文明转型中系之五/文明史系列读本

东西方文化发展中心主编

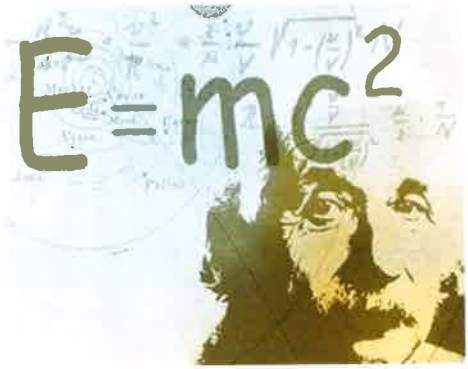
人类智慧的创造

科学技术史

袁　东／著

湖北长江出版集团
湖北人民出版社

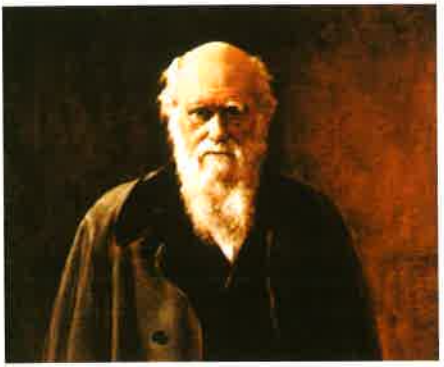
著名历史学家刘家和先生题辞



爱因斯坦

中国水稻专家袁隆平

牛　顿



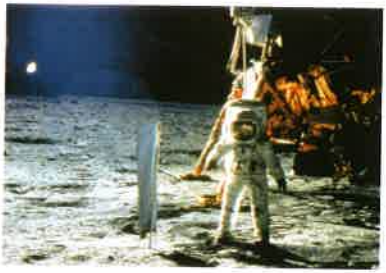
达尔文

爱迪生

都江堰水利工

北京猿人复原头盖骨塑像

“勇气”号火星探测器



人类登上月球

文明转型书系之五／文明史系列读本

东西方文化发展中心主编

人类智慧的创造

科学技术史

袁　东／著

湖北长江出版集团
湖北人民出版社

鄂新登字 01 号
图书在版编目(CIP)数据

人类智慧的创造:科学技术史/袁东著.
武汉:湖北人民出版社,2007.1
(文明史系列读本)
ISBN 7-216-04932-2

Ⅰ.人…
Ⅱ.袁…
Ⅲ.自然科学史—世界—普及读物
Ⅳ.N091-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 135986 号

人类智慧的创造——科学技术史　　袁　东著

出版发行:湖北长江出版集团 湖北人民出版社
地址:武汉市雄楚大街 268 号
邮编:430070

印刷:文字六〇三厂
经销:湖北省新华书店
开本:850 毫米×1168 毫米 1/32
印张:3
字数:74 千字
插页:2
版次:2007 年 1 月第 1 版
印次:2007 年 1 月第 1 次印刷
书号:ISBN 7-216-04932-2
丛书总定价:135.00 元(全 24 册)

本社网址:http://www.hbpp.com.cn

总　序

有了人类，就有了人类的文化，进而有了人类的文明。作为文明主体的人类是如何诞生的？人类又是怎样创造、继承和发展了自己的文明？这些自古以来就是人们不断探究的问题。

人类起源是连绵数百万年甚至近千万年的过程。尽管人类起源研究中还存在不少没有解决的问题，但随着现代科学的发展，人类对于自身的起源问题已有了日益深刻的认识和了解。人是自然发展、进化的必然产物，同万物一样，人类亦是自然之物。但劳动创造了人，劳动创造了人类本身。严格地说，用双手制造工具这一独特的文化创造能力，才真正使人类完成了从猿到人转变的这一生物、文化的进化过程。人作为一个生物体，在漫长的劳动过程中，脑容量、外貌、体态仍在不断进化，从而由猿人进化到智人，再进化到现代人。在从猿到人转变的整个过程中，会制造工具才是人类区别于其他一切高等动物的标志。人类是在与大自然的斗争中，在制造工具和觅取食物的劳动过程中，开始了文化创造、文化累积和文化传递的活动；与此同时，人类又在这一漫长的过程中不断地改造了自身的体质。

人类虽然来自于动物界，但却高于动物界。人不仅会劳动，会制造工具，还有着区别于动物的本质特征：会思维、有语言（语言是表达思维和人与人交流的工具）、有理智、能创造并传递文化。从这一角度讲，人类在长期的劳动过程中，在其生物体进化的同时，又作为一种社会动物在不断地进化、提升。所以，古代贤哲认为，“人是一种有理智的动物”、“因为理智同别的一切比较起来更合乎人性”。人类诞生以后，由于生存、劳动的需要，彼此就结成了

一定的关系，构成了人类社会，所以人又是一个“有责任的存在物”、“是一个道德主体”、“是一种政治动物”。这就是人的社会性。

可见，源自动物的人，不同于作为一般动物的野兽。然而从人的社会属性来看，人的社会责任心、道德修养的程度又决定了这个人是圣贤还是败类。没有责任心和道德心的人会比野兽还残忍，因为他可以用理性作为工具去肆意实施他潜在的兽性；反之，以社会责任为己任，以社会道德不断修炼自己的人却可以成为圣贤，因为他也可以用理性作为工具去更加完善他的人性。

当人类在其文化发展的历史长河中达到一个先进的水平时，即达到一种开化的特定阶段时，如人类有了文字、公共建筑、社会分工和分化、私有制、阶级、国家及专门的科学、艺术、哲学、体育、思想、道德、风尚、世界观、价值观、信仰等，就标志着文明的到来。文明是人类运用自己的心思智力作用于自然界物质因子创造出来的伟大作品。当一个民族的创造精神作用于自然界的物质世界时，就汇合成了这一民族的文明。一个民族的文明，始终闪现着该民族灵魂的搏动，它以巨大的向心力吸引着该民族的各类成员，因而民族文明的认同构成民族认同的核心。

文明史就是人类不断认识、改造世界的历史。人类在认识、改造世界的过程中也同时认识了人类自身，并不断地升华了自己。因此，文明史也是一部人的发展史，是人类永无止境的奋斗史。

文明的发展是一个过程，这个过程永远不会终结，从远古文明直到近代文明、现代文明，总是不断地向前演进。

人类在与自然、与社会、与他人和自己的互动中，推动了社会的发展，使人类社会从蒙昧、野蛮走向文明，从低级走向高级，从分散走向整体，丰富多彩，斑斓多姿。

从人类文明史发展的时间向度来看，人类经历了古代文明、古典文明、中世纪文明、近代文明、现代文明及后现代文明；从空间的向度来看，先后出现了西亚两河流域文明、埃及尼罗河文明、希腊

罗马地中海文明、印度文明、中华文明、非洲文明、中南美洲印第安文明、西方文明、阿拉伯—伊斯兰文明;从文明的内涵来看,有物质的、精神的,其表现为有器物的、制度的、行为方式的、伦理道德的、政治的、经济的、科技的、文学艺术的等方面,它们构成了一部人类文明发展进程的恢宏、灿烂的图景。

文明的发展具有多样性和不平衡性。所谓多样性,是指各文明有着不同的类型,如中国文明属于主体内向型,西亚、北非、南亚文明则属于多元重叠型,地中海文明属于外向辐射型。所谓不平衡性,主要表现于有的文明发展中断,有的文明却一直不间断地延续至今。

各文明的发展是互惠和相依的。在文明发展的历程中,各民族之间既有自身文明的输出,也有对他民族文明的吸纳和扬弃。人类的文明就是在这种吸纳和扬弃中,在弃恶从善的搏击中得到了发展和进步,并不断向高层次的文明发展。

文明必须是物质文明和精神文明双全的。世界上没有单一的物质文明,也没有单一的精神文明。在现代文明中,当物质文明高度发展时,精神文明的发展程度尤为重要,因为精神文明的发展会促进物质文明的进步,并引导物质文明发展的正确方向。

文明发展史的主体是人,只有人才有理性、有意识、有责任、有道德。人是文明的创造者,也是文明史的推动者。然而这一切都源于人的"自我"认识程度,源于人的"自我"精神的自觉。人类精神的觉醒程度与文明史的发展是同步的、互动的。

人类生存的物质需要与精神需要缺一不可。人类在对物质需要的水平不断提高的同时,其精神需要的水平也在同步提高,人的自我意识也在逐步觉醒。人的自我意识的觉醒,人对自身和宇宙的了解,必然对物质建设起着推动作用,从而又使人对物质的需要进一步得到满足,对精神的需求也提升到了更高的水准。人的物质需要、精神需要、人对自身及宇宙的了解就这样同步互动,并循

环往复，不断提高。

不断提升人类的自我意识，可使“主我”和“客我”更趋于一致，才能使人这一行为主体和权利主体——文明史的能动主体，在人的自我与文明社会的互动关系中作一个“赞天地之化育”的自觉的、真正的人，才能更好地推动文明社会的持续前进。

人类的“自我”意识或人类的精神觉醒是如何在文明史的发展中提升的呢？著名历史学家刘家和先生指出：人类在经历自己的童年、青年、壮年的过程中，在人与自然、人与人的关系中，以及在人对自身内部结构和人的本质的了解中，经过不同层次的反省，不断走向达到自身的精神的自觉。然而这一过程至今尚未完结，它还将随着现代文明社会的转型而升华到更高的精神层次。

《文明史系列读本》不是学术专著，也不同于一般意义上的文明史教材，而是介于两者之间的具有一定学术品位的科普读物。

它不是一部整体综合性体例的著作，而是从世界文明史发展的若干个侧面，按专题叙述文明史发展进程的系列读本。

它力求在内容上具有科学性，在文风上生动活泼、通俗易懂，给读者以知识、智慧和思想的启迪。

最后，我们怀着真挚的感情，把弗朗西斯·培根在《伟大的复兴》一书序言中的一段话献给读者：

“希望人们不要把它看作一种意见，而要看作是一项事业。”

我们衷心希望广大读者关心这项事业。

编　者

2006 年 12 月

目录 MuLu

人类智慧的创造——科学技术史

概　述 / 1

1.科学技术发展的曲折历程 / 1
2.关于科学与技术的基本概念 / 4

一 古代科学技术 / 12

1.科学技术的萌芽 / 12
2.两河流域的古代科学技术 / 14
3.尼罗河流域的古代科学技术 / 16
4.印度河流域的古代科学技术 / 18
5.黄河流域的古代科学技术 / 19
6.古希腊古罗马的科学技术 / 24

二 中世纪科学技术的发展 / 28

1.独立发展的中国科学技术与四大发明 / 28
2.中世纪欧洲的黑暗时代和阿拉伯的科学技术 / 39

目录

三 近代科学技术的发展 / 41

1.近代科学技术的诞生 / 41

2.近代科学技术发展时期与第一次科学技术革命 / 48

3.19世纪古典科学全面发展与第二次科学技术革命 / 54

四 现代科学技术的发展 / 60

1.第三次科学技术革命与电子时代 / 60

2.第二次世界大战前后的技术发明 / 64

3.第四次科学技术革命与信息时代 / 67

4.新科学技术革命与可持续发展 / 79

参考文献 / 85

后　记 / 86

概　述

我们人类赖以生存的地球，在宇宙中只不过是一个普通的星球，其特殊性就是有一个生物的世界，尤其是有人类的世界和人类的文明。据研究，地球已有约 46 亿岁了。在太古时代火成岩形成，远古时代产生了生命。但无论是在有人类文明的前与后，人与自然就互动地发展着。即人类出现前，自然界本身就在演化着，人类自身产生文明后，自然界在人类的作用下发生变化。科学与技术的发明创造就蕴含在人与自然的互动之中。

1. 科学技术发展的曲折历程

据考古推测，在 1000 万年到 100 万年前，已经有人类手工制品的遗迹，它们是用火石或硬石敲打成的简单工具、石制弓箭等。人类过着原始群落的生活，相当程度上靠老天生存。原始人为寻食选择、打制石器，对石头的几何角度进行了研究；为分配食物，有了数量的概念，就产生了数学知识，体现了人类自身的本能。人类定居生活后，要栽培农作物、构建房屋、掌握季节、考察地理环境、丈量土地等，这就产生了与人类基本社会生活相关的科学技术，如天文学、力学、地理学、数学及农业科学技术。人类开始按现实原则规律行事，不断地实现自我。

大自然界“造化”了尼罗河、幼发拉底河、底格里斯河、印度河及黄河流域，它们养育了人类的祖先，也铸造了人类文明的摇篮。人类自身存在内在的发展驱动力，而且希望自身更先进、更发展。5—15 世纪，古希腊最早将科学作为一种独立的精神活动，创造出一套科学语言，欧几里德的几何学、阿基米德的力学、托勒密的天文学，三个代表人物使三门学科成为那一时代的三座科学高峰。

中国在两千多年漫长的社会发展中，特别是唐朝至明朝时期，不仅创造了灿烂的思想文化，还将古代科学技术发展推向了高峰，如农学、医学、天文、算术四大学科；陶瓷、丝织、建筑三大技术；更创造了指南针、火药、造纸和活字印刷术四大发明。四大发明经阿拉伯人传入欧洲，推动了欧洲科学的进步和社会生活的改变，这是中国人对世界文明的卓越贡献。而此时期的欧洲及阿拉伯地区，政治上正处于“黑暗时期”，相应的科学技术发展极其缓慢。阿拉伯人继承了希腊的科学遗产，在炼金术（化学）、代数、天文学及光学等方面作出了独特的贡献。

15、16 世纪欧洲爆发了资产阶级大革命，政治、军事、外交、文化、教育、宗教等的发展需要，导致了近代科学技术的诞生。在科学理论方面，如哥白尼的无限宇宙论、牛顿的力学三大定律、几何学、生理学等都得以发展。航海罗盘的应用，发现了美洲新大陆。进入 18 世纪，相继产生了英国的产业革命和法国大革命，先后引起了影响世界历史进程的科学与技术革命。18 世纪 30 年代，以蒸汽机的发明和利用为标志，发生了科学技术史上的“第一次科学技术革命”，或称“蒸汽技术革命”。蒸汽机的发明是人类生产技术的一次大飞跃，带动了交通运输业等其他产业的革命，如轮船、火车、平炉炼钢、纺织机械化等的相继发明。19 世纪中叶，德国发生的“第二次科学技术革命”，也可称为“电力技术革命”，主要标志是以电力代替蒸汽动力。发电机、电动机的发明和发电站的建立，不仅推动了资本主义国家工业迅速发展，也相继出现了与电有关的发明，如有线电报、电话、无线电广播等通讯工具，以及电灯、电影、留声机、电视机等，开扩了人们的眼界，缩小了人们之间的距离。19 世纪可以说是“科学的世纪”，形成了完整的自然知识体系。如物理学—电学—磁学—光学的统一；热学与力学；原子论与元素周期率；天文学的宇宙物质结构、成分；生物学的达尔文进化论，细胞学、遗传学、微生物学等都得到空前发展。科学技术的

发展高度开发了自然，创造出人类新的物质文明。

20世纪是现代科学技术迅速发展的时期，是现代科学技术发展的新转折点。世界范围内产生了“第三次科学技术革命”，也称为“电子技术革命”，其特点是第二次世界大战后，美国取代了德国成为世界科学技术发展的中心。这次科技革命首先以物理学革命为开端，相对论力学和量子力学出现，使人们从“存在科学发展为演化科学”。这既扩展了人们对微观世界的认识，从分子、原子阶段发展到基本粒子阶段，也极大地影响了各学科的发展，如产生了量子化学、天体物理学、分子生物学、地球的板块构造学、海底扩张学，以及原子能技术、电子计算机、空间技术、新材料学等。在此推动下，还产生了一系列综合性学科，如信息论、控制论、系统论。这又使一些古老的学科，如农业科学技术、医学科学技术等焕发了青春。科学技术是一把双刃剑，科技发展的进程，告诫人类要树立起统筹人与自然和谐发展的科学发展观，处理调节好科技进步、经济发展与保护人类生存环境三者间的关系。全球性的危机也使人们在反思近代科学形成的人与自然的关系中，用社会道德化的自我去限制和指导人类的本能，进而超越自我，从而衍生并发展了生态学、环境科学、“绿色革命”、疑难病症的研究等。

20世纪末和21世纪更是科学技术突飞猛进的创新时代，世界范围的新兴科学技术革命，也可称为“第四次科学技术革命”，人类进入分子生物学和信息时代。生命科学成为现代科学结构的重心，科学技术向着综合化、整体化方向发展。现代科学发展中的四大基础理论：量子力学、相对论、信息论和基因理论，无疑将成为21世纪科学发展的新基础①。现代创造性的科学与技术活动，将更普遍地成为人类社会的主要活动，并广泛地向社会的各个领域

① 路甬祥主编：《现代科学技术——大众百科》，浙江教育出版社2003年，第1页。

渗透,将更空前地改变人类社会的物质生活和精神生活,将继续推动人类社会的更大进步。正如有些科学家概括:人类社会是由"科学—技术—经济—社会—科学"几个环节构成,其中科学是起点,经济是基础,技术更是中心环节。它们影响着一个国家、民族的沉浮,是摇撼世界的伟大杠杆①。所以,人类社会的发展是与科学技术分不开的,人类的历史也就是一部科学技术发展史。科学技术决定着人类社会的发展进程,沿着生态科技发展之路,它将更好地造福于全人类。

2. 关于科学与技术的基本概念

在叙述科学技术发展史之前,首先必须弄清什么是科学与技术,什么是科学思想,科学与科学家等几个基本概念,因为这些是写、读科技史必定涉及到的问题。了解这些问题,目的是有助于我们能进一步提高学习科学技术知识的自觉性。

(1)什么是科学?

"科学"(science)的概念,历史上就有不同的阐述。生物学家达尔文认为,科学就是整理事实,从中得出普遍规律或结论。科学学创始人贝尔纳认为,现代科学是一种建制,一种方法,一种积累的知识传统,一种维持或发展生产的主要因素及构成我们诸多信仰和对宇宙与人类的诸态度的最强大势力之一。恩格斯指出:"科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量。"毛泽东认为:"科学研究的区分,就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性,因此,对于某一现象的领域所特有的某一种矛盾的研究,就构成某一

① 杨庆旺主编:《科技上下五千年》,哈尔滨船舶工程学院出版社 1994 年,第 4 页。

门科学的对象。”现代学者们对科学又有诸多论述。有人认为科学是“任何人都可以信赖的专门探索活动及其结果”。其科学活动即科学研究,科学结果即科学知识。但是否是科学,需要通过公认的标准进行检验,即它的客观性、真实性和重复性:客观性即可通过客观显示出来,通过实践加以检验;真实性即排除伪造和假象,包括主观真实感;重复性(或证实性)即同一科学活动及反复试验的结果,其趋势是相同的,通过严谨、精确的定性、定量分析,只有能重复才有价值,但不等于重演①。也有学者认为,科学是人们对自然界的事实和规律的认识的知识体系。而这种认识是不断完善和发展的,不是零星、支离破碎的,而是需要不断地经实践检验并修正的知识体系。

自然科学又可分为三大部分:基础科学、技术科学和应用科学。现代科学发展已呈现出一些新的特征,即科学结构重心倾向于生命科学;数学科学向一切科学领域渗透,科学数学化;各科学的学科间相互交叉、渗透、融合,难以界定,产生了边缘科学,如激光医学、生物物理学、生态与环境科学等,使科学系统朝着综合化、整体化的方向发展。有学者认为,在现代科学发展中,有四大基础理论对人类思维方式、认识方法产生着深远的影响。同时现代科学也建造了描述自然图景的五大模型,即宇宙演化的热大爆炸模型;粒子物理的标准模型;遗传物质 DNA 双螺旋结构模型;信息智能处理的计算机模型和地质构造的板块模型②。这些知识并非已成为定论的、完美的、不可争议的,但它们将影响着未来科学的发展。

① 刘里远:《中西自然科学思想》,中国大地出版社 1999 年,第 471、472 页。

② 路甬祥主编:《现代科学技术——大众百科》,浙江教育出版社 2003 年,第 3 页。

(2)什么是技术?

“技术”(iechnology)的概念,其内涵极为广泛。18 世纪法国伟大哲学家狄德罗给技术定义:所谓技术,就是为达到某一目的所采用的工具和规则的体系。在古代和近代,技术主要表现为生产经验知识的积累;在现代,技术则主要是科学发展的结果,是能源、材料、信息和工艺的有机结合,是人类为改造自然、实现社会需要而创造的手段、工具、技能和方法的总和。按技术的功能,可分为生产技术——是生产力发展水平的主要标志;非生产技术——适应社会生活的各种需要产生的,如军事技术、公用技术及日常生活、文化教育、卫生技术等。按技术的性质,可分为硬技术——满足社会需要的各种生产工具和物质手段设备;软技术——如何运用各种物质、工具和手段,达到一定社会目的的知识、技能和技巧,如决策、预测、评价技术组织形式及各种技术和手法等。客观的物质手段与主观的思维、操作能力相互结合,形成一个技术体系,例如电工、焊接、育种、耕作等技术①。现代的高新技术具有知识密集性、创新性、战略性、风险性和时效性的特征。20 世纪对社会、经济发展及对生产、生活起着重要作用的技术如信息、电子、航天空间、运输、能源、制造、自动化、材料、海洋、生物、农林、环保等技术。在高新技术发展中,居核心地位的是信息技术,它将引起信息革命,使人类进入信息社会。

(3)科学与技术又有什么区别和联系呢?

