

自然科学史讲稿

上 册

中国科学院干部进修学院

一九八〇年八月

说 明

这是中国科学院自然科学史研究所的研究人员，应我校教学需要所写的讲稿。这些内容曾在我校讲过两次，收到较好的效果。现在按讲课次序把它印出来作为我校的教材。因编印时间仓促，难免有欠妥之处，希同志们提出宝贵意见。请勿引用和翻印。

中国科学院干部进修学院

一九八〇年八月

目 录

(上 册)

第一讲	绪 论	仓孝和 (1)
第二讲	封建社会的科学技术 (一)	陈美东 (21)
第三讲	封建社会的科学技术 (二)	曹婉如 (33)
第四讲	封建社会的科学技术 (三)	杜石然 (45)
第五讲	近代数学史简介	杜石然 (57)
第六讲	从近代科学的产生到古典物理学的顶峰 ...	许良英 (66)
第七讲	二十世纪物理学的革命	许良英 (75)
第八讲	从原子到基本粒子	王肃端 (99)
第九讲	十九世纪化学的成就和提出的问题	周嘉华 (122)
第十讲	二十世纪的化学	周嘉华 (138)

第 一 讲

绪 论

科学史的历史背景——几个问题——研究科学史的意义

仓 孝 和

以制造工具开始能动地改造自然做为人类出现的标志，人类的历史大约经历了三百万年。这里试图通过对于整个科学史的历史背景的探讨，阐明科学史的若干重要问题，从而说明研究科学史的意义。

第一部分 科学史的历史背景

一、原始社会的科学史

地球大约有46亿年的历史，人类的历史只不过三百万年，虽然由于现在古人类学的研究，新的发掘材料的继续出现，这个年限有往前推移的趋势。在这三百万年中，人类有99.8%以上的时间是在原始社会中生活的。这个时期虽然很长，严格地说在这个时期只有技术而没有科学，技术的发展极为缓慢。技术如果有用，能满足人类生活的需要，它在客观上必须符合一定的科学规律，但人们只是知其然而不知其所以然，科学只是以萌芽状态存在于技术之中。这个时期，只有技术史而没有科学史。科学史是从技术史开始的。以各个时期的技术发展为标志，我们把原始社会的科学技术史分为四个时期：

(一) 从300万年前到大约30万年前：这个时期以北京人为代表。人类在这个时期，使用木棒(不可能留存下来)和石制工具同大自然进行艰苦的斗争，以求得自己的生存。制造石器，可以说是最早的工业。到北京人(距今40万—50万年)的时期，石器的打制技术在长期的经验积累过程中已相当发展，石器的类型基本上有三种：尖状器、刮削器、砍砸器。并且，大体上是按照一定的方法打制出来的。这里已经有了科学的萌芽。采集和狩猎是人类取得食物的主要来源，以后的农业、牧业是从这里发展出来的，这里已经有了植物学和动物学甚至于医学的萌芽。这个时期的一项重大成就，是从北京人的遗址中发现了用火的确证。这时人类已懂得用火，火是人类最早征服的自然力，其影响是深远的。化学是从用火开始的，熟食就是人类最早发现并加以利用的化学过程。

(二) 从大约30万年前到大约5万年前：以在德国杜塞多夫(Düsseldorff)附近发现的尼安德人(Neanderthaler)为代表。这个时期的遗址，普遍发现了用火的遗迹，说明此时的人类已能人工取火。石器的打制技术更进一步地标准化了，打制更为精细，石器的边刃都有仔细修过的痕迹，技术在缓慢地进步。这个时期对科学史来说另一个重大的事情是，死人的埋葬已开始遵循着一定的仪式，说明人类已经开始有了灵魂的观念。科学一开始便是由生产决定的，但科学的起源不仅仅来自生产，人们生活在大自然中，从各方面接触和感受到大自然，对这些现象的解释也是科学的一个重要的来源。灵魂观念的出现，说明当时人类的思维活动的发展。这正是列宁说的：“科学思维的萌芽同宗教、神话之类的幻想的一种联系。”(《列宁全集》第38卷，1959年版，275页)

(三) 从大约5万年前到大约一万年：其代表是法国北部克罗马农(Cro-Magnon)发现的遗骨，称为克罗马农人，这个时期在技术上新的突破的标志是弓箭的发明。此时期的遗址遍及世界各处。大量动物遗骨，骨器、骨针、骨制投枪尖，骨制鱼叉，说明了狩猎活动的发展。这个时期的洞穴文化(比利牛斯山Pyrenees两侧)、墓葬的殉葬品等等，说明了审美观念和宗教观念的进一步发展，也就是说人类的思维活动有了进一步的增强。而科学是一刻也不能离开思维活动的。

(四) 大约1万年前到大约6千年前：这时出现了表面磨制得非常光滑的石器，人类已经学会在石器上打眼，这个时期在历史上被称为新石器时代。陶器已经发明。牧业的出现，使男子在生产中逐渐占优势，并有可能出现私有财产，母系氏族开始向父系氏族过渡。农业开始在尼罗河流域及两河流域出现，随后在印度河流域和黄河流域都出现了世界上较早的农业。农业的发展可以提供剩余的粮食，这就准备了向阶级社会过渡的物质条件。牧业和农业的出现，说明那时的人类已懂得运用动物和植物的生殖和生长的规律。

