



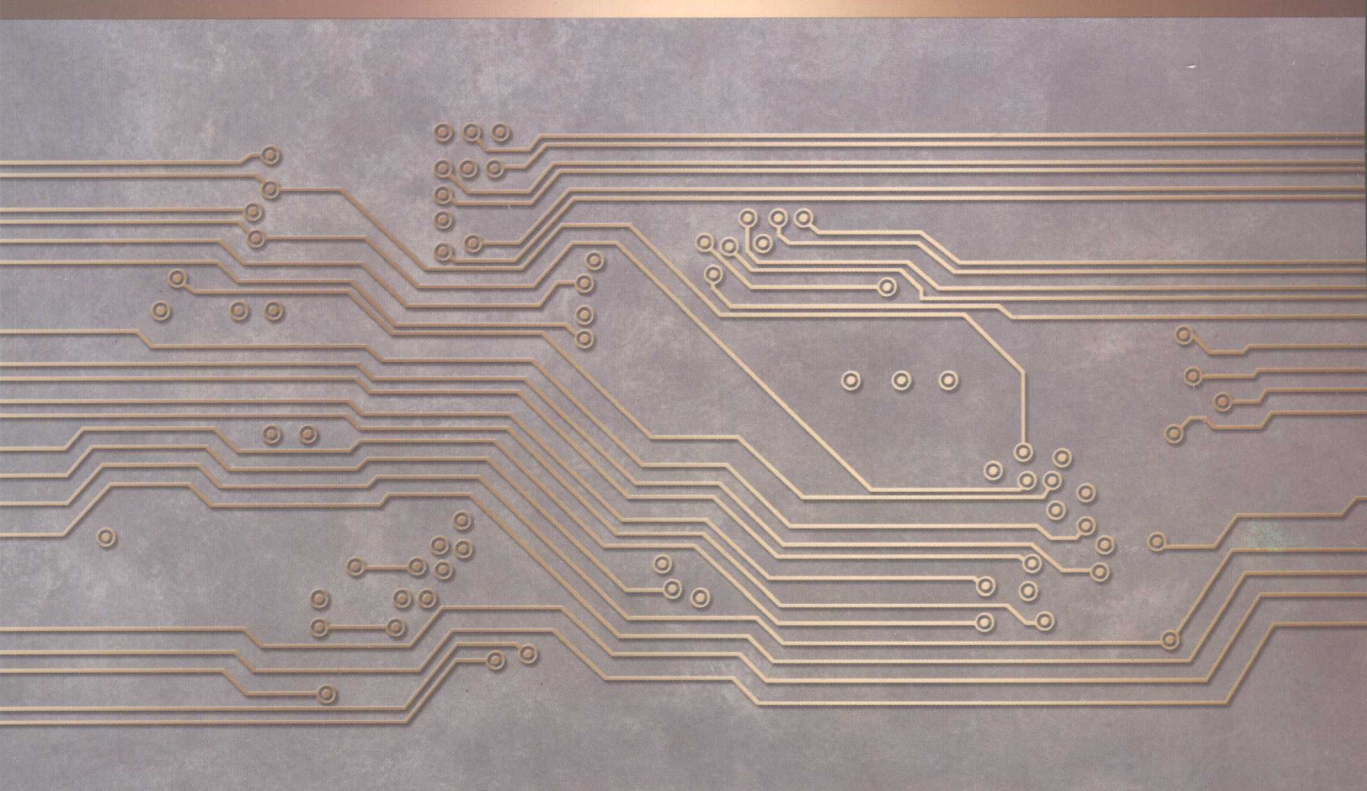
北京市高等教育精品教材立项项目

新编电气与电子信息类本科规划教材

工程创新设计与实践教程

——创新设计及机器人实践

吴波 陈琪 主编 何花 黄艳芳 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

北京市高等教育精品教材立项项目
新编电气与电子信息类本科规划教材

工程创新设计与实践教程

——创新设计及机器人实践

吴波 陈琪 主编

何花 黄艳芳 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书为北京市高等教育精品教材立项项目。

本书结合高等学校工程创新实践课程改革, 强调学生自主创新、动手实践, 将机器人控制与编程、机械创新设计、传感器等多项技术综合, 突出创意性和实用性。

本书包括 7 章内容, 通过对创新理论基础的阐述, 系统介绍了能力风暴机器人、机器人编程设计、VJC 编程实例、EI 创新组件设计和 ROBEI 机器人组件设计等, 并配以相应的思考与训练题和一些作品实例。本书的附录介绍了中国智能机器人比赛的项目规则。

本书可作为高等院校工科类机械、机械设计及其自动化、机械电子、计算机、电气等专业或者工程教育实践及机器人创新设计大赛的培训教材, 也可作为文科类学生培养创新意识、了解工程基础知识的教材, 还可作为相关工程技术人员、企业培训人员的参考书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程创新设计与实践教程: 创新设计及机器人实践 / 吴波, 陈琪主编. —北京: 电子工业出版社, 2009.1
新编电气与电子信息类本科规划教材

ISBN 978-7-121-08007-4

I. 工... II. ①吴...②陈... III. ①工业产品—设计—高等学校—教材 ②机器人技术—高等学校—教材
IV. TB472 TP242

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 201306 号

策划编辑: 章海涛

责任编辑: 章海涛

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂
装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 13.75 字数: 352 千字

印 次: 2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 25.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前言

人类社会的发展和进步的历史就是不断创新的历史。当今社会进入了知识经济社会,知识经济在国民生产总值中的比重越来越大,世界各国都认识到人才的重要性,尤其是具有创新意识、具备创造能力的复合型、复合型人才。

