

·科学和文化论坛·

编者按:在2004年至2005年,他刊曾辟专栏“科学和哲学论坛”,连载过姜水根、陈青华两位老师的关于科学和哲学的15篇文章,引起广大读者的关注。从本期开始,我们将在本刊专论中新辟“科学和文化论坛”栏目,连载姜水根(浙江省特级教师,功勋教师)、杨榕楠、陈青华等三位老师的系列论文,这些文章将从更广泛的领域来考察高中物理知识。

众所周知,广大物理教师在课堂教学中所教授的物理知识不是孤立和割裂的,而是把概念和规律进行有机的编织,形成科学知识的网,并通过科学方法理清物理科学的内部结构,通过科学家研究的实例显示科学精神,这些都是可贵的。新辟的论坛将不满足于这些,而是把高中物理知识放在人类文化的大背景上考察科学产生和发展的规律以及涉及的方方面面。我们相信,这个论坛——从迷人的东方文化到伴随科学发展形成的时代精神,对于我们日常的物理教学是一个有益的补充,欢迎广大物理教师关注本刊并进行深入的讨论。

东方文化的魅力(连载1)

姜水根 杨榕楠 陈青华

(浙江省宁波效实中学,宁波华茂外国语学校,浙江 宁波 315000)

我们从现在开始的论坛要讨论的是科学和文化的问题。科学和文化这两个概念,我们物理教师都熟悉前者,对后者关注不够。文化是一个在多种不同的范围运用的概念,广义的文化是指人类创造的一切物质产品和精神产品的总和;狭义的文化专指语言、文学、艺术及一切意识形态在内的精神产品。另外,还有现在经常被谈及的东、西方文化的比较,那是人类学意义上的概念,是指语言、习俗、观念、社会机制以及造成一个群体区别于另一个群体的日常实践。本论坛系列文稿所论及的文化(包括本文讨论的东方文化)将从多种不同的范围来使用文化的概念,主要是从科学的领域和角度来谈文化。

1 古代东方的辉煌

人类文明史之初,就孕育着科学技术的萌芽。人类的文明发源于四大文明古国——即黄河和长江流域的中国、印度河和恒河流域的印度、尼罗河流域的埃及以及幼发拉底河和底格里斯河流域的美索不达米亚。在欧洲人的眼中,这四个国家位于东方,所以人类的文明始于东方——中东和远东。在东方文明中只有中国文化绵延相传,未曾中断过。中国的文化博大精深,在世界文明史上具有突出的地位,所以本文主要讨论的是中国文化。我们就从科学谈起,中国古代的科学主要包括农学、医学、天文学和数学。

在距今7、8千年前的新石器时代的早期,我们的先人就开始了农业生产活动。从出土的石锄、石镰、石磨盘,以及粟粒、菜籽、稻谷等都表明那时的先民已经学会了制作农具和栽培农作物。商朝中期,农业已经超过畜牧业,西周以后,以农业为主的生产格局初步形成。春秋战国时期,人们治水和用水的技术有了显著的提高,开始兴建大型水利工程,它们包括灌溉工程、运河工程和堤防工程。这些工程不仅设计合理,构思巧妙,而且规模巨大,受益多方,其中芍陂、都江堰至今仍在发挥着作用。长期的农业耕作实践,也为中国古农学理论的形成提供了不竭的源泉。秦汉以后,大量的农书如《汜胜之书》、《齐民要术》、《陈旉农书》、《王祯农书》、《农政全书》等全面反映了中国古代的农业在作物栽培、耕作技术、农机

制造、果木育苗、水利建设方面的成果。

中国的医学起源很早。约在商代,中国人就已经认识到某些植物的汤液对疾病的治疗作用,汤液逐渐成为中药的主要剂型。汤剂减少了药物的毒性,提高了中药的功效,这是药物史上的一项重大发明。公元前4世纪的扁鹊采用了望、闻、问、切“四诊法”,成为中医诊病的主要方法,加上针灸、推拿、手术、导引等治疗方法的运用,使中医创造了许多起死回生的奇迹。战国晚期的《黄帝内经》是中医的奠基之作,它集先秦医学著作之大成,提出了“整体观念、阴阳平衡、邪正斗争、重视预防”的治疗理论,标志着中医由单纯的积累经验阶段,发展到了系统的理性医学阶段。汉代以后名医辈出,如外科鼻祖华佗、医圣张仲景、药王孙思邈、药圣李时珍等;著述有《伤寒杂病论》、《千金方》、《本草纲目》等医药学名著。

