

我国古代对电的认识的发展*

戴念祖

(中国科学院自然科学史研究所)

现在,人们已公认我国古代丰富的磁学知识。然而,在谈到古代的电学方面,一般都认为没有什么真正有科学价值的东西。而且不仅古代中国如此,其它文明古国也如此。事实却不然!本文试图以史实阐明,在我国古代,有关电学方面的记载,同磁学一样,也是很丰富的。在电学史上,由于广大劳动人民和进步知识分子的努力,我国曾长期处于领先地位;只是到了近代,由于封建制度日益腐朽和帝国主义的侵略,我国才落后了。

在世界古代史上,电学和磁学是分立的两门学科。只是到1820年奥斯特(H. C. Oersted, 1777—1851年)发现了磁针在通电导体旁偏转,1831年法拉第(M. Faraday, 1791—1867年)又发现运动的磁体也能使导体感生电流,这才把电和磁这两门学科联系起来。现在称它为电磁学。古代人曾把琥珀的静电现象当成一种游戏和娱乐。从近代科学诞生的十六、十七世纪起,直到十九世纪中期,即工业革命后的一段时间内,由于生产水平较低,新兴资产阶级满足于蒸汽动力,因此,电学的发展在科学史上的确是迟缓的。在十八世纪最后二十年开始研究流电之前,电的研究仅限在静电学方面。十九世纪中期以后,由于资产阶级追求比蒸汽动力更为方便和经济的动力源,电磁学才飞跃发展,电力工业成生产中的重要部门。

在我国,由于地主阶级对于奴隶主阶级的革命进行得比较深入,因此春秋战国时代的科学发展就比欧洲从奴隶制到中世纪的过渡时期要迅速些。科学在欧洲中世纪进入黑暗时代,而在我国漫长的封建时代中却有相当的发展,这是因为中国历史上的农民战争的规模之大是世界历史上所仅见的,它狠狠地打击了封建统治者,多少推动了社会生产力的发展。同时,贯穿我国封建时代全过程的儒法斗争,也对科学的发展起了一定的促进作用。这样就不难理解为什么我国古代的电学成就在世界上比较突出了。研究我国古代电学史料,发掘祖国在这方面的宝库,古为今用,特别是总结阶级斗争和生产斗争推动电学发展的历史经验,是有重要意义的。这有助于消除妄自菲薄的思想,增强

民族自信心,破除迷信,解放思想,自力更生,奋发图强,探索我国自己发展科学的具体途径,以阶级斗争为纲,坚持党的基本路线,为在本世纪赶上和超过世界先进水平,为建设强大的社会主义祖国而奋斗。

一、摩擦起电

我国古代很早就发现,琥珀和玳瑁经过摩擦能够吸引轻小物体的静电现象。琥珀是一种树脂化石,非晶态物质,颜色蜡黄至红褐,一般是透明的,相当美观。据记载,我国自古以来许多地方都出产琥珀。玳瑁是一种跟龟相似的海生爬行动物,其甲壳也叫玳瑁,黄褐色,光滑,有黑斑,也相当美观。它是我国沿海各省的特产。

关于琥珀和玳瑁经过摩擦能够吸引轻小物体的现象在史籍中有不少记载。

东汉唯物主义思想家王充(27—97年)在其著作《论衡·乱龙篇》中,不仅记载有经过摩擦的玳瑁(“顿牟”)能够吸引芥菜籽那样轻小的物体,而且试图解释其物质原因。他写道:“顿牟掇芥,磁石引针……。他类肖似,不能掇取者,何也?气性异殊,不能相感动也。”就是说,他认为,经过摩擦的玳瑁之所以能够吸引芥籽、磁石之所以能够吸引钢针,是因为芥籽同玳瑁、钢针同磁石具有相同的“气性”,而能够互相感动的缘故;别类物体,尽管外形同芥籽、钢针相似,而不能被玳瑁、磁石吸引,则是因为它们同玳瑁、磁石“气性”相异,不能互相感动的缘故。

东晋郭璞的《山海经图赞》中也写道:“磁石吸铁,玳瑁取芥,气有潜通,数也宜会。”这就更进一步说明,磁石和铁,经过摩擦的玳瑁和芥籽都具有彼此“潜通”的“气”,因此,按规律,磁石和铁、玳瑁和芥籽应当互相会合即吸引。

