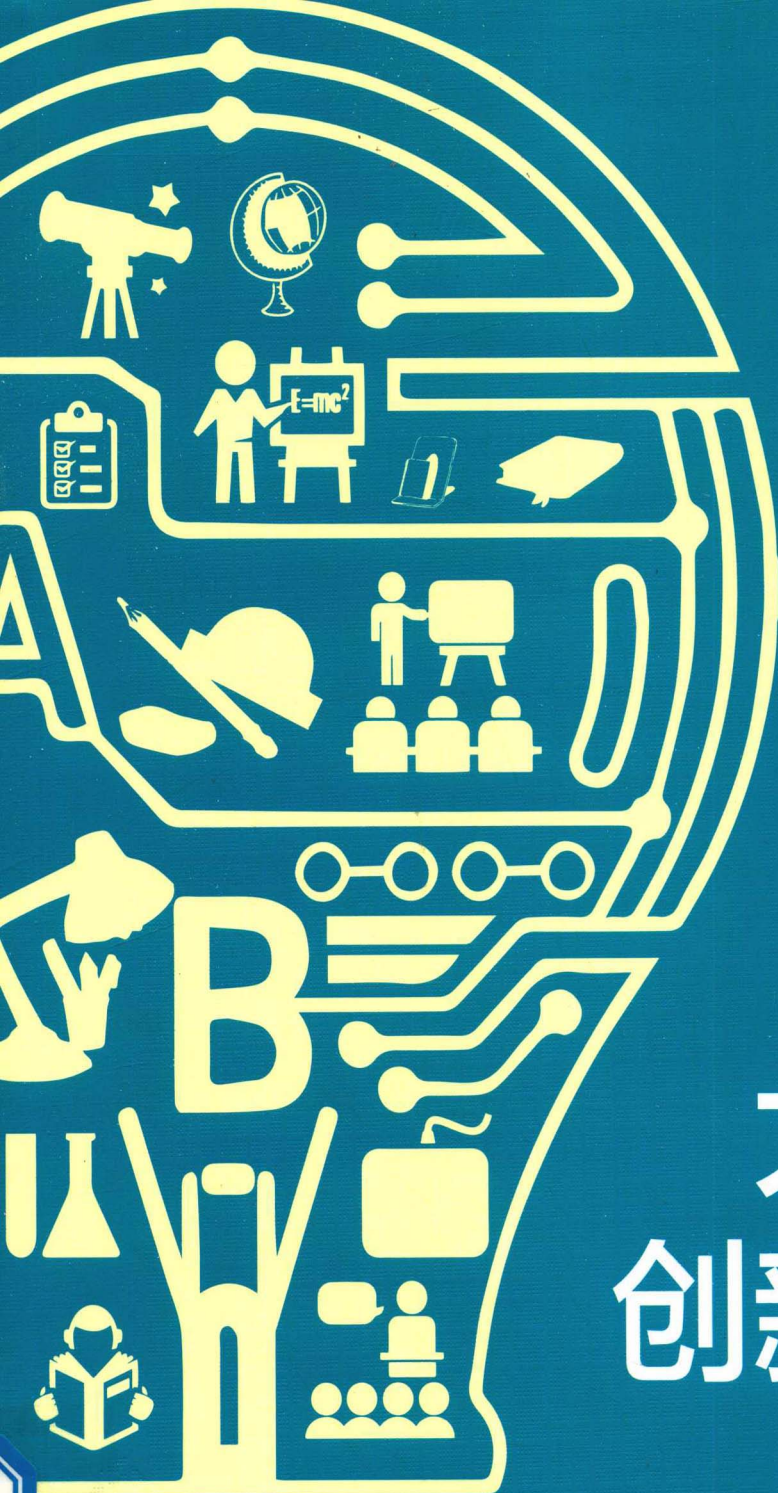


高等学校创新创业系列



大学生 创新实践

主编 王 滨

为你带来全新的思维方式，
引爆思考的革命，
迎接创新的无限可能！

高等教育出版社

高等学校创新创业系列



大学生 创新实践

主 编 王 滨

副主编 石 峰 梁齐伟

你带来全新的思维方式，
爆思考的革命，
接创新的无限可能！

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是科技部创新方法工作专项“大学生创新创业方法训练体系构建与应用示范”(2015IM040200)项目的成果之一。全书共分四部分,包括:创新活动与创新方法的深化与扩展(1~3章)、TRIZ的深化与综合运用(4~9章)、计算机辅助创新技术(10章)、将创新方法应用于工程和创业实践(11~13章)。