泛泛地讲科学是发现,是认识世界;技术是发明,是改造世界。如果再进一步讲,科学是发现世界上已有的东西,如科学家发现了空气中含有各种气体,它们本来就存在于空气中。科学要回答

① 《现代科学技术概要》,浙江教育出版社 1985 年。

“为什么”、“是什么”、“能与不能”等问题。技术是发明世界上暂时没有的东西，如人类发明了造纸术、丝织术、蒸汽机、光电技术、飞机、火箭等等。技术要告诉人们“做什么”、“怎么做”、“有什么用”等问题①。

科学与技术有所区别又各有侧重，但二者又是不能截然分开的。科学是技术的归纳和升华，也许是单一的知识；技术则是科学理论的运用，往往是多种学科知识的综合与物化，它能直接创造物质财富。但从生产的角度而言，科学与技术都是为生产服务的，都是生产力。在现代科学技术飞跃发展时代，二者的结合更加密切，互动发展。现代科学与现代高新技术的特征是科学高度技术化（新的实验技术、高智能化的仪器设备）和技术高度科学化（新的科学原理和科学内涵）。故人们常将科学与技术两个词连在一起，二者间的界限将越来越难以区分，将构成一个辩证的有机的统一科学技术体系。

（4）什么是“科学思想”和“科学精神”？

这些问题涉及到自然观、世界观和哲学思想等诸方面，不是简单能阐述清楚的，但科学思想在科学与技术的发展中的确具有极重要作用。如何从事科学探索活动，取得创新和突破；如何认识自己和别人获得的科学研究成果；如何去粗取精、去伪存真等，乃是基本的科学思想。“科学精神”，即支持科学在确定的规范下追求客观真理的活动，这些规范所维护的境界称为科学精神。理论家龚育之先生阐述：“科学精神就是尊重事实、尊重真理、反对迷信、反对盲从；就是不断创新、不断开拓、反对守旧、反对因循；就是实践的检验、批判的头脑、理性的思考、自由的讨论。如果用最简洁

① 邢广文等：《科学技术发展概要》，安徽科学技术出版社 1988 年，第 3～4 页。

的语言来概括，……应该说科学精神最根本的一条就是实事求是”①。它无论在科学界还是人类社会中，都体现了一种优秀的品格和气质，坚定的信念和意志，伟大的理想和情操。其基本涵义包括公平竞争、诚实求是、有条理的怀疑精神、无私无畏的奉献精神和强烈的社会责任感。因此，科学思想和科学精神已构成了人的精神生活的重要内容，成为指导人行为的基本准则，成为人类思维的普遍形式。科学在提高人认识世界、改造世界水平的同时，也发展和改变着人们的价值观、伦理道德观和人与自然的关系。

(5)科学技术概念的形成都有其历史发展进程

一些发明与发现有可能在开始时是偶遇、奇想、推理，但经演化、实验(包括理想实验)、修正而形成一系列的概念。例如关于“运动”问题就有着一系列的变化：亚里士多德最初将其分为“天然运动”与“被迫运动”，伽利略由“斜面运动”推进到“自由落体运动”，到牛顿“万有引力定律”和“运动三大定律”的“力学原理”发展过程。科学技术史就是再现科学发现与发明的真实历史条件和科学工作的极端艰苦性。但一般的“传奇”故事只传播了科学发现的偶然性和机遇性，而未同时再现其真实演进的历史。例如，只讲述阿基米德在浴盆里就发现了“浮力定律”；伽利略把两个不同重量的铅球从比萨斜塔上扔下，两球同时落地，就发现了“落体定律”；牛顿午间躺在苹果树下，一个苹果掉下来打中了他，就发现了“万有引力定律”；瓦特在外祖母家偶然发现水壶烧开了水，水壶盖被蒸汽掀动，就发明了蒸汽机等等。科学技术理论是发展的、进化的，各学科是互相渗透、互有影响，又是互有联系的。各种科学技术可以在同一时期，由多位科学家，从多个学科，多种思路提出同一科学原理，证明自然科学的统一性。例如对“能量”的认

① 龚育之：《论科学精神》，《人民日报》2000年10月10日，第9版。

知:热能→机械能,化学能→生物能→电能,同期研究的就有五个国家、六七种职业的十多位科学家,如有德国医生迈尔从医学角度,德国物理学家亥尔姆霍茨从生物学角度,英国物理学家焦耳从电学角度,丹麦工程师柯尔丁从摩擦实验角度,法国工程师卡诺等的研究中,几乎同时确定了能量守衡和转化定律。

综合性的科学技术发展史阐明各门学科发展互为因果的关系,也是人类科学技术发展的缩影。科技史的研究表明,在某一个历史阶段(时期)科技发展极其迅速,而在另一时期发展又极缓慢,甚至停滞。如在古希腊科学技术取得瞩目成就时,中世纪的欧洲却无所建树;中国古代科学技术居世界前茅,唐宋时期达巅峰,而近代却沉默停滞;17 世纪欧洲科学技术在多方面取得光辉成就,如第一次科学技术革命发生在英国,第二次发生在德国,但 20 世纪末,美国和日本又后来居上……。这些历史现象都不是孤立、偶然发生的,而是受到社会政治、经济、军事、生产各种因素所推动和制约,是历史的必然。

(6)科学家、发明家的地位与作用

从人类科技与文明史可见,任何一项科学的发现和技术发明,都离不开科学家和发明家的个人努力,他们为了一个现象、一个设计,甚至每一个数据,无论在任何条件下,始终仔细观察、精心研究、摆脱陈旧观念、愚昧与无知,严谨治学、坚持不懈、奋斗不息,实现自我进而超越自我,用他们的汗水、心血甚至生命促进着科学技术的发展。有学者总结得很好:“真正的科学家不仅能增长人类的自然知识,而且还传播一种在思想上独立思考、有条理地怀疑的科学精神,传播一种在人类生活中相当宝贵的协作、友爱和宽容精神,是最富有人性的。真实的人性的科学家形象只有在科学史中

才能得到恢复。”①在科学技术史的研究中，从那些艰苦卓绝、前赴后继的科学技术工作者身上，我们可以解读到，科学技术不仅是方法、技巧上的东西，还是一种文化。它从理性的态度认识自然、改造自然；同时它也深入人性，在科学文化中弘扬诚实、合作、团队精神和求实精神。前面已谈到科学与技术是有区别的，但二者又是不可界定的，故在科学技术史中，从事改造自然者谓之“工匠”、“发明家”；而“科学家”的任务是认识自然，揭示自然规律。因为认识自然与改造自然是统一的，故科学家与发明家二者往往也是共生的。

(7)科学技术与仪器设备和材料方法

在科学技术史的研究中，还有一点值得注意：科学的进步，在某个时期、某种程度上由科学仪器设备、检测方法、实验材料和实验活动等的发明所推动。它们使人类认识自然界的范围更扩大，层次更深入，更有目的地对研究对象反复地观察、测试、分析等，最后得出正或反的结论。如天文学的进步归功于望远镜的发明；生物医学的发展归功于显微镜的发明；粒子加速器、电子计算机等在科学实验的基础上，产生和发展了相对论、量子力学、基本粒子物理学；在生物工程技术的基础上产生和发展了酶学、核酸、蛋白质学、生物医药学和基因结构与功能学等。

(8)为什么要研究科学技术发展史？

概括地讲，科学技术是一种推动人类历史前进的革命力量。科技史的研究就是把科学技术的史实部分地再现，以揭示科技发展的规律，分析那些在个别现象中反复出现的案例，以了解过去，评价现在，预测未来。在科学技术发展中，实际上科学研究既有成

① 吴国盛：《科学的历程》，北京大学出版社 1995 年，第 20 页。

功也有失败，因为一切科学理论和发明都是时代的产物，有反映自然规律性的一面，也有不完全性和不精确性的一面。这就必然存在肯定与否定、继承与批判的辩证关系。科技史也就是在知识领域内由量变到质变并引起科学革命的历史。通过学习科学技术发展的历史，可以帮助人们了解和掌握科学技术发展的规律，自觉地遵循这些规律，以避免和减少在工作中发生大的失误。通过学习科技史可帮助人们了解古今中外各国、各地科学技术发展的现状和经验教训，以加速发展我国的科学技术事业，提高人们的物质生活与精神文明的水平。

21 世纪可以说是一个科学技术高度发展的时代，但作为当代人，是否真正了解、洞察、掌握和驾驭科学技术发展本身与人类自身（自我与超越自我），社会本身（人与人）和自然界本身（人与自然）的关系呢？这些关系可以概括为科学的人文精神。而科学人文精神只有在对科学技术全面和整体的发生与发展过程的理解中，才能领悟到。这也就是我们要学习科学技术史的初衷。

综合性的科学技术史即科学通史，以年代顺序编史，同时又以科学技术内在逻辑的发展，分述各专科、各民族、各国别、各地方的科技发展事件编史。这种综合科技史有时间的连续性，空间的独立性，认知的发展、承启和积累性。将科学技术发展史编写成更具有针对性、更富有知识性、更具有可读性和更具有实用性的书籍，是极其困难的。因此，在某些方面作者只能是蜻蜓点水式或青蛙跳跃式地写作，更主要的是介绍一些科学技术史的专著和新知识的论著，以开拓我们的视野。

一 古代科学技术

1. 科学技术的萌芽

早在远古时代，人类便开始了认识自然和改造自然的活动，并积累了有限的、很零散和粗浅的甚至夹杂许多谬误的原始知识与技能。

大约300万年前，人类已进入狩猎时代。10000年前，发生了新石器革命，从而拉开了人类文明史的序幕。史前时期也只有原始萌芽的技术——制造石器工具和武器，用以改造周围世界得以生存。这是人类自身本能的表现，此时还谈不上科学与技术。

人类的直立行走是从猿到人的重大突破，而人类直立行走后，双手获得解放，能使用天然工具采集食物和狩猎。群体劳动又促进了人脑的发达，为劳动分工和语言的发展提供了新的动力。这些已含有“智力”的基础，是社会和“技术”的成果，也是人类文明的始端。狩猎使用的工具最初是用一般的树枝、棍棒和石头，后来则有选择地用尖石、黑曜石、石英石等打磨成像石刀、石斧之类的砍砸器、刮削器、石锤等。制造和打磨工具意味着人类的自我意识开始觉醒，是人类了不起的“技术”飞跃。

火的发现与利用，是人类科技史上第一项最伟大的发明。对北京周口店北京猿人洞穴的考察和研究发现，洞穴内有木炭渣，洞内沙层中有半米厚的灰粉。这表明在四五十万年前北京猿人就已经学会用火了，这是举世公认的、学术界确定无疑的最早使用火的记录。

火的来源很可能是因雷电（或火山）击中了树木燃烧，添加树枝可让火种长燃不熄。中国古代传说燧人氏钻木取火，这是人类

自己取火的最早纪录。又有神话传说古希腊人用一枝木茴香从飞驰的太阳车中,偷取神火,引到人间。神话反映了人类的原始思维,也是科学的萌芽。古人类有了火以后,也学会了用火。火的使用,令人类的生活发生了革命,首先是熟食促进了人的大脑和体格的发育;火可用于取暖,将居住地北移过冬;火可以照明,就延长了人的生物性活动时间、空间,扩大了交往,促进了语言的诞生;点燃的火把可作为自然界独一无二的威胁性极大的武器,捕猎禽兽;猎物增加,兽皮可烤熟吃或加工成服装,围在腰间御寒。

人类利用火的同时发现弯曲的树枝、藤条、竹皮、兽筋等有弹性,可用于做弓箭,用来狩猎,不用近距离面对面地向野兽进攻,既可扩展猎取范围而又能保护自身。弓箭的发明和使用,是人类科技史上又一项伟大的发明。

距今约一万年的新石器时代,古人类所生存的地球处于温暖的阶段,人口激增,捕获的猎物亦增加,人们把一部分猎获物围到栅栏内饲养,于是有了不同于野生的鸡、鸭、鹅、狗、猪、马、牛、羊、骆驼等的圈养牲畜,同时积累了饲养经验和技术,于是产生了原始畜牧业。从此人类为战胜饥饿,从本能自发,进而迈出了向大自然不断索取和利用自然资源至关重要的一步。在采集活动的漫长过程中,人类通过对绿色植物的不断观察,发现多余的果实、籽粒掉到地上或被抛弃后,遇到合适的土壤、雨水和天气,就可发芽,长出新植株。这种现象的不断重复,启发人们有目的地将果实、籽粒投入土中,让它再萌芽,长出绿色植物供人食用。人类这一伟大的发现诞生了原始的农业。由于石器、骨器的改进和木器的制作,人们利用这些工具和技术搭建草棚、木屋,缝织衣服,加工饰品等,人类便开始有了原始的手工业。生活、生产经验的不断积累,对不断重复的自然现象不断观察和思索,人们发现月亮有圆缺,气候有冷热循环,并从对物候的观测进入天象观测,又从规则的天文现象制定出时间秩序和生活节律,从而产生了“天文学”。与此同时,人们

的生活、生产活动，需要计算，由此产生了最早的算术学。此时期的科学与技术正在萌芽中。

原始社会后期，在世界几大河流域的不同地区，形成了几个古文明发展中心，包括幼发拉底河、底格里斯河两河流域的巴比伦、美索不达米亚古文明；爱琴海古希腊古文明；尼罗河流域埃及古文明；印度河、恒河流域印度古文明；黄河、长江流域中国古文明。它们是人类文明的五大发源地，是世界文明的摇篮；埃及、巴比伦、印度和中国，史书上称之为“四大文明古国”。中国的春秋战国、秦始皇统一中国时代和古希腊时代、罗马帝国时代的文化精髓，是全人类科学技术文化和文明宝塔构架的主要基石，古代科学技术首先在这些文明发源地产生并得到了发展。

2. 两河流域的古代科学技术

大约在公元前3500年以前，在幼发拉底河、底格里斯河的两河流域已有了苏美尔人建立的城邦。据人们对发掘的楔形文字版的解读，可知那时已普遍应用铜的冶炼，文化已相当发达。考古学者挖掘的陵寝中有金、银、青金石器物，找到了神庙、宫殿和民居、立体雕刻，甚至城堡。在北札格洛斯山下，鉴定出逐层相叠达15层的居住遗址，房屋分室分居。当时的建筑材料不是石块而是泥沙制成的泥砖，可以想象在长期风雨侵蚀，两河流域频发的洪水摧损下，许多庙宇、宫殿多已覆于泥下，只留下土墩、土台。两河流域居民是地球上最早创立城市、最早应用圆拱形和车毂、最早制定法律、著作史诗与挽歌、最早制作镶嵌贝壳和青金木版画的民族。居住在美索不达米亚的苏美尔人，虽然经受着统治者的更迭和不断的战争，但科学文化一直延续发展。公元前3000年，创制了“楔形文字”，这是世界最早的文字形式之一。楔形文字是用金属或木制笔刻画在泥板上，记录了两河流域的古老文明史。它的传播不

仅先后被两河流域的各民族传承采用，而且在波斯人征服两河流域以后也把它传承了过来，并把它改造成字母文字。楔形文字有很多的出土实物，最著名的是刻在伊朗柏赫斯同山岩的绝壁上波斯王大流士的御诏，记述着大流士历次武功及王位的取得。后来居住在现黎巴嫩沿海一带的腓尼基人简化了楔形文字，创立了书写便利的22个字母。书写文字的发明，给人类文明点燃了明灯，也是人类自身发展进化迈出的最重要的一步。

两河流域所处的优越的地理位置，农业极其发达，加之蛮族的频繁入侵，都需经常地观测天象，促进了数学与天文学的发展。在发掘出的楔形文字泥板上，记录了巴比伦人已经有了10进位制和60进位制的计算方法。10进位制可能与人的手指和脚趾有关，因古人最初的记述数量肯定用手指，继而用脚趾。后来巴比伦人又运用加减乘除四则运算，又可解一元二次方程，求根公式，积累了极丰富的数学知识。古代世界的天文学是和占星学混杂在一起的。巴比伦人在公元前1700年以前，因为恶劣的环境，频发的洪涝，外族人的不断入侵，这些困扰促使人们用星象去预测和解释，从而诞生了星象学。他们认为每颗星都是一个神，都和地上的人相关，人企拜星象神灵，预知天地大事。后来巴比伦人发明了历法，以月亮盈亏计时，规定1年354天，1年12个月，大月30天，小月29天，7天为1周，1小时有60分，1分为60秒。划出12星座，编制了“日月运行表”，可方便地计算出月食日期。

公元前4000—公元前3000年，苏美尔人已能用金属来制造工具。人们在生活中用陶器烧煮食物，燃烧中的碳很可能将矿石中的锡和铂还原并提炼出来，此现象反复出现，引起人们注意，由此发明用矿石冶炼金属的方法，将铜与锡合炼成青铜，它比原生铜更硬，更耐磨损，不易变形。后来人们利用青铜制造各种工具，从家庭用具到交通工具和战争的武器。后来赫梯人又发明了炼铁术，制造出更坚硬、锋利的武器、工具。由此可见，青铜及炼铁术的

发明是人类科学技术的进步。

古城和礼仪性陵寝的建设，是科学技术综合发展的标志。建于巴比伦王国首都王宫宫城内的“空中花园”，是一座多级的塔庙，呈金字塔形，高约 90 余米，基底每边长也为 90 米。塔顶用石板筑成，台级用苇草、沥青、铅等材料铺设以防水和避免花草浇灌时水的流失。虽然在此后几千年的历史流逝中这座“空中花园”几遭毁废和重建，后人只发现废墟和地下的一口不寻常的水井，但它是一座世界古代文明的标志性建筑。

3. 尼罗河流域的古代科学技术

尼罗河流域由于有优越的自然条件，土地肥沃，农牧业丰盈，生存亦易，人们将此地域的文明称为“上帝的恩赐”。从非洲、西亚、阿拉伯沙漠迁移来的人们也将家畜驯养和谷物耕作技术传入。在这一时期，青铜和铁的加工也十分普遍。埃及人还用纸沙草做纸，传录了功业彪炳、璀璨卓越的象形文化，修建了金字塔和狮身人面像，他们的建筑技艺为后世所景仰。金字塔是古埃及国王、法老和大小奴隶主为死后享乐而修筑的工程庞大的陵寝，并且放置了许多贵重的殉葬品。这些都体现了古埃及人的聪明智慧和科学技术发展水平。

公元前 3000 年，从埃及第四王朝开始，在尼罗河西岸吉萨附近的高地上相继建成胡夫大金字塔、海夫拉金字塔、三庙金字塔和狮身人面像，是世界七大奇观之首，宏伟辉煌，无与伦比。胡夫金字塔高 152.4 米，占地 13 英亩，耗时 20 多年。如此大的工程，在当时的科学技术条件下，他们用什么工具裁制、打磨那些非常坚硬的石材，如何搬运、搭砌、设计和指挥完成的呢？这些都是令人难以想象的。据学者考证，当时工人们用三角尺，木制、石制或铜制的钎锤将每块重约 2.5 吨的石块，精确地锤凿、打磨成四方体，每

边误差小于1.52厘米。采用水运和地面上用斜面、杠杆和滑轮原理,加上滑石粉和水以减少摩擦,将230多万块经过精确锤凿、打磨的巨大石块准确无误地堆砌成约40层楼高的角锥体。石块间没有灰泥类粘着物,完全靠石块重量,紧密地挤压在一起。石块的四面正对东南西北四个方向。这样堆砌的建筑物连小刀都插不进去。如将这些石块用现代的火车装,约需60万辆车皮。金字塔内设三室,塔北面的入口通道与地平线呈30度角,正对北极星。在大金字塔南面的阴影里,还建造有三座小金字塔,供皇后用。金字塔群的坐落方位与天上的北极星座吻合。埃及法老崇拜北极星,认为是不可摧毁之物,视其为自己的归宿。希望自己在升上天堂后,将像尼罗河永远流动,像车轮永远滚动,达到永恒。在大金字塔南边有一座石山雕凿而成的狮身人面像,身如一卧狮,长83.5米,高23米,面向正东方,酷似海夫拉国王。在位于尼罗河入海口亚历山大城港口还建造有法罗斯岛灯塔,这在建造技术上是一空前壮举,也为现代灯塔奠定了基形。如此浩大的工程建筑,表现了当时古埃及人丰富的数学、物理学、材料学等多方面的科学技术知识和人们高超的创造性与智慧。

埃及的宗教观,使人们相信人死后的尸体是灵魂的安息处,故需要长期、完好地保存,继续享乐,随之发明了尸体解剖术。国王与法老死后,将内脏器物全部取出装入涂金的木箱,为防腐烂,内脏用盐水、香料、树脂浸泡风干并充以药草和香料,用麻布包扎,外罩全金的面具和镶有珠宝的器物,这就是古埃及的惊人之作——木乃伊。木乃伊的发明需要大量的医学卫生知识和防腐技术,从而更增长了解剖学的知识,促进了外科医学的发展,涉及到腹部、肺、咽、眼、喉病的伤疗与药物,以及血管、妇科、儿科等内科47种疾病的诊治。

古埃及人不仅懂得冶金术,创制了自己的象形文字,还发明了纸草纸,他们将纸草剖成薄片,经过浸泡、压平等程序后,制成文字

的书写材料，使古埃及文化能延续发展、传播。

在古埃及的农业社会中，为了确保丰收，对耕作、播种、收获都需要按景逢时，形成了对自然界周期现象、天体、天文细致的观察。其天文学知识是和尼罗河周期泛滥、天狼星位置变换有相互关系的。当天狼星和太阳从地平线同时升起时，尼罗河就泛滥，故古埃及人将此日算做一年的开始。故埃及的历法是太阳历，1 年为 365 日，分为 12 个月，1 月 30 日，以其余 5 日为岁末节日。回归年为 365.25 天，这样，4 年就差 1 天。1460 年过去后，又会发生天狼星和太阳重新从地平线上升起，故从前一次到后一次天狼星和太阳同时从地平线升起的时间周期 1460 年称之为“天狼星周期”或“天狼周”。埃及人所创造的历法，几经修改，流传到全世界，成为通行于世的公历。埃及人对建筑物的定位非常准确，极出色地确定和测量东南西北的方位，有的神庙、神像的位置非常巧合，正好是一年白昼最长的一天，阳光正照在神像上。这究竟是用什么样的天文知识和原理，至今仍是个谜。

为修建金字塔与陵寝，为修堤坝和灌溉，为适应尼罗河每年泛滥需要重新界定土地边界和面积的计算，产生了测量学与几何学，计算圆形、矩形、三角形、梯形、圆台形、正四方体面积及立方体积。应用数学的知识水平已相当先进，能运用算术加减法，并以加法代替乘法，在分数运算上的成就既非凡又神秘。

4. 印度河流域的古代科学技术

由于印度两河流域所处的特殊地理位置，它是多人种、多民族、多宗教，也是多战事的地域，这些都不利于科学技术的发展。天文学、数学以及建筑学是主要输入文化且发展粗糙。古印度人发明了科学数字记数法及阿拉伯数字，引发了计算技术的重大变革，为世界数学做出了重要贡献。我们通常使用的 0 ~ 9 的数字是