创新型、复合型人才一直是社会人才需求的重点,也是各类高校人才培养的主要目标与关注点,不同学校在人才培养过程中,各有侧重,各有兼顾。这类人才必须具备深厚的多学科理论基础知识、很强的实践能力和自我意识体现。但深奥的多学科理论知识让不少学生忘而却步,枯燥的教学、科研实验让学生兴趣不高,加之大学生专业性的培养方式,这些都可能创新人才培养目标与现实培养的学生在知识与能力的掌握方面有一定的差距,特别是理论与实践的脱节。

作者在多年从事学生的工程实践教育,在深入研究有关创新理论、创新技法及创新规律的基础上,紧密结合工程实践训练,利用 EIM 工程创新组件和 AS-UII 能力风暴机器人控制平台这个载体,将理论与实践相结合、兴趣和创新能力培养相结合。让学生们在学习与实践过程中,深刻体会到多学科知识的相关性和紧密性,了解工程实际绝非某一专业知识的生搬硬套。

创新贵在实践。在实践中创新,在创新中学习,从而构建新的知识框架和达到知识积累的目的,是实现创新教育和培养创新人才的根本。创新的不确定性决定了知识结构的复杂性,而知识的多样性又造就了创新型人才的培养,而创新又通过实践来体现。将“做中学”的学习理念和“拿来用”的知识构建理论贯穿于教学,将解决实际问题搬入课堂,让学生了解工程实际问题和学会解决工程实际问题,建立投身实践,终身学习的理念。

本书基于创新教育载体——EIM 创新组件和 AS-UII 机器人控制平台,系统地将创新理论、创新技法与创新实践进行有机的结合。通过创新实践训练,不仅有助于深刻理解创新理论与技法,同时能够将创新意识很好地通过载体来体现。通过近年来教学实践,对该创新平台的知识结构和应用进行了较系统的提炼,并给出了典型创新实践案例。

综观本书,有以下几个特点:

- (1) 通过本书学习与实践训练,超越一定意义上的专业界限,丰富知识结构。
- (2) 通过对 EIM 创新组件的装配和对机器人的操作,提高创新意识和创新设计能力。
- (3) 通过对机器人的控制,提高计算机编程能力。
- (4) 通过项目训练,提高团队合作能力。

本书知识体系全面而完整,内容涉及创新基础理论、创新基础素质训练、创新设计、创新实践平台和创新实例等多个方面。针对不同读者对象,全书内容大致可分为基础、提高和精通三个层次,适用于机械、机械设计及自动化、机械电子、计算机、电气等专业本科、专科及高职高专的学生学习,也可作为工程教育实践类、创新类教材,还可作为文科类学生培养创新意识、了解工程基础知识使用。同时,本书不仅适合于大学生和教师、工程技术人员,而且适合于有志于从事工程、技术发明创造者使用。

全书由吴波、陈琪主编,何花、黄艳芳副主编。第 1~2 章及附录由陈琪、吴波、王宝山编写,第 3 章由黄艳芳、隋金玲、刘华编写,第 4~5 章由何花编写,第 6~7 章由靳永利、

张阳新编写。

在编写过程中，我们参考并引用了大量有关创新理论、创新设计及机器人方面的论著、资料，限于篇幅，不能在文中一一列举，在此一并对作者致以衷心谢意。

由于作者水平有限，书中内容难免存在不足和错误之处，恳请读者给予批评指正。最后，对支持本书编写和出版的所有人表示衷心感谢。

本书为教师提供配套的教学资料包（含电子课件），请登录到华信教育资源网（<http://www.huaxin.edu.cn> 或 <http://www.hxedu.com.cn>），注册之后下载，或发邮件至 unicode@phei.com.cn 索取（请注明所在的学校及院系）。

作者

目 录

第 1 章 创新基本理论	1
1.1 创新的基本概念	1
1.2 创新的特性	3
1.3 创新与社会发展及创新人才培养	5
1.4 创新思维及方法	6
1.5 创新设计的技法	24
思考与训练	31
第 2 章 产品方案设计	32
2.1 方案设计简述	32
2.2 创新设计与创新平台	36
思考与训练	38
第 3 章 能力风暴机器人创新平台	39
3.1 能力风暴智能机器人的系统结构	39
3.2 传感器	43
3.3 能力风暴机器人的硬件组成	53
3.4 硬件扩展总线 ASBUS	58
思考与训练	60
第 4 章 能力风暴机器人编程	61
4.1 图形化交互式 C 语言简介	61
4.1.1 VJC 简介	61
4.1.2 安装和运行 VJC1.6	63
4.1.3 VJC1.6 界面介绍	68
4.2 快速入门——走四边形的机器人	72
4.2.1 编程思路	72
4.2.2 程序编写	72
4.3 流程图编程方法	75
4.3.1 模块的基本操作	75
4.3.2 模块的功能和使用	76
4.3.3 多任务的编程方法	107
4.3.4 子程序调用的编程方法	108
4.3.5 变量	109
4.4 JC 语言编程方法	111
4.4.1 交互式 C 语言快速指南	111
4.4.2 交互式 C 语言教程	114
4.4.3 能力风暴库函数	124
4.4.4 多任务	127
4.4.5 错误处理	129

