

普通高等院校机电工程类规划教材

TRIZ理论与创新 设计方法

潘承怡 姜金刚 主 编
张简一 张永德 副主编

清华大学出版社

普通高等院校机电工程类规划教材

TRIZ理论与创新 设计方法

潘承怡 姜金刚 主 编
张简一 张永德 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书针对 21 世纪教改要求,以创新设计方法为主线,主要介绍了创新思维与技法、TRIZ 理论及其应用、机械创新设计基本方法、创新设计实例、专利申请的有关知识等内容。TRIZ 理论及其应用主要包括 TRIZ 的思维方法、系统进化法则、40 个发明原理、技术矛盾与阿奇舒勒矛盾矩阵、物理矛盾与分离原理、物-场模型分析等;机械创新设计基本方法主要包括机构创新设计和机械结构创新设计。书中附有大量实例,每章后均附有习题,书末附有模拟试题及答案。

本书可作为普通高等院校本科生、专科生或研究生的创新类课程教材,也可供工程技术人员学习和参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

TRIZ 理论与创新设计方法/潘承怡等主编. —北京:清华大学出版社,2015

普通高等院校机电工程类规划教材

ISBN 978-7-302-38630-8

I. ①T… II. ①潘… III. ①创造学—应用—机械设计—高等学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 276523 号

责任编辑:庄红权 洪 英

封面设计:傅瑞学

责任校对:王淑云

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:13.25 插 页:1 字 数:322 千字

版 次:2015 年 2 月第 1 版 印 次:2015 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:32.00 元

产品编号:059097-01

前 言

21 世纪以来,随着世界经济的激烈竞争和科技的迅猛发展,世界各国都在调整经济政策、科技政策和发展战略,对于科技创新,尤其是高科技领域的技术创新,均给予高度重视,创新能力的高低已成为衡量一个国家综合国力强弱的重要因素。

提高创新能力应该首先从教育抓起,大学生掌握一些创新设计方法和提高创新设计能力已经变得十分必要,这也应是日前高等院校创新教育和课程改革的重要内容。为此,高等学校应该在教学中开设一门先进、高效而且实用的创新方法课程。创新方法有很多种,但经过多年的研究和实践,人们发现起源于前苏联的 TRIZ 理论具有鲜明的优势,在发明创新中表现突出,近年来尤其受到人们的欢迎和重视,TRIZ 理论在世界各国被广泛传播和使用,对促进科技创新效果显著。因此,学习 TRIZ 理论与创新设计方法越来越成为高校创新类课程教学的主体。

TRIZ(发明问题解决理论)是前苏联发明家根里奇·阿奇舒勒及其带领的一批科研人员在研究了大量高水平专利的基础上,提出的一套具有完整理论体系的创新方法。TRIZ 理论曾是前苏联的国家机密,在军事、工业、航空航天等领域均发挥了巨大作用,成为创新的“点金术”,让西方发达国家一直望尘莫及。直到前苏联解体,大批 TRIZ 专家移居其他发达国家,TRIZ 理论才被传播到美国、欧洲、日本、韩国等地,为世人所知。近几年,TRIZ 理论在我国开始获得广泛关注和重视,为我国科技创新提供了方法上的强有力的帮助。

创新思维是创新设计的前提和基础,和其他任何创新方法一样,TRIZ 理论也是基于创新思维的理论方法,因此,本书在介绍 TRIZ 理论之前,首先介绍了一些创新思维与技法,这些是进行创新必不可少的基础。另外,TRIZ 理论与工业方面联系密切,而机械创新设计是工业创新的重要组成部分,可以说只要有实体结构的地方就有机械。为能更好地进行创新并提高 TRIZ 理论与专业知识连接的紧密性,本书后半部分阐述了机械创新设计的基本方法,对机械类专业的创新教学能提供更多的帮助。

为提高学习效果,书中给出了一些应用 TRIZ 理论进行创新设计的实例,便于学生进行自学,更快、更好地掌握 TRIZ 理论,培养出应用 TRIZ 理论等创新方法进行创新设计的能力。最后,还介绍了专利申请的有关知识。专利是发明创新成果的最好体现,同时也是对知识产权的保护,对于有志于创新的广大学者和创新爱好者也是一个很好的启示。

参加本书编写的有:潘承怡(第 0 章,第 2 章的 2.5 节、2.8~2.10 节,第 3 章,附录)、姜金刚(第 1 章,第 2 章的 2.1 节、2.2 节、2.6 节、2.7 节,第 4 章)、张简一(第 2 章的 2.3 节、2.4 节)、张永德(第 5 章)。本书由潘承怡、姜金刚担任主编,张简一、张永德担任副主编。全书由潘承怡统稿。

本书为哈尔滨理工大学新编教材立项项目,得到了哈尔滨理工大学教务处的的大力支持,在编写过程中还得到了段铁群教授的热情指导和帮助,在此一并表示衷心的感谢!

