

本书为适应新世纪创新人才培养的需要,将创新思维的主要技法与设计实践相结合,力求反映当今学科交叉的创新成果,为渴望培养创新意识和提高创新能力的读者,提供具有可操作性和实用性的指导。

全书共分十一章,第一章至第五章重点介绍了创新思维的特点及如何培养创新能力;后续章节对常用创新技法,如智力激励类技法、设问类技法、列举类技法、联想类技法,整理类技法、组合类技法等,结合各领域中创新设计的实例,为读者讲授了创新技法的操作和使用方法。举例内容广泛、新颖,实例分析生动、详实。

为便于读者在学习过程中参与创新设计实践,本书在每一章节后均附有一定量的设计题目或思考题。

本书可作为高等工科院校使用教材,也可供爱好创新设计的读者参考。

图书在版编目(CIP)数据

创新设计思维与技法 刘莹,艾红主编 北京:机械工业出版社,
2009.12

(高等院校现代机械设计系列教材)

ISBN 978-7-111-30000-0

I ①刘莹 ②艾红 III ①机械设计—高等学校—教材
IV ①TB12

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第123456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:刘小慧 版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:张静 责任印制:施红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2009年12月第1版第1次印刷

16开本 787mm×1092mm 1/16 印张:12.5 千字:200

定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68995199

封面防伪标均为盗版

高等院校现代机械设计系列教材

编 委 会

主任委员	清华大学	吴宗泽
副主任委员	北京工业大学	王大康
	北京科技大学	罗圣国

委 员 (按姓氏笔画为序)

北京理工大学	万小利
北京航空航天大学	王之栎
华北科技学院	田忠友
清华大学	刘 莹
机械工业出版社	刘小慧
北京化工大学	张有忱
中国农业大学	张淑敏
北京科技大学	李 威
北京机械工业学院	姚文席
装甲兵工程学院	韩 玥

序 言

为了满足 21 世纪我国社会主义现代化建设和科学发展的需要，培养高素质的专门人才，高等机械工程教育按照“教育要面向现代化、面向世界、面向未来”的方针，在教育思想、教学内容和教学方法等方面进行了全方位的改革。

机械设计系列课程在机械工程学科中占有重要地位，它是面向工科相关专业的课程改革的重要组成部分，而教材建设又是教学改革的核心。为此，北京市高等教育学会机械设计研究分会组织北京市和外省市部分院校有丰富教学经验的教师，采取老、中、青相结合的方式编写了这套现代机械设计系列教材。该系列教材按照教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的精神组织实施，充分反映了有关学校机械工程学科发展和机械设计系列课程改革的成果，其主要特点为：

1. 总结了各院校近年来机械设计系列课程的教学改革经验和方法，教材内容编排贯彻系统合理、精选内容、理论联系实际、便于教师教学和学生学习的原则。

2. 本系列各教材在体系上作了科学的分工，既体现了传统的教学内容，又立足于创新，反映了本学科发展的部分新内容。

3. 本系列教材是一套较为完整的系统教学用书，通过学习可以达到整体优化学生的知识、能力和素质，加强综合设计能力和创新设计能力培养之目的，可供不同专业、不同办学方式的学校选用。

4. 为配合各校开展多媒体教学，便于指导学生学学习，在多数教材中配备了光盘，有利于读者使用。

由于编写本套教材工作量较大，时间短，又缺乏经验，加上编者水平所限，教材中难免有不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

北京市高等教育学会机械设计研究分会
高等院校现代机械设计系列教材编委会

2000 年 4 月

前 言

21世纪将是科学技术推动知识经济迅猛发展的时代，也是人类的创新思维展现和创新能力发挥的时代。当新世纪的钟声敲响之际，唤醒了中华民族强烈的创新意识。“创新是一个民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力，大力弘扬创新精神，增强创新能力，是关系我国 21世纪发展的一个重大课题。”尤其是处在科学技术突飞猛进，知识经济初现端倪的新经济时代，我们面临着严峻的挑战和难得的机遇。我国作为一个发展中国家，要赶超的目标发展得越来越快，即使紧紧跟踪都显得落后，只有走超常规、跨越式发展的道路，也就是说只有走创新兴国之路。没有创新就会落后，落后就会挨打。全球范围的经济与科学技术的竞争，国际政治风云的变幻，都告诉我们，一个伟大的创新时代需要一大批创新人才为之奋斗。

