

高职高专规划教材

主编 / 李立斌 主审 / 金潇明

机械创新设计基础

国防科技大学出版社

高职高专规划教材

机械创新设计基础

主编：李立斌

主审：金潇明

国防科技大学出版社

·长沙·

内 容 简 介

本书介绍创造思维、创新原理和创新方法,以机械创新设计为主线,密切结合工程实际,围绕机构、传动和机械设计等环节,通过大量的机械创新设计案例、实例分析,将设计过程和创新思维有机地融合,突出体现创新特征,提高学生创新意识和解决实际问题的能力。

本书的编写不仅仅局限于机械设计,也包括现代机械技术等内容;在介绍创造思维、创新原理和创新方法等内容时,也注意机械创新设计实例的穿插,从各个角度分析创新设计的规律和方法。在内容编排和取舍上注意以机械创新设计为龙头,以案例分析为重点,叙述上力求简明、通俗和有趣味性,力求联系实际、图文并茂、深入浅出、总结规律,注重培养学生创新意识和能力,引导读者去观察、分析,培养学生参与创新活动的兴趣。

本书可作为高职高专机电类各专业教材,也可供有关教师和工程技术人员作为参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械创新设计基础/李立斌. —长沙:国防科技大学出版社,2002.1

ISBN 7-81024-802-2

I. 李… II. 机… III. ①机械 ②设计 IV. TH162

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)4572640 邮政编码:410073

E-mail:gfkdcbs@public.cs.hn.cn

责任编辑:罗 青 责任校对:文 慧

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

开本:787×1092 1/16 印张:7.25 字数:168千

2002年1月第1版第1次印刷 印数:1—6500册

*

定价:15.00元

前 言

创新是科学技术和经济发展的原动力。当今世界各国之间在政治、经济、军事和科学技术方面的剧烈竞争,实质上就是人才的竞争,而人才竞争的本质是人才创造力的竞争。

江泽民同志多次强调创新的重要性。他指出“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力。一个没有创新能力的民族,难以屹立于世界民族之林。”

创造强调新颖性和独特性,创新则是创造的某种实现。

为了适应 21 世纪人才培养的要求,必须更新教育观念,探索教育改革道路,而教育改革的重点是加强学生素质教育和创新能力的培养。

本教材介绍创造思维、创新原理和创新技法,密切结合工程实际,围绕机械设计中机构、结构和机械系统设计等环节,引入大量创新实例,深入浅出,联系实际,图文并茂,叙述力求简明、通俗、有趣味性,突出体现创新思维特征,引导读者去观察、分析、思考,培养学生参与创新活动的兴趣,从而亲手从事创新设计实践。

高职高专学校,是以培养生产一线所需要的新技术应用型、适应型人才为目标,注重培养学生应用、适应、技术创新等方面的能力。目前,关于创造原理和创造思维的高职高专教材和书籍还不多,作者通过多年的教学、收集资料和准备,编写了这本《机械创新设计基础》教材,编者希望以本书进行这方面的探索,并希望通过本书能对读者有所启发,起到抛砖引玉的作用,如果读者们在读完本教材后,能发现并解决生活、生产中的一些问题,有所创意、创新、有所发现、发明,编者将感到欣慰。

参加本教材编写工作的有湖南工业职业技术学院李立斌(第一、三、七章)、肖智清、皮智谋(第五章),河南工业职业技术学院秦启书(第六章),长沙航空职业技术学院李建跃(第八章),长沙航空职业技术学院关云飞,湖南生物与机电工程职业技术学院欧阳中和(第四章),湖南化工学校何国旗(第二章)。由李立斌同志任主编。

本教材承请金潇明教授主审,他对本教材提出了许多宝贵的指导性意见和建议。在本书的编写过程中,还得到了各兄弟学校教师和领导的指导和帮助,以及同仁的热情鼓励 and 大力支持,编者在此谨向他们表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,错误和不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2001 年 7 月

目 录

第一章 引言	(1)
第一节 创造与发明并不神秘	(1)
第二节 创新需要勇气和毅力	(2)
案例 杂交水稻的研究应用	(3)
第三节 创新人才的培养	(4)
第四节 机械创新设计	(6)
第二章 如何培养创造能力	(9)
第一节 人类的思维	(9)
第二节 创造性思维的特征	(10)
第三节 影响创造能力的非智力因素	(11)
第四节 影响创造能力的智力因素	(14)
第三章 创新基本原理	(17)
第一节 综合创新原理	(17)
案例 微积分的创立	(18)
案例 激光的发明	(19)
第二节 分离创新原理	(21)
案例 “椰菜娃娃”奇迹	(21)
第三节 移植创新原理	(22)
第四节 逆向创新原理	(24)
案例 大庆油田的发现	(25)
第五节 还原创新原理	(26)
第六节 价值优化原理	(28)
第四章 常用创新方法	(29)
第一节 到何处去搜寻题材	(29)
第二节 创新的主要方法	(30)
案例 计算机的发明	(31)
第五章 机构的创新设计	(42)
第一节 常见机构分析	(42)
第二节 各类机构简介	(43)

