 址 | 呼和浩特市昭乌达路 88 号(邮编:010010) |
| 联系电话 | 发行部:0471 - 4993154/4990092
编务部:0471 - 4990533 |
| 网 址 | http://www.imupress.com |
| 电子邮箱 | imupress@163.com |
| 经 销 | 内蒙古新华书店 |
| 印 刷 | 包头市三泰印务有限责任公司 |
| 开 本 | 710mm × 1000mm 1/16 |
| 印 张 | 14.75 |
| 字 数 | 255 千字 |
| 版 次 | 2014 年 11 月第 1 版 |
| 印 次 | 2014 年 11 月第 1 次印刷 |
| 标准书号 | ISBN 978 - 7 - 5665 - 0691 - 7 |
| 定 价 | 58.00 元 |
-

版权所有 侵权必究

目 录

第一章 中国科学技术从古代的辉煌走向近代的衰落	(1)
一、中国古代科学技术的辉煌	(1)
二、罢黜百家,独尊儒术	(16)
三、隋文帝正式确定中国的科举制度	(18)
第二章 欧洲的文艺复兴运动	(21)
一、欧洲的文艺复兴运动	(21)
二、中国科举从明代开始“八股取士”	(28)
三、科举制度的叛逆者	(30)
四、历史告诉了我们什么?	(32)
第三章 培养科学孩子刻不容缓	(34)
一、人格教育,一块基石	(34)
二、育才学校的三个“不是”	(35)
三、历史向我们亮出了“红灯”	(36)
四、造就科学孩子,刻不容缓	(38)
五、造成科学的中国,责任在小学教师	(39)
六、培养科学孩子离不开家庭的大力支持	(41)
七、创设一个家庭儿童科学园地	(42)
第四章 生活教育指导下的儿童科学教育	(44)
一、生活教育的根本主张	(44)
二、科学家是从玩科学把戏中产生的	(48)
三、用活书	(49)



四、怎样读活书?	(54)
五、站在巨人的肩膀上	(56)
六、19 世纪的巨大发现	(58)
七、陶行知笔下的瓦特、法拉第、爱迪生	(63)
八、借鉴历史经验,造就科学的儿童	(70)
九、鲜为人知的发明故事	(79)
第五章 把儿童科学教育提高到创造的水平	(83)
一、儿童的创造力	(83)
二、儿童的潜能力	(84)
三、培养科学的孩子不是灌输一大堆书本的科学知识	(86)
四、我们要正确认识儿童、理解儿童	(88)
五、实行“六大解放”,解放儿童的创造力	(89)
六、生活教育里没有课内课外之分,也没有“课外作业”	(93)
七、培养儿童的创造力	(94)
八、要是儿童的生活,才是儿童的教育	(96)
九、造就天才儿童	(98)
第六章 走进卡文迪什实验室	(115)
一、卡文迪什实验室创立的前夜	(115)
二、英国向法国、德国学习	(127)
三、卡文迪什实验室的建立	(128)
四、麦克斯韦的就职演说	(132)
五、培养的第一代实验物理人才	(136)
六、百年回眸——卡文迪什实验室是造就创新人才的熔炉	(138)
七、本章的结束语	(148)
第七章 洋务教育	(151)
一、洋务学堂	(151)
二、洋务留学教育	(156)



第八章 陶行知毕生致力于儿童科学教育	(163)
一、高瞻远瞩、覃思苦虑、孜孜以求	(163)
二、陶行知是一位出色的儿童科普文艺作家	(167)
三、一位出色的科普教育家	(174)
四、陶行知创建了系统的儿童科学教育理论	(182)
第九章 为了中华民族的伟大复兴	(184)
一、说真话	(185)
二、中国的足球为什么踢不出国门?	(189)
三、我国科学家发现量子反常霍尔效应	(191)
四、“为什么我们的学校总是培养不出杰出人才”	(197)
第十章 读一点陶诗	(206)
诗的学校	(206)
每事问	(208)
儿童工歌	(209)
创造年献诗	(210)
育才学校校歌	(212)
活的教育	(213)
摸黑路	(214)
小孩进行曲	(214)
——贺新安旅行团三周岁并赠全国小朋友	
少年	(217)
八位顾问	(218)
百侯中学校校歌	(219)
假使我重新做一个小孩	(219)
参考文献	(221)
后记	(222)

