

产品技术创新

杨建华 著

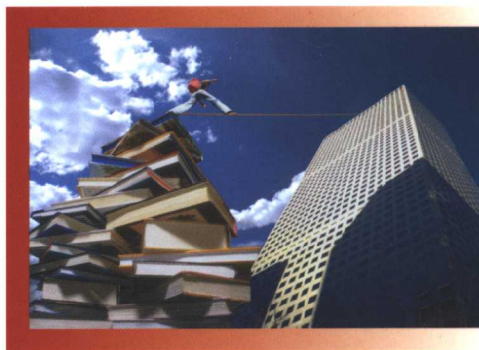
YANGJIANHUA ZHU

CHANPIN
JISHU CHUANGXIN

中南大学出版社

ZHONGNAN DAXUE
CHUBANSHE

创新是科技发展的基础，是民族进步的灵魂，是国家强盛的动力，是企业兴旺的法宝，是个人成才的关键。一个民族要站在科学技术的高峰，就一刻也不能停止创新。一个人要不断发展，也就要不断地发展创新思维，不断地创造出新事物、新理论、新技术、新工艺、新方法、新产品，造福于人类。



产品技术创新

杨建华 著

中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

产品技术创新/杨建华著. —长沙:中南大学出版社, 2006. 5
ISBN 7-81105-309-8

I. 产... II. 杨... III. 产品—设计 IV. TB472
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 032172 号

产品技术创新

杨建华 著

☐ 责任编辑 周兴武

☐ 责任印制 汤庶平

☐ 出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐ 印 装 邵东县科教印刷厂

☐ 开 本 850 × 1168 1/32 ☐ 印张 7 ☐ 字数 173 千字

☐ 版 次 2006 年 5 月第 1 版

☐ 2006 年 5 月第 1 次印刷

☐ 书 号 ISBN 7-81105 - 309 - 8/F · 021

☐ 定 价 18.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

当今世界各国综合国力的竞争,其核心是知识创新、技术创新和高新技术产业化的竞争,实质上是人才的竞争。而人才的竞争主要是靠创新精神、创新能力和实践能力来取胜的。在各种挑战中,创新属于第一挑战。

创新是科技发展的基础,是民族进步的灵魂,是国家强盛的动力,是企业兴旺的法宝,是个人成才的关键。一个民族要站在科学技术的最高峰,就一刻也不能停止创新。一个人要不断发展,也就要不断地发展创新思维,不断地创造出新事物、新理论、新技术、新工艺、新方法、新产品,造福于人类。

为了帮助大学生和工程技术人员提高产品技术创新与研究开发能力,作者集多年从事教学、科研与新产品开发工作的体会,融合古今中外杰出创造性人才的经验,在近几年讲授产品技术创新课程的基础上,撰写了此书。

本书系统论述了创新的源泉与创新技法,重点阐述创新课题的选择与评价、产品竞争优势设计与优化试验研究方法。

本书由王放银教授初审,潘存云教授终审,并提出了许多宝贵意见,杨英慧同志提供了大量资料,在此对他们和给予大力支持的曾爱华教授、谷益华同志、胡玮军同志深表感谢。

由于作者水平有限,恳请读者不吝指正。

杨建华

2005年9月28日

目 录

第一章 创新的源泉	(1)
一、创新是人的天性	(2)
二、创新始于观察	(4)
三、创新根于实践	(7)
四、创新源于问题	(8)
五、创新基于想像	(10)
六、善抓灵感与机遇	(14)
七、未来属于创新	(20)
第二章 创新技法	(21)
一、奥斯本检核表法	(21)
二、变元发明法	(26)
三、形态分析法	(27)
四、信息交合法	(29)
五、智力激励法	(31)
六、中山正和法	(33)
七、5W2H 提问法	(35)
八、逐步逼近法	(36)
九、工程研究法	(38)
十、多学科综合分析法	(40)
十一、新产品开发程序	(43)