创新人才的培养，根本的一条就是要靠教育。高等教育承担着培养适应社会经济发展与科技进步的大批创新人才的历史重任，能否通过创新教育培养具有创新能力和创造精神的人才，这是关系我国科技进步与社会发展的百年大计。因此，中国的发展与建设迫切要求教育的创新。

作为一个教育工作者，在全面审视时代的需要时，倍感自己肩负的历史重任。为实现中华民族的伟大复兴，培养适应时代发展需要的创新人才，我们进行着不断的探索和研究。由清华大学、哈尔滨理工大学等高校的专家学者积极策划和编写了《创新设计思维与技法》一书，以期为高等学校开展创新教育贡献微薄之力。

本书注意尝试学科的交融，从开发学生的创新思维，培养创新能力出发，引入各种创新技法和创新设计实例，达到学以致用为目的。作者在编写的过程中，将自己多年来从事创新教学和科研的成果及心得，经过加工整理，撰写成书。本书的特色定位在融创新思维、创新技法和创新设计为一体。从创造学出发，将传统设计方法、思维方法与创造思维和技法相融合，具有可操作性与实训性。为渴望培养创新思维和提高创新能力的读者提供具体指导，也为理工科大学生提供一部提高综合素质和创新能力的教科书。

全书共分 6章，第一章至第四章重点介绍了创新及创新思维的基本理论、概念、特点及如何培养创新能力；第五章为创新思维与创新能力的综合训练，列

举了内容广泛、新颖的训练题目，具有可操作性；第六章至第十章介绍了常用创新技法，包括：智力激励类技法、列举类技法、联想类技法、组合类技法和整理类技法等。结合各领域的创新设计实例，为读者介绍了创新技法的操作和使用方法。为便于读者在学习过程中实际参与创新设计实践，本书在每一章节后均附有一定量的设计题目或思考题，供读者参考。

全书由清华大学刘莹副教授和哈尔滨理工大学艾红副教授担任主编，由清华大学黄纯颖教授、北京工业大学王大康教授和哈尔滨理工大学崔玉祥教授审稿。参加编写的有：清华大学高志、黑龙江省教育学院石秀竹、北京联合大学夏齐霄、装甲兵工程学院李永东等。本书在编写过程中得到东南大学创造教育研究所所长李嘉曾教授的指导。同时本书参阅了很多专家和学者的研究成果和观点，在此表示由衷的谢意。

由于编者水平有限，时间仓促，很多观点不尽成熟，会有很多错误，敬请读者批评指正。

《创新设计思维与技法》编写组

二〇一〇年 苑月

目 录

前言		第七章 设问类技法	愿
第一章 创新设计概论	员	第一节 联想法	愿
第一节 设计与设计方法	员	第二节 奥斯本设问法	愿
第二节 创新设计	缘	习题	愿
第三节 创新设计要素	员	第八章 列举类技法	愿
第四节 创新设计系统	缘	第一节 希望点列举法	愿
第五节 创新设计的发展概况	员	第二节 缺点列举法	愿
第二章 创新的概念与基础	愿	第三节 属性列举法	员
第一节 创新的概念	愿	第四节 信息列举法	员
第二节 创新的基础	愿	习题	员
第三节 创新与市场竞争	愿	第九章 联想类技法	愿
第三章 创新能力的开发	愿	第一节 简单联想法	愿
第一节 创新能力的基本 概念及结构	愿	第二节 强制联想法	员
第二节 创新能力的性质	愿	第三节 仿生联想法	愿
第三节 创新能力的开发	愿	第四节 提高联想能力的途径	愿
第四章 创新思维的开发	愿	习题	愿
第一节 创新思维	愿	第十章 整理类技法	愿
第二节 创新思维与大脑的开发	愿	第一节 运法	愿
第三节 创新的过程	缘	第二节 晕法	愿
第五章 创新思维的训练	缘	第三节 整理类技法的其他类型	愿
第一节 大脑功能训练	缘	习题	员
第二节 创新思维基本特性训练	员	第十一章 组合类技法	愿
第三节 创新思维有效途径练习	缘	第一节 同类组合	愿
第四节 创新能力练习	愿	第二节 异类组合	愿
第六章 智力激励类技法	愿	第三节 功能附加组合	愿
第一节 奥斯本智力激励法	愿	第四节 材料组合	愿
第二节 其他类型智力激励法	愿	第五节 技术组合	愿
第三节 智力激励法应用	愿	第六节 信息组合	愿
习题	愿	习题	员
		参考文献	愿

