

百卷本

# 世界全史

SHI JIE QUAN SHI

名誉主编：周一良 林耀华 主编：史仲文 胡晓林

## 新编世界科技史

(下)

中国国际广播出版社

史仲文 胡晓林 主编

# 新编世界科技史

(下)

## 本卷书目

世界近代中期科技史

世界近代后期科技史

世界现代前期科技史

世界现代后期科技史

世界当代科技史

(每册均由彩页隔开)

《世界全史》编撰工作委员会

名誉主编：周一良 林耀华

总策划：胡晓林

主编：史仲文 胡晓林

（全体成员名单见另页）

《世界全史》出版工作委员会

主任：吴绪彬

副主任：陆平阳 李镇 韦立

委员：王先豫 李晓琤

李士英 李洁

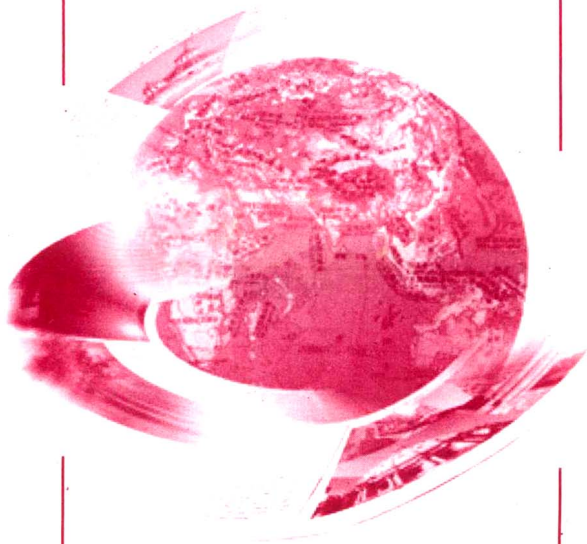
唐松波 夏允中

许秀玉 胡福林

百卷本

名誉主编：周一良 林耀华 主编：史仲文 胡晓林

# 世界全史



中国国际广播出版社

# 百卷本《世界全史》编撰工作委员会名单

名誉主编：周一良 林耀华

主 编：史仲文 胡晓林

专家团：(按姓氏笔画排列)

马学良	王相钦	王柯敬	王钟翰	仇春霖
宁 可	吕大吉	朱龙华	朱德生	齐世荣
刘家和	江 平	汤一介	牟钟鉴	苏志平
李学勤	吴达志	宋蜀华	张芝联	张岱年
张椿年	林耀华	周一良	季羨林	庞 朴
哈经雄	贺名仑	徐乃翔	雷洁琼	樊 亢
戴庆夏				

编委：(按姓氏笔画排列)

丁广举	于 沛	马洪路	马桂琪	成常福
朱友华	朱龙华	刘士文	杨生民	吴 倬
张 践	张才彬	张奎元	岳 斌	岳庆平
周湘斌	庞 毅	姚 海	顾建华	徐乃翔
董粉和	颜品忠	颜吾芟		

分卷主编：

古代前期：	马洪路	成常福	
古代中期：	朱龙华	杨生民	岳 斌
古代后期：	岳庆平	张奎元	
中 世 纪：	张 践	吴 倬	
近代前期：	颜品忠	刘士文	颜吾芟
近代中期：	颜品忠	颜吾芟	
近代后期：	顾建华	丁广举	
现代前期：	于 沛	张才彬	庞 毅
现代后期：	庞 毅	张才彬	于 沛
当 代：	徐乃翔	周湘斌	

# 世界近代中期 科技史

董粉和 著

中国国际广播出版社

## 内 容 提 要

近代中期是人类历史上的一个伟大时代,随着资产阶级革命在西方各国取得的胜利、工业革命的风暴,科学技术也得到了迅速发展。本书介绍了经典力学、物理学、天文学、数学、化学、地质学、生物学等基础科学在西方的发展情况,介绍了各学科中的代表人物及其成就,同时也介绍了以蒸汽动力技术为主体的技术科学的发展情况,说明了这时期科学技术的发展对于后世科学技术发展的影响。对于这一时期中国科学技术的发展以及落后的原因,本书也进行了介绍和探讨。

# 目 录

## 世界近代中期科技史

<b>一、概 述</b>	1
<b>二、牛顿和经典力学体系的建立</b>	3
1. 牛顿的青少年时代	3
2. 万有引力定律	6
3. 经典力学体系的建立	20
4. 机械自然观的确立与牛顿的综合	23
<b>三、物理学</b>	29
1. 光学	29
2. 电学	43
3. 热学	61
<b>四、天文学</b>	70
1. 著名天文学家	70
2. 康德	77
3. 新的天文成果	83
<b>五、数 学</b>	89
1. 微积分的发明	89
2. 数学家族	104
<b>六、化 学</b>	115
1. 近代化学的发生	115



