



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 机械创新设计

王红梅 赵静 主编



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 机械创新设计

王红梅 赵 静 主编

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。为加强对创新人才的培养、提高学生的创新能力,编者根据几年来为本科生开设“机械创新设计”课程的教学经验编写了本书。除绪论外,本书内容主要分为三部分:第一部分是创新设计的理论基础,包括创新基础、创造性思维和创造技法;第二部分是机械创新设计,包括机构创新设计和机械结构创新设计;第三部分是机械创新设计案例,列举了6个案例,分别从不同角度、不同领域反映了机械创新设计的应用与实践。本书一般可按32学时讲授。在使用时,读者可结合具体情况对学习内容进行增减。

本书可作为普通高等学校机械类专业的教材,也可作为非机械类专业学生及有关工程技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械创新设计/王红梅,赵静主编. —北京:科学出版社,2011  
普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
ISBN 978-7-03-031450-5

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第107736号

责任编辑:毛莹 张丽花/责任校对:陈玉凤  
责任印制:张克忠/封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

盛志印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2011年7月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2011年7月第一次印刷 印张:10 1/2

印数:1—3 500 字数:210 000

定价:24.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 前 言

高素质人才的培养是国家、社会都极其关注的问题。虽然国家对教育非常重视,很多专家、学者和教师为人才培养倾注了很大的热情、精力,但是,我国人才培养的总体质量状况不容乐观。希望我们编写的这本《机械创新设计》教材能为创新人才的培养尽一份微薄之力。

本书是编者根据近几年来为本科生开设“机械创新设计”课程的教学实践,参考国内同类教材及其他资料,并结合对人才培养的理解编写而成的。创新能力的培养,一方面需要掌握创造规律、创新设计的方法等理论知识,另一方面还需要创新实践,二者需要密切结合,不可偏颇。

书中在正文和章后的习题中都引用了一些案例。采用案例的形式,一是避免枯燥的说教,二是希望读者从曾发生过的创新事例中,结合所学知识,进行多角度思考,从他人或前辈的成败中获得启迪,增长自己的智慧。

第1~6章配有一定数量的习题,供教学、学习参考,读者可自行安排使用。对于所有阅读、使用本书的读者,希望本书能为其今后的学习工作带来一个良好开端,并在机械创新设计或其他实践活动中有所收益。

本书共7章。第1~5章由王红梅编写,第6章由赵静编写,第7章由赵静和阮培英合编。全书由王红梅、赵静统稿并担任主编。

本书的编写得到了山东理工大学农业工程与食品科学学院李其昀教授、刁培松教授的帮助,他们无私地提供了农业机械创新设计案例素材,在此深表感谢。此外,山东理工大学教务处、机械工程学院等部门领导和同事对本书的编写给予了支持和帮助,科学出版社的领导和编辑为本书的出版付出了辛勤的劳动,在此表示由衷的感谢!

由于编者水平有限,书中错漏之处在所难免,敬请广大读者和同行专家不吝赐教。

编 者  
2011年4月

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 创新与设计 .....	1
1.1.1 创新 .....	1
1.1.2 设计 .....	4
1.1.3 创新设计的特点 .....	7
1.2 机械创新设计 .....	11
1.2.1 本课程的性质和目的 .....	11
1.2.2 本课程的内容 .....	12
1.2.3 本课程的学习要求 .....	12
习题 .....	14
<b>第 2 章 创新基础</b> .....	16
2.1 创造学基本知识 .....	16
2.1.1 对于创造的偏见或误解 .....	16
2.1.2 创造学简介 .....	17
2.2 创造力 .....	18
2.2.1 创造力的含义 .....	18
2.2.2 正确认识创造力 .....	19
2.3 影响创造力的主要因素 .....	21
2.3.1 非智力因素 .....	22
2.3.2 智力因素 .....	27
2.3.3 创造性思维及创新方法 .....	27
2.3.4 知识因素 .....	28
2.3.5 创造环境 .....	29
习题 .....	30
<b>第 3 章 创造性思维</b> .....	37
3.1 思维及其形式 .....	37
3.1.1 创造性思维 .....	37
3.1.2 逻辑思维 .....	39
3.2 创造性思维的形式 .....	40
3.2.1 想象 .....	40