* 1975年12月1日收到。

1) 王充是浙江上虞人,可能按照当时音近假借的惯例,根据当地方言,将“玳瑁”写成“顿牟”。

古籍中也有玳瑁经过摩擦能够吸引其他轻小物体的记载。例如《春秋纬·考异邮》记有“玳瑁吸褚”。玳瑁就是玳瑁。

应当特别指出的是,《三国志·吴书》记载,公元二、三世纪时,三国时代的吴国有个叫虞翻的人,曾经听别人说“虎魄不取腐芥,磁石不受曲鍼”。虎魄就是琥珀。腐烂的芥籽必定含有水份而成为导体,自然不能被琥珀所吸引了。至于所谓曲针,大约是指较软的非铁金属(如金、银、铜等)制成的针,它不能被磁石吸引。

六世纪时,南北朝时代的名医陶宏景还在其所著的《名医别录》中讲到:“琥珀惟以手心摩擦拾芥为真。”(李时珍,《本草纲目》卷37)这就是说,他懂得以是否具有静电性质作为鉴别真假琥珀的标准。

在古代希腊也发现琥珀经摩擦后能吸引轻小物体的静电现象。英文中“电”(electricity)一字就是来自希腊的“琥珀金”(electron,现在用作电子的名称)^[1]。

恩格斯指出:“电和热一样,也具有某种无处不在的性质,只不过方式不同而已。地球上几乎没有一种变化发生而不同时显示出电的现象。”“我们愈是精密地研究各种极不相同的自然过程,我们就愈多地发现电的痕迹。”^[1]

在我国古代,还有许多人观察到其他种种静止现象。

生活在三国和西晋时期的自然科学家张华(232—300年),在其所著《博物志》中记载道:“今人梳头、脱著衣时,有随梳、解结有光者,也有咤声。”这段话描述了两个静电实验:一是用梳子梳头,梳子发出火花并有噼拍声。我国古代的梳子大部分是木梳或漆木梳。在天气干燥时,用漆木梳梳头,漆和头发摩擦能够起电。但是,使用木梳不容易起电,因为木头容易吸收水份。梳齿的尖端产生放电现象,因此看到亮光和听到微弱的声音。梳子梳头放电发光至今还是中学物理教学和电学普及读物中常介绍的摩擦起电的例子,不过今天用的是更易起电的塑料梳子了。二是脱、穿衣服(毛皮或丝绸质料的)时,随着解、结扣绊,看见亮光,听到噼拍声。张华的《博物志》成书于他46岁之时(公元277年)^[2]。由此可见,上述两个静电现象至少在公元277年就为我国古代人观察到了。而在西方,直到17世纪才由波义耳(R. Boyle, 1627—1691)观察到干毛发很易于摩擦起电^[1];直到18世纪(公元1733年)才由法国人杜费(Du Fay, 1698—1739)发现摩擦丝绸的起电现象^[3]。

唐朝期间,段成式还记载了用手抚摸家猫时的起电现象。他说:猫“黑者闇中逆循其毛,即若火星”(《酉阳杂俎》续集卷八)。黑猫又在暗中,容易看见火星。当然,用此法于白猫身上,也能起电。这也是属于毛发摩擦起电之类。

古代进步学者努力探讨静电现象的物质原因,而法国杜费正是在古代摩擦起电的发现的基础上,通过各种实验,提出“玻璃电”和“松香电”的名称^[3]。

二、大气电光

我国古代在大气电光现象方面的记载相当丰富,对于雷电、尖端放电、地光、极光都是史不绝书,并试图探索电光的成因。

1. 雷电

众所周知,大气总是带电的。但是,在一般情况下,大气电场比较微弱,不足以引起放电发光。而在雷雨天,大气电场相当强,当局部场强达到空气击穿电位差时,就会放电发光。闪电就是这样形成的。它发生在云内、云际、云空之间和云地之间。

雷电及其灾害在古代很早就有记述。距今约3500年的殷商甲骨文中,已有雷字。周朝青铜器“番生簋”上已有电字。并且在很早以前,我国古代劳动人民就知道有云才有雷。从今天所获得的殷商文物的纹饰——云雷纹中,可以明显地看出这一点。北宋著名法家、自然科学家沈括(公元1031—1095年)曾得到一个古铜彝,其腹部有纹饰,“皆一〇一〇相间,乃所谓云雷之象也”(《梦溪笔谈·器用》)。沈括指出,〇是古文云字,⊙是古文雷字。王充也在《论衡·雷虚篇》中讲到:“云雨至则雷电击。”

