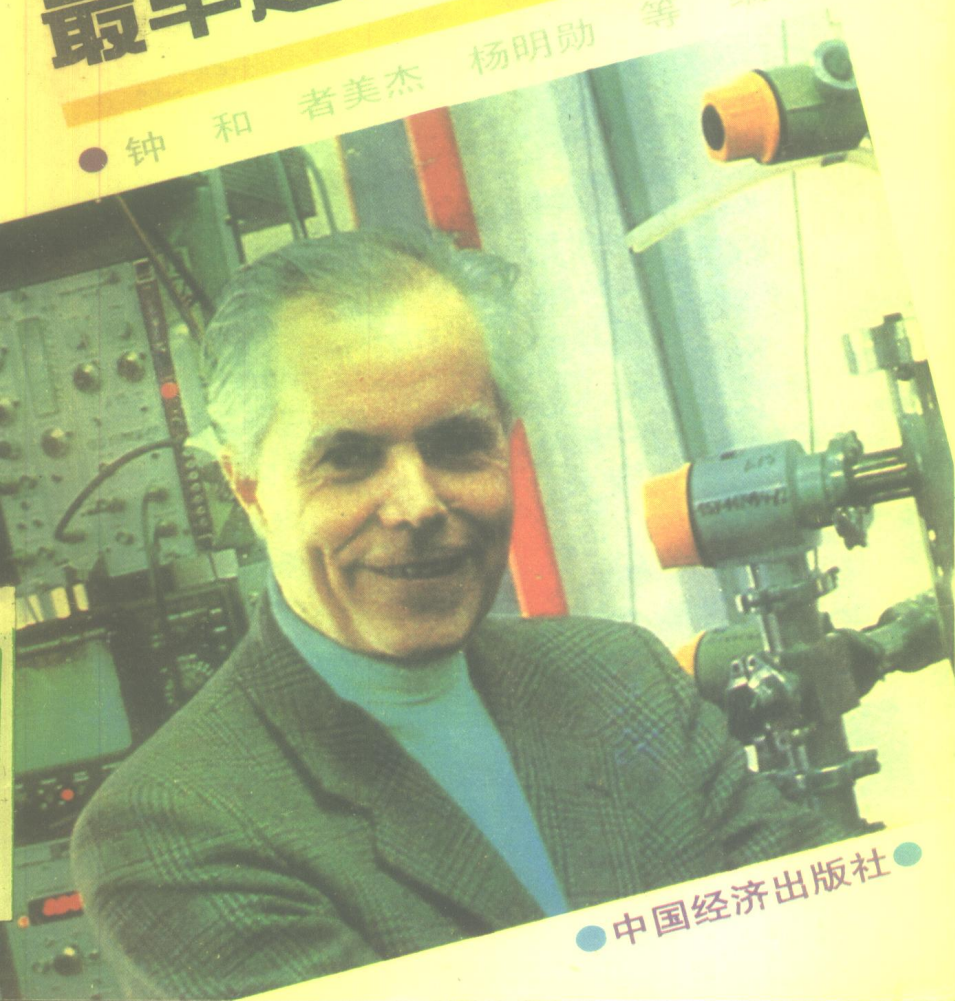


最著名丛书 • 最著名丛书

ZUI ZHU MING DE KE XUE JIA
ZUI ZHUO YUE DE CHENG JIU

最著名的科学家 最卓越的成就

● 钟 和 者美杰 杨明勋 等 编著 ●



● 中国经济出版社 ●



2 033 4016 1

-151

604179/46 38

最著名的科学家 最卓越的成就

钟 和 者美杰 杨明勋 等编著
李积潮 董玉梅



中国经济出版社

(京)新登字 079 号

内 容 提 要

本书通过对古今中外二十余位著名科学家的奋斗过程及其杰出贡献的描述,向人们展示了科学发展的历史和科学家们的创造精神。其中不仅包括牛顿与经典力学,爱因斯坦与相对论,也包括为现代文明做出巨大贡献的爱迪生和他那数不清的发明。本书不仅可以使读者领略科学巨匠们的创新精神,而且可以了解科学发展的历史。

