



普通高等学校机械制造及其自动化专业“十二五”规划教材
顾问 杨叔子 李培根 李元元

机械创新设计

主 编 © 王树才 吴 晓



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



普通高等学校机械制造及其自动化专业“十二五”规划教材

顾问 杨叔子 李培根 李元元

机械创新设计

主 编 王树才 吴 晓
编 委 钱 炜 韩泽光 王静平
刘晓鹏 张 融 潘海兵
汲文峰



<http://www.hustp.com>

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

机械创新设计/王树才 吴 晓 主编. —武汉: 华中科技大学出版社, 2013. 2
ISBN 978-7-5609-8665-4

I. 机… II. ①王… ②吴… III. 机械设计-高等学校-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 010290 号

机械创新设计

王树才 吴 晓 主编

责任编辑: 刘 勤

责任校对: 刘 竣

责任监印: 张正林

出版发行: 华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编: 430074 电话: (027)81321915

录 排: 武汉佳年华科技有限公司

印 刷: 华中科技大学印刷厂

开 本: 710mm×1000mm 1/16

印 张: 22 插页: 2

字 数: 450 千字

版 次: 2013 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 39.80 元



华中科大

本书若有印装质量问题, 请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线: 400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本书是编者经过多年的机械创新设计教学和组织指导大学生参加全国机械创新设计竞赛的实践,结合多所高校的教学实践和要求,在不断探索机械创新设计的理论与具体方法的基础上总结而出,极具操作性与应用性。全书分 11 章:第 1 章绪论,说明机械创新设计的重要意义,并介绍我国机械的发展史;第 2 章阐述机械创新的思维基础;第 3 章介绍先修课程中的相关知识;第 4 章介绍 TRIZ 与创新,TRIZ 方法使创新思维从抽象的概念发展到具体的操作;第 5 章为机械运动方案设计与创新,介绍进行方案设计时的创新方法,包括工作原理构思、工艺动作构思时的创新、模块化设计等内容,是对机械原理中机械运动方案设计的总结和提高;第 6 章介绍机构的演化、变异与创新;第 7 章介绍机构的组合与创新;第 8 章介绍机构运动链的再生与创新,主要是从机构学的角度介绍机构的创新方法;第 9 章为机械结构设计与创新,介绍如何从机械零部件的角度完成机械实体部分的创新;第 10 章为逆向工程、仿生机械与反求设计,是用自然界进化或人类设计创造的成功案例为典范,进行逆向探索,以获得创新启示,可用于机械综合创新实训;第 11 章介绍机械创新与专利保护。附录 A、附录 B 提供了我国专利法和专利法实施细则,供读者申请专利保护时参考。本书配有供教师用的免费电子课件。

前言

机械创新设计(mechanical creative design)是指充分发挥设计者的创造能力,利用人类已有的相关科学技术成果(含理论、方法、技术、原理等),进行创新构思,设计出具有新颖性、创造性及实用性的机构或机械产品(装置)的一种实践活动。创新设计是人类改造自然的基本活动,是复杂的分析、规划、推理与决策过程,蕴涵着创新和发明。

宋代大思想家朱熹的诗句“问渠哪得清如许?为有源头活水来”,充分说明了人类社会的进步与创新的关系,无论多么发达、繁华的社会,离开了创新和发展,就会死气沉沉,最终沦为死亡城堡。所以,创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力。一个国家的创新能力,决定了它在国际竞争和世界格局中的地位,所以我国正在为建设一个创新型国家而努力。

科技创新是内生的,不能认为引进技术同时就引进了技术创新能力,要在引进技术基础上,消化吸收再创新。近几年来,尽管我们的创新能力提高很快,创新成果也很丰富,但与发达国家的差距还很大,在高科技领域中,很多关键技术还受制于人。例如,90%的发明专利掌握在发达国家手里,我国关键技术的对外依存率达50%,只有0.03%的国有企业拥有自主知识产权的核心技术。

科技创新结果的表现之一就是生产出全新概念的产品或增加原有产品的新功能、新品质。新产品的大规模生产必将引发和促进相应生产行业或部门的形成,而新产品在功能、品质上超越原有同类产品,也势必导致同一生产部门内部发生分化。其变化的最后结果表现为一些生产新概念、新功能、新品质产品的部门逐渐发展壮大,而一些原有的生产部门逐渐衰退,甚至消亡,于是就产生了所谓的“朝阳产业”和“夕阳产业”。

