



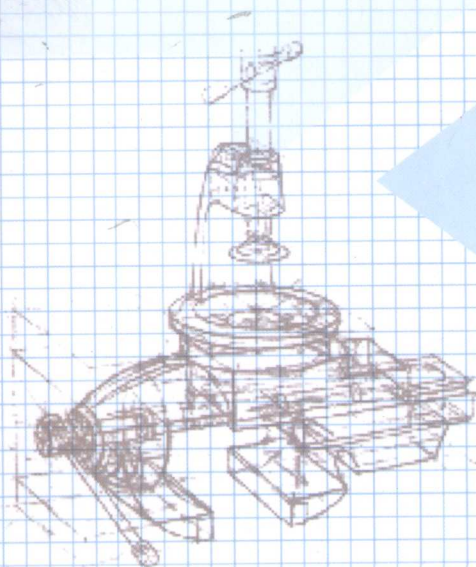
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高职高专规划教材

机械创新设计

JI XIE CHUANG XIN SHE JI

第2版

罗绍新 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高职高专规划教材

机械创新设计

第2版

主编 罗绍新
参编 倪森寿 吕伟文
主审 钱瑞明

图书在版编目(CIP)数据

机械创新设计/罗绍新主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2007.11

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高职高专规划教材

ISBN 978-7-111-23386-8

I. 机… II. 罗… III. 机械设计—高等学校—教材 IV. TH132

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第16384号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:王静 责任校对:张殿群

封面设计:王奕文 责任印制:李 刚

北京中兴印刷有限公司印刷

2008年1月第2版第1次印刷

184mm×260mm·10.5印张·327千字

0 001—4 000册

标准书号: ISBN 978-7-111-23386-8

定价: 18.00元



机械工业出版社

林遵殿赋选案国“五一十”育遵学高函普
林遵殿赋学高厚高

本教材系统地介绍了机械创新设计的基本知识和方法,力求理论联系实际,提高读者创新设计的能力。

本教材主要内容有机械创新设计的基础知识,原理方案的创新设计,机械结构创新设计,再生运动链法创新设计,反求工程与创新设计,机构创新设计的智能化方法以及机械系统创新设计实例分析。全书力求激发学生创新潜能,通过对学生创新能力和工程应用能力的培养,体现高职高专应用教育的特点。

本教材是教育部规划和推荐使用的高职高专机械类教材,可作为高职高专院校机械类和近机类专业的教材,也可作为有关教师及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/罗绍新主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2007.11

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高职高专规划教材
ISBN 978-7-111-22336-8

I. 机… II. 罗… III. 机械设计—高等学校:技术学校—教材
IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第167384号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:王海峰 责任校对:张晓蓉

封面设计:王奕文 责任印制:李妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2008年1月第2版第1次印刷

184mm×260mm·10.5印张·257千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-22336-8

定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379711

封面防伪标均为盗版

第2版前言

本书第1版教材是普通高等教育“十五”国家级规划教材，问世以来受到高职高专院校同行和企业界工程技术人员的肯定，今又被教育部列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。为了更好地适应高职高专人才培养的需要，特对第1版教材进行了修订。

本书在修订过程中，力求体现高职高专教材应有的实用性、先进性，精选基础、核心的内容，满足“必需、够用”为度。对基本概念、基本理论、基本方法的论述做到深入浅出，叙述简明，内容的编排由易到难，循序渐进。本书强调科学性和先进性，突出新观念、新技术、新工艺，增加了丰富的、源于生活、体现时代特色并与社会经济、科技发展密切联系的知识素材。本书在修订中添加了原教材中缺少的部分理论，便于学生更好地了解创新设计的完整体系；增加了一些创新设计实例，特别是把全国大学生机械创新设计大赛中的优秀作品作为实例添加到了本书中，让学生觉得机械创新设计并不是高不可攀的，以激发学生的创新欲望，培养学生的创新设计能力、综合设计能力和团队协作能力。另外，本书在每章开始都增加了导学，便于学生更好地学习和掌握课程内容。

本书的绪论、第一章、第二章、第三章、第五章、第七章由南京工程学院罗绍新编写，第四章由无锡职业技术学院倪森寿编写，第六章由无锡职业技术学院吕伟文编写。全书由罗绍新主编并负责统稿。

本书承东南大学钱瑞明教授审阅，并提出许多宝贵意见与建议，我们在此表示衷心感谢。本次修订还要感谢南京工程学院冯永伟和王育荣两位老师提供的参加全国大学生机械创新设计大赛的优秀作品。

由于作者水平有限，错误和不当之处在所难免，另外，由于创新教育是一个全新的课题，许多东西尚处在探索之中，编者在编写过程中参考了许多论文论著，有些地方引用了文中的部分成果和观点，参阅了目前已出版的这方面的教材，在此特向原作者表示感谢，并请各位读者批评指正。

编者

第1版前言

20世纪90年代以来,科学技术与经济的结合日益密切,知识对人类社会的经济和生活的影响日趋明显,知识比以往任何时期都表现得更为重要,知识的更新比以往任何时期都更快,人类社会步入了以知识的生产、分配和使用为基础的、以创造性的人力资源为依托的、以高科技产业为支柱的知识经济时代。知识经济的社会是创新的社会,创新是知识经济的灵魂,而技术创新又在其中发挥着极其重要的作用。

