

高校转型发展系列教材



# 创新思维与机构创新设计

王凤兰 主编



清华大学出版社

高校转型发展系列教材

# 创新思维与机构创新设计

王凤兰 主编

潘苏蓉 张天瑞 李莉 张瑜 参编

常州大学图书馆  
藏书章

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书主要介绍创新思维和机构创新设计方法,共7章。第1、2章介绍创新的基本理论及基本方法;第3章介绍常见机构的功能和机构的选型设计方法;第4章介绍机构的演化、变异、组合及构型设计方法与过程;第5章介绍反求工程与创新设计;第6章介绍机械系统运动(原理)方案设计的内容、方法和流程;第7章列举了一些学生参与并已经获得国家专利的机构创新实例。

本书可作为机类、近机类专业的创新教育教材,也可供机械工程专业的教师和从事机械创新设计的相关人员参考。

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

创新思维与机构创新设计/王凤兰主编. —北京:清华大学出版社,2018

(高校转型发展系列教材)

ISBN 978-7-302-49699-1

I. ①创… II. ①王… 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(2018)第035657号

责任编辑:袁琦

封面设计:常雪影

责任校对:刘玉霞

责任印制:刘海龙

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印装者:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:12.25

字 数:292千字

版 次:2018年4月第1版

印 次:2018年4月第1次印刷

印 数:1~1500

定 价:45.00元

产品编号:070635-01

高校转型发展系列教材

# 编委会

主任委员：李继安 李 峰

副主任委员：王淑梅

委员(按姓氏笔画排序)：

马德顺 王 焱 王小军 王建明 王海义 孙丽娜

李 娟 李长智 李庆杨 陈兴林 范立南 赵柏东

侯 彤 姜乃力 姜俊和 高小珺 董 海 解 勇

# 前

# 言

Preface

纵观整个人类历史就是一个不断创新、不断进步的过程。没有创新就没有人类的进步和未来。科学技术是第一生产力,科技创新能力越来越成为综合国力竞争的决定性因素。创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力。提高民族创新意识,增强民族创新能力,关系到中华民族和整个社会主义事业的兴衰成败。正所谓:科技是国家强盛之基,创新是民族进步之魂。

科学的本质就是创新。没有创新,总是步人后尘,经济上会永远受制于人,更不可能缩短差距。国家的发展要求创新,只有创新才能发展。发扬创新精神、坚持创造性思维是知识经济时代的必然要求。同时,创新精神是一个现代人应有的素质,只有具有创新精神,我们才能在未来的发展中不断开辟新的天地,只有具备创新精神,才能培养团队精神。

党的十八大以来,习近平总书记对创新发展提出了一系列重要思想和论断,把创新发展提高到事关国家和民族前途命运的高度,摆到了国家发展全局的核心位置。党的十八届五中全会提出“五大发展理念”,排在首位的就是“创新发展”。创新是引领发展的第一动力。必须把创新摆在国家发展全局的核心位置,不断推进理论创新、制度创新、科技创新、文化创新等各方面创新,让创新贯穿党和国家的一切工作,让创新在全社会蔚然成风。

高等院校是培养高素质创新人才的基地,也是知识创新的重要场所和国家创新体系的重要组成部分。培养大学生的创新能力是义不容辞的责任,也是新时代赋予高等教育责无旁贷的历史使命。当今高等教育以培养具有综合素质的创新人才为目标,推动教育、教学的各项改革,实现教育观念、教学模式和教学方法的转换更新。实施创新教育是当代中国教育改革的主旋律,是培养学生创新意识、创新精神和创新能力的教育实践。因此,各院校纷纷开设相应的创新设计课程。而高等理工科院校作为我国工程技术人才培养的摇篮,要求学生具有更强的工程实践能力和解决实际问题的能力,即具有较强的“应用能力、协作能力和创新能力”。近些年推出的“卓越工程师教育培养计划”是贯彻落实《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020年)》的重大改革项目。该计划就是要培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量工程技术创新人才。该计划对促进高等教育面向社会需求培养人才、全面提高工