责任编辑:华连斌

封面设计:白长江

最著名的科学家

最卓越的成就

钟和 者美杰 杨明勋等编著

中国经济出版社出版发行

(北京市百万庄北街3号)

(邮政编码:100037)

各地新华书店经销

保定市满城平原印刷总厂印刷

787×1092毫米 1/32 6.5印张 140千字

1992年6月第1版 1992年6月第1次印刷

印数:00,001—15000

ISBN 7—5017—1532—7/G·217

定价:3.50元

目 录

汉代伟大的科学家张衡.....	(1)
杰出的科学家祖冲之.....	(7)
杰出的农业科学家贾思勰	(13)
宋代杰出的科学家沈括	(20)
活字印刷术的发明者毕升	(30)
元代杰出的科学家郭守敬	(33)
杰出的医药学家李时珍	(39)
明代著名的地理学家徐霞客	(48)
宋应星和《天工开物》	(55)
黑暗时代的科学先驱罗杰·培根	(58)
太阳系学说的创立者哥白尼	(64)
近代解剖学的先驱韦萨利	(70)
新科学的捍卫者伽利略	(76)
近代物理学的集大成者牛顿	(81)
电学研究的先驱者富兰克林	(86)
动植物分类系统的创始人林奈	(91)
现代化学之父拉瓦锡	(96)
轮船发明家富尔顿.....	(102)
瓦特与蒸汽机.....	(107)

青年化学家舍勒·····	(111)
新原子论的创始人道尔顿·····	(115)
近代电磁学的奠基人法拉第·····	(120)
人类起源的探索者达尔文·····	(127)
近代护理学的创建人南丁格尔·····	(132)
遗传定律的发现者孟德尔·····	(138)
征服细菌的生物学家巴斯德·····	(143)
有线通信新时代的开创者汤姆孙·····	(148)
电磁理论的集大成者麦克斯韦·····	(154)
炸药发明家诺贝尔·····	(160)
元素周期律的发明者门捷列夫·····	(165)
电话发明家贝尔·····	(169)
电灯发明家爱迪生·····	(174)
镭的发明者玛丽·居里·····	(178)
原子内部秘密的探索者卢瑟福·····	(185)
相对论的创立者爱因斯坦·····	(189)

汉代伟大的科学家张衡

张衡生于公元 78 年,卒于公元 139 年,字平子,是我国东汉时期一位著名的科学家,在天文学和地震学上取得较大的成就,发明了水运浑象和候风地动仪,著有《灵宪》和《浑天仪图注》。

张衡生活在东汉王朝的繁荣时期,那时国家在各方面都有相当的发展;全国人口增加了一倍半,耕地面积扩大到 730 多万顷;完成了长达 1000 多里的规模空前的治黄工程,阻止了黄河改道;纸的发明和推广也发生在张衡游学首都洛阳的前后。这些都为张衡在科学上取得成就创造了有利的社会环境。

浑象是西汉时耿寿昌发明的,张衡把它加以改进。浑象是一个直径 8 尺的空心铜球,里面有根铁轴贯穿球心,轴的方向就是地球自转轴的方向。球和轴有两个交点,象征天球上的北极和南极,北极高出地平 36° ,这就是东汉时期洛阳的地理纬度,在球的外表面上刻有二十八宿和其他恒星。紧附在球的外面有地平线和子午线图,天球半覆在地平图之上,半隐在地平圈之下,天轴即支架在子午圈上。另外还有黄道圈和赤道圈,互成 24° 的交角,在赤道和黄道上,各列有二十四节气,并且分别成三百六十五又四分之一度,每度又分为四格,太阳每天在黄道上移动一格。