印度人最先使用的符号和记数法，还有分数的表述法。古印度的天文学家把太阳年分为12个月，每月30天，每隔5年要加入一个第13个月。古印度人认为宇宙像一只大锅盖在大地上，中央由须弥山支撑，而大地由四只大象驮着。印度河流域文明，现称为哈拉巴文化，基本是一种城市文化。考古发现城市中有精心建造的粮仓、城堡和住宅。发掘出的图章上刻有铭文、人与动物的图案。后来雅利安人入侵印度河流域，他们在腓尼基字母的影响下创立了梵文字母，在公元前1100年共建了一种混合文明。印度对棉花的种植与利用可谓是对世界的最大贡献，棉花与象牙文化传播到世界各地。受多种宗教的影响，印度的医学相当发达，在《阿达婆吠陀》中记载有临床治疗、人体解剖、植物药学的知识，认识到黄疸、麻疯、天花、关节炎等疾病，使用驱虫药、疫苗。印度人对糖尿病的认识要比欧洲人早。他们很重视食物疗法，如水肿病人需吃无盐食品。印度的外科成就最辉煌，常用切割、刮痧、穿刺、探针、缝合等外科手术治病。公元前5世纪至公元前4世纪，已有医科学校与专职医生。印度古代科学（如记数法和医学）和印度文化，后来传入了阿拉伯国家，并再传入西方。

5. 黄河流域的古代科学技术

中国所处的封闭地理环境，独创了古老、辉煌的文明史。在公元前6000—公元前5000年以前，哺育华夏民族的黄河、长江流域农业耕作就已相当发达。先民们遵从生活经验，在农学、医学、天学、算学四大科学体系中，显示了中国科学技术发展的实用性、经验性、技术性和独创性。盘古开天辟地，女娲补天，后羿射日，燧人氏钻木取火，巢氏构木为巢，神农氏遍尝百草等美丽壮观的神话、英雄故事，无不是对先祖的杰出才能、创业精神和务实品质的赞颂。

(1)汉语言文字

即中文或华文,它由象形文字抽象演变成甲骨文、金文和籀文,是世界上最古老的文字之一,也是世界上最独特的方块形文字。传说黄帝时代的大臣仓颉(苍颉)发明了中文古老的文字,并归划统一和传授到各部族,使天下人都能辨识。当时的文字是刻在书简上,用皮绳串系成册,搬运时得用车装载,故形容有知识和才能的人叫"学富五车"。

"金六剂"配方示意图

(2)冶炼技术

中国的商周时代是独步世界的青铜时代,制造有兵器、礼器和工具。在技术发展中认识到合金的成分、性能与用途之间的关系。在战国时代的《周礼·考工记》一书中记载了合金配比的"六齐(剂)"配方的规律,铜与锡不同重量比有不同的效果和用途,6∶1适合造钟鼎;5∶1适造斧头;4∶1造戈戟;3∶1造刀剑;5∶2造箭头;2∶1造铜镜。这是世界冶炼史上最早记述青铜合金及其不同用途的科学文献和经验总结。史学家将人类古文明史划分为三个时代,即石器时代、青铜器时代和铁器时代。中国的铁器时代开始

得很早，春秋战国时就有了生铁冶铸技术和铸铁柔化术，铁的冶铸技术领先于欧洲上千年。进入铁器时代以后，铁器的制造和应用传遍了全世界，人类的文明又向前迈进了一大步，这也为人类向机器时代的过渡提供了物质与技术条件。

(3)算术与数学

中国人在商代就已成熟地推行了10进位制的记数法，并有了“位置”制概念，筹算学是当时世界最先进的记数方法。一个数在“个位”、“十位”或“百位”上其含义不同。农业民族很早就注重天象的观测，公元前24世纪帝尧时代就设有天文官，专司观象、授时。制定一年有366天，有春夏秋冬四季，有支干日记，数字记月，还有日食、月食、新星的记载。春秋战国时期，天文学已由一般规律观测到数量化观测，并有天文学著作。

(4)农业技术与水利工程

中国是以农业为主、畜牧业为辅的精耕细作、农业技术极发达的大国。在农业生产实践中，积累和总结了丰富的经验，故农业书籍之多为世界之冠。流传至今的有西汉氾胜的《氾胜之书》，记述了农业生产经验、耕作制度、栽培技术，提出了农业生产六环节理论：及时耕作、改良利用地力、施肥、灌溉、中耕除草、及时收获。公元前3世纪，《吕氏春秋》中的《上农》、《任地》、《辨土》和《审时》四篇，主要论述了农业生产中因时、因地制宜等问题，反映了当时农业科学技术的发展水平，具有重要的理论价值。勤劳的古人为抗拒自然灾害(水、旱灾)，开河修渠，大型水利工程技术发达。兴建了如芍陂、西门渠、漳水十二渠、都江堰、郑国渠等，有些历数千年，至今仍在发挥作用，造福于人类。都江堰、郑国渠、灵渠是战国秦朝时期有名的三大水利建设工程。公元前250年左右，由蜀郡太守李冰指挥在四川灌县附近的岷江上修筑了都江堰。都江堰由

三项主要工程构成："鱼嘴"是岷江中的分水堰顶端，让水经"鱼嘴"分成西边的外江（正流）供排洪用；东边的内江（别流）用于灌溉。"飞沙堰"是为内江分洪用的江中堰，如遇洪水，可从堰顶溢入外江，确保内江灌区安全。"宝瓶口"在玉垒山上开的水口。三项工程互相依赖、调节、制约，是一座设计周密、布局合理的水利枢纽工程。两千多年来，都江堰发挥奇功，使成都平原、川西平原免受洪水、干旱的侵扰，至今仍发挥着强大的效力。这一古建水利工程亦是现代旅游、观光、学习、教育的盛地。当我们站在"鱼嘴"石碑前留影时，不应忘记我们的先人李冰父子呕心沥血、造福于民的业绩。郑国渠始建于公元前246年，它合理地利用地形，利用简易流槽将陕西关中的泾河和洛河等几道天然河流横穿，使之各行其道，互不干扰，这说明工匠们已掌握了高超的测量技术、筑渠技术，使关中寸草不生的盐碱地变成了良田。公元前219年，秦始皇为运军粮，开凿了沟通湘水（长江水系）和漓水（珠江水系）的灵渠，促进了南北间物资交流和人员往来。汉武帝时，动用一万多民工开挖龙首渠，创造了地上打井、地下连渠的井渠施工法，并一直沿用至今。后来还派人修筑槽渠将渭水引到黄河。公元前5世纪隋炀帝时，用6年时间开通了2400公里长的南北大运河，北起北京，南达杭州，连接了海河、黄河、淮河、长江和钱塘江五大水系，是当时世界上里程最长的人工运河，其长度是巴拿马运河的33倍。沿河的杭州、镇江、扬州、淮安、济南、天津等22座城市，经济和科学技术都得以迅速发展，这条运河改变了中国的历史进程。川流不息的大运河，孕育了中华民族文化，在黄河、长江之外，她成为华夏文明的清流。现中国政府又斥资修复大运河，提高南北运输能力，亦是对古人伟绩的承启。

据传约在公元前5000多年以前，黄帝的妻子嫘祖发现茧壳可以剥出很多蚕丝，既柔软又能保暖，从此开创了"养蚕抽丝"这一人类伟大的纺织工程。嫘祖养蚕、缫丝成了养蚕抽丝的发明者，被

后人供奉为“先蚕”、“蚕神”。丝织业的发达也开辟了中外交流的“丝绸之路”。

(5)中医药学

原始社会的医术是医巫不分,神农尝百草,使先人懂得了草药可以治病,到西周时医与巫就分开了。黄帝时代出了一名医术高明的医生,他内外科、养生气功、保健都十分精通,人们认为他带来吉祥和好运,就以吉祥鸟“扁鹊”之名称呼,他代表了中国医学的最高成就,并建立了专职医生和医事制度。他倡导用植物(药)汤液治病,奠定了独特的中药学基础。经上千年的积累,用砭石、针灸、按摩、汤液、熨贴、手术、吹耳、导引等方法,采用切脉、望色、闻声、问病“四诊法”建立了中医学,创立了“起死回生”的高超医术。扁鹊著有医书《难经》,这是一部中医名典。关于他行医济世,救死扶伤,有许多神奇的记述和美丽的传说,歌颂其高超的医术和高尚的医德,弘扬中医、中药的民族文化。战国晚期《黄帝内经》问世,它是集医学之大成的理论著作,是中国医药学发展的第一个里程碑,也是现存最古老、最著名、最具权威性的第一部大型经典医学著作。《黄帝内经》分为《素问》和《灵枢》两大部分,每部为九卷,共162篇,讲的是阴阳五行和人体腑脏、经脉、病理的关系,其中对诊断、治疗、针灸都有系统论述,对人是怎样生成的、为什么会生病、如何分析诊断疾病、如何治愈和预防疾病、怎样才能健康长寿等问题,都作了“天才”的回答,是中国医学乃至世界医学宝贵的科学遗产。另一部划时代的医著是东汉末年张仲景的《伤寒杂病论》,它继承并发展了《黄帝内经》的思想,确立了以“八纲”(阴阳、表里、寒热、虚实)辨证象,以“六经”(太阳、阳明、少阳、太阴、厥阴、少阴)别病的诊疗方法,是中国第一部医学基础理论与临床诊断治疗密切结合的医学典籍。三国时期的华佗,精于外科手术,还发明了麻醉药“麻沸散”。

(6)工程技术

春秋时代,还有一大发明家鲁班,相传他不仅发明了锯,改进了工具,还发现并制作了木制的飞行器——木鸢。中国雄伟壮观的万里长城,初建于战国年间,燕、赵、秦等诸侯国,在北部边境筑起长垣。秦统一中国后,将各边长城修缮、连接,绵亘在燕山、阴山和贺兰山一线。长城用土筑石垒,工程浩大,融入了土木工程学、材料学、力学和地质地理学等工程技术。秦以后历代王朝又不断加固。

6. 古希腊古罗马的科学技术

(1)希腊前期的科学技术

古希腊人学会了腓尼基人发明的字母,并又创意出新有了自己的字母——希腊字母,后传入意大利、古罗马,稍加改动教给了西欧人,继而演变成了今天的法文、英文、德文、西班牙文和葡萄牙文等。公元前8世纪末,古希腊人能造出用200个水手划动的高达三层楼的船,这表明木工工具、水准仪和圆规等工具在当时已很齐备。这对以后基本的机械和加工机械,如磨床、压床、水机、水泵和旋床等的相继发明有着深远影响。历史上已知的古希腊奥林匹亚的宙斯神像、以弗所的阿泰密斯神庙、摩索拉斯陵墓,以及希腊罗德岛巨像,它们虽毁于兵乱、大火或地震,但它们与埃及吉萨金字塔、法罗斯岛灯塔和巴比伦空中花园共同构筑了世界建筑史的七大奇观,是人类科学技术发展的辉煌。

(2)雅典城邦时期的科学技术

在民主政体的雅典城邦时期,政治宽松,思想活跃,学者、哲

人、科学家等人才辈出。公元前7至公元前3世纪，哲学家柏拉图、亚里士多德；天文学家默冬、欧多克斯、托勒密等；数学家欧几里德、阿波罗尼等；物理学家阿基米德；医学家希波克拉底、盖伦；地理学家希西塔斯、埃拉托色尼；生物学家塞奥弗拉斯特……，几乎在每一领域、每一学科、每一问题上都有近代科学的先驱。

泰勒斯是古希腊乃至西方历史上科学家、哲学家的始祖。他认为：万物源于水，用水的无定型和流动性来描绘自然界的生成和变化，用自然界本身来说明自然界，这种超越经验的思维和综合思考，开创了人类以科学分析和哲学概括认识世界的新纪元。他从测量自己的身高为出发点，进而测量金字塔的影子，并准确地测出其高度。他发现了相似三角形对应边成比例定理等几何定律，如圆被直径平分；等腰三角形两边相等；两直线交叉，其对等角相等；半圆上的弓角是直角；相似三角形的对应边成比例；两三角形的两个夹角及夹边相等，其两三角形全等。毕达哥拉斯被称为西方科学史上的数学家—哲学家，他将一切现存的事物都归纳为“数”的关系，甚至将“数”应用到音乐、几何学、声学和天文学中；他发现了我国称之为“勾股弦定理”的直角三角形两直角边平方和等于斜边的平方，三角形内角之和等于180°。苏格拉底是继亚里士多德之后的又一大贤哲，他们共同奠定了西方文化的基础。他对几何学、作图学等贡献极大。希波克拉底是古希腊著名的医生、教师，是现代医学之父。他将医学从原始巫术中拯救出来，把医疗放在科学的基础上，建立了系统的医学体系，撰写医学著作、论文数十篇。最著名的是一篇医生道德行为准则的论文《希波克拉底誓言》，誓约指出，医生必须尽其所能为患者解除病痛，并在其私生活和医务方面均应成为楷模……不能利用患者对医生的信任而去谋私利，要保持自身的行为和这一职业的神圣性。这一誓词至今仍为医务人员行为的指南。他医术高超，医德高尚，更严于自律。他要求人们在关心自己的财产和身体之前，先关心自己的灵魂。

因为灵魂才是真实的自我，也是人最可靠的自身。柏拉图对数学，尤其是几何学有独到的研究，促进数学极大发展，培养出很多大数学家，如欧多克斯，他设计了立体的宇宙天体运动学。亚里士多德是古希腊一位空前的大学问家，他总结前人经验提出自己创造性的理论，涉及很多学术领域，是一位百科全书式的学者，留下许多不朽的著作，如《物理学》、《论天》、《论生灭》、《动物志》、《动物的结构》、《天象学》、《论宇宙》、《论灵魂》。他在道德、伦理、政治学等方面的著作，探讨以幸福生活为核心的人的行为与关系，后人称他为“逍遥派”学者。

(3)希腊时代的科学技术

亚历山大王朝及托勒密王朝极重视科学技术的发展，建立了当时世界上最大的博物馆、图书馆，产生了众多的科学家和科学成就，造就了辉煌的希腊化科学文化。此时期是古希腊科学发展的顶峰，数学的黄金时代。欧几里得创立了几何学，他在《几何原本》中严格定义了点、线、面、圆等基本概念，在共 13 篇中分别论述了直角边、求面积的体积、圆、比例与相似形、数论、立体几何、穷竭法等，构造了世界数学史上第一个宏伟的演绎系统。阿基米德是古希腊杰出的数学家、科学家和发明家，是理论力学的创始人，发现了杠杆定理、阿基米德浮力定律。著作有《论浮体》、《论杠杆》、《论平板的平衡》、《论球和圆柱》等。阿波罗尼对“圆锥曲线”也作了极高水平的研究。他们被并列称为希腊三大数学家。

(4)罗马帝国时代的科学技术

如托勒密的天文学，他撰写了 13 卷巨著《天文学的伟大数学表达》，将“地心说”系统化，直至哥白尼“日心说”天体革命之前，这一直是西方天文理论的最高权威。盖伦是古罗马的最后一位医学大师，他总结了自希波克拉底以来的成就，创立了自成体系的医

学理论，写下了131部医学著作，被奉为医学、生理学的金科玉律，但亦充满了神秘的宗教气息。这一时期科学文化没有太大的发展，但在工程技术方面取得了较为突出的成就。在实用技术方面，有著名建筑师的《论建筑》；工程师赫仑制造的滑轮系统、鼓风机、计里程器等；加图的《论农业》；建有古罗马可里西姆大圆形竞技场、万神庙、凯旋门、图拉真纪功柱、公共浴场、公路网、引水渠、架桥等工程建筑。

古希腊、古罗马在科学技术上所取得的成就，为欧洲近代自然科学的产生和发展多方面提供借鉴和启发。

二 中世纪科学技术的发展

中世纪科学技术发展的特点是，中国科学发现和技术发明创造居世界领先地位，涌现大批杰出的科学家。中国领先的技术传播四方，到达日本、朝鲜、越南、印度、波斯、阿拉伯，再传播到欧洲，极大地促进了世界科学技术、经济的发展。中世纪欧洲领主各自割据，战争频繁，教会垄断，科学技术停滞，甚至倒退，成为欧洲“最黑暗的时期”。中世纪后期，由于欧洲各王权势力加强，教会势力减弱，经济复苏，科学技术才得以发展。然而，在封建社会的晚期，由于中国以天朝大国自居，闭关锁国，对内奉“天命观”，采科举制，施以奴化教育，压抑了科学家的思想，制约了科学的发展，中国的科学技术由先进变成了落后。

1. 独立发展的中国科学技术与四大发明

中世纪的中国实行中央集权，国家统一，社会稳定，民族和睦，生产发展。中央政权极重视科学技术的发展，集中人力、物力致力于科技研究。尤其是汉、宋两代，是中国历史上科技发展的两个黄金时代。这一时期中国的科技发展有三大特点：一是高度独创性，建立天文学、数学、医学、农学四大学科体系，及冶金、建筑、水利、纺织、瓷器等工程技术，尤其是举世闻名的四大发明，是世界上任何一个国家和民族所不及的。第二个特点是着重应用性，如为了解决土地丈量、测绘、粮仓设计等开展对数学的研究；为修订历法对天文进行观测、研究；技术发明更是同工程建设、工农业生产、军事武器改进等实践应用相结合的。第三个特点是科学技术发展的相关性，如天文学是各朝代的主导科学，由之带动了其他科学技术的发展。中国古代科学技术的光辉成就，对人类文明作出了巨大

的贡献:造纸术、活字印刷术推动了欧洲文明,使知识成为全人类的财富;火药帮助西欧摧毁了封建专治,打开了世界各角落的大门;指南针帮助达伽马和哥伦布发现了新大陆,促进全球一体化。

(1)悠久的农业技术与先进的水利建设

中国是一个历史悠久的农业大国,绝大多数人民从事农业生产,劳动者极重视天时、地利、人和三者对农业生产的作用。水利是农业的命脉,历代都重视水利建设、水运技术。因此,中国农业、水利技术在世界上处于先进地位。在长期的实践中积累了诸多的经验和丰硕成果:如重视以粮为主的多种作物栽培;土、水、肥、种等技术综合应用,精耕细作;先进的农业机械工具;规模大、功能佳、效益好的农业水利工程;农业理论与技术实践相结合,农业技术巨著世代流传。

早在汉朝已是中国农业技术迅速发展的时期。广大农户已普遍使用牛耕,三脚耧播种,创制了龙骨水车、水碾、连磨等农业机械。农业技术著作更记述了中国农业的辉煌。《齐民要术》是中国流传至今的最早、最完整的一部农书,由北魏贾思勰于公元533年至544年编写。论述内容极为丰富,包括谷类、油料、纤维、染料、香料、绿肥、饲料、大田作物、水生植物、蔬菜、瓜果、树木种植栽培,猪、鸡等家畜、家禽的饲养,制酱、造醋等农副业的生产技艺,是一部农业百科全书。书中很多观点亦揭示了农业生产的规律,如应重视植树造林、水土保持、轮作制、消减虫害等。另外两部著名的大型农书,一部为《王祯农书》,由元代的木刻活字发明家和农学家王祯所著,其中最具特色的是《农器图谱》用三百多幅图介绍了农业和手工业生产工具,图文并茂,深受广大农民欢迎。另一部《农政全书》是明代杰出科学家徐光启所著,全书共分农本、田制、农事、水利、农器、树艺、蚕桑、种植、牧养、制造、荒政等12章,关于除治蝗虫有精彩论述。除以上三部巨著外,还有《笳枝谱》、《菊

谱》、《蚕书》、《茶经》等专门农书。中国先进的农业技术对其他很多国家农业发展都起过很大的推动作用，如蚕种和养蚕最早传入日本、朝鲜，茶树、茶籽和种茶技术流传至世界上著名的产茶国。

我们的祖先很早就认识到了水与水利工程对民生的重要性，并付之于实践。唐、宋、明以来，更在各地大兴水利工程。《水经》及北魏地理学家郦道元写成的《水经注》堪称杰出的水利学著作。书中记述了1252条河流的源头、河道、支流及其水文、地形、气候、土壤、地震、地貌、矿物等水文地理，是一部当时世界上绝无仅有的水利工程和经济地理著作，对当今的城市规划、运河选线、地下水资源、气候变化、海岸变迁、港口选址等仍有相当的参考价值。

(2)冶金技术与理化理论

中国古代人掌握了丰富的物理、化学知识并用于社会生产和人民生活。公元前4世纪左右成书的《墨经》记载，中国在阿基米德之前就已发现了重量和距离对杠杆作用的杠杆原理，通过实验，对杠杆作了力学分析，提出标(力臂)×权(砝码)=本(重臂)×重(重物)的杠杆平衡原理。书中还记载了通过小孔成像证明光的直线传播观点；利用声音共振现象，设计防敌攻城的地下声源定向装置。明代在天坛建的回音壁、三音石和圜丘等都是将声学共振原理最早地应用于建筑上的范例。指南针的发明更是对物理学、磁本性知识应用的最大成就。炼丹术更集中了中国古代化学知识，如晋朝的《抱朴子》，唐朝《孙真人丹经》等，古人炼丹的终极目的是炼出长生不老药。炼丹家认为，黄金之不朽性和不怕火炼两个特性，符合使人长生不老的特性，“服金寿如金”。东汉张道陵创立道教，从阴阳五行说、神仙论、炼金、炼丹说出发，坚信可将贱金属物质用人工使之变成黄金或仙丹。他们取丹砂、铅丹、硫等矿物，利用炼丹炉和蒸馏器，经研磨、蒸馏、升华、结晶、测定等技术操作，企图炼出黄金和仙丹，然而几千年来都徒劳而返，从未炼出

什么仙丹，更无长生不老药，但却从中积累了许多如金属置换、化合、分解、氧化、还原等化学反应方面的知识，了解了二十多种炼丹原料的化学性质。中国的炼丹术传入阿拉伯，阿拉伯人称硝石为“中国雪”，炼丹金属为“中国金属”或“中国铜”。铸铁技术，中国领先于欧洲近两千年，公元5世纪中国已用煤冶铁，而欧洲至15世纪后才用煤炼铁。中国发明的渗碳钢、“百炼钢”、黄铜、白铜、锌的冶炼在很长的历史时期内都是举世无双的。中世纪中国先进的冶金技术、庞大的冶金规模，保证了农业、手工业和对外贸易的发展，对世界科学技术发展作出了不可磨灭的贡献。

