



ZONGHEKEXUEKECHENG YANJIU

综合科学课程研究

余自强 主编

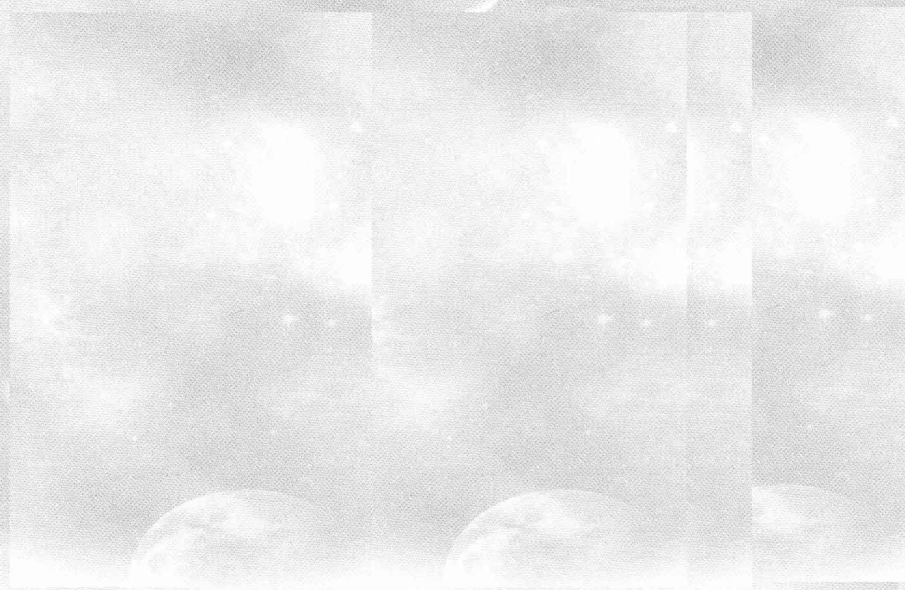
浙江教育出版社



ZONGHEKEXUEKECHENG YANJIU

综合科学课程研究

余自强 主编



浙江教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

综合科学课程研究 / 余自强著. —杭州: 浙江教育出版社, 2011.3

ISBN 978-7-5338-8824-4

I. ①综… II. ①余… III. ①课程—教学改革—初中 IV. ①G632.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 258430 号

综合科学课程研究

- 出版发行 浙江教育出版社
(杭州市天目山路 40 号 邮编 310013)
- 主 编 余自强
- 责任编辑 汤菊芬
- 封面设计 李 珺
- 绘 图 费 菲
- 责任校对 雷 坚
- 责任印务 陆 江
- 图文制作 杭州万方图书有限公司
- 印刷装订 浙江新华数码印务有限公司

-
- 开 本 787×1092 1/16
- 印 张 27.25
- 插 页 2
- 字 数 489 000
- 版 次 2011 年 3 月第 1 版
- 印 次 2011 年 3 月第 1 次
- 标准书号 ISBN 978-7-5338-8824-4
- 定 价 45.00 元
-

联系电话: 0571-85170300-80928

e-mail: zjjy@zjcb.com

网址: www.zjeph.com

从 1984 年时任东北师范大学附属中学校长的刘硕先生组织力量编写《自然科学基础》教材,到 1988 年浙江省启动自然科学课程改革,再到 2001 年国家教育部颁发《全日制义务教育科学(7~9 年级)课程标准(实验稿)》(以下简称《初中科学课程标准》)至今已过去了 20 多年。在这期间,初中综合科学课程的试验,从一个学校走向一个省,又在众说纷纭中走向全国。其经历可谓跌宕起伏、异彩纷呈。本人一直工作在教学和教研第一线,由于历史的机遇主持了浙江省义务教育初中综合科学课程的开发和课程研究。在我国基础教育第八次课程改革中,又受聘担任教育部基础教育课程改革专家工作组专家,并随同袁运开、赵峥先生一起主持了国家《初中科学课程标准》的研制,并在以后几年中,参与了中小学科学实验教材的审查和教师培训等工作,可以说,20 多年来一直与我国综合科学课程的开发伴随同行。因此,许多同仁建议我把其中的研究过程写下来。因为这场改革毕竟也是中国科学教育发展历程中的一件大事。