肩负知识创造和知识传播职能的高等学校,开展创新教育已是势在必行。在计划经济时代形成的教育体制下,我国的高等工程教育用一个统一的方案来塑造全体大学生的培养模式,已经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新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、理论与实际的联系,从传授和继承知识为主的培养模



式转向加强素质教育、拓宽专业口径、着重培养学生主动获取和运用知识的能力、独立思维和创新的能力,建立融传授知识、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。“培养创新能力、鼓励个性发展、全面提高学生素质”的基本教育思想必须通过各种教学环节予以落实,开设机械创新设计课程就是其中的重要措施之一。

随着科学技术的飞速发展和教学改革的不深入,加强基础、拓宽专业,培养适合 21 世纪科学技术发展的高级工程技术人才,成为高等工科学学校改革和建设的主要任务。在高等学校的教学改革中,培养学生的创新意识和提高学生的创新设计能力和工程实践能力,已经成为系列课程目标与课程体系改革的指导思想。但是,在制订培养学生的创新意识和创新设计能力的具体教学计划时,又遇到很多具体困难。因为我国的高等工程教育是按照理论课程体系和实践课程体系进行分类综合开展的,其中理论课程体系又分为基础课程、专业基础课程和专业课程。把培养学生创新能力的教育内容放到一些相关课程中去,还是单独开设创新设计课程,各高等学校都进行了深入的探讨和大量的实践,并逐步取得了共识:除在一些课程中力所能及地介绍创新设计内容外,单独开设介绍创新设计理论与方法的课程是非常必要的。本书就是在这种形势下,为了配合机械工程领域中创新教育要求而编写的。

各类企业与研究院所是创新的主体执行者,高等学校是培养创造型人才的摇篮。大学生有很好的理论基础,有充沛的精力,思想无束缚,调动大学生的创新热情,是我国实现创新型国家战略的重大举措,大学生参加科技创新能催生新的科技型企业,孵化新的经济增长点。开设机械创新设计课程是机械工程专业培养创造性人才的一种探索与尝试。

目前,全面介绍发明学、创造学、创造性思维、创造技法、创造与创新技法的图书很多。很多读者读完后感觉到发明创造很重要,培养创造性思维也很重要,创造与创新技法也很好,但在具体过程中就是不知道如何去创新与创造,感觉到这些书的可读性很好,但可操作性与应用性不强。针对这一问题,很多专家学者进行了认真思考、不断探索与实践,编写了包含创新思维和创新技法的机械创新设计教科书。如北京理工大学的张春林教授、清华大学的黄纯颖教授、北京化工大学的张美麟教授、华中科技大学的杨家军教授等都先后编写并出版了机械创新设计教材,并在机械类专业的人才培养过程中发挥了一定的作用。

经过多年的机械创新设计教学和组织指导大学生参加全国机械创新设计竞赛的实践,不断探索机械创新设计的理论与具体方法,再结合其他学校的教学实践和要求,我们逐渐总结出一套操作性强的机械创新设计方法,使机械创新理论

与方法日益完善与成熟。

关于机械创新设计内容的确定原则说明如下。

在绪论中,通过说明机械创新设计的重要意义,力求调动学生学习该课程的积极性和主动性,激发学生创新热情,培养创新意识,唤起学生自觉索取创新技能的欲望,并通过我国机械的发展史,使学生树立起创新的自信心;第2章阐述机械创新的思维基础,让读者学会用创新的思维方法考虑机械问题并掌握一些创新技法,这也是从事机械设计的人员必备的基本业务素质;第3章意在复习和整理先修课程中的相关知识,使学生对机械运动变换、机电一体化知识等熟记于心,只有对基本的设计知识非常熟练,在遇到具体创新问题时,才能信手拈来、为我所用,另外,由于很多学校没有开设机械系统设计课程,本章还肩负培养学生系统设计观点的任务;第4章介绍 TRIZ 与创新,目的是为读者提供一种可操作性强、行之有效的创新方法,TRIZ 方法既是创新思维方法的具体体现,又是一种十分有用的创新技法,使创新思维从抽象的概念发展到具体的操作;第5章介绍机械运动方案设计与创新介绍进行方案设计时的创新方法,包括工作原理构思、工艺动作构思时的创新、模块化设计等内容,是对机械原理中机械运动方案设计的总结和提高;第6章介绍机构的演化、变异与创新,第7章介绍机构的组合与创新;第8章介绍机构运动链的再生与创新;第6~8章主要是从机构学的角度介绍机构的创新方法,培养学生利用机械原理中所学的少量常用机构,如何通过演变、变异、组合和再生等创新思维和创新技法,产生新的机构,是本书的核心内容;第9章介绍机械结构设计与创新从机械零部件的角度完成机械实体部分的创新,还包含零件结构设计的一些理念的创新;第10章介绍逆向工程、仿生机械与反求设计,本章以自然界进化或人类设计创造的成功案例为典范,进行逆向探索,获得创新启示,可用于机械综合创新实训;第11章介绍机械创新与专利保护,意在培养学生的知识产权意识,使学生在进行机械创新的同时,时刻注意尊重别人的创新劳动,同时保护自身创新成果。附录A、附录B提供了我国专利法和专利法实施细则,供读者申请专利保护时参考。