创新设计概论

创新设计是一种现代设计方法，它是研究设计程序、设计规律和设计中思维与方法的一门新型综合性科学。在工程设计过程中，只有充分发挥创造性思维，采用创新设计方法，才能设计出富有新颖性和先进性的产品，最大限度地满足和适应人们在生产和生活中的需要，促进经济的发展和社会的进步。

第一节 设计与设计方法

一、设计

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。广义上说，设计是创造崭新事物的一种活动。文艺作品的问世、管理体制的制定以及产品的开发等，无不与设计息息相关。

在工程领域，设计是运用科学技术和知识，规划出人类所需要制造的产品的过程，其最终表达形式为图样和技术文件，作为制造和使用的依据，以保证制造出的产品能满足规定的技术要求。

尽管设计的最终表达形式是设计图样和技术文件，但是设计过程是十分复杂的智力活动。这种智力活动是人类特有的主观能动性的表现。正如马克思所说：“蜜蜂建筑蜂房的本领使人间许多建筑师感到惭愧。但是，最蹩脚的建筑师从一开始就比最灵巧的蜜蜂高明的地方，是他在用蜂蜡建筑蜂房以前，已经在自己的头脑中把它建成了。”这说明设计这种智力活动，它的任务不在于发现自然的本质和规律，而在于利用已有的科学理论和技术原理，为生产活动规定具体的目的和模式，以便最合理地转化自然资源，满足人类社会的各种需要。因此，设计是将科学技术转化为生产应用的过程，也是将人的主观愿望转变成物质现实的过程。

设计是人类征服自然、改造世界的基本活动之一。是人们根据生产和生活的多种需要，对工程技术系统进行构思、计划、分析，并把设想变为现实的技术实践活动。设计的目的是保证系统的功能，建立性能好、成本低、价值优的技术系统。由于设计任务来源于人们的需求，而人们的需求又是无止境的，因此设计也是无止境的。

设计的本质是创新，即设计应具有新颖性和创造性的特征。例如，测绘仿制一台机器，虽然其结构复杂，零件成百上千，但没有任何创新，不能算是设计；而膨胀螺栓，虽然只有三四个零件组成，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。因此在设计中必须突出创新原则，通过直觉、推理、组合等途径，探求创新的原理方案和结构，做到有所发明，有所创造，有所前进。

设计对产品的技术和经济性起着决定性的作用，即设计质量的高低决定了产品技术经济性能的优劣，许多产品的质量问题的产生，大都由于设计不良所引起。根据德国工程师协会文件“~~产品成本~~”的调查分析，产品成本的 ~~产生~~~~~原因~~是由设计阶段确定的。因此，设计在很大程度上决定着产品的结构、性能、质量、可靠性、成本等。如电风扇送风的摇头机构，零件多，结构复杂，多年来在加工、维护等方面存在不少问题。而近年来出现的“鸿运扇”，在设计方案上有所突破，采取了新的方案，取消了原有的摇头机构，代之以风扇前端的百叶窗式的转盘，随转盘回转的不同位置将风送至不同的方位。这种新设计结构简单、合理、安全，外形美观，对提高风扇的使用性能、降低成本起到了很好的作用。

设计是把技术成果转化为现实生产力的活动。例如，人们通过蒸汽掀动壶盖的物理现象发现蒸汽是很好的动力源，通过瓦特等科学家长期的研究和改进，设计出了巧妙的单向阀和曲柄滑块机构，使蒸汽机成为工业上使用的发动机。从 ~~18~~世纪以蒸汽机为代表的第一次工业革命到 ~~20~~世纪的电子时代和以微电子技术为主要标志的信息时代，人们将计算机、光通信等先进技术，系统工程、创造工程、价值工程、优化工程等先进理论广泛应用到产品的设计中。~~21~~世纪将是“生物技术的世纪”，随着遗传基因重组、细胞融合、生物反应、组织培养等生物技术通过设计用于药物、食品、农产品及能源生产等领域，必将引起一场新的工业革命。

