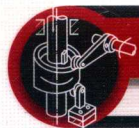
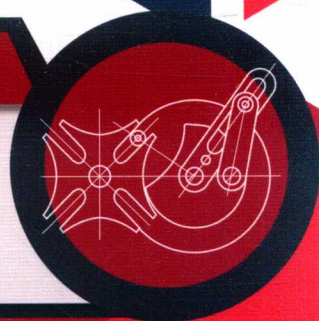


机械创新设计 及图例

张丽杰 冯仁余 主编

全书共**280**多个实例

- ▶ 机构创新设计实例
- ▶ 机械结构创新设计实例
- ▶ 综合性创新设计实例



JIXIE CHUANGXIN SHEJI
JI TULI



化学工业出版社

坐标原点O

角A

角B

机械创新设计 及图例

张丽杰 冯仁余 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书内容共4篇8章,包括机械创新设计基础、机械机构创新设计与图例、机械结构创新设计与图例、机械创新设计综合实例。在介绍创新理念在机械设计方面应用的基础上,广泛列举了370多个机构创新设计实例、机械结构创新设计图例及4个综合性创新设计应用实例。

本书第1篇包括绪论和机械创新设计概述等基础性内容。第2篇包括机构的创新设计方法、机构创新设计及图例、机构组合创新设计及图例和仿生原理及创新设计图例,充分列举了创新设计在平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、轮系、间歇运动机构、螺旋机构、挠性传动机构、组合机构、仿生机构的应用实例。第3篇主要列举了创新设计在机械结构中的应用实例。第4篇主要列举了4个机械创新设计的综合图例。

本书可以作为简明机械设计指南,供机械设计人员及相关技术人员学习、查阅和参考,还可以作为《机械设计》的配套教材,满足高等院校机械设计课程和机械设计基础课程的教学要求。

图书在版编目(CIP)数据

机械创新设计及图例/张丽杰,冯仁余主编. —北京:化学工业出版社,2018.9

ISBN 978-7-122-32445-0

I. ①机… II. ①张…②冯… III. ①机械设计 IV. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第135259号

责任编辑:张兴辉

文字编辑:陈喆

责任校对:杜杏然

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张14 $\frac{3}{4}$ 字数344千字 2018年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:79.00元

版权所有 违者必究



在世界进入知识经济的时代,创新更是一个国家经济发展的基石。当今世界中,创新能力的大小已经成为一个国家综合国力强弱的重要因素。创新一般分为知识创新(也称理论创新)、技术创新和应用创新。机械创新设计是指充分发挥设计者的创造力,利用人类已有的相关科学技术知识进行创新构思,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,它包含两部分:从无到有和从有到新的设计。

本书内容共4篇8章,包括机械创新设计基础、机械机构创新设计与图例、机械结构创新设计与图例、机械创新设计综合实例。在介绍创新理念在机械设计方面应用的基础上,广泛列举了370多个机构创新设计实例、机械结构创新设计图例及4个综合性创新设计应用实例。以图作架,以文为结,阐述了创新实例的工作原理、结构特点、运动特性等,能为读者在机械创新方面提供参考及帮助。

本书第1篇包括绪论和机械创新设计概述等基础性内容。第2篇包括机构的创新设计方法、机构创新设计及图例、机构组合创新设计及图例和仿生原理及创新设计图例,充分列举了创新设计在平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、轮系、间歇运动机构、螺旋机构、挠性传动机构、组合机构、仿生机构的应用实例。第3篇主要列举了创新设计在机械结构中的应用实例。第4篇主要列举了4个机械创新设计的综合图例。

本书所选机构典型全面但不冗杂,既有单一机构的创新设计,又有组合机构的创新设计;既有机构的创新设计,又有结构的创新设计;图例和文字结合,形象直观,便于理解。

所选机构和结构的创新设计脉络清晰,简明扼要,方便读者阅读、浏览、查阅和参考。

本书由张丽杰、冯仁余主编,王海兰、刘旭涛副主编,参加编写的还有孙爱丽、李改灵、刘雅倩。由徐来春主审。

我们期望广大读者在使用本书的过程中,对不足之处提出批评并指正。

编者



第 1 篇 机械创新设计基础

第 1 章 绪论

2

1.1 创新与创新方法	2
1.1.1 创新的概念	2
1.1.2 创新方法	3
1.2 常规设计、现代设计与创新设计	6
1.2.1 常规设计	6
1.2.2 现代设计	7
1.2.3 创新设计	7
1.3 创新教育与人才培养	8
1.3.1 创新教育是改革的主旋律	8
1.3.2 创新能力是人才培养的核心	8