第一章 中国科学技术从古代的 辉煌走向近代的衰落

一、中国古代科学技术的辉煌

约公元前 22 世纪至 21 世纪,奴隶制社会在我国中原地区形成,夏朝在这里建立了自己的统治。奴隶制经历了商代和西周以后开始走向衰落。从公元前 475 年开始的战国时期,封建制度在我国各地逐渐发展起来。公元前 221 年,秦始皇建成我国第一个统一的封建制中央集权国家——秦朝。

(一) 农业

我国奴隶制社会时期,科学技术的发展水平不如其他文明古国,但到了从奴隶制向封建制过渡的春秋战国时期出现了一个十分明显的飞跃,从秦到汉,科学技术总体水平迅速跃居世界前列。我国古代农业相当发达,原始社会时期,我们的祖先就在黄河和长江的中下游种植稻、蔬菜等多种作物,饲养猪、狗等多种牲畜。奴隶制社会以后,作物和牲畜品种大增,而农具仍以木石器为主。我国畜耕出现较晚,大约在春秋时才逐渐推广;铁制农具出现也较晚,到战国时才普遍使用。畜耕与铁制农具的使用是农业生产达到一个新水平的标志。这时,黄河中下游地区人口已经相对密集。为了获得更好的收成,人们更加注意改进农业生产技术以提高产量。我国农业的精耕细作就是从这时开始。我国古代农业技术突出点在精耕细作,为此,人们对于时令节气、土壤、施肥、耕作、田间管理都有深入研究。二十四个节气为我国所独有,是为黄河中下游地区农业生产掌握的时令专用,大约在战国时期即已完备。从战国时期开始,人们对土壤进行分类,研究不同土壤种植不同的作物。施肥技术的研究也开始较早,



以动物粪便做肥早就有了。以腐烂的杂草为肥至迟在汉代就有了,种植绿肥是我国古代的一大发明。在西欧,人们种植绿肥则是 18 世纪 30 年代以后的事。

我国古代的农具也是相当先进的。在牛耕推广后,铁犁也随之改进。西汉的铁犁就有了犁壁,唐代的耕犁的结构和性能与现代畜耕犁几无多大差别。我国古代灌溉机具甚多,东汉时期发明的龙骨水车就是我国古代一种最先进的灌溉机械,一直使用了两千年。我国古代的农具大约在汉、唐时期就已定型,一直用到现在。

在林木果树的栽培方面,我国是世界上最大的果树原产地之一,茶树的种植和茶叶的制作起源于我国。

我国古代农业技术和农学著作数量之多,为古代世界各国之最。已知有 370 多种(包括已佚的)。最早的大约是战国时期的《神农》和《野老》,但今已佚。现存最早的是战国末期吕不韦的门客所写《吕氏春秋》(公元前 239 年)中的《上农》《任地》《辩土》《审时》四篇。两汉时期《汜胜之书》以及公元 6 世纪北魏贾思勰所著《齐民要术》最有名,此书系统总结了农、林、牧、副、渔各方面的经验,其中所载不少农学和生物学知识,在世界上保持领先达一千年以上。

(二) 水利

水利是农业的命脉。早在春秋战国时期就出现了大型水利工程。我国见于记载的最早的大型蓄水灌溉工程是芍陂(位于今安徽寿县),约建于公元前 597 年,据记载能“陂径百里、灌田万顷”。都江堰工程(位于四川成都平原)是世界水利史上的杰作,大约建成于公元前 3 世纪中叶,这个工程历时两千多年,至今仍发挥效益。