第六章 机械传动的创新设计	(55)
第一节 传动类型分析	(55)
第二节 各类传动举例	(56)
第七章 机械的创新设计	(67)
第一节 总体方案设计	(67)
第二节 结构设计	(75)
第三节 机械创新设计案例	(82)
案例一 蒸汽机的发明	(82)
案例二 内燃机的发展	(83)
案例三 三角转子发动机的研制	(85)
案例四 机床的诞生	(87)
案例五 汽车的发明	(89)
案例六 飞机的产生	(90)
第八章 现代机械及发展	(92)
第一节 现代机械	(92)
第二节 机器人	(94)
第三节 机床数控技术	(97)
第四节 快速成型制造技术(RPM)	(99)
第五节 柔性制造系统(FMS)	(102)
第六节 计算机集成制造系统(CIMS)	(104)

第一章 引言

第一节 创造与发明并不神秘

科学技术的最基本特征就是不断进步,不断创新。创新是人类文明进步的原动力。创新对人类科学的发展产生了巨大影响,而科学的发展则成为推动人类社会进步和社会变革的第一动力。

人类历史上有无数的发现、发明和创新对人类的生产、生活产生了非常深远的影响,极大地推动了生产力的发展,人们的生活水平不断地得以提高。一谈到创造发明、发现,人们开始可能会认为是很神秘的事,以为创新发明是学者专家的专利品,一般人很难办到,那么我们先看看下面这些实例吧。

传说鲁班在山上砍柴时,不小心手被草割破了,一般人可能会自认倒霉,而他却对此产生了好奇心,他仔细观察这种草后,发现这草的边上有一排锯齿,根据这个发现,鲁班发明了至今仍在使用的锯子;传说瓦特在观察到水烧开后蒸汽能将壶盖顶起,依据这个原理他产生了蒸汽动力的设想,并最终发明了蒸汽机,导致了第一次工业革命;还有大家非常熟悉的阿基米德在洗澡时发现浮力定理,从而检验出皇冠是否为纯金的故事;牛顿从树上的苹果会掉下来的现象发现万有引力的故事……这些故事为他们的发明增添了一层神秘的传奇色彩。

我们在使用铅笔时,常常会由于找不到橡皮擦而烦恼,美国的一位叫海迈的穷画家想到了用金属片将橡皮包在铅笔头上的办法,这就是现在的带橡皮铅笔的最初构想,这位画家的画虽然没有卖出好价钱,但他无意中却成了发明家,这个构想为他带来了 60 万美元的设计费。

大家天天都使用钢笔,那么你知道现在使用的钢笔是怎么设计出来的吗? 1880 年左右,美国的一名叫华特曼的保险业务员常常为自来水钢笔漏下一滴墨水而使所填写的表格报废而苦恼。他开始致力于设计不掉水的钢笔,为了克服这一缺陷,他经过几年的努力,终于在 1884 年将原来图 1-1(a)所示形状的钢笔尖上开一条沟,并加上一个小圆孔,巧妙设计了笔头上的墨水通路和吸入空气的通路,如图(b)所示,制作出了人们盼望已久的不突然滴漏墨水的笔尖。这个创意使他成为了世界上最大的自来水笔大王,至今华特曼钢笔仍是世界上一流的自来水笔。

一位名叫吉利的美国人,有一次因为要赶火车,起床急急忙忙刮胡子时不小心将脸刮伤了,他坐在火车上就想能不能设计出不会刮伤脸的安全剃须刀呢? 此后,他常常为此事困扰,

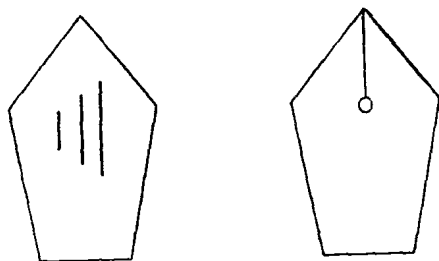


图 1-1 钢笔笔尖

左思右想不得其解。1895年,有一天他到理发店理发时,无意中发现理发师正用梳子一边梳头,一边用剪刀剪梳子外的头发,他突然由此得到灵感,经过多次试制,发明了安全剃须刀。

有一位青年,一次看到了一对姐弟吵架的情形,因为姐姐要使用电熨斗,而弟弟却要用电灯看书,两人为了争抢电源而吵了起来。他就想到“如果能够做一个有两面插座的插头,那不就解决问题了吗?”于是他就以200日元的资本,生产这种自己发明的有复式插座的插头,从而开始了他的事业,这位青年名叫松下幸之助。

1583年伽里略在教堂做礼拜时,看到教堂内有一根长绳下面吊着吊灯,这种装置叫摆。他发现吊灯在小幅度摆动时,虽然摆的幅度逐渐减小,但摆动一次所需的时间是一样的,这个特性就是摆的等时性,依据这个原理,荷兰物理学家惠更斯制造出了带摆的钟。

1895年,德国物理学家伦琴在做阴极射线实验时,发现有种未知的射线能使荧光板发光,而且无意之中他还发现这种奇怪的射线能映射出手骨头的影像,他将这未知的射线称为X射线。伦琴因此于1901年获首次诺贝尔物理学奖。

第二节 创新需要勇气和毅力

从上述这些实例可看出,大多数发明家在创新发明之前都是非常普通的,很多创新发明往往是通过一次偶然事件触发灵感而开启智慧之窗而获得的。那么创新发明是轻而易举的事吗?让我们再看看下面这些例子吧!

