

国家工科基础课程教学基地机械基础系列教材

# 机械创新设计

主编 吕仲文

参编 李良军

主审 张春林

机械工业出版社

本书是机械基础系列课程教学内容和课程体系改革的成果。全书根据 21 世纪机械专业人才培养方案及教学内容改革的总体构思和需要,以培养学生在机械设计中的创新能力为目标,安排了创新概论、创新思维与创造原理、原理方案的创新设计、机构的创新设计、机械结构的创新设计、反求工程及创新设计、机械创新设计实例等内容,共七章。

本书可作为高等学校机械类各专业的教学用书,也可作为非机械类学生及有关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 /吕仲文主编. —北京:机械工业出版社, 2004.1

(国家工科基础课程教学基地机械基础系列教材)

ISBN 7-111-13016-2

I. 机... II. 吕... III. 机械设计-高等学校-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 080285 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:王霄飞 张祖凤 版式设计:霍永明 责任校对:程俊巧

封面设计:鞠 杨 责任印制:闫 焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·8.125 印张·315 千字

定价:21.00 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)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

# 国家工科基础课程教学基地机械基础系列 教材编审委员会

主 任：唐一科  
副 主 任：刘昌明 何玉林 黄茂林  
顾 问：杨叔子  
主编人员：丁 一 祖业发 黄茂林 龙振宇  
          刘天模 袁绩乾 赵月望 陈国聪  
          何玉林 吕仲文 杨学元 秦 伟  
          李文贵  
审稿人员：常 明 华中科技大学  
          张 策 天津大学  
          吴鹿鸣 西南交通大学  
          杨治国 四川大学  
          李建保 清华大学  
          林萍华 东南大学  
          张春林 北京理工大学  
          何援军 上海交通大学  
          谭建荣 浙江大学  
          张济生 重庆大学  
          （排名不分先后）  
策划单位：机械工业出版社 重庆大学

# 序

为了适应 21 世纪我国现代化建设的需要，培养高质量的工程科学技术人才，教育部从 1996 年开始实施了“面向 21 世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划”，接着又决定建设国家工科基础课程教学基地。这些措施推动了教育改革的深入发展，形成了一批有特色的课程体系和系列教材。由重庆大学国家工科基础课程机械基础教学基地组织编写、机械工业出版社出版的“国家工科基础课程教学基地机械基础系列教材”就是其中之一。这套系列教材是国内众多资深教授的支持、指导和数十位长期从事教学和教学改革的教师辛勤劳动的结果，能够满足机械类专业人才培养的要求。

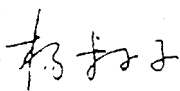
这套系列教材紧密结合“机械类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究与实践”、“工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践”两个面向 21 世纪重大教学改革项目和国家工科基础课程机械基础教学基地建设，集中反映了重庆大学等高校围绕人才培养，在改革机械基础课程体系和教学内容方面所取得的成果。

这套系列教材的特色在于将机械基础系列课程分为设计基础和制造基础两类课群。以拓宽基础、培养学生综合应用机械基础理论与现代设计分析方法进行机械设计和创新为宗旨，遵循认知规律，明确课程定位，突破各课程自身的传统体系，基本上实现了系列课程的整体优化。通过《机械认识实践》的实践教学，帮助学生建立机械的感性认识。制造基础课群则对原机械制造的冷、热加工专业课程进行了整合和改造，建立了适合宽口径大机械专业的三个知识点——“机械制造技术基础”、“材料成形工艺基础”和“工程材料”。设计基础课群对传统的“机械设计”及“机械原理”进行了大胆的尝试性整合；展示了在“机械创新设计”思维的引导下，运用“计算机图形学”、“机械 CAD/CAE 技术基础”等现代设计方法和手段进行机械设计的主线。

这套系列教材较好地体现了面向 21 世纪机械类专业人才培养模式改革的思路，对机械类专业机械基础系列课程体系及教学内容的改革进行了富有成效的探索与实践。机械工业出版社出版这套教材，实为一件很有意义的事，其将为全国机械基础课程体系的教改与教学提供了又一套很有特色的教材。

