

科学教育学·第一卷

科学教育基础

吴俊明 骆红山 马勇军 等编著
张洪洋 张荣华



科学出版社

www.sciencepress.com

科学教育学·第一卷

科学教育基础

吴俊明 骆红山 马勇军 等编著
张洪洋 张荣华

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是《科学教育学》的第一卷,旨在帮助读者了解科学教育学的基本问题。书中从科学教育的目的与内容、科学课程与教学、科学普及与科学传播、科学教育资源、科学教育的测量与评价、技术教育、环境教育与 STS 教育以及科学教师等方面对科学教育作总括性的基础性的介绍。本书观念先进,资料翔实,内容丰富,有重要的理论和现实价值。

本书可供正在从事或者准备从事跟科学教育有关工作的人士,以及对科学教育感兴趣的人士阅读和参考,也可作为高等院校相关专业本科生、硕士生和博士生教学以及理科教师继续教育的教材。

图书在版编目(CIP)数据

科学教育学·第一卷 科学教育基础/吴俊明等编著. —北京:科学出版社,2008
ISBN 978-7-03-022776-8

I. 科… II. 吴… III. 科学教育学 IV. G40-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 123946 号

责任编辑:李 瑾 / 责任校对:刘珊珊
责任印制:刘 学 / 封面设计:一 明

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

http://www.sciencep.com

南京展望文化发展有限公司排版

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社出版 各地新华书店经销

*

2008 年 9 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2008 年 9 月第一次印刷 印张: 29

印数: 1—3 200 字数: 567 000

定价: 56.00 元

前 言

在传统上,我国学校的科学教育是分科的。而且,小学、中学、大学以及社会的科学教育各行其是,很少联络、协调。时至今日,进行科学精神和科学思想、科学观念教育,大量地、高效率地培养高素质的创新型科技人才,已成为科学教育的重要任务。在这种情况下,科学教育的分科、分割局面日见其绌:单科情结“一叶障目”,不见整体,缺乏上位思考,缺乏整体规划,容易迷失方向;过于重视学科知识传授,忽视学生全面发展,忽视不同学科之间的相互联系,或者不必要地交叉、重叠,甚至把单一学科跟科学整体对立起来……严重地影响着我国的科学教育。2003年12月,胡锦涛同志在中共中央、国务院召开的全国人才工作会议上讲话指出:实施人才强国战略,“要进一步完善普通教育、职业教育、成人教育和高等教育相衔接的教育体系,完善继续教育和培养制度,建立健全人才培养机制。”2006年6月5日,胡锦涛在中国科学院第十三次院士大会和中国工程院第八次院士大会上讲话指出:“创新型科技人才的成长是一个综合培养的过程,不可能一蹴而就,先要从教育这个源头抓起……要以系统的观点统筹小学、中学、大学直到就业等各个环节,形成培养创新型科技人才的有效机制。”要落实这一指示,改变科学教育的乱象,实在有必要着力改变科学教育整体研究薄弱的状况,加强对整体观念指导下的科学教育的学习和研究,对过去和现在由分科、分割的科学教育培养的各类科学教师进行“补课”、培训。

本着上述认识,我们写作了《科学教育学》,试图推动对科学教育整体性问题的思考和研究,探索如何在整体观念指导下进行包括分科课程在内的科学教育和科学教育研究,改变我国科学教育分割和分散的局面。近几年来,我们对科学教育的整体性问题和若干问题作了一些研究和思考,结合科学教育专业本科生、硕士生和博士生的培养作了一些探索,《科学教育学》实际上反映了我们所做努力的部分成果。

写作《科学教育学》的另一目的是为了满足不同层次、不同专业、不同学科的教学需要。因为在近几年的教学、招生等工作中,我们切实体会到编写适合各层次使用的教材的迫切性。但是,我们不能把它只写成教材,因为教材不宜包含过多的探究性

内容、前沿性内容,面比较窄。不限于教材,就能对一些问题作比较深入的讨论,能提供更多的资料,较好地适应科学教育研究的发展。鱼我所欲也,熊掌亦我所欲也。对于这两方面的需要,我们惟有尽量统筹兼顾。

《科学教育学》共分为四卷:第一卷为《科学教育基础》,第二卷为《科学课程教学》,第三卷为《科学教育研究》,第四卷为《科学教育专论》。全书既对科学教育作宏观、整体、上位、系统的讨论,又分层次对科学教育的一些重要问题作初步介绍,以使读者初步了解科学教育,初步了解科学教育研究,步步接近科学教育的前沿问题,为开展科学教育研究打好必要的基础。

《科学教育学》可以作为专著供对科学教育、物理学教育、化学教育、生物学教育、技术教育等有感兴趣的读者阅读、使用。其中第一卷和第二卷也可以作为有关专业本科生的基础课和专业课教材,以及报考课程与教学论理科各方向硕士研究生的主要参考书,还可以作为教师继续教育教材使用。

