


高等学校“十三五”规划教材

创造性思维 与创新方法

张德琦 主编

CHUANGZAOXING SIWEI
YU CHUANGXIN FANGFA

 化学工业出版社

高等学校“十三五”规划教材

创造性思维 与创新方法

张德琦 主编



化学工业出版社

·北京·

《创造性思维与创新方法》共分三个部分：绪论、创造性思维、创新方法，重点介绍了思维定势、方向性思维、形象思维和逻辑与批判性思维五种创造性思维，以及智力激励法、设问法、列举法、类比法、组合法、TRIZ创新方法基础等六种常见的创新方法。结合各章内容设置了“教学目标”“案例”“拓展阅读”“思考题”等栏目，结构合理、内容充实、案例丰富。

通过本书的学习可以启发学生进行创造性思考，激发潜在的创新能力，具有很强的实用性和启发性。

《创造性思维与创新方法》可作为高等学校学生创新创业教育通识课程的教学用书，也可作为有志于创新创业的各界人士的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

创造性思维与创新方法/张德琦主编. —北京: 化学工业出版社, 2018. 4
高等学校“十三五”规划教材
ISBN 978-7-122-31616-5

I. ①创… II. ①张… III. ①创造性思维-高等学校-教材②创造学-高等学校-教材 IV. ①B804.4②G305

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 040716 号

责任编辑: 唐旭华 王淑燕 尉迟梦迪
责任校对: 王素芹

装帧设计: 关 飞

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: 三河市延风印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 19¼ 字数 514 千字 2018 年 5 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: 40.00 元

版权所有 违者必究

前 言

中国共产党第十九次全国代表大会提出，创新是引领发展的第一动力，是建设现代化经济体系的战略支撑。十九大报告中 50 余次强调创新，深刻阐释了创新对于进入新时代的中国经济和社会的关键引领地位。

创新是一个民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不朽动力，创新能力是一个国家和地区竞争力的决定性因素之一。近年来，我国日益重视创新在经济社会发展中的重要作用，不断加强和完善创新驱动发展战略。中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要（简称“十三五”规划）中明确提出“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念，并将创新发展确定为五大发展理念之首，强调要“把发展基点放在创新上”。在这种大背景下，国家、各级地方政府及其他创新主体不断加大对创新的投入力度。

创新是一个国家、一个民族持续发展的源泉和动力，同样对于个人的发展也意义非凡。纵观古今，能够在各个领域做出巨大成就的人都具备善于创新和创造的共同特征。创新是融责任、勇气、方法、态度、精神于一体的实践，需要科学理论的指导、循序渐进的培养、融合专业的实践。

2015 年 5 月，国务院专门出台了《关于深化高等学校创新创业教育改革的实施意见》，明确要求到 2020 年要建立健全集创新创业课程教学、自主学习、结合实践、指导帮扶、文化引领为一体的高校创新创业教育体系，实现人才培养质量显著提升，学生的创新精神、创业意识和创新创业能力明显增强，投身创业实践的学生比例显著增加的教育教学改革目标。可见，高校创新创业教育改革与探索时不我待。

多年来，辽宁石油化工大学“创造性思维与创新方法”课程一直作为实验班的必修课开设，随着创新创业教育改革整体推进，该课程已成为创新创业教育系列课程之一，是本科学生的必修课。本书就是为适应本科大学生的创新思维与创新方法的能力培养而编写的。它是一门融知识性、实践性于一体的课程。本书具备以下几个特点。第一是实用性。本书注重从大学生自身的特点和需求出发，教材从激发学生的学习兴趣入手，引入大量创新方法和贴近生活的应用案例，让学生体会到知识和方法在应用中的价值。第二是可读性。本书侧重于基本理论和方法，让学生能够通过通俗易懂的文字对理论知识进行理解和掌握，真正体会到什么是轻松学习、快乐学习。第三是启发性。本书力求打破学科界限，注重从当前社会实际出发，通过理论联系实际的方式，激发每一个学生潜在

的创新能力，开发其创造性思维。

本书分为绪论、创造性思维和创新方法三个部分，由张德琦担任主编，具体分工：张德琦、何娇撰写第一章，高兴军撰写第二章和第十一章，石元博撰写第三章，刘鑫撰写第四章，刘伟撰写第五章，何娇撰写第六章，贾冯睿撰写第七章，陈青鹤撰写第八章，张德琦撰写第九章和第十章。张德琦对全书进行统稿和审定。

