

自然科学发展概述

远德玉 编著

辽宁人民出版社

1991年·沈阳

自然科学发展概述

Ziran Kexue Fazhan Gaishu

远德玉 编著

辽宁人民出版社出版 辽宁省新华书店发行
(沈阳市和平区北一马路 108 号) 沈阳第一印刷厂印刷

1991 年 6 月第 1 版

1991 年 6 月第 1 次印刷

责任编辑: 王建忠

责任校对: 肆 人

封面设计: 刘冰宇

版式设计: 李 夏

ISBN 7-205-01666-5/G · 269

登记号 (辽) 第 1 号 定价: 4.50 元

目 录

前 言

第一章 科学技术的起源..... (1)

第一节 原始的技术发明与经验自然知识的出现

第二节 原始宗教的自然观

第三节 人类文明时代的开端

第二章 古希腊罗马的科学技术 (11)

第一节 自然哲学的猜测

第二节 科学与经验结合的成果

第三节 科学的衰落与技术上的创造

第三章 中国古代的科学和技术 (21)

第一节 春秋战国时期的学术繁荣

第二节 中国实用科学体系的形成和发展

第三节 中国古代科学技术发展的高峰

第四节 中国古代科学技术发展的终结

第四章 阿拉伯科学文化的兴起与欧洲中世纪的 科学技术 (42)

第一节 阿拉伯科学文化的兴起

第二节 欧洲中世纪科学技术的曲折发展

第五章 近代自然科学的产生 (53)

第一节 近代自然科学产生的社会基础和条件

第二节 自然科学争取独立的伟大斗争

第三节	科学实验与实验科学的兴起	
第六章	经典力学体系的建立	(77)
第一节	经典力学体系化的知识基础	
第二节	牛顿和他的力学体系	
第三节	牛顿时代其它科学的发展	
第四节	科学观与自然观的变革	
第七章	近代技术的兴起与工业革命	(105)
第一节	近代技术的兴起	
第二节	蒸汽—机器时代的技术体系	
第三节	工业革命的技术特征和后果	
第八章	近代自然科学的全面发展	(129)
第一节	“科学世纪”的到来	
第二节	热力学的研究和能量守恒与转化定律的发现	
第三节	天学、地学、生物学的演化理论	
第四节	物质结构的化学理论	
第五节	电磁理论的建立	
第九章	近代技术的发展—以电气为中心 的技术革命	(157)
第一节	钢铁与材料技术的发展	
第二节	热机的新发明与应用	
第三节	电能—技术革命的主角	
第四节	以电气为中心的技术革命的特点与后果	
第十章	西方近代科学技术在东方的传播	(187)
第一节	近代以前的中外科技交流	
第二节	西方近代科技知识传入中国	
第三节	洋务运动与中国近代技术的发展	
第四节	日本的明治维新与近代科学技术的发展	

第五节	关于中国近代科技落后原因的讨论	
第十一章	二十世纪初的物理学革命.....	(219)
第一节	电子、X射线和天然放射性的发现	
第二节	爱因斯坦的相对论	
第三节	量子论与量子力学	
第四节	物理学革命的意义与后果	
第十二章	现代自然科学的新进展.....	(246)
第一节	粒子世界的新发现	
第二节	从凝聚态物理到天体物理	
第三节	结构化学与高分子化学	
第四节	从细胞水平向分子水平深入的生物学研究	
第十三章	现代科学的技术化与技术 的科学化.....	(275)
第一节	新兴技术的崛起	
第二节	电子计算机与微电子技术	
第三节	系统、信息与控制	
第四节	传统生产技术的科学化	
第十四章	科学技术的一般特征与社会价值.....	(308)
第一节	科学与技术不同特征	
第二节	科学技术推动着社会精神文明的发展	
第三节	科学技术的生产力职能和社会经济价值	
第四节	科学技术是促成社会关系变化的重要因素	
编后记	(339)