1763年,欧洲流行天花这种可怕的疾病,凡传染上天花病的人几乎必死无疑,但英国15岁的少年琴纳从一些医生中听到了“得牛痘者几乎不得天花”这样的说法,后来琴纳详细研究这种说法是否正确。1796年他试着为他8岁的儿子种植了牛痘,他的儿子开始稍有些发烧,但不久就恢复正常了,接着琴纳冒着失去儿子的危险,将天花病人的脓移植到儿子身上,事实证明他儿子没有得天花。经过30多年的努力,琴纳终于发现了牛痘免疫天花的方法,攻克了这个曾被人认为是不治之症的顽疾。诺贝尔为了发明安全的烈性炸药,进行了近20年的实验,在实验中他的弟弟被炸死,父亲受重伤,但他并没有因此而被吓倒退却,终于获得成功。美国的杰克逊在发明了拉链后为了设计出生产拉链的机器,花费了19年的时间。发明之王爱迪生为了找到实用的电灯灯丝材料,经历了无数次的实验,用到了6000多种植物纤维,试验了1600多种耐热材料,终于发明制造出炭化灯丝的电灯,为漫漫黑夜带来光明,他还对电灯和用电设施加以不断改进,产生了一系列新的发明,像电线插座、电表、保险丝、配电盘、电力机车等等;法拉第虽然出身贫民家庭,连学校都没有进过,但他经过自学对科学研究产生了浓厚的兴趣,并在大科学家戴维的帮助下,来到研究所担任戴维的助手兼差役,在经过长达18年的大量实验、研究之后,终于发现了电磁感应现象;居里夫人在发现放射性元素之后,花了五个多月的时间,终于从一吨沥青铀矿石中提炼出了0.1克纯镭。达尔文经过5年的环球考察之后,又用了20多年的研究才完成巨著《物种起源》,揭开了生物进化之迷。我国数学家陈景润废寝忘食,全身心的投入,历经十几个春秋,才摘取了哥德巴赫猜想这一数学皇冠上的明珠。

这些实例说明,任何一个创新发明都是人们经过长期的探索,不仅需要坚韧不拔的意

志和毅力,而且有些是以生命为代价换来的。如果没有冲破传统观念和不怕失败的勇气,没有不怕牺牲的冒险精神,没有坚韧不拔的意志和毅力,他们就不可能到达光辉的彼岸。

案例:杂交水稻的研究、应用

1961年的一天,湖南省安江农校教师袁隆平在试验田发现一株“鹤立鸡群”的水稻,它植株高大,穗大粒多,袁隆平如获至宝,他将种子收集起来,第二年种下进行试验,希望能培养出高产的稻种,可当稻子抽穗后,后代却参差不齐,竟没有一株像原来的单株好。失望之余,经过反复思索,产生了一个大胆的设想:只有搞杂交水稻,利用杂种优势才能提高产量。

当时,经典遗传学理论认为,稻麦等自花授粉作物没有杂种优势。而袁隆平却认为杂种优势是生物界的普遍规律,自花授粉作物与异花授粉作物的区别不过是繁殖方法有所不同。刚过而立之年的袁隆平向传统的遗传学理论提出了挑战。

他设想利用“水稻的雄性不孕性”培育杂交水稻的方案,经过10多年的研究,先后用1000多个品种,做了3000多个杂交组合实验,结果却不令人满意,经过综合分析后,他发现几千个试验所用的杂交材料亲缘关系都太近,于是提出了用远缘的野生稻种与杂交稻种进行杂交的关键性设想,接着,他的助手李必湖在海南岛发现了一株花粉败育的野生稻——“野败”,为杂交水稻研究成功打开了突破口。1973年,三系稻种“南优2号”培育成功,1976年开始在全国大面积推广,比常规水稻平均增产20%。

三系杂交水稻的成功举世惊叹,袁隆平被全世界誉为“杂交水稻之父”。但他没有骄傲,更没有止步,而是进一步研究成功了简化种子生产程序、降低成本、进一步提高产量的两系法杂交水稻,两系法成功后,袁隆平又提出了更高的奋斗目标——研究优质高产的超级杂交稻,该项目的第一期目标已实现,并获得“2000年中国10大科技进展”的第一项成果奖。