本书侧重于创新方法在各种创新实践中的运用,尤其是在科学研究、技术开发与工程实践中的运用,力求将创新方法贯穿于从创新到创业的全过程中。

学习本书可以帮助学生系统地了解创新方法,尤其是熟练运用TRIZ的各种工具,从而进行科学研究、技术开发和工程实践;并在专利战略、工业工程、创业实践中自觉地运用和开发创新方法。

本书可作为高等学校创新创业类课程教材,也可作为创新创业实验计划和相关竞赛、培训的参考教材,此外,各行各业有志于创新和发明的人士均可以阅读本书。

图书在版编目(CIP)数据

大学生创新实践 / 王滨主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2017.12
高等学校创新创业系列
ISBN 978-7-04-049005-3

I. ①大… II. ①王… III. ①大学生-创造教育-高等学校-教材 IV. ①G647.38

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第294934号

大学生创新实践

DAXUESHENG CHUANGXIN SHIJIAN

策划编辑 元 方
责任校对 刘 莉

责任编辑 陶 铮
责任印制 田 甜

封面设计 李树龙

版式设计 李树龙

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京信彩瑞禾印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 25
字 数 520千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2017年12月第1版
印 次 2017年12月第1次印刷
定 价 43.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究
物 料 号 49005-00

大学生 创新实践

主编 王 滨

- 1 计算机访问<http://abook.hep.com.cn/1250943>, 或手机扫描二维码、下载并安装 Abook 应用。
- 2 注册并登录, 进入“我的课程”。
- 3 输入封底数字课程账号(20 位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
- 4 单击“进入课程”按钮, 开始本数字课程的学习。



课程绑定后一年为数字课程使用有效期。受硬件限制, 部分内容无法在
手机端显示, 请按提示通过计算机访问学习。

如有使用问题, 请发邮件至abook@hep.com.cn。



<http://abook.hep.com.cn/1250943>

本书得到了教育部高等学校创新方法教学指导分委员会的大力支持及科技部创新方法工作专项“大学生创新创业方法训练体系构建与应用示范”（2015IM040200）项目的资助。

本书编写人员

主 编：王 滨

副主编：石 峰 梁齐伟

成 员：王 涛 史冬岩 刘甜甜 刘 凤 闫文静 孙晓枫
朱瑞富 李 铭 陈 光 陈 岩 张文利 张 巍
张建辉 张 鹏 林 岳 周贤永 明翠琴 孟 婕
赵新军 高国华 高昕睿 柴 锦 曹利华 滕晓艳

前言

创新是一个国家发展的动力，是人类社会进步的源泉。21世纪是知识经济占主导地位的时代，对创新创业型人才的呼唤使人们比以往任何时候都更加关注教育。随着创新型国家体系建设的不断深入，我国高校创新创业教育面临着新的挑战，需要培养大量具有创新精神、创业意识和创新创业能力的新型人才。在2015年的政府工作报告中，李克强总理提出了“大众创业、万众创新”的号召。同年5月，国务院办公厅印发的《关于深化高等学校创新创业教育改革的实施意见》中提出：“到2020年建立健全创新创业课堂教学、自主学习、结合实践、指导帮扶、文化引领融为一体的高校创新创业教育体系，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显著增加。”

创新创业教育以培养具有创新精神、创业意识和创新创业能力的人才为目标，创新方法教学是创新创业教育的重要手段和内容之一，涉及科学思维、科学方法和科学工具等内容，是加强创新创业人才培养的重要基础。推动高校创新方法的应用实践工作、构建高校创新方法培养体系势在必行。2013年5月，教育部成立了高等学校创新方法教学指导分委员会，负责开展全国高校创新方法教学的研究、咨询、指导、评估和服务等工作。2015年，作为教指委一项重要工作，由同济大学牵头，大连理工大学、东北大学、山东大学、中国科学院大学、西南交通大学、哈尔滨工程大学、河北工业大学、浙江工业大学、沈阳师范大学等高校共同参与申报并获批科技部创新方法工作专项“大学生创新创业方法训练体系构建与应用示范”（2015IM040200）项目。在该项目的支持下，教指委提出了面向学生的三层次《大学生创新方法训练及应用基本要求》，编制了《大学生创新方法应用能力等级规范国家标准》（分初、中、高三个等级）（报批稿），并组建了编写团队，着手编写高等学校创新方法系列教材。其中《大学生创新基础》是面向大学生的通识课程教材，旨在培养学生的创新思维，让学生了解基本的创新方法；《大学生创新方法》让大学生系统地掌握创新方法，能够运用创新方法解决简单问题；《大学生创新实践》面向本科高年级学生及研究生，让学生掌握比较复杂的创新方法，能够运用创新方法解决较复杂的实际问题。