《科学教育学》第一卷和第二卷的内容着重于:①介绍科学教育的现状和发展动向;②介绍物理学、化学、生物学、天文学、地学以及科学和技术教育的基础知识和实际工作,以基础的科学教育为主,兼顾其他需要;③为后续卷的阅读、学习作必要的铺垫。第一卷具有导论性质,旨在使读者对科学教育的基本问题有总括的、基础性的了解;第二卷具有分论性质,在分别概述中、小学科学教育之后,论述各种科学课程及其教学。第一卷和第二卷是模块化的,在作为教材使用时可以选教、选学一部分,随意搭配以满足不同需要,其余部分则可作为阅读材料。

第三卷和第四卷主要供对科学教育、物理学教育、化学教育、生物学教育、技术教育等有感兴趣的读者作提高性阅读、使用。第三卷可作为有关专业研究生的基础课程或专业课程教材。其第一部分主要供科学教育、物理学教育、化学教育、生物学教育、技术教育方向硕士研究生使用,可作为报考科学教育方向博士研究生的主要参考书,内容偏重于从不同角度(主要是时空广度和分析深度等方面)扩展对科学教育的认识,引导他们对科学教育作初步研究。第二部分主要供科学教育方向博士研究生使用,内容偏重于从不同角度来更深入地认识、研究科学教育,从广度和深度两方面来适应高层次科学教育人才的实践和工作需要。第四卷介绍了近几年我们对科学教育所作的一些专题研究。各卷、各部分之间既有整体性,又有相对独立性。

对于有志于学习、研究科学教育学的读者来说,使用《科学教育学》时,一定要注意从科学教育的实际出发,注重实践,广泛阅读,勤于思考;要在实践中发现问题、解决问题,在实践中理解、体验和总结,在实践中逐步学会研究,不能图省力、走

捷径。使用《科学教育学》于教学时,可根据实际情况选用部分章节,不必全部作为教学内容,其余内容可作为学生阅读教材。同时,应多采用讨论方式进行教学,多结合实践开展教学。有人认为,科学教育学属于文科,只要死记硬背“重点”就能学好科学教育学了。这是对科学教育学的极大误解。如果不幸真的这样去做,肯定是学不好它的。

“读史使人明智”,是因为人类的认识历史蕴含着事物发展的规律和逻辑,了解有关认识的发展过程,能更深刻地认识事物和把握事物的发展。研究、了解科学认识史和科学思维史,有助于对各种科学教育现象的深刻理解和规律探求。因此,书中注意介绍有关问题的发展史。读者时间充裕时,沿着历史发展的线索阅读固然最好;如若时间不那么充裕,先了解最新发展结果,以后再了解历史过程也未尝不可。

第一卷《科学教育基础》的写作分工为:绪论由白新瑞、吴俊明老师负责;第一章由骆红山、吴俊明、胡兴昌老师负责;第二章由吴俊明、白新瑞、蒋永贵老师负责;第三、四章由张洪洋老师负责;第五章由吴俊明、张荣华、李艳灵老师负责;第六章由张荣华老师负责;第七章为马勇军老师负责;附录由吴俊明、李艳灵老师负责。

为了有助于读者更好地了解有关问题,书中还提供了一些例证性的,或者拓展性的、参考性的、资料性的材料。这些材料大多以楷体排印。

书中尽量阐明各种重要概念、尽量多设不同层次的标题,以利适合于教学。

科学教育学是一门新起步的学科,如何构建一个比较合理、完善的科学教育学,尚需进一步讨论、探索。因此,《科学教育学》实际上具有导论和“抛砖引玉”性质。

任何学科的发展都依赖于前赴后继的积累,科学教育学毫不例外。尽管书中有不少属于我们原创的内容,但也离不开此前许多人的研究和努力。我们尊重他们的劳动,所以在引用有关成果时,尽量说明来源或列出有关文献著录。智者千虑,难免一失。更何況我们实际上也只能算是科学教育的“新兵”,编著这样一本书也颇为吃力。书中难免有疏漏和错误,不足之处,尚祈读者批评指正并预致谢忱。

《科学教育学》的写作和出版,得到了上海师范大学研究生处的大力支持和帮助,谨在此表示衷心的感谢。

吴俊明

2008年春于上海

绪 论

考察科学技术跟现代社会的关系,深刻地认识“科教兴国”的伟大意义,了解为什么要研究、学习科学教育学,弄清它的研究对象、内容和方法等等,这是科学教育学“开宗明义”的几个重要问题,我们的“科学教育学之旅”就从这几个问题开始。

第一节 科学技术与现代社会

人类最初的科学活动,主要出于对探索和寻求自然奥秘的兴趣与好奇,是以个人兴趣为中心的,跟技术没有什么联系,对社会没有什么影响。因此,那时的科学只是少数人的事,处于社会的边缘,不受重视。如今,这种情况有了翻天覆地的根本变化。本节就先来考察这个变化及其缘由。