(3)造纸术与活字印刷术

公元前2世纪以前，中国已有甲骨文，人们用竹木简及丝缣帛作为文字记录、书写的材料。公元2世纪东汉人蔡伦总结了劳动人民造纸的经验，调配树皮、麻头、破布和旧渔网等原料，改进了造纸工艺，生产出适于应用、成本低又可普及的造纸技术，推广应用，使造纸业成为一个独立的手工业。至公元3、4世纪纸已成为中国惟一的书写材料。6—7世纪后造纸术传到了朝鲜、越南、日本，8世纪传到阿拉伯，11世纪再传到欧洲。欧洲比中国建立同样造纸工厂晚了约1100多年。直到18世纪出现机器造纸之前，世界各国造纸大多采用中国汉代发明的造纸技术和设备，这说明中国古人已掌握了高超的化学知识和化工工艺，对世界文明作出了伟大贡献。

纸发明以后，人们迫切需要一种能省力、捷时又适用的印刷方式，以适应日益增长的书写需求。公元6世纪初隋朝时发明了雕版印刷术，即将文字刻在石板上，蘸上墨，铺上纸，印出白底黑字，主要用于印佛经、佛像和历书。如中国甘肃敦煌千佛洞发现的公元868年印刷的《金刚经》即雕版印刷。公元971年宋朝的《大藏经》，雕版达13万块之多，耗时12年。但雕版术工作量大，成本

高，仅一次性使用等缺点，不能满足需要，宋代平民毕昇决心发明一种新的、省时、低耗、重复使用的印刷方法，于1041到1048年间终于发明了活字印刷术。他将胶泥刻制成活字，烧硬成型，固定在铁板上，涂墨印在纸上成印刷物，用后将活字取下，可待以后使用，但胶泥易残损。二百多年后的元代王祯创造了木制活字工艺，还发明了转轮排字架，显示了快捷、低耗的效力。他利用三万多木活字，不到一个月内印成了100部6万字的《旌德县志》。后来又出现用锡、铅、铜等制成金属字模的印刷术，但未能推广。活字印刷术先后传到朝鲜、日本、越南、菲律宾、伊朗等国，后又传到欧洲。15世纪德国人谷登堡受中国活字印刷术的影响，又发明了铅字印刷，还设计了简单的印书机，但比中国发明活字印刷晚了约400年。造纸术和活字印刷术的发明与传播，是中华民族对世界文明的发展做出的伟大贡献。

(4)指南针和火药

中国是人工磁化钢针和磁针装置技术的发源地。公元前1000年，中国人已知磁石有吸引力的性能。战国时期，人们将磁石磨成勺形置光滑圆盘上，磁勺自由转动，勺柄指向南方，谓之“司南”。宋朝将“司南”演化成指南针，已为看风水的先生应用。大科学家沈括在《梦溪笔谈》中还发现指南针不能完全指南，存在磁偏角，这比欧洲人早发现约400年。同时期，中国发明了用地磁场将钢针磁化的“人工磁化法”，称为“地螺”的罗盘也应运而生。它用磁针确定地磁南北极，用日影确定地理南北极。11世纪，中国已将指南针用于航海，曾有记载：“舟师识地理，夜则观星，昼则观日，阴晦观指南针”，“渺茫无际，天水一色，舟舶来往，惟以指南针为则”。12世纪指南针传入阿拉伯，16世纪欧洲人将罗盘改进，广泛应用，推动了航海业的发展并导致新大陆的发现。

中国古代在炼丹过程中，炼丹家应用各种原料配方，发现硫磺

性质活跃,容易着火;又发现当硫磺、木炭、硝石在一起加热时,容易着火和爆炸。在长期经验积累的基础上,发明火药。唐代已有火药制造法,以后又有火药配方制备。公元904年,又有了用火药燃烧喷射气体产生的反作用力,将箭头射向远方的火药箭,它与现代火箭的原理一致。到宋朝火药已广泛用于爆炸和军事作战。《金史》中详细记载了火药的威力:"火药发作,声如雷震,热力达半亩之上。人与牛皮皆碎并无连,甲铁皆透。"元朝在与阿拉伯作战中大量使用火药武器,制造了世界上最古老的铜火铳,从此火药武器传入阿拉伯,后又传入欧洲,到14世纪欧洲才有使用火药和火药武器的记载。火药的发明,在此后的军事领域和生产领域得到了广泛的运用。

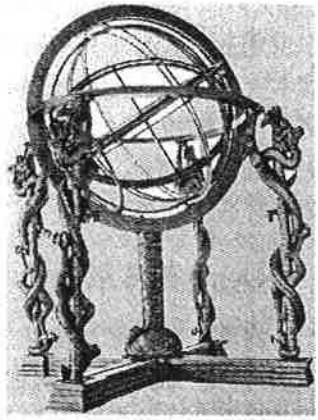
(5)造船与航海技术

我国造船技术历史悠久,新石器时代已会"刳木为舟"。秦汉三国时代已采用橹、风帆和船尾的方向舵,其船队曾远航到日本。唐朝已采用了将船舱分隔成几个部分,互不透水的水密隔舱技术,即使某个舱破损、进水,也不至于沉船,而西方直到18世纪才制造出类似的水密隔舱。宋朝造船技术达到鼎盛时期,有了破冰船、工程船和远洋巨型海船,而西方16世纪才达到此水平。利用船坞造船,仅明州(现宁波)和温州两地每年就可造船600艘。考古发现13世纪海船排水量已达400吨,而1492年哥伦布远航时最大的排水量仅有250吨。

造船技术大型化、高速化的发展及指南针配备,使明清两代的航海技术达到高峰,郑和七下西洋便是明证。郑和原姓马,曾随燕王朱棣远征,屡建战功,赐姓郑。他奉命于1405年到1433年,29年间率船队208艘,约2.7万人,七次下"西洋",远航到达马来半岛、印度、波斯、阿拉伯及非洲东岸的索马里、肯尼亚,约37个国家,加强了中国与这些国家的贸易和文化往来。出海带有大量金

银、绸缎、瓷器等产品，回国时带回各国特产和一些国家的使者。郑和还详细绘制了航海地图，记录了沿岸地形、航向、航程、水深等，是世界航海史上的杰作。郑和远航是当时世界最伟大的航海壮举，较之西方达伽马首次远航达非洲、印度早了将近 100 年。2005 年是郑和下西洋的 600 周年纪念，据此宣扬盛世，振我国威。

(6)天文学的成就



浑天仪

中国是一个农业大国，中国人民很早就认识到观测天象、制定历法的重要性，作为农业大国各代王朝的统治者也极为重视这一工作，均以“授命于天”直接参与和管理历法与天文观测，从而促进了中国古代天文学的发达，并造就其辉煌。中国的天文学有其特点：第一天，天象记录时间最早、最准确、最丰富、最具科学价值。公元前 4 世纪的《石氏星经》，是国际公认的世界最早的星表。唐开元年间的《开元占经》，辑有大量的星辰记载。中国古代的星表和星图记载了恒星 1434 颗，而欧洲 300 多年后记载的数量仅 1022 颗。在湖南长沙马王堆汉墓中发现的《五星占》和《五星行度表》记载了公元前 246—公元前 177 年间，木、土、金星在天空中运行的位置，并推算出了它们的会合周期和公转周期。在中国的史料中记载了许多对日食、月食的观测，并作出了科学解释。关于太阳黑子，《汉书》中记载了公元前 28 年发生过一次，而伽利略在 1610 年发明了望远镜后，才观测到太阳黑子。从春秋到清末对哈雷彗星的记载有 31 次，现代人将其编为数据，借计算机找到了陨石陨落的周期，这在国际陨石研究会上引起了极大反响。

第二，制造了各种先进的天文观测仪器。有漏壶、浑仪、浑象仪、简仪等。漏壶的使用，在《周礼·夏官》上就有记载，可见其使用之早。浑仪（也称浑天仪）是测定天体位置的仪器，由西汉落下闳制造。设有分别代表地平、子午线、黄道、赤道、时圈、黄经圈的构件，可通过围绕中心旋转的管窥观察天体。浑象仪和“水转浑象仪”，是用来表示天象的仪器，类似现代的天球仪，为东汉张衡创制。他利用齿轮系统将浑仪与漏壶相联，带动浑象旋转，并使浑象的转动正好每天转一周，可将天象准确地表示出来，至唐、宋时期，发展为世界上最早的天文钟。简仪，是中国古代测量天体坐标的一种仪器，为元代郭守敬等所创制。它由赤道经纬仪、地平经纬仪、日晷三种仪器组成，制造水平在世界上遥遥领先。11 世纪的水运仪象台为宋代苏颂等所创制，它集中体现了中国古代机械自动化、铸造、建筑、化工、工艺美术诸方面的巨大成就。其活动屋顶、旋转机构皆为现代天文台的祖先。第三，历法的编制。中国历代皆重视历法的编制与改革，如汉武帝时的《太初历》，东汉的《四分历》，东汉末的《乾象历》，南北朝祖冲之的《太阳历》，唐代《大衍历》，宋朝沈括《十二气历》，元初王恂、郭守敬《授时历》等。中国历法的特点是同时考虑了太阳和月亮的运动，是阴、阳历合一历法，并在历法中编制了为农业服务的二十四节气，这是世界范围内的独创。第四，涌现出一大批世界著名的杰出天文学家。中国的天文历法工作，一向为皇家所重视，使天文学受到很高的礼遇，天文学家本人即政府高级官员，他们不仅为农业生产服务，亦为皇家“天子”服务，因而产生了如张衡、祖冲之、一行和郭守敬等杰出的天文学家和数学家。他们精湛的观测技术，高超的计算水平，创造了精确的历法，发现了天体运行规律，留下了极有价值的天象记录、观测仪器和不朽的巨著。

(7)数学与祖冲之

中国古代数学的发展丰富多彩,以其本身独特的风格、概念和体系及所取得的成就,居世界领先地位。中国古代数学具有自身的特点:其一,十进位的筹算和珠算方法。古代数学以计算为主,并在生产、商业和人民生活中发挥了重要作用,尤其是珠算口诀和算盘的发明,推动了一些国家的计算技术发展,至今在电子计算机广泛应用时,算盘仍具有无法取代的独特作用。其二,突出的代数学成就。中国古代数学家极重视数学在天文历法、生产、水利、建筑、商业等实践中的应用,使之上升为理论,首创了很多代数定理和解法。自春秋战国时就有了分数的概念、四则运算。西汉时在世界上最早提出正、负数加减法则、三元一次方程组、勾三股四弦五的勾股定律,以及比例、面积、开方、一元二次方程("盈不足"问题)。汉初数学巨著《九章算术》总结了中国古代人民所取得的数学知识,主要解决如田亩计算、谷物交易、岁收分配、建筑修渠工程和运输等实际问题。中国古代各种算术算法都先于欧洲 400 ~ 800 年,居于世界先进水平,与古希腊的几何学成为世界数学史上的两盏光彩照人的明灯。其三,产生了高水平的数学家及数学专著。汉朝至宋朝期间有《算经十书》,宋朝至元朝出现了秦九韶《数学九章》、李冶《测图海镜》、杨辉《讲解九章算法》、朱世杰《算学启蒙》、《四元玉鉴》等四大数学家及巨著;公元 5、6 世纪(南北朝时期)伟大的数学家祖冲之把 π 值计算到小数点后第 7 位(3.1415926 ~ 3.1415927),并最早用分数表示(约率 $\pi=\frac{22}{7}$,密率 $\pi=\frac{355}{133}$),直至公元 15 ~ 16 世纪 π 值计算才被法国数学家打破。祖冲之的数学专著《缀术》被唐朝指定为官方学校的数学教材。

(8)中医药学与李时珍

中国医药学博大精深,历史悠久,不仅令中国广大人民获益,而且也受到世界人民的欢迎。其独特的诊断、治疗手段,神奇的疗效和科学性、先进性,已被两千多年来的历史实践和现代的医药学实践所证实,并在世界科技史及医学史上占有极其重要的地位。中国现存的古药书有《神农本草经》、《千金药方》、《千金翼方》。疗效神奇的针灸疗法及著作《针经》、《黄帝明堂经》仍为现代医学界所推崇。李时珍是中国明代一位伟大的医学家和药物学家,他的医疗实践和踏遍祖国的名川大山积累了医药知识,经过27年的辛勤劳动和刻苦钻研,在他62岁时终于完成了举世瞩目的《本草纲目》巨著,收载药物1892种,搜集古代医学家及民间流传的方剂约1万余种,附药物图1100余幅,内容极其丰富,是中国一部传统药物学总结性著作,风靡全国,风行世界,被称之为"东方医学巨典",对世界的医药学、科学发展产生了极重要的影响。

(9)丝织、陶瓷技术和华夏建筑

耕与织是中国古代两大基本劳动技术,故中国被誉为"丝绸之国"。丝织品有绫、罗、绸、缎、绢、锦、妆花,种类花色繁多,精美绝伦。纺织机械先进,结构复杂,原理玄妙。织品的漂白、染色、印花、套色、涂层等织染工艺极高。从养蚕到纺织的整套技术通过"丝绸之路"传播到全世界,为世界文明作出了极大贡献。

中国的瓷器驰名世界,中国的英文称"China",在英文中又指瓷器。早在1万年前中国人就开始制造陶器,后发明了矽酸盐的"釉",涂在陶坯上,再加入带颜色的金属氧化物,烧制成光洁如玻璃、色彩精美的瓷器。瓷器有白瓷、青瓷、彩瓷之分。至唐代青瓷已发展成熟,被誉为"雨过天青",形容其为"青如天,明如镜,薄如纸,声如磬"。早在唐代就有瓷都景德镇闻名于世。瓷器的制作

在当时既没有理工理论又没有测试仪器的情况下，完全靠制瓷工匠的手艺与经验，掌握瓷土的物理性能，瓷胎氧化钙、釉中的氧化亚铁含量，高温烧制技术，火焰特性（氧化还原性与温度高低），铜盐的呈色作用等技术，烧制出“白瓷、黑瓷、青花、祭红、五彩、斗彩”等品种和款式，向人类贡献出瓷器精品和传世之宝。它们以瑰丽的色彩和高雅的气质，成为全世界仰慕的希世珍品。

古建筑是人类古代文明的象征之一。中国的古建筑历史悠久、规模宏大、风格独特。雄伟壮丽的万里长城，自赵、燕、秦代修筑，至元、明各代修缮、连接，绵延万里。明代修筑的长城，东起渤海的山海关，西至甘肃嘉峪关，全部用特制的条石、青砖和石灰、沙土、桐油与糯米浆灌筑，极其坚固。沿线有五个重要关隘——山海关、居庸关、雁门关、紫荆关和嘉峪关。位于北京西北的居庸关建于崇山峻岭，地势险要，气势雄伟，然而其险不在关而在八达岭。城台两侧筑有墙台、敌台、宇台、垛口、望洞、射孔等防御工事，巍然气势，自古有“绝险”、“天险”之称，故曰“不到长城非好汉”。北京的紫禁城是中国古都文化成熟的结晶，每一座建筑、每一根梁柱都承接着久远的历史。明清五百年的文化精瑰凝聚于举世无双的紫禁城，宫房、殿阁棋盘式地布局在南北中轴线上，东西对称，红墙金瓦、巍峨壮观、金碧流辉。天坛、地坛、日坛、月坛是帝王祭祀天地日月山川的处所。天坛的建筑全部为木制结构，巧妙地利用了尺寸对比、形状对比，铺面的石块数，四面台阶数，以及回音壁、三音石、圜丘中心的奇特回音效果，都蕴涵着“天人相通”、“天人合一”、“天人感应”的中国科学文化的观念意识。还有南京的明城墙、栖霞寺，西安的碑林和大、小雁塔，洛阳的白马寺、龙门石窟和开封的铁塔等。建于雪域的布达拉宫、北京的雍和宫、四川峨嵋的金顶等庄严凝重的庙宇、宫室佛殿、经堂庭院，气势巍峨。颐和园等皇家园林，水榭楼台、山水相映、景外有景、园中有园，美不胜收。北海“团城”是古代建筑的又一大杰作，它独立于北海，但又是不

可缺的群景。团城上周围边沿底下是砖石砌成的涵洞，围连成一体，上有入水口，雨水可经入水口流入洞中，当水多时可被砖石、土层吸纳、存贮，而降水少时又可将存水向上虹吸、蒸发，以保养树木的根系，水在洞中可循环流动，使团城各处都可得到水的补充、利用，这是古人依据建筑学、水利学、物理学等综合科学技术，充分利用雨水，绿化环境的例证。还有以久负盛名的赵州桥为代表的桥梁建筑；以十三陵为代表的皇陵建筑；以敦煌石窟为代表的石窟建筑等等，都是中国著名的古代建筑，其中已有 30 多处被联合国教科文组织列入世界文化遗产名录，成为后人参观游览的名胜古迹。这些古建筑凝聚了中国古代劳动人民的劳动智慧，反映了中华民族的科技水平和审美观点。

中世纪后期，中国的科学技术缓慢地发展，在 16、17 世纪诞生了李时珍的《本草纲目》、徐光启的《农政全书》、徐霞客的《徐霞客游记》、宋应星的《天工开物》四部集传统科学技术之大成的科技名著。《徐霞客游记》是一部地理学著作，对地理、水文、地质、植物的自然现象作了详细记载，对有关石灰岩地貌的记述早于欧洲人两个世纪。《天工开物》是一部总结中国传统农业和手工业生产技术和经验的科技著作，包括农作物栽培、蚕桑织染、舟车制造、砖瓦陶瓷烧制、制糖、造纸、采矿与冶炼、兵器火药的制造、珠玉采琢等等，有重要的科学价值。但由于封建专制制度的腐朽没落，故步自封、夜郎自大，既未能发扬传统科技，又未吸收外来的“西学”，结果在此后逐渐远远落后于西方。

2. 中世纪欧洲的黑暗时代和阿拉伯的科学技术

公元 4、5 世纪，欧洲国家开始进入封建社会，教会与王权联合进行封建统治，尤其在西欧，教会力量甚至凌驾于王权之上。教会垄断了文化教育，敌视所谓的异端思想。宗教信仰取代了对自然

事物的钻研与探索，古希腊、古罗马文化被宣布为“异教”，优秀文化传统被中断。持续900多年的雅典柏拉图学园被封闭，藏书巨丰的亚历山大图书馆被烧毁……，前人留下的辉煌成果毁灭殆尽。此后的欧洲进入了黑暗年代，经济大倒退，文化科学跌入低谷，人们的精神陷于愚昧和迷信之中。

公元8世纪中叶，阿拉伯帝国版图辽阔，科学文化事业开始兴盛。它继承和接纳了受基督教迫害的学术遗产、书籍和希腊学者，这些学者大量翻译希腊科学著作，创办“智慧馆”、图书馆、天文台。阿拉伯人很快地掌握了科学知识，为科学的进步打下了基础。阿拉伯人首先将“炼金术”发展成一门较大的学科，有其实验过程，有理论依据，又有实用目的，是人类认识自然和改造自然的产物，成为近代化学的前驱。在炼金术活动中，发明制造了蒸馏器、熔炉、加热锅、烧杯、过滤器等化学用具，直至现在仍为化学实验室的常用设备。阿拉伯人还吸收了印度人和希腊人的数学成就，创造出有自己特色的数学，特别是代数，花拉子模是其开创者。他写了一部论印度数学《复原和化简的科学》，将“零”引入数字并参与运算，如任何数加减零后不变，乘零等于零，除零等于无穷大等。阿拉伯的物理学家阿尔·哈的著作《论视觉》、《论日光》引导了光学史上新观念。阿拉伯世界在政府的关注下，医生和医学家发展了医疗事业，《医典》是一部阿拉伯医学的百科全书，广为流传，对欧洲医学有极重要影响。但伊斯兰教统治下，12世纪之后，阿拉伯科技文化开始黯然失色。

三 近代科学技术的发展

1. 近代科学技术的诞生

中世纪后期，意大利兴起了以弘扬人文主义为核心的文艺复兴运动，以复兴古典文化为手段，歌颂人性，反对神性；提倡人权，反对神权；提倡个性自由，反对宗教禁锢；赞颂世俗生活，反对禁欲主义。这是一场新时代的启蒙运动，影响着欧洲及全世界的科学、文化发展。17、18 世纪自然科学技术的研究，从自然世界的来源和整体问题的研究转向自然界各个领域和侧面的研究，如动植物、矿物界，机械运动、物理运动、化学运动和生命运动等；出现了各种学科和领域，造就出一大批卓越的科学家。如波兰的哥白尼，英国的牛顿、哈雷，意大利的布鲁诺、伽利略，比利时的维萨里，法国的笛卡尔，德国的开普勒；同时期，在中国涌现出一大批科学家，如李时珍、宋应星、徐霞客等，他们在多种学科领域创造了不朽的功绩。他们对自然科学的研究建立在科学实验的基础上，探求自然界规律并在理论上予以解释和说明。近代科学技术的每一重大发现和学说的建立皆是众科学家共同努力的结果，是集体智慧的结晶，他们共同推动了科学技术的突飞猛进。中国的四大发明对欧洲近代科学的发展起到推动作用：罗盘使航海事业如虎添翼，促进全球一体化；用火药制造的枪炮打开了世界各角落的大门；造纸术和活字印刷术使知识成了全人类的财富。

(1)航海与地理大发现

中世纪的中国和亚洲兴旺、发达、富饶、神秘，吸引了大批欧洲人，《马可·波罗游记》更激起人们东方探险的愿望，尤其是商人，

为获取更充裕的商品和黄金，从丝绸之路跋涉前往。当土耳其人和阿拉伯人垄断了陆路和部分海路之后，欧洲人决心另辟蹊径，开始航海探险。葡萄牙人发现了非洲南端的“好望角”，到达印度洋；西班牙人哥伦布四次西航，到达南美，与后人共同发现了“新大陆”——亚美利加；葡萄牙人麦哲伦发现“太平洋”，后人继续西航历经3年绕地球一周。环球航行证明了大地球形理论和地球的地理构成，引起了科学观念的革命。航海与探险推动了天文学、大地测量学、数学和力学等相关学科的发展，发现了“磁倾角”；收集了大量地理、地质、气象、星图、航海图等的资料，发展了航船、炮火等的制造技术。因此，航海地理大发现在科技史上具有划时代的意义，把知识阶层从古典、绝对权威中解放出来，为近代科学革命提供了优良心理氛围和革命观念。

