



西方自然哲学

与近代数学的起源

**Western natural philosophy and  
the modern origin of mathematics**

赵云蒙虎 著

甘肃文化出版社

# 西方自然哲学与近代数学的起源

赵云 蒙虎 著

甘肃文化出版社

图书在版编目 ( C I P ) 数据

西方自然哲学与近代数学的起源 / 赵云,蒙虎著  
—兰州 : 甘肃文化出版社, 2009.11  
ISBN 978-7-80714-966-8

I. ①西… II. ①赵… ②蒙… III. ①数学史—西方  
国家—近代 IV. ①O11

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第202427号

## 西方自然哲学与近代数学的起源

赵 云 蒙 虎 著

---

责任编辑 / 王天芹  
封面设计 / 魏 西

---

出版发行 / 甘肃文化出版社  
地 址 / 兰州市曹家巷 1 号  
邮政编码 / 730030  
电 话 / 0931-8454870  
经 销 / 新华书店  
印 刷 / 甘肃新华印刷厂  
厂 址 / 兰州市定西南路 21-129 号

---

开 本 / 787×1092 毫米 1 / 16  
字 数 / 277 千  
印 张 / 12  
版 次 / 2009 年 11 月第 1 版  
印 次 / 2009 年 11 月第 1 次  
印 数 / 1-1000 册  
书 号 / ISBN 978-7-80714-966-8  
定 价 / 28.00 元

---

如发现印装错误,请与印刷厂联系调换

# 前 言

本书以西方理性传统中的数学发展为基本线索和出发点,通过考察文艺复兴以来希腊自然观的复兴和宗教改革的影响,结合十七世纪西方数学明显的“量的科学”的特点,说明以自然的数量化和宇宙的机械化为特征的新的自然哲学,通过直接提供模糊而丰富的“量的连续统”和间接的为“算法合理性”辩护,对十七世纪的“算法数学”——特别是解析几何和微积分的产生和发展的影响。全书沿着笛卡尔的“思”路,说明深受西方理性传统影响的文艺复兴时期以来的自然哲学,从世界图景的数量化到自然哲学的数学化,形成西方理性“拯救现象”的新的有效方式,而以微积分为代表的新的数学正是西方传统理性以新的方式“拯救现象”的副产品。

著名科学史家伯特和卡瓦列里在他们的经典之作《近代物理学的形而上学基础》、《伽利略研究》和从《封闭世界到无限宇宙》等一系列经典著作中强调近代科学的突出特点是“数学化”。我国北京大学哲学系的吴国盛教授在《自然本体化之误》、《自然的退隐》和《时间的观念》等著作中也集中研究了这一问题。他们从新的自然和宇宙图景以及物理学(自然哲学)学科特点等几个方面论述了这一数学化的特征。以上学者对于这一问题的研究集中在一般的理论层面,而且从中不易看出科学的“数学化”对于数学本身发展的影响作用。

本书从考察十七世纪数学的自然哲学背景出发,从基于毕达哥拉斯传统的自然图景的数量化、和基于基督教传统的宇宙图景的机械化,以及基于欧几里得传统的物理学科体系的演绎化等三个方面更加具体地考察了近代科学的数学化特征。同时说明,新的自然观的确立和自然哲学的繁荣为数学的发展提供了必要的条件,通过对这一数学化过程的分析得出以下几个结论。

首先,十七世纪数学的研究对象是一个包含代数结构、序结构和拓扑结构的模糊的“量”的混合物,而主要的内容是有别于古典几何的无穷小算法。正是以物质的数量化和运动的机械化为特征的新的自然哲学为这种量的存在及性质(特别是拓扑性质)和程序化的算法提供辩护。

其次,新的自然哲学所强调的物质的数量化和运动的机械化为微积分的产生提供了以时空广延为模型的直观连续统。正是对这个直观连续统的分割、求和、求比成为牛顿和莱布尼茨建立他们的普遍的微分和积分算法的基本方式。

