

普通教育干部继续教育教程

科技史话

北京普教干部培训中心组织编写



文化艺术出版社

序 言

人类将进入21世纪，即进入信息化的时代。在信息化的社会里，科学技术将越来越显露其重要性。到那时，不懂科学技术的人，不仅会阻碍社会的发展，而且会失去其自身发展的大部分自由。为了迎接新时代的挑战，全民都要树立科技意识。

所谓科技意识，就是学习科学技术，掌握科学技术，尊重科技人才，按科学规律办事的意识。科技意识需要培养，要加强科技教育。在这方面学校的校长和教师负有重要责任。教师是学生跨进科技殿堂的引路人，而校长是教师的教师，要让受教育者树立科技意识，教育者首先要受教育。校长和教师要自觉地学科学，了解科学技术发展的历史和现状，用丰富的科技知识武装自己的头脑。

《科技史话》是北京教育学院教育管理专业本科班《自然科学概论》和《三论基础》课程的主要教材。它以浅显通俗的语言，生动丰富的史料，简明扼要地介绍了科学技术发展的历史，重大实验，有代表性的科学家、发明家以及科技发展的最前沿知识。它的出版，对培养校长和教师的科技意识，对在干部和群众中普及科技知识，均会发挥积极作用。

《科技史话》虽是一本科学普及读物，但读者可以把它作为学习科学技术的入门教材，在史论结合的高度上，获得更深的教益。

贺乐凡

1996.3.3

目 录

绪 言	学习科技史的意义	1
第一部分	古代科技	5
第一节	原始科技	5
一、	旧石器时代的三大技术成就	5
二、	新石器时代的科技跃进	6
三、	四大文明古国的科技	9
四、	原始科学产生于一片有害丛林中	12
第二节	古希腊科技	14
一、	城邦时期的自然哲学	14
二、	古雅典的辉煌科技	17
三、	古希腊科技的辐射	22
第三节	古代中国科技	26
一、	中国古代的科技成就	26
二、	中国古代的科学思想	30
三、	中国近代科技落后的原因	32
第二部分	近代科技	34
第一节	文艺复兴和科学革命	34
一、	冲破千年的“黑暗时代”	34
二、	文艺复兴——一次伟大的革命	37
三、	近代科技的序幕	39
第二节	十六、七世纪科技的胜利	44
一、	近代科学的奠基人——伽利略	44
二、	实验科学和理性科学	48
三、	牛顿时代	51

第三节	近代第一次技术革命	55
一、	产业革命的背景	55
二、	瓦特的蒸汽时代	57
三、	其它技术革命	62
第四节	十八世纪的科技	66
一、	天文学	66
二、	地质学	69
三、	物理学	72
四、	化学	77
五、	生物学	81
第五节	十九世纪——“科学世纪”和第二次技术革命	83
一、	第二次思想启蒙运动	83
二、	物理学	85
三、	化学	95
四、	生物学	102
第三部分	现代科技	110
第一节	基础学科的前沿	110
一、	数学	110
二、	天文学	112
三、	物理学	115
四、	化学	131
五、	生物学	135
六、	地学	141
第二节	新技术	144
一、	航天技术	145
二、	计算机技术	148
三、	生物技术	152
四、	能源技术	154

五、环境技术·····	156
六、其它新技术·····	158
第三节 横断科学——系统科学·····	161
一、系统科学的诞生·····	161
二、信息论·····	164
三、控制论·····	168
四、系统论·····	172

科技史话

绪 言

学习科技史的意义

一、增强民族的科技意识

“科教兴国”，这是一个振兴中华，实现国家现代化宏伟目标的战略决策。增强全民族的科技意识，则是科教兴国的思想基础，没有亿万具有科技意识的群众，一个民族要走科技兴国之路，无疑是一句空话。