一、科学技术革命与社会发展

科学技术的进步极大地促进了人类社会的发展。从15世纪以来,人类的科学技术经历了三次大的革命性变化。

1. 第一次科学技术革命与社会发展

(1) 第一次科学技术革命的特点

第一次科学技术革命是近代相继发生的第一次科学革命和第一次技术革命的合称。第一次科学革命发生在欧洲从封建社会向资本主义社会过渡的15世纪后期到18世纪中叶。它由哥白尼天文学革命开始,以牛顿、伽利略为代表的经典力学体系的建立为标志,同时,科学实验、数学和逻辑推理被确立为科学的基本方法。第一次科学革命是在跟宗教神学斗争中、在资本主义生产发展和资产阶级民主革命运动相互推动中产生和发展起来的。第一次技术革命发生于18世纪60年代至19世纪40年代,起源于英国产业革命。它以牛顿建立的经典力学体系为支撑,以纺织机械的革新为起点,以蒸汽机的发明和广泛应用为标志。此时,科学发展与实际应用结合开始被人们重视,科学社团开始出现,成为科学社会建制的萌芽。

(2) 第一次科学技术革命对人类社会的影响

第一次科学技术革命对整个人类社会的政治、经济、文化发展都产生了极其深

刻的影响：人类首次大规模地实现了热能向机械能的转化，用机器代替人的部分体力劳动；它创造的工具和蒸汽技术提高了劳动生产率，使社会生产力实现了巨大的飞跃，实现了工业生产从手工操作到机械化的转变，使社会生产从手工工具时代进入蒸汽机和机器时代；它推动了纺织、采矿、冶炼、机械加工及交通运输等产业的发展，引发了产业革命和社会结构的变化，使社会从农业社会进入农业-工业社会；它使小农经济和手工行业经济逐步被摧毁，使大批农民和手工业者雇佣劳动化，而土地贵族和工厂主则资产阶级化，导致工业资产阶级和无产阶级的形成以及资本主义制度的建立，引起了社会生产关系和其他社会关系的变迁。自然科学领域中能量转化学说、天体运行学说、细胞学说和进化论等重大发现揭示了世界的物质性和物质运动的联系性，强烈地冲击了唯心主义和形而上学的思想统治。不过，此时人类的科学认识还是比较零散的，不少学科尚处于初建阶段。

2. 第二次科学技术革命与社会发展

(1) 第二次科学技术革命的特点

第二次科学技术革命发生在 19 世纪 70 年代到 20 世纪 40 年代。在此期间，物理学、化学、生物学、天文学和地质学等自然科学纷纷建立了自己的理论基础，进入比较完善和系统的阶段。特别重要的是，人类实现了热能和机械能与电能的相互转化并注意提高转化效率，把以煤为主要能源的蒸汽动力时代推向了以石油为主要能源的内燃机-电力时代，由此跨进大规模使用内燃机和电力技术的现代文明时期，其主要标志是内燃机和电力的大量应用。与第一次科学革命和第一次技术革命先后分别进行的情况不同，第二次科学技术革命以电磁学理论和热学理论创立为先导，在其指导下广泛应用内燃机和电力技术于生产、生活、通讯等领域；科学革命和技术革命的相互联系、相互结合表现得更为明显；科学活动进一步专门职业化。

(2) 第二次科学技术革命对人类社会的影响

第二次科学技术革命对人类社会，特别是对率先进入资本主义社会的国家产生了更大的影响。内燃机和电力不仅为工业提供了方便、廉价的新动力，而且引动发电、输电、配电、电气设备制造、冶金、石油开采与加工、运输、材料等产业迅速形成，促使资本主义生产力进一步发展，促进了工业社会的全面建立，重工业开始在整个工业中占主导地位。第二次科学技术革命使世界工业产量在 19 世纪最后 30 年内增长了 2 倍多，^①创造了令蒸汽动力时代望尘莫及的经济规模和效益。它使德国、美国等国家迅速崛起，在许多方面超过原先的“龙头老大”英国。它加速了资本的积聚和集中，使资本主义开始从自由竞争向垄断过渡，进入帝国主义阶段；使

