

中国古代磁学上的成就

李国栋

(中国科学院物理研究所)

一、前言

“中国是世界文明发达最早的国家之一”¹⁾，勤劳勇敢的中国人民在过去几千年中，在阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动中，进行了反对剥削阶级的残酷的政治压迫和经济剥削的斗争，推动了社会生产力的发展，创造了灿烂的中国文化，对世界的科学技术发展作出了重要的贡献。当然，在阶级社会中，“**社会的变化，主要地是由于社会内部矛盾的发展，即生产力和生产关系的矛盾，阶级之间的矛盾，新旧之间的矛盾，由于这些矛盾的发展，推动了社会的前进，推动了新旧社会的代谢。**”²⁾

在社会发展过程中，在政治、经济和文化等领域内，都经历着阶级斗争和两条路线的斗争。在劳动人民推动历史前进的基础上，革命和进步的阶级、阶层或集团，由于他们的阶级、阶层或集团的利益与生产力的发展一致，与社会发展方向一致，因而能够推动社会变革和生产力向前发展，促进科学技术的进步。例如，我国春秋战国时期代表新兴地主阶级的法家，及以后代表封建社会内部中小地主革新派的法家和具有法家倾向的阶层或集团，便属于这种情况。与此相反，腐朽没落和反动的阶级、阶层或集团，由于他们的阶级、阶层或集团的利益与生产力的发展完全对立，与社会发展的方向背道而驰，因而阻碍生产力向前发展，妨碍科学技术的进步。例如，我国春秋战国时期代表奴隶主阶级的儒家，及以后代表封建社会内部大地主顽固派的儒家，便属于这种情况。因此，从春秋战国以来历史上的儒法斗争，对于当时的生产力和科学技术都具有重大和深远的影响。总结历史上儒法斗争的经验，不但对于当前这场马克思主义战胜修正主义、无产阶级战胜资产阶级的政治斗争和思想斗争的批林批孔运动有重大的现实意义，而且对于理解历史上的阶级斗争、生产斗争和科学实验的发展也是有深刻的教益的。

“我们这个民族有数千年的历史，有它的特点，有它的许多珍贵品。”³⁾在科学技术上，也是这样。“在很早的时候，中国就有了指南针的发明。还在一千八百多年前，已经发明了造纸法。在一千三百年前，已经发明了刻版印刷。在八百年前，更发明了活字印刷。火药的应用，也在欧洲人之前。”⁴⁾本文仅介绍包括指南针的发明在内的中国古代磁学上的一些成就。毛主席说：“**人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。**”⁵⁾生产的发展和科学技术的发明和发现都主要是劳动人民的创造和贡献，文化典籍的记载不过是总结或叙述了这些成果。为了比较，文中尽可能列举了相同或类似的发明和发现在国外出现的时代和情况。

我国古代对于磁石和磁现象的描述，不用“磁”字，而用“慈”字。我国很早(约在公元1—2世纪)的字典《说文解字》(东汉许慎著)中就无“磁”字，秦汉典籍用“慈”字。到了南北朝的《玉篇》(公元6世纪)中作“磁”字。唐朝的《广韵》(公元7世纪)中才作“磁”字，通用到现在。因此可以说：“慈”为原文，“磁”为繁体，“磁”为简体。磁石得名的解释是这样的：

“石铁之母也。以有慈石，故能引其子。石之不慈者，亦不能引也。”(东汉高诱的慈石注)

我国河北省的磁县(古时曾称为慈州和磁州)，也是因为附近盛产天然磁石而得名的，而且在宋朝就有了规模较大的炼铁业，沈括曾在《梦溪笔谈·辩证》中有较详细的记载。在磁县附近的武安县境内，还有盛产天然磁石的磁山(古时称为慈石山或磁山)。