3.2.2	联想	43
3.2.3	直觉	44
3.2.4	灵感	44
3.2.5	逆向思维	46
3.2.6	侧向思维	48
3.2.7	立体思维	49
3.2.8	发散思维与集中思维	50
3.3	创造性思维的训练	51
3.3.1	思维定式的破除	53
3.3.2	创造性思维习惯的培养	53
	习题	55
<b>第4章</b>	<b>创造技法</b>	<b>58</b>
4.1	还原法	58
4.2	智力激励法	61
4.3	检核表法	63
4.4	列举法	66
4.4.1	缺点列举法	66
4.4.2	希望点列举法	68
4.4.3	特性列举法	69
4.4.4	综合列举法	70
4.5	组合法	70
4.5.1	同类组合法	70
4.5.2	异类组合法	71
4.6	移植法	72
4.7	形态分析法	73
4.8	小结	76
	习题	77
<b>第5章</b>	<b>机构创新设计</b>	<b>81</b>
5.1	机构设计与创新概述	81
5.1.1	机构的选型	81
5.1.2	机构的构型	81
5.1.3	机构设计的原则	82
5.2	常用的机构	83
5.2.1	刚性机构	83
5.2.2	广义机构	87
5.3	机构的组合设计	90

5.3.1	串联式组合 .....	90
5.3.2	并联式组合 .....	92
5.3.3	其他组合 .....	93
5.4	机构的变异与创新 .....	94
5.4.1	构件的变异 .....	94
5.4.2	运动副的变异 .....	96
5.4.3	机构的倒置 .....	97
5.4.4	机构的移植 .....	99
5.4.5	机构的扩展 .....	100
5.5	机构再生设计 .....	101
5.5.1	一般化运动链 .....	102
5.5.2	杆型类配 .....	103
5.5.3	运动链组合 .....	106
5.5.4	机构再生设计实例 .....	110
	习题 .....	113
<b>第6章</b>	<b>机械结构创新设计</b> .....	117
6.1	结构设计概述 .....	117
6.2	结构的创新设计 .....	120
6.2.1	结构的变异设计 .....	120
6.2.2	结构的组合设计 .....	124
6.2.3	其他结构设计 .....	126
6.3	提高性能的结构设计 .....	127
6.3.1	强度和刚度设计 .....	128
6.3.2	工艺性设计 .....	129
6.3.3	宜人化设计 .....	131
	习题 .....	132
<b>第7章</b>	<b>机械创新设计案例</b> .....	133
案例1	爬杆(绳)机器人的设计 .....	133
案例2	旱地钵苗栽植器的结构方案设计 .....	134
案例3	气动射种装置的设计 .....	141
案例4	自行车的演变与创新 .....	144
案例5	汽车的演变与发展 .....	148
案例6	乒乓球发球机的设计 .....	154
	参考文献 .....	157

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 创新与设计

我们正处于一个倡导创新的时代。创新,是近年来使用频率很高的词。不管使用哪种搜索引擎,键入“创新”一词,与之相关的条目不下 200 万条。创新,虽然人们耳闻目睹,经常碰到,但它的具体含义是什么,创新又具有怎样的意义,何谓创新设计等问题人们未必清楚,以下将分别探讨。

### 1.1.1 创新

#### 1. 创新的含义

创新(innovation)起源于拉丁语,原意有三层含义:第一层含义是更新,第二层为创造新的东西;第三层指改变。例如,指创新行为(innovate)、发明行为(invent)或创造行为(create)。

人们常将其与创造互用。“创造就是首创前所未有的事物”。这里的事物是广义的,既包括有形的事物,又包括无形的事物。

在《现代汉语词典》中,创新定义为“抛开旧的,创造新的”。一般说来,创造是创新的基础,创新是创造的灵魂。从广义概念出发,二者区别不大;从狭义概念出发,或者在特定的研究领域,创造与创新是有区别的,甚至区别较大。从活动特点看,创造侧重“首造”,侧重于“首创”、“第一次”,侧重于一个个具体的新成果;创新更侧重于“再造”,侧重对创造成果的拓展应用。

值得指出的是“创新”曾是一个经济学上的概念。美籍奥地利经济学家熊彼特在其成名之作《经济发展理论》中首先提出了创新的定义:“创新”是建立一种新的生产函数,即把一种从来没有过的生产要素的“新组合”引入现存的生产过程,使生产体系发生新的变革。按照他的定义,创新包括以下 5 种情况:①引入一种新的产品或提供一种产品的新质量;②采用一种新的生产方法;③开辟一个新的市场;④获得一种原料或半成品的新的供给来源;⑤实现一种新的企业组织形式。总之,是把技术上的新发现、新发明、新创造与经济结合起来,才能称其为“创新”。人们现在经常讲到的各种创新,如知识创新、技术创新、管理创新、制度创新等,其实就是从广义上引用了这个概念。