在雷电的记载中,不仅有一般的线状闪电,而且还有比较罕见的联珠状闪电和球状闪电。例如,明代著名政治家张居正就记载:“嘉靖丙寅(1566年)四月口日,天微雨,忽有流火如毯,其色绿,后有小火点随之,从雨中冉冉腾过予宅,坠于厨房水缸之中,其光如月,厨中人惊视之,遂不见。”(《张文忠公全集·文集第十一》)这是张居正在400多年前看到的球状闪电和联珠状闪电同时出现的情形。他记下了火球的颜色、大小、形状、出现的时间和漂移速度,观察和记录很细致。

我们知道,由于光快声慢,因此一次雷电总是先见其光,后闻其声。在古代,有人注意到这一点,并作了忠实记载:

“建元元年(479)十月壬午,夜,电光,因雷鸣。十月庚戌,电光,有倾雷鸣,久而止。”(《南齐书·五行志》)

“永明十年(492)二月庚戌,夜,南方有电光,因闻雷声隆隆相续。”(《南齐书·五行志》)

在雷电成因的探讨上,我国古代人民群众和进步学者也有自己的一套自发辩证法和朴素唯物主义的理论。一般是在物质元气说的基础上,用阴阳两气来解释雷电成因,从先秦到两汉的许多古籍,象《国语》、《关

1) 恩格斯,《自然辩证法》,人民出版社,(1971),95。

尹子》、《慎子》、《庄子》、《大戴礼·天圆》、《论衡》等都有这种看法。

《淮南子·坠形训》写道：“阴阳相薄为雷，激扬为电。”这是记载前人对雷电成因的辩证理解，认为雷电是阴阳两气的矛盾对立统一的结果。

王充也采用这种解说法，不过他有两个独到之见：一是在认为“雷者，火也。”（《论衡·雷虚篇》）的同时，还举出诸如烧焦人的头发、皮肤和草木等五例以作证明；二是以阴阳中阳盛阴衰来解释四季发雷的大小和有无。他写道：“正月阳动，故正月始雷；五月阳盛，故五月雷迅；秋冬阳衰，故秋冬雷潜；盛夏之时，太阳用事，阴气乘之，阴阳分争则相校，校则激射。”（《论衡·雷虚篇》）认为雷电是阴阳两气斗争的产物。“分争”、“校射”都是说的斗争性。当然，《礼记·月令》中也有类似叙述，比王充早 500 年左右，但是，它掺杂了儒家唯心主义先验论的说教。

宋朝陆佃在《埤雅》卷 20《释天》中说：“电，阴阳激耀与雷同气发而为光者也。”阴阳相激，“其光为电，其声为雷”。他从人的感觉上对雷和电作了解释，认为这是同一自然现象的不同表现。

在古代关于雷电成因的各种解释上，以明代刘基（1311—1375）的解释为最好。他说：“雷者，天气之郁而激而发也。阳气困于阴，必迫，迫极而进，进而声为雷，光为电，犹火之出燄也；而物之当之者，柔必穿，刚必碎，非天之主以此物激人，而人之死者适逢之也。”（《诚意伯文集》卷四）他坚持科学，反对迷信。

2. 尖端放电

发生雷电所需的大气电场是相当高的。但是，当大气中有尖锐导体存在时，电光可以在较弱的大气电场下发生；因为大气电场在这样的导体上感生的电荷分布很不平衡，在尖端表面电荷特别集中，这样就在那里形成局部高电场，有时足以达到空气击穿电位差，而造成空气的放电发光现象，这就是常说的尖端放电。而我国古代的兵器从青铜时代起就用金属制造，矛、戈、戟、大刀都有尖利的锋刃，许多兵器连柄也是金属的，其长度有的还达 3—5 米。因此，我国在公元前后就有关于尖端放电的记载，并一直延续到近代。

《汉书》就记有：“姑句家矛端生火。”（卷 36 下《西域传》）就是说长矛的头上发生电光。晋代的干宝也记载，永兴元年（304 年），成都王发动叛乱，陈兵郫城，夜里“戟锋皆有火光，遥望如悬烛”（《搜神记》卷七）。

我们从嘉峪关汉墓画像砖里可以看到古代作战情景，它也描绘了发生尖端放电的具体画面。在征途中，在营寨旁，矛、戈、戟等长兵器上尖端放电是常事。

还有关于寺塔放电的记载。在古代建筑上，塔尖常被涂上有色金属膜，使塔尖成了导体，变为尖端放电之处。如“万历三十九年（1611 年）六月十三日，夜，东

塔放金光，若流星四散。”（光绪《嘉兴府志》卷 35）

我国古代人对尖端放电的观察很细致，甚至于看到活着的大象在雷雨中其牙放电的情形。宋朝的罗愿写到：“其（象）牙长一尺，每雷震，必仓卒间似花暴出，逡巡隐没。”（《尔雅翼》卷 18）

