

创新思维与设计

张 铁 李 琳 李杞仪 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

创新思维与设计

张铁 李琳 李杞仪 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

《创新思维与设计》是高等学校机械工程类专业教学改革中增设的一门新型课程。目的是培养学生具有创新的能力,掌握发明创造的一般规律,并能够利用所掌握的知识为发明一个新产品或实现新的构思而进行设计。本书全面地阐述了创新和设计思维的过程;发明创造的方法及过程;设计的准则与方法;新产品的绿色设计;新产品功能的实现等内容。使学生在完成基础课和专业基础课学习的前提下,进一步发挥其主观能动性,在发明和创造的能力方面得到锻炼。本教材主要适用于高年级本科生,也适用于在职工程技术人员的继续教育以及有志于成为发明家的有关工程人员作为参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

创新思维与设计/张铁等主编. —北京:国防工业出版社,2005.7

ISBN 7-118-03920-9

I. 创... II. 张... III. 机械设计 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 055086 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 13¼ 300 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:22.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行传真:(010)68411535

发行邮购:(010)68414474

发行业务:(010)68472764

前 言

近年来,随着我国高等院校教学改革的深入,已经在不少学校开设了《创新设计》或者《机械创新设计》等课程。《创新思维与设计》是高等学校机械工程类专业教学改革中增设的一门新型课程,目的是培养学生具有创新的能力,掌握发明创造的一般规律,并能够利用所掌握的知识,为发明一个新产品或实现新的构思而进行设计。结合教学实践过程,我们编写了这一本教材,本书全面地阐述了创新思维和设计的过程;发明创造的方法及过程;设计的准则与方法;新产品的绿色设计;新产品功能的实现等内容。使学生在完成基础课和专业基础课学习的前提下,进一步发挥其主观能动性,在发明和创造的能力方面得到锻炼。本教材主要适用于高年级本科生,也适用于在职工程技术人员继续教育以及有志于成为发明家的有关工程人员作为参考使用。

本教材主要包括以下内容。

第一部分:讲述创新思维的一般规律和一般方法。目的是使学生摆脱传统教学方式中的单一思维方式以及所受到的各种各样的思维禁锢,从而在日常生活中找到需要解决的问题。

第二部分:简单介绍如何利用所学的有关理论和知识进行创新设计,目的是培养学生如何将前期的想法付诸实施。这一部分在章节设置中首先从机构创新设计入手,介绍如何从设想到机构的分析和综合设计,以及现代设计中必须考虑的人机工程和绿色设计。

第三部分:介绍如何对所设计出来的产品进行综合评估,目的是培养学生科学地评价自己所设计的产品。主要是从产品的实用性、安全性和可靠性等方面进行综合的评估。

全书共8章,第1章、第2章、第3章、第8章和附录由张铁编写,第4章和第5章由李杞仪编写,第6章、第7章由李琳编写。在编写过程中,我们参考并引用了大量有关创新思维和设计方面的论著、资料,限于篇幅,不能在书中一一列举,在此致以衷心感谢。本书在编写过程中得到了谢存禧教授的指导,在此表示衷心的感谢。

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。最后我们对支持和关心本书编写和出版的所有同志表示衷心的感谢。

编 者

2005年1月于广州

目 录

第1章 绪论	1
1.1 培养具有创新能力的人才	1
1.1.1 高等学校创新人才培养的重要性	1
1.1.2 大学生创新能力的培养	2
1.2 创新思维的一般规律	8
1.2.1 创新思维对社会发展的促进作用	9
1.2.2 创新思维对象的性质	10
1.2.3 创新思维的主体特征	12
1.2.4 创新思维的运行过程	12
第2章 创新思维的基本原理	14
2.1 走出思维的误区	14
2.1.1 走出从众型思维误区	15
2.1.2 走出权威型思维误区	17
2.1.3 走出经验型思维误区	20
2.1.4 走出书本型思维误区	22
2.1.5 走出其他类型思维误区	25
2.2 创新思维的一般方法	30
2.2.1 发散性思维	31
2.2.2 质疑思维	34
2.2.3 逆向思维	36
2.2.4 横向思维和纵向思维	38
2.2.5 灵感思维	40
2.2.6 直觉思维	45
2.2.7 互动思维	46
2.3 正确进行创新思维	48
2.3.1 正确看待创新思维的有序和无序	48
2.3.2 创新思维的肯定和否定	49
2.3.3 角色变换	50
2.4 创新活动的心理准备	51
2.4.1 良性暗示和负面暗示	51