人类在原始社会里生活了很长很长的时间，这个时期，技术的发展是极为缓慢的，人类过着非常艰苦的生活，这可以从下面的统计材料中得到证明。有人统计：从北京人的洞穴中发现的可统计的22个遗骨中，死于14岁以下的有15人，占68.2%；年龄在15岁到30岁之间的有3人，占13.6%；年龄在40岁到50岁之间的有3人，占13.6%；年龄在56岁到60岁之间的只有1人，占4.6%，说明那时的人的绝大多数的寿命是不长的，很大部分是夭折的。从技术的缓慢发展到科学的出现需要长时间的积累，科学还没有从技术中分化出来。科学一旦从技术(生产)中分化出来，它就会反作用于生产，促进生产的进一步发展，这个分化是人类历史发展到阶级社会之后经过几千年的积累才得以实现的。

二、奴隶社会的科学史

(一) 古代文明地区的科学技术史

大约在公元4000年前，尼罗河流域(在今埃及境内)两河流域(在今伊拉克境内)开始出现了最早的奴隶国家。约在公元前3000年，印度河流域(大部分在今巴基斯坦境

内)、公元前2000年中国黄河流域也相继出现了奴隶国家。

奴隶社会的出现在人类历史上是个进步现象,它使社会有条件让一部分人从生产劳动中分离出来,从事包括科学在内的精神(脑力)活动。奴隶社会的农业、手工业得到了前所未有的全面的发展,并开始了萌芽状态的科学(天文学、数学)。埃及和巴比伦奴隶社会的文明为古代科学的高峰——希腊科学作了直接的准备。希腊科学对近代科学的兴起和发展是有很大的影响的。尽管所有这些成就的取得都是建筑在奴隶主对广大奴隶的残酷剥削的基础之上的。

(二) 希腊科学

约在公元前1000至800年,希腊(爱琴海周围地区,包括希腊半岛,小亚细亚西部沿海地区,爱琴海中的岛屿,以及希腊在地中海沿岸的殖民地)开始从原始社会向奴隶社会的转化。由于希腊人继承了这一地区保存在民间的来源于埃及、巴比伦的古老的生产技术的传统,在原始社会后期就使用了铁器,并利用在此以前不久腓尼基人发明的字母(即后来的希腊字母和拉丁字母的前身)来拼写自己的语言,以及建立了从原始社会末期的军事民主制演变而来的以工商奴隶主为主的城邦共和国,包括科学在内的希腊文化在比较短的时期里达到了古代的高峰。

公元前八世纪至四世纪,史称希腊时代(Hellenic Period),其地理范围限于希腊本土、沿海岛屿及其殖民地。

公元前四世纪,亚历山大东征,建立了版图辽阔的大帝国(包括希腊、小亚细亚、两河流域、波斯直到印度河流域的边缘地带及埃及)。公元前323年亚历山大死后,他的将领们瓜分了他的帝国,托勒密(Ptolemy)在埃及建国,是为托勒密王朝。它的首都亚历山大利亚(Alexandria)成为古代最大的一个科学中心。此时希腊语言及文化在亚历山大的辽阔的帝国领域内得到广泛的传播,史称希腊化时代(Hellenistic Period)。

我们按照希腊科学的性质,分三方面来讲述:

1. 古代朴素的自然观:关于自然、宇宙、物质的本质问题,在当时的技术条件下,对这些问题的解答,只能是猜测性质的,早期的爱奥尼亚(Ionia)哲学家都是带有朴素的唯物论的倾向的,在他们的学说中甚至包含不少的辩证法的因素,他们的功绩是把科学从宗教、神话中解放了出来,用物质本身的运动、变化来说明自然,他们由于条件的限制不可能科学地回答这些问题,但是他们的思想是人类幼年时代的精华,对以后的科学有深远的影响,他们提出的问题其中不少仍然是现代物理科学发展的前沿。这种朴素的自然观是希腊哲学的一部分,并受到以后的唯心论的歪曲。它基本上有三个组成部分:

(1) 元素论:由泰勒士(Thales,约生于公元前624年,盛于597年)提出万物由水组成,中经安那克西曼德(Anaximander,盛于公元前570年)、赫拉克利图(Heraclitus,盛于公元前505年)、恩培多克利斯(Empedocles,盛于公元前460年)、安那克萨哥拉(Anaxagoras,盛于公元前460年)至亚里斯多得(Aristotle,前384至322年)将恩培多

克利斯的四元素说(空气、水、火和土是组成自然的基本元素)加以改造,提出四种性质(冷、热、干、湿)是更基本的,四种性质的不同结合产生四种元素,组成自然的基本元素。直到中世纪,亚里斯多得的学说一直处于支配地位,他的学说实际上比恩培多克利斯倒退了。

(2) 原子论:留基普(Leucippus, 前5世纪)及其门徒德漠克利特(Democritus, 盛于前420年)认为物质由不同形状的原子组成,用原子不同形式的运动解释自然界的各种现象。这是古代唯物论的最高成就。受到从柏拉图(Plato)以来的唯心论者的攻击。以后,希腊化时期的伊壁鸠鲁(Epicurus, 前320—250年)以及罗马时代的留克瑞修斯(Leucritius, 前95—55年)都曾捍卫过原子论。文艺复兴以来,欧洲的唯物论者大都把原子论做为他们的哲学的主要基础。

(3) 宇宙论:希腊时代的毕达哥拉斯学派(Pythagoreans, 公元前6世纪到5世纪)的菲罗劳斯(Philolaus, 盛于前5世纪末)提出球形是最理想的形体,包括地球在内的星体都是球形,地球、月亮、太阳、行星都围绕着中心火做圆周运动。他没有把地球放在宇宙的中心。比较起来,宇宙论是古希腊朴素自然观中最薄的部分。