本书的编者在辽宁石油化工大学主要从事创新相关课程的教学、实践和研究工作。在撰写过程中，吸收了国内外创新创业教育教学研究的最新成果，参阅了大量国内外有关创新的教材、著作、文献及网络资料，吸收了其中不少有益见解和经典案例。本书在出版过程中还得到了化学工业出版社的大力支持和帮助，在此一并致以诚挚的谢意！

由于水平所限，书中不当之处在所难免，恳请各位专家和读者批评指正，以使本书不断充实和完善。

编 者

2018年1月

目 录

第一章 绪论 / 1

第一节 创造与创新	1
第二节 创造性思维	14
第三节 创造性思维的特征	16
第四节 创造性思维的过程	22
思考题	27

第一篇 创造性思维

第二章 思维定势 / 29

第一节 从众型思维定势	34
第二节 书本型思维定势	38
第三节 经验型思维定势	40
第四节 权威型思维定势	44
第五节 思维定势的突破	46
思考题	53

第三章 方向性思维 / 55

第一节 发散思维与收敛思维	55
第二节 正向思维与逆向思维	62
第三节 横向思维与纵向思维	70
思考题	85

第四章 形象思维 / 87

第一节 形象思维	87
----------------	----

第二节	想象思维	88
第三节	联想思维	92
第四节	直觉思维	98
第五节	灵感思维	102
思考题		108

第五章 逻辑与批判性思维 / 109

第一节	逻辑思维	110
第二节	逻辑思维方法	117
第三节	批判性思维	123
第四节	批判性思维与创造性思维	129
思考题		134

第二篇 创新方法

第六章 智力激励法 / 135

第一节	智力激励法概述	135
第二节	智力激励法的作用	137
第三节	典型方法——头脑风暴法	139
思考题		159

第七章 设问法 / 160

第一节	设问法概述	160
第二节	典型方法——奥斯本检核表法	163
第三节	引申方法	175
思考题		185

第八章 列举法 / 186

第一节	列举法概述	186
第二节	典型方法——属性列举法	187
第三节	引申方法	193
思考题		209

第九章 类比法 / 210

第一节	类比法概述	210
第二节	典型方法——综摄法	223

第三节	引申方法	227
思考题	236

第十章 组合法 / 237

第一节	组合法概述	237
第二节	典型方法——形态分析法	246
第三节	引申方法	250
思考题	263

第十一章 TRIZ 创新方法基础 / 264

第一节	TRIZ 理论的起源与发展	264
第二节	TRIZ 理论的重要概念	268
第三节	TRIZ 理论的核心思想	273
第四节	TRIZ 理论的体系结构	275
第五节	物理矛盾及解决原理	277
第六节	技术矛盾及解决原理	285
思考题	297

参考文献 / 299

第一章

绪论

★【教学目标】

1. 了解创造和创新的内涵与分类；
2. 掌握创造与创新的关系；
3. 理解创新能力的构成、创新人格的基本素质；
4. 了解创新方法的三个阶段；
5. 理解创造性思维的内涵；
6. 掌握创造性思维的特征和过程。

第一节 创造与创新

人类初始，没有火，吃的是生的，住的是洞穴，没有衣服穿。正是不断的发明创造，才把一个混沌的世界，变成了今天这个令人眼花缭乱的现实世界。没有发明创造，就没有今天的大千世界，特别是那些划时代的发明创造，如蒸汽机的发明引起了波澜壮阔的工业革命。虽然蒸汽机已完成它的历史使命，退出历史舞台，而由内燃机和电动机所代替，但是它为人类社会现代工业的诞生和发展立下了汗马功劳。发电机、电动机、电灯泡以及电子无线电技术等发明，使人类社会进入电气化时代。随着核动力发电和电子计算机的发明与广泛应用，人类社会开始进入高科技时代，并迎接知识经济时代的全面到来。近几年3D打印技术与能源动力研究的飞速发展，即将使人类迎来崭新的世界。总之，人类的发展离不开科学发现与技术发明。