中国的天文学历史也很悠久,早在公元前24世纪的帝尧时代就有了专职的天文官,从事观象授时。夏朝的《夏小正》一书中记录了许多天文知识,甲骨卜辞中还有日食、月食、新星的记载,春秋时期开始了对天象进行定量观测,战国时期开始在历法方面就有了以 $365\frac{1}{4}$ 天为1年的四分历,以 $29\frac{499}{940}$ 天为1个朔望月,设计了以19年设7个闰月的规则,后来又多次修正,编制了近百个历法。天文观测是历法的基础,中国古代天文学家对星象的观测和认识,有着惊人的成就。三国时绘制的星图中记录的恒星数就已达1464颗,许多天文古籍中都曾记载了行星会合、日食、月食、彗星、太阳黑子、新星以及超新星爆发等特殊天象。在历代的测天计时过程中,还发明了浑仪、简仪、浑象、水运仪象台、圭表、漏壶、日晷等设计精巧的观测仪器,诞生了像张衡、祖冲之、一行、郭守敬等天文学家,也产生了从盖天说到浑天说这样的宇宙模型。

在数学方面,从商代甲骨文中开始有十进制记数法,进而在春秋战国时期普遍运用了筹算法,它是当时最先进的记数和计算方法。汉代出现的我国最早的数学名著《周髀算经》中记述了勾股定理,另有一本《九章算术》广泛涉及分数计

算、比例计算、面积体积计算、开方以及方程中的正负数运算. 其后有刘徽割圆术、祖冲之计算圆周率、祖暅证明的等体积的祖暅定理、刘焯的二次内插法等. 宋元时期中国古代数学的发展达到了高峰, 出现了秦九韶、李治、杨辉、朱世杰这样的世界级数学家, 取得了杨辉三角、正负开方术、天元术、四元术、招差术等突出成果. 在 15 世纪以前, 中国数学一直处于世界领先地位.

可见, 中国古代的科学足以显示古代东方的辉煌.

2 东方文化的特点

古代东方文化, 尤其是中国古代文化有 3 个显著的特征.

首先, 中国古代科学技术的诞生与发展, 是以古代农业文明的发生、发展为基础的. 悠久而不衰的农业文明, 是中国古代文化的最基本特征. 不仅大量的农书如《齐民要术》等直接服务于农业, 与之相关联的天文学——因为制定历法对于一个农业大国是一项极为重要的工作——也相应发展起来. 同样, 中国的医学也显示了其与农业的密切联系, 中药的原料是以草药为主, 中医的治疗方法不仅与中国的哲学思维有关, 而且也与农业文明相适应. 可以说这是时代和地域的特征, 世界上多数民族的古文化都与农业有关(也有跟牧业等相关的渔猎文化). 相比之下, 中国古代的农耕文化则更为发达.

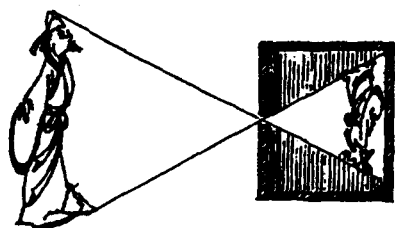


图 1

中国古代文化的第 2 个特点是关注实际应用而不是科学理论系统的建立和完善. 例如《九章算术》虽然在筹算法上有重大成就, 但是却以解决土地测量、谷物交换、土木工程、劳役税收等农业社会的实际问题为基本形式, 始终以计算见长, 未能形成一个由公理与定义组成的较为严密的演绎推理系统. 后期墨家对光学、力学所做的精彩研究, 也主要集中在小孔成像(如图 1)、杠杆平衡、物体浮沉等具体问题的探讨上. 对实验过程的重视胜过对理论分析的重视, 对实际应用的研究胜过对基础理论的研究.

