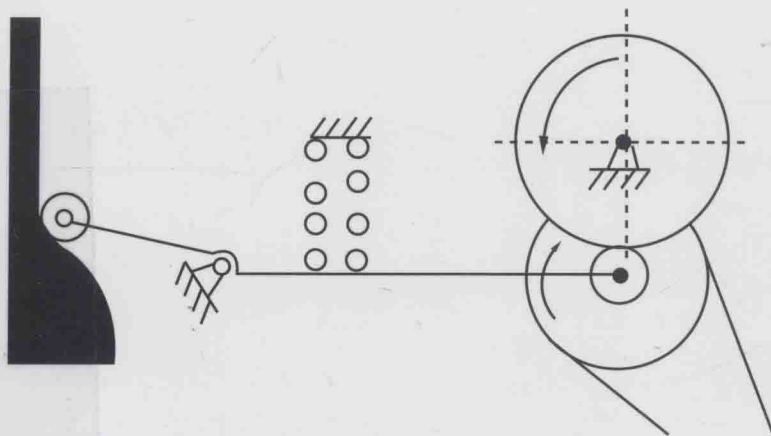


普通高等院校机械工科学科“十三五”规划教材

机械创新设计

JIXIE CHUANGXIN SHEJI

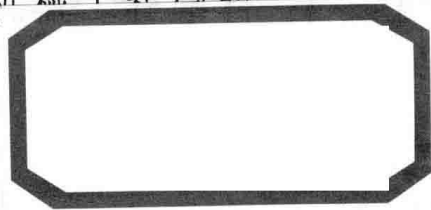
■ 张士军 李丽 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等院校机械工业出版社“1-1-1”规划教材



机械创新设计

张士军 李 丽 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书根据作者在创新方法与机械设计研究与教学方面的经验编写而成的。全书贯穿了学以致用、循序引导、突出重点的指导思想,通过创新热情的激发、基础知识的掌握、创新案例的分析,讲解如何运用创新方法,以通俗易懂的方式,逐步引导创新,旨在培养与提升创新能力。

全书共12章,内容包括绪论、TRIZ创新理论、平面机构及创新设计、凸轮机构及创新设计、带传动及创新设计、齿轮传动及创新设计、轮系及创新设计、滚动轴承及创新设计、螺纹连接及创新设计、轴及创新设计、联轴器与离合器及创新设计、轴颈磨损创新案例分析。

本书适用于广大科研院所、高等工科学校从事机械设计的研究人员或者本科生、研究生对机械创新的学习研究,也可供从事机械设计的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械创新设计 / 张士军, 李丽编著. —北京:国防工业出版社, 2016. 10

普通高等院校机械工程学科“十三五”规划教材

ISBN 978-7-118-11043-2

I. ①机… II. ①张… ②李… 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(2016)第 238637 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 12 1/4 字数 299 千字

2016 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 32.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

前 言

“科技是国家强盛之基,创新是民族进步之魂”“自主创新,方法先行”,创新方法是自主创新的根本之源。机械创新设计是指充分发挥设计者的创造力,利用人类已有创新思维、创新工具或创新方法,设计出具有创造性和实用性的机械机构或机器。目前已有许多创新方法,特别是 TRIZ 创新理论的书籍,也有许多机械创新案例的书籍,然而对于初学者如何基于基本机械基础知识而进行创新引导与设计的书籍并不多见。

本书将机械设计理论与机械原理基础理论知识及先进的创新理论 TRIZ 相结合,以基础知识为依托,进行拓展引导与训练,启发读者创造性地解决问题,旨在培养与提升读者的创新能力。全书贯穿了学以致用、循序引导、突出重点的指导思想,通过知识引导以激发创新热情、循序渐进讲述基础知识、创新拓展提升创新能力的方式,引导如何基于基础知识;运用创新方法,以通俗易懂的方式,逐步引导创新。最后利用 TRIZ 创新理论对轴颈磨损问题进行分析解决,通过实践中的一个典型案例详细阐述了创新思维过程,同时创新效果也充分展示出来,最终得到许多创新解决方案。本书力求做到以下几点。

(1) 少而精。本书避免繁杂的理论推导,注重方法,重在引导,突出重点,结合实际,以达到学以致用、触类旁通的目的。

(2) 由浅入深。创新必须建立在扎实的知识基础之上,从中央到地方,从国家到个人,都非常注重创新,而对于个人来讲,最必要的是要掌握基础知识,这是创新的基石。本书在章节内容的安排上,首先讲述基本的机械基础知识,然后进行创新拓展,逐步提升创新能力。