对于创新,人们存在很多的理解。创新有很多种,如上所述,创新可以是科学技术领域的创新、管理模式的创新、制度的创新等,也可以是文学艺术领域里一次开创



性的实践,甚至可以是生活中的一个新鲜而有趣的创意……

从另一角度来看,依照不同的参照系,创新又分为不同的层次:一种以个人为参照,仅指对个人而言的创新称为初级创新。例如,在知识积累和生活、工作实践的基础上,产生一个新颖的创意;学生在解题过程中发现一个自己以前从未发现的新思路;或者人们应对工作、生活等问题产生相对自己而言新颖的想法、行为等。另一种是以同行业或同类群体为参照的创新,属于中等程度的创新,简称中等创新,如企业开发研制出优于同类行业的产品。以整个社会为参照,从无到有地填补空白,是最高层次的创新,如爱因斯坦的相对论、电话的发明等,此类称为高等创新。

需要注意的是,以上将创新划分为三个层次是相对的划分方法,不是绝对的,如爱因斯坦的相对论以他个人为参照是初级创新,同时相对整个社会也是创新,属于高等创新。

本书中频繁使用的“创新”一词,一般不加说明均采用此种诠释义,即包含了上述三个层次(初级创新、中等创新、高等创新)的创新。试图做出创新性成果的活动,就是创新活动。

## 2. 创新的意义

创新的重要性已取得社会各界的共识。世界经济论坛的《国际竞争力报告》认为,“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 世纪初时,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,生产增长率中的 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。

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,企业创新则得以生存发展,不创新则唯有死路一条。创新对于企业的重要性可见一斑。

对个人来说,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收益。

**案例 1:**19 世纪中叶,美国加州传来发现金矿的消息。许多人认为这是一个千载难逢的发财机会,纷纷奔赴加州。17 岁的小农夫亚默尔也加入了这支庞大的淘金队伍。他同大家一样,历尽千辛万苦,赶到加州。

淘金梦是美丽的,做这种梦的人很多,而且还有越来越多的人蜂拥而至,一时间加州遍地都是淘金者,金子越来越难淘,而且生活也越来越艰苦。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,反而丧身此处。

亚默尔经过一段时间的努力,和大多数人一样,没有发现黄金,反而被饥渴折磨

得半死。一天,望着水袋中一点点舍不得喝的水,听着周围人对缺水的抱怨,亚默尔忽发奇想:淘金的希望太渺茫了,还不如卖水呢。于是亚默尔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,将远方河水引入水池,用细沙过滤,成为清凉可口的饮用水。然后将水装进桶里,挑到山谷一壶一壶地卖给淘金的人。

有人嘲笑亚默尔,说他胸无大志,千辛万苦赶到加州来,不挖金子发大财,却干起这种蝇头小利的小买卖,这种生意在哪儿不能干,何必跑到这里来。

亚默尔毫不在意,不为所动,继续卖他的水。结果,大多数淘金者都空手而归,而亚默尔却在很短的时间里靠卖水赚到6000美元。这在当时是一笔非常可观的财富了。

亚默尔本来与大多数淘金者一样是去淘金的,但当时当地的情形难圆淘金梦,他根据当时缺水的情景,适时做出一个挑水卖水的大胆决定。这一方面给许多淘金者提供了饮水,解决了他们的一时之需;另一方面,这在当时对于痴迷于黄金梦的淘金者来说,的确是创新之举,对他自己无疑也是从未想过的全新的事情。事实证实这一举措给他带来了明显丰厚的收益。

**案例2:**在南朝时,齐高帝曾与当时的书法家王僧虔一起研习书法。有一次,高帝突然问王僧虔说:“你和我谁的字更好?”

这问题比较难回答,说高帝的字比自己的好,是违心之言;说高帝的字不如自己,又会使高帝的面子搁不住,弄不好还会将君臣之间的关系弄得很糟糕。这对于王僧虔的确是一个挑战。

这时候,王僧虔巧妙地回答:“我的字臣中最好,您的字君中最好。”

虽然皇帝也听出了王僧虔的言外之意是自己的字比较好一些,但至少他也说了高帝的字在皇帝们之中是最好的。高帝领悟了其中的言外之意,哈哈一笑,也就作罢,不再提这事了。案例2中,王僧虔巧妙地对答齐高帝,既不失原则,又没有损伤皇帝的自尊,令自己从困境中解脱。