正是因为重视实际应用, 中国古代就有发达的陶瓷技术. 隋唐时期北方有白釉瓷, 南方有青瓷, 宋代出现彩瓷, 历代有大量的制作精品和传世之宝让世人叹为观止, 以至于西方用“china”指称中国. 中国古代有发达的丝织技术, 产有绢、罗纱、锦、绣、绮, 美不胜收, 因而西方用“sino-”作为“中国的”词头. 中国古代还有辉煌的建筑, 如长城、故宫、赵州桥等. 中国发明了造纸术、活字印刷、火药与指南针, 都对人类的生活与生产产生了重要的作用. 其他文明古国也有许多实用性的发明创造, 如埃及的太阳历、十进制记数、计算拆分法、几何、医学处方、木乃伊和金字塔等; 印度的天文学、数

学、临床治疗、人体解剖学和植物药理学等, 都显示了东方文化关注实用的特点. 古代的东方文明为世界的科学和文化做出了重大的贡献. 相比之下, 古希腊文明虽然辉煌, 但是它并没有留下像东方文明这样多的实用性的成果.

中国古代文化的第 3 个特点是天、地、人相统一的思想. 在中国古代哲学中, 儒、道、名、法等各派哲学虽然在理论上各有不同, 但是它们都有一个共同的特点, 就是天、地、人相统一的思维模式, 即“推天道以明人事”. 这种思维模式是中国古人长期形成的结果. 现就与科学关系密切的夏朝历书《夏小正》而论, 它是一部集天文、气象、物候、农事诸知识于一体的混合历, 它把一年划分为 12 个月, 把每个月的天象变化、气候情况、物候特征、农事活动作为一个整体来考察, 把人的活动与自然界的运动作为一个有机协调的统一体, 形成了天地人相统一的生态观. 同样, 中医理论亦非常重视天时、地理对人的影响, 强调人与自然要平衡协调, 认为健康的人体是一个阴阳协调的平衡系统, 当它受到气候环境异常变化的侵袭, 导致阴阳失调, 就会致病. 要使自己身心健康, 重要的是在于防病于未然, 自觉地与自然界和谐一致. 中国古人在改造环境的活动中也考虑天、地、人的统一, 表现为堤防在施工时要天气干燥, 河水枯落, 土质要刚结, 劳动者正休闲. 至于中国的天文学, 更包含了天、地、人相统一的宇宙模型, 认为天上星系的结构与地上人事的秩序是对应的. 中国古代文化的这 3 个特征, 如果前 2 个是东方文明的共同特征的话, 那么第 3 个特征则是中国人独树一帜的. 对于其他民族, 关于天、地、人的统一不免含有些玄味, 而对于中国人来说是再自然不过的了. 就是现在, 人们要做成每一件事情, 对天时、地利、人和 3 个因素的考虑也深深地印在每个中国人的心中.

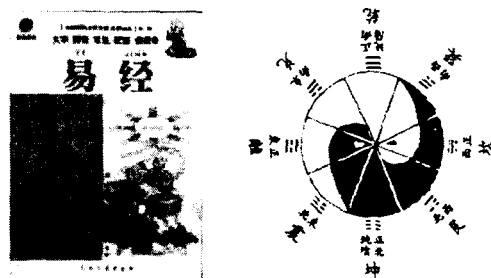


图 2

3 一部天书

如果要找一本代表中国古代文化的书, 它要能反映中国古代社会的方方面面和传统精神, 则首推《易经》(如图 2). 相传远古时期的伏羲氏观天地而得各种事物具备的共性, 并发明了用连“—”和断“--”的符号代表事物的两极, 创造了 三乾、三兑、三离、三震、三巽、三坎、三艮、三坤等八卦, 然后相叠得 64 卦的形式. 这样, 经由夏、商、周代的演变, 由周文王系统地给 64 卦及其每卦的 6 个爻写了卦、爻辞, 成书《周易》. 春秋时代, 孔子及其弟子从哲学的角度对它进行诠释, 写成《易传》, 原来的《周易》称为《易经》, 司马迁则把它列为群经之首(现在人们习惯称之为《易经》)的已包括