技术创新强调的是市场对主体创新活动的过程及结果的认可,它不在乎创新的主体是谁,它关注的是技术在市场上的实现方式。技术教育中的“创新”,其目的是培养学生的创新精神、创新思维和实践能力,是一种对能力的培养和评价,因而它是一个面向市场的人力资源开发的概念,它强调的是以人为本的技术的学习和应用过程,它关注的是创新主体在这一过程中表现出的个性,即使这一过程需要团队的形式,但最终的、基本的考查目标仍然是个人。

当今世界的竞争,归根到底,是综合国力的竞争,实质上也是知识总量、人才素质和科技实力的竞争。而创新能力的高低是衡量人才素质的一个重要指标。创新就是发现或发明新思维、新理论、新方法、新技术或新产品,创新就是生命。在培养具有创新能力的跨世纪的高素质人才上,教育具有义不容辞的重要作用。

高职高专教育是培养第一线的应用型人才,更应关注企业的技术创新活动,深入研究技术创新与技术教育的关系,这对正确定位高职高专教育的功能,规划高职高专教育的人才培养模式,更好地为企业服务是十分必要的。让学生充分了解专业技术的发展现状,尤其对技术应用创新的典型案例及创新思路、方法有较全面的了解和较为深入的理解,启发学生的创新意识、激发学生的创新欲望。注重培养学生的合作能力、自我调节能力、独立思维能力、创新能力、科技成果转化能力及分析解决问题的能力。

在第一次全国高职高专教学工作会议上,教育部领导指出,加强高职高专教材建设工作是今后一个时期的重点任务之一,提出用两到三年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,解决好新形势下高职高专教材的有无问题,为此,我们组织编写了《机械创新设计》作为高职高专的一本教材。全书的绪论、第一章、第二章、第五章、第八章由南京工程学院罗绍新编写,第三章、第七章由无锡职业技术学院倪森寿编写,第四章、第六章由无锡职业技术学院吕伟文编写。全书由罗绍新主编并负责统稿。

本书承东南大学钱瑞明教授审阅,并提出许多宝贵意见与建议,我们在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,错误和不当之处在所难免。另外,由于创新教育是一个全新的课题,许多东西尚处在探索之中,编者在编写过程中参考了许多论文论著,有些地方引用了文中的部分成果和观点,参阅了目前已出版的这方面的教材,在此特向原作者表示感谢,并请各位读者批评指正。

编 者

于江苏南京

目 录

第 2 版前言

第 1 版前言

绪论	1
第一章 机械创新设计基础知识	9
第一节 机械的基础知识	9
第二节 机械运动与控制	16
第三节 机械创新设计中的创新思维与技法	25
第四节 机械创新设计中的创新原理	30
思考题	36
第二章 原理方案的创新设计	37
第一节 原理方案设计	37
第二节 功能原理方案的创新设计	40
第三节 设计目录	46
第四节 原理方案创新设计的评价	54
第五节 原理方案的创新设计实例	56
思考题	61
第三章 机械结构设计与创新	62
第一节 机构的结构分析及设计	62
第二节 机构的组合与创新	73
第三节 机构的演化与变异	81
第四节 机构的选型与创新	93
第五节 机械结构创新设计实例	98
思考题	104
第四章 再生运动链法创新设计	105
第一节 再生运动链法创新设计流程	105
第二节 再生运动链法创新设计应用	106
第三节 再生运动链法设计应注意的问题	111
第四节 再生运动链法创新设计实例	112
思考题	115
第五章 反求工程与创新设计	116
第一节 反求工程概述	116
第二节 实物反求设计与创新	119
第三节 软件反求设计与创新	126
第四节 反求创新设计实例	129
思考题	132
第六章 机构创新设计的智能化方法	133

第一节 机构创新设计智能化的必要性	133
第二节 机构创新设计的智能化方法	133
第三节 机构创新设计智能化方法实例	136
思考题	142
第七章 机械系统创新设计实例分析	143
第一节 电脑多头绣花机的改型设计	143
第二节 小型钢轨砂带成形打磨机的设计	146
第三节 新型内燃机的开发	149
第四节 可升降省力便携式轮椅设计	152
参考文献	160

绪 论

一、创新与社会发展

1. 创新是人类文明进步的原动力

创新是人类文明进步、技术进步、经济发展的原动力，是国民经济发展的基础。纵观人类的进步史和中华民族的发展史，不难发现，生机勃勃的发展时期总是充满了人文科学和科学技术的创新，发展和进步总是伴随着创新而存在。哪一个民族和国家善于创新，就发展，就强大；反之，死气沉沉，墨守成规，因循守旧，就落后，就失败，在世界上就会处于被动挨打的地位。哪一个民族和国家在某一个时期善于创新，这个时期它就发展，就强大；反之，哪个时期它满足、僵化、教条，创新能力就衰退，就走向落后。创新在人类社会进步过程中，不仅对人类科学世界观的形成和发展产生了重大而深远的影响，而且使科学成为一种在历史上起推动作用的革命力量和社会变革的有力杠杆，极大地促进了人类文明发展的进程。