第三章 创新课题的选择与评价	(46)
一、寻找课题	(46)
二、评价课题	(61)
三、申报课题	(63)
第四章 产品竞争优势设计	(67)
一、采用优势设计方法	(67)
二、设计先进的功能原理	(84)
三、优化产品结构设计的	(111)
四、注重产品艺术造型	(115)
第五章 优化试验研究方法	(135)
一、试验研究的理论与方法	(135)
二、产品创新实验室的建设	(171)
三、开发优化实验研究装置	(173)
第六章 新技术简介	(183)
一、球齿轮机构	(183)
二、激光动力飞机	(188)
三、磁悬浮列车	(189)
四、太空发电系统	(195)
五、光计算机	(198)
附表 1 常用正交表	(200)
附表 2 F 值分布表	(204)
参考文献	(217)

第一章 创新的源泉

创新是指为人类社会的文明与进步创造出有价值的、前所未有的全新的物质产品或精神产品。创新是一个民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力，也是个人生存与发展的支撑点。谁能创新，谁就能开拓发展，就能立于不败之地。

创新是人类在社会实践中形成的，它以人们掌握客观规律为前提，以满足人类不断发展的需要为目的，以人们过去实践的成果为基础，又超出了人们当前生活的常态，代表人类进步的趋势。创新起源于新的观念，成熟于一系列的科学实验，完成于人类改造自然、改造社会的实践。

创新可以满足人类的一切需要，实现人类的一切美好愿望。如人们想上天，就发明了飞机；想下海，就发明了潜水艇；想减轻劳动强度，就发明了机器人；想揭示宇宙的奥妙，就发明了宇宙卫星等等。

科学的本质是创新。科学的发展史，就是一部知识不断创新、不断积累的历史。只有有所发现，有所发明，有所创造，才能有所前进。从猿人的生食穴居到现代人衣食住行的丰富多彩与精神文明的享受，无不表明人类的历史就是一部不断创新的历史。没有创新，就没有当今的世界。

当今世界，由于科学技术的重大创新，使得科学技术突飞猛进，产生了以高新技术及其产业为主要基础的知识经济（基于知识创新与知识应用的经济），使得综合国力的竞争日趋激烈。然而，科学技术的创新是由高素质的人来完成的。因此，知识经济

实际上就是人才经济，当今和未来综合国力的竞争，归根结底是人才的竞争，而人才的竞争主要又是靠创新精神和实践能力来取胜的。创新者兴，守旧者衰。在各种挑战中，创新是第一挑战。

创新是人的天性，创新始于观察，根于实践，源于问题，基于想像，创新永无止境，未来属于创新。

一、创新是人的天性

人之所以区别于动物，是在于人有思想、有感情、有追求、会思考、有主动性、创造性和多方面的自我适应性。可以说，从人类学会了劳动，学会制造和使用工具时，就学会了创造，相继创造了衣食住行的种种物质产品。人类在劳动和创造的实践中，丰富了人类的物质文明，锻炼了自身的劳动能力和思维能力，促进了人类自身的精神文明成长。人类物质文明与精神文明的积累和提高，使人的精神和思想逐渐得到了发展，变得越来越丰富，越来越高级，形成了人类大大区别于动物的文明。

创新是人的一种特殊本能，以创造性的方式关注和参与世界事物，是人的内心深层的欲望和动力。人的创造性体现在思想中，表现在行为上，展现在事物上。一种创造性的思想可以作用到许多不同的事物上，产生不同的创造行为和创造产物。

创新能力不是天生的，它是可以培养与发展的。脑科学研究告诉我们，人的大脑有4个功能部位区，即接收信息的感知区、储存整理信息的记忆区、评价信息的判断区和重组信息的想像区。培养和发展创新能力，就是要培养和发展善于观察、增强记忆、深思熟虑、活跃想像、优选技法和灵活巧干的能力。从而使自己的脑袋聪明会想，手脚灵活能干，不断地有创新成果问世。

创新的起点来自人类自身需要，有了求新的欲望，才能有创新的动力。人们总是希望明天比今天更好，不断地为需要而创

造。在工作中，总是要想方设法采用更合理、更方便、更省力、更快捷、更高效、更经济的方法去完成预定的工作任务，从而不断地进行工作方法与管理方法的创新，以获得更优秀的成果，作出更大的贡献，得到更丰厚的回报；在生活中，人们总是要想把饭菜烹调得更可口，居住环境布置得更宜人，衣服穿着更得体，行走更舒适更安全，时刻都在进行各种各样的创新与实践。广大科技工作者和科技爱好者，总希望自己不断地取得新成果，向更高层次的目标进军，都在努力开拓新领域，创建新理论，提出新观点，开发新产品，解决新问题，为人类的进步和社会的发展贡献自己的力量。