当然，这套系列教材还需要在教学改革和教学实践中经受检验、不断完善，以结出我国教育改革的硕果。是为序。

中国科学院院士  
重庆大学机械传动国家重点实验室学术委员会主任  
华中科技大学教授



# 前 言

为了适应新世纪培养高素质创造型机械科技人才的需要，重庆大学国家工科基础课程机械基础教学基地组织编写了机械基础系列教材。这套教材编写的整个过程就是我们完成教育部面向 21 世纪高等教育教学内容和课程体系改革计划中“机械类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究与实践”、“工科制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践”两个项目的过程。我们按照新世纪机械专业人才应该具备的能力、素质和知识结构，研究制定了机械类专业人才培养方案及教学内容体系和与之相适应的机械基础系列课程体系及教学内容。

这套系列教材的特色在于将机械基础系列课程分为设计基础和制造基础两类课群。对原机械制造工艺、金属切削机床、金属切削刀具、夹具、铸造、锻压等专业课程进行了整合和改造，编写了适合宽口径专业的《机械制造技术基础》、《材料成形工艺基础》和《工程材料》，增设了以参观和实践为主的《机械认识实践》课程；《现代机械制图》把投影制图和计算机绘图作为重点，并贯穿于全书；以设计为主线，重新规划了机械设计基础的体系结构，把齿轮机构的原理与设计有机融合，放在《机械设计》教材中，并将《机械设计》安排在《机械原理》之前开出；将《机械原理》的重点定位于机构的运动学、动力学和机械系统运动方案的分析与设计；增加了《计算机图形学》、《机械 CAD/CAE 技术基础》等计算机应用技术基础教材，反映了现代科学技术的新发展，引导学生应用现代设计方法和手段进行机械设计；增加了《机械创新设计》，以介绍创新方法，启发创新思维。

江泽民同志在 1992 年 5 月 21 日接见应届大学毕业生时强调指出：我们的教育要培养有创造性的人才。大学生应该能用创造的精神运用创造学，以便开阔思路、启迪思维，开发出自己潜在的创造能力；还应该把创造学作为入门的向导，以便在学习中重新认识自己、重新发现自己，并尽可能地把创造学与各专业的科学技术知识相结合，与当前的教学改革相结合，与日常的生活实际相结合，尽早地、自觉地进入创造角色，把自己培养成富有创造性的人才，为我国的社会主义经济腾飞多作贡献，为赶超世界先进水平而奋斗。

一个国家或民族，如果没有一大批富有创造才能的人，没有一大批创新成果及时转化为新的生产力，那么要自立于世界民族之林是决不可能的。为了开发机械专业类学生在机械设计方面的创新能力，培养他们的创新精神，我们编写了这

本《机械创新设计》教材。

《机械创新设计》是现代机械设计学、哲学、认识科学、思维科学、发明创造学交叉形成的一门关于探讨机械设计创新原理及方法的创新设计学，是创新教育在机械设计课程中的具体实践。创造学是一门刚起步的新学科，在许多方面还不够成熟。《机械创新设计》作为一本新编教材可以参考的内容十分有限。既然是创新，就需要去探索，我们正是本着探索的创新精神来编写这本教材的。

创造性的教育应当是诱导式的教育，应当是启发式的教育。为此，我们在全书的编写中力求贯彻思想性、科学性、启发性和探索性。书中除了引用必需的理论证明外，大量引用的内容是例子。既然是例子就不一定是新鲜的，但从那些已为实践证明是行之有效的创新做法中，从机械科学史上浩若繁星的创新事例中，我们可以看到他人和前人智慧的火花。我们不希望用大量的例子来填满同学们的大脑，而是希望用这些星星点点的火花来点燃同学们头脑中创造的火把。