中国古代文明以及中华民族五千年文明史的形成和连续发展，充分证明了中华民族是一个充满智慧、富于创新的民族。西方学者的统计表明，现代社会赖以建立的基本发明创造有一半以上来自中国。近代以来中国的落后，并不能说明中国人缺乏创新能力，只是这种创新能力在政治、经济、文化、传统尤其是儒家文化以及外来入侵等多种因素的作用下，被埋没于一个缺乏创新体系的社会之中，或者说由于中国古代的创新体系在现代科学兴起之时未能得以创新，从而制约甚至扼杀了民族的创新能力，导致了国家和民族的落后。

近代以来，西方一些国家之所以发展迅速，成为强国，就是由于他们通过文艺复兴和启蒙运动等思想运动，使人们从封建专制和神学统治中解放出来，观念发生了根本的转变，为创新、为人类智慧和才能的发展铺平了道路。在1953~1973年的20年间，在世界总共500种重大技术发明和创新中，美国就占了一半。正因为如此，它在国际市场上总有最具竞争力的产业和商品，因此，一个多世纪以来，它一直是经济实力最强的国家。仅以美国20世纪80年代以来发展具有高知识含量、高回报率的经济，向立足于制造业的日本经济挑战为例，在日本仍以数倍于美国的速度发展汽车、钢铁、家用电器等产业时，美国却以千倍于日本的速度发展具有高知识、大信息含量的计算机与软件产业，使这些产业成了美国经济增长的主要源泉。现在信息产业已占其国内总产值的十分之一，超过了汽车、建筑等重要传统产业的产值。仅比尔·盖茨任总裁的微软公司，就曾一度以每周4亿美元的幅度增加其资产，它的年产值已超过美国三大汽车公司的总和。在知识经济方面的明显优势，成为美国对日取得经济胜利的重要原因。

新中国成立后，我国科技人员经过艰苦创业，取得了“两弹一星”、高速粒子同步加速器、大庆油田勘探开发、万吨水压机等多项辉煌科技成就，特别是实行专利和知识产权保护的法律政策以来，每年的发明成果数以万计。这些成果凝聚着我国广大科研人员的心血和智慧，是极其宝贵的财富。正是这种永不满足的创新精神，给我们展现了一个五彩缤纷的“发明世界”，推动着人类社会的发展。中国的联想集团、方正集团等企业，其创造价值成倍、几十倍、几百倍地增长，充分显示出知识创新和技术创新在促进经济发展中的巨大作用。由

由此可见,在知识经济时代,一个国家的创新能力,包括知识创新和科技创新能力,是决定该国在国际竞争和世界总格局中地位的重要因素。

20 世纪是知识不断创新、科技突飞猛进、世界深刻变化的世纪,21 世纪科技创新将进一步成为社会和经济发展的主导力量。世界各国综合国力竞争的核心,是知识创新、技术创新和高新技术产业化。创新是一个国家国民经济可持续发展的基石。对于一个国家而言,拥有持续创新能力和大量的高素质人力资源,就具备了发展知识经济的巨大潜力。缺乏科学储备和创新能力的国家,将失去知识经济带来的机遇。江泽民同志根据世界发展趋势的主要特点,及时指出“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”,尤其强调科技创新,这确是对时代脉搏的准确把握,是对近代以来世界历史发展,特别是对当前国际激烈竞争的科学概括,是创新问题上的一大创新。

2. 创新是技术进步的主要途径

技术进步一般通过技术创新来实现。技术创新是企业实现可持续发展的基础,是国家实现经济持续增长的重要来源。没有技术创新,企业生产的产品或提供的服务就难以适应市场需求结构的变动,企业产品的市场份额就会不断下降,最终被挤出所占领的市场,直到破产或倒闭。

(1) 技术创新的特点 首先,技术创新是高风险的活动。技术创新需要相应的投入,投入的多少取决于技术创新的程度。这种投入有时不只存在于技术的研究开发阶段,还可能延伸到生产经营的管理阶段和市场营销阶段,如投资机械设备、开辟营销网络等。这些投入能否实现价值补偿,受到许多不确定因素的影响,既有来自技术本身的不确定性,也有来自市场和社会的不确定性,可能使技术创新的投入难以得到回报。

其次,技术创新也是高收益的活动。在经济活动中,高风险与高收益总是同时并存。据有关资料显示,技术创新有 20% 左右的成功率就可以收回技术创新的全部投入并获得相应的利润。也正是因为这样,世界许多国家相继建立了风险投资银行,向企业的技术创新提供风险性贷款,促进技术创新。现在许多企业也正是以技术创新的高收益性为准绳进行这一工作而获得发展的。

最后,技术创新具有超前性和先进性。技术创新必须具有超前性,否则就只是原有技术的低级繁衍,难以生产出满足变动中的市场需求的商品,难以提高企业的竞争能力。只有具有超前性的技术创新,才能占领竞争的制高点,赢得竞争的胜利。尽管如此,我们还必须强调,技术创新的超前必须与其适应性、可行性相结合。否则,太超前的技术可能在技术上不可行,另一方面可能难以适应市场需要,这都会增加技术创新的风险。