第 2 章 机械创新设计概述

11

2.1 机械创新设计的内容	11
2.1.1 有关机构的几个名词术语	11
2.1.2 机构创新设计的内容	13
2.2 机械创新设计的一般原则	14
2.3 常用基本机构的特性及一般评价	20

第 2 篇 机械机构创新设计与图例

第 3 章 机构的创新设计方法

24

3.1 机构创新的组合原理	24
3.1.1 串联式组合机构的创新设计	24
3.1.2 并联式组合机构的创新设计	27
3.1.3 复合式组合机构的创新设计	30
3.1.4 叠加式组合机构的创新设计	32

3.1.5	机构组合创新的功能-技术矩阵法	33
3.2	机构创新的变性原理	36
3.2.1	通过构件变异创新机构	36
3.2.2	通过运动副的变异创新机构	50
3.3	机构创新的移植原理	72
3.4	机构创新的还原原理	75
3.5	机构创新的其他原理和方法	82

第4章 机构创新设计及图例

86

4.1	平面连杆机构及创新设计图例	86
4.1.1	连杆运输机构创新设计图例	86
4.1.2	埃文斯连杆机构创新设计图例	87
4.1.3	纺织单元创新设计图例	88
4.1.4	实现加速减速直线行程的连杆创新设计图例 (1)	88
4.1.5	实现加速减速直线行程的连杆创新设计图例 (2)	88
4.1.6	实现加速减速直线行程的连杆创新设计图例 (3)	89
4.1.7	实现加速减速直线行程的连杆创新设计图例 (4)	89
4.1.8	实现加速减速直线行程的连杆创新设计图例 (5)	90
4.1.9	光学仪器用正反转 180°工作台创新设计图例	90
4.1.10	堆料设备主体机构创新设计图例	90
4.1.11	汽车自动卸料机构创新设计图例	91
4.1.12	摩托车尾部悬挂装置创新设计图例	91
4.1.13	双肘杆穿孔器创新设计图例	93
4.1.14	打字机驱动机构创新设计图例	93
4.1.15	杆系驱动机构创新设计图例	94
4.1.16	空间曲柄机构的创新设计图例	94
4.1.17	椭圆滑块驱动创新设计图例	94
4.1.18	石头破碎机创新设计图例	95
4.1.19	铆钉机器创新设计图例	96
4.1.20	铆接机创新设计图例	96
4.2	凸轮机构及创新设计图例	97
4.2.1	凸轮机构从动件创新设计图例	97
4.2.2	自动进给凸轮机构创新设计图例	97
4.2.3	滑动凸轮机构创新设计图例	98
4.2.4	双面凸轮机构创新设计图例	98
4.2.5	不完整凸轮机构创新设计图例	98
4.2.6	槽凸轮机构创新设计图例	99
4.2.7	运动转化凸轮机构创新设计图例	99

4.2.8	旋转斜盘凸轮机构创新设计图例	99
4.2.9	变速滑动凸轮机构创新设计图例	100
4.2.10	歇停凸轮机构创新设计图例	100
4.2.11	凸耳凸轮机构创新设计图例	100
4.2.12	增程凸轮机构创新设计图例	100
4.2.13	往复凸轮分度机构创新设计图例	101
4.3	齿轮机构及创新设计图例	101
4.3.1	内摆线机构创新设计图例	101
4.3.2	齿轮行程放大创新设计图例	102
4.3.3	控制泵行程的摆线齿轮机构创新设计图例	103
4.3.4	万向齿轮传动机构创新设计图例 (1)	103
4.3.5	万向齿轮传动机构创新设计图例 (2)	104
4.3.6	万向齿轮传动机构创新设计图例 (3)	104
4.3.7	齿轮齿条倍增机构创新设计图例	105
4.3.8	悬臂支撑机构创新设计图例	105
4.3.9	倾斜槽中运送齿轮机构创新设计图例	106
4.3.10	具有安全机构的攻螺纹装置创新设计图例	106
4.3.11	齿轮齿条驱动机构创新设计图例	107
4.3.12	调速器非圆齿轮机构创新设计图例	108
4.3.13	齿轮齿条式上下料机构创新设计图例	108
4.4	轮系及创新设计图例	109
4.4.1	实现运动转换的齿轮系统创新设计图例	109
4.4.2	齿轮和摩擦圆盘组成的快速反转传动装置创新设计图例	109
4.4.3	齿条串联大行程机构创新设计图例	110
4.4.4	利用齿轮自转和公转运动构成的机械手创新设计图例	111
4.4.5	印刷机输纸机构创新设计图例	112
4.4.6	机床转位机构创新设计图例	112
4.4.7	导弹控制离合器创新设计图例	112
4.4.8	平行移动机构创新设计图例	113
4.4.9	制灯泡机多工位间歇转位机构创新设计图例	113
4.4.10	重载长距离转位分度机构创新设计图例	115
4.4.11	行星搅拌机构创新设计图例	115
4.4.12	计数机构创新设计图例	116
4.5	间歇运动机构及创新设计图例	117
4.5.1	速换双凸轮机构创新设计图例	117
4.5.2	双推杆式圆柱凸轮机构创新设计图例	117
4.5.3	蜗杆凸轮机构创新设计图例	118
4.5.4	端面螺线凸轮机构创新设计图例	119