^① 段瑞华，科学技术革命与社会主义之历史演进，武汉：华中科技大学出版社，1996，74

人类的社会生活打上电的烙印,使世界的整个物质文明跃升到一个崭新的高度。

3. 第三次科学技术革命与社会发展

(1) 第三次科学技术革命的特点

由于科学技术作为生产力具有加速发展的特点,加上资本对利润的追求和竞争的压力,以及“二战”之后“冷战”和军备竞赛的需要,第三次科学技术革命在 20 世纪中叶和更大的范围开始并至今仍在延续。19 世纪末,人们本以为“完美无缺”的经典物理学体系遭遇了无法解释的“两朵乌云”:以太漂移实验的“零”结果表明电磁场的时空结构不同于牛顿力学的时空结构;黑体辐射中的“紫外灾难”表明能量并非无限可分,有着最小单元。而且危机接踵而来:X 射线、放射性和电子等相继被发现。为解决物理学的困难,爱因斯坦等物理学家提出相对论和量子力学,发动了物理学的革命,由此揭开了第三次科学技术革命的序幕。第三次科学技术革命是科学革命与技术革命融合的科学技术革命。在这个阶段,物理学、化学、生物学等有了许多新发现、新理论、新方法、新技术,走出了各自的经典阶段。它们不断地深化又不断地拓展,不断地分化又不断地综合,形成许多新的领域、新的学科,呈现一体化趋势。科学、技术与新产业发展紧密地融合在一起,原子核科学和技术、空间科学和技术、激光科学和技术、自动化科学和技术、微电子科学和技术、信息科学和技术、纳米科学和技术、生物工程技术、海洋科学和技术,以及新能源开发、新材料合成和现代医学等纷纷“崭露头角”。

上述高技术的发展又引发新的技术革命和产业革命。20 世纪末,以多媒体计算机应用和现代电信技术相结合为基础形成的“信息高速网络”迅速蔓延全球。它以分子生物学等为基础的生命科学技术以及新材料技术、新能源技术等蓬勃兴起,被一些人称为新技术革命甚至称为第四次技术革命。这引起并继续引起世界产业结构的变化,对科技进步和经济发展形成新的推动力,对人类的社会生活产生巨大的影响,给世界各国展现了新的机会和挑战。

(2) 第三次科学技术革命对人类社会的影响

跟前两次科学技术革命比,第三次科学技术革命产生了更巨大、更猛烈、更深刻的影响。它使社会生产力空前提高,并波及到政治、经济、文化等一切领域,深刻地影响了全球人类。它使人的主体作用大大提高,使科学技术社会化、社会科学技术化,并揭示了科学、技术与社会和谐发展的必要性。相对论、量子力学、天体与地球演化理论、物质结构、基因、现代认知心理学、智能和思维理论,深化了人类对客观世界和自身的认识。以复杂性为内核的系统科学则为人类认识的发展提供了合适的世界观和方法论指导。环境科学和技术、生态科学和技术成为人们关注的新焦点。尤其突出的是,计算机科学和技术实现了劳动工具的智能化,成为这次科学技术革命引人注目的新标志。第三次科学技术革命使生产力的构成要素发生了巨

大变化,促进了生产的专业化和协作化,改变了社会的经济结构尤其是产业结构。第三次科学技术革命还引起了国际经济关系的巨大变化,启动了世界范围的生产国际化和经济全球化,使国际商品交换关系有了很大的发展,国际货币信贷关系也有了明显变化,使科学技术在增强国力、适应日益激烈的国际竞争中的作用越来越重要。

二、科学技术是现代社会的第—生产力

科学技术对生产力的促进作用,是随着自身的革命和发展不断增长的。在近代,科学技术在生产中日显威力,推动着社会生产力不断地发展。最突出的是,蒸汽机的发明和应用,使人类进入了大机器生产时代,创造了超越历史的物质财富。20世纪40年代以后,科学技术迅猛发展,并越来越深入广泛地渗透到人类生产过程的各个领域。科学技术在促进生产力发展方面超过了资本和劳动的作用;科学技术不仅是所有产业部门发展的不可分割的因素,而且其自身亦产业化,形成新技术产业。此时,科学技术的发展使自身成为第一生产力。

把科学技术称为现代社会的“第一生产力”,有着多方面的依据。

1. 科学技术在生产力诸要素中是最重要的、起决定作用的要素

生产力的基本要素是劳动者、劳动资料和劳动对象。由这些基本要素又衍生出生产组织及管理的科学技术等诸多综合性要素。现代科学技术通过渗透、影响生产力的基本要素而转化为现实生产力,起着首要的、决定性的作用。

(1) 科学技术使生产力的基本要素发生质的变化

科学技术通过提高劳动者素质,使生产力得到发展。劳动者是生产力中最活跃、最有能动性的要素。事实证明,劳动者掌握的科学技术知识越多,他们对生产力发展的贡献就越大。据统计,1900—1955年,世界固定资本每增加1%,只能使生产增长0.2%;普通劳动力每增长1%,可使生产增长0.76%;而经过科学训练的人员每增加1%则使生产增长1.8%。科学技术与劳动者的结合,被称为科学的人格化。科学人格化的程度越高,生产就越进步,生产力也就更强大。^①

科学技术能够使劳动资料不断发展。劳动资料主要包括劳动工具和劳动条件。工具是智力的表现,是知识的物化形式。科学技术与劳动资料结合,能加速科学技术的物化程度,发展物质生产力。以电子计算机、原子能和空间技术为标志的第三次科学技术革命,使现代的劳动资料得到彻底改造,开辟了用机器代替人的部分脑力劳动的新时代,极大地提高了劳动生产率。例如,由于工程控制计算机技