一、创造

人类的文明史就是一部不断创造的历史，人类生活的本质就是创造，人类文明的源泉就是创造。

（一）创造的内涵

在《辞海》中，“创造”一词被解释为“首创前所未有的事物”。

莱特兄弟发明的飞机就是首创前所未有的事物，因为飞机是从无到有的新事物。创造的对象不一定是产品，比如国内生产总值（GDP）是指一个国家（国界范围内）所有常驻单位在一定时期内生产的所有最终产品和劳务的市场价值，它是一种统计方式，也是一种创

造。最近几年在我们国家广泛使用的通过微信、支付宝等方式支付费用或发“红包”，它是经济领域中的创造（图 1-1）。同样，爱因斯坦创立“相对论”理论也是创造。

从以上创造实例可以看出，不仅仅是新事物属于创造，新方法、新理论也是创造，在《现代汉语词典（第 7 版）》里，创造被解释为：“想出新方法、建立新理论、做出新的成绩或东西。”将创造的外延进行了扩展，也就是说三百六十行，在每个行业都可以进行创造。

“微信红包”



图 1-1 经济领域中的创造

从广义上说，创造是指个体发展过程中对个人生活的价值创新。一个人对某一问题的解决，如果富于创造性，不管这一问题及其解决过程是否有前人提出过，都可以被看作是广义的创造。

从狭义上说，创造是指对整个人类社会的进步过程的价值创新。如科学上的新发现，技术上的新发明，文学艺术上的杰作等，都是前人不曾实现的创造活动，都能对整个人类社会产生新的价值。

创造是一种开拓性的实践活动。在人与环境的适应过程中，信息的处理不是

总停留在一个固有的水平上，人自身需要发展，而人的发展又融入新的环境之中，对环境的变化起到相应的作用。创造性带来了人、环境的积极变化。人们通过自己的创造过程的完成，实际上也取得两个方面的积极意义，即人自身能力的提高及对社会进步的贡献。

创造决定了知识和技术的方向。信息中的不和谐因素，从本质上讲就是问题，就是矛盾，通过创造性活动可以解决这些问题或矛盾，这就决定了其目的性和方向性，正是知识和技术发展和进步的表现。

实际上，能够进行首创前所未有的新事物的人比较少，现有事物不是很完美、总有这样或那样的缺点，大多数人可以针对这些不足进行改进，这也是创造。据此，可以对创造下一个通用的定义：所谓创造，是指人们首创或改进某种思想、理论、方法、技术和产品的活动。

（二）创造的分类

创造的领域很广，有不同的分类方式，可以按创造性的大小、创造的内容、创造过程的表现形式等方面进行分类。

1. 按创造性的大小分类

创造就是首创的或改进的形形色色的事物和方法，首创和改进的事物的创造性差别很大，有关学者根据创造性的大小将创造分为第一创造性和第二创造性。

首创就属于第一创造性，它是指人类历史中出现的重大发明和创造。如中国的“四大发明”、达尔文创立的生物进化论、莱特兄弟发明的飞机、爱迪生发明的白炽灯等。它们都是从无到有的创造成果，具有很高的创造性，属于第一创造性。第一创造性通常是属于少数人所拥有的活动。

改进属于第二创造性，它是指人们在理解和把握某些理论与技术的基础上，根据自身的条件加以吸收和融合，再创造出大量的具有社会价值的新事物或方法。如工厂的技术革新、产品升级换代等。大多数人都是开展改进发明活动，取得的成果属于第二创造性。

美国私企成功回收太空火箭，希望大幅降低发射成本

据 SpaceX 公司网站提供的发射直播显示，美国私人航天企业太空探索技术公司 (SpaceX) 的升级版“猎鹰 9 号”运载火箭，于美国东部时间 2015 年 12 月 21 日晚从佛罗里达州卡纳维拉尔角空军基地升空，把 11 颗美国卫星送至地球低轨道。在发射 10 分钟后，“猎鹰 9 号”一级火箭从天而降，在目标降落地点引起一片火光，但火光迅速熄灭，露出耸立在茫茫夜色中的白色火箭。现场观看发射的人群顿时爆发出阵阵欢呼与掌声。