思考与训练	129
第5章 能力风暴机器人编程实例	130
5.1 机器人走“∞”字形	130
5.2 机器人叫人起床	130
5.3 动态字符显示	131
5.4 地面灰度检测	132
5.5 机器人避障	134
5.6 机器人追光	137
5.7 机器人跟人走	139
5.8 机器人边唱边跳	140
5.9 机器人灭火	141
思考与训练	146
第6章 EI 组件设计与搭建基础	147
6.1 创新思维与建构主义	147
6.2 EI 组件的基本结构和搭建基础	148
6.3 EI 组件的控制核心——多功能扩展卡	155
6.4 EI 组件的软件控制	160
6.5 EI 组件创新设计实例	167
思考与训练	177
第7章 ROBEI 组件的设计与搭建	178
7.1 伺服电机及控制	178
7.2 ROBEI 组件的基本组件和搭建基础	179
7.3 ROBEI 组件的控制核心——高级伺服电机驱动卡	182
7.4 ROBEI 组件的软件控制	184
7.5 ROBEI 组件创新设计实例	189
思考与训练	192
附录A 2008年 RoboCup 中国公开赛项目规则（部分）	193
附录B 2008年广茂达杯中国智能机器人大赛项目规则（部分）	205
参考文献	214

第1章 创新基本理论

创新是人类最伟大的实践活动，是推动社会进步和经济发展的强大动力。一部人类文明史，就是一部人类创新活动的历史。正是因为有了创新，人类才发明了劳动工具，脱离了动物界；是创新，使人类走出了茹毛饮血的原始蒙昧时代；是创新，使人类由原始人进化到现代人，成为地球的主宰。在科学技术高速发展的今天，创新更加显示出不可估量的伟大作用，产生着层出不穷的神话般的奇迹，使人类生活在琳琅满目、丰富多彩的物质文明和精神文明的世界中。

1.1 创新的基本概念

1. 创新的概念

什么是创新？

所谓创新，就是制造新的事物。顾名思义，创新是指在前人或他人已经发现或发明成果的基础上，能够做出新的发现，提出新的见解，开拓新的领域，解决新的问题，创造新的事物，或者能够对前人、他人的成果做出创造性的运用。创新按其实质，大致可分为两种：一种是发现式创新，另一种是发明式创新。

所谓发现式创新，是指经过探索和研究从而认识的客观存在，如事物发展的趋势、规律、本质或重要事实等，并且这一客观存在是未被前人或他人认识的。

所谓发明式创新，是指创造出以前不曾存在，并经实践验证可以应用的新事物、新技术、新工艺、新理论或新方法等。

一般地说，发现式创新属于认识世界的范畴，发明式创新属于改造世界的范畴，其共同特点都是为了创造新的世界。

2. 创新及其他相关概念

(1) 创造

创造与创新的内涵没有太大的差别，两者都具有首创性特征。但创造与创新的首创性特征的含义并不完全相同。创造是指新构思、新观念的产生，创造的“首创性”是指“无中生有”，着重于一个具体的结果。创新的含义要广泛得多，创新的“首创性”不仅指“无中生有”，更多的是指“推陈出新”，是事物内部新的进步因素通过矛盾斗争战胜旧的落后因素最终发展成为新事物的过程，是一切事物向前发展的根本动力。

(2) 发现

在《新华词典》中，“发现”被解释为经过探索研究找出以前还没有认识的事物规律。它指的是人们对客观事物自身的状况、性质及其发展规律的认识，有了新突破、新进展，获得了新知识。如牛顿发现了万有引力，科学家发现地球本身自转一周为一天，围绕太阳公转一周为一年即 365 天等。

科学发现并不完全等同于“看见”或“找到”某种事实或现象，更重要的是对这些事实或现象进行了创造性的理论解释。

(3) 发明

发明是指获得人为性的创造成果。发明成果并非天然存在，而是由人在发现的基础上进一步按照一定的目的去调整和改变对象以获得新的事物、新的状况或新的结果。如瓦特发明了第一台蒸汽机，又如人类发明了第一艘宇宙飞船以进入太空飞行等。

单纯的发明创造不能被称为创新，因为发明创造是指研究活动本身或它的直接结果，发明加上成功的开发才可以称为创新。付诸实践的创新也不一定必然是任何一种发明，创新是把发明创造应用于生产经营活动中去的一个过程，过程的起始应该是发明创造。有了发明创造出来的新理论、新产品、新工艺和新技术，创新也就有了起始点。小的发明有时可以引发大的创新，如集装箱的出现算不上大的发明，甚至谈不上技术上的发明创造，但它引发了世界运输革命，使航运业的效率增加了3倍，因此被认为是重大创新。

如果只改进已有的某些工艺技术、局部材料或生产设备，但缺乏对市场的根本性突破，一般只能称之为革新，革新中也隐含着创造性因素。

3. 创新能力

创新能力是指一个人（或群体）通过创新活动、创新行为而获得创新性成果的能力，是人的能力中最重要、层次最高的一种综合能力。创新能力包含多方面的因素，如探索问题的敏锐力、联想能力、侧向思维能力和预见能力等。

哈佛大学校长陆登廷认为：“一个人是否具有创造力，是一流人才和三流人才的分水岭。”美国著名学者道格拉斯·洛顿也曾经预言说：“孕育着创造发明能力的中小学毕业生，远远比被扼杀了创造发明能力的哈佛大学毕业生有更多的成功机会。”对于在校就读的学生而言，创新能力是求职、就业、创业乃至其一生事业发展过程中的一种通用能力。

我国的核心能力标准确定为八种，即创新能力、交流表达能力、数字运算能力、自我提高能力、与人合作能力、解决问题能力、信息技术能力和外语应用能力。创新能力位居八大能力之首，具有内核功能。

创新能力体现在各个方面，无时不有、无处不在。创新能力在创新活动中，主要是提出问题和解决问题这两种能力的合成。提出问题包括了发现问题和创造问题，首要的是发现问题的能力。发现问题的能力是指从外界众多的信息源中，发现自己所需要的、有价值的问题的能力。发现问题是科学研究和发明创造的开端。相对于解决问题，提出问题在创新活动中占有更重要的地位。

