

现代 科学技术概论

XIANDAI KEXUE JISHU GAILUN

主 编 张立红 尹显明



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

现代科学技术概论

主编 张立红 尹显明

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

内容简介

本书融知识性、科普性、学术性、理论性于一体。以科学技术发展史脉为线索,以工业技术发展历程为载体。通过丰富的内容、翔实材料、典型的事例介绍现代高新技术的发展、现状、趋势及对社会的影响。形成文理交叉、理工渗透、专业基础与技术应用相结合的内容体系,有助于大学生树立科学意识,提高科学素养,学会科学思维,形成科学世界观和方法论。

本书共分为4章,分别是科学技术发展简史、现代科学技术、工程技术基础和科学技术与社会。

本书作为高等院校大学生提高科学素养的教材,可供人文社科类专业的学生使用,也可供其他有志提高自身科学素养的读者参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代科学技术概论 / 张立红, 尹显明主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2012.1

ISBN 978-7-5643-1646-4

I. ①现… II. ①张…②尹… III. ①科学技术—概
论—高等学校—教材 IV. ①N43

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第010098号

现代科学技术概论

主编 张立红 尹显明

*

责任编辑 王 旻

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

成都二环路北一段111号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 230 mm 印张: 12.75

字数: 276千字

2012年1月第1版 2012年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5643-1646-4

定价: 25.50元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

《现代科学技术概论》一书是为非工科学生拓展知识面以及为培养复合性应用型人才而编写的。本书以科学技术发展史脉为线索,以工业技术发展历程为载体。通过丰富的内容、翔实的材料、典型的事例介绍现代高新技术的发展、现状、趋势及对社会的影响。向非工科学生介绍科学技术发展简史,即人类进入文明时代以来的重大科技发明对现代文明的贡献及其发生的历史背景,并介绍支撑现代工业技术的关键手段及其发展历程。在此基础上阐明科学技术与人类社会进步之间的相互促进作用,以及共建和谐社会的意义,从而形成文理交叉、理工渗透、专业基础与技术应用相结合的内容体系,有助于大学生树立科学意识,提高科学素养,学会科学思维,形成科学世界观和方法论。

本书共分为4章:第1章是科学技术发展简史,主要介绍了科学与技术的概念、古代科学技术、近代科学技术和现代科学技术革命;第2章是现代科学技术,主要介绍了生物技术、信息技术、激光技术、新材料技术、新能源技术、空间与海洋技术和环境科学技术;第3章是工程技术基础,主要介绍了工程图学基础、工程力学、工程材料、机械设计与制造基础和先进制造技术;第4章是科学技术与社会,主要介绍了科技的社会功能、20世纪科技的发展与创新、科教兴国、科技进步与可持续发展、科学技术与人文社会科学。全书融知识性、科普性、学术性、理论性于一体。本书以人类进入现代文明的时间延续为纵轴,以现代科学技术发展的重要历史性事件和关键性、代表性人物为节点,描述现代工业技术发展历程。本书着重培养非工科本科学生对现代工业技术发展历程的知识架构,为培养复合性、应用型,具备创新意识的人才的知识架构奠定基础。

本书由张立红、尹显明担任主编。郭磊编写第1章;张立红编写第2章2.1~2.3节;陈俊冬编写2.4~2.7节;张晓勇编写第3章3.1节;张祖军编写3.2、3.3节;赖思琦编写3.4、3.5节;尹显明编写第4章。

在编写此书的过程中,我们参考了国内外大量的论著、教材、文章等相关材料,在此谨向被引用文献的作者表示衷心的感谢。本书的出版还得到了西南科技大学工程技术中心其他教师的大力支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平和资料来源的局限,在编写的过程中,难免会出现疏漏和欠妥之处,敬请读者指正。

编 者

2012年1月

目 录

1 科学技术发展简史	1
1.1 科学与技术概论	1
1.2 古代科学技术	9
1.3 近代科学技术	18
1.4 现代科学技术革命	22
2 现代科学技术	26
2.1 生物技术	26
2.2 现代信息技术	38
2.3 激光技术	52
2.4 新材料技术	60
2.5 新能源技术	69
2.6 空间技术与海洋技术	79
2.7 环境科学技术	90
3 工程技术基础	94
3.1 工程图学基础	94
3.2 工程力学	105
3.3 工程材料	116
3.4 机械设计与制造基础	124
3.5 先进制造技术	147
4 科学技术与社会	172
4.1 科技的社会功能	172
4.2 20 世纪科技的发展与创新	179
4.3 科教兴国	181
4.4 科技进步与可持续发展	188
4.5 科学技术与人文社会科学	193
参考文献	197

1 科学技术发展简史

1.1 科学与技术概论

1.1.1 科学的含义

“科学”一词最早源于拉丁文 *scientia*，其本意为知识、学问。英、德、法文中的“科学”皆由拉丁文衍生而来，英文之“*science*”也是知识的意思，法文之“*science*”则泛指一切学习形式，德文的“*die wissenschaft*”常与科学通用，主要也是知识的意思。