本书是系列教材的第三本。本书旨在帮助学生系统地掌握运用创新方法的普遍性和特殊性，熟练地使用各类创新方法，特别是熟练运用TRIZ的各种工具，进行科学

研究、技术开发和工程实践；在专利战略、工业工程、创业实践中自觉地运用，并能够自觉地开发创新方法，使创新方法真正起到指导和推动大学生创新的作用，实现由理论到实践的飞跃。

本书共分13章，各章主要内容如下：

第1章介绍创新实践活动的深化与扩展，第2章简要介绍历史上重大科技创新，第3章讨论创新方法在各专业领域扩展的必要性和可能性，第4章介绍工程问题的发现与分析方法，第5章讨论技术系统进化的规律，第6章介绍市场需求导向的创新方向分析方法，第7章系统介绍发明问题解决算法（ARIZ），第8章介绍解决问题的科学效应与知识库，第9章讨论TRIZ的综合运用及案例，第10章介绍如何运用计算机辅助创新技术（CAI），第11章讨论TRIZ与专利战略，第12章介绍工业工程中的创新方法，第13章讨论创新产品的孵化与创业实践。

本书的编写分工如下：第1章刘甜甜、李铭、朱瑞富，第2章王滨、石峰，第3章王滨，第4章周贤永、陈光、闫文静，第五章明翠琴、刘凤，第6章史冬岩、陈岩，第7章张文利、高国华，第8章高国华、张文利，第9章赵新军、孙晓枫，第10章张崴、高昕睿、林岳、孟婕、王涛，第11章张建辉、张鹏，第12章史冬岩、滕晓艳，第13章刘甜甜、柴锦、曹利华、朱瑞富。王滨审阅了全部书稿，石峰、梁齐伟各审阅了部分书稿，并参与了格式的修改。

本书在编写过程中参考了大量专家学者的文献和研究资料，除参考、选取了列举于书后“参考文献”中的部分内容外，还参考了其他著作、书籍、报刊及网络资料，吸收了其中不少有益的见解和精彩的案例。在此一并表示感谢！限于水平和时间，书中难免有疏漏之处，敬请各位专家、老师和同学不吝赐教。