- 1) 毛泽东，《中国革命与中国共产党》，《毛泽东选集》一卷本，人民出版社，(1969)，586。
- 2) 毛泽东，《矛盾论》，《毛泽东选集》一卷本，人民出版社，(1969)，277。
- 3) 毛泽东，《中国共产党在民族战争中的地位》，《毛泽东选集》一卷本，人民出版社，(1969)，499。
- 4) 毛泽东，《中国革命与中国共产党》，《毛泽东选集》一卷本，人民出版社，(1969)，585。
- 5) 毛泽东，《论联合政府》，《毛泽东选集》一卷本，人民出版社，(1969)，932。

二、强磁(性)体¹⁾和几种磁现象的发现

“马克思主义者认为人类社会的生产活动,是一步又一步地由低级向高级发展,因此,人们的认识,不论对于自然界方面,对于社会方面,也都是一步一步地由低级向高级发展,即由浅入深,由片面到更多的方面。”²⁾人们对于强磁(性)体和各种磁现象的发现和认识也是遵循着这样的发展过程的。下面分别就我国古代关于磁石(天然强磁体)和磁石吸铁现象,人工磁化现象,地磁现象和其他磁现象的发现和认识加以介绍。

1. 磁石(天然强磁体)和磁石吸铁现象的发现

自然界存在的具有一定永磁性能的强磁体(磁石)主要是磁铁矿(Fe_3O_4),此外还有磁黄铁矿(FeS_{1+x}),磁赤铁矿($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$)和钛磁铁矿($\text{FeO-TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$)等天然矿石^[1]。我国最早的关于磁石的记载见于《管子·地数篇》:

“山上有赭者,其下有铁,山上有铅者,其下有银。一曰山有铅者,其下有钅银,山有丹沙者,其下有钅金,山有慈石者,其下有铜金,此山之见荣者也。”

《管子》是管仲及以后法家等的著作。管仲(公元前?—645年)是春秋时期法家的先驱,辅佐齐桓公称霸,主张“以法治国”,重视农业生产和发展军事力量,设立盐官和铁官,可见当时冶铁技术和铁器使用已相当发展。作为炼铁的重要矿石之一的慈(磁)石在这时见于记载决不是偶然的。几种矿石(金属)并列,说明当时对各种矿物已具有较多的认识。盐、铁官的设立,炼铁技术的发展,和慈石等的发现都表明法家路线对于当时生产和科学技术的促进作用。稍后,还陆续出现了磁石和磁石吸铁的记载:

“西流注于渤海,其中多慈石。”(《山海经·北山经》)

“若慈石之取钅(针)。”(《鬼谷子》,约公元前4世纪)

“慈石召铁,或引之也。”(《吕氏春秋·精通》,公元前239年)

“顿牟缀芥,磁石引针。”(王充《论衡·乱龙》,约公元82或83年)

《山海经》相传是夏初(约公元前21世纪)禹和益所作,经考证为战国时期的作品。鬼谷为战国时纵横家(约公元前4世纪),是苏秦(倡合纵说)和张仪(倡连横说)的老师。《吕氏春秋》是战国后期工商业大奴隶主吕不韦纠集一批反动儒生编纂的,是尊儒反法的。“慈石召铁”的记载说明这一现象在当时已相当普遍,使它不能再“视而不见”了。王充(约公元27—97年)是东汉杰出的唯物主义思想家和法家,《论衡》是他以

反潮流精神写出的富有战斗性的著作,其中有《问孔》、《刺孟》等篇,揭露了儒家“天人感应”、“君权神授”的谎言和虚伪性。据考证顿牟是琥珀或瑾瑜,为电的绝缘体。这里将静电吸引和静磁吸引并列,是富有科学创见的。这种科学技术的发展是同秦汉一段时期里提倡统一、反对分裂复辟的法家路线战胜鼓吹天命和复辟的儒家路线这一政治斗争分不开的。

欧洲关于磁石和磁石吸铁的最早记载为希腊的泰勒斯(Thales,公元前640—546年),苏格拉底(Socrates,约公元前470—?年),希波克拉特斯(Hippocrates,公元前460—357年)和伊壁鸠鲁(Epicurus,公元前342—270年),都迟于管仲的时代。