第一章 科学技术的起源

科学技术是源远流长的。大约在二三百万年以前，地球上开始有了人类，人从动物界分化出来的标志是工具的制造。人类在制造工具，进行生产劳动的过程中，作出了一系列有重大意义的技术创造，掌握了改造自然的技能，同时取得了一些经验知识。就是在这样的过程中，萌发了科学技术的幼芽。人类生活的大部分岁月是在原始公社制度下度过的。科学技术的幼芽，经过原始人在艰难条件下的辛勤培育成长起来，并推动着人类进入自己的文明时代。因此，为了了解科学技术的历史，必须追溯到人类的远古时代。

第一节 原始的技术发明与经验 自然知识的出现

今天的人们往往以骄傲的神情看待现代科学技术的创造，以为原始人是愚昧的，无法与现代人的聪明才智相比。也许原始的人类比今天的孩童更幼稚无知。但是必须认识到，正是原始人最先开始了对自然的进攻，才开始了对自然的理解，并作出了一系列有重大历史意义的发明创造。已有的考古发现表明，原始时代第一个最重要的技术创造是石器的制造和发明。在旧石器时代，原始人主要用打制的方法把燧石一类

的石块加工成薄片，制造出砍削器、石刀、石斧、石锯、石凿等工具。石器是原始人改造自然的最有力、用途最广泛的工具，是实现人对自然界能动关系的武器。如果把各种史前工具的砍角和形状与现代的工具加以比较，可以发现它们在本原理上没有什么本质的不同。从利用砍削器发展到在其上装入木柄或骨柄制成石刀、石斧，意味着人类除了在实际利用着尖劈原理，又学会了利用杠杆原理。再把石刀的柄加长，就发展成为长矛，将其投掷出去，又成了梭标。在这个基础上，将梭标与弓结合起来，便成了复合工具——弓箭。“弓、弦、箭已经是很复杂的工具，发明这些工具需要有长期积累的经验 and 较发达的智力，因而也要同时熟悉其他许多发明。”^① 大约在距今一万年以前，人类进入了新石器时代。在新石器时代，人们主要用磨制的方法加工石器，可以磨光较硬的石头（如花岗岩），还学会了在石器上钻孔，使石器的效率更高，类型更多，用途更广，功能也趋于专一。人们不仅用石器狩猎、捕鱼，甚至有了装有石铤的犁。石器工具的使用和改进，是原始社会生产力的主要内容。

原始时代又一个伟大的技术创造是火的利用和人工取火的发明。旧石器时代的人类已经开始利用天然的野火。距今170万年前的我国云南元谋人和距今80万年前的蓝田人都留下了用火的遗迹。有了火，人类可以防止野兽的侵袭，还可以用火围攻猎取野兽；有了火，就可以用来取暖、照明，扩大了人类活动的领域。火还结束了人类生食的历史。在利用野火、保存火种的基础上，人类终于发明了人工取火的方法，如“钻木取火”或“击石取火”，它标志着人类已经在实践上

① 《马克思恩格斯选集》第4卷第18页。

把机械能转化为热能。

人类学会了用火，从而也得以烧制陶器。大约在距今一万年前的原始洞穴中，已发现有原始陶器的碎片。制陶是人类最初的化工工艺，它标志着人类第一次使用自然能源改变天然材料的性质，制造出第一种人工材料。冶金技术也是在制陶技术的基础上发展起来的。

石器的发展和火的利用，为“刀耕火种”的耕作技术的出现提供了可能。从采集植物到栽培植物，标志着人类不仅只是依赖天然自然的恩赐，还要通过利用自然，借助技术改变植物的特性，索取自己所需要的食物。大约在9000年以前已出现了最初的农业。而在这之前，大约距今一万年，在狩猎工具进步，猎物有了暂时剩余之后，人类开始摆脱单纯狩猎的局限，开始驯养动物，畜牧业正是从这里开始的。狗和羊可能是被人类最早改变了习性的动物。畜牧业和农业的出现，使人类获得了更为丰富的食物来源，导致了人类的定居和村落生活。

