

● 中华全景百卷书

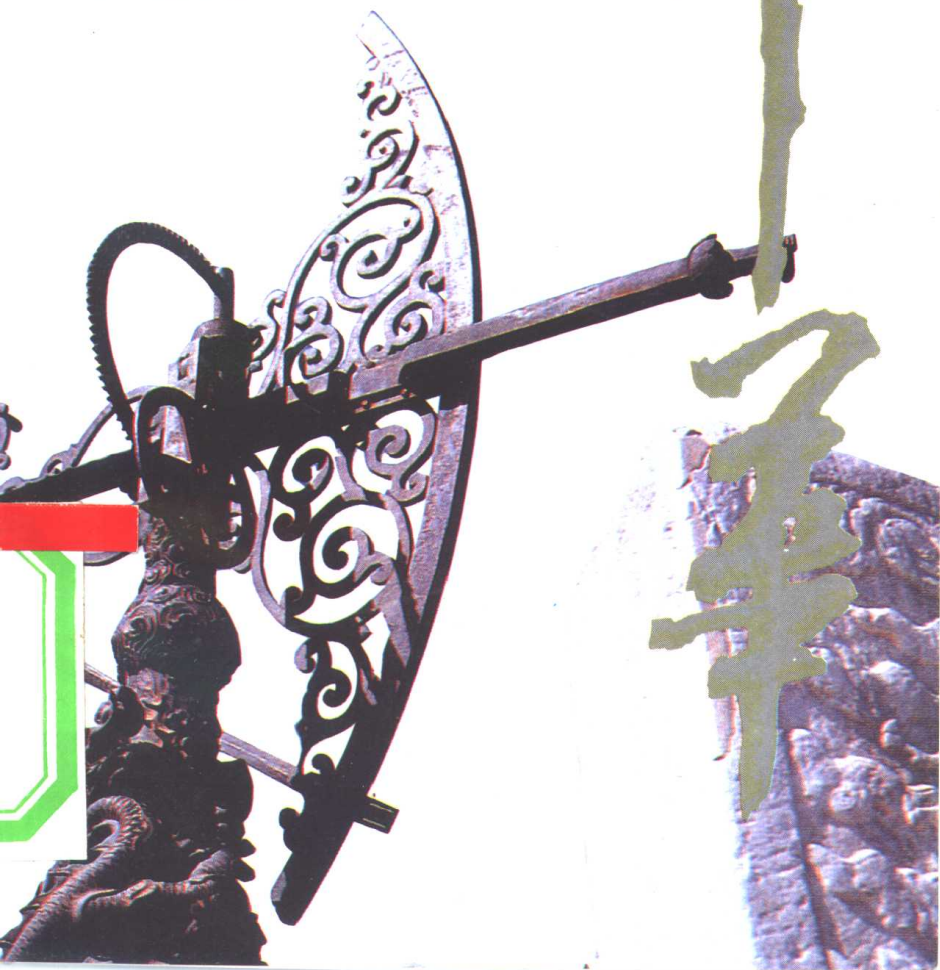
科技教育系列

92

# 中国 古代发明

金德年

● 北京出版社



# 中华全景百卷书

○科技教育系列○中国古代发明

金德年

北京出版社

# 《中华全景百卷书》

## 编委会

顾问：徐惟诚 袁宝华 于友先  
任继愈 苏星

总编委会主任：李志坚

总编委会副主任：何卓新 孙向东

总编委：范西峰 董蕴琦 李学谦  
李伟 朱述新 母庚才  
李建华

编委：(按姓氏笔划排序)

丁晓山	于振华	马艳平	王红	王伟
王勉	王士平	王尔琪	王奇治	王品璋
王恩铭	王寅诚	王骊岭	区界名	石建英
卢云亭	田人隆	申先甲	刘达	刘彪
刘文彪	刘克明	刘树勇	刘振礼	刘俊华
刘峻骧	刘森财	成绶台	孙玉琴	孙彦钊
邢东风	李元华	李明伟	吕品田	吕金陵
朱立南	朱祖希	朱筱新	朱莱茵	朱深深
伍国栋	华林甫	向世陵	杨菊花	吴舜龄
宋志明	宋剑霞	忻汝平	汪家兴	张正