众所周知，目前全世界绝大多数火箭都是一次性运载系统，因而价格昂贵。火箭一旦能够回收，只要稍加修复，重新加注燃料便可再次发射，能大大降低发射成本。SpaceX 公司首席执行官埃隆·马斯克曾形容火箭使用的浪费程度，就和一架波音客机仅做了单趟的飞行就将它报废一般。他指出，火箭成功自主回收具有跨时代意义。因为火箭摆脱“一次性”的角色，将大幅缩减太空旅行的花销，发射成本将大幅降低。

值得注意的是，可重复使用的火箭有利于帮助人类实现前往火星的载人任务，搭载登陆火星的宇航员重返地球。可重复使用的火箭是在一次性火箭技术基础上改进而来的，因而属于第二创造性，但是它具有极大的社会效益和经济效益。

2. 按创造的内容分类

根据创造的内容不同将人类的创造分为物质财富的创造、精神财富的创造和社会组织的创造。

(1) 物质财富的创造

物质财富的创造指创造的成果是物质领域的事物。例如研究设计生产一种有形的物质产品，如桥梁、卫星、新产品等。

(2) 精神财富的创造

精神财富的创造指创造的成果是精神领域的东西，如小说家创作一本小说。编剧创作一出新话剧、画家创作一幅新作、作曲和作词家创作一首新歌等。例如：《唐诗三百首》《诗经》《楚辞》等是古人留给我们宝贵的精神财富的创造。

(3) 社会组织的创造

社会组织的创造指人类为了一定目的，从社会宏观和微观等方面建立的新的组织机构，如不同的社会制度、不同的公司制度等。当前国企改革的方向是改造为混合所有制企业，混合所有制企业是指由公有资本（国有资本和集体资本）与非公有制资本（民营资本和外国资本）共同参股组建而成的新型企业形式。混合所有制企业就是社会组织的创造。

3. 按创造过程的表现形式分类

按照创造过程的表现形式将创造分为科学研究、技术发明和艺术创作。

(1) 科学研究

科学研究是指人类科学领域的探索，利用科研手段和装备，为了认识客观事物的内在本质和运动规律而进行的调查研究、实验、试制等一系列的活动。科学研究为创造发明新产品和新技术提供理论依据，探索认识未知是它的基本任务，这一切都源于高度的创造性。科学上的创造也称发现。

从中医古籍里，屠呦呦教授得到启发与研究思路，通过对提取方法的改进，首先发现了中药青蒿的提取物有高效抑制疟原虫的成分，她的发现在抗疟疾新药青蒿素的开发过程中起到关键性的作用。由于这一发现在全球范围内挽救了数以百万人的生命，屠呦呦教授于 2015 年获得了诺贝尔生理学或医学奖。

科学研究的主要任务是科学发现，科学发现分为两种类型。

科学发现第一种类型是发现科学事实，是指经过研究、探索等看到或找到前人没有看到和找到的科学事物。如哥伦布发现美洲新大陆、陕西农民发现秦始皇兵马俑、紫金山天文台发现小行星等属于这一类发现。

科学发现第二种类型是发现科学规律，如哥白尼的“日心说”、达尔文的“进化论”、爱因斯坦的“相对论”，均属于这类发现。如2007年德法科学家发现巨磁电阻效应获得诺贝尔物理学奖。

科学研究成果最好的表现形式是发表学术论文，因此，在科学研究取得成果后应该撰写学术论文，并投到相关学术刊物上发表，比如 Nature、Science 和 Cell 三大国际顶级学术期刊。

(2) 技术发明

技术发明是指人类技术领域的实践，发明的成果或是提供前所未有的人工自然物模型，或是提供加工制作的新工艺、新方法。机器设备、仪表装备和各种消费用品以及有关制造工艺、生产流程和检测控制方法的创新和改造，均属于技术发明，技术发明也同样需要高度的创造性。

2009年诺贝尔物理学奖由英国华裔科学家高锟及美国科学家威拉德·博伊尔和乔治·史密斯获得。博伊尔和史密斯发明了半导体成像器件——电荷耦合器件（CCD）图像传感器，这个传感器就像数码照相机的电子眼，通过用电子捕获光线来替代以往的胶片成像，这一发明彻底革新了摄影技术。此外，这一发明也促进了医学和天文学的发展，在疾病诊断、人体透视及显微外科等领域都有着广泛用途。可见，技术发明更接近我们的生活，能够产生很大的社会效益和经济效益。