“科学技术是第一生产力”，这是颠扑不破的结论，是科技意识最集中的概括。这一结论是被人类自身的发展史、生产史、科技史所证明了的。科技就是社会进步的巨大杠杆，科技就是经济发展的原动力。科技发展的每一重大成果，无论是原始人对火的发现及应用，还是现代人对电子计算机的发明和应用，都给人类社会带来了巨大的益处和深刻的变化。

一个民族的科技意识水平和高低，也是衡量一个民族文明水平高低的尺度之一。纵观历史，英国在瓦特的时代，科技成果累累，科技意识导致英国率先发展了现代经济，成为世界强国。拿破仑在前方吃紧，有人向他进言把法兰西工艺学院的学生开往前线作战，遭到拿破仑的严辞拒绝，他说法兰西工艺学院是法兰西的“母鸡”，是“未来”，所以尽管拿破仑失败了，但法国的元气并没大伤。二次大战后，日本、德国从战争的废墟中崛起，靠的也是强烈的科技意识。相反，哪个民族搞愚民政策，提倡蒙昧主义，

迷信落后现象猖獗，扼杀科技人才，哪个民族的经济就停滞，就倒退，民族本身就可能消亡，国家被“吃”掉，这样的历史教训，自古至今，中外皆有。

如何提高一个民族的科技意识水平呢？主要靠教育。一是靠国家政策、法规以及社会现实生活的教育和引导；二是靠学校教育，一代又一代高素质的公民将从学校走向社会，科学知识、科学精神、科技意识是这高素质中的重要组成部分，所以提高整个民族的科技意识，学校教育是最重要的基础工程。教育与科技有着相互依赖，相互促进的密不可分的关系。

作为教育工作者，他们的科技意识将直接影响着办学的指导思想，教育教学的质量，校风校貌，乃至整个校园文化。因而，提高教育工作者的科技意识，应该成为学校“软件”建设中的极为紧迫的任务。《科技史话》，就是为了适应飞速发展的科技形势；为了实现“科教兴国”战略而提高教育者和受教育者的素质、具备广博的知识、深刻的科技意识提供了科普性的“素材”，同时也为了使我们的学校无论从当前，还是从长远出发，更好地为社会主义的经济服务。

二、从科技史中吸取丰富营养

为了提高人们的科技意识，学习一点科技史是一个重要而有效的途径。科技史是人类文明史的重要组成部分。技术史是人类的生产经验、劳动技能的积累史；科学发展史，就是人类认识自然、改造自然，认识自己、改造自己的认识史、理论史。恩格斯说：“科学发展是和前一代人遗留下来的知识量成正比”。我们把前人留下的知识继承越多，就会使我们的科学发展越快。

（一）了解掌握科技发展的规律

第一，学习了科技史，可以认识科技发展的自身的规律。我们可以从科技发展的历史长河中，找到我们科技发展的生长点；

我们可以从世界科技发展的广阔背景中，找到我们科技发展的突破口；我们可以从科技发展的自身脉络里，找到我们科技发展的新台阶。总之，通过我们对科技发展的历史及现状的了解，我们可以少走弯路，少做重复无效的事情。不要总跟着别人屁股后面走，要善于踩着巨人的肩膀去登攀新高峰，为人类做出新贡献。

第二，科技的发展不是孤立的，相对更大的系统而言，科技是一个子系统。它与社会、生产、经济、政治、军事、以及其他的人类文化领域如哲学、宗教、艺术等等都有着相互制约、相互促进的联系。科技与其他子系统的联系之所在，往往也是规律之所在。为什么古希腊的科技由繁荣走向衰落？为什么欧洲中世纪陷入了长期黑暗？为什么17、18世纪的英国、法国科技界群星灿烂？为什么中国曾在全世界科技处于领先地位，但没有孕育和发展现代科技？为什么本世纪以来，美国的科技后来居上？这种种问题的答案都将从这个“联系”中寻找。以史为镜，可知兴衰。当我们懂得了历史上的种种规律性的“联系”时，我们将应该去掌握它、驾驭它，使这些“联系”朝有利于科技的方面去发展。