2.4.2 正确对待逆境	53
第3章 创新方法及注意事项	55
3.1 需求创新法	55
3.1.1 发现需求创新法	56
3.1.2 创造需求创新法	57
3.1.3 引申需求创新法	58
3.1.4 预测需求创新法	58
3.2 组合创新法	59
3.2.1 组合创新规则	60
3.2.2 组合创新的一般方法	61
3.3 模仿创新法	63
3.3.1 模仿创新原则	63
3.3.2 反求创新	65
3.3.3 移植模仿创新法	67
3.3.4 补偿模仿创新法	68
3.3.5 仿生创新法	68
3.4 联想创新法	69
3.4.1 联想思维	69
3.4.2 类似联想创新法	70
3.4.3 类比联想创新法	71
3.4.4 对比联想创新法	72
3.4.5 连锁联想创新法	73
3.4.6 跨越联想创新法	73
3.5 机遇创新法	74
3.5.1 概述	74
3.5.2 机遇创新的注意事项	75
3.5.3 机遇创新方法	77
3.6 其他创新方法	80
3.6.1 借用童趣创新法	80
3.6.2 扩缩创新法	81
3.6.3 加减创新法	82
3.6.4 “懒人”创新法	83
3.7 创新过程中应当注意的问题	84
第4章 机构创新设计的基础知识	86
4.1 机构设计概述	86
4.1.1 机构	86
4.1.2 机构设计	86

4.1.3 机构的类型综合	87
4.1.4 单闭环机构的类型综合	88
4.2 机构选型	89
4.2.1 执行构件与执行机构	89
4.2.2 执行构件的运动形式	90
4.2.3 实现执行机构各种运动形式的常用机构简介	90
4.2.4 机构选型的基本原则	91
4.3 执行机构运动协调设计	93
4.3.1 执行机构的布置	93
4.3.2 执行机构的运动协调设计	93
4.3.3 执行机构运动协调设计的分析计算	95
第5章 机构的创新方法	97
5.1 机构的组合原理与创新	97
5.1.1 机构的串联组合	97
5.1.2 机构的并联组合	99
5.1.3 机构的封闭式组合	101
5.1.4 机构的装载式组合	101
5.2 机构创新设计的常用方法	103
5.2.1 应用现有原理创新机构	103
5.2.2 利用机构运动特点创新机构	105
5.2.3 利用光、电、液(气)等原理创新机构	108
5.3 机构系统创新设计方法	110
5.3.1 功能分析方法	110
5.3.2 功能求解	113
5.3.3 形态方法	115
5.3.4 机构系统搜寻法	116
5.4 基于机构构型变异的机构创新设计	118
5.4.1 原始机构	119
5.4.2 一般化运动链	119
5.4.3 六杆组合运动链	120
5.4.4 再生运动链	120
5.4.5 新型机构	121
第6章 人机工程设计	122
6.1 人机工程学	122
6.1.1 人机工程学的概念	122
6.1.2 人机工程学研究的内容	123
6.1.3 人机工程学的研究范围和方法	124

6.1.4 人机工程学的作用和设计原则	126
6.2 人机系统	127
6.2.1 人机系统的概念	127
6.2.2 人机特征	128
6.2.3 人机系统的功能	129
6.3 人的因素及基于人因的设计	130
6.3.1 人的生理因素	130
6.3.2 人的心理因素	132
6.3.3 人的行为	135
6.3.4 基于人体感觉器官的设计	138
6.3.5 基于人体形态学的设计	142
6.3.6 基于人体力学的设计	146
6.4 人机原则	152
6.4.1 设计中的人机工程	152
6.4.2 设计中的人机关系	153
6.4.3 设计中的人机分析	154
第7章 绿色设计	158
7.1 绿色设计的基本概念和设计原则	158
7.1.1 绿色设计的起源	158
7.1.2 绿色设计的概念	159
7.1.3 绿色设计原则	163
7.1.4 绿色设计中的材料选择	164
7.2 绿色设计的主要内容和关键技术	165
7.2.1 绿色设计的主要内容	165
7.2.2 绿色设计的关键技术	166
7.3 绿色设计的基本方法和工具	166
7.3.1 面向再生的设计方法	166
7.3.2 面向拆卸的设计方法	168
7.3.3 绿色设计的评价工具	170
7.4 绿色产品与绿色设计	171
7.4.1 绿色产品的定义	171
7.4.2 绿色产品的评价标准及其认证	172
第8章 新产品功能综合性能分析和评价	173
8.1 概述	173
8.2 新产品的经济性分析	173
8.2.1 产品成本的分类	174
8.2.2 产品成本的估算	174