4.5.5	连杆齿轮凸轮机构创新设计图例	119
4.5.6	单侧停歇凸轮机构创新设计图例	120
4.5.7	不等速回转机构创新设计图例	121
4.5.8	快速转位机构创新设计图例	121
4.5.9	特殊行星轮创新设计图例	122
4.5.10	带瞬心线附加杆的不完全齿轮机构创新设计图例	123
4.5.11	连杆齿轮单侧停歇机构创新设计图例	123
4.5.12	齿轮连杆摆动双侧停歇机构创新设计图例	124
4.5.13	齿轮摆杆双侧停歇机构创新设计图例	125
4.5.14	利用摩擦作用的间歇回转机构创新设计图例	126
4.5.15	凸槽凹轮槽轮机构创新设计图例	126
4.5.16	双轨槽轮机构创新设计图例	127
4.5.17	槽轮机构输入构件创新设计图例	127
4.5.18	改进的槽轮传动机构创新设计图例 (1)	127
4.5.19	改进的槽轮传动机构创新设计图例 (2)	128
4.5.20	不规则槽轮驱动机构创新设计图例	128
4.5.21	车床刀架转位槽轮机构创新设计图例	129
4.5.22	主动轴由离合器控制的槽轮分度机构创新设计图例	129
4.5.23	利用摩擦作用实现间歇回转的槽轮机构创新设计图例	130
4.5.24	圆筒锁装置间歇传动机构创新设计图例	130
4.5.25	改进棘轮机构创新设计图例	131
4.5.26	带有棘轮的保险机构创新设计图例	131
4.5.27	警报信号发生棘轮机构创新设计图例	132
4.5.28	杠杆棘轮电磁式送带机构创新设计图例	132
4.5.29	自动改变进给量的木工机床棘轮机构创新设计图例	133
4.5.30	棘轮转换机构创新设计图例	134
4.6	螺旋机构及创新设计图例	134
4.6.1	螺杆块式制动器创新设计图例	134
4.6.2	镗刀头的固定机构创新设计图例	134
4.6.3	简易拆卸器创新设计图例	135
4.6.4	带有微调装置的刀杆创新设计图例	135
4.6.5	消除进给丝杠间隙机构创新设计图例	136
4.6.6	由螺母钢珠丝杠组成的高效螺旋副创新设计图例	136
4.6.7	滚珠螺旋机构创新设计图例	137
4.7	挠性传动机构及创新设计图例	137
4.7.1	带锯机创新设计图例	137
4.7.2	行星带传动机械手臂创新设计图例	138
4.7.3	自行车创新设计图例	140

4.7.4	双链辊筒输送机创新设计图例	141
4.7.5	链传动配气机构创新设计图例	142
4.7.6	叉车起升机构创新设计图例	142
4.7.7	用于非圆外壳的焊料夹具创新设计图例	144
4.7.8	链传动中减少跳动机构创新设计图例	144

第5章 机构组合创新设计及图例

146

5.1	机构组合的基本概念	146
5.1.1	基本机构的应用	146
5.1.2	常用机构组合方法	148
5.2	机构组成原理与创新设计	149
5.2.1	Ⅱ级杆组的类型	149
5.2.2	Ⅲ级杆组的类型	150
5.2.3	机构组成原理与机构创新设计	152
5.2.4	创新设计示例	152
5.2.5	利用机构组成原理进行机构创新设计的基本思路	155
5.3	机构组合方式分析	156
5.3.1	机构的串联组合	156
5.3.2	机构的并联组合	157
5.3.3	机构的叠加组合	157
5.3.4	机构的反馈组合	158
5.3.5	机构的复合组合	158
5.4	组合机构创新设计图例	159
5.4.1	实现从动件两次动程六杆机构创新设计图例	159
5.4.2	冲床双曲柄机构创新设计图例	160
5.4.3	回转半径不同的曲柄联动机构创新设计图例	160
5.4.4	绣花机挑线刺布机构创新设计图例	160
5.4.5	天线测试转台创新设计图例	162
5.4.6	包装盒顶封盖机构创新设计图例	164
5.4.7	自动包装机创新设计图例	164
5.4.8	浮动盘式等速输出机构创新设计图例	164
5.4.9	钢球直槽式等速输出机构创新设计图例	165
5.4.10	凸轮控制的行星轮系创新设计图例	166
5.4.11	传动机构创新设计图例	166
5.4.12	送纸包装联动光电控制自动停车装置创新设计图例	167
5.4.13	槽轮机构改善运动特性创新设计图例	168
5.4.14	蜂窝煤机创新设计图例	169
5.4.15	曲柄垂直运动机构创新设计图例	169