第 1 章 绪论：创新活动的深化与扩展

第一节 创新环境与创新文化 / 5

第二节 创客与创客空间 / 16

第三节 创新方法的发展及其在高校的意义 / 22

第四节 创新创业教育融入大学教育的全过程 / 28

第 2 章 历史上的重大科技创新

第一节 古代的科学技术创新 / 36

第二节 近代科学革命 / 39

第三节 近代工业革命与重大创新 / 43

第四节 20 世纪以来的科技创新 / 52

第 3 章 创新方法在各专业领域的扩展

第一节 创新方法的普遍性与特殊性 / 66

第二节 创新方法与科学研究 / 74

第三节 创新方法与技术开发和工程实践 / 80

第四节 创新方法的新渗透与新扩展 / 84

第 4 章 工程问题的发现与分析方法

第一节 问题与问题等级 / 96

第二节 发现问题与定义问题 / 100

第三节 问题的因果分析 / 108

第四节 问题的资源分析 / 115

第 5 章 技术系统进化导向的创新方向分析

第一节 技术系统的存在与演化 / 131

第二节	技术预测方法 / 136
第三节	技术创新的两种方向 / 143
第四节	技术系统进化的八大法则 / 146
第 6 章	市场需求导向的创新方法分析
第一节	需求定义与需求表达 / 156
第二节	需求预测及方法 / 163
第三节	功能分析与裁剪 / 169
第四节	最终理想解 / 177
第 7 章	发明问题解决算法
第一节	ARIZ 概述及基本流程 / 184
第二节	分析阶段程序详解 / 192
第三节	操作阶段程序详解 / 199
第四节	综合阶段程序详解 / 206
第五节	完善阶段程序详解 / 209
第 8 章	解决问题的科学效应与知识库
第一节	科学效应与知识库的构建 / 216
第二节	科学效应与知识库的具体应用方式 / 224
第 9 章	TRIZ 的综合运用及案例
第一节	发明原理的综合运用 / 232
第二节	冲突矩阵表的综合运用 / 239
第三节	76 个标准解的综合运用 / 250
第四节	科学效应与知识库的综合运用 / 258
第 10 章	计算机辅助创新技术
第一节	CAI 的类型及其功能 / 265
第二节	常用 CAI 软件——Pro/Innovator 功能详解 / 270
第三节	其他计算机辅助创新软件 / 276