历史上，第一个系统地思考“科学是什么”的人，当推古希腊的亚里士多德（公元前 384 年—公元前 322 年）。亚里士多德说：“所谓科学知识，是指只要我们把握了它，就能据此知道事物的东西。”即是说，科学知识是对事物的认识，那么，认识事物的什么呢？亚里士多德说：“只有当我们知道一个事物的原因时，我们才有了该事物的知识。”这就是说，科学知识是关于事物原因的、必然的、普遍的、永恒的知识。他指出，科学知识是不可能靠感觉经验获得的，逻辑证明和推论是获得科学知识的方法。“我们无论如何都是通过证明获得知识的，我所谓的证明是指产生科学知识的三段论。”

亚里士多德对古代科学知识有精辟的理解。他指出，感觉不能对观察提供解释，只有理性才能做到这点。例如，我们的感觉能告诉我们火是热的，但不能告诉我们火为什么热。“火是热的”这是常识；“火为什么热”，这是对常识的解释，亚里士多德说：“从本性上讲，研究的途径是从对于我们更易知晓和更加清楚的东西到对于自然更加清楚和更易知晓的东西……一般的東西在理性上易知，个別的東西在感觉上易知。”

当古代科学家用自己创造的概念、抽象的思考来解释常识（这些概念与思考已经超越了古人的生存经验，是少数人才能理解的专业知识）——也就是用非常识解释常识时，这时的古代科学家就已经开始进行了双重的创造，一是创造了某种非常识，二是创造了这种非常识与某种常识的联系。

实际上中国古代也有相应的概念，如“格致”，它是“格物致知”的简称，源于春秋时期的《礼记·大学》一书中的“致知在格物，物格而后知至”，意思是推究事物的道理而取得知

识。我国在清代也曾把物理、化学等西方自然学科称为“格致”。汉语中的科学既指自然科学，也指社会科学，英文 *science* 主要指的是自然科学。

科学作为一种知识，它是以概念、原理、定律为形式并经过了一定实验检验的理论系统。它标志着人的认识在实践过程中从现象到本质的深化，由经验水平到理性水平的升华。获取科学知识的目的是为了进行事实判断，对于是非、真伪给予辨析。我们可以从以下三个方面去理解科学。

1. 科学是反映客观事物本质和运动规律的知识体系

世界是物质的，物质世界是普遍联系的，并处在不断的运动、变化和发展之中，物质世界的运动、变化和发展都有其客观规律，如日食月食、潮起潮落是自然界常见的现象，而其本质是天体运行的位置变化或引力所致。人们在生产实践、生活实践和科学实验中将客观世界的事实和规律如实地反映出来，不断积累就得到了科学知识。19 世纪英国生物学家达尔文跟随“贝格尔”号勘探船考察了四大洲、三大洋，历时 5 年，对所收集的大量地质、动物、植物的标本资料进行了分类整理研究后，写出了科学巨著《物种起源》，得出了优胜劣汰、物竞天择、适者生存的生物进化的结论。他曾以亲身感受给科学下了定义：“科学就是整理事实，以便从中得出普遍的规律或结论。”19 世纪俄国化学家门捷列夫通过分析整理当时仅知的 60 多种元素而得出元素周期律也是如此。所谓规律就是客观事物现象与本质之间的一种必然、内在的联系，古人所云“月晕而风，础润而雨”正是说明了这一点。规律在一定条件下可以反复出现，人们可以探索它，发现它，却不能创造它。牛顿在伽利略等人研究的基础上进一步探索宏观物体运动的规律，总结归纳出著名的物理学三大运动定律和万有引力定律就是一个典型的例子。

科学也是发现未知的事实，例如化学家发现新元素。化学元素是客观存在的，只不过人们未发现而已。19 世纪初英国化学家戴维通过电解法发现了金属元素钾和钠，19 世纪末居里夫人发现天然放射性元素镭和钋，这些都是重大科学发现的实例，因而他们也成为历史上著名的科学家。

到 20 世纪初，人们认识到科学已不只是事实或规律的知识单元，而是一种知识体系。《辞海》中也强调了科学是关于自然、社会、思维的知识体系。所谓知识体系，是由很多知识单元组成学科，学科又组成学科群，如数学、物理、化学、生物、天文、地理等，学科群再互相联结成多层次的、严密的、综合的科学系统。

2. 科学是一种特殊形式的社会活动

科学是认识世界的一种方式。从认识的过程看，科学是一种特殊形式的社会活动。说它特殊，是因为它与其他的社会活动不同，是一种生产知识的活动，或者叫创造性智力活动。从认识的结果看，科学是人们实践经验的总结，是反映客观世界本质和运动规律的系统化、

理论化的知识的总和。科学既是一个探索的过程，也是一个探索的结果。在这个过程中，人类不断地发现问题、提出问题和解决问题，不断地用实践检验理论的正确与否，不断地将获得的知识理论化、系统化。例如能量守恒和转化定律的发现和确立，经历了漫长而曲折的过程。18世纪曾认为热是由一种没有重量，可以在物体内部流动的叫“热素”的物质构成，物体的冷热是由物体所含的“热素”多少决定。后来根据钻削炮筒，以及冰块互相摩擦能使温度升高的实验事实，证明“热素说”是错误的，得出热不是物质而是物质的一种运动形式的结论。再通过研究热机，揭示了热、功之间关系，又得出能量能从一种形式转变为另一种形式，由一个系统传递给另一个系统，在转变和传递过程中能量守恒和转化的关系。发现和确立能量守恒和转化定律的过程就是一个认识和探索的过程。