回顾我国综合科学课程的发展,大致经历了两个阶段。第一阶段是义务教育课程改革中,第一代综合科学课程从西方发达国家引进;第二阶段是在基础教育第八次课程改革中,我国第二代综合科学课程的开发。本书基本上按照这样一个历史发展线索展开。第一章“中国科学教育的历史回顾”,介绍我国古代科技教育的特点以及 20 世纪科学教育的发展,包括现代综合科学课程在我国的出现。从第二章到第六章,以浙江省为例介绍了综合科学课程改革的动因以及自然科学课程的研制、内容和实施的情况,并分析了浙江综合科学课程改革的成功及其存在的问题。之所以把浙江省的科学课程改革作为例子,是因为它具有典型性。在义务教育课程改革中,浙江省在初中阶段全面推行了第一代综合科学课程性质的自然科学课程,取代原物理、化学、生物和自然地理课程。这项改革自 1988 年启动,1991 年秋开始试点,1993 年秋在全省所有初中推广试验,成为我国第一个通过国家中小学教材审定委员会审定,在省级范围试用的初中综合科学课程。而且,这场改革被社会各方面以及教育界广泛认同,在全国产生了很大的影响。从第七章

到第十章,对基础教育第八次课程改革中国家综合科学课程改革的背景以及《初中科学课程标准》作了分析,并以浙江省为例,介绍了第二代综合科学课程教科书的特点及其教学现状。至于还是以浙江省为例的原因,是由于2001年国家《初中科学标准》颁发后,浙江教育出版社继《自然科学》教材之后,又编写出版了由中国科学院院士、时任中国科技大学校长、现任南方科技大学校长朱清时主编的初中《科学》教材。这套教材于2001年开始在国家级课程改革实验区开展实验,2005年秋在浙江省(除宁波地区外)及广东省深圳市的所有初中推广实验。它的编制和实施力图体现第二代综合科学课程对“科学统一性”的追求,具有自己鲜明的特色。而且浙江省已经在长达20年的时间中,延续进行综合科学课程的改革,其经验在全国具有重要的参考价值。

从第十一章到第十四章,是对我国综合科学课程进一步开发的一些思考。其中,第十一章讲了综合科学课程改革继续推进需要注意的问题,包括继续改革的必要性、课程的合理设计、教师的培养和培训以及如何提升课程教学的有效性等问题。第十二章论述了自然科学各分支学科的特点,因为分析是综合的基础,作者希望各分支学科的特点在综合科学课程中能得到充分展现。第十三章对科学课程进一步综合化的问题作了讨论。由于综合科学课程具有开放性和发展性,决定了它是一种没有固定形态和格式、类型复杂多变的课程。所以,如何综合化是一个没有固定解的非常规问题(界定不良问题),本人只是提出自己的一孔之见,以期抛砖引玉。第十四章是对综合科学课程本土化的展望。一方面,本土化是我国科学课程必须面对的问题;另一方面,中国古代的“天人之分”、“赞天地之化育”、“与天地参”、“天人合一”等科学思想,与现代人类对自然的认识、利用和改造,与认识自然、尊重自然,与人类和自然和谐统一的价值观,与可持续发展观有着在根本上一致的价值取向。而且,像以阴阳五行说为代表的整体思维、变易思维、矛盾思维、中庸思维和综合思维等独具特色的思维方式以及“观象”(取象)等中国原创性的科学方法,从后现代科学的眼光来看,都有其进一步扬弃的价值。更何况还有那么多的本土课程资源可供我们开发和利用。

早在2001年6月,教育部发布的《基础教育课程改革纲要(试行)》就要求“初中阶段设置分科与综合相结合的课程,主要包括思想品德、语文、数学、外语、科学(或物理、化学、生物)、历史与社会(或历史、地理)、体育与健康、艺术(或音乐、美术)以及综合实践活动,积极倡导各地选择综合课程”。2006年,国务院颁发的《全民科学素质行动计划纲要(2006~2020年)》再次提出:“通过实施新世纪素