限于编者水平,书中难免有错误和不足之处,欢迎读者批评指正。

编 者
2015 年 1 月

目 录

第 0 章 绪论	1
0.1 创新设计概述	1
0.1.1 创新的概念	1
0.1.2 创新设计	3
0.2 创新教育与创新人才的培养	5
0.2.1 创新教育的重要性	5
0.2.2 创新人才的特点	5
0.2.3 创新人才的培养	6
习题	9
第 1 章 创新思维与技法	10
1.1 创新思维	10
1.1.1 创新思维的特点和类型	10
1.1.2 创新思维形成的过程和方式	12
1.1.3 创新思维训练	14
1.2 几种传统创新技法	15
1.2.1 头脑风暴法	15
1.2.2 设问法	20
1.2.3 焦点客体法	26
习题	27
第 2 章 TRIZ 理论及其应用	28
2.1 TRIZ 理论概述	28
2.1.1 TRIZ 理论的产生和发展	28
2.1.2 推广 TRIZ 理论的意义	31
2.1.3 TRIZ 理论的基本内容	32
2.1.4 创新的等级	33
2.2 TRIZ 理论的思维方法	35
2.2.1 打破思维惯性	35
2.2.2 最终理想解	39
2.2.3 九屏幕法	42
2.2.4 其他方法简介	45
2.3 技术系统进化法则	48

2.3.1	技术系统进化法则	48
2.3.2	技术系统进化法则的应用	64
2.4	TRIZ 理论的 40 个发明原理	66
2.4.1	发明的原理	66
2.4.2	40 个发明原理详解	68
2.4.3	40 个发明原理的分类	88
2.4.4	40 个发明原理的应用实例	89
2.5	技术矛盾与阿奇舒勒矛盾矩阵	91
2.5.1	技术矛盾的定义	91
2.5.2	39 个通用工程参数	92
2.5.3	阿奇舒勒矛盾矩阵	99
2.5.4	阿奇舒勒矛盾矩阵的应用	100
2.6	物理矛盾与分离原理	102
2.6.1	物理矛盾的意义	102
2.6.2	分离原理	103
2.6.3	分离原理与 40 个发明原理的关系	109
2.7	物-场模型分析	111
2.7.1	物-场模型的类型	111
2.7.2	物-场模型分析的一般解法	113
2.8	科学效应和现象	115
2.8.1	TRIZ 理论中的科学效应	116
2.8.2	科学效应和现象的应用	118
2.9	发明问题的标准解法	120
2.9.1	标准解法的构成	121
2.9.2	标准解法的应用	127
2.10	ARIZ 算法简介	128
2.10.1	ARIZ 算法的主导思想	128
2.10.2	ARIZ 算法的应用	129
习题		130
第 3 章	机械创新设计基本方法	132
3.1	机构创新设计	132
3.1.1	常见机构的运动及性能特点	132
3.1.2	机构的变异、演化与创新设计	133
3.1.3	机构的组合与创新设计	140
3.1.4	机械创新中几种常用的实用机构	147
3.2	机械结构创新设计	152

3.2.1 机械结构设计概念与步骤	152
3.2.2 结构元素的变异与演化	153
3.2.3 机械结构创新设计的基本方法	158
3.2.4 机械结构创新设计的发展方向	169
习题	173
第4章 创新设计实例	176
4.1 自行车的创新设计	176
4.2 多功能异形架椅的创新设计	177
4.3 中国象棋对弈机器人的创新设计	179
4.4 概念手机的创新设计	181
4.5 多功能直尺的创新设计	182
4.6 钥匙引导器的创新设计	187
习题	190
第5章 专利申请的有关知识	191
5.1 专利申请的时机与条件	191
5.2 专利申请的类型与所需文件	192
5.2.1 专利申请类型	192
5.2.2 专利申请所需文件及要求	193
5.3 专利申请实例	194
习题	198
附录A 阿奇舒勒矛盾矩阵	插页
附录B 模拟试题	199
附录C 模拟试题答案	202
参考文献	205

第0章 绪 论

0.1 创新设计概述

近年来全世界都积极提倡创新,创新引领着人类的进步,只有不断追求创新,人类才能加快前进的步伐。对于一个国家来讲,创新更是其发展科技、提升竞争力和提高国民综合实力的重要途径。因此,创新已逐渐成为人们现代生活频繁接触到的词汇,但它的具体含义是什么?意义是什么?创新设计又是什么?又有哪些常用创新方法呢?诸如此类相关问题都是我们学习创新前需要了解的。

0.1.1 创新的概念

1. 创新的概念

“创新”这一概念,最初是由美籍奥地利经济学家约瑟夫·阿罗斯·熊彼特(Joseph Alois Schumpeter,1883—1950)提出的。1912年他在其德文版《经济发展理论》一书中首次使用了“创新”一词。他将创新定义为“新的生产函数的建立”,即“企业家对生产要素的新的组合”,也就是把一种从来没有过的生产要素和生产条件的“新组合”引入生产体系。他认为创新包括五种情况:①引入一种新产品;②引入一种新的生产方法;③开辟一个新的市场;④获得原材料或半成品的一种新的来源;⑤实行一种新的企业组织形式。熊彼特的创新概念包含的范围很广,如涉及技术性变化的创新及非技术性变化的组织创新等。

