

·科学和文化论坛·

科学的兴起(连载3)

姜水根 陈青华 杨榕楠

(浙江省宁波华茂外国语学校, 宁波效实中学, 浙江 宁波 315000)

从远古到文明以至近代科学的兴起,过去人们看到的更多的是历史发展的必然性,是从逻辑结构上认识到自然界的奥秘一个接着一个被揭示出来.在一定意义上讲这无疑是正确的,物理学以及其他科学的教科书就给我们描绘了这样一幅科学发展的历程.但是,历史的魅力在于要用不同的尺度、从不同的层次去观察.打一个用摄像机见证历史的比方,我们不但要在逻辑的必然性上用短焦镜头把科学事件看成一个一个的点,还要在文化背景上用长焦镜头看到每个科学事件的丰富的细节,这样我们才能正确地认识人类历史上科学兴起的必然性和偶然性之间的辩证关系.

1 起源于古希腊的西方文明

古希腊哲学是人类文明的重要篇章,诞生了数十位名传千秋的哲学家,真可谓群星璀璨.那时候的哲学是包罗万象的,科学尚未从哲学中分化出来,但是科学的萌芽已经悄上枝头.

在公元前300多年,亚里士多德就把自然作为科学研究的客观对象,并进行科学的分类,促使自然科学与社会科学逐渐演变为若干门独立的科学.他所命名的“物理学”是泛指研究无生命物质的构成形式、运动现象及其原因与目的的科学.他最早提出了自然科学中一系列基本的理论问题,例如物质、空间、时间、运动等.在科学方法论上,他首先提出了归纳与演绎两类方法.强调数学公理体系与逻辑推理的作用,主张严格地用数学来证明科学原理.他的这一系列基本理论观点和方法,对后世的科学发展产生了极大的促进作用.在他的影响下不但出现了像《几何原本》这样罕见的传世名著,而且也把后来西方一代又一代学者们的注意力引导到对自然界基本法则进行深入的考察和研究上来.

古希腊有着辉煌的天文学成就.泰勒斯曾预言了一次日食,并利用它阻止了一场战争.毕达哥拉斯认为,月光是太阳光的反射;月亮的圆缺变化是由于月、地、日之间相互位置的变动;月面明暗交界处为圆弧形,表明月亮为球形,并推想其他天体也都是球形,提出了地球的概念.柏拉图采用了富有希腊人特色的几何系统来表示天体的运动,建立了地心宇宙体系.公元前3世纪,埃拉托色尼用科学的方法得出了地球大小较精确的结果.他注意到夏至日太阳在塞恩城(今阿斯旺)的天顶上,而在亚历山大城用仪器测得太阳的天顶距等于圆周的 $\frac{1}{50}$.他认为这个角度即是两地的纬度之差,因而地球的周长就是两地之间距离的50倍.这两地之间的距离当时认为是5千希腊里,所以地球的周长为25万希腊里,约合4万公里,这与现代的测量结果相差无几.大约在公元前300年,古希腊学者阿里斯塔克就已经知道:当地球上看到月球

一半被照亮的时候,地月日构成直角三角形,月球处于直角顶点(图1).他测量了此时的月地连线与日地连线的夹角为 87° (有误差),进而算出了地日距离约是地月距离的20倍,再根据观

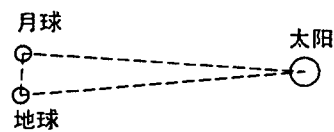


图1

察到的日轮和月轮的大小,推算出太阳比月球和地球都大得多,于是认为不应该是太阳绕地球转动,而是相反,从而提出了日心说.可以说阿里斯塔克是哥白尼的先驱.公元100年的托勒密,系统总结了希腊天文学的优秀成果,写出了《天文学大成》,论证了地球是球形,给出了一个相当完善的、可以准确预言日食和月食的宇宙的地心体系模型.