（二）学习科学的献身精神

科技史是一部不容篡改的不朽的历史。它是由无数的知名的或不知名的科学伟人，或默默无闻的工匠，以科学的态度、科学的精神撰写而成的。他们那种锲而不舍、孜孜不倦、追求真理、为科学而献身，把身后的财富献给科技事业等种种感人的事迹在科技史上俯拾皆是。学习科技史不仅能提高我们自身的科学献身精神，也将提供教育学生的宝贵教材。

（三）丰富思维方式，学习科研方法

科学家们不仅给人类留下了许许多多的科技成果，同时也留给我们许许多多的思维方式和科研方法，使得人类越来越聪明起来。亚里士多德的整体猜想的思维方式，是现代系统科学的科学

整体论思维的先河；欧几里德在创建几何学的同时创建了演绎的思维体系；培根的实验科学法成为近代科学的基础方法；伽里略开创了数学模型法；牛顿在建立经典力学时使用了归纳法；卢瑟福在建立原子模型时用了类比法；现代物理建立在统计思维基础上和使用了对称法等等。这些方法不断在武装着后来科技工作者的头脑，后人从这个取之不尽的宝库中，启迪自己，丰富自己。我们广大的教育工作者，以及我们的学生不应该从这宝库中不断去吸取营养，去丰富自己吗？

第 一 部 分

古 代 科 技

第一节 原始科技

一、旧石器时代的三大技术成就

(一) 石器

地球的年龄，约46亿年。地球上有生物，也就是从无生命演化出生命，这是30亿年前的事。4—5亿年前才有脊椎动物，以水为主要生活场所。3亿年前才爬上岸，有了爬虫类。7千万年前，哺乳动物取代了爬虫类的优势，哺乳动物中更晚出现的灵长类，就是人类的祖先。1—2千万年前的南亚、东非的腊玛古猿从树上走下来，踏上了向人转化的漫长而艰难的征程。

300万年前，猿人从长期的经验中，学会了制造工具——石器，这是从猿到人的历史性飞跃。猿人有了工具的意识，有了制造石器的手段。一种是亚洲技术，就是把大石头砸开，利用敲下的碎片来制造各种用途的石器；另一种是非洲技术，把大石头打碎，留下石核，加工而成。从现在欧洲发现的石器来看，两类都有，这说明欧洲在冰河期的间歇期间，是由亚非两地的原始人共同来开发的。

制造石器是人类的第一技术大成就，标志人类不仅适应自然，而且开始改造自然，这是人彻底告别动物的最重要的分水岭。从此人类的历史就开始了。所以说人类史和技术史是同样的长短，以后人类每前进一步，都与科技的进步不可分。从人类历

史的第一步就证明了恩格斯在马克思墓前讲话的观点：“在马克思看来，科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量。”

（二）火的应用

原始人的第二大技术成就就是对火的应用，这是人类第一次掌握的自然力，是化学力的驯服和利用。火，大大提高了人们的生活质量，御敌、取暖、生食加工为熟食等等。自然界中的火是常见的，火山爆发，雷击树木，干草自燃，天然气从地表下泄出。原始人对火肯定有一个漫长的惧怕的过程，驯服的过程。关键在于火种如何保存？无火时又如何取得？所以古希腊神话中的普罗米修斯，中国古神话中的燧人氏，都是人类的英雄，他们给人类带来了火，发明了取火的方法。从中也看出欧洲人自古相信神，而中国人自古就信人类自己。

（三）弓箭的发明

原始人的第三大成就，就是发明并使用了弓箭。在山西的原始人遗址的发掘中，证明了1.6万—2.8万年前，原始人有了石镞。在欧洲比利牛斯山洞的原始人的壁画里，有中箭的野兽，有人们手持弓箭围狩猎物的图景。弓箭的发明说明人类制造石器越来越精细；人类懂得不少动物的知识，知道如何利用兽筋；更重要的是，人类长期积累了力学的经验，虽然在牛顿之前，无人总结出力学三大定律，但人类在生活中已知道和利用着作用力和反作用方向相反、大小相等的规律。弓箭作为原始的工具机，已具备了马克思在《资本论》分析的机器三要素：动力部分、传动部分和工具部分。所以说原始的弓箭，就是现代机器的鼻祖。