技术发明包括新产品的研制和新方法的发明两类。我国四大发明中的火药和指南针是新产品的研制，造纸术和印刷术是新方法的发明，古人是发明了造纸的方法和印刷的方法，而不是发明了纸和印刷机。纳米技术、克隆技术也分别是20世纪60年代和90年代发明的新技术方法。

当然，技术上的创造也有不同层次，按创造性由低到高可分为技术革新、方案设计、发明和技术创新等。

技术革新是指在已有技术的基础上所进行的局部改进。例如，工厂的工艺流程、机器部件等的改进。

发明是发明人的一种思想的创造，这种思想可以在实践中解决技术领域里特有的问题。技术发明成果表现形式是专利，因此，在取得技术发明成果后应该申请专利，比如国家发明专利；还可以申请国际专利，如专利合作条约（PCT）。中华人民共和国专利法规定可以获得专利保护的发明创造有发明、实用新型和外观设计三种。

技术创新一词源于经济学领域，它最早是作为一个经济学概念提出的。技术创新有广义与狭义之分，广义的技术创新概念等同于创新概念，包括组织管理创新。但是广义的技术创新概念并不符合人们一般的思考习惯，在实际应用中没有得到广泛应用。根据技术创新的狭义定义，技术创新是指与产品制造、工艺过程或设备有关的包括技术、设计、生产及商业的活动的改进或创造。

技术创新一般涉及“硬技术”的变化，侧重于对产品和生产过程的改变，但技术创新并不只是一个技术问题，而是一个涉及技术、生产、管理、财务和市场等一系列环节的综合化的过程。它包括产品和工艺创新（发明），以及组织创新和市场创新等。所以，它已经接近于广义的创新行为。

(3) 艺术创作

艺术创作是指艺术家以一定的世界观为指导，运用一定的创作方法，通过对现实生活观

察、体验、研究、分析、选择、加工、提炼生活素材，塑造艺术形象，创作艺术作品的创造性劳动。如2017年电视剧《白夜追凶》就是一部深受观众喜爱的艺术作品，是艺术创作的结果。

艺术创作是人类为自身审美需要而进行的精神生产活动，是一种独立的、纯粹的、高级形态的审美创造活动，它是一个复杂的过程，通常分为生活积累、创作构思、艺术表达三个阶段。如舞蹈艺术家杨丽萍在各地采风获得灵感而创作出多种表现形式的舞蹈，如《孔雀》《云南映象》等。

4. 创造的主观动因与过程

创造的主体也称创造者，一般是指进行创造的国家、团体或个人。创造者会源于各种不同需求而进行创造。如想要一种新的楼房风格而进行楼房设计，想写一本小说而进行创造性写作，想要开发一种新产品而进行产品创造，如此等等。因此，人们的创造活动归根到底是为了满足需求的。

如图1-2所示，因为人们有了创造性需求，才会引起创造者想要进行创造的动机，投入一定的资源与精力进行创造性活动，再经过各种努力，暂时达到了一定的创造性目标，这时人们会感到满足。但是，人们对一种新事物不会总是感到满足的，随着时间的推移，条件与环境的变化，会导致新的创造性需求的产生，从而进入下一轮创造活动，这样不断循环，就不断产生新的发明创造，推动社会的不断进步。比如，躺在床上看手机需要用手举起，一会儿手就酸了，很不舒服，那么能不能躺在床上很舒服地看手机呢？这就是一个创造性的需求。有了需求，就有人去行动，发明了“懒人支架”，满足了躺在床上很舒服地看手机这个需求。当然，这个发明能够彻底满足人们的需求吗？不见得。比如使用“懒人支架”时，使用者调整躺着的方向时，就需要调整支架的角度，因此，能不能发明一种随着人们躺着的方向而自动改变角度的“懒人支架”呢？这又是新的创造性需求，促使人们继续发明。正是因为人们不断地产生创造性需求，从而促使大量的创造发明诞生，推动着社会不断向前发展进步。