程教育人才培养质量具有重要的示范和引导作用。中国作为世界机械制造大国,迫切需要适应现代企业发展的“卓越工程师”后备人才。因此,很多工科院校除了开设创新教育的普及课程之外,对机类、近机类专业的学生还单独开设介绍机械创新设计理论和方法的课程。

目前,全面介绍创新技法以及培养创造性思维等方面的书籍很多,内容全面、深入。但对于普通本科及以下层次的学生而言,实用性不够好。经过多年的机械创新设计方面的教学实践,以及对该课程进行的相应教学改革,我们逐渐总结出一系列的机械创新设计方法,使学生对本课程有兴趣、对创新设计有信心、对设计结果有保障。通过本课程的学习,学生积极投身于创新(创业)训练,创新设计的成果积极申报国家专利和参加各种大赛。因此,在清华大学出版社的支持下,我们决定编写相应的教材,把我们的教学实践及学生的创新设计成果写入其中,供大家参考,也请业内专家、学者批评指正。

由于机械是机器和机构的总称,而机构又是机器中执行机械运动的主体,所以机械创新设计的实质是机构创新设计。所以本教材主要讨论机构的创新设计方法与实践。

本课程是机械原理和机械设计的后续课程,在进行教学安排时请予以注意。

参加本书编写的教师有:张天瑞(第1章、第2章、第5章),李莉(第3章),王凤兰(第4章、第7章),潘苏蓉(第6章)。全书由王凤兰教授负责统稿并担任主编。

由于现代科学技术的飞速发展,机械创新设计的理论与方法还在不断的发展和完善中,且作者水平有限,时间仓促,所以本教材的内容难免会存在错误、遗漏和欠妥之处,敬请读者不吝赐教,谢谢!

王凤兰

2017年4月于沈阳大学

**001 第1章 绪论**

- 1.1 创新的基本概述 / 001
- 1.2 创造与创新 / 002
  - 1.2.1 含义 / 002
  - 1.2.2 相关概念比较 / 003
- 1.3 创新设计的基本理论 / 004
  - 1.3.1 创新设计 / 004
  - 1.3.2 创新设计的特征 / 004
  - 1.3.3 创新设计的过程 / 005
  - 1.3.4 创新设计方法 / 005
- 1.4 创新的意义 / 008

**010 第2章 创新思维与能力**

- 2.1 思维概述 / 010
  - 2.1.1 思维的概念与特性 / 010
  - 2.1.2 思维的类型 / 011
- 2.2 创新思维 / 013
  - 2.2.1 创新思维概述 / 013
  - 2.2.2 创新思维过程 / 015
  - 2.2.3 创新思维方法 / 015
- 2.3 创新方法——联想创新法 / 019
  - 2.3.1 联想思维 / 020
  - 2.3.2 类似联想创新法 / 020
  - 2.3.3 对比联想创新法 / 021
  - 2.3.4 连锁联想创新法 / 021
- 2.4 创新能力的培养 / 022
  - 2.4.1 创新能力 / 022
  - 2.4.2 创新能力培养 / 024

**027 第3章 常见机构的功能和机构的选型设计**

- 3.1 机构的组成 / 027



- 3.1.1 机构的组成要素 / 027
- 3.1.2 机构的组成原理与原则 / 031
- 3.2 常见机构的类型、功能和分类 / 037
  - 3.2.1 常见机构的类型 / 037
  - 3.2.2 常见机构的功能与分类 / 043
- 3.3 具有特殊功能的机构简介 / 047
  - 3.3.1 调节机构 / 047
  - 3.3.2 快速夹紧机构 / 048
  - 3.3.3 进料自动化机构 / 049
- 3.4 机构的选型设计 / 050
  - 3.4.1 机构形式设计原则 / 050
  - 3.4.2 机构的选型设计方法 / 054
  - 3.4.3 机构的选型设计实例 / 056