自熊彼特提出“创新”概念以来,中外诸多专家学者从不同的领域、不同的视野开展了“创新”概念的研究,提出了多种说法,经归纳总结出有代表性的定义有以下五种:①创新是开发一种新事物的过程。这一过程从发现潜在的需要开始,经历新事物的技术可行性阶段的检验,到新事物的广泛应用。创新被描述为一个创造性过程,因为它产生了某种新的事物。②创新是运用知识或相关信息创造和引进某种有用的新事物的过程。③创新是对一个组织或相关环境的新变化的接受。④创新是指新事物的本身,具体说来就是指被相关使用部门认定的任何一种新的思想、新的实践或新的制造物。⑤当代国际知识管理专家艾米顿对创新的定义是:新思想到行动(new idea to action)。

我国学者认为,创新的含义有狭义和广义之分。狭义的创新即指熊彼特的创新概念。熊彼特创新经济论中所提出的技术创新恰恰不包含科学发现、技术发明本身。在熊彼特看来,技术创新和创新是同一概念,创新就是指技术创新。广义的创新概念来源于人们对现实生活中创新活动的理解,其含义要比狭义创新广泛得多,深刻得多。广义创新是指相对旧事物创造出有新形式、新内容的新事物。这些新事物包括先前所没有的内容,也包括在实践中首次运用新科学、新技术、新发明、新创造的一切活动。

由此可见,创新概念包含的范围很广,可以说各种能提高资源配置效率的新活动都是创新。其中,既有涉及技术性变化的创新,如技术创新、产品创新、过程创新,也有涉及非技术性变化的创新,如制度创新、政策创新、组织创新、管理创新、市场创新、观念创新等。

2. 创新的意义

创新的重要性已被社会各界普遍认可。世界经济论坛的《国际竞争力报告》指出,“自20世纪90年代以来,发达国家提升竞争力的途径,已经全面转向依靠科技创新……”而20世纪初期,全球社会生产力的发展中只有5%是依靠技术创新取得的,以后生产力的发展中依靠技术创新取得的比重逐年增大。以美国为例,美国从1929年至1978年的50年中,生产率增长中的40%是依靠技术创新获得的。故国家间实力的竞争实际取决于科学技术的竞争,科学技术的水平取决于创新。

我国教育部印发的《高等学校中长期科学和技术发展规划纲要》指出“……一个国家不管现在处于何种地位,如果不重视创新,都有可能面临被淘汰出局的挑战与危机。”

管理大师德鲁克曾经说过:“对企业来说,要么创新,要么死亡。”大师之意显而易见,企业创新则得以发展,不创新则唯死路一条。创新对于企业的重要性不言而喻。

对于个人来说,创新一方面可能会带来有形的明显效益,另一方面也会带来无形的潜在收益。

案例1 19世纪中叶,美国加州传来发现金矿的消息,很多人纷纷赶赴加州追寻淘金梦,17岁的小农夫亚默尔也加入了这支庞大的淘金队伍。但是,随着越来越多的人蜂拥而至,金子越来越难淘,生活也变得越来越艰苦。当地气候干燥,水源奇缺,许多不幸的淘金者不但没有圆了致富梦,反而葬身此处。

亚默尔和大多数人一样,不但没有找到黄金,反而每天饱受饥渴的折磨。一天,望着水袋里那一点点舍不得喝的水,亚默尔忽发奇想:淘金的希望太渺茫了,还不如卖水呢。于是他毅然放弃找金矿的努力,将手中挖金矿的工具变成挖水渠的工具,将远方的河水引入水池,用细沙过滤,成为清凉可口的饮用水,然后装进桶里挑进山谷,一壶一壶地卖给淘金人。

结果,当大多数淘金者都空手而归时,亚默尔却在很短的时间里靠卖水赚到6000美元,这在当时可是一笔非常可观的财富了。

亚默尔本来与大多数人一样是去淘金的,他根据当时的实际情况大胆放弃淘金梦,甚至被一些人嘲笑做蝇头小利的买卖、胸无大志,而他的举动在当时对于痴迷于黄金梦的淘金者来说,的确是创新之举,对他自己来说也是从未想过的全新的事情。事实证明这一举措给他带来了明显的丰厚收益。

案例2 第二次世界大战的硝烟刚刚散尽,以美英法为首的战胜国决定在美国纽约成立一个协调处理世界事务的机构——联合国。刚刚成立的联合国分文全无,想在寸土寸金的纽约买下一块办公用的地皮并不是一件容易的事,如果向世界各国筹资则负面影响太大,因为刚经历“二战”浩劫的各国都面临着财政虚空,对此联合国一筹莫展。

