

科技创新论

On the Innovation of Science and Technology

周绍森 著



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

科技创新论

周绍森 著

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

科技创新论/周绍森著. —北京:高等教育出版社.
2002.2
ISBN 7-04-010548-9

I. 科... II. 周... III. ①创造学-研究②技术进步-作用-社会发展-研究 IV. G305

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 006216 号

责任编辑 孙鸣雷 任黎星 封面设计 吴 昊
责任印制 潘文瑞

书 名 科技创新论
主 编 周绍森

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010—64054588
021—56719902

传 真 010—64014048
021—56718325

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hepsh.com>

排 版 南京理工排版校对公司

印 刷 江苏省宜兴市第二印刷厂

开 本 850×1168 1/32

版 次 2002 年 3 月第 1 版

印 张 17.375

印 次 2002 年 3 月第 1 次

字 数 460 000

定 价 25.00 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

序

我翻开《科技创新论》，在作者的“前言”一开始就是“创新是一个民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力”这一江泽民同志的著名论断，接着作者又对作为第一生产力的科学技术及其创新作了精炼的论述。面对我国蓬蓬勃勃发展的大好局面，这引起了我的沉思。

是的，我认识作者周绍森同志多年了。他读书多、见识广、实际经验丰富，思维活跃、观察敏锐、认识深刻，讲话颇有幽默风味。我深深感到他工作忙，然而他善于在工作中学习，结合工作而学习，由于工作而思考，为了工作而探索而实践。也可以说，他的工作就是他的学习，他学而思而作，作而思而学。在同他的有趣的交谈中，我往往受益不少。为了教育事业，特别是为了高等教育事业，他做了大量工作，读了大量资料，想了大量问题。这部《科技创新论》正如同他所说，是《科教兴国论》、《新经济论——中国实现跨越式发展的理性分析》的姊妹篇，我认为这是他辛勤劳动的又一成果，十分重要的成果。

为什么“十分重要”？我国急需在关键科技领域的创新，要有自己的知识产权，更要有自己的卓越人才。江泽民同志2000年6月在我国科学院与工程院

院士大会上语重心长地号召我们要坚持创新、创新、再创新。党中央、国务院在1999年6月颁发的《关于深化教育改革、全面推动素质教育的决定》中明确指出，实施素质教育要“以培养学生的创新精神和实践能力为重点”。正如作者在《前言》一开始引用江泽民同志的话，这是关系到一个民族、一个国家的灵魂与前进动力的大事。

为什么“十分重要”？正如作者在这件创新大事上作了一项出色的工作，写了这本著作。作者在综观近百余年来科学技术的重大发现与发明的基础上，探讨了科技创新的内在规律与运行机制，研究了创新思维的基本方法、创新人才的培养方式与创新教育的应有内涵，这对落实我国如何抢抓机遇与奋迎挑战这一严峻现实无疑会作出重要的贡献。“不畏浮云遮望眼，只缘身在最高层。”

全书三篇九章，由“导论”而“知识创新篇”、“技术创新篇”，而“人才创新篇”，篇篇相贯，章章相应，步步分析，层层深入。各篇各章呵成一气，而又可以各自独立存在。全书特色有四：一是举纲张目，即抓住“创新”之纲，就科学、技术、思维、人才、教育的各方面展开论述；二是结构严谨，三篇九章，层次分明，从“科学”这一基础开始，对“技术”这一关键着力，而最终以“人才”、“教育”这一根本收尾，并且在书中高度重视作为“人”的“思维”在创新中的具有决定性作用的地位；三是结合实际，既有理论论述，更有实例分析，既有典型范例，又有最新素材，既放眼世界，又立足我国；四是颇有文采，语言活泼，词字妥切，文顺理畅，可读性好。所以，本书是一本好的著作，值得一读的好书。徐特立同志讲得好，“有利家国书常读”，这一著作是利国、利家、利个人的，又是紧密结合当前形势，符合“三个代表”重要思想要求的。我特向读者推荐。

我一贯认为，世界上没有任何完美无缺的东西，金无足赤，人无完人，书也无完书。李白说：“人非尧舜，谁能尽善？”其实，尧舜也不可能尽善。任何一本好书也不例外，书中的错误、不妥、不足之处，在

所难免,本书也不例外。我相信读者在从本书中得到教益的同时,也一定会爱护、关心与帮助作者,支持他在将来使本书得到进一步完善。

谨序,聊达心情于万一。

中国科学院院士
华中科技大学教授

A handwritten signature in black ink, appearing to read '王浩宇' (Wang Zhaohu), written in a cursive style.