质教育工程,推进新科学课程的全面实施。针对不同年龄段学生特点,注重课程的综合性与连贯性;开展学龄前科学启蒙教育,采取有效措施,积极推广义务教育阶段综合性科学课程。”但由于多方面的原因,科学课程迄今仅在浙江省和全国个别地区得到实施。然而从全世界来看,正如《中国大百科全书·心理学》所指出的那样,“初中自然科学课程的综合化是各国改革的新趋向”。^①同时,国内 20 多年的实践,也为我们提供了实施科学课程的成功经验和教训。因此,从提高全体国民的科学素养考虑,有必要对初中综合科学课程的进一步改革与发展开展研究。这就是作者撰写这本书的初衷。相信本书能够引起从事科学课程研究和教材编写的专家、高等学校科学教育专业的学生、担任科学课程教学工作和关心科学课程发展的初中教师和行政领导,以及研究课程和教学的专业人员的兴趣,并希望他们能在本书的基础上进行更深入的讨论和研究。同时,我国小学科学课程改革正在深入开展,小学科学教育正在从自然学习向真正意义上的科学教育转化,相信本书也会引起从事小学科学教育的专家和教师,以及相关专业人士的共鸣。

值本书问世之际,谨向多年来向我提供了无数帮助和支持的领导、专家、中小学老师表示衷心感谢,向浙江教育出版社的朋友,特别是汤菊芬老师表示感谢。本书引用了许多专家、老师的论文和资料,在此一并致谢。客观地说,这本书是 20 年来我国初中综合科学课程改革的产物,是大家的成果。

由于自己长期在第一线工作,不免有视野的局限和理论上的疏漏,期望斧正。同时,更期望有越来越多的专家和教师参与到综合科学课程的开发与研究中来,进一步提高我国中小学科学教育的水平。让我们为创建具有中国特色的综合科学课程共同努力奋斗!

余自强

2010 年 6 月于浙江温州市教育教学研究院

① 中国大百科全书编辑委员会. 中国大百科全书·心理学. 北京: 中国大百科全书出版社, 1991.581

第一章 中国科学教育的历史回顾

第一节	中国古代的科学教育	1
第二节	近代科学教育制度的建立	8
第三节	初中科学课程分科还是合科的争议	15
第四节	新中国成立后中学科学课程的沿革	22

第二章 浙江综合科学课程改革的动因

第一节	科学教育理念的变化	29
第二节	综合科学课程的发展	34
第三节	社会发展的需求	41
第四节	义务教育的实施	49
第五节	对当时科学课程的调研	52

第三章 浙江省自然科学课程的研制

第一节	对综合科学课程的认识	57
第二节	对国外综合科学课程的考察	65
第三节	国内先行者的借鉴	71
第四节	自然科学课程哲学思想的确定	77
第五节	形成自然科学课程编制的基本思想	81

第四章 自然科学课程的内容

第一节 自然科学课程的教育目标和学科要素分析	85
第二节 自然科学课程的教学体系和内容	87
第三节 自然科学课程中实践能力的培养	92
第四节 自然科学课程内容的特点	97

第五章 自然科学课程的实施

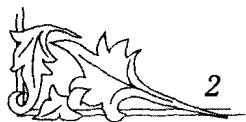
第一节 义务教育课程计划的配套改革	106
第二节 《自然科学》教科书的编写	109
第三节 《自然科学实验实习册》的编写	118
第四节 从浙江省自然科学课程的实践看教师的适应	125

第六章 浙江科学课程改革的成功及问题

第一节 改革得到全社会的支持	132
第二节 实施层面的成功操作	140
第三节 课程改革的成效和困难	153

第七章 国家综合科学课程改革的背景

第一节 制约科学课程发展的因素	161
第二节 20 世纪后期的科学教育理念及课程	170
第三节 科学哲学新观念进入科学课程	177
第四节 面向 21 世纪的科学课程改革	186



第八章 我国初中科学课程标准

第一节	初中科学课程的基本理念和课程目标	192
第二节	《初中科学课程标准》的学科要素和内容体系	202
第三节	《初中科学课程标准》对科学探究的理解	211
第四节	《初中科学课程标准》对科学·技术·社会的理解	216

第九章 浙教版初中《科学》教科书的分析

第一节	科学课程教科书的建设	225
第二节	浙教版初中《科学》教科书的内容及特点	231
第三节	浙教版初中《科学》教科书学习方式的变革	240

第十章 初中科学课程的教学改革

第一节	初中科学课程教学设计的取向分析	256
第二节	生命科学领域的教学设计示例	266
第三节	物质科学领域的教学设计示例	274
第四节	地球、宇宙和空间科学领域的教学设计示例	285
第五节	科学、技术与社会的关系领域的教学设计示例	292