我们的祖先经历百万年以上的艰苦奋斗和牺牲，取得了具有划时代意义的技术创造，在一定程度上满足了衣、食、住、行的原始需要。除了上述列举的发明以外，大约在一万年以前，人类已学会用骨针缝衣，用植物纤维或兽毛纺成线编织有经纬的衣着，这就是最初的纺织工艺。而最初的建筑工艺则是从建造木棚或用石块、日晒砖建筑居室开始的。在原始社会中，还有了最初的运输技术，如雪橇、独木舟和车轮的发明。而利用植物作药材，呕吐剂的发明，粗野的外科手术，则是原始的医疗技术。有人估计，现代人衣、食、住、行所需要的技术，约有70%可在原始的技术发明中找到它们的原型。

原始技术发明的意义不仅在于人类开始了能动地改造自然，同时，他们在改造客观世界的过程中也改造了人类本身，发展了人类的聪明才智，人类开始逐步认识自然物的属性。制造石器，要求人们了解岩石的性质，知道什么样的石头适于加工石器，以及加工成什么样的形状才能适合于各种不同的用途。从学会打制简单的石器到学会琢削、磨光，并掌握穿孔的技术，是人类运用观察力和发挥创造性的结果。

人类正是在这样的过程中积累了经验的自然知识。同样，从利用野火，保存火种，到学会人工取火，也是经验的自然知识积累的结果。甚至用火烧烤或煮熟食物也必须有相当的知识，要是把原始的烹饪法写出来，可能写成一本书。当然，原始人在劳动中积累的经验知识是很肤浅的，初级的。但是它终究包含着对自然事物和自然规律的正确反映，并且被用来作为进一步改造自然的武器。这种经验知识应当看作是萌芽状态的科学。正是这种萌芽状态的科学形成了后来的力学、物理学、化学、生物学、天文学。

第二节 原始宗教的自然观

原始人在征服自然中显示了自己的力量和才能，他们的成功得到了观念的反映。原始人刻画在石、骨或角上的线雕画，刻画于洞穴中的壁画，可以看作是当时的人们与自然界较量的写照。但是，原始社会条件下生产力水平极端低下，原始人在自然界面前仍然是软弱无力的和幼稚无知的。一方面，他们在控制自然力上取得了某些成功，另一方面，又受到了盲目自然力的支配而遭到挫折。形态万千的自然现象，对原始人来说是那么奇妙莫测，威严可畏。日月星辰，风雨雷电，

生老病死，都使他们迷惑不解。这样，原始人除了在特定的生产领域内积累着经验知识外对许多自然现象都作了虚幻的、歪曲的理解。原始宗教的自然观就是这种理解的表现。

原始宗教观念的重要内容是万物有灵论。许多原始部落都相信雷公、风魔、山神河怪。在原始人的心目中，几乎有多少种自然现象，就有多少要崇拜的神灵。原始人又常常把与本民族的生产或生活有着特别关系的某种动物或其他自然物，奉为神灵的化身，认为它们是本氏族的祖先和保护者，并作为“图腾”来膜拜，或用图腾命名本氏族。灵魂不死以及由此而产生的对死者（特别是长者）的崇拜，是原始宗教观念的发展。它不仅认为灵魂可以脱离肉体而单独存在，进而认为死者的灵魂是活着的人的保护者。陪葬制度就是在这种观念下产生出来的。

巫术、祭典是原始的宗教仪式。原始人还不了解人和自然怎样相互影响，又希望按自己的愿望去影响自然界，于是就产生了巫术。在原始部落中，为了求雨，人们洒水；为了农作物丰收，妇女们披头散发；为了乞求神灵息怒，博得神灵的欢心，在巫术祭典上除了要念咒语，还要贡献各种牺牲。