2001. 1. 21.

前言

创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力。

当今世界,科学技术迅猛发展,科学作为技术的先导与技术作为科学的支撑相互作用,科技创新成为推动经济与社会发展、增强综合国力和提高国际竞争力的巨大动力,成为人类文明进步的基石和不竭的源泉。

当我们跨入 21 世纪,世界加快了经济全球化和知识化的进程,人类社会走向信息化与知识化的时代,科技创新对经济与社会发展的推动作用与日俱增。大力推进科技创新已成为现代各国之国策,成为现代世界之潮流。我们期望乘世界科技创新大潮迅猛向前之势,进一步加快中国经济与社会的发展,在 21 世纪中叶实现中华民族的伟大复兴。为这个伟大事业贡献出一份绵薄之力,正是我们撰写此书的初衷。

本书力图展示人类历史上尤其是近百年来科学革命、技术革命推动产业革命、经济增长和社会进步的雄伟画卷,揭示科技创新的内在规律和运行机制,探讨创新思维的基本方法、创新人才的成才途径和创新教育的发展趋势。全书共分 3 篇 9 部分。“导论”部分是对千百年来科技创新历史的回顾和对未来的展望,并阐述科技创新对经济发展和人类社会进步所起的作用。

“知识创新篇”包含3章,第1章“科学发现”阐述“四论”(相对论、量子论、基因论、信息论)形成的现代科学大革命,构建了人类认识自然的崭新世界图景;第2章“技术发明”阐述了20世纪在十大技术领域的重大突破,并描绘了21世纪科学技术的蓝图;第3章“科学创新”论述了科学创新的过程,即科学观念创新、手段创新、理论创新和体系创新。“技术创新篇”包含2章,第4章“技术创新”阐明了技术创新的过程,即工艺创新、产品创新、制度创新、市场创新;第5章“创新体系”从科技经济学的视角分析了科技创新所带来的产业革命、经济增长和社会变革,以及国家创新体系的构成。“创新人才篇”包含3章,第6章“创新思维”在探讨思维的基本类型及其在科技创新中的作用的基础上,剖析了创新思维的内涵和6条基本规律,提出了10种基本方法和7项创新技法;第7章“创新人才”分析了创新人才的基本特征,创新力及其开发,并从百年诺贝尔奖的启迪中探索创新人才成长的途径;第8章“创新教育”从21世纪对创新人才需求的高度探讨创新教育的内涵、基本特征、创新教育的灵魂及如何构建新世纪创新教育的高地。

本书各部分既相互联系、层层推进,又彼此独立、自成体系,读者可以根据需要和爱好选择阅读。本书不仅适合作为高等院校的教科书,而且能作为关心科学与技术发展和科技创新、关心创新人才的培养和创新教育的读者的参考用书。

笔者近年来一直在探讨经济、科技、教育三者之间的关系,1999年6月与陈东有博士合作出版了《科教兴国论》一书,2000年2月与杨润生教授、熊哲家硕士共同推出了《新经济论——中国实现跨越式发展的理性分析》一书,本书《科技创新论》正是她们的姊妹篇。

本书的写作得到了王梓坤院士和杨叔子院士的指导和鼓励。在本书的撰写中,陈东有博士参加了全书的整体构思,并撰写了“创新教育”部分的初稿;熊哲家硕士为全书收集、整理了大量资料,并撰写了“技术创新”和“创新人才”等部分的初稿;李青先生为本书提供

了资料,并撰写了“创新体系”部分的初稿。龚仁山教授对本书进行了认真的审阅,林一民教授、邵鸿博士和张志永教授等都对本书提出了极其宝贵的意见,还有不少同志为本书提供了支持和帮助。在此,谨向他们致以诚挚的感谢。本书在撰写过程中学习和引用了许多专家学者的精彩观点与材料,丰富了本书的内容,在此深表谢意。正是依靠大家的共同努力,本书才得以顺利出版。在本书奉献给广大读者之际,由于时间有限,书中错误和不足之处在所难免,敬请广大专家与读者指正。

周绍祚

2001年12月于南昌大学^①

^① 作者系九届全国人大代表,江西省人大常委、教科文卫委员会副主任,南昌大学党委书记、教授、管理科学与工程博士生导师,美国纽约州立大学荣誉科学博士。

目 录

1	导 论
1	一、创新是一个民族进步的灵魂
3	二、人类科技创新历史的回顾与启迪
3	(一) 古代科技创新活动
5	(二) 近代科学技术的繁荣
9	(三) 现代科学技术革命
17	(四) 科技创新历史的启迪
21	三、科技创新是现代经济与社会发展的主要动力
21	(一) 科技创新带来新的产业革命
22	(二) 科技创新成为经济增长的主要源泉
25	(三) 科技创新催生了知识经济的来临
27	四、21 世纪——科学技术全面创新与激烈竞争的世纪
27	(一) 21 世纪科技创新将取得全面突破
30	(二) 中国正大步走向科技创新的时代