张亚立	张兆裕	张则正	张鹏志	陈晓莉
陈绶祥	陆道中	武 力	武玉宇	赵艳霞
罗静文	周 亮	周育德	金启风	金奇康
金德年	金德厚	宗 时	空 宇	郑玉辉
郑进保	泽 昌	胡 洁	胡振宇	郝 旭
春 晖	钟 玉	郭文杰	郭积燕	郭素娟
袁济喜	夏继果	徐兆仁	徐庆全	钱 冶
唐 忠	梁占军	涂新峰	黄同华	曹革成
蒋 超	葛晨虹	鲁 葳	焦国成	曾令真
谢 军	郭爱红	裴仁君	熊晓正	戴瑞丰

※ ※ ※

总策划·总编辑:朱新民

执行总编辑:傅亿伸

副 总 编 辑:贺耀敏 恽鹏举 刘占昌

装 帧 设 计:王 晖 尚云波

编 辑 人 员:董凤举 曹革成 孙建庆

鲁 葳 戴瑞丰

## 主旋律的音符

### (总 序)

中华民族是富有爱国主义光荣传统的民族。在我国历史上,爱国主义历来是激励和鼓舞人民团结奋斗的一面伟大旗帜,是推动祖国社会历史前进的一种巨大力量,是各族人民共同的精神支柱。在新的历史条件下,继承和发扬爱国主义传统,对于振奋民族精神,凝聚全民族力量,为中华民族的振兴而奋斗,有着十分重要的意义。

江泽民等党和国家领导人多次强调,中共中央关于《爱国主义教育实施纲要》明确指出,要使爱国主义、集体主义、社会主义思想“成为全社会的主旋律”。爱国主义教育在社会主义意识形态中所处的重要地位,要求人们从确立社会“主旋律”的高度认识其重要性,把它作为社会主义精神文明建设的基础工程,作为引导人们确立正确理想、信念、人生观和价值观的共同基础。

《中华全景百卷书》是根据《爱国主义教育实施纲要》的精神而策划的。这是一套综合性强、品味高的爱国主义教育普及读物，是一所浓缩的爱国主义图书馆。它由 100 卷分 10 个系列构成。在明理、知事、动情、养成的四个环节上，用 100 幅色彩斑斓的图画，全景式地勾勒出祖国的古往今来和大好河山，用 100 个韵味浑厚的音符，合奏出爱国主义的主旋律。

《中华全景百卷书》是在北京市新闻出版局的指导下，由北京科技期刊出版集团总体策划，由 100 名专家分卷撰写而成，经首都出版界的共同努力，在建国 45 周年之际，呈现在广大读者面前。《中华全景百卷书》异彩纷呈，正所谓开卷有益。读了它，人们会感到做为中国人的自豪和骄傲；读了它，人们会感到做为当今中国人的使命与责任。

古人云：知天下事，读五车书。

我们说：读百卷书，激爱国情！

## 目 录

指南针	(1)
一、磁石	(2)
二、从司南到指南针	(5)
三、指南针与航海	(10)
造纸术	(12)
一、从甲骨到纸	(12)
二、造纸术的发明人和发明时间	(15)
三、造纸术的发展	(17)
火药	(22)
一、炼丹与火药	(22)
二、火药的发明	(23)
三、火药用于火器	(25)
印刷术	(32)
一、雕版印刷	(33)
二、活字印刷	(37)
十进制制	(42)
勾股定理	(46)