袁隆平为了研究杂交水稻,风餐露宿,足迹踏遍了祖国的大江南北,历时40多年,研究成功了杂交优选技术。利用杂交优选技术,我国的粮食产量在耕地没有增加的情况下,从1950年的13000万吨增长到1998年的49000万吨,依靠科技进步,袁隆平为有效的解决13亿中国人民的吃饭问题立下奇功,成为世界的奇迹。

几点启示:

(1) 技术上的重大突破往往需要理论的指导,而破除迷信、敢于质疑是科技创新的前提,如果袁隆平不敢向传统遗传学理论挑战,是不可能去研究杂交水稻的,反过来,杂交水稻的培育成功,也证明了袁隆平设想的正确性。

(2) 正确的思维方式和试验方法是科技创新的有力武器,在研究过程中,即要大胆探索,也要合理设想和试验,不断调整和寻求突破口。杂交水稻从“三系法”到“两系法”再到“超级杂交稻”,循序渐进,将新的设想和理论通过科学的试验来完成。

(3) 科学技术的探索和创新永无止境,现已71岁高龄的袁隆平仍在为超级杂交水稻的研究而辛勤耕耘,充分显示了一位科学家为祖国为科学献身的高尚品德。

(4) 科学技术是第一生产力,科技成果的应用可以极大的提高生产力水平。而对人类有益的科技成果则具有强大的生命力,袁隆平也当之无愧地获得了首届中国最高科技

奖。

.....

本书向大家介绍一些机械上发明、发现的创新过程和设计思想,旨在开拓大家的视野,启迪我们的思维,并希望大家随时注意自己生活中、工作中、游乐中的一些问题,并围绕这些问题积极思考,去发现解决这些问题的办法,只要我们树立自信,发掘自己的潜能和创造力,持之以恒坚持下去,你将一定会得到胜利的欢乐。

第三节 创新人才的培养

一、现代教育

为了适应 21 世纪人才培养的要求,必须加强学生素质教育和创新能力的培养,一般认为,教育应具备下列 5 个特征:

1. 指导性

教育的目标是培养全面发展的人才,充分发挥人的个性、特性,要引导学生做人,学会科学的方法。为此,必须打破灌输式培养模式,要指导学生自主学习,鼓励学生的独立发展。教师将成为一位顾问,一名导师,指导学生积极向上,树立辩证唯物主义世界观,培养学生热爱劳动,掌握技能,有科学的学习、思维方法。

2. 创造性

教育本身是一种创造性的活动。要提高学生的素质和创造能力,要培养和鼓励学生“怀疑”、“探索”、“创新”等科学的精神,只有青出于蓝而胜于蓝,才能促进科技的高速发展和人类社会的不断进步。研究的独立性、成果的创造性决定着教育的质量。

3. 综合性

学生不仅要学习和掌握知识,更重要的是综合运用知识解决问题,不仅要学习专业知识,也要融合科学、艺术等方面的知识,掌握科学思维和艺术思维方法,培养综合素质和文化素养,陶冶学生的情操,促进德、智、体、美全面发展。

4. 社会性

人类社会已进入一个全面开放的时代,教育必然受到社会政治、经济、科技、文化等因素的影响,反过来教育又服务于社会,教育与社会、理论与实践的结合越来越社会化,“两耳不闻窗外事,一心只读圣贤书”不可能适应和促进社会的发展。教育的社会性还体现在培养社会所需要的人才的规格、层次日趋多样化,使培养的人才各具特色。处于网络时代的信息社会使世界越来越小,教育不断走向国际化。

5. 终身性

信息时代和知识经济的到来,使得知识的更替周期不断缩短,科学技术的不断创新,要求人们必须不断学习才能顺应时代的发展,一次性的学校教育已逐步转化为全社会的终身教育,教育成为一个人一辈子都不可能结束的过程。

二、创造性人才的培养

创新能力的开发和创造性人才的培养一般可以从培养创新意识、学习掌握创新原理

和创新技法、加强创新实践等方面进行。

1. 培养创新意识

创新发明并非少数杰出人才的专利,许多“小人物”进行创新发明的故事,使我们相信人人都有创造力,人人都可以搞创新。

多年前,一家酒店的电梯不够用,打算增加一部,于是请来了建筑师和工程师研究增设新电梯的方案。专家们一致认为,最好的办法是每层楼打一个大洞,直接安装电梯。当几位专家进一步商谈工程计划时,一位正在扫地的清洁工听到了他们的谈话,清洁工对他们说:“每层楼都打个大洞,会尘土飞扬,杂乱不堪的”,工程师说“那是难免的”,清洁工又说“施工期间最好将酒店关闭一段时间”,工程师说:“那可不行,那会影响酒店收益”。清洁工最后不经意地说道:“我要是你们,就会把电梯装在楼外”。专家们听到这句话,对视良久,他们不约而同地为清洁工的这一想法击掌叫绝。于是,便有了近代建筑史上的伟大变革——把电梯装在楼外,即美观又可在电梯内观赏景色。