在创新活动中，创新思维是创新能力的核心因素，是创新活动的灵魂。

4. 知识与创新

牛顿曾说：“如果说我能看得比别人远的话，那是因为我站在巨人肩膀上的缘故”。美国心理学家海斯曾经对作曲家、画家和诗人做过一个研究。他发现，在有创意的作品问世之前，这些艺术家大约需要10年的专业训练。美国心理学家哈罗德·施恩伯格对7位作曲家的研究结果支持了这一发现。他在《伟大作曲家生平》一书中统计了每位作曲家开始学习音乐的时间和他们第一首成名曲诞生的时间，并总结说：“在500个以上的作品中，只有3首乐曲是在作曲家音乐生涯的头10年出现的，而这3首乐曲都是在第8年和第9年写的。一般来

说,有创意的作品的发表需要至少 10 年的磨练。”

创新能力的培养,必须以坚实的科学文化知识为基础。知识与创新是相辅相成的,任何一个发明创造,都是对客观世界认识和改造的过程。要创新,就必须对研究对象进行科学的观察和分析,洞察事物发展变化的内部原因和外部联系,从而采取相应的方法进行改造。这就需要有一定的科学文化知识,因为任何一个认识问题和解决问题的过程都是对知识的汲取、存储、积累、消化和运用的过程。对于任何专业领域,一个人必须要有相当程度的专业知识和经验,才可能谈到创造,很难想象对量子物理一无所知的人能够在该领域有所创造。因此,当人们创造性地探索问题和解决问题时,知识是强大的力量,是形成创新能力的基础。

一个人的知识与他的创新能力是否成正比?一个人的知识越多是否创新能力就一定越强?答案是否定的。犹太人非常重视知识,但更加重视问题意识的培养。他们把仅有知识而没有才能的人比喻为“背着许多书本的驴子”。著名物理学家劳厄谈教育时说,重要的不是获得知识,而是发展思维能力,教育无非是将一切已学过的东西都遗忘时所剩下来的东西。劳厄的谈话绝不是否定知识,而是强调只有将知识转化为能力,才能成为真正有用的东西。

专业知识是对过去研究事实的提炼和总结,对进一步的创新活动有积极的指导作用。但如果一味拘泥于已有的专业知识,这些知识也有可能成为创新路上的绊脚石。这时,拥有过多的专业知识可能会变成一件危险的事,它可能使人陷入已有知识的架构而看不见更富有价值的东西。事实上,有许多东西是“非专业人士”发明的。例如,气球是造纸工人蒙戈尔兄弟发明的,显微镜是荷兰看门人列文虎克发明的,圆珠笔是匈牙利印刷校对员拜罗发明的,假肢是法国理发师帕雷发明的,航海天文钟是英国木匠哈里森发明的,引起地质学革命的大陆漂移说是德国气象学家魏格纳提出并论证的等。

1.2 创新的特性

创新具有以下主要特性。

1. 首创性

创新是解决前人没有解决的问题,因此创新必然具有首创性。创新要求人们要敢于积极进取、标新立异。一件创新产品应该具有时代感和新颖性。

创新并不一定是全新的东西,旧的东西以新的方式结合或以新的形式出现也是创新。一般认为某些模仿也是创新,模仿已成为创新传播的重要形式之一。模仿可分为创造性模仿和简单模仿。现实中的模仿大多属于简单模仿,对原产品进行了进一步的改进,带有一定的创造性。没有创造性的产品属低级重复性产品。在经济发展不均衡的地区,不排除这种产品会有一定的市场,但这种市场往往表现出很大的局限性和暂时性。这种产品的制造与销售,多数人认为不能称之为创新。

2. 综合性

创新不是凭空设想。一项创新活动需要广泛的知识 and 深厚的科技理论功底。在学习的时候,人们往往是一个学科、一门课程地分开学习,但如果把思想仅仅束缚在某一门课程的知识范围内就很难进行创新。创新需要把各相关学科的知识加以综合利用,融会贯通。

作为一个完整的产品创新活动,需要完成由产品发明到开发直至市场化的过程。在这个

过程中，除了需要发明者的科技知识，还需要各有关方面具体创新执行者的密切配合，主要是生产工作者和经营管理者的密切配合，创新才能成功。

创新过程每个阶段的工作往往不是仅凭一个人的能力就能完成的。不同的人在其中所起的作用不同，但一项创新产品的成功必然是众多参与者集体智慧的结晶。创新的综合性就表现在创新活动的产品是众多人的共同努力、多学科知识交叉融会及多种行业协调配合的成果。

3. 实践性

创新活动自始至终都是一项实践活动。创新初期，产品类型确定是建立在社会需要的基础之上。在创新过程中，产品的构思阶段和制造阶段中都显示出或隐含着大量实践性经验的因素。一项新产品产生后，能否被称为完整意义上的创新最终还要经过市场实践的检验。

4. 风险性

倘若一项新产品出现后不符合社会的需求，就意味着这项创新的失败。由于创新活动涉及众多的相关因素，使得创新成果呈现出不确定性。统计表明，即使在科学技术发达的美国，企业新产品开发成功率也只有20%~30%。

创新具有风险性的原因主要有两方面。一是信息的不对称性，即创新者仅知道自己的创新内容，而很难了解到其他创新者正在从事的创新活动。在投入了巨大人力、财力之后才发现，自己的创新产品在技术性能上落后于他人开发的产品，或同样性能的产品已由他人抢先推出，自己已经失去了市场。虽然随着信息传输手段的发展，这类风险相对小些，但造成信息不对称性的主要原因往往不是由于传输手段的落后，而是由于各创新者或单位的技术保密规则。二是技术、市场及利润回报等众多因素的不确定性。创新需将大量的人力、财力投入到不成熟的技术和待开发的市场，如果遇到社会不稳定或政策上的某些变更，很可能导致巨大的投入不能取得预期的回报。