## 058 第4章 机构的演化、变异、组合及构型设计

- 4.1 机构的演化、变异 / 058
  - 4.1.1 机架变换 / 059
  - 4.1.2 运动副形状变异 / 067
  - 4.1.3 构件形状变异 / 073
  - 4.1.4 机构的等效代换 / 077
- 4.2 机构的组合 / 080
  - 4.2.1 机构组合的基本概念 / 080
  - 4.2.2 机构的串联式组合 / 082
  - 4.2.3 机构的并联式组合 / 091
  - 4.2.4 机构的封闭式(复合式)组合 / 097
  - 4.2.5 机构的叠加式(装载式)组合 / 103
  - 4.2.6 其他类型和其他方式的机构组合 / 105
- 4.3 机构的构型综合创新设计 / 106
  - 4.3.1 机构构型 / 106
  - 4.3.2 机构创新构型的方法 / 110

## 116 第5章 反求工程与创新设计

- 5.1 反求工程 / 116
  - 5.1.1 反求工程概述 / 117
  - 5.1.2 反求工程设计 / 118
- 5.2 硬件反求设计的创新 / 123
- 5.3 软件反求设计的创新 / 125
  - 5.3.1 软件反求设计法 / 126
  - 5.3.2 装配图反求 / 130



- 5.3.3 专利反求 / 131
- 5.4 影像反求设计(简介) / 132
- 5.5 计算机辅助反求设计(简介) / 133
  - 5.5.1 计算机辅助反求设计的应用 / 133
  - 5.5.2 计算机辅助反求设计过程 / 135

## 137 第6章 机械系统运动(原理)方案设计

- 6.1 机械系统运动方案设计的内容和流程 / 137
  - 6.1.1 机械系统运动方案设计的内容 / 137
  - 6.1.2 机械系统运动方案设计的流程 / 138
- 6.2 机械系统运动方案设计的常用方法 / 150
  - 6.2.1 形态矩阵法 / 150
  - 6.2.2 分析综合法 / 154
  - 6.2.3 思维扩展法 / 155
  - 6.2.4 还原创新法 / 156
- 6.3 机械系统的运动协调设计 / 157
  - 6.3.1 系统协调设计的原则 / 157
  - 6.3.2 系统协调设计的方法 / 158
- 6.4 机械系统原理方案设计实例 / 161

## 165 第7章 机构创新设计实例

- 7.1 牛头刨床的创新设计 / 165
- 7.2 折叠式担架车的创新设计 / 167
- 7.3 多功能实用办公桌的创新设计 / 170
- 7.4 家用电动锤子的创新设计 / 173
- 7.5 龙门刨床的机构创新设计 / 174
- 7.6 双动力机械简易式车库升降平台的创新设计 / 176
- 7.7 计算机抗疲劳键盘托盘 / 178
- 7.8 全自动无尘黑板擦 / 180

## 183 参考文献

## 绪 论

### 1.1 创新的基本概述

人类文明发展至今,经历了一个漫长的过程。在这个过程中,人类能够快速前进,创新必不可少。美国经济学家 J. A. 舒彼特最早提出了创新的含义,即所谓创新是指一种生产函数的转移。并将其概括为:生产一种新产品;运用一种新技术;开拓或利用一种新材料;开辟一个新市场;采用一种新的管理模式。创新是以新思维、新发明和新描述为特征的一种概念化过程,在经济、商业、技术、社会学、教育学以及建筑等每个领域的研究中都有着举足轻重的分量。可以说,人类社会从低级到高级、从简单到复杂、从原始到现代的进化历程,就是一个不断创新的过程。从结绳计数到信息高速公路;从刀耕火种到精密数控;从嫦娥飞天神话到人类登上月球,这一系列的成就都归功于创新。