(2)哥白尼与太阳中心说

中世纪的欧洲被天主教所统治，自然科学的发展受到桎梏，无数的科学家为了科学与之殊死搏斗，付出了血的代价，为科学而献身。在天文学方面，托勒密的“地球中心说”，符合上帝占据地球上统治万物的信条，地球上的人被上帝的圣恩所笼罩。欧洲文艺复兴，航海事业的大发展，促使人们关注天文学理论的变革。哥白尼在复兴思潮的熏陶下，利用仪器观察天象，经三十多年的努力，写成《天体运行论》，总结和阐述了“太阳中心学说”：地球不在宇宙中心位置，而是一颗行星，有自转，也同时围绕中心天体旋转，故太阳有东升西落现象。太阳处于宇宙中心，驾驭着周围的行星在圆形轨道上绕太阳旋转。“太阳中心说”的发表，颠覆了一千多年占统治地位的神学宇宙观，是近代科学史上划时代的一件大事，为近代天文学奠定了基础。但哥白尼没能回答诸如地球上的物体为何不因自转而抛到宇宙空间等一系列问题。日心说经过曲折历程，后经布鲁诺阐释的宇宙无限论，伽利略制造天文望远镜对天体

观察，并写出《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》，使哥白尼学说声威大振，也使天主教会惶恐不安，为坚持科学的真理，布鲁诺惨遭火刑杀害，伽利略被终生监禁。德国天文学家开普勒整理并继承了丹麦宫廷天文学家第谷的天体运行观测资料，观测研究出行星运动的三个定律。第一定律：太阳系行星运动为椭圆形轨道；第二定律：行星旋转的线速度是不均匀的，即单位时间内行星的向径所扫过的面积相等；第三定律：任何两行星公转周期的平方，与此两行星同太阳距离的立方成正比。这三个定律的研究导致了万有引力定律的发现。开普勒完成了行星运动表《鲁道夫星表》，而这位伟大的太空立法者，却在穷困潦倒中死于伤寒病。

(3)新物理学的诞生

伽利略是近代科学史上一位划时代人物，被称为“近代物理学之父”和“科学巨匠”。他创造并示范了新的科学实验传统和科学方法，将近代科学，尤其是近代物理学引上了历史舞台。在力学研究领域，研究了物体的重心与平衡、船体放大几何比例与材料强度，利用阿基米德定律制造了流体静力学天平，证明空气有重量等。由于他对事物的好奇与探索精神，也由于他注意细心观察和勤于动手实验，他由教堂吊灯的摆动而发现了摆动的等时性；从比萨斜塔上不同重量的两个铅球同时自由落地发现了自由落体定律；从斜面上滑下的铜球发现了匀加速运动；他制作能放大20倍的望远镜，观察了太阳黑子、银河系、月亮表面，发现了木星的4个卫星和金星、水星的盈亏现象，进而推测出银河是由无数恒星组成的。伽利略为追求科学的真谛，一生与教会势力、保守势力抗争，并不断超越自我，在嘲笑、讥讽、争辩、恐吓和迫害中孜孜不倦地致力于科学研究，在逆境中写出许多不朽的著作。《星界报告》被人们传诵为“哥伦布发现了新大陆，伽利略发现了新宇宙”。他的《试金者》对当时的治学态度和方法作了深刻的评论，是他近代自

然观的宣言:“哲学被写在宇宙这部永远在我们眼前打开着的大书上,……它是用数学语言写成的,字母是三角形、圆形以及其他几何图形,没有这些,人类连一个字也读不懂。”1630 年,历时 6 年写成的《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》,触怒了教会,伽利略被终生监禁。软禁中,他仍继续力学研究,秘密状态下写出关于材料力学和运动力学的《两门新科学》,他自认为这是在经历了一生痛苦之后最有价值的著作。事隔三百多年后,教皇宣布压制伽利略是错误的,为其平反,这表明真理是不可战胜的。

新物理学在牛顿时代得以全面综合与发扬光大。牛顿是有史以来最伟大的天才:数学上发明了微积分;天文学上发现了万有引力定律;物理学上系统总结了三大运动定律,创造了新物理学体系;光学上发现了太阳光谱并发明了反射式望远镜等等。凡其中一项成就,就足以令人名垂千古,而牛顿一人完成了多项,他是继伽利略之后的又一座丰碑。牛顿受家庭生活影响,性情孤僻、沉静、善思考,自小喜动手制作小模型,做化学实验等。大学时期广泛阅读了开普勒的《光学》、笛卡尔的《几何学》和《哲学原理》、伽利略的《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》等巨著,年仅 27 岁就当上了剑桥大学数学教授。1671 年制作了筒长 6 英寸、可放大 38 倍的反射式望远镜,并写作论文《论光与颜色》。后来,牛顿致力于天文学万有引力方面的研究,相传著名的“苹果落地”的故事就发生在这个时期。一个炎热的中午,他在母亲的农场里,坐在一棵苹果树下看书,思考行星的运动问题。一个苹果落下来,启发他想到为什么重力使苹果落地,而不是飞向天空?月亮是否受地心引力保持在其轨道上,而不会落在地球上?这就是月球运动的向心加速度与引力间的关系。之后他又用两种方法推算出月球的向心速度,经数学证明和验算,得出任何物体沿其轨道(包括椭圆形)运动,所受到的向心力与距离平方成反比的规律,并写出论文《论运动》。后来牛顿全力投入写作,花了不到 18 个月写就《自

然哲学的数学原理》(简称《原理》)。该书导论中给出物质的量、运动的量、固有的力、外加的力及向心力等八个定义;绝对时间、绝对空间、绝对运动和绝对静止的注释,以及“运动的基本定理或定律”:运动三定律、力的合成与分解法则、运动迭加性原理、动量守恒原理、伽利略相对性原理等。《原理》共分三篇:第一篇是运用其确定的基本定律研究引力问题,包括向心力、受力作用物体作圆锥曲线运动、运动轨道的几何学及算法等;第二篇讨论物体在介质中的运动;第三篇“论宇宙体系”,包括论宇宙体系的原因、论月亮、论潮汐、论岁差、论彗星,及牛顿主张的科学方法论、对许多未知问题的科学推论。《原理》开辟了一个全新的宇宙体系理论,开创了新的理性时代,人类思想获得了以理性解决所有问题的自信。牛顿的数学能力晚年仍未衰退,他在睡梦中与世长辞,终年85岁。牛顿生前有两句名言:“如果我比别人看得远些,那是因为我站在巨人们的肩上”;“我只不过是一个在海滨玩耍的小孩,不时地为比别人找到一块更光滑、更美丽的卵石和贝壳而感到高兴,而在我面前真理的海洋却完全是个谜”。从其名言中,可窥见他那博大深遂的科学巨匠的精神境界。

(4)从炼金术到近代化学

16世纪,随着社会经济的不断发展,炼金术的工艺家们发现一系列新事物需予理论上的解释,导致了医药化学和矿物冶金化学的发展并最终促成科学化学的诞生。从炼金术向化学转化过程中,有巴拉塞尔斯、荷尔蒙特、阿格里柯拉等有影响的人物,而波义耳是真正将化学从炼金术中分离出来成为独立的化学科学的人。波义耳在伦敦建立了私人实验室,一生从事化学实验研究。其中著名的实验如:从气体的膨胀和压缩实验,发现了一定量气体在温度不变时,压强与体积成反比的“波义耳定律”;从燃烧实验发现了氧的助燃作用;在定量分析中引入水溶液、有机试剂及沉淀物的

检验方法，使化学分析从利用物理性质为主，发展到利用化学性质为主的检验方法。1661 年他出版重要著作《怀疑的化学家》，这标志着近代化学的开创。其主要贡献有四方面：第一是确立了独立化学的研究概念，主要从事对物质现象的理论研究，成为一门理论科学；第二是确立了科学的元素概念，即元素不是由其他物质构成的简单原始物质；第三是澄清了火在化学分解中的作用，指出“混合物”与“化合物”的不同，火的作用是多种多样的，燃烧或蒸馏形式的效果是不同的；第四是对燃烧问题的研究，他制造了抽气机，能在真空中做燃烧实验，发现空气中某一部分气体才是燃烧所必需的。

(5)近代生物学

在古代将植物学和动物学归属为博物学，将生理学归属为医学。文艺复兴时期，受新兴机械论传统影响，生理学代表了生命科学新的发展方向。比利时的维萨留斯在学生时代就不满足只讲课不动手实验的教学，据说他曾挖掘过无主墓地，偷过绞刑架下的尸体进行人体解剖，从而掌握了丰富的人体解剖知识。他出版了伟大著作《论人体结构》，论述了骨骼、肌肉、血液、神经、消化、内脏、脑感觉等系统和器官，图文并茂，至今令人叹为观止。他对神学和保守者提出了挑战，对《圣经》中说人的腿弯曲像狗、男人肋骨比女人少、人身上有一块不怕烧不腐烂的复活骨、心脏是生命和思想感情活动中心等谬论，维萨留斯都予以否定和纠正。他遭到教会猛烈攻击，以致被判处死刑。其他学者还有：塞尔维特发现血液在肺部小循环；哈维研究心脏的结构和功能，著有《心血运动》；马尔比基借助放大镜、显微镜发现了毛细血管、发明了比较解剖学方法；列文虎克发现了单细胞生物和红血球，著有《大自然的奥秘》；物理学家胡克制造了复式显微镜，首创了“细胞”一词。大多数科学家都为自己所热爱的科学事业呕心沥血，献出了自己的宝贵生

命。

(6)科学方法论与科学活动

近代科学建立起的一整套崭新的自然观和方法论,对飞速发展的自然知识的认识、积累和研究发挥了重要作用,并铸造了新的知识系统。培根在其《学术的进展》中,高度赞扬印刷术、火药和指南针等新科技的发明,提出"知识就是力量"的名言。之后他陆续写出《新工具》、《新大西岛》,提出"实验归纳方法论",指出正确的认识方法首先是不能带"偏见"。他用生动的比喻指出,人的认识方法,不能像蚂蚁忙忙碌碌没目标;也不能像蜘蛛织工精巧但空洞无物;必须将二者结合,像蜜蜂在花园、田野里采集花粉,以自己的力量消化和处理,酿成蜂蜜。法国科学家笛卡尔的很多著作,如《论世界》、《方法谈》、《第一哲学沉思录》、《哲学原理》等,提出了数学演绎方法论。他认为:必须怀疑一切,在怀疑中找出清楚明白、不证自明的东西。伽利略的科学研究方法论可归纳为三个阶段:直观分解、数学演绎和实验证明,而现代全部科学正是建立在自然的数学化基础之上的。牛顿的科学研究方法论为"归纳—演绎"法,最后应以实验确证。近代科学大师们将实验观察与数学演绎十分紧密地结合在一起。

新的科学实验精神使越来越多的才智出众的精英加入到探索自然奥秘的行列,他们日益感到彼此交流、讨论、协作的必要性,便自发组织小团体,共同研究,科学共同体悄然诞生。再加上开明君主和政府的支持、出资,于是科学社团、实验室、天文台、学术刊物陆续诞生:先后有意大利的"自然秘密研究会"、"林琴学院"、"齐曼托学院"、"哲学学会",英国的"皇家学会"及"学报"、格林威治天文台,法国的"巴黎科学院"、"巴黎天文台",德国的"柏林科学院"。这些都极大地促进了欧洲科学技术及文化事业的发展。

2. 近代科学技术发展时期与第一次科学技术革命

经历了17世纪科学文化革命的高潮，孕育了英国产业革命和法国大革命两个伟大的历史事件，带动了相应科学的发展，科学与实用技术相互促进，科学精神广泛流传并形成推动历史的社会力量。此处提及到的“科技革命”，是指由于一项或一群新的科学技术出现，而导致整个科技原理的根本改变和整个人类改造自然能力的划时代的提高。一场科技革命的到来必将带动社会生产力的大解放和经济的大繁荣。自1543年自然科学革命以来，人类历史上曾发生过四次伟大的科技革命。

(1)第一次科学技术革命与蒸汽时代

17世纪后期，英国较彻底地完成了资产阶级革命，建立君主立宪政体，有利于工商业发展；农民进入城市，提供了工业发展的人力资源；商业资本家积累了大量原始资本，转向工业发展；英国的天然资源及广大殖民地为其商业市场。这些优越条件使英国率先发起了产业革命，即开始了人类历史上第一次科学技术革命。其标志是纺织机器与蒸汽机等一大批新机器的发明和运用，劳动生产率大幅提高，工业飞跃发展。

纺织业与纺织机器的发明，是18世纪产业革命的开始。纺织工人约翰发明了织布的“飞梭”；织布工哈格里沃斯制造了“珍妮纺纱机”；理发匠阿克莱特发明了水力纺纱机；康普顿发明了走锭纺纱机，称“骡机”；牧师卡特莱特发明了卧式自动织布机。新式动力纺织机与织布机的一系列技术革新，促进了由手工业向机器大工业的过渡并引发了动力革命，开启了人类文明的新时代。

蒸汽机是利用水蒸气作介质，把热能变成机械能的热力发动

机，它是许多科学家和工匠共同创造的结晶，瓦特在前人的基础上经改进和发展，于1768年制成了装有冷凝器的新型蒸汽机，1784年又发明了双缸的“瓦特蒸汽机”，蒸汽机成了高效并可用于一切动力、机械的万能“原动机”。为纪念这位伟大的工业技术改革家，人们将功率单位定为“瓦特”，简称“瓦”。蒸汽机是一个真正的国际性发明，它是继人类发明用火之后取得的又一伟大胜利，也标志着人类进入了一个新时代——蒸汽机时代。蒸汽机的发明，直接促使了火车、轮船的发明，促进了纺织业、采矿业和冶金业的迅猛发展，在工业革命不到一百年的时间里，创造了超过人类几千年的物质财富，在人类科技发展史上写下了光辉的一页。

在产业革命期间，英国的钢铁冶炼技术突飞猛进，相继发明了“焦炭炼铁法”、鼓风机炼铁等，使英国钢铁产量上升，率先进入了钢铁时代。纺织业的发展，促使漂白、洗涤、染色、染料、制碱、制造硫酸技术的发展，形成了化工技术工业体系。

(2)法国的科学技术

英国的资产阶级革命成功，启迪了法国一批作家，他们宣传人类社会进步的理想，在人类由蒙昧进入文明、由黑暗进入光明的黎明时期，需要知识来扫荡心中的迷信和无知，由理性的力量来支配人类生活，理性是衡量一切事物的尺度和准绳。这就是近代史上著名的“法国启蒙运动”，它对科学知识和科学精神的传播，都起到了举足轻重的作用。数学哲学家笛卡尔及其追随者将理性精神和机械自然观极大地普及。启蒙运动代表人物伏尔泰，自小表现过人的才华与机智，对所谓的高贵与神圣，曾说过：“我没有显赫的门第，但我的门第将因为我而显赫。”他以通俗对比的方式，介绍了牛顿的宇宙体系，经实地考察，重证了牛顿的万有引力定律。杰出的思想家和天才的组织者狄德罗和达郎贝尔主持、组织大批启蒙运动者，在各种困难、刁难、查禁环境下，历经近30年，编写、

完成了法国的《百科全书》。《百科全书》高举人文主义的旗帜，以增进人类的幸福和社会进步为宗旨，叙述了人类已经取得的自然科学知识、技术和工艺过程，并将技术、科学和艺术并列为三大类别。《百科全书》对1789年的法国大革命贡献很大。由于法国的等级制度和平民阶层的抗争，民众暴动，攻占了巴士底监狱，国民议会被迫通过了“自由、平等、博爱”为口号的《人权和公民权宣言》，法兰西共和国成立，法国开始了国内改革。战争时期，法国很多科学家担任政界和军界要职，为战争服务。战后法国陆续创办了高等师范学校、综合工科学校，恢复法国科学院，鼓励青年、学者努力学习，刻苦研究，造就了一大批科学人才。大革命后，拿破仑当政，对科学文化事业倍加关心与支持，很多科学家出任部长，积极的科学政策促进了法国科学的繁荣和发展。

(3)各学科的发展

18世纪的科学发展，相对于17世纪和19世纪而言，起着承前启后的作用。天才的数学家们将力学发展为完整分析化的数学演绎体系，使之成为理论物理学发展的基本工具；实验物理学家们在热学和电学领域辛勤地积累了大量有用知识，孕育着科学技术的大发展。

“近代化学之父”——拉瓦锡。18世纪是近代化学的发展时期。19世纪初“燃素说”将化学从炼金术中分离出来，拉瓦锡通过他后来的研究和实验，揭示了二氧化碳、氢气、氮气和氧气等多种气体存在和产生方法。直至18世纪70年代，拉瓦锡通过反复、大量的实验，提出了燃烧是氧化还原反应的新燃烧理论，并发表了《燃烧概论》一文，其要点是：燃烧放出光和热，有氧存在物质才能燃烧，物质燃烧时吸收了氧气故产物变重，金属与非金属燃烧产物性质不同等，揭开了燃烧之谜。他通过精确的实验证明了水由氢和氧两种元素组成；定量地研究了酒精等有机物的燃烧，能产生水

和二氧化碳。根据燃烧实验，他发现了质量守恒定律，化学反应只引起物质形式的变化。在《化学纲要》一书中，他对已知的化学元素进行了分类。拉瓦锡的氧化学说具有划时代的意义，他被誉为“近代化学之父”，有人称他是“化学中的牛顿”。

繁荣的物理学。科学家们建立了许多真理性的理论，在对牛顿力学进行推广、应用过程中，光学、电学、磁学、热学等多种新学科相应兴起。

富兰克林的“风筝实验”。在相当长的时期内，雷鸣电闪是神秘莫测的，它毁灭建筑物、引起大火、劈死人与动物，人们只好用迷信说法来解释，如中国有“雷公”、“电母”，欧洲有宙斯神雷电法宝等。直至18世纪，美国科学家富兰克林做了著名的“风筝实验”。那是在1752年一个阴云密布、电闪雷鸣、大雨倾盆的日子，他带着扎有金属细杆的风筝和储电的“莱顿瓶”，在野外放飞，风筝线一端系一枚铜钥匙，当他将手靠近铜钥匙，顷刻间，钥匙端射出一串电火花，与在地面上做实验电火花放电现象完全一致。富兰克林用“莱顿瓶”收集了雷电，据此撰写了《论闪电和电气的相同》，揭开了雷电之谜。1753年他又发明了造福于人类的“避雷针”。富兰克林的第三大贡献是提出了正电荷与负电荷的概念，并指出正负电荷可以相互抵消，电荷总量不变。在电学的研究中，1800年伏特发明了“伏特电堆”，可获得稳定而持续的电流，为电现象的研究打下了基础。他还发明了验电器、储电器和起电盘，这些发明在电学、热学和化学上，在科学史上都具有十分重要的地位。人们为纪念伏特，把电动势、电位差、电压的单位都命名为“伏特”，简称“伏”。同样，至今电学中有许多称为“库仑”的术语，如电量单位叫“库仑”；电荷作用力的“库仑定律”，都是以法国科学家库仑的名字命名的。

“恒星天文学之父”——赫舍尔。自古，人们就将探索的目光投向宇宙，但由于知识所限，不能科学地解释天体，只能将宇宙的

形成归功于上帝。至18世纪天文学有两方面发展，一为用分析方法研究太阳系的力学运动规律；二为天文观察有了新进展，发现了天王星和双星，使人类摆脱禁锢思想的桎梏。德国哲学家康德在前人思想启发下，大胆探索天体起源问题，发表了《宇宙发展史概论》，首先提出了太阳系起源的“星云假说”。直至法国数学家拉普拉斯用力学原理和数学方法在《宇宙体系论》中，再论证了“星云假说”，被人们称为“康德－拉普拉斯星云假说”。“星云假说”认为原始星云冷缩，离质量中心距离缩短，旋转速度加快，边缘物质失去引力，甩到空间，形成物质环，凝聚成行星与卫星，留下的原始星云中心即为太阳。虽为一种假说，但它指出宇宙是在自然界自身运动中产生的，而不是上帝造就的，这是根本世界观的变革。拉普拉斯在其巨著《天体力学》中证明了太阳系的稳定性，他被人们认为是“法国的牛顿”。德国的赫舍尔是18世纪最伟大的天文观测家，在妹妹的协助下，他制造出当时最好的反射望远镜，得以系统地观测整个天空。他发现一颗行星，用希腊神话中的神——天神乌兰纳斯命名，中文译为“天王星”。他观测了3000多颗恒星，论证出银河系是由一层恒星组成而不是星云，太阳系位于银河系中央平面，并证实太阳亦在运动。他的另一重大发现是认识了“物理双星”或聚星的存在，编制了260对双星的星表，证明牛顿定律也适合太阳系以外的星系，是一个有普遍意义的定律。他开创了对银河系结构的研究，绘制出第一张银河截面图。由于赫舍尔对天文学的巨大贡献，他被人们尊为“恒星天文学之父”。

生物进化——系谱树。17世纪的生物学是博物学，到18世纪，生物学面临着由积累材料向整理材料、由经验向理论概括方向过渡，分类生物学、物种起源、生物进化思想等由萌芽状态走向成熟。生于瑞典的林奈周游欧洲各国，考察、收集植物标本及资料，出版了划时代巨著《自然系统》，建立了人为分类体系和拉丁文双名制命名法。首创了纲、目、属、种的分类概念，出版了《植物种

志》、《瑞典动物志》。引人注目的是他发现人与猿身体结构的相似性，将人与猿类纳入同一属。他的伟大工作，确定了生物界的新秩序，丰富了生物世界的知识宝库，林奈被誉为“现代植物分类学之父”。另一位有影响的法国生物学家布丰，历时 50 年写出了宏篇巨著《自然史》，以优美的文笔和精美插图，形象、生动、通俗地介绍自然知识。18 世纪最后一位生物学家拉马克，一生致力于生物学研究，曾带着布丰的儿子去国外考察，先后出版了《法兰西植物志》、《植物学辞典》、《无脊椎动物的分类系统》、《动物学哲学》、《无脊椎动物志》等，系统阐述了物种进化的学说和以“系谱树”生动地描述了生物界不断进化的图景，提出获得性遗传和动物器官“用进废退”的理论。

