

大学|公共|课|系|列|教|材

全国教育科学“十一五”规划重点课题

创新教育概论

CHUANG XIN JIAO YU GAI LUN

钱贵晴 刘文利◎著



北京师范大学出版集团

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP

北京师范大学出版社

大学|公共|课|系|列|教|材

全国教育科学“十一五”规划重点课题

创新教育概论

CHUANG XIN JIAO YU GAI LUN

钱贵晴 刘文利◎著



北京师范大学出版集团

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP

北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

创新教育概论/钱贵晴,刘文利著.—北京:北京师范大学出版社,2009.4

(大学公共课系列教材)

ISBN 978-7-303-10186-3

I. 创… II. ①钱…②刘… III. 创新教育—高等学校—教材 IV. G40

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 042630 号

营销中心电话 010-58802181 58808006
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com.cn>
电子信箱 beishida168@126.com

出版发行:北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街 19 号

邮政编码:100875

印刷:北京新丰印刷厂

经销:全国新华书店

开本:170 mm × 230 mm

印张:19.25

字数:308 千字

版次:2009 年 4 月第 1 版

印次:2009 年 4 月第 1 次印刷

定价:30.00 元

策划编辑:倪 花	责任编辑:倪 花
美术编辑:高 霞	装帧设计:大象工作室
责任校对:李 菡	责任印制:李 丽

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话:010-58800697

北京读者服务部电话:010-58808104

外埠邮购电话:010-58808083

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:010-58800825

前言

这是一本系统阐述创新教育的教材。

历史车轮的推动，人类的进步，社会的发展，究其终极原因，是人类不断开掘创新潜力，不断发明，不断发现，不断创新，不断前进的结果。创新，古已有之。将创造学引入教育，在基础教育和高等教育阶段，对学生进行有计划有步骤的创新教育，大批培养具有创新精神和创新能力的人才，以适应科技高速度发展，建设创新型国家的需要，则始于20世纪80年代。

2006年2月9日，国务院颁布了《国家中长期科学和技术发展纲要》，“把建设创新型国家作为面向未来的重大战略选择”。建设创新型国家需要大批的创新人才。

大学生是我国具有较高素质的青年人群，自身具有成为创新人才的迫切愿望，国家也希望把他们培养成为创新人才。但是，目前有不少大学生毕业时，面对社会的挑选，面对新闻媒体铺天盖地的“社会需要创新人才”的宣传，感到焦急，甚至感到恐慌，他们在问：“我想创新，为什么这么难？我该怎么办？”社会上许多学生、家长和老师也在不约而同地问着同样的问题：“创新人才应该如何培养？为什么国外的孩子玩玩耍耍地学，长大后可能会有原创性？而我国的孩子辛辛苦苦地学，老师兢兢业业地教，相当多的人却成为‘解题机器’，缺少原创性？”

《创新教育概论》将从创新教育的理论与实践两个层面，帮助大学生们解决这些困惑，使他们能够明白：自己想创新，为什么感到这么难；用什么办法能够使自己的创新能力得到提高。

第一篇是创新教育理论篇。该篇沿着一条创新教育理论研究逻辑链展开：一个人的创新行为来源于创新思

维——创新思维来源于产生创新思维的物质基础（人的大脑）——塑造创新人才大脑的过程是创新教育的核心——符合创新教育规律的科学技术教育是实施创新人才培养的抓手和重要途径——研究和实施创新教育，把培养创新人才落到实处是创新教育的出发点和归宿。该篇将从理论上回答：“创新人才应该这样培养。”

在当代脑科学研究成果的启示下，本篇提出了“信息与人体信息通道对创新人才全脑开发模式”“综合智力网络构建教育理论”“预期发展效能评价理论”等创新教育理论。特别是把人们认为形而上的创新教育理念，承载在符合创新教育规律的常态化科技教育等教育的全过程中，寻找到了——一条实实在在可操作的创新教育之路。

第二篇是创新教育的实践篇。高校创新实践沿着一条逻辑链展开：大学生创新能力的提升需要依靠学校的创新教育——学校创新教育的实施策略——创新教育受体（大学生）的自我磨砺——大学生步入社会的创业与创新，从实践层面回答大学生创新的可能性和实践策略。