2. 人工磁化方法的发明

天然磁石在来源、加工等方面都受到许多限制,因此使来源丰富、加工方便的含碳适当的铁经过磁化成为永磁材料(例如用于制作指南针),便具有十分重要的意义。我国在公元11世纪(北宋)便发明了利用天然磁石摩擦磁化和利用地磁场磁化的方法。关于利用天然磁石摩擦磁化的最早记载有:

“方家以磁石磨针锋,则能指南。……其中亦有磨而指北者,余家指南北者皆有之。”(北宋沈括,《梦溪笔谈》卷廿四杂志一,公元1086年)

“磨针锋,则能指南。”(北宋寇宗奭《本草衍义》,公元1116年)

沈括(公元1031—1095年)^[2]是北宋时代具有唯物主义自然观,对天文、物理、数学、地质、药物、地图等都有重要贡献的法家科学家,曾经积极地参加了王安石的变法新政运动,时常出京往各地访问新政措施,考察自然情况,在其著作《梦溪笔谈》中记载的利用天然磁石摩擦针锋使针磁化的方法,和后面介绍的放置磁针的方法,实为指南针的多量生产和推广应用奠定了重要的基础。当然,由于当时科学技术水平的限制,使他还不能理解摩擦磁化可使针锋指南或指北的道理。但由于他善于总结劳动人民的创造,观察仔细,有实事求是的科学态度,使他不但在其他许多科学领域,而且就在磁学这一较窄领域中也获得多方面的成果(见后)。这也是当时王安石变法革新、实行法家路线,对于社会进步、生产和科学技术发展的促进的结果。稍晚的寇宗奭在《本草衍义》(公元1116年)中的记述与沈括的一样,可见当时这一方法已较普遍应用了。

北宋的军事著作《武经总要》(公元1044年曾公亮主编)中则较详细地记载了指南鱼的制法:

- 1) 强磁(性)体即一般呈现磁性强的物体,包括铁磁体(如铁、钴、镍等)和亚铁磁体(如 Fe_3O_4 , $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 等),可参阅文献[1]。
- 2) 毛泽东,《实践论》,《毛泽东选集》一卷本,人民出版社,(1969),260。

“若遇天阴噎霾，夜色冥黑，又不能辨方向。则当纵老马前行，令识道路，或出指南车及指南鱼，以辨所向。指南车世法不传。鱼法以薄铁叶剪裁，长二寸阔五分，首尾锐如鱼形，置炭火中烧之，候通赤，以铁铃铃鱼首出火，以尾正对子位(北)，蘸水盆中，没尾数分则止，以密器收之。用时置水碗于无风处，平面鱼在水面会浮，其首常南向午也。”

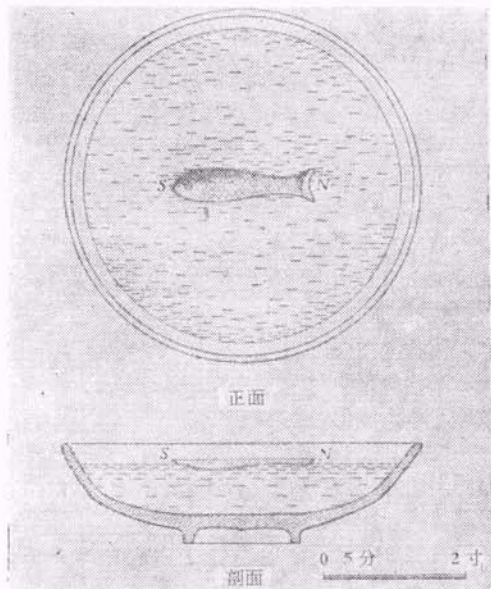


图1 《武经总要》指南鱼复原图(依照文献[5])