听到这一消息后,美国著名的家族财团洛克菲勒家族经过商议,马上果断出资870万美元,在纽约买下一块地皮,将这块地皮无条件地赠予了这个刚刚挂牌的国际性组织。同时,洛克菲勒家族亦将毗连这块地皮的大面积地皮全部买下。

对洛克菲勒家族这一出人意料之举,当时许多美国大财团都很不理解,870万美元对当时“战后”经济萎靡的美国和全世界都是一笔不小的数目,而且还是被无条件赠予。洛克菲勒家族被一些财团和地产商嘲讽为“蠢人之举”,甚至有些人断言,这样经营下去,用不了10年著名的洛克菲勒家族财团便会沦为贫民集团。

但出人意料的是,联合国大楼刚刚竣工,毗邻的地价立刻飙升,其升值额相当于那笔捐

款额的数十倍、近百倍的巨额财富源源不断地涌进了洛克菲勒家族财团。这种结局,令那些曾讥讽和嘲笑过洛克菲勒家族捐赠之举的商人们目瞪口呆。

总之,创新不管是对于国家,还是企业、个人来说,都意义重大,这一点已取得社会各界的共识。

0.1.2 创新设计

1. 创新设计的概念

设计一词源于拉丁语“designare”,其中,“de”表示“记下”,“signare”表示“符号和图形”,合在一起的意思是记下符号和图形。后来发展到英文单词“design”,其含义也更加完善。设计的含义是指根据社会或市场的需要,利用已有的知识和经验,依靠人们的思维和劳动,借助各种平台(数学方法、实验设备、计算机等)进行反复判断、决策、量化,最终把人、物、信息资源转化为产品的过程。这里的产品是广义概念,含装置、设备、设施、软件、以及社会系统。

创新设计是指在设计领域中的创新。一般指在设计领域中提出的新的设计理念、新的设计理论或设计方法,从而得到具有独特性和新颖性的产品,达到提高设计质量、缩短设计时间的目的。

可以看出,对创新设计的要求比对常规设计的要求提高了许多。创新设计不仅是一种创造性的活动,还是一种具有经济性、时效性的活动。同时创新设计还要受到意识、制度、管理及市场的影响与制约。因此,人们需要研究创新设计的思想与方法,使设计能推动人类社会向更高目标发展与进化。

2. 创新设计的特点

归纳起来,创新设计具有如下特点。

(1) 创新设计是涉及多种学科(包括设计学、创造学、经济学、社会学、心理学等)的复合性工作,其结果的评价也是多指标、多角度的。

(2) 创新设计中相当一部分工作是非数据性、非计算性的,而是要依靠对各学科知识的综合理解与交融,对已有经验的归纳与分析,运用创造性的思维方法与创造学的基本原理开展工作。

(3) 创新设计不只是为解决问题而设计,更重要的是提出问题、设计问题。

(4) 创新设计是多层次的,不在乎规模的大小,也不在乎理论的深浅,注重的是新颖、独创、及时。

(5) 创新设计的最终目的在于应用。

创新设计强调在设计中更充分发挥设计者的创造力,利用最新科技成果,在现代设计理论和方法的指导下,设计出更具有竞争力的新颖产品。

3. 创新设计的常用方法

创新设计的方法很多,比较常用的大致归纳为如下几种。

1) 功能设计创新设计法

功能设计创新设计法是应用传统的设计方法进行创新,可称为正向设计法。根据设计要求,确定功能目标后,再拟定实施技术方案,从中择优设计。如设计任务是设计一夹紧装置,功能目标可以是机械夹紧、液压夹紧、气动夹紧、电磁夹紧,不同的功能目标可设计出功

能相同而外形、构造、原理完全不同的夹紧装置。再从制造工艺、使用方便、成本、消费者心理、可靠性、安全性、维修、社会经济效益等多方面考虑,选择理想的产品。如当把功能目标选择为机械夹紧后,可按照机械设计的常识进行设计,如利用连杆机构的死点位置、利用凸轮机构与自锁的原理、利用自锁螺旋、利用具有自锁性能的斜面机构或组合机构,都可以设计出夹紧装置。再按技术原理进行具体设计,则可设计出机械夹紧装置。这种设计法是典型的正向思维方式,故称为正向设计法。

2) 移置技术创新设计法

移置技术创新设计法是指把一个领域内的先进技术移置到另一个领域,或把一种产品内的先进技术应用到另一种产品中,从而获得新产品。这类创新设计方法的应用也很成功。例如,把军用激光技术应用到民品开发,产生了激光切割机、激光测距仪、激光手术刀、舞台灯光仪等许多激光制品。又如,轴承是常用的机械零件,一般主要通过减少摩擦来提高轴承的旋转精度、机械效率和使用寿命。近年来人们将电磁学原理移置到轴承设计中,利用磁的同性相斥特点,开发出了工作时轴颈与轴瓦不接触的磁悬浮轴承,旋转时摩擦阻力很小,现已推广应用。美国西屋公司将磁性轴承用在电度表上,使其计量精度很高,获得了较高的商品附加值。不同行业的技术移置是一种行之有效的创新设计方法,将一门或几门科学领域的理论、研究方法、研究成果进行移置并综合利用,很可能获得高层次的创新。