科学研究是创造知识和整理、修改知识，以及开拓知识新用途的探索过程。按过程不同通常分为基础研究、应用研究和开发研究。基础研究是对新知识、新理论、新原理的探索，其成果不但能扩大科学理论领域，提高应用研究的基础水平，而且对于技术科学、应用科学和生产的发展具有不可估量的作用。应用研究是把基础研究发现的新知识、新理论用于特定目标的研究，它是基础研究与开发研究之间的桥梁。开发研究又称技术开发，是把应用研究的成果直接用于生产实践的研究。

3. 科学是一项事业和一种社会建制

17世纪前，科学研究常常以个体或小团体的形式出现，局限于少数科学爱好者，凭着个人的志趣和爱好，少量资助和小规模实验室，进行自发的研究活动。以后随着科学研究范围、规模的扩大，特别到20世纪中叶后，大量的科学技术的发明及应用，科学不再是个人的行为，而是扩大到一种社会集团活动和一项社会事业，逐渐成为一个国家甚至一个国际性的事业，如20世纪40年代美国研究原子能的“曼哈顿工程”，60年代的“阿波罗登月计划”，90年代国际性的“人类基因组计划”等。也就是所谓当代意义上的大科学，大科学的内涵已经包括这样三个部分：① 科学是一种以生产知识为目的的社会活动，表现为一种社会建制；② 科学是一种动态的知识系统，它是人类社会活动的成果；③ 科学是整个社会活动的一部分，与生产活动关系特别密切。

作为事业和建制的科学在社会总体活动中有两个功能：一是认识世界的认识功能；二是改造客观世界的生产力功能。科学是社会发展的实践力量，通过被人们掌握、利用而发展，并发挥了巨大的作用，正如英国哲学家弗兰西斯·培根所说“知识就是力量”。19世纪马克思指出科学在性质上是“生产力”，认为科学技术是“一种在历史上起推动作用的、革命的力量”，是“最高意义上的革命力量”，代表了人们对科学功能认识的又一次飞跃。20世纪80年代邓小平提出的“科学技术是第一生产力”，代表了人们对科学功能认识的第三次飞跃。

1.1.2 技术的含义

人们将科学应用于生产过程,必须以技术为中介,这就提出了什么是技术以及科学和技术的关系问题。技术同样是一种复杂的社会现象,它本身是发展的,有多方面的含义。

在人类社会的早期,人们已通过采集、制陶、动植物养殖以及简单生产工具制作,创造了一些经验性的技能,这是技术的萌芽。这种原始技术是与生产劳动和日常生活交织在一起的。进入文明社会以后,由于金属工具的出现,改变了生产过程的方式和方法,从而使人们能够在更大的范围内变革自然界。这时,人们在冶铸、建筑、简单机械制造和农田水利等生产劳动中积累的经验知识和技能技巧,构成了古代社会中以手工工具和经验技能为主要内容、由工匠们完成的经验性技术。这种早期技术有以下两个特征:

一是技术与知识发现的分离性。由于古代科学知识的发现和掌握主要是脑力劳动者和学者的事,他们大部分依附于统治者,或者是有闲者、财产继承者,其价值取向与直接从事生产劳动的工匠们有较大的差异,从而造成了知识与技术的分离。这种分离一方面使技术中知识的含量较少。工匠们在直接生产劳动中所形成的经验性技能和技巧成为技术构成的主要因素,技术的概念主要指的是技能、技艺和能力。另一方面使知识发现与技术发展失衡。由于知识发现与实用技术的分离,新知识的出现并不意味着劳动技术提高。其典型的表现就是古希腊的知识性成果在当时遥遥领先,但在建筑和其他公共设施等实用技术上都落后于罗马。

二是技术与生产过程的直接统一。在古代社会中没有形成专门的技术知识。技术作为经验、技能和技艺存在于工匠们对物品的加工、工具的制作等直接的劳动过程中,从而决定了技术的传播方式主要是实际操作中技艺传授和师徒之间的模仿。因此,技术的发展呈现出缓慢的连续性特点。

近代以来,由于社会生产的需要和自然科学的独立发展,引起了变革自然界的方式的深刻变化,也引起了技术的革命性变革。这同样表现在两点:

一是技术与科学的相互融合。从18世纪末开始,科学与技术的分离现象逐渐减少,科学日益成为生产过程的重要因素,生产过程成了科学的应用,科学往往成为技术的先导。以蒸汽机为标志的第一次技术革命,完全可以看出是以牛顿的经典力学为标志的科学革命的回声;以电力机为主导的第二次技术革命则是以电磁理论为标志的物理学革命的反照。20世纪以来,随着相对论、量子理论、核物理学、分子生物学、信息论、控制论和系统论的产生与发展,出现了以原子能技术、电子计算机技术、空间技术和生物工程技术为标志的第三次技术革命。科学革命不仅成为技术的先导,而且每次技术革命都为科学的发展提供了必要的手段和材料。科学技术的一体化,体现了科学与技术、认识自然与改造自然的统一,从而使人们变革自然的活动由经验的形式上升到科学的形式。