(3) 先激发兴趣,再学习知识,最后提升创新能力。爱因斯坦说过:“兴趣是最好的老师。”学习兴趣是进行学习的强大内驱力。为了避免枯燥、激发兴趣,在每章的第一节设置知识引导,通过引入工程应用的实例,激发学习热情、提高学习兴趣,培养创新激情。在每一章之后又有创新拓展,利用创新方法,通过创新拓展,提高创新能力。

本书是山东建筑大学机电工程学院张士军博士结合自己多年的实践与教学经验创作而成,是利用机械基础知识结合创新方法进行创新设计的一种尝试,山东建筑大学机电工程学院李丽老师对本书的出版做出了很大的贡献,研究生刘伟江整理了第九章的素材并参与了部分章节附图的绘制工作,在本书的编写过程中参考了大量的网上资料,无法一一列举,在此一并对这些资料的作者表示感谢。然而限于水平,误漏、欠妥之处在所难免,敬请读者批评指正,并发至邮箱 zhangsjsd@163.com,诚致谢意。

张士军
2016 年 10 月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 知识引导	1
1.2 本课程研究对象	2
1.3 本课程研究内容和目的	5
习题	6
第2章 TRIZ 创新理论	7
2.1 知识引导	7
2.2 TRIZ 概述	7
2.2.1 TRIZ 的产生	7
2.2.2 TRIZ 的内容	8
2.2.3 TRIZ 的核心思想	9
2.3 TRIZ 创新原理	10
2.3.1 技术冲突	11
2.3.2 40 个发明原理及其含义	11
习题	19
第3章 平面机构及创新设计	20
3.1 知识引导	20
3.2 平面机构的自由度	21
3.2.1 运动副及分类	22
3.2.2 平面机构运动简图	23
3.2.3 平面机构的自由度	26
3.3 平面连杆机构	30
3.3.1 平面连杆机构的基本类型	30
3.3.2 铰链四杆机构有曲柄的条件	31
3.3.3 平面四杆机构的特性	31
3.3.4 平面四杆机构的设计	34
3.4 创新与拓展	35
习题	36
第4章 凸轮机构及创新设计	39
4.1 知识引导	39

4.2	凸轮机构的组成和类型	40
4.2.1	凸轮机构的组成	40
4.2.2	凸轮机构的类型	40
4.3	推杆运动规律设计	43
4.3.1	凸轮机构的基本术语	43
4.3.2	常见的从动件运动规律	43
4.4	图解法设计平面凸轮轮廓	45
4.4.1	反向创新原理	45
4.4.2	反转法设计凸轮轮廓	46
4.5	创新与拓展	48
	习题	50
第5章	带传动及创新设计	52
5.1	知识引导	52
5.2	带传动的类型和结构	53
5.2.1	带传动的类型和特点	53
5.2.2	V带的结构	56
5.3	带传动的工作情况分析	57
5.3.1	带传动的受力分析	57
5.3.2	带传动的应力分析	59
5.3.3	带传动的弹性滑动和打滑	61
5.3.4	带传动的传动比	62
5.4	V带传动的设计	62
5.4.1	单根V带的额定功率	62
5.4.2	V带传动的设计步骤	64
5.5	带传动的张紧	70
5.6	创新与拓展	71
	习题	73
第6章	齿轮传动及创新设计	74
6.1	知识引导	74
6.2	齿轮传动类型与特点	75
6.3	齿廓啮合基本定律	78
6.4	渐开线齿廓	79
6.4.1	渐开线齿廓的形成和特点	79
6.4.2	渐开线齿廓的啮合特性	81
6.5	渐开线标准直齿圆柱齿轮几何尺寸	82
6.5.1	齿轮各部分的名称和符号	82
6.5.2	渐开线齿轮的基本参数	83
6.5.3	渐开线标准直齿轮的参数计算	84

6.6	渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	85
6.6.1	渐开线直齿圆柱齿轮正确啮合条件	85
6.6.2	外啮合齿轮的标准中心距	85
6.6.3	渐开线直齿圆柱齿轮连续传动的条件	86
6.7	渐开线齿轮的加工与变位	87
6.7.1	渐开线齿廓的切削加工	87
6.7.2	齿轮的根切现象	89
6.7.3	渐开线齿轮的变位	90
6.8	渐开线标准直齿圆柱齿轮的传动设计	91
6.8.1	齿轮传动的失效形式	91
6.8.2	齿轮的材料	92
6.8.3	标准直齿圆柱齿轮的强度计算	93
6.8.4	标准直齿圆柱齿轮的强度计算	94
6.8.5	齿轮传动的精度、结构与设计与润滑	101
6.9	创新与拓展	102
	习题	103
第7章	轮系及创新设计	104
7.1	知识引导	104
7.2	轮系的类型	104
7.2.1	轮系的概念与功用	105
7.2.2	轮系的类型	105
7.3	定轴轮系的传动比	107
7.3.1	定轴轮系的传动比的计算方法	107
7.4	周转轮系及其传动比	110
7.4.1	反转法计算周转轮系传动比的基本思路	110
7.4.2	周转轮系的传动比计算实例	111
7.5	复合轮系的传动比	113
7.5.1	复合轮系传动比的计算方法	113
7.5.2	复合轮系的传动比计算实例	113
7.6	创新与拓展	114
	习题	115
第8章	滚动轴承及创新设计	117
8.1	知识引导	117
8.2	滚动轴承的类型和代号	118
8.2.1	滚动轴承的构造	118
8.2.2	滚动轴承的类型	118
8.2.3	滚动轴承的代号	121
8.3	滚动轴承的选择、失效形式和常用材料	123