数学三杰。18 世纪的数学没有特别令人称道的科学成果，但数学三杰仍引人注目。第一位是瑞士的盲人欧拉，他从小迷恋数学，之后他在数学、物理、天文、建筑、哲学以至音乐方面都取得了辉煌成就，创造并推广了现仍应用的数学符号，如 i（即$\sqrt{-1}$）、$f(x)$（函数符号）、$\sum$（求和号）、sin、cos（三角函数符号），提出了“哥德巴赫猜想”，完成了月球绕地球的精确理论，创立了分析力学、刚体力学，深化了望远镜、显微镜的设计计算理论。由于他一生忘我的超负荷工作，28 岁始两眼陆续失明，大火又将他的藏书和手稿化为灰烬，由于他没有屈服，又与衰老和黑暗拼搏了 17 年，发表论文 400 多篇、论著多部。探其成功的原因为：惊人的记忆力；聚精会神、不受嘈杂和喧闹的干扰；镇静自若、舍身忘死的献身科学的精神。第二位是法国的达朗贝尔，他是一个在严冬中教堂附近发现的遗弃婴儿，少年时代就聪明过人。他在微分方程和力学两方面都有很大贡献，在《动力学》一书中，他将固体物理的动力学归结成静力学方法，即有名的“达朗贝尔原理”。第三位是数学王子高斯，他从小机敏过人，学习上进步惊人，一次老师让大家计算从 1 到 100 的总和，其他学生用算术法一个数一个数吃力地

相加，惟高斯用求等差积数之和的方法，很快得出 5050 的答案。他用圆规和直尺成功地做出了正 57 边形，从而一举解决了阿基米德几何学上两个悬而未决的数学难题。他还在数论、椭圆函数、非阿基米德几何等多方面有独到见解和特别的贡献，被誉为“19 世纪的阿基米德”和“数学王子”。

3. 19 世纪古典科学全面发展与第二次科学技术革命

(1)第二次科学技术革命与电气时代

19 世纪被誉为科学的世纪，自然科学的各学科相继成熟，形成人类史上空前严密和可靠的自然知识体系。科学理论主要成就为：物理学中发现能量守恒和能量转化定律及建立热力学，提出电磁理论和建立电磁学，发现 X 射线；化学中提出原子论和发现元素周期律；生物学中建立了细胞学和微生物学及达尔文的生物进化论思想。第二次技术革命一开始就是在科学发展的基础上产生的，火车、轮船、内燃机、电报、电话、发电机、电灯、电视等的发明，可称为科学技术的春天。一些工厂、公司、学校成立了研究所、实验室，为科学家的集中研究创造了有利条件，一改过去在自然科学领域中各国、各地域科学家单枪匹马研究的局面，从而能很快地将科研成果转化为社会生产力，极大地促进社会发展。第二次科技革命的标志是电力技术在工业生产中的广泛应用，从根本上改变了人类的能源机制，表现出了技术对科学的依赖性。第二次科学技术革命不仅为人类创造了巨大的物质财富，改变着人们的生产、生活方式，而且还进一步改变着人们的世界观。

(2)19 世纪科学技术取得了伟大的成就

物理学、化学的伟大成就。

磁生电——电气时代的开始。首先是丹麦物理学家奥斯特,在实验中发现通电的电线周围磁针能够偏转且偏转方向与电流方向垂直,经安培验证后,提出了磁针偏转与电流方向关系的“右手定律”及著名的安培定律,并提出“电动力学”及“电流”的概念。德国物理学家欧姆通过实验,提出了“欧姆定律”。但磁生电的效应是由 10 年后的英国物理学家法拉第和美国物理学家亨利完成。英国伟大实验科学家法拉第,最先使用“电解”、“电极”、“阴极”、“阳极”等名词。通过两绝缘线圈的通电、断电实验及磁铁在线圈中运动能产生电流,创造了“场”和“力线”概念,从而建立了“电磁感应定律”。他演示磁力线的实验至今家喻户晓,即将铁屑撒在纸片上,下面放磁铁,轻轻抖动纸片,则铁屑就能排成规则圆形,即为磁力线形状,这是极为出色的非数学化的图像法。他在《论磁力线》中还预言了电磁波的存在和“磁光效应”。法拉第去世后,英国物理学家麦克斯韦将法拉第的电磁感应定律,用严密精确的数学公式数学化,总结成“法拉第电磁感应定律”,并写出了“论法拉第的力线”,使力线概念上升为科学的理论。麦克斯韦首创了“位移电流”、“电磁场”、“电磁波”概念,提出了“麦克斯韦电磁场方程”。他在病中出版了《电磁通论》,这本书是一部电磁学的经典百科全书,也揭开了现代物理学革命的序幕。前人的发现和研究指明了制造发电机的原理,经许多科学家的辛勤努力,德国西门子公司研制了自激磁场式发电机及直流电机等,标志着人类开始进入电气时代。

电灯——光明之神把黑夜点亮。美国人爱迪生自幼爱动脑筋,勤奋好学,孜孜不倦刻苦钻研,一生共有 1328 项发明,平均 12.5 天就有一项,不愧于“发明大王”的称号。他曾用一年时间,

花费5万美元，用1600多种耐火材料，进行数百次实验，寻找在白热状态下不熔断的灯丝，终于找到了碳化棉丝，装入灯泡，连续发光40小时，这是人类史上第一只灯泡。他曾在门罗巴克公园挂了360只灯泡，公园亮如白昼，吸引了3000多人冒雪参观。灯泡发明后，他又着手发电站的建立，制成了当时容量最大的发电机，从此使世界更加明亮，促进了工业、城市、家庭生活现代化，为后人世代称颂。爱迪生的“天才就是百分之一的灵感加百分之九十九的汗水”这句话，成为激励后代科学家、发明家刻苦钻研、勤奋创业的至理名言。

瓦特发明蒸汽机后，在交通运输上引起了重大变革：美国富尔顿发明了以蒸汽机为动力的“克勒蒙号”轮船；英国人斯蒂芬逊发明了“旅行号”和“火箭号”蒸汽机车；石油的开采，产生了新能源后，德国人奥托制造了四冲程汽油内燃机；德国机械工程师狄塞尔用柴油代汽油制成了柴油机，成为20世纪发明的汽车、船舶、飞机等内燃机的动力源。

光学——开阔人的眼界。光学是一门古老的科学，17世纪主要为几何光学。18世纪惠更斯提出了光的波动说，解释了光的反射、折射、双折射现象；牛顿曾提出过光的微粒说。因此对光的本性之争，进行了两个世纪。19世纪光学仪器制造及实验研究，光学进入了物理光学阶段。英国医生托马斯·杨从对视觉器官的研究，提出波动光学原理及光波长的概念。后来他与法国物理学家菲涅尔合作，提出了光的衍射现象和光的干涉原理。牛顿、夫琅和费等用制造出的棱镜对光谱进行研究，创立了光谱分析法，用于化学元素和天体物理学的研究。法国发明家涅普斯和达盖尔在光谱学研究中制造出第一台实用照相机与照相术，这很快成为天文观测和光学实验中的重要工具。

原子论的兴起——寻找未知元素。物质是由什么组成的，地球上有多少种元素，如何寻找新元素等，一直是化学家们探讨的方

向。其中英国的道尔顿,27 岁时在其《化学哲学的新体系》论文中提出,物质是由不可分割的原子组成,原子在化学反应中性质不变,不同元素的原子不同,每种原子有确定的原子量,每种化合物是不同原子以一定比例结合的。后来阿伏伽德罗又引入了分子的概念,分子由原子组成,是具有物质特性的最小单位。19 世纪 60 年代确立的原子 - 分子论,是化学发展史上的一次基础理论革命,开辟了近代化学的新时代,道尔顿被誉为"近代化学之父"。随着大量元素的发现及原子量的精确测定,人们开始探讨元素性质与原子量间的关系。1869 年俄罗斯科学家门捷列夫经近 10 年的苦心研究,发表了元素周期律的图表和论文《元素性质和原子量的关系》,正式公布元素周期律。元素周期律的确认,让人们可以有计划、有目的地寻找化学元素,从自由王国进入必然王国。他伟大、不朽的科学业绩已名列科学史册。

进化论与生物学——《物种起源》震惊了世界。

进化论。随着近代科学的发展和工业革命后对世界的开放,一些科学家,特别是生物学界的科学家们,对上帝创造万物和物种不变的宗教观产生了疑惑并开展了研究,如法国罗比奈、德国梅克尔、俄国冯·贝尔、法国拉马克等都提出了进化论的观点。酝酿了近一个世纪的进化思想,终于被达尔文正式确立。幼年达尔文兴趣广泛,曾学过医学、神学,参加过地质考察。1831 年达尔文以博物学家身分,参加了英国海军"贝格尔号"军舰为期 5 年的科学环球考察,随考察团深入丛林、高山,收集标本,挖掘古生物化石,记录地层。通过记日记,写报告,达尔文积累了大量一手材料,目睹了各地物种的巨大丰富性和连续性。此间他阅读了赖尔的《地质学原理》、马尔萨斯的《人口论》。在生存竞争、自然竞争、人工选择、适者生存的进化论核心思想指导下,达尔文从 1842 年开始写作《物种起源——物竞天择,根据优胜种族保存的物种起源》,并于 1859 年出版,《物种起源》的出版震惊了全世界。与此同时,英

国的华莱士与达尔文有相同的经历、相同的感受，独立地提出与之极为相似的进化理论，后二人合作，但华莱士根本不同意将进化论推广到人类自身。达尔文于1871年出版了《人类的由来及其性选择》，证明了人和生物发展有其共同的祖先，在自然选择和生存竞争中，从简单的单细胞发展成多细胞，从低级动物到高级动物，直至人类的产生。进化论是生物学、自然科学发展史上及人类思想史上一场伟大的科学革命，它同细胞学、能量守恒和转化定律一起成为自然科学的基础。但达尔文的进化论没能认识到生物自身的遗传变异对生物进化的作用。达尔文主义有一批忠实的信徒，如赫胥黎、海克尔和斯宾塞等，他们捍卫着进化思想并使之有效地广泛传播，大胆提出人猿同祖先，但斯宾塞创造出“社会达尔文主义”，错误地将生存竞争用于人类社会的政治与思想。

细胞学——显微镜下的世界。由于进化论的创立及实验条件的改善，生物学作为一门实验性科学得以极大地发展，细胞学说、微生物学及实验医学是其最高的成就。科学家们在与预成说的斗争中，逐渐发展了胚胎学，给细胞学理论奠定了基础。细胞学理论首先由德国植物学家施莱登在《有关植物发育的资料》一文中提出：一切植物皆由细胞发展而来，细胞是植物结构最基本的活单位。德国解剖学家施旺将细胞学扩展到动物，认为受精卵也是一个单细胞，开始生命并发育成机体。他认为细胞均由细胞膜、细胞质、细胞核所构成。细胞学说的确立，给生命科学注入了生命力，德国生物学家微尔和在此基础上建立了细胞病理学，并提出“一切细胞均来自于细胞”。比较解剖学、生理学、胚胎学等学科也纷纷建立。

遗传学——生命的延续。达尔文在进化论中提出过生物遗传问题，这个难题是由奥地利的孟德尔经潜心实验解决的。他开始杂交育种的遗传学研究，先后选用矮株与高株、圆皮与皱皮、紫花与白花豌豆种子，自花授粉和人工授粉研究子代与亲本之间的遗

传关系，发现遗传性状有显性和隐性不同的性状，它们在子代皆有规律地遗传。经多年研究总结，孟德尔在论文“植物杂交试验”中指出，植物种子内存在稳定的遗传因子，来自父本和母本的一对遗传因子控制着物种的性状；在杂交后当代不能表现出的性状，将在下一代以 1/4 的比例重新表现出来，而不会消失。他用纯种实验并用数学方法将杂交后代进行数学统计，得到遗传定律，为达尔文的自然选择进化论提供了强有力的支持，孟德尔的工作是划时代的。之后德国的魏斯曼更在细胞和个体层次上进行遗传规律的研究，即种质连续理论，割掉老鼠尾巴，在连续 22 代实验，发现所生下的老鼠仍长着完整的尾巴，证明“获得性不能遗传”。并科学地预言，在精子与卵子结合过程中，细胞核内的线状染色体各减少一半，即染色体的减数分裂过程，以维持结合子中染色体的正常数目。他的新种质论，正好补充了达尔文在遗传问题上的不足，并被以后的研究所证实。

微生物学——始于葡萄酒变质。微生物学的建立明确了生物界除动、植物外，还有微生物的存在，揭示了疾病与微生物的关系。法国化学家与生物学家巴斯德是微生物学的伟大创立者。由于葡萄酒会变质，酒厂老板们求助于巴斯德。他通过显微镜观察发现，酒之所以变质是由一种酸败酵母菌的微生物造成。如将酒加热到 50℃以上，就可杀死这种微生物，酒就不会腐败。这种加热防腐的方法又广泛用于酒、奶、食品的防腐保鲜，带来了巨大的社会和经济效益。此法被后人称为“巴氏消毒法”，更推广应用于外科医疗器械、物品和伤口的消毒，减少了病人的感染，降低了死亡率。巴斯德在对致病微生物的研究中，提出了“细菌病原说”，创立了微生物学。他的卓越工作给人类带来了巨大的经济效益，拯救了病患者的生命，更带来了医学领域的一场革命。

四 现代科学技术的发展

科学技术发展到20世纪，发生了一系列革命，以物理学革命为先导，在天文学、地质学和生物学领域均发生了重大的理论变革，粒子物理学中的夸克模型、宇宙学中的大爆炸模型、生物学中的DNA双螺旋模型、信息学中的图灵计算机模型和地质学中的板块模型，被认为是现代理论科学中的五大模型。20世纪被称为“科学革命的世纪”。在科技史上，此时期的特点是：科学—技术—科技产业化—科学，各环节的联系更加紧密和相互依赖，循环周期更短或相互交错，发展更加高深、更加远离我们日常生活经验，但它所转化的技术实际威力更大，也更难被人类所驾驭，随之而来的是一系列全球问题的出现。有些事件发生在19世纪与20世纪之交，考虑到科学技术的延续性，故放在现代史中记述。

1. 第三次科学技术革命与电子时代

19世纪末，以世纪之交的微观物理学革命为先导，相对论、量子力学、原子结构论等重大科学理论成就；航空、空间、核能、电子、激光、化工等现代科技的发展，人类社会进入了以量子力学时代、电子时代为特征的第三次科学技术革命。

(1)世纪之交的物理学革命——物理学中的三大实验发现：X射线、放射性和电子

X射线：随着电磁学的发展，法拉第曾从真空管中电流的放电现象中发现能发出紫红色的光束。制成高真空度的克鲁克斯管中，能从电阴极发射出荧光——冷光。德国科学家伦琴，将克鲁克斯管放在黑盒子里，通电后发现在涂有亚铂氢化钡的荧光屏上发

射一种神秘的光。经7个多星期吃住在实验室的探索研究，他无意中在放电管与荧光屏之间能看到自己手的骨头，能使照相底片感光。之后伦琴在《一种新的射线——初步报告》中，宣布了这种能直线传播、不受磁场偏转、看不见而穿透力极强的射线，并命名为“X射线”。这引起了科学界极大的震撼，它揭开了当时物理学革命的序幕，导致了一系列重大发展，如X射线光谱学、放射化学、放射生物与医学等。因此，伦琴也于1901年获得世界第一个诺贝尔物理学奖。

放射性：法国贝克勒尔实验发现将属于发黄光物质的铀盐，置阴暗条件下可以使得用黑纸包着的照相底片感光。波兰籍女科学家居里夫人继续研究，并在博士论文《放射性物质的研究》中，首先提出“放射性”一词。居里夫妇定量地测定了铀的放射性强度，并系统地研究了各种元素与化合物的放射性。1898年从几吨废铀渣中分离提取出一种比铀的放射性强400倍的新物质，命名为“钋”。以后他们又发现了“镭”，放射性比铀大10万倍。1902年他们从沥青铀矿渣中提取出0.12克的纯镭，其放射性比铀强200多万倍，测定其原子量为225。1903年居里夫妇与贝克勒尔共同获得诺贝尔物理学奖。1911年居里夫人又发现两种新元素，再度获诺贝尔化学奖，她是第一位荣获两次诺贝尔奖殊荣的科学家。由于她长期受放射线照射，患了白血病，1934年于法国逝世。

电子：关于阴极放射线的本质问题，在物理学界争论已久，1897年英国汤姆逊对阴极放射线作了定性和定量研究，认为是带负电的微粒在电场和磁场作用下发生偏转，并测定了粒子的速度、电荷、质量和荷质比，其质量只有氢离子的千分之一，是各种原子的共同组分，命名为“电子”。

至此，X射线、放射线和电子的三大发现，将人们的视野引向了一个新的奇妙的色彩斑斓的微观世界，开辟了量子力学另一革命性的新篇章，在科技史上具有极重大的意义。

(2)量子论与相对论的建立——物理学新纪元的开路先锋

德国物理学家普郎克在研究黑体辐射问题时,提出物体辐射时发射或吸收的能量是不连续的最小单元,称为"能量子",即"量子";他又进一步提出,量子与发射频率成正比,等于频率乘上一个常数,称其为"普郎克常数"。量子论的发展锐不可挡,是对经典物理学的重大突破。爱因斯坦是第一个意识到量子概念的普遍意义并运用到其他问题研究上的人。他在《关于光的产生和转化》论文中指出,光由能量子组成,称其为"光量子"即"光子",因而使量子论得以进一步发展。新西兰物理学家卢瑟福提出,假定原子质量集中在核上,绕核旋转的负电子与核的正电子相等的"原子有核模型",获 1908 年诺贝尔物理奖。丹麦物理学家玻尔综合了当时许多实验和理论,对原子有核模型做了修改并认为原子核外有不同能级的轨道,电子在轨道上运动,可从一能级跳跃到另一能级,反映出一定的光和热,称为卢瑟福—玻尔模型,因之获得 1922 年诺贝尔物理学奖。爱因斯坦的相对论揭开了物理学革命的序幕。他曾在德国物理学年鉴上发表五篇论文,其中三篇具有划时代的成就。其中关于光电效应的论文,指出光是由一定能量的光量子组成,能被金属吸收并发射一定能量的电子,解释了光电效应,获得了 1921 年诺贝尔物理学奖;在第二篇中,他第一个从数学上详尽地解决了布朗运动问题;在第三篇《论动体的电动力学》中,提出了举世闻名的相对论,建立了全新的时间和空间理论。他用"光信号"来确定 AB 两事件发生的同时性,建立了他的相对论力学。最初的相对论只涉及匀速直线运动,未考虑加速运动,使之称为"狭义相对论"。之后爱因斯坦又将相对性原理推广到引力场中,由于有物质的存在,空间和时间发生弯曲,引力场实际是一个弯曲的时空,即"广义相对论",由此爱因斯坦的相对论

被称为人类史上最伟大的成就，发现了新的科学思想的新大陆。爱因斯坦一直是极端的和平主义者，第二次世界大战中，为防止纳粹最先制造出原子弹，他写信给当时的美国总统罗斯福，建议尽早研制原子弹，美国进行了曼哈顿工程，1945 年试爆了第一颗原子弹，在某种意义上他可被称为“原子弹之父”。但当他发现原子武器对人类的毁灭性杀伤力时，他内心的痛苦无以言表。

(3)原子核物理学的发展——揭开原子世界的奥秘

放射性和电子的发现和研究，揭示了原子核是一个复合体，镭衰变放出巨大的热能，表明原子核有结合能，研究原子核的组成、变化规律及内部结合力，从而逐渐形成了“原子核物理学”。卢瑟福提出了多种元素的原子重量是氢原子量的整数倍，将氢原子核命名为“质子”。1932 年其学生查德威克用云室加速方法，使质子获得高能，撞击原子核产生与质子质量大体相当的电中性的粒子，命名为“中子”。他因而获得 1935 年诺贝尔物理学奖。后查德威克又提出原子核由质子和中子组成，统称为“核子”，以及原子核壳层结构模型理论，及 μ 介子，π 介子，原子核内强相互作用，弱相互作用。由于中子不带电荷，又不受静电作用，可以自由进出原子核，可以作为轰击原子核的“炸弹”。约里奥—居里夫妇曾用 α 粒子轰击多种稳定元素的原子核，产生放射性元素，再衰变，放出某种粒子后，变成另一种稳定元素，实验发现，铀^{238}被中子轰击后，连续放出两个 α 粒子，成为铀^{239}。诸科学家的研究，分别证实了原子核的链式反应的可能性，铀裂变链式反应一旦实现，在极短时间内，将有巨大能量释放出，它为人类开辟了一种新能源，即核能，俗称“原子能”。美国物理学家奥本海默，从天然铀中分离出铀^{235}，确定了生产原子弹所需铀的临界质量数。第二次世界大战爆发后，美国陆军部决定利用核裂变制造原子弹的“曼哈顿计划”，海默被任命为科学工作负责人。研制出第一颗实验用原子

弹，核爆炸成功。随后按计划制造出重4吨代号为“小男孩”的铀弹和重5吨代号为“胖子”的钚弹，分别在1945年8月6日和9日投向日本的军事港口广岛市和长崎市，使城市在瞬间化为废墟，原子弹的威力令世人惊恐。二战后，各大国相继制造出原子弹。1964年10月16日，中国也成功地试爆了第一颗原子弹。

2. 第二次世界大战前后的技术发明

第二次世界大战前阶段，飞机、坦克、潜艇、火箭和雷达等新型武器迅速发展，机电综合体和生产流水线的出现，引起自动控制技术的发展，为控制机和控制论创立了前提条件。战后，电子计算机应运而生，进而引起导弹、人造卫星、载人飞船、超音速飞机和自动化机器等尖端技术的大量涌现。于是以电子计算机为核心，包括航空航天技术、原子能技术、自动化技术、高分子合成技术和半导体技术等技术体系建立和完善。