创新并不是凭空臆想,它需要知识基础与联想力相结合。扎实的基础知识是进行创新的前提条件,比如机械创新,首先要分析机器由哪些机构组成以及各自的作用,进而用更加方便合理的机构更替。丰富的基础知识是形成创新意识、培养创新思维、挖掘创新精神的条件。当然,在现今的创新活动中,各个学科之间都在越来越广的宽度和越来越深的厚度上进行着交叉与渗透,只掌握一类知识远远不够。就像人类根据小鸟在天空中飞翔发明了飞机,不仅需要机械类知识,还要具备自然科学的知识。因此,创新并非易事,需要培养各方面的能力。创新理论体系的主要框架如图 1-1 所示,可见创新在各个领域中都起到了至关重要的作用。



图 1-1 创新理论体系的主要框架

## 1.2 创造与创新

随着国家战略从制造大国到制造强国、从制造大国到创造大国的转变,国家越来越重视创新创业、发明创造等活动。因此,创造与创新出现的频率也越来越高。

### 1.2.1

#### 含义

创造是指将两个以上概念或事物按一定方式联系起来,以达到某种目的的行为。简而言之,创造是想出新办法、建设新理论、做出新东西的统称,是一种典型的人类自主行为。因此,创造的一个最大特点是有意识地对世界进行探索性劳动的行为,是一个从无到有的过程。创新是指人们为了生存和发展弃旧图新、破旧立新的独创性活动。创新是在原本存在事物的基础之上,对其整体或某一部分进行改进,而不是凭空发明新的事物。

创造与创新既有联系又存在着细微的区别。从区别上来说:发明创造既有促进社会发展的积极发明创造,也有阻碍社会发展的消极“发明创造”;而创新必须是促进社会发展的

积极创造。例如核科学和技术的发展是积极创造,而核武器的发展则是消极创造。另外,创造强调首创,也可以是全盘否定后的全新创造;创新则更强调是永无止境的更新,它一般并不是对原有事物的全盘否定,而是在辩证的否定中螺旋上升。

创造与创新也有一定的联系。首先,出发点一致,都是为了使人类的生活更加便利。比如说电话的创造是为了人们可以不见面便能互相联系,彼此对话;而电话功能的不断创新让人们联系有了更多的选择,除了打电话,还可以发短信,聊QQ、微信等。其次,知识体系一致,比如说机械设备的创造或者创新都是利用力学知识等内容进行的。

## 1.2.2

### 相关概念比较

从广义上讲,创新也是创造的一种,与之相似的还有发明与发现。发明是获得非天然性或人为性新成果的一类创造,是人的脑力和体力劳动的产物,其成果是新东西,具有新颖性。因此,发明也算是创造的一种。例如,我国发明了火药,创造了制造火药的方法。

发现也是创造的一种,发现的成果或是客观存在的物质,抑或是物质的性质与规律,具有新颖性。前者如我国现代药学家屠呦呦发现了用于治疗疟疾的青蒿素,于2015年10月获得了诺贝尔生理学或医学奖;后者如牛顿发现了万有引力和三大运动定律等。总之,发现是揭示出已有的、但不为人们所知的事物或规律。

为了进一步说明创新、创造、发明、发现四个概念之间的关系,将从定义和区别的角度,并通过举例来进行比较,如表1-1所示。

表 1-1 创新、创造、发明、发现的区别

名词	创新	创 造	发 明	发 现
定义	突出强调人的进取精神	创造是指个体或群体根据一定的目标,运用一切已知条件产生出新颖、有价值成果的认知和行为的活动	发明指利用自然规律和技术手段创造前所未有的事物和方法,有效地解决某一实际需要,属于改造世界性质,获得非天然性成果的活动	发现是指揭示或查明客观世界本来就存在的特征现象和规律,属于认识世界性质,获得天然性成果的活动
区别	创新包含思维创新、方法创新和应用创新	创造的本质是新、突破和超越、前所未有、与众不同	发明的对象非天然成果,而是人类脑力、体力的凝聚。物质性、认识性均可	发现的对象是客观存在的物质、物质的性质和运动规律
举例	注重市场需求	科学的发现、技术的发明、文学艺术上的创作等都是创造性的活动	五笔字型输入法、电动自行车、手机、人造卫星、数控机床等	法拉第发现电磁感应现象、门捷列夫发现元素周期规律



