

国家“十五”重点图书

大学生文化素质教育丛书

主编：邹晓平

副主编：程发良 李奎山 李忠红

自然科学的发展概况与 现代科技进展

程发良 周显宏 陈 舰 编著

ZIRANKEXUE
DEFAZHANGAIKUANG
YUXIANDAIKEJIJINZHAN

上海辞书出版社

国家“十五”重点图书

大学生文化素质教育丛书

主编：邹晓平

副主编：程发良 李奎山 李忠红

自然科学的发展概况与 现代科技进展

程发良 周显宏 陈 舰 编著

ZIRANKEXUE
DEFAZHANGAIKUANG
YUXIANDAKETIJINZHAN

上海辞书出版社

图书在版编目(CIP)数据

自然科学的发展概况与现代科技进展/程发良等编著.

(大学生文化教育丛书)

—上海:上海辞书出版社, 2003.8

ISBN 7-5326-1351-8

I.自... II.程... III.①自然科学—概况—高等学校—教材②高技术—技术发展—概况—高等学校—教材③新技术—技术发展—概况—高等学校—教材

IV.N11

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第071441号

编 著:程发良 周显宏 陈 舰

责任编辑:朱伟明

特约编辑:陈 宁 宁

自然科学的发展概况与现代科技进展

上海辞书出版社 出版

(上海陕西北路457号 邮政编码200040)

上海辞书出版社发行所发行 上海市青浦印刷厂印刷

开本889×1194 1/32 印张10

字数280千字

2003年8月第1版 2003年8月第1次印刷

ISBN 7-5326-1351-8

定价:18.00元

加强大学生人文素质教育 培养现代高素质人才 (代 序)

文化素质教育作为大学素质教育的重要组成部分，旨在促进人文精神、科学精神向学生心理品质的内化，开阔学生视野，提高学生精神境界，培养学生科学的思维方式，塑造学生完美人格。

文化素质在人才培养中的基础作用已经成为共识，文化素质教育近年来在我国高校受到普遍重视，加强大学生文化素质教育，首先是教育规律的内在要求。中国古代的教学内容的“六艺”，古希腊教育的“七艺”，它们的具体内容虽不尽相同，但都包含有人文精神、科学素养和艺术品性三个部分。事实上，这正是人类文明的三个支柱，人类完善自身的三个方面。爱因斯坦曾说过，单有科学教育，“只教给人一种专门知识、技术是不够的，专门知识和技术虽然使人成为有用的机器，但不能给人一种和谐的人格。最重要的是要人借着

2 自然科学的发展概况与现代科技进展

教育得到对于事业及人生价值的了解和感受,对于人类的各种动机、各种期望、各种痛苦有所了解,才能和别的个人和社会有合适的关系”。加强大学生的文化素质教育,正是遵循教育规律的要求,实现科学教育和人文教育相融合的完整的教育。

其次,加强人文素质教育,是适应现代社会发展的迫切需要。当今世界科技和社会发展呈现出整体化、综合化、全球化、人性化的趋势,这一由现代科技革命所形成的新趋势,具有科技文化和人文精神相融合的新特点,它需要将科学教育与人文教育融为一体,培养出具有综合创新能力的高素质人才,这种人才既具有民族精神的底蕴,又有世界的文化视野。

现代年轻一代不应该成为目光短浅的实用主义者、狭隘的功利主义者,甚至拜金主义者、个人主义者,大学应该培养学生的人文精神、科学素养和艺术品性,使他们成为具有跨学科知识和多方面能力的、在未来成为会学习、会做人、会做事、会处世,受社会欢迎的全面发展的人才,为未来的发展夯实最根本和最重要的文化底蕴。

文化素质教育的实施要发挥课堂教学主渠道的“教化”作用,高素质教师队伍的“师范”带动作用及高品位校园文化的“熏陶”作用,通过开设多学科课程、讲座和开展丰富多彩的校园文化活动,使学生具备人文社会科学、自然科学和艺术等领域的基本素质。

我院在设计人文素质教育系列课程的同时,便已着手组织相应教材的编写工作。这套“人文素质教育”丛书,力图克服传统的教育理念和教学思路带来的学生知识结构缺陷的弊端,希望通过这套丛书的编写,培养学生的人文关怀意识和科学实证精神,提高学生的人文素养和科学素质,使这些学科知识真正成为学生素质的有机组成部分,培养学生的创新精神和实践能力。这套丛书共有6本,即《大学艺术美育》、《大学品位与大学生活》、《思维的品格与培育》、《中国传统文化精神》、《中西方文化比较》、《自然科学的发展概况与现代科技进展》。参加这套丛书编写的教师,都是我院相关学科的教学科研骨干。