人们在生产生活中感到费时费力不方便的事情，往往会促使人们去思考，去改进，去创新，去开发新的产品或工艺。如洗衣机、空调设备、电视机、自动机床等产品的开发、应用与发展都是如此。随便拿起你身边的一件物品，想想它的发展过程，评价它的优缺点，就会受到启迪，再深入思考与改进，实现科学、艺术、人与自然的完美统一，就有可能创造出更适用、更美好的新产品。只要我们不断地更新创新观念，树立创新勇气，提高创新能力，增强创新才干，就一定能够创造出更多的新思想、新理论、新技术与新产品。

每个人都在从事某项工作，都在一定的环境中生活，都有各自的创新背景。只要我们善于观察，积极思考，敢于想像，深入实践，不断探究，就会有所发现，有所创新，有所发明。据统计，每天有数以几十万计的专利在全世界生效，有几万篇学术论文在刊物上发表。可见，发明创新是大众化的事情，不是专业技术人员所特有的专利。又如照相机的发明人达克拉是位画家，蒸汽机车的发明人史蒂文森是煤矿办事员……可以想到，某一学科或领域还没有产生，又哪来的专业技术人员呢？也就是说，学科的创建人不是本学科的专业人员。

人人可以创新，任何时空范围内都可以创新，什么事情都可能创新，而创新的关键就是要敢想敢做，不要怕失败。敢想能启发人们去思考，去创新。倘若想都不敢想，还谈得上创什么新呢？天下的事没有做不到的，只有没想到的。现代工业自动化程度和设计制造水平的进展，迅速提升了人类活动的水平，人们能够以前所未有的效率和精度行事，将任何研究成果变成产品，根本不是难事。

不断地进行创新，特别是进行原始性的创新，是提高人的生命质量的根本方式。人的生命力也只有在创造活动中才能得到焕发，才能为社会作出具有不可替代性价值的贡献，才能给人以尊严；同时，自己也能享受到创造性劳动过程中带来的自身生命力焕发的欢乐。

每种物件和方法都存在改进的可能性。我们不能靠年复一年，日复一日地苦干、加班，超负荷地工作过日子。越忙越要改革，越要创新，越要巧干，才能更有生命活力，才能工作与生活得更美好。

创造力与知识有着密切的关系，不存在超越知识的创造力。一个知识贫乏的人是不可能提出深刻的问题的。只有知识广博，经验丰富，思考深刻，经常向未知世界探索的人，才能钻研得更深，了解得更多，提出的问题也更多、更深刻、更重要，才能发掘平常人所不注意的问题，才能有所创造发明。

社会永无止境的需求，社会知识总量的迅速递增，使人变得越来越聪明；有效的信息交流，使人类的创造活动可以相互激励，相互借鉴。可见，21 世纪将是一个创新的时代。

二、创新始于观察

观察是人们搜集科学事实、认识客观事物、掌握客观规律、进行科学归纳、验证科学理论和步入科学发明的重要途径。大千

世界，无奇不有。只有通过对事物细致入微的观察，才能促使人们去寻根究底，破除旧观念，产生新设想，探索未知，创造未来。

善于观察的人常常能从平常的事物中找出有关方面的联系，从偶然的事物中找出规律，从而获得某种发现。如山西农民赵跃荣平时喜欢仔细观察，使他获得了几十项发明。一次他看到一株被篱笆弄弯头的西红柿，果实结得很好，一层一层红到顶部。而地里其他西红柿，采摘第三果穗后，余下的果则很难成熟。他受到启发后，有意识地对西红柿进行弯头处理，结果不出所料，西红柿获得大丰收，取得了西红柿 V 型栽培法的重要发明。又如日本某特种钢板厂，采用两只相对的轧辊进行钢板轧制，由于原料钢质脆，怎么也轧不出合格的钢板。有一天，该厂的一名技术员看到妻子在面板上用擀面杖灵活地来回擀面团的情景。他联想到用这种方式可能会解决因钢质脆而轧不出合格钢板的问题。经过进一步研究，提出了行星式轧压法，就是在轧机上安装一系列较细的轧辊，它们像擀面杖一样围绕着粗大的传动辊转动，将钢板轧薄。不久他的设想就实用化了，而且十分有效。