第11章 TRIZ与专利战略

第一节 专利及专利申请 / 286

第二节 专利权的保护 / 297

第三节 专利战略 / 302

第四节 基于 TRIZ 的专利规避 / 308

第12章 工业工程中的创新方法

第一节 工业工程概述 / 320

第二节 精益生产模式 / 330

第三节 6 σ 方法 / 338

第四节 案例分析 / 347

第13章 创新产品的孵化与创业实践

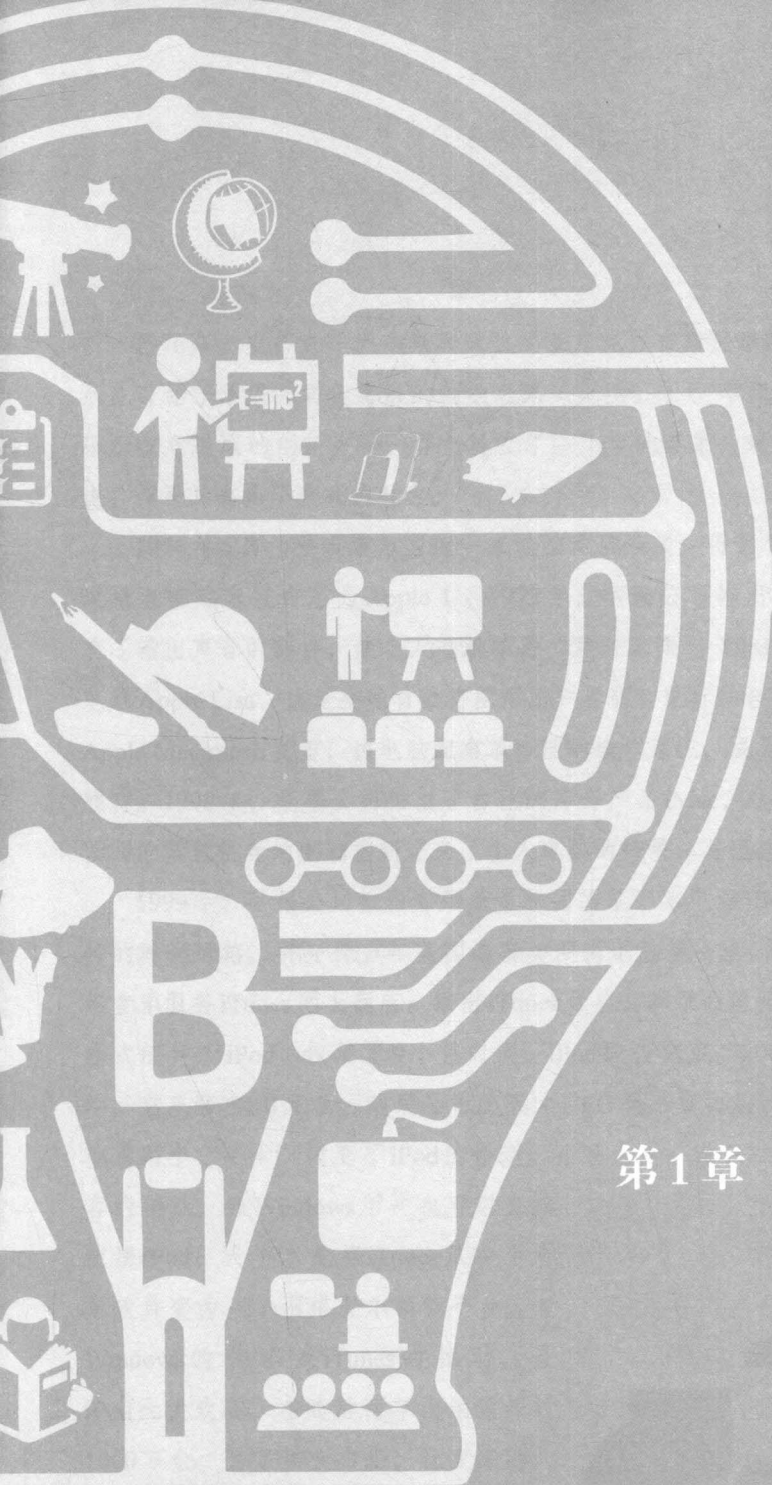
第一节 从创意构想到创新产品 / 356

第二节 创新产品的商业化 / 362

第三节 大学生的创业实践 / 370

第四节 大学生创业案例 / 377

参考文献 / 386



第1章 绪论：创新活动的 深化与扩展

1976年，史蒂夫·乔布斯和沃兹尼亚克在乔布斯父母的车库里创办了苹果公司，从此开始了苹果公司传奇般的创业之路（见图1-1）。苹果的发展史，本身就是一部不断锐意进取的创新史——那个被咬了一小口的苹果，对于追求创新和突破的人来说，似乎具有永不衰减的魅力。

1976年5月，乔布斯与当地一家电脑商店洽谈，得到了第一份个人电脑的订单，这批电脑后来被命名为Apple I。1977年，苹果公司推出Apple II。Apple II首度拥有了输出声音的部件，使个人电脑不再“默默无闻”。1981年，苹果公司推出的新型电脑Apple Lisa，这是全球首款将图形用户界面和鼠标结合起来的个人电脑。1984年，Apple Macintosh发布，该电脑配有革命性的操作系统，成为计算机发展史上的一个里程碑。1998年，苹果公司推出了自己的传奇产品iMac，这款拥有半透明的、果冻般圆润的蓝色机身的电脑重新定义了个人电脑的外貌，并迅速成为一种时尚象征。

1999年，苹果公司推出外形蓝黄相间的笔记本电脑iBook，iBook融合了iMac独特的时尚风格，并夺得当年美国消费类便携电脑第一名。随后，苹果公司开通了网络音乐服务iTunes网上商店。推出iTunes之后，苹果公司开始着手研发与之相配的便携式随身听iPod，仅用了9个月时间，iPod即告完成。2001年10月iPod发布，2002年，它只售出10万台。苹果公司的天才CEO乔布斯再一次展现了魔术师般的才能，他用两个“手术”改变了iPod的命运。小手术是一改以往苹果产品与Windows不兼容的特性，让Windows用户也可以直接使用iPod；大手术是将iTunes从一个音乐软件变为一个网络音乐销售平台。与Windows的兼容及iTunes的拉动，让iPod大受欢迎，在随后两年内销量超过1000万台。为了扩大市场，让更多的人成为iPod的用户，苹果公司再度进行创新。调查表明：随意播放功能深受使用者喜欢，“随意播放让你不知道什么将出现，但你知道那是你喜欢的。”因此，用来找歌的显示屏被拿掉，正面的功能键也被简化为只有六个：播放、暂停、下

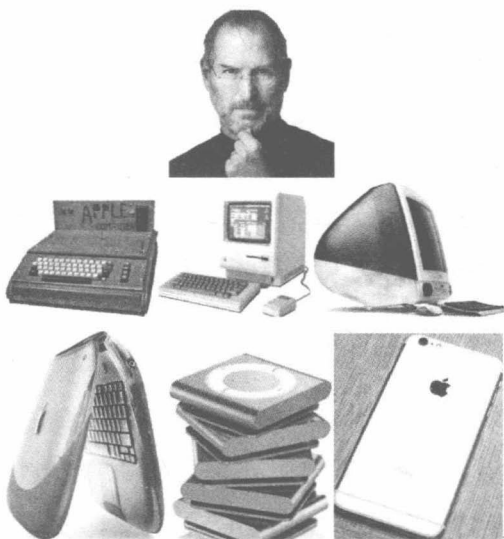


图1-1 乔布斯与苹果公司的新产品

一首、上一首、音量增加、音量减小，iPod shuffle就此诞生。

苹果公司的成功，是产品创新、工艺创新、理念创新、营销创新、技术应用创新、商业模式创新等一系列创新活动共同作用的结果。作为移动互联时代的开创者，苹果公司堪称持续性创新的典范。2007年夏季，苹果推出了第一代iPhone智能手机，该产品提供音乐播放、电子邮件收发、互联网接入等功能。从此，以iPhone和IOS操作系统为代表的软硬件产品已经实现连续多年迭代更新。苹果公司也因此牢牢巩固了自身在移动互联网时代的霸主地位，几乎在每次新品发布之后，苹果公司的市值都会迎来新一轮的高峰。