一、出入相补原理 .....	(46)
二、勾股说 .....	(47)
三、测望术 .....	(48)
四、折竹问题 .....	(49)
五、开平方与开立方 .....	(51)
六、二项式定理与贾宪三角 .....	(53)
七、增乘开方法 .....	(55)
八、天元术 .....	(56)
<b>圆周率</b> .....	(58)
<b>从共振、音律学到天坛</b> .....	(62)
一、共振 .....	(64)
二、音律学 .....	(65)
三、建筑声学与天坛 .....	(67)
<b>小孔呈“像”与冰镜取火</b> .....	(70)
一、小孔呈“像” .....	(70)
二、冰镜取火 .....	(72)
<b>瓷器</b> .....	(75)
一、从陶到瓷 .....	(75)
二、瓷器问世 .....	(77)
三、瓷器发展 .....	(80)
<b>地震与地动仪</b> .....	(85)
一、地震记载 .....	(85)
二、地震前兆现象 .....	(87)



三、地动仪 .....	(89)
<b>石氏星表和郑和航海 .....</b>	<b>(96)</b>
一、石氏星表——世界最古老的星表 .....	(96)
二、最早的星图 .....	(99)
三、子午线长度测定 .....	(103)
四、郑和航海和牵星术 .....	(105)
<b>浑仪与简仪 .....</b>	<b>(109)</b>
一、浑仪 .....	(109)
二、简仪 .....	(113)
<b>耕犁、三脚耒、龙骨水车和水碾 .....</b>	<b>(117)</b>
一、耕犁——汉唐的先进耕具 .....	(117)
二、三脚耒——汉代多功能播种机 .....	(119)
三、龙骨水车——古人类的先进灌溉 .....	
工具 .....	(120)
四、水碓与水碾——粮食加工机械的 .....	
创举 .....	(123)
<b>后记 .....</b>	<b>(125)</b>

## 指南针

指南针是驰名世界的中国古代“四大发明”之一。它的最初发明者和确切发明年代已经难于考证。其最早出现的时间大约是战国时期，距今已有2000多年的历史。

这里所指的指南针不是利用差动齿轮结构的指南车，而是利用磁性材料在地磁场中具有南北指极性原理制成的一种指向性仪器；并且它是一个总的名称，在不同的历史发展时期拥有不同的形貌和不同的称谓，如：司南、指南鱼、指南龟及指南针等。

现在的指南针看起来是一个不起眼的小东西（见图1）。但是历史上它曾为人类的进步作出过重大的贡献。

古代人们出远门，白天就靠太阳定向：地上直竖一根杆子，太阳初升时，影子就指向西方；太阳落山，影子的方向就是东方。到了晚上，太阳没有

了,就找北斗星,它指向北方。但是遇上多云阴雨天气,白天不见太阳,晚上不见北斗星,就要迷失方向了。特别是航行在海上,那就毫无办法了。

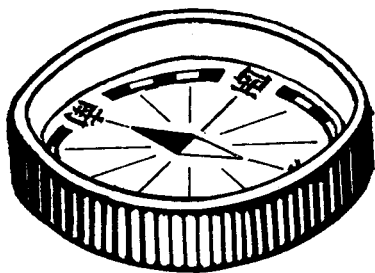


图1 指南针

指南针的发明为人类从事生产、旅行、特别是远洋航海起到重大作用。

## 一、磁石

磁石有一个不同于其他矿石的显而易见的特性——吸铁性。古人把磁石的这种特性比喻成母子相恋。《吕氏春秋·精通篇》云,“石,铁之母也。以有慈石,故能引其子,石之不慈者,亦不能引也”。因此,汉代以前都把“磁石”写成“慈石”。《淮南子》提到磁石能引铁,“及其于铜则不通”,“而求瓦则难矣”。就是说磁石能吸引铁,而无法吸引铜,要它吸引瓦就更难了。

现代的磁学告诉我们，物体在磁石的磁场作用下，会感应出附加磁场。这中间由于铁的导磁系数远大于1.0，感应后本身变成强磁体，所以能被磁石吸引。而金、银、铜等其他金属和非金属都是弱磁性物体，它们的导磁系数都在1.0上下，因此无法被磁石吸引。而我国宋代的陈显微和俞璞就曾对这一现象作过探讨，指出磁石能吸铁是因为“神与气合”，“皆阴阳相感，阻碍相通之理”。就是说是由于磁石与铁之间阴阳感应，是内在的“气”联系决定的。我国古代还把磁石吸铁技术应用于生产上。烧制白瓷时，用磁石过滤釉水中的铁屑，防止烧成的白瓷中掺有黑斑。《本草纲目》中记载宋人曾用磁石进行某些外科手术（如从眼、口等部位吸出误入的细微铁质异物），为现代磁性疗法的始祖。