观察中有时会偶然发现出乎人们意料的新现象、新特征，往往给人们提供了从偶然性背后找出必然性的条件。但偶然性的现象有时是转瞬即逝的，只有观察力敏锐的人，才能通过观察活动，全面、深入、正确地认识事物特点，及时洞察事物的本质和特征，捕捉住机遇，从微不足道的偶然现象中发现新线索，进而取得显著的科研成果。如英国冶金学家布里尔在废弃几个月的锈钢材堆里，发现了一块闪闪发亮的合金钢。他思索着这块与众不同的合金钢，可能蕴藏有某种“抗锈蚀的物理效应”。通过化验分析，提出了不锈钢的理化原理，并发明了镍铬不锈钢的冶炼方法。又如美国生态学家坦普尔发现快要灭绝的大颅榄树（全世界只有毛里求斯还存下 13 棵）虽然开花结果，但种子不会发芽，而且种子外壳极其坚硬，在 590 kg 的压力下也不裂碎。坚硬的种子

外壳，影响了种子发芽。当他在灭绝的渡渡鸟残骸中看到大颅榄的种子时，设想到渡渡鸟的胃能把种子外壳磨薄而使种子易于发芽。他用吐绶鸡代替渡渡鸟对大颅榄种子进行加工，结果吐绶鸡吃过的 17 颗种子中，播种后有 3 颗发了芽，从而发现了大颅榄传宗接代的关键所在。相反，观察力差的人往往对此“视而不见”，“见而不思”，会自觉或不自觉地放弃一些值得进一步探索的机会，失去创造发明的良机。

观察中要有随机应变的思想准备。在有系统有计划地进行观察的过程中，观察到与观察目标不同的异常现象时，能随机应变地修改观察计划，另选观察目标，可以获得新的创造。如英国化学家柏琴在读大学时，老师要他进行从煤焦油中提取治疗疟疾特效药奎宁的研究，但大量的实验毫无进展，却在一种方案实验中意外地发现了一种黏着力很强的黏液。于是他改变研究目标，试探性地在黏液中加入苯胺与重铬酸钾，合成了一种黑色黏液；后又加入少量酒精，顷刻间这种黏液变得紫光闪闪，这使他顿生灵感：这不是可以制成染料么？继续实验，结果发明了“苯胺紫”人工合成染料，推动了纺织印染业的发展。

用实现条件极端化或改变时空状态的办法，来观察事物处在激发或扰动状态下的特征与属性。条件极端化就是将事物处在超高温、高压、高载、高速等条件下，来观察事物的变化，企图发现某种前所未有的现象，找到创造契机。如在常温常压下观察金属材料，只能观察到它的形体、光泽等属性，不可能有新的发现；若在超高温条件下，便能观察到其高温蠕变或流动特性，找到其允许工作温度范围的准则；若在接近绝对零度（ -273°C ）时，可测到其电阻为零，并产生超导现象，从而引导人们去研究超导材料的制造技术。又如将普通铜制造成纳米铜，其导热系数提高了 40 倍，成为高强化传热材料。

任何事物的变化都是空间与时间的函数。有意识地将某事物

放在不同的空间进行观察,会发现事物的其他功能与属性。如将植物种子放在太空飞行器中进行太空旅行后,再观察它在地球上的发芽生长情况变化,可能会找到改良品种的途径。在不同时间内观察事物的变化,可能看到事物显示出的不同特征。如有人在观察人体一天从早到晚的生理心理状况变化时,发现了“生物钟”的现象,使得有些企业开展了“早安牙膏”和“晚安牙膏”等生活用品。

更加科学、精密、准确、远程的数字化、图像化试验仪器设备得以迅速发展,又扩大了人们的视野,活跃了人们的思维,克服了肉体器官观察的局限性,使人们能够在更大的广度和深度上来认识世界,使思维的“机器”有“米”可炊。因此,观察的深入与发展又成为人类认识发展和科技进步的直接动力。