本课程是机械原理和机械设计的后续课程,在教学安排时应予以注意。

为配合教学工作,本书还配备了供教师课堂教学使用的CAI教学课件模板,教师可按任课专业的需要修改或完善为适合自身教学特点的CAI课件;该课件也可供学生复习之用。课件中包括多年来收集和自制的大量三维动画、二维动画,以及符合教学认知规律的动、静相结合的动画与图形。

全书由王树才教授、吴晓副教授担任主编并负责统稿。参与本书编写的老师有:王树才(第11章、附录A、附录B),吴晓(第6章、第7章),王静平(第1章、第8章),刘晓鹏(第9章),韩泽光(第5章),钱炜(第3章),张融(第4章),汲文

峰(第10章),潘海兵(第2章)。

限于编者水平,加之机械创新设计的理论与方法还处在不断地发展和完善过程中,本书中缺点和不足,甚至谬误之处在所难免,殷切希望使用本教材的广大师生和读者批评指正,编者不胜感激。

王树才
于华中农业大学
2013.1.10

目录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 创新与社会进步	(1)
1.2 创新教育与人才培养	(2)
1.3 机械创新设计的概念与过程	(8)
1.4 我国创新技术及机械的发展	(13)
第 2 章 机械创新的思维基础	(16)
2.1 思维概述	(16)
2.2 思维的类型	(18)
2.3 创造性思维的形成与发展	(23)
2.4 思维方式与创新方法	(26)
第 3 章 机械创新设计的技术基础	(46)
3.1 机械运动形式变换	(46)
3.2 机电一体化	(58)
3.3 机械系统设计	(70)
第 4 章 TRIZ 与创新	(88)
4.1 TRIZ 概述	(88)
4.2 技术系统及其进化法则	(89)
4.3 利用 TRIZ 解决问题的过程	(96)
4.4 矛盾与矛盾的解决	(104)
4.5 TRIZ 技术冲突的解决原理	(107)
第 5 章 机械运动方案设计与创新	(115)
5.1 机械产品的开发过程	(115)
5.2 功能分析与设计	(116)
5.3 模块化设计	(121)
5.4 工作原理的构思与设计	(122)
5.5 工艺动作的构思与设计	(128)
5.6 机构的选型与构型	(129)



5.7 方案的评价	(134)
第6章 机构的演化、变异与创新	(143)
6.1 运动副的演化与变异	(143)
6.2 构件的演化与变异	(145)
6.3 机构的倒置	(148)
6.4 机构的等效代换	(150)
6.5 机构原理的移植	(154)
第7章 机构的组合与创新	(158)
7.1 串联式组合与创新	(158)
7.2 并联式组合与创新	(163)
7.3 复合式组合与创新	(168)
7.4 叠加式组合与创新	(175)
第8章 机构运动链的再生与创新	(177)
8.1 原始机构的选择与分析	(177)
8.2 一般化运动链	(183)
8.3 运动链图谱分析	(187)
8.4 特定化运动链及新机构的再生	(190)
第9章 机械的结构创新	(194)
9.1 零部件结构方案的创新设计	(194)
9.2 提高零部件性能的创新设计	(202)
9.3 机械结构的宜人化设计	(217)
9.4 新型零部件结构设计	(228)
9.5 机械整体结构布置创新	(244)
第10章 逆向工程、仿生机械与反求设计	(250)
10.1 逆向工程简介	(250)
10.2 机械仿生原理与仿生机械实例	(257)
10.3 机械反求设计	(273)
10.4 机械实物反求方法	(277)
10.5 反求与创新实例	(281)
第11章 机械创新与专利保护	(286)
11.1 概述	(286)
11.2 专利权的客体	(287)
11.3 授予专利权的条件	(290)
11.4 专利权的内容	(292)