人工磁化在我国古代基本上有两种。一种为沈括在《梦溪笔谈》中所说的用天然磁石摩擦钢针的方法，藉助于磁石的磁场作用，使钢针内部的单元小磁体——“磁畴”的排列由杂乱变成规则，从而显示出磁性。这里选用钢针是因为钢的剩磁力强，可成为永磁体。另一种是利用地球磁场作用使钢针磁化，如《武经总要》述及的指南鱼即属此。“鱼体以薄铁叶剪裁，长二寸阔五分，首尾锐如鱼

形，置炭火中烧之，候通赤，以铁钳钳鱼首出火，以尾正对子位，蘸水盆中，没尾数分则止，以密器收之。”把铁叶鱼烧红是为了让铁鱼内部的分子增加动能，使分子磁畴变成运动状态。然后在强大的地球磁场作用下，迫使磁畴顺着地磁场方向重新排列，这样铁鱼就实现了磁化过程。此外，由于我国地处北半球，地磁场方向应该是北端向下，因此，在把铁叶鱼蘸入水盆时，应该让鱼尾略向下倾斜，以保证最大程度的被磁化。这实际上已经是人们认识存在磁倾角的最早记载，是地磁学发展的重要一节，比哥伦布远渡大西洋时才发现磁偏角的时间早 400 多年，而欧洲发现磁倾角的时间比发现磁偏角的时间还要晚一个半世纪。

磁偏角、磁倾角和地磁场强度合称为地磁三要素。沈括在记述磁石摩擦钢针制备指南针时就明确指出：“然常微偏东，不全南也。”这是世界上提出磁偏角存在的最早文字记录。沈括以及稍后一些的《本草衍义》作者寇宗奭都在“偏东”两字前面加上“常”字，这当然不是随便加上的形容词。在以后一些古书中，还准确地给出了这个偏角大约在  $5^{\circ}$  左右。现在我们知道，磁偏角是随地点和时间有所变化的。沈括他们的记录很可能是在比较长的时间里，在不同地点观察的结果。当然，沈括对

这些问题的描述还比较笼统,不如后来西方的发现说得那么明确、详细。但是到我国南宋时期,对磁偏角的记载也就更明确了,而且被实际应用到了堪舆罗盘上。曾三异在《因话录》中说:“天地南北之正,当用子午。或谓江南地偏,难用子午之正,故丙壬参之。”这是说,当地磁子午线与地理子午线相符时,用子午正针就合适。而在我国东南沿海一带、两子午线间有一夹角,就得参用丙壬缝针了(见图2)。这以后,我国的堪舆罗盘都设有缝针,且不同时期、不同地域所制得的罗经盘的缝针方位也都不尽相同。

## 二、从司南到指南针

最早的指南针是用天然磁石做成的,加工琢磨成“勺状”,勺的重心在圆滑的勺底部(见图3)。可以在平滑的地盘上极少摩擦地自由转动,待静止下来时,勺柄会自然指向南方。当时称其为“司南”。东汉王充在《论衡·是应篇》中说:“司南之杓,投之于地,其柢指南。”这里的“地”是指卜占的方形“地盘”。盘四周刻有八干(甲、乙、丙、丁、庚、辛、壬、癸)、十二支(子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥)和四维(乾、坤、巽、艮)共24向,配合司南定向。

天然磁石相当坚硬(5.5~6.5度),古代用琢玉的工艺对其进行加工。因为我国商周时期的琢玉技术已经相当精湛,到春秋战国,已经能够琢磨5~7度的硬玉,这就为司南的研制成功提供了技术条件。