另外,正是基于新的自然哲学的、作为描述机械运动的时空片段的“瞬”标志着古典数学原子论的积分观向现代的分割实数连续统的积分观的转化,而现代数学的微分概念更是直接源于描述机械运动的速度和与运动轨迹密切相关的曲线的切线问题。而作为十七世纪的无穷小量的“瞬”的这种重要转折功能被人们所忽视,甚至在一些经典著作中被误判,在本书中加以澄清。

最后,国内一般文献强调十七世纪数学发展深受经验科学和技术问题影响的特点,而我们则从另外一个角度,通过笛卡尔、莱布尼茨有关普遍方法的强调和牛顿的《原理》对欧几里得《原本》的仿效等案例的分析进一步证明十七世纪西方数学发展的深刻的理性背景。

# 序

## 一、思想背景

促进科学与人文的结合是新人文主义的核心,同时也是我们这个时代普遍关注的文化教育问题,即开展人文素质教育。那么,如何有效地提高科技工作者的人文素质教育和修养,如何理解科学与人文的关系,进而认识科学自身(包括数学)的人文价值,就成为科学史和科学哲学需要解决的问题。在理工科专业开设传统的人文社科课程,通过审美艺术的特征说明科学的人文气质,自然是解决这一问题的方式之一,但是科学(特别是数学)本身以其独特的方式体现着人文精神的内涵,它并不需要借助于绘画、音乐或者诗的形式去说明。

其实,不管从艺术、科学、哲学还是宗教、伦理等任何一个学科入门,只要深入其中,就会发现它们是相通的,真、善、美是统一于人性的。这正如著名哲学家休漠所说的“任何一门学问,包括自然科学和数学,在本质上都是人性的某种反映”。而科学(数学)所反映的就是人的理性。也正是从这种意义上,人们认为科学即是西方的人文,或者更中肯地说,科学中蕴含着丰富的人文价值。新人文主义的代表乔治·萨顿认为:“在许多情况下,尽管科学并没有实用的或商业的价值,除了或许具有消除我们自身的偏见和特权的力量之外,再也没有任何别的力量,我们还是照样热爱真理”。科学在本质上是自由的学问,从它脱离原始宗教开始就体现着人的自由精神。“为宗教幻想摇摆不定所主张的个性独立思考,从实践生活问题扩展到对自然界的认识;在认识自然界时这种独立思考首先获得摆脱外在目的的自由,首先获得知识的自我限制,这就构成了科学的本质”。所以,科学蕴含着丰富的人文价值。科学正是通过帮助人们获得系统的知识,通过获得真理而使人“免受无知的惩罚”。“科学还被称赞为优雅的知识,是一种特别适合于医学界人士表现文化教养的手段。对自然知识的涉猎可能被视为绅士的一个标志而受到鼓励”。古希腊人清楚的认识这一点,欧里丕得斯(EuriPides)有一段美妙的感叹:“那些获得了科学知识的人是有福的,他们既不追求平民的烦恼,也不急急忙忙参与不公正的事业,而是沉思那不朽的自然界

的永恒的秩序,沉思它是怎样形成的,以及在什么时候、为什么形成的……”。可见,科学为个性的自由和完美提供了有效的途径。

然而要透视科学的人性本质,挖掘科学本身的人文价值,必须通过科学史与科学哲学的结合,考察科学产生和发展的文化背景。这是世界科学史研究中普遍关注的问题。

在我国由于各种各样的原因,科学与人文的隔膜更加明显,并且表现出特别的“国情”,尤其是许多人为的误导加剧了科学与人文的分离。首先,我们今天所说的科学发端于古典希腊,兴起于近代欧洲的一种特定的文化形态,它受外在的人类社会实践需要的影响,但更主要的是一种内在的思想表现形式,是人的“思”与“行”相结合的产物。而且,相比于技术文化,它更多地受西方思想传统——特别是西方哲学和宗教的影响。而相比之下,我国传统的科学更多地受实用技术的影响,科技一体,并以技术为主。我国接受西方的科学又是在特定的历史条件下被动地简单“拿来”,科学从开始就被它的实用意义所限制,而这种重视实用的科学观既符合中国经世致用的科学传统,也迎合了当时救亡图存的现实。从此,百余年来形成了一种根深蒂固思想观念——“科技”不分。其次,自五十年代以来,在“马克思主义”意识形态的影响下,试图用“历史唯物主义”解释一切人类文化现象,解答所有涉及历史演化的具体问题,强调人的社会存在决定社会意识、实践决定思想,从而用“行”取代“思”。这种思想观念通过教育、政治性的宣传特别是哲学(包括科学哲学)研究对我国学术界的科学观和科学史观产生了直接的影响:科学技术的发展完全是或主要是由社会生产劳动决定的,成为一种十分普遍的观念。