周文王的《易经》、孔子的《易传》甚而后人的“易学”。

《易经》是一部怎样的书呢? 从其每爻都有的断辞来说, 它是一部占筮的书, 经后人的不断研究, 可知它的卦、爻辞中涉及有古代的天文、历史、风情、生产、战争等社会生活的各个方面。《易经》充分体现了中国文化的特征: 立天之道曰阴与阳, 立地之道曰柔与刚, 立人之道曰仁与义。通过专家学者对《易经》的象数与义理的阐释, 我们可以认识到《易经》是关于人们行为的书, 根据环境条件与人的自身的情况采取怎样的行为就取得相应的结果。这可以说是对后果的预测, 也可以说是对行为的指导。



图 3

我们关心的是《易经》与中国科学的关系。著名物理学家杨振宁在 2004 年北京文化高峰论坛上说,《易经》影响中华文化的思维方式, 中华文化有归纳法, 可没有推演法。中国古代采取天人合一的哲学观念, 是受《易经》的影响, 这个影响是近代科学没有在中国萌芽的重要原因之一。同时, 杨振宁还认为中国没有诞生近代科学是因为中国有一个传统观念, 就是把技术当作“奇技淫巧”(如图 3)。杨振宁的观点受到了部分专家的赞同。我们从杨振宁的讲话中可以看出, 他对科学的诞生的分析是抓住两条: 一是逻辑思维, 二是动手实验。应该说, 这两条是科学的根本。但是, 杨振宁的观点也引起了不少学者的反对, 他们认为《易经》也是有推演法的, 中国没有诞生近代科学不能归咎于《易经》,《易经》对于科学不仅没有妨碍, 而且是有助的。他们引用《周易·系辞传》说:“《易》有圣人之道四焉: 以言者尚其辞, 以动者尚其变, 以制器者尚其象, 以卜筮者尚其占。”将“制器尚象”列入圣人使用《易经》四个方面中的一个方面, 说明《系辞传》作者十分看重易象对制器的作用。

现代的人们熟悉《易经》或者看过《易经》者不多, 甚至微乎其微, 由于从小受科学的熏陶, 往往对于占卜之书嗤之以鼻。即使不搞迷信活动, 也认为, 这些八卦和阴阳太极图充其量不过是一些信仰的符号, 在现代的相对论、量子力学、电子计算机面前还有立足之地吗?

我们说《易经》是一部天书。之所以说它是一部天书, 其一是由于它的性质。它原本是占卜的书, 是联系人与神, 即人与上天关系的。人与神的联系方式在科学上是有的, 而《易经》却把天事和人事合而为一, 所以我们只能说它是天书了; 其二是它的卦象形式, 每一卦都是由阴爻“--”和阳爻“—”

组成的, 而任何事物都有阴阳两极, 它的确是抓住了宇宙万物的根本, 正所谓“易道周普, 无所不包”; 其三是《易经》在内容上的确有点玄, 它的卦辞和爻辞涉及方方面面, 有些一直未被读懂, 二千年来的解易者见仁见智, 至今没有统一。越是没有统一的解释, 越是散发着迷人的魅力。

易学专家对卦象的解释的确非常神奇, 不仅乾、坤等八卦分别有众多的象征意义, 而且《易经》中每个卦的 6 个爻, 每个爻位都有一定的象征意义。初爻象征足部、初始, 二爻象征家庭、妇女、农田, 三爻象征武士, 四爻象征祭祀、历法, 五爻象征地位尊贵、帝王, 上爻象征宗庙、老人等。还有上下卦的尊卑关系, 内外卦的敌我关系, 这些都是真的吗?