很多情况下,创新带来的效果未必可以立竿见影、速见成效,可能要经历一段时间才可看到,我们不应太近视和急功近利,宜将目光放长远些、立足点高些更易获益。

**案例3:**第二次世界大战的硝烟刚刚散尽,以美英法为首的战胜国几经磋商,决定在美国纽约成立一个协调处理世界事务的联合国。一切准备就绪之后,大家才蓦然发现,这个全球至高无上、最权威的世界性组织,竟没有自己的立足之地。

买一块地皮吧,刚刚成立的联合国机构还身无分文。让世界各国筹资吧,牌子刚刚挂起,就要向世界各国搞经济摊派,负面影响太大。况且刚刚经历了第二次世界大战的浩劫,各国政府都财库空虚,甚至许多国家都是财政赤字居高不下。在寸土寸金的纽约筹资买一块地皮,并不是一件容易的事情,联合国对此一筹莫展。

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——联合国。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。

对洛克菲勒家族的这一出人意料之举,当时许多美国大财团都吃惊不已。870 万美元,对于战后经济萎靡的美国和全世界,都是一笔不小的数目,而洛克菲勒家族却将它拱手赠出了,并且什么条件也没有。这条消息传出后,美国许多财团主和地产商都纷纷嘲笑说:“这简直是蠢人之举。”并纷纷断言:“这样经营不要 10 年,著名的洛克菲勒家族财团,便会沦落为著名的洛克菲勒家族贫民集团。”

但出人意料的是,联合国大楼刚建成完工,毗邻它的地价便立刻飙升起来,相当于捐赠款数十倍、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。

### 1.1.2 设计

#### 1. 设计的类型

设计是人类社会最基本的一种生产实践活动。它是创造精神财富与物质文明的重要过程。机械产品的设计,主要有以下三种。

(1)开发性设计。根据设计任务提出的功能要求,提出新的原理方案,通过产品规划、原理方案设计、技术设计和施工设计的全过程完成全新的产品设计。

(2)变异设计。在已有产品设计的基础上,根据产品存在的缺点或新的应用环境、新的用户群体、新的设计理念,改变已有产品的材料、结构、尺寸、参数,设计出更加适应市场需求、具有更强的市场竞争力的产品。或在已有产品设计的基础上,通过在合理的范围内改变设计参数,设计在更大范围内适应市场需求的系列化产品。

(3)反求设计。根据已有的产品或设计方案,通过深入地分析和研究,掌握设计的关键技术,在消化、吸收的基础上,开发出同类型的创新产品。

上述三种设计中,通常针对新产品的开发性设计难度最大,要求创新程度也最高。以下的设计过程以开发性设计为例进行说明。

#### 2. 设计过程

机械产品的开发性设计过程通常要经过产品规划、方案设计、技术设计和生产施工设计等几个阶段。

##### 1) 产品规划

产品规划是新产品开发的第一步,也是最重要的一步。主要是进行市场需求调研与预测,然后对获取的相关信息进行研究和分析,论证产品开发的必要性、可行性,进而确定产品的功能目标。在此阶段的市场调研和可行性论证至关重要,将为产品是否具有生命力和竞争力提供准确信息。如果产品的可行性论证决策错误,后果将不堪设想;严重的则全盘皆输,导致惨败。

在规划阶段决策失误的案例很多,如某无缝钢管厂,总投资达 7.8 亿元,投产 4

年不仅没赚一分钱,反而亏损 4.3 亿元。据当时的一位主要领导称,市场预测不准、决策严重失误是这一项目失败的根本原因。

另据有关资料显示,“八·五”期间全国共引进彩电生产线 160 多条,生产能力达到 2000 多万台,而市场容量只有 1000 万台左右,有一半以上的企业开工不足。另据报道,2003 年全国汽车生产线开工率只有 58%;棉纺生产线闲置 1/3,相当于 120 亿~150 亿元的投资未发挥作用;铝材生产厂 230 多家,设备利用率只有 20%;全国易拉罐年需求量 50 亿只左右,而各地耗费巨额外汇引进的易拉罐生产线年产量高达 100 亿只。