全书从创造学和设计方法学的基本理论出发，通过对创新、创新思维、创造原理和创造技法的介绍，针对开发型、变异型、反求型创新设计类型，围绕机械设计中的原理方案设计、机构设计和结构设计，通过对大量的例子进行归纳、分析，通过对例子深入浅出的讲解与“点评”，力图使同学们从中领悟到：为什么要对机械设计进行创新？什么是机械创新设计？怎样进行机械创新设计？希望通过对本书的学习，能为同学们今后的创新实践奠定一个良好的思想和理论基础，在机械创新设计中有所收获。我们的希望正如我国著名的教育家陶行知先生说过的：“教师的成功是创造出值得自己崇拜的人。先生之最大快乐，是创造出值得自己崇拜的学生。”

本书共分七章。第一至四章由吕仲文编写，第五至七章由李良军编写。全书由吕仲文统稿和主编。

本书由北京理工大学张春林教授担任主审。张春林教授对全书进行了认真仔细的审阅，并提出了极为宝贵的修改意见，对提高本书的水平和编写质量给予了重要的帮助，在此致以衷心的感谢！本书在编审中也得到了重庆大学的许多专家、教授的帮助，在此也表示深深的感谢。

本书在编写过程中，参考了部分学校的类似教材。尽管如此，由于本书是新编教材，又是首次尝试，加之作者水平有限，误漏在所难免，希望广大读者和同行专家不吝赐教，并在此一并表示感谢。

编者

2003年5月

# 目 录

序	
前言	
第一章 创新概论 .....	1
第一节 创新与社会进步 .....	1
第二节 创新与传统 .....	3
一、书本定势 .....	4
二、经验定势 .....	4
三、权威定势 .....	5
第三节 创新与思维 .....	5
第四节 创新与创造性人才 .....	7
第五节 创新与机械创新设计 .....	9
第二章 创新思维与创造原理 .....	12
第一节 创新思维 .....	12
一、逻辑性思维和非逻辑性思维 .....	13
二、定向思维、逆向思维和侧向思维 .....	13
三、形象思维和抽象思维 .....	14
四、发散思维和收敛思维 .....	15
五、直觉思维和灵感思维 .....	15
第二节 创造原理 .....	17
一、组合原理 .....	17
二、还原原理 .....	18
三、逆反原理 .....	19
四、变性原理 .....	20
五、移植原理 .....	21
六、迂回原理 .....	21
七、群体原理 .....	22
八、完满原理 .....	23
第三章 原理方案的创新设计 .....	25
第一节 原理方案设计的内容及创造性在设计中的重要作用 .....	25
第二节 机械创新设计常用方法 .....	28
一、智暴法 .....	29
二、类比法 .....	30

三、形态分析法 .....	32
四、输入输出法 .....	34
五、设问探求法 .....	37
六、功能分析法 .....	41
第三节 机电一体化系统的创新设计 .....	59
一、机电一体化技术的发展对机械设计的创新 .....	60
二、机电一体化产品的创新设计方法 .....	61
第四节 方案评价方法 .....	65
一、评价目标 .....	65
二、评价方法 .....	67
第四章 机构的创新设计 .....	74
第一节 机构形式设计的一般原则 .....	75
第二节 常用基本机构的特性及一般评价 .....	81
第三节 机构的创新设计方法 .....	83
一、机构创新的组合原理 .....	83
二、机构创新的变性原理 .....	96
三、机构创新的移植原理 .....	136
四、机构创新的还原原理 .....	145
五、机构创新的其他原理和方法 .....	160
第五章 机械结构的创新设计 .....	166
第一节 机械结构设计概述 .....	166
第二节 机械结构创新设计 .....	169
一、结构创新的变性原理 .....	169
二、结构创新的组合原理 .....	180
三、结构创新的完满原理 .....	182
四、结构创新的逆反原理 .....	187
第三节 机械结构的宜人化创新设计 .....	189
第六章 反求工程及创新设计 .....	196
第一节 技术引进与反求工程 .....	196
第二节 反求创新设计 .....	197
一、反求设计与传统设计 .....	197
二、反求设计的过程 .....	198
三、反求设计的创新内容 .....	200
第三节 计算机辅助反求创新设计 .....	212
一、计算机辅助实物反求设计 .....	212
二、反求设计与快速成形技术 .....	213
第七章 机械创新设计实例 .....	217
实例一 联轴器的创新设计 .....	217