公元前5世纪至4世纪,苏格拉底(Socrates, 前470—399年),柏拉图(前427—347年),亚里斯多得对古代的自然观做了歪曲和修正。

苏格拉底从根本上反对一切抽象形式的科学。柏拉图则用他的客观唯心论对古代的自然观进行歪曲,首先提出神创的及先验的观点。亚里斯多得则动摇于唯物论和唯心论之间。他在认识论上基本上是唯物的。但用推理的办法论证地心说,物体的运动必须有最初的推动力,原子不可能存在等,则给后世造成了不好的影响。

2. 经验科学或描述科学:

(1) 生物学:亚里斯多得是古代学问的集大成者,是一个博学家,他在科学方面的主要的贡献在于生物学,主要是动物学。因为他在植物学方面的著作已经失传了。他的门徒提奥弗拉图斯(Theophrastus, 约盛于公元前370年)关于植物学的著作中可能保存了一些他的成果。他对动物的生活习性做了仔细的观察,在这个基础上做出的动物分类,有些内容接近了现代的水平。

(2) 医学:现在遗留下来的希波克拉提(Hippocrates, 前460—357年)的60余卷的全集,并非希波克拉提一人所作,约成书于公元前450至350年,反映了古代医学丰富的经验。他们的主要贡献是把医学从古代的巫术迷信中解放出来。由于他们大都没有解剖过人体,他们关于人体的器官的作用等方面论述多半是错误的。罗马时代名医盖伦(Galen, 130—200年)虽然在治疗经验上有一定的成就,但他把四元素说用于解释人体的一些现象,并把对于猴体解剖方面的知识硬套到人的身上来,对后世的影响却是消极的。

(3) 天文学:尽管古希腊时代便有阿瑞斯塔库斯(Aristarchus, 前310—250年)提出过地球围绕太阳运动的主张,但没有得到发展。由于亚里斯多得的权威,经过希腊化

时期的托勒密 (Ptolemy, 90—168年) 在观察和计算的基础上, 建立了以地心说为中心的托勒密体系, 直到文艺复兴时期才得到纠正。

3. 理论科学:

希腊人从爱奥尼亚哲学家时候开始, 特别是经过毕达哥拉斯学派的大量工作, 本来在埃及和巴比伦从测量土地面积发展起来的实用技术, 发展成为一门科学——几何学。对客观世界的空间关系做出了科学的抽象, 初步地达到理性认识的阶段。在亚历山大的欧几里得 (Euclid, 前330—275) 著的13卷的《几何原本》(Elements) 中给以系统的总结, 是一个建立在公理和定义的基础上的运用演绎的方法推导出来的严密的体系。严格地说, 在古代只是几何学达到了科学的形态。这是希腊科学的最高成就。希腊数学在算术和代数上是薄弱的, 中国古代在这方面却做出了杰出的贡献。

此外, 阿波罗尼乌斯 (Apollonius, 前260—200) 运用几何的方法对圆锥曲线 (抛物线, 椭圆, 双曲线) 进行了系统的研究和概括, 达到一定的科学形态, 这种研究对以后开普勒 (Kepler)、牛顿 (Newton) 在天文学方面的工作给了很大的帮助。

阿基米得 (Archimedes, 前约287—约212) 在计算圆周长、圆柱体及圆锥的体积过程中运用的思想和方法, 开始具有微积分的萌芽, 也是值得一提的希腊数学成就。

阿基米得在力学、静力学和流体力学的某些方面的研究也达到了一定的科学形态。

罗马帝国时代, 奴隶制日趋没落, 科学衰退, 没有什么特别值得提的。

总的说来, 奴隶社会的科学大部分都没有超出经验科学的阶段。

参 考 书 目

劳动在从猿到人转变过程中的作用 (《马恩选集》卷三, 508—520页)

家庭、私有制和国家的来源 一、史前各文化阶段 (《马恩选集》卷四, 17—19页)

反杜林论 第二编, 三、暴力论 (续) (《马恩选集》卷三, 217—231页)

(由“杜林先生断言, ……”至“在这里我们顺便补一下, ……”。)

(以上最好全部阅读)

梅森:《自然科学史》第一部分 (1—60页)

丹皮尔:《科学史》绪论, 起源 第一章 (1—107页)

贝尔纳:《历史上的科学》第一、二篇 (1—144页)

三、封建社会的科学史

中国是世界上最早由奴隶制发展到封建制的国家。在中国奴隶社会内部孕育起来的封建的生产关系, 在春秋 (公元前770年到476年) 战国 (公元前475年到221年) 之交, 随着铁器的应用而导致农业的进一步发展, 已逐步代替了奴隶制; 这一制度从孕育、成长到取得胜利的过程中, 一直伴随着思想上和文化上的斗争, 这就是战国时期出现的