现代设计是现代科学理论与现代技术工具在设计领域的应用。系统论、信息论、控制论等科学方法与电子计算机技术的应用，使优化设计、可靠性设计、计算机辅助设计以及创造性设计等现代设计方法脱颖而出，并对设计活动产生深远的影响，为新产品的开发提供新的现代设计手段。

设计不只是计算和绘图。我国设计人员早在 ~~20~~世纪 ~~50~~年代就提出试验、研究、设计、制造、安装、使用和维护的“七事一贯制”设计方法。丹麦技术大学 ~~1964~~年提出以市场需求作为产品设计依据的“产品开发一体化”模式，认为在设计全过程中自始至终应把产品的设计、制造及销售三方面作为整体来考虑。只有设计与市场信息密切配合，在市场、设计、生产中寻求最佳，才能以最快的速度回收投资，获得效益。因此只有广义地理解设计，才能掌握主动权，得到最佳设计。

总之,设计是创造性地建立满足功能要求的最佳工程技术系统的过程,是把各种先进技术成果转化为现实生产力的活动,是人类改造世界、创造美好生活的重要手段。

二、设计方法

方法是人类探索科学真理的钥匙。人们认识事物、解决问题都需要有正确的方法。培根说过:“没有一个正确的方法,犹如在黑暗中摸索行走”。巴甫洛夫也曾指出:“好的方法将为人们展开更广阔的图景,使人们认识更深层次的规律,从而更有效地改造世界。”

在产品开发和设计过程中,科学的设计方法起着重要的作用。在工业发达国家中,对设计方法的研究非常重视,德国科学家重视研究设计的进程、步骤和规律,进行系统化的逻辑分析,并将成熟的设计模式、解法等编成规范和资料供设计人员参考。英美科学家重视创造性开发和计算机在设计中的应用。日本科学家则充分利用其电子技术和计算机技术的优势,在创造工程学、自动设计、价值工程方面做了不少工作。俄罗斯科学家重视宏观设计的研究,提出了许多“新设计方法”。各国研究的设计方法在内容上虽各有侧重,但共同的特点都是总结设计规律,启发创造性,采用现代化的先进技术和理论方法,使设计过程自动化、合理化,其目的是设计出更多质高价廉的工程技术产品,以满足人民的需求和适应日趋尖锐的市场竞争形势的需要。

在设计方法的研究过程中发展了“设计方法学”。设计方法学是研究产品设计的程序、规律及设计中思维和工作方法的一门新型综合性学科。其研究内容包括:

(夙) 研究设计各阶段的任务与特点,寻求符合设计规律的设计程序。

(圆) 研究设计解决问题的合理逻辑步骤和应遵循的工作原则。

(猿) 分析设计中的思维规律,研究设计人员科学的创新思维方法和技术。

(源) 研究各种类型设计(如开发型设计、变量型设计、反求设计等)的特点以及系统工程、创造工程、价值工程、优化工程、可靠性工程、相似工程、人机工程、工业美学等现代设计理论与方法在设计中的应用。

(缘) 研究设计信息库的建立和应用(如知识库:包含各种知识、原理、成果、专利等信息的表达与储存。方法库:包含各种操作、程序、技法、方法的表达与储存)等。

(远) 研究设计步骤、理论、方法如何结合计算机等先进工具的运用,进一步促进设计自动化的实现。

综上所述,设计方法学是在深入研究设计过程的基础上,以系统论的观点研究设计进程和设计方法的科学。设计科学的研究在总结规律性,启发创造性的基础上,综合运用了现代化的设计理论、方法和手段。