运河的开凿主要是为了运输,也兼顾灌溉。早在春秋战国时期,我国人民就在江淮地区开凿了一些运河,如邗沟、鸿沟等都是沟通黄、淮、长江水系的知名运河。秦代开凿的渠沟通了长江和珠江两大水系,设计布局都很合理。隋代的南北大运河以洛阳为中心点,东北通向北京,东南到达杭州。全长 1 747 余公里,整个工程耗时 6 年多。

(三) 冶金技术

冶金技术在我国起步较晚,约四千年前才开始制造使用铜器,但后来发展



很快。几百年后至商代在青铜铸造技术上达到了很高水平,多范拼铸、内外范合铸、镶嵌铸造等技术已为人们所掌握,至春秋战国时期,青铜冶铸技术达到了最高峰,春秋末年的《考工记》载有“六齐”,即六种不同的铜锡合金及其不同的用途,被认为是世界上关于合金成分最早的研究记载。湖北随州出土的战国时期的青铜器物表明,那时我国人民已能运用熔模铸造技术。自春秋末至秦汉期间的一些青铜器的表面上有含铬防锈层,至今仍保持着光灿夺目,这是中国古代冶金技术上的又一项重大发明。

我国用铁也晚于其他文明古国,但进步很快,人工冶铁技术约始于春秋晚期,在江苏六合、湖南长沙等地均有出土的铁条、铁丸、铁叉等文物。我国的炼铁从块炼法开始,但很快转为熔炼法,即把矿石、木炭等置于炉内高温烧炼。熔炼法是我国古代的发明,是世界冶炼技术的重大突破。目前世界上最早的钢制品是在中国,在湖南长沙就出土一把春秋战国时期铸成的钢剑。大约在西汉后期,中国人发明一种把生铁炒成钢的炒钢技术,因而使钢的产量大增。而欧洲人晚至 18 世纪才掌握这种技术。

金属的冶炼,如锌的冶炼要在密封的条件下冶炼,我国最先发明锌的冶炼技术。明末宋应星的《天工开物》(1637 年)有此记载。16 世纪后,中国的锌曾大量运销欧洲。1738 年欧洲人才从中国学到炼锌技术。

(四) 矿业

中国古代的采矿业很发达。湖北大冶曾发现春秋时期的铜矿遗址。当时的开采技术水平如何,可以汉代矿井为例,当时已能有效地运用竖井、斜井、斜巷、平巷的多段开拓方式,矿井最深达 50 多米,井壁有牢固的木支护结构,并初步解决了井下通风、排水、照明等问题,废巷以分层填充的方法处理。这些技术原理与现代相比无太大差别。粗略地估算,自春秋至汉,古代中国人已在这里采掘了几十万吨铜矿,冶炼出十万吨铜。

(五) 能源开发利用

在中国古代最早利用的是畜力,并且很早使用挽具,并采用合理的系驾方式以发挥提高畜力的效能。风力的使用也很早,商代的甲骨文中就有“帆”字,至迟在商代就已有风帆。风力水车和水力灌溉机械也早有应用。东汉时期还



发明一种水排(即水力鼓风机),它对我国古代冶金技术产生积极作用。在古代中国,各种水力农产品加工机械更是普遍使用。这在王祯的《农书》中有大量记载。我们的祖先还发明了一种“阳燧”,即由青铜制成的凹面镜,它的用途是反射阳光使之聚焦而取火,这大概至迟在周代就出现了。这是太阳能最早的利用。

煤、石油、天然气的开发和利用也最早在中国出现。考古发掘表明,西汉时期已开始用煤。北宋初期山西地区有不少人以采煤为生,至北宋后期,煤的经营已成“官卖”,煤的开采,已有相当规模。早在战国时期,四川地区人民就开凿盐井,取卤煮盐。至迟在东汉时期人们就开发天然气,利用天然气煮盐了。