(2) 技术创新的范畴 技术创新一般是指新产品的开发、新工艺的应用、新技术的推广与扩散等各种围绕技术而展开的商业活动。技术创新不同于发明和重大科学发现。发明和科学发现是属于基础科学研究的范畴,一般不能直接用于生产经营活动,不能直接产生经济效益。而技术创新位于技术开发和研究阶段,有赖于发明和重大科学发现。但是大部分技术创新是在原有的发明和发现的基础上不断进行创新活动,形成差异性的产品。由此可见,一个重大的科学发明或发现,能引发一系列的技术创新。

技术创新包括三个基本的方面:一是产品创新,即在技术变化基础上的产品商业化,既可以是全新技术的全新产品商业化,也可以是技术发现后的现有产品改进。二是过程创新,也叫工艺创新,是指商品生产技术上的重大变革,包括新工艺、新设备及新的经营管理和组织方法的创新。产品创新侧重于劳动对象,而过程创新则侧重于劳动手段和相应的组织管理

方法。三是技术的扩散,是指技术通过市场或非市场渠道的传播。没有技术扩散,创新的技术就不可能产生最佳的经济效益。从技术创新所包括的内容看,技术创新在企业的生产经营、组织管理以及科研的每个环节中都存在,无论是一般劳动者,还是生产经营者、科研人员,都有机会、有义务、有责任进行技术创新活动,以实现自身价值,推动企业的可持续发展和国民经济的持续增长。

(3) 技术创新是企业生存之本 在知识经济时代,企业的生产经营活动环境将发生重大变化,人们的消费观念由数量型转向质量型,以追求享受和发展,知识产权对技术创新的保护更加有效,技术贸易壁垒也更趋坚实,新技术不断涌现,技术生产周期不断缩短。在这种情况下,企业不进行技术创新就会灭亡。

首先,企业生产经营进入网络化、信息化、国际化,技术传播交流速度加快,这使得技术扩散更加迅速。一个企业的技术创新在某一领域的短期存在是可能的,但长期存在难以有效维持。企业可以利用技术创新成果的外部经济效应,进行相应的模仿和进一步的创新,但这将导致企业因技术创新带来的收益期缩短,收益量减少,比较优势丧失。这在客观上要求企业不断进行技术创新,不断取得比较优势。

其次,人们的生活水平不断提高,消费观念将由数量型转为质量型,以追求更高层次的享受,而且这种追求将会随知识经济的进展和科学技术的进步不断加深,会随不同的企业提供的不同产品而不断变化。作为以向市场提供产品为基本任务而存在的企业,则必须以满足消费者的这种变化着的需求为宗旨,进行不断的技术创新。

再次,知识和技术是经济社会的重要资源,是经济增长的重要来源和实现可持续发展的有效途径。在这种情况下,不同的企业和国家会通过知识产权的完善来严格维护技术创新成果的一系列权利,会通过技术贸易壁垒减少技术的国际贸易量。这不仅使得技术的引进和摹仿更加困难,而且引进技术所获得的比较收益将相当有限。这要求企业必须自身进行技术创新,不能单纯依赖引进和模仿。

最后,由于新技术的创新不断涌现,技术因无形磨损而使其生命周期越来越短,企业难以像现在这样,可以在较长的时间里享受某一技术创新的成果,而必须制定相应的技术创新计划,使技术创新具有连续性,从不断的技术创新中获取收益,从而持续地向前发展。

二、创新教育与人才培养

1. 21 世纪教育的特点

高等院校、科研部门和企业是培养创造型人才的摇篮,而科研部门和企业的人才大多来源于高等院校。培养 21 世纪的创新人才,高等院校的创新教育是极为重要的一环。联合国教科文组织曾作过调研并预测,21 世纪高等教育具有五大特点:

(1) 教育的指导性 打破注入式塑造学生的局面,强调学生发挥特长,自主学习。教师从传授学生知识的权威变为指导学生学习的顾问。

(2) 教育的综合性 不满足于传授和掌握知识,强调综合运用知识解决问题的综合能力培养。

(3) 教育的社会性 教育由封闭的校园转向开放的社会,由教室转向图书馆、工厂等社会活动领域。现代高科技信息网络技术促进远程高等教育的发展,使人们在计算机终端前可以实现自己上大学或进修学习的愿望。

(4) 教育的终身性 信息时代的到来,使人类进入了知识经济的新时代。知识的迅速更

替,创新的不断加强,使人们的学习行为普遍化和社会化。为了生存、竞争,就必须不断学习,一次性的学校教育转化为全社会的终生教育。

(5) 教育的创造性 为适应科技高速发展和社会竞争的需要,建立重视能力培养的教育观,致力于培养学生创新精神和提高创造力。

近几年国家教育部组织进行的教学调查结果表明,我国高等学校的学生在校期间虽然学到了很多知识,但可应用于创造性劳动的知识太少。据统计,我国近年来涌现出的发明家大多在45岁以上,而按科学技术发展史来看,创造能力发展的最佳阶段为25~45岁。一方面,我们每年培养了近百万的大学生;另一方面,在年轻人中只出现为数很少的发明家。这种状况说明,我们的高等教育对创造发明能力的培养是非常薄弱的。究其原因,其中很重要的是从小学到大学的教学方法存在着严重的弊端。专家指出:人才模式的改革实际上就是人才的培养目标、培养规格和基本培养方式的改革,它决定着高等学校所培养人才的根本特征。人才培养改革的重点,是要加强对学生的素质教育和创新能力培养,鼓励学生的个性发展。