8.3.1	滚动轴承类型的选择	123
8.3.2	滚动轴承常用的材料	123
8.3.3	滚动轴承的失效形式	124
8.3.4	滚动轴承的载荷计算	124
8.4	滚动轴承的组合设计	127
8.4.1	滚动轴承的定位与紧固	127
8.4.2	滚动轴承支承部位的刚度和同轴度	128
8.4.3	滚动轴承的拆装	129
8.5	创新与拓展	129
	习题	130
第9章	螺纹连接及创新设计	131
9.1	知识引导	131
9.2	螺纹与螺纹连接	131
9.2.1	螺纹的主要参数和常用类型	132
9.2.2	螺纹连接的类型和标准螺纹连接件	135
9.3	螺纹连接的预紧和防松	139
9.3.1	螺纹连接的预紧	139
9.3.2	螺纹连接的防松	140
9.4	螺纹连接的设计	143
9.4.1	螺栓组连接的布置形式	143
9.4.2	螺栓组连接的受力分析	144
9.5	创新与拓展	147
	习题	147
第10章	轴及创新设计	148
10.1	知识引导	148
10.2	轴的类型与材料	149
10.2.1	轴的类型	149
10.2.2	轴的材料	151
10.3	轴的结构设计	151
10.3.1	轴各部分的组成	151
10.3.2	轴上零件的定位	152
10.3.3	轴毂连接	154
10.3.4	轴的安装与加工工艺性	158
10.3.5	轴上零件的布置	159
10.4	轴的设计计算	159
10.4.1	轴的强度计算	159
10.4.2	轴的刚度计算	161
10.5	创新与拓展	161

习题	161
第 11 章 联轴器与离合器及创新设计	163
11.1 知识引导	163
11.2 联轴器	163
11.2.1 联轴器的种类和特性	163
11.2.2 联轴器的选择	167
11.3 离合器	168
11.4 创新与拓展	169
习题	170
第 12 章 轴颈磨损创新案例分析	171
12.1 轴颈磨损问题描述	171
12.1.1 问题分析	171
12.1.2 轴颈磨损传统的解决方法	172
12.2 利用 40 个创新原理求解	175
12.3 解决方案的分类汇总	184
12.3.1 轴承方面	185
12.3.2 轴颈方面	186
习题	186
参考文献	187

第1章 绪 论

1.1 知识引导

在本书中,将学习机械原理和机械零件的基础知识,并运用一种新的问题解决理论——TRIZ 理论——引导进行创新设计。

那么,为什么要创新呢? 14 世纪以前,中国曾是世界经济强国。在长达数千年的历史时期,中国人创造了灿烂的科技文化,引领着全世界的科技创新步伐,为推动人类的进步与发展做出了不可磨灭的贡献。提起我们祖先的科技贡献,很自然会想到四大发明,即火药、造纸、印刷术和指南针。可是除此之外,中国对人类的其他贡献确鲜为人知。美国《研究与发展》评选的 20 世纪下半叶对人类生活方式最有影响的个人计算机、微波炉、复印机等 30 项发明,没有一件是中国人发明的! 有人说,我们发明不出来,却可以购买,但你是否知道购买技术需要付出昂贵代价。例如,一台斗容 90m^3 、工作半径达 100m 大型矿山拉斗铲(图 1-1),价格高达 16 亿人民币;中国卖出 8 亿件衬衫才能买回一架空客 A380 飞机(图 1-2)。在过去的一段时期内,我国存在“以市场换技术”的理念,依靠购买使用国外技术发展经济成为普遍做法,使对外技术依存度比较高。甚至到 2002 年,中国对外技术依存度仍然高达 60%,美国对外技术依存度平均为 6.3%,日本平均为 4.1%,如图 1-3 所示。