“百家争鸣”的生动活泼的学术繁荣的社会背景。所有这些，对于科学技术的蓬勃发展都是非常有利的。因此，虽然中国的奴隶社会开始得较晚，并且没有发展到自己的高峰，但是，在封建社会的初期（战国时期）中国的文化（包括科学）就已经达到了可以和希腊奴隶社会所曾达到的文化高峰相媲美的程度，两者在时间上几乎是相同的，东西辉映，互有短长。中国封建社会的初期和中期由于上层建筑对于经济基础、生产关系对于生产力的发展较为适应，中国在生产技术方面曾经发展到很高的水平，从而在一个相当长的时期内（如果从汉初算起到明初，时间超过了1500年）中国的科学技术形成了自己的体系并在世界上处于领先的地位。宋元时期中国古代科学技术在达到自己的顶点之后，尽管生产技术在以后一定时期内仍有缓慢的进步，虽然直到明朝末年仍有几部从当时的条件来说是具世界影响的著作，但总的说来，中国古代科学已开始衰落。中国封建统治阶级在这个时期为巩固其统治而采取的种种措施，使曾经多次出现过的资本主义萌芽得不到发展，更不可能形成一个从当时的条件说来代表着历史发展趋向的新兴的资产阶级来推翻封建制度，为生产的发展从而为科学的发展开辟有利的条件。这是中国古代科学不可能在中国的土壤上发展为近代科学的根本原因。尽管中国在封建社会后期的生产技术水平从当时世界水平来说仍然很高，中国历史上从来就不缺乏杰出的优秀的人物。

中国古代科学技术虽然达到了很高的水平，并且对世界科学的发展作出了一定的（或者说相当大的）贡献，但其发展水平放在科学史整个的发展过程中来考察，并没有超出古代的即经验科学的阶段。

从整个人类历史来看，当中国古代科学日趋衰落的时期，正是资本主义在欧洲开始冲破封建的枷锁（在初期其主要代表是天主教会）逐渐发展起来的时期，而近代科学正是伴随着资本主义的兴起而日益发展起来的。

从这个时候起中国在科学技术方面和西方的差距逐渐拉大，特别是十八世纪在英国开始的不久后即扩展到西欧的工业革命以后，这个差距就越来越大到简直难于比拟了。

近代科学的兴起对中国不可能没有冲击，如明末欧洲传教士的来华就把西方的科学技术做为敲门砖。但是中国的封建制度越是腐朽，封建统治阶级就越来越采取严厉的措施来阻碍新事物的生长，近代科学在当时的历史条件下完全不可能在中国生根。1840年鸦片战争以来，西方殖民主义者用本来是中国发明的火药炸开了封建的中国的大门，封建的中国开始向半封建半殖民地转化。尽管对科学技术的作用经历了一个缓慢而又曲折的认识过程，但在原有的封建统治者再加上外国殖民主义者和帝国主义者阻碍之下，现代科学在中国依然得不到发展的条件。中经洋务运动、改良主义运动（1898年的戊戌政变）、旧民主主义运动（1911年的辛亥革命）等都没有为现代科学在中国的发展开辟条件。直到1919年的五四运动，才高举“民主”与“科学”的大旗，这正是近几百年历史的总结，但是软弱的中国资产阶级没有可能实现这个任务，这个任务历史地落到了中国无产阶级的肩头。它至今对于已经取得了全国政权的中国无产阶级来说，仍然具有重大的现

实意义。

至于欧洲和伊斯兰世界在封建社会时期的科学技术的状况，将在分析到近代科学诞生的条件时涉及，这里就从略了。

四、近代科学和现代科学的诞生和发展

（一）文艺复兴时期的科学史——科学革命揭开了资产阶级民主革命的序幕

1. 简单的历史背景

公元五世纪后半期，入侵的日耳曼部落和罗马帝国奴隶起义结合，摧毁了罗马帝国。西欧进入了封建化的时期。入侵的蛮族接受了被征服者的宗教——基督教，基督教传播的过程也就是欧洲封建化的过程。基督教消灭一切异教的文化，古希腊的文化被遗忘了，对整个社会实行极端的愚昧政策，除了极少数高级教会人员懂得拉丁文以外，包括封建领主、中、下级教士在内的整个社会成员都是文盲。教会实行极端严酷的思想控制，除了教会制订的《教义问答》之类的骗人的鬼话，不允许任何异端思想存在，普通人连看《圣经》都是犯罪。教会是最大的封建主，是欧洲封建社会的主要支柱，对广大人民进行残酷的剥削和镇压，教会本身极端腐朽糜烂，引起广大人民的不满。天主教会不但是科学的敌人，也是资产阶级民主革命的对象。

当时，伊斯兰教控制的地区（包括伊比利亚半岛大部分地区）在文化和宗教方面却实行比较宽容的政策，希腊典籍大部分译成了阿拉伯文；东面的拜占庭帝国由于通用希腊语，虽然也是基督教国家（正教），希腊典籍在那里还能保存下来。文艺复兴前的西欧就是从这些地方学到古希腊的文化的。

2. 黑暗时代的曙光——文艺复兴的准备阶段

封建社会内部缓慢地发展起来的手工业，开始突破中世纪的自然经济，手工业者首先向封建领主用金钱赎得人身自由，居住在城市。这是从10世纪开始的。手工业者集中在城市，城市逐渐成为手工业和商业的中心。城市的手工业者们又用金钱向封建领主赎得城市的自由。手工业者为了保持自己的经济利益，按行业建立了行会组织，行会组织的性质是封建的，技术上是保守的。城市的独立，产生了城市的政治组织，市议会，市长直到后来的城市共和国，虽然权力是掌握在富有的工、商业贵族的手里。城市同时成了反抗封建领主压迫的农民的避风港。11世纪开始，欧洲的城市主要在地中海沿岸和沿意大利经德国到法国、低地国家（尼德兰，即后来的荷兰、比利时）、德国北海及波罗的海沿岸的商路发展起来。如威尼斯（Venice），热那亚（Genoa），比萨（Pisa），那不勒斯（Naples），马赛（Marseilles），纽伦堡（Nuremberg），汉堡（Hamburg）等。这还不是资本主义的萌芽。但最初的资产者却是从城市产生的。资产者被叫做Bourgeois（布尔乔亚）就是城市市民的意思。