^① 全国党校系统自然辩证法研究会. 科学技术是第一生产力的理论和实践. 1994. 79—80

术、智能机器人技术、自动探测、无损检验技术等的发展,生产工具智能化、精细化、大型化,实现生产过程的连续化、自动化、高速化,可以大大节约生产资源和劳动力,极大地提高劳动生产率。

科学技术扩大了劳动对象的利用范围,不断扩大劳动对象的来源、提高劳动对象的利用率,使社会生产力的急剧提高成为可能。科学技术不但使越来越多的自然物纳入生产过程,而且能创造出人化自然和人造物,使人们可以在更广阔的领域里索取所需要的生产资源。例如,由于科学技术的发展,到20世纪80年代,世界合成染料已占全部染料的99%,合成药品占全部药品的75%,合成橡胶占全部橡胶的70%;科学技术提高了人类开发利用各种陆地资源、海洋资源以及回收、循环利用的能力,为自然资源的合理利用开辟了道路。

(2) 组织、管理等科学技术是生产力的综合性要素

生产力的水平跟经营、管理水平和组织、协作水平关系很大。现代科学技术为现代管理学提供了理论、方法和手段,使生产管理科学化和现代化,从而引起生产力的巨大变革。数学的应用、系统工程方法的应用、电子计算机以及办公自动化技术的应用,大大提高了生产组织、管理的科学性,使人们可以及时拟定各种决策方案,进行最优化的选择,使人、财、物等都得到最合理的使用,提高了经营管理的水平和规模。人类的生产管理经历了20世纪20年代的标准化、30年代至40年代的统计化管理、50年代至60年代的运筹化管理,如今已进入系统化管理的时代,这些都依赖于科学技术的发展。

此外,现代科学技术使产品设计、生产、工艺进入到一个新的水平;不仅逐渐分离于生产过程成为独立因素,而且大大提高了产品的知识含量和附加价值。

(3) 科学技术因素在现代社会生产力的发展中起着决定性作用

科学技术对生产力及各要素的作用可以用下列公式表示:

$$\text{生产力} = (\text{劳动者} + \text{劳动工具} + \text{劳动对象}) \times \text{科学技术} \times (\text{经营管理} + \dots)$$

在这个公式中,括号中的“+”号不能简单地理解为相加,而应该看作有机的结合;“×”号意味着科学技术能够大幅度地提高其他因素的作用,从而提高生产力发展的水平,显现科学技术在生产力系统中的重要地位和作用。

总之,现代社会生产力的发展愈来愈依赖于科学和技术进步,生产力中科学技术知识含量也愈来愈多;作为科学技术载体的知识分子和具有较高文化素质的工人,在劳动力结构中比例不断增加、作用不断增强。在现代条件下,科学技术成果转化为现实生产力的周期日益缩短,科学技术和生产一体化的进程加快。跟传统的科学技术不同,现代科学技术具备现代社会生产力的一切表征,在经济和社会发展中较充分和完整地体现了现代生产力的特性。世界经济的发展充分显示了现代科学技术在现代生产力构成中的巨大的、决定性的作用。

2. 科学技术是先进生产力的重要标志

(1) 科学技术决定生产力最基本要素的先进性

科学技术是先进生产力的重要标志,首先体现在科学技术决定先进生产力的性质。作为生产力的最基本要素,劳动者由“体力型”转变成“知识型”,标志着生产力先进程度的提高。

(2) 科学技术决定生产力演进方向的先进性

科学技术是先进生产力的重要标志,也体现在科学技术决定先进生产力的演进方向。在20世纪以前,科学、技术、生产三者相互作用的关系,往往是按照生产→技术→科学的顺序发展的,生产和技术的实践为科学理论的形成奠定基础。20世纪以来则形成新的相互作用模式:科学→技术→生产,科学技术成为高层次的新产业的前导。在当代,这两个过程合二为一,形成科学技术处于中心的“生产→技术→科学→技术→生产→科学”模式。

(3) 科学技术决定产业结构的进步

科学技术是先进生产力的重要标志,又体现在科学技术促进新的生产领域和产业部门的建立,决定产业结构的层次,使产业结构发生根本变革。20世纪60年代以来,社会产业结构的发展和进步呈现出新的趋势:标志着人类认识自然和改造自然水平的新生产领域逐步出现,以科技知识密集为标志的研究与设计业、金融保险业、文化教育业、商业与服务业等第三产业逐渐占据主导地位,原先的第一产业(农业)、第二产业(工业)逐步让位于以信息、知识为主的服务业即第三产业。在产业结构中,劳动和资金密集型的产业逐步向知识和技术密集型的产业转移。特别是高科技产业的崛起和发展更有力地证明了科学技术成为先进生产力的主要标志。