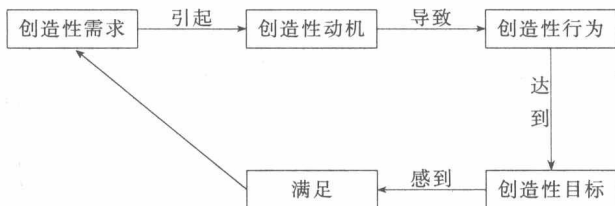


图 1-2 创造的主观动因

创造活动作为人的一种社会行为有其过程性，人们在创造活动中具体的思维过程和实践过程，包括选题过程、分析思维过程、实施过程及运用方法解题过程等。20世纪以来，有不少学者或是基于自己的创造经验，或是通过分析研究他人的创造行为进行探讨，提出了各种创造过程理论或猜测。关于创造过程的构成模式，主要有以下几种。

① 1926年，英国心理学家G·沃勒斯（G. Wallas）提出“创造性思维四阶段论”或称作“创造性解决问题的理论”，即四阶段模式。

a. 准备期：主要指发现问题，收集有关资料，掌握必要的创造技能，积累知识和经验并从中得到一定启示等。

b. 孕育期：对问题和资料冥思苦想，做各种试探性解决。如思路受阻，暂时搁置。

c. 明朗期：在孕育期长时间思考之后受偶然事件的触发而豁然开朗，产生了灵感、直觉或顿悟，使问题迎刃而解。

d. 验证期：即对灵感或顿悟得到的新想法进行验证（逻辑验证、理论验证、实践验证），补充和修正，使之趋于完善。

② 加拿大内分泌专家、应力学说的创立者 G·塞利尔提出了“七阶段说”，他把创造的过程比喻成生殖经历的七个阶段。

a. 恋爱与情欲：指创造者对知识的渴求，对真理追求的强烈欲望与热情。

b. 受孕：指创造者发现问题，提出问题，确定问题，并做充分的资料准备。

c. 怀孕：指创造者孕育新思想。这期间经历了无意识孕育阶段的漫长过程和十月怀胎的全过程。

d. 产前阵痛：当新思想完全发育成熟时，那种独特的“答案临近感”只有真正的创造者才能体会到。

e. 分娩：指新思想的诞生，灵感到来、创意清晰出现。

f. 查看和检验：像检查新生儿一样，使新观念受到逻辑和实验的验证。

g. 生活：新思想被确认后，开始存活下来，独立生存，并可能被广泛接受、使用。

③ 美国的创造学者帕内斯提出了创造性解决问题的五步模式：事实发现—问题发现—设想发现—解法发现—接受发现，这五步构成了完整的、创造性解决问题的过程。每阶段都包括发散与收敛两种思维。

④ 奥斯本提出了三阶段结构模式：寻找事实（即寻找问题）—寻找构想（即提出假设）—寻找解答（即得出答案）。

⑤ 我国创造学家提出了五阶段结构模式：发现问题—发散酝酿—顿悟创新—验证假说—成功实施。

其实，创造活动也就是一类特殊的问题解决过程，这样的问题解决过程具有创造活动所指明的特征，即目的性、新颖性、否定性、实践性、过程性、持续性和普遍性等。考察人们的创造过程，可以把创造活动划分为相对独立的四个阶段，即发现问题、确定创造目标阶段，提出解决问题的创造性方案阶段，评价和选择创造性方案阶段，进行创造性实施和反馈阶段。创造过程如图 1-3 所示。



图 1-3 创造过程示意图

二、创新

【案例 1-2】

钢琴楼梯

电梯的发明节省了人们上下楼的时间和力气，在低碳环保和健康生活的理念影响下，希望人们能够更多以走楼梯代替乘电梯的习惯。为了提升人们走楼梯的积极性，瑞典的一个地铁站别出心裁，设计出一个钢琴楼梯，楼梯的每一个台阶变成了一个个钢琴琴键，走在上面可以弹出美妙的琴声。它是由德国大众汽车瑞典分公司的工作人员为改善人们的行为方式，根据游戏化思维设计的。将爬楼梯与弹钢琴结合起来，让人们在爬楼梯时获得即时有效的反馈，就这样一个新奇、有趣的设计，让人们心甘情愿地做了以前他们不一定想做的事情。有趣的钢琴楼梯吸引了很多人走楼梯，达到了节能环保同时促进人们运动的目的。现在，在世界各地很多地方都可以看到这样的钢琴楼梯（图 1-4）。