第十一章 综合科学课程改革的继续推进

第一节	科学课程继续改革的必要性	298
第二节	综合科学课程的合理设计	306
第三节	综合科学教师的培养和培训	311
第四节	提升综合科学课程教学的有效性	315

第十二章 充分展现各分支学科的特点

第一节 物理学科的特点	330
第二节 化学学科的特点	338
第三节 生命科学的学科特点	344
第四节 地球、宇宙和空间科学的学科特点分析	357

第十三章 对科学课程进一步综合化的思考

第一节 美国科学教育界的讨论	364
第二节 小学科学课程的启发	372
第三节 围绕思维素质教育实现综合	379
第四节 实现科学性与人文性的统一	386
第五节 以模块化促进综合化	394

第十四章 综合科学课程本土化的展望

第一节 科学课程本土化问题的提出	401
第二节 中国古代的科学思想	404
第三节 独具特色的思维方式和科学方法	409
第四节 本土课程资源的开发和利用	417



第一章 中国科学教育的历史回顾

中国的现代综合科学课程改革始于20世纪80年代的普及九年制义务教育。但现代教育作为社会文化的组成主体之一,是历史的延续和发展。因此,对现代综合科学课程改革的认识,我们需要从回顾及分析中国科学教育的历史开始。

第一节 中国古代的科学教育

一、中国古代科学教育的概况

科学教育起源于社会生活及劳动。原始人类为了自身的生存和延续,就要把世世代代积累起来的生活及劳动经验留传给新一代。因此,生活和劳动的过程也就是教育的过程。这种非学校形态的、主要是在生活和劳动过程中进行的经验技能的传授活动,就是所谓自然形态的科学教育。学校教育则是社会发展到一定历史阶段的产物。我国从原始社会解体到奴隶制国家的建立,经历了很长的历史时期。在此期间,学校教育也经历了从萌芽到逐步发展的过程。在整个奴隶社会和封建社会阶段,统治者对教育都非常重视,学校教育绵延不绝。古代的学校教育按其性质可分为官学和私学两大类,两者的科学教育在课程设置上有不同之处。

(一) 先秦时期的科学教育

中国最早的学校产生于奴隶制国家建立之后的夏。《孟子·滕文公上》说:“夏曰校,殷曰序,周曰庠;学者三代共之,皆所以明人伦也。”夏代学校的教学内容现在已很难考证,据推测大体包括礼乐和射御两个方面。夏之后,商代是靠宗教和军事统治的国家,巫史掌握文化教育,这就决定了学校教学内容以远古宗教(如自然神崇拜、鬼魂崇拜等)和军事为主,礼乐教育也比较发达。从甲骨文和古籍所载来看,商代学校还要进行读、写、算的教学。在我国历史上,周朝实现了由神本文化向民本文化的转化。西周的学校以“六艺”为基本课程。“六艺”包括礼、乐、射、御、书、数,反映出其教育思想已涵盖德、智、体、美等几方面,不过还只停留在实践的层面上。需要指出的是,西周的学校教育是贵族教育,对生产知识和科学技术极不重视。《尚书大传·略说》称“审曲面势以饬五材,以辨民器,谓之百工”,“坐而论道,谓之王公”。而当时学校的任务是培养统治者,所以尽管西周时期技术已有较大的发展(如青铜器制造等),但百工技艺仍不被列入课程内容。

春秋战国时期,政治、经济和文化的急剧变化给社会带来了剧烈的震荡。此

时官学趋衰,私学骤兴,形成官学与私学并存的局面。诸子百家纷纷立学设教,其中对教育有较大影响的是儒、墨、道、法四家。当时儒、墨两家影响较大,被称为显学。儒家学派重视政治思想和道德规范的教育,“子以四教:文、行、忠、信”(《论语·述而》)。孔子整理订正的古代文化典籍《诗》、《书》、《礼》、《乐》、《易》、《春秋》,是我国第一套比较完整的教科书。从内容上来看,与“六艺”相比,儒家典籍已趋于理论化。《乐》后来亡佚,其余五书成了古代教育文献的经典,称为《五经》。墨家学派重视生产实践,讲求科学、技术和逻辑。墨子被认为是我国古代也是世界古代伟大的科学家之一。《墨经》是墨家进行私学教育的教材。《墨经》在教学内容上已有力学和光学方面的知识,逻辑方法被广泛应用于具体的认识过程,而且在教学方法上,也已运用自然观察法,这是物理实验的起源。可惜在汉代独尊儒术之后,墨学渐渐消退,以至对整个古代教育的影响甚微。