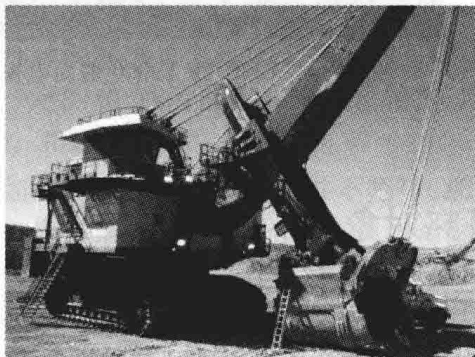


图 1-1 大型矿山拉斗铲



图 1-2 A380 飞机

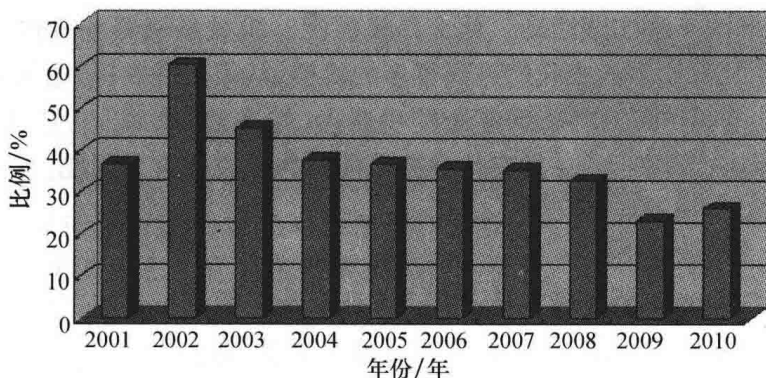


图 1-3 中国 2001—2010 年的对外技术依存度

然而许多核心技术是买不来的,如联想公司以 17.5 亿美元收购了 IBM 的个人计算机(PC)业务。但此前,IBM 已经将它在深圳的合资工厂中技术含量较高的服务器部分剥离,另与长城计算机集团公司成立由它控股 80% 的服务器公司。这样,卖给联想的工厂只剩下 PC 制造部分的一般技术。这说明 17.5 亿美元的高昂代价仍买不到高新技术,更不用说核心技术了。温家宝总理在陕西西北有色金属研究院考察时强调:要永远记着,高技术是买不来的,必须靠我们自己。

怎样才能创新呢?大量的中国企业所存在的最大问题是创新能力不足,根本原因在于所使用的创新方法是传统的、不科学的。本教材引入了世界先进的创新理论——TRIZ 进行机械创新设计。TRIZ 作为一种先进、实用的创新方法,1946 年起源于苏联,早在冷战时期,TRIZ 使苏联在航空航天、军事、重工业等领域领先于世界,成为能与美国抗衡的超级大国;20 世纪末,亚洲金融风暴使韩国三星电子濒临倒闭,又是 TRIZ 使其获得新生,并迅速从“技术跟随者”转变成成为“行业领跑者”,在全球最大消费电子展——2014 年美国国际消费性电子展览会(CES)上,三星公司发布了令人惊叹的“全球最大”105 英寸曲面 UHD TV 和“可弯曲”85 英寸 UHD TV,以及曲面 UHD TV U9000 系列,将引领 UHD 超高清电视步入“曲面时代”,三星 UHD TV F9000 电视实现收看传统电视节目、在线点播视频和玩转智能应用三大核心功能,可以通过手势、语音完成操控,更加方便快捷,图 1-4 所示为三星公司的 UHD TV F9000 电视。近年来,TRIZ 成为世界 500 强企业跨越创新研发瓶颈的秘密武器,使新产品开发缩短 50% 上市时间,提升 60% ~ 70% 开发效率,增加 80% ~ 100% 的专利数量,并大幅提高了专利质量。有了 TRIZ,就能更好地掌握机械设计基础知识;有了 TRIZ,就能快捷地想出更好的设计创意。



图 1-4 UHD TV F9000 曲面电视

1.2 本课程研究对象

机械设计基础与创新研究的是如何利用创新方法掌握机械理论知识,并进行创新设计的一门课程。创新设计是指在充分发挥设计者创造力的前提下,利用前人已有科学技术成果等相关知识进行创新构思,从而设计出能完成原来功能甚至功能更加完备的具有新颖性、创造性及实用性的机械产品的一种实践活动。什么是机械呢?机械是机器和机构的总称。机器对我们来讲并不陌生,在日常的生活中我们见到很多的机器,从家用洗衣机、电风扇,出行用的汽车、火车、飞机、轮船,办公用的计算机,到复杂的机器人、先进的“嫦娥”三号月球车等都是机器。那么,一部机器都由哪些部件组成,具有什么特征呢?为了说明这个问题,首先来看几个具体的例子吧。

1. 机器

汽车是目前出行最常用的交通工具,图 1-5 所示为一辆汽车。汽车行驶时,发动机将汽油或者柴油的化学能转化成机械能,这种机械能通过变速器、驱动桥等传动系统传递到车轮上,从而使车轮转动,实现汽车的行驶。