5.4.16 步进送料机构创新设计图例 170

5.4.17 抽油机增量创新设计图例 170

5.4.18 假肢膝关节创新设计图例 171

5.4.19 飞剪机创新设计图例 171

5.4.20 可调停歇时间八杆机构创新设计图例 172

5.4.21 车床反馈机构创新设计图例 173

5.4.22 圆刻度机补偿机构创新设计图例 173

5.4.23 铁板输送机构创新设计图例 174

5.4.24 深拉压力机创新设计图例 175

5.4.25 滚齿机运动补偿机构创新设计图例 175

5.4.26 电阻压帽机创新设计图例 176

第 6 章 仿生原理及创新设计图例

178

6.1 仿生学与仿生机械学简述 178

6.1.1 仿生学简介 178

6.1.2 仿生机械学简介 179

6.1.3 仿生机械学中的注意事项 179

6.2 仿生机构及创新设计图例 180

6.2.1 手爪平行开闭的机械手创新设计图例 180

6.2.2 柔软手爪创新设计图例 180

6.2.3 机械手抓取机构创新设计图例 181

6.2.4 利用弹簧螺旋的弹性抓取机构创新设计图例 182

6.2.5 具有弹性的抓取机构创新设计图例 182

6.2.6 立体抓取机构创新设计图例 183

6.2.7 扁平圆盘类工件供料擒纵机构创新设计图例 183

6.2.8 行星带传动机械手臂创新设计图例 183

6.2.9 气动管道爬行器创新设计图例 185

6.2.10 肢类机械实用机器人创新设计图例 186

6.2.11 蜘蛛机器人创新设计图例 187

6.2.12 悬崖机器人创新设计图例 187

6.2.13 可控跳跃机器人创新设计图例 188

6.2.14 飞机仿生机器人创新设计图例 188

6.2.15 潜水机器人创新设计图例 189

第 3 篇 机械结构创新设计与图例

第 7 章 机械结构及创新设计图例

192

7.1 机械结构设计概述	192
7.1.1 机械结构设计概念	192
7.1.2 机械结构设计的基本要求	192
7.2 机械结构创新设计图例	193
7.2.1 机械结构变异创新设计图例	193
7.2.2 机械结构组合创新设计图例	200
7.2.3 引入新结构要素创新设计图例	202
7.2.4 机械结构绿色化创新设计图例	206
7.2.5 机械结构方便装配创新设计图例	207

第4篇 机械创新设计综合实例

第8章 机械创新设计综合图例分析

212

8.1 发动机主体机构创新设计图例分析	212
8.2 平动齿轮传动装置创新设计图例分析	214
8.3 抓斗原理方案创新设计图例分析	216
8.4 电脑多头绣花机挑线刺布机构创新设计图例分析	220