2. 波义耳的化学成就	117
3. 燃素假说	121
4. 气体化学	127
5. 氧化说	136
6. 原子——分子说	141
<b>七、地质学</b>	146
1. 近代地质学的兴起	146
2. 水火之争	148
<b>八、生物学</b>	165
1. 生物分类学的早期发展	165
2. 生物学家林耐	168
3. 进化理论的先驱:拉马克	176
<b>九、技 术</b>	187
1. 纺织技术	188
2. 蒸汽机	190
3. 机械技术	192
4. 其他技术	194
<b>十、中国科学技术的落伍</b>	195
1. 天文学	196
2. 数学	199
3. 黄河的治理	202
4. 医学	203
5. 其他科学技术	207
6. 中国近代科技的落伍	210

## 一、概述

世界近代中期,在西方指的是1640年英国资产阶级革命至1812年维也纳体系的建立时期,在中国指的是鸦片战争以前的清朝。

从15世纪下半叶到18世纪末,是人类历史上一个极其伟大的时代。在这个时期,资本主义成长壮大并取得了胜利,新兴资产阶级为取得自己的统治地位进行了不屈不挠的斗争。在这场斗争中,首先是以新文化运动来反对封建主义的意识形态,其中包括用科学的力量反对宗教。14世纪至16世纪末的文艺复兴就是新兴的资产阶级反对神权统治、宗法制度、禁欲主义和蒙昧主义的一场激烈的、深刻的思想较量,它对于解放人们的思想具有极为重要的意义,也为自然科学的进步鸣锣开道,扫除障碍。近代自然科学正是在这场斗争中为自己争得了独立的地位,并有了自己独立的实践基础——科学实验,从此以后,自然科学就取得了系统的、日益迅速的发展,进入了近代自然科学蓬勃发展的新时期。

英国资产阶级革命扫荡了科学技术发展道路上的障碍,同时,英国的大学教育、科学社团以及英国皇家学会等对英国近代科学的发展也起了很大作用,因此,这一时期的早期以英国的科学技术发展最为兴隆,并带动了整个西方科学技术的发展。以

后,法国的近代科学也开始发展起来,随着科学社团及巴黎科学院的成立,到18世纪中纪,法国近代科学出现了繁荣的局面,而源于近代科学的法国启蒙运动和哲学思潮又推动了法国的科学进程,法国大革命之后的国民政府和拿破仑的统治又为科学的发展提供了一个轻松的环境,使得法国在实验科学、技术科学和应用科学方面在18世纪末与19世纪初成为处于领先地位的国家。德国近代科学虽说发展较晚,但也产生了莱布尼茨、康德、拉格朗日等一大批具有成就的科学家,同时兴起的自然哲学思潮也对德国18世纪末及19世纪科学技术的发展产生了极其重大的影响。即使是在殖民地的北美,也出现了像富兰克林这样成就卓著的科学家。这一时期的中国虽有近代科学的萌芽,但却由于专制统治以及闭关政策,使得中国科学技术仍然停留在古代科学技术发展的老路上,并没有突破中国传统科学结构的局限,因此在科学技术的发展过程中被远远地抛在了后面。

牛顿力学的形成是这一时期所取得的最重大的科学成就,它是人类认识自然历史上的第一次大飞跃和理论大综合,并对以后科学的发展产生了极为重大的影响。

## 二、牛顿和经典力学体系的建立

### 1. 牛顿的青少年时代

牛顿(1642~1727年),出生在英国中东部林肯郡的格兰瑟姆镇附近的沃尔索普小村庄,在他出生的前两个月,他的父亲去世,牛顿成为一个遗腹子。当牛顿还不满两岁时,他的母亲嫁给一个牧师,牛顿只能靠他的外祖母和舅舅抚养。牛顿刚满六岁时,他的外祖母即把他送进镇公立小学,12岁时,牛顿考入镇文科中学。

在英国资产阶级革命以后,中小学教育也有了相应的改革,已经开始进行现代科学的启蒙教育,这些科学启蒙教育主要包括手工制作和一些初步实验。少年牛顿开始表现出对机械发明有明显的兴趣,他造了一架水钟、一个风磨,由坐在里面的人驱动着车子和其他玩具。这种科学的启蒙教育,显然使牛顿受到了最初的科学熏陶。