设计方法学的研究对于提高设计人员素质、提高设计质量、加快设计进度等方面都将发挥很大作用。

设计的进程、主要方法和理论基础见表 1-1。

表 1-1 设计的进程、方法和理论基础

阶段	步骤	方法	理论	工具	工作结果
明确设计任务	接受任务 调查研究 可行性分析 明确任务要求	预测技术与方法	预测技术理论 市场学 信息论	计算机	可行性报告 设计任务书
方案设计	总功能分析 功能分析 功能元求解 功能元解组合 系统原理解 试验 评价 最佳原理方案	系统化设计法 创造性方法 评价与决策方法	系统工程 图论 形态学 创造学 思维心理学 决策论 线性代数 模糊数学	计算机	原理参数 方案原理图
技术设计	总体设计 结构设计 构形 选材料 定尺寸 价值设计 提高性能 降低成本 结构方案 试验 评价 最佳结构方案 造型设计	构形法 价值设计 优化理论 可靠性理论 系列产品设计 模化设计与模型设计 仿生设计 产品造型设计	系统工程 价值工程 力学 摩擦学 制造工程 优化理论 可靠性理论 人机工程 工业美学 相似理论	计算机	设计计算文件、程序结构 装配草图总体图，外形图
施工设计	装配图 零件图 技术文件		工程图学 工艺学	计算机	全部生产图样 技术文件
生产	试制生产 批量生产				

三、现代设计方法

随着创造方法、价值方法、优化方法、可靠性理论、相似理论、系统工程、人机工程、工业美学等现代设计理论和方法的发展以及计算机技术的普遍应用，

设计工作也进入了一个新的阶段。现代设计方法具有以下特点：

(夙) 程式性 现代设计方法研究设计的全过程，要求设计者从产品规划、方案设计、技术设计、施工设计、试验、试制、使用、维修等产品的全生命周期进行分析规划，按步骤有计划地进行设计。强调设计、生产与销售的一体化。因此，设计不是单纯的科学技术问题，要把市场需求、社会效益、经济成本、加工工艺、生产管理等问题统一考虑，最终反映到质高价廉的产品上。

(圆) 创造性 现代设计突出人的创造性，发挥集体智慧，运用各种创造技法，通过直觉想像和推理思维，力求探寻出更多突破性方案，开发出创新产品。

(猿) 系统性 现代设计强调用系统理论处理技术系统问题，设计时分析系统内部各元素之间的联系，力求系统的整体优化，同时考虑技术系统与外界的联系，即人-原机-原环境三者之间的相互协调关系。

(源) 优化性 设计的目的是得到功能全、性能好、成本低、价值优的产品，现代设计通过优化理论与方法，运用计算机工具进行方案优选、参数优化、结构优化等，实现产品技术系统的整体最优。

(缘) 综合性 现代设计突破传统、经验、类比的设计，采用逻辑、理论、系统的设计方法，对设计参量进行动态分析。在设计计算时，运用概率和统计理论，考虑载荷和应力的离散性进行可靠性设计。

现代设计在系统工程、创造工程基础上运用信息论、相似论、模糊论、可靠性、有限元、人机学等自然科学理论及价值工程、决策论、预测论等社会科学理论，同时采用集合、矩阵、图论等数学工具和电子计算机技术，全面科学地解决设计问题。

(远) 计算机辅助设计 将计算机技术引入设计过程，对设计对象可先建立设计模型，将参数输入计算机进行计算或绘图。通过设计者和计算机的密切配合，采用先进设计方法，提高设计质量和速度，使设计更加便捷、准确、高效。计算机辅助设计不仅用于计算和绘图，在信息储存、预测、评价决策、动态模拟，特别是人工智能方面，将发挥更大作用。

第二节 创新设计

创新设计是在总结设计规律性的基础上，激发创造性，为新产品的开发以及老产品的改进提供新的设计方法和途径。

创新设计是一种新的现代设计方法。自 19 世纪 50 年代起，美国、联邦德国、日本等国对创新设计十分重视，它对工程技术人员的培养和知识更新，对产品的设计、开发起到很大的推动作用。我国对这种方法的研究是在 20 世纪 80 年代起步的。随着经济与科技的发展和市场竞争的激化，创新设计的理论及方法得

到专家和学者的重视，很多人致力于这方面的研究并取得很多成果，它对于培养跨世纪创新人才起到很大作用。

一、创新设计的概念

所谓创新设计，是充分发挥人的创造才能，利用技术原理进行创新构思的设计实践活动，其目的是为人类社会提供富有新颖性和先进性的产品。因此，创新设计的基本特征是新颖性和先进性。