关于石油,最早的记载见于《汉书》,提到今陕西延长人民已发现可燃的“洧水”(即石油)。后来人们用它来做车轴的润滑剂,也用于制蜡烛、制墨,还用来治疗牲畜的一些皮肤病,北宋曾公亮(998—1078)主编的兵书《武经总要》(1044)一书中曾说到一种称为“猛火油柜”的武器,其结构、性能与现代“火焰喷射器”相似,其中的“猛火油”即石油制品。当时北宋的兵工作坊中还专设有“猛火油作”。在明代的《格古要论》等著作中也有以石油制灯油的记载。世界上最早的石油井,它与水井相似,为大口井。西方第一口油井为美国人在1859年凿成,是一口20多米深的大口井。大口井的开凿颇受地质条件(如油压等)的限制,不可能开采深层的石油。小口深井钻凿技术也是我们的祖先首先掌握,在北宋时期的《志林》(1041—1054)中有明确记载。到鸦片战争(1840)之前,钻凿深度已超1000米,但只限于开凿盐卤和天然气,还不是石油。国外有专家认为,西方人后来所用的深井钻凿技术是由中国传去的。

(六) 造纸、印刷

我们的祖先很早就用甲骨、木竹、绵帛等来做文字的记载,其弊在使用不便,价格昂贵,不易普遍传播,势必不能适应社会发展的需要。于是利用植物纤维造纸便自然地应运而生了。考古发现,最早的纸是在陕西西安出土的,年代约为公元前2世纪至公元前1世纪,纸以大麻和苧(zhù)麻纤维制成,质地较粗糙,不便书写。东汉蔡伦(63—121)以树皮、破布、废麻之类为原料,于105年制成了质量较好的纸,由此纸便迅速推广,至东汉末年造纸业已成为一独立的手工业了。很快,我国所造的纸远销国外许多地区。世界各国也沿用中国的造



纸技术造纸。这是18世纪以前的事。后来欧洲人有了新的发明,造纸技术便超过了中国。有了纸以后,手书的效率问题便突出了。

我国在隋唐之际就有了雕版刻印。目前所见到的最早的印刷品是1966年在韩国发现的《陀罗尼经》,据考证该印刷品刻于704—751年间。另有一幅《金刚经》宽1尺,长6尺,由七张纸粘成,上面有文字也有图画,相当精美,并明确标有刻印年代是868年,但此件在清末年间在甘肃敦煌为列强盗走,现存英国不列颠博物馆。据史料记载在唐代中期,长安(今西安)和四川成都等地的印刷业已相当发达,出版了许多农书、医书和字帖等。而欧洲人最早见到的印刷品是蒙古人侵入时所带去的纸币和纸牌。雕版印刷到北宋时已相当发达,但雕版印刷费事、费时,又难以存久,于是又发明了活字印刷术。沈括(1031—1095)的《梦溪笔谈》中详述了毕昇发明活字印刷的事迹,其活字是用泥制成,似乎也未曾用来印刷过。另据史载,约在毕昇之后二百年,有位叫杨古的人用活字印刷出版过《小字》等一类的书,这可能是活字印刷最早的出版物了,而现在也已见不到了。元代王祜的《农书》中附有一篇《造木活字印书法》,记述了他于1298年用木活字印刷过一部《旌德县志》详载了制造木活字和用木活字排版印刷的方法,这是世界上最早关于活字印刷术的专著。现存最早的字是在敦煌石窟中发现的约14世纪的古回鹘木活字文,但也大部于清末被盗走,藏于不列颠博物馆。欧洲最早用活字印刷的是德国人戈登堡,他于1450年制成铅合金活字,印刷出版了《二十四行圣经》等书。