8.2.3 技术设计阶段的技术经济分析	176
8.3 新产品的安全性分析	177
8.3.1 安全性设计的主要内容	177
8.3.2 为产品安全所必需的信息	178
8.4 新产品的可靠性分析	180
8.4.1 概述	180
8.4.2 可靠性的基本概念	181
8.4.3 可靠性的尺度	182
8.4.4 产品可靠性设计与分析	185
8.4.5 可靠性预计和分配	187
8.5 新产品的维修性分析	189
8.5.1 维修性的基本概念	189
8.5.2 可靠性维修	189
8.5.3 新产品的维修性特征量	192
8.5.4 维修性设计与分析	192
8.6 新产品的综合评价	194
附录 创新设计案例的提出及其解决方法举例	197
参考文献	201

第 1 章 绪 论

1.1 培养具有创新能力的人才

1.1.1 高等学校创新人才培养的重要性

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占的比重越来越大,世界各国的人们认识到 21 世纪人才的重要性,而 21 世纪的人才就是具有创新意识、具备创造能力的复合型人才。

近年来,“创新”两个字经常见于各种媒体,江泽民于 1995 年 5 月 26 日在全国科学技术大会上指出“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力。如果自主创新能力上不去,一味靠技术引进,就永远难以摆脱技术落后的局面。一个没有创新能力的民族,难以屹立于世界先进民族之林。”在另一个场合他还指出“创新,很根本的一条就是要靠教育,靠人才。培养同时代潮流和现代化要求相适应的大批人才,不断开拓新的科学研究领域,是关系我国的发展前景和国际地位的百年大计。”

高等院校是培养科技新人的摇篮,培养大学生的创新能力是大学的当然职责。但是我国高等学校的大学生虽然在校期间学了很多知识,但可应用于创造性劳动的知识太少。一方面我国每年培养了近百万大学生,另一方面在年轻人中很少出发明家,也说明我国高等教育中对学生创新能力的培养严重不足。

我国高等院校中对学生的培养体制采取的是批量生产、单一式的灌输式模式。教师在课堂教学中是主要人员,而学生在课堂上只是被动地听取教师所传授的内容,学生并不能充分掌握教师的知识,只是在考试时死记硬背有关考试内容,结果培养出来的大多数学生考分很高,但动手能力、知识的综合运用能力和创新能力极差。

我国的学生长期以来习惯于在教材和教师的引导下被动地思考问题,而不习惯于主动、独立地思考问题,尤其不善于主动、独立地思考开放型的问题。我们经常碰到这样的情况,学生的逻辑思维能力比较强,能够很快地解决所熟悉的、已经有现成的知识或方法套用的常规性问题,比较善于看出事物的表面问题,善于批评。却不善于思考 and 解决自己不熟悉的、没有现成知识和方法可以套用的非常规性问题;不善于提出克服缺点、解决问题的办法;不善于提出建设性意见。我们也经常碰到这样的情况,在学校学习成绩比较好的学生,离开了学校到工作单位以后,往往只是被动思考一般性的问题,而在主动思考创新问题时显得能力有限。有时甚至是在学校学习成绩好的学生倒不如学习成绩差的学生。因为有的学习成绩差的学生有可能更加具有创新精神和才能,更能在工作中出色地完成工作任务,在学校学习成绩好的学生只是表明该生考试能力强,只能反映该生某些方面的聪明才智。

有位创造学家做了这样一个实验,他在黑板上用粉笔画了一个圆点,问在座的高中学

生：“这是什么？”

高中学生异口同声地回答：“是粉笔点。”

创造学家来到幼儿园，用同样的问题问在座的孩子们。孩子们门的回答五花八门：“是圆面包”，“是天上的星星”，“是大灰狼的眼睛”。

创造学家感慨地说：“儿童们在受教育之前像一个问号，而在毕业之后却像一个句号。我们的教育辛辛苦苦十多年，究竟做了些什么呢？”

著名学者杨振宁博士近年来多次对我国的教育方面的问题发表过意见。有一次他曾讲到：“中国现在的教育方法，同我在西南联大时仍是一样的。要求学生样样都学，而且讲得很多很细。这种方法教出来的学生到美国去考试时一比较，马上就能让美国学生输得一塌糊涂。但是这种方法最大的弊病在于：它把一个年轻人的智力维持在小孩子状态。教师教他怎么学，他就怎么学。”另一位美籍华人美国柏克莱加州大学校长田长霖也发表过类似的谈话。他说：“可以坦白地讲，中国的留学生到美国来，考试的成绩常常会使我们感到惊异，他们怎么这么厉害！但是到了真正做研究的时候，他们就不一定行了。因为缺乏独立思考能力的训练。考学位的初试是书本知识的笔试，他们有本领，这主要靠记忆，到写学位论文时就发现，他们并不像最初想象的那么厉害。这不能怪他们，他们都是真正的佼佼者，主要是小学、初中、高中、大学的训练，都是以背书为主，而不是以思考为主，也不是以动手为主。”