新颖性就是设计者不拘于前人或别人已有的成就，敢于根据从未尝试过的想法去进行新的探索，设计出别开生面的东西。

先进性就是设计的产品不仅应标新立异，而且在技术水平上比现有类似产品超前一步，即在功能、性能、结构等方面显示出新的特点和实质性的改进。

创新设计是一种现代设计过程，其目的是开发新产品和改进现有产品，使之升级换代。由于产品与技术更新速度是一个国家经济技术水平的综合反映以及科技进步的标志，因此采用创新设计来促进产品的发展和提高，无疑具有重要的意义。在开展现代设计法的过程中，创新设计的原理与方法，越来越受到工程设计界的青睐。

二、创新设计的分类

创新设计通常可以分为以下几种类型。

原理开拓类

这一类创新设计的特点在于应用新技术原理解决老问题以及对“旧”技术原理进行更新。由于新技术原理源于科学研究和技术发明，因此，应用新技术原理进行新产品开发，可以获得突破性的创新成果。

例如，激光技术是 20 世纪 70 年代初出现的新技术，人们利用它解决了许多技术领域内过去不曾解决的问题，设计出许多新产品。在机械加工方面，过去用机械设备加工直径为零点几毫米的精密小孔非常困难，而采用激光打孔机床则得心应手，不仅功效高，而且精度好。在医疗卫生方面，新型的激光手术刀，能方便地进行开胸术、脑瘤切除术和心脏手术，清除病变组织并保护器官功能，做到手术不出血。此外，激光全息照相、激光照排印刷、激光增产器等，都是运用激光技术获得的创新设计成果。

应用新技术原理去解决老问题，往往也使设计步入新的天地。例如，在机械设计中，将蠕动原理运用于蜗杆传动设计，获得了重大的突破。这种新设计的蜗杆传动机构与传统的阿基米德蜗杆传动相比，具有显著的优越性。第一，它能同时实现两种速比的传动，即有输入一种速度获得输出两种速度的能力；第二，它只需更换一个蜗轮就可以改变速比，不象普通蜗杆那样必须成对更换；第三，能实现减速与增速传动，而传统蜗杆传动很难实现既减速又增速的传动；第四，能实现无齿隙传动，这对传统的蜗杆传动来说是不可思议的。这种新型蜗杆传动机

构在精密机器人、太空望远镜等方面获得应用。

再如，设计者把集成电路技术应用于收音机的设计上，不仅使新设计的收音机的性能更加稳定，而且使收音机向高级、精密方向迈进了一大步。

利用已有的技术原理构思出鲜为人知的产品方案，也是一种创新设计。

例如，人们熟知磁铁的同性相斥、异性相吸原理，并据此设计出许多产品，至今人们还在利用这一“旧”原理不断设计新的产品。不久前，有人设计了一种磁力驱动装置，该装置使固定磁铁与旋转磁铁同极相对，使两磁铁间出现相斥的力，先由外力启动，然后由永久磁铁的磁力驱动转子继续旋转，并向外输出能量，从而产生一种洁净、高效、廉价的新能源。

组合创新类

如果将已有的零部件，通过合理组合成为一种新产品，这种产品便能实现一种新的整体功能，故这种组合也是一种创新设计。

例如，世界上出现的第一辆汽车，就是组合创新的优秀成果。在汽车的设计中，人们所用的许多部件，如转向装置、刹车装置、弹簧悬架等，在汽车时代远未到来之前就有了。历代的汽车设计者(本茨、德戴恩、威尔逊等)，正是在前人或他人已有成就的基础上，将其他设备早已采用的零部件进行组合创新设计，获得新的整体功能，创造性地设计出“汽车”这种新型交通工具。

值得注意的是，并不是任何组合都能产生创新设计成果。例如，有人将台钻用螺钉固定在车床的床头箱顶盖上，虽然是一种组合，但并没有使钻床和车床构成有机联系，这种不能形成新的整体功能的简单组合，不是组合创新设计产品。但是，如果使用共同的主传动系统将钻削部件和车床床头及部件有机地组合，获得车、钻综合功能的组合机床，其结构新颖、价格便宜、一物多用，就属于组合创新设计的范畴。

因此，组合创新要求组合后的产品在性能上具有 **异乎寻常** 的效果，而在结构上则为 **异曲同工**。

转用创新类

如果将某一技术领域的成熟技术和结构转用于其他技术领域，产生出一种新的产品，则这种转用也是一种创新设计。一般说来，两个技术领域相距越远，转用的难度越大，相应的创新水平越高。