2. 创新能力的培养

为适应21世纪人才培养的要求,必须更新教育思想和转变教育观念,探索新的人才培养模式,加强高校与社会、理论与实际的联系,从以传授和继承知识为主的培养模式,转向加强素质教育和创新能力培养,鼓励学生个性发展,并通过各种教学环节予以落实。

(1) 创新人才的关键特征 科学技术贵在创新和探索,勇于创新 and 善于探索是创造型人才的主要特色。美国犹他大学管理学教授赫茨伯格,通过分析几十年各行各业涌现的大量创新人才的实例,总结出了创新人才的关键特征:

1) 智商高,但并非天才 智商高是创新的先决条件,但未必是天才;智商过高可能有害于创新,因为常规教育成绩超群,会妨碍他寻求更多的新知识。

2) 善出难题,不谋权威 创新人才善于给自己出难题,而不追求权威地位和自我形象。在科学知识急剧增长的时代,创新人才的专长,有赖于不断地学习来维持。驻足于以往的成就,是发扬创新精神的主要障碍。

3) 标新立异,不循陈规 创新人才不能靠传统做法建功立业。创新事业往往是“前无古人”,而惯于在陈规许可范围内工作的人,则把精力消磨于重复性的劳动中。

4) 甘认不知,善求答案 承认自己“不知道”是创新的起点,创新须借助“不知道”带来的压力。

5) 以干为乐,清心寡欲 创新人才能从自己的工作中取得欢乐,会积极自娱于自己的探索、追求和成就,避免在其他方面多费精力。

6) 积极解忧,不信天命 挫折、失败经常伴随在创新的全过程中,创新人才需相信自己的好奇心,不随波逐流或听天由命。

7) 才思敏锐,激情迸发 激情是人对所历、所见和所闻提高认识的概念化感受,是生命的最充分的延伸。创新人才才思敏锐、激情迸发才能进入佳境。

(2) 培养创新意识 创新活动首先来自于强烈的创新意识。创新人才应善于发现矛盾,勇于探索,敢于创新。创造并非少数杰出人才的专利,要相信人人都有创造力,人人都可以搞发明创造。许多“小人物”搞发明的故事,已给我们很多启示。

诺贝尔物理学奖获得者詹奥吉说:“发明就是和别人看同样的东西却能想出不同的事情。”我国著名教育家陶行知先生在《创造宣言》中提出“处处是创造之地,天天是创造之

时,人人是创造之人”,鼓励人们破除迷信,敢于走创新之路。

创造需要付出非凡的劳动,不能幻想囊中取物、一蹴而就,需要有坚定的毅力,克服重重的困难才能取得胜利。爱迪生研究白炽灯时,为寻找灯丝材料曾用过 6000 多种植物纤维,试验了 1600 多种耐热材料。六六六农药因试验 666 次才得到成功,故取此名。

具有敏锐的洞察力,善于发现已有的事物或原理,用以解决矛盾,这也是创新意识的体现。山东有位叫王月山的炊事员观察到灶里的煤火燃烧不旺时,只要拿根铁棍一拨,火苗从拨开的洞眼窜出,火一下就旺起来。后来,他用煤粉做煤球煤饼时,主动在上面均匀地戳几个通孔,不仅火烧得旺,而且节省燃煤。大家熟悉的蜂窝煤就是这样发明的。

(3) 提高创造力 创造力是人的心理特征和各种能力在创造活动中所表现的综合能力。提高创造力应从培养良好的创造心理、了解创造思维的特点、掌握创造原理和创造技法等方面着手。创造力受智力因素和非智力因素的影响。智力因素如观察力、记忆力、想象力、思考力、表达力、自控力等,是创造力的基础性因素。而非智力因素如理想、信念、情感、兴趣、意志、性格等,则是创造力的动力和催化因素。通过对非智力因素的培养,可以调动人的主观能动性,对促进智力发展起重要的作用。人的创造力可以通过学习和训练得到激发,且不断得到提高。

(4) 加强创造实践 创造能力培养的关键是加强创造实践。通过听课、看书、上网查询、参观、看电影和录像等环节,人们可以得到创新产品和创造方法的许多印象、概念,进而了解一些知识、技法。但只有参加创造实践,才可能综合运用所学的一切,解决创造的实际问题,形成创造能力。对于高职高专的学生,除必要的理论教学外,一定要设置一系列设计实践环节,让学生在设计实践中培养综合分析和创新设计的能力。

社会发展需要有主动进取精神和创造精神的人才,而主动进取精神和创造精神的养成离不开人的个性的充分发展。所谓人的个性,是指在一定社会条件和教育影响下形成的一个人的比较固定的特性。高等学校要把鼓励学生个性发展作为重要的教育思想。为激发和充分地发挥每个人的潜能,要创造必要的条件和环境,使他们在各自的基础上提高素质和能力。为提高学生的创新能力,更好地发挥他们的个性,分析和研究创新人才的关键特征和非智力因素在创新能力培养中的作用是很重要的。