另一方面,科学史的研究一般可分为“内史”和“外史”两个方面,而内史又包括与考古学、文献学相结合的实证性的考据史和与科学哲学相结合的思想史两个主要方向。我国的科学史研究相对来说起步比较晚,而思想史的研究又是一个弱点。就数学史的研究而言,比较集中在中国传统算学的考据解读,对西方数学史还主要是翻译和介绍性的工作。主要的研究成果在形式上表现为“历史上的数学”,研究方法主要是实证性的考据。考据性研究是数学史研究的基础,当然应该受到重视;然而,数学发展的历史还不能由“历史上的数学”按着自然的时间顺序简单的罗列而成。作为人类文化整体的一个有机组成部分,数学发展的历史就象一个物种的进化一样与整个(文化)群落及其环境密切相关。要以“历史上的数学”为基础勾画出数学发展、演化的历史,就有必要考察“历史上的数学”产生和发展的文化背景,这也是思想史研究的基本问题之一。“算法、演绎

倾向与数学史的分期”一文应该是我国数学史走向思想史研究的一个契机,作者通过对数学知识结构和思维方法的分析,提出一种明确的数学史分期标准:即以“算法倾向”与“演绎倾向”的交替繁荣为主线来刻划数学发展的阶段性。另外,“量的层次性与数学史的分期”一文以数学的研究对象“量”的层次结构的不断扩展为标志而将数学史划分为:名数、常数、变数以及结构时期等四个基本阶段。以上两文分别从方法论和本体论的角度反映了数学发展的阶段性,是对实证主义编年史的明显超越,也为进一步从认识论的角度研究这一问题提供了线索和启示。

基于以上所说的时代背景和研究基础,从新人文主义的角度入手,抱着进一步考察西方数学发展的哲学(文化)背景和认识根源的奢望。本书重在考察数学发展受哲学、宗教、自然科学思想的影响作用。具体就十七世纪的数学发展而言,这三个方面的影响又集中体现在“自然哲学”之中。十七世纪的哲学思想大致可分为强调经验的培根方向和强调理性的笛卡尔方向两个流派,考虑到数学的学科特点同时也为着论述更加集中,本书沿着笛卡尔为代表的理性主义方向追索十七世纪数学发展的自然哲学背景。笛卡尔的形而上学是“思”的过程,上帝是他的“思”的逻辑必然,而数学则是“思”的基本工具。笛卡尔在发展他的形而上学、证明上帝的存在性的努力中改进其数学工具。这就是我们的研究方向——沿着笛卡尔的“思”路。

## 二、数学——西方理性的典范

真理、逻辑和上帝构成西方理性的基本的三维标架。真理(求真)体现着人的理性的最基本的形式:亚里士多德在《形而上学》开始就讲到“求知是人的一种本能”。逻辑体现着理性的规范性,而上帝招示着理性的完美。

西方科学是在探求真理的本能(人性)的激发下,在演绎逻辑规范的引导下,在上帝——这个最完美的存在的召唤下向前发展的,这三个方面的合力构成了“科学理性”。事实上科学一开始就是对粗糙的经验超越,科学理性追求自由的超越精神。从整个西方思想史的角度看,数学是西方科学理性的典范,数学的发展是和西方理性传统密不可分的。人类理性创造和超越性在数学中得到了最充分地体现。著名数学家克罗内克自豪地宣称:“上帝创造了自然数,其余都是人造的”。面对优美的集合论理论,希尔伯特感慨的说“无限!再没有其它的问题如此深刻地打动过人类的心灵”。正是康托尔凭着他超人的智慧和自由创造的精神,把“无限”这个数千年来让无数英雄望而生畏的“顽石”雕琢成一件折射出人类理性光芒的精美的艺术品,使它成为数学家心目中真正的“自由女