例如，拉链是一种司空见惯的产品，它广泛应用于服装领域和日用品领域。设计者应用拉链设计一种新型书包，并不意味着他创造性地转用了拉链结构，因为这种转用对一般人来说是显而易见的。但是，如果有人将拉链结构转用到自行车外胎上，设计出可方便维修内胎的车轮，那么这种转用才富有创新性。如果有人将拉链用于食品保鲜(如拉链式香肠)和医疗手术上去，其设计更是一种创新。

再如，转用一种化验人体毛发以测定人体微量元素含量的仪器的技术方案，

去设计一种用以化验牛、羊等动物毛发，据此测量动物体内微量元素含量的仪器，那么这种设计的创新性水平较低，因为转用的距离太近。如果用同样的技术方案设计出可以测量人体早期恶性肿瘤的仪器，由于是一种大跨度的转用，则这种设计更富有创新性。

灑院服偏見类

所谓偏见，是指某一技术领域中长期以来存在着的一种固有认识，而这种认识一直阻碍着人们对该技术领域深入地探讨和开发。如果克服了这种技术偏见，就可以构思出非常规的设计，则这种设计属于创新设计的范畴。

例如，飞机的研制。在 19 世纪，当时科学界的名流认为要制造一种比空气重的装置去进行飞行是不可能的，甚至根据物理学的经典原理证明了“飞机”根本无法离开地面。这些来自知名专家学者的技术偏见，在一段时间内严重地束缚设计者的创新思维。莱特兄弟克服技术偏见，把比空气重的飞机送上了天空，他们所设计的飞机是创新设计史上的伟大创举。

再如自行车，在人们的心目中它总离不开链轮、辐条和前叉。但是，一位设计者设计出一种新式自行车，它不仅行走十分平稳，而且在结构上别具一格。这种自行车的中轴上装有一个齿轮，它就像钟表齿轮机构一样，带动一个和车圈啮合的驱动轮，驱使车圈转动。前后轮车圈均在三个滚轮上旋转。滚轮装在支架上。支杆成辐射状，起着辐条的作用。前轮上不需要安装车叉，后轮上的一根滚轮支杆直接固定在车架上。这种既无辐条又无链轮和前叉的新型自行车，是对传统结构的突破，是违反常规的创新设计成果。

克服偏见，违背常规的创新设计成果屡见不鲜，用蜗轮机构转向的工程机械，用纸造的锅，不用车轮的火车，不用电的冰箱等等，向人们展示出这类创新设计的广阔天地。

三、创新设计的特点

创新设计具有以下特点：

灑创新设计是有目的、有约束的创新活动

创新设计是一种有目的的创新活动，它以满足社会需要为出发点，为社会提供实现预期功能的产品。因此，创新设计的创造模式为：社会需要→设计→产品。

例如，转子发动机的设计。目前汽车上大都采用往复式活塞式发动机，但是随着汽车数量的增加，转速的提高和功率的加大，它排放在大气中的有害人体的化学污染物增多，同时造成原油短缺的严重问题。为此，人们迫切要求设计出一种性能好、污染轻、效益高的新型发动机。正是这种社会需要，驱使设计者们冥思苦想，反复实践，才设计出新型的转子发动机。

设计者在创新设计的过程中，为了获得技术上可行而经济上又合算的产品，

往往需要在一定的约束条件构成的设计空间中进行。

所谓约束就是对设计的某种限制。这种限制主要表现为对产品设计提出的环境、资源、经济、时间和空间等方面的要求。在设计过程中，如果事先不了解设计约束的种类与内容，就会偏离预定的设计目标，造成创新设计的失误。

创新设计要求设计者有目的地思考，以便有的放矢地发挥自己的创造才能。从某种意义上说，从事创新设计的设计者是兼发明家、工程师和企业家于一身的人。他们有发明家的创新思维，有工程师的实际才干和企业家的市场意识。只有这样才能在设计目的与设计约束之间进行合理的均衡与协同，最终为社会提供质高、价廉、有竞争力的创新产品，满足人们物质文明的需要。