这一条创新实践逻辑链的核心内容是：“高校学、教、研、产为一体的常态化创新教育系统工程”“创新思维与创新技巧协同发展的训练策略”“科技创新与知识产权保护”“创业与创新”，目的在于为大学生设计一条可行的成才之路。

教材中安排了一定的创新教育实验和社会实践活动，提供了部分创新范例，以增强理论的现实感。

《创新教育概论》可作为大学公共课程教材，也可作为师范类专业，特别是培养专业化科技教育、传播与普及人才的“科学教育（科学技术教育方向）”等专业的必修课程教材，还可以作为社会或家庭创新教育培训教材。

作为创新教育理论体系，《创新教育概论》也属于“创新”，因而，缺陷甚至错误，在所难免，诚恳地希望领导、专家、同行批评、赐教。

作者

2008年11月30日于北京

目 录

前 言/1

第一篇 创新教育理论篇

第一章 创新与创新教育概述/3

- 第一节 创新概述 4
- 第二节 创新教育的内涵及其演进 12
- 第三节 创新人才结构 18

第二章 脑科学研究成果对创新的启示/25

- 第一节 脑科学研究成果概述
——脑科学研究成果对创新教育理论
的支撑 25
- 第二节 创新过程 39
- 第三节 创新思维
——思维科学成果对创新教育理论的
支撑 50

第三章 “综合智力网络构建” 创新教育理论/62

- 第一节 “综合智力网络” 的基本概念 63
- 第二节 “信息” 与 “人体信息通道” 对全脑
的开发 67
- 第三节 神经网络系统与 “综合智力网络” 的
异同及关联 77
- 第四节 “综合智力网络” 构建机理 83
- 第五节 “综合智力网络构建” 与创新教育 91

第四章 科技教育是实施创新教育的重要途径/98

- 第一节 科学技术教育 (Science & Technology Education)
概述 98
- 第二节 “科学技术教育” 在创新教育中的重要作用 105
- 第三节 国际科学技术教育与创新人才培养 111

第五章 常态化科技教育对创新人才培养的贡献/123

- 第一节 常态化“科学技术教育信息场”模式的基本概念 123
- 第二节 常态化家庭“科技教育信息场” 129
- 第三节 基础教育中的科技创新教育 137
- 第四节 常态化的社会科技教育、传播与普及 146

第六章 创新教育“预期发展效能”评价理论/151

- 第一节 创新教育评价的含义 151
- 第二节 创新教育的“预期发展效能”理论 156
- 第三节 常态化“非学科科技创新教育”评价实施策略 160

第二篇 创新教育实践篇

第七章 高校创新教育模式探索/175

- 第一节 我国大学生创新能力的现状分析 175
- 第二节 大学科技创新教育模式探索 182
- 第三节 高校创新文化建设 192

第八章 创新思维与创新技能训练策略/200

- 第一节 创新思维与创新技能的培养 200
- 第二节 创新思维与创新技能训练 (一)
——拓展性思维训练 206
- 第三节 创新思维与创新技能训练 (二)
——追求卓越创新技法训练 216
- 第四节 创新思维与创新技能训练 (三)
——亲历创新实践 229

第九章 科技创新实践与知识产权保护/238

第一节 科技创新教育实践活动策略	238
第二节 科技创新与知识产权保护	256
第三节 大学生科技创新活动与知识产权保护实例剖析	263

第十章 大学毕业后的创新人生/276

第一节 高校创业教育	276
第二节 我国大学生创业的政策环境	284
第三节 我国大学生创业途径	289
第四节 大学毕业生的创新之路	291

主要参考文献/298

后记/300

第一篇

创新教育理论篇

本篇提要

当代脑科学等领域的研究成果，为创新教育理论系统的构建提供了一种科学理论的支撑，在此基础上，本篇将探讨什么是创新，创新的人才应该怎样培养等创新教育的理论问题。

本篇以这样一个逻辑链展开：一个人的创新行为来源于创新性思维——创新性思维产生于它的物质基础（人的大脑）——塑造创新人才大脑的过程是创新教育的核心——符合创新教育规律的科学技术教育是实施创新人才培养的重要内容和途径之一——研究和实施科技创新教育，把培养创新人才落到实处，是创新教育的出发点和归宿。