(七) 机械

考古发掘曾得到一些秦至西汉期间的以铜、铁铸成的齿轮,有人字齿轮、棘齿,说明那时人们已能造一些较复杂的机械。据记载,东汉张衡(78—139)曾制成“水运浑象”的天文仪器,以水为动力,可演示天体运行的情况,与现代天球仪相似。北宋时期苏颂(1020—1101)和韩公廉制成的水运仪象台更为复杂,实为世界上最早的机械钟。至元代,郭守敬(1231—1316)在制造天文仪器时发明滚珠轴承,这是机械制造史上的重大发明。中国古代发明的水排,利用连杆曲柄使水轮的旋转运动转变为直线运动,以此达到起闭风扇和鼓风的目的。多种多样的精巧的机械设计在我国古代是很多的。



(八) 造船技术

早在战国时期就有规模很大的战船,亦称楼船。船的驾驶有赖于船舵,尤其是很大的船,若无固定的船舵,则难以操纵。这种固定的船舵是我国古代人民发明的,至迟在东汉年间。在福建的泉州湾曾发现一艘宋代海船残骸,该船长约35米,有13个水密隔舱,这种隔舱可以防止因船体部分漏水导致沉船危险,这也是我国古代人民发明的。欧洲的船只至18世纪才有水密隔舱。中国古代的帆船,能够利用帆与舵的配合,使船也能在逆风中前进。该技术至迟在明代已完全掌握,明代的造船技术达到了古代造船技术的巅峰。明初郑和(1371—1435)曾率巨大的船队七下西洋。他的船队主要船型为“宝船”,船长150米,张帆9—12面,是当时世界上最大的船只。中国古代还发明了一种“车船”,它依靠装在船体两侧的水轮拨动水面前进,这种“车船”,也称“轮船”,最早出现在唐代。

宋代以后有了指南针,使我国的航海事业在世界上长期处于领先地位。郑和的船队最远已到达非洲东岸近赤道地区,西方到了15世纪才出现“车船”(亦称轮船)。

(九) 纺织技术

中国古代的纺织技术,自远古以来便闻名于世,丝织技术尤为突出。商代的丝织物已有斜纹、花纹等复杂图案。长沙马王堆出土的文物证明,西汉初期的提花已经有了相当的水平,提花织物的织机是我国古代人民的一大发明。我国的丝织物约在公元前4世纪就运销国外,在汉代以后形成了“丝绸之路”。公元5—6世纪时期波斯曾派人来中国学习丝织技术,其后丝织技术传入欧洲。我国的植棉技术和棉纺织技术则是从国外传入的,在汉代时流传于新疆和西南地区。棉纺织技术在中国流传发展很快,元代王祯《农书》中记述了许多棉纺织机具,其中有“搅车”(即轧花机)、三锭式脚踏纺车在当时已很先进;还有“水转大纺车”,以水为动力,能同时带动三十二个锭子,是历史上的一项重大发明。

(十) 建筑技术

中国古代的建筑技术,在古埃及建造宏伟的金字塔一千多年之后。我国商



代的宫殿还十分简陋。与一些文明古国相比,我国古代的建筑技术是相当落后的。瓦的出现约在西周初,烧砖是战国时期才有的。自此以后,中国的建筑技术才逐渐形成并发展,从而又具有独特的风格,并留下了许多不朽之作。

万里长城被誉为世界奇迹之一,在战国时期,地处北方的各诸侯国为保卫自己的领土,已分别筑起了各自的城墙,秦统一中国后,把原有的城墙连接起来加以改造,筑成西起甘肃东到辽东的万里长城,后来历代王朝对长城加以改造续建。现今保存完整的是明代的长城遗址。

中国古建筑以木构架结构为主要特点,别具一格。斗拱结构,发端于西周,至唐代已相当复杂华丽,木构架技术已趋成熟,现有对西安的唐大明宫麟德殿遗址的发掘表明,它的总面积为8 000多平方米,是目前已知的我国古代最大的木构架单栋建筑。