三、创新根于实践

1. 实践出真知

一切事物的运动规律都是客观存在的,是不以人的意志为转移的。不参加实践,客观事物本身是不会将其运动与发展规律贡献给人类的,人们就不可能认识客观事物,更不能探索自然界的奥秘,寻求社会发展的规律,体悟人生的真谛。实践是人类生存与发展的基础,贯穿于创新的始终。正是由于安东·雷汉胡克在1674年通过显微镜观察发现了微生物,才有后来路易·巴斯德的疾病细菌学说和预防接种免疫方法的光辉成就。也是由于居里夫人观察到矿石的特异射线,才有镭和放射性元素的发现,才有原子能的应用……都表明实践出真知。

2. 实践无止境

随着社会主义现代化进程的加快和物质运动的不断变化,陆续给人们提出新的认识课题和解决课题的经验材料,迫使人们去实践、

去研究、去解决、去总结、去应用，以满足人类社会发展的需要。可见，实践是无止境的，理论发展和理论创新也是无止境的。

历史是无止境地向前发展的，真理也是不断发展的。实践也具有一定的时空局限性，在一定历史阶段的具体实践也往往不能充分证实或否定另一时空中某一认识的真理性的。另外，实践检验认识的真理性的，也要经历一个过程，不要轻易相信一时实践检验的结论。要防止实践标准的简单化，防止思想僵化而直接阻碍真理的发展。

3. 创新要敢于实践

事物总是在不断完善的过程中发展的。敢于实践，就是要不断完善创新成果，不要怕失败，不要怕别人说风凉话。100 条新想法只有一条管用，其余 99 条无用，也是进步，那 99 条想法就是成功的那一条的基础。任何事情都不尝试，就学不到任何知识与经验，只有实践了并且失败了，你才知道那些办法行不通，这将使你离成功的距离更近一步。

真金不怕火炼，只有实践才是检验真理的惟一标准。要判明人们思维的客观性和力量，主观与客观是否符合及其符合程度，只在主观的范围内兜圈子是根本无法解决的，必须通过实践才能加以证实。人的创造性也只有在实践中才能得以发挥与提高。

人不怕有困难，只怕没志气。敢于实践还要不怕困难，困难中往往蕴藏着大量的创新课题，困难越大，课题显得越重要。应勇于到最困难的工作中去“淘金”，那里将是创新成果的宝库。

四、创新源于问题

科学的发展和知识的创新，总是源于问题。科学研究就是一个不断提出有价值、有意义的问题和解决问题的过程。科研课题就是科学研究工作所要解决的问题，而问题就是人们想要解决而

没有解决,想弄明白而尚未明白的事情。问题体现了人们对事物已有认识与经验的不足,将引导人们去追求新的经验和新的知识。提出新问题或从新的角度去思考老问题,越来越深化的问题,越来越能启发新问题的问题,往往会导致新的发现与突破。

1. 好奇与质疑能触发新问题

好奇心在科学研究中是颇为宝贵的,也往往是提出新问题的出发点。强烈的好奇心会增强人们对外界信息的敏感性,帮助人们摆脱思维定势与滞涩,激活想像力与创造力;能促使人对周围出现的新情况、新变化及时作出反应,从平常的现象找出新的线索,从偶然的现象中发现必然的趋势,从而发现新问题。然后,追根溯源,深入观察思考,就能引起探究欲望。许多看似偶然的发现其实都隐含着一种必然,发现者必需具有强烈的好奇心。

相反,缺乏好奇心的人,将对外界信息反应迟钝,对诸多有意义的现象熟视无睹,不加以分析研究,也就很难获得创造性成果。

质疑不是神经过敏地疑神疑鬼,而是用怀疑的态度看待一切的创造性思维活动,亦即要遇事积极独立思考,多问几个为什么。古人云:未解之感、未知之物、未辨之味、未通之理,皆可谓之疑。疑是思之始,学之端。怀疑的产生就是探索的开始,由怀疑可以进而求异另辟蹊径。这是因为书本知识和别人的见解,都是在一定的具体条件下的经验总结,具有一定的应用范围,再加之人们的认识随着社会的发展而不断深化,一切科学理论的真理性也是相对的,多少包含有再研究的成分。因而,我们一定要有怀疑精神,要不惟书,不惟上,不惟洋,不惟师,实事求是地追求科学真理。否则,科学就无法进步和发展。

