

圆周率计算:中国古代数学发展史上的明珠

科技文明探源

◎本报记者 孙越 实习生 姚豆豆

从蛮荒到开化,从结绳计数到四则运算……在探索数学的道路上,华夏民族的祖先不断向前。

在14世纪以前,中国一直是世界上数学最发达的几个国家之一,尤其在圆周率的推算上,一直保持着遥遥领先的地位。圆周率计算的精准度在一定程度上反映了当时一个国家数学发展的水平。在这方面,我国著名数学家祖冲之将圆周率的推算结果精确到了小数点后7位。这个纪录在世界上保持了近千年的时间。

圆,是一种普遍存在的图形,遍布于人类生活的各个方面。人类对于圆的探索与思考自然而然地延伸到了对圆周率的研究上。圆周率,即圆的周长和直径的比值。它是一个神秘莫测的无理数,具有无穷无尽的小数。直到今日,人类仍然对它进行着不断的探索。圆周率的推算,见证了我国古代数学的发展,也印证着我国古代数学的辉煌。

从“周三径一”到割圆术

根据现有记载,我国圆周率的推算最早可以追溯到《周髀算经》一书。《周髀算经》约成书于公元前1世纪,那时书中已经提出了“周三径一”的说法,即圆的周长是直径三倍。但《周髀算经》一书中并没有给出“周三径一”说法明确的理论依据。当时,圆周率只是一个粗略的数值,是人们在农田的测量中发展的经验性认识。这种说法体现了中国古人对圆周率的初步探索。

北京教育学院历史系主任方美玲认为:“太阳、月亮等天体是沿着椭圆轨道运转的,圆周率的准确计算对把握这些天体的运行规律从而精确历法有决定性作用。”随着社会的发展,“周三径一”逐渐不能满足精确历法的需求。公元1世纪,西汉学者刘歆打造了更为精准的圆周率测量工具——律嘉量斛。刘歆是第一个打破自古沿用的“周三径一”,去追求更精确圆周率数值的人。他把圆周率的数值精确到了3.1547,世称歆率。

从“周三径一”到歆率,不难看出当时人们对圆周率的计算还停留在实测中,缺少理

论方面的计算。这一局面直到东汉时期数学家张衡的出现才被打破。张衡从圆与它的外切正方形关系入手计算圆周率。在《算罔论》和《灵宪》中都记载着张衡关于圆周率推算的方法。张衡的计算过程较为复杂,魏晋时期数学家刘徽对张衡的计算工作进行介绍时,曾批判说:“然增周太多,过其实矣。”但不可否认的是,张衡开辟了一个新的思路,为圆周率计算提供了一种理论方法。

刘徽对圆周率进行了进一步的探索,创造出了割圆术。在刘徽为《九章算术》所作的注中提到:“割之弥细,所失弥少,割之又割以至于不可割,则与圆合体而无所失矣。”简单来说,就是用圆内接正多边形去分割圆,通过不断的分割使正多边形的周长接近圆的周长。分割越多,就越精确。刘徽的割圆术体现了一种极限思维,为圆周率的计算建立了相关理论和算法。

从《周髀算经》到《九章算术注》,从“周三径一”到割圆术,在古人不断追求圆周率的精确计算之路上,我们可以看到中国古代数学的不断进步。经验性认识、测量工具的改进、理论方面的计算、精准科学方法的出现……圆周率计算方法的不断进步,推动着我国古代数学的发展。

将圆周率精确到小数点后7位

提起圆周率,我们现在想到的往往是3.1415926。早在公元480年,我国古代数学家祖冲之就计算出了这一数值。他将圆周率精确到了小数点后7位,并将这一数值界定在3.1415926和3.1415927之间。这一成果不仅在当时是最精准的数值,而且在往后近千年都无人超越。

关于祖冲之是如何计算出圆周率的,至今未有确切答案。祖冲之在《缀术》中介绍了求圆周率数值的方法,但可惜《缀术》在战火中遗失,未能流传至今。我们现在只能在《隋书·律历志》中看到相关记载。《隋书》中记载:“宋末,南徐州从事史祖冲之,更开密法,以圆径一亿为一丈,圆周盈数三丈一尺四寸一分五厘九毫二秒七忽,脑数三丈一尺四寸一分五厘九毫二秒六忽,正数在盈脑二限之间。密率,圆径一百一十三,圆周三百五十五。约率,圆径七,周二十二。”

在《隋书》中,虽然没有记载祖冲之计算圆周率的具体方法,但记载了祖冲之计算圆周率的成果,并详细描述了圆周率的区间、密



南京十朝历史文化陈列馆中的祖冲之像。

视觉中国供图

率和约率。在聊城大学教授房元霞看来,如果这一结果是祖冲之用割圆术所计算,就需要对9位数字进行130次以上的各种运算,这无疑是一项大工程。这里就不得不提到祖冲之计算圆周率的主要工具——算筹。每一次圆周率的计算都是9位数的计算,使用算筹计算的难度十分大。尽管如此,祖冲之最后的计算结果误差极小。张景中院士在《数学家的眼光》一书中指出,祖冲之圆周率的密率数值与 π 精确值的误差不超过0.000000267。