一般人认为，通过日常的思考和实践活动，通过学习科学知识，自然而然就会学到和掌握可以起创新作用的思考方法，不需要专门学习。这种看法并不是完全符合事实的。的确，中外历史上都有不少善于运用创新思考方法的人，例如爱迪生、爱因斯坦等，他们都没有在这方面进行过专门的学习或训练。但是如何掌握和运用创新思维的方法来进行创造发明，培养起一套新的思路，形成一种新的思考习惯，完全靠自己体会、摸索，那么难度会很大，进展会很慢，甚至会走很多弯路。

实践证明，如果系统地学习创新思维的一般方法，掌握发明创造的一般规律，则在实际进行发明创造时会更加得心应手。特别是将在 21 世纪担负国家建设重任的当代大学生，通过学习并在学习中通过锻炼来提高自己的创造发明的能力将具有十分重要的意义。

从另一个角度来看，为了适应当今人才培养的需要，必须更新不合时宜的教育思想和教育方法，培养学生的综合素质和创新能力，鼓励学生的个性发展，这也就是编写本书的目的。

1.1.2 大学生创新能力的培养

1. 创新人才的素质特征

一位心理学家曾进行过一项连续 30 年的实验，他挑选了 1000 名智力超常的儿童（智商在 151 以上）进行跟踪实验，这些智力相近的儿童，后来成就相差却很大，有的作出了举世瞩目的成就，有的则平庸无奇。心理学家仔细研究了 20% 最有成就的对象和 20% 最无成就的对象，发现他们最大和最显著的差别，不在于智力，而在于兴趣、意志、信心、进取心等非智力因素。智慧和修养是创新人才所必备的基本品质。

1) 创新人才的性格品质

要想成为创新人才，首先必须有远大的理想。如果没有远大的理想，整天忙于身边的

琐事,感情用事,长期在庸俗的气氛中过日子,那就会成为一个平庸的人了。诸葛亮曾说过“夫志当存高远”。

为了崇高的目标所从事的工作,就是高尚的事业,人追求的目标越高,他的才力就发展的越快,伟大的毅力产生于伟大的目标。

20世纪60年代~80年代,南非的白人种族主义者活动猖獗。为了争取种族平等,黑人运动领袖曼德拉领导黑人开始了非暴力争取自由的运动。为此,他多次被捕并在监狱内渡过了漫长的10多年,但是他一直没有放弃。到底是什么力量促使他作长期的斗争呢?是伟大的目标。

生物学家巴斯德说过,立志、工作和成功是人类活动的三大要素。立志是事业的大门,工作是登堂入室的旅程,旅程的尽头是成功。

坚定的信心是创新人才所必须的另一重要品质。日本索尼公司有“不录用专家”的说法,公司的缔造者、名誉总裁井深健说:“索尼成功的关键在于销售、科学技术诸方面不盲从他人。”他们寻求的是乐观、坦率、兴趣广泛、自信心足的人,因为他们认为自信心是创新成功的基石。日本富士山山麓,有一个培养企业领导人的学校。这个学校有一个很特别的课程,就是每天出操时要求学生大声呼喊:“我能行。”因为学校创办人认为自信是成功的关键。

兴趣是创新人才必须重视的另一要素。传统的教育观念告诉我们要“干一行爱一行”,但是如果成天所要面对的是自己不感兴趣的工作,我们可以预见他的积极性将会大打折扣。只有当你对自己的事业产生浓厚的兴趣,才会不遗余力地追求它,探寻它,采摘其中的珍宝,你的创造力才会开发出来。当然,兴趣人人都有,但兴趣有好坏之差。兴趣真正确立起来,具有相当的持久性和稳定性,往往会陪伴人们终生。据心理学家研究,兴趣可以分为3类:第一类是直观兴趣。即看到周围美丽的、引人注目的东西,自然引起的兴趣;第二类是自觉兴趣,这种兴趣伴随着思维活动,能从引起兴趣的事物中提出一系列的问题,形成丰富的联想;第三类是潜在的兴趣,这种兴趣不仅包括思维,还加入了意志成分,带有目的性、方向性和持久性。准备有所创新的人应当努力培养自己的潜在兴趣。

古今中外,凡是有成就的人,没有一个不热爱自己的事业。著名物理学家丁肇中读高中时,最感兴趣的不是物理学,而是中国史,但当他权衡自己的知识结构后,认为自己的兴趣是物理学,于是他选择了物理学。经过多年的奋斗,终于在物理学领域领悟到了其中的乐趣,并作出了巨大的贡献,由于他领导的小组在1974年发现了J粒子而获得1976年诺贝尔物理学奖。我国著名科学家钱学森,曾被美国军方要人誉为1人可抵5个师。他不仅对空气动力学有着浓厚的兴趣,而且与铁道工程、薄壳结构理论、工程控制论、物理力学和系统工程学也结下了不解之缘。