因此,敢于创新就必须破除迷信,必须打破思维的枷锁。

创新往往应具有敏锐的洞察力,要善于从偶然现象中找到必然,要善于从同样的事件中想到不同的事情。例如:很多人都知道当灶里的煤火燃烧不旺时,只需拿根铁棍拨弄一下,火苗就会从拨开的洞眼中窜出,火一下子就会旺起来。而山东有位叫王月山的炊事员就想到了做煤球煤饼时,主动在上面均匀地戳几个洞,不仅火烧得旺,而且可节省燃煤,大家熟悉的蜂窝煤就这样发明了。

世界不断发展,事物总是不断完善,要善于观察、发现矛盾和需要。发现不足、提出问题。往往成为创新的起点。而创新是人们经过长期探索、付出非凡的劳动才能成功。这就需要有坚定的毅力,克服重重困难的精神,所有的创新发明都来自于人类的大脑。要培养独立思考、勇于探索的意识,而不是只会记住正确答案的知识复印机。

“我思故我在”这句名言充分说明了思考对于人的重要性。思考的课程应该成为我们每个学校的最重要课程。每个人都可以用5W1H法(What, Why, When, Where, Who, How)对不同事情进行设问,思考、思考、再思考,人人都会产生创新设想。

2. 掌握创新原理和创新技法

要提高创新能力应培养良好的创造心理,掌握创新原理和创造技法。

科学技术的发展动力在于不断创新,不断发现。而创新创造本身也存在一定的理论和规律,也具有其科学的原理和方法。

创新原理和创造技法是以总结创造学理论、创新思维规律为基础,通过大量的创造活动概括总结出来的原理、技巧和方法,了解和掌握创新原理和创新技法,往往能更自觉、更巧妙进行创新活动。

人的创造能力可以通过学习和训练得到激发和提高,通过改进自己的思维习惯,通过独立思考,多想多练,通过训练自己集中注意力、发挥想象力,进行扩散思维、求异思维训练等等,能够提高创新思维能力,而将思维运用到实际中去,才可能起到良好的效果。

3. 加强创新实践

形成创新能力,除了学习理论,更重要的在于实践。正如不下水学不会游泳,不开车就不可能真正学会驾驶汽车一样,所有的创造力训练离不开大量的创造实践。

一般情况,创新实践可分为3个阶段:

(1) 了解问题:目标是什么?未知量、已知量是那些?情况如何?能满足情况的需要吗?能否决定未知量,是否足够,是否重复或抵触?可以画张图,引入合适的标志,把情况的各部分加以分解。

(2) 设计方案:遇到过这个问题吗?知道相关的问题吗?可能运用什么原理?通过不同的方法设计各种方案,并进行优化。

(3) 执行方案:实施设计方案,在每一步骤中对方案修改完善,必要时重新设计方案,以取得最好的成效。

任何一个创新几乎都要经过上述3个阶段,一般最困难的是第二阶段,最关键的往往是第三阶段。

必须通过设置一系列设计实践教学环节,进行大量的动手安装、维护、设计、制作等实践活动,培养综合分析和创新设计的能力。

如果你在学外语,就要大胆地说;如果你在学游泳,就得下到水里去。不要幻想只要背下厚厚的几本书而不操作就能学会电脑。人类社会所有的创新和发明,都是通过人们的双手而实现的,一个人的设想,如果不将它们物化,即使构想再好,那也可能只是水中月、雾中花。实践、实践、再实践,你才会看到成功就在向你招手。

第四节 机械创新设计

设计是人类改造自然的一种基本活动,设计是复杂的思维过程,设计的本质是创新。

设计的目的是将预定的目标,经过分析决策,通过一定的信息(文字、数据、图形)而形成设计方案,并通过制造、实施使设计成为产品,造福人类。通过设计,不断为社会提供新颖、优质高效、价廉物美的产品,提高产品的竞争力和经济效益。

根据设计的内容特点,一般将设计分为下面3种:

1. 开发性设计

在工作原理、结构等完全未知的情况下,针对新任务提出新方案,开发设计出以往没有过的新产品。

2. 变型设计

在工作原理和功能结构不改变的情况下,对已有产品的结构、参数、尺寸等方面进行变异,设计出适用范围更广的系列化产品。

3. 适应性设计

亦称反求设计。针对已有的产品设计,在消化吸收的基础上,对产品作局部变更或设计一个新部件,使产品更能满足使用要求。

开发设计以开创、探索创新,变型设计通过变异创新,适应性设计在吸取中创新。创新是各种类型设计的共同点。

一、机械的功能要求

现代机械产品的功能要求非常广泛,但一般情况下,都包含以下几个方面:

(1) 运动要求:如运动规律、轨迹、行程、速度、加速度、转速、调速范围、运动的精确性等。

(2) 动力要求:传递的功率、转矩、力、加速性能、效率等。

(3) 安全要求:强度、刚度、稳定性、热力学性能、摩擦特性、振动、机械工作的安全性及操作人员的安全性等。

(4) 经济要求:设计和制造的经济性、使用和维护的经济性等。

(5) 可靠性和寿命要求:包括零部件和机械实现预期功能的可靠性,零部件和机械的耐磨性、疲劳强度、失效和使用寿命等。

(6) 机动性要求:对尺寸、体积、重量、功率的要求。

(7) 环境保护要求:防止污染(噪声、废气、废水、废尘),防止“三漏”(漏气、漏水、漏油),无公害和绿色产品等。

(8) 产品造型要求:如美观、人性化,外观、色彩与环境的协调等。

不同机械,因工作条件、使用环境及目标要求的不同,对具体的功能要求也有很大的差异。例如:仪器仪表、机床的主要功能要求是运动的精确性,因此要求较高的加工精度;而汽车则对机动性、环保等功能要求较高;工程机械往往要求动力性能要好;食品机械则要求不污染被加工产品等等。而有些功能要求会存在矛盾,如安全与经济,一般来说,侧重安全,机械零部件的尺寸重量就会大一些;而侧重经济,则设计的零部件的尺寸重量会小一些等,在机械设计时,应考虑对机械的各种功能要求,考虑整个系统的运行,进行多方案的设计,然后应用优化理论和方法,对各候选方案进行优化设计。

二、设计思路和设计过程

设计过程是指从明确设计任务到编制技术文件所进行的整个工作流程。机械设计的过程,一般分为产品规划、原理方案设计、技术方案设计、改进设计等四个阶段。

1. 产品规划阶段——明确设计任务和要求,提出设计任务书

这一阶段的中心任务是,在市场调查的基础上,进行产品需求分析、市场预测、可行性分析,确定设计目标、主要参数和约束条件,最后提出设计任务书,作为设计、评价、决策的依据。

2. 原理方案设计阶段——确定工作原理,分解子系统,绘制方案简图

实现产品功能的工作原理可以是多种多样的,方案设计就是在功能分析的基础上,通过多方案比较,优化筛选出比较理想的工作原理方案,并对产品的原动系统、传动系统、执行系统、测控系统等子系统分解,将总功能分解为子功能和功能元,并作方案性设计,绘制有关机械机构、电气液控方案简图。

3. 技术方案设计——进行总体设计和结构设计,完成产品全部生产图纸,编制设计说明书、工艺卡等技术文件

总体设计要树立全局观念。首先要考虑各子系统的分解。按照执行系统、传动系统、操纵系统、支承形式的顺序找出实现各功能的作用原理,再考虑实现系统总功能的要求,将各分功能的作用原理进行合理的组合,在组合过程中应考虑各局部的相容性和技术上实现的可能性,在众多的原理方案中选择几个,然后进行综合评价,如对可靠性、成本、寿

命、适用性及人类工程学等比较选优,根据总体功能要求,多方案选优。

以发散性思维探求多种方案,再通过收敛思维获得最佳方案,这是总体方案创新设计的特点。

结构设计时要求零(部)件满足机械的功能要求,零件的结构形状要满足强度、刚度、尺寸、定位、固定、装拆、加工等各方面的要求,常用零(部)件应尽量标准化、系列化。结构设计一般先由总装草图分拆成部件、零件草图,然后选择各零件材料,决定零件的构形和尺寸,进行各种必要的性能计算,再由零件工作图、部件图绘制出总装图,最后还要编制技术文件,如设计说明书、零(部)件明细表、零件图纸、工艺卡等。