原始宗教和巫术并不是与人类同时产生的现象，只有在人类的智力有所进步并有了初步的抽象思维能力以后，才会有原始宗教观念的出现。根据一些宗教学家的研究，原始宗教观念产生于十几万年前的“尼人”时代。因此，说科学起源于宗教，技术起源于巫术显然是错误的。但是，这决不是说，原始的宗教自然观与萌芽状态的科学和技术毫无关系。原始宗教自然观包含着许多谬误的东西，但是，它毕竟是原始人对无法解释的自然现象的一种解释。它既是自然知识不足的表现，又是自然知识的一种补充，甚至是自然知识的一种

特殊形态。原始人对自然事物属性的某些认识，也是通过当时的宗教自然观来表达的。在今天的人们看来，科学和宗教是截然对立的；然而，从历史上看，技术和巫术、科学和原始宗教则是作为对立统一体一起发展着的，两者之间界限并不是十分分明的。

第三节 人类文明时代的开端

人类经过了几百万年极其艰难的岁月，结束了蒙昧的原始时代，进入了有文字可考的文明时代。生产力的发展特别是青铜器的发明和应用，石器工具逐渐被金属工具所代替，开始有了剩余劳动，有了农业、手工业的分工。大约在公元前3000年左右，在有利于农业生产发展的各个大河流域，相继出现了古巴比伦、古埃及、古印度和古中国的文明，人类从此进入了奴隶制社会。

农业的出现是人类生活中的重大变化，有人甚至把古代社会称为农业社会。在农业生产中，人们要为将来能够获得食物而奔忙，不是以捕获现成自然物为生。这时，人们才开始把生活同“工作”区别开来，为了进行农业生产，必须有意地考察植物生活的属性和历史，了解气候的变迁，选择适宜的土地，播种、耕作，抵御旱涝灾害，学会筑堤灌溉。有了农业和人工灌溉，农村就逐渐成为一个经济单位。人们为着特定的目的而把已有的技术组合起来，建成了古代的水利灌溉工程。

在人类向文明时代过渡的过程中，材料技术的变革具有重要意义。从使用石头制作石器到利用金属制作工具是一次重要的技术变革。人类最早使用的金属大概是天然金和铜。由

于在制陶过程中，人们发现利用木炭代替木材作燃料可以提高炉温，这就为冶铜技术的出现提供了条件。现有的考古学发现，大约在公元前 3500 年的古埃及、古巴比伦就已有了最早的青铜器（铜、锡、铅等元素的合金），在公元前 2000 多年时的印度河流域也出现了铜器。中国大约在夏代就已掌握了红铜冶炼和铸造技术，在夏末（公元前 1500 年）已掌握青铜冶炼技术，至殷代青铜冶铸技术已达到相当高的水平。尽管青铜器主要被用于武器、祭器和装饰品，不能代替石器作为生产工具，但冶金技术的发展终究为原始社会向奴隶制社会过渡提供了技术基础。有了冶铜技术基础，才有了冶铁技术的发明。人类最早使用的铁也是天然铁，即陨铁。在埃及已发现公元前 2900 年人们用陨铁作为神像座。我国在考古中发现的商代中期铁刃青铜钺，其铁刃也是用陨铁锻制而成的。大约在公元前 20 世纪，在西亚山地的部落就已发明了炼铁方法，公元前 12 世纪，铁已在古巴比伦的两河流域普遍应用。在这以后还有了从冶炼熟铁到渗碳炼钢，从淬火到退火等一整套的工艺发明。铜器和铁器的广泛应用使农业生产发展，耕地面积扩大，并促使人类文明向更大范围扩展。铜器和铁器工具又促进了手工业的发展，手工业与农业的分工是古代社会中又一重大的事件。在古巴比伦时代的手工业就有缝纫、制砖、宝石加工、冶金、刻印、皮革、木器制作、造船和建筑等。中国在商代后期手工业不仅从农业中分化出来，而且分工已十分精细，有青铜冶铸业、制陶业、兵器制造业、骨器业、玉石工艺业，还有皮革、竹木、舟车、建筑业等，由此使各种专业的工匠大量出现。周代手工业分工更细，有“百工”之称。工匠在实践基础上积累着经验知识，成为推动古代实用科学技术发展的基本力量。