故产品规划阶段非常重要,应设法获取可靠的信息,对相关信息进行研究和分析论证。在可靠性论证后,就进入下一阶段即方案设计。

### 2) 方案设计

方案设计是设计过程中极其重要的一步,也是最具创造性的一环。要实现规划阶段所提出的设计目标,方案设计阶段极为关键。机械产品是否具有创新性主要取决于方案设计阶段的创新性。据统计,产品全生命周期成本的 60%~70%是由方案设计环节决定的。产品设计的好坏,包括产品的功能是否齐全、性能是否优良、性价比的高低、经济效益如何,很大程度上取决于方案设计阶段的工作。

### 3) 技术设计和生产施工设计

这是原理方案设计具体化的阶段。其中技术设计是在方案设计的基础上,进行系统中零部件的尺寸、形状、结构、强度、刚度、精度设计,绘制出相应的工作图,并编制出设计技术资料。而生产施工设计是在技术设计的基础上进行加工、制造等工艺设计,并且对安装、调试、维护及使用加以说明。

## 3. 设计理念

任何现有的产品都体现了设计者设计的观念和思想。设计者的设计理念与产品的状况密切相关。对于产品设计,需要设计者持有正确的设计理念,此处特别强调两点,即系统的观念和工程设计的观念。

### 1) 系统的观念

由具有特定功能、相互之间既有有机联系又相互制约的单元组合而成的有序整体称为系统。故每个机械产品不论其大小,都可认为是一个系统;而且任何产品都是在一定的环境下工作的,由相应的操作者操作使用,还存在润滑、维修等问题,这些都是与产品相关的因素,这些与产品相关的种种要素,与产品又构成一个稍大些的新系统,在此系统中,与产品相关的种种要素可以称之为子系统,各子系统是有机联系在一起的,既相互依赖又相互制约。在设计时,应该具有系统的观念,从系统的角度来进行设计。

设计时要有系统的理念,以系统的相关性为例,在设计时要考虑系统的这一特点并合理利用这种关系,使设计方向有利于系统的发展,而不是造成更大的制约。以压路机的设计为例,我国幅员辽阔,施工地域环境、气候差别较大。压路机能否适应高

原、高寒、沙漠等不同环境下的需要,是新产品开发时必须要考虑的重要课题,同时也是新产品销售时重要的宣传点。上述地域的环境气候特点是含氧量低、平均气温低、昼夜温差大、年低温期长、长年冻地面积大、冰雪冻土层厚、气候干燥、降雨量少、蒸发量高、风沙尘多、紫外线辐射强度大等,容易造成发动机启动困难、功率不足、进排气系统堵塞、关键件磨损加快和发动机过热等问题。产品设计开发时要考虑到这些环境特点和地域适应性,通过改进设计,采取必要应对措施,增加一些针对上述环境特点的细节设计,满足设备在不同施工环境下的使用需要,用户一旦在使用中感受到其优点,就会在购买产品时做出明智果断的选择。

再如,设计机械产品的驱动系统时,要选择原动机。通常因电动机型号多,驱动效率高,往往首选电动机。但也应考虑到外界环境,若产品是运行在易燃、易爆等恶劣环境下,则宜采用气动马达;若需经常移动,或在野外作业,则宜选用内燃机。

总之,设计人员在开发设计产品时,应具有系统的观念,能够通盘考虑,以系统观来指导具体的设计。

## 2) 工程设计的观念

机械设计是一种工程活动,它有别于纯科学的研究活动。科学研究是一种发现自然界新事物、新规律的活动,可以不必强调它的应用目的。工程设计是以创造人工制造物为目标的设计,必须讲究其应用性。

机械设计中既包含技术成分,又包含非技术成分。在总体方案拟订中,既要运用自然科学中的科学原理,也要考虑人文、社科、经济、艺术等学科中的非自然科学因素,兼顾自然环境、社会环境、经济环境和技术环境中诸多因素的制约。

例如,大家熟知的汽车,作为现代社会重要的交通工具,它极大地扩展了人们的生活半径,也改变了社会的产业结构、生产和生活方式。有人说,20世纪汽车创造的社会财富和衍生文化比上一个千年的总和还要多。进入21世纪,由于全球能源出现严重危机和环境污染问题日益严峻,人类不得不面对汽车发展带来的能源和环境问题。因此,汽车的设计制造中,节能和环保自然成为汽车技术发展的主要方向之一。由此,电动汽车、混合动力汽车和燃料电池汽车成为汽车技术研究的主要对象。