在这一篇里提出的“信息与人体信息通道对创新人才全脑开发模式”“综合智力网络构建”“科学技术教育是实施创新教育的重要抓手和途径”“创新教育的‘预期发展效能’评价理论”等创新教育理论，把人们认为形而上的创新教育理念，承载在符合创新教育规律的科技教育等常态化教育过程中，寻找到了——一条实实在在的操作性很强的创新教育之路。

第一章 创新与创新教育概述

人类有文字记载以来的五千年文明史，是不断探索，不断发现，不断发明，不断创造的历史。从石器、青铜到功能陶瓷、纳米材料；从弓箭、投石器到火箭、导弹；从山洞、茅屋到城市、空间站；从赤脚、骑马到火车、航天飞机；从烽火台、活字印刷到电视机、互联网……人类经历了怎样的艰难跋涉，创建了怎样辉煌的成果，才有现代高科技、高质量的美好生活。人类无法准确地描述未来，却可以而且应该准确地认识历史，把握历史，从中引出有用的经验。东西方科技发展轨迹大同小异。但不同的文化观念，造成东方民族崇尚“神”“气”“志”，笃信这些虚无的东西能左右社会生活，控制人生，有意无意地消解了科学技术在推动人类进步，社会发展中的重大作用。延续两千多年的学校教育、家庭教育和社会教育，创新教育严重缺失。这种缺失造成的后果，早已从各个方面表现出来。

2006年初，国务院颁布了《国家中长期科学和技术发展纲要》，提出要“把建设创新型国家作为面向未来的重大战略选择”，目的在于把发展战略重点转移到创新上来，在不太长的时间里，赶上世界先进国家。目前，世界上公认的创新型国家有美国、日本、芬兰、韩国等约20个。这些国家虽然在发展策略上有所差异，但是，它们都具有创新综合指数明显高于其他国家，科技进步贡献率在70%以上，研发投入占GDP的比例一般在2%以上，对外技术依存度指标一般在30%以下，所获得的三方专利（美、欧、日）数占世界绝大多数等共同特征。我国要建设创新型国家，就要为实现这些目标而努力。

显然，建设创新型国家需要创新人才。因此，国家之间的竞争是人才的竞争，人才的竞争主要是创新人才的竞争。

每个大学生都希望自己能够成为创新人才，毕业以后踏入社会，成为有用之才。但是，面对世界发展的大趋势，许多大学生常常感到困惑，特别是面临社会的挑选，常常手足无措，甚至恐慌，因为他们缺乏创新教育，创新训练和创新本领，甚至对能否胜任工作缺乏自信。

创新人才到底应该怎样培养？为什么我国青少年学得辛辛苦苦，老师教得兢兢业业，学生们却没有或较少有原创性？为什么国外的小孩玩玩耍要地“学”，还有较大的原创能力？这是个不难回答的问题。

创新人才不是自封，不是谁说是就是，说不是就不是。创新人才是在创新教育过程中不断培养创新意识和创新能力的结果。学校教育、家庭教育、社会教育都要围绕创新教育开展工作，学生自觉地置身于创新教育过程，努力塑造自己，才有可能一代又一代地培养出具有创新精神和实践能力的人才。

第一节 创新概述

人可贵的品质是多方面的，创新品质最可贵；人的能力也是多方面的，创新能力是最重要的能力；人的意识千差万别，创新能力有大有小，但是，只要是正常的人，创新意识、创新能力人人都具备。至于能否有创新成果，则在于创新意识的开发和保护，创新能力的有目的、有计划的训练和培养。就各级各类学校而言，在于把创新教育贯彻到整个教育过程之中。

一、创新概念的起源与演进

进入 21 世纪，“创新”成为当今世界出现频率最高的关键词，这是世界进入信息时代的必然结果。先进与落后，主动与被动，发达与滞后，都将以在经济、文化、军事等社会各方面的创新能力和创新成果为分水岭。

1. 创新概念的起源

“创新”一词，英语为 innovate（动词）和 innovation（名词），它是一个古老的词，起源于 15 世纪。在韦伯斯特的词典里，把“创新”定义为：引入新的东西和新的概念（to introduce something as or as if new）和制造变化（to make change）。在《现代汉语词典》里，对“创新”的解释是：“抛开旧的，创造新的。”创新是一个非常广泛和笼统的概念，学术界迄今仍没有公认的确切表述。