文字的发明和应用是人类活动和智力发展的结果，又是推动古代科学的有力杠杆和自然知识科学化的前提。约在公元前 3000 年苏美尔人最先制造图画文字，以后便有了巴比伦的楔形文字和埃及的象形文字。中国殷商时代的甲骨文字也是象形文字，但中国此时也已有了大量符号文字。约在公元前 1300 年左右，腓尼基人已创造了拼音字母文字。希腊字母、拉丁字母都是在腓尼基字母的基础上发展起来的。利用文字，人们得以把社会事件和经济生活记载下来，这才会有法律条文、契约和帐目，人类的经验和智慧也摆脱了只用口头传达的局限性，文化知识由此得以可靠保存、传授继承、广泛交流和发扬光大。剩余劳动的产生为体力劳动和脑力劳动的分离提供了物质基础，文字的发明则使少数脱离物质生产的人成为会读、会写、会算的帐房或书吏，成为专门观测天象和探索自然奥秘的祭司、哲学家，成为精于计算或记载生产经验、解释自然现象的数学家和科学家。文字的发明造就了古代的一批学者。他们成为古代自然科学发展的骨干力量。古代的科学技术是在学者与工匠相互隔离的状态下发展起来的。

农业生产季节的需要推动了天文学的发展。希冀观测星辰领会天意并预卜吉凶的占星术对天文学活动也有重大影响。古巴比伦人记载了太阳和月球等运动的许多数据，并算出了它们的位置和亏蚀时间。他们依据月亮的盈亏制订了太阴历，一年分为 12 个月；每月 29—30 天，全年共 354 天，并很早采用置闰方法，在 19 年里插进 7 个月，使 235 个阴历月等于 19 个太阳年。他们还首创了 7 天为一星期，60 进制的量角和测时单位。这些方法一直沿用至今。古埃及的天文学则与预测尼罗河的泛滥相关。他们把天狼星与太阳同出的一天

作为一年的开端，而这一天尼罗河水就开始上涨。古埃及人创立了世界最早的太阳历。他们把一年分为四季，每月30天，年终加5天宗教节日，一年共有365天。古埃及的天文学者还区别了恒星和行星，绘制了星空图。中国在夏代已有了10进位的天干记日法，到商代则进一步使用干支记日法，天干与地支相配合，组成60干支，并有了大、小月之分，用置闰法来调整朔望月和回归年的长度，形成了具有中国特点的阴阳合历的历法。阴阳合历在我国一直沿用了几千年，到周代又发明了圭表测影方法，确定了冬至和夏至的节气。

农业生产需要划定土地边界和分配产品，挖运河、修堤坝、兴建房屋要计算面积、容积和用工量，在商品交换、收税等经济活动中也需要定量，这些都推动了数学的进步。古巴比伦人已采用10进制和60进制，有了表示平方、平方根、立方和立方根的数表，还有了简单的代数方程。埃及数学家提出了计算矩形、三角形、梯形面积和立方体、柱体、锥体体积的规则，并把圆周长和直径的比例定为 $256/81$ (3.16)。代表古埃及文明的几十座金字塔的建筑，既表明当时有了高超的建筑技术，也表明当时的数学计算已达到相当精确的程度。从我国商代的甲骨文中已知，我国也采用了10进制，并有了奇数、偶数、倍数概念，很可能在西周以前算筹计数和四则运算方法就已产生了。

杠杆、斜面、滑车等在古代工程中的应用和改进，是早期力学发展的基础。古巴比伦人和古埃及人在医治疾病的实践中还写了医学文献。在公元前1600年的医学文献中描述了47种疾病的症状、诊断与处方。在原始时代医和巫是不分的，在中国到了周代则有了医和巫的分化，并建立了一套医政组织和医疗考核制度，有了医师这一职务，开始重视病历记录