张衡利用齿轮系把浑象和表示时间的漏壶联系起来,随

着时间的转移,发动齿轮,齿轮带动浑象绕地轴转,一天一周。因此这个水运浑象就把天空的周日运动近似地表示出来,人在屋里看着仪器,就可以知道某星正从东方升起,某星已到中天,某星就要在西方下落。张衡的这项发明后经唐代一行和梁令瓚,宋代张思训、苏颂和韩公廉的发展,成为世界上最早的天文钟。

此外,张衡又做了一个瑞轮蓂莢,把它和水运浑象联系在一起。这个仪器从每月的初一起,一天转出一片木叶出来,这样到十五日共出现 15 片;然后每天转入一片,到月底落完。因为阴历月是和月亮的圆缺配合的,所以看了瑞轮蓂莢既可以知道日期,又可以知道月相,一举两得。

为说明他发明的这一水运浑象系统,张衡写下了《浑天仪注图》,可惜这部图文并茂的著作,早已失传。根据清人洪颐煊在《经典集林》中所引的资料来看,它确是浑天说的经典作品,在我国天文史上占重要地位。它的内容大致如下:一,它所描绘的天地关系较盖天说接近于真实:“天圆为弹丸,地如卵中黄,弧居于内,天大而地小,天之包地,犹壳之裹黄。”这里并没有涉及天与地的距离。天只是为了说明现象时方便而假设的。相当于现在球面天文学中所设想的天球。二,《浑天仪图注》是我国第一部球面天文学著作。三,在这里有了南、北极和赤道,以入宿度(赤经差)和去极度(极距)表示太阳的位置,组成了完备的赤道坐标系。在天球上黄道和赤道,赤道好象一道腰带一样,沿东西方围绕在天的中腰,距南北极各九十一度十六分度之五,黄道和赤道成的 24° 的交角,也就是太阳运行的轨道。南、北极是天轴的所在,在北极附近的星常见不隐;南极入地 36° 度,在南极附近的星,常隐不见。四,赤道、黄道成 24° 的交角,有两个交点,一个叫春分点,一个叫秋分点。若将黄道上

一段弧长投影在赤道上,在由黄道度数求赤道度数时,二分点附近需要减一个改正数;与此相反,在夏至点和冬至点附近(此处黄道离赤道最远),需要加一个改正数,这个或加或减的改正数,张衡称之为“黄道进退数”。由于这个原因,即使太阳在黄道上作匀速运动,在用时角量度时也是不均匀的,“日行非有进退,而以赤道量度黄道使之然也”。

东汉时期,中国发生地震的次数比较多。据《后汉书》记载,在从公元 96 到 125 年的 30 年中,就有 23 年发生过较大的地震。对于这些现象,当时人们感到非常恐惧。张衡认为,人是完全可以掌握地震动态的。他从工作需要出发,经过 6 年的细心研究,于公元 132 年发明了世界上第一架测量地震的仪器——候风地动仪。

候风地动仪用铜铸成,圆径 8 尺,外形象个酒坛子,中央立有“都柱”(上粗下细的棍子),顶上有有个凸起的盖子,周围铸有八个龙头,对准东、西、南、北和东南、东北、西南、西北八个方向。每条龙的嘴巴里,都衔有一粒小铜球,地上对准龙嘴蹲着八个铜蛤蟆,昂着头、张着大嘴巴。在都柱和八个龙嘴之间各有机机械相连。哪儿发生了地震,由于纵波的先行到达,都柱就倒向它那一方,机械就使对准那个方向的龙嘴巴张开,龙嘴巴里的铜球,就“当啷”一声落在蛤蟆的嘴里,管理的人听到声响,跑去一看,就知道那个方向发生地震。

从这个仪器的结构来看,张衡已经利用了水平摆的原理,并对地震波的传播和方向性有一定的了解。欧洲直到公元 1880 年,才制成和候风地动仪相类似的仪器,比张衡晚了 1700 多年。