二、新石器时代的科技跃进

距今一万年左右，人类在少数几个“先进”地区率先进入了新石器时代。新石器比旧石器要精细，石器的表面光滑，种类也多了起来，也就是说，工具根据它的不同用途，要有一种“分

工”，这种对工具区别使用的观念，自然是以后最原始的“分工”思想的萌芽。

(一) 弓钻的发明

新石器与旧石器一个质的区别，就在于新石器上有人工的钻孔。石器上的洞，说明了两个重要的意义，一是古人类要在石器上打洞，是有着明确的改造工具的目的；或是使用起来更方便，比如说握在手中更牢、更紧、更易发力；或是穿进一根木棍之类，使之加长，变成最初的锤子、锄头一类的工具。这样能更有效地打击猎物，砸击硬物，乃至从土地中刨挖东西。二是石器上的洞说明了人类掌握了钻孔技术，这是与人类发明弓箭分不开的。人类在制造或使用弓箭中，有意无意的总会发现，当弓弦缠绕一根木棍之类的东西时，弓的平动能转化为木棍的转动，平动的速度愈快，转动的速度亦愈快。如果木棍是尖的，或在木棍上安有尖状石器，必然就能取得一种钻孔的效果。于是人类在弓箭的基础上，又发明了弓钻，弓钻的出现，又导致了技术上的跃进。

(二) 高温的应用——制陶

当人类在使用弓钻时，不可避免地会发现钻孔的同时会产生大量的热。古人类不仅在石器上钻孔，也要在树木上钻孔，实际上古人类绝不仅用石头做工具，应该说用木头做工具更为方便，只不过木制工具是留不到今天的。古人类在木头上打眼，必然会发现冒烟起火；人类从惧怕火，到使用火，这是一个飞跃；从千方百计保留火种，到自己开始生产火，又是一个飞跃。中国古代神话中燧人氏钻木取火的故事，正是这个历史飞跃的记录。

人类会生产火，就取得了使用火的主动权。他们将“肆无忌惮”地用火，把火集中用，长时期用，这势必就取得高温技术。新石器时代出现了陶器就是明证。制陶技术与高温是分不开的。人类当掌握了用火来烧粘土，并加上一些矿石涂料，烧出了人类

第一炉彩陶时，这是多么了不起！这是人类第一次学会了一种化学反应。人类在制陶过程中，在高温中发现了一些易熔的金属矿石，这就为人类冶炼青铜、冶炼铁做好了技术准备。什么时候人类取得了950°C的高温，什么时候人类就打开了炼铜的大门。

(三) 农业的发明

新石器时代的科技跃进的更重要的实质性的标志，就是农业的发明，这不仅是一种偶然的发现，而且是一种有意识的发明。农业的出现，标志一个重大的转变，人类从采集者转变为种植者，过去是采到什么就吃什么，现在是想吃什么就种什么。农业技术的出现，完全改变了人类的生产方式、生活方式，大大推进了历史的进程。人类以农业为主要生产方式的格局，延续了几千年。农业的发明，为人类带来哪些深刻的变化呢？

1. 开始定居生活

农业技术的出现，结束了原始人群东游西荡的部落生活，开始了氏族聚居的定居生活，开始了人类的文明社会，有了村落，为以后的城邦出现、阶级出现奠定了物质基础，这足以证明科技是第一生产力的观点的正确性。

2. 带动了原始科学

农业技术的出现在科技史上就带动了一大批科技的发展。人类要了解植物生长的规律，就要去“研究”植物；要了解和驯服动物，就要去“研究”动物；要想种植获得成功，就要研究气候；在“研究”冬凉夏暖时，伴随着会发现这四季现象与星象有关，于是带出了“研究”天文；种植离不开水源，人类又要去“研究”水文，于是必然带出来“研究”地理。尽管最初的“研究”决不是现代意义上的研究，但现实的生活、生产上的“丰收”与“绝产”，势必逼着人们朦胧去猜、去想，于是就想掌握一些规律，象钻木取火一样地重复多次，得到同一结果。所以作为技术，将代代相传，这就是原始的科学技术的发祥。