3) 仿生创新设计法

通过对自然界生物机能的分析和类比,创新设计新产品,也是一种常用的创新设计方法。仿人机械手、仿爬行动物的海底机器人、仿动物的四足机器人、多足机器人、仿昆虫和飞鸟的飞行器等,都是仿生设计的产物。由于仿生设计法的迅速发展,目前已形成了仿生工程学这一新学科。使用该方法时,要注意切莫“机械地”仿真,否则会走入误区。众所周知,飞机的发明源于对鸟的仿生。最初,人们把两个大翅膀绑在手臂上,从山上跳下模仿鸟类的飞行,在经历了一系列惨痛失败后,才逐步发明出固定翼的飞机。仿生创新设计法是利用生物运动的原理进行创新设计的一种好方法。大自然中许许多多的奇妙生物现象,正在引起世界科学家的极大兴趣,仿生创新设计法将会得到更加广泛的关注。

4) 类比求优创新设计法

类比求优创新设计法是指综合研究同类产品,将其进行相对比较,明确这些同类产品各有哪些优点、哪些缺点,然后集其优点、去其缺点,再设计出同类产品中的最优良品种。日本本田摩托车就是集世界上几十种摩托车的优点而设计成功的性能最好、成本最低的品种。以这种方法获得的设计结果的性能和品质通常比较高,产品具有较好的实用性和较强的市场竞争力,但往往由于是在现有产品的基础上进行革新,创新的级别受到一定限制。

5) 反求创新设计法

反求是指在引入别国先进产品的基础上,加以分析、改进、提高,最终创新设计出新产品的过程。日本、韩国经济的迅速发展都与大量使用反求创新设计法有关。我国自从1990年召开第一届反求工程研讨会后,反求创新设计法得到了迅速发展。反求创新设计法在新技术和新产品刚刚出现时应用十分有效,在提高企业在行业的技术竞争力方面也是常用的技术手段,但需要注意在设计过程中要避免专利侵权问题,这也给反求设计创新增加了一定的技术难度。

6) TRIZ 理论创新设计法

TRIZ 理论起源于前苏联,具有系统的理论体系,是专门用于发明和创新的一种先进的理论方法。TRIZ 理论认为发明问题的核心是解决矛盾,在设计过程中,不断发现矛盾,利用 TRIZ 的理论工具(如发明原理等)解决矛盾,才能获得理想的产品。由于 TRIZ 理论应用于创新方面的高效性和先进性,近年来在世界各国广泛传播。TRIZ 理论是本书着重要介绍的,有关内容详见第 2 章。

0.2 创新教育与创新人才的培养

0.2.1 创新教育的重要性

所谓创新教育就是以培养人的创新精神和实践能力为基本价值取向,以培养创造型人才为主要目标的教育。它的提出不仅是弘扬人的创新本性的需要,也是深化教育改革、全面推进素质教育的必然要求,体现了知识经济崛起的现代社会对创新型人才的呼唤。它不仅是教育方法的改革和教育内容的更新,而且是教育功能的重新定位。

我国各高等学校的在校大学生,基础知识与专业知识学得很好,但是对创造性知识的学习确比较少。据统计,我国近来涌现出来的发明家大多在 45 岁以上,而根据科学技术的发展史统计情况,创造能力最强的年龄段为 25~45 岁。我国每年约培养出几百万大学生,但他们之中涌现出来的发明家或创造性人才却很少,这种情况说明了我国的高等工程教育对创造与发明能力的培养是十分薄弱的。

麻省理工学院是美国培养最富有创造性的人才的大学,又称为培养发明家的大学。仅在 1996 年,他们的研究人员就提出了 400 多项发明。该学院的师生走在现代化科学技术的最前沿,时刻在创造美国赖以占领全球未来高科技市场的创新知识和技术,充当美国政府和公司的“发展实验室”,成为美国高科技人才与创新人才的摇篮。在美国加利福尼亚州硅谷地区,20%以上的研究人员来自麻省理工学院,激励麻省理工学院师生不断向前发展的是创新教育与学术抱负融为一体的良好校风。

我国高等工程教育在计划经济时代形成的教育体制下,用一个统一的培养模式来塑造全体大学生,这已不适应改革开放后社会主义市场经济的发展,也不适应科学技术发展的新趋势和新特点,难以培养出在国际竞争中处于主动地位的人才。为适应 21 世纪的知识经济和高科学技术的发展需要,必须更新教育思想和转变教育观念,探索新的人才培养模式,加强高等学校与社会、理论与实践的联系,从以传授和继承知识为主的培养模式转向为以加强素质教育为主的培养模式,拓宽专业口径,着重培养学生主动获取和运用知识的能力,以及独立思维能力和创新能力。融传授知识、培养创新能力、鼓励个性发展、全面提高学生素质为一体的具有时代特征的人才培养模式将是当前高等学校改革的主旋律。