现在看来，指南鱼(图1)的制法是颇为符合科学原理的：用铁片(叶)加热到通赤(红)再进行淬火处理，可以形成矫顽力较高、永磁性较好的马氏体^[4]；剪成长条而首尾尖锐的鱼形，不但指向性好，而且减小了磁体的退磁因数，有利于使用和保留磁性；以尾对子(北)位，是使得铁(鱼)片首尾在南北(地磁场)方向淬火冷却磁化，可以获得较高的热剩余磁性；“铃鱼首出火……没尾数分则止”是使铁片朝北下倾，使其更接近地磁场方向，不但加强了磁化磁场的强度(例如南京和郑州的磁倾角分别约 45° 和 50° ^[6]，则地磁场总强度将比其水平分量分别增加约40%和55%)，而且表明了已在实践中懂得利用磁倾角的现象；“以密器收之”的意义不甚清楚，从后来制罗盘的作坊情况推测，密器可能是天然磁石^[5]，使铁片再磁化以增强磁性，并形成封闭磁路，避免退磁，有利于保存；也可能是普通铁，仅用来形成封闭磁路。

在西方，公元1200年古约特(Guyot)才记载用天然磁石摩擦磁化铁针来作指南针^[7]；公元1600年英国吉耳伯特(Gilbert)的著作^[8]才记载了当时的三种磁化方法：天然磁石摩擦法，红热铁棒在地磁场方向冷却磁化法和在地磁场方向锤锻铁棒磁化法。较我国迟了1—5个世纪。

3. 地磁偏角和地磁倾角的发现

我国在发明人工磁化方法的同时(约公元11世纪)，还记载了地磁偏角和地磁倾角的现象：

“方家以磁石磨针锋，则能指南。然常微偏东，不全南也。”(北宋沈括，《梦溪笔谈》卷廿四，杂志一，公元1086年)

1960年测得南京和郑州的地磁偏角(磁针北极与地理子午线的交角，磁针偏东为正，偏西为负)分别为：约 $-3^\circ50'$ 和约 $-3^\circ40'$ 。地磁偏角是随时间随地点而变化的。在约800—900年前能观测到这样小的磁偏角是不容易的。据说清末有人提出唐朝僧一行(张遂)(约公元7—8世纪)曾观测到磁偏角现象^[9]，但迄今尚无确切的资料加以证实。

西方是在哥伦布(Columbus)横渡大西洋发现新大陆时(公元1492年)才观测到地磁偏角的现象^[10]。

前面讲到指南鱼制法时，已经提到“铃鱼首出火……没尾数分则止”是表明当时已在实践中懂得利用磁倾角的现象。在欧洲则到公元1544年德国人哈尔特曼(Hartmann)才发现地磁倾角^[11]。

4. 其他磁现象的发现

一般弱磁性物质^[11]的磁导率都非常接近于1(真空磁导率等于1)，因而对于强磁体间的吸引或排斥作用几乎没有影响。这一现象在宋代就有了记载：

“磁石吸铁……阻碍相通之理，岂能测其端倪哉？”(《古文参同契笺注集解》卷上引宋代陈显微的话)

“神与气和，隔阂相通，犹如磁石之吸铁也。”(《古文参同契笺注集解》卷上引俞璞的话)

到明末清初，则有了强磁体(如铁)因磁导率远大于1而可以显著影响磁石作用的磁屏蔽效应的记载：

“磁石吸铁，隔碍潜通。或问余曰：‘磁石吸铁，何物可以隔之？’犹子阿孺曰：‘惟铁可以隔之耳。’其人去复来曰：‘试之果然。’”(清代刘献廷，《广阳杂记》，公元17世纪)

三、几种强磁体的应用

“马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。”^[1]

我国古代随着磁石和若干磁现象的发现，它们也随即在社会实践中得到了应用，其中尤其是指南针的

1) 毛泽东，《实践论》，《毛泽东选集》一卷本，人民出版社，(1969)，268。

应用是意义重大和影响深远的。“英国唯物主义和整个现代实验科学的真正始祖”^[11]培根(Bacon, 公元 1561—1626 年)也承认:“……印刷术、火药和指南针……这三种发明将全世界事物的面貌和状态都改变了,……历史上,没有任何帝国、宗教或显赫人物能比这三大发明对人类的事物有更大的影响力。”当然这话有夸大的地方,要批判地对待。以下分别对司南(古代指南器)和指南针的发明,指南针在航海上的应用,磁石在古代医药学上的应用和其他应用加以介绍:

1. 司南的发明

我国最早的指南器在古代典籍上称为“司南”或“指南”,关于这方面的记载有:

“夫人臣侵其主也,如地形焉,即渐以往,使人主失端,东西易面,而不自知。故先王立司南,以端朝夕。”(《韩非子·有度》公元前 3 世纪)

“郑子取玉,必载司南,为其不惑也。”(《鬼谷子·谋篇》公元前 4 世纪)

“司南之杓,投之于地,其柢指南。”(东汉,王充,《论衡·是应篇》约公元 82 或 83 年)

“元龟何寄?指南谁托?”(唐,李延寿,《南史·任昉传》)

韩非(约公元前 280—233 年)是先秦法家思想集大成者。他是战国末期人,总结和发展了前期法家思想,系统地建立了法家的思想体系。他的法家学说为创立统一的中央集权的国家,提供了有力的理论根据。他和鬼谷关于司南的记述,表明我国在战国时期,不但发现了天然磁石的吸铁本领和指极特性,而且发明了指示方向的司南。这也是当时实行进步的法家路线的封建制战胜鼓吹和实行反动的儒家路线的奴隶制而促进科学技术发展的表现。“以端朝夕”是“以正四方”的意思^[12]。

王充记述了司南勺的形状和用法。根据王振铎的详细考证和模型制作(图 2)及试验^[9,12,13],《论衡》中这句原文的意思是:“如勺之司南,投转于地盘之上,勺柄指南。”现在出土文物中有铜铁制的和木漆的地盘。汉代出土文物中还有一勺放小方台上的石刻画(公元 114 年),有人认为这就是有关司南的画^[14]。但也有认为这是酒尊(酒器)的^[15]。模型试验也证明确能指

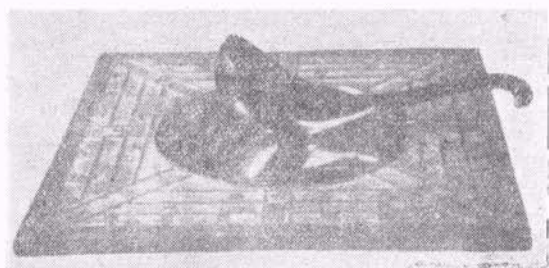


图 2 《论衡》司南复原图(依照文献[12])

南,因此获得了较多的赞同意见,但也有一些不同的意见认为古代司南记载中未提到与磁或磁石的关系^[16]。

这里需要说明一下所谓黄帝或周公姬旦制造“指南车”的问题。古代关于“指南车”的记载虽也很早很多,甚至有人认为指南车就是指南针,或者指南车是靠磁性指南器定方向的,但这些多属于神话或传说^[17]。经过文圣举译述的山下的考证^[18],已证明指南车与指南针没有关系。再经过王振铎的详细考证和模型制作及试验^[19],进一步断定汉朝以后的指南车是靠机械的结构而不是靠磁性指南的。

2. 指南针的发明

对于世界文明有重要意义和影响的指南针是我国古代人民最早发明的,这方面的记载有:

“方家以磁石磨针锋,则能指南。……水浮多荡摇,指爪及盂唇上皆可为之,运转尤速。但坚滑易坠,不若缕悬之最善。其法:取新纆中独茧缕,以芥子许蜡缀于针腰,无风处悬之,则针常指南。其中亦有磨而指北者,余家指南指北者皆有之。”(北宋沈括,《梦溪笔谈》卷廿四杂志一,公元 1086 年)