㊦ 创新设计离不开继承

设计的灵魂是创新，只有不断地创新，设计才有发展，产品才能更新换代。但是，创新离不开继承，任何一种创新设计，都是在前人设计的基础上，经过改造、创新发展起来的，是人们长期智慧的结晶。

例如，转子发动机，它与传统的往复式活塞发动机有某种“亲缘关系”，它们都采用相似的四冲程循环以及消耗相同的能源，这是典型的继承创新的产物。

再如电子计算机，追根溯源是从算盘开始的，已有几千年的历史了。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。

认识继承与创新的关系，有利于我们在创新设计过程中，注意借鉴前人的经验，利用已有的设计成果。当然，创新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和参考现有设计的同时，更应当根据具体条件和要求，敢于突破传统习俗，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“有中生无”，达到开拓创新的目的。

㊦ 创新设计的模糊性

创新设计的目的是明确的，但是为达到设计目的所采用的途径和手段，在完成设计之前是不得而知的。它不像一般的再现性设计，只要给出明确的设计课题(如减速器设计)，设计者凭着已有的知识和方法，就可以按照一定的解答方式去找到比较精确的答案。例如，要求设计一种用来分辨鸡蛋雄雌的机械装置或仪器，情况就不像设计减速器那样胸有成竹。即是说，设计者在接到这类设计课题时，对如何完成设计任务是不能马上给出答复的，他必须调查用户的需要，确定检测装置或仪器应具有的功能和应达到的技术要求，然后进行创新思维，对众多的设想进行评价与决策。有时，可能长期得不出设计结果。因此，创新设计是一种探索，而这种探索的特点之一是设计的模糊性，只有逐步将模糊问题明确化，才能得出明确的答案，即将其定量和定性描述出来。

认识创新设计的模糊性特点，就是要求设计者在设计的初始阶段，广开思

路,大胆设想。尽可能多地构思出多种可供选择的设计方案,在发散思维的基础上逐步收敛,逼进设计目标。否则会造成先入为主,束缚设计者的创造性发挥。

由于创新设计的这一特点,也就要求设计者要有一定的风险识别能力,以便加强设计定位与设计决策工作,防止在处理模糊问题时的失误。

第三节 创新设计要素

创新设计是一种由多种要素组成的创造活动。剖析不同技术领域的创新设计,可以归纳出它的基本要素:技术、才能和方法。

一、技术要素

创新设计是以技术为依托,即把先进技术转化为现实生产力。所谓“技术”(τέχνη,按希腊文原意,是指个人的技能或技艺。随着生产的发展,靠长期积累经验而形成的技能所作到的事,逐渐被工具和机器所取代。人们把技术活动的物质手段看作是技术的主要标志。18世纪法国人狄德罗把技术定义为“为了完成特定目标协调动作的方法、手段和规则相结合的体系”。其后,有关技术的定义数不胜数,但由于都是从各自不同的出发点提出的,因而难免存在片面性。

马克思把技术放到劳动过程中去加以考察,揭示出技术的本质。他指出,技术实质上是人对自然的能动关系,它不仅存在于物质生产过程中,而且还表现在人的社会生活条件和精神生产过程方面。在马克思看来,技术从属于劳动过程,是人们用来引起、调节和控制人与自然之间物质交换过程的劳动手段、工具及其技能、方法的综合。

从技术的定义出发,技术具有双重属性,即自然属性和社会属性。技术的自然属性,表现在任何技术都必须符合自然规律,违背自然规律的技术是不存在的。从粗制的石器到现代的计算机,都是人类为满足自己生产和生活的需要,运用相应的自然规律所创造出的产物。技术的社会属性与人类需要技术的目的密切相关。人类需要用技术来改造自然,造福人类。因此,任何技术从其诞生起就是为了服务社会。同时,技术还要受到社会种种制约(如经济、法律等)。只要是能造福社会的技术,人们就会支持并促进它的发展;对社会有害的技术,人们就会舍弃它。

认识技术所具有的双重属性,有利于设计者在创新设计活动中,依据技术的属性,把自然规律和社会经济规律统一起来,妥善处理设计的自然因素和社会因素,以便在技术上的完善性和经济上的合理性之间,找出一个两全其美的设计方案。

创新设计与技术的发展密切相关,社会、经济方面的压力迫使人类不断探求新的科学发现、技术发明和技术成果,从而使人类社会得以生存与发展。然而,