十年树木，百年树人。素质教育是一个长期的过程，大学生人文素质教育的培养和提高，也是一个需要多方面努力的事情。我们期望通过这套教材的编写和出版，能够为此作出贡献。

杨晓西

2003年7月

前 言

科学是以逻辑和概念等抽象形式反映自然、社会、思维等客观规律的分科的知识体系；技术是根据生产实践经验和自然科学原理而发展成的各种工艺操作方法和技能。科学的任务是认识世界，形成反映客观世界各种现象的本质和规律的知识体系，科学家是客观规律的发现者和新知识的创造者，科学是基础和源泉，当然也是潜在的生产力；工程科技的任务是将知识上的创新转化为技术上的创新，将潜在的生产力物化为现实的生产力，工程科技工作者是先进生产力的开拓者和实践者，工程科学技术又包含工程科学(或称为技术科学)和工程技术(或称为技术)两部分，工程科学是架设在基础科学和工程技术之间的桥梁，由工程科学家研究和解决某类工程技术中带有普遍性的问题；工程技术是生产建设第一线的工程师用以创造现实生产力的手段，包括各种工艺、技术、工具、设备等。

科学史是关于科学技术产生、发展及其规律的科学，是人类认识自然、改造自然的智慧结晶。通过科学史的研究，可以总结科学技术发展的内在规律，传播这种理性精神，从而加快人类发展的进程；通过科学史的学习可以激发人们对科学探索的激情、有助于理

2 自然科学的发展概况与现代科技进展

解科学的批判性和统一性、有助于理解科学的社会角色和人文意义,这也正是我们遵循教育规律的要求,加强大学生的文化素质教育,实现科学教育和人文教育相融合的完整教育的目的。

全书共分四个部分讨论了自然科学发展史和当代高新技术的进展。第一部分由程发良编写,第二部分由周显宏编写,第三部分由陈舰编写,第四部分由程发良、陈舰编写,程发良编写了附录部分,全书由程发良统筹,汪洪参加了部分章节的编写工作并负责全文的润饰工作。

本书在编撰过程中参考、借鉴了已出版的各种科学史著作及其他相关文献,作者谨向相关单位、作者致以诚挚的谢意。

尽管作者为本书付出了大量劳动,但由于学识水平有限,书中难免有疏漏、错误,敬请同行和读者批评指正。

编著者

2003年6月

目 录

前言	1
第1章 科学技术的起源	1
1.1 科学、技术与科学史	1
1.2 科学技术的主要成果	3
1.3 古代科学技术	12
第2章 近代自然科学的兴起	39
2.1 近代自然科学的产生	39
2.2 近代自然科学的发展	68
2.3 近代科学思想和科学方法的形成	113
第3章 现代科技的发展与进步	127
3.1 现代数学	127
3.2 现代物理学	138
3.3 现代化学	169
3.4 现代生物学	178

2 自然科学的发展概况与现代科技进展

3.5 现代天文学·····	186
3.6 现代地球科学·····	198
第4章 当代高新科技及其重大前沿领域·····	207
4.1 高新技术概述·····	207
4.2 信息技术·····	215
4.3 生物技术·····	224
4.4 激光技术·····	230
4.5 新材料技术·····	237
4.6 新能源技术·····	242
4.7 现代技术与传统制造业·····	249
4.8 环境科学技术与可持续发展·····	257
附录一:历届诺贝尔奖获奖者名录(物理、化学、生理及医学奖部分)·····	269
附录二:科学大事纪·····	287
参考文献·····	305

第一章 科学技术的起源

1.1 科学、技术与科学史

科学在拉丁语（Scientia）中是指学问或知识的意义；在英语（Science）中是指一切有系统的学问，包括自然科学和历史、语言学、哲学等内容；日本人福泽瑜吉将“Science”翻译为“科学”；1893年，康有为引进并使用“科学”二字，严复在翻译《天演论》时，也使用“科学”二字，此后，“科学”二字在中国得到了广泛的使用。科学是以逻辑和概念等抽象形式反映自然、社会、思维等客观规律的分科的知识体系。科学一般分为自然科学和社会科学两大类，而哲学是二者的概括和总结。

古希腊的著名思想家亚里士多德认为：技术是“制造的智慧”；培根在17世纪首次提出要把技术作为一门学问来研究；法国科学家狄德罗在其所著的《百科全书》中，给技术一词所下的定义是：技术是为某一目的共同协作组成的各种工具和规则体系；目前，对技术的一般定义为：技术是根据生产实践经验和自然科学原理而发展