三、机械创新设计的概念及过程

设计是人类社会最基本的一种生产实践活动,它是创造精神财富和物质文明的重要环节。创新设计是技术创新的重要内容。工程设计是建立技术系统的第一道工序,它对产品的技术水平和经济效益起决定性的作用,据统计,产品成本的 75%~80%是由设计阶段确定的。

设计的本质是革新和创造。强调创新设计是要求在设计中更充分发挥设计者的创造力,利用最新科技成果,在现代设计理论和方法的指导下,设计出更具有竞争力的新颖产品。

1. 机械创新设计的概念

机械创新设计是指充分发挥设计者的创造力和智慧,利用人类已有的相关科学理论、方法和原理,进行新的构思,设计出新颖、有创造性及实用性的机构或机械产品(装置)的一种实践活动。它包含两个部分:一是改进、完善生产或生活中现有机械产品的技术性能、可靠性、经济性、适用性等;二是创造设计出新机器、新产品,以满足新的生产或生活的需要。由于机械创新设计过程凝结了人们的创造性智慧,因而机械创新设计的产品无疑是科学技术与艺术结晶的产物,具有美学性,反映出和谐统一的技术美。

(1) 机械创新设计与常规机械设计的关系 机械的类型、用途、性能和结构的特点虽然千差万别,但它们的设计过程却大多遵循着同样的规律。概括起来说,常规机械设计过程一般可分为四个阶段:①机械总体方案设计;②机械的运动设计;③机械的动力设计;④机械的结构设计。常规设计一般是在给定机械结构或只对某些结构作微小改动的情况下进行的,其主要内容是进行尺度设计、动力设计和结构设计。

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,特别是在总体方案设计阶段中的主导性及创造性作用。机械创新设计有高低层次之分,这可用创新度来衡量。创新度可用来衡量一个设计项目创新含量的深度和广度。创新度大,创新层次高;反之,创新层次低。例如工厂中的非标准件设计虽属常规设计范畴,却已含有较多的创造性设计成分。

(2) 机械创新设计与机械创造发明的关系 机械的创造发明大多属于机械结构方案的创新设计。创造发明过程及方法的专著已问世,但大多是作宏观概括的论述,缺少具体的可操作性。学生学过之后,在机械创新设计的原理、方法及实现等方面仍缺少实用的知识。机械创新设计要完成的一个核心内容,就是要探索机械产品创新发明的机理、模式及方法,要具体描述机械产品创新设计过程,并将它程式化、量化,乃至符号化、算法化。

2. 机械创新设计的过程

机械创新设计的目标是由所要求的机械功能出发,改进、完善现有机械或创造发明新机械实现预期的功能,并使其具有良好的工作品质及经济性。

机械创新设计是一门有待开发的新的设计技术和方法。由于技术专家们采用的工具和建立的结构学、运动学与动力学模型不同,逐渐形成了各具特色的理论体系与方法,因此提出的设计过程也不尽相同,但其实质是统一的。综合起来,机械创新设计基本过程主要由综合过程、选择过程和分析过程组成。

图 0-1 所示为机械创新设计的一般过程,它分四个阶段:

(1) 确定机械的基本工作原理 它可能涉及机械学对象的不同层次、不同类型的机构组合,或不同学科知识、技术的问题。

(2) 机构结构类型综合及优选 优选的结构类型对机械整体性能和经济性具有重大影响,它多伴随新机构的发明。因此,结构类型综合及其优选,是机械设计中最富有创造性、最有活力的阶段,但又是十分复杂和困难的问题。它涉及到设计者的知识(广度与深度)、经验、灵感和想象力等众多方面。

(3) 机构运动尺寸综合及其运动参数优选 其难点在于求得非线性方程组的完全解(或多解),为优选方案提供较大的空间。随着优化法、代数消元法等数学方法引入机构学,使该问题有了突破性进展。

(4) 机构动力学参数综合及其动力参数优选 其难点在于动力参数量大、参数值变化域广的多维非线性动力学方程组的求解,这是一个急待深入研究的课题。

完成上述机械工作原理、结构学、运动学、动力学分析与综合,便形成了机械设计的优选方案。而后,即可进入机械结构创新设计阶段。

3. 机械创新设计的特点

(1) 独创性 机械创新设计必须具有独创性和新颖性。设计者应追求与前人、众人不同的方案,打破一般思维的常规惯例,提出新功能、新原理、新机构、新材料,在求异和突破中体现创新。