图 1-6 所示的夏天吹风用的风扇也是一种机器,电动机将电能转换成机械能驱动叶片旋转,旋转的叶片带动空气流动形成风。

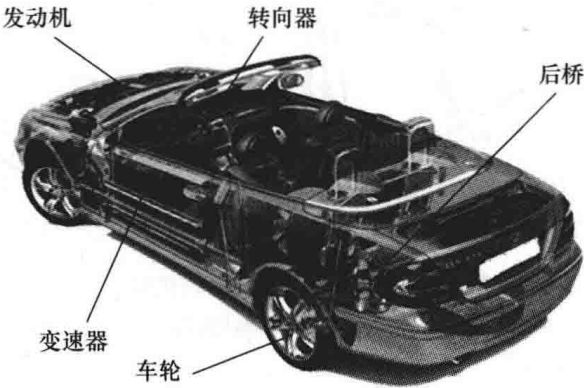


图 1-5 汽车

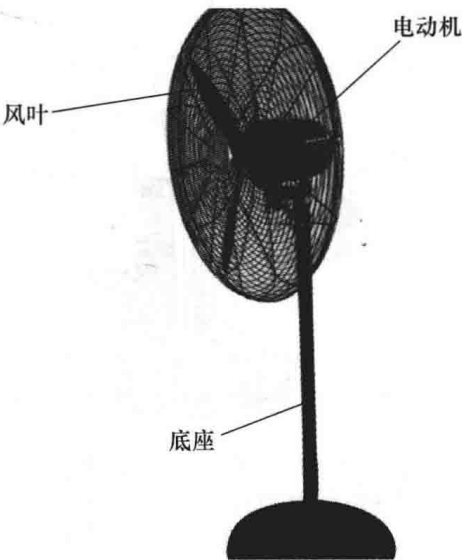


图 1-6 风扇

从上述两个实例可以看出,尽管不同机器的构造、用途和性能各不相同,但是从它们的组成、运动的确定性以及功能转化来看,都具有以下 3 个特征。

机器的 3 个特征

- (1) 它是人为的实体组合。
- (2) 各实体之间具有确定的相对运动。
- (3) 它用来完成有用功、转换能量或处理信息。

凡是能够满足上述 3 个特征的实物组合体就称为机器。要特别强调的是,机器必须能用来完成一定的功、或者能够实现能量转换、或者能够处理信息。

2. 机构

如果说机器对我们来讲并不陌生,那么,相对来讲,机构这个名词日常接触得可能少一些,其实机构也是比较常见的,下面仍以实例来说明什么是机构。前面讲过,汽车是机器,发动机产生的高速旋转运动要减速后传递到车轮上,减速并传递动力的路径就需要一些构件来完成,如变速器中的齿轮,就是齿轮机构,如图 1-7 所示。当动力从一个齿轮的轮齿推动另一个齿轮的轮齿,动力就会由一个齿轮传递到另一个齿轮,从而实现了减速或者增速运动。在工程实际中,人们常常根据实现某些运动形式的机件的外形特点,把相应的一些机件的组合称为机构。除了齿轮机构外,常见的还有图 1-8 所示的凸轮机构。凸轮机构中主要的机件是具有特定轮廓形状的凸轮,工作时利用凸轮的轮廓形状推动从动件,使其按照特定的规律周期性地往复移动或者摆动。另外,常见的机构还有连杆机构,图 1-9 所示为内燃机的曲柄滑块机构由杆状或者块状机件组成的,能够实现转动、摆动或者移动等运动形式的连杆