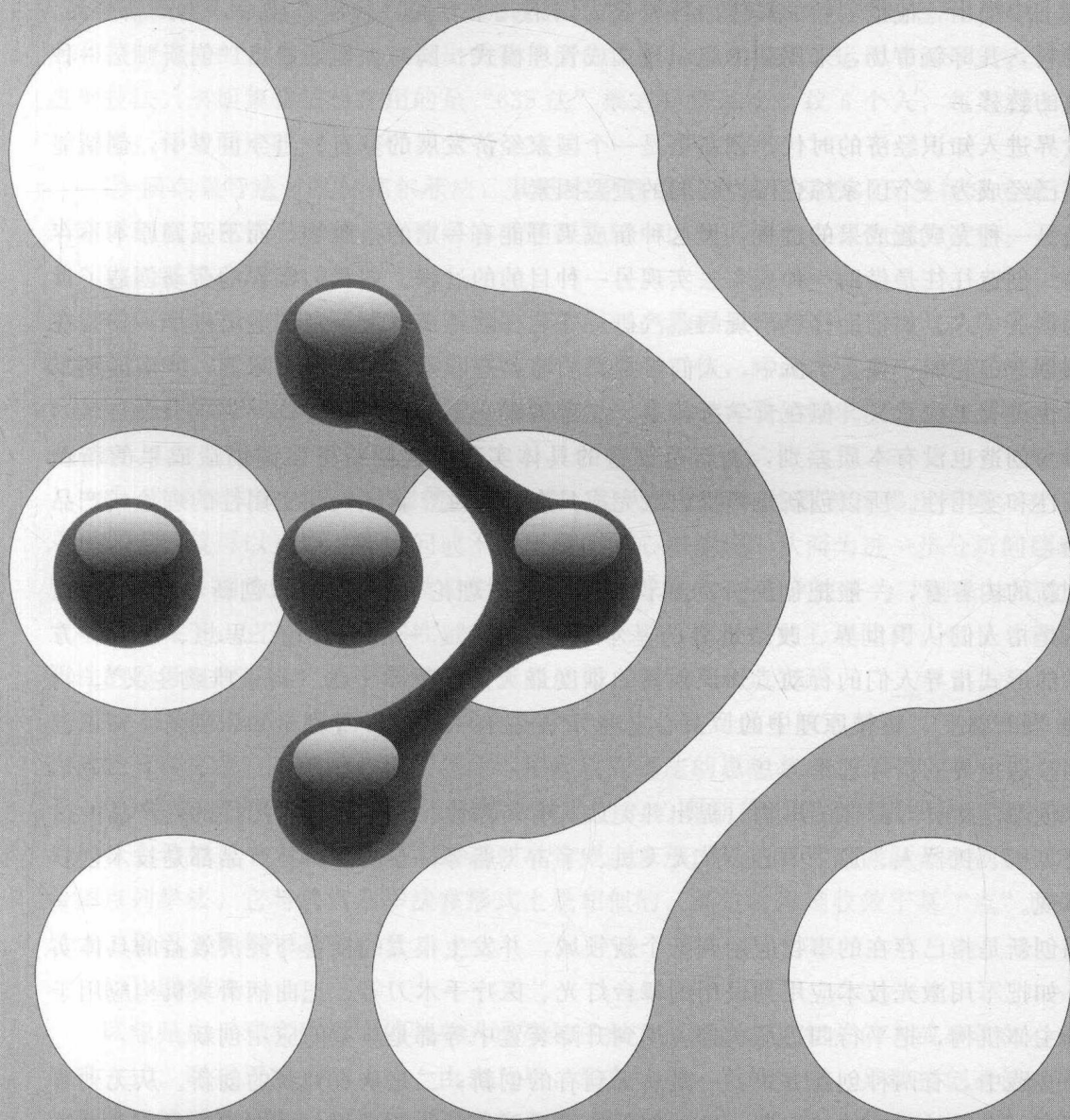
参考文献

226



第1篇

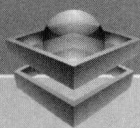
机械创新设计基础



第1章

CHAPTER 1

绪论



1.1 创新与创新方法

1.1.1 创新的概念

创新的概念最早由美国经济学家舒彼特 (J. A. Schumper) 在 1912 年出版的《经济发展理论》一书中提出,他把创新的具体内容概况为以下几个方面:采用新技术,生产新产品,研制新材料,开辟新市场,采用新的组织模式或管理模式。同时,他还提出“创新”是一种生产函数的转移。

在世界进入知识经济的时代,创新更是一个国家经济发展的基石。当今世界中,创新能力的大小已经成为一个国家综合国力强弱的重要因素。

创造是一种完成新成果的过程,但这种新成果可能有一定的参照物,而不强调原本不存在的事物。创造往往是借助一种现实去实现另一种目的的过程。如我们常说的劳动创造了世界,劳动创造了人。如借助已经出现的蒸汽机,安装在陆地车辆上,则创造出机车;安装在船上,则创造出轮船。现实生活中,人们常把发明与创造联系在一起。实际上,严格区别二者的差异也没有工程意义。但在哲学范畴中,二者是有一定差别的。

创新与创造也没有本质差别,创新是创造的具体实现。但创新更强调创造成果的新颖性、独特性和实用性。所以创新是指提出或完成具有独特性、新颖性和实用性的理论或产品的过程。

从创新的内容看,一般把创新分为知识创新(也称理论创新)、技术创新和应用创新。知识创新是指人们认识世界、改造世界的基本理论的总结。一般以理论、思想、规则、方法、定律的形式指导人们的行动。知识创新的难度最大,如哲学中的“辩证唯物主义”、物理学中的“相对论”、机械原理中的“三心定理”“格拉肖夫法则”等都是知识创新。知识创新是人们改造世界的指导理论。