实例二	抓斗的原理方案创新设计 .....	221
实例三	过载保护装置的机械结构设计 .....	227
实例四	电脑多头绣花机挑线刺布机构的创新设计 .....	230
实例五	自行车的发明与创新设计 .....	236
实例六	汽车的演变和创新 .....	242
参考文献	.....	248

# 第一章 创新概论

当今世界，一切经济增长和战略实力实际上均来自于智力和创新。无论一个国家或地区的经济增长，还是一个企业和行业的生存与发展，不仅要依靠知识的作用，而且还必须依靠知识及其使用方式与途径的不断创新。创新具有各种各样的社会表现形式，涉及到诸多不同的领域。其中，技术创新、制度创新、管理创新和社会创新等构成了最重要的创新形式和创新领域。

在现代社会中，技术创新对于经济结构的调整和经济的发展具有特别重要的作用。虽然不同的学科对于技术创新有不同的解释，但有一点认识是共同的，即：技术创新是创新主体有意识、有预期地引发和实践技术与经济结合的过程，这一过程具有科学技术首次应用的创造性和可以获得较大经济价值的实用性。正是由于创新可以为人类带来巨大的经济财富，因此，创新不仅可以促进一个国家的经济发展，同时也使这些国家在经济腾飞的同时，通过技术引进、模仿创新和产业改造，逐步推动其社会结构转型的顺利完成，使其社会能更有效地利用它们的人力和物质资源，完成由传统进步到现代社会的飞跃。正如江泽民同志在强调创新的重要性时曾多次指出：“创新是一个民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力。一个没有创新能力的民族，难以屹立于世界民族之林。”

## 第一节 创新与社会进步

创新是人类文明进步的原动力，是科技发展、经济增长和社会进步的源泉。

人类从使用简单的工具、刀耕火种、捕鱼狩猎，到学会播种、制陶炼铜，逐渐形成了原始的农业技术和工匠技术，社会生产力得到明显的提高，推动了原始社会向文明社会前进的步伐。随着人类知识的增长和积累，人类创造力开发的速度逐步加快，在经历漫长而艰苦的创新实践后，19世纪中叶终于迎来了以蒸汽机为代表的第一次动力革命和第一次工业革命。紧接着，到19世纪下半叶又引发了以内燃机为代表的第二次动力革命，人类从蒸汽机时代迅速地进入了电器时代，原始的工匠技术被近代的工业技术所取代，社会生产力得到极大的提高。进入20世纪，人类的创造活动空前活跃。半导体、计算机的问世，引发了人类第二次工业革命，使人类步入了信息时代。随着人类对核能技术的掌握，人类跨入了原子时代。人造卫星的上天，使人类跃入划时代的航天时代。翻开人类发展的历史长卷，可以说，人类文明史就是一部人类生生不息的创新发展史，而创新正是人类文明不断进步的原动力。

创新不仅作为第一生产力创造出巨大的物质财富和经济效益，而且也带来了科技产业、社会经济运行方式和社会体制的巨大变革。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。而到现在，发达国家中这一比例高达70%~80%。美国从1929年到1978年的50年中，生产增长率中的40%是依靠技术创新取得的。近几年，由于大量创新成果的不断涌现，科学技术得到极大的发展，世界经济运行方式也随之发生了根本的变化。人们在通信、计算机、网络、生物、材料、电子工程等各个领域，创造出10年前根本不可能想象的新产品、新系统、新行业和新的就业机会，这不仅推动了社会体制由传统向现代结构的转型，也极大地促进了社会经济的持续发展。全球的软件产业在1995年的年产值高达2000多亿美元，并且还在以每年13%的增长率快速增长。在美国，与计算机和通信技术直接有关的产值占其国民生产总值的1/4；其信息产业的产值在1996年就已经开始超过其传统的制造业，其中仅微软公司一家的产值就超过了美国三大汽车公司（通用、福特和克莱斯勒汽车公司）的总产值。全球的信息产业在2000年已超过石油工业，成为全球的第一大产业，全球的专利和专利技术贸易额从1985年到1993年增加了20%。