值得一提的是,公元前200多年的阿基米德用数学公理的方式提出了杠杆原理、总结了浮力原理,开始了对科学进行精确和系统的研究.他既极为重视科学的严密性、准确性,要求对每一个问题都进行合乎逻辑的证明,又非常注意科学知识的实际应用,亲自设计制造过多种机械装置,开创了理论研究和实际应用密切结合的学风.除此之外,古希腊还出现了亚里士多德的生物学、希波克拉底的医学、丢番图的代数学等众多领先于古代世界的科学成就.可以说,古希腊的科学像她的哲学、神话、艺术、诗史一样灿烂辉煌.

尽管古希腊的科学成就是辉煌灿烂的,但古希腊的科学成就并未直接导致科学理论体系的诞生.这一方面是因为希腊人坐而论道,崇尚形而上学,对形而下的物质世界的研究尚未形成气候;另一方面是因为当时的文化的确还没有发展到这个水平.但是古希腊诸多的科学成果,以及古希腊人的思维方式确实给人类留下了科学的种子.

随着古罗马的士兵一剑夺去了阿基米德的生命,象征性地预告了古希腊科学走向衰弱的命运.而在古罗马时代之后,更是出现了一个黑暗的年代——中世纪.这是一个神学占据支配地位的时代,一统天下的基督教束缚了人们的思想,信仰与天启取代了对事物的钻研,科学成了“教会恭顺的婢女”.在这漫长的年代里,古希腊灿烂的文化、自由的思想、浓厚的科学气息遭到了摒弃和毁灭,欧洲的科学发展遭遇了严重的阻碍.

在中世纪的后期,由于基督教的扩张,自11世纪末开始的十字军东征从东方带回了由阿拉伯人保留下来的古希腊文献,使得古希腊的哲学和科学在欧洲重新得到传播,古希腊的文化遗产被西方世界继承了下来.在古希腊文化的影响下,从14世纪开始一直到16世纪,整个欧洲掀起了一场旨在复兴古典文化的运动.文艺复兴反对宗教桎梏,反对神权,提倡人权和个性自由.它既是一场继承古希腊精神的运动,

也是一场建立新文化、新时代精神的运动。经过文艺复兴,教会的精神独裁被摧毁了,人的个性得到了解放,人们对自然的兴趣被重新提起。

伴随着文艺复兴运动,中国四大发明的传入也给欧洲带来了深刻的影响。火药的威力摧毁了中世纪的城堡,造纸术和印刷术使欧洲的文明得到迅速的传播,而磁针罗盘促进了航海的发展,直接导致了后来的地理上的大发现:哥伦布坚信大地是球形,认为从欧洲向西航行也可以到达亚洲,从而发现了新大陆;而麦哲伦的船队则完成了环球航行,使古希腊人关于大地是球形的猜想得到了验证。地理上的大发现所引发的观念革命,促使了欧洲的知识阶层从古典作家的绝对权威中解放出来,这就为近代科学的诞生做好了思想上的准备。

2 近代科学的诞生

古希腊的天文学成就令人瞩目,近代科学正是从天文学上为自己开辟了向前发展的道路。1543 年,哥白尼出版了《天体运行论》。在这部著作里,哥白尼根据他长期的天文观测和研究,创立了一种比托勒密的地心系模型更为科学的宇宙结构体系,从此否定了在西方统治达一千多年的地心说。日心说经历了艰苦的斗争后,终于为人们所接受。这是天文学史上一次伟大的革命,它不仅引起了人类宇宙观的重大革新,而且从根本上动摇了欧洲中世纪宗教神学的理论支柱。“从此自然科学便开始从神学中解放出来”,“科学的发展从此便大踏步前进”(恩格斯语)。