神”。康托尔的工作正符合他自己的信念：“数学的本质在于它的自由”。这也是对数学作为西方理性的典范的最好概括。

从发生学的角度来看，和自然科学的经验起源有别，数学表现为“观念发生”的特点。皮亚杰认为：“一切知识在初级水平上是从经验开始，但我们从一开始就能区别出从客体做出抽象的物理经验和从主体活动间的协调做出反身抽象的逻辑数学经验”。人类学的研究也表明，早在文字出现以前的原始时代，人类就已经在处理离散事物集合的“对等”以及分割直观连续统的活动中形成了最基本的序的观念，类的观念和连续、邻近等拓扑观念。

相比与自然科学对于经验的依赖性，数学的基本特征是逻辑相容性。早在欧几里得之前，求知识的系统和完美性的理性精神促使欧几里得去构建一个理想的演绎体系。他的工作的重要性不在于为希腊几何增添了多少新的内容，而是实现了知识结构的系统性、完备化，从此奠定了西方数学的基本特征。这不仅顺应了希腊理性的传统，也成为此后西方自然科学知识的最好典范，牛顿也正是依据这一典范去建构他的《自然哲学的数学原理》。

数学作为一种逻辑上严格协调的理论知识往往和客观事物的真理性相吻合，从而能够预见真理。“当大自然把我们引向一个前所未有的和异常美丽的数学公式时，我们将不得不相信它们是真的，它们揭示了大自然的奥秘。我这儿提到的公式，是指有假设、公理等构成的统一体系”。这是对数学的理性功能的很好的概括。对此爱因斯坦有过精辟的论述“我坚信……，这种看法是正确的”。另一方面数学独立于经验而作为西方哲学(形而上学)的基础。柏拉图在他的《理想国》中亚里士多德在其《形而上学》之中都做过精辟的论述。从古希腊时代确立的数学中的柏拉图主义一直影响到现代，庞加莱、克勒内科到哥德尔都认为数学独立与经验而规定着自己的必然性。就是具有明显的经验主义倾向的冯·诺伊曼(John Von Neumann)也认为：“对任何数学家来说，很难相信数学是一门纯粹的经验科学或者全部数学思想来源于经验题材”。

事实上，人们对数学归纳法原理的承认是以全体自然数这一无限集合的存在为先决条件的，而“无限概念既不是逻辑的必然，又远远不为经验所认可”。因为，即使每一个确定的自然数都有经验的原型，全体自然数集合的存在则不是经验的，这正如康德所说的：“经验的全体是超越于经验的”。而正是无限成为数学和形而上学之间的一个重要的纽带。

### 三、西方理性的阶段性和数学的发展

就数学发展的哲学背景而言，西方理性可划分为三个基本阶段：古希腊的毕

达哥拉斯柏拉图形式理性主义,文艺复兴以来以笛卡尔为代表的“直观”理性主义以及现代的逻辑理性主义。古典希腊是一个理性突然兴起的时代,他的主要特征是对直观经验的超越,但它和直观经验之间还保持着密切的联系。它在数学中的典型代表是欧氏几何。欧洲中世纪的经院哲学体现着一种理性的“极致化”时代——人们试图用理性去证明超越与其范围之外的信仰问题。其实,中世纪的经院学者并不是蔑视理性,正好相反他们过分夸大了理性的功能:正是在用理性之光透射宗教的努力之中,使得理性的光芒隐没在了神学这个文化“黑体”之中。十七世纪是一个理性具体化的时代——是理性向直观经验的回归时代。而正是十七世纪的自然哲学体现着“容纳经验、崇尚逻辑”的良好理性风格。而相比之下,现代逻辑理性可以说是典型的“工具理性”。与之相应的数学这是抽象化、结构化和形式化。