对于英国近代科学史来说,17世纪60年代是值得纪念的年代。尽管由于斯图亚特王朝的复辟,暴风骤雨式的资产阶级大革命已经成为过去,但是,科学本身并没有停止前进的步伐。在60年代初,英国近代科学史上出现了两件值得纪念的大事,其

一，在格雷山姆学院的基础上，英国皇家学会于1660年筹建，1662年正式创立。从此，英国出现了一个富有生命力的新的科学团体。其二，青年牛顿带着成为占星术士的梦想，于1661年6月考入剑桥大学三一学院。

剑桥大学位于伦敦北部远郊的剑桥镇。早在1209年，人们就在这里创建了这所大学。剑桥大学虽然比牛津大学建校要晚，但自文艺复兴运动兴起以后，逐渐以数学和自然科学的教学与研究著称。特别是英国数学家巴罗(1630~1677年)执教于剑桥大学之后，进一步加强了剑桥大学的这种发展趋向。

牛顿进入剑桥大学后，因家境困难，所以只得当工作减费生，即边学习、边打杂，同时还得侍候富家子弟，这样可减收学费，而且还可以免费供应午餐。正是在这种困顿的环境中，牛顿开始了他的大学生涯。

从一个农民的遗腹子到一个剑桥大学的减费生，这些家庭的不幸与社会的不平虽然在牛顿的青少年时代投下了阴影，但也砥砺了他的求知欲与探索精神。这种欲望与精神无疑是使牛顿后来成为科学巨人的重要因素。

在剑桥大学学习初期，牛顿开始广泛地阅读和研究哥白尼、刻卜勒、伽利略、笛卡尔、费尔玛、华里斯和培根等人的天文学、力学、光学、数学和哲学著作。特别是刻卜勒的天文学与光学著作，笛卡尔的数学与哲学著作，对青年时代的牛顿产生了深刻的影响。

1664年，牛顿大学毕业，被选拔为三一学院的研究生。同年，牛顿又经过考试被选为巴罗教授的助手。但是从第二年年年初开始，一场大瘟疫席卷英国。1665年夏，仅伦敦一地就有3万人死于瘟疫。人们纷纷逃离城市，躲到乡下。消息传到剑桥，师生

一逃而空，牛顿也因此回到老家。

回到乡村之后，牛顿开始进行多学科的研究，他一面阅读和研究包括刻卜勒的《论火星的运动》在内的许多科学名著，一面进行潮汐、落体、透镜等现象的观察。与此同时，他还在天文学和数学的研究中，着重研究了当时人们极为关注的瞬时速度问题和曲线的切线问题。从1665年8月到1667年3月，在乡下不到两年的时间里，牛顿孕育了一系列重大科学发现的萌芽：万有引力、光的色散现象、微积分。虽然这些科学思想的萌芽直到后来才完全成熟，但他们的种子正是在这一时期萌发的。也正是从这里开始，青年牛顿正式踏上了他的伟大科学航程。而早期近代科学的面貌，也即将由此而焕然一新。

1667年3月，牛顿回到剑桥，获硕士学位，同年即被选为三一学院的研究员。在巴罗教授之后，1669年，年仅28岁的牛顿成为剑桥卢卡斯讲座（剑桥大学三一学院1663年创办的专以自然科学为基本内容的讲座，巴罗为首任数学教授）的第二任首席数学教授。从1670年起，牛顿正式开课，根据剑桥大学对卢卡斯讲座的教学内容的规定，牛顿主讲的的教学内容是光学、数学和力学。牛顿并不善于教学，一方面可能因为他讲授的内容过于高深，而学生们首要关心的是那些能很快给自己带来功利的课程；另一方面也可能因为他的教学不甚生动，据说牛顿曾为此在教学内容的通俗化和教学方法的生动性方面下过功夫，但收效甚微。同时，牛顿曾以做教学广告的方法来招揽学生，但来听他课的学生仍是甚少。虽然他并不是成功的教员，但在解决疑难问题方面，却远远超过别人。

## 2. 万有引力定律

### (1) 万有引力定律的发现

牛顿 1666 年初回故乡逃避瘟疫,在研究刻卜勒的行星运动三定律的基础上,着重研究过刻卜勒的天体引力思想,使牛顿产生了万有引力思想的最初萌芽。

刻卜勒的行星运动三定律对行星环绕太阳的运行作了定性与定量的描述。正是在行星运动三定律的论证中,刻卜勒继承和发展了吉尔伯特的以磁力为基础的天体引力理论。刻卜勒的这一引力理论最初见于他在 1609 年发表的《论火星的运动》一书中,后来又集中地反映在他于 1619 年发现的行星运动第三定律及其有关论述中。可是,刻卜勒行星运动三定律只能说明行星在怎样运动,而不能说明行星为什么这样运动。这样,进一步探索天体运动的力学规律,特别是进一步探索天体运动的力学原因,也就成为摆在数理天文学家面前的新课题。刻卜勒提出了这一问题,但他未能最终解决这一问题。