图 1-4 钢琴楼梯

【案例 1-3】

3D 打印技术的发明

传统制造技术是“减材制造”，制造一个机械零件，需要对一整块金属原料进行加工，减除多余部分，保留有用部分，不仅浪费原材料，而且加工工艺烦琐，对于复杂形状甚至无法直接加工。如果借助 3D 打印，你只需要在电脑中绘制一个三维图形，按下“确定”键，稍等一会儿，一个实实在在的零件就可“打印”出来，从复杂的工业零件到日常生活中的锅碗瓢盆，只要有三维数据和相应的材料，无需借助模具或刀具，就可以被“打印”出来。1982 年，美国 3D 打印设备巨头 3D systems 的创始人查尔斯·胡尔（Charles w. Hu）在一家紫外线设备生产企业任职，他尝试把光学技术应用于快速成型领域。他将一种液态光敏树脂倒入大容器中，在容器里放置个升降平台，容器上方的紫外激光器根据计算机指令照射液面，所到之处材料会发生光聚合反应，迅速从液态转变为固态，当一层打印完成后，未被照射的地方仍保持液态，此时在液面以下 0.05~0.15 毫米的升降平台会下降一层，激光器开始打印第二层。这个过程不断重复，直到整个物件制造完毕，这项立体光刻（SLA）技术就是最早的 3D 打印。

除了省去制造模具的成本以外，相比传统制造工艺，3D 打印对材料的利用率也惊人，美国 F-22 猛禽战斗机大量使用钛合金结构件，如使用传统的整体锻造方法，最大的钛合金整体加强框材料利用率不到 49%，使用 3D 打印利用率接近 100%。

2013 年，大连理工大学姚山教授及其团队与大连优利特科技发展有限公司共同研发成功了当时世界上最大的激光 3D 打印机，最大加工尺寸达 1.8 米，可以制作大型工业样件及结构复杂的铸造模具。由于其采用了“轮廓线扫描”的独特技术路线，比其他激光 3D 打印机加工时间缩短 35%，制造成本降低 40%。

与传统的制造技术相比，3D 打印技术无疑是一项革命性的、创新性的技术，3D 打印将工业制造业的设计、制造、存储、运输、维修等流程变成一种创造性的打印，不仅革命性地缩短了工业制造业的全过程，而且也带来了人类工业制造的全新概念。

（一）创新的内涵

创新是从英文 innovate（动词）或 innovation（名词）翻译过来的，根据《韦氏词典》

所下的定义，创新的含义为：引进新概念、新东西和革新。

首先，创新不是一个独立的新词，它是指以新思维、新发明和新描述为特征的一种概念化过程，是一个续存已久的基本概念。

创新的常见定义是：以现有的思维模式提出有别于常规或常人思路的见解为导向，利用现有的知识和物质，在特定的环境中，本着理想化需要或为满足社会需求，而改进或创造新的事物（包括但不限于各种方法、元素、路径、环境等），并能获得一定有益效果的行为。因此，可以从如下三层含义上来理解创新。

更新：指在已有的事物上有所进展，可以在任意领域。比如以前的果蔬上都没有字，有一个菜农采用某种办法让他的果实上有了字，这就是果农的创新。

改变：创新也可以是一些观念、做法甚至是手段的改变。比如，原本不使用移动互联网支付的零售业（如小摊、小贩）开始使用移动支付（支付宝、微信等），这种改变也认为是创新的一种形式。

创造：这当然是创新的最好方式。原本没有的蔬菜水果品种被创造出来，原本没有的计算机代码程序或者硬件设施被发明出来，原本没有的药品疫苗问世，这都是改变人类生产生活方式、让世人受益的创新。

创新理论（innovation theory）最早是由奥地利经济学家熊彼特（J. A. Schumpeter, 1883~1950）于1912年在其成名作《经济发展理论》一书中首先提出来的。此书在1934年译成英文时，使用了“创新”（innovation）一词。根据熊彼特的观点，“创新”是指新技术、新发明在生产中的首次应用，是指建立一种新的生产函数或供应函数，是在生产体系中引进一种生产要素和生产条件的新组合。他认为创新包含五个方面的内容。

- ① 引入新产品或提供产品的新质量。
- ② 开辟新的市场。
- ③ 获得一种原料或半成品的新的供给来源。
- ④ 采用新的生产方法（主要是工艺）。
- ⑤ 实现新的组织形式。