创新教育必须通过各种教学环节予以落实,开设创新类课程就是其中的措施之一。

0.2.2 创新人才的特点

创新人才应具备如下特点。

1) 具有较高的智商但不一定是天才

具有较高的智商,这是创新的先决条件之一,但创新人才不一定是天才。有时过高的智商反而会会影响创新,因为在常规教育中成绩出类拔萃者往往容易过于自负,听不进不同意

见,妨碍去寻求更多的新知识,生活中这样的例子屡见不鲜。历史上有很多发明家,在常规教育中并不是成绩超群者。

2) 不惧权威与不谋权威

只有不惧权威与不谋权威,才能对权威的观点提出挑战,而且不谋自我形象和权威地位,这是创新型人才可持续发展和成功的重要特征,因为仅仅满足于以往的成就、不思进取往往成为发挥创新作用的主要障碍。

3) 具有如饥似渴汲取知识的欲望以及浓厚的探究兴趣

必须具有如饥似渴汲取知识的欲望以及浓厚的探究兴趣,才能容易发现问题、提出问题、解决问题,并形成新的概念,作出新的判断,产生新的见解。1930年诺贝尔医学奖获得者芬森就是一例。丹麦科学家芬森到阳台乘凉,看见猫在晒太阳,并随着阳光的移动而不断调整自己的位置。这样热的天,猫为什么晒太阳?一定有问题!带着浓厚的探究兴趣,他来到猫身前观察,发现猫身体上有一处化脓的伤口。他想,难道阳光里有什么东西对猫的伤口有治疗作用?于是他就对阳光进行了深入的研究和试验,终于发现了紫外线——一种具有杀菌作用而肉眼看不见的光线,从此紫外线就被广泛地应用于医疗领域。

4) 具备强烈的创新意识与动机和坚持创新的热情与兴趣

必须具备强烈的创新意识与动机和坚持创新的热情与兴趣,才能把握机遇、深入钻研、紧追不舍,并确立新的目标、制定新的方案、构思新的计划。因为创新的一个重要特征就是社会的价值性,即为社会进步与人们生活的方便而进行的工作。许多科学家正是带着这种强烈的责任感与使命感,作出了重要贡献。例如,法国的细菌学家卡莫德和介兰,为了战胜结核病,经历了13年的艰苦试验,成功地培育出第230代被驯服的结核杆菌疫苗——卡介苗。

5) 具备创新思维能力和开拓进取的魄力

必须具备创新思维能力和开拓进取的魄力,才能高瞻远瞩、求实创新、改革奋进,并开辟新的思路、提出新的理论、建立新的方法。

6) 具备百折不挠的韧劲、敢冒风险的勇气和意志

必须具备百折不挠的韧劲、敢冒风险的勇气和意志,才能蔑视困难、正视困难、重视困难,并开创新的道路、迎接新的挑战、获取新的成果。

0.2.3 创新人才的培养

1. 培养创新意识

1) 培养坚定的创新信心

首先应该相信人人都具有创新能力,只有相信自己,才能充满自信地、不受任何羁绊地、大胆地去想、去做,才有可能进行创新。其实,创新能力是每个正常人都具有的一种自然属性,有人认为“创新是少数聪明人的事,我是普通人,创新和我没多大关系”,这种想法是一种极大的误解。心理学研究表明,一切正常人都具有创新能力,这一论断是20世纪心理学研究的重大成果之一。同时,心理学家也发现,人的创新能力是可以通过教育和训练得到提高的。

目前人脑还有极大的潜力未开发。神经生理学家认为,一般人的大脑潜力仅利用了4%~5%,少数人利用了10%左右。爱因斯坦的大脑的重量和细胞数量与常人相仿,但神

经细胞“触突”比常人多,说明他的大脑开发的比别人多,但是最多也仅达30%。可见人类大脑潜力极大,创造力开发的空间也极大。

心理学家认为,以下方法有助于创新意识的培养。

- (1) 培养广泛的兴趣爱好,这是创新的基础。
- (2) 增强对周围事物的敏感,训练挑毛病、找缺陷的能力。
- (3) 消除埋怨情绪,鼓励积极进取的批判性和建设性意见。
- (4) 表扬为追求科学真理不避险阻、不怕挫折的冒险求索精神。
- (5) 奖励各种新颖、独特的创造性行为和成果。
- (6) 经常作分析、归纳、分类、移置、颠倒、重组、类比等练习,提高思维的灵活性。
- (7) 培养开朗的态度,敢于表明见解,乐于接受真理,勇于摒弃错误。
- (8) 不要讥笑看起来似乎荒谬怪诞的观点,这种观点往往是创造性思考的导火线。
- (9) 鼓励大胆尝试,勇于实践,不怕失败,认真总结经验。
- (10) 多了解一些名家发明创造的过程,从中学到如何灵活地运用知识进行创新。