二是机器工具的出现使劳动手段发生了革命。机器是由动力机、传动机、工具机、控制机等部分组合的技术系统、工具系统。机器工具的出现不仅改变了人们的劳动方式,即从手握工

具的操作转变为按一定规则对机器的控制,而且也使生产过程中技能和技艺的作用相对减弱。以前靠技能、技艺所做的事情,现在靠机器工具本身的功能就能做到了。机器作为物质手段,在人们变革自然的活动中起着重要的作用,反映着人们变革自然的实际能力的大大增强。

从上述技术形态变迁的历史可以看出,所谓技术,是人类为满足社会需要,利用自然物和自然界的物质、能量和信息,创造、应用和改进人工自然的知识、手段和技能、方法的系统。这种系统具有三个相互联系的方面,即技术的操作形态、实物形态和知识形态。

操作形态是主观(个人主体)的技术,包括技能、手艺、智能、经验、方法的总和,它存在于实施技术操作的主体之中,又作用和指导技术操作的全部过程。技术的操作形态又分两类:一类是观念的技术,其技术的操作形态不必与操作主体之外的机器、工具发生联系,如数学的计算、医生的临床诊断等;一类是物化的技术,其技术的操作形态必须同操作主体之外的机器、工具等存在物发生联系,如工程师的设计。

实物形态是客观的技术存在物,包括工具、机器、生产线、原料的总和。它是一项技术活动得以实现的物质手段及客观条件。它与人类劳动力共同组成生产力的实在要素。技术的实物形态是技术发展水平最直观、最生动的体现。

知识形态是现代技术的基本组成要素,是现代科学技术区别于早期经验技术的一个重要标志。尤其是在当今高技术时代,最先进的技术总是在深厚的科学理论突破的根基下创新的。富含理论的技术与科学一体化的技术,是现代技术的一个主要的存在形态。

总之,任何一项技术,都是技术的操作形态、实物形态和知识形态相互联结的统一体,三者缺一不可。以现代医学先进检测技术CT技术为例,它就是由经过专门训练的、具有CT技术知识、具备有关操作技能的医技人员在操作CT机的过程中形成的。

与科学相比,技术既具自然属性,又具有社会属性的特点。技术的自然属性是指任何技术都必须符合自然规律。任何时代的技术,都是对自然规律自觉或不自觉的应用。技术的社会属性是指任何技术都是人为了社会需要,按人的目的而创造发明的。技术发明和应用的过程还要受各种社会条件的制约和支配。技术成果利用的性质(利与害)及价值,由社会的经济关系来决定,由社会来评价。现代技术活动,同人类的经济、政治、军事、文化及人们的日常生活有着十分密切的联系,技术的适用性并不能由技术本身决定,而是由技术发展的环境和目标决定的。技术环境包括:人口、自然资源、经济发展水平、政治法律制度、文化传统、价值观念等。环境不同、目标不同,技术发展的方向、模式、特点也不同。这些,都显示了技术的社会性。

1.1.3 科学与技术的关系

1. 科学与技术关系的历史和发展

科学与技术是两个密切相关而又有区别的概念:科学是“知”,技术是“行”;科学的

任务是研究对象“是什么”、“为什么”的问题，技术的任务是解决“做什么”、“怎样做”的问题。

当代社会中，科学与技术的关系非常密切，新科学不断导致新技术的出现，同时新技术又促进新科学的进一步发展。但是，古代甚至近代早期，科学与技术的关系是不密切的。科学没有为更新技术做什么，也很难做什么。直到19世纪中叶以前，科学研究往往只是一些人的一种特有活动，而且“科学家”也不是一种社会职业，用今天的话讲，那是领不到工资的。那时的科学研究是教师、医生、牧师等职业人中的一种业余活动，甚至连“科学家”这个名称也是直到1840年才由英国牧师休厄尔在《归纳科学的哲学》一书中首先使用。他写道：“对于一般培植科学的人很需要予以命名，我的意思可以称呼他为科学家。”休厄尔在首次称呼科学家一词的讲演中说，出现了那么一些人，这些人常常把自己关在房子里，同瓶瓶罐罐打交道——这些人可以称为科学家。他正确地指出，科学家是辛勤探索自然规律的人。至于科学家们研究什么问题，大都是根据自己的兴趣进行，而且较多的是以追求知识为满足的“纯研究”，不是以技术应用为直接目的，同生产没有多少直接联系，常常引不起社会的关注。而那时的技术，则往往又是只是在经验中摸索前进，不是作为科学成果有目的地应用。技术原来只是工匠们的事情，后来有了工程师，但工程师和科学家那时也是分家的，互不关心，素不往来。