从工程设计的观念看,评价一个机械系统总体方案的优劣,不应只从技术条件出发,看其功能是否符合要求、机械性能是否良好,还应从以下各方面做进一步考查:市场适应性、系统柔性、设计规范性、可持续发展性、生产经济性、操作性、安全性、可靠性、工艺性等。机械设计是一项工程设计,涉及的因素远非上述各项所能包含。

以产品设计的工艺性为例,一是要设计合理,再者还要结合具体厂情和企业现有的装备情况,易于实现,且成本低廉,实现精度、资源、工艺性和成本的最佳匹配,做到产品设计“恰到好处”。另外需要特别注意,这种设计“恰到好处”具有相对性的特点,在这个企业评价不错的设计,在另一装备加工条件不同的企业不一定是合适的设计。

例如,在不具备铸造条件的企业,对于机架的设计可以采用板材焊接,这对于此企业是合适的,而具有铸造条件的企业,焊接就不一定是最佳的选择。

### 1.1.3 创新设计的特点

设计的本质是创新,如测绘仿制一台机器,虽然其结构复杂,零件成百上千,但如果没有任何创新,不能算是设计;而膨胀螺栓,虽然只由三四个零件组成,结构也很简单,却有效地解决了过去不易将物体固定在混凝土墙上的难题,其构思和开发过程可称为设计。强调创新设计是要求在设计中更充分地发挥设计者的创造力,结合最新科技成果和相关知识、经验等,设计出实用性好、有竞争力的产品。创新设计的特点如下。

#### 1. 创新设计应具有新颖性和实用性

创新设计的一个重要特点是新颖性。我们应正确理解新颖性,一种情况新颖性是指全新式的、独创性的设计,这种情况存在,但是较少;很多情况下,新颖性并不是指一种开天辟地式的创新,如有的设计在设计原理方面是新颖的,有的设计其新颖性体现在产品性能、功能结构等方面。例如,最初自动烤制面包机的结构和原理非常简单,没有什么新颖之处,其主要结构包括一个容纳面粉和水的锅、一个搅拌器(自动搅拌面粉)和一个带有定时装置的烘烤电炉。锅、搅拌器、定时器、加热烘烤电炉,这些东西每一样都没有什么新颖的地方,但经工程师设计将他们组合应用,一个创意新颖的家电产品(自动烤制面包机)就诞生了。

创新设计的另一个重要特点是实用性,也就是说设计必须针对社会的需要,满足用户对产品的需求。有人认为创新设计最重要的特征是新颖性,实际上比较而言实用性更为重要。

在发明大王爱迪生的诸多发明中,有一投票记录机的发明,在《爱迪生传》中这样写道:“……1868年10月爱迪生和他的助手造出了投票记录机的原始模型。他是在用新闻电报专线报道国会表决情况时发明这种机器的,因为他做报务员时注意到登记议员们的口头表决票数很浪费时间。每次投票都要经过烦琐的程序:需将一位位代表的名字分别呼唤一次。每呼唤一名代表,就将他的‘赞成’或‘反对’记在他的名字之后。有了他的这项发明,在唱名表决时,每个议员只需按一下他座位上的电钮,他的表决便立即在议长的办公桌上记录下来,并自动进行表决计数。”

1868年爱迪生提出投票机专利申请,8个月后被驳回。

“这架机器他先拿给了麻省的官员们欣赏,然而官员们不太感兴趣。尔后,爱迪生又把它送到了华盛顿国会进行实地演习。爱迪生认为,这台装置能加快国会的工作,定会受到欢迎的,他至少可领到5万美元的酬金。然而,爱迪生刚刚对一个国会委员会表演了他的机器,一位国会议员告诉他说,他们无意加快议程,有的时候慢慢地投票是出于政治上的需要。委员会主席更作出直爽的判决:‘年轻人,这恰是我们

所不需要的东西。你的发明可能会破灭少数党影响立法的唯一希望……而且，既然现在占支配地位的多数党知道有朝一日他们也可能成为少数党，所以他们也和他们的反对党一样，不愿意改变。’

这件事使爱迪生得出一个教训：搞发明，首先应考虑人们的普遍需要。像投票记录机这种对大众无用的东西，往后再也不搞了！他毫不气馁，把自己的目标寄托在‘商业需要’上……”

故设计应考虑用户的普遍需要，具有真实的实用价值。“为了新颖而创新”的倾向是不可取的。创新设计最终应为社会提供物美价廉的产品。

创新设计的实用性另一表现是要有可行性。任何创新设计都要考虑在现有条件下的实施问题，故好的设计应有良好的加工工艺性和装配工艺性，并能以用户接受的价格加工成产品，投入市场。