(二) 秦汉后封建社会时期的科学教育

秦以法家思想为指导,打败了诸国。统一全国后,在教育上采取“以法为教”和“以吏为师”的学吏制度,在全国各地设置专管教化的乡官,名曰“三老”。始皇三十四年(公元前213年)以后,统一文字,开始编写全国统一的识字课本。

公元前136年,汉武帝接受董仲舒、公孙弘等人的建议,“罢黜百家,独尊儒术”,规定以“五经”作为策士铨材的标准,就是以儒家典籍向人们灌输儒家教义,包括儒家的宇宙观、人生观和伦理道德观念,以达到所谓“成德达材”和“化民成俗”的目的,从而为其统治服务。此时,只有宫廷学校开设天文、数学等科学教育课程。而在此后两千多年的封建社会里,“五经”基本垄断了学校课程,严重阻碍了科学教育的发展。

到了三国时期,私学兴盛。当时私学的教学内容多以儒家经学为主,但也有些私学兼教天文、历法等。例如,郭思设的私学既教经学又教天文学(《三国志·魏书·管辂传注》)。南北朝的情况大抵相似,只有少数私学涉足“算数、天文”。

隋唐时期是我国封建社会的鼎盛阶段,政治、经济、文化都达到了空前的繁荣和昌盛,教育也有了长足的发展,其中包括科技教育。隋统一中国后,鉴于魏晋南北朝时期,玄、佛、道相继兴起,重新重视儒学。科学教育方面,在中央官学新创了算学等专科学校。唐代中央官学也设置算学专科学校,直属于国子监。学习内容为财政收支、历法、天文及较复杂的计算技术,修业年限7年,并曾在科举中设“明算科”。同时,唐朝还设置了医学专科学校。医学分为四门:医学、针学、按摩学和咒禁学,均有严格的修业年限和课程设置。特别值得一提的是,朝廷制订了一套规章制度,规定官府工匠必须接受必要的工艺技术训练方可开业。这种严格的技术训练为唐代各行各业工艺技术的进步提供了比较充足的人力资源。

宋代科学技术达到了很高的程度。对人类文明有重大贡献的火药、指南针和活字印刷这三大发明都在此期间相继问世。此时,中央科学教育机构的设置仍然主要在算学和医学,教学内容也与唐代相仿。但从宋代开始,中国封建社会的政治经济开始走向衰落。封建统治者为了加强自己的专制统治,把理学作为工具。认为理先于天地而存在,主张为学就是“即物穷理”。这种哲学观点与自然科学的精神气质及方法手段是截然相反的。理学被奉为正统后,理学家利用道教的数字神秘主义来解释《易经》和《易传》,以及洛书图、伏羲八卦次序图等,成为数学和科学教育的主要内容。因此,宋代的科学教育未能从根本上超越唐代,更没有达到与此时的科技和文化繁荣相匹配的水平。

元代在地方官学中设置了社学、医学和阴阳学。社学是当时较为普及的教育形式,主要是加强对农民的封建道德教化和农桑耕种技术的教育,但没有固定的课程和严格的教学制度。医学和阴阳学属科技教育类,前者专学医,后者学习天文学和术数。

明代中央官学仍保持有医学和阴阳学。清代中央官学建立了算学馆。那是研究自然科学的学校,康熙五十二年(1713年),选八旗子弟学习算法。乾隆四年(1739年),将算学馆隶属于国子监,称国子监算学。然而,此时西方早已开始近代科学革命。科技教育的缺失最终导致了近代中国的落后。