## 1.3 创新设计的基本理论

### 1.3.1

### 创新设计

设计是人类改造自然的创造性劳动,是一种从构思到实现的过程,其本质就是创新。创新是一个完整的、有机的组成部分,与设计互相依存、互相支持。不能轻易否定某种创新模式的作用,设计本身就是一种有目的的创作。而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,达到提高设计的质量,缩短设计时间的目的。

现如今,将创新设计应用于机械领域也是人们致力研究的一个重要方面。机械既能承担人力所不能或不便进行的工作,又能比人工生产改进产品质量,特别是能够大大提高劳动生产率和改善劳动条件。所以,对机械进行创新是十分必要的。机械创新设计则是指机械工程领域内的创新设计,它涉及机械设计理论与方法创新、制造工艺的创新、材料及其处理的创新、机械结构的创新、机械产品维护及管理许多领域的创新。机械创新设计包含两部分:改善现有机械产品的性能和创造设计出新产品。机械创新设计过程大致分为四个阶段:

确定机械的基本原理→机构结构类型综合及优选→机构运动尺寸综合及其运动参数优选→机构动力学参数综合及其动力参数优选。

按照上述过程进行机械创新设计会产生多个方案,这就需要根据产品的用途、特点来进行筛选。

机械创新设计是相对常规设计而言的,它特别强调人在设计过程中,特别是在总体方案、结构设计中的主导性及创造性作用。具有以下特点:

(1) 多学科交叉、渗透与融合;

(2) 在知识和经验积累基础上进行思考、推理、判断,以及创造性发散思维(灵感、形象的突发性思维)相结合;

(3) 应尽可能在较多方案中进行方案优选;

(4) 多次反复、多级筛选。

一般来说,创新设计时很难找出固定创新方法。创新成果是知识、智慧、勤奋和灵感的结合,现有的创新设计方法大都是根据对大量机械装置的组成、工作原理以及设计过程进行分析后,再进一步归纳整理,找出形成新机械的方法,再用于指导新机械的设计。

### 1.3.2

### 创新设计的特征

创新性设计是提出新方案、探求新解法、提高设计质量、开发创新产品的过程。因此,创

新设计的特征有以下七个方面。

(1) 独创性。创新设计不是单独的重复和模仿,而是在自己、前人或他人已经获得的研究成果基础上的新扩展、新开拓。它所追求的是新奇、新颖、独特和非重复性的结果,有敢于怀疑、突破框框,敢于突破陈规、独具卓识的思维。

(2) 综合性。善于进行综合思维,把已有的概念、事实、信息巧妙结合,形成新成果。

(3) 人为目的性。任何创新设计的主体都是具有主观能动性的人进行的有目的性的活动。

(4) 社会价值性。创新必须体现为一定的价值(这种价值可以是多方面的,包括学术价值、经济价值、审美价值等)。作为工程技术人员,技术发明和工程技术设计创造的价值主要看其经济价值以及是否具有实用性、有效性、可靠性。

(5) 探索性。创新通常是在知识、手段、方法等不甚充分的条件下进行的探索活动。

(6) 推理性。对于某一种现象或想法,善于由此及彼地进行纵向、横向、逆向推理。

(7) 多向性。善于从不同的角度思考问题。通过发散(提出多种设想、答案)、换元(变换诸多因素中的某一个)、转向(转变受阻的思维方向)等途径,以获得新的思路 and 方案。

### 1.3.3

### 创新设计的过程

创新设计的最终目的在于应用,并且要考虑经济性和时效性。同时,创新设计中相当一部分工作是非数据性、非计算性的,需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。因此,根据创新设计的概念和特征,将其过程归纳为以下四个阶段。