11.5 专利文件的撰写方法	(293)
11.6 专利纠纷案例分析	(298)
附录 A 中华人民共和国专利法(2008 修正)	(302)
附录 B 中华人民共和国专利法实施细则(2010 修订)	(314)
参考文献	(339)

第1章 绪论

1.1 创新与社会进步

创新在人类文明进步过程中发挥了极其重要的作用。青铜和铁的冶炼技术,显著地提高了社会生产力,推动人类向文明社会迅速迈进;蒸汽机的出现,引起了第一次工业革命,人类进入了蒸汽机时代;随着电动机的问世,人类跨入电器时代;半导体、计算机的诞生,引起了第二次工业革命,人类跃进信息时代;原子核裂变成功,人类掌握了核能技术,开始建立原子工业,引起了第三次工业革命,人类进入原子时代;伴随人造地球卫星的上天,人类开始了对所生存的宇宙空间的探索,开创了伟大的航天时代。回顾人类发展的历史可以看到,如果说蒸汽机使人类社会进入了工业文明,福特流水线在20世纪初送来了工业文明的象征——汽车文化,那么六十多年前第一台电子计算机的诞生,则打开了信息时代的大门。在工业社会,人们要解放自己的双手,而在信息社会,人们将解放自己的大脑。以网络、光纤、计算机、数码、多媒体为主要标志的信息技术群的发展,使人类文明进步的速度不断加快。在历史上,创新为建立近代科学体系奠定了知识基础;在现代,创新使人类的视野得到了前所未有的拓展。

创新是技术和经济发展的源泉,也是培养和造就科技人才的重要途径。20世纪以来的科技新发现、新发明远远超过了过去两千年的总和,不但使人类的物质文明面貌焕然一新,而且推动了人们的观念、思维方式的改变,极大地丰富了人类文明的宝库,也为人类社会的可持续发展开辟了广阔的道路。

在世界进入知识经济的时代,创新更是一个国家国民经济可持续发展的基石。对一个国家而言,拥有持续创新能力和大量的高素质人力资源,就具备了发展知识经济的巨大潜力。缺乏创新能力和科学储备的国家,将失去知识经济带



来的机遇。

当今世界,创新能力的大小已成为决定一个国家综合国力强弱的重要因素,在国际竞争中越来越明显地表现为科技和人才的竞争,特别是科技创新能力和创新人才的竞争。所以,世界各国都在调整经济政策、科技政策和发展战略,对高科技领域的创新给予了高度的重视。

自从新兴学科“创造学”于20世纪初在美国诞生后,美国更加注重知识和技术创新,经济发展势头上升,其相对完善的国家创新体系成为国民经济可持续发展的基础。而强调“技术立国”的日本,进入20世纪80年代后,经济增长明显减缓,日本政府及时调整国策,提出了“科技创新立国”的新方针。创新中所蕴藏的无限发展生机,是人们走向未来的金钥匙,如在韩国随处可见的一句自省的箴言:资源有限,创意无限。

从某种意义上说,创新决定着一个国家的未来面貌。正像江泽民同志所言:“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力。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。”朱镕基同志认为:“科学的精神就是解放思想,实事求是,不断创新。力争在一些关系国民经济命脉和国家安全的关键技术领域取得突破,提高自主创新能力。”

知识创新和技术创新在经济发展中起着巨大作用。比尔·盖茨在短短数年内建立起影响全球的软件帝国,聚敛的财富比传统产业中的石油大亨、钢铁大王经过上百年时间聚敛的财富还要多。中国的联想集团、方正集团等企业,其创造的价值也有成倍、几十倍、几百倍的增长。

可见,在知识经济时代,一个国家的创新能力,包括知识创新和科技创新能力,是决定该国在国际竞争和世界总格局中的地位的重要因素。



1.2 创新教育与人才培养

1. 创新教育

知识是创新的前提,没有知识就很难掌握现代科学技术,也就很难有创新能力,所以教育是提高创新水平的重要手段。

联合国教科文组织的一份报告中说:“人类不断要求教育把所有人类意识的

一切创造潜能都解放出来。”也就是说,通过教育开发人的创造力,要求和期盼教育在创新人才培养中承担重要任务。联合国教科文组织也做过调研,并预测 21 世纪高等教育具有如下五大特点。