技术创新是指针对具体的事物,提出并完成具有新颖性、独特性和实用性的新产品的过程。如计算机、机器人、加工中心、航天飞机、宇宙飞船等许多的高科技产品都是技术创新的具体体现。

应用创新是指已存在的事物应用到某个新领域,并发生很大的社会与经济效益的具体实现过程。如把军用激光技术应用到民用的舞台灯光、医疗手术刀等,把曲柄滑块机构应用于内燃机的主体机构,把平行四边形机构应用到升降装置中等都是典型的应用创新。

社会实践中,有两种创新方式:一是从无到有的创新;二是有到新的创新。从无到有的创新都有一个较长时间的过渡期,这种创新的过程就是发明的过程,是知识的积累和思维

的爆发相结合的产物。如人类社会先有牲畜驱动的车辆,发明内燃机后,将内燃机安置在车辆上,并进行多次实验改进后才发明了汽车,实现了从无到有的突破。原始的汽车经过多年的不断改进,其安全性、舒适性、可靠性、实用性等性能不断提高,这是经过从有到新的不断创新的结果。

1.1.2 创新方法

从思维的角度,创新方法有以下八种。

(1) 群体集智法

群体集智法是针对某一特定的问题,运用群体智慧进行的创新活动。群体集智法主要有三种具体的途径:会议集智法、书面集智法和函询集智法。

① 会议集智法 又称智慧激励法,是美国创造学家奥斯本发明的,通常也称作奥斯本法。技术开发部门在工程设计中,经常运用智慧激励法解决工程技术问题。

② 书面集智法 是会议集智法的改进形式,在运用奥斯本法的过程中,人们发现表现力和控制力强的人会影响他人提出的有价值的设想,因此提出了运用书面形式表达思想的改进型技法。书面集智法最常用的是“635法”模式,即每次会议6个人,每人在卡片上写3个设想,每轮限定时间5分钟。

③ 函询集智法 又称德尔菲法,其基本原理是借助信息反馈,反复征求专家书面意见来获得创意。视情况需要,这种函询可进行数轮,以期得到更多有价值的设想。

(2) 系统分析法

任何产品不可能一开始就是完美的,人们对产品的未来期望也不可能在原创产品问世时就一并实现,而大量的创新设计是在做完善产品的工作,因此对原有产品从系统论的角度进行分析是最为实用的创造技法。系统分析法主要有三种:设问探求法、缺点列举法、希望点列举法。

① 设问探求法 设问能促使人们思考,但大多数人往往不善于提出问题,有了设问探求法,人们就可以克服不愿提问或不善于提问的心理障碍,从而为进一步分析问题和解决问题奠定基础。因为提问题本身就是创造。设问探求法在创造学被誉为“创造技法之母”。其主要原因在于:它是一种强制性思考,有利于突破不愿提问的心理障碍;也是一种多角度发散性的思考过程,是广思、深思与精思的过程,有利于创造实践。

② 缺点列举法 是指任何事物总是有缺点的、找到这些缺点并设法克服这些缺点,事物就能日益完善。卓越的心理素质是运用缺点列举法的思想基础。

③ 希望点列举法 希望是人们对某种目的的心理期待,是人类需求心理的反映。设计者从社会希望或个人愿望出发,通过列举希望点来形成创造目标或课题,在创新技法中称为希望点列举法。它与缺点列举法在形式上是相似的,都是将思维收敛于某“点”而后又发散思考,最后又聚集于某种创意。

(3) 联想法

联想是由于现实生活中的某些人或事物的触发而想到与之相关的人或事物的心理活动或思维方式。联想思维由此及彼,由表及里,形象生动,奥妙无穷,是科技创造活动中最常见的一种思维活动。发明创造离不开联想思维。

联想是对输入人头脑中的各种信息进行加工、转换、连接后输出的思维活动。联想并不是不着边际的胡思乱想。足够的知识与经验积累是联想思维纵横驰骋的保证。联想法可分为相似联想、接近联想、对比联想、强制联想。

① 相似联想 相似联想是从某一思维对象想到与它具有某种相似特征的另一对象的思维方式。这种相似可以是形态上的,也可以是功能、时间与空间意义上的。把表面差别很大,但意义相似的事物联想起来,更有助于建设性创造思维的形成。