另一方面，在知识经济形态中，知识存量的改变加快，知识的新颖性很快就趋于消失，知识的报废率大大提高，社会需求更加趋于多样化，没有哪一种产品能长期占领市场，也没有哪一种服务能长久地适合大量客户的需要，技术和产品的生命周期日益缩短，落后的技术将很快被淘汰。据统计，目前技术的年淘汰率为20%，也就是说，技术的平均寿命只有5年，高新技术产品的寿命周期更短，技术模仿更加快捷，企业与企业、国家与国家之间的竞争更加激烈。在这种情况下，企业的竞争力的大小完全取决于它的创新能力的强弱。对国家来说，只有广泛进行包括社会创新、技术创新在内的全面的创新改革，形成一种持续的创新机制和可扩展的创新秩序，才能适应知识经济的发展需求。面对快速拓展的生存空间和日趋激烈的社会竞争，人们越来越清楚地认识到：国家的经济增长、国家的发展和强盛不仅取决于自然资源、资本和劳动力等有形资源，更要依赖于知识和创新等无形资源，因为后一种因素往往决定着前一种因素的综合效益。

为了迎接这场国际性的大挑战，增强我国的综合国力，培养大批的创造人才是关系国家前途命运的头等大事。

中华民族是一个富有创造性的民族。在世界文明发展史上，炎黄子孙的创造才华始终是出类拔萃的。英国学者坦普尔曾指出：现在世界上重要的发明创造有一半以上源于中国。他在《中国——发明和发展的国家》一书中指出：除了指南针、印刷术、纸、火药是中国的四大发明外，现代农业、现代航运、现代石油工业、现代气象观测、现代音乐、十进制计算、纸币、多级火箭、水下鱼雷乃至蒸汽机的核心设计等都源于中国。有人做过统计，美国的华人只占全美国人口总数

的几分之一，但在全美 12 万一流的科学家和工程师中，有中国血统的竟占了近 1/4。华人在美国科技界人才辈出，如杨振宁、李政道、丁肇中、吴健雄、陈省身等。在其他行业中，有电脑大王王安、钢铁大王谭仲英、股票大王蔡志勇、旅游业大王陆国权等。我国发明家从国际展览会上曾先后捧回过近百块金牌，仅 36 届布鲁塞尔尤里卡世界发明博览会上的 500 项发明中，我国就有 211 项，展览会共颁发 260 块金牌，我国就夺得其中三分之一。因此，不论过去、现在，乃至将来，我们都有理由相信：中华民族是一个极富创造力的民族，我们没有任何理由不为有我们这样的优秀民族而感到自豪！

当然，我们也必须清醒地认识到：由于种种原因，我们现在暂时落后了。但中华民族是一个自强不息的民族，是一个勇于继承和弘扬中华儿女优秀传统文化的民族。13 亿中国人，从现在起，如果每个人都重视自己创造力的开发，每个人都重视创新思维和创新方法的训练，真正让每个人的创造力的火花都迸发出来，中国未来的科技和生产力的发展速度是难以估计的。到那时，中国将一定会成为东方的巨人，一个强大的中华民族将永远屹立在世界先进民族之林。

## 第二节 创新与传统

任何创新都是在传统知识和成果基础上产生的，没有坚实的知识基础，就不可能在已有的技术水平上发展、创新。人类创造出来的每一件“新作品”，在当时的环境中看来可能是最好的，但随着时间的推移和技术的进步，人们就会发现它的不足，发现它需要改进、需要完善，甚至需要用其他东西来取代。从这个意义上看：创新只有起点而永无终点。

一个人的知识水平决定了这个人事业创新的起点，其知识结构决定了其创造发展的方向与领域，其学习与创新能力决定其创造自我价值的大小。随着知识经济的兴起，知识存量的改变迅速加快，知识的新颖性很快就趋于消失，知识的报废率大大提高，社会对知识的需求更加趋于多样化。在这样一个充满机遇和挑战的时代中，创新者必须广泛、大量、迅速地传统知识中学习必要而有用的知识，拓宽自己的知识领域，构建合理的知识结构，培养自己的创新意识，才能适应知识经济的迅速发展的要求，有所作为，有所创新。