琢制司南的一个困难是磁石的极向难于找

准,且磁石受震易于失去或减弱磁性,因此成品率低。且勺与地盘间的摩擦阻力相对来说仍然嫌大,所以司南并没有得到广泛的应用。

人工磁化方法的发现为生产一件更高水平的

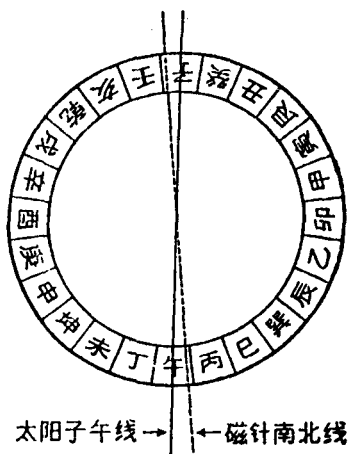


图2 磁偏角

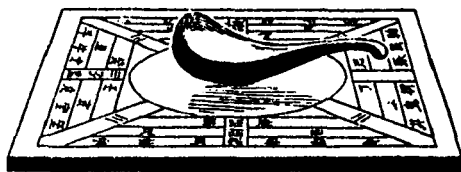


图3 司南和地盘模型

指向仪器创造了条件。北宋初年曾公亮在《武经总要》中曾介绍“指南鱼”，它是用薄铁皮裁剪成的凹面鱼形，利用地磁场将其磁化。使用时把它浮在水面上，鱼头就指向南方。比起司南来，指南鱼有转动灵活的优点，但是鱼体磁性仍嫌太弱，故实用价值还是有限。北宋沈括在《梦溪笔谈》中第一次详细记载了以天然磁石摩擦钢针制得的指南针。“磁石摩针锋，则能指南。”这是一种非常简便实用的指向仪器，它克服了司南和指南鱼所固有的缺点。直到19世纪现代磁铁出现以前，几乎所有指南针基本上都是这么制备的，只是磁针的形状和装置方法有所变化罢了。

《梦溪笔谈》里还介绍了沈括亲自做过的4种装置磁针的实验(见图4)：水浮法——磁针借助于横穿在磁针中段的灯芯浮于水面；碗唇旋定法——碗沿上架磁针；指甲旋定法——手指甲上放磁针；以及缕悬法——用细缕丝把磁针悬挂起来。沈括在实验比较后指出，这些方法中以缕悬法效果最好，它用蜡把磁针中腰粘在一根缕丝上，挂无风的地方就可使用。

南宋陈元靓在《事林广记》中还介绍了民间曾经流行的两种磁石装置形式：木刻的指南鱼和木刻的指南龟。木刻指南鱼是把天然磁石塞进鱼腹，



借助于木鱼  
浮于水面而  
指南。木刻指  
南龟的天然  
磁石放置方  
式和指向与  
木刻指南鱼  
相同,只是它  
有独特的指  
向转动装置。  
如图 5 所示,  
木龟腹部下

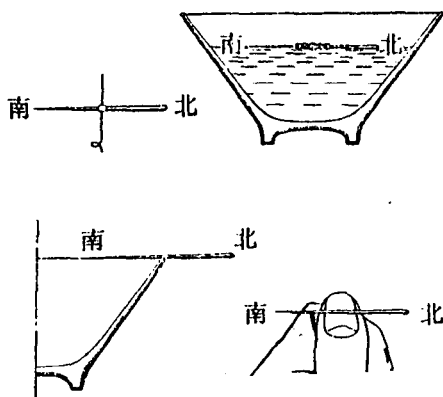


图 4 《梦溪笔谈》中 4 种  
装置磁针的试验

方挖一小坑,通过底盘与竖插的竹钉子作为支点,使木龟可以自由转动。拨动木龟,静止时龟头即指南方。

与司南一样,指南针的使用也需要有方位盘的配合,尽管沈括介绍的几种方法中都没有涉及方位盘。方位盘分 24 向,并由方形演变为圆形。磁针与方位盘组合成一体称为罗经盘,或简称罗盘。罗盘的出现是指南针发展的一大进步,它可以从方位盘上读出准确的方位。曾三异在《因话录》中写道:“地螺(即地罗)或用子午正针,或用子午丙壬缝针。”这种用于堪舆的罗盘已经考虑到磁偏角