祖冲之是南北朝时期杰出的数学家,在数学方面成就颇多。他的数学著作《缀术》虽然已经遗失,但我们仍能从其其他记载中窥得一二风采。《隋书》中评论:“学官莫能究其深奥,故废而不理。”当时的人们认为《缀术》记载的数学理论十分的高深奥秘,学问高的人也很难看懂。

圆周率数值计算结果的不断精确,反映着我国古代数学家在数学思想和方法等方面的进步。正是由于这些数学家们一代代进行研究,我国古代数学才能领先于世界。

思想延伸到现代科研中

我国古代圆周率的计算方法包含着许

多精妙的思想,至今仍影响着现代数学的发展。在刘徽的割圆术中,割圆越多,内接多边形就越接近圆,测量的数据就越准。这种极限思维不仅在当时是一种令人惊叹的创新思维,在当下的数学研究中也起着重要作用。极限思维就是没有穷尽的计算过程,现代的微积分、数值分析、复杂变量理论等数学研究中都运用了极限思维。除此之外,在圆周率中发挥重要作用的几何模型也在现代数学的发展中占据重要地位。

北京大学科学与社会研究中心教授孙小礼认为,祖冲之在圆周率方面的成就是与“提炼古今”“咸加该验”和决不“虚推古人”的科学精神分不开的,是与他艰苦卓绝的科学劳动和坚韧不拔的坚强毅力分不开的。在现今社会,创新发展需要“咸加该验”,要怀着严谨的心态对待科研工作,进行坚持不懈的努力。

人类对圆周率十分痴迷,至今仍在进行小数点后的计算。运用计算机技术,现代科研人员已经可以将圆周率计算到万亿位。目前圆周率的精确计算主要是为了对计算机进行性能检测,计算机得出的数值越精确,说明计算能力越强。圆周率日趋精确,也体现着现代科学技术的不断进步。

峙峪遗址年代
被精确厘定为距今4.5万年

科技日报讯(记者刘垠 陆成宽)“现代人”(晚期智人)的起源、演化与扩散,是近年来国内外重要学术热点和公众关注的焦点问题。记者1月24日从中国科学院古脊椎动物与古人类研究所获悉,该所科学家和中外团队合作对山西朔州峙峪现代人遗址进行研究,并取得多项进展:将峙峪遗址年代从原来的3.5万年前向前推进近1万年,精确厘定为距今4.5万年,并确认峙峪遗址石器组合兼具东西方特色。

上述研究成果近日在线发布于《自然·生态与进化》。中国科学院古脊椎动物与古人类研究所青年研究员杨石霞为本文第一作者及通讯作者,黄慰文、侯亚梅、赵克良等为共同作者。合作团队公布了山西朔州峙峪遗址发现的距今4.5万年的一系列现代性文化证据,更新了有关东亚地区现代人扩散及其文化发展的传统认知,对于推进全球视野下对现代人演化与扩散的认识具有重要意义。

峙峪遗址位于广义泥河湾盆地(大同盆地)的西南缘,隶属于山西省朔州市。该遗址发现于1963年,由中国旧石器时代考古奠基人之一的贾兰坡院士主持发掘并进行初步研究。

作为本研究的重点之一,峙峪遗址的年代测定工作由北京大学教授张家富主导,联合牛津大学放射性碳十四测年实验室、河北师范大学历史文化学院释光测年实验室历时多年完成。研究团队对15件沉积物样品进行石英多颗粒单片、单颗粒光释光测年和钾长石单颗粒光释光测年,并对文化层出土的10件动物骨骼和牙齿样品进行加速器质谱碳十四测年。在此基础上,为更准确锚定峙峪遗址人类活动时间,研究团队对3件带有明确人类切割痕的动物碎骨片进行碳十四测年,从而获得该遗址人类活动年代的直接证据。

上述结果表明,峙峪遗址文化层中所有碳十四年龄一致,并与同层位沉积物样品的各种光释光年龄吻合。为进一步提高文化层年代精度,研究人员对获得的年龄数据进行了贝叶斯模型分析,最后将峙峪遗址的年代精确厘定为距今4.5万年。

在精确厘定年代框架的基础上,此次再研究工作的另一个重点是对峙峪遗址出土的各类文化遗存进行多学科深度分析。研究工作确认了目前中国北方乃至东亚地区年代最早的旧石器时代晚期初期(IUP)技术因素,以及骨器加工、个人饰物和远距离运输黑曜岩等一系列“现代性”行为。



峙峪遗址狩猎人群生活复原图。郭肖聪绘

飞鹤奶粉

聪明宝宝
喝飞鹤

飞鹤品牌形象大使 吴京

*代言人孩子食用的产品为飞鹤星飞帆卓睿4段奶粉。

*“聪明宝宝”是通俗化的爱称,泛指所有宝宝的聪明与生俱来,天下父母心中的宝宝皆聪明可爱。