在技术方案设计阶段,要利用现代设计理论和方法提高产品的价值(改善性能、降低成本),通过计算机辅助设计和绘图提高设计效率,提高产品的宜人性和美观性。

4. 改进设计

上述设计完成后,制造出样机(产品),根据样机检测数据、用户使用以及在鉴定中所出现的问题,进一步改进,作出相应的技术完善工作,提高产品的设计质量。

以上设计过程可用图1-2表示,其各个阶段是相互联系、相互依赖的,有时还要反复进行,经过不断修改与完善,进一步提高产品性能、可靠性和经济性,使产品更具生命力。

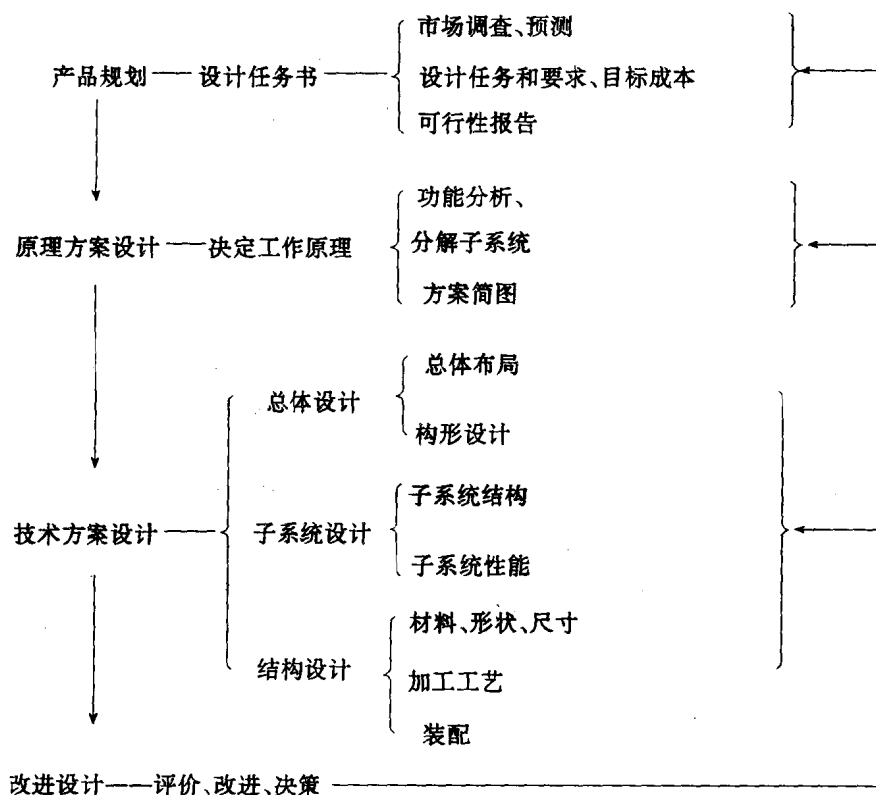


图 1-2 设计过程

第二章 如何培养创造力

人类的发展史实际上是人类不断创造的历史,而创造的源泉则来自于人类的思维,人类的创造性思维产生了各种各样的创造发明。我们需要对创造性思维的特点、本质、形成过程、与其他思维的关系有所掌握和认识,这样才能指导我们进行创新思维,增强创新能力。

第一节 人类的思维

思维是人脑对客观现实的反映,是发生在人脑中的信息交流。它不仅能揭示客观事物的本质或内部联系,还可能使人脑机能产生新的信息和新的客观实体,如文学艺术的新创作、科学和自然规律的新发现、技术新成果等等。

人类的思维方式可以归纳为如下几种:

1. 形象思维与抽象思维

形象思维也称为具体思维,是人脑对客观事物和现象的具体形象的反映。例如,设计一个零件或一台机器时,设计者在头脑中想象出零件或机器的形状、颜色等外部特征,在头脑中对想象出的零件或机器进行分解、组装、设计等思维活动,就属于形象思维。

抽象思维是以抽象的概念、判断和推论为形式的思维方式,概念是客观事物本质属性的反映,判断是两个以上概念的联系,推论则是两个以上判断的联系。

形象思维具有灵活、新奇的特点,而抽象思维较为严密。按照现代脑科学的观点,形象思维和抽象思维是人脑不同部位对客观实体的反映活动,左半脑主要是抽象思维中枢,右半脑主要是形象思维中枢,两个半脑之间有数亿条神经纤维,每秒钟可交换传输数亿个神经冲动,共同完成思维活动。因此,形象思维和抽象思维是人类认识过程中不可分割的两个方面,它们互相联系、互相渗透,在创新过程中,应该把两者很好地结合起来,优势互补,从而完成更多的成果。

2. 发散思维与收敛思维

发散思维又叫分散思维、求异思维、开放思维等。它是根据提供的信息,多方位寻求问题的答案的思维方式。如列举某一物品的多种用途,从一物思万物,不满足于现成原理和答案,而去寻找尽可能多的答案等。

收敛思维也叫集中思维、求同思维等。是一种在大量设想或多方案的基础上寻求某种最佳答案的思维方式。

在创造活动中,提出的方案越多,选择最优方案的回旋余地就越大,但光有发散思维并不能使问题得到有效的解决,因为在科技活动中,最终的结果只能是有限的少数几个或唯一一个。所以,既需要有充分的信息为基础,设想多种方案,又需要对各种信息进行综合、归纳,多方案优化。发散思维与收敛思维的有效结合组成了创新活动的一个循环过程。

3. 逻辑思维与非逻辑思维

逻辑思维是抽象思维方式。它是严格遵循逻辑规则按部就班、有条不紊进行的思维。它的主要方法是分析、归纳、综合与演绎。

非逻辑思维是一种不严格遵循逻辑规律,突破常规,通过想象、直觉、灵感等方式进行的自由思维方式。

4. 直达思维与旁通思维

直达思维始终围绕需要解决的问题进行思考,旁通思维则将问题转化为另一个问题,间接分析求解。

旁通思维后要回归到直达思维,才能较好地解决提出的问题。如美国的莫尔斯受到马车到驿站要换马的启示,采用设立放大站的方法,解决了信号远距离传递衰减的问题,就是旁通思维的例子。