二、中国古代科学技术发展的特点

中华民族的祖先很早就在中国这块广阔的土地上生活。原始社会的遗迹遍及我国南北各地。约在公元前22~前21世纪(夏商周断代工程暂定以公元前2070年为夏代始年),夏朝在我国中原地区建立了自己的统治,奴隶制社会开始形成。与世界其他古代文明相比,我国奴隶制国家的形成较晚。例如,发源于现今土耳其境内的亚美尼亚高原的幼发拉底河和底格里斯河,这里有一个两河流域文明;非洲的尼罗河自南而北流向地中海,在它广阔的三角洲上有一个文明古国埃及。约在公元前3000多年,这两个地区分别出现了许多奴隶制城邦,随后又发展成为奴隶制国家。而在南亚次大陆及其邻近岛屿形成的古印度文化,约在公元前3000年以后,过渡到了奴隶制社会(史称哈巴拉文化)。根据现有考古材料分析,我国奴隶制社会时期的科学技术发展总体水平不如他们。

到了从奴隶制向封建制过渡的春秋战国时期,我国的科学技术出现了一个十分明显的飞跃。经过秦与汉,总体水平迅速跃居世界前列。而两河流域在公元前6世纪为波斯人占据,从此结束了它的文明史。古埃及至公元前525年实际上成了波斯帝国的一部分,其后又为希腊人所统治,它的历史从此而告终。哈巴拉文明至公元前1750年后突然中断。古希腊出现奴隶制的时间与我们差不多,但后

来其文明也中断了。在世界古代文明中,只有中华文明一直延续。所以,我国古代科技自秦汉以后在许多方面超过其他国家和地区数百年甚至 1000 多年之久,在世界科技史上产生了重大的影响。

然而,中国古代科技作为古代社会的产物基本上停留在经验性阶段,没有形成理论体系(医学有些例外)。当然这是所有古代文明共有的不足。但近代科学之所以能在古希腊文化的基础上诞生而与中国古代科学无缘,其原因在于从科学文化的角度看,与古希腊相比,我们有以下弱点:

1. 由孔子开创并以其为代表的儒家思想是中国传统文化一笔极其珍贵的财富。特别是孔子的教育思想和经验是中国教育史上的瑰宝,其中有不少主张至今仍然光彩耀人。然而,儒家学说中也有许多不利于科学发展的糟粕。春秋战国时期,儒家虽然有很大影响,但它毕竟只是一家学派,其影响终究有限。从汉朝董仲舒等人提出“罢黜百家,独尊儒术”以后,儒学成为封建统治者钦定的官方哲学。从此以后,儒学实际上已与原来的儒家学说不同。事实上,它成为统治者对人民实行精神统治的宗教。儒学文化也成为中国古代的主流文化。儒学从“天人合一”的观念出发,对自然的探索以论证政治、伦理原则为基本目的,因而把事物的自然与社会属性相混淆,不能把物质与精神、主体与客体、人性与天道等概念相区分。例如,对天地结构,中国古代盛行天圆地方的“盖天说”。《吕氏春秋》对此的解释是“天道圆,地道方,圣王法之,所以立上下”。^①而古希腊和近代科学思想的逻辑起点是主体与客体相分,把自然界作为一个独立的研究对象,坚持从自然界本身的物质构成及运动来解释自然现象。

2. 古希腊的自然哲学比较发达,自然科学的一些学科(如天文学、数学,特别是几何学)的理论性较强,科学思想和科学方法也都达到了一定的水平。我国古代科学家不注重理性思维,他们的成果基本上都是实用性的。像古希腊人那样深入的理论性研究,在中国古代不曾有过。而我国古代哲学家们不甚关心自然界中的问题,对探索自然的存在和变化规律缺乏兴趣。他们对自然界的认识只有一些笼统的猜想。这种现象对哲学和自然科学两个方面的发展都十分不利。

3. 东亚大陆得天独厚的自然条件和地理生态环境,孕育了华夏民族以农耕为主体的经济生产形态。秦汉以后,历代统治者都把“重农固本”奉为治国的不易之道,而农业又长期停留在自给自足的小农经济阶段。由此造成了以农、算、医、天文历法及各种实用技术为核心的实用性科技品格,使得我国古代科学多为经验性科学知识。以农学为例,我国古代农学著作数量很多(包括已散佚的),已知的