人们不禁要问，在出现“科学家”一词之前，像牛顿这样的大科学家被称为什么呢？在19世纪中叶，人类历史上出现的大科学家已不计其数了，他们的名分是什么呢？情况是这样的：他们自称，也被称为自然哲学家，他们自认为是从事的自然哲学研究。对于这一点，我们可以从许多科学著作的标题上看出。牛顿创立牛顿力学体系的原著是《自然哲学的数学原理》，进化论最伟大的先驱拉马克的代表作是《动物哲学》，这些情况表明，独立的科学传统的形成是非常晚的事情。在这之前，科学寄附在其他的传统之上。

在人类文明史上，哲学传统和工匠传统共同构成了科学的历史渊源。恩格斯在《自然辩证法》一书中指出：“在希腊哲学的多种多样的形式中，差不多可以找到以后各种观点的胚胎、萌芽。因此，如果理论自然科学想要追溯自己今天的一般原理发生和发展的历史，就同样不得不回到希腊人那里去。”古希腊自然哲学家之所以能取得那样辉煌的成就，靠的是观察和理性思维，靠的是依据逻辑的思辨。古希腊自然哲学因受毕达哥拉斯—柏拉图数学重要性及亚里士多德逻辑法则的影响，其成果都包含着理性成分和逻辑形式。这也正是古代希腊自然哲学能成为近代科学摇篮的重要原因之一。当然，这并不是全部。近代天文学的进步肯定应该归功于望远镜的发明，而生物学和医学则应归功于显微镜的发明。这两样东西都是工匠而不是科学家发明的。科学的进步在某些时候完全是被科学仪器的发明推动的，而科学仪器往往一开始是工匠造出来的。

19世纪中叶，电力革命中出现了“科学—技术—生产”的转化方式，显示出科学对生产力的革命性推动作用，从而使社会对科学技术表示出强烈的关注和需求，科学活动的规模不

断增大；大规模的科学活动又对社会体现出越来越大的依赖，科学社会化和社会科学化的进程迅速发展。在现代，科学已成为社会和国家的事业，科学立项、科研管理部门、国立研究机构、研究型大学、科学基金会、企业研究开发部门、科学学会、国际性科学组织等形式不断产生，已发展成为一种完整的社会建制。现代科学步入了“大科学”时代。

现代科学的“大科学”特征，使科学与技术的关系十分密切，科学与技术经常联系起来用，简称为“科技”。但是，应该注意，科学与技术是有区别的，漠视二者的区别，会引起一系列的失误。我们只有在明晰地把握两者区别的基础上，才能真正把握好两者的联系。

2. 科学与技术的区别

科学属于认识范畴，它的主要任务是回答有关“是什么”“为什么”的问题，建立起相应的知识体系；技术属于实践范畴，它的主要任务是解决对客观世界（作用对象）“做什么”“怎样做”的问题，建立起相应的操作体系。

科学研究是对未知世界的探索，所用的方法主要包括观察、实验、搜集与整理感性资料、假说、逻辑推理、验证等；技术活动是在已有理论指导下实践性的探索，所用的方法主要是设计、模拟、类比、试验、放大、制作、标准化、程序化、试用（验收）等。

科学的成果形态是概念、原理、假说、理论；技术的成果形态是各种物质手段、方式与方法。

评价科学成果的标准是其符合性（理论的最终结果与实验事实是否相符、符合的程度）、创新性（在理论上是否有突破、是否有创造）、逻辑性（理论体系的结构是否严谨、自治）等，而评价技术成果的标准则是其效用性与可靠性，经济、社会、生态效益的显著性等。

科学研究的选题大多来自研究过程中逻辑自身的矛盾和反常现象，因而选题的探索性强、自由度大；而技术研究的选择，一般都有明确的目标。

科学成果与经济只有间接的关系，对经济可能有长远的影响，在短期内一般与经济无关；技术成果与经济有直接的关系，对经济可能立即产生效应，也可能影响长远，一般是保密的，特别是技术发明初期，可受专利保护。

除上述外，还应重视以下两点：

其一，科学活动与技术活动之间存在不同的思维气质。

由于科学家所追问的是自然界的存在方式和演化方式，为人类的生存和繁衍解决对自然界的基本认识问题，所以，科学家更关心的是事物存在的本质和它的演化规律。技术专家所追问的是自然界各种存在物的应用前景和利用自然规律的各种可能性。比如说，科学家和工程师同时面对大海的时候，科学家想得更多的是，海洋里边究竟存在些什么？海洋是怎样形成的？如何判断海洋的年龄？海洋的水文状况、盐度分布是否均匀？因此，在思维气质方面，科学家更与哲学家接近。工程师则不同，他面对大海会思考科学家给他提供的知识能不能尽可能廉价地用起来。比如，根据海洋科学家的说法，海洋表面与深海之间存在相当大的温差，

海洋之中存在着比地表水更大速度和落差的洋流，电力工程师马上想到的可能是，如何利用这个温差和洋流来产生电力。由此可知，工程师的思维气质更接近于商人和政治家。这也是工程师比科学家更容易与商人和政治家进行合作的原因所在。