佛塔,源自印度。随佛教传入中国,在我国境内也出现了许多有特色的佛教建筑。河南登封嵩岳寺塔为砖塔,北魏时期于公元523年造成,塔高39.5米,共15层,历经多次地震,至今完好。佛宫寺释迦塔,位于山西应县,木塔高67.3米,9层,建于1056年(辽代),是现存世界上最高的木构建筑。

中国古代的桥梁。赵州桥(安济桥),位于河北赵县,屹立在洹河之上,是隋大业年间(605—618)建成的大石桥,单孔敞肩结构,圆孔净跨37.02米,是当时跨度最大的石桥,敞肩结构更具独创性,距今已有1 300多年之久。泉州万安桥,于1059年北宋时建成,位于福建泉州洛阳江入海口处,这里波涛汹涌,潮水涨落,施工十分艰难,桥长834米(包括引桥)。历经千余年,这座桥至今仍在使用的。

(十一)天文学

中国古代天文学与其他文明古国相比有其独特之处。我国古代的天文观测有很好的连续性,资料保存也较完善。例如,自春秋至清初,关于日食记载约有1 000次,月食记载有800次。新星和超新星记录自商代至17世纪末,有60颗。宋代所记录的1054年金牛座超新星爆发资料,对现代天文学研究有重要参考价值。世界上最早的星表也出现在我国。战国时期的甘德和石申,分别著有《天文星占》和《天文》,各载有数百颗恒星的方位,可惜原书均已佚。敦煌石窟中发现的公元8世纪的星图载有1 350颗(此星图藏于不列颠博物馆)。现存于江苏苏州的石刻天文图刻于1247年,载星1 400多颗。迄今为止,世界上其



他国家(或地区)保留下来的星图没有早于14世纪的;在望远镜发明(1609)之前,没有一幅星图载星超1100颗。

我国古代对行星的观测,长沙马王堆出土的帛书《五星占》给出了从公元前246年至公元前117年间长达70年的木星、土星和金星的位置表以及它们会合周期内的动态表,其数据已相当精确,如金星会合周期为584.4日,今测值为583.922日。

我国古代天文观测的主要目的在于制定为农业服务的历法。中国古代历法之多为世界之最,前后总计达100多种。商代即有置闰的方法,商周之间有了春分、夏至、秋分与冬至,战国时发展为二十四节气。约在战国时期出现了“古四分历”,即定一回归年为365.25日,与今测值只差11分14.53秒。南宋时期的“统天历”(1199)的数据为365.2425日,与现今通用的阳历(1528)所用的数据一致。

我国古代对月球运行的精确观测也反映在历法之中,南北朝的“元嘉历”(443)定一望月为29.530585日,今测值为29.530588;“大明历”(462)定一交点月为27.21223日,今测值27.21222日,相差无几。关于岁差,西晋的虞喜(281—356)在公元330年测定为50.73年差 1° ,隋代的刘焯(544—610),制定的“皇极历”测定为76.1年差 1° ,而那时的欧洲人仍沿用公元前上世纪时所测定的100年差 1° 的数据。

在北京古天文台可以看到,中国古代的天文仪器也达到了很高的水平。浑天仪,大约出现于战国时期,是我国古代天文观测的主要仪器;元代郭守敬对浑天仪进行了改造,制成简仪。它的赤道装置中的支架结构与现代天文望远镜普遍采用的天图式装置基本相同。这种装置在欧洲是18世纪才开始采用的。

关于宇宙结构,我们的古人也曾提出过不少的看法,主要有“盖天说”“浑天说”“宣夜说”三派。对天地的运动我国古代也曾有过一些精辟的思想。战国的尸佼(约前390—前330)曾表达过地动的思想。到西汉时,《春秋纬》写道:“地动则见于天象”,地动的思想已比较明确。同时又有《尚书纬》提出“地有回游”的说法,已经有了地在太空中运动的思想。