3. 引发了两个分工

农业技术的发明，在科技发展上还有一个重大意义，就在于它引发了两个分工。没有这两个分工，人类是不会有真正的科技发展。一个分工是农业与手工业的分工。尽管原始农业是刀耕火种，但毕竟当时人口稀少，广种薄收亦可有余。这样，有一批人去种粮食，而另一批人则从事制陶，或专门制造工具。这一分工，无论对于农业技术，还是对于手工技术的发展均有好处。第二个分工是脑力劳动和体力劳动的分工，这个分工对科学发展更有好处，有一批较聪明的人就去琢磨如何烧陶会更有效，会更美，如何去种植，就会获得更多的，更好吃的东西。当他们研究出一些经验时，要告诉别人，就要传之后代，这就开始呼唤文字的出现

了。

三、四大文明古国的科技

当人类告别了洪荒野蛮时代，开始了定居的农业时代，于是人类的文明发展就与大江大河分不开了。西亚的幼发拉底河与底格里斯河的两河流域，产生了古巴比伦；北非的尼罗河流域产生了古埃及；南亚的印度河流域产生了古印度；东亚的黄河、长江流域产生了古中国。这四大文明古国，成为人类文明的发祥地，告别了石器时代，率先进入了青铜时代。他们围绕着农业技术的发展，使科学技术发展的水平得到全面的、长足的提高。

(一) 古巴比伦

大约在公元前3500年，两河流域的苏美尔人已有较发达的农业，种植大麦、小麦。为了灌溉，在两河下游建立了兼做运河的灌溉系统。发明了有轮的车，发明了船，使用了牲畜拉犁。农业的发达、人们长期的定居，形成了城邦。有了城，必有市，有市就要有交换，所以需要有度量，于是长度单位、重量单位、容量

单位就应运而生，最初是以大麦粒为单位。有了单位，就要计量，也要换算，这就产生了算术。苏美尔人创立了10进位制和60进位制，并有了乘法表，会解方程。这一切都用他们发明的象楔子样的文字（被后人称为的楔形文字）记录下来，并刻在泥版上烧结而成。从上个世纪中叶开始发掘出这些宝贵的泥版上，还记录他们与洪水搏斗的情景。

古巴比伦的天文学发展也相当惊人，他们已经测定一年为365天，并把一年划为12个月，把一个月定为30天。并惊人地在阳历与阴历之间，找到了19年为一个周期，是阳历与阴历的重合点，也就是19年中，一年中过13个月的有7年，一年中过12个月的有12年。这与中国的历史中阴历的闰月完全一致。古巴比伦人还推算出月食的周期为18年。

古巴比伦人在其它技术领域也取得相当的成就，青铜的冶炼，说明他们不仅能炼铜，还懂得冶炼时掺入一定比例的锡，这就是合金的制造，这在当时是在世界领先的。古巴比伦在制作精美的陶器过程中，发现在高温状态下天然碱遇到砂子，就成为玻璃。在制作玻璃的过程中，加入不同的金属氧化物后，就会形成不同的色彩，彩色玻璃就是西亚的一大发明。在医学方面，古巴比伦人认为得病是妖在作怪，于是就用吐和泻的办法来治病，当时他们已记下了47种疾病并能开出不同的药方。

（二）古埃及

古埃及处于东西两面沙漠之间，南有尼罗河大瀑布，北临地中海，与外隔绝，外部的干扰相对少一些，有一个较安定的环境来发展生产。尼罗河每年定期地“仁慈”地泛滥，给埃及人带来了肥沃的土地。每年洪水退走，人们从高地上下下来，第一件事就要重新丈量土地，计算面积，划定地界。因此，古埃及的几何学相当发展。他们不仅会计算三角形、梯形、矩形的面积，他们还会计算圆的面积、圆柱、圆锥的表面积和体积。古埃及人一次