2 自然科学的发展概况与现代科技进展

成的各种工艺操作方法和技能。

科学与技术已经成为辩证统一的整体,科学中有技术,技术中也有科学;科学思想可以直接引发一门技术的产生,如原子核裂变的发现导致了原子弹的爆炸和核能的和平利用;有时对技术的总结会产生一门新的科学,射电天文学就是在射电望远镜的发明和使用的基础上产生的。可以说,科学是技术的升华,技术是科学的延伸。

徐匡迪在中国科学技术协会2002年年会报告中对科学与技术的关系,有一番独到的见解:科学的任务是认识世界,形成反映客观世界各种现象的本质和规律的知识体系,科学家是客观规律的发现者和新知识的创造者。科学是基础和源泉,当然也是潜在的生产力。工程科技的任务是将知识上的创新转化为技术上的创新,将潜在的生产力物化为现实的生产力,工程科技工作者是先进生产力的开拓者和实践者。工程科学技术又包含工程科学(或称为技术科学)和工程技术(或称为技术)两部分。工程科学是架设在基础科学和工程技术之间的桥梁,由工程科学家研究和解决某类工程技术中带有普遍性的问题;工程技术是生产建设第一线的工程师用以创造现实生产力的手段,包括各种工艺、技术诀窍、工具、设备等。

科学史是关于科学技术产生、发展及其规律的科学,是人类认识自然、改造自然的智慧结晶。虽然关于科学史的研究具有悠久的历史,但科学史成为一门独立的学科,是在20世纪60年代的事情。最早的科学史是由科学家编纂的,他们主要探讨所从事的研究领域的历史沿革,以及他们所在的科学学科的学科史,难免带有一定的片面性。所以今天的科学史研究,就需要从新的视角来理解科学及其历史,真正的科学史家应该把握住科学历史进程,并且要揭示科学真实的历史进程,既不要将科学的历史描绘为纯粹的100%理性的进步史,或者理性的史诗,也不能将科学丑化。当然,科学中的理性精神确实是存在的,而且是非常强的,通过这门学科的发展,通过对科学历史的了解,通过科学史的研究,可以总结科学技术发展的内在规律,传播这种理性精神,从而加快人类发展的历程。

1.2 科学技术的主要成果

1.2.1 古代科学技术的主要成果

古代的科学技术大多属于比较零散的知识,尚未形成独立的学科体系,是对自然现象的描述和实践经验的总结。

这一时期,古埃及和巴比伦相继创造了图形文字和象形文字,人们制订了太阳历,掌握了计时方法(当然,其中不乏占星术等宗教神学活动),在制作木乃伊的过程中,积累了关于人体结构、心脏与血液循环的关系以及大脑对人体的作用的知识。

古希腊、罗马的科学家已经提出了“原子”是组成物质的最基本单位,是不可再分的物质微粒的观念;在天文学方面,虽然出现了“太阳中心说”的假说,但“地球中心说”的观念被人们普遍接受;在医学方面,罗马人建立了医学校,可以进行外科手术;欧几里得的几何学、阿基米德的力学等代表了这一时期希腊、罗马自然科学的最高成就。

中国古代科学技术的成果主要集中在天象记录、中医学、数学和指南针、印刷术、造纸、火药四大发明。

1.2.2 近代科学技术的主要成果

一般认为,近代科学技术的产生是以1533年哥白尼发表《天体运行》和维萨留斯发表《人体结构》为标志。

17世纪初到18世纪期间,伽利略和牛顿的经典物理学理论体系的建立,奠定了机械学的基本原理。瓦特蒸汽机的诞生,宣告了第一次工业革命的开始。

19世纪30年代,法拉第建立电磁感应理论,推动了工业电气化,开创了第二次工业革命。19世纪中叶,细胞学说、达尔文的进化论和能量守恒与转换定律这三大发现,包括热力学和统计物理学的建立,推动了生物学和物理学的空前发展。19世纪中后期,电磁波的发现以及麦克斯韦电磁场理论的建立,为无线电的发明和电信事业的发展奠定了基础。

1.2.2.1 细胞学说

4 自然科学的发展概况与现代科技进展

细胞的发现依赖于显微镜为人们提供了肉眼看不见的世界。1663年,英国科学家胡克(1633-1703)在显微镜下观察软木片时发现了一个个像蜂窝一样排列的巢房,房子是空的,他把这些小房间称作细胞,这是人类历史上第一次直接看到细胞。当然,胡克看到的是细胞壁(软木组织中死细胞留下的空腔),并不是活细胞。而荷兰科学家列文虎克(1632-1732)用自制的放大倍数很高的显微镜看到了鞭毛虫、细菌、红细胞、人的精子,他还描述过骨细胞和肌肉细胞。