从这样一个粗略的轮廓中可以看出,不同的理性背景反映着不同的数学特征.在古典希腊理性超越经验的时代,数学(几何)以一个完美的实质公理体系成为理性的一个范例(《几何原本》在当时被认为是一本哲学著作)。在理性被滥用的中世纪经院神学时代数学和哲学一样沦为神学的婢女。而在文艺复兴以后,理性的具体化时代,数学成为物理学(自然哲学)达到理性化的有效的途径。而在现代理性工具化时代,数学成为逻辑形式化的有效工具。正是这种理性背景明显地影响着数学发展的特点。

# 目 录

第一章 文艺复兴与新的自然观 .....	(001)
一、文艺复兴与人文主义 .....	(002)
二、古典希腊自然观的复兴 .....	(005)
三、宗教改革——权威向理性的过渡 .....	(011)
四、科学思想的萌芽——经院学者对自然知识的继承和发展 .....	(012)
第二章 十七世纪的数学成就和特点 .....	(017)
一、韦达的生平与学术地位 .....	(018)
二、代数——搞清数量关系的工具 .....	(022)
三、解析几何——数、量化“几何连续统” .....	(027)
四、解析几何学的产生 .....	(029)
五、微积分——普遍、有效的算法 .....	(031)
六、十七世纪数学的特点——“量”的科学 .....	(033)
第三章 前笛卡尔时期——自然的数量化 .....	(039)
一、哥白尼、开普勒的数理天文学 .....	(040)
二、伽利略——天地统一的量化自然观的先驱 .....	(049)
第四章 笛卡尔——独立的数量世界和普遍的数理方法 .....	(057)
一、笛卡尔的生平和学术贡献 .....	(058)
二、笛卡尔的形而上学 .....	(061)
三、笛卡尔的自然观——物质的广延本质与宇宙图式的机械特征 .....	(068)
四、解析几何与“数”的连续统 .....	(078)
五、普遍数学 .....	(083)
第五章 笛卡尔思想方法的改进和发展(1)——莱布尼兹 .....	(091)
一、莱布尼茨生平和思想线索 .....	(092)

二、 莱布尼茨哲学(形而上学)——单子论和普遍文字 .....	(096)
三、 莱布尼茨的自然观和数学观 .....	(099)
四、 关于莱布尼茨微积分的哲学背景 .....	(102)
<b>第六章 笛卡尔思想方法的改造和发展(2)——牛顿 .....</b>	<b>(115)</b>
一、 牛顿的生平和学术地位 .....	(115)
二、 由笛卡尔到牛顿的中间过渡 .....	(118)
三、 牛顿的自然哲学观——毕达哥拉斯主义 .....	(123)
四、 牛顿的方法论和真理观——理性与经验的结合 .....	(132)
五、 牛顿的微积分 .....	(138)
六、 《原理》——自然哲学的数学化 .....	(144)
<b>第七章 笛卡尔数学哲学的现代意义 .....</b>	<b>(153)</b>
一、 笛卡尔与现代数学哲学的基础主义 .....	(154)
二、 笛卡尔“直观——演绎”模式的现代发展和重要意义 .....	(156)
三、 现代数学的价值反思和批判 .....	(166)
<b>参考文献 .....</b>	<b>(173)</b>
<b>后记 .....</b>	<b>(177)</b>

# 第一章

## 文艺复兴与新的自然观

一般认为,以物理学为代表的近代数理科学的产生,是一个自然的数量化与自然哲学的数学化过程,但并不是事先完成的数学为这种数学化提供了现成的工具,而是在这种数学化过程中数学工具本身也因此而被改进。我们试图说明同一历史过程的相反的影响,即文艺复兴的思想启蒙和新的自然哲学观对于数学自身发生发展的影响。