① 吕氏春秋·季春景·圆道

有370多种,为古代世界各国之冠。但它们基本上都是各种农业生产具体经验的记载,几乎未曾作出理论性的概括和总结,更没有形成学科理论体系。又如我国古代的天文学,基本上只是为制订历法服务。虽然在天象观测上有许多成果,却极少像古希腊和古印度的天文学家和哲学家们那样,进一步探讨规律性的问题。例如,史书上多次记载哈雷彗星的出现,但从未有人注意到它的出现周期,从而未能认定这是一颗重复出现的彗星,同时也从未有人认真地研究过宇宙结构模型。从历史上看,早在春秋战国时期,我国的手工业技术已经有了较大的发展,作为先秦时期的手工艺专著《考工记》,就系统记述了30种手工业生产技术,涉及很多科学问题。这类科学问题为墨家学派提供了研究对象。《墨经》主要包括两方面的内容:一是对手工业技术实践中的一些规律性现象作了进一步的分析、研究、总结和概括,如用“力,形之所以奋也”给力以定义;二是对自然界的一些基本现象(如时间、空间、运动、物质结构)进行讨论,如用“弥异时”和“弥异所”来定义时间和空间。因此,有学者认为“从《考工记》到《墨经》,说明了先秦科学技术开始从经验形态向理论形态的过渡”。^①梁启超也曾慨叹:“在吾国古籍中欲求与今世所谓科学精神相悬契者,《墨经》而已,《墨经》而已矣。”^②可惜从文化生存和发展所必需的社会基础和物质基础来看,墨家的科学和逻辑思想既不能适应以家族血缘关系为纽带的宗法制社会政治结构,又不能适合小农经济及在此基础上形成的科技体系的需要,所以至秦后一蹶不振、几成绝学。以至于明代的《天工开物》与《考工记》时隔两千余年,却仍然停留在对实际操作程序的记录而没有对规律性现象的分析和研究,以及用理论形式进行概括和总结。

4. 我国古代数学成就甚大,但基本上是一门实用性的学科,不像古希腊那样着重于向理论发展。众多的数学家中,只有三国时期魏国的刘徽为《九章算术》作了详注,对《九章算术》中的全部公式和定理给出了证明,并对一些重要的概念给出了较为严格的定义。刘徽的工作实际上已经形成了一个包括概念和判断,及以数学证明为其联系纽带的理论体系。这是对《九章算术》以数值计算为中心、非逻辑结构的数学体系的重大突破。刘徽因此而被认为是我国古代数学理论的奠基者。可惜,刘徽这样的工作未能得到继续和展开。蕴含在数学内容中的观点、方法、信念和态度,如数学思想方法、数学意识等,对自然科学的发展非常重要。例如,自然现象的定量观察和研究,符号和公式的运用,特别是古希腊欧几里得几何学所使用的逻辑推理方法,在科学理论体系的构建中都起着重要的作用。由于作

① 邢兆良.中国传统科学思想研究.南昌:江西人民出版社,2001.235

② 梁启超.墨子校释·自序.北京:中华书局,1941.2



为典型逻辑推理方法的数学思想方法的缺失,使得中国古代也未出现像古希腊阿基米得那样的学者,能以数学为工具,对自然界进行认真、具体、深入的理论研究。

三、中国古代科学教育的特点

(一) 儒家思想在教育上占据主导地位

中国古代科技发展特点的形成是与教育分不开的。教育总是从一定的价值观和价值取向出发,对人类已获得的知识进行筛选、传播和分配,从而促进人类知识的积累和发展,以及人们认识和实践能力的提高。从传统文化的发展来看,中国古代教育制度建立伊始,儒家文化即占据主导地位。儒家文化在经济上是一种典型的农耕文化,重农抑工商。儒家的治国之道和管理社会的方式是崇尚礼乐教化。从其思想理论核心来看,是以“仁”为标志,崇尚道德理性、注重道德修养的文明类型。反映在教育思想和课程设置中,弘扬的是一种人文精神而不是科学技术价值。于是,我们看到在中国古代社会,科技内容在官学与私学课程中虽有所反映,但重视程度不够,在价值观上,都是把伦理道德标准摆在首位。虽然隋唐以后也设置了一些与自然科学相关的专科学校,并颁布了一些科技教材,但其地位远不能与儒家经典相比。“六艺”中只有“数”属自然科学方面的内容。但从教育整体来看,它不是学习的重点,也不受人重视。这是中国古代科技教育的一个特点。