② 接近联想 接近联想是由某一思维对象联想到与之相接近的思维对象上的联想思维方式。这种接近可以是时间和空间上的,也可以是功能、用途或者是结构和形态上的。

③ 对比联想 客观事物间广泛存在着对比关系,如远与近、上与下、宽与窄、凸与凹、冷与热、软与硬……由对比引起联想,对于发散思维和启动创意具有特别的意义。

④ 强制联想 强制联想是将完全无关或关系相当偏远的多个事物或想法牵强附会地联系起来,进行逻辑型的联想,以此达到创造目的的创新技法。强制联想实际上是使思维强制发散的思维方式,它有利于克服思维定式,因此往往能产生许多非常奇妙的、出人意料的创意。

(4) 类比法

比较分析多个事物之间的某种相同或相似之处,找出共同的优点,从而提出新设想的方法称为类比法。按照比较对象的情况,类比法可分为拟人类比、直接类比、象征类比和因果类比。

① 拟人类比 以人为比较对象,将人作为创造对象的一个因素,从人与人的关系中,设身处地考虑问题,在创造物的时候,充分考虑人的情感,将创造对象拟人,把非生命对象生命化,体验问题,引起共鸣,是拟人类比创新技法的特点。拟人类比创新思想被广泛应用于自动控制系统开发中,如适应现代建筑物业管理的楼宇智能控制系统、机器人、计算机软件系统的开发等都利用了拟人类比进行创新设计。

② 直接类比 在创新设计时,将创造对象与相类似的事物或现象作比较,称为直接类比。直接类比的特点是简单、快速,可以避免盲目思考。类比对象的本质特性越接近,则成功创新的可能性就越高。

③ 象征类比 象征类比是借助实物形象和象征符号来比喻某种抽象的概念或思维感情。象征类比依靠知觉感知,并使问题关键显现、简化。文化创作与创意中经常运用这种创造技法。

④ 因果类比 两事物有某种共同属性,根据一事物的因果关系推知另一事物的因果关系的思维方法,称为因果类比法。

(5) 仿生法

师法自然,特别是自然界,以此获得创造灵感,甚至直接仿照生物原型进行创造发明,就是仿生法。仿生法是相似创造原理的具体应用。仿生法具有启发、诱导、拓展创造思路的显著功效。仿生法不是简单地再现自然想象,而是将模仿与现代科技有机结合起来,设计出具有新功能的仿生系统,这种仿生创造思维的产物是对自然的超越。

(6) 组合创新法

在发明创新活动中,按照所采用的技术来源可分为两类:一类是采用全新技术原理取得

的成果,属突破型发明;另一类是采用已有的技术并进行重新组合的成果,属组合再生型发明。从人类发明史看,初期以突破为主,随后,这类发明的数量呈减少趋势。特别在19世纪50年代以后,在发明总量中,突破型发明的比重在大大下降,而组合型发明的比重急剧增加。在组合中求发展,在组合中实现创新,这已经成为现代科技创新活动的一种趋势。

组合创新技法在工程中应用及其广泛。人类在数千年的发展历程中积累了大量的各种技术。这些技术在其应用领域中逐渐发展成熟,有些已达到相当完善的程度,这是人类极其珍贵的巨大财富。由于组合的技术要素比较成熟,因此组合创新一开始就站在一个比较高的起点上,不需要花费较多的时间、人力与物力去开发专门技术,不要求创造者对所应用的技术要素都有较深的造诣,所以进行创造发明的难度明显较低,成功的可能性当然要大得多。

组合创新运用的是已有成熟的技术,但这不意味其创造的是落后或低级的产品,实际上适当的组合,不但可以产生全新的功能,甚至可以是重大发明。航天飞船飞离地球,将“机遇号”与“勇气号”火星探测器送上火星,这是人类伟大的发明创造;火星之旅运用的成熟技术数不胜数,如缺少其中的某项成熟技术,登陆火星和成功的勘测都无疑将以失败告终。组合创新技法实际上是加法创造原理的应用。根据组合的性质,它可以分为功能组合、材料组合、同类组合和异类组合。

① 功能组合 人们生产商品的目的是为了应用。一种商品的功能已为人们普遍接受,通过组合,可以使产品同时具有人们所需要的多种功能,以满足人类不断增长的消费需求。取暖的热空调器与制冷的冷空调器原来都是单独的,科技人员设法将这两种功能组合起来,发明了可以方便转换的两用空调,提高了人类的生活质量。手表原来只有计时功能,别出心裁的设计者将指南针与温度计的功能组合在表上,使人们可以随时监察自己的体温或判别方位,满足了某些消费者的特殊需要。另外,功能组合在国防科技发明中也有巨大的潜能。