和报告。汤液是中药的重要剂型之一，在商代已有了关于汤液使用的记载。

在人类文明的开始时代，已经有了关于自然的各种猜测。古埃及文献中已有了万物来自冷水，冷水产生一切有生命物体的看法。在中国，具有朴素唯物主义自然观的阴阳说和五行说，也在商、周之际开始酝酿，在西周末年则更产生了物质为“气”的说法。但是自然哲学的高度发展则是在古希腊时代和中国的春秋战国时代。

思考题

1. 原始的技术发明有何重大意义？
2. 经验的自然知识是怎样产生的？原始的宗教观念在科学产生时有何作用？
3. 如何理解工匠与学者的产生及其两者的分离？

第二章 古希腊罗马的科学技术

由原始时代萌发的科学技术幼芽，经过了它的幼年时代之后，到古希腊时代形成了特定的形态。古希腊的自然哲学家们不是利用神话，而是通过直觉和哲学的思辨，对自然现象作出了种种对后来科学发展有重要影响的猜测和解释。自然哲学在古希腊时代空前繁荣，它既是古代的哲学，又是自然科学的一种形态。在这同时，特别在希腊化时代，还出现了以定理、定律形式表述出来的自然知识，被称之为理论自然知识。如果说，古希腊人对自然哲学作出了巨大贡献的话，古罗马人则在技术上取得了重要成果。

第一节 自然哲学的猜测

公元前 8 世纪古希腊进入奴隶社会。古希腊人成功地应用了铁器，并以腓尼基字母来拼写自己的语言，为希腊经济和文化的发展提供了优越条件。他们除了发展农业、手工业和商业，航海和海外贸易也较为发达。这使他们更便于吸收古巴比伦、古埃及和东方各国的文化成果。希腊科学首先就在地中海沿岸的伊奥尼亚各城市中兴起了。

在古希腊的伊奥尼亚时期，出现了泰勒斯（约公元前 624～前 547）、毕达哥拉斯（约公元前 582～前 497）等一批自然哲学家。他们以自然界的统一性为前提，推测世界是

什么构成的和怎样构成的。公元前 530 年伊奥尼亚城邦被波斯征服。希腊科学文化中心转移到雅典，希腊文化在这时达到了顶峰，出现了苏格拉底（约公元前 427～前 399）、柏拉图（公元前 429～前 347）、亚里士多德（公元前 384～前 322）等著名哲学家。哲学开始从解释物质世界转移到解释人的性质和他的社会责任上去。柏拉图的社会哲学和道德哲学在哲学史上占有重要地位，但从科学史上看，亚里士多德则是更为重要的人物。他是一位自然哲学家，但他已注意到把哲学与经验活动相结合。他的思想对其学生马其顿王亚历山大有着重要影响。公元前 332 年，亚历山大在埃及建立亚历山大城，建立了一个庞大帝国。亚历山大时期是希腊科学文化发展的又一阶段，史称希腊化时代。亚历山大在亚历山大城创立了博学院，在历史上首次资助科学活动，促进了数学、力学、天文学的发展。在这个时期，出现了阿基米德（约公元前 287～前 212）、欧几里得（约公元前 330～前 275）等酷似近代型的科学家、数学家。他们开始综合零星的科学知识，并以定律、定理的形式加以表述，形成为理论的自然知识，或者象几何学那样成为一个公理化的知识体系。

古希腊自然哲学的显著特点是它从整体上对自然现象作直观的考察，提出了许多对后来的科学发展有重要意义的猜测，成为欧洲近代自然科学产生的重要思想渊源。古希腊自然哲学值得注意的知识包括以下几个方面。

第一，关于自然界万物的本原问题。泰勒斯认为世界的本原是水，万物起源于水又复归于水。他的学生阿那克西曼德（约公元前 610～前 546）认为万物的本原是一种物质的“无限者”，从永恒的无限者中分出冷和热、干和湿的对立面，构成了万物，最后又复归于“无限者”。阿那克西米尼认为空