(十二) 数学

中国古代的数学成就很大,曾经有过很有价值的成果,可惜的是没有能够



延续下去。中国古代很早就采用十进制记数,商代的甲骨文中就有了不少数字。位值法约在春秋战国时就有了,但还没有“零”的符号。以留一空位表示。“零”符号的出现大约在8世纪,与古印度同时,写作“〇”,后来改为“0”。在商周之前,人们还只能作些简单的自然数运算。到春秋战国时才有分数的概念,并有了九九乘法表。

《周髀》是我国最早的一本天文数学专著。大约在公元前1世纪成书,其中已有勾股定理和较复杂的分数运算。到三国时,赵爽为《周髀》作注,严格地证明了勾股定理。《九章算术》是我国古代最重要的数学专著,约成书于公元前1世纪的东汉初期,书中载有246个应用题目的解法,其中涉及算术、初等代数、初等几何等多方面的内容。书中所载分数四则运算、比例算法、以及用勾股定理解决一些测量中的诸多问题,都是当时世界最高水平的;关于负数的概念和正负数加减法则的记载都是世界上最早的;书中还有开平方、开立方、一元二次方程数值解法、联立一次方程解法的叙述,内容丰富先进。可以说《九章算术》是中国古代数学的一个里程碑,它总结了前人的数学成果,并在前人的基础上提出了新的思路。《九章算术》不仅是中国古代数学史上有影响的巨著,也是世界数学史上的重要著作。刘徽(三国时魏人,225—295年)对《九章算术》做了详注,对《九章算术》的全部公式和定理给出了证明,对一些重要概念也给出了较为严格的定义。刘徽的数学思维超过了前人,他用出入相补原理证明勾股定理,用无穷分割的方法证明方锥体的体积公式,用内接正多边形面积无限接近圆的方法算得的圆周率为 $\pi = \frac{3927}{1250} = 3.141$ 。刘徽被认为是我国古代数学理论的奠基人。

《九章算术注》的最后部分《重差》,总结了我国古代的测量术,这一部分在唐代以后独立成书,称为《海岛算经》,也很有价值。刘徽之后约200年,南北朝的祖冲之(429—500)继续研究圆周率,得到 $3.141\ 592\ 6 < \pi < 3.141\ 592\ 7$,以及以分数表示的圆周率“约率”(即 $\pi = \frac{22}{7}$)和“密率”(即 $\pi = \frac{355}{113}$),其中密率为分子分母在1000以内的最佳值。宋元是我国古代数学发展的高潮时期,二三百年内出现了一批著名数学家和数学专著。其中有北宋贾宪,南宋秦九韶,元代的朱世杰、王恂(1235—1281)和郭守敬,他们的研究成果都早于欧洲人300多年。宋元之后,我国古代数学发展势头消失,到了明代许多原来世界领先的



富有成果的研究未能继续,更可惜的是不少重要的数学典籍逐渐散失以至失传。到明末,西方数学开始传入中国,数学研究重新有所回升。

(十三) 物理学

我国古代在实践中积累了物理学方面的知识。杠杆很早已为人们所利用,春秋时期已广泛使用等臂天平。在《墨经》中也有讨论。在《墨经》中力的定义:“力,刑(形)之所以奋也。”《墨经》还记述了一些简单机械和浮体平衡等问题。

春秋末年的《考工记》也载有一些力学的知识,如关于惯性的朴素的认识。我国在声学方面的研究有特色,这与古代重礼乐有关。尤其在乐器制作和乐律的研究上有不少成就。在商代已有成套的铜饶等乐器。在湖北随州出土了一套战国初年的编钟(共64件),校音准确,能够演奏相当复杂的乐曲。《管子·地员篇》(约成于战国时期)中记载了计算音程以定五音的“三分损益法”,这在古代乐律史上是一大成就。明代朱载堉(1536—1611)于1584年出版了他的乐律专著《律吕精义》,他经过计算和实验,创“新法密律”,并以公比 $\sqrt[12]{2}$ 的等比数列来确定音律,与现今世界通用的十二等程律相同,也是乐律史上的重要贡献。