在研究刻卜勒的行星运动三定律的同时,牛顿也研究了伽利略的惯性原理和落体定律。伽利略的惯性原理和落体定律,可以说是最早用原理和公式描述出来的地上物体的运动规律。在研究伽利略的运动力学理论之后,牛顿感到,伽利略与刻卜勒一样,虽然说明了地上的物体在怎样运动,而不能说明它们为什么这样运动。因此,进一步探索地面物体运动的力学原因,也是当时的力学家所面临的新课题。伽利略提出了这一问题,但他未能最终解决这一问题。

在研究刻卜勒的行星运动三定律与伽利略的惯性原理和落

体定律的基础上,牛顿试图寻求天上的天体运动与地面的物体运动的统一的力学原因。为此,牛顿对天体的力学现象与地面的力学现象进行了广泛的观察与思考。据说苹果落地的现象曾给他以思考这一问题的灵感,这个故事是一个未经证实的故事;据说牛顿正坐在一棵苹果树下思考地球的引力问题,这时刚好有个苹果从树上掉下来,这一现象使牛顿立即想到了万有引力。这则轶事是伏尔泰(1694~1778年)在1730年访问英国时听说的,此后这则轶事就带着传说的色彩传遍世界。但真正把牛顿引向万有引力定律的,却是刻卜勒的天体力学与伽利略的地面力学在相互综合过程中所产生的理论思维力量。在试图从刻卜勒的天体力学与伽利略的地面力学中寻求世界的统一的力学原因时,牛顿曾设想了这样一个理想实验,站在一个很高的塔顶上,向与地面平行的方向抛射出一块石子,那么这块石子必然呈抛物线下落,而下落的原因,正是出于地球的引力。如果塔顶无限高,石子被抛射的速度愈快,它就射得愈远。这时石子下落的抛物线曲率也就会愈来愈接近地球的曲率。当抛射速度达到一定的速度,石子就会像月球那样环绕地球运行。

牛顿的这一理想实验,伽利略在《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》中也曾设想过。也许牛顿正是从伽利略的这一理想实验中得到了最初的启发。所不同的是,伽利略局限于地面物体的力学现象,未能把地球的引力引向月球的运行轨道及其力学原因,而牛顿在这一相同的理想实验中,却把地球的引力从地面物体的力学现象引伸到天上物体的力学现象,认识到月球环绕地球运行的作用力,正是来源于地球的引力,“如果没有这样一种力的作用,月球就不能保持在它的轨道上运动。如果这种力太小,就不足以使月球偏离它的直线运动,如果这种力太大,



就会使它偏离太大而把它从轨道上拉下而落向地球。这种力必须大小相当，而数学家的任务就是要找出这种正好能使一个物体在一定轨道上以一定速度运行的力”。在认识到月球环绕地球运行的作用力来源于地球的引力之后，牛顿随即想到，行星环绕太阳运行的作用力，同样来源于太阳的引力。

能把力学视野从地面延伸到天上，并随之寻求地面物体运动与天上物体的统一力学原因，这正是牛顿高于伽利略的地方。

牛顿的理想实验虽然只是一种设想中的理想实验，但它却是立足于实实在在的地面和天体的力学现象基础之上的。而这些力学现象又根基于伽利略的地面力学与刻卜勒的天体力学成果之中。正是在综合刻卜勒与伽利略两人的力学成果的基础上，终于使牛顿在 1666 年产生了万有引力思想的萌芽。

有了万有引力思想的萌芽之后，牛顿即在同年着手进行力学计算，以验证他的引力理论。他根据刻卜勒的行星运动第三定律，初步计算出了行星所以能在轨道上绕日运动的引力定律，即引力的平方反比定律： $F = \frac{1}{r^2}$ 。这一定律说明，“使行星保持在它们轨道的力，必定要和它们与它们绕之而运行的中心之间的距离的平方成反比例”<sup>①</sup>。

为了证实引力平方反比定律的正确性，牛顿以月球绕地球的运行为例进行了计算。当时，月球的大小、速度、轨道半径已被观测出来。这样就可以先计算出月球在轨道上的向心力。然后，再根据引力的平方反比定律计算出地球对月球的引力，亦即地表的重力。如果月球的向心力与地球的引力两者相等，那就说明月球的向心力确实来自于地球的引力。这样，引力的平方反比定

① [美]H. S. 塞那：《牛顿自然哲学著作选》，上海人民出版社 1974 年版。