(1)挣脱地球引力的航天航空时代

飞机的发明——人类的飞天梦。自古以来，流传着各种神话和传说中的“飞天”故事，许多发明勇士做了种种努力，试图实现人类飞行的梦想。风筝是利用流动空气所产生的上浮力而上升，后来飞机机翼的原始模型也是运用这一原理。最早升空的是热气球，后相继出现氢气球、飞艇、滑翔机等。美国人莱特兄弟于1903年制造出了第一架16马力、双螺旋桨飞机“飞行者1号”，后他们又陆续造出飞行者2号和飞行者3号，已具有实用效能。第一次世界大战前后，由于军事需要，航空技术大发展。1909年美国开始生产军用飞机，大战爆发时已有数千架飞机参战，一战结束时已增至1万多架，飞机品种越来越多，性能越来越优良，飞行速度、高度、距离、操纵性能等都有重大突破。第二次世界大战飞机制造技

术进入一个新的兴盛时期，参战军用机达70多万架，飞行高度达7000米，时速200公里，续航能力达1千公里以上。二战后，在动力方式上有重大改进，以喷气式发动机为动力的喷气式飞机代替了以活塞式发动机为动力的飞机，时速可达数千公里，载重量达600吨，1949年喷气机已实用化，成为重要的交通工具。

火箭的发明——冲出地球的摇篮。中国古代发明了火箭，用燃烧火药产生的高速气体推动箭体。宋朝曾将火箭用于作战。相传明代木匠万户，精通造火箭技术，利用火箭为动力制造了飞天器——“飞鸟”，将4支大火箭绑在椅子腿上，椅背绑上49支小火箭，还装了翅膀。万户把自己绑在椅子上，火箭点火冲入半空后，就急速下坠，万户坠地身亡，这是一次伟大的壮举，为纪念这位勇士，国际天文学会将月球上的一座环形山命名为“万户”。现代火箭技术先驱是俄国齐奥尔科夫斯基，提出航天火箭必须用液体燃料和多级火箭以脱离地球引力。美国人高达德，独自设计、创造和实验，于1926年造出了第一枚以液体氧和汽油为燃料的液体火箭并发射成功。罗马尼亚出生的德国科学家奥伯特，先后发明了以液氧和煤油为燃料的A－1至A－4火箭，并作为二战的新式武器，投入生产和使用。火箭装上弹头并附加上良好的导向装置就成了导弹或弹导火箭。德国人在青年火箭专家冯布劳恩（20多岁）的带领下于1943年制造出了V1型和V2型实用导弹，重6吨、射程达300多公里，其速度是超音速的6倍，用于袭击英国，产生了极强的威慑力。战败后他们被美国俘获，其技术影响着美国和苏联，两国展开了激烈的太空争夺战。1956年苏联成功地发射了第一枚洲际导弹“苏联一号”，领先于美国。

人造地球卫星——蓝天中探索地球。1957年10月，苏联用“苏联一号”三级火箭发射了第一颗人造地球卫星——“旅行者一号”，该卫星是一空心小球，内装能发射电码的发报机，世界各地都接收到了来自太空的电码。12月苏联又发射了第二颗卫星，并

载有小狗“莱伊卡”。1958 年 1 月美国发射“丘比特 - C”,之后美苏两国竞相发射卫星。1959 年 1 月苏联发射了第一颗人造行星,9 月“梦想者 2 号”在月球上硬着陆(撞在月球上),“梦想者 3 号”成为月球卫星,回收了载有两条狗等动植物的“太空舱 2 号”,遥遥领先于美国。

宇宙飞船——向无限宇宙空间挑战。1961 年 4 月 21 日苏联宇航员加加林少校驾驶“东方 1 号”飞上太空,飞行 18 分钟,从北非上空返回大地,第一艘载人宇宙飞船发射成功。以后苏美两国不断将宇航员送上太空,到达太空后,宇航员从座舱中出来,在太空漫步。1961 年美国开始实施著名的“阿波罗计划”, 1963 年“水星 9 号”载人发射,将宇航员送上太空; 1965 年“双子星座 3 号”做了变轨实验,7 号和 6 号做了太空对接实验;之后,载人飞船进入月球轨道,完成登月行动计划。1969 年美国经过几次实验,于 7 月 16 日,“阿波罗 11 号”载着阿姆斯特朗船长等3 人,在肯尼迪航天中心起飞,第 3 天船长驾驶着被称为“鹰”的登月舱与被称为“哥伦比亚号”的母船分离,飞向月球,并顺利地在月面上“静海”西南部安全降落,船长率先走出登月舱,步下阶梯,月球上留下了地球人的第一个脚印。在月球上,他们看到了荒凉冷寂的世界,没有生命、没有绿色,故乡地球像一个明亮的圆盘。他们将一块特制的金属牌竖立在月球上,下面放置 5 块遇难宇航员的金质像章,逗留两个半小时离开月球与“哥伦比亚号”会合,开始返回地球,24 日安全降落在太平洋上。之后美国又有 5 次登月飞行,共 12 名宇航员登上月球。根据对从月球带回的岩石分析结果得知,月球上没有任何生命。“阿波罗计划”在人类文明史上具有划时代的意义,首次将人类文明带进了地球外的无限宇宙空间,显示了人类极大的超越自我精神,创造了人类伟大的成就,使人类真正进入了太空时代。

(2)自由跨越时空的电子技术与电子计算机

电子计算机技术是现代科技史上第三次技术革命的核心技术,计算机克服了电子管器件笨重、能耗大、寿命短、噪音大、制作复杂等缺点,它运算速度快、处理数据量大,能部分模拟人的智能活动,改变了现代社会的运作结构,带动了一大批高新技术的发展,使人类进入了信息时代。电子技术的发展日新月异,1904 年英国弗莱明制造出二极管,可检测到无线电讯号。美国福雷斯特将金属栅极加在二极管的正、负极之间制成三极真空管,为无线电通讯和广播开辟了道路。美国费丁生发明了调幅波,成功地进行了无线广播,收音机诞生。之后真空管问世,1920 年美国在匹兹堡建立第一座广播电台,1926 年成立全国广播公司。之后四极管、五极管、微波管、电视显像管等相继问世。1939 年英国兹沃里金发明了电视发射管、接收管、光电摄像管,完成了电视装置,他被授予"电视之父"的称号。第二次世界大战后电视技术迅速发展,如今,彩色电视进入千家万户,成为现代生活必不可缺的部分。1948 年美国贝尔电话实验室的肖克莱等发明了双点接触式半导体晶体三极管,获得 1956 年诺贝尔物理学奖。随后不断发明基系比—诺依斯集成电路、MOSFET 集成电路、读存储器(ROM)、微处理机。20 世纪 70 年代,出现了在一块硅板上包含有 10 万个晶体管的超大型集成电路的芯片。电子技术使一大批高精尖技术得以发展,其中包括航天、自动化、激光技术,电子计算机是其最高成就。

3. 第四次科学技术革命与信息时代

20 世纪中叶,分子生物学与基因工程技术,粒子物理学与微电子技术的发展,标志着第四次科技革命的展开。人类社会进入

了分子生物学和信息时代。

(1)探索生命真谛的分子生物学与基因工程技术

生物学的诞生与发展源远流长,可将其粗略地划分为经典生物学和分子生物学两大阶段。经典生物学阶段主要是在群体、个体、细胞和亚细胞水平上研究和描述生物体的结构与功能;分子生物学阶段是应用物理和化学的原理和方法,从分子水平上研究生物大分子的结构与功能。所谓生物大分子,是指细胞成分中的蛋白质、核酸、糖类、脂肪和它们相结合的产物。分子生物学在基因理论、DNA 双螺旋结构、基因重组及基因工程、基因组计划和克隆技术等方面,取得了一系列震惊世界的科学成果,是生命科学的一次大革命。从孟德尔的"遗传因子",摩尔根的"基因论"到沃森—克里克的"双螺旋结构模型",人类几乎用了一个世纪,回答了"基因是什么"及找到了"基因是如何起作用的"问题的理论基础。这将为人类解决文明社会发展中遇到的诸如人口、粮食、生态环境等难题提供新的理论和技术途径。

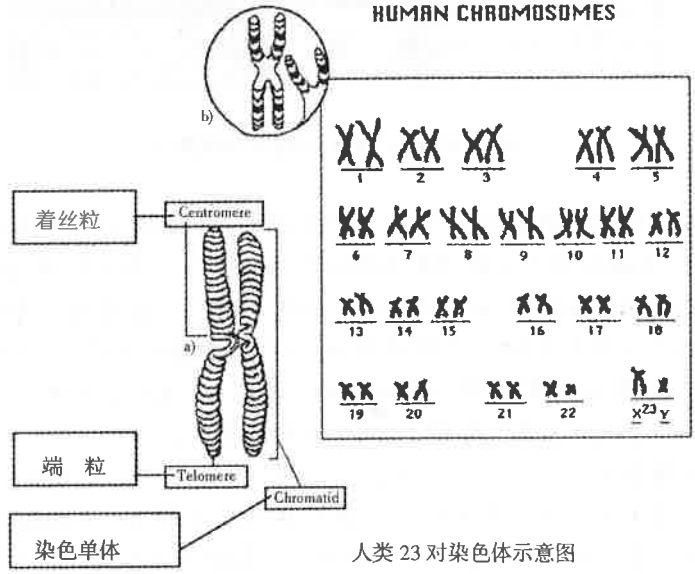
20 世纪生物学的重大进展,使人们在分子水平上认识了生命特征的本质。20 世纪 70 年代,基因重组或称 DNA 重组技术的开创,标志着分子生物学发展进入一个新时代,即从基础理论研究步入开发可供应用的高新技术时代,这一开创也宣告生物工程产业时代的到来。内森斯等人从微生物噬菌体研究遗传密码,首先分离出多种限制性内切酶,即基因工程的"手术刀",将 DNA 分子所需基因片段切割下来,再按需要拼接到其他分子上,使 DNA 重组,诞生了"基因工程学"或"遗传工程学"。第一个成功的重组,是把人胰岛素基因重组到细菌 DNA 分子上,通过发酵技术,大量培养细菌,再分离提取,得到人胰岛素。生物工程技术崛起后迅猛发展,提供的产品愈来愈多,转基因水果、蔬菜产品,使农作物产品的品质大为改善,增强抗病虫害、抗盐碱、抗旱能力,提高产量;将药

沃森、克里克与"DNA"双螺旋结构模型"

物基因转移到微生物上，发酵生产大量新、特效药等。自 1970 年以来，中国科技人员通过单倍体培育法，培育出十多种抗寒、抗碱、抗病的水稻新品种，单产比一般品种增产 10%。此处特别介绍中国杂交水稻专家袁隆平，20 世纪 60 年代开始研究水稻，每天都头顶烈日、脚踩污泥、弯腰驼背地在水田中寻找"水稻不育株"，一年中检查了 1.4 万多个稻穗，经两个春秋的研究，所撰写的论文《水稻的雄性不育性》在《科学通报》上发表，袁隆平在论文中预言：通过选育可从中获得雄性不育系、保持系和恢复系，以"三系配套"，利用杂交优势，可大面积、大幅度增产。袁隆平首先培育出大面积应用的强优组合"南优二号"，并于 1973 年以《利用"野败"选育"三系"的进展》论文向中外宣布：中国籼型杂交稻"三系"配套成

功。至1993年,全国种植杂交水稻24亿亩,占水田的50%,总产量占61.6%,增产2400亿公斤,亩产高达1200公斤,而普通品种仅700公斤/亩。1999年中国宣布,在世界率先培育成高产杂交水稻——"超级稻"。现杂交稻种技术已飘洋过海转让到美国、印度、越南等,已有20多个国家、地区引种,占世界稻田面积的10%,总产量占20%,中国拥有最早种植短秆水稻、超级水稻及杂交水稻三方面优势,水稻基因组研究居于世界领先水平。袁隆平曾获得国家最高科学技术级大奖及国际奖,被称为是"世界杂交水稻之父"。

生物工程技术日新月异地发展,成果丰硕,这里只能简单地介绍一些新概念。



人类23对染色体示意图

“基因组学”:生物学家将细胞中整套染色体包含的全部基因称为“基因组”,其数目在不同生物间差异很大,很多实验室完成各种生物 DNA 测序,积累了大量资料。至 2000 年底,已测定 599 种病毒、类病毒,31 种细菌、1 种真菌、2 种动物和 1 种植物。该植物测序就是 1996 年中国科学家完成的水稻 DNA 测序,成为整个禾本科作物的研究模型,引起世界各国的重视。人类基因组计划(HGP)的研究,1989 年美国率先开始成立了“国家人类基因组研究中心”,英、法、日本、加拿大、俄罗斯等国相继进行 HGP 的研究,研究的目标是完成人体 23 对染色体中全部碱基对的测序、人类基因的鉴定与分离。1999 年中国成为 HGP 组织的第 6 个国家,承担了 3 号染色体上 3000 万个碱基对的测序任务,占全部任务的 1%,用半年时间完成,共发现 122 个基因,其中 36 个是新发现的基因,精确度达到 99.9%。HGP 研究工作进展快速,原定 15 年完成,但计划一再提前,至 2001 年在英国《自然》杂志上,发表了人类基因组图谱的“完整版”,估计人类基因组由 10 万个基因,30 亿碱基对组成,如印成书,将有 100 万页。这是生物学中一项伟大的科学工程,被列入 2001 年的十大科学成就。2006 年 5 月 18 日,英、美科学家宣布人类最后一个染色体——1 号染色体的基因测序,即解读人体基因密码的“生命之书”最后一个章节,已书写完成。历时 16 年的人类基因组计划,已完成覆盖人类基因组的 99.99%的测序任务。HGP 研究仍在继续,生命科学已步入“后基因组”时代,研究重点将为基因的表达机制、基因的结构与功能;基因的作用及相互作用;同时将兴起具有特异功能的蛋白质和药物的新高技术。

“干细胞”:“干”译自英语的“stem”,即树、干、起源,加在细胞前即表明这种细胞可分化成其他器官之意。自 20 世纪 80 年代就不断分离出胚胎干细胞,加以人工培养、控制条件,可按人为方向,分化成各种器官和组织。如植物受损组织中可以进行“细胞治

疗”，可治愈疑难症如老年痴呆、帕金森氏病、糖尿病、甚至癌症。

“克隆技术”：来自英语“clone”，是无性扩增、无性繁殖意思。1977 年英国宣布克隆羊“多利”诞生。取出卵体外受精、植入第二个母体，称胚胎移植。植物、动物克隆技术快速发展，以致有些人要“克隆人”。除科学技术外，是否对人类进行“克隆”更存在道德、伦理、法律和社会问题。2000 年 1 月美籍华人杨向中与日本合作进行克隆牛再克隆，即二代克隆牛成功，取名“小三郎”，富有中日文化的韵味。2004 年 6 月美国生物技术公司宣布“基因储存与复制”，用染色质移植新的克隆技术，复制成功两只小猫。关于“转基因”植物和食品，虽地球上已有 1/4 的玉米、油菜和大豆等都是转基因种植的，但公众与科学界持有严重分歧，认为转基因作物是有害健康的。而大部分专家认为，它不仅不会危及人类，还会因种种优点而有利于人类健康，但需要制定极严格的法律加以制约。

(2)跨学科发展的高新科学技术

20 世纪 60 年代以来，物质科学领域正向微观与宏观两个极端层次发展。

粒子物理学——微观物理世界。自物理学革命以来，人们对物质结构的认识逐步深入，相应地建立了原子物理学、核物理学和粒子物理学(或高能物理学)。后来人们利用粒子加速器或对撞机等技术，已发现和确证的粒子数目已超过 400 多种，包括光子、正负电子、μ 子、中微子、它们的反粒子、介子、重子、超子等，还有后来提出的“夸克模型”。粒子间的转变(或相互作用)亦遵守一系列的守恒定律，而有些不然。在美国工作的华人科学家李政道和杨振宁分析了关于宇称守恒的所有实验，他们于 1956 年 4 月提出，在弱相互作用下可能宇称不守恒。同年美籍中国女物理学家吴健雄亦证明在弱作用下，宇称守恒定律不成立。李政道和杨振

宁同获1957年的诺贝尔物理学奖。

天文学与空间探测——新世纪文明的扩展。当人类进入了太空时代,天文学也进入空间探测宇宙的阶段,很多国家发射天文卫星和探测器,考察星际空间和对太阳进行物理学研究;将探测器发射到月球、金星、火星、土星,登上月球,推动了空间天文学的发展。人造卫星上天,空间技术的发展使人们得以进入太空观测天体。1970年苏联发射的"金星—7"不载人飞船在金星着陆,次年苏联又发射一个空间站;1976年美国发射火星探测器在火星着陆。至20世纪70年代末,共发射天文观测卫星约125个。探月飞行器,美国有38个,前苏联24个。20世纪80年代以"旅行者2号"为代表的行星际空间旅行达到高潮。进入20世纪90年代,发射探测器30多个,1990年美国发射"尤利西斯"号,探测木星。1997年10月美国发射"卡西尼-惠更斯"土星探测飞船,由大力神火箭发射升空,开始了历时7年、行程35亿公里的土星之旅,已于2004年7月1日主发动机点火成功,借土星重力进入土星运行轨道,并从此再开始4年环绕土星飞行。"惠更斯号"探测器已在2005年1月14日,开始降落,通过大气层,两个半小时后着陆在泰坦土卫号卫星上。并通过"卡西尼号"飞船,向地球发送观测数据及地表照片。2008年6月30日,"卡西尼号"将基本完成任务。这项土星探测计划耗资34亿美元,由欧美18国、260位科学家投注心力,共同合作,飞船由17个国家参与建造,世界各地超过5000多位科学家将会参与研究收集到的数据。人类预计2030年才能登上火星。美国还将发射"信使号"水星探测器,行程88.4亿公里,在太空飞行7年,将于2011年到达水星轨道,验证水星两极火山口中是否有冰。这对天体起源与演化的宏观研究,对人类正确认识自身的宇宙环境,处理人与环境的关系及对人类解决生命起源问题,都有着直接和深远的意义。

信息科学与电子计算机技术——新世纪文明的高速路。信息

和信息科学技术，是人类文明的源泉与动力。在人类历史上信息交流的方式经过了五个阶段：远古时，人类用手势和语言表达思想；公元前5000年，发明文字，人类用文字记载和口头传播信息并传至后代；发明印刷技术后，出现了报纸、图书和期刊，扩大了信息交流，促进了人类文明；19世纪发明了电报、电话、无线电通讯、传真和电视等，人类的信息交流冲破了时空限制；20世纪中叶发明了电子计算机、人造卫星、光纤通信技术，人类信息交流发生了深刻变化。信息科学和技术的发展极大地促进了人类从农业社会、工业社会步入信息社会。敏锐地捕捉和认识信息并有效地利用，是人类文明、社会发展和科学进步的驱动力量。信息技术的核心技术，大体有如下几方面：第一为计算机技术，首先以数学方式处理信息，将信息数字化；再将数码信息以高速、高精度、大存储量、强可靠性的结果转换成模拟形式输出。第二为计算机网络技术，将两台以上的计算机，通过网络硬件、软件与通信介质互联，组成计算机系统，传递信息及知识共享，目前较大的有 Internet 广域网。第三为计算机多媒体技术，将文字、图形、图像、视频、音频等单纯的信息媒体与计算集成在一起综合处理。第四为人工智能技术，使计算机逐步具有类似人脑的某些智能，即能理解外部环境，提出概念，建立方法，进行演绎、归纳、推理、判断和决策，具备自学习，自适应功能等。第五为光纤通讯技术，光缆是数字通信理想的传输介质，光纤通信具有频率高、损耗低、频带宽、容量大的特点，一根细光纤可通上亿路电话或几万路电视。第六为卫星通信技术，同步通信卫星在赤道上空35800千米轨道上，方向和速度与地球自转同步，每颗卫星可俯视地球的1/3，故在轨道上只需3颗卫星，就能组成全球通信网。20世纪70年代始，信息技术飞速发展，如英特尔、Windows、IBM、MITS、生物计算机（生物芯片）、奔腾、高清晰度数码电视等等。

能源技术——新世纪文明的血液。能源科学技术是当代的重

大课题，进入20世纪，人口增长2倍多而能耗却增加16倍。目前已探明人类常规能源煤还能用250年，天然气够用40年，石油仅够用35年，而且把它们烧掉后，子孙后代又拿什么来做化工原料呢？按能源的形成有一次能源，如煤、原油、天然气、核燃料、水、风、太阳能、地热、海洋能等；二次能源，如煤气、焦炭、汽油、柴油、电力、蒸汽、压缩空气、酒精、氢气、激光等。其中很多在相当长时间内是不能再生的，用一点少一点，因而高效节能技术及新能源的开发利用是当务之急。核能的和平利用自20世纪50年代前苏联建立第一座核电站始各国竞相发展，至1982年，已有25个国家共建成了249座核电站。中国从20世纪80年代开始发展核电，如秦山核电站、大亚湾核电站等9个核电机组，计划至2020年中国将可能达到3600万千瓦核电规模，建成27个百万千瓦级核电机组，核电将成为中国电力重要成员。其他新能源还有太阳能的转化和利用；洁净优质的氢能；高效率的燃料电池；绿色能源如生物质能、天然风能、地下宝藏地热能、海洋能等。21世纪将是“复合能源时代”，为人类展示了充满希望的美好前景。

材料科学技术——新世纪文明的基石。材料、能源及信息是人类物质文明的三要素，人类文明史，从某种意义上可以说是材料科学技术发展史。当代已研制了五彩缤纷的新材料，如复合型材料中用于火箭、高压容器、飞机、宇宙飞行器、汽车、电子设备等的树脂基、金属基和陶瓷基复合材料；可利用它们特殊的记忆、贮能或对温度、湿度、气体等敏感的功能材料；神奇的纳米材料等。

纳米材料与科学技术是新世纪的新兴学科。“纳米”(nm)又称毫微米，是长度单位，1纳米等于十亿分之一米，相当4倍原子大小，万分之一头发粗细；形像比喻而言，一纳米的物体放在乒乓球上，就如一个乒乓球放在地球上。“纳米材料”即物质的颗粒所含分子(原子)数极少，而颗粒总表面积急剧增大等，使纳米材料在化学、光、电、磁、热、力学等多方面显示出与宏观材料迥然不同