5. 能动性

任何人不能脱离社会而存在，只有人类才具有创新思维和创新能力，是创新推动了社会的发展。创新的能动性是指创新对客观世界强大的推动力。创新的能动性对于个人来说，最关键的就是养成创新的习惯，成为创新型人才，用创新的思维去统帅知识。创新能够改变未来，改变一个人一生的命运。人的社会竞争能力的大小，已不取决于骨骼和肌肉是否强壮，而取决于他的思维力量。

知识和创新的能力本身已逐渐取代了资本的要素，成为第一要素，成为经济增长的主要动力，也成为企业兴衰的决定性因素。当企业决策人安于现状、不求进取、拒绝创新时，慢性的“死亡”过程也就开始了。用这个观念去审视企业的兴衰存亡，就觉得一切都在运动规律之中。

人类的创新就是不断继承、不断批判、不断发展的历史过程。人类自从发明了文字和符号后，人类的继承性得到了快速发展，从而使人类进入文明社会。通过网络化、数字化，纳米技术和激光技术等，使人类创新成果的继承和发展达到人类历史上空前的高度。知识创新的继承与发展已成为人类获取财富和文明进步的主要动力和源泉。

1.3 创新与社会发展及创新人才培养

1. 创新与社会发展

创新是社会发展的原动力，人类社会发展的历史实际上是一部不断创新和创造的历史。中国自古以来就是创新和创造的故乡。

燧人氏发明“钻木取火”，使人类摆脱了茹毛饮血的原始人生活，从此吃上烧熟烤香的食物。饮食卫生的革命使人类减少了疾病，增进了健康。火种的延续和活用，把人类的活动区域延拓至遥远和寒冷的北方，直至全世界。

神农氏遍尝百草，他不但发现了人类主要食物源的粮食、蔬菜、水果，还找到了许多可以治病的药材。神农氏还发明了栽培植物用的耒耜等农具，可以说是远古的机械发明家。

大禹治水，改堵为疏，将洪水导入大海，这一创新从此成为治水经典，从古到今，为人类消弭了无数次水患。

中国的四大发明改变了世界。指南针的发明促进了航海业，使人类航行有了方向；火药的发明促进了矿业、筑路和建筑业，促进了工业革命的到来；东汉蔡伦发明的造纸术，宋代毕昇发明的活字印刷术，使人类的文化载体发生革命性变化，人类文明史记载迈入新纪元。

西方近代的创新和发明更是使人类社会发展一日千里。

英国发明家瓦特发明蒸汽机，改变了人类以人力、畜力、水力作为动力的历史，使人类进入蒸汽机时代，引发了第一次工业革命。

从丹麦人奥斯特 1820 年发现电流磁效应现象，到英国科学家法拉第于 1831 年 10 月的实验中总结出著名的电磁感应定律，他们的创造为发电机、电动机、变压器的发明问世奠定了理论基础，人类由此进入了电气时代。

当人们意识到地球上的燃煤、石油和天然气等资源是十分有限的能源时，对持久能源的寻求便成了现代人类孜孜不倦进行创新的目标。伟大的爱因斯坦创立的代表现代科学的“相对论”，为核能开发奠定了理论基础。1942 年 12 月 2 日 15 时 20 分，由美籍意大利科学家费米领导的世界上第一座原子能反应堆正式运转，标志着原子能时代的开始。

世界著名的发明家爱迪生，一生完成了 2000 多项发明，从他 16 岁发明自动定时发报机算起，平均 12 天半就有一项发明，其中包括电灯、留声机、电影、电车、蓄电池、打字机、水泥、橡皮等。这位美国农民的儿子对人类现代文明作出了巨大的贡献。

计算机、生物工程，这两大现代科学新技术的发明和发展正在使人类奔向更灿烂的未来。

2. 创新是技术进步的必由之路

20 世纪是知识不断更新，科技突飞猛进，世界面貌日新月异的世纪。21 世纪，科技创新将进一步成为社会和经济发展的主导力量。科学技术是第一生产力，国家综合国力的强弱，主要取决于其科学技术进步的快慢。世界各国综合国力的竞争，核心就是知识创新、技术创新和高新技术产业化的竞争。加强科学和技术创新，发展高科技产业，实现科技成果产业化是一项系统工程，对于提高国民经济质量和效益，提升我国国际竞争力具有决定性的意义。

技术进步一般是通过技术创新来实现的。技术创新的综合体现是为社会提供一流的技术产品。上至国家的工业进步，下至企业的市场兴衰，靠的是拥有在国内外技术市场上占绝对

优势的技术产品。随着科技的进步,技术产品更新的速度日益加快,统计资料表明,产品的技术含量越高,其更新期就越短。技术市场总是坚定不移地朝着式样更加新颖、功能更加齐全的方向前进。可以预测,未来技术市场的竞争将更趋激烈。

培养科技人才需要新理论、新技术、新方法的武装,提高在校大学生的创新能力,更需要新理论、新技术和新思想的充实。

3. 创新人才的培养

培养 21 世纪的创新人才,高等学校的创新教育是极为重要的一环。联合国教科文组织经调研并预测,21 世纪高等教育具有如下五大特点。

一是教育的指导性。打破灌输式教育方式塑造人才的模式,强调发挥学生特长,自主学习;教师的地位发生变化,以往是传道授业的权威,现在应该是指导学生学习的顾问。

二是教育的综合性。不满足于传授知识和掌握知识,更强调综合运用知识解决问题的综合能力的培养。

三是教育的社会性。教育由封闭的校园转向开放的社会,由教室转向图书馆、工厂、企业等社会活动领域。计算机网络技术的发展,为建设一个开放式学习环境创造了条件,不受地域限制,实现不出家门上大学或自主进修学习的时代已经到来。