“磨针锋,则能指南。……其法取新纆中独缕,以半芥子许蜡,缀于针腰,无风处垂之,则针常指南。以针横贯灯心,浮水上,亦指南。”(北宋,寇宗奭,《本草衍义》公元 1116 年)

值得注意的是沈括不仅记载了指南针的制法,而且总结提出了四种放指南针的方法:水上,指甲上,盂唇上和用丝悬挂(图 3)。寇宗奭还补充了一种以针横

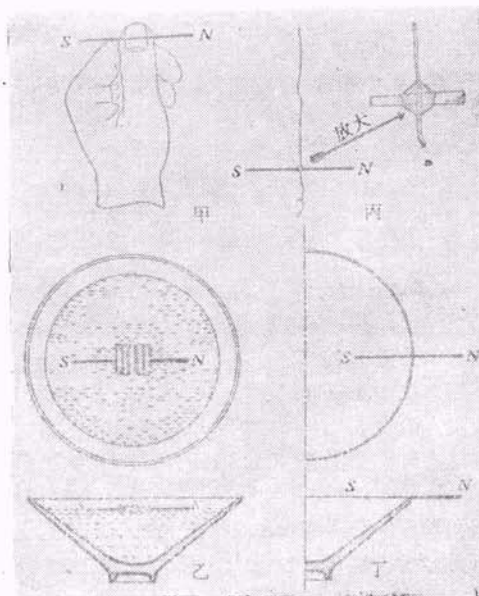


图 3 沈括四种指南针装置试验复原图(依照文献[5])

1) 马克思、恩格斯,《神圣家族》,《马克思恩格斯全集》第 2 卷,人民出版社,(1957),163.

贯灯心浮水上的方法。除指南针外,还有铁片指南鱼、木刻指南鱼和指南龟的记载:

“以木刻鱼子,如母指大,开腹一窍,陷好磁子一块子,却以臙(同腊)填满,用针一半金从鱼子口中钩入,令没放水中,自然指南。以手拨转,又复如此。”(宋代陈元靓,《事林广记·神仙幻术》,公元1100—1250年)

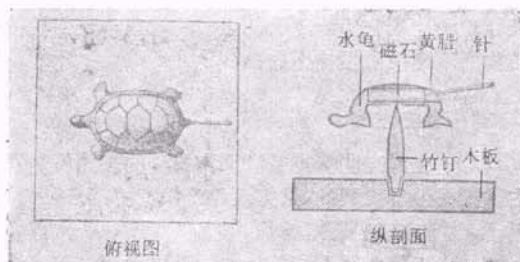


图4 《事林广记》指南龟复原图(依照文献[5])

“以木刻龟子一个,一如前法(木刻指南鱼)制造,但于尾边敲针入去,用小板子,上安以竹钉子,如箸尾大,龟腹下陷一穴,安钉子上。拨转常指北,须是针尾后。”(同上)

这种在钉子(支轴)上放指南龟的方法为后来的罗盘针所采用。

3. 指南针在航海上的应用

在发明指南针的记载(约公元11世纪)之后不久,便有了将指南针应用于航海的记载(约公元12世纪初)。朱或在《萍洲可谈》(公元1119年)中记述公元1099—1102年间的事说:

“舟师识地理,夜则观星,昼则观日,阴晦观指南针。”

稍后的记载还有:

“是夜洋中不可住,维视星斗前迈,若晦冥则用浮指南针,以揆南北。”(北宋徐兢,《宣和奉使高丽图经》,公元1123年)

“风雨冥晦时惟凭针盘而行,乃火长掌之,毫厘不敢差误,盖一舟人民所系也。”(南宋吴自牧,《梦粱录》,约公元1275年)

西方关于指南针用于航海的记载有:公元12世纪英国人纳坎(Neckam,公元1157—1217年)^[10]记载了在航海时使用罗盘;公元1269年法国人帕里格里鲁斯(Perigrinus)曾改良航海罗盘,加上360度的刻度。一般科学史多记述中国古代的三大发明(指南针、火药、印刷术)是经过阿拉伯人传到欧洲的^[11]。