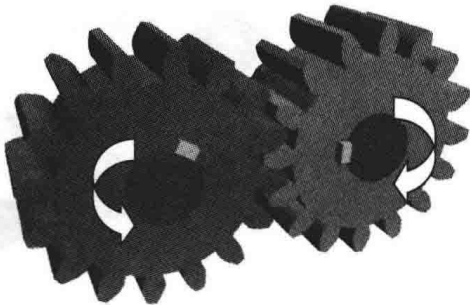


图 1-7 齿轮机构

机构。这些机构在后面章节中将进行详细的讲解。

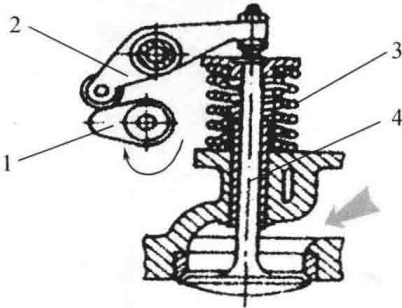


图 1-8 内燃机气门的凸轮机构

1—凸轮;2—推杆;3—气门;4—空气流。

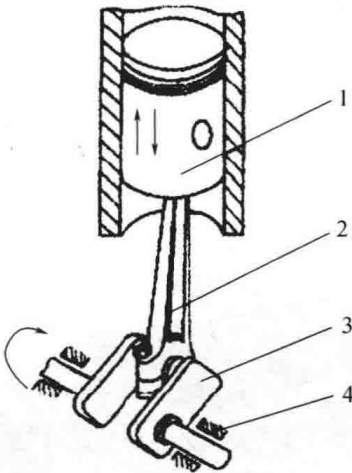


图 1-9 内燃机的曲柄滑块机构

1—活塞(滑块);2—连杆;3—曲轴(曲柄);4—机架。

机器能够用来完成一定的功、或者能够实现能量转换、或者能够处理信息,而机构在机器中只是用来传递运动或者转换运动形式。

机构的两个特征

- (1) 它是人为的实体组合。
- (2) 各实体之间具有确定的相对运动。

凡是能够满足上述两个特征的实物组合体就称为机构。

由于机构具有机器的前两个特征,所以从结构和运动的观点来看,两者并无区别,因此,人们习惯上将机械一词作为机构和机器的统称。机构是由构件或者零件组成的,构件是指机器或机构中独立的运动单元。例如,内燃机内的连杆就是一个构件,在内燃机工作时,组成连杆的所有零件组合在一起作为一个整体独立运动,图 1-10 所示为内燃机的连杆。零件是指机器或机构中独立的制造单元。例如,图 1-10 中组成内燃机的连杆构件的套 1、连杆体 2、螺栓 3、套 4、连杆盖 5、螺母 6 都是零件。

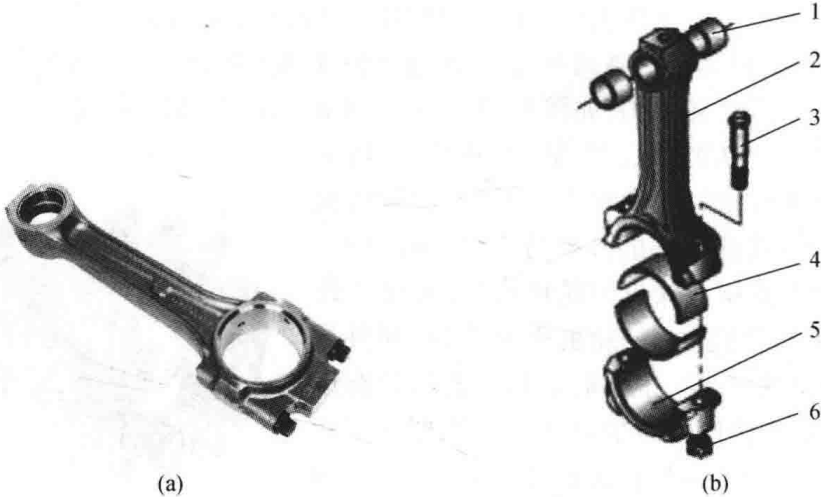


图 1-10 内燃机的连杆

1,4—套;2—连杆体;3—螺栓;5—连杆盖;6—螺母。

3. 创新

2009年4月,英国经济学人信息部(Economist Intelligence Unit)对创新做出以下定义:“创新是指以新颖方式对知识加以运用,并以获取经济收益为主要目的的活动”(Innovation is defined as the application of knowledge in a novel way, primarily for economic benefit)。纵观人类社会发展的文明史,一切生产方式的重大变革都是由于新的科学发明和新技术的产生而引发的,科学技术作为革命的力量,推动着社会向前发展。20世纪初,全球社会生产力的发展中只有5%是依靠技术创新取得的,而现在发达国家中的40%是依靠技术创新取得的。随着科学技术的发展,大量新产品的问世,一方面缩短了产品的平均寿命;另一方面也刺激了人们对新产品的不断需求。改变传统的设计理念,创造新设计方法成为必然,机械创新设计正是在这种大环境下产生的。英国数学家兼哲学家 Alfred North Whitehead 曾说过:“20 世纪最伟大的发明是发明了创新的方法。”本课程将引入 TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) 方法来进行机械创新,TRIZ 是苏联发明家 G. S. Altshuller(阿奇舒勒)及团队自 1946 年开始,花费 1500 人·年的时间,在分析研究世界上 250 万份高水平专利的基础上所提出的,经过 50 多年的发展,TRIZ 已经成为解决发明问题的强有力的方法学,而且该方法已经在苏联、美国、日本和欧洲许多国家的企业应用,解决了成千上万个新产品开发中的难题。Altshuller 如是说:“你可以等待 100 年获得顿悟,也可以利用这些创新原理在 15min 内解决问题”。