2) 培养善于观察事物和发现问题的能力

具有强烈的好奇心,对所见到的事物善于观察、善于提问,对培养创新意识是非常有益的。如大科学家牛顿小时候看到树上的苹果掉在地上,就想“为什么苹果会掉在地上呢?”这就是善于观察、善于发现问题。正因为这样,后来牛顿才研究出了万有引力定律等著名的物理学定律。再比如笛卡尔坐标系,是笛卡尔在观察到墙角的蜘蛛结网时获得启发而提出的。许多普通人看来很平常的事却引发了科学家、发明家的关注,他们就这些“平常事物”提出问题,导致了很多重大发现和创新。

当然,发现问题的能力不仅仅在于发现,而更应注重对发现问题的各种信息的融会贯通,理清它们的来龙去脉,为解决问题提供重要信息。历史和实践表明,科学上的突破、技术上的革新、艺术上的创作,无一不是从发现问题、提出问题开始的。爱因斯坦认为,发现问题可能要比解答问题更重要。

3) 培养良好的创造心理

创造力受智力与非智力因素的影响。一般来说,智力因素是由人的认识活动产生的,主要表现在观察力、记忆力、想象力、思考力、表达力、自控力等方面;非智力因素是由人的意向活动产生的。从广义来说,凡智力因素以外的心理活动因素都可以称为非智力因素;而从狭义来说,非智力因素主要表现为人的兴趣、情感、意志、性格、信念等。

在创新教育过程中,除智力因素的培养外,还应注意非智力因素的培养。非智力因素在创新能力的培养中有重要作用。教育者应充分运用非智力因素,开发与调动受教育者内在的积极因素,使他们通过对非智力因素的培养,促进智力因素的发展与提高。

2. 注意排除影响创新的障碍

1) 认知障碍

首先,认知障碍体现在思维定势上。美国心理学家贝尔纳认为,“构成我们学习的最大障碍是已知的东西,而不是未知的东西”。很多人习惯机械地套用现有的知识、经验、固定的模式,墨守成规,这样十分不利于新点子的产生。有些人如饥似渴地学习知识、积累知识,但运用知识时,却难以突破原有知识的框架,不敢越雷池半步。思维定势极大影响创新思维的

形成,是进行创新必须克服的首要障碍。

其次,认知障碍还体现在对事物、产品功能的固定看法以及对结构设想的僵化处理上。例如,杯子的功能就只有用来喝水吗?是否还可以用来画圆、作量具,甚至当武器使用呢?再者,杯子的结构形状又有哪些呢?只有最常见的圆口玻璃杯吗?当然不是,我们可以想象出很多种不同样貌的杯子,当然,结构不同的杯子功能和特点也就不一样了。在进行创新时,功能和结构的设计是很多情况下都要用到的,所以,克服在这方面的认知障碍非常重要。

2) 心理障碍

心理障碍常体现在从众心理与保守心理方面。

从众心理是指个人自觉或不自觉地愿意与他人或多数人保持一致的个性特征,是求同思维极度发展的产物,俗称“随大流”。一般来说,普通人从 10 岁以后,开始出现从众心理,会有意无意的同周围人尽量保持一致。从心理学角度来讲,当与别人一致时,感到安全;而当与别人不一致时,则感到恐慌。从众倾向比较强烈的人,在认知、判定时,往往附和多数,人云亦云,缺乏自信,缺乏勇敢精神,也缺乏独立思考能力和创新观念。

保守心理指个性上对新事物反感和反抗的心理状态。有这种个性特征的人在看待任何事物时,往往是先入为主,在头脑里形成对问题的固定看法,用先前的经验抵制后来的经验,对逐渐出现的变化反应迟钝,不愿意接受新事物,安于现状,过于循规蹈矩,不喜欢改变,在思维上具有封闭性与懒惰性。

从众心理与保守心理从根本观念上形成了创新的障碍,必须克服。

3) 获取信息的障碍

创新的质量和效率很大程度受对先进信息的获取是否及时和丰富等因素的影响。当今世界,科技发展迅速,信息的获取不可小觑,信息不灵通可能导致创新的方向错误,也可能导致重复已有的发明,白白浪费时间。因此,平时应经常查阅相关信息、资料,掌握技术情报,了解专利信息,尤其要充分利用网络信息,避免消息封闭,跟不上时代的步伐。

4) 环境障碍

环境障碍包括来自外部环境和内部环境的两种障碍。

外部环境包括自然环境和社会环境,其中以社会环境为主。社会环境包括文化条件(守旧意识、中庸之道、平均主义、明哲保身等)与社会制度(计划经济下的“等、靠、要”,僵化的人事制度、管理制度、应试制度等)。