图 2

近代科学真正的奠基者是伽利略。伽利略是日心说的拥护者,他通过自己改进了的望远镜观察月球、木星等,发现了一系列新的天文现象,他用这些新发现来印证哥白尼的学说。1616 年,伽利略由于宣传日心说而受到宗教法庭的告诫,禁止他继续传播哥白尼的学说。伽利略表面上屈从了,但是他后来还是在 1632 年发表了《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》(简称《对话》,下同)。《对话》中有 3 个角色(图 2),萨尔维亚蒂代表了伽利略,是哥白尼学说的拥护者,辛普利奇奥是亚里士多德的信徒,萨格雷多扮演中立的仲裁人。虽然书中人物的对话表面上看起来对地心说和日心说一

视同仁,但这其实是一本宣传哥白尼观点的书。因此,《对话》出版不久便遭到了教会禁止,伽利略次年就因异端罪受到宗教法庭的审讯,被判终身监禁。

尽管伽利略蒙受了屈辱和迫害,但他还是继续他的力学研究,并于 1637 年写出了《两种新科学的对话》(也简称《对话》),次年在荷兰出版。这本书仍以对话的形式全面阐述了伽利略的科学观,谈话的内容涉及材料力学和运动力学两门新学科。书中系统总结了他早年对落体运动的研究,并以公理的形式提出了速度、加速度和惯性的概念。从伽利略开始,物质的运动得到了精确的描述,科学上的距离、时间、速度等都可以量化了。这是一本划时代的书,伽利略自豪地说,他对阻力和运动所做的结论,其重要性超过了使他名垂不朽的所有天文学发现。

伽利略的两个《对话》(尤其是第二个《对话》)标志着近代科学的诞生。伽利略创立近代科学,继承了古希腊重视自然、把自然作为客观对象来研究的传统,重现了阿基米德的系统的、以公理为基础、有严密数学推导的科学研究方法,正确地指出了以后科学发展的方向。其意义并不仅仅在使我们获得了科学的知识,更重要的是使我们获得了获取科学知识的方法,使人类改变了观念,建立了科学的自然观。

我们周围的世界是什么?这是人类有史以来一直在思考的问题。对于这个问题的回答,形成了神话、宗教、哲学、科学等不同的自然观。不论是神话自然观还是宗教自然观,它们都不是从自然本身,而是从自然外部的原因来解释自然。古希腊哲学家泰勒斯提出“水是万物的本原”,这是人类历史上第一次尝试用自然原因来解释自然现象,这种尝试为他的后继的哲学家所继承。众多的哲学家提出了各自的解释。虽然今天看来其中大多数是幼稚的,但至少表明他们的自然观是丰富多彩的。在这些学说中,德谟克利特的原子论最接近今天的理论,但是包括德谟克利特的原子论在内的所有这些理论都只是思辨,也就是说它们都是哲学的。真正的科学的自然观是在伽利略创立了近代科学,同时也是创立了近代科学方法之后才建立起来的。

实验在人们思想中的地位实际上就是科学的地位。在古希腊,实验是没有什么地位的,至少在有教养的希腊人中,他们崇尚的是思辨。中世纪的人们面对亚里士多德科学方面的诸多论述,在欣赏他的智慧的同时不会想到用实验去检验它是否正确。在日常生活中,自由民众热衷于形而上学的思考,而把动手的事情都留给奴隶去做了。即使到了伽利略的年代,人们还是对实验的结果不屑一顾。据说,当伽利略在比萨斜塔上做轻重不同的小球下落实验时,同时释放的轻重不同的两个小球几乎是同时落地的。确切地说,重的那个小球比较轻的小球稍稍早一点儿落地。这对于亚里士多德“物体下落快慢程度跟它们的重量成正比”的论断是否决的。然而在当时的文化氛围中,实验的结果并没有使伽利略占上风。人们宁可相信亚里士多德的智慧,而不相信伽利略的滑稽表演。尽管如此,那时用实验来研究科学的尝试,还是在部分科学家中开始进行了。