有一则科学幻想小故事是这样说的: 一个外星人到达地球, 在考察了地球之后要想把地球上的所有的知识带到外星上去, 怎么带呢? 他找到了许许多多的书, 比如其中有西方的《大英百科全书》、中国的《四库全书》等, 他把所有这些书都变成英文的文字且排列起来, 然后把其中每一个字母编成了数字, 比如 a 就是 01, b 就是 02……, z 就是 26 等, 那么所有这些书里的全部内容就变成了一连串数字, 在它之前点上一个小数点, 那么它就变成了一个小于 1 的数。为简单起见, 我们假设把这些书上的全部内容写成“this is a book”, 把它变成数字就是“2008091909190102151511”(这是编码过程, 为表述简单起见, 在此过程中我们忽略了空格), 在它的前面点上一个小数点就变成了一个小于 1 的小数

0.2008091909190102151511。再拿一根 1 m 长的金属棒, 在棒的全长的 0.2008091909190102151511 位置作一个点(这是信号输入过程, 如图 4)。外星人不需要带这么多的书, 而只需拿着这根棒回到他自己的星球, 他带走这个点, 就等于带走了地球上的全部知识的信息。他到了外星上, 就测量这个点的位置, 得到了 0.2008091909190102151511 这个数(这是信号输出过程), 然后根据原先的规则, 得到了“this is a book”这句话(这是译码过程), 也就是得到了包括《大英百科全书》、《四库全书》在内的全部书籍。这样一个再简单不过的点可以包括如此多的内容, 那么比它复杂得多的八卦和太极图, 难道不可以蕴涵着远古遗留下来的人类早期文明的密码吗? 德国数学家和哲学家莱布尼兹在看到了八卦后指出, 由阴、阳爻构成的八卦实质是二进制记数。这是从科学上论述八卦, 真是太精彩了, 难道除此之外就没有奥妙了吗? 我们知道创造八卦的伏羲氏是处在文字还没有产生的年代, 发展八卦的神农氏处在汉文字初创还没有丰富的年代, 他们是否把心中的所思寄予了这些符号呢? 编排 64 卦并为之填辞的周文王处在被囚而没有自由的年代, 他是否把难表的心意寄予《易经》的卦、爻辞中呢? 后人对《易经》始终没有统一的解释也在情理之中。我们可以想象《易经》的卦象形式与卦、爻辞内容具有与那根金属棒的点同样丰富的内涵。



棒上的一个点带有多少信息?

图 4

(下转第 6 页)

原理大部分学生就根本理解不了,例如“练习使用示波器”的实验就是非常典型的实验设置,在教学实践中就会发现,学生在具体实验过程中,只是对一些旋钮随便盲目地旋转与调节,根本没有弄清楚示波器的原理和其用途。

4 几点启示

(1)由实验少向实验多转变:物理学是一门实验科学,所有物理定律的形成和发展都是建立在对客观自然现象的观察和研究的基础上,并以实验结果作为检验理论正确与否的唯一尺度。教材应该设计一定数量的各种类型的学生实验,除了增加实验室的实验外,还应该设计户外物理实验,更应该像美国物理教材学习,设计大量的袖珍实验,也就是所谓的小实验。期待在新课程改革实验的基础上,结合我国基础教育的实际情况,以后对教材改进再版时明显改变实验数量偏少的问题。通过一定数量实验的训练培养适应21世纪科学技术的发展及其社会对人才的需要。

(2)由学习观向认识观转变:借鉴美国物理教材对实验设计的理念,逐步改变我国教材在实验设计时过分强调对知识点的学习与掌握,通过提出问题和解决问题的思路,让学生通过实验过程的体验,培养他们的认识观,回归与还原科学的本质。最好不要直接说明一个物理实验学生应该学习哪些知识,而是提出解决哪些问题,在解决问题的过程中让学生潜移默化地了解与物理现象相关的知识。

(3)由封闭型向开放型转变:分析我国物理教材编排的实验和美国教材比较,便明显看到美国教材设计的实验具有一定程度的开放性,而我国教材则是封闭性较强,虽然执行新课标的教材比起以前教材有明显进步,但是和物理学科的性质特别是培养创新人才的要求则有不小差距。期待后面对教材再版时有所改进,充分发挥学生的主体性,通过开发有趣味的实验引导学生喜欢物理。因此学生实验特别是探究性实验应适当增加开放性。