第二节 创造性思维的特征

创造性思维是一种人类高层次的思维,它有以下特征。

1. 思维结果的新颖性、独特性

它指思维结果的首创性,具备与前人、众人不同的独特见解,思维的结果是过去未曾有过的。也可以说,是主体对知识、经验和思维材料进行新颖的综合分析、抽象概括,以致达到人类思维的高级形态,其思维结果包含着新的因素。例如,20世纪50年代在研究晶体管材料时,人们都只考虑将锗提纯的方法,但未能成功;而日本科学家在对锗多次提纯试验失败后,他们采用求异探索法,不再提纯,而是一点一点加入少量杂质,结果发现当锗的纯度降低为原来一半时,会形成一种性能优越的电晶体,此项成果轰动世界,并获得诺贝尔奖。又例如,一般人头脑中只有唯一的现实空间,而数学家们却创造了四维空间、五维空间、…… n 维空间、拓扑空间、超限数空间等,像这样的思维就具有推陈出新的特点,因而具有创造性。

2. 思维方法的多样灵活性、开放性

它指对于客观事物或问题,表现出勇于突破思维定势,善于从不同的角度思考问题,善于提出多种解决方案;能根据条件的发展变化,及时改变先前的思维过程,寻找解决问题的新途径。灵活、开放性也含有跳跃性的因果关系。苍蝇是人类憎恶的东西,可科学家们的创造性思维却跳出了死板的框框,经过对苍蝇与蛆的研究发现,这些人人痛恨的东西却包含着丰富的蛋白质,可以用来造福人类。这不是将风马牛不相及的事连到一起了吗?这正是思维跳跃性的结果。

3. 思维过程的潜意识自觉性

创造性思维的产生,离不开紧张的思维和认真努力为解决问题的准备工作,但其出现的时机却往往是思维主体处于一种长期紧张之后的暂时松弛状态,如散步、听音乐、睡觉中。这就说明了创造性思维具有潜意识的自觉性,是因为人在积极思维时,信息在神经元之间的流动按思考的方向进行有规律的流动。这时候不同神经细胞中的不同信息难以发生广泛的联系,而当主体思维放松时,信息在神经网络中进行无意识流动、扩散,这时

候思维范围扩大,思路活跃,多种思维、信息相互联系、相互影响,这就为问题的解决准备了更好的条件。

4. 顿悟性

创造性思维是长期实践和思考活动的结果,经过反复探索,思维运动发展到一定关节点时,或由外界偶然机遇所引发,或由大脑内部积淀的潜意识所触动,就产生一种质的飞跃。如同一道划破天空的闪电,使问题突然得到解决,这就是思维的顿悟性。

如何捕捉创造性思维?创造性思维是大脑皮层紧张的产物,神经网络之间的一种突然闪过的信息场。信息在新的神经回路中流动,创造出一种新的思路。这种状态由于受大脑机理的限制,不可能维持很久时间,所以创造性思维往往是突然而至倏然飞去。如不立刻用笔记下来,紧紧抓住使之物化,等思维“温度”一低,连接线断了,就再难寻回。郑板桥对此深有体会,他说:“偶然得句,未及写出,旋又失去,虽百思不能续也。”

一生有一千多项发明创造的爱迪生,从小有个习惯,就是把各种闪过脑际的想法记下来。这是一条重要的经验:先记下来再说,无论是睡觉还是休闲,心记不如笔记,切记此经验。

第三节 影响创造能力的非智力因素

发明创造是人类的一种复杂的活动,它需要人们充分发挥自己的创造力。然而人的创造力不是天生的,而是逐步培养起来的。影响创造能力的非智力因素主要包含下面几个方面的基本素质。

1. 兴趣和好奇心

好奇心是一种对自己还不了解的周围事物能够自觉地集中注意力、想把它弄清楚的心理倾向。一般都是通过“看一看、听一听”引起惊奇感,再通过“问一问”的方式把它的来龙去脉搞清楚。

强烈地好奇心是从事创造性活动的人所具备的基本素质之一。如果对周围的一切都冷眼相看,无动于衷,甚至麻木不仁,可以断定这种人是不可去积极探索未知世界秘密的,也不可能有发明成果。人们所说的“才能”,在很大程度上就是指一个人能够看到其他人所不曾看到的现象,能够理解或感受其他人所不曾理解或不曾感受到的特征,并把这一切传递给别人的本领。因此,也可以认为:那种对特殊的、怪诞的事物感到惊讶的行为似乎只是一种“本能”的反映,而只有对身边无人注意的事物感到惊奇,才是某种才能的显露。奥古斯特·罗丹认为:所谓大师,就是这样的人,他们用自己的眼睛去看别人看过的东西,在别人司空见惯的东西上能够发现出美来。进化论的创始人之一华莱士说,他在捕获一只新蝴蝶后“心狂跳不止,热血冲到头部……”这本来是一件平常的事,竟使他兴奋到极点。如果没有好奇心,他是不会有这种举动和情感的。

要想训练和保持自己的好奇心,最有效的方法就是保持或恢复童心。因为咿呀学语的孩子是最富有好奇心的,他们对世界上的一切都感到非常新鲜,总是爱寻根究底地问个不停。随着年龄的增长,儿时的好奇心渐弱;至成人后,由于工作和繁杂的家务琐事缠身,对未知的东西更加不感兴趣了。事实证明,始终保持着儿童般好奇心的人,往往能干出一