第一节 创新环境与创新文化

随着科技革命的深入开展,以及经济全球化的推进,知识、信息、创新对经济和社会发展显示出日益强劲的推动作用,各国综合国力的竞争日趋激烈。在此背景下,创新已成为驱动经济发展、促进科技文化繁荣及社会进步的主要动力。一个国家或地区的创新能力也日益成为取得竞争优势的决定性因素,各国或地区间创新能力的差异越来越成为区域经济发展不平衡的主导因素。因此,世界各国都采取各种举措来提升本国的创新能力,其中就包括构建促进创新的社会环境和创新文化。因为创新能力的强弱不仅取决于资金、人才等资源投入,还取决于创新环境。

一、创新环境概述

1. 创新环境及构成要素

创新环境也称创新的社会环境,是指影响创新主体进行创新的各种外部因素结合形成的关系总和。由于创新总是在一定的社会环境中存在和发展的,同时创新本身也是一种社会活动和社会现象,因此创新离不开社会环境,包括国家对创新的发展战略与规划、有利的政策体系、健全的体制机制、浓厚的文化氛围等。创新与其社会环境组成了相互依赖、相互作用和相互影响的系统。

环境,《辞海》解释为周围的情况和区域。《元史·余阙传》讲,“环境筑堡垒,选精甲外扞,而耕稼于中。”可见,环境最初只是地理学的概念,后随着自然科学的发展,出现了诸如环境地学、环境化学、环境工程学等学科,这些学科所研究的环境是指在自然环境的基础上经过人类不同程度的加工改造而形成的人类生存环境。生态学对环境的界定指生物的栖息地,是某一特定生物体或群体以外的空间,以及直接或间接影响该生物体或生物群体生存与活动的外部条件的总和,也就是说,环境是有机体生存空间内各种条件的总和。广义的环境概念是指,相对于某项中心事物并且作为该项中心事物的对立面而存在的。

严格讲,创新环境所说的“环境”,实际是对上述环境概念的一种借用,生活中人们常讲的要“消化吸收”新技术、金属“疲劳”断裂、老百姓的“菜篮子”工程等,也都属于这类词语借用的情况。目前人们对“环境”一词也普遍采取了广义的理解,即把它看成某一中心事物以外的情况、条件和影响因素,比如企业环境、组织环

境、建筑环境。因此,创新环境可以定义为创新活动过程中外部条件和因素的综合。

创新环境内容众多,而且相互影响,依据不同的标准有不同的分类。为对这些环境因素进行分析,需要系统化地对其进行分类。

(1) 按照环境性质不同,创新环境主要包括两部分:一是国家对创新的政策和资金支持(创新条件);二是社会对创新行为的态度(创新态势)。创新条件作为物质基础为创新者提供便利的创新空间;创新态势则是为创新者提供创新的动力源泉。国家政策支持创新者的行为,则创新容易成功,且促进科技发展;反之,则创新者的积极性降低,影响创新进度。创新条件推动创新态势,创新态势影响创新条件。

(2) 按照范围大小不同,创新环境分为宏观环境(也称大环境、间接环境)和微观环境(也称小环境或直接环境)。前者指影响创新的国内外的政治、经济、思想文化、社会等所构成的环境。后者指具体的创新活动所面临的直接相关的小范围内的局部环境因素,比如高校、科研院所,以及地区的社会发展环境、舆论环境、学校文化环境、制度环境等。

(3) 按照物理属性,创新环境分为硬环境和软环境。硬环境是影响创新的有形的、可见的物质形态的条件或因素,如设施、场所等硬件条件。软环境是指与创新活动有关的非物质形态的条件和因素,如政策、法规、资金、文化传统、社会精神状态、社会价值观、舆论导向、社会风气等。