### 2. 创新设计是多种层次的，应注重解决问题

创新不在乎规模的大小，也不在乎理论的深浅，注重的是能够很好地解决问题，能以最少的投入获得最大的收益，就是好的设计。比如，大米是人们日常食用的粮食，它经由稻谷脱壳而来。稻谷在储藏过程中，由于发热等原因，一部分稻米会变质，成为黄粒米。黄粒米含有对人体有害的成分，成品大米中含有黄粒米不仅影响大米的商品价值，也影响消费者的身体健康，应尽可能剔除。还有可能会杂有黑色米，由于异色米（非白色米）与正常白米之间无一般物理特性上的差异（如粒度、密度、形状等无异），因粒度十分接近而无法使用筛选设备分离。由于异色米与白米密度基本相同，也无法使用比重分选设备分离。若用人工分选，效率低且成本高，故人们无法用常规清理方法将其清除，只能利用异色米与白米之间在颜色、反光率上的差异，用光电比色的方法将其剔除。这种设备被称为大米色选机。当然现在的色选机利用颜色差异还可剔除混入米中的小玻璃、煤渣等异色粒。此种机器的发明即是创新的很好例子（现在色选机种类很多，如杂粮色选机、瓜子色选机、豆类色选机、咖啡豆色选机、花生色选机、茶叶色选机等）。大米色选机的研制很好地解决了剔除异色米的问题。

有人说，最佳的创新定义是“不限大小，不限部门”，只要能够有效地解决问题就是创新。

### 3. 创新设计离不开继承

创新的目的是为了地更好地解决问题，或者是开发新产品或是改进现有的产品，使其越来越完善。台湾成功大学的颜鸿森博士在《机械装置的创造性设计》一书中定义，“设计即是解决问题，它存在于每个人的日常生活和各种职业中”。既然设计关注的是解决问题，只要能很好地解决问题，则依据的理论、采用的方法就不必拘泥于是现代的，还是古代的、近代的，也不必画地为牢，认为国外技术优于国内技术，或者认为国内技术好于国外技术。

许多著名的科学家都是在前人研究的基础上,批判地继承了前人的研究成果而有所发展、有所创造。意大利天文学家和物理学家伽利略,不仅注意继承前人的成果,而且注意学习同时代人的最新技术。英国物理学家牛顿同样是继承了前人的研究成果而取得了自己的成就,在科学上作出了极大的贡献。他说过一句非常形象的话“如果我所见到的比笛卡儿要远一点,那是因为我是站在巨人肩上的缘故。”

任何一个人、一个团队,想要有所发展和突破,必须善于总结和继承,没有继承和借鉴,就不可能提高,也就不会有创造和发展。同时对任何一项具体的设计活动,在继承的基础上,还要具有灵活性,注重创新改造,使问题获得更好的解决。例如,电子计算机,是人们长期智慧的结晶,追根溯源是从算盘开始的,已有几千年的历史。即使从莱布尼兹的加法器、巴比奇的原始计算机算起,也经历了几百年的漫长历程。以后又根据现代社会处理信息、数据等的需要,经过多次的改进成为现在的计算机。

认识继承与创新的关系,有利于我们在创新设计过程中,借鉴前人,利用已有的设计成果。当然,设计并不是单纯的继承,而是在继承基础上的创新。设计者在学习以往经验并参照现有设计的同时,根据具体条件和要求,提出新设想、新方案和新结构,并在设计实践中不断总结和提高。只有把继承和创新很好地结合起来,才能达到开拓创新的目的。