与东方的贸易，促进了手工业的发展，14至15世纪毛织业首先在意大利的一些城市突破了行会的限制，造成了行会的解体，家庭手工业开始转化为手工工场。这就开始了

资本主义的萌芽。这是文艺复兴的经济背景。

城市的兴起是作为对封建制的对抗而出现的。城市的居民（包括教会中的人士）对天主教那一套说教表示不满，在文化上从11世纪开始向东方学习（主要是通过向伊斯兰国家学习），至12世纪达到高潮。意大利南部萨里诺（Salerno）是天主教、伊斯兰教和拜占庭帝国三面文化交流的中心，是欧洲人（主要是修士）向东方学习的一个地方。到伊斯兰教徒控制的西班牙的卡尔多瓦（Cordova）留学，导致把大量的希腊古籍从阿拉伯文译成拉丁文，同时阿拉伯人的一些著作包括阿维森那（Avicenna, 979—1037）医学著作，花刺子模（Al-Khowarizmi, 盛于825年）的数学（算术和代数）著作。13世纪初，希腊的主要作品大部分译成了拉丁文，并开始在西欧流传，这在欧洲人面前，等于开辟了一个新的世界，并从此开始了一个发掘和搜集从中世纪起就做为异端被没收而长期埋藏在西欧（主要是意大利）的一些修道院里的发了霉的希腊文和拉丁文的典籍的热潮。12—13世纪欧洲的一些城市开始办起了大学，尽管天主教会立即控制了大学，但大学，特别是在意大利，毕竟成了研究和扩散新思想的中心。

希腊古典文化的传播，引起了教会的惊恐，完全压是不行了。于是，以阿奎那（Thomas Aquina, 1225—1274）为代表的经院哲学应运而生。他利用亚里斯多得哲学中的消极因素，用哲学为上帝的存在进行辩护，并积极宣传君权神授。哲学是神学的奴婢，科学只是哲学的一个小小的组成部分。并以教会的名义肯定以托勒密的地心说为中心的天文学和盖伦的解剖学、医学。文艺复兴时开始的科学革命正是以托勒密的天体体系和盖伦的人体体系作为主要的革命对象的。另一方面，13世纪（1230年）成立的异端裁判所（即宗教法庭）对各种新思想的传播者以“异端”的名义进行残酷的镇压。

但是不管怎样，随着印刷术的传入和发明，希腊的文化得到更广泛的传播，为文艺复兴做了思想上的准备。

3. 文艺复兴和科学革命

文艺复兴是一次思想大解放的运动，它从古希腊文化中吸取营养，标榜“人文主义”（Humanism），可以用佩特拉克（Petrarch, 1304—1374）的一句话“不能认识自己绝不能认识上帝”为代表。他们从不正面反对教会，但主张人（实际上是资产者）要从神中解放出来。这种思想是最初从文学、艺术中表现出来的。他们关心世俗问题，用方言（人民能懂的语言，现代欧洲各国的书面语言正是从这个时候才开始形成的）写作，对教会人士极尽冷嘲热讽的能事。

人文主义对科学的影响，就是要求科学从神学的禁锢中解放出来，不是按照教会的谎言去认识自然，而是按照自然的本来面目去认识自然。这正是科学革命的意义，科学革命虽然发生在文艺复兴的较晚的时期，但是它的意义及对后世影响却是极为深远的。

1543年，哥白尼（Copernicus, 1473—1543）的著作《论天体运行》，和维萨里乌斯（Vesalius, 1515—1564）的著作《论人体构造》发表了。这两部著作极大地震撼了天主教存在的基础，是科学革命的开始。首先受到打击的是维萨里乌斯，他虽然是法

兰德人（今比利时），但在意大利、瑞士等比较富于新思想的大学任教，根据实际解剖人体的经验（这是为教会所禁止的），在他的著作中确立了科学的解剖学，指出盖伦根据猴体解剖建立的人体解剖学的错误，并揭露了《圣经》的谎言，证明男女的肋骨数目相同，都是24根，男人并不比女人少一根肋骨。异端裁判所以“巫师”、“盗尸”的罪名判处他以死刑。后来以到耶路撒冷朝圣得到赎罪，财产全被没收，朝圣的归途中困死在希腊的一个岛上。另一个西班牙人塞尔维特（Servetus, 1511—1553），维萨里乌斯的朋友，也因坚持科学的解剖学于1553年在日内瓦被加尔文（Calvin, 1509—1564，此人是个新教的教主）烧死。

哥白尼在意大利的几个大学学习过，深受文艺复兴时期人文主义思想的影响，早在1503年即从观察中发现了托勒密的错误，1530年完成了《论天体运行》，1543年出版于纽伦堡，正是哥白尼的死年。出版者奥斯安德（Osiander）由于怕事，在序中说明哥白尼学说只不过是一个为了计算方便的假设，并非事实。开始时得到教会的暂时容忍。16世纪后半期逐渐流传，布鲁诺（Bruno, 1548—1600）由于宣传日心说，于1600年被异端裁判所烧死。伽里略（Galileo, 1564—1642）则更进一步借助于望远镜的观察证实日心说，于1633年被异端裁判所判处终身监禁。

按照天体和人体的本来面貌阐明它们的构造，就使天主教会关于“原罪”，“赎罪”的谎言彻底破产，必然会引起教会的疯狂镇压。马丁·路德和加尔文的新教对科学革命同样是猖狂地反对的。