1.3 本课程研究内容和目的

1. 本课程研究的内容

1) 创新原理

创新理论主要是回答“怎么做”的问题而引入的。一个人遇到难题时,不断地寻找解决办法,逐一挑选方案,尝试、失败,直到灵感乍现,最终找到解决问题的方法,然而这种灵感的到来可能是在第 10 次、第 20 次、甚至 10000 次尝试之后才能出现,有时甚至不会出现。这种解决问题的方法经常称为试错法,试错法是最原始的寻求新事物、解决新问题的方法,其效率的低下已经是众所周知的了。本书将建立在对大量发明专利分析总结基础上而建立的 TRIZ 引入,并引导读者利用 TRIZ 理论进行机械创新。

2) 机械运动设计和结构设计与创新

机械运动设计和结构设计与创新主要回答“做什么”的问题。分析和研究机械在驱动力的作用下从动件的运动规律或者位置关系,设计构件主动件的形状或者机构形式。在研究机构运动设计的基础上,利用创新方法进行机械执行系统的设计以及机械传动系统的设计。这部分内容的重点是介绍机械设计基础理论知识,利用创新原理创新设计机械结构,以实现机械的预期动作要求。

2. 本课程的目的

当今时代世界经济竞争异常激烈,经济的竞争实质是科技的竞争,科技的竞争关键是人才的竞争,特别是创新型科技人才的竞争。本课程的目的就是为培养创新型人才、提高创新能力而设计的,主要包括以下两个方面的内容。

1) 为学习机械类有关专业课打好理论基础

机械的种类繁多,为了研究工程实际中的各种特殊机械,在高等院校中相应地设置了各种专门的课程。但是,当研究某一具体的机械时,不仅需要研究它所具有的特殊问题,而且需要研

究所有机械的共性问题。本课程在教学中起到承上启下的作用,是高等院校中机械等多种专业的一门主干课程。

2) 为机械产品的创新设计打下良好基础

机械制造业是国民经济的支柱产业。随着科学技术的发展,在机械制造业中,多数产品的商业寿命正在逐渐缩短,品种需求增多;众所周知,现在已经是一个竞争白热化的时代,大企业可以靠大规模投资、大规模推广去赢得优势,去生存发展,那么,中小企业、尤其是基础薄弱、资本小的企业靠什么生存发展,靠什么赢得竞争优势呢?答案很简单:靠创新。这正是本课程所研究的主要内容。

习 题

1-1 举例说明什么是构件、机构、机器,机器和机构有什么特征?构件和零件有何联系与区别?

1-2 试分析下列哪些是机器?

① 活塞; ② 连杆; ③ 风力发电机; ④ 洗衣机。

1-3 对具有下述功能的机器各举出3个实例:将机械能变换为其他形式能量的机器;传递物料的机器;变换物料的机器;变换或传递信息的机器。

第2章 TRIZ 创新理论

2.1 知识引导

2009 年,我国河南省有一位农民工为了验证自己的病是职业病,曾经做出了“开胸验肺”的“壮举”,最后尽管得到了治疗和赔偿,但是这位农民工的寿命也只剩下几年的时间。这个惨痛的例子不仅告诉了人们要爱护环境、珍爱生命,更使人们不得不考虑如果能够彻底消灭矿山工人操作空间中的粉尘,那将是多么有意义的事情。对于矿山除尘问题,曾经尝试过许多方法,为了防治矿山坑道里的粉尘(图 2-1),向钻机等工具喷洒呈锥体状小水珠,能起到一定的效果,且水珠越小,除尘效果越好。问题是小水珠除尘效果虽好,但是容易形成雾,而雾气的扩散又使工作困难;大水珠不容易形成雾,但是除尘效果差。怎么解决这个问题呢?

传统的做法是水珠既不能太小也不能太大,结果就使洒水除尘的效果既不很明显也不十分影响工作。上述这种方案尽管对除尘起到一定的作用,但是操作工人长期工作在这种环境下,仍然会对身体产生危害。其实这个问题利用 TRIZ 来解决就很容易了。

针对该问题利用 TRIZ 得到的解决方案是将大水珠与小水珠同时进行喷洒,而大水珠与小水珠的喷洒区域是不同的,即喷嘴外围喷射大水珠,里面喷射小水珠。大水珠形成的外围水帘可防止里面小水珠形成雾,同时里面的小水珠也有利于坑道除尘效果。方案如图 2-2 所示。这个解决方案很好地实现了矿山除尘问题,并且不影响工作。这个方案的获得利用了 TRIZ,那么什么是 TRIZ,又如何利用 TRIZ 得到解决方案呢?本章主要介绍 TRIZ 理论的由来以及 TRIZ 中的创新原理。