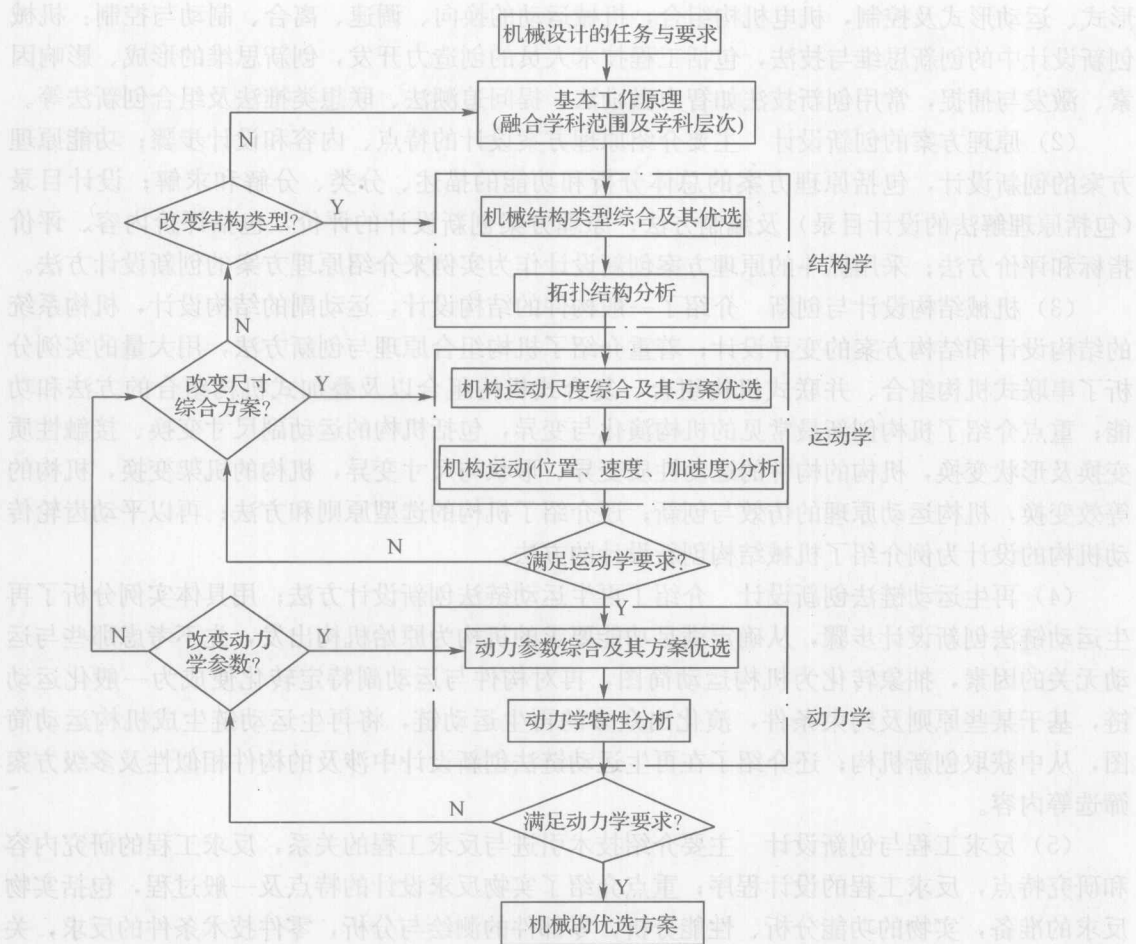


图 0-1 机械创新设计的一般过程

(2) 实用性 机械创新设计必须具有实用性。纸上谈兵无法体现真正的创新。发明创造成果只是一种潜在的财富，只有将它们转化为现实生产力或市场商品，才能真正为经济发展和社会进步服务。设计的实用化主要表现为市场的适应性和可生产性两方面。

(3) 多方案选优 机械创新设计涉及多种学科，如机械、液压、电力、气动、热力、电子、光电、电磁及控制等多种科技的交叉、渗透与融合。应尽可能从多方面、多角度、多层次寻求多种解决问题的途径，在多方案比较中求新、求异、选优。以发散性思维探求多种方案，再通过收敛评价取得最佳方案，这是创新设计方案的特点。

四、《机械创新设计》的内容及特点

机械创新设计作为一种新的设计理论、技术和方法，其理论体系有待专家们在总结机械创新设计实践的基础上逐步构建与完善。基于教学改革和培养学生创新能力的需要，我们编写了《机械创新设计》一书。

1. 《机械创新设计》的主要内容

(1) 机械创新设计基础知识 主要介绍机械和机构的基本概念，工程中常用机构的基本类型，机构的组合及组合机构；机械的基本运动形态及其变换，机、气、液机构组合的基本

形式、运动形式及控制,机电机构组合,机械运动的换向、调速、离合、制动与控制;机械创新设计中的创新思维与技法,包括工程技术人员的创造力开发,创新思维的形成、影响因素、激发与捕捉,常用创新技法如智力激励法、提问追溯法、联想类推法及组合创新法等。

(2) 原理方案的创新设计 主要介绍原理方案设计的特点、内容和设计步骤;功能原理方案的创新设计,包括原理方案的总体分析和功能的描述、分类、分解和求解;设计目录(包括原理解法的设计目录)及编制方法;原理方案创新设计的评价,包括评价内容、评价指标和评价方法;采用抓斗的原理方案创新设计作为实例来介绍原理方案的创新设计方法。

(3) 机械结构设计与创新 介绍了一般构件的结构设计,运动副的结构设计,机构系统的结构设计和结构方案的变异设计;着重介绍了机构组合原理与创新方法,用大量的实例分析了串联式机构组合、并联式机构组合、复合式机构组合以及叠加式机构组合的方法和功能;重点介绍了机构创新最常见的机构演化与变异,包括机构的运动副尺寸变换、接触性质变换及形状变换,机构的构件的运动性质变异、形状与尺寸变异,机构的机架变换,机构的等效变换,机构运动原理的仿效与创新;还介绍了机构的选型原则和方法;再以平动齿轮传动机构的设计为例介绍了机械结构创新设计的方法。