但是由哥白尼和维萨里乌斯开始的科学革命却是无法阻挡的，它揭开了资产阶级民主革命的序幕。由于15世纪末到美洲和亚洲去的新航路的发现，欧洲资本主义在大西洋沿岸及英国得到了进一步的发展，这个革命，于16世纪末和17世纪先后在荷兰和英国取得了胜利。

4. 科学革命产生的科学技术方面的条件及其影响

（1）文艺复兴时科学革命继承了希腊科学和哲学中的积极因素，敢于解放思想，冲破神学的禁锢，批判了被经院哲学肯定下来的希腊科学中的糟粕，而开辟了一个新的时代，这就说明把这次思想解放的运动叫做“文艺复兴”（Renaissance）不能准确地反映其本来面貌。

（2）文艺复兴前就已经开始的向东方学习的过程中学到的东方的数学，主要是算术和代数（其中包括古代中国、印度和阿拉伯的贡献），弥补了希腊数学的不足。经过算术向代数的发展，数学符号的建立，有利于坐标几何以至于微积分的发明，不仅对文艺复兴时的科学革命起了积极作用并对以后的科学发展产生了巨大的影响。在这方面做出贡献的是塔塔里亚（Tartaglia, 1499—1557），卡尔丹诺（Cardano, 1501—1576），维叶特（Vieta, 1540—1603），笛卡儿（Descartes, 1596—1650）。

（3）从伽里略开始的借助于仪器对自然现象的观察，在近代科学的研究中引入了实验的方法，系统的实验的方法和数学的推理（不仅是计算）相结合，这是近代科学不同于

古代并获得越来越大的成就的一个重要条件。

(4)在和东方接触向东方学习的过程中,经由阿拉伯人传入的由中国发明的印刷术、造纸、火药和指南针,对文艺复兴时期及以后的科学的发展产生的影响也是很大的。

(二) 十七世纪的科学史

1. 英国资本主义的发展和英国资产阶级民主革命

由新航路的发现首先得到利益的是葡萄牙和西班牙,它们在16世纪取得了海上霸权,从美洲、亚洲、非洲掠夺了大量的财富。这些财富并没有成为发展资本主义的原始积累,只是供封建主挥霍浪费。发生于12—13世纪的英国圈地运动,一方面开始了资本的原始积累,另一方面通过羊毛贸易使英国的一部分封建主和毛纺织工业发生了联系,这就为他们以后转变为可以和资产阶级合作的新贵族准备了条件。英国工业资本的发展,使英国在16世纪末战胜了西班牙的无敌舰队,取得了西班牙、葡萄牙的海上霸权。资产阶级的强大,日益感到封建制度对发展资本主义的限制,产生了夺取政权的要求,资产阶级联合新贵族于1642年开始了资产阶级民主革命,中经共和国时期(1649—1652),克伦威尔的军事独裁,王朝复辟(1660年),以1688年的妥协(被称为“光荣革命”)而告终。所谓“光荣革命”尽管表现了英国资产阶级的妥协性,但资产阶级毕竟取得了胜利,从而为资本主义的进一步发展开辟了道路。

但是资本主义的发展及胜利是在对广大劳动人民的残酷剥削的基础上取得的,不仅是英国的圈地运动,还有对殖民地的掠夺,对不发达国家的不等价交换,直到奴隶贸易等等。

2. 十七世纪的科学发展的继续高涨

资产阶级革命的胜利为科学的发展创造了有利的条件。17世纪的重大科学进展都是在英国发生的,这绝不是偶然的。

早在英国革命的准备时期,被马克思、恩格斯称为“英国唯物主义真正始祖”的培根(F. Bacon, 1561—1626),坚决反对经院哲学并大力提倡科学,反映了资产阶级先进人物渴望利用科学来发展资本主义的要求。

由哥白尼开始的天文学革命和物理学(主要是力学)革命经过伽里略、开普勒(Keppler, 1571—1630)进一步的研究,经过牛顿(Newton, 1642—1727)发现了万有引力和运动三定律,而具备了完整的理论体系。并由此而开始了数学革命,以微积分的发明为标志实现了常量数学向变量数学的飞跃,这些工作也都是由牛顿完成的,而且对以后的科学发展产生了极大的影响。

由维萨里乌斯和塞尔维特开始的医学革命在17世纪的英国也取得了进一步的发展,这就是哈维(Harvey, 1578—1657)发现的血液循环。并由意大利人马勒皮塞(Malpighi, 1628—1694)在显微镜的观察中给以证实。

1600年吉尔伯特(Gilbert, 1544—1603)发表的《论磁》虽然仅仅是这方面研究的开始,但却标志了一个新时期的纪元。被遗忘了近两千年的电和磁的现象重新引起科

学界的注意，由于历史条件根本不同了，在以后不到三百年的时间内，不但在理论上有了重大的突破并给工业和人类的生活带来了划时代的变化。

光学还处于初始的阶段。粒子说(牛顿)和波动说(惠更斯, Huygens, 1629—1695)都提出来了，可能由于牛顿的名声，波动说在当时没有引起什么重视，直到19世纪初才重被发现。几何光学的发展有了一定的发展。热学仅仅开始，虽然在本世纪末已经有人在探求测量温度的方法，温度计的发明还是下一个世纪的事。化学处在积累材料阶段，虽然波义耳(Boyle, 1627—1691)提出了正确的元素概念，古希腊人认为的元素，这时仍然被认为是正确的。

显微镜的发明，给生物学开辟了一个新的广阔的世界。马勒皮基，洛文胡克(Leeuwenhoek, 1632—1723)对显微镜做了改进，利用它进行了观察，但是显微镜对生物科学的价值在更晚些时候才被重视起来。