(4)由确定性向非确定性转变:确定性是指实验的器材、实验的步骤、实验的主要思路、实验的结论等方面是没有选择性的,也可以理解为封闭性;非确定性是指实验的各个方面有多种选择,特别对探究性实验来说,实验基本没有提供其他选项。比较中美的实验设计可以明显看出,美国教材提供的实验更加具备非确定性,我国教材则具有确定性。显而易见,非确定性实验对启迪学生的思路,培养解决问题的能力比较有益,确定性实验则不利于发挥学生的主观能动性,对培养创新人才是不利的。我们对实验的设计要更多借鉴美国教材的思路,由确定性向非确定性转变。

(5)由经典型向现代型转变:经典型也可以理解为传统型,容易发现我国教材的实验就是那些多年固定不变的几个实验,如电池电动势和内阻的测量、验证机械能守恒定律等传统实验。毫不夸张地说,我国教材中的学生实验几十年来就是那么几个,教材虽然不断更新,但是实验设计则没有什么变化。现代型是指那些和科技进展结合紧密的实验,美国教材中的学生实验则很好地体现了这种精神。例如,“你如何设计一个电路,使其在电流方向改变时,改变点亮的发光二极管?”、“原子中的绝大部分是空的,那么击到原子核而产生原子散射的可能性有多大?”科学在不断进步,教材亦应与时俱进,实验设计应该反映物理学的新发展。

5 结束语

从20世纪80年代开始,世界掀起一股教育改革浪潮,被称为21世纪旋风。它与18世纪的产业革命旋风、19世纪的工业化运动旋风、20世纪的资源争夺旋风不同,新世纪是知识经济时代,信息化、高科技革命的发展决定了以人才取胜,因此改革教育,特别是基础教育,培养新世纪的人才就成为各国策应新世纪竞争的重点。^[5]

21世纪对人才更加注重个性和创造性,注重全球意识和合作精神,注重通才教育,注重培养受教育者的思维活力和实际运用能力。因此,要培养现代人才的良好素质,首先要确立新时期的人才质量观,特别是要改变以前那种过分强调知识、忽视能力培养的人才观念。

实验教学对培养创新人才起着非常主要的作用,正如中学物理教学大纲规定的,中学物理教学应以实验教学为基础。为了培养学生的创新能力,就必须加大实验教学的质量与数量。在这种要求下,物理教材如何设计学生实验尤其显得重要。

参考文献:

- 1 教育部基础教育司和“高中物理课程改革与实验”课题组.全日制普通高级中学教科书(必修加选修),《全国中小学教材审定委员会2003年审查通过》,北京:北京师范大学出版社,2004.
- 2 美国中学物理教材《Physics: Principles and Problems》(共3册),中译本《物理:原理与问题》,仲新元等译.上海:上海科技出版社,2005.
- 3 何征宇.中美高中物理教材现代物理知识的比较研究.比较教育.2003,(12):53~55.
- 4 沈俊妮,周延怀.美国高中物理教材的学生实验分析与借鉴.学科教育.2004,(12):46~49.
- 5 杨慧敏.美国基础教育.广州:广东教育出版社,2004.

(收稿日期:2006-09-13)

(上接第3页)当然上述外星人的棒上一点的故事只是一个比方。即使《大英百科全书》只有“this is a book”这样一句话,那个点的精度也已经达到了 10^{-22} m的数量级,远远超出了基本粒子的线度 10^{-15} m的极限。虽然棒上的点不可测量,但是它在思辨上的确具有启发性。是是非非的《易经》,是故弄玄虚还是人类之谜?我们将在今后续篇的有关东、西方文化的对比中继续讨论这个问题。

参考文献:

- 1 吴国盛.科学的历程.长沙:湖南科学技术出版社,1995年12月.
- 2 杨振宁.《易经》对中华文化的影响.上海大学《自然杂志》,2005年第1期.
- 3 杨吉德.周易卦象与本义统解.济南:齐鲁书社,2004年11月.
- 4 廖名春.周易经传15讲.北京:北京大学出版社,2004年9月.

(收稿日期:2006-12-01)