在近代，雷电和尖端放电的性质的发现导致避雷针的发明。这一发现和发明，是 18 世纪中叶美国富兰克林（B. Franklin, 1706—1790）冒着生命危险作出的贡献之一。在富兰克林发明避雷针以后，英王佐治三世（George III）出于对美国摆脱英国的殖民统治的不满，悍然下令避雷针不得用尖头，而非用圆头不可。结果闹出了许多雷电事故^[4]。这也说明，科学总是同政治不可分割地联系着的。那种所谓“纯学术”的论调，在有阶级的社会里，是永远也站不住脚的。

3. 地光

在地震发生之前地面上会出现一种类似闪电的光亮，称地震电光，或简称为地光。这是最近十几年来引起科学家们注意的课题。几千年来，我国古代劳动人民对它一直有所观察，留下来的大量的地震记录已成为人类的科学财富。

早在约公元前 780 年（周幽王二年），人民群众以民谣和诗歌的形式对自己亲身经历的大地震的全过程作了生动的描述：“燂燂震电，不宁不令；百川沸腾，山冢举崩；高岸为谷，深谷为陵。”（《诗经·小雅·十月之交》）这首诗，描写了一场强烈地震临震时，地光闪闪发亮——“燂燂震电”，大地由于前震而震颤不安，情况险恶——“不宁不令”；强震发生时，由于地下往上冒沙冒水而使河流象沸腾一样——“百川沸腾”，还引起山崩现象——“山冢举崩”；在强震过后，地形发生了重大的变化——“高岸为谷，深谷为陵”。

史书中关于地光的记载很多。公元 293 年 2 月成都发生地震前，“有火光入地”（同治《成都志》）。1631 年，8 月 15 日深夜，湖北江陵发生地震之前，“天忽通红”（乾隆《江陵县志》）。1652 年 3 月 23 日，安徽颍上县地震发生时，“红光徧邑”（顺治《颍上县志》）。1775—1784 年山西铁岭地震，“电火冲出”（见 1931 年《铁岭县志》）。1846 年秋，江苏溧阳地震前，“有赤光自北而南”（光绪《溧阳县志》）。以上记载，无论是“火光”，“电火”，或是“红光”，“赤光”等等，都是古代人形容地光的名词。还有的更明确记载为“见碧光闪烁如电者六、七次”（《明史·五行志》），或简单地记为“天响有光，移时地震”的（康熙，湖南《沅江县志》）。

地光是根源于地壳的近地面大气电光现象。在强震及其前后，震源及其附近的岩层由于地震活动而造成电场增强，使附近的大气电场也随之增强；同时地震活动使地下大量气体沿裂隙进入大气。这些气体在地壳中上升时，被地壳强电场所电离，而它们的复杂的上

升运动，又进一步使本身电离，这些电离气体进入大气，就提高了大气电场。当近地面大气电场(往往是在某些局部)高到一定程度，会使空气放电发光。这就是地光。但是它的成因还不是很清楚，有待于进一步研究。因为地震前的地光反映了岩层的地震活动，所以观测这样的地光有助于地震预报(特别是临震预报)。我国古代丰富的地光记录，是我们今天研究地光和强震的内在联系的十分宝贵的资料。

4. 北极光

如果说，地光出现在近地面大气中，那么极光却是出现在北方的高空区域。

一般认为，极光是由于太阳放射出来的无数带电粒子受到地球磁场的影响，沿着地磁力线降落到南北地磁极高空稀薄层时，激起了该处空气的电离并使之发光，高空稀薄气层的电离电位差要比低空稠密气层的低得多。有人把极光的研究列入到电磁流体力学的范围。

我国古代关于北极光的记载也是很丰富的。仅从公元一世纪到十世纪期间约有 170 多次。绝大多数记载有年月日，甚至有出灭时间。对极光出现的方位、亮度、颜色、运动形态等等均有明确的记载，而且许多记载都能用现代的科学知识将它分类。古代记载的极光名称有十几种之多，还曾对极光进行分类和绘图^[1]。