其二，科学和技术对人类社会存在不同形式、不同程度的影响。

科学致力于揭示自然界的存在特点和运动规律，它对人类社会的作用表现在改变和提高人们的认识方面：技术因为是一种直接性的物质活动，所以它对社会的影响具有比科学和哲学更高的“可见度”。科学通过改变人的思想，提高人们的认识，经由技术和生产活动来间接地对人类社会发生作用。技术则直接地通过人们变革自然和社会的物质活动来改变人类社会的面貌。

3. 科学与技术的联系

科学与技术的联系表现或发生在各个方面及不同层次。现列举如下：

- (1) 科学是科学性技术产生与形成的基础，并为科学性技术发展不断提供知识源泉。
- (2) 技术的需要是科学发展的重要动力。
- (3) 技术为科学研究及其进展提供必要的手段及条件。
- (4) 经验性技术中包含着科学因素，它的提炼与升华是科学创造的一类源泉。
- (5) 科学可以改进或提升经验性技术。
- (6) 在技术中存在科学问题（“是什么”“为什么”），对这些问题的研究将形成技术科学。
- (7) 在科学中存在技术问题（“做什么”“怎么做”），这些问题的解决将推动科学发展或产生新的技术。

(8) 在现代社会大生产中，科学和技术已成为不可分离的“双胞胎”，出现了“科学技术化”“技术科学化”“科学技术一体化”的趋势。

科学和技术的关系在整个社会发展进程中是不断变化的，我们必须辩证地看待两者的联系。

一方面，科学对技术有着无可争辩的理论指导作用。它可以具体地概括为两个方面：

第一，一般的理论指导作用，主要表现在提高人的思维能力和方法论方面。人们从小学到大学，所接受的训练实际上都是科学的训练。数学对人的逻辑思维的影响是无须赘言的；牛顿的经典力学，把一种“机械观”变成了人类的常识，指导工程师和工人们解决了一系列微观世界的技术问题。爱因斯坦的相对论把人类从机械观的禁锢中解放出来，进一步指导人们去解决微观世界的技术问题。一个受科学训练的人和一个只受技能训练的人，素质是不同的。16世纪科学中心在英国，纺织机、蒸汽机、火车等已在英国发明。18世纪以后的科学中心转移到欧洲大陆，内燃机、发电机、汽车等近代一系列重大技术革新都是在法国和德国被创造出来的，其原因当然很多，但是有一个情况应该引起人们的注意，那就是：当时英国的工程师没有受过严格的科学训练，而法国和德国的工程师则是与科学家们一起在大学中接受训练的。

第二，科学理论和实验上许多重大突破，会产生全面的连锁反应，从而推进整个科学技

术和社会生产力的迅速发展。爱因斯坦的相对论、卢瑟福和玻尔的原子模型等等，为揭示原子核结构以及原子核裂变规律开辟了道路，从而把人类带入了原子能时代和电子技术时代。在科学史上这类例子是很多的，美国科学基金会对录音机等五项重大发明的技术构成进行统计分析后发现，技术突破的获得 70% 是来源于基础理论研究。经济合作与发展组织（OECD）针对 10 个技术先进国家“有关技术差别”的分析报告称，新技术创新和每万名工业人口中诺贝尔奖金获得者人数的相关系数为 0.92。这些数字不一定很准确，但有助于我们理解，基础科学的重大突破往往推动整个科学技术的发展，带来重大的技术革新，以至技术革命，从而开拓前所未有的全新生产领域。

另一方面，现代科学的发展已无法离开技术了，技术对科学的作用突出地表现在下列几个方面：

第一，许多重大的科学课题是为应对技术发展的需求提出的。当现有技术不能满足生产的需要时，当新技术发明过程中碰到理论问题时，当在技术使用的实践中发现令人不解的新现象时，都必然会反馈到基础科学中来，向基础科学提出新课题。

第二，现代科学研究活动必须依靠高超的技术和设备才能进行。“工欲善其事，必先利其器”。许多突破性的现代科学发现和重大学科的诞生都是依赖于高水平的实验技术与设备的：没有雷达技术和射电望远镜，射电天文学就不可能诞生，现代天文学的一系列重大发现和新的宇宙理论的建立也是不可能的；没有加速器、对撞机，无法探索基本粒子，高能物理、理论物理便无从谈起；同样，没有电子显微镜和 X 光衍射技术，分子生物学就只是一句空话。

第三，科学本身无法物化，只有通过技术这个中间环节，才能转化为一种直接的生产力，促进经济的发展。而反过来，只有经济发展了，才能提供更多的资源、资金，促进科学的发展。人类登月问题，在理论上 300 年前牛顿就已解决，但是只有在现代社会的经济和技术能力下才能使空间科学蓬勃兴起。激光理论，爱因斯坦早在 1917 年就已预见，但并未为人重视。只有第二次世界大战后，在经济和技术迅速发展的条件下，科学家才有可能在 1958 年提出激光器的概念，并在 1960 年通过应用研究制成第一台红宝石激光器。20 世纪以来，科学成果转化为直接生产力的过程不断加速，不正是得益于社会具有越来越强大的技术能力吗？