(1) 教育的指导性 打破注入式和用统一方式塑造学生的局面,强调发挥学生特长,自主学习;教师从传授知识的权威改变为指导学生的顾问。

(2) 教育的综合性 不满足传授和掌握知识,强调综合运用知识解决问题能力的培养。

(3) 教育的社会性 从封闭校园走向社会,由教室走向图书馆、工厂等社会活动领域,开展网络、远程教育,使人们在计算机终端前可以实现自己上大学或进修学习的愿望。

(4) 教育的终身性 信息时代来临,使人类进入了知识经济的新时代,由于知识迅速交替,人们为了生存竞争必须不断学习,由一次性教育转变为全社会终身性教育。

(5) 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,致力于培养学生的创新精神,提高其创造力。

根据以上特点,中国高等教育人才培养也正开展由专才性向通才性过渡,努力培养并造就出大批具有创新精神与创新能力的复合型创新人才。如何培养这类人才,则是创新教育必须面对的问题。首先,必须更新教育思想和转变教育观念,教育不仅是教,更重要的是育。教也不只是传授传统的知识,还要传授如何获取知识;育就是培育、培养、塑造。其次,要探索创新的人才培养模式,不只是在课堂上教,在学校里教,要走出教室,走向社会。积极组织学生开展课外科技活动与社会实践,给学生创造一个良好的探究与创新的条件与氛围,当然还要注重教学内容的改革与更新。在教育中,发明创造的观念、创新能力是与知识同样重要的内容。开设“机械创新设计”课程也正是教学内容改革的措施之一。它不仅要传授一些创新技法,而且要激发学生的创新兴趣,使其产生主动获取知识的愿望,同时,还要培养学生善于思维、善于比较、善于分析和善于归纳的习惯。

2. 创新人才的特点

创新人才应具备下述特点。

(1) 具有如饥似渴汲取知识的欲望和浓厚的探究兴趣 这样,才能发现问题、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。陶行知有句名言:“发明千千万,起点是一问。”

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,看见家猫却在晒太阳,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、肉眼看不见的光线。从此紫外线就被广泛地应用在医疗事业上。

(2) 具备强烈的创新意识与动机，以及坚持创新的热情与兴趣 只有这样，才能把握机遇，深入钻研，紧追不舍，并确立新的目标，制订新的方案，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，作出了重要的贡献。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，成功地培育了第 230 代被驯服的结核杆菌疫苗——卡介苗。

(3) 具备创新思维能力和开拓进取的魄力 只有这样，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。

(4) 具备百折不挠的韧劲，敢冒风险的勇气和意志 这样才会正视困难，克服困难，并创出新的道路，迎接新的挑战，获取新的成果。

3. 创新人才的培养

为了适应 21 世纪人才培养的要求，必须转变教育观念，探索新的培养模式，而改革的重点是加强学生素质教育和创新能力的培养。创新能力的开发可以从培养创新意识、提高创造力、加强创新实践等方面着手。

1) 培养创新意识

(1) 创造力的普遍性，相信人人具有创造力 创新活动首先来自于强烈的创新意识。创新人应善于发现矛盾，勇于探索，敢于创新。也许有人认为创新需要掌握很多高深的理论知识，对于一般人是高不可攀的，或者认为创新是那些硕士生、博士生或高级技术人员的事，与普通大学生无关。其实不然，创造并非少数杰出人才的专利，要相信人人都有创造力，人人都可以搞发明创造。许多“小人物”搞发明的故事，已给我们很多启示。有一个关于两百吨垃圾的故事很有启发性：美国“自由女神”铜像翻修后，现场留下两百多吨废料、垃圾需要处理。开始无人问津，后来一个叫斯塔克的年轻人自告奋勇，承担了这项工程。他将废料分类处理：把废铜皮改铸成纪念币，废铅、铝等做成纪念尺，水泥碎块整理成为小石碑，朽木、泥巴则装在玲珑剔透的小盒中作为纪念品。美国人出于对“自由女神”的崇拜很快就将这两百多吨“垃圾”一抢而空了。他也因此而获得了巨大的收益。

诺贝尔物理学奖获得者詹奥吉说：“发明就是和别人看同样的东西却能想出

不同的事情。”我国著名教育家陶行知先生在“创造宣言”中提出“处处是创造之地,天天是创造之时,人人是创造之人”,鼓励人们破除迷信,敢于走创新之路。

创造力以心理活动为主,而心理活动的生理基础和物质基础是大脑和以大脑为核心的神经系统。揭示脑生理机制的奥秘就可以证明人人具有创造力。研究表明,人的智力、创造力取决于人脑神经元的构造,每个神经元之间的“触突”依靠电-化学反应形成了某种联系,思维就在这电化学反应中进行。一瞬间有 10 万~100 万个化学反应发生。人脑有 140 亿个神经元,它们之间的联系高达 10^{783000} 单位,作用远远超过任何超级大规模集成电路。