(1) 准备期。包括发现问题、明确目标、初步分析问题、搜索充分的资料等准备工作。

(2) 酝酿期。通过思考与试验,对问题做各种试探性解决。寻求满足设计目的的技术原理,加以变换、分解、组合,对各种可能设计方案构思。如果原有技术原理不能解决问题,还必须通过大量实验、试验与理论分析探索新原理,或将已有科学理论开发成原理。

(3) 明朗期。经过长期酝酿,或采用不同寻常的办法,使问题豁然开朗得到解决。创新性设计中顿悟的出现,有时是受到偶然因素的启发产生的,有时以灵感的形式出现。

(4) 验证期。即对新想法进行检验和证明,并完善创造性成果。

### 1.3.4

### 创新设计方法

创新设计方法是以创造学理论,尤其是创造性思维规律为基础,通过对广泛的创造活动实践经验进行概括、总结、提炼而得出的创造发明的一些原理、技巧和方法。创造技法的基本出发点是打破传统思维习惯,克服阻碍创新设计的各种消极的心理因素,充分发挥创新思



维,以提高创造力为宗旨,进而促使产生更多的创造性成果。接下来介绍几种常见的创新设计方法,以帮助从事创新工作的人员开拓其创新思维。

### 1. 移植法

移植法是将其他领域中的原理、技术和方法移植到本领域里来形成创新构想的一种方法。例如根据家具磁性门的原理而设计的磁性文具盒,还有将军事上的爆破技术移植到医学上,治疗人体内各种结石疾病的医疗器械都是采用了移植法。在运用移植法时,不可机械行事,不能原封不动地照搬,要有所创新。比如一种“新型三通水管接头”,是将都江堰分流坝的分流原理巧妙地移植过来,并根据水管的特点而设计的产品。

### 2. 延伸法

延伸法是把现有产品稍加改进或不加改进,进而扩大它用途的方法。例如用来挡雨的雨伞,可延伸到遮阳伞,成为夏日里人们外出的必备之物。利用现有和传统的产品,扬长避短,扩展长处,克服缺陷,增加产品功能和用途。便可有新的发明和创造,如“多用活动扳手”“多用查表尺”“带起子的眼镜”等。只要我们平时留心,一些看起来功能单一、用途较少的产品,通过延伸法可发挥它更大的作用。

### 3. 思维的扩展法

人们在思考和办事时,总是不自觉地依照一定的常规去思考。如打破这一常规,即变换习惯做法,往往能收到创新的效果。我们一定有这样的感受:整齐威武的军乐队,迈着规则的步伐,时而变成方队,时而成为梯形,通过顺序上的变换,给人耳目一新的享受。

如图 1-2 所示的蛙式打夯机,它是带传动与连杆机构的组合。发明者巧妙地利用了一般认为是“有害”的惯性力,在大带轮上设计一个重锤,借重锤向外和向上的离心力使夯靴提升离地;当重锤转到左侧,离心力帮助夯靴向前移动,重锤转至左下侧时,离心力迫使夯靴极有冲击力地击打地面,实现打夯功能。这种变害为利的设计,没有思维的扩展是难以完成的。



图 1-2 蛙式打夯机



#### 4. 仿生法

仿生法是指对自然界的某些生物特性进行分析和对比,直接或者间接模仿,而进行创新设计的方法。它包括形状模仿、结构模仿、动作模仿、功能模仿等。

仿生法是发展现代新技术的重要途径之一。例如,飞机构件中的蜂窝结构、响尾蛇导弹的引导系统、模仿鸟类的飞机、模仿鱼类的潜水艇、根据萤火虫发光原理制作的反光交通提示牌、根据金钱豹与草丛相似的皮毛而发明的迷彩服等,都是运用仿生法进行创新设计的例子。在运用仿生法时,要求首先弄清某些生物现象的特征和科学道理,并大胆巧妙地运用到创造实践中去。另外,有些生物现象不能直接用于发明创新,而需要做相应的变动。总之,要用科学原理加以分析,在实践中仔细观察,才能得到仿生法的创造发明成果。