哥伦布(Columbo, 1451—1506)在1492年航行到美洲在科学史上的革命意义在于人类从此才发现了地球，这也是为教会的说教所不容的。地学在这个世纪，接着上个世纪末的工作，继续发现新世界。

3. 十七世纪科学的特点、意义及影响

(1) 牛顿的影响是巨大的。伽里略在本世纪初说过：“自然是用数学的语言写出来的”，在牛顿的工作中得到初步的体现。牛顿在力学方面的成就给科学树立了一个样板，自然的规律可以用几个数学公式来概括，成为后世科学模仿的榜样，至少在物理科学是如此，如19世纪中叶麦克斯威尔(Maxwell, 1831—1879)把电磁理论概括为四个微分方程式。

再就是机械观的形成，在科学界统治了近200年之久。

(2) 17世纪发明了望远镜、显微镜和气压计。实验在科学中起的作用更大了，并在哲学上得到了进一步的反映和支持(经验论)。这时开始形成了一种社会风气，某些贵族、教士的个人收藏，转化为博物馆、观象台、植物园，为科学实验(和观察)提供了条件。如斯洛恩(Hans Sloane, 1660—1753)的丰富收藏到下一个世纪就成为英国博物馆的核心。

(3) 欧洲大陆的大学仍在经院哲学的控制下，教会仍然是科学的敌人。科学家意识到不在外界(政治的及宗教的)干扰的情况下进行科学研究的必要，因而导致建立科学组织。早在17世纪初期，在意大利罗马的林切学院(Accademia de Lincei, 1600—1630)和佛罗伦萨的齐门托(Cimento)学院(1651—1667)是最早的科学学会，但它们存在的时间不长。由1635年杜丕(Dupuy, 1582—1651)小组进一步发展为巴黎学院，再进而发展为科学院，并于1665年出了会刊，开始完全是私人性质的，为了便于科学家的自由探讨，交换意见。英国资产阶级对旧式大学(牛津、剑桥)不满，于1579年在伦敦根据大商人格列斯哈姆(Gresham, 1519—1579)的遗嘱创办了以讲授新的科学、技术知识为主的新型大学格列斯哈姆学院，1660年成立的得到英国主要科学家，如波义耳、胡克(Hooke, 1635—1703)支持的皇家学会便以格列斯哈姆学院为活动场所。

皇家学会也是私人性质的，为了自由的交流学术观点、做实验，并于1665年出了会刊。法国神父马塞恩（Mersenne, 1588—1648）在组织科学家通信、交流学术观点方面起了很大作用。对以后科学的发展起积极作用的科学组织、科学交流、科学杂志，在17世纪都已开始了。

（三）十八世纪的科学史

1. 工业革命。工业革命是英国资产阶级民主革命胜利后资本主义进一步发展的必然结果。首先在棉纺织业发生，市场的扩大要求增加商品的生产，新的机器（从清棉、纺、织到其他方面）不断的发明（并且主要是由工匠完成的）产生了对于动力的需要。于是18世纪的六十年代，瓦特（Watt, 1736—1819）开始在化学家布莱克（Black, 1728—1799）的帮助下，利用布莱克在潜热方面的发现，改进了蒸气机。使本世纪初仅用于矿井抽水的蒸气机变成能够带动更多的机器的发动机。于是以蒸气机为中心的大工厂开始代替了手工工场和作坊。

这是科学和工业的结合的开始。并且是工匠学者和制造家结合的开始。（北明翰的月社）

工业革命开辟了一个新的历史时期，大工业开始出现，手工工场转化为工厂，近代的真正的产业无产阶级出现了。整个工业结构（以至社会结构）发生了巨大的改变。它在人类历史上和科学史上的影响是空前的。从科学史看来，一个科学和大工业紧密结合的时期开始了，虽然这个时期的特点在下一个世纪中叶以后才逐渐显示出来。

2. 十八世纪的科学状况。工业革命对科学的影响主要发生在下一个世纪，即十九世纪。

十八世纪的数学（主要是微积分）的发展是最主要的成就，微分方程、偏微分方程、变分法的发展，使微积分更加成为一个完备的体系（但是它的薄弱的理论基础直到十九世纪才得到修补），它广泛地应用于天文、力学、声学、水力学等方面，并在应用的过程中得到进一步的发展。牛顿的工作是在剑桥完成的。本世纪初扩散到牛津、伦敦、格拉斯哥和爱丁堡等地的大学。可能是由于在微积分的发明权的争论中激发起来的民族偏见的影响，英国学派没有及时吸收欧洲大陆的先进的东西，他们并没有取得太多的成就。微积分的另一个发明人莱布尼茨（Leibniz, 1646—1716）的学生们对十八世纪微积分的发展和应用做出了更大的贡献，主要在瑞士和法国，特别是法国，从十八世纪以来，法国数学确定了在世界长期领先的地位。

物理学的其他各个分科本世纪正在为下一个世纪的重大突破积极地准备条件，如光学、电磁学和热力学。

化学革命在十八世纪末由于拉瓦锡（Lavoisier, 1743—1794）对燃烧现象的正确解释推翻了燃素说而开始，但直到下个世纪六十年代，由于原子-分子学说的确立才显示了这个革命的巨大意义。

生物学仍处在积累材料阶段，但是在积极地为下一个世纪的革命（进化论的发现）

准备条件。地学也还是处在积累材料的阶段。

18世纪给实验室增加的重要仪器是温度计。

3. 法国资产阶级民主革命。法国的资本主义在萌芽西欧本来是开始得较早的，但是资本主义的发展受到封建制的较大的压制。法国是在西欧最早建立中央集权制的封建国家。随着资本主义的发展，法国国王越来越和天主教结合在一起阻碍资本主义的发展。这样，法国的资产阶级只有联合城乡劳动人民彻底推翻国王和教会的统治。