传统的学习与研究是一种尊重已有知识、遵循已有方法、高度收缩的思维活动。然而学习与研究的目的是不仅是对已有知识的准确把握，学习的真正目的在于创新。学习与研究只有牢牢地扎根于传统科学之中，才有可能打破旧的传统而获得创新。科学家必须彻底地依附于一种传统，但突破性的成功又在于与之决裂。在一个根深蒂固的传统领域中进行深入的研究，比那些没有收敛标准的研究更能打破传统，因为任何泛泛的研究绝对没有比长期集中关注而更容易发现传统中的

疑点及其深度。因此，一切创新活动都应当从学习大量的传统知识开始。

但传统的观念、理论和方法又是一种强大的约束力量，因为传统的理论和方法是经过一定实践活动证明和检验的，用它来认识问题和解决问题比较方便，轻车熟路、触类旁通，从而可以大大缩短思考时间，提高思考效率。因此，当人们面对一种新现象，要解决一个新问题时，总喜欢用传统的眼光、传统的理论加以解释，用传统的方法加以解决，并且总是能解决遇到的 99% 以上的问题。但在需要进行创新的时候，传统习惯形成的思维定势又会阻碍新观念的产生，这正应了生物学家贝尔纳的一句话：妨碍人们学习的最大障碍，并不是未知的东西，而是已知的东西。因此，突破思维定势在创新活动中有着极大的价值。传统和惯例形成的思维定势通常表现在三个方面：

### 一、书本定势

书是人类拥有的共同财富，是人类智慧的源泉。因为有了书，知识、经验和教训能代代相传，并且能使下一代人站在前人的肩上，批判地吸收先人留下来的知识遗产，而不必像动物那样，一切从零开始。因为有了书，我们能在方寸之间向古今中外的名人、伟人请教，和他们展开讨论，从中领悟到人生的真谛，体察到他们丰富的阅历和学习到渊博的知识。但是，书中介绍的毕竟是已知的东西，创新的具体答案在书中是永远也找不到的。在处理新问题时，如果不从具体的实际出发，知识不但起不到积极作用，反而会束缚人的头脑，降低大脑解决问题的能力。

在高等教育中，世界各国仍普遍沿袭按专业培养人才的模式，要求每一个学生掌握一定程度的专业知识，这是必需的。但我们必须认识到：专业并不是知识的全部，在进行创造性的工作时，最好的答案也许会来自一个与自身专业毫无关系的其他知识领域。因此，在学习专业知识时，应提倡保持思想的灵活性，注重学习书中的基本原理，而不是死记一些规则。书读多了，会受到书本定势的困扰，不读书，又学不到所需的知识，这是一对矛盾。三遍读书法也许能助你解决这个矛盾，即：第一遍假定书中理论完全正确，第二遍假定书中理论全部错误，尽可能将书中观点驳倒，第三遍将前两次的读书结果综合起来，提出自己的新看法。

### 二、经验定势

经验是人们通过实践获得的知识、掌握的规律或技能。经验能使我们将各种问题处理得井井有条，经验能使我们少走许多弯路。但如果过分地依赖经验，就会形成经验思维定势，大脑会失去想象力。在科学发展史上有着重大突破的人几乎都不是当时的名家，而是学问不多、经验不足的年轻人。因为他们没有太多的经验定势，他们的大脑中有无限的想象力和创造力，什么都敢想，什么都敢做，想和做的次数多了，总会产生出重大突破。比如，爱因斯坦 26 岁提出狭义相对论，37 岁提出广义相对论；爱迪生 29 岁发明留声机，31 岁发明电灯；居里夫人 31 岁发现放射性三元素而获得诺贝尔奖，46 岁获得第二次诺贝尔奖；贝尔 29 岁

发明电话；西门子 19 岁发明电镀；李政道、杨振宁分别在 30 岁和 34 岁提出弱相互作用下宇称不守恒定律；等等。有志成才的年轻人应抓住缺少经验定势的“有利时机”，选准目标，在创新实践中实现自己的人生价值。