四是教育的终身性。信息时代的来临使人类进入了知识经济的新时代,知识的迅速更新,创新事物层出不穷,人们为适应瞬息万变的环境必须不间断地学习,人们的学习行为已普遍化和社会化,一次性的学校教育已转化为终身教育。

五是教育的创造性。为适应科技高速发展和社会竞争的需要,建立重视能力培养的教育观。教育必须致力于培养学生创新精神和提高创造力。

1.4 创新思维及方法

1. 创新思维

何谓“思维”?仅就字面而言,“思”就是思考,“维”就是方向或次序。思维开始时的切入角度称为思维视角。思维是人类特有的心理现象,是人脑对客观事物的概括和反映,是人类把握事物本质和规律的一种高级认识形式。创新思维是人们在实践经验的基础上,通过主动地、有意识地思考,产生独特新颖认识成果的心理活动过程,是人类认识世界和把握世界的基本方式。因此,创新思维应该是突破性思维、独立性思维和辩证性思维。

长期以来的教育观念和传统思想已成为创新思维的障碍,创新必须打破这些枷锁,实现思想的解放,并且永远保持思想解放的状态。创新主要需要解放哪些思想呢?主要是思维定势。下面就思维定势的概念及思维定势的表现形式分别介绍。

(1) 思维定势

思维定势也叫思维惯性,是指过去思维对当前思维的影响。人们把平时学习和实践中获得的知识、经验、观念和方法等要素进行积淀,并固化于大脑中,就构成了一定的思维方式。久而久之,在思维中就形成了固定的认识问题、分析问题和解决问题的模式,很难改变而成为定势。

这种思维定势在人们的生活和工作中起着重要的作用,使人们能够驾轻就熟而迅速地处

理大量相似的问题。但在创新活动中，它却成为一种主要的思维障碍。这种障碍表现在创新活动中，人们根据解决问题的需要，在对头脑中原有的知识、经验、观念和方法等进行新的组合、构建时，思维定势会本能地进行阻挠，使人们在新问题面前仍然习惯于依据原有的思路进行思考，打不开思路，因而阻碍创新成果的产生。思维定势是保守势力的思想根源，无论是经济、科技，还是政治、文化上的保守势力，都会在思维定势的作用下对创新者百般阻挠，多方反对，甚至强力扼杀，从而严重阻碍社会的进步和发展。

在19世纪70年代，英文打字机键盘上的字母键在击打之后，弹回速度较慢，经常出现因为击键速度太快而使两个键绞在一起的现象。各国的工程技术人员为了解决这一问题，想方设法“提高字母键的弹回速度”。当时由于机械制造工艺不够完善，一直未能找到解决办法。后来，有一名工程师大胆突破思维定势，提出了通过降低打字员的击键速度来解决这一问题的新思路。科技人员很快就制定出了打乱26个字母的排列顺序的方案，从而现在使用的键盘形式就应运而生了。

今天，随着科学技术的发展，字母键的弹回速度早已不成为问题，问题转成了“键盘的排列顺序影响打字速度”。为此不少人设计出了许多种更合理的键盘排列方案，但由于人们已经习惯了原有的键盘，因此一直未能得到推广。这又是思维定势的作用。

有这样一个事例。在20世纪50年代，美国和前苏联都争先发射第一颗人造卫星，但都没有解决将卫星送入轨道的火箭所需的强大推力问题。人们将更多数量的火箭串联起来，仍然不能将卫星送入轨道。这时，一位前苏联青年科学家提出了一个全新的设想：只串联上面的两级火箭，其余火箭采用并联。采用这个方案，前苏联早于美国将人造卫星升上了太空。

传统观念是思维定势的典型表现。观念是固化于人脑意识和潜意识中的观点和认识。观念作为思维方式的主要构成要素，对人的认识活动起着巨大的制约作用。观念是在一定生产水平和历史文化的基础上产生的，在一定时期内有它存在的合理性。当社会向前发展了，深藏于人们头脑中的观念不能紧跟时代的变化而改变；当保持其思维定势时，原本适时的观念就变成了过时的观念（称为旧的传统观念）。传统观念顽固地维护它赖以存在的生产、文化和社会基础，思想保守、僵化，反对思维对现存事物进行超越，是创新思维的重要障碍。

克服思维定势的主要方法是不断接收新的信息，经常反思自己是否陷入了固化的泥潭，敢于向传统挑战，树立“求异”的勇气与信心。

（2）迷信权威

权威就是在社会生活中形成的受到他人景仰和服从的权力威望。当不同的人思想行为不统一时，就要求服从权威。权威是任何时代、任何社会都实际存在的现象。权威在社会生活中是必要而有益的。人们对权威普遍怀有尊崇之情是可以理解的，然而这种尊崇演变为神化和迷信后，就成了创新思维的大敌和枷锁。权威主要分为政治型和知识型两类。

政治权威是处理人与人之间关系的产物，通过法律、行政权力显示出来，并通过人的信念及道德观念，使人自觉或被迫地去服从。在领导集团长期有意无意地教育培植下，人们对权威的态度由景仰和服从变成了迷信，思想上也就丧失了自己的独立性和主见，形成了迷信权威的理念和习惯。致使人们不管遇到什么问题首先去想：领袖是怎么说的？红头文件是怎么讲的？上级是怎么指示的？于是，领袖的著作言论都成了圣人圣言，不容置疑。