这样一个革命需要有充分思想和舆论的准备。这一方面是在英国革命（还有美国革命）影响下产生了民主、法制、自由、平等、博爱，直到建立资产阶级民主共和国的思想，另一方面则是以百科全书派为代表的无神论的机械唯物论的哲学。

由伏尔泰（Voltaire, 1694—1778）介绍到法国的牛顿力学，就构成了法国唯物论的主要科学基础。法国唯物论的代表人物大都是科学家，主要是天文学家、物理学（力学）家，如达朗贝尔（D'Alembert, 1713—1783）和医生，如拉美特利（Lamettrie, 1709—1751）。自然科学成了法国资产阶级民主革命的思想基础。法国资产阶级民主革命胜利后曾经废除过天主教（1792年），并没收贵族的和教会的土地出售给农民，直到1801年拿破仑出于统治的需要才恢复了天主教。

法国革命胜利后曾采取一系列措施发展科学，建立新型大学，如高等师范、医学院、工艺学校等，集中了一批优秀的科学家任教，并培养了一批优秀的科学家，从而使法国科学在十九世纪最初的几十年中在世界居于领先的地位。

法国革命的彻底性使其他各国的资产阶级望而生畏，此后，德国、奥匈帝国、意大利以及日本等主要资本主义国家都是以封建贵族和资产阶级的妥协来实现向资本主义的转变的。

（四）回顾及展望

1. 从文艺复兴至18世纪是近代科学产生的时期。工业革命开始了科学和大工业紧密结合的新的时期，这个时期的特点，在工业革命开始百余年后才逐渐显现出来。大工业要求科学对工业的发展做出越来越大的贡献，科学是生产力开始被认识了。另一方面，大工业的发展不断向科学提供的强有力的实验手段，使人们对自然规律的认识越来越深刻，并且为科学理想的实现提供了物质基础，使科学得到前所未有的发展。

2. 但是，科学只有从生产、从劳动中独立出来，科学才能更好地在工业中发挥作用，在这种情况下，科学的发展与其说直接决定于生产，毋宁说在更大程度上是由科学本身的内在的矛盾运动的推动下得到发展的。可以说，科学和大工业的结合，要求科学的独立。这一点在19世纪特别是20世纪科学技术的发展中得到了证实。

3. 科学、科学家成为社会的需要，当然在阶级社会科学成果是由剥削阶级所垄断的。

早在1700年封建的普鲁士（腓特烈大帝），1724年封建的俄罗斯（彼得大帝）都建立了科学院，并从法国、瑞士等科学发达的国家延聘著名的科学家讲学。说明封建帝王在科学发达的时代也能认识到科学的重要。德国和俄国在十九世纪都开始登上了世界科

学的舞台，特别是德国在十九世纪下半期开始成为欧洲的重要的科学国家。这是德国工业在第一次世界大战前能跃居欧洲第一位的重要原因之一。

大工业时代开始以后，科学的作用就越来越被认识到了。

在资产阶级民主革命的准备时期或行动时期，科学家往往是直接、间接地投身于革命的。

4. 随着大工业时期的到来，在17世纪已开始出现的科学组织、科学交流这类有利于科学发展的措施，有了飞速的发展。如19世纪开始的专门学会，国际学术会议等。欧洲的大学在19世纪逐渐摆脱了经院哲学的干预，重新成为科学的中心。

从古希腊时代就证明民主对科学的发展有利，但科学所要求的民主主要是摆脱外部的干预。科学内部的民主，实际上就是让科学在科学本身固有的矛盾的推动下自由发展。17世纪开始出现的并在以后得到发展的那些有利于科学事业发展的措施正是为了这一点。

5. 只是近代大工业才产生了产业无产阶级、无产阶级和资产阶级的斗争、以及马克思主义。从这一点说，近代大工业开辟了一个新的历史时期——无产阶级开始登上历史舞台的时期。无产阶级是一个比资产阶级更革命、更进步的阶级。马克思和恩格斯对科学和技术上的每一项新的成就都是密切注意的。正是恩格斯根据19世纪自然科学的新的成就，指出形而上学的自然观的破产，总结自然科学的新的成就，写了《自然辩证法》和其他有关著作，是马克思主义哲学的重要组成部分之一。从十月革命算起，无产阶级取得政权已经超过了60年，无产阶级应该利用包括资本主义社会在内的人类历史上的一切宝贵的财富，把历史推向新的高度。从这个意义来说，总结近现代科学发展的经验教训，对我们建设社会主义的四个现代化具有极为重大的意义。

参 考 书 目

《马恩选集》：

自然辩证法·导言 （卷三 444—462页）

社会主义从空想到科学的发展 一、二、 （卷三 404—424页）

社会主义从空想到科学的发展 英文版导言 （卷三 379—403页）

德路维希·费尔巴哈和德国古典哲学的终结 一、二、 （卷四 210—228页）

（以上最好全部阅读）

马克思：《资本论》第一卷 第十三章 机械和大工业

（《马恩全集》23卷 408—553页）

梅森：《自然科学史》第二部分，第三部分，第四部分 （61—361页）

丹皮尔：《科学史》第二章，第三章，第四章，第五章 （108—822页）

贝尔纳：《历史上的科学》第三编，第四编，第五编， （145—396页）