张衡著的《灵宪》和《算图论》也已失传。不过现有《灵宪》的辑文。从辑文的内容来看,其中有一些宝贵的东西。例如,

他说,“月光生于日之所照,魄生于日之所蔽;当日则光盈,就日则光尽。”这一段话正确地说明了月亮不会发光,月光是日光的反照。月亮不停地绕着地球转,当它转到地球和太阳中间的时候,它被太阳照亮的一半,正好背着地球,向着地球的是黑暗的一半。这一天我们在地球上完全看不见月亮,叫做“朔”,发生在阴历每月初一,这就是张衡所说的“就日则光尽”的现象。月亮继续旋转,到了阴历每月十五或十六,月亮转到地球的另一面,这时地球在月亮和太阳中间,月亮被太阳照亮的一半,正好对着地球,我们看到圆圆的满月,也就是“望”,张衡所说的“当日则光盈”的现象。

不但如此,张衡的《灵宪》里还进一步说明了月食的道理。“月光生于日之所照……当日之冲,光常不合者,蔽于地也,是谓暗虚,在星则星微,遇月则月食。”这就是说,望月的时候,月光常常没有了,这是被地影遮了的缘故。地影叫做“暗虚”。星碰上暗虚则变暗,月亮转到暗虚就发生月食。但是由于“月行有九道”,即是知道月亮绕地运行的轨道(白道)和黄道有交角。所以张衡也知道,并不是每逢望月,月亮都会碰上暗虚。由此可见,张衡已基本掌握了月食的原理。

在《灵宪》里面,张衡还说出了月亮和太阳的角直径,“悬象荐明,莫大乎日月,其经当周天七百三十六分之一”。周天的 360° 的 $\frac{1}{736}$ 是 $29'24''$,现在我们知道,太阳的角直径平均是 $31'59''26$,月亮的角直径平均是 $31'5''2$,可见,张衡的测量,误差并不算大。

《灵宪》还接触到宇宙论问题,认为所观测到的浑天范围是有限的,但宇宙是无限的。“通而度之,则是浑矣。……过此而往者,未之或知也,未之或知者,宇宙之谓也。宇宙之表无

极，宙之端无穷。”《灵宪》还把天地的形成分成两个阶段：太素以前是一片空虚，当中只有一个“灵”，此外什么也没有。以后“自无生有”地建立了个“道”的根，这才进入第二阶段——太素阶段。在这个阶段里，混沌不分的气刚刚开始萌发，此时“道”就象一棵树一样，从根发育至干，于是元气开始分开清浊、刚柔，形成天地。这个虚无创生论有它的历史局限性，完全是主观臆测。

延光二年(公元123年)，中谒者亶、太尉刘恺等80人，为了压制农民革命，转移人民视线，捏造出一套唯心主义的“图讖之学”，大肆宣扬“无人感应论”，妄称刘姓是“膺受天命”来统治世间的，他们把地主阶级的剥削给人民带来的深重灾难，连同自然灾害一起，统统归罪于当时行用的四分历。而主张倒退到西汉时期的太初历。他们说太初历是由知天命的“众贤所立”，与天相应，合图讖，因而那时上天把皇福赐给人间，天下太平。后来改用四分历，同“是非已定”的太初历相违背，这就得罪了上天，上天才降临灾祸给以惩罚。因此，必须废止四分历，复用太初历，否则的话，“灾异卒甚，未有善应”的状况就不会改变。

在反对亶、刘恺等人的斗争中，太子舍人李泓等人虽然主张继续用四分历，但他们用迷信反对迷信，认为“四分历本起图讖，最得其正，不宜易”。

只有黄广、任金等少数人和张衡、周兴站在一起，不附合图讖，从科学方面说道理，认为应该用四分历。他们用观测和计算的方法，证明九道法(即考虑到月亮运动的不均匀性)最附合天象。张衡的建议到刘洪的乾象历中才被采用，但只是用来计算日月食，正式用来计算历日，到隋朝才实现。