但目前人脑还有极大潜力未开发。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,但神经细胞的“触突”比常人多,说明他的大脑开发得比别人多,但最多也仅达 30%。可见人的大脑潜力极大,创造力开发大有可为。

创造需要付出非凡的劳动,不能幻想囊中取物,一蹴而就,需要有坚定的毅力,克服重重困难。爱迪生研究白炽灯时,为寻找灯丝材料曾用过 6000 多种植物纤维,试验了 1600 多种耐热材料。

(2) 培养观察能力,培养善于观察事物、发现问题的能力 观察能力是对事物及其发展变化进行仔细了解,并把其性质、状态、数量等因素描述出来的一种能力。世界充满矛盾,现实不一定合理。善于观察事物、发现矛盾和需要,这往往是创造的动力和起点。

影响观察能力的因素是感觉器官、已有的知识和经验。提高观察能力的途径是培养浓厚的观察兴趣,培养良好的观察习惯(即观察要有目的性、计划性、重复性、观察结果要做记录等),培养科学的观察方法(观察时要注意全局与局部、整体与细节、瞬间与持续现象的关系等),时刻做有心人,时刻让感官器官处于积极状态。

妨碍正确观察的因素是错误的理论、观念,以及错觉或仪器误差导致的错误。例如,图 1.1 所示的三条线段是等长的,但由于视觉的误差人们会认为中间的最长,上面的最短。

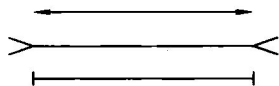


图 1.1 比较三条线段的长度

发现能力是指从外界众多信息源中发现自己所需要的有价值信息的能力。具有敏锐的洞察力,善于发现已有的事物或原理,用以解决矛盾,这也是创新意识的体现。山东有位叫王月山的炊事员,他观察到灶里的煤火燃烧不旺时,只要拿根铁棍一拨,火苗从拨开的洞眼蹿出,火一下就旺起来。后来,他用煤粉做煤饼时,就在上面均匀地戳几个通孔,不仅火烧得旺,而且节省燃煤。大家熟悉的

蜂窝煤就是这样发明的。发现能力不仅仅在于发现,而更应注重对与所发现问题相关的各种信息的融会贯通,理清其来龙去脉,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。

2) 提高创造力

创造力是指人的心理特征和各种能力在创造活动中的体现。提高创造力应从培养良好的创造心理,了解创造性思维的特点,掌握创造原理和创造技法等方面着手。创造力受智力因素和非智力因素的影响。

智力因素,如观察力、记忆力、想象力、思考力、表达力、自控力等是创造力的基础性因素。

非智力因素,如理想、信念、情感、兴趣、意志、性格等则是创造力的动力和催化因素。通过对非智力因素的培养,可以调动人的主观能动性,对促进智力发展起重要的作用。例如兴趣对观察力与注意力具有很大的影响,只有对某事物极感兴趣,才会注意它、观察它,也才会从中发现问题并解决问题。情感是想象的翅膀,丰富的情感可以使想象更加活跃,而想象又可以充分发挥人的创造精神。意志是一种精神力量,它使人精神饱满,不屈不挠,不达目的誓不罢休。教育者应充分运用信念情感、兴趣、意志、性格等非智力因素,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。

3) 加强创造实践

创造能力培养的关键是加强创造实践。通过听课、看书、参观、看电影和录像等环节,人们可以得到创新产品和创造方法的许多印象、概念,进而了解一些知识、技法。但只有参加创造的实践,才可能综合运用所学的一切,解决实际问题,形成创造能力。

正如不下水学不会游泳、不开车上路不可能真正学会驾驶汽车一样,创造力的提升必须借助于大量的创造实践。人的创造力可以通过学习和训练得到激发,且不断得到提升。美国通用电气公司对有关科技人员进行创造工程课程和实践训练,两年后取得很好的效果,按专利数量测算,人的创造力提高了三倍。

对理工科学生,除必要的理论教学外,一定要设置一系列设计实践环节,让学生在设计实践中培养综合分析和创新设计的能力。在学校里,开设创新设计类课程,开设创新设计实验室,开发创新设计的实验,为学生创造一个良好的创新实践环境,对于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竞赛活动,也是很好的创造活动实践。

4) 排除各种影响创新活动的障碍

(1) 环境障碍 环境障碍主要可分为外部环境障碍和内部环境障碍。