关于声的产生和传播,东汉王充在其《论衡》中说,声由振动而生,其传播与水波相似。声的共振现象,早在战国时期的《庄子·徐无鬼》就有琴弦共振的记载。

磁方面,我国发现磁石吸铁现象不算早,春秋战国时期始见记载。王充《论衡》中所载“司马勺”可能是最早的磁性指示方向的器具了。至宋代《武经总要》所载“指南鱼”是关于人工磁化最早的记载,并用了“地磁倾角”的概念。稍后,沈括在《梦溪笔谈》中又记载了以磁石磨针而制成指南针;沈括在书中还最先记载了“地磁偏角”的概念。

指南针用于航海,最早见于朱彧(生卒年不详)所著《萍洲可谈》(1119年)。在宋代,我国与阿拉伯地区海上往来频繁,指南针很快传到阿拉伯,然后又传至欧洲;欧洲关于指南针最早的记载见于1190年。

光学。中国古代至迟在商代就有青铜镜。“阳燧取火”实际上是利用凹面镜的聚焦。最早对光学现象作理论探讨的是《墨经》,其中关于光学共有8条:影子的形成,光与影的关系,光的直进,平面镜的反射,凹面镜和凸面镜的反射



等的实际观察研究,当初被人公认是世界上最早的光学文献。元代的赵友钦(1279—1368)在他的《草象新书》中记述了他所做的大型光学实验,他用实验再次证明了光的直进性;他又用实验的方法研究了光源的大小和强度、光源与不同孔径的小孔距离、像的大小和亮度间的诸多复杂关系。应该肯定的是,他采取的有计划地改变各种条件而探索规律的实验方法,这在古代是很有价值的,可以看作古代科学实验方法的萌芽。

关于天上的虹,早在唐代孔颖达(574—648)提出:“若薄云漏日,日照雨滴则生虹。”不久就有人做漏日喷水成虹的实验。明清以后,西方的光学传入我国。

(十四) 化工技术与化学

四千多年前,我国已出现用高岭土制成的白陶,这种白陶后来发展为瓷。瓷器的发明是我国古代科技的重要成果之一。在河南、江西等地,不断从遗址发掘出商代的原始瓷器。至东汉时期,制瓷技术渐趋成熟,至明清达到了高峰。中国的瓷器,早在隋唐时期即大量远销国外。在10世纪后,制瓷技术陆续传到亚洲一些国家,至15世纪后欧洲人才学会制瓷。

火药是古代制丹术士在炼丹中偶然发现的。《诸家神品丹法》是一部炼丹书著作,其中载有唐初孙思邈(581—682)的“伏硫黄法”,把硫黄、硝酸钾和炭混合炼制,并提及要在地坑中四面以土填实后炼制。硫黄、硝酸钾和炭是火药的基本成分。10世纪唐代时的《真元妙道要略》还记载了一次炼制造成的爆炸事故。此时还没有火药这一名称,但火药确已存在了。不久以后,火药就用到了兵器上。据史料,公元970年至1000年间都曾有人制成了火箭、火球、火蒺藜等武器。稍后,《武经总要》所载火药武器已有很多,但早期的火药武器还是以弹射或抛掷的方法投出。南宋时期于1259年发明的“火枪”则是利用火药的爆炸力射出“子窠”的管形发射火器了,这也是现代枪炮的雏形。现存最早的这类武器是1332年铸成的元代的铜火铳。在明代以后,火药兵器有了大的发展,手榴弹、地雷、水雷、定时炸弹、子母炮等相继出现;火箭也出现了,据文献记载,有单级、两级及往复式的多种类型。火药、火药兵器都是经过战争传到外国。13世纪时,欧洲人从阿拉伯人那里知道了火药,在14世纪中期才学会制造火药。我国炼丹活动早在东汉初期,最早的一部炼丹专著是东汉的魏伯阳(151—221)所著的《周易参同契》。从书中可知,炼丹家常用的有硫、汞、铅等;书中还描述