16 世纪的欧洲出现了一批科学家,他们都对实验活动

倾注了极大的热情。达·芬奇曾做过各种实验,画出了许多物理实验示意图。他通过对实验的分析完善了杠杆原理,提出了液压的概念。他还解剖过尸体,研究了心脏的功能和结构,绘制了心脏瓣膜图和眼睛视觉模型图等。哥白尼从当牧师开始就在自己供职的教堂里建立了一个小观象台,用自己制造的三角仪、象限仪、星盘等仪器,长年累月地进行观测和计算。

伽利略也是个能工巧匠。他经常到工人中去,研究实验,制作器材。科学实验当然要进行观察,要动手做。然而,伽利略的实验有着跟前人不同的意义。这就是科学的自然观对实验有着更进一步的认识——实验的精髓是控制。因为影响自然现象的因素很多,要揭示自然的本质,就必须排除干扰,在理想化的条件下通过控制变量进行研究。每一个实验都要精心设计,考虑减少各种误差的方法,这就使得实验具有了人为的特征,即必须对自然实施一种理性的干预。这就是实验与朴素观察的区别,也是伽利略在科学研究方面超越亚里士多德的地方。朴素的观察只是对自然存在现象的忠实记录,不需要控制条件,不需要设立对照。朴素的观察自从有人类以来就有了,而实验,却是通过伽利略等人的实践才在近代科学中大大发展起来的。为了研究落体运动,伽利略身体力行地先研究斜面上小球的运动。他做了上百次控制变量的实验,这些实验都通过对物体运动距离的测量、运动时间的测量,再进行定量的数学运算,最后通过斜面倾角逼近 90° 而推理落体运动。伽利略的科学活动向人们展示了:只有科学实验才能使人类建立正确的自然观。

伽利略开创了科学研究的新方法和新的自然观,使近代科学获得了根基,标志着一门新的学科的诞生。伽利略预见了他所开创的科学方法和新的自然观,将会使一门博大精深的科学从此发展起来。科学巨人牛顿不孚所望,在前人的基础上,完成了对科学发展影响深远的一次大综合,终于建立了人类历史上第一个完整的科学理论体系——牛顿力学体系。

3 科学诞生的文化背景

有一个经常被问及的问题,为什么科学不是诞生于处在地球东方的中国,而是诞生于欧洲,这不是没有缘故的。中国古代的精英们致力于改造人类社会,提高人的道德教化,如孔子的《论语》,主要论及政治、教育、文学、哲学以及立身处世等许多领域的道理,却很少谈及自然现象。虽然《论语》中也有“子在川上曰:逝者如斯夫!不舍昼夜”的句子,论及时间和对自然的感叹,但并没有对自然现象进行深入的研究。相比之下,牛顿论及时间如:“绝对的、真正的、数学的时间自身在流逝着”,就把时间作为一个参量来描述物体的运动。可见西方的学者是把眼光落在大自然的规律上的。

从东西方文化的比较来看,西方人注重研究自然现象,他们把这种研究当作自己毕生的追求,甚至可以献出生命。德漠克利特认为世界的本质是原子和虚空。他认为我们听到的各种声音,看到的五彩缤纷的世界,会扰乱我们的心智,使我们失去对自然的真实的认识,在晚年为了“看得更清楚”,他刺瞎了自己的双眼。阿基米德在罗马士兵攻入他的住所