知识是人类认识世界和改造世界的智慧结晶，是真理，是推动社会进步的基本力量。对知识权威的服从，就是对真理的服从。人类终生都在学习知识，追求真理。成为创新思维枷

锁的不是知识和知识权威本身，而是人们对知识权威的强化和泛化。在知识权威中，人们接触最多的是老师和专家。一个人，由小学到大学，绝大部分知识都是跟老师学来的。学生去上学的时候，家长总是告诉孩子“要听老师的话”。从提高全民族素质的角度出发，社会也要求人们要“尊师重教”，这无疑都是对的。久而久之，老师在某些人的头脑中作为知识权威被强化。在同学之间争论某个问题时，如果有一个同学举证说这是某某老师说的，就很少有人会再提出反驳；对于专家，特别是著名专家更是如此。专家是具有某种深厚知识的专业权威，“专家的话不会错”已经在人们头脑中作为知识权威被强化。写一篇文章，如果里面没有引用几段权威的话，作者和编者都会感到心里不踏实。有的人对权威的迷信可以达到痴愚的地步。据说在伽利略时代，一位教士借助于望远镜看到了太阳黑子，但《圣经》上说：太阳是圣洁无瑕的天球，绝不会产生“黑子”。于是这位教士便自言自语地说：“幸好《圣经》上早有说法，不然的话，我几乎要相信自己亲眼看见的东西了。”难以置信，迷信权威竟然到了不相信自己眼睛的地步。所以，这样的人就不可能去创新。

18世纪，错误解释燃烧现象的“燃素说”被视为圣典，在化学界竟然统治了整整一个世纪。在此期间，卡文迪许、舍勒、普利斯特列等许多著名的科学家都曾在实验室中得到足以推翻这种错误观点的证据，但由于他们受头脑中既有的权威定势束缚，迷信权威，在事实与权威理论产生明显矛盾时，不是去怀疑“燃素说”，而是让事实去迁就“权威”的理论，以致于“在真理碰到鼻尖时还没能得到真理”（恩格斯语）。而后来，法国化学家拉瓦锡在卡文迪许等人的工作基础上，提出了正确解释燃烧现象的“氧化学说”，创立了近代化学。

创新常常是打破迷信权威的思维障碍才取得成功的，最有名的例子是莱特兄弟发明飞机的故事。

19世纪初，一些科技人员开始研究人类上天的可能，着手研制飞机。可是，反对的力量十分强大，他们都是当时世界上的科技名流。最有代表性的是法国著名天文学家勒让德，这位最早用三角方法测量地球与月亮之间距离的科学大师认为，企图制造一种比空气重的东西到空中飞行是永远不可能的。这一观点得到德国大发明家西门子的支持。西门子认为，飞机根本上不了天。能量守恒定律的发明者之一，德国物理学家赫尔姆霍茨也大泼冷水，认为想将沉重的机械送上天纯属空谈。美国天文学家纽康经过对各种科学数据的反复计算后，拿出权威的结论：飞机根本无法离开地面。由于众多科学大师与学术权威的坚决反对，金融界和工业界对飞机的研制也持不合作态度，飞机研制陷入重重困难之中。

普通的自行车工人莱特兄弟学历不高，他们初生牛犊不怕虎，不在乎权威的反，自学了有关飞机的知识。他们仔细观察鸟类的体态结构及翅膀的动作，再运用科学原理反复试验，在1903年，终于让世界上第一架飞机飞上了蓝天。

（3）从众心理 从众心理就是没有主见，服从众人，随大流的心理。别人怎样做，我也怎样做；别人怎样想，我也怎样想。从众心理倾向比较严重的人，在认知事物、判断是非的时候，往往是附和多数，人云亦云。他们缺乏自己的独立思考，不可能产生真正的创新思想、创新观念和创新的行动。

这种从众心理的枷锁来源于人的社会性要求。人类是一种群居动物，每个人都在一定的群体中生活和工作。为了维持群体的稳定性，就必然要求群体中的个体保持某种程度的一致

性，这种一致性表现在情感、思想和行动各方面。从众的确有利于团结和合作，有利于群体的安居和社会的稳定，有利于统治者维持其统治，个人也有一种归宿感和安全感，因而受到鼓励和强化。本来，“少数服从多数”准则只是为了维护群体稳定性，形成集体合力的行为上的一个准则，后来却被强化为思维原则和社会原则，成为思维领域中的从众枷锁。实际上，个人与个人之间不可能完全一致，更不可能长久一致。于是，不从众的人便被称之为“不合群”、“性情古怪”，时常被“枪打出头鸟”，受到群体的压力和攻击。完全没有一点从众心理的人，恐怕还很难找到。

大众的认识并不一定是正确的。中国有句歇后语：“黄鼠狼给鸡拜年——没安好心”，说的是黄鼠狼总是要偷鸡吃的。千百年来，黄鼠狼就蒙受了这个不白之冤，没有人来为它洗清。上海华东师范大学生物系的一位教师，花了20年时间，解剖了1000多只黄鼠狼，发现黄鼠狼的胃里只有老鼠和一些害虫，根本没有鸡肉、鸡骨和鸡毛。他还有意把鸡和黄鼠狼关在一起，发现他们和平共处、互不相扰，只有当黄鼠狼饿极了才会去咬鸡和吃鸡。这证明黄鼠狼总是偷鸡吃的说法是错误的。过去，人们从表面现象看问题，看见黄鼠狼鬼鬼祟祟，经常夜间出没，就想当然地以为它会去偷鸡。