(4) 科学技术决定生产力的先进水平

科学技术是先进生产力的重要标志,还体现在科学技术决定生产力的先进水平。产业的高科技化程度、产品中的科技含量密集程度、科学技术应用于生产的时间周期、科学技术在经济增长中的贡献率等,是衡量生产力先进水平的重要因素。第二次世界大战后是科学技术发展的黄金时期。据估计,在此期间产品的科技含量每隔10年增长10倍。在19世纪,从科学发现到技术发明的间隔期一般在65年到30年之间;20世纪时这种时间间隔大大缩短,其中集成电路只用了2年,激光器仅用了1年。^①

3. 科学技术成为当代社会经济增长的重要因素

在现代社会中,大型工业流水线、重型机电装备,特别是电子计算机生产行业、

^① 在新形势下充分认识科学技术是第一生产力。解放军报网络版。www.pladaily.com.cn/item/3db/content/38.htm 20K 2006-07-27

信息产业所创造的经济效益十分巨大,对社会的影响非常深刻。同时,生产工艺过程的科学化,使产品性能、质量提高,更深入、更广泛地满足人们各种不同类型的个性化需要。科技成果应用于生产过程所创造的价值愈来愈高,产生的经济效益和社会效果越来越大。

(1) 科学技术对经济发展的贡献越来越大

科学技术对经济发展贡献率的增长是科学技术成为第一生产力的有力佐证。20世纪初,西方发达国家国民生产总值的增长,主要依靠劳动力和资本的增加,科技进步因素所占比重仅为5%—20%。在此之后,其经济增长主要依靠科技进步,走上了以内涵扩大再生产为主的途径,到20世纪60年代,科技进步因素在国民生产总值的增长中所占比重已上升为50%左右,20世纪80年代则高达60%—80%。在20世纪40年代美国的经济增长总值中,科技仅占10%;到了60年代则有2/3以上靠科技,现在则高达80%。^①

(2) 科学技术使社会经济结构发生巨大变化

当今,高新技术不仅成为“第一生产力”中最活跃、最前沿的部分,也成为经济发展的主导力量。由于高技术成为产业部门,加快了生产力发展的速度。以高新技术产业化为标志的新技术革命,是世界经济特别是发达国家经济在20世纪60年代至70年代高速发展的根本原因。科技创新尤其是高新技术方面的创新和突破,不仅极大地提高劳动生产率,促进了经济的增长,而且带动了一批产业的兴起和发展,使社会经济结构发生了巨大变化。直到现在,以新材料技术、信息技术、空间技术、海洋技术、新能源技术、生物工程技术等,特别是以电子计算机为主导的、微电子技术为基础的高新技术产业,仍是整个国民经济的生长点,它改造、更替着传统产业,使传统的物质经济逐渐向信息经济转化。

4. 科学技术是推动社会历史变革的强大革命力量

现代科学技术以强大的辐射力和巨大的冲击波,引起生产关系和上层建筑的深刻变化,对包括思想观念在内的意识形态、文化教育以及思维方式等领域产生重大的影响和变革作用。它不仅促进经济发展,而且对于整个社会历史进程,都具有强大的推动作用。

(1) 科学技术促进上层建筑和社会文化变革

作为一种知识体系和价值体系,科学技术是一种特殊的意识形态。它对哲学、历史、价值观念、生活方式等诸多领域产生了深刻的影响和巨大的变革作用。

科学技术的发展引起社会生活方式的变革。人类社会生活方式是反映社会发展状况的一个方面。近代以来,蒸汽机、发电机直至电子计算机的出现,

^① 全国党校系统自然辩证法研究会. 科学技术是第一生产力的理论和实践. 1994. 82

既改变了人们的衣食住行,也使社会的教育、文化、娱乐、信息等发生重大变革。

现代科技能为现代文明提供最新的手段和工具,推动社会文化和社会生活由封闭型向开放型、由粗放型向集约型转化,促进人们生活方式和思维方式的转变,为社会主义的精神文明建设提供物质基础和必要条件。

(2) 科学技术促进生产方式变革

现代科学技术,通过生产力的变革,导致传统工业化社会向现代信息化社会的转变;通过提高人类文化知识和物质生活水平,使城乡之间、工农之间以及脑力劳动与体力劳动之间的差别逐步消失,推助社会形态和结构的发展与变革。

科学技术促使产业结构变更。在科学技术水平低下时期,劳动密集型产业占主导地位,大部分劳动力集中于农业和采掘业等第一产业;近代科学技术用动力机械等武装农业、采掘业,节余了相当数量的劳力,使其转移到包括工、矿和建筑业在内的第二产业上来,使第二产业从业人员超过第一产业;现代科学技术大大提高了第一、二产业的生产率,并开辟出许多社会服务部门,使包括交通运输、商业、金融、信息以及公用事业、服务行业在内的第三产业从业人数大幅度增加。例如,一些发达国家的第三产业就业人口比重在 20 世纪 70 年代末就超过了 50%。可见,科学技术是促进产业结构变更的重要力量。