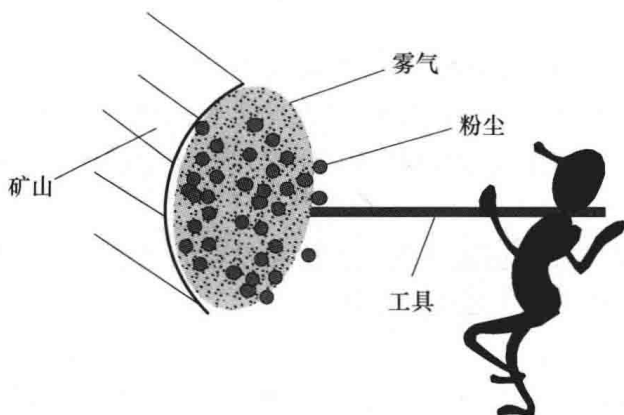


图 2-1 矿山开采示意图

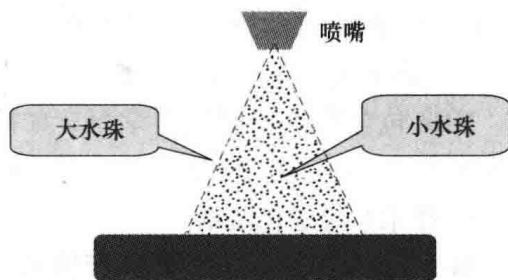


图 2-2 改进后的钻机和料车的工作机构

2.2 TRIZ 概述

2.2.1 TRIZ 的产生

TRIZ 的含义是“发明问题解决理论”,由俄文“теории решения изобретательских задач”,

按 ISO/R9 - 1968E 规定,转换成拉丁文“Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch”的词头缩写,其英文全称是 Theory of the Solution of Inventive Problems。而在我国国内有的将其译为“萃智”,也有的译为“萃思”。

TRIZ 是苏联发明家阿奇舒勒及其领导的一批研究人员,自 1946 年开始,分析了全球 200 多万份专利,并提取了其中的 40 多万份具有代表性的高水平专利,从中提炼出了一些发明方法,提出了发明问题解决理论。TRIZ 曾经被当时苏联列为国家机密,为苏联的科技进步起到了很大的作用。

阿奇舒勒 1926 年 10 月 15 日出生于苏联的塔什干。阿奇舒勒在 14 岁时就发明了水下呼吸机,即在无潜水服的情况下,从被困的潜水艇中逃生的方法,并获得了首个专利证书,这项发明随即被定为军事机密。后来,人们发现了阿奇舒勒的发明天份,将他安排到海军专利局工作。当时苏联和其他国家的科技人员还都认为发明是由偶然顿悟产生的结果,发明的想法来源于突然产生的思想火花。而阿奇舒勒在接触了大量的专利后,他发现发明是有一定规律的,如全世界利用莫比乌斯圈发明的专利有 100 多项,在阿奇舒勒看来,人们在解决发明问题的过程中,所遵循的科学原理是客观存在的,不同行业中的问题采用了相同的解决方法,这些方法只是没有被总结提炼而已,他认为这些方法可以整理提炼成一种理论,掌握该理论的人不仅可以提高发明的成功率、缩短发明的周期,更会使发明具有可预见性。阿奇舒勒在研究了大量的世界范围的专利后,提炼出了许多不同的发明办法,他说:“你可以等待 100 年获得顿悟,也可以利用这些原理用 15 分钟解决问题。”

自 TRIZ 创建以来,经过半个多世纪的发展,TRIZ 和方法已发展成为一套解决新产品开发实际问题的比较成熟的理论体系,并已经为众多知名企业取得了重大的经济效益和社会效益。2007 年,温家宝总理便做出了“自主创新,方法先行”的重要批示,从此以后我国展开了对 TRIZ 的大范围的推广与普及活动。

2.2.2 TRIZ 的内容

TRIZ 是到目前为止世界上最先进而实用的发明创新的方法学,被誉为解决发明问题的神奇的点金术。TRIZ 主要内容包括资源、技术冲突、40 个发明原理、物理冲突、分离原理、物场分析、76 个标准解、最终理想解、技术系统进化论、发明问题解决算法 (ARIZ)、效应知识库等多种分析问题和解决问题的方法和工具。

TRIZ 包含着许多系统、科学而又富有可操作性的创造性思维方法和发明问题的分析方法与解决工具。经过半个多世纪的发展,TRIZ 形成了九大经典理论体系。

1. 技术系统进化法则

揭示了系统发展变化的规律与模式,是 TRIZ 的理论基础,可以直接用来帮助解决新产品研发中的问题,可以预测技术和产品的未来发展,并对产品的技术成熟度进行评价,是企业进行专利布局和实施专利战略的有效工具。

2. 最终理想解

TRIZ 在解决问题之初,首先抛开各种客观限制条件,通过理想化来定义问题的最终理想解 (Ideal Final Result, IFR),以明确理想解所在的方向和位置,保证在问题解决过程中沿着此目标前进并获得最终理想解,从而避免了传统创新方法中缺乏目标的弊端,提升了创新设计的效率。最终理想解是跨领域解决问题和进行原始创新的有效工具。