目前，国际上认为较早提出创新理论的是经济学家约瑟夫·熊彼特。1912 年，他将“创新”概念引入经济学，认为“创新”，就是在经济领域里“建立一种新的生产函数”，“实行对生产要素的重新组合”，“创新”是企业利润的来源。熊彼特认为，只有完成“新组合”的企业经理才是企业家，而技术发明不是“创新”。这样，就把其他人员（如科学家、工程师、技术员、管理人员等）排斥在“创新”之外。熊彼特把“创新”局限在企业生产过程中的新变化，突出新技术的商业应用，他没有明确区别一般意

义的“创新”与经济学意义的“创新”。但是，熊彼特毕竟是较早在某一个领域提出“创新理论”的人，在国际上通常把熊彼特的“创新”称为狭义的创新概念。

从实践角度看，中华民族是极富于创新精神和创新能力的民族，中国四大发明曾经震惊世界。儒、道、释、易理论的出现，本身也是一种创新（后来在一定程度上却束缚了创新）。我国有学者考证，早在宋代就有人提出了“创新”一词，不过，当时仅仅用于祭奠礼仪。由于经济、政治、文化等原因，使得中国人当时提出的“创新”概念，一直没有引起注意。近代戊戌变法、改良派领袖康有为（1858—1927）在给皇帝的上书中提出“奖智”主张，以奖励工艺创新者，但并没有能实现。^①

在中国土地上为什么不易培养创新意识，推广创新理念？刘仲林教授在《中国创造学概论》^②一书中作过深刻分析：在中国，传统文化中的儒、道、释、易源远流长、博大精深。但是，其中的儒、道、释由于其本身的时代局限性以及千年经学思想的束缚，缺乏变革转化，脱离现代精神的主流，一定程度上成为时代进步的阻力。儒、道、释虽然观点各异，但是，其思想的主要缺陷，却惊人的一致——忽视人的自然和社会的创造实践。两千多年来，在经学思想的统治下，中华民族的创造力被压抑、禁锢；这是中华民族近代落伍的主要文化原因。这一分析，十分中肯。

当今时代是创新的时代；同时，是充满残酷竞争的时代。国内外客观形势造成的紧迫感，迫使中国人不能不认真思考怎样实现传统文化革故鼎新的创造性转化问题，这是一百年来中国人民的梦想和探求。中国传统文化向现代转化、与现代接榫的源泉是《易传》“生生日新”的学说。《周易》是由经、传两部分组成的，《易传》出现较《易经》晚，它以解经的形式，融儒、道为一体。《易传》中“富有之谓大业，日新之谓盛德，生生之谓易”的宏大的宇宙观和人生观，充满着生机，超越了易、儒、道思想，有独特建树。《易传》“生生日新”学说的核心，是创造观念的提出和肯定。

人生的最高境界是创，“盛”的本质意义也是创，这是中国文化走向现代化最重要的发端。由《易传》生生观开始，经过历代学者的提炼、发展，终于产生质的飞跃，形成以“创”为核心的现代中国文化新潮，这一新潮，既反映了时代特点，又兼容儒、道、释的优秀成果，代表了中国传统文化

① 彭键伯，刘国钦，创新学教程，北京，中国科学技术出版社，2006，2。

② 刘仲林，中国创造学概论，天津，天津人民出版社，2005，25。

向现代文化转化的方向。

2. 创新是毛泽东思想、邓小平理论体系的主线

毛泽东是现代中国的一面旗帜。他的一生，他所领导的新民主主义革命，推翻了两千多年来的封建统治，建立了和平、民主、自由的新中国；他将马克思列宁主义和中国革命具体实践相结合创建的毛泽东思想，引导中国人民完成了历史上最伟大的社会变革，改变了中国的历史命运。在毛泽东思想的百花园中，创新思想是一朵光彩夺目的奇葩，是贯穿毛泽东思想体系的主线。

毛泽东说：“我们要把马、恩、列、斯的方法用到中国，要在中国创造出一些新的东西。”^① 在社会主义建设方面，1964年，毛泽东在一个关于总结经验的指示中提出：“我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行，我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义现代化的强国。”^②

1978年12月13日，邓小平在中共中央工作会议闭幕会议上的讲话《解放思想，实事求是，团结一致向前看》一文中，号召全党和全国人民要勇于创新。他说：“干革命，搞建设，都要有一批勇于思考、勇于探索、勇于创新的闯将。”党的十一届三中全会以来，邓小平对创新和创新理论的论述，不仅阐明理论创新、制度创新、科技创新、实践创新的伟大作用，而且阐明了建设中国特色社会主义是伟大的创新实践。