时,首先想到需要保护的是正在研究的数学问题,而不是他自己。他说:“不要动我的图”。文艺复兴时期的欧洲人继承了古希腊人愿为追求真理而献身的精神。布鲁诺就是为宣传哥白尼学说而受尽迫害,最后被烧死在罗马的鲜花广场(图3),这是广为流传的为日心说献身的科学精神。东方人往往缺乏这种精神。东方人也不怕死,也有侠肝义胆、视死如归的勇士。但是东方人不会为了地球绕太阳转还是太阳绕地球转这样一个跟人的社会生活没有关系的问题去牺牲。一般说来东方人的牺牲是为了社会、为了人,而不是为了自然界的一个什么东西。司马迁所著《史记》的“刺客列传”中记叙了许多这样的故事。如荆轲受燕太子丹礼遇,为报答知遇之恩,为阻止秦国灭燕,挺身而出赴秦刺杀秦王。太子丹在易水河边为荆轲送行的情景十分悲壮。“风萧萧兮易水寒,壮士一去兮不复还!”这是说不论荆轲刺秦成功与否,荆轲本人必死无疑,但是他仍勇往直前、义无反顾。毛泽东在纪念红军战士张思德的讲话中,解释司马迁的“人固有一死,或重于泰山,或轻于鸿毛”时说了这样的话:“为人民利益而死比泰山还重”,这是典型的东方文化的人文精神。西方人舍身往往是为了求真,而东方人舍身是为了取义,这就反映了东西方文化的显著差别。



图3

除了西方文化注重自然这个因素之外,伽利略个人的文化背景对科学的诞生起了决定性的作用。

首先,伽利略的科学素养是极其出色的,为科学献身的精神是令人感动的。他心灵手巧,发明和制作了军用圆规,研磨玻璃镜片制作望远镜。他用自己制作的望远镜长年累月地观察星空,包括他在地旅行,每到一地还要架起望远镜进行观察,做跟踪记录。他观察了太阳、月亮、行星,并作出正确的解释。他的第一本《对话》的写作正是在教会强化思想统治、禁止马丁·路德所有著作、对宇宙结构这样敏感题材的审查非常挑剔的年代,然而伽利略还是以66岁的高龄冒着冬天的寒冷,冒着政治的风险,亲自到200英里以外的罗马送审。总之,他具备了科学家和发明家应该具备的所有的优秀品质。

其次,伽利略跟当局以及教会的关系是相当微妙的。他深深懂得,在当时的文化氛围中,作为一个科学家跟君主、大公、主教们搞好关系是有益于他的科学研究的。他把自己发明、制作的望远镜送给当地的元老,用他自己发现的木星的4颗卫星冠以公爵科西莫二世的几个兄弟的名字,他还利用

自制热辐射演示器

尤增平

(濮阳市油田第八中学, 河南 濮阳 457532)

1 所需材料

两个相同的烧瓶、两个橡皮塞、玻璃管、60 W 左右的电灯、木板(面积约 50 cm×60 cm, 涂上白漆, 安装底座使之能竖直放在桌面上)。

2 制作过程

(1)将其中一个烧瓶的表面用黑漆涂黑, 另一个表面涂上白漆。

(2)在每个橡皮塞上打 1 个圆孔, 分别装上 1 根带开关的玻璃管。

(3)再制作两个支架, 并固定在木板上, 用于安装固定两个烧瓶。

(4)在木板上固定两根 U 型玻璃管(可以自制), 分别用乳胶管连接玻璃管和 U 型管。

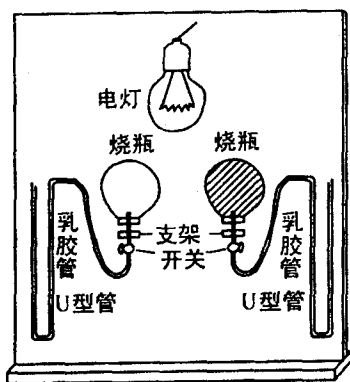


图 1

(5)将灯泡固定在木板上, 使灯泡的灯丝到 2 个烧瓶的距离相同, 约 10 cm 左右。

制作效果如图 1 所示。

3 使用方法

使用时, 分别在两根 U 型玻璃管中装入等量的水(稍加一点红墨水, 可以增加可见度)。连接好乳胶管, 打开烧瓶上的开关, 再接通灯泡的电源, 约 1 min 后, 两根 U 型管的红色墨水升高的高度会有明显的变化。且与涂黑的烧瓶相连接的 U 型管的墨水左右液面高度差较大。