作为一个创新人才,还必须具备不盲目崇拜权威、不盲目崇拜书籍、不盲目从众的思想品质,要具备经常更新思想观念的本领。这一方面的能力培养我们将在以后的章节中详细论述。

2) 创新人才的行动特征

具有正确的创新目标和强烈的自信心是一个人成为创新人才的先决条件,但并不是惟一条件,他还应当具有强烈的付诸行动的欲望,具有在紧急情况下作出果断决策的能力。这是因为任何创新活动,任何一项决策都具有一定的风险。世间不存在有百分之百

把握的决策,只要有百分之六十的把握,我们就应当当机立断而不再犹豫不决。

丹麦哲学家布里丹有过一则寓言:一头小驴在枯黄的草原上好不容易找到两堆青草,却由于下不了决心先吃哪一堆好,结果转来转去在长时间选择和徘徊中饿死。它告诉我们一旦有了好的想法必须以果敢的决断将其付于行动。在当今竞争激烈的社会要想成功,必须具备强烈的风险意识。只有敢于冒险才能创造出一番事业。如果我们在行动之前前怕狼、后怕虎,往往会磨灭我们的想象力和创新精神。要创新,必须敢想别人没有想过的问题,敢于提出前人没有提出过的观点和思想。正如马克思提出的,在科学的入口处,正像在地狱的入口处一样,这里必须杜绝一切犹豫,这里任何的怯懦都无济于事。只有胆略宏大,甘愿冒风险和有献身精神的人才能进入创造者的行列。因此我们应当努力培养自己敢于创新,善于创新的精神,敢于“班门弄斧”,敢于向书本挑战、敢于向专家挑战、敢于向传统思想挑战,只有这样才能够成为一个有所创新的人才。

当然冒险意识并不意味着蛮干,它建立在正确的思考和对事物的科学分析的基础之上。因此创新者在进行决策时,一定要依据所掌握的资料、信息,结合基本的客观规律,避免个人的情绪、偏见等主观因素的影响,权衡利弊和得失,进行可行性分析,尽可能理性地分析与决策,否则我们将会坠入莽撞的陷阱。

3) 创新人才的毅力

创新人才的成功中有一个非常重要的非智力因素,那就是毅力。在研究一些成功人士时发现他们往往都具有百折不挠、锲而不舍的毅力。毅力的强弱与创新人才的自信程度及必胜信心成正比关系。毅力具有两个基本特征:坚持性和方向性。每个创新活动的完成往往是高度的智力和意志活动,创新者如果没有围绕创新目标持久而专一的热情与不达目的誓不罢休的决心是不可能取得成功的。

创新人才在创新过程中对目标的专一性特别明显,创新目标又分为长期目标和短期目标。长期目标就是指最终目标和创新的成果,短期目标就是指阶段性的目标,是具体入微的每一个小的期望。创新人才善于凭借毅力将若干短期目标串联成长期目标,为了实现长期目标而坚持不断地实现每一个短期的小目标。同时,创新人才具有为达到目标的长期坚持性,贝费里奇在《科学研究的艺术》中写到:“几乎所有有成就的科学家都有百折不挠的精神,都需要毅力与勇气。”创新人才的成功另一个因素就是善于面对逆境,变逆境为动力,善于从失败中总结经验教训。例如爱迪生发明电灯时试验了3000多种材料才使用了钨丝作为灯丝,他曾说过通过试验至少知道了2999种材料不能用于电灯泡。

有些人说:“我懂得朝一个目标奋斗是很重要的,但问题是经常会发生这样或那样的事情而扰乱我的计划。”确实,每个人在为达到目标而奋斗的过程中,经常会遇到许多事先无法预料的因素影响,遇到各种干扰。这些干扰往往会妨碍目标的实现。但是应当清楚短期目标并不是一成不变的,而是可以根据当时的具体情况进行修正,道路可以变化,但长期目标不能变。就好比开车,当遇到“此路不通”的牌子时,肯定不会把车停在那里,而是为达到目的寻找另外的道路。

4) 创新人才的危机意识

生活在信息时代,我们时刻面对的是蜂拥而来的新情况、新信息,如果我们适应太慢的话,就会被淘汰,就会被环境变化所左右。因此,创新人才必须具备有危机意识,不断更新自己的思想观念和知识。