### 三、权威定势

有人群的地方就会有权威，权威的渊博知识和不容置疑的地位对维持人类社会的正常运行具有十分重要的意义。但如果我们迷信权威，便会不假思索地习惯他们的观点，以他们的是非标准来考察问题，从而轻而易举地否定掉自己的一些创新遐想，扼杀掉自己的创新意识。事实上，世上没有永远的权威。随着科学技术的发展，任何权威的学说都会逐渐变得陈旧。比如，德国科学家西门子等一大批当时有名的科学家曾断言“比空气重的机械根本飞不起来”；爱迪生也曾发表过论文说“交流电不适合家庭使用，直流电是惟一的途径”；等等。所有这些理论随着科学的发展都被证明是错误的。

人的精力是有限的，每个人只能在极少数领域内拥有精深的知识，在处理不熟悉的问题时往往会参考、甚至全盘照搬权威的观点，这时权威定势是有积极意义的。但当科学研究需要推陈出新时，权威定势会束缚我们的大脑，使之失去独立思考能力。当事实与权威定势产生矛盾时，它会阻碍新观念、新理论的产生。凡是有所作为的科学家，无一不具有勇敢地突破权威定势的精神。杰出的地质学家李四光不迷信世界地质学界权威得出中国贫油的结论，经过大量艰苦的考证，预言我国的石油远景十分辉煌。今天的大庆、大港、胜利等一系列大型油田的发现，足以证明其预言的正确性。

不过需要明确指出，我们指出思维定势的负面影响，决不是要否定书本、经验和权威在科学研究中的积极和重要的作用，而是希望认识它们的客观存在，弄清它们产生的根源和在创新中起到的负面作用，警惕和排除它们对创新活动可能产生的束缚作用。

克服传统带来思维定势可以采用转换视角，运用发散思维、逆向思维等方法来建立思维的多重视角，这是一种突破思维定势行之有效的方法。此外，利用形象思维、灵感思维、直觉思维也能对思维定势进行突破。这些内容将在本书的第二章中提到。

传统和创新是科学发现互补的两个方面。常规研究遵循传统的思维活动和方法，其研究的核心是释疑。然而传统研究的不断深入，正是创新必不可少的酝酿萌芽的过程。

## 第三节 创新与思维

人最强大的力量并非来自肢体，而是人所特有的思维能力。正是依靠这种能

力，从古至今，人类获得了不计其数的创新成果。那么什么是思维呢？辩证唯物论告诉我们，人对客观事物的认识过程首先是接触外界事物，产生出感觉和印象，然后通过大脑将感觉到的信息加以整理、改造，逐渐把握住事物的本质、规律，从而构成对事物的判断和推理，这种认识的飞跃过程就是我们所说的思维。

思维具有概括性和超越性，即思维能概括出事物的本质，并且超越具体的时间、空间和具体的事物，去认识那些并没有直接作用于人的其他事物的本质。人类正是凭借思维的这种特性，揭示出宇宙的演变规律，提出大陆漂移理论等。

人们在从事创造性的劳动时，思维方式是其智慧的核心。创造性思维通常可以分为两类：逻辑思维和非逻辑思维。逻辑思维是以已知的概念和某种规定的思考方式通过比较、判断、归纳、综合来认识和判断事物。逻辑思维的特点在于它的有序性、递推性和根据性，它是一种严密的思维方式。逻辑思维是人们在思考问题时最常用的一种思维方法，因为它是人们自幼从各种实践活动中学习、积累而逐渐形成的。逻辑思维虽不像非逻辑思维应用得那样活跃，但在创造性方案的整理和可行性判断上不可缺少。逻辑思维可以把握创新方案的目标，避免思维上的混乱，维系创新过程的有序进行。因此，人们在创新的过程中，在思考的不同阶段，会交替有所选择地使用逻辑思维和非逻辑思维。