作为近代数学主要代表的微积分——处理连续量的无穷算法——完成于十七世纪的牛顿和莱布尼茨时代。但是,现代实数理论建立以前,早期微积分(特别是微分学)的直接对象只是一个具有物理学背景的模糊的量的连续统。这种量的连续统是希腊时期的数学概念与自然哲学范畴的结合,即作为数学直接对象的度量(magnitude)和自然哲学意义上的广延性的量(quantity)的结合<sup>①</sup>,前者是可以转化为甚至直接参与数(包括韦达的代数)的运算的,而后者是绝对连续的,它们结合构成了十七世纪微积分的基本对象和内容——连续量的代数演算。

进一步看,无穷小算法正是解决当时的物理学(自然哲学)问题的数学方法,是物理学问题的数学表示和证明。这种方法开始于伽利略的自然的数量化,完成于牛顿的自然哲学的数学化,其代表作《自然哲学的数学原理》正是一个重要的标志,微积分正是自然哲学数学化的产物。而十七世纪早期的这些物理学问题是在文艺复兴时期的特定背景下提出来的,是与文艺复兴时期的自然观相一致的。所以,纵然就近代数学知识本身而言,“文艺复兴时期在数学方面没有出现任何杰出的新成就,数学领域的微小进展不能同文学、绘画、建筑、自然科

---

<sup>①</sup>Morris.Kline ,Mathematics Thought from Ancient to Modern Times New York (Oxford: Oxford University Press,1972)(68,10)

学各领域所取得的进展相比。”<sup>①</sup>但从思想观念的渊源和背景来看,作为一场思想运动,文艺复兴成为近代数学产生的必要基础。

作为一场思想解放运动,“文艺复兴”的核心在于古典希腊知识和精神的复兴以及与之密切相关的宗教改革运动两方面。其重要性在于从思想观念的层面上对此后科学和哲学的转变起到一个思想启蒙的作用。具体就“近代数学的起源”来看,文艺复兴对于此后数学发展的重要性在于古典希腊思想——毕达哥拉斯的自然观和柏拉图的理性精神的复兴,宗教改革运动及其相应的机械论自然观的形成,以及中世纪晚期经院学者的物理学知识继承等三个方面。正是这些因素决定了新的自然哲学的繁荣,并通过它促进了数学,特别是微积分学的产生。

## 一、文艺复兴与人文主义<sup>②</sup>

### 1. 文艺复兴

文艺复兴,是14世纪中叶到16世纪末叶西欧新兴资产阶级反封建的文化革命运动。公元14、15世纪,正当中国传统的筹算数学衰微,天元术和四元术的理论研究出现失传的时候,西方从意大利开始,迎来了文艺复兴时期。城市经济的兴起,纺车和织布机的改进,简单的机械加工,矿井提取矿石和抽水机械的出现,高炉冶炼技术的改进,尤其是借助从我国输入的造纸术、指南针、火药和印刷术这四大发明武装了西方。指南针帮助了欧洲航海业的发展,终于使欧洲在15世纪横渡大西洋成了现实。火药的运用帮助欧洲在14、15世纪造出了大炮和毛瑟枪。造纸和印刷术为传播文化和科学,为宗教改革,思想解放,文艺复兴提供了有利工具,这一切都给资本主义社会的产生发展创造了条件。对于这个历史时代,恩格斯认为“这是一次人类从来没有经历过的最伟大的、进步的改革,是一个需要巨人而且产生了巨人——在思维能力和热情 and 性格方面,在多才多艺和学识渊博方面的巨人的时代”。近代自然科学和近代数学,都是从这个伟大时代算起的。这个时代一般把它称作“文艺复兴”,也有人把称作“宗教改革”,也有人把它称作“五百年代”(即一千五百年代,指16世纪)。实质上都是资产阶级

<sup>①</sup>Morris.Kline ,Mathematics Thought from Ancient to Modern Times New York (Oxford: Oxford University Press,1972)(68,10)