科学技术的发展导致生产方式的变革。现代科学技术不仅促进生产力发展、推动物质生产,也会加剧生产力和生产关系的矛盾,加深社会危机,从而促进生产关系变革,导致社会主义,加快历史进程。20 世纪科学发展、技术革命和社会变革的综合结果是社会主义生产关系的出现,消除资本主义社会的种种弊端。新的科学技术革命也要求社会主义生产关系不断进行调整,在经济、科学、教育、政治等方面进行体制改革,以充分发挥社会主义制度的优越性,创造远胜于资本主义社会的生产力。

5. “科学技术是第一生产力”是马克思主义基本原理在现代的重要发展

(1) 马克思提出“生产力也包括科学”

科学技术是生产力这一论断,是马克思和恩格斯首先提出来的。社会生产力是人们在生产过程中利用自然、改造自然和保护自然的能力,反映了劳动过程中人和自然之间的物质交换过程。近代自然科学革命和产业革命出现后,马克思、恩格斯分析了以机器大工业为特征的资本主义生产过程,考察和总结了近代自然科学技术对经济社会各方面的深刻影响。马克思在《资本论》中指出:“劳动资料取得机器这种物质存在的方式,要求以自然力来代替人力,以自觉应用自然科学来代替从经验中得出的成规。”(第一卷,第 423 页)于是,“生产过程成了科学的应用,而科学反过来成了生产过程的因素”。(《机器·自然力和科学的应用》,第 206 页)马克思

在《政治经济学批判》著作中首次明确提出“生产力也包括科学”。^①马克思、恩格斯指出：“社会的劳动生产力，首先是科学的力量”，^②并一再强调：科学技术是“最高意义上的革命力量”；“科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量”。^③在谈到科学技术创造巨大物质财富的同时，马克思、恩格斯指出：“科学这种既是观念的财富又是实际的财富的发展，只不过是人的生产力的发展，即财富的发展所表现的一个方面，一种形式。”^④

(2) 邓小平创造性地发展了马克思关于科学是生产力的思想

邓小平根据现代社会、经济发展的新特点，在马克思关于科学是生产力思想的基础上，将中国经济的繁荣、国力的强盛以及社会主义现代化建设的成败，与科学技术的发展紧密地联系在一起，创造性地作出了“科学技术是第一生产力”的论断。

邓小平的“科学技术是第一生产力”思想的形成经历了一个不断发展和完善的过程。早在1975年主持各条战线的整顿，指导起草《中国科学院工作汇报提纲》时，邓小平就针对“文化大革命”中对经济和科技的破坏，指出“科学技术叫生产力”。^⑤粉碎“四人帮”以后，1978年，邓小平在全国科学大会开幕词中指出：“科学技术是生产力，这是马克思主义历来的观点。”“现代科学技术大发展，使科学与生产的关系越来越密切了。科学技术作为生产力，越来越显示出巨大的作用。”他阐述道：“现代科学技术正在经历着一场伟大的革命。近三十年来，现代科学技术不只是在个别的科学理论上、个别的生产技术上获得了发展，也不只是有了一般意义上的进步和改革，而是几乎各门科学技术领域都发生了深刻的变化，出现了新的飞跃，产生了并且正在继续产生一系列新兴科学技术。现代科学为生产技术的进步开辟道路，决定它的发展方向。”^⑥1985年，他在全国科技工作会议上，又进一步肯定了“科学技术是生产力”的论述。1988年9月，他说：“马克思说过，科学技术是生产力，事实证明这话讲得很对。依我看，科学技术是第一生产力。”^⑦此后，邓小平又一再强调“科学技术是生产力，而且是第一生产力”。

邓小平的“科学技术是第一生产力”思想，不是从马克思、恩格斯的科学是生产力思想直接推导出来的，也不是从别处搬抄过来的，而是马克思主义基本原理和建设有中国特色的社会主义的实践相结合的产物。用“第一生产力”来说明科学技术在当代生产力、经济和社会发展中的地位和作用，这在马克思主义科学与生产力发展关系问题上，是人类认识上的一个重大突破。

① 马克思恩格斯全集·第46卷(下)。北京：人民出版社，1980。211

② 马克思恩格斯全集·第46卷(下)。北京：人民出版社，1980。211,217

③ 马克思恩格斯全集·第19卷。北京：人民出版社，1980。375

④ 马克思恩格斯全集·第46卷(下)。北京：人民出版社，1980。35

⑤ 邓小平文选·第二卷。北京：人民出版社，1983。34

⑥ 邓小平文选·第二卷。北京：人民出版社，1983。87

⑦ 邓小平文选·第三卷。北京：人民出版社，1993。107,274

三、科学技术与国际竞争

随着经济、政治以及科学技术的发展,国家间的经济联系日益紧密,区域经济合作和经济全球化成为不可逆转的大趋势。闭关守国,不可能又快又好地发展。参与国际经济竞争,已成为各个国家争取更快发展的必然选择。而国际竞争,既是综合国力的竞争,更是科学技术的竞争。