张衡不但反对利用图讖之学来牵强附会地修改历法，而

且进一步地冒犯朝章国典上书皇帝,要求把图讖之学一概禁绝。他说,现今学者喜谈虚伪的图讖,就象画工不愿画狗马而愿画鬼怪一样,原因是鬼怪无形,可以随便乱涂,而狗马人人看见,画得不象不成。

张衡在思想上只是部分地获得了对于神学的解放,而不能成为彻底的无神论者。比如,他只是考究一些前代的事实,证明图讖决非圣人所作,没有效验,因而不可信,他也不能达到批判“天人感应说”,进而否定一切鬼神存在的无神论境地。相反,他维护着另一套迷信,认为“九宫风角,数有征效”,“圣人明审律历以定吉凶,重之以卜筮,杂之以九宫,经天验道,本尽于此”。所以,他实际上反映了中层阶层知识分子的折衷主义。

尽管如此,张衡以他刻苦钻研、谦虚好学、才华横溢的为人,不计较个人名利,一心一意做学问,在多方面做出了重要贡献,他不畏权贵,坚持真理,勇于探索,独辟蹊径,这些精神都为后人所敬仰和崇慕。

杰出的科学家祖冲之

祖冲之生于公元 429 年,卒于公元 500 年,河北涿源人。是我国南北朝时代南朝的一位杰出的数学家、天文学家和机械发明家。他的卓越贡献,在科学史上占有重要地位。

祖冲之生活在南朝的宋、齐两代。自从东晋南迁以来,由于社会情况相对稳定,水利和农业技术得到了改良,人口显著增加,纺织、冶炼、造船等技术有了明显的发展,从而使得南方的经济和文化迅速发展起来。商业的繁荣和科学文化的进步,思想领域朴素唯物主义对唯心主义玄学、佛学的斗争胜利鼓舞着当时许多科学家敢于破旧立新,捍卫真理,也为祖冲之的科学创造提供了社会条件和思想基础。

从青年时代起,祖冲之就对天文学和数学发生了浓厚的兴趣。他“专攻数术,搜炼古今”,他搜罗了从古到 6 世纪止长时期内所保存的观测纪录和有关文献,加以参考。另一方面,他又决不“虚推古人”,不把自己束缚在陈腐的典籍文献中,而是亲自进行精密的测量和仔细的推算,每每“亲量圭尺,躬察仪漏,目尽毫厘,心穷筹策”。

祖冲之在深入研究天文历法的过程中,经过长年累月、艰苦辛勤的观测和推算,发现前代历法已经误差很大,历法推算和实际天象之间,出现了越来越大的差距。例如,当时使用的《元嘉历》,日月所在的位置差了三度,冬至和夏至那天的月影都推前了一天。推算金、木、水、火、土五大行星的出现和隐没,

有的竟和实际差了 40 天。他想到,如果继续照搬那种和实际天象不合的历书,就不能准确地确定一年中的节气、朔望和闰月,于是,他便着手编写新的历法——《大明历》,这一新的历法对历法的编制方面作出了许多创造性的贡献,新的历法是在这个时代里的一部最好的历法。

在《大明历》中,祖冲之作了两项重大改革,其中最重要的是考虑了岁差的影响。我国古代天文学家认为,太阳围绕地球旋转一周又会回到原来的出发点(指太阳的视运动),但实际情况并不是这样。假定太阳运动的出发点是冬至点,那么,经过一年,太阳并没有回到原来的冬至点,而是差一段微小的距离。冬至点逐渐向西移动的这种现象叫岁差。西汉时期的一些天文学家已经观察到冬至点后移的现象,但并未指出岁差的存在。东晋天文学家虞喜首先提出岁差的概念,并且确定了 50 年后退一度的数值。但也没有被应用到以后的制订历法中。祖冲之根据亲身的长期观测,证实了岁差的存在。并且应用于《大明历》。他所确定的岁差数值虽然还不很精确,但却引起了我国历法上的一次重大改革。从此以后,岁差就成为制订精确历法所必须考虑的一个重要因素。