江泽民继承和发展邓小平的创新理论，进一步深刻地揭示创新的真谛，阐明创新的地位和作用。江泽民指出：“进一步弘扬我们民族的伟大创新精神，加快建立当代中国的科技创新体系，全面增强我们的创新能力。这对于实现我们跨世界发展的宏伟目标，实现中华民族的复兴是至关重要的。”^③ 江泽民关于创新和创新理论的精辟论述，揭示了创新和创新理论的伟大社会价值，强调要大力推进全面创新，科学地阐明以改革和创新作为直接动力，推动全面建设小康社会，沿着建设中国特色社会主义道路前进。

3. 建设创新型国家是我国面向未来的重大战略选择

国家主席胡锦涛于2006年1月9日在全国科技大会上宣布中国未来15

① 毛泽东. 毛泽东文集第2卷. 北京. 人民出版社. 1993. 408.

② 毛泽东. 毛泽东选集第1~4卷. 北京. 人民出版社. 1991. 860.

③ 江泽民. 论科学技术. 北京. 中央文献出版社. 2001. 107.

年科技发展目标：2020 年建成创新型国家，使科技发展成为经济社会发展的有力支撑。中国科技创新的基本指标是：到 2020 年，经济增长的科技进步贡献率要从 39% 提高到 60% 以上，全社会的研发投入占 GDP 比重要从 1.35% 提高到 2.5%。

2006 年 2 月，中共中央国务院颁发了《国家中长期科学和技术发展规划纲要》。

《纲要》明确指出：“到 2020 年，我国科学技术发展的总体目标是：自主创新能力显著增强，科技促进经济社会发展和保障国家安全的能力显著增强，为全面建设小康社会提供强有力的支撑；基础科学和前沿技术研究综合实力显著增强，取得一批在世界具有重大影响的科学技术成果，进入创新型国家行列，为在本世纪中叶成为世界科技强国奠定基础。”

党中央、国务院做出的建设创新型国家的决策，是社会主义现代化建设全局的重大战略决策。建设创新型国家，核心就是把增强自主创新能力作为发展科学技术的战略基点，走出中国特色自主创新道路，推动科学技术的跨越式发展；就是把增强自主创新能力作为调整产业结构、转变增长方式的中心环节，建设资源节约型、环境友好型社会，推动国民经济又快又好发展；就是把增强自主创新能力作为国家战略，贯穿到现代化建设各个方面，激发全民族创新精神，培养高水平创新人才，形成有利于自主创新的体制机制，不断巩固和发展中国特色社会主义伟大事业。

创新代表最广大人民群众的意愿，已经成为当今鲜明的时代特征和时代精神，成为国家的重大战略选择，它将显示出强大的生命力。

二、“创新”的内涵

“创新”一词含义非常宽泛，改良、改进是创新；创造全新成果是创新。“创新”的核心内涵是“新”。“新”是一个相对概念，所以，“创新”也是一个相对概念。

1. “新”的相对性

“新”与“旧”是认识主体对所认识的事物客观见于主观的相对认识，体现在相对的时空界限范围内。

(1) 时间意义上的“新”：如果把某一时刻作为时间界限，之前为“旧”，之后为“新”。例如，人们习惯于把最近生产出来、还没有使用过的物称为新东西，把初次经历的体验称为新体验，把刚出生的婴儿称为新生儿等。

(2) 地理意义上的“新”：如果把某一地域作为空间界限，在其内首次出现为“新”。例如，人们习惯于把他们在本地第一次看到的事物称为新事物，第一次看到的现象称为新现象，尽管这种东西或现象可能在其他地方早就存在。

(3) 认识主体意义上的“新”：如果把某人作为认识主体，通过其五种感觉器官（视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉）首次接收到的“信息”为“新”。例如，某村民多年没有进县城了，某一天进城办事回家，对家里人说，县政府旁边新建了一个公园，尽管这个公园已经建成好几年了。