有一则煮青蛙寓言说,如果将一只青蛙放进沸水中,它会立刻试着跳出。但是如果把青蛙放入温水中,不去惊吓它,它将在水中不动。这时如果慢慢将温度升高,青蛙仍然不动,随着温度的慢慢上升,青蛙变得越来越虚弱最后无法动弹。为什么会这样?因为青蛙体内感应威胁的器官对外界反应迟钝,最终导致自身生命的丧失。

在美国硅谷工作的人员,标新立异几乎成了他们尊崇的目标,他们代表着一种全新的生活方式和文化,同时普遍存在着危机意识。

有人说,创新人才等于知识加热情,虽然不免有失偏颇,但是不断更新的知识加上创新往往产生新产品。热情意味着全身心投入,意味着全力以赴地工作。对于创新人才,应当付出 100% 的努力,再加上 100% 的热情,才能够超越个人的极限。

2. 创新能力的训练

创新能力的教育与训练,核心是创造性思维的教育与训练,创造性思维是智力发展的表现,它是指发明或发现一种新方式。

在飞速发展,尤其是科技水平飞速发展的时代,创造力正成为人的首要素质和核心能力。每个人不仅仅只要求具有创新意识,还必须具有这方面的实实在在的能力,创新意识与创新能力互相配合、相辅相成。创新能力是满足主体创新活动所需的各种能力的总和,主要包括敏锐的观察力、发散思维能力、复合思维能力等等。没有创新能力,就只能跟在别人后面,甚至失去生存发展的权利。一个缺乏创新能力的人将被时代所淘汰。

很多人认为创新能力与智商成正比,智商低的创造力必定不高。但是正确的说法应当是创造力较高的人通常拥有中等以上的智商,但智商并不能与创造力画等号。有较高的智商的人并不能保证有高的创造力。因为许多非智力因素(如对事业的热爱、执着,矢志不渝地追求既定目标的个性品质等)对创造活动的最终结果有着深刻的制约作用。“情感智力”学说就是对非智力因素重要性的理论概括。美国心理学家吉尔福特的研究表明,智商和创造力之间不存在简单的相关关系,创造力高的人智商不至于太低,但高智商的人创造力并不一定高。有些智力超群的人终身未能有任何创造性的成果的现象并不少见。所以,仅仅有高智力是不够的,还必须遵循心理学的基本理论和方法去自觉开发,培养和增强创造力。

社会学家高夫在研究人的个性与创造性之间的关系时,抽取了不同领域的 12 个样本,共 1701 名被试者,他采用“形容词检查单”的方法来区分个人创造能力的强弱。他同样发现创新能力并不是与智商成正比的关系。与创造力成正相关的是:有能力的、聪明的、有信心的、自我中心的、幽默的、个人主义的、不拘礼节的、有洞察力的、理智的、兴趣广泛的、有发明精神的、有独创性的、沉默的、随机应变的、自信的等,而与创造力成负相关的有:易受别人影响的、谨慎的、平凡的、保守的、抱怨的、老实的、兴趣狭窄的、有礼貌的、忠诚的、顺从的、多疑的等。

一般认为开发和培养创造能力必须从以下三方面进行。

首先要打下宽阔的基础知识,重视知识更新和优化知识结构。科学的创新来不得半点虚假,没有任何捷径可走。知识基础是对前人智慧成果的继承,是形成创造力的必要条件,离开了扎实宽阔的知识基础,就不可能顺利地开展创造性活动。在其他条件相同的情况下,多掌握一些知识就多条思路。现代社会的发展要求我们个人不能只拥有单一的学科知识,而必须拥有跨学科的知识结构。如此才会对问题进行综合性分析,才会比知识结

构单一的人更容易产生丰富的联想,因而也更加容易形成新思维。

宽阔、跨学科的综合知识背景还可以使人克服困难、闭塞,变得更加乐于接受新观点,思路更灵活多变,世界上有许多重要学术成果就是依赖于跨学科的研究成果。例如 1953 年 DNA 双螺旋分析结构模型的建立便是跨学科智慧的结晶。该模型建立前约 100 年的时间里,美国的鲍林、英国的弗兰克林等许多科学家由于局限于自己的专业领域,因此没有能够建立 DNA 模型。美国的沃森和英国的克里克则不同,1951 年他们从弗兰克林关于 DNA 的报告中接受了从结晶学角度的研究思路,他们又从生物遗传学角度推导出生物大分子模型应当为双链模型,他们又吸收了分子生物学里关于生物繁殖过程中的“信息复制”概念,进而提出了 DNA 双螺旋分子模型,开创了生物学史的新篇章。

其次,要积极培养创新能力和创造性思维。创新能力是人的能力中最重要、最宝贵和层次最高的一种能力。创新能力就是人产生新思想、创造新事物的能力,或者说创新能力是人创造性地发现、提出和解决问题的能力。创新能力是人的认识能力和实践能力的结合,它涉及和包含人的多种能力,是人的一种综合性能力。