1.2 古代科学技术

古代科学技术是指近代科学产生之前世界各文明古国所产的科学技术，它包括东方四大文明古国、古希腊、古罗马和古阿拉伯的科学技术知识。其中，古希腊的科学思想和中国的四大发明，分别为近代科学的产生作了思想理论和物质技术上的准备。正是借助于古代阿拉伯的科学技术知识，欧洲实现了从古代科学技术向近代科学技术的过渡。

1.2.1 古代中国科学技术

中国古代有着特殊的地理环境，北面是寒冷的西伯利亚荒原，东面南面是浩瀚的大海，西面是高山、沙漠和戈壁，西南是喜马拉雅山脉，浩瀚大海和高山沙漠形成了一个相对封闭的地理环境，境内的黄河、长江作为两条生命的纽带，哺育着华夏民族。

大约在公元前 3000 年，在初期的部落联盟中产生了像尧舜这样杰出的军事领袖。舜禅让位于禹之后，禹建立了中国历史上第一个王朝——夏朝。约公元前 1600 年，商王汤推翻夏桀建立商朝，约公元前 1100 年，周武王灭商纣建立周朝。西周末年，诸侯势力强盛，王室日益衰微，平王被迫东迁后，进入春秋战国时期，至公元前 221 年秦始皇统一中国。从此，开始了中国长达 2 000 多年的中央高度集权制的封建专制政治格局。正是这种高度集权的皇权政治，保证了在此之后的各朝代在极大时期内政治稳定以及经济和科学文化的稳定发展。就在欧洲开始进入黑暗时期时，中国却达到了历史上的盛唐时代，在随后的宋朝达到了科学技术发展的高峰，此时的欧洲，才刚刚开始文化的复兴。古代中国在辉煌的历史文化中创造了独具特色的科学技术，构成这一独特的科技体系的有农医天算四大学科，以及陶瓷、丝织、建筑三大技术和闻名于世的四大发明。

1. 技 术

1) 陶瓷技术

中国瓷器经历了从陶器到瓷器，从青瓷到白瓷，再到彩瓷的发展过程。早在 1 万年前，中国人就开始制造陶器，先是手制陶器，后来又发展为轮制。“釉”的发现，使烧制后的陶器更显光洁。在商朝，我国已出现内外涂釉的陶器，唐朝出现了“唐三彩”。瓷器是陶器的进一步发展。与制陶相比，制瓷在选材、烧制深度和釉的使用上都不相同。原始瓷器大约在商代就已出现，随后瓷器业不断发展，在宋代以前，青、白、黑瓷已进入炉火纯青状态。从宋代开始出现彩瓷，其中的“青花”瓷后来成为我国瓷器的主流。造瓷技术于 11 世纪传到波斯和阿拉伯国家，1470 年传到意大利及西欧国家。

2) 丝织技术

丝织品是中国人民的发明和创造。早在 3000 多年前的殷商时代，我国就开始养蚕和织丝，周代出现官办的丝织业，长沙马王堆汉墓中发掘出的大量丝织品，展现了汉代初期我国丝织技术所达到的水平。唐代丝织品产地主要在北方，安史之乱后，江南的丝织业也迅速发展起来。这时丝绸的染色、印花技术和纺织机械都有很大改进，制出的丝织品相当精美。在此之后的宋代、元代和明清，丝织技术又有进一步的发展。约在公元前 4 世纪我国的丝织品就远销国外，汉代以后形成了著名的“丝绸之路”。公元 5~6 世纪间，波斯曾派专人来我国学习丝织技术，其后丝织技术才又传到欧洲。

3) 建筑技术

中国古代建筑技术达到过很高的水平，雄伟壮丽的万里长城，历史悠久的赵州桥以及代

表各时代建筑最高水平的宗教建筑和历代皇宫，都是华夏建筑的杰作。中国传统建筑是以木结构为主体的建筑风格，这一风格大概在汉代就已形成。世界上现存最高的古代木结构建筑是山西应县佛宫寺释迦塔，它建于公元 1056 年，高达 67.31 m，有 9 层，经多次地震而无损。明代在北京修建的皇宫，是传统木结构建筑技术的最高体现。我国古代建筑技术著作以北宋李诫所编《营造法式》最为著名，该书对建筑的设计和规划、工程技术、生产管理等都有系统的论述，是我国和世界建筑史上的珍贵文献。

4) 四大发明

中国古代的四大发明——造纸术、印刷术、火药和指南针，对整个世界近代文明和科学的发展作出了巨大贡献。马克思曾说：“这是预告资产阶级社会到来的三大发明，火药把骑士阶层炸得粉碎，指南针打开了世界市场并建立了殖民地，而印刷术则是生成新教的工具，总的说来变成了科学复兴的手段，变成对精神发展创造必要前提的最强大的杠杆。”