② 材料组合 很多场合要求材料具有多种功能特性,而实际上单一材料很难同时兼备需求的所有性能。通过特殊的制造工艺将多种材料加以适当组合,可以制造出满足特殊需要的材料,如塑钢门窗就是铝材和塑料的组合。

③ 同类组合 将同一种功能或结构在一种产品上重复组合,以满足人们对此功能的更高要求,这是一种常用的创新方法。如使用多个气缸的汽车、使用多个发动机的飞机、多节火箭,这些采用同类组合的运载工具,目的都是为了获得更大的动力。

④ 异类组合 创新的目的是获得具有新功能的产品,不同的商品往往有着不同的功能,如果能将这些本属于不同商品的相异功能组合在一起,这样的新产品实际上就具有了能满足人们需求的新功能,这就是异类组合。有些商品有某些相同的成分,将这些不同的商品加以组合,使其共用这些相同的成分,可以使总体结构简单,价格更便宜,使用也更方便。将具有相似传动箱的车床、钻床、铣床组合而成的多功能机床可以分别完成其几类机床的机械加工作。此外,技术组合和信息组合等也是常用的组合创新技法。技术组合是将现有的不同技术、工艺、设备等加以组合而形成的发明方法。信息组合则是将有待组合的信息元素制成表格,表格有交叉点即为可供选择的组合方案。前者特别适用于大型项目创新设计和关键技术的应用推广;后者操作简便,是信息社会中能有效提高效率的创新技法。

(7) 反求设计法

反求设计是典型的逆向思维运用。反求工程是针对消化吸收先进技术的一系列工作方法

和技术的综合工程。通过反求设计,在掌握先进技术中创新,也是创新设计的重要途径之一。在现代化社会中,科技成果的应用已成为推动生产力发展的重要手段。把别的国家的科技成果加以引进,消化吸收,引起提高,再进行创新设计,进而发展自己的新技术,是发展民族经济的捷径,这一过程称为反求工程。

在两种创新方式中,反求设计就属于第二种创新方式。借助已有的产品、图样、音像等已存在的可感观的事物,创新出更先进、更完美的产品。人的思维方式是习惯从形象思维开始,用抽象思维去思考。这种思维方式符合大部分人所习惯的形象—抽象—形象的思维方式。由于对实物有了进一步的了解,并以此为参考,发扬其优点,克服其缺点,再凭借基础知识、思维、洞察力、灵感与丰富的经验,为创新设计提供了良好的环境。因此,反求设计是创新的重要方法之一。

(8) 功能设计法

功能设计是典型的正向思维运用。功能设计法是传统的常规设计方法,又称为正向设计法。这种设计方法步骤明确、思路清晰,有详细的公式、图表作为设计依据,是设计人员经常采用的方法。设计过程一般为根据给定产品的功能要求,制订多个原理方案,从中进行优化设计,选择最佳方案。对原理方案进行结构设计,并考虑材料、强度、刚度、制造工艺、使用、维修、成本、社会经济效益等多种因素,最后设计出满足人类要求的新产品。

正向设计过程符合人们学习过程的思维方式,其创新程度主要表现在原理方案的新颖程度,以及结构的合理性与可靠性等,所以正向设计也是创新的重要设计方法。

1.2 常规设计、现代设计与创新设计

机械设计方法对机械产品的性能有决定作用。一般说来,可把设计方法分为正向设计和反向设计,反向设计也称反求设计。正向设计的过程是:首先明确设计目标,然后拟订设计方案,进行产品设计、样机制造和实验,最后投产的全过程。正向设计方法可分为常规设计方法(又称传统设计方法)、现代设计方法和创新设计方法。它们之间有区别,也有共同性。反向设计的过程是:首先引进待设计的产品,以此为基础,进行仿造设计、改进设计或创新设计的过程。

1.2.1 常规设计

常规机械设计是依据力学和数学建立的理论公式或经验公式为先导,以实践经验为基础,运用图表和手册等技术资料,进行设计计算、绘图和编写设计说明书的设计过程。一个完整的常规机械设计主要由下面的各个阶段组成。

- ① 市场需求分析 本阶段的标志是完成市场调研报告。
- ② 明确产品的功能目标 本阶段的标志是明确设计任务书。
- ③ 方案设计 拟订运动方案,通过对设计方案的选择与评价,最后决策确定出一个相对最优方案是本阶段的工作标志。
- ④ 技术设计阶段 技术设计是机械设计过程中的主体工作,该阶段的工作任务主要包括机构设计、机构系统设计(含运动协调设计)、结构设计、总装设计等,该阶段的标志是