4 解释现象

我们看到的现象: 涂黑的烧瓶相连接的 U 型管的红色墨水左右液面高度差较大。原因是: 两个烧瓶同时通过热辐射的方式吸收热量, 但是黑色的烧瓶吸收的热量多, 温度升高的也多, 烧瓶内的气体的压强变大, 所以涂黑的烧瓶相连接的 U 型管的墨水左右液面高度差较大, 说明了深色的物体比浅色的物体更容易吸收辐射热。

5 注意事项

(1)使用前, 不要用手摸烧瓶, 以保持两个烧瓶的温度与室温相同。

(2)使用时要注意 U 型管中的水柱升高的高度, 不要让水升高超过 U 型管的顶端, 以免水溢出管外。

(3)为了不伤害学生的眼睛, 使用时要适当遮挡灯泡。

(4)使用结束后, 要断开乳胶管, 以免水倒流到烧瓶内。

(5)一定要等到烧瓶冷却到与气温相同时, 才可再次使用。

(收稿日期: 2006-12-13)

他的学识结识红衣主教, 适时地向教皇乌尔班八世示好祝贺。伽利略利用所有这些关系, 大胆地进行科学研究, 直到他的书稿获得审查通过。这不仅是由于他在书稿的表述上进行了适当的妥协, 更是由于他努力加强与红衣主教等宗教人士友谊的结果。

第三, 也是更令人叫绝的是伽利略审时度势的态度和策略, 那确实是耐人回味的。他明知哥白尼学说被禁, 却仍坚持日心说。对于 16 世纪的公众来说, 哥白尼的日心说要我们居住的这个稳如磐石的大地去绕太阳转, 显得荒唐可笑。所以伽利略在帕多瓦大学讲授天文学的时候, 在公众场合对此也是讳莫如深, 但一有机会他就会表露和宣传科学的世界观。面对宗教势力的迫害, 他顽强抗争, 而当形势吃紧时, 他马上表示对地心说“深信不疑”。他充分考虑了当时的形势和自己的处境。他写的动摇基督教根基的科学著作采用了对话的形式, 这样不但在陈述科学问题时普遍受到欢迎, 而且使自己受到了一定程度的保护。因为这样写使托勒密的缺点和哥白尼的优点通过书中人物之口说出来, 作者就可以在他们敏感的讨论之间保持一定的距离, 好像他是一个不偏不倚的旁观者似的。在受到宗教法庭审判的时候, 伽利略一方面宣传哥

白尼学说, 一方面表示妥协。伽利略的态度使法庭的审判官分成了两派: 亲伽利略者在读了《对话》后颇受启发, 反伽利略者对他可怜巴巴的辩解谎言感到义愤填膺。伽利略最终保存了自己, 使他能够在几年后又出版了第二本《对话》。可以说, 没有伽利略的这种策略, 就不会成就他创立近代科学。

伽利略在特定地域的和历史的文化背景下、在他自身文化素养的基础上为人类创建了真正意义上的近代科学。而近代科学的创建又为人类历史创造了新的文化——科学文化, 那就是在探索物体运动规律中的实验思想、物体运动的数学描述、以理想实验为标志的科学推理和实践是检验真理唯一标准的思想。这种科学文化不仅为牛顿所全面继承, 而且一直传承至今。

参考文献:

- 1 吴国盛. 科学的历程. 北京: 北京大学出版社, 2002.
- 2 达娃·索贝尔著. 谢延光译. 伽利略的女儿. 上海: 上海人民出版社, 2005.
- 3 中国大百科全书—天文学卷. 北京: 中国大百科全书出版社, 1980.
- 4 中国大百科全书—力学卷. 北京: 中国大百科全书出版社, 1980.

(收稿日期: 2007-03-02)