4. 磁石在其他方面的应用

此外,磁石还有若干方面的应用,其中有些可能近于传说,或有夸大的地方,但也可从这里了解古代中

国人民在磁学知识上的发展情况和丰富的想象。

例如,在医学方面,北宋何希影《圣惠方》(公元1046年)记载:“治小儿误吞针:用磁石如枣核大,磨令光,钻作窍,丝穿令含,针自出。”

在陶瓷生产方面,清代朱琰的《陶说》中曾记载我国古代烧白瓷者,即用磁石于釉水缸中过之,铁屑即随磁石吸出。因素瓷如贴有铁屑,经烧后,则变成黑斑。这可能是最早的磁法选矿原理的应用。

四、结 语

“在马克思看来,科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量。……当有了立即会对工业、对一般历史发展产生革命影响的发现的时候,他的喜悦就完全不同了。”^[12]

毛主席说:“我们决不可拒绝继承和借鉴古人和外国人,那怕是封建阶级和资产阶级的东西。但是继承和借鉴决不可以变成替代自己的创造,这是决不能替代的。”^[13]又说:“学习我们的历史遗产,用马克思主义的方法给以批判的总结,……。”^[14]

我们必须遵循伟大革命导师的教导,从前面介绍的我国古代磁学上的成就中正确吸取和总结有益的经验,使它变成推动我们继续前进的动力。这对于当前学习历史上的儒法斗争,深入批判孔孟之道是具有重大的现实意义的。

1. 从我国古代磁学这一领域的成就来看,也可以看到历史上不同阶段中磁学的发展是同法家的进步的政治路线和唯物论的自然观所起的促进和推动社会生产力发展的作用分不开的。例如,春秋时代的管仲,战国时代的韩非,东汉时代的王充和北宋时代的沈括等都是著名的法家,在劳动人民推动历史前进的基础上,他们不但对当时的社会进步发挥了积极的作用,而且在科学技术(如磁学)上的贡献也是很大的。

2. 相反地,代表各个历史时代的反动没落和腐朽的阶级或阶层、集团的儒家思想,却对于社会生产力和科学技术的发展起了阻碍和破坏的作用,甚至叫嚷:制作“奇技奇器以疑众,杀。”(《礼记》)。例如,磁学上的一些重要发现和重大应用,就曾受到过儒家的天命观和迷信思想的干扰和阻挠。指南针的发明和它在航海上的应用是功绩显著的,但曾变为宣扬“天命”迷信思想的堪舆家的工具;磁学在医药上的应用也被占统治地位的儒家思想塞进了一些唯心、迷信和脱离实际的

1) 恩格斯,《在马克思墓前的讲话》,《马克思恩格斯选集》第3卷,人民出版社,(1972),575。

2) 毛泽东,《在延安文艺座谈会上的讲话》,《毛泽东选集》一卷本,人民出版社,(1969),817。

3) 毛泽东,《中国共产党在民族战争中的地位》,《毛泽东选集》一卷本,人民出版社,(1969),499。

东西；有些则是因成效显著或普遍传播，儒家不再能“一手遮天”和“熟视无睹”了，才跟着记载了某些重要发现。

3. “有比较，才能鉴别。”从我国古代磁学上的一些成就和历史发展过程，同外国（主要是西方）的情况比较，可以看出：在磁学领域内，我国古代人民对世界科学技术宝库是有较大的贡献的。通过对这些历史的了解，对于提高民族自尊心，消除民族自卑感和崇洋媚外的错误思想，反对民族虚无主义，增强爱国主义的教育都是有重要意义的。但同时，也要反对大国沙文主义，不要认为我们一切都好。“我们应该谦虚，谨慎，戒骄，戒躁”^[1]，“为中国人民大多数谋利益，为世界人民大多数谋利益，……”。