(二) 不重视能力的培养

人文主义的教育哲学决定了中国古代教育以“学会做人”为教育的根本目的。尤其重视道德教育和德行培养,强调道德责任感和历史使命感。在选择、认可、使用文化知识和教育内容时,主要根据道德教育的目的与任务来确定。例如,儒家文化主要围绕人与自身、人与人、人与集体、人与社会的道德关系展开,“德”在其中占主导地位。能力则不同程度上被忽视,甚至有“女子无才便是德”之说。在历史进程中,封建统治者又对先秦儒家学说中一些有利于科学发展的观点不断进行修改。例如,先秦儒家在《礼记·大学》中主张“致知在格物,物格而后知至”。这种重视实践的思想对于自然科学的发展无疑是具有积极意义的。但经过后人作注,在东汉郑玄那里,它变成了先“致知”后“格物”;宋代朱熹又把它变成“即物穷理”这样一个理学命题;明代王阳明更进一步提出“致吾心之良知于事事物物”,把它纳入了心学体系。这样,在认识论上原本正确的主张就彻底蜕变成谬误,成为科学发展的一种阻力了。

中国本土文化中,唯一能长期与儒家文化既相抗衡又互为补充的学派只有道家文化。道家的教育哲学站在超道德、超功利、超认知的立场上,面对知识积累和返朴归真的矛盾,否定人的能力,明确主张“绝学”、“弃智”而“为道”。儒家文化和道家文化对能力的轻视和否定,是中国古代科技未能达到更高形态的一种综合

文化的原因。

(三) 多样化的科技教育形式

应当看到,我国古代教育不仅培养出一代又一代杰出的政治家、军事家和文学家,还培养出了一批又一批的科学技术专家。正如英国著名科学史家李约瑟指出的,“中国古代数千年积累的科学技术伟大成就,对世界的文明发展作出了巨大的贡献。要是没有这种贡献,就不可能有我们西方文明的整个发展历程”。如何解释科技教育与科技成就之间的巨大反差?客观地说,中国古代是有科技教育的,其途径主要有三种:①医药、农业、畜牧业和手工业科技教育。在医药学以及农业、畜牧业和手工业生产技术中,广泛地存在着科学知识的应用。家传和学徒制成为这类知识教育的主要形式。家长或师傅在把自己所掌握的专门知识与技能传授给子孙和徒弟的过程中,同时也就传授了其中所包含的科学知识。例如,历史上的著名医家几乎都曾收徒授业或侧重家传,许多名医都是世医。②著书立说。中国古代有不少科技著作,其中有些达到了相当高的水平,如春秋战国时期的《考工记》和《墨经》,汉代的《论衡》和《汜胜之书》,南北朝的《齐民要术》,宋代的《梦溪笔谈》,明代的《农政全书》、《本草纲目》、《天工开物》、《乐律全书》、《徐霞客游记》等。这些书对科学知识的普及和发展都起了推动作用。③聚徒讲学。古代有专长的士子,可以在私学中讲授科学知识的内容。例如,晚宋著名数学家李冶在河北元化封龙山下开办讲学斋(后被称为封龙书院),除文学知识外,主要讲授数学,并兼及其他自然知识,是宋代书院科学教育的一个成功实例。又如明末清初的颜元,在他创办的漳南书院中,就曾设有水学、火学等科目。

更为重要的是,中国古代学术的特点是综合。例如,儒学具有多种内容,不仅讲君臣父子、天道人伦,还包括有自然科学的内容,这就是所谓的“大人文学问”。有人统计,在《诗经》中涉及的动植物达334种、谷物25种、蔬菜38种、药物17种。从动植物种类划分,有草类37种、花果15种、树45种、鸟类42种、兽类41种、虫类31种、鱼类16种。《春秋》中记载日食有37次,还有关于哈雷彗星的记载,对其出现的时间和方位等的描述都相当准确。儒家经典尚且如此,其他类著作中的科技知识就更多了。例如,战国末期秦相吕不韦的门客所编的《吕氏春秋》(公元前239年)中的《上农》、《任地》、《辩土》和《审时》四篇,主要论述农业生产的重要性和农业生产中因时、因地制宜,充分发挥人的作用等问题。因此,可以认为中国古代专业科技教育的薄弱,在一定程度上得到古代学术的综合性特点的弥补。

(四) 科技知识包容在“大人文学问”之中

在人类文化教育史上,像中国传统学问的“大人文”状况是绝无仅有的学术现象。“大人文学问”作为我国传统文化的特点,有其优越的一面(这方面我们以后