创新能力的核心是创新思考能力。人头脑中的创新思考是人的一切创新活动的基础。人们早已从实践经验中总结出了这样的认识:只有想得到,才能做得到;只有想得好,才能做得好。不同的人,创新思考能力各不相同,有的人想问题半天也找不到解决办法,有的人却能快刀斩乱麻,很快就把握了问题的脉络和关键。有的人只擅长思考简单的、自己长期以来所熟悉的问题,碰到复杂的新问题就一筹莫展。有的人则不仅能够很快解决简单的问题,对于有所变化的新问题同样能够顺利解决。

人的思维有形象思维、逻辑思维、直觉思维、发散思维等形式。这些思维形式又可以分为再现性思维和创造性思维两大类。

什么是创新思维,可以作广义和狭义两种不同的回答。狭义的创新思维就是指建立新理论,发明新技术或塑造新的艺术形象的思维活动。它强调的是思维的成果是独创的,是前所未有的,而且是得到了社会承认和具有巨大社会效益的。广义的创新思维是思考自己所不熟悉的问题,而且没有现成的思路可以参考的思维活动。它强调的是所思考的问题对思考者来说是生疏的,思维活动的进行没有固定的思考程序和模式可以套用。

创新能力和创新思维的培养没有固定的模式,但是有一些方法可供参考,例如引发思维能力的培养、善于质疑,发散思维的培养,注重逆向思维,发挥联想思维等等,具体方法将在以后的章节讨论。

第三是要培养良好的个性品质。个人性格品质的好坏,在很大程度上影响着创新能力的强弱。例如自信、勤奋、进取心强、浓厚的认知兴趣、对模糊的容忍程度、富有幽默感、顽强的毅力等等。

适宜于创造的个性品质特征包括独立的人格特征,优良的意志品质,强烈的求知欲,对自己不知的、知之不多的东西有强烈的获取欲望,具有冒险、进取和献身精神,以及强烈的使命感和责任心。

3. 创新人才的知识结构和学习方式

1) 创新人才的知识结构

所谓知识结构,是指人类知识在个人头脑中的内化状态。21 世纪是知识经济的时代,工业化前的社会,知识总量的增加呈算术级数增长,工业化时代呈几何级数增长,而到

了知识经济时代,知识增长将呈原子裂变级增长,也就是说出现了知识爆炸,知识的更新和老化都在以前所未有的势态发展。

近年来,全世界每天发表的论文达 13000 篇~14000 篇,每年登记的新专利达 70 万项,每年出版的图书达 50 多万种。新理论、新材料、新工艺、新方法不断涌现。据统计,一个人所掌握的知识半衰期在 18 世纪为 80 年~90 年,19 世纪~20 世纪为 30 年,20 世纪 60 年代为 15 年,进入 20 世纪 80 年代,缩短为 5 年左右。而且由科技发现发明到工业应用的周期缩短了,18 世纪 20 年代发明的摄影机,112 年后才成为工业产品;19 世纪 60 年代发明的无线电用了 35 年时间,到 20 世纪初才付诸使用;19 世纪末发明的调光机经过 18 年才开始得到应用,而 20 世纪发明的电视只经过 12 年就被应用;原子弹从设计到应用只花了 6 年时间;晶体管的发明到工业生产只有 3 年时间;激光管发明到应用只有不到 1 年的时间。

为了迎接知识经济的挑战,一个人不仅要善于吸收知识,还应构建一个善于吸收知识的结构,即开放的知识结构。经济发展促进了人才的流动,例如美国的每个人一生平均流动 12 次,因此,具有开放的知识结构将是知识社会人才多元化发展的重要条件。

当今各种学科纵横交错、互相渗透,边缘学科、交叉学科层出不穷,只具有单一学科的知识 and 封闭的知识结构是无法适应当前科技发展的要求,也难以成为创新人才,因此具有一个开放的知识结构,对于创新者来说具有十分重要的意义。它不但使创新者易于接受新的知识,还可发挥知识相关性的作用。

人的知识结构由不完整到完整、由无序到有序,都是智力结构的自组织过程,这种过程就是一个从量变到质变的循环往复过程,通过系统内部的涨落导致非平衡化,在系统与外部环境之间不断进行物质、能量和信息交换,依次维护其良性循环。一旦这种动态的知识结构受到破坏,知识就会出现老化。