据史书记载，在距今约五千年的传说中的黄帝时代曾出现过“大电光绕北斗枢星”(《史记·五帝本纪》)。这可能是一种均匀平静的极光光弧或光圈形极光。公元前 32 年 10 月 27 日的记载(《汉书·天文志》)已被公认为世界上最精确的比较早的极光观察记录。所谓“天开”(《汉书·天文志》)、“天裂”(《梁书·武帝纪》)，“天开眼”(雍正《山西通志》)等，可能是一种辐射状极光。“夜，有赤白气相间，如耕垦竹林之状”(《旧五代史·晋书·高祖纪》)，可能是均匀平行的极光光束。又如，1119 年 5 月 11 日，“夜，西北赤气数十道瓦天，犯紫宫北斗，仰视星皆若隔绛纱，折裂有声，间以黑白二气，自西北俄入东北，延及东南，迨晓乃止”(宋史·五行志)，显然这是可变动的极光光束和光幕。

从北极光的记载中，可见我国古代的劳动人民给我们留下了何等珍贵的史料。它们在今天的许多尖端科学的研究中亦具有一定的参考价值，例如可以探讨太阳粒子流的变化规律、地磁极的迁徙历史等，对于天体物理、地球物理、等离子物理和电波传播等学科都是有用的。

三、对于导体和非导体的观察

从我国古代关于雷电情形的记载中，还可以得出那些是导体，那些是非导体的结论。当然，“导体”和

“非导体”这一名称也是近代电学的产物。18 世纪三十年代格雷(Stephen Gray, 1670—1736)才引入了“导体”的概念，他通过实验证明金属是导体，丝绸是非导体，并以自己的身体证明人体是导体。中国历史上不乏有关的记载。

公元 490 年，“雷震会稽山阴恒山保林寺，刹上四破，电火烧塔下佛面，而窗户不异也。”(《南齐书》卷 19《五行志》)当具有高能量的雷电扫过粉有金属的佛面时，佛面自然被融化。窗木或者不在雷电通路上，或者未被雨水淋湿，故窗完好。

沈括在其著《梦溪笔谈》中记载有雷电熔化金属的详细情况。他写到一个叫李舜举的人的家里，有一次被雷电所震，“雷火自窗间(间)出，赫然出簷”。李家有一漆木盒，内藏诸器，“其漆器银扣者，银悉鎔流在地，漆器曾不焦灼；有一宝刀极坚钢(刚)，就刀室中鎔为汁，而室亦俨然”(《梦溪笔谈》卷 20《神奇篇》)。根据沈括的记载，可断定这次袭击李家的是线状闪电，其宝刀，木盒恰好在闪电通路上，相当大的电能立刻熔化了木盒的银质扣子和宝刀，而绝缘体漆、刀室(估计为皮制的刀鞘)却依然如故。为此，宋代的庄绰在《鸡肋篇》中讲到：“沈存中《笔谈》载雷火鎔宝剑而鞘不焚。……余守南雄州，绍兴丙辰(1136年)八月二十四日视事，是日，大雷破树者数处，而福慧寺普贤像亦裂，所乘狮子凡金所饰与像面皆销释，而其余采色如故。与沈所书盖相符也。”明末清初的方以智，根据以上的观察记载，总结道：“雷火所及，金石销鎔，而漆器不坏。”(《物理小识》卷二)

总之，从我国古代关于静电和雷电的记载中不难得出：金属、潮湿的木石、人体和动物体是导电体；漆、皮革、琥珀、丝绸、干木是非导体。

四、针疗和生物电现象

针疗在我国具有悠久的历史。其实，针疗治病的原因是同生物电有关的。

一般人认为，针疗是同针对神经或经络的“刺激”作用有关的，但这是同电——生物电的作用分不开的。一根小小的银针(或几根银针)和人体的神经或经络接触时，微弱的接触电流通过神经或经络(它们的导电性比肌肉任何部分都好)流贯全身，刺激了大脑，也导致生病部位的神经或经络呈现异常活动，因而起了对疾病的治疗效果。此时，神经或经络既是接触电的工作主体，又是接触电的工作对象。这真是我国古代劳动人民的伟大创造。针疗为生物物理学提供了广阔的研究场地。

我国古代的针疗，可能在原始公社末期的新石器时代已经开始，不过那时使用的是砭石，是以机械作用刺激神经或经络，它也会引起人体局部生物电的变化，

但其机制与用金属针显然有所不同。等到青铜和铁器时代的到来,就逐步改成金属制的针。汉代的画像砖上有神化了的扁鹊扎针图。无产阶级文化大革命期间,在河北满城西汉刘胜墓葬里,曾发现金银制的用于医疗上的针,计有四、五种。