此外,创新环境还可以分为确定性环境与不确定性环境、常规环境与非常规环境、现实环境与虚拟环境、积极环境与消极环境等。分类视研究问题的角度不同而不同。在《中国区域创新能力报告》中,研究者提出,区域创新环境包括:市场需求、劳动者素质、金融环境、创业水平及基础设施(通信)等五个方面。并以此为依据,对创新环境的各层级指标进行评估。“欧洲区域创新环境研究组”提出的创新环境因素包括:人力资本、地方经营文化、教育体系、基础设施、生产要素和体系的质量。

2. 创新环境的作用

(1) 创新环境具有激励和协同作用。良好的创新环境能够增进创新主体之间的交流和互动,吸引高端人才,激发人的创新欲望和创新潜能。创新过程实质就是协同作用发挥效果的过程,创新环境负责营造有利于创新的有形和无形氛围。各种创新资源和环境的相互结合,可以引导创新者达成合作,由此产生创新者之间相互依赖、共同发展。而这种相互依赖、共同发展的同盟模式反过来又有利于改善各种要素、优化各种资源,使创新主体所处的环境更加优良。

以创新型企业为例,处于产业集群环境内部的企业具有明显的学习效应,一个企业的成功往往会带动一大批具有分工合作关系的企业发展,其学习效应呈裂变式扩

张。产业集群打破了单一企业和产业的概念，处在集群内的每一个主体的行为都不只和自己相关，这使得它们会从集群整体的角度去思考经济和社会的协调发展。20世纪70年代，“高科技园区”“企业孵化器”等在美国出现，已经成为创新环境协同的典范。美国先后出现了旧金山硅谷、波士顿128号公路和北卡罗来纳州研究三角园区。

随后，一些工业化先进国家先后对这一概念进行了各种不同方案的尝试。1969年，法国建立了类似小城镇结构的索菲亚科技园。英国则基于剑桥大学和爱丁堡大学，在1972年建立了第一个科学园区。1982年，德国在柏林建立了第一个企业家和创新中心。1984年，日本公布了科学城方案并着手实施。在20世纪80年代后期，意大利在其南部的巴里实施把创新和科学园区嵌入城市结构的方案。这些创新园区的出现充分体现出区域创新环境的协调效应。

顺畅的合作环境是创新的必要条件。在经济全球化条件下，大多数创新不是单个组织搞出来的，而是人才、研发、资源有机融合的结果。美国硅谷的大部分研究人员来自印度和中国。跨国公司通过建立跨国研发机构或国际技术联盟，将创新活动扩展到全球。在创新资源全球化、创新人才国际化、创新组织网络化的新形势下，支持创新必须营造顺畅的合作环境。美国斯坦福大学“大学+科研+产业”三位一体发展模式，就是一个范例，其实质是基于市场导向整合各种资源，使研发活动专注于满足经济社会发展的需求。

（2）创新环境具有要素集聚和系统整合作用。良好的创新环境可以实现创新要素的系统整合，这种整合作用主要是通过国家创新体系的构建实现的。国家创新体系是指一个国家内各有关部门和机构间相互作用而形成的网络，是由经济和科技的组织机构组成的创新网络。它是由企业、研究机构、教育培训机构、政府部门、中介和服务机构等构成的系统。国家创新体系为创新主体提供良好的外部运行机制，能够保证创新组织高效运行。尤其是新材料、新产品、新技术的研发、生产、投放市场，国家创新体系能发挥“孵化器”的作用，在一定程度上可以避免创新活动的风险。

创新环境促进了创新人才的集聚，更容易实现人力资源的自我整合。此外，创新环境也提供了创新空间的整合。体现在中心城市为创新活动提供了可能发生创新的场所，因为多数大型公司都聚集在中心城市，而中心城市能提供有利于它们进行地区和国际经济交换的种种资源；更重要的是，创新环境促进了区域内各种组织的相互协调、组合。而区域内的政府、研究机构、大学通过改善域内环境，如提供直接和间接的资金支持、提供信息和技术服务、向企业输送高素质的人力资源等方式，作用于技术创新活动。

（3）创新环境具有制约与反制约作用。创新环境与创新系统的主体、对象等各个要素发生作用，制约和影响创新的实施和效果。一种创新的出现，很大程度上是由于