有很多学者认为，熊彼特的创新概念过于强调经济学上的意义。大体上可以认为：创新是对已有创造成果的改进、完善和应用，是建立在已有创造成果基础上的再创造。这说明已有创造成果既可以是有形的事物（如各种产品），也可以是无形的事物（如理论、技术、工艺、机构等）。

20世纪60年代，随着新技术革命的迅猛发展，美国经济学家华尔特·罗斯托提出了“起飞”六阶段理论，“创新”的概念发展为“技术创新”，把“技术创新”提高到“创新”的主导地位。

目前，在现阶段社会上普遍理解的创新多数是科技创新和商业创新，这主要得益于新技术的发展和经济学家的贡献。

（二）创新的分类

创新按照成果性质的不同可分为多种类型，以下是近年来国内外研究者对创新的不同分类方法。

1. 按照创新成果是否原创分类

根据创新成果是否具有原创性，分为原始创新和改进创新。

原始创新，就是指重大科学发现、技术发明、原理性主导技术等原始性创新活动。如诺贝尔科学奖的获奖成果是一个国家在推动原始性创新中处于领先地位的标志。

改进创新是对原有的科学技术进行改进所做的创新。比如，火车的驱动方式从最初的蒸汽机发展到内燃机，再发展到电力驱动，行驶速度也在不断提升，最终构建了遍布全球的高速铁路网。改进创新可分为材质的改进、原理结构的改进和生产技术的改进等。

2. 按照创新成果是否首创分类

根据成果是否属于全世界范围内实现的首创，分为绝对创新和相对创新。

绝对创新是在全世界范围内实现首创的创新。例如，牛顿的运动定律、我国的四大发明等，这些都是在全世界范围内实现的首创，属于绝对创新。

相对创新是不考虑其成果是否属于全世界范围内实现的首创的创新。相对创新不考虑外界环境，创造者针对自己原来的基础实现了新的突破就属于相对创新。

3. 按照创新成果是否具有自主知识产权分类

根据创新成果是否由自己创造出来的、是否有自主知识产权，分为自主创新和模仿创新。自主创新是指通过拥有自主知识产权的独特的核心技术及在此基础上实现新产品的价值的过程。自主创新的成果，一般体现为新的科学发现及拥有自主知识产权的技术、产品、品牌等。

模仿创新即通过模仿而进行的创新活动，一般包括完全模仿创新和模仿后再创新两种模式。模仿创新难免会在技术上受制于人，随着人们知识产权保护意识的不断增强和专利制度的不断完善，这种创新要获得效益显著的技术十分困难。

4. 按照创新活动涉及的领域分类

根据创新活动所涉及的不同领域，又可分为技术创新、制度创新、观念创新、文化创新、教育创新、理论创新和营销创新等。

（三）创造与创新的关系

从一般意义上讲，创造强调的是新颖性和独特性，而创新强调的则是创造的某种具体实现。创造与创新在概念上的差别体现在以下几个方面：

创造相对而然比较强调过程，创新比较强调结果。例如，可以说“他创造了一种新方法，这种方法具有创新价值”。

在程度上，创造强调“首创”“第一”“破旧立新”，主要是指自身的新颖性，不一定有与其比较的对象；创新是建立在已经创造出的既有概念、想法、做法等基础之上，其着重点基于“由旧到新”，强调与原有事物进行比较。因此，在一定程度上，创造的目的和结果可以看作创新。例如，黑白电视机的出现可以看作一种创造成果的诞生，因为在其出现之前根本就没有电视机；而彩色电视机的出现是一种创新，因为它是在黑白电视机的基础上，利用其他的科学理论和技术对其进行改造而出现的一种全新的产品，同时，液晶电视的出现也是一种创新。再如，飞机的出现是一种创造，而各式飞机的出现（如螺旋桨式飞机和喷气式飞机）则是创新。

在范畴上，创造一般指的多是知识、概念、理论、艺术等方面；创新一般指的多是技术、方法、产品等。

在思维过程上，创造应是独到的，其思维始终站在新异的尖端；创新则是在已经创造出的既有概念、想法和做法等的基础上，将别人的原始想法组织起来，并应用到自己的思维活动中去。

在目的上，创造注重的是科学性和探索性；创新更注重经济性和社会性。

（四）创新能力及其构成

创新能力，也称创造力、创造商数（创商），英文也称作“CQ”，即英语“creativity