<sup>②</sup>《自然辩证法》,北京:人民出版社,1956年,第5页。

反对封建统治的普遍而深刻的社会革命的反映。近代自然科学和数学就是在这场普遍的革命中产生出来的,并在这场普遍的革命中生根发芽,发扬光大。利奥纳多·达·芬奇(Leonardo ad vie, 1452—1519年)是这个时期非凡的天才。他主张科学的任务,就在于“从经验出发,并通过经验去探索原因”。把经验称为“一切可靠性之父”,坚持唯物主义的见解。在他的手稿里,有关于力学、几何光学和透视画法的研究。波兰的伟大的天文学家尼古拉·哥白尼(Nikolas Copernicus, 1473—1543年)在公元1543年出版了他的不朽的伟大著作——《天体运行论》,建立了以太阳为中心的宇宙体系,彻底地摧毁了关于上帝创造世界的一切神话。这是科学向神学的挑战,是科学的独立宣言。继承和倡导哥白尼学说的伟大科学家是伽利略(Galilei, 1564—1642年),他是第一个用望远镜观测天文并取得重大成就的人,他是第一个发现自由落体定律并给数学表达式的人。伽利略相信自然界是用数学语言描述的,他说:“哲学[自然]是写在那本永远在我们眼前的伟大书本里的——我指的是宇宙,但是,我们如果不先学书里所用的语言,掌握书里的符号,就不能了解它。这书是用数学语言写出的,符号是三角形、圆形和别的几何图形。没有它们的帮助,是连一个字也不会认识的;没有它们,人就在一个黑暗的迷宫里劳而无功地游荡着”。他的实验方法,分析方法和数学方法,成为以后几百年发展科学的基本方法,他是当之无愧的近代科学方法论奠基人之一。由于天文学、力学和商业以及航海业发展的需要,西方的数学在学习阿拉伯数学和通过阿拉伯学习古希腊和东方古代数学的基础上,取得了重大的进步,变量数学也就应运而生了。15世纪末,意大利数学家巴巧利(Luca Pocola, 约1445—1514年)的《算术、几何、比与比例集成》于1494年出版,这是欧洲出版最早的数学书。但比宋元丰七年(公元1084年)刊印的算经十书,已晚了400多年了。在16世纪由意大利数学家塔塔利亚(N·Tortilla, 1499—1557年)、卡当(G·Cardamom, 1501—1576年)、费拉里(L·Ferrari, 1522—1565年)等解出三次、四次方程,这是当时杰出的数学成果。为了天文学需要简化计算方法,苏格兰数学家纳皮尔(John Napier, 1550—1617年)发明了对数。法国数学家韦达(F·Viet, 1540—1603年)引进字母符号,代表未知量、已知量乘幂和一般的系数,才使代数系统化了。到16世纪才确立十进制的系统。这大概是文艺复兴时期的主要数学成果。

在14、15世纪,地中海沿岸的一些城市已经程度不同的出现了资本主义生产的最初的萌芽。加上新大陆的发现,开阔了人们的眼界,人们重新认识了地球,生产的发展要求挣脱封建制度的束缚,于是以新兴城市为基础,出现了新兴

资产者反抗封建政权的政治斗争和经济的斗争。在哲学思想和自然科学上也爆发了革命,如哥白尼的太阳中心说,达·芬奇的唯物思想,开普勒的天体运动规律,伽利略的唯物哲学和马丁·路德的宗教改革等。从政治、经济到意识形态,文艺复兴时期取得了一系列光辉的历史成就。它首先发生于意大利,以后逐渐蔓延到的荷兰、西班牙、法国、英国、德国等。进行了一场政治的、经济的、文化的全面斗争。在这个时期里,新兴资产阶级在发掘古代灿烂文化和艺术的基础上,开创了资本主义新文化,用以作为宣传新思想和政治斗争的武器,这就是人文主义。它是以打击神的权威,讴歌人的地位、作用、能力、价值为原则,以“人性论”为核心的一种资产阶级世界观。在文艺复兴时期,人文主义推动了文学、艺术、科学、哲学的重大发展,促进了社会的进步,取得了辉煌的成就。恩格斯说过:文艺复兴运动是“人类前所未有的最伟大的进步的革命”。<sup>①</sup>