祖冲之在《大明历》中作出的另一项重大改革是修改闰法。东汉以前的历法,为了调节阴历和阳历每年日数的不同,全都采用 19 年加 7 个闰月的办法。祖冲之发现按照这个数据,每 200 年就要相差一天。于是,他吸取了北凉天文学家赵匪的先进经验,采用了 391 年加 144 个闰月的新闻法,在当时以及后来相当长一段时间内,祖冲之的这个数据比起其他各家历法的闰周要精确得多。从这个时候开始,改革闰法也成为以后每次改革历法所必须考虑的重要问题。

《大明历》不但进行了上述两项改革,而且它所使用的数

据也是相当精确的。例如,按祖冲之的推算。一个回归年(太阳连续两次经过春分点所需要的时间)的日数是 365.24281481 日,一个交点月的日数是 27.21223 日,都和观测数值很接近。他所计算的木星公转周期和五大行星的会合周期,有的和现代测量结果完全一致,有的也是当时最好的结果。

以戴法兴为代表的权贵肆意指责《大明历》,祖冲之同他进行了激烈的辩论,在辩论中他阐发朴素唯物主义的自然观,表现出破除迷信,敢想敢说敢做,敢于推陈出新的斗争精神,他根据自己丰富的实践经验,对于自己掌握的真理,充满坚定信念,反对“信古而疑今”。他认为日月星辰的运行规律不是神秘莫测、不可认识的。它们的运动变化,绝不是由神仙鬼怪所支配,它们的形象可以观测,数据可以推算。他指出,前代天文学家能够有所发现,有所前进,符合实际情况,后人完全可以在前人的基础上“累功而求密”,历史在前进,认识在发展,科学在进步,一定可以获得更精确的结果。

虽然《大明历》后来经过曲折的道路,一直到公元 510 年才被采用,但祖冲之对后代天文历法的发展,产生了积极、深远的影响。

祖冲之在数学方面最主要的贡献,首先应该说是圆周率的计算。而一直到 15 世纪中叶亚细亚数学家阿尔·卡西方才超过祖冲之,把圆周率推算到 17 位有效数字,但这已经几乎是祖冲之以后的 1000 年了。

3 世纪中叶,数学家刘徽从圆的内接正六边形出发,依次将边数加倍,分别算出 12、24、48……各正方形的边长,他用这种逐渐增加边数的正多边形来计算圆的面积,边愈增多,正多边形的面积和圆面积所差也就愈少。求得的圆周率也就

愈正确,刘徽算至 192 边形,求得了圆周率为 $\frac{157}{50}$ (相当于 3.14)。

祖冲之推算的圆周率结果是

$$3.1415926 < \pi < 3.1415927$$

相当于按照刘徽的方法推算到正 12288 边形和正 24576 边形时。从 6 边形出发算到 24576 ($=6 \times 2^{12}$) 边形,需要把同一运算秩序反复进行 12 次。每一次运算程序又包括加减乘除以及开方等 11 个步骤。这样看来,祖冲之需要对 9 位数字的大数目反复进行各种运算(包括开方在内)130 次以上,这在今天,如果我们用指笔计算也不是件容易的事,何况古代计算是用罗列小竹棍来进行的呢。

此外,由于古代计算中存在着运用分数的习惯。祖冲之还留下了两个用分数表示的圆周率的数据。其中比较精确的,称之为“密率”,另一个称之为“约率”,即:

$$\text{密率} = \frac{355}{113}$$

$$\text{约率} = \frac{22}{7}$$

密率 $\frac{355}{113}$ 近似于 3.1415929 (同样精确到 7 位有效数字),当限定分子、分母为 1000 以内时,这是用来表示圆周率最佳渐进分数。在欧洲,一直到公元 1573 年,法国的鄂图方才得到这一数值。约率 $\frac{22}{7}$ 虽仅精确至第 3 位有效数字,但因数目简约,使用起来很方便。