知识结构的动态化,也是由客观现实决定的。这是由于在当今的知识经济时代,科学技术的飞速发展使得各个学科高度综合的同时又纵横交叉,高度分化的同时又互相渗透。

关于人才的素质,拿破仑提出了“正方形理论”。依据数学常识,在若干周长相等的不同四边形中,以正方形的面积最大。科学历史上有不少类似的事例,例如 17 世纪欧洲的天文观察大师布拉赫·第谷,观察天象 30 年,积累了大量的天文材料,但是他长于观察而短于思考,无法从大量的天文观察资料中找出什么规律。到了晚年,他的学生开普勒从老师的资料中发现了行星运动的三定律。这也就是人们常说的一只木桶盛水的容量决定于它的最短的一块木板长度。

在知识经济时代,一个创新人才需要的知识结构应当是“T”字形的,也就是说不仅要纵向发展,同时要横向发展,纵向和横向构成知识结构的两条边。“I”表示掌握知识的深度,“—”表示掌握知识的宽度。“I”字形知识结构虽然知识面宽,但缺少对专业独到精深的见解。“I”字形知识结构却只强调专业知识而忽略知识面的宽度,这个专是没有基础或者基础不扎实的专,他们都不适合当今的人才知识结构。一个要有所创新、有所突破的人才的知识结构必须强调博专相济,很多问题靠单科知识是难以解决甚至理解不了的。

2) 创新人才的学习方式

随着知识总量的不断增加,知识载体的方式也在不断更新,因此创新人才的学习方式也必须适应这一变化,这种变化主要表现在三个方面:从时代的特征分析,必须提倡终身

学习,活到老学到老;从知识本身变化的速度看,必须做到动态学习;从知识载体的方式看,必须学会网络学习。

首先,由于知识总量的迅速扩张,以及伴随数字化普及而带来的知识传播速度的加快,使过去一个人在大学或研究生毕业就可依靠所学知识积累而安享余生的日子一去不复返。人类社会已经进入了前所未有的知识总量在质和量、深度和广度、内涵与外延等方面迅速扩张、迅速发展的时期。据统计,近几十年来,人类在科学技术上的新发明、新创造比过去 2000 年的总和还多。全世界每年发表的科学论文有 500 万篇,平均每天 1.3 万篇。

知识的剧增和更新,使得传统教育中的“仓库理论”受到了挑战。“仓库理论”是将大脑当作储存信息的“仓库”,学习仅仅只是在学校期间对灌输知识进行记忆。显然这样的学习方式已不适应现代社会的发展。在如此多的知识面前,一个人哪怕用毕生的精力来阅读也不可能读完。同时,由于知识陈旧和老化速度加快,一个人仅仅靠学校期间的知识远远不够,必须不断地学习,不断地更新知识。

其次,在知识经济时代,由于知识的更新和剧增以前所未有的速度进行,人的知识耗散结构将是一种常态,即一个人只有不断地学习,吸收知识,对知识进行新陈代谢,才能以一种动态的学习中不断地调整自身,跟上时代的步伐。学历不是学习的目的,对于创新人才来说,重要的是掌握技巧,培养能力,在社会的变化发展中,提高自己的综合素质。学历只是一个人的学习经历证明,证明你曾经修过怎样的课程。从一定意义上来说,学习能力的培养比学习到什么显得更加重要,因为学习知识本身并不是目的,而是为了应用与创造,在学校里学到的知识再多,毕竟也是有限的,但一旦我们掌握了获取知识的方法和途径,则能够终生受益。

再次,网络的存在和飞速发展,使得我们不得不正视并适应它,它给我们带来了全新的学习方式,创新人才更应该学会通过网络学习而获得知识。不可否认,网络中有着大量的学习资源,随着互联网在世界范围的迅速发展,信息资源的全球交流和共享成为现实。信息存储和检索的地理界限已经被打破,所有人都能够通过计算机网络随意查询分布于世界各地的数据、图表、文献等各种信息。目前,互联网又有 24 个国家中的 600 多个图书馆联机目录、数百种日报、几千种杂志及很多的时事通信,世界上大多数主要商业信息和数据库都已上网,并开始向读者提供信息服务。

1.2 创新思维的一般规律

在历史上,有些学者认为个人的聪明才智主要是先天的,也就是天才;有些则反对“天才论”。在一段时间里,我们甚至否认一切与“天赋”有关的能力,而认为个人的所有品质都是后天的学习获得的。然而实践证明并非如此,个人确实具有一定程度的“天赋能力”,这种能力往往以潜在的方式存在,它主要来自于遗传和早期胎儿发育过程。但是天赋能力绝不意味着不需要任何外界条件,它只是一种资质、倾向,一旦遇到合适的条件,“天赋能力”才能充分体现出来。要掌握创新思维方法,首先要把握创新思维的一般规律。明白了创新思维的一般规律才能够很好地运用创新思维的技巧和方法进行创新和发明。