但是,我们也应注意到文艺复兴运动也有消极的一面。例如,反对宗教迷信的态度不够彻底,突出强调人们现实生活的乐趣与享受,反映了资产阶级个人主义的一面。

## 2. 人文主义教育的特色

文艺复兴运动,对教育也产生了极大的影响。

一个新兴的统治阶级,为了巩固本阶级的统治地位,都是非常重视教育改革的。文艺复兴时期的新兴资产阶级觉得现存的由教会控制的学校,主要是为培养僧侣和教会的僧职人员,不符合于他们所要求的人才。因此,他们便创造条件建立新的学校,运用新的原则和方法教育学生,用以培养本阶级所需要的接班人。

资产阶级要求培养社会、政治、文化、商业等方面的积极活动者乃至冒险家。因此,他们提出身心全面发展的培养目标,要求培养能文能武的人才,所以比较重视军事锻炼和体育锻炼。

他们在德育方面,主张宗教与道德并重,提倡勇敢、坚强意志、克制、爱国心等。这些品质都是符合新兴资产阶级统治追求地位、名誉、权力的需要。

文艺复兴时期的人文主义教育反映了新兴资产阶级对教育的基本要求,研究这些基本要求构成人文主义教育的基本特点。

人文主义教育的基本特点有四个:

(1)强调人的作用,重视人的能力

<sup>①</sup>《自然辩证法》,北京:人民出版社,1956年,第5页。



人文主义教育主张每个人都有享受美好生活的权利,坚信人有能力创造未来美好世界与幸福生活。因此,他们重视对儿童的教育,反对培养毫无创造思想的僧侣和僧职人员,主张培养积极参与社会、政治、文化、工商业各种活动的实际活动家,培养资产阶级事业的接班人。

### (2) 扩大教育对象,创造新型学校

封建社会的教会学校,基本上是培养的僧侣人等,骑士教育也是培养护卫封建庄园制度的武士。所以,封建社会的教育对象是少数的僧侣和骑士。学校不仅数量很少而且办学形式单调。人文主义教育反映新兴资产阶级的需要,扩大教育对象的范围,为新兴资产阶级子弟创造就学条件,也包括少量的城市平民子弟,相继建立了一些新型学校。如15世纪意大利的孟都亚宫廷学校,16世纪的“法兰西学院”,日耳曼的城市中学等。

### (3) 改革教育内容,扩大学科范围

人文主义教育反映社会发展的需要,改革教育内容,实施智育、德育、体育和美育多方面的教育。在智育方面从“七艺”(文法、修辞学、辩证法、算术、几何学、天文学、音乐)发展了文学、历史、地理学、机械学等十几个学科。重视体育教育,一反中世纪把肉体看做“灵魂的监狱”的观点,恢复和发展了古代的体育制度。重视美育。倡导对人的尊重,由“神道之学”转向“人道之学”。要求民主,追求知识,为真理而献身的思想行为,成为道德教育的目标。

### (4) 改进教学方法

注意启发儿童的学习兴趣,重视实物教学,结合教育内容发展儿童的逻辑思维能力。

## 二、古典希腊自然观的复兴

“文艺复兴”是一个内容丰富但存在歧义的概念,在时间的界定上也有着各种不同的说法。作为一场思想解放运动,其核心在于古典希腊知识和精神的复兴以及与之密切相关的宗教改革运动两个方面。就本书所涉及的十七世纪的自然哲学的形成及其对数学的发展的影响来看,我们主要关注的是毕达哥拉斯、柏拉图数理自然观和源于宗教改革的理性精神的复兴。因为,正是这两个方面的结合直接决定了新的自然哲学的繁荣和发展,并通过它促进了数学,特别是解析几何和微积分学的产生和发展。同样,考虑到本书的主题,在时间的界定上我们把文艺复兴界定于从中世纪末期到哥白尼革命,整个这一思想的转型和新的自然哲学观念的蕴育阶段。同时,就新的科学的产生和发展而言,除了这种思