对于原子能的开发利用，也曾遭到许多人的反对，其中包括卢瑟福、爱因斯坦和玻尔等一些著名的科学家。1933年9月，卢瑟福在不列颠协会的演讲中说：“一般说来，我们不能指望通过这种途径来取得能量，这种生产能的方法是极端可怜的，效率也是极低的。把原子裂变看成为一种动力能源，只不过是纸上谈兵而已。”他甚至断言说：“由分裂原子而产生能量，是一件毫无意义的事情。任何企图从原子蜕变中获取能源的人，都是在空谈妄想。”1934年，爱因斯坦用比喻的方法回答了记者关于“原子何时能够有效地加以应用”的问题，他说：“那只不过是黑夜里在鸟类稀少的野外捕鸟。”1935年，另一位科学家玻尔在谈论原子能应用问题时也说：“我们关于核反应的知识越广，离原子能可用于人类需要的时间越远。”原子能不可能被开发利用，在当时已经成为压倒一切的观点。但是，仍有一些不从众的粒子物理学家坚持原子能应用的研究。1945年7月16日，在美国新墨西哥州的洛斯阿拉莫斯沙漠，随着一团巨大蘑菇云的升空，第一颗原子弹的爆炸试验成功了。随后在1954年，前苏联建成了世界上第一座核电站，由此人类拉开了和平利用原子能的序幕。

对创新而言，从众心理是重大的障碍。从众心理使人不敢违背群体的意见，不敢标新立异，导致这样的人往往创新成果少，甚至一辈子都没有创新成果。创新就是要突破大家公认的东西，突破习惯势力的束缚，也就是不从众。

上面讲的是最常见的、对创新思维影响最大的思想障碍，还有一些思维障碍，虽然它们的存在不如以上障碍普遍，但也不同程度地影响着某些人群，它们表现为以下几种形式。

① 书本型思想障碍。其表现是书上没有说过的不敢说，书上说不能做的不敢做，对于比自己读书多的人的话百分之百地相信，毫不怀疑。美国著名物理学家温伯格（诺贝尔奖获得者）对这种“唯书本主义”进行了批评，指出：“不要安于书本上给你的答案，要去尝试下一步，尝试发现有什么与书本上不同的东西。这种素质可能比智力更重要，它往往成为最好的学生和次好的学生的分水岭。”

② 自卑型思维障碍。其表现是对自己缺乏自信心，总觉得自己不如别人，头脑中存在着严重的自卑心理。他们不敢去做任何一件没有把握的事情，以至于多次错过成功的机会。

③ 麻木型思维障碍。其表现是对事物不敏感，思维不活跃，更缺乏主动创新的积极性。

即使是机遇走到眼前了，他也无动于衷。其一生很难为社会做出较大贡献。

④ 偏执型思维障碍。其表现是认识片面，过于自信，好钻牛角尖，只认死路一条，不碰个头破血流绝不罢休。如果创新者具有这种思维障碍而不能够克服，其智力表现低于常人，失败的概率远远大于成功。

马克思有句著名的格言叫“怀疑一切”。创新是从观念变革开始的。观念保守，思想僵化，就不可能创新；反之，解放思想，变革观念，就是创新的发动。因此，开展创新思维训练的首要任务就是解放思想，克服思维定势，为创新行动扫除思想障碍。

2. 创新思维的一般方法

任何事情都有诀窍或窍门，在进行创新思维活动时，同样存在许多技巧和窍门。我们掌握了有关创新思维的一般方法，那么在我们解决问题的时候，许多问题就会迎刃而解。在产品开发中运用不同的思维方式，可以开发出许多新产品。

心理学家阿曼贝尔认为，创造力是个人的认识能力、工作态度和个性特征的综合表现。认识能力是理解事物复杂性的能力，以及在解决问题时打破旧规则、旧方法的束缚、寻求新规则的能力。创新思维能力是创造力的核心，它的产生是人脑的左脑和右脑的同时作用和默契配合的结果。其简单定义是：通过发现和应用事物的规律。创新思维具有流畅性、灵活性、独创性、精细性、敏感性和知觉性的特征，它的思维方法有许多，包括发散性思维、质疑思维、逆向思维、直觉思维、灵感思维、横向思维等。

例如，法国的青年化学家波拉德在实验中通过质疑思维，从海藻灰中发现了溶液中的碘元素，爱迪生等发明家在进行发明创造活动中经常使用发散思维、直觉思维、逆向思维等，从而达到发明创造的目的。实际上进行发明创造的过程中，通常是这些发明创造的综合运用。

（1）发散性思维

在人们的日常生活中，某些人在思维过程中跨度很大，能够进行广泛的联想，但是有些人缺少了一定的思维广度，只能在一个问题的圈子中绕来绕去，思路总是有很大的局限性。从进行创新活动的角度来说，一定要具有足够的思维广度，在许多场合下，把思维广度拓展一下，便会产生许多奇妙的创意，也就是需要具备发散性思维。

① 发散性思维的形式和特点

发散性思维是指沿着不同的方向、不同的角度思考问题，从多方面寻找解决问题的答案的思维方式。这种思维方式的最根本的特点是，多方面、多思路地思考问题，而不是局限于一种思路、一个角度、一种方法。对于发散性思维来说，当一种方法、一个方面不能解决问题时，它会主动地否定这一方法、方面，而向另一方法、另一方面跨越。它不满足于已有的思维成果，力图向新的方法、领域探索，并力图在各种方法、方面中，寻找一种更好一点的方法、方面。比如发明家爱迪生在试制灯泡丝时，他使用了 3000 种不同的材料，一直最后找到碳化丝才告成功。从中可见，发散性思维体现了思维的开放性、创造性，是事物普遍联系在头脑中的反映。发散性思维有多向思维和侧向思维。

多向思维是发散性思维的最重要形式。多向思维要求从尽可能多的方面来考虑同一问题，即发挥思维的活力和创造性，使思维不要局限于一种模式、一个方面。例如，要求将 6 根火柴组成 4 个等边三角形，许多人都会局限于二维空间，从平面的范围内来寻找答案，结果他们都失败了。但只要我们把思维的视角放开，即只要我们从三维空间即立体的角度去考察，把 6 根火柴搭成一个四面体，每一面都是等边三角形，问题就可以解决了。