2. “创新”的定义

20 世纪以前，“创新”的含义，正如《现代汉语词典》所注释的那样：“抛开旧的，创造新的。”进入 20 世纪以后，突出了“创”的内涵，认为“创”是“（初次）做”。而“创新”一词更是彰显出其知识产权意义上的“创新”（如原理、结构、功能、性质、方法、过程等的显著性变化）内涵。例如，在世界范围内获得承认的国内首次发现、发明或创造，包括定理、原理的修订，技术和生产流程的改良，只要具有新颖性，就算是创新。在对创新型国家的五个界定指标中，也主要体现在知识产权意义上的创新。

但是，如果从社会的发展角度来理解“创新”，认为人类社会的发展史就是广大人民的创新史，这样，“创新”的外延似乎很宽泛。由于“新”是创新的首要特点，西方学者常用“新奇”（novelty）一词来概括。换句话说，“新奇”是创新的主要标志，是区别创新性和非创新性的重要标准。而“新奇”概念本身的模糊性和相对性，新奇程度上的差别，不同的人对同一事物的“新奇”的感受不同等等，不可能把“新奇”作为衡量创新的尺度。因此，到目前为止，关于“创新”，还难以形成严格的共同的定义。

这里，我们把“创新”作为一个系统来认识和定义。创新由创新主体、创新对象、创新过程与创新时空（环境）四个基本要素构成（如图 1-1 所示）。在创新系统中，“创新”是创新的各个要素通过人（创新主体）的创新意识，对创新对象实施创新行为，在一定的时间和空间范围，获得对社会发展有益的相对创新成果的过程。

在创新有机体系中，创新主体是系统中唯一具有能动性的、活的要素，人的意识是一切事物中最高级最复杂最具能动性的动态系统，可以开辟具有深度、广度的创新空间，能动地使种种可能性变为现实性。认识的创新是一种具有开创意义的思维活动，是人们以知识和经验的积累为前提，运用新的认识方法、手段以及特有的思维视角，开拓新的认知对象和领域，

取得新的认识成果，其表现形式是新的思维方法、新的世界观的产生以及新的理论、新的学说的建立。它是创新的先导，并贯穿于整个创新过程，是取得新成果的关键。

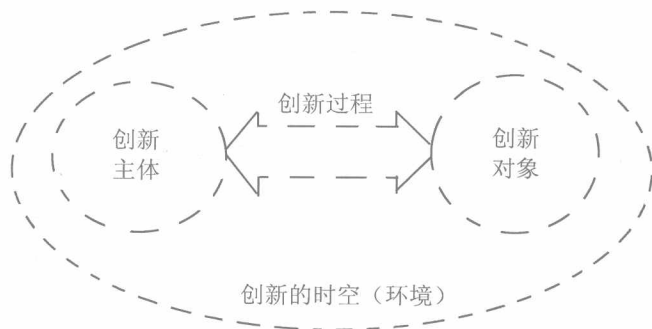


图 1-1 创新系统示意图

创新对象是指创新主体的某次（或某项）创新意识所指向的事物，它可以是想法、方法、方案、理论、学说、物体等等。例如，哥白尼研究天体的运行规律，在《天体运行论》中，他否定了传统的地心说，提出了日心说，使人类认识能够透过直接的外观，进入本质，重新审视和描绘世界图景，是对天体运行规律研究的理论创新。

创新是一个过程。它是从思想到行动、从构想到现实的知行统一的发展过程。从哲学的角度看，创新是使整个世界由简单到复杂、由低级到高级、由旧质到新质，有规律地运动变化的发展过程。因而，创新意味着发展，不仅是人的主观世界认识发展的过程，也是在人与自然和谐发展的过程中，不断地认识自然、了解自然，通过不断创新，提高人类利用自然界为自己服务的能力的发展过程。

创新是指某一创新对象从无到有的诞生过程，它具有一定的时空界限。例如，1916年，爱因斯坦在世界上首先提出了光的受激发射原理，这个重大的科学发现在当时是一项重大的科学知识创新。1953年，物理学家汤斯及其学生利用爱因斯坦的光的受激发射原理制造出了一台微波激光器，并于1958年得出了激光器原理及计算结果，在当时是一项重大的科学技术创新。1960年，青年物理学家梅曼在前人科学技术研究成果的基础上，实现了质的突破，制造出了世界上第一台激光器，一束像针尖一样细的深红色光从红宝石激光器里发射出来，这是人类首次见到的激光，激光器的发明