《内经》是我国现存的第一部医学理论书,其第一部分《灵枢经》原名为《鍼经》,主要是谈针灸,对于经络、孔穴、针法等都有比较详细的论述。《四库全书简明目录》说:《内经》是“周秦间人,传述旧闻,著之竹帛”。就是说,它是春秋战国时期的医生们,将更早的来自无数劳动人民的针疗经验和理论,进行加工、整理、发挥和删补而成的。扎针的医疗技术到今天已有几千年了。解放后,特别是无产阶级文化大革命中,这种疗法得到大发展,并传播于世界各地。

五、小 结

从我国古代对电的认识的历史中,可以清楚地看到:各种电现象的发现是人们的生活和生产实践所决定的。“生活、实践的观点,应该是认识论的首先和基本的观点。”¹⁾电学的产生和发展,完全证实了列宁的这个论断。

古代比较落后的生产水平决定了古代较为零散的电学知识。在世界从封建制过渡到资本主义制度以后,由于生产关系的改变而大大地解放了生产力,随着资本主义生产方式的产生,由于生产上的需要,迫使人们自觉地去探讨各种电现象,从而建立了封建时代点滴零散的电学知识所无法比拟的近代电学。同时,近代生产的发展又为电学研究提供了古人无法设想的器材,这又使近代电学的发展具有必需的物质条件。从十九世纪下半叶起,电磁学从理论发展到工业技术上的广泛应用,“我们要再次把这个奇迹归功于生产。”²⁾这个奇迹归根到底是工人群众所创造,但是在资本主义社会里,它却被资本家所攫取,从而阻碍了它的发展。社会主义革命进一步解放了生产力。今天,我们

(上接 279 页)

此量小于或等于毛细管管径(1.2—1.3 毫米)的十分之一的要求。

这种方法也可用来检测车床磨管法磨管的质量。

(南开大学激光组)

的社会主义制度下的生产力是过去任何一个历史时代所无法比拟的。社会主义制度为科学的发展提供了资本主义制度所不能企及的动力和条件。特别是无产阶级文化大革命更是极大地促进了我国科学的发展。只要我们坚定地沿着毛主席的革命路线前进,我国的电磁学发展一定能迅速地站到世界前列。

还应当指出,古代电学内容虽然只是记载零散的电学知识,但它无疑是近代电学发生和发展的先导,是整个电学史不可缺少的一章。它表明了,电学并非从十七世纪起在西欧突然诞生,而是遵循着电学本身的辩证发展过程的。电学的发展经过了从简单到复杂,由低级到高级的各个阶段,就时间而言,也包括了从奴隶社会到封建社会这一历史时期。但是人们对古代电学的探讨却很不够。本文希望多少能弥补这一空白,以便总结历史经验,为当前的科学工作服务。

通过我国古代丰富的电学史料,使我们能够更具体地看到我们中华民族是一个具有光荣革命传统和优秀历史遗产的民族。在以华国锋同志为首的党中央的领导下,继承毛主席的遗志,认真学习毛主席著作,积极参加三大革命运动,把我国的科学技术水平推向一个新的高峰,这是我国科学技术工作者的光荣任务。

参 考 文 献

- [1] Cajori F., *A History of Physics*, Macmillan (1928), 102—103, 137—139.
- [2] 姜良夫,《张华年谱》,古典文学出版社,(1957), 8, 38, 62.
- [3] Buckley, H., *A Short History of Physics*, New York (1927), 109—110.
- [4] Bernal, J. D., *Science in History*, 中译本,科学出版社 (1959), 349.
- [5] 戴念祖,《我国古代的极光记载和它的科学价值》,《科学通报》,(1975), 10.

1) 列宁,《唯物主义和经验批判主义》,人民出版社,(1970), 134.

2) 恩格斯,《自然辩证法》,人民出版社,(1971), 163.

(上接 277 页)

观的复辟坚持斗争,用辩证唯物论来指导自己的工作实践,才能为巩固和加强无产阶级专政,为全面实现我国农业、工业、国防和科学技术的现代化贡献更大力量。

参 考 文 献

- [1] 《墨家物理学成就述评(续)》,《物理》杂志,5—4 (1976), 231.
- [2] 《元气论与真空》,《真空技术》,—2 (1976).
- [3] 《我国法家的光辉哲学思想——唯物主义的“元气”学说》,《中国科学》,—5 (1975), 445.