的性质。如原为导体的物质到纳米级时就变成了绝缘体;绝缘体可变成导电体;磁性体可变为超顺磁性;不发光的半导体变得能发光;陶瓷可弯曲而不断裂;纳米涂层具有抑菌防腐、抗磁等功能,可制成纳米洗衣机、纳米冰箱和可防雷达的隐身飞机、军舰等。碳纳米管可誉为纳米材料之王,是由碳原子规则排列而成的细管,有较强的宽带微波吸收性能,可制造隐形材料、电磁屏蔽、暗室吸波材料、储氢材料、催化剂载体等。其强度是钢的 100 倍,而密度只有钢的 1/6,用其制成绳索,从月球挂到地球而不会被自身的重量拉断。纳米材料包括金属、合金、离子晶体、陶瓷、半导体及复合性材料,自然界亦存在天然纳米材料,如人与动物的牙齿、天体陨石、蜜蜂与海龟等动物体内有磁性的纳米粒子。“纳米技术”即用纳米材料制造新型产品的科学技术,现代科学中如混沌物理、量子力学、介观物理学、分子生物学、化学;现代技术中如计算机、微电子和扫描隧道显微技术、核分析技术、合成技术等的结合产物。用纳米电子学,可将巨型高速运算的计算机装入口袋缩小成掌上电脑;可将美国国会图书馆存储在直径仅为 0.3 米的芯片上。用生物分子制造计算机组件,如细菌视紫红质,具有特异的热、光、化学物理学特征和稳定性,可用于储存信息和处理信息的能力提高上百万倍。纳米技术可使光电器件性能大为提高,由于雷达可使信息处理提高 10 倍至几百倍,可放到卫星上进行高精度的对地侦察。纳米材料加入化妆品中,可有效地防紫外线,加入化纤或纸张可降低静电。在医药、卫生、保健领域中,纳米技术的开发应用更有广阔前景。由中国清华大学材料系课题组与北京卷烟生产厂家合作,成功地研制了“纳米 1 +1”低毒害产品,利用纳米材料的选择催化性和选择吸附性,有效地降低烟气中具有较强致癌作用的苯并芘、N 亚硝胺等的含量,减少了吸烟对身体健康的危害。同在 2004 年,清华大学还研制成功“纳米人工骨”,经近十几所医院临床实验,发现这种“人工骨”植入人体可很快被吸收并无免疫和排异反

应,患者满意度达100%。如今用纳米级材料所做成的各类物品已陆续走进百姓家庭,纳米技术将对21世纪的科学技术产生重大变革,甚至会引起一场产业革命。

空间与海洋科学技术——遨游蓝色的世界。人们为扩展自身的活动空间和势力范围,总是想上天、下海、入地,到达一切可生存、发展,取得资源和财富的地方,因而空间和海洋科技都得到了迅速发展。至20世纪90年代末,已有5000多个飞行器上天,空间发射3548次。空间科学技术已成为现代科学的前沿和热点。人造卫星和飞行器除用于对天体、太阳风、各大行星、日地空间物理场等天文观测外,还广泛用于通讯、气象、资源、军事侦探、大地测量、海洋、地球物理环境监测、预报、导航定位及太空警戒等许多科技领域。空间飞行器包括人造卫星、载人飞船、空间站、航天飞机及月球、行星探测器等。空间站对人类开发空间、工农业生产、国防等科技发展具有重大意义,空间站或天空实验室负责与飞船对接后,接纳宇航员,科学仪器、实验材料、原料供给及宇航员生活必须品,运输生活垃圾等。空间站还可进行卫星修理、探测宇宙等。同时还可在空间站进行各种实验和材料处理,如在零重力环境下的空间制药生产,可提高药品纯度5倍,生产效率可比地面高400~800倍;提取高纯度的晶片;制造泡沫钢、泡沫陶瓷等。航天飞机兼有火箭、飞船和飞机三者的特点与作用,是空间探测的高科技结晶。从1981年始,美国利用航天飞机来往于地面和空间站之间,如奋进号、挑战者号、发现号、哥伦比亚号和亚特兰蒂号等。至1993年,哥伦比亚号已发射48次。中国的空间、航天事业从20世纪50年代始。1960年由中国自行设计制造的试验型液体燃料探空火箭首次发射成功;至1970年成功发射中远程火箭;1970年第一颗人造卫星"东方红一号"发射成功,美妙的"东方红"乐曲首次响彻太空,中国成为第五个自主发射人造卫星的国家;1971年发射第一颗科学实验卫星"实践一号",继发二至五号,推进了中

国空间科技的发展;1975 年发射了第一颗返回式遥感卫星,中国成为第三个掌握返回技术的国家;1979 年相继建成“远望”航天测量船并投入使用,中国成为世界第四个拥有远洋航天测量船的国家。目前中国已形成先进的陆、海航天测控网,技术达到世界先进水平;1980 至 1988 年相继发射远程运载火箭,一枚运载火箭发射三颗科学实验卫星,地球静止轨道通讯卫星、通信广播卫星、“风云一号”实验性气象卫星;1990 年“长征三号”运载火箭将美国制造的“亚洲 1 号”通信卫星送入预定轨道,已先后将 27 颗国外制造的卫星成功送入太空,这标志着中国在国际商业卫星发射服务市场中占有了一席之地;1990 年“长征”2 号捆绑式火箭首发成功,为发射载人航天器打下基础;1999 年后成功进行了“神舟”号飞船 4 次无人试验发射;2003 年 10 月 15 日 9 时 9 分,“神舟五号”载人飞船发射成功,准确进入预定轨道,将中国第一位航天员杨利伟送上太空,中国成为世界上第三个,也是发展中国家第一个能独立开展载人飞天的国家;2004 年 9 月发射两颗“实践”6 号空间环绕探测卫星。2005 年 10 月 12 日,中国“神舟六号”由长征二号 F 火箭发射成功,载有费俊龙、聂海胜两位航天员,在太空飞行约 115 个小时 32 分钟,行程 325 万千米,绕地球 76 圈后,于 10 月 17 日在内蒙古四子王旗成功着陆。“神六”是中国第一次多人、多天参与空间实验的太空飞行,可谓“天人合一”。以后还将实施第二步,宇航员出舱行走、飞船与太空舱对接、空间实验室;第三步,建造大型长期有人照料及准备登上月球的空间站。中国将为和平利用外层空间,为人类文明和进步作出应有贡献。

海洋科学技术的研究飞速发展。海洋是人类丰富的资源宝库,面对世界范围出现的粮食、能源和资源短缺,人们向海洋进军,已形成探索海洋、开发利用海洋、大国争霸海洋的局面。科学技术的发展又促成了大规模的国际性合作。各种调查船、考察船是高科技产品,有完备的实验室、有精密的定位、探测、通讯设备,优良

的航行性能，远航和续航的能力。还有观察浮标、飞机和卫星、深潜器、海底居住实验室，装备最新的仪器设备，如电子遥感、雷达、声控、激光、红外线、微波遥感、计算机技术和海洋现代化，地质、生物、气象仪、遥感仪器等，基本上实现了走航、自记、遥测自动化，并向6000米以下深海和远洋发展。近40年来，海洋科学亦高速发展，研究海洋现象和过程的发生、发展、演变规律，如海流、深层水团运动、海洋声学、大洋环流、海气系统二氧化碳循环等。海底扩张学说和大陆漂移学说，给地壳运动及大陆形成的板块构造学说奠定了基础。很多海洋学的分支科学、边缘科学不断涌现，如海洋生物学、海洋生物资源的开发与保护、海洋污染、海洋附着生物的控制、海洋发光生物、海洋仿生学等。随着未来海洋科学技术发展，建设海上机场、海上公园、海上居民区、海上、海下城市，海下运输等已是指日可待。

4. 新科学技术革命与可持续发展

新科学技术革命一般指20世纪70年代的第四次科技革命。缘于自然科学的发展，如量子力学原理为半导体技术、电子计算机技术奠定了理论基础；原子核裂变和相对论促成了原子能技术；DNA结构的发现，促进分子生物学的发展，产生了基因工程技术。新的科学与技术革命二者互相促进，带来了当今科学技术的空前繁荣。

(1)纵观四次科技革命

近代以来四次科学技术革命主要内容①

科学革命	第一次 1540～1755	第二次 1755～1895	第三次 1895～1950	第四次 1950～
主导科学	经典力学	地质学　生物学 化学　物理学	微观物理学	分子生物学 粒子物理学
主要成就	日心说　微积分 万有引力定律	进化论　能量守恒 定律　电磁理论	相对论　量子力学 原子结构论	DNA 结构 夸克模型　控制论
科学时代	哥白尼时代 牛顿时代	达尔文时代 麦克斯韦时代	量子力学时代 爱因斯坦时代	分子生物学时代
技术革命	第一次 1730～1830	第二次 1830～1910	第三次 1910～1970	第四次 1970～
主导技术	纺织技术 蒸汽技术	钢铁技术 电气技术	航空　核能 电子　激光	空间技术 基因技术
技术时代	蒸汽时代	电气时代	电子时代	信息时代

(2)新科技革命的特点与社会文化

新技术革命的特点。首先,它是智力型的技术革命。以往都是延伸人手的功能,扩展体力,把人从繁重的体力劳动中解放出来;而新技术革命是延伸人脑的功能,扩大智力,把人从繁杂的脑力劳动中解放出来,投入到高密集型的知识和技术新兴产业中,人才和智力就是新的战略资源。其次,它是群体式的技术革命。新技术以群体形式出现,互相依托、互相促进、共同发展,它是人类知识全方位、立体型的大检阅、大综合、大应用、大发展,使当今社会步入"信息时代"。最后,它是集约型的技术革命。智力、知识、信

① 刘则渊:《现代科学技术与发展导论》,大连理工大学出版社 2003 年,第 31 页。

息高度密集，科学革命引导着技术革命，技术越来越科学化。因而这场革命受到了各国政府的普遍重视，纷纷提出“科技立国”的口号，增加科技投资，大力发展教育，提高科技、工程、教育人员的社会地位，将科学技术作为基本国策。基于此，一系列的高新技术成就，使生命科学、信息科学和环境科学，正在成为并将继续成为21世纪三大主导学科。科学技术革命终将推动产业革命的转化。从上表中可见，第一次至第四次科技革命，使社会分别进入了蒸汽时代、电气时代、电子时代和信息时代，使科学—技术—生产—市场的一体化越来越明显。

新科技革命必将促进思想领域的深刻变革和教育、文化的发展。科学技术也是一种文化现象，它可同时创造物质财富和精神财富，因此具有双重的文化属性和广泛的社会文化功能。第一，扩大了社会文化空间。图书馆、博物馆、展览馆、影剧院、文化宫、体育场(馆)、文化公园等文化设施，既是物质文化的成果，又是精神文化的载体，与古迹、名胜、运河、大坝、桥梁、校园、工厂、城镇等，共同构成巨大的文化空间。第二，改变了文化形式与手段。现代科技成果所产生的电影艺术、电视艺术、电声音乐、电化教学、多媒体教学、广播电视教学、远程教育、网络新闻、数码系列等，都是与时代节奏感共鸣的崭新文化形式。第三，更新了文化价值观念。价值观是在一定的物质基础上与文化环境中形成的。科学技术不断改变拓展科学的图景，开阔视野，形成新的宇宙观；改变陈旧的传统文化观念；满足人的现在、潜在和创新的需要，从而改变价值观念。第四，变革了思维方式。系统论、控制论、信息论等学科，为思维主体提供了新的科学方法与思维模式；计算机和人工智能，也为智力解放、人机共同思维提供了条件。因此，现代科技所具有的求实和创新精神、尊重科学事实和不迷信权威的品格，已成为现代人类认识与思维方式的灵魂。

新科学技术革命体现了科学精神与人文精神的融合。“科学

精神”在本册的概述中已略述，总结为实事求是精神。而什么是“人文精神”呢？概括诸家的论述为：价值观、人生意义、人文关怀、以人为本、追求人的解放和人的全面发展。科学与人文精神二者是互为依赖、互为影响的，近代科学将人从宗教神权的奴役下解放出来；现代科学、机械化、自动化和信息化，把人从繁重、单调的体力劳动和部分脑力劳动中解放出来，这一过程正是科学技术的人文精神。中国提出“以德治国”的方略，将科学、教育、文化与理想、道德、纪律结合，可以说是科学精神与人文精神的结合与统一。科学求真理，亦讲伦理、求完美；道德求善，亦讲真诚、心灵美；艺术求美，亦求真实、讲伦理，是真、善、美的统一，是自然、人、社会三者构成的统一的客观世界①。提高全民族的科学文化素质与思想道德素养，形成文明、健康、科学的生活方式，造就一支强大的文化队伍和具有高度科学文化素养的各类专门人才。至此可以认为，科学技术高度的发展，使人类更高度地认知自身：人类不光有原始人生物本能的“本我”；还能按环境条件允许的现实原则去发明创造“自我”，以满足和实现自身的需求；进而能遵循自然规律、社会道德原则，去追求更发达、完善境界的“超我”。如此才能完成科学技术的创新，物质文明的极大丰富和人类社会文明的健康发展。

(3)21 世纪的科学技术与持续发展

人类社会的发展过程，反映了人与自然关系的演化历程：原始社会简单的“协调关系”；古代农牧社会的“黄色道路”（乱伐沙化）；近代工业化社会的“黑色道路”（环境污染）；现代信息化社会强调的“绿色道路”。随着科学技术的发展，社会在进步，但人类活动对自然的两重性作用愈加明显，人类一方面认识自然，改造自

① 刘则渊：《现代科学技术与发展导论》，大连理工大学出版社 2003 年，第 171 页。

然;同时也在消极影响以致破坏自然。促使人们开始深入地讨论和认识所遇到的各种全球性的问题,科学技术是一把双刃剑。如加速发展的工业化、人口剧增、粮食短缺、不可再生资源的枯竭、生物多样性的丧失和环境的日益恶化等,不同层面的问题,引发了一系列全球性的危机:人口危机、粮食危机、资源、能源、环境、生态、道德、文化、信仰、金融、债务危机以及自然、技术、社会、经济、政治、军事、国家安全等"综合危机症"。正视全球性问题与危机,可以起到预警作用,防止或减缓影响,化险为夷①。因而,可持续发展作为一个全新的理论体系应运而生,其宗旨为:既满足当代人的需要,又不对后代人满足其自身需求的能力构成危害的发展。各学科及学者们从各自角度阐述,提出各种理论模式,如从社会学、生态学、自然保护、环境学、经济学等方面强调环境承载能力和资源的永续利用,及其对社会发展的重要性与必要性。可持续发展的本质,是依靠科技进步,促进科技、经济、社会和生态的协调发展,应当是包括改善人类生活质量,提高健康水平,创造一个保障人们平等、自由、人权、教育和免受暴力的社会环境。这就是说,经济发展是基础,自然生态保持是条件,社会进步才是目的。显然,在新世纪里,人类共同追求的目标,是以人为本的自然—经济—社会复合系统的持续、稳定、健康的发展。1992 年 6 月,全世界百余位国家首脑,参与联合国环境与发展大会,通过了《21 世纪议程》,提供了全球推进可持续发展的行动准则。1994 年 3 月,中国国务院常务会议讨论通过了《中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》并提出具体措施和实施步骤,将可持续发展战略与科教兴国战略,一起确定为中国的两大发展战略,其中科技促进经济发展战略,总布局为"稳住一头,放开一片"的方针。在

① 刘则渊:《现代科学技术与发展导论》,大连理工大学出版社 2003 年,第 231 页。

经济建设主战场层次上，围绕工农业生产的重大科技问题，组织“星火计划”、“创新基金计划”；在高技术发展层次上，实施高技术研究的“863”计划、“火炬计划”；在基础研究和应用研究层面上，实施“攀登”计划，国家重点实验室和研究中心计划，自然科学基金计划等。为中国21世纪的发展描绘了一幅宏伟蓝图，是行动纲领，亦是制定国民经济和社会发展中长期计划的指导性文件。

2004年中国北京市曾作过民间调查：“半个世纪来影响人类生活的十大科技发明是什么？”公众网上投票显示为：电脑、因特网、手机、人造卫星、杂交水稻、彩色电视、信用卡、电子邮件、口服避孕药、激光。这从某些方面反映了科学技术发展状况。2004年，中国科技部宣布，经一年多集600多位科研机构、大学、企业、政府管理部门技术专家和经济社会专家智慧，完成了《中国技术前瞻报告2003》报告，预测了未来十年，中国可能实现的十大科技突破项目为：下一代移动通信技术、下一代网络体系、纳米级芯片技术、中文信息处理技术、人类功能基因组学、医药生物技术、生物信息学、蛋白质组学、农作物新品种培育技术、纳米材料与纳米技术。世界许多人曾预言，21世纪是太平洋的世纪。中国是太平洋区域的一个国家，为迎接新世纪的挑战，中国人应该，也有能力再创辉煌，包括在科学技术领域作出更大的贡献。

参考文献

1. 吴国盛:《科学的历程》(第二版),北京大学出版社 2002 年版

2. 杨庆旺等:《科技上下五千年》,哈尔滨船舶工程学院出版社 1994 年版

3. 卢嘉锡主编:《中国科学技术史》,科学出版社 2003 年版

4. 路甬祥主编:《现代科学技术——大众百科》,浙江教育出版社 2003 年版

5. 刘则渊:《现代科学技术与发展导论》,大连理工大学出版社 2003 年版

6. 曲国斌等:《魅力前沿·科学——回眸在 2004》,北京出版社 2004 年版

7. 张明正等:《公务员科技读本》,中国和平出版社 2003 年版

8. 周东启等:《无止境的前沿》,哈尔滨出版社 2001 年版

9. 邹海林等:《科学技术史概论》,科学出版社 2004 年版

10. 曹新等:《网络·基因·纳米——21 世纪的科技革命》,经济管理出版社 2002 年版

11. 余谋昌:《文化新世纪——生态文化的理论阐释》,东北林业大学出版社 1996 年版

12. 刘里远:《中西自然科学思想》,中国大地出版社 1999 年版

13. 邢广文等:《科学技术发展概要》,安徽科学技术出版社 1988 年版

14. 报刊和网络有关文章、资料

后　记

《文明史系列读本》24册，是东西方文化发展中心第五份研究成果。东西方文化发展中心于1996年由万邦泛亚集团董事长曹慰德先生创立于新加坡。曹先生出生于香港的中国传统家庭，少年即赴北美接受西方教育，后就读于美国密西根大学船舶工程系，获工程学硕士，深受西方思维范式的影响。毕业后，到亚洲从事工业与航运业务领导工作。

由于特殊的个人经历，曹先生目睹了东西方社会的种种现代病：人类中心主义，导致人与自然关系的失衡；个人利益至上，导致人与人、人与社会关系的紧张；人的价值伦理的异化，导致人与自我关系的不和谐。

面对此情此景，曹先生作为一位有着社会责任感的企业家，深深感到经济发展在全球化进程和现代社会中的决定作用，经济发展也赋予了企业家和商人巨大的社会责任，企业家和商人有义务积极参与到文化转型和重建中去。只有文化与社会、经济、技术同步协调发展，人类迅速改变旧的价值伦理观，重建新的思维范式和宇宙自然观，才能使全球化进程的冲突和危险减少到最低限度。

曹先生尤为关注对人类文明史的研究。他认为，一部人类的文明史，就是人与自然、人与社会、人与人以及人与自我的关系史。归根结底，就是人类在不断认识、改造世界的过程中，也同时认识了人类自身，并不断地升华了自己的历史，因而也是一部人的发展史，是人的永无止境的奋斗史。

曹先生还认为，文明应是双全的，即包括物质文明与精神文明。尤其在物质文明高度发展时，精神文明的发展程度尤为重要，

因为精神文明的发展不仅会促进物质文明的进步，它还引导物质文明向正确的方向发展。

曹先生主张，为达到人类文明的可持续发展，就需要综合东西方的智慧，特别是要借用东方智慧中的阴阳平衡的学说指导和调节人类文明发展中的各种关系，以实现人类文明的可持续发展。具体来说，首先要以诚为本，以一种高度的责任感，对宇宙和人类社会的发展不懈地探索、观察、思考，不断取得人类与万物、人群与人群之间的最大和谐和互让；其次，要自觉调整人类的行为方式、方向、步伐和策略，积极地、创造性地把人类文明引向最佳发展趋势；再次，动态平衡是人们追求阴阳平衡的一个原则和方法，即在发展和变化之中去纠正种种偏差，达到动态中的平衡；还有整体依存的原则，它是经过创造达于和谐之后，在保持文明的多样性的前提下的统一的人类目标，达到“万物并肩而不相害，道并行而不悖”的境地。

《文明史系列读本》在各位作者历经三年的辛苦努力下，终于面世了。值此之际，特别要感谢我国著名历史学家、北京师范大学博士生导师刘家和先生，先生在百忙之中亲自对我们进行教诲，大家受益匪浅，对我们完成此书起了至关重要的作用。

完成这样一本内容宽泛、道理深刻又通俗易懂的文明史，难度可想而知。因此，在书中肯定会有很多不完善和疏漏之处，我们诚恳地敬祈读者的批评指正。

编　者

2006 年 12 月 30 日

责任编辑 / 邹桂芬 王清　装帧设计 / 田戈

文明史系列读本

《人类自我认识的哲学思考——自我与文明的转型》
《人类诞生的胚基——自然史》
《人类对天象的解析——古代术数史》
《人类对超自然的崇拜——宗教史》
《人类智慧的创造——科学技术史》
《人类对生命的研究与拯救——医学史》
《人类与自然环境的互动——环保史》
《人类的物质生产活动——经济史》
《人类古代商业活动中的东方之子——中国商人》
《人类权力的对抗与交替——政治史》
《人类的自律与他律——法制史》
《人类社会的调控——管理文化史》
《人类的理性之光——思想史》
《人类道德的升华——修身兼性史》
《人类心灵的宣泄——文学史》
《人类交流的工具与符号——汉文字史》
《人类情感的表达——艺术史》
《人类灵魂的塑造——教育史》
《人类交往史的重要组成——中外交流史》
《人类信息的沟通——传播史》
《人类心灵的原体验——爱的历史》
《人类社会形态最基本的内容——社会生活史》
《人类社会的细胞和纽带——家庭婚姻史》
《人类不同文明的互动——文明冲突与交融史》

ISBN 7-216-04932-2
9 787216 049320 >
丛书总定价:135.00 元(全 24 册)