#### 5. 仿真与变异法

仿真是指模仿人或动物的动作,而变异是指突破模仿的动作另创新的动作,两者都可以实现创造性的设计。

如图 1-3 所示的挖掘机,由工作装置、上车、下车、铲斗、动臂、斗杆液压缸、动臂液压缸、斗杆、铲斗液压缸等组成,模仿人手挖土,是很成功的设计。如图 1-4 所示的元宵机也是构思巧妙地模仿人的动作而制作成的,整个机构的动力由旋转圆盘输入,它装配在机架的一个斜圆孔内,通过装在圆盘外圈的球形铰链带动连杆与转动轴销及与连杆固接的工作箱做空间振荡摆运动,从而使工作箱内的元宵馅在稍许湿润的元宵粉中多方向滚动而制成元宵。



图 1-3 挖掘机

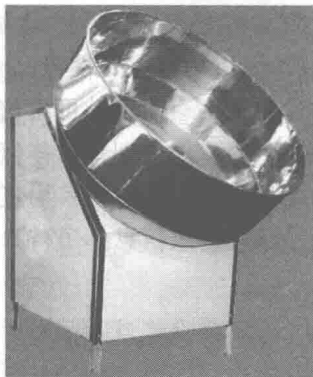


图 1-4 元宵机

但并不是所有模仿人动作的机器都能成功。例如缝纫机的发明,在开始的 50 多年中,因为一味追求模仿人们千百年来穿针走线的动作,故始终无法设计出实用的缝纫机。最后,只有突破模仿人的动作,而采用面线和底线缝纫法,才发明了缝纫机。

#### 6. 自然现象探求法

例如钟表开始时是用滴漏等装置来做定时元件,但是这种定时元件不稳定,做出的钟表





也不准确,经常需要校正。后来根据教堂中的挂灯随风摆动时,不论摆幅大还是小其频率是恒定的这一自然现象,发明了用摆来做钟表的定时元件,使现代的钟表精度大为提高。直至现在最新式的原子钟,也还是利用了这种自然现象,只是它已不是利用摆的振动,而是利用了原子的振动。

#### 7. 专利利用法

专利利用法是通过分析研究已公开的专利,启发自己的创新设计思维,创造出新的专利产品。

#### 8. 机械系统搜索法

利用机械系统的各种组成方法,如机构串联和并联组合,从中搜索出适合设计要求的新机构,进行创新设计。

#### 9. 功能原理法

功能原理法指分析所设计产品的总功能,将这些功能分解成一些分功能,然后根据这些分功能,设计合适的机构,将这些有分功能的机构组合成一个能实现所需总功能的新机械系统,完成机械系统的创新。

#### 10. 信息交合法

信息交合法是一种扩散性思维的方法,有以下三条原则:

- (1) 整体分解原则:先把整体加以分解,按序列得出要素,构成 $X$ 轴、 $Y$ 轴。
- (2) 信息交合原则:各轴的每个要素逐一地与另一轴的各个要素相交合。
- (3) 结晶筛选原则:通过对方案的筛选,找出最优的方案。要注意方案的实用性、经济性、易生产性、市场可接受性等。

例如,一枚普通曲别针可用信息交合法创造性地得出千万种用途。如突破曲别针的勾、挂、别、联的特性,把曲别针总体信息分成材质、重量、体积、长度、截面、颜色、弹性、硬度、直边、弧边等10个要素,并将其用直线连成信息标( $X$ 轴),然后再把与曲别针有关的人类实践进行要素分解,连成信息标( $Y$ 轴), $X$ 轴与 $Y$ 轴的信息交合就可构成千万种用途。

## 1.4 创新的意义

创新是人类的一种思维和实践方式。创新是用已有的知识、经验、技能,研究新事物,解决新问题,产生新的思想,用以满足人类物质及精神生活的需求。

创新是人类社会文明进步的原动力,人类社会的每一点进步都是创新的产物。人类通过创新,创造了生产工具,创立了现代的生产方式,提高适应力,增强了人类按照自然规律适