知 识 创 新 篇

37	第一章 科学发现
38	一、现代科学的重大革命
38	(一) 相对论——现代科学发现史上的奇迹
47	(二) 量子论——现代科学技术发展的基石

56	(三) 基因论——揭示生命遗传奥秘的里程碑
60	(四) 信息论——开启信息时代大门的钥匙
70	二、科学世界的新图景
71	(一) 物质微观结构的图景——夸克模型
75	(二) 宇宙的起源和演化图景——大爆炸模型
77	(三) 地壳运动和地球变迁图景——板块结构模型
79	(四) 生命遗传信息传递图景——DNA 双螺旋结构模型
85	(五) 机器的人工智能图景——图灵计算模型
88	第二章 技术发明
88	一、现代技术的重大突破
89	(一) 无线电技术的发明开创了广播电视等现代传媒的新时代
96	(二) 电子计算机的发明开启了人类进入信息社会的大门
102	(三) 激光技术和光纤通信技术的发明加速了国际互联网的建立
107	(四) 以核能技术为代表的新能源技术为人类持续发展提供了新的动力
115	(五) 新材料的发明奠定了现代化大厦的物质基础
123	(六) 航空航天技术实现人类在空中飞翔和探索宇宙的梦想
130	(七) 海洋技术的突飞猛进掀起了波澜壮阔的“蓝色革命”
134	(八) “多莉”绵羊的诞生卷起了震动人类社会的“克隆风暴”
138	(九) 人类基因组计划的实施将开创生命科学的新世纪
141	(十) 生物工程技术开辟了现代医药和现代工农业发展

	的新道路
148	二、科学技术的未来
148	(一) 未来科学技术的宏观趋势
155	(二) 未来科学技术的总体特点
162	第三章 科学创新
162	一、科学观念创新
163	(一) 科学问题——科学创新的战略起点
167	(二) 科学假说——引发科学革命的有力杠杆
173	二、科学手段创新
174	(一) 科学观察——科学发现与技术发明的重要手段
180	(二) 科学实验——探索自然奥妙和创造发明的必由之路
191	三、科学理论创新
192	(一) 科学抽象——哲学启迪与数学推演的理性联姻
203	(二) 科学理论——认识自然与改造自然的智慧结晶
207	四、科学体系创新
207	(一) 理论深化——推动科学创新向纵深发展
212	(二) 学科交叉——开拓科学的“处女地”

技术创新篇

221	第四章 技术创新
221	一、技术创新概述
221	(一) 技术创新的界定
232	(二) 技术创新的运行模式
236	(三) 技术创新的影响因素
239	(四) 技术创新的战略选择
243	二、工艺创新

243	(一) 工艺创新及其经济意义
246	(二) 现代工艺创新的主要潮流
249	(三) 工艺创新的具体实施
251	三、产品创新
251	(一) 产品创新及其经济意义
255	(二) 世界产品创新的发展趋势
259	(三) 产品创新的黄金法则:“奥斯本 6M 法则”
262	四、制度创新
262	(一) 制度创新及其微观经济意义
266	(二) 人力资源管理创新
276	(三) 组织形态创新
280	(四) 激励机制创新
287	五、市场创新
287	(一) 市场创新及其经济意义
291	(二) 电子商务成为市场营销的新的有力武器
293	(三) 市场细分成为占领目标市场的主要策略
296	(四) 品牌创新成为提高市场形象的核心战略
300	第五章 创新体系
300	一、新的产业革命与知识经济
300	(一) 现代科技革命带来新的产业革命
302	(二) 科技创新成为新的经济增长的主要因素
306	(三) 知识经济的来临
317	二、国家创新体系
317	(一) 国家创新体系的提出
323	(二) 国家创新体系的基本内涵与特征
326	(三) 国家创新体系的系统构成和功能
329	(四) 国家创新体系的“五环模型”

341	三、世界科技创新竞争态势
341	(一) 世界科技创新竞争总趋势
343	(二) 美国:要做世界最强的科技大国和教育大国
346	(三) 欧盟:强化科研和推动技术创新
349	(四) 日本:调整战略以加快科技创新步伐
350	(五) 韩国:提出要建设头脑强国
352	(六) 新加坡:以科技创新保持竞争力
353	(七) 中国:已经启动自己的国家创新体系