(1) 造纸术。在纸出现之前的中国，我们的先辈曾用甲骨、竹简、木牍、棉帛等作文字记录材料。这些东西或使用不便，或价格昂贵，都不能适应社会发展的需要。纸的出现，是书写材料的一次革命。世界上最早的植物纤维纸，在西汉时已由中国人发明。西汉古纸主要由大麻和苧麻纤维制成，即麻纸，它质地较粗糙，不便书写。后来，东汉蔡伦以树皮、破布、废麻和旧鱼网为原料，制成了质量较好的纸，从此价廉物美的纸就迅速推广。不久，我国制造的纸就远销国外许多地区。在 18 世纪之前，世界各国都沿用我国的造纸术，后来欧洲人有了新的发明，才在技术上超过我们。

(2) 印刷术。据史书记载，印刷术开始于隋文帝开皇十三年（公元 593 年），是雕版印刷。这种雕版印刷术在宋代达到了极高的水平，但它很费事费时。北宋时期的毕昇发明了活字印刷术，使印刷技术得到重大改进。元代著名农学家王祯用木活字改进了毕昇的泥活字，他还在《王祯农书》里专门写了一枚“选活字印书法”，这是世界上最早阐述活字印刷工艺的著作。欧洲人在 15 世纪开始使用活字印刷术。

(3) 火药。火药是炼丹术士在炼丹中偶然发现的。唐代著名医药学家孙思邈在他的《丹经》一书中，首次记载了配制火药的基本方法；到唐代末期，将硫磺、硫黄和硝石混合的真正黑色火药才出现；到了北宋年间，火药用于战争中的火器已比较普通；到了明代，火药武器种类繁多，还发明了多种火箭。火药和火药兵器是经过战争传到西方去的。欧洲人在 13 世纪时从阿拉伯人那里知道了火药，在 14 世纪中期学会创造火药。

(4) 指南针。指南针的基本原理是磁针的指极性，中国人早在公元前 3 世纪的战国时期就认识到这一点。之后，许多人制造了诸如“司南”、“指南鱼”之类的磁性指向工具，沈括在他的《梦溪笔谈》中记载了指南针的制造技术，还讨论了磁针装置的四种方法及其优劣。指南针作为导航工具，在航海业中发挥巨大作用。宋代期间，我国与阿拉伯地区海上往来频繁，指南针很快传到阿拉伯，其后又传到了欧洲，打开了近代欧洲人的视野。

2. 科 学

1) 农学

大约在公元前 5000 多年前,黄河长江流域已开始了农耕作业,在此后数千年中,农业一直是中国的立国之本,并形成具有特色的农学体系。我们的祖先对时令、土壤、选种育种、耕作、施肥、灌溉、田间管理等各个方面都有深入的研究,积累了丰富的经验,有许多发明创造。中国文化典籍中农书很多,其中最著名的有西汉氾胜之的《氾胜之书》、南北朝贾思勰的《齐民要术》,南宋陈旉的《农书》,元代王祯的《王祯农书》和明代徐光启的《农政全书》等。另外,作为农业命脉的水利工程,在古代中国也达到了极高水平。大约建成于公元前 3 世纪的都江堰至今仍然发挥作用,它使成都平原成了“水旱从人”的沃土良田,四川由此成为“天府之国”。

2) 中医学

中医学是我国古代发育最成熟的学科。春秋战国时期,医学体系得到初步建立;公元前 5 世纪的扁鹊代表那个时代医学的最高成就,他所采用的望色、闻声、问病、切脉四诊法一直沿用至今;《黄帝内经》是当时医学的集大成著作,书中提出的脏腑学说和经络学说为中医药学理论奠定了基础。东汉张仲景在他所著的《伤寒杂病论》中提出“辨证施治”的原则,又为中医的临床医学奠定基础。从此,中国传统医药学大踏步前进。在中药学方面,现存最早的药物学专著是汉代的《神农本草经》,在此之后的各朝代都有这方面的专著,而最为著名的是明代李时珍的《本草纲目》。针灸疗法为我国所独创,现在已越来越受到世界医学界的重视。

3) 天文学

据考古发现和文献记载,约公元前 24 世纪的帝尧时代就有专职的天文官,从事观象授时;到春秋战国时期,中国天文学开始由一般观察发展到数量化观测,出现专门的天文学著作;到了汉代,形成自己独特的天文和历法体系。以后历代天文学家不断修订历法,使其更为精确。与制定历法工作密切相关的天象观测构成了中国天文学的主要内容,在恒星、行星、日月和异常天象观测方面都有杰出的成就。自秦汉以来,我国出现一大批杰出的天文学家,像张衡、祖冲之、郭守敬,他们不仅有精湛的观测技术、高超的计算水平,还制造出许多传世的天文观测仪器。

4) 数学

汉代出现的《周髀算经》是现存我国最古老的数学著作,其中叙述了勾三股四弦五的规律。汉代出现的另一本著作《九章算术》标志着我国古代数学体系的初步形成,书中载有 246 个应用问题及其题解,涉及算术、几何、代数等许多方面的问题,被公认为是世界数学史上的名著。后来,我国数学的发展一直侧重代数学方面,至宋元时期达到高潮。北宋贾宪在他的《黄帝九章算法细草》中提出求任意高次幂正根的方法和指数为正整数的二项式定理系数表;南宋秦九韶在《数书九章》中讨论了对数方程的解法,能解许多二次和二次以上的代数