内部环境包括人的心理、认知、信息、情感、文化等个人因素。

3. 学习一些创新思维方法与技法

创新思维是进行创新的前提和保证,没有创新思维就无法创新,而创新技法是创新的有力工具,因此,掌握一些创新思维方法与技法能使创新的进程少走弯路,提高效率。

创新思维是一种高层次的思维活动,它是建立在一般各类思维基础上的人脑机能能在外界信息刺激下,自觉综合主观和客观信息,产生新的客观实体的思维活动和思维过程。人们在日常生活和工作过程中经常交替进行的各种思维中,都存在着创新思维的因素,只是创新成分上有所差异而已。

创新技法是在创新活动中运用创新思维和创造学原理进行创新的具体技巧。在解决各种实际问题时,如果借助于一些创新技法,将比只采用传统设计方法获得更广阔的研究视野、更高的观点水平、更多的思考角度,就更容易产生新的突破,获得意想不到的收获。

做任何事情都要有好的方法,方法好则事半功倍,反之则事倍功半。因此,学习一些创新思维方法与技法是非常必要的。创新思维方法与技法很多,TRIZ理论是近年来传播迅速并被广为认可的一种创新方法,有关内容将在本书后面章节进行介绍。

4. 加强创新实践

通过听课、阅读等学习手段只能帮助学生从理论上了解一些创新的基本知识和技法,离真正掌握创新知识和技法还有很大差距,因此必须设置一系列实践环节,进行实践性的创新活动训练。比如美国通用电气公司在对有关科技人员开设创新课程的同时,还进行一些创新实践的训练,两年后取得了很好的效果,按专利量计算,人均创造力提高了5倍。

在各类学校里,开设创新设计类课程、开设创新设计实验室、开发创新设计实验,以及建立导师制创新训练项目小组,为学生创造一个良好的创新实践环境,对培养和塑造具有创新能力的学生是极其有效的。另外,大学生的各种课外科技活动和竞赛也是很好的创新实践活动,对提高学生创新能力很有帮助。

习 题

- 0.1 简述创新设计有哪些常用方法,各举出几个应用实例。
- 0.2 根据自己的体会,简述如何排除各种影响创新的障碍。
- 0.3 有人说“创新是少数聪明人的事,我是普通人,创新和我没多大关系”,你怎么看待这种观点?如何培养创新意识?

第1章 创新思维与技法

1.1 创 新 思 维

创新思维是指人们在认知世界过程中,及创造具有独创性成果的过程中,表现出来的特殊的认识事物的方式,是人们运用已有知识和经验增长开拓新领域的思维能力,即在人们的思维领域中追求最佳、最新知识独创的思维。如爱因斯坦所说:“创新思维是一种新颖而有价值的,非传统的,具有高度机动性和坚持性,而且能清楚地勾画和解决问题的思维能力。”创新思维不是天生就有的,它是通过人们的学习和实践不断培养和发展起来的。

创新思维是为解决实践问题而进行的具有社会价值的新颖而独特的思维活动,也可以说,创新思维是以新颖独特的方式对已有信息进行加工、改造、重组从而获得有效创意的思维活动和方法,所以创新思维的客观依据是事物属性的多样性、联系的复杂性和事物变化的多种可能性——无穷复无穷:无穷多的数量、无穷多的属性、无穷多的变化。所以有无穷多的视角、无穷多的组合、无穷多的方法。

1.1.1 创新思维的特点和类型

1. 创新思维的特点

要更好地开发创新思维,应当首先对创新思维的主要特点和本质特征有一个明确的认识和准确的把握。创新思维的特点主要有以下几点。

1) 开拓性和独创性

创新思维在思路的探索上、思维的方法上或者在思维的结论上,具有“前无古人”的独到之处,能从人们“司空见惯”或“完美无缺”的事物中提出怀疑,发表新的创见,作出新的发现,实现新的突破,具有在一定范围内的首创性和开拓性。创新思维不同于常规思维,其探索的方向是客观世界中尚未认识的事物的规律,所要解决的是实践中不断出现的新情况和新问题,从而为人们的实践活动开辟新领域、新天地。

2) 灵活性和发散性

创新思维活动是一种开放的、灵活多变的思维活动,它的发生伴随“想象”“直觉”“灵感”等非常规思维活动,因而具有极大的随机性、灵活性,不能完全用逻辑来推理。创新思维不局限于某种固定的思维模式、程序和方法,表现为可以灵活地从一个思路转向另一个思路,从一个意境进入另一个意境,多方位地试探解决问题的办法,因而具有多方向发散和立体性特征。

3) 探索性和风险性

创新思维的显著特点是在发展上求创新、求突破,是一种探索未知的活动。它是在探索中发现和解决问题的,没有成功的经验可以借鉴,没有现成的方法可以套用。因此,创造性思维的过程是极其艰苦的探索过程,其结果也不能保证每次都取得成功,有时可能毫无成效,甚至可能得出错误的结论。这就是它本身所具有的风险性。但是,无论它取得什么样的