1. 综合国力竞争成为国际竞争的主要内容和方式

国际的竞争,说到底还是综合国力的竞争。所谓综合国力,是指一个主权国家生存与发展所拥有的全部实力和影响力,是指一个国家的总体力量,也是决定一个国家的国际地位的重要依据。综合国力跟国家在政治、经济、科技、国防、教育、资源等方面的实力以及国民素质有关。

国家的科技实力,是一个国家科技领域的全部现实能力和潜在优势的总和,涉及科技人才资源、科技投入与产出水平、科技与经济和社会协调发展程度、科技创新和持续发展潜力等方面。科技实力的强弱,往往决定一个国家在国际社会中的地位和作用。17世纪末,英国开始成为欧洲科学技术的中心,此后英国的综合国力迅速增长,建立了不可一世的“日不落帝国”,其贸易额曾是世界其他国家贸易额的总和。19世纪初到19世纪中叶,科学技术的中心地位逐渐由英国移向德国。德国通过大力运用科学技术,只用40年左右的时间走完了英国一个世纪所走过的道路,成为世界强国。从19世纪末叶到本世纪中叶,科学技术的中心又从欧洲逐步转移到美国,它由电力科学技术及其他工业起家,成为称霸世界的超级大国。可见,科学技术实力跟国家在国际上的竞争力以及地位和作用密切关联;失去了科技优势,必然会失去在国际上的领先地位。

2. 科学技术是综合国力的核心,是国家强盛的关键

当前的国际竞争已经不同于以往的时代:虽然局部的军事对抗和战争威胁依然存在,但综合国力的竞争已经成为国际竞争的主要内容和方式。在20世纪70年代中期以前,“冷战”思维刺激并推动两大阵营进行军备竞赛,军事实力一直是综合国力的主导力量,科技实力主要依附于军事实力,科学技术对综合国力和国力较量的影响较小。70年代中期以后,随着新科学技术革命的兴起,科技发展开始进入国家发展战略和国家利益框架之中,科技活动规模扩大,经济优先,军民结合的发展模式广泛实行,科学技术特别是高科技在经济增长中的贡献率显著提高,科技实力在综合国力中逐渐取得独立地位并上升为主导力量。随着后冷战时代的全面来临,科学技术已经成为综合国力的关键要素,它不仅是一种赢得战争的保证,而

且是促进国家经济增长、支撑国家政权、谋求国际地位和提高社会发展水准不可或缺的有力“武器”。科学技术直接或间接地影响国家的政治、经济、国防、国际地位，以及资源开发、国民素质等等，其发展水平成了衡量综合国力的一个重要标志，在很大程度上决定国家的兴衰强弱。

当今国际竞争成败的关键不再是传统意义上的土地、资本和劳力等有形要素，竞争的核心阵地已经不再或不完全是产品和服务领域，而是前移到了科学技术的研究阶段、研究与开发的主攻方向的选择阶段以及对科学技术成果的筛选阶段，科技竞争已经成为综合国力竞争的关键和前沿。自 20 世纪 80 年代末以来，高新技术及其产业化开始在科学技术的发展中居于主导与核心的地位，高新技术成了当代经济发展的主导力量。高新技术是竞争取胜的法宝，谁拥有高新技术，谁就能占据国际激烈竞争的制高点，就会在政治、经济、军事、外交上掌握更多的主动权。一个国家要想在竞争中取胜就要下决心发展科学技术，尤其是高新技术，以促进经济和社会的发展。

第二节 科教兴国、人才强国是我国的基本国策

科教兴国、人才强国是新时期我国科学教育的重要出发点。每一个科学教育工作者和关心科学教育的人，都必须深入地认识、理解和贯彻科教兴国、人才强国基本国策。

一、科技人才是决定国家科技实力的重要战略资源

20 世纪末以来，科学技术加速发展，使世界开始进入后工业化社会和信息时代。在生产过程中，自然物质资源开发和利用的深度和广度，越来越取决于人类对知识掌握和运用的程度和水平。以知识为基础的产业逐步上升为社会的主导产业，人才作为知识的创造者、承担者、传播者、使用者，其数量和质量，特别是创新能力，正在成为制约经济增长和社会进步的关键因素。

1. 综合国力的竞争越来越表现为科学技术人才的竞争

在世界科学技术竞争日趋激烈和科学技术全球化快速推进的形势下，综合国力的竞争已越来越表现为科学技术人才的竞争，科学技术人才已经成为决定国家科技实力的最重要的战略资源，成为确保国家发展和安全的重要支撑力量。为了保证国家发展科学技术对人才的需求，要抓好科学技术教育，培养更多、更