

● 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》

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

刘峻襄 刘森财 成绥台 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	金启凤	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:傅亿仲

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。

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

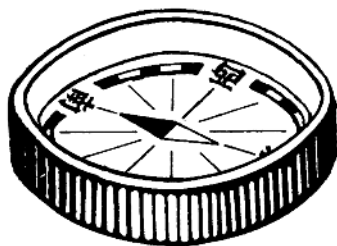


图1 指南针

行在海上，那就毫无办法了。

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° 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，挂人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

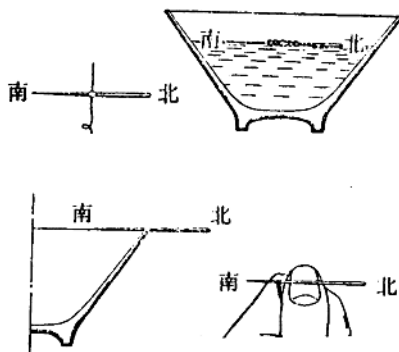


图 4 《梦溪笔谈》中 4 种
装置磁针的试验

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。”这种用于堪輿的罗盘已经考虑到磁偏角

的作用,就是说当某地地理的与地磁的两条子午线一致时,使用子午正针,否则就该考虑该地的磁偏角,而使用子午正针与子午丙壬缝针了。

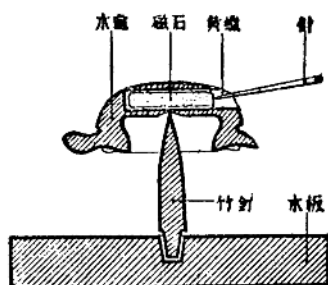


图5 木刻指南龟复原模型

宋朝使用的指南针基本都是水罗盘,即磁针浮于水面之上。南宋朱继芳的航海诗中就有“沉石寻孤屿,浮针辨四维”句。尽管指南针系我国发明,但是旱罗盘的具体使用,西方比我国早。旱罗盘不同于水罗盘的主要特点是它的磁针是在重心处用钉子支顶住的。显然,旱罗盘更适用于航海或车辆等运动物体上,因为有了固定的支点,磁针就不会游幌不定。然而应该指出的是,固定支点装置磁针的最初思想仍然出自中国,不仅司南以及沈括试验过的碗唇旋定法、指甲旋定法都是比较固定的支点,尤其是指南龟的装置,可以说是旱罗盘的真正始祖。

三、指南针与航海

指南针作为指向仪，在古代的军事上、生产上、生活上、乃至地形测量上都有过重要的作用，但是受它影响最大的莫过于航海业了。

我国古代的航海业很发达，也是在上世界上首先把指南针应用于航海的国家。早在秦汉年代，就已经同朝鲜、日本有了海上交往。隋唐五代时期，同阿拉伯国家的贸易关系也已经发展，来往相当密切。到了宋代，海上交通更得到进一步的发展。12 世纪初期，朱彧在他的《萍洲可谈》中就有 11 世纪我国海船使用指南针的正式记载。当时，中国庞大的商船队能够经常往返于南太平洋和印度洋的航线上，是和指南针的应用分不开的。在指南针使用以前，海员们很苦。东晋著名僧人法显在记述访问印度和锡兰（斯里兰卡）回国时乘坐的海船情景中写道：“大海弥漫无边，不识东西，唯望日、月、星宿而进。若遇阴雨，为风逐去，亦无准。……至天晴已，乃知东西，还复望正而进”。历史上多有描述远海航行中，遇到连日阴雨天气时，船员们束手无策、沮丧混乱的情景。而应用指南针以后，不管昼夜晴雨，不管近海远洋，船行航向都能得到保证，所以大大促进了海上航运事业的发展。

北宋年间，曾出使朝鲜的徐兢写了一本叫《宣和奉使高丽图经》的书，介绍了当代航海中使用指南针的情况，说是遇到阴雨天才使用之，表明宋朝以前，指南针的应用还带有某种从属性。但是历史推进到了元朝，指南针已经成了航海指向的最重要仪器了，不论冥晦阴晴，都靠指南针指向。还对特定航路编制出专门的罗盘针路。如从福建的泉州到海南岛去，沿路上各采用什么针位，都一一标注清楚，“往来唯以指南针为准”。这是指南针应用的重大进步，也是航海业的一个重大进步。指南针的正确指向为明初著名航海家郑和“七下西洋”，扩大中国的对外交往提供了可靠的技术保证。

宋元之间，我国不仅能制造装载容量高达15万公斤的坚固大船，而且由于指南针指向，航行安全，所以很受来往外国客商的欢迎，阿拉伯商人都乐意乘坐中国海船，旅居中国的也不少。我国的广州、泉州、杭州等港口都成了国际贸易交往的大商埠。当时，亚洲、非洲、欧洲来我国通商的国家多达50多个。我国的指南针大概也是在这时（公元12世纪末到13世纪初）由海路传入阿拉伯，然后再传入欧洲的。毫无疑问，我国发明的指南针曾为东西方思想、文化和技术、经济的交流作出过重大的贡献。

造纸术

造纸术也是驰名世界的中国古代“四大发明”之一，它为人类文明的发展创下了不朽的功绩。

一、从甲骨到纸

今天我们看书、读报、写字、作画，或记事，或学文化都离不开纸，人类文明的发展与纸结下了不解之缘。谁能设想，假如没有纸，我们生活的这个世界将会变得怎么样。

那末在造纸术发明以前，我国古代社会是怎样记事和传递信息的呢？从我国古籍记述的情况，以及不断发掘出来的文物考证表明，我国最早的文字大约出现在 3500 年前的殷朝。这些原始文字是刻在具有一定平坦面积的乌龟硬壳或兽骨面上的（见图 6）。那些记载下文字的甲和骨起到了纸的作用，可以认为是最早的“纸”。当然，它们不是纸，而且写字的不是笔，而是刀子，甲骨上刻的字叫“甲骨文”。由于甲骨的来源有限，本身又较笨

重、坚硬，所以很难大范围推广，主要只作占卜用。这种甲骨文的占卜记录称为“卜辞”。以后，人们又在钟、鼎等青铜器上铸字，在石头上刻字。钟、鼎上铸字一般称

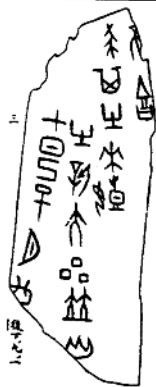


图6 甲骨文

为“铭”，铭文也叫“钟鼎文”，这是一种既费钱，又费事，还不易搬动的记事文，除皇家祭典、国家命令、法规等重大事件外，一般老百姓是无缘使用的。石料上刻字虽没有钟、鼎上铸字那么费钱，但石料过于笨重，镌刻困难，使用不便。到了春秋战国时期，书写材料开始拓宽，缣帛、竹简、木牍都相继问世。帛又轻又软，书写方便，现时陆续出土的古代帛书、帛画都十分精美。可惜缣帛价格昂贵，老百姓还是用不起的。所以从古代流传下来比较多的是简牍（见图7）。这是一种用天然漆或墨书写在竹片（称为“竹简”）、木片（称为“木牍”）上的文字记载。竹简或木牍每片长约三五十厘米，宽约