4. “在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”虽然我国古代在科学技术（包括磁学）上有了许多成就，但由于封建剥削制度和儒家思想（孔孟之道）的长期反动统治，以及近代帝国主义的侵略，我国近代的科学技术却是落后了。我们一定要急起直追，迎头赶上。“只有工人阶级能够……把科学从阶级统治的工具变为人民的力量。……只有在劳动共和国里面，科学才能起它的真正的作用。”^[2]

参 考 文 献

[1] 李荫远、李国栋，《铁氧体物理学》，科学出版社，(1962)。

[2] Nagata T., *Rock-Magnetism*, (1956), ch. 1, (中译本：永田武，《岩石磁学》，地质出版社，(1959)，第1章)。
[3] 中国科学院中国自然科学史研究室，《中国古代科学家（修订本）》，科学出版社，(1963)。
[4] Hadfield D. ed., *Permanent Magnets and Magnetism*, (1962)。
[5] 王振铎，中国考古学报，1949年，第4册。
[6] 萨本栋，《普通物理学》，商务印书馆，(1949，13版)，第39章。
[7] Lorimer J., *A Concise Essay on Magnetism*, (1795)
[8] Gilbert W., *De Magnete*, (1600)。
[9] Wylie A., *Chinese Researches*, (1897), 155—157。
[10] 弓长重泰(秦亚修译)，《物理学史》，商务印书馆，(1934)，(1950再版)。
[11] Dunsheath P., *A History of Electrical Engineering*, (1962)。
[12] 王振铎，中国考古学报，1948，第3册。
[13] 王振铎，中国考古学报，1951，第5册。
[14] Needham Joseph (李约瑟)，*Science and Civilization in China*, Vol. 4, Part 1 (1962), 267, Plate CXV。
[15] 王振铎，文物，4 (1963)，1。
[16] 刘秉正，物理通报，8 (1956)，458。
[17] 王先冲，清华大学学报，1 (1955)，131。
[18] 文圣举，科学，9 (1924)，No. 4, 398。
[19] 王振铎，考古集刊，1937，第3册。

1) 毛泽东，《两个中国之命运》，《毛泽东选集》一卷本，人民出版社，(1969)，928。
2) 马克思，《“法兰西内战”初稿》，《马克思恩格斯全集》第17卷，人民出版社，(1963)，600。

(上接 337 页)

的要添上，使规章制度不断适应技术革命和技术革新发展的需要。这是辩证唯物主义者实事求是的科学态度。这样，人们才能随着生产水平和技术水平的提高，“不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进”^[1]。

“思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。”^[2]十几年的斗争实践，特别是经过无产阶级文化大革命和这次批林批孔运动，使我们深刻地认识到，在生产斗争和科学实验的实践中，任何一项革新，都不仅要同科学技术的难关进行艰巨的斗争；同时，更重要的还必须在意识形态领域里同旧思想、旧观念进行激烈的斗争。在对待技术革新的问题上，是站在新生事物一边，怀着满腔的革命热情，积极支持它、扶植它，还是死守在原有规章制度上，对它实行“关、卡、压”呢？这里反映着革新与守旧、前进与倒退两种思想和两条路线的斗争。因此，在生产实践和科学实验的斗争中，我们还必须狠

抓上层建筑，包括意识形态领域两种思想和两条路线的斗争，不断地破除人们头脑中因循守旧的旧思想、旧观念；坚决贯彻“鞍钢宪法”，实行工人干部和技术人员三结合，对新产品和新技术进行科学技术上的总结，不断地“改革不合理的规章制度”^[3]；大干快变，加速我们的社会主义建设。我们坚信，在十大路线的指引下，在批林批孔运动的推动下，只要坚持不懈地进行斗争，我们建造的高效立式锅炉一定会更加完善起来，并得到进一步推广，为社会主义革命和建设事业做出应有的贡献。

1) 转摘自《周恩来总理在第三届全国人民代表大会第一次会议上的政府工作报告》，1964年12月31日《人民日报》。
2) 转引自《人民日报》1971年1月1日。
3) 转引自姚文元《工人阶级必须领导一切》，《红旗》，—2 (1968)。