非逻辑思维主要指逻辑思维以外的各种思维模式，包括：形象思维、发散思维、逆向思维、自由联想、灵感顿悟等。非逻辑思维的最大特点是思维的随意性和跳跃性，它不受任何“秩序”的约束。正是思考过程中的这种不受约束的跳跃性，往往使人能在解决问题时找到新途径、想出新点子、创造新事物、发现新方法、破旧立新、发展提高或改进完善，从而获得创造性的新成果。非逻辑思维在创新活动中应用非常广泛，它在选择创新目标、构想创新方案、寻找解决创新途径等方面会起到不可估量的作用。可以说，一个人的创新才能除了取决于这个人的知识水平、知识结构和技能技巧外，还与他的逻辑思维与非逻辑思维的能力有关，而非逻辑思维能力的缺乏会直接影响其对知识的加工和创造性活动的进行。爱因斯坦曾说过：“没有通向创造发明的逻辑之路”。但在日常的工作和学习中，人们常对自己的记忆力不好或知识的欠缺而感叹，并且总是努力想去改善它。然而很少有人注意自己的思维能力的强弱。当你指出他思维方法不正确时，这些人往往很难接受，更想不到如何去培养和提高自己的思维能力。更有甚者，有人认为：思维能力的强弱取决于父母的遗传。这种忽视思维能力的后天培养和思维能力的“先天论”，极大阻碍了创新思维的发展。

我们说创新思维是可以通过学习逐渐“领悟”的。虽然创新思维由于它本身具有“试探”和“摸索”的特性，决定了这种学习不可能按一种固定的方式来进行，但人们从大量已为实践证明是行之有效的创新做法中，从历史上卓有成效的创新事例中，可以总结出一些可供人们学习和借鉴的、能够提高人们创新思维能

力的原理和方法，通过启发、疏导使其逐渐领悟、掌握其中的窍门，这也是本书希望达到的一个目的。

大量的事例证明：开设创新教育的专门课程，对创新思维进行针对性的训练，对提高创新能力有极大的价值。1982年的一份调查材料表明：当时日本已有40%的企业对职工进行了创新思维的教育，日本国民每年进入各种创造发明学校学习的人不少于50万，日本国民每年向专利厅申请专利的项目高达60万项，全世界的发明者每三人中就有一个是日本人。日本正是利用创新思维的教育加快了其本土创新的步伐，利用一些创新成果带动了整个国民经济的迅速腾飞。例如：纯氧顶吹转炉新技术的创造和应用，推进了冷轧工程的大型化、连续化和自动化。20世纪60年代，高速铁路、高速公路、超高层大楼建设等新技术的诞生，促使日本在大型施工机械和机电制造技术方面迈上了一个新台阶，由此也带动了诸如电饭锅、洗衣机、电风扇、电视机以及农业机械等一系列机电产品形成规模化生产。

创新教育除了可以为一个国家带来巨大的经济利益，同时也能培育出一种创新氛围，这种氛围反过来又进一步促进群众性的创新活动向更深层面发展，带来人们思想观念的转变，使创新活动从物质向精神领域扩展，为社会发展创造更有价值的财富。

#### 第四节 创新与创造性人才

具有一定专门知识和创造能力、积极从事创造性劳动的人被称为创造性人才。从近几年人才市场的反馈信息来看，富于开拓型的创造性人才是市场上的“抢手货”。原因在于：在现实社会生活中，创造性人才运用创造性智慧和创造性成果救活一个工厂、拯救一个濒于破产的企业、改变一个地区的贫困面貌而取得成功的事例屡见不鲜。微软公司的巨大成功靠的不是物质资本，靠的正是那些拥有知识、掌握信息、会经营、懂管理的创造性人才。在当今的社会竞争中，需要大量的创造性人才。缺乏创造性人才，必将影响一个国家的发展和强大，必将影响一个国家的综合实力。

加强创新教育是加速培养创造性人才的重要手段和方法。创新教育是“素质教育”的一个重要组成部分，是把创新学、发明学、教育学、心理学等相关学科的一般原理有机综合起来，通过教育、教学等途径培养学生的创新思维，提高创新能力的教育。

与传统教育相比，创新教育同样重视必要知识的学习与积累，但更强调合理的知识结构，更强调对创新能力的培养和训练。

创新教育主张在教学中不仅是告诉学生怎么做，而又要使其知道为什么要这