#### 4. 创新设计应遵从客观规律,注重可持续发展

人们从事任何正当活动包括设计、制造等,都需要遵从客观规律,设计活动也不例外,应遵守普遍性的规律,而不能违背自然法则,否则会自食恶果。例如,为治理尼罗河的泛滥,埃及政府建造了阿斯旺大坝。此大坝最早于1898~1902年建造,用于灌溉和发电。到20世纪60年代,该坝已不能适应土地灌溉和电力供应的需要,于是埃及政府在旧坝上游6km处开始修建现在的大坝,把尼罗河拦腰截断。阿斯旺大坝曾经是整个埃及的骄傲,它的建成的确结束了尼罗河年年泛滥的历史,生产了廉价的电力,还灌溉了农田。然而,在建造过程中及建成后,产生了一系列副作用,如水库的建造将努比亚地区变成了一个巨大的纳塞尔湖,淹没了村庄和古迹;建造过程中,无奈迁移大量定居者,阿布辛布勒神庙亦被另外安置;大坝的建设严重破坏了尼罗河流域的生态平衡,导致土地开始盐碱化,严重扰乱了尼罗河的水文,原来富有营养的泥沙沃土沿着尼罗河冲进地中海,养活了在尼罗河入海处产卵的沙丁鱼,而由于水坝的建成,现在沙丁鱼已经灭绝了。大坝对生态环境的影响很难用资金这一单一标准来综合衡量,目前人类还只是在观测大坝的近期后果,而对大坝的远期影响还很难预测判断,因为有些影响在大坝建成后的近几十年内还不明显或尚未显露;另外,如何准确地观测生态和环境的变化也是一个难题,如河水含沙量、水量蒸发量等数据可以比较准确地采集,但是还有很多数据有待探讨分析。

实际上,大坝不只是带来了对生态和环境的影响,对生态和环境的破坏会转变成对人类社会经济的损害。例如,阿斯旺大坝建成后,尼罗河两岸土地肥力的下降迫使



农民不得不大量使用化肥,这大大提高了农业成本,降低了农业收益。1982年有一位土壤学家估计,由于土壤肥力下降而大量使用化肥农药,使得农业净收入下降了10%。结果,虽然因为水利灌溉条件的改善,使农作物由一年一季变为一年两季,单位土地面积的年产量增加了,但投入成本却增加得更快,导致农民净收入下降。

关于尼罗河的阿斯旺大坝建设,谁也不会不认为一个大型创新工程,但是由于人们认识的局限,未能顺应客观规律,只是更多地考虑大坝的直接经济收益,结果带来了诸多极为严重的危害,虽然因发电等暂时带来了一些经济利益,但与由此引发的可测及不可估量的损失比起来,究竟孰轻孰重?

故创新活动应尊重自然规律,顺应自然法则,而不能违背自然规律。一些情况下由于人们自身对规律认识的局限性,或是急功近利、追求短期利益等,都可能会做出不当的选择,从而危害社会。故我们做的任何一项活动应有利于社会的可持续发展,不能危害人类社会,这是最基本的,也是最重要的。如果做出了错误的选择,违背可持续发展的原则,做得越好,损失越大。正如培根所说,“跛足但没有走错路的人胜过健步如飞但误入歧途的人”,做正确的事情远远比正确地做事要重要得多。

关于可持续发展的概念是世界环境与发展委员会1987年向联合国提交的《我们共同的未来》(Our Common Future)中首次提出的:既满足当代人的需要,又不对后代人满足其需要的能力构成为危害的发展。然而令人遗憾的是,自1992年联合国环境与发展大会后,人类在可持续发展方面并没有取得实质性的进展。

#### 5. 创新设计应恪守科学伦理道德

科学伦理道德,指人们从事科学技术创新活动对于人类社会和自然的关系准则,是创新主体应持有的价值观念、社会责任和行为规范。恪守科学伦理道德是科技创新的内在要求,因为一切科技创新活动的终极目的都是造福人类,使人与自然和谐发展,而不是要破坏自然界的和谐,危害人类,这是人类共同的基本价值观。只有恪守此科学伦理道德,才能真正实现造福人类的目标。如果置伦理道德于不顾,将难以避免地危害人类甚至给人类社会带来毁灭性的灾难。这绝非危言耸听,科学技术是一柄双刃剑,既可以用于造福人类,也可以危害人类,没有伦理道德约束的科学技术等创新活动,一旦被滥用,很难保证不危及自然生态、人类伦理及人类社会与自然界的和谐与可持续发展,引发种种灾难。

人类只有一个地球,土地等自然资源和生态环境容量都是有限的,要爱护这个地球,珍惜节约各种资源。现代环境科学的发展,已经揭示出人类环境的承载力是有限的,人类对于环境的有些破坏是不可逆的,如现今人们知道的臭氧层的破坏,全球温度升高等事实,已经充分说明了这一点。人类应该敬畏和尊重自然规律,恪守科学伦理道德,就是造福人类。20世纪以来,科技发展日新月异,IT技术的发展,带来了数字鸿沟、网络黑客、非法窃密、侵犯个人隐私等安全问题;而生物技术的进步,带来了转基因作物、干细胞研究、克隆生命、代孕育子、生物恐怖等伦理问题,对传统伦理道