创新人才篇

363	第六章 创新思维
364	一、思维的基本类型及其在科技创新中的作用
364	(一) 抽象思维(逻辑思维)
367	(二) 形象思维(直感思维)
372	(三) 灵感思维(顿悟思维)
378	(四) 社会思维(群体思维)
381	二、创新思维的内涵
381	(一) 创新思维的含义
383	(二) 创新思维的本质
387	(三) 创新思维的特征
390	(四) 创新思维的活动过程
392	(五) 创新思维的生理与心理基础
396	三、创新思维方法
396	(一) 创新思维的基本规律
399	(二) 创新思维的基本方法
424	(三) 创新技法
436	第七章 创新人才

436	一、创新人才的基本特征
436	(一) 从爱因斯坦的大脑谈起
437	(二) 创新人才的性格特征
444	(三) 创新人才的知识结构
446	二、创新力及其开发
446	(一) 创新力的内涵
447	(二) 创新力的构成
451	(三) 创新力的特征
452	(四) 创新力的开发
457	三、创新人才的成长
457	(一) 百年诺贝尔奖获得者的启迪
471	(二) 迎难而上:在逆境中成才
474	(三) 百舸争流:在竞争中成才
476	(四) 集思广益:在集体中成才
482	第八章 创新教育
482	一、21 世纪呼唤创新教育
482	(一) 科技创新呼唤创新教育
484	(二) 创新人才呼唤创新教育
488	(三) 社会进步呼唤创新教育
490	(四) 教育创新呼唤创新教育
493	二、创新教育的内涵
493	(一) 新的教育关系:教育的被动性与主动性的关系
495	(二) 新的教育视野:教育的稳定性与超越性的关系
497	(三) 新的教育内容:教育的目的与社会需求的关系
498	(四) 新的教育方式:教育者与受教育者的互动关系
500	三、创新教育的基本特征
500	(一) 突出教育过程的综合性和开放性

502	(二) 注重课程教学中的参与性和实践性
504	(三) 尊重和激活受教育者的主动性和创造性
506	(四) 珍惜和培养受教育者的个性
509	四、创新教育的灵魂
509	(一) 科学教育与人文教育的内涵
511	(二) 科学教育与人文教育的分野
513	(三) 科学教育与人文教育的通融
516	五、教育创新的高地
517	(一) 体制创新:高等教育的多元化
518	(二) 内容创新:高等教育的综合化
520	(三) 手段创新:高等教育的信息化
521	(四) 空间创新:高等教育的国际化
522	(五) 时间创新:高等教育的终身化
524	(六) 功能创新:高等教育、科技创新、经济社会发展一 体化
526	六、开发人力资源是 21 世纪的必然抉择
526	(一) 人力资源是科技创新的决定性力量
527	(二) 创新教育是开发人力资源的根本途径
530	结束语:开发人力资源,加强科技创新,创造人类美好 的未来
532	参考文献

导 论

一、创新是一个民族进步的灵魂

16 世纪法国文艺复兴的一名旗手,伟大的人文主义思想家拉伯雷,以他极具创造性的思维和斗争热情写下了 5 卷长篇巨著《巨人传》,描述在中世纪几百年的黑暗宗教桎梏下,人们对知识的渴望和追求。小说的结尾写到:在经过种种磨炼和曲折后,巨人庞大固埃来到了“灯国”的“智慧的源泉”,终于寻求到了“神瓶”,此时,空中传来了“神瓶”的谕示:“喝吧!”。这“神瓶”中盛满了永无终止的、用“智慧的源泉”酿造的美酒,“它有能力使人的灵魂充满真理、知识和科学”。虽然《巨人传》出版到第 3 卷时就被巴黎议会判为禁书,出版商、拉伯雷的好友埃季艾姆被活活烧死,陈尸示众,拉伯雷则逃往国外,一直到其死后 9 年,第 5 卷才得以面世,但是,拉伯雷所创造的“神瓶”,却永远留在人们的期望和理想中,鼓舞着人们去奋力追求“真理、知识和科学”!

3 个世纪过去了,1900 年被认为是现代科学技术的起点。正当普朗克在德国物理学年会上,以创新精神提出了划时代的“能量子”假说时,在希腊安蒂西拉岛附近的地中海海底采集海绵的潜水员却意外地发现了一个“神瓶”。它的外面安有指针和刻度,以及用希腊文刻的使用说明。这个“神瓶”中虽然没有美酒,却有充满“真理、知