尽管这些先驱者们都看到了细胞,但是由于当时的显微镜技术刚刚发展,他们还只能看到细胞的外观形态,辨别不清细胞内部的结构,因此不可能理解细胞的真正的重要意义。在此后的100多年中,细胞都未能引起人们足够的重视。

1809年,德国的自然哲学家、博物学家奥肯(1779-1851)提出了原浆原胞的假说。这可以说是细胞学说的萌芽。奥肯假定,一切生物体中都含有一种原始的粘液状的物体,也即原浆。这种原始的粘液状的物体最初是在大海中由无机物质产生的,它的表面逐渐加厚,形成一种球状的小胞,奥肯把这种小胞叫做纤毛虫,也即原胞。他认为,所有的生命都是由这种纤毛虫的小胞组成的,最简单的生物是由一个小胞组成,这也就是纤毛虫,而动物和植物是纤毛虫的"群体",不过每个纤毛虫都放弃了自己的独立性,从属于作为一个整体动植物的有机体。

1824年,法国生物学家迪特罗歇根据他在显微镜下的观察结果,明确提出,动植物的组织和器官都是由小球,也即细胞构成的。但是他的看法并没有引起人们的重视和承认。

1831年,英国植物学家布朗在观察兰花细胞时发现,细胞中的液体物质并不是均一的,每个兰花细胞中都有一个圆形的核状物,布朗把这些核称作细胞核。之后,捷克生理学家普金叶和他的学生瓦伦丁又观察到了动物细胞中的细胞核,发现了母鸡卵中的胚核。他们提出皮组织、神经组织、软骨组织都是由细胞组成的,将细胞称作小粒,并描述了每个小粒中有一个更小的核。

19世纪30年代,德国植物学家施莱登(1804-1881)首先指出,所有植物体都是由细胞构成的。他的这个观点被德国动物学家施旺(1814-1882)在动物组织和细胞研究中证实,施旺同时发现,所有动物也是由细胞构成的。施旺指出:细胞是有机体,整个动物或植物体乃是细胞的集合体,它们依照一定的规律排列在动物体内,在此基础上他们创立了细胞学说。由于细胞的发现,我们不仅知道一切高等有机体都是按照一个共同规律发育和生长的,而且通过细胞的变异,能改变自己,向更高的发育道路迈进。

施莱登和施旺确立了细胞学说,但是在细胞分裂是怎样发生的问题上,他们的看法却是错的。施莱登认为细胞核是由细胞中所含的粘液状物质结晶形成的,当细胞核长到一定大小时,在其周围就会形成小泡,这个小泡在母细胞中长大到一定程度,就从母细胞中分离出去,成为一个新的细胞。德国科学家雷马克和他的好朋友、病理学家微耳和(1821-1902)等科学家纠正了这一错误。雷马克在研究小鸡胚胎发育中,也详细地描述了胚胎血球的分裂现象。他提出细胞是按一分为二,二再分为四这样的比例增长的。不过,当时大多数人还是相信施莱登和施旺提出的新细胞是在母细胞中自然生成的观点。微耳和在观察角膜的治愈中,经过对病理过程深入细致的研究,得出了和雷马克同样的结论:细胞是靠分裂增长的。1855年,微耳和在《细胞病理学》一文中,用了一句非常有名的话来概括他的论断,那就是“一切细胞来自细胞”。即细胞是生命的基本单位,组织、器官、系统、个体组成了生命的巨大链条,细胞是这个链条中永远可以找到的处于最内层的一环。一切疾病的原因应当到细胞中去寻找,整个病理学就是细胞的病理学。虽然微耳和的看法有片面性,但是他向统治了1000多年的传统体液学说发出了挑战,把病理学引向了细胞层次,开创了细胞病理学。

1.2.2.2 达尔文的进化论

查里·达尔文于1809年出生于英国一个医生的世家,他的家人希望他秉承家族的传统,从事医学事业。18世纪20年代,由于对自然历史的浓厚兴趣,达尔文终止了在医学院的学习。19岁时,达尔