(4) 再生运动链法创新设计 介绍了再生运动链法创新设计方法;用具体实例分析了再生运动链法创新设计步骤,从确定满足功能要求的机构为原始机构出发,先不考虑那些与运动无关的因素,抽象转化为机构运动简图,再对构件与运动副特定转化便成为一般化运动链,基于某些原则及约束条件,演化出众多的再生运动链,将再生运动链生成机构运动简图,从中获取创新机构;还介绍了在再生运动链法创新设计中涉及的构件相似性及多级方案筛选等内容。

(5) 反求工程与创新设计 主要介绍技术引进与反求工程的关系,反求工程的研究内容和研究特点,反求工程的设计程序;重点介绍了实物反求设计的特点及一般过程,包括实物反求的准备,实物的功能分析、性能分析,零部件的测绘与分析,零件技术条件的反求,关键零件的反求设计,机构系统的反求设计,并用实例说明其方法及步骤;简单介绍了软件反求设计的特点与一般过程和实例;再以压缩机曲轴的设计为例介绍了反求创新设计的方法。

(6) 机构创新设计的智能化方法 主要介绍了机构创新设计智能化的必要性和智能化方法,包括定向发散的实现,功能组合创新技法的实现,机构综合模型的计算机化,多级方案筛选与评价;并通过成型鼓机构的设计实例来分析机构创新设计的智能化方法。

(7) 机械系统创新设计实例分析 主要介绍了电脑多头绣花机的改型设计,小型钢轨砂带成形打磨机设计,新型内燃机的开发设计,可升降省力便携式轮椅的设计。

2. 《机械创新设计》的特点

(1) 内容的现代化 注意引入本学科最新动态和科研成果以及本课程所涉及的理论在技术中的应用,充分反映现代科学技术的最新进展。

(2) 适应性强 既能满足国民经济建设的需要,又能满足学生的客观条件要求。编入的新理论、新技术、新方法特别注重实用性,并编入供学生查阅的参考文献,每章还附有思考题以帮助学生掌握所学知识。

(3) 具有灵活性 本书的体系和结构能适应科学技术的发展,可以随时增加新内容、新成果。

(4) 重视理论与实践的结合 本书选用了大量实例来增强学生的工程意识。

第一章 机械创新设计基础知识

导学

本章是本教材的基础，具体的内容包括以下四个部分：机械的基础知识，主要介绍机械及其组成、机构及其运动简图、工程中的常用机构；机械运动与控制，主要介绍机械运动形态、机、气、液、电机构的组合以及机械运动的控制；机械创新设计中的创新思维与技法，主要介绍如何开发工程技术人员的创造力、创新思维和常用创新技法；机械创新设计中的创新原理，主要介绍组合原理、分离原理、还原原理、移植原理、迂回原理和完满原理等创新原理。

创新要求设计者在设计的每一个环节上突破常规惯例，追求与前人、众人不同的方案，提出新原理、新方法、新机构、新形式、新材料等，在求异中寻求创新，将设计者的智慧具体物化在整个设计过程中。因此，首先必须掌握创新设计对象的结构、运动、原理等基本知识，这样才能透彻地分析所要创新设计的对象，才能使创新设计出来的产品符合各种基本要求，便于设计出满足所需功能的创新产品。在创新设计的全过程中，创新思维将起到至关重要的作用，深刻认识和理解创新思维的实质、类型和特点，不仅有助于掌握现有的创造原理及由此而创造出的各种创新技法，而且能够推动和促进对新的创新技法的开拓和探索。而创新原理是创新设计的基本理论，通过对几种创新原理的详细介绍，并辅以简单的实例，帮助学生掌握创新设计的基本方法，培养创新思维，积累创新经验，拓宽知识面，从而达到提高学生机械创新能力的目的。

第一节 机械的基础知识

一、机械及其组成

1. 机械的概念

机械是人们用以代替或减轻体力劳动、改善劳动条件、提高产品质量和生产率的工具。在日常生活和工作中，常把具体的机械叫做机器，如汽车、飞机、起重机、挖掘机、轧钢机、机床、缝纫机、洗衣机等。尽管它们的特点、用途、形态、性能、结构各不相同，但仍具有下列共同特征：

- 1) 它们都是执行机械运动的装置。
- 2) 它们都能进行物料或信息的变换与传递，并完成有用的机械功或实现能量转换。

从机械学的角度看，电视机、计算机不是机械，这是因为它们的内部结构不是执行机械运动的装置，所以诸如此类的产品设计不在本书的讨论范围之内。而诸如剥线钳、门窗启闭的杆件系统等装置，因不做有用的机械功及能量转换，一般称其为机构。机构也是执行机械运动的装置，故纳入机械的概念中。是否完成有用的机械功或能量转换，是辨别能否成为机器的关键条件。本书中的机械主要是指由动力机和若干机构组合而成的机械系统。

2. 机械的分类