计算中，把圆周率定为3.1605。并根据直角三角形的特例 $3^2 + 4^2 = 5^2$ 的三边关系，做出精确的直角。所以说埃及人在几何方面长于巴比伦人，而巴比伦人在代数方面优于埃及人。

古埃及的科技成就集中体现在金字塔的建造上。首先是建筑学、工程学。以胡夫金字塔为例，它用2.5吨的石块共230万块，造成了高146m，占地5300m²，每边长230m的金字塔。这些石块不是当地采的，那是如何运来的？又是如何砌上去的？如此大的工程又是如何组织的？无疑留下了一串不解的谜。其次，金字塔与天文学有着极密切的关系，如一年中白天最长的一天，也就是夏至那天，阳光可直射到神象的脸上，没有天文学的知识和精确的测量工具，那是做不到的。古埃及人测得天狼星和太阳同时从地平线升起时，尼罗河就要泛滥，因此，埃及人就把定期泛滥这一天定为新的一年开始，并把一年定为365天，而且知道每隔4年就差一天，实际上他们已经掌握了一年有365.25天。所以后来恺撒定下的埃及历加闰年，就是现在的公历。最后，埃及在金字塔中的塞乃伊，标志了古埃及人的生物学、医学、药学的水平。

（三）古印度

印度河流域的古印度人，在公元前2500年前就种植大麦、小麦，并且是人类中最早种植棉花的。他们的城邦占地2.5平方公里，居住着35000人，富人家中有着完善的排水系统。印度人有自己的梵文文字。可惜，他们的文字写在易腐的树皮上，至今没有留下像巴比伦泥版上的和埃及人纸草上的供研究的文字资料。不知什么原因，在公元前2000年左右，古印度的文明突然被毁灭了。

（四）古中国

从现在的大量出土文物证明，华夏文明是从黄河流域，同时也在长江流域产生、发展起来的。而四大文明古国中，也只有

中国的文明是一直延续不断的。关于古中国的科技发展状况，我们在以后专门叙述。

四、原始科学产生于一片有害丛林中

（一）原始科学、宗教、巫术是共生的

人类从旧石器时代、新石器时代走过来，进入了青铜时代。在这漫长的过程中，人类没有一天不同大自然打交道的，不断地同赋予人类生命的环境中求生存，争发展。人类在不断丰富对自然及人类自身的认识中，提高了自我意识的心理水平，这是产生科学意识的基础。原始人类同今天的人类看到的自然界是一样的，日月的东升西降，风雨中的电闪雷鸣，季节的冬去春来，动植物的生长衰亡，这一切都将引发原始人的“探究”。

原始人要“探究”三样东西：一是想知道事物的“过去”，如天地是如何造出来的，人是从何处来的，人死后会到什么地方去等等。二是想把握事物的“当前”，如何生活得好一点，适当灌溉、就会丰收，调养得当，就会健康等等。三是想预测事物的“未来”，如来年的丰欠，战争的胜败，狩猎的凶吉，寿命的长短，命运的祸福等等。

原始人的三种“探究”，便导致产生了三种东西：一是宗教，研究人从哪儿来，到哪儿去；二是科技，研究人活得如何会更好些；三是占卜术，也就是巫术，研究天人感应，人人感应，占卜吉凶祸福，企盼预知未来。实际上原始人不可能分解得如此清楚的。举一例来说明，原始人发现每逢下雨前，蛙声大作，于是他们就认为是青蛙把雨叫来的，所以每逢天旱，巫师就带领原始人扮作青蛙，齐学蛙叫，认为这样就可祈祷上苍下雨，让农作物得到好收成。从这个事实里看出，原始人已了解到下雨与农作物收成好坏有着直接的联系，这是一个由经验积累而得到的知识，是科学的。另外，原始人也发现了下雨与蛙叫这二者间的一