2. “问题”能激发创造力

“问题”的出现,往往给人造成某种不确定性的思维局面,使

思维活跃起来，促使人去深思、联想、对比与探究。富有挑战性的问题，更能激励有探索意识的人向其深度发展，寻求解决问题的理论、方法与措施。对于复杂的问题，通过攻关，甚至还可能发现更有价值的问题。对百思不得其解，长时间忍受疑惑困扰的问题，虽然精神高度集中地思考着，但仍不能得到解答，就有可能出现了思路堵塞或误入歧途的情景。不妨松弛下来，反而可能产生稍纵即逝的思想火花。如阿基米德为测定王冠含金的纯度，废寝忘食，苦无所得，未料在浴盆洗澡时偶然发现了“浮力定律”。其实，没有对问题的魂牵梦萦、锲而不舍的探究，也就没有“灵感”和“顿悟”带来的惊喜。

3. 创新源于创造性问题

创造性问题是指具有新颖、独特且有科学意义的问题。一切创造性成果的获得，都起源于提出理论上或实践中的创造性问题。如牛顿在苹果树下思索：“为什么苹果从树上掉下来，而不飞到天上去？”从而发现了万有引力定律。

世界是由物质组成的，物质是运动的，运动是有规律的，而规律是可以揭示的。只要我们强化问题意识，在总结前人经验的基础上，自由探讨，积极思索，大胆质疑，揭示问题，形成自己新颖独到的构思，便能从不同的角度搜寻到真正有挑战性、创造性的问题，从而有所发现，有所创造，有所前进。

五、创新基于想像

想像是人对头脑中已有表现进行加工、排列、组合而建立新表象的心理过程。想像比知识更重要，因为知识是有限的，而想像能概括世界上的一切，推动着科学技术进步。想像无处不在，无孔不入，所有的创新都基于想像。人类离开想像就像离开阳光、空气和水一样，无法生存。想像力是人类最具威力的资源，

发挥这一资源服务于社会的作用，是这个世界的最大希望所在。

想像可以在人的头脑中塑造出前所未有的新概念、新设想，如“物质波”、“耗散结构”、“无穷集合”、“虚拟技术”等科学概念的提出都闪烁着创造者想像的光芒；想像能使人制定科学实验的方法、条件、实验装置设计方案，预计实验中可能发生的问题和能达到的预期结果；想像产生假说，科学发展史上的每一种假说都是想像力发挥的产物；想像可以展望未来，以科学幻想或预测的形式，对人类近期、中期或远期的发展进行描述，可使人们看到有可能实现的前景，从而激发人们去学习，去实践，去创新，去作出新的贡献。我们可从以下几个方面展开想像的翅膀。

1. 首先要敢想

出奇才能制胜。敢想就是要解放思想，打破常规，向传统宣战，展开自由想像的翅膀，异想天开，别出心裁，甚至倒行逆施；要独树一帜，与众不同，求新求奇，想别人没有想过或不敢想的事情，向“不可能”领域进军。事实上，成功的发明都是基于发明者的敢想，如爱迪生是在先有了“创造出能把声音记录下来又能释放出去”的想法后，才发明了留声机。芬兰专家想到声波的应用，才研制出了不用电缆而用超声波在水下传送电视图像的方法。日本人发明了导电塑料，引起了各国的重视。

2. 从不同角度去想

从多角度、新角度或不断地从一个角度转向另一个角度去观察和思考问题，在变中求通，通中求活，活中求新，重新构建问题，则对问题的理解将会随着视角的每次变换而逐渐加深，最终将抓住问题的实质。事实上，爱因斯坦的相对论，就是对不同视角关系的一种解释。

当遇到百思不得其解，到处碰壁受挫，“山重水复疑无路”的困境时，就必须跳出原来有形或无形的思维框架，从相反的方向