6 自然科学的发展概况与现代科技进展

文的家人把他送到剑桥去学习神学，希望他成为一个乡村牧师，这样，可以继续他对博物学的爱好而又不至于使家族蒙羞，但是达尔文对自然历史的兴趣变得越加浓厚，完全放弃了对神学的学习。在剑桥期间，达尔文结识了著名的植物学家汉斯罗和地质学家塞治威克，并接受了植物学和地质学研究的系统训练。

1831年夏天，达尔文在汉斯罗的推荐下，以一名博物学家的身份随英国海军探测船“贝格尔”号参加了历时5年的环球考察，这次环球航行，特别是在南美洲长期的科学考察改变了他世界万物都是上帝创造的信仰。在“贝格尔”号航行中，达尔文采集到许多植物和海生动物。在南美洲东海岸的加拉帕戈斯群岛，这些岛上有许多种巨大的海龟和山雀，它们整体形态相似，属于相近的物种，但各有自己的特点和差异，这些为达尔文后来形成自然选择理论提供了重要的例证。但是生物进化的动力是什么？1838年，达尔文偶尔读了马尔萨斯的《人口论》，从中得到启发，领悟到生存斗争在生物生活中意义，并意识到自然条件就是生物进化中的“选择者”，具体的自然条件不同，选择者就不同，选择的结果也就不相同。在其1859年发表的《物种起源》一书中，达尔文用大量的事实证明生物变异的普遍性、变异与遗传的关系，提出了生存竞争和自然选择学说，系统地论述了物种形成的机制。该书的发表标志着现代生物进化理论的形成，引发了近代最重要的一次科学革命，因而达尔文被称为生物进化论的奠基人。

达尔文的进化论主要包括两部分内容，一是前人如布丰和拉马克的一些观点，如变异和遗传；二是达尔文自己创造的理论（如自然选择理论）和一些经过修改和发展的概念，主要为性状分歧、物种形成与灭绝和系统树等。达尔文的进化论是一个综合学说，其核心内容为自然选择。

1.2.2.3 能量守恒和转化定律

19世纪30年代前后，蒸汽机的产生直接引出了如何提高蒸汽机的效率这一问题，从而为能量守恒和转化定律的发现提供了最坚实的实践需求。法国工程师萨迪·卡诺（1796—1832）在其1824年

发表的《关于火的动力以及产生这种动力的机器的研究》一文中得出结论：热机必须工作于两个热源之间，热从高温热源转移到低温热源时才能做功，热机做功的数值仅仅决定于两个热源之间的温度差，而与工作物质无关。卡诺的这一结论为热力学第二定律的发现提供了基础。但是，由于他相信热素说，因而看不到热能和机械能之间的转化以及两者总和的守恒关系，当他于1830年放弃了热素说之后，在笔记本中便明确地提出了热的分子运动论和能量守恒与转化定律，并得出热的机械当量为 $370 \text{ 千克米} / \text{千卡}$ ，离今天的准确数值 $427 \text{ 千克米} / \text{千卡}$ 已较为接近。他的这一结论由于种种原因，直至1878年才公布于世。这时，人们早已公认了能量守恒与转化定律。

1837年，德国生理学家莫尔发表了《论热的本质》一文，表述了与卡诺类似的思想。1839年，法国人M·塞贯，在他的著作《论铁路的影响》一书中，计算出了热的机械当量。1840年，瑞士化学家赫斯提出热化学定律，指出化学反应中所释放的热量是一个同中间过程无关的恒量。可惜，这些人的著作，有的长期不能发表，有的即使发表了，也没有引起人们的注意。

1842年，迈尔、焦耳、赫尔姆霍茨和格罗夫几乎同时证明了机械能、热能、光能、磁能和化学能等在一定条件下可以相互转化，不发生任何消耗，并且确定了热的机械当量。正是这些工作标志着能量守恒和转化定律正式问世。

德国医生J·R·Mayer于1840年随船从荷兰驶往东印度。当远洋轮船航至热带海域时，船医迈尔发现患病海员的静脉血液比在欧洲时红亮。受拉瓦锡的氧化燃烧理论的启示，迈尔认为这是由于在热带高温条件下，血液含氧较多的缘故。由此，迈尔联想到人体内的食物所含的化学能就像机械能一样，可以转化为热能。回国后，迈尔设计了一个实验，靠绕着圈子的马作为动力，搅拌大锅里的纸浆，他测出纸浆温度的升高，就可得到马做了一定量的机械功所产生的热量的数据。1842年，迈尔写成了他的第一篇关于能量守恒和转化定律论文：《论无机自然界的力》。论文发往当时德国主要物理学年鉴杂志，结果被主编波根多夫拒绝发表而退了回来。虽化学家