关于球的体积的计算,乃是祖冲之在数学方面的又一杰出成就。在古代的数学著作中,如《九章算术》里,按外切圆柱体和球体体积之比,等于正方形和其内切圆面积之比来计算

的。刘徽首先提出了这是错误的。刘徽正确地指出“弁合方盖”(垂直相交二圆柱体的共同部分)与球体体积之比,方才等于正方形与其内切圆面积之比。可惜,他没有求出“弁合方盖”的体积。他的问题被祖冲之天才地解决了。

若设立方体之一边(即球体直径)为 D , 祖冲之应用“等高处横截面积常相等的两个立体, 它们的体积也必定相等”这一原理, 根据实际的模型, 异常巧妙地算出了“弁合方盖”的体积等于 $\frac{2}{3}D^3$, 从而求得:

$$\begin{aligned}\text{球体体积 } V &= \frac{\pi}{4} [\text{弁合方盖}] \\ &= \frac{\pi}{4} \cdot \frac{2}{3} D^3 = \frac{\pi}{6} D^3\end{aligned}$$

这是我国最早出现的正确的球体公式。祖冲之在这里所引用的原理和 17 世纪意大利数学家卡瓦列利所引用的公式是一致的。

祖冲之的数学专著《缀术》失传已久, 我们仅仅能够从历代的有关文献和历代数学家的评论中, 约略地看到一些线索。书中的“方邑进行之术”是关于求解一般二次方程的问题, 而“刍甍、方亭”的计算都要涉及三次方程的求解, “开差幂、开差立”又“兼以正负参之”, 很可能是求解一般二次、三次方程的问题。假如这些论断正确的话, 那么可以说祖冲之在书里写下的结果, 已经远远超过了他所生活的时代。而成为后世 10~13 世纪中国数学家高次方程普遍数值解法的先声。

祖冲之的“上元积年”的推算在数学方面的意义也比较重要。祖冲之的“上元”是要推算出上古的一年, 这一年刚好是甲子年, 并且这一年的冬至节要刚好是在甲子日的子正初刻, 还要求同时发生日食, 五星也在同一方位上, 即所谓“日月如合”。

壁，五星如连珠”，也就是说，要推算出上古的一个甲子年，这一年的冬至节、朔望月、近点月、五星运行周期等 11 个与历法推算有关的周期都在同一起点上，而起自上元到编历时止的累积年数，即所谓“上元积年”，他的“上元积年”推算，相当于需要求出解决 11 个联立一次同余式的共同解。

除了数学和天文历法方面的成就之外，祖冲之还创造出各种巧妙的机械。他制造过指南车。在齐武帝时还曾在“乐游苑”内造过水碓磨。还造过一种“千里船”，放在新亭江试验，日行百余里。祖冲之又模仿诸葛亮的木牛流马，制造了一种不用风力和水利的运输工具，根据史料的记载是“拖机自运，不劳人力”。武帝次子肖子良爱好古玩，祖冲之造了一个“歌器”送给他。这是一种内中盛水“中则正，满则复”，帝王放在座位左右用以自警的陈设品，祖冲之所造的“歌器”和孔子传说周庙中的一样，令人叹止。

祖冲之“搜炼古今，博采沈奥”，“考经验来，准以实见”，虚心学习而不盲从迷信，一切都要进行分析和鉴别，经过自己的消化和理解，他这种实践精神、批判精神、实事求是和精益求精的科学态度，以及他的丰富实践和掌握的大量的第一手资料，使他创造了当时最好、最先进的《大明历》，也使他在前人的基础上最早地把圆周率的数值精确到 7 位有效数字，使他取得了一系列科学技术成就。他那种勤勉好学、致密严谨的治学态度，他那种勇于创造、敢于